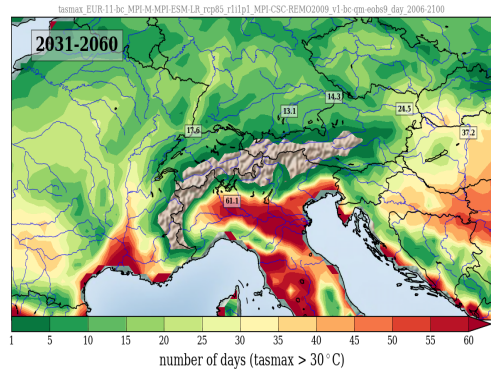
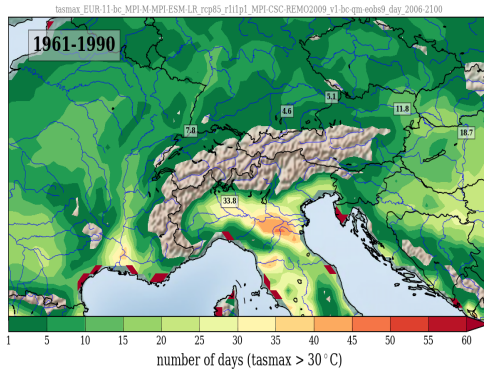


Die Wirkungen des Klimawandels auf den Radwander- und Wassertourismus, am Beispiel der Donau

P. Hoffmann, F. Hattermann



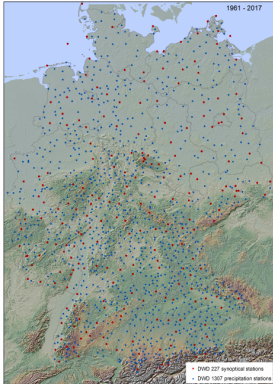
1. Klima



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

Stationsdaten

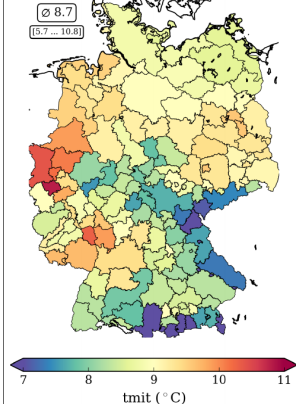


Parameter

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

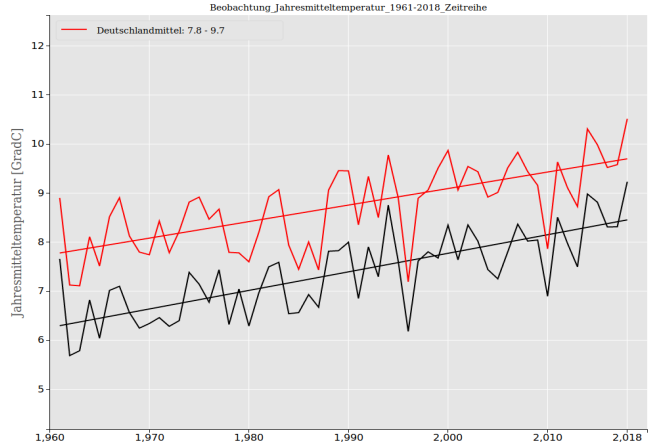
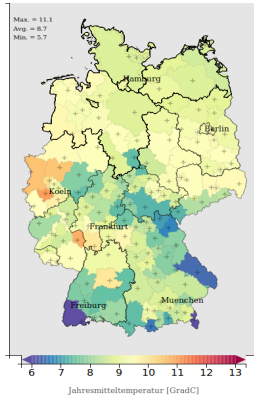
Ergebnisdaten

