

Anhang:

# Auswirkungen der globalen Erwärmung auf hydrologische und agrarische Dürren und Hochwasser in Deutschland

Ergebnisse aus dem Projekt HOKLIM: Hochaufgelöste Klimaindikatoren bei einer Erderwärmung von 1.5 Grad

---

Autoren: Stephan Thober, Andreas Marx, Friedrich Boeing

Beitragende: Robert Schweppe (UFZ), Rohini Kumar (UFZ), Niko Wanders (Utrecht University), Oldrich Rakovec (UFZ), Ming Pan (Princeton University), Matthias Zink (UFZ, ECMWF), Justin Sheffield (Climate Partnership LLC, University of Southampton), Eric Wood (Climate Partnership LLC), Luis Samaniego (UFZ)

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
Entwicklung der globalen Durchschnittstemperaturen	3
Relative Änderung des Abflussminimums, ganzes Jahr	5
Relative Änderung des Abflussminimums, Sommer	6
Relative Änderung des Abflussminimums, Winter	7
Relative Änderung des Perzentils p2, ganzes Jahr	8
Relative Änderung des Perzentils p2, Sommer	9
Relative Änderung des Perzentils p2, Winter	10
Relative Änderung des Perzentils p5, ganzes Jahr	11
Relative Änderung des Perzentils p5, Sommer	12
Relative Änderung des Perzentils p5, Winter	13
Relative Änderung des Perzentils p10, ganzes Jahr	14
Relative Änderung des Perzentils p10, Sommer	15
Relative Änderung des Perzentils p10, Winter	16
Relative Änderung des Perzentils p50, ganzes Jahr	17
Relative Änderung des Perzentils p50, Sommer	18
Relative Änderung des Perzentils p50, Winter	19
Relative Änderung des Perzentils p90, ganzes Jahr	20
Relative Änderung des Perzentils p90, Sommer	21
Relative Änderung des Perzentils p90, Winter	22
Relative Änderung des Perzentils p95, ganzes Jahr	23
Relative Änderung des Perzentils p95, Sommer	24
Relative Änderung des Perzentils p95, Winter	25
Relative Änderung des Perzentils p98, ganzes Jahr	26
Relative Änderung des Perzentils p98, Sommer	27
Relative Änderung des Perzentils p98, Winter	28
Relative Änderung des Abflussmaximums, ganzes Jahr	29
Relative Änderung des Abflussmaximums, Sommer	30
Relative Änderung des Abflussmaximums, Winter	31

## Glossar:

**SH:** Schleswig-Holstein  
**HH:** Hamburg  
**MV:** Mecklenburg-Vorpommern  
**NI:** Niedersachsen  
**HB:** Bremen  
**BB:** Brandenburg  
**BE:** Berlin  
**NRW:** Nordrhein-Westfalen  
**ST:** Sachsen-Anhalt  
**SN:** Sachsen  
**HE:** Hessen  
**TH:** Thüringen  
**RP:** Rheinland-Pfalz  
**SL:** Saarland  
**BW:** Baden-Württemberg  
**BY:** Bayern

**GKM:** Globales Klimamodell

**RCP:** Representativer Konzentrationspfad (*representative concentration pathway*)

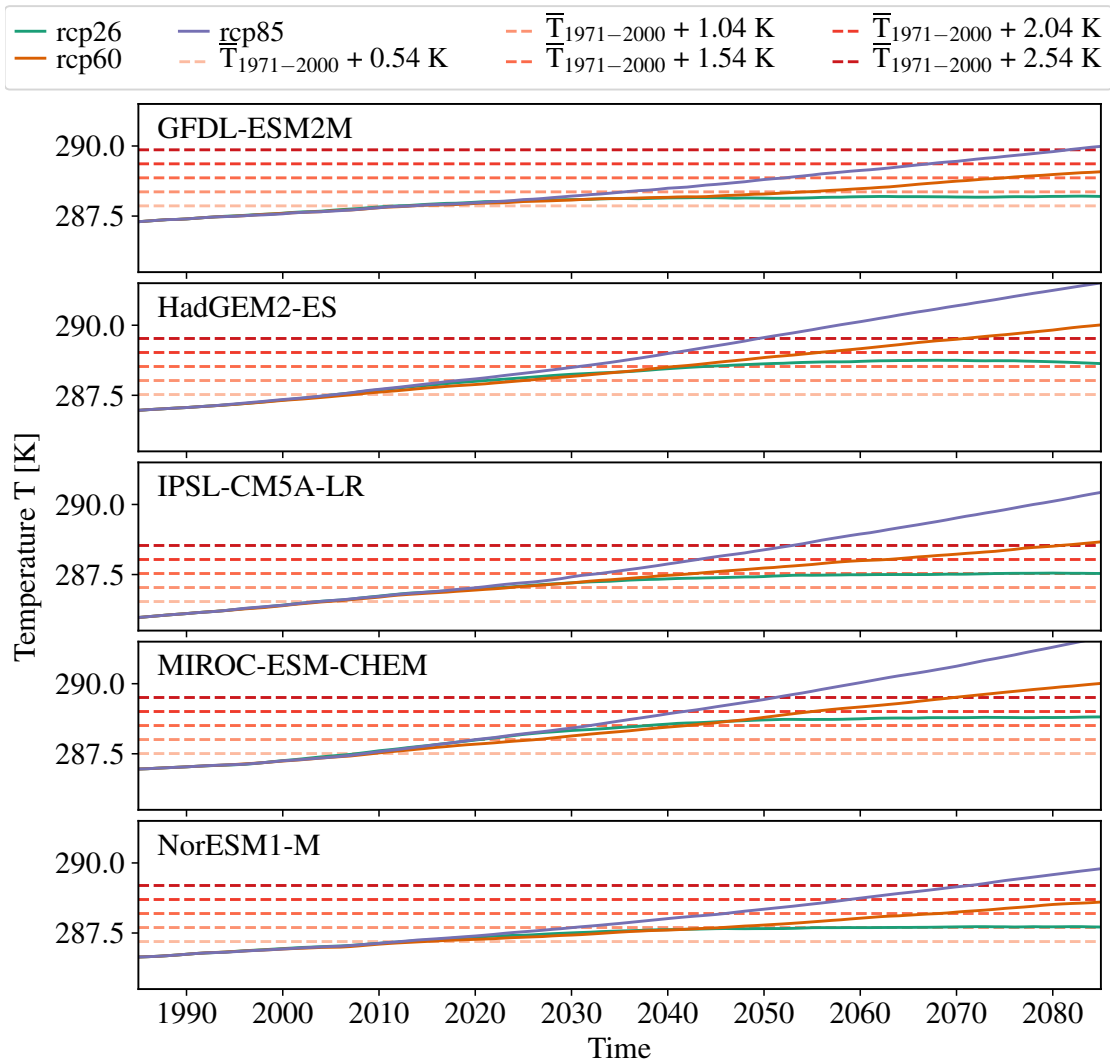
Weiterführende Informationen zu den verwendeten Methoden finden sich in:

**Marx, A., Kumar, R., Thober, S., Zink, M., Rakovec, O., Wanders, N., Zink, M., Wood, E.F., Pan, M., Sheffield, J., and Samaniego, L.** (2018): Climate change alters low flows in Europe under a global warming of 1.5, 2, and 3 degrees, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 22, 1017-1032, <https://doi.org/10.5194/hess-2017-485>.

**Samaniego\*, L., Thober\*, S., Kumar, R., Wanders, N., Rakovec, O., Pan, M., Zink, M., Sheffield, J., Wood, E.F., and Marx, A.** (2018): Anthropogenic warming exacerbates European soil moisture droughts. *Nature Climate Change*. <http://dx.doi.org/10.1038/s41558-018-0138-5>.  
(\* - gleichberechtigt beigetragen)

**Thober, S., Kumar, R., Wanders, N., Marx, A., Pan, M., Rakovec, O., Samaniego, L., Sheffield, J., Wood, E.F., and Zink M.** (2018): Multi-model ensemble projections of European river floods and high flows at 1.5, 2, and 3 degree global warming, *Environmental Research Letters*, 13(1), pp. 1–22, <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa9e35>.

## Entwicklung der globalen Durchschnittstemperaturen

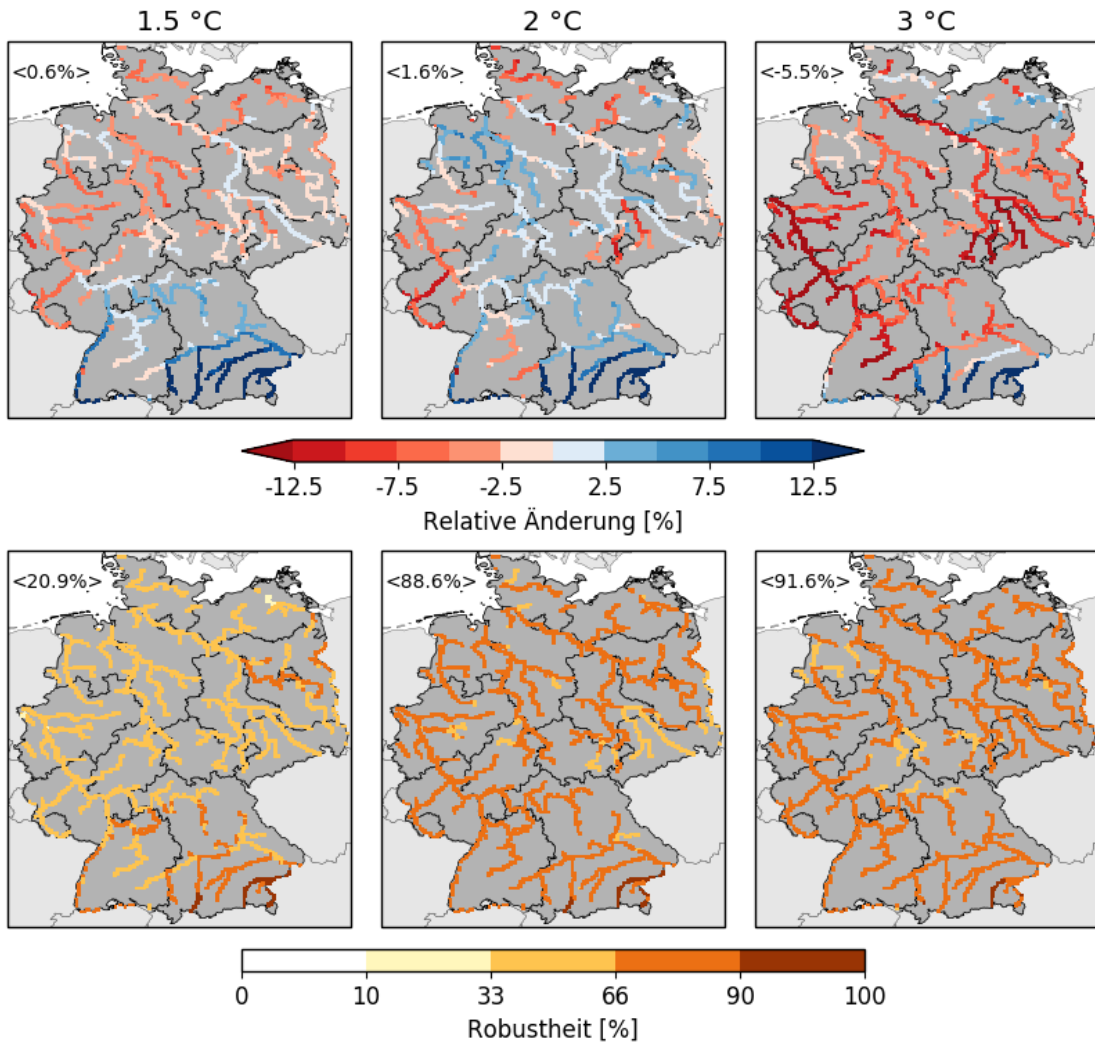


**Abbildung 1:** Entwicklung der 30-jährigen globalen Durchschnittstemperaturen für alle fünf GKM, die für die Modellierungen benutzt wurden. Die horizontalen Linien kennzeichnen, wann die Erwärmungsgrade von 1, 1.5, 2, 2.5, und 3 °C erreicht werden. Die farbigen Linien zeigen die verschiedenen Zukunftsszenarien RCP 2.6, RCP 6.0 und RCP 8.5. In dem HOKLIM Projekt wurde eine Erwärmung von 0.46 °C zwischen vorindustriellen Bedingungen (1881-1910) und der Referenzperiode 1971-2000 angenommen. Die Unsicherheit dieser Erwärmung kann vernachlässigt werden. Die Temperaturunterschiede werden in der Abbildung in Kelvin [K] angegeben.

**Tabelle 1:** Zeiträume des erstmaligen Erreichens der Erwärmungsgrade 1.5, 2, und 3 °C für unterschiedliche GKM/RCP Kombinationen. Ein “time sampling“ Ansatz wurde genutzt, um 30-jährige gleitende Mittel der Lufttemperatur mit dem Zeitraum 1971-2000 zu vergleichen, in dem bereits eine Erwärmung von 0.46 °C bezogen auf die vorindustrielle Zeit stattgefunden hat.

Erwärmung	RCP	GFDL-ESM2M	HadGEM2-ES	IPSL-CM5A-LR	MIROC-ESM-CHEM	NorESM1-M
1.5 °C	2.6	-	2007-2036	2008-2037	2006-2035	2047-2076
	6.0	2040-2069	2011-2040	2009-2038	2012-2041	2031-2060
	8.5	2021-2050	2004-2033	2006-2035	2006-2035	2016-2045
2 °C	2.6	-	2029-2058	2060-2089	2023-2052	-
	6.0	2060-2089	2026-2055	2028-2057	2028-2057	2054-2083
	8.5	2038-2067	2016-2045	2018-2047	2017-2046	2031-2060
3 °C	2.6	-	-	-	-	-
	6.0	-	2056-2085	2066-2095	2055-2084	-
	8.5	2067-2096	2035-2064	2038-2067	2037-2066	2057-2086

## Relative Änderung des Abflussminimums, ganzes Jahr

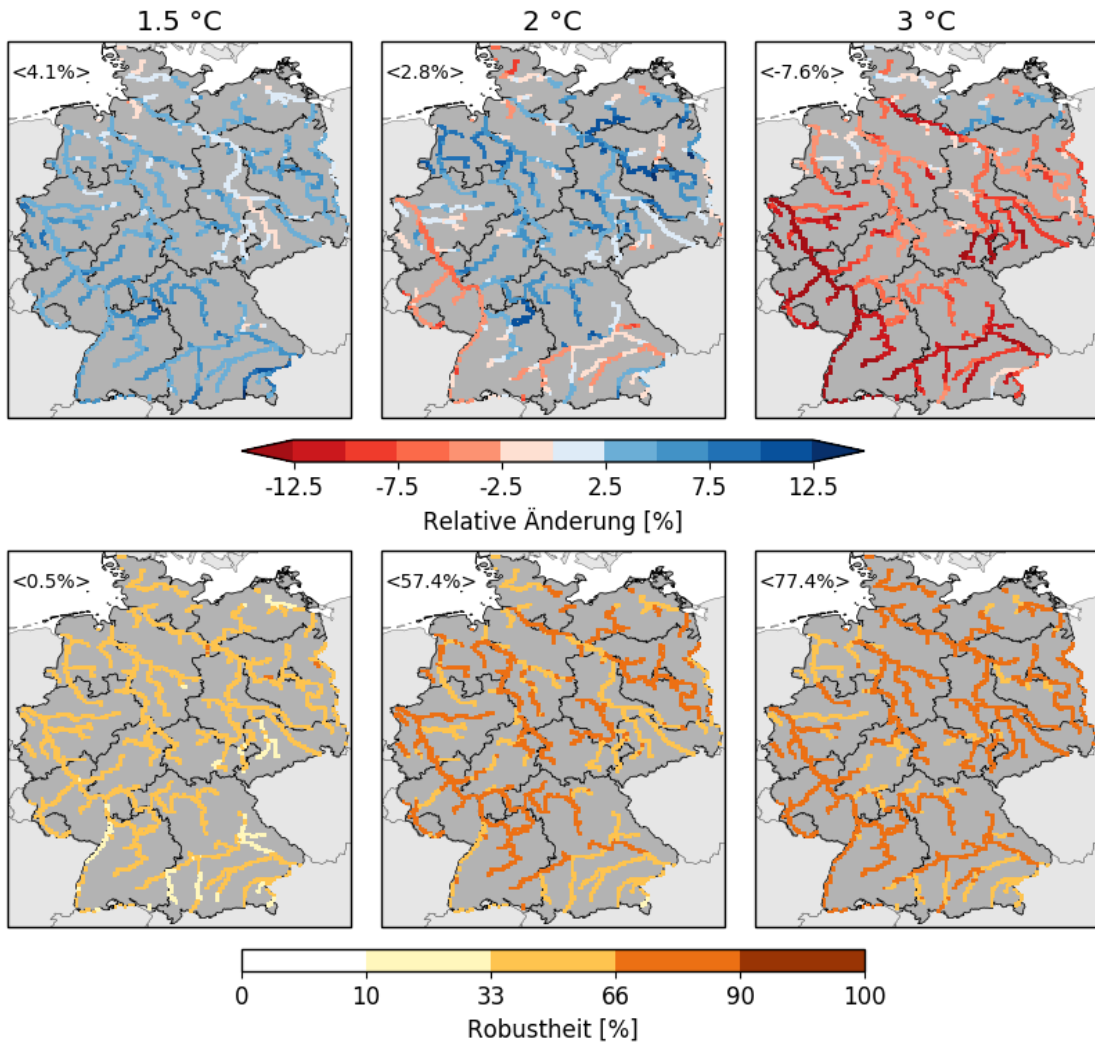


**Abbildung 2:** Relative Änderung des jährlichen Abflussminimums (geringster Abfluss) bei einem globalen Temperaturanstieg von 1.5, 2 und 3 °C verglichen mit 1971-2000. Dargestellt ist der Median der Veränderung über das gesamte Multimodellensemble (obere Zeile) und der prozentuale Anteil der Modellsimulationen, die eine signifikante Änderung zwischen Vergangenheit und Zukunft aufzeigen (Robustheit, untere Zeile).

**Tabelle 2:** Relative Änderungen des Abflussminimums (geringster Abfluss) über das Jahr gemittelt unter unterschiedlichen Erwärmungsgraden verglichen mit der Periode 1971-2000 in den Bundesländern.

