

Herausforderung einer möglichen Klimaänderung in den nächsten 20 Jahren an die Pflanzenzüchtung

J. EITZINGER

Klimawandel und Klimaszenarien

Die Frage nach einer globalen Klimaänderung aufgrund der Zunahme an Treibhausgasen in der Atmosphäre und seiner möglichen Auswirkungen ist eines der wichtigsten Umweltprobleme vor der die Welt im 21. Jahrhundert steht. Neben dem gemessenen und nachweisbaren kontinuierlichen Anstieg des Kohlendioxidgehaltes unserer Atmosphäre zählten die vergangenen Jahre global zu den wärmsten seit Beginn kontinuierlicher Messungen um 1860. Eine globale Klimaänderung beeinflusst die Ökonomie in allen Teilen, wobei die Landwirtschaft zu den wohl am stärksten betroffenen Wirtschaftszweigen zählt. Die Temperatur ist im letzten Jahrhundert im globalen Mittel um etwa 0,6°C gestiegen, wobei dieser Anstieg der rascheste der letzten 1000 Jahre ist und die erreichten Temperaturen die höchsten in diesem Zeitraum sind [IPCC 2001]. Im alpinen Raum stieg die Temperatur um bis zu 2°C, wobei alle Höhenlagen betroffen sind [BÖHM et al. 1998]. Auch die Niederschlagssummen haben sich verändert - es wird eine Zunahme der Niederschläge in den mittleren und hohen Breiten der Nordhemisphäre festgestellt, wobei dies mit häufigerem Auftreten von Starkniederschlägen einhergeht [IPCC 2001]. Im alpinen Raum trifft dies vor allem für den westlichen Teil zu, im südalpinen Raum und im Osten Österreichs ist hingegen eher ein Rückgang der Niederschlagsmengen festzustellen.

Je nachdem, wie erfolgreich die Reduktionsmaßnahmen für Treibhausgase sein werden, ist nach den aktuellen simulierten Klimaszenarien mit einer globalen Temperaturerhöhung von 1,3 bis 5,8°C in den nächsten 100 Jahren zu rechnen [IPCC 2001]. Für Österreich ergeben Regionalisierungen der globalen Modelle mittlere Temperaturzunahmen von bis

zu 5°C in den nächsten 80 Jahren, wobei es einerseits saisonale Unterschiede gibt als auch Unterschiede zwischen verschiedenen Klimamodellszenarien (*Abbildung 1*). Da die globalen Klimaszenarien wegen des Rechenaufwandes nur für eine sehr große räumliche Skala simuliert werden und kleinräumige Besonderheiten wie die Topographie nur sehr schlecht berücksichtigt sind, versucht man mit Hilfe von Downscalingmethoden eine bessere räumliche Auflösung und Repräsentation zu erreichen. Ein Beispiel dafür ist in *Abbildung 2* zu sehen, wobei herausgefunden wurde, dass im Alpenraum die Erwärmung mit der Höhenlage zunimmt. Die mittleren Änderungen des Niederschlages und anderer Klimagrößen, wie etwa Bewölkung und Windstärke, sind räumlich noch differenzierter und werden als weniger gesichert angesehen. In der Pflanzenpro-

duktion spielt vor allem die Klimavariabilität und das Auftreten von Witterungsextremen eine bedeutende Rolle für das Ertragsrisiko. Diese Änderungen werden in den globalen Klimaszenarien zwar nicht wiedergegeben, dennoch lassen sich Rückschlüsse ziehen. Die Häufigkeit von Hitze- und Trockenperioden wird zum Beispiel schon durch eine mittlere Temperaturzunahme bei gleichbleibender Klimavariabilität zunehmen. Bisherige Beobachtungen deuten sogar darauf hin, dass auch die Klimavariabilität zunimmt, was eine noch stärkere Zunahme von Extremereignissen der Witterung zufolge haben würde (wie z.B. bei den Starkniederschlägen). Da bei einem wärmeren Klima der Wasserkreislauf in der Atmosphäre insgesamt intensiviert wird, sind Extreme wie Starkniederschläge als auch Trockenheiten häufiger und intensiver möglich.

