

# Klimawandel und Kartoffelanbau – was ist zu erwarten?

**G**egenwärtig vollzieht sich ein Prozess globaler Erwärmung infolge einer messbaren, durch den Menschen verursachten Veränderung der Atmosphärenzusammensetzung durch verstärkten Ausstoß so genannter Treibhausgase wie Kohlendioxyd, Methan, Lachgas und Fluorkohlenwasserstoffe.

Die Auswirkungen des globalen Klimawandels werden sich nicht in allen Regionen der Erde in gleicher Weise zeigen. Für den mitteleuropäischen Raum ergeben sich als wichtigste Konsequenzen:

- Je nach Anstieg der Treibhausgase können die Temperaturen bis zum Ende des laufenden Jahrhunderts – vor allem im Süden und Südosten – um mehr als 4°C im Vergleich zu den letzten 40 Jahren steigen.
- Im Sommer wird es in weiten Teilen deutlich weniger Niederschläge geben. Im Winter werden mehr Niederschläge

fallen, allerdings wegen der gestiegenen Temperaturen weniger Schnee.

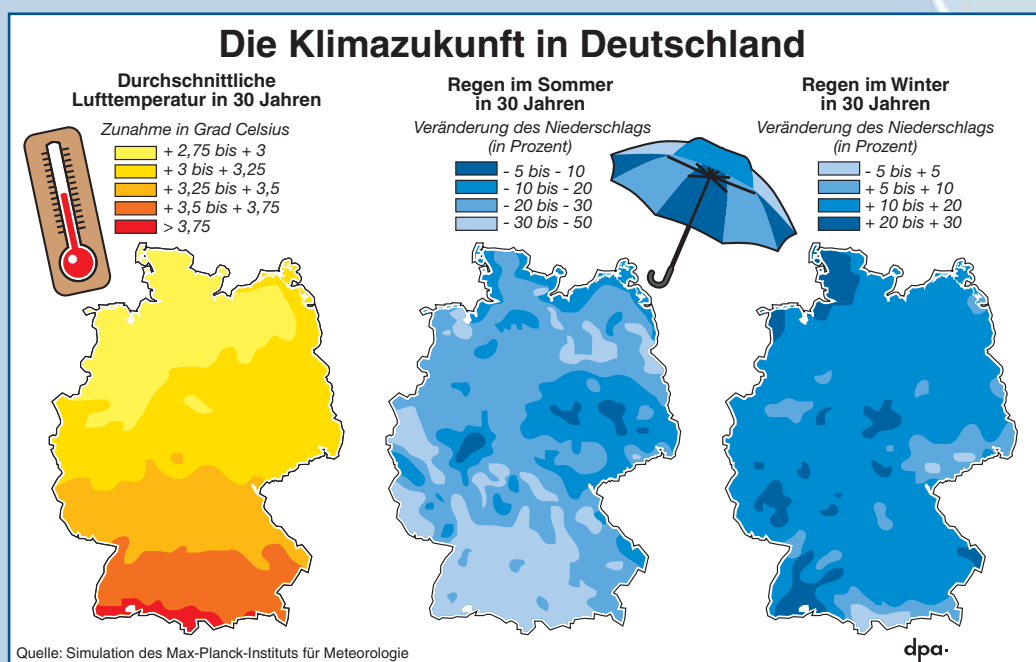
- Es wird eine Ausbreitung der Trockengebiete vom Süden her in den Mittelmeerraum erfolgen.
- Die Wetteranomalien werden zunehmen.

## Pflanzenwachstum

Die kalkulierbaren Auswirkungen auf das Pflanzenwachstum und den Pflanzenbau zeigt Abbildung 1 (siehe S. 20). Danach wird eine Verlängerung des nutzbaren Vegetationszeitraumes eintreten, d.h., der mögliche Beginn der Feldarbeiten kann früher und das Ende später eintreten. Die Phasendauer für den Ablauf der Vegetationsprozesse, z. B., von Pflanzenaufgang bis Blüte, wird sich verkürzen.

