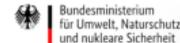


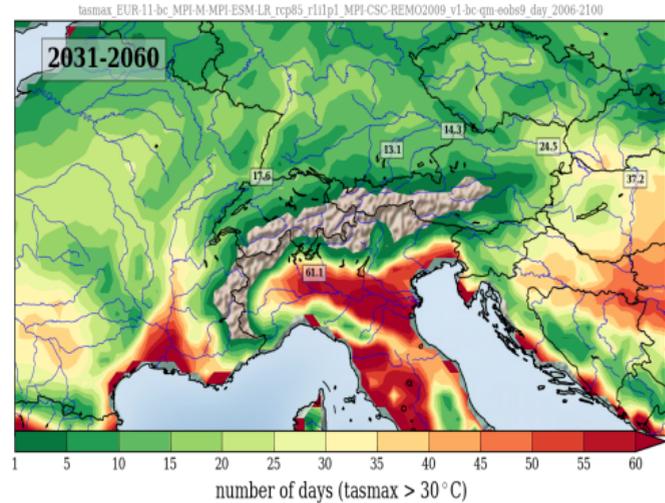
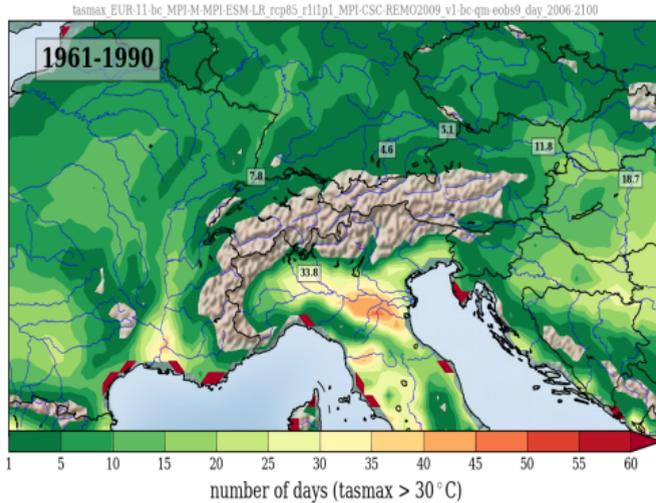
Die Wirkungen des Klimawandels auf den Radwander- und Wassertourismus, am Beispiel der Donau

P. Hoffmann, F. Hattermann



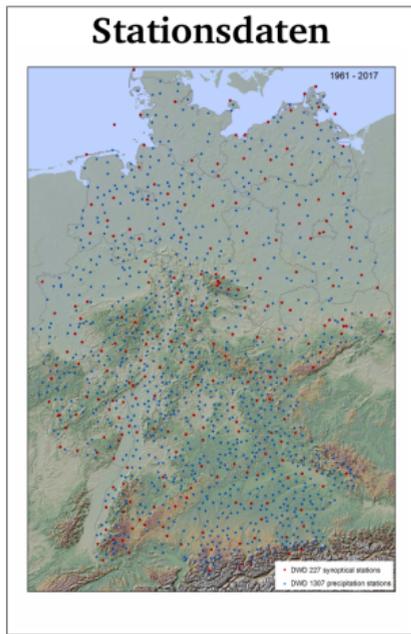
**Umwelt
Bundesamt**

1. Klima



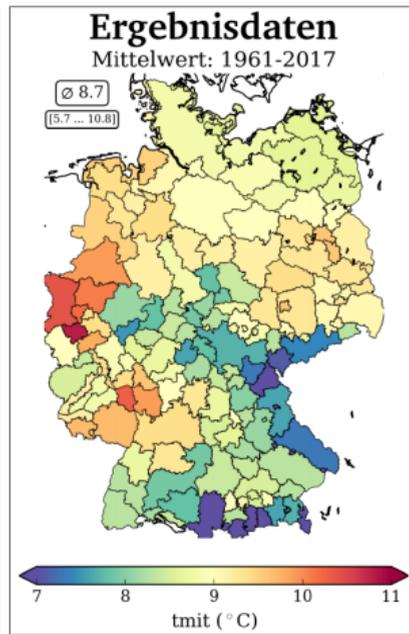
Beispiel für die Entwicklung der Anzahl von Hitzetagen in regionalen Klimamodellen von 1961-1990 und 2031-2060 (RCP85): ca. Verdopplung

1.1. Datenbasis: 1961-2018



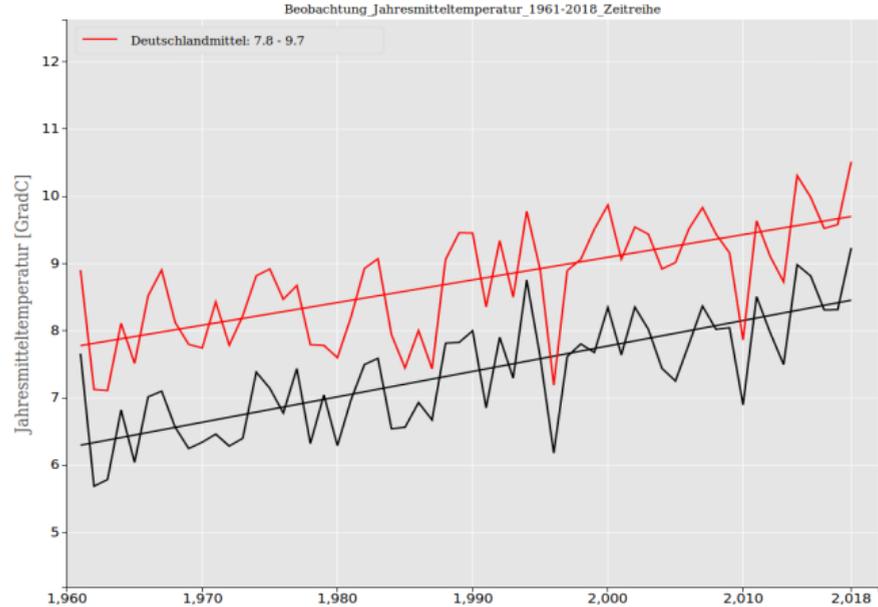
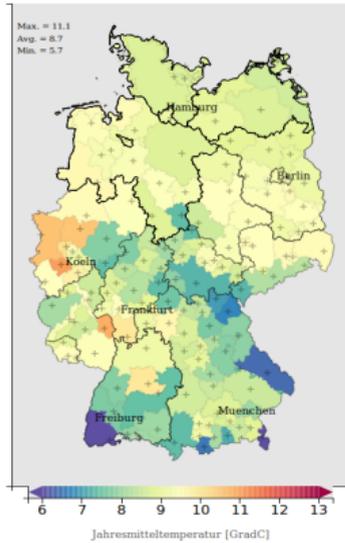
Parameter

