ENDBERICHT

ÖKS15 | KLIMASZENARIEN FÜR ÖSTERREICH

DATEN - METHODEN - KLIMAANALYSE

Foto: Lorenz Reinsperger

MINISTERIUM FÜR EIN LEBENSWERTES ÖSTERREICH · LAND BURGENLAND · LAND KÄRNTEN · LAND OBERÖSTERREICH · LAND SALZBURG · Das Land Steiermark · tirol · Vorarlberg · Stadt Wien

ZAMG Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik · UNI GRAZ · Wegener Center · UNIVERSITÄT SALZBURG · ZGIS

1 Inhaltsverzeichnis

1 Inhaltsverzeichnis 1
2 Einleitung 2
3 Daten 3
3.1 Beobachtungen 3
3.1.1 Stationsdaten 3
3.1.2 Gitterdaten 3
3.1.3 Unsicherheiten Beobachtungsdaten 6
3.2 Modelldaten 6
3.2.1 Treibhausgasszenarien 6
3.2.2 Modelle 8
3.2.3 EURO-CORDEX 9
3.2.4 Unsicherheiten in Zusammenhang mit Klimaprojektionen 10
4 Methoden 14
4.1 Klimaindizes 14
4.2 Natürliche Variabilität 18
4.3 Interpolation und Biaskorrektur 19
4.4 Ensemble-Median, Bandbreite, Signifikanz und Übereinstimmung 21
5 Ergebnisse 24
5.1 Klimaanalyse Vergangenheit (Österreich) 24
5.1.1 Einleitung 24
5.1.2 Temperatur „warm“ 25
5.1.3 Temperatur „kalt“ 30
5.1.4 Niederschlag 33
5.2 Klimaanalyse Zukunft (Österreich) 40
5.2.1 Temperatur „warm“: 42
5.2.2 Temperatur „kalt“: 47
5.2.3 Niederschlag: 51
6 Zusammenfassung 56
6.1.1 Klimaanalyse Vergangenheit 56
6.1.2 Klimaszenarien Zukunft 57
7 Weitere Informationen 60
8 Literatur 61

2 Einleitung

Der Klimawandel wirkt sich in vielen Bereichen durch geänderte Umweltbedingungen aus. Diese Änderungen sind regional und jahreszeitlich unterschiedlich und wirken sich auf die Gesellschaft und die Umwelt in unterschiedlicher Weise aus. Um eine robuste Grundlage für die Erarbeitung von Handlungsstrategien zur Klimawandelanpassung zu schaffen, hat das Ministerium für ein Lebenswertes Österreich (BMLFUW) gemeinsam mit den Bundesländern die Schaffung von flächendeckenden Daten und Fakten zum Klimawandel in Österreich beauftragt.

Ziel dieses, von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG), dem Wegener Center für Klima und Globalen Wandel der Universität Graz (WEGC) sowie dem Interfakultären Fachbereich für Geoinformatik – Z_GIS der Paris Lodron Universität Salzburg gemeinsam durchgeführten Projekts „ÖKS15 - Klimaszenarien für Österreich“ war es, eine Analyse des Klimas in Österreich für die Vergangenheit bis in die Zukunft (Ende des 21. Jahrhunderts) für zwei Treibhausgasszenarien – einem „business-as-usual“ Szenario und einem Klimaschutz-Szenario - durchzuführen. Dadurch wurde eine Grundlage für darauf aufbauende Detailstudien gelegt. Die Basis bildeten qualitativ hochwertige Beobachtungsdaten und die neueste Generation an regionalen Klimasimulationen, welche im Hinblick auf Änderungen von Temperatur, Niederschlag und Globalstrahlung untersucht wurden. Neben diesen meteorologischen Parametern wurden auch davon abgeleitete Klimaindizes behandelt.

Die Ergebnisse der flächendeckenden Klimaanalyse für Österreich, sowie die wichtigsten Informationen zur verwendeten Datenbasis, den angewendeten Methoden und deren Limitierungen, sind in den folgenden Kapiteln zusammengefasst. Die Klimaanalyse der einzelnen Bundesländer liegt in Form von hochwertigen Factsheets vor, die auf Anforderung auch für jede Gemeinde bereitgestellt werden kann. Außerdem stehen aufbereitete Datensätze für die GIS-Systeme von Bund und Ländern zur Information der breiten Öffentlichkeit zur Verfügung. Zusätzlich werden eigens für die Klimafolgenforschung aufbereitete Beobachtungsdatensätze sowie ein Ensemble an Klimaszenarien für das „business-as-usual“ Szenario und das Klimaschutz-Szenario über das CCCA-Klimadatenzentrum zur Verfügung gestellt.

In dem vorliegenden Bericht finden Sie in Kapitel 3 Information zu den verwendeten Daten und in Kapitel 4 zu den verwendeten Methoden sowie Erläuterungen zu den in der Klimaanalyse verwendeten Begriffen, die es Ihnen erleichtern, die die in Kapitel 5 dargestellte Ergebnisse der Klimaanalyse für Vergangenheit und Zukunft besser einzuordnen. In Kapitel 6 sind die wichtigsten Ergebnisse zusammengefasst. Die in dem Projekt aufbereiteten und bereitgestellten Daten sind im Einzelnen in Kapitel 7 aufgelistet. Für weiterführende Literatur zu den verwendeten Methoden finden Sie Hinweise in Kapitel 8. Zusätzlich existieren Begleittexte zu den Daten in separaten Dokumenten.

3 Daten

3.1 Beobachtungen

3.1.1 Stationsdaten

Im Zuge des Projekts ÖKS15 wurden Stationsdaten, sogenannte „Flagship-Stationen“ (Innsbruck-Universität, Sonnblick, Kremsmünster, Wien-Hohe-Warte und Graz-Universität), ausgewählt und aufbereitet. Diese bieten nahezu lückenlose Zeitreihen täglicher Messungen von den Parametern Lufttemperatur, Niederschlag und Sonnenscheindauer im Zeitraum von 1900 bis 2015. Die Vollständigkeit der Daten musste zumindest 95 Prozent betragen. Erforderlich sind diese langen Zeitreihen, um die später folgende flächendeckende Analyse des vergangenen Klimas mit sehr langen Stationsreihen vergleichen zu können. Für die Lufttemperatur stehen die Größen tägliches Minimum (T_{min}), tägliches Maximum (T_{max}) und ein Tagesmittel (T) zur Verfügung. Das Tagesmittel wurde dabei nicht eigens gemessen sondern wurde über eine Mittelung aus T_{max} und T_{min} berechnet.

3.1.2 Gitterdaten

Für die räumlichen Analysen des vergangenen und zukünftigen Klimas werden drei unterschiedliche gegitterte Datensätze – SPARTACUS, GPARD1 und STRAHLGRID – mit einer Auflösung von 1x1km ebenfalls im netCDF Format aufbereitet und für ÖKS15 verwendet. Diese Datensätze werden darüber hinaus auch der Klimafolgenforschung für nachfolgende Forschungsarbeiten über das CCCA-Klimadatenzentrum zur Verfügung gestellt. Des Weiteren bilden die genannten Gitterdatensätze das Fundament um die regionalen Klimamodellsimulationen auf ein flächendeckendes 1kmx1km Gitter zu rechnen.

Temperatur (SPARTACUS, Spatiotemporal Reanalysis Dataset for Climate in Austria)

Der gegitterte Beobachtungsdatensatz SPARTACUS beschreibt die räumliche Verteilung der täglichen Lufttemperatur in Österreich seit 1961. Die beiden betrachteten Parameter sind tägliches Minimum und Maximum der bodennahen Lufttemperatur, gültig jeweils für die Zeitspanne von 19 Uhr des Vortages bis 19 Uhr des betreffenden Tages. Als Eingangsdaten dienen Messungen aus dem meteorologischen Stationsnetz der ZAMG. Um ein möglichst hohes Maß an zeitlicher Konsistenz in den Analysen zu erhalten, beschränkt sich die Stationsauswahl auf die qualitätsgeprüften Daten jener etwa 115 Standorte, von denen seit 1961 beinahe durchgehende Messreihen vorliegen. Um die Qualität des Datensatzes auch an der österreichischen Staatsgrenze zu sichern, wurden weitere 38 Stationen von ausländischen Institutionen für die Berechnung genutzt. Bekannte Inhomogenitäten wurden mit Hilfe monatlicher HISTALP-Reihen ausgeglichen. Details über die Erstellung dieses Datensatzes sind in HIEBL UND FREI (2015) nachzulesen.

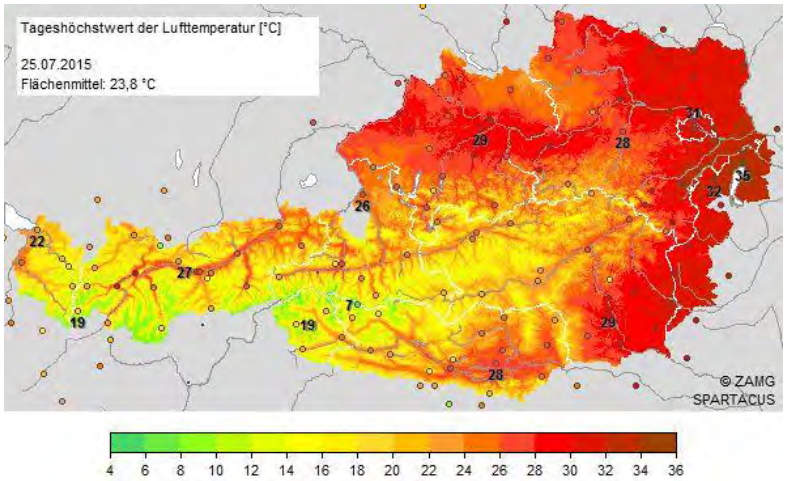


Abbildung 1: Spartacus Temperaturdatensatz: Maximum der 2m Lufttemperatur für den 25. Juli 2015

Um die Konsistenz mit den Auswertungen auf Stationsbasis zu wahren und verschiedene definierte Klimaindizes berechnen zu können, wird aus den vorliegenden Temperaturdatensätzen (Tagesminimum und Tagesmaximum) ein gegitterter Datensatz der Tagesmitteltemperatur berechnet.

Niederschlag (GPARD1, Gridded Precipitation for Austria at Daily 1 km Resolution)

Datengrundlage für die ÖKS15 Niederschlagsfelder (GPARD1) bilden tägliche Niederschlagsmessungen von 714 qualitätsgeprüften Stationsmessreihen, 540 davon aus Österreich. Die verwendeten Zeitreihen umfassen Messungen der ZAMG, des Deutschen Wetterdienstes, der hydrographischen Landesdienste, des Ministerium für ein Lebenswertes Österreich (bmlfuw) und der Slowenischen Umweltagentur. Dabei handelt es sich um 24-stündige Summen des flüssigen und festen Niederschlages, welche sich auf den Zeitraum von 07:00 Uhr des aktuellen Tages bis 7:00 Uhr des im angegebenen Datum nachfolgenden Tages beziehen. Der mit modernsten wissenschaftlichen Methoden erstellte Datensatz umfasst die Jahre 1961-2011. Die der Erstellung zugrunde liegenden Beobachtungsreihen sind nahezu vollständig und weisen eine individuelle Vollständigkeit von 98-100 Prozent auf. Die räumliche Interpolation erfolgt in zwei Schritten. Im ersten Schritt wird auf Basis von 1400 Stationswerten eine hochaufgelöste Hintergrundklimatologie erstellt. Die Methode zur Berechnung der Hintergrundklimatologie baut auf die Arbeiten von SCHWARB ET AL. (2001) und DALY et al. (2008) auf und wurde von HIEBL et al., (2011) erweitert bzw. für Österreich angepasst. Im zweiten Schritt erfolgt die Interpolation der Tageswerte des Niederschlages, basierend auf der Methode von FREI UND SCHÄR (1998) bzw. FREI et al. (2006), jedoch mit einem gradient-basierten, anisotropen Interpolationsansatz als Erweiterung.

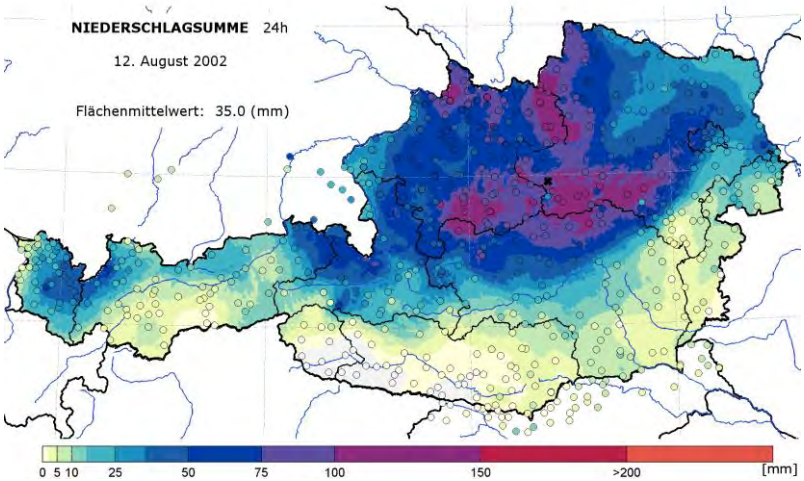


Abbildung 2: GPARD1 Niederschlagsdatensatz: Tagessumme des Niederschlages vom 12. August 2002

Strahlung, Sonnenscheindauer (STRAHLGRID, Global radiation and sunshine duration extracted from disturbance Dataset)

Dieser Datensatz enthält Tagesdaten der einfallenden kurzwelligen Strahlung und der Sonnenscheindauer von 1980-2012. In der Berechnung dieser Datensätze wurden die Topografie für beliebig geneigte und ausgerichtete Flächen mit einer Auflösung von 10 Minuten (zeitlich) und 100×100 m (räumlich) sowie Angaben des gitterpunktsabhängigen, typischen Fehlers (für die horizontale Fläche) berücksichtigt. Die Bewölkung und atmosphärische Trübung dieses Datensatzes werden aus der Differenz zwischen „Clear-Sky"-Wert (Modell) und Bodenmessung räumlich interpoliert, wobei die bodennahen Globalstrahlungswerte aus der gemessenen Sonnenscheindauer abgeleitet werden. Die Sonnenscheindauer wird aus der Dauer einer Schwellwertüberschreitung der Globalstrahlung bestimmt.

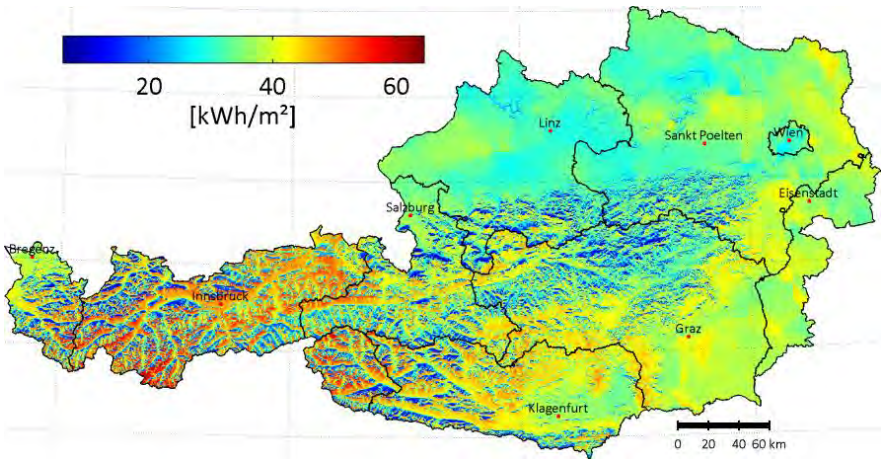


Abbildung 3: STRAHLGRID Langzeitdatensatz – Mittlere Globalstrahlung für den November projiziert auf die horizontale Fläche

3.1.3 Unsicherheiten Beobachtungsdaten

Die Auswertungen für die Klimavergangenheit basieren auf den derzeit bestmöglichen Datengrundlagen und wurden auf Basis aktuellster wissenschaftlicher Standards durchgeführt. So wurde etwa bei den Gitterdaten versucht die größtmögliche zeitliche und räumliche Konsistenz in den Daten zu gewährleisten um künstliche Variationen des Klimas – die durch eine Änderung der Stationsanzahl und -auswahl entsteht – zu unterbinden. Dazu trägt auch die Verwendung von möglichst lückenlosen Stationsreihen bei. Dennoch gibt es auch in den zugrunde liegenden Stationsreihen selbst Unsicherheiten. Diese entstehen durch die Änderung des Beobachtungstermins von 21 auf 19 Uhr ab 1971, durch Änderungen im Aufstellungsort einer Station, durch die Änderung der Umgebung der Station, sowie durch Wechsel der verwendeten Messgeräte selbst. Darüber hinaus wird die Qualitätskontrolle der gemessenen Rohdaten ständig weiter entwickelt was zu geringfügigen Änderungen in den verfügbaren geprüften Stationsreihen führen kann. Darüber hinaus existieren auch intrinsische Unsicherheiten in den gegitterten Datensätzen. So bieten diese zwar eine technische Auflösung von 1 km an, die zugrunde liegende Stationsdichte – in Kombination mit der Skaligkeit der dahinter stehenden meteorologischen Prozesse – lässt je nach Jahreszeit und Region jedoch nur eine reale Auflösung von etwa 5 km –10 km zu. Beispielsweise wird kleinräumige Konvektion im Niederschlagsdatensatz im Allgemeinen nicht hinreichend, flächiger Niederschlag jedoch sehr gut erfasst. Strahlung wiederum kann von einem zum anderen Ort oder auch von einer zur anderen Minute starke Sprünge aufweisen, dies wird ebenfalls nicht hinreichend im Gitterdatensatz erfasst. Damit ist es trotz aller Bemühungen und eingehaltener wissenschaftlicher Standards nicht möglich die Realität perfekt abzubilden, es verbleiben folglich Unsicherheiten in den Klimaanalysen.

3.2 Modelldaten

3.2.1 Treibhausgasszenarien

Die zukünftigen Treibhausgasemissionen hängen von einer Reihe von sozioökonomischen und politischen Gegebenheiten ab, und werden sich je nach Bevölkerungswachstum, Energie- und Nahrungsmittelproduktion sowie technischen Innovationen unterschiedlich entwickeln. Während in der Vergangenheit SRES-Emissionsszenarien (NAKICENOVIC ET AL., 2000) herangezogen wurden, die aufgrund unterschiedlicher Annahmen zur ökologischen, sozialen und ökonomischen Entwicklung zukünftige Emissionen prognostizierten, so ist man mit dem fünften Sachstandsbericht des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC-AR5) zur Verwendung der sogenannten repräsentativen Konzentrationspfade RCPs (Representative Concentration Pathways; MOSS et al., 2010) übergegangen. Diese gehen nun nicht mehr von einer vermutlichen Menschheitsentwicklung samt damit verbundener Emissionen aus, sondern definieren festgelegte Treibhausgaskonzentrationen, also Strahlungsantriebe, welche durch die anthropogene

Verstärkung des Treibhauseffekts entstehen können. Diese festgelegten Energiezunahmen (Strahlungsantriebe) definieren einen Konzentrationsverlauf bis ins Jahr 2100 (Erweiterungen bis 2300) und sind konsistent mit verschiedenen möglichen sozioökonomischen Entwicklungen.

In den RCPs können also unterschiedliche Kombinationen von Treibhausgas- und Aerosolausstößen in Verbindung mit verschiedenen Maßnahmen zum Klimaschutz zu ein und demselben Konzentrationspfad führen. Somit stellen die RCPs „wenn-dann" Entwicklungen für die Klimazukunft dar und lassen deren Umsetzung offen. Häufig verwendete Szenarien sind RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0, RCP8.5, bei welchen die Zahl jeweils für den Zuwachs des Strahlungsantriebs im Vergleich zum vorindustriellen Wert steht. Die Szenarien können bezüglich der Energiezunahme als relativ niedrig (2.6 W/m²), mittel (4.5 W/m²), hoch (6.0 W/m²) und sehr hoch (8.5 W/m²) eingestuft werden. Während im RCP8.5 das Wirtschaftswachstum wie bislang zum Großteil auf der Verbrennung fossiler Energieträger beruht, und keinerlei Maßnahmen zum Klimaschutz unternommen werden, zeichnet das RCP2.6 ein optimistisches Bild, mit verstärkten globalen Klimaschutzbemühungen. Die Unterschiede der einzelnen SRES und RCP Szenarien in der globalen CO_2-Konzentration ist in Abbildung 4 zu finden.

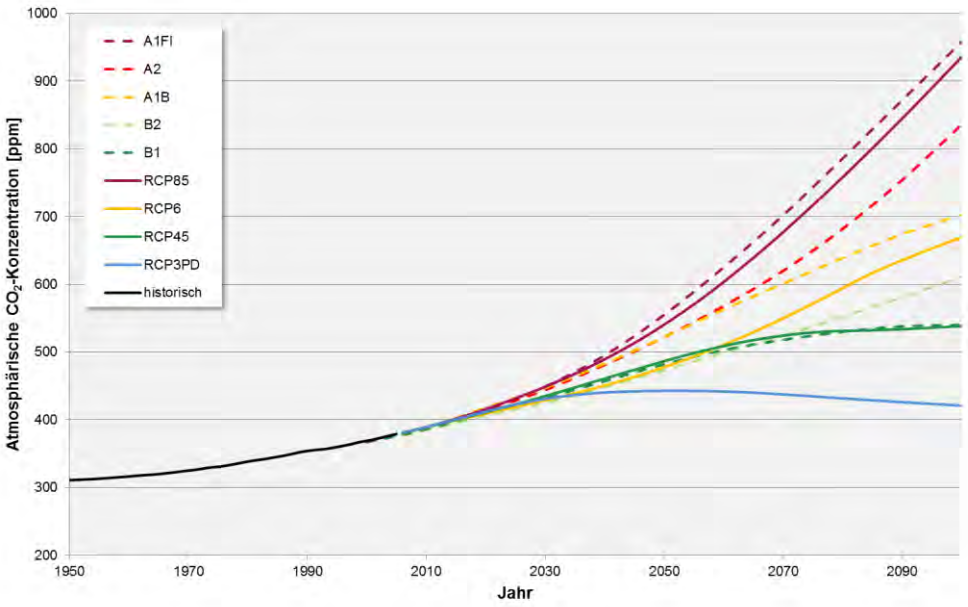


Abbildung 4: Atmosphärische CO2-Konzentrationen [ppm] entsprechend der bisherigen SRES (gestrichelt) und der aktuellen RCP (durchgezogen) Szenarien. Die schwarze Linie zeigt die historischen Konzentrationen. Aus KOTLARSKI UND TRUHETZ (in Druck).

Dem RCP2.6 liegt der Wunsch zugrunde, den globalen Temperaturanstieg gegen Ende des 21. Jahrhunderts auf etwa 2°C zu stabilisieren. Das Erreichen des 2°-Ziels wird daher mit dem RCP2.6 assoziiert. Zum Erreichen des kürzlich definierten 1,5°C Ziels liegen derzeit noch keine Treibhausgasszenarien vor. Das moderate RCP4.5 entspricht einem Szenario mit gewissen Maßnahmen zur Emissionsminderung, in dem die Ausstöße bis 2070 unter den heutigen Wert sinken. Damit stabilisiert sich der zusätzliche Strahlungsantrieb bei 4,5 W/m² im Jahr 2100, während

beim RCP6.0 die Maßnahmen aufgrund der größeren Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen die Emissionen erst gegen Ende des Jahrhunderts sinken lassen und die Konzentrationen ab 2100 gleich bleiben.

In ÖKS15 wurde aufgrund mangelnder Verfügbarkeit einer ausreichenden Anzahl an RCP2.6 und RCP6.0 Simulationen das „business as usual"-Szenario mit ungebremstem Ausstoß an Treibhausgasen (RCP8.5) und das moderate Szenario mit wirksamen Klimaschutzmaßnahmen (RCP4.5) verwendet.

3.2.2 Modelle

Klimamodelle sind vereinfachte Abbildungen des Klimasystems in Form mathematischer Gleichungen. Sie beschreiben die für das Klima und seine Veränderung wichtigen Komponenten und Prozesse und werden auf Hochleistungscomputern betrieben. Die Erde und die zugehörigen Atmosphärenschichten werden dafür mit einem gedachten dreidimensionalen Gitter umspannt und in jeder Gitterzelle, die mit ihren Nachbarzellen 'kommuniziert', werden die mathematischen Gleichungen, die Veränderungen von Temperatur, Druck, Feuchte und anderer Variablen ausdrücken, gelöst. Globale Klimamodelle (Global Climate Models, GCMs), welche die komplexen dreidimensionalen Vorgänge in der Atmosphäre und den Ozeanen für den gesamten Globus simulieren, haben derzeit aufgrund des hohen Rechenaufwands eine horizontale Auflösung (Gitterweite) von wenigen hundert Kilometern (TAYLOR ET AL., 2012). Um für kleinräumigere Gebiete wie zum Beispiel Österreich realistische Aussagen treffen zu können, werden feiner aufgelöste Modelle, so genannte Regionalmodelle (Regional Climate Models, RCMs) eingesetzt. Sie basieren auf denselben physikalischen Grundprinzipien wie die globalen Modelle, betrachten jedoch einen kleineren Ausschnitt des globalen Gitters mit erhöhter Auflösung. In zahlreichen nationalen und internationalen Klimamodellierungsaktivitäten sind derzeit Auflösungen mit Gitterweiten von etwa 10 km erreichbar.

Durch diese hohe Auflösung gelingt es, die räumliche Strukturierung der Erdoberfläche, wie sie beispielsweise durch Gebirge, Landbedeckung und -nutzung (Vegetation, urbane Gebiete, Schnee und Eis), aber auch durch Küstenlinien (Seen, Ozeane) gegeben ist, besser zu erfassen. Damit profitieren auch Vorgänge, die mit dieser räumlichen Strukturierung zusammenhängen (beispielsweise die Verteilung des Niederschlags im Alpenraum hervorgerufen durch Nord- oder Südstaulagen). Regionalmodelle werden im Rahmen des sogenannten dynamischen Downscalings in die Globalmodelle eingebettet. Das heißt sie erhalten an den seitlichen Modellrändern ihres feinmaschigen Gitters Antriebsdaten aus den GCMs. Die Ergebnisse der Regionalmodelle werden als „Klimaprojektionen" bezeichnet. Diese Klimaprojektionen ergeben sich jeweils aus der Modellkette von einem Szenario der künftigen Treibhausgaskonzentration, einem globalen und einem regionalen Klimamodell. Durch die Verkettung von GCMs und RCMs ist man in der Lage, die Auswirkungen sich ändernder globaler Treibhausgaskonzentrationen auf eine regionale Ebene zu übertragen. In der Natur gibt es jedoch zahlreiche Vorgänge, die auf so kleinen Längen- oder

Zeitskalen ablaufen (z.B. Turbulenz, lokale Gewitter), dass sie selbst von den feineren Gittern der Regionalmodelle nicht explizit aufgelöst werden können. Um dennoch ihren Einfluss auf die auflösbaren Skalen zu berücksichtigen, werden vereinfachte empirische/statistische Formeln (Parametrisierung) zur Prozessbeschreibung herangezogen.

Da die verschiedenen Klimamodelle zwar auf denselben physikalischen Prinzipien beruhen, sich jedoch in ihrer Implementierung (z.B. Anzahl der verwendeten vertikalen Atmosphärenschichten), Numerik und Parametrisierung unterscheiden, liefern sie unterschiedliche Simulationsergebnisse. Aus heutiger Sicht repräsentiert jede Einzelsimulation im Rahmen ihrer individuellen Stärken und Schwächen einen plausiblen möglichen Zustand des Klimasystems. Zur Abschätzung der möglichen zukünftigen Klimaentwicklung kann daher nicht zwischen den einzelnen Simulationen unterschieden werden – alle Simulationen müssen als gleichwertig betrachtet werden. Andererseits verhindert die Komplexität des Klimasystems prinzipiell eine exakte Vorhersage. Um beiden Umständen gerecht zu werden ist man bemüht, eine möglichst große Anzahl (ein großes Ensemble) an Simulationen pro Treibhausgasszenario zu verwenden. Dies führt zwangsläufig dazu, dass eine mögliche Klimaentwicklung nur auf eine gewisse Bandbreite eingegrenzt werden kann. Aufgrund der Unvollkommenheit des aktuellen Erkenntnisstandes über das Klimasystem der Erde sowie der Unvollkommenheit der Klimamodelle kann die tatsächliche zukünftige Klimaentwicklung, selbst bei einem großen Modell-Ensemble, auch außerhalb der simulierten Bandbreiten liegen.

In der vorliegenden Studie wurde sowohl ein Ensemble an Regionalmodellen, als auch ein Ensemble an Globalmodellen, die diese antreiben (die Information an den Gitterrändern liefern), verwendet. Das heißt, sechs Regionalmodelle wurden mit fünf verschiedenen Globalmodellen so kombiniert, dass je Treibhausgasszenario insgesamt dreizehn unterschiedliche Klimaprojektionen entstanden. Die Koordinierung dieser Kombinationen erfolgte im Rahmen des im Folgekapitel beschriebenen internationalen Projekts EURO-CORDEX. Dieses Ensemble wurde zusätzlich durch Expertenwissen ergänzt, um zu möglichst belastbaren Aussagen zu gelangen.

3.2.3 EURO-CORDEX

Für die regionale Analyse des in Österreich zu erwartenden Klimawandels wurde die neueste Generation regionaler Klimamodelle herangezogen. Diese wurde im Zuge von EURO-CORDEX (www.euro-cordex.net) (JACOB ET AL., 2014), dem europäischen Zweig des Regional Climate Downscaling Experiment (CORDEX; www.cordex.org) in hoher Detailliertheit entwickelt. Ziel von CORDEX, einer Initiative des World Climate Research Programme (WCRP; www.wcrp-climate.org) ist die koordinierte Erstellung verbesserter regionaler Klimaszenarien für alle Landregionen der Erde basierend auf dynamischen und statistischen Downscalingverfahren und den globalen Antriebsdaten aus dem Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 (CMIP5; www.cmip-pcmdi.llnl.gov/cmip5) (TAYLOR ET AL., 2012). Neben einer koordinierten Evaluierung und Weiterentwicklung von Downscalingmethoden ist die dezidierte Förderung der Interaktion zwischen Klimamodellierern und Nutzern von Klimaprodukten ein weiteres Kernziel des CORDEX Projekts.

Insgesamt sind mehr als 60 regionale Klimasimulationen mit einer Gitterweite von 12,5 km und mehr als 80 regionale Klimasimulationen mit einer Gitterweite von 50 km jeweils aufgeteilt auf die Treibhausgasszenarien RCP2.6, RCP4.5 und RCP8.5 geplant.

Bisherige Untersuchungen (z.B. PREIN ET AL., 2016) haben gezeigt, dass die höher aufgelösten (12,5 km Gitterweite) Simulationen besonders im komplexen Gelände (wie beispielsweise im Alpenraum, Skandinavien oder den Karpaten) durchgehend deutlich geringere Abweichungen zu beobachteten Niederschlagsdaten aufweisen – sowohl auf saisonaler Basis als auch in den Extremen. Aufgrund dieses Vorteils beschränkt sich ÖKS15 ausschließlich auf die hochaufgelösten Simulationen zur Erstellung der österreichischen Klimaprojektionen.

Derzeit (Stichtag 15. Juni 2015) liegen Resultate von 13 regionalen Klimasimulationen in EURO-CORDEX in einer horizontalen Auflösung von 12,5 km jeweils für die Treibhausgasszenarien RCP4.5 (moderate Entwicklung) und RCP8.5 (business as usual) vor. Für RCP2.6 existiert nur eine Simulation, weshalb eine Analyse des mit RCP2.6 assoziierten 2°C Zieles in ÖKS15 nicht durchgeführt wurde.

Die 13 aus EURO-CORDEX verwendeten Klimaprojektionen pro Treibhausgasszenario sind in Abbildung 5 dargestellt.

GCM/RCM	ALADIN	ARPEGE	CCLM	HIRHAM5	PROMES	RACMO	RCA	RegCM	REMO	WRF	sum
ACCESS1-3											
CanESM2											
CCSM4											
CNRM-CM5	1	1	1				1				3
CSIRO-Mk3-6-											
EC-EARTH			1	1	1	1	1				3
GFDL-ESM2M											
HadGEM2-ES			1			1	1				3
IPSL-CM5A-MR							1			1	2
MIROC5			1								
MPI-ESM-LR			1				1		2	1	2
NorESM1-M											
sum	1		4	1		1	5			1	**13**

Abbildung 5: Kombinationen von Global- (GCMs) und Regionalmodellen (RCMs) aus EURO-CORDEX zur Generierung von Klimaprojektionen für die Treibhausgasszenarien RCP4.5 und RCP8.5 mit einer Auflösung von 12,5 km. Die Matrix zeigt verfügbare (grün), laufende (orange) und geplante (rot) Simulationen zum Stichtag 15. Juni 2015

3.2.4 Unsicherheiten in Zusammenhang mit Klimaprojektionen

Klimaprojektionen stellen plausible mögliche Entwicklungen des Klimas unter Einfluss definierter anthropogener Aktivitäten dar, sie sind aber keine konkreten Vorhersagen des tatsächlichen künftigen Klimageschehens. Es gibt eine Reihe von Faktoren, die es bei der Interpretation von Modellergebnissen zu berücksichtigen gilt, und deren Quantifizierung und Kommunikation in den vergangenen Jahren zunehmend wissenschaftliche Beachtung geschenkt wird. Grob können Unsicherheiten in die Bereiche externe Einflussfaktoren, inhärente Variabilität, und Modellunsicherheit sowie deren jeweilige Wechselwirkungen gegliedert werden. Zu den externen Einflussfaktoren gehören jene natürlichen Ursprungs wie Vulkanausbrüche und Veränderungen der Sonnenaktivität, aber auch solche, die durch den Menschen verursacht werden, allen voran die anthropogenen Treibhausgasemissionen. Dieser Unsicherheit, die aus nicht abzusehenden

Entwicklungen hinsichtlich Bevölkerungswachstum, technologischem Fortschritt, wirtschaftlichen Aktivitäten und Maßnahmen zum Klimaschutz resultiert, wird durch die Verwendung der in Kapitel 3.2.1 beschriebenen Konzentrationspfad-Szenarien, welche eine große Bandbreite an möglichen Entwicklungen abdecken, Rechnung getragen. Das Klimasystem ist komplex, dynamisch und nicht-linear. Daraus ergibt sich eine weitere Unsicherheit, die natürliche interne Variabilität, unter der man Fluktuationen versteht, die durch spontane Prozesse und Rückkopplungen im Klimasystem auf nahezu allen räumlichen und zeitlichen Skalen erzeugt werden. Sie entsprechen dem chaotischen Teil des Systems, der in seiner Vorhersagbarkeit stark limitiert ist.

Je weiter Klimaprojektionen in die Zukunft reichen, desto größer wird der Anteil der Treibhausgasszenarien und desto kleiner der Anteil der internen Variabilität an der Gesamtbandbreite. Abbildung 6 stellt diesen Sachverhalt exemplarisch für Klimaprojektionen der Mitteltemperatur im Winter in Europa errechnet aus Globalmodellen dar.

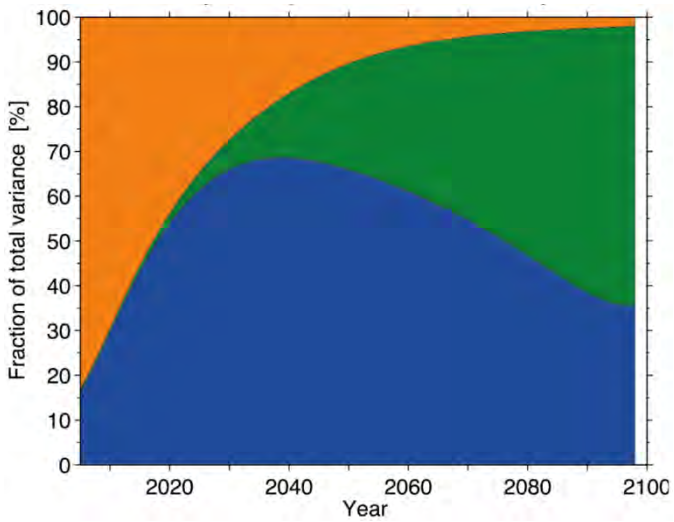


Abbildung 6: Zusammensetzung der Bandbreite von Klimaprojektionen aus Globalmodellen der Mitteltemperatur im Winter in Europa. Der relative Anteil der internen Variabilität (orange) nimmt gegen Ende des 21. Jahrhunderts ab, während sich der Anteil der Treibhausgasszenarien (grün) stetig wächst und schließlich die Unsicherheit der Globalmodelle (blau) übersteigt. Aus KIRTMAN ET AL. (2013).

Kommen Regionalmodelle zum Einsatz, kommt deren Unsicherheit hinzu. Eine Analyse des Anteils der RCMs an der Gesamtmodellunsicherheit wurde von HEINRICH et al. (2013) basierend auf das ENSEMBLES (HEWITT und GIGGS, 2004) Ensemble, wo 15 hoch aufgelöste (25 km Gitterweite) regionale Klimaprojektionen für Europa, die unter Annahme des Emissionsszenarios A1B bis Ende des 21. Jahrhunderts reichen, erstellt wurden. HEINRICH et al. (2013) konnten zeigen, dass der Einfluss der RCMs an der Gesamtmodellunsicherheit im Alpenraum je nach betrachteter meteorologischer Größe und Saison variiert: der Einfluss der RCMs gegen Ende des 21. Jahrhunderts ist für die saisonale Niederschlagssumme im Sommer mit 44,1 % am größten, und übersteigt bei der saisonalen Globalstrahlung mit etwa 60 % den Anteil der GCMs im Frühling, Sommer und Winter (siehe Abbildung 7).

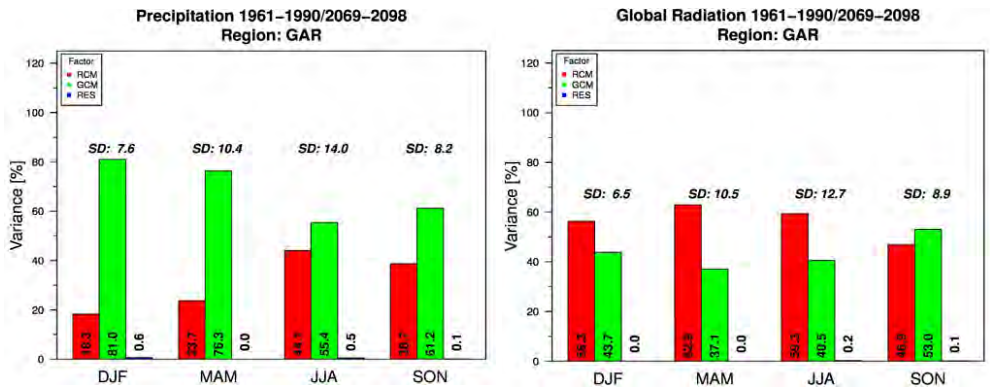


Abbildung 8: Anteile der RCMs (rote Balken) und GCMs (grüne Balken) an der Gesamtmodellunsicherheit für saisonalen Niederschlag (links) und saisonale Globalstrahlung (rechts) im Alpenraum Ende des 21. Jahrhunderts. Errechnet aus dem ENSEMBLES Ensemble. Aus HEINRICH ET AL. (2013)

Ein weiterer Punkt ist, dass manche Aspekte unseres Klimas trotz der sich stets weiterentwickelnden wissenschaftlichen Erkenntnis noch immer unzureichend verstanden werden. Vor allem in Bezug auf Wolkenentstehung, Rückkopplungen und kleinräumige Vorgänge können bisher nicht alle Abläufe hinreichend erklärt werden.

Wie alle Modelle stellen auch Klimamodelle nur eine vereinfachte Abbildung der Wirklichkeit dar. Trotz der gemeinsamen Basis der physikalischen Grundgleichungen, liegt es im Erwägungsbereich der jeweiligen Modellierer welche Prozesse in welcher Form dargestellt werden, wie sie numerisch implementiert werden, und welche Abläufe wie parametrisiert werden. Durch die Verwendung von Ensembles, also Gruppen von verschiedenen Modellen, die jeweils auch unterschiedlich aufgebaut sind, versucht man diese Unsicherheiten abzubilden und die Bandbreite der möglichen Klimaentwicklungen darzustellen. Im Fall von Regionalmodellen sind nicht nur die Unsicherheiten der jeweiligen RCMs allgegenwärtig, sondern es pflanzen sich auch Schwächen der Globalmodelle, deren Ergebnisse als Eingangsdaten verwendet werden, sowie Unsicherheiten bezüglich der Treibhausgaskonzentrationen fort, sodass sich letztlich in den Simulationen aggregierte Abweichungen von Beobachtungsdaten (sogenannte Bias) einstellen. Um diesen Bias entgegenzuwirken, werden statistische Korrekturverfahren (siehe Kapitel 4.3) eingesetzt. Auch diese statistischen Korrekturverfahren stellen Vereinfachungen dar, und führen somit zu einem weiteren Glied in der Unsicherheitskette. Es besteht ferner die Möglichkeit, dass es Prozesse gibt, welche von der gesamten Modellkette (GCM-RCM-Statistik) nicht erfasst werden, die aber die Ergebnisse der Simulationen prinzipiell in Frage stellen könnten. Einer dieser Prozesse, der von keinem der verwendeten Ensemble-Modelle adäquat abgebildet wird, ist jener der Konvektion, also das Aufsteigen von Luftmassen, das rasch zu gewitterartigen Zuständen führt. Konvektive Prozesse werden erst ab Modell-Gitterweiten von etwa 4 km (WEISMANN ET AL., 1997) zufriedenstellend erfasst. Allerdings ist die benötigte Rechenleistung, die für diese konvektionserlaubenden Modelle (convection permitting models; CPMs) für ein größeres Gebiet (wie zum Beispiel den Alpenraum) benötigt wird, bereits enorm: eine Erhöhung der Auflösung von 12 km auf 3 km bedeutet (bei gleich großem Modellgebiet) eine Erhöhung der Rechenressourcen um den Faktor 64. Bisher gibt es nur

wenige Studien in denen CPMs verwendet wurden und die untersuchten Gebiete und Zeiträume sind stark begrenzt. Es konnte jedoch gezeigt werden, dass sich die simulierte Klimaänderung für Niederschlag im Sommer bei konvektionserlaubender Auflösung zum Teil gravierend ändert (KENDON ET AL., 2014; BAN ET AL., 2015). Bei der Interpretation der Niederschlagsprojektionen ist daher vor allem in Bezug auf Extremereignisse Vorsicht geboten.

4 Methoden

4.1 Klimaindizes

Um eine möglichst umfassende Abschätzung des Klimas und dessen Änderung ableiten zu können, hat das Projektteam gemeinsam mit den Auftraggebern und den beteiligten Fachreferaten der Länder eine Liste von Klimaindizes erarbeitet. Dabei fiel die Wahl auf möglichst intuitive und statistisch robuste Klimakenngrößen welche von möglichst wenig zusätzlichen Annahmen ausgehen und die mit den im Projekt zur Verfügung stehenden Datensätzen und Ressourcen berechnet werden können. So ist eine Liste mit sogenannten „27 ÖKS15–Klimaindizes“ entstanden, die auf Monats-, saisonaler und Jahresbasis sowie als langjähriges Klimamittel jeweils aus den Gitterdaten und für die „Flagship-Stationen“ abgerechnet worden sind. Je nach Index umfassen die Zeitreihen die Periode 1961–2011 (temperatur- und niederschlagsbasiert) oder 1981–2012 (strahlungsbasiert). Das Klimamittel bezieht sich in Absprache mit den Auftraggebern auf die Klimaperiode 1971–2000 und dient auch als Referenzperiode für die Analyse der Klimazukunft.

Im Zuge der Analyse hat sich gezeigt, dass es fachlich wenig Sinn macht Klimaindizes auszuwerten die auf Perioden mit einer Mindestdauer basieren, wie zum Beispiel 5-Tages-Hitzeepisoden. Durch die Definition der Erreichung eines Schwellwertes in Kombination mit einer Mindestlänge der Episode kommt es zum zufälligen Auftreten oder Nicht-Auftreten solcher Episoden. Darüber hinaus sind die Zeitreihen dieser Indizes, aufgrund ihrer schiefen Verteilung und willkürlichen Vernachlässigung von Perioden die kürzer als die erforderliche Mindestdauer sind, statistisch nicht auswertbar oder interpretierbar und sehr anfällig auf künstliche, nicht reale Änderungssignale. Deshalb wurde beschlossen für derartige Perioden-Indizes (Hitzeepisoden, Kälteepisoden u. dgl.) nur die Anzahl der Tage anzugeben, nicht jedoch die Dauer und Anzahl der Perioden selbst.

Ein ähnliches Problem zeigt sich bei der Betrachtung der Mitteltemperatur und der Niederschlagssumme während der Vegetationsdauer. Durch die Definition des Beginns der Vegetationsdauer über die Temperatur alleine, kommt es in Österreich gebietsweise zu einem willkürlichen, viel zu frühen Beginn der Vegetationsperiode (z.B. durch Föhneinbruch). Dadurch erfolgt die Summenbildung des Niederschlages ab dem Beginn der Vegetationsperiode bereits in Monaten die mit der Vegetationsperiode in Realität nichts zu tun haben. Die mittlere Niederschlagssumme (Temperatur) während der Vegetationsperiode ist damit zu niedrig (zu tief) und ergibt auch falsche Klimaänderungssignale. Diese Indizes werden daher in ÖKS15 nicht gerechnet.

Die 27 oben erwähnten ÖKS15-Klimaindizes liegen ebenfalls im Dateiformat netCDF vor. Diese Indizes werden in der folgenden Tabelle mit deren Kürzel, englischer und deutscher Bezeichnung, sowie deren Beschreibung aufgelistet.

Klimaindizes

Temperaturbasiert		
tm	*air temperature*	**Lufttemperatur (°C)** Mittlere Lufttemperatur.
su25	*summer days*	**Sommertage (Tage)** Als Sommertage werden Tage bezeichnet, an denen die Tageshöchsttemperatur mehr als 25,0 °C erreicht.
su30	*hot days*	**Hitzetage (Tage)** Als Hitzetage werden Tage bezeichnet, an denen die Tageshöchsttemperatur mehr als 30,0 °C erreicht.
tr20	*tropical nights*	**Tropennächte (Tage)** Als Tropennächte werden Tage bezeichnet, an denen die Tagesminimumtemperatur nicht unter 20,0 °C fällt.
hw_sum_days	*heat wave*	**Hitzeepisoden (Tage)** Eine zumindest drei Tage andauernde durchgängige Episode, in der die Tagesminimumtemperatur mehr als 18,0 °C ist und die Tageshöchsttemperatur mehr als 30,0 °C erreicht. Angegeben wird die Summe aller Tage, die in eine Hitzeepisode fallen.
kys	*kysely days*	**Kysely Episoden (Tage)** Eine Serie von zumindest drei aufeinanderfolgenden Tagen mit einer Tageshöchsttemperatur und einer über die Periode gemittelten Höchsttemperatur von mehr als 30,0 °C. Die Episode wird nicht durch Tage unterbrochen an denen die Höchsttemperatur 30,0 °C nicht erreicht, solange die Tageshöchsttemperatur größer als 25,0 °C ist. (nach Kysely 2004)
gsl	*growing season length*	**Vegetationsperiode (Tage)** Die Vegetationsperiode beginnt dann, wenn an mindestens sechs aufeinanderfolgenden Tagen die Tagesmitteltemperatur mehr als 5,0 °C erreicht und hält so lange an, bis an mindestens sechs aufeinanderfolgenden Tagen die Tagesmitteltemperatur unter 5,0 °C liegt. Angegeben wird die mittlere Länge der Vegetationsperiode.
sd_gsl	*start of growing season length*	**Beginn der Vegetationsperiode (Tag im Jahr)** Der mittlere Kalendertag des Jahres angegeben, an dem die Vegetationsperiode beginnt.

cdd	*cooling degree days*	**Kühlgradtagzahl (°C, Kd[1])** Summe der täglich ermittelten Differenzen zwischen der Raumlufttemperatur (20 °C) und der Tagesmitteltemperatur der Außenluft an jenen Tagen, an denen die Tagesmitteltemperatur 18,3 °C überschreitet (Kühlbedarf wird angenommen).
fd0	*frost days*	**Frosttage/Frostgefährdungstage (Tage)** Als Frosttage werden Tage bezeichnet, an denen die Tagesminimumtemperatur unter 0,0 °C fällt.
cw_sum_days	*cold wave*	**Kälteepisoden (Tage)** Eine zumindest fünf Tage andauernde durchgängige Episode, in der die Tageshöchsttemperatur unter 0,0°C bleibt. Angegeben wird die Summe aller Tage, die in eine Kälteepisode fallen.
id0	*ice days*	**Eistage (Tage)** Als Eistage werden Tage bezeichnet, an denen die Tageshöchsttemperatur und folglich auch die Tagesminimumtemperatur unter 0,0°C liegt.
id7	*extreme ice days*	**Extreme Eistage (Tage)** Als extreme Eistage werden Tage bezeichnet, an denen die Tagesminimumtemperatur unter -7,0°C und die Tageshöchsttemperatur unter 0,0°C liegt.
tpd	*thaw period days*	**Tauperiodentage (Tage)** Als Tauperiodentage werden Tage bezeichnet, an denen die Tagesmitteltemperatur 1,5°C überschreitet.
ftc	*freeze thaw changes*	**Frost-Tau-Wechseltage (Tage)** Als Frost-Tau-Wechseltage werden Tage bezeichnet, an denen die Tageshöchsttemperatur über 0,0° liegt und die Tagesminimumtemperatur nicht mehr als 0,0°C erreicht.
hdd	*heating degree days*	**Heizgradtagzahl (°C, Kd[1])** Summe der täglich ermittelten Differenzen zwischen der Raumlufttemperatur (20°C) und der Tagesmitteltemperatur der Außenluft an jenen Tagen, an denen die Tagesmitteltemperatur der Außenluft 12,0°C unterschreitet (Heizbedarf wird angenommen).
Strahlungsbasiert		
ssd	*absolute sunshine duration*	**Sonnenscheindauer (Stunden)** Tagessumme jener Zeit in der die Intensität der Sonnenstrahlung am Boden mindestens 120 Watt/m² erreicht in Stunden.
rsds	*surface downwelling shortwave flux in air*	**Globalstrahlungssumme (kWh/m²)** Tagessumme der am Boden gemessenen, von oben einfallenden kurzwelligen Strahlungsenergie.

[1] Kd…Kelvintage, eine in der Technik verwendete Einheit für Heiz- und Kühlgradtage

Niederschlagsbasiert		
rr	*precipitation amount*	**Niederschlagsmenge (mm)** Mittlere Niederschlagssumme.
rr1	*wet days*	**Niederschlagstage (Tage)** Als Niederschlagstage werden Tage bezeichnet, an denen die Niederschlagssumme mindestens 1mm erreicht.
sdii	*simple daily intensity index*	**Eintägige Niederschlagsintensität (mm)** Mittlere Niederschlagssumme von Niederschlagstagen.
rx1day	*highest one-day precipitation amount*	**Maximale tägliche Niederschlagsmenge (mm)** Größte Niederschlagssumme eines Tages.
rx5day	*highest five-day precipitation amount*	**Maximale fünftägige Niederschlagsmenge (mm)** Größte Niederschlagssumme über einen zusammenhängenden Zeitraum von fünf Tagen.
rr1_30pct, rr1_60pct, rr1_90pct, rr1_95pct, rr1_98pct	*precipitation amount on wet days*	**Niederschlagsmengen an Niederschlagstagen (mm)** Bestimmt werden Niederschlagsschwellwerte für bestimmte Perzentilklassen (pct. 30/60/90/95/98).
rr1_dry, rr1_weak, rr1_moderate, rr1_significant, rr1_heavy, rr1_severe, rr1_extreme	*precipitation amount days*	**Anzahl der Tage in definierten Perzentilbereichen[2] (Tage)** Bestimmt wird die Anzahl der Tage, die in bestimmte durch Niederschlagsschwellwerte definierte Perzentilklasse fallen (trocken: <1 mm, schwach: 1 mm -30%, moderat: 30-60%, beträchtlich: 60-90%, stark: 90-95%, sehr stark: 95-98%, extrem: ≥ 98%).
cwd_sum_days	*consecutive wet days*	**Niederschlagsepisoden (Tage)** Eine zumindest drei Tage andauernde durchgängige Episode mit einer Tagesniederschlagsumme von mindestens 1 mm. Angegeben wird die Summe aller Tage, die in eine Niederschlagsepisode fallen.
cdd_sum_days	*consecutive dry days*	**Trockenepisoden (Tage)** Eine zumindest fünf Tage andauernde durchgängige Episode mit einer Tagesniederschlagsumme unter 1mm. Angegeben wird die Summe aller Tage, die in eine Trockenperiode fallen.

[2] Perzentil: statistische Größe; Die Häufigkeit der täglichen Niederschlagsmengen von 1971-2000 wurde untersucht und daraus die Schwellwerte der Perzentilklassen (%-Angaben) abgeleitet (das 30.Perzentil ist die 1-Tages-Niederschlagsintensität die nur in 30% der Niederschlagstage unterschritten wird; In die Klasse „moderat“ fallen all jene Tage an denen die Niederschlagsmenge in 1971-2000 nur in 30% der Fälle unterschritten und nur in 40% der Fälle überschritten worden ist.)

4.2 Natürliche Variabilität

Selbst bei konstanten äußeren Einflüssen (Treibhausgase, Sonneneinstrahlung, Mensch) schwankt das Klima in natürlicher Weise. Dies bedeutet beispielsweise, dass ein bestimmter Jahresmittelwert von Jahr zu Jahr variieren kann. Darüber hinaus gibt es aber auch Schwankungen die über einen längeren Zeitraum wirksam sind, sogenannte dekadische Schwankungen des Klimas. All diese Variationen passieren auch ohne Zutun des Menschen, also ohne anthropogenen Einfluss, und werden deshalb als natürliche Klimavariabilität bezeichnet. Diese hat im Allgemeinen nichts mit einer langfristigen systematischen Klimaveränderung („Trends“) zu tun, sondern beschreibt lediglich die Schwankung der Einzelwerte um den dazugehörigen Mittelwert. Der Wert eines 30-jährigen Klimamittels ist daher selten konstant, sondern hängt stets von der Wahl der Zeitperiode über die gemittelt wird ab. Die Ursache dafür sind die oben angesprochenen dekadischen oder multi-dekadischen Schwankungen des Klimas. Um neben dem Klimawert selbst auch die (wahrscheinlichste) Bandbreite eines berechneten Klimamittels angeben zu können, wird in ÖKS15 die sogenannte Natürliche Variabilität (NV) eines 30-jährigen oder 25-jährigen Mittelwertes bestimmt. Diese ist ein Maß für die Zuverlässigkeit des angegebenen Klimamittels. Die NV bildet die Grundlage um zu überprüfen, ob ein detektiertes Änderungssignal für die Vergangenheit (Differenz der Mittelwerte zweier Perioden) als signifikant bezeichnet werden kann oder ob dieses noch innerhalb der natürlichen Variabilität liegt. Die natürliche Variabilität (Schwankungsbereich) eines Mittelwertes wird wie folgt bestimmt (van den Hurt et al., 2014):

$$NV_T = \pm 1.645 * \sqrt{0.5 * \mathrm{var}(X_t - X_{t-1}) / T}$$ mit T=Anzahl der Jahre (25 oder 30 Jahre)

wobei $(X_t - X_{t-1})$ die Differenzenreihe der einzelnen Jahreswerte bezeichnet.

Als Besonderheit in der Berechnung der NV sei gesagt, dass die NV stets gleitend (25 oder 30 Jahre Fenster) über einen möglichst langen Zeitraum berechnet wird, da diese selbst auch nicht stationär ist, also sich zeitlich leicht ändern kann. Aus der somit vorliegenden Zeitreihe der natürlichen Variabilität wird ein Mittelwert berechnet, der wesentlich robuster ist, als die natürliche Variabilität aus beispielsweise einer beliebigen (25- oder) 30-jährigen Periode. Des Weiteren gilt grundsätzlich die Annahme einer Normalverteilung der Daten, allerdings ist es für die NV ausreichend, wenn die Daten symmetrisch sind und in guter Näherung normalverteilt. Auf Grund der gewählten Berechnungsmethode besteht eine 10-prozentige Irrtumswahrscheinlichkeit, bei der das Klimamittel doch weiter vom angegebenen Wert abweicht als in der NV angegeben

Beispiel: Das Klimamittel der Lufttemperatur für den Zeitraum 1987-2011 beträgt 11,2 °C (Wien Hohe Warte). Die NV an dieser Station beträgt ±0,2 °C und wurde aus dem längst möglichen Zeitraum bestimmt (1900-2015 in Wien Hohe Warte). Damit beträgt der 90 %-Vertrauensbereich für das obige Klimamittel 0,4 °C, eine Klimaveränderung von +0,3 °C (Differenz 1986-2010 ggü. 1961-1985) wäre damit innerhalb der natürlichen Variabilität NV und folglich nicht von einer zufälligen Schwankung unterscheidbar (nicht signifikant).

In ÖKS15 kommen nun zwei unterschiedliche Auswertestränge zur Anwendung. Einerseits wird eine Analyse des vergangenen Klimas aus Beobachtungsdaten durchgeführt und andererseits erfolgt eine Analyse des zukünftigen Klimas auf Basis von Klimamodelldaten. Auf Grund der zeitlich beschränkt zur Verfügung stehenden Gitterdaten, wird bei der Analyse des rezenten (vergangenen) Klimas die natürliche Variabilität eines 25-jährigen Mittelwertes berechnet und der Zeitraum von 1961-2010 in zwei Zeitscheiben unterteilt (Referenzzeitraum: 1986-2010, Vergleichszeitraum: 1961-1985), die miteinander verglichen werden. Um diese Aussagen zu stützen, werden zusätzlich zu den Gitterdaten die Ergebnisse der „Flagship–Stationen“ heran gezogen und fließen in die Interpretation der Ergebnisse der rezenten Klimawandelanalyse mit ein. Für die allgemeine Klimawandelanalyse aus Sicht der Klimamodelle hingegen, wird die natürliche Variabilität eines 30-jährigen Mittelwertes berechnet und somit der jeweilige Mittelwert des betrachteten Klimaindex aus der Referenzperiode (1971-2000) jenem aus der nahen (2021-2050) und der fernen (2071-2100) Zukunft gegenüber gestellt.

4.3 Interpolation und Biaskorrektur

Die Klimafolgenforschung drängt zunehmend auf räumlich wie zeitlich hochaufgelöste Klimaprojektionen. Umfragen zufolge, die im Rahmen des Projektes „Concept for an Austrian Climate Data Centre“ (KlimDAtZ), gefördert vom Klima- und Energiefonds durch das Austrian Climate Research Programme (ACRP), durchgeführt wurden, sind Gitterweiten von etwa 1 km und Zeitreihen von zumindest Tagesdaten gewünscht. Derzeitige Regionalmodelle sind jedoch nicht in der Lage, diesen Anforderungen zu entsprechen: höchste erzielbare Auflösungen belaufen sich auf etwa 10 km (siehe Abbildung 9).

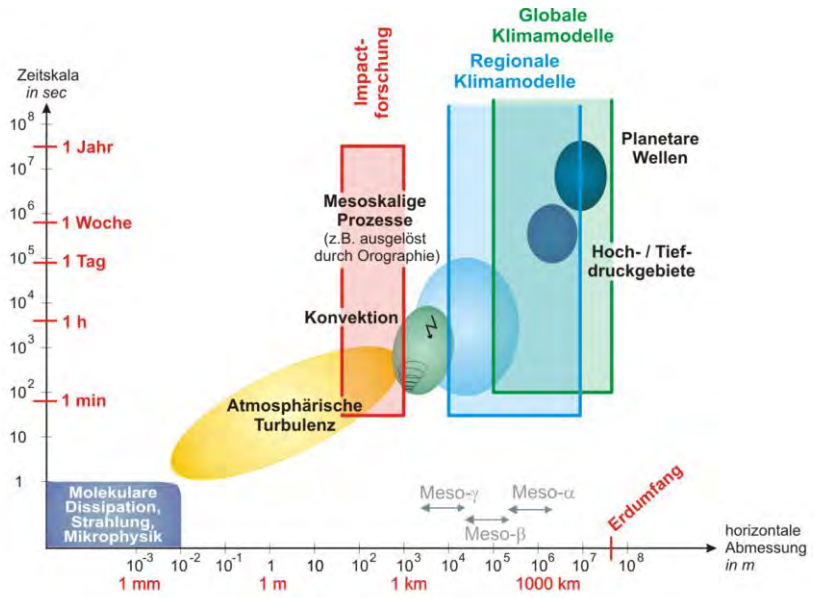


Abbildung 9: Atmosphärische Prozesse und deren Einteilung in Skalen. Die Wirkungsbereiche moderner globaler (grün) und regionaler (blau) Klimamodelle sowie die Anforderungen aus der Klimafolgenforschung (rot) sind schematisch dargestellt. Adaptiert nach: Deutscher Wetterdienst (DWD)

Der Übergang zu hohen (1 km Gitterweite) Auflösungen wird in ÖKS15 daher mit statistischen Methoden bewerkstelligt. Große Bedeutung wird dabei Beobachtungsdaten zuteil. Einerseits definieren sie das Gitter auf dem die Endprodukte vorliegen und andererseits dienen sie zur Beseitigung von systematischen Abweichungen (Bias) der modellierten von gemessenen Variablen.

In ÖKS15 werden die Daten der RCMs aus der EURO-CORDEX Initiative (12,5 km Gitterweite) auf das Gitter der Beobachtungsdaten (1 km Gitterweite) interpoliert. In einem zweiten Schritt werden Bias pro RCM mit Hilfe des sogenannten Scaled Distribution Mappings (SDM) (Switanek et al., in Vorbereitung) entfernt. Dies geschieht Gitterzelle pro Gitterzelle. Auf mögliche räumliche Korrelationen wird keine Rücksicht genommen.

Der so entstandene Datensatz (Klimaprojektionen in einem 1 km Gitter auf Tagesbasis von 1971 bis 2100 für Temperatur, Niederschlag und Globalstrahlung) repräsentiert ein zentrales Ergebnis von ÖKS15. Danach erfolgt die Analyse (z.B. Berechnung von Klimaänderungen für nahe und ferne Zukunft pro Treibhausgasszenario), Bewertung (z.B. Ermittlung von Signifikanz und Modellübereinstimmung) und Interpretation (z.B. Ableitung von Kernaussagen und Aufbereitung von Klimawandelinformation pro Bundesland).

SDM basiert auf der vielfach verwendeten Methode Quantile Mapping (z.B. PIANI ET AL., 2010; THEMEßL ET AL. 2011; WOOD ET AL., 2004) fügt jedoch zusätzliche Korrekturterme ein, um die Klimaänderungen aus den RCMs zu erhalten. Zur Kalibrierung der Methode wird die Periode 1971-2000 verwendet. Die Arbeitsweise von SDM ist schematisch in Abbildung 10 dargestellt.

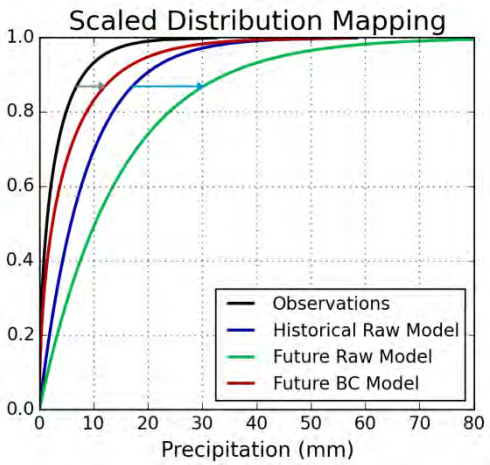


Abbildung 10: Schematische Darstellung der Funktionsweise des Scaled Distribution Mappings (SDM). Beispiel: Ein zu korrigierender Niederschlagswert im Modell der Zukunftsperiode (grüne Linie) von etwa 30 mm korrespondiert mit einem Wert von 17,2 mm in der Vergangenheitsperiode (das Quantil der kumulierten Häufigkeit liegt bei 0.87). Das ergibt einen Skalierungsfaktor von 30 / 17,2 = 1,75. Um den bias-korrigierten Wert der Zukunftsperiode (rote Linie) zu erhalten, wird der beobachtete Wert (schwarze Linie) von 6,9 mm (0.87 Quantil) mit dem Skalierungsfaktor multipliziert. Der bias-korrigierte Wert beträgt 6,9 mm x 1,75 = 12,1 mm.

Abbildung 11 zeigt exemplarisch die bias-korrigierte langjährige Durchschnittstemperatur eines beliebigen RCMs sowohl für die Vergangenheitsperiode (1971-2000) als auch für eine Zukunftsperiode (2071-2100). In der Vergangenheitsperiode entspricht das Ergebnis den Beobachtungsdaten, die in dieser Periode auch zur Kalibrierung von SDM verwendet wurde. Die

räumliche Detailliertheit in der Vergangenheitsperiode spiegelt die Detailliertheit der Beobachtungsdaten wider; die räumliche Detailliertheit in der Zukunftsperiode ebenfalls, diese wird aber von der Klimaänderung aus dem RCM überlagert. Räumliche Detailergebnisse die unter der Auflösung des RCMs (12,5 km) liegen sollten daher nicht überbewertet werden.

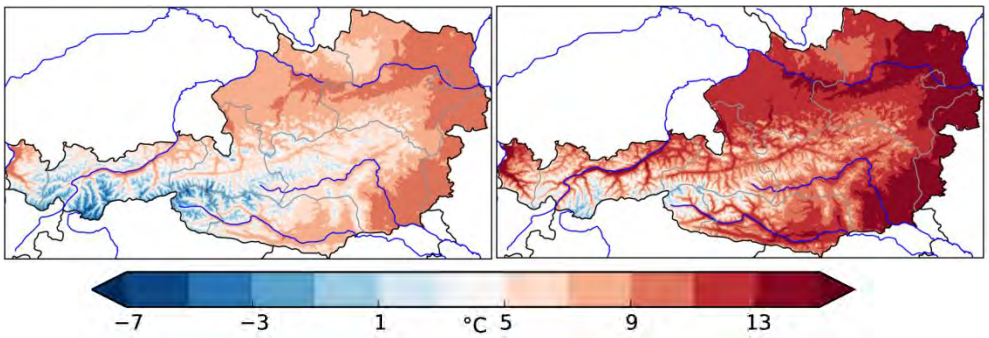


Abbildung 11: Bias-korrigierte langjährige Durchschnittstemperatur im 1 km x 1 km Gitter eines beliebigen RCMs für die Periode 1971-2000 (links) und 2071-2100 (rechts)

Mit SDM wurde somit eine konservative Methode zur Bias-Korrektur verwendet, was im Hinblick auf die Bedeutung von ÖKS15 angemessen erscheint.

4.4 Ensemble-Median, Bandbreite, Signifikanz und Übereinstimmung

Unterschiedliche Klimamodelle liefern aufgrund verschiedener Modellierungsansätze unterschiedliche Ergebnisse. Durch die Verwendung eines Ensembles aus mehreren Modellen wird eine große Bandbreite an möglichen Entwicklungen abgedeckt. Um eine Klimaänderung aus einem Ensemble abzuschätzen wird in ÖKS15 der (Ensemble-)Median verwendet. Er entspricht dem zentralen („durchschnittlichen“) Modell der Verteilung: die eine Hälfte der Modelle liegt oberhalb des Medians, die andere unterhalb. Nachdem zwischen den einzelnen Modellen bis dato qualitativ nicht weiter unterschieden werden kann, muss auch die Bandbreite des Ensembles angegeben werden. In ÖKS15 werden dazu das 10 %-Perzentil und das 90 %-Perzentil verwendet. Da das Ensemble mit 13 Modellen pro Treibhausgasszenario verhältnismäßig klein ist wird bei Bedarf das Minimum bzw. das Maximum des Ensembles angegeben. Obwohl in EURO-CORDEX einige Validierungs-Studien durchgeführt wurden (z.B. KATRAGKOU ET AL., 2015; KOTLASKI ET AL., 2014; PREIN ET AL., 2016; VAUTARD ET AL., 2013), kann nicht ausgeschlossen werden, dass alle Klimasimulationen auf allen Raum- und Zeitskalen physikalisch befriedigende Ergebnisse liefern. Die Verwendung des Medians sowie der Perzentile vermindert die Konsequenzen dieser Problematik. Aufgrund der Ungewissheit über das zukünftige menschliche Verhalten, der Komplexität des Klimasystems sowie der Unvollkommenheit der Modelle (siehe Kapitel 3.2.4) kann die tatsächliche zukünftige Klimaentwicklung, außerhalb der angegebenen Bandbreiten liegen. Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, wird zusätzlich die Bandbreite mittels Experteneinschätzung erweitert und in den grafischen Darstellungen eigens gekennzeichnet.

Die eigentliche Klimaänderung des Ensembles ergibt sich aus dem Vergleich zweier Mediane: zunächst wird für jede Klimasimulation das dreißigjährige Mittel des gewünschten Klimaindex berechnet – einmal für die Vergangenheit (1971-2000), einmal für eine zukünftige Periode (nahe Zukunft: 2021-2050; ferne Zukunft: 2071-2100). Die Differenz der beiden Mittel ergibt die Klimaänderung dieser Einzelsimulation. Als Klimaänderung des Ensembles wird der Median aller Einzelsimulationen bezeichnet.

Zur Bewertung der Aussagekraft der Klimaänderungen des Ensembles wird einerseits der Grad der Übereinstimmung zwischen den unterschiedlichen Modellen herangezogen, andererseits wird überprüft, ob die jeweiligen Ensemble-Mitglieder modellintern eine signifikante Klimaänderung ergeben. Wenn viele der Modelle, die auf denselben physikalischen Grundannahmen aber unterschiedlichen Vereinfachungen und Parametrisierungen beruhen, in ihrer Aussage übereinstimmen, kann diesem Ensemble ein größeres Vertrauen entgegengebracht werden, als einem Ensemble bei dem die Modelle zwar statistisch signifikante Änderungen anzeigen sich aber widersprechen.

Basierend auf TEBALDI ET AL. (2011) werden in ÖKS15 die Änderungen der einzelnen Simulationen zunächst auf statistische Signifikanz geprüft. Um natürlichen jährlichen Schwankungen Rechnung zu tragen, wird bei der Berechnung der Signifikanz der Klimaänderung die interannuale Variabilität des jeweiligen Einzelmodells berücksichtigt. Dabei werden für jedes Modell die Werte (zum Beispiel der Jahresmitteltemperatur) für die Referenzperiode (die Jahre 1971–2010) den Werten einer der Zukunftsperioden (2021–2050 bzw. 2071–2100) gegenübergestellt und mittels Wilcoxon-Mann-Whitney-Test geprüft, ob sich der zukünftige Median signifikant von jenem der Vergangenheit unterscheidet: Also ob sich die Änderung eines Klimaindex deutlich von seiner modellierten Variabilität abhebt. Zeigen weniger als 50 % (entspricht 6 aus 13 oder weniger) der Modelle im Ensemble eine signifikante Änderung, so liegt keine signifikante Änderung im Ensemble vor. In den Ergebnissen (z.B. in den Karten der Factsheets und in Kapitel 5.2) werden Gebiete ohne signifikante Änderung gesondert dargestellt („keine signifikante Änderung“). Nach heutigem Ermessen bedeutet dies jedoch nicht, dass es nicht zu einer signifikanten Änderung in der realen Klimaentwicklung kommen kann. Es bedeutet lediglich, dass das betrachtete Modell-Ensemble keine signifikante Änderung signalisiert.

Zeigen hingegen die Hälfte der Modelle (7 von 13) oder mehr signifikante Änderungen, so wird als nächstes das Übereinstimmungsniveau der Modelle bezüglich des Vorzeichens (der Richtung) der simulierten Veränderung errechnet. Stimmen weniger als 80 % der signifikanten Modelle bezüglich ihrer Richtung überein, so wird dies als widersprüchliche Information gewertet – die Modellaussagen sind hier nicht zuverlässig. Sind sich zum Beispiel nur 7 von 9 signifikanten Modellen über das negative Vorzeichen (eine Abnahme) des Niederschlages einig, so entspricht dies einem Übereinstimmungsniveau von rund 78 % und dem Ergebnis wird aufgrund mangelnder Übereinstimmung nicht vertraut. Gebiete in denen ein solches widersprüchliches Verhalten vorliegt

werden in den Karten mit „mangelnde Modellübereinstimmung“ markiert. Auch das bedeutet nicht, dass es nicht zu einer signifikanten Änderung in der realen Klimaentwicklung kommen kann. Es bedeutet jedoch, dass das Ensemble offensichtlich nicht in der Lage ist eine potentielle Klimaentwicklung adäquat zu simulieren und anzuzeigen.

Liegt Signifikanz in der Ensemble-Änderung vor (50 % oder mehr der Modelle liefern signifikante Änderungen) und mindestens 80 % der signifikanten Modelle stimmen in ihrer Richtung überein, wird dem Ergebnis großes Vertrauen entgegengebracht. In den Ergebnissen werden Klimaänderungen dieser Kategorie als „signifikant“ oder „deutlich“ bezeichnet. Abbildung 12 fasst die verwendeten Kategorien zusammen.

Signifikanz \ Übereinstimmung	<50 % der Modelle sind signifikant	≥50 % der Modell sind signifikant
<80 % der signifikanten Modelle stimmen überein	„keine signifikante Änderung“	„mangelnde Modellübereinstimmung“
≥80 % der signifikanten Modelle stimmen überein	„keine signifikante Änderung“	„deutliche Änderung“, „signifikante Änderung“

Abbildung 12: Kategorien zur Bewertung von simulierten Klimaänderungen und deren Abhängigkeit von Signifikanz und Modellübereinstimmung im Modell-Ensemble. Grün (grau) markiert Kategorien mit hohem (geringem) Vertrauensgehalt in die Methode

5 Ergebnisse

5.1 Klimaanalyse Vergangenheit (Österreich)

5.1.1 Einleitung

In der Klimaanalyse wurde die rezente Veränderung des Klimas in Österreich untersucht. Verglichen wurden dabei die 25-jährigen Perioden 1986–2010 und 1961–1985. Um zu erkennen, ob das gefundene Änderungssignal nur eine temporäre Variation darstellt oder Teil einer langfristigen und anhaltenden Veränderung darstellt, wurde ein Konsistenz-Check gemacht. Dazu wurde Klimaanalyse punktuell an den „Flagship–Stationen“ Wien Hohe Warte, Graz Universität, Sonnblick, Kremsmünster und Innsbruck Universität auch für die vergangenen 100 Jahre durchgeführt (Perioden 1911–1935 und 1936–1960).

Als „**konsistent**“ wurde das Änderungssignal 1986–2010 an den Flagship-Stationen dann befunden, wenn dieses gegenüber allen drei Vergleichsperioden konsistent in Bezug auf das Vorzeichen ist. Konsistent bedeutet demnach, dass die aktuelle Klimaänderung gegenüber allen früheren Vergleichsperioden in die gleiche Richtung zeigt und damit auf eine nachhaltige Änderung hinweist. Als „**signifikant**“ wird eine Änderung dann bezeichnet, wenn diese größer ist als die natürliche Variabilität.

Im Folgenden werden die wichtigsten Indizes und solche mit den markantesten Änderungen präsentiert und die Ergebnisse jeweils in **„harte – mittelharte – weiche“ Fakten** (Böhm R., 2008) eingeordnet. Die Einordnung erfolgt durch die kombinierte Betrachtung der Ergebnisse im zeitlichen räumlichen Kontext, der Berücksichtigung natürlichen Klimavariabilität, der Skaligkeit und Messbarkeit des zugrunde liegenden Phänomens und der statistischen Robustheit der Klimaindizes. Die Einordung in harte oder weiche Fakten hat somit nichts mit der Stärke der Änderung selbst zu tun sondern beschreibt das Vertrauen in den Index.

Zur weiteren Absicherung der Aussagen über etwaige Klimaänderungen wurden die saisonalen Werte der Temperatur und des Niederschlages aus HISTALP genutzt. Diese bilden ein wichtiges Rückgrat zur Unterscheidung zwischen natürlicher multi-dekadischer Variabilität und einem langfristigen nachhaltigen Klimatrend. Die folgende schematische Abbildung veranschaulicht die Inhalte der in diesem Kapitel folgenden Darstellung der Ergebnisse. In der Abbildung ist links oben jeweils der Median und der Mittelwert für das Gebiet von Österreich angegeben. Der Median gibt den Zentralwert an für den die Hälfte aller Gitterpunktwerte darüber bzw. darunter liegt. Der

Mittelwert ist hingegen ein klassisches arithmetisches Flächenmittel, allerdings fallen Werte die unverhältnismäßig groß oder klein sind beim Mittelwert stärker ins Gewicht.

Abbildung 13: Eine vollständige flächige Darstellung aller in ÖKS15 ausgewerteten Klimaindizes ist im Anhang zu diesem Kapitel zu finden. Darüber hinaus enthält dieser Anhang auch eine Liste mit allen Ergebnisse für die „Flagship–Stationen“

Vorbemerkung: Die Niederschlagsanalyse basiert auf einem Niederschlagsdatensatz (640 Stationen) mit einer mittleren Stationsdichte von 1/125 km². Der mittlere Stationsabstand beträgt damit zumindest 10km, gebietsweise ist dieser auch größer. Kleinräumige – und damit vor allem konvektive – Niederschläge werden daher von der Analyse nicht hinreichend erfasst. Alle im Folgenden dargestellten Änderungen oder Nicht-Änderungen haben somit keine Aussagekraft für kleinräumige kleinräumige Niederschlagsereignisse. Eine derartige Limitierung existiert nicht im Falle der Temperaturdaten, da die Lufttemperatur auf Tagesbasis räumlich wesentlich gleichmäßiger verteilt und statistisch noch über große Entfernungen korreliert ist.

5.1.2 Temperatur „warm“

tm (Mitteltemperatur): Harte Fakten

Starker und signifikanter Anstieg der Mitteltemperatur in ganz Österreich um +1,0 °C auf 7,0 °C innerhalb der letzten 25 Jahre (*konsistent*). Die Erwärmung ist nicht überall gleich, es zeigen sich markante räumliche und saisonale Unterschiede. Stärkste Erwärmung ab 1980. Das höhere Temperaturniveau bedingt eine entsprechende Veränderung der aus der Lufttemperatur abgeleiteten Klimaindizes.

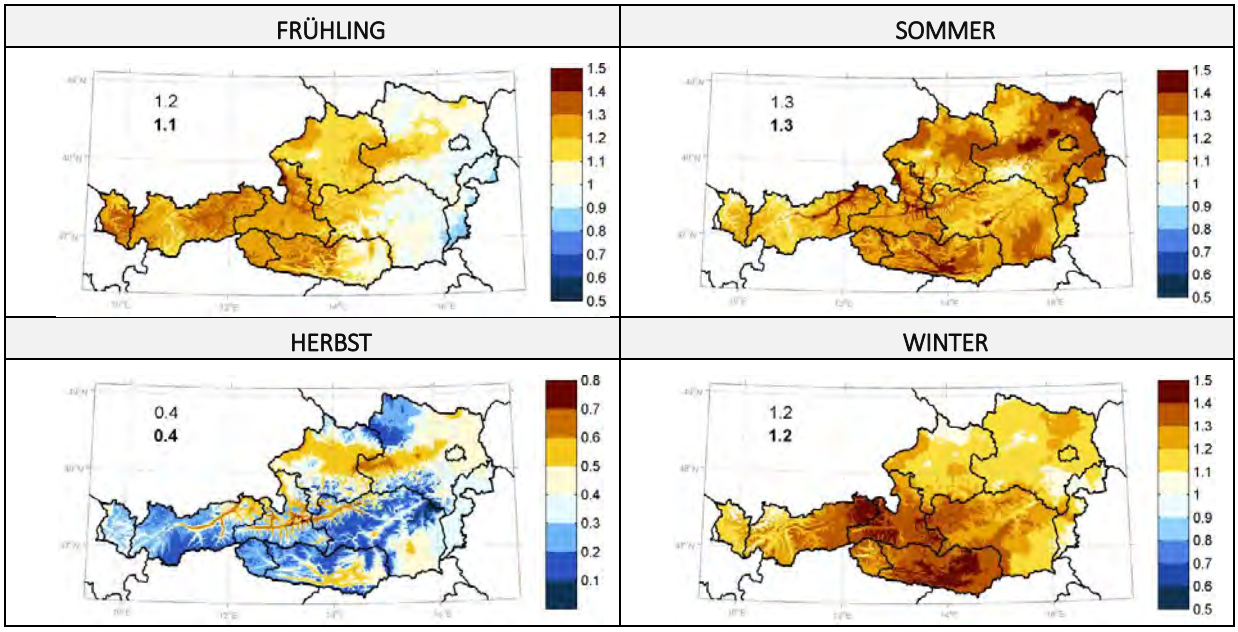


Abbildung 14: Änderung der saisonalen Mitteltemperatur in °Celsius.

Frühling: Leichtes West-Ost Gefälle im Änderungssignal, aber der räumliche Unterschied ist nicht auf 100-jähriger Skala zu finden (Gleiche Erwärmungsrate im Osten und Westen). Im Westen hat die Erwärmung später stattgefunden, im Osten hingegen kontinuierlich. Das Signal von +1,1 °C ist konsistent. Aktuelles Klimamittel +6,7 °C.

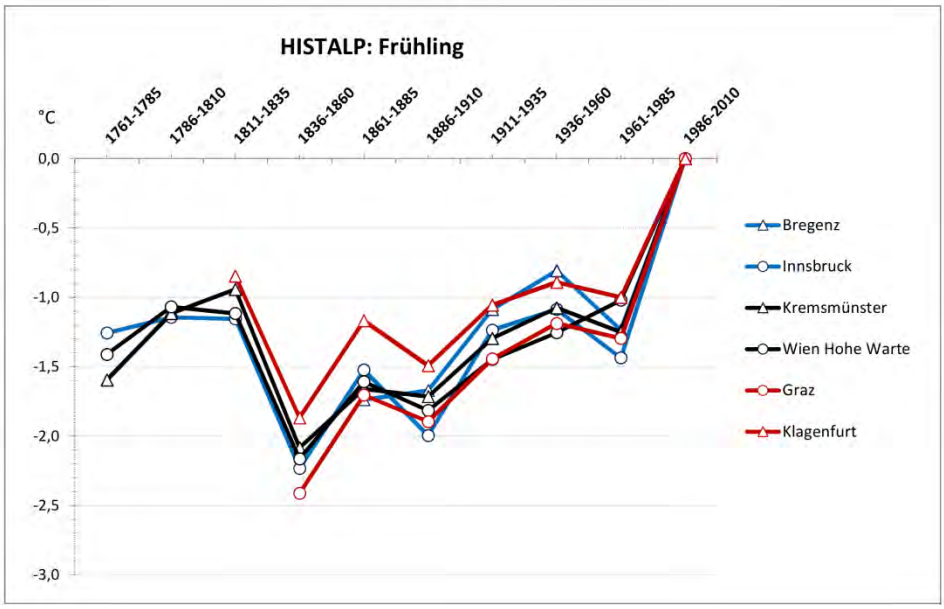


Abbildung 15: Änderung der saisonalen Mitteltemperatur seit 1761 relativ zur Referenzperiode.

Sommer: Gleichmäßige Erwärmung in ganz Österreich um 1,3 °C. Erwärmung am stärksten in den letzten 25 Jahren. Aktuelles Klimamittel +15,7 °C.

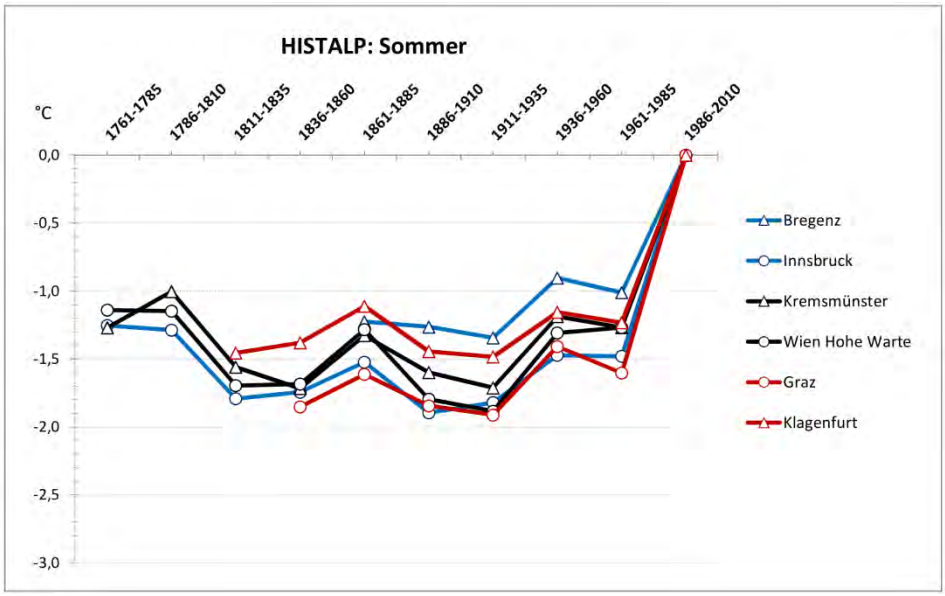


Abbildung 16: Änderung der saisonalen Mitteltemperatur seit 1761 relativ zur Referenzperiode.

Herbst: Deutlich geringere Erwärmung als in den anderen Saisonen. Signal von +0,4 °C ist konsistent. Erwärmung ist im Berg- und Hügelland schwächer als in den Tal- und Beckenlagen. Signifikanz ist im Herbst nur im Donautal östlich bis Wien, dem Inntal, dem Salzachtal sowie im Grazer Raum gegeben. Aktuelles Klimamittel +7,3 °C.

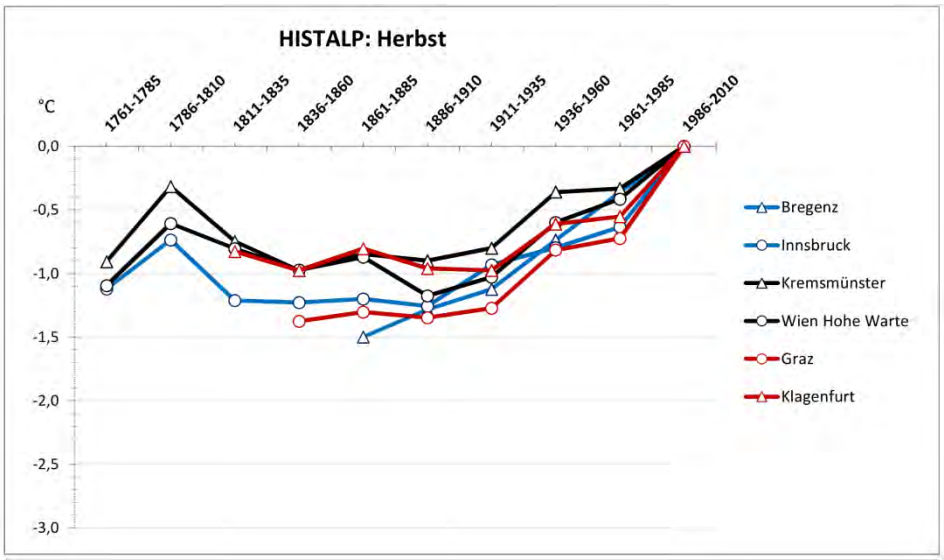


Abbildung 17: Änderung der saisonalen Mitteltemperatur seit 1761 relativ zur Referenzperiode.

Winter: Starkes Änderungssignal im Südwesten Richtung Oberitalien, schwächeres Signal in den Niederungen. Signal in den Niederungen möglicherweise maskiert durch Hochnebel/Inversionen. Signal auf den Bergen möglicherweise verstärkt durch Warmluftzufuhr aus dem Mittelmeerraum (zirkulationsbedingt), durch Bewölkungsänderung bzw. Änderung der Sonnenscheindauer. Signal konsistent und signifikant. Aktuelles Klimamittel -1,8 °C.

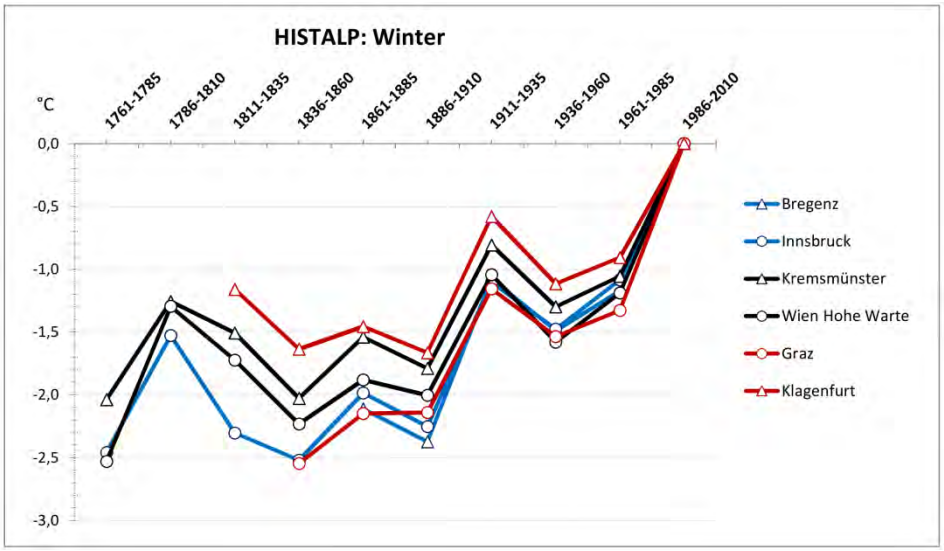


Abbildung 18: Änderung der saisonalen Mitteltemperatur seit 1761 relativ zur Referenzperiode

cdd (Kühlgradtagzahl): Harte Fakten

Die Kühlgradtagzahl beträgt derzeit im Flachland zwischen 340 °C (Kd) am Neusiedlersee und 180 °C (Kd) am Bodensee. In Lagen unterhalb von 1000m hat diese vor allem im Sommer stark zugenommen (signifikant und konsistent). Stärkste Änderung von +110 °C (Kd) im Flachland Nordost-Österreichs. Aktuelles Klimamittel zwischen 70 °C (Kd) in Weitra und 330 °C (Kd) im Seewinkel.

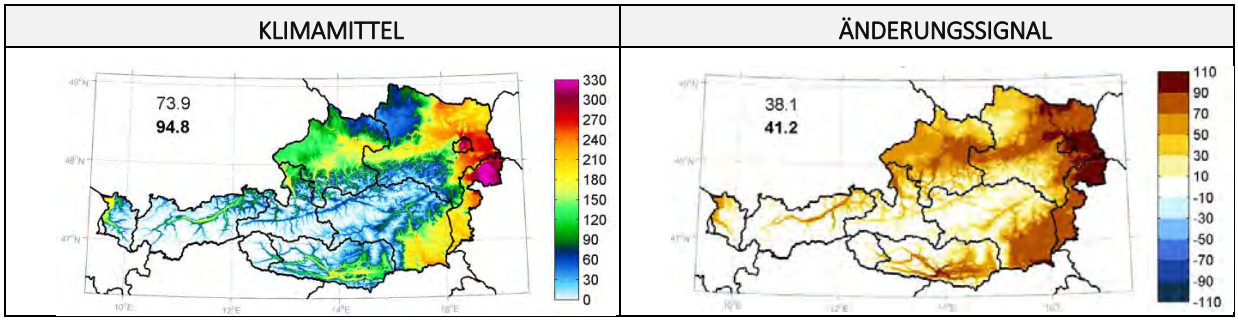


Abbildung 19: Mittlere jährliche Temperatursumme für Kühlgradtage (links) und das Änderungssignal (rechts) in °Celsius

su25, su30 (Sommertage, Hitzetage): Harte Fakten

Verbreitete und starke Zunahme von Hitze- und Sommertagen (Gesamtjahr 2,8 Tage und 8,2 Tage) in Österreich in den Niederungen, Tälern sowie in tiefergelegenen Berglagen (signifikant und konsistent). Aktuell betreffen diese Tage vor allem den Sommer (Juni–August), es kommt aber immer öfter zum Auftreten von Sommer- und Hitzetagen in den benachbarten Übergangsjahreszeiten. Die stärkste Zunahme verzeichnet der Südosten Österreichs (9 Tage und 15 Tage im Sommer), die relative Änderung ist in Lagen von 800 m–1200 m am stärksten. Aktuelles Klimamittel Gesamtjahr 5,0 Tage und 29,8 Tage, höchste Werte im Nordburgenland mit 23 Tagen und 80 Tagen.

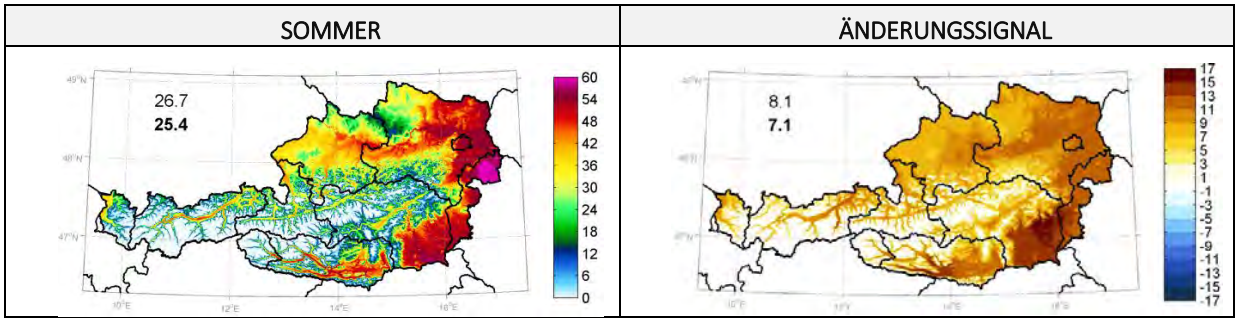


Abbildung 20: Mittlere Anzahl der Sommertage SU25 (links) und das Änderungssignal (rechts).

hw_sum_days (Hitzeepisode): Mittelharte Fakten

Zunahme von Tagen mit einer Maximaltemperatur >30 °C und einem gleichzeitigen nächtlichem Minimum >18 °C in Ostösterreich, besonders im Weinviertel (NÖ), Wien und dem Nordburgenland im Sommer. In allen anderen tiefliegenden Regionen Österreichs kühlt es in der Nacht noch hinreichend ab, daher tritt diese Kombination im rezenten Klima woanders nur selten auf. Aktuelles Klimamittel 4,1 Tage, im östlichen Flachland auch darüber mit 6 Tagen - 9 Tagen.

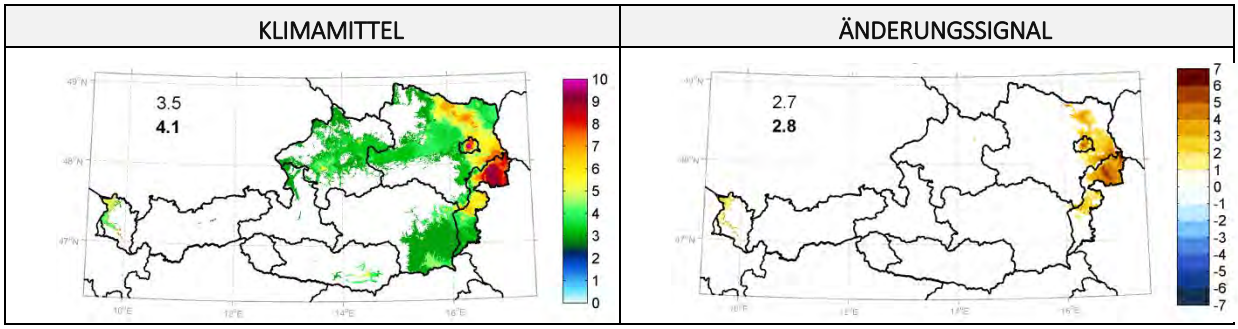


Abbildung 21: Mittlere jährliche Anzahl der Tage (links) und das Änderungssignal (rechts) von Hitzeepisoden.

kysely (Hitzebelastung): Harte Fakten

Zunahme von Tagen mit einer Hitzeepisode nach Kysely um 2,8 Tage, besonders in Lagen unterhalb von 1000 m (signifikant und konsistent) wie zum Beispiel am Neusiedlersee mit +13 Tagen. Stärkste Änderung in den letzten 25 Jahren. Aktuelles Klimamittel 4,0 Tage, im Nordburgenland bis zu 28 Tage.

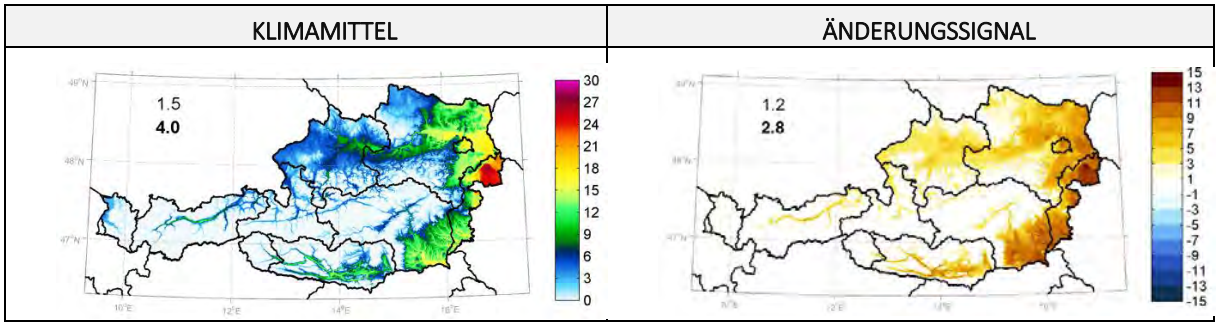


Abbildung 22: Mittlere jährliche Anzahl der Tage (links) und das Änderungssignal (rechts) von Kysely-Hitzeepisoden

gsl, sd_gsl (Vegetationsperiode): Harte Fakten

Zunahme der Dauer der Vegetationsperiode um 13,5 Tage auf 212 Tage. Stärkste Zunahme in den Niederungen Nord- und Ostösterreichs mit bis zu 20 Tagen, sowie in höhergelegenen Berg- und Tallagen in Richtung Oberitalien (signifikant und konsistent). Der jährliche Beginn der Vegetationsperiode liegt derzeit in den Höhen unterhalb von 1000 m zwischen dem 10.2. in Wien-Innere Stadt (W) und 1.4. im nördlichen Waldviertel (NÖ). Der Beginn hat sich in Österreich in den Niederungen und Tälern um 20 Tage bis 5 Tage verfrüht (signifikant und konsistent).

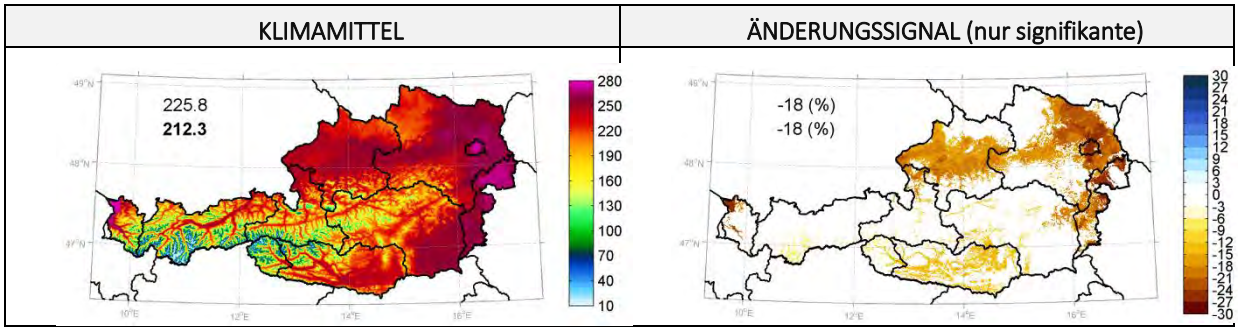


Abbildung 23: Mittlere jährliche Dauer (links) und das Änderungssignal (nur an Gitterpunkten mit Signifikanz) des Beginns der Vegetationsperiode (rechts) in Tagen

5.1.3 Temperatur „kalt“

hdd (Heizgradtagzahl, Oktober–April): Harte Fakten

Verbreitet starke Abnahme der Heizgradtagzahl in Österreich um 237 °C (Kd). Die absolute Abnahme ist in tieferen Lagen <1000m etwas stärker ausgeprägt als in höher gelegenen Regionen. Das Änderungssignal ist konsistent, flächendeckend signifikant und hat sich in den letzten 25 Jahren noch verstärkt. Aktuelles Klimamittel 3758 °C (Kd) mit einer Spannbreite von 2800 in Wien Innere Stadt bis 4300 °C (Kd) im westlichen Waldviertel.

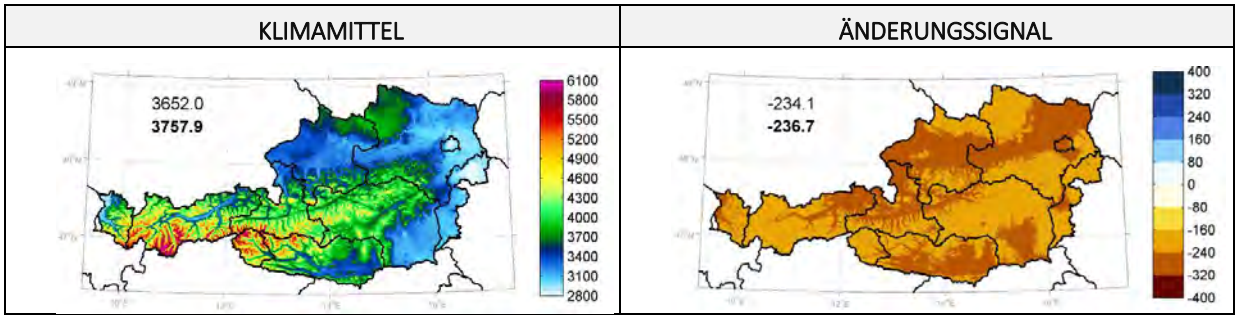


Abbildung 24: Mittlere jährliche Anzahl der Heizgradtagzahl (links) und das Änderungssignal (rechts) in °Celsius.

id0 (Eistage): Mittelharte Fakten

Abnahme der Eistage (Tmin & Tmax<0 °C) um 8 Tage auf 48 Tage. Die Klimaänderung kommt vor allem aus dem Winter und betrifft ganz Österreich, wobei die Abnahme in den Niederungen (<1000m) des Nordens und Ostens deutlich schwächer und nicht signifikant ist. Aktuelles

Klimamittel Gesamtjahr 48,2 Tage mit einer Spannbreite von 13 Tagen in Innsbruck (T) bis 36 Tagen in Weitra (NÖ). (konsistent, gebietsweise signifikant)

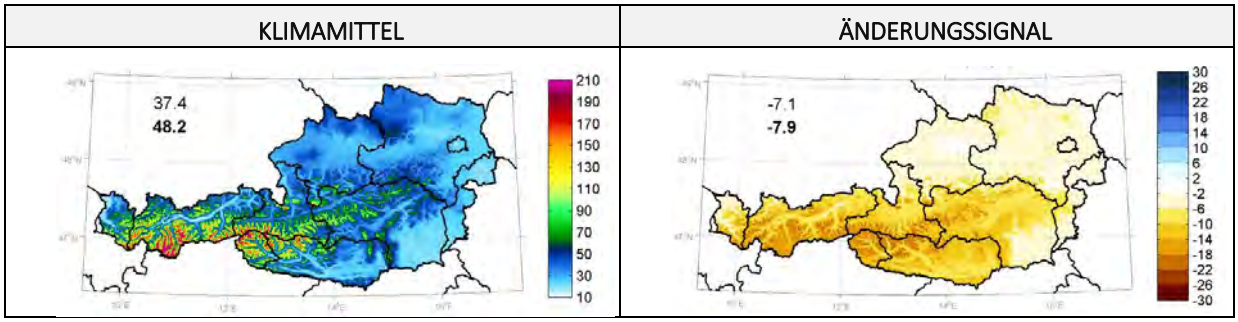


Abbildung 25: Mittlere jährliche Anzahl der Eistage ID0 (links) und das Änderungssignal (rechts).

fd0 (Frosttage): Mittelharte Fakten

Verbreitete Abnahme der Frosttage um 13,8 Tage auf 135 Tage. Die Abnahme ist nicht überall gleich stark, es zeigen sich deutliche räumliche und saisonale Unterschiede. Die Abnahme beträgt im Flächenmittel im Herbst 3,5 Tage sowie im Winter 4,1 Tage und im Frühling 5,7 Tage. Im Jahresmittel stärkste Änderung auf der Alpennordseite, geringste Änderungen im Burgenland und der Südoststeiermark.

Die Untersuchung der Tage mit Frost für sechs 10–Tages–Dekaden zwischen dem 11. April und 31. Mai zeigt tendenziell eine leichte Abnahme der Frosttage im Übergang vom April in den Mai, vor allem in Lagen über 1000 m. Ansonsten keine und/oder insignifikante Änderungen in diesen Dekaden. Änderungssignal konsistent und gebietsweise (in Abhängigkeit der Saison) signifikant.

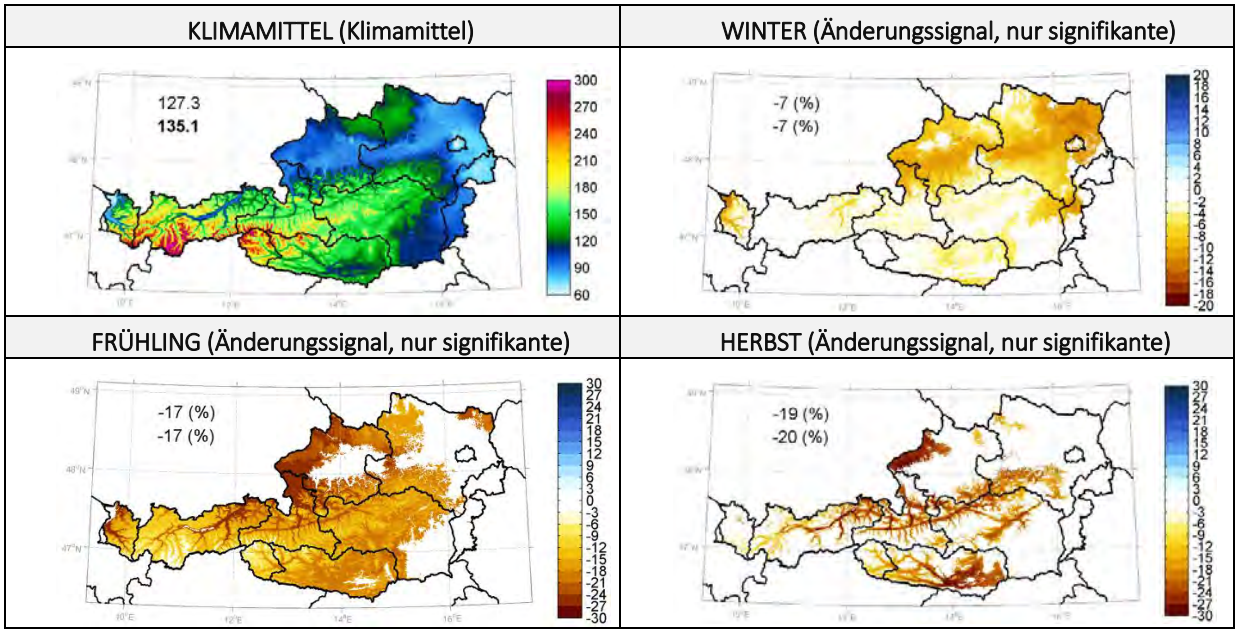


Abbildung 26: Mittlere Anzahl der Frosttage (links oben) und das Änderungssignal (nur an Gitterpunkten mit Signifikanz) für ausgewählte Saisonen

ftc (Frost-Tau-Wechseltage): Mittelharte Fakten

Die Frost-Tau-Wechseltage werden aus einer Kombination von positiven und negativen Temperaturen bestimmt. Die Veränderung von einem oder beiden Faktoren in Kombination ist bei der Interpretation der Änderungssignale zu berücksichtigen. Auf der einen Seite hat die Anzahl der Frost-Tau-Wechseltage im Winter in Vorarlberg, Tirol, Salzburg, Kärnten und der Steiermark zugenommen. Die Klimaänderung betrifft vor allem die höheren Lagen über 1500m (signifikant, konsistent) und erreicht gebietsweise Werte von +10 Tagen für den Zeitraum Dezember bis Februar. Die Änderung dürfte auf die Erwärmung in hohen Lagen im Hochwinter zurück zu führen sein (siehe Index tm im Kapitel 4.1.2). Auf der anderen Seite nimmt die Anzahl in tiefen Lagen in den Monaten Oktober, November, März und April verbreitet um etwa 12 Tage ab (überwiegend signifikant und konsistent). Diese Änderung lässt sich durch die Abnahme der Frosttage im Herbst und Frühling erklären (siehe Index ft0). Eine weitere Besonderheit beiden Frost-Tau-Wechseltagen ist der starke räumliche Unterschied in der mittleren Häufigkeit, welcher wiederum stark von der Saison abhängt. Aktueller Klimawert 17,7 Tage (Okt-Nov) mit einem Minimum im Flachland und 28,1 Tage (Jan-Feb) mit Höchstwerten in inneralpinen Tälern sowie den tiefen Lagen auf der Alpensüdseite.

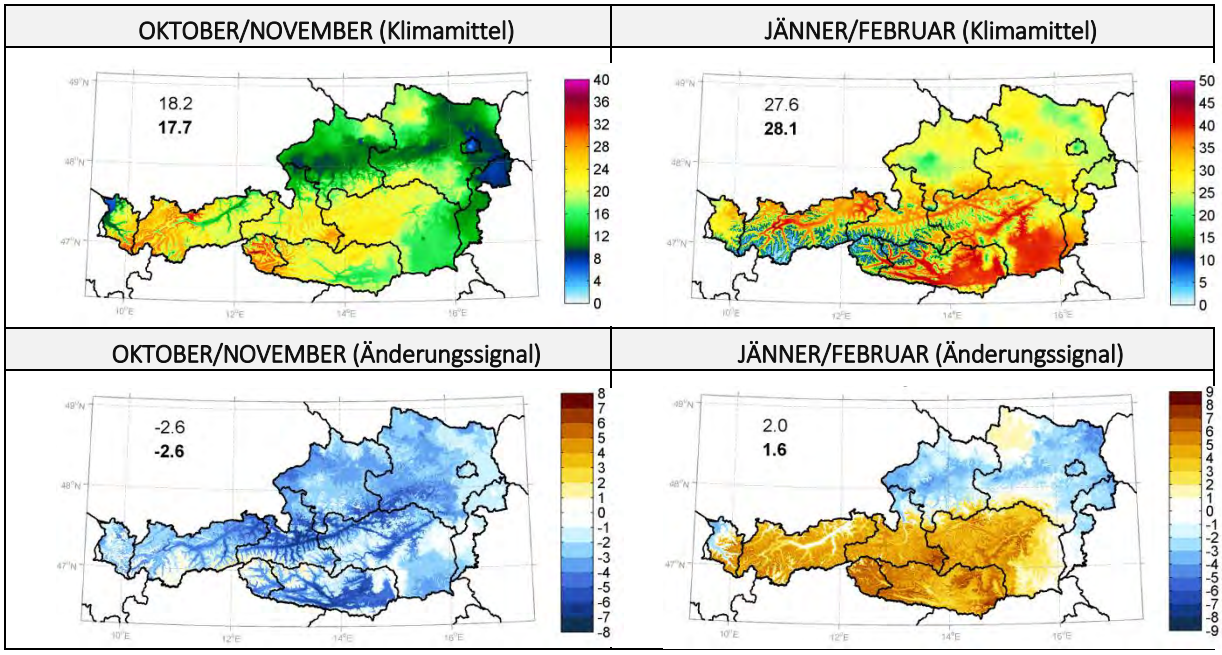


Abbildung 27: Mittlere Anzahl der Frost-Tau-Wechseltage (oben) und das Änderungssignal (unten) in Tagen

5.1.4 Niederschlag

rr **(Niederschlagsmenge): Mittelharte Fakten**

Schwache Zunahme der Niederschlagsmengen um 11 % im Gesamtjahr ausgenommen der Alpensüdseite. Die Änderung zeigt sich vor allem in den letzten 25 Jahren, ist aber nur in einigen wenigen Gebieten signifikant, nicht konsistent. Der Klimawert für das Gesamtjahr beträgt 1136 mm. Vergleich mit HISTALP (1861–2010):

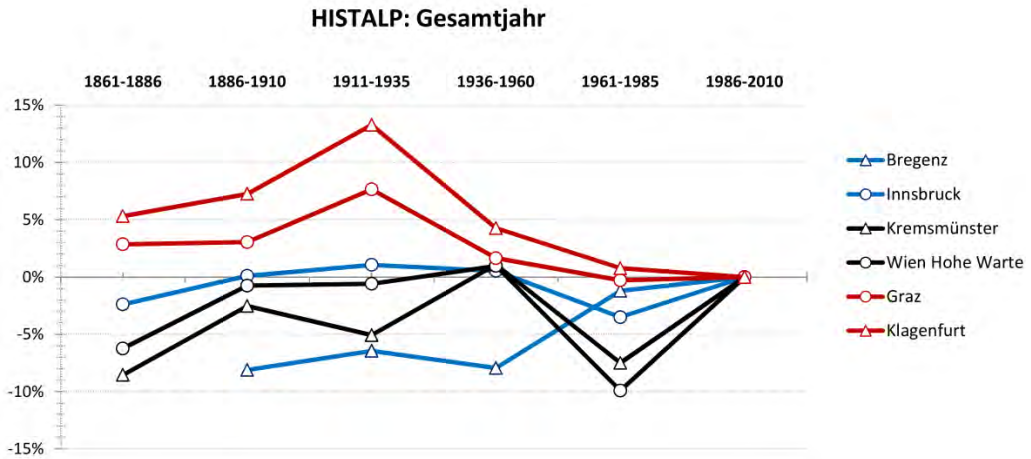


Abbildung 28: Änderung der Jahresniederschlagssumme seit 1861 relativ zur Referenzperiode.

Auf saisonaler Basis existieren räumliche Unterschiede und regional stärkere (teils signifikante) Änderungen.

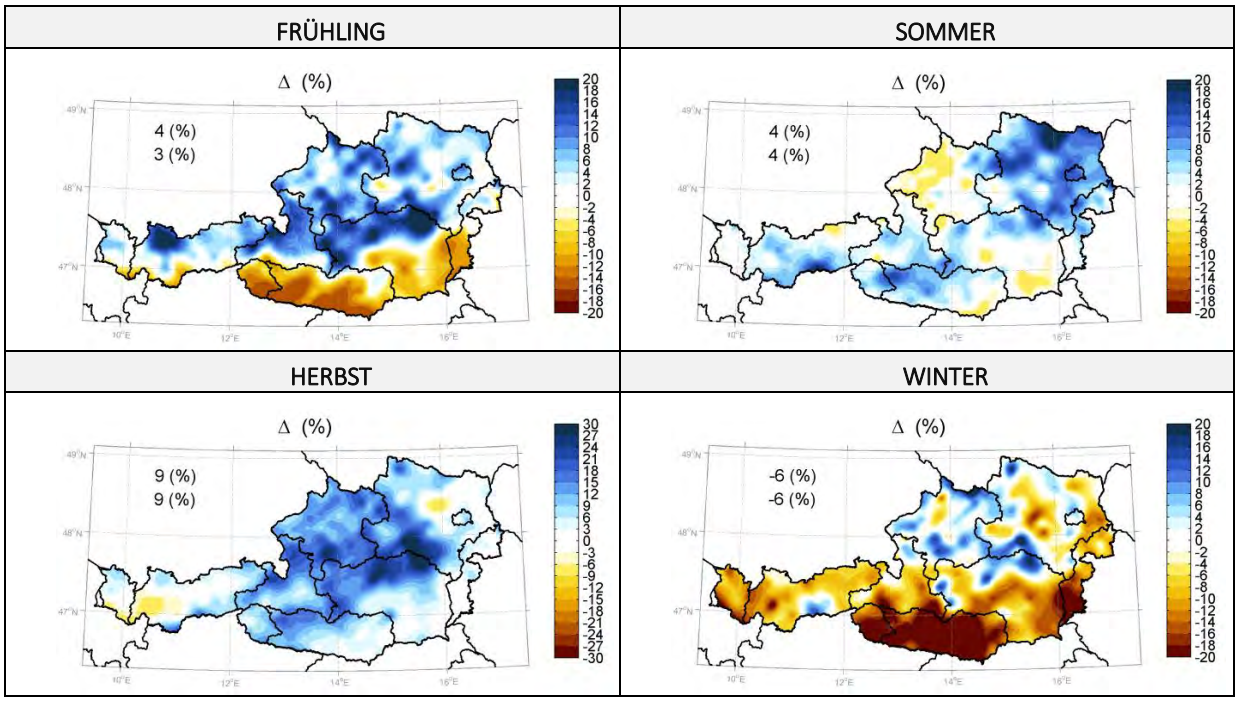


Abbildung 29: Änderung der mittleren saisonalen Niederschlagssumme und das Änderungssignal

Frühling: Zunahme um 5 % bis 20 % auf der Alpennordseite, im Histalp-Langzeitvergleich vor allem in Westösterreich. Auf der Alpensüdseite Abnahme um 5 % bis 15 %, konsistent im

Histalp-Langzeitvergleich. Das Änderungssignal für die letzten 50 Jahre ist nur in einzelnen Regionen im Nordstau signifikant und nur in Westösterreich konsistent. Im Westen hat die Zunahme vor allem in der Periode 1961–1985 stattgefunden. In Ostösterreich hingegen erst in den letzten 25 Jahren. Aktuelles Klimamittel 261 mm. Vergleich mit HISTALP (1861–2010):

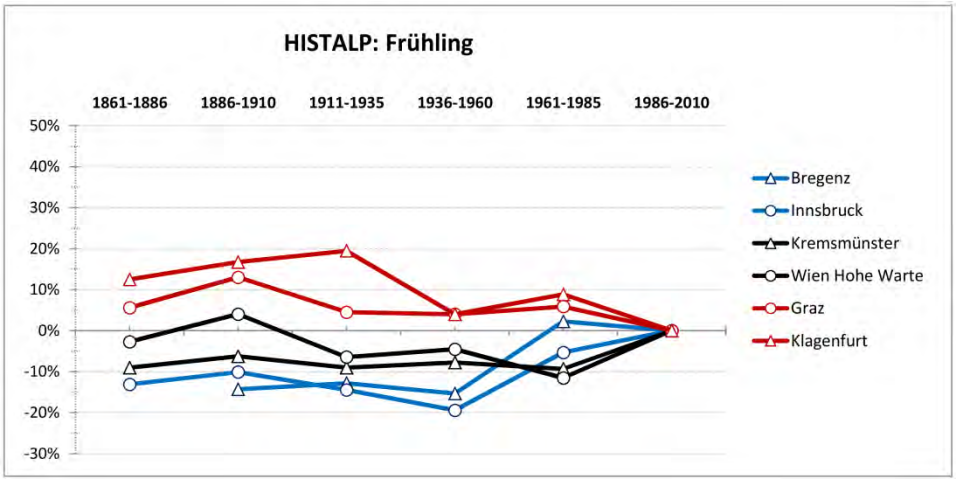


Abbildung 30: Änderung der saisonalen Niederschlagssumme seit 1861 relativ zur Referenzperiode

Sommer: Zunahme der Niederschlagsmenge um etwa 10 % (nicht signifikant) im Nordosten Österreichs, ansonsten gebietsweise leichte Zu- oder Abnahme in den letzten 50 Jahren. Nicht konsistent im Langzeitkontext, da der aktuelle Wert noch niedriger ist als in der Periode 1936–1960. Die momentane Zunahme der saisonalen Summe im Nordosten geht mit einer Zunahme der Intensitätsindizes einher. Aktuelles Klimamittel 421 mm. Vergleich mit HISTALP (1861–2010):

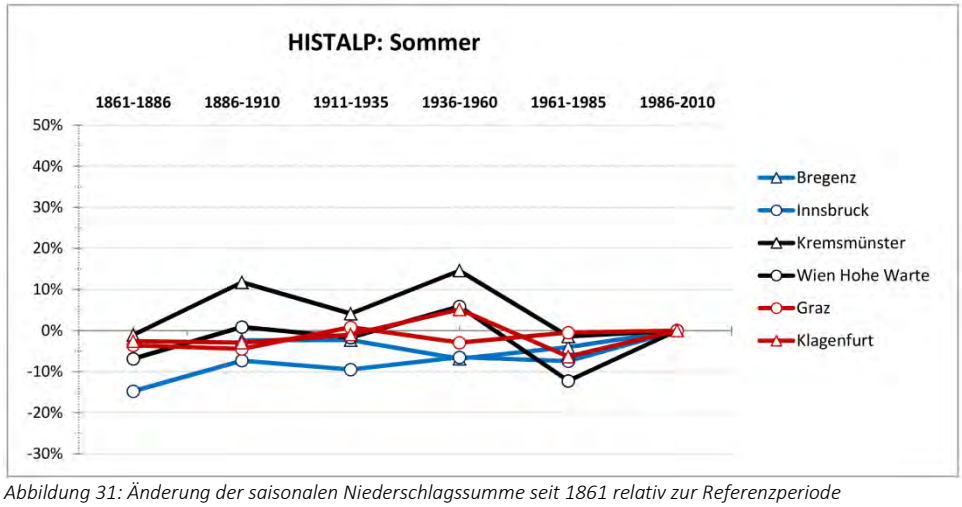


Abbildung 31: Änderung der saisonalen Niederschlagssumme seit 1861 relativ zur Referenzperiode

Herbst: Zunahme der Niederschlagsmenge um 10 % bis 20 %, jedoch gleichbleibend in Tirol und Vorarlberg sowie im Osten und Südosten Österreichs in den letzten 50 Jahren. Das Änderungssignal ist nicht signifikant und nur an der Station Kremsmünster (OÖ)

konsistent. Die Zunahme geht mit einer Zunahme der Niederschlagsintensitäten sowie der Niederschlagstage (vor allem am Alpenhauptkamm) einher. Aktuelles Klimamittel 265mm. Vergleich mit HISTALP (1861–2010):

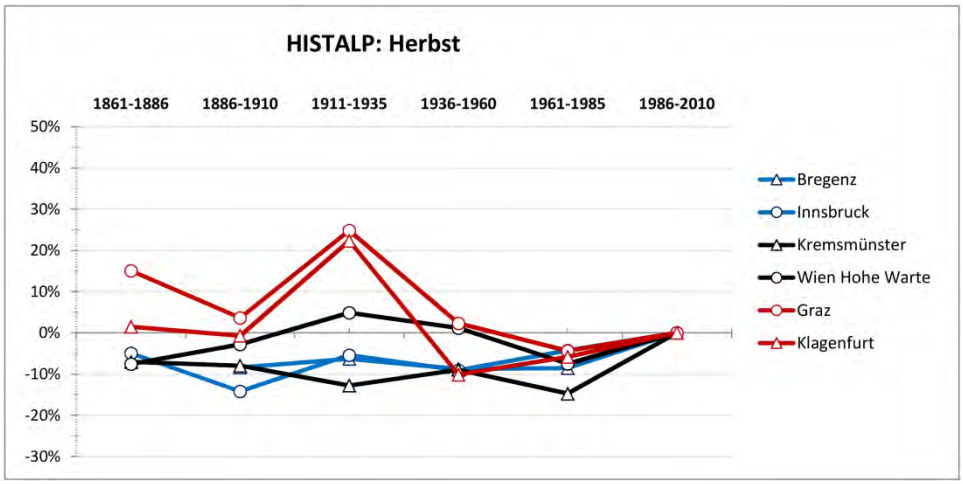


Abbildung 32: Änderung der saisonalen Niederschlagssumme seit 1861 relativ zur Referenzperiode

Winter: Deutliche Abnahme auf der Alpensüdseite von Osttirol bis ins Südburgenland um 10 % bis 25 % (konsistent). Mäßige, nicht signifikante Abnahme in Tirol und Vorarlberg. Abnahme in Kärnten über große Gebiete hinweg signifikant. Abnahme auf der Alpensüdseite in den letzten 25 Jahren wird auf eine Änderung der Wetterlagenhäufigkeit zurückgeführt, da auf der Alpensüdseite die Anzahl der Niederschlagstage markant abgenommen hat (siehe Index rr1_dry), die Intensitäten sich im Winter jedoch nicht erkennbar geändert haben. Aktuelles Klimamittel 184 mm. Vergleich mit HISTALP (1861–2010):

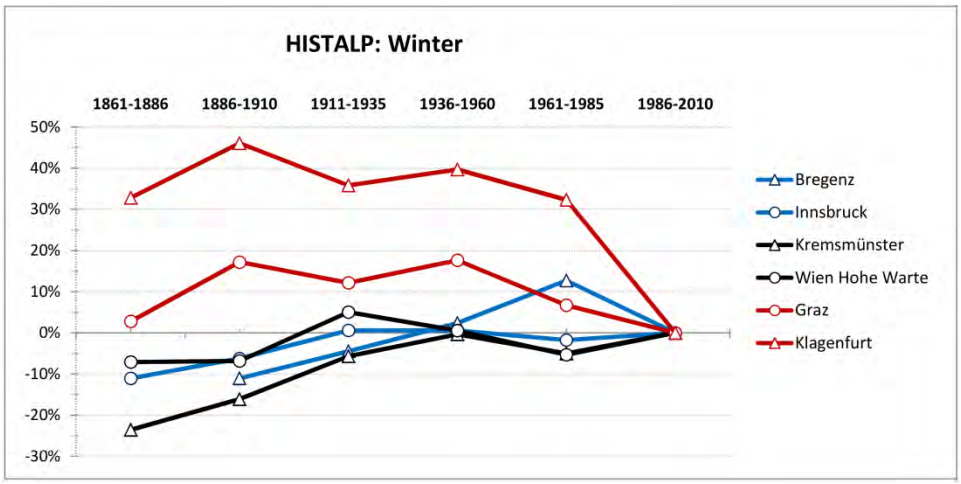


Abbildung 33: Änderung der saisonalen Niederschlagssumme seit 1861 relativ zur Referenzperiode

rr1, rr1_dry (Trockentage, Niederschlagstage): Mittelharte Fakten

Ausgeprägte saisonale und regionale Unterschiede im Änderungssignal. Aktueller Klimawert 130 Niederschlagstage und 235 Trockentage im Gesamtjahr, geringste Änderung im Sommer.

