

„Die globale Erwärmung und ihre möglichen Auswirkungen auf das Klima in Deutschland, einzelne Regionen in Deutschland (gezeigt am Beispiel Schwarzwald-Schwäbische Alb) und auf den Luftsport.“

(Auszug aus dem Vortrag „Mit Volldampf in die globale Erwärmung!?“)

von Dr. Manfred Reiber www.DrMReiber.de

„Manches können wir nicht verstehen.

Lebt nur fort, es wird schon gehen.“

Johann Wolfgang von Goethe

Die „globale Erwärmung“ nimmt gegenwärtig in den Medien, der Politik und immer mehr auch im Denken (und Handeln?) jedes Einzelnen eine bedeutende Rolle ein.

Theoretische Überlegungen, aber auch Beobachtungen und konkrete Messergebnisse zeigen, dass sich die Atmosphäre unserer Erde bereits im Prozess einer globalen Erwärmung befindet. Die Gesellschaft insgesamt, aber auch jeder Einzelne müssen darauf adäquat reagieren lernen. Das ist nicht trivial. Die Frage ist, wie soll die angemessene Aktion bzw. Reaktion aussehen? Dafür brauchen wir möglichst genaue Kenntnisse darüber, was sich künftig in welchem Ausmaß verändern wird. Dieser Artikel, ein Auszug aus meinem Vortrag „Mit Volldampf in die globale Erwärmung“, soll darauf Antworten geben, die dem neuesten Stand der Wissenschaft entsprechen. Das heißt aber nicht, dass die Antworten alle 100 % richtig sein werden. Sie zeigen aber mit Sicherheit die richtigen Trends einer Klimaveränderung an und sind somit wesentliche Grundlagen für richtiges Handeln.

Grund für diese Veröffentlichung sind viele Nachfragen, vor allem von Fliegern, Ballonfahrern und aus der Öffentlichkeit, die zeigen, dass Interesse am Problem besteht und sicher auch zunehmend der Wille, das Richtige tun zu wollen, eine Rolle spielt.

Während in meinem Vortrag auch die Ursachen der globalen Erwärmung und mögliche und sinnvolle Gegenmaßnahmen ausführlich besprochen werden, sollen hier aus pragmatischen Gründen „nur“ die berechneten Modellergebnisse des Klimawandels dargestellt und auf dieser Grundlage einige allgemeine und spezielle Schlussfolgerungen abgeleitet werden.

1. Wie wird sich die globale Erwärmung in Deutschland auswirken?

Im Rahmen des Forschungsprojektes „Klimaauswertung und Anpassung in Deutschland-Phase 1: Erstellung regionaler Klimaszenarien für Deutschland“ wurde am Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung e.V. das statistische Klimamodell WETTREG entwickelt. Auf der Basis verschiedener Klimaszenarios wurden mit diesem Modell regionale Klimaänderungen bis zum Jahre 2100 berechnet. Als Vergleichszeitraum gelten die Jahre 1961 bis 1990. Besprochen werden hier die Ergebnisse des Szenarios A1B, das wie folgt definiert ist:

A1B „Höheres Emissionsszenario“

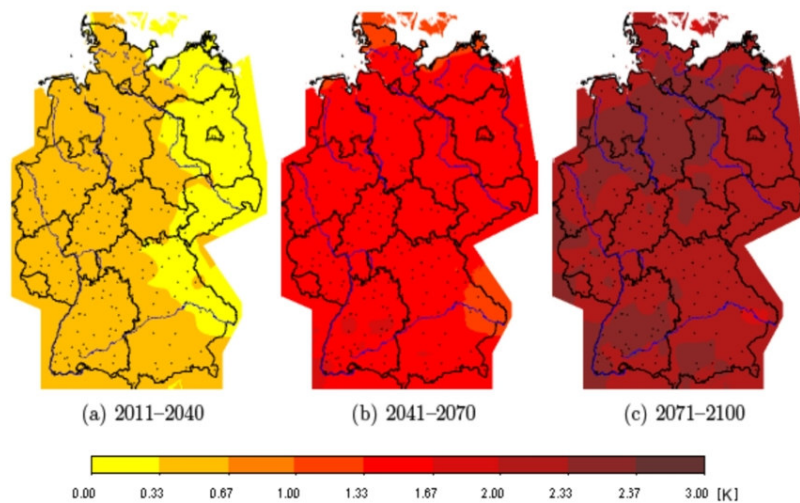
- Global orientierte Entwicklung mit starkem Wirtschaftswachstum
- Schnelle Einführung neuer und effizienter Techniken
- Nutzung fossiler und erneuerbarer Energien

- Anstieg der Weltbevölkerung bis Mitte des 21. Jahrhunderts, gefolgt von einer Abnahme der Weltbevölkerung
- Anstieg der CO₂ Emissionen bis Mitte des 21. Jahrhunderts und einem leichten Rückgang bis 2100

Dieses Szenario erscheint gegenwärtig als sehr realistisch, deshalb werden hier diese Ergebnisse im Mittelpunkt der Besprechung stehen. Übrigens zeigen die anderen Szenarios ganz ähnliche Ergebnisse wie A1B, so dass auf Details der Unterschiede hier nicht eingegangen werden muss.