Mittelwert: 1961-2017



Stationsdaten - Rasterdaten - Destinationsdaten

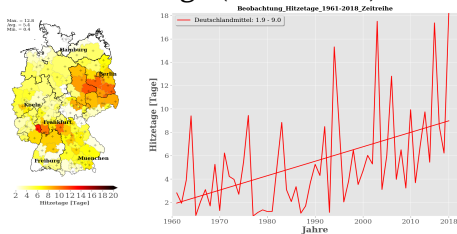
1.2. Änderungssignale: 1961-2018



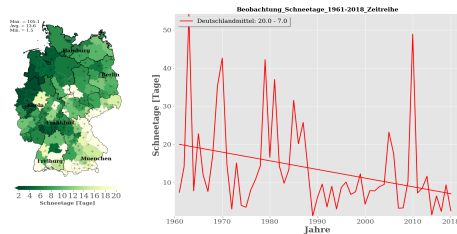
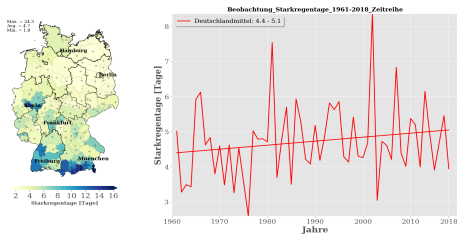
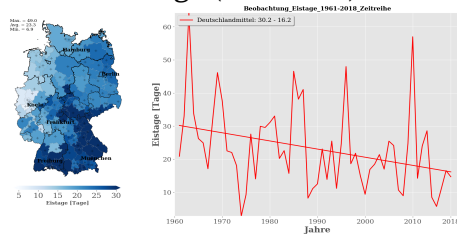
Interaktive Karten: Mouse Over (+) meine Destination zeigt den zeitlichen Verlauf (schwarz) im Vergleich zum Deutschlandmittel (rot).

1.3. Klimaindikatoren: 1961-2018

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



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

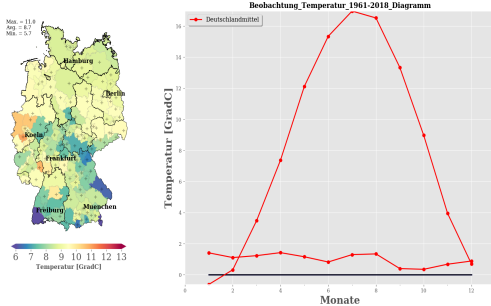


Starkregentage (nied > 20mm/d)

Schneetage (snow > 10cm)

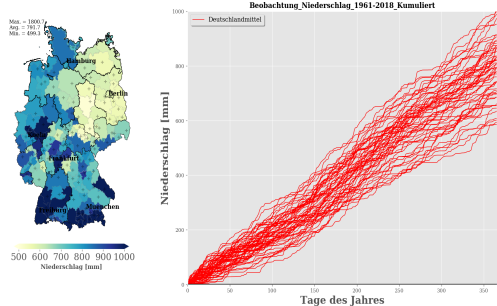
1.4. Diagramme & Verläufe

Temperatur



Monatswerte und Abweichungen

Niederschlag



Jährlich Kumuliert

Weitere Darstellungsformen zur Nutzerbezogenen Datenexploration!