Frühling: Leichte Zunahme der Niederschlagstage um 5 % bis 10 % entlang des Alpenhauptkammes von den Kitzbüheler Alpen (T) bis zur Rax (NÖ) (gebietsweise signifikant, Station Sonnblick (S) konsistent). Allerdings war das Klimamittel in der Periode 1911–1935 schon einmal auf diesem Niveau. Aktuelles Klimamittel 33,6 Niederschlagstage.

Sommer: Kein regional zusammenhängendes Änderungssignal erkennbar. Keine Langzeitkonsistenz. Aktuelles Klimamittel 40,8 Niederschlagstage.

Herbst: Leichte Zunahme der Niederschlagstage um 5 % bis 15 %. Örtlich zwischen den Kitzbüheler Alpen (T) und der Rax (NÖ) auch darüber (lokal signifikant, nur Station Sonnblick (S) konsistent). Aktuelles Klimamittel 29,4 Niederschlagstage.

Winter: Zunahme von Trockentagen um 3 bis 6 Tage, vor allem auf der Alpensüdseite und regional in Ostösterreich sowie in Vorarlberg. Größte Änderung von Osttirol bis ins Südburgenland, hier vor allem in der aktuellen Periode weniger Niederschlagstage. Änderungssignal ist großflächig signifikant und konsistent und geht mit der Zunahme von Tage einher die in eine mindestens 5-Tage andauernde Trockenepisode fallen (cdd_sum_days). Aktuelles Mittel 26,1 Niederschlagstage.

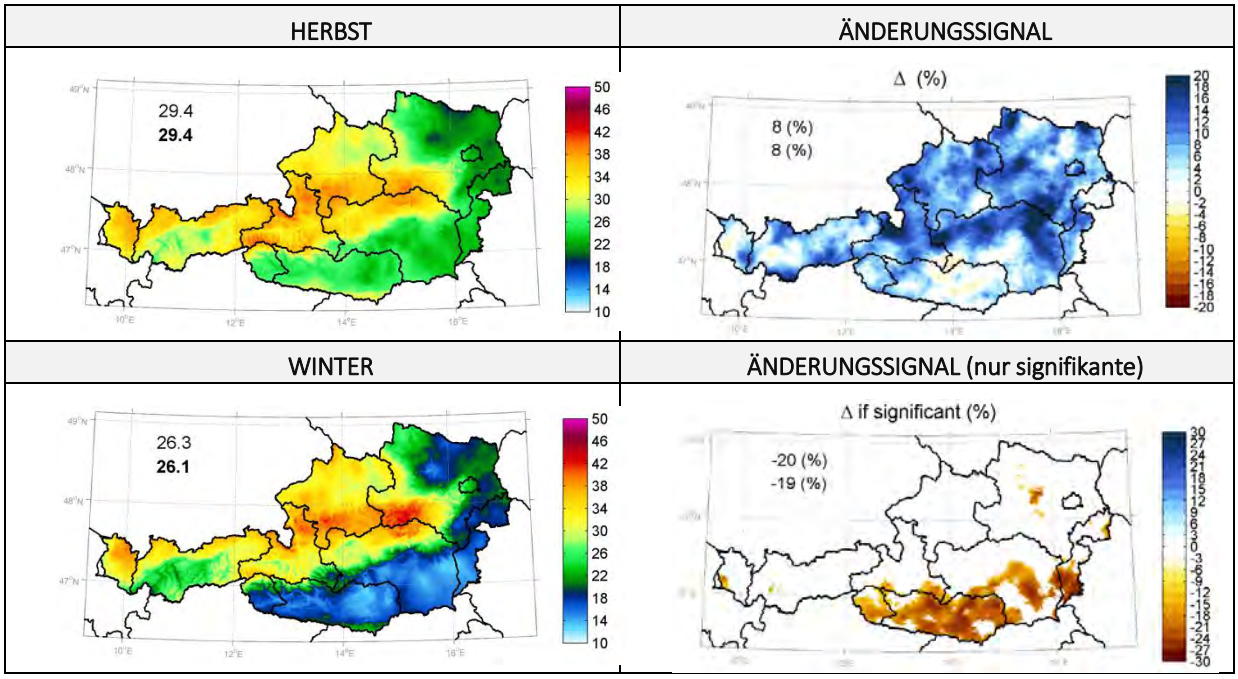


Abbildung 34: Mittlere Anzahl der Niederschlagstage (links) und das Änderungssignal (rechts) für den Herbst (alle Wert) und den Winter (nur an Gitterpunkten mit Signifikanz)

rx1day, rx5day (Maximale tägliche und 5-Tages Niederschlagsintensität): Weiche Fakten

Keine Änderung der jährlichen Niederschlagsmaxima in Österreich im Herbst und Winter, jedoch gebietsweise im Frühling und Sommer (regional signifikant).

Frühling: Zunahme um 10 % bis 25% auf der gesamten Alpennordseite, gebietsweise signifikant. Langzeitkonsistenz ist für „rx5day“ an allen Stationen gegeben, für „rx1day“ jedoch nicht an der Station Kremsmünster (OÖ) sowie nicht in Innsbruck (T). Auf der Alpensüdseite für beide Indizes eine leichte Abnahme um 5 % bis 10 %, regional signifikant und an der Station Graz (ST) konsistent. Aktuelles Klimamittel 64,3 mm (rx5day).

Sommer: Räumlich diverse Änderungssignale (leicht Zu- oder Abnahmen) die allesamt nicht signifikant und nicht konsistent sind. Die aktuelle, großräumige und starke Zunahme beider Indizes in Nordostösterreich ist zwar örtlich signifikant, jedoch nicht konsistent. Das Niveau war hier in der Periode 1936–1960 auch schon höher. Aktuelles Klimamittel 84,8 mm (rx5day).

Herbst: Über weite Gebiete kein signifikantes Änderungssignal. Im Nordstau Ober- und Niederösterreichs werden zwar deutliche Zunahmen gezeigt, diese sind aber nach Osten hin keinesfalls konsistent (nur an der Station Kremsmünster). Aktuelles Klimamittel 68,6 mm (rx5day).

Winter: Kein zusammenhängendes, signifikantes oder konsistentes Änderungssignal. Aktuelles Klimamittel 54,2 mm (rx5day).

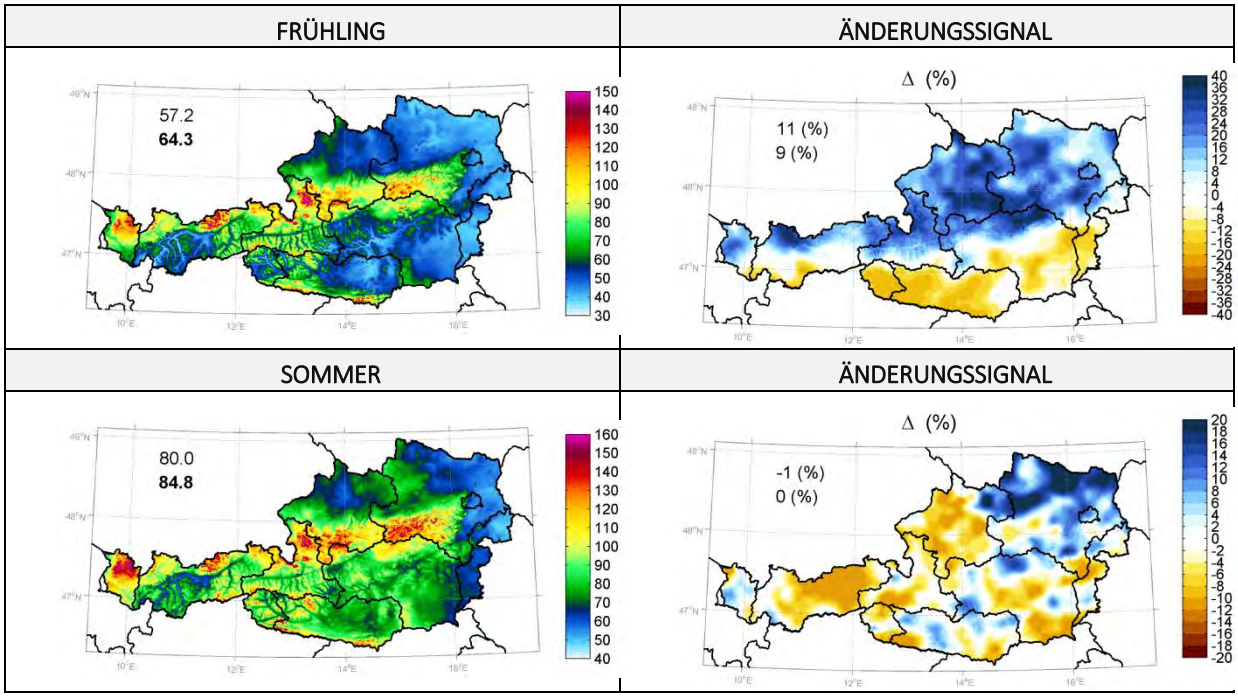


Abbildung 35: Mittlere 5-Tages Niederschlagssumme für den Frühling und Sommer (links) und das Änderungssignal (rechts) in mm.

sdii (1-tägige Niederschlagsmenge): Weiche Fakten

Keine Änderung der durchschnittlichen Niederschlagsmenge pro Niederschlagstag in Österreich im Herbst und Winter, jedoch gebietsweise im Frühling und Sommer (regional signifikant und konsistent).

Frühling: Großräume Zunahme der mittleren Tagesniederschlagsmenge auf der gesamten Alpennordseite um 5 % bis 15 %, schwächste Zunahme im Nordosten (vielfach signifikant, überall konsistent). Auf der Alpensüdseite Abnahme um 0 % bis 10 % jedoch nirgends signifikant (Station Graz nicht konsistent). Aktuelles Klimamittel 7,4 mm.

Sommer: Großräumige Zunahme der durchschnittlichen Tagesniederschlagssumme um 7 % (nicht signifikant), jedoch in Niederösterreich, dem Wechselgebiet und dem Burgenland Zunahmen von +10 % bis +20 % (gebietsweise signifikant). Das aktuelle Änderungssignal ist nicht konsistent, das aktuelle Niveau ist deutlich niedriger als jenes der Periode 1936–1960. Aktuelles Klimamittel 10,0 mm.

Herbst: Über weite Teile ist kein räumlich zusammenhängendes, signifikantes oder konsistentes Änderungssignal zu finden. Einzig im klassischen Nordstau zwischen dem Dachstein (ST) und dem Ötscher (NÖ) eine signifikante Zunahme des um 10 % bis 20 % (regional signifikant, Station Kremsmünster (OÖ) konsistent). Aktuelles Klimamittel 8,6 mm.

Winter: Kein signifikantes oder konsistentes Änderungssignal. Aktuelles Klimamittel 6,6 mm.

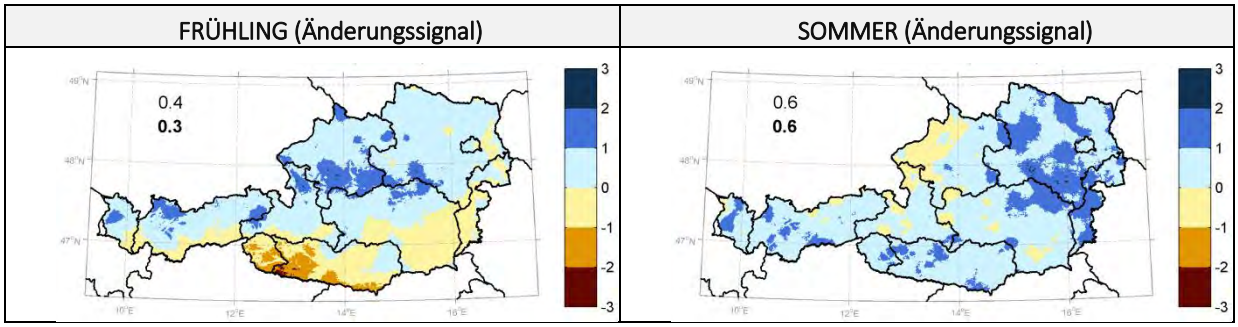


Abbildung 36: Änderung der mittleren Niederschlagssumme an Niederschlagstagen für den Frühling und Sommer in mm/Tag.

rr1_classes – (Niederschlagstage pro Niederschlagsklasse): Weiche Fakten

Die Auswertung der Anzahl von Tagen die in eine bestimmte Niederschlagsklasse fallen, wurden Niederschlagsmengen für unterschiedliche Perzentilen aus dem Beobachtungszeitraum 1971-2000 ermittelt (30., 60., 90., 95. und 98. Perzentil) und diese Mengenwerte als fixe Klassengrenzen festgelegt. Diese Klassengrenzen dienen als Referenzwert für die Analyse der Vergangenheit. Im Folgenden wird die Änderung der Anzahl von Tagen, die in eine solche Intensitätsklasse fallen, für die Vergangenheit auf Jahresbasis gezeigt.

Generell hat im Mittel über Österreich für das Gesamtjahr die Häufigkeit von schwachen oder moderaten Niederschlagstagen abgenommen und jene von starken bis extremen Niederschlagstagen zugenommen. Die Gesamtanzahl der Niederschlagstage bleibt im Jahresmittel dabei gleich, es kommt somit nur zu einer Verschiebung in den Intensitäten. Dieses Ergebnis für die

letzten 50 Jahre kann im Langzeitkontext an den Flagship-Stationen nicht eindeutig bestätigt werden. Die Stationen zeigen zwar grundsätzlich ein ähnliches Muster, es zeigen sich jedoch vereinzelt widersprüchliche Änderungssignale in bestimmten Perzentilklassen.

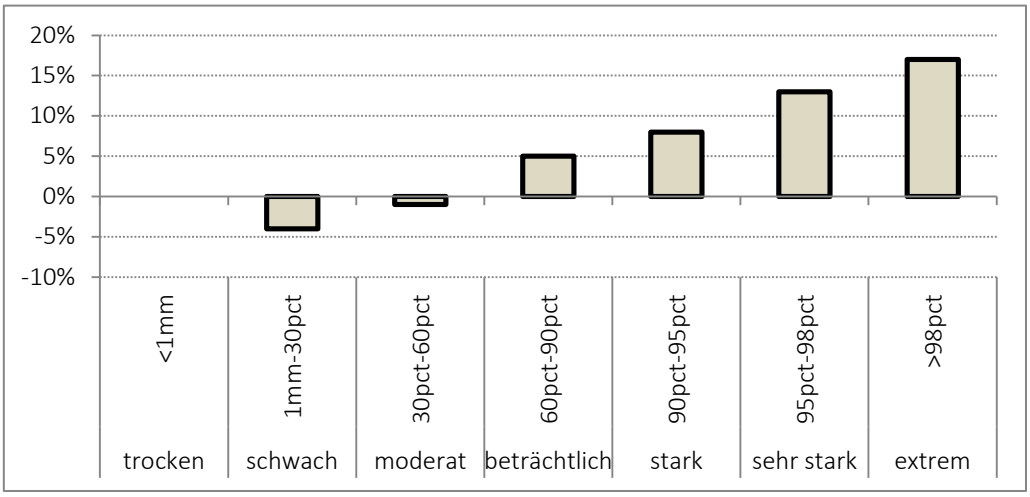


Abbildung 37: Änderung der Häufigkeit von Niederschlagstagen unterschiedlicher Intensität.

Frühling: Die Anzahl von Niederschlagstagen ist im Frühling gleich geblieben bei einer leichten Zunahme der Häufigkeit von moderaten Extremen (flächendeckend), die Änderung ist aber nur verstreut signifikant und im Langzeitkontext von der Klasse „schwach“ bis „extrem“ überwiegend konsistent.

Sommer: Die Anzahl von Niederschlagstagen im Sommer ist gleichbleibend, die Häufigkeiten von starken Ereignissen hat aber zugenommen, während jene der niedrigen Intensitäten abgenommen hat (flächendeckend), verstreut signifikant (nicht konsistent).

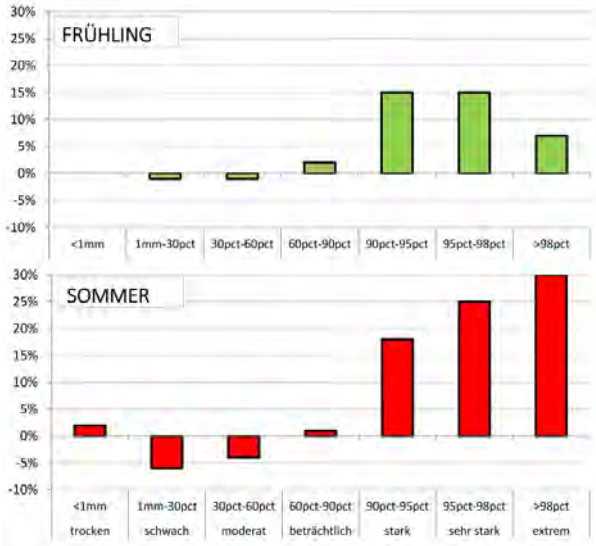


Abbildung 38: Änderung der Häufigkeit von Niederschlagstagen unterschiedlicher Intensität (Frühling, Sommer)

Herbst: Die Anzahl der Niederschlagstage hat im Herbst leicht zugenommen, die Zunahme zeigt sich über alle Intensitätsklassen jedoch tendenziell mehr in den höheren Perzentilen (flächendeckend), Signal ist nur punktuell signifikant (nicht konsistent).

Winter: Die Anzahl der Niederschlagstage hat im Winter leicht abgenommen vor allem in den schwachen Niederschlagsklassen (vielerorts signifikant jedoch nicht konsistent). Die gezeigte Zunahme der Häufigkeit für die extremsten Ereignisse lässt sich nicht schlüssig an den Flagship-Stationen nachvollziehen. Auf der Alpensüdseite zeigt sich darüber hinaus auch eine Abnahme der Häufigkeit von mittleren Intensitäten bis hin zu den moderaten Extremen (vielerorts signifikant, konsistent in Graz).

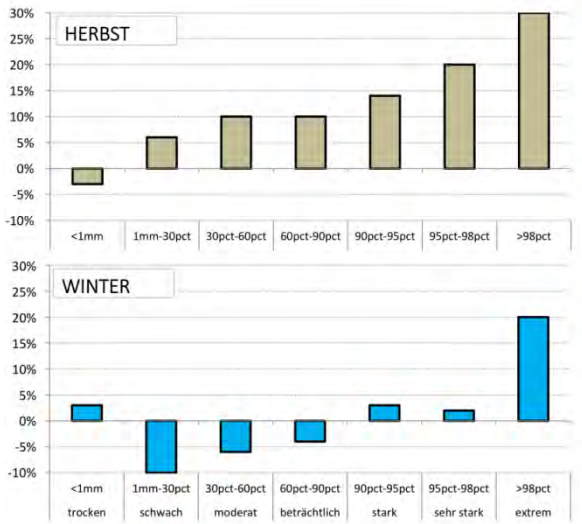


Abbildung 39: Änderung der Häufigkeit von Niederschlagstagen unterschiedlicher Intensität (Herbst, Winter)

5.2 Klimaanalyse Zukunft (Österreich)

In der Klimaanalyse wurde die simulierte zukünftige Veränderung des Klimas in Österreich untersucht. Dafür wurden die Ergebnisse aus 13 Klimamodellen für zwei unterschiedliche Treibhausgasszenarien (RCP4.5 und RCP8.5) jeweils für die **nahe Zukunft** (2021-2050) und für die **ferne Zukunft** (2071–2100) mit der Periode 1971-2001 verglichen. Für die Abschätzung der mittleren Änderung wurde der Median (also ein Mittelmaß) des Modellensembles verwendet. Zur Bewertung des Ensembles wurde einerseits die Übereinstimmung der Modelle zueinander herangezogen und andererseits geprüft, ob die Klimaänderungen pro Modell signifikant sind, sich also deutlich von ihren simulierten Schwankungen unterscheiden (weitere Details siehe Kapitel 4.4). Die folgende exemplarische Abbildung (Abbildung 40) veranschaulicht schematisch die Darstellung der in diesem Kapitel gezeigten Ergebnisse.

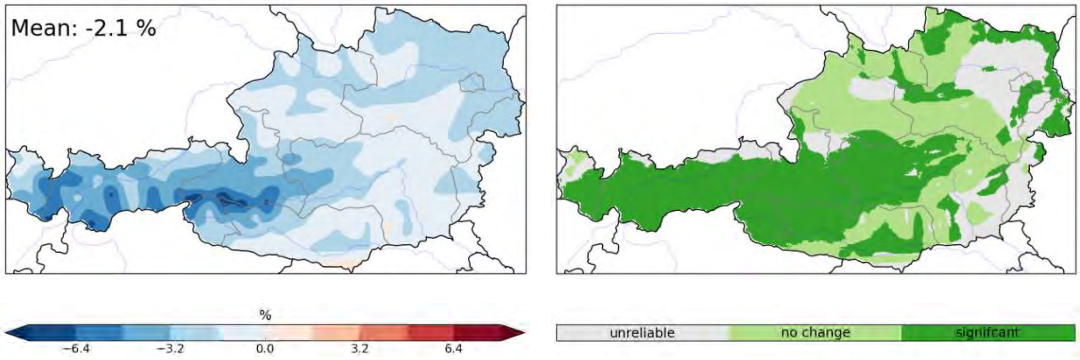


Abbildung 40: Erklärungen zur Darstellungsform der simulierten Klimaänderungen. Die Abbildung links zeigt die räumliche Verteilung der simulierten Klimaänderung als Median des Modell-Ensembles. Links oben ist das österreichweite Flächenmittel des Median angegeben. Die Abbildung rechts zeigt Kategorien zur Bewertung der links dargestellten Klimaänderung: in Abhängigkeit von Signifikanz und Modellübereinstimmung im Modell-Ensemble sind Bereiche für „signifikante Änderung" (signifikante Änderungen mit hoher Modellübereinstimmung; „significant" dunkelgrün), „keine signifikante Änderung" („no change" hellgrün)und „mangelnde Modellübereinstimmung" (signifikante, aber widersprüchliche Änderungen; „unreliable" grau) markiert.

5.2.1 Temperatur „warm“:

tm (Mitteltemperatur)

Für die mittlere Lufttemperatur stimmen alle Modelle in beiden Szenarien in ihrem deutlichen Anstiegssignal österreichweit überein. In der **nahen Zukunft** unterscheiden sich das extremere RCP8.5 und das gemäßigte RCP4.5 Szenario mit einem durchschnittlichen Änderungssignal der mittleren Lufttemperatur von +1,3 °C bzw. +1,4 °C kaum. Die Modellergebnisse streuen dabei für RCP4.5 in einem Bereich zwischen +0,9 °C und +1,8 °C, für RCP8.5 liegt die Bandbreite zwischen +1,0 °C und +2,0 °C. Für die **ferne Zukunft** ist im Szenario RCP8.5 der Temperaturanstieg mit einem Durchschnittswert von 4,0 °C deutlich stärker ausgeprägt als im Szenario RCP4.5 mit einem Median von 2,3 °C. Die Modelle liegen hier bei RCP8.5 zwischen +3,3 °C und +5,3 °C und beim gemäßigten RCP4.5 Szenario zwischen +1,8 °C und +3,5 °C. In der **fernen Zukunft** treten die südlichen und westlichen Landesteile mit einem stärkeren Temperaturanstieg hervor. Im **Winter** ist in beiden Szenarien und Perioden die Erwärmung im Österreichmittel am stärksten ausgeprägt, im **Frühling** jeweils am schwächsten. Während sich im **Winter** die Erwärmung österreichweit gleichmäßig darstellt, treten vor allem in der **fernen Zukunft** in beiden Szenarien die südwestlichen Landesteile mit einer verstärkten Erwärmung hervor.

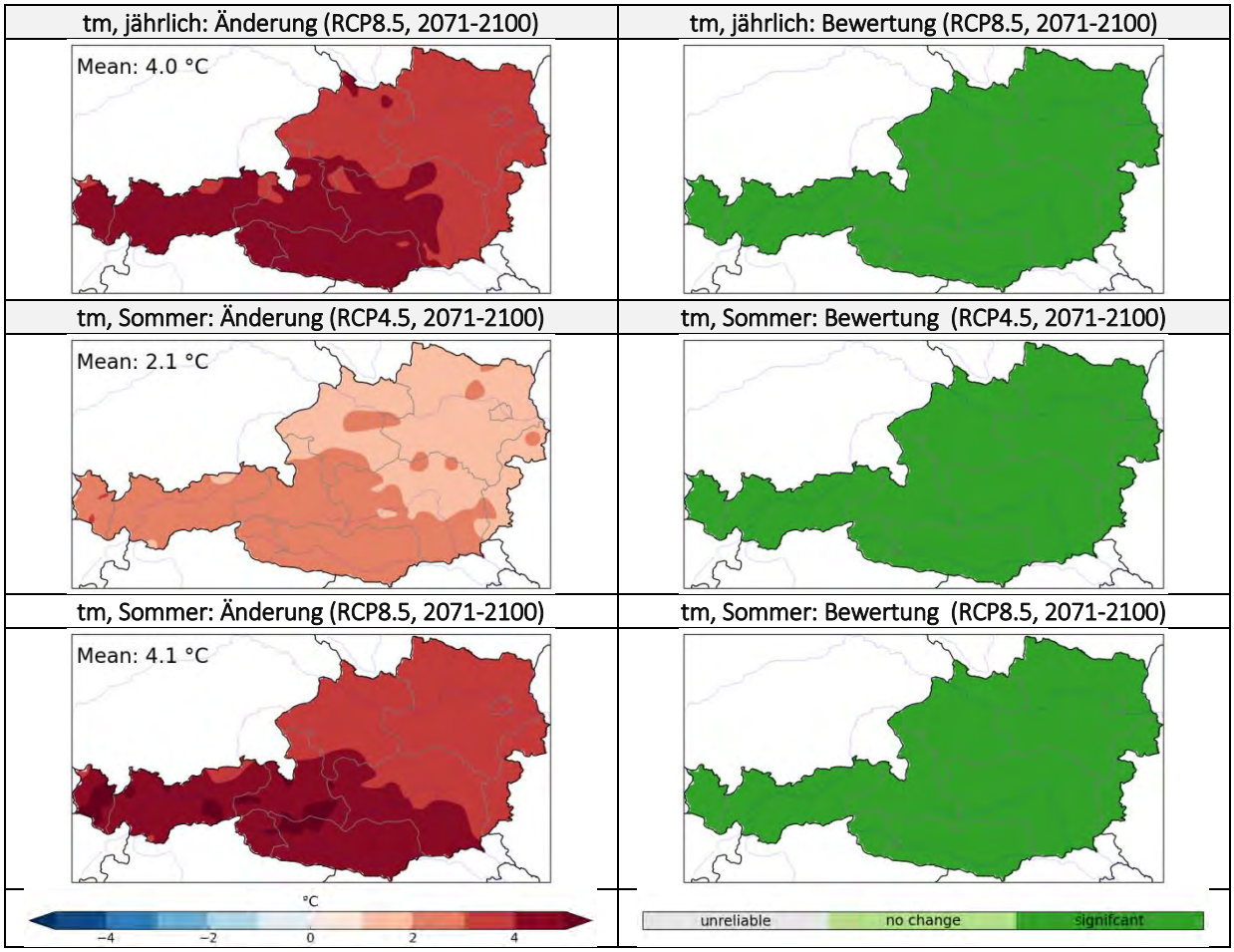


Abbildung 41: Oben: Änderung der Jahresmitteltemperatur in der fernen Zukunft des RCP8.5. Mitte: Änderung der Mitteltemperatur in den Sommermonaten der fernen Zukunft des RCP4.5. Unten: Änderung der Mitteltemperatur in den Sommermonaten der fernen Zukunft des RCP8.5.

cdd (Kühlgradtagzahl):

Durch die Zunahme der mittleren Temperatur nimmt auch die Anzahl der Tage mit Kühlenergiebedarf zu. Die Zunahme der Kühlgradtage wird von den Modellen für die **nahe Zukunft** für beide Szenarien mit rund 57 °C (Kd) sehr ähnlich angezeigt. In weiten Teilen des Landes sind diese Änderungen signifikant, Ausnahmen bilden höchstgelegene Regionen. Dies gilt ebenso für die **ferne Zukunft** in RCP4.5 mit einer durchschnittlichen Zunahme von 94,3 °C (Kd) und einer Streuung von 70,2 °C (Kd) bis 154,7 °C (Kd). Für RCP8.5 wird die Zunahme im Großteil Österreichs mit Ausnahme weniger Hochgebirgslagen signifikant. Mit einem Mittelwert von rund +221,7 °C (Kd) (Streuung von 163,2 °C (Kd) bis 375,2 °C (Kd)) ist hierbei schon mit einem enormen zusätzlichen Kühlbedarf, vor allem in den östlichsten Landesteilen, zu rechnen. Die größten absoluten Änderungen ergeben sich im Alpenvorland, dem Klagenfurter Becken sowie im Nordwesten Vorarlbergs.

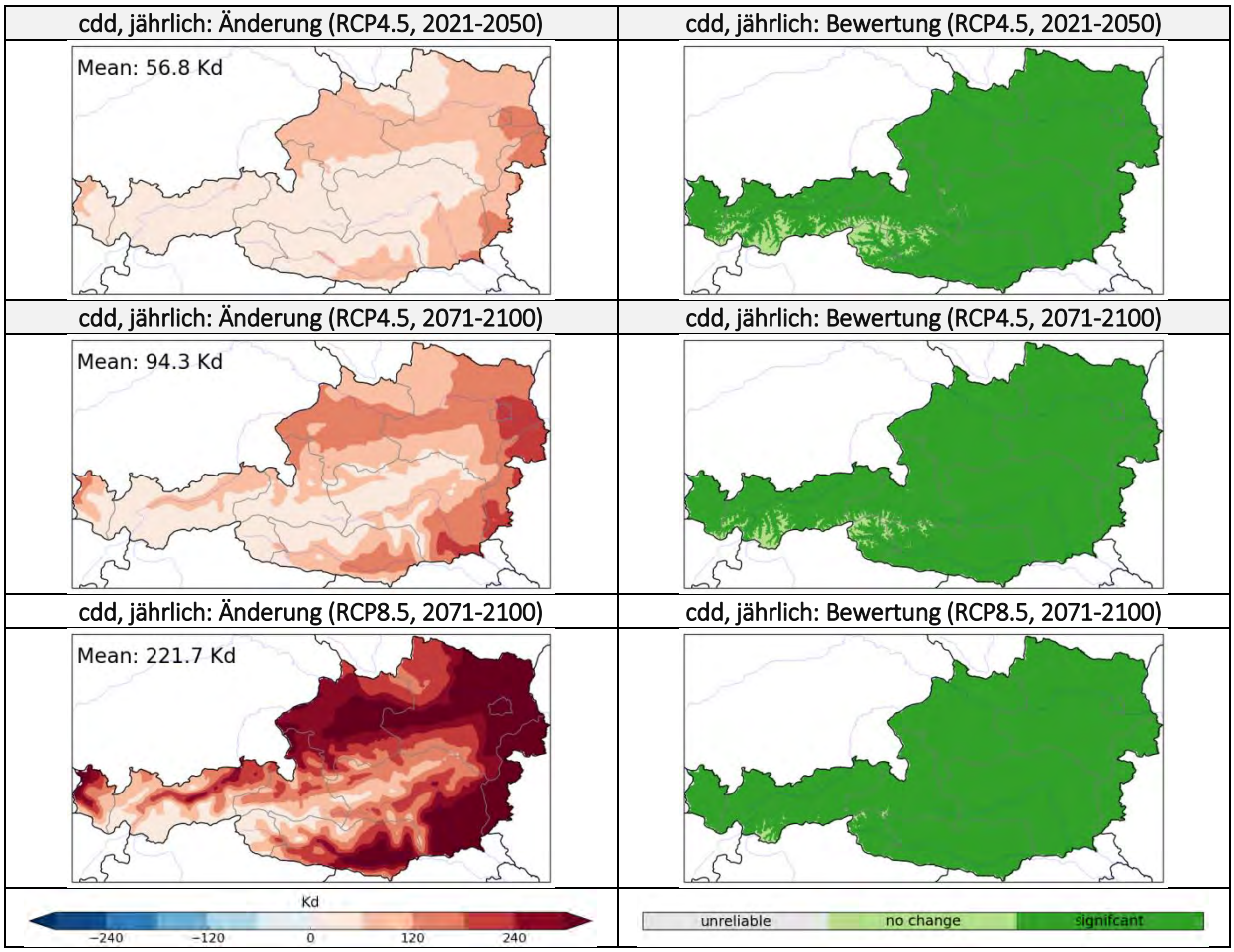


Abbildung 42: Oben: Änderung der Kühlgradtage in der nahen Zukunft des RCP4.5. Mitte: Änderung der Kühlgradtage in der fernen Zukunft des RCP4.5. Unten: Änderung der Kühlgradtage in der fernen Zukunft des RCP8.5.

su25, su30 (Sommertage, Hitzetage):

Mit der Zunahme der mittleren Lufttemperatur einhergehend steigt auch die Zahl der Sommer- und Hitzetage an. Für Gesamtösterreich ist in der **nahen Zukunft** in beiden Szenarien mit einer mittleren Zunahme von 11 Sommer- und 4,3 Hitzetagen zu rechnen. In der **fernen Zukunft** ergibt sich für das gemäßigte RCP4.5 Szenario eine Zunahme von 18 Sommertagen (Streuung von 13,1 Tage bis 29,8 Tage) und 7,0 Hitzetagen (Streuung von 4,6 Tage bis 13,1 Tage). Das extremere RCP8.5 Szenario liefert sogar einen Anstieg um durchschnittlich 35 Sommertage (Streuung von 25,4 Tage bis 55,6 Tage) bzw. 17,4 Hitzetage (Streuung von 11,2 Tage bis 32,4 Tage). Das Änderungssignal ist für die **nahe Zukunft** nur in tieferen Geländelagen signifikant. Auch für die **ferne Zukunft** hebt sich diese Änderung für RCP4.5 in Gebirgslagen nicht deutlich von der modellinternen Variabilität ab. In RCP8.5 wird die Änderung gegen Ende des 21. Jahrhunderts auch zunehmend in höher liegenden Regionen signifikant. Im Alpenvorland, dem pannonischen Flach- und Hügelland und dem Klagenfurter Becken (K) ist mit der stärksten Zunahme von im Mittel bis zu 37 Hitzetagen zu rechnen.

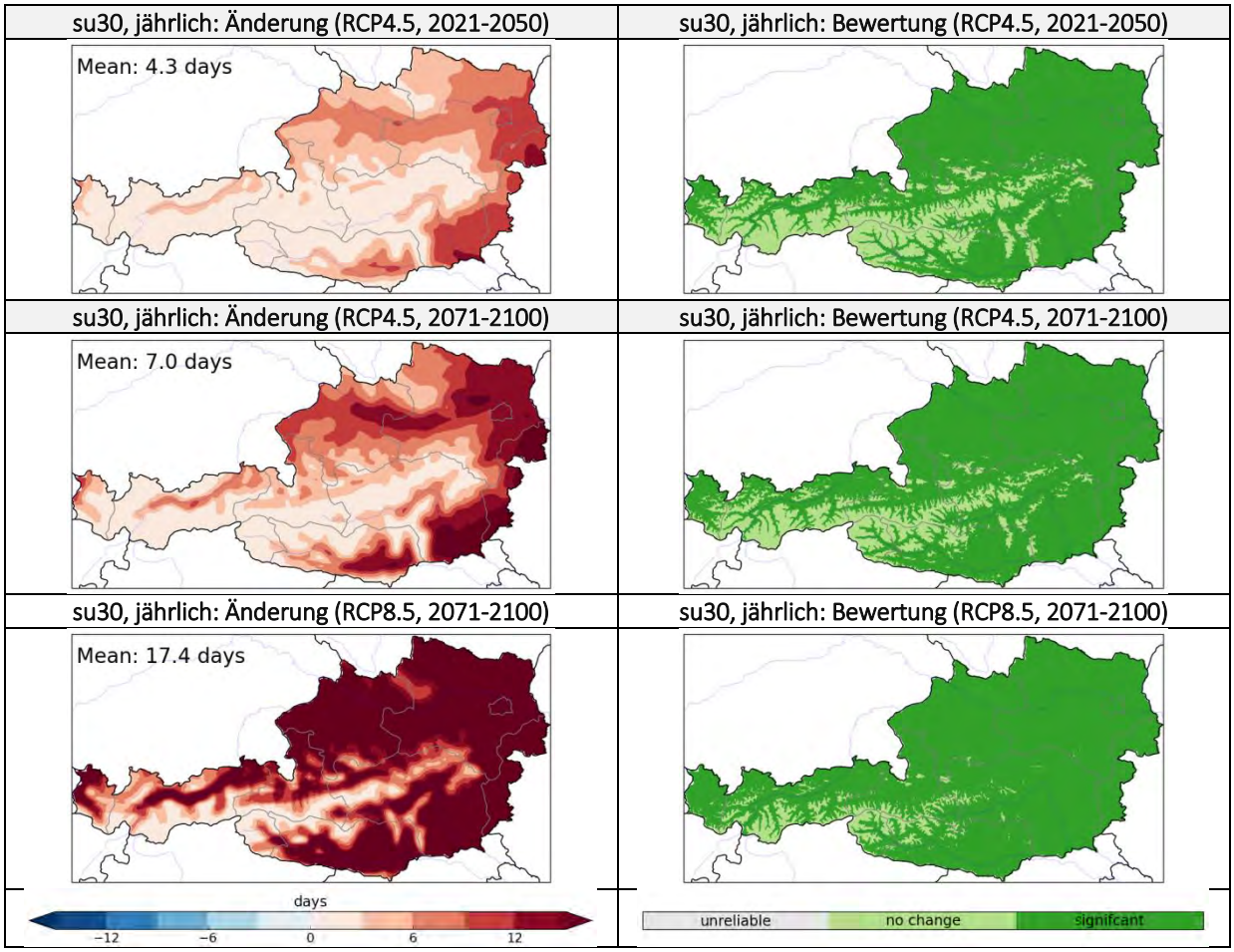


Abbildung 43: Oben: Änderung der Hitzetage in der nahen Zukunft des RCP4.5. Mitte: Änderung der Hitzetage in der fernen Zukunft des RCP4.5. Unten: Änderung der Hitzetage in der fernen Zukunft des RCP8.5.

hw_sum_days (Hitzeepisoden):

Analog zur Entwicklung der mittleren Temperatur unterscheiden sich Klimaprojektionen für Hitzeepisoden in der **nahen Zukunft** für beide Szenarien kaum. Das mittlere Änderungssignal beläuft sich auf eine Zunahme um 1,2 Tage mit einer Streuung von 0,7 Tage bis 2,0 Tage in RCP4.5 und einer Streuung von 0,7 Tage bis 2,7 Tage in RCP8.5. Alle verwendeten Modelle zeigen in beiden Szenarien in die Richtung einer Zunahme und auch hier sind die Änderungen nur in den Vorländern und randalpinen Becken signifikant. Ebenso für die **ferne Zukunft** in RCP4.5: hier ergibt sich eine Zunahme von 2,7 Tage (Streuung von 1,6 Tage bis 5,7 Tage). Für die **ferne Zukunft** wird die Summe der Tage, die in eine Hitzeepisode fallen, für das RCP8.5 Szenario mit einem Mittelwert von 8,7 Tage (Streuung von 5,6 Tage bis 19,9 Tage) auch in höheren Lagen zunehmend signifikant. Hitzeepisoden werden häufig mit blockierenden Omega-Lagen in Verbindung gebracht, deren Auftrittswahrscheinlichkeit in vielen Klimamodellen unterschätzt wird. Dieser zusätzliche Unsicherheitsbereich ist Gegenstand aktueller Forschung und sollte bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden.

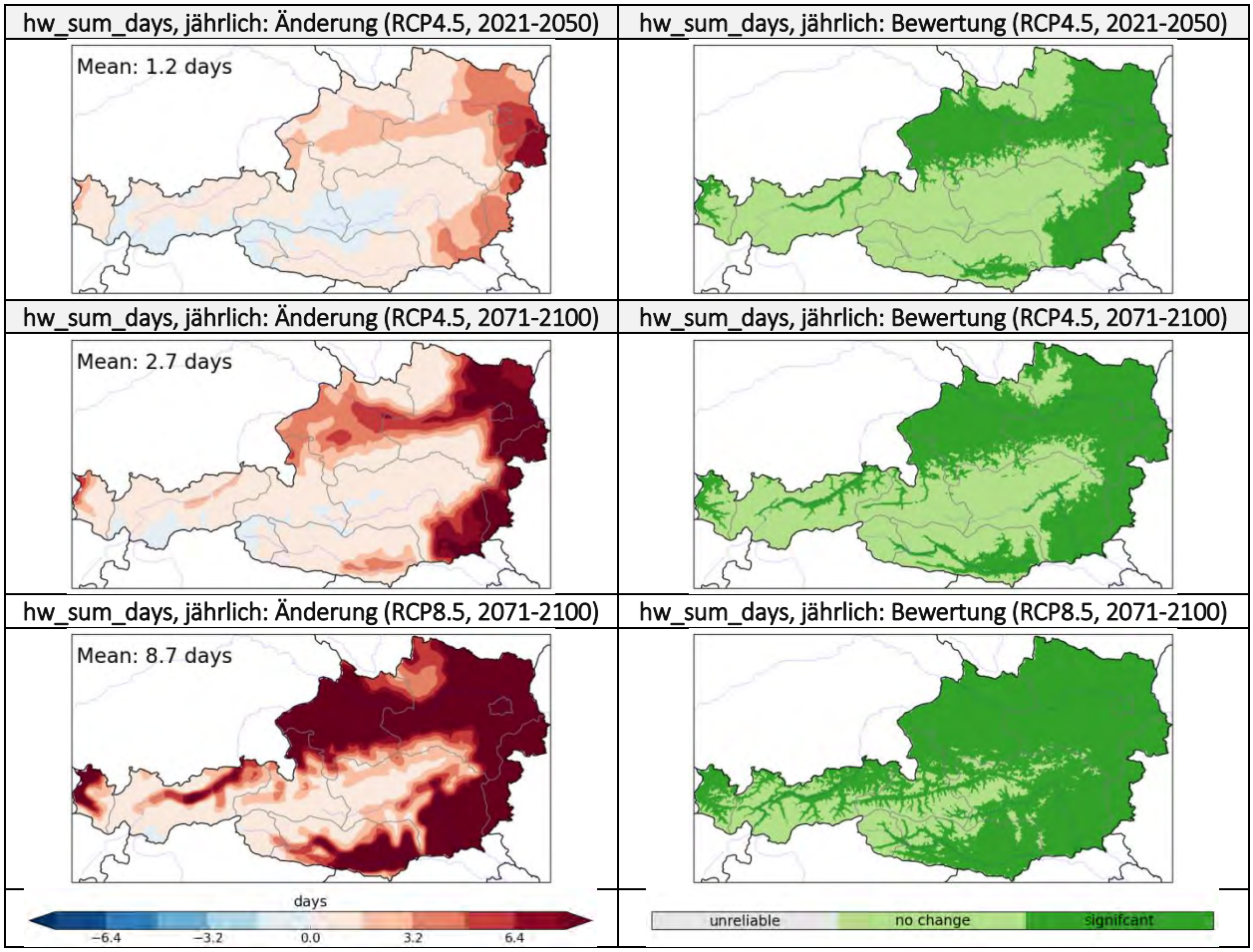


Abbildung 44: Oben: Änderung der Hitzeepisoden in der nahen Zukunft des RCP4.5 . Mitte: Änderung der Hitzeepisoden in der fernen Zukunft des RCP4.5. Unten: Änderung der Hitzeepisoden in der fernen Zukunft des RCP8.5.

gsl, sd_gsl (Vegetationsperiode):

Durch den Anstieg der mittleren Temperatur verlängert sich die Vegetationsperiode. Die Zunahme der Dauer der Vegetationsperiode ist in der **nahen Zukunft** nur im extremeren RCP8.5 Szenario mit einem Durchschnittswert von 20 Tagen in Gesamtösterreich signifikant. Für die **ferne Zukunft** zeigen die Modelle in beiden Szenarien österreichweit eine signifikante Verlängerung der Vegetationsperiode, welche sich in RCP4.5 auf durchschnittlich 32,7 Tage (Streuung von 22,0 Tage bis 43,8 Tage) und in RCP8.5 im Mittel auf 61,1 Tage (von 48,0 Tage bis 75,9 Tage) beläuft. Gegen Ende des Jahrhunderts entspricht dies einer Vorverlegung des Vegetationsbeginns um durchschnittlich 19,1 Tage in RCP4.5 und mehr als einen Monat (Median 36,3 Tage) in RCP8.5. Besonders deutlich tritt diese Veränderung entlang des Alpenhauptkamms sowie im nördlichen Alpenvorland hervor.

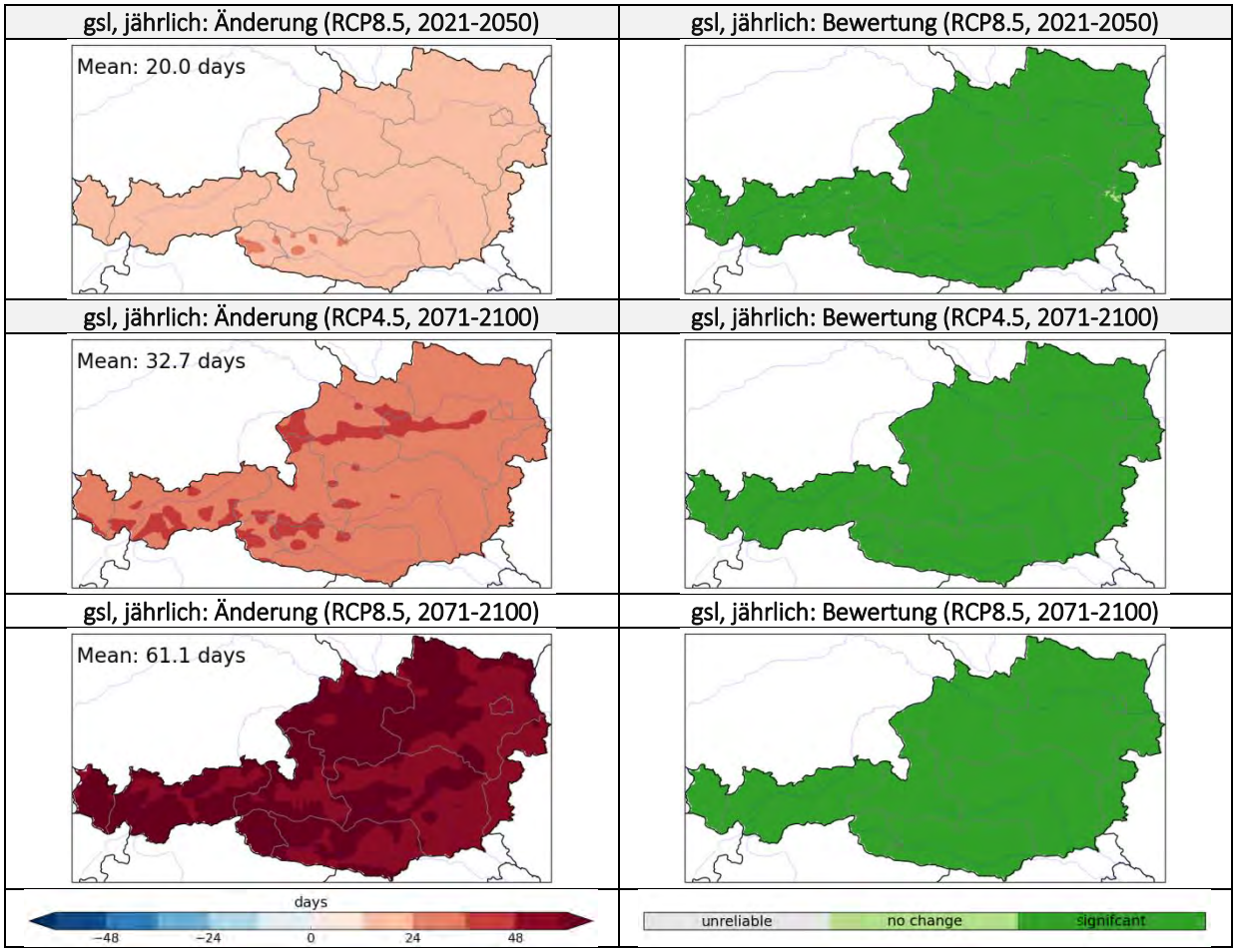


Abbildung 45: Oben: Änderung der Vegetationsperiode in der nahen Zukunft des RCP8.5. Mitte: Änderung der Vegetationsperiode in der fernen Zukunft des RCP4.5. Unten: Änderung der Vegetationsperiode in der fernen Zukunft des RCP8.5.

5.2.2 Temperatur „kalt“:

hdd (Heizgradtagzahl):

Verbreitet zeigt sich eine deutliche Abnahme der Heizgradtagzahl in ganz Österreich. Für die **nahe Zukunft** ergeben sich auch bei diesem Klimaindex für beide Szenarien nur geringe Unterschiede. In RCP4.5 wird eine Abnahme um durchschnittlich 446 °C (Kd) (entspricht -10%) simuliert während für das RCP8.5 Szenario mit einem mittleren Rückgang von 498 °C (Kd) (entspricht -11%) zu rechnen ist. Für die **ferne Zukunft** ist in RCP4.5 eine mittlere Abnahme um 800 °C (Kd) (entspricht -18%) angezeigt. Für RCP8.5 beträgt der durchschnittlich zu erwartende Rückgang im Gesamtjahr gegen Ende des Jahrhunderts sogar 1360 °C (Kd) (entspricht -30%). Diese Reduktion der Heizgradtagzahl ist durchwegs für ganz Österreich signifikant.

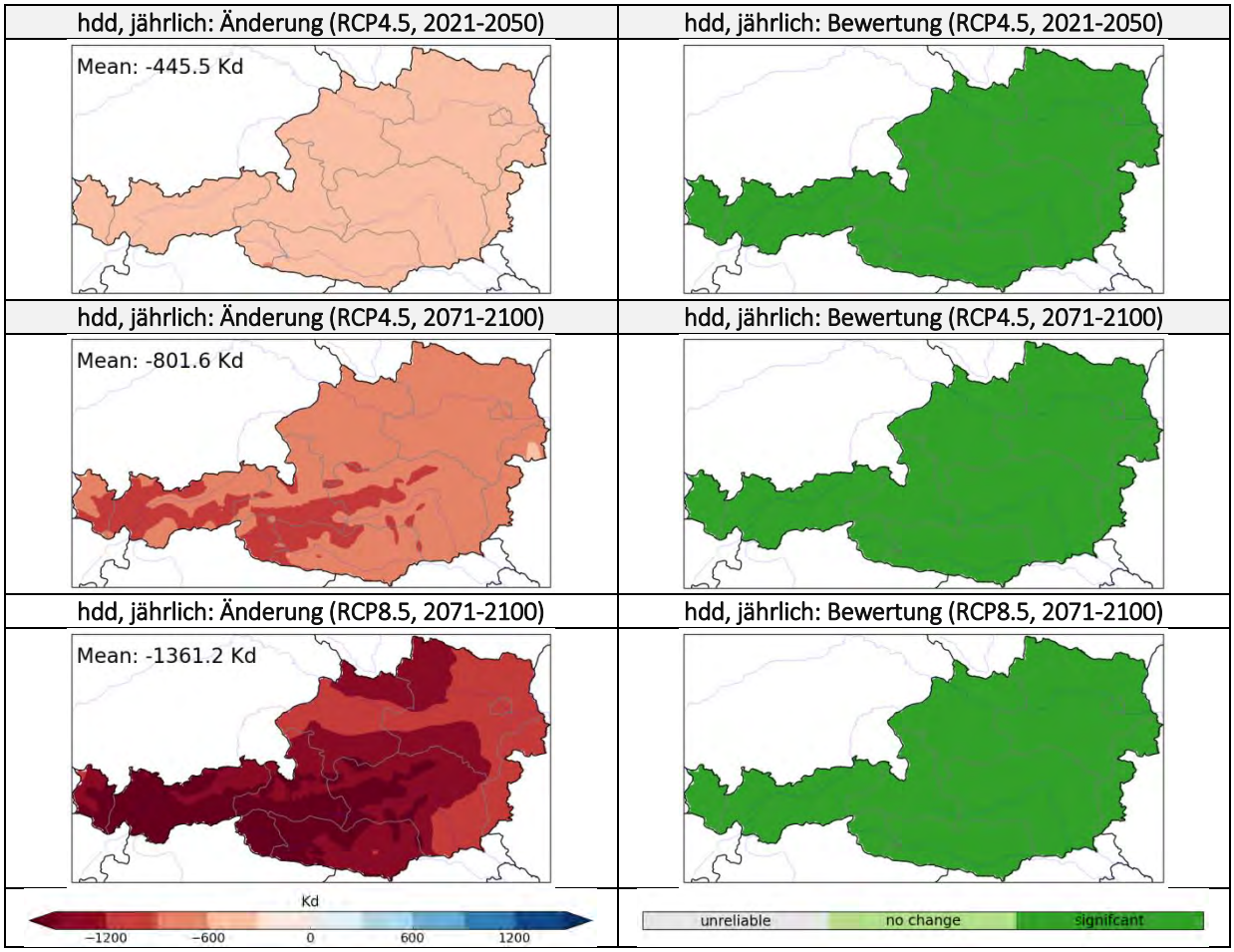


Abbildung 46: Oben: Änderung der Heizgradtage in der nahen Zukunft des RCP4.5. Mitte: Änderung der Heizgradtage in der fernen Zukunft des RCP4.5. Unten: Änderung der Heizgradtage in der fernen Zukunft des RCP8.5.

id0 (Eistage):

Mit den steigenden Temperaturen nimmt die Zahl der Eistage in Gesamtösterreich für beide Szenarien deutlich ab. Im Durchschnitt ergibt sich in der **nahen Zukunft** eine mittlere jährliche Änderung der Eistage um -12,6 Tage (Streuung -18,4 Tage bis -6,4 Tage) für RCP4.5. Für RCP8.5 beträgt diese im Mittel -13,3 Tage (Streuung -20,1 Tage bis -7,1 Tage). Für die **ferne Zukunft** ist mit einer durchwegs signifikanten Abnahme von 21,3 Eistagen (Streuung von 30,1 Tage bis 15,0 Tage) im gemäßigten RCP4.5 Szenario und einer Änderung um -33,7 Tage (Streuung von -41,8 Tage bis -27,9 Tage) im extremen RCP8.5 Szenario zu rechnen.

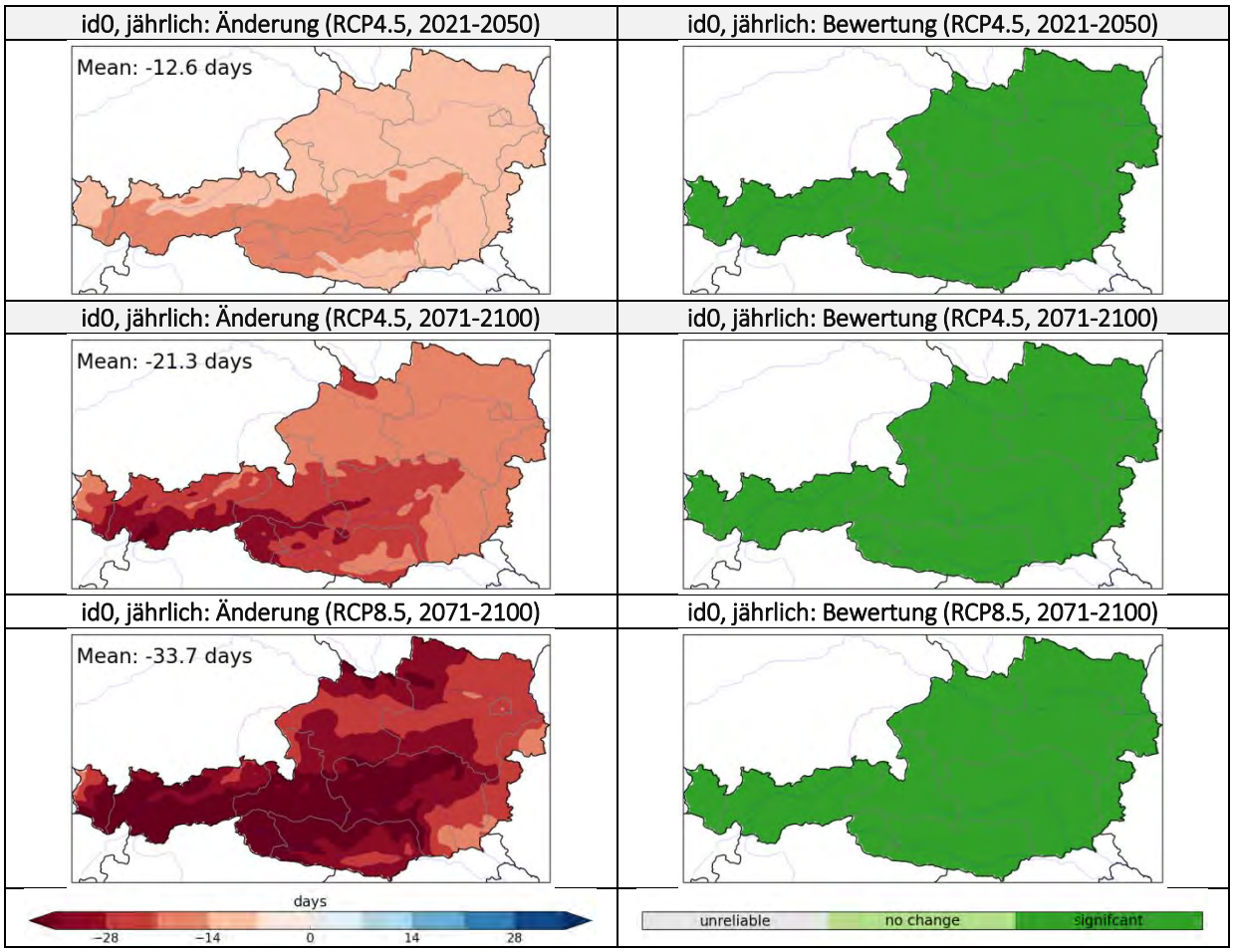


Abbildung 47: Oben: Änderung der Eistage in der nahen Zukunft des RCP4.5. Mitte: Änderung der Eistage in der fernen Zukunft des RCP4.5. Unten: Änderung der Eistage in der fernen Zukunft des RCP8.5.

fd0 (Frosttage):

Die Abnahme der Frosttage orientiert sich an der Höhenverteilung und zeigt im Mittel österreichweit für das Gesamtjahr eine deutliche Änderung. Die beiden Szenarien unterscheiden sich für die **nahe Zukunft** mit einer durchschnittlichen Abnahme um 20,5 Tagen in RCP4.5 (Streuung von 29,1 Tage bis 11,6 Tage) und um 24,5 Tagen in RCP8.5 (Streuung von 34,9 Tage bis 14,1 Tage) noch wenig. Für die **ferne Zukunft** liefert das RCP8.5 Szenario mit durchschnittlich -70,0 Tagen im Vergleich zu -41,8 Tage für RCP4.5 eine deutlich stärkere Änderung. In der saisonalen Betrachtung ist die Änderung im Winter für einige Gebiete in Hochgebirgslagen nur noch in RCP8.5 signifikant.

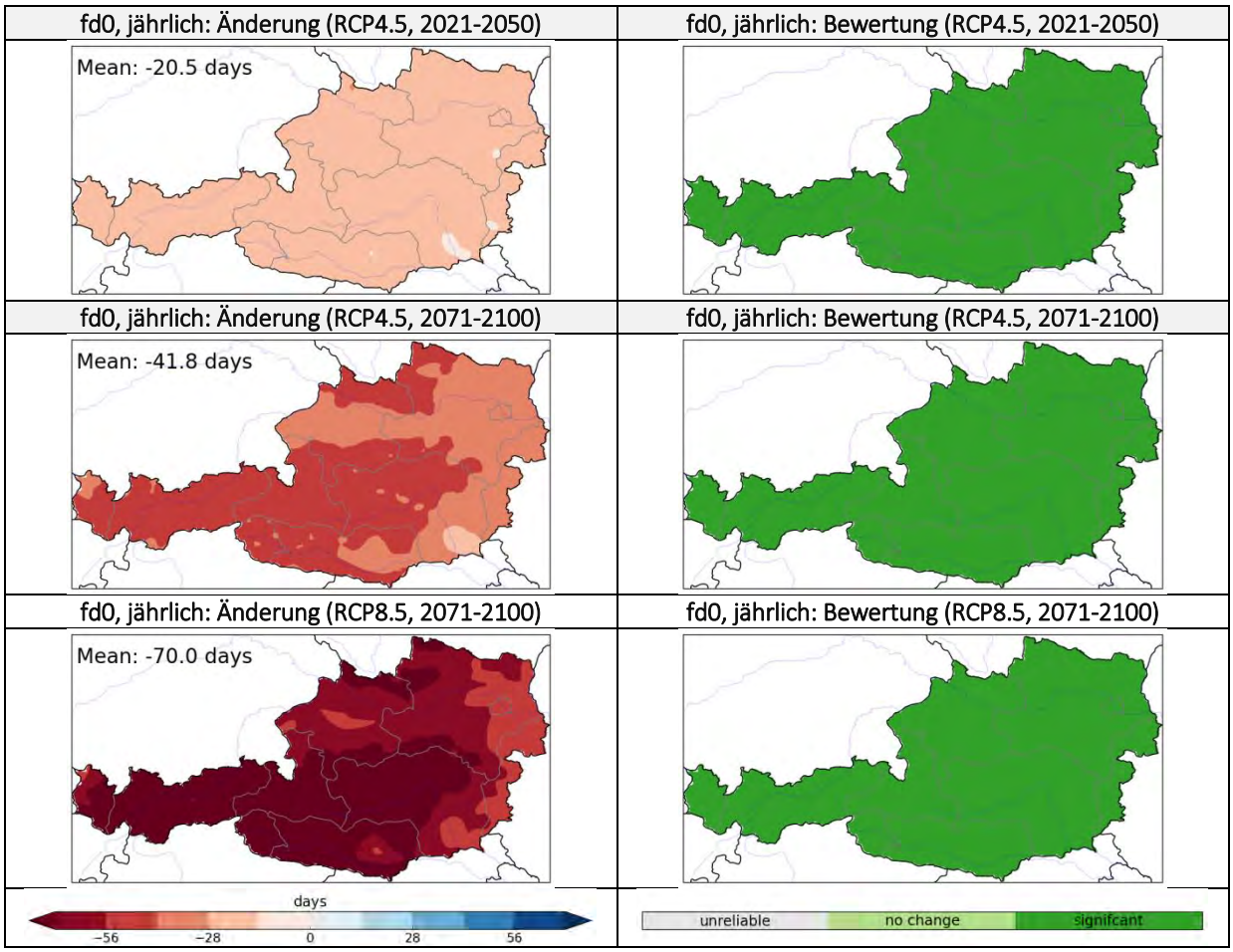


Abbildung 48: Oben: Änderung der Frosttage in der nahen Zukunft des RCP4.5. Mitte: Änderung der Frosttage in der fernen Zukunft des RCP4.5. Unten: Änderung der Frosttage in der fernen Zukunft des RCP8.5.

ftc (Frost-Tau-Wechseltage):

In der **nahen Zukunft** ist die Änderung der Frost-Tau-Wechseltage von **Oktober bis November** in RCP4.5 nur für Großteile des gebirgigen Westens signifikant, in RCP8.5 hingegen bis auf das Alpenvorland in fast ganz Österreich. Auch hier ergibt sich in den Herbstmonaten eine Abnahme um mehr als drei Tage. Diese Abnahme tritt erst in der **fernen Zukunft** deutlich hervor. Die höchsten Abnahmen werden mit 17 Tage entlang der nördlichen Kalkalpen und im Oberinntal verzeichnet, die niedrigsten Abnahmen im Alpenvorland und in Hochgebirgslagen über 2800 m.

Für die Monate **Jänner und Februar** zeigen sich in der **nahen Zukunft** in beiden Szenarien nur in Gebieten entlang des Alpenhauptkamms deutliche Änderungen. Hier wird eine Zunahme der Frost-Tau-Wechseltage von bis zu 5 Tagen angezeigt. In der **fernen Zukunft** weiten sich diese Gebiete mit signifikanter Änderung vor allem in RCP8.5 auf fast ganz Österreich aus. Während in den Alpenvorländern und im Klagenfurter Becken (K) eine Abnahme der Frost-Tau-Wechseltage angezeigt wird, werden besonders im Oberinntal (T) und Osttirol Zunahmen von bis zu 16 Tagen (RCP8.5) simuliert.

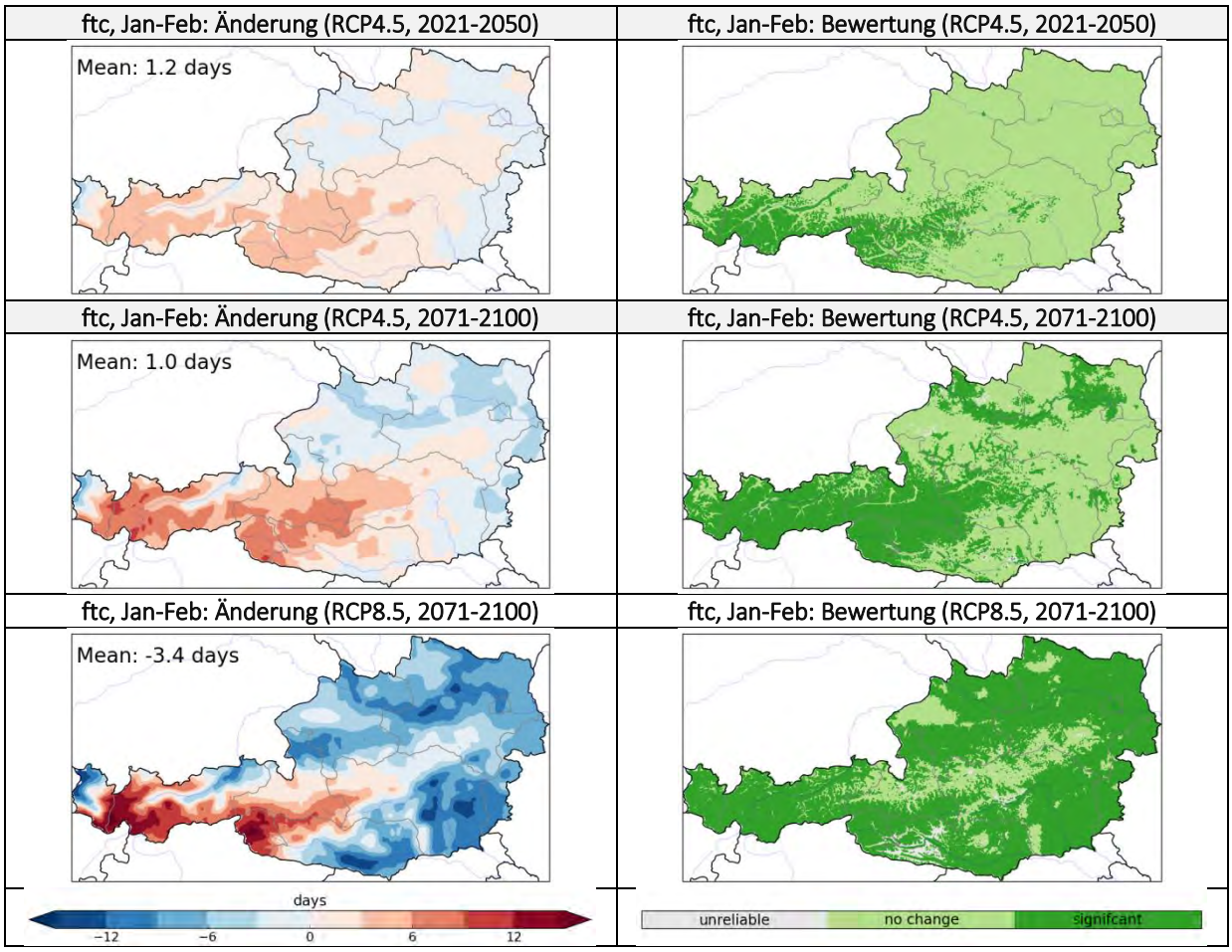


Abbildung 49: Oben: Änderung der Frost-Tau-Wechseltage für Jänner bis Februar in der nahen Zukunft des RCP4.5. Mitte: Änderung der Frost-Tau-Wechseltage für Jänner bis Februar in der fernen Zukunft des RCP4.5. Unten: Änderung der Frost-Tau-Wechseltage für Jänner bis Februar in der fernen Zukunft des RCP8.5.

5.2.3 Niederschlag:

rr (Niederschlagsmenge):

Niederschläge weisen eine hohe räumliche und zeitliche Variabilität auf. Daher ergeben sich im Allgemeinen weniger zuverlässige Aussagen. In beiden Szenarien ergibt sich für die nahe Zukunft keine signifikante Änderung sowohl im Jahresniederschlag als auch in der saisonalen Niederschlagsmenge. Für die ferne Zukunft zeigen sich in RCP4.5 vereinzelt Gebiete mit einer signifikanten Zunahme im Jahresniederschlag. Diese beträgt österreichweit im Durchschnitt 7,1 % (Streuung von -8,7 % bis +18,1 %). Für das RCP8.5 Szenario weiten sich die Gebiete mit signifikantem Anstieg aus und es zeigt sich eine österreichweite Zunahme der Jahresniederschlagsmenge um 8,7 % (Streuung von -7,0 % bis +28,4 %). Deutliche Änderungen zeigen sich entlang des Alpenhauptkamms sowie im Hochland nördlich der Donau. Die größte Zunahme mit 18% liegt im Umland von Linz (OÖ).

Im saisonalen Vergleich liefert ebenso nur das RCP8.5 Szenario in der fernen Zukunft eine deutliche Änderung für größere zusammenhängende Gebiete. Dies gilt im Winter vor allem für Nordostösterreich mit einer Zunahme von durchschnittlich 30 % sowie im Frühling im Bereich der nördlichen Kalkalpen und dem nördlichen Alpenvorland mit einer Zunahme von rund 18 %. Im Sommer zeigt sich bis auf wenige kleinräumige Ausnahmen keine signifikante Änderung. Für das RCP8.5 Szenario werden hier sogar vermehrt Bereiche „mangelnder Modellübereinstimmung“ angezeigt. Der Herbst liefert nur für kleinere Gebiete des nördlichen Alpenvorlands signifikante Änderungen mit einer mittleren Zunahme von 18 %.

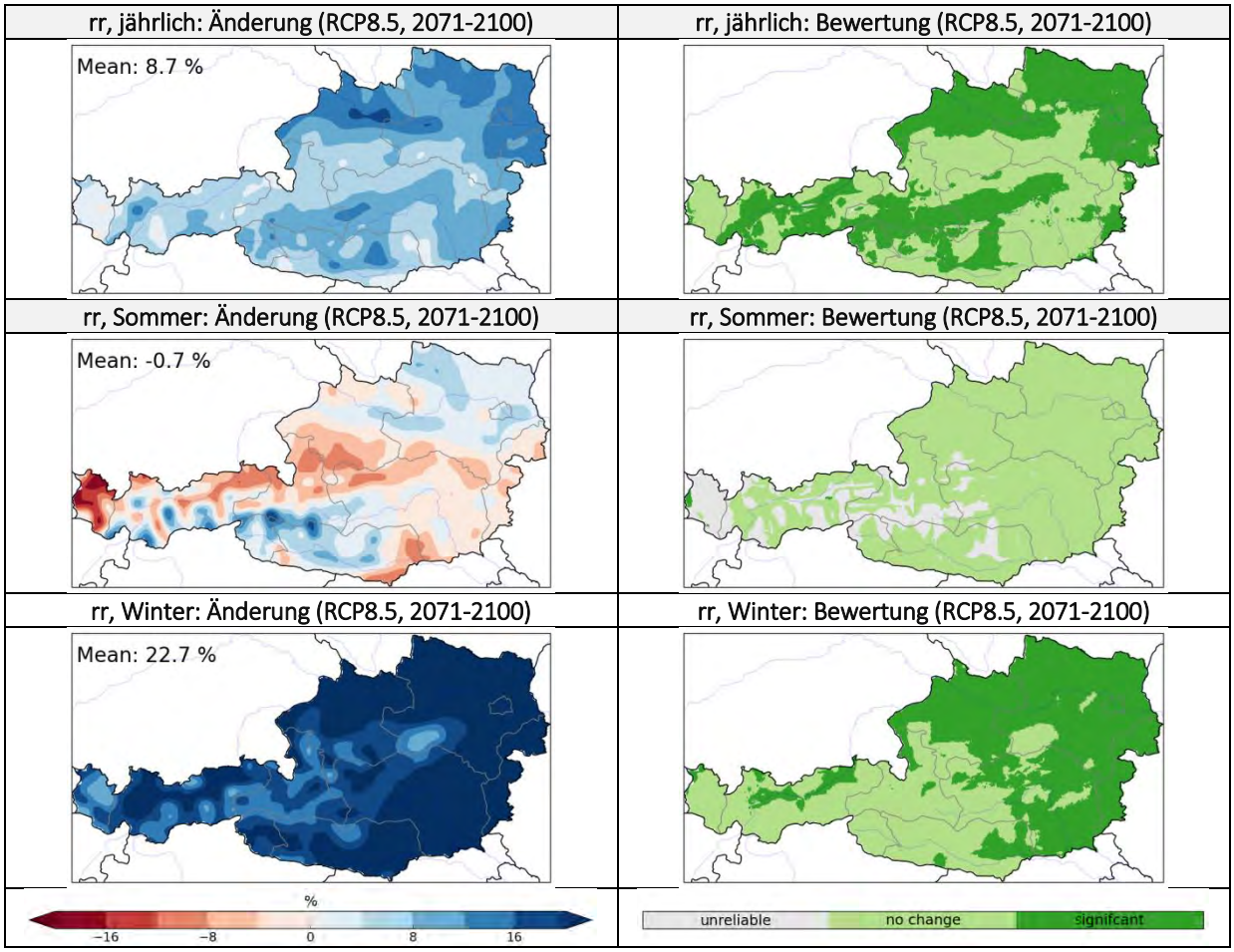


Abbildung 50: Oben: Änderung des Jahresniederschlags in der fernen Zukunft des RCP8.5. Mitte: Änderung des Sommer-Niederschlags in der fernen Zukunft des RCP8.5. Unten: Änderung des Winter-Niederschlags in der fernen Zukunft des RCP8.5.

rr1 (Niederschlagstage):

Für die Niederschlagstage liefern die Modelle kaum interpretierbare Änderungen. Einzig für die **ferne Zukunft** im RCP8.5 werden im **Sommer** größere zusammenhängende Gebiete vor allem entlang der nördlichen Kalkalpen und im nördlichen Alpenvorland mit einer deutlichen Abnahme von mehr als 4 Tagen sichtbar. Es treten vermehrt Bereiche „mangelnder Modellübereinstimmung“ auf.

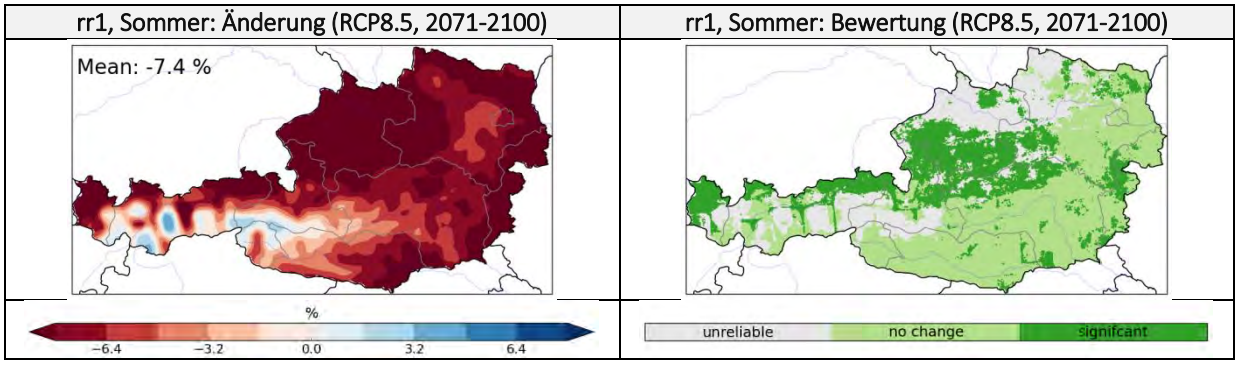


Abbildung 51: Änderung der Niederschlagstage im Sommer in der fernen Zukunft des RCP8.5.

rx1day, rx5day (Maximale tägliche und 5-Tages Niederschlagsmenge):

Die Simulationen der maximalen täglichen Niederschlagsmenge liefern erst für die **ferne Zukunft deutliche** Änderungen. Größere, zusammenhängende Gebiete mit signifikanten Änderungen sind in RCP8.5 stärker ausgeprägt als in RCP4.5. Für die maximale tägliche Niederschlagsmenge ergibt sich in RCP8.5 eine durchschnittliche Zunahme von 24 %. Für die **Wintermonate** ergeben sich deutliche Änderungen in Burgenland und Bereichen von Ober- und Niederösterreich sowie Teilen der Steiermark. Für die **Sommermonate** ergeben sich auch in der fernen Zukunft in keinem der beiden Szenarien signifikante Änderungen.

Für die **maximale fünftägige Niederschlagsmenge** werden im Großteil Österreichs keine signifikanten Änderungen signalisiert. Größere zusammenhängende Gebiete, die für RCP8.5 in der **fernen Zukunft** im Gesamtjahr eine deutliche Zunahme von 4 % bis 29 % anzeigen, liegen nur im Bereich der nördlichen Voralpen, im nordöstlichen Flach- und Hügelland, vereinzelt entlang der Zentralalpen und im Klagenfurter Becken. Während sich diese Gebiete für die **Wintermonate** vor allem im Nordosten Österreichs ausdehnen, kommt es in den **Sommermonaten** in keinem der Szenarien zu deutlichen Veränderungen.

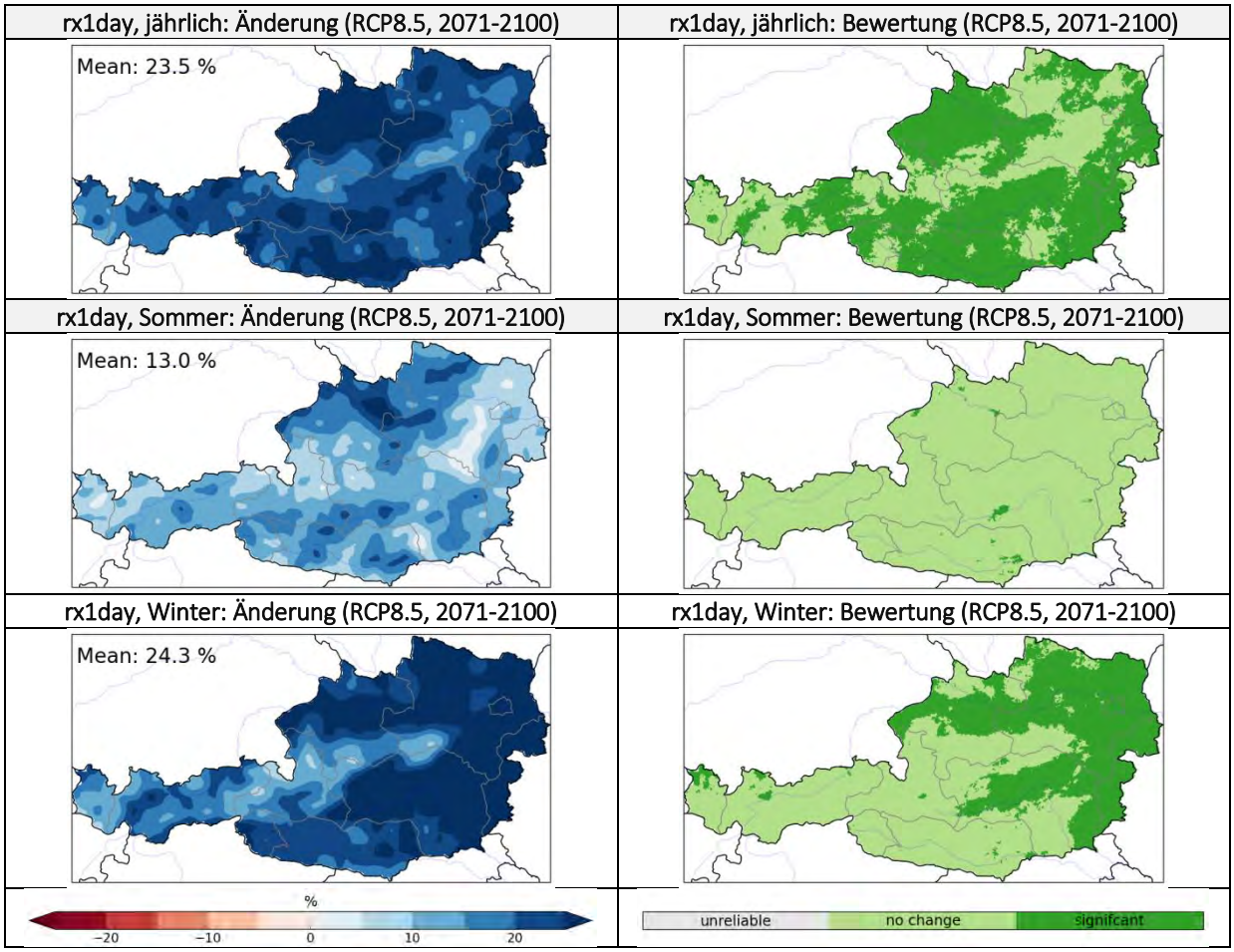


Abbildung 52: Oben: Änderung der maximalen täglichen Niederschlagsmenge in der fernen Zukunft des RCP8.. Mitte: Änderung der maximalen täglichen Niederschlagsmenge im Sommer in der fernen Zukunft des RCP8.5. Unten: Änderung der maximalen täglichen Niederschlagsmenge im Winter in der fernen Zukunft des RCP8.5.

sdii (1-tägige Niederschlagsmenge):

Für die eintägige Niederschlagsmenge zeigen in der **nahen Zukunft** in RCP4 .5 nur sehr kleine, in RCP8.5 etwas größere zusammenhängende Gebiete, vor allem im Bereich des nördlichen Alpenvorlands und der nordöstlichen Flach- und Hügelländer deutliche Zunahmen von etwa 6 % bis 9 % in RCP8.5. In der **fernen Zukunft** werden für RCP4.5 mit einer Zunahme um 7,3 % in Gesamtösterreich die Änderungen vor allem in den Vorländern, Flach- und Hügelländern signifikant, für RCP8.5 sind sie mit durchschnittlich 12 % beinahe überall deutlich. Die stärkste Zunahme liefert der **Winter** (17.2 % im Mittel).

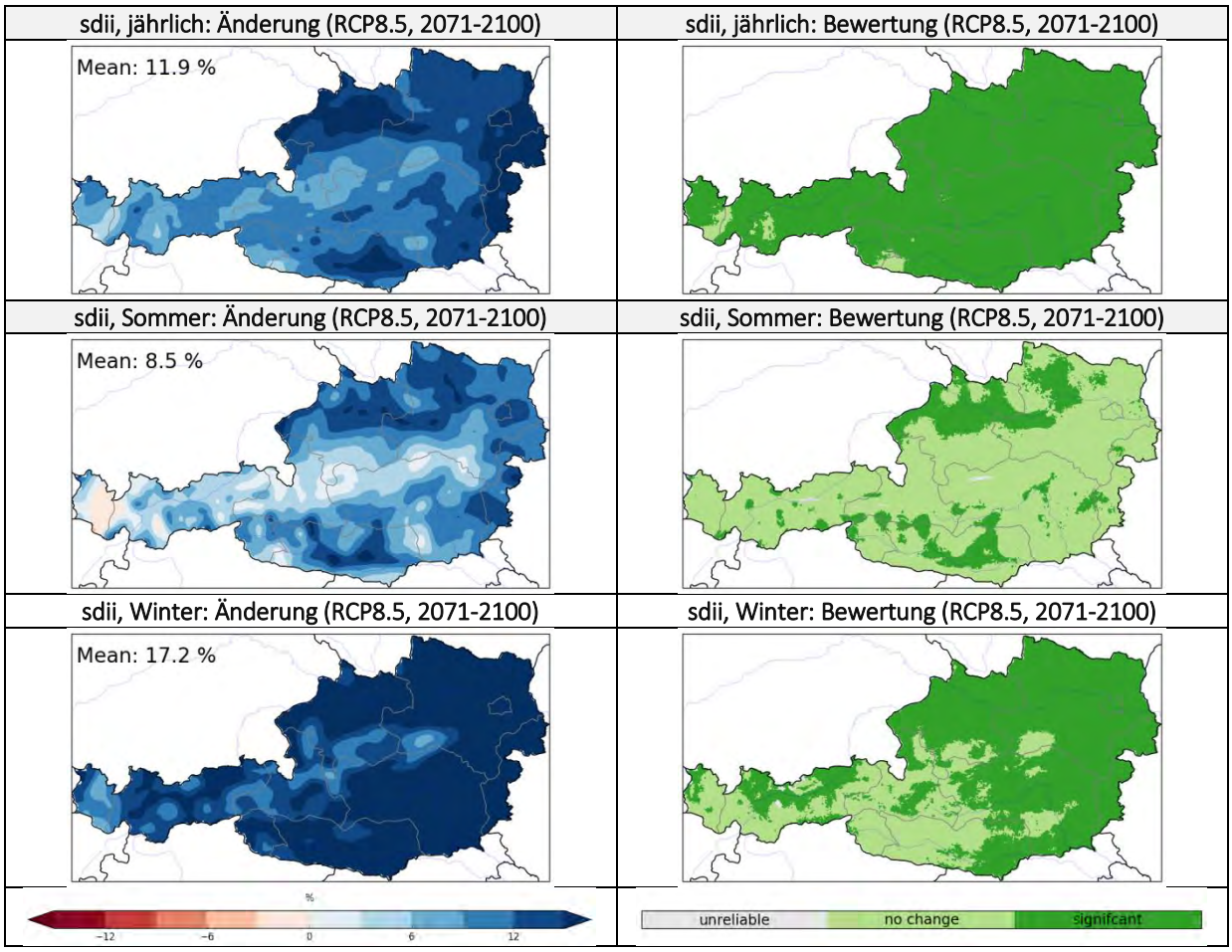


Abbildung 53: Oben: Änderung der eintägigen Niederschlagsmenge in der fernen Zukunft des RCP8.5. Mitte: Änderung der eintägigen Niederschlagsmenge im Sommer in der fernen Zukunft des RCP4.5. Unten: Änderung der eintägigen Niederschlagsmenge im Winter in der fernen Zukunft des RCP8.5.

Die Niederschlagsindizes (Trockenepisoden und Niederschlagsepisoden) liefern keine signifikanten Änderungen.

rsds (Globalstrahlung)

Für RCP4.5 liefert die Globalstrahlung im Jahresmittel in der **nahen Zukunft** kaum deutliche Veränderungen. In RCP8.5 werden jedoch vor allem entlang des Alpenhauptkamms signifikante Abnahmen von rund 2 % angezeigt. Im nördlichen Alpenvorland und dem Wiener Becken gibt es Gebiete mit mangelnder Modellübereinstimmung. Für die **ferne Zukunft** weiten sich vor allem in RCP4.5 die Gebiete mit signifikanter Abnahme der Globalstrahlung aus – jedoch sind auch hier die Aussagen der Modelle vor allem auf die gebirgigen Regionen des Landes beschränkt. Die stärksten signifikanten Abnahmen der Globalstrahlung mit bis zu 7 % werden in RCP8.5 im Gebirge verzeichnet.

In der saisonalen Betrachtung liefern vor allem die **Wintermonate** in der fernen Zukunft sehr deutliche Ergebnisse für ganz Österreich: Hier werden Abnahmen von österreichweit 4,8 % (RCP4.5) bzw. 8,4 % (RCP8.5) angezeigt. Auch die **Frühlingsmonate** liefern in beiden Szenarien vor allem in der fernen Zukunft für große Teile des Landes deutliche Abnahmen. In den **Sommer- und Herbstmonaten** zeigen sich überwiegend keine signifikanten Änderungen und verbreitet Gebiete mit mangelnder Modellübereinstimmung.

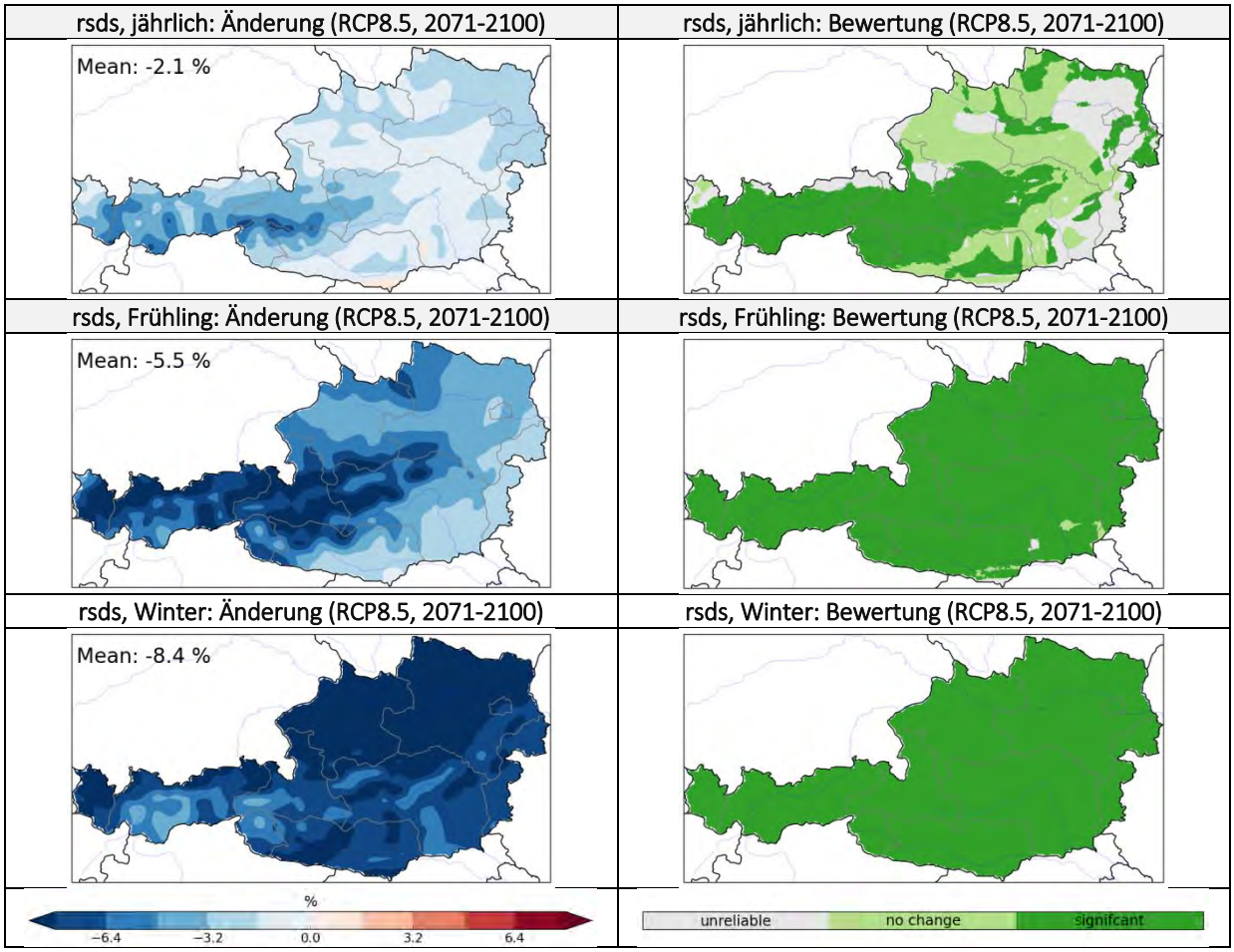


Abbildung 54: Oben: Änderung der Globalstrahlung in der fernen Zukunft des RCP8.5. Mitte: Änderung der Globalstrahlung im Frühling in der fernen Zukunft des RCP4.5. Unten: Änderung der Globalstrahlung im Winter in der fernen Zukunft des RCP8.5.

6 Zusammenfassung

6.1.1 Klimaanalyse Vergangenheit

- Erhebliche Zunahme der **Lufttemperatur** und Veränderung aller davon abhängiger Klimaindizes in Österreich nach 1950, beschleunigt nach 1980. Je nach Phänomen bzw. Klimaindex sind besonders tiefe und mittlere Lagen und zum Teil auch Regionen über 1500m stark betroffen. Es existieren deutliche regionale und saisonale Unterschiede. Die Änderung der Temperatur und davon abhängiger Größen ist über viele Regionen hinweg signifikant und im Langzeitkontext konsistent. Diese Änderung ist daher höchst unwahrscheinlich auf eine natürliche Schwankung zurück zu führen, sondern steht im Zusammenhang mit einer nachhaltigen, langfristigen Änderung des Klimas.
- Bei einigen temperaturabhängigen Klimakenngrößen zeigt sich die Änderung noch nicht in der gleichen Eindeutigkeit wie bei der Temperatur selbst. Dies liegt einerseits an Prozessen welche diese Änderung regional maskieren wie z.B. Hochnebel, Inversionshäufigkeit oder Schnee-Albedo-Rückkoppelung und andererseits an natürlichen Variationen der großräumigen Zirkulation die in bestimmten Jahreszeiten das regionale Klimasignal auf dekadischer Skala temporär modifizieren und maskieren kann.
- Nur geringe langfristige, nachhaltige Änderungen beim **Niederschlag** seit 1860 die aber gebietsweise von erheblichen Schwankungen überlagert sind. In den letzten 25 Jahren zeigen sich regional je nach Saison Veränderungen gegenüber 1961-1985, wie zum Beispiel die starke Abnahme der Niederschlagsmengen, -intensitäten und –tage im Winter auf der Alpensüdseite, sowie eine Zunahme der Niederschlagsmengen und –intensitäten im Frühling auf der Alpennordseite.
- Der Jahresniederschlag hat in Österreich gegenüber 1961-1985 um 11 % zugenommen, diese Änderung entsteht jedoch nur aufgrund des ausgeprägten Minimums um 1975. Langfristig (HISTALP) zeigt sich nur im Winter und Frühling in Westösterreich (Vorarlberg bis Kremsmünster) eine nachhaltige Änderung (Zunahme) der Niederschlagssummen ansonsten nicht.
- Generell sind beim Niederschlag erhebliche dekadische bis multidekadische Schwankungen zu beobachten. Diese natürlichen Variationen des Klimas überragen etwaige anthropogene (systematische) Veränderungen derzeit noch deutlich.
- Konvektive Ereignisse oder andere kurzfristige Niederschlagsextrema konnten in dieser Analyse nicht berücksichtigt werden. Die konvektiven Extremereignisse der letzten Jahre haben aber gezeigt dass es extrem wichtig wäre auch kleinräumige, konvektive Niederschläge genauer zu untersuchen. Dafür wären aber dringend homogenisierte

Stundenwerte des Niederschlages und der Temperatur auf Stationsbasis notwendig, diese gibt es derzeit noch nicht.

6.1.2 Klimaszenarien Zukunft

- Alle Modelle zeigen übereinstimmend signifikante Anstiege der jährlichen wie auch saisonalen **Mitteltemperatur** in ganz Österreich. In der nahen Zukunft ergibt sich für beide Szenarien ein ähnlicher Anstieg der Jahresdurchschnittstemperatur von 1,3 °C in RCP4.5 bzw. 1,4 °C in RCP8.5. Für die ferne Zukunft wird in RCP8.5 mit österreichweit 4,0 °C (höhere Werte im Westen und Süden) eine wesentlich stärker ausgeprägte Temperaturzunahme als in RCP4.5 mit 2,3 °C erwartet. Im Winter ist in beiden Szenarien österreichweit sowohl in der nahen als auch in der fernen Zukunft die Erwärmung im Mittel am stärksten ausgeprägt (4,4 °C in RCP8.5, 2,4 °C in RCP4.5), im Frühling jeweils am schwächsten (3,7 °C in RCP8.5, 2,1 °C in RCP4.5).
- Für die nahe Zukunft ergibt sich in beiden Szenarien eine verbreitete Zunahme von **Hitze- und Sommertagen** im österreichweiten Mittel um etwa 4 Tage bzw. 10 Tage. Signifikante Änderungen ergeben sich jedoch nur für Lagen unterhalb von etwa 1000 m. In der fernen Zukunft wird ein wesentlich höherer Anstieg um durchschnittlich 17,4 Hitzetage in RCP8.5 im Vergleich zu 7 Hitzetage in RCP4.5 zusammen mit deutlichen Anstiegen auch in höher liegenden Regionen angezeigt. Stärkste Zunahmen an Hitzetagen sind im Sommer, im Alpenvorland, dem Flach- und Hügelland und dem Klagenfurter Becken (K) zu finden. Zunehmendes Auftreten von Sommer- und Hitzetagen in den Übergangsjahreszeiten. Höchste Änderungen ergeben sich in RCP8.5 in der fernen Zukunft mit einer Zunahme an Sommertagen von 50 Tagen in der Südoststeiermark und im Nordwesten Vorarlbergs sowie mit 37 Hitzetagen in der Südoststeiermark.
- Eine deutliche Verlängerung der **Vegetationsperiode** ergibt sich in der nahen Zukunft nur im extremeren RCP8.5 Szenario mit einem Durchschnittswert von +20 Tagen in Gesamtösterreich. In der fernen Zukunft und für beide Szenarien zeigen sich signifikante Verlängerungen von 32,7 Tagen in RCP4.5 und 61,1 Tagen in RCP8.5. Im RCP8.5 Szenario entspricht dies einer Vorverlegung des Vegetationsbeginns um durchschnittlich 36,3 Tage. Besonders deutlich tritt die Verlängerung der **Vegetationsperiode** entlang des Alpenhauptkamms sowie im nördlichen Alpenvorland hervor.
- Die **Kühlgradtage** nehmen in beiden Szenarien in der nahen Zukunft österreichweit um rund 57 °C (Kd) zu. Diese Tendenz verstärkt sich in der fernen Zukunft, wobei sich die Szenarien nun deutlich unterscheiden: 94 °C (Kd) in RCP4.5 und 221,7 °C (Kd) in RCP8.5. Regionen in höheren Lagen sind weniger stark betroffen. Die größten Anstiege verzeichnen das Alpenvorland, das Klagenfurter Becken sowie der Nordwesten Vorarlbergs. Auch im Gebirge tritt erstmals nennenswert Kühlbedarf auf. Die stärkste Zunahme in der fernen Zukunft in RCP8.5 liegt im Burgenland und der Südoststeiermark mit 310 °C (Kd)

(entspricht etwa +180 % bzw. +250 %). Hingegen nehmen die **Heizgradtage** in ganz Österreich signifikant ab, wobei sich für die nahe Zukunft die beiden Szenarien kaum unterscheiden (Änderung um etwa -10 %). Für die ferne Zukunft beträgt die Abnahme in RCP4.5 durchschnittlich 18 % und etwa 30 % in RCP8.5. Die Abnahme ist im Hochgebirge und entlang des Alpenhauptkamms am stärksten ausgeprägt.

- Die Zahl der **Frosttage** nimmt im Gesamtjahr bereits in der nahen Zukunft in beiden Szenarien RCP4.5 und RCP8.5 signifikant um 20,5 Tage bzw. 24,5 Tage ab. Für die ferne Zukunft des RCP8.5 ergibt sich eine markant stärkere Abnahme von 70 Tagen, im Vergleich zu 41,8 Tagen in RCP4.5. Stärkste Ausprägung in hohen Geländelagen.
- Analog zu den Frosttagen nimmt auch die Zahl der **Eistage** deutlich ab: in der nahen Zukunft in beiden Szenarien RCP4.5 und RCP8.5 um 12,6 Tage bzw. 13,3 Tage. In der fernen Zukunft setzt sich diese Entwicklung fort und es ergeben sich Abnahmen um 21,3 Tage (RCP4.5) bzw. 33,7 Tage (RCP8.5).
- Die Änderung der **Frost-Tau-Wechseltage** von **Oktober bis November** tritt erst in der fernen Zukunft deutlich hervor. Höchste Abnahmen um 17 Tage ergeben sich entlang der nördlichen Kalkalpen und im Oberinntal, geringste Abnahmen im Alpenvorland und in Hochgebirgslagen über 2800 m. Im **Jänner und Februar** ergeben sich ebenso erst in der fernen Zukunft größere Gebiete mit signifikanten Änderungen, vor allem in RCP8.5. In den Alpenvorländern und im Klagenfurter Becken (K) werden Abnahmen der Frost-Tau-Wechseltage angezeigt, im Oberinntal (T) und Osttirol Zunahmen von bis zu 16 Tagen (RCP8.5).
- Niederschläge weisen eine hohe räumliche und zeitliche Variabilität auf. Es ergeben sich im Allgemeinen weniger zuverlässige Aussagen. Österreichweit zeigen sich signifikante Änderungen der **Jahresniederschlagsumme** erst für die ferne Zukunft und auch nur vereinzelt (RCP4.5) oder in etwas größeren zusammenhängenden Gebieten (RCP8.5). In RCP8.5 nimmt die Niederschlagsmenge im österreichischen Durchschnitt in der fernen Zukunft um 8,7 % zu. Besonders deutliche Änderungen zeigen sich entlang des Alpenhauptkamms sowie im Hochland nördlich der Donau (Böhmische Masse). Die größte Zunahme mit 18 % liegt im Umland von Linz (OÖ).
- Im saisonalen Vergleich zeigen sich nur im RCP8.5 Szenario der fernen Zukunft signifikante Änderungen für größere zusammenhängende Gebiete. Dies gilt im **Winter** vor allem für Nordostösterreich mit einer Zunahme von durchschnittlich 30 % sowie im **Frühling** im Bereich der nördlichen Kalkalpen und dem nördlichen Alpenvorland mit einer Zunahme von rund 18 %. Im **Sommer** zeigen sich bis auf wenige kleinräumige Ausnahmen keine signifikanten oder interpretierbaren Änderungen. Der **Herbst** liefert nur für kleinere Gebiete des nördlichen Alpenvorlands eine deutliche Änderung mit einer mittleren Zunahme von 18 %.

- Für die **Niederschlagstage** liefern die Modelle kaum interpretierbare Ergebnisse. Einzig für die ferne Zukunft im RCP8.5 werden im **Sommer** größere zusammenhängende Gebiete vor allem entlang der nördlichen Kalkalpen und im nördlichen Alpenvorland mit einer signifikanten Abnahme von mehr als 4 Tagen sichtbar.
- Signifikante Änderungen in größeren zusammenhängenden Gebiete der **maximalen Tagesniederschläge** ergeben sich erst in der fernen Zukunft in beiden Szenarien und zeigen eine Zunahme im Jahresdurchschnitt an. Für die **maximalen Mehrtagesniederschläge** tritt eine Zunahme ebenso erst in der fernen Zukunft und ausschließlich in RCP8.5 deutlich hervor. Die deutlichste Änderung ergibt sich im Winter in weiten Teilen Nord- und Ostösterreichs mit Zunahmen zwischen 20 % und 40 %.
- Für **Trockenepisoden** und **Niederschlagsepisoden** liefern die Klimaszenarien keine interpretierbaren Änderungen.
- Für die **Globalstrahlung** ergeben sich für die nahe Zukunft nur in RCP8.5 im Bereich des Alpenhauptkammes Abnahmen von etwa 2 % im Jahresmittel. In der fernen Zukunft setzt sich der Trend zur Abnahme fort. Es ergeben sich Reduktionen bis zu 7 % im Gebirge in RCP8.5. Stärkste Abnahmen österreichweit zeigen sich im Winter (RCP4.5: 4,8 %; RCP8.5: 8.4 %).

Die Ergebnisse belegen eindrucksvoll den enormen Einfluss, den das globale menschliche Verhalten auf die Zukunft des Klimas in Österreich hat: Die angezeigten Klimaänderungen gegen Ende des 21. Jahrhunderts sind im „business-as-usual“-Szenario (RCP8.5) etwa doppelt so stark ausgeprägt als im Klimaschutz-Szenario (RCP4.5).

7 Weitere Informationen

In welchem Datenformat liegen die Daten vor und wo erfolgt die Metadateninformation

Die Daten liegen im Format netCDF (http://www.unidata.ucar.edu/software/netcdf) vor. Die interne Datenstruktur sowie die eingearbeitete Metainformation folgt weitestgehend der international üblichen Climate and Forecast Convention (http://cfconventions.org).Ein Beispiel ist in Annex 8 ersichtlich. netCDF Daten lassen sich in vielen Standard GIS Software-Programmen verarbeiten. Weitere Informationen für ArcGIS finden Sie unter folgendem Link:

https://desktop.arcgis.com/de/arcmap/latest/manage-data/netcdf/what-is-netcdf-data.htm

WICHTIG: Es empfiehlt sich bei Bedarf die ‚Multidimension Supplemental Tools' zu installieren, um eine fehlerfrei Verarbeitung sicherzustellen.

http://www.arcgis.com/home/item.html?id=9f963f362fe5417f87d44618796db938

Nutzung der Daten

Bitte beachten Sie die mit den Daten bereitgestellten Dokumente zu den aus wissenschaftlicher Sicht gesehenen Einschränkungen der Daten um eine Überinterpretation zu vermeiden. Dazu sind in den nächsten Jahren auch Workshops im Rahmen des Projektes STARC-IMPACT geplant, zu denen die Datennutzer herzlich eingeladen sind. Informationen dazu werden über das CCCA verbreitet.

Wie kommt man zu weiteren Factsheets?

Es besteht die Möglichkeit weitere Factsheets zu beziehen (Bundesland, Gemeinde; weitere Klimaindizes etc.). Bei Interesse bitten wir um Kontaktaufnahme mit Stefan Kienberger (stefan.kienberger@sbg.ac.at).

Ansprechpartner:

ZAMG: Barbara Chimani, barbara.chimani@zamg.ac.at

Michael Hofstätter, michael.hofstaetter@zamg.ac.at

WEGC: Heimo Truhetz, heimo.truhetz@uni-graz.at

Z_GIS: Stefan Kienberger, stefan.kienberger@sbg.ac.at

8 Literatur

BAN, N., J. SCHMIDLI, AND C. SCHAER (2015), Heavy precipitation in a changing climate: Does short-term summer precipitation increase faster? Geophys.Res.Lett., 42(4), 1165-1172, doi: 10.1002/2014GL062588.

BÖHM R, 2008C: Harte und weiche Fakten zum Klimawandel. Der Sachverständige – Fachzeitschrift für Sachverständige, Kammern, Gerichte und Behörden, 4/2008: 170-177

DALY C., NEILSON R.P., PHILLIPS D.L., 1994: A staticistal-topographical model for mapping climatological precipitation over mountainous terrain, J. Appl. Meteor., 33, 140-158

FREI C., SCHÄR C., 1998: A precipitation climatology of the Alps from high-resolution rain-gauge observations, Int. J., Climatol, 18, 873-900

FREI, C., R. SCHÖLL, S. FUKUTOME, J. SCHMIDLI, AND P. L. VIDALE, 2006: Future Change of Precipitation Extremes in Europe: Intercomparison of Scenarios from Regional Climate Models, J. Geophys.Res., 111, D06105, DOI:10.1029/2005JD005965.

HEINRICH, G., A. GOBIET, H. TRUHETZ, T. MENDLIK (2013), Expected Climate Change and its Uncertainty in the Alpine Region: Extended Uncertainty Assessment of the reclip:century and ENSEMBLES Multi-Model Dataset Scientific Report, 50-2013, pp. 68, Wegener Center Verlag Graz, ISBN 978-3-9503112-7-3.

HEWITT, C. D., UND D. J. GRIGGS (2004), Ensembles-Based Predictions of Climate Changes and Their Impacts (ENSEMBLES), Eos Trans. AGU, 85(52), 566, doi: 10.1029/2004EO520005.

HIEBL J., REISENHOFER S., AUER I., BÖHM R., SCHÖNER W., 2011: Multi-Methodical realisation of Austrian climate maps for 1971-2000, Advances in Science & Research, 6, 19-26

HIEBL J. ,FREI C., 2015: Daily temperature grids for Austria since 1961 - concept, creation and applicability. Theor Appl Climatol, doi:10.1007/s00704-015-1411-4

JACOB, D., J. PETERSEN, B. EGGERT, ET AL. (2014), EURO-CORDEX: new high-resolution climate change projections for European impact research, Regional Environmental Change, 14(2), 563-578, doi: 10.1007/s10113-013-0499-2.

KENDON, E. J., N. M. ROBERTS, H. J. FOWLER, M. J. ROBERTS, S. C. CHAN, AND C. A. SENIOR (2014), HEAVIER SUMMER DOWNPOURS WITH CLIMATE CHANGE REVEALED BY WEATHER FORECAST RESOLUTION MODEL, NATURE CLIMATE CHANGE, 4(7), 570-576, DOI: 10.1038/NCLIMATE2258.

KIRTMAN, B., S.B. POWER, J.A. ADEDOYIN, G.J. BOER, R. BOJARIU, I. CAMILLONI, F.J. DOBLAS-REYES, A.M. FIORE, M. KIMOTO, G.A. MEEHL, M. PRATHER, A. SARR, C. SCHÄR, R. SUTTON, G.J. VAN OLDENBORGH, G. VECCHI AND H.J. WANG, 2013: Near-term Climate Change: Projections and Predictability. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [STOCKER, T.F., D. QIN, G.-K. PLATTNER, M. TIGNOR,

S.K. ALLEN, J. BOSCHUNG, A. NAUELS, Y. XIA, V. BEX AND P.M. MIDGLEY (EDS.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, US

KATRAGKOU, E., M. GARCÍA-DÍEZ, R. VAUTARD, S. SOBOLOWSKI, P. ZANIS, G. ALEXANDRI, R. M. CARDOSO, ET AL. (2015), Regional Climate Hindcast Simulations within EURO-CORDEX: Evaluation of a WRF Multi-Physics Ensemble, Geoscientific Model Development, 8(3), 603–18. doi:10.5194/gmd-8-603-2015.

KOTLARSKI, S., K. KEULER, O. B. CHRISTENSEN, A. COLETTE, M. DEQUE, A. GOBIET, K. GOERGEN, ET AL. (2014), Regional Climate Modeling on European Scales: A Joint Standard Evaluation of the EURO-CORDEX RCM Ensemble, Geoscientific Model Development, 7(4), 1297–1333. doi:10.5194/gmd-7-1297-2014.

KOTLARSKI S. UND TRUHETZ H. (IN DRUCK), Regionale klimaprojektionen, in: Kunstmann H. und Früh B. (Eds.), *Regionale Klimamodellierung I (Grundlagen)*, promet, Deutscher Wetterdienst (DWD), in Druck.

KYSELÝ JAN (2004), Mortality and displacement mortality during heat waves in the Czech Republic, Int. J. Biometeorol. 49, 91-97, DOI: 10.1007/s00484-004-0218-2

NAKICENOVIC, N. ET AL. (2000), Special Report on Emissions Scenarios: A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, U.K., 599 pp., available at: http://www.grida.no/climate/ipcc/emission

MOSS, R.H., ET AL. (2010), The next generation of scenarios for climate change research and assessment. Nature 463, 747-756.

PIANI, C., J. O. HAERTER, AND E. COPPOLA (2010), Statistical bias correction for daily precipitation in regional climate models over Europe, Theoretical and Applied Climatology, 99(1-2), 187-192, doi: 10.1007/s00704-009-0134-9.

PREIN, A. F., A. GOBIET, H. TRUHETZ, ET AL. (2016), Precipitation in the EURO-CORDEX 0.11° and 0.44° simulations: high resolution, high benefits? Clim. Dyn., 46(1), 383-412, doi: 10.1007/s00382-015-2589-y.

SCHÄR C., N. BAN, E.M. FISCHER, J. RAJCZAK, J. SCHMIDLI, C. FREI, F. GIORGI, T. R. KARL, E. J. KENDON A.M.G. KLEIN TANK, P. A. O'GORMAN, J. SILLMANN, X. ZHANG AND F. W. ZWIERS, 2016: Percentile Indizces for Assessing Changes in Heavy Precipitation Events, Climatic Change, 137(1), pp 201–216, DOI: 10.1007/S10584-016-1669-2

SCHWARB M., DALY C., FREI C., SCHÄR C.,2001: Mean annual precipitation in the European Alps 1971-1990, Hydrological Atlas of Switzerland, Landeshydrologie und Geologie, Ben, Plates 2.6, 2.7

TAYLOR, K. E., R. J. STOUFFER, AND G. A. MEEHL (2012), An Overview of CMIP5 and the Experiment Design, Bull. Am. Meteorol.Soc., 93(4), 485-498, doi: 10.1175/BAMS-D-11-00094.1.

TEBALDI, C., J. M. ARBLASTER, R. KNUTTI (2011), Mapping Model Agreement on Future Climate Projections, Geophysical Research Letters, 38(23), L23701. doi:10.1029/2011GL049863.

THEMEßL, M. J., A. GOBIET, AND A. LEUPRECHT (2011), Empirical-statistical downscaling and error correction of daily precipitation from regional climate models, Int.J.Climatol., 31(10), 1530-1544, doi: 10.1002/joc.2168.

VAN DEN HURT B., SIEGMUND P., KLEIN TANK A., 2014: KNMI'14: Climate Change scenarios for the 21st Century – A Netherlands perspective, KNMI scientific report WR 2014-01

VAUTARD, R., A. GOBIET, D. JACOB, M. BELDA, A. COLETTE, M. DEQUE, J. FERNANDEZ, ET AL. (2013), The Simulation of European Heat Waves from an Ensemble of Regional Climate Models within the EURO-CORDEX Project, Climate Dynamics, 41(9–10), 2555–2575. doi:10.1007/s00382-013-1714-z.

WEISMAN, M. L., W. C. SKAMAROCK, AND J. B. KLEMP (1997), The Resolution Dependence of Explicitely Modeled Convective Systems, Mon. Wea. Rev., 125, 527 – 548, doi: 10.1175/1520-0493(1997)125<0527:TRDOEM>2.0.CO;2

WOOD, A. W., L. R. LEUNG, V. SRIDHAR, AND D. P. LETTENMAIER (2004), Hydrologic implications of dynamical and statistical approaches to downscaling climate model outputs, Clim.Change, 62(1-3), 189-216, doi: 10.1023/B:CLIM.0000013685.99609.9e.

ANNEX 1: Übersicht Klimaindizes

KLIMAINDIZES

Temperaturbasiert (Jan.1961 – Dez.2011)		
tm	*air temperature*	Lufttemperatur (°C) Mittlere Lufttemperatur.
su25	*summer days*	Sommertage (Tage) Als Sommertage werden Tage bezeichnet, an denen die Tageshöchsttemperatur mehr als 25,0 °C erreicht.
su30	*hot days*	Hitzetage (Tage) Als Hitzetage werden Tage bezeichnet, an denen die Tageshöchsttemperatur mehr als 30,0 °C erreicht.
tr20	*tropical nights*	Tropennächte (Tage) Als Tropennächte werden Tage bezeichnet, an denen die Tagesminimumtemperatur nicht unter 20,0 °C fällt.
hw_sum_days	*heat wave*	Hitzeepisoden (Tage) Eine zumindest drei Tage andauernde durchgängige Episode, in der die Tagesminimumtemperatur mehr als 18,0 °C ist und die Tageshöchsttemperatur mehr als 30,0 °C erreicht. Angegeben wird die Summe aller Tage, die in eine Hitzeepisode fallen.
kys	*kysely days*	Kysely Episoden (Tage) Eine Serie von zumindest drei aufeinanderfolgenden Tagen mit einer Tageshöchsttemperatur und einer über die Periode gemittelten Höchsttemperatur von mehr als 30,0 °C. Die Episode wird nicht durch Tage unterbrochen an denen die Höchsttemperatur 30,0 °C nicht erreicht, solange die Tageshöchsttemperatur größer als 25,0 °C ist. (nach Kysely 2004)
gsl	*growing season length*	Vegetationsperiode (Tage) Die Vegetationsperiode beginnt dann, wenn an mindestens sechs aufeinanderfolgenden Tagen die Tagesmitteltemperatur mehr als 5,0 °C erreicht und hält so lange an, bis an mindestens sechs aufeinanderfolgenden Tagen die Tagesmitteltemperatur unter 5,0 °C liegt. Angegeben wird die mittlere Länge der Vegetationsperiode.
sd_gsl	*start of growing season length*	Beginn der Vegetationsperiode (Tag im Jahr) Der mittlere Kalendertag des Jahres angegeben, an dem die Vegetationsperiode beginnt.

cdd	*cooling degree days*	**Kühlgradtagzahl (°C, Kd[1])** Summe der täglich ermittelten Differenzen zwischen der Raumlufttemperatur (20 °C) und der Tagesmitteltemperatur der Außenluft an jenen Tagen, an denen die Tagesmitteltemperatur 18,3 °C überschreitet (Kühlbedarf wird angenommen).
fd0	*frost days*	**Frosttage/Frostgefährdungstage (Tage)** Als Frosttage werden Tage bezeichnet, an denen die Tagesminimumtemperatur unter 0,0 °C fällt.
cw_sum_days	*cold wave*	**Kälteepisoden (Tage)** Eine zumindest fünf Tage andauernde durchgängige Episode, in der die Tageshöchsttemperatur unter 0,0°C bleibt. Angegeben wird die Summe aller Tage, die in eine Kälteepisode fallen.
id0	*ice days*	**Eistage (Tage)** Als Eistage werden Tage bezeichnet, an denen die Tageshöchsttemperatur und folglich auch die Tagesminimumtemperatur unter 0,0°C liegt.
id7	*extreme ice days*	**Extreme Eistage (Tage)** Als extreme Eistage werden Tage bezeichnet, an denen die Tagesminimumtemperatur unter -7,0°C und die Tageshöchsttemperatur unter 0,0°C liegt.
tpd	*thaw period days*	**Tauperiodentage (Tage)** Als Tauperiodentage werden Tage bezeichnet, an denen die Tagesmitteltemperatur 1,5°C überschreitet.
ftc	*freeze thaw changes*	**Frost-Tau-Wechseltage (Tage)** Als Frost-Tau-Wechseltage werden Tage bezeichnet, an denen die Tageshöchsttemperatur über 0,0° liegt und die Tagesminimumtemperatur nicht mehr als 0,0°C erreicht.
hdd	*heating degree days*	**Heizgradtagzahl (°C, Kd[1])** Summe der täglich ermittelten Differenzen zwischen der Raumlufttemperatur (20°C) und der Tagesmitteltemperatur der Außenluft an jenen Tagen, an denen die Tagesmitteltemperatur der Außenluft 12,0°C unterschreitet (Heizbedarf wird angenommen).
Strahlungsbasiert (Jan.1980 – Dez.2012)		
ssd	*absolute sunshine duration*	**Sonnenscheindauer (Stunden)** Tagessumme jener Zeit in der die Intensität der Sonnenstrahlung am Boden mindestens 120 Watt/m² erreicht in Stunden.
rsds	*surface downwelling shortwave flux in air*	**Globalstrahlungssumme (kWh/m²)** Tagessumme der am Boden gemessenen, von oben einfallenden kurzwelligen Strahlungsenergie.

