



Sachstand

Auswirkungen der Klimavariabilität auf den Weinbau in Deutschland

Auswirkungen der Klimavariabilität auf den Weinbau in Deutschland

Aktenzeichen: WD 5 - 3000 - 040/16
Abschluss der Arbeit: 15. Juni 2016
Fachbereich: WD 5: Wirtschaft und Technologie; Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz; Tourismus

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.	Einleitung	4
2.	Klimavariabilität	5
3.	Weltklimarat (IPCC) zum Weinanbau	8
4.	Visualisierte Klimainformationen zum Weinanbau	9
5.	Der Huglin-Index, der Wärmeindex – Einfluss der Temperatur auf die Rebsorten	10
6.	Trockenheit	13
7.	Sonnenbrandschäden	13
8.	Unterschiede zwischen den einzelnen Bundesländern, u.a. beim Spätfrost	13
9.	Früheres Einsetzen von Austrieb, Blüte- und Reifebeginn	15
10.	Säuregehalt	17
11.	Pflanzenschädlinge	20
12.	Chancen, Risiken und Anpassungsmaßnahmen	21
13.	Weitere Quellen	23
14.	ANHANG	25
14.1.	IPCC Szenarien	25
14.1.1.	RCP-Szenarien	25
14.1.2.	SRES-Szenarien	25
14.2.	Entwicklung der Rebflächen	26
14.3.	Anbaupotenziale der Weinbauregionen in Baden-Württemberg bis 2030	27
14.4.	Huglin-Index für den Rheingau für die Jahre 1951 bis 2050	28
14.5.	Rückgang der weltweiten Rebflächen seit dem Jahr 2000	28

1. Einleitung

Der Sachstand beschäftigt sich mit der Frage, welche Auswirkungen und Folgen der Klimawandel auf den deutschen Weinbau hat bzw. haben wird.

Die Weinrebe stammt aus Vorderasien, sie gehört zu den ältesten Kulturpflanzen und wird bereits seit mehreren tausend Jahren angebaut.¹ Derzeit liegen die nördlichsten Weinanbaugebiete Europas in Deutschland. Die **klimatischen Mindestanforderungen** der Weinrebe fasst das *Deutsche Weininstitut* wie folgt zusammen:

- „1.300 Stunden Sonnenschein pro Jahr,
- eine Durchschnittstemperatur von mindestens 15° Celsius während der Rebblüte und
- 18° Celsius während der Vegetationszeit,
- jährliche Niederschläge von mindestens 400 bis 500 mm.“²

Schultz et al. (2009) erläutern in ihrem Aufsatz „*Weinbau im Klimawandel: Regionen im Umbruch*“, die Geschichte des europäischen Weinbaus zeige deutlich, dass es große klimatische Schwankungen über viele Jahrhunderte gegeben haben müsse. Analysen würden zeigen, dass es ausgesprochene Warmphasen zwischen 1380 und 1420, um 1520 und zwischen 1630 und 1680 gegeben habe. Auch in England und Polen habe es Weinanbau gegeben. Doch hätten vor allem verheerende Winterfröste gegen Ende des 17. Jahrhunderts zum Verschwinden des Weinbaus in nördlichen Regionen und zum Anbau im südlichen Europa geführt.³ *Hofmann et al. (2016)* beschreiben die klimatischen Faktoren, die den kommerziellen Anbau von Reben in einigen Teilen Deutschlands bislang einschränken, wie strenge Winterfröste unter -20 °C, Spätfröste nach dem Austrieb der Reben oder eine zu geringe Temperatur, die die Trauben nicht genügend ausreifen lasse.⁴ In Deutschland wird Weinbau daher nur in einigen klimatisch begünstigten Regionen an südexponierten Hang- und Steillagen vor allem in Rheinland-Pfalz und Baden-Württemberg betrieben. Die wärmsten Weinbauregionen liegen in Baden und der Vorderpfalz, die kühleren Regionen in Sachsen und Saale-Unstrut.⁵ Die folgende Grafik gibt einen Überblick über die Rebflächen der 13 deutschen Weinanbaugebiete. Die sechs größten Anbaugebiete sind Rheinhessen (25,8 %), Pfalz (22,8 %), Baden (15,5 %), Württemberg (11,2 %), Mosel (8,6 %) und Franken (6,1 %), sie stellen 90 Prozent der Fläche. Dies illustriert die nachfolgende Grafik aus dem Jahr 2013:

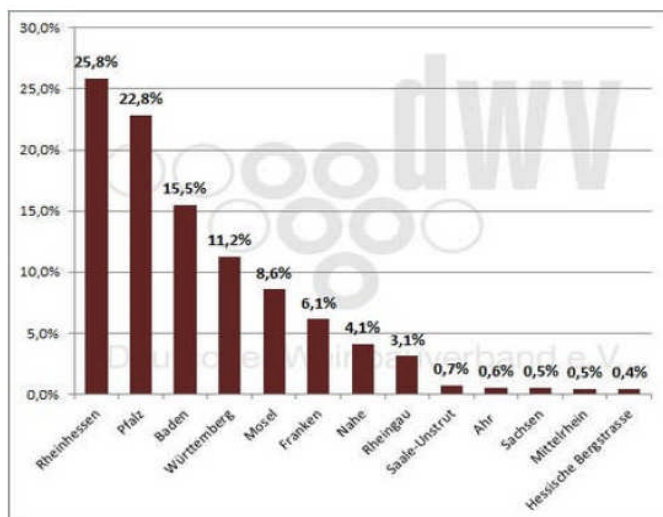
1 <https://www.uni-hohenheim.de/lehre370/weinbau/biologie/>

2 <http://www.deutscheweine.de/wissen/weinbau-weinbereitung/klima-witterung/>

3 Vgl. Schultz, Hans Reiner ; Hofmann, Marco.; Jones, G. (2009). *Weinbau im Klimawandel: Regionen im Umbruch*. https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimastatusbericht/publikationen/ksb2009_pdf/artikel2.pdf?__blob=publicationFile&v=1

4 Vgl. Hofmann, Marco; Stoll, Manfred; Schultz, Hans Reiner (2016). *Klimawandel und Weinbau*. In: *Geographische Rundschau* 3/2016. S. 20 – 26.

5 Vgl. Hofmann, Marco; Stoll, Manfred; Schultz, Hans Reiner (2016). *Klimawandel und Weinbau*. In: *Geographische Rundschau* 3/2016. S. 20 – 26.



Quelle: Deutscher Weinbauverband.⁶

Die *Internationale Organisation für Rebe und Wein (OIV)* - nach eigenen Angaben eine zwischenstaatliche wissenschaftliche und technische Einrichtung mit anerkannter Zuständigkeit für den Bereich Rebe und Wein⁷ - erließ im Jahr 2015 *Leitlinien zur Untersuchung der Klimavariabilität im Weinbau vor dem Hintergrund des Klimawandels*. Laut OIV hat das Klima einen starken Einfluss auf die Rebenphysiologie und die Qualität der Rebenerzeugnisse.⁸ Die OIV hält eine Untersuchung der Klimavariabilität für erforderlich, um die angewandten Techniken an die eingetretenen oder absehbaren Änderungen anzupassen und die wesentlichen Eigenschaften der Erzeugnisse zu bewahren. Die Weinbauregionen unterliegen Klimaschwankungen von unterschiedlicher zeitlicher und räumlicher Dimension.⁹

2. Klimavariabilität

Das Klimasystem ist hochkomplex und enthält viele nicht lineare Wechselwirkungen.¹⁰ Derzeit wird auf Grundlage von Klimamodellen von einer globalen mittleren Erwärmung ausgegangen.¹¹

6 Deutscher Weinbauverband. <http://www.dwv-online.de/zahlen-daten-fakten/deutschland/rebflaeche.html>

7 <http://www.oiv.int/de/internationale-organisation-fur-rebe-und-wein>

8 <http://www.oiv.int/public/medias/425/viti-2015-1-de.pdf>

9 <http://www.oiv.int/public/medias/425/viti-2015-1-de.pdf>

10 Vgl. Welchen Einfluss hat eine Abschwächung des 'Golfstroms' auf das Klima in Deutschland? Was wissen wir zurzeit? http://www.climate-service-center.de/030870/index_0030870.html.de

11 <http://www.mpimet.mpg.de/kommunikation/aktuelles/im-fokus/ipcc-klimastatusbericht-2013/>

Da mit Hilfe von Klimamodellen das heutige bzw. historische Klima ziemlich genau simuliert werden kann, werden sie auch zur Berechnung des zukünftigen Klimas eingesetzt. Die Klimamodelle werden mit Annahmen, also mit Daten zu „Was-wäre-wenn“-Szenarien¹² gefüttert, die zu Prognosen und nicht zu Vorhersagen der Zukunft führen.¹³ Die Ergebnisse dieser Klimaprojektionen sollen über das Klima der Zukunft näherungsweise Aufschluss geben, damit rechtzeitig auf Klimafolgen reagiert werden kann. Der Weltklimarat (*IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change*) der Vereinten Nationen, der in zeitlichen Abständen von fünf bis sieben Jahren Weltklimaberichte vorlegt, nutzte für den dritten und vierten IPCC-Bericht die SRES-Szenarien¹⁴ **A1** (A1FI, A1T, A1B), **A2**, **B1** und **B2**.¹⁵ Im aktuellen fünften Sachstandsbericht des Weltklimarats dienten RCPs-Szenarien (Representative Concentration Pathways – Repräsentative Konzentrationspfade), die zusätzliche Daten enthalten, als Grundlage.¹⁶

Derzeit wird bei den vielfältigen Emissionsszenarien noch häufig auf das Modell **A1B** zurückgegriffen. Das **A1**-Modell beschreibt im Wesentlichen eine zukünftige Welt mit einem rapiden wirtschaftlichen Wachstum, einer raschen Einführung neuer und effizienterer Technologien und einer wachsenden Weltbevölkerung bis zur Mitte des Jahrhunderts, die danach rückläufig sein wird. Das A1-Modell teilt sich in drei Gruppen, die unterschiedliche technologische Schwerpunkte im Energiesektor setzen: eine Gruppe geht von einer intensiven Nutzung fossiler Energie aus (**A1FI**), eine weitere von der Nutzung nicht-fossiler Energiequellen (**A1T**) und die dritte Gruppe geht von einer ausgewogenen Nutzung aller Quellen aus, somit von fossilen und nicht-fossilen Energiequellen (**A1B**).¹⁷

Die Zukunftsprognosen sind je nach gewähltem Modellansatz unterschiedlich, wobei die meisten Klimamodelle eine weitere Temperaturerhöhung voraussagen. Für Europa würde unter Einbeziehung des **A1B**-Szenarios die Klimaerwärmung voraussichtlich nicht gleichmäßig erfolgen, sondern regionale und auch saisonale Unterschiede aufweisen.¹⁸ Einige Experten weisen auf die Be-