tmax	Tagesmaximum der Temperatur
tmit	Tagesmittel der Temperatur
tmin	Tagesminimum der Temperatur
nied	Tagesniederschlag
relf	Relative Luftfeuchte
ludr	Luftdruck
dadr	Dampfdruck
sonn	Sonnenscheindauer
wmax	Maximale Windgeschwindigkeit
snow	Schneehöhe



Stationsdaten - Rasterdaten - Destinationsdaten

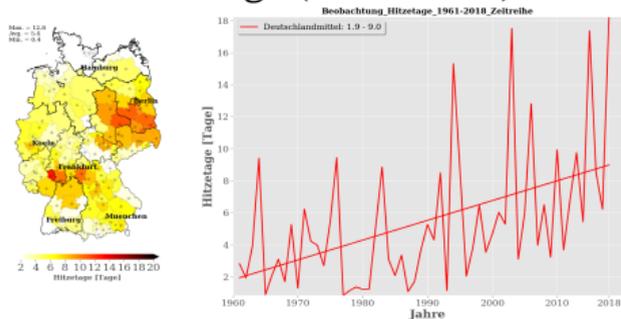
1.2. Änderungssignale: 1961-2018



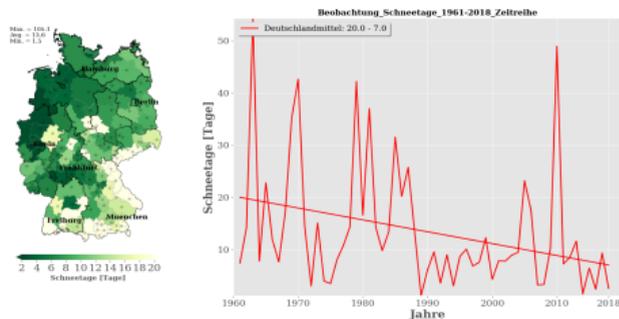
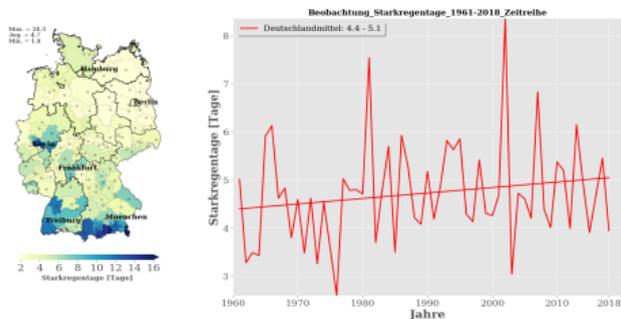
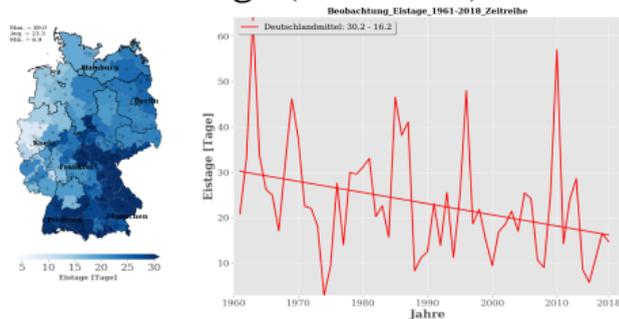
Interaktive Karten: Mouse Over (+) meine Destination zeigt den zeitlichen Verlauf (schwarz) im Vergleich zum Deutschlandmittel (rot).

1.3. Klimaindikatoren: 1961-2018

Hitzetage ($t_{max} > 30^{\circ}\text{C}$)



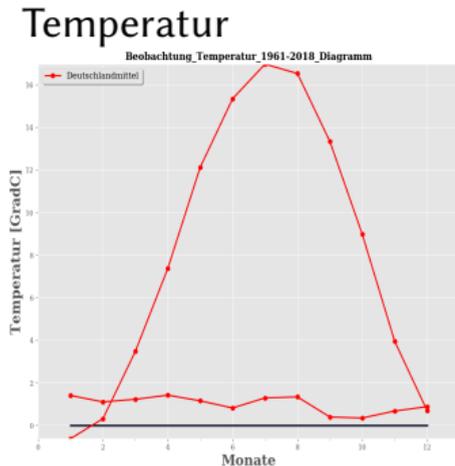
Eistage ($t_{max} < 0^{\circ}\text{C}$)