1.1 Mittlere Temperaturzunahme bis zum Zeitraum 1971- 2100

- *Die mittlere Temperaturzunahme bis zum Zeitraum 1971-2100 wird im Flächenmittel in Deutschland 1,8 bis 2,3 °C betragen. Regional und in den Jahreszeiten wird es jedoch große Unterschiede geben (siehe Abbildungen 1 und 2).*



Entwicklung der Temperatur im zeitlichen Verlauf. Bezugszeitraum 1961-1990

Abbildung 1 Zeitlicher Verlauf der Temperaturzunahme in Deutschland bis zum Jahr 2100. Die Temperaturzunahme zeigt eine starke Dynamik, erreicht zuerst die westlichen und mittleren Teile des Landes, im späteren Zeitraum auch den Osten Deutschlands.

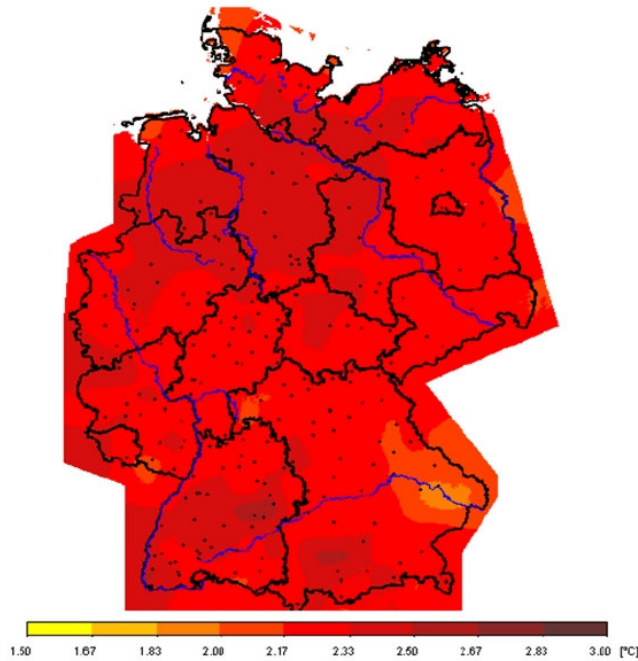


Abbildung 2 Regionale Unterschiede der für den Zeitraum 2071-2100 zu erwartenden Temperatur. Man erkennt auf dem Bild die starke Temperaturzunahme im norddeutschen Flachland Niedersachsens und Mecklenburg-Vorpommerns (außer an den Küsten), im Alpenvorland (Großraum München), im Oberrheingraben und der Schwäbischen Alb, vor allem in ihrem Ostteil.

Die Klimaerwärmung hat keine jahreszeitliche Konstanz, sie ist im Winter am stärksten und im Frühjahr am geringsten.

- Für die Temperaturzunahme im jahreszeitlichen Verlauf ergibt sich folgendes Bild:

Winter:	3,5 bis 4 °C
Frühjahr:	1,5 bis 2 °C
Sommer:	2 bis 2,5 °C
Herbst:	2 bis 2,5 °C

- Die Monate mit der höchsten Erwärmung werden wahrscheinlich November, Dezember und Januar mit 4 bis 4,5 °C
- Die Monate mit der geringsten Erwärmung werden die Monate März, April und Mai mit 0,5 bis 1 °C sein

1.2 Zur Entwicklung der Niederschläge bis zum Zeitraum 2071-2100

- Die Niederschläge werden im Sommer abnehmen (-18 bis -22 %) und im Winter zunehmen (20 bis 30 %), aber auch hier wieder regional und im jahreszeitlichen Verlauf sehr unterschiedlich! (siehe Abbildung 3 und 4)

