

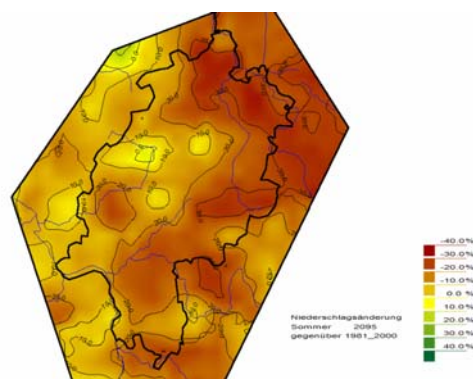
Abschlussbericht

Zum Werkvertrag Auftrag - Nr.: 2004/09353876_1
zwischen dem Landesamt für Umwelt und Geologie Hessen
Postfach 3209
D-65022

und der Firma
Meteo-Research
Waltraudstr. 20, 14532 Stahnsdorf

zum Integrierten Klimaschutzprogramm Hessen 2012 – Baustein II

Erweiterung des Simulationszeitraumes der wetterlagenbasierten Regionalisierungsmethode auf der Basis des ECHAM4-OPYC3 Laufes für die Dekaden 2011/2020 und 2051/2100, Szenario B2



METEO-RESEARCH
GESCHÄFTSFÜHRER DR. WOLFGANG ENKE
WALTRAUDSTR. 20 - 14532 STAHSNDORF
TEL.: 030/838 71134 TELEFAX: 030/859 390 95
e-mail: enke@zedat.fu-berlin.de
meteo-research@t-online.de

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einführung	2
2. Inhalt der beiliegenden DVD	3
3. Ergebnisse der Simulationsrechnungen	17
3.1 Entwicklung der Häufigkeitsverteilungen der Wetterlagen für die Dekaden 1960 bis 2100	17
3.2 Flächenmäßige Auswertungen der simulierten Zeitreihen von verschiedenen Klimaszenarien	17
3.3 Auswertung von Extremereignissen in simulierten Zeitreihen von Klimaszenarien	21
4. Schlussfolgerungen hinsichtlich der Zuverlässigkeit des Verfahrens	28
5. Literatur	29

1. Einführung

Im Jahr 2003 wurde vom Landesamt für Umwelt und Geologie Hessen an die Firma Meteor-Research in Stahnsdorf ein Forschungsauftrag zur Abschätzung der regionalen Klimaänderung für das Bundesland Hessen in Auftrag gegeben. In dieser Studie wurde, wie auch schon für die Bundesländer Sachsen, Bayern, Baden-Württemberg und Thüringen, der Zeitraum 2031 bis 2050 untersucht. Die Untersuchungen zeigten deutliche orographisch geprägte Unterschiede eines regionalen Klimaszenarios innerhalb der einzelnen Bundesländer.

Die Resultate für das Bundesland Hessen und die Beschreibung der verwendeten Methodik sind im Abschlussbericht zum Werkvertrag B. – Nr. 2003/00082 „Anwendung eines statistischen Regionalisierungsmodells auf das Szenario B2 des ECHAM4 OPYC3 Klima - Simulationslaufes, 2031 bis 2050 zur Abschätzung regionaler Klimaänderungen für das Bundesland Hessen“ zu finden.

Für hydrologische Simulationsrechnungen und forstwirtschaftliche Modelle besteht jedoch der Bedarf einer Ausweitung des Simulationszeitraumes bis 2100 sowie für die Schließung der Lücke 2011 bis 2020. Diese Aufgabenstellung wurde im Rahmen des integrierten Klimaschutzprogramms „Hessen 2012 – Baustein II“ gelöst.

Da sowohl an der Methodik als auch an der Datenbasis keine grundlegende Änderung vorgenommen wurde, wird auf den oben genannten Forschungsbericht verwiesen. Es wurde lediglich ein erweiterter Datensatz (tägliche Felder des globalen Klimamodelllaufes ECHAM4-OPYC3 B2 (Cubasch et al., 1995), Szenarios in T42¹ Auflösung vom MPI – Hamburg, Institut für Meteorologie und dem Deutschen Klima Rechenzentrum Hamburg für die Jahre 1990 bis 2100) bereitgestellt und daraus tägliche Wetterlagen berechnet.

Die zweite Säule sind Beobachtungsdaten für die Region Hessen und näheres Umfeld der Jahre 1961 bis 2000, mit dem Schwerpunkt auf das Zeitintervall 1981 bis 2000. Diese Daten wurden vom Deutschen Wetterdienst bereitgestellt. Diese Datenreihen täglicher Beobachtungen von 60 Klimastationen sowie zusätzlich 503 Niederschlagszeitreihen wurden gegenüber dem vorangegangenen F/E Vorhaben nicht verändert und bilden die Basis für die Simulation der vorliegenden Klimaänderungsszenarien.

¹ Auflösung des globalen Klimamodells (2.8x2.8 Grad, ca. 250 km in mittleren Breiten)

2. Inhalt der beiliegenden DVD

Da nur eine kleine Auswahl der bereitgestellten Simulationsergebnisse in den Anlagen in Papierform bereitgestellt werden kann, liegen die anderen Simulationsergebnisse auf DVD vor.

Auf dieser DVD sind sowohl die verwendeten Beobachtungsreihen als auch die simulierten Reihen der Szenarien und die daraus berechneten Maßzahlen tabellarisch gespeichert. Weiterhin sind der Abschlußbericht und alle graphischen Darstellungen in elektronischer Form zu finden.

Grobstruktur der DVD

Die DVD ist auf der untersten Ebene in folgende Verzeichnisse untergliedert:

- **origin**
Hier findet man die aus den Beobachtungsdaten berechneten Tabellen für die in den Unterverzeichnissen `ergeb.....\` angegebenen Dekaden.
- **NCARan**
In diesem Verzeichnis liegen die Simulationen des Jetztzeit – Klimas auf der Basis der NCEP/NCAR Reanalysen für die in den Unterverzeichnissen `ergeb.....\` angegebenen Dekaden.
- **Szenar**
In diesem Verzeichnis liegen die Simulationen des zukünftigen Klimas auf der Basis der ECHAM4-OPYC3 globalen Klimasimulation des MPI Hamburg Dekaden (Szenario B2) für die in den Unterverzeichnissen `ergeb.....\` angegebenen Dekaden.
- **Bilddaten**
Hier befinden sich alle graphischen Abbildungen `Bild_... .bmp` als bitmap Dateien und die dazu gehörigen Ausgangsdateien `Bilddaten_... .dat` und `Bilddatensteuer_... .dat` für alle Klimagrößen und unterteilt nach Jahreszeiten.
- **Film**
Für die Klimagrößen Niederschlag, Maximumtemperatur und Sonnenscheindauer sind im Jahresabstand, beginnend im Jahr 1985 bis 2095 die geographische Verteilung der genannten Klimagrößen gespeichert, die durch den Programmaufruf „film.exe“ als Film präsentiert werden können. Die Präsentation ist für jede der vier Jahreszeiten separat vorhanden.
- **WORD**
In diesem Verzeichnis sind alle Textdateien und Abbildungen, die in Wordformat gespeichert wurden, zu finden.

Nähere Beschreibung des Inhalts der DVD

Die simulierten Reihen des Jetztzeit – Klimas und des B2 –Szenarios sind dekadenweise in den Verzeichnissen `NCARan\ergeb...\zuf_reihen\...` bzw. `Szenar\ergeb...\zuf_reihen\...` zu finden.

Wie schon im vorangegangenen Forschungsvorhaben wurde jedoch nicht nur eine Simulation pro Station und Dekade durchgeführt, sondern es wurden zur besseren Beschreibung der möglichen Variabilität des Jetztzeit – Klimas und der Szenarien insgesamt 10 Simulationen durchgeführt. Aus statistischer Sichtweise ist das beobachtete Klima der letzten 20 Jahre nur **eine Realisierung** aus einer Vielzahl **potentiell möglicher Realisierungen**. Um den Ereignisraum des Jetztzeit – Klimas und des Szenarios besser zu erfassen, wurden deshalb die mit der Simulationsnummer 00 bis 09 bezeichneten **Simulationen** durchgeführt und im entsprechenden Verzeichnis abgelegt. Tabelle 1a zeigt beispielhaft einen Ausschnitt der simulierten Zeitreihe der Klimastation CLAUSTHAL-ZELLERFELD, Simulation 06 und in Tabelle 1b die simulierte Zeitreihe der Niederschlagsstation ADELSHEIM (Simulation 04).

Tab 1a: Ausschnitt aus der simulierten Reihe für die Klimastation

CLAUSTHAL-ZELLERFELD, Simulation 06 für die Dekade 2061/2070

Jahr: simuliertes Jahr

Julday: Fortlaufende Nummerierung der Tage eines Jahres

WL: Klassennummer der temperaturoptimierten Wetterlagen nach Anlage Ia

Jahr	Julday	Tmax	Tmin	Tmit	Rel. F.	Wind	Sonne	Nieder.	WLtem	WLfeu
1	1	-0.9	-3.1	-2.3	96.9	2.7	0.0	0.0	6	1
1	2	-3.5	-5.0	-4.6	95.6	2.0	0.0	7.2	5	5
1	3	-1.0	-5.6	-3.0	98.7	2.6	0.0	14.4	5	3
1	4	0.9	-1.7	-0.2	100.0	3.7	0.0	15.8	7	1
1	5	2.6	-1.0	2.1	99.8	3.6	0.0	5.4	8	1
1	6	6.6	2.5	5.7	85.7	3.8	0.0	1.8	10	1
1	7	6.7	3.6	5.0	86.3	3.1	0.0	1.7	10	1
1	8	4.5	-0.4	3.6	97.5	1.9	0.0	1.1	8	1
1	9	6.2	2.6	4.4	80.2	2.9	5.2	1.4	10	1
1	10	8.5	3.6	5.9	77.4	2.2	3.4	1.3	10	2

Tab 1b: Ausschnitt aus der simulierten Reihe für die Niederschlagsstation

ADELSHEIM, Simulation 04 für die Dekade 2061/2070

Jahr	Julday	Nieder.
1	1	0.0
1	2	0.0
1	3	0.0
1	4	0.0
1	5	0.0
1	6	37.0
1	7	14.0
1	8	0.1
1	9	0.1
1	10	0.3

Auf der Basis dieser Simulationsrechnungen wurden in den Unterverzeichnissen „Mittel“ Mittelwerte der Klimaelemente, stationsweise und über alle Stationen gemittelt, bereitgestellt. Die Mittlung erfolgte für jeden Monat, jede Jahreszeit, den hydrologischen Jahreszeiten und als Jahresmittel. In Tabelle 2 ist dies beispielhaft für die Dekade 2061/2070 auszugsweise für das tägliche Temperaturmaximum zu finden. Vergleichbare Tabellen findet man für das Jetzt – Klima im Verzeichnis NCARan\ergeb....\Mittel\ und für die Beobachtungsdaten im Verzeichnis origin\ergeb... \Mittel\...

Die zu erwartende Klimaänderung lässt sich z.B für die Maximumtemperatur der Dekade 2061/2070 mit Hilfe dieser Tabellen einmal gegenüber den Beobachtungsdaten des Zeitraumes 1981/2000

(ergeb_2061_2070\Mittel\DifMaximum_Temp2061_2070szenar-1981_2000origin.dat)

oder mit Hilfe der Simulation des Jetzt-Klimas über den gleichen Zeitraum auf der Basis der NCEP/NCAR Reanalysen

(ergeb_2061_2070\Mittel\DifMaximum_Temp2061_2070szenar-1981_2000NCARan.dat) berechnen.

Tab. 3 zeigt die zu erwartende Änderung der Tagesmaximumtemperatur der Dekade 2061/2070 gegenüber dem simulierten Klimamittel NCAR/NCEP Reanalysen (Die Analyse des Wetters wurde rückwirkend nach einheitlichen Verfahren durchgeführt).

Tab.2: Monats-, Jahreszeiten- und Jahresmittelwerte der Tagesmaximumtemperatur, Mittel aus 10 Simulationen für die Dekade 2061/2070, Ausschnitt aus der Datei: \szenar\ergeb_2061_2070\Mittel\MittelMaximum_Temp2061_2070_09.dat