[1] Kd…Kelvintage, eine in der Technik verwendete Einheit für Heiz- und Kühlgradtage

Niederschlagsbasiert (Jan.1961 – Dez.2010)		
rr	*precipitation amount*	**Niederschlagsmenge (mm)** Mittlere Niederschlagssumme.
rr1	*wet days*	**Niederschlagstage (Tage)** Als Niederschlagstage werden Tage bezeichnet, an denen die Niederschlagssumme mindestens 1mm erreicht.
sdii	*simple daily intensity index*	**Eintägige Niederschlagsintensität (mm)** Mittlere Niederschlagssumme von Niederschlagstagen.
rx1day	*highest one-day precipitation amount*	**Maximale tägliche Niederschlagsmenge (mm)** Größte Niederschlagssumme eines Tages.
rx5day	*highest five-day precipitation amount*	**Maximale fünftägige Niederschlagsmenge (mm)** Größte Niederschlagssumme über einen zusammenhängenden Zeitraum von fünf Tagen.
rr1_30pct, rr1_60pct, rr1_90pct, rr1_95pct, rr1_98pct	*precipitation amount on wet days*	**Niederschlagsmengen an Niederschlagstagen (mm)** Bestimmt werden Niederschlagsschwellwerte für bestimmte Perzentilklassen (pct. 30/60/90/95/98).
rr1_dry, rr1_weak, rr1_moderate, rr1_significant, rr1_heavy, rr1_severe, rr1_extreme	*precipitation amount days*	**Anzahl der Tage in definierten Perzentilbereichen[2] (Tage)** Bestimmt wird die Anzahl der Tage, die in bestimmte durch Niederschlagsschwellwerte definierte Perzentilklasse fallen (trocken: <1 mm, schwach: 1 mm -30%, moderat: 30-60%, beträchtlich: 60-90%, stark: 90-95%, sehr stark: 95-98%, extrem: ≥ 98%).
cwd_sum_days	*consecutive wet days*	**Niederschlagsepisoden (Tage)** Eine zumindest drei Tage andauernde durchgängige Episode mit einer Tagesniederschlagsumme von mindestens 1 mm. Angegeben wird die Summe aller Tage, die in eine Niederschlagsepisode fallen.
cdd_sum_days	*consecutive dry days*	**Trockenepisoden (Tage)** Eine zumindest fünf Tage andauernde durchgängige Episode mit einer Tagesniederschlagsumme unter 1mm. Angegeben wird die Summe aller Tage, die in eine Trockenperiode fallen.

[2] Perzentil: statistische Größe; Die Häufigkeit der täglichen Niederschlagsmengen von 1971-2000 wurde untersucht und daraus die Schwellwerte der Perzentilklassen (%-Angaben) abgeleitet (das 30.Perzentil ist die 1-Tages-Niederschlagsintensität die nur in 30% der Niederschlagstage unterschritten wird; In die Klasse „moderat“ fallen all jene Tage an denen die Niederschlagsmenge in 1971-2000 nur in 30% der Fälle unterschritten und nur in 40% der Fälle überschritten worden ist.)

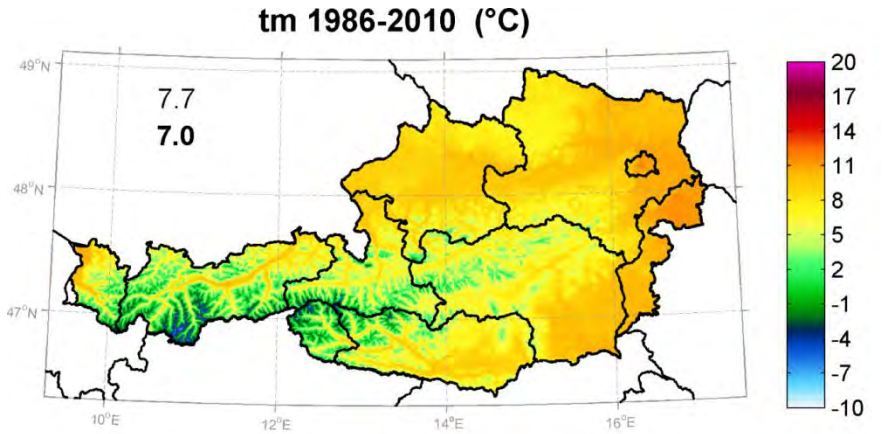
ANNEX 2: Temperaturindizes (Beobachtung) für das Gesamtjahr und für Sonderperioden (Anhang Kapitel 4, Teil 1: Jährliche Basis)

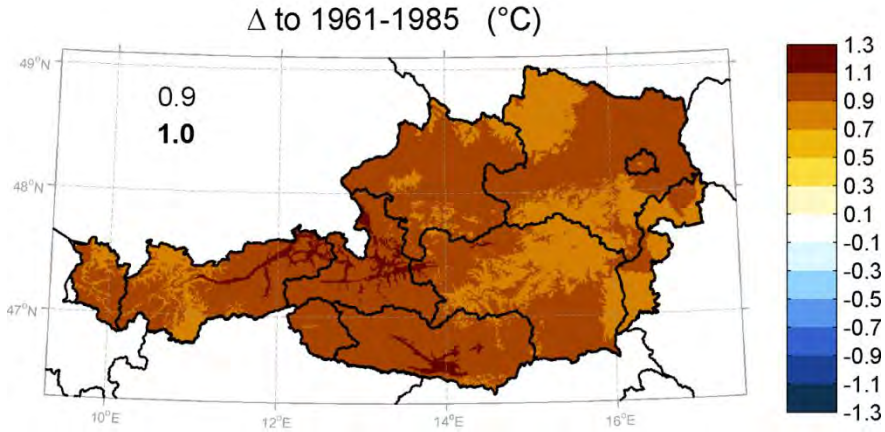
ERKLÄRUNG

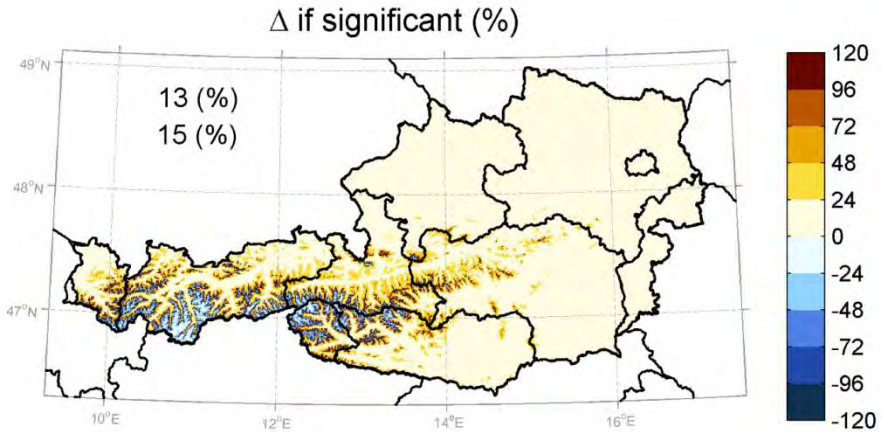
In diesem Anhang sind sämtliche Temperaturindizes für das Gesamtjahr und für Sonderperioden dargestellt. Für jeden Index und jede Saison wird ein einseitiges Panel mit vier Teilgraphiken präsentiert. Dieses Panel beinhaltet:

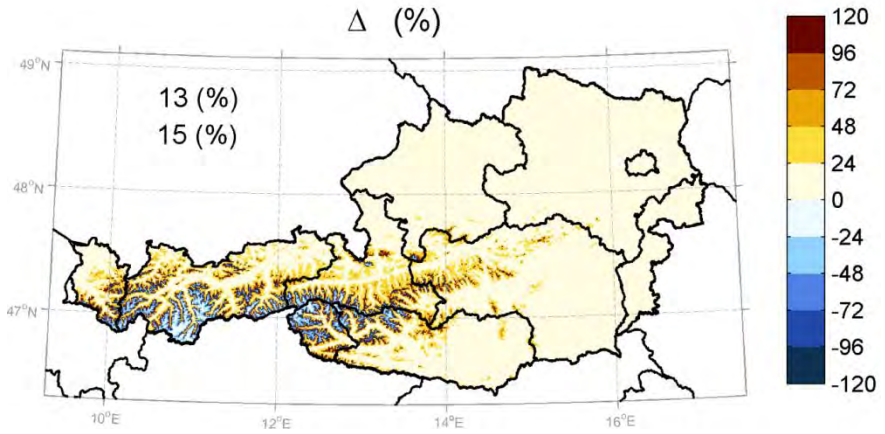
(1) **KLIMAMITTELWERT 1986-2010** Arithmetisches Mittel der Jahreswerte von 1986-2010
(2) **ABSOLUTE ÄNDERUNG des KLIMAMITTELWERTES** Differenz des Klimamittels 1986-2010 und 1961-1985
(3) **RELATIVE ÄNDERUNG des KLIMAMITTELWERTES** Differenz 1986-2010 ggü. 1961-1985 in % jedoch nur für Gitterpunkte an denen das in (2) gezeigte Änderungssignal größer ist als die natürliche Variabilität
(4) **RELATIVE ÄNDERUNG des KLIMAMITTELWERTES** Wie in (3) jedoch für alle Gitterpunkte ohne Berücksichtigung der NV

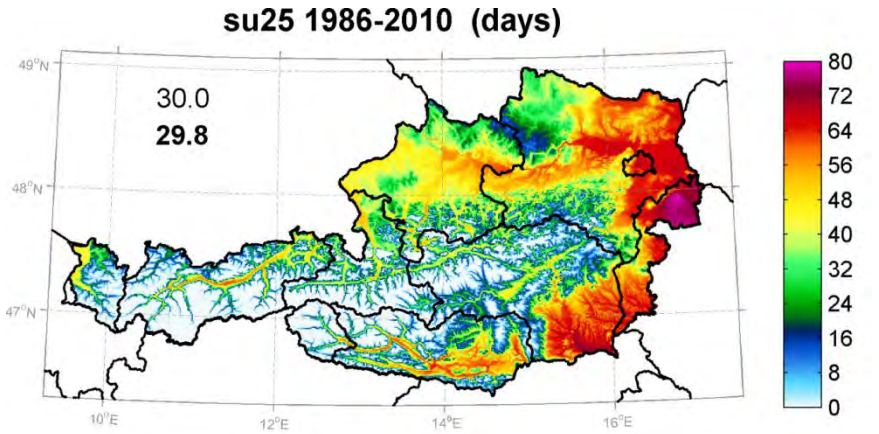
In jeder dieser Teil-Abbildungen ist links oben der Median und der Mittelwerte für das Gebiet von Österreich angegeben. Diese wurden aus den einzelnen Gitterpunktwerten berechnet. Der Median gibt den Zentralwert an für den die Hälfte aller Gitterpunktwerte darüber bzw. darunter liegt. Der Mittelwert ist hingegen ein klassisches arithmetisches Flächenmittel, allerdings fallen Werte die unverhältnismäßig groß oder klein sind beim Mittelwert stärker ins Gewicht.

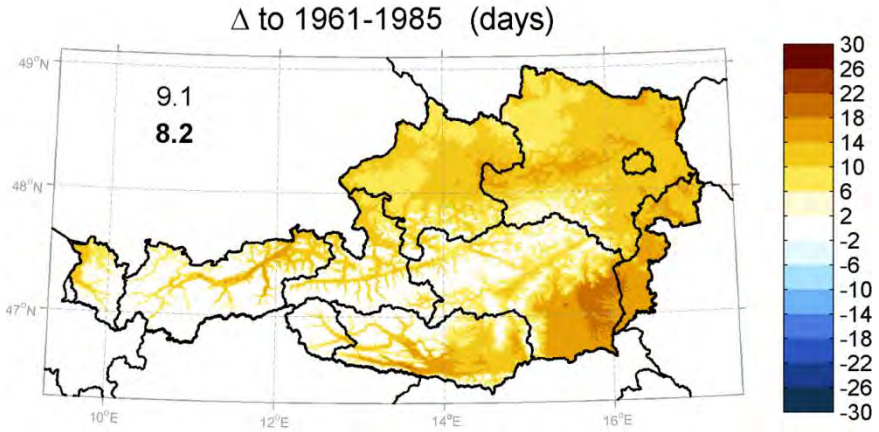

tm 1986-2010 (°C)
7.7
7.0
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
20
17
14
11
8
5
2
-1
-4
-7
-10

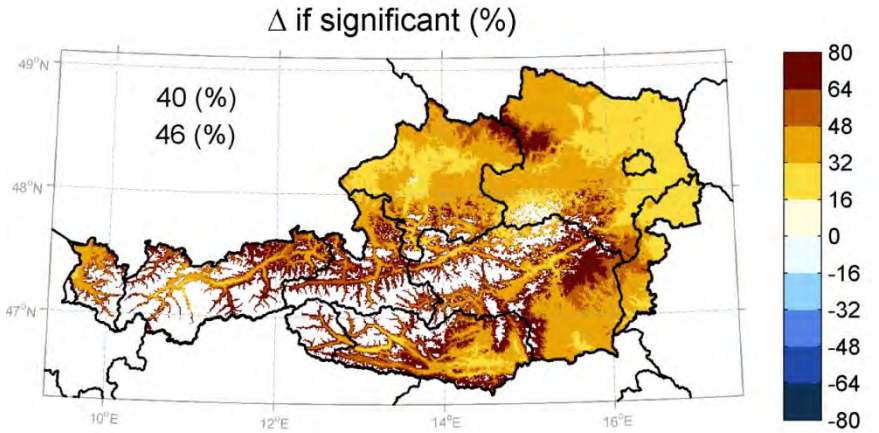

Δ to 1961-1985 (°C)
0.9
1.0
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
1.3
1.1
0.9
0.7
0.5
0.3
0.1
-0.1
-0.3
-0.5
-0.7
-0.9
-1.1
-1.3

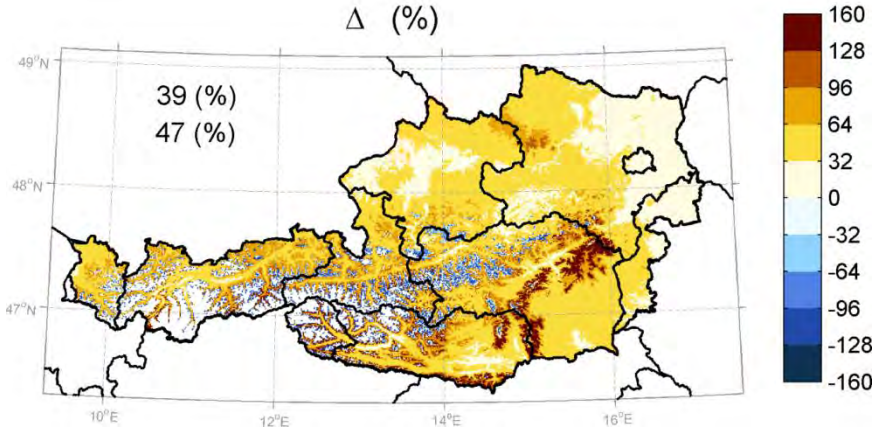

Δ if significant (%)
13 (%)
15 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
120
96
72
48
24
0
-24
-48
-72
-96
-120

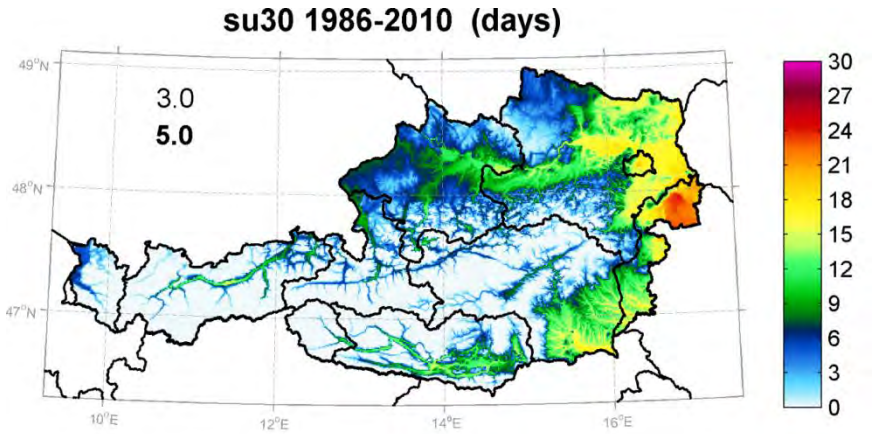

Δ (%)
13 (%)
15 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
120
96
72
48
24
0
-24
-48
-72
-96
-120

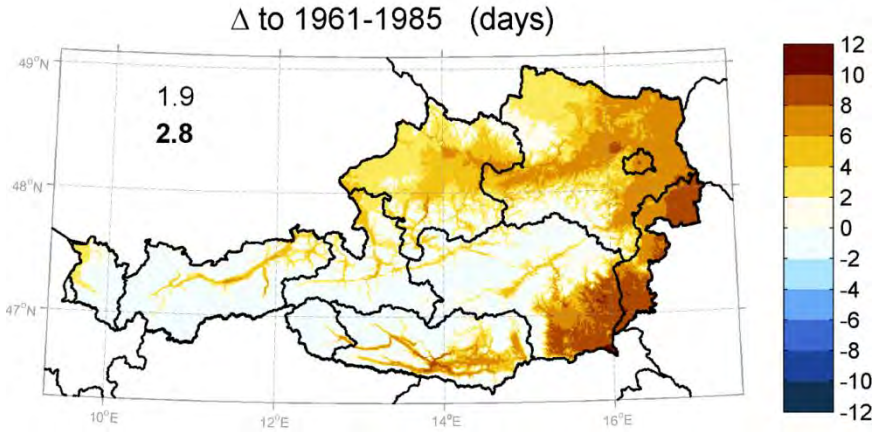

su25 1986-2010 (days)
30.0
29.8
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
80
72
64
56
48
40
32
24
16
8
0

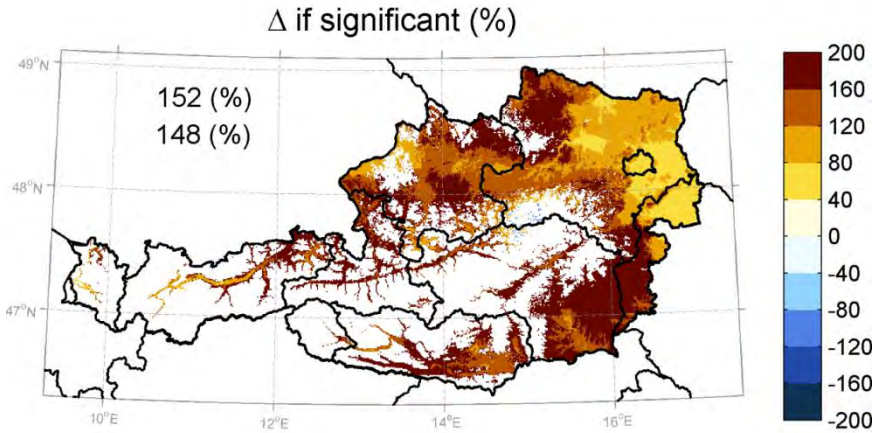

Δ to 1961-1985 (days)
9.1
8.2
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
30
26
22
18
14
10
6
2
-2
-6
-10
-14
-18
-22
-26
-30

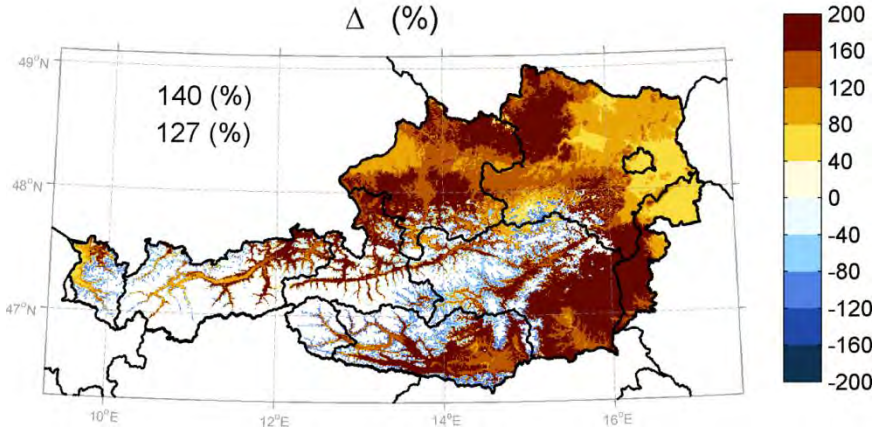

Δ if significant (%)
40 (%)
46 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
80
64
48
32
16
0
-16
-32
-48
-64
-80

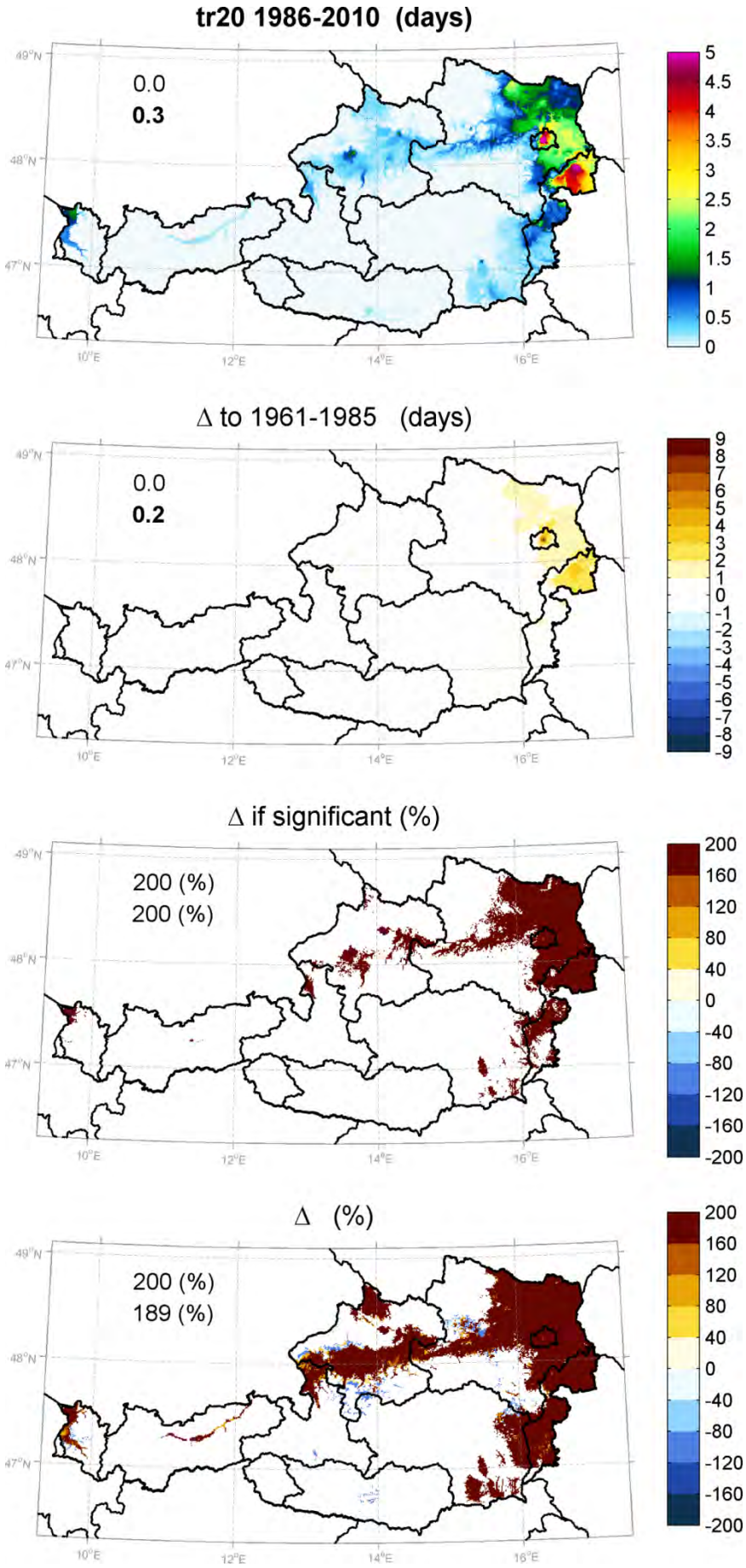

Δ (%)
39 (%)
47 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
160
128
96
64
32
0
-32
-64
-96
-128
-160

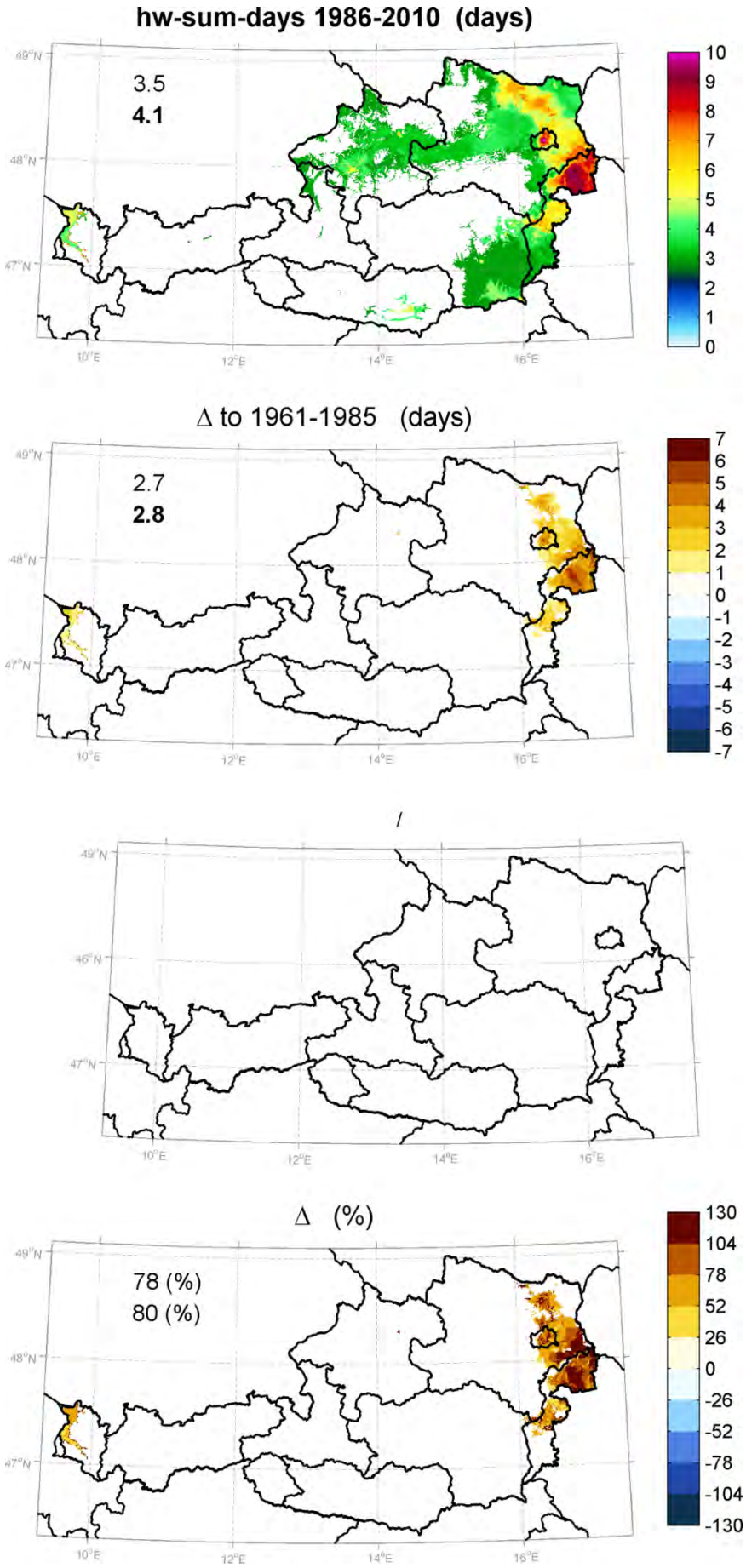

su30 1986-2010 (days)
3.0
5.0
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0

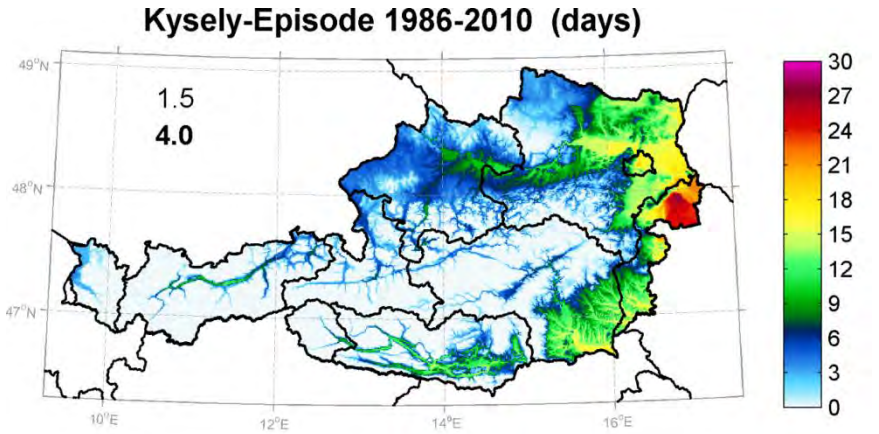

Δ to 1961-1985 (days)
1.9
2.8
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12

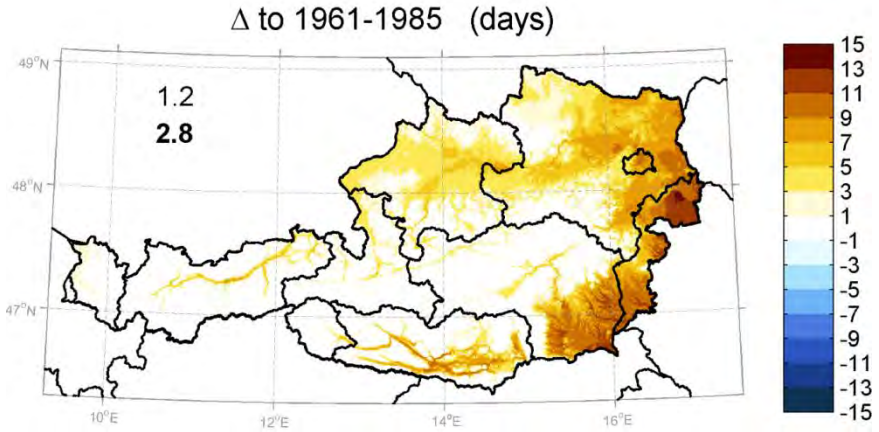

Δ if significant (%)
152 (%)
148 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
200
160
120
80
40
0
-40
-80
-120
-160
-200

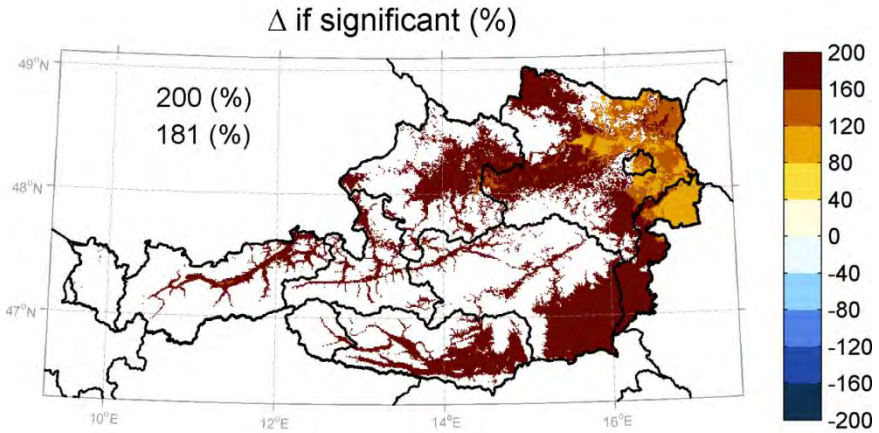

Δ (%)
140 (%)
127 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
200
160
120
80
40
0
-40
-80
-120
-160
-200

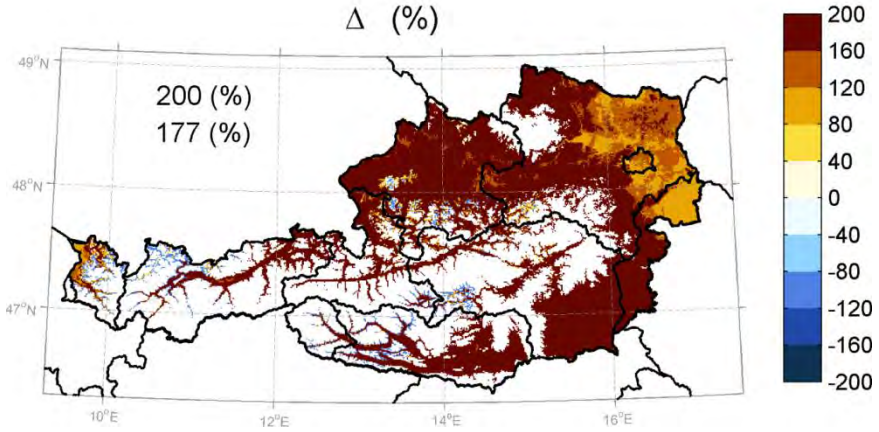

tr20 1986-2010 (days)
0.0
0.3
5
4.5
4
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
Δ to 1961-1985 (days)
0.0
0.2
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
Δ if significant (%)
200 (%)
200 (%)
200
160
120
80
40
0
-40
-80
-120
-160
-200
Δ (%)
200 (%)
189 (%)
200
160
120
80
40
0
-40
-80
-120
-160
-200
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

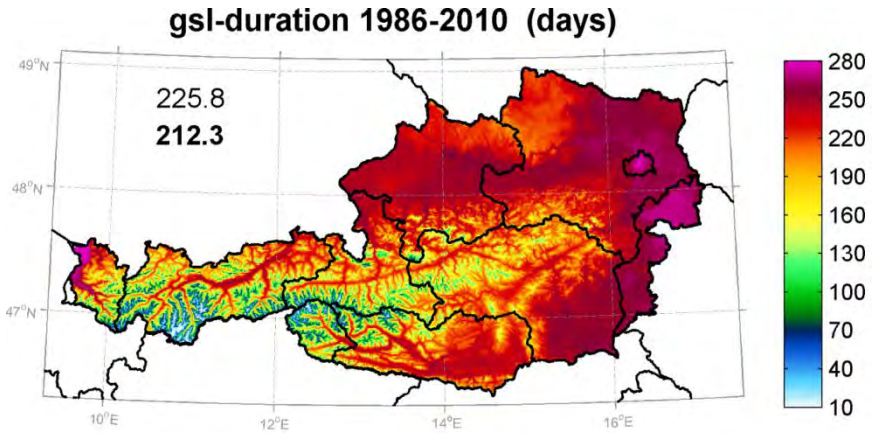

hw-sum-days 1986-2010 (days)
3.5
4.1
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
Δ to 1961-1985 (days)
2.7
2.8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
Δ (%)
78 (%)
80 (%)
130
104
78
52
26
0
-26
-52
-78
-104
-130
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

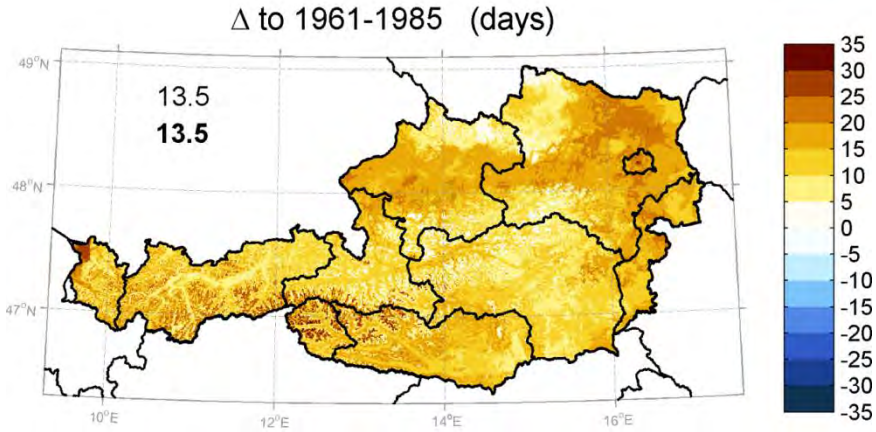

Kysely-Episode 1986-2010 (days)
1.5
4.0
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

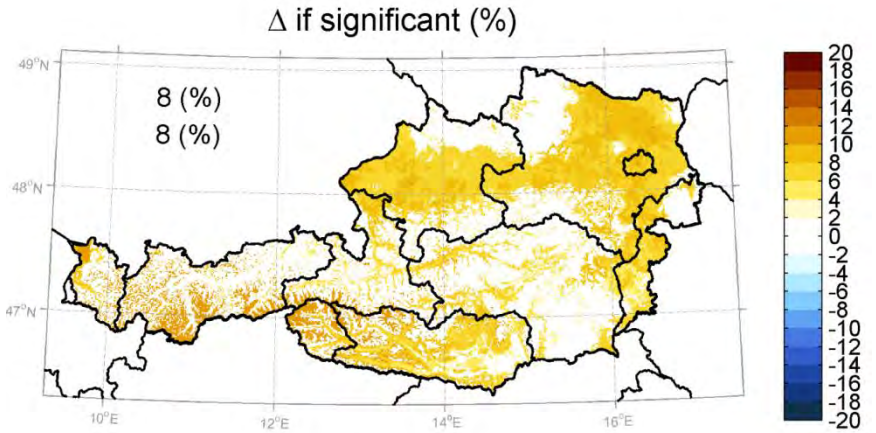

Δ to 1961-1985 (days)
1.2
2.8
15
13
11
9
7
5
3
1
-1
-3
-5
-7
-9
-11
-13
-15
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

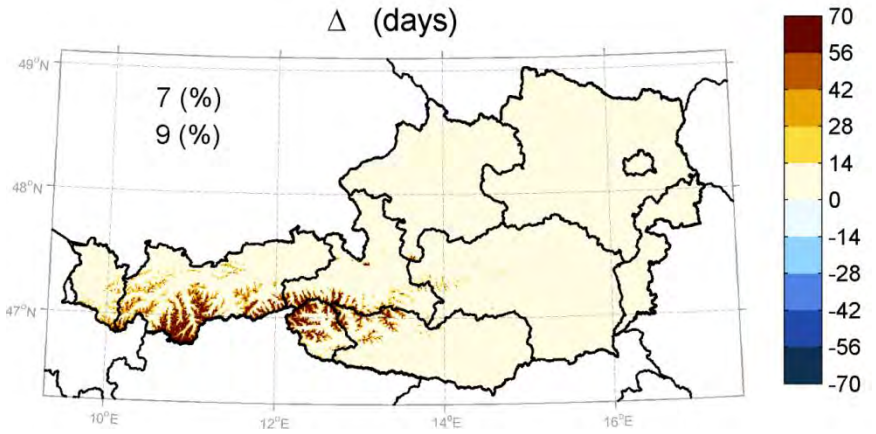

Δ if significant (%)
200 (%)
181 (%)
200
160
120
80
40
0
-40
-80
-120
-160
-200
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

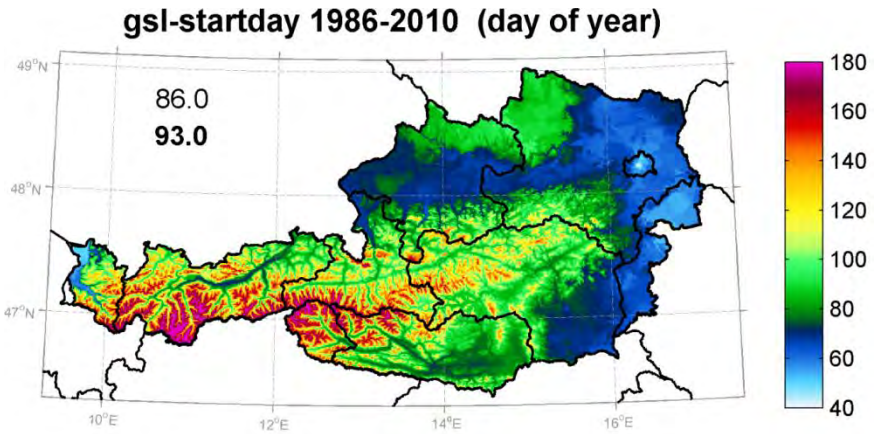

Δ (%)
200 (%)
177 (%)
200
160
120
80
40
0
-40
-80
-120
-160
-200
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

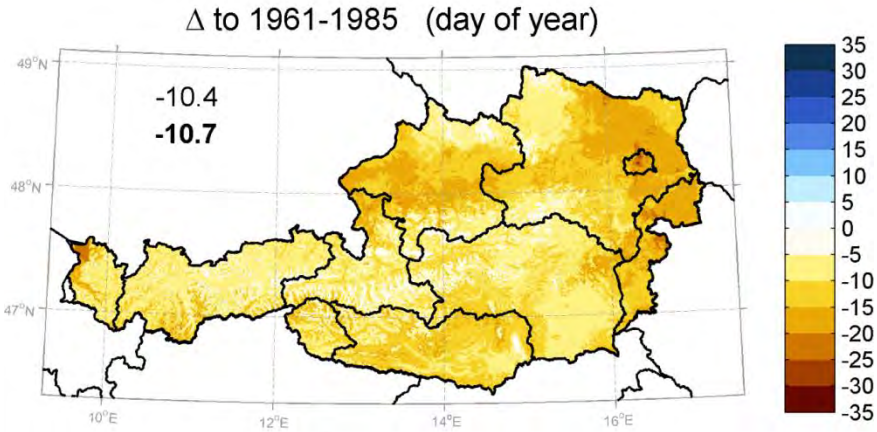

gsl-duration 1986-2010 (days)
225.8
212.3
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
280
250
220
190
160
130
100
70
40
10

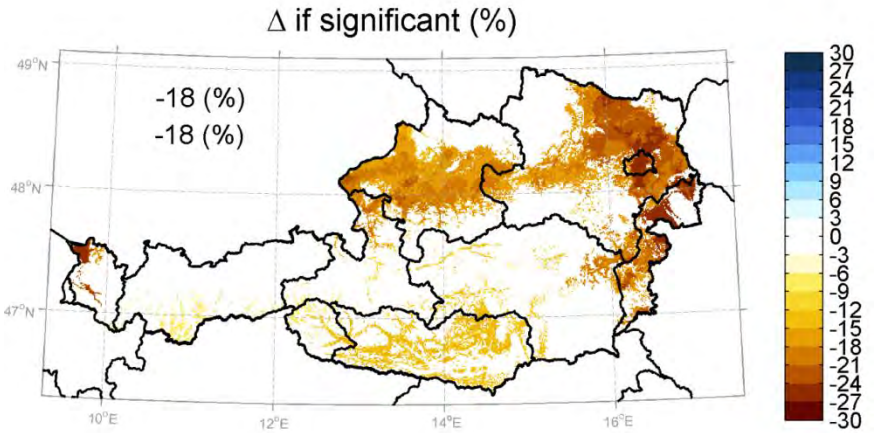

Δ to 1961-1985 (days)
13.5
13.5
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
35
30
25
20
15
10
5
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35

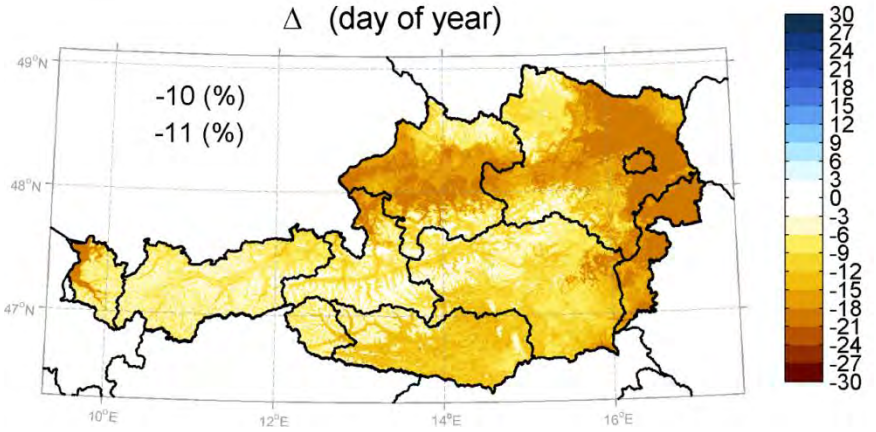

Δ if significant (%)
8 (%)
8 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20

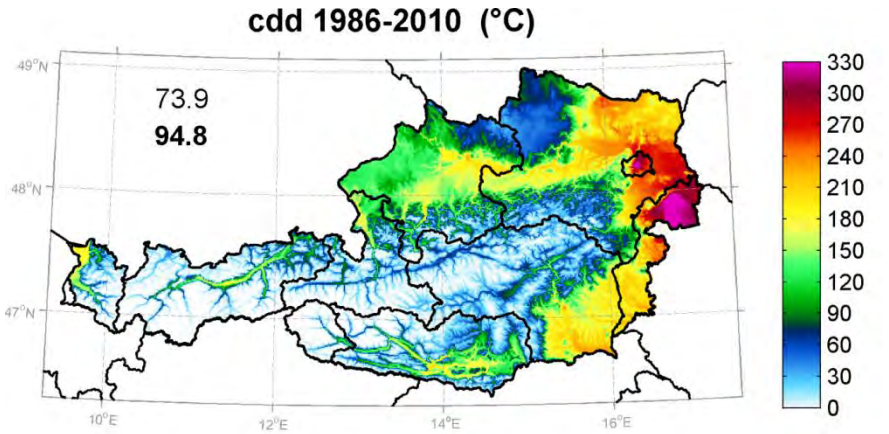

Δ (days)
7 (%)
9 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
70
56
42
28
14
0
-14
-28
-42
-56
-70

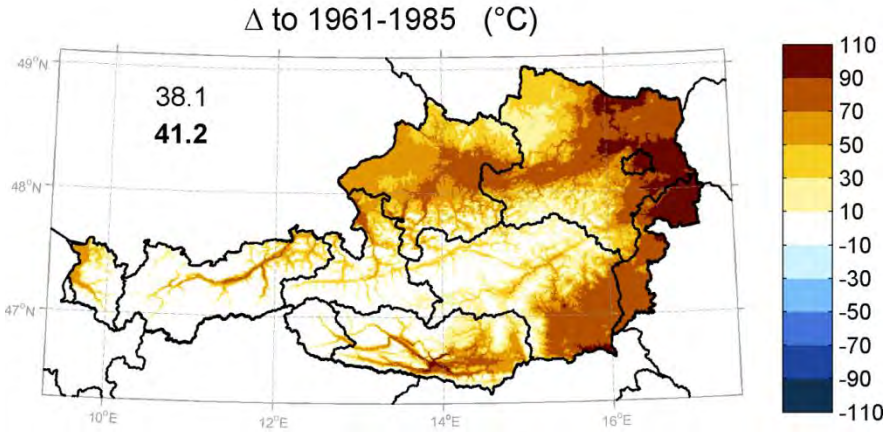

gsl-startday 1986-2010 (day of year)
86.0
93.0
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
180
160
140
120
100
80
60
40

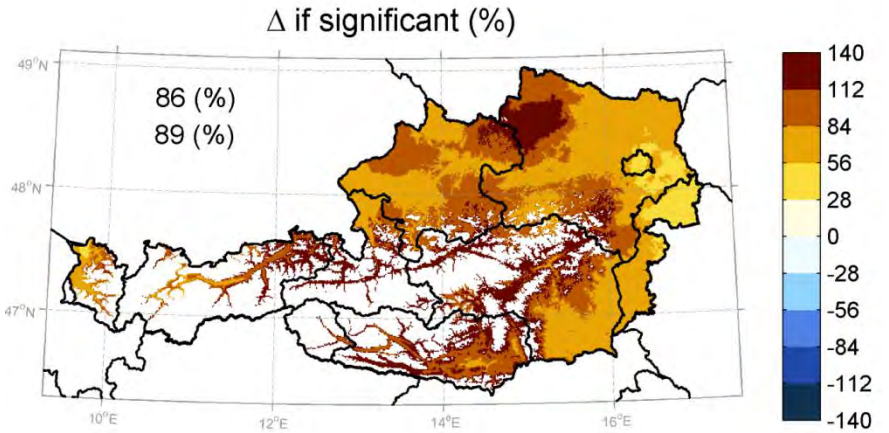

Δ to 1961-1985 (day of year)
-10.4
-10.7
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
35
30
25
20
15
10
5
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35

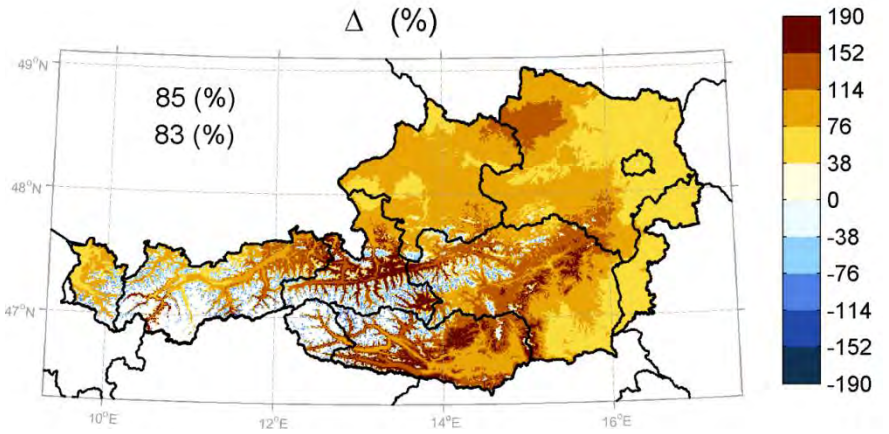

Δ if significant (%)
-18 (%)
-18 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30

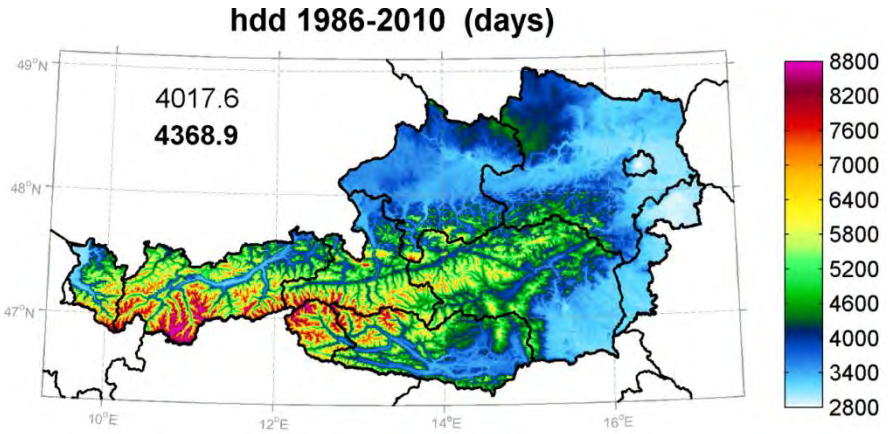

Δ (day of year)
-10 (%)
-11 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30

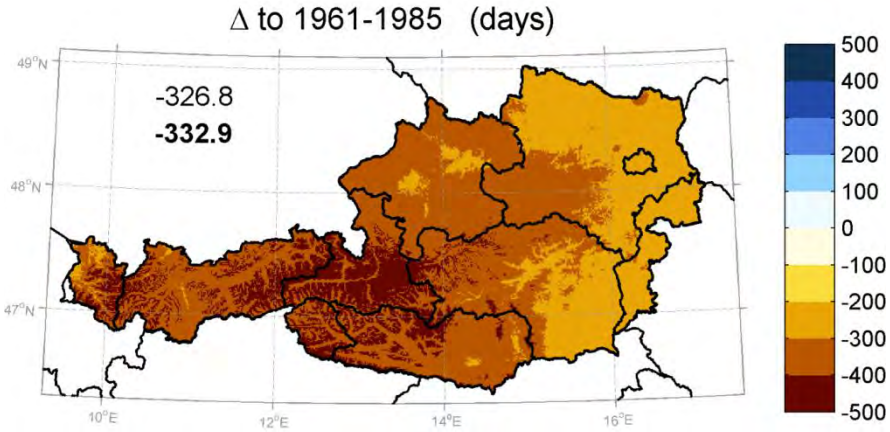

cdd 1986-2010 (°C)
73.9
94.8
330
300
270
240
210
180
150
120
90
60
30
0
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

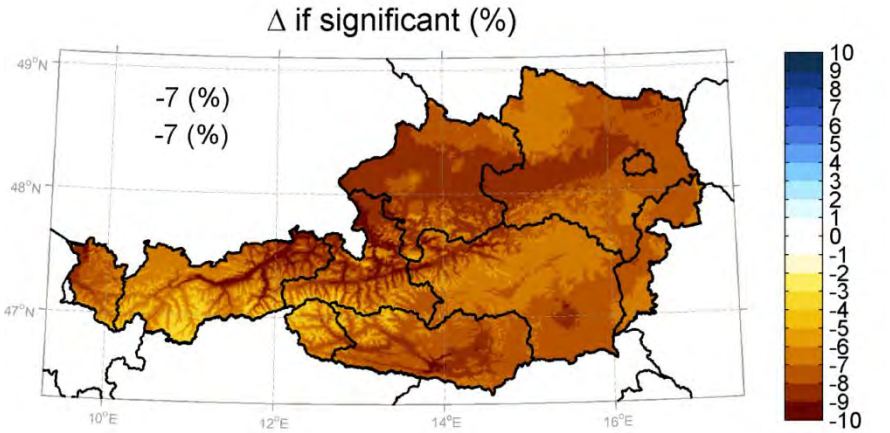

Δ to 1961-1985 (°C)
38.1
41.2
110
90
70
50
30
10
-10
-30
-50
-70
-90
-110
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

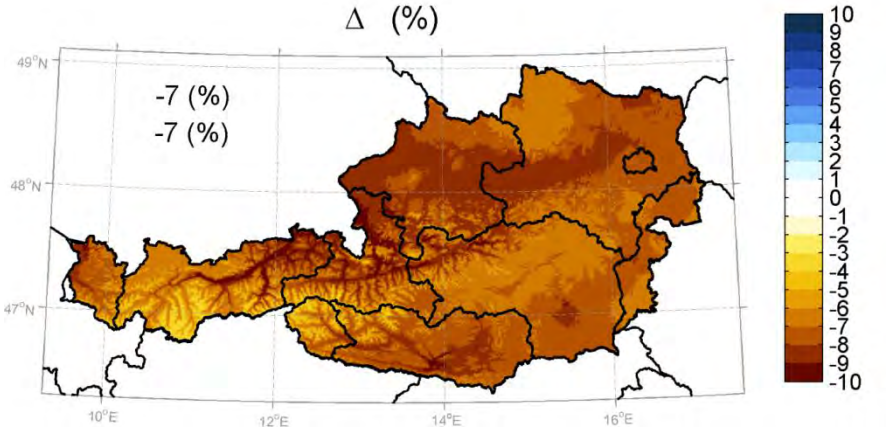

Δ if significant (%)
86 (%)
89 (%)
140
112
84
56
28
0
-28
-56
-84
-112
-140
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

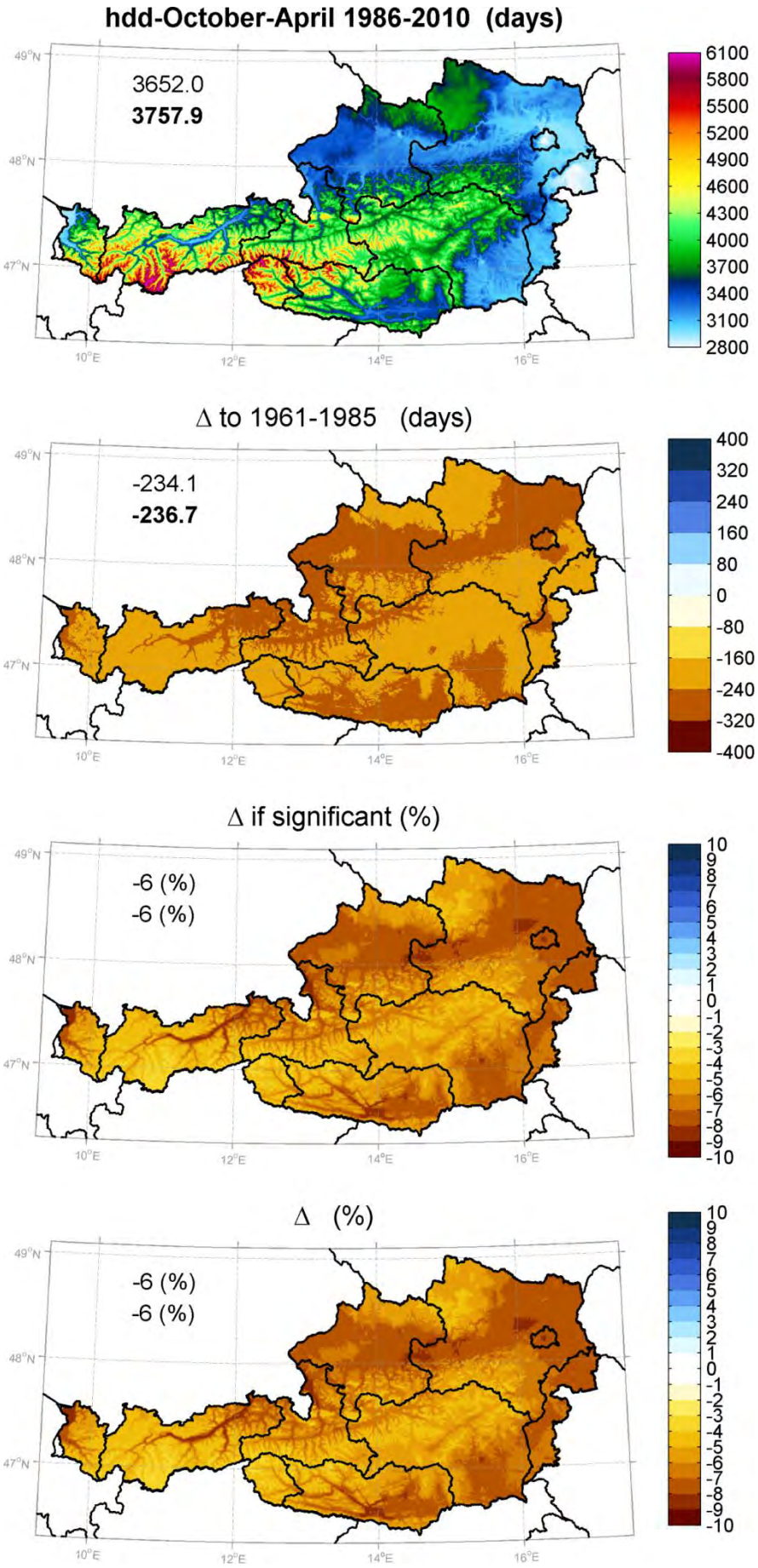

Δ (%)
85 (%)
83 (%)
190
152
114
76
38
0
-38
-76
-114
-152
-190
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

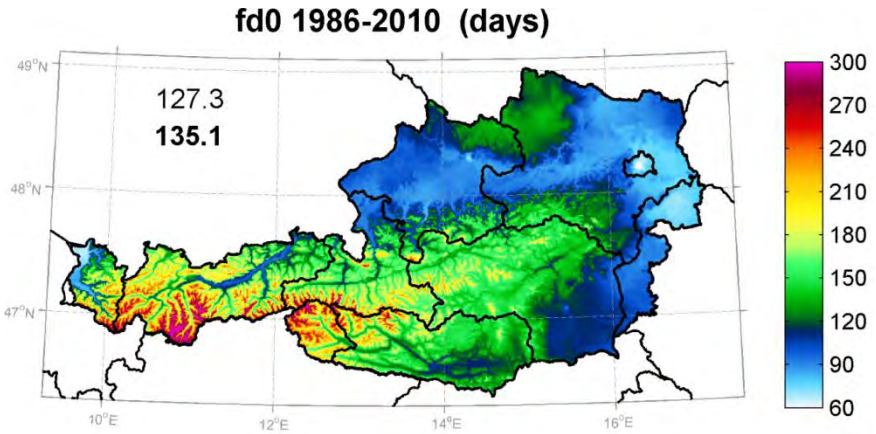

hdd 1986-2010 (days)
4017.6
4368.9
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
8800
8200
7600
7000
6400
5800
5200
4600
4000
3400
2800

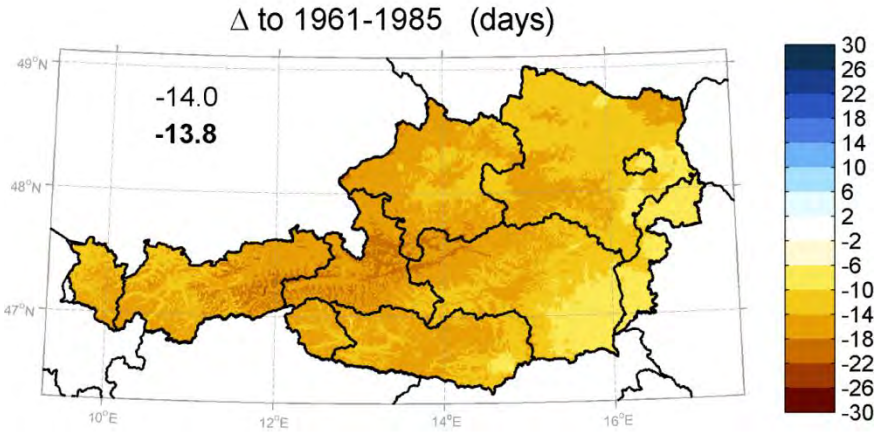

Δ to 1961-1985 (days)
-326.8
-332.9
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
500
400
300
200
100
0
-100
-200
-300
-400
-500

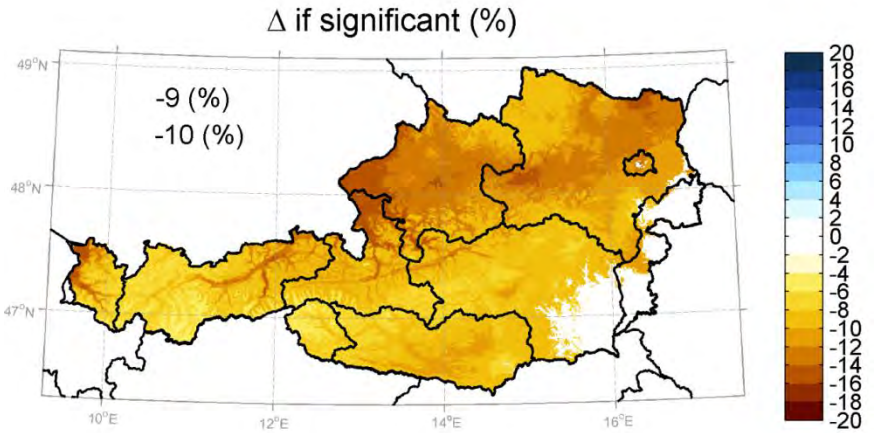

Δ if significant (%)
-7 (%)
-7 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10

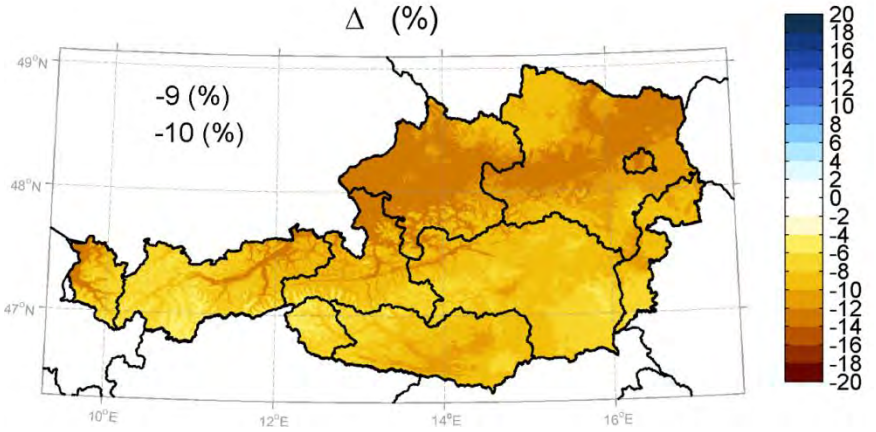

Δ (%)
-7 (%)
-7 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10

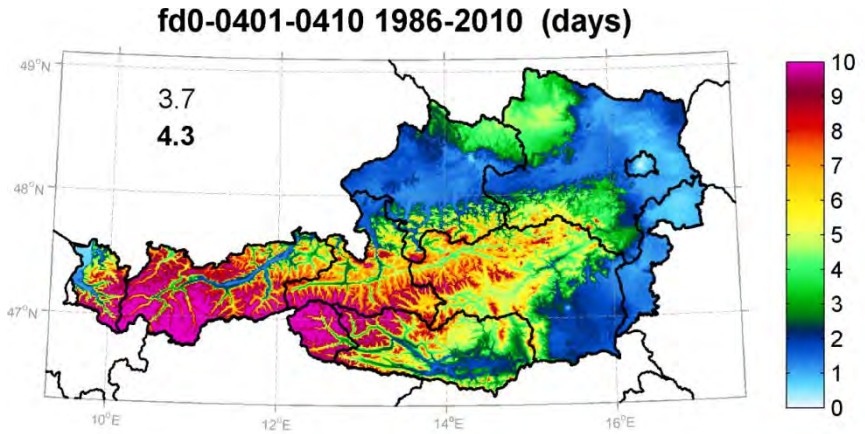

hdd-October-April 1986-2010 (days)
3652.0
3757.9
6100
5800
5500
5200
4900
4600
4300
4000
3700
3400
3100
2800
Δ to 1961-1985 (days)
-234.1
-236.7
400
320
240
160
80
0
-80
-160
-240
-320
-400
Δ if significant (%)
-6 (%)
-6 (%)
Δ (%)
-6 (%)
-6 (%)
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

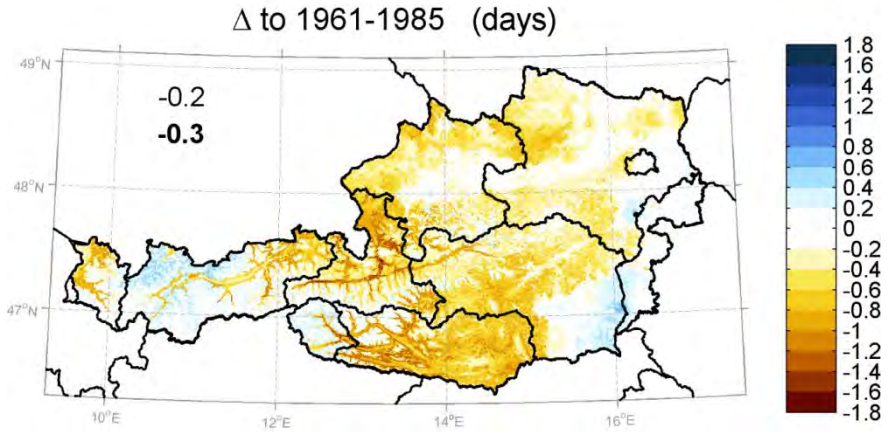

fd0 1986-2010 (days)
127.3
135.1
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
300
270
240
210
180
150
120
90
60

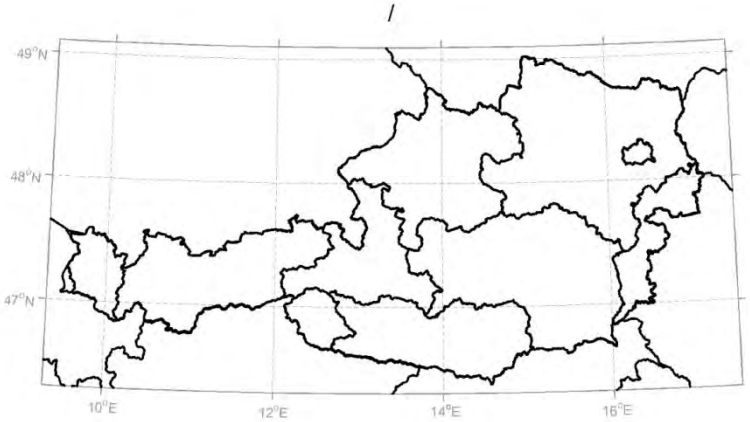

Δ to 1961-1985 (days)
-14.0
-13.8
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
30
26
22
18
14
10
6
2
-2
-6
-10
-14
-18
-22
-26
-30

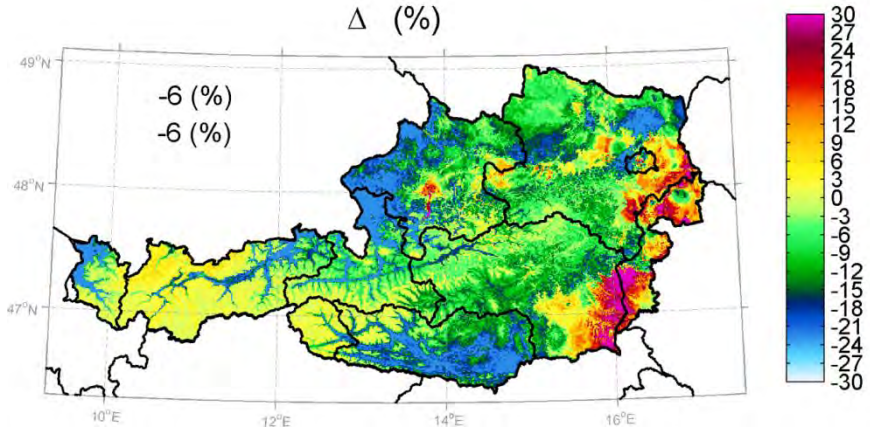

Δ if significant (%)
-9 (%)
-10 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20

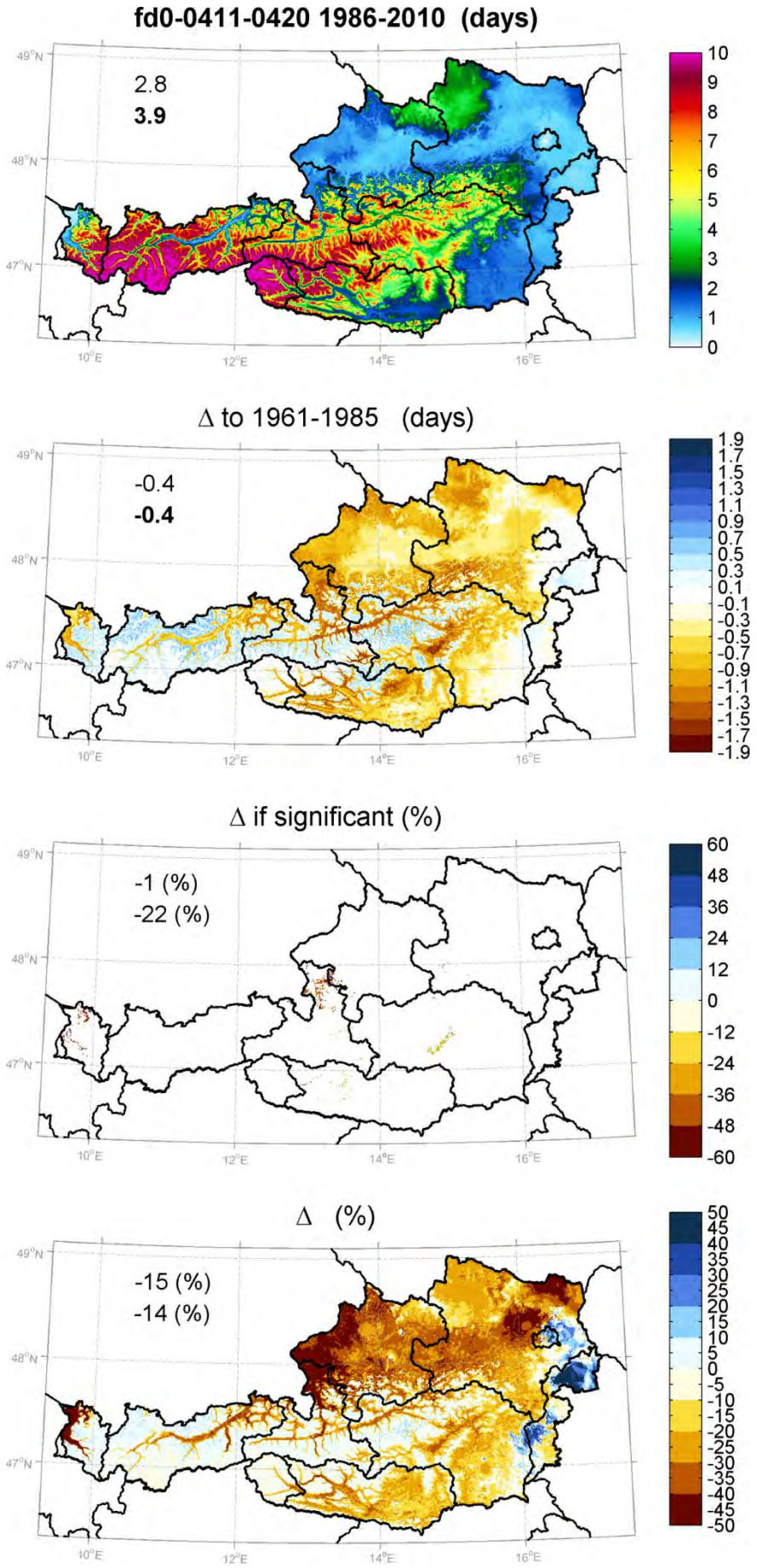

Δ (%)
-9 (%)
-10 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20

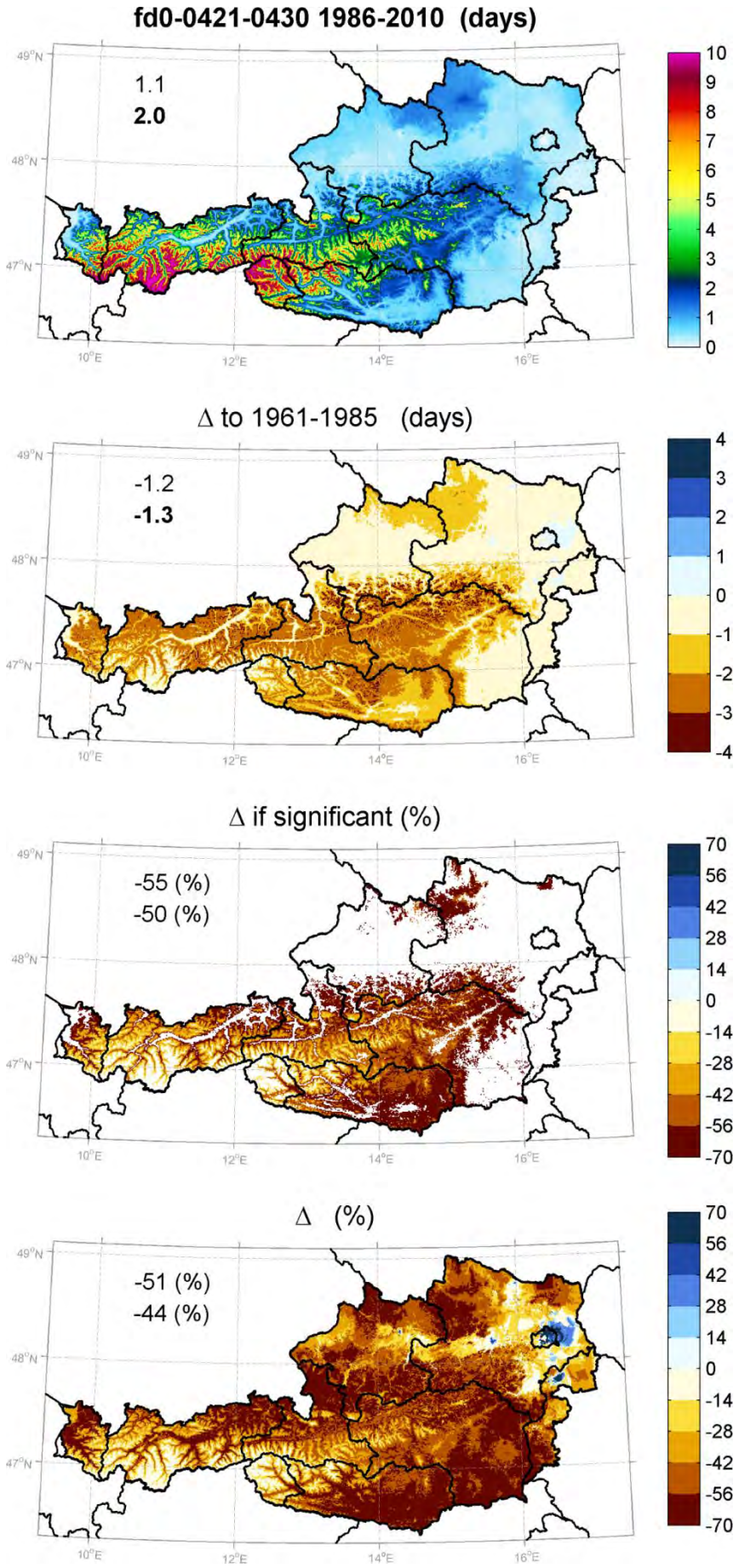

fd0-0401-0410 1986-2010 (days)
3.7
4.3
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0

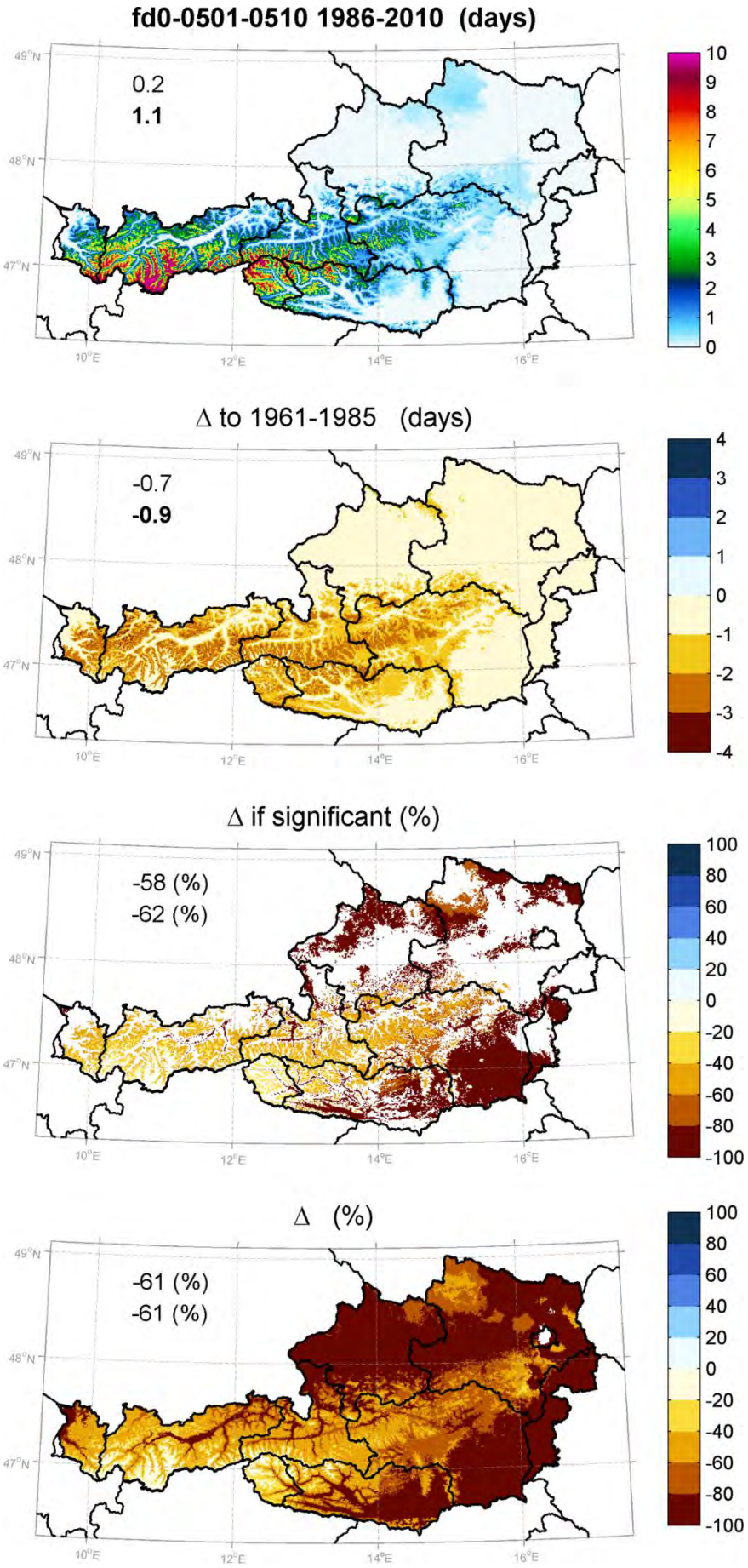

Δ to 1961-1985 (days)
-0.2
-0.3
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
1.8
1.6
1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
-0.2
-0.4
-0.6
-0.8
-1
-1.2
-1.4
-1.6
-1.8

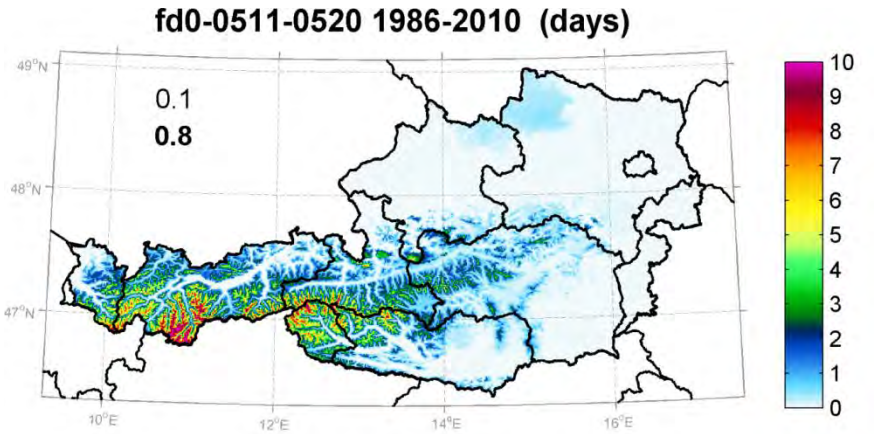

49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

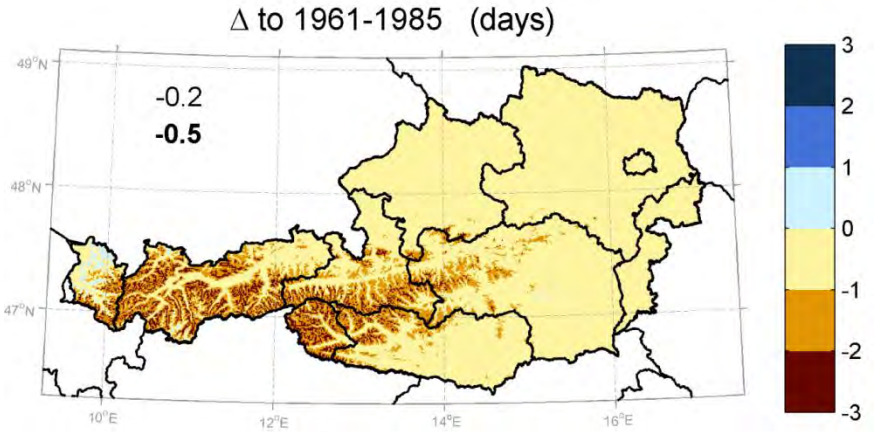

Δ (%)
-6 (%)
-6 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30

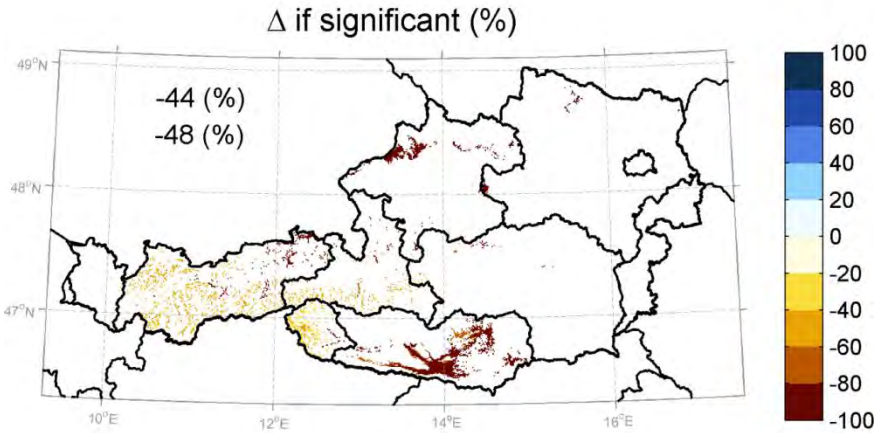

fd0-0411-0420 1986-2010 (days)
2.8
3.9
Δ to 1961-1985 (days)
-0.4
-0.4
Δ if significant (%)
-1 (%)
-22 (%)
Δ (%)
-15 (%)
-14 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

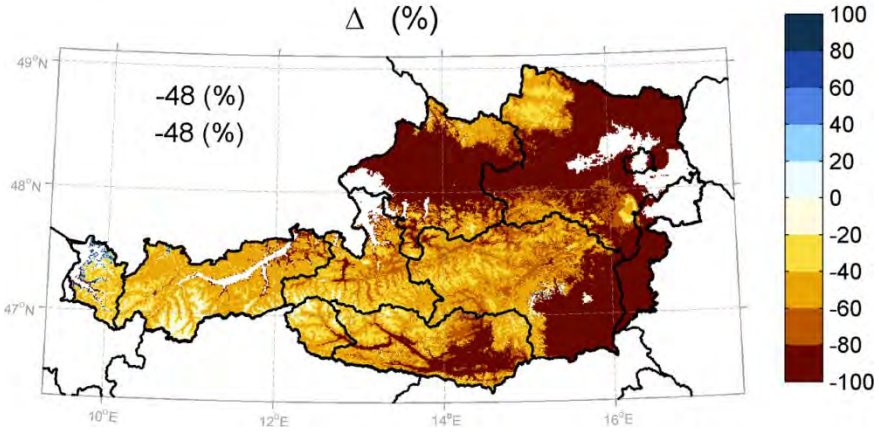

fd0-0421-0430 1986-2010 (days)
1.1
2.0
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
Δ to 1961-1985 (days)
-1.2
-1.3
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
Δ if significant (%)
-55 (%)
-50 (%)
70
56
42
28
14
0
-14
-28
-42
-56
-70
Δ (%)
-51 (%)
-44 (%)
70
56
42
28
14
0
-14
-28
-42
-56
-70
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

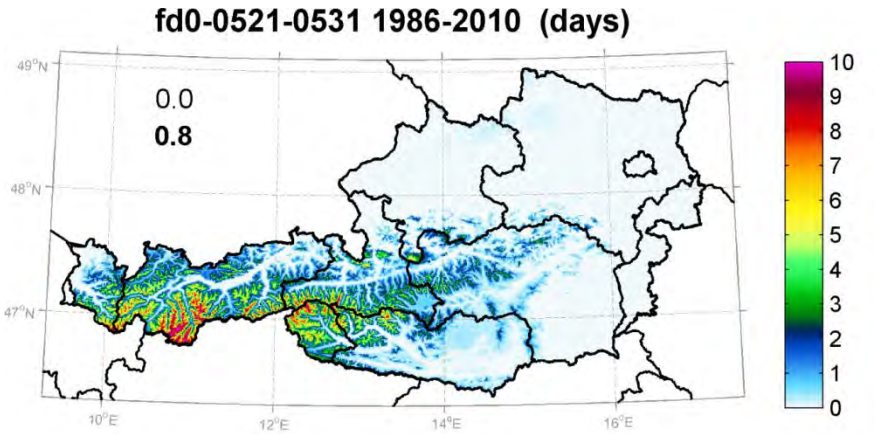

fd0-0501-0510 1986-2010 (days)
0.2
1.1
10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0
Δ to 1961-1985 (days)
-0.7
-0.9
4 3 2 1 0 -1 -2 -3 -4
Δ if significant (%)
-58 (%)
-62 (%)
100 80 60 40 20 0 -20 -40 -60 -80 -100
Δ (%)
-61 (%)
-61 (%)
100 80 60 40 20 0 -20 -40 -60 -80 -100
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

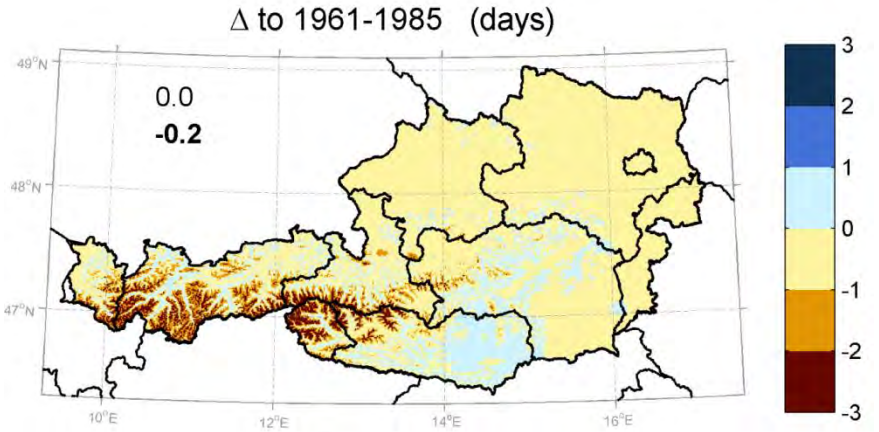

fd0-0511-0520 1986-2010 (days)
0.1
0.8
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0

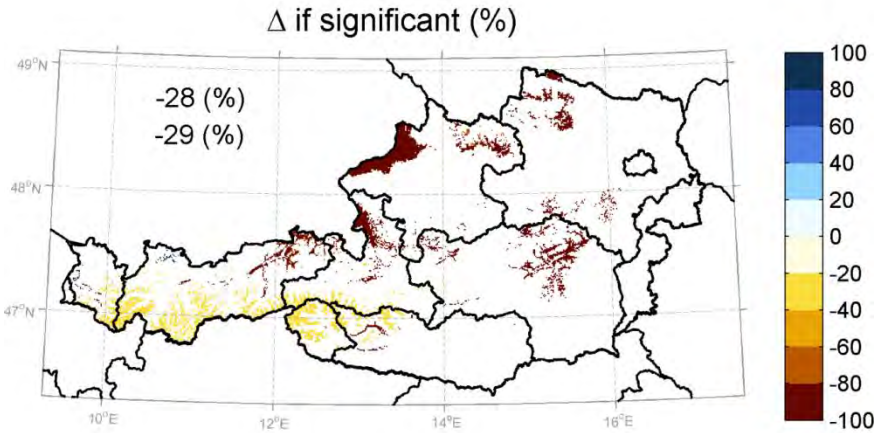

Δ to 1961-1985 (days)
-0.2
-0.5
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
3
2
1
0
-1
-2
-3

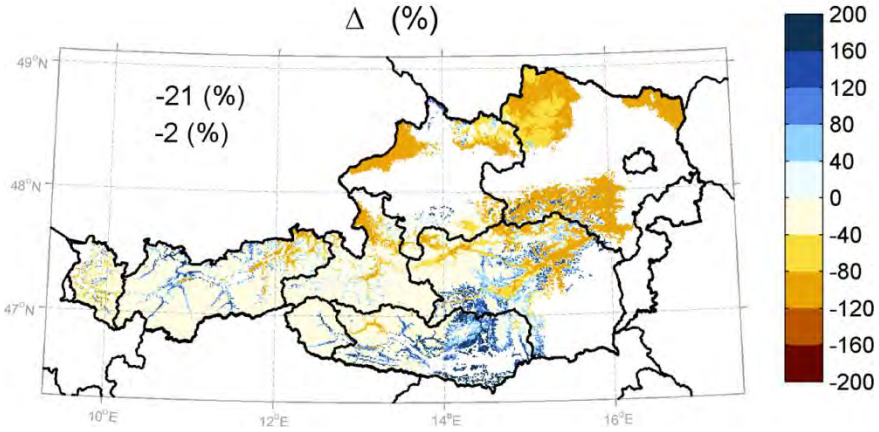

Δ if significant (%)
-44 (%)
-48 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
100
80
60
40
20
0
-20
-40
-60
-80
-100

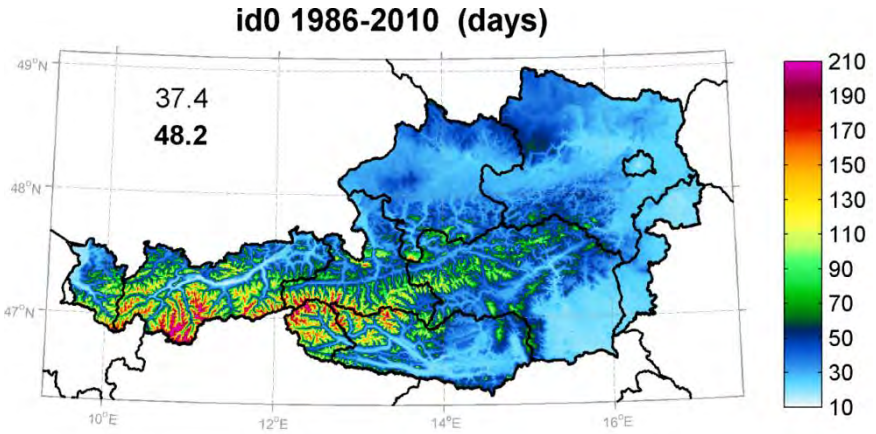

Δ (%)
-48 (%)
-48 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
100
80
60
40
20
0
-20
-40
-60
-80
-100

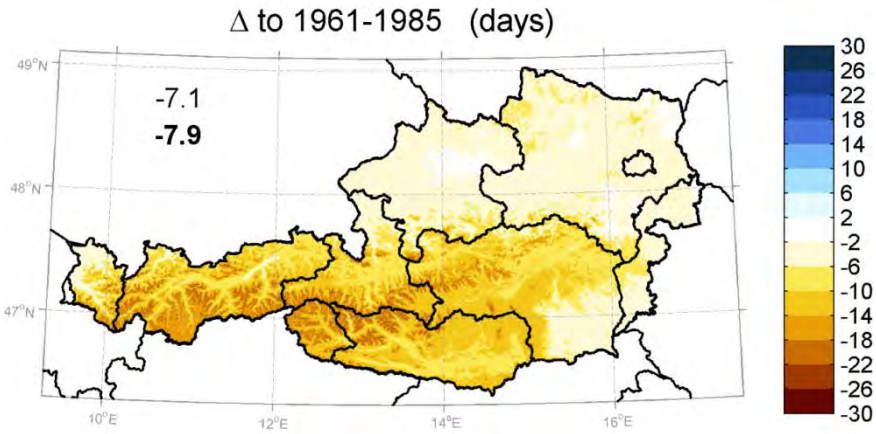

fd0-0521-0531 1986-2010 (days)
0.0
0.8
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0

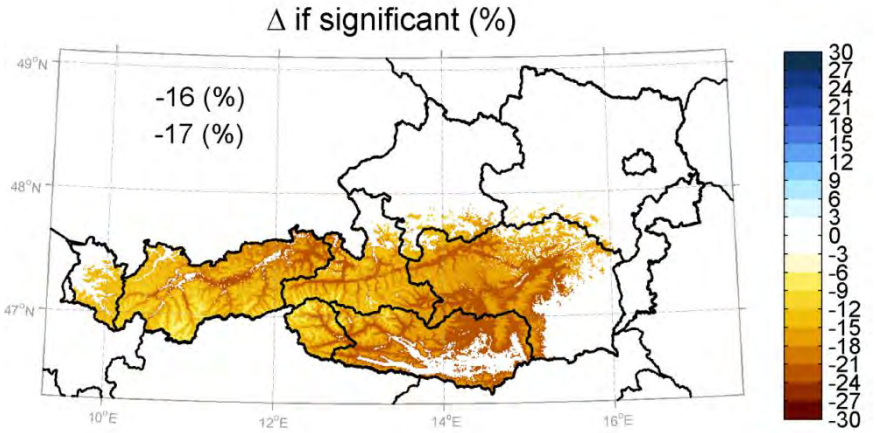

Δ to 1961-1985 (days)
0.0
-0.2
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
3
2
1
0
-1
-2
-3

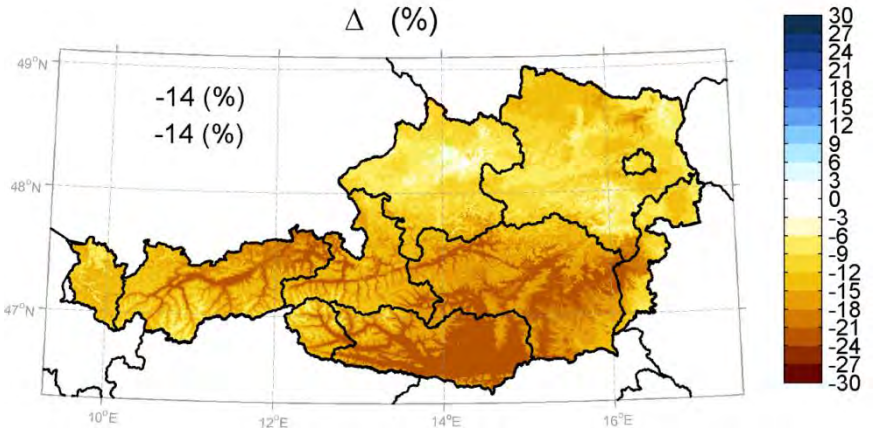

Δ if significant (%)
-28 (%)
-29 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
100
80
60
40
20
0
-20
-40
-60
-80
-100

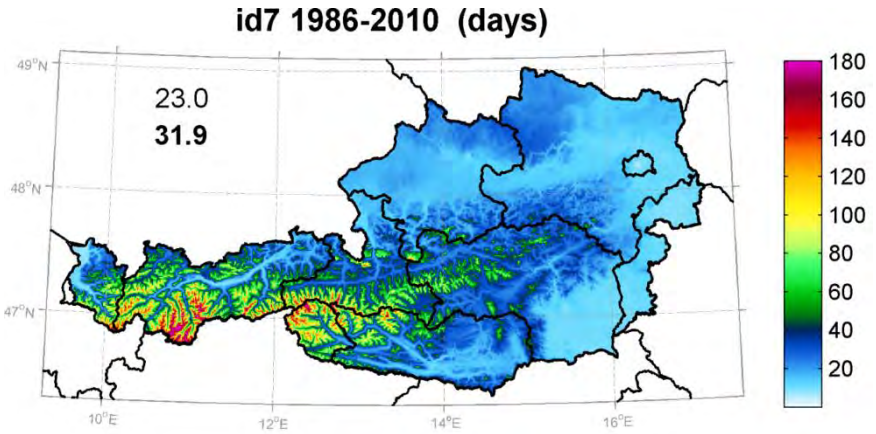

Δ (%)
-21 (%)
-2 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
200
160
120
80
40
0
-40
-80
-120
-160
-200

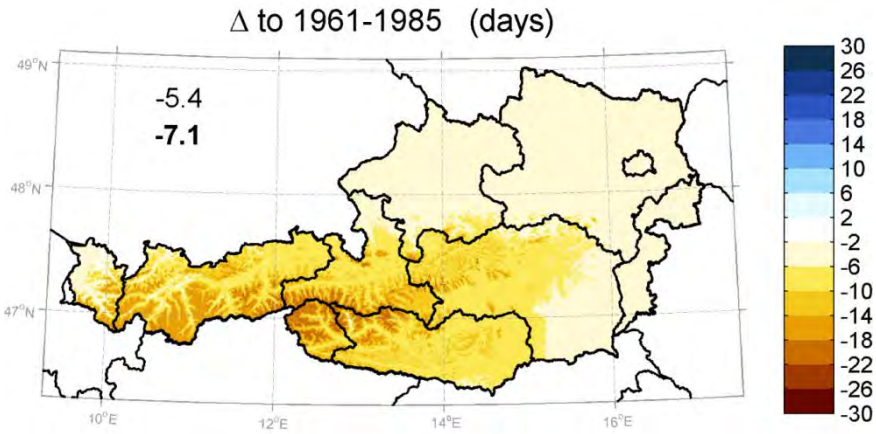

id0 1986-2010 (days)
37.4
48.2
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
210
190
170
150
130
110
90
70
50
30
10

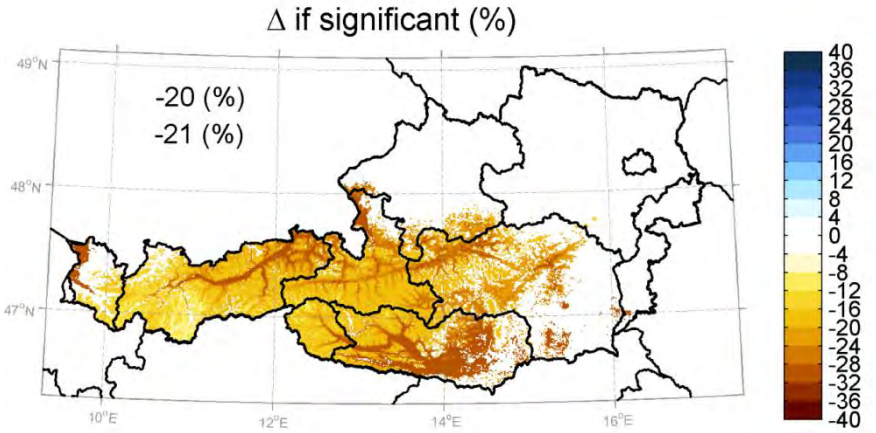

Δ to 1961-1985 (days)
-7.1
-7.9
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
30
26
22
18
14
10
6
2
-2
-6
-10
-14
-18
-22
-26
-30

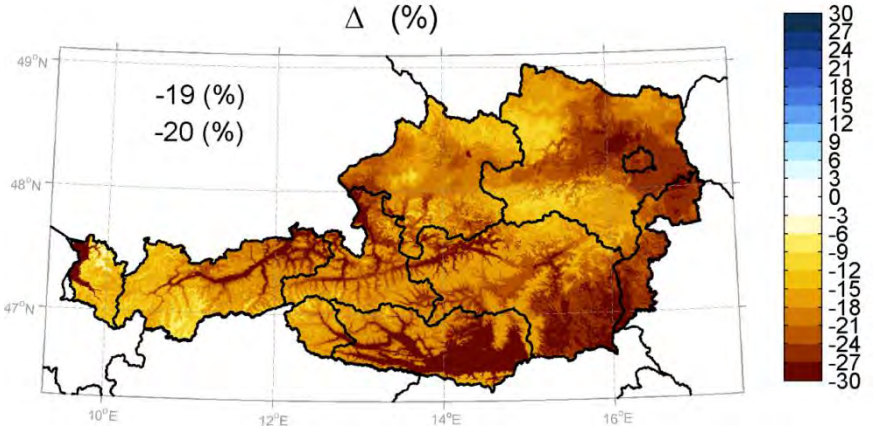

Δ if significant (%)
-16 (%)
-17 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30

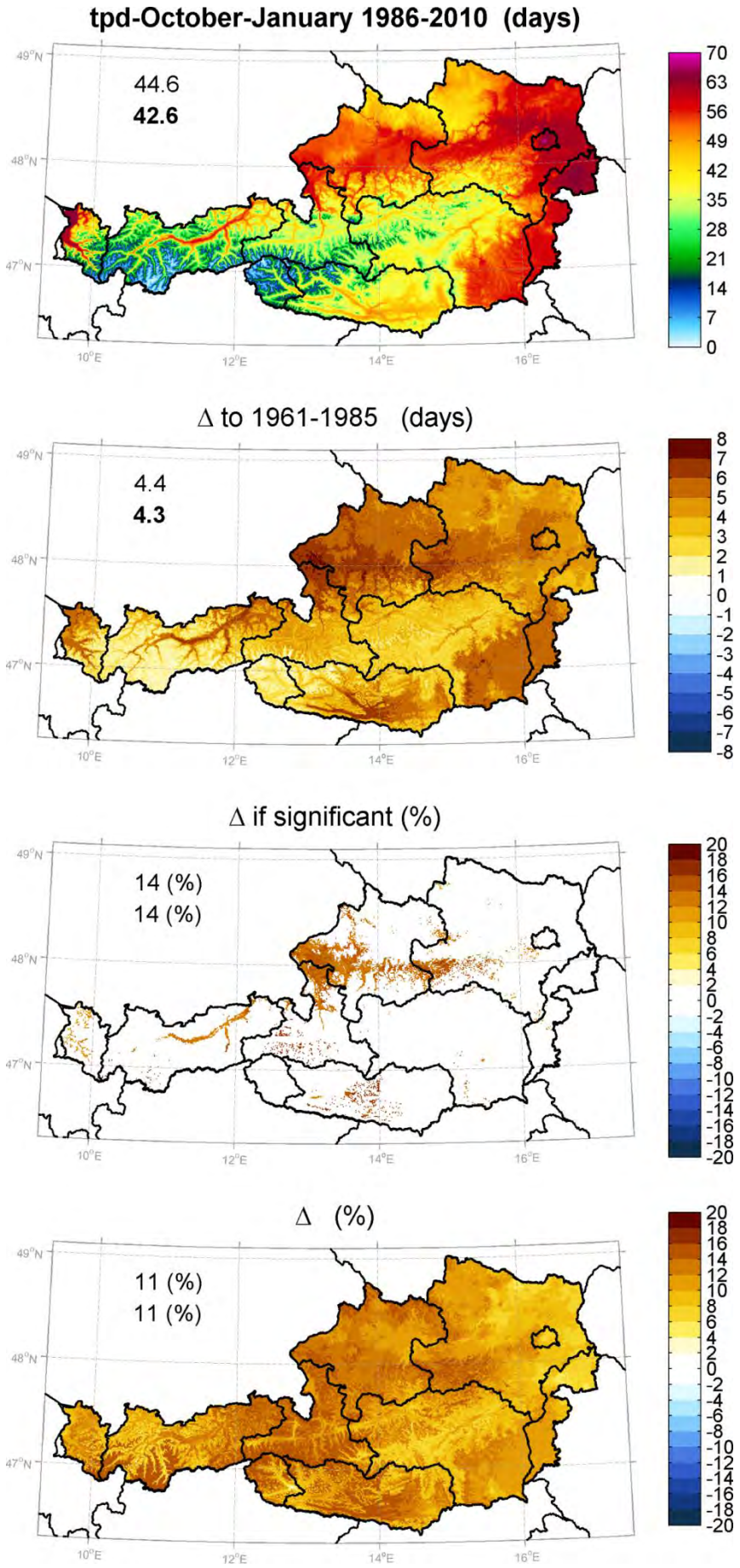

Δ (%)
-14 (%)
-14 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30

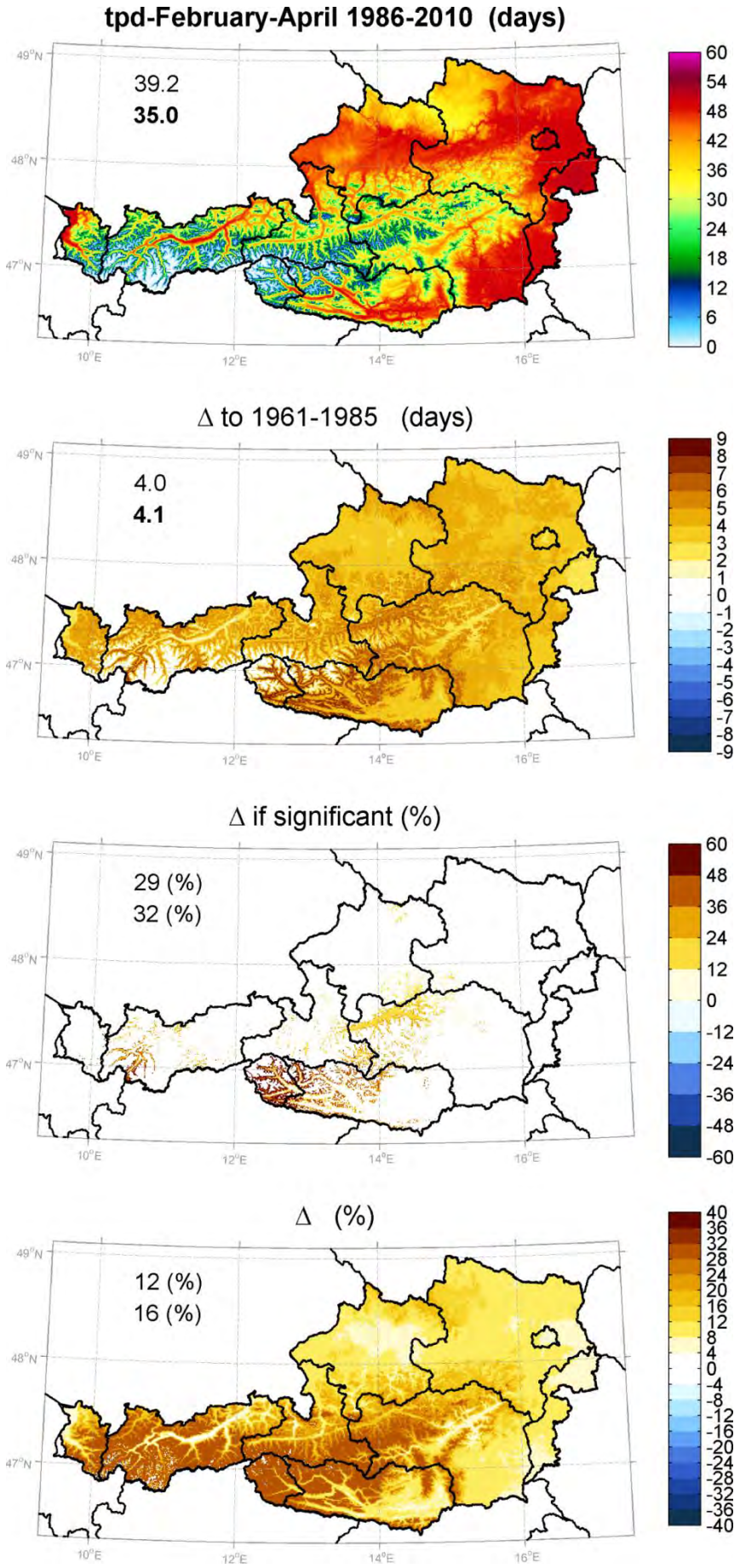

id7 1986-2010 (days)
23.0
31.9
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
180
160
140
120
100
80
60
40
20

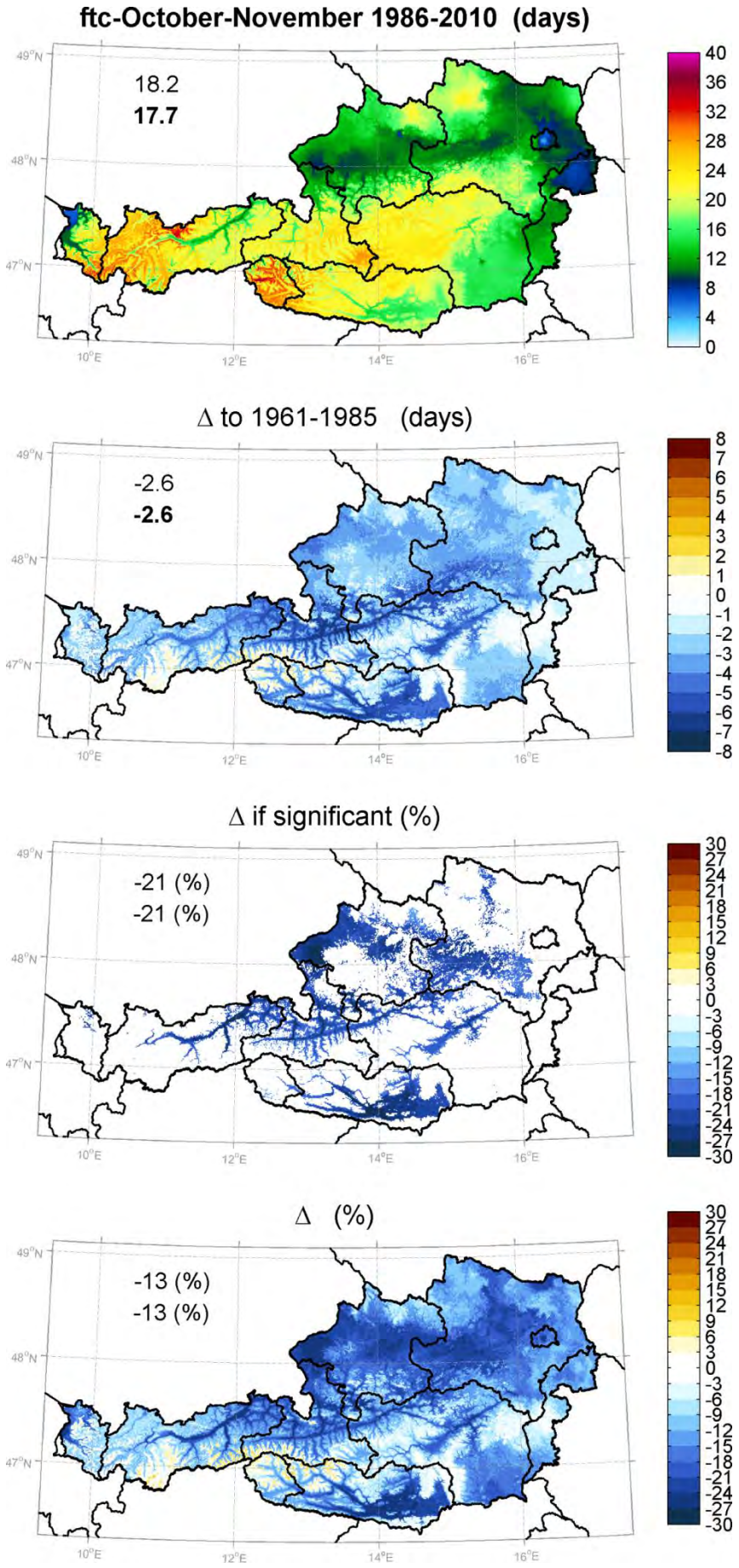

Δ to 1961-1985 (days)
-5.4
-7.1
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
30
26
22
18
14
10
6
2
-2
-6
-10
-14
-18
-22
-26
-30

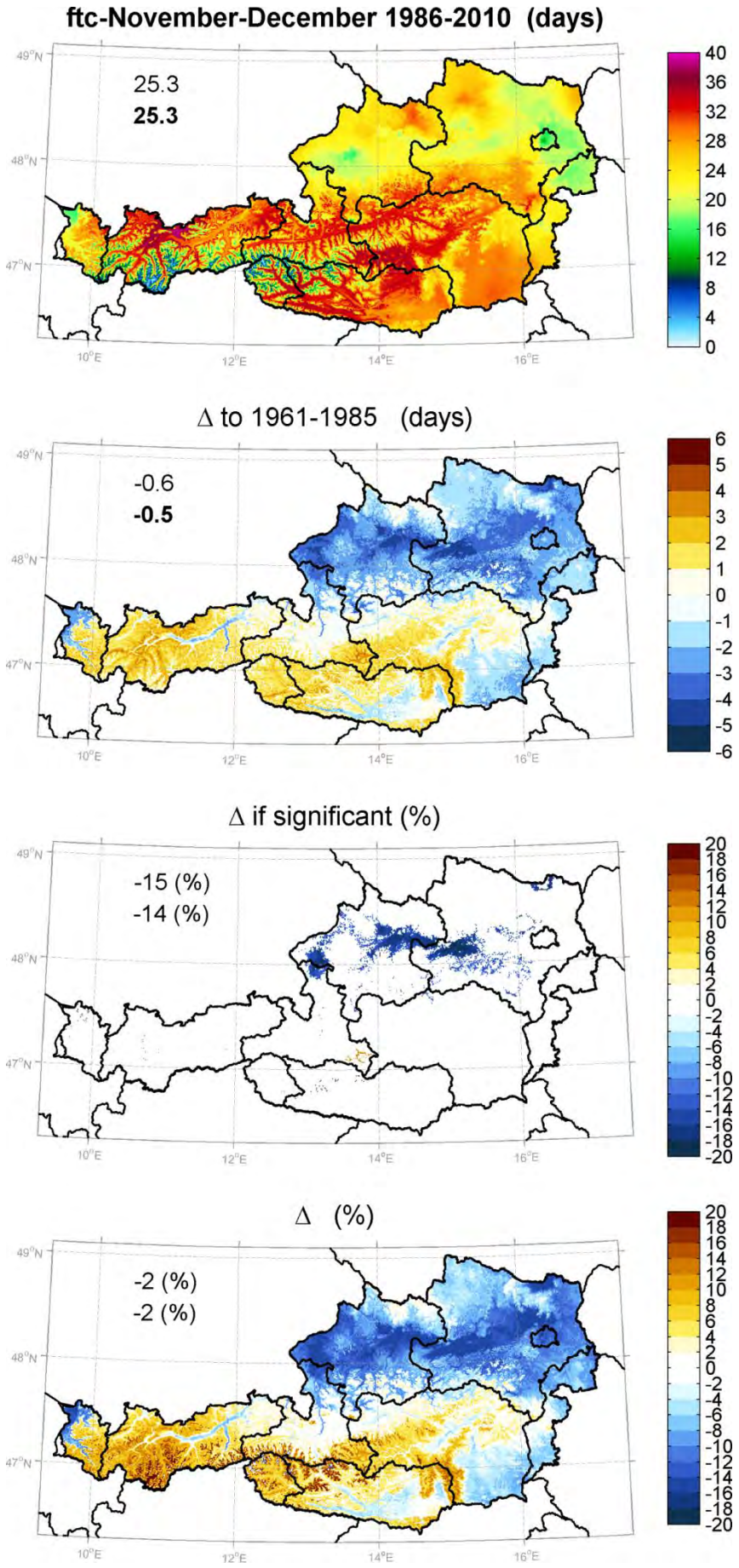

Δ if significant (%)
-20 (%)
-21 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
40
36
32
28
24
20
16
12
8
4
0
-4
-8
-12
-16
-20
-24
-28
-32
-36
-40

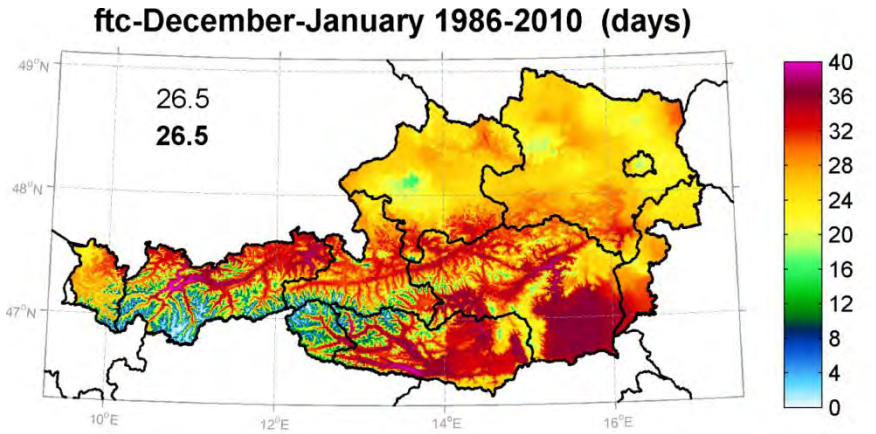

Δ (%)
-19 (%)
-20 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30

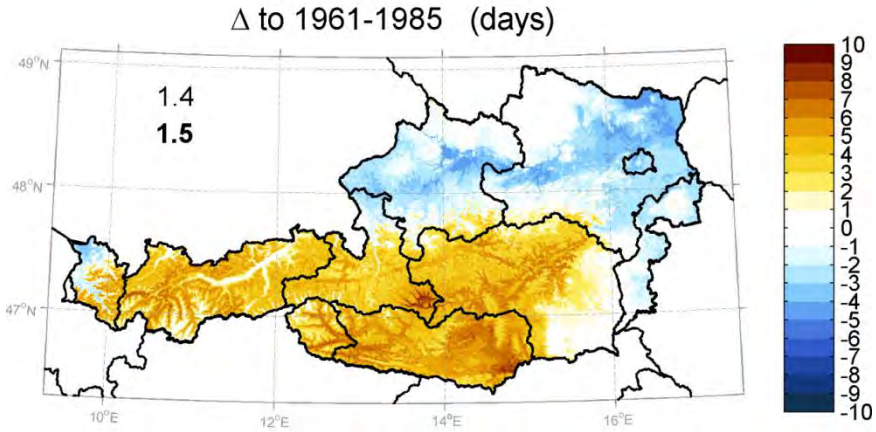

tpd-October-January 1986-2010 (days)
44.6
42.6
70
63
56
49
42
35
28
21
14
7
0
Δ to 1961-1985 (days)
4.4
4.3
8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
Δ if significant (%)
14 (%)
14 (%)
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20
Δ (%)
11 (%)
11 (%)
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

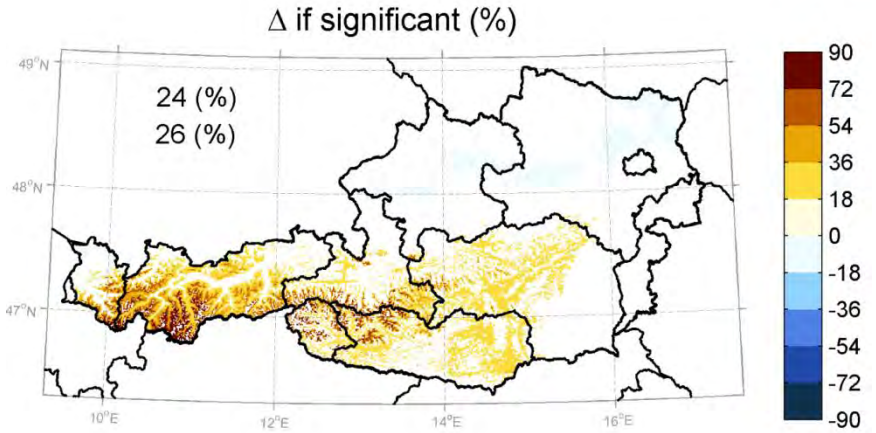

tpd-February-April 1986-2010 (days)
39.2
35.0
60
54
48
42
36
30
24
18
12
6
0
Δ to 1961-1985 (days)
4.0
4.1
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
Δ if significant (%)
29 (%)
32 (%)
60
48
36
24
12
0
-12
-24
-36
-48
-60
Δ (%)
12 (%)
16 (%)
40
36
32
28
24
20
16
12
8
4
0
-4
-8
-12
-16
-20
-24
-28
-32
-36
-40
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