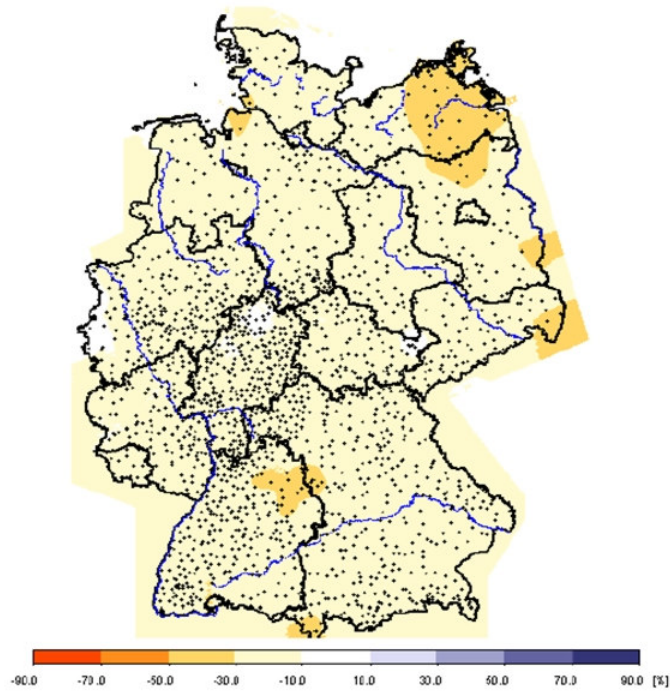


Abbildung 3 Prozentuale, regionale Niederschlagsverteilung im Sommer zwischen den Zeiträumen 1961-1990 und 2071-2100. Besonders auffallend ist die sommerliche Niederschlagsabnahme im NE und E Deutschlands, aber auch in der Deutschen Bucht und der Hohenlohe. Weitere Details siehe Abbildung.

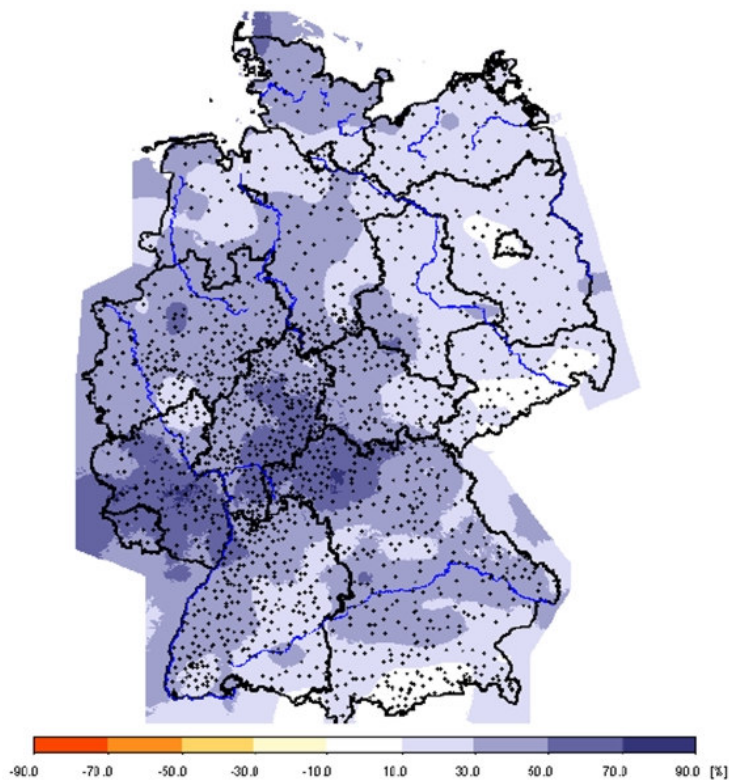


Abbildung 4 Prozentuale, regionale Niederschlagsverteilung im Winter zwischen den Zeiträumen 1961-1990 und 2071-2100. Die winterliche Niederschlagszunahme erreicht

besonders Hohe Werte in Nordbayern, Taunus, Hunsrück bis zum Saarland hin, während sie im E Deutschlands, vor allem im Berliner Raum und Erzgebirge relativ gering ist. Weitere Details können der Abbildung entnommen werden.

Im Jahreszeitlichen Verlauf wird sich folgendes Bild bei der Niederschlagsentwicklung geben:

Die niederschlagsreichsten Monate sind:

- *November, Dezember, Januar, (Februar) und das bei einer Temperaturzunahme von 4 bis 4,5 °C (Mittelgebirge werden deshalb fast ohne Schnee sein)*

Die trockensten Monate sind:

- *Juni, Juli, August, (September)*

1.3 Zur Entwicklung des Jahresganges von Bedeckungsgrad und Windgeschwindigkeit bis zum Zeitraum 2071-2100

Bedeckungsgrad mit Wolken nimmt im Sommer ab und im Winter zu. Das führt zu stärkerer UV-Belastung im Sommer mit solchen Folgen, wie:

- Zunahme von Hautkrebs bei Menschen
- Hohe UV-Belastungen im Pflanzen- und Tierreich
- Schnellere Materialalterung
- Solarkollektoren werden im Sommer mehr, im Winter weniger wirksam

Die mittleren Windgeschwindigkeiten nehmen wahrscheinlich auf Grund der Klimaerwärmung insgesamt etwas ab!