Monat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Frue	Somm	Herb	Wint	hyd.W	hyd.S	Jahr
BEERFELDEN	5.3	7.0	10.8	15.3	19.8	22.6	24.6	23.6	19.1	13.2	7.3	5.7	15.3	23.6	13.2	6.0	8.6	20.5	14.5
BIEDENKOPF	5.7	7.5	11.5	16.1	20.7	23.5	25.4	24.4	19.7	13.8	7.9	6.1	16.1	24.4	13.8	6.5	9.1	21.3	15.2
BLANKENRATH	5.5	7.0	10.9	15.3	19.8	22.8	24.9	23.8	19.2	13.1	7.6	5.9	15.3	23.8	13.3	6.2	8.7	20.6	14.7
BORGENTREICH-BUEHNE	5.9	7.2	11.3	15.7	20.7	23.2	25.4	24.7	19.5	13.8	8.2	6.7	15.9	24.4	13.8	6.6	9.2	21.2	15.2
BRILON	5.6	6.6	9.8	14.2	18.8	21.6	23.6	22.6	18.2	13.2	7.7	6.0	14.3	22.6	13.0	6.1	8.3	19.7	14.0
BUCHEN, KR. NECKAR-ODW	5.5	7.4	11.9	16.5	21.1	23.7	25.8	24.8	20.0	13.7	7.7	5.9	16.5	24.7	13.8	6.3	9.1	21.5	15.3
ESLOHE	6.2	7.7	11.2	15.5	20.1	22.7	24.6	23.5	19.0	14.0	8.1	6.6	15.6	23.6	13.7	6.8	9.2	20.6	14.9
FULDA	5.9	7.7	12.0	16.7	21.4	24.1	26.0	25.0	20.3	14.3	8.2	6.4	16.7	25.1	14.3	6.7	9.5	21.9	15.7
GEISENHEIM (AMBF)	7.0	8.8	13.2	17.6	22.2	25.1	27.0	26.0	21.2	14.8	9.2	7.4	17.7	26.1	15.1	7.7	10.5	22.7	16.6
GERNSHEIM-ALLMENDFEL	7.3	9.4	13.9	18.6	23.2	26.0	27.9	26.9	22.1	15.3	9.4	7.7	18.6	27.0	15.6	8.1	11.1	23.6	17.3
WALDEMS-STEINFISCHBA	5.5	6.9	10.9	15.3	19.8	22.6	24.8	23.8	19.1	13.3	7.5	6.0	15.3	23.7	13.3	6.1	8.7	20.6	14.6
WERTHEIM-EICHEL	7.2	8.9	13.5	18.1	22.7	25.6	27.5	26.5	21.6	15.1	9.3	7.5	18.1	26.5	15.3	7.9	10.7	23.2	17.0
WIESBADEN (SUED)	6.8	8.7	13.3	17.9	22.4	25.4	27.3	26.3	21.3	14.7	9.0	7.3	17.9	26.3	15.0	7.6	10.5	22.9	16.7
WORMS	7.2	9.2	13.7	18.3	22.8	25.6	27.4	26.3	21.8	14.9	9.2	7.5	18.3	26.4	15.3	8.0	10.9	23.1	17.0
BERNKASTEL	8.1	9.7	13.5	17.7	22.2	25.2	27.1	26.0	21.5	15.5	9.9	8.5	17.8	26.1	15.6	8.8	11.2	22.9	17.1
BRAUNLAGE (WST)	3.8	4.4	7.9	12.7	17.6	20.2	22.2	21.2	16.6	11.5	5.9	4.0	12.8	21.2	11.3	4.1	6.5	18.2	12.3
BROCKEN (WST)	1.4	1.3	3.9	7.9	12.6	15.2	17.1	16.3	12.1	8.1	3.3	1.9	8.1	16.2	7.8	1.5	3.3	13.6	8.4
CLAUSTHAL-ZELLERFELD	3.6	4.5	8.1	12.8	17.7	20.2	22.1	21.2	16.4	11.3	5.6	3.9	12.9	21.1	11.1	4.0	6.4	18.1	12.3
DORTMUND	7.9	8.9	12.6	16.7	21.2	23.7	25.7	24.7	20.5	15.5	10.1	8.3	16.8	24.7	15.4	8.4	10.7	21.9	16.3
EBERBACH_NECKAR	7.1	9.2	13.4	17.8	22.4	25.1	26.9	25.9	21.4	15.2	9.2	7.4	17.8	26.0	15.2	7.9	10.7	22.8	16.7
ERFURT-BIND. (FLUGWEW	5.6	6.6	10.9	15.8	20.6	23.2	25.5	24.5	19.7	13.8	7.8	6.0	15.8	24.4	13.8	6.1	8.8	21.2	15.0
ESCHWEGE	6.4	7.8	12.0	17.0	21.7	24.4	26.3	25.3	20.4	14.4	8.5	6.9	16.9	25.3	14.4	7.1	9.8	22.1	15.9
FRANKFURT_M. (FLUGWE	7.0	8.9	13.3	17.8	22.4	25.5	27.5	26.4	21.4	14.8	9.1	7.3	17.9	26.4	15.1	7.7	10.6	23.0	16.8
GILSERBERG	4.9	6.4	10.6	15.4	20.1	23.0	24.9	23.8	18.9	12.8	7.1	5.4	15.3	23.9	12.9	5.6	8.3	20.6	14.4
GRUND, BAD	4.9	6.2	10.3	15.2	20.1	22.8	24.7	23.7	18.2	12.7	7.0	5.3	15.2	23.7	12.6	5.5	8.1	20.4	14.3
GUETERSLOH	7.4	8.7	12.3	16.9	21.6	24.3	26.2	25.1	20.1	14.8	9.4	7.8	17.0	25.2	14.8	8.0	10.4	22.0	16.2
HAHNENKLEE (KKST)	4.1	4.7	8.1	12.8	17.8	20.3	22.3	21.4	16.6	11.4	5.9	4.2	12.9	21.3	11.3	4.3	6.6	18.3	12.5
HARZBURG, BAD	6.6	7.5	10.9	15.7	20.6	23.3	25.3	24.3	19.5	13.9	8.5	7.1	15.8	24.3	14.0	7.1	9.4	21.2	15.3
HOFGEISMAR-BEBERBECK	5.5	6.9	10.8	15.6	20.3	23.0	25.0	24.1	19.0	13.3	7.6	6.0	15.6	24.0	13.3	6.1	8.7	20.8	14.7
HOMBERG (OHM)	5.6	7.4	11.8	16.6	21.2	23.9	25.9	24.8	20.0	13.8	7.8	6.0	16.5	24.9	13.9	6.4	9.2	21.6	15.4
KL.FELDBERG_TS. (WST	2.8	3.6	7.4	12.0	16.7	19.5	21.5	20.5	15.8	10.4	5.0	3.3	12.1	20.5	10.4	3.2	5.7	17.4	11.5
KOELN-WAHN (FLUGWEWA	8.2	9.7	13.5	17.6	22.0	24.6	26.5	25.6	21.2	15.8	10.3	8.5	17.7	25.6	15.8	8.8	11.3	22.6	17.0
KOENIGSHOFEN, BAD	5.0	7.0	11.9	16.8	21.7	24.6	26.5	25.5	20.3	13.8	7.5	5.5	16.8	25.5	13.9	5.8	9.0	22.1	15.5
.																			
SALZUFLEN, BAD (WST)	7.0	8.1	11.7	16.3	20.8	23.5	25.5	24.6	19.9	14.6	9.2	7.4	16.3	24.5	14.6	7.5	9.9	21.5	15.7
SCHWEINFURT	5.7	7.7	12.6	17.5	22.3	25.2	27.2	26.2	21.0	14.4	8.1	6.1	17.5	26.2	14.5	6.5	9.6	22.7	16.2
WITZENHAUSEN	6.5	7.9	12.0	16.6	21.3	24.1	26.2	25.3	20.3	14.5	8.6	7.0	16.6	25.2	14.5	7.1	9.8	21.9	15.9
WUERZBURG (WST)	5.8	7.7	12.5	17.2	22.0	24.8	26.8	25.9	20.9	14.3	8.1	6.2	17.2	25.8	14.5	6.6	9.6	22.5	16.0
Mittel alle Stationen	5.9	7.4	11.4	16.0	20.7	23.4	25.4	24.4	19.6	13.7	8.0	6.3	16.0	24.4	13.8	6.5	9.2	21.2	15.2

Tab.3: Differenzen der Monats-, Jahreszeiten- und Jahresmittelwerte der Tagesmaximumtemperatur, Mittel aus 10 Simulationen zwischen dem simulierten Jetzt -Zeit Klima (NCARan 1981/2000) und der Dekade 2061/2070,

Ausschnitt aus der Datei: \szenar\ergeb_2061_2070\Mittel\DifMaximum_Temp2061_2070szenar-1981_2000NCARan.dat

Monat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Frue	Somm	Herb	Wint	hyd.W	hyd.S	Jahr
BEERFELDEN	3.1	3.2	2.6	2.4	2.3	2.6	2.4	2.3	2.1	1.7	2.7	3.0	2.4	2.5	2.1	3.1	2.9	2.3	2.5
BIEDENKOPF	2.9	2.9	2.6	2.4	2.3	2.8	2.8	2.7	2.1	1.8	2.6	2.7	2.5	2.8	2.2	2.9	2.7	2.5	2.6
BLANKENRATH	2.9	2.9	2.6	2.4	2.3	2.8	2.6	2.5	2.3	1.7	2.6	2.6	2.4	2.6	2.2	2.9	2.7	2.3	2.6
BORGENTREICH-BUEHNE	3.2	3.2	2.6	2.6	2.3	3.1	3.2	3.1	2.3	1.9	2.7	3.0	2.5	3.1	2.3	3.1	2.9	2.6	2.8
BRILON	2.9	3.0	2.7	2.6	2.4	3.1	3.2	3.0	2.3	1.8	2.7	2.8	2.6	3.1	2.2	2.9	2.8	2.7	2.7
BUCHEN, KR. NECKAR-ODW	3.0	3.0	2.7	2.4	2.4	2.7	2.5	2.4	2.0	1.7	2.6	2.8	2.5	2.5	2.1	3.0	2.7	2.3	2.5
ESLOHE	3.0	2.9	2.7	2.6	2.4	2.9	3.0	2.9	2.2	1.8	2.6	2.8	2.6	2.9	2.2	2.9	2.8	2.5	2.6
FULDA	3.1	3.0	2.7	2.5	2.4	2.9	2.9	2.8	2.2	1.9	2.7	2.8	2.5	3.0	2.3	3.0	2.8	2.6	2.7
GEISENHEIM (AMBF)	2.8	2.8	2.4	2.2	2.2	2.6	2.4	2.4	2.0	1.7	2.4	2.6	2.3	2.5	2.1	2.7	2.5	2.2	2.4
GERNSEHEIM-ALLMENDFEL	3.0	3.0	2.5	2.2	2.3	2.7	2.4	2.4	2.1	1.7	2.5	2.8	2.4	2.5	2.1	2.9	2.7	2.3	2.5
GIESSEN (LIEBIGSH. W	3.0	3.0	2.6	2.4	2.3	2.7	2.7	2.5	2.2	1.8	2.5	2.7	2.4	2.7	2.2	2.9	2.7	2.4	2.6
GREBENHAIN-HERCHENHA	2.7	2.7	2.8	2.6	2.5	3.0	2.9	2.8	2.1	1.6	2.4	2.4	2.6	2.9	2.1	2.6	2.6	2.5	2.6
HILGENROTH	2.9	3.0	2.6	2.5	2.4	3.0	2.9	2.8	2.3	1.8	2.6	2.8	2.6	3.0	2.3	2.9	2.8	2.5	2.7
KAHL_MAIN	3.1	3.0	2.5	2.3	2.2	2.6	2.5	2.5	2.1	1.6	2.5	2.9	2.3	2.5	2.1	3.0	2.7	2.2	2.5
KAHLER ASTEN (WST)	2.6	2.5	2.8	2.7	2.5	3.1	3.1	3.0	2.3	1.8	2.5	2.4	2.7	3.1	2.2	2.5	2.5	2.6	2.6
KISSINGEN,BAD (WST)	2.8	2.7	2.6	2.4	2.4	3.1	2.9	2.8	2.1	1.7	2.6	2.6	2.4	2.9	2.1	2.7	2.6	2.4	2.5
KOBLENZ-HORCHHEIM	3.0	3.0	2.6	2.5	2.3	2.9	2.8	2.7	2.3	1.8	2.6	2.8	2.4	2.9	2.2	2.9	2.8	2.5	2.6
LEINEFELDE (WST)	3.2	3.3	2.7	2.5	2.4	3.0	3.0	2.9	2.3	1.8	2.8	3.0	2.5	2.9	2.3	3.2	2.9	2.6	2.7
LIPPSRINGE, BAD (WST	3.1	3.1	2.6	2.4	2.4	3.1	3.3	3.1	2.3	1.8	2.8	2.8	2.5	3.2	2.3	3.0	2.8	2.6	2.8
MANNHEIM (WST)	3.1	3.0	2.5	2.3	2.2	2.6	2.3	2.3	2.1	1.7	2.6	2.9	2.4	2.4	2.2	3.0	2.7	2.2	2.5
MARIENBERG,BAD (WST)	2.8	2.8	2.6	2.4	2.3	2.9	2.8	2.7	2.2	1.6	2.6	2.5	2.5	2.8	2.1	2.7	2.6	2.4	2.6
CLAUSTHAL-ZELLERFELD	2.9	2.9	2.9	2.7	2.6	3.1	3.2	3.0	2.2	1.9	2.6	2.6	2.8	3.0	2.2	2.8	2.7	2.6	2.7
DORTMUND	2.9	2.9	2.5	2.4	2.3	2.7	2.7	2.6	2.2	1.8	2.7	2.8	2.4	2.6	2.3	2.9	2.7	2.4	2.5
EBERBACH_NECKAR	3.0	3.0	2.7	2.4	2.4	2.8	2.4	2.5	2.1	1.7	2.6	2.8	2.4	2.6	2.0	2.9	2.8	2.3	2.5
ERFURT-BIND. (FLUGWEW	3.4	3.4	2.7	2.4	2.3	2.6	2.7	2.6	2.2	1.9	2.8	3.1	2.5	2.7	2.4	3.3	3.0	2.4	2.7
ESCHWEGE	3.2	3.2	2.7	2.5	2.4	3.0	3.1	2.9	2.2	1.8	2.7	3.0	2.5	3.0	2.2	3.2	2.9	2.6	2.7
FRANKFURT_M. (FLUGWE	3.0	2.9	2.5	2.3	2.2	2.8	2.6	2.5	2.1	1.7	2.5	2.7	2.4	2.5	2.1	2.8	2.7	2.3	2.5
GILSERBERG	3.0	3.1	2.7	2.5	2.4	3.0	2.9	2.8	2.2	1.8	2.6	2.8	2.5	2.9	2.2	3.0	2.8	2.5	2.6
GRUND,BAD	3.1	3.1	2.7	2.5	2.5	3.2	3.3	3.1	2.2	1.8	2.7	2.9	2.6	3.2	2.2	3.1	2.8	2.7	2.8
GUETERSLOH	3.0	3.0	2.5	2.4	2.3	2.9	3.1	3.0	2.2	1.9	2.7	2.8	2.5	3.0	2.3	3.0	2.7	2.5	2.6
HAHNENKLEE (KKST)	3.0	3.1	2.9	2.7	2.7	3.1	3.2	3.1	2.2	1.7	2.7	2.8	2.8	3.1	2.2	2.9	2.8	2.6	2.8
HARZBURG,BAD	3.2	3.4	2.6	2.4	2.3	2.8	3.0	2.9	2.3	1.8	2.8	3.1	2.5	2.9	2.3	3.3	2.9	2.6	2.8
KOELN-WAHN (FLUGWEWA	2.9	2.8	2.6	2.4	2.3	2.8	2.8	2.7	2.3	1.8	2.6	2.6	2.5	2.8	2.3	2.8	2.7	2.4	2.6
KOENIGSHOFEN, BAD	2.9	2.8	2.8	2.4	2.5	3.1	3.0	2.9	2.1	1.7	2.5	2.6	2.6	3.0	2.1	2.7	2.7	2.6	2.6
.																			
SALZUFLEN,BAD (WST)	3.0	3.0	2.4	2.4	2.2	2.8	2.9	2.8	2.2	1.8	2.7	2.8	2.4	2.8	2.2	2.9	2.7	2.5	2.6
SCHWEINFURT	2.8	2.8	2.6	2.4	2.3	2.9	2.8	2.7	2.1	1.7	2.5	2.6	2.5	2.8	2.1	2.7	2.6	2.4	2.5
WITZENHAUSEN	3.0	3.1	2.6	2.4	2.3	3.0	3.1	2.9	2.2	1.8	2.6	2.8	2.4	3.0	2.2	2.9	2.8	2.5	2.7
WUERZBURG (WST)	2.9	2.8	2.6	2.3	2.3	2.9	2.6	2.6	2.1	1.7	2.5	2.7	2.4	2.7	2.2	2.8	2.7	2.4	2.5
Mittel alle Station	3.0	3.0	2.6	2.4	2.4	2.8	2.8	2.7	2.1	1.7	2.6	2.8	2.4	2.8	2.2	2.9	2.8	2.4	2.6

Tab.4: Monats-, Jahreszeiten- und Jahresmittelwerte der Überschreitungshäufigkeit der Tagesmaximumtemperatur >35 °C, Mittel aus 10 Simulationen für die Dekade 2061/2070,

Ausschnitt aus der Datei: \szenar\ergeb_2061_2070\Mittel\schw035Maximum_Temp2061_2070_09.dat

