

MANFRED STOCK

## **Klimawandel und Szenarien für Deutschland und ihre möglichen Folgen für Land- und Wasserwirtschaft**

Kurzfassung eines Festvortrags auf dem 5. Wilhelm-Stahl-Symposium in Dummerstorf am 9. Oktober 2008

### **Abstract**

A climate change scenario for Germany until 2055 is described as a first step to assess climate impacts on agriculture and water resources. The impacts depend further more on adaptation measures in land and water management. But the existing chances of adaptation can only be used if assisted by proper and consequent measures to reduce greenhouse gas emissions.

Keywords: climate change, impacts, land management, water management, adaptation

### **Zusammenfassung**

Ein Klimawandelszenario für Deutschland bis 2055 wird vorgestellt, um die möglichen Folgen für die Land- und Wasserwirtschaft abzuschätzen zu können. Die Auswirkungen sind im starken Maße davon abhängig, ob Anpassungsmaßnahmen in der Land- und Wasserwirtschaft greifen. Ein Schwerpunkt muss dabei auf konkreten und konsequenten Maßnahmen zur Verringerung der Treibhausgasemissionen liegen.

Schlüsselwörter: Klimawandel, Auswirkungen, Landwirtschaft, Wasserwirtschaft, Anpassung

### **Einleitung**

Das Klima hat sich im Verlauf der Erdgeschichte häufig verändert und befindet sich derzeit am Anfang einer neuen globalen Erwärmung, an der die Menschheit wesentlich beteiligt ist. Spätestens seit 1970 sind die Beobachtungsdaten ohne die anthropogenen Treibhausgasemissionen nicht mehr zu erklären. Eine Konsequenz des Klimawandels ist, dass die an charakteristische regionale Witterung angepassten Bewirtschaftungsformen nachgebessert werden müssen. Dies betrifft auch Land- und Forstwirtschaft, Wasserver- und -entsorgung und Versicherungsrisiken.

### **Szenarien und Perspektiven des Klimawandels**

Der aktuelle Bericht des UN-Weltklimarates (IPCC 2007: <http://www.ipcc.ch>) macht deutlich, dass die Zukunft von Wirtschaft und Gesellschaft in diesem Jahrhundert entscheidend von den jetzt zu treffenden Weichenstellungen zu Klimaschutz und Anpassung abhängt. Abbildung 1 zeigt die für verschiedene Szenarien unterschiedliche Entwicklung der globalen Erwärmung in diesem Jahrhundert im Vergleich zu den Beobachtungsdaten des vorangegangenen.