Bundesländer		SH	MV	NI	BB	NRW	ST	SN	HE	TH	RP	BW	BY
		HH		HB	BE						SL		
Jährlich	1.5 °C	-4.2	-3.8	-3.8	-2.4	-5.1	-2.6	-2.7	-2.6	-1.5	-5.4	-0.0	6.3
	2 °C	-5.9	-2.0	-1.9	2.3	-1.8	2.1	-0.6	0.0	1.8	-6.5	-1.9	5.9
	3 °C	-5.9	-1.6	-7.2	-4.4	-11.0	-5.7	-9.8	-9.6	-7.0	-17.1	-12.2	-3.8

## Relative Änderung des Abflussminimums, Sommer

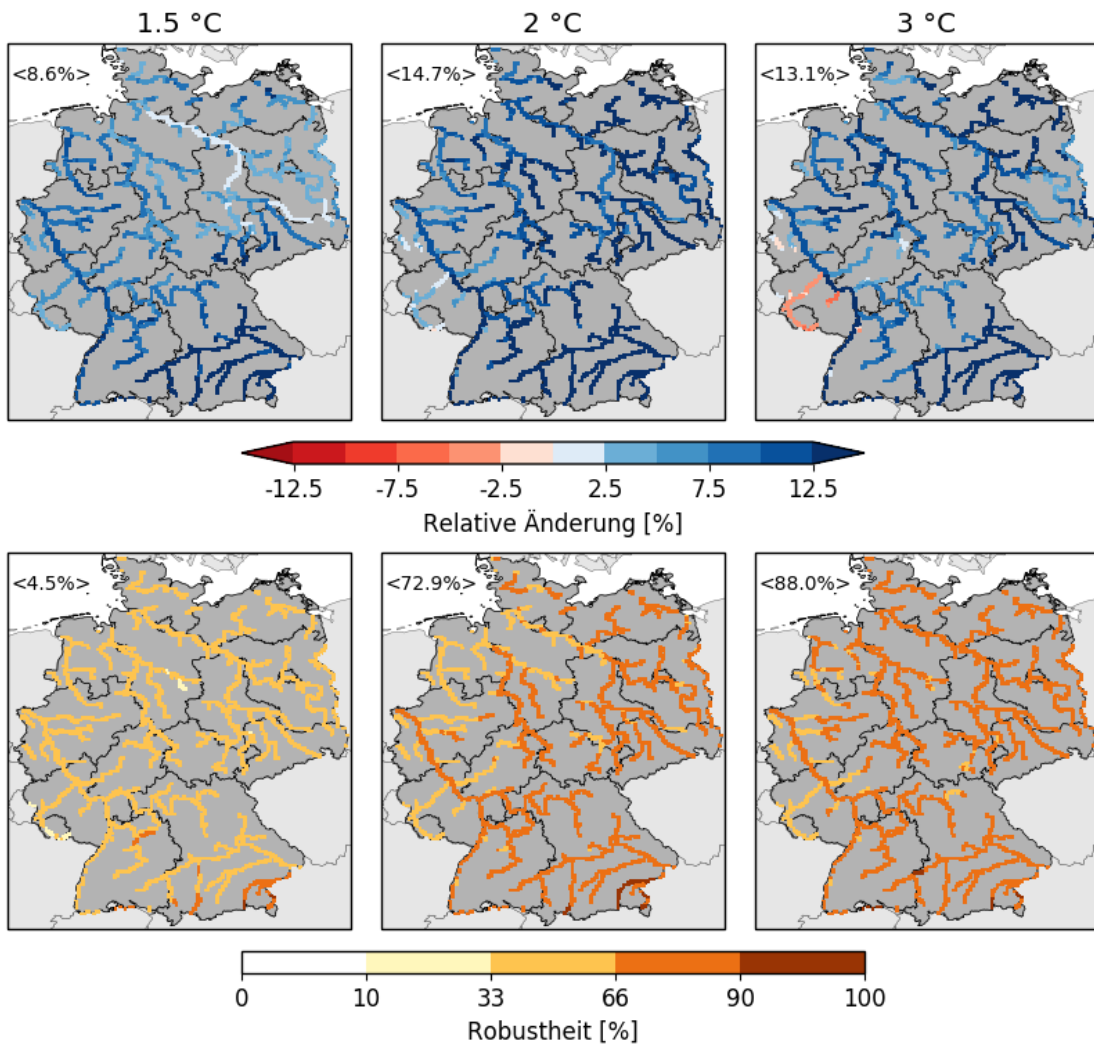


**Abbildung 3:** Relative Änderung des Abflussminimums (geringster Abfluss) für die Monate Mai bis Oktober bei einem globalen Temperaturanstieg von 1.5, 2 und 3 °C verglichen mit 1971-2000. Dargestellt ist der Median der Veränderung über das gesamte Multimodellensemble (obere Zeile) und der prozentuale Anteil der Modellsimulationen, die eine signifikante Änderung zwischen Vergangenheit und Zukunft aufzeigen (Robustheit, untere Zeile).

**Tabelle 3:** Relative Änderungen des Abflussminimums (geringster Abfluss) für das Sommerhalbjahr unter unterschiedlichen Erwärmungsgraden verglichen mit der Periode 1971-2000 in den Bundesländern.

Bundesländer		SH	MV	NI	BB	NRW	ST	SN	HE	TH	RP	BW	BY
		HH		HB	BE						SL		
Sommer	1.5 °C	0.0	1.1	-0.2	1.3	3.3	0.2	-0.7	4.8	2.0	4.4	4.8	4.1
	2 °C	-4.6	0.0	0.0	4.6	-0.1	4.6	-0.3	2.4	2.9	-4.1	-2.6	0.3
	3 °C	-5.1	-1.1	-6.0	-4.3	-10.4	-5.2	-10.8	-8.0	-7.0	-15.2	-12.7	-9.2

## Relative Änderung des Abflussminimums, Winter



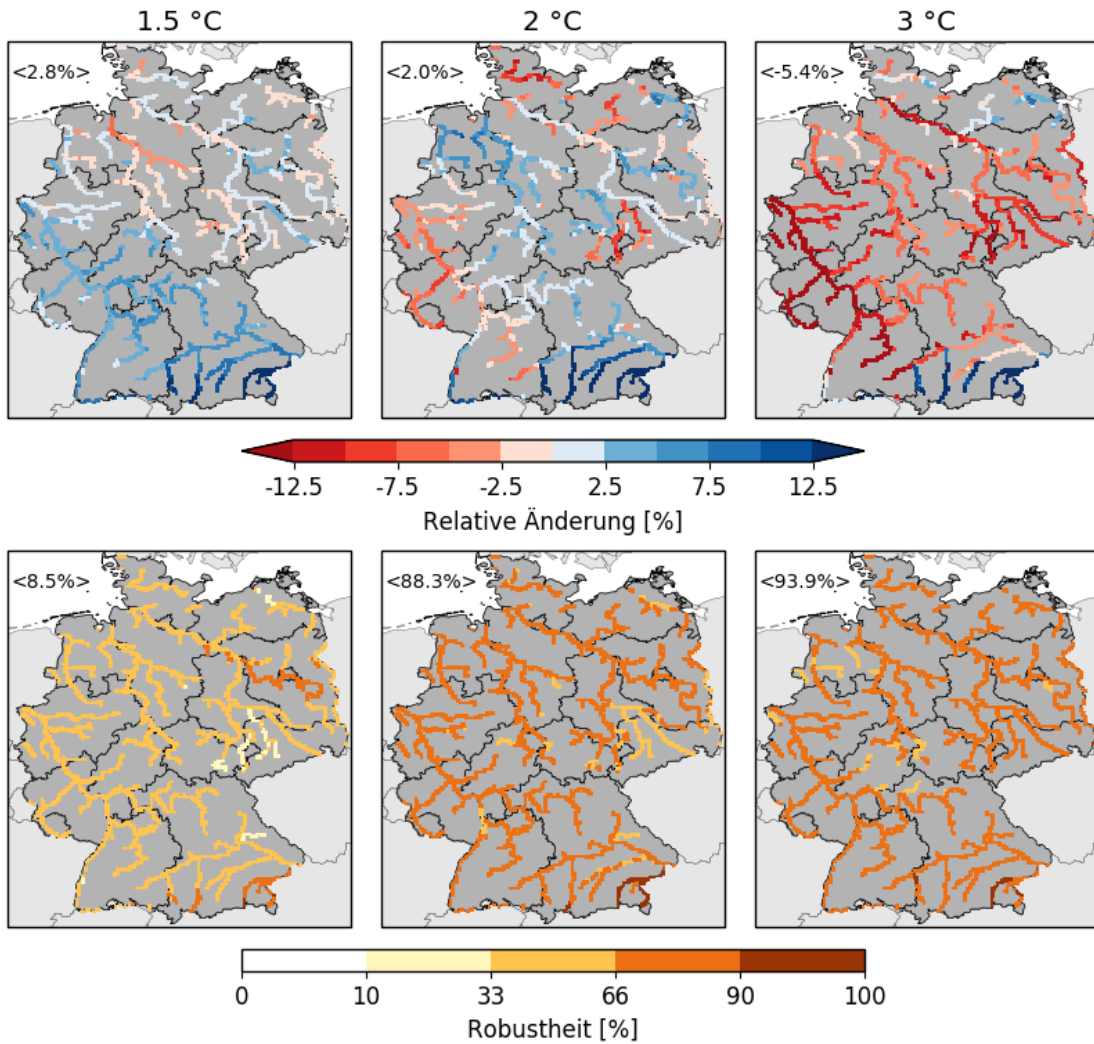
**Abbildung 4:** Relative Änderung des Abflussminimums (geringster Abfluss) für die Monate November bis April bei einem globalen Temperaturanstieg von 1.5, 2 und 3 °C verglichen mit 1971-2000. Dargestellt ist der Median der Veränderung über das gesamte Multimodellensemble (obere Zeile) und der prozentuale Anteil der Modellsimulationen, die eine signifikante Änderung zwischen Vergangenheit und Zukunft aufzeigen (Robustheit, untere Zeile).

**Tabelle 4:** Relative Änderungen des Abflussminimums (geringster Abfluss) für das Winterhalbjahr unter unterschiedlichen Erwärmungsgraden verglichen mit der Periode 1971-2000 in den Bundesländern.

Bundesländer		SH	MV	NI	BB	NRW	ST	SN	HE	TH	RP	BW	BY
		HH		HB	BE						SL		
Winter	1.5 °C	5.3	6.4	5.3	3.3	6.7	3.3	3.7	6.8	5.1	4.9	9.3	10.9
	2 °C	9.7	15.7	10.1	13.3	6.3	11.6	12.3	7.5	10.9	1.9	12.1	16.8
	3 °C	8.8	19.8	7.3	9.9	5.2	5.0	9.4	4.1	6.7	-4.0	5.7	11.0



## Relative Änderung des Perzentils p2, ganzes Jahr

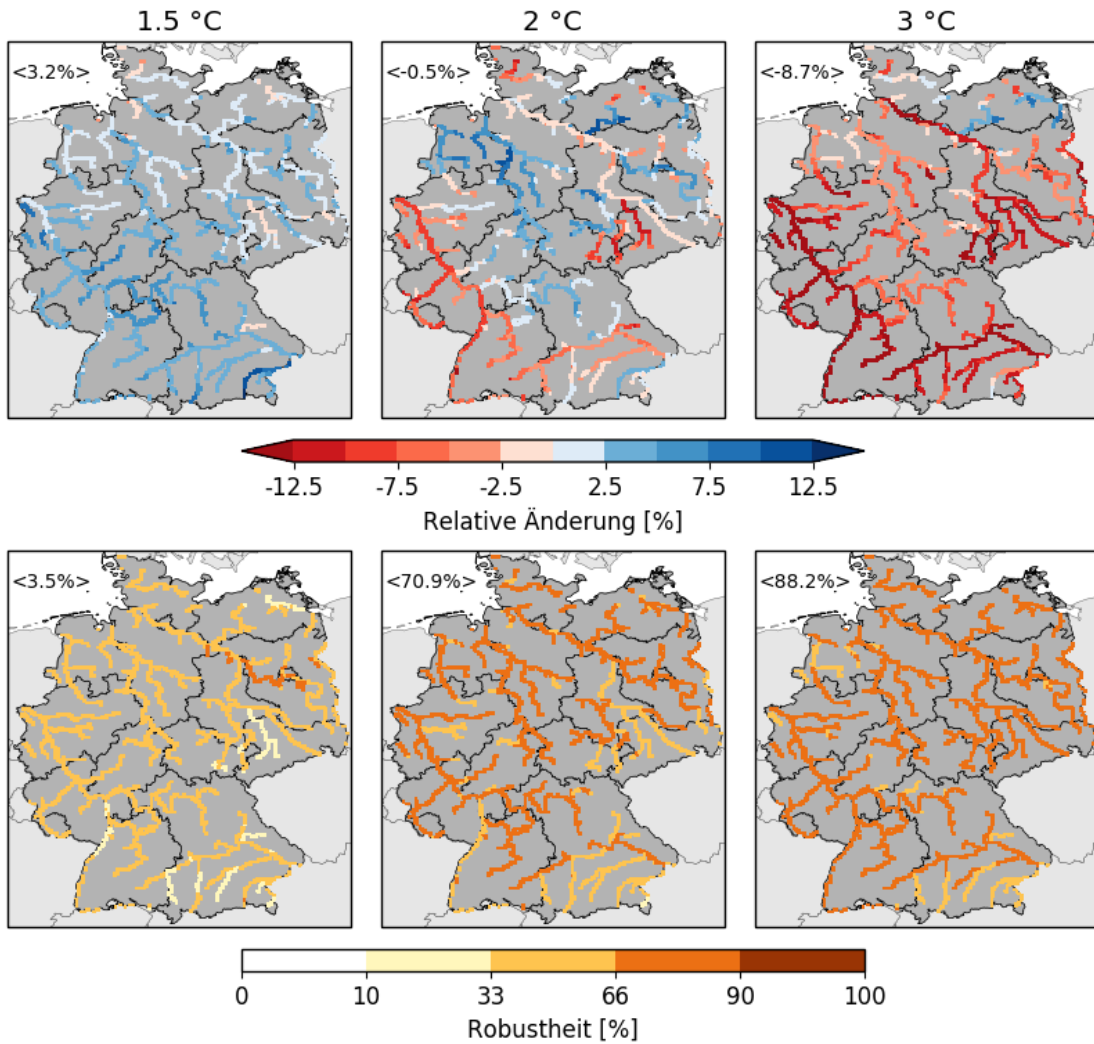


**Abbildung 5:** Relative Änderung des Perzentils p2 (Abfluss, der 2% der Zeit unterschritten wird) für das ganze Jahr bei einem globalen Temperaturanstieg von 1.5, 2 und 3 °C verglichen mit 1971-2000. Dargestellt ist der Median der Veränderung über das gesamte Multimodellensemble (obere Zeile) und der prozentuale Anteil der Modellsimulationen, die eine signifikante Änderung zwischen Vergangenheit und Zukunft aufzeigen (Robustheit, untere Zeile).

**Tabelle 5:** Relative Änderungen des Perzentils p2 (Abfluss, der 2% Zeit unterschritten wird) über das Jahr gemittelt unter unterschiedlichen Erwärmungsgraden verglichen mit der Periode 1971-2000 in den Bundesländern.

Bundesländer		SH	MV	NI	BB	NRW	ST	SN	HE	TH	RP	BW	BY
		HH		HB	BE						SL		
Jährlich	1.5 °C	-0.1	0.0	-1.1	-0.5	3.2	-0.7	-0.2	4.2	1.0	3.5	5.1	6.5
	2 °C	-5.5	-0.8	-0.8	3.6	-1.1	2.6	-0.2	0.0	2.3	-6.1	-2.1	6.3
	3 °C	-3.8	0.0	-6.4	-4.3	-10.9	-5.6	-8.8	-9.3	-6.8	-17.9	-13.1	-3.7

## Relative Änderung des Perzentils p2, Sommer

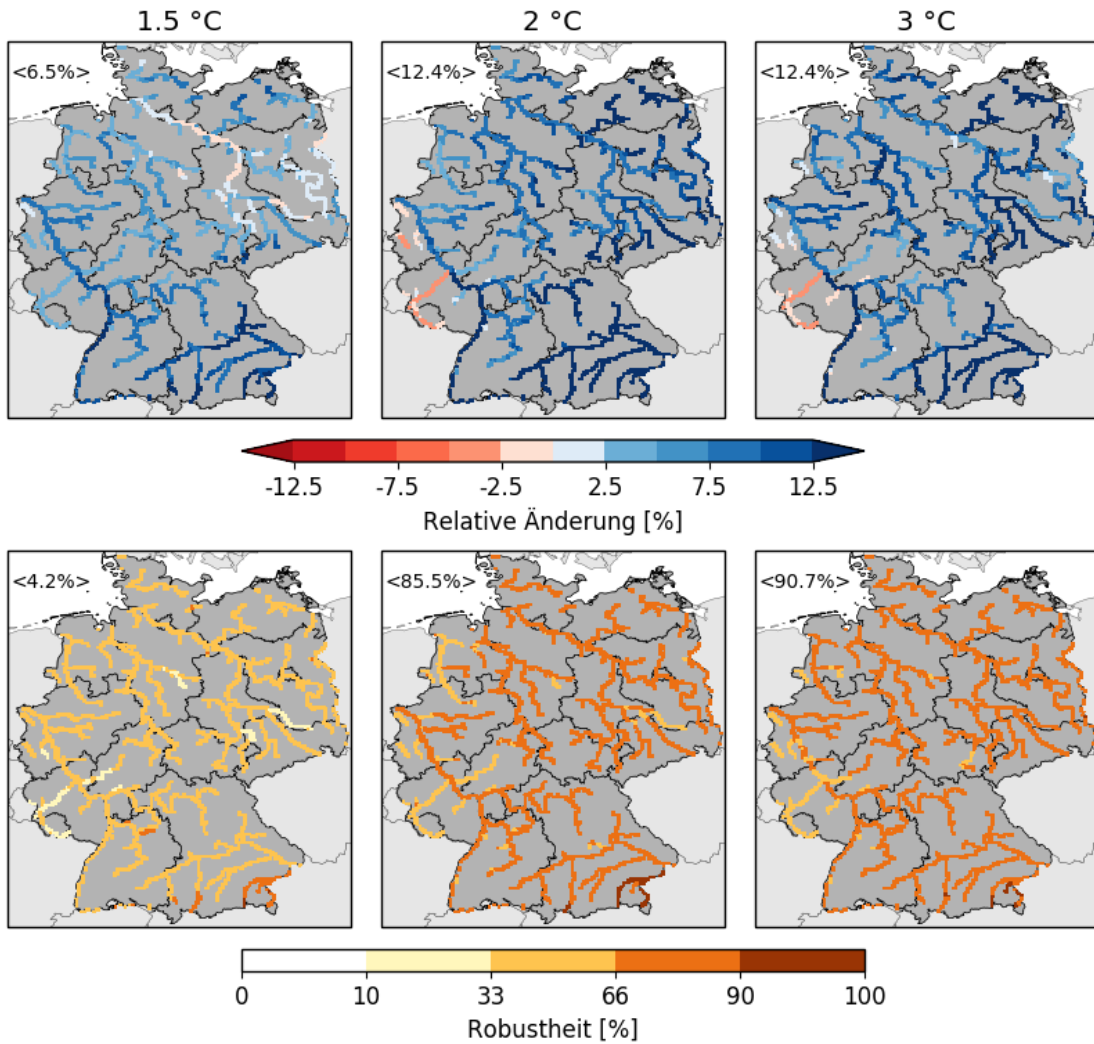


**Abbildung 6:** Relative Änderung des Perzentils p2 (Abfluss, der 2% der Zeit unterschritten wird) für die Monate Mai bis Oktober bei einem globalen Temperaturanstieg von 1.5, 2 und 3 °C verglichen mit 1971-2000. Dargestellt ist der Median der Veränderung über das gesamte Multimodellensemble (obere Zeile) und der prozentuale Anteil der Modellsimulationen, die eine signifikante Änderung zwischen Vergangenheit und Zukunft aufzeigen (Robustheit, untere Zeile).