Monat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Frue	Somm	Herb	Wint	hyd.S	hyd.W	Jahr
BEERFELDEN	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2	0.0	0.2
BIEDENKOPF	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	1.4	0.0	1.4
BLANKENRATH	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	1.2	0.0	1.2
BORGENTREICH-BUEHNE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8	0.0	0.0	4.8	0.0	4.8
BRILON	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1
BUCHEN, KR. NECKAR-ODW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	0.0	0.0	3.3	0.0	3.3
ESLOHE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.6	0.0	0.6
FULDA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.8	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0	2.6	0.0	2.6
GEISENHEIM (AMBF)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	5.6	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.1	0.0	0.0	9.1	0.0	9.1
GERNSHEIM-ALLMENDFEL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	3.2	15.1	9.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	28.0	0.0	0.0	28.1	0.0	28.1
GIESSEN (LIEBIGSH. W	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	2.2	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	0.0	0.0	3.5	0.0	3.5
HILGENROTH	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	0.0	2.7	0.0	2.7
KAHL_MAIN	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	8.1	5.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.9	0.0	0.0	14.9	0.0	14.9
KISSINGEN,BAD (WST)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	9.6	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.9	0.0	0.0	15.9	0.0	15.9
KOBLENZ-HORCHHEIM	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	2.3	10.9	7.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	20.6	0.0	0.0	20.7	0.0	20.7
LEINEFELDE (WST)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.0
LIPPSPRINGE,BAD (WST)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.7	0.0	0.0	5.7	0.0	5.7
MANNHEIM (WST)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.6	12.6	6.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	20.6	0.0	0.0	20.7	0.0	20.7
MELSUNGEN	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	2.1	0.0	2.1
NEUDENAU	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.5	11.0	6.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	18.8	0.0	0.0	19.0	0.0	19.0
ROXHEIM	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	7.9	4.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.2	0.0	0.0	13.2	0.0	13.2
BUCHEN, KR. NECKAR-ODW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	0.0	0.0	3.3	0.0	3.3
DORTMUND	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	2.9	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5	0.0	0.0	4.5	0.0	4.5
EBERBACH_NECKAR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	6.7	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.4	0.0	0.0	10.4	0.0	10.4
ERFURT-BIND. (FLUGWE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	2.3	0.0	2.3
ESCHWEGE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	6.6	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	0.0	0.0	12.0	0.0	12.0
ESLOHE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.6	0.0	0.6
FRANKFURT_M. (FLUGWE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	10.3	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.5	0.0	0.0	17.5	0.0	17.5
FULDA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.8	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0	2.6	0.0	2.6
GEISENHEIM (AMBF)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	5.6	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.1	0.0	0.0	9.1	0.0	9.1
GERNSHEIM-ALLMENDFEL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	3.2	15.1	9.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	28.0	0.0	0.0	28.1	0.0	28.1
GIESSEN (LIEBIGSH. W	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	2.2	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	0.0	0.0	3.5	0.0	3.5
GRUND,BAD	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	1.9	0.0	1.9
GUETERSLOH	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	4.3	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.8	0.0	0.0	6.8	0.0	6.8
HARZBURG,BAD	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	0.0	0.0	3.2	0.0	3.2
HILGENROTH	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	0.0	2.7	0.0	2.7
.																			
KAHL_MAIN	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	8.1	5.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.9	0.0	0.0	14.9	0.0	14.9
KISSINGEN,BAD (WST)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	9.6	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.9	0.0	0.0	15.9	0.0	15.9
KOBLENZ-HORCHHEIM	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	2.3	10.9	7.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	20.6	0.0	0.0	20.7	0.0	20.7
WUERZBURG (WST)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	7.7	3.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	12.4	0.1	0.0	12.4	0.0	12.4
Ueber alle Stationen	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	44.7	355.9	197.1	0.1	0.0	0.0	0.0	1.0	597.7	0.1	0.0	598.7	0.0	598.7

Tab.5: Maximale Tagesniederschläge, aufgeschlüsselt nach Monaten, Jahreszeiten und Gesamtjahr, Mittel über 10 Simulationen , Dekade 2061/2070, Ausschnitt aus der Datei: : \szenar\ergeb_2061_2070\Mittel\ExtremeNiederschlag2061_2070_09.dat

Monat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Frue	Somm	Herb	Wint	hyd.W	hyd.S	Jahr
ADELSHEIM	64.1	66.0	66.6	66.6	66.1	46.6	46.2	63.3	69.7	71.8	66.5	56.8	66.6	63.3	71.8	66.0	71.8	66.6	71.8
AERZEN-REHER	43.4	43.4	62.0	62.0	61.6	73.7	82.2	69.0	47.4	47.4	48.4	43.1	62.0	82.2	48.4	43.4	82.2	62.0	82.2
ALFTER-VOLMERSHOVEN	51.5	33.5	41.7	41.7	42.3	62.0	61.9	49.1	51.8	52.0	50.7	29.7	42.3	62.0	52.0	51.5	62.0	51.5	62.0
ALHEIM-HEINEBACH	36.9	45.3	46.0	46.1	55.9	81.7	81.7	80.7	44.2	44.2	44.0	36.2	55.9	81.7	44.2	45.3	81.7	46.1	81.7
ALLENDORF_EDER-OSTER	59.9	59.6	48.6	48.5	48.5	44.3	58.9	58.8	68.7	73.0	73.8	47.7	48.6	58.9	73.8	59.9	73.0	73.8	73.8
ALTENA I.W.	72.3	72.3	45.2	44.6	45.2	53.0	53.0	50.2	80.0	69.5	69.7	67.4	45.2	53.0	80.0	72.3	80.0	72.3	80.0
ALTERTHEIM-OBERALTER	32.0	45.3	41.6	41.2	41.2	71.0	71.2	34.8	61.6	62.9	58.6	52.7	41.6	71.2	62.9	52.7	71.2	58.6	71.2
ALZEY	31.0	31.6	24.0	32.3	32.2	45.9	47.5	44.6	50.6	51.5	50.0	32.9	32.3	47.5	51.5	32.9	51.5	50.0	51.5
AMOENEBURG-RUEDIGHEI	62.1	61.9	42.8	42.8	70.7	82.2	43.7	59.9	47.5	42.2	43.4	48.5	70.7	82.2	47.5	62.1	82.2	62.1	82.2
ANDERNACH	36.2	36.3	36.6	37.5	38.5	94.9	95.9	95.5	42.9	43.1	43.4	31.7	38.5	95.9	43.4	36.3	95.9	43.4	95.9
ARNSBERG	58.0	55.8	43.2	43.2	55.5	63.9	60.6	63.9	69.1	59.7	69.3	42.6	55.5	63.9	69.3	58.0	69.1	69.3	69.3
ARNSBERG-HOLZEN	41.3	55.0	55.5	54.9	55.6	43.1	44.2	43.2	76.0	75.1	75.8	41.3	55.6	44.2	76.0	55.0	76.0	75.8	76.0
ARNSTEIN-ALTBESSINGE	39.6	40.4	31.4	38.6	38.8	41.3	41.3	36.0	40.1	42.3	41.5	43.2	38.8	41.3	42.3	43.2	42.3	43.2	43.2
AROLSEN-LANDAU	34.4	40.9	56.1	55.9	56.5	63.6	43.6	107.1	117.1	106.4	116.3	27.4	56.5	107.1	117.1	40.9	117.1	116.3	117.1
ASBACH	76.0	58.1	53.1	52.6	53.1	76.0	75.4	51.5	56.5	60.0	58.5	60.1	53.1	76.0	60.0	76.0	76.0	76.0	76.0
ASCHAFFENBURG	38.2	38.0	38.0	39.0	85.7	99.6	73.9	43.9	41.3	41.3	40.0	35.7	85.7	99.6	41.3	38.2	99.6	40.0	99.6
ATTENDORN	71.5	71.1	52.4	52.4	51.8	49.7	51.1	51.5	67.4	66.2	66.4	68.2	52.4	51.5	67.4	71.5	67.4	71.5	71.5
ATTENDORN (LISTERTALS	78.1	70.7	62.3	62.3	61.6	59.7	60.4	55.0	67.2	70.7	73.5	78.8	62.3	60.4	73.5	78.8	70.7	78.8	78.8
BABENHAUSEN-HARRESHA	37.1	32.3	34.2	35.5	43.3	59.3	59.3	48.3	46.0	47.5	46.3	35.6	43.3	59.3	47.5	37.1	59.3	46.3	59.3
BADDECKENSTEDT-WARTJ	35.1	34.9	40.7	39.6	43.9	56.8	56.7	56.8	38.2	36.8	36.0	37.7	43.9	56.8	38.2	37.7	56.8	40.7	56.8
BAMMENTAL	57.6	61.2	51.1	54.3	56.6	54.0	58.2	64.5	68.9	68.9	68.4	54.2	56.6	64.5	68.9	61.2	68.9	68.4	68.9
BASSENHEIM	26.3	33.6	58.0	58.0	58.0	58.2	62.7	52.6	43.0	43.2	43.5	33.8	58.0	62.7	43.5	33.8	62.7	58.0	62.7
BASTHEIM-SIMONSHOF	47.7	34.9	30.7	28.1	49.8	92.2	92.2	92.2	44.2	51.2	50.5	42.2	49.8	92.2	51.2	47.7	92.2	50.5	92.2
BATTENBERG-BERGHOFEN	50.3	49.8	44.2	44.3	43.7	49.9	57.4	49.5	55.6	58.8	60.0	50.3	44.3	57.4	60.0	50.3	58.8	60.0	60.0
BATTENBERG-HOF KARLS	58.9	58.9	50.7	50.7	50.0	42.4	49.0	53.6	84.2	89.9	90.5	58.9	50.7	53.6	90.5	58.9	89.9	90.5	90.5
BAYERFELD-STECK.-SCH	30.5	31.0	23.4	31.4	47.3	47.4	47.3	54.2	54.5	64.9	51.4	32.4	47.3	54.2	64.9	32.4	64.9	51.4	64.9
BEBRA-IBA	36.1	36.1	38.6	38.4	65.6	110.6	110.6	109.8	55.1	53.7	46.9	34.6	65.6	110.6	55.1	36.1	110.6	46.9	110.6
BEERFELDEN	72.6	59.5	43.9	40.6	43.6	50.0	42.3	52.5	108.4	124.8	124.3	64.5	43.9	52.5	124.8	72.6	124.8	124.3	124.8
BEERFELDEN-AIRLENBAC	74.8	59.2	56.7	55.4	57.5	65.9	53.2	57.4	102.9	118.2	118.0	77.5	57.5	65.9	118.2	77.5	118.2	118.0	118.2
BEHRINGEN	36.0	32.5	43.9	53.6	81.6	94.4	78.3	76.5	52.8	60.6	59.6	32.3	81.6	94.4	60.6	36.0	94.4	59.6	94.4
.																			
WERTHEIM-EICHEL	48.8	36.9	30.9	30.5	48.7	63.7	56.9	57.2	69.2	70.8	66.1	56.7	48.7	63.7	70.8	56.7	70.8	66.1	70.8
WIESBADEN (SUED)	35.7	35.8	31.5	33.1	71.8	71.9	71.8	71.8	52.0	60.1	59.5	36.8	71.8	71.9	60.1	36.8	71.9	59.5	71.9
WITZENHAUSEN	35.9	35.9	36.5	31.3	58.2	98.1	98.1	97.1	54.0	61.3	58.5	36.2	58.2	98.1	61.3	36.2	98.1	58.5	98.1
WORMS	28.1	28.4	52.7	70.6	70.8	63.2	80.7	54.6	40.5	40.2	41.4	28.4	70.8	80.7	41.4	28.4	80.7	70.6	80.7
WUERZBURG (WST)	30.5	37.2	37.5	37.8	42.9	56.2	70.2	56.9	53.7	54.9	50.9	50.6	42.9	70.2	54.9	50.6	70.2	50.9	70.2
Max aus allen Stat.	109.6	104.2	101.0	101.0	122.2	192.5	192.5	192.3	123.7	141.9	141.4	118.6	122.2	192.5	141.9	118.6	192.5	141.4	192.5

Als weitere, auf Dekaden bezogene Auswertungen, stehen Überschreitungen von Schwellenwerten der Temperatur und des Niederschlages zur Verfügung. In der Tabelle 4 ist dies beispielhaft anhand der Datei

„*ergeb_2061_2070\Mittel\schw035Maximum_Temp2061_2070_09.dat*“ aufgeführt.

Es handelt sich hierbei um die Überschreitungshäufigkeit des Tagesmaximum >35 °C.

Vergleichbare Auswertungen sind für Überschreitungen der Tagessumme der Niederschlagshöhe $> 60, 80, 100$ und >120 mm zu finden.

Für die Tagessumme des Niederschlages werden außerdem die höchsten simulierten Tagesniederschläge tabellarisch zusammengefasst. In Tab. 5 ist dies für die Dekade 2061/2070 auszugswise ersichtlich.

Eine komprimierte Aufbereitung der Ergebnisse findet sich in den Dateien

/szenar/DifKlimaelement-1981_2000NCARan.dat. Hier sind die, über alle Stationen gemittelten Simulationsergebnisse für die Dekade von 1981/1990 bis 2091/100 für jedes Klimaelement zusammengefasst. Die Gesamtergebnisse sind in der Tabelle 6a für den Vergleich mit den Messwerten und 6b für die NCAR-Simulationen des Jetztklimas im Verzeichnis Word unter der Bezeichnung „*Differenzen_NCAR* und *Differenzen_Original* gespeichert.

Tab. 6a Differenzen zwischen den simulierten Dekadenmittelwerten 1961/1970 bis 2091/2100 und den Mittelwerten der Messwerte des Zeitraumes 1981/2000

Tagesmaximumtemperatur [K]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Frue	Somm	Herb	Wint	hy.W	hy.S	Jahr
1961_1970	-1.6	-0.6	-1.7	-0.3	-1.2	0.7	-1.2	-1.7	0.5	0.7	-0.1	-2.2	-1.1	-0.8	0.4	-1.5	-1.1	-0.4	-0.7
1971_1980	-0.5	0.5	-0.4	-1.2	-0.8	-0.1	-0.9	-0.8	-0.2	-0.6	-0.4	0.0	-0.8	-0.6	-0.4	0.0	-0.4	-0.6	-0.5
1981_1990	-0.5	-0.8	-0.5	-0.6	-0.3	-0.4	-0.3	-0.5	-0.1	0.5	0.2	0.1	-0.5	-0.4	0.2	-0.4	-0.4	-0.2	-0.3
1991_2000	0.6	0.8	0.6	0.5	0.2	0.5	0.3	0.5	0.1	-0.5	-0.2	-0.1	0.4	0.4	-0.2	0.4	0.3	0.2	0.3
2001_2010	1.8	2.0	0.6	0.7	0.5	1.6	1.4	-0.3	-0.5	-1.0	-0.4	1.7	0.6	0.9	-0.6	1.8	1.0	0.3	0.7
2011_2020	1.9	2.7	1.5	1.7	1.5	1.8	1.1	0.1	-0.2	-0.5	-0.3	1.6	1.5	1.0	-0.4	2.0	1.5	0.6	1.0
2021_2030	3.0	3.5	2.1	2.2	2.0	2.2	1.5	0.6	0.1	-0.3	0.6	3.1	2.1	1.4	0.1	3.2	2.4	1.0	1.7
2031_2040	2.5	2.7	1.1	1.3	1.3	1.9	1.1	0.2	0.3	-0.4	-0.1	2.4	1.3	1.0	-0.1	2.5	1.6	0.7	1.2
2041_2050	3.0	3.8	1.8	1.7	1.9	3.0	2.0	0.9	0.3	-0.3	0.2	2.7	1.8	1.9	0.0	3.2	2.2	1.3	1.7
2051_2060	3.5	4.0	3.1	3.3	2.8	3.0	2.6	1.2	0.5	0.1	0.6	3.7	3.1	2.2	0.4	3.7	3.0	1.7	2.4
2061_2070	2.9	3.3	2.8	3.0	2.7	3.2	2.6	1.5	1.3	0.7	1.2	2.4	2.8	2.4	1.1	2.8	2.6	2.0	2.3
2071_2080	3.5	3.7	3.2	3.2	3.0	3.6	2.6	1.4	0.6	0.3	0.8	3.3	3.1	2.5	0.6	3.5	2.9	1.9	2.4
2081_2090	4.3	4.6	2.3	2.8	2.4	3.4	2.4	1.5	1.9	1.0	1.6	3.9	2.5	2.4	1.5	4.2	3.2	2.1	2.7
2091_2100	4.5	4.5	2.2	2.8	2.5	4.0	3.2	1.9	2.2	1.4	1.9	4.4	2.5	3.0	1.8	4.5	3.4	2.6	3.0