- Das bedeutet aber nicht, dass bei zu erwartenden schweren Unwettern die Sturmgefahr geringer wird. Im Gegenteil, die starke Erwärmung wird häufiger als bisher Tornados hervorbringen mit entsprechenden Verwüstungen
- Die Wirksamkeit von Windkraftanlagen wird insgesamt etwas geringer!

Eine allgemeine Folge der globalen Erwärmung, die nicht direkt aus den Ergebnissen des Modells WETTREG folgt, ist sehr wahrscheinlich folgende:

- Es wechseln, sowohl im Winter, als auch im Sommer relativ rasch warme und trockene Witterungsabschnitte mit kühlen und nassen Witterungsabschnitten. Ein Beispiel für diese typischen Wetterlagen zeigt Abbildung 5.

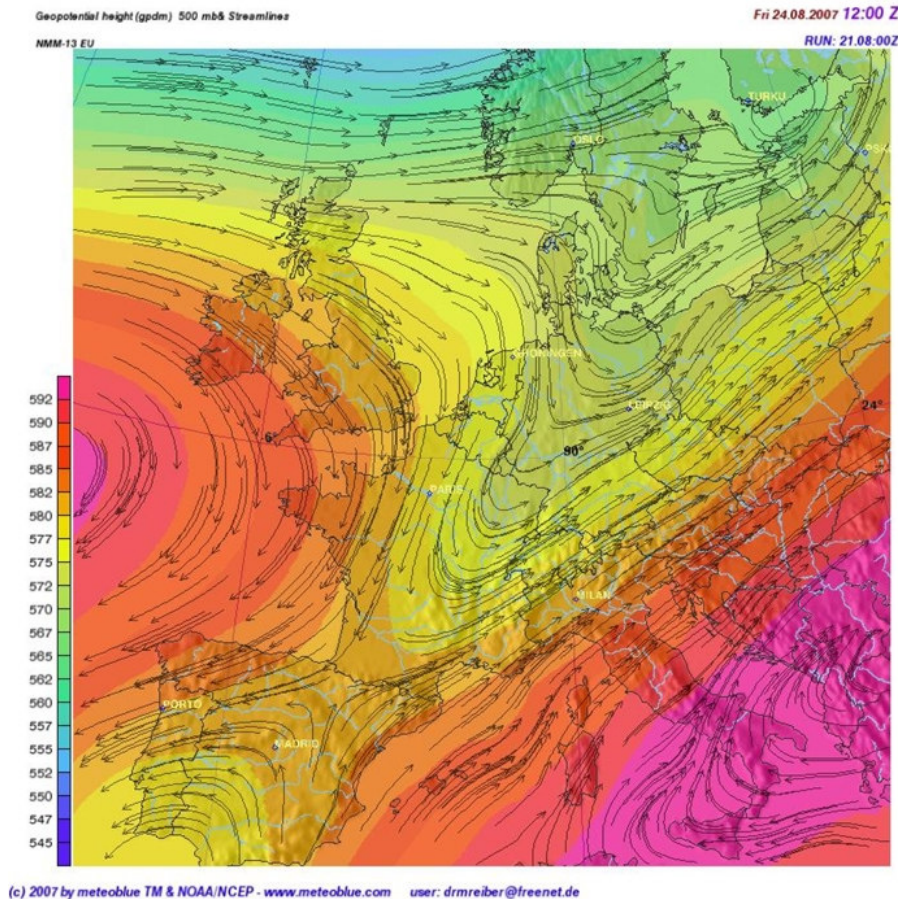


Abbildung 5 Ein Beispiel für eine Strömungslage, wie sie im Zuge der globalen Erwärmung möglicherweise häufiger vorkommen könnte. Dann wechseln meridionale und zonale Strömungsmuster schneller als bisher ab. Wärmere und kühlere Witterungsabschnitte würden dann schneller aufeinander folgen.