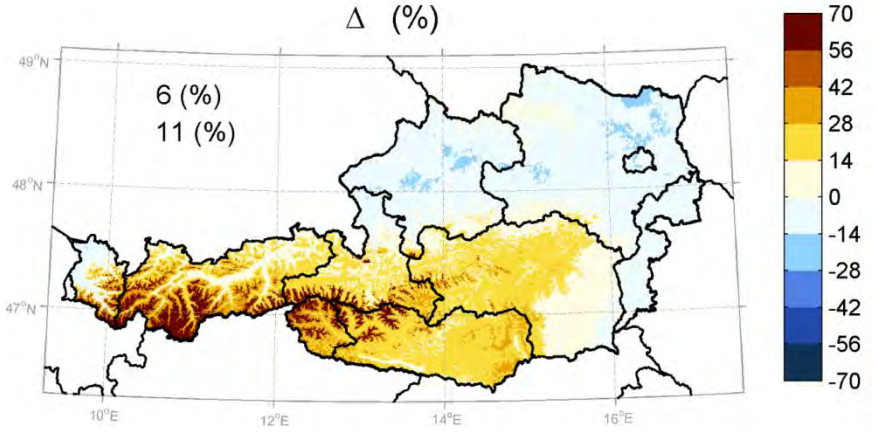

ftc-October-November 1986-2010 (days)
18.2
17.7
40
36
32
28
24
20
16
12
8
4
0
Δ to 1961-1985 (days)
-2.6
-2.6
8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
Δ if significant (%)
-21 (%)
-21 (%)
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30
Δ (%)
-13 (%)
-13 (%)
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

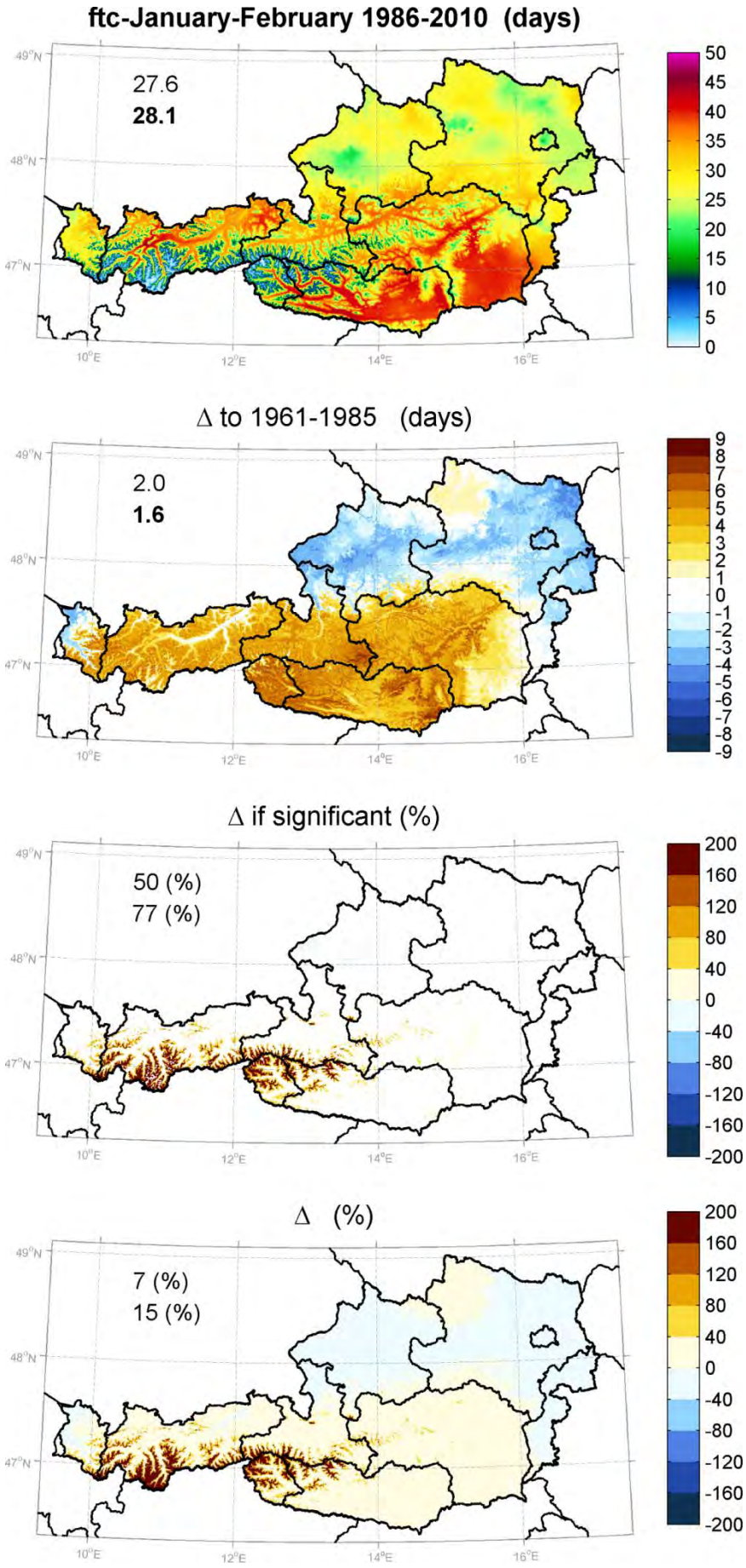

ftc-November-December 1986-2010 (days)
25.3
25.3
Δ to 1961-1985 (days)
-0.6
-0.5
Δ if significant (%)
-15 (%)
-14 (%)
Δ (%)
-2 (%)
-2 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

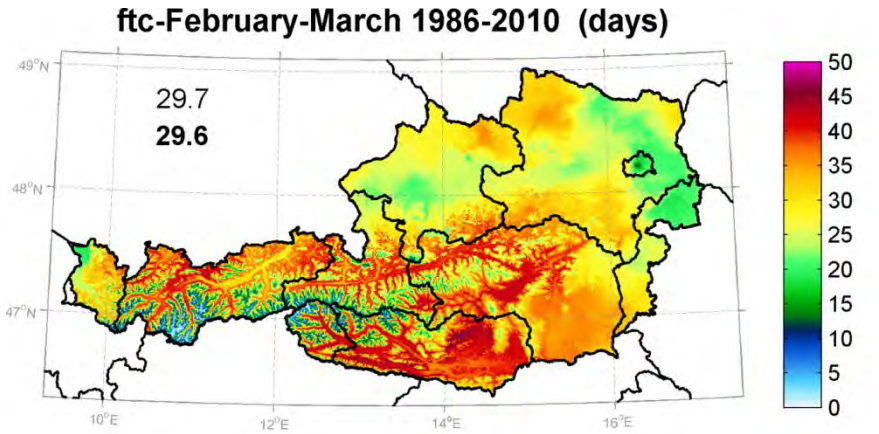

ftc-December-January 1986-2010 (days)
26.5
26.5
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
40
36
32
28
24
20
16
12
8
4
0

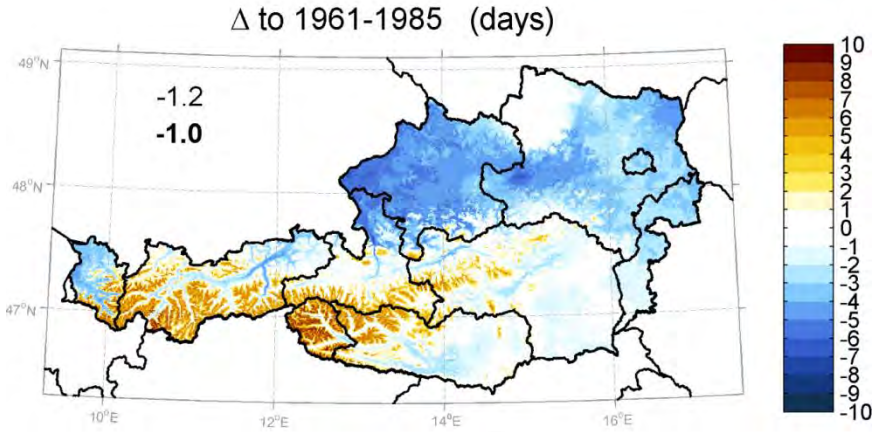

Δ to 1961-1985 (days)
1.4
1.5
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10

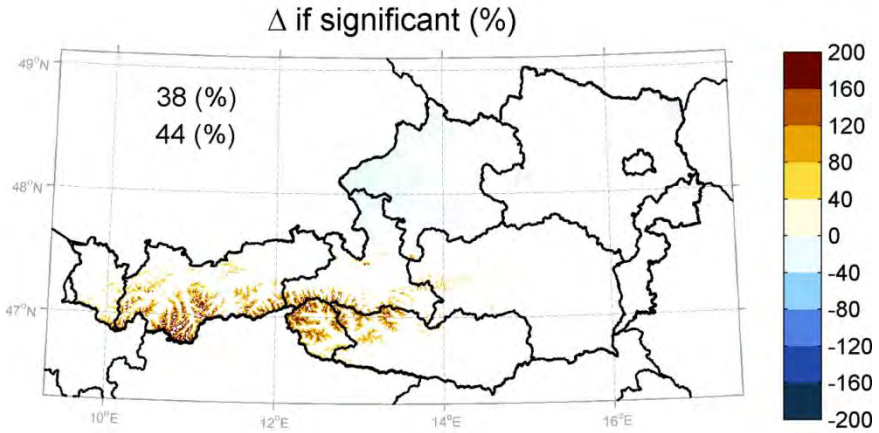

Δ if significant (%)
24 (%)
26 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
90
72
54
36
18
0
-18
-36
-54
-72
-90

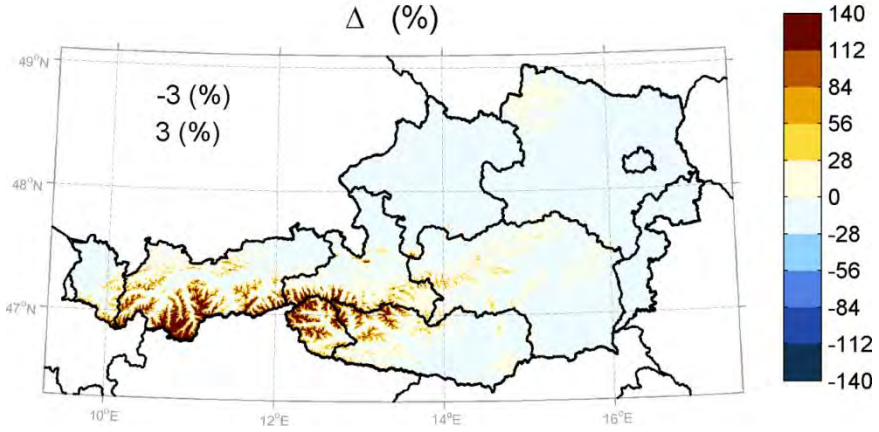

Δ (%)
6 (%)
11 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
70
56
42
28
14
0
-14
-28
-42
-56
-70

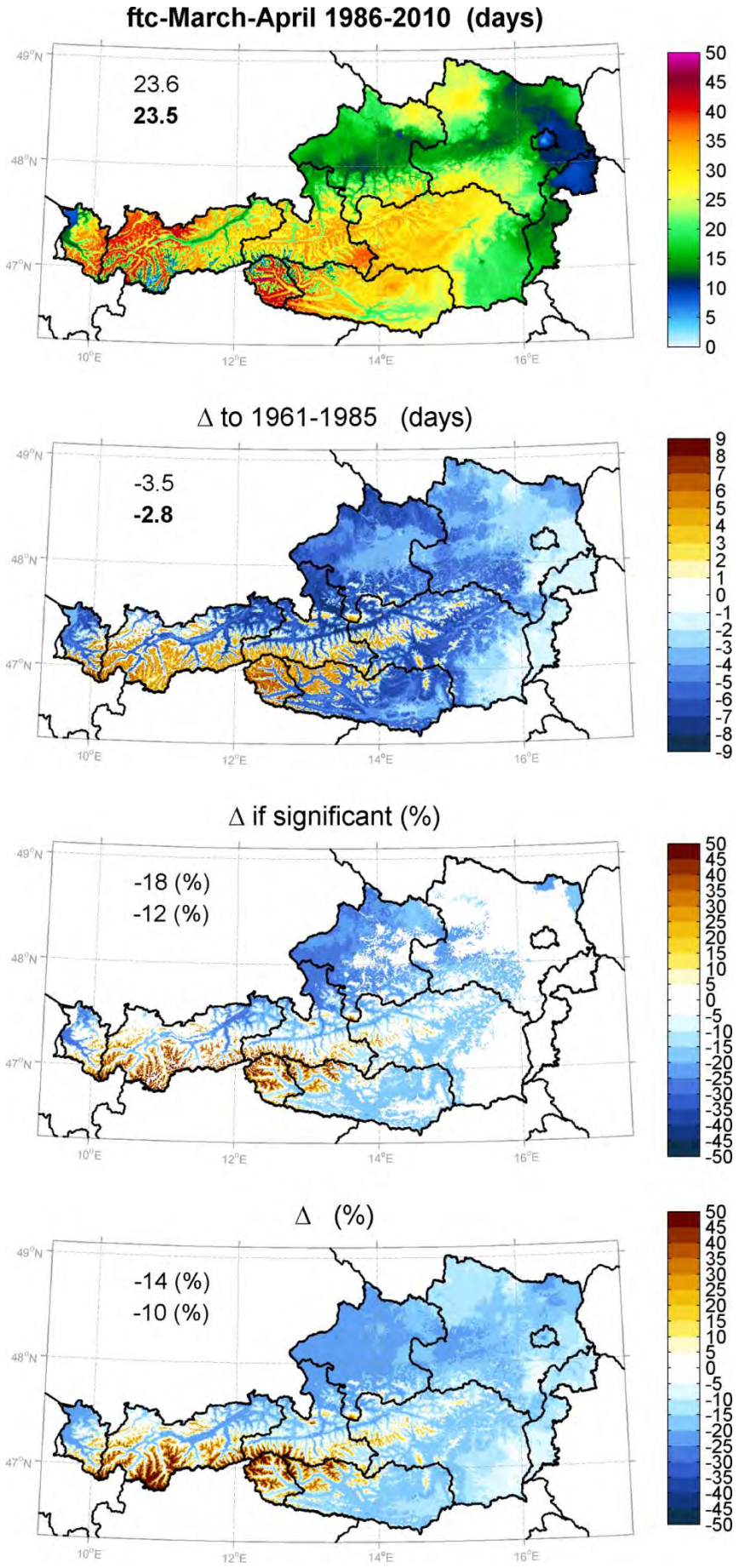

ftc-January-February 1986-2010 (days)
27.6
28.1
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
Δ to 1961-1985 (days)
2.0
1.6
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
Δ if significant (%)
50 (%)
77 (%)
200
160
120
80
40
0
-40
-80
-120
-160
-200
Δ (%)
7 (%)
15 (%)
200
160
120
80
40
0
-40
-80
-120
-160
-200
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

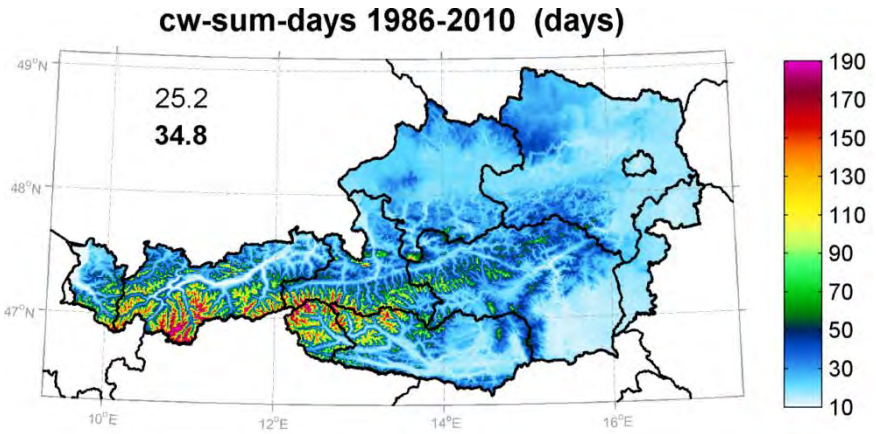

ftc-February-March 1986-2010 (days)
29.7
29.6
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0

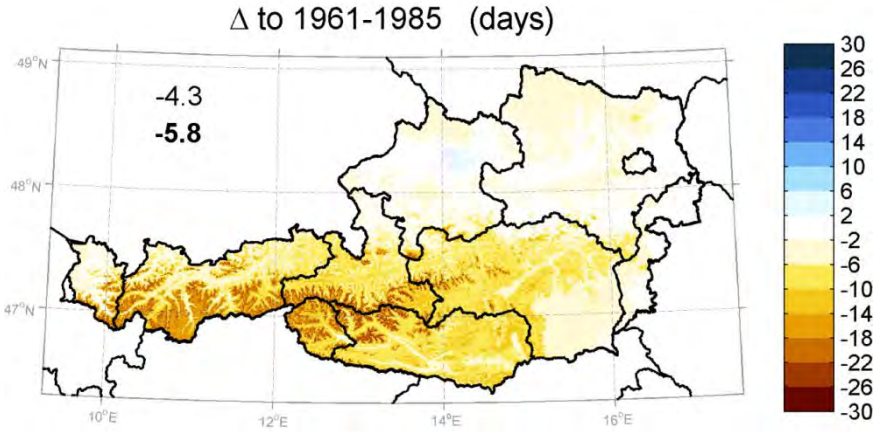

Δ to 1961-1985 (days)
-1.2
-1.0
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10

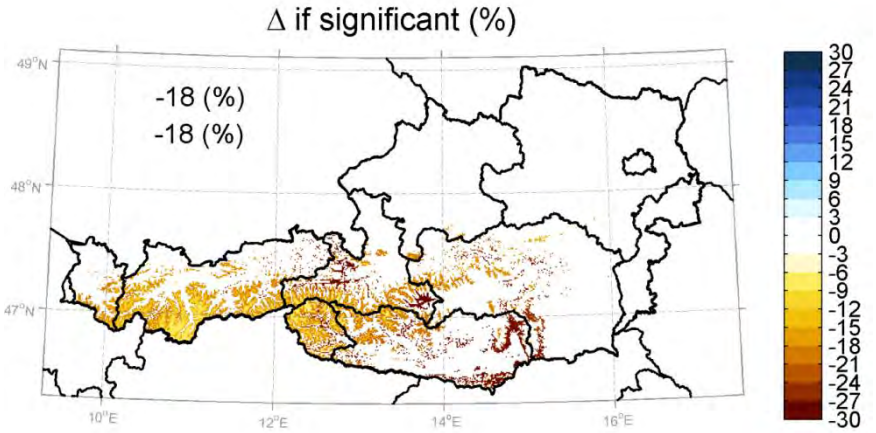

Δ if significant (%)
38 (%)
44 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
200
160
120
80
40
0
-40
-80
-120
-160
-200

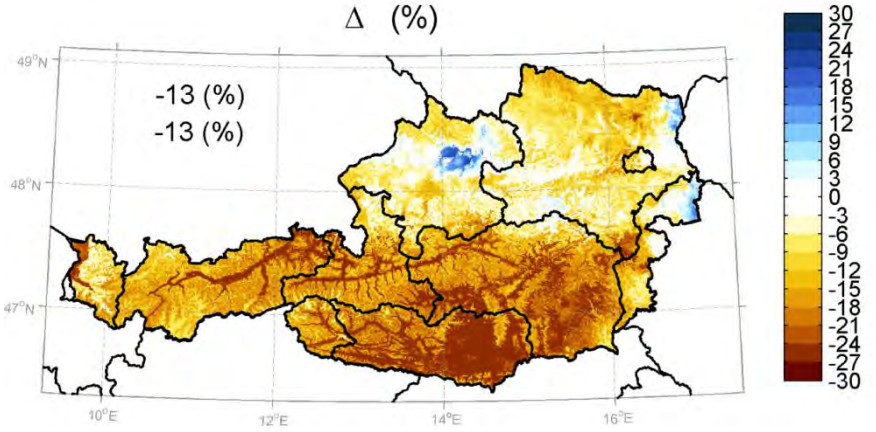

Δ (%)
-3 (%)
3 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
140
112
84
56
28
0
-28
-56
-84
-112
-140


ftc-March-April 1986-2010 (days)
23.6
23.5
Δ to 1961-1985 (days)
-3.5
-2.8
Δ if significant (%)
-18 (%)
-12 (%)
Δ (%)
-14 (%)
-10 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E


cw-sum-days 1986-2010 (days)
25.2
34.8
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
190
170
150
130
110
90
70
50
30
10


Δ to 1961-1985 (days)
-4.3
-5.8
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
30
26
22
18
14
10
6
2
-2
-6
-10
-14
-18
-22
-26
-30


Δ if significant (%)
-18 (%)
-18 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30


Δ (%)
-13 (%)
-13 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30

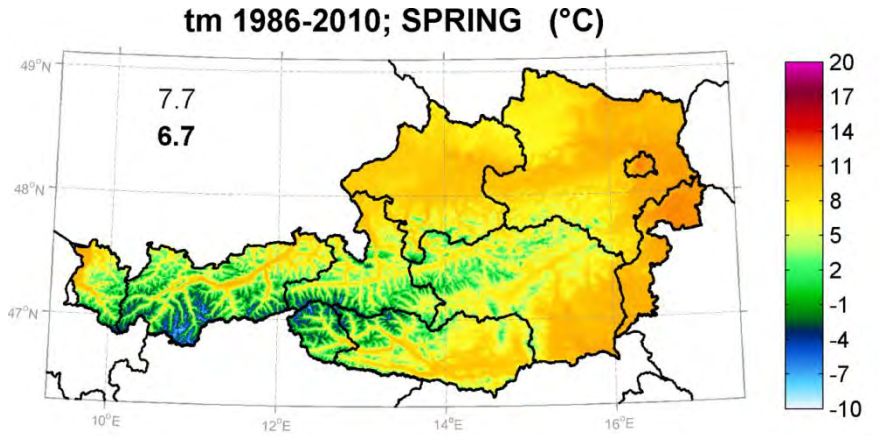
ANNEX 3: Temperaturindizes (Beobachtung) für das Gesamtjahr und für Sonderperioden (Anhang Kapitel 4, Teil 2: Saisonal)

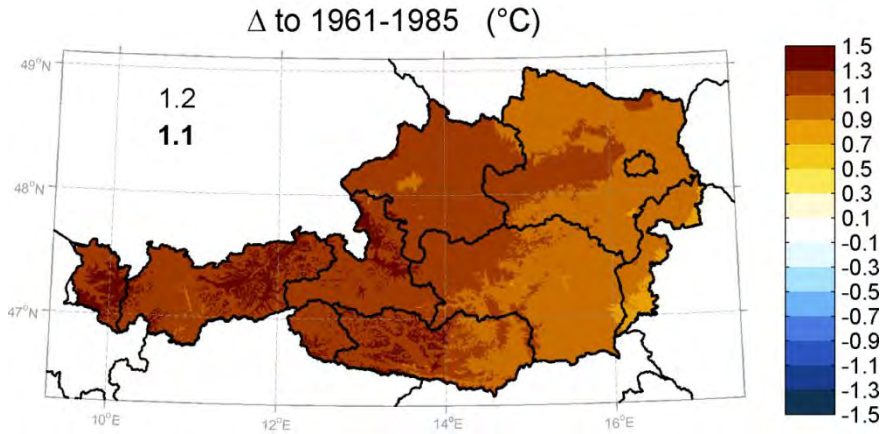
ERKLÄRUNG

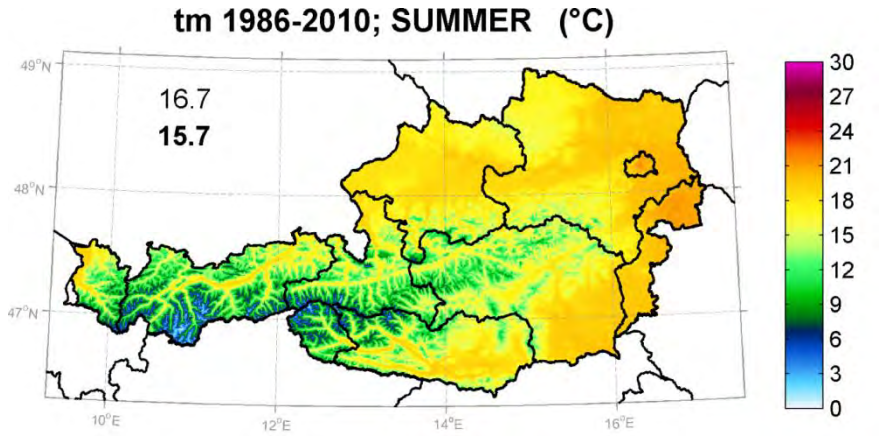
In diesem Anhang sind sämtliche Temperaturindizes für das Gesamtjahr und für Sonderperioden dargestellt. Für jeden Index und jede Saison wird ein einseitiges Panel mit vier Teilgraphiken präsentiert. Dieses Panel beinhaltet:

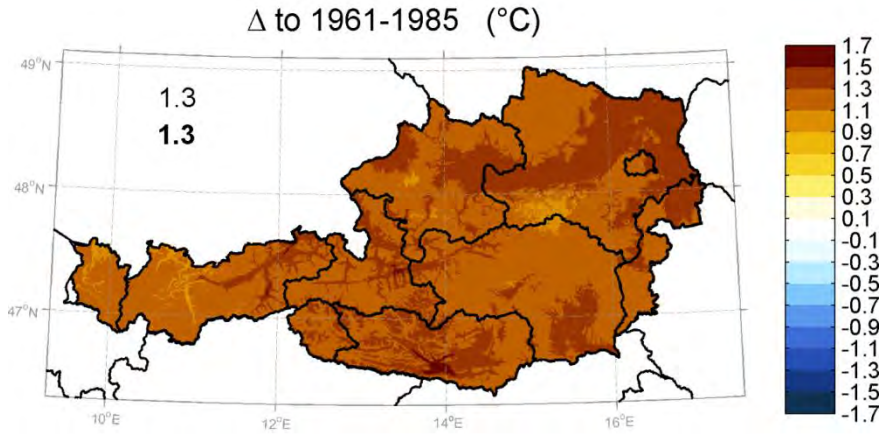
(1) **KLIMAMITTELWERT 1986-2010** Arithmetisches Mittel der Jahreswerte von 1986-2010
(2) **ABSOLUTE ÄNDERUNG des KLIMAMITTELWERTES** Differenz des Klimamittels 1986-2010 und 1961-1985
(3) **RELATIVE ÄNDERUNG des KLIMAMITTELWERTES** Differenz 1986-2010 ggü. 1961-1985 in % jedoch nur für Gitterpunkte an denen das in (2) gezeigte Änderungssignal größer ist als die natürliche Variabilität
(4) **RELATIVE ÄNDERUNG des KLIMAMITTELWERTES** Wie in (3) jedoch für alle Gitterpunkte ohne Berücksichtigung der NV

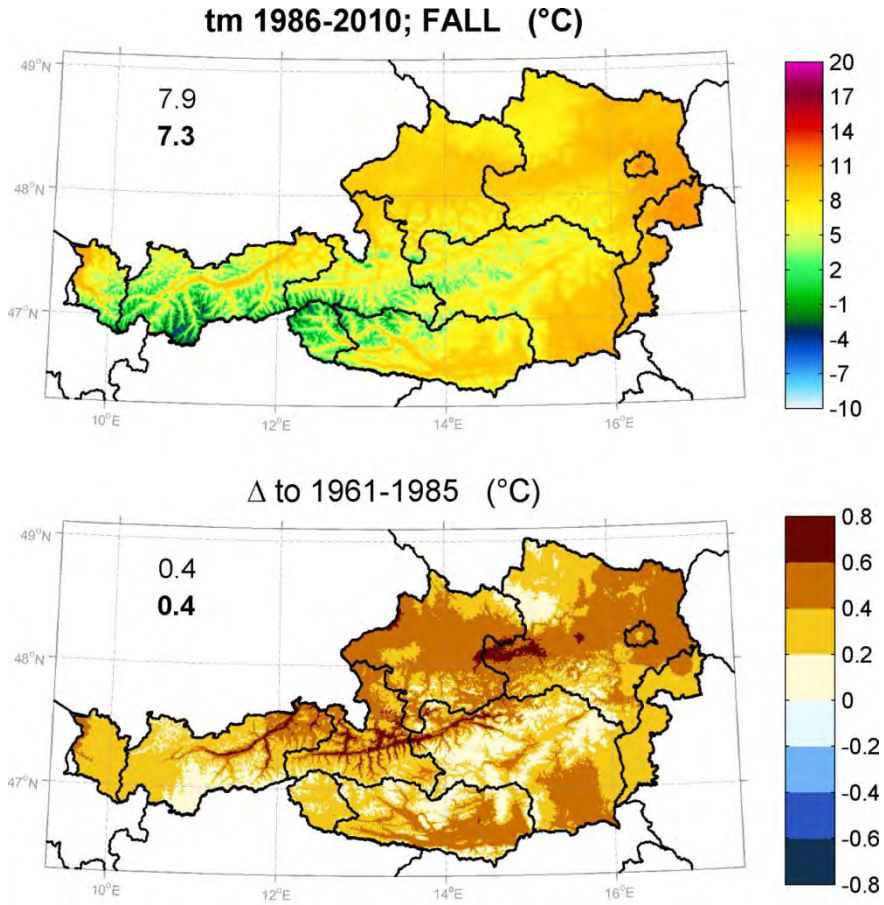
In jeder dieser Teil-Abbildungen ist links oben der Median und der Mittelwerte für das Gebiet von Österreich angegeben. Diese wurden aus den einzelnen Gitterpunktwerten berechnet. Der Median gibt den Zentralwert an für den die Hälfte aller Gitterpunktwerte darüber bzw. darunter liegt. Der Mittelwert ist hingegen ein klassisches arithmetisches Flächenmittel, allerdings fallen Werte die unverhältnismäßig groß oder klein sind beim Mittelwert stärker ins Gewicht..

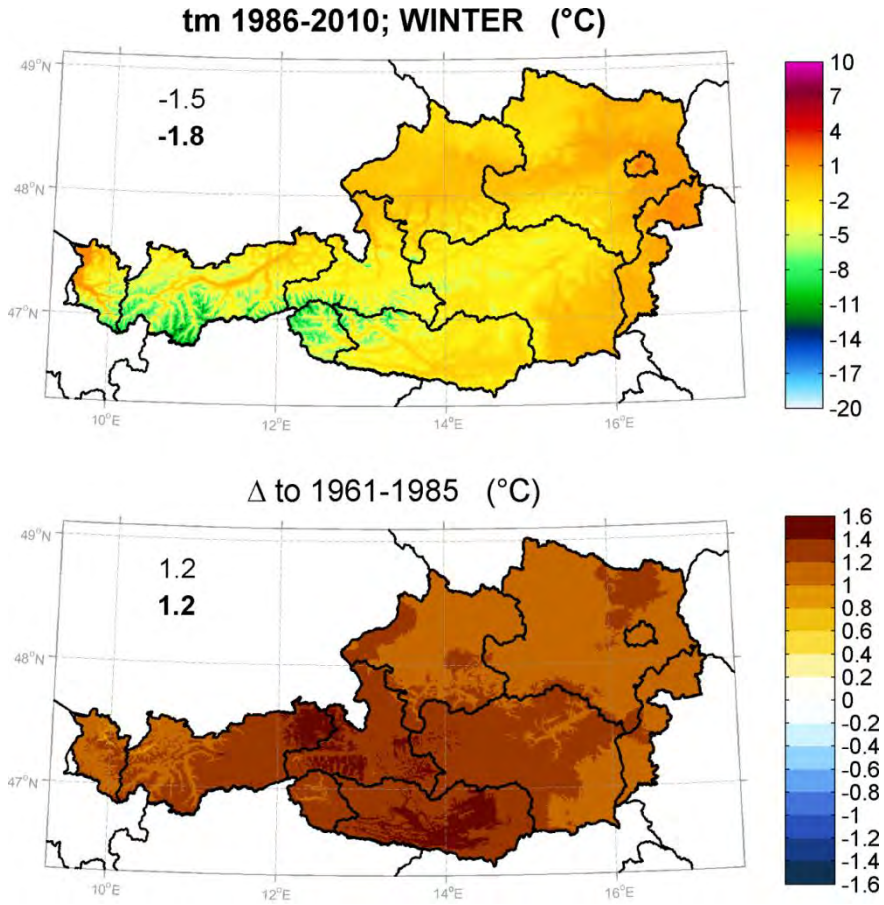

tm 1986-2010; SPRING (°C)
7.7
6.7
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
20
17
14
11
8
5
2
-1
-4
-7
-10

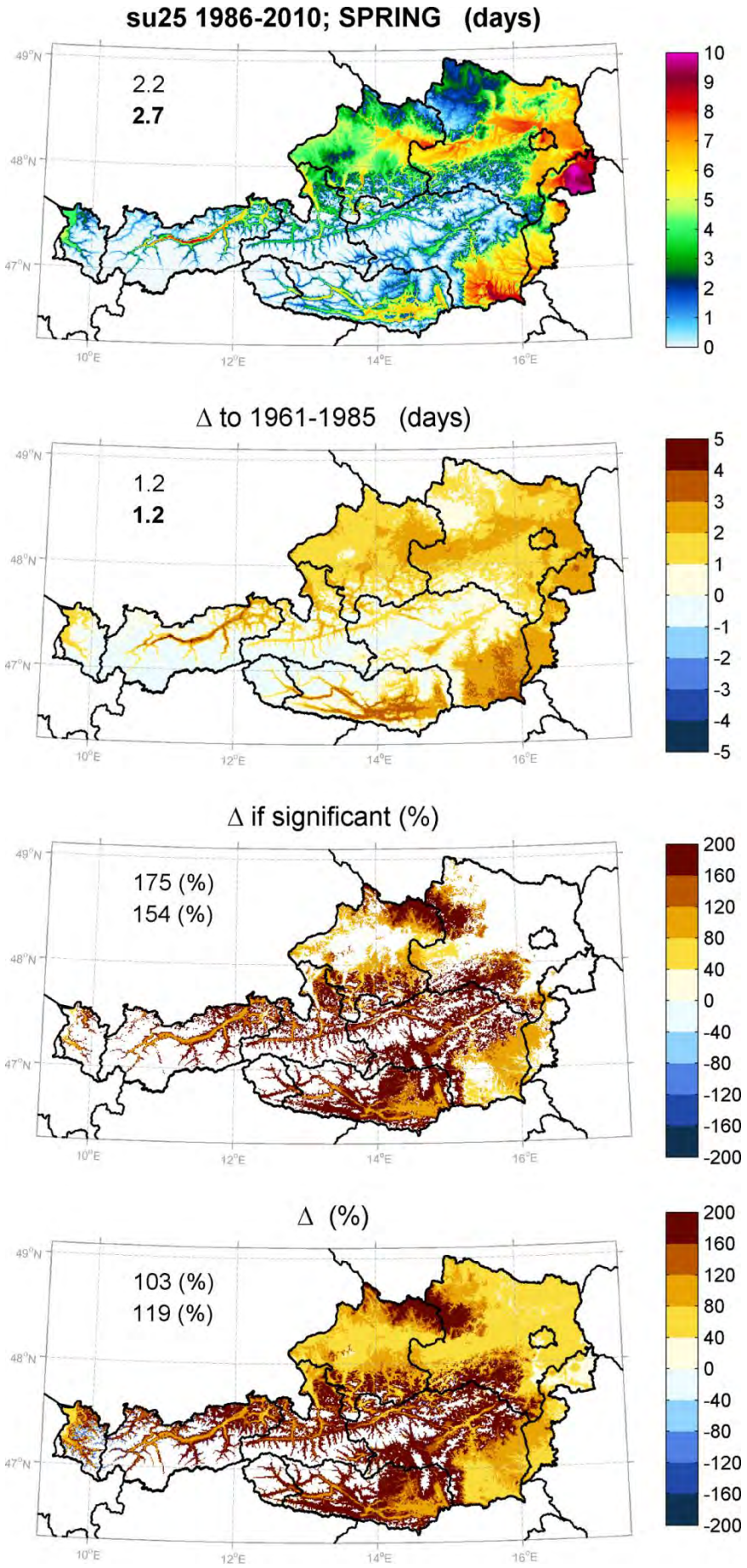

Δ to 1961-1985 (°C)
1.2
1.1
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
1.5
1.3
1.1
0.9
0.7
0.5
0.3
0.1
-0.1
-0.3
-0.5
-0.7
-0.9
-1.1
-1.3
-1.5

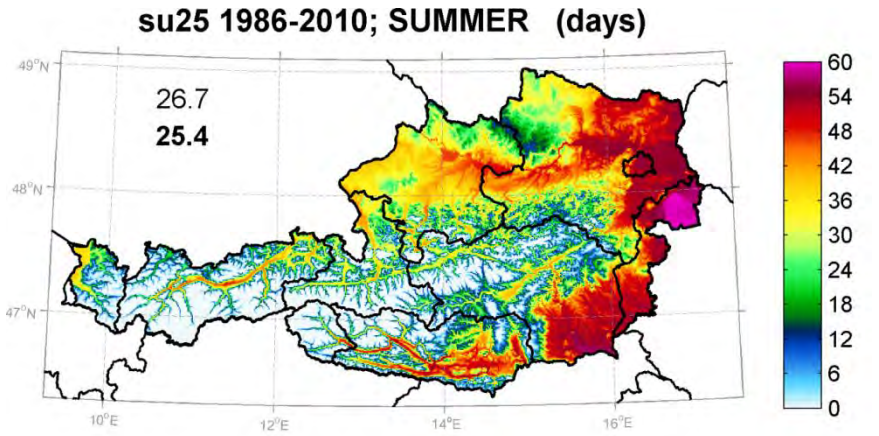

tm 1986-2010; SUMMER (°C)
16.7
15.7
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0

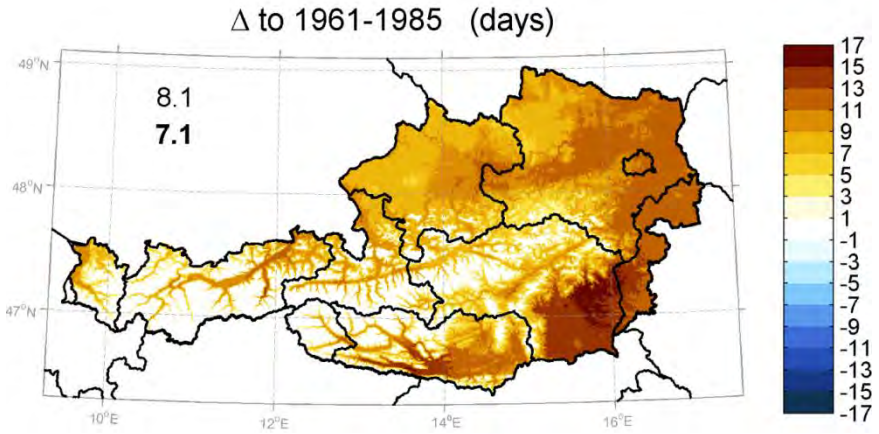

Δ to 1961-1985 (°C)
1.3
1.3
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
1.7
1.5
1.3
1.1
0.9
0.7
0.5
0.3
0.1
-0.1
-0.3
-0.5
-0.7
-0.9
-1.1
-1.3
-1.5
-1.7

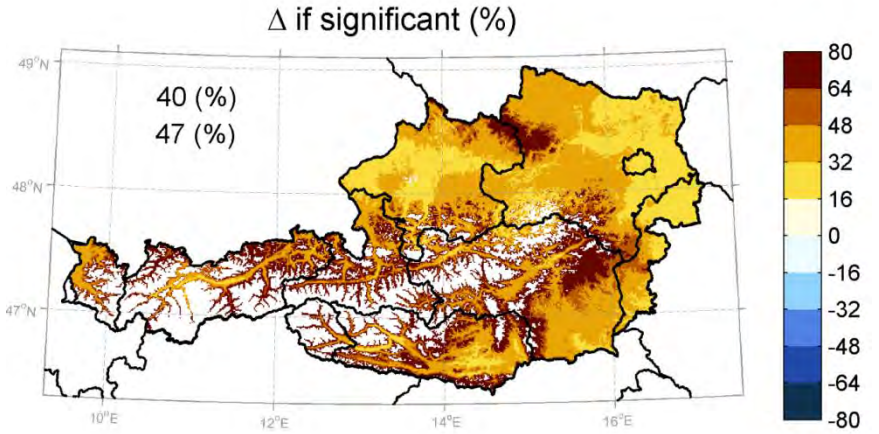

tm 1986-2010; FALL (°C)
7.9
7.3
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
20
17
14
11
8
5
2
-1
-4
-7
-10
Δ to 1961-1985 (°C)
0.4
0.4
0.8
0.6
0.4
0.2
0
-0.2
-0.4
-0.6
-0.8

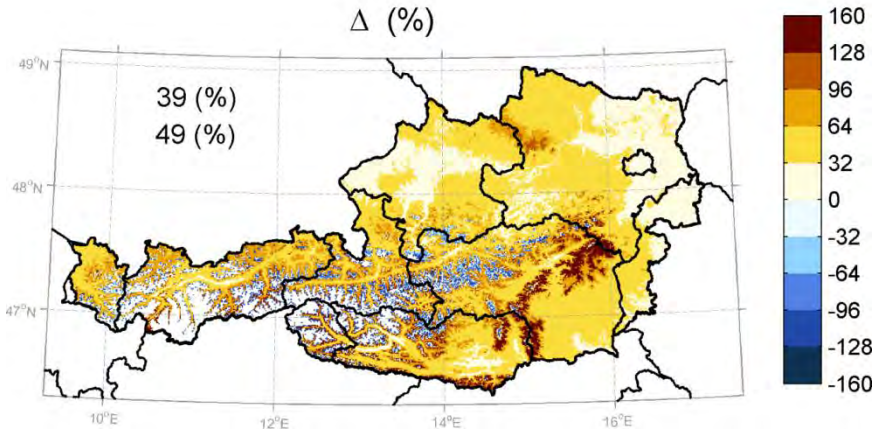

tm 1986-2010; WINTER (°C)
-1.5
-1.8
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
10
7
4
1
-2
-5
-8
-11
-14
-17
-20
Δ to 1961-1985 (°C)
1.2
1.2
1.6
1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
-0.2
-0.4
-0.6
-0.8
-1
-1.2
-1.4
-1.6

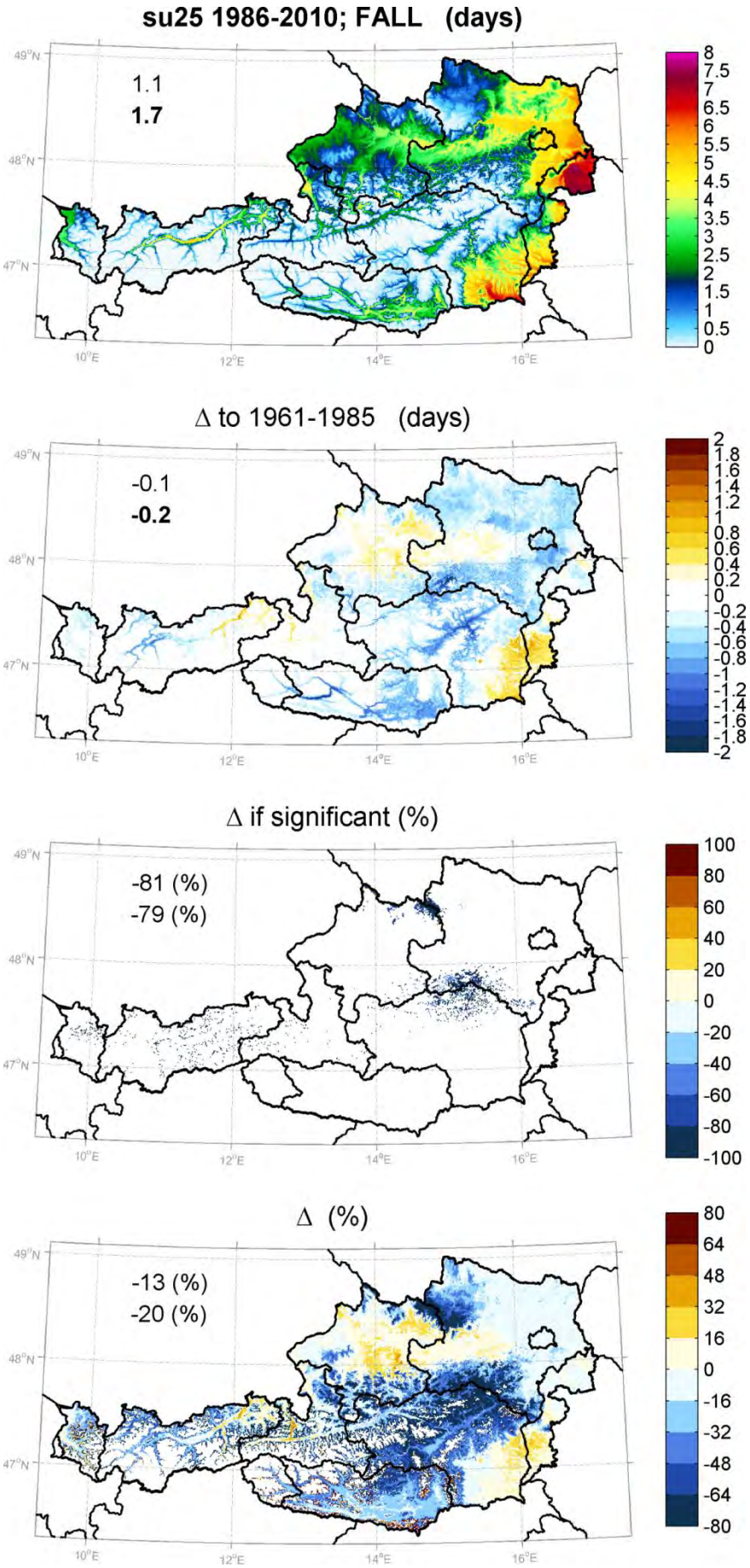

su25 1986-2010; SPRING (days)
2.2
2.7
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
Δ to 1961-1985 (days)
1.2
1.2
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
Δ if significant (%)
175 (%)
154 (%)
200
160
120
80
40
0
-40
-80
-120
-160
-200
Δ (%)
103 (%)
119 (%)
200
160
120
80
40
0
-40
-80
-120
-160
-200
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

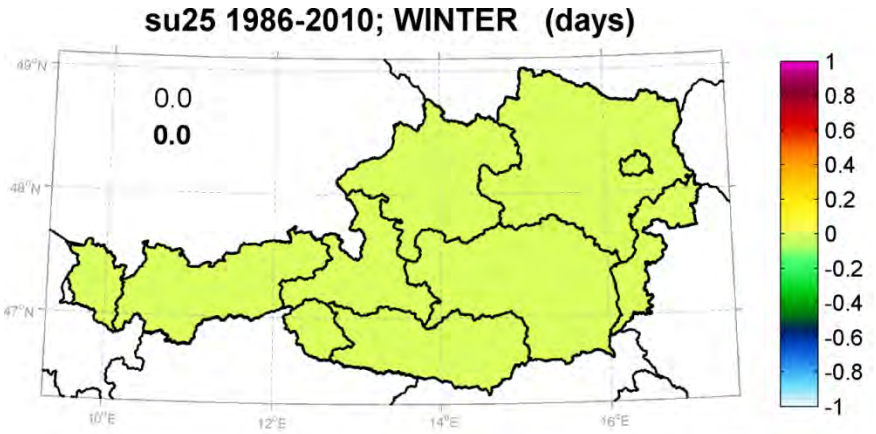

su25 1986-2010; SUMMER (days)
26.7
25.4
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
60
54
48
42
36
30
24
18
12
6
0

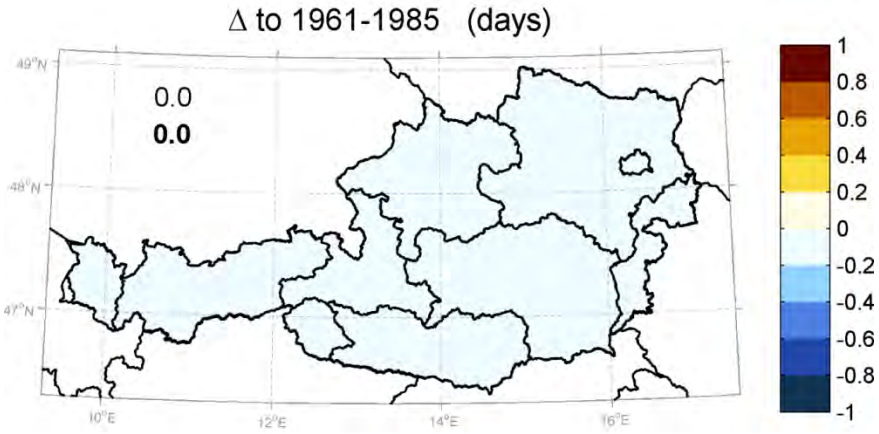

Δ to 1961-1985 (days)
8.1
7.1
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
17
15
13
11
9
7
5
3
1
-1
-3
-5
-7
-9
-11
-13
-15
-17


Δ if significant (%)
40 (%)
47 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
80
64
48
32
16
0
-16
-32
-48
-64
-80

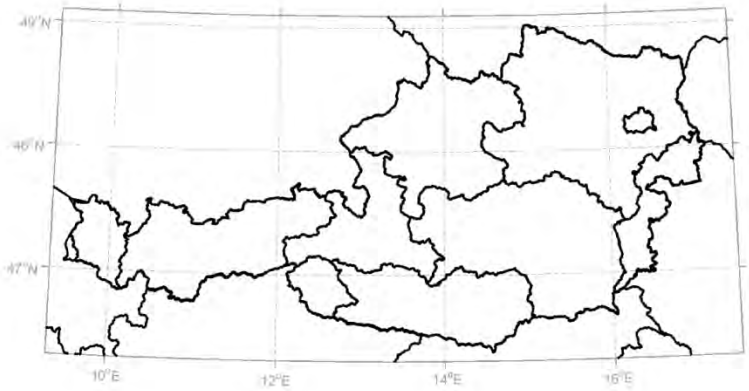

Δ (%)
39 (%)
49 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
160
128
96
64
32
0
-32
-64
-96
-128
-160


su25 1986-2010; FALL (days)
1.1
1.7
8
7.5
7
6.5
6
5.5
5
4.5
4
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
Δ to 1961-1985 (days)
-0.1
-0.2
2
1.8
1.6
1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
-0.2
-0.4
-0.6
-0.8
-1
-1.2
-1.4
-1.6
-1.8
-2
Δ if significant (%)
-81 (%)
-79 (%)
100
80
60
40
20
0
-20
-40
-60
-80
-100
Δ (%)
-13 (%)
-20 (%)
80
64
48
32
16
0
-16
-32
-48
-64
-80
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

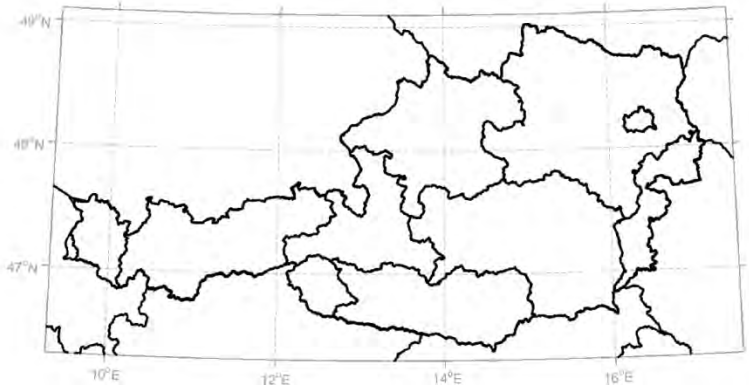

su25 1986-2010; WINTER (days)
0.0
0.0
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
-0.2
-0.4
-0.6
-0.8
-1

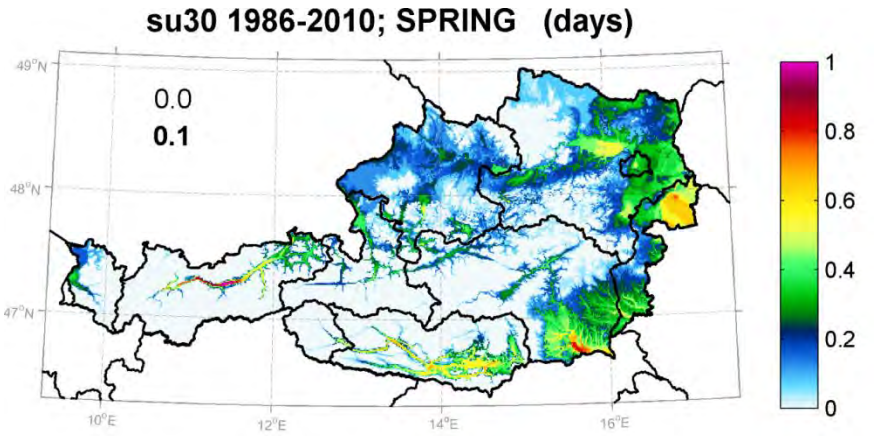

Δ to 1961-1985 (days)
0.0
0.0
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
-0.2
-0.4
-0.6
-0.8
-1

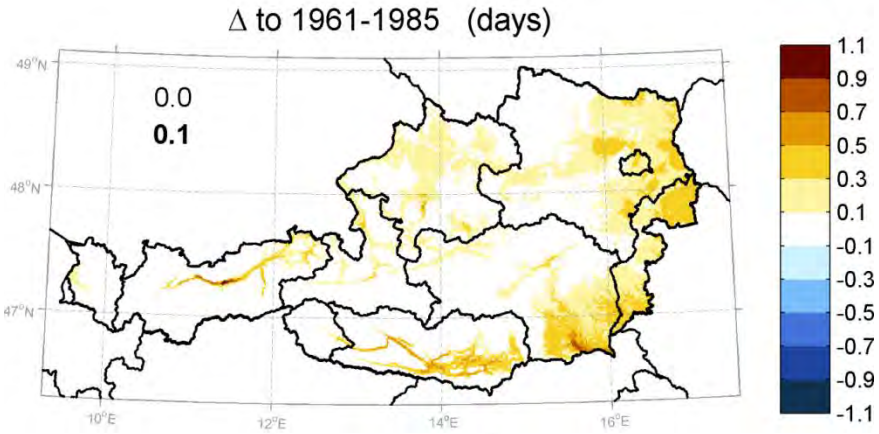
/

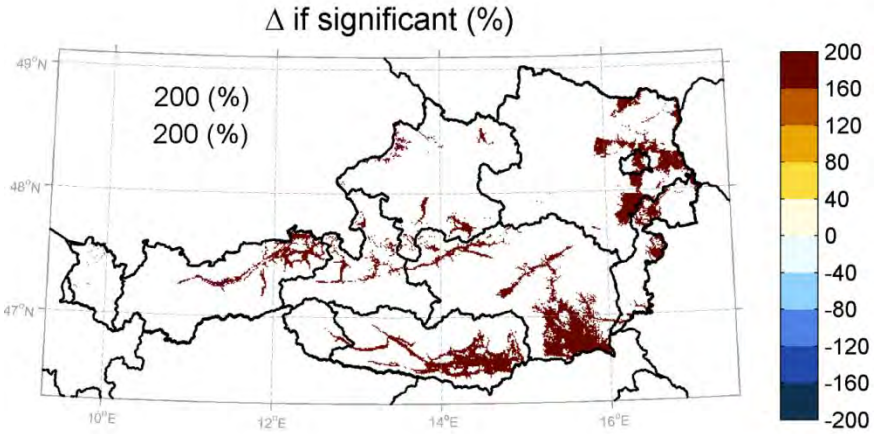

49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

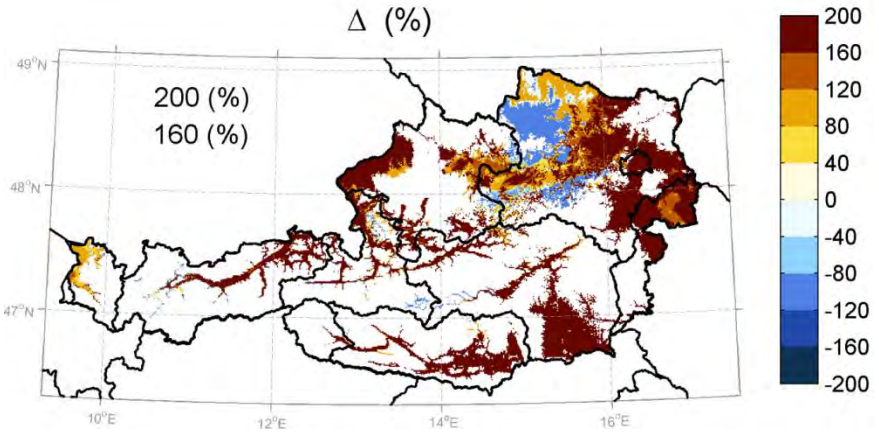
/

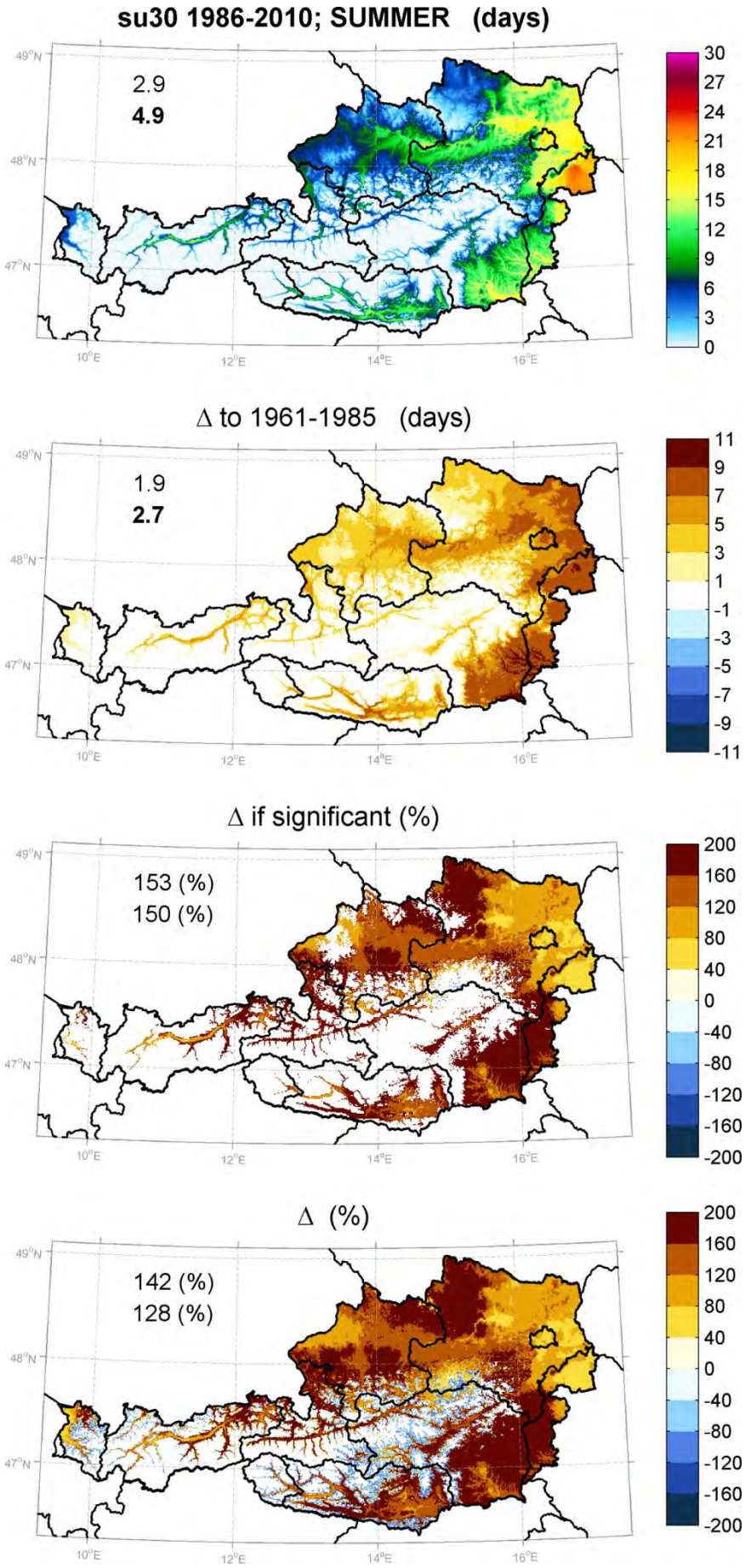

49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

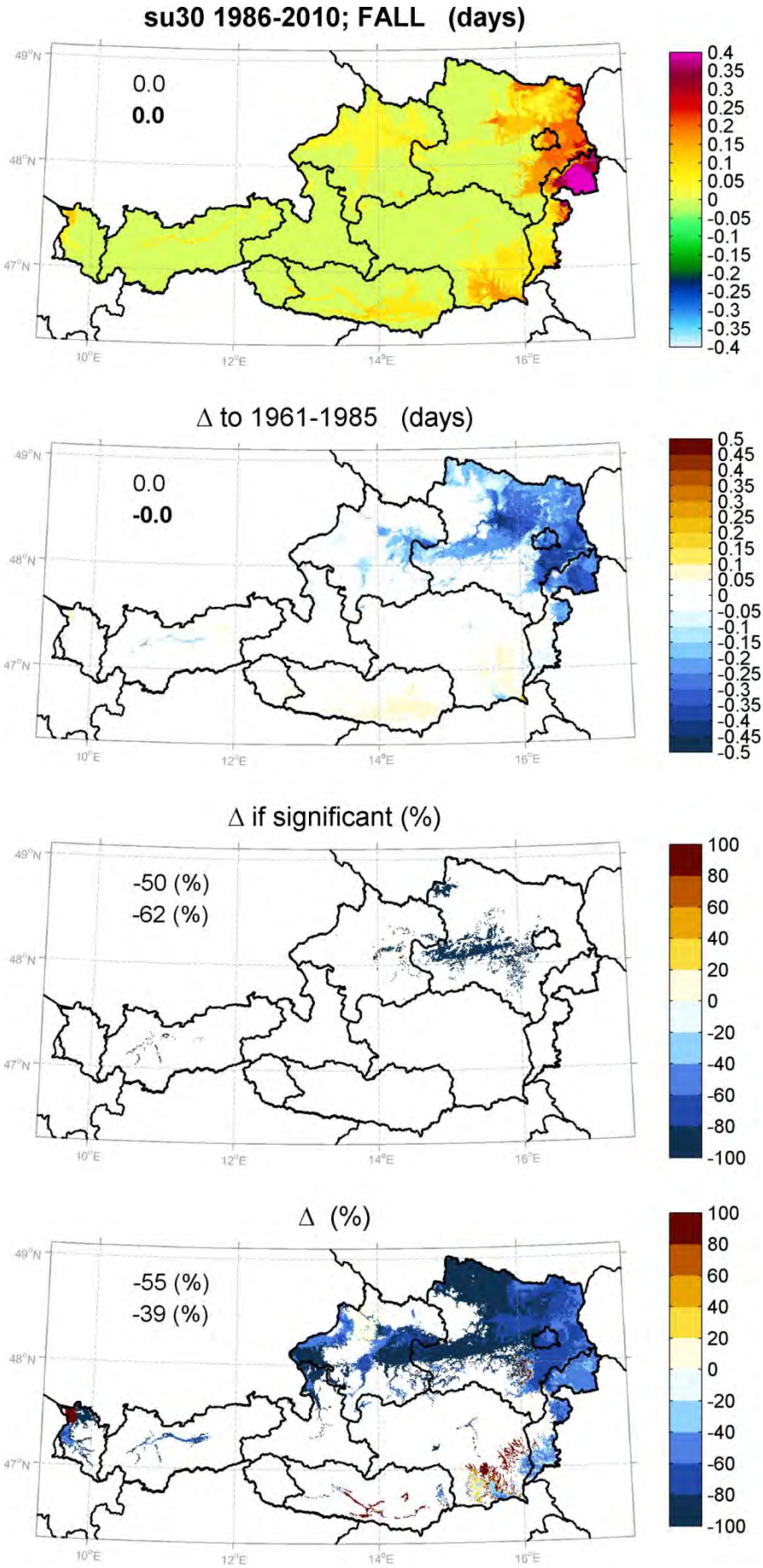

su30 1986-2010; SPRING (days)
0.0
0.1
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0

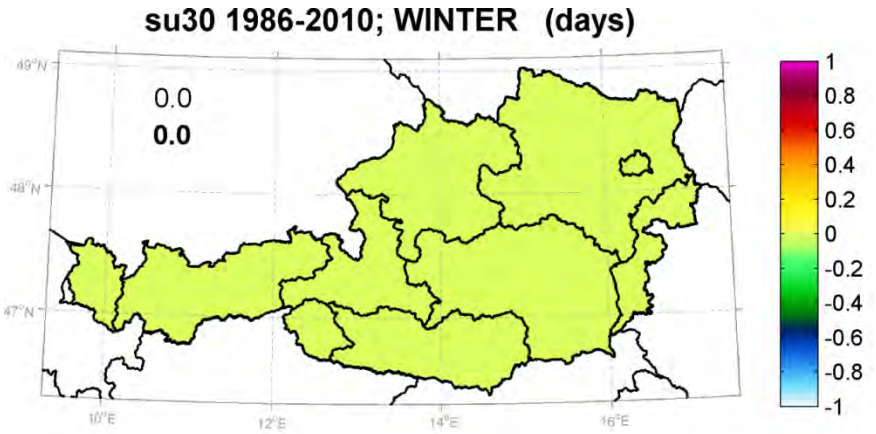

Δ to 1961-1985 (days)
0.0
0.1
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
1.1
0.9
0.7
0.5
0.3
0.1
-0.1
-0.3
-0.5
-0.7
-0.9
-1.1

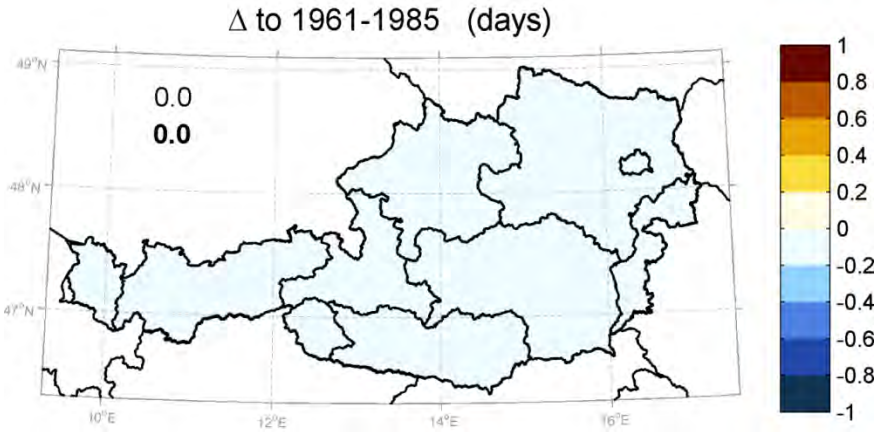

Δ if significant (%)
200 (%)
200 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
200
160
120
80
40
0
-40
-80
-120
-160
-200


Δ (%)
200 (%)
160 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
200
160
120
80
40
0
-40
-80
-120
-160
-200

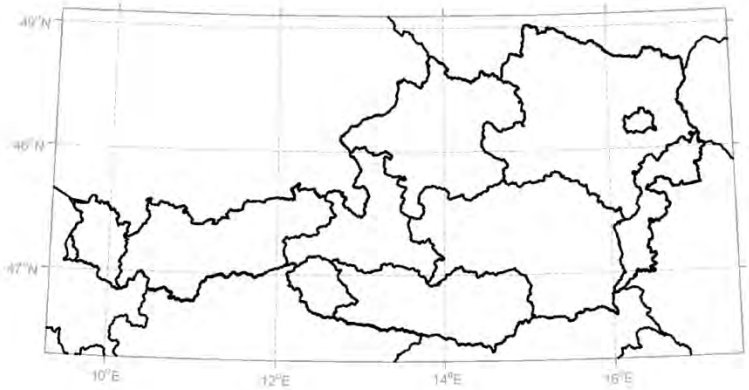

su30 1986-2010; SUMMER (days)
2.9
4.9
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
Δ to 1961-1985 (days)
1.9
2.7
11
9
7
5
3
1
-1
-3
-5
-7
-9
-11
Δ if significant (%)
153 (%)
150 (%)
200
160
120
80
40
0
-40
-80
-120
-160
-200
Δ (%)
142 (%)
128 (%)
200
160
120
80
40
0
-40
-80
-120
-160
-200
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E


su30 1986-2010; FALL (days)
0.0
0.0
Δ to 1961-1985 (days)
0.0
-0.0
Δ if significant (%)
-50 (%)
-62 (%)
Δ (%)
-55 (%)
-39 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

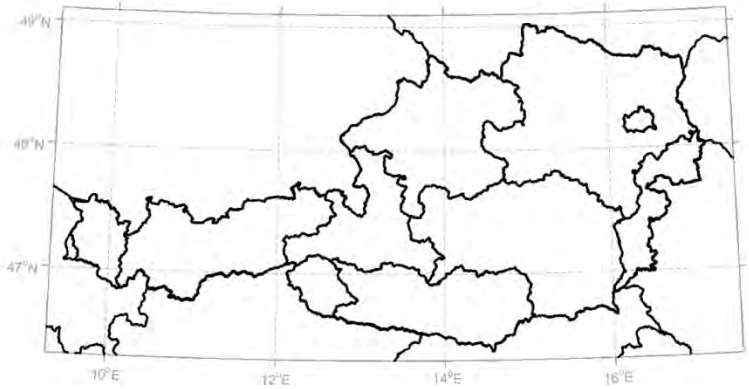

su30 1986-2010; WINTER (days)
0.0
0.0
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
-0.2
-0.4
-0.6
-0.8
-1

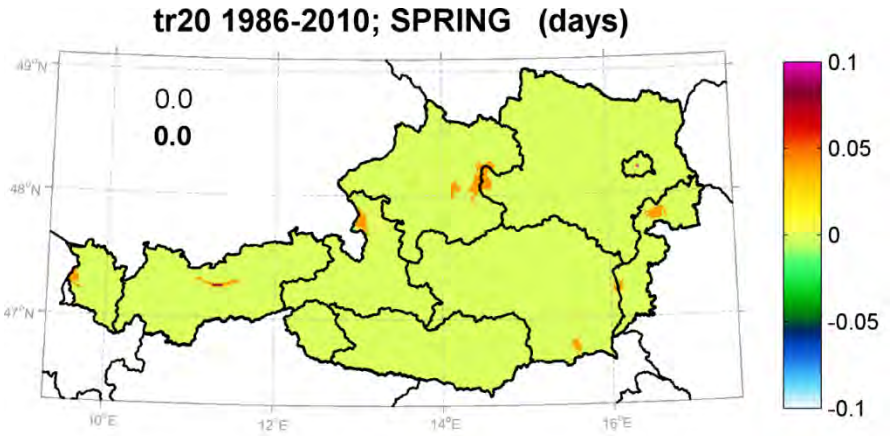

Δ to 1961-1985 (days)
0.0
0.0
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
-0.2
-0.4
-0.6
-0.8
-1

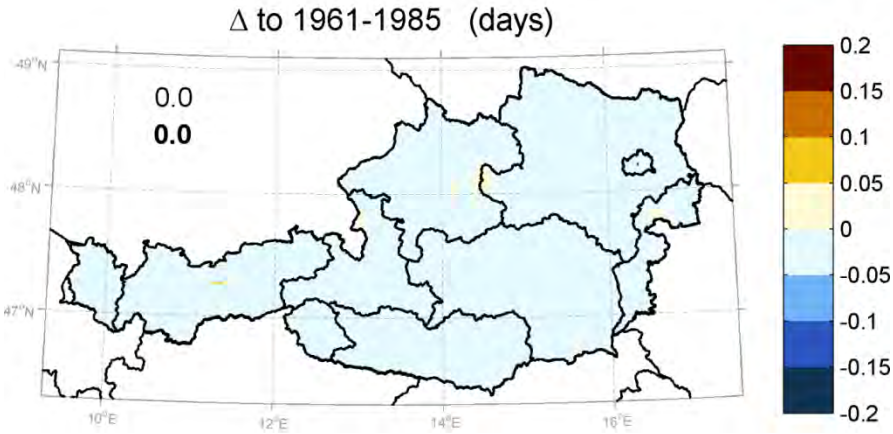
/


49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

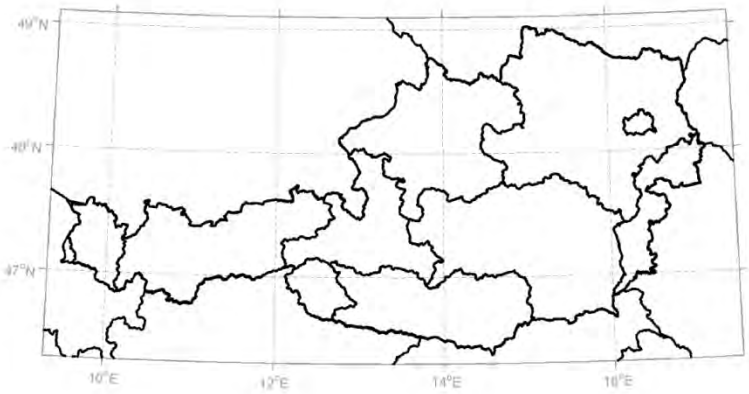
/


49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

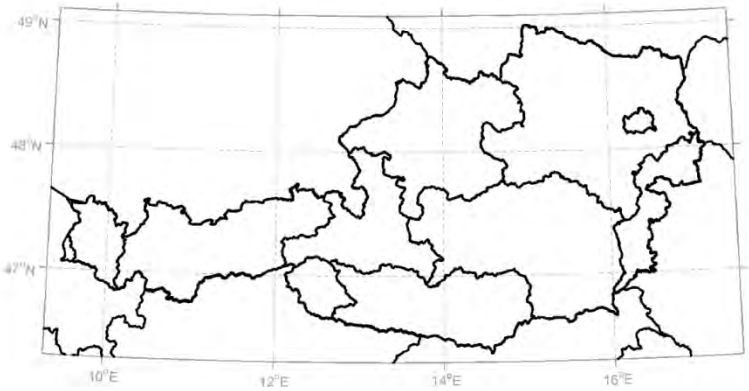

tr20 1986-2010; SPRING (days)
0.0
0.0
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
0.1
0.05
0
-0.05
-0.1

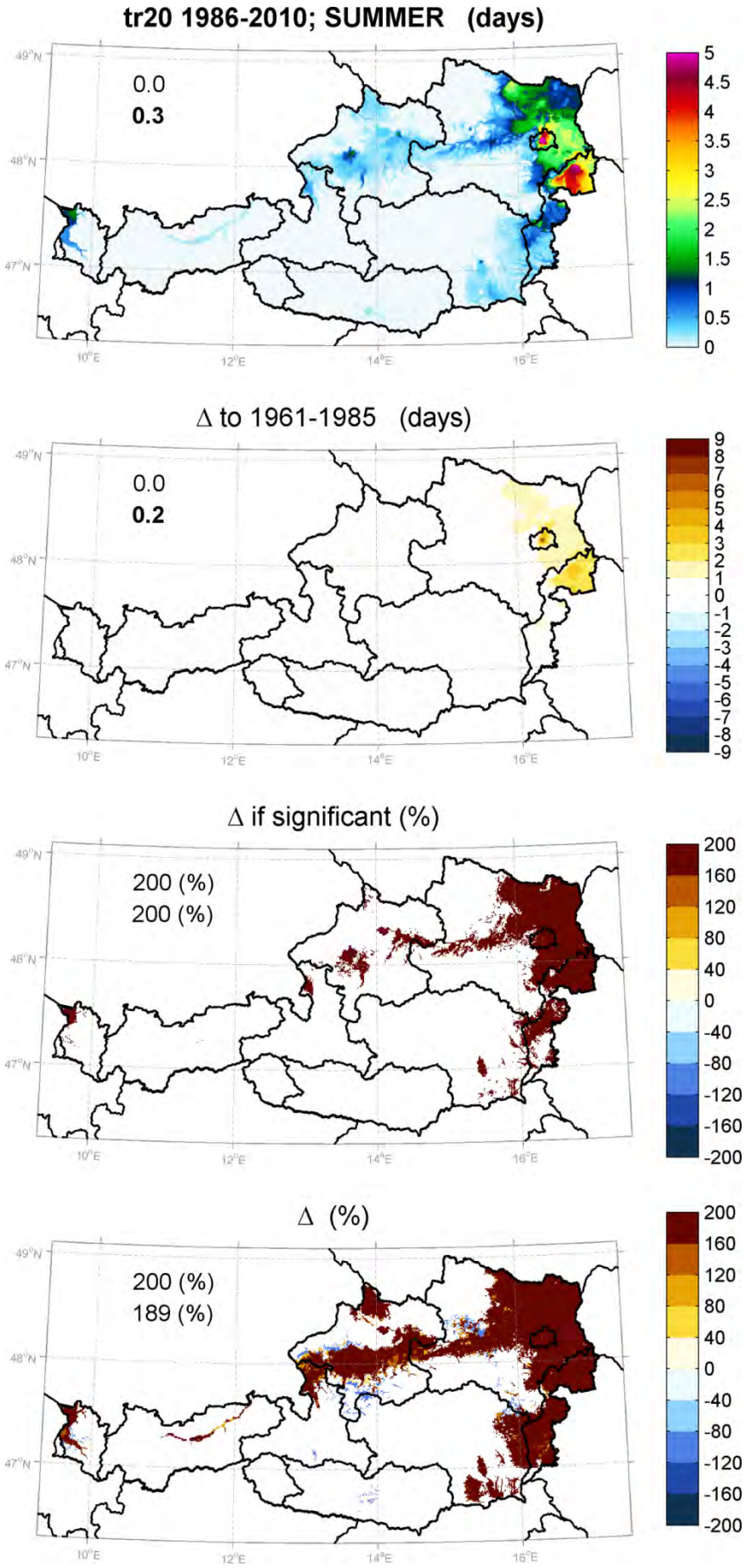

Δ to 1961-1985 (days)
0.0
0.0
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
0.2
0.15
0.1
0.05
0
-0.05
-0.1
-0.15
-0.2

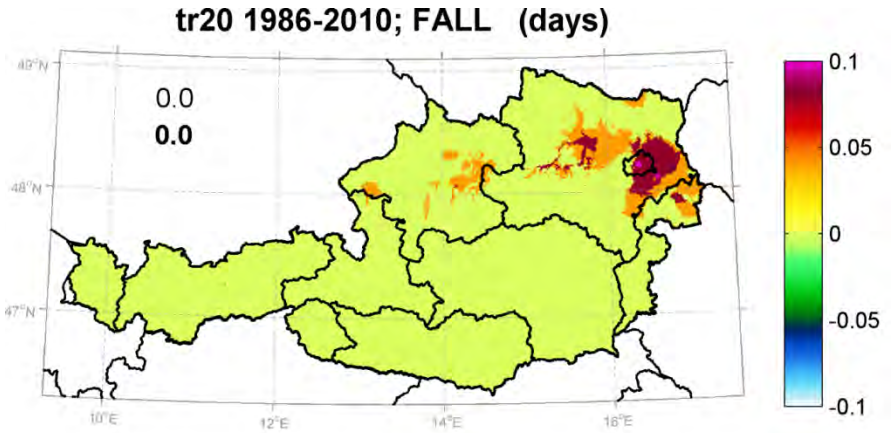
/

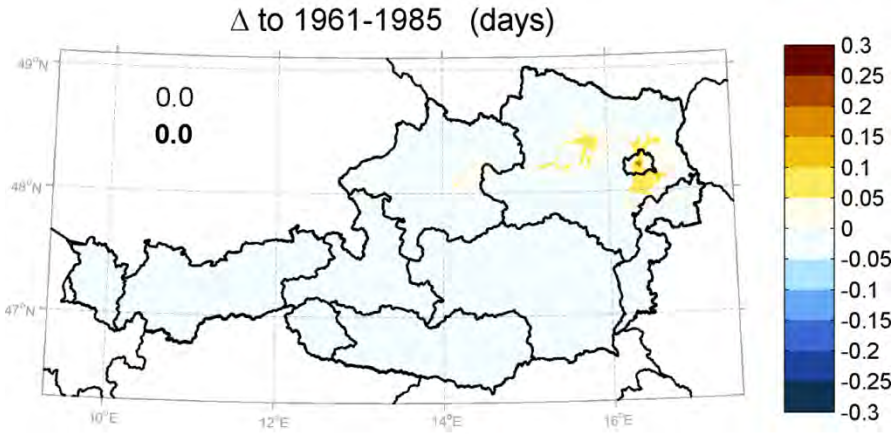

49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

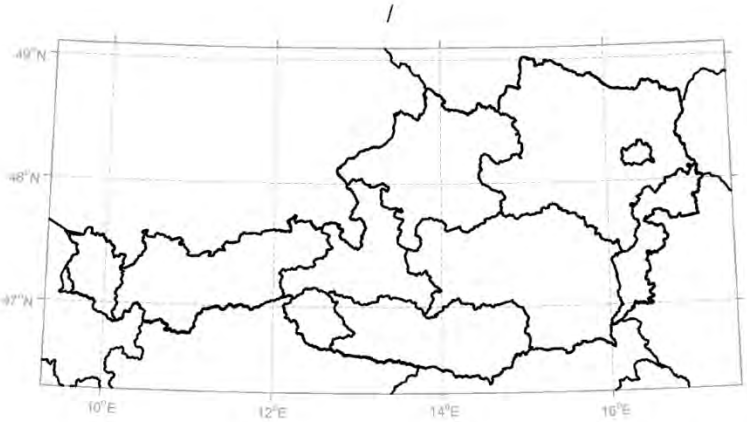
/

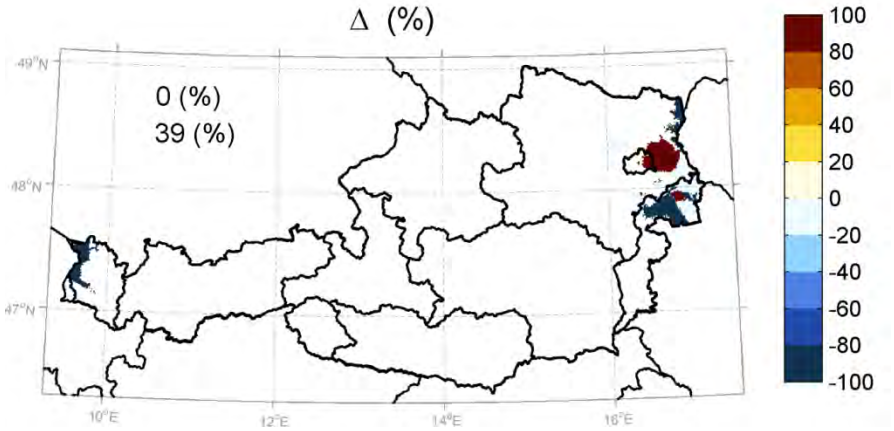

49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

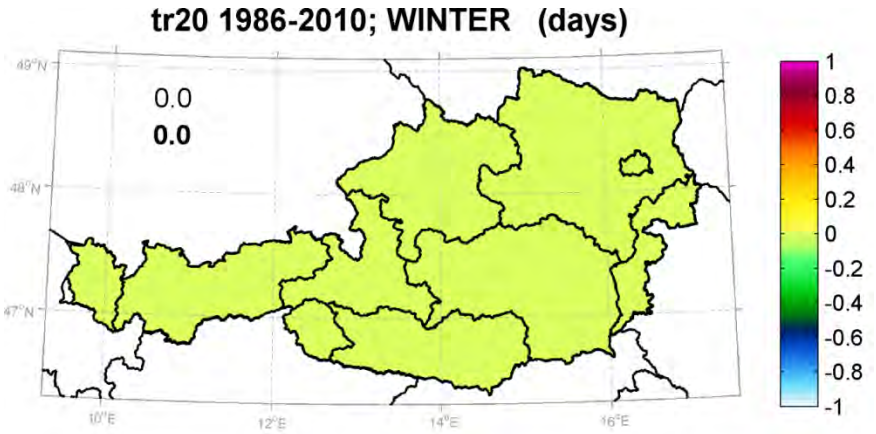

tr20 1986-2010; SUMMER (days)
0.0
0.3
5
4.5
4
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
Δ to 1961-1985 (days)
0.0
0.2
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
Δ if significant (%)
200 (%)
200 (%)
200
160
120
80
40
0
-40
-80
-120
-160
-200
Δ (%)
200 (%)
189 (%)
200
160
120
80
40
0
-40
-80
-120
-160
-200
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

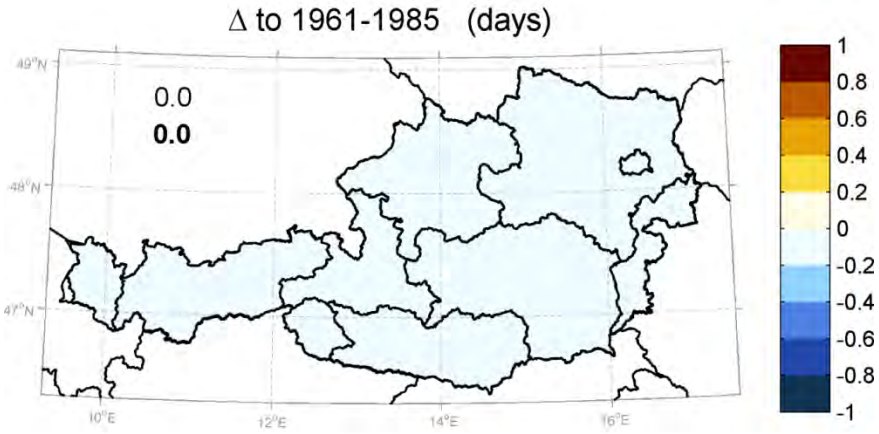

tr20 1986-2010; FALL (days)
0.0
0.0
0.1
0.05
0
-0.05
-0.1
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E


Δ to 1961-1985 (days)
0.0
0.0
0.3
0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
-0.05
-0.1
-0.15
-0.2
-0.25
-0.3
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

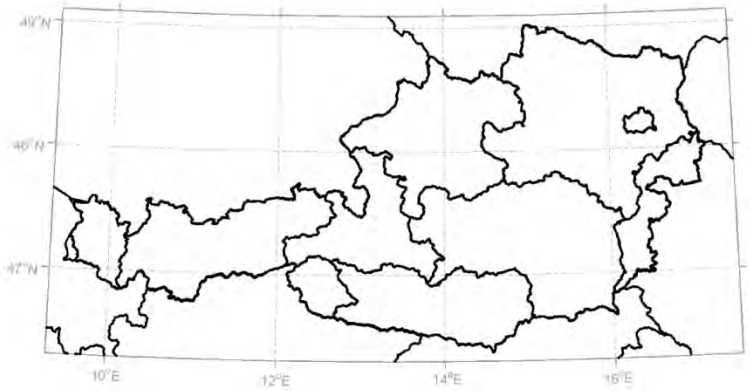

49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E


Δ (%)
0 (%)
39 (%)
100
80
60
40
20
0
-20
-40
-60
-80
-100
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

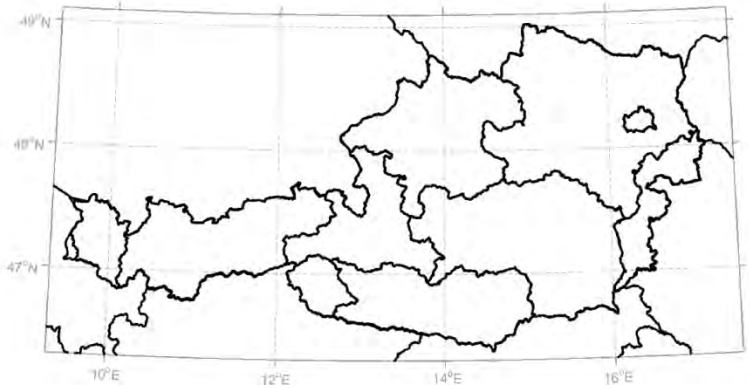

tr20 1986-2010; WINTER (days)
0.0
0.0
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
-0.2
-0.4
-0.6
-0.8
-1

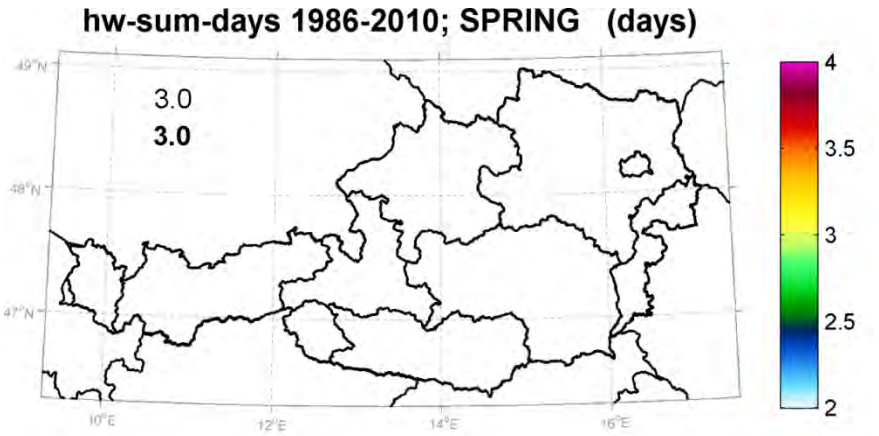

Δ to 1961-1985 (days)
0.0
0.0
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
-0.2
-0.4
-0.6
-0.8
-1

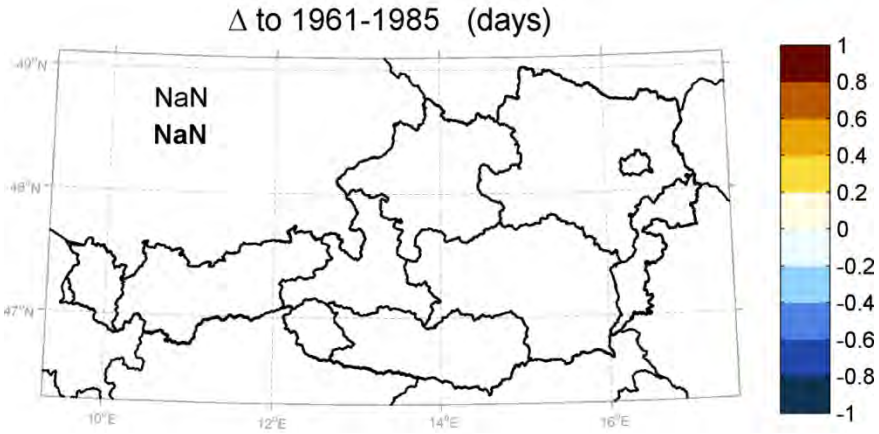
/


49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

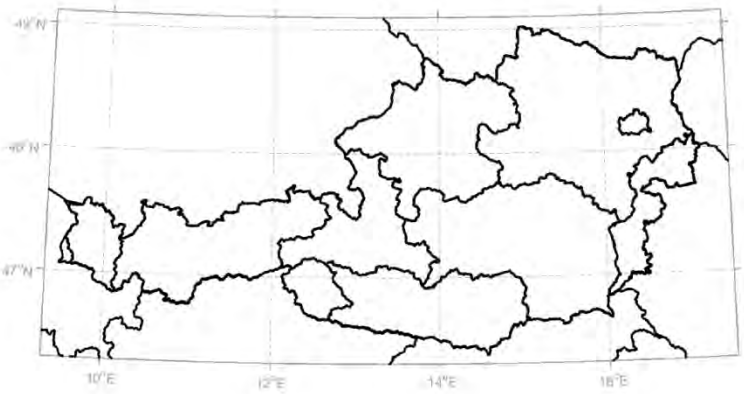
/


49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

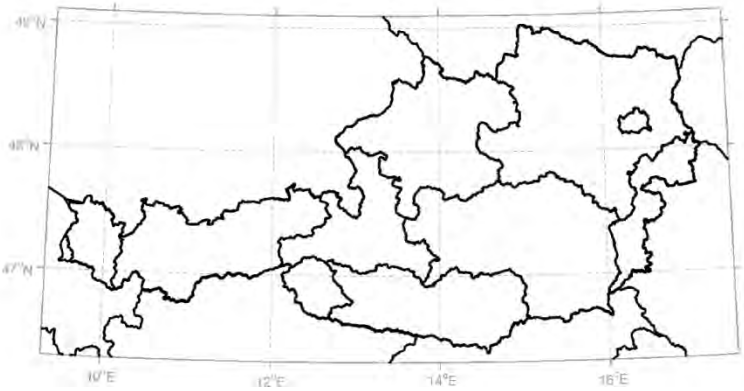

hw-sum-days 1986-2010; SPRING (days)
3.0
3.0
4
3.5
3
2.5
2
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

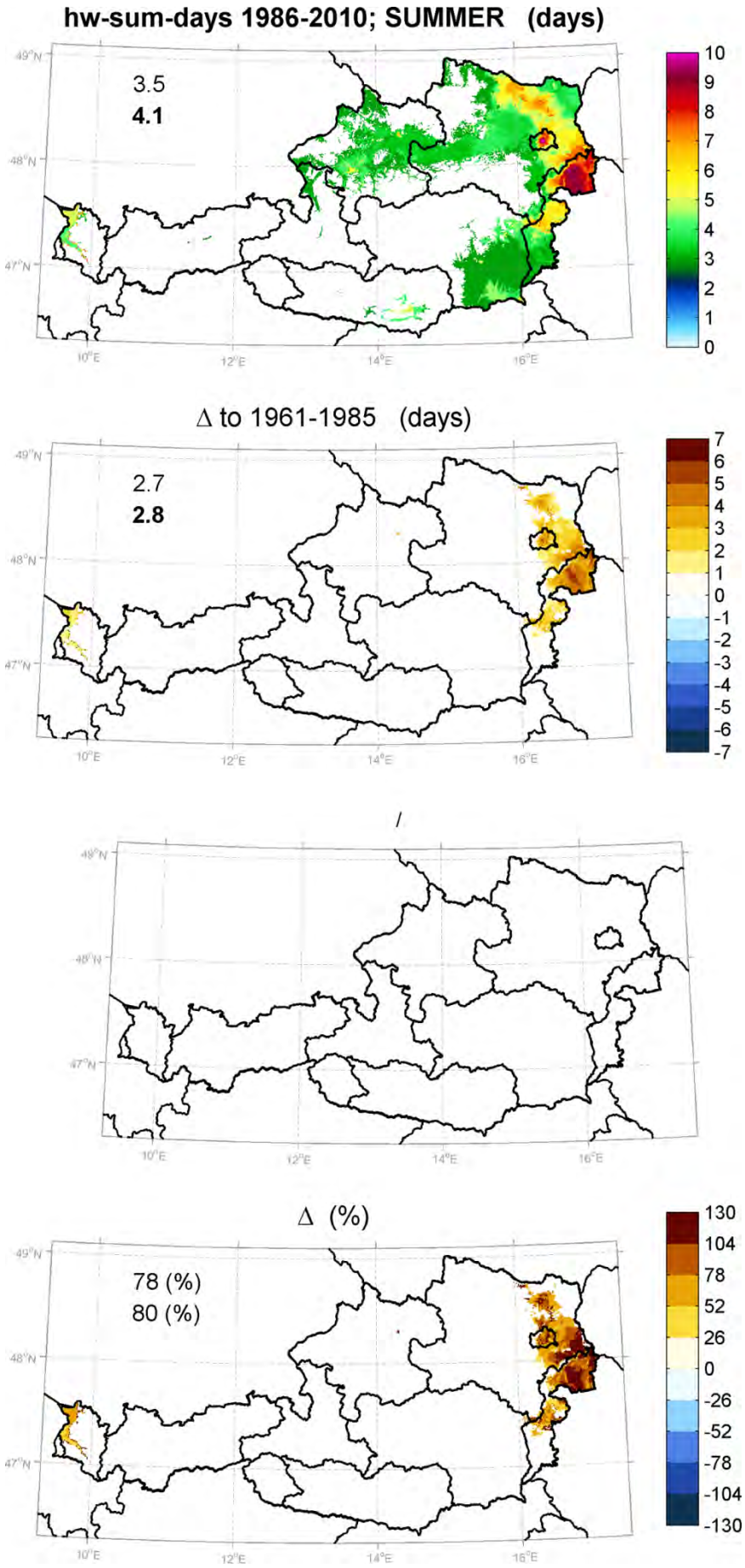

Δ to 1961-1985 (days)
NaN
NaN
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
-0.2
-0.4
-0.6
-0.8
-1
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

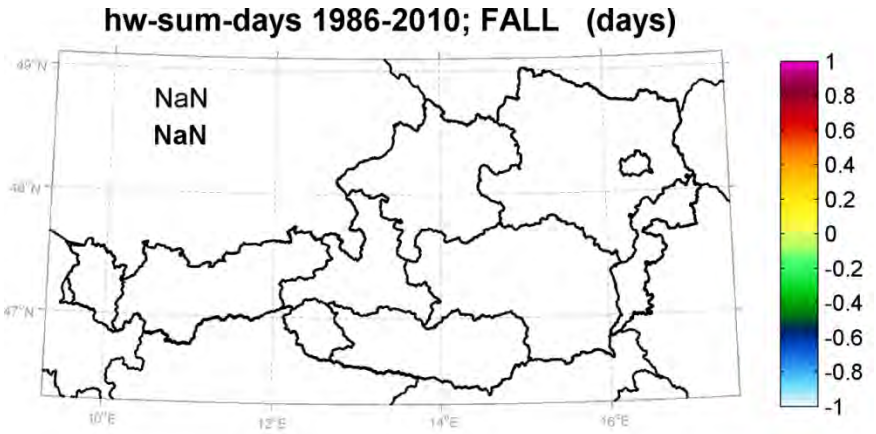
/

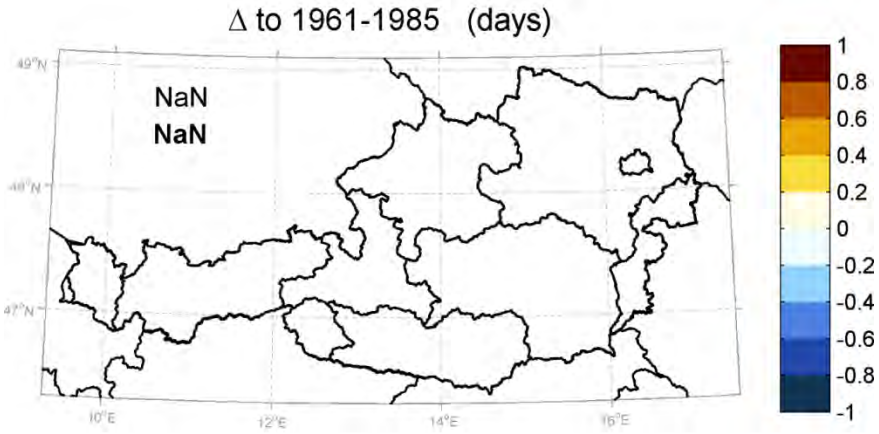

49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

/

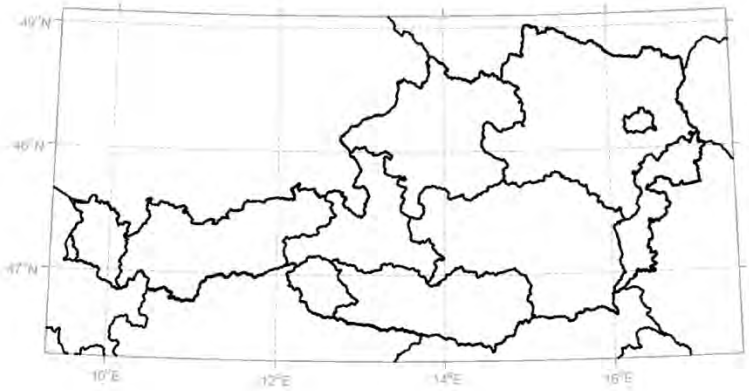

49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E


hw-sum-days 1986-2010; SUMMER (days)
3.5
4.1
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
Δ to 1961-1985 (days)
2.7
2.8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
Δ (%)
78 (%)
80 (%)
130
104
78
52
26
0
-26
-52
-78
-104
-130
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

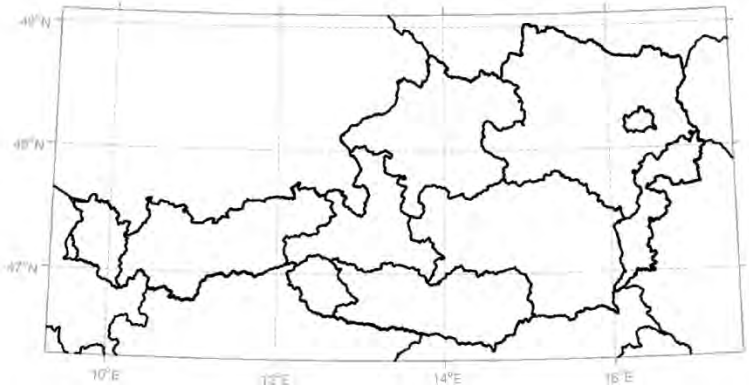

hw-sum-days 1986-2010; FALL (days)
NaN
NaN
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
-0.2
-0.4
-0.6
-0.8
-1

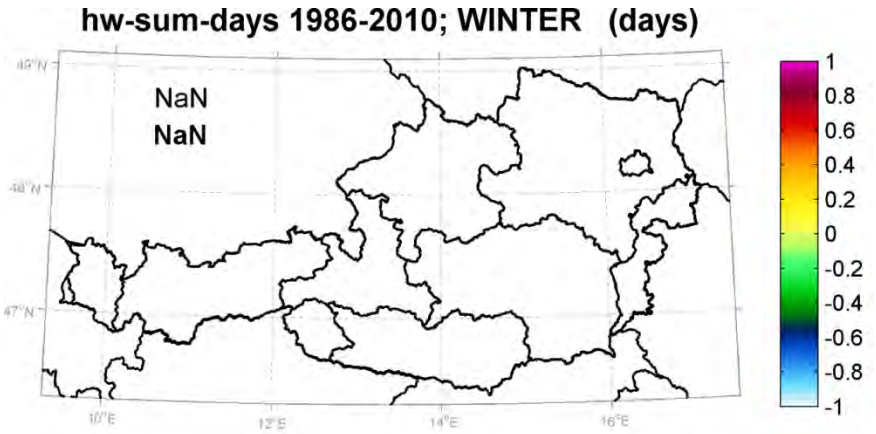

Δ to 1961-1985 (days)
NaN
NaN
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
-0.2
-0.4
-0.6
-0.8
-1

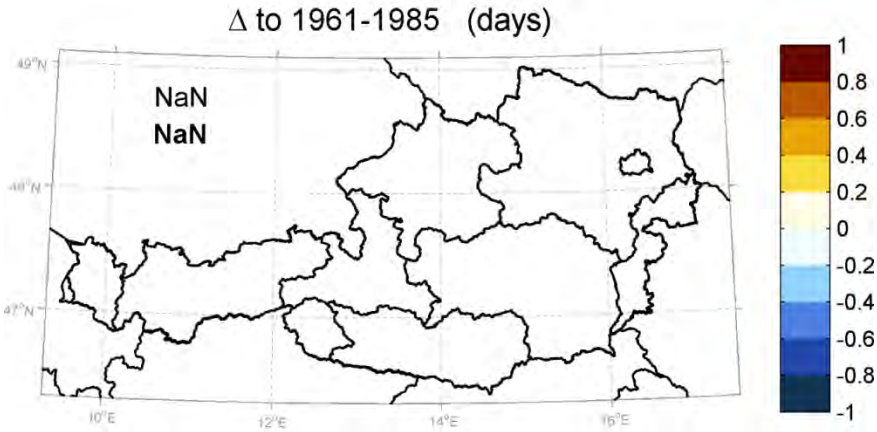
/


49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

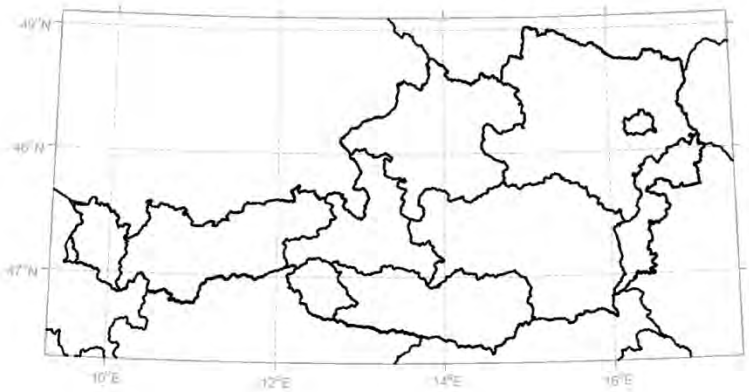
/


49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

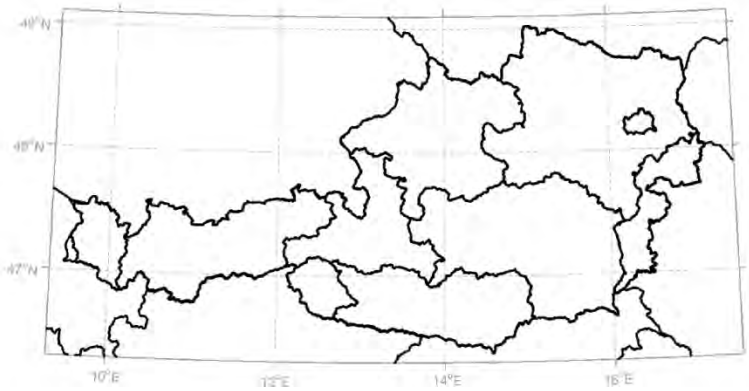

hw-sum-days 1986-2010; WINTER (days)
NaN
NaN
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
-0.2
-0.4
-0.6
-0.8
-1

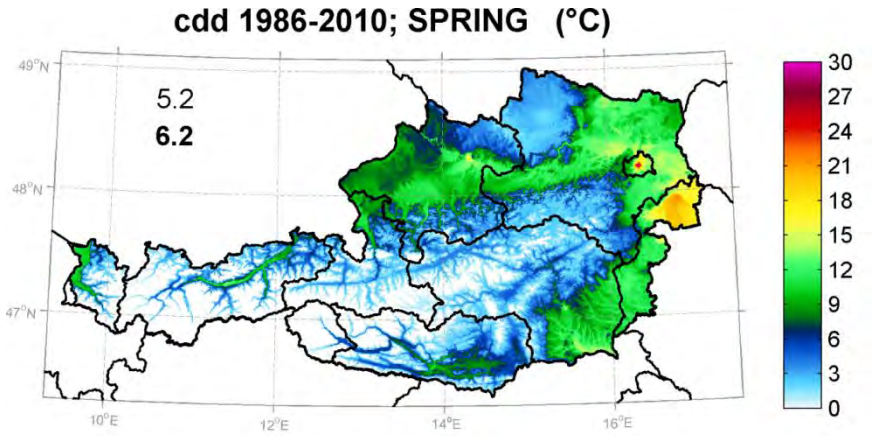

Δ to 1961-1985 (days)
NaN
NaN
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
-0.2
-0.4
-0.6
-0.8
-1

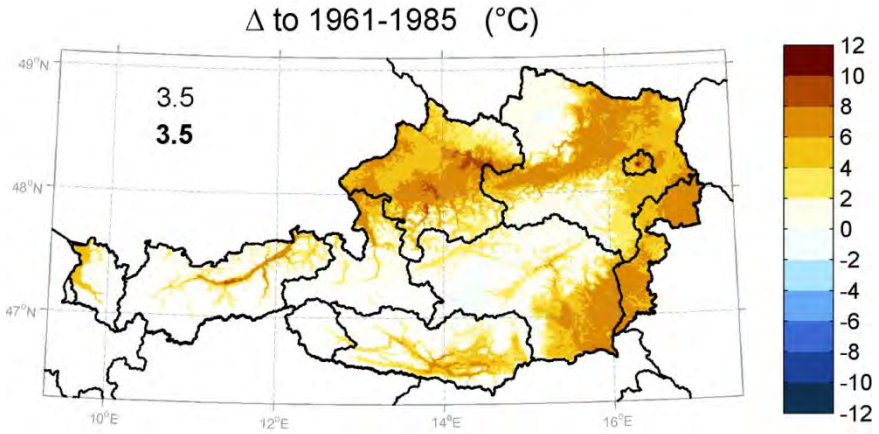
/

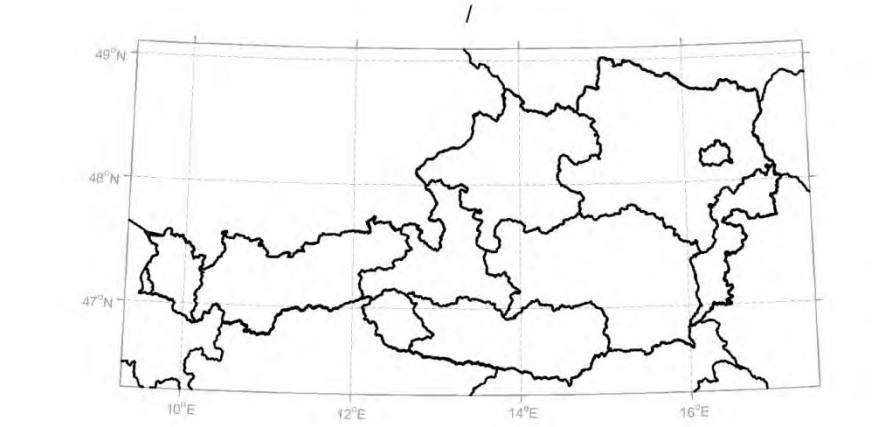


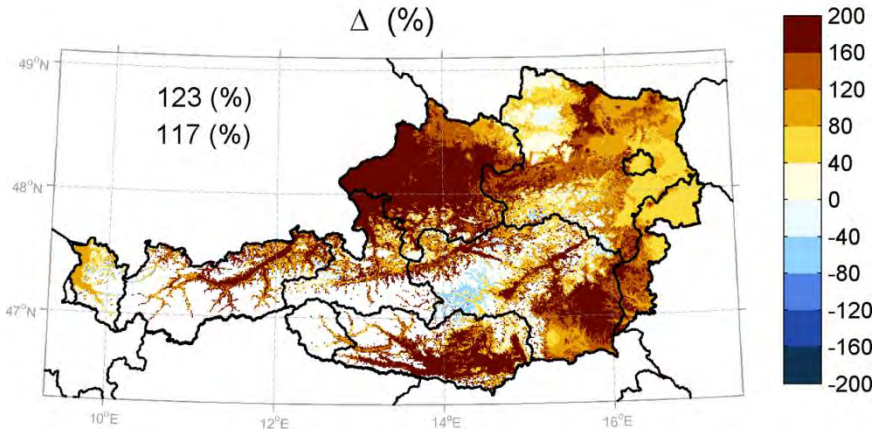
/

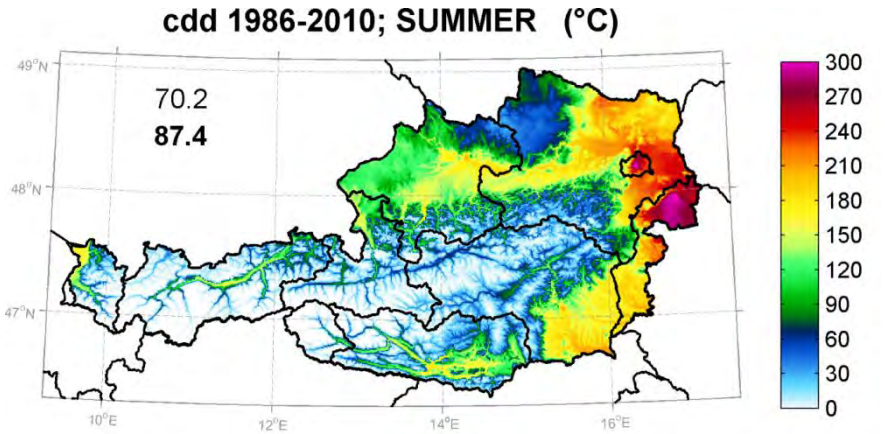


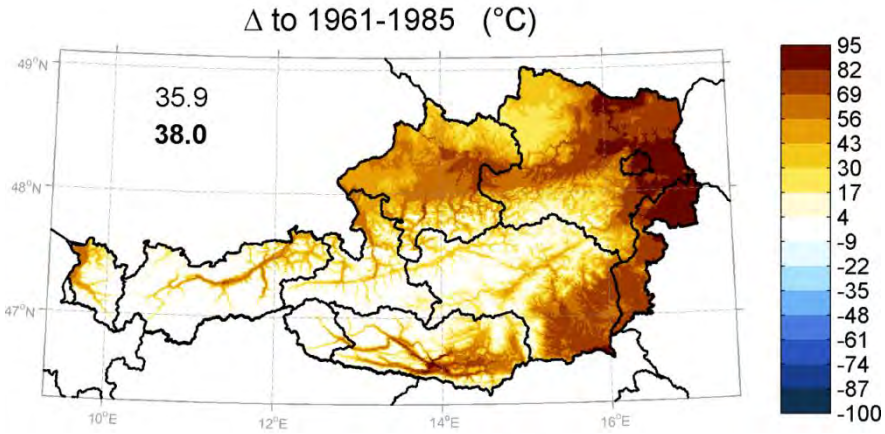

cdd 1986-2010; SPRING (°C)
5.2
6.2
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

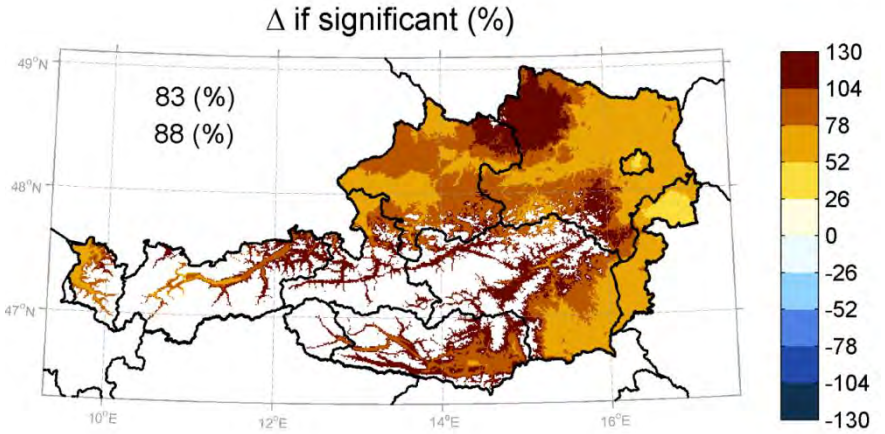

Δ to 1961-1985 (°C)
3.5
3.5
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

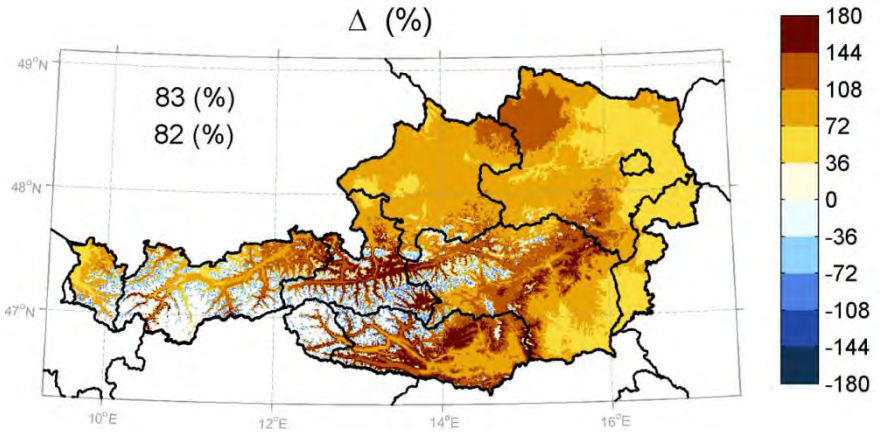

/
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

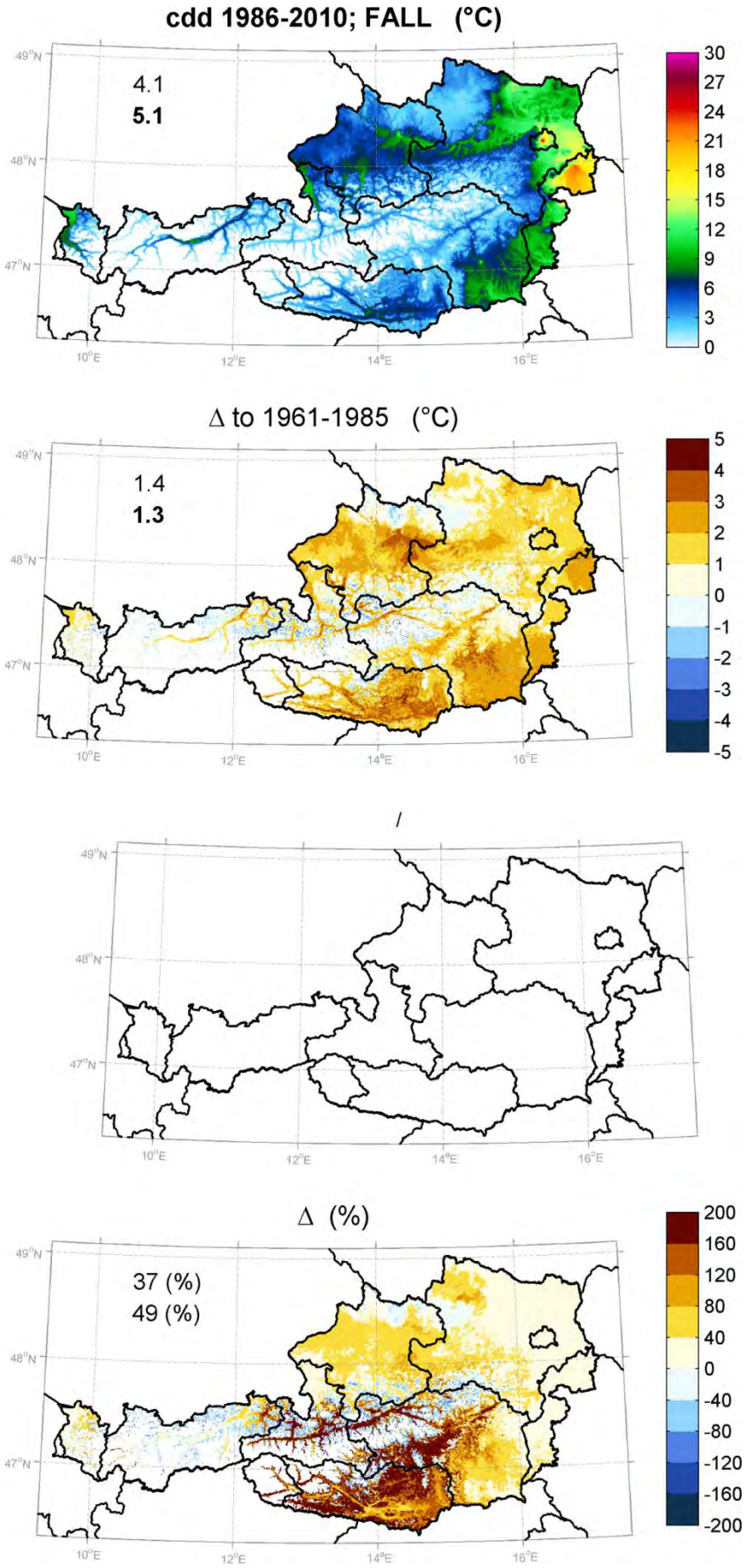

Δ (%)
123 (%)
117 (%)
200
160
120
80
40
0
-40
-80
-120
-160
-200
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

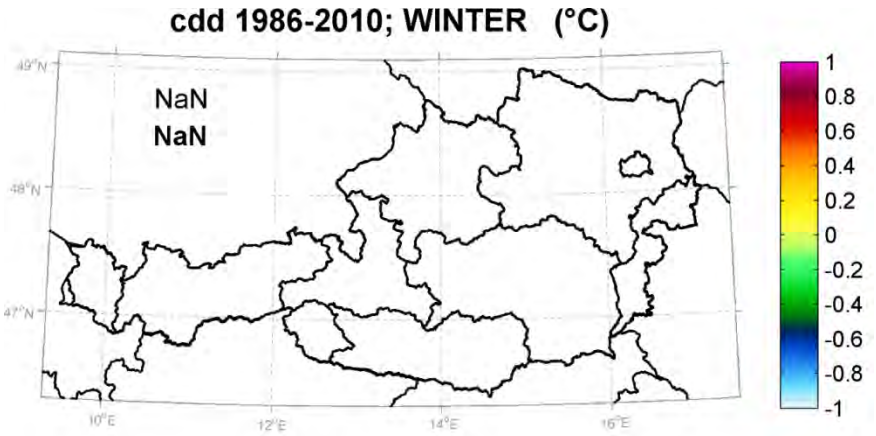

cdd 1986-2010; SUMMER (°C)
70.2
87.4
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
300
270
240
210
180
150
120
90
60
30
0

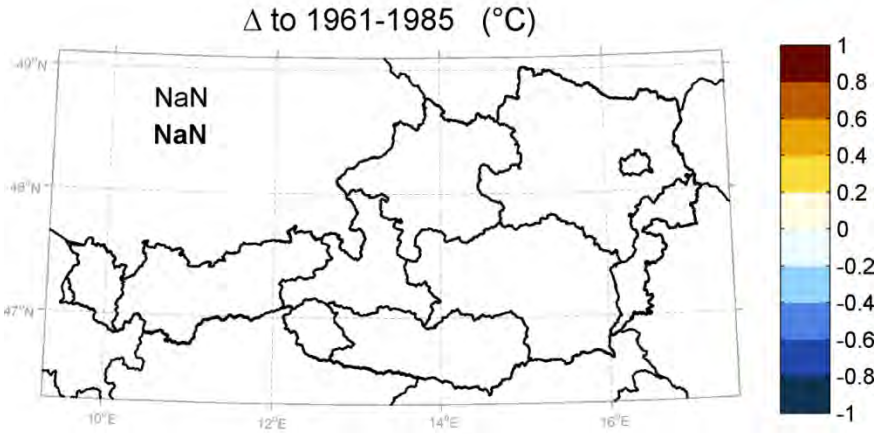

Δ to 1961-1985 (°C)
35.9
38.0
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
95
82
69
56
43
30
17
4
-9
-22
-35
-48
-61
-74
-87
-100


Δ if significant (%)
83 (%)
88 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
130
104
78
52
26
0
-26
-52
-78
-104
-130

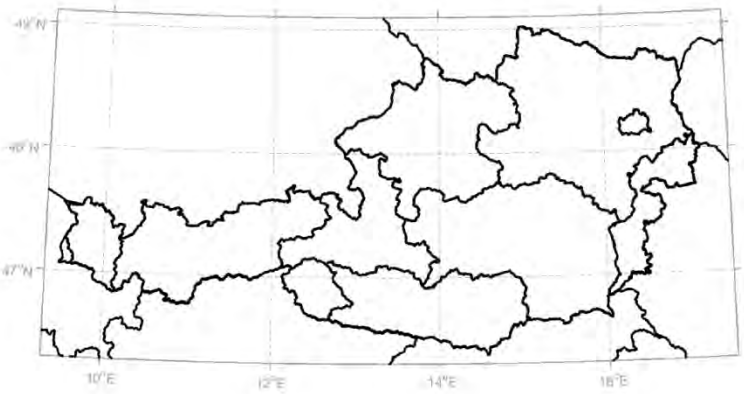

Δ (%)
83 (%)
82 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
180
144
108
72
36
0
-36
-72
-108
-144
-180


cdd 1986-2010; FALL (°C)
4.1
5.1
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
Δ to 1961-1985 (°C)
1.4
1.3
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
Δ (%)
37 (%)
49 (%)
200
160
120
80
40
0
-40
-80
-120
-160
-200
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