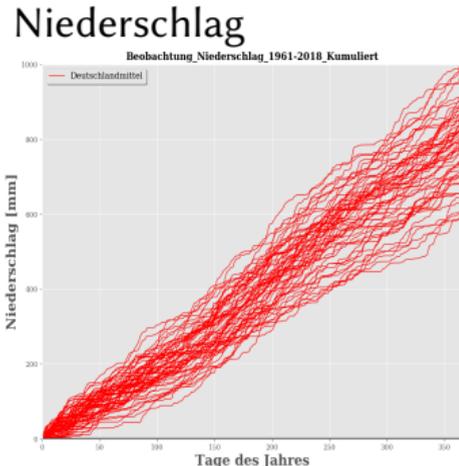
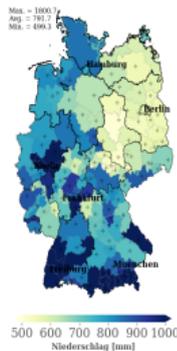
Starkregentage (nied > 20mm/d)

Schneetage (snow > 10cm)

1.4. Diagramme & Verläufe



Monatswerte und Abweichungen



Jährlich Kumuliert

Weitere Darstellungsformen zur Nutzerbezogenen Datenexploration!

1.5. Sortierbare Tabelle: [Link](#)

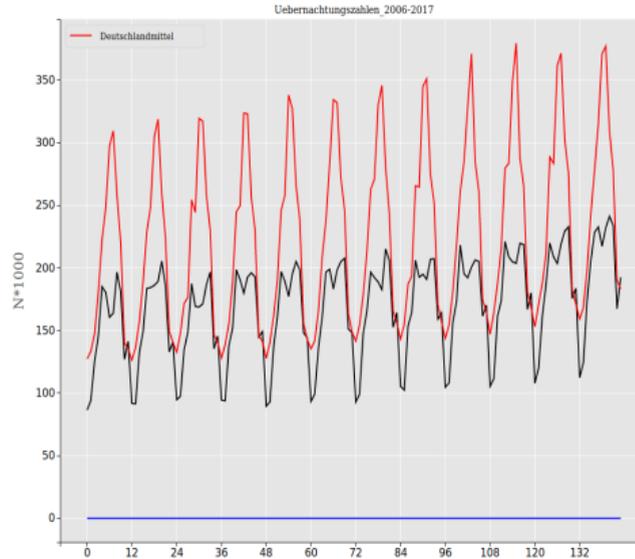
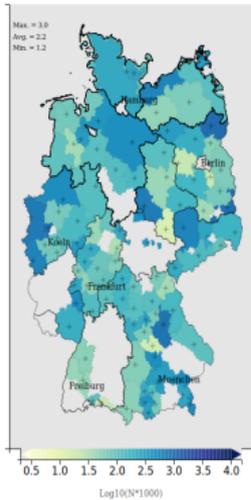
ID #	Region #	Temperatur [GradC]	Trend #	Hitzetage [Tag]	Trend #	Hitzewinterzeit [GradC]	Trend #	Eisage [Tag]	Trend #	Kahlwinterzeit [GradC]	Trend #	Jahreswunderschlag [mm]	Trend #	Starkverregnete [Tag]	Trend #	Regenwinterzeit [mm]	Trend #	Trockenage [Tag]	Trend #	Sturmage [Tag]	Trend #	Sturmwinterzeit [mm]	Trend #	Schneewage [Tag]	Trend #	Schneewinterzeit [mm]	Trend #
T25	Ahr	8.8	1.5	5.1	6.5	30.2	3.3	15.7	-0.1	-2.8	2.9	95.0	-13.7	2.4	0.5	18.7	2.0	275.5	3.2	7.9	-1.7	22.7	-1.8	2.1	-6.5	6.0	-8.7
T26	Ahr	7.4	2.2	2.9	7.5	29.0	3.4	30.9	-0.4	-6.4	3.1	126.6	76.9	12.5	3.1	31.9	3.1	148.9	-0.5	4.5	-6.6	18.9	-4.2	33.7	-0.9	26.1	-44.7
T28	Alpenregion Tugensee-Schliersee	7.1	1.9	2.9	6.1	29.2	2.1	30.2	-0.3	-6.2	3.9	119.5	102.9	15.1	3.8	33.0	3.3	128.1	-1.7	17.9	-0.7	24.7	-9.5	19.9	-0.9	18.4	-16.9
D06	Altmühl	9.1	2.0	8.3	9.2	31.0	2.7	30.5	-0.2	-1.9	2.7	345.4	-36.9	2.0	-0.4	15.1	0.2	265.7	7.9	9.3	-11.9	22.0	-4.9	7.1	-12.1	8.4	-6.1
T29	Armenien-Lach	9.2	2.1	3.4	7.3	29.3	2.5	23.9	-0.9	-4.7	1.7	107.1	-68.8	9.7	-3.6	28.9	-5.9	25.5	10.9	35.4	-11.9	22.4	-4.6	59.8	-0.7	36.7	-16.6
D03	Arthals-Wittberg	9.4	2.1	11.1	8.4	31.8	2.0	22.1	-13.9	-4.3	3.0	580.6	38.2	3.0	0.4	17.3	2.0	206.4	-1.1	6.4	-11.2	22.0	-4.9	9.4	-15.6	11.4	-12.2
A04	Bairischer Wald	5.9	1.9	6.8	5.8	30.8	1.7	24.9	-13.9	-4.6	2.0	140.5	30.7	1.8	0.7	14.9	0.5	207.4	-4.7	10.5	-12.3	22.6	-1.8	5.7	-12.9	13.3	-5.9
T22	Bayerisch-Schwanau	6.6	1.6	5.9	6.1	30.3	2.3	27.9	-0.1	-4.8	3.3	707.6	123.9	4.8	2.1	21.5	4.1	269.0	-6.4	21.4	-0.2	21.2	-4.4	8.3	-17.5	12.3	-10.0
T40	Bayerische Jura	7.8	2.1	6.9	9.9	30.6	3.1	33.8	-0.7	-1.1	2.7	707.4	66.4	4.4	1.3	20.7	2.4	270.0	-1.0	4.0	-1.5	18.9	-1.3	16.8	-26.1	15.3	-6.7
T13	Bayerische Wald	6.4	2.2	2.6	6.7	29.6	3.0	40.0	21.9	-1.0	3.6	349.0	218.1	7.2	1.8	24.5	3.7	245.0	20.9	5.0	-1.3	20.4	-0.8	30.6	23.8	20.6	-7.1
T41	Bayerisches Golf- und Themental	8.9	1.9	6.5	8.0	30.5	2.4	30.0	-0.9	-6.3	3.1	723.5	31.9	3.9	1.4	19.8	2.8	279.7	-1.0	4.7	-1.3	26.3	-1.7	15.0	-15.4	13.2	-10.0
T37	Bechlingersee Land	5.7	2.2	2.0	5.3	28.2	4.9	42.3	-0.1	-4.0	3.9	189.0	124.6	24.3	2.8	42.6	2.2	225.4	-0.0	14.2	-22.3	23.8	-4.5	106.1	-0.2	77.2	-48.7
H07	Bergisches Land	9.0	1.8	4.3	5.8	29.8	3.2	13.5	-15.8	-2.2	3.9	1329.6	31.9	12.8	0.2	30.7	1.8	226.8	5.1	6.8	-4.9	21.5	-2.5	2.8	-5.0	5.1	-5.2
H12	Bergisches Süfiedebach	9.4	1.9	4.7	6.7	29.8	3.2	11.3	-15.5	-1.7	3.4	1118.7	-18.9	8.3	-0.3	25.4	-0.1	140.1	5.6	9.3	-8.9	21.3	-4.6	3.8	-4.1	6.5	-4.8