Tagesminimumtemperatur [K]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Frue	Somm	Herb	Wint	hy.W	hy.S	Jahr
1961_1970	-1.5	-0.2	-1.8	0.2	-0.7	-0.3	-1.1	-1.0	-0.3	0.1	-0.2	-2.5	-0.8	-0.8	-0.2	-1.4	-1.0	-0.6	-0.7
1971_1980	-0.1	1.0	-0.5	-1.1	-0.8	-0.3	-0.6	-0.6	-0.7	-1.0	-0.1	0.0	-0.8	-0.5	-0.6	0.2	-0.1	-0.7	-0.4
1981_1990	-0.4	-0.8	-0.3	-0.4	-0.1	-0.2	-0.3	-0.2	-0.1	0.4	-0.1	0.2	-0.3	-0.3	0.0	-0.4	-0.3	-0.1	-0.1
1991_2000	0.5	0.8	0.4	0.3	0.2	0.1	0.4	0.2	0.0	-0.3	0.1	-0.1	0.3	0.2	-0.1	0.3	0.3	0.1	0.3
2001_2010	1.8	2.2	0.2	0.6	0.4	1.1	1.0	0.1	-0.4	-0.7	-0.1	1.6	0.4	0.7	-0.4	1.9	1.1	0.2	0.7
2011_2020	2.0	2.9	0.8	1.2	1.2	1.3	0.8	0.3	-0.1	-0.3	0.1	1.5	1.0	0.7	-0.1	2.1	1.4	0.5	1.0
2021_2030	2.6	3.3	1.1	1.5	1.4	1.3	1.0	0.6	0.2	-0.1	0.8	2.5	1.3	0.9	0.3	2.8	2.0	0.7	1.4
2031_2040	2.2	2.6	0.6	1.1	1.1	1.2	0.7	0.2	0.3	-0.1	0.4	2.1	0.9	0.6	0.1	2.3	1.5	0.5	1.1
2041_2050	2.8	3.5	0.9	1.2	1.4	1.9	1.4	0.8	0.2	-0.3	0.4	2.3	1.1	1.3	0.1	2.8	1.9	0.9	1.4
2051_2060	3.0	3.5	1.7	2.2	1.9	1.9	1.7	1.0	0.1	-0.2	0.5	3.0	1.9	1.5	0.1	3.1	2.3	1.0	1.7
2061_2070	2.5	2.9	1.6	1.9	1.8	2.0	1.8	1.2	0.6	0.3	0.8	1.9	1.8	1.6	0.5	2.4	2.0	1.2	1.7
2071_2080	3.1	3.4	1.8	2.1	2.0	2.4	1.9	1.2	0.0	0.0	0.6	2.8	1.9	1.8	0.2	3.1	2.3	1.2	1.8
2081_2090	3.7	4.0	1.6	2.1	2.0	2.3	1.7	1.2	1.1	0.6	1.1	3.0	1.9	1.7	0.9	3.5	2.6	1.5	2.1
2091_2100	3.6	3.8	1.3	1.7	1.5	2.5	2.3	1.4	1.2	0.7	1.3	3.4	1.5	2.0	1.0	3.6	2.5	1.6	2.1

Tagesmitteltemperatur [K]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Frue	Somm	Herb	Wint	hy.W	hy.S	Jahr
1961_1970	-1.5	-0.2	-1.6	0.0	-0.9	0.3	-1.2	-1.4	0.1	0.4	0.0	-2.2	-0.9	-0.8	0.1	-1.3	-0.9	-0.4	-0.7
1971_1980	-0.2	0.7	-0.4	-1.1	-0.8	-0.2	-0.7	-0.7	-0.4	-0.8	-0.2	0.0	-0.8	-0.6	-0.5	0.2	-0.2	-0.6	-0.4
1981_1990	-0.5	-0.7	-0.4	-0.5	-0.2	-0.4	-0.2	-0.4	-0.1	0.5	0.0	0.2	-0.3	-0.4	0.1	-0.3	-0.3	-0.1	-0.2
1991_2000	0.5	0.8	0.5	0.4	0.2	0.3	0.3	0.4	0.0	-0.4	0.0	-0.1	0.4	0.3	-0.2	0.4	0.4	0.2	0.2
2001_2010	1.8	2.1	0.4	0.7	0.5	1.3	1.1	-0.1	-0.4	-0.8	-0.2	1.7	0.5	0.7	-0.5	1.9	1.1	0.3	0.7
2011_2020	1.9	2.8	1.2	1.5	1.4	1.5	0.9	0.2	-0.2	-0.4	0.0	1.6	1.3	0.8	-0.2	2.1	1.5	0.6	1.0
2021_2030	2.8	3.4	1.7	1.9	1.8	1.7	1.2	0.6	0.2	-0.1	0.8	2.8	1.8	1.1	0.2	3.0	2.2	0.9	1.5
2031_2040	2.4	2.7	0.9	1.3	1.2	1.5	0.8	0.1	0.3	-0.2	0.2	2.3	1.1	0.8	0.0	2.5	1.7	0.7	1.1
2041_2050	2.9	3.7	1.4	1.5	1.7	2.4	1.7	0.8	0.3	-0.2	0.4	2.6	1.5	1.6	0.1	3.1	2.1	1.2	1.6
2051_2060	3.1	3.7	2.6	3.0	2.5	2.5	2.2	1.1	0.3	-0.1	0.6	3.3	2.7	1.9	0.2	3.4	2.7	1.5	2.0
2061_2070	2.6	3.1	2.4	2.7	2.4	2.7	2.2	1.3	0.9	0.5	1.0	2.1	2.5	2.0	0.7	2.6	2.3	1.7	2.0
2071_2080	3.1	3.5	2.7	2.8	2.7	3.1	2.3	1.3	0.2	0.2	0.7	3.0	2.8	2.2	0.3	3.2	2.7	1.7	2.1
2081_2090	3.8	4.2	2.1	2.6	2.3	2.9	2.1	1.3	1.3	0.7	1.3	3.3	2.4	2.1	1.0	3.8	2.9	1.8	2.3
2091_2100	3.9	4.1	1.9	2.4	2.2	3.4	2.8	1.7	1.6	1.0	1.6	3.7	2.2	2.6	1.3	3.9	3.0	2.1	2.5

Relative Feuchte [%]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Frue	Somm	Herb	Wint	hy.W	hy.S	Jahr
1961_1970	1.0	1.5	0.4	2.8	2.0	-0.4	2.2	4.0	0.3	0.0	-0.2	-0.4	1.7	1.9	0.0	0.7	0.9	1.3	1.1
1971_1980	0.8	1.1	-0.8	-0.5	-0.8	0.4	0.7	0.7	-0.9	-1.1	-0.5	-0.8	-0.7	0.5	-0.9	0.4	-0.1	-0.3	-0.2
1981_1990	0.7	-0.9	0.3	0.0	0.2	1.0	-0.7	0.8	-0.1	-0.3	-1.0	0.0	0.2	0.3	-0.5	-0.1	-0.1	0.1	0.0
1991_2000	-0.6	0.8	-0.4	-0.2	-0.1	-0.9	0.8	-0.8	0.1	0.4	0.9	-0.2	-0.3	-0.4	0.4	0.0	0.1	-0.2	-0.1
2001_2010	0.0	0.2	-1.0	-0.3	-0.4	-1.3	-1.4	1.1	0.8	0.1	0.1	-0.7	-0.6	-0.6	0.3	-0.2	-0.3	-0.2	-0.3
2011_2020	0.2	0.4	-1.0	-0.5	-0.6	-1.3	-0.5	0.6	1.3	0.5	0.3	-0.3	-0.7	-0.5	0.7	0.1	-0.2	-0.1	-0.1
2021_2030	-0.6	-0.6	-2.3	-1.3	-1.5	-1.8	-1.4	0.3	0.8	0.4	-0.3	-1.7	-1.7	-1.0	0.3	-1.0	-1.1	-0.6	-0.9
2031_2040	-0.8	-0.2	-1.0	0.0	-0.2	-1.5	-1.0	0.4	0.9	0.1	0.5	-1.2	-0.4	-0.8	0.5	-0.8	-0.5	-0.3	-0.4
2041_2050	-0.6	-0.7	-1.5	-0.9	-1.0	-2.6	-1.8	0.3	0.6	-0.4	-0.3	-1.2	-1.1	-1.4	-0.1	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9
2051_2060	0.5	0.1	-3.5	-2.6	-2.5	-1.3	-1.2	1.0	1.0	0.5	0.4	-0.5	-2.9	-0.6	0.6	0.0	-0.9	-0.5	-0.7
2061_2070	0.6	0.5	-3.2	-2.6	-2.2	-2.4	-1.9	0.3	0.4	0.3	0.1	0.1	-2.7	-1.4	0.2	0.3	-0.8	-1.0	-0.9
2071_2080	0.4	0.6	-3.5	-2.4	-2.5	-2.6	-1.6	0.4	0.8	0.4	0.2	-0.1	-2.8	-1.4	0.5	0.3	-0.8	-0.9	-0.9
2081_2090	0.9	0.5	-0.9	-1.1	-0.8	-2.5	-1.6	0.7	1.3	1.0	0.4	0.1	-0.9	-1.2	0.9	0.5	0.0	-0.4	-0.2
2091_2100	0.3	0.5	-2.7	-3.2	-3.1	-3.2	-2.1	0.1	0.9	0.4	0.1	-0.5	-3.0	-1.8	0.5	0.1	-0.9	-1.2	-1.1

Tagesmittel der Windgeschwindigkeit [m/s]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Frue	Somm	Herb	Wint	hy.W	hy.S	Jahr
1961_1970	0.0	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.0	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.0	0.1	0.1	0.1
1971_1980	-0.1	-0.1	0.0	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	-0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	-0.1	0.1	0.0	0.0
1981_1990	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
1991_2000	0.0	0.0	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	-9.5	-4.7	-0.1	0.0
2001_2010	0.3	0.3	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.2	0.4	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.0	0.1
2011_2020	0.3	0.3	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	-0.1	0.2	0.3	0.0	0.0	0.1	0.2	0.2	0.0	0.1
2021_2030	0.3	0.3	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.4	0.0	0.0	0.1	0.2	0.2	-0.1	0.1
2031_2040	0.4	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2	0.5	0.0	0.0	0.1	0.3	0.2	0.0	0.1
2041_2050	0.4	0.4	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.5	0.0	0.0	0.1	0.4	0.3	-0.1	0.1
2051_2060	0.1	0.1	-0.1	-0.1	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	-0.1	0.0
2061_2070	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	-0.1	0.0	-0.1	-0.2	-0.2	-0.1	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.1	0.0	-0.1	-0.1
2071_2080	0.1	0.1	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.2	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	-0.1	0.0
2081_2090	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	-0.1	-0.2	-0.3	-0.1	0.1	0.0	-0.1	-0.2	0.0	0.0	-0.2	-0.1
2091_2100	0.1	0.1	-0.1	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	-0.2	-0.3	0.0	0.2	0.0	-0.1	-0.1	0.0	0.0	-0.2	-0.1

Sonnenscheindauer [Std]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Frue	Somm	Herb	Wint	hy.W	hy.S	Jahr
1961_1970	-0.1	-0.4	0.2	-0.6	-0.5	1.0	-0.3	-0.7	0.5	0.4	-0.2	0.2	-0.3	0.0	0.3	-0.1	-0.1	0.1	0.0
1971_1980	-0.1	-0.4	0.1	-0.1	0.1	0.0	-0.5	-0.1	0.1	0.3	-0.1	0.0	0.2	-0.2	0.3	-0.1	-0.1	-0.3	0.0
1981_1990	-0.2	0.1	0.0	-0.1	0.0	-0.4	0.1	-0.2	-0.1	0.0	0.1	-0.1	0.0	-0.2	0.1	0.0	0.0	-0.1	0.0
1991_2000	0.3	-0.2	0.2	0.1	0.2	0.4	0.0	0.5	-0.1	0.0	-0.1	0.1	0.2	0.3	0.0	0.1	0.1	0.2	0.1
2001_2010	0.1	-0.2	0.6	0.1	0.3	0.7	0.6	-0.1	-0.2	0.0	0.3	0.2	0.4	0.4	0.0	0.1	0.2	0.2	0.2
2011_2020	0.0	-0.3	0.8	0.3	0.4	0.8	0.3	0.2	-0.3	0.0	0.2	0.2	0.5	0.4	0.0	0.0	0.3	0.2	0.2
2021_2030	0.2	0.0	1.2	0.6	0.7	1.0	0.6	0.3	-0.2	0.0	0.3	0.3	0.9	0.6	0.0	0.2	0.5	0.4	0.4
2031_2040	0.1	-0.2	0.7	0.1	0.4	0.9	0.4	0.2	-0.1	0.0	0.2	0.1	0.4	0.5	0.0	0.0	0.2	0.3	0.3
2041_2050	0.0	-0.1	1.0	0.5	0.7	1.2	0.7	0.3	-0.1	0.1	0.3	0.1	0.8	0.7	0.1	0.0	0.4	0.5	0.4
2051_2060	0.2	0.2	1.7	1.2	1.1	0.7	0.3	-0.2	0.0	0.1	0.4	0.4	1.4	0.3	0.2	0.3	0.7	0.3	0.5
2061_2070	0.2	0.1	1.6	1.2	1.1	1.0	0.5	0.1	0.1	0.2	0.5	0.3	1.4	0.5	0.3	0.2	0.7	0.5	0.6
2071_2080	0.3	0.2	1.8	1.2	1.3	1.1	0.4	0.0	0.1	0.2	0.4	0.3	1.4	0.5	0.3	0.3	0.7	0.5	0.6
2081_2090	0.2	0.2	1.1	0.7	0.7	0.9	0.4	0.0	0.1	0.1	0.5	0.4	0.9	0.4	0.2	0.3	0.6	0.4	0.5
2091_2100	0.3	0.2	1.8	1.6	1.5	1.3	0.6	0.2	0.1	0.2	0.5	0.4	1.7	0.7	0.3	0.3	0.8	0.7	0.8