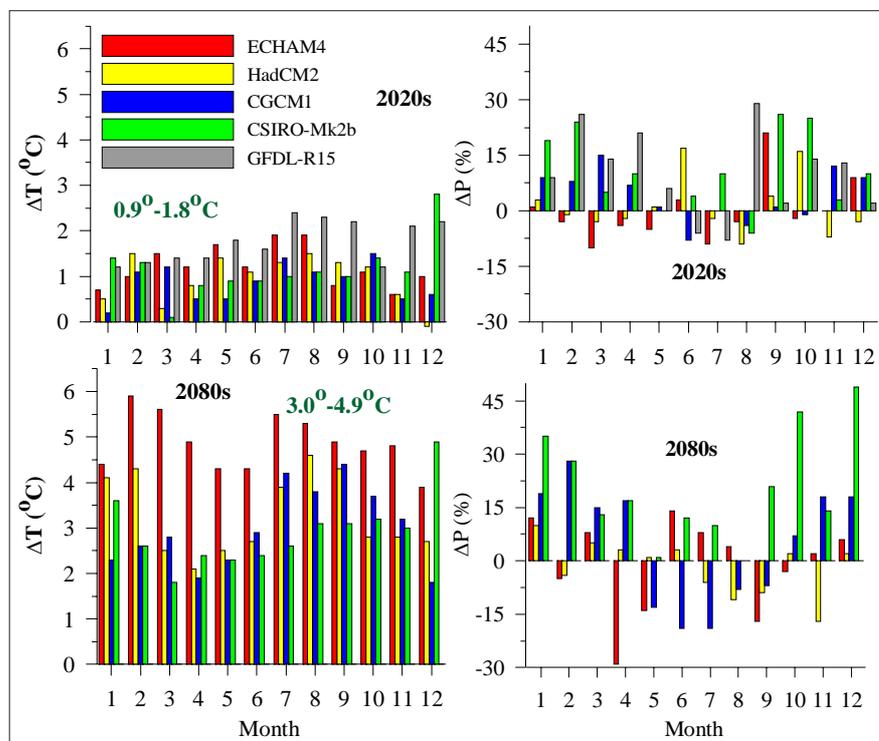


Abbildung 1: Fünf Klimaszenarien für Temperatur (T) und Niederschlag (P) in den 2020ern und 2080ern in Oberösterreich.

Autoren: Ao. Prof. Dr. Josef EITZINGER, Institut für Meteorologie, Universität für Bodenkultur Wien, Peter Jordan Straße 82, A-1190 WIEN, josef.eitzinger@boku.ac.at



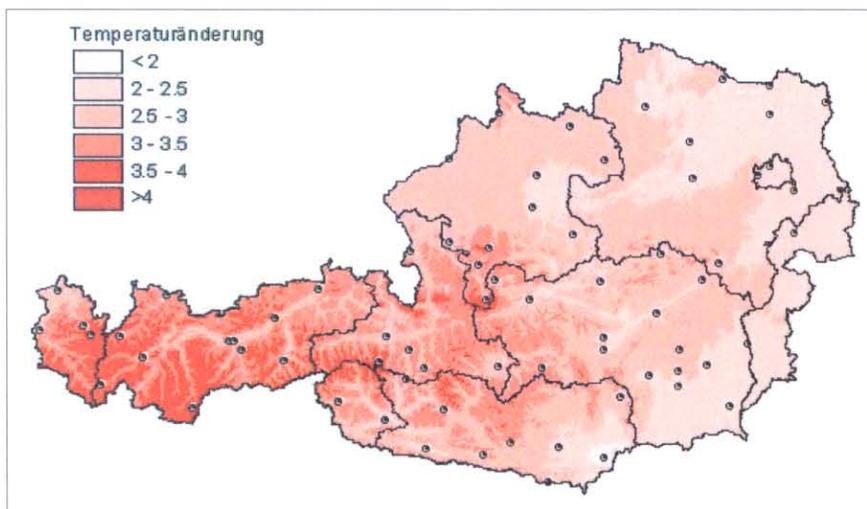


Abbildung 2: Die regionale und höhenabhängige Temperaturzunahme bis zu den 2080er Jahren in Österreich nach einem ausgewählten Klimaszenario (FORMAYER et al., 2003)