2. Allgemeine Folgen des Klimawandels

Um den Folgen der Klimaänderung fachgerecht und effizient begegnen zu können, müssen Fachleute wie Bauern, Weinbauern, Architekten, Städteplaner, Marktforscher, Energetiker, Verkehrsplaner, Ingenieure, Autobauer usw. zunächst lernen, wie sich das Klima ändern wird, um spezielle Gegenmaßnahmen einleiten zu können! Somit ist die Gesellschaft insgesamt herausgefordert! Und solche lapidaren Aufrufe, wie „kauft euch Sparlampen“ oder nehmt an der „Aktion Licht aus“ teil, können die realen Probleme nicht lösen, sie verharmlosen sie eher. Es sind wohl die Parolen der Ahnungslosen und Eiferer, die im Aktionismus stecken bleiben. Welche konkreten Folgen des Klimawandels kann man bereits erkennen:

- Im Winter wird die Hochwassergefahr zunehmen, was ist dagegen zu tun?
- Abnahme der Schneehöhen bis in die Mittelgebirge hinauf, wahrscheinlich gibt es dort ein „Aus“ für den Wintersport?
- Im Sommer fallen die Bäche trocken, wie sollen dann landwirtschaftliche Kulturen bewässert werden? Welche Auswirkungen hat das auf den Fischbestand und die Fischzucht?

- Es wird mehr Bewässerungswasser gebraucht für den verstärkten Biomasseanbau (Turbomais usw.)
- Trinkwasser wird teurer werden, weil tiefere Brunnen und teurere Speicher gebaut werden müssen
- Die Waldbrandgefahr wird deutlich wachsen! Welche Vorkehrungen sind diesbezüglich zu treffen!
- Gleichzeitig ist mit einer größeren Zahl schwerer Gewitter, Starkregen und mehr Tornados zu rechnen (2007 gab es bereits ca. 50 Tornados in Deutschland). Wie können wir uns davor schützen?
- Der Wärmeinseleffekt großer Städte wird zunehmen. Die Städteplaner müssen Frischluftschneisen für die Städte planen und realisieren, die Fußwege sollten beschattet werden, ggf. müssen andere Baumaterialien für Wohnungen eingesetzt werden usw.

3. Einige detaillierte Auswirkungen auf die Regionen Schwarzwald und Schwäbische Alb

3.1 Temperatur

- *Es wird eine starke Temperaturzunahme in der Schwäbischen Alb, im Rheintal und im Nordschwarzwald geben, eine geringere im Südschwarzwald und Hotzenwald*

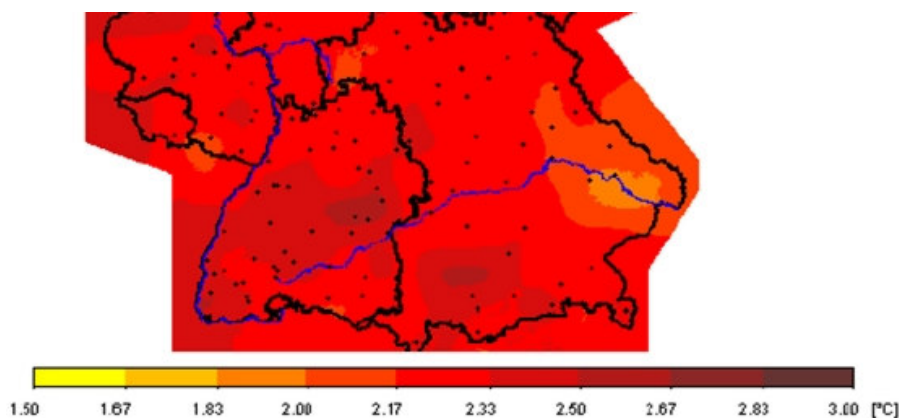


Abbildung 6 Regionale Unterschiede der für den Zeitraum 2071-2100 zu erwartenden Temperatur im Süden Deutschlands.

Für den Schwarzwald und die Schwäbische Alb müssen wir bis zum Ende des Jahrhunderts konkret mit folgendem rechnen:

Es wird zu folgender Temperaturzunahme im jahreszeitlichen Verlauf kommen:

- *Winter:* 3,5 bis 4 °C
- *Frühjahr:* 1,5 bis 2 °C
- *Sommer:* 2 bis 2,5 °C
- *Herbst:* 2 bis 2,5 °C

- Die Monate mit der höchsten Erwärmung werden November, Dezember und Januar mit 4 bis 4,5 °C sein
- Die Monate mit der geringsten Erwärmung werden die Monate März, April und Mai sein mit 0,5 bis 1 °C

Ein weiteres Kriterium für die Kennzeichnung des Klimas sind sogenannte „Kenntage“. In der Klimatologie unterscheidet man die Kenntage: Eistage, Frosttage, Sommertage, heiße Tage und Tropennächte (siehe Abbildung 7).

