

# KLIMASZENARIEN FÜR DIE REGION HARTBERG BIS 2100



Im Rahmen des Projektes ÖKS15 entwickelt von:



Aufbereitet durch:





## Übersicht

### Klimaelemente und -indizes



**Lufttemperatur:** Mittlere Lufttemperatur



**Tropennächte:** Als Tropennächte werden Tage bezeichnet, an denen die Tagesminimumtemperatur nicht unter 20°C fällt



**Niederschlagsmenge:** Mittlere Niederschlagssumme



**Trockenepisoden:** Eine zumindest fünf Tage andauernde durchgängige Episode mit einer Tagesniederschlagssumme unter Imm. Angegeben wird die Summe der Tage, die in Trockenperioden fallen



**Maximale tägliche Niederschlagsmenge:** Größte Niederschlagssumme eines Tages

## Impressum und Copyright

Version 3.1: 09/2017

### Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

Abteilung Klimaforschung  
Beobachtungsdaten und Klimaanalyse (Vergangenheit)  
Hohe Warte 38  
1190 Wien

### Karl-Franzens-Universität Graz

Wegener Center für Klima und Globalen Wandel  
Klimamodellierung und -analyse  
Brandhofgasse 5  
8010 Graz

### Universität Salzburg

Interfakultärer Fachbereich für Geoinformatik – Z\_GIS  
Factsheet Erstellung, Datenmanagement  
Schillerstraße 30  
5020 Salzburg

### Projektteam

Barbara Chimani (ZAMG), Andreas Gobiet (ZAMG), Georg Heinrich (WEGC), Michael Hofstätter (ZAMG), Markus Kerschbaumer (Z\_GIS), Stefan Kienberger (Z\_GIS), Armin Leuprecht (WEGC), Annemarie Lexer (ZAMG), Stefanie Peßenteiner (WEGC), Marco Poetsch (Z\_GIS), Manuela Salzmann (ZAMG), Raphael Spiekermann (Z\_GIS), Matt Switanek (WEGC), Heimo Truhetz (WEGC)

### Aufbereitet durch



**spatial services**  
GmbH

Markus Kerschbaumer, MSc

Tel.: +43 662 276084

E-Mail: markus.kerschbaumer@spatial-services.at

### Verwendete Daten

**Fotos:** Freemages.com, Titelbild: Harry Schiffer (vom Bundesland Steiermark zur Verfügung gestellt)

**DEM:** Bundeskanzleramt - [www.data.gv.at](http://www.data.gv.at)

**Bundesländer und Bezirksgrenzen:** Statistik Austria

**Gewässernetz:** Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft



Namensnennung - Nicht-kommerziell -  
Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0  
International (CC BY-NC-SA 4.0)



### Land Steiermark

Amt der Seiermärkischen Landesregierung,  
Fachabteilung Energie und Wohnbau  
Landhausgasse 7, 8010 Graz  
Andrea Gössinger-Wieser  
Tel.: +43 316 877-4861  
E-Mail: [andrea.goessinger-wieser@stmk.gv.at](mailto:andrea.goessinger-wieser@stmk.gv.at)

ÖKS15 wurde finanziert von:



MINISTERIUM  
FÜR EIN  
LEBENSWEERTES  
ÖSTERREICH



LAND



LAND KÄRNTEN





## Kerndefinitionen

### Projekt: ÖKS15 | Klimaszenarien für Österreich

Der Klimawandel wirkt sich in vielen Bereichen durch veränderte Umweltbedingungen aus. Um Anpassungsmöglichkeiten auf eine zuverlässige Informationsgrundlage zu stellen, haben das Ministerium für ein Lebenswertes Österreich (bmlfuw) und die neun österreichischen Bundesländer gemeinsam das Projekt ÖKS15 beauftragt. Mit Hilfe modernster Klimamodelle und auf Basis neuester Erkenntnisse aus der Klimaforschung wurden Klimaszenarien für Österreich erstellt und ausgewertet. Neueste

hochwertige Beobachtungsdatensätze bilden die Grundlage für die Analyse der Klimaänderung der letzten Jahrzehnte. Die zukünftige Entwicklung von Niederschlag, Temperatur und weiteren Klimaindizes wurde bis zum Ende des 21. Jahrhunderts unter einem business-as-usual- und einem Klimaschutz-Szenario simuliert und im Kontext der vergangenen Entwicklung ausgewertet. Die vorliegende Zusammenfassung beinhaltet die wichtigsten Ergebnisse für Ihre Region.

### Treibhausgasszenarien

Seit Beginn der Industrialisierung nimmt der Mensch entscheidend Einfluss auf die bisherige und zukünftige Entwicklung des Klimas. Um die Auswirkungen zukünftiger menschlicher Aktivität zu erfassen, wurden Treibhausgasszenarien auf globaler Ebene entworfen. In ÖKS15 werden zwei dieser Szenarien betrachtet: ein **business-as-usual-Szenario**, das bei ungebremsen Treibhausgasemissionen eintreten würde (**Representative Concentration Pathway: RCP8.5**), und ein **Szenario mit wirksamen Klimaschutzmaßnahmen (RCP4.5)**, bei dem sich die Emissionen bis 2080 bei etwa der Hälfte des heutigen Niveaus einpendeln. Zu den 1,5°C (Paris COP21) bzw. 2°C Zielen, welche jedoch auch durch RCP4.5 nicht erreicht werden und ab etwa 2070 von negativen CO<sub>2</sub>-Emissionen ausgehen (etwa durch Kohlenstoffbindung und -speicherung), liegen derzeit nicht genügend Modellrechnungen vor und konnten daher in ÖKS15 nicht behandelt werden. Die (internationale) Forschungsgemeinschaft ist derzeit intensiv bemüht, entsprechende Modellrechnungen bereitzustellen.

### Schwankungsbreite

Selbst bei konstanten äußeren Einflüssen (Treibhausgase, Sonneneinstrahlung) schwankt das Klima in natürlicher Weise. Ein 30-jähriges klimatologisches Mittel ist daher stets einer gewissen Schwankung unterworfen. Darüber hinaus hat auch die kurzfristige (von Jahr zu Jahr) Schwankung des Klimas einen starken Einfluss auf die Interpretation von Klimaänderungen. All diese Schwankungen bleiben auch in der Zukunft erhalten: Es wird wärmere und kältere, feuchtere und trockenere Jahre oder Jahrzehnte geben, die von einem erwarteten längerfristigen Trend abweichen. Jede Modellrechnung simuliert einen solchen zufälligen Verlauf.

### Zur Interpretation der Ergebnisse

Klimamodelle sind – wie alle Modelle – vereinfachte Abbildungen der Wirklichkeit. Sie haben trotz ihrer unumstrittenen Nützlichkeit und steten Weiterentwicklung Schwächen, welche bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden müssen. Die Ungewissheit über das zukünftige menschliche Verhalten,

### Modell-Ensemble

Die Komplexität des Klimasystems und notwendige vereinfachende Annahmen in Klimamodellen schränken die Aussagekraft einer einzelnen Klimasimulation ein. Durch die Verwendung vieler Klimamodelle (Ensemble) wird eine große Bandbreite an möglichen Klimaentwicklungen abgedeckt. ÖKS15 basiert auf der neuesten Generation regionaler Klimamodelle, welche im Rahmen der World Climate Research Programm Initiative EURO-CORDEX ([www.euro-cordex.net](http://www.euro-cordex.net)) Klimaprojektionen für den Europäischen Raum mit äußerst hoher Detailliertheit (räumliche Auflösung von 12,5km) entwickelt haben. Das verwendete Ensemble besteht aus 13 Klimasimulationen, die jeweils den beiden Treibhausgasszenarien RCP4.5 und RCP8.5 folgen. Dieses Ensemble wurde untersucht und durch Expertenwissen ergänzt, um zu möglichst belastbaren Aussagen zu gelangen.