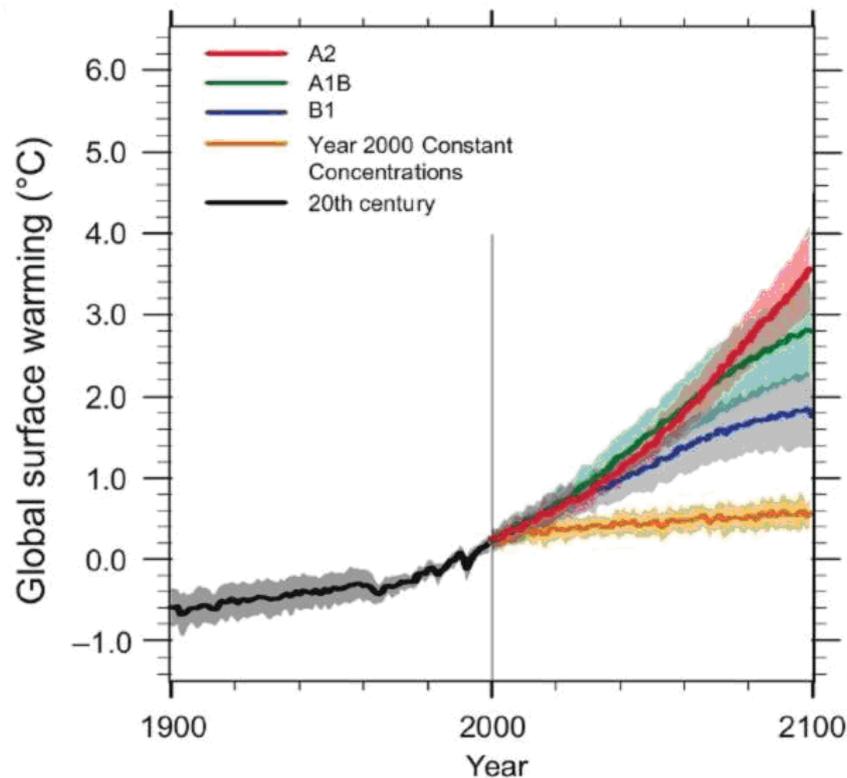


Abb. 1: Beobachtungsdaten der Globalen Erwärmung von 1900 bis 2000 und Szenarien bis 2100 (relativ zu 2000) nach IPCC 2007 (<http://www.ipcc.ch>)

Im Prinzip haben wir die Wahl zwischen zwei gegensätzlichen Pfaden in die Zukunft:

- Beim Klimaschutzpfad (etwa Szenario B1 in Abbildung 1) gelingt es mit einem ehrgeizigen Umbau der Nutzungsstrukturen von Energie- und anderen Ressourcen, die globale Erwärmung auf 2 Grad über dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen. Durch Anpassungsmaßnahmen lassen sich die Auswirkungen des Klimawandels zumindest in den Industrienationen in akzeptablen Grenzen halten, teilweise können sich auch Vorteile ergeben und Chancen nutzen lassen.
- Beim Pfad „Business as usual“ (Szenario A2 in Abbildung 1) ist die Nutzung fossiler Ressourcen lediglich durch die derzeit herrschenden Gesetze des Marktes begrenzt, was zu einer deutlich stärkeren Erwärmung führt. In den ersten drei Jahrzehnten dieses Jahrhunderts unterscheiden sich die Klimafolgen noch wenig von Pfad A. In den folgenden Jahrzehnten muss aber damit gerechnet werden, dass eine zunehmende Häufung extremer Ereignisse die Anpassungsmöglichkeiten überfordern – mit entsprechenden negativen Begleiterscheinungen. Für ein Umsteuern dürfte es dann aber wegen der Trägheit des Klimasystems zu spät sein.

Der extrem heiße Sommer 2003 in Westeuropa liegt außerhalb der bisherigen Statistik der Sommertemperaturen und könnte ein Modell dafür sein, was zukünftig ab 2040 ein eher normaler oder ab 2060 ein eher kühler Sommer sein könnte. Kennzeichen waren Bilder von verdorrten Feldern und Niedrigwasser in Flüssen, aber auch etwa 50 000 zusätzliche Hitzetote in Europa im August 2003. Erinnern wir uns ein Jahr weiter zurück: Hochwasser an Elbe, Mulde und Donau im Sommer 2002. Bei den mit verschiedenen Extremereignissen zusammenhängenden Großwetterlagen sind Veränderungen etwa seit 1970 festzustellen (STOCK, 2003).

### Regionale Klimaänderung in Deutschland

Hinsichtlich der Temperaturentwicklung haben die globalen Klimamodelle eine für regionale Auswirkungen in der Regel brauchbare Genauigkeit. Dies gilt nicht in gleichem Maße für andere Klimaparameter, die für die Abschätzung von zu erwartenden Auswirkungen ebenfalls von Bedeutung sind, wie z. B. die Entwicklung der Niederschläge. Bei der zukünftigen Niederschlagsentwicklung zeigen verschiedene Klimamodelle jahreszeitlich und regional differenziert zum Teil unterschiedliche Trends.