Tagessumme des Niederschlages [%]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Frue	Somm	Herb	Wint	hy.W	hy.S	Jahr
1961_1970	-20.4	11.5	-11.5	26.2	3.2	10.0	10.6	41.5	-17.3	-28.5	8.7	-5.5	4.7	19.7	-13.0	-6.0	0.0	2.2	1.1
1971_1980	-27.6	-21.7	-27.3	-9.9	-5.9	5.5	-3.0	6.9	-33.4	-28.9	8.4	-14.5	-18.6	-0.1	-21.7	-24.3	-19.0	-13.5	-16.3
1981_1990	8.7	1.2	8.0	6.0	13.2	11.5	-11.2	0.7	-0.7	-3.9	-0.1	1.3	9.4	0.5	-1.7	4.0	4.2	1.5	2.9
1991_2000	-9.1	-1.0	-8.2	-5.8	-13.4	-11.6	11.1	-0.9	0.8	3.9	0.1	-1.3	-9.6	-0.5	1.7	-4.0	-4.3	-1.6	-2.9
2001_2010	14.3	33.8	0.6	19.5	8.1	-2.4	-5.8	18.2	-5.2	-11.9	4.9	18.4	8.9	2.4	-4.3	21.9	15.2	-0.6	7.2
2011_2020	15.4	34.8	-3.1	9.2	5.5	-11.0	-14.1	2.2	-9.0	-15.4	9.7	9.9	3.5	-8.6	-5.2	19.3	12.6	-7.7	2.4
2021_2030	7.3	22.6	-10.6	7.9	-0.2	-21.8	-25.1	-0.7	-5.2	-11.2	11.3	11.9	-1.7	-17.4	-1.9	13.7	8.4	-11.6	-1.7
2031_2040	22.0	36.8	-10.5	4.3	-0.6	-4.4	-5.3	6.2	-16.2	-14.3	14.1	25.0	-2.8	-1.8	-5.9	28.0	16.0	-6.4	4.7
2041_2050	23.1	44.1	-10.5	-1.8	-3.7	-7.6	-10.7	8.2	-7.0	-13.0	15.7	33.9	-5.8	-4.3	-1.7	34.0	18.6	-6.3	6.1
2051_2060	6.9	14.5	-21.6	-9.6	-12.5	10.0	7.8	30.0	-4.1	-4.8	15.5	13.0	-15.4	15.3	2.1	11.7	3.8	4.0	3.9
2061_2070	1.8	5.2	-28.4	-15.9	-20.1	-27.2	-27.6	-13.4	-15.5	-15.7	2.2	2.9	-22.6	-24.0	-10.0	3.3	-5.0	-20.8	-12.9
2071_2080	6.7	8.7	-24.8	-14.6	-15.7	-4.4	-1.6	19.4	-13.2	-10.8	11.3	14.2	-19.3	3.5	-4.5	10.4	1.1	-5.1	-2.0
2081_2090	-4.3	19.6	9.6	15.2	6.4	-20.5	-16.3	-1.0	-19.3	-19.2	2.3	1.5	10.3	-13.9	-12.6	4.6	6.6	-12.7	-3.1
2091_2100	10.5	17.6	-19.8	-20.4	-21.2	-19.9	-20.6	1.2	-17.9	-13.2	1.3	15.3	-21.2	-14.5	-10.3	14.6	1.7	-16.2	-7.3

Tab. 6b: Differenzen zwischen den simulierten Dekadenmittelwerten 1961/1970 bis 2091/2100 und den simulierten Dekadenmittelwerten unter Verwendung der NCAR/NCEP Reanalysen des Zeitraumes 1981/2000

Tagesmaximumtemperatur [K]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Frue	Somm	Herb	Wint	hy.W	hy.S	Jahr
1961_1970	-1.4	-1.1	-0.6	-0.9	-0.9	-1.0	-1.1	-1.0	0.2	-0.2	0.0	-1.0	-0.8	-1.0	0.0	-1.2	-0.8	-0.7	-0.7
1971_1980	-0.4	-0.2	-0.5	-1.0	-1.0	-0.5	-0.6	-0.3	0.1	-0.4	0.0	-0.1	-0.8	-0.5	-0.1	-0.2	-0.3	-0.5	-0.4
1981_1990	-0.4	-0.2	0.1	-0.2	-0.1	-0.2	-0.4	-0.3	0.0	-0.3	0.3	-0.5	-0.1	-0.2	0.1	-0.4	-0.1	-0.2	-0.2
1991_2000	0.0	0.5	0.5	0.5	0.2	0.3	0.5	0.3	-0.3	-0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	-0.1	0.3	0.4	0.1	0.3
2001_2010	1.9	1.7	0.4	0.1	0.2	1.2	1.6	0.9	0.3	0.0	1.0	2.1	0.2	1.3	0.5	1.9	1.2	0.7	1.0
2011_2020	2.0	2.4	1.3	1.1	1.2	1.4	1.3	1.3	0.6	0.5	1.1	2.0	1.1	1.4	0.7	2.1	1.7	1.0	1.3
2021_2030	3.1	3.2	1.9	1.6	1.7	1.8	1.7	1.8	0.9	0.7	2.0	3.5	1.7	1.8	1.2	3.3	2.6	1.4	2.0
2031_2040	2.6	2.4	0.9	0.7	1.0	1.5	1.3	1.4	1.1	0.6	1.3	2.8	0.9	1.4	1.0	2.6	1.8	1.1	1.5
2041_2050	3.1	3.5	1.6	1.1	1.6	2.6	2.2	2.1	1.1	0.7	1.6	3.1	1.4	2.3	1.1	3.3	2.4	1.7	2.0
2051_2060	3.6	3.7	2.9	2.7	2.5	2.6	2.8	2.4	1.3	1.1	2.0	4.1	2.7	2.6	1.5	3.8	3.2	2.1	2.7
2061_2070	3.0	3.0	2.6	2.4	2.4	2.8	2.8	2.7	2.1	1.7	2.6	2.8	2.4	2.8	2.2	2.9	2.8	2.4	2.6
2071_2080	3.6	3.4	3.0	2.6	2.7	3.2	2.8	2.6	1.4	1.3	2.2	3.7	2.7	2.9	1.7	3.6	3.1	2.3	2.7
2081_2090	4.4	4.3	2.1	2.2	2.1	3.0	2.6	2.7	2.7	2.0	3.0	4.3	2.1	2.8	2.6	4.3	3.4	2.5	3.0
2091_2100	4.6	4.2	2.0	2.2	2.2	3.6	3.4	3.1	3.0	2.4	3.3	4.8	2.1	3.4	2.9	4.6	3.6	3.0	3.3

Tagesminimumtemperatur [K]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Frue	Somm	Herb	Wint	hy.W	hy.S	Jahr
1961_1970	-1.6	-1.2	-0.4	-0.5	-0.6	-0.6	-0.5	-0.4	0.2	-0.1	-0.1	-1.1	-0.5	-0.5	0.0	-1.3	-0.8	-0.3	-0.6
1971_1980	-0.3	-0.2	-0.1	-0.6	-0.6	-0.3	-0.3	-0.2	0.3	-0.2	0.1	0.2	-0.4	-0.3	0.0	-0.1	-0.1	-0.2	-0.2
1981_1990	-0.5	-0.3	0.2	0.0	0.0	-0.2	-0.2	-0.1	0.1	0.0	0.2	-0.5	0.1	-0.2	0.1	-0.5	-0.1	0.0	-0.1
1991_2000	0.1	0.5	0.2	0.2	0.0	0.0	0.2	0.1	-0.3	-0.3	0.2	0.5	0.2	0.1	-0.1	0.3	0.3	0.0	0.1
2001_2010	1.8	1.7	0.2	0.0	-0.1	0.7	1.0	0.7	0.5	0.2	1.0	2.1	0.1	0.8	0.6	1.9	1.2	0.5	0.8
2011_2020	2.0	2.4	0.8	0.6	0.7	0.9	0.8	0.9	0.8	0.6	1.2	2.0	0.7	0.8	0.9	2.1	1.5	0.8	1.1
2021_2030	2.6	2.8	1.1	0.9	0.9	0.9	1.0	1.2	1.1	0.8	1.9	3.0	1.0	1.0	1.3	2.8	2.1	1.0	1.5
2031_2040	2.2	2.1	0.6	0.5	0.6	0.8	0.7	0.8	1.2	0.8	1.5	2.6	0.6	0.7	1.1	2.3	1.6	0.8	1.2
2041_2050	2.8	3.0	0.9	0.6	0.9	1.5	1.4	1.4	1.1	0.6	1.5	2.8	0.8	1.4	1.1	2.8	2.0	1.2	1.5
2051_2060	3.0	3.0	1.7	1.6	1.4	1.5	1.7	1.6	1.0	0.7	1.6	3.5	1.6	1.6	1.1	3.1	2.4	1.3	1.8
2061_2070	2.5	2.4	1.6	1.3	1.3	1.6	1.8	1.8	1.5	1.2	1.9	2.4	1.5	1.7	1.5	2.4	2.1	1.5	1.8
2071_2080	3.1	2.9	1.8	1.5	1.5	2.0	1.9	1.8	0.9	0.9	1.7	3.3	1.6	1.9	1.2	3.1	2.4	1.5	1.9
2081_2090	3.7	3.5	1.6	1.5	1.5	1.9	1.7	1.8	2.0	1.5	2.2	3.5	1.6	1.8	1.9	3.5	2.7	1.8	2.2
2091_2100	3.6	3.3	1.3	1.1	1.0	2.1	2.3	2.0	2.1	1.6	2.4	3.9	1.2	2.1	2.0	3.6	2.6	1.9	2.2

Tagesmitteltemperatur [K]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Frue	Somm	Herb	Wint	hy.W	hy.S	Jahr
1961_1970	-1.4	-1.1	-0.6	-0.7	-0.8	-0.8	-0.8	-0.7	0.2	-0.1	0.0	-1.1	-0.7	-0.8	0.0	-1.2	-0.9	-0.5	-0.7
1971_1980	-0.3	-0.2	-0.4	-0.8	-0.8	-0.4	-0.4	-0.3	0.2	-0.3	0.1	0.1	-0.7	-0.4	-0.1	-0.1	-0.3	-0.3	-0.3
1981_1990	-0.4	-0.2	0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.2	0.1	-0.1	0.3	-0.5	0.0	-0.2	0.0	-0.4	-0.2	-0.1	-0.2
1991_2000	0.1	0.6	0.3	0.4	0.1	0.2	0.4	0.1	-0.3	-0.3	0.3	0.5	0.3	0.3	-0.2	0.4	0.3	0.0	0.2
2001_2010	1.9	1.7	0.2	0.1	0.1	1.0	1.3	0.8	0.5	0.1	1.0	2.1	0.1	1.0	0.5	1.9	1.1	0.6	0.9
2011_2020	2.0	2.4	1.0	0.9	1.0	1.2	1.1	1.1	0.7	0.5	1.2	2.0	0.9	1.1	0.8	2.1	1.5	0.9	1.2
2021_2030	2.9	3.0	1.5	1.3	1.4	1.4	1.4	1.5	1.1	0.8	2.0	3.2	1.4	1.4	1.2	3.0	2.2	1.2	1.7
2031_2040	2.5	2.3	0.7	0.7	0.8	1.2	1.0	1.0	1.2	0.7	1.4	2.7	0.7	1.1	1.0	2.5	1.7	1.0	1.3
2041_2050	3.0	3.3	1.2	0.9	1.3	2.1	1.9	1.7	1.2	0.7	1.6	3.0	1.1	1.9	1.1	3.1	2.1	1.5	1.8
2051_2060	3.2	3.3	2.4	2.4	2.1	2.2	2.4	2.0	1.2	0.8	1.8	3.7	2.3	2.2	1.2	3.4	2.7	1.8	2.2
2061_2070	2.7	2.7	2.2	2.1	2.0	2.4	2.4	2.2	1.8	1.4	2.2	2.5	2.1	2.3	1.7	2.6	2.3	2.0	2.2
2071_2080	3.2	3.1	2.5	2.2	2.3	2.8	2.5	2.2	1.1	1.1	1.9	3.4	2.4	2.5	1.3	3.2	2.7	2.0	2.3
2081_2090	3.9	3.8	1.9	2.0	1.9	2.6	2.3	2.2	2.2	1.6	2.5	3.7	2.0	2.4	2.0	3.8	2.9	2.1	2.5
2091_2100	4.0	3.7	1.7	1.8	1.8	3.1	3.0	2.6	2.5	1.9	2.8	4.1	1.8	2.9	2.3	3.9	3.0	2.4	2.7

Relative Feuchte [%]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Frue	Somm	Herb	Wint	hy.W	hy.S	Jahr
1961_1970	-1.3	-1.0	0.6	0.9	0.7	1.1	1.4	1.7	0.2	0.2	-0.5	-1.4	0.8	1.5	0.0	-1.2	-0.5	0.9	0.2
1971_1980	0.5	0.2	0.7	0.8	0.7	0.6	0.5	0.2	0.3	-0.1	-0.2	0.9	0.8	0.5	0.0	0.5	0.4	0.4	0.4
1981_1990	-0.4	-0.6	0.1	0.2	-0.1	0.0	0.4	0.4	0.0	0.6	-0.1	-0.3	0.1	0.3	0.2	-0.4	-0.2	0.3	0.0
1991_2000	0.4	0.2	-0.6	-0.5	-0.8	-1.0	-1.1	-0.6	-0.1	-0.4	-0.3	0.2	-0.6	-0.9	-0.2	0.3	-0.1	-0.6	-0.4
2001_2010	0.1	0.1	-0.4	-0.2	-0.6	-1.8	-2.2	-0.9	0.2	-0.1	0.1	0.0	-0.4	-1.6	0.1	0.1	-0.1	-0.8	-0.5
2011_2020	0.3	0.3	-0.4	-0.4	-0.8	-1.8	-1.3	-1.4	0.7	0.3	0.3	0.4	-0.5	-1.5	0.5	0.4	0.0	-0.7	-0.3
2021_2030	-0.5	-0.7	-1.7	-1.2	-1.7	-2.3	-2.2	-1.7	0.2	0.2	-0.3	-1.0	-1.5	-2.0	0.1	-0.7	-0.9	-1.2	-1.1
2031_2040	-0.7	-0.3	-0.4	0.1	-0.4	-2.0	-1.8	-1.6	0.3	-0.1	0.5	-0.5	-0.2	-1.8	0.3	-0.5	-0.3	-0.9	-0.6
2041_2050	-0.5	-0.8	-0.9	-0.8	-1.2	-3.1	-2.6	-1.7	0.0	-0.6	-0.3	-0.5	-0.9	-2.4	-0.3	-0.6	-0.7	-1.5	-1.1
2051_2060	0.6	0.0	-2.9	-2.5	-2.7	-1.8	-2.0	-1.0	0.4	0.3	0.4	0.2	-2.7	-1.6	0.4	0.3	-0.7	-1.1	-0.9
2061_2070	0.7	0.4	-2.6	-2.5	-2.4	-2.9	-2.7	-1.7	-0.2	0.1	0.1	0.8	-2.5	-2.4	0.0	0.6	-0.6	-1.6	-1.1
2071_2080	0.5	0.5	-2.9	-2.3	-2.7	-3.1	-2.4	-1.6	0.2	0.2	0.2	0.6	-2.6	-2.4	0.3	0.6	-0.6	-1.5	-1.1
2081_2090	1.0	0.4	-0.3	-1.0	-1.0	-3.0	-2.4	-1.3	0.7	0.8	0.4	0.8	-0.7	-2.2	0.7	0.8	0.2	-1.0	-0.4
2091_2100	0.4	0.4	-2.1	-3.1	-3.3	-3.7	-2.9	-1.9	0.3	0.2	0.1	0.2	-2.8	-2.8	0.3	0.4	-0.7	-1.8	-1.3

Tagesmittel der Windgeschwindigkeit [m/s]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Frue	Somm	Herb	Wint	hy.W	hy.S	Jahr	
1961_1970	-0.2	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0
1971_1980	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	
1981_1990	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
1991_2000	-0.1	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	
2001_2010	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.3	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	0.0	0.1	
2011_2020	0.2	0.2	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	-0.1	-0.1	0.1	0.2	0.1	0.0	0.1	
2021_2030	0.2	0.2	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	0.1	0.1	0.3	-0.1	-0.1	0.1	0.2	0.1	-0.1	0.1	
2031_2040	0.3	0.2	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.4	-0.1	-0.1	0.1	0.3	0.1	0.0	0.1	
2041_2050	0.3	0.3	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	0.1	0.1	0.4	-0.1	-0.1	0.1	0.4	0.2	-0.1	0.1	
2051_2060	0.0	0.0	-0.1	-0.2	-0.1	-0.2	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	-0.1	-0.1	0.0	0.1	0.0	-0.1	0.0	
2061_2070	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.1	-0.2	-0.2	-0.1	-0.2	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	
2071_2080	0.0	0.0	-0.1	-0.2	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	0.1	-0.1	-0.1	0.0	0.1	-0.1	-0.1	0.0	
2081_2090	-0.1	0.0	0.0	-0.1	-0.1	-0.2	-0.1	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	0.0	-0.1	-0.2	-0.2	0.0	-0.1	-0.2	-0.1	
2091_2100	0.0	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.1	-0.1	-0.2	-0.2	-0.1	0.1	-0.1	-0.2	-0.1	0.0	-0.1	-0.2	-0.1	