12 adelphi/PRC/EURAC (2015). Vulnerabilität Deutschlands gegenüber dem Klimawandel. Langfassung. CLIMATE CHANGE 24/2015. Projekt-Nr. 24309. UBA-FB 002226. Im Auftrag des Umweltbundesamtes. S. 671. http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/climate_change_24_2015_vulnerabilitaet_deutschlands_gegenueber_dem_klimawandel_1.pdf

13 BMU (2016). Antwort auf die Frage: „Woher weiß man, welche Folgen der Klimawandel haben wird?“ (Stand: 8.1.2016). <http://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/folgen-des-klimawandels/klimafolgen-deutschland%20-%20strap-15396>; siehe auch http://www.bayceer.uni-bayreuth.de/for-kast/de/top/dl/112307/6_UngewissheitStrategieAnpassung_FORKASTabschluss_Wellstein_5112012.pdf

14 SRES= Special Report on Emission Scenarios.

15 Weitere Erläuterungen zu den einzelnen Emissionsszenarien finden sich im ANHANG unter Punkt 14.1.

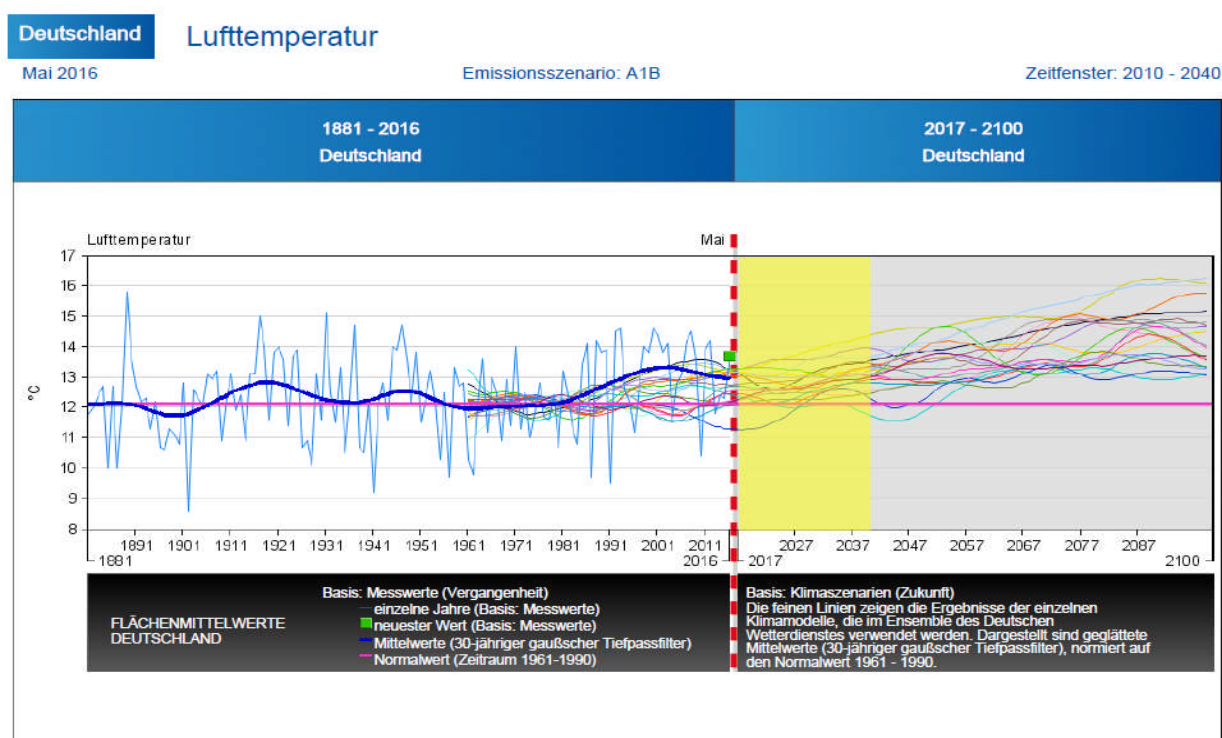
16 http://www.climate-service-center.de/036238/index_0036238.html.de

17 Vgl. <https://www.ipcc.ch/ipccreports/tar/wg1/029.htm#storya1>

18 Max-Planck-Institut für Meteorologie (2007/2013). Wie wird das Klima in Europa in der Mitte des 21. Jahrhunderts aussehen? <http://www.mpimet.mpg.de/kommunikation/fragen-zu-klima-faq/wie-wird-das-klima-in-europa-in-der-mitte-des-21-jahrhunderts-aussehen/>

sonderheit des europäischen Klimas hin, die mit dem Golfstrom zusammenhängt, der für das ungewöhnlich milde Klima in West-, Mittel- und Nordeuropa sorgt. Das weitere Strömungsverhalten des Golfstroms wird neben der prognostizierten globalen mittleren Erwärmung ein weiterer relevanter Klimafaktor für den europäischen Weinanbau sein.¹⁹ Das *Max-Planck-Institut* erklärt, zu dem Thema werde weiterhin geforscht.²⁰

Die folgende Grafik des *Deutschen Wetterdienstes (DWD)* auf der Grundlage des Emissionsszenarios **A1B** gibt den Flächenmittelwert der Lufttemperatur für Deutschland für die Jahre 1881 bis 2016 und als Prognose für die Jahre 2017 bis 2100 an:



Quelle: DWD.²¹

- 19 Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz. Mögliche Besonderheiten der Klimaentwicklung in Europa. http://www2.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/abt5/klimaatlas_bw/klima/aenderungen/entwicklung/europa/index.html
- 20 Siehe auch Kann die globale Erwärmung zum Abriss des Golfstroms führen? Kann dies eine neue Eiszeit hervorrufen? <http://www.mpimet.mpg.de/kommunikation/fragen-zu-klima-faq/kann-die-globale-erwaermung-zum-abriss-des-golfstroms-fuehren-kann-dies-eine-neue-eiszeit-hervorrufen/>
- Welchen Einfluss hat eine Abschwächung des 'Golfstroms' auf das Klima in Deutschland? Was wissen wir zurzeit? http://www.climate-service-center.de/030870/index_0030870.html.de
- 21 http://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaatlas/klimaatlas_node.html

Die pinkfarbene Linie stellt den Normalwert für den Zeitraum 1961 bis 1990 dar. Verglichen mit dem Normalwert versprechen die meisten dort abgebildeten Klimaszenarien ein deutliches Ansteigen der Temperatur bis zum Jahr 2100.

3. Weltklimarat (IPCC) zum Weinanbau

In ihrer Zuarbeit zum aktuellen *IPCC*-Bericht, dem fünften Weltklimabericht des IPCC, erklärte die Arbeitsgruppe II, die sich mit den Auswirkungen des Klimawandels und den Möglichkeiten zur Anpassung befasst, zum Weinanbau Folgendes:

“Climate change will change the geographic distribution of wine grape varieties (*high confidence*) and this will reduce the value of wine products and the livelihoods of local wine communities in Southern and Continental Europe (*medium confidence*) and increase production in Northern Europe (*low confidence*).”²²

Die Arbeitsgruppe II beschreibt die Auswirkungen des Klimawandels auf den europäischen Wein und den Weinbau in West- und Mitteleuropa wie folgt:

“Apart from impacts on grapevine yield, higher temperatures are also expected to affect wine quality in some regions and grape varieties by changing the ratio between sugar and acids (...). In Western and Central Europe, projected future changes could benefit wine quality, but might also demarcate new potential areas for viticulture (...). Adaptation measures are already occurring in some vineyards (e.g., vine management, technological measures, production control, and to a smaller extent relocation; (...). Vineyards may be displaced geographically beyond their traditional boundaries (“terroir” linked to soil, climate, and traditions (...)) and, in principle, wine producers could adapt to this problem by growing grape varieties that are more suited to warmer climates. (...). It would become very difficult, for example, to produce fine wines from the cool-climate Pinot Noir grape within its traditional “terroir” of Burgundy under many future climate scenarios (...).”²³

Auf den Internetseiten der *Hochschule Geisenheim University* heißt es:

„Neben einem weiteren Anstieg der Temperatur könnten nach den Berichten des Weltklimarats in Mitteleuropa einerseits Hitzewellen und die Dauer von Trockenperioden zunehmen, andererseits die Niederschlagsmengen in Regenphasen ansteigen. Die Variabilität des Klimas würde so größer werden und die Weinbaubetriebe vor neue Herausforderungen stellen, die

22 Kovats, R.S., R. Valentini, L.M. Bouwer, E. Georgopoulou, D. Jacob, E. Martin, M. Rounsevell, and J.-F. Sousa, 2014: Europe. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1267-1326. https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-Chap23_FINAL.pdf

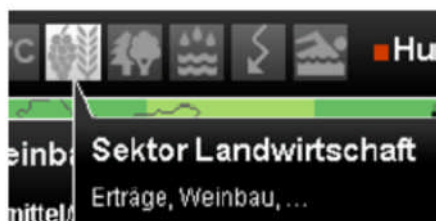
23 Ebenda.

sich regional durch unterschiedliche Klima- und Standortfaktoren auch verschieden auswirken.“²⁴

4. Visualisierte Klimainformationen zum Weinanbau

Das *Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK)* konstatiert im Schlussbericht „*Perspektiven der Klimaänderung bis 2050 für den Weinbau in Deutschland (KLIMA 2050)*“ des Jahres 2007, die zukünftige Entwicklung des Weinbaus in Deutschland werde zunehmend vom Klimawandel beeinflusst. Das *PIK* weist darauf hin, dass das für den Bericht verwendete Klimamodell STAR eine Art „Zukunftsradar“ sei, um einen Lageplan des Labyrinths „Zukunft des Weinbaus im Klimawandel“ vorzulegen, der zugegebenermaßen noch relativ unscharf, lückenhaft und sicherlich auch hier und da fehlerbehaftet sei.²⁵ Das *PIK* kommt letztendlich zu dem Ergebnis, dass zukünftig „insbesondere Veränderungen im Wechselspiel Wetter-Rebe-Schaderreger“ zu erwarten seien. Es wird von einem insgesamt nicht nachlassenden Schaderregerdruck ausgegangen. Auch bisher nicht oder nur selten beschriebene Erreger könnten erwartet werden.²⁶

Aktuell visualisiert das *Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK)* unter dem Link <http://www.klimafolgenonline.com/> die möglichen Folgen des Klimawandels u.a. für den Weinanbau in Deutschland.²⁷ Nach Aufrufen des Links findet sich das nachfolgende Bild links oben auf der Seite. Durch das Anklicken des Icons (Weintraube und Ähre) lassen sich Klimainformationen zum Weinanbau abrufen (wie z.B. der Huglin-Index, der Weinaustrieb, die Lesereife, das Spätfrostisiko etc.):