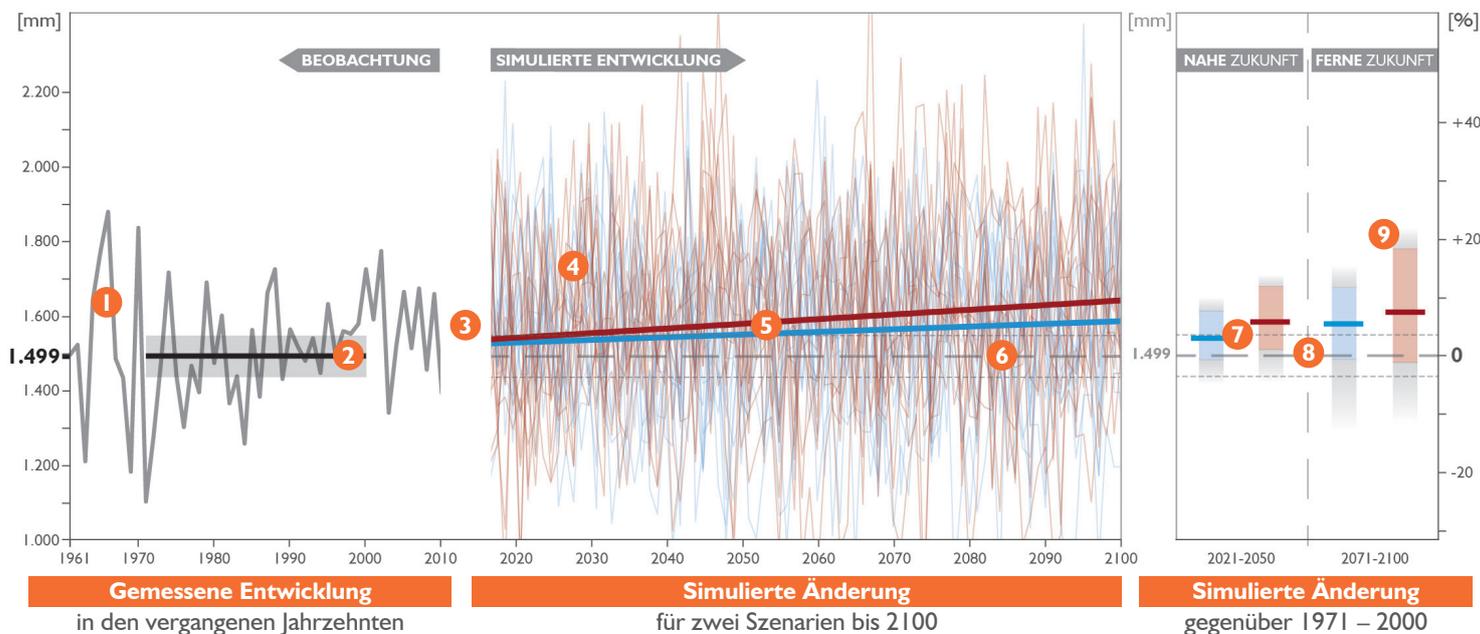
### Bewertung der Aussagekraft

Zur Bewertung der Aussagen wird einerseits die Übereinstimmung der Modelle herangezogen und andererseits geprüft, ob sich die Zukunft der Klimaindizes der jeweiligen Einzelmodelle signifikant von ihrer Vergangenheit unterscheidet. Gebiete in denen dies nicht der Fall ist, sind mit „keine signifikante Änderung“ gekennzeichnet. Wenn viele Modelle plausible und übereinstimmende Klimaänderungen simulieren, kann dem Ergebnis ein größeres Vertrauen entgegengebracht werden. Wenn die Modelle signifikante aber sich widersprechende Änderungen anzeigen, liegt „geringe Modellübereinstimmung“ vor.

die Komplexität des Klimasystems sowie die Unvollkommenheit der Modelle führen zu gewissen Bandbreiten der Ergebnisse. Trotzdem kann die tatsächliche zukünftige Klimaentwicklung, selbst bei einem großen Modell-Ensemble, außerhalb der simulierten Schwankungsbreite liegen.



## Erklärungen zum Diagramm



- 1 Gemessene Mittelwerte auf jährlicher Basis. Beobachtungsdaten sind aus täglichen, lokalen Stationsmessungen auf ein 1x1 km Gitter interpolierte Werte der Temperatur, des Niederschlags bzw. der Strahlung
- 2 30-jähriges Mittel der jährlichen Beobachtungswerte von 1971 bis 2000. Die natürliche Schwankungsbreite ist grau hinterlegt
- 3 Die räumliche und zeitliche Trennung der Beobachtungs- und Modelldaten symbolisiert den Übergang von der realen Welt zur Modellwelt. Flächenmäßig aufbereitete Beobachtungsdaten sind für Österreich bis 2010 verfügbar. Modelldaten starten mit der Zukunft und sind ab dem Jahr 2017 dargestellt. Ein nahtloser Übergang von der realen Welt in die Modellwelt kann daher nicht hergestellt werden.
- 4 Jährliche Simulation der 13 Einzelmodelle jeweils für die Szenarien RCP4.5 und RCP8.5
- 5 Mittlerer Trend aus den Modelldaten für die Szenarien RCP4.5 und RCP8.5
- 6 Referenzlinien zum beobachteten Mittelwert der Periode 1971-2000 mit natürlicher Schwankungsbreite
- 7 Median der Modelle: Die Hälfte aller Modelle zeigen Änderungen im 30-jährigen Klimamittel, die oberhalb bzw. unterhalb dieses Wertes liegen
- 8 Schwankungsbreite (10%-Perzentil, 90%-Perzentil) der Modelle. 80% der Modelle zeigen Änderungen im 30-jährigen Klimamittel, die innerhalb dieser Schwankungsbreite liegen
- 9 Schwankungsbreite aufgrund neuester wissenschaftlicher Erkenntnisse

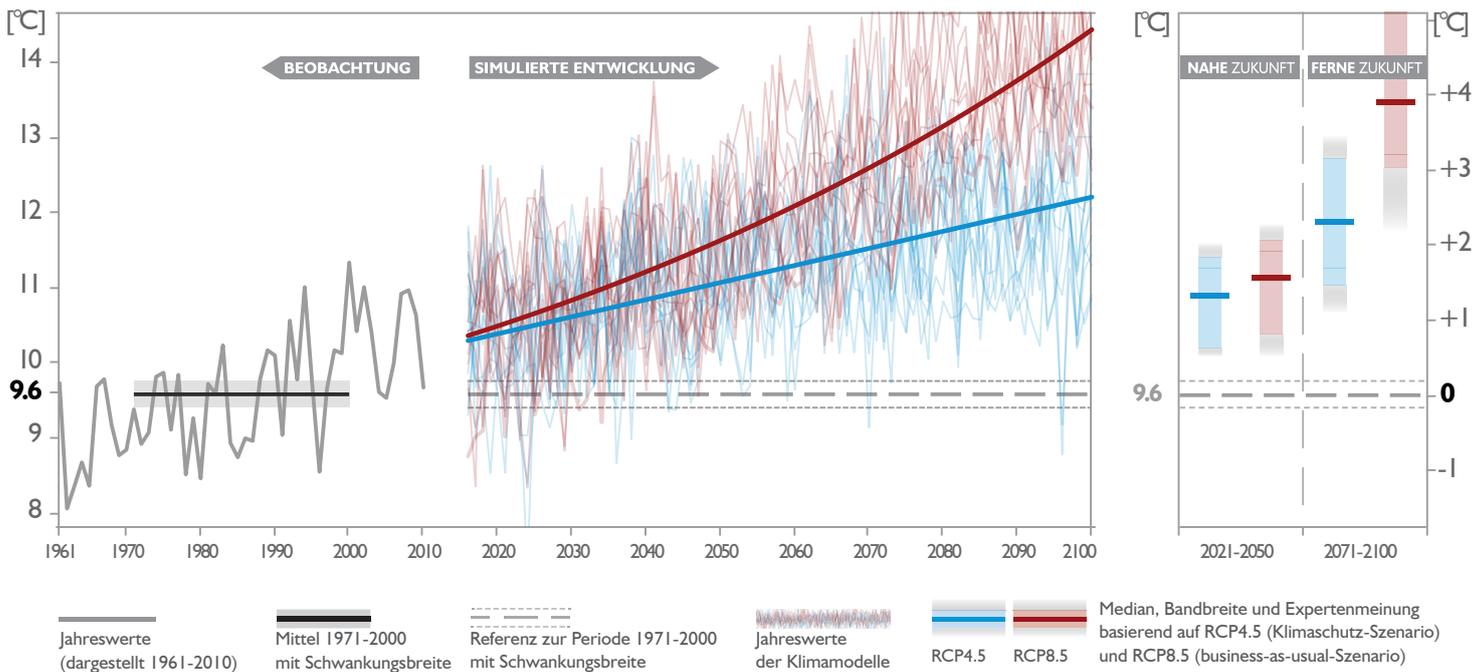
# MITTLERE LUFTTEMPERATUR REGION HARTBERG



## Hauptaussagen

- Für **1971-2000** beträgt die **mittlere Lufttemperatur 9,6°C**.
- In der **ersten Hälfte des 21. Jahrhunderts** ist für beide Szenarien gleichermaßen mit einer Temperaturzunahme von etwa **1,5°C (0,3°C pro Jahrzehnt)** zu rechnen.
- Bis zum Ende des 21. Jahrhunderts ist der Temperaturanstieg unter Annahme des Szenario RCP8.5 (business-as-usual) wesentlich stärker ausgeprägt als im Szenario RCP4.5 (Klimaschutz- Szenario).
- Die **Temperaturzunahme** ist im **Winter und Sommer annähernd gleich**.
- Diese künftigen **Temperaturzunahmen** sind deutlich größer als die natürliche Schwankungsbreite und **werden mit hoher Wahrscheinlichkeit eintreten** (innerhalb der im Diagramm und der Tabelle angegebenen Bandbreite).