In Deutschland werden vier Regionale Klimamodelle eingesetzt, um für Regionen genauere Aussagen zu ermitteln. Es sind die statistischen Modelle WETTREG (CEC Potsdam) und STAR (PIK Potsdam) sowie die dynamischen Modelle REMO (MPI Hamburg) und CCLM (COSMO-CLM). Letzteres ist eine Gemeinschaftsentwicklung verschiedener Institutionen (COSMO: Consortium for Small-scale Modelling und CLM: Climate Limited-area Modelling Community). Szenarien für Deutschland aus Berechnungen der Modelle WETTREG und REMO stellt das Umweltbundesamt bereit (UBA, 2007). Derzeit wird beim DWD und am PIK in einem Modellvergleich untersucht, wie gut die Berechnungen für die vergangenen Jahrzehnte mit den Beobachtungsdaten übereinstimmen. Die Ergebnisse werden bis Ende 2008 erwartet. Das am PIK verwendete statistische Regionalmodell STAR mit einem sogenannten „downscaling“ von Temperaturentrends globaler Klimamodelle liefert regionale Klimaszenarien für den Zeitraum 1951 bis 2055, die an der Klimaentwicklung der Vergangenheit erfolgreich validiert werden konnten und inzwischen mit verbesserter Genauigkeit vorliegen. Die Abbildungen 2 und 3 zeigen Ergebnisse für die saisonale Entwicklung von Temperatur und Niederschlag in Deutschland auf der Basis eines A1B-Szenarios (GERSTENGARBE und WERNER, 2005; WERNER und GERSTENGARBE, 2007).

Die im Jahresmittel regional differenzierte Erwärmung von 1,7 bis 2,4 K ist im Herbst und Winter stärker als im Frühjahr und Sommer. Damit erfolgt eine Ausweitung der Vegetationsperiode sowie eine Veränderung des winterlichen Schnee- und Frostregimes. Das Risiko von Spätfrostschäden sinkt wegen des früheren Austriebs nicht.

Ferner ist zu erwarten, dass sich die schon in den letzten Jahrzehnten beobachtete regionale und zeitliche Ungleichverteilung des Niederschlags weiter verstärkt. Das bedeutet mehr Niederschlag im Winter und weniger im Sommer sowie eine negative klimatische Wasserbilanz während der Vegetationsperiode vor allem im Osten Deutschlands. Es deutet sich an, dass der Trend zu mehr Starkregenereignissen bei abnehmendem Dauer- bzw. Landregen sich weiter fortsetzt. Dies verstärkt Erosionsrisiken und Wasserdefizite.

### Mögliche Folgen für Land- und Wasserwirtschaft

Für die Landwirtschaft hat der Klimawandel positive und negative Wirkungen zugleich. Einerseits steigt der Wasserstress der Pflanzen in den Sommermonaten, andererseits wirkt der Anstieg der Konzentration von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) in der Atmosphäre wie ein Düngemittel. Er stimuliert die Photosynthese und mindert die Folgen der Trockenheit. Die hier dargestellten Projektionen der Klimaentwicklung werden sich unmittelbar auf den Alltag der landwirtschaftlichen Betriebe auswirken.

