

Klimafolgen für Baden-Württemberg, Schwerpunkt Landwirtschaft

Von Werner Franke, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg

Nach dem derzeitigen Stand der Klimaforschung ist davon auszugehen, dass sich durch den anthropogen verursachten „Treibhauseffekt“ in den nächsten ca. 100 Jahren u.a. die mittlere globale Temperatur um 1,4 bis 5,8°C erhöhen wird. Dies ist eine zentrale Aussage im 3. Bericht des zwischenstaatlichen Sachverständigengremiums „Intergovernmental Panel on Climate Change“ (IPCC) vom Januar 2001.

Die aus globalen Klimamodellen abgeleiteten Aussagen zu künftigen Klimaveränderungen beziehen sich bisher im Wesentlichen auf großräumige Gebiete wie z.B. Nordeuropa. Belastbare Angaben über Änderungen des Klimas im regionalen Maßstab lagen bisher für Süddeutschland nicht vor. Sie wurden im Rahmen des Kooperationsvorhabens KLIWA („Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft“) der Länder Baden-Württemberg und Bayern sowie dem Deutschen Wetterdienst erarbeitet. Dabei wurden sowohl bisherige Veränderungen im „Langzeitverhalten“ des Klimas und des Wasserhaushaltes an Hand der Messwerte langer „historischer“ Zeitreihen (70 Jahre und länger) als auch künftige Veränderungen an Hand von Szenarienwerten für die Jahre 2021-2050 untersucht. In dem Projekt KLARA (Klimawandel Auswirkungen, Risiken, Anpassung) wurde die Anfälligkeit Baden-Württembergs gegenüber einer Klimaänderung für Bereiche wie Land- und Forstwirtschaft, Naturschutz, Gesundheit, Tourismus oder Versicherungswesen untersucht. Im Folgenden wird auf die Auswirkungen auf die Landwirtschaft eingegangen.

Klimaentwicklung und Klimaszenarien

Die Untersuchungen zum Langzeitverhalten meteorologischer Parameter der letzten ca. 100 Jahren zeigen, dass entsprechend des den allgemeinen Trends für Mitteleuropa auch in Süddeutschland eine flächendeckende Zunahme der Lufttemperatur stattfand. Die Temperaturzunahme im Winter bedingt eine Abnahme der Schneedeckendauer und eine Änderung im Schneeschmelzverhalten. Gleichzeitig nahm der Niederschlag sowohl im Gebietsmittel als auch in den stationsbezogenen Starkniederschlägen

regionalspezifisch im Winter und Frühjahr zu, so dass häufigere und intensivere Niederschläge auftraten. Zusammen mit einem häufigeren Auf- und Abbau der Schneedecke in tieferen und mittleren Höhenlagen wächst das Niederschlagsdargebot (Summe aus Regen und Wasserabgabe aus der Schneedecke) an. Im Sommer sind die Veränderungen weniger deutlich ausgeprägt; tendenziell zeigen sich trockenere Sommer mit nur einer geringen Zunahme der Lufttemperaturen (Ausnahme: August).

Die klimatischen Bedingungen in Süddeutschland mit Auswirkungen auf den gesamten Wasserhaushalt haben sich im vergangenen Jahrhundert insbesondere während der letzten zwei bis drei Jahrzehnte verändert. Die gefundenen Trends legen den Schluss auf einen Einfluss des Menschen auf das globale und regionale Klima nahe. Wegen der ebenfalls im Langzeitverhalten erkennbaren Änderungen in den zeitlich-statistischen Kennwerten der Zeitreihen, ist eine Aufspaltung in natürliche und menschliche Einflüsse äußerst schwierig.

Eine Grundsatzstudie der ETH Zürich zeigte, dass es noch kein optimales Verfahren für die Erstellung regionaler Klimaszenarien gibt. Die Ergebnisse aus drei Verfahren wurden eingehend verglichen und bewertet. Auf der Basis dieser Bewertung wurde beschlossen, den weiteren Auswertungen primär die Ergebnisse der Methode von Meteo-Research zugrunde zu legen.

Die nachfolgenden Aussagen konzentrieren sich auf den Bereich des Landes Baden-Württemberg.

Die Lufttemperatur wird in Baden-Württemberg auch in der Zukunft weiter deutlich zunehmen. Im Sommerhalbjahr wird die mittlere Tagestemperatur ca. 15°C betragen, im Winter ca. 4,5°C. Die Zunahmen fallen im hydrologischen Winter mit ca. 2°C stärker aus als im hydrologischen Sommer mit ca. 1,4°C. Der hydrologische Winter dauert von November bis April, der hydrologische Sommer von Mai bis Oktober.

Die erwartete Temperaturzunahme im Winter ist von besonderer Bedeutung, da die Temperatur großen Einfluss auf die Zwischenspeicherung von Niederschlag als Schnee hat und somit entscheidend für die zukünftig zu erwartenden Abflussverhältnisse sein kann.