## Vergangene und simulierte Entwicklung der mittleren Lufttemperatur



## Beobachtete Werte und simulierte Änderungen der mittleren Lufttemperatur (in °C)

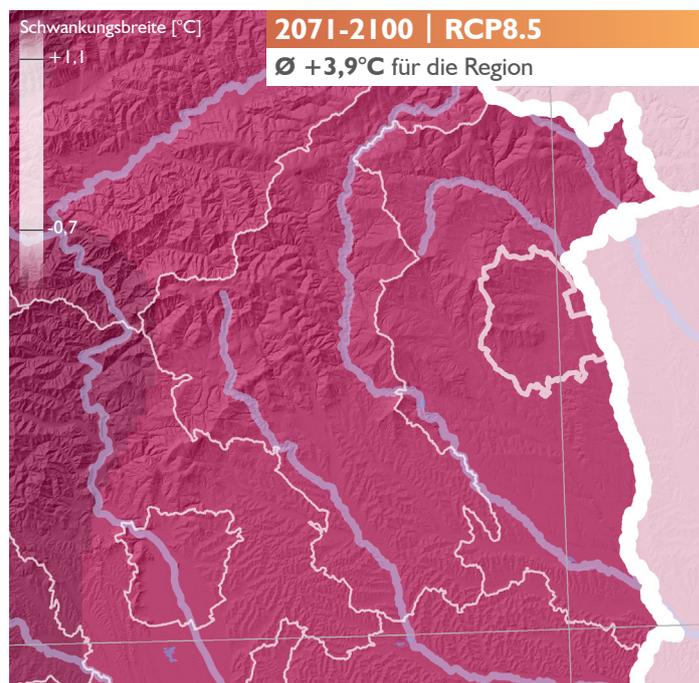
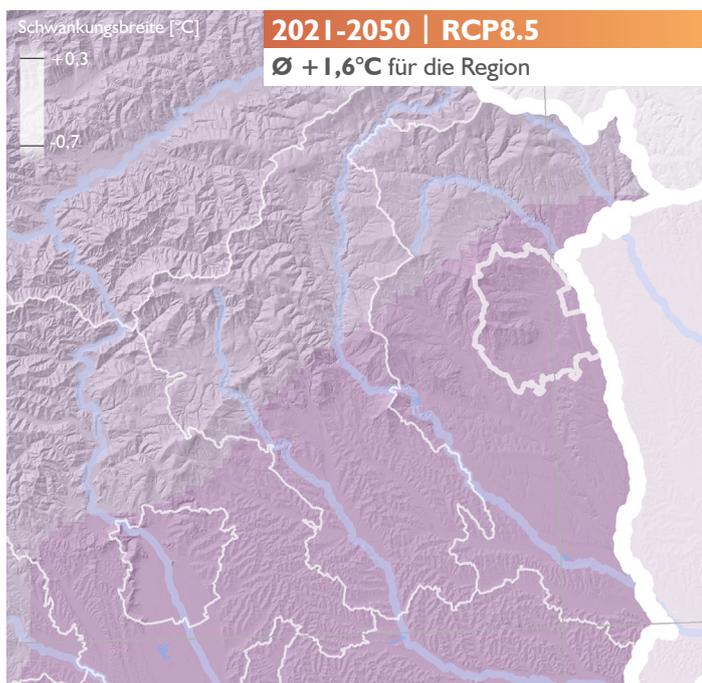
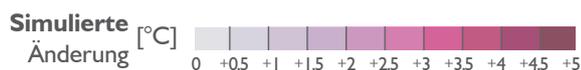
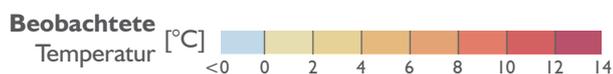
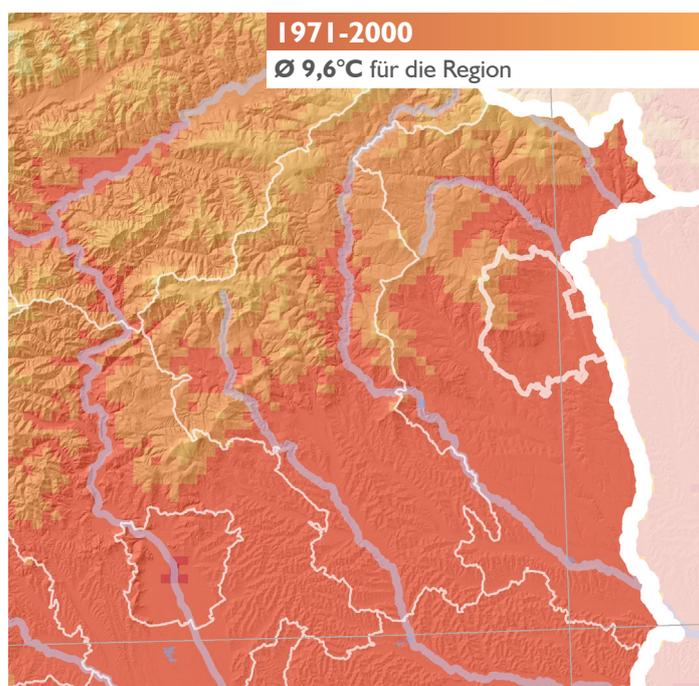
1971-2000		2021-2050				2071-2100				
Jahreswerte		RCP4.5		RCP8.5		RCP4.5		RCP8.5		
bis	+ 9,7	+ 1,7		+ 1,9		+ 2,9		+ 5,0		
<b>Mittel</b>	<b>+ 9,6</b>	<b>+ 1,3</b>		<b>+ 1,6</b>		<b>+ 2,3</b>		<b>+ 3,9</b>		
von	+ 9,4	+ 0,9		+ 0,9		+ 1,7		+ 3,2		
	Winter	Sommer	Winter	Sommer	Winter	Sommer	Winter	Sommer	Winter	Sommer
bis	+ 0,6	+ 18,8	+ 2,0	+ 1,7	+ 2,1	+ 1,9	+ 3,2	+ 3,0	+ 5,1	+ 5,6
<b>Mittel</b>	<b>+ 0,1</b>	<b>+ 18,6</b>	<b>+ 1,5</b>	<b>+ 1,4</b>	<b>+ 1,5</b>	<b>+ 1,4</b>	<b>+ 2,7</b>	<b>+ 2,0</b>	<b>+ 4,4</b>	<b>+ 4,0</b>
von	- 0,4	+ 18,4	+ 0,8	+ 1,1	+ 0,7	+ 1,1	+ 2,0	+ 1,6	+ 3,7	+ 3,3