<i>Kenntag</i>	<i>Definition</i>
<i>Eistag</i>	<i>Maximumtemperatur ≤ 0</i>
<i>Frosttag</i>	<i>Minimumtemperatur ≤ 0</i>
<i>Sommertag</i>	<i>Maximumtemperatur ≥ 25</i>
<i>Heißer Tag</i>	<i>Maximumtemperatur ≥ 30</i>
<i>Tropennacht</i>	<i>Minimumtemperatur ≥ 20</i>

Abbildung 7 Definition von Kenntagen aus der Klimatologie

In der Abbildung 8 ist der Vergleich von Kenntagen der Perioden 1981-1990 und 2011-2020 für die Stadt Freiburg dargestellt. Deutlich wird die Abnahme der Eis- und Frosttage und die Zunahme der Sommertage, heißen Tage und Tropennächte. Das führt zu erhöhter Wärmebelastung und damit zu einem erhöhten Krankheitsrisiko. Was ist dagegen zu tun?

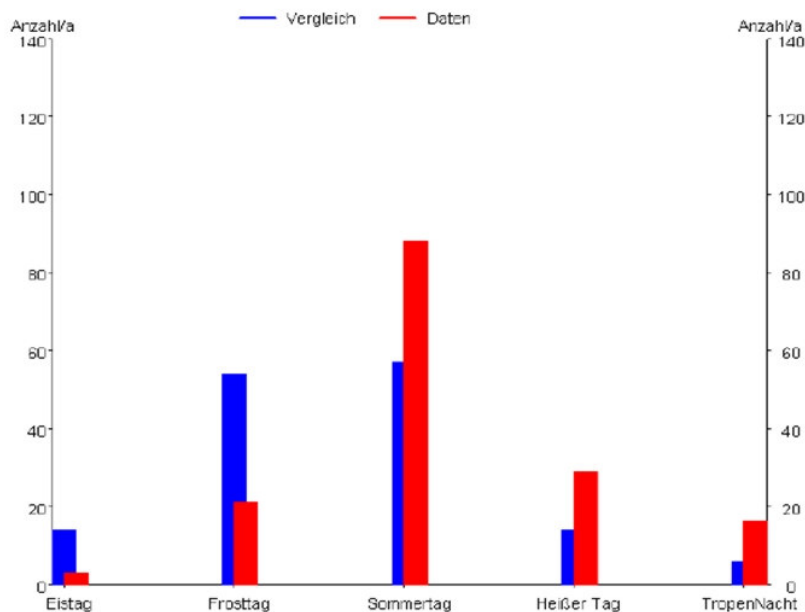


Abbildung 8 Vergleich der Anzahl der Kenntage pro Jahr zwischen den beiden Zeiträumen 1981-1990 –blaue Balken- und 2011-2020 –rote Balken- für die Stadt Freiburg im Breisgau. Gravierend sind die Abnahme der Frost- und Eistage und die Zunahme der Sommertage, heißen Tage und Tropennächte.

Die Klimaerwärmung wird uns im Schwarzwald mehr und längere Hitzewellen bringen. Die Abbildung 9 zeigt die für Heidelberg berechneten Werte.

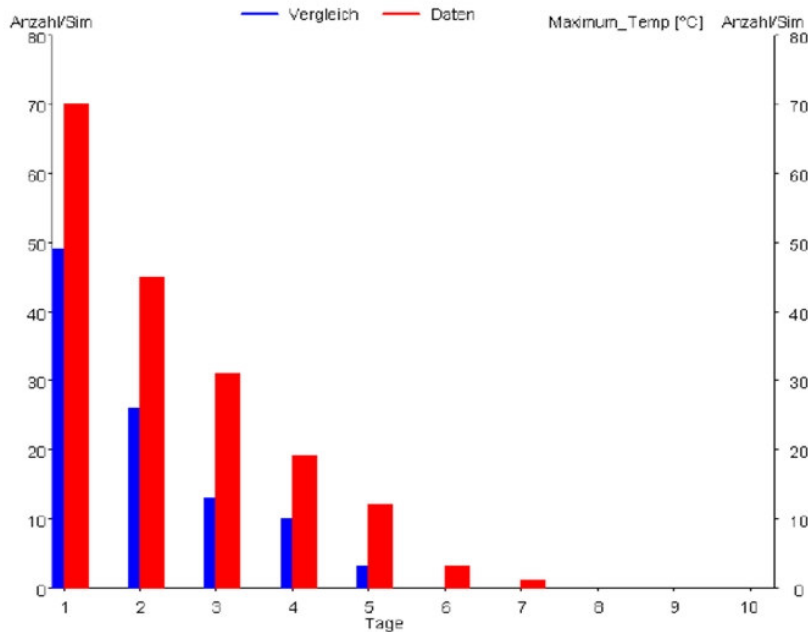


Abbildung 9 Darstellung der Andauer von Perioden mit Temperaturen $>30\text{ }^{\circ}\text{C}$ für die Station Heidelberg. Blaue Balken stehen für die Periode 1981-1990 und rote Balken für die Periode 2091-2100. Es wird also künftig mehr und längere Hitzewellen geben.