Die Atmungsintensität der an gemäßigte Klimate gewöhnten Pflanzen wird sich

verstärken und die Nettoassimilationsrate wird sich dadurch vermindern, das heißt die Nettoerträge dieser Pflanzen werden zurückgehen. Es ist mit einem Anstieg von Winderosionen und unproduktiver Verdunstung in den Sommermonaten zu rechnen. Ein erhöhter CO<sub>2</sub>-Gehalt kann allerdings dem Ertragsrückgang von C3-Pflanzen in gewissen Grenzen entgegenwirken, wenn dieser bisher die Ertragsbildung limitiert hat. Bei Wassermangel kann es infolge Trockenheit im Boden auch zu einer verminderten Nährstoffaufnahme kommen. Der Abbau organischer Substanz wird sich verstärken und die Stabilität der Bodenstruktur wird abnehmen. Die Bekämpfbarkeit von Krankheiten und Unkräutern wird sich überwiegend verschlechtern und es werden neue wärmeliebende Schaderreger und Krankheiten auftreten.



## Anforderungen an das Klima

Entsprechend ihrer botanischen Herkunft ist die Kartoffel eine Pflanze kühl-gemäßigter Klimaregionen mit mittleren Jahrestemperaturen zwischen 6 und 10°C. Klima und Witterung haben sehr großen Einfluss auf Wachstum, Ertragshöhe und Qualität. Besonders groß ist der Ertragsabfall in wärmeren Regionen, wenn die optimalen Temperaturwerte überschritten werden. Wassermangel und zu große Nässe in Verbindung mit Luftmangel im Boden behindern das Wachstum der Kartoffel ebenso.

## Temperatur

Kartoffelkraut und Kartoffelknollen sind für ihre relativ hohe Frostempfindlichkeit bekannt. Bei 8°C beginnen die Knollen nach Ablauf der Keimruhe mit gewisser Schwankungsbreite zwischen den Sorten

sicher zu keimen. Das Optimum für das Knollenwachstum liegt bei ca. 17°C. Ab Temperaturen über 20°C sinkt die Netto-photosyntheseleistung. Bei Temperaturen über 30°C treten Hitzenekrosen auf, bei Temperaturen über 40°C verlieren die Pflanzen die Fähigkeit zu weiterer Entwicklung und bei Temperaturen über 45°C tritt der Wärmetod ein.

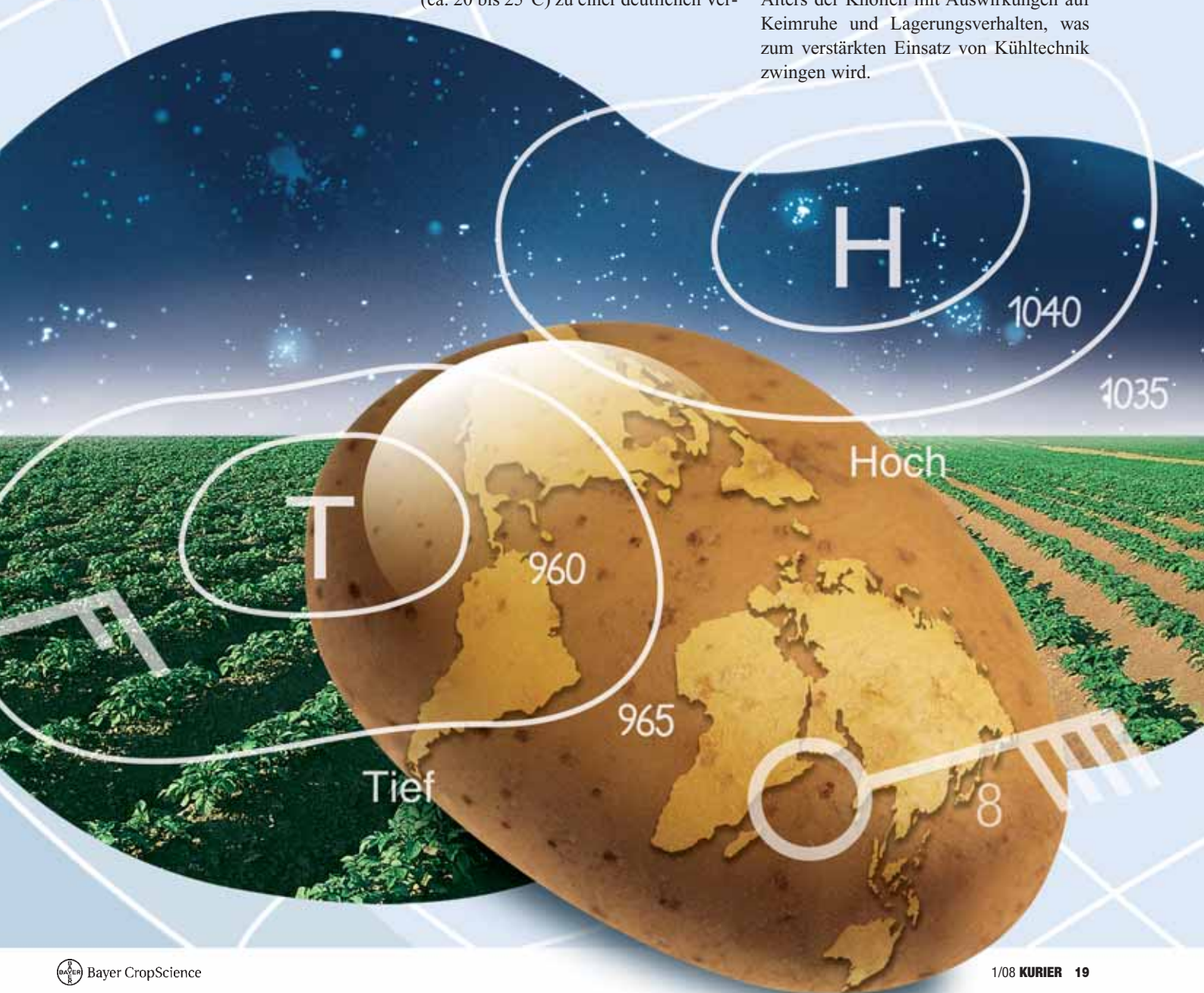
Der Einfluss der Temperatur auf die Entwicklungsgeschwindigkeit der Kartoffelpflanzen ist unter unseren Anbaubedingungen für die zeitlich aufeinander folgenden Entwicklungsphasen wie folgt zu charakterisieren:

- Phase zwischen Pflanzung und Auflaufen: Je nach physiologischem Alter und Art der Pflanzgutvorbehandlung kann diese Zeitspanne zwischen unter 20 Tage (bei ca. 18 bis 20°C) und über 35 Tage (bei ca. 8 bis 10°C) betragen.
- Phase Blattentwicklung bis zur Blüte: In dieser Phase führen höhere Temperaturen (ca. 20 bis 25°C) zu einer deutlichen Ver-

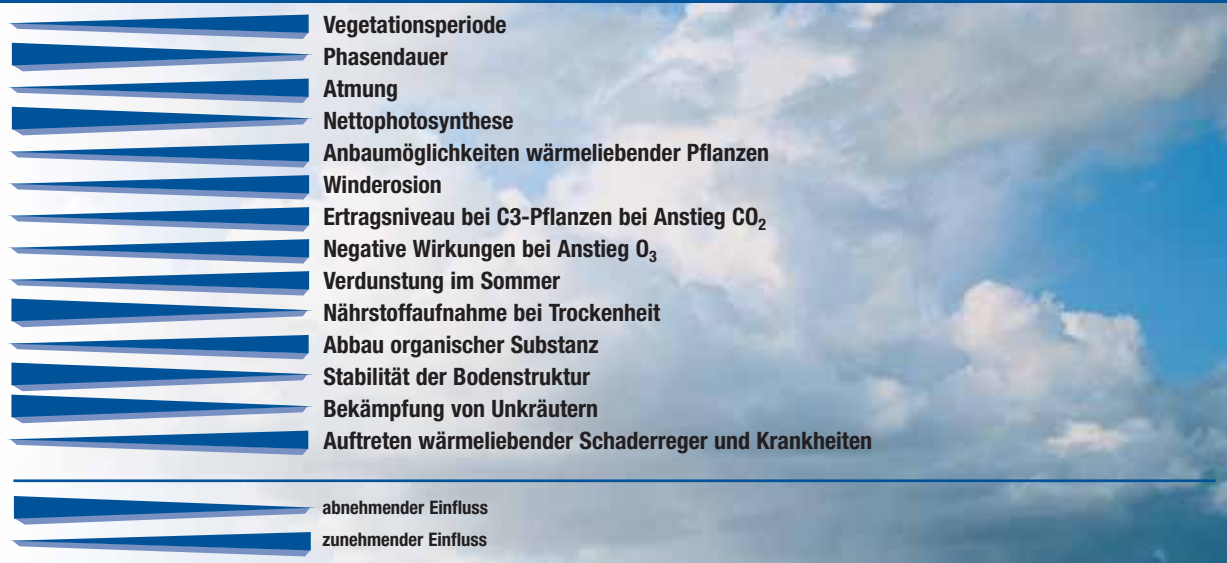
kürzung der Zeitspanne bis zum Stolonenansatz und bis zum Blühbeginn. Krauthöhe und Blattmasse sind geringer, Blattanzahl und Stengelverzweigungen sind erhöht gegenüber Aufwuchsbedingungen bei niedrigeren Temperaturen.