Winter: Dezember - Jänner - Februar / Sommer: Juni - Juli - August

# MITTLERE LUFTTEMPERATUR REGION HARTBERG



## Beobachtete Lufttemperatur und simulierte Temperaturänderung für das business-as-usual-Szenario



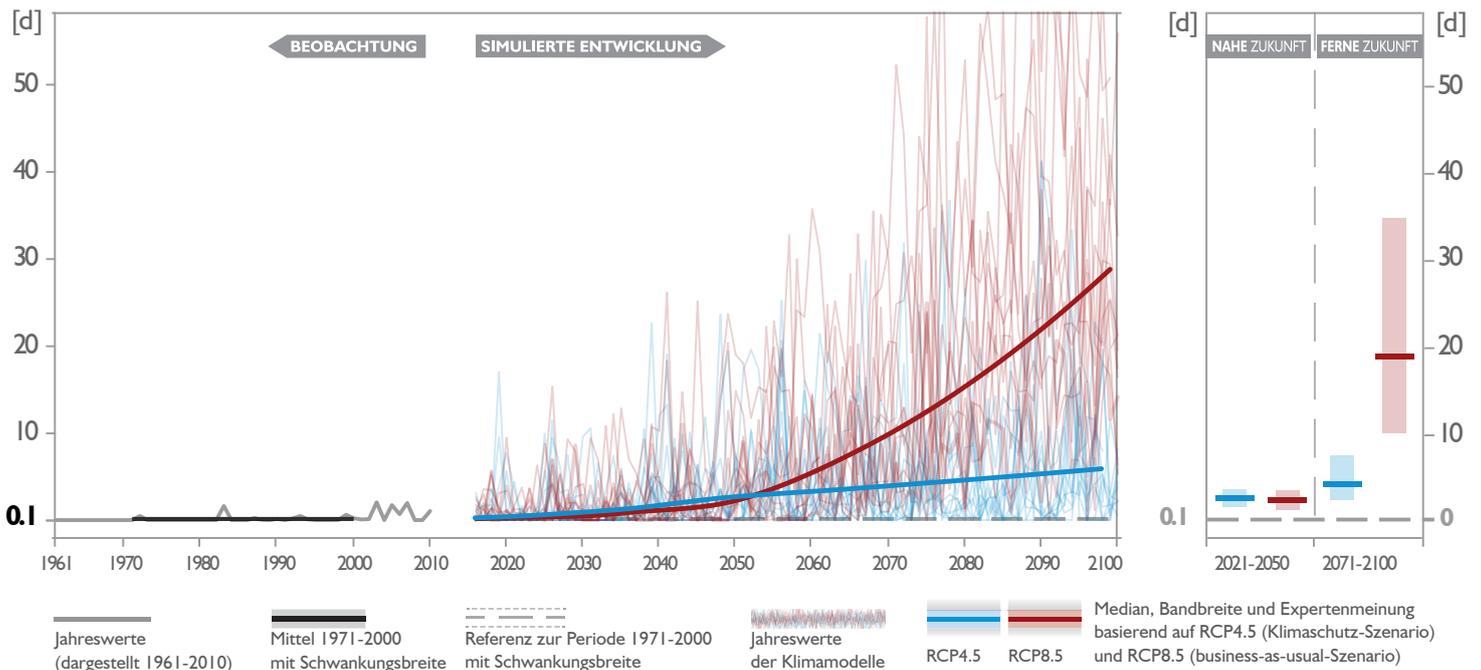
# TROPENNÄCHTE REGION HARTBERG



## Hauptaussagen

- Zwischen **1971-2000** gab es durchschnittlich **nur alle 10 Jahre eine Tropennacht** mit einer Temperatur über 20°C.
- In der **Mitte des 21. Jahrhunderts** ist für beide Szenarien gleichermaßen mit etwa **2 Tropennächten pro Jahr** zu rechnen.
- Gegen **Ende des 21. Jahrhunderts** steigt die Anzahl der Tropennächte besonders im Szenario RCP8.5 (business-as-usual) sehr stark an (**19 Tropennächte**).
- Daraus ergibt sich eine **erhöhte Hitzebelastung** mit negativen Folgen für das Gesundheit und Landwirtschaft.
- Diese künftige **erhöhte Hitzebelastung** liegt deutlich außerhalb der natürlichen Schwankungsbreite und **wird mit hoher Wahrscheinlichkeit eintreten** (innerhalb der im Diagramm und der Tabelle angegebenen Bandbreite).

## Vergangene und simulierte Entwicklung der Tropennächte



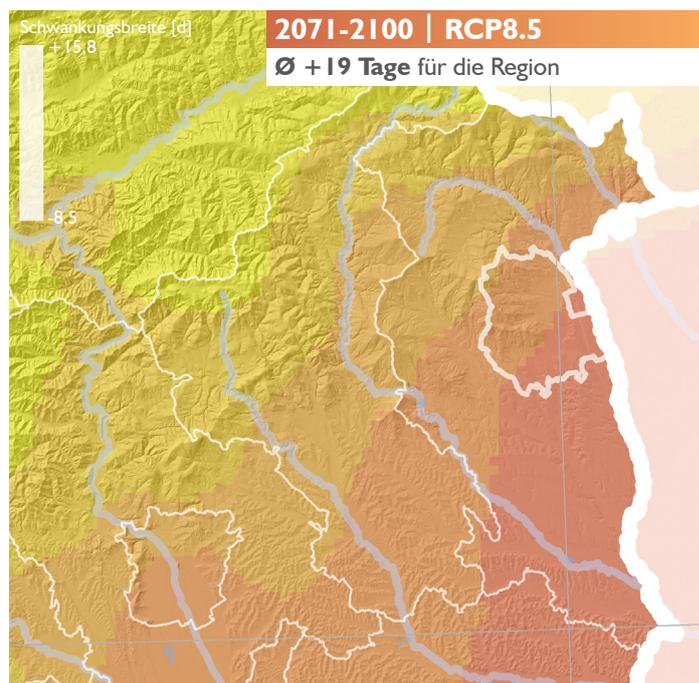
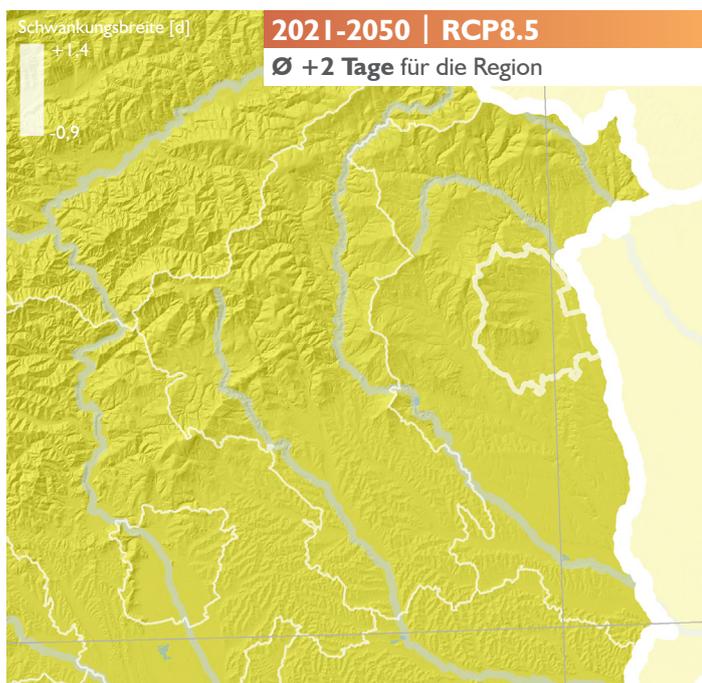
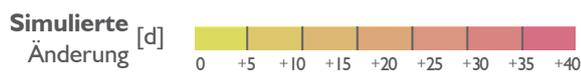
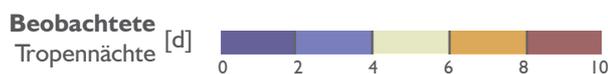
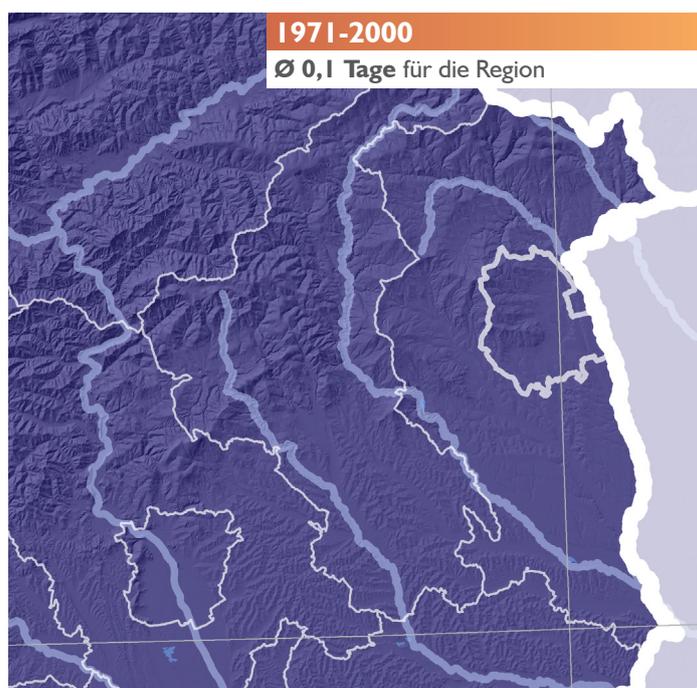
## Beobachtete Werte und simulierte Änderungen der Tropennächte (in Nächten)

1971-2000		2021-2050				2071-2100			
Jahreswerte		RCP4.5		RCP8.5		RCP4.5		RCP8.5	
bis	0,3	+ 2,9		+ 3,4		+ 8,9		+ 34,8	
<b>Mittel</b>	<b>0,1</b>	<b>+ 1,4</b>		<b>+ 2,0</b>		<b>+ 4,7</b>		<b>+ 19,0</b>	
von	0,0	+ 0,8		+ 1,1		+ 2,4		+ 10,5	
		Winter	Sommer	Winter	Sommer	Winter	Sommer	Winter	Sommer
bis	0,0	0,3	+ 2,8	0,0	+ 3,3	0,0	+ 8,5	0,0	+ 30,5
<b>Mittel</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>+ 1,4</b>	<b>0,0</b>	<b>+ 1,9</b>	<b>0,0</b>	<b>+ 4,6</b>	<b>0,0</b>	<b>+ 18,3</b>
von	0,0	0,0	+ 0,8	0,0	+ 1,1	0,0	+ 2,3	0,0	+ 10,1