1.5. Sortierbare Tabelle: [Link](#)

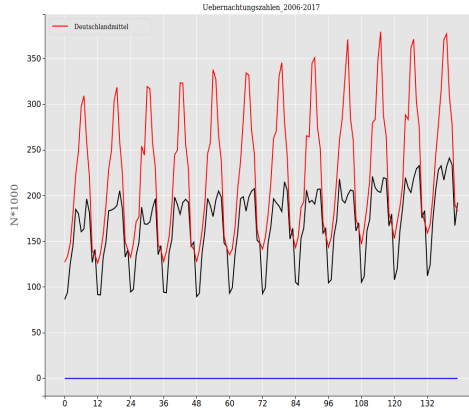
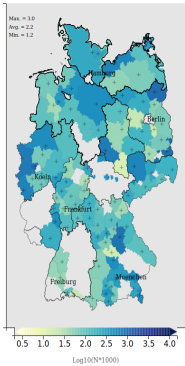
ID #	Region #	Temperatur [GradC]	Trend #	Hitzetage [Tag]	Trend #	Hitzewinterzeit [GradC]	Trend #	Eistage [Tag]	Trend #	Kaltrwinterzeit [GradC]	Trend #	Jahresniederschlag [mm]	Trend #	Starkregentage [Tag]	Trend #	Regenwinterzeit [mm]	Trend #	Trockentage [Tag]	Trend #	Starkregentage [Tag]	Trend #	Sturmwinterzeit [mm]	Trend #	Schneetage [Tag]	Trend #	Schneewinterzeit [mm]	Trend #
J15	Alz	8.8	1.5	5.1	6.5	30.2	3.3	15.7	-0.1	-2.8	2.9	651.0	-13.7	3.4	0.5	18.7	2.0	275.5	9.2	7.9	-1.7	23.7	-1.6	2.1	-6.5	6.5	-8.7
T25	Alghira	7.4	2.2	2.8	7.5	28.0	9.4	30.9	-0.4	-5.4	3.1	1226.8	79.9	12.5	3.1	31.3	3.1	148.9	-6.5	4.5	-6.6	18.8	-4.2	33.7	-07.8	26.1	-14.7
T35	Alpenregion Tugensee-Schliersee	7.1	1.9	2.9	6.1	29.2	2.1	39.2	-02.3	-6.2	3.9	1175.5	122.9	15.1	3.8	33.0	3.3	228.1	-1.7	17.9	-02.7	24.7	-9.5	19.9	-09.7	18.4	-18.9
D06	Altmark	9.1	2.0	8.3	9.2	31.0	2.7	20.5	-14.2	-1.9	2.7	549.5	-38.0	2.0	-6.4	15.1	0.2	285.7	7.9	9.3	-11.9	22.0	-4.9	7.1	-12.1	8.4	-6.1
T49	Armenien-Leich	9.2	2.1	3.4	7.3	29.3	2.5	23.9	-6.0	-4.7	1.7	1074.1	-168.8	9.7	-3.6	28.0	-5.9	251.5	10.9	35.4	-21.9	28.4	-4.6	99.8	-47.7	38.7	-18.6
D00	Arhol-Vitterberg	9.4	2.1	11.1	8.4	31.8	2.0	22.1	-13.9	-4.3	3.0	590.5	38.2	3.0	0.4	17.3	2.0	286.4	-1.1	8.4	-11.2	22.0	-4.9	9.4	-15.6	11.4	-12.2
A04	Banister Land	9.9	1.9	6.8	5.8	30.8	1.7	24.9	-13.8	-4.6	1.0	545.5	30.7	1.8	0.7	14.9	0.5	267.4	-4.7	10.5	-12.3	22.6	-3.8	5.7	-12.9	13.3	-5.8
T22	Bayern-Schwaben	6.6	1.6	5.9	6.1	30.3	2.3	27.9	-14.1	-4.8	3.3	767.6	122.9	4.8	2.5	21.5	4.1	269.0	-5.4	11.4	-10.2	23.2	-4.4	8.3	-17.5	12.3	-10.8
T40	Bayernsches Jura	7.8	2.1	6.9	9.9	30.6	3.1	33.8	-18.7	-5.1	2.7	767.4	66.4	4.4	1.3	20.7	2.4	271.0	-1.0	4.0	-1.5	19.9	-1.3	16.8	-18.1	15.3	-6.7
T13	Bayrisches Wald	6.4	2.2	2.6	6.7	28.6	3.0	40.0	-21.8	-7.0	3.6	1042.9	174.5	7.2	1.8	24.5	3.7	245.0	-20.9	5.0	-1.3	20.4	-4.8	30.6	-23.8	20.6	-7.1
T41	Bayrisches Golf- und Themental	8.5	1.9	6.5	8.0	30.5	2.4	30.0	-14.0	-5.3	3.1	723.5	31.9	3.8	1.4	19.2	2.8	270.7	-1.0	4.7	-1.3	20.3	-6.7	15.0	-11.4	13.2	-10.0
T37	Beckengedener Land	5.7	2.2	2.0	5.3	28.2	4.0	42.3	-26.1	-4.0	3.9	1800.8	124.6	24.3	2.8	41.6	2.2	221.0	-4.0	14.2	-22.3	23.8	-4.5	136.1	-68.2	77.2	-48.7
H07	Bergisches Land	9.0	1.8	4.3	5.9	29.8	3.2	13.5	-11.8	-2.2	3.8	1129.6	31.5	12.8	0.2	30.7	1.8	230.8	5.1	6.8	-4.9	21.5	-2.5	2.8	-5.9	5.1	-5.2
H12	Bergisches Südranddeck	9.4	1.9	4.7	5.7	29.8	3.2	11.3	-11.5	-1.7	3.4	1178.7	-18.9	8.1	-0.3	25.4	-0.1	140.1	5.6	9.3	-9.9	21.3	-4.6	3.8	-4.1	6.5	-4.8
X0E	Berlin	9.3	2.0	8.8	9.4	31.2	2.7	22.4	-15.9	-4.3	2.6	578.5	-18.6	2.6	0.1	18.9	-6.0	286.6	6.8	11.7	-22.3	22.3	-7.1	8.4	-10.7	10.0	-6.0