Mögliche Auswirkungen auf die Pflanzenproduktion

Mögliche Änderungen im Lokalklima aufgrund des Klimawandels haben zur Folge, dass sich die Klimazonen und damit auch die Ansprüche an die Kulturpflanzen hinsichtlich einer ertragssicheren Produktion räumlich verschieben oder verändern. Besonders betroffen im positiven als auch negativen Sinne werden jene Gebiete sein, die hinsichtlich des Anbaus bestimmter Kulturpflanzen jetzt schon in klimatischen Grenzregionen liegen, was insbesondere für die Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse gilt.

Generell kann gesagt werden, dass sich unter Zugrundelage der aktuellen Klimaszenarien, die alle eine Temperaturerhöhung angeben (Abbildung 1), der Beginn der Vegetationsperiode im Frühjahr bis zu den 2080er Jahren um bis zu 30 Tage nach vor verschieben wird. Bei Frühlingskulturen wie Getreide kann der Landwirt entsprechenden negativen Auswirkungen durch frühere Anbauzeitpunkte begegnen, allerdings ist dann wegen der längeren Nächte (nächtliche Abkühlung dauert länger an) mit einer höheren Spätfrostgefahr zu rechnen.

Durch das im Jahresdurchschnitt größere Verdunstungspotential durch die hö-

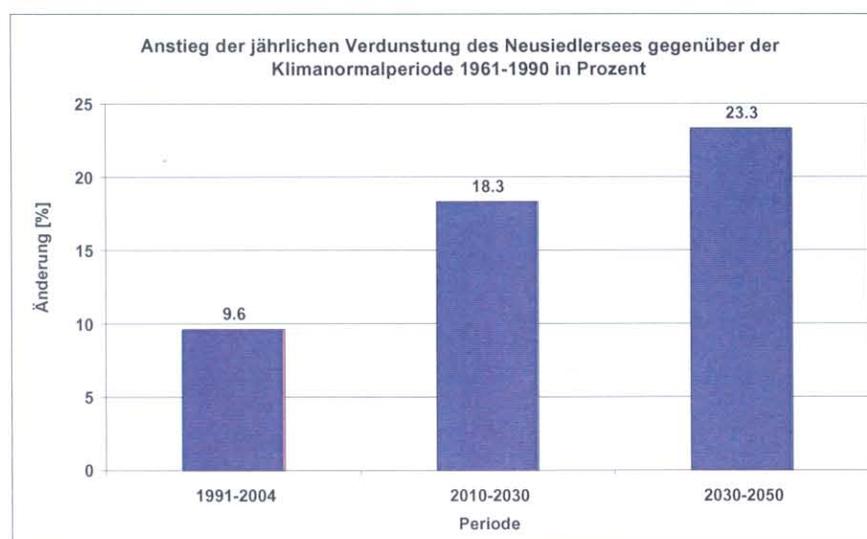


Abbildung 3: Durch die Zunahme des Verdunstungspotentials aufgrund höherer Temperaturen können Trockenheiten in Zukunft schneller und stärker auftreten.

heren Temperaturen, wie in einer Studie für das Neusiedlerseegebiet herausgefunden wurde (Abbildung 3), kann es aber im Sommer, trotz im Mittel gleichbleibender oder leicht höherer Niederschläge, vermehrt zu Wassermangel und Trockenstresssituationen kommen. Vor allem auf Böden mit geringerer Wasserspeicherfähigkeit ist dann mit einem höheren Ertragsrisiko zu rechnen. Tatsächlich zeigen Simulationen mit Getreide auf leichten Böden eine geringere Ertragszunahme unter zukünftigen Klimaszenarien, eine höhere Sensitivität zur Niederschlagsmenge und -verteilung und wesentlich höhere Ertragsvariabilitäten als auf schwereren Böden (Abbildung 4).