Sonnenscheindauer [Std]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Frue	Somm	Herb	Wint	hy.W	hy.S	Jahr
1961_1970	0.4	0.2	-0.1	-0.3	-0.3	-0.5	-0.6	-0.6	0.0	0.0	0.2	0.3	-0.2	-0.6	0.2	0.3	0.1	-0.3	-0.1
1971_1980	0.0	0.0	-0.2	-0.2	-0.3	-0.2	-0.1	-0.2	-0.2	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.2	-0.1	0.0	-0.1	-0.2	-0.2
1981_1990	0.2	0.1	0.0	-0.1	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	-0.1	0.1	0.1	0.0	-0.1	0.0	0.1	0.1	-0.1	0.0
1991_2000	0.1	-0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.1	0.0	0.1	0.2	0.1
2001_2010	0.0	-0.1	0.2	0.1	0.2	0.6	0.9	0.3	-0.2	-0.1	0.0	0.0	0.2	0.6	-0.1	0.0	0.0	0.3	0.1
2011_2020	-0.1	-0.2	0.4	0.3	0.3	0.7	0.6	0.6	-0.3	-0.1	-0.1	0.0	0.3	0.6	-0.1	-0.1	0.1	0.3	0.1
2021_2030	0.1	0.1	0.8	0.6	0.6	0.9	0.9	0.7	-0.2	-0.1	0.0	0.1	0.7	0.8	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.3
2031_2040	0.0	-0.1	0.3	0.1	0.3	0.8	0.7	0.6	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.2	0.7	-0.1	-0.1	0.0	0.4	0.2
2041_2050	-0.1	0.0	0.6	0.5	0.6	1.1	1.0	0.7	-0.1	0.0	0.0	-0.1	0.6	0.9	0.0	-0.1	0.2	0.6	0.3
2051_2060	0.1	0.3	1.3	1.2	1.0	0.6	0.6	0.2	0.0	0.0	0.1	0.2	1.2	0.5	0.1	0.2	0.5	0.4	0.4
2061_2070	0.1	0.2	1.2	1.2	1.0	0.9	0.8	0.5	0.1	0.1	0.2	0.1	1.2	0.7	0.2	0.1	0.5	0.6	0.5
2071_2080	0.2	0.3	1.4	1.2	1.2	1.0	0.7	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	1.2	0.7	0.2	0.2	0.5	0.6	0.5
2081_2090	0.1	0.3	0.7	0.7	0.6	0.8	0.7	0.4	0.1	0.0	0.2	0.2	0.7	0.6	0.1	0.2	0.4	0.5	0.4
2091_2100	0.2	0.3	1.4	1.6	1.4	1.2	0.9	0.6	0.1	0.1	0.2	0.2	1.5	0.9	0.2	0.2	0.6	0.8	0.7

Tagessumme des Niederschlages [%]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Frue	Somm	Herb	Wint	hy.W	hy.S	Jahr
1961_1970	-17.8	-4.6	8.0	6.7	1.9	7.7	11.2	5.2	1.2	-11.3	-7.9	-6.5	5.6	8.3	-6.5	-10.0	-4.4	3.0	-0.7
1971_1980	-7.5	0.0	7.7	8.4	0.1	6.3	4.3	1.7	15.4	9.0	8.9	6.6	5.4	4.3	11.2	0.0	4.0	6.0	5.0
1981_1990	-7.6	-3.7	5.8	5.7	2.1	2.7	5.9	1.8	7.2	3.1	-1.1	-6.0	4.6	3.6	2.8	-6.0	-1.6	3.8	1.1
1991_2000	-6.2	6.9	-5.5	0.0	-7.2	-4.8	-3.9	-5.7	5.9	-7.9	-3.1	4.6	-4.5	-4.9	-2.1	1.7	-0.5	-4.3	-2.4
2001_2010	10.2	19.9	2.2	5.1	-5.8	-5.9	-5.2	-2.3	12.9	-4.1	-1.0	13.1	0.2	-4.6	2.2	14.5	8.6	-2.3	3.2
2011_2020	11.3	20.8	-1.5	-4.0	-8.1	-14.2	-13.7	-15.5	8.4	-7.9	3.6	5.0	-4.8	-14.8	1.2	12.0	6.2	-9.3	-1.5
2021_2030	3.5	9.9	-9.2	-5.1	-13.0	-24.6	-24.7	-17.9	12.9	-3.4	5.1	6.8	-9.6	-23.0	4.8	6.8	2.3	-13.2	-5.3
2031_2040	17.7	22.6	-9.0	-8.3	-13.4	-7.9	-4.8	-12.2	-0.2	-6.7	7.7	19.3	-10.6	-8.5	0.5	20.2	9.4	-8.0	0.8
2041_2050	18.7	29.2	-9.0	-13.7	-16.0	-11.0	-10.2	-10.5	10.7	-5.3	9.2	27.9	-13.4	-10.8	5.0	25.8	11.8	-7.9	2.1
2051_2060	3.1	2.7	-20.3	-20.5	-23.7	6.1	8.4	7.5	14.3	3.7	9.0	7.9	-22.2	7.5	9.1	4.9	-2.1	2.2	0.0
2061_2070	-1.8	-5.7	-27.3	-26.0	-30.4	-29.8	-27.2	-28.4	0.7	-8.2	-3.6	-1.7	-28.8	-29.2	-3.9	-3.0	-10.4	-22.1	-16.2
2071_2080	2.9	-2.5	-23.6	-24.9	-26.5	-7.9	-1.1	-1.3	3.4	-2.9	5.1	9.0	-25.7	-3.5	2.0	3.7	-4.6	-6.7	-5.7
2081_2090	-7.7	7.2	11.4	1.3	-7.3	-23.4	-15.9	-18.2	-3.9	-12.1	-3.4	-3.1	1.5	-19.7	-6.6	-1.7	0.5	-14.2	-6.7
2091_2100	6.6	5.4	-18.5	-30.0	-31.3	-22.8	-20.1	-16.3	-2.2	-5.5	-4.4	10.1	-27.5	-20.3	-4.2	7.7	-4.1	-17.7	-10.8

3. Ergebnisse der Simulationsrechnungen

3.1 Entwicklung der Häufigkeitsverteilungen der Wetterlagen für die Dekaden 1960 bis 2100

In den Abb. 1a bis 1d oben (Anhang I) sind der zeitliche Verlauf der Entwicklung der Häufigkeitsverteilungen der auf das Temperaturregime optimierten Wetterlagen (Anhang Ia²) und der auf das Niederschlagsregime optimierten Wetterlagen (Anhang Ib) für die Dekaden von 1961/1970 bis 2091/2100 dargestellt.

Die in Abb.1 dargestellten Wetterlagen 1 bis 10 sind entsprechend ihres Klassenmittelwertes der Temperatur aufsteigend von sehr kalt nach sehr warm angeordnet.

Über die Jahrzehnte hinweg ist eine deutliche Zunahme der Häufigkeit warmer und sehr warmer Wetterlagen ersichtlich. Dies betrifft im besonderen Maße den Sommer und den Winter. Gleichzeitig ist bemerkenswert, dass im Frühling die kalten und sehr kalten Wetterlagen fast völlig verschwinden. In den anderen Jahreszeiten beobachtet man zwar eine Abnahme der Häufigkeit der kalten Wetterlagen, sie verschwinden jedoch nicht vollständig. Als Kompensation zur Zunahme der Häufigkeit warmer und sehr warmer Klassen beobachtet man eher eine Abnahme der Häufigkeit gemäßigter Wetterlagen.

Aus der Veränderung der Häufigkeit der Wetterlagen über die Jahrzehnte lässt sich die zu erwartende Klimaerwärmung in groben Zügen schon an dieser Stelle ablesen. Die auf das Temperaturregime optimierte Wetterlagenklassifikation erweist sich aufgrund der zur Klassifikation verwendeten Felder (Geopotential und Schichtdicke) als besonders stabil gegenüber Feldern, wie sie für die Wetterlagen des Niederschlagsregimes (Wirbelgröße, Feuchte u. ä.) aus globalen Klimamodellen verwendet werden. Deshalb stützt sich das Regionalisierungsverfahren im wesentlichen auf die Wetterlagen des Temperaturregimes.

Die Häufigkeitsverteilung der Wetterlagen des Niederschlagsregimes in Abb. 1a bis 1d unten (Anhang I) zeigen insgesamt weniger ausgeprägte Trends und lassen sich deshalb nicht auf den ersten Blick interpretieren. Auffällig ist die Zunahme der Häufigkeit der trockenen Klassen im Frühling und Sommer, während die niederschlagsreichen Wetterlagen 6 und 8 im Winter eine Zunahme der Niederschläge erwarten lassen.

3.2 Flächenmäßige Auswertungen der simulierten Zeitreihen von verschiedenen Klimaszenarien

Wie schon in den vorangegangenen Kapiteln ausgeführt, dient die Mittelung über 10 Klimasimulationen zur Stabilisierung der Aussagen über die regionale Ausprägung einer globalen Klimaänderung. Deshalb stützen sich die nachfolgenden Untersuchungen bis auf wenige Ausnahmen auf diese Mittelwerte, wie sie am Beispiel der Simulationen für die Dekade 2061/2070 in der Tabelle 5 für den Niederschlag zu finden sind.

Die erste Gruppe von Abbildungen (2 bis 5) (Anhang II) zeigt die räumliche Verteilung der Änderung der **Maximum-Temperatur [K]** gegenüber der Periode 1981/2000 für die Dekaden zwischen 1981 und 2100, für alle 4 Jahreszeiten, als Mittel über 10 Simulationen. Das Vergleichsintervall 1981/2000 wurde unter Verwendung der NCEP/NCAR Reanalysen simuliert. Dadurch soll ein möglicher Fehler, der durch unterschiedliche Analyseverfahren verursacht sein könnte, in der Klimaprognose berücksichtigt werden. Ein Vergleich der Mittelwer-

ten zwischen gemessenen Temperaturreihen (Tab. 6a) und simulierten Temperaturreihen (Tab. 6b) beträgt jedoch nur wenige Zehntel Grad.

Aus diesen Abbildungen lassen sich folgende Aussagen gewinnen:

1. Es existieren keine signifikanten geographisch gegliederten Unterschiede für die Änderung der Maximum- Temperatur. Dies trifft sowohl für die einzelnen Jahreszeiten als auch für alle 12 Dekaden zu.
2. Die erwartete maximale Erwärmung bis 2100 (Mittelwert über alle Klimastationen) ist im Frühling mit 2.7 K am geringsten, sie beträgt im Herbst 2.9 K, im Sommer 3.4 K und im Winter 4.6 K. Für den Kahlen Asten fällt die Erwärmung mit 3.9 K für die Dekade 2091/2100 im Winter etwas geringer aus als dies für tiefer gelegene Stationen der Fall ist. Für diese werden Temperaturerhöhungen zum Teil über 5 K prognostiziert. Für den Brocken liegt die erwartete Klimaerwärmung mit 3.6 K im Sommer und 3.7 K Winter in der gleichen Größenordnung.
3. Der Erwärmungsprozess schreitet von Dekade zu Dekade nicht gleichförmig voran. Dieser Effekt wird besonders im Winter (Abb. 5) deutlich. Nach einer recht warmen Dekade 2021/2030 folgt eine relativ kühlere Dekade 2031/2040. Danach folgen Dekaden mit einer weiteren kräftigen Erwärmung, wobei dieser Prozess weiterhin unterschiedlich schnell vonstatten geht. Dies bedeutet nicht, dass die zu erwartende Erwärmung in den einzelnen Dekaden exakt so eintreffen wird, wie prognostiziert. Es beleuchtet nur die Variabilität des zukünftigen Klimas von Dekade zu Dekade, überlagert durch einen allgemeinen Trend des Temperaturanstieges. Bemerkenswert ist noch, dass sich gegen Ende des Jahrhunderts der Temperaturanstieg nochmals beschleunigt.

Tabelle 6a und b zeigen u. a. die räumliche Verteilung der prognostizierten Änderung der **Minimum- Temperatur [K]** gegenüber der Periode 1981/2000 für die Dekaden 1961/1970 bis 2091/2100, getrennt für alle 4 Jahreszeiten, als Mittel über 10 Simulationen. Eine flächenmäßige Darstellung der Entwicklung der Minimum- Temperatur über alle Dekaden erscheint nicht aussagekräftig genug, da die Änderungen generell klein sind. Aus diesen Abbildungen lassen sich folgende Aussagen gewinnen:

1. Die prognostizierten Änderungen der **Minimum- Temperatur (Tab. 6b)** fallen im Vergleich zur Maximum- Temperatur generell geringer aus. Im Mittel über alle Stationen (Maximalwert aus allen Dekaden) beträgt die Erwärmung im Frühling 1.6 K, im Sommer 2.1 K, im Herbst 2.0 K und im Winter 3.6 K. Detaillierte Aussagen über die einzelnen Dekaden als Mittel über alle Stationen und Simulationen lassen sich den Tabellen 6a und 6b entnehmen. Stationsspezifische Auswertungen findet man auf der mitgelieferten DVD in den Verzeichnissen szenar/ergeb...../Mittel/.... (vgl. Abschnitt Beschreibung des Inhaltes der DVD).
2. Es existieren keine signifikanten geographisch gegliederten Unterschiede für die Minimum- Temperatur. Dies trifft sowohl für die einzelnen Jahreszeiten als auch für die untersuchten Dekaden zwischen 2011 und 2100 zu.

Die Abbildungen 6 bis 9 zeigen die räumliche Verteilung der prozentualen Änderung der Monatssummen des **Niederschlags** gegenüber der Periode 1981/2000 für die Dekaden zwischen 1981 und 2100 als Mittel über 10 Simulationen. Das Vergleichsintervall 1981/2000 wurde unter Verwendung der NCEP/NCAR Reanalysen simuliert. Dadurch soll ein möglicher Fehler, der durch unterschiedliche Analyseverfahren verursacht sein könnte, in der Klimaprognose berücksichtigt werden. Ein Vergleich zwischen den Mittelwerten gemessener Niederschlagsreihen (Tab. 6a) und simulierten Niederschlagsreihen (Tab. 6b) zeigt, dass der Unterschied im Allgemeinen nur wenige Prozente beträgt.