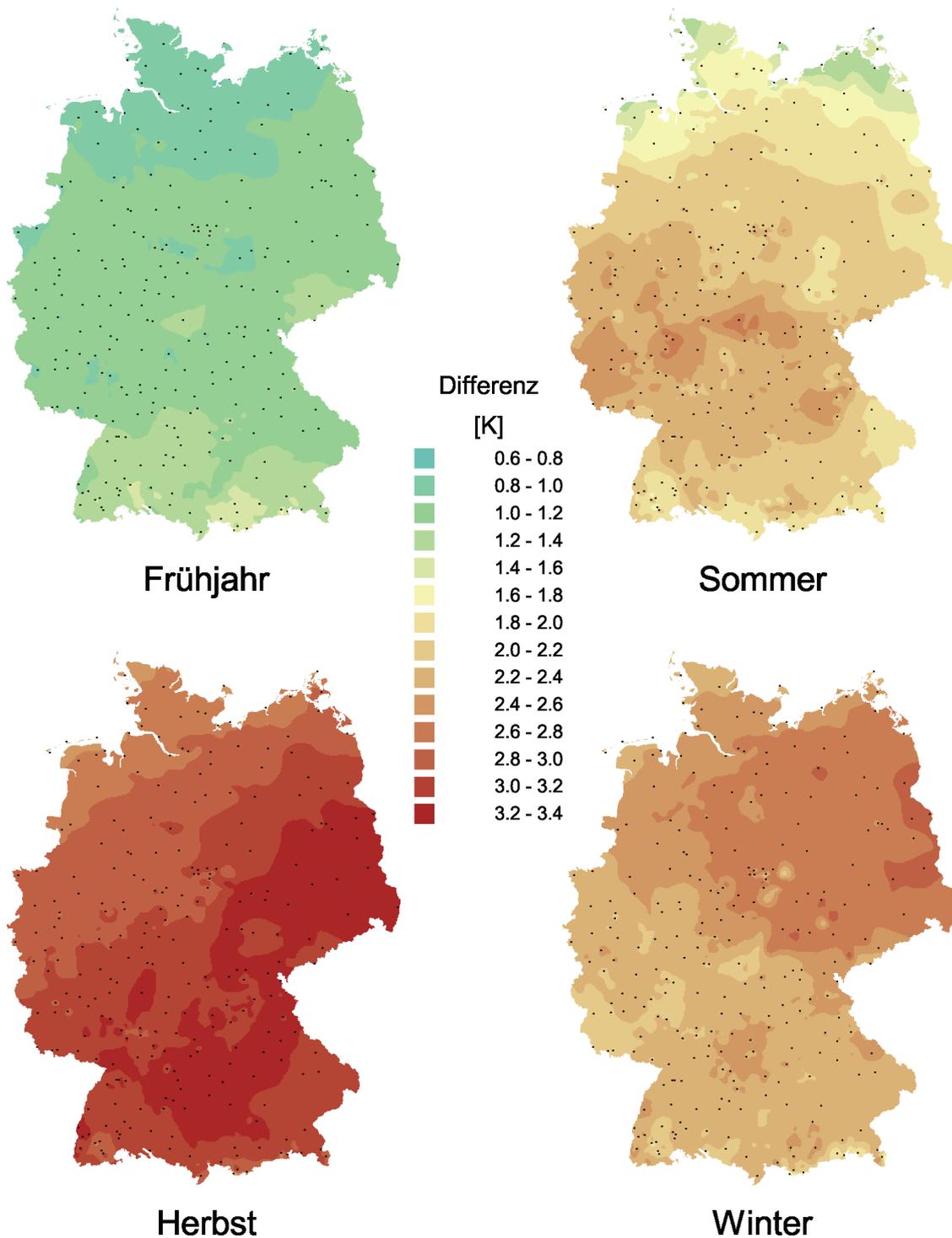


Abb. 2: Temperaturänderung in Deutschland für die vier Jahreszeiten als Differenz im Jahrzehnt 2046-2055 gegenüber dem Zeitraum 1951-2003. Berechnung mit dem statistischen Regionalmodell STAR; Datengrundlage: 2342 Stationen des DWD (schwarze Punkte), Szenario A1B-Temperaturverlauf (GERSTENGARBE und WERNER, 2005; WERNER und GERSTENGARBE, 2007)