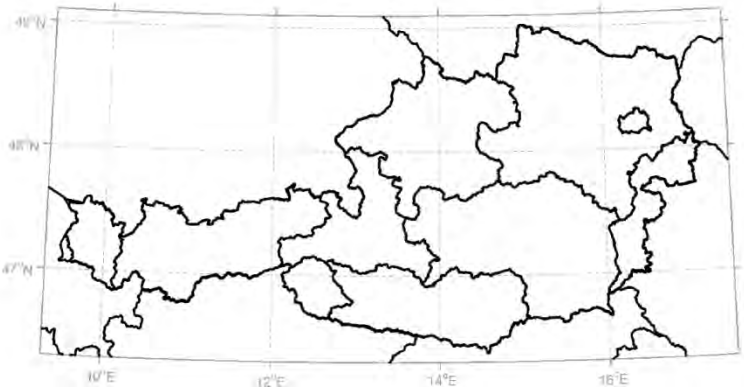

cdd 1986-2010; WINTER (°C)
NaN
NaN
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
-0.2
-0.4
-0.6
-0.8
-1

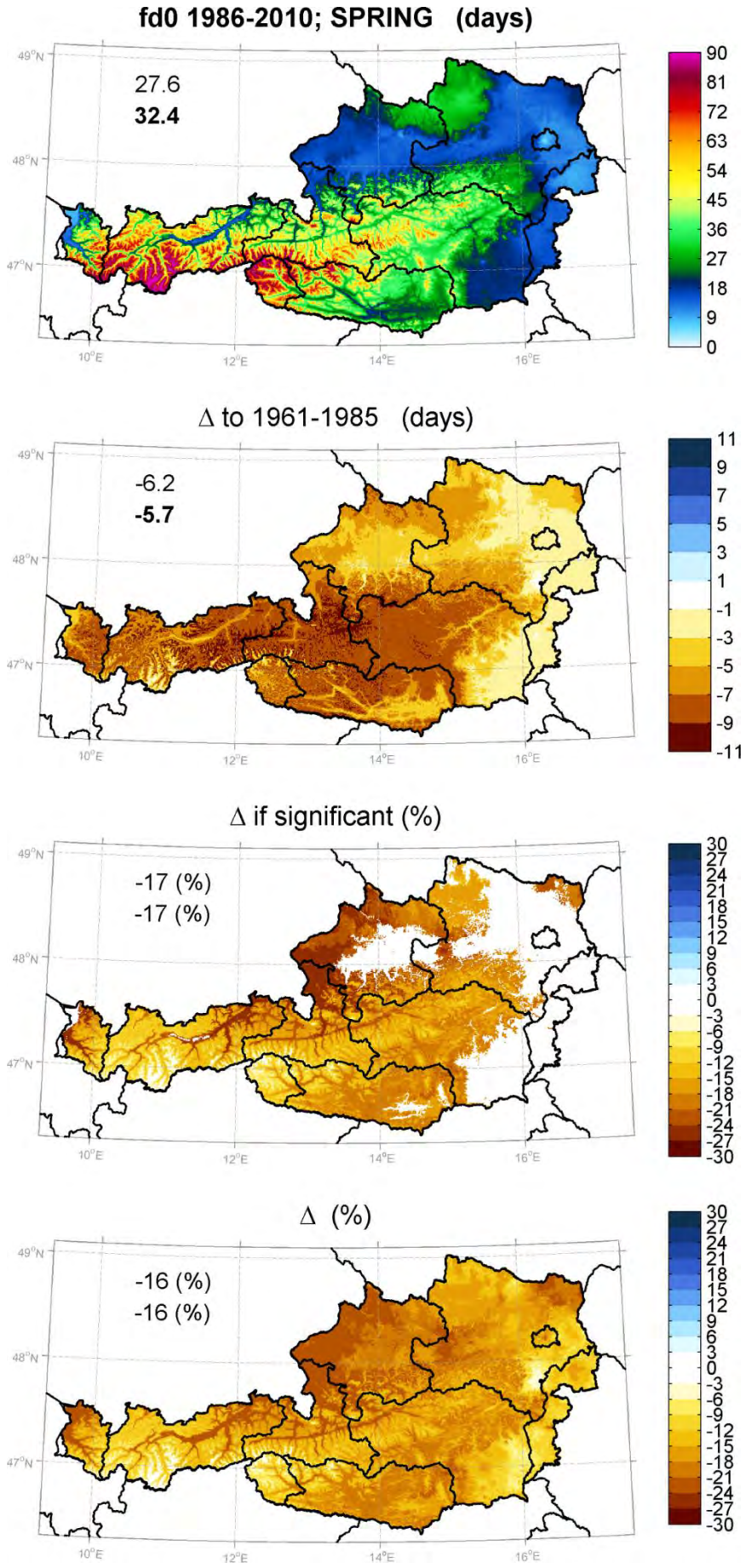

Δ to 1961-1985 (°C)
NaN
NaN
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
-0.2
-0.4
-0.6
-0.8
-1

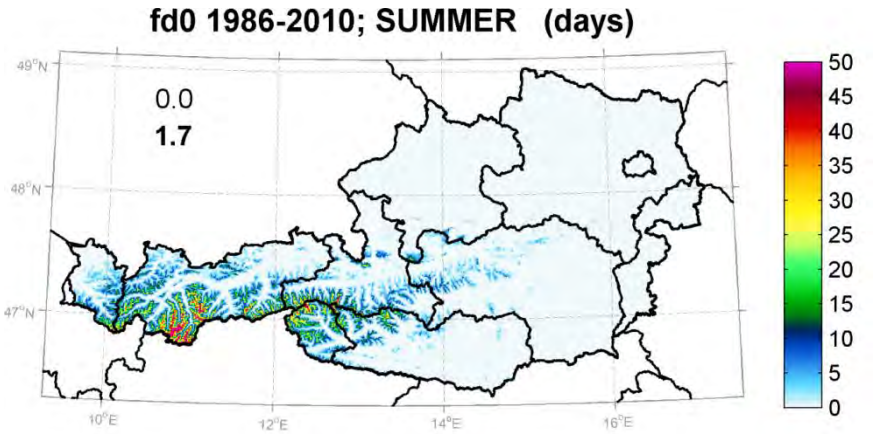
/

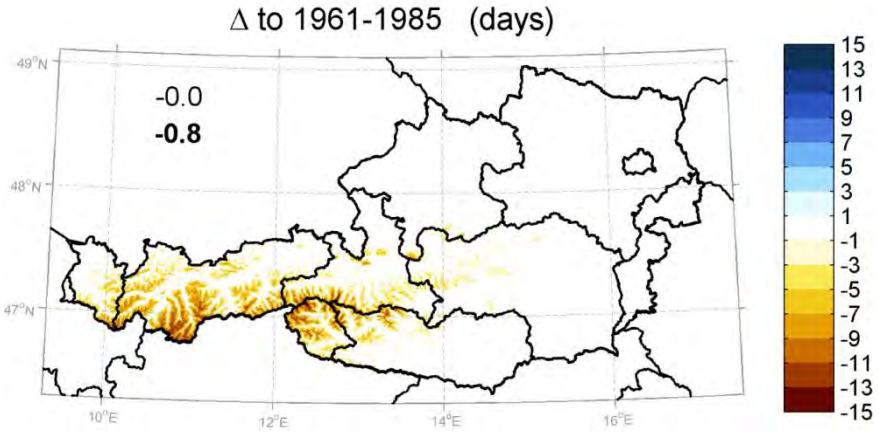

49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

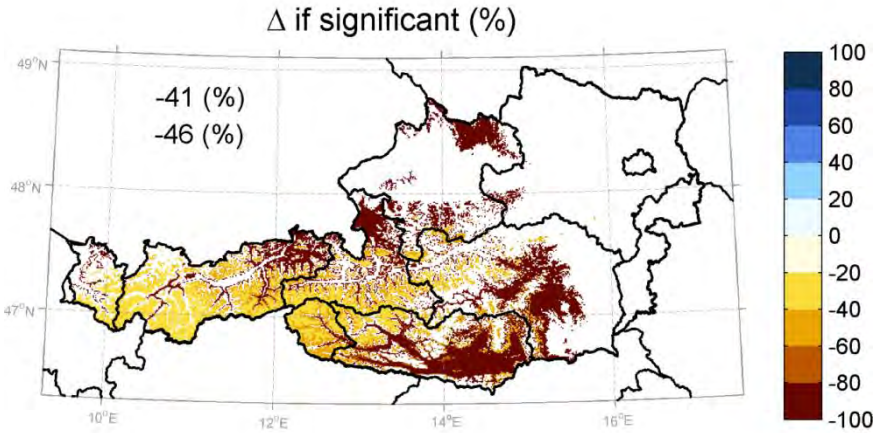
/

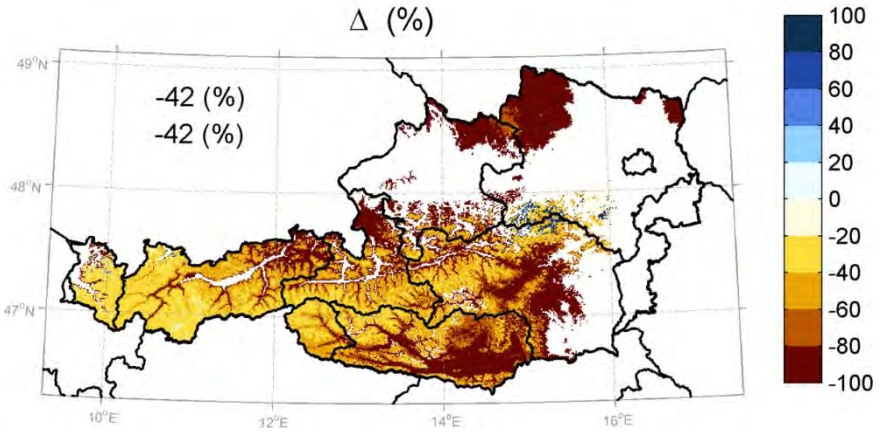

49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

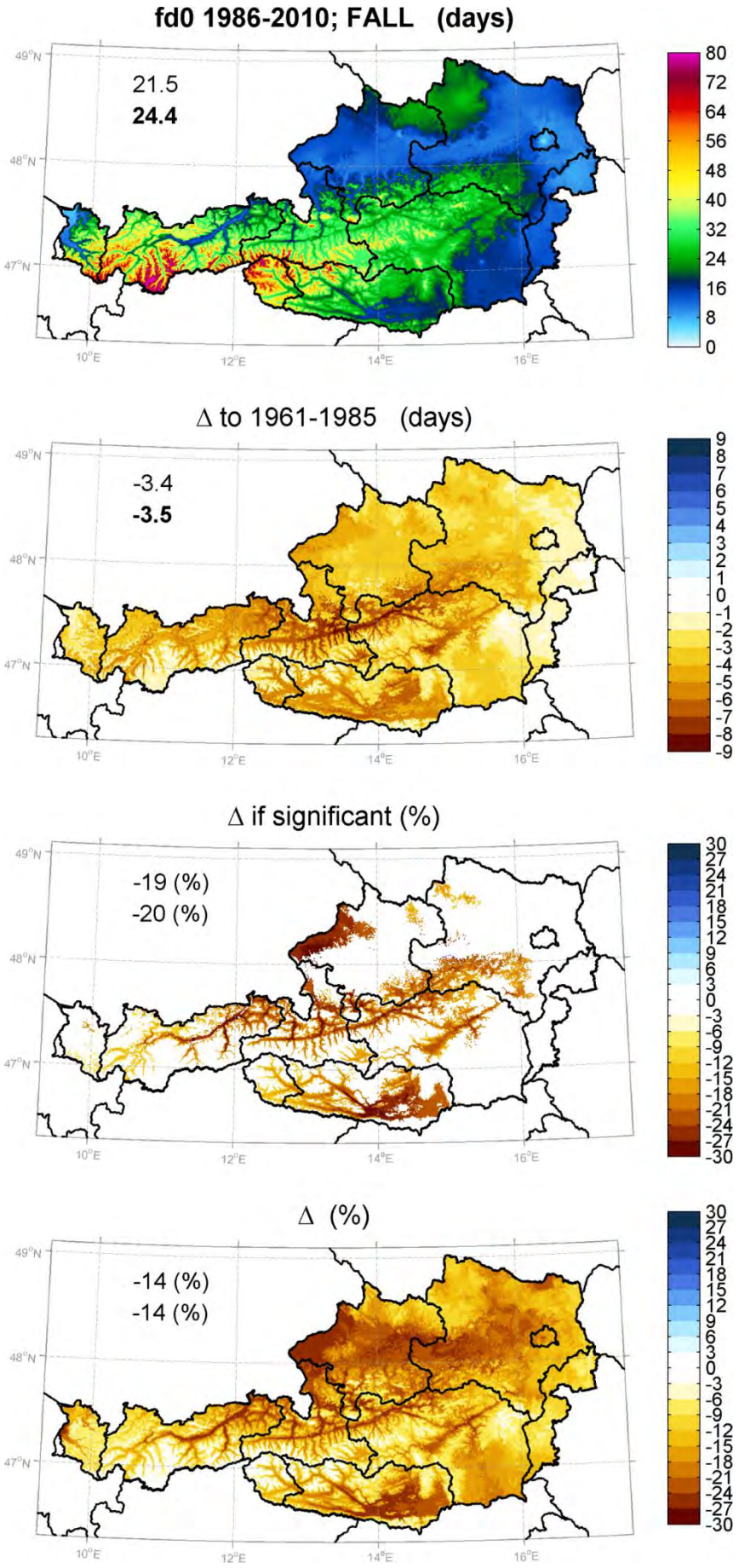

fd0 1986-2010; SPRING (days)
27.6
32.4
90
81
72
63
54
45
36
27
18
9
0
Δ to 1961-1985 (days)
-6.2
-5.7
11
9
7
5
3
1
-1
-3
-5
-7
-9
-11
Δ if significant (%)
-17 (%)
-17 (%)
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30
Δ (%)
-16 (%)
-16 (%)
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

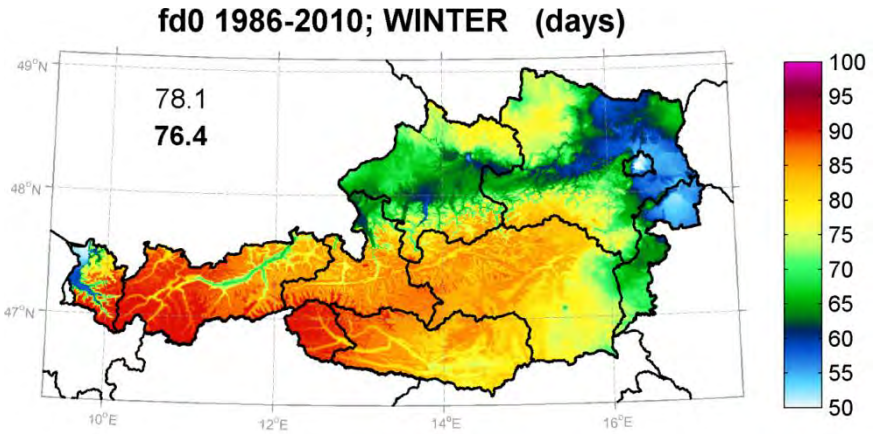

fd0 1986-2010; SUMMER (days)
0.0
1.7
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0

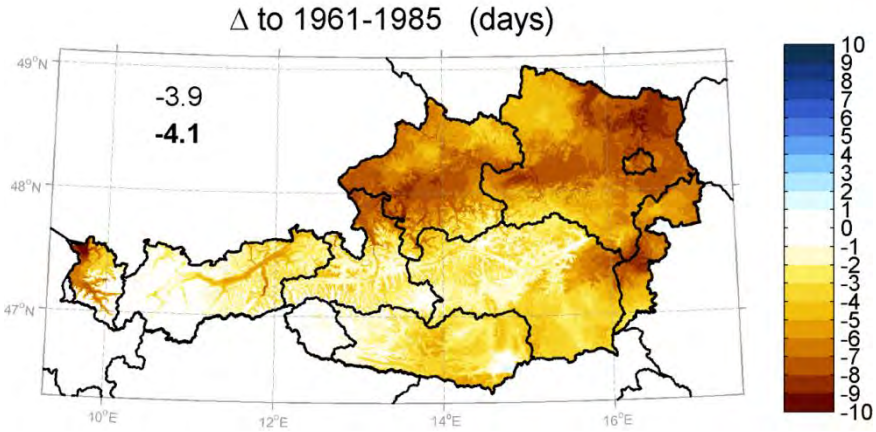

Δ to 1961-1985 (days)
-0.0
-0.8
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
15
13
11
9
7
5
3
1
-1
-3
-5
-7
-9
-11
-13
-15

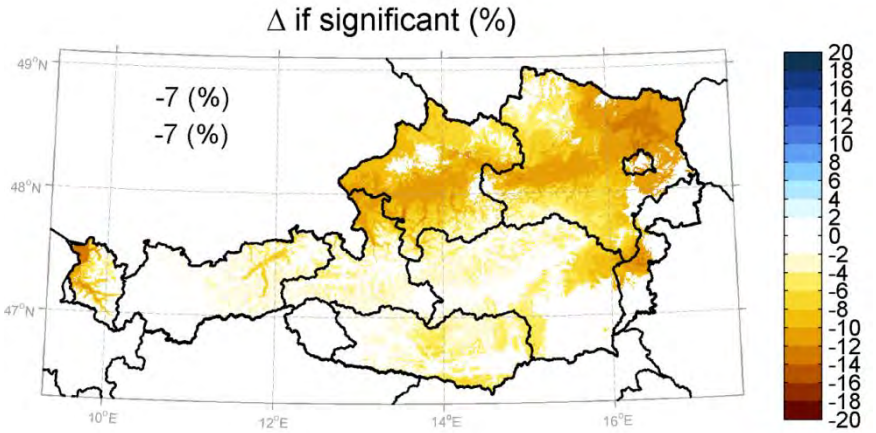

Δ if significant (%)
-41 (%)
-46 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
100
80
60
40
20
0
-20
-40
-60
-80
-100

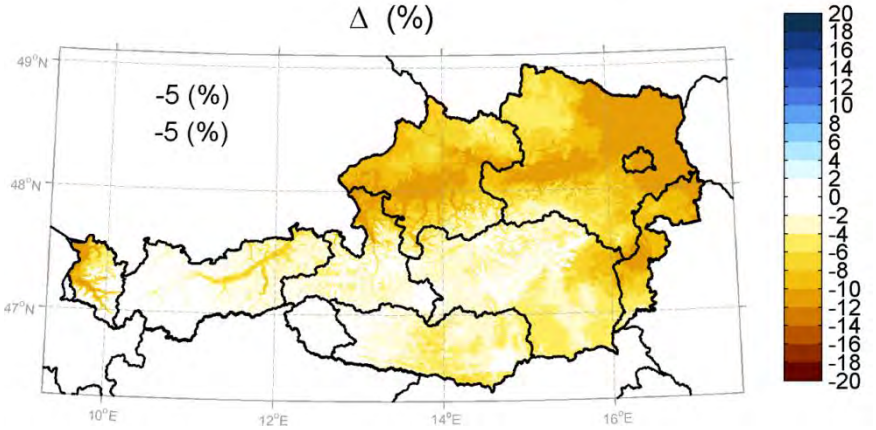

Δ (%)
-42 (%)
-42 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
100
80
60
40
20
0
-20
-40
-60
-80
-100

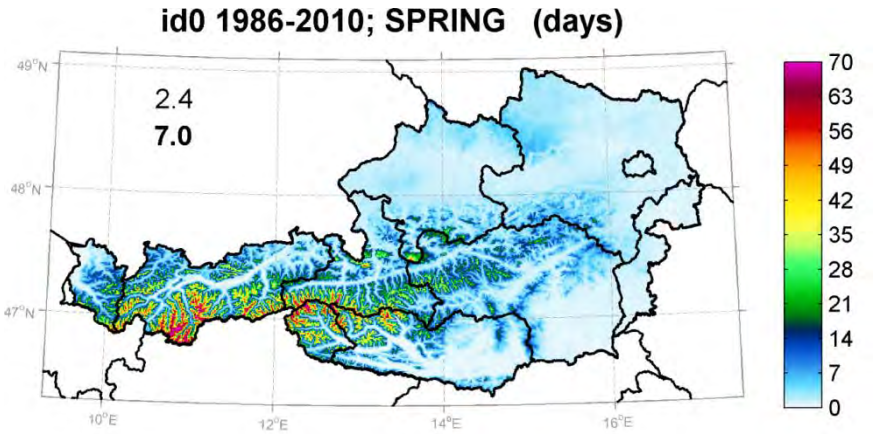

fd0 1986-2010; FALL (days)
21.5
24.4
80
72
64
56
48
40
32
24
16
8
0
Δ to 1961-1985 (days)
-3.4
-3.5
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
Δ if significant (%)
-19 (%)
-20 (%)
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30
Δ (%)
-14 (%)
-14 (%)
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

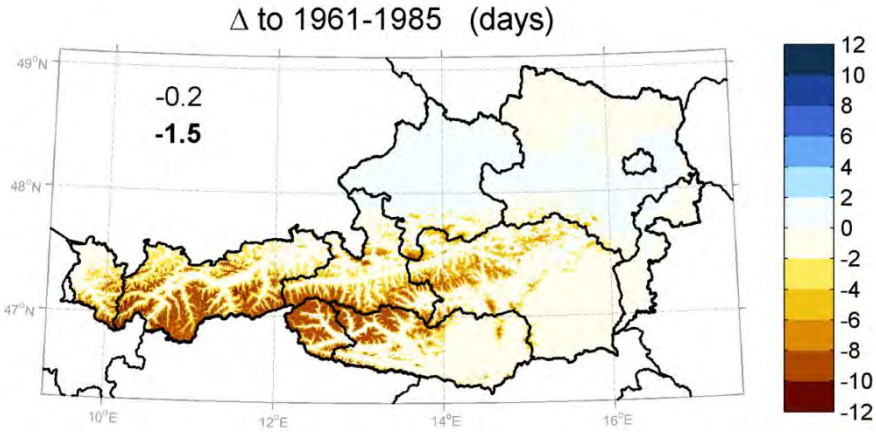

fd0 1986-2010; WINTER (days)
78.1
76.4
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
100
95
90
85
80
75
70
65
60
55
50

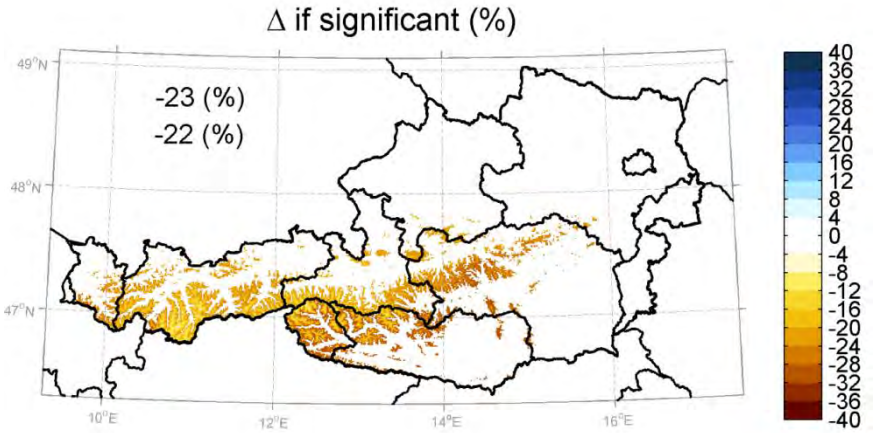

Δ to 1961-1985 (days)
-3.9
-4.1
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10

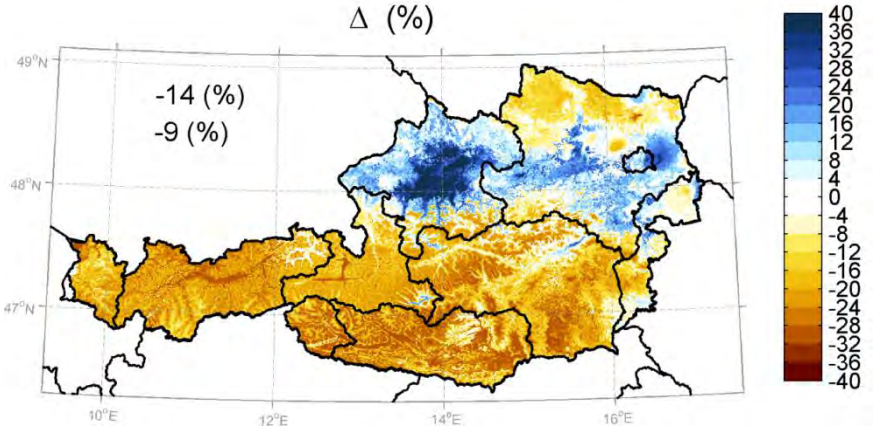

Δ if significant (%)
-7 (%)
-7 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20

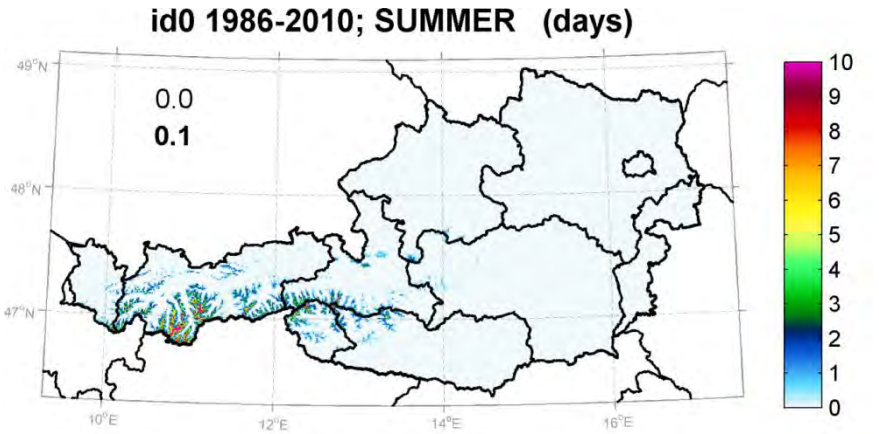

Δ (%)
-5 (%)
-5 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20

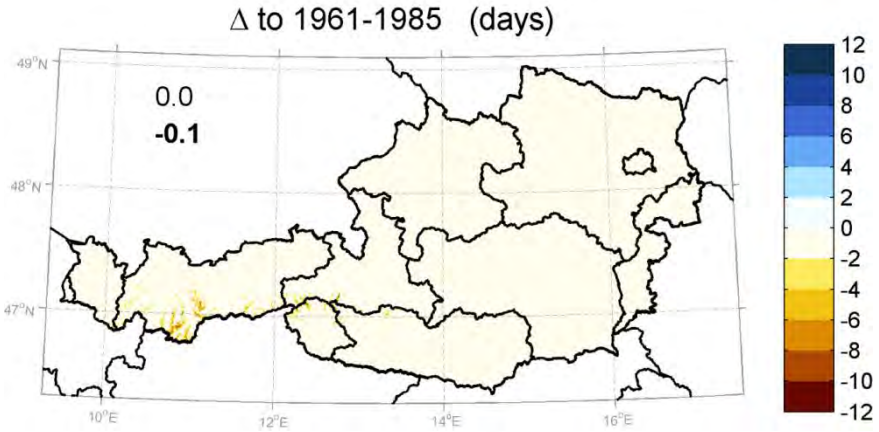

id0 1986-2010; SPRING (days)
2.4
7.0
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
70
63
56
49
42
35
28
21
14
7
0

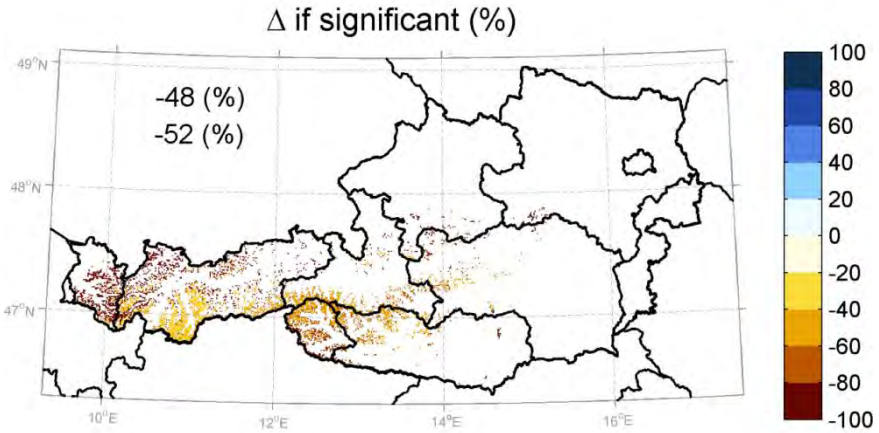

Δ to 1961-1985 (days)
-0.2
-1.5
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12

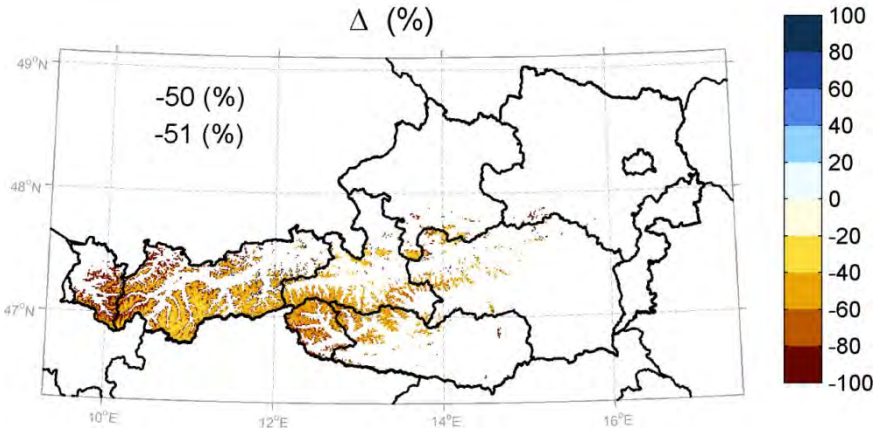

Δ if significant (%)
-23 (%)
-22 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
40
36
32
28
24
20
16
12
8
4
0
-4
-8
-12
-16
-20
-24
-28
-32
-36
-40

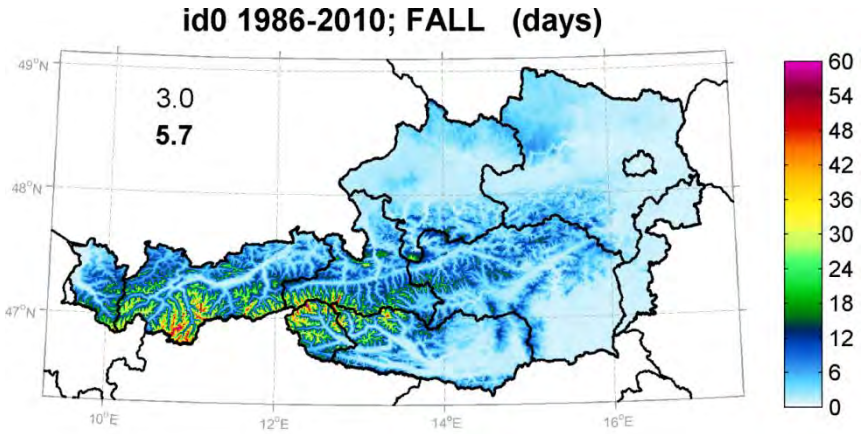

Δ (%)
-14 (%)
-9 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
40
36
32
28
24
20
16
12
8
4
0
-4
-8
-12
-16
-20
-24
-28
-32
-36
-40

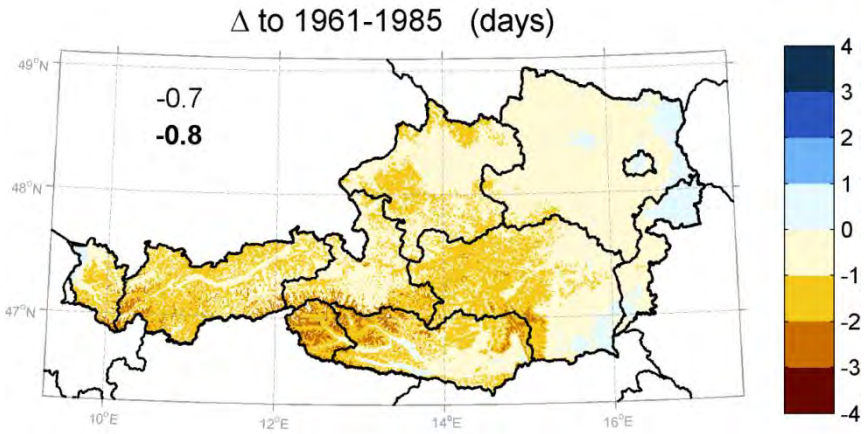

id0 1986-2010; SUMMER (days)
0.0
0.1
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0

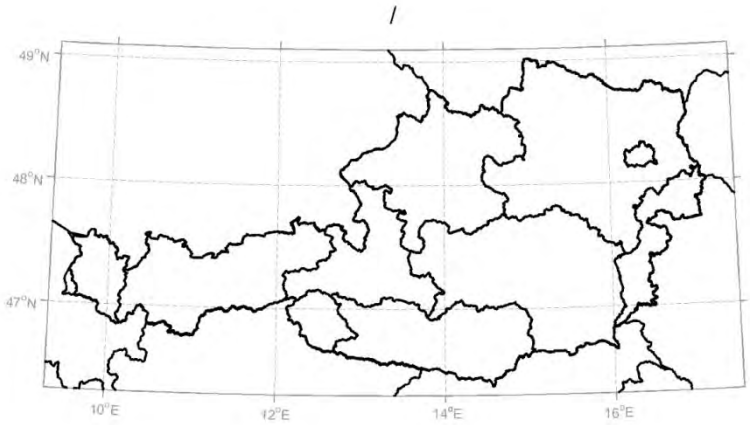

Δ to 1961-1985 (days)
0.0
-0.1
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12

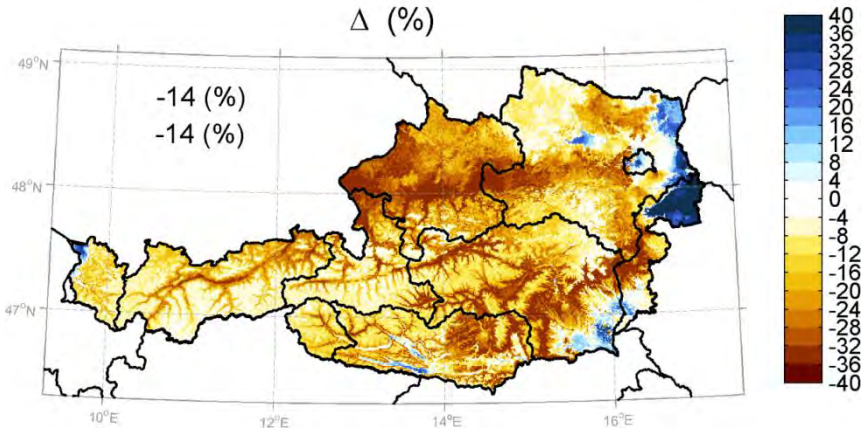

Δ if significant (%)
-48 (%)
-52 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
100
80
60
40
20
0
-20
-40
-60
-80
-100

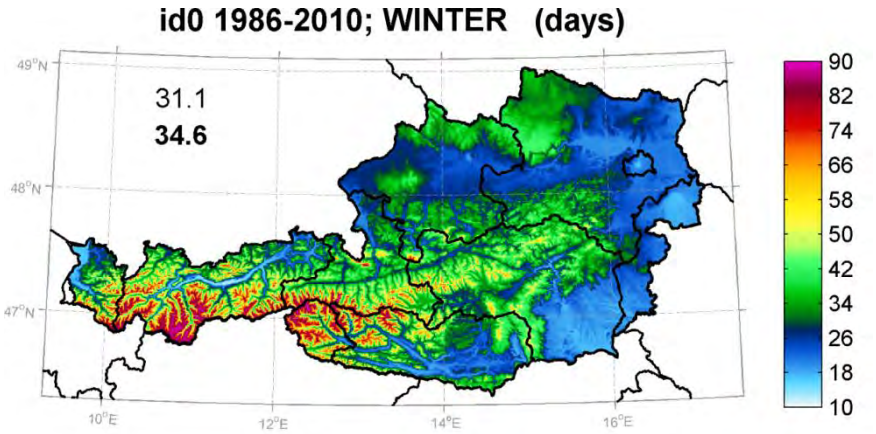

Δ (%)
-50 (%)
-51 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
100
80
60
40
20
0
-20
-40
-60
-80
-100

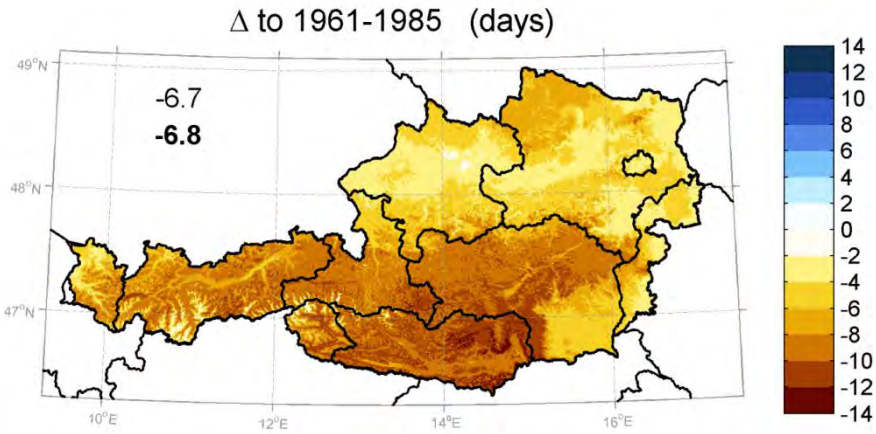

id0 1986-2010; FALL (days)
3.0
5.7
60
54
48
42
36
30
24
18
12
6
0
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

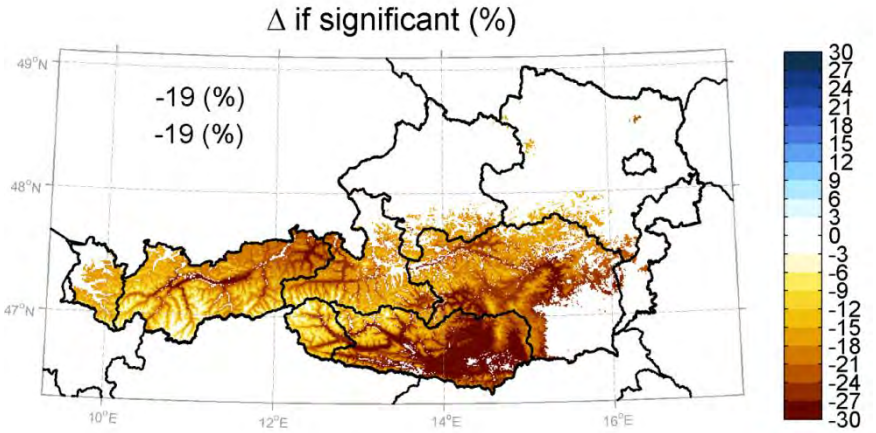

Δ to 1961-1985 (days)
-0.7
-0.8
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

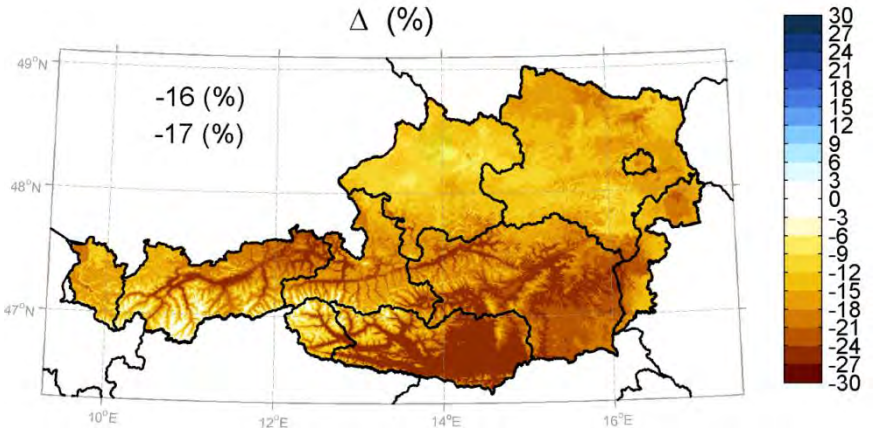

49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

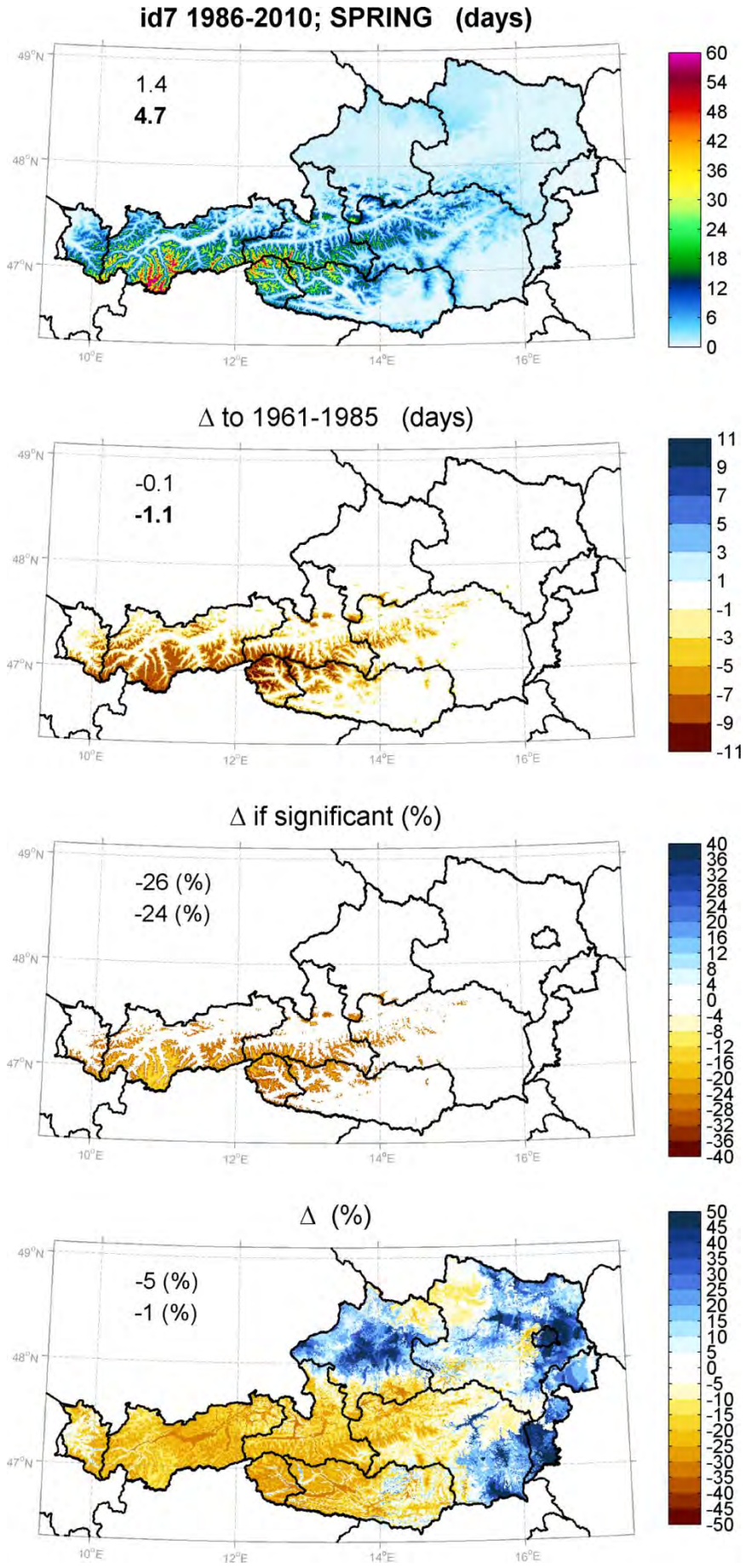

Δ (%)
-14 (%)
-14 (%)
40
36
32
28
24
20
16
12
8
4
0
-4
-8
-12
-16
-20
-24
-28
-32
-36
-40
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

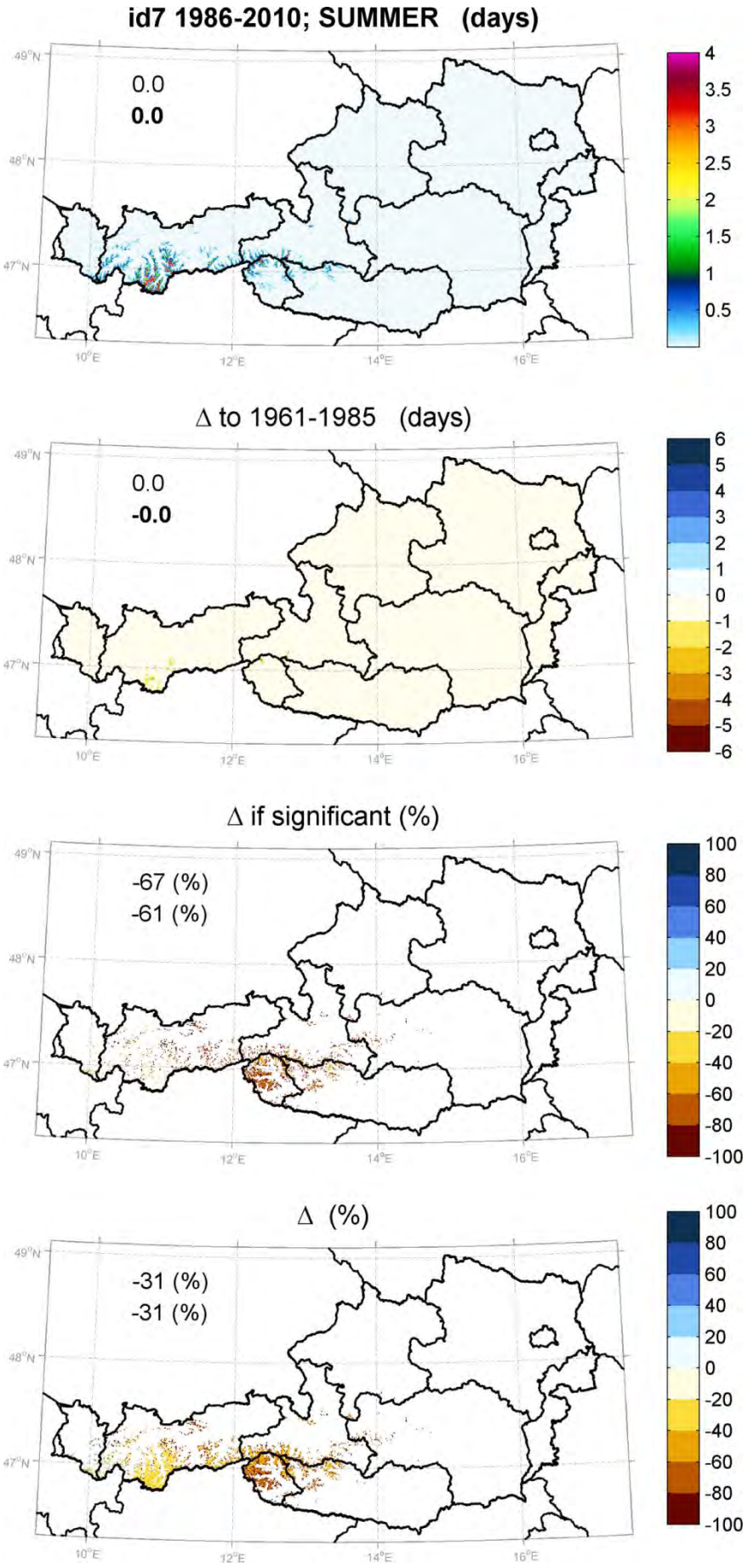

id0 1986-2010; WINTER (days)
31.1
34.6
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
90
82
74
66
58
50
42
34
26
18
10

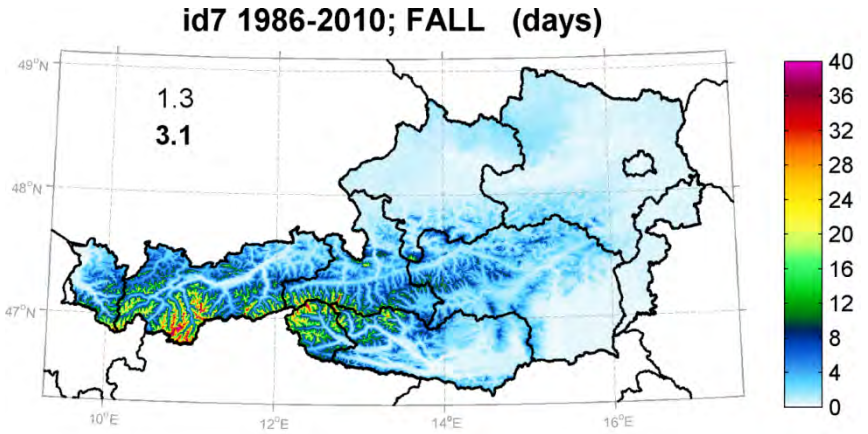

Δ to 1961-1985 (days)
-6.7
-6.8
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14

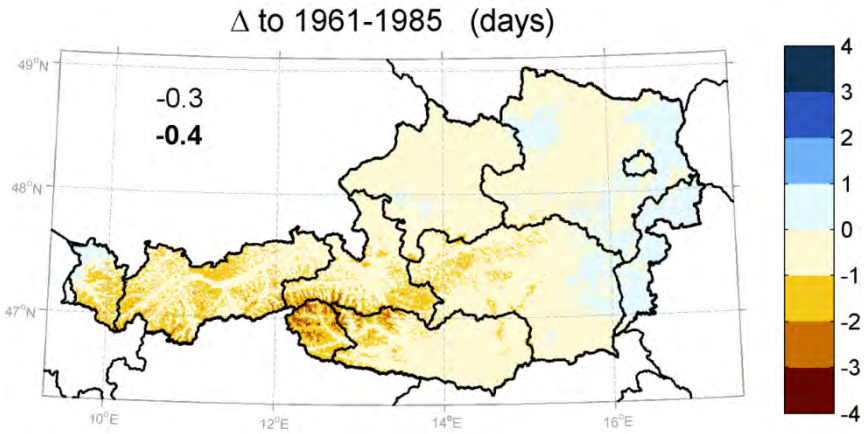

Δ if significant (%)
-19 (%)
-19 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30

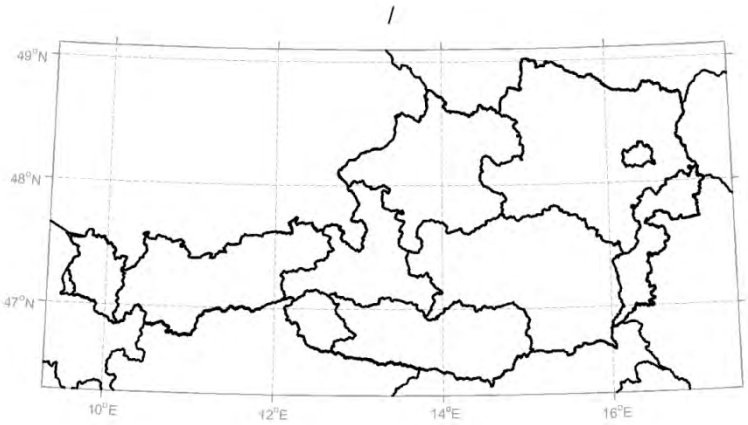

Δ (%)
-16 (%)
-17 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30

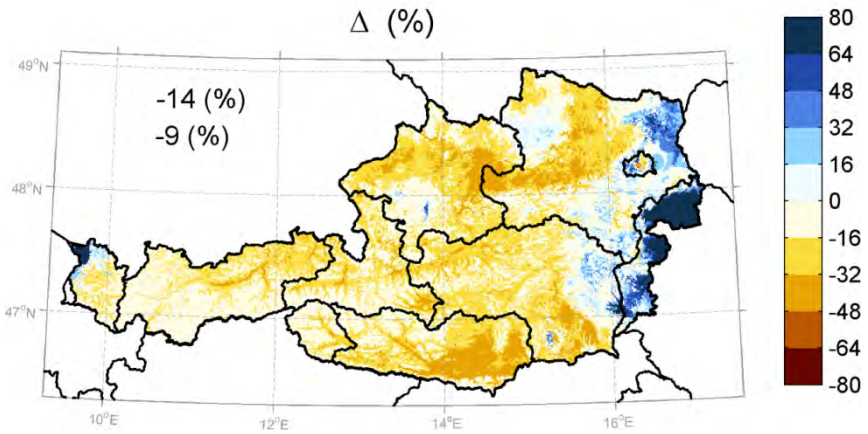

id7 1986-2010; SPRING (days)
1.4
4.7
60
54
48
42
36
30
24
18
12
6
0
Δ to 1961-1985 (days)
-0.1
-1.1
11
9
7
5
3
1
-1
-3
-5
-7
-9
-11
Δ if significant (%)
-26 (%)
-24 (%)
40
36
32
28
24
20
16
12
8
4
0
-4
-8
-12
-16
-20
-24
-28
-32
-36
-40
Δ (%)
-5 (%)
-1 (%)
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40
-45
-50
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

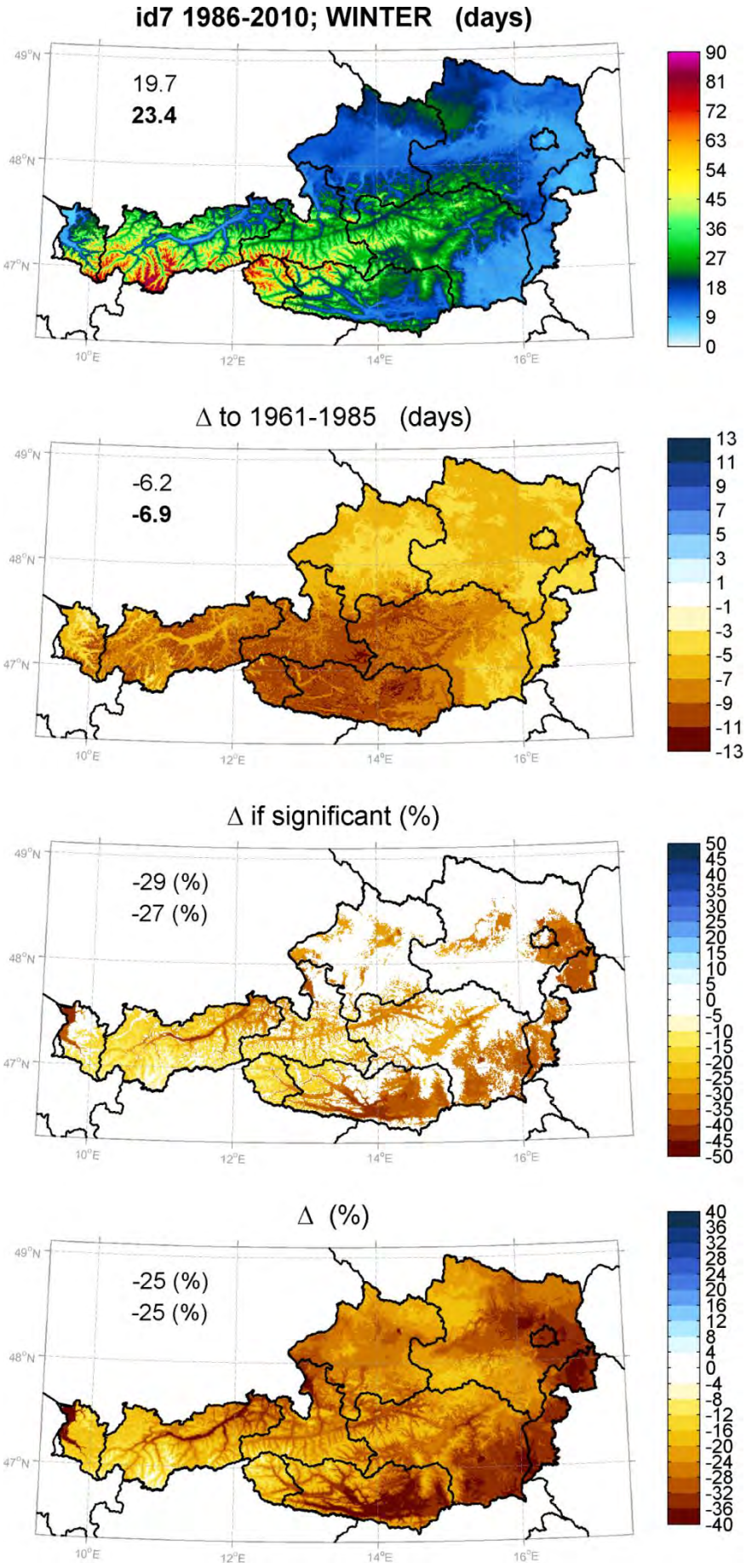

id7 1986-2010; SUMMER (days)
0.0
0.0
Δ to 1961-1985 (days)
0.0
-0.0
Δ if significant (%)
-67 (%)
-61 (%)
Δ (%)
-31 (%)
-31 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

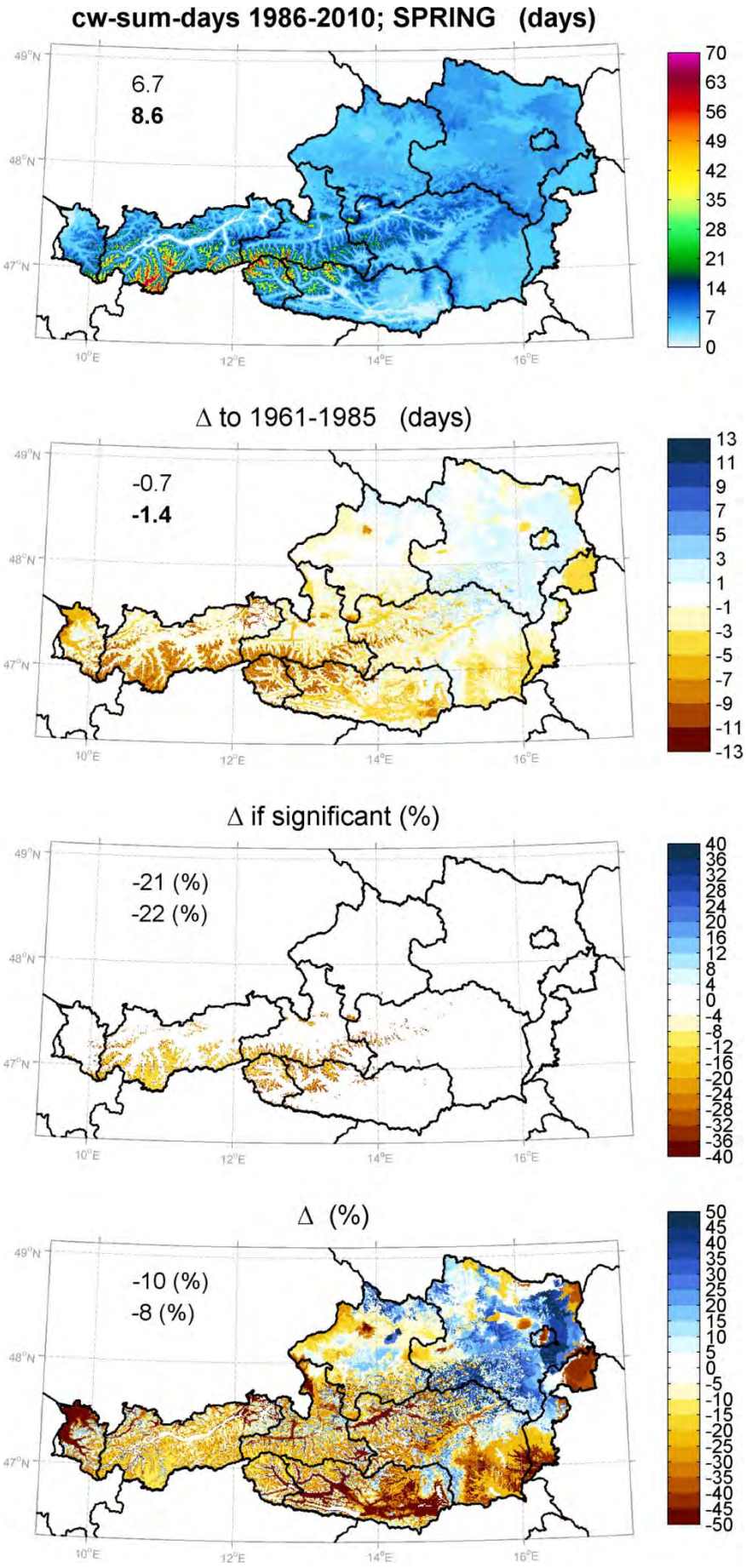

id7 1986-2010; FALL (days)
1.3
3.1
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
40
36
32
28
24
20
16
12
8
4
0

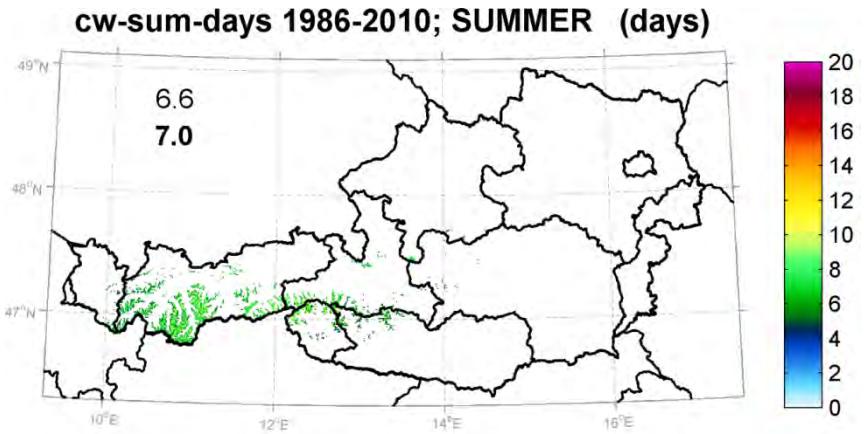

Δ to 1961-1985 (days)
-0.3
-0.4
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4

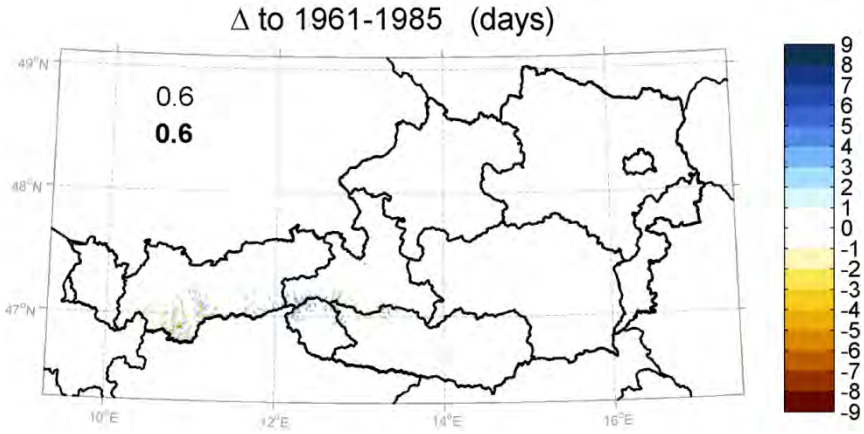

49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

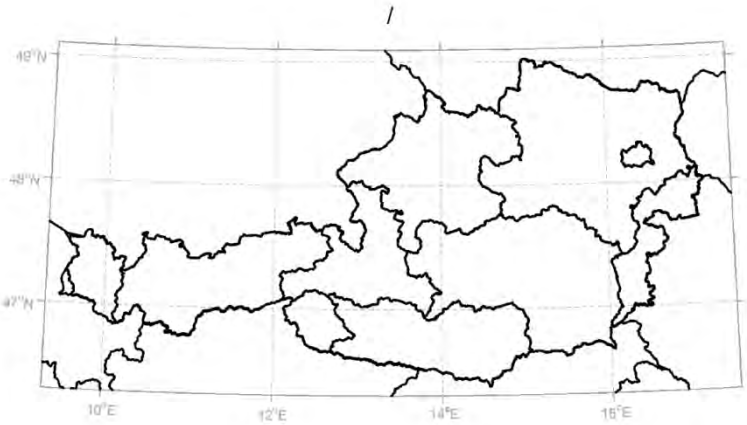

Δ (%)
-14 (%)
-9 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
80
64
48
32
16
0
-16
-32
-48
-64
-80

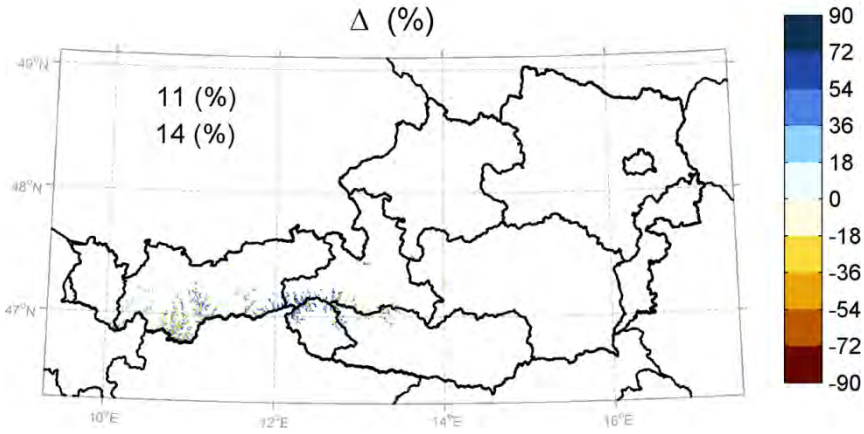

id7 1986-2010; WINTER (days)
19.7
23.4
90
81
72
63
54
45
36
27
18
9
0
Δ to 1961-1985 (days)
-6.2
-6.9
13
11
9
7
5
3
1
-1
-3
-5
-7
-9
-11
-13
Δ if significant (%)
-29 (%)
-27 (%)
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40
-45
-50
Δ (%)
-25 (%)
-25 (%)
40
36
32
28
24
20
16
12
8
4
0
-4
-8
-12
-16
-20
-24
-28
-32
-36
-40
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

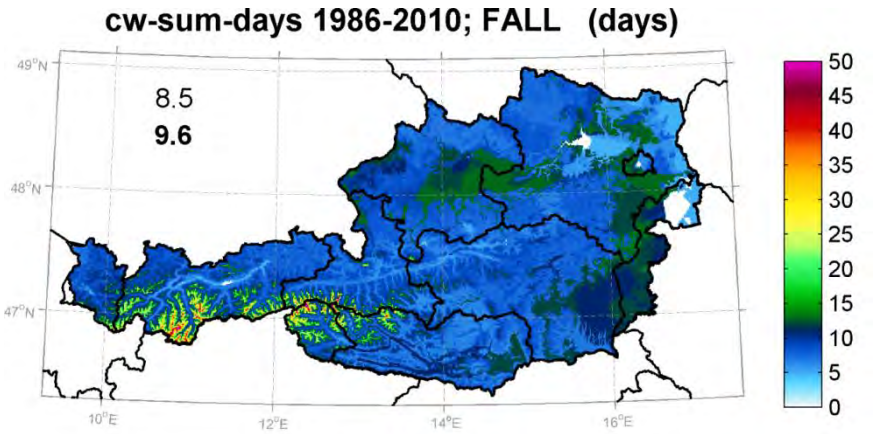

cw-sum-days 1986-2010; SPRING (days)
6.7
8.6
70
63
56
49
42
35
28
21
14
7
0
Δ to 1961-1985 (days)
-0.7
-1.4
13
11
9
7
5
3
1
-1
-3
-5
-7
-9
-11
-13
Δ if significant (%)
-21 (%)
-22 (%)
40
36
32
28
24
20
16
12
8
4
0
-4
-8
-12
-16
-20
-24
-28
-32
-36
-40
Δ (%)
-10 (%)
-8 (%)
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40
-45
-50
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

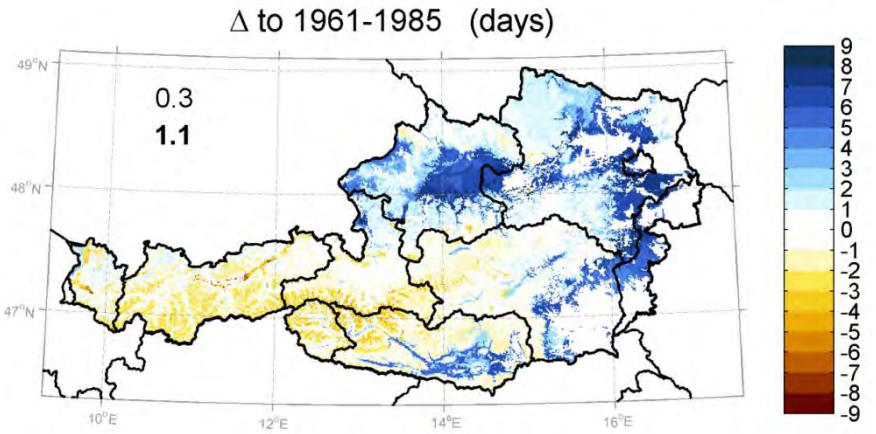

cw-sum-days 1986-2010; SUMMER (days)
6.6
7.0
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

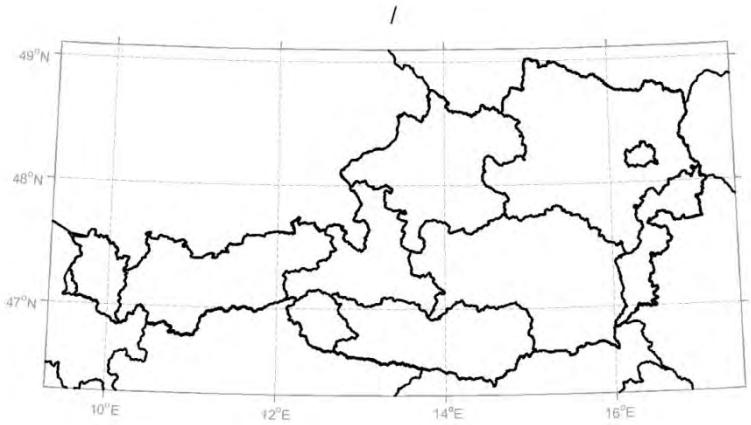

Δ to 1961-1985 (days)
0.6
0.6
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

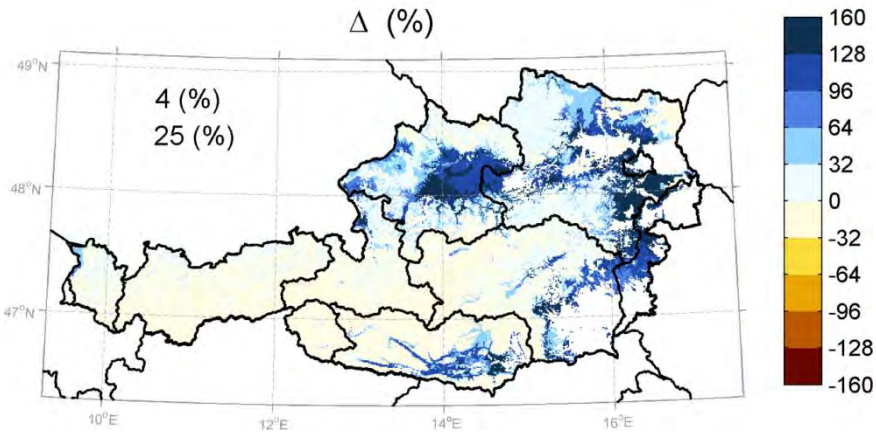

49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

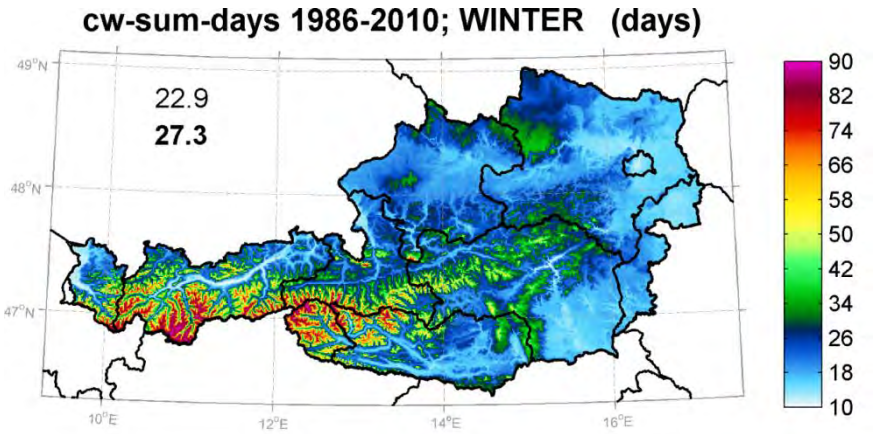

Δ (%)
11 (%)
14 (%)
90
72
54
36
18
0
-18
-36
-54
-72
-90
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

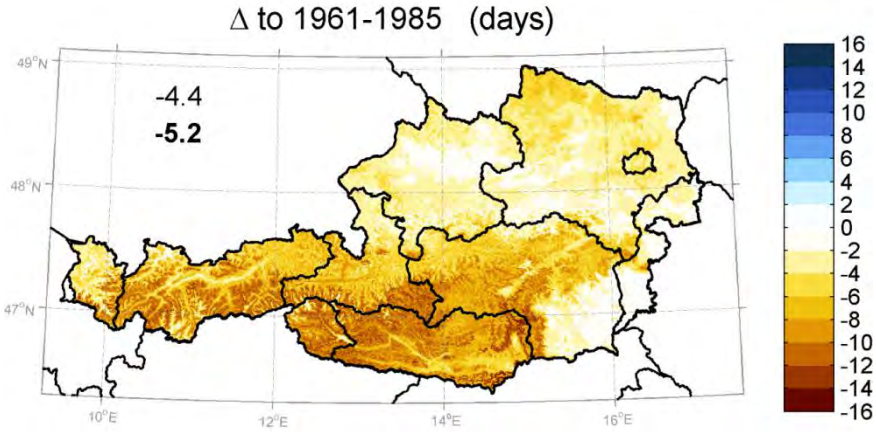

cw-sum-days 1986-2010; FALL (days)
8.5
9.6
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0

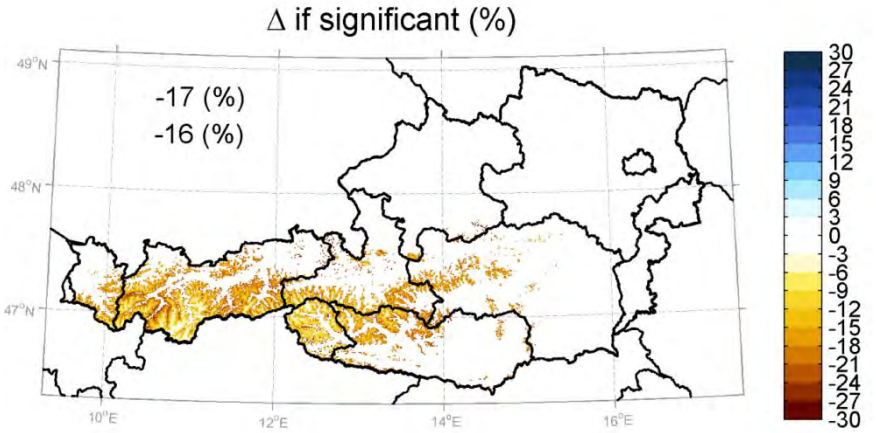

Δ to 1961-1985 (days)
0.3
1.1
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9

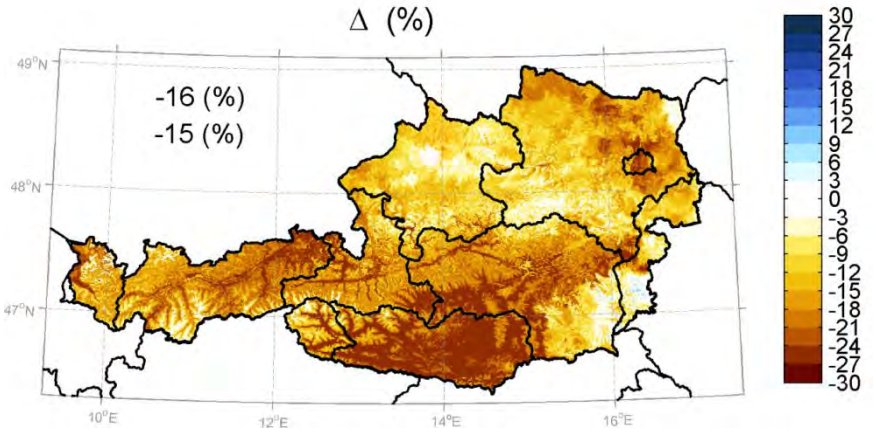

49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E


Δ (%)
4 (%)
25 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
160
128
96
64
32
0
-32
-64
-96
-128
-160


cw-sum-days 1986-2010; WINTER (days)
22.9
27.3
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
90
82
74
66
58
50
42
34
26
18
10


Δ to 1961-1985 (days)
-4.4
-5.2
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16


Δ if significant (%)
-17 (%)
-16 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30


Δ (%)
-16 (%)
-15 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30

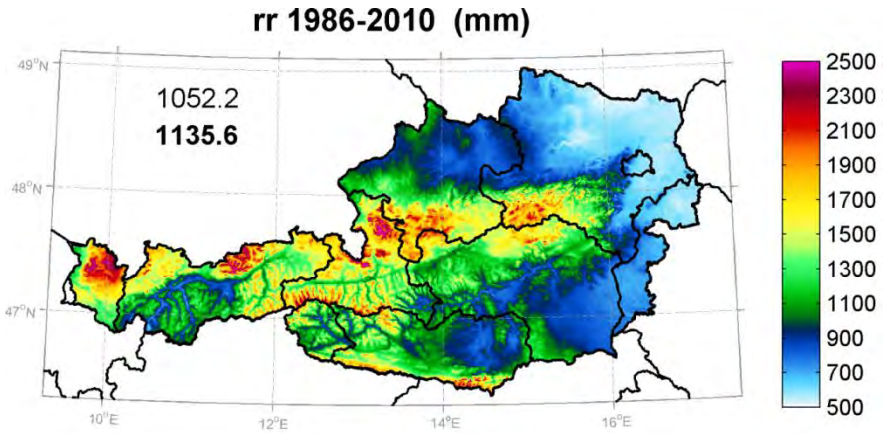
ANNEX 4: Niederschlagsindizes (Beobachtung) für das Gesamtjahr und für Sonderperioden (Anhang Kapitel 4, Teil 3: Jährliche Basis)

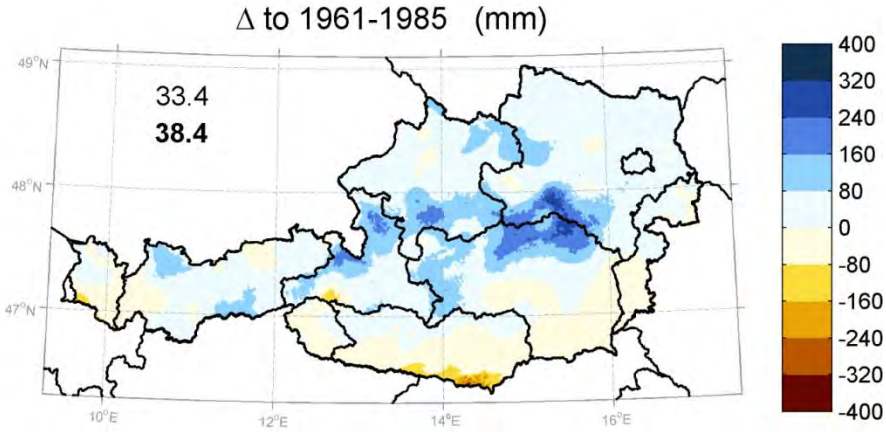
ERKLÄRUNG

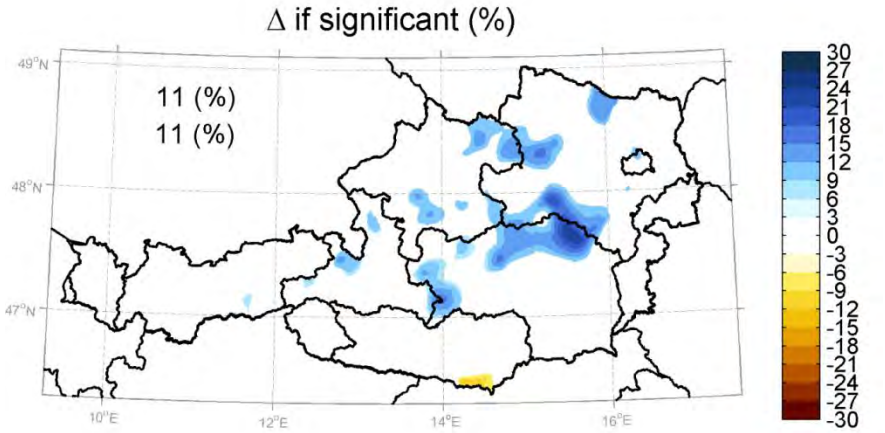
In diesem Anhang sind sämtliche Niederschlagsindizes für das Gesamtjahr und für Sonderperioden dargestellt. Für jeden Index und jede Saison wird ein einseitiges Panel mit vier Teilgraphiken präsentiert. Dieses Panel beinhaltet:

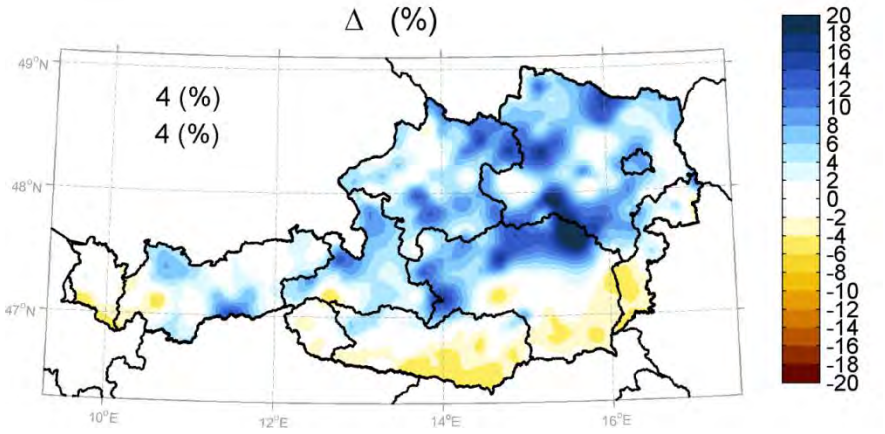
(1) **KLIMAMITTELWERT 1986-2010** Arithmetisches Mittel der Jahreswerte von 1986-2010
(2) **ABSOLUTE ÄNDERUNG des KLIMAMITTELWERTES** Differenz des Klimamittels 1986-2010 und 1961-1985
(3) **RELATIVE ÄNDERUNG des KLIMAMITTELWERTES** Differenz 1986-2010 ggü. 1961-1985 in % jedoch nur für Gitterpunkte an denen das in (2) gezeigte Änderungssignal größer ist als die natürliche Variabilität
(4) **RELATIVE ÄNDERUNG des KLIMAMITTELWERTES** Wie in (3) jedoch für alle Gitterpunkte ohne Berücksichtigung der NV

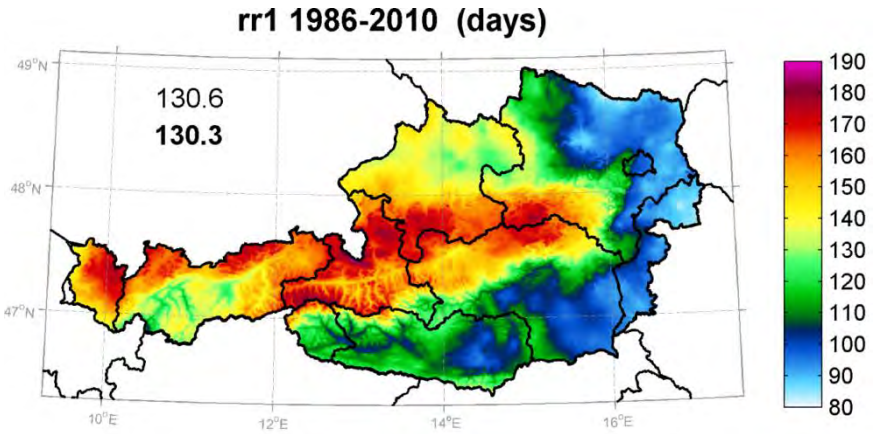
In jeder dieser Teil-Abbildungen ist links oben der Median und der Mittelwerte für das Gebiet von Österreich angegeben. Diese wurden aus den einzelnen Gitterpunktwerten berechnet. Der Median gibt den Zentralwert an für den die Hälfte aller Gitterpunktwerte darüber bzw. darunter liegt. Der Mittelwert ist hingegen ein klassisches arithmetisches Flächenmittel, allerdings fallen Werte die unverhältnismäßig groß oder klein sind beim Mittelwert stärker ins Gewicht.

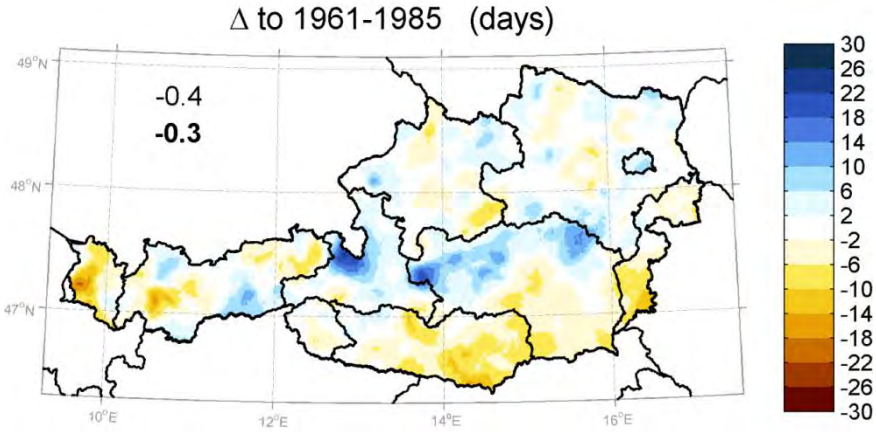

rr 1986-2010 (mm)
1052.2
1135.6
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
2500
2300
2100
1900
1700
1500
1300
1100
900
700
500

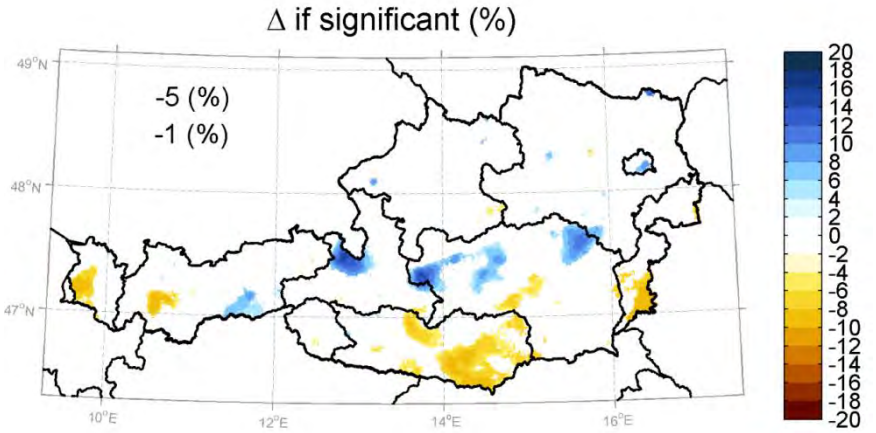

Δ to 1961-1985 (mm)
33.4
38.4
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
400
320
240
160
80
0
-80
-160
-240
-320
-400

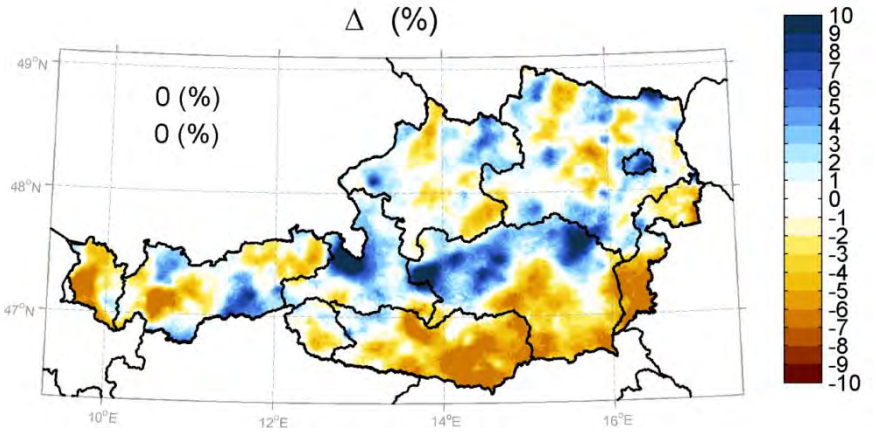

Δ if significant (%)
11 (%)
11 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30

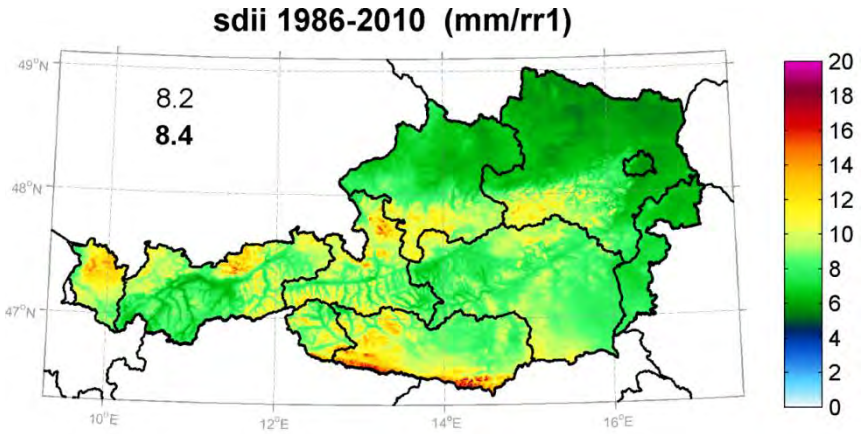

Δ (%)
4 (%)
4 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20

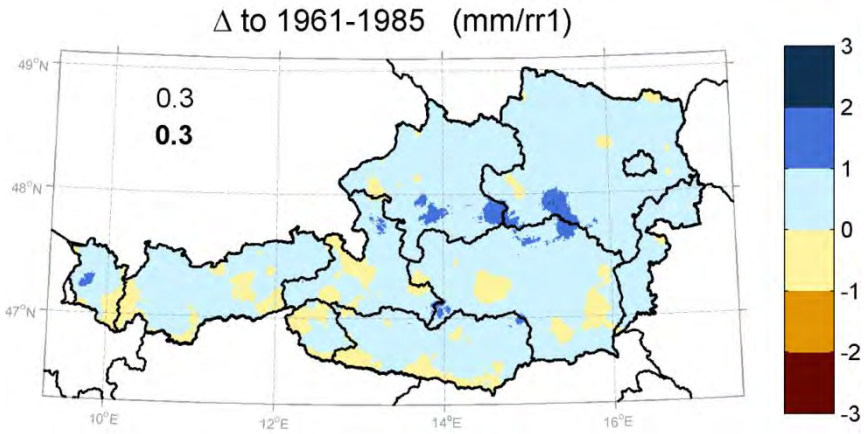

rr1 1986-2010 (days)
130.6
130.3
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
190
180
170
160
150
140
130
120
110
100
90
80

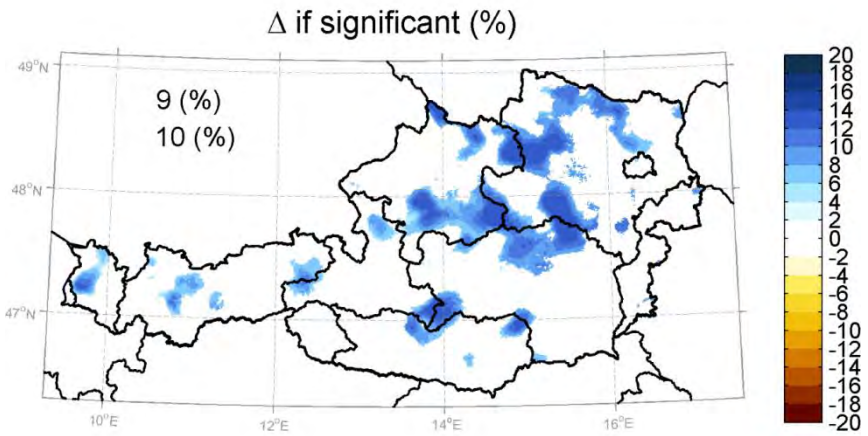

Δ to 1961-1985 (days)
-0.4
-0.3
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
30
26
22
18
14
10
6
2
-2
-6
-10
-14
-18
-22
-26
-30

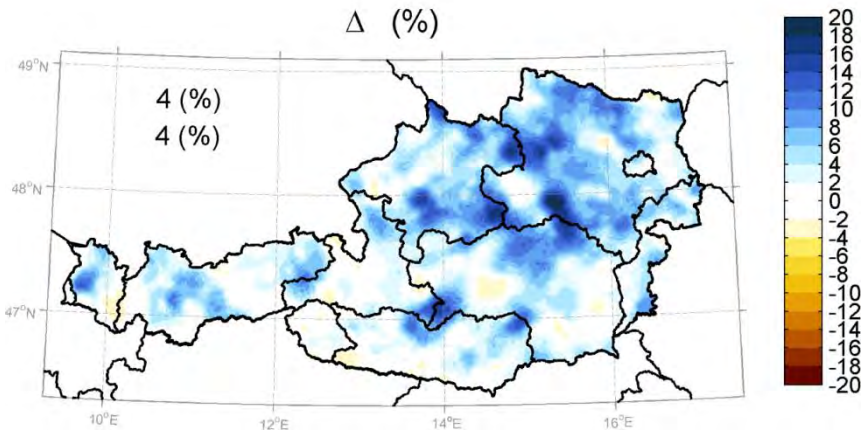

Δ if significant (%)
-5 (%)
-1 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20

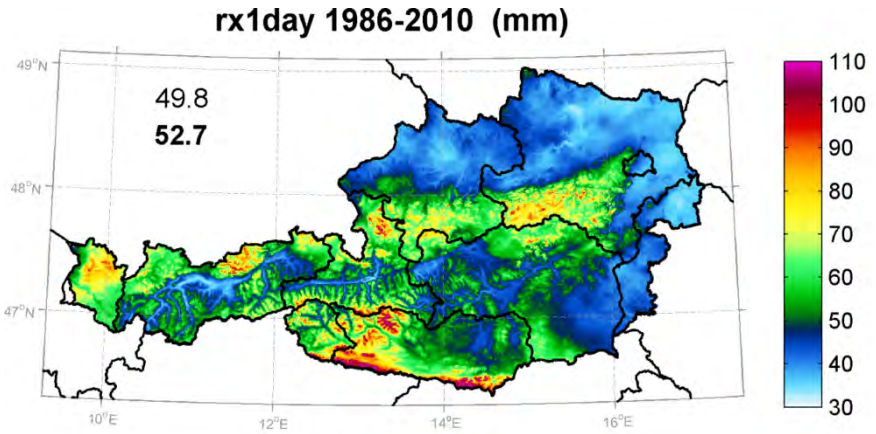

Δ (%)
0 (%)
0 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10

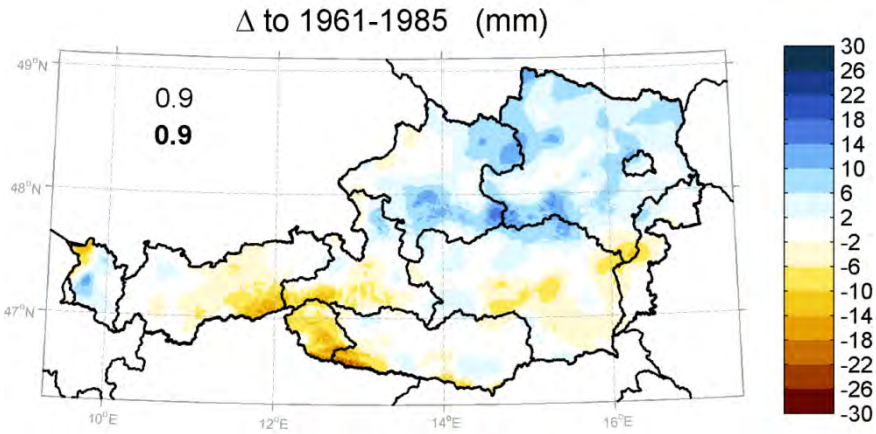

sdii 1986-2010 (mm/rr1)
8.2
8.4
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0

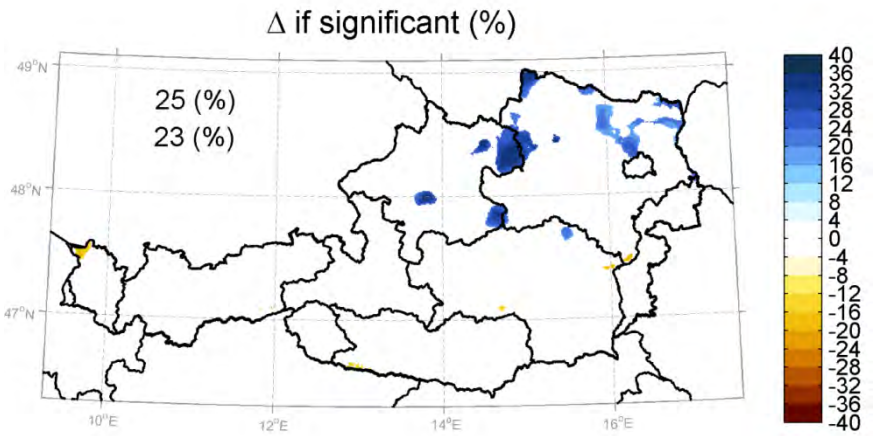

Δ to 1961-1985 (mm/rr1)
0.3
0.3
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
3
2
1
0
-1
-2
-3

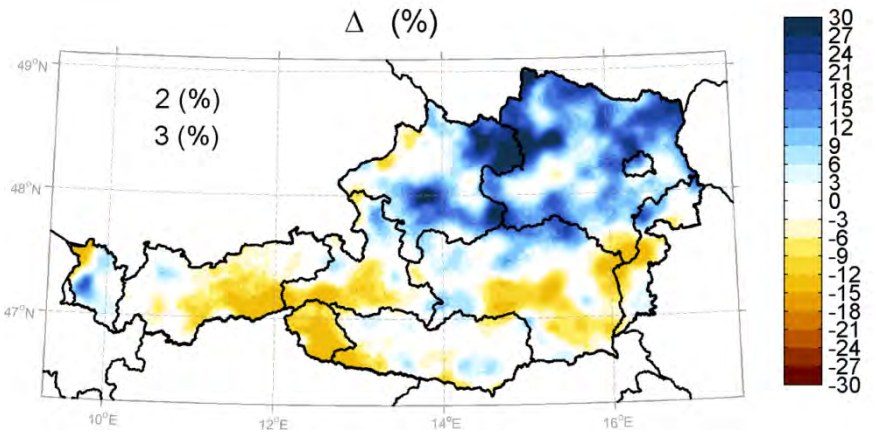

Δ if significant (%)
9 (%)
10 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20

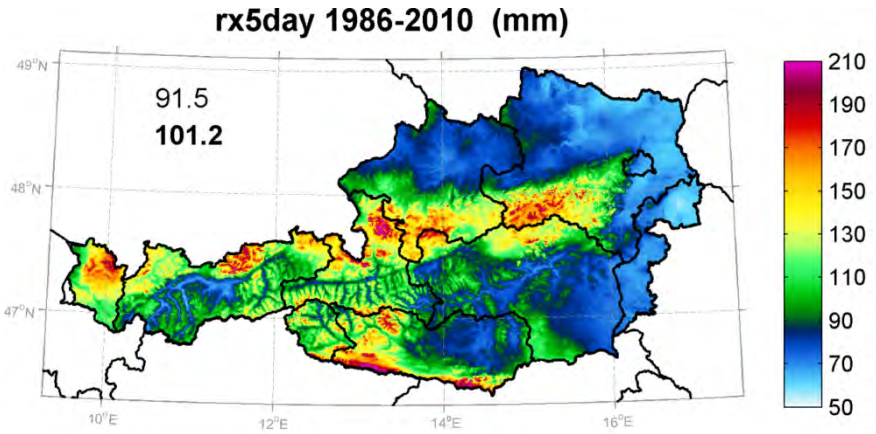

Δ (%)
4 (%)
4 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20

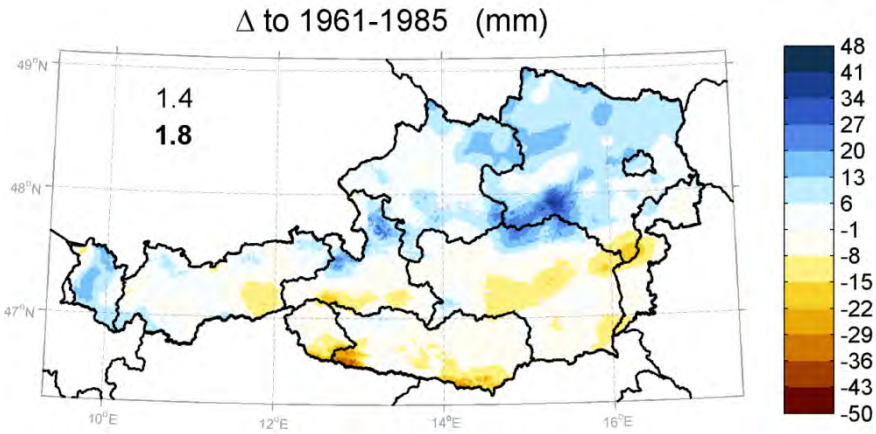

rx1day 1986-2010 (mm)
49.8
52.7
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
110
100
90
80
70
60
50
40
30

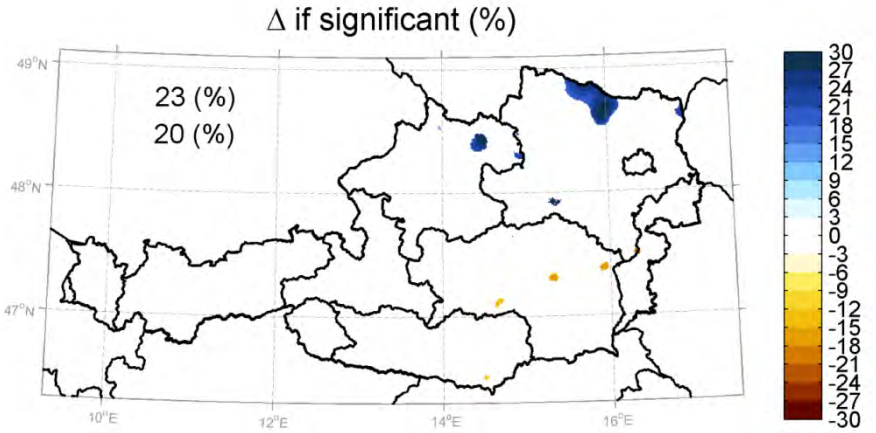

Δ to 1961-1985 (mm)
0.9
0.9
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
30
26
22
18
14
10
6
2
-2
-6
-10
-14
-18
-22
-26
-30

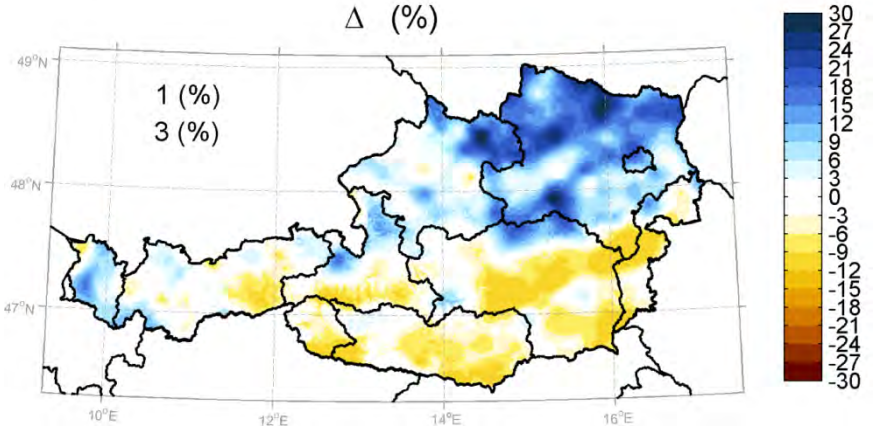

Δ if significant (%)
25 (%)
23 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
40
36
32
28
24
20
16
12
8
4
0
-4
-8
-12
-16
-20
-24
-28
-32
-36
-40

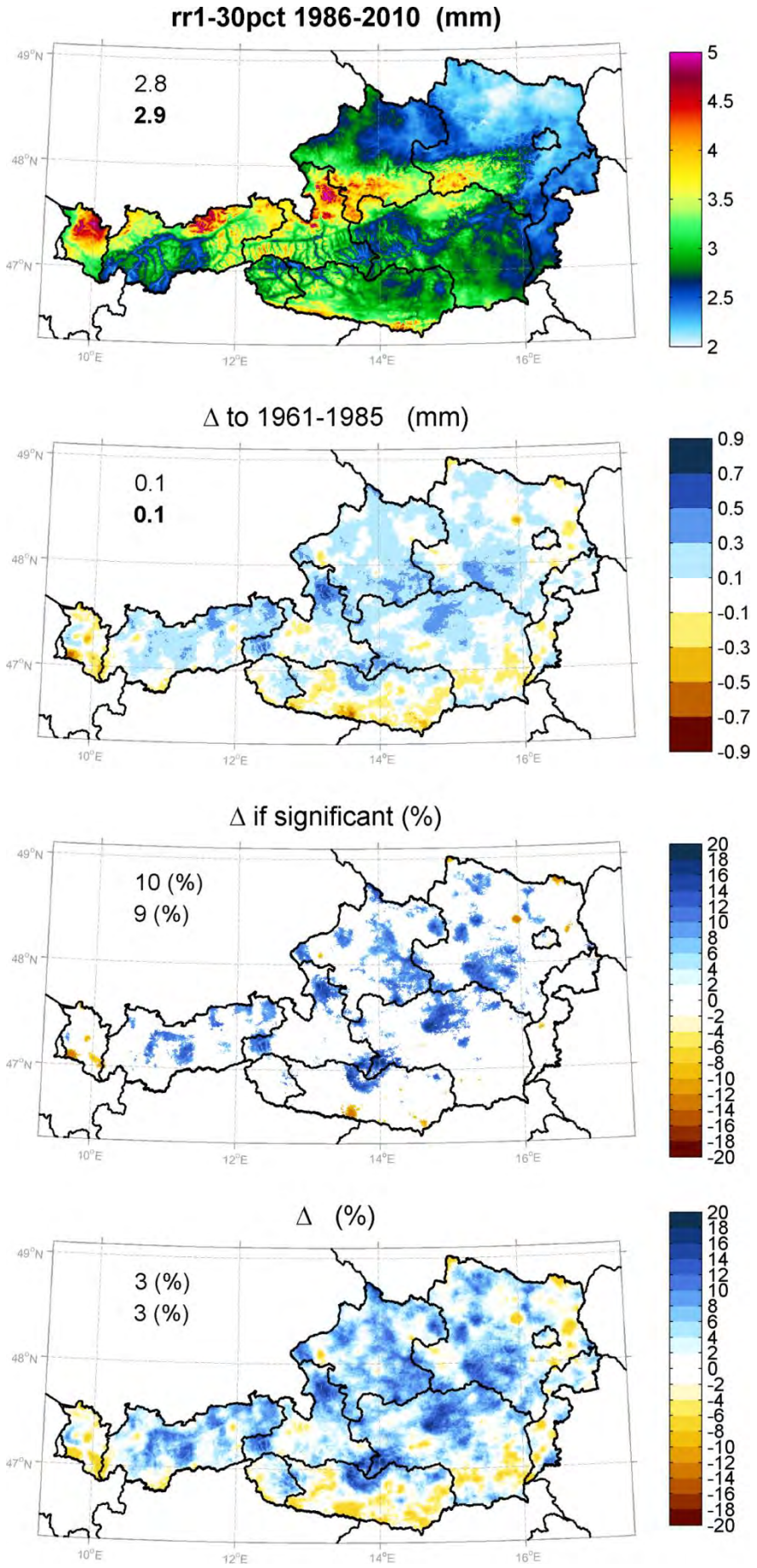

Δ (%)
2 (%)
3 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30

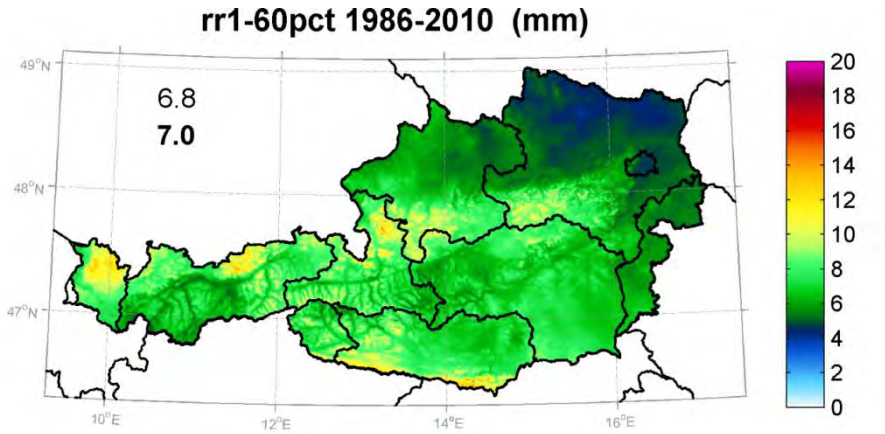

rx5day 1986-2010 (mm)
91.5
101.2
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
210
190
170
150
130
110
90
70
50

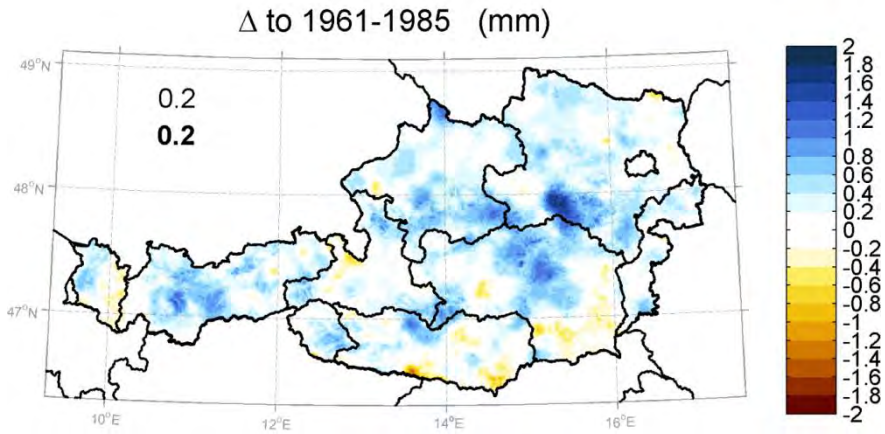

Δ to 1961-1985 (mm)
1.4
1.8
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
48
41
34
27
20
13
6
-1
-8
-15
-22
-29
-36
-43
-50

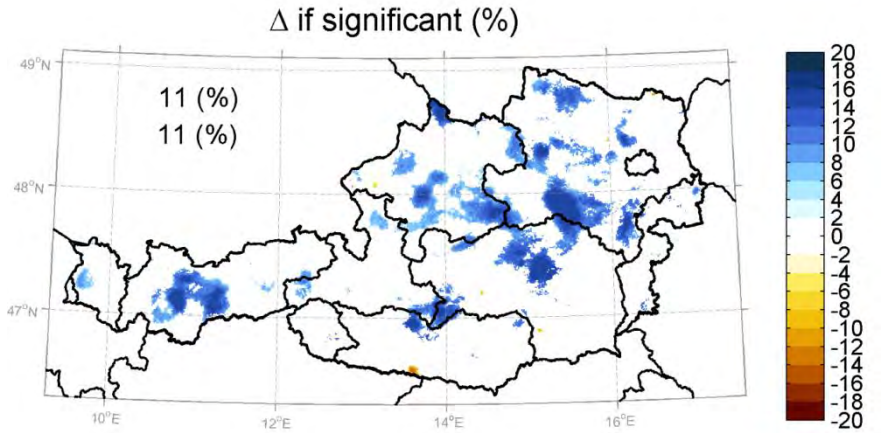

Δ if significant (%)
23 (%)
20 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30

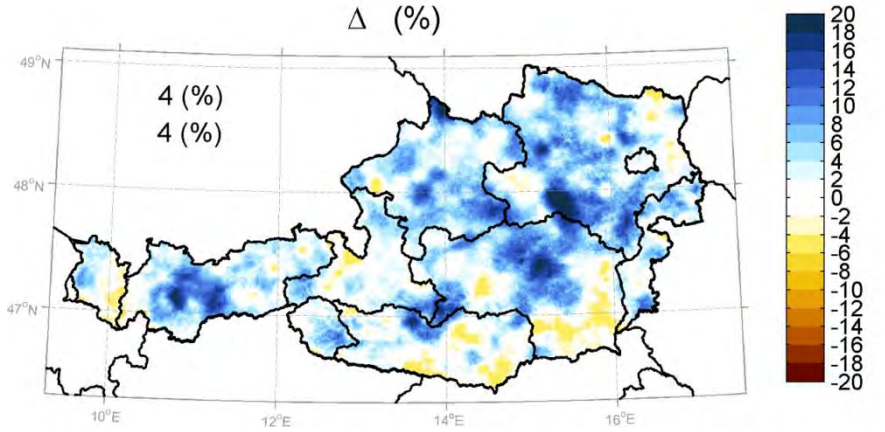

Δ (%)
1 (%)
3 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30

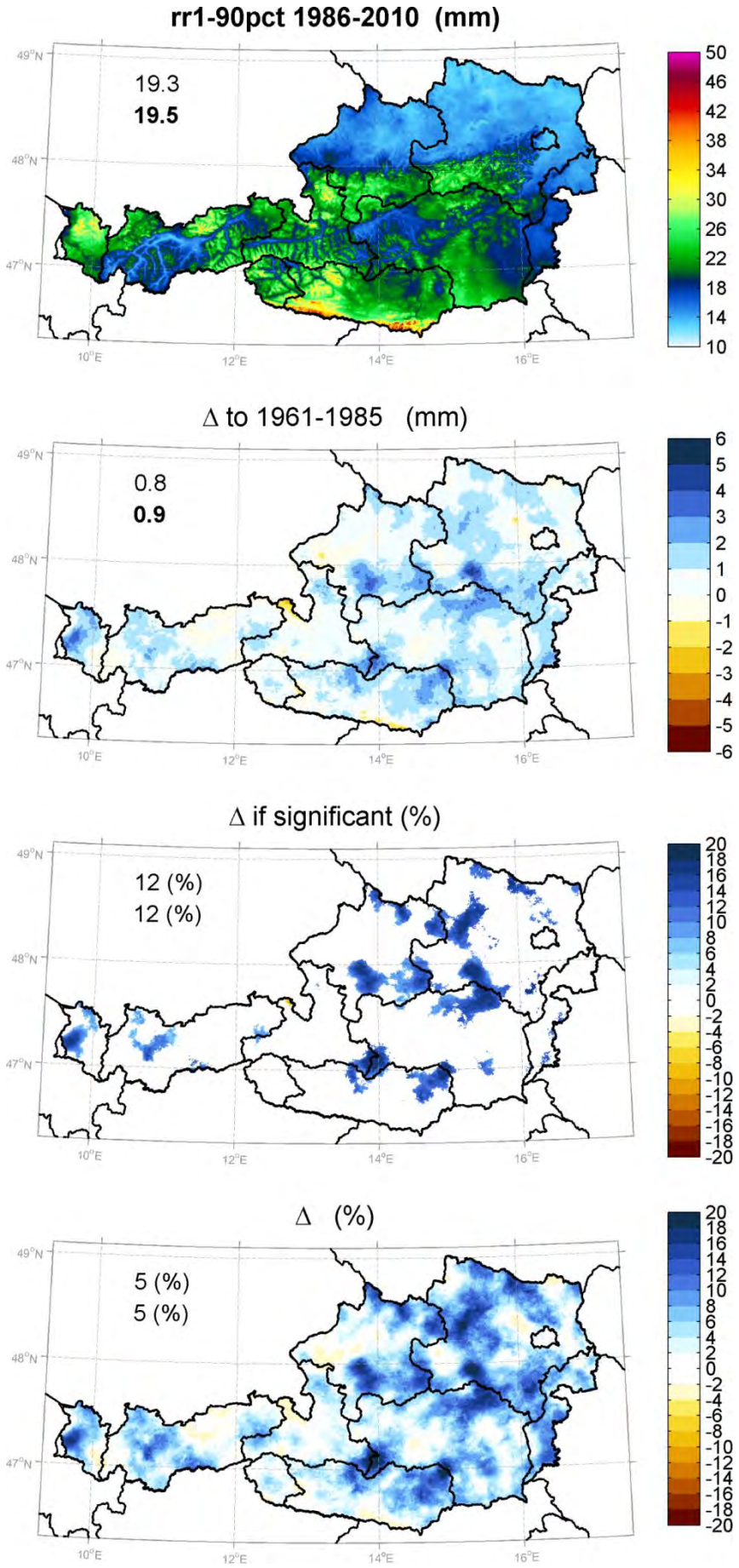

rr1-30pct 1986-2010 (mm)
2.8
2.9
5
4.5
4
3.5
3
2.5
2
Δ to 1961-1985 (mm)
0.1
0.1
0.9
0.7
0.5
0.3
0.1
-0.1
-0.3
-0.5
-0.7
-0.9
Δ if significant (%)
10 (%)
9 (%)
20 18 16 14 12 10 8 6 4 2 0 -2 -4 -6 -8 -10 -12 -14 -16 -18 -20
Δ (%)
3 (%)
3 (%)
20 18 16 14 12 10 8 6 4 2 0 -2 -4 -6 -8 -10 -12 -14 -16 -18 -20
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

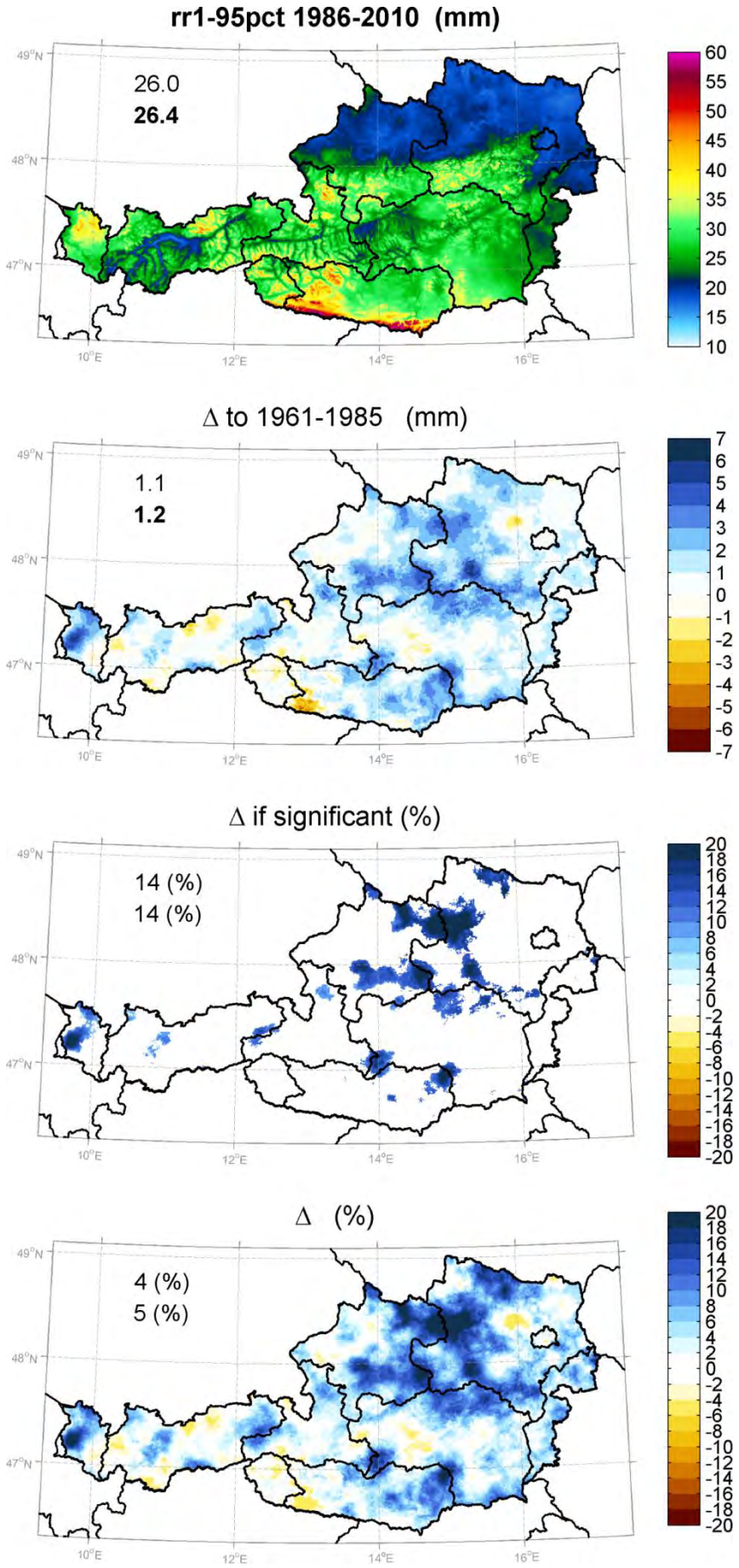

rr1-60pct 1986-2010 (mm)
6.8
7.0
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0