**Tabelle 6:** Relative Änderungen des Perzentils p2 (Abfluss, der 2% Zeit unterschritten wird) für das Sommerhalbjahr unter unterschiedlichen Erwärmungsgraden verglichen mit der Periode 1971-2000 in den Bundesländern.

Bundesländer		SH	MV	NI	BB	NRW	ST	SN	HE	TH	RP	BW	BY
		HH		HB	BE						SL		
Sommer	1.5 °C	-0.4	0.7	-0.5	0.5	3.5	0.1	-0.4	4.9	2.2	4.1	4.4	3.7
	2 °C	-5.4	-1.8	-1.0	0.7	-2.6	1.3	-3.8	-1.0	0.3	-6.8	-5.8	-1.9
	3 °C	-6.3	-2.5	-7.4	-5.6	-11.4	-6.0	-12.9	-8.5	-7.6	-15.4	-14.4	-10.0

## Relative Änderung des Perzentils p2, Winter

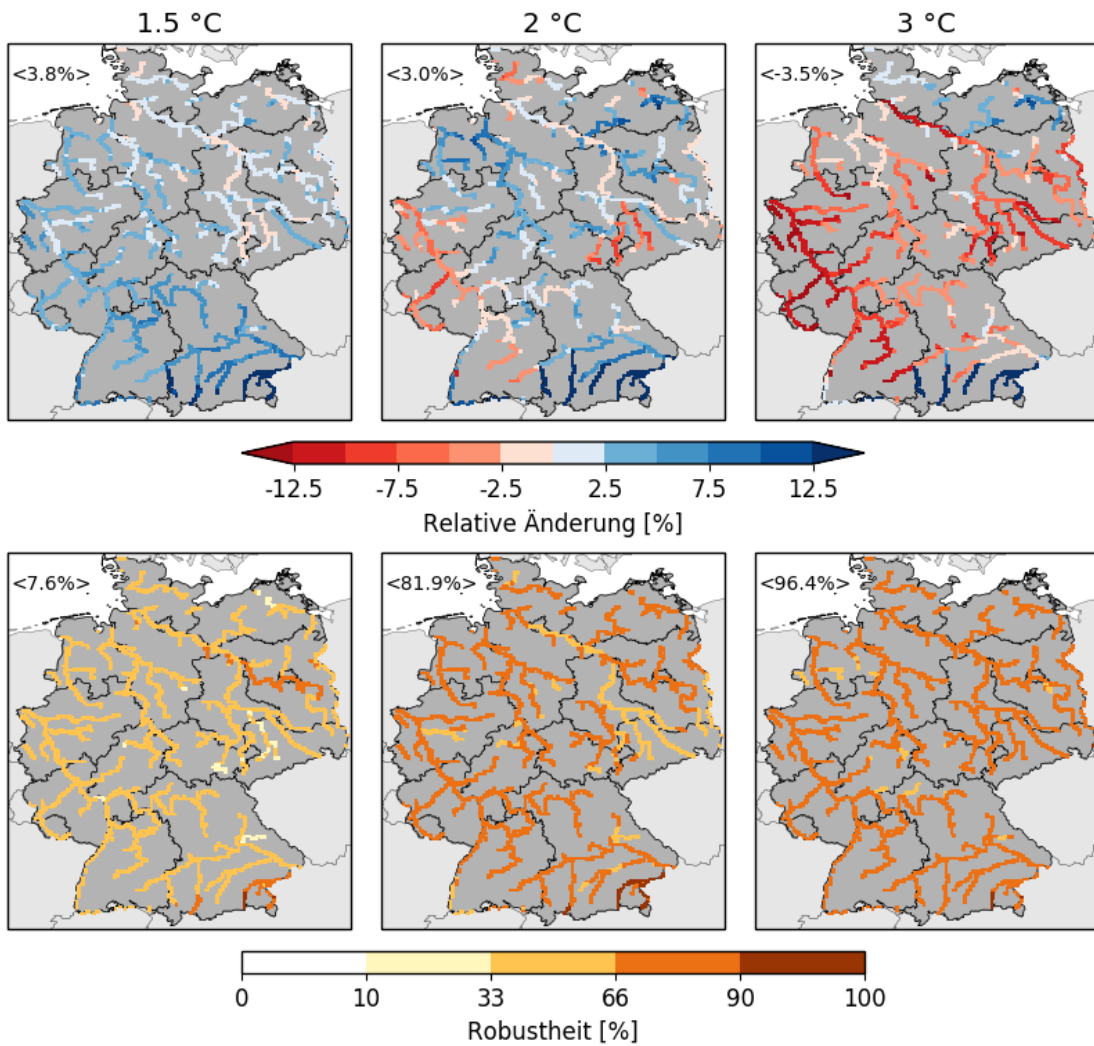


**Abbildung 7:** Relative Änderung des Perzentils p2 (Abfluss, der 2% der Zeit unterschritten wird) für die Monate November bis April bei einem globalen Temperaturanstieg von 1.5, 2 und 3 °C verglichen mit 1971-2000. Dargestellt ist der Median der Veränderung über das gesamte Multimodellensemble (obere Zeile) und der prozentuale Anteil der Modellsimulationen, die eine signifikante Änderung zwischen Vergangenheit und Zukunft aufzeigen (Robustheit, untere Zeile).

**Tabelle 7:** Relative Änderungen des Perzentils p2 (Abfluss, der 2% Zeit unterschritten wird) für das Winterhalbjahr unter unterschiedlichen Erwärmungsgraden verglichen mit der Periode 1971-2000 in den Bundesländern.

Bundesländer		SH	MV	NI	BB	NRW	ST	SN	HE	TH	RP	BW	BY
		HH		HB	BE						SL		
Winter	1.5 °C	4.8	6.1	4.5	1.7	5.5	1.8	2.5	5.3	3.7	4.6	8.0	9.5
	2 °C	8.1	14.6	8.8	11.1	4.7	9.4	10.6	6.0	10.0	-0.1	9.4	15.7
	3 °C	8.8	15.6	6.1	7.1	4.8	3.8	10.1	4.0	7.2	-3.7	4.3	9.5

## Relative Änderung des Perzentils p5, ganzes Jahr

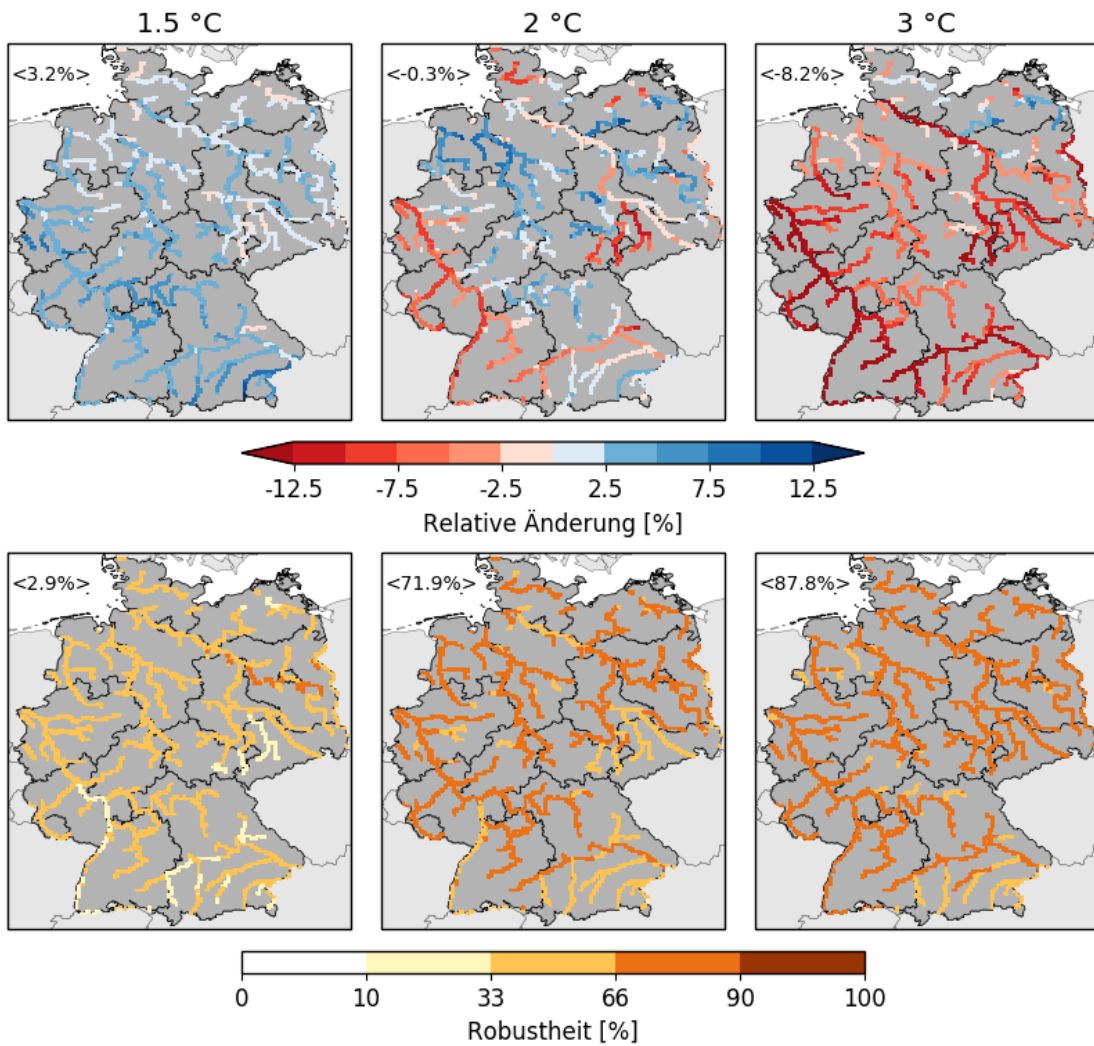


**Abbildung 8:** Relative Änderung des Perzentils p5 (Abfluss, der 5% der Zeit unterschritten wird) für das ganze Jahr bei einem globalen Temperaturanstieg von 1.5, 2 und 3 °C verglichen mit 1971-2000. Dargestellt ist der Median der Veränderung über das gesamte Multimodellensemble (obere Zeile) und der prozentuale Anteil der Modellsimulationen, die eine signifikante Änderung zwischen Vergangenheit und Zukunft aufzeigen (Robustheit, untere Zeile).

**Tabelle 8:** Relative Änderungen des Perzentils p5 (Abfluss, der 5% Zeit unterschritten wird) über das Jahr gemittelt unter unterschiedlichen Erwärmungsgraden verglichen mit der Periode 1971-2000 in den Bundesländern.

Bundesländer		SH	MV	NI	BB	NRW	ST	SN	HE	TH	RP	BW	BY
		HH		HB	BE						SL		
Jährlich	1.5 °C	0.2	0.9	-0.2	0.3	3.2	0.0	0.0	3.6	1.0	3.9	5.0	6.5
	2 °C	-3.8	1.1	-0.7	3.6	-1.3	3.6	-1.2	-0.6	1.7	-5.8	-2.9	5.3
	3 °C	-3.7	0.6	-6.4	-4.3	-11.1	-5.7	-8.9	-8.0	-6.2	-14.6	-12.1	-4.0

## Relative Änderung des Perzentils p5, Sommer



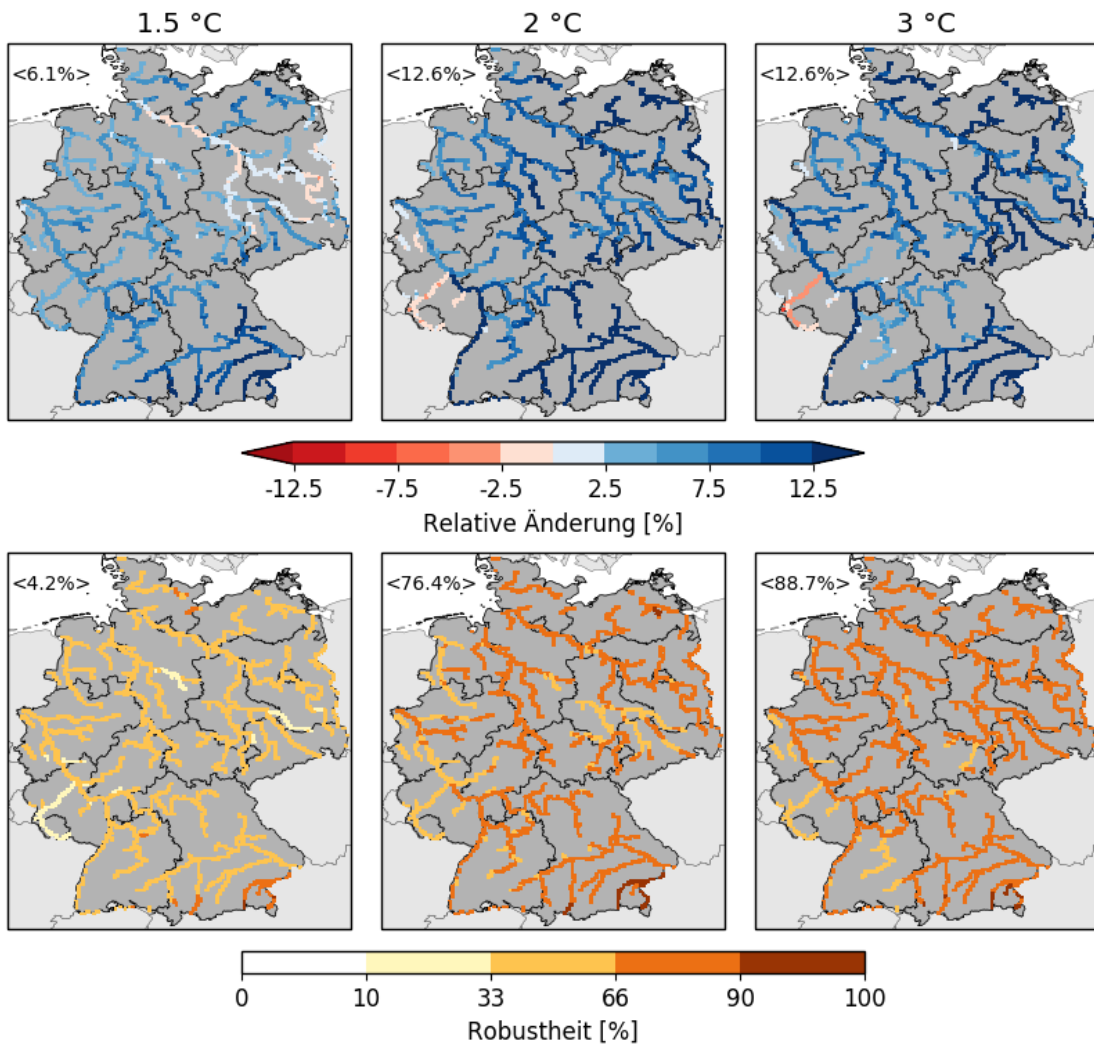
**Abbildung 9:** Relative Änderung des Perzentils p5 (Abfluss, der 5% der Zeit unterschritten wird) für die Monate Mai bis Oktober bei einem globalen Temperaturanstieg von 1.5, 2 und 3 °C verglichen mit 1971-2000. Dargestellt ist der Median der Veränderung über das gesamte Multimodellensemble (obere Zeile) und der prozentuale Anteil der Modellsimulationen, die eine signifikante Änderung zwischen Vergangenheit und Zukunft aufzeigen (Robustheit, untere Zeile).

**Tabelle 9:** Relative Änderungen des Perzentils p5 (Abfluss, der 5% Zeit unterschritten wird) für das Sommerhalbjahr unter unterschiedlichen Erwärmungsgraden verglichen mit der Periode 1971-2000 in den Bundesländern.