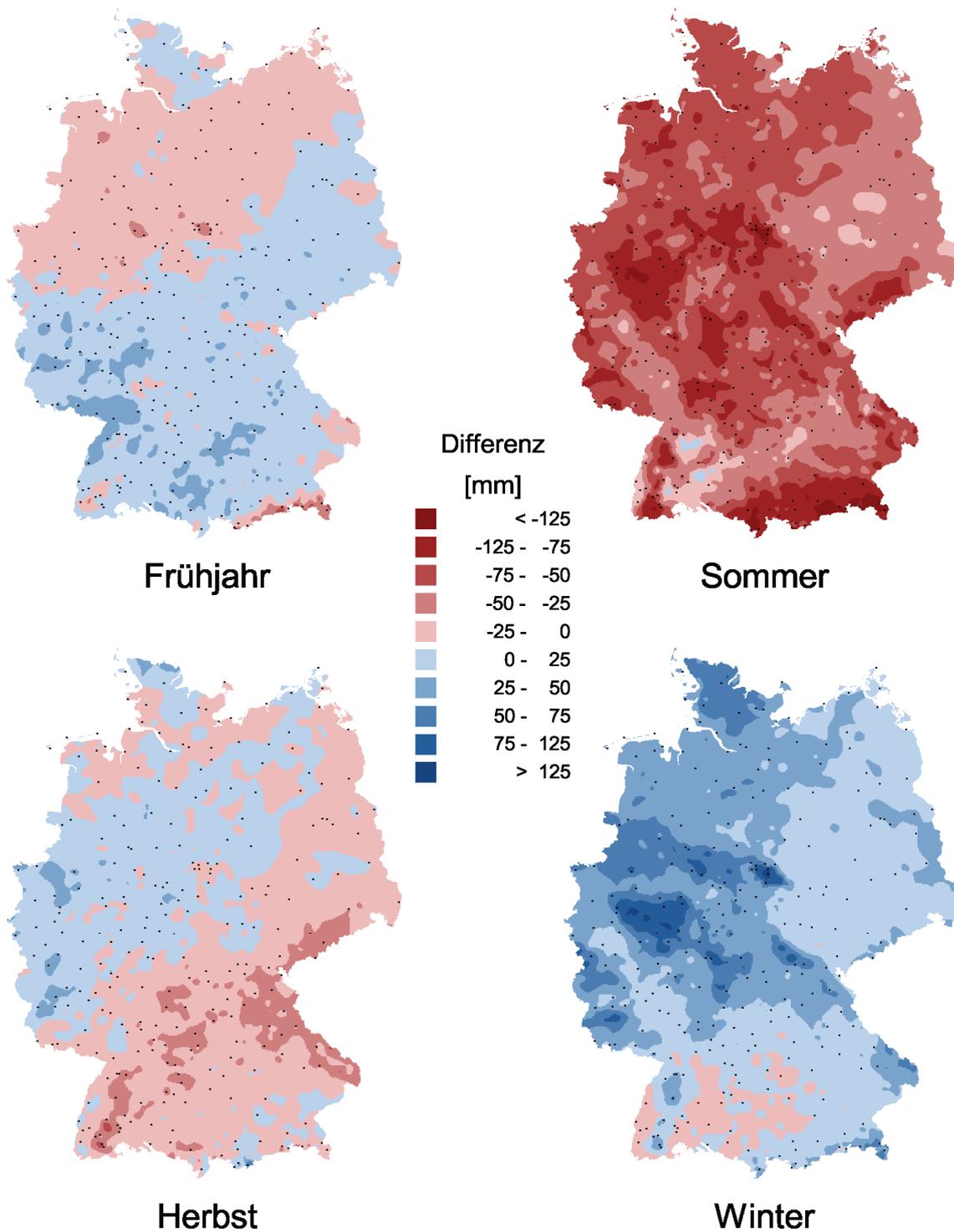


Abb. 3: Niederschlagsänderung in Deutschland für die vier Jahreszeiten als Differenz im Jahrzehnt 2046-2055 gegenüber dem Zeitraum 1951-2003. Berechnung mit dem statistischen Regionalmodell STAR; Datengrundlage: 2342 Stationen des DWD (schwarze Punkte), Szenario A1B-Temperaturverlauf (GERSTENGARBE und WERNER, 2005; WERNER und GERSTENGARBE, 2007)

