



# Zuckerrübenanbau in Zeiten des Klimawandels

Von Pascal Kremer und  
Prof. Dr. Hans-Joachim Fuchs

2015 geht in die Geschichte als außerordentlich warmes und trockenes Jahr ein. Die Zuckerrübenanbauer mussten in manchen Gebieten enorme Ertragseinbußen im Vergleich zum Rekordjahr 2014 hinnehmen. Dies steht beispielhaft für die Entwicklung des Klimas in den letzten Jahrzehnten und in Zukunft. Welche Chancen und Risiken sich daraus für den Zuckerrübenanbau ergeben, wird am Beispiel von Rheinland-Pfalz und Südhessen beleuchtet.

## **Klimawandel: Vergangenheit und Zukunft**

Der Zuckerrübenanbau ist vom Produktionsfaktor Jahreswitterung maßgeblich abhängig und somit auch von sich ändernden Klimabedingungen unmittelbar betroffen. Von der Aussaat über den Feldaufgang, die Ertragsbildung und Krankheiten während der Hauptwachstumsphase bis hin zur Ernte ist die Witterung oft entscheidend für Erfolg oder Misserfolg einzelner Maßnahmen beim Anbau.

Die Zuckerrübe bildet Veränderungen des Klimas hervorragend ab und eignet sich daher gut als Beispiel für die Folgen des Klimawandels.

## **Im Brennpunkt des Wandels**

Das Zuckerrübenanbaugesamt in Rheinland-Pfalz und Südhessen im und rund um das Oberrheinische Tiefland gehört aufgrund seiner Lage zu den vom Klimawandel besonders betroffenen Regionen in Deutschland. In den vergangenen 130 Jahren ist die Jahresmitteltemperatur um 1,4 °C angestiegen.

Auch die für den Pflanzenbau relevante Bodentemperatur ist deutlich erhöht. Die Niederschlagsverteilung und -menge haben sich verändert. Im Winterhalbjahr wird eine höhere Niederschlagssumme bei gleichzeitig erhöhter Anzahl von Starkniederschlagsereignissen festgestellt. In den Sommermonaten, speziell im August, ist eine Niederschlagsabnahme nachweisbar. Gerade



Pascal Kremer  
ist Doktorand im Projekt Zukunft  
Zuckerrüben an der Johannes-  
Gutenberg Universität Mainz.



Die Folgen der Trockenheit sind auch eine stärkere Wasserverdunstung aus tieferen Bodenschichten und unbedeckter Erde sowie höherer Unkrautdruck. Damit werden auch Nematoden wieder mehr Nahrung finden und noch mehr Wasser der Produktion entzogen. In der Fruchtfolge werden manche Maßnahmen mehr als bisher den knappen Faktor Wasser beachten müssen.

Fotos (2): Siekmann

in diesem Jahr haben das sogar Menschen außerhalb der ländlichen Regionen festgestellt.

## **Die Temperatur steigt**

Für die Zukunft wird eine Fortsetzung der vergangenen Temperaturentwicklung projiziert. Einzelne Klimaprojektionen gehen von einer weiteren Temperaturerhöhung um 1,5 °C bis 2050 aus. Für die Niederschlagsmenge während der für den Zuckerrübenanbau ertragsrelevanten Sommermonate ist unter Einbezug verschiedener Klimamodelle keine eindeutige Aussage über die bevorstehende Entwicklung möglich.

Es ist jedoch wahrscheinlich, dass die Witterungsschwankungen von Jahr zu Jahr sowie auch jene innerhalb eines Jahres zunehmen.

Wie groß solche Jahr-zu-Jahr-Schwankungen durch den Klimawandel sein können und wie sie sich auf den Anbau und den erzielten Ertrag auswirken, zeigt sich regional beispielsweise beim Vergleich der Jahre 2014 und 2015 sehr deutlich.

Doch welche Auswirkungen sind für den Zuckerrübenanbau im Einzelnen zu erwarten?