	Bundesländer	SH	MV	NI	BB	NRW	ST	SN	HE	TH	RP	BW	BY
		HH		HB	BE						SL		
Sommer	1.5 °C	-0.1	0.2	-0.4	0.7	3.4	0.4	-0.2	4.5	2.0	3.9	4.5	4.2
	2 °C	-5.2	-1.2	-0.8	1.9	-2.1	2.0	-3.4	-0.8	0.5	-6.2	-5.4	-1.4
	3 °C	-6.1	-2.2	-7.1	-5.6	-11.7	-6.0	-11.8	-8.3	-8.1	-14.3	-14.0	-9.3



## Relative Änderung des Perzentils p5, Winter

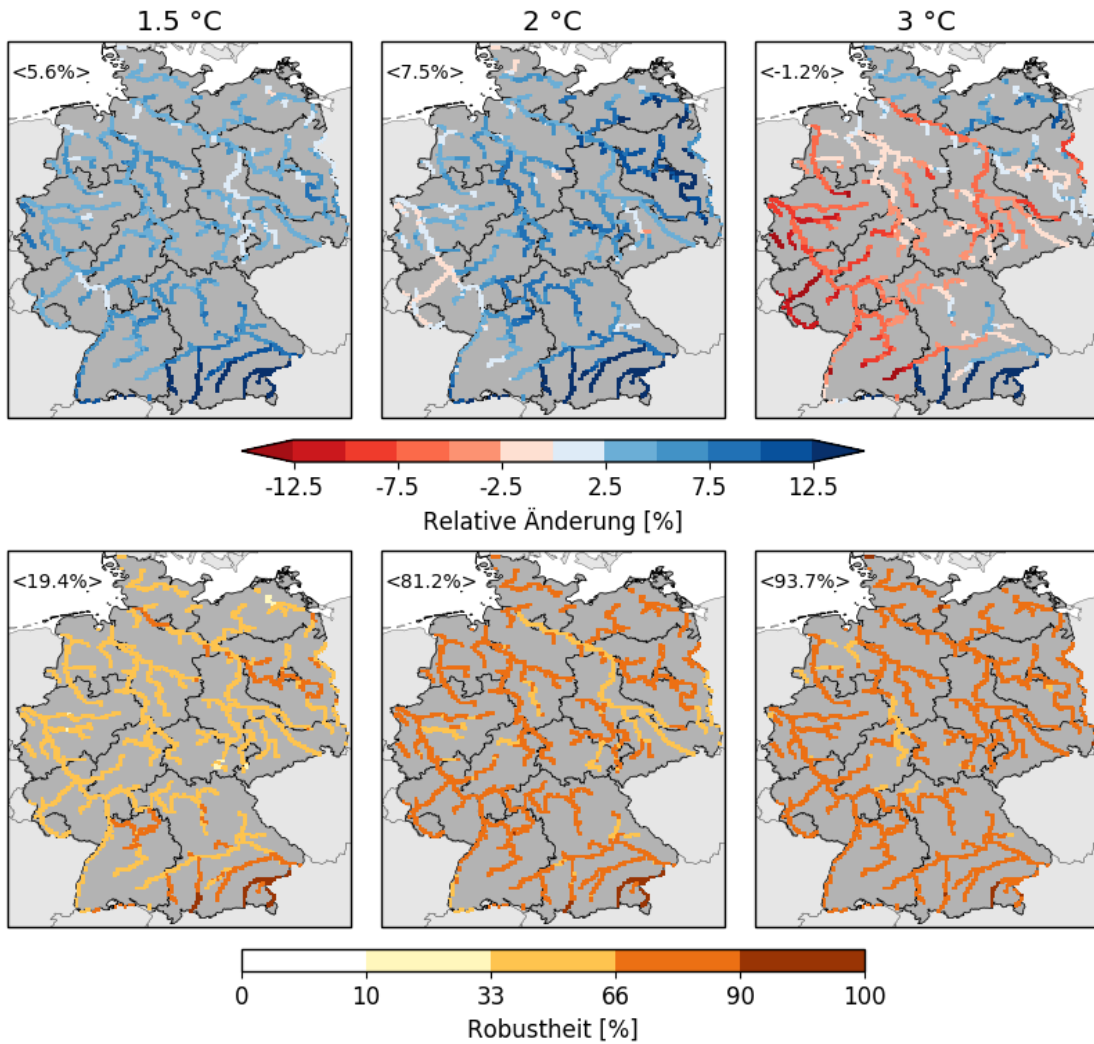


**Abbildung 10:** Relative Änderung des Perzentils p5 (Abfluss, der 5% der Zeit unterschritten wird) für die Monate November bis April bei einem globalen Temperaturanstieg von 1.5, 2 und 3 °C verglichen mit 1971-2000. Dargestellt ist der Median der Veränderung über das gesamte Multimodellensemble (obere Zeile) und der prozentuale Anteil der Modellsimulationen, die eine signifikante Änderung zwischen Vergangenheit und Zukunft aufzeigen (Robustheit, untere Zeile).

**Tabelle 10:** Relative Änderungen des Perzentils p5 (Abfluss, der 5% Zeit unterschritten wird) für das Winterhalbjahr unter unterschiedlichen Erwärmungsgraden verglichen mit der Periode 1971-2000 in den Bundesländern.

Bundesländer		SH	MV	NI	BB	NRW	ST	SN	HE	TH	RP	BW	BY
		HH		HB	BE						SL		
Winter	1.5 °C	4.5	6.4	4.5	1.8	4.9	1.8	2.5	5.4	4.2	4.2	7.3	9.5
	2 °C	8.8	15.7	9.0	11.0	4.3	10.4	11.1	6.3	10.5	-0.9	9.2	16.3
	3 °C	9.7	16.7	7.0	8.4	4.8	4.9	11.7	4.1	8.2	-2.2	3.8	10.5

## Relative Änderung des Perzentils p10, ganzes Jahr

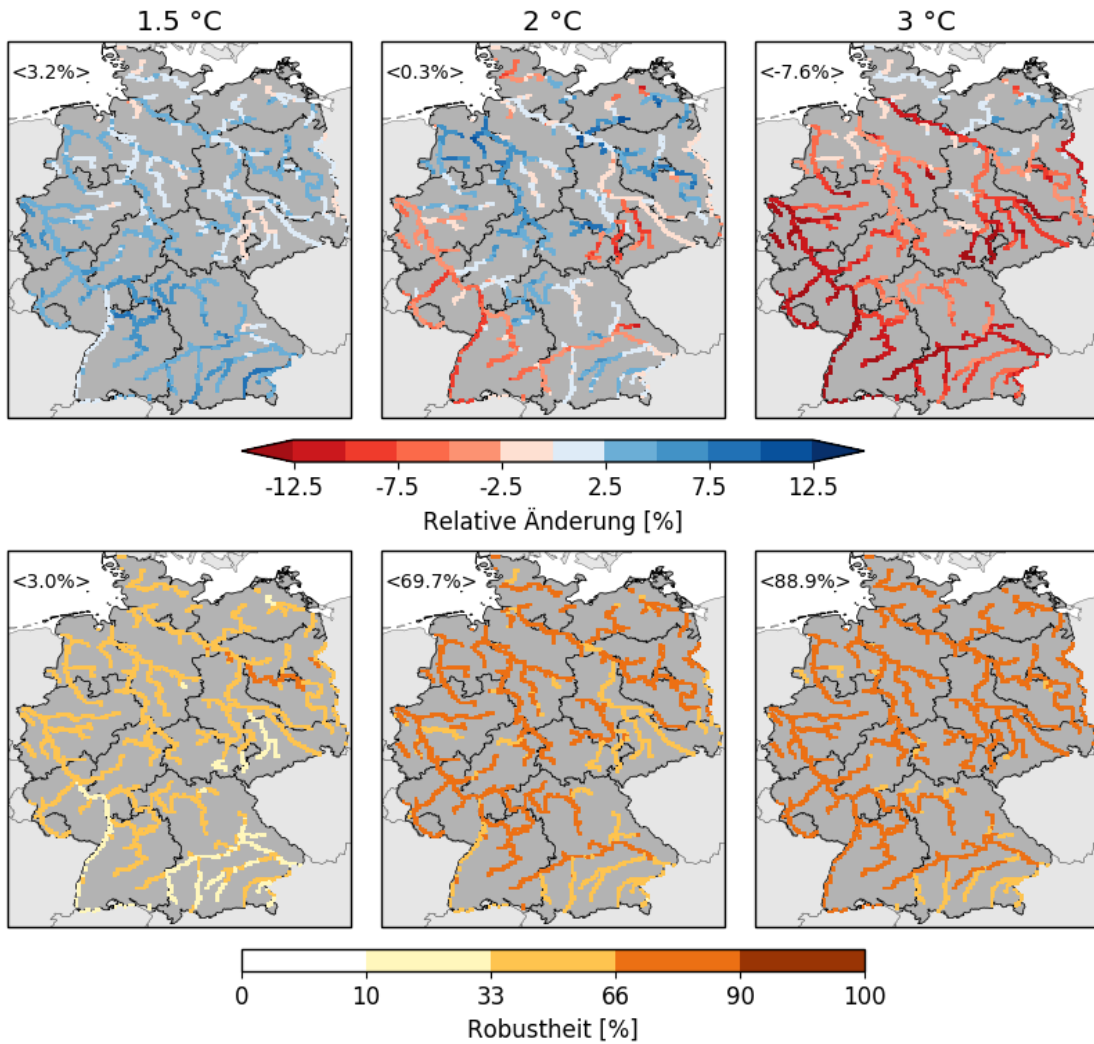


**Abbildung 11:** Relative Änderung des Perzentils p10 (Abfluss, der 10% der Zeit unterschritten wird) für das ganze Jahr bei einem globalen Temperaturanstieg von 1.5, 2 und 3 °C verglichen mit 1971-2000. Dargestellt ist der Median der Veränderung über das gesamte Multimodellensemble (obere Zeile) und der prozentuale Anteil der Modellsimulationen, die eine signifikante Änderung zwischen Vergangenheit und Zukunft aufzeigen (Robustheit, untere Zeile).

**Tabelle 11:** Relative Änderungen des Perzentils p10 (Abfluss, der 10% Zeit unterschritten wird) über das Jahr gemittelt unter unterschiedlichen Erwärmungsgraden verglichen mit der Periode 1971-2000 in den Bundesländern.

Bundesländer		SH	MV	NI	BB	NRW	ST	SN	HE	TH	RP	BW	BY
		HH		HB	BE						SL		
Jährlich	1.5 °C	2.1	2.5	0.4	1.2	3.4	0.5	1.2	4.6	1.8	4.0	5.3	7.4
	2 °C	2.4	5.7	1.6	9.4	1.5	7.8	4.2	4.8	6.6	-0.7	3.1	8.9
	3 °C	3.1	3.9	-3.6	-0.6	-8.7	-3.8	-5.8	-7.3	-5.6	-13.2	-10.4	-0.8

## Relative Änderung des Perzentils p10, Sommer



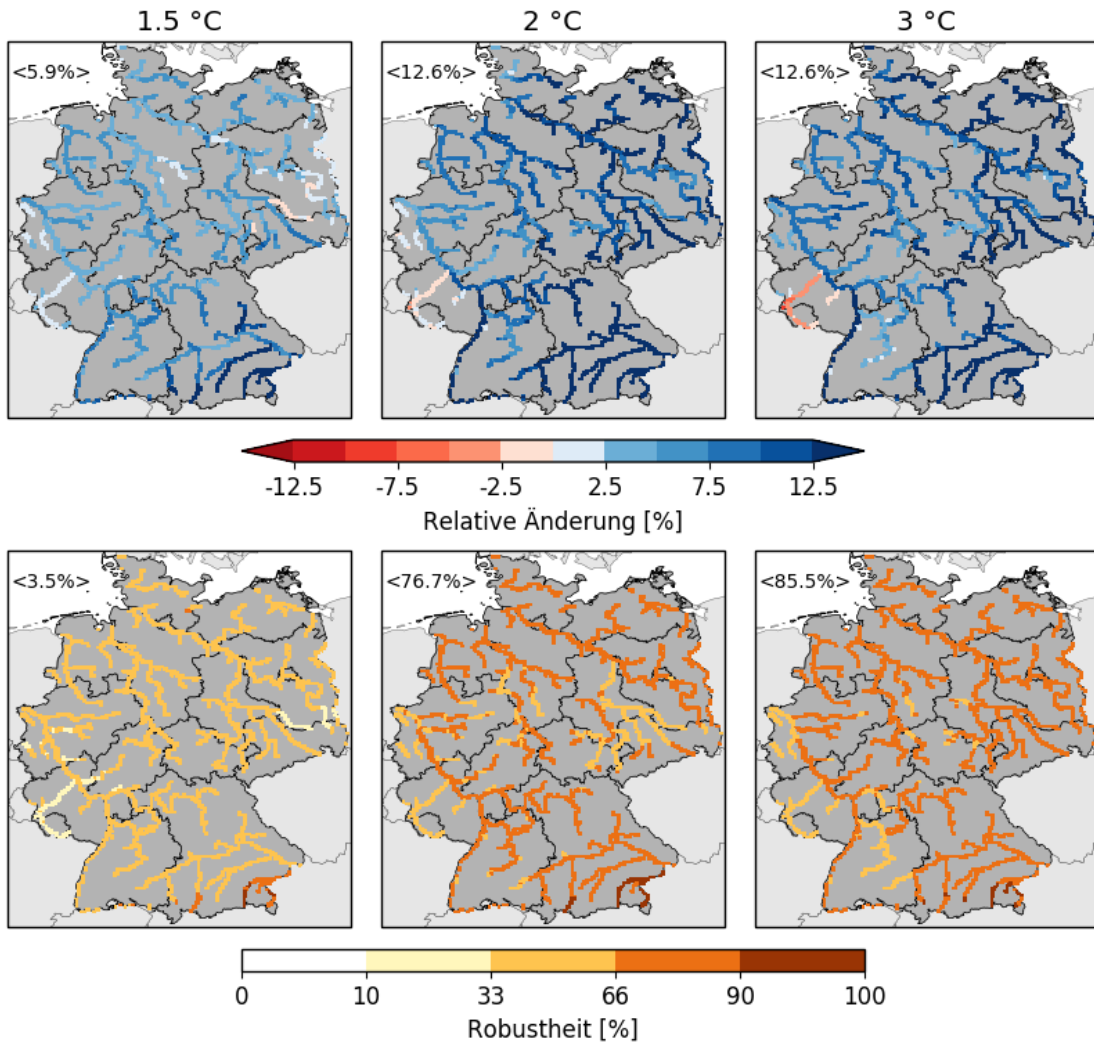
**Abbildung 12:** Relative Änderung des Perzentils p10 (Abfluss, der 10% der Zeit unterschritten wird) für die Monate Mai bis Oktober bei einem globalen Temperaturanstieg von 1.5, 2 und 3 °C verglichen mit 1971-2000. Dargestellt ist der Median der Veränderung über das gesamte Multimodellensemble (obere Zeile) und der prozentuale Anteil der Modellsimulationen, die eine signifikante Änderung zwischen Vergangenheit und Zukunft aufzeigen (Robustheit, untere Zeile).

**Tabelle 12:** Relative Änderungen des Perzentils p10 (Abfluss, der 10% Zeit unterschritten wird) für das Sommerhalbjahr unter unterschiedlichen Erwärmungsgraden verglichen mit der Periode 1971-2000 in den Bundesländern.

	Bundesländer	SH	MV	NI	BB	NRW	ST	SN	HE	TH	RP	BW	BY
		HH		HB	BE					SL			
Sommer	1.5 °C	0.1	0.6	-0.3	0.7	3.3	0.5	-0.1	4.1	1.7	4.3	4.9	4.7
	2 °C	-4.5	-0.9	-1.0	3.2	-1.5	3.8	-3.6	-0.2	1.3	-5.2	-4.7	-0.9
	3 °C	-4.9	-2.7	-6.6	-5.5	-11.6	-6.0	-11.7	-8.4	-8.3	-13.1	-13.1	-8.6



## Relative Änderung des Perzentils p10, Winter

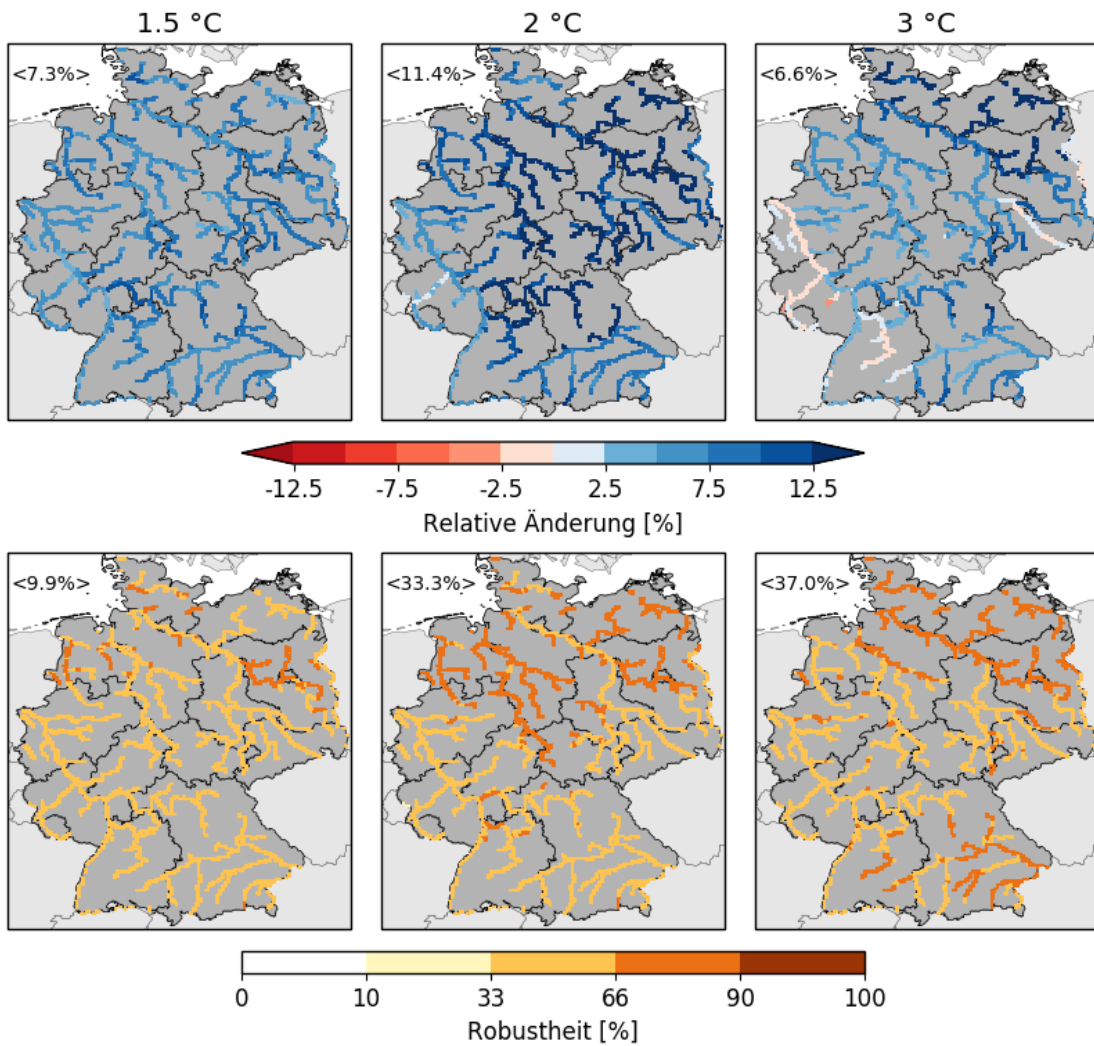


**Abbildung 13:** Relative Änderung des Perzentils p10 (Abfluss, der 10% der Zeit unterschritten wird) für die Monate November bis April bei einem globalen Temperaturanstieg von 1.5, 2 und 3 °C verglichen mit 1971-2000. Dargestellt ist der Median der Veränderung über das gesamte Multimodellensemble (obere Zeile) und der prozentuale Anteil der Modellsimulationen, die eine signifikante Änderung zwischen Vergangenheit und Zukunft aufzeigen (Robustheit, untere Zeile).