Winter: Dezember - Jänner - Februar / Sommer: Juni - Juli - August



### Beobachtete Tropennächte und simulierte Änderung für das business-as-usual-Szenario



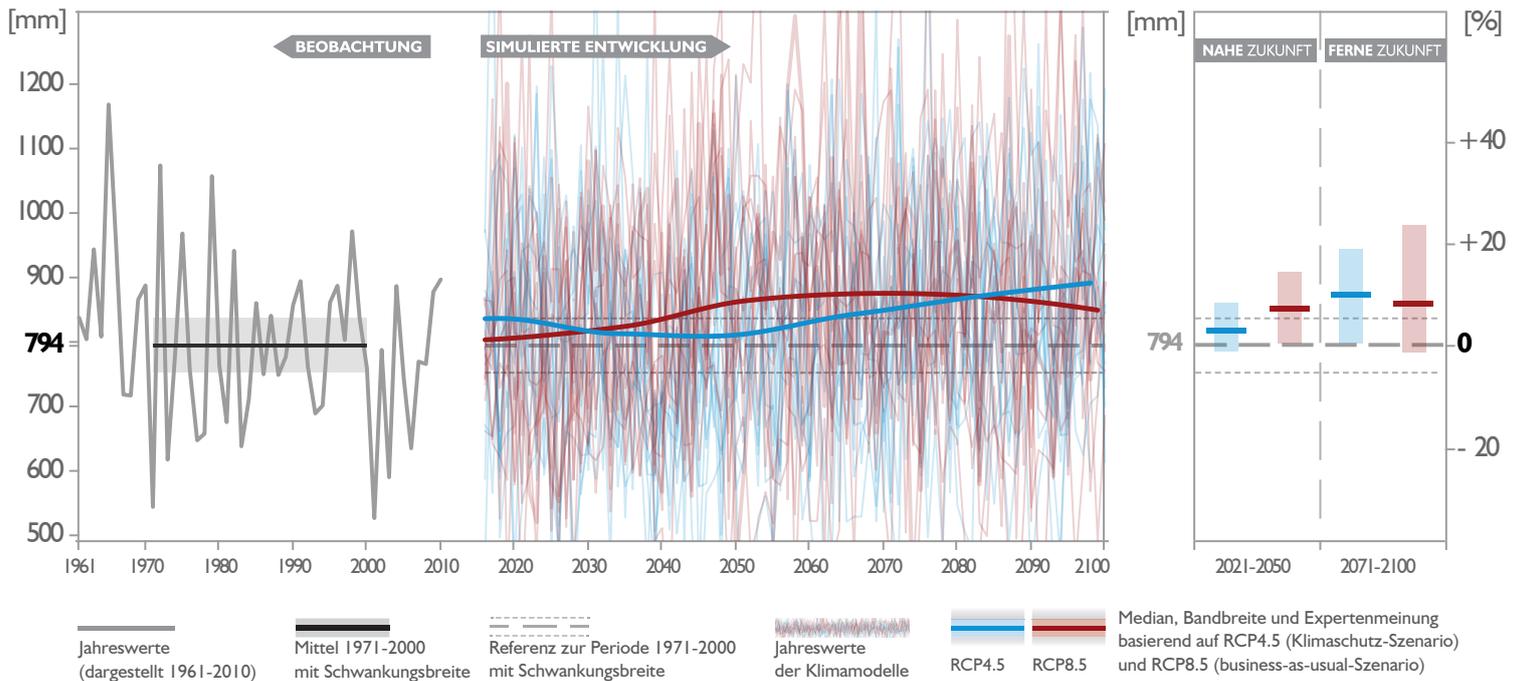
# MITTLERER JAHRESNIEDERSCHLAG REGION HARTBERG



## Hauptaussagen

- Für **1971-2000** beträgt die mittlere **jährliche Niederschlagssumme 757mm**.
- In den übrigen Jahreszeiten zeigen die Modelle große Unterschiede und robuste Aussagen über Niederschlagsänderungen sind nicht möglich.
- In den **Wintermonaten** ist mit einer **Niederschlagszunahme** zu rechnen (bis zu +30%).
- Generell sind diese Aussagen über zukünftigen Niederschlag mit größeren Unsicherheiten behaftet als jene über die Temperaturzunahme.

## Vergangene und simulierte Entwicklung des mittleren Niederschlages



## Beobachtete Werte (in mm) und simulierte Änderungen der mittleren Niederschlagssummen (in %)

1971-2000		2021-2050				2071-2100				
Jahreswerte		RCP4.5		RCP8.5		RCP4.5		RCP8.5		
bis	+ 836,1	+ 9,4		+ 15,3		+ 19,6		+ 22,9		
<b>Mittel</b>	<b>+ 794,0</b>	<b>+ 3,0</b>		<b>+ 7,1</b>		<b>+ 11,1</b>		<b>+ 9,1</b>		
von	+ 751,8	- 1,2		+ 0,9		+ 0,1		- 2		
		Winter	Sommer	Winter	Sommer	Winter	Sommer	Winter	Sommer	
bis	+ 101,9	+ 361,3	+ 24,0	+ 12,1	+ 31,3	+ 16,9	+ 37,5	+ 24,2	+ 49,0	+ 25,1
<b>Mittel</b>	<b>+ 89,9</b>	<b>+ 332,7</b>	<b>+ 12,1</b>	<b>+ 3,4</b>	<b>+ 15,1</b>	<b>+ 2,3</b>	<b>+ 16,1</b>	<b>+ 8,7</b>	<b>+ 29,5</b>	<b>+ 0,5</b>
von	+ 77,9	+ 304,2	+ 3,2	- 6	+ 1,2	- 8	+ 9,2	- 12	+ 15,8	- 19,8

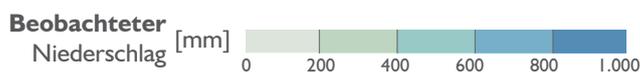
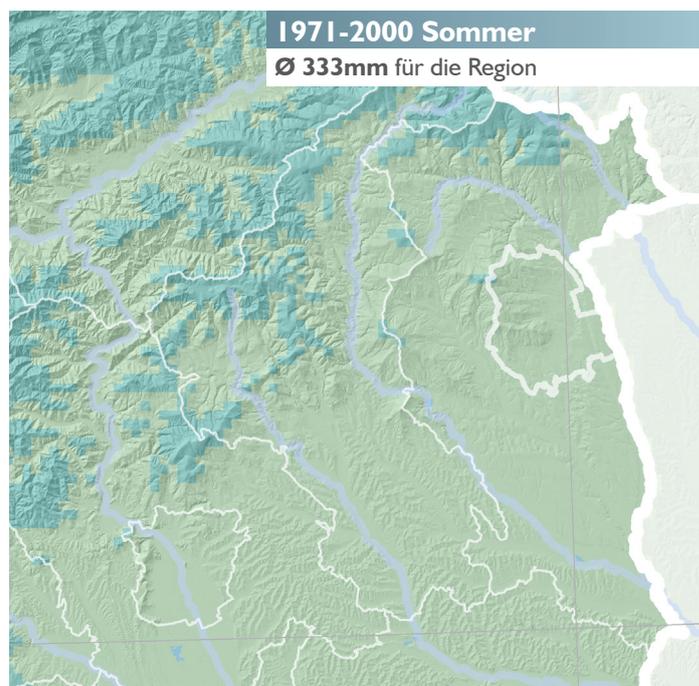
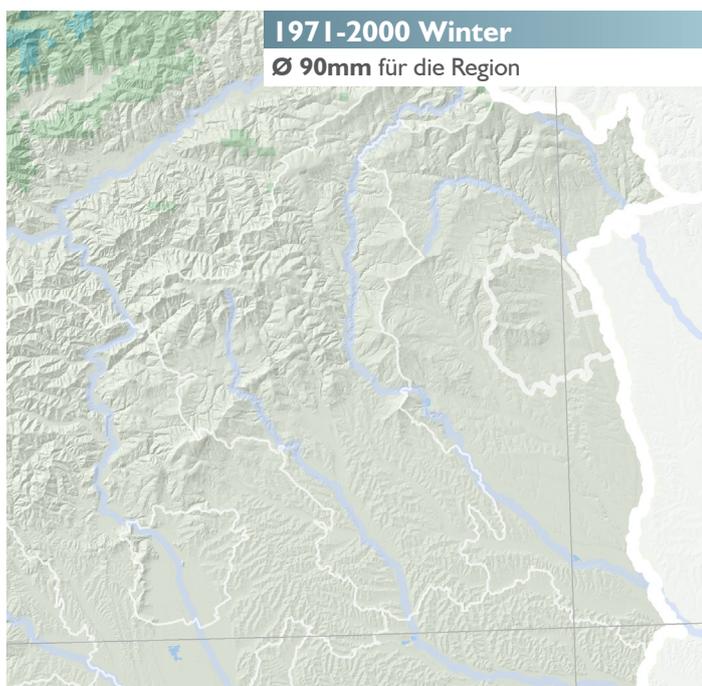
Winter: Dezember - Jänner - Februar / Sommer: Juni - Juli - August