So sind langfristige Ertragsaussichten wichtige Faktoren für Bodenpreise und Pachten. Traditionell richten sich landwirtschaftliche Produktionsmethoden und Standortwahl nach naturräumlichen, wie z. B. der Bodenbeschaffenheit, und klimatologischen Bedingungen, wie der Wasserverfügbarkeit. Bereits geringfügige klimatische Verschiebungen können sich auf die landwirtschaftliche Produktivität, auf Vegetationsbeginn, Wachstum und Erntebeginn auswirken. In einigen Regionen nimmt der Wasserstress im Sommer stark zu. Ertragseinbußen von 10-20% für Wintergetreidearten sind – bei einem ungebremsen Klimawandel – im Osten Deutschlands ein durchaus vorstellbares Szenario. Eine neue Studie zeigt aber eine teilweise Entwarnung (WECHSUNG et al., 2008). Die gute Nachricht für die ostdeutsche Landwirtschaft lautet danach, dass es sich weiterhin lohnt, hier zu investieren – und das auch unter den Bedingungen des Klimawandels. Selbst an niederschlagsarmen sandigen Standorten ist Anpassung an die veränderten Anbaubedingungen möglich. Die möglichen Auswirkungen und Anpassungsmaßnahmen in Dürreperioden hängen stark von der Entwicklung der Wasserressourcen ab. Das erfordert im Bereich der Wasserwirtschaft eine stärkere Flexibilität hinsichtlich der zu erwartenden stärkeren Variabilität bei Niederschlägen und Abflüssen. Neben einer gefahrlosen Ableitung der zu erwartenden Starkniederschläge kommt den Speicherfunktionen im Landschaftswasserhaushalt eine zunehmende Bedeutung zu. Neben dem Schutz natürlicher Speicherfunktionen von Böden und Vegetation ist standortbedingt auch eine dezentrale Versickerung von geklärtem Abwasser in Betracht zu ziehen. In praktisch allen Wirtschaftsbereichen der Landwirtschaft sind neben spezifischen Maßnahmen zum Klimaschutz daher die Anpassungen an bereits stattfindende und zu erwartende Auswirkungen des Klimawandels für die Folgen entscheidend. Im Wettbewerb können dadurch Vorteile ohne Anpassung aber vor allem Nachteile entstehen. Abbildung 4 soll die Rolle von betriebs- und produktionstechnischen Anpassungsmaßnahmen an Klimaänderungen veranschaulichen.