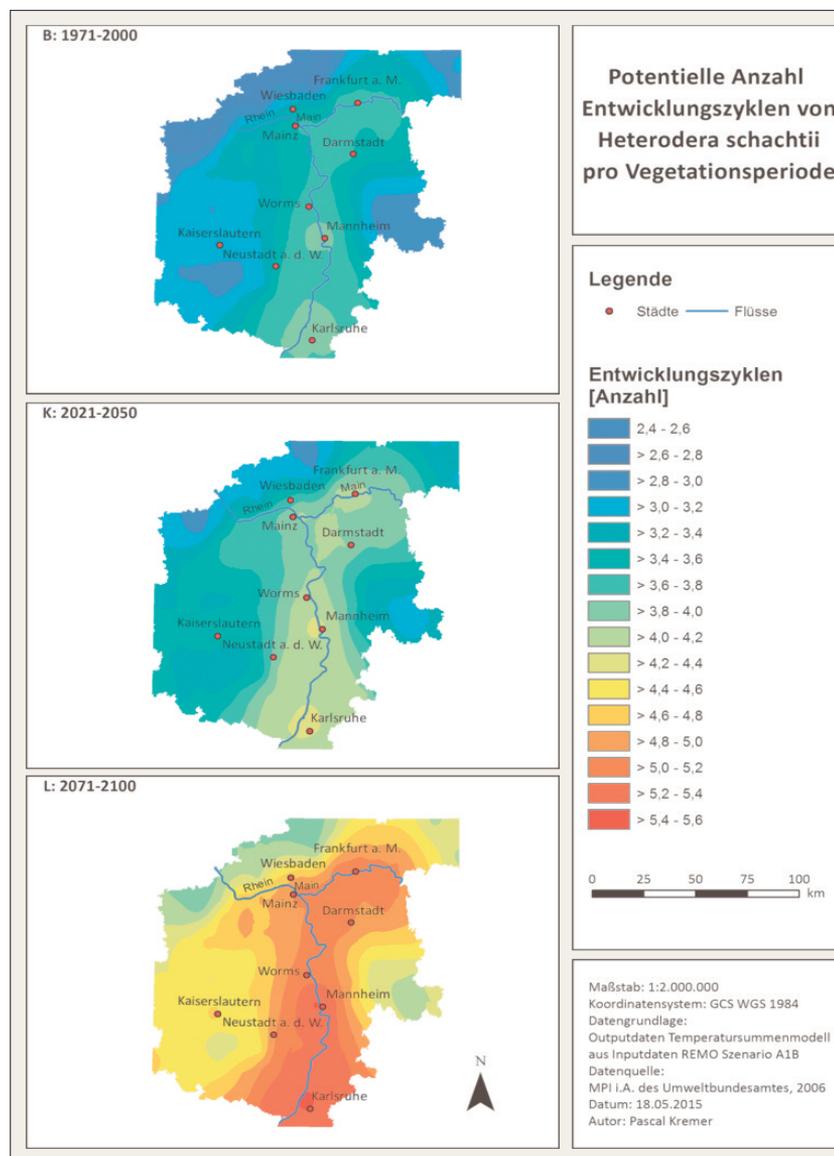
### Frühere Aussaat, beschleunigte Bestandsentwicklung

Regionale Untersuchungen zeigen einen deutlichen Trend hin zu früheren Aussaatterminen. Zwischen 1974 und 2014 hat sich im Mittel der Saatzeitpunkt der Rüben um etwa acht Tage verfrüht. Wurde vor 40 Jahren noch Ende März bis Mitte April gesät, wird aktuell die Aussaat vielerorts bereits Ende März abgeschlossen. Die Aussaat Mitte März wurde von der Ausnahme zur Regel. Diese Tendenz ist hauptsächlich auf das frühere Erreichen der für die Zuckerrübenkeimung nötigen Bodentemperatur von etwa 8 °C zurückzuführen. Im Zuge des Klimawandels ist das Risiko von Spätfrösten reduziert, sodass auch die damit zusammenhängende Gefahr von Umbrüchen mit anschließender Neuaussaat geringer ist.

### Ein Tag bringt 0,2 % Ertrag!

Ist die Bodenbefahrbarkeit möglich ohne dass Schädverdichtung droht, entscheidet ein möglichst früher Saattermin über das Ertragspotenzial. Als Faustzahl kann pro Tag früherer Aussaat bis Anfang April mit einem Plus im bereinigten Zuckerertrag von 0,2 %, bis Ende April von 0,6 % und später mit 1,2 % gerechnet werden. Die rechtzeitige und damit im Vergleich noch frühere Saat kann also enorm den Ertrag beeinflussen.