K02	Bleiburg	9.7	1.7	5.7	8.1	30.1	3.5	16.1	-12.1	-2.8	3.1	908.1	-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	9.1	-3.7
L72	Bodenau	9.0	1.6	4.3	9.1	29.7	3.5	30.2	-18.8	-4.9	3.1	921.5	-79.4	6.0	-0.1	23.2	0.1	257.7	14.8	3.2	0.8	19.1	0.9	14.6	-21.8	15.4	-13.8
H08	Bonn und Rhein-Siegkreis	9.8	1.8	6.9	6.1	30.8	3.3	10.1	-6.8	-1.6	3.1	817.4	9.6	3.8	0.9	18.9	2.1	258.1	1.6	6.5	-3.6	21.4	-1.7	2.7	-4.4	4.8	-5.8
G12	Braunschweig Land	9.3	2.1	4.9	6.7	29.9	3.2	11.1	-13.8	-1.9	2.7	626.2	17.2	2.3	0.6	16.5	1.0	278.0	-4.0	10.5	-9.3	22.4	-3.1	6.2	-13.0	7.9	-10.0
X4B	Bremen	9.1	2.1	3.3	4.5	28.1	2.8	16.3	-13.4	-2.9	2.5	818.6	38.3	3.8	-0.1	19.6	1.2	267.5	3.5	20.4	-6.5	25.1	-2.0	3.6	-7.9	6.2	6.4
X8V	Brenzschafen	9.6	2.1	2.2	2.7	28.4	2.9	14.8	-13.0	-2.4	2.2	753.3	27.0	3.2	0.0	18.8	0.8	264.4	2.1	24.4	-6.8	26.0	-1.8	3.6	-8.5	5.7	-8.4
T38	Changmu	8.8	1.9	7.1	8.4	30.7	3.1	25.9	-9.7	-4.7	2.1	1118.5	-47.0	9.9	-1.7	27.5	-1.6	148.8	-4.0	7.0	6.5	21.5	3.9	22.0	-19.3	18.5	-10.6
T38	Chiemsee-Allgäu	8.5	1.9	6.4	8.0	30.6	2.1	27.9	-17.7	-6.0	3.6	1203.3	150.3	12.2	3.2	30.2	6.5	244.6	-6.8	6.9	7.1	21.4	-4.1	16.8	-18.9	18.8	-18.9
A07	Dahme-Seegebiet	9.6	2.0	9.4	7.8	31.4	1.6	21.8	-13.1	-4.4	2.5	962.3	46.1	2.1	0.5	15.3	1.6	263.9	-2.0	10.2	-11.8	22.4	-1.5	9.4	-10.8	10.6	-6.9
H03	Dänisch-Wald und vom Meeren	10.2	1.9	5.6	5.7	30.2	3.2	6.2	-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	-3.7	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	-10.5	-4.5	3.5	940.0	34.1	7.7	0.9	25.7	-0.4	259.9	-0.9	7.6	3.6	21.5	1.8	12.8	-12.4	14.3	8.8
E29	Eichsfeld	8.3	2.2	3.5	6.4	28.1	3.0	28.3	-18.1	-4.9	3.3	982.2	85.4	3.1	1.4	18.2	1.9	288.3	-3.6	10.6	-9.0	22.3	-2.3	13.4	-15.4	14.4	-8.4
J12	Eifel	8.1	1.6	3.4	5.2	28.1	2.9	21.7	-12.3	-1.6	2.5	987.7	-38.2	5.6	0.4	22.2	-0.0	257.5	5.0	15.6	-19.8	24.0	-5.4	10.7	-8.2	14.3	-6.5
H05	Eifel und Rügen-Aachen	9.5	2.0	5.0	7.6	30.1	3.8	12.6	-9.4	-2.2	3.1	889.9	-23.2	4.9	0.2	20.9	-0.5	253.9	3.4	9.0	-0.8	22.2	-0.9	7.2	-12.1	10.9	-10.8
A33	Eifel-Eifel Land	9.1	2.2	9.3	10.7	31.4	2.5	22.3	-14.0	-4.5	2.8	966.7	42.2	2.4	0.1	15.9	2.3	285.5	-5.5	10.2	-1.7	22.4	-0.4	7.7	-13.9	10.0	-12.8
C06	Erlangen	8.2	1.8	3.1	3.7	29.2	1.8	29.2	-6.7	-6.0	2.0	877.9	171.6	5.4	3.8	22.9	6.4	268.7	-2.7	14.5	-6.7	23.5	-2.7	28.5	1.8	25.1	-8.8
T02	Fichtelgebirge	6.7	2.3	2.2	5.1	28.3	3.1	40.3	-25.1	-5.5	3.3	762.1	34.4	4.8	1.6	20.9	2.5	267.3	0.1	9.1	-4.9	21.7	-1.8	40.2	-10.3	15.1	-5.9
A15	Fürstentum	9.4	2.0	10.8	8.7	31.7	2.0	21.6	-13.9	-4.3	3.1	540.2	34.8	2.1	1.3	18.0	4.4	288.7	2.0	18.0	-10.7	24.0	-4.3	11.1	-10.4	12.8	-6.5
T08	Franken	8.2	2.1	6.4	8.9	30.5	2.9	20.0	-17.1	-4.6	3.4	836.5	-1.4	6.8	1.5	24.1	3.9	255.0	5.6	5.0	1.3	20.4	0.8	5.4	-7.7	8.4	-6.6