Quelle: PIK.²⁸

24 <http://www.hs-geisenheim.de/forschungszentren/institut-fuer-allgemeinen-oekologischen-weinbau/themen/klimawandel.html>

25 Stock, M. Et al. (2007). PIK Report. No. 106. Perspektiven der Klimaänderung bis 2050 für den Weinbau in Deutschland (Klima 2050). Schlussbericht zum FDW-Vorhaben: Klima 2050. Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK), S. 123. <https://www.pik-potsdam.de/research/publications/pikreports/.files/pr106.pdf>

26 Stock, M. Et al. (2007). PIK Report. No. 106. Perspektiven der Klimaänderung bis 2050 für den Weinbau in Deutschland (Klima 2050). Schlussbericht zum FDW-Vorhaben: Klima 2050. Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK), S. 128. <https://www.pik-potsdam.de/research/publications/pikreports/.files/pr106.pdf>

27 <http://www.klimafolgenonline.com/>

28 <http://www.klimafolgenonline.com/>

5. Der Huglin-Index, der Wärmeindex – Einfluss der Temperatur auf die Rebsorten

Laut *Schultz et al. (2009)* bestätigen die Wetteraufzeichnungen, die in europäischen Weinbaugebieten oft bis ins 19. Jahrhundert zurückreichen, den globalen Trend der höheren Temperatur.²⁹ Um die thermische Anbaueignung von Rebsorten festzustellen, wird vorzugsweise der Huglin-Index genutzt. Der von Pierre Huglin entwickelte Wärmeindex für Weinanbaugebiete „entspricht der Wärmesumme über Tagesmittel- und Tagesmaximumwerte im Zeitraum April bis September. Der Huglin-Index zeigt, welche Rebsorte wo gedeiht. In der Regel gilt: Je höher die Temperatursumme ist, desto mehr und höherwertige Weinsorten können die Winzer anbauen. Während der Müller-Thurgau³⁰ bereits mit einem Huglin-Index von 1500 auskommt, braucht ein Merlot 1900.“³¹ Die in Deutschland am häufigsten angebaute Rebsorte ist derzeit der Riesling (H 1700), der bereits erwähnte Müller-Thurgau (H 1500) und der Spätburgunder bzw. Pinot Noir (H 1700).³² Der Huglin-Index ist allerdings nur eine thermische Kenngröße, konkrete Anbauempfehlungen sind daraus nicht ableitbar; andere Einflussfaktoren auf den Weinanbau, wie Schaderreger, Bodeneigenschaften, lokales Mikroklima werden im Index nicht berücksichtigt. Hohe Indizes zeigen lediglich günstige Verhältnisse für thermisch anspruchsvolle Rebsorten an.³³ Siehe hierzu die nachfolgende Tabelle:

Huglin-Index H	Farbcode	Ausgewählte anbauwürdige Rebsorten
H ≤ 1500		kein Anbau empfohlen
1500 < H ≤ 1600		Müller-Thurgau
1600 < H ≤ 1700		Weißer Burgunder, Gamay noir
1700 < H ≤ 1800		Riesling, Chardonnay, Sauvignon blanc, Spätburgunder
1800 < H ≤ 1900		Cabernet franc
1900 < H ≤ 2000		Chinon blanc, Cabernet sauvignon, Merlot
2000 < H ≤ 2100		Ugni blanc
2100 < H ≤ 2200		Grenache noir, Syrah
2200 < H ≤ 2300		Carignan
2300 < H ≤ 2400		Aramon

Quelle: PIK-Potsdam.³⁴

Laut *Monitoringbericht 2015 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel*, der von der *Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung* unter Mitarbeit

29 Vgl. Schultz, Hans Reiner ; Hofmann, Marco.; Jones, G. (2009). Weinbau im Klimawandel: Regionen im Umbruch. https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimastatusbericht/publikationen/ksb2009_pdf/artikel2.pdf?__blob=publicationFile&v=1

30 Müller-Thurgau heißt jetzt häufig *Rivaner* (der Name ist eine Kombination aus den zunächst vermuteten Elternpflanzen: *Riesling* und *Sylvaner*; tatsächlich sind die Elternpflanzen die Sorten *Weißer Riesling* und *Madeleine Royale*). [http://www.hs-geisenheim.de/fileadmin/Dateien_Hochschule_Geisenheim/Forschung/Angewandte Biologie/Rebenzuechtung/Traditionelle Rebsorten/Mueller-Thurgau.pdf](http://www.hs-geisenheim.de/fileadmin/Dateien_Hochschule_Geisenheim/Forschung/Angewandte_Biologie/Rebenzuechtung/Traditionelle_Rebsorten/Mueller-Thurgau.pdf)

31 <http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/233609/>

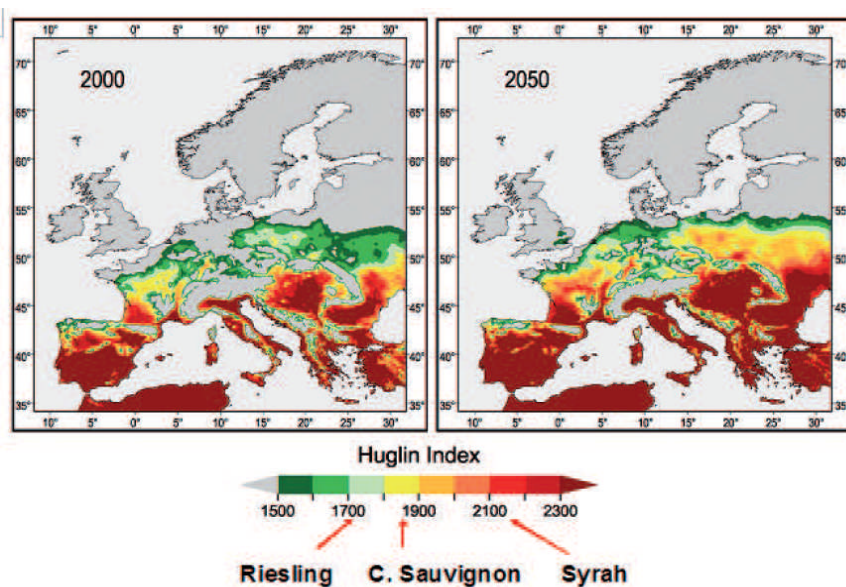
32 <http://www.germanwine.de/rebsortendeutschland/>

33 <http://www.kwis-rlp.de/index.php?id=10633>

34 <https://www.pik-potsdam.de/research/publications/pikreports/.files/pr106.pdf>

von Weinbauexperten verfasst wurde, ist in den letzten ca. vierzig Jahren der Huglin-Index über ganz Deutschland betrachtet signifikant angestiegen, mit der Folge, dass einige bisher auf südlichere Regionen beschränkte, besonders wärmeliebende Rotweinsorten nun auch in deutschen Anbauregionen grundsätzlich Anbaueignung erlangt hätten, wie z.B. der Merlot, der Cabernet Sauvignon und der Syrah. Die Anbauflächen von Merlot und Cabernet Sauvignon, die seit dem Jahr 2002 in der Weinstatistik erfasst würden, seien zwar noch vergleichsweise gering, die Flächenzunahme weise aber auf ein zunehmendes Interesse der Winzer hin.³⁵

Die nachfolgende Abbildung von *Schultz et al. (2009)* aus dem Aufsatz „Weinbau im Klimawandel: Regionen im Umbruch“ zeigt den **Huglin-Index in Europa des Jahres 2000** im Vergleich zu den **prognostizierten Werten für das Jahr 2050**. Die Simulation basiert auf dem **A1F1 Szenario**³⁶, geht von einer Erhöhung der Temperatur aus und zeigt eine deutliche Verschiebung der Anbaugebiete nach Norden und Osten³⁷:



Quelle: Schultz et al.³⁸

Während des Projektes zum Klima- und Landschaftswandel in Rheinland-Pfalz (*KlimLandRP-Projekt*) wurde der **Huglin-Index für Rheinland-Pfalz** für die Referenzperiode 1971-2000 und für

35 Monitoringbericht 2015 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung. S. 116f. http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/monitoringbericht_2015_zur_deutschen_anpassungsstrategie_an_den_klimawandel.pdf

36 Das **A1FI**-Szenario geht von einer intensiven Nutzung fossiler Energie aus. Siehe hierzu auch die Erläuterung der IPCC Szenarien im **ANHANG**.

37 Schultz, Hans Reiner; Hofmann, Marco; Jones, G. (2009). Weinbau im Klimawandel: Regionen im Umbruch. https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimastatusbericht/publikationen/ksb2009_pdf/artikel2.pdf?__blob=publicationFile&v=1

38 Ebenda.

zukünftige Zeiträume bis 2100 berechnet. Demnach steigen die Indexwerte bis Ende des Jahrhunderts deutlich an. Der positive Effekt, möglicherweise zukünftig verstärkt wärmeliebende Rebsorten anbauen zu können, könnte sich durch ein Überschreiten des Wärmeoptimums negativ auf sogenannte "cool-climate" Sorten wie Müller-Thurgau oder Riesling auswirken. Alle betrachteten Emissionsszenarien und Klimamodelle deuteten darauf hin, dass sich die potenzielle Eignung zugunsten thermisch anspruchsvoller Rotweinsorten verschieben werde. Aus rein klimatischer Sicht könne Weinbau künftig an Standorten erfolgen, die bisher zu kalt waren. In Zukunft sei Weinbau in ganz Rheinland-Pfalz möglich. Um möglichen Risiken durch Ertrags- oder Qualitätseinbußen zu begegnen, müssten sich Winzer an den Klimawandel anpassen, dies könne auch durch den Anbau neuer Rebsorten geschehen.³⁹ Reben haben eine lange Lebensdauer, somit treffen Winzer beim Anbau neuer Rebsorten langfristige Produktionsentscheidungen.⁴⁰ Laut *Nicholas, K. A. (2016)* benötigt ein neuer Weinberg fünf bis sechs Jahre bis er volle Erträge bringt und es könne zwanzig Jahre dauern, bis Gewinne erzielt würden.⁴¹

Am 13. September 2015 titelte *Stern-Online* „*Folgen des Klimawandels. Bald gibt es sogar Wein aus Niedersachsen*“⁴². Nach Angaben des Niedersächsischen Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz gehen Experten davon aus, dass der Weinanbau als Folge des Klimawandels insgesamt weiter nach Norden rücken wird. Neben dem örtlichen Kleinklima und der Sonneneinstrahlung entscheide allerdings der Boden darüber, wie erfolgreich Weinanbau und Wein später würden.⁴³ *Nicholas, K. A. (2016)* bestätigt, nur auf Böden mit den richtigen Nährstoffen und bei angemessener Niederschlagsmenge könnten hochwertige Weine wachsen.⁴⁴

39 <http://www.kwis-rlp.de/index.php?id=10633>

40 Monitoringbericht 2015 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung. S. 116f. http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/monitoringbericht_2015_zur_deutschen_anpassungsstrategie_an_den_klimawandel.pdf

41 Nicholas, Kimberly A. (2016). Der Pinot noir – ein Auslaufmodell? Winzer und Kellermeister weltweit fürchten um die Zukunft des Qualitätsweinbaus. Denn mit höheren Jahrestemperaturen verändern sich Aromen und Zuckergehalt der Trauben. In: Spektrum der Wissenschaft. <http://www.spektrum.de/magazin/der-pinot-noir-ein-auslaufmodell/1382048>

42 Krüger, Ralf E. (2015). Folgen des Klimawandels. Bald gibt es sogar Wein aus Niedersachsen. Stern-Online vom 13. September 2015.