- Phase Knollenbildung und Knollenwachstum: In dieser Phase sind eher gemäßigte Temperaturverhältnisse zwischen 15 und 22°C für eine maximale Ertragsbildung ausreichend. Bei Temperaturen über 25°C erfolgt kein weiterer Knollenansatz, das Knollenwachstum ist stark gehemmt und es erfolgt ein vorzeitiges Absterben des Krautes.

Eine mögliche Erhöhung der Durchschnittstemperaturen um 2 bis 4°C wird sich weniger in einer Steigerung der Spitzenwerte als vielmehr der allgemeinen Durchschnittstemperatur auswirken. Das bedeutet eine höhere Atmung auch in den Nachtstunden, eine frühere Abreife und deutliche Erhöhung des physiologischen Alters der Knollen mit Auswirkungen auf Keimruhe und Lagerungsverhalten, was zum verstärkten Einsatz von Kühltechnik zwingen wird.



**Abb. 1: Auswirkungen möglicher Klimaveränderungen auf den Pflanzenbau in Mitteleuropa**



**Abb. 2: Tendenzieller Einfluss der Temperatur während der Vegetation auf ausgewählte Wachstums- und Qualitätsmerkmale bei Kartoffeln**



**Abb. 3: Tendenzieller Einfluss der Wasserversorgung während der Vegetation auf ausgewählte Wachstums- und Qualitätsmerkmale bei Kartoffeln**



Die Wirkungen auf weitere Ertragsmerkmale sowie zu Knolleninhaltsstoffen gehen aus Abbildung 2 hervor. Die aufgezeigten Wirkungen treten nicht überall und nicht unter allen Bedingungen auf.

## Niederschlag und Bodenfeuchte

Der Wasserbedarf eines heranwachsenden Kartoffelbestandes ist in Abhängigkeit vom Entwicklungsstadium sehr unterschiedlich. Während des Keimwachstums bis zum Auflaufen wird der Bedarf durch die Mutterknolle gedeckt. Auch in der Phase der Jugendentwicklung ist der Wasserbedarf noch gering. Im Gegenteil: Hohe Bodenfeuchte in Verbindung mit niedrigen Temperaturen wirkt sich nachteilig auf die spätere Bestandsentwicklung aus. In der Phase Knospentbildung/-ansatz bis zur Vollblüte haben die Kartoffeln den höchsten Wasserbedarf. Hier sollte die nutzbare Feldkapazität nicht unter 50%, besser 60%, liegen. Sinkt die nutzbare Feldkapazität in der nachfolgenden Wachstumsphase unter 50%, besteht Beregnungsbedarf. Andernfalls sind neben Minderertrag auch Auswirkungen auf die Qualität zu erwarten.

Reichliche Wasserversorgung nach Trockenperioden hat ebenfalls negative Auswirkungen auf die Qualität (z. B. verzögerte Abreife, Rissigkeit, Zwiewuchs, Losschaligkeit).

Die tendenziellen Wirkungen unterschiedlicher Wasserversorgung auf wichtige Ertrags- und Qualitätsmerkmale zeigt Abbildung 3.

Auf der Mehrheit der Standorte wird die Ertragsbildung durch die Wasserversorgung limitiert. Der Wasserbedarf bzw. der Wasserverbrauch, den Pflanzen für ungestörtes Wachstum und Entwicklung benötigen, wird über den Transpirationskoeffizienten angegeben. Als Maß gilt dabei die Menge Wasser in Liter, die zur Bildung von 1 kg Trockensubstanz erforderlich ist. Für die Kartoffel schwanken die Angaben dazu in großer Streubreite. Der Mittelwert liegt bei ca. 500 bis 600 l. Die tatsächlichen Werte werden durch solche Faktoren wie Sorte, Entwicklungsverlauf, Nährstoffversorgung und Nutzungsart modifiziert. Es werden somit etwa 500 l Wasser benötigt, um 5 kg Frischsubstanz (bei 20% TS) zu bilden oder anders ausgedrückt: Für 100 dt Kartoffeln werden 80 bis 100 mm (= 80 bis 100 l/m<sup>2</sup>) Wasser benötigt, die den Kartoffelbestand durchströmen müssen und wieder ausgeschieden werden.