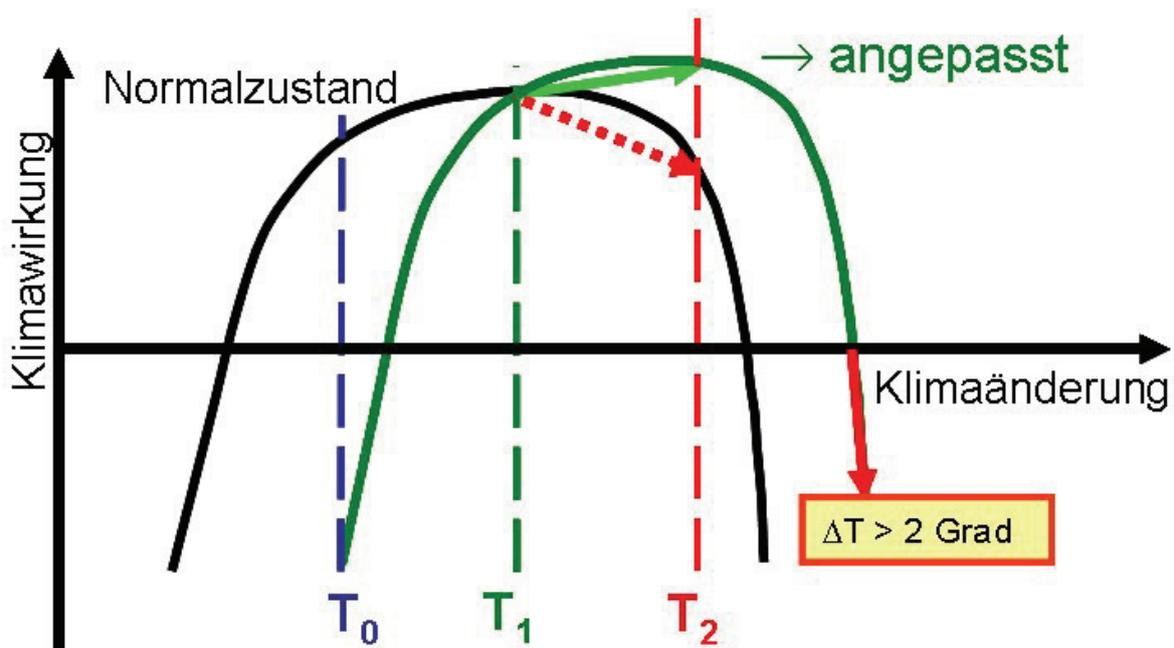


Abb. 4: Schematische Beziehung zwischen Klimaänderung und Klimawirkung ohne und mit Anpassung (STOCK, 2005)

Die Klimawirkung, d.h. Gewinn oder Verlust, hängt von den Betriebs- und Produktionsbedingungen und ihrer Empfindlichkeit gegenüber Veränderungen der klimatischen Randbedingungen ab. Dabei ist zu unterscheiden zwischen direkten Auswirkungen an den Produktionsstandorten und indirekten infolge von Veränderungen bei Ressourcen, Zulieferung oder Nachfrage. Über den Weltmarkt ist Deutschland daher auch von im Klimawandel sich verändernden Faktoren wie Energiepreise, Ernteerträge und Nahrungsbedarf in anderen Erdteilen betroffen.

### Literatur

- GERSTENGARBE, F.-W.; WERNER, P.C.:  
private Mitteilung (2005)
- SPEKAT, A.; ENKE, W.; KREIENKAMP, F.:  
Neuentwicklung von regional hoch aufgelösten Wetterlagen für Deutschland und Bereitstellung regionaler Klimaszenarios auf der Basis von globalen Klimasimulationen mit dem Regionalisierungsmodell WETTREG auf der Basis von globalen Klimasimulationen mit ECHAM5/MPI-OM T63L31 2010 bis 2100 für die SRES-Szenarios B1, A1B und A2; Endbericht für das Umweltbundsamt. (2007)
- STOCK, M.:  
Chancen und Risiken im Klimawandel: Welche Strategien kann die Wissenschaft ableiten? Aus: Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL), KARL, H.; POHL, J. (Hrsg.): Raumorientiertes Risikomanagement in Technik und Umwelt – Katastrophenvorsorge durch Raumplanung. Hannover (2003), 132-153
- STOCK, M.:  
Klimafolgenforschung. Mögliche Auswirkungen von Klimaänderungen auf die Gesellschaft – Fallstudien. UWSF – Zschr. Umweltchemie u. Ökotoxikol. 16 (2004) 2, 115-124
- STOCK, M.:  
Klimaveränderungen fordern die Winzer – Bereitschaft zur Anpassung ist erforderlich; Geisenheimer Berichte, Bd. 57 (2005), 29-48
- WECHSUNG, F.; GERSTENGARBE, F.-W.; LASCH, P.; LÜTTGER, A.:  
Die Ertragsfähigkeit Ostdeutscher Ackerflächen unter Klimawandel; Studie im Auftrag der Bodenverwertungs- und -verwaltungs- GmbH (BVVG) (2008)
- WERNER, P.C.; GERSTENGARBE, F.-W.:  
Welche Klimaänderungen sind in Deutschland zu erwarten?, in: ENDLICHER, W.; GERSTENGARBE, F.-W. (Hrsg.): Der Klimawandel – Einblicke, Rückblicke und Ausblicke. Potsdam (2007), 56-59
- ZEBISCH, M.; GROTHMANN, T.; SCHRÖTER, D.; HASSE, C.; FRITSCH, U.; CRAMER, W.:  
Klimawandel in Deutschland. Vulnerabilität und Anpassungsstrategien klimasensitiver Systeme. Umweltbundesamt-FB 000844, <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/2947.pdf>

Autor:

Hon. Prof. Dr. MANFRED STOCK  
Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK)  
Telegrafenberg A62  
14473 Potsdam  
Deutschland

E-Mail: [stock@pik-potsdam.de](mailto:stock@pik-potsdam.de)