43 Niedersachsen wird ab 2016 Weinland. Nach EU-Neuregelung erstmals erwerbsmäßiger Anbau möglich – Anträge bis 1. März 2016 stellen – Minister Meyer: Weinbau ist Bereicherung für unser Land. http://www.ml.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation_id=1810&article_id=136778&psmand=7; Für weitere Informationen zum neuen EU-Genehmigungssystem für Rebplantzungen siehe auch http://www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Pflanzenbau/Weinbau/_Texte/Weingesetz.html

44 Nicholas, Kimberly A. (2016). Der Pinot noir – ein Auslaufmodell? Winzer und Kellermeister weltweit fürchten um die Zukunft des Qualitätsweinbaus. Denn mit höheren Jahrestemperaturen verändern sich Aromen und Zuckergehalt der Trauben. In: Spektrum der Wissenschaft. <http://www.spektrum.de/magazin/der-pinot-noir-ein-auslaufmodell/1382048>

6. Trockenheit

Hessdörfer/Schwab (2012) erläutern, in Australien müsse aufgrund der dortigen trockenen Witterung der größte Teil der Weinberge bewässert werden, auch in Spanien werde die Zusatzbewässerung immer mehr genutzt. Die vorhergesagten Klimaveränderungen könnten auch in Deutschland eine Tropfenbewässerung erforderlich machen. Dies sei abhängig von den unterschiedlichen Bodenverhältnissen und den Sommerniederschlägen. Reben könnten abhängig vom Standort und von der Dauer der Trockenphase relativ leicht in Trockenstress geraten. Eine moderate und gezielte Bewässerung unter Berücksichtigung des Beerenentwicklungsstadiums könnte die Zuckerleistung der Rebe deutlich steigern.⁴⁵

7. Sonnenbrandschäden

Es wurde beobachtet, dass Sonnenbrandschäden an Trauben verstärkt seit den 1990er Jahren in der Weinbaupraxis auftreten. Bei Durchsicht der älteren Weinbauliteratur sei dieses Phänomen allerdings nicht neu.⁴⁶ Inwieweit infolge der Klimaänderung, verbunden mit zunehmenden Lücken in der Ozonschicht und der damit verbundenen Zunahme der UV-Strahlung, zukünftig öfter mit solchen Problemen zu rechnen sei, müsse offen bleiben.⁴⁷ Meist würden diese Schäden in Folge einer Kombination aus zu hohen Strahlungsintensitäten und zu starker Hitze auftreten.⁴⁸ Aufgrund der mit der Klimaerwärmung einhergehenden intensiven Sonneneinstrahlung würden vor allem beim Weißwein Maßnahmen zur stärkeren Beschattung der Traubenzone diskutiert.⁴⁹

8. Unterschiede zwischen den einzelnen Bundesländern, u.a. beim Spätfrost

Das Umweltbundesamt geht davon aus, dass die Folgen des Klimawandels in den Bundesländern nicht überall gleich sein werden. Auch die daraus resultierenden Anpassungsmaßnahmen würden nicht gleich sein.⁵⁰

-
- 45 Vgl. Hessdörfer, Daniel; Schwab, Arnold (2012). Ressourcenschonende Bewässerung im Weinberg. Ein Modell der Zukunft. In: Rebe & Wein 6/2012. http://www.lwg.bayern.de/mam/cms06/weinbau/dateien/2012_ein_modell_der_zukunft_-_bewaesserung_r_w_6_2012.pdf
- 46 Petgen, M. (2008). Sonnenbrandschäden an Trauben: Folgen des Klimawandels? Das Deutsche Weinmagazin ; 2008. (Abstract). In: JKI (2008). Informationsdienst praxisbezogener Literatur im Weinbau.
- 47 Fox, R. (2008). Sonnenbrand - eine Ausnahmerecheinung? Der Deutsche Weinbau, Neustadt ; 2008. (Abstract). In: JKI (2008). Informationsdienst praxisbezogener Literatur im Weinbau.
- 48 Gömann, Horst et al. (2015). Agrarrelevante Extremwetterlagen und Möglichkeiten von Risikomanagementsystemen. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), S. 121. https://www.thuenen.de/media/publikationen/thuenen-report/Thuenen_Report_30.pdf
- 49 Prior, B. Entblätterung der Traubenzone. Das Deutsche Weinmagazin ; 2008. (Abstract). In: JKI (2008). Informationsdienst praxisbezogener Literatur im Weinbau.
- 50 Umweltbundesamt, Klimafolgen und Anpassung. Dann weiter unter Bundesland Baden-Württemberg. <http://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/bundesland-baden-wuerttemberg>

Für den Weinbau in Rheinland-Pfalz werden verlängerte Vegetationsperioden erwartet, eine höhere Variabilität der Witterung und in dem Zusammenhang ein vermehrtes Auftreten von Hitzeschäden. Der Bedarf an winterfesten Arten aufgrund der verringerten Frostgefahr werde zurückgehen, bei ausreichender Wasserversorgung würden die Erträge zunehmen, im Oberrheingebiet werde von einem wachsenden Beregnungsbedarf ausgegangen. Es werde ein verstärktes Auftreten von Schädlingen und neuen Pflanzenkrankheiten erwartet. Der Oberrheingraben werde als Einwanderungskorridor für Schädlinge gesehen. Zudem werde ein steigendes Infektionsrisiko durch Pilze und Bakterien, Schäden durch Starkniederschläge, und ein Trend zu Rotweinen und wärmeliebenden Rebsorten erwartet.⁵¹

In Rheinland-Pfalz würden Früh- und Winterfröste für die Rebentwicklung eine untergeordnete Rolle spielen und bei Eintreten der betrachteten Klimaprojektionen deutlich zurückgehen, Die Auswirkungen von Spätfrösten würden kritisch bleiben und selbst gegen Ende des Jahrhunderts bleibe das Risiko für Spätfröste leicht erhöht.⁵² Für Rheinland-Pfalz wird weiter prognostiziert:

„Die thermischen Wachstumsbedingungen dürften sich in allen wichtigen Entwicklungsphasen an allen untersuchten Standorten bei den verwendeten Klimaprojektionen in den nächsten Jahrzehnten deutlich verbessern. Innerhalb des Zeitraums Austrieb bis Blüte ändern sich die thermischen Wachstumsbedingungen zunächst kaum, für die darauf folgende Phase Blüte-Reifebeginn werden dagegen deutliche Veränderungen projiziert. Die Anzahl der Tage mit schnellem Rebwachstum (T_{max} 20 °C bis < 25 °C) wird deutlich abnehmen, was eher günstig zu bewerten ist. Negativ wirken sich Maximumtemperaturen von über 35 °C aus, die in Zukunft verstärkt auftreten und damit das Wachstum verzögern könnten. (...). Eine Zunahme ungünstiger Reifebedingungen aufgrund verstärkt auftretender Tropennächte (T_{min} > 20 °C), wie beispielsweise im Hitzesommer 2003, konnte nicht festgestellt werden. Tagsüber führt der erwartete Temperaturanstieg während der Reifezeit zu besseren Wachstumsbedingungen. Eine Besonderheit ist Eiswein, der in den Wintermonaten von November bis Februar bei Temperaturen $\leq -7^{\circ}\text{C}$ geerntet wird. Erwartungsgemäß zeigen die Simulationen einen potentiellen Rückgang der Eisweintage.“⁵³

Die *Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (LWG)* sieht für Franken ein sogar steigendes Spätfrostisiko mit fortschreitenden Klimawandel. Durch das immer frühere Austreiben der Reben und der möglichen Gefahr von Kälteeinbrüchen bis Mitte Mai könne sich in Zukunft die Zeitspanne, in der Spätfröste Schäden an Reben verursachen würden, in Franken um zwei bis

-
- 51 Umweltbundesamt, Klimafolgen und Anpassung. Dann weiter unter Bundesland Rheinland-Pfalz. <http://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/bundesland-rheinland-pfalz>
- 52 Vgl. Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten, Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen, Spätfrostgefährdung und Thermische Wachstumsbedingungen bei veränderter Phänologie. <http://www.kwis-rlp.de/index.php?id=10635>
- 53 Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten, Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen, Spätfrostgefährdung und Thermische Wachstumsbedingungen bei veränderter Phänologie. <http://www.kwis-rlp.de/index.php?id=10635>

drei Wochen verlängern.⁵⁴ Hinsichtlich der Spätfrostproblematik im deutschen Weinbau gebe es noch ein Forschungsdefizit.⁵⁵ Für Hessen werde sich laut *Schultz et al. (2005)* auf Grundlage der Simulationsberechnungen trotz früheren Austriebs das Spätfrostisiko vermindern.⁵⁶ Nach Angaben des *Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg* könne das laut Klimaprognosen abnehmende Risiko für Spätfroste auf Grund der bereits messbaren Verfrüherung in der Rebenentwicklung noch nicht hinreichend eingeschätzt werden. Es bestehe Forschungsbedarf.⁵⁷

9. Früheres Einsetzen von Austrieb, Blüte- und Reifebeginn

Bereits seit Mitte des letzten Jahrhunderts wird ein Verschieben der Entwicklungsstadien (Phänologie) der Kulturpflanzen im Verlauf des Jahres zu einem früheren Zeitpunkt beobachtet.⁵⁸ Auch bei der wichtigsten Rebsorte für Deutschland, dem Riesling, haben sich wichtige phänologische Termine verschoben. Seit Ende der 1980er Jahre setzen Austrieb, Blüte- und Reifebeginn zunehmend früher ein, siehe nachfolgende Abbildung:

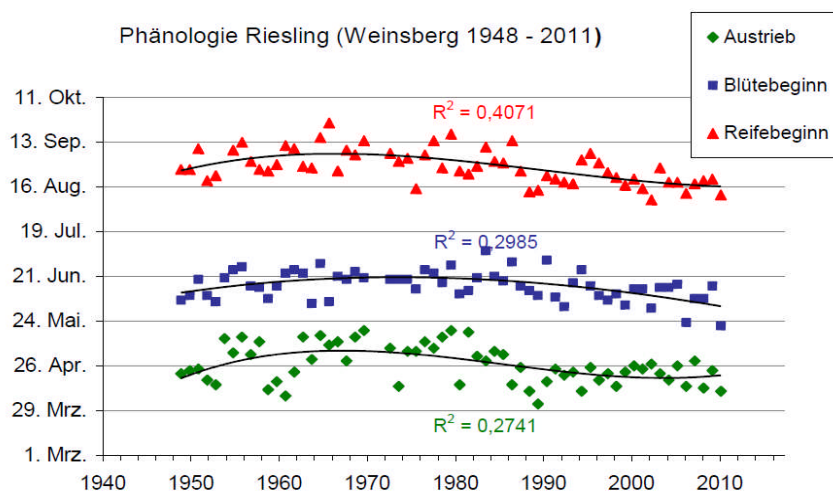
54 Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau. Untersuchungen zur Prävention von Spätfrostschäden. <http://www.lwg.bayern.de/weinbau/087592/index.php>

55 Ebenda.

56 Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg/LUBW (2015). Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in Baden-Württemberg. Vulnerabilitäten und Anpassungsmaßnahmen in relevanten Handlungsfeldern, S. 33. https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/4_Klima/Klimawandel/Anpassungsstrategie.pdf

57 Gömann, Horst et al. (2015). Agrarrelevante Extremwetterlagen und Möglichkeiten von Risikomanagementsystemen. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), S. 255. https://www.thuenen.de/media/publikationen/thuenen-report/Thuenen_Report_30.pdf

58 Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg/LUBW (2015). Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in Baden-Württemberg. Vulnerabilitäten und Anpassungsmaßnahmen in relevanten Handlungsfeldern, S. 32. https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/4_Klima/Klimawandel/Anpassungsstrategie.pdf



Quelle: Landesministerium/LUBW.⁵⁹

Schultz *et al* (2005) stellen im Rahmen des Projektes Klimawandel und Klimafolgen in **Hessen** in ihrer Studie „Der Einfluss klimatischer Veränderungen auf die phänologische Entwicklung der Rebe, die Sorteneignung sowie Mostgewicht und Säurestruktur der Trauben“ u. a. folgendes fest:

„Ein Temperaturanstieg wird die phänologische Entwicklung der Rebe sowie die Sorteneignung nachhaltig beeinflussen. Die milderen Winter, Frühjahre und wärmeren Sommer werden den Vegetationsablauf beschleunigen. (...) In unseren Simulationsberechnungen zeigen sich deutlich positive Entwicklungen im Bereich des Mostgewichts, welches ansteigen wird, vorausgesetzt, dass die trockenen Jahre nicht überproportional zunehmen und es zu häufigen Wassermangelsituationen kommen wird. Gleichzeitig kommt es aber zu erhöhten Abbauraten der Äpfelsäure, was langfristig auch zu einem anderen Weintyp führen könnte.“

Die Ergebnisse zeigen, dass in den hessischen Weinbaugebieten in Zukunft andere Sorten angebaut werden könnten als dies bisher der Fall ist. Gleichzeitig zum Anstieg der Temperaturen wird eine Veränderung der Niederschlagsverteilung erwartet. Die Tendenz ist zumindest für den Winter eindeutig. So werden dort deutlich mehr Niederschläge fallen. Beim Sommer ist die Richtung nicht ganz klar, doch geht hier die Tendenz zu geringeren Niederschlagssummen. Insgesamt werden mehr Starkregen fallen als bisher, was bei gleich bleibender Gesamtmenge niedrigere Bodenwasserwerte durch höheren Oberflächenablauf bedeutet. Dadurch wird sich das Bodenwassermanagement vor allem in Trockenlagen verändern müssen. (...)

Von weinbaulicher Relevanz ist die errechnete Verfrühung der phänologischen Entwicklung vor allem für die Reifephase, die dann unter sehr viel höheren Temperaturen ablaufen wird, was die Inhaltsstoffbildung nachhaltig beeinflusst. In Kalifornien geht man bereits von Einflüssen auf die Weinqualität aus, die vor allem auf den durchschnittlich wärmeren Nachttemperaturen beruhen sollen. Die erhöhten Temperaturen haben einen deutlichen Einfluss auf

59 Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg/LUBW (2015). Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in Baden-Württemberg. Vulnerabilitäten und Anpassungsmaßnahmen in relevanten Handlungsfeldern. S. 33. https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/4_Klima/Klimawandel/Anpassungsstrategie.pdf

die Abbauraten bei der Äpfelsäure. (...) Neben der Temperaturerhöhung gibt es noch andere Faktoren. Der starke Anstieg der atmosphärischen CO₂-Konzentration ist neben der Temperatur der auffälligste Faktor der Klimaänderung. Bei der Rebe wird wie bei anderen Kulturpflanzen ein so genannter CO₂-Düngeeffekt beobachtet, der aus einer Erhöhung der Photosyntheseleistung resultiert und eine Verbesserung der Wassernutzungseffizienz bewirkt. Dieser Effekt ist noch nicht genügend quantifiziert, um ihn in Modellrechnungen einfließen zu lassen.“⁶⁰

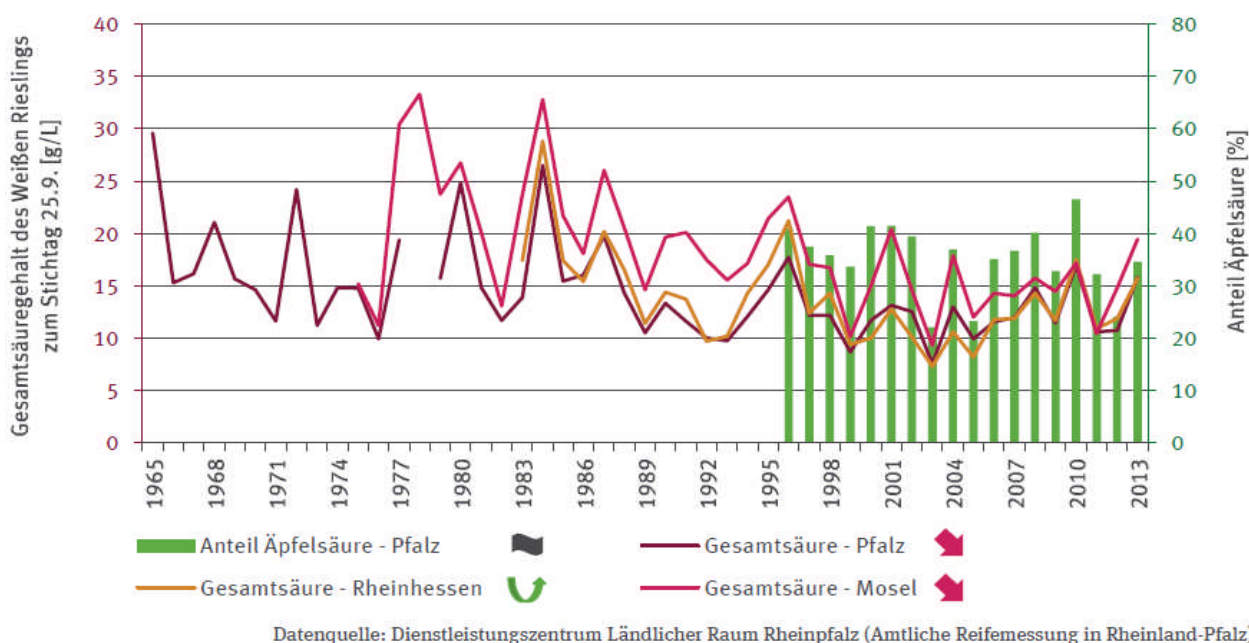
10. Säuregehalt

Im *Monitoringbericht 2015* heißt es wie folgt:

„Neben dem Zuckergehalt, d. h. den Oechslegraden, die den möglichen Alkoholgehalt des Weins bestimmen, sind die Säuren und die Vorstufen der Aromastoffe wichtige Qualitätsparameter, wobei sich diese nicht immer eindeutig im Sinne einer besseren oder schlechteren Qualität bewerten lassen. So treffen beispielsweise steigende Alkoholgehalte nicht zwangsläufig die Nachfrage am Markt. Aktuell werden bei den Weißweinen eher Weine mit möglichst moderatem Alkoholgehalt nachgefragt. Schon heute zeigt sich aber, dass die Alkoholgehalte bei den Weißweinen in der Tendenz zu hoch werden. Der Säuregehalt und die Zusammensetzung der Säuren haben einen großen Einfluss auf den Charakter der Weine. Die Säure verleiht dem Wein Struktur und im Idealfall einen frischen, meist fruchtigen Geschmackseindruck. Weine mit zu niedrigem Säureanteil werden meist als flach und uninteressant empfunden. An extrem heißen Tagen bzw. bei besonders hohen Nachttemperaturen kommt es zu einem raschen Abbau der Säure und einer Veränderung des Zucker-Säure-Verhältnisses im Wein, was sich im Gesamtsäuregehalt des Weins ausdrückt. Wichtige Charaktereigenschaften von Weinen werden außerdem durch das Verhältnis von Wein- und Äpfelsäure bestimmt, die rund 90 % des Gesamtsäuregehalts eines Weinmostes ausmachen. Zu Reifebeginn sind die Gehalte der Weinsäure i. d. R. deutlich niedriger als die der Äpfelsäure. Mit der Reife vollzieht sich die Zuckereinlagerung in den Beeren, und der Säuregehalt nimmt deutlich ab. Während die Abnahme der Weinsäure in der Reifephase relativ gering ausfällt, ist die der Äpfelsäure wesentlich stärker und temperaturabhängig: Je höher die Temperatur, desto stärker der Abbau. Zur Zeit der Lese kann je nach Witterungsverhältnissen im Jahr der Gehalt an Äpfel- und Weinsäure daher stark schwanken. Die Einflüsse von Witterungsveränderungen auf die Weinqualität lassen sich am Beispiel des Weißen Rieslings abbilden. Er ist die Weißwein-Leitsorte in Deutschland und nimmt mehr als ein Drittel der gesamten mit Weißweinrebsorten bestockten Rebfläche ein. Keine andere Weißweinrebsorte wird in Deutschland auch nur annähernd so großflächig angebaut. Die drei flächenmäßig bedeutsamsten Rieslinganbaugebiete in Deutschland sind die Pfalz, die Mosel und Rheinhessen. Sie bilden zusammen rund 65 % der Rieslinganbaufläche in Deutschland. Die langjährigen Daten zeigen, dass die Gesamtsäuregehalte starken Schwankungen unterworfen sind. Seit Beginn der Aufzeichnungen lässt sich aber für die Pfalz und die Mosel ein signifikanter Trend zu rückläufigen Säuregehalten beobachten. Im Anbaugebiet Rheinhessen ist nach 2003 wieder