H06	Berlin	9.3	2.0	8.8	9.4	31.2	2.7	22.4	-15.9	-4.3	2.6	576.5	-18.6	2.6	0.1	18.9	-0.0	286.6	6.8	11.7	-22.3	22.3	-7.1	8.4	-10.7	10.0	-6.0
H02	Biberach	9.7	1.7	5.7	8.1	30.1	3.5	16.1	-12.1	-2.8	3.1	909.1	-21.3	5.9	0.9	22.8	1.5	255.7	8.0	7.8	1.8	21.5	0.3	5.1	-4.2	6.1	-3.7
L72	Bödensee	8.0	1.6	4.3	9.1	29.7	3.9	30.2	-0.8	-4.9	3.1	921.3	-75.4	6.0	-0.1	23.2	0.1	257.7	14.8	3.2	0.8	18.1	-0.9	14.6	-11.8	15.4	-13.6
H08	Bonn und Rhein-Siegkreis	9.8	1.8	6.9	6.1	30.8	3.3	10.1	-4.8	-1.6	3.1	817.4	9.8	3.8	0.9	18.9	2.1	256.1	1.6	6.5	-3.6	21.4	-1.7	2.7	-4.4	4.8	-5.8
G12	Braunschweiger Land	9.3	2.1	4.9	6.7	29.9	3.2	11.8	-15.8	-1.9	2.7	628.2	37.2	2.3	0.8	16.5	1.0	278.0	-0.0	10.5	-9.3	22.4	-3.1	6.2	-13.0	7.9	-10.4
H45	Bremen	9.1	2.1	3.3	4.5	29.1	2.9	16.3	-13.4	-2.9	2.5	818.6	38.3	3.6	-0.1	19.6	1.2	257.9	1.5	20.4	-6.5	25.1	-2.0	3.6	-7.9	9.2	8.4
H39	Brenschelven	9.6	2.1	2.2	2.7	28.4	2.9	14.8	-13.9	-2.4	2.2	753.0	37.0	3.2	0.0	18.8	0.8	264.4	2.1	24.4	-6.8	28.0	-1.8	3.8	-8.5	3.7	-8.4
T38	Changshu	8.8	1.9	7.1	8.4	30.7	2.1	25.9	-9.7	-4.7	2.2	1116.5	47.0	9.9	-1.7	22.5	-1.6	246.6	4.0	7.0	6.5	21.5	3.8	22.0	-19.3	18.5	-16.6
T39	Changshu-Altland	8.5	1.9	6.4	8.0	30.6	2.1	27.9	-17.7	-6.0	3.6	1203.3	130.3	12.2	3.2	30.2	6.5	244.6	6.8	6.9	7.1	21.4	-4.1	16.8	-16.9	18.8	-18.3
A07	Delme-Deinland	9.6	2.0	9.4	7.8	31.4	1.6	21.8	-13.1	-4.4	3.8	962.3	46.1	2.1	0.5	15.3	1.6	263.9	-1.0	10.2	-11.8	22.4	-1.5	9.4	-10.8	10.6	-6.9
H03	Dillwälder- und Völkchen-Markchen	10.2	1.9	5.6	5.7	30.2	3.2	5.2	-10.3	-1.2	3.4	1112.8	13.0	6.5	2.0	23.1	3.0	145.0	3.7	9.6	-10.8	22.4	-4.7	3.3	-3.6	6.2	-4.4
T23	Eisenberge-Güldenau	8.9	2.0	6.3	11.0	30.4	3.2	20.3	-16.6	-4.5	3.5	940.0	34.4	7.7	0.9	25.7	-0.4	258.9	-0.9	7.6	3.6	21.5	-1.8	12.8	-13.4	14.3	8.9
E29	Eichsfeld	8.3	2.2	3.5	6.4	29.4	3.0	28.3	-18.1	-4.9	3.5	882.2	86.4	3.1	1.4	18.2	1.9	288.3	-3.6	10.6	-8.0	22.3	-2.3	13.4	-15.4	14.4	-8.6
T22	Eifel	8.1	1.6	3.4	5.2	29.1	2.9	21.7	-12.3	-1.6	2.5	889.7	-38.2	5.6	0.4	22.2	-0.0	257.5	5.0	15.6	-10.8	24.0	-5.4	10.7	-8.2	14.3	-6.5
H51	Eifel und Rieggen-Nachen	9.5	2.0	5.0	7.6	30.1	3.9	12.6	-8.4	-2.2	3.1	889.9	-3.2	4.9	0.2	20.9	-0.5	253.9	3.4	9.0	-0.8	22.2	-0.9	7.2	-12.1	13.9	-10.8
A33	Eifel-Eifel Land	9.1	2.2	9.3	10.7	31.4	2.9	22.3	-0.9	-4.5	2.8	966.7	42.2	2.4	0.1	11.5	2.9	239.5	5.5	10.2	-1.7	22.4	-0.4	7.7	-13.9	10.0	-10.8
C06	Eifelberg	8.2	1.8	3.1	3.7	29.2	1.9	29.2	-6.7	-5.0	2.0	877.9	171.9	5.8	3.8	22.9	6.4	298.7	-1.7	14.5	-8.7	23.5	-2.7	28.5	1.8	25.1	6.8
T02	Fichtelgebirge	6.7	2.3	2.2	5.1	28.3	3.3	46.3	-15.1	-4.5	3.9	782.1	34.4	4.9	1.8	20.9	2.5	367.3	0.1	9.1	-6.9	21.7	-1.8	45.2	-16.3	25.1	-6.9
A12	Föhnwind	9.4	2.0	10.8	8.7	31.7	2.9	21.8	-13.9	-4.3	3.1	940.2	34.8	2.2	1.3	18.0	4.4	288.7	2.0	18.0	-10.7	24.0	-4.3	11.1	-19.4	12.9	-6.5
T08	Frankenbühl	8.2	2.1	6.4	8.9	30.5	2.9	30.0	-17.1	-4.6	3.4	836.5	-1.4	6.8	1.5	24.1	3.9	250.0	1.6	5.0	1.3	20.4	0.8	5.4	-7.7	8.4	-1.6