Auch die Periodenlängen mit einer max. Temperatur über $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ bzw. über $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ werden im gesamten Oberrheintal zunehmen (siehe Abbildung 10)

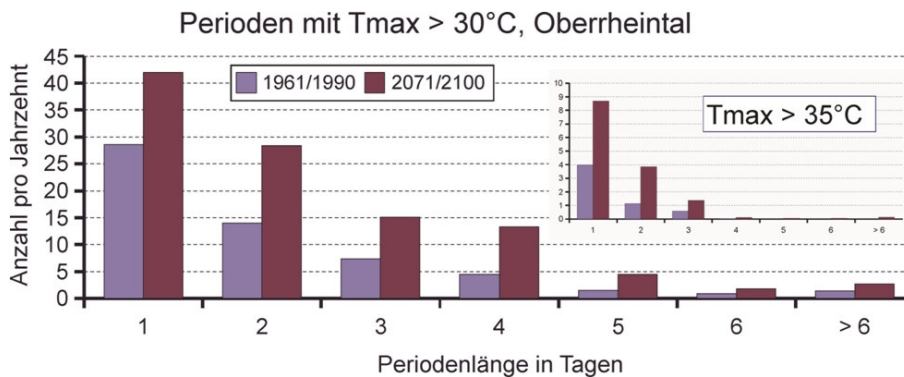


Abbildung 10 Periodenlängen heißer Tage im Vergleich der Zeiträume 1961-1990 und 2071-2100 für das Oberrheintal. Im Prinzip muss man mit einer Verdopplung der Anzahl der Tage bei allen Periodenlängen rechnen.

3.2 Niederschlag

Der Niederschlag wird sich im Schwarzwald und in der Schwäbischen wie folgt verhalten:

- Abnahme im Sommer: etwa 35 %

- *Zunahme im Winter: etwa 50 %*

Schnee wird es nur noch in höchsten Lagen geben können, da die mittleren Wintertemperaturen um 4 bis 4,5 °C ansteigen werden.

Im Detail wird erwartet:

- *Im Südschwarzwald und in der Schwäbischen Alb wird der Niederschlag im Sommer um 35 % abnehmen, während im Oberrheintal die Abnahme nur 20 bis 25 % beträgt (siehe Abbildung 11)*
- *Im Südschwarzwald, Hotzenwald und in der Schwäbischen Alb ist im Winter nur mit einer Zunahme von 25 bis 35 % zu rechnen, im Osten der Schwäbischen Alb sogar nur um die 15 %, während im mittleren und nördlichen Schwarzwald mit einer Zunahme um 40 bis 50 % gerechnet werden muss (siehe Abbildung 12)*

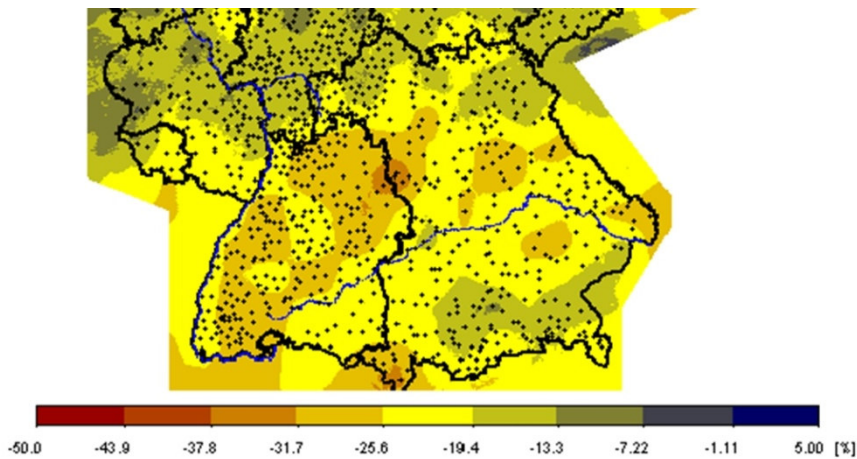


Abbildung 11 Niederschlag im Sommer; prozentuale Änderung zwischen den Zeiträumen 1961-1990 und 2071-2100