Die Anzahl der Sommertage (Tage mit $T_{max} > 25^{\circ}C$) und der heißen Tage (Tage mit $T_{max} > 30^{\circ}C$) wird in Baden-Württemberg deutlich steigen. Teilweise wird sie um nahezu das Doppelte zunehmen.

Infolge der Klimaerwärmung wird die Zahl der Frosttage (Tage mit $T_{\min} < 0^{\circ}\text{C}$) und auch die Zahl der Eistage (Tage mit $T_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$) wird deutlich abnehmen, letztere größtenteils um mehr als die Hälfte.

Spätfröste im Frühjahr können je nach Zeitpunkt große Schäden in der Landwirtschaft verursachen. Auf Grund der erwarteten Erwärmung wird der letzte Frost im Frühjahr im Mittel früher auftreten als derzeit, so dass sich für die Landwirtschaft die Gefahr von Frostschäden verringert aber nicht ausgeschlossen ist.

Die Niederschläge werden sich im Sommer in Baden-Württemberg wenig verändern (<10%). Die Winterniederschläge jedoch werden deutlich zunehmen. Je nach Region beträgt die unterschiedlich stark ausgeprägte Zunahme bis zu 35%.

Ebenfalls steigen wird die Zahl der Tage mit hohen Niederschlägen (größer 25 mm) im Winter. An der Klimastation Freudenstadt z.B. wird in den Monaten Dezember bis Februar die Zahl der Tage mit $N > 25$ mm im Mittel um ca. das Doppelte zunehmen.

Für die Landwirtschaft ist bedeutsam, dass künftig die Anzahl der Trockenperioden (mindestens 11 aufeinander folgende Tage mit einem Niederschlag von weniger als 1 mm) pro Jahr abnimmt. Ebenso wird die Anzahl der Trockentage (Niederschlag weniger als 1 mm) geringer. Diese Tendenz zur Abnahme wurde für die letzten Jahrzehnte bereits in der Untersuchung des Langzeitverhaltens der Niederschläge festgestellt.

Im Winter werden die Häufigkeit und Dauer der für die Hochwasserbildung bedeutsamen Westwetterlagen, insbesondere die so genannte „Westlage zyklonal (WZ)“, zunehmen. Im Sommer sind keine größeren Änderungen zu erwarten.

Fazit: Insgesamt ist bei kritischer Bewertung der Ergebnisse für das Zieljahr 2050 festzuhalten:

- Die Erwärmung geht weiter. Die Lufttemperatur wird insbesondere im Winter weiter zunehmen.
- Die Niederschläge werden im Winterhalbjahr zunehmen.
- Von diesen Veränderungen ist auch der Wasserkreislauf betroffen.
- Auch bei der Dauer und Häufigkeit von Westwetterlagen ist im Winter mit einer Zunahme zu rechnen.

Klimawandel und Landwirtschaft

Die Auswirkungen des Klimawandels auf die Landwirtschaft in Baden-Württemberg wurde im Projekt KLARA exemplarisch für die Erträge von Mais und Weizen, die Gefährdung durch Schädlinge im Obstbau sowie die Reifebedingungen im Weinbau untersucht.

Ein wärmeres Klima wird unter den speziellen Bedingungen von Baden-Württemberg bei der postulierten Niederschlagsentwicklung in der Fläche zur Ausdehnung des Maisanbaus führen, da die Voraussetzungen für dessen Anbau sich weiter verbessern. Der in vielen Untersuchungsregionen zunehmende Trockenstress führt demgegenüber beim Weizen wahrscheinlich zu leichten Ertragseinbußen. Die hieraus resultierenden Einnahmeverluste könnten aber durchaus durch bessere Qualitäten in Folge einer verkürzten Kornfüllungsphase ausgeglichen werden.

In der Bodensee Region führt ein wärmeres Klima bei weitgehend gleich bleibender Höhe der Jahresniederschläge zu einem höheren Schaderregerdruck im Apfelanbau, wie am Beispiel des Apfelschorfs und des Apfelwicklers gezeigt werden konnte. Die Infektionsgefährdung durch die Pilzkrankheit Apfelschorf wurde mit Hilfe eines Infektionsindex ermittelt, der unter anderem von der Blattfeuchte abhängt (Bild1). Bezüglich des Apfelschorfs steigert die Klimaerwärmung das Risiko von Primärinfektionen im Frühjahr. Beim Insektenbefall durch den Apfelwickler wurden die phänologischen Eintrittstermine (Ei, Larve, Imago) mit einem Temperatursummenmodell simuliert (Bild 2). Beim Apfelwickler begünstigen die höheren Temperaturen das häufigere Auftreten von zwei Larvengenerationen pro Jahr. Die im Zusammenhang mit der postulierten Klimaerwärmung simulierten Effekte unterstreichen den Stellenwert der regionalen Schaderregerüberwachung im Obstbau und die Notwendigkeit für die laufende Anpassung integrierter Bekämpfungsstrategien von Apfelwickler und Apfelschorf.