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



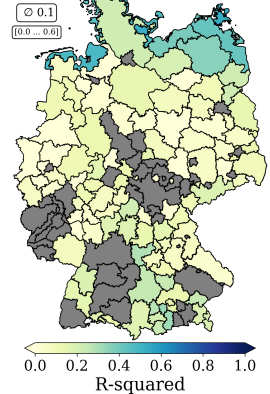
1.6. Analysen der touristischen Nachfrage

Nachfragedaten Statistisches Bundesamt



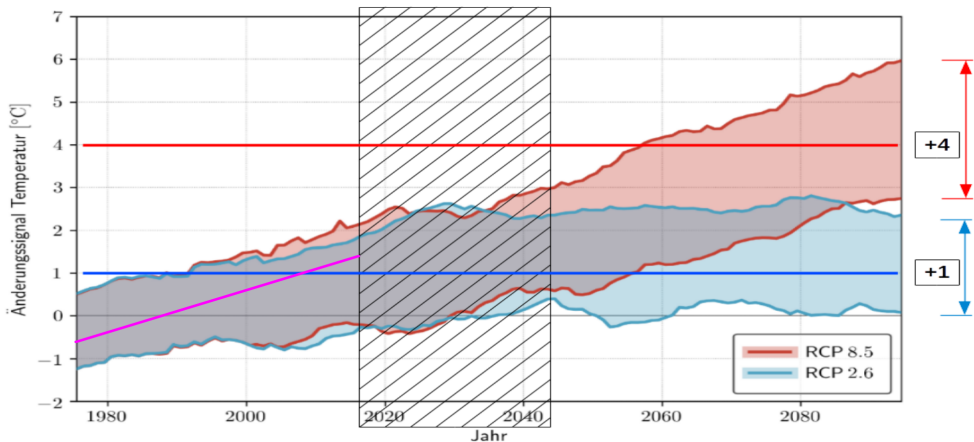
Sommertourismus

Reisegebiete: Übernachtungen ~ tmitso



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

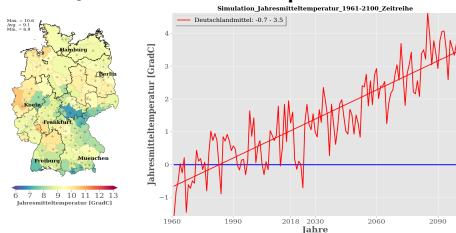
1.7. Projektionen



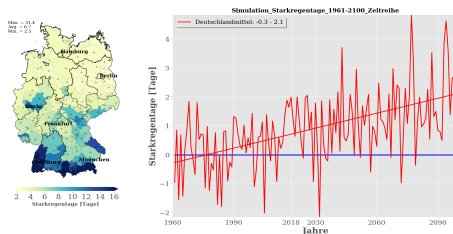
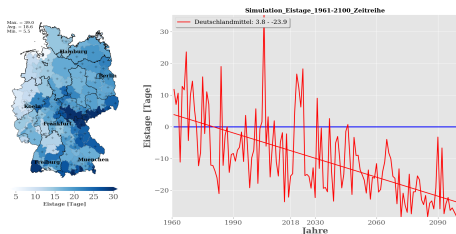
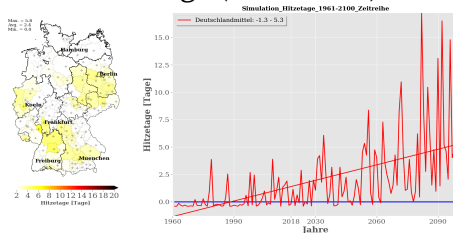
ambitionierter Klimaschutz weltweit (+1°C) oder Weiter-wie-bisher (+4°C).
Linie entspricht in etwa der beobachteten Entwicklung!