Die folgend dargestellten Ergebnisse von Ertragssimulationsmodellen sind Mittelwerte beruhend auf 30-jährigen Simulationen. Sie zeigen generell eine verkürzte Dauer der simulierten Vegetationsperiode bei Getreide, wie zum Beispiel bei Winterweizen und Sommergerste, die durch die von den verwendeten Klimaszenarien angezeigte Erwärmung verursacht wird. Die in diesen Arbeiten verwendeten Klimaänderungsszenarien für die 2050er und 2080er Jahre verursachten unter Anwendung zweier verschiedener Ertragsmodelle meist eine Reduktion des simulierten Ertrages bei Winterweizen und Sommergerste, wenn der direkte Effekt eines erhöhten CO_2 -Gehaltes auf die Assimilation nicht berücksichtigt wird (Abbildung 5). Die Ursache dafür liegt zum Teil in der verkürzten Dauer der simulierten Vegetationsperiode (insbes. der Kornfüllungsphase) und zum Teil im zunehmenden Wasserstress während kritischer phänologischer Phasen. Bei Berücksichtigung eines direkten Effektes jedoch (angenommene mittlere Zunahme der Assimilation um 30 % bei verdoppeltem atmosphärischen CO_2 -Gehalt bei Getreide) wurde unter den meisten Klimaszenarien und an den meisten Standorten eine deutliche Steigerung des Ertrages bei beiden Getreidearten simuliert (umso deutlicher, je höher der atmosphärische Kohlendioxidgehalt angenommen wird). Die angezeigte leichte Zunahme der Niederschläge während der Vegetationsperiode hat zum großen Teil keinen positiven Effekt auf den Ertrag, da die Temperaturerhöhung den wesentlichen ertragslimitierenden Faktor bei Getreide, ausgehend von