Im Rahmen der Züchtung neuer Sorten erfolgte bisher die Berücksichtigung des Merkmals Trockenstressanfälligkeit vorrangig über die Erfassung der Ertragsleistung in Trockenjahren. Das wird für die Zukunft nicht ausreichen, um angepasste Formen schneller zu finden, was die Anwendung moderner Züchtungsverfahren erfordert.

Im Hinblick auf die Niederschlagsverhältnisse zeigt sich, dass der Nordosten Deutschlands im Mittel ca. 100 mm weniger Niederschlag aufweist als z. B. der Westen oder Süden Deutschlands. Im Einzelfall können die Schwankungen zwischen den Einzeljahren und Regionen jedoch noch viel deutlicher ausfallen. Diese Differenzierung wird sich verstärken und damit ist zu erwarten, dass sich der Kartoffelanbau von Trockenlagen ohne Möglichkeiten der Versorgung mit Zusatzwasser zu den besser mit Wasser versorgten Standorten verlagern wird.

Die zu erwartenden Veränderungen des Klimas bedeuten hinsichtlich der Niederschläge weniger eine Verminderung der Jahresmenge als vielmehr eine Verlagerung vom Sommer auf den Winter. Das Ausmaß könnte je nach Region bis zu 50% betragen, was auf mittleren und erst recht auf ungünstigen Standorten schon eine kritische Größenordnung darstellt.

Wegen der räumlich sehr differenzierten Niederschlagshöhen sind besonders auf Trockenstandorten zukünftig verstärkt Wasser sparende Verfahren der Bodennutzung bzw. der Einsatz von Zusatzwasser unumgänglich, um die Ertragsbildung nicht durch Wassermangel zu stark zu limitieren, wenn dort weiterhin Kartoffelanbau betrieben werden soll oder muss.

## Sonneneinstrahlung

Die Auswirkungen zunehmender Strahlung auf Ertrags- und Qualitätsmerkmale werden von den begleitenden Umweltfaktoren Temperatur und Wasserversorgung sowie von Sorte und Nährstoffversorgung überlagert und damit unter praktischen Bedingungen nicht isoliert wirkend erkennbar. Die Pflanzen sind in der Lage, in gewissen Grenzen aktiv auf Veränderungen zu reagieren und sich zeitversetzt in ihrer Morphologie z. B. hinsichtlich Krautwachstum und Staudenarchitektur anzupassen.

Da die im Sommerhalbjahr zu erwartende Temperaturerhöhung mit einer Zunahme der Sonnenscheindauer verbunden sein wird, ergibt sich gegenüber den heutigen Verhältnissen eine Zunahme der photosynthetisch nutzbaren Strahlung, was zunächst eine erhöhte Bildung von Trockenmasse bewirken kann. Das gilt aber nur, wenn dieser Prozess nicht mit einer zu starken Temperaturerhöhung bzw. Wassermangel gekoppelt ist und sich durch den Anstieg der Atmungsintensität die Nettoassimilationsrate nicht verschlechtert. Zu starke Einstrahlung ist mit einer Verminderung der Photosyntheserate geschlossener Pflanzenbestände verbunden, was meist zu Ertragsrückgang führt. Um dem negativen Einfluss zu hoher Einstrahlung zu entgehen, ist die Verlagerung der Wachstumsphase in Richtung zeitiges Frühjahr ein denkbarer Ausweg. Unter den damit verbundenen Kurztagsverhältnissen vermindert sich die Krautentwicklung, die Knollenanzahl nimmt zu und die Abreife erfolgt früher.

## Schlussbetrachtung

Die Treffsicherheit einer Vorhersage nimmt mit Zunahme des Prognosezeitraums ab. Ein Zeitraum von ca. 10 bis 20 Jahren gilt für die heutige schnelllebige Zeit schon als sehr lang. Wie sich der Klimawandel bis zum Ende des laufenden Jahrhunderts tatsächlich vollziehen wird, kann niemand mit Sicherheit voraussehen. Die aus den erkennbaren Trends abgeleiteten Konsequenzen und Schlussfolgerungen scheinen jedoch schlüssig und sind vor allem sehr gegenwartsbezogen.

Die möglichen Auswirkungen auf den Kartoffelanbau in Deutschland sind gut nachvollziehbar und decken sich mit den Erfahrungen in den Regionen, in denen bereits heute das für uns prognostizierte Klima herrscht. Dabei sollte nicht außer Acht gelassen werden, dass völlig unabhängig vom Klimawandel sich in der Kartoffelwirtschaft ständig Veränderungen abzeichnen, die auf den Erfordernissen des Marktes beruhen. ■

Prof. Dr. Peter Schuhmann  
Rostock