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

Jahresmitteltemperatur



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



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

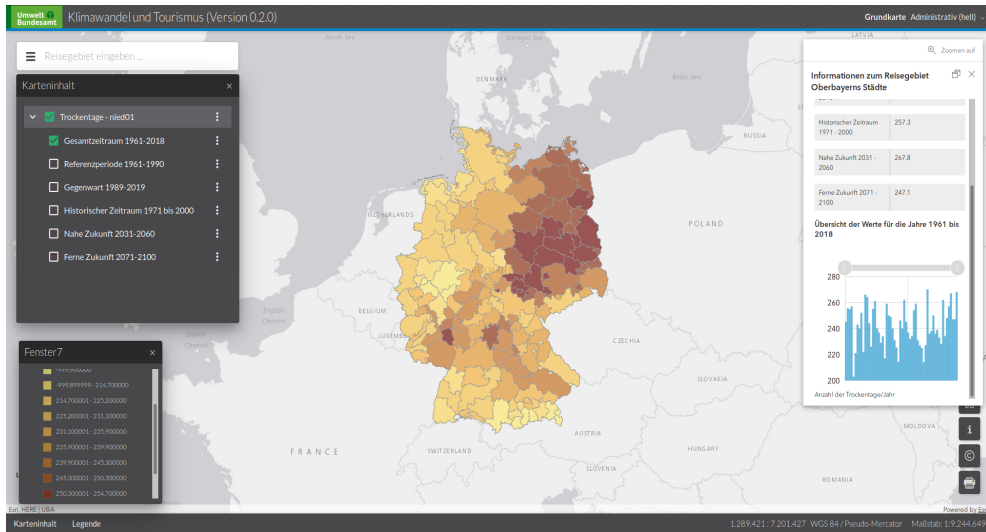
Starkregentage (nied $> 20\text{mm/d}$)

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

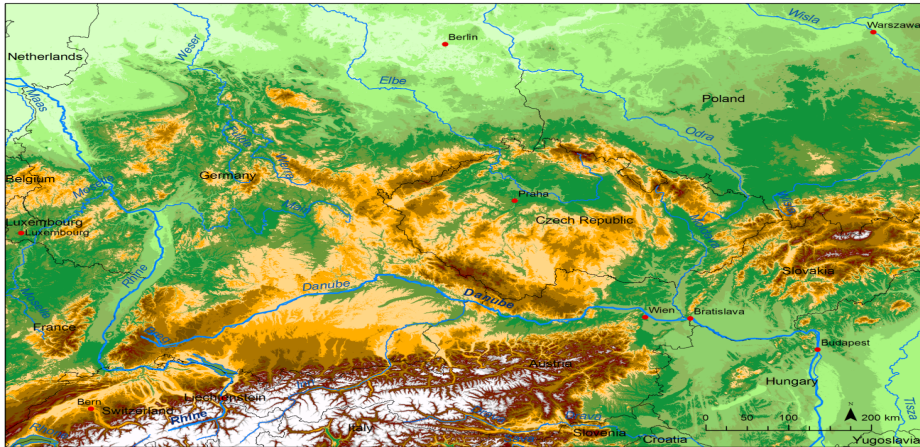
Klimaparameter	“Ist”	“Klimaschutz”	“Weiter-wie-bisher”
Jahresmitteltemperatur	8.0°C	+1.0°C	+3.8°C
Hitzetage	4.3 Tage	+3.7 Tage	+19.4 Tage
Eistage	24.8 Tage	-7.2 Tage	-18.9 Tage
Starkregentage	4.9 Tage	+0.3 Tage	+1.1 Tage
Länge d. Wachstumsperiode	247 Tage	+21 Tage	+67 Tage
Trockentage	236 Tage	+1.7 Tage	+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.