Aus den Abbildungen 6 bis 9 lassen sich folgende Aussagen gewinnen:

1. Es existieren signifikante geographisch gegliederte Unterschiede für die Änderung der Monatssumme des Niederschlages, die am stärksten im Winter ausgeprägt sind, wo eine verstärkte Süd- bis Südwestanströmung zu Stauwirkungen vor der Rhön, dem Rothaargebirge, dem Harz und dem Thüringer Wald führen. In Ansätzen ist dieser Effekt ebenso im Herbst und Sommer sichtbar.
2. Die Entwicklung der Niederschläge erfolgt von Dekade zu Dekade nicht gleichförmig. Auf relativ feuchte Jahrzehnte folgen trockenere Jahrzehnte. Dieser Effekt ist besonders in den Sommermonaten zu beobachten (Abb. 7).
3. Im Winter ist eine deutliche Zunahme der monatlichen Niederschlagssummen bis zur Mitte dieses Jahrhunderts zu erwarten. Im Mittel beträgt diese über alle 566 Niederschlagsstationen 25.8 % für die Dekade 2041/2050. Besonders in den durch Stau beeinflussten Regionen ist eine Zunahme der stationsspezifischen Niederschläge von 30 bis zu 50 mm zu erwarten, an Einzelstationen sogar noch darüber. Ab der Mitte dieses Jahrhunderts fallen die Niederschlagszunahmen gegenüber dem Vergleichszeitraum 1981/2000 mit +4 bis +8 % geringer aus. Für zwei Dekaden wird sogar eine leichte Abnahme der Winterniederschläge prognostiziert.
4. Im Frühling ist bis zur Mitte dieses Jahrhunderts eine leichte aber stetige Abnahme der Niederschläge zu erwarten (Abb. 6). Die mittleren Gebietsniederschläge verringern sich um -4.8 % in der Dekade 2011/2020 auf -13.4 % in der Dekade 2041/2050. Im weiteren Verlauf dieses Jahrhunderts werden die Frühjahre deutlich trockener bis -28.8 % gegenüber dem Vergleichszeitraum 1981/2000 (Abb. 6). Die zunehmende Schwankungsbreite des regionalen Klimasystems wird anhand der Dekade 2081/2090 deutlich. Diese fällt gegenüber dem Vergleichszeitraum um 1.5 % feuchter aus. Die orographisch geprägten regionalen Besonderheiten des Niederschlages sind im Frühling am geringsten.
5. Im Sommer ist die Variabilität der Niederschläge von Dekade zu Dekade und regional gesehen deutlich höher als in den übrigen Jahreszeiten. Dieser Variabilität ist ein allgemeiner Trend zu zunehmend trockneren Sommern überlagert. Die erkennbaren regionalen Besonderheiten haben im Sommer mehr zufälligen Charakter, deuten jedoch auf eine verstärkte Abnahme der Niederschläge in den Mittelgebirgsregionen hin.
6. Die geringsten Niederschlagsänderungen werden für den Herbst prognostiziert (Abb. 8). Sie schwanken zwischen +9.1 % und -6.6 % gegenüber der Vergleichsperiode 1981/2000. Eine Häufung negativer Anomalien ist gegen Ende des Jahrhunderts zu erkennen. Orographisch geprägte Besonderheiten sind schwach und entziehen sich einer sinnvollen Interpretation.
7. Es besteht eine allgemeine Tendenz zu größerer Trockenheit von Südwest nach Nordost.

Die Abbildungen 10 bis 13 zeigen die räumliche Verteilung der Änderung der **Sonnenscheindauer** [Std.] gegenüber der Periode 1981/2000 für die Dekaden 1981/1990 bis 2091/2100, für alle 4 Jahreszeiten und als Mittel über 10 Simulationen. Die Zahl der Klimastationen, die die Sonnenscheindauer messen, ist deutlich reduziert. Aus diesen Abbildungen lassen sich folgende Aussagen gewinnen:

1. Über alle Dekaden und Jahreszeiten hinweg lassen sich keine interpretierbaren orographisch geprägten regionalen Besonderheiten erkennen.

2. Die stärkste Zunahme der Sonnenscheindauer wird im Frühling für die zweite Hälfte dieses Jahrhunderts prognostiziert (bis zu 1.5 Std.). Dies steht in guter Übereinstimmung mit der prognostizierten Entwicklung der Niederschläge und der Temperatur.

3. Im Sommer (Abb. 11) treten einige regionale Unterschiede auf. Es lässt sich aus diesen Unterschieden ein Gradient zu einer höheren Sonnenscheindauer im Nordosten des Landes hin erkennen. Insgesamt pegelt sich die Erhöhung der Sonnenscheindauer innerhalb dieses Jahrhunderts zwischen 0.6 und 0.9 Std. gegenüber der Vergleichsperiode 1981/2000 ein.

4. Im Herbst (Abb.12) sind die prognostizierten Änderungen der Sonnenscheindauer in Übereinstimmung mit den Änderungen der Temperatur und des Niederschlages relativ gering und weisen dementsprechend auch keine erkennbaren orographisch geprägten Besonderheiten auf.

5. Im Winter (Abb.13) sind aufgrund der a priori geringen Sonnenscheindauer auch keine signifikanten Änderungen zu erwarten. Hier werden die beim Niederschlag und der Temperatur zu erwartenden Änderungen durch ein geändertes Zirkulationssystem verursacht.

Die Abbildungen 14 bis 17 zeigen die räumliche Verteilung der Änderung der **relativen Feuchte** [%] gegenüber der Periode 1981/2000 für die Dekaden 1981/1990 bis 2091/2100, für alle 4 Jahreszeiten und als Mittel über 10 Simulationen. Aus diesen Abbildungen lassen sich folgende Aussagen gewinnen:

1. Im Frühling erkennt man in Übereinstimmung mit den prognostizierten Änderungen der anderen Wetterelemente ein Trend zur Austrocknung, allerdings ist die Größenordnung mit maximal 3% Abnahme zum Ende des Jahrhunderts gegenüber dem Vergleichsintervall 1981/2000 relativ gering. Regionale Besonderheiten zeigen eher eine etwas verstärkte Abnahme der relativen Feuchte in tiefer gelegenen Regionen Hessens.

2. Im Sommer (Abb. 15) sind über das Gesamtgebiet betrachtet, die zu erwartenden Änderungen geringer als im Frühling. Die Abnahme der relativen Feuchte erreicht gegen Ende des >Jahrhunderts gerade mal -1.8 %. Es zeigt sich jedoch ein sich zum Ende des Jahrhunderts verstärkender Südwest- Nordostgradient mit abnehmender relativer Feuchte im Nordosten und einer Zunahme im Südwesten Hessens. Dies steht in guter Übereinstimmung mit der räumlichen Verteilung der Sommerniederschläge (Abb. 7).

3. Der Herbst und Winter (Abb. 16 und 17) sind gekennzeichnet durch eine leichte Zunahme der relativen Feuchte ohne erkennbare systematische regionale Besonderheiten. Lokal eng begrenzte Abweichungen (Abb.17) deuten eher auf versteckte Fehler in den Ausgangsdaten hin.

Die Änderung des Tagesmittels der **Windgeschwindigkeit** [Bfd] gegenüber der Periode 1981/2000 für die Dekaden 1981/1990 bis 2091/2100, im Mittel über 10 Simulationen ist aus Tabelle 6b zu entnehmen. Eine Darstellung der Entwicklung der Windgeschwindigkeit über alle Dekaden ist nicht aussagekräftig genug, da die Änderungen generell gering ausfallen. Aus dieser Tabelle lassen sich folgende Aussagen gewinnen:

1. Eine leichte Zunahme des Tagesmittels der Windgeschwindigkeit ist nur im Winter mit bis zu 0.4 Bfd als Mittel über alle Klimastationen zu erkennen.
2. Im Frühling und Sommer verzeichnet man gegen Ende dieses Jahrhunderts eine leichte Abnahme der Windgeschwindigkeit.
3. Eine geographische Strukturierung der prognostizierten Änderung des Tagesmittels der Windgeschwindigkeit ist nicht zu erkennen.

3.3 Auswertung von Extremereignissen in simulierten Zeitreihen von Klimaszenarien

Die simulierten Zeitreihen, wie sie auf der beiliegenden CD im Verzeichnis , **Szenario\ergeb...\zuf_reihen\Stationskürzel'.dat_'.Simulationsnummer'** stehen, bilden auch die Basis für die Auswertung von Extremen. Es liegt auf der Hand, dass extreme Ereignisse mit statistischen Verfahren jedoch auch mit regionalen Klimamodellen schwer zu modellieren sind. Je extremer die Ereignisse, je seltener sind diese per Definition. Statistische Verfahren wiederum neigen umso stärker zu statistischer Instabilität, je geringer der Datenumfang ist.

Bei numerischen Modellen liegen die Ursachen für die Unsicherheiten bei der Modellierung extremer Niederschläge auf einer anderen Ebene. Zum Einem sind extreme Niederschlagsereignisse meist kleinräumig und können somit besonders durch Klimamodelle nicht prognostiziert werden (subskalig), zum Anderen gibt es eine Reihe von Problemen bei der Parametrisierung dieser Prozesse. Dementsprechend sind die getroffenen Aussagen zu Extremen unter dem Aspekt der größeren Unsicherheit zu bewerten als dies für Aussagen über mittlere Zustände des Klimaänderungsszenarios möglich ist.

Tabelle 7 zeigt die Entwicklung der höchsten prognostizierten Tagesmaxima für die Dekaden zwischen 1981 und 2100 monatsweise, für meteorologische- und hydrologische Jahreszeiten und über das Gesamtjahr. Der Tabelle liegen je Dekade 10 Simulationen a 20 Jahre zu Grunde.

Über das Jahr betrachtet, im Wesentlichen natürlich vergleichbar mit dem meteorologischen Sommer, erhöhen sich die absoluten Maxima von 38.6° C auf 41.2° C bis zur Mitte dieses Jahrhunderts. Im weiteren Verlauf steigen die absoluten Temperaturmaxima aber nicht weiter an. Ein ähnliches Verhalten zeigt der Frühling. Die Jahreszeiten Herbst und Winter verhalten sich hingegen anders. Hier werden die höchsten Tagesmaxima erst am Ende des Jahrhunderts mit 36.1° C im Herbst und 23.7° C im Winter erreicht.

Der gravierende Temperaturanstieg wird auch anhand der Überschreitungswahrscheinlichkeit der Tagesmaximumtemperatur $>35^{\circ}\text{C}$ (Tabelle 8) deutlich. In dieser Tabelle ist die jährliche Überschreitungshäufigkeit bei Verwendung von 60 Klimastationen aufgeführt. Der Tabelle liegen je Dekade 10 Simulationen a 20 Jahre zu Grunde. Die Überschreitungswahrscheinlichkeit $>35^{\circ}\text{C}$ für eine einzelne Station erhält man durch Division der Tabellenwerte durch die Anzahl der verwendeten Klimastationen (60). Es ist dabei zu beachten, dass natürlicherweise die Überschreitungswahrscheinlichkeit für diesen Schwellenwert in Großstädten und im Flachland deutlich höher ist als z.B. in den Mittelgebirgen.

Im Sommer ist eine stetige Zunahme der Häufigkeit heißer Tage von 11.6 in der Dekade 1981/1990 auf 70.9 in der Dekade 2091/2100 zu verzeichnen. Selbst in den Übergangsjahreszeiten ist die Wahrscheinlichkeit der Überschreitung von 35 °C ab der Mitte dieses Jahrhunderts ungleich Null.

Tab. 7: Höchstes Tagesmaximum der Lufttemperatur [°C] aus 60 Stationen und je Dekade 10 Simulationen a 20 Jahre

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Frü.	Som.	Herb:	Wint.	Hy.S	Hy.W	Jahr
1985	17.0	21.0	26.2	29.2	32.4	36.0	38.2	38.6	32.6	30.0	21.0	18.9	32.4	38.6	32.6	21.0	38.6	29.2	38.6
1995	19.0	22.2	26.0	31.3	34.4	36.6	39.0	38.6	34.1	29.6	22.2	19.4	34.4	39.0	34.1	22.2	39.0	31.3	39.0
2005	18.9	22.1	28.2	33.5	36.9	38.0	40.3	40.1	34.2	29.7	21.9	19.6	36.9	40.3	34.2	22.1	40.3	33.5	40.3
2015	19.5	23.1	28.3	33.3	36.3	38.3	40.2	39.7	34.4	29.6	21.4	20.3	36.3	40.2	34.4	23.1	40.2	33.3	40.2
2025	20.1	22.8	28.3	31.9	36.4	37.9	39.4	39.0	34.3	30.1	23.2	20.6	36.4	39.4	34.3	22.8	39.4	31.9	39.4
2035	19.8	22.7	27.2	32.9	35.4	37.8	41.2	39.2	33.4	28.8	22.0	20.4	35.4	41.2	33.4	22.7	41.2	32.9	41.2
2045	20.1	22.7	27.6	32.1	34.7	37.8	39.4	38.9	35.2	30.3	23.3	20.7	34.7	39.4	35.2	22.7	39.4	32.1	39.4
2055	20.1	23.1	28.3	30.9	35.9	37.3	39.1	39.0	35.6	29.7	22.4	20.8	35.9	39.1	35.6	23.1	39.1	30.9	39.1
2065	20.1	22.8	28.3	32.5	36.1	37.7	39.9	38.6	35.1	29.2	23.6	21.0	36.1	39.9	35.1	22.8	39.9	32.5	39.9
2075	20.1	23.1	27.2	30.9	36.2	37.8	38.9	38.8	35.4	30.3	22.6	20.7	36.2	38.9	35.4	23.1	38.9	30.9	38.9
2085	20.2	23.2	26.2	30.9	35.2	37.3	39.2	38.6	35.8	31.9	24.4	21.2	35.2	39.2	35.8	23.2	39.2	30.9	39.2
2095	20.7	23.7	25.2	31.3	35.1	37.5	39.5	39.1	36.1	30.9	24.6	21.8	35.1	39.5	36.1	23.7	39.5	31.3	39.5

Tab. 8: Auf das Jahr bezogene Überschreitungshäufigkeit der Tagesmaximumtemperatur ≥ 35 °C bei Verwendung von 60 Klimastationen , Mittel über 10 Simulationen a 20 Jahre

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Frü.	Som.	Herb:	Wint.	Hy.S	Hy.W	Jahr
1985					0.0	0.0	7.2	4.4	0.0				0.0	11.6	0.0	0.0	11.6	0.0	11.6
1995					0.0	1.1	5.6	22.5	0.0				0.0	29.2	0.0	0.0	29.2	0.0	29.2
2005					0.0	1.5	18.0	10.5	0.0				0.0	29.9	0.0	0.0	29.9	0.0	29.9
2015					0.0	0.9	14.2	8.6	0.0				0.0	23.7	0.0	0.0	23.7	0.0	23.7
2025					0.0	1.2	13.7	11.0	0.0				0.0	25.9	0.0	0.0	25.9	0.0	25.9
2035					0.0	1.2	14.8	9.0	0.0				0.0	25.1	0.0	0.0	25.1	0.0	25.0
2045					0.0	1.2	14.1	7.4	0.0				0.0	22.7	0.0	0.0	22.7	0.0	22.7
2055					0.1	2.4	23.1	14.3	0.0				0.1	39.8	0.0	0.0	40.0	0.0	39.9
2065					0.1	4.5	35.6	19.7	0.0				0.1	59.8	0.0	0.0	59.9	0.0	59.8
2075					0.1	3.9	33.9	21.2	0.0				0.1	59.0	0.0	0.0	59.1	0.0	59.1
2085					0.0	3.4	25.3	16.9	0.0				0.0	45.7	0.0	0.0	45.7	0.0	45.6
2095					0.0	5.4	38.9	26.6	0.1				0.0	70.9	0.1	0.0	71.0	0.0	70.9

Tab. 9a: Auf das Jahr bezogene Überschreitungshäufigkeit der 24-std. Niederschlagssumme ≥ 60 mm bei Verwendung von 512 Niederschlagsstationen , Mittel über 10 Simulationen a 20 Jahre