**Tabelle 13:** Relative Änderungen des Perzentils p10 (Abfluss, der 10% Zeit unterschritten wird) für das Winterhalbjahr unter unterschiedlichen Erwärmungsgraden verglichen mit der Periode 1971-2000 in den Bundesländern.

Bundesländer		SH	MV	NI	BB	NRW	ST	SN	HE	TH	RP	BW	BY
		HH		HB	BE						SL		
Winter	1.5 °C	4.6	5.6	4.6	2.7	4.2	1.8	3.3	4.9	4.1	3.2	6.5	9.7
	2 °C	8.4	14.6	9.3	11.6	4.6	10.3	10.9	6.6	10.4	0.6	9.1	16.7
	3 °C	10.2	16.1	7.8	8.5	5.5	4.7	13.1	5.2	8.1	-1.8	4.7	11.7

## Relative Änderung des Perzentils p50, ganzes Jahr

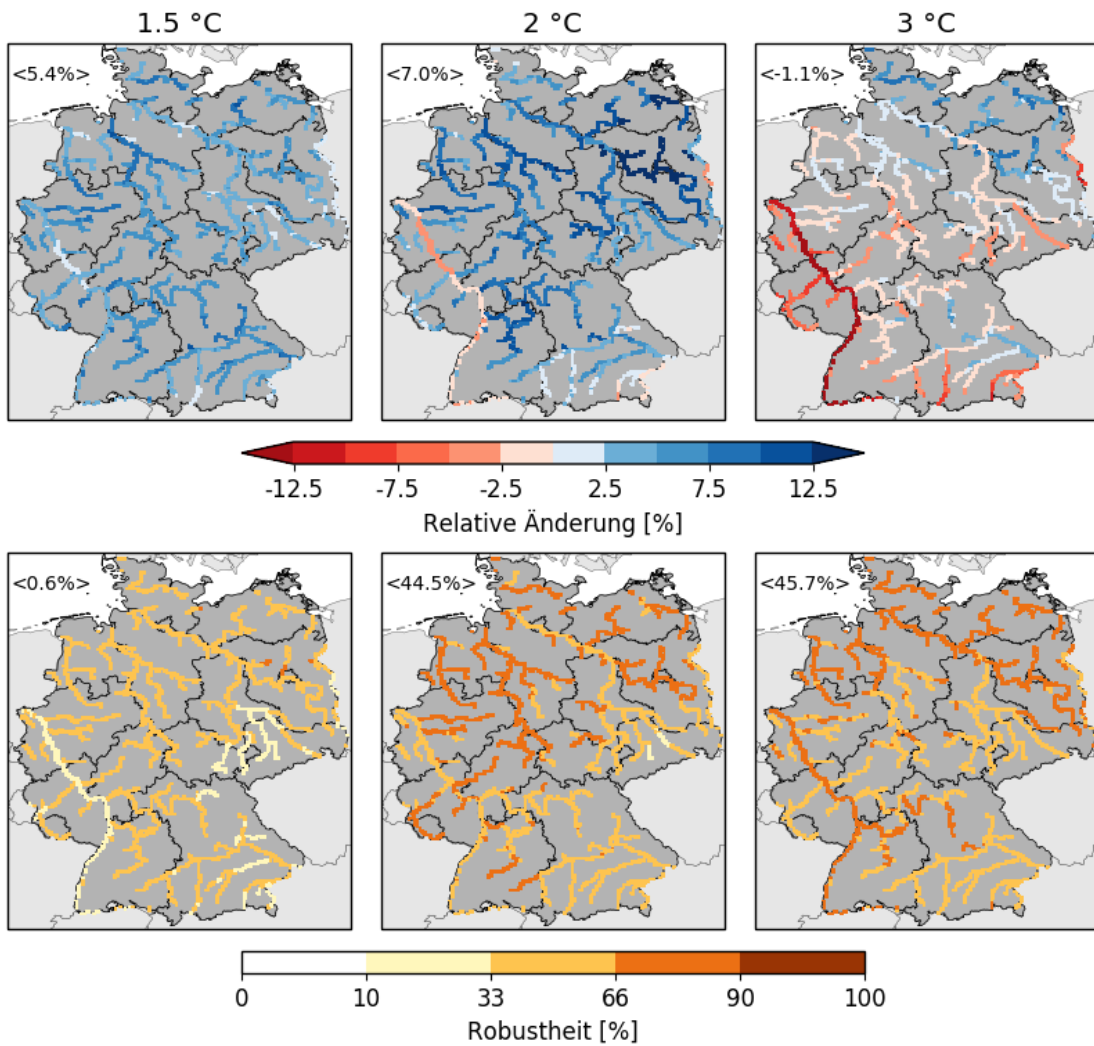


**Abbildung 14:** Relative Änderung des Perzentils p50 (Abfluss, der 50% der Zeit unterschritten wird) für das ganze Jahr bei einem globalen Temperaturanstieg von 1.5, 2 und 3 °C verglichen mit 1971-2000. Dargestellt ist der Median der Veränderung über das gesamte Multimodellensemble (obere Zeile) und der prozentuale Anteil der Modellsimulationen, die eine signifikante Änderung zwischen Vergangenheit und Zukunft aufzeigen (Robustheit, untere Zeile).

**Tabelle 14:** Relative Änderungen des Perzentils p50 (Abfluss, der 50% Zeit unterschritten wird) über das Jahr gemittelt unter unterschiedlichen Erwärmungsgraden verglichen mit der Periode 1971-2000 in den Bundesländern.

Bundesländer		SH	MV	NI	BB	NRW	ST	SN	HE	TH	RP	BW	BY
		HH		HB	BE						SL		
Jährlich	1.5 °C	6.3	6.1	6.2	6.1	6.0	5.0	6.9	7.0	6.4	5.7	7.2	7.5
	2 °C	7.5	14.6	10.8	15.3	6.7	12.5	11.8	9.2	12.9	3.2	9.3	9.7
	3 °C	11.5	15.1	5.8	9.1	4.1	3.9	6.9	3.9	4.7	-2.5	1.4	5.6

## Relative Änderung des Perzentils p50, Sommer

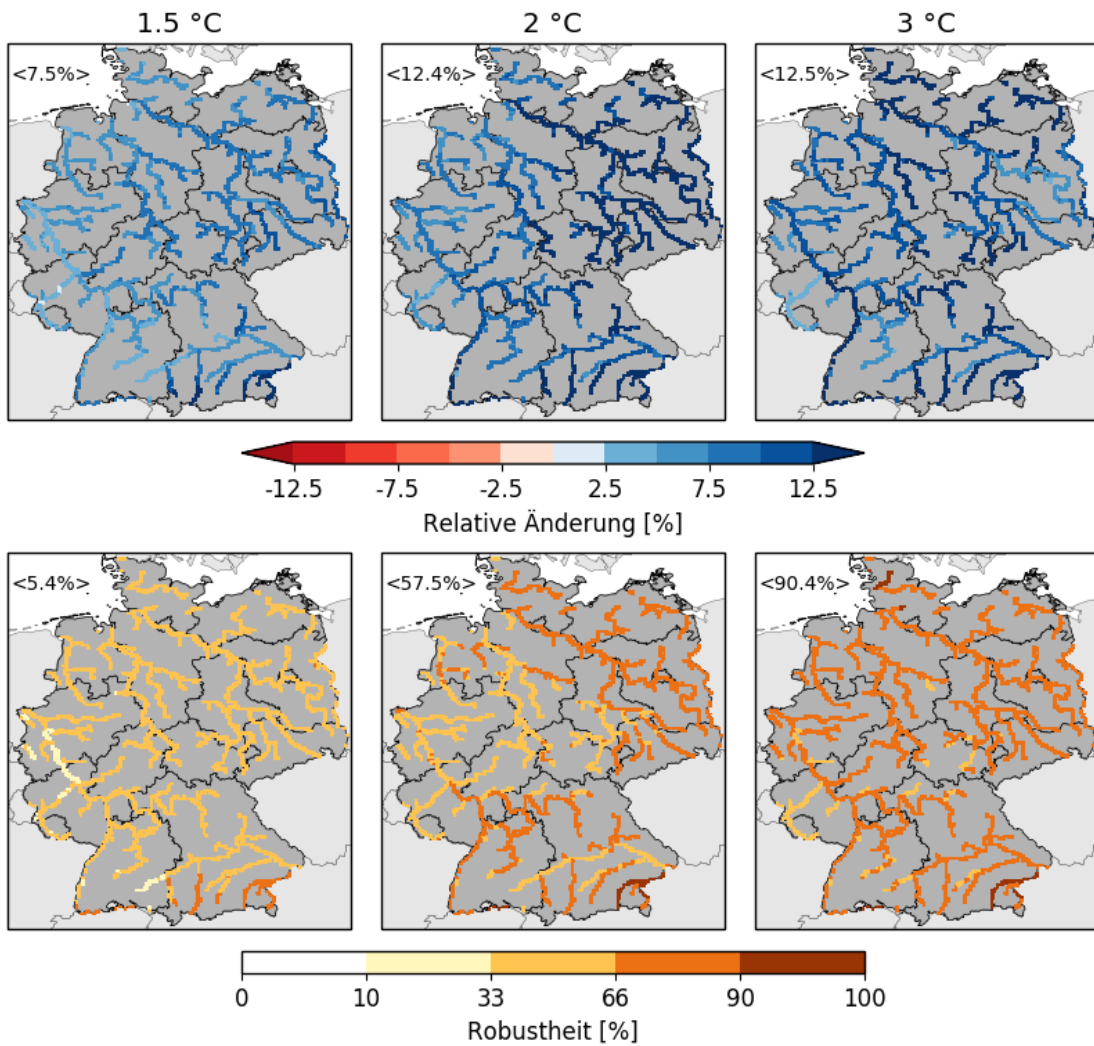


**Abbildung 15:** Relative Änderung des Perzentils p50 (Abfluss, der 50% der Zeit unterschritten wird) für die Monate Mai bis Oktober bei einem globalen Temperaturanstieg von 1.5, 2 und 3 °C verglichen mit 1971-2000. Dargestellt ist der Median der Veränderung über das gesamte Multimodellensemble (obere Zeile) und der prozentuale Anteil der Modellsimulationen, die eine signifikante Änderung zwischen Vergangenheit und Zukunft aufzeigen (Robustheit, untere Zeile).

**Tabelle 15:** Relative Änderungen des Perzentils p50 (Abfluss, der 50% Zeit unterschritten wird) für das Sommerhalbjahr unter unterschiedlichen Erwärmungsgraden verglichen mit der Periode 1971-2000 in den Bundesländern.

Bundesländer		SH	MV	NI	BB	NRW	ST	SN	HE	TH	RP	BW	BY
		HH		HB	BE						SL		
Sommer	1.5 °C	4.5	4.4	2.7	3.9	4.9	3.1	2.4	6.0	3.8	6.1	6.7	6.7
	2 °C	2.4	7.9	4.6	13.0	4.9	10.9	5.1	7.2	7.4	2.7	4.9	4.9
	3 °C	3.9	3.8	-1.2	2.4	-3.9	-0.3	-2.2	-5.2	-3.1	-8.4	-3.5	-1.7

## Relative Änderung des Perzentils p50, Winter

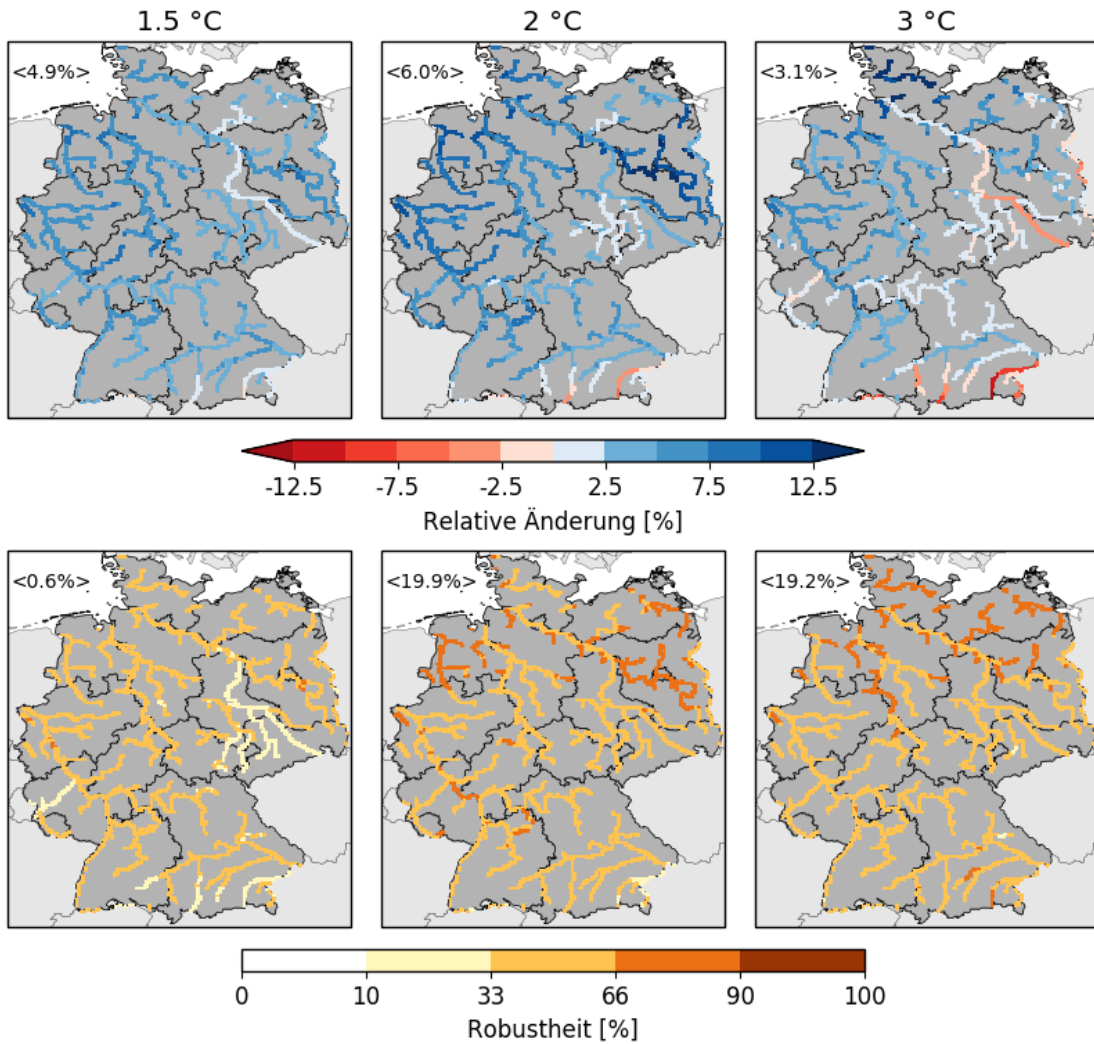


**Abbildung 16:** Relative Änderung des Perzentils p50 (Abfluss, der 50% der Zeit unterschritten wird) für die Monate November bis April bei einem globalen Temperaturanstieg von 1.5, 2 und 3 °C verglichen mit 1971-2000. Dargestellt ist der Median der Veränderung über das gesamte Multimodellensemble (obere Zeile) und der prozentuale Anteil der Modellsimulationen, die eine signifikante Änderung zwischen Vergangenheit und Zukunft aufzeigen (Robustheit, untere Zeile).

**Tabelle 16:** Relative Änderungen des Perzentils p50 (Abfluss, der 50% Zeit unterschritten wird) für das Winterhalbjahr unter unterschiedlichen Erwärmungsgraden verglichen mit der Periode 1971-2000 in den Bundesländern.

Bundesländer		SH	MV	NI	BB	NRW	ST	SN	HE	TH	RP	BW	BY
		HH		HB	BE						SL		
Winter	1.5 °C	4.7	6.1	5.7	6.3	5.2	6.7	8.3	6.2	7.7	4.8	4.4	7.0
	2 °C	8.8	12.4	8.4	15.1	7.3	12.8	13.2	8.5	11.4	6.8	8.2	11.9
	3 °C	13.3	12.6	10.4	8.9	8.8	7.5	11.0	8.8	10.1	5.3	7.7	11.6

## Relative Änderung des Perzentils p90, ganzes Jahr



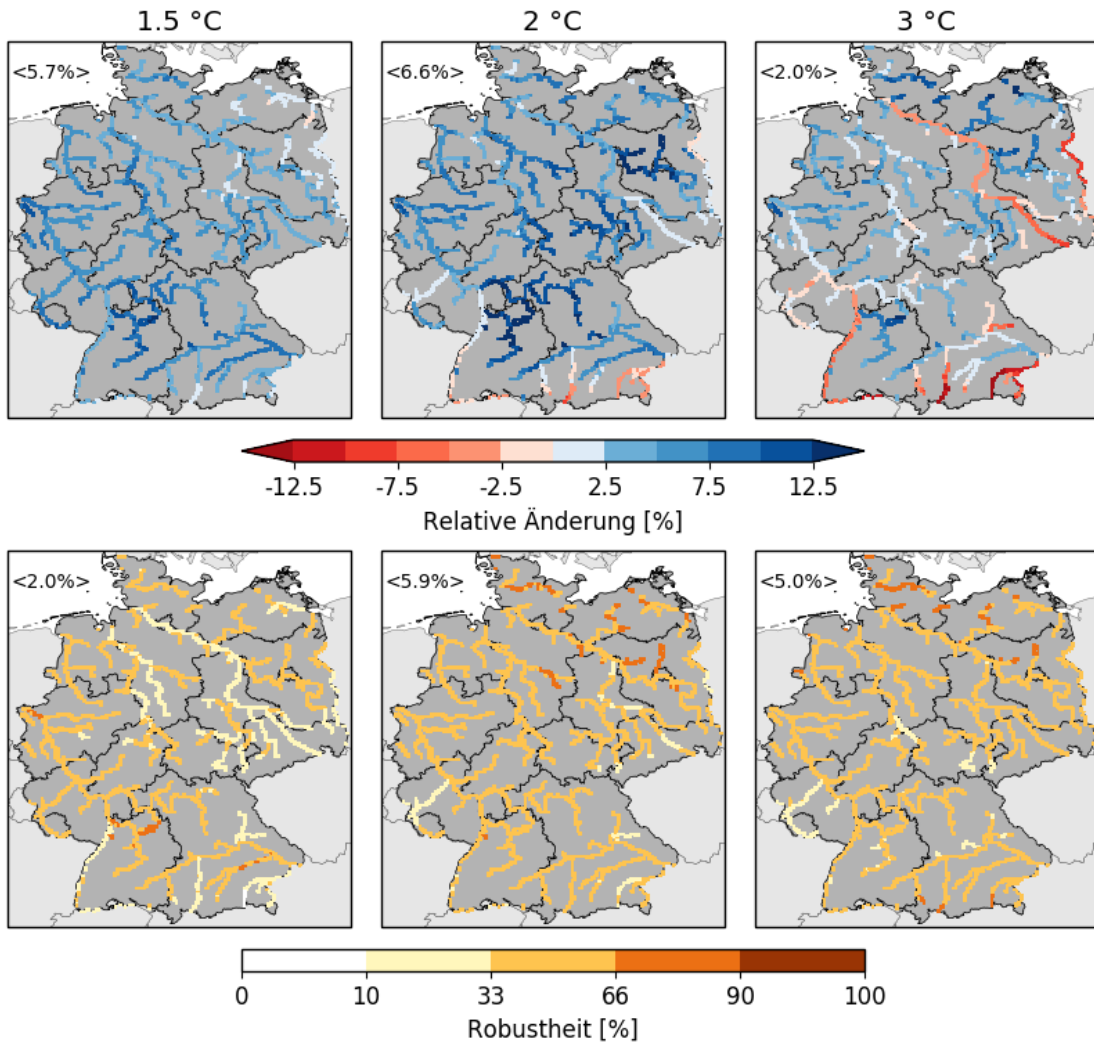
**Abbildung 17:** Relative Änderung des Perzentils p90 (Abfluss, der 90% der Zeit unterschritten wird) für das ganze Jahr bei einem globalen Temperaturanstieg von 1.5, 2 und 3 °C verglichen mit 1971-2000. Dargestellt ist der Median der Veränderung über das gesamte Multimodellensemble (obere Zeile) und der prozentuale Anteil der Modellsimulationen, die eine signifikante Änderung zwischen Vergangenheit und Zukunft aufzeigen (Robustheit, untere Zeile).