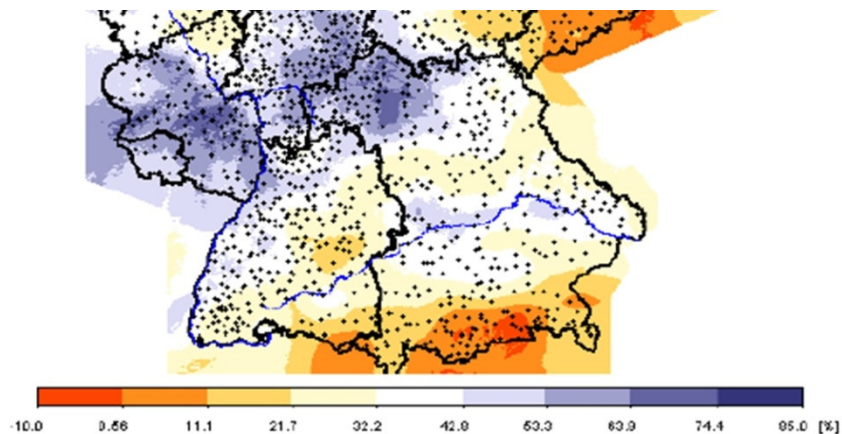


Abbildung 12 Niederschlag im Winter; prozentuale Änderung zwischen den Zeiträumen 1961-1990 und 2071-2100

4. Einige wahrscheinliche Folgen der Klimaänderungen für Sportflieger und Ballonfahrer

- Folgen der markanten Zunahme der Niederschlagstätigkeit im Winter:
 - *Deutlich weniger günstige Wetterlagen für Ballonfahrten und VFR-Flieger im Winter*
 - *Segelflieger fliegen in dieser Jahreszeit ohnehin nicht, die ersten Starts im Frühjahr könnten sich aber dadurch verzögern, dass der Untergrund zu feucht ist (aufgeweichte SLB und sehr später Thermikbeginn)*

- Folgen der markanten Sommertrockenheit:
 - *Es wird häufiger als bisher zu stabiler Schichtung bei geringer Bewölkung kommen (ggf. sogar wolkenlos)*
 - *Daraus ergeben sich mehr günstige Wetterlagen für Ballonfahrer (kaum Thermik) und Motorflieger*
 - *Andererseits verringert sich wegen des Temperaturanstieges die Tragfähigkeit der Ballone (ungünstig)*
 - *Für Segelflieger ergeben sich wegen der hohen Stabilität häufiger weniger günstige Wetterlagen im Sommer (trotz Sonne nur schwache Thermik)*

- Zunahme von Wetterextremen zwischen den Trockenperioden hat zur Folge:
 - *Schwere Gewitter mit Hagel, Turbulenz und weiteren Wetterrisiken, das ist generell für alle Luftsportler ungünstig*
 - *Zunahme der Häufigkeit von Tornados mit extremen Wetterrisiken für die Luftfahrt im Allgemeinen und viele andere Bereiche der Gesellschaft*

- Höhere Temperaturen führen zu einer Verlängerung der Übergangsjahreszeiten Frühjahr und Herbst, das hat zur Folge:
 - *Thermik beginnt im Frühjahr eher und endet im Herbst später, das ist ungünstig für Ballonfahrten in diesen Jahreszeiten aber günstig für Segelflüge (zunächst muss aber der von den Winterniederschlägen nasse Boden abtrocknen)*
 - *Zunahme der Länge der täglichen Thermikzeiten führt zu einer Verkürzung des Zeitfensters für Ballonfahrten, sowohl am Morgen, als auch am Abend, gleichzeitig aber zu einer Verlängerung des Zeitfensters für das Segelfliegen, Gleitschirmfliegen usw.*

- Es scheint einen Trend zu geben, dass sich günstiges Segelflugwetter vom Sommer weg in das Frühjahr und zum Herbst hin verschieben
- Abnehmende Windgeschwindigkeit, vor allem im Herbst (September-Oktober), können sich günstig auf das Ballonfahren auswirken
- Abnehmende Bedeckungsgrade, vor allem im Sommer, wirken sich auf VFR-Flüge insgesamt günstig aus

Weitere Folgen werden sein:

- Der intensiveren UV-Strahlung ausgesetzte Materialien altern schneller (Flugzeugzellen, Ballonhüllen, Werkstoffe aller Art)
- Vor allem Piloten und Passagiere, die nicht in geschlossenen Kabinen sitzen, werden wegen des hohen UV-Anteil in der Strahlung der Gefahr von Hautkrebs wesentlich stärker ausgesetzt sein als bisher

Die geschickte und effiziente Anpassung an die globale Erwärmung und natürlich der energische Versuch sie einzudämmen, werden wohl zu einer der größten Herausforderungen der menschlichen Gesellschaft in naher Zukunft werden.

Wir werden erfolgreich sein, wenn wir die Energieproduktivität deutlich steigern, energieintensive Lebensstile immer mehr meiden, im stärkeren Maß erneuerbare Energien einsetzen und die Gesellschaft und jeder Einzelne flexibel und angemessen auf bereits erfolgte und künftige Änderungen reagieren lernt.

Dr. Manfred Reiber
www.DrMReiber.de