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Frü.	Som.	Herb:	Wint.	Hy.S	Hy.W	Jahr
1985	0.4	4.4	0.2	0.0	1.3	10.5	2.7	20.0	1.8	11.1	4.1	0.7	1.5	33.2	17.0	5.5	47.4	9.8	57.2
1995	3.1	0.8	1.0	1.5	2.3	3.7	10.4	2.4	5.1	3.3	0.9	4.8	4.8	16.5	9.3	8.7	27.2	12.1	39.3
2005	6.5	5.7	1.5	1.7	3.2	11.7	9.4	11.8	5.0	6.2	4.4	4.9	6.4	32.8	15.6	17.1	47.2	24.7	71.9
2015	6.6	5.9	2.0	1.4	4.2	12.4	9.1	9.6	5.3	4.5	5.6	3.3	7.6	31.0	15.3	15.9	45.0	24.8	69.8
2025	3.6	3.5	2.0	2.7	3.2	11.3	8.1	11.9	6.1	5.2	4.5	2.9	7.9	31.4	15.8	10.0	45.9	19.1	65.0
2035	3.0	2.9	1.2	0.9	3.3	11.7	12.2	10.5	3.6	5.5	5.2	1.9	5.3	34.3	14.3	7.8	46.7	15.1	61.8
2045	3.0	1.8	2.4	1.5	3.3	18.7	14.2	16.5	7.1	5.9	6.9	2.7	7.2	49.4	19.9	7.5	65.8	18.3	84.1
2055	2.6	2.3	2.2	2.1	3.0	16.6	18.1	16.1	4.3	4.1	4.4	1.8	7.4	50.8	12.8	6.7	62.2	15.4	77.7
2065	2.3	1.7	1.5	1.4	3.5	11.4	8.7	6.5	5.0	4.8	4.8	1.9	6.5	26.5	14.6	5.9	39.8	13.6	53.5
2075	2.7	2.4	2.1	1.8	3.9	15.0	16.5	16.1	2.8	2.4	3.7	1.9	7.8	47.6	9.0	7.0	56.8	14.6	71.4
2085	1.6	2.7	3.0	2.5	5.1	10.3	12.9	10.0	3.3	5.5	3.0	1.2	10.5	33.2	11.8	5.4	47.0	13.9	61.0
2095	1.9	1.9	2.5	2.2	4.2	15.0	12.3	10.3	3.3	5.8	3.4	1.6	8.9	37.7	12.5	5.4	51.1	13.4	64.5

Tab. 9b: Auf das Jahr bezogene Überschreitungshäufigkeit der 24-std. Niederschlagssumme ≥ 80 mm bei Verwendung von 512 Niederschlagsstationen , Mittel über 10 Simulationen a 20 Jahre

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Frü.	Som.	Herb:	Wint.	Hy.S	Hy.W	Jahr
1985	0.0	0.7	0.0	0.0	0.1	2.4	0.9	4.0	0.2	3.3	0.1	0.0	0.1	7.3	3.6	0.7	10.9	0.8	11.7
1995	0.1	0.0	0.0	0.2	0.5	1.1	2.4	0.6	0.9	0.1	0.1	0.8	0.7	4.1	1.1	0.9	5.6	1.2	6.8
2005	0.7	0.6	0.2	0.2	0.7	3.3	3.0	3.7	1.0	1.4	0.8	0.6	1.1	10.0	3.3	1.8	13.1	3.1	16.2
2015	0.6	0.8	0.2	0.1	0.8	3.8	2.7	2.8	0.9	0.5	0.8	0.4	1.1	9.3	2.2	1.7	11.5	2.7	14.2
2025	0.4	0.4	0.2	0.2	0.5	3.5	2.5	3.3	1.2	1.2	1.0	0.3	0.9	9.4	3.4	1.1	12.3	2.6	14.9
2035	0.3	0.4	0.1	0.0	0.7	2.9	3.3	2.8	0.5	1.0	0.7	0.2	0.8	9.1	2.2	0.9	11.3	1.7	13.0
2045	0.3	0.2	0.2	0.1	0.9	5.5	4.2	4.9	1.8	1.3	1.8	0.3	1.2	14.7	4.9	0.8	18.6	3.0	21.6
2055	0.3	0.2	0.3	0.3	0.5	4.7	5.2	4.7	0.9	0.9	0.9	0.2	1.2	14.6	2.7	0.7	17.1	2.2	19.2
2065	0.3	0.2	0.2	0.2	0.5	3.0	2.7	1.8	0.9	0.9	1.0	0.1	0.9	7.5	2.8	0.6	9.8	2.0	11.8
2075	0.4	0.2	0.3	0.3	1.0	4.5	5.2	4.7	0.6	0.6	0.8	0.1	1.6	14.4	1.9	0.8	16.6	2.1	18.7
2085	0.2	0.3	0.3	0.3	1.1	3.1	3.5	3.0	0.7	1.6	0.5	0.1	1.7	9.6	2.8	0.6	13.0	1.7	14.7
2095	0.3	0.2	0.3	0.3	0.8	4.9	4.1	3.4	0.6	1.4	0.8	0.2	1.4	12.4	2.7	0.7	15.2	2.0	17.2

Tab. 9c: Auf das Jahr bezogene Überschreitungshäufigkeit der 24-std. Niederschlagssumme ≥ 100 mm bei Verwendung von 512 Niederschlagsstationen , Mittel über 10 Simulationen a 20 Jahre

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Frü.	Som.	Herb:	Wint.	Hy.S	Hy.W	Jahr
1985	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.2	1.7	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	2.4	0.8	0.0	3.2	0.0	3.2
1995	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.7	0.1	0.3	0.0	0.0	0.1	0.0	1.1	0.3	0.1	1.4	0.1	1.5
2005	0.1	0.1	0.0	0.0	0.2	1.1	1.1	1.2	0.2	0.3	0.2	0.0	0.2	3.5	0.7	0.1	4.2	0.4	4.6
2015	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	1.2	0.9	0.9	0.1	0.1	0.1	0.0	0.2	3.0	0.3	0.1	3.4	0.3	3.7
2025	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.9	0.7	0.9	0.2	0.3	0.2	0.0	0.1	2.6	0.8	0.1	3.2	0.4	3.6
2035	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2	0.9	1.0	0.8	0.1	0.2	0.1	0.0	0.2	2.8	0.4	0.1	3.3	0.2	3.5
2045	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.5	1.4	1.6	0.5	0.3	0.4	0.0	0.3	4.5	1.2	0.1	5.5	0.5	6.0
2055	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.7	2.0	1.6	0.2	0.2	0.2	0.0	0.2	5.3	0.6	0.1	5.8	0.3	6.1
2065	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.8	0.9	0.5	0.1	0.1	0.2	0.0	0.1	2.2	0.5	0.1	2.5	0.3	2.8
2075	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.6	1.8	1.6	0.1	0.1	0.2	0.0	0.3	4.9	0.4	0.1	5.4	0.3	5.7
2085	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.1	1.1	1.0	0.1	0.4	0.1	0.0	0.4	3.1	0.6	0.1	4.0	0.2	4.2
2095	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.7	1.5	1.4	0.1	0.3	0.2	0.0	0.3	4.6	0.6	0.1	5.3	0.2	5.5

Tab. 9d: Auf das Jahr bezogene Überschreitungshäufigkeit der 24-std. Niederschlagssumme ≥ 120 mm bei Verwendung von 512 Niederschlagsstationen , Mittel über 10 Simulationen a 20 Jahre

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Frü.	Som.	Herb:	Wint.	Hy.S	Hy.W	Jahr
1985	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.6	0.2	0.0	0.8	0.0	0.8
1995	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.5
2005	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.4	0.4	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	1.1	0.1	0.0	1.3	0.0	1.3
2015	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.9	0.0	0.0	0.9	0.0	0.9
2025	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.2	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.7	0.1	0.0	0.8	0.1	0.9
2035	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.9	0.1	0.0	1.0	0.0	1.0
2045	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.5	0.4	0.3	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	1.2	0.2	0.0	1.5	0.1	1.5
2055	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.7	1.0	0.7	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	2.4	0.1	0.0	2.5	0.0	2.6
2065	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.1	0.0	0.7	0.0	0.8
2075	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.7	0.7	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	2.0	0.1	0.0	2.2	0.0	2.2
2085	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.5	0.5	0.5	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	1.4	0.1	0.0	1.7	0.0	1.7
2095	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.8	0.8	0.6	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	2.3	0.1	0.0	2.4	0.1	2.5

Die Tabellen 9a bis 9c zeigen die auf das Jahr bezogene Überschreitungswahrscheinlichkeit unterschiedlicher Schwellenwerte der 24 Std. Niederschlagssumme bei Verwendung von 512 Niederschlagsstationen. Der Tabelle liegen je Dekade 10 Simulationen a 20 Jahre zu Grunde. Durch Division der Tabellenwerte durch die Anzahl der verwendeten Niederschlagsstationen (512) erhält man die Überschreitungswahrscheinlichkeit vorgegebener Schwellenwerte für eine einzelne Station. Auch hier bleibt die stationsspezifische Grundwahrscheinlichkeit für die Überschreitung vorgegebener Schwellenwerte der 24 Std. Niederschlagssumme unberücksichtigt.

Betrachtet man die Tabelle 9 a bis c, so fällt die relativ große Variabilität von Dekade zu Dekade auf. Diese Variabilität bleibt für alle betrachteten Schwellenwerte gültig.

Im Sommer verzeichnen wir trotz abnehmender Niederschläge (vgl. Abb.7) eine Zunahme der extremen Niederschläge. Die Überschreitungswahrscheinlichkeit >60 mm nimmt von 33.2 Überschreitungen in der Dekade 1981/1990 bzw. 16.5 in der Dekade 1991/2000 auf über 50 Überschreitungen in der Mitte dieses Jahrhunderts zu und geht danach wieder leicht zurück. Ähnliche Aussagen lassen sich für den Schwellenwert 80 mm treffen, allerdings sind die Überschreitungswahrscheinlichkeiten hier a priori geringer. Bei noch höheren Schwellenwerten (100 mm und 120 mm) steigen die Überschreitungswahrscheinlichkeiten bis zur Mitte dieses Jahrhunderts und stagnieren danach auf hohem Niveau (Tab.9c, d).

Im Winter verzeichnet man im Gegensatz zum Sommer trotz einer Zunahme der mittleren Niederschlagsmengen eine Abnahme extremer Niederschlagssummen. Dies zieht sich unter Schwankungen von Dekade zu Dekade über alle untersuchten Schwellen hin.

Bei den Übergangsjahreszeiten Frühling und Herbst lassen sich keine eindeutigen Trends erkennen.

4. Schlussfolgerungen hinsichtlich der Zuverlässigkeit des Verfahrens

Das vorliegende Regionalisierungsverfahren stützt sich auf eine aus Szenarien globaler Klimamodelle berechnete objektive Wetterlagenklassifikation. An Hand einer Führungsgröße, z.B. einer regional gemittelten Temperaturreihe, wird die Zeitreihe täglicher Wetterlagen und Klimabeobachtungen in Witterungsabschnitte zerlegt. In einem weiteren Schritt werden die mittels Zufallsgenerator ausgewählten Witterungsabschnitte so zusammengesetzt, dass sie einer vorgegeben Häufigkeitsverteilung der Wetterlagen (Kontrolllauf oder Szenario) möglichst nahe kommen. Damit ist das Regionalisierungsverfahren direkt von der Güte und Zuverlässigkeit globaler Klimamodelle abhängig, wenn auch deren systematische Fehler durch das Verfahren teilweise korrigiert werden.

Die Simulation von Extremwerten erfolgt für den Niederschlag über eine Anpassung der Niederschlagsverteilungen, wie sie einerseits durch die Anwendung der Wetterlagen des Temperaturregimes und andererseits durch die Wetterlagen des Feuchteregimes bestimmt wird. Für die anderen Wetterelemente, insbesondere für die Temperatur, erfolgt die Bestimmung der Extreme über eine wetterlagenspezifische Regressionsanalyse.

Bei der Interpretation dieser Ergebnisse ist natürlich größere Vorsicht geboten, da man die Schwierigkeit bei der Simulation von extremen Niederschlägen und anderen Extremereignissen in Rechnung stellen muss. Die Interpretation sollte dahin gehen, dass allgemeine Trends erfasst werden sollten, ohne jede Einzelstation separat zu interpretieren

Vorteile des Verfahrens:

- Die zugrunde liegende Wetterlagenklassifikation verwendet überwiegend solche Felder, die von globalen Klimamodellen möglichst gut prognostiziert werden können.
- Systematische Fehler der globalen Klimamodelle können teilweise eliminiert werden.

- Die mittleren regionalen Klimaänderungen bestimmen sich aus der prognostizierten Änderung der Häufigkeitsverteilung der Wetterlagen.
- Das Verfahren garantiert den Erhalt der inneren statistischen Struktur der Zeitreihen und deren räumliche Konsistenz im Untersuchungsgebiet.
- Die Simulationsergebnisse des Jetztzeit - Klimas wurden crossvalidiert. Insgesamt rechtfertigen die Simulationsergebnisse eine Anwendung des Verfahrens auf Klimaszenarien.
- Die Betrachtung nur eines IPCC- Szenarios (B2) (IPCC 1990,2001) und die Verwendung nur eines globalen Klimamodells stellt eine wesentliche Einschränkung der getroffenen Aussagen dar.
Zukünftig sollten die Ergebnisse sowohl anderer Szenarien als auch unterschiedlicher Modelle gegeneinander abgewogen werden.

5. Literatur

Cubasch et al., 1995: Regional Climate Changes as Simulated in Time-Slice Experiments, MPI-Report No. 153, Max-Planck-Institut, Hamburg.

Enke, W. 2003: Anwendung eines statistischen Regionalisierungsmodells auf das Szenario B2 des ECHAM4 OPYC3 Klima - Simulationslaufes, bis 2050 zur Abschätzung regionaler Klimaänderungen für das Bundesland Hessen Werkvertrag B. - Nr. 2003/00082 zwischen dem Landesamt für Umwelt und Geologie Hessen

Enke, W. , A. Spekat, 1997: Downscaling Climate Model Outputs into Local and Regional Weather Elements by Classification and Regression. *Climate Research*, **8**, 195-207.

GLOWA-Elbe 2002: Entwicklung von regionalen Klimaänderungsszenarien für das Gebiet der Elbe unter Einbeziehung des atmosphärischen Stoffeintrages in den Boden, Laufendes Verbundprojekt des BMBF.

IPCC 1990: Climate Change, The IPCC Scientific Assessment, Intergovernmental Panel on Climate Change, Eds. Houghton, J.T., Jenkins, G.J., Ephraums, J.J., Cambridge University Press 1990.

IPCC 2001: Climate Change, The IPCC Scientific Assessment, Intergovernmental Panel on Climate Change, Eds. Houghton, J.T., Jenkins, G.J., Ephraums, J.J., Cambridge University Press 2000.

Danksagung

An dieser Stelle sage ich allen beteiligten Kollegen des Hessen- Projektes, besonders Herrn Dr. Wolf, für anregende Diskussionen und vorausschauende Betreuung des Forschungsvorhabens dank. Frau Bartels vom Deutschen Wetterdienst danke ich für die problemlose Bereitstellung der benötigten Ausgangsdaten. Dem DKRZ Hamburg, und dem Max-Planck-Institut Hamburg danke ich für die Bereitstellung der täglichen Daten der globalen Klimasimulation des ECHAM4_OPYC3 Laufes.