Praktiker berichten oft darüber, dass ein Bestand, der erst spät aufläuft, den Vorsprung der anderen Bestände nicht mehr aufholen kann. Die Wissenschaft kann das nur bestätigen: Die leicht erhöhten Frühjahrstemperaturen beschleunigen den Feldaufgang, die Blattbildung



Die zunehmende Klimaerwärmung führt zu einer stetig steigenden Generationenzahl der Nematoden. In 2015 hat erstmals eine fünfte Generation ihre Vermehrung im Rheingraben begonnen – bisheriger Höhepunkt der Geschichte. In den Karten ist die durchschnittliche Anzahl der Lebenszyklen der Nematoden in den drei Zeiträumen bis 2100 dargestellt. Von blau bis rot verdoppelt sich die Zahl der Zyklen. Die Nematoden-Anzahl vervielfacht sich dabei um ein Mehrfaches. Der Rüben nematode wird also auf Dauer gute Rahmenbedingungen antreffen, wenn die Sorten ihm eine Vermehrung erlauben. Daher muss die Populationsentwicklung in den verschiedenen Befallsregionen auch in der Fruchtfolge weiter beobachtet werden.

und den Bestandsschluss. Modellsimulationen zeigten, dass eine um zwei Wochen frühere Aussaat den Beständen im Mittel einen Entwicklungsvorsprung von mindestens 4 - 5 Tagen für die Hauptwachstumsphase verschafft, sodass auch früher der optimale Blattflächenindex von 3,5 erreicht wird. Dadurch können die Pflanzen während der Hauptwachstumsphase einen größeren Anteil der zur Verfügung stehenden Strahlung in Ertrag umsetzen. Die frühe Saat entscheidet also auch über die Möglichkeit, im Sommer während der Hauptwachstumsphase noch mitzuhalten. Mit Erreichen des Reihenschlusses verändert sich allerdings auch das Mikroklima im Bestand. Die Luftfeuchtigkeit ist erhöht, was auf der einen Seite Blattkrankheiten wie die Cercospora-Blattfleckenkrankheit in ihrer Entwicklung begünstigen kann. Dagegen kann man jedoch im Zweifelsfall handeln. Und nicht in allen Jahren ist das überhaupt ein Problem – wie dieses Jahr ebenfalls eindrucksvoll zeigt.

### Klimawandel lässt Erträge steigen

Etwa 40 - 50 % der jährlichen Ertragsschwankungen resultieren aus

der Witterung der Sommermonate. Entscheidend für die Ertragsbildung ist die Niederschlagssumme der Monate Juni bis September. Im Zeitraum 1991 - 2012 konnte im Mittel eine Zunahme der Niederschläge um etwa 50 mm pro Jahr festgestellt werden.

Neben der Wasserverfügbarkeit sind die vorherrschenden Temperaturen für die Ertragsbildung entscheidend. Optimal für das Rübenwachstum sind Tagesmitteltemperaturen von 18 - 19 °C. Diese Temperatur wird tendenziell früher erreicht,

in den Monaten Juli und August jedoch immer häufiger deutlich überschritten.

Insgesamt zeigte sich in der Vergangenheit für die Monate April bis Oktober eine leichte Zunahme der für das Pflanzenwachstum optimalen Temperaturen. Beide skizzierten Entwicklungen zusammengenommen hatten positive Auswirkungen auf die Ertragsentwicklung: Etwa 5 Tonnen Mehrertrag konnte durch die vorteilhafte Witterungsentwicklung erzielt werden. Zusammen mit dem züchterischen und anbautechni-

**Ihre Aufgaben wachsen.**

**Unsere Lösungen auch.**

Wir machen Ihre Aufgaben zu unseren und bieten Ihnen Maßfertigung auf dem Rahmen, Preis im Rahmen.

**WAGNER**  
Fahrzeugbau GmbH

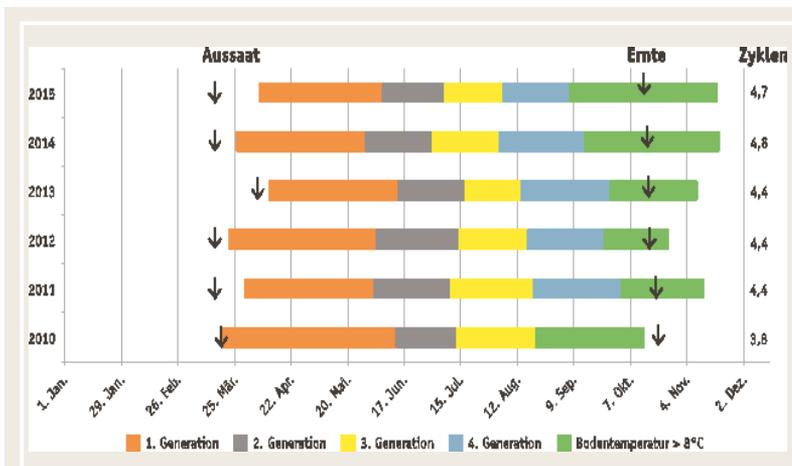
Am Sportpark 7 · 31673 Dröbigen  
 Tel.: 0 90 21 139 99 0-0 · info@wagner-fahrzeugbau.de

schon Fortschritt führte dies zu einer Ertragssteigerung um etwa 35 % seit Anfang der 1990er Jahre.