1.10. Klimaservice für Destinationen

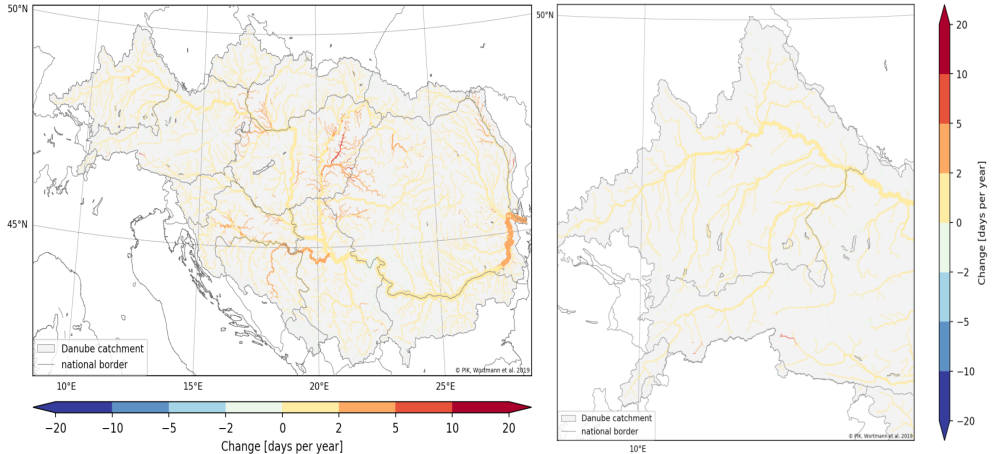


2. Wasser - Donau



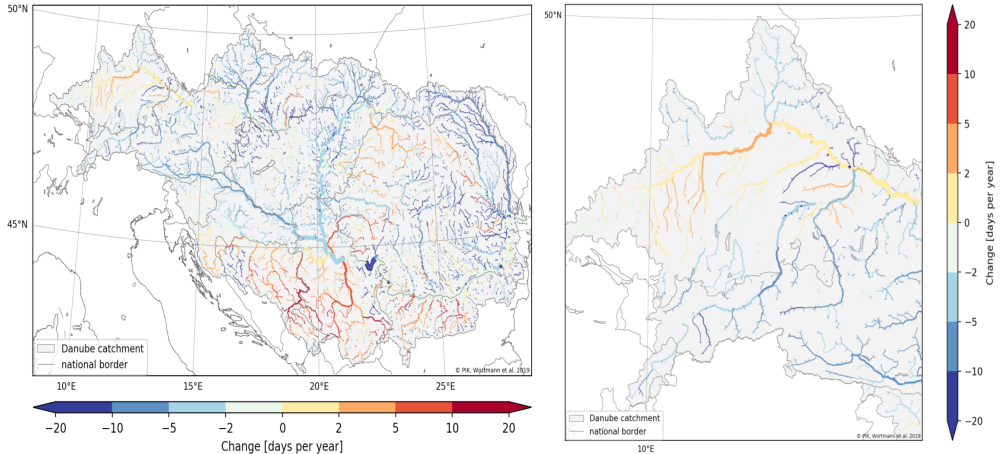
Abflussregime bzw. Wasserstand der Donau an 13.000 Flussabschnitten

2.1. Ausfalltage durch Hochwasser



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

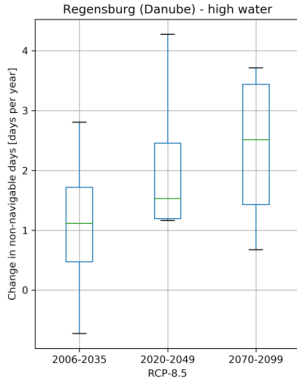
2.2. Ausfalltage durch Niedrigwasser



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

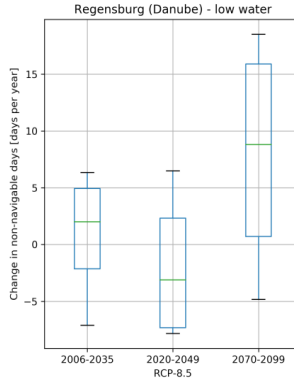
2.3. Regensburg

Hochwasser



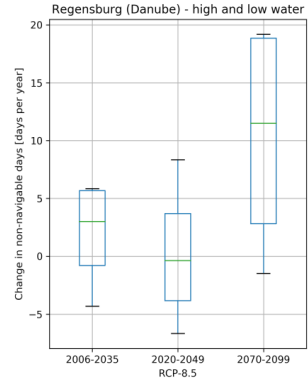
nah - mittel - fern

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