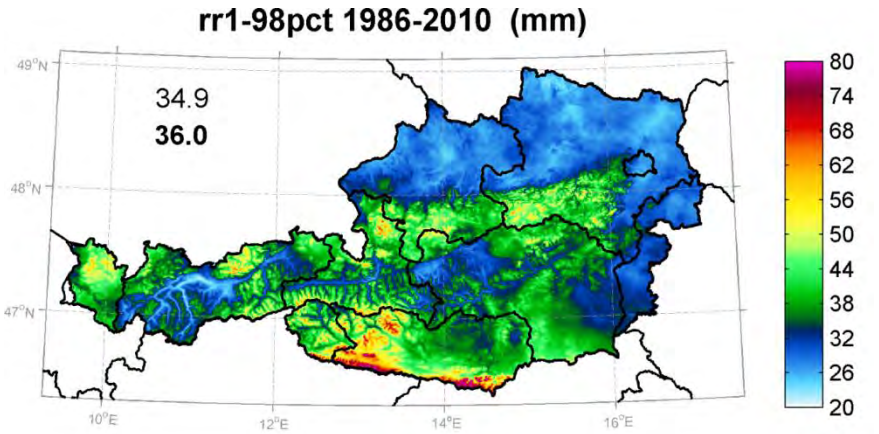

Δ to 1961-1985 (mm)
0.2
0.2
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
2
1.8
1.6
1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
-0.2
-0.4
-0.6
-0.8
-1
-1.2
-1.4
-1.6
-1.8
-2

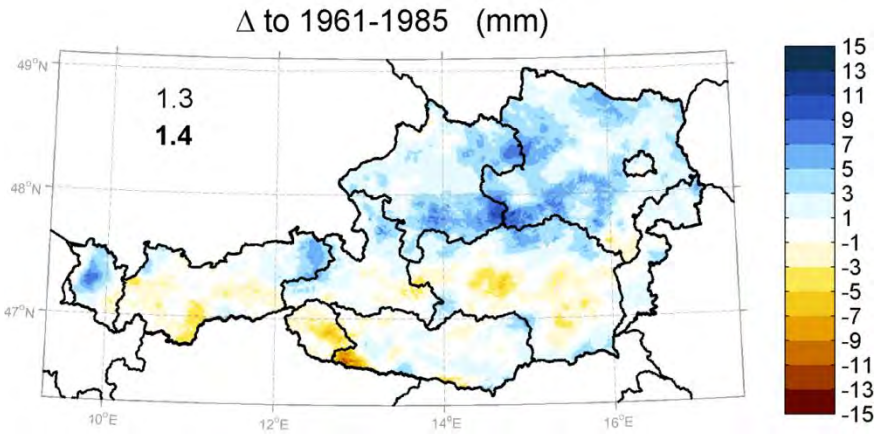

Δ if significant (%)
11 (%)
11 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20

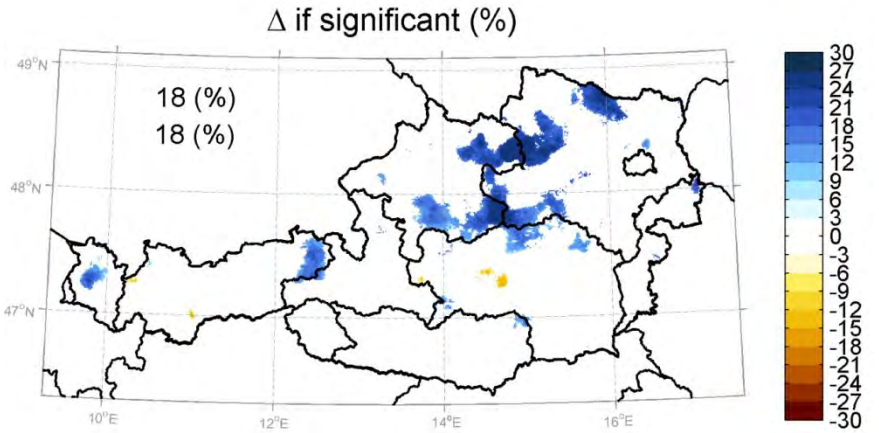

Δ (%)
4 (%)
4 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20

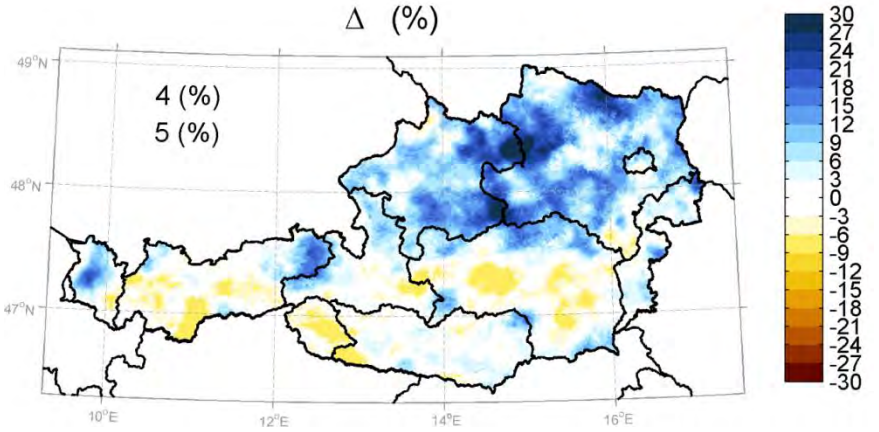

rr1-90pct 1986-2010 (mm)
19.3
19.5
50
46
42
38
34
30
26
22
18
14
10
Δ to 1961-1985 (mm)
0.8
0.9
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
Δ if significant (%)
12 (%)
12 (%)
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20
Δ (%)
5 (%)
5 (%)
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

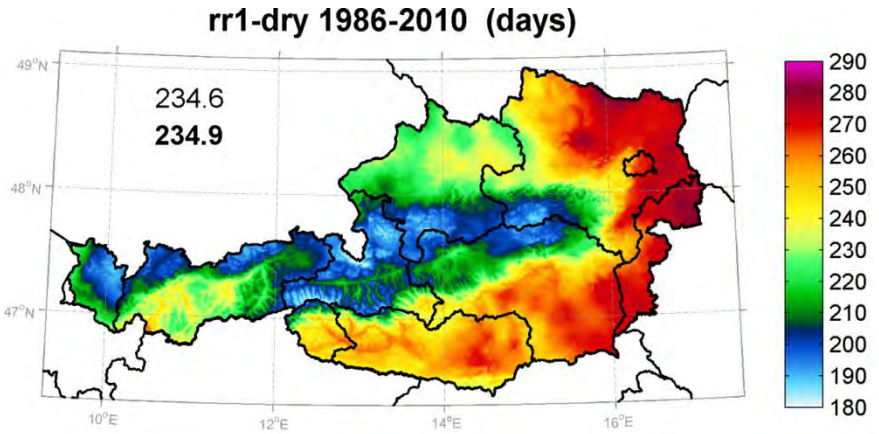

rr1-95pct 1986-2010 (mm)
26.0
26.4
60
55
50
45
40
35
30
25
20
15
10
Δ to 1961-1985 (mm)
1.1
1.2
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
Δ if significant (%)
14 (%)
14 (%)
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20
Δ (%)
4 (%)
5 (%)
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

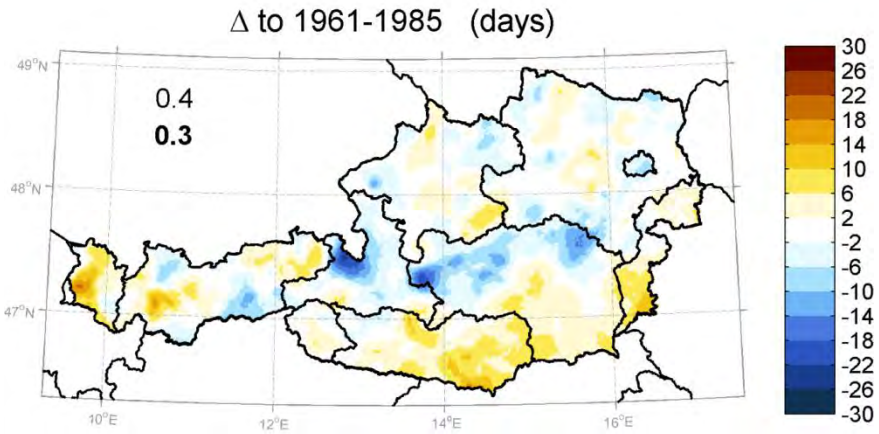

rr1-98pct 1986-2010 (mm)
34.9
36.0
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
80
74
68
62
56
50
44
38
32
26
20

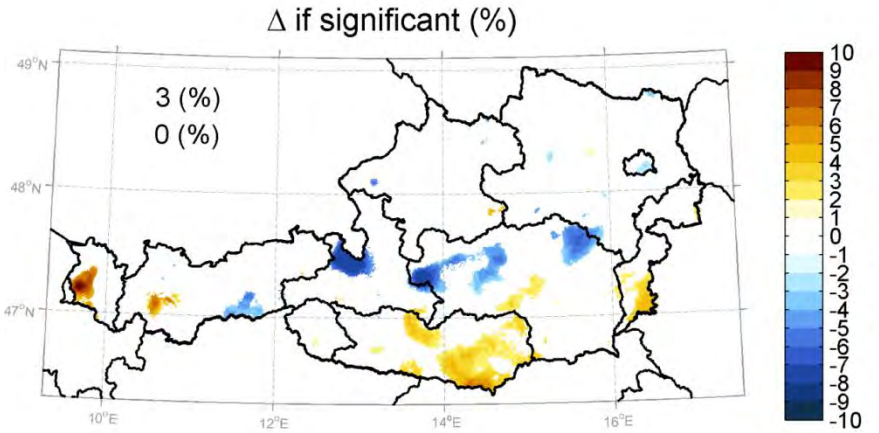

Δ to 1961-1985 (mm)
1.3
1.4
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
15
13
11
9
7
5
3
1
-1
-3
-5
-7
-9
-11
-13
-15

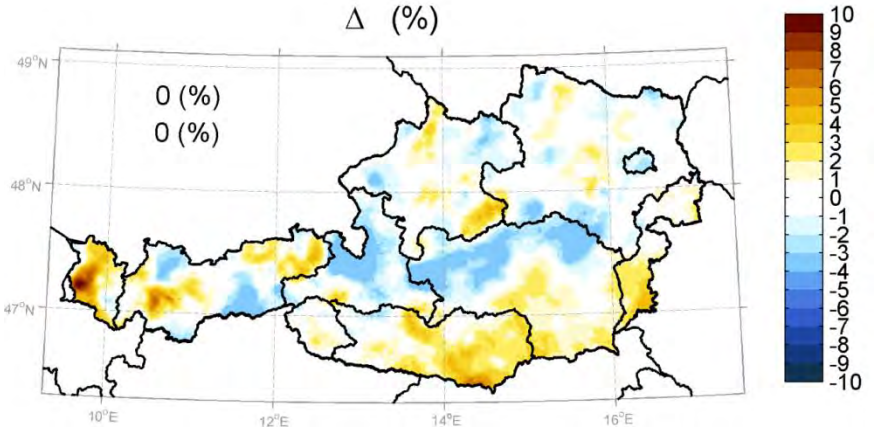

Δ if significant (%)
18 (%)
18 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30

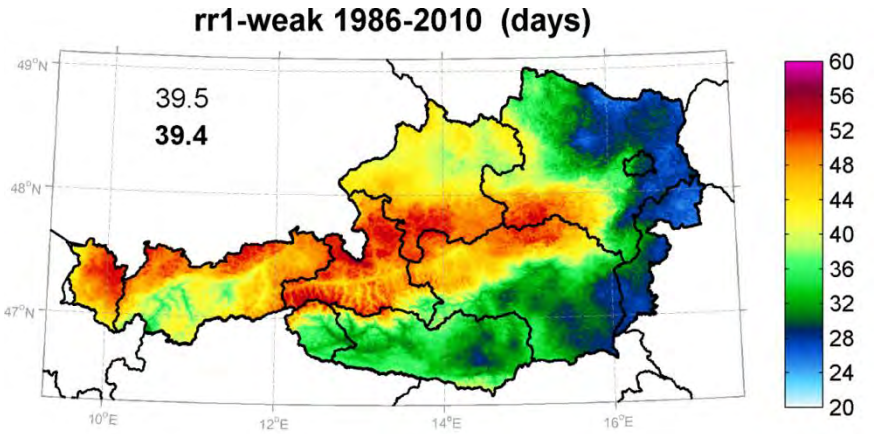

Δ (%)
4 (%)
5 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30

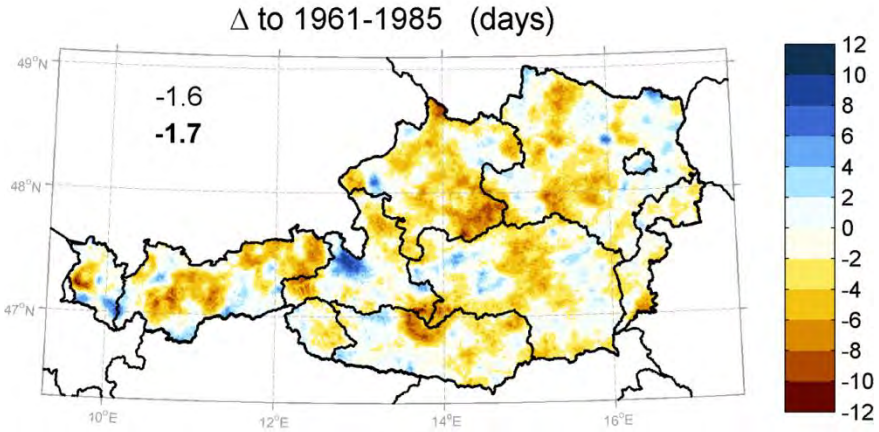

rr1-dry 1986-2010 (days)
234.6
234.9
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
290
280
270
260
250
240
230
220
210
200
190
180

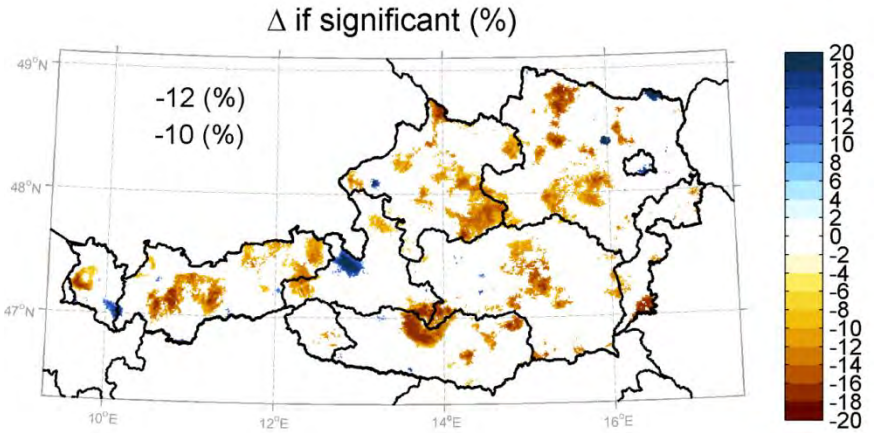

Δ to 1961-1985 (days)
0.4
0.3
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
30
26
22
18
14
10
6
2
-2
-6
-10
-14
-18
-22
-26
-30

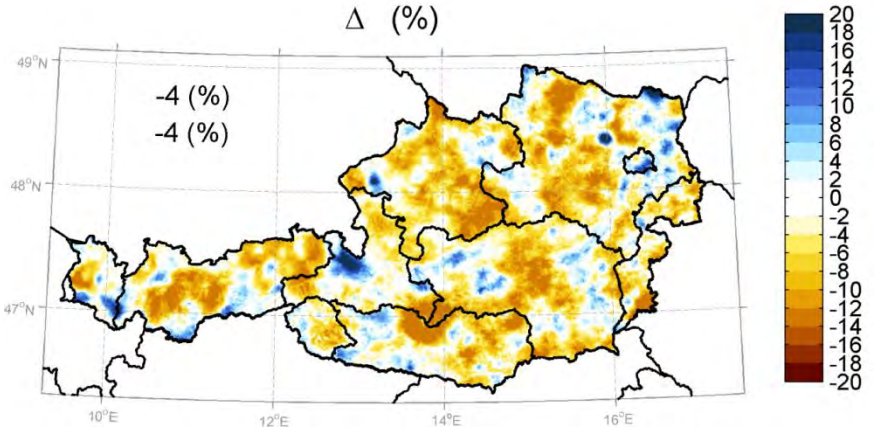

Δ if significant (%)
3 (%)
0 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10

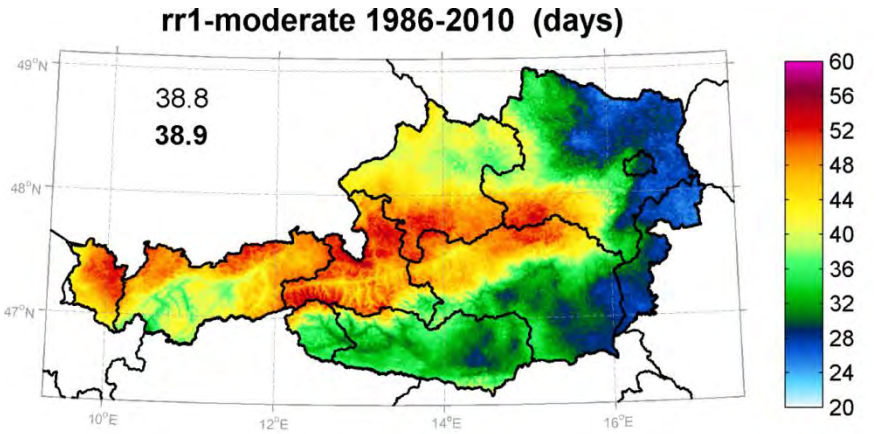

Δ (%)
0 (%)
0 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10

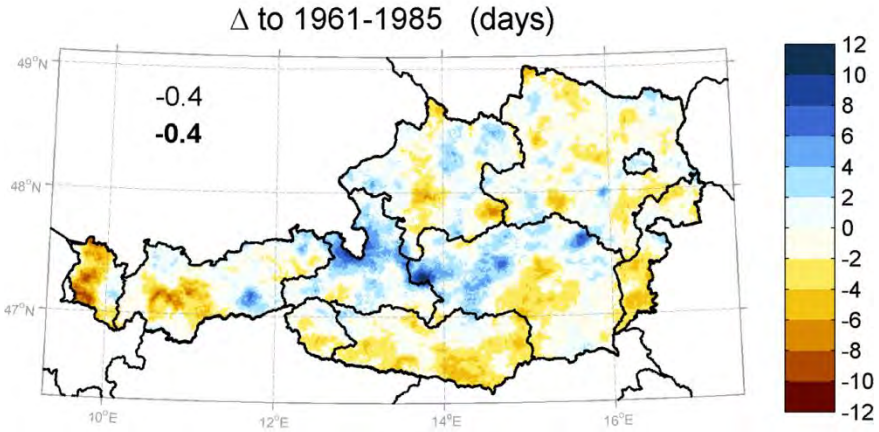

rr1-weak 1986-2010 (days)
39.5
39.4
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
60
56
52
48
44
40
36
32
28
24
20

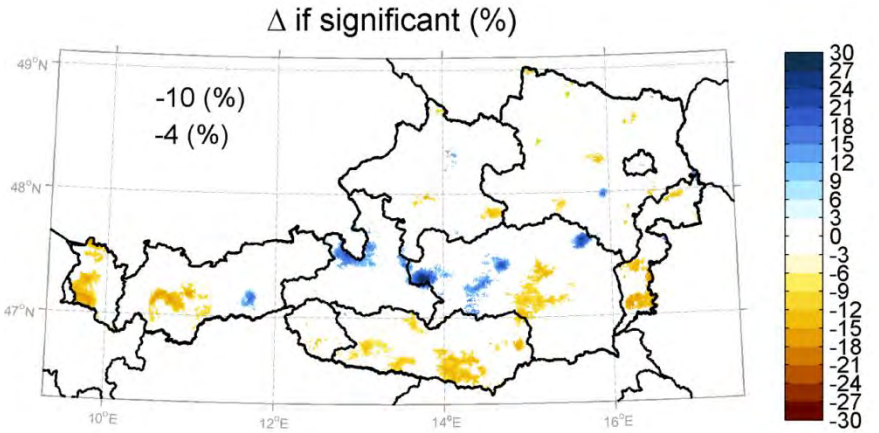

Δ to 1961-1985 (days)
-1.6
-1.7
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12

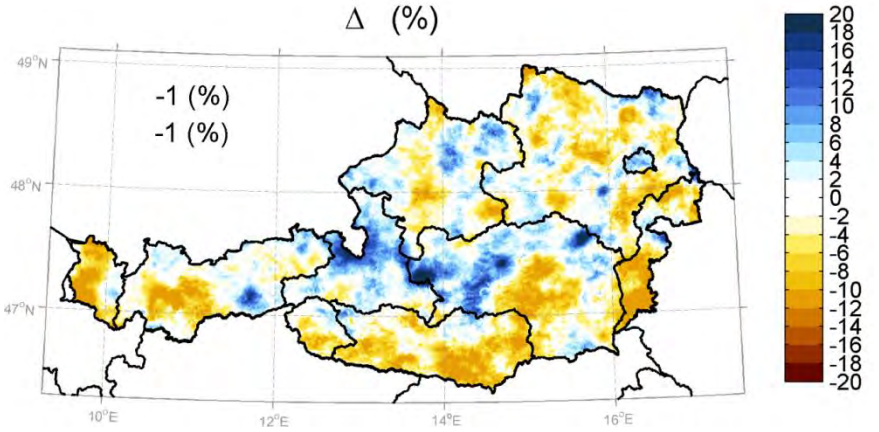

Δ if significant (%)
-12 (%)
-10 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20

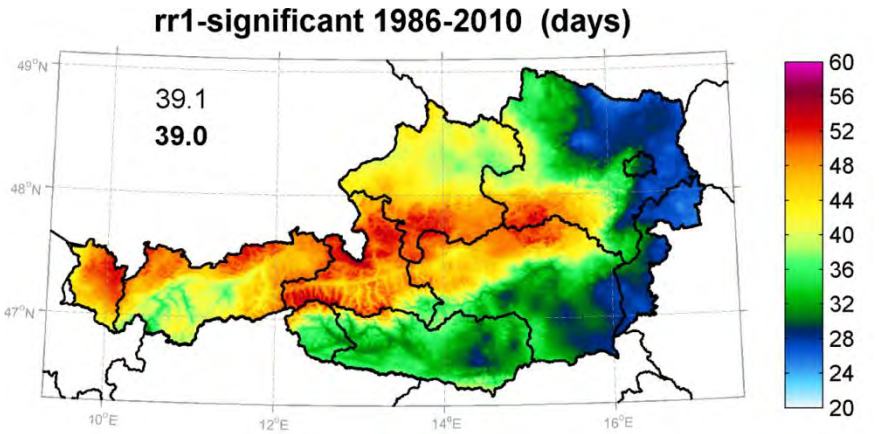

Δ (%)
-4 (%)
-4 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20

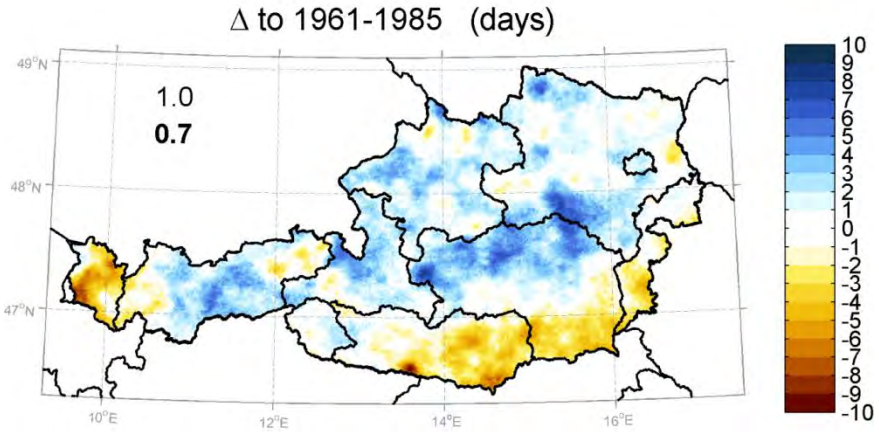

rr1-moderate 1986-2010 (days)
38.8
38.9
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
60
56
52
48
44
40
36
32
28
24
20

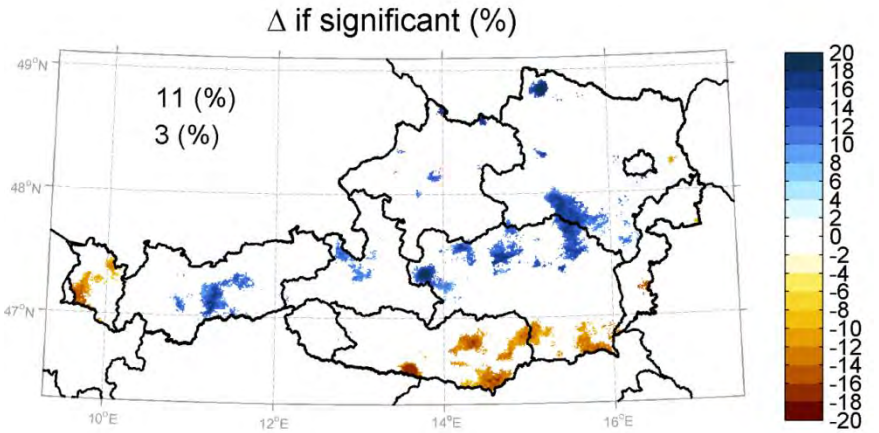

Δ to 1961-1985 (days)
-0.4
-0.4
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12

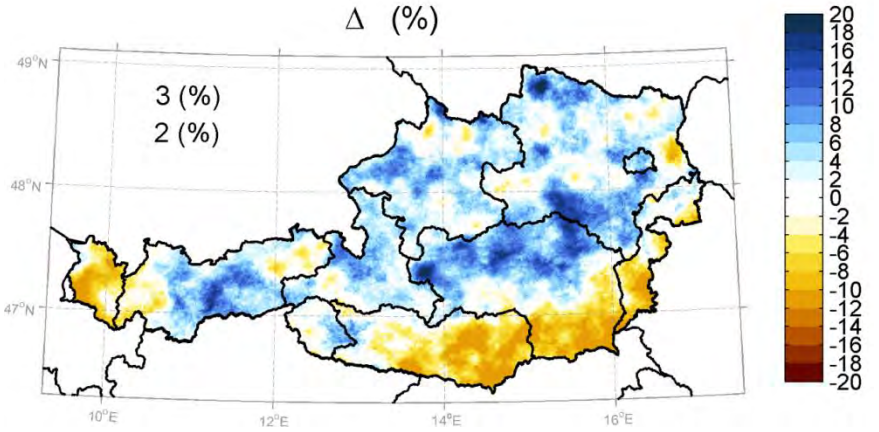

Δ if significant (%)
-10 (%)
-4 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30

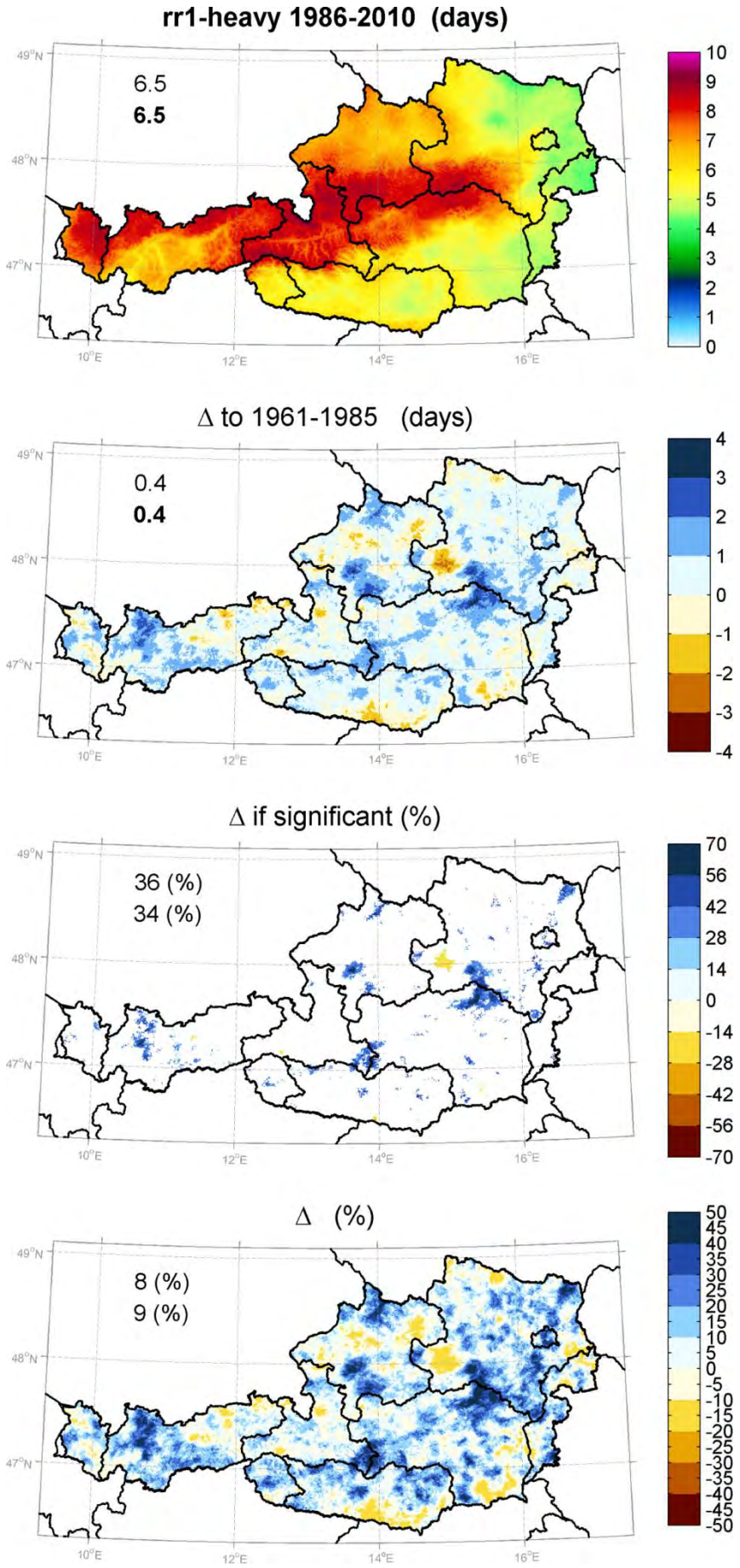

Δ (%)
-1 (%)
-1 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20

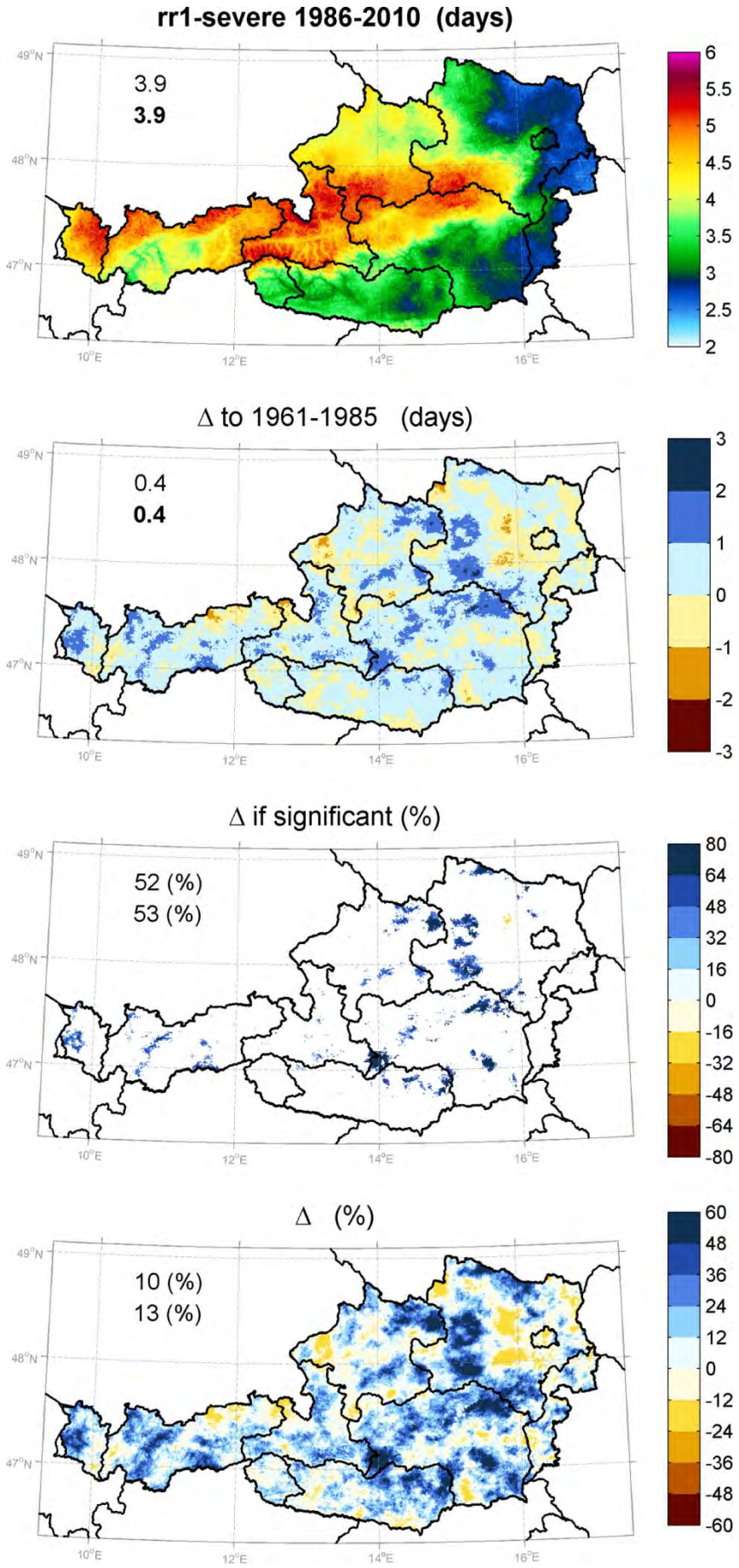

rr1-significant 1986-2010 (days)
39.1
39.0
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
60
56
52
48
44
40
36
32
28
24
20

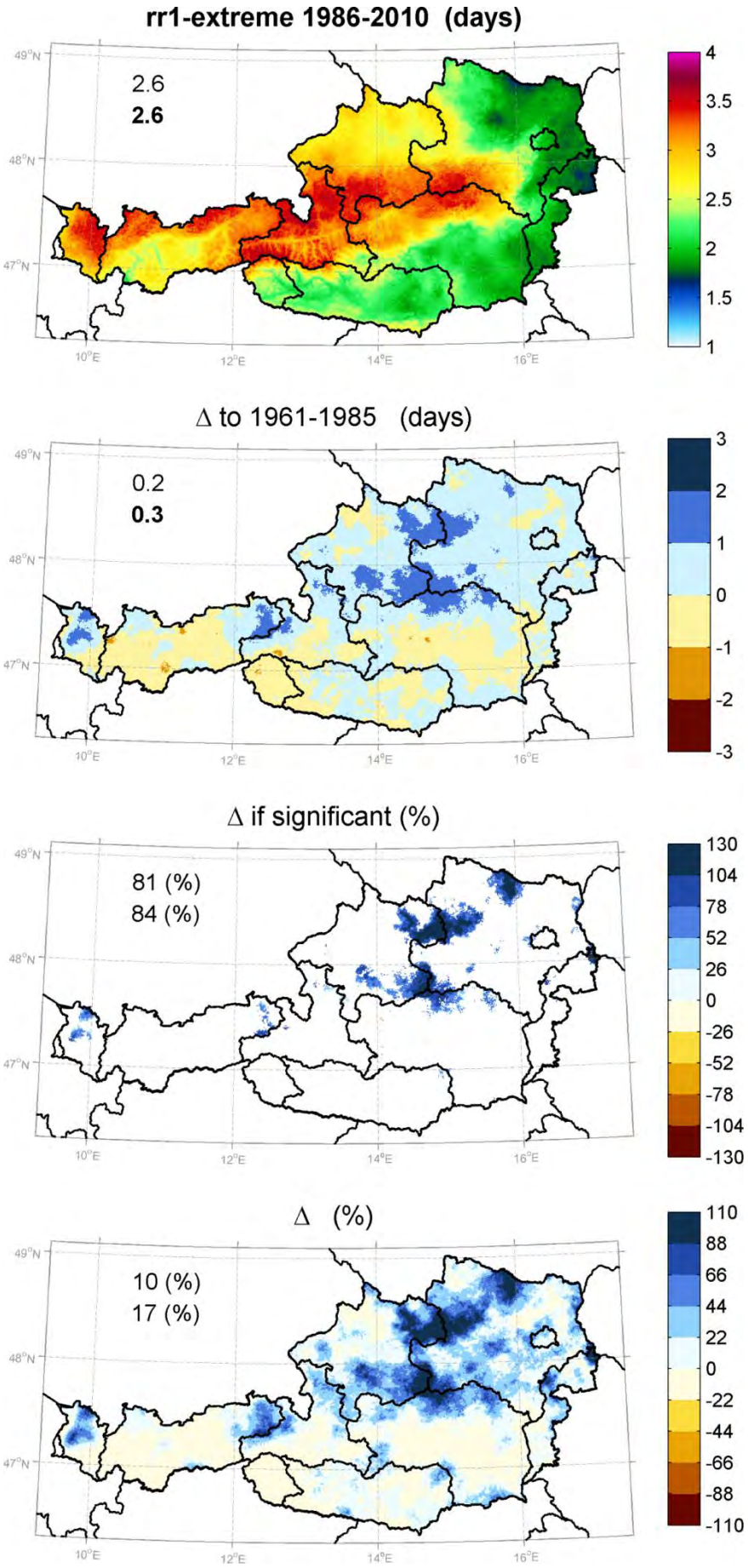

Δ to 1961-1985 (days)
1.0
0.7
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10

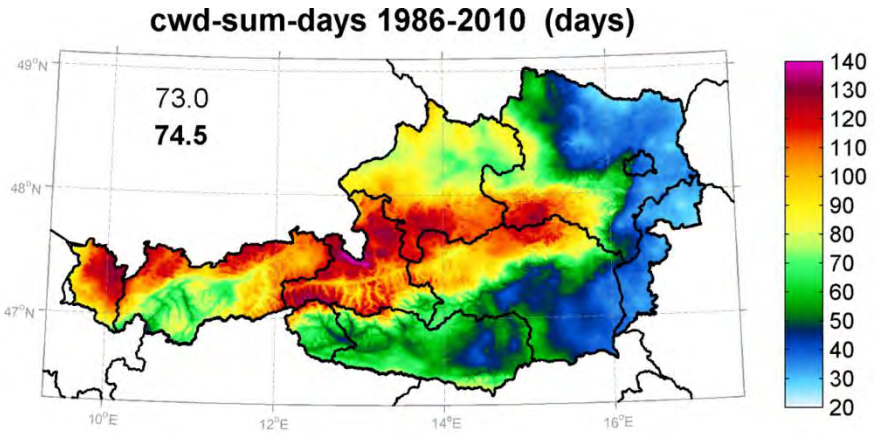

Δ if significant (%)
11 (%)
3 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20

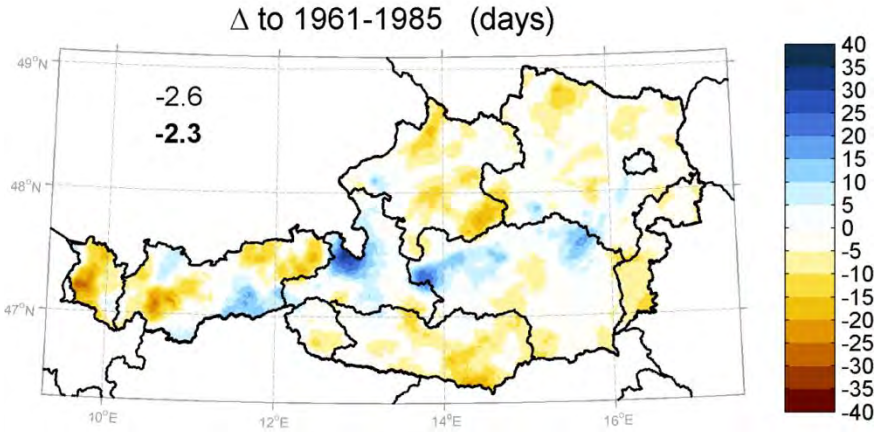

Δ (%)
3 (%)
2 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20

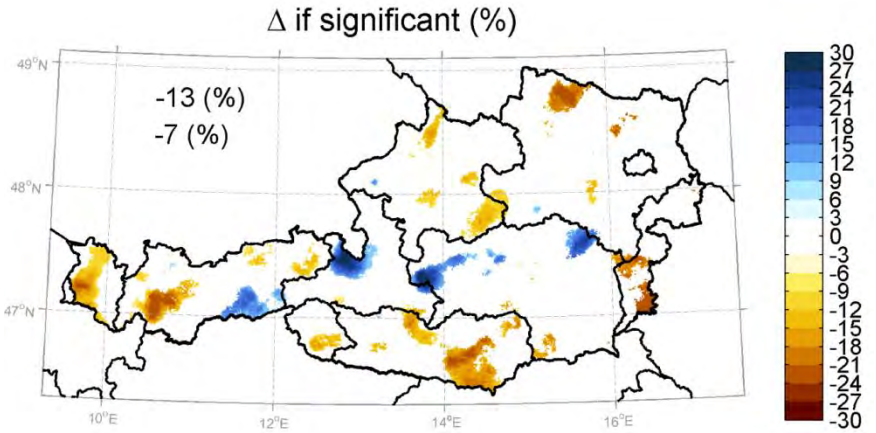

rr1-heavy 1986-2010 (days)
6.5
6.5
Δ to 1961-1985 (days)
0.4
0.4
Δ if significant (%)
36 (%)
34 (%)
Δ (%)
8 (%)
9 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

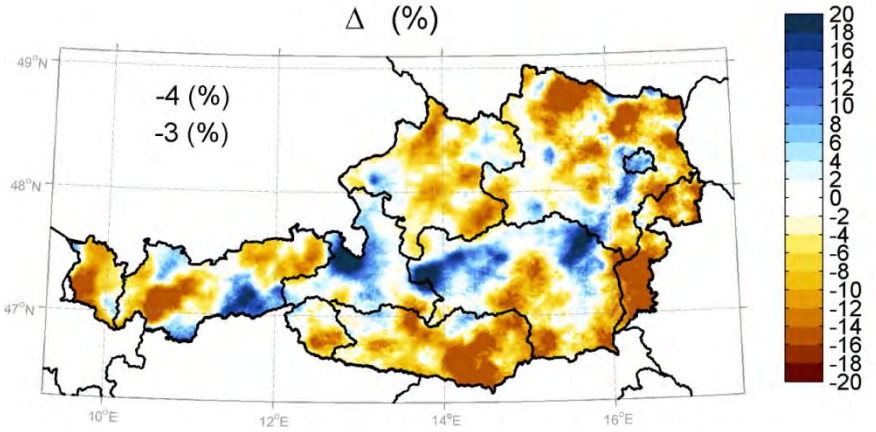

rr1-severe 1986-2010 (days)
3.9
3.9
6
5.5
5
4.5
4
3.5
3
2.5
2
Δ to 1961-1985 (days)
0.4
0.4
3
2
1
0
-1
-2
-3
Δ if significant (%)
52 (%)
53 (%)
80
64
48
32
16
0
-16
-32
-48
-64
-80
Δ (%)
10 (%)
13 (%)
60
48
36
24
12
0
-12
-24
-36
-48
-60
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

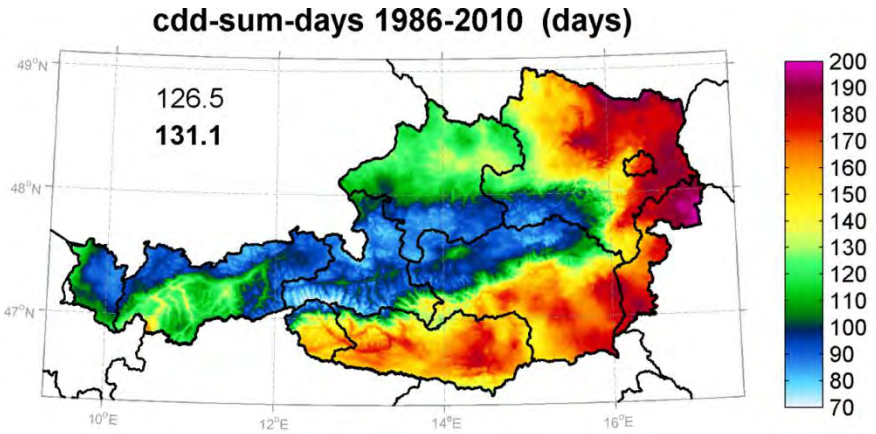

rr1-extreme 1986-2010 (days)
2.6
2.6
4
3.5
3
2.5
2
1.5
1
Δ to 1961-1985 (days)
0.2
0.3
3
2
1
0
-1
-2
-3
Δ if significant (%)
81 (%)
84 (%)
130
104
78
52
26
0
-26
-52
-78
-104
-130
Δ (%)
10 (%)
17 (%)
110
88
66
44
22
0
-22
-44
-66
-88
-110
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

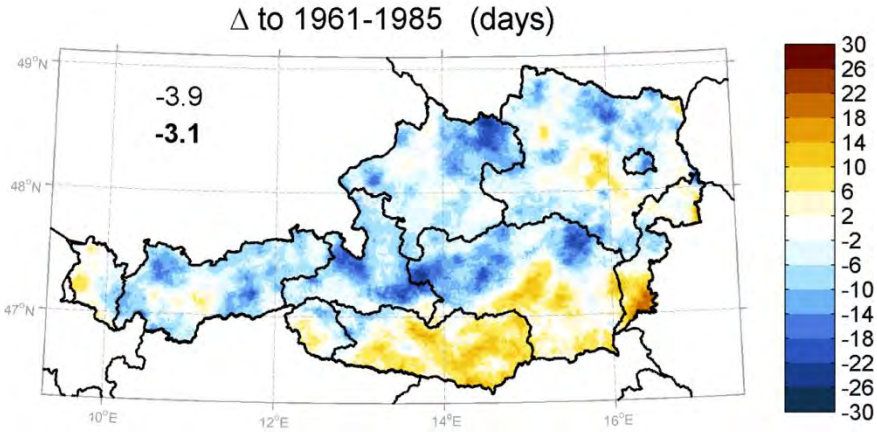

cwd-sum-days 1986-2010 (days)
73.0
74.5
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
140
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
30
20

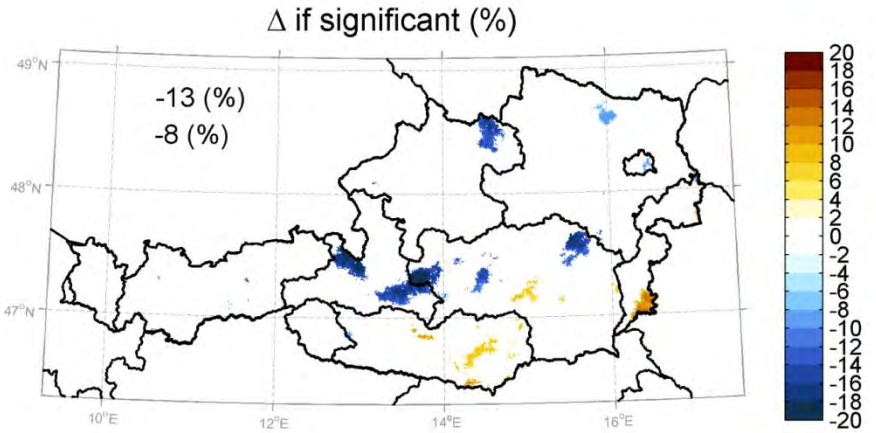

Δ to 1961-1985 (days)
-2.6
-2.3
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
40
35
30
25
20
15
10
5
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40

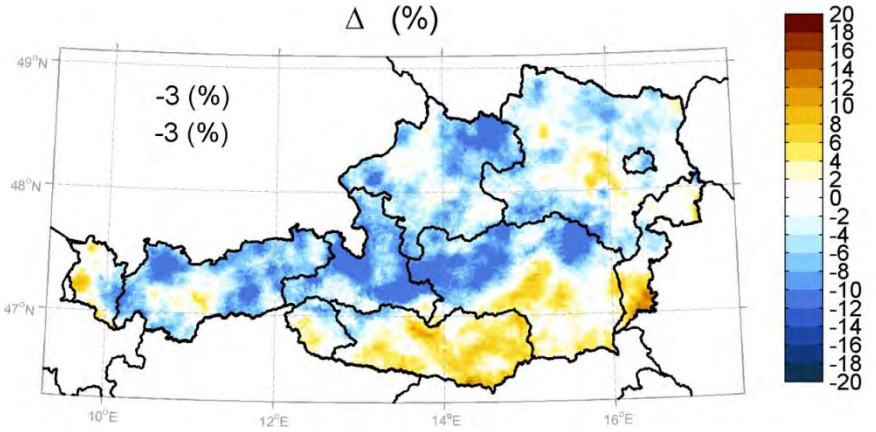

Δ if significant (%)
-13 (%)
-7 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30


Δ (%)
-4 (%)
-3 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20


cdd-sum-days 1986-2010 (days)
126.5
131.1
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
200
190
180
170
160
150
140
130
120
110
100
90
80
70


Δ to 1961-1985 (days)
-3.9
-3.1
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
30
26
22
18
14
10
6
2
-2
-6
-10
-14
-18
-22
-26
-30


Δ if significant (%)
-13 (%)
-8 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20


Δ (%)
-3 (%)
-3 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20

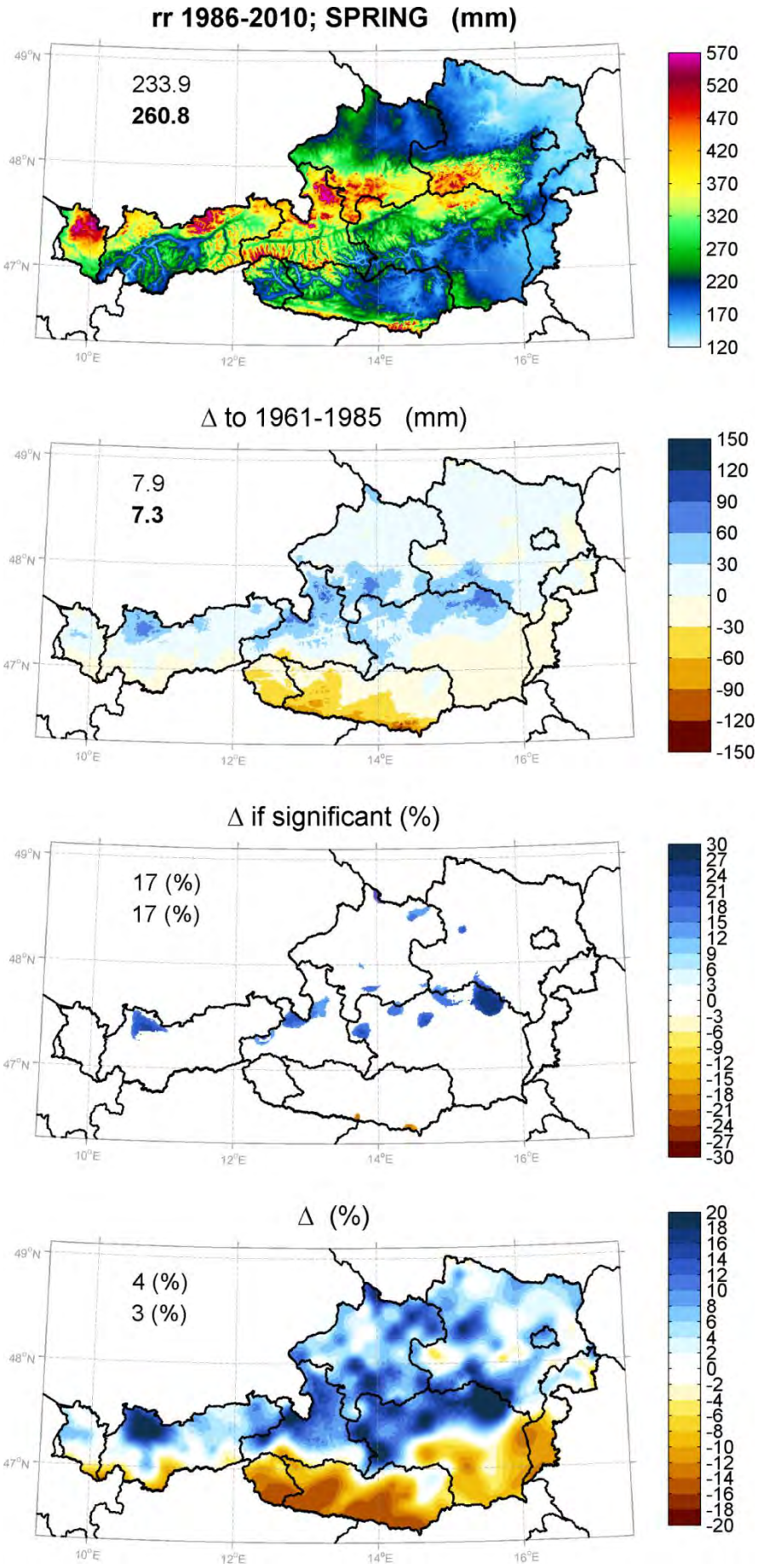
ANNEX 5: Niederschlagsindizes (Beobachtung) für das Gesamtjahr und für Sonderperioden (Anhang Kapitel 4, Teil 4: Saisonal)

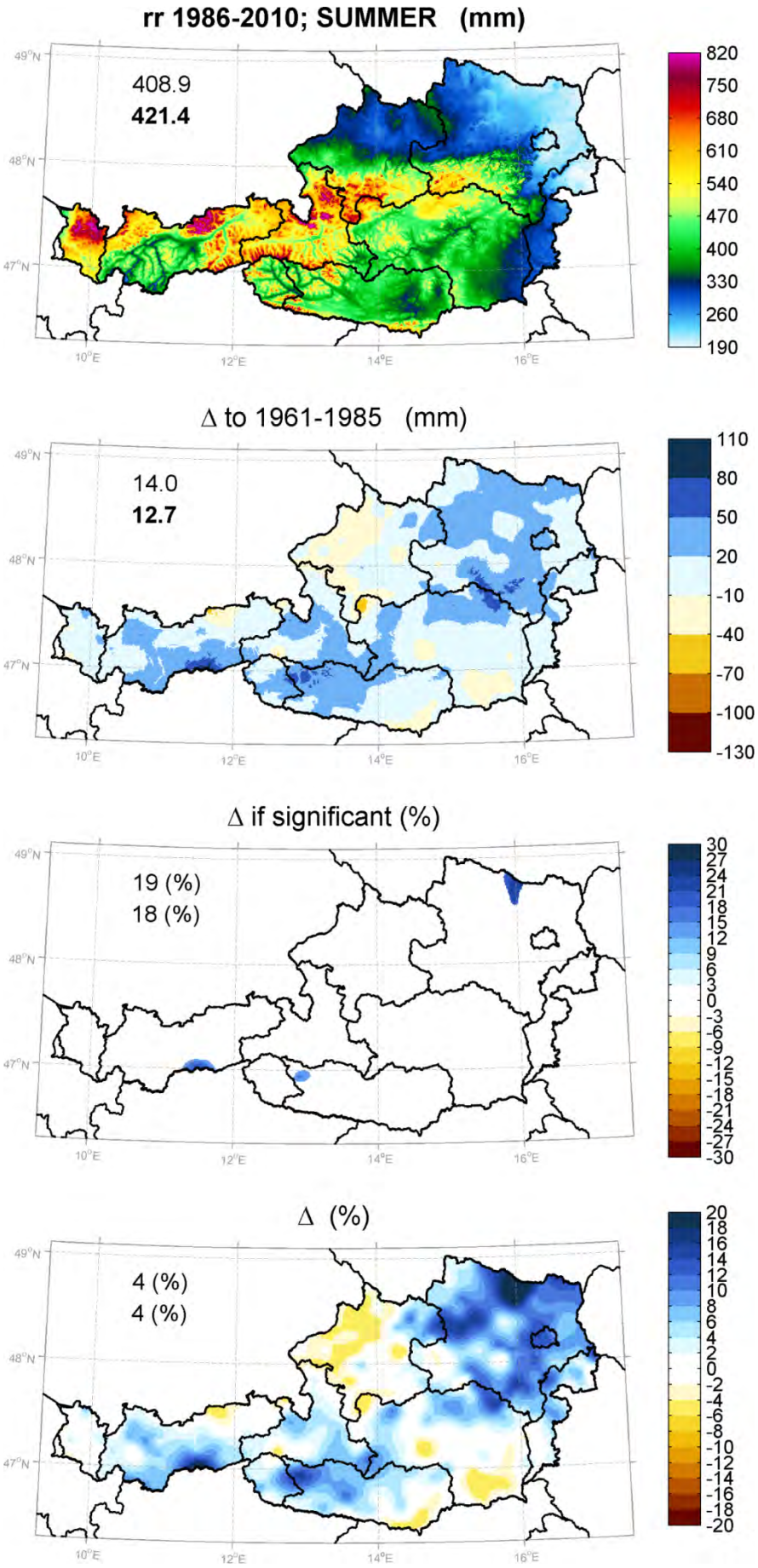
ERKLÄRUNG

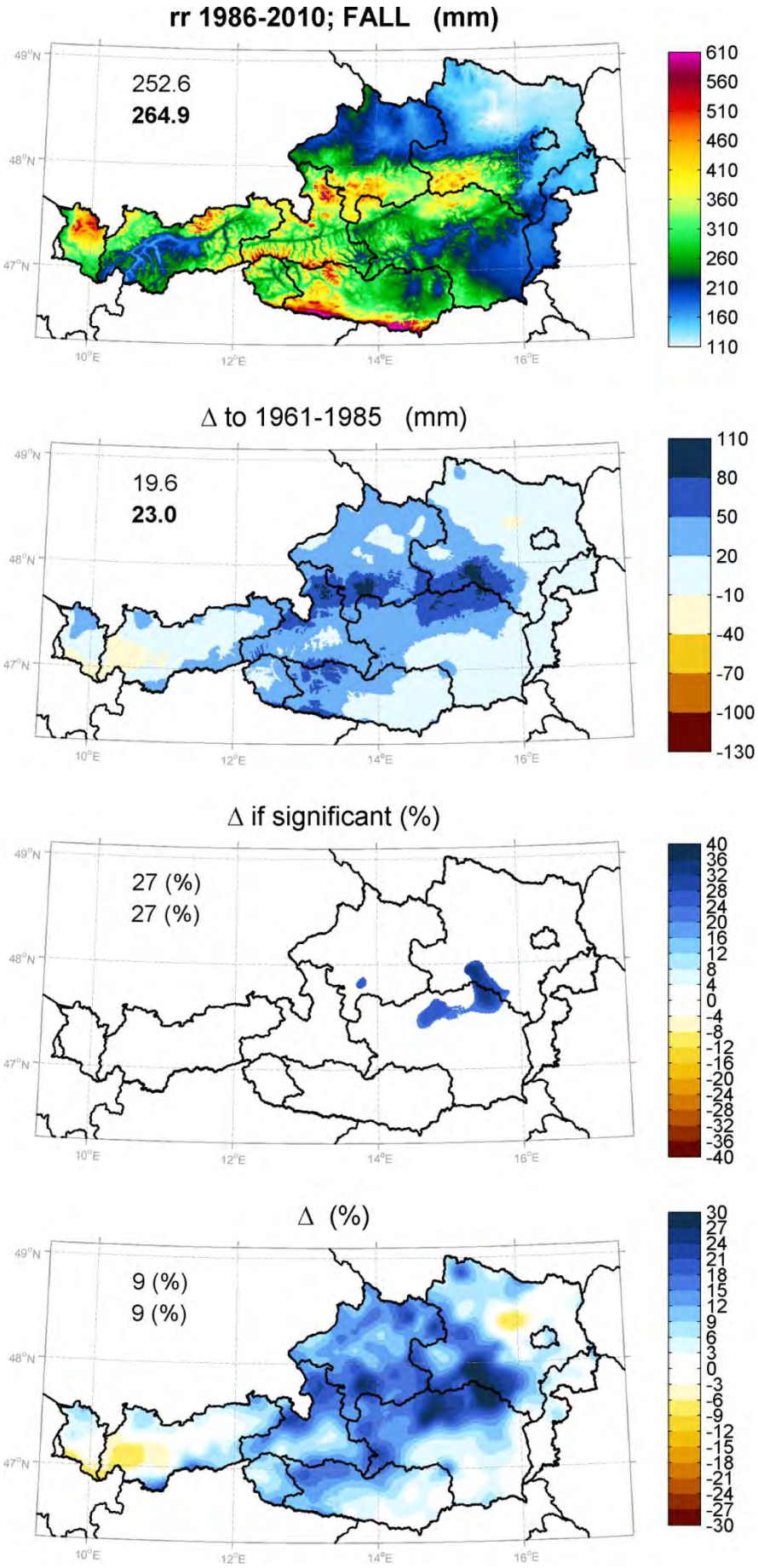
In diesem Anhang sind sämtliche Niederschlagsindizes auf saisonaler Basis dargestellt. Für jeden Index und jede Saison wird ein einseitiges Panel mit vier Teilgraphiken präsentiert. Dieses Panel beinhaltet:

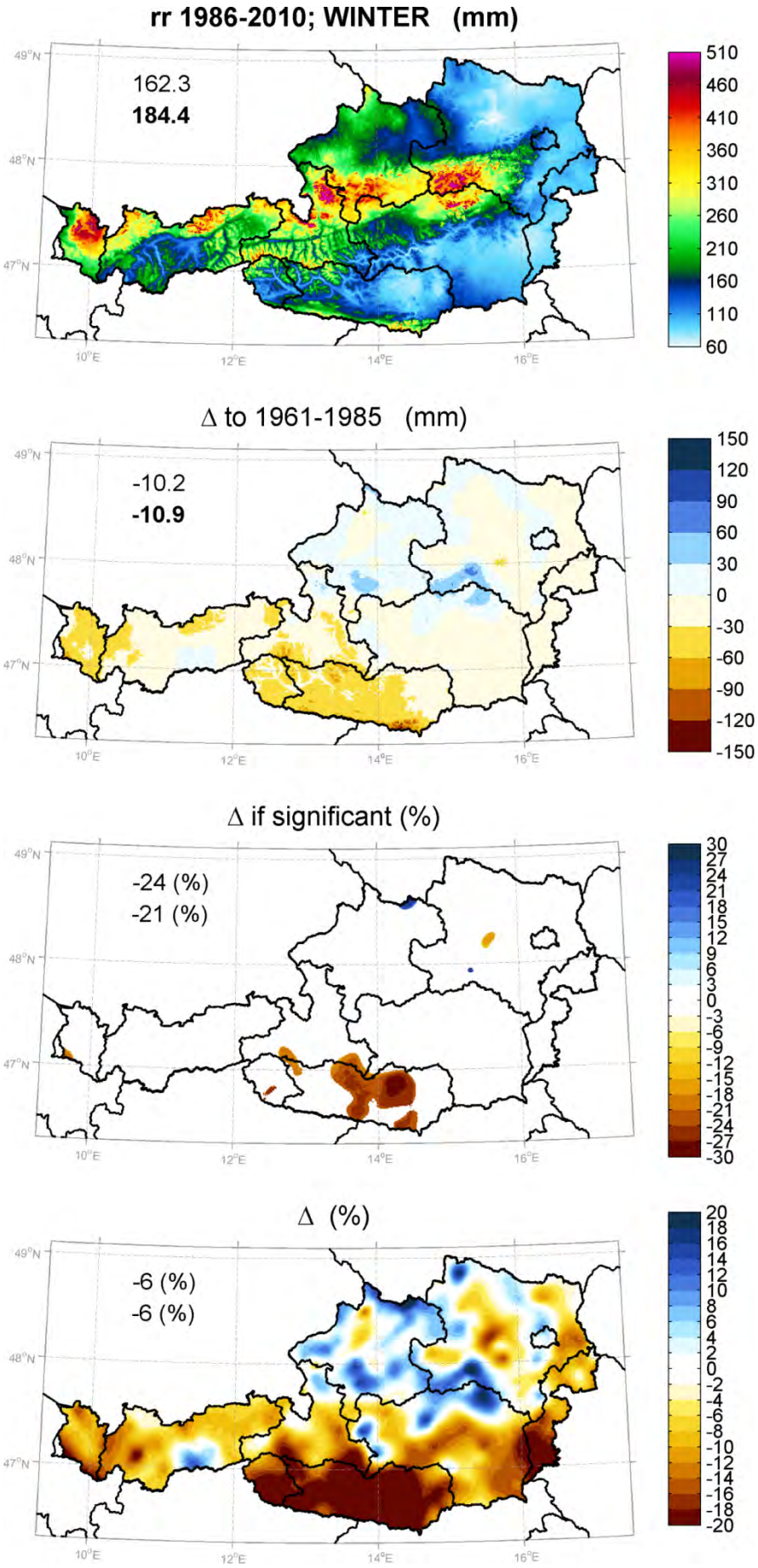
(1) **KLIMAMITTELWERT 1986-2010** Arithmetisches Mittel der Jahreswerte von 1986-2010
(2) **ABSOLUTE ÄNDERUNG des KLIMAMITTELWERTES** Differenz des Klimamittels 1986-2010 und 1961-1985
(3) **RELATIVE ÄNDERUNG des KLIMAMITTELWERTES** Differenz 1986-2010 ggü. 1961-1985 in % jedoch nur für Gitterpunkte an denen das in (2) gezeigte Änderungssignal größer ist als die natürliche Variabilität
(4) **RELATIVE ÄNDERUNG des KLIMAMITTELWERTES** Wie in (3) jedoch für alle Gitterpunkte ohne Berücksichtigung der NV

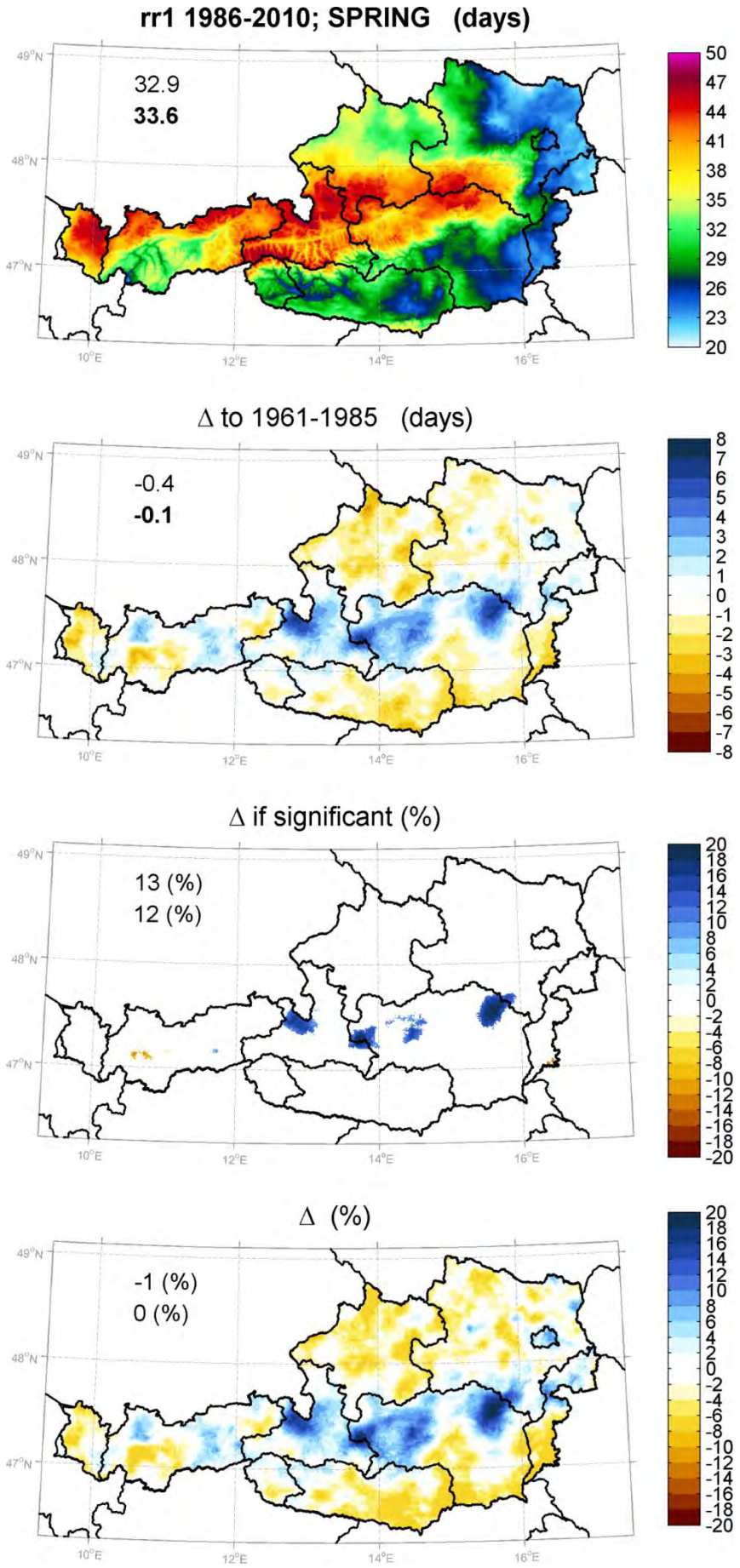
In jeder dieser Teil-Abbildungen ist links oben der Median und der Mittelwerte für das Gebiet von Österreich angegeben. Diese wurden aus den einzelnen Gitterpunktwerten berechnet. Der Median teilt die Hälfte aller Gitterpunktwerte, wohingegen der Mittelwert ein klassisches arithmetisches Flächenmittel darstellt.

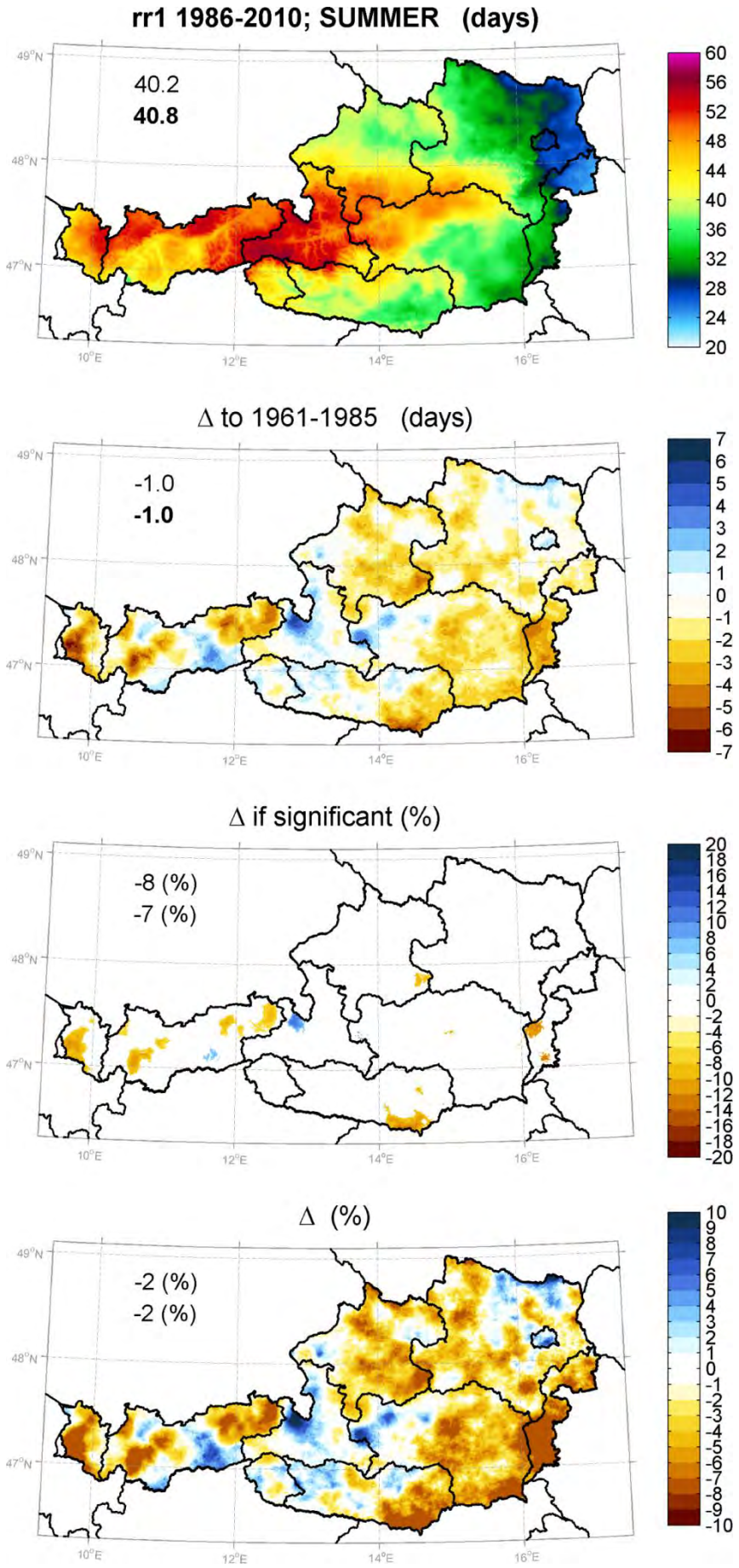

rr 1986-2010; SPRING (mm)
233.9
260.8
570
520
470
420
370
320
270
220
170
120
Δ to 1961-1985 (mm)
7.9
7.3
150
120
90
60
30
0
-30
-60
-90
-120
-150
Δ if significant (%)
17 (%)
17 (%)
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30
Δ (%)
4 (%)
3 (%)
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

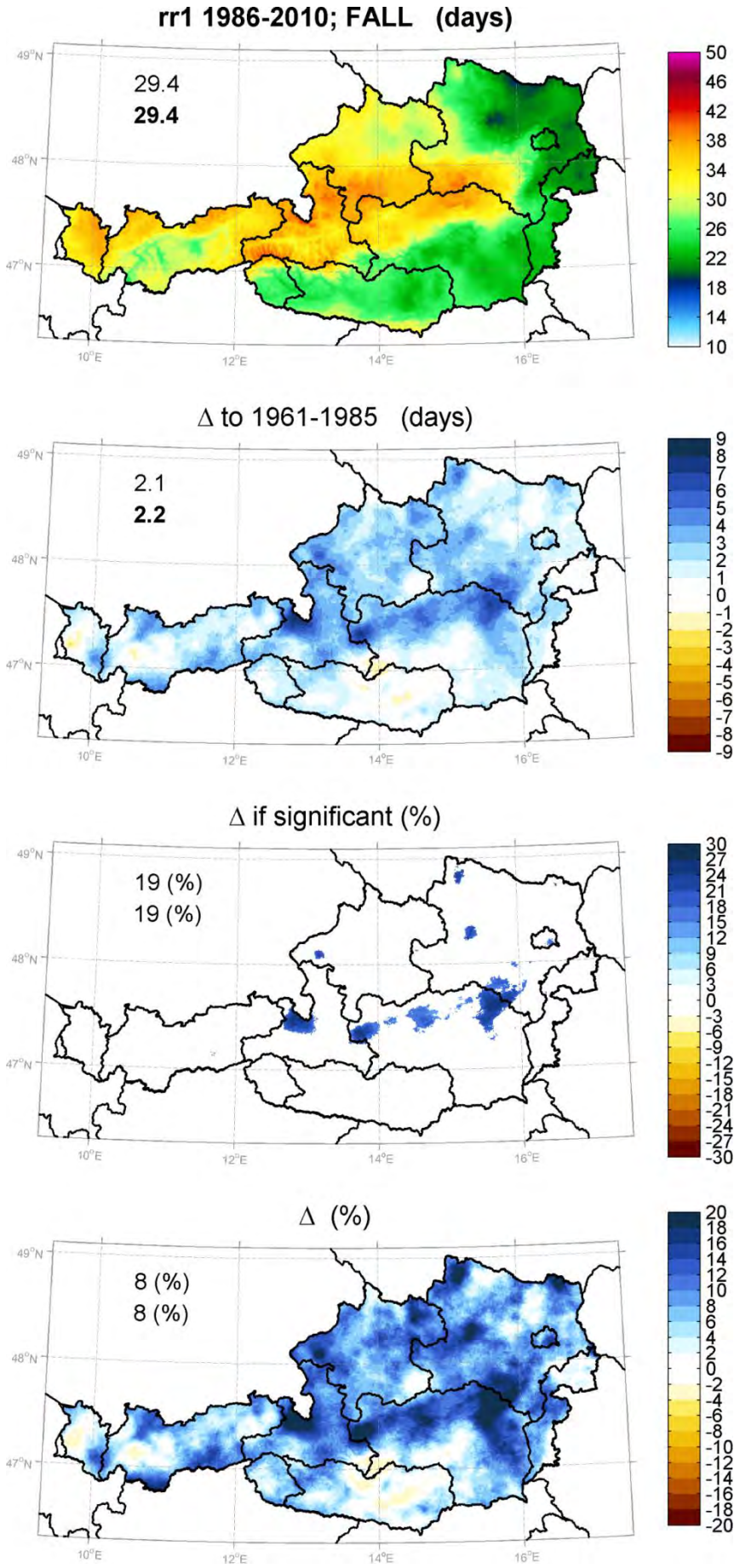

rr 1986-2010; SUMMER (mm)
408.9
421.4
820
750
680
610
540
470
400
330
260
190
Δ to 1961-1985 (mm)
14.0
12.7
110
80
50
20
-10
-40
-70
-100
-130
Δ if significant (%)
19 (%)
18 (%)
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30
Δ (%)
4 (%)
4 (%)
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

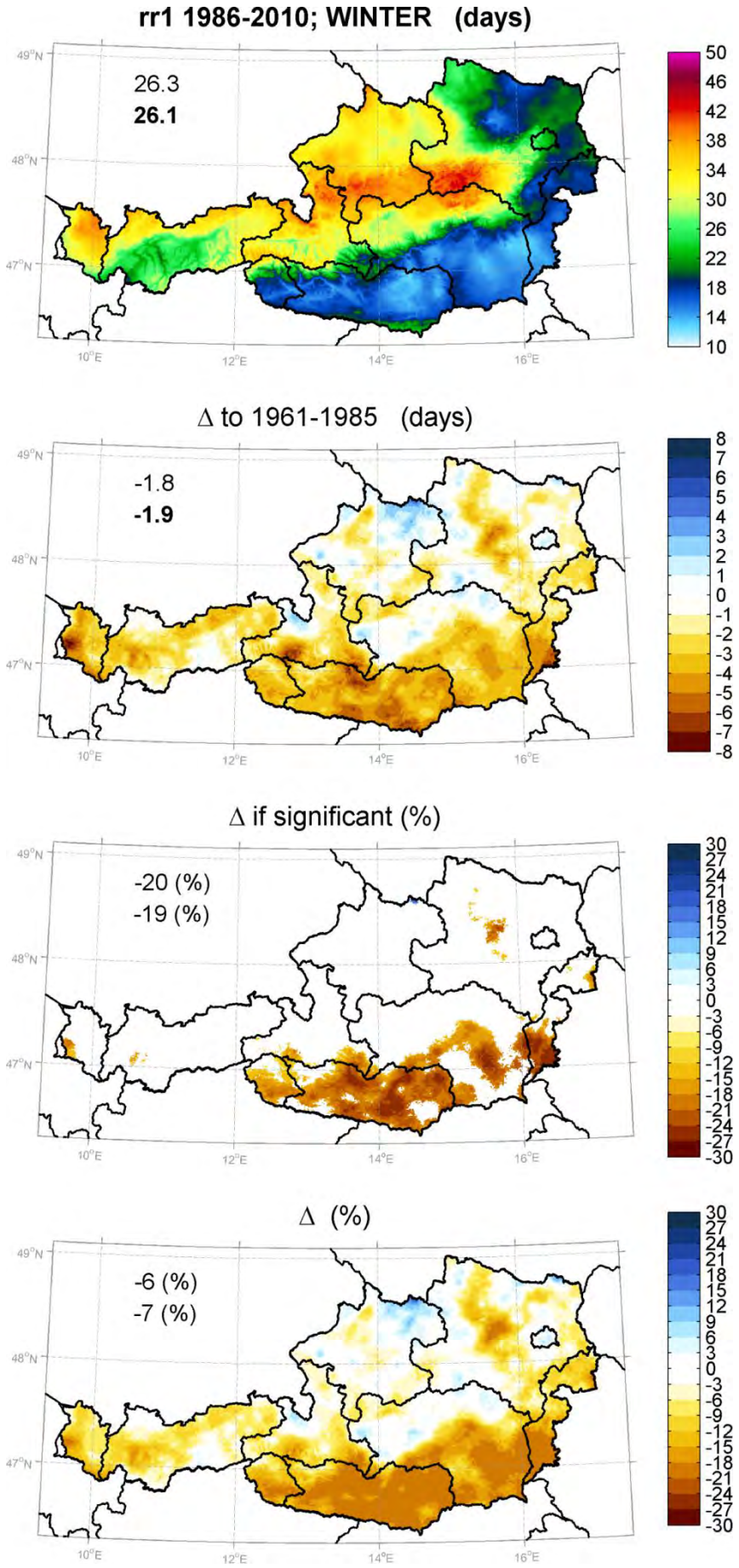

rr 1986-2010; FALL (mm)
252.6
264.9
610
560
510
460
410
360
310
260
210
160
110
Δ to 1961-1985 (mm)
19.6
23.0
110
80
50
20
-10
-40
-70
-100
-130
Δ if significant (%)
27 (%)
27 (%)
40
36
32
28
24
20
16
12
8
4
0
-4
-8
-12
-16
-20
-24
-28
-32
-36
-40
Δ (%)
9 (%)
9 (%)
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

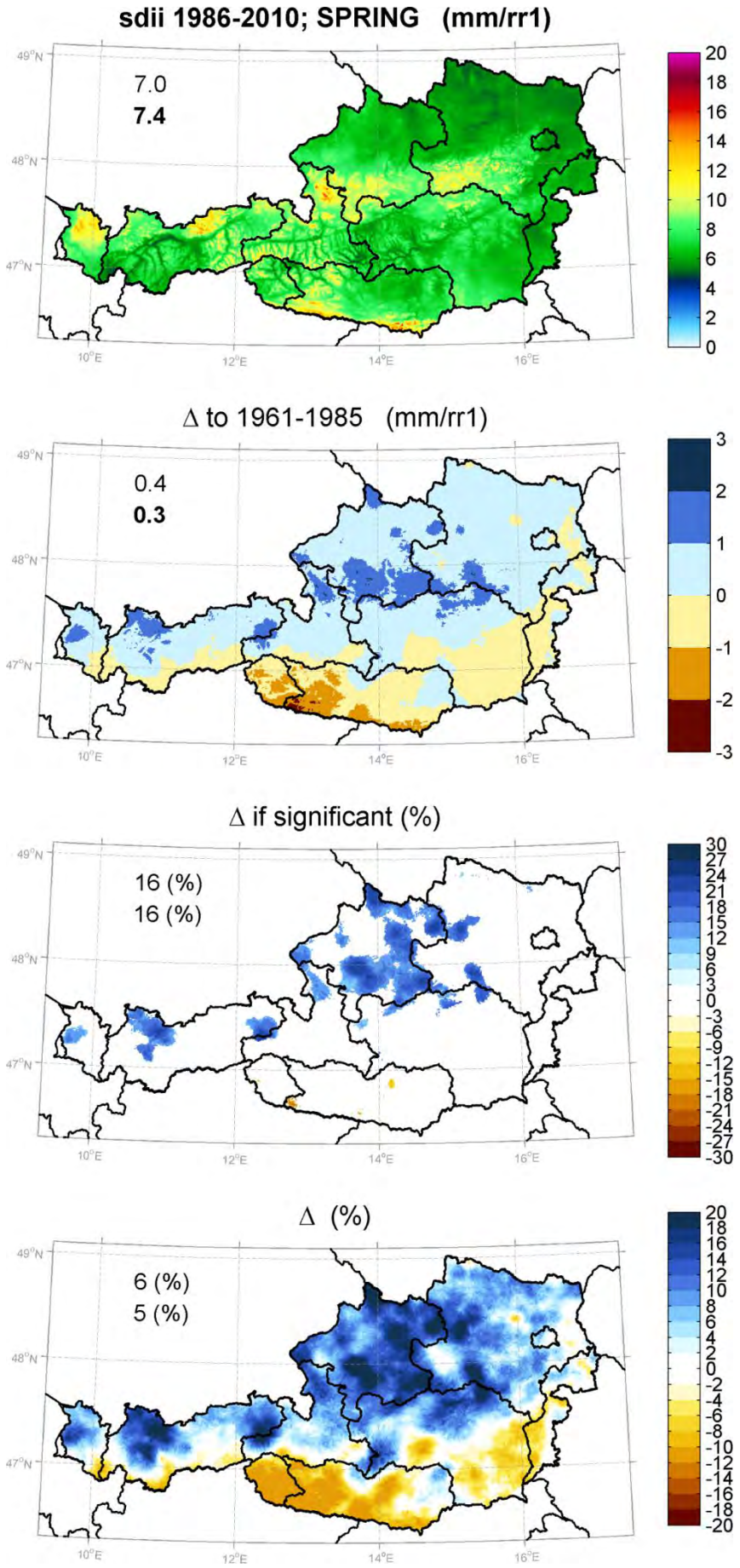

rr 1986-2010; WINTER (mm)
162.3
184.4
510
460
410
360
310
260
210
160
110
60
Δ to 1961-1985 (mm)
-10.2
-10.9
150
120
90
60
30
0
-30
-60
-90
-120
-150
Δ if significant (%)
-24 (%)
-21 (%)
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30
Δ (%)
-6 (%)
-6 (%)
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

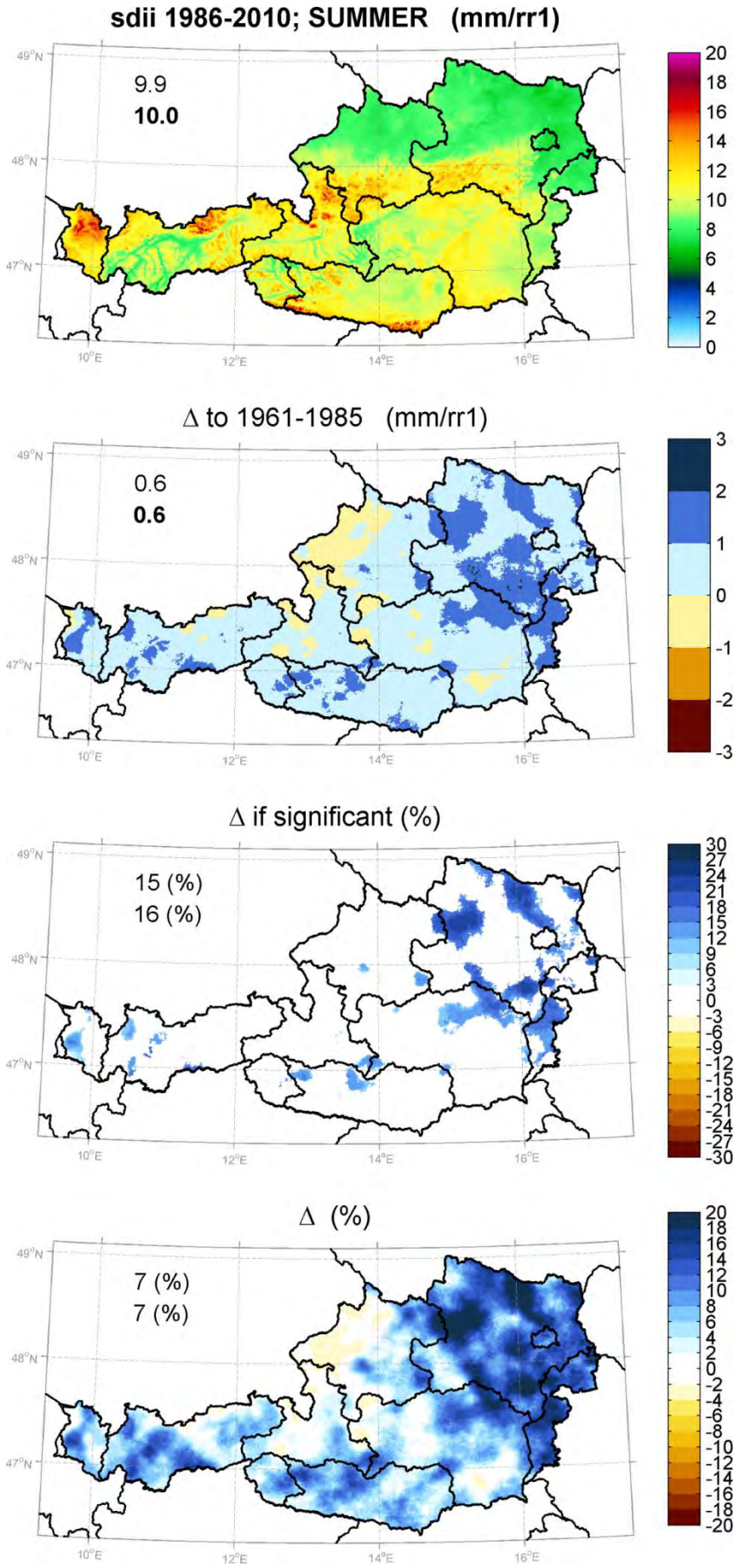

rr1 1986-2010; SPRING (days)
32.9
33.6
50
47
44
41
38
35
32
29
26
23
20
Δ to 1961-1985 (days)
-0.4
-0.1
8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
Δ if significant (%)
13 (%)
12 (%)
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20
Δ (%)
-1 (%)
0 (%)
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

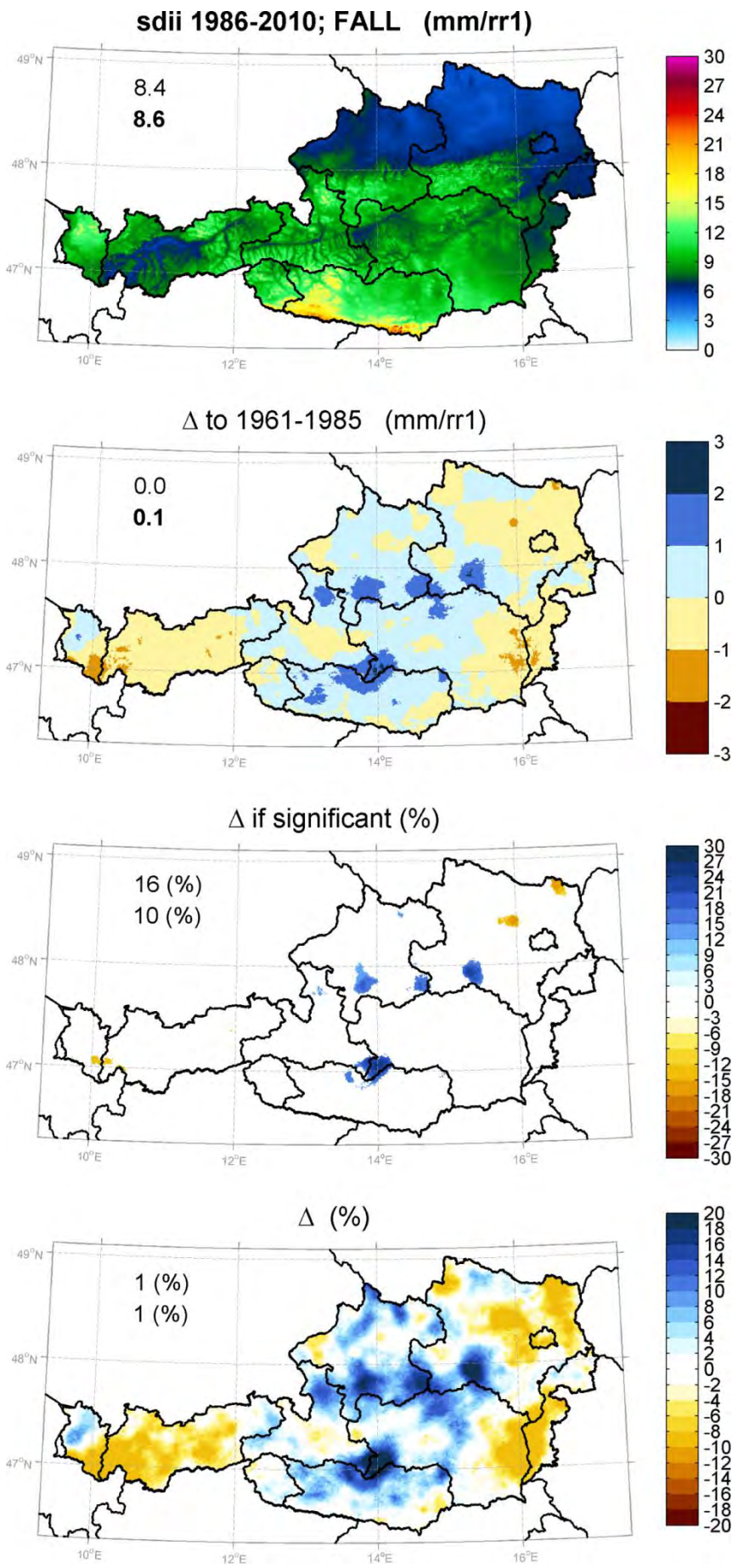

rr1 1986-2010; SUMMER (days)
40.2
40.8
60
56
52
48
44
40
36
32
28
24
20
Δ to 1961-1985 (days)
-1.0
-1.0
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
Δ if significant (%)
-8 (%)
-7 (%)
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20
Δ (%)
-2 (%)
-2 (%)
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

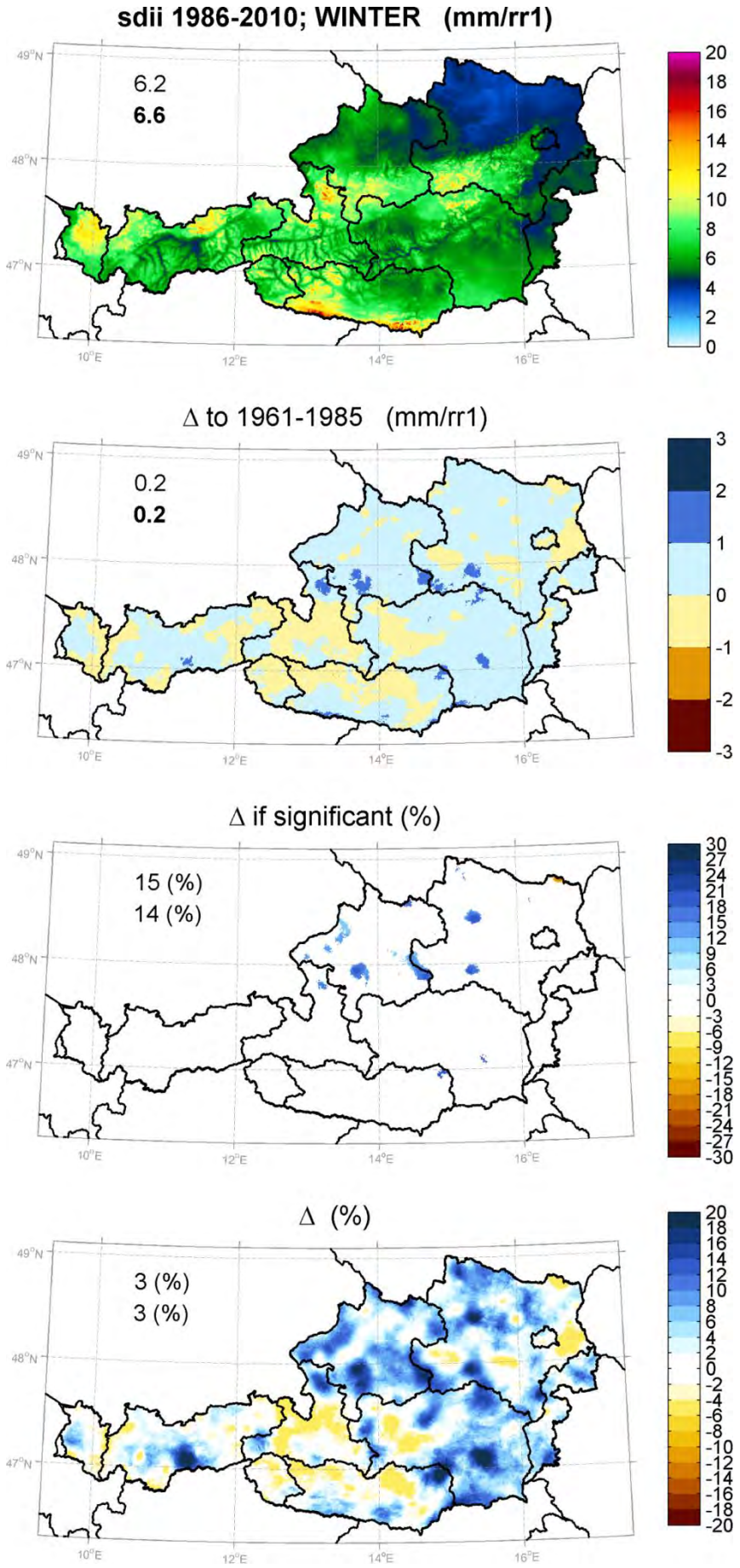

rr1 1986-2010; FALL (days)
29.4
29.4
50
46
42
38
34
30
26
22
18
14
10
Δ to 1961-1985 (days)
2.1
2.2
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
Δ if significant (%)
19 (%)
19 (%)
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30
Δ (%)
8 (%)
8 (%)
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

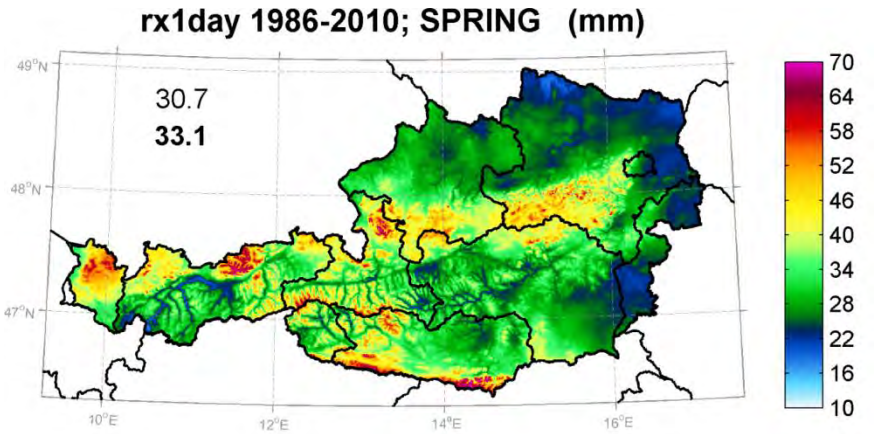

rr1 1986-2010; WINTER (days)
26.3
26.1
50
46
42
38
34
30
26
22
18
14
10
Δ to 1961-1985 (days)
-1.8
-1.9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
Δ if significant (%)
-20 (%)
-19 (%)
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30
Δ (%)
-6 (%)
-7 (%)
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

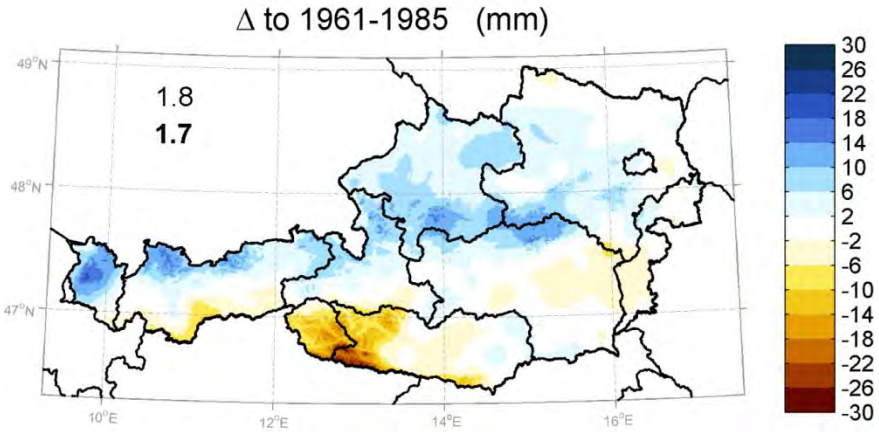

sdii 1986-2010; SPRING (mm/rr1)
7.0
7.4
Δ to 1961-1985 (mm/rr1)
0.4
0.3
Δ if significant (%)
16 (%)
16 (%)
Δ (%)
6 (%)
5 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

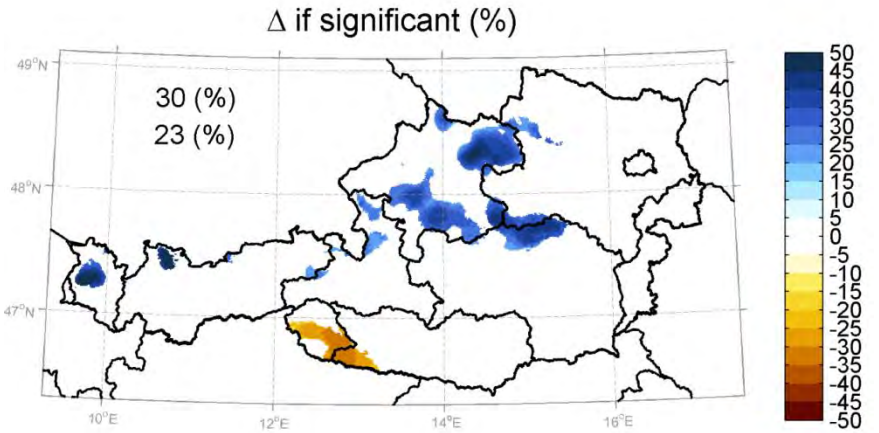

sdii 1986-2010; SUMMER (mm/rr1)
9.9
10.0
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
Δ to 1961-1985 (mm/rr1)
0.6
0.6
3
2
1
0
-1
-2
-3
Δ if significant (%)
15 (%)
16 (%)
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30
Δ (%)
7 (%)
7 (%)
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

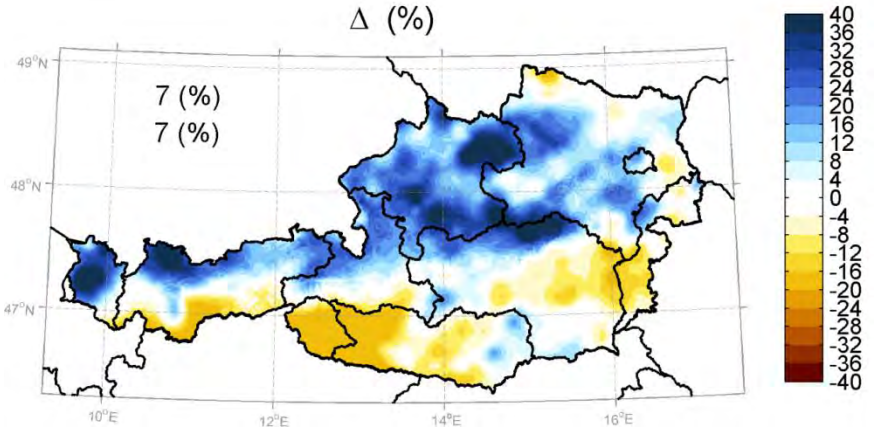

sdii 1986-2010; FALL (mm/rr1)
8.4
8.6
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
Δ to 1961-1985 (mm/rr1)
0.0
0.1
3
2
1
0
-1
-2
-3
Δ if significant (%)
16 (%)
10 (%)
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30
Δ (%)
1 (%)
1 (%)
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

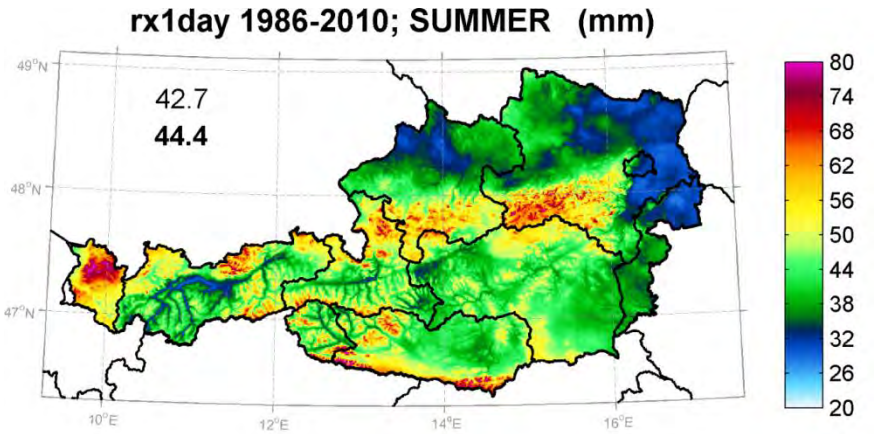

sdii 1986-2010; WINTER (mm/rr1)
6.2
6.6
Δ to 1961-1985 (mm/rr1)
0.2
0.2
Δ if significant (%)
15 (%)
14 (%)
Δ (%)
3 (%)
3 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

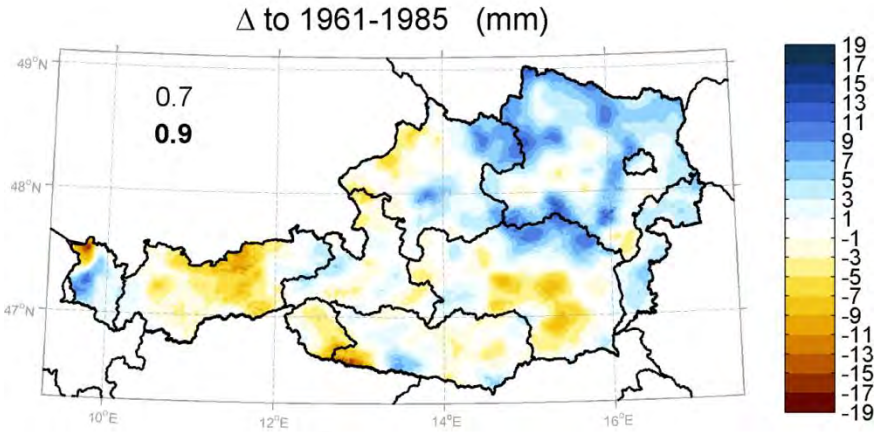

rx1day 1986-2010; SPRING (mm)
30.7
33.1
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
70
64
58
52
46
40
34
28
22
16
10

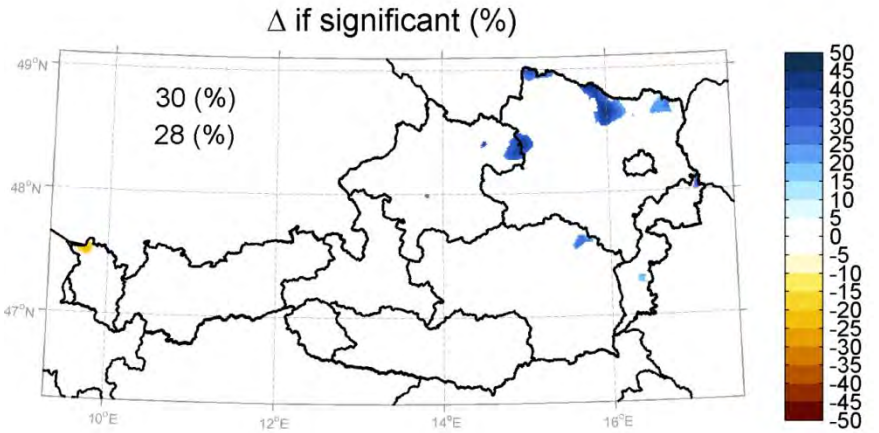

Δ to 1961-1985 (mm)
1.8
1.7
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
30
26
22
18
14
10
6
2
-2
-6
-10
-14
-18
-22
-26
-30

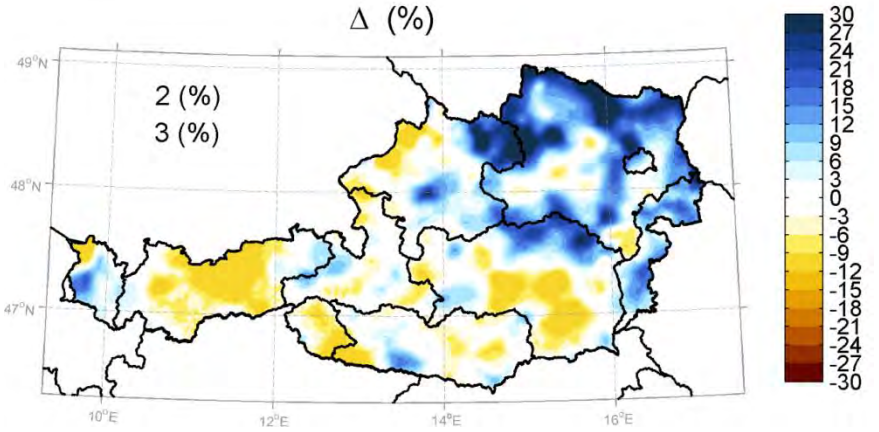

Δ if significant (%)
30 (%)
23 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40
-45
-50

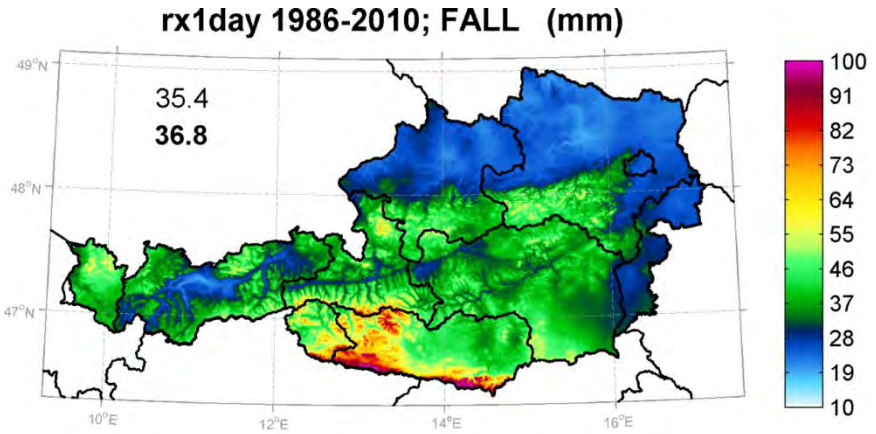

Δ (%)
7 (%)
7 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
40
36
32
28
24
20
16
12
8
4
0
-4
-8
-12
-16
-20
-24
-28
-32
-36
-40

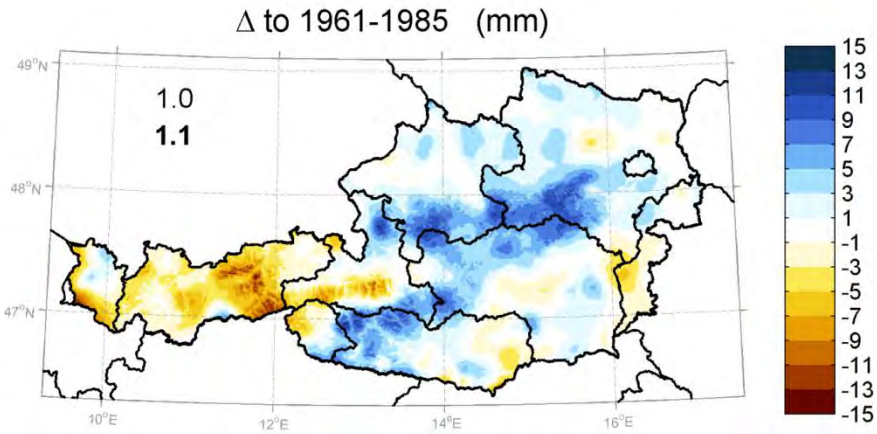

rx1day 1986-2010; SUMMER (mm)
42.7
44.4
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
80
74
68
62
56
50
44
38
32
26
20

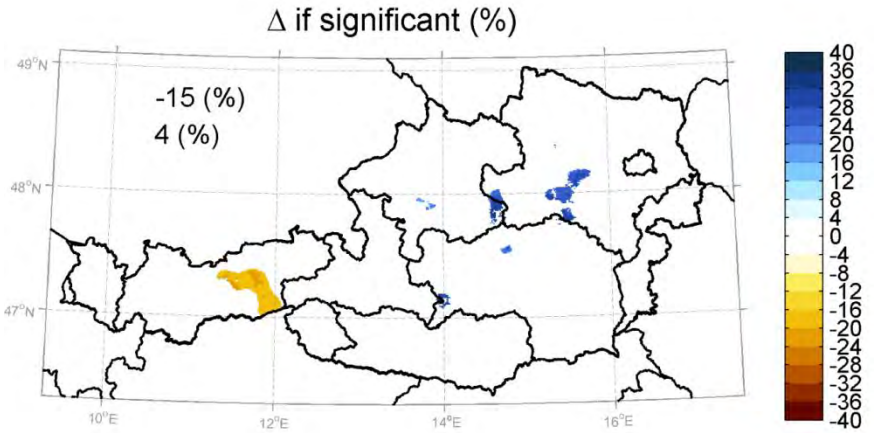

Δ to 1961-1985 (mm)
0.7
0.9
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
19
17
15
13
11
9
7
5
3
1
-1
-3
-5
-7
-9
-11
-13
-15
-17
-19

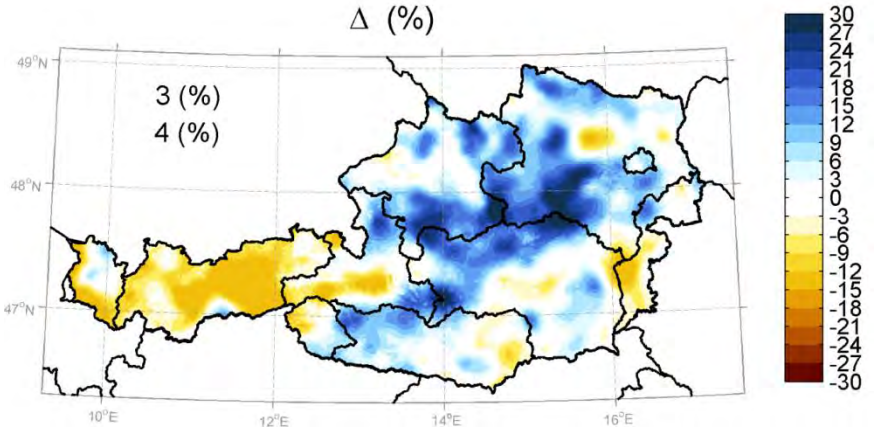

Δ if significant (%)
30 (%)
28 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40
-45
-50

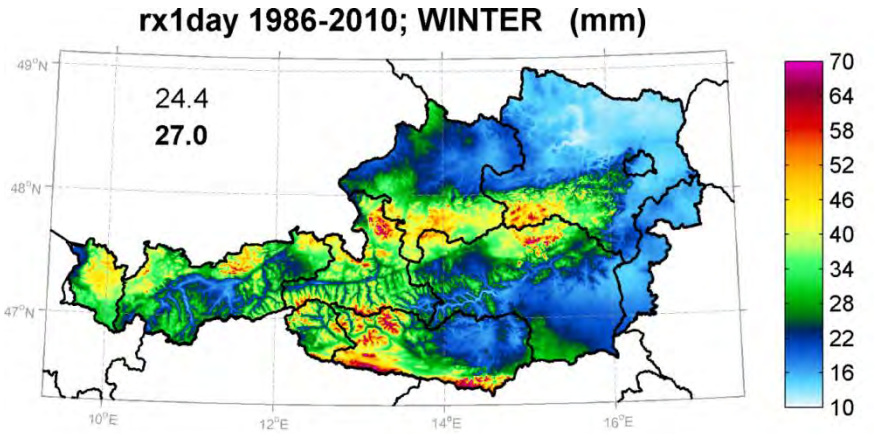

Δ (%)
2 (%)
3 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30

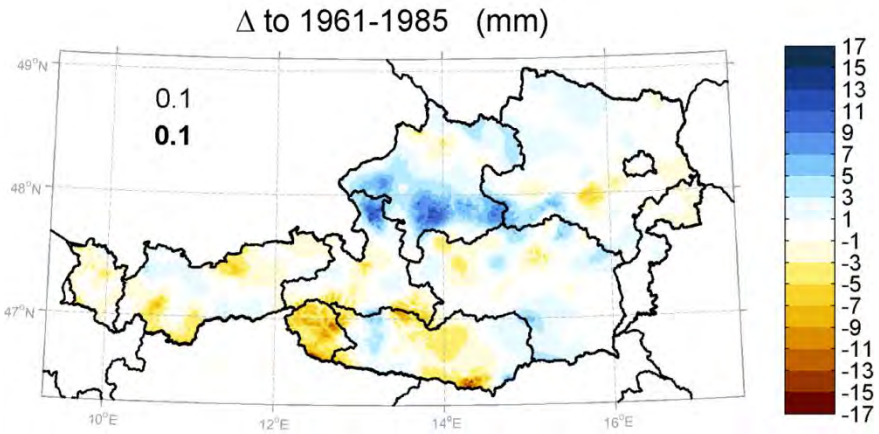

rx1day 1986-2010; FALL (mm)
35.4
36.8
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
100
91
82
73
64
55
46
37
28
19
10

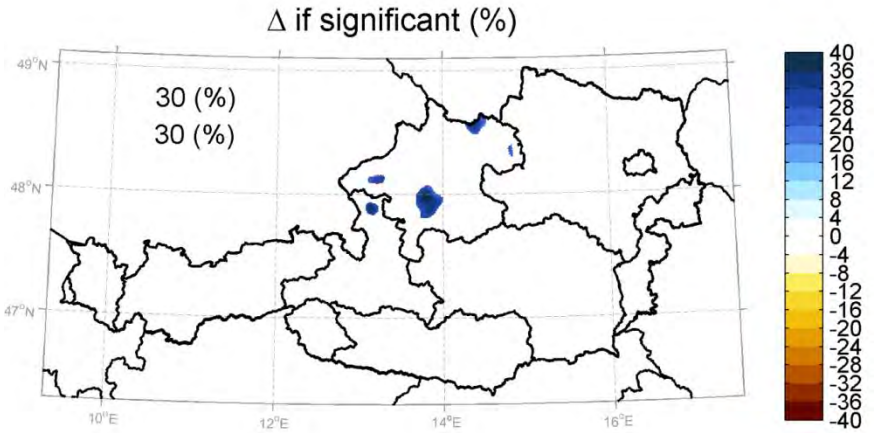

Δ to 1961-1985 (mm)
1.0
1.1
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
15
13
11
9
7
5
3
1
-1
-3
-5
-7
-9
-11
-13
-15

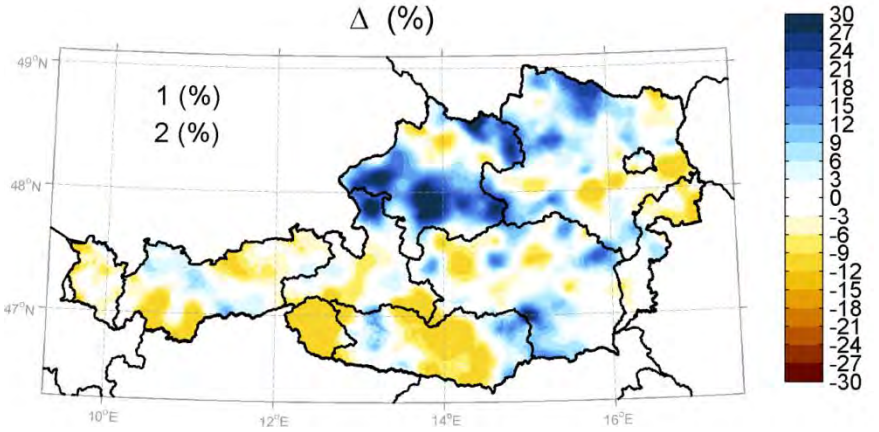

Δ if significant (%)
-15 (%)
4 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
40
36
32
28
24
20
16
12
8
4
0
-4
-8
-12
-16
-20
-24
-28
-32
-36
-40

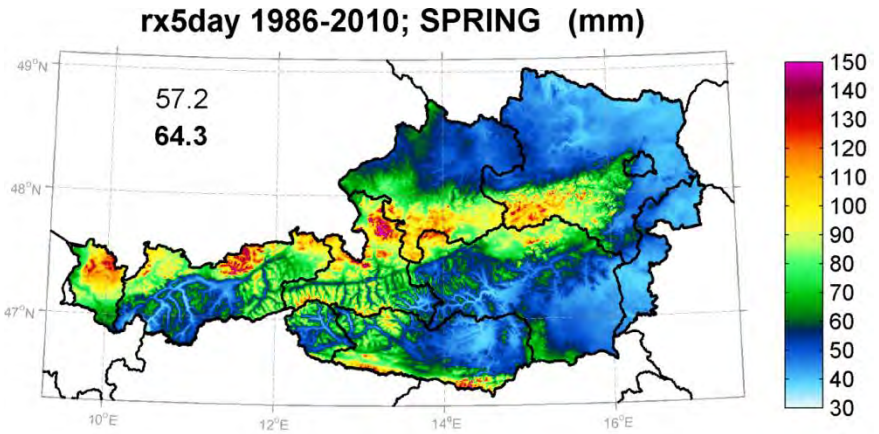

Δ (%)
3 (%)
4 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30

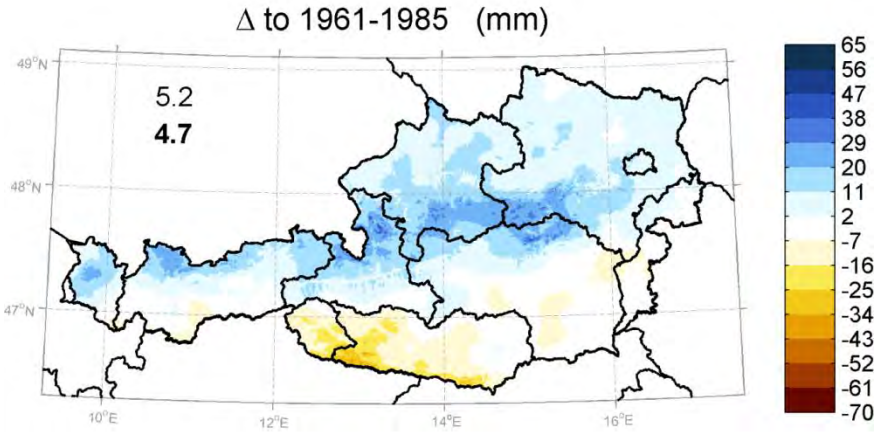

rx1day 1986-2010; WINTER (mm)
24.4
27.0
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
70
64
58
52
46
40
34
28
22
16
10