# MITTLERER JAHRESNIEDERSCHLAG

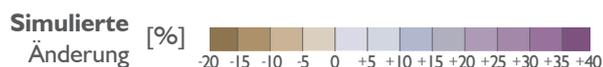
## REGION HARTBERG



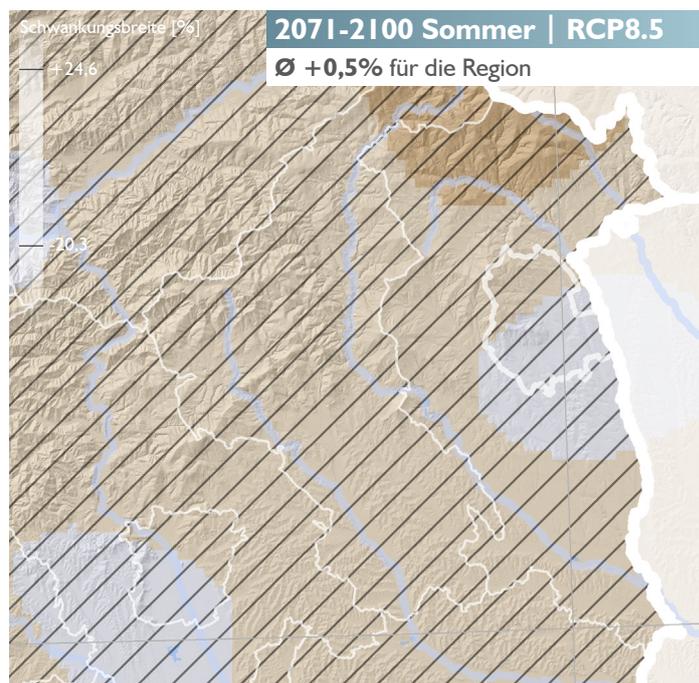
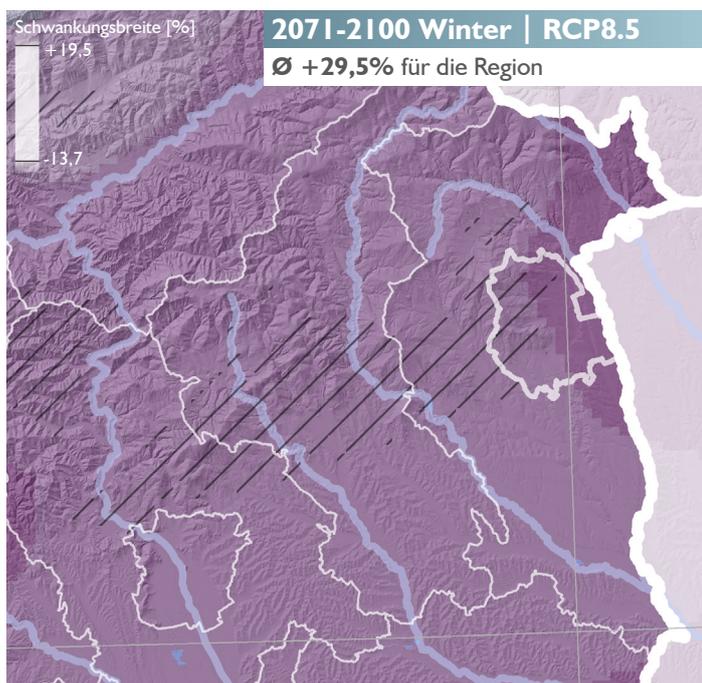
### Beobachteter Niederschlag und simulierte Niederschlagsänderung für das business-as-usual-Szenario



Geringe Modell-  
übereinstimmung



Keine signifikante  
Änderung



Winter: Dezember - Jänner - Februar / Sommer: Juni - Juli - August

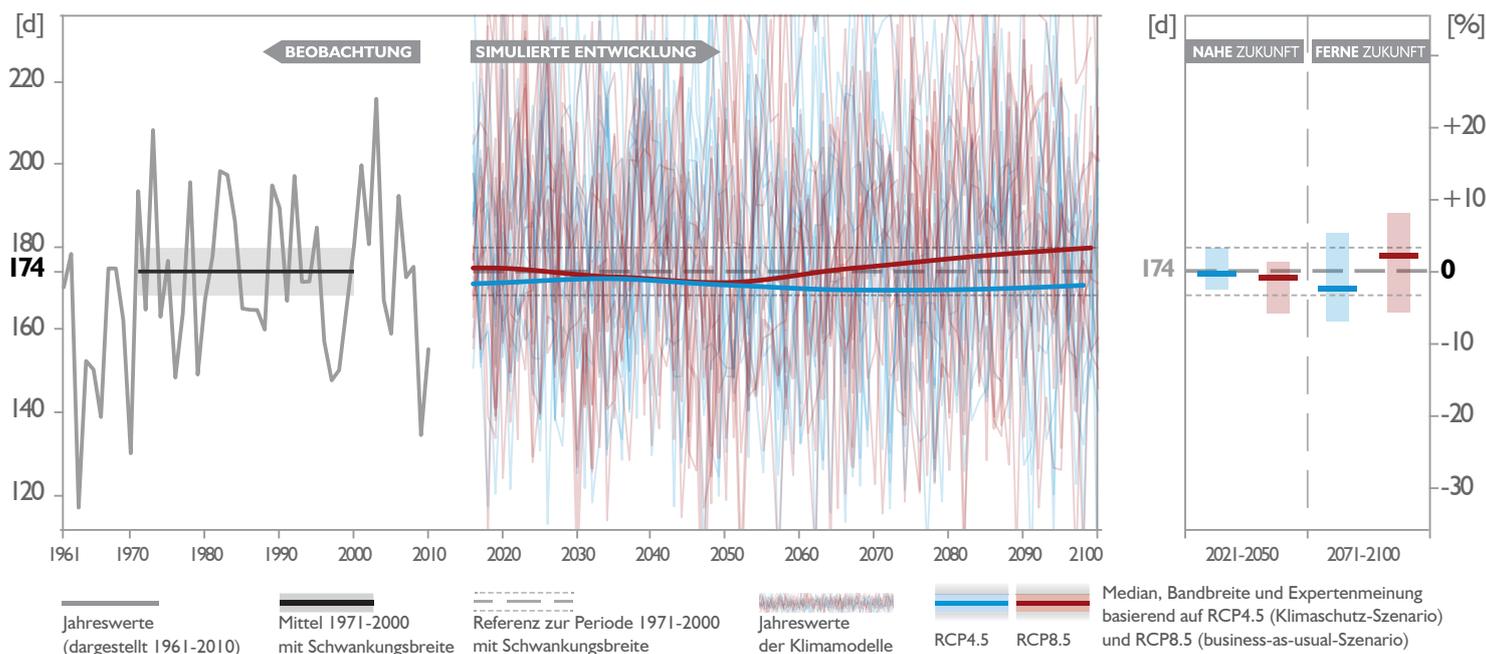
# TROCKENEPISODEN REGION HARTBERG



## Hauptaussagen

- In der Periode **1971-2000** vielen jährlich durchschnittlich **174 Tage in Trockenepisoden** (zumindest fünf aufeinanderfolgenden Tage mit Niederschlag unter 1 mm).
- In Zukunft werden tendenziell im **Winter etwas weniger** und im **Sommer etwas mehr niederschlagsfreie Perioden** erwartet.
- Generell sind diese Aussagen über zukünftigen Niederschlag mit größeren Unsicherheiten behaftet als jene über die Temperaturzunahme.
- Trotz geringer Änderung der niederschlagsfreien Perioden ist in Zukunft aufgrund erhöhter Verdunstung von Wasser **vermehrt mit landwirtschaftlich relevanter Trockenheit zu rechnen**.

## Vergangene und simulierte Entwicklung von Trockenepisoden



## Beobachtete Werte (in mm) und simulierte Änderungen von Trockenepisoden (in %)

1971-2000		2021-2050				2071-2100				
Jahreswerte		RCP4.5		RCP8.5		RCP4.5		RCP8.5		
bis	179,6	+ 2,7		+ 1,6		+ 4,7		+ 8,9		
<b>Mittel</b>	<b>173,8</b>	<b>- 0,2</b>		<b>- 0,9</b>		<b>- 2,5</b>		<b>+ 2,0</b>		
von	168,1	- 2,6		- 6,1		- 7,4		- 6,8		
		Winter	Sommer	Winter	Sommer	Winter	Sommer	Winter	Sommer	
bis	64,1	25,6	- 0,2	+ 19,5	+ 4,4	+ 16,0	+ 0,4	+ 24,1	- 2,1	+ 47,7
<b>Mittel</b>	<b>60,9</b>	<b>21,8</b>	<b>- 4,7</b>	<b>+ 5,8</b>	<b>- 4,3</b>	<b>+ 2,6</b>	<b>- 5,4</b>	<b>+ 1,6</b>	<b>- 5,8</b>	<b>+ 13,1</b>
von	57,7	17,9	- 8,9	- 4	- 8,6	- 6,1	- 9,5	- 8,7	- 11,7	+ 0,2