Frage: Wieviel Hitzetage oder Eistage hat meine Destination und um wieviel Tage sind sie bereits angestiegen bzw. zurückgegangen?



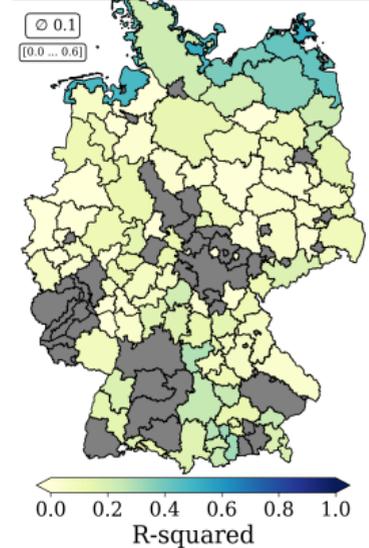
1.6. Analysen der touristischen Nachfrage

Nachfragedaten Statistisches Bundesamt



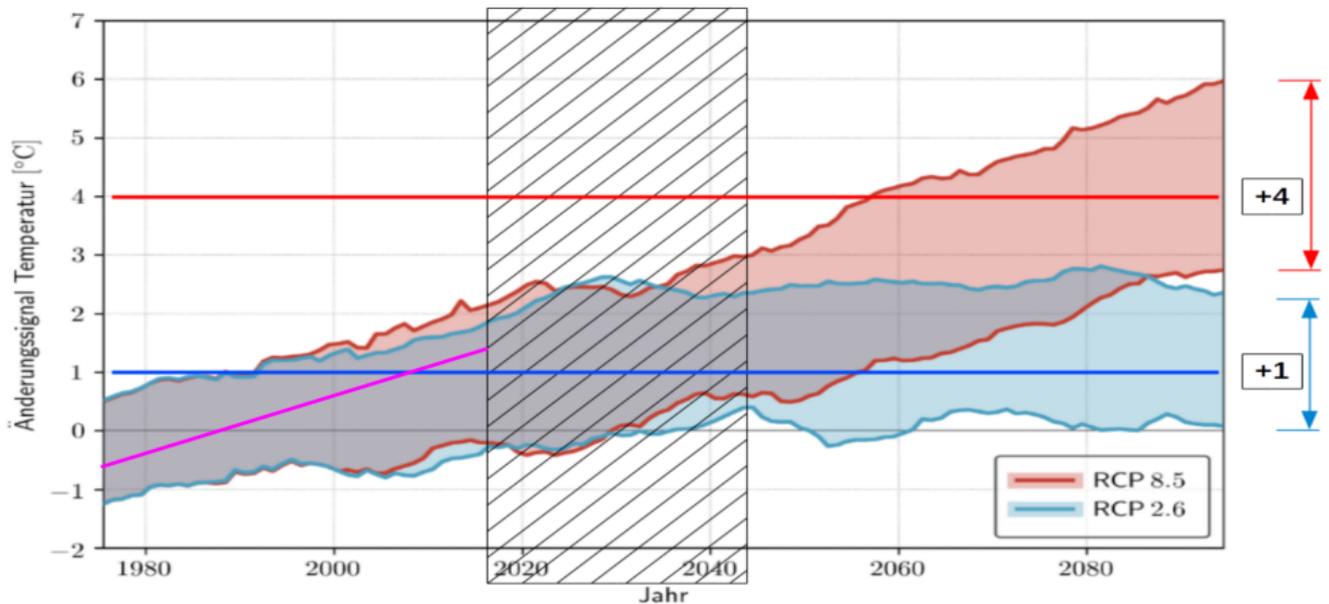
Sommertourismus

Reisegebiete: Übernachtungen ~ tmitso



stärkster Zusammenhang zwischen Übernachtungszahlen und Mitteltemperatur im Sommer nur an den Küsten!