60 Schultz; Hoppmann; Hofmann (2005). Der Einfluss klimatischer Veränderungen auf die phänologische Entwicklung der Rebe, die Sorteneignung sowie Mostgewicht und Säurestruktur der Trauben. In: Integriertes Klimaschutzprogramm Hessen INKLIM 2012 Projektbaustein II: Klimawandel und Klimafolgen in Hessen. Abschlussbericht, S. 41ff. http://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/klima/inklim/abschlussbericht_II.pdf

ein Anstieg der Werte zu verzeichnen. Für die Äpfelsäuregehalte, zu denen nur aus der Pfalz Messungen vorliegen, zeichnet sich bislang kein klarer Trend ab. In Jahren mit niedrigen Gesamtsäuregehalten sind erwartungsgemäß auch die Äpfelsäuregehalte niedriger. Besonders deutlich war dies im Jahr 2003. Aber auch in 2005 und 2012 waren die Anteile der Äpfelsäure gering. Grund ist, dass zum einen aufgrund des warmen Herbstes in den beiden Jahren die Äpfelsäure zum Zeitpunkt der späten Lese schon stark abgebaut war, es sich zum anderen aber um Jahre mit einer guten Wasserversorgung handelte, weshalb die Weinsäuregehalte vergleichsweise hoch waren.“⁶¹ Die unterschiedlichen Säuregehalte für die Lagen Rheinhessen, Pfalz und Mosel können der Grafik entnommen werden:



Quelle: *Monitoringbericht 2015*.⁶²

In einer Ausschusssitzung im Landtag zu den Folgen der Trockenheit u. a. auf den rheinland-pfälzischen Weinbau am 8. September 2015 wird Staatssekretär Dr. Griese zitiert, der darauf hinweist, dass die Säuerung nun schon das dritte Jahr in Folge zugelassen worden sei: „Auch dafür sei die Klimaveränderung die Ursache. Aufgrund der Wärme und der Trockenheit reiche die natürliche Säure nicht aus. Die Zulassung der Säuerung sei in einer entsprechenden Verordnung

61 Monitoringbericht 2015 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung, S. 106f. http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/monitoringbericht_2015_zur_deutschen_anpassungsstrategie_an_den_klimawandel.pdf

62 Monitoringbericht 2015 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung, S. 106. http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/monitoringbericht_2015_zur_deutschen_anpassungsstrategie_an_den_klimawandel.pdf

festgehalten worden.⁶³ Insgesamt habe es erhebliche Auswirkungen durch die klimatischen Veränderungen gegeben⁶⁴ und es seien auch im Weinbau messbare Schäden aufgetreten.⁶⁵

Schultz et al. (2005) erläutern, die Verlängerung der Vegetationsperiode und die früher einsetzende Reifephase bei höheren Temperaturen würden ab der zweiten Jahrhunderthälfte den Rebsortenspiegel und den Charakter der Weine verändern. Die Säuregehalte würden zurückgehen und die Alkoholgehalte zunehmen. In Deutschland als nördlichem Anbaugebiet herrschten während der Reifephase vergleichsweise kühle Temperaturen, was zu einer ausgewogenen Ausprägung von Aromastoffen, Säurewerten und Mostgewichten führe, die zur großen Vielfalt der Weißweine und deren Charakter beitragen würden. Dieser Weintyp werde sich mit einigen Rebsorten in Zukunft nicht mehr erzeugen lassen.⁶⁶ Bock et al. (2011) bestätigen in ihrer Untersuchung zu den Frankenweinen, die in den nördlichen Weinanbaugebieten wachsen, das Ergebnis. Sie konstatieren, dass der Charakter der Frankenweine entscheidender durch mittlere maximale Temperaturen beeinflusst werde, als durch Niederschlag und Sonnenschein („were most influenced by mean maximum temperatures preceding the event, whereas precipitation and sunshine appeared less important.“⁶⁷). Die höheren Temperaturen würden zu einem höheren Reifepotential der Trauben führen; wodurch sich der Zuckergehalt erhöhe, während die Säurekomponente abnehme, was zu einer veränderten Weintypizität und Qualität führe. Somit werde das ausgewogene Verhältnis von Zucker und Säuregehalt zugunsten der Zuckerkomponente verschoben, was zu einem Verlust des traditionellen Charakters des fränkischen Weins führen könne.⁶⁸

-
- 63 Siehe hierzu: Landesverordnung vom 25. September 2014 über die Zulassung der Säuerung im Weinwirtschaftsjahr 2014/2015. GVBl. 2014, 227. Bis vor einigen Jahren war die Säuerung des Weins nicht erlaubt. Vgl. hierzu Schultz; Hoppmann; Hofmann (2005). S. 42. http://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/klima/inklim/abschlussbericht_II.pdf
- 64 Landtag Rheinland-Pfalz (2015). 16. Wahlperiode. Ausschuss für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten. 45. Sitzung am 8. September 2015. Öffentliche Sitzung. Zu Punkt 10 der Tagesordnung: Folgen der Trockenheit auf die rheinland-pfälzische Forst- und Landwirtschaft sowie den Weinbau. <http://www.landtag.rlp.de/landtag/ausschuesse/umwelta-45-16.pdf>
- 65 Ebenda.
- 66 Schultz, H. R.; Hoppmann, D.; Hofmann, Marco (2005). Der Einfluss klimatischer Veränderungen auf die phänologische Entwicklung der Rebe, die Sorteneignung sowie Mostgewicht und Säurestruktur der Trauben. Beitrag zum Integrierten Klimaschutzprogramm des Landes Hessen (InKlim 2012) des Fachgebiets Weinbau der Forschungsanstalt Geisenheim. <http://www.hlnug.de/static/klimawandel/inklim/dokumente/endberichte/weinbau.pdf>
- 67 Bock, Anna; Sparks, Tim; Estrella, Nicole; Menzel, Annette (2011). Changes in the Phenology and composition of Wine from Franconia, Germany. In: Climate Research. Vol. 50. 69-81. http://www.int-res.com/articles/cr_0a/c050p069.pdf
- 68 Bock, Anna; Sparks, Tim; Estrella, Nicole; Menzel, Annette (2011). Changes in the Phenology and composition of Wine from Franconia, Germany. In: Climate Research. Vol. 50. 69-81. http://www.int-res.com/articles/cr_0a/c050p069.pdf

Der Schutz vor Starkregen und Hagel⁶⁹ werde wichtiger. Die größte Herausforderung liege nach Angaben des *Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg* im Pflanzenschutz. Hier komme es darauf an, etablierte, neue und Quarantäne-Schaderreger intensiver zu überwachen.⁷⁰

11. Pflanzenschädlinge

Die Bundesregierung antwortete im Mai 2014 auf eine Kleine Anfrage, infolge einer zunehmenden Erwärmung in Deutschland sei mit einer weiteren Ausdehnung bestimmter Pflanzenschadorganismen zu rechnen. In diesem Zusammenhang seien auch Pflanzenpathogene zu nennen, die mit Vektoren übertragen würden, wie z. B. der Erreger der im Weinbau gefürchteten *goldgelben Vergilbung (Flavescence Dorée)*. Diese Erkrankung komme bisher in Deutschland noch nicht vor und werde durch die *Amerikanische Rebzikade (Scaphoideus titanus)* übertragen, deren Verbreitungsgebiet sich zunehmend aus südeuropäischen Befallsgebieten Richtung Mitteleuropa ausdehnen würde.⁷¹ Am 8. September 2015 wird Staatssekretär Dr. Griese aus Rheinland-Pfalz im Ausschussprotokoll zur Rebzikade wie folgt zitiert:

"Sie [Rebzikaden] wanderten aufgrund des Klimawandels massiv in die nördlicheren Weinbaugebiete ein. Die EU habe diese Krankheit bereits als Quarantänekrankheit eingestuft. Wenn sie auftreten sollte, müsse gerodet werden und ein striktes Bekämpfungsprogramm durchgeführt werden. Wenn der Befall mehr als 20 % betrage, müsse gegebenenfalls der ganze Weinberg oder die ganze Rebfläche gerodet werden. Bereits im Oktober 2014 sei eine befallene Pflanze entdeckt worden. Das habe sich aber in einem Propfrebenbestand einer Rebschule ereignet. Wahrscheinlich habe der Befall von einer Rebe gestammt, die von einem italienischen Betrieb geliefert worden sei. Diese Pflanze sei sofort vernichtet worden, und alle befallsverdächtigen Propfreben seien ebenfalls vernichtet sowie Quarantänemaßnahmen umgesetzt worden."⁷²

69 „Mechanische Beschädigungen durch Hagel können im Weinbau an Trieben, Gescheinen und Trauben entstehen (...). Hier haben auch die Sorten erheblichen Einfluss auf das Schadensmaß. Rebsorten mit einer dickeren, stabileren Beerenhaut sind naturgemäß widerstandsfähiger gegenüber mechanischen Verletzungen als solche mit einer dünnen Beerenhaut.“ Quelle: Gömann, Horst et al. (2015). Agrarrelevante Extremwetterlagen und Möglichkeiten von Risikomanagementsystemen. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL). S. 106. https://www.thuenen.de/media/publikationen/thuenen-report/Thuenen_Report_30.pdf

70 Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg/LUBW (2015). Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in Baden-Württemberg. Vulnerabilitäten und Anpassungsmaßnahmen in relevanten Handlungsfeldern. S. 40. https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/4_Klima/Klimawandel/Anpassungsstrategie.pdf

71 Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels in Deutschland. BT-Drucksache 18/1403. <http://dip21.bundestag.btg/dip21/btd/18/014/1801403.pdf>

72 Landtag Rheinland-Pfalz (2015). 16. Wahlperiode. Ausschuss für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten. 45. Sitzung am 8. September 2015. Öffentliche Sitzung. <http://www.landtag.rlp.de/landtag/ausschuesse/umwelta-45-16.pdf>

Des Weiteren heißt es im Ausschussprotokoll:

„Eine weitere Krankheit sei die ESCA-Krankheit. Dabei handele es sich um die gefährliche Holzkrankheit bei den Reben, die durch holzzersetzende Pilze verursacht werde und dazu führe, dass die Rebstöcke abstürben. Der jährlich durch ESCA entstehende Schaden werde allein im deutschen Weinbau auf 20 Millionen Euro bis 40 Millionen Euro mit steigender Tendenz geschätzt. Auch hier sei es so, dass diese Pilzarten von den immer höheren Temperaturen im Winter und auch im Frühjahr profitierten. Auch da sei letztlich der Punkt, dass es keine strengen Winter mehr gebe, die eine Ausbreitung verhindern könnten. Hier seien die Fälle deshalb so schwierig, weil es keine direkte und effektive Bekämpfung gebe, da keine Mittel zur Verfügung stünden, die zur Bekämpfung eingesetzt würden.“⁷³

12. Chancen, Risiken und Anpassungsmaßnahmen

Das *Potsdam Institut für Klimafolgenforschung* benennt Chancen, Risiken und Anpassungsmaßnahmen für den Umgang mit möglichen Folgen des Klimawandels im Weinbau:

Chancen	Risiken	Anpassungsmaßnahmen
Mehr Sortenmöglichkeiten	Veränderungen im Sortencharakter	Lagenspezifische Analyse des klimatischen Entwicklungspotenzials, Etablierung von Cuvées
Frühere Vegetationsphasen, schnelleres Wachstum	beschleunigtes Wachstum auch bei Schaderregern	Resistente Sorten (ggf. mit Hilfe gentechnischer Methoden)
Mehr Strahlung: beschleunigte Reife	auch mehr Sonnenbrand	Wechsel der bevorzugten Lagen, angepasste Erziehung, Folien
Höhere Qualität einiger Jahrgänge	Einbußen bei anderen Jahrgängen, höhere Variabilität	Versicherungssysteme, Derivate, Etablierung von Cuvées
Weitere Regionen & Flächen	Zusätzlicher Wettbewerb	Offensives Marketing, Förderung des Weintourismus
Steigende Erträge	Sinkende Renditen	Nachhaltiges Qualitätsmanagement

Quelle: PIK No. 106.⁷⁴

73 Landtag Rheinland-Pfalz (2015). 16. Wahlperiode. Ausschuss für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten. 45. Sitzung am 8. September 2015. Öffentliche Sitzung. <http://www.landtag.rlp.de/landtag/ausschuesse/umwelta-45-16.pdf>

Siehe hierzu auch Grapevine trunk diseases. A real problem. Document elaborated by the OIV Secretariat general <http://www.oiv.int/public/medias/188/grapevine-trunk-diseases-oiv-2015.pdf>

74 Stock, M. Et al. (2007). PIK Report. No. 106. Perspektiven der Klimaänderung bis 2050 für den Weinbau in Deutschland (Klima 2050). Schlussbericht zum FDW-Vorhaben: Klima 2050. Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK), S. 127. <https://www.pik-potsdam.de/research/publications/pikreports/.files/pr106.pdf>

An der *Hochschule Geisenheim University* wurde durch das Land Hessen eine *Professur für Klimafolgenforschung an Spezialkulturen* eingerichtet, die auch den Einfluss der steigenden Kohlendioxidgehalte auf den Weinbau erforscht.⁷⁵ Die zuständige Professorin äußerte am 28. August 2015 in einem Interview: „Wir wissen einfach noch nicht genug darüber, wie die Auswirkungen des Klimawandels auf die Reben sind“; eines gelte jedoch als sicher: Der Wein werde in einigen Jahrzehnten anders schmecken.⁷⁶ Auch *Nicholas, K. A. (2016)* erklärte, wenn der Trend des globalen mittleren Temperaturanstiegs anhalte, werde der Geschmack der Weine nicht mehr der gleiche bleiben. Höhere Jahrestemperaturen würden Aromen und Zuckergehalt der Trauben ändern.⁷⁷

Das Deutsche Weininstitut äußert, insgesamt gesehen würden die deutschen Winzer am nördlichen Ende des Weltweinbaus von den gestiegenen Durchschnittstemperaturen der letzten Jahre profitieren, sofern sich Ausnahmen wie der trockene Sommer in 2003 nicht regelmäßig einstellen würden. Die Gefahr, dass die spätreifen Rebsorten nicht die optimale Reife erlangten, bestehe schon lange nicht mehr.⁷⁸

ENDE DER BEARBEITUNG

75 Wiesbadener Kurier Online. Folgen des Klimawandels auf den Rheingauer Wein. 28.08.2015. http://www.wiesbadener-kurier.de/lokales/rheingau/geisenheim/folgen-des-klimawandels-auf-den-rheingauer-wein_16060725.htm

76 Ebenda.

77 Nicholas, Kimberly A. (2016). Der Pinot noir – ein Auslaufmodell? Winzer und Kellermeister weltweit fürchten um die Zukunft des Qualitätsweinbaus. Denn mit höheren Jahrestemperaturen verändern sich Aromen und Zuckergehalt der Trauben. In: Spektrum der Wissenschaft. <http://www.spektrum.de/magazin/der-pinot-noir-ein-auslaufmodell/1382048>

78 <http://www.deutscheweine.de/wissen/weinbau-weinbereitung/klima-witterung/>

13. Weitere Quellen

adelphi/PRC/EURAC (2015). Vulnerabilität Deutschlands gegenüber dem Klimawandel. Langfassung. CLIMATE CHANGE 24/2015. Projekt-Nr. 24309. UBA-FB 002226. Im Auftrag des Umweltbundesamtes. http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/climate_change_24_2015_vulnerabilitaet_deutschlands_gegenueber_dem_klimawandel_1.pdf

Chmielewski, Frank-M.; Blümel, Klaus (2013). Klimawandel in Hessen (Langversion). Chancen, Risiken und Kosten für den Obst- und Weinbau (CHARIKO). Endbericht 10/2009 - 10/2013. http://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/klima/inklim_a/Endbericht_2013_HU_Berlin_lang.pdf

DWD. Weinbau im Klimawandel: Regionen im Umbruch. http://www.dwd.de/DE/leistungen/klimastatusbericht/publikationen/ksb2009_pdf/artikel2.pdf;jsessionid=CCE03DCAEEC1FB617AD7A3FAE3D03C49.live21064?blob=publicationFile&v=1

Gömman, Horst et al. (2015). Agrarrelevante Extremwetterlagen und Möglichkeiten von Risikomanagementsystemen. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) https://www.thuenen.de/media/publikationen/thuenen-report/Thuenen_Report_30.pdf

Hofmann, Marco; Schultz, Hans Reiner (2015). Modeling the water balance of sloped vineyards under various climate change scenarios. http://www.bio-conferences.org/articles/bioconf/pdf/2015/02/bioconf-oiv2015_01026.pdf

Hofmann, Marco; Stoll, Manfred; Schultz, Hans Reiner (2016). Klimawandel und Weinbau. In: Geographische Rundschau 3/16. S. 20-26.

Hofmann, Marco, Lux, R.; Schultz, Hans Reiner (2014). Constructing a framework for risk analyses of climate change effects on the water budget of differently sloped vineyards with a numeric simulation using the Monte Carlo method coupled to a water balance model. *Frontiers in Plant Science* 5, 1-22. <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fpls.2014.00645/abstract>

Hofmann, Marco; Schultz, Hans Reiner (2012). Risk assessment of climate induced changes in water budget for the Hessian grape growing regions, Conference Abstract. End user needs for regional climate change scenarios. 7-9 März 2012, Kiel.

Hofmann, Marco; Schultz, Hans Reiner (2012): Variabilität des Klimas - mögliche Folgen für den Weinbau.

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (2013). Zukünftige Klimaentwicklung in Baden-Württemberg. (Februar 2013):

- Langfassung http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/229984/zukuenftige_klimaentwicklung_lang.pdf?command=downloadContent&filename=zukuenftige_klimaentwicklung_lang.pdf

- Kurzfassung http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/229985/zukuenftige_klimaentwicklung_kurz.pdf?command=downloadContent&filename=zukuenftige_klimaentwicklung_kurz.pdf

Der Oberrheingraben im Klimawandel - eine Region passt sich an. Regionalkonferenz des Bundes und der Länder Baden-Württemberg, Hessen und Rheinland-Pfalz am 26. und 27. März 2012
https://www.wald-rlp.de/fileadmin/website/klimakompetenzzentrum/downloads/Veroeffentlichungen/Dokumentation_Regionalkonferenz.pdf

Schultz, Hans Reiner; Hofmann, Marco (2012): Klimaveränderungen und Weinbau. Abstrakt zum Konferenzband der Tagung "Der Oberrheingraben im Klimawandel - eine Region passt sich an", Karlsruhe 26.-27.3.2012.

Schultz, Hans Reiner; Hoppmann, D.; Hofmann, Marco (2012). Der Einfluss klimatischer Veränderungen auf die phänologische Entwicklung der Rebe, die Sorteneignung sowie Mostgewicht und Säurestruktur der Trauben. Beitrag zum Integrierten Klimaschutzprogramm des Landes Hessen (InKlim 2012) des Fachgebiets Weinbau der Forschungsanstalt Geisenheim.
<http://www.hlnug.de/static/klimawandel/inklim/dokumente/endberichte/weinbau.pdf>

European winegrowers' perceptions of climate change impact and options for adaptation.
https://www.researchgate.net/publication/226969854_European_growers'_perceptions_of_climate_change_impact_and_options_for_adaptation

Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (2007). Perspektiven der Klimaänderung bis 2050 für den Weinbau in Deutschland (Klima 2050). PIK-Report No. 106. <https://www.pik-potsdam.de/research/publications/pikreports/.files/pr106.pdf>

NASA Study Finds Climate Change Shifting Wine Grape Harvests in France and Switzerland. Mar. 21, 2016. <http://www.giss.nasa.gov/research/news/20160321/>

http://ec.europa.eu/agriculture/wine/high-level-group/docs/meeting-1/germany_en.pdf

EU Weinstatistik http://ec.europa.eu/agriculture/wine/statistics/index_en.htm

<http://www.euractiv.com/section/agriculture-food/news/climate-change-threatens-european-wine-production/>

14. ANHANG

14.1. IPCC Szenarien

14.1.1. RCP-Szenarien

„In Vorbereitung auf den 5. Sachstandsberichtes des IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) wurden vier "repräsentative" Szenarien (Repräsentative Konzentrationspfade – engl. Representative Concentration Pathways – RCPs) ausgewählt. Hierbei handelt es sich um Szenarien, die den Verlauf von Treibhausgaskonzentrationen und den Einfluss von Aerosol (kleine Partikel in der Atmosphäre wie z.B. Rußflocken) gemeinsam als Strahlungsantrieb beschreiben. Der Begriff Strahlungsantrieb ist vereinfacht als "zusätzliche/erhöhte" Energiezufuhr für die Erde zu erklären.“⁷⁹

14.1.2. SRES-Szenarien

SRES, Special Report on Emission Scenarios

A1. The A1 storyline and scenario family describes a future world of very rapid economic growth, global population that peaks in mid-century and declines thereafter, and the rapid introduction of new and more efficient technologies. Major underlying themes are convergence among regions, capacity building and increased cultural and social interactions, with a substantial reduction in regional differences in per capita income. The A1 scenario family develops into three groups that describe alternative directions of technological change in the energy system. The three A1 groups are distinguished by their technological emphasis: fossil intensive (**A1FI**), non-fossil energy sources (**A1T**), or a balance across all sources (**A1B**) (where balanced is defined as not relying too heavily on one particular energy source, on the assumption that similar improvement rates apply to all energy supply and end-use technologies).

A2. The A2 storyline and scenario family describes a very heterogeneous world. The underlying theme is self-reliance and preservation of local identities. Fertility patterns across regions converge very slowly, which results in continuously increasing population. Economic development is primarily regionally oriented and per capita economic growth and technological change more fragmented and slower than other storylines.