**Rübenzystematoden:  
Klimawandel fördert  
Vermehrung**

Der Rübenzystematode *Heterodera schachtii* ist in Süddeutschland der bedeutendste bodenbürtige Schädling und kann Ertragsverluste von bis zu 50 % verursachen. Betroffene Flächen waren dieses Jahr aufgrund der Trockenheit besonders gut an nestartig erschlafften Blattapparaten und Welkeerscheinungen verursacht durch den Schädling zu erkennen. Sein Entwicklungszyklus ist stark von der Bodentemperatur abhängig. Durch steigende Temperaturen und eine verlängerte Vegetationszeit wird die Populationsentwicklung begünstigt. Bis zu vier Generationen pro Jahr können ausgebildet werden. 2015 gab es mancherorts sogar eine fünfte Generation!

Durch die im Zuge des Klimawandels zu erwartenden höheren Boden-



Ab 8 Grad Celsius im Boden beginnt die Entwicklung der Nematoden. Während früher 2-3 Generationen üblich waren, ermöglichen steigende Temperaturen heute 4 Generationen, im aktuellen Jahr sogar einen fünften Zyklus. Die Untersuchungen im Projekt Zukunft Zuckerrübe bestätigen diese theoretische Berechnung. Sortenunterschiede können damit noch stärker wirken als bisher

temperaturen wächst also die Problematik, wodurch das Nematodenmanagement an Bedeutung gewinnt. Erst einmal an der Wurzel angekommen, verhindert die Trockenheit auch nicht seine weitere Vermehrung. Die Sortenwahl ist entscheidend! Der Anbau teilresistenter (bisher meist als „tolerant“ bezeichnete) Sorten verhindert einen Populationsaufbau auf dem Acker über die Fruchtfolge, was einen wesentlichen Beitrag zum integrierten Pflanzenschutz darstellt und zum nachhaltigen Zuckerrübenanbau beiträgt.

**Blattkrankheiten:  
Frühere und schnellere  
Epidemieverläufe?**

Die Cercospora-Blattfleckenkrankheit ist regional neben Echtem Mehltau, Rübenrost und der Ramularia-Blattfleckenkrankheit die bedeutendste Blattkrankheit. Witterungsabhängig variieren die Befallsverläufe. Cercospora kann im Extremfall zu Einbußen des bereinigten Zuckerertrags von bis zu 50 % führen. Im Mittel kann durch fungizide Blattbehandlung ein Mehrertrag von gut 8 % gegenüber der unbehandelten Kontrolle erzielt werden. Optimale Bedingungen für den Pilz herrschen bei hohen Temperaturen über 27 °C und hoher relativer Luftfeuchte. Modellsimulationen zeigen ein tendenziell früheres Auftreten der Cercospora-Blattfleckenkrankheit und beschleunigte Befallsverläufe für die Zukunft. Dies gilt auch für Mehltau, Rost und Ramularia.

Cercospora wird regional die bedeutendste Blattkrankheit bleiben. Für die erfolgreiche Bekämpfung der Blattkrankheiten ist der erste Fungizideinsatz entscheidend. Verlängerte Vegetationsperioden und im Mittel steigende Temperaturen können

langfristig zu einem erhöhten Fungizidbedarf führen. Um die Aufwandsmengen so gering wie möglich zu halten muss die Fungizidbehandlung zum optimalen Zeitpunkt erfolgen. Weder zu früh noch zu spät dürfen Behandlungen stattfinden. Wer wie in diesem Jahr schon früh behandelte, hatte oft noch gar keinen Befall zu bekämpfen. Dagegen hat eine etwas später – weil nach Warnaufruf – erfolgte Behandlung auch noch den Mehltau ggf. miterfasst.

Hilfe hierbei bietet beispielsweise das aktuell im Weiterentwicklungsprozess befindliche Prognosemodell CERCET3 auf [www.isip.de](http://www.isip.de). Ziel ist hierbei, die starren Bekämpfungsschwellenwerte durch ein dynamisches Modell zu ersetzen, in dem der tatsächliche Befallsdruck und die Wirkung von Fungiziden eine Rolle spielen.