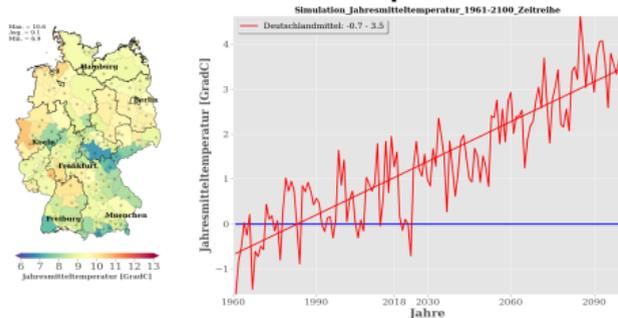
1.7. Projektionen



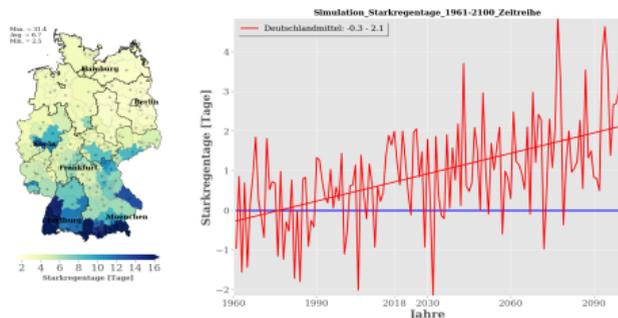
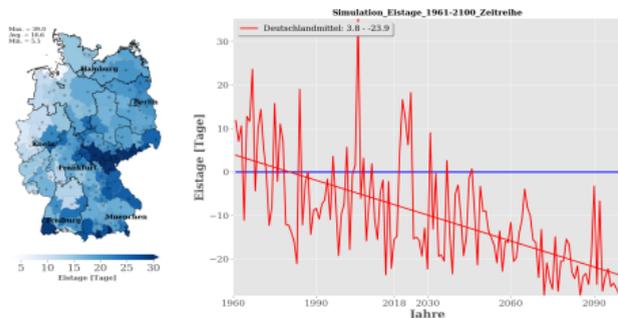
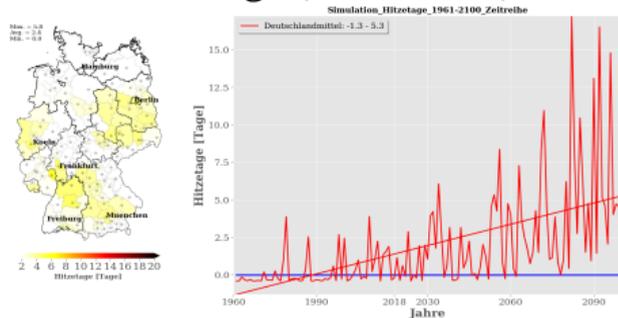
**ambitionierter Klimaschutz weltweit (+1°C) oder Weiter-wie-bisher (+4°C).
Linie entspricht in etwa der beobachteten Entwicklung!**

1.8. Karten: nur ein Modelllauf 1961-2100 vs 1961-1990

Jahresmitteltemperatur



Hitzetage (tmax>30°C)



Eistage (tmax<0°C)

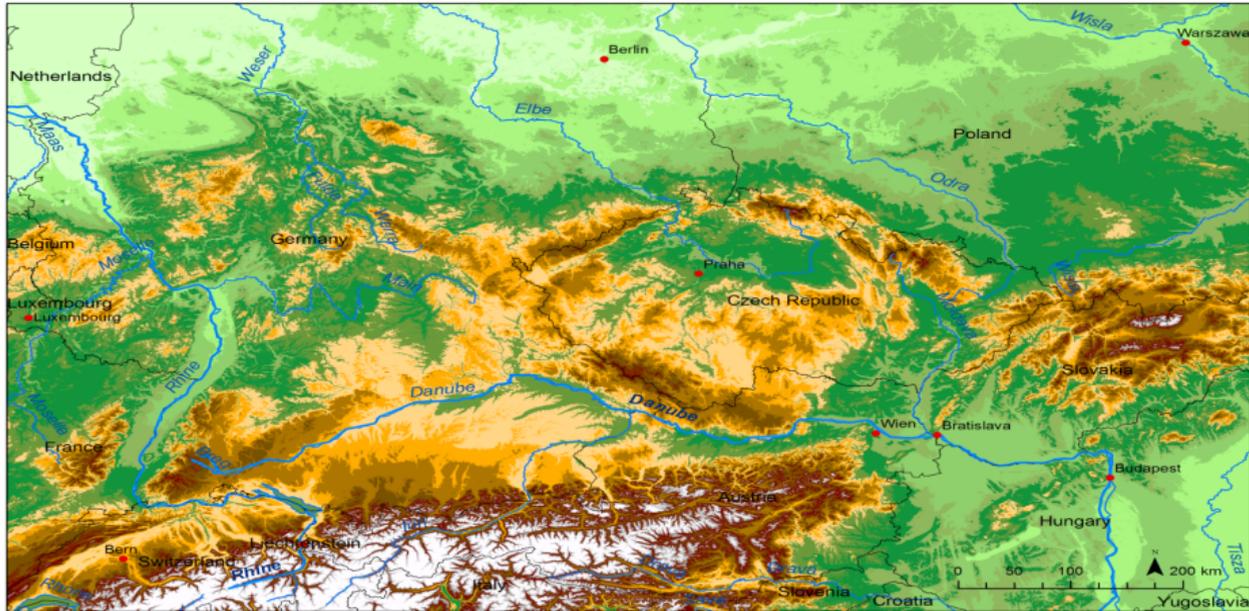
Starkregentage (nied>20mm/d)