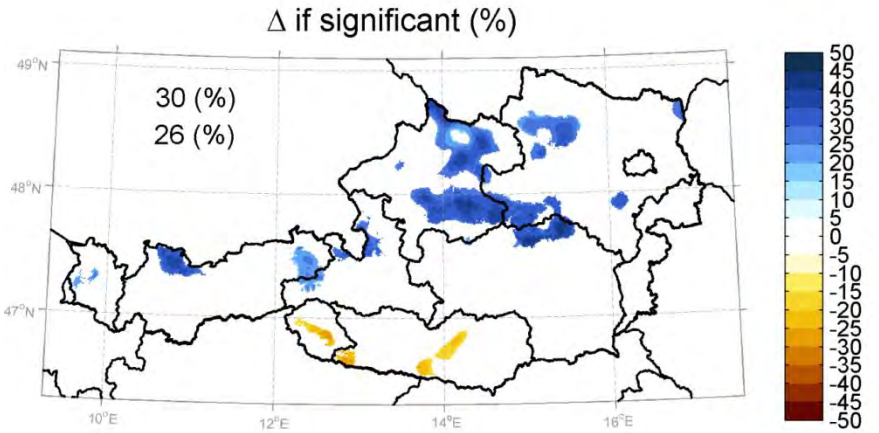

Δ to 1961-1985 (mm)
0.1
0.1
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
17
15
13
11
9
7
5
3
1
-1
-3
-5
-7
-9
-11
-13
-15
-17

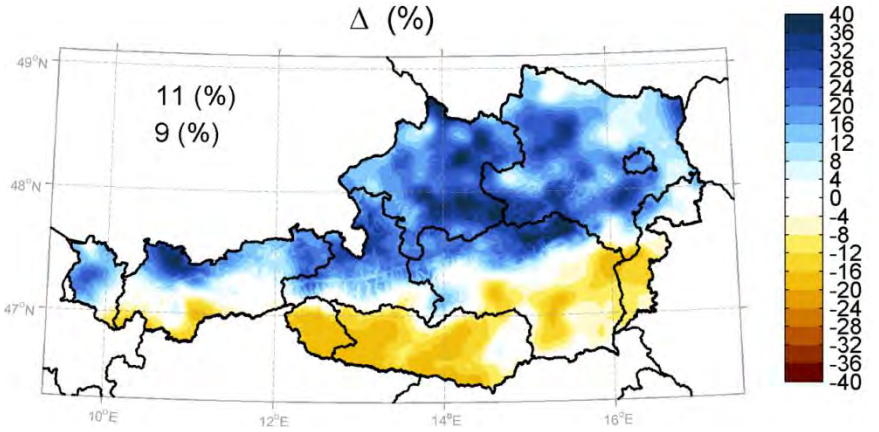

Δ if significant (%)
30 (%)
30 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
40
36
32
28
24
20
16
12
8
4
0
-4
-8
-12
-16
-20
-24
-28
-32
-36
-40

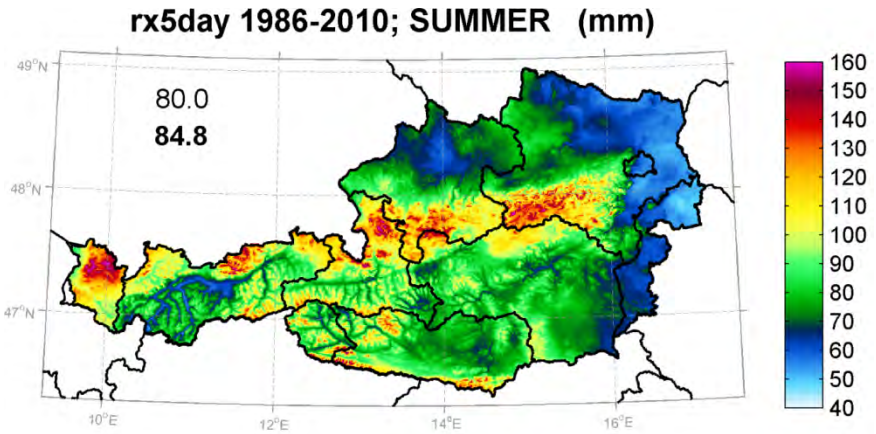

Δ (%)
1 (%)
2 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30

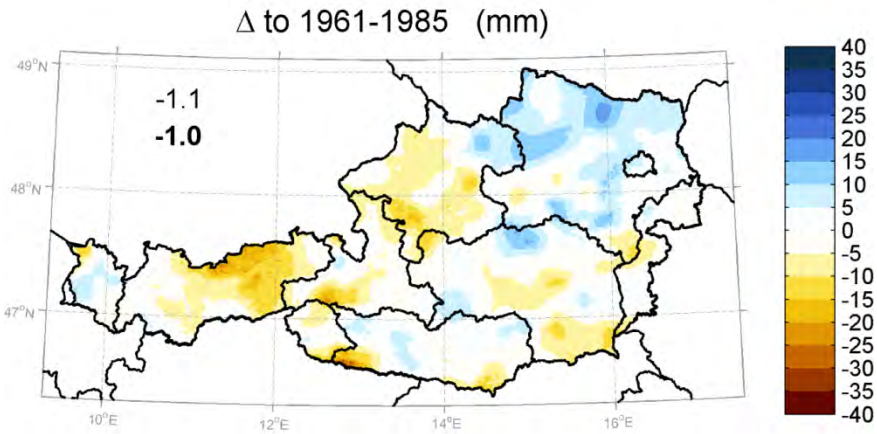

rx5day 1986-2010; SPRING (mm)
57.2
64.3
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
150
140
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
30

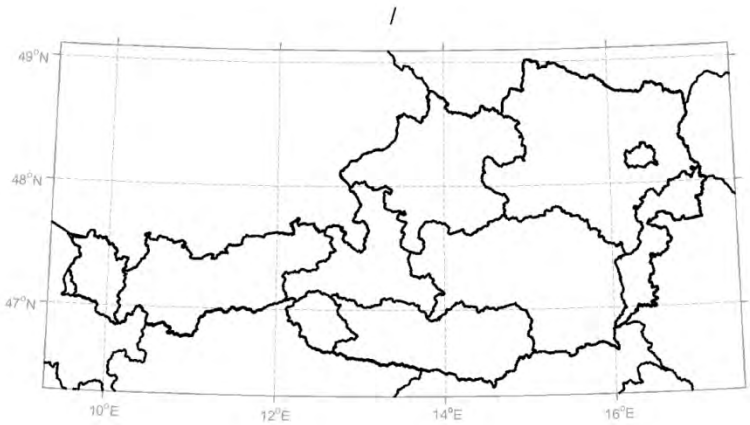

Δ to 1961-1985 (mm)
5.2
4.7
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
65
56
47
38
29
20
11
2
-7
-16
-25
-34
-43
-52
-61
-70

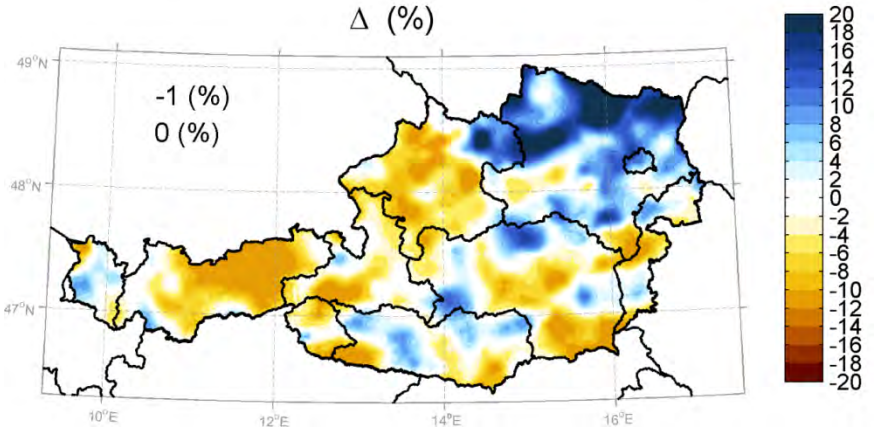

Δ if significant (%)
30 (%)
26 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40
-45
-50

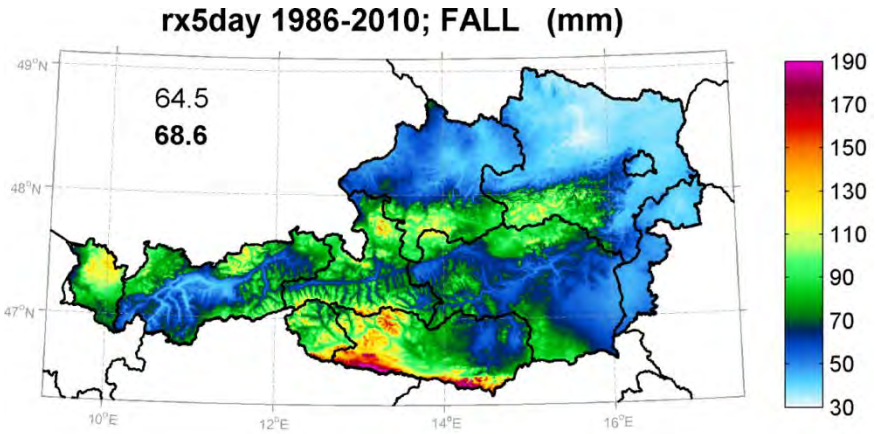

Δ (%)
11 (%)
9 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
40
36
32
28
24
20
16
12
8
4
0
-4
-8
-12
-16
-20
-24
-28
-32
-36
-40

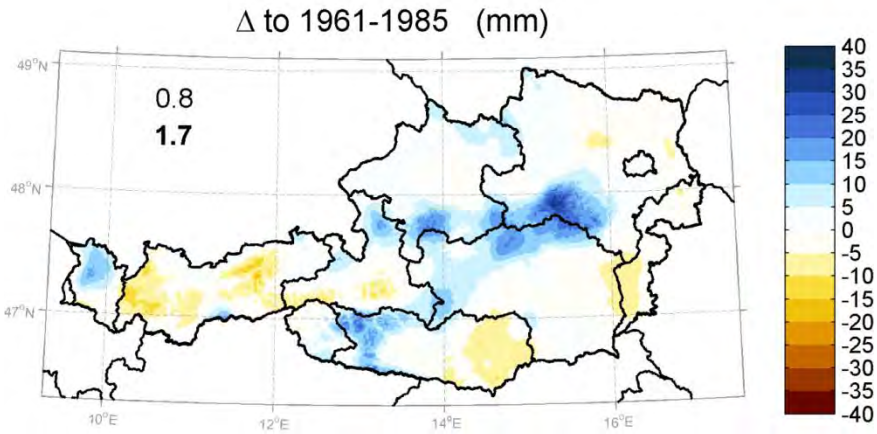

rx5day 1986-2010; SUMMER (mm)
80.0
84.8
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
160
150
140
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40

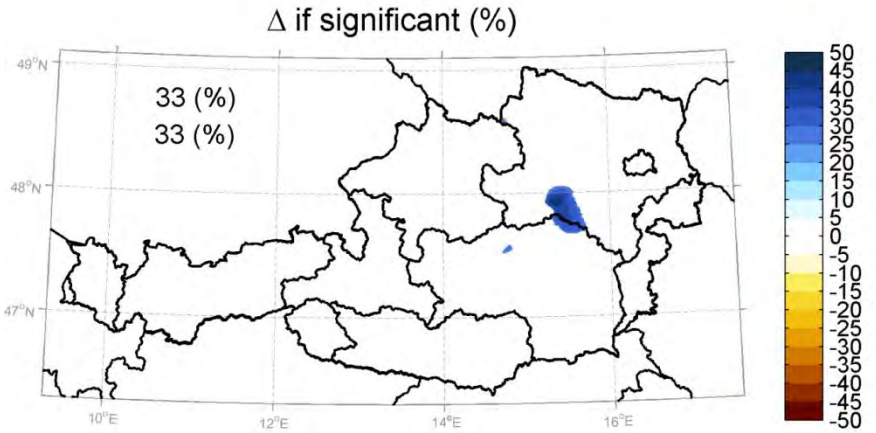

Δ to 1961-1985 (mm)
-1.1
-1.0
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
40
35
30
25
20
15
10
5
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40

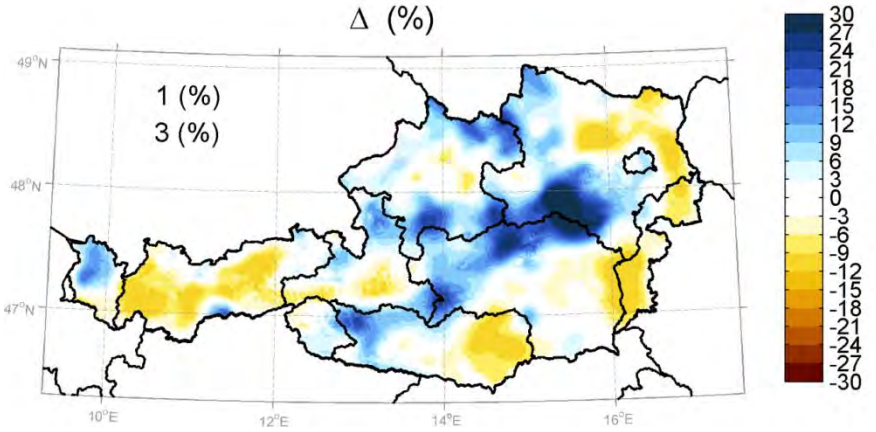

49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

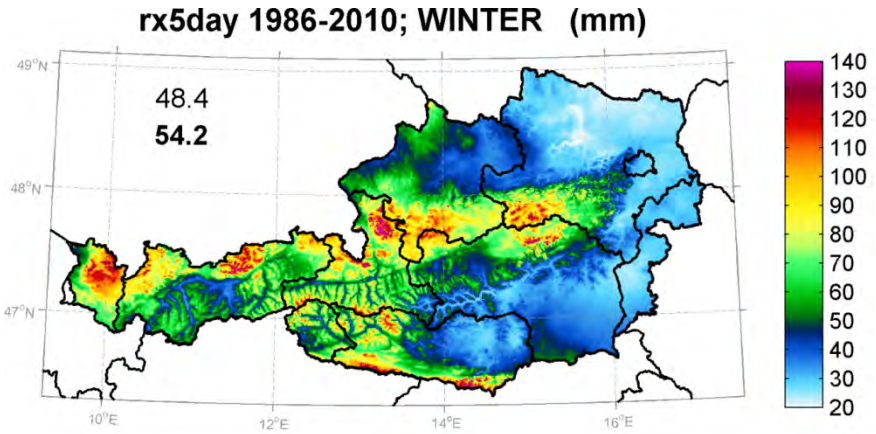

Δ (%)
-1 (%)
0 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20

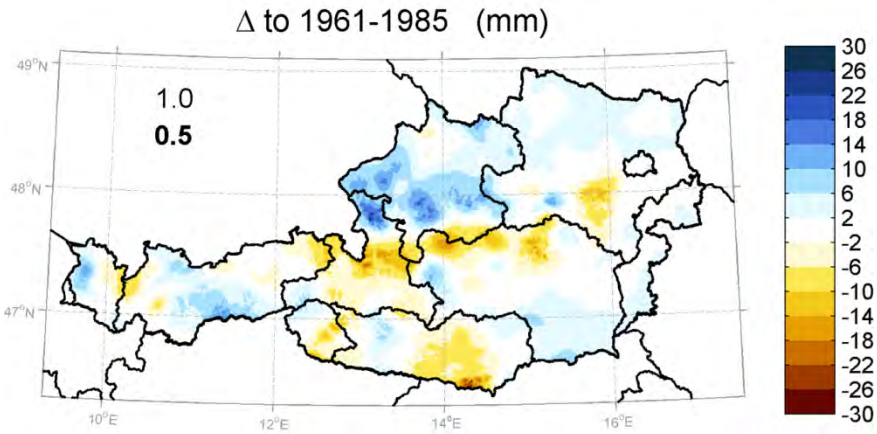

rx5day 1986-2010; FALL (mm)
64.5
68.6
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
190
170
150
130
110
90
70
50
30

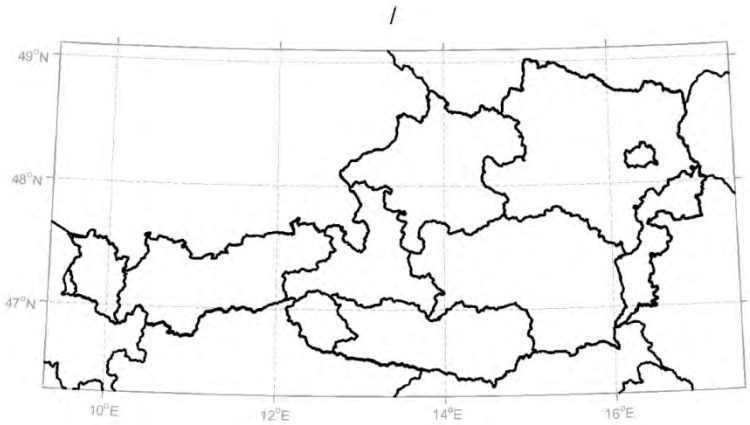

Δ to 1961-1985 (mm)
0.8
1.7
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
40
35
30
25
20
15
10
5
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40

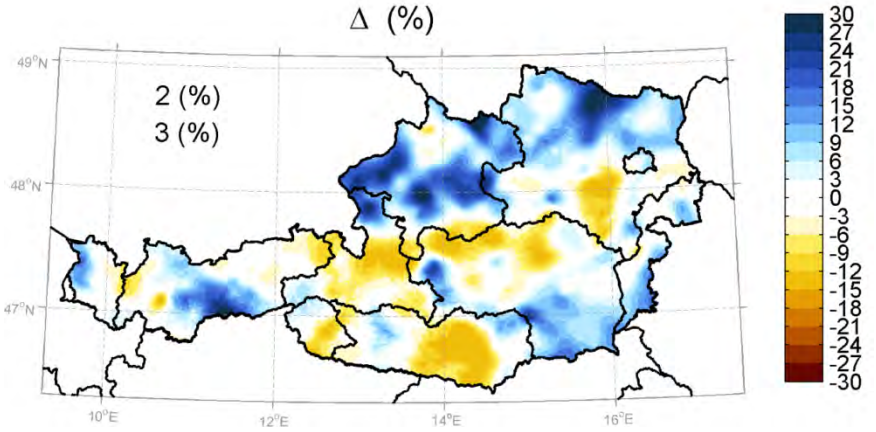

Δ if significant (%)
33 (%)
33 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40
-45
-50

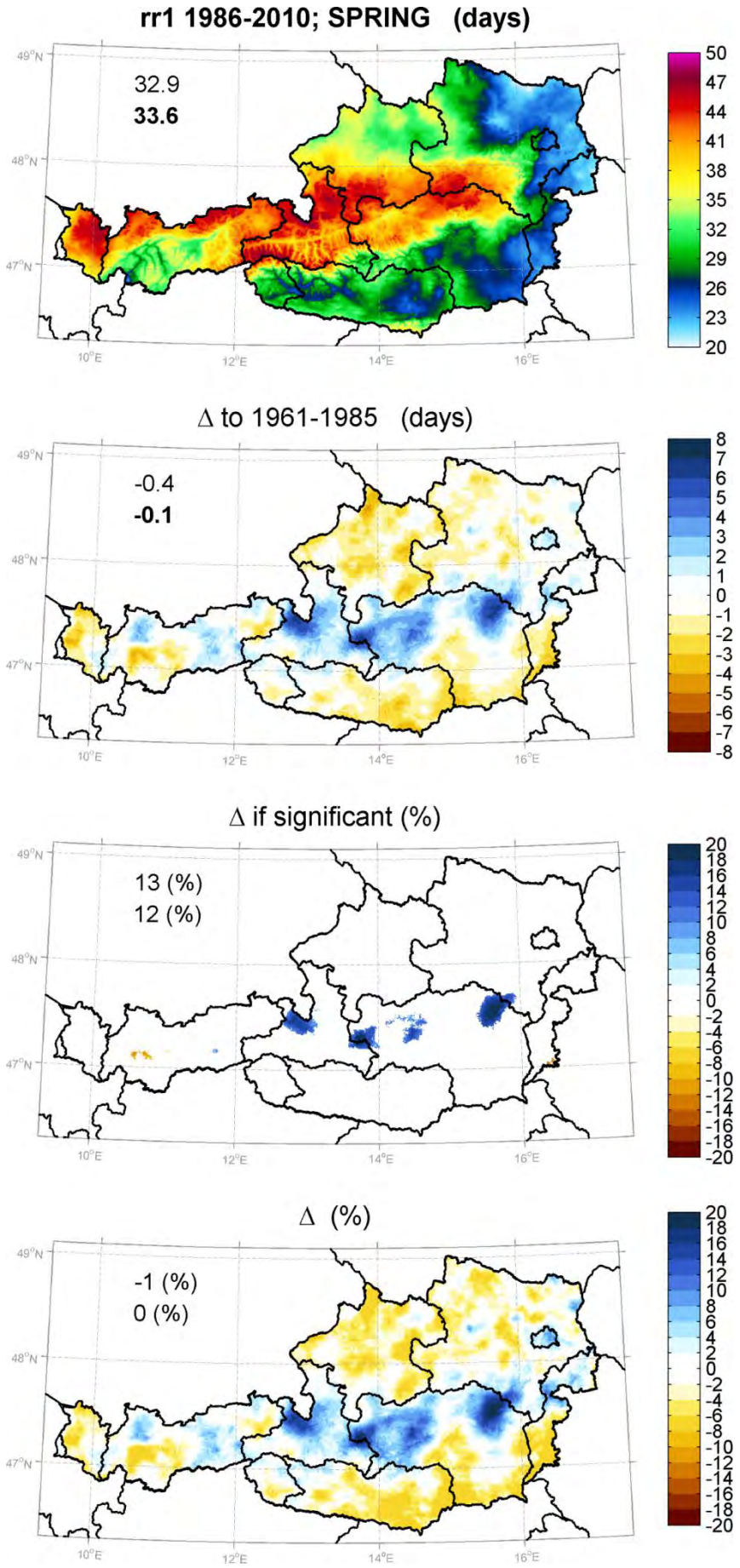

Δ (%)
1 (%)
3 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30

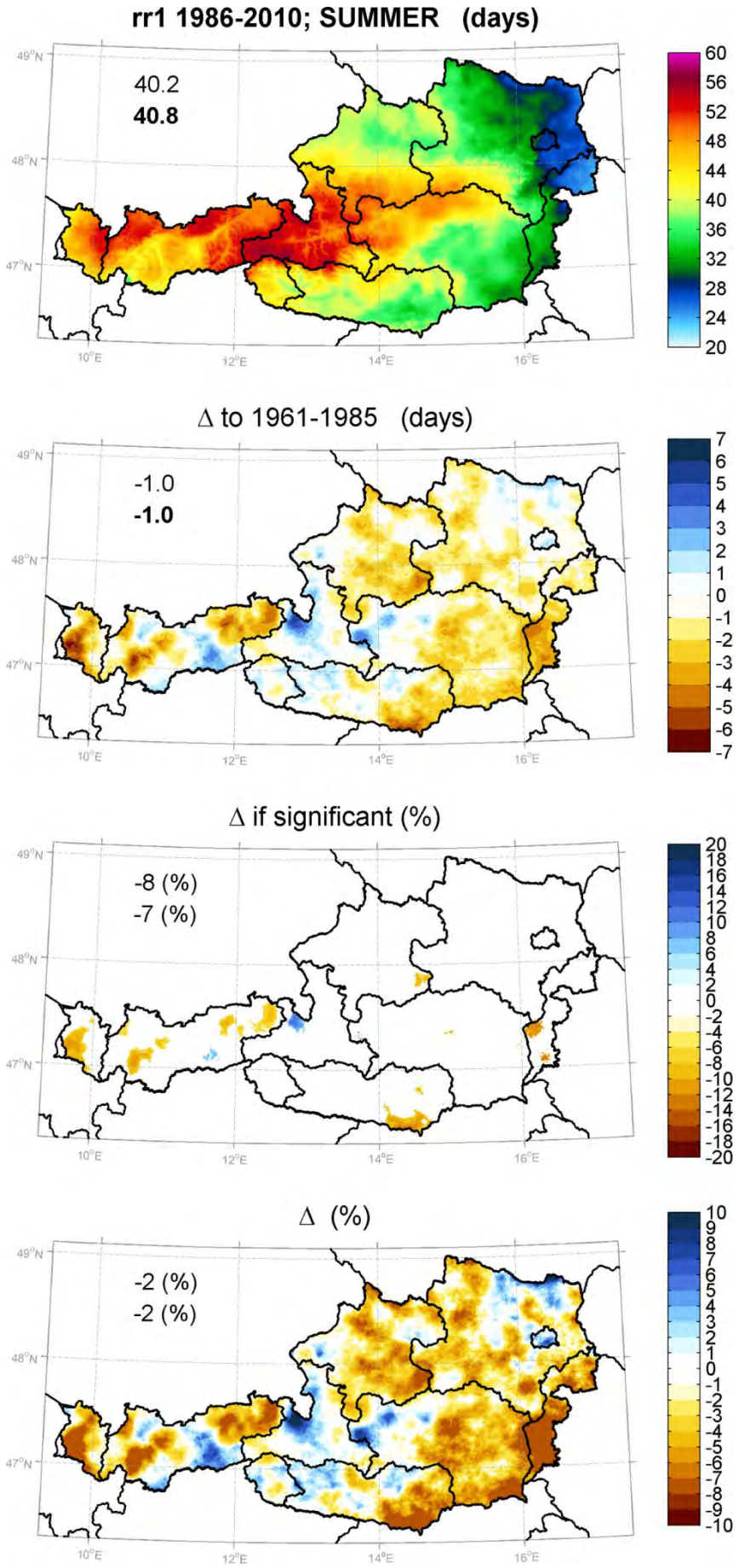

rx5day 1986-2010; WINTER (mm)
48.4
54.2
140
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
30
20
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

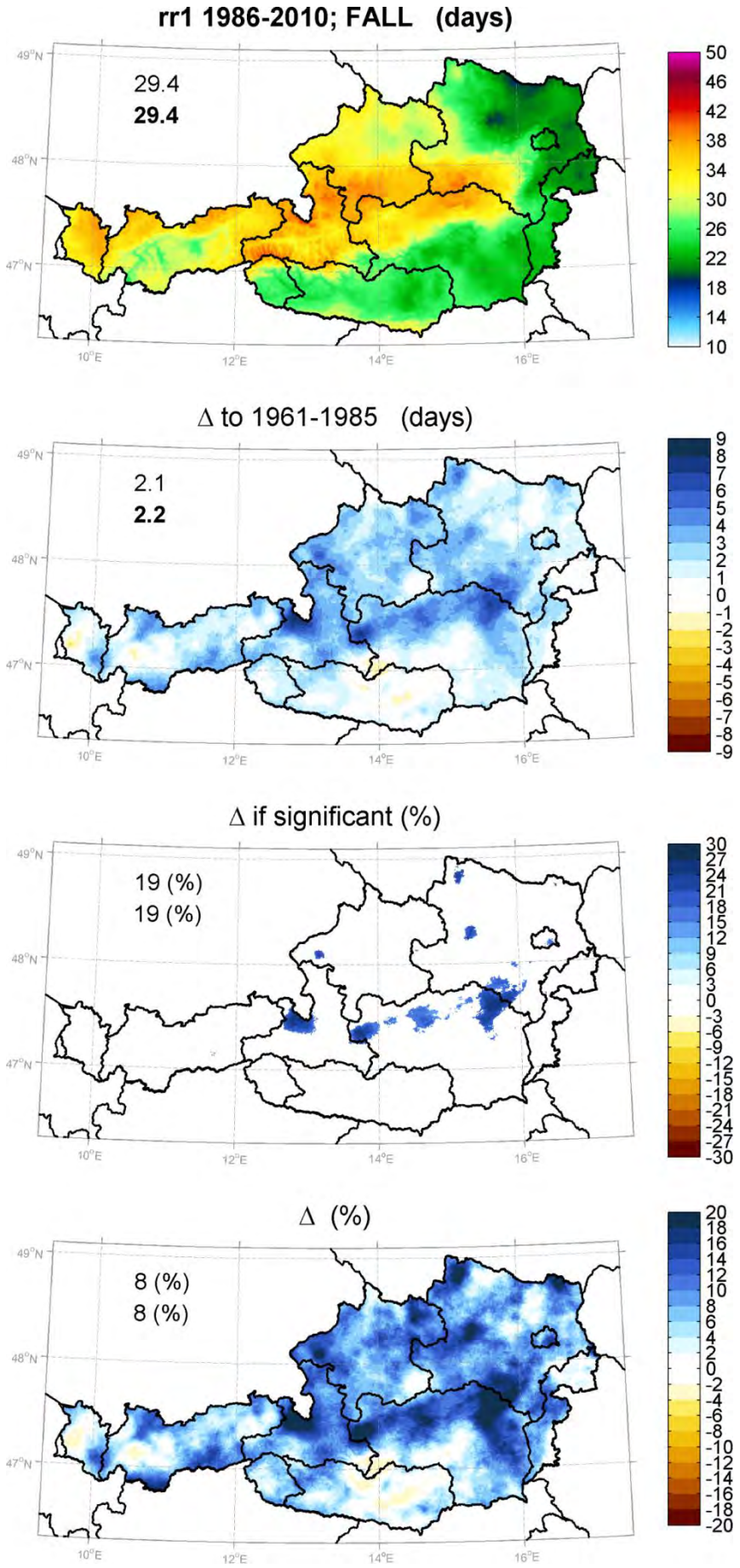

Δ to 1961-1985 (mm)
1.0
0.5
30
26
22
18
14
10
6
2
-2
-6
-10
-14
-18
-22
-26
-30
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

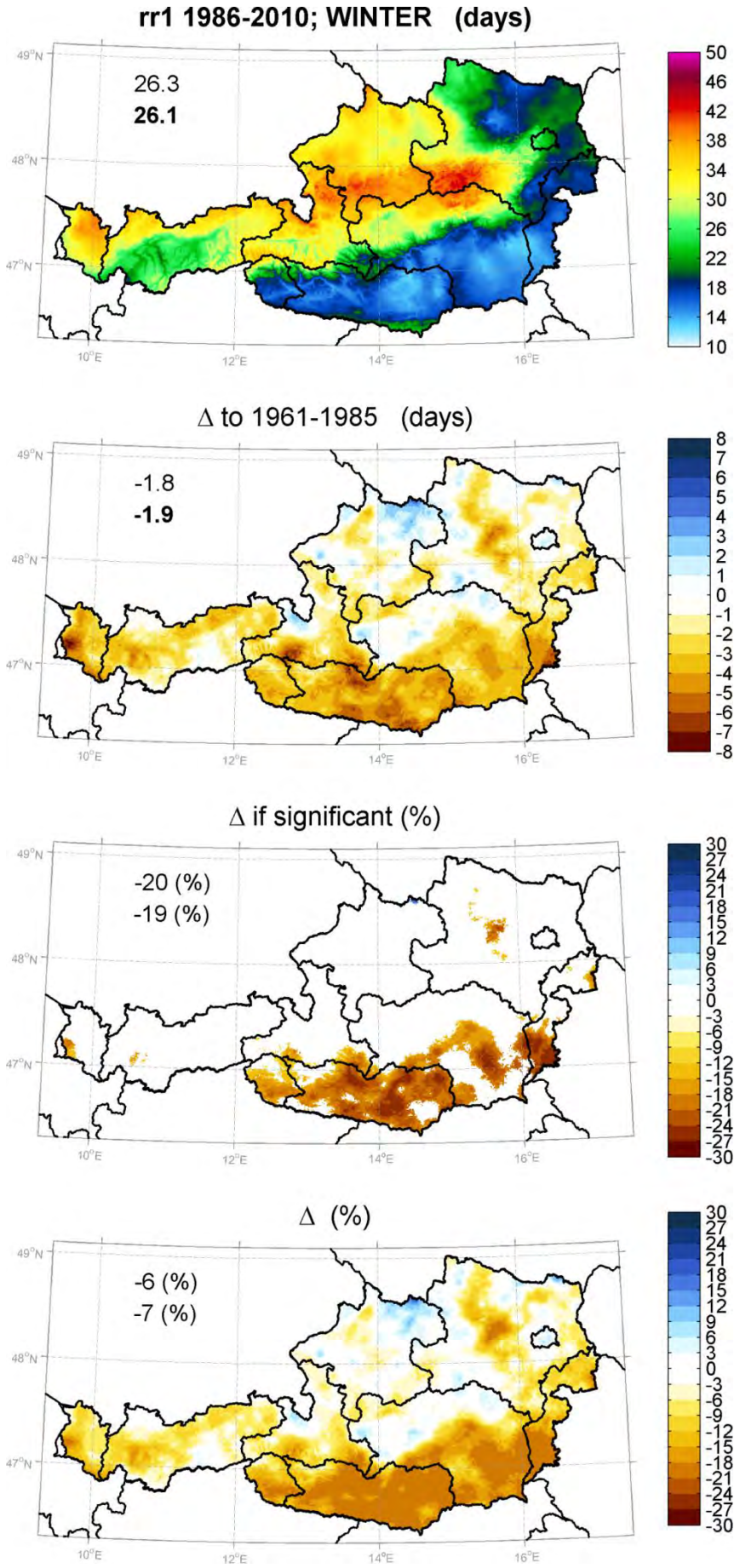

49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

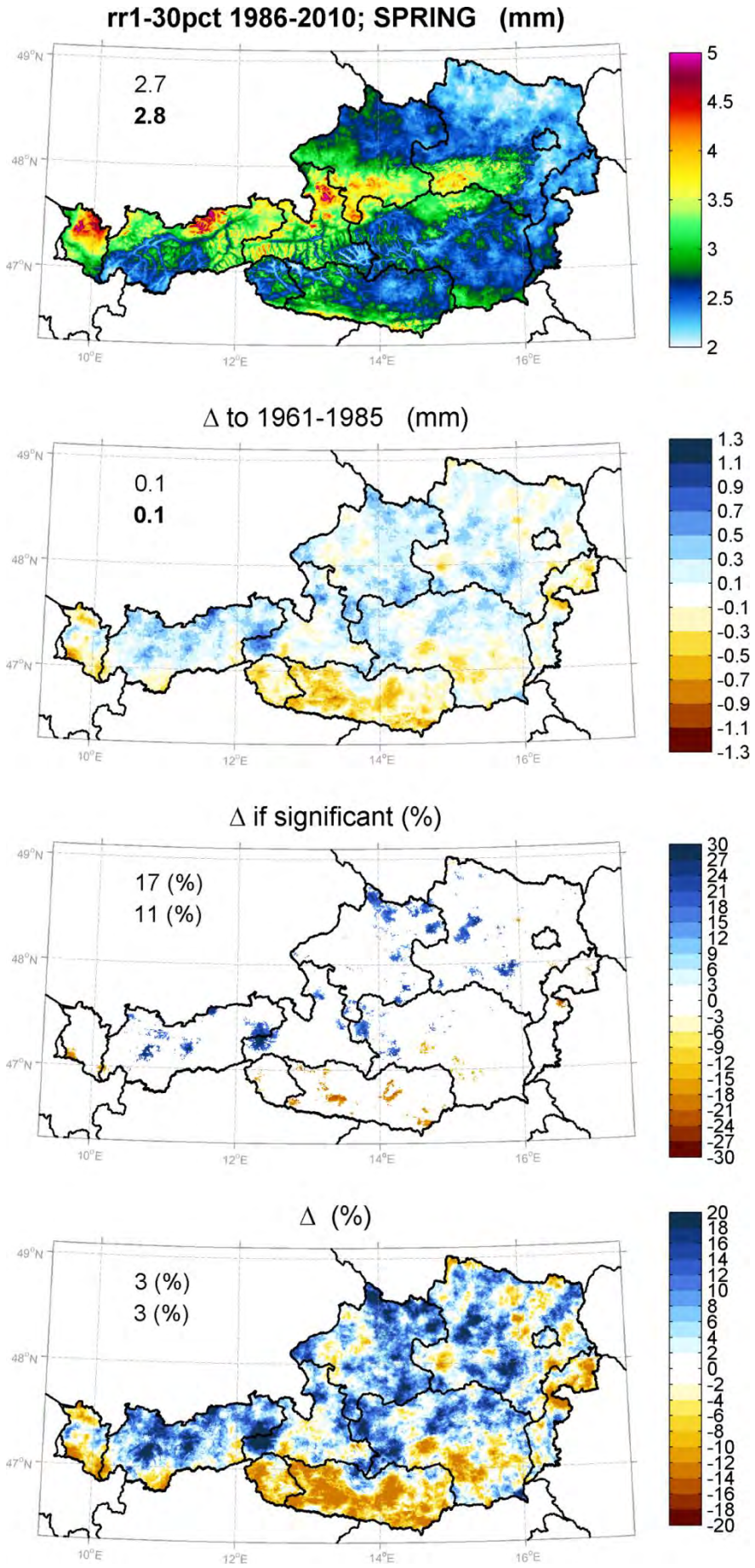

Δ (%)
2 (%)
3 (%)
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

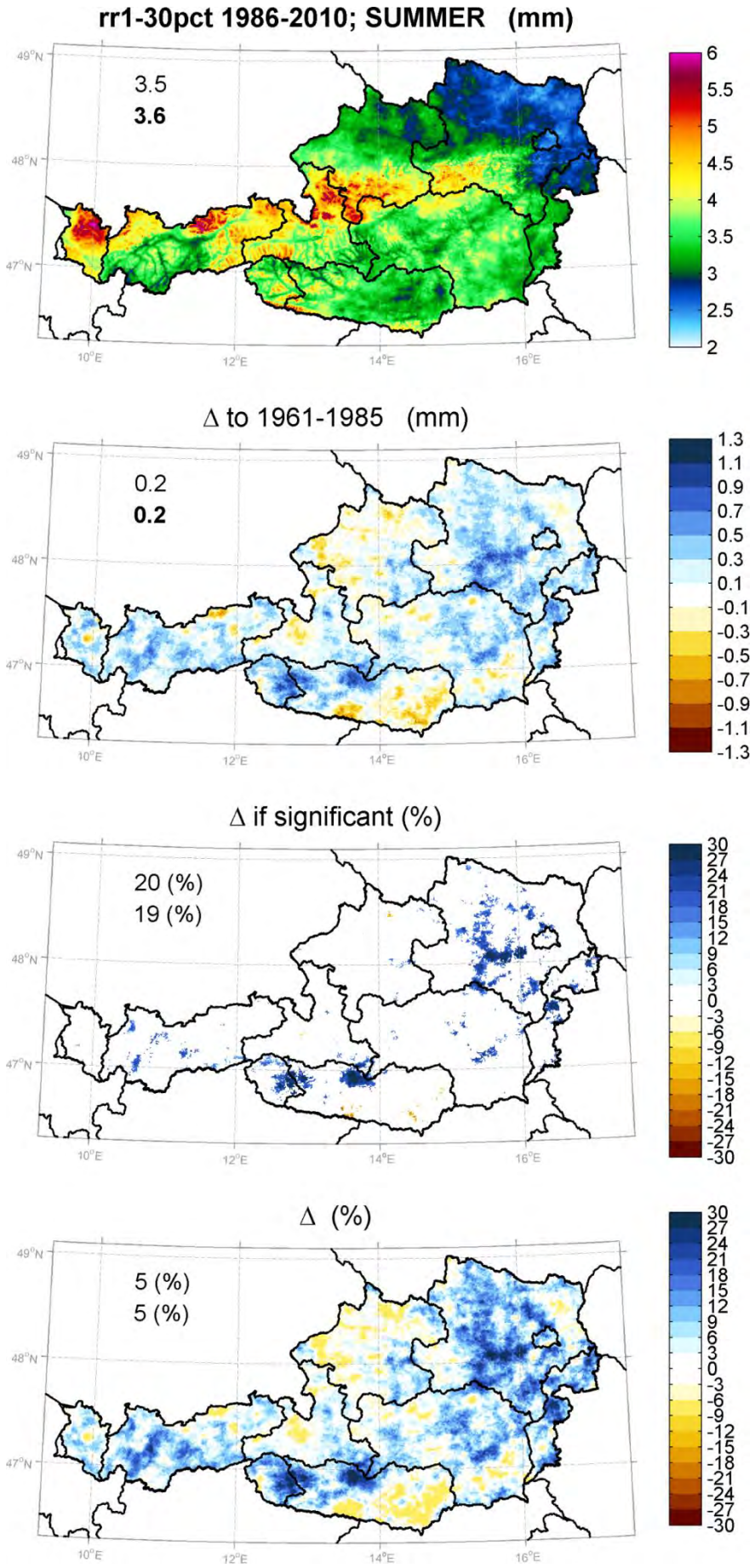

rr1 1986-2010; SPRING (days)
32.9
33.6
50
47
44
41
38
35
32
29
26
23
20
Δ to 1961-1985 (days)
-0.4
-0.1
8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
Δ if significant (%)
13 (%)
12 (%)
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20
Δ (%)
-1 (%)
0 (%)
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

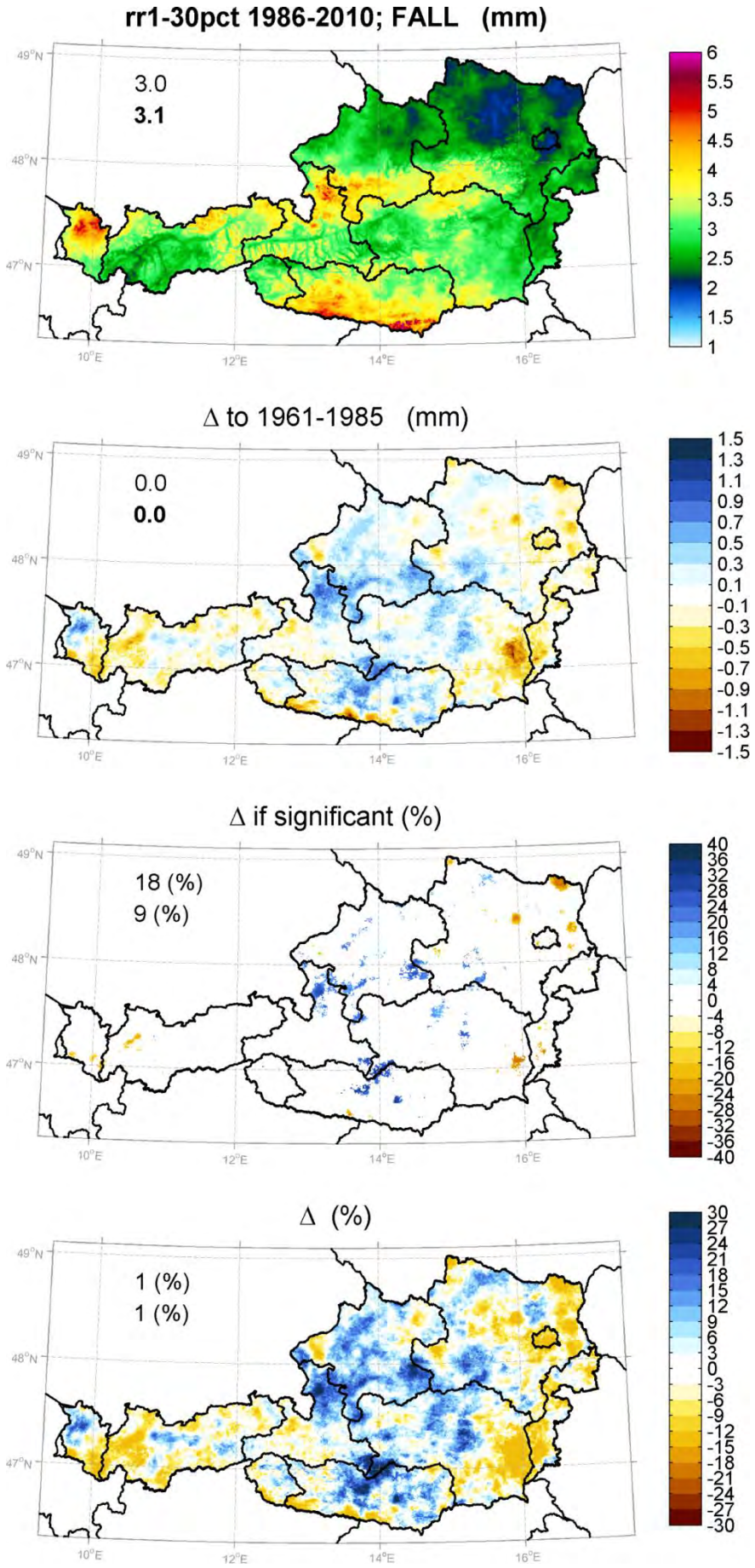

rr1 1986-2010; SUMMER (days)
40.2
40.8
Δ to 1961-1985 (days)
-1.0
-1.0
Δ if significant (%)
-8 (%)
-7 (%)
Δ (%)
-2 (%)
-2 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

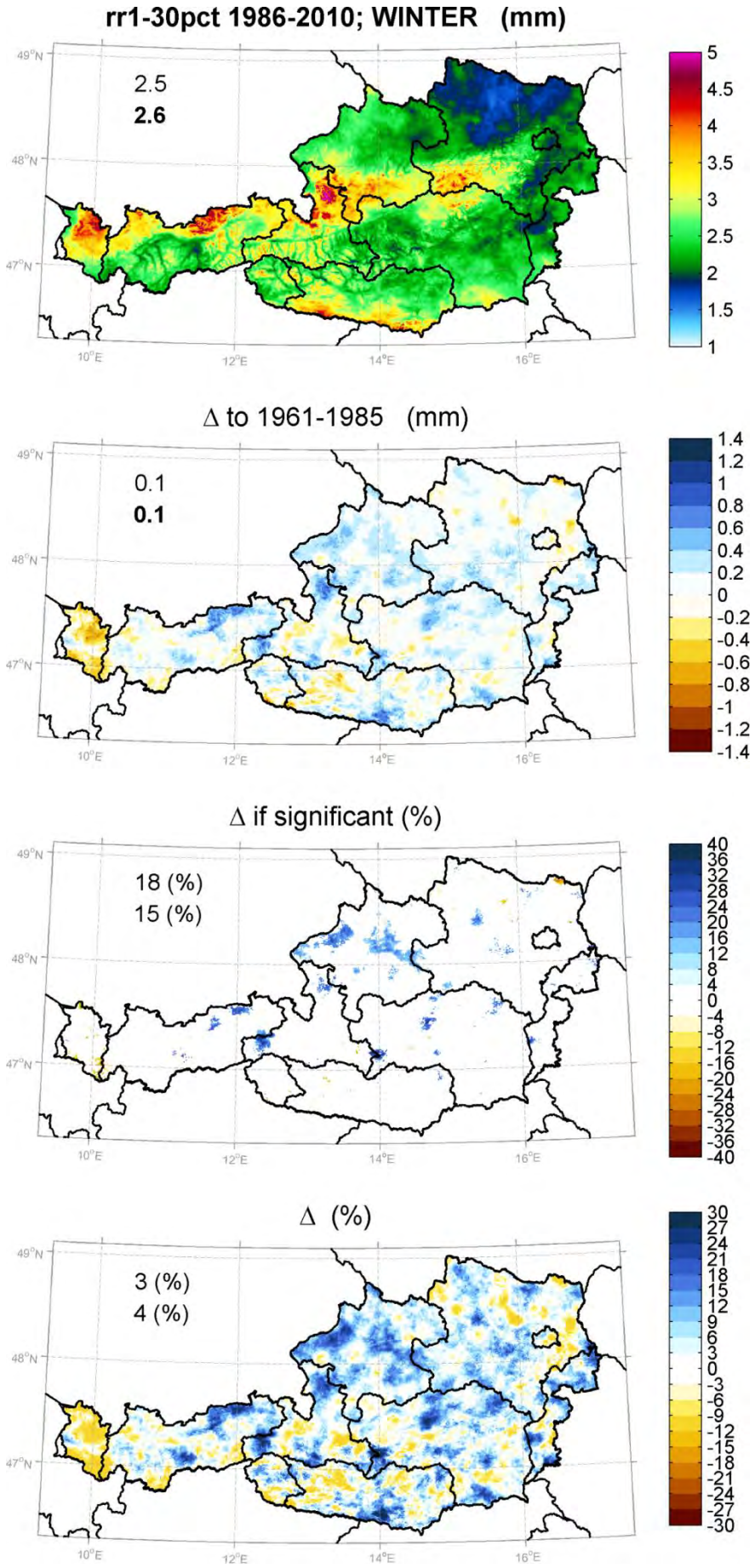

rr1 1986-2010; FALL (days)
29.4
29.4
50
46
42
38
34
30
26
22
18
14
10
Δ to 1961-1985 (days)
2.1
2.2
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
Δ if significant (%)
19 (%)
19 (%)
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30
Δ (%)
8 (%)
8 (%)
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

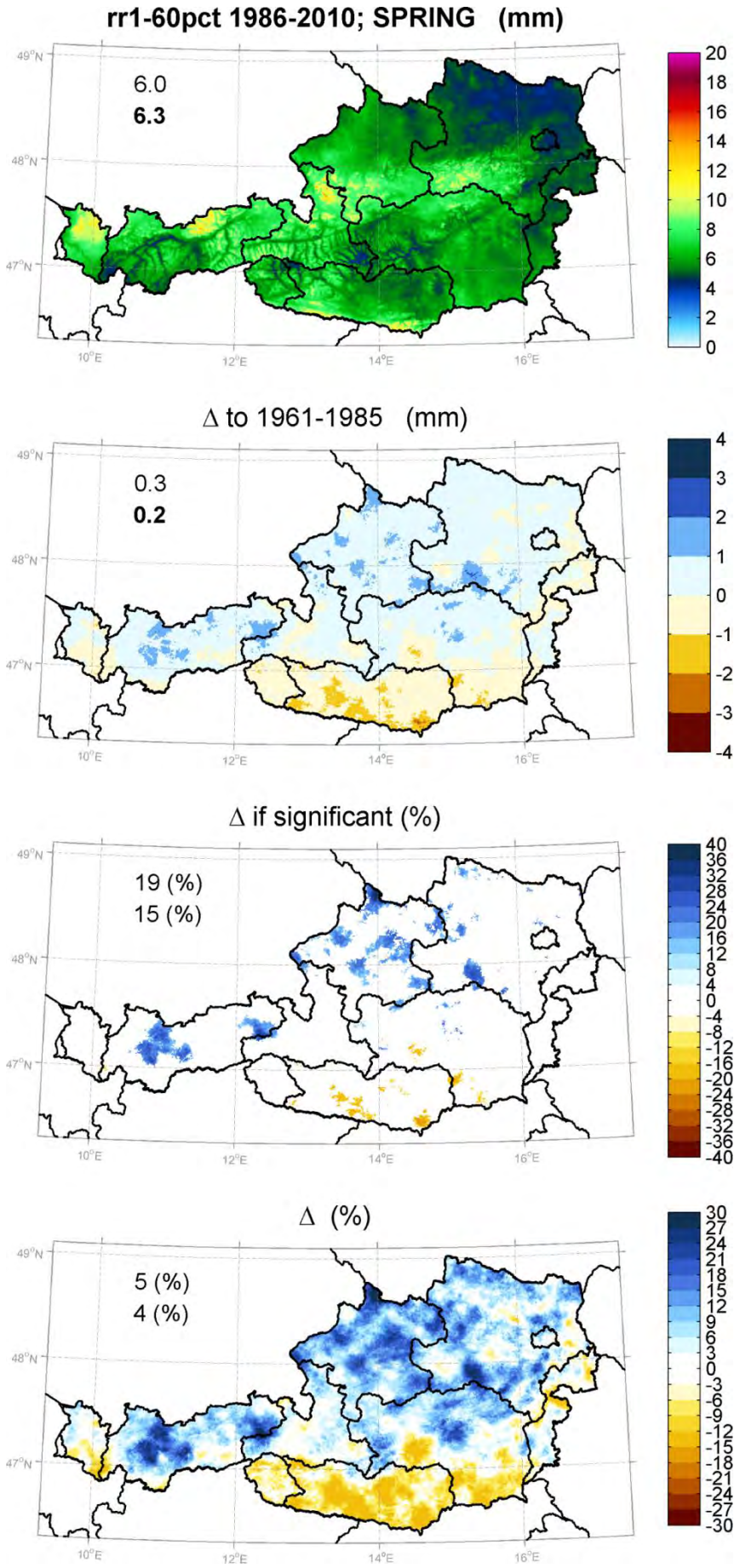

rr1 1986-2010; WINTER (days)
26.3
26.1
50
46
42
38
34
30
26
22
18
14
10
Δ to 1961-1985 (days)
-1.8
-1.9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
Δ if significant (%)
-20 (%)
-19 (%)
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30
Δ (%)
-6 (%)
-7 (%)
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

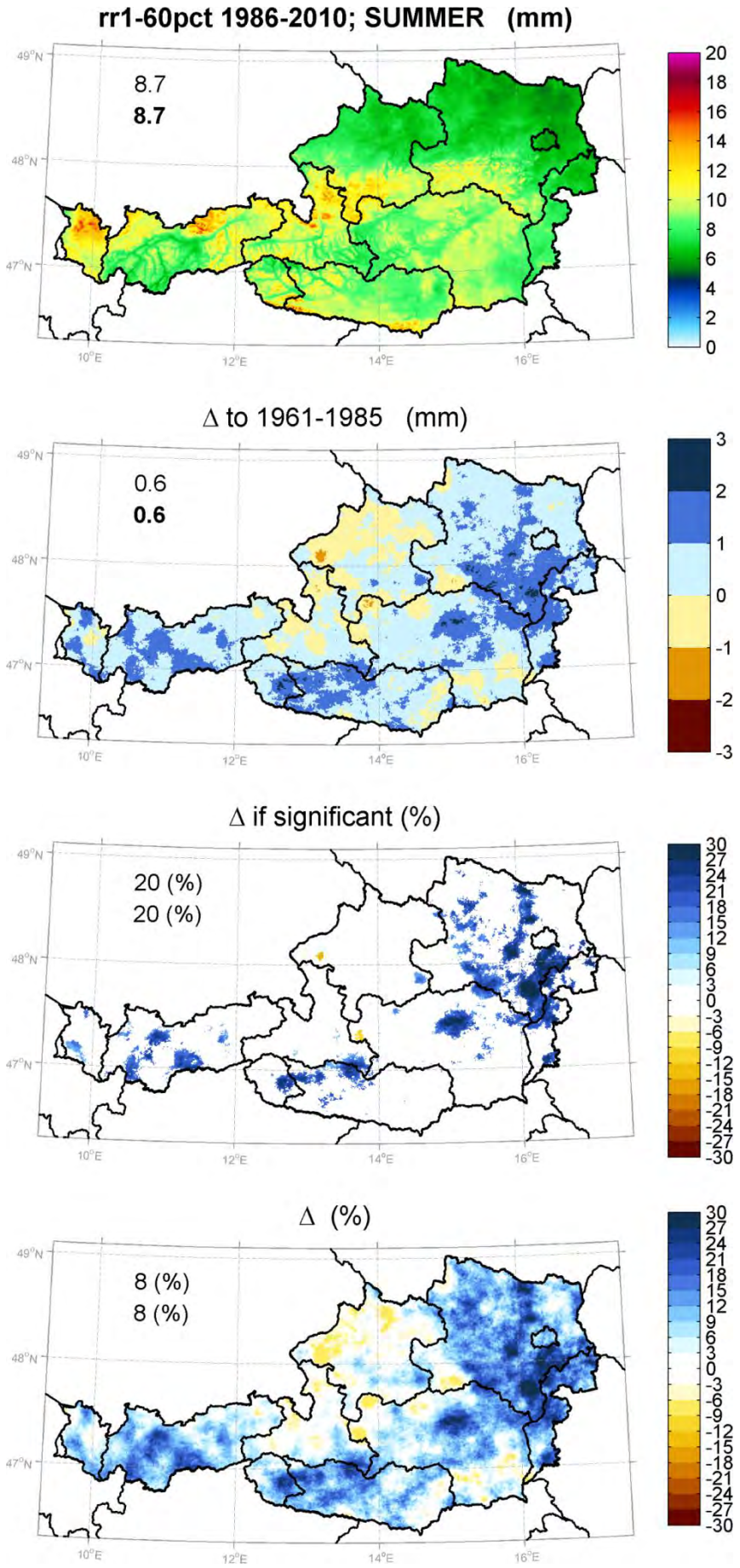

rr1-30pct 1986-2010; SPRING (mm)
2.7
2.8
5
4.5
4
3.5
3
2.5
2
Δ to 1961-1985 (mm)
0.1
0.1
1.3
1.1
0.9
0.7
0.5
0.3
0.1
-0.1
-0.3
-0.5
-0.7
-0.9
-1.1
-1.3
Δ if significant (%)
17 (%)
11 (%)
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30
Δ (%)
3 (%)
3 (%)
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

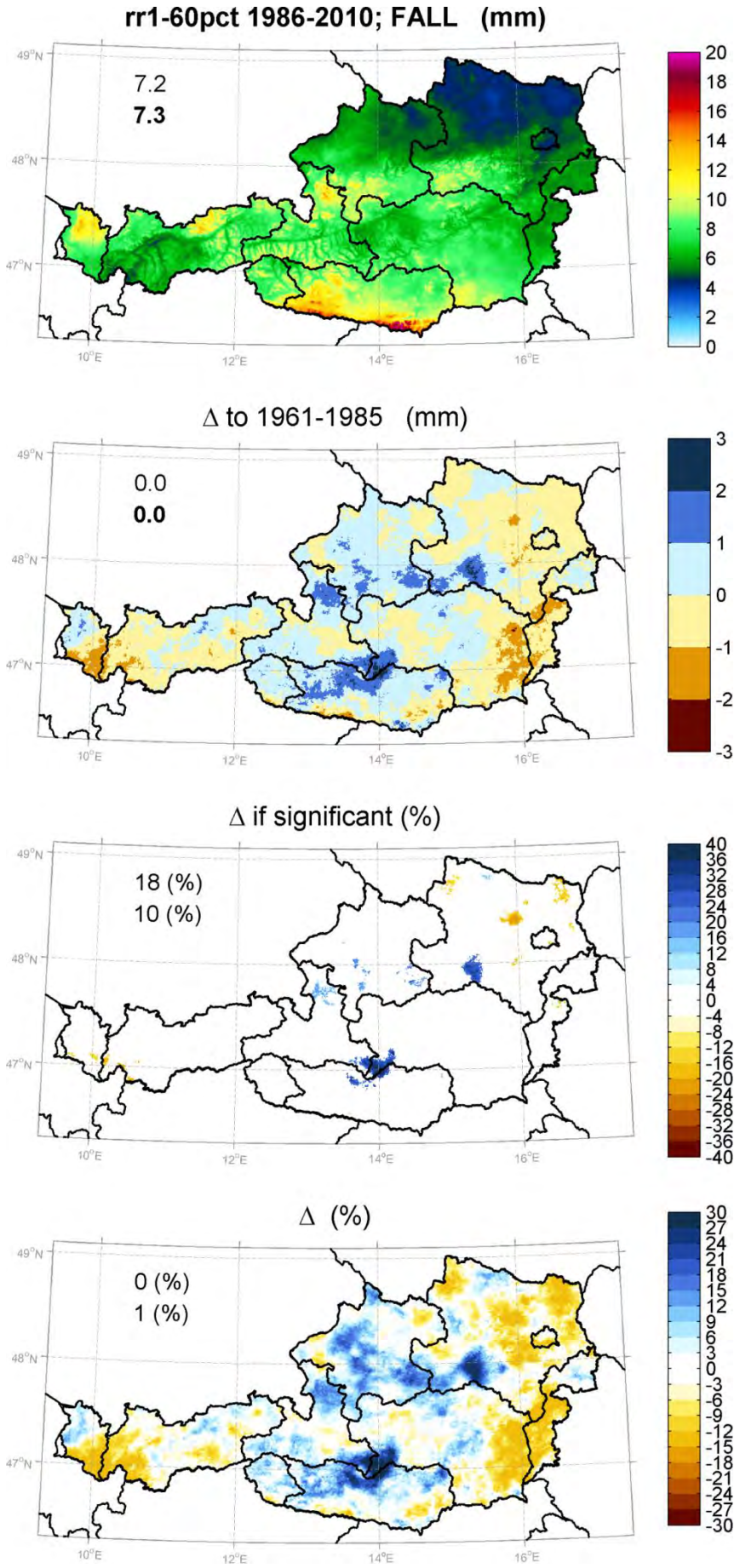

rr1-30pct 1986-2010; SUMMER (mm)
3.5
3.6
6
5.5
5
4.5
4
3.5
3
2.5
2
Δ to 1961-1985 (mm)
0.2
0.2
1.3
1.1
0.9
0.7
0.5
0.3
0.1
-0.1
-0.3
-0.5
-0.7
-0.9
-1.1
-1.3
Δ if significant (%)
20 (%)
19 (%)
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30
Δ (%)
5 (%)
5 (%)
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

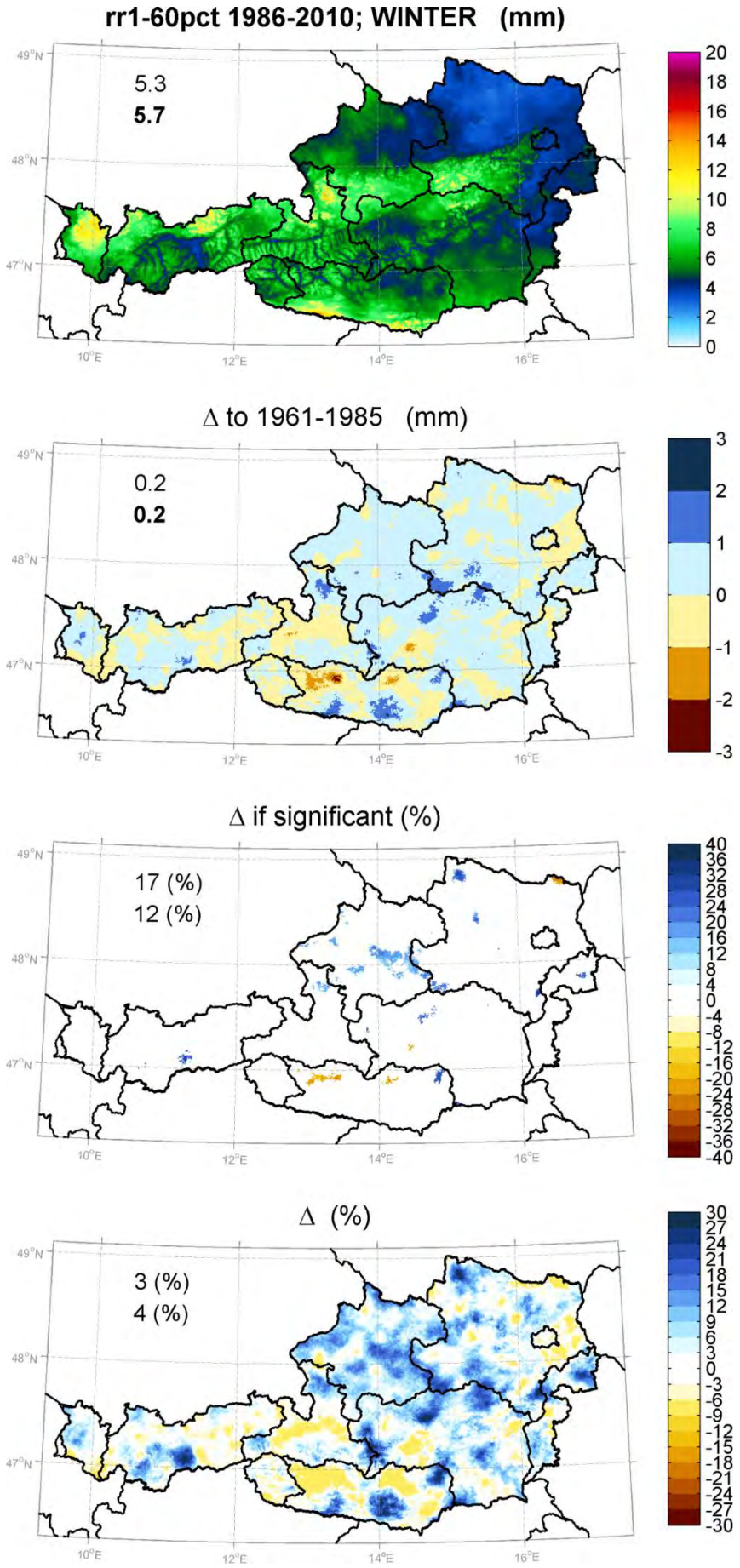

rr1-30pct 1986-2010; FALL (mm)
3.0
3.1
6
5.5
5
4.5
4
3.5
3
2.5
2
1.5
1
Δ to 1961-1985 (mm)
0.0
0.0
1.5
1.3
1.1
0.9
0.7
0.5
0.3
0.1
-0.1
-0.3
-0.5
-0.7
-0.9
-1.1
-1.3
-1.5
Δ if significant (%)
18 (%)
9 (%)
40
36
32
28
24
20
16
12
8
4
0
-4
-8
-12
-16
-20
-24
-28
-32
-36
-40
Δ (%)
1 (%)
1 (%)
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

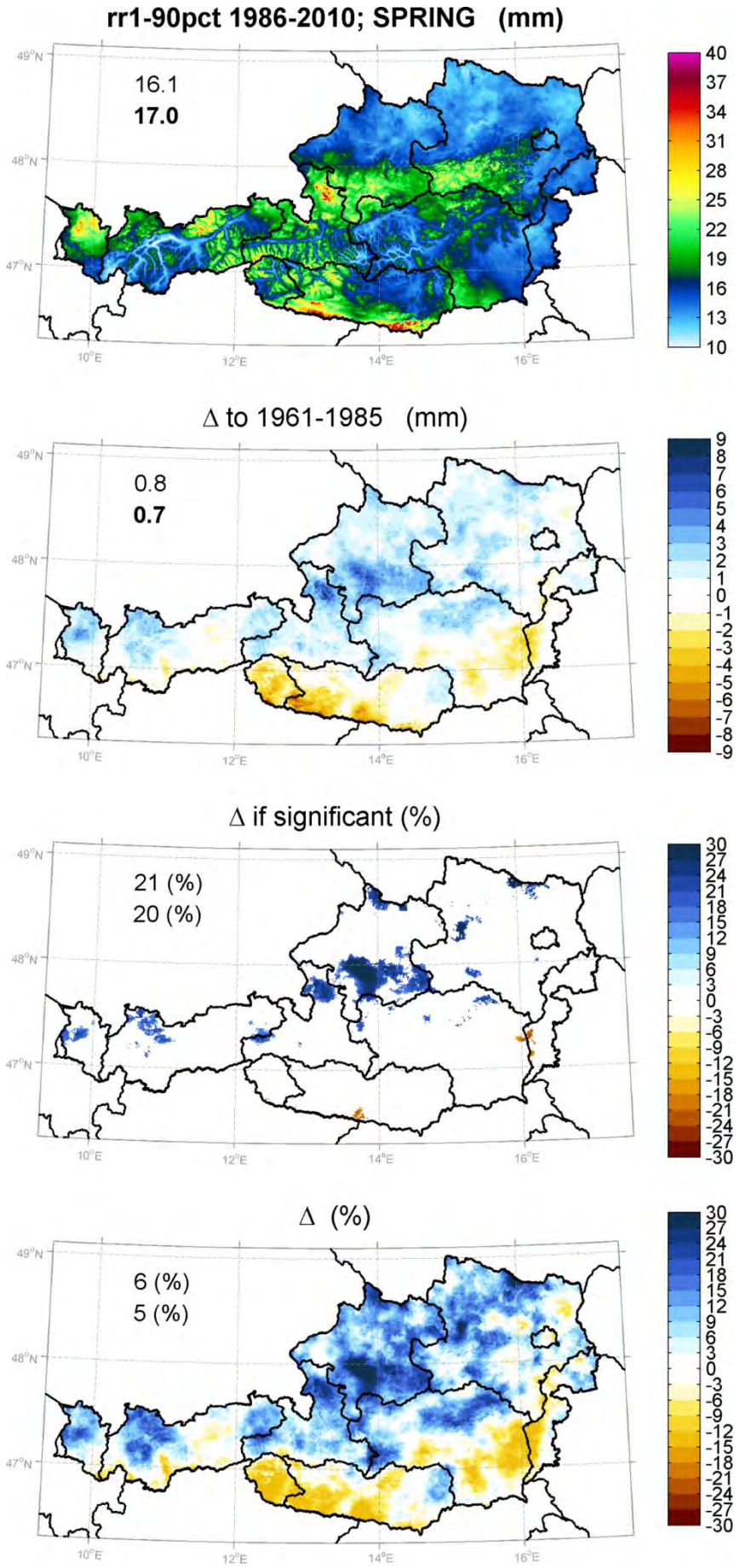

rr1-30pct 1986-2010; WINTER (mm)
2.5
2.6
5
4.5
4
3.5
3
2.5
2
1.5
1
Δ to 1961-1985 (mm)
0.1
0.1
1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
-0.2
-0.4
-0.6
-0.8
-1
-1.2
-1.4
Δ if significant (%)
18 (%)
15 (%)
40
36
32
28
24
20
16
12
8
4
0
-4
-8
-12
-16
-20
-24
-28
-32
-36
-40
Δ (%)
3 (%)
4 (%)
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

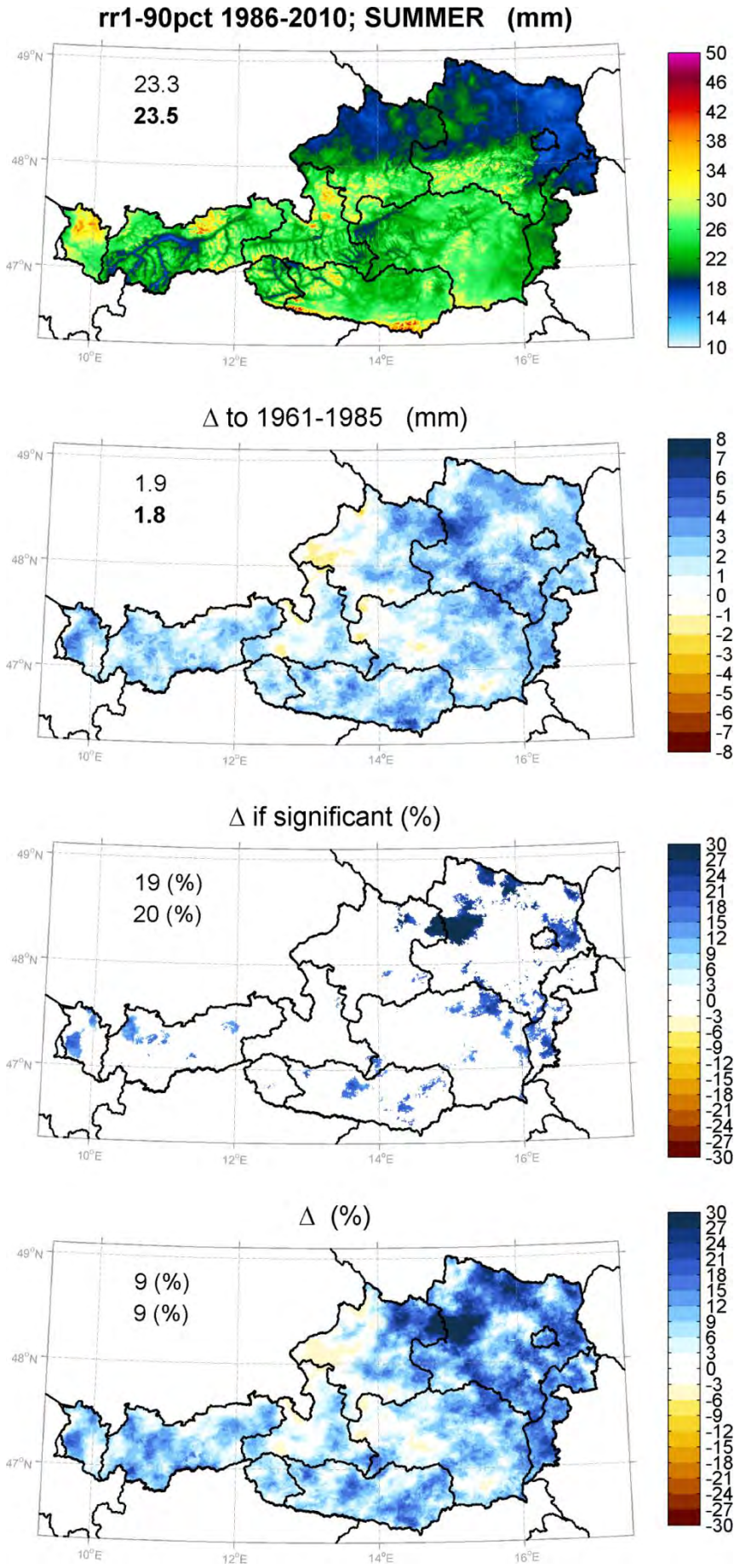

rr1-60pct 1986-2010; SPRING (mm)
6.0
6.3
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
Δ to 1961-1985 (mm)
0.3
0.2
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
Δ if significant (%)
19 (%)
15 (%)
40
36
32
28
24
20
16
12
8
4
0
-4
-8
-12
-16
-20
-24
-28
-32
-36
-40
Δ (%)
5 (%)
4 (%)
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

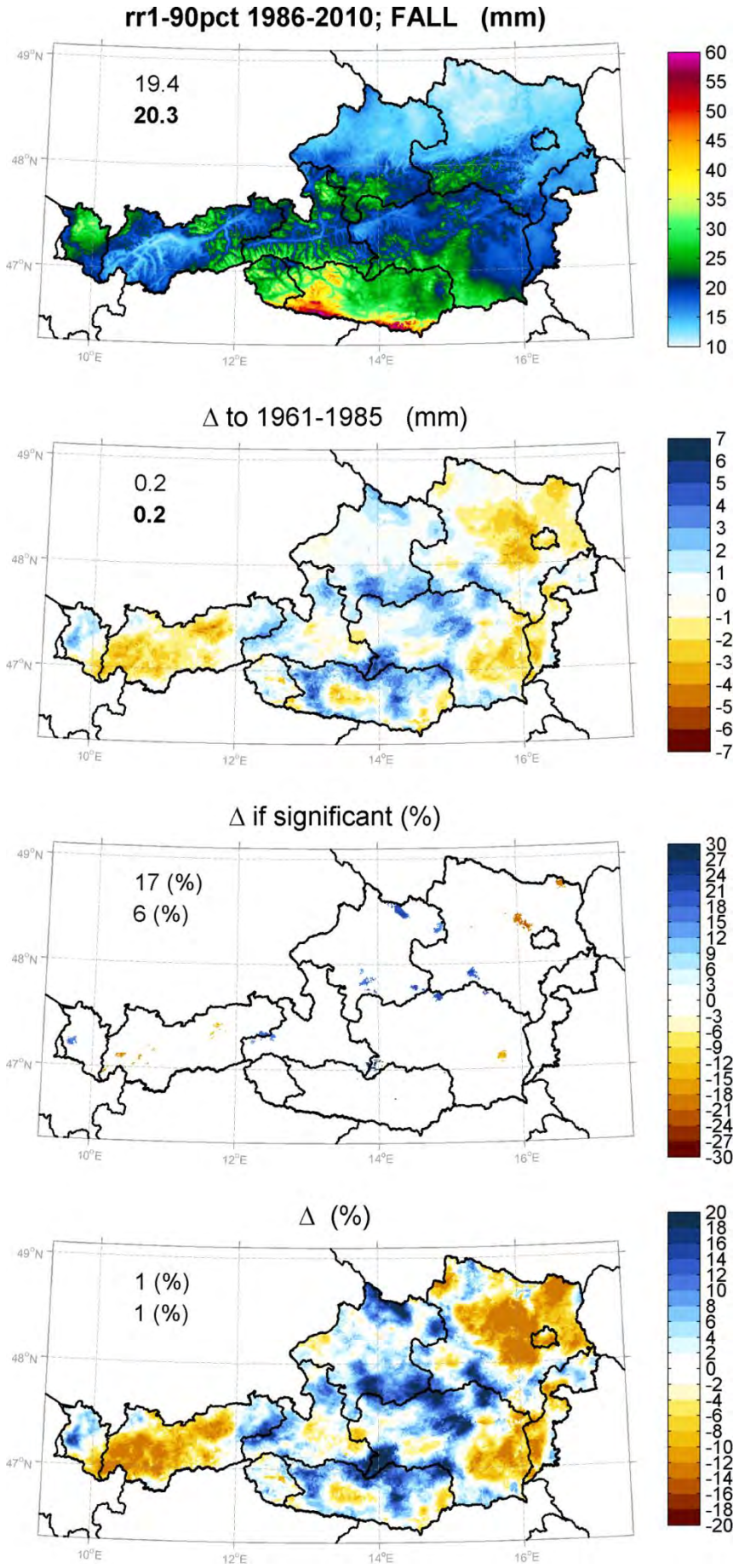

rr1-60pct 1986-2010; SUMMER (mm)
8.7
8.7
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
Δ to 1961-1985 (mm)
0.6
0.6
3
2
1
0
-1
-2
-3
Δ if significant (%)
20 (%)
20 (%)
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30
Δ (%)
8 (%)
8 (%)
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

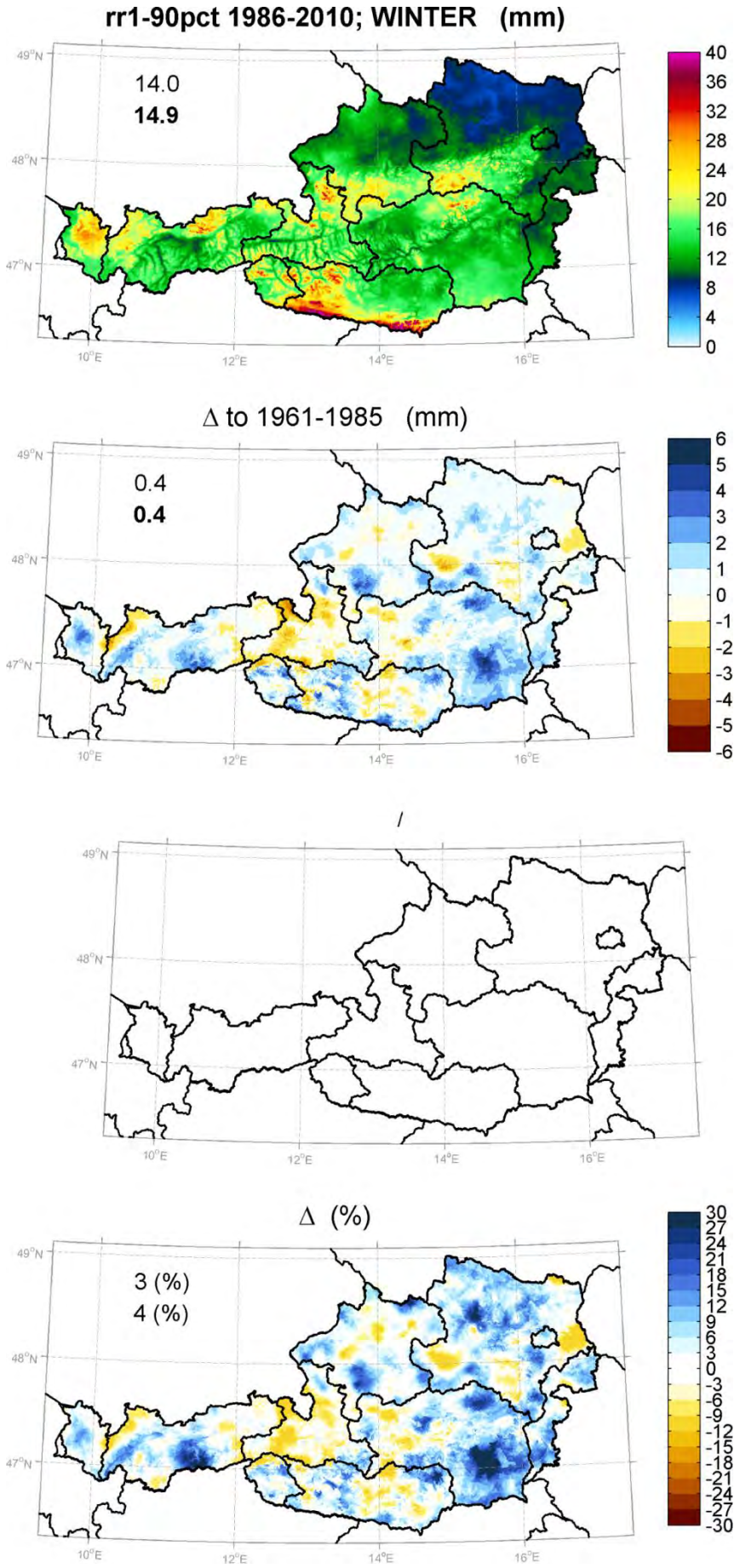

rr1-60pct 1986-2010; FALL (mm)
7.2
7.3
Δ to 1961-1985 (mm)
0.0
0.0
Δ if significant (%)
18 (%)
10 (%)
Δ (%)
0 (%)
1 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

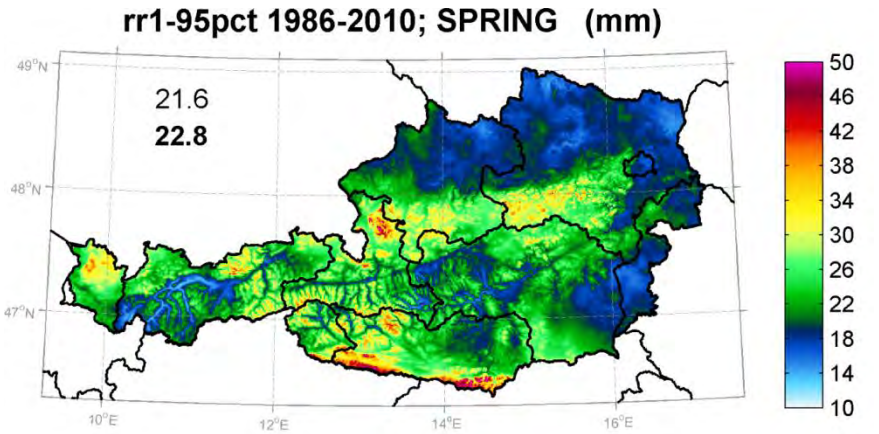

rr1-60pct 1986-2010; WINTER (mm)
5.3
5.7
Δ to 1961-1985 (mm)
0.2
0.2
Δ if significant (%)
17 (%)
12 (%)
Δ (%)
3 (%)
4 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

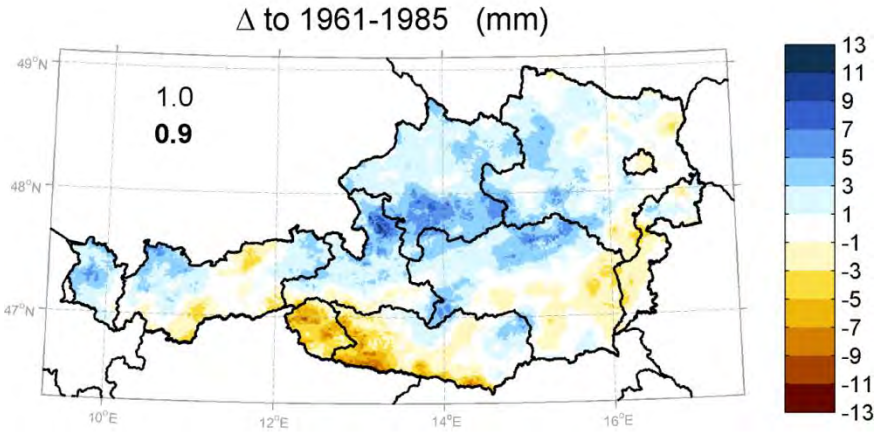

rr1-90pct 1986-2010; SPRING (mm)
16.1
17.0
40
37
34
31
28
25
22
19
16
13
10
Δ to 1961-1985 (mm)
0.8
0.7
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
Δ if significant (%)
21 (%)
20 (%)
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30
Δ (%)
6 (%)
5 (%)
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

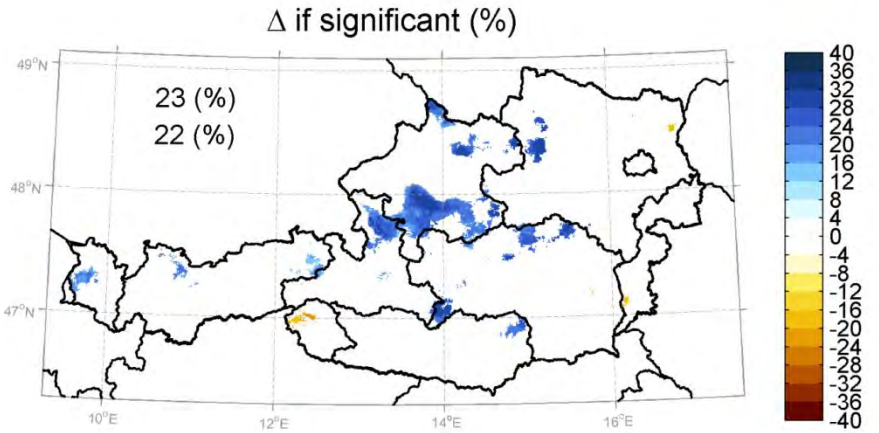

rr1-90pct 1986-2010; SUMMER (mm)
23.3
23.5
50
46
42
38
34
30
26
22
18
14
10
Δ to 1961-1985 (mm)
1.9
1.8
8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
Δ if significant (%)
19 (%)
20 (%)
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30
Δ (%)
9 (%)
9 (%)
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

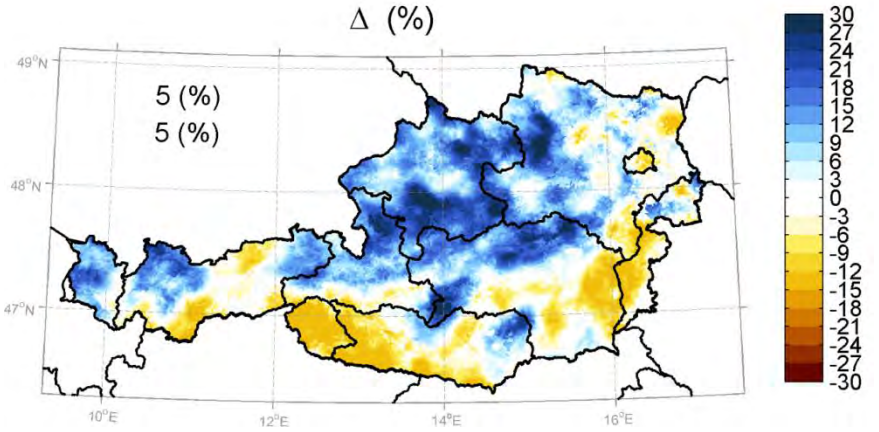

rr1-90pct 1986-2010; FALL (mm)
19.4
20.3
60
55
50
45
40
35
30
25
20
15
10
Δ to 1961-1985 (mm)
0.2
0.2
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
Δ if significant (%)
17 (%)
6 (%)
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30
Δ (%)
1 (%)
1 (%)
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

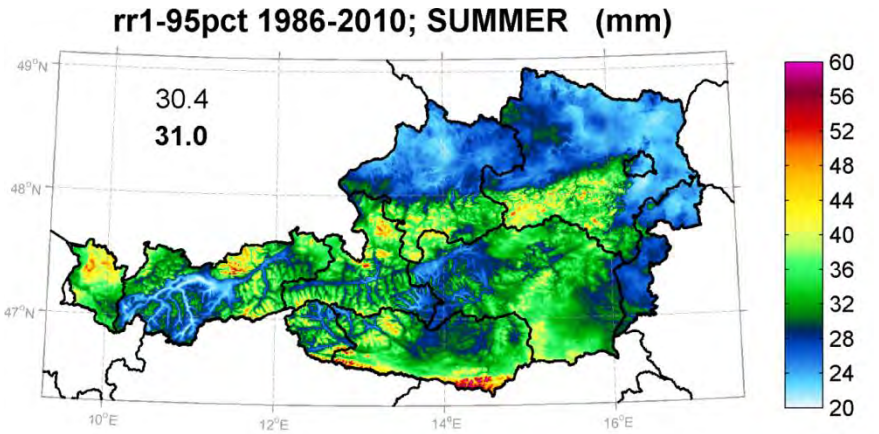

rr1-90pct 1986-2010; WINTER (mm)
14.0
14.9
40
36
32
28
24
20
16
12
8
4
0
Δ to 1961-1985 (mm)
0.4
0.4
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
Δ (%)
3 (%)
4 (%)
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

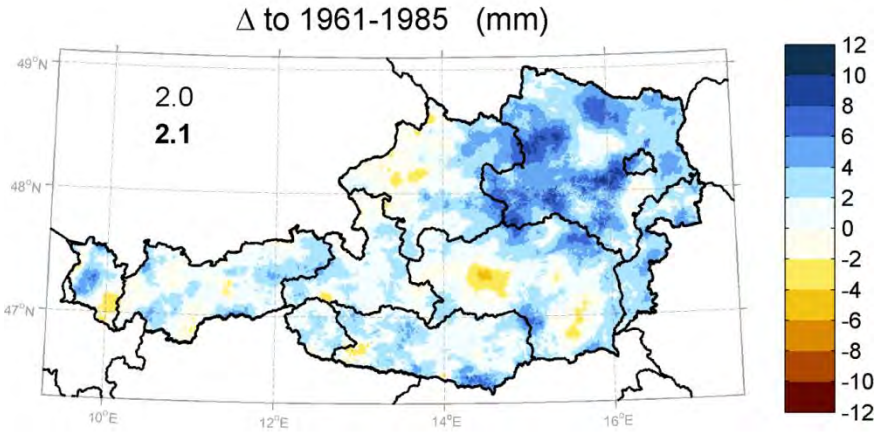

rr1-95pct 1986-2010; SPRING (mm)
21.6
22.8
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
50
46
42
38
34
30
26
22
18
14
10

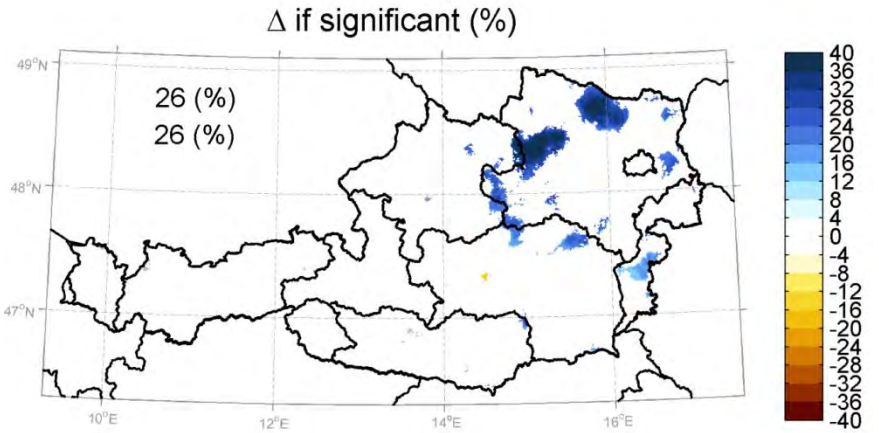

Δ to 1961-1985 (mm)
1.0
0.9
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
13
11
9
7
5
3
1
-1
-3
-5
-7
-9
-11
-13

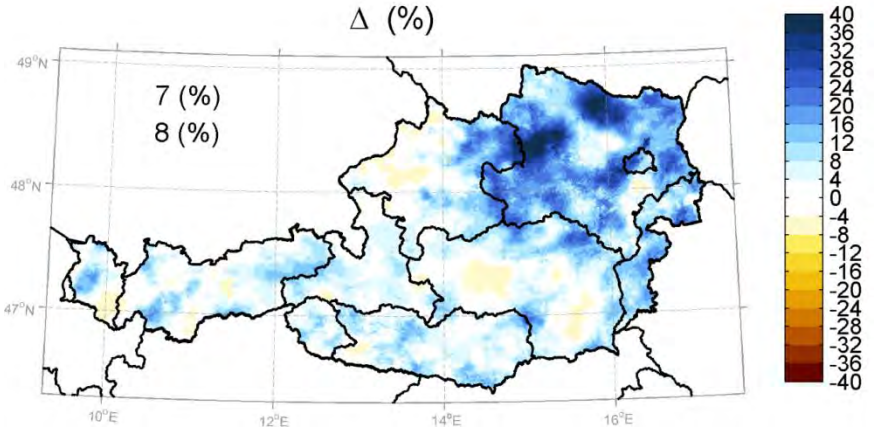

Δ if significant (%)
23 (%)
22 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
40
36
32
28
24
20
16
12
8
4
0
-4
-8
-12
-16
-20
-24
-28
-32
-36
-40

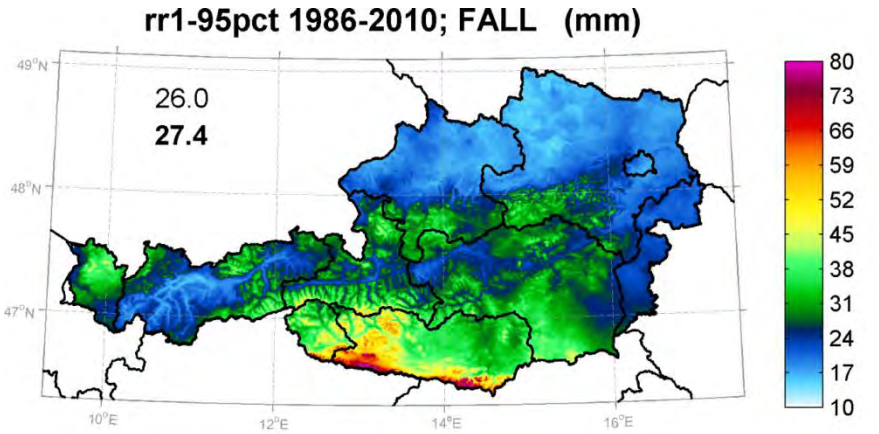

Δ (%)
5 (%)
5 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30

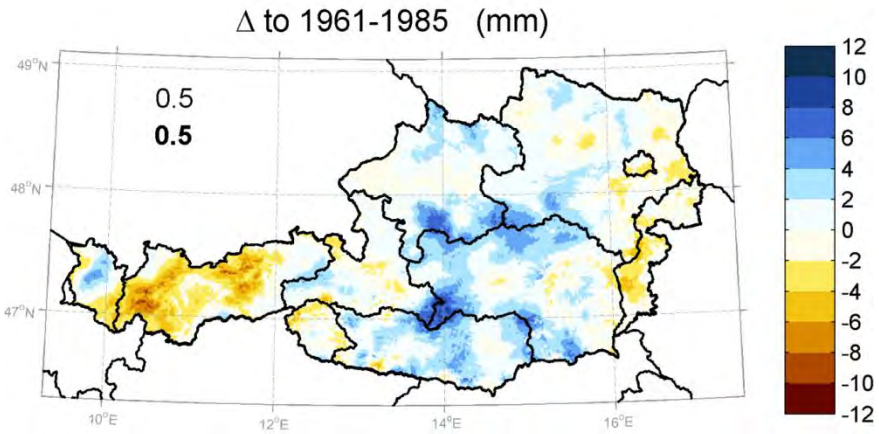

rr1-95pct 1986-2010; SUMMER (mm)
30.4
31.0
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
60
56
52
48
44
40
36
32
28
24
20

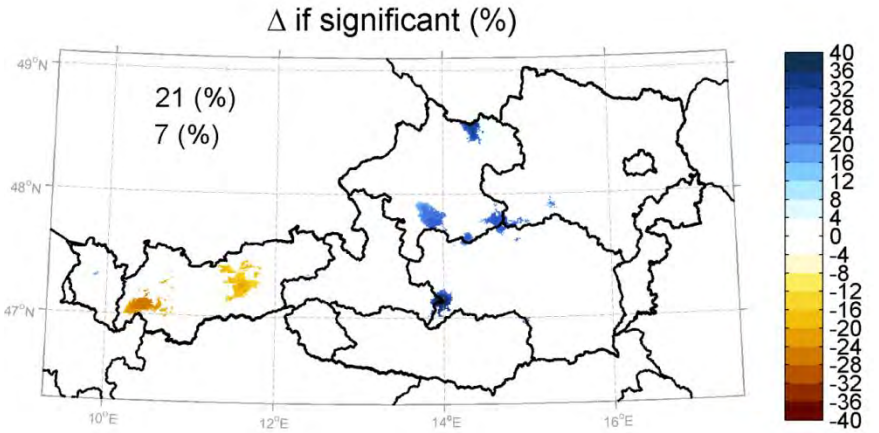

Δ to 1961-1985 (mm)
2.0
2.1
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12

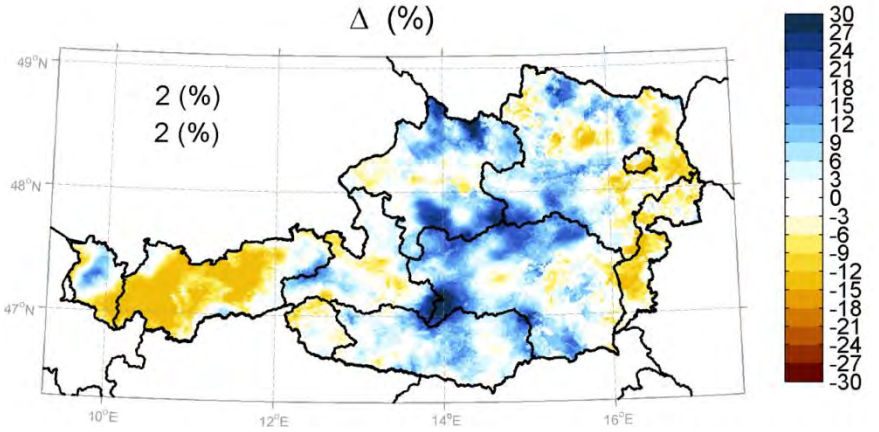

Δ if significant (%)
26 (%)
26 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
40
36
32
28
24
20
16
12
8
4
0
-4
-8
-12
-16
-20
-24
-28
-32
-36
-40

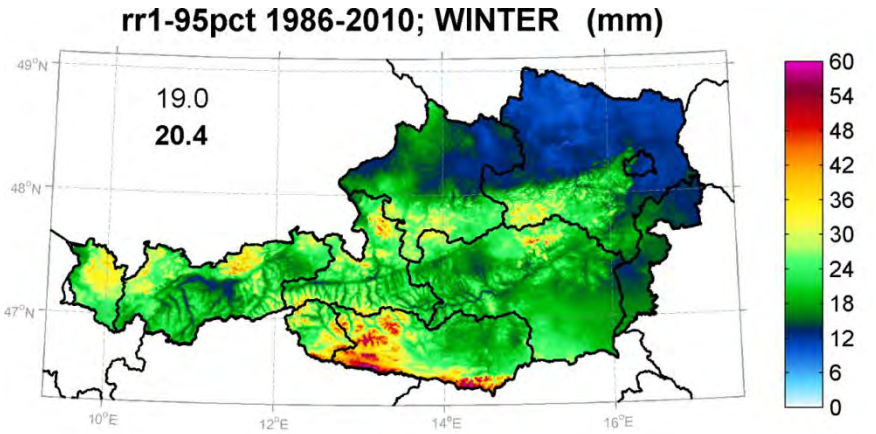

Δ (%)
7 (%)
8 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
40
36
32
28
24
20
16
12
8
4
0
-4
-8
-12
-16
-20
-24
-28
-32
-36
-40

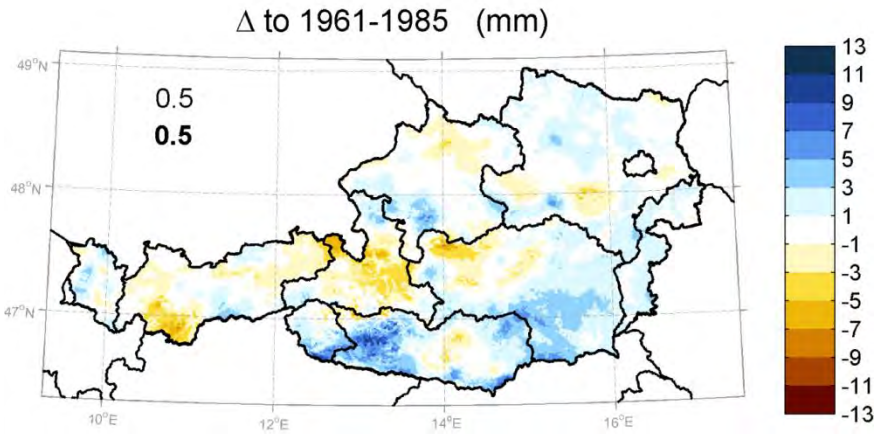

rr1-95pct 1986-2010; FALL (mm)
26.0
27.4
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
80
73
66
59
52
45
38
31
24
17
10

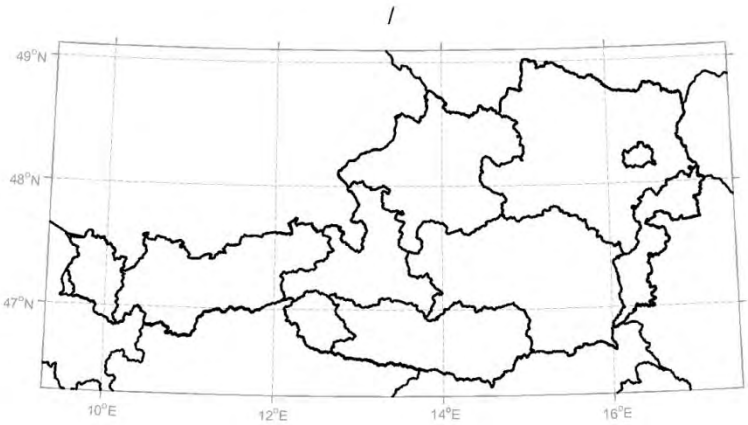

Δ to 1961-1985 (mm)
0.5
0.5
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12

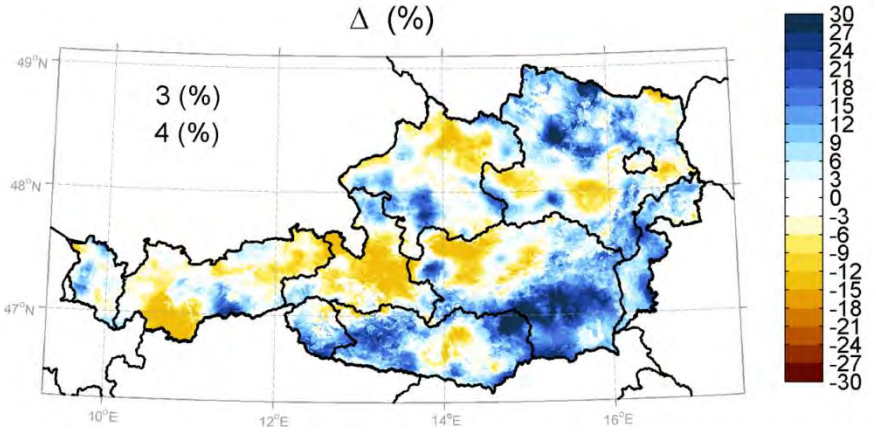

Δ if significant (%)
21 (%)
7 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
40
36
32
28
24
20
16
12
8
4
0
-4
-8
-12
-16
-20
-24
-28
-32
-36
-40

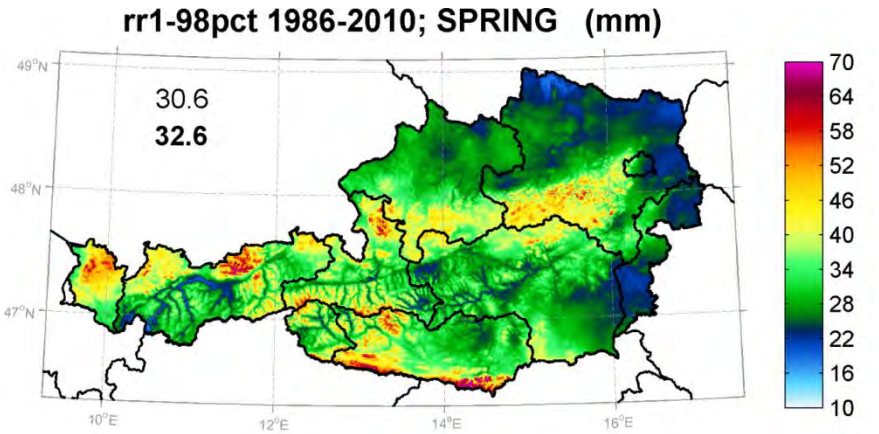

Δ (%)
2 (%)
2 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30

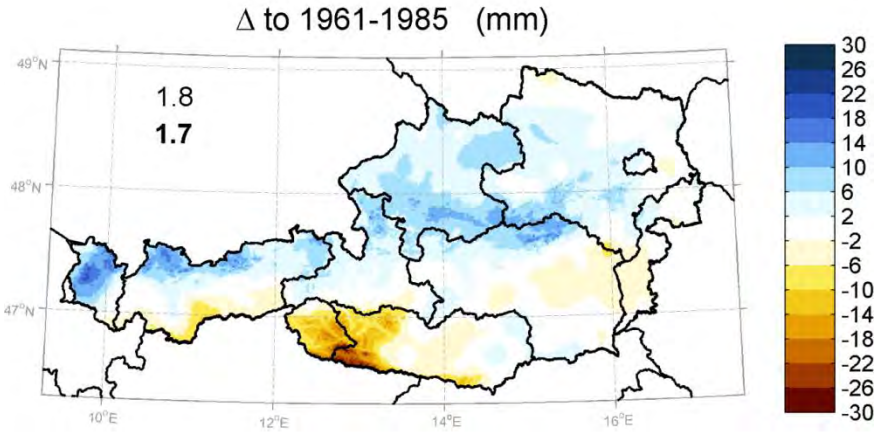

rr1-95pct 1986-2010; WINTER (mm)
19.0
20.4
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
60
54
48
42
36
30
24
18
12
6
0

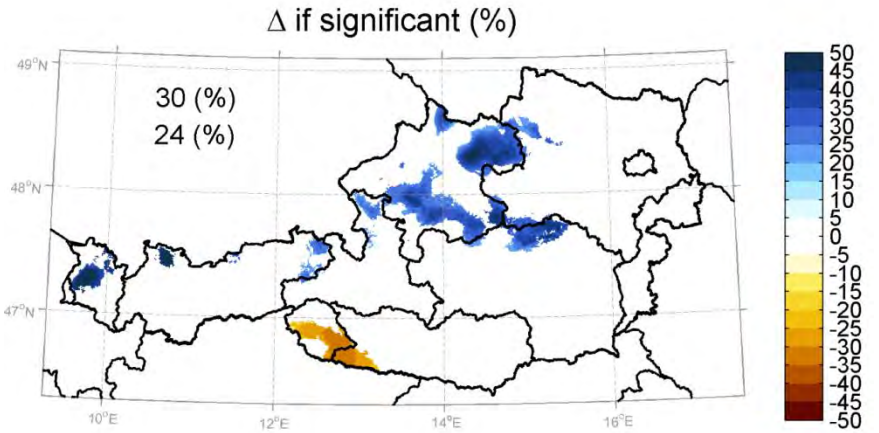

Δ to 1961-1985 (mm)
0.5
0.5
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
13
11
9
7
5
3
1
-1
-3
-5
-7
-9
-11
-13

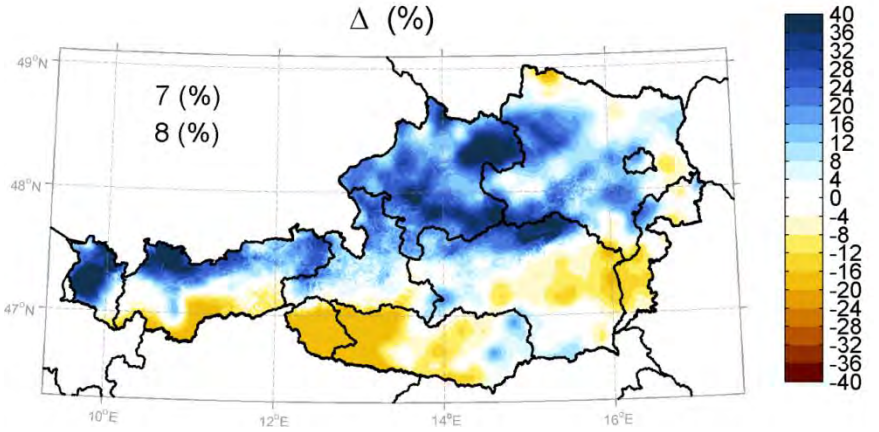

49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

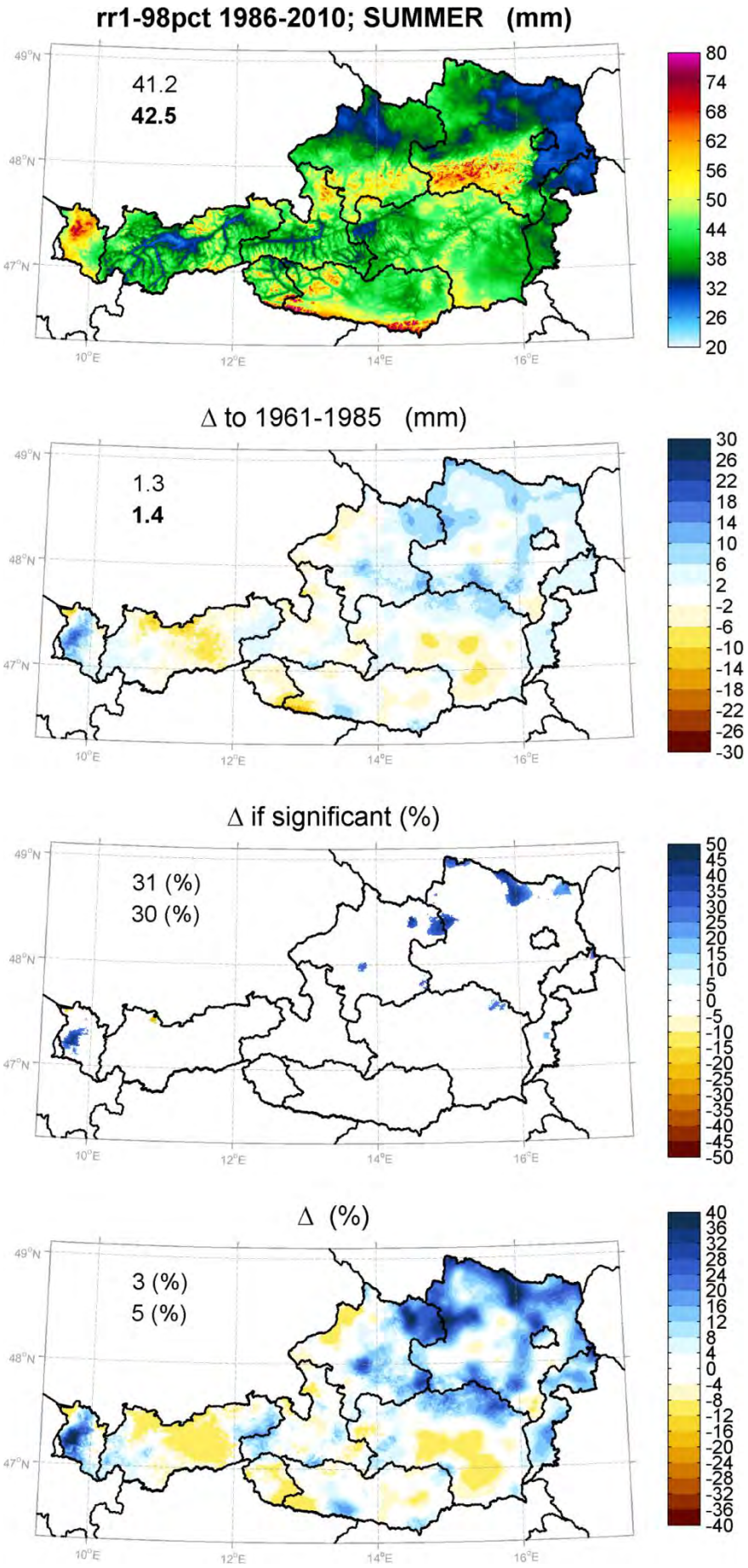

Δ (%)
3 (%)
4 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30

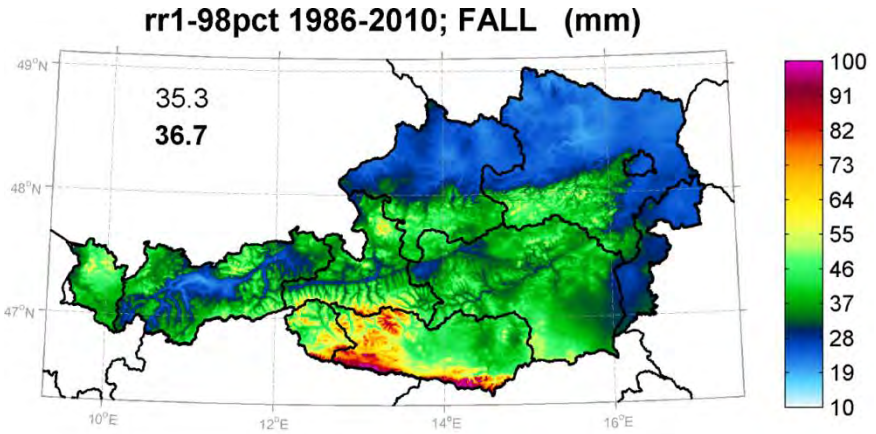

rr1-98pct 1986-2010; SPRING (mm)
30.6
32.6
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
70
64
58
52
46
40
34
28
22
16
10

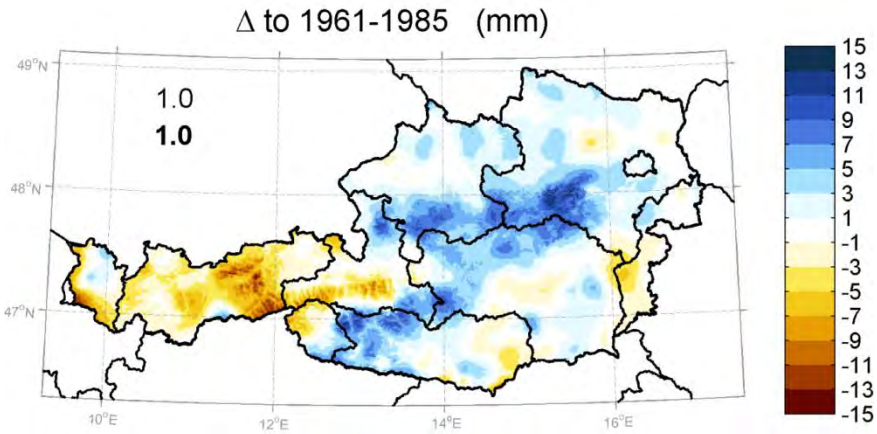

Δ to 1961-1985 (mm)
1.8
1.7
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
30
26
22
18
14
10
6
2
-2
-6
-10
-14
-18
-22
-26
-30

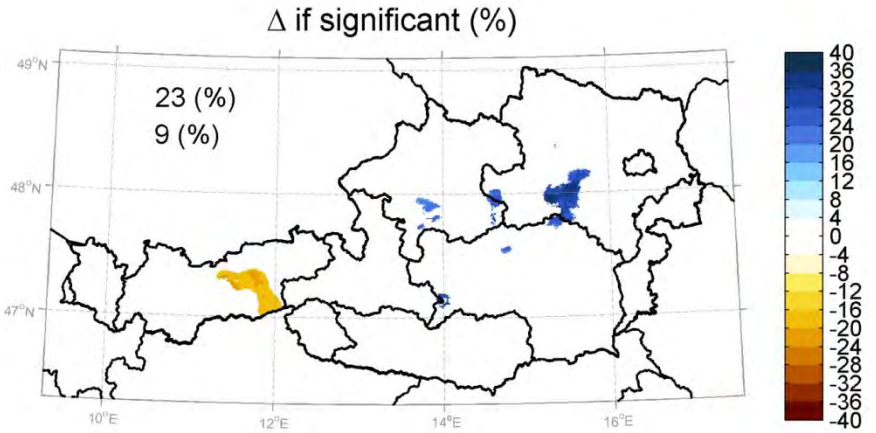

Δ if significant (%)
30 (%)
24 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40
-45
-50

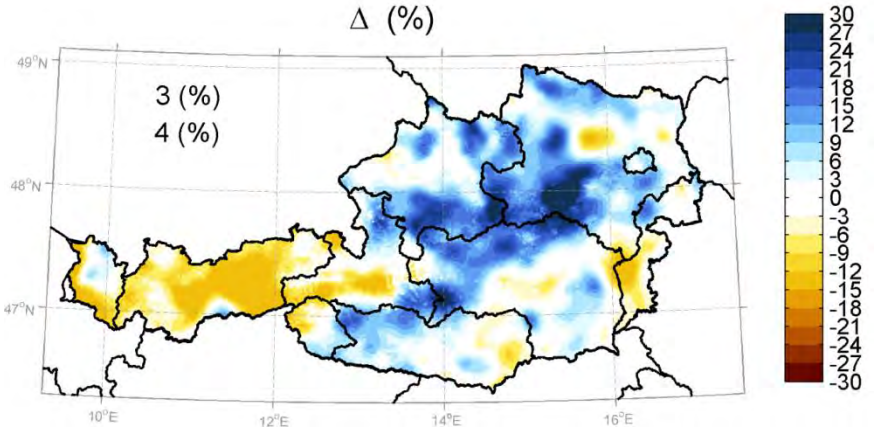

Δ (%)
7 (%)
8 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
40
36
32
28
24
20
16
12
8
4
0
-4
-8
-12
-16
-20
-24
-28
-32
-36
-40

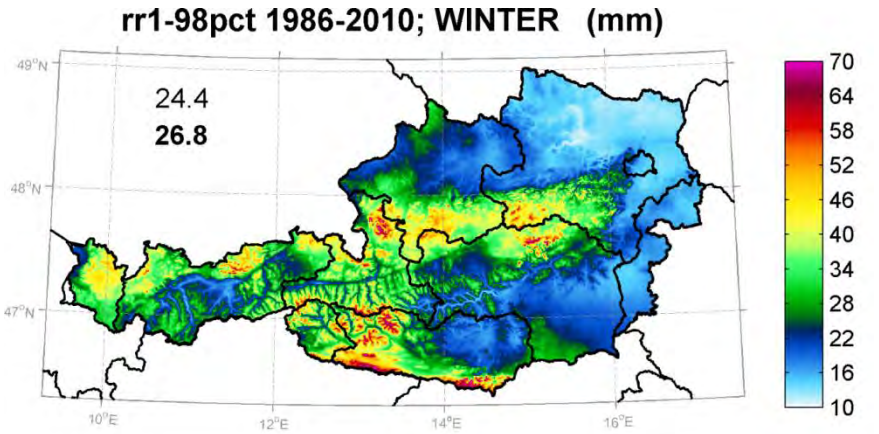

rr1-98pct 1986-2010; SUMMER (mm)
41.2
42.5
80
74
68
62
56
50
44
38
32
26
20
Δ to 1961-1985 (mm)
1.3
1.4
30
26
22
18
14
10
6
2
-2
-6
-10
-14
-18
-22
-26
-30
Δ if significant (%)
31 (%)
30 (%)
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40
-45
-50
Δ (%)
3 (%)
5 (%)
40
36
32
28
24
20
16
12
8
4
0
-4
-8
-12
-16
-20
-24
-28
-32
-36
-40
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

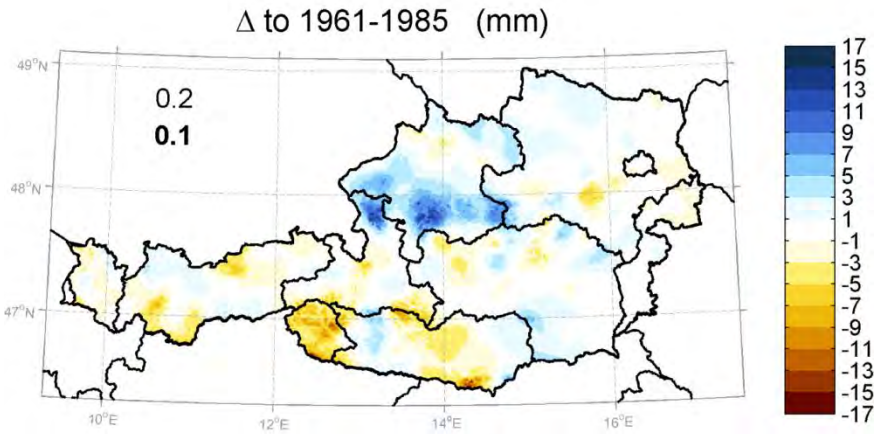

rr1-98pct 1986-2010; FALL (mm)
35.3
36.7
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
100
91
82
73
64
55
46
37
28
19
10

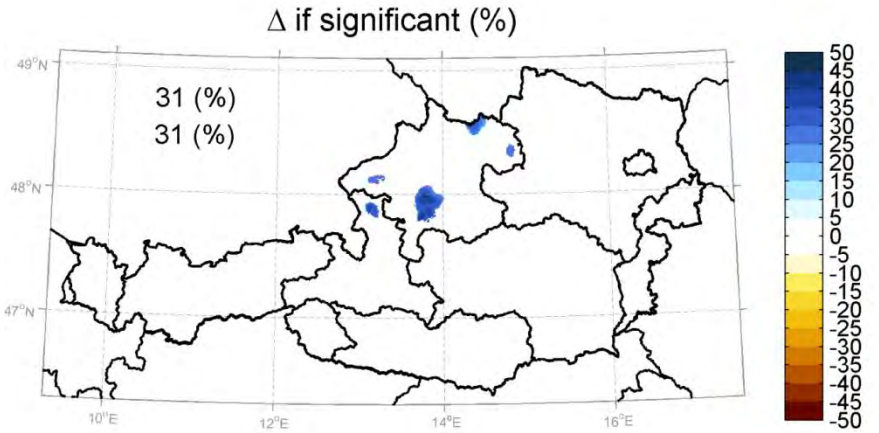

Δ to 1961-1985 (mm)
1.0
1.0
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
15
13
11
9
7
5
3
1
-1
-3
-5
-7
-9
-11
-13
-15