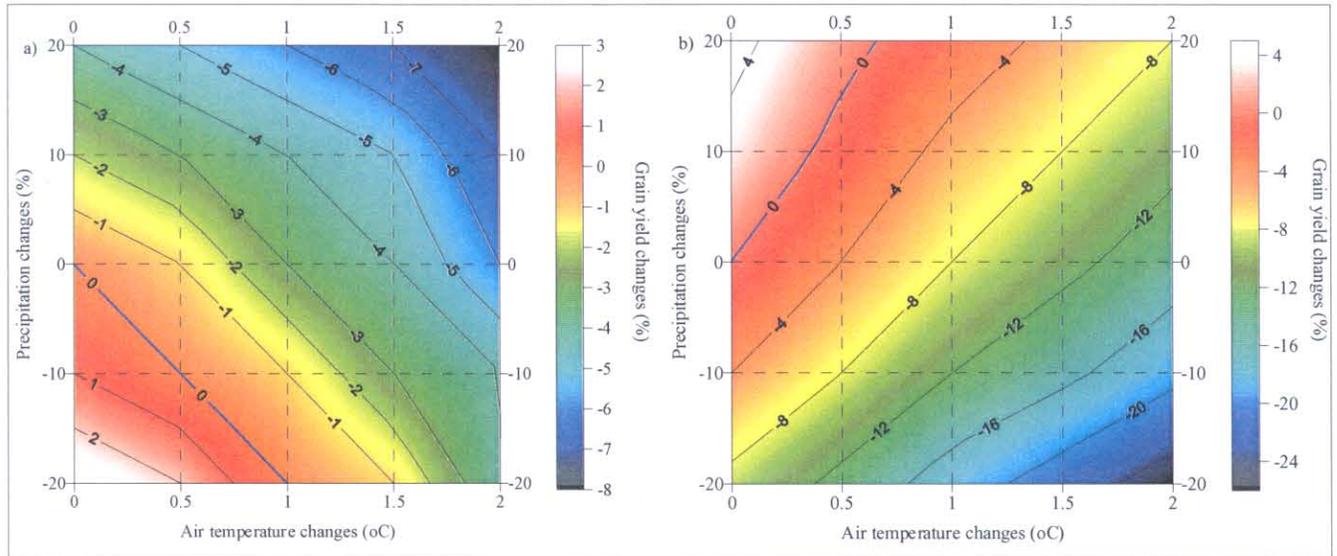


Abbildung 4: Änderungen beim Ertrag von Winterweizen bei stufenweisen Änderungen der Temperatur und des Niederschlags in a) Hohenau (Niederösterreich, kalkhaltiger Kulturrohboden, 318 mm Bodenwasserspeicher) und b) Rohrbach (Oberösterreich, kalkfreie Felsbraunerde, 100mm Bodenwasserspeicher); CERES Modell

den gegebenen Klima- und Standortbedingungen in diesen Anbauregionen, darstellt.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass bei Wintergetreide und bei Sommergetreide sich in den österreichischen Anbaugebieten unter den gegebenen Bedingungen der in den Studien verwendeten Klimaszenarien (Temperaturerhöhung, leichte Zunahme des Niederschlags, keine Änderung in der Klimavariabilität) und unter Ausnutzung vorgeschobener Anbauzeitpunkte im Frühjahr, vor allem durch den angenommenen direkten Effekt einer erhöhten CO₂-Konzentration häufig Ertragssteigerungen erzielen lassen.

Viele Annahmen sind jedoch mit Unsicherheiten verbunden wie zum Beispiel

die Größe des direkten CO₂-Effektes der bei verschiedenen Experimenten deutliche Unterschiede aufweist. Eine Änderung in der Klimavariabilität oder nicht berücksichtigte Wechselwirkungen mit anderen Schadeinflüssen können deutliche negative Ertragsbeeinträchtigungen haben. Zum Beispiel treten bei Hitze und Trockenheit stärkere UV- und Ozonschäden an den Pflanzen auf, oder ein veränderter Krankheits- und Schädlingsdruck kann bei veränderten Klimabedingungen wirksam werden. Auch für den Fall dass sich die hydrologische Wasserbilanz langfristig verschlechtern sollte (z.B. Grundwasserabsenkung bei grundwasserbeeinflussten Böden oder weniger Bodenwasserspeicherung im Winter) sind weitere negative Effekte auf das Ertragspotential zu erwarten. Trocken-

heiten können sich insbesondere bei Kulturen auswirken, die weit in den Sommer hineinreichen, wobei bei früh geernteten Kulturen (Getreide) die negativen Auswirkungen durch eine mögliche bessere Nutzung der Winterfeuchte während kritischer phänologischer Phasen (wie z.B. Blüte, Kornfüllung) im Mittel geringer sind. Die Ergebnisse aus vielen ähnlichen Studien zeigen insgesamt dass bei Sommerkulturen wie Mais Ertragssteigerungen nur bei guter Wasserversorgung erreicht werden können, wobei wassersparenden Produktionsmethoden eine besondere Bedeutung zukommen wird.

Mögliche Gegenmaßnahmen im Bereich der Pflanzenproduktion

Speziell in der Pflanzenzüchtung wird es darauf ankommen stressresistente Sorten, vor allem gegenüber Trockenheit und Hitze bereitzustellen. Dies betrifft vor allem ein gut ausgebildetes Wurzelsystem, das Durchwurzelungsvermögen, eine gute Wassernutzungseffizienz der Pflanzen und geringer Wasserverbrauch der Pflanzenbestände (durch einen effektiven Spaltöffnungsmechanismus) sowie eine rasche physiologische Erholung nach Trockenstress. Die Hitzeresistenz und eine möglichst lange Kornfüllungsphase bei den höheren Temperaturen sind besonders ertragsichernde Faktoren. Daneben spielen auch eine Reihe