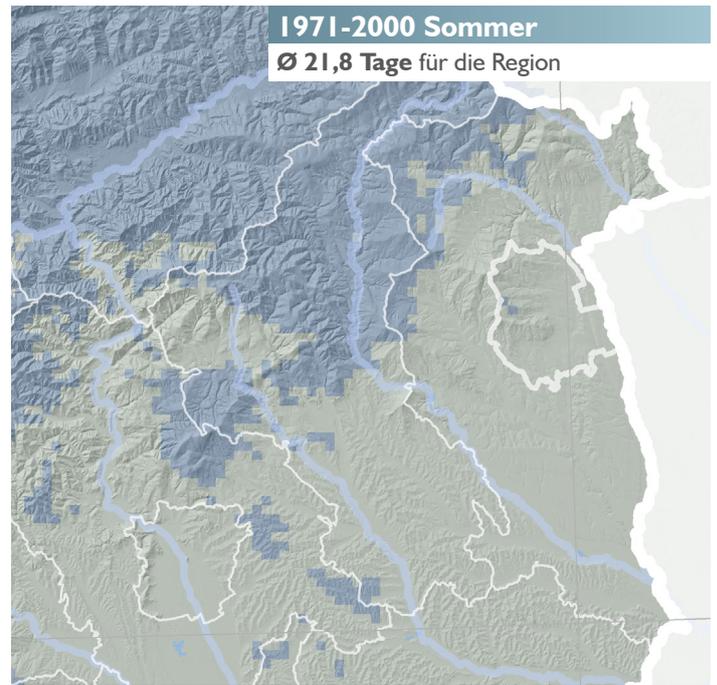
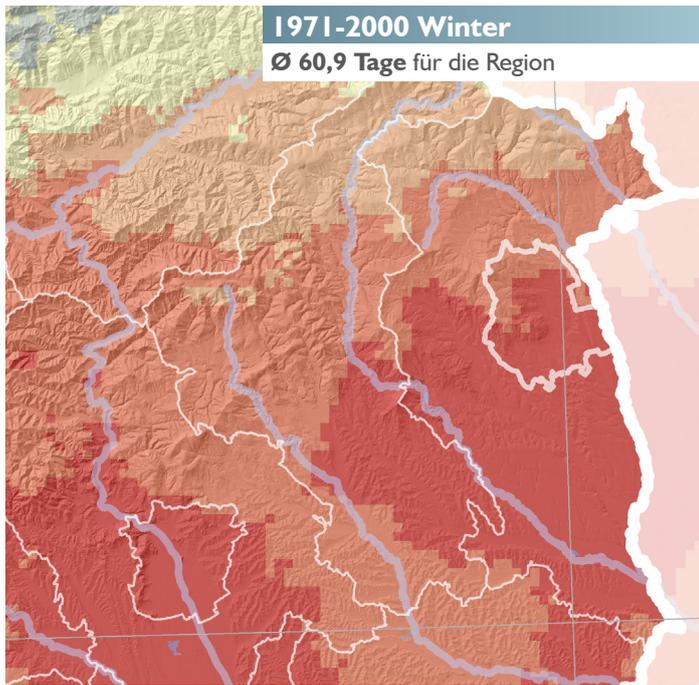
Winter: Dezember - Jänner - Februar / Sommer: Juni - Juli - August

# TROCKENEPISODEN

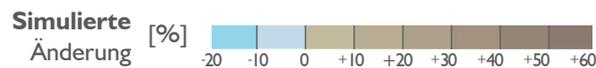
## REGION HARTBERG



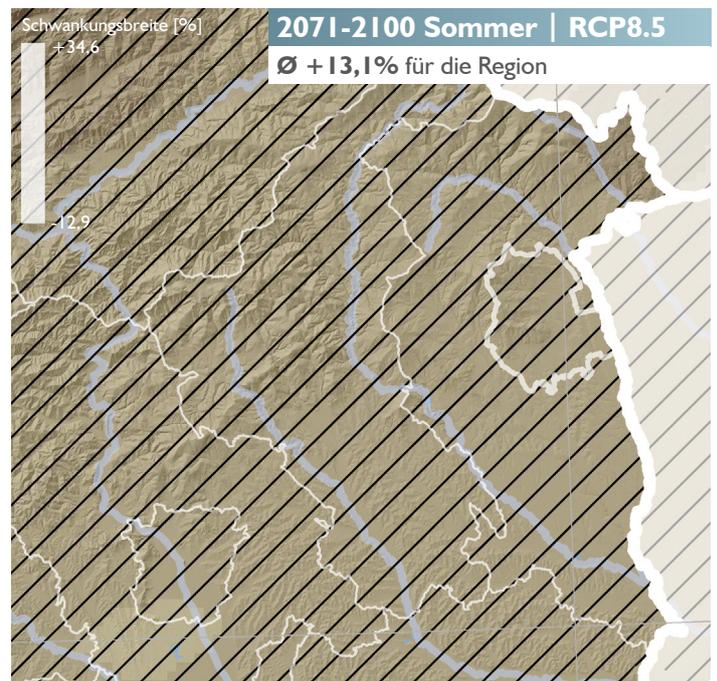
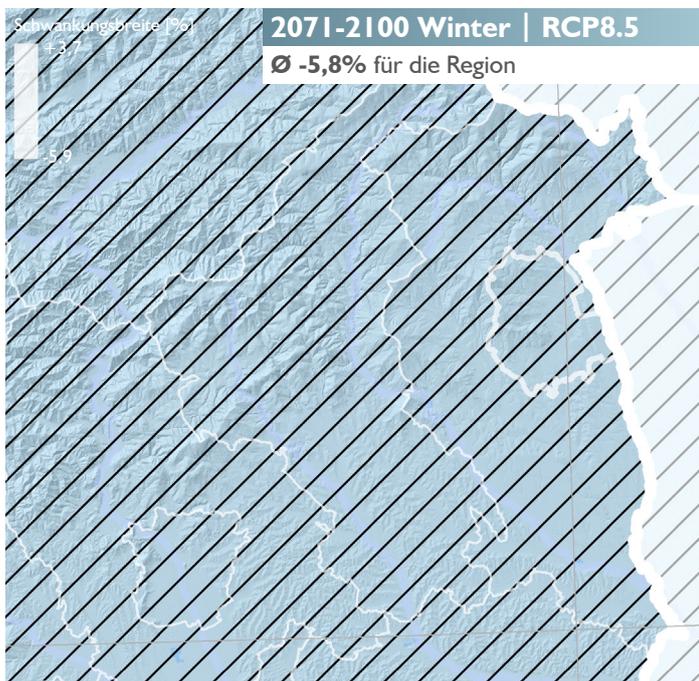
### Beobachtete Trockenepisoden und simulierte Änderung für das business-as-usual-Szenario



Geringe Modell-  
übereinstimmung



Keine signifikante  
Änderung



Winter: Dezember - Jänner - Februar / Sommer: Juni - Juli - August

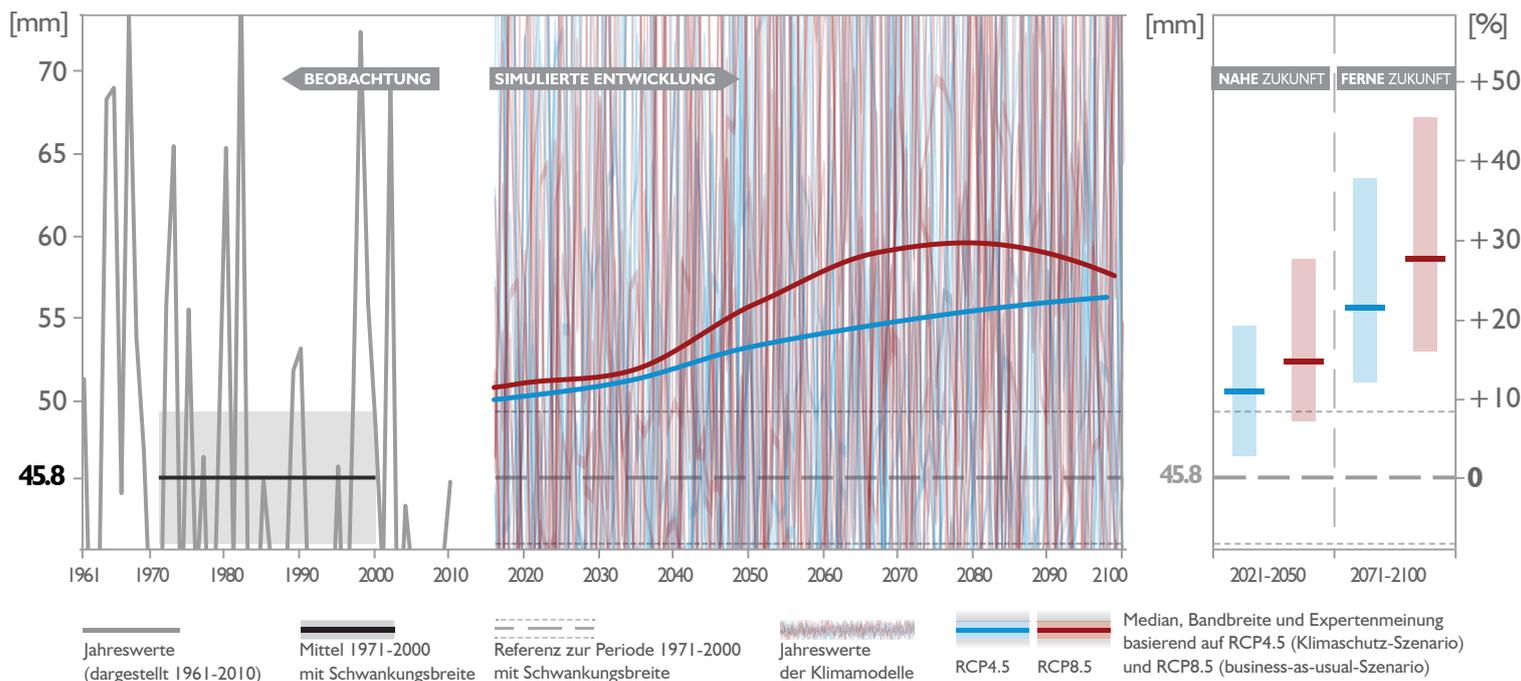
# MAX. TÄGL. NIEDERSCHLAGSMENGE REGION HARTBERG



## Hauptaussagen

- In der Periode **1971-2000** betrug der **maximale Tagesniederschlag** in einem Jahr durchschnittlich **46mm**.
- Winter wie Sommer ist mit einer **Zunahme der maximalen Tagesniederschläge** zu rechnen (bis zu 30% am Ende des 21. Jahrhunderts).
- Die erwartete Zunahme im Winter ist besser abgesichert als jene im Sommer.
- Auffällig ist, dass die **maximalen Tagesniederschläge deutlich stärker zunehmen als die mittleren Niederschlagssummen**.
- Generell sind diese Aussagen über zukünftigen Niederschlag mit größeren Unsicherheiten behaftet als jene über die Temperaturzunahme.
- Vermehrte Starkniederschläge führen zu einer Vielzahl von Herausforderungen bei der Anpassung an den Klimawandel in den Bereichen Katastrophenschutz, Wasserversorgung, Landwirtschaft und anderen.