Beim Weinbau wurde ein Temperatursummenindex nach Huglin zur Beurteilung der klimatischen Entwicklung benutzt. Der in den 90er Jahren beobachtete Trend zu prinzipiell besseren Anbaubedingungen setzt sich in die Zukunft fort. Dies sollte in den nächsten Jahrzehnten die Bedingungen

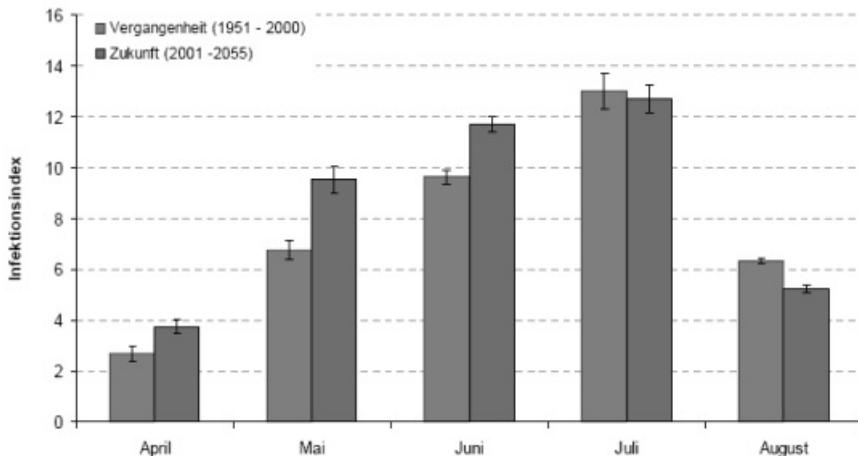


Bild 1: Mittlere Monatssummen des täglichen Infektionsindex für den Apfelschorf (Mittelwerte \pm Standardabweichung von 4 Bodensee-Stationen) in der rezenten Klimaperiode 1951-2000 und der Szenarienperiode 2001-2055

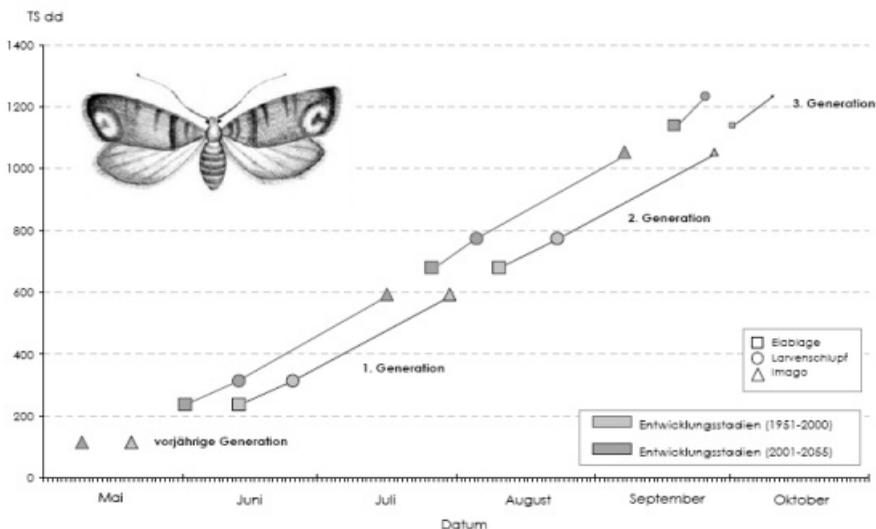


Bild 2: Veränderung der Generationsentwicklung beim Apfelwickler (*C. pomonella*) im Gebiet Bodensee

des Weinbaus und den Charakter der kultivierten und angebauten Weine nachhaltig beeinflussen. Es ist aber zu überlegen, inwieweit der zunehmenden Erwärmung im Weinbaugebiet Baden beim An- und Ausbau traditioneller Sorten durch konservative Maßnahmen (z.B. Züchtung spätreifender Weißweinsorten) Rechnung getragen werden kann. Für das Anbaugebiet Württemberg scheinen die in den nächsten Jahrzehnten zu erwartenden klimatisch bedingten Änderungen eher günstig zu sein, sie lassen die Kultivierung der bisher bevorzugten und einen zunehmenden Anbau anspruchsvollerer Sorten erwarten.

Ausblick

Die Untersuchungsergebnisse haben gezeigt wie wir bereits heute von deutlichen Klimaveränderungen betroffen sind. Dies betrifft nicht nur den Bereich der Landwirtschaft, der hier dargestellt wurde. Es sind vielmehr alle Lebensbereiche vom Klimawandel betroffen. Es sind aber weitere Untersuchungen erforderlich, um verlässliche Grundlagen für Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel zu erarbeiten.