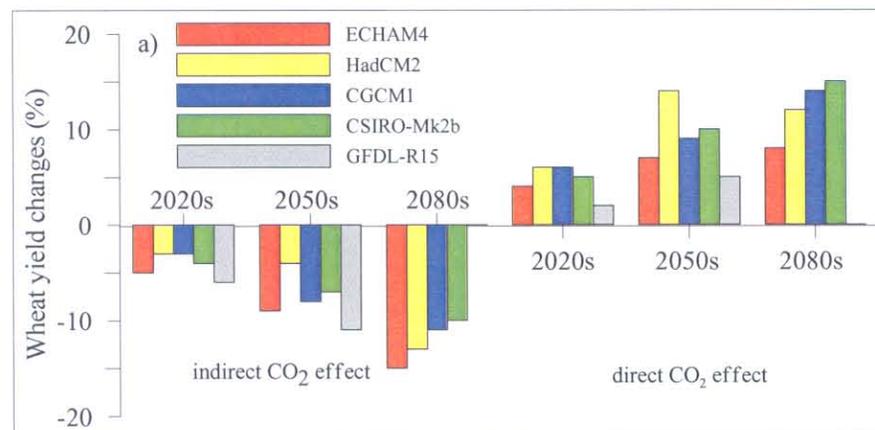


Abbildung 5: Die simulierte Veränderung der Winterweizenerträge im Norden Österreichs auf einem mittleren Boden mit und ohne Berücksichtigung des ertragssteigernden CO₂-Effektes, aufgrund 5 verschiedener Klimaszenarien

anderer Stressfaktoren, die bei Hitze und Trockenheit verstärkt auftreten, wie eine gute Resistenz gegenüber Ozon und UV-Strahlung eine nicht zu unterschätzende Rolle. Es bestehen bei den C3 Pflanzen wie Getreide auch arten- und sortenbedingte Unterschiede in der ertragssteigernden Reaktion auf (künftig) erhöhte Kohlendioxidgehalte der Luft.

Neben der Auswahl adaptierter Sorten stehen dem Landwirt eine Vielzahl von weiteren produktionstechnischen Maßnahmen zur Verfügung, welche zum Beispiel den Wasserhaushalt der Pflanzenbestände optimieren können. Hierbei steht vor allem der Schutz gegenüber Verdunstung durch Mulchdecken bzw. Windhecken im Vordergrund. Die Erhaltung einer guten Bodenstruktur zur Verbesserung der Wasserspeicherfähigkeit

und die Durchwurzelung haben zusätzlich auch bei den vermehrt vorkommenden Starkniederschlägen eine wichtige Schutzfunktion gegenüber Bodenerosion. Bewässerung, Anpassung und Optimierung der Nährstoffversorgung usw., Anpassungen in der Bodenbearbeitung (z.B. nicht-wendende Bodenbearbeitung) oder der Landnutzung (z.B. Fruchtfolgegestaltung, klein strukturierte Felder) und die Errichtungen von Dämmen oder Hagelschutznetzen kann notwendig und sinnvoll sein.

Klimaänderungen betreffen die Landwirtschaft in vielfältiger Hinsicht, die als komplexes Gesamtbild betrachtet werden müssen:

Die Eignung von Standorten bestimmter Produkte ändert sich, die Anforderung an die Adaptationsfähigkeit wächst, die

Gefährdung durch Extremereignisse, z.B. Dürre, Hagel, könnte steigen, Schädlings- und Krankheitsbefall sich verändern. Erntebedingungen, Transportwesen, Lagerkosten und -fähigkeit, Verarbeitungsmöglichkeiten und Nachfrage werden ebenfalls beeinflusst. Von Veränderungen in der Tierproduktion, im Waldertrag, im Tourismus u.a. Nebenerwerbsbereichen ist auszugehen. Nicht alle Änderungen müssen negativ sein: Das größere CO₂-Angebot kann z.B. temperaturbedingte Ertragseinbußen bei Getreide überkompensieren, oder neue Anbauggebiete könnten erschlossen werden. Die Notwendigkeit, Kohlendioxidemissionen zu reduzieren, macht Bioenergie und andere Alternativenenergien noch attraktiver und eröffnet dem Landwirt ein neues Arbeitsfeld.