## Vergangene und simulierte Entwicklung der maximalen täglichen Niederschlagsmenge



## Beobachtete Werte (in mm) und simulierte Änderungen der maximalen täglichen Niederschlagsmenge (in %)

1971-2000		2021-2050				2071-2100				
Jahreswerte		RCP4.5		RCP8.5		RCP4.5		RCP8.5		
bis	49,5	+ 19,8		+ 27,3		+ 37,8		+ 46,5		
<b>Mittel</b>	<b>45,8</b>	<b>+ 10,9</b>		<b>+ 15,3</b>		<b>+ 22,7</b>		<b>+ 27,6</b>		
von	42,1	+ 3,5		+ 7,6		+ 12,5		+ 16,5		
		Winter	Sommer	Winter	Sommer	Winter	Sommer	Winter	Sommer	
bis	19,3	42,5	+ 14,5	+ 21,5	+ 22,1	+ 17,2	+ 37,1	+ 32,8	+ 50,7	+ 44,1
<b>Mittel</b>	<b>16,9</b>	<b>38,9</b>	<b>+ 8,0</b>	<b>+ 3,1</b>	<b>+ 12,4</b>	<b>+ 8,9</b>	<b>+ 20,2</b>	<b>+ 18,0</b>	<b>+ 29,8</b>	<b>+ 18,7</b>
von	14,6	35,3	+ 0,3	- 4,2	+ 2,4	- 0,9	+ 9,9	- 0,9	+ 18,3	+ 0,7

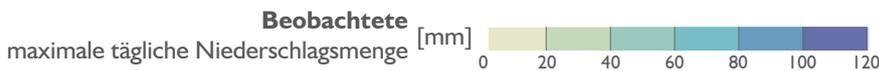
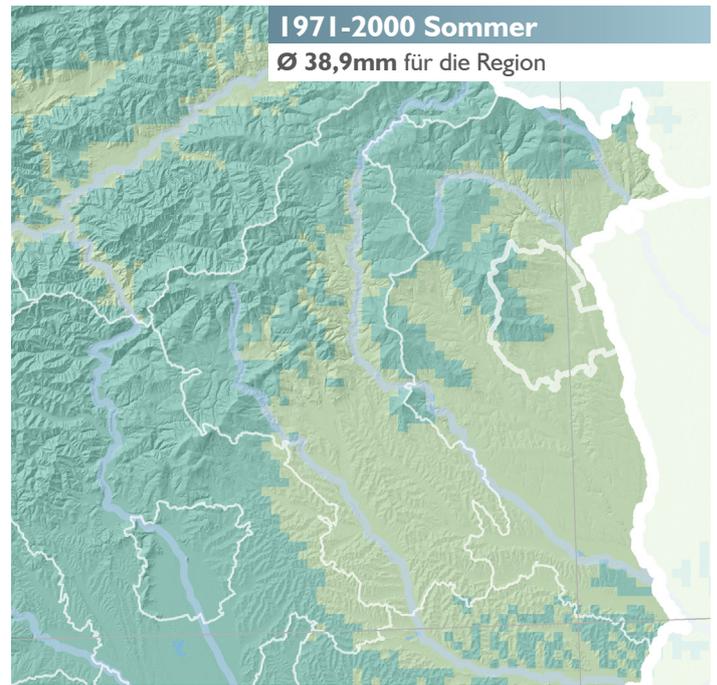
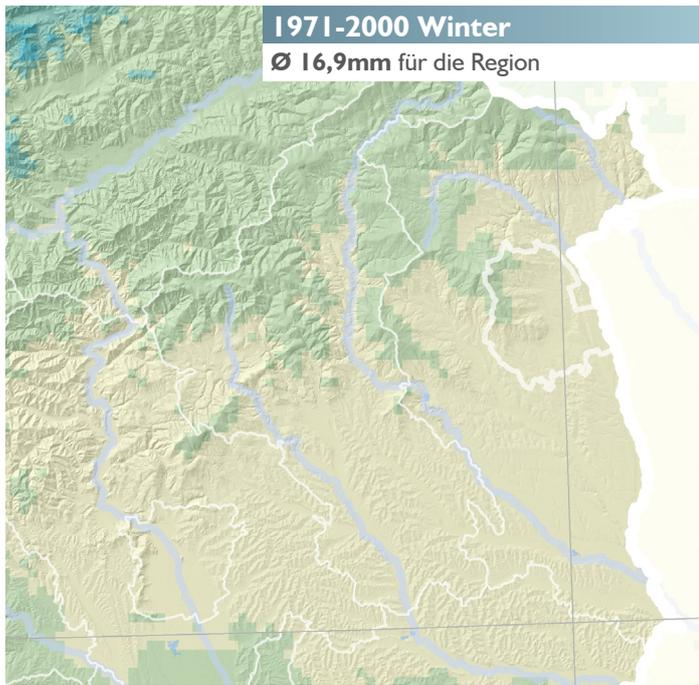
Winter: Dezember - Jänner - Februar / Sommer: Juni - Juli - August

# MAX. TÄGL. NIEDERSCHLAGSMENGE

## REGION HARTBERG



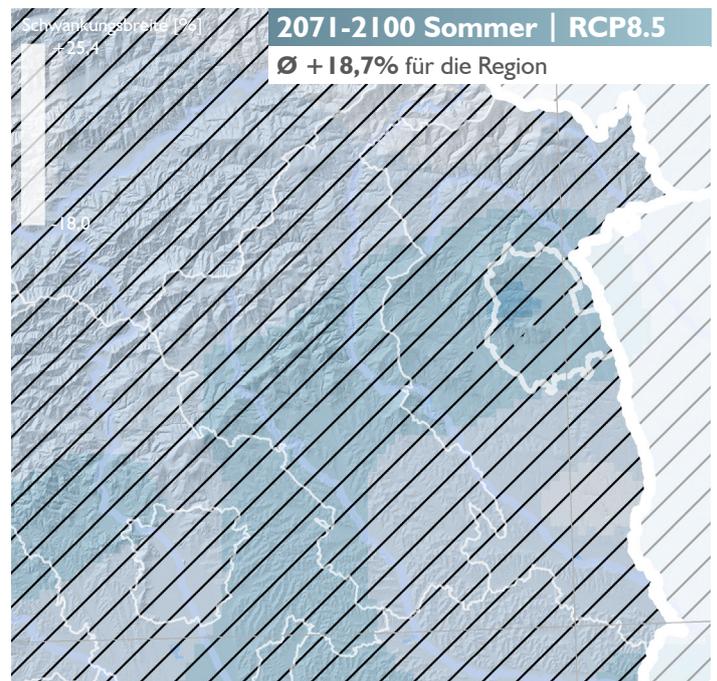
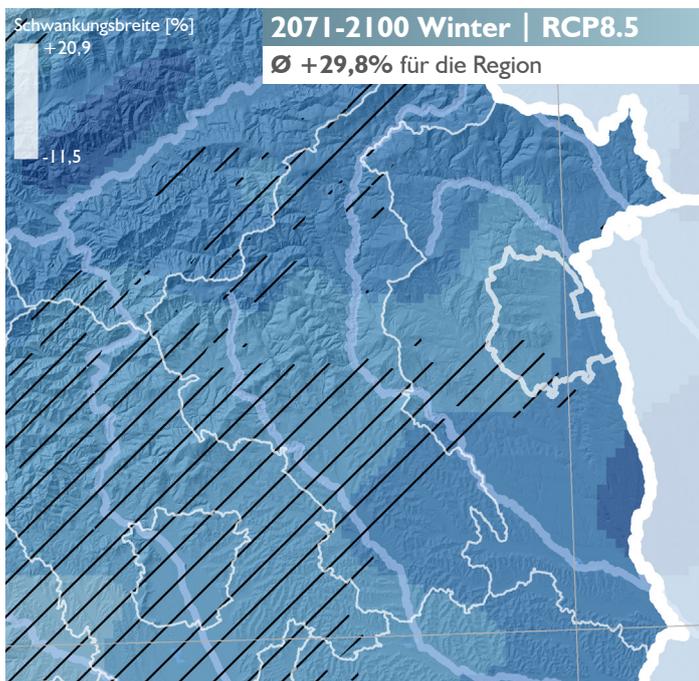
### Beobachtete maximale tägliche Niederschlagsmenge und simulierte Änderung für das business-as-usual-Szenario



Geringe Modell-  
übereinstimmung



Keine signifikante  
Änderung



Winter: Dezember - Jänner - Februar / Sommer: Juni - Juli - August