**Tabelle 17:** Relative Änderungen des Perzentils p90 (Abfluss, der 90% Zeit unterschritten wird) über das Jahr gemittelt unter unterschiedlichen Erwärmungsgraden verglichen mit der Periode 1971-2000 in den Bundesländern.

Bundesländer		SH	MV	NI	BB	NRW	ST	SN	HE	TH	RP	BW	BY
		HH		HB	BE						SL		
Jährlich	1.5 °C	5.6	3.8	6.8	6.1	7.2	4.8	5.1	7.1	5.5	5.4	5.2	4.9
	2 °C	8.6	6.2	8.8	10.1	8.6	6.5	5.9	7.8	4.7	7.1	6.2	4.4
	3 °C	12.5	6.8	8.2	4.8	6.2	2.2	2.2	4.3	2.0	1.7	3.9	1.8



## Relative Änderung des Perzentils p90, Sommer

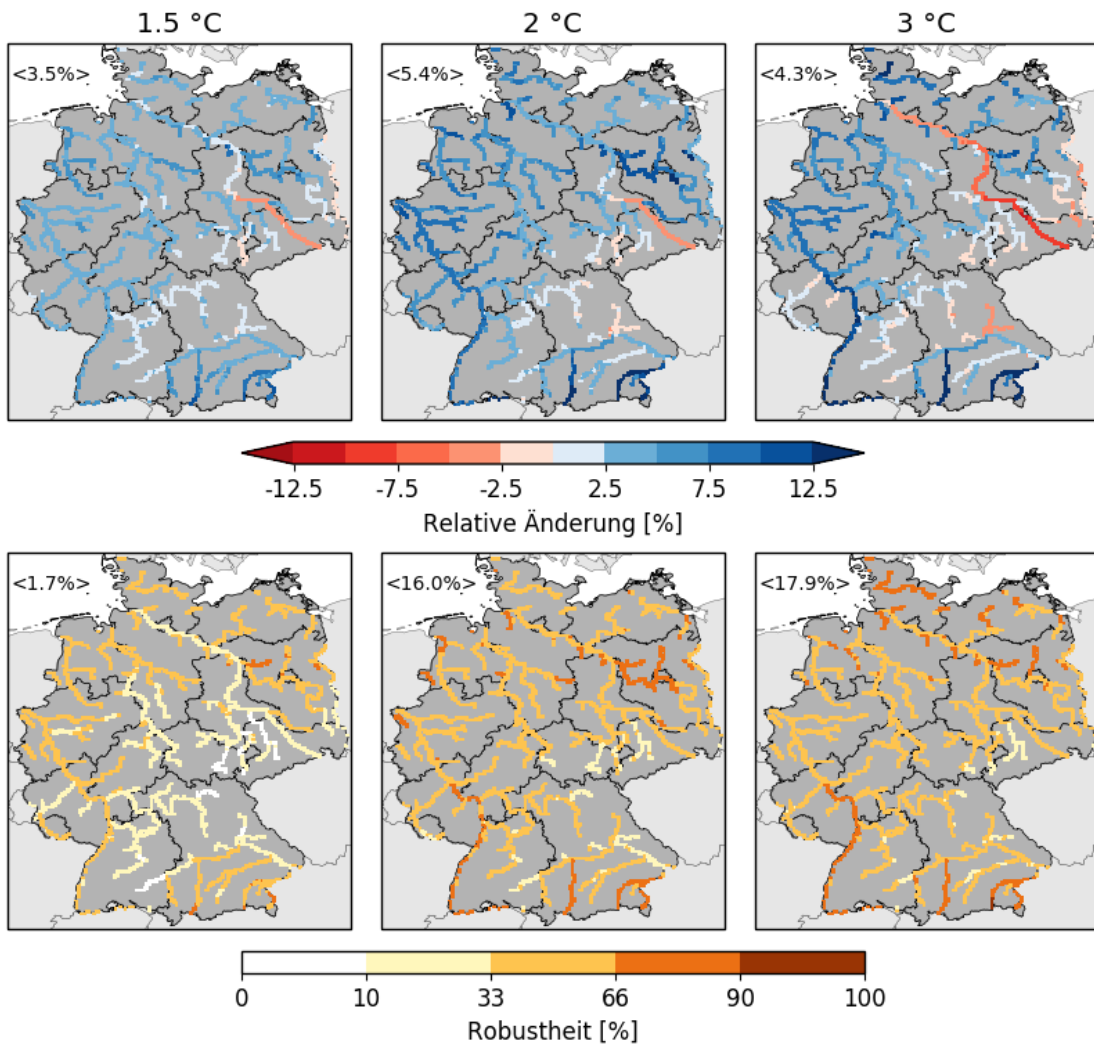


**Abbildung 18:** Relative Änderung des Perzentils p90 (Abfluss, der 90% der Zeit unterschritten wird) für die Monate Mai bis Oktober bei einem globalen Temperaturanstieg von 1.5, 2 und 3 °C verglichen mit 1971-2000. Dargestellt ist der Median der Veränderung über das gesamte Multimodellensemble (obere Zeile) und der prozentuale Anteil der Modellsimulationen, die eine signifikante Änderung zwischen Vergangenheit und Zukunft aufzeigen (Robustheit, untere Zeile).

**Tabelle 18:** Relative Änderungen des Perzentils p90 (Abfluss, der 90% Zeit unterschritten wird) für das Sommerhalbjahr unter unterschiedlichen Erwärmungsgraden verglichen mit der Periode 1971-2000 in den Bundesländern.

Bundesländer		SH	MV	NI	BB	NRW	ST	SN	HE	TH	RP	BW	BY
		HH		HB	BE						SL		
Sommer	1.5 °C	6.0	2.4	4.7	2.8	6.4	3.4	4.1	7.3	5.5	8.6	9.2	7.3
	2 °C	5.9	6.5	6.5	8.5	6.6	8.5	6.0	8.2	9.4	5.4	10.4	8.4
	3 °C	6.4	5.8	2.4	2.3	3.5	0.5	-0.0	2.8	0.8	0.3	4.9	1.0

## Relative Änderung des Perzentils p90, Winter

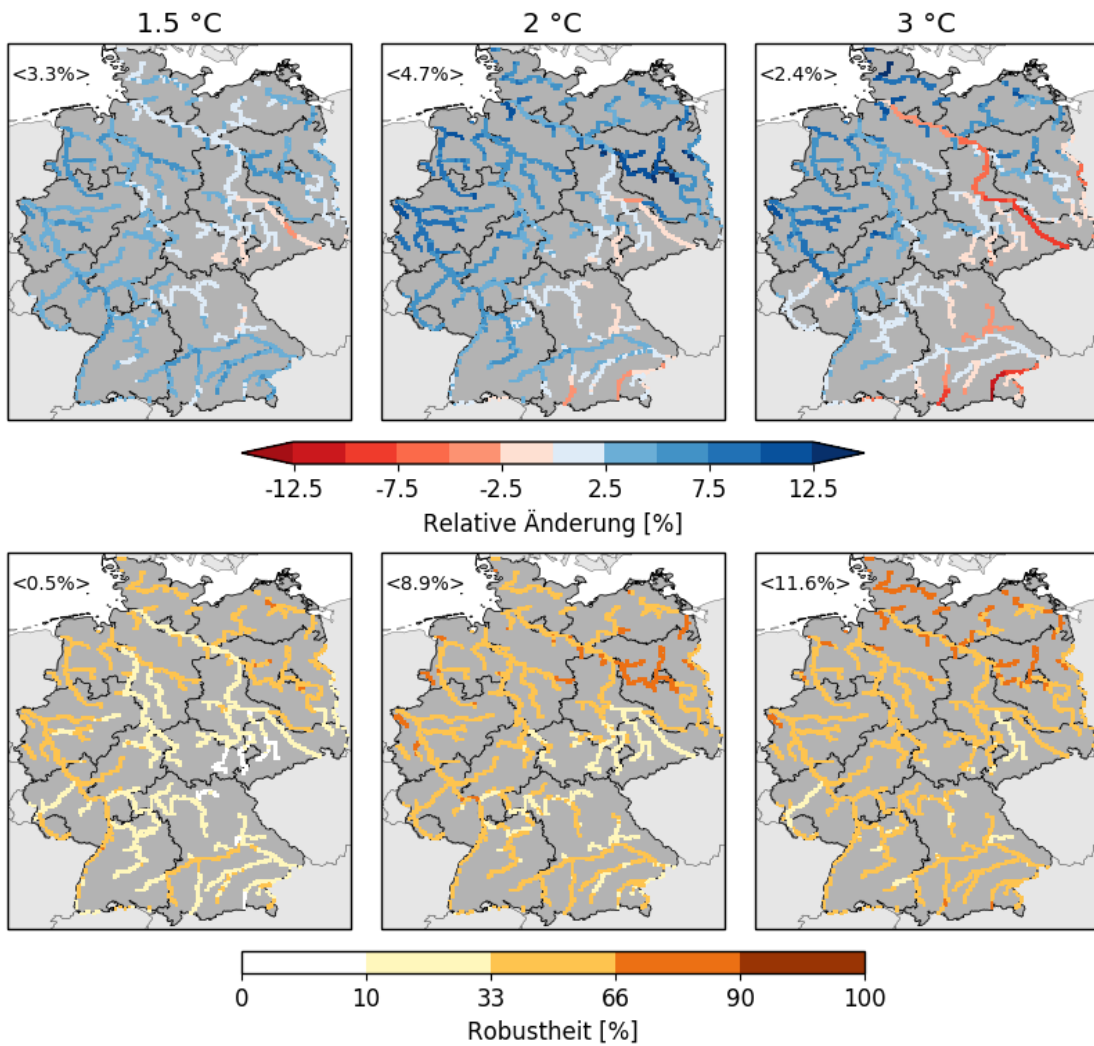


**Abbildung 19:** Relative Änderung des Perzentils p90 (Abfluss, der 90% der Zeit unterschritten wird) für die Monate November bis April bei einem globalen Temperaturanstieg von 1.5, 2 und 3 °C verglichen mit 1971-2000. Dargestellt ist der Median der Veränderung über das gesamte Multimodellensemble (obere Zeile) und der prozentuale Anteil der Modellsimulationen, die eine signifikante Änderung zwischen Vergangenheit und Zukunft aufzeigen (Robustheit, untere Zeile).

**Tabelle 19:** Relative Änderungen des Perzentils p90 (Abfluss, der 90% Zeit unterschritten wird) für das Winterhalbjahr unter unterschiedlichen Erwärmungsgraden verglichen mit der Periode 1971-2000 in den Bundesländern.

Bundesländer		SH	MV	NI	BB	NRW	ST	SN	HE	TH	RP	BW	BY
		HH		HB	BE					SL			
Winter	1.5 °C	3.1	3.2	3.7	5.6	4.9	5.2	2.0	3.7	2.3	3.7	2.5	2.6
	2 °C	7.1	4.6	7.3	8.9	8.1	6.9	3.5	5.6	2.7	5.6	2.6	0.9
	3 °C	10.1	6.1	6.7	3.9	7.6	0.5	-0.5	4.4	0.8	1.7	0.9	-1.0

## Relative Änderung des Perzentils p95, ganzes Jahr



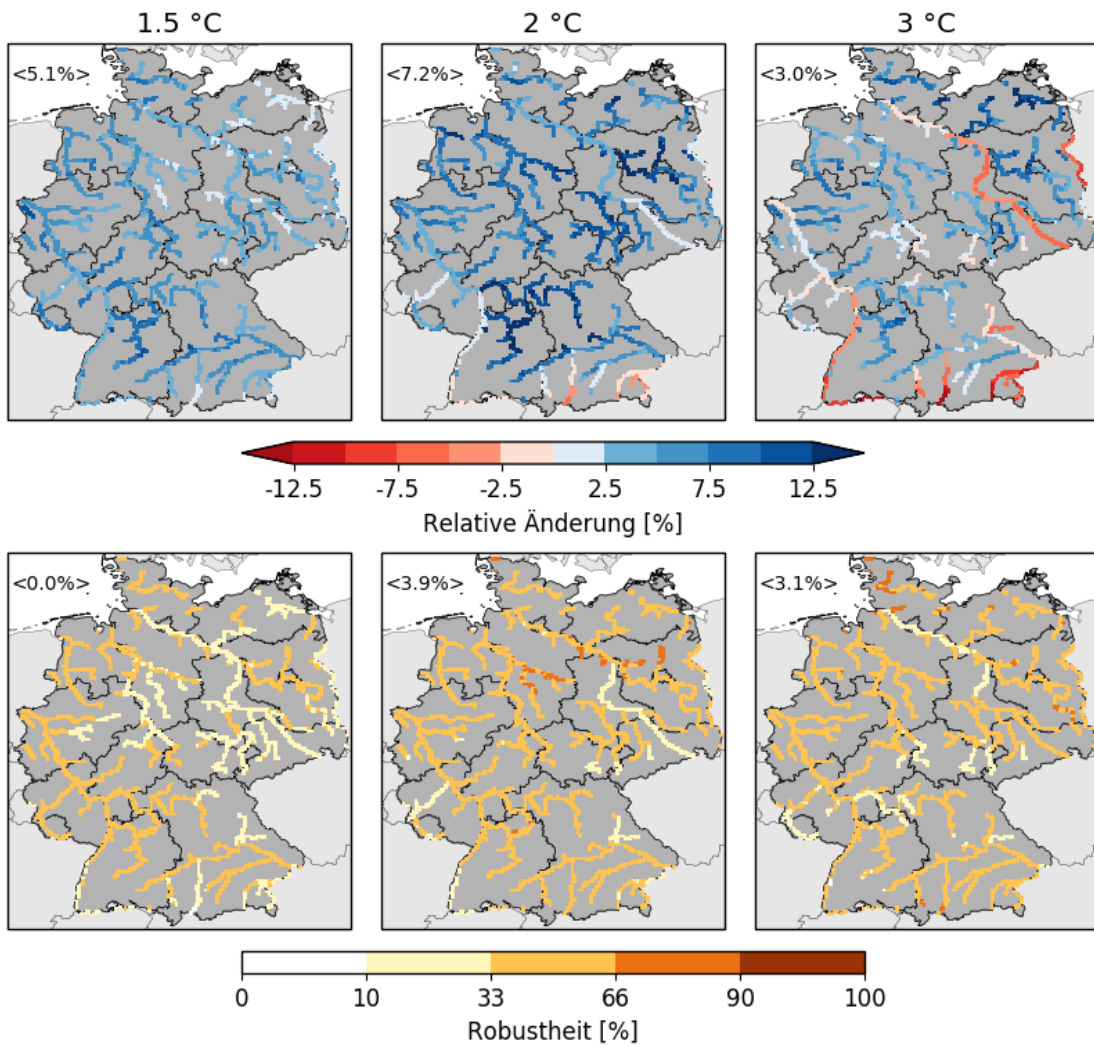
**Abbildung 20:** Relative Änderung des Perzentils p95 (Abfluss, der 95% der Zeit unterschritten wird) für das ganze Jahr bei einem globalen Temperaturanstieg von 1.5, 2 und 3 °C verglichen mit 1971-2000. Dargestellt ist der Median der Veränderung über das gesamte Multimodellensemble (obere Zeile) und der prozentuale Anteil der Modellsimulationen, die eine signifikante Änderung zwischen Vergangenheit und Zukunft aufzeigen (Robustheit, untere Zeile).

**Tabelle 20:** Relative Änderungen des Perzentils p95 (Abfluss, der 95% Zeit unterschritten wird) über das Jahr gemittelt unter unterschiedlichen Erwärmungsgraden verglichen mit der Periode 1971-2000 in den Bundesländern.