1.9. Deutschland in Zahlen: 2071-2100 vs 1971-2000

Klimaparameter	“Ist”	“Klimaschutz”	“Weiter-wie-bisher”
Jahresmitteltemperatur	8.0°C	+1.0°C	+3.8°C
Hitzetage	4.3 Tage	+3.7 Tage	+19.4 Tage
Eistage	24.8 Tage	-7.2 Tage	-18.9 Tage
Starkregentage	4.9 Tage	+0.3 Tage	+1.1 Tage
Länge d. Wachstumsperiode	247 Tage	+21 Tage	+67 Tage
Trockentage	236 Tage	+1.7 Tage	+9.1 Tage
Sommerniederschlag	2.9 mm/d	-3.8 %	-12.6 %
Extremniederschlag	55.5 mm/d	+ 5.4 mm/d	+33.6 mm/d

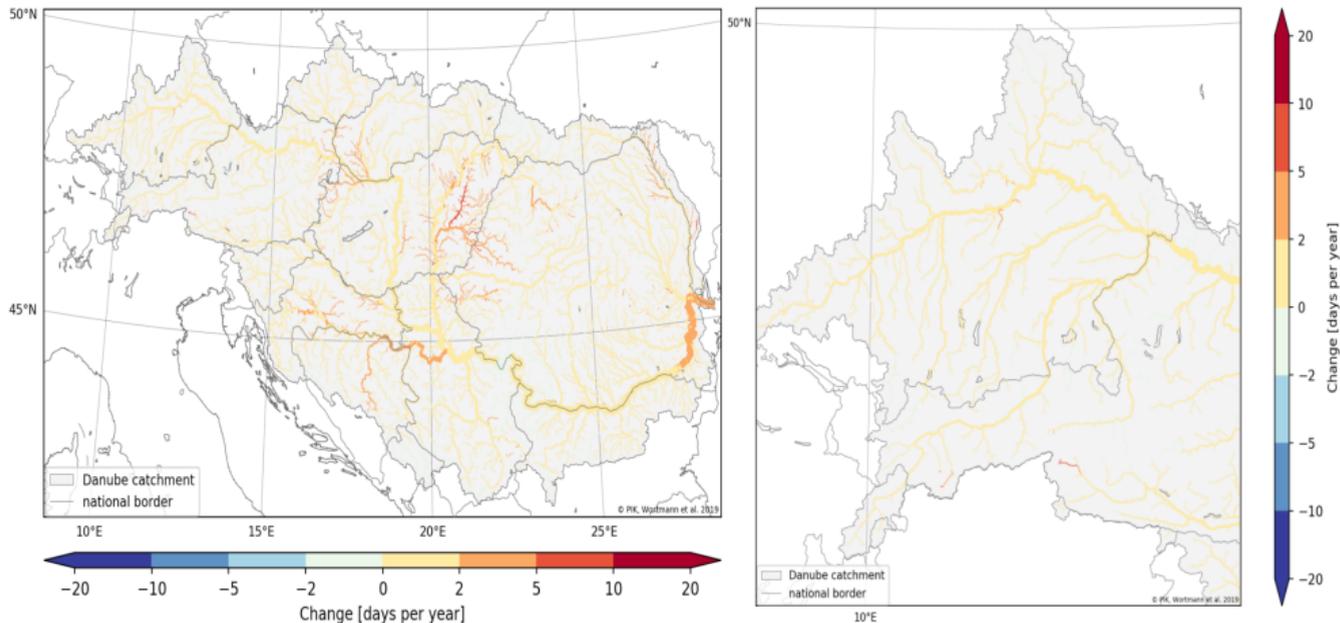
2018 verzeichnet im Deutschlandmittel 18 Hitzetage.