B1. The B1 storyline and scenario family describes a convergent world with the same global population, that peaks in mid-century and declines thereafter, as in the A1 storyline, but with rapid change in economic structures toward a service and information economy, with reductions in material intensity and the introduction of clean and resource-efficient technologies. The emphasis is on global solutions to economic, social and environmental sustainability, including improved equity, but without additional climate initiatives.

B2. The B2 storyline and scenario family describes a world in which the emphasis is on local solutions to economic, social and environmental sustainability. It is a world with continuously increasing global population, at a rate lower than A2, intermediate levels of economic development, and less rapid and more diverse technological change than in the A1 and B1 storylines. While the scenario is also oriented towards environmental protection and social equity, it focuses on local and regional levels.⁸⁰

14.2. Entwicklung der Rebflächen

Die Tabelle gibt einen Überblick über die Entwicklung der *Ertragsrebflächen (ETR)* und *bestockten Rebflächen (BTR)* der 13 Anbaugebiete in Deutschland für die Jahre 1950, 1970, 1990, 2010 und 2013:

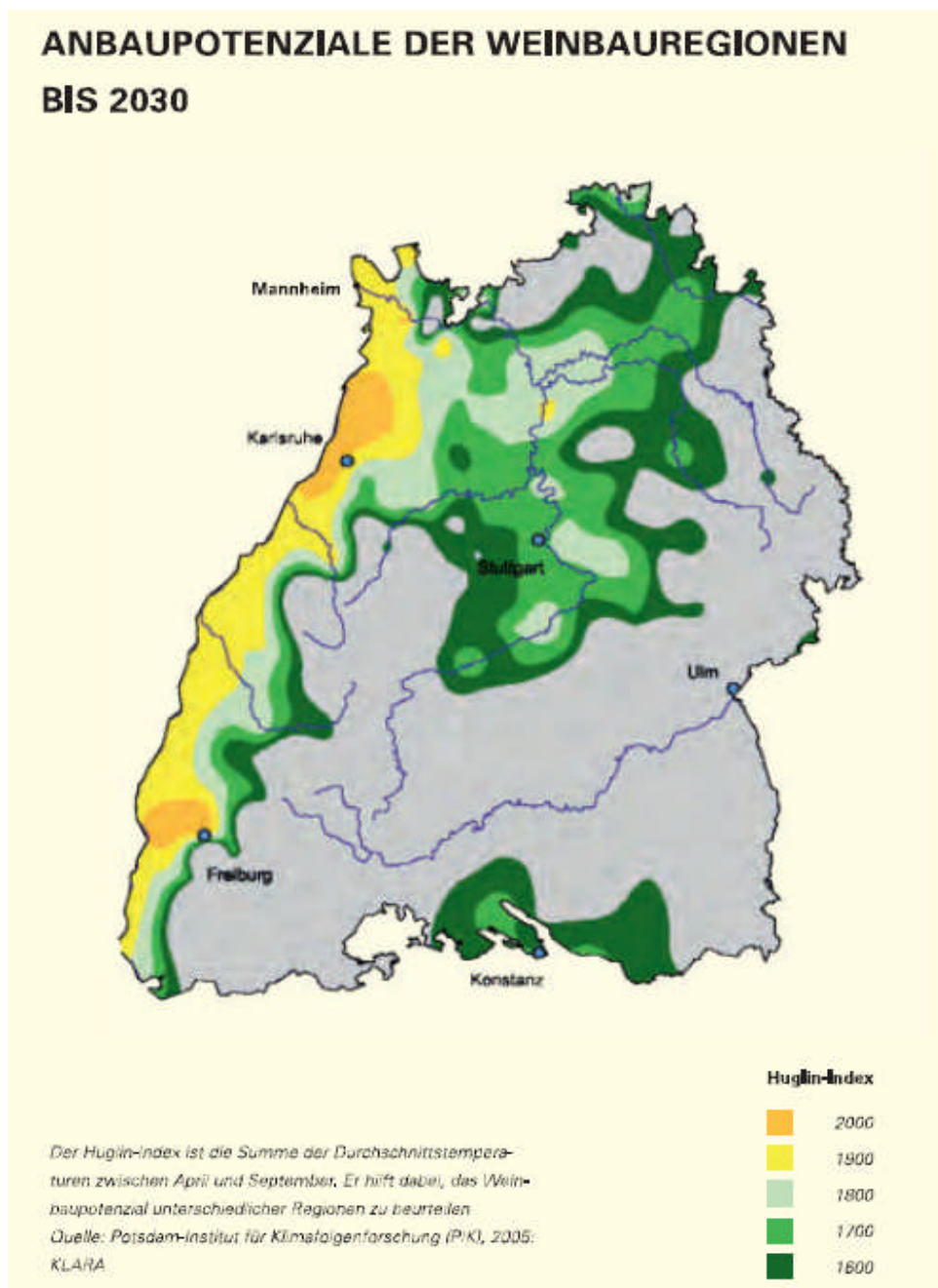
Anbaugebiete	1950 [ha]	1970 [ha]	1990 [ha]	2010 [ha]	2013 [ha]
Ahr (Ertragsrebfläche-->)	382	500	398	539	550
(Bestockte Rebfläche -->)		446	482	559	563
Baden	5.966	9.525	15.045	15.463	15.408
		10.014	16.580	15.837	15.822
Franken	2.475	2.629	5.599	5.883	6.100
		2.720	5.949	6.109	6.176
Hessische Bergstrasse	141	273	357	430	438
		261	403	436	450
Mittelrhein	1.129	945	709	447	454
		857	698	456	469
Mosel	7.265	10.714	12.304	8.744	8.529
		10.962	12.585	8.871	8.776
Nahe	2.679	3.630	4.233	4.069	4.073
		3.955	4.638	4.155	4.187
Rheingau	1.823	3.035	2.655	3.069	3.098
		2.821	3.117	3.107	3.166
Rheinhessen	10.593	17.570	23.032	25.911	25.701
		19.826	25.389	26.523	26.582
Pfalz	10.608	18.621	20.667	22.969	22.725
		18.676	23.100	23.445	23.567
Württemberg	6.418	6.258	9.853	11.254	11.180
		6.834	10.886	11.421	11.373
Sachsen	-	-	-	425	488
				478	499
Saale-Unstrut	-	-	-	700	734
				735	765
Deutschland (ETR)				99.907	99.488
Deutschland (BTR)					102.425

Quelle: Dt. Weinbauverband.⁸¹

80 Hervorhebung durch Verfasser. <https://www.ipcc.ch/ipccreports/tar/wg1/029.htm#storya1>

81 Deutscher Weinbauverband. <http://www.dwv-online.de/zahlen-daten-fakten/deutschland/rebflaeche.html>

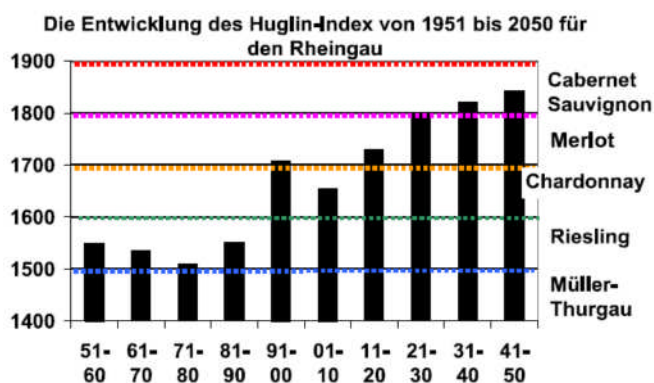
14.3. Anbaupotenziale der Weinbauregionen in Baden-Württemberg bis 2030

Quelle: LUBW (2015).⁸²

82 LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg/Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (Hrsg.) (2015). Klimawandel in Baden-Württemberg. Fakten – Folgen – Perspektiven. In Zusammenarbeit mit: Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Institut für Meteorologie und Klimaforschung/Süddeutsches Klimabüro. 3. Auflage: Juni 2015. http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/67972/klimawandel_in_baden_wuerttemberg.pdf?command=downloadContent&filename=klimawandel_in_baden_wuerttemberg.pdf

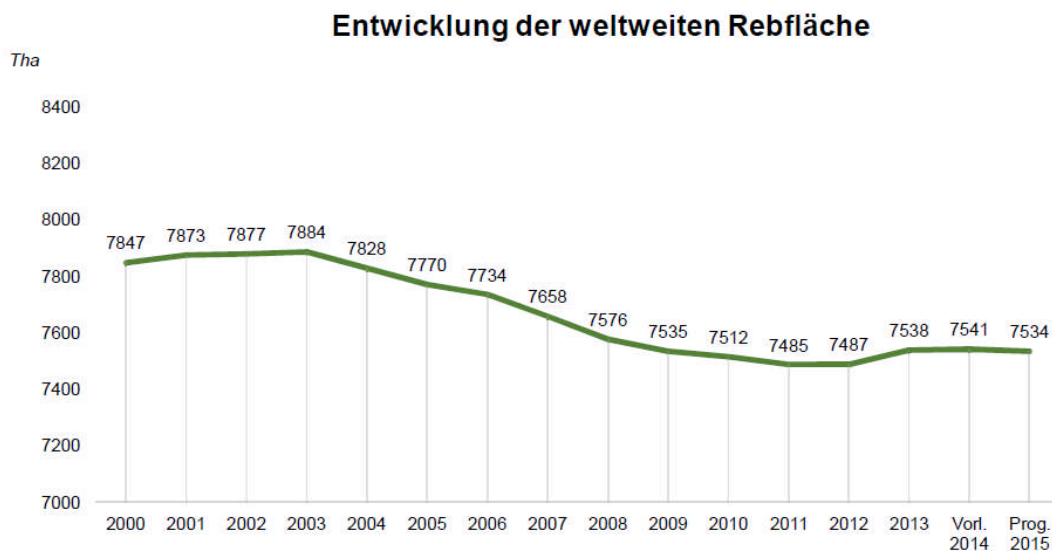
14.4. Huglin-Index für den Rheingau für die Jahre 1951 bis 2050

Den Huglin-Index speziell für den Rheingau für die Jahre 1951 bis 2050 zeigt die nächste Grafik:



Quelle: Schultz et al.⁸³

14.5. Rückgang der weltweiten Rebflächen seit dem Jahr 2000



Quelle: OIV.⁸⁴

83 Schultz, H. R.; Hoppmann, D.; Hofmann, Marco (2005). Der Einfluss klimatischer Veränderungen auf die phänologische Entwicklung der Rebe, die Sorteneignung sowie Mostgewicht und Säurestruktur der Trauben. Beitrag zum Integrierten Klimaschutzprogramm des Landes Hessen (InKlim 2012) des Fachgebiets Weinbau der Forschungsanstalt Geisenheim. <http://www.hlnug.de/static/klimawandel/inklim/dokumente/endberichte/weinbau.pdf>

84 <http://www.oiv.int/public/medias/4574/oiv-noteconjmars2016-de.pdf>