Bundesländer		SH	MV	NI	BB	NRW	ST	SN	HE	TH	RP	BW	BY
		HH		HB	BE					SL			
Jährlich	1.5 °C	2.3	2.8	3.6	4.9	4.8	4.3	1.9	3.6	1.5	3.9	3.3	3.0
	2 °C	7.2	5.7	7.0	9.6	8.2	6.6	3.2	5.5	2.1	5.8	4.1	1.0
	3 °C	11.1	6.9	7.1	3.9	7.4	0.7	-0.4	3.8	0.2	1.9	1.8	-1.7



## Relative Änderung des Perzentils p95, Sommer

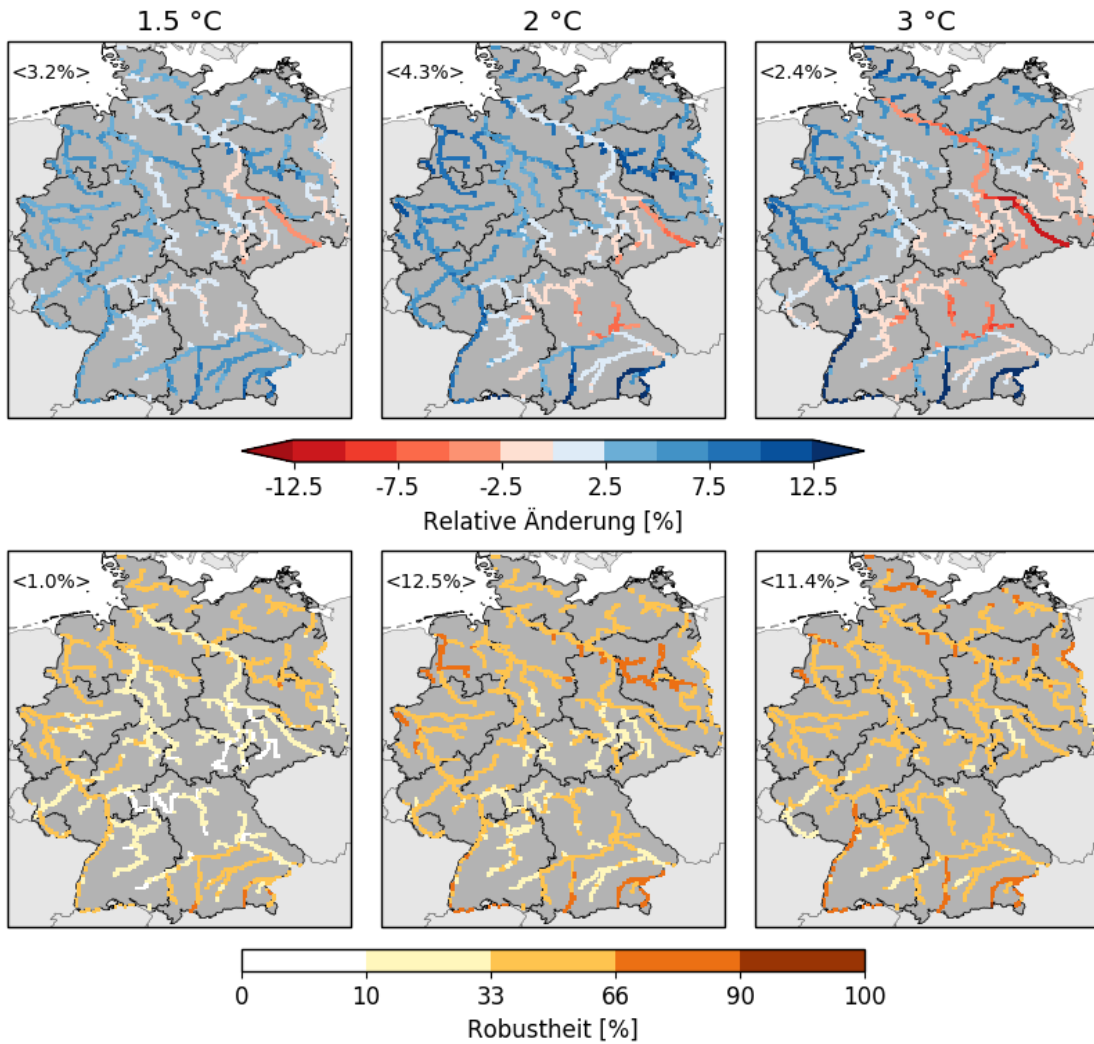


**Abbildung 21:** Relative Änderung des Perzentils p95 (Abfluss, der 95% der Zeit unterschritten wird) für die Monate Mai bis Oktober bei einem globalen Temperaturanstieg von 1.5, 2 und 3 °C verglichen mit 1971-2000. Dargestellt ist der Median der Veränderung über das gesamte Multimodellensemble (obere Zeile) und der prozentuale Anteil der Modellsimulationen, die eine signifikante Änderung zwischen Vergangenheit und Zukunft aufzeigen (Robustheit, untere Zeile).

**Tabelle 21:** Relative Änderungen des Perzentils p95 (Abfluss, der 95% Zeit unterschritten wird) für das Sommerhalbjahr unter unterschiedlichen Erwärmungsgraden verglichen mit der Periode 1971-2000 in den Bundesländern.

Bundesländer		SH	MV	NI	BB	NRW	ST	SN	HE	TH	RP	BW	BY
		HH		HB	BE						SL		
Sommer	1.5 °C	6.1	2.2	4.5	3.4	5.8	3.0	4.2	6.8	4.9	6.9	8.3	6.1
	2 °C	7.6	7.6	8.6	10.9	7.1	9.9	7.5	8.1	9.0	4.7	10.4	8.6
	3 °C	7.8	8.5	3.0	6.2	5.5	3.2	2.2	3.9	1.7	0.4	4.6	1.4

## Relative Änderung des Perzentils p95, Winter

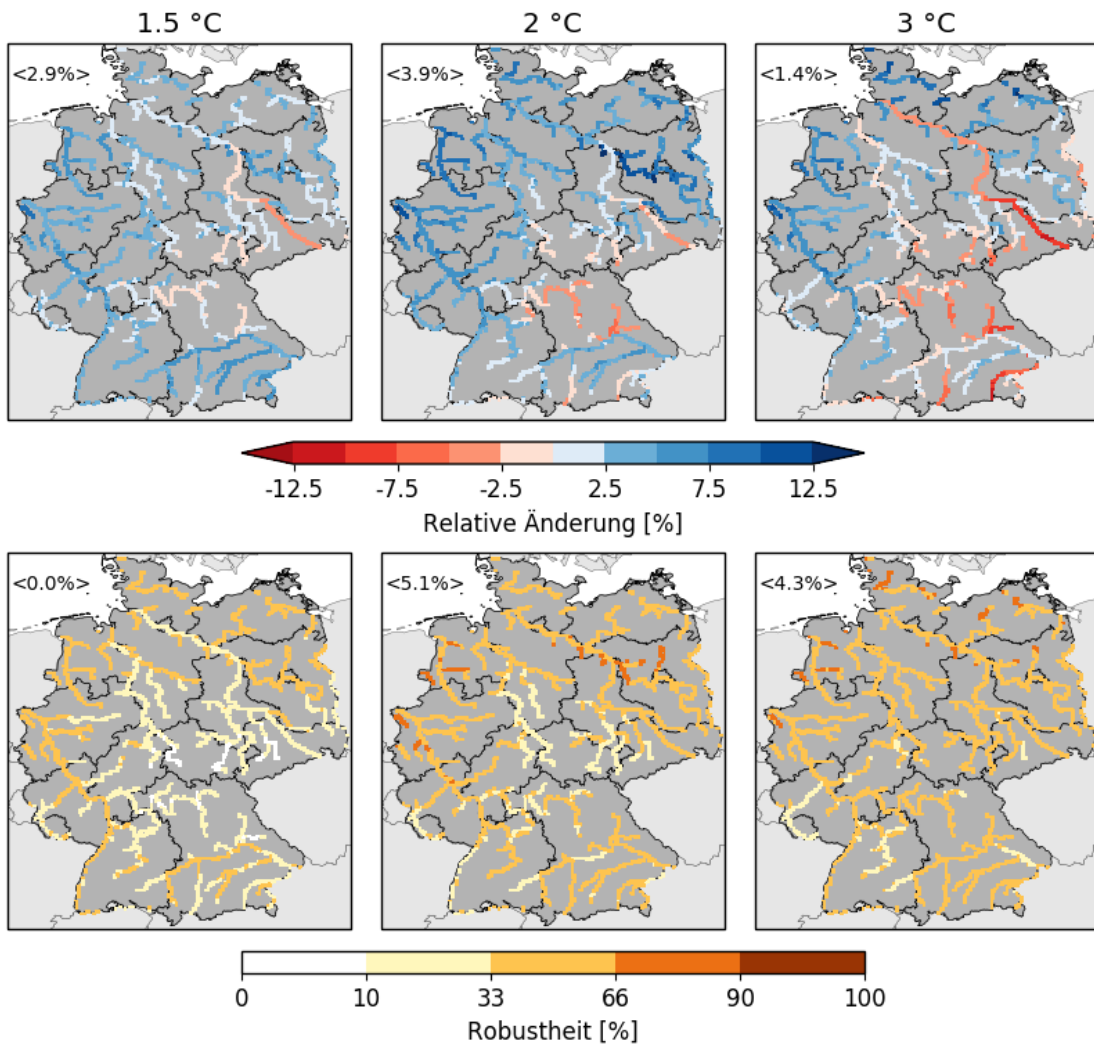


**Abbildung 22:** Relative Änderung des Perzentils p95 (Abfluss, der 95% der Zeit unterschritten wird) für die Monate November bis April bei einem globalen Temperaturanstieg von 1.5, 2 und 3 °C verglichen mit 1971-2000. Dargestellt ist der Median der Veränderung über das gesamte Multimodellensemble (obere Zeile) und der prozentuale Anteil der Modellsimulationen, die eine signifikante Änderung zwischen Vergangenheit und Zukunft aufzeigen (Robustheit, untere Zeile).

**Tabelle 22:** Relative Änderungen des Perzentils p95 (Abfluss, der 95% Zeit unterschritten wird) für das Winterhalbjahr unter unterschiedlichen Erwärmungsgraden verglichen mit der Periode 1971-2000 in den Bundesländern.

Bundesländer		SH	MV	NI	BB	NRW	ST	SN	HE	TH	RP	BW	BY
		HH		HB	BE					SL			
Winter	1.5 °C	2.9	2.6	3.5	4.9	4.5	4.3	0.9	3.1	1.2	2.8	1.8	1.3
	2 °C	6.4	4.1	6.9	7.4	7.3	5.2	1.3	3.6	-0.0	4.4	-0.0	-2.0
	3 °C	8.7	4.9	5.7	1.8	6.5	-0.4	-2.9	1.7	-3.3	1.2	-2.0	-5.3

## Relative Änderung des Perzentils p98, ganzes Jahr

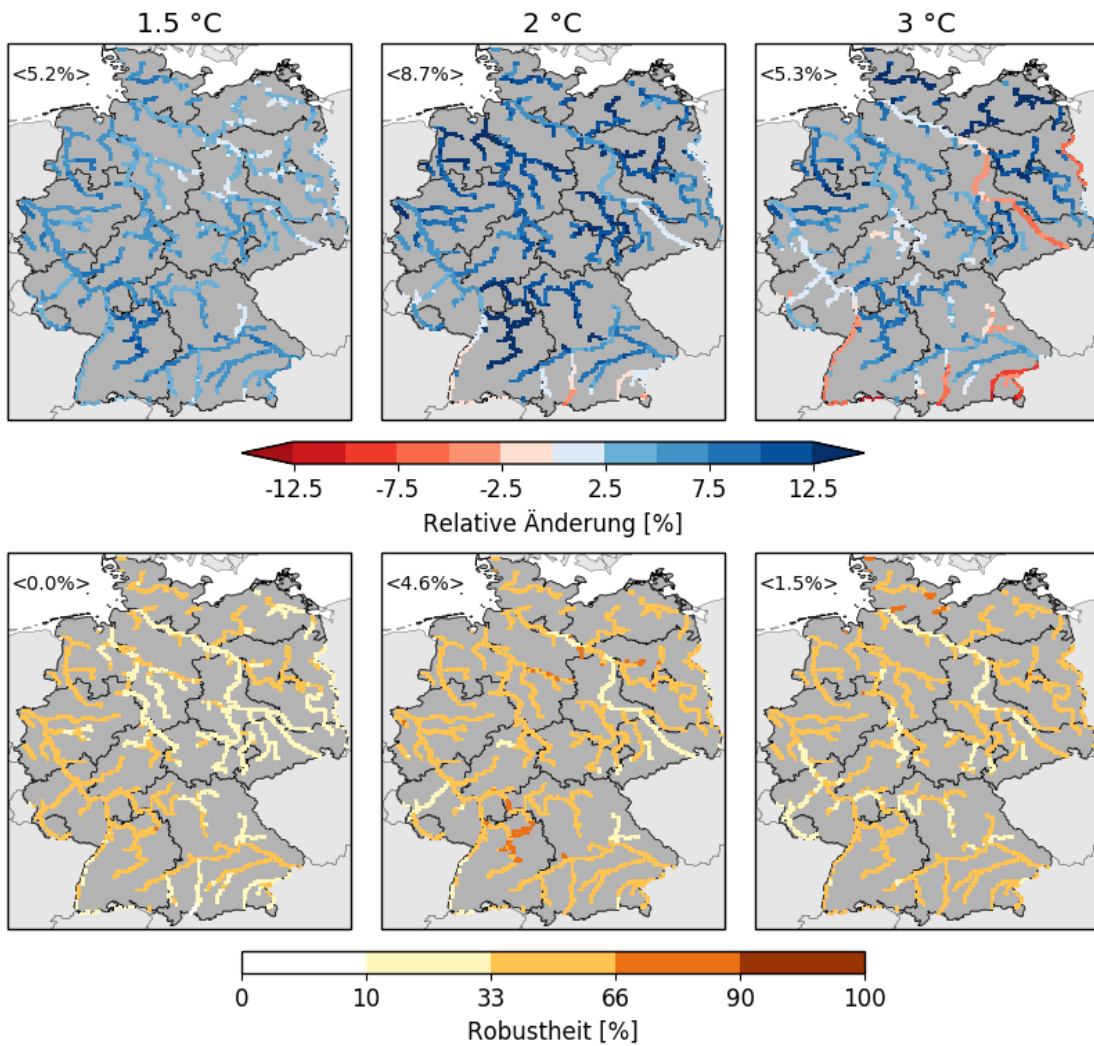


**Abbildung 23:** Relative Änderung des Perzentils p98 (Abfluss, der 98% der Zeit unterschritten wird) für das ganze Jahr bei einem globalen Temperaturanstieg von 1.5, 2 und 3 °C verglichen mit 1971-2000. Dargestellt ist der Median der Veränderung über das gesamte Multimodellensemble (obere Zeile) und der prozentuale Anteil der Modellsimulationen, die eine signifikante Änderung zwischen Vergangenheit und Zukunft aufzeigen (Robustheit, untere Zeile).

**Tabelle 23:** Relative Änderungen des Perzentils p98 (Abfluss, der 98% Zeit unterschritten wird) über das Jahr gemittelt unter unterschiedlichen Erwärmungsgraden verglichen mit der Periode 1971-2000 in den Bundesländern.

Bundesländer		SH	MV	NI	BB	NRW	ST	SN	HE	TH	RP	BW	BY
		HH		HB	BE						SL		
Jährlich	1.5 °C	2.9	2.7	3.4	4.0	4.6	3.7	1.0	2.9	0.8	3.1	2.8	1.9
	2 °C	6.9	5.4	6.1	8.0	7.2	5.5	2.1	3.6	-0.1	4.5	1.4	-0.8
	3 °C	9.2	5.9	5.9	2.5	6.4	0.8	-1.7	1.4	-2.9	1.6	0.0	-4.5

## Relative Änderung des Perzentils p98, Sommer

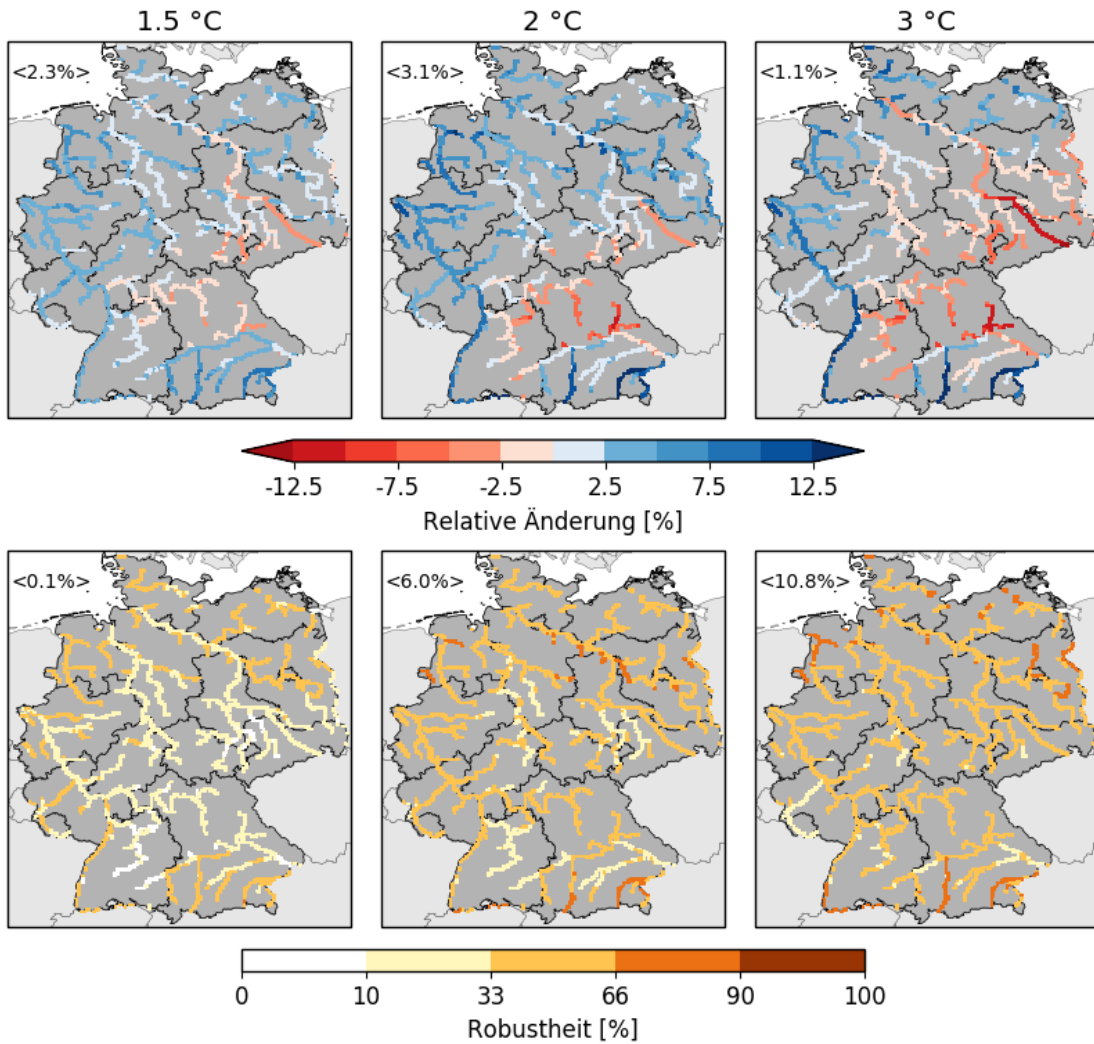


**Abbildung 24:** Relative Änderung des Perzentils p98 (Abfluss, der 98% der Zeit unterschritten wird) für die Monate Mai bis Oktober bei einem globalen Temperaturanstieg von 1.5, 2 und 3 °C verglichen mit 1971-2000. Dargestellt ist der Median der Veränderung über das gesamte Multimodellensemble (obere Zeile) und der prozentuale Anteil der Modellsimulationen, die eine signifikante Änderung zwischen Vergangenheit und Zukunft aufzeigen (Robustheit, untere Zeile).