2. Wasser - Donau



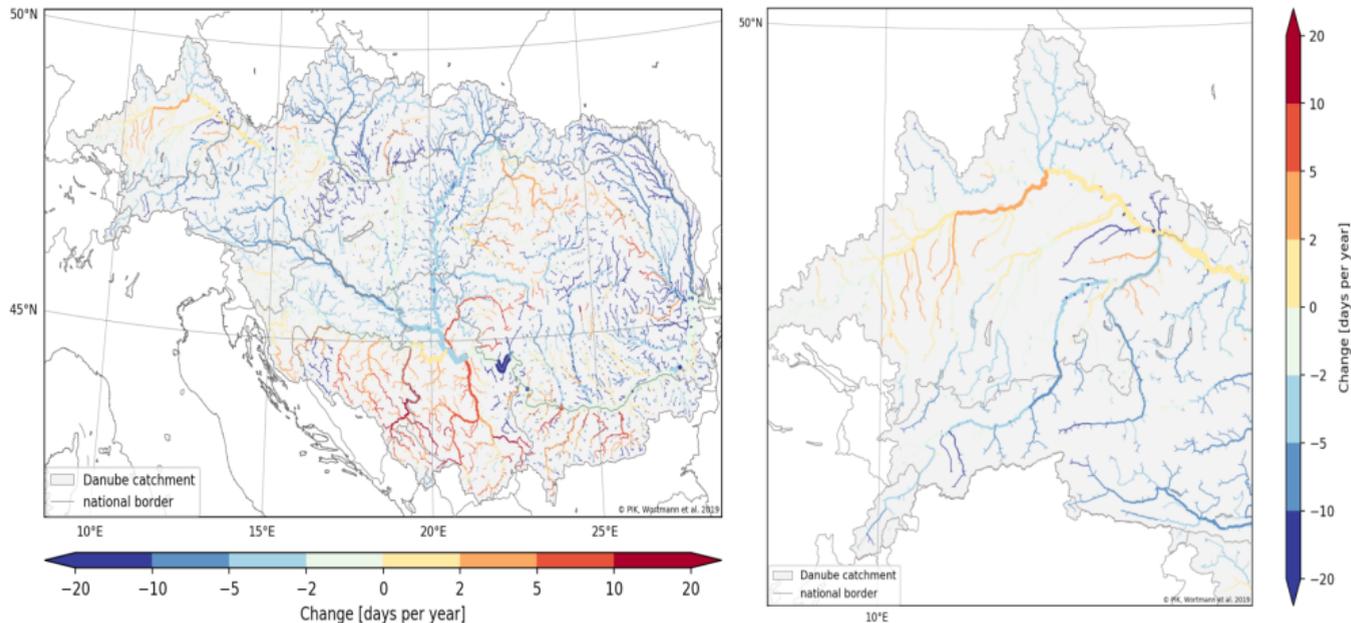
Abflussregime bzw. Wasserstand der Donau an 13.000 Flussabschnitten

2.1. Ausfalltage durch Hochwasser



Anzahl der schon jetzt auftretenden zusätzlichen Ausfalltagen pro Jahr aufgrund von Hochwassern! (2006-2035 vs 1971-2000)

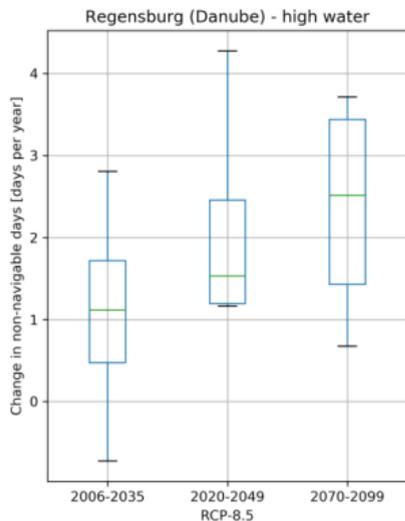
2.2. Ausfalltage durch Niedrigwasser



Anzahl der schon jetzt auftretenden zusätzlichen Ausfalltagen pro Jahr aufgrund von Niedrigwassern! (2006-2035 vs 1971-2000)

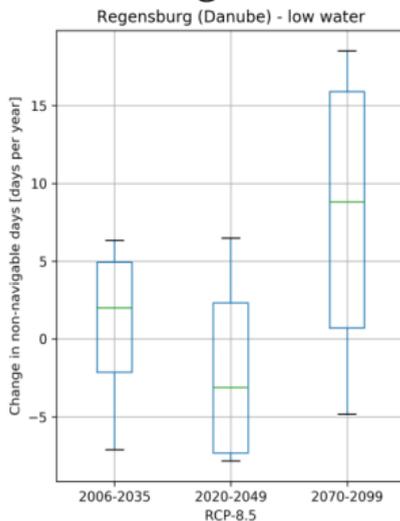
2.3. Regensburg

Hochwasser



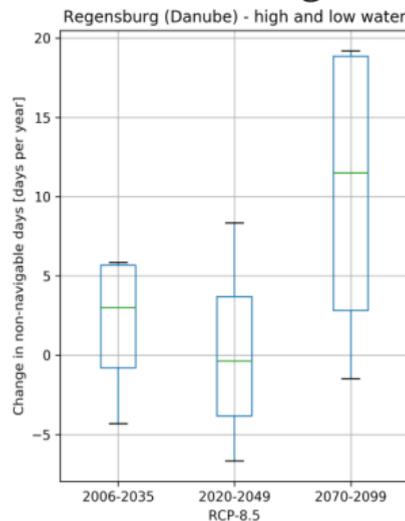
nah - mittel - fern

Niedrigwasser



nah - mittel - fern

Hoch- und Niedrigwasser



nah - mittel - fern

Anzahl der zusätzlichen Tage, an denen Schifffahrt auf der Donau bei Regensburg bei ungebremstem Klimawandel stark eingeschränkt oder nicht möglich ist.

3. Fazit

1. Aufgrund von Klimawandel:
 - (a) werden schon jetzt mehr und intensivere Hoch- und Niedrigwasserereignisse beobachtet
 - (b) haben sich die Anzahl der Hitzetage bereits verdoppelt
2. Aufgrund weiter steigenden Emissionen weltweit werden sich die Entwicklungen in den kommenden Jahrzehnten fortsetzen
3. Extreme werden generell in Klimasimulationen unterschätzt (z.B. Trockenjahr 2018)
4. Der flussnahe und flussbegleitende Tourismus mit seinen Angeboten ist auf verschiedene Weise betroffen:
 - (a) Anzahl der Ausfalltage für die Flussschifffahrt durch Überschwemmungen (zerstörte Infrastruktur: Campingplätze, Badestellen, etc.)
 - (b) andauernde Hitzebelastung kann zu einer Einschränkung körperlicher Aktivitäten und gesundheitlichen Problemen führen