**Die Extreme nehmen zu:  
2014 und 2015 im Vergleich**

Mit dem Rekordertrag von 87,3 t/ha stellt das Jahr 2014 den aktuellen Höhepunkt der Ertragsentwicklung in Rheinland-Pfalz und Südhessen dar. Eine relativ frühe Aussaat, durchschnittliche Niederschlagsmengen verteilt über die Vegetationsperiode bei gleichzeitig moderaten Temperaturen und hohen Globalstrahlungssummen charakterisierten die Sommermonate.

Der „goldene“, relativ milde und feuchte Herbst machten durch die gesunden Blattapparate selbst in der Spätphase der Wachstumszeit noch enorme Ertragszuwächse möglich. Blattkrankheiten übten aufgrund der schnellen Abtrocknung der Bestände nach ergiebigen Niederschlägen kaum Befallsdruck aus und konnten durch gezielten Fungizideinsatz gut kontrolliert werden.

Ganz anders verlief bisher die Vegetationsperiode 2015, die in starkem Kontrast zu 2014 steht. Außer im Januar, in dem die Niederschläge etwas höher als im langjährigen Mittel waren, fielen im aktuellen Jahr durchweg zu geringe Niederschlagsmengen. Es fehlen etwa 50 % der im langjährigen Mittel erzielten Niederschläge. Hinzu kamen die lang anhaltenden Hitzeperioden mit Rekordtemperaturen von bis zu 39,7 °C (Bad Dürkheim, 05.07.2015), während derer sich die Rüben „schlafen“ legten, um Wasser einzusparen. Blattwelke war verbreitet vorzufinden, was sich wiederum negativ auf den Ertrag ausgewirkt hat.

Die Hoffnungen lagen auf einem ähnlichen Witterungsverlauf wie im Herbst 2014. Doch war dieser 2015 bei weitem nicht so optimal und vor allen Dingen auch wieder trocken.

Im Zuge des Klimawandels ist mit einer Zunahme solch extremer Witterungsverläufe zu rechnen. Sowohl die Jahr-zu-Jahr-Schwankungen als auch die Extremwetterereignisse innerhalb eines Jahres werden im Zuge des Klimawandels wahrscheinlich zunehmen.

**Zuckerrübe  
gewinnt im Vergleich**

Im Zuge des Klimawandels ist mit einem weiteren Temperaturanstieg und geringeren Niederschlagssummen während der Hauptwachstumsphase bei gleichzeitig verlängerter Vegetationsperiode zu rechnen. Der Klimawandel bietet die Chancen einer früheren Aussaat, was das Ertragspotenzial erhöht. Die Bestandesentwicklung ist im Mittel beschleunigt.

Größere Ertragszuwächse können in der Spätphase der Vegetationszeit realisiert werden. Risiken für den Zuckerrübenanbau ergeben sich aus saisonaler Wasserunterversorgung und erhöhtem Blattkrankheitsdruck. Die Chancen dürften die Risiken jedoch überwiegen.

Die Zuckerrübe wird insgesamt zu den Gewinnern des Klimawandels im Vergleich zu den anderen Kulturen zählen. Auch das ist ein wichtiges Argument für den Rübenanbau besonders in trockeneren Regionen. Kaum eine Kultur kann solche Phasen besser überstehen.

Die Winterrübe und verbesserte Sommerrüben werden weitere Ertragssteigerungen trotz kritischer Temperaturerhöhungen bringen. Der Klimawandel wird die Produktionstechnik aber noch stärker herausfordern und Fragen der wasserschonenden Bewirtschaftung in den Vordergrund rücken.

**PROJEKT  
ZUKUNFT  
ZUCKERRÜBE**

Das Projekt Zukunft Zuckerrübe ist ein interdisziplinäres und länderübergreifendes Forschungsprojekt. Förderer sind die Ministerien für Umwelt und Landwirtschaft in Rheinland-Pfalz und Hessen, das Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen Rheinland-Pfalz, Strube GmbH & Co.KG; das Kuratorium für Versuchswesen und Beratung im Zuckerrübenanbau; die Stiftung Südwestdeutscher Zuckerrübenanbau sowie die Johannes-Gutenberg-Universität Mainz und die Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn. Im Zentrum der Arbeiten steht die vorbeugende Bekämpfung des derzeit bedeutendsten Rübenschädling, dem Rübenematoden. Darüber hinaus wird auch das Thema „Anpassung des Zuckerrübenbaus an den Klimawandel“ intensiv bearbeitet. Die Zuckerrübe zeigte sich in Voruntersuchungen als bestens geeignet, um den Klimawandel länderübergreifend zu beobachten und gleichzeitig aktiv zu bewältigen.