**Tabelle 24:** Relative Änderungen des Perzentils p98 (Abfluss, der 98% Zeit unterschritten wird) für das Sommerhalbjahr unter unterschiedlichen Erwärmungsgraden verglichen mit der Periode 1971-2000 in den Bundesländern.

Bundesländer		SH	MV	NI	BB	NRW	ST	SN	HE	TH	RP	BW	BY
		HH		HB	BE						SL		
Sommer	1.5 °C	6.0	2.8	4.5	3.9	6.7	2.8	4.1	6.6	4.8	6.9	7.7	6.3
	2 °C	10.6	9.8	10.0	11.4	9.3	10.4	8.5	9.9	10.0	5.9	11.1	9.4
	3 °C	11.5	12.8	5.5	9.3	7.5	4.7	5.6	4.7	4.4	1.8	5.8	3.3

## Relative Änderung des Perzentils p98, Winter



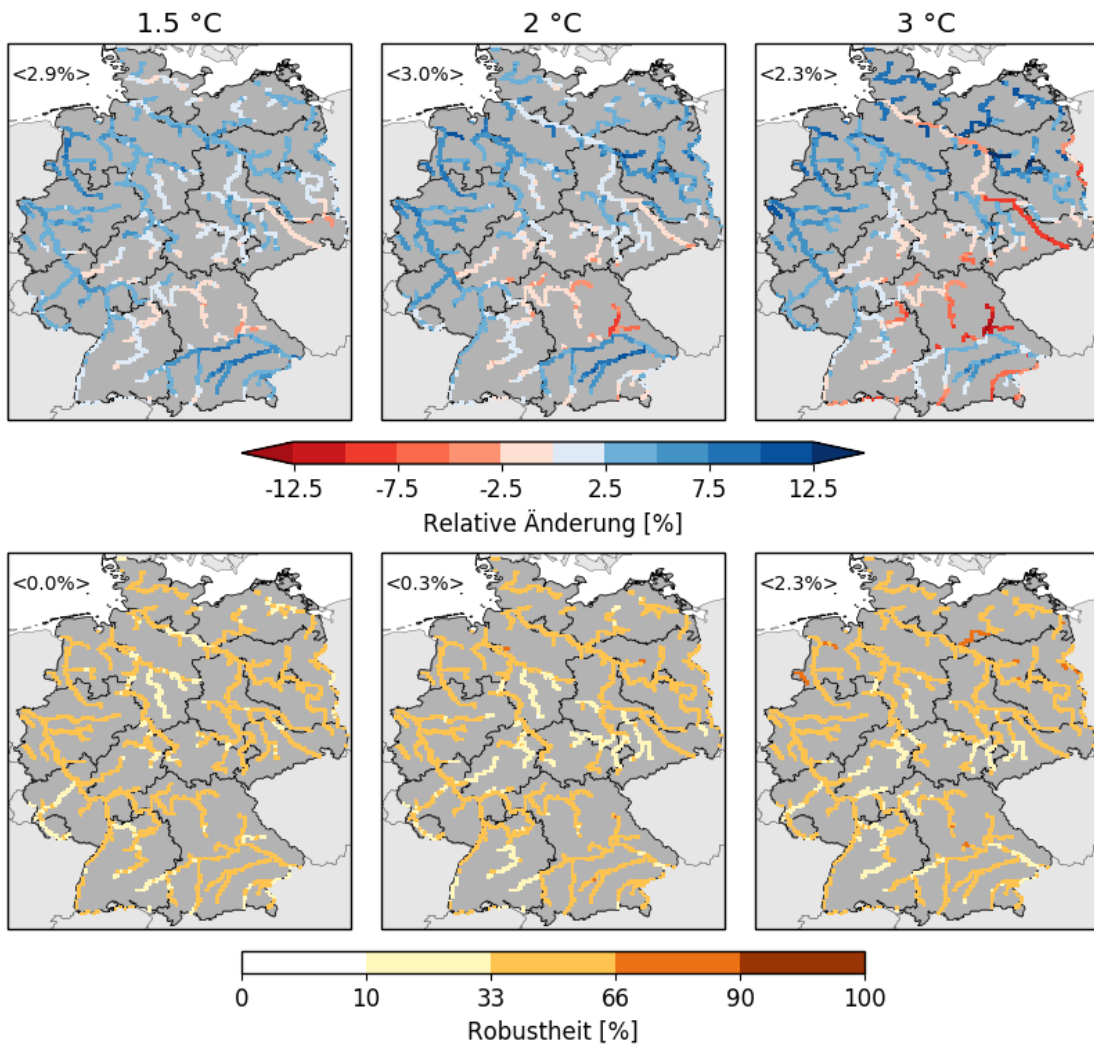
**Abbildung 25:** Relative Änderung des Perzentils p98 (Abfluss, der 98% der Zeit unterschritten wird) für die Monate November bis April bei einem globalen Temperaturanstieg von 1.5, 2 und 3 °C verglichen mit 1971-2000. Dargestellt ist der Median der Veränderung über das gesamte Multimodellensemble (obere Zeile) und der prozentuale Anteil der Modellsimulationen, die eine signifikante Änderung zwischen Vergangenheit und Zukunft aufzeigen (Robustheit, untere Zeile).

**Tabelle 25:** Relative Änderungen des Perzentils p98 (Abfluss, der 98% Zeit unterschritten wird) für das Winterhalbjahr unter unterschiedlichen Erwärmungsgraden verglichen mit der Periode 1971-2000 in den Bundesländern.

Bundesländer		SH	MV	NI	BB	NRW	ST	SN	HE	TH	RP	BW	BY
		HH		HB	BE						SL		
Winter	1.5 °C	2.2	2.3	3.2	3.0	3.7	3.3	-0.2	1.4	-0.3	2.0	0.8	-0.5
	2 °C	4.2	3.0	5.4	4.9	5.9	3.7	0.1	1.2	-2.0	3.8	-3.0	-5.1
	3 °C	7.4	3.1	4.5	0.3	5.4	-1.7	-5.2	-0.6	-5.2	0.7	-5.0	-8.0



## Relative Änderung des Abflussmaximums, ganzes Jahr

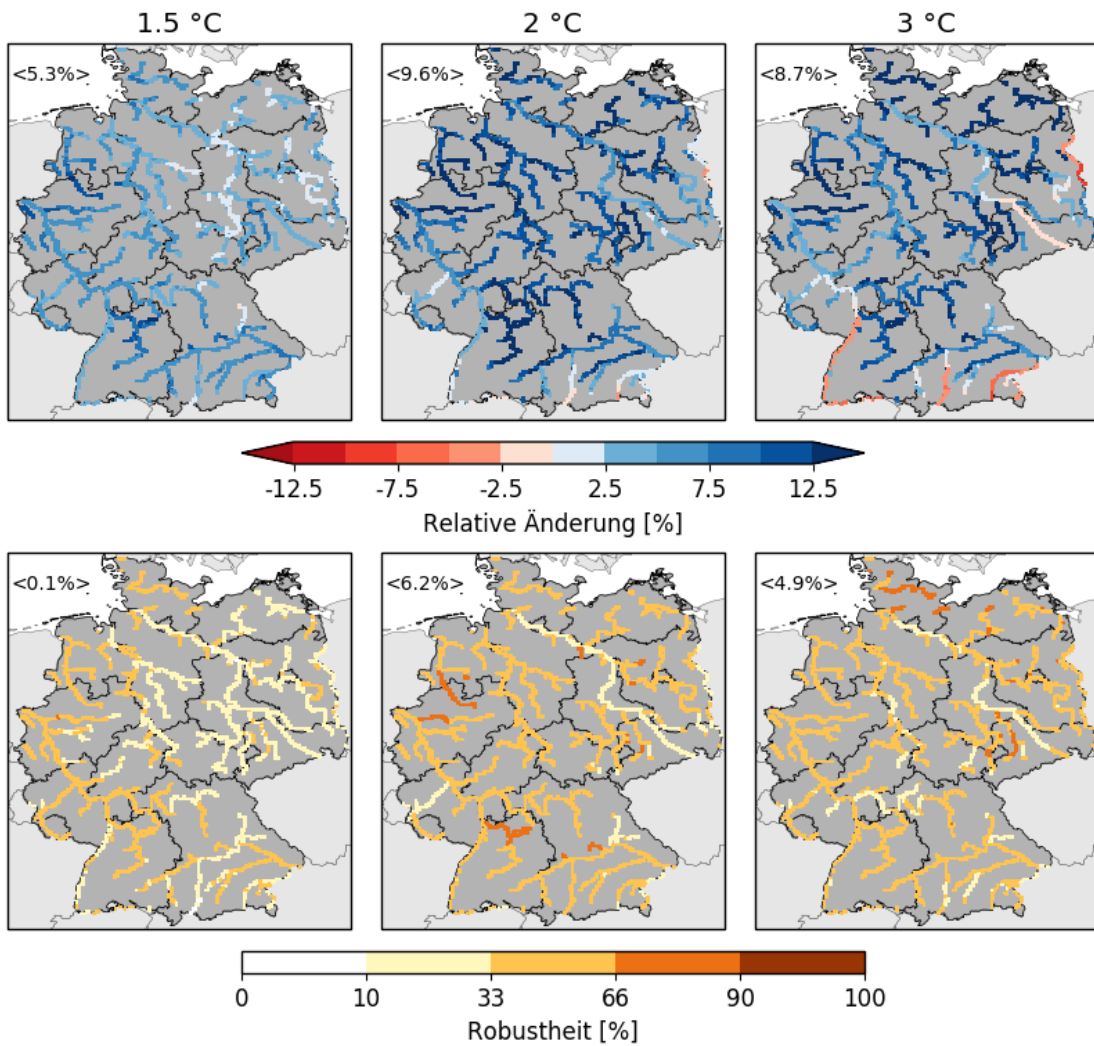


**Abbildung 26:** Relative Änderung des Abflussmaximums (größter Abfluss) für das ganze Jahr bei einem globalen Temperaturanstieg von 1.5, 2 und 3 °C verglichen mit 1971-2000. Dargestellt ist der Median der Veränderung über das gesamte Multimodellensemble (obere Zeile) und der prozentuale Anteil der Modellsimulationen, die eine signifikante Änderung zwischen Vergangenheit und Zukunft aufzeigen (Robustheit, untere Zeile).

**Tabelle 26:** Relative Änderungen des Abflussmaximums (größter Abfluss) über das Jahr gemittelt unter unterschiedlichen Erwärmungsgraden verglichen mit der Periode 1971-2000 in den Bundesländern.

Bundesländer		SH	MV	NI	BB	NRW	ST	SN	HE	TH	RP	BW	BY
		HH		HB	BE						SL		
Jährlich	1.5 °C	2.5	2.9	4.1	3.2	3.8	2.9	-0.1	0.4	-0.6	3.5	0.1	0.2
	2 °C	4.1	4.1	4.7	5.8	4.1	2.7	-0.3	-0.7	-3.1	3.7	-1.0	-2.1
	3 °C	8.0	7.1	5.6	4.4	5.3	0.1	-4.5	-1.7	-5.1	2.0	-3.8	-7.2

## Relative Änderung des Abflussmaximums, Sommer

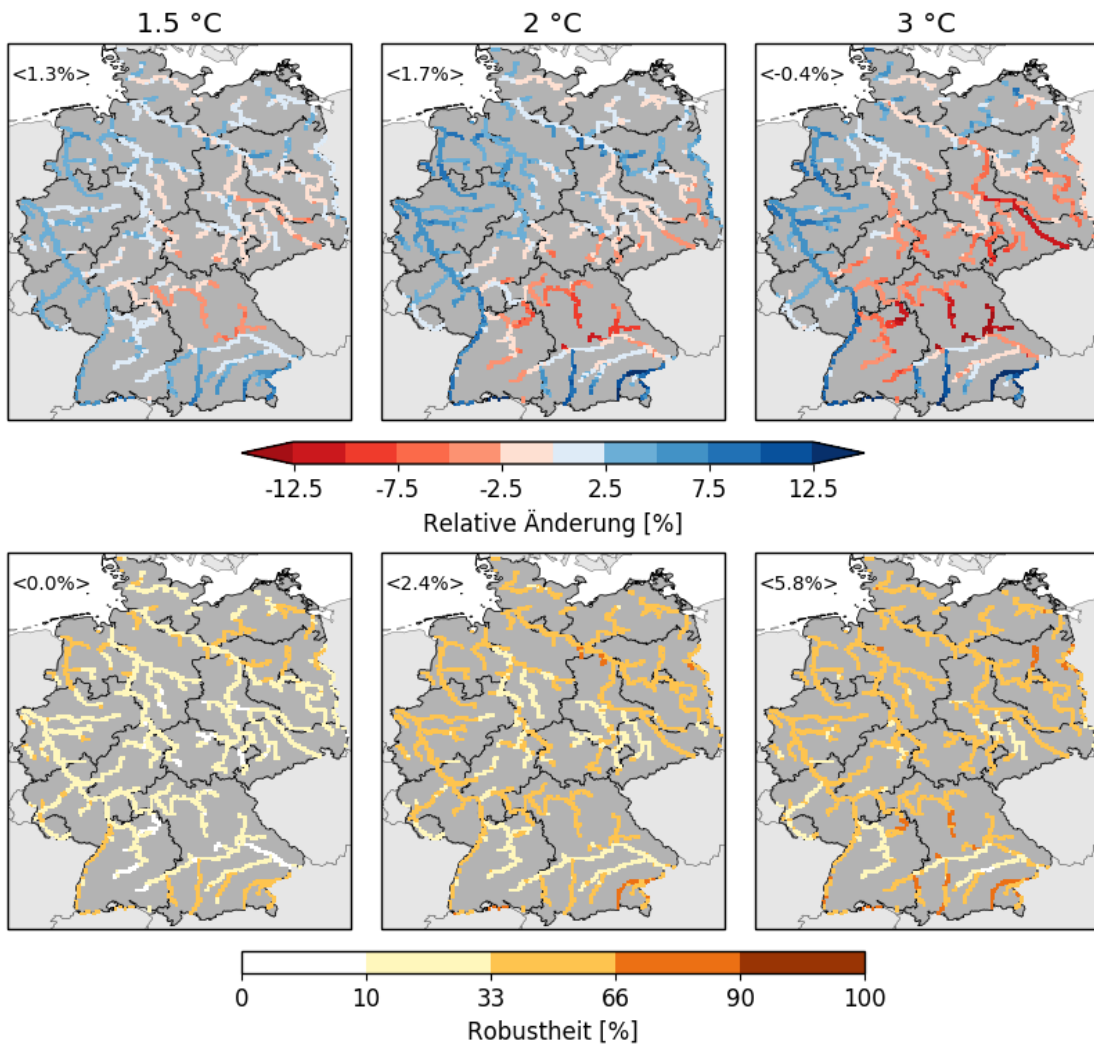


**Abbildung 27:** Relative Änderung des Abflussmaximums (größter Abfluss) für die Monate Mai bis Oktober bei einem globalen Temperaturanstieg von 1.5, 2 und 3 °C verglichen mit 1971-2000. Dargestellt ist der Median der Veränderung über das gesamte Multimodellensemble (obere Zeile) und der prozentuale Anteil der Modellsimulationen, die eine signifikante Änderung zwischen Vergangenheit und Zukunft aufzeigen (Robustheit, untere Zeile).

**Tabelle 27:** Relative Änderungen des Abflussmaximums (größter Abfluss) für das Sommerhalbjahr unter unterschiedlichen Erwärmungsgraden verglichen mit der Periode 1971-2000 in den Bundesländern.

Bundesländer		SH	MV	NI	BB	NRW	ST	SN	HE	TH	RP	BW	BY
		HH		HB	BE						SL		
Sommer	1.5 °C	6.1	2.8	4.4	3.6	7.3	2.2	3.9	6.3	3.0	7.0	7.0	6.6
	2 °C	13.8	10.7	10.8	10.6	11.0	11.8	9.4	10.7	11.1	7.3	11.2	10.4
	3 °C	18.7	16.0	9.2	10.4	10.9	9.4	9.1	7.8	10.2	5.4	7.9	8.0

## Relative Änderung des Abflussmaximums, Winter



**Abbildung 28:** Relative Änderung des Abflussmaximums (größter Abfluss) für die Monate November bis April bei einem globalen Temperaturanstieg von 1.5, 2 und 3 °C verglichen mit 1971-2000. Dargestellt ist der Median der Veränderung über das gesamte Multimodellensemble (obere Zeile) und der prozentuale Anteil der Modellsimulationen, die eine signifikante Änderung zwischen Vergangenheit und Zukunft aufzeigen (Robustheit, untere Zeile).

**Tabelle 28:** Relative Änderungen des Abflussmaximums (größter Abfluss) für das Winterhalbjahr unter unterschiedlichen Erwärmungsgraden verglichen mit der Periode 1971-2000 in den Bundesländern.

Bundesländer		SH	MV	NI	BB	NRW	ST	SN	HE	TH	RP	BW	BY
		HH		HB	BE						SL		
Winter	1.5 °C	1.2	1.2	1.8	2.1	2.5	1.0	-1.2	-0.1	-2.3	2.3	0.3	-1.5
	2 °C	1.3	0.3	3.6	2.7	4.4	0.4	-3.1	-1.8	-5.0	2.7	-4.4	-6.7
	3 °C	2.8	0.5	2.0	-1.5	4.0	-4.4	-8.4	-5.4	-9.5	-1.3	-8.1	-11.5