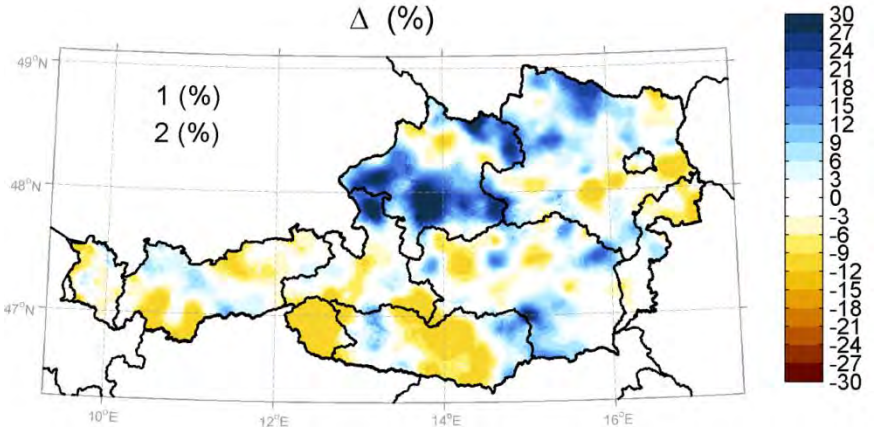

Δ if significant (%)
23 (%)
9 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
40
36
32
28
24
20
16
12
8
4
0
-4
-8
-12
-16
-20
-24
-28
-32
-36
-40

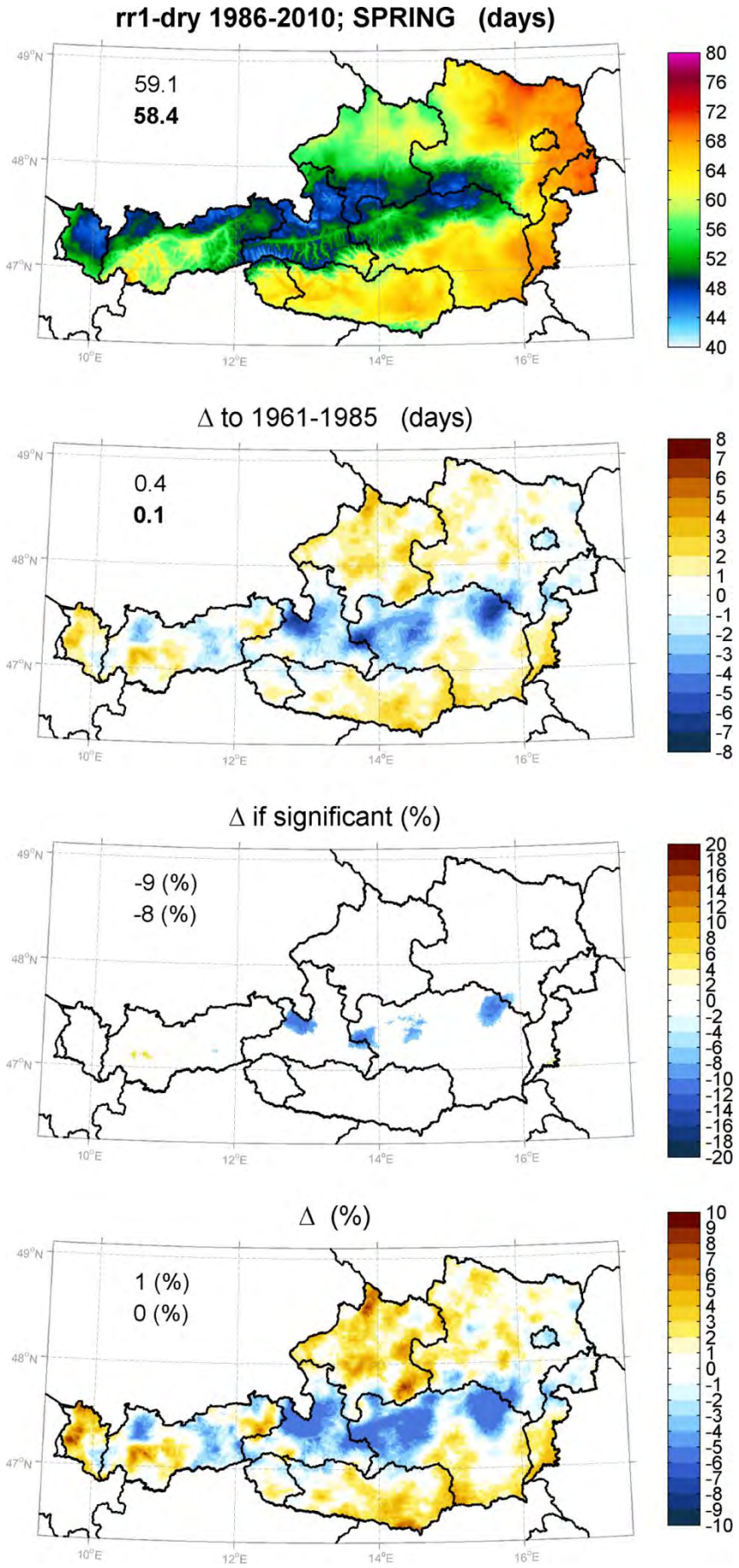

Δ (%)
3 (%)
4 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30

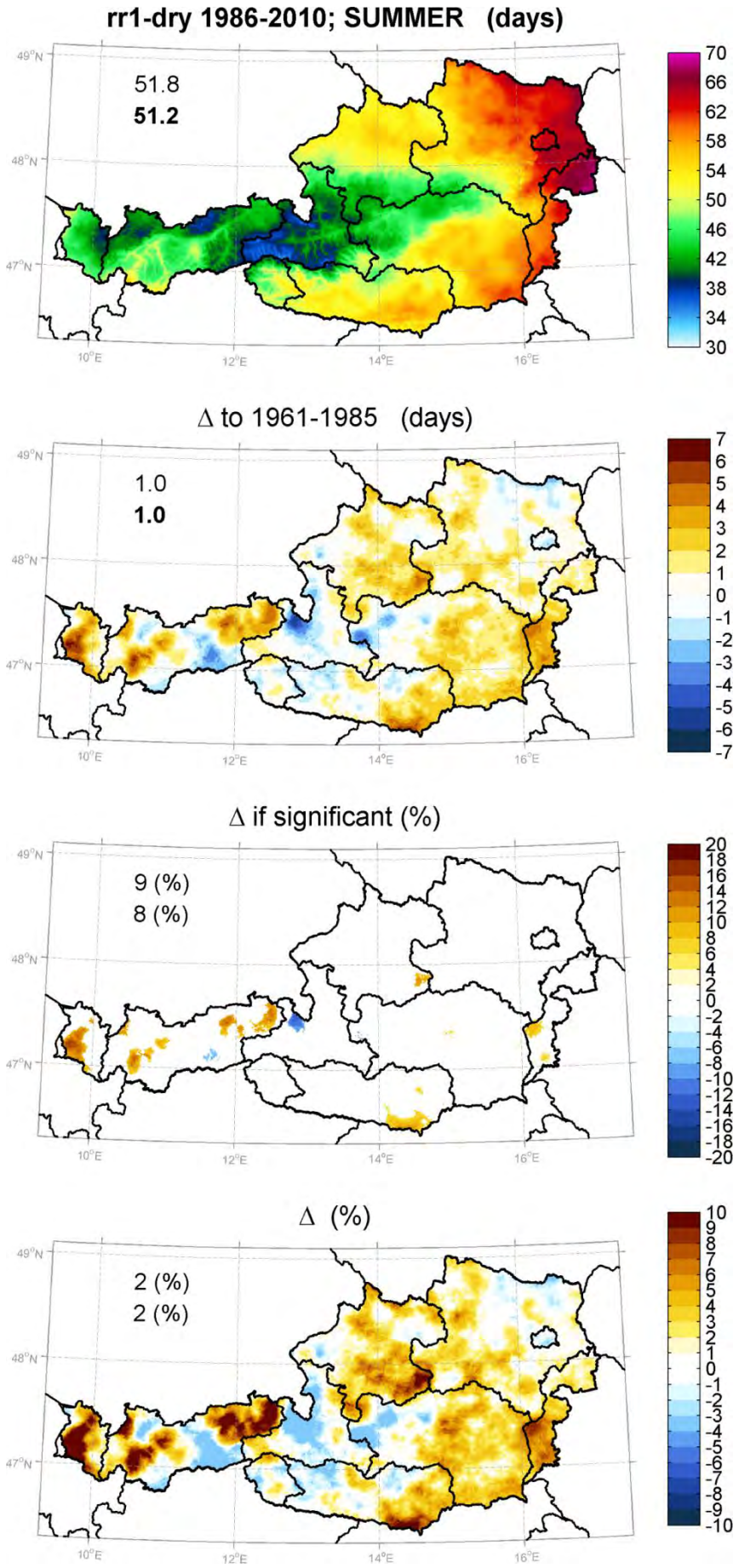

rr1-98pct 1986-2010; WINTER (mm)
24.4
26.8
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
70
64
58
52
46
40
34
28
22
16
10

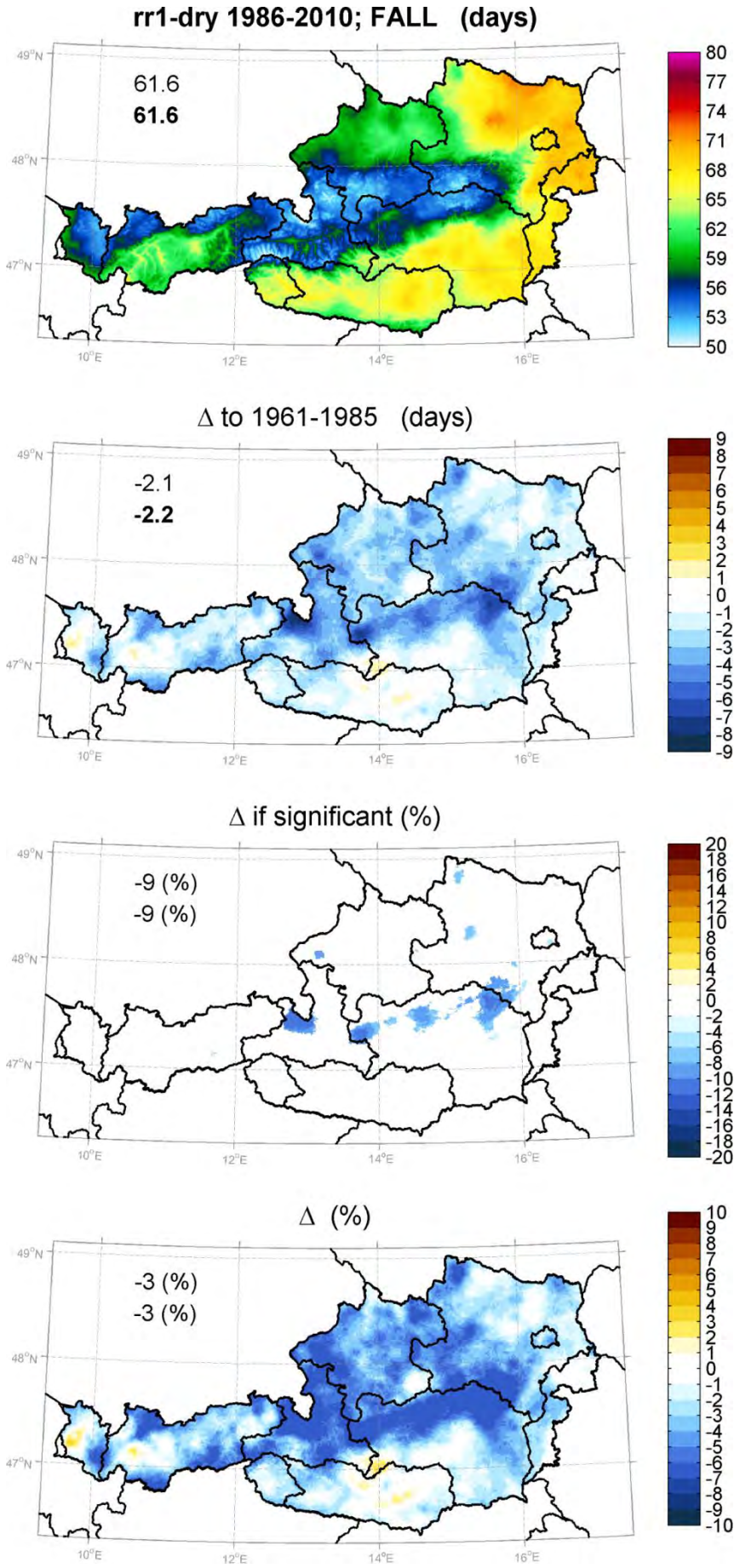

Δ to 1961-1985 (mm)
0.2
0.1
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
17
15
13
11
9
7
5
3
1
-1
-3
-5
-7
-9
-11
-13
-15
-17

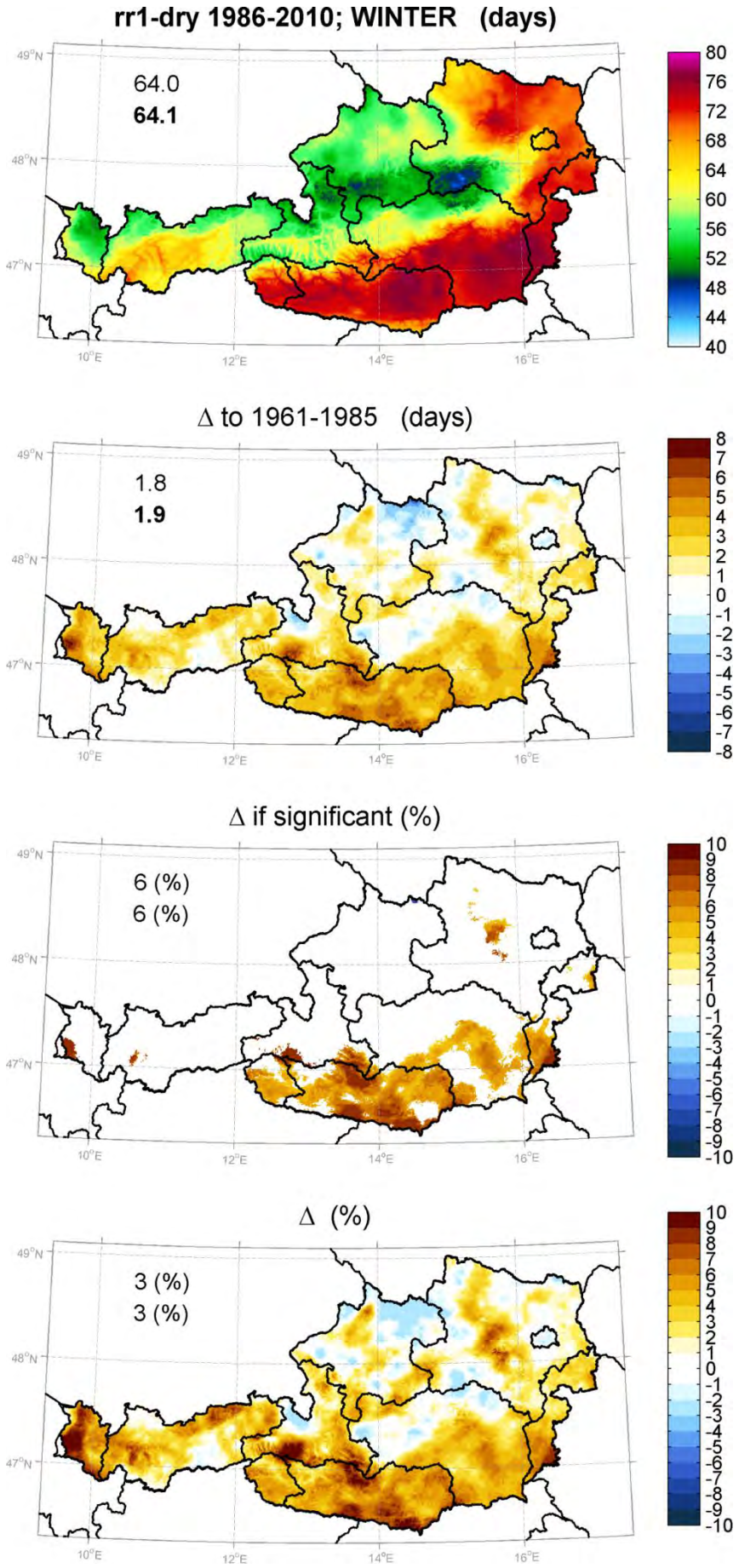

Δ if significant (%)
31 (%)
31 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40
-45
-50

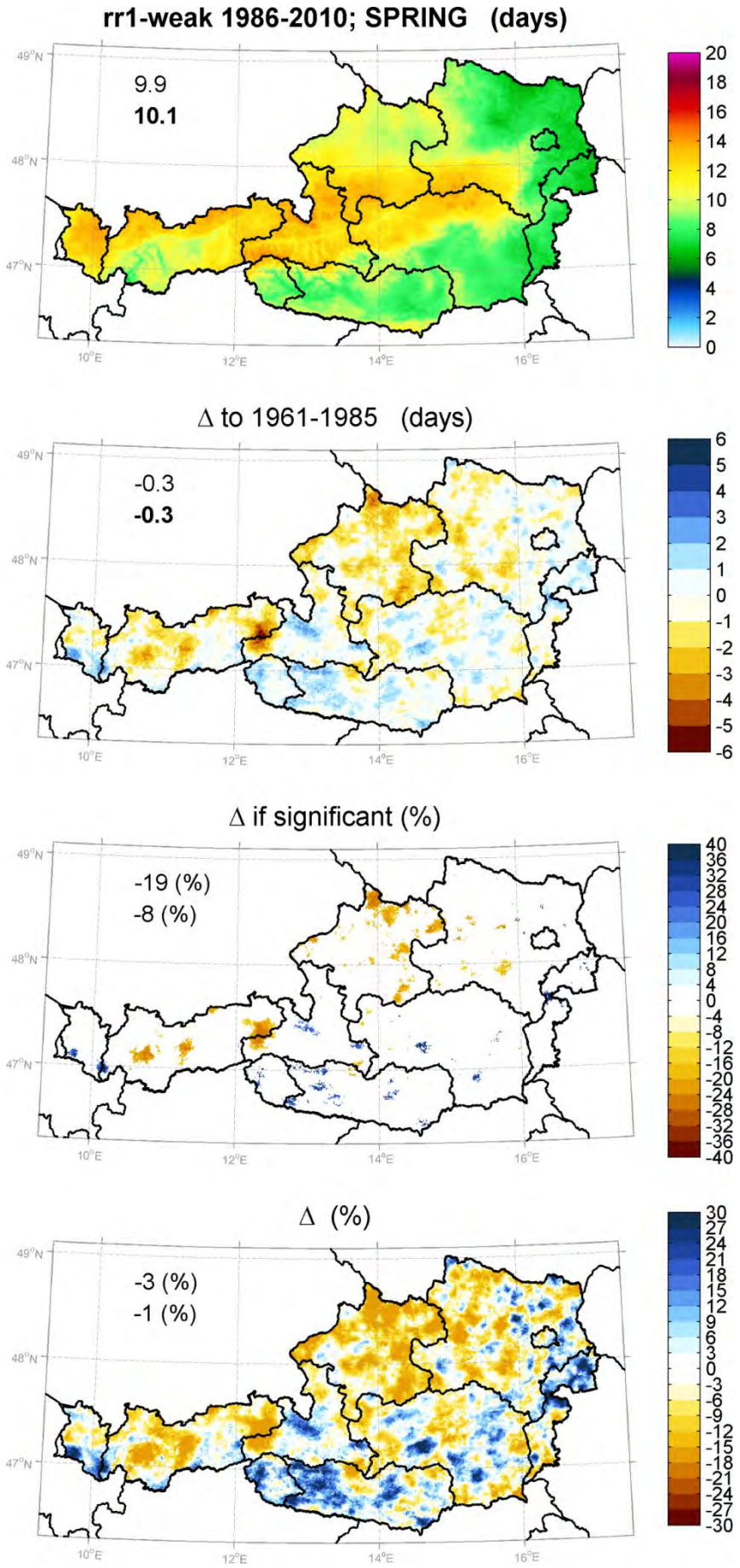

Δ (%)
1 (%)
2 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30

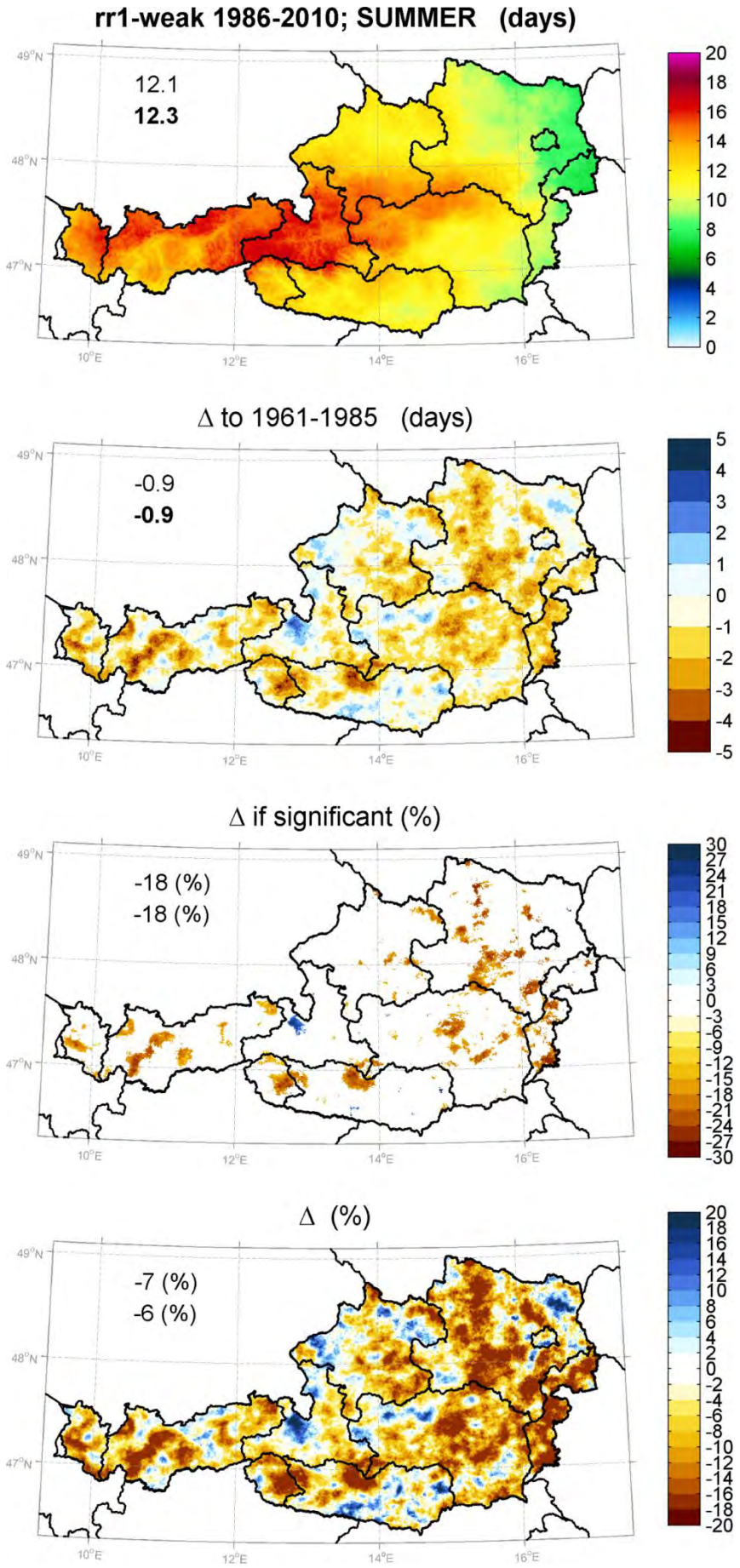

rr1-dry 1986-2010; SPRING (days)
59.1
58.4
80
76
72
68
64
60
56
52
48
44
40
Δ to 1961-1985 (days)
0.4
0.1
8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
Δ if significant (%)
-9 (%)
-8 (%)
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20
Δ (%)
1 (%)
0 (%)
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

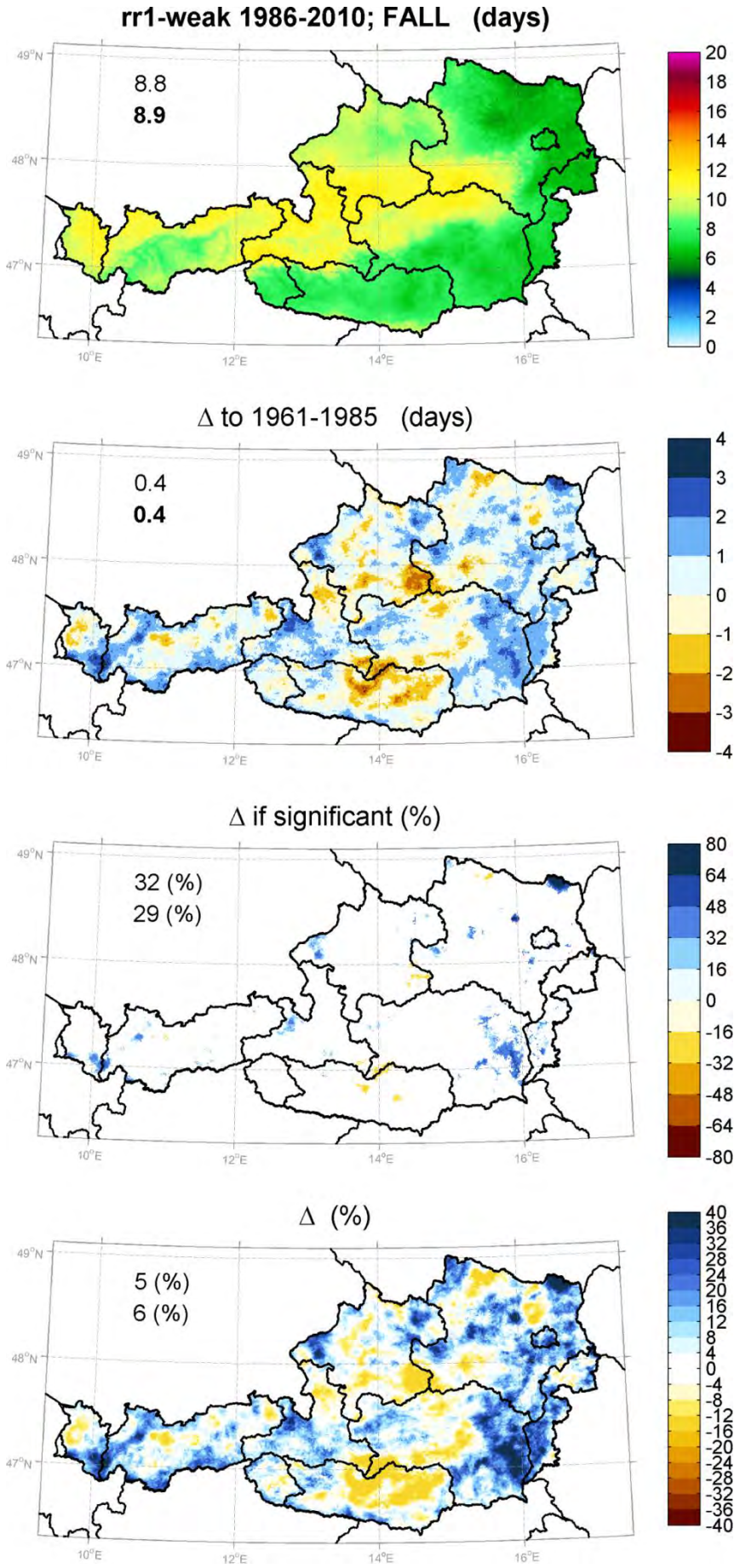

rr1-dry 1986-2010; SUMMER (days)
51.8
51.2
70
66
62
58
54
50
46
42
38
34
30
Δ to 1961-1985 (days)
1.0
1.0
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
Δ if significant (%)
9 (%)
8 (%)
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20
Δ (%)
2 (%)
2 (%)
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

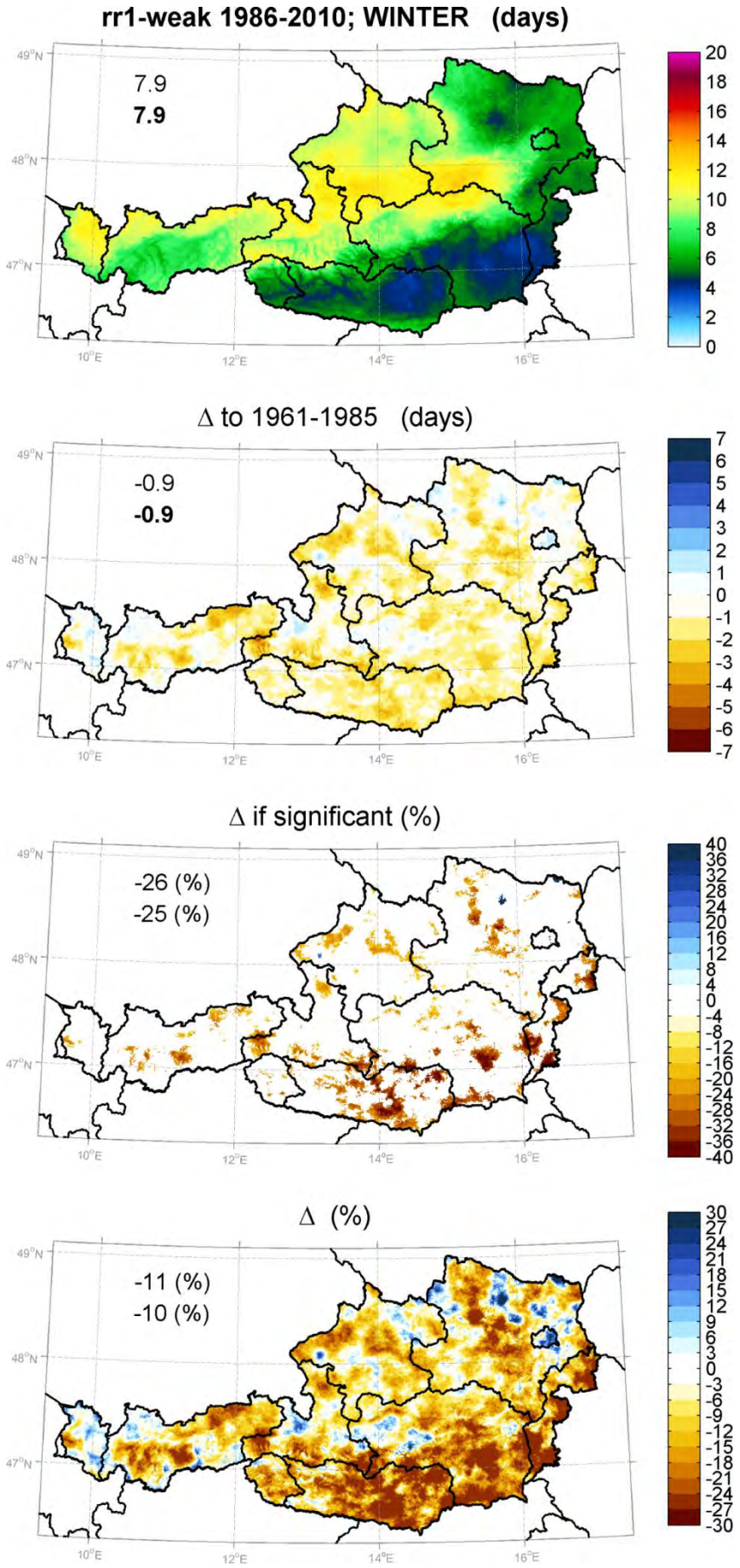

rr1-dry 1986-2010; FALL (days)
61.6
61.6
80
77
74
71
68
65
62
59
56
53
50
Δ to 1961-1985 (days)
-2.1
-2.2
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
Δ if significant (%)
-9 (%)
-9 (%)
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20
Δ (%)
-3 (%)
-3 (%)
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

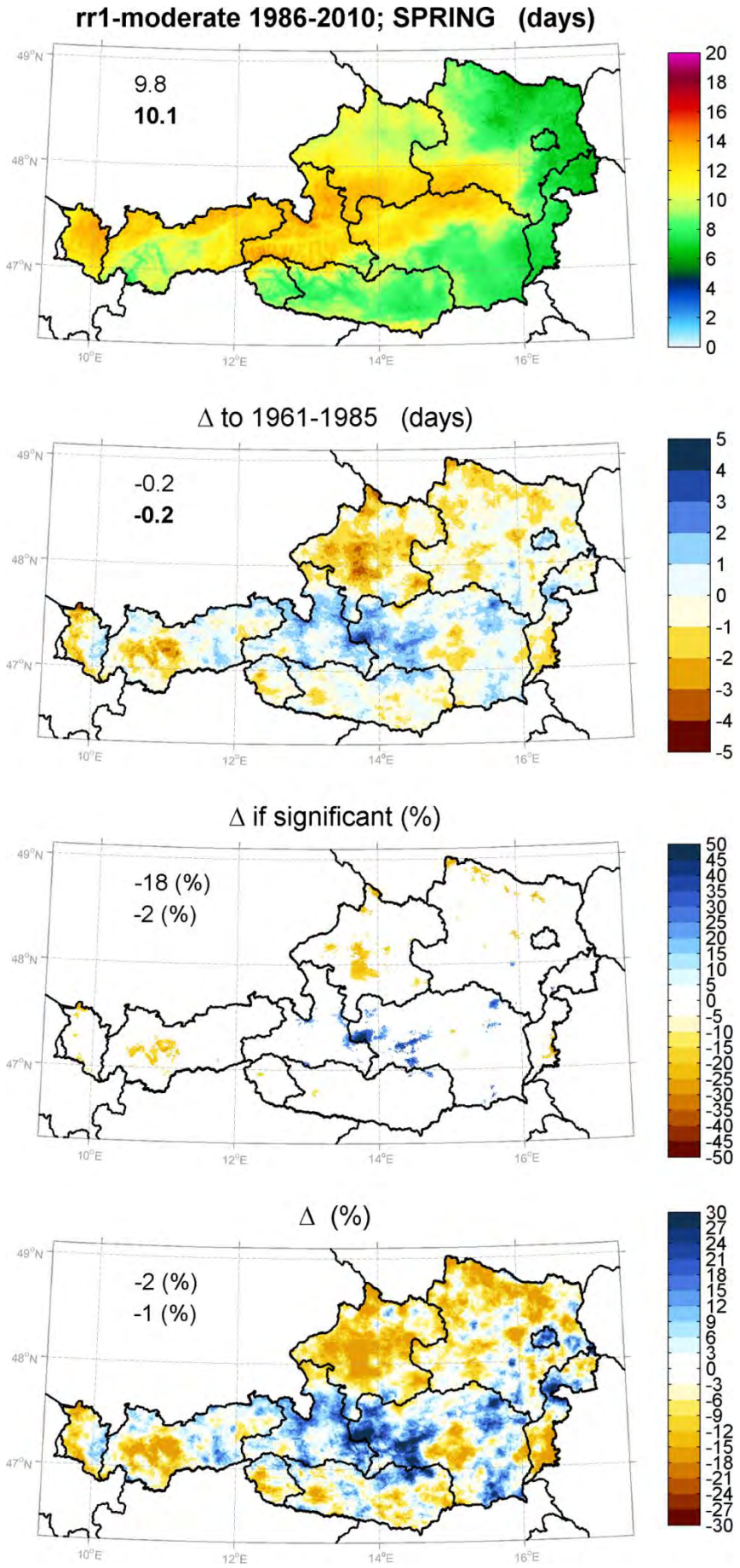

rr1-dry 1986-2010; WINTER (days)
64.0
64.1
80
76
72
68
64
60
56
52
48
44
40
Δ to 1961-1985 (days)
1.8
1.9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
Δ if significant (%)
6 (%)
6 (%)
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
Δ (%)
3 (%)
3 (%)
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

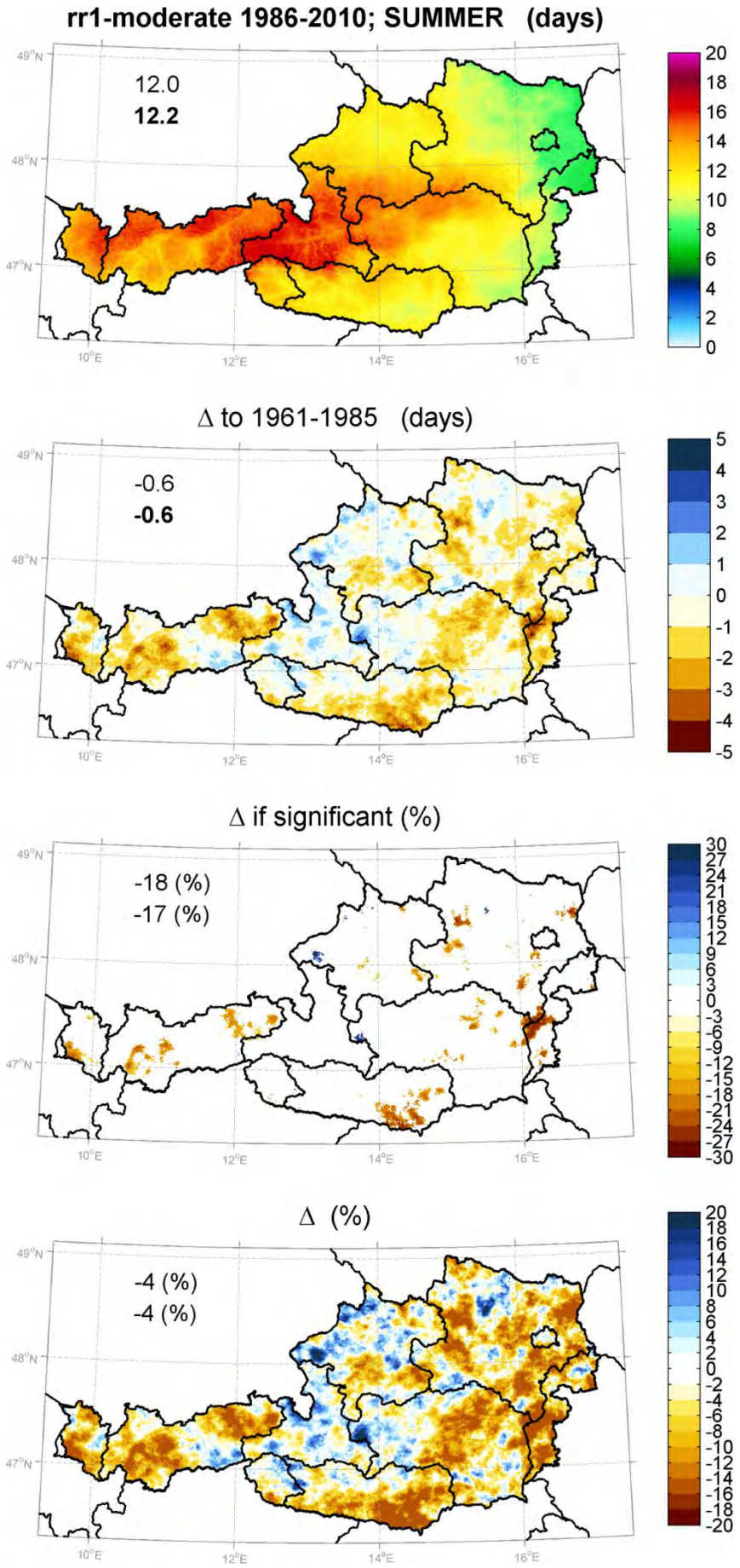

rr1-weak 1986-2010; SPRING (days)
9.9
10.1
Δ to 1961-1985 (days)
-0.3
-0.3
Δ if significant (%)
-19 (%)
-8 (%)
Δ (%)
-3 (%)
-1 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

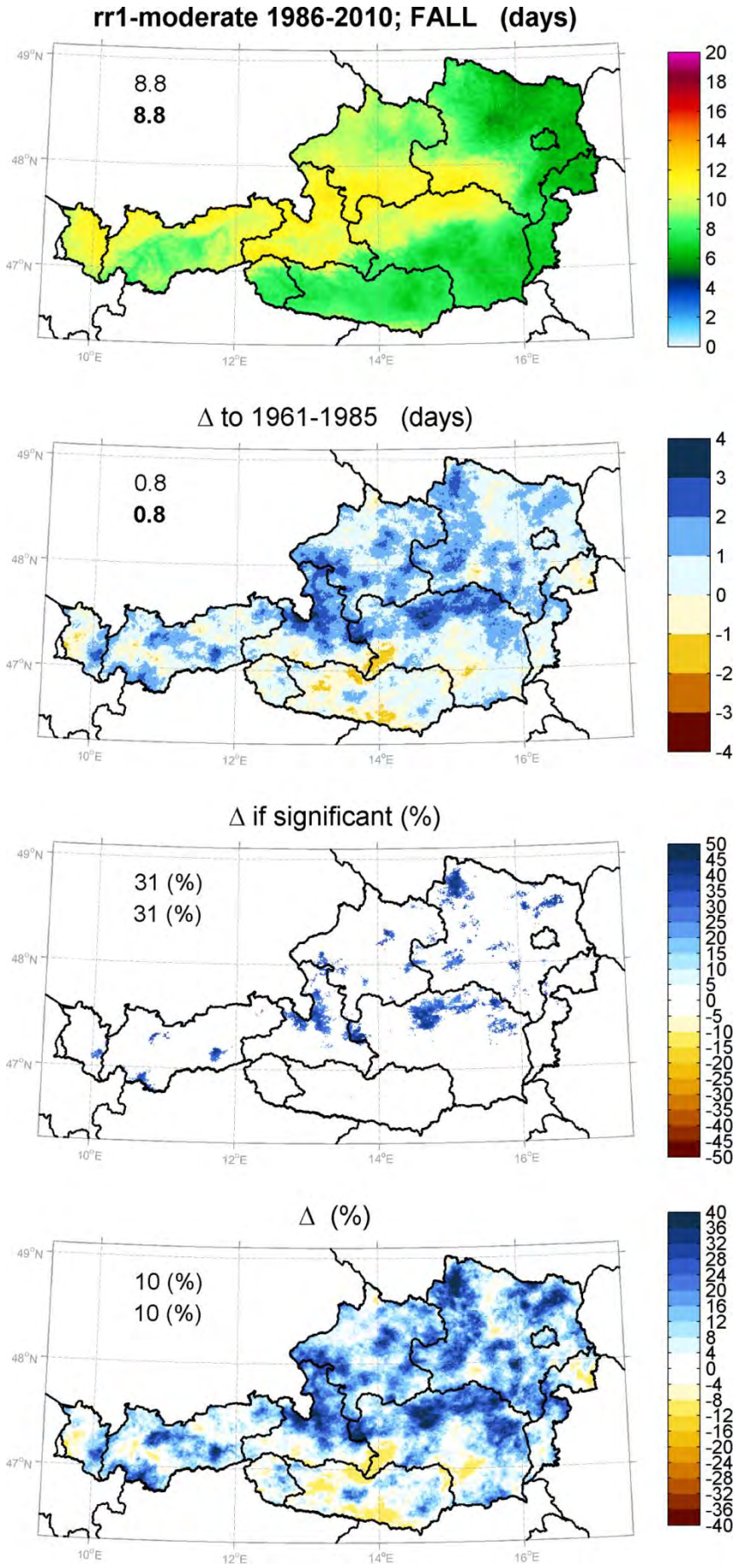

rr1-weak 1986-2010; SUMMER (days)
12.1
12.3
Δ to 1961-1985 (days)
-0.9
-0.9
Δ if significant (%)
-18 (%)
-18 (%)
Δ (%)
-7 (%)
-6 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

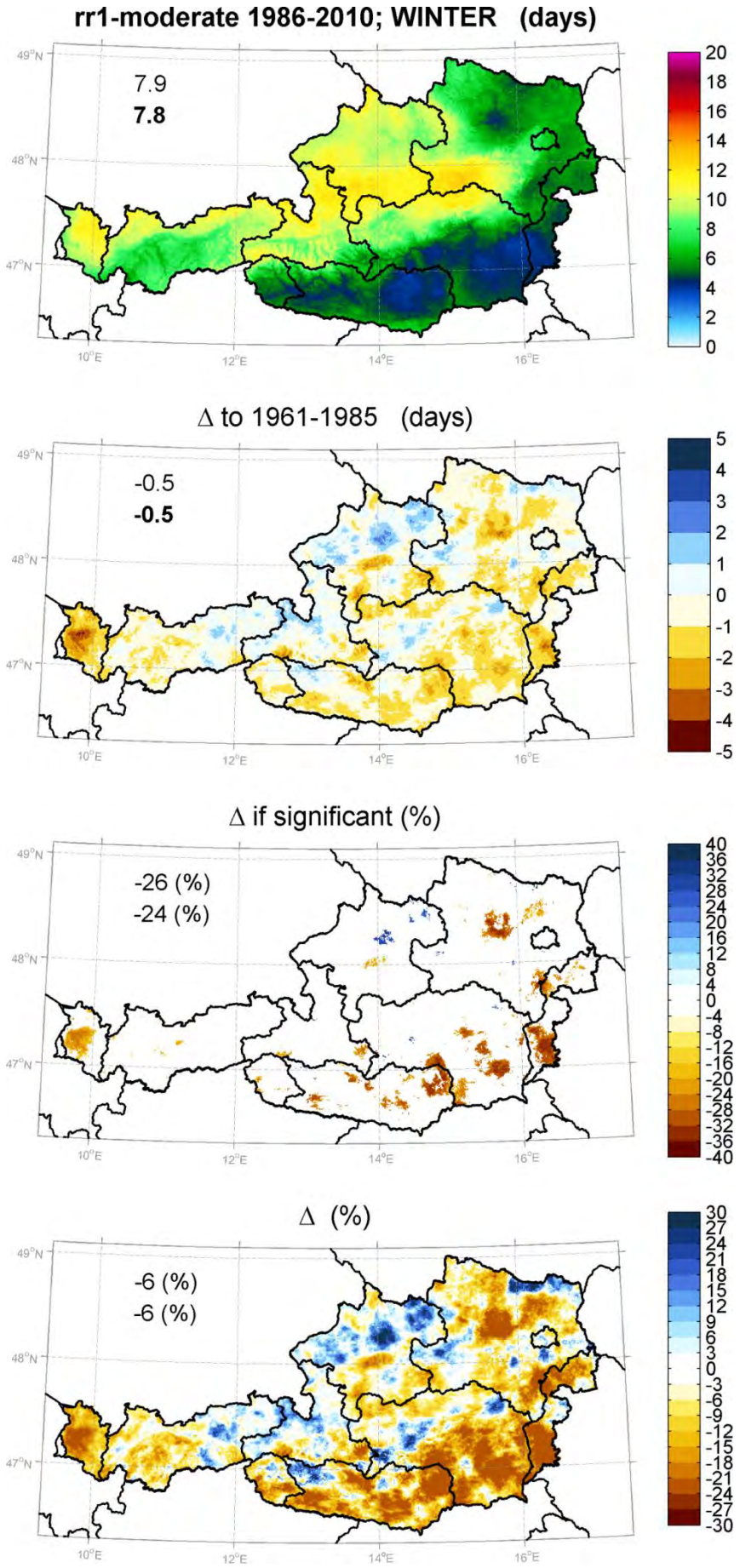

rr1-weak 1986-2010; FALL (days)
8.8
8.9
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
Δ to 1961-1985 (days)
0.4
0.4
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
Δ if significant (%)
32 (%)
29 (%)
80
64
48
32
16
0
-16
-32
-48
-64
-80
Δ (%)
5 (%)
6 (%)
40
36
32
28
24
20
16
12
8
4
0
-4
-8
-12
-16
-20
-24
-28
-32
-36
-40
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

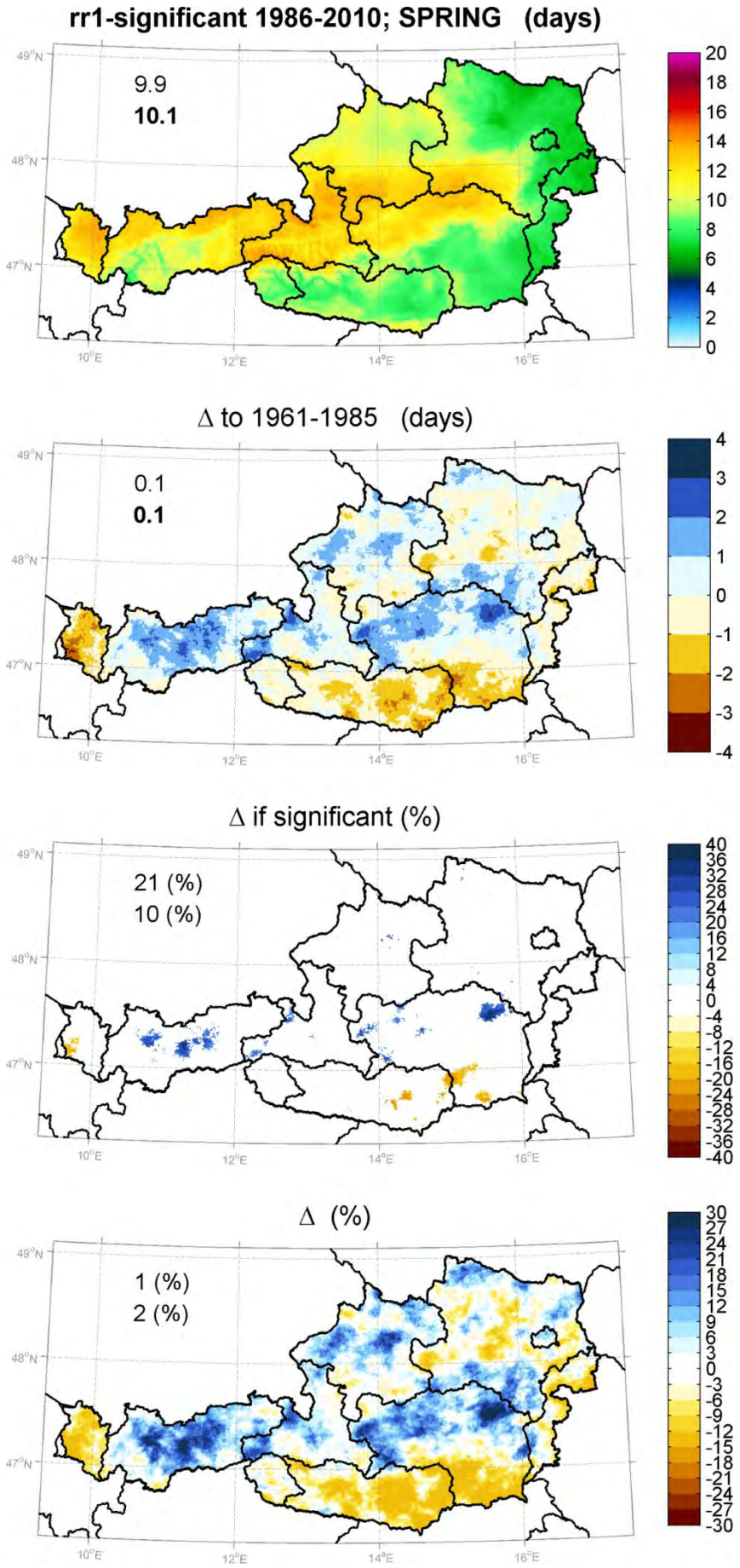

rr1-weak 1986-2010; WINTER (days)
7.9
7.9
Δ to 1961-1985 (days)
-0.9
-0.9
Δ if significant (%)
-26 (%)
-25 (%)
Δ (%)
-11 (%)
-10 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

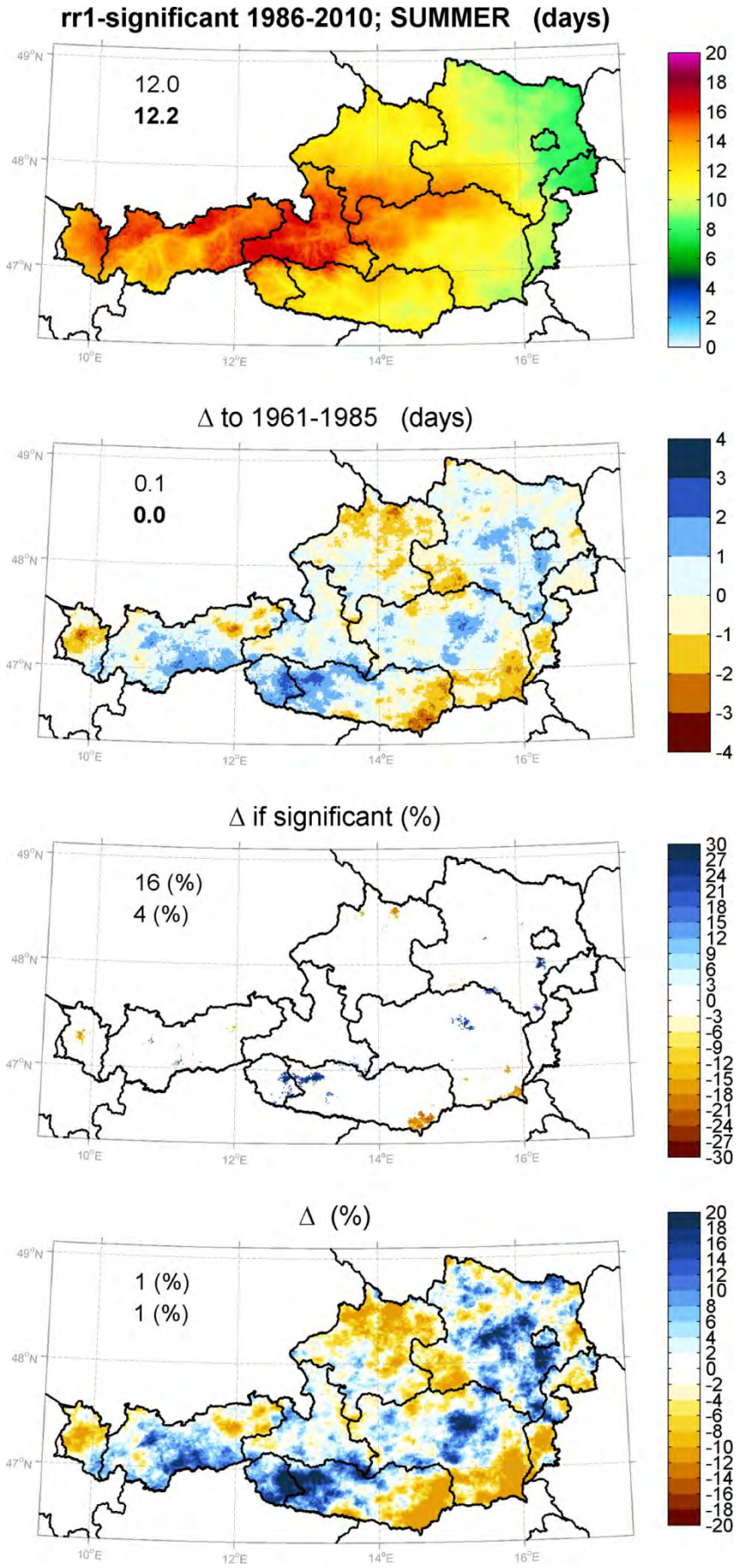

rr1-moderate 1986-2010; SPRING (days)
9.8
10.1
Δ to 1961-1985 (days)
-0.2
-0.2
Δ if significant (%)
-18 (%)
-2 (%)
Δ (%)
-2 (%)
-1 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

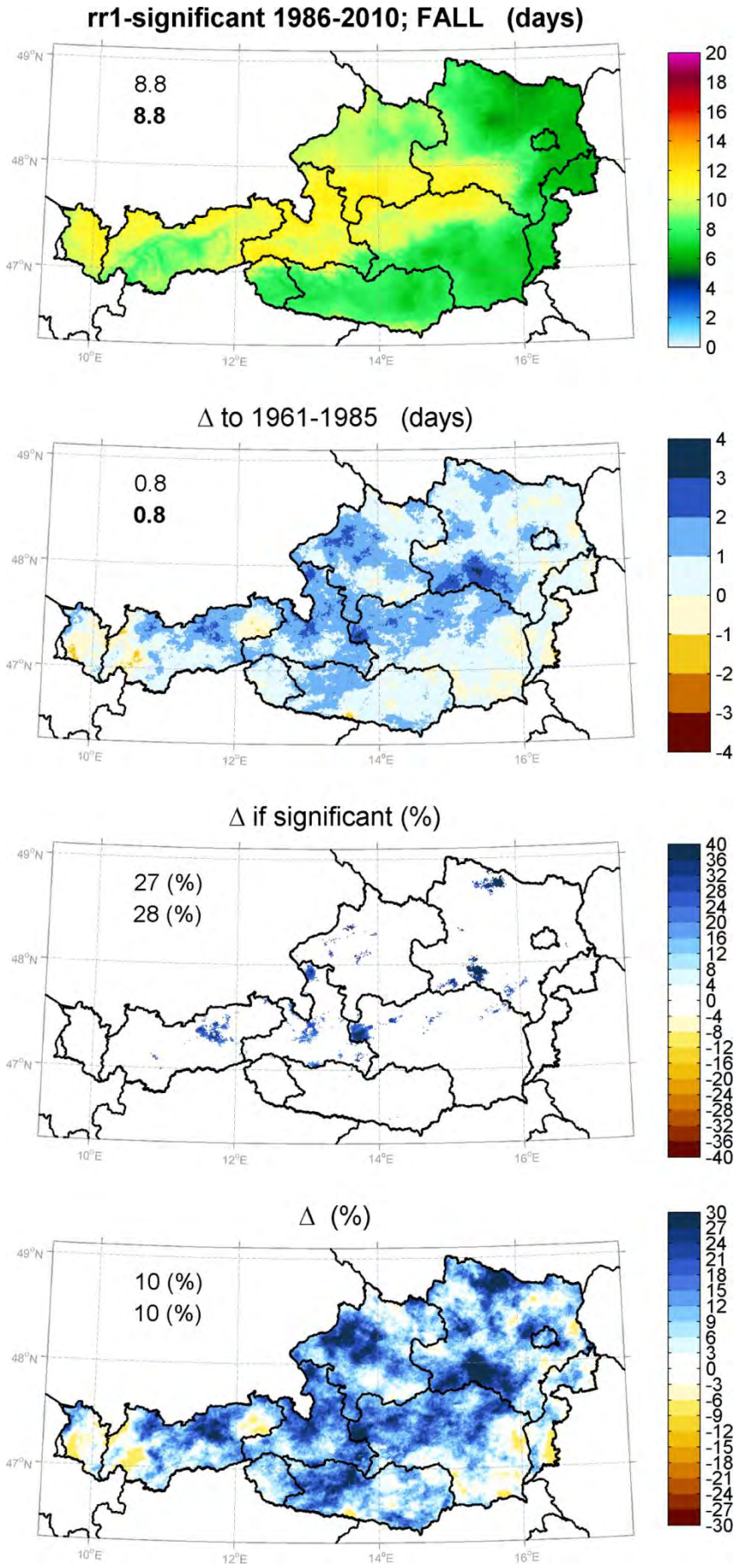

rr1-moderate 1986-2010; SUMMER (days)
12.0
12.2
Δ to 1961-1985 (days)
-0.6
-0.6
Δ if significant (%)
-18 (%)
-17 (%)
Δ (%)
-4 (%)
-4 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

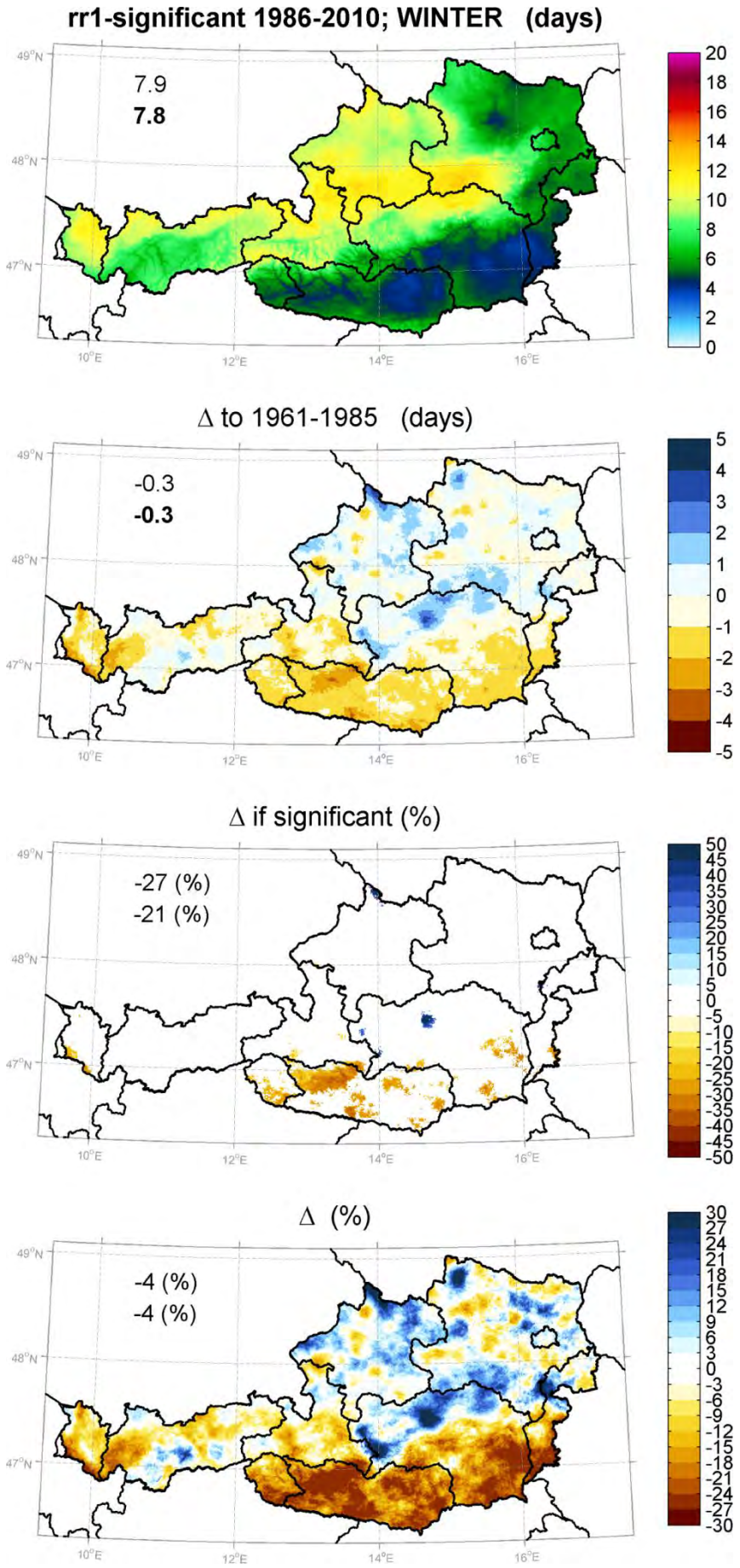

rr1-moderate 1986-2010; FALL (days)
8.8
8.8
Δ to 1961-1985 (days)
0.8
0.8
Δ if significant (%)
31 (%)
31 (%)
Δ (%)
10 (%)
10 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

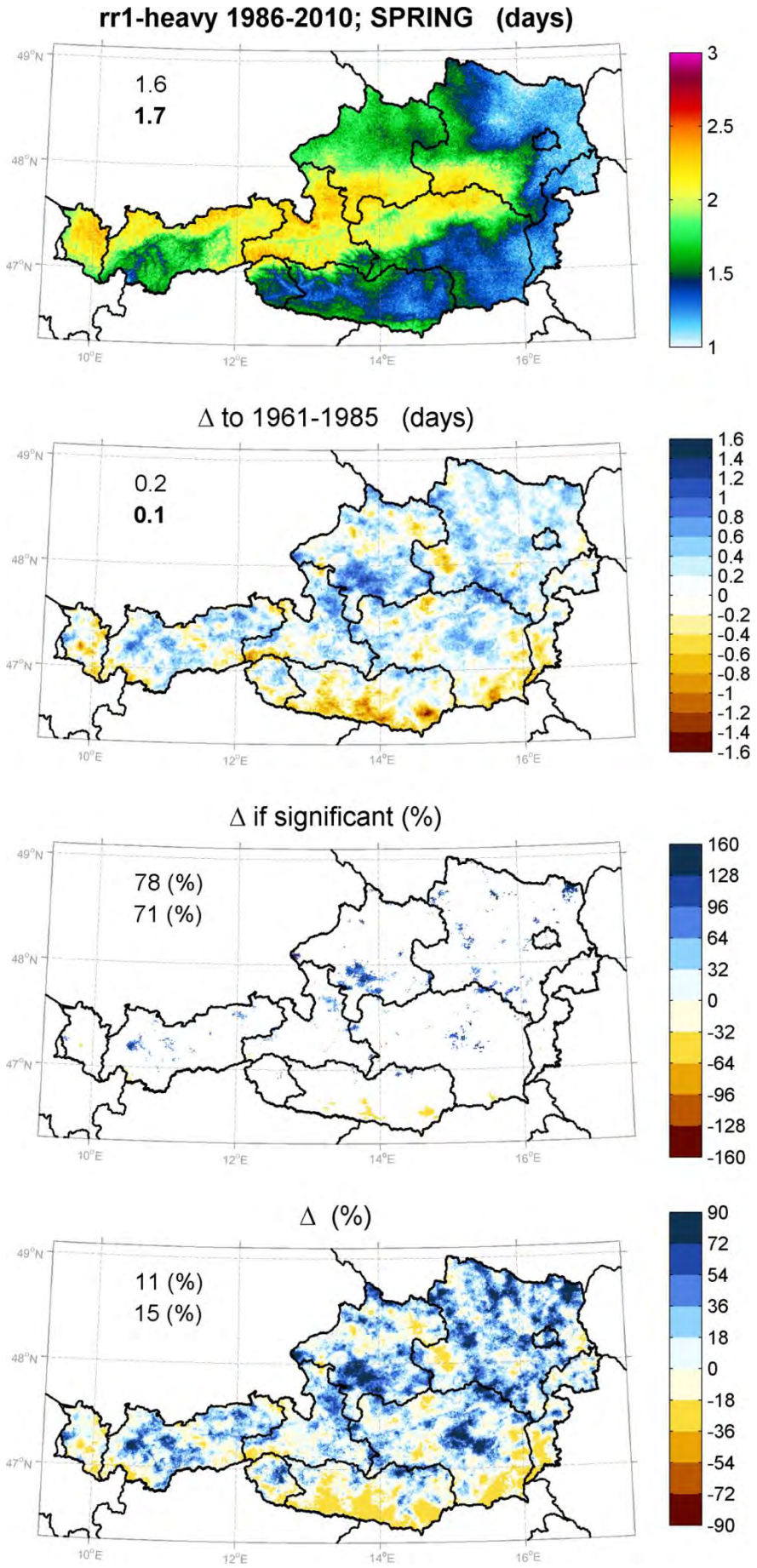

rr1-moderate 1986-2010; WINTER (days)
7.9
7.8
Δ to 1961-1985 (days)
-0.5
-0.5
Δ if significant (%)
-26 (%)
-24 (%)
Δ (%)
-6 (%)
-6 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

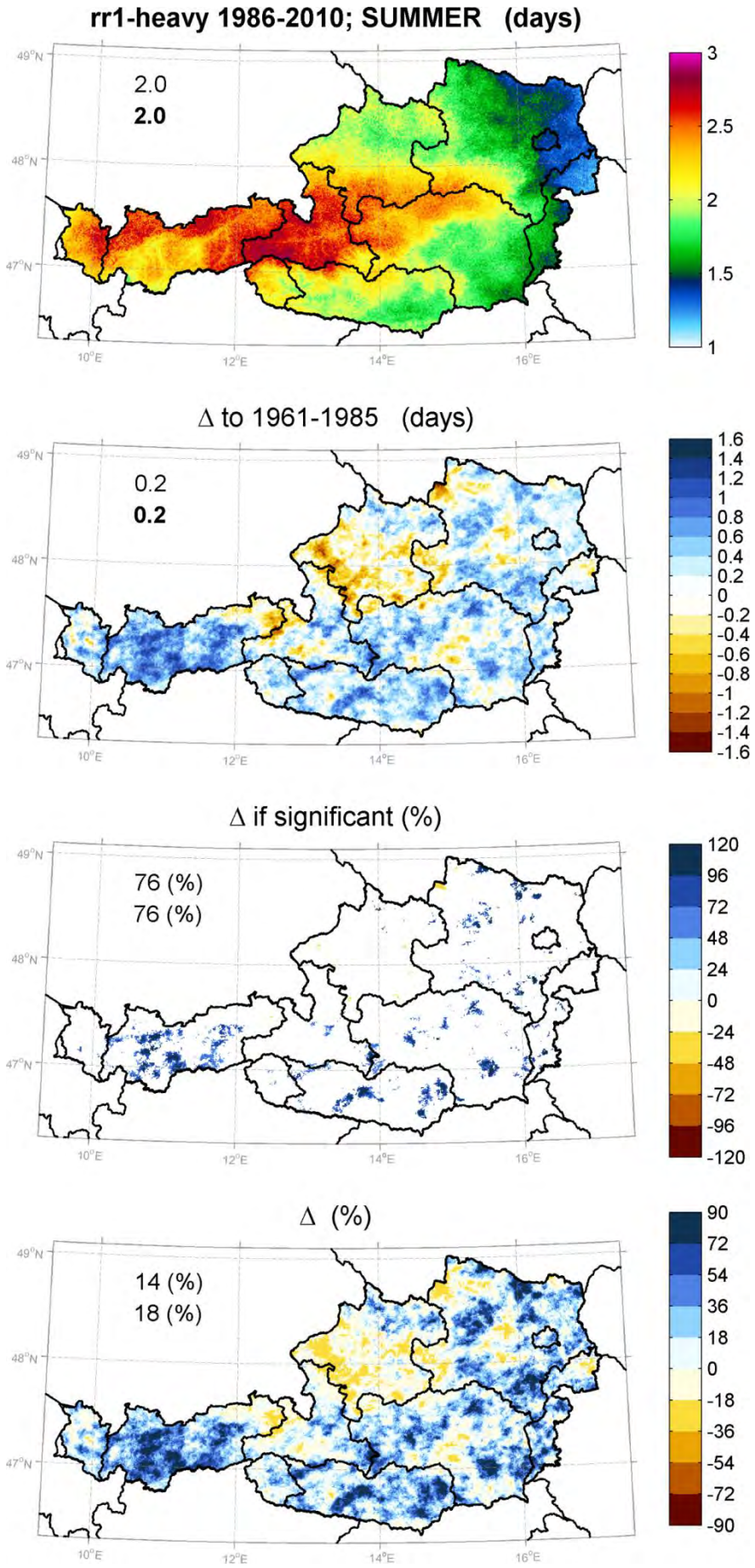

rr1-significant 1986-2010; SPRING (days)
9.9
10.1
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
Δ to 1961-1985 (days)
0.1
0.1
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
Δ if significant (%)
21 (%)
10 (%)
40
36
32
28
24
20
16
12
8
4
0
-4
-8
-12
-16
-20
-24
-28
-32
-36
-40
Δ (%)
1 (%)
2 (%)
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

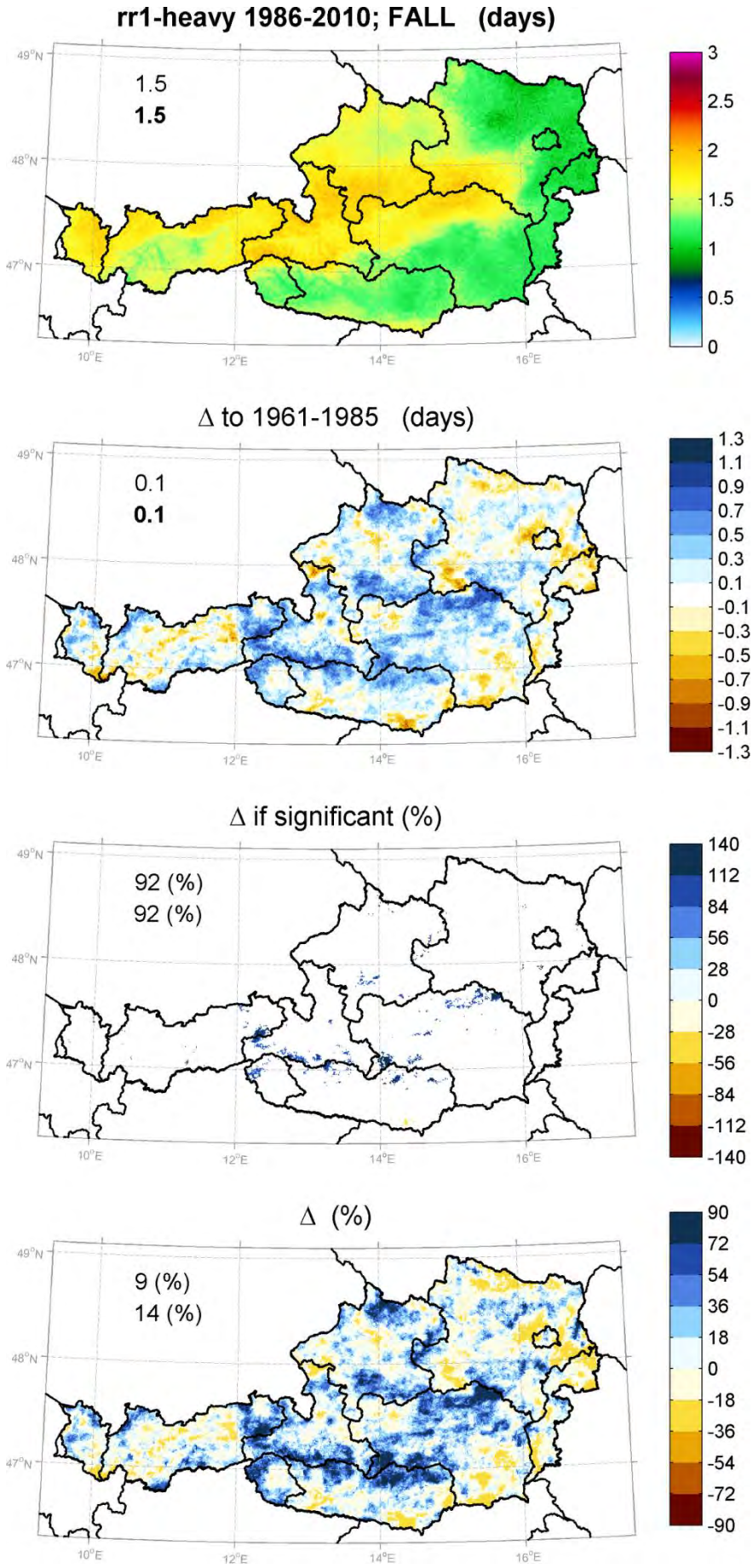

rr1-significant 1986-2010; SUMMER (days)
12.0
12.2
Δ to 1961-1985 (days)
0.1
0.0
Δ if significant (%)
16 (%)
4 (%)
Δ (%)
1 (%)
1 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

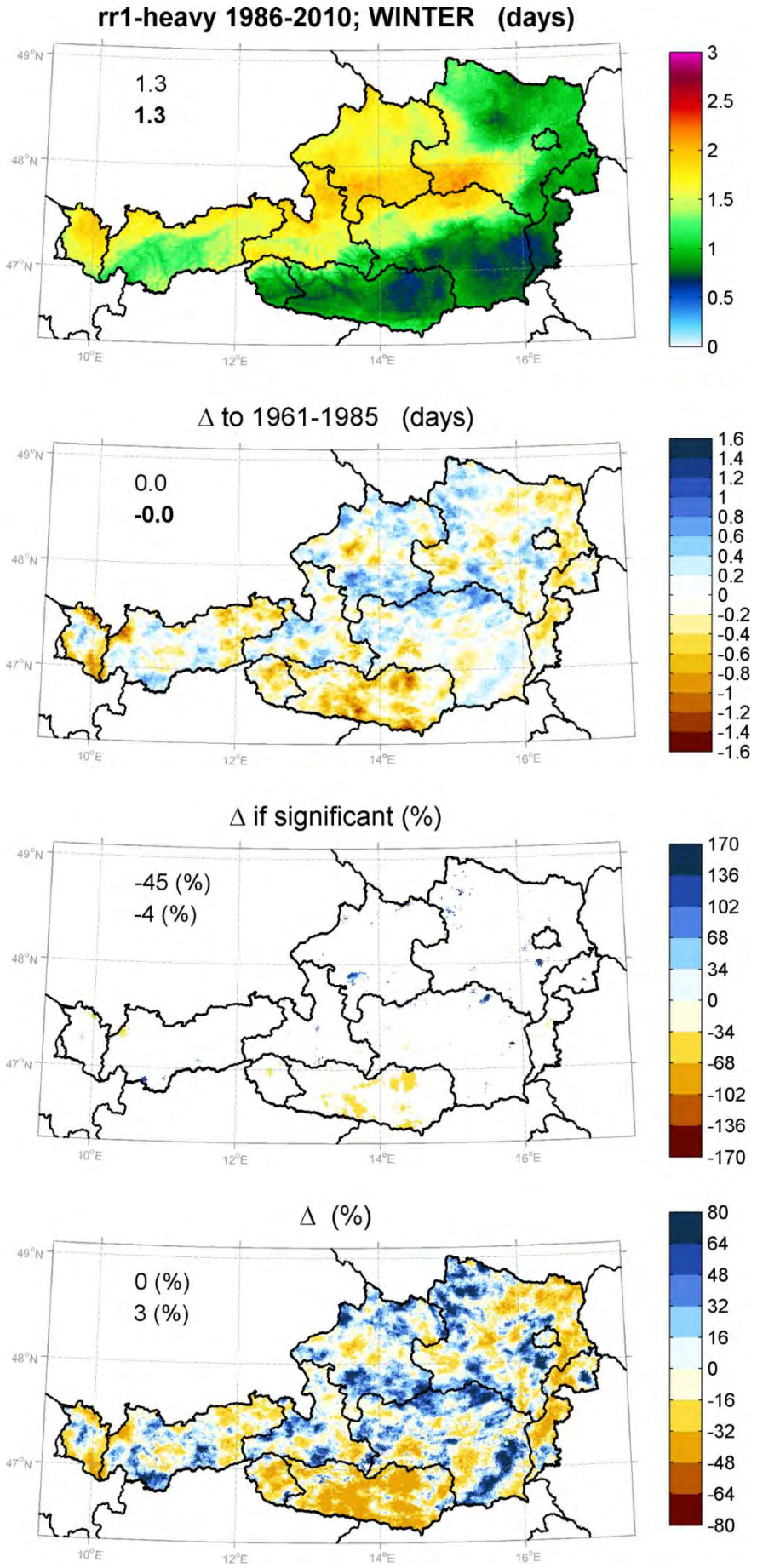

rr1-significant 1986-2010; FALL (days)
8.8
8.8
Δ to 1961-1985 (days)
0.8
0.8
Δ if significant (%)
27 (%)
28 (%)
Δ (%)
10 (%)
10 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

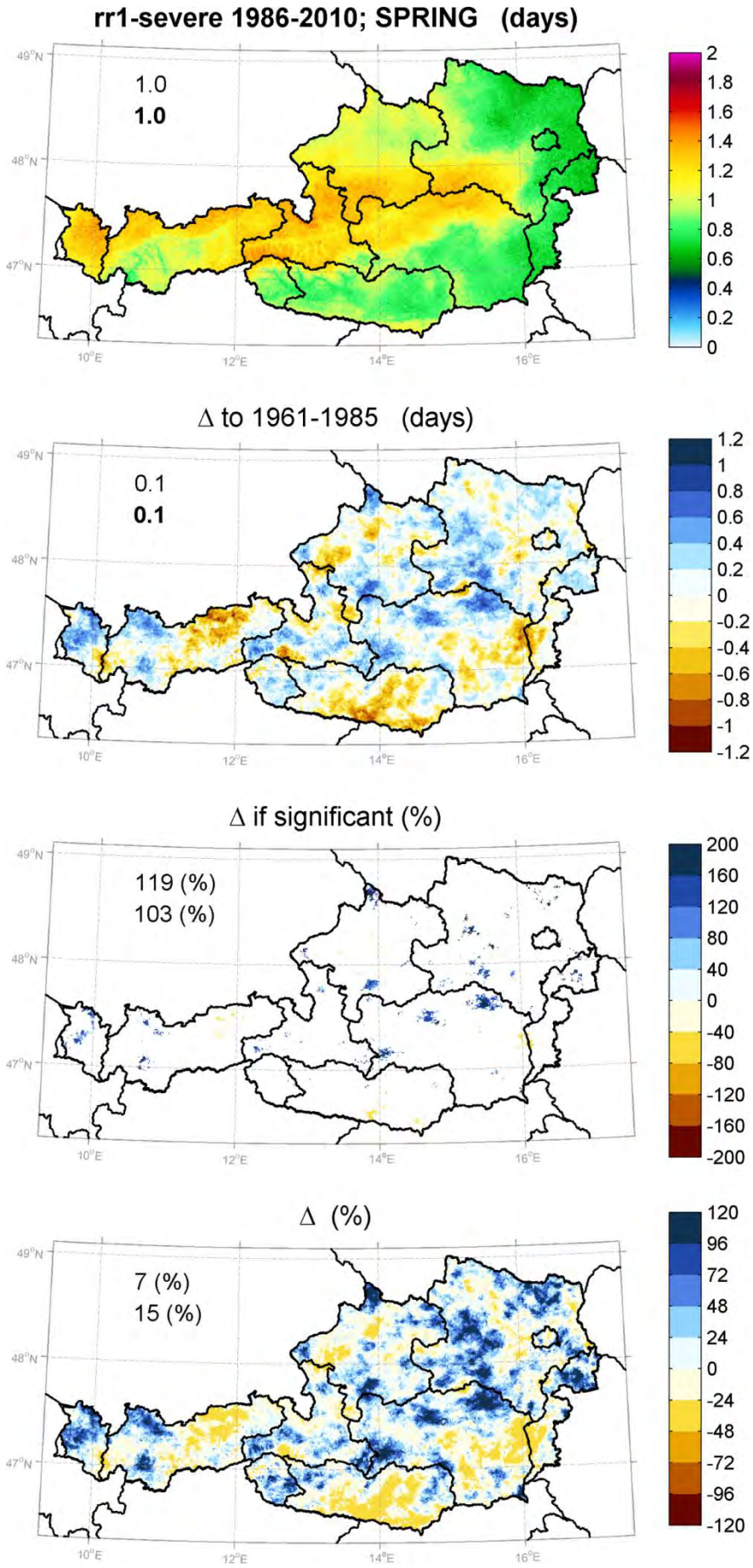

rr1-significant 1986-2010; WINTER (days)
7.9
7.8
Δ to 1961-1985 (days)
-0.3
-0.3
Δ if significant (%)
-27 (%)
-21 (%)
Δ (%)
-4 (%)
-4 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

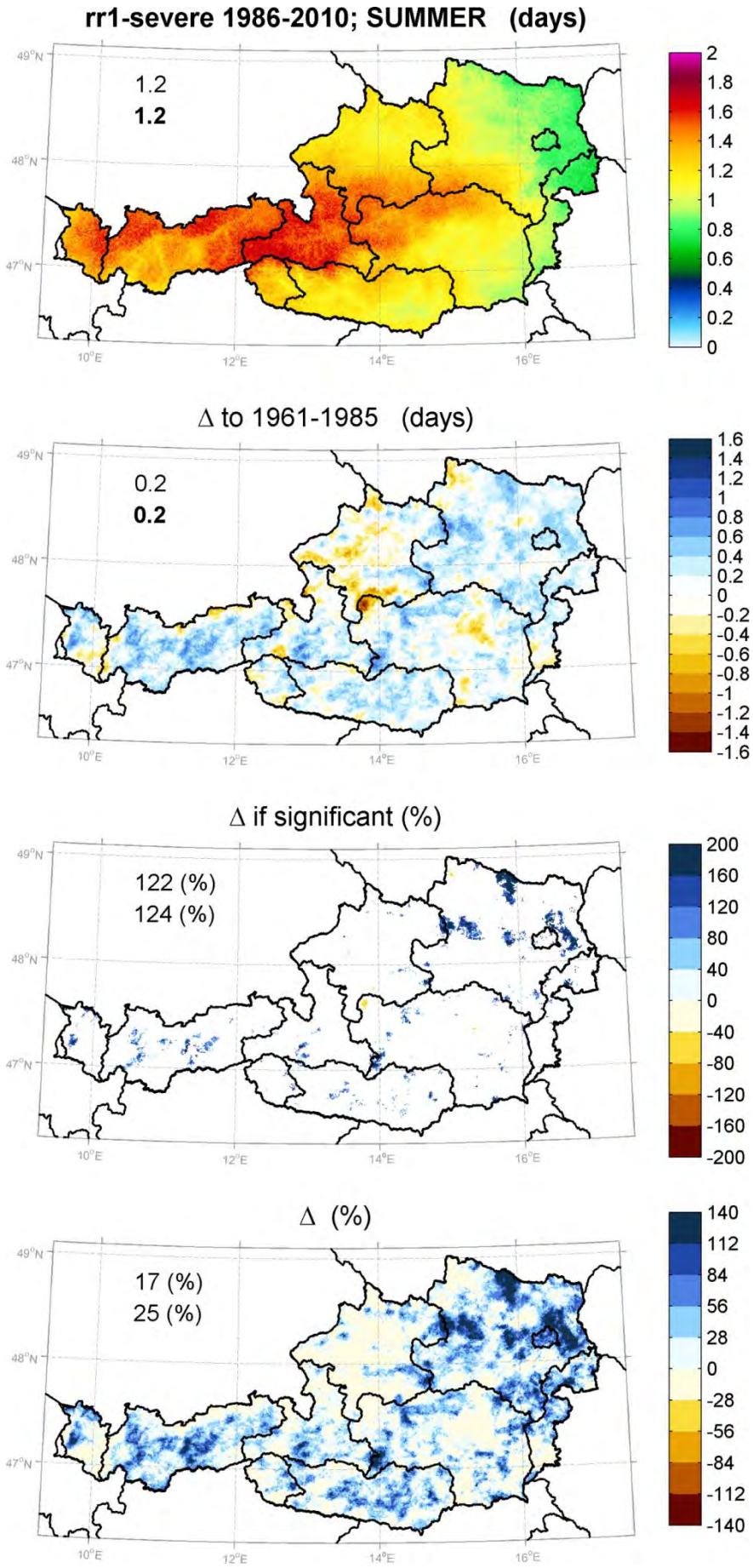

rr1-heavy 1986-2010; SPRING (days)
1.6
1.7
3
2.5
2
1.5
1
Δ to 1961-1985 (days)
0.2
0.1
1.6
1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
-0.2
-0.4
-0.6
-0.8
-1
-1.2
-1.4
-1.6
Δ if significant (%)
78 (%)
71 (%)
160
128
96
64
32
0
-32
-64
-96
-128
-160
Δ (%)
11 (%)
15 (%)
90
72
54
36
18
0
-18
-36
-54
-72
-90
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

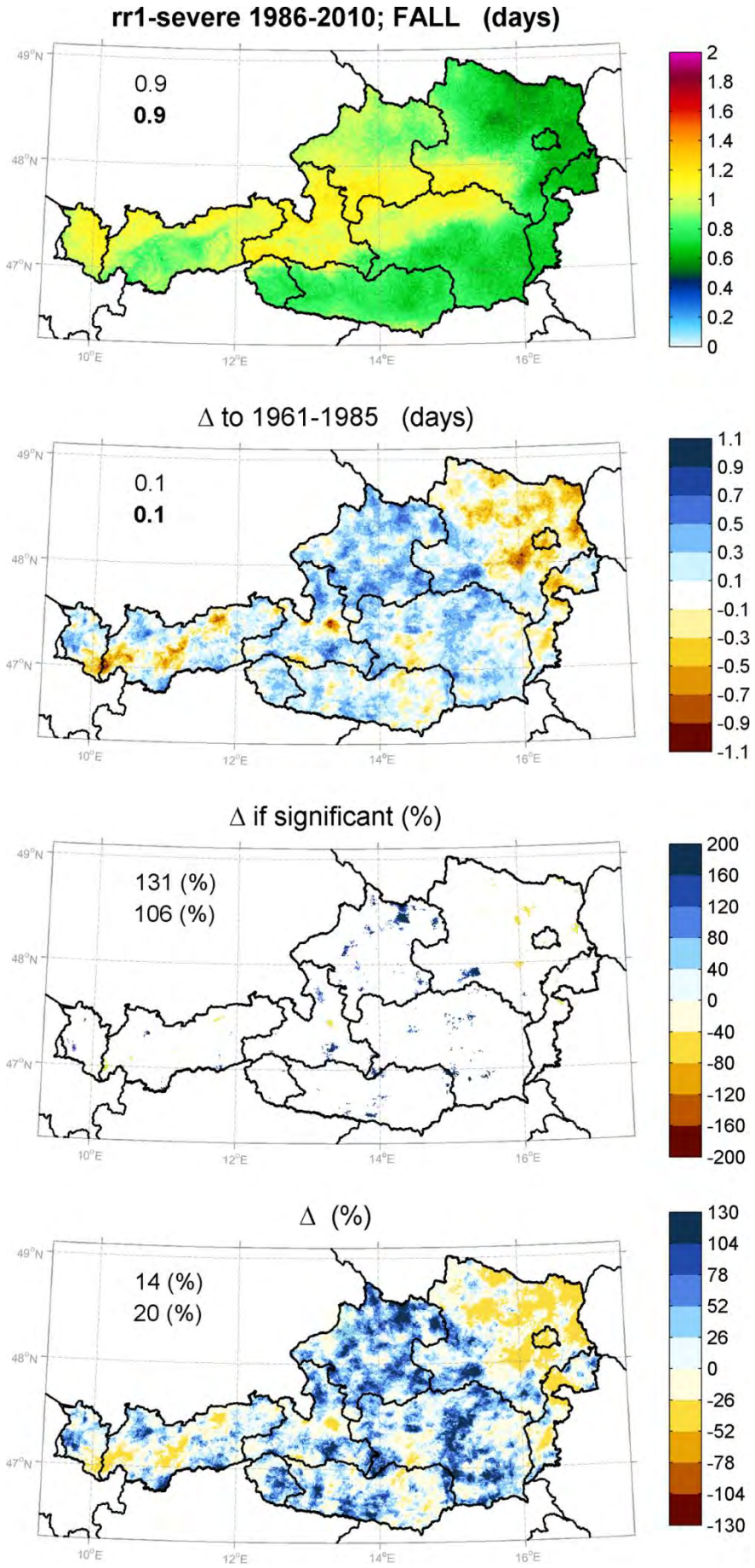

rr1-heavy 1986-2010; SUMMER (days)
2.0
2.0
3
2.5
2
1.5
1
Δ to 1961-1985 (days)
0.2
0.2
1.6
1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
-0.2
-0.4
-0.6
-0.8
-1
-1.2
-1.4
-1.6
Δ if significant (%)
76 (%)
76 (%)
120
96
72
48
24
0
-24
-48
-72
-96
-120
Δ (%)
14 (%)
18 (%)
90
72
54
36
18
0
-18
-36
-54
-72
-90
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

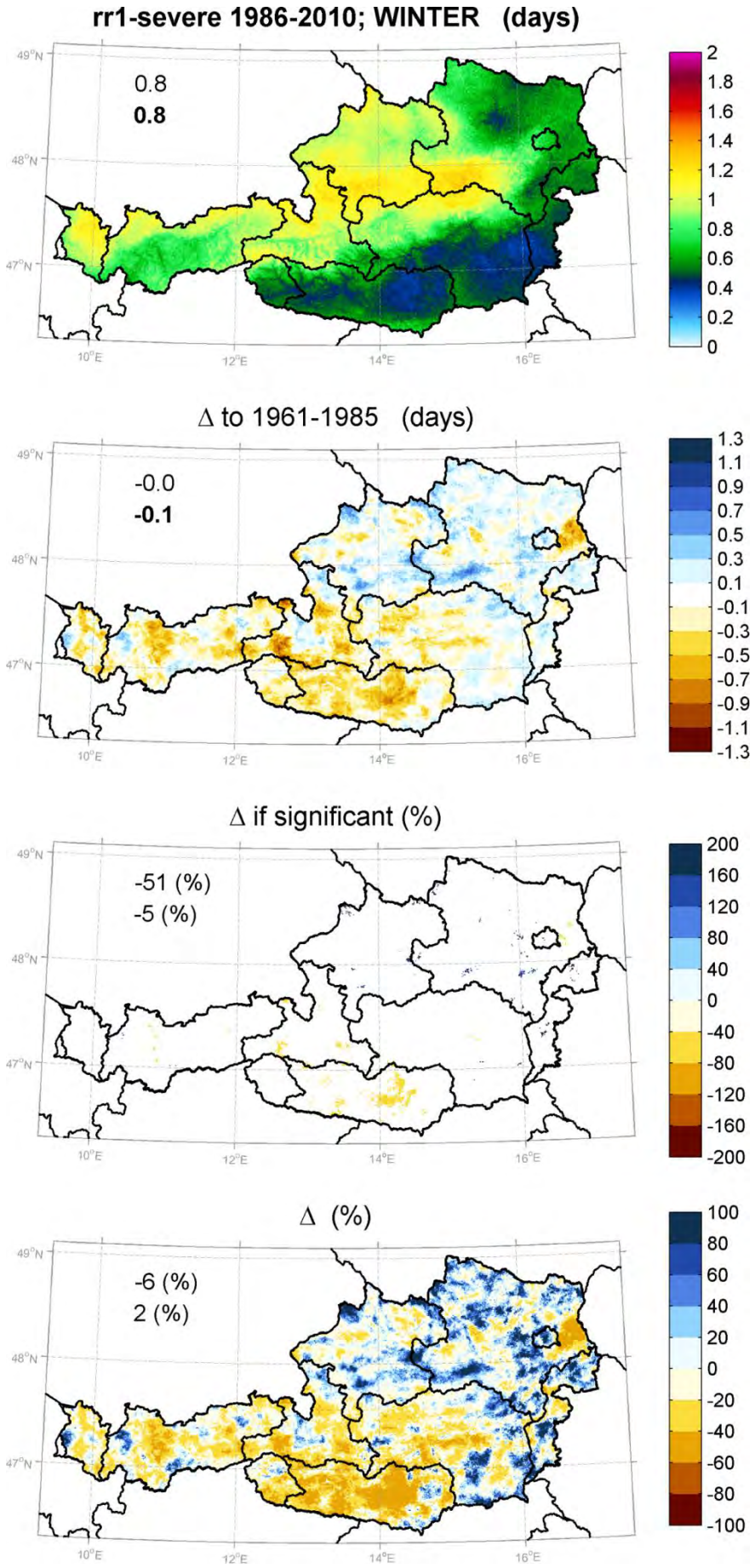

rr1-heavy 1986-2010; FALL (days)
1.5
1.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
Δ to 1961-1985 (days)
0.1
0.1
1.3
1.1
0.9
0.7
0.5
0.3
0.1
-0.1
-0.3
-0.5
-0.7
-0.9
-1.1
-1.3
Δ if significant (%)
92 (%)
92 (%)
140
112
84
56
28
0
-28
-56
-84
-112
-140
Δ (%)
9 (%)
14 (%)
90
72
54
36
18
0
-18
-36
-54
-72
-90
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

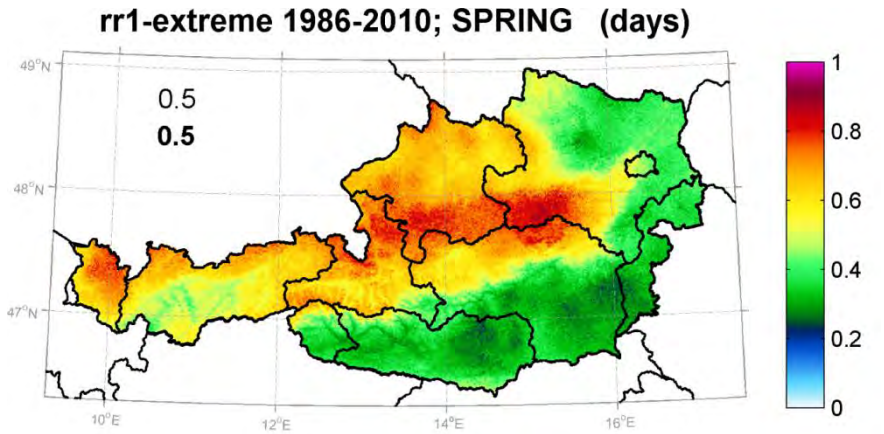

rr1-heavy 1986-2010; WINTER (days)
1.3
1.3
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
Δ to 1961-1985 (days)
0.0
-0.0
1.6
1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
-0.2
-0.4
-0.6
-0.8
-1
-1.2
-1.4
-1.6
Δ if significant (%)
-45 (%)
-4 (%)
170
136
102
68
34
0
-34
-68
-102
-136
-170
Δ (%)
0 (%)
3 (%)
80
64
48
32
16
0
-16
-32
-48
-64
-80
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

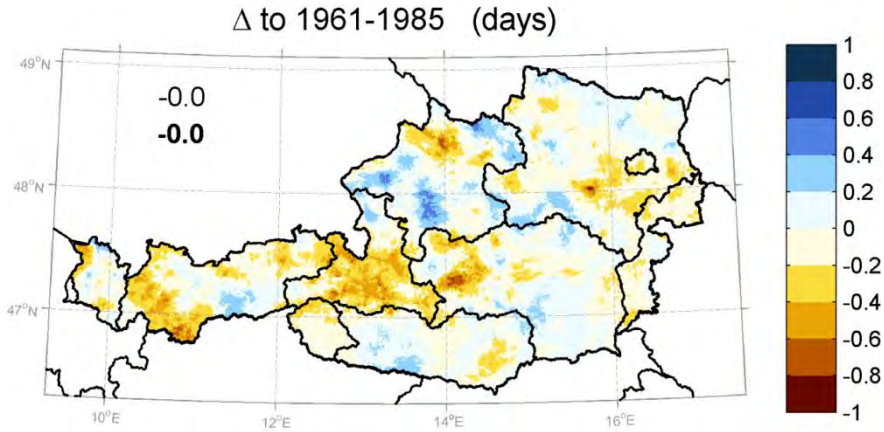

rr1-severe 1986-2010; SPRING (days)
1.0
1.0
2
1.8
1.6
1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
Δ to 1961-1985 (days)
0.1
0.1
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
-0.2
-0.4
-0.6
-0.8
-1
-1.2
Δ if significant (%)
119 (%)
103 (%)
200
160
120
80
40
0
-40
-80
-120
-160
-200
Δ (%)
7 (%)
15 (%)
120
96
72
48
24
0
-24
-48
-72
-96
-120
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

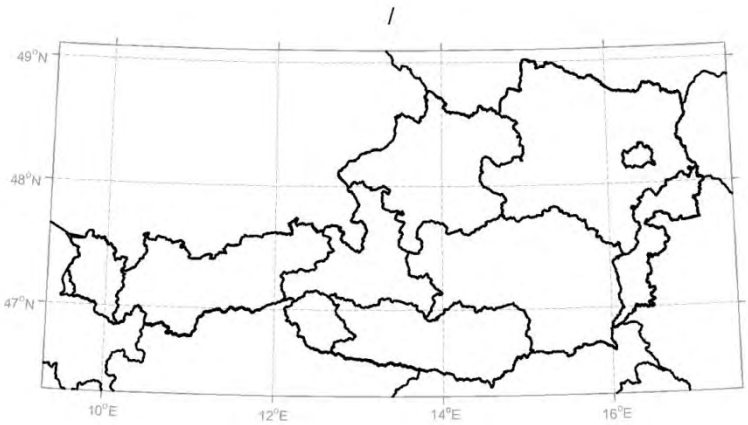

rr1-severe 1986-2010; SUMMER (days)
1.2
1.2
2
1.8
1.6
1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
Δ to 1961-1985 (days)
0.2
0.2
1.6
1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
-0.2
-0.4
-0.6
-0.8
-1
-1.2
-1.4
-1.6
Δ if significant (%)
122 (%)
124 (%)
200
160
120
80
40
0
-40
-80
-120
-160
-200
Δ (%)
17 (%)
25 (%)
140
112
84
56
28
0
-28
-56
-84
-112
-140
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

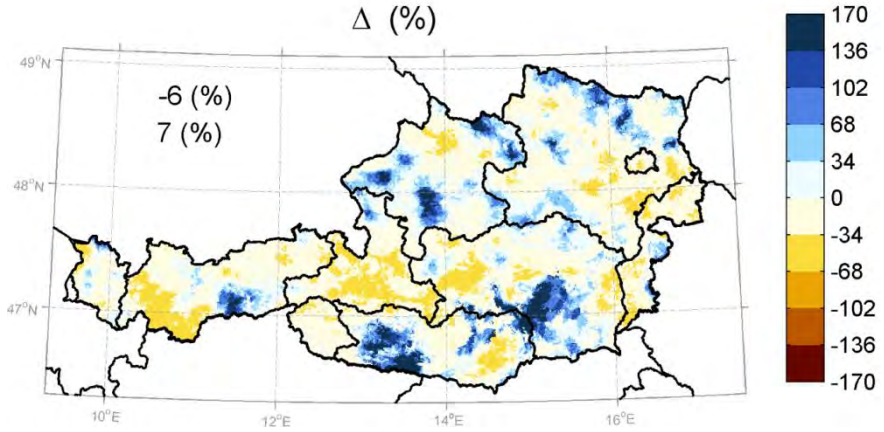

rr1-severe 1986-2010; FALL (days)
0.9
0.9
2
1.8
1.6
1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
Δ to 1961-1985 (days)
0.1
0.1
1.1
0.9
0.7
0.5
0.3
0.1
-0.1
-0.3
-0.5
-0.7
-0.9
-1.1
Δ if significant (%)
131 (%)
106 (%)
200
160
120
80
40
0
-40
-80
-120
-160
-200
Δ (%)
14 (%)
20 (%)
130
104
78
52
26
0
-26
-52
-78
-104
-130
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

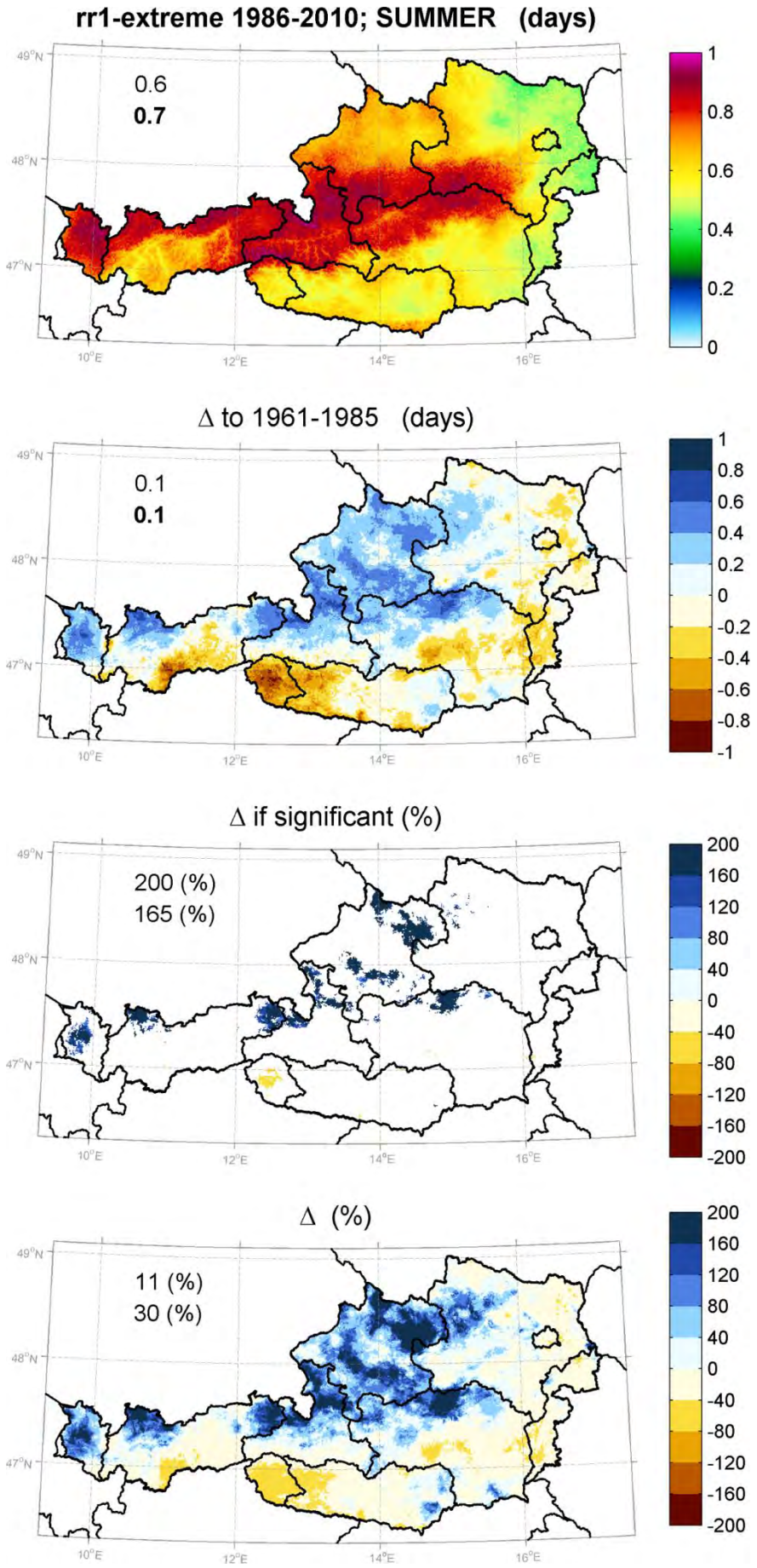

rr1-severe 1986-2010; WINTER (days)
0.8
0.8
2
1.8
1.6
1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
Δ to 1961-1985 (days)
-0.0
-0.1
1.3
1.1
0.9
0.7
0.5
0.3
0.1
-0.1
-0.3
-0.5
-0.7
-0.9
-1.1
-1.3
Δ if significant (%)
-51 (%)
-5 (%)
200
160
120
80
40
0
-40
-80
-120
-160
-200
Δ (%)
-6 (%)
2 (%)
100
80
60
40
20
0
-20
-40
-60
-80
-100
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

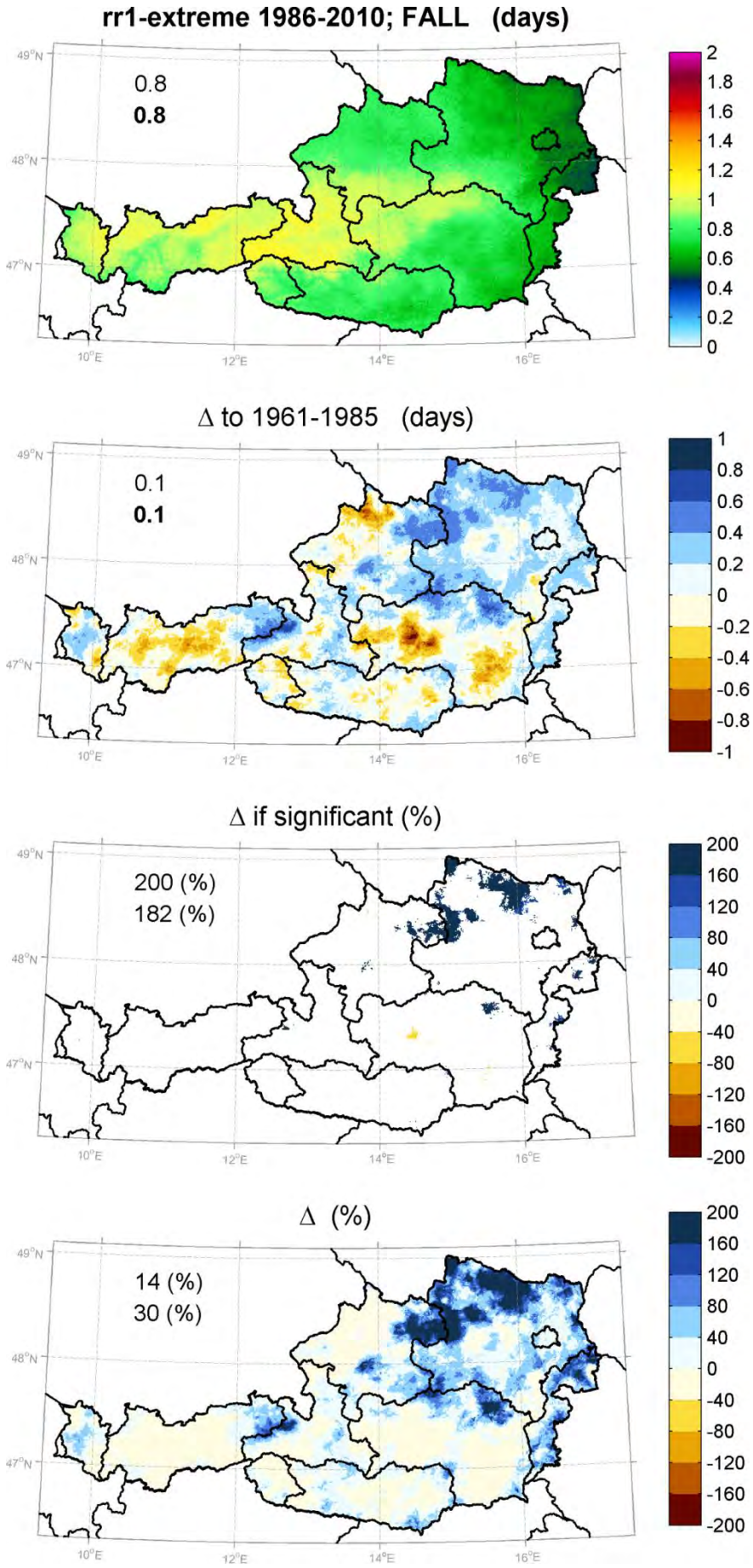

rr1-extreme 1986-2010; SPRING (days)
0.5
0.5
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0

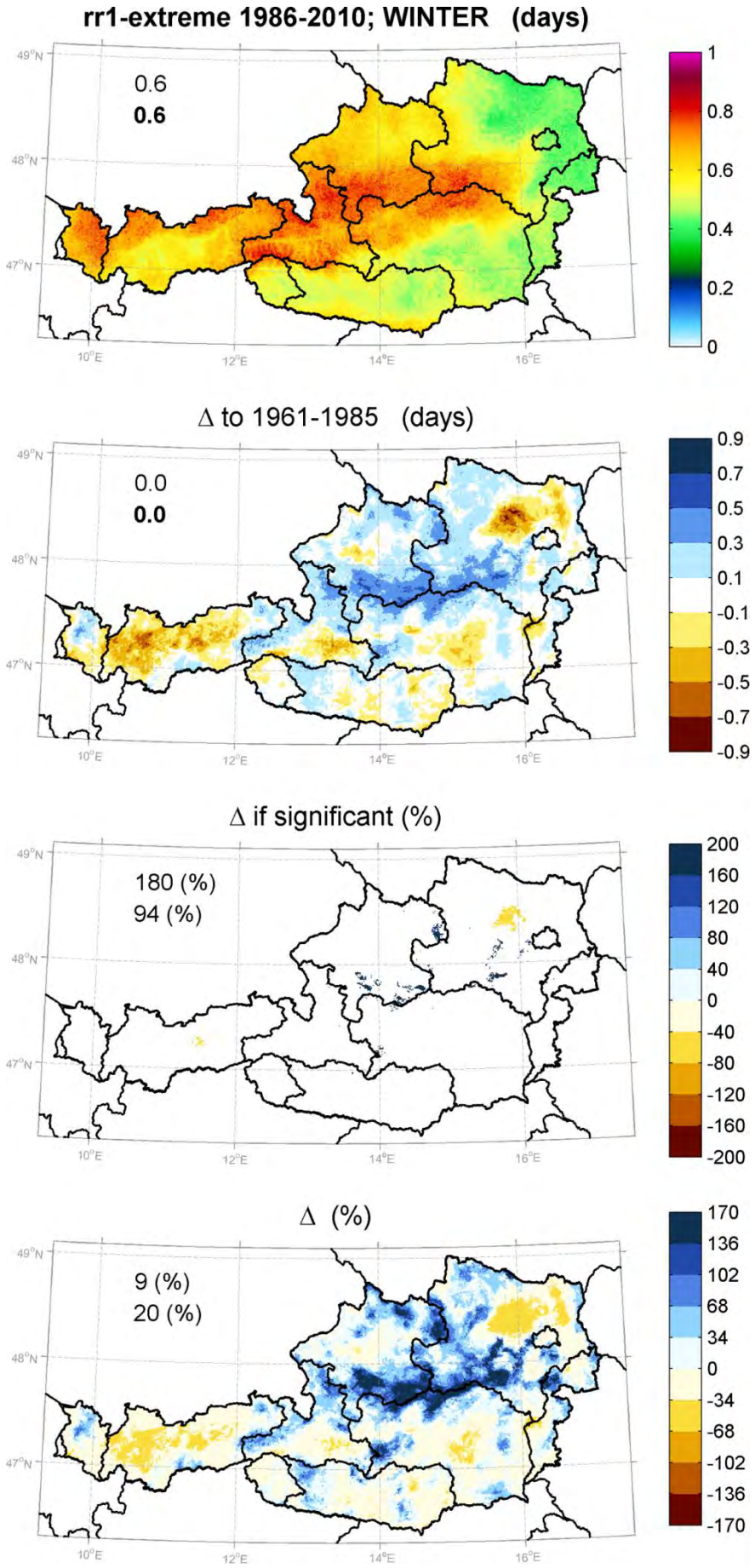

Δ to 1961-1985 (days)
-0.0
-0.0
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
-0.2
-0.4
-0.6
-0.8
-1

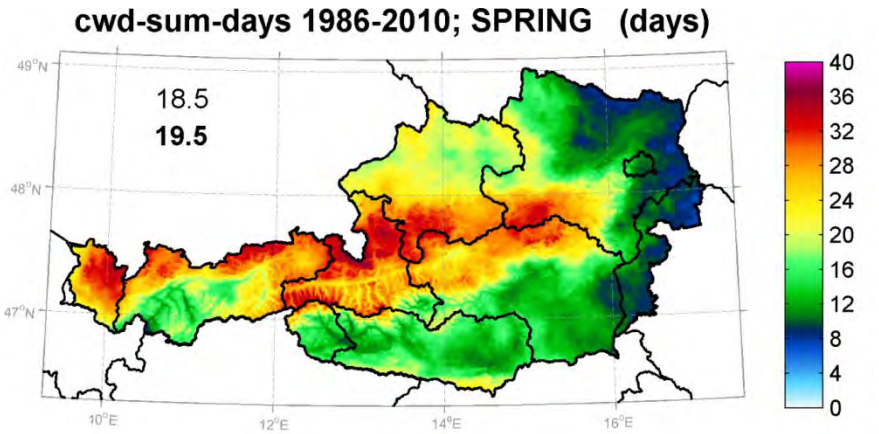

/
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

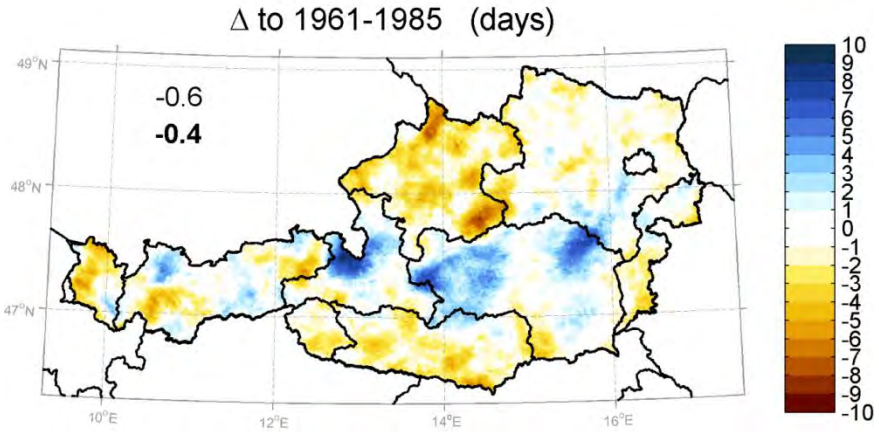

Δ (%)
-6 (%)
7 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
170
136
102
68
34
0
-34
-68
-102
-136
-170

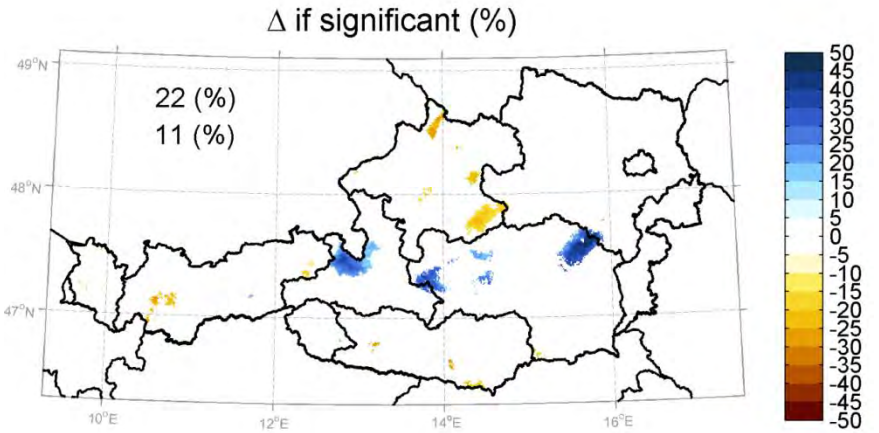

rr1-extreme 1986-2010; SUMMER (days)
0.6
0.7
Δ to 1961-1985 (days)
0.1
0.1
Δ if significant (%)
200 (%)
165 (%)
Δ (%)
11 (%)
30 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

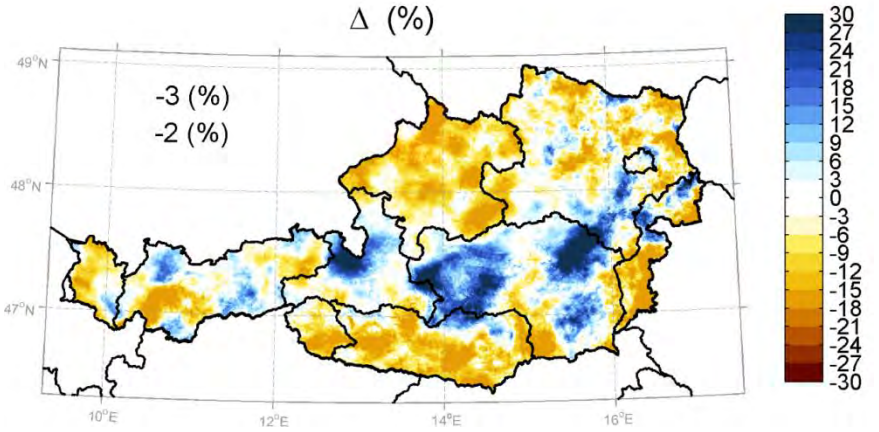

rr1-extreme 1986-2010; FALL (days)
0.8
0.8
Δ to 1961-1985 (days)
0.1
0.1
Δ if significant (%)
200 (%)
182 (%)
Δ (%)
14 (%)
30 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
2
1.8
1.6
1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
-0.2
-0.4
-0.6
-0.8
-1
200
160
120
80
40
0
-40
-80
-120
-160
-200

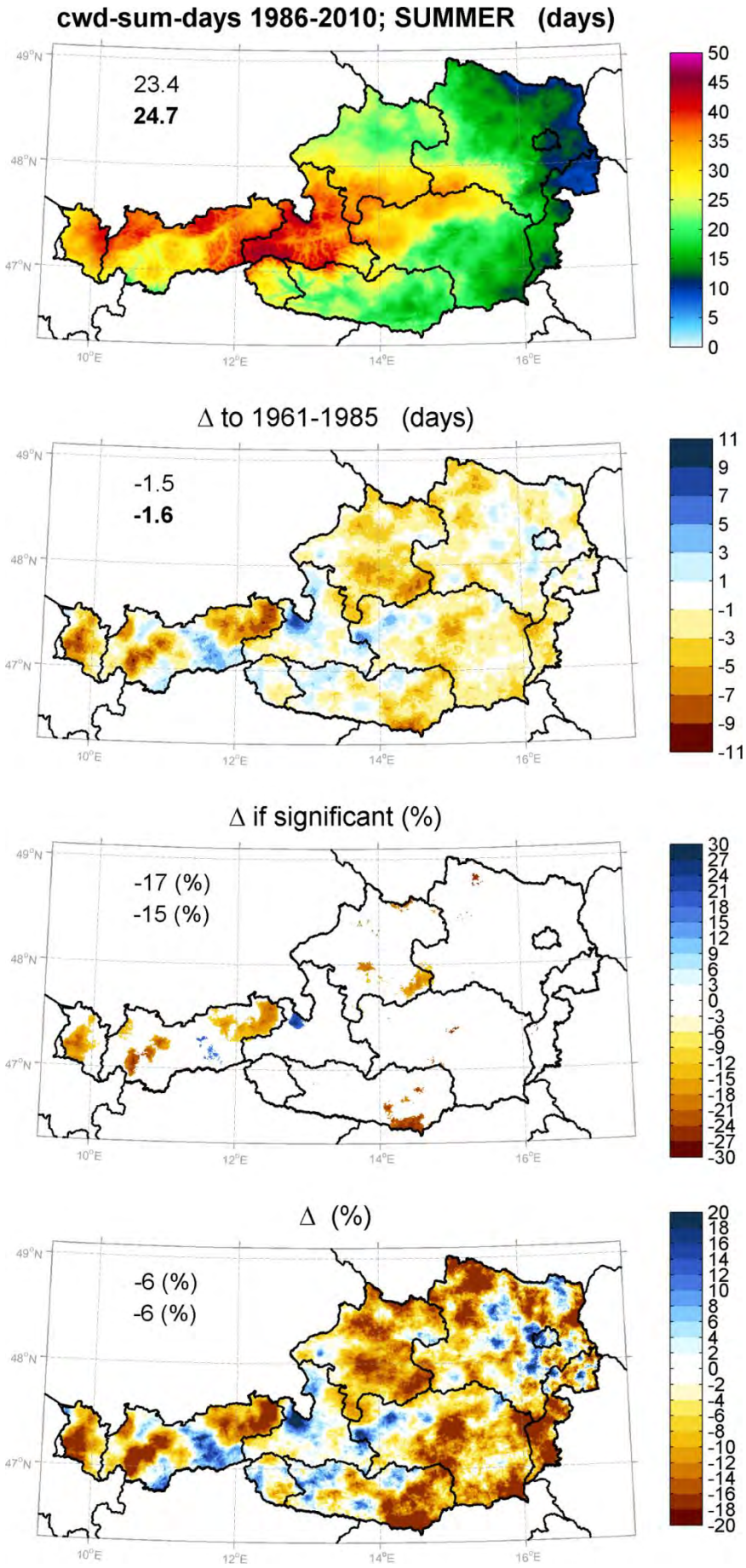

rr1-extreme 1986-2010; WINTER (days)
0.6
0.6
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
Δ to 1961-1985 (days)
0.0
0.0
0.9
0.7
0.5
0.3
0.1
-0.1
-0.3
-0.5
-0.7
-0.9
Δ if significant (%)
180 (%)
94 (%)
200
160
120
80
40
0
-40
-80
-120
-160
-200
Δ (%)
9 (%)
20 (%)
170
136
102
68
34
0
-34
-68
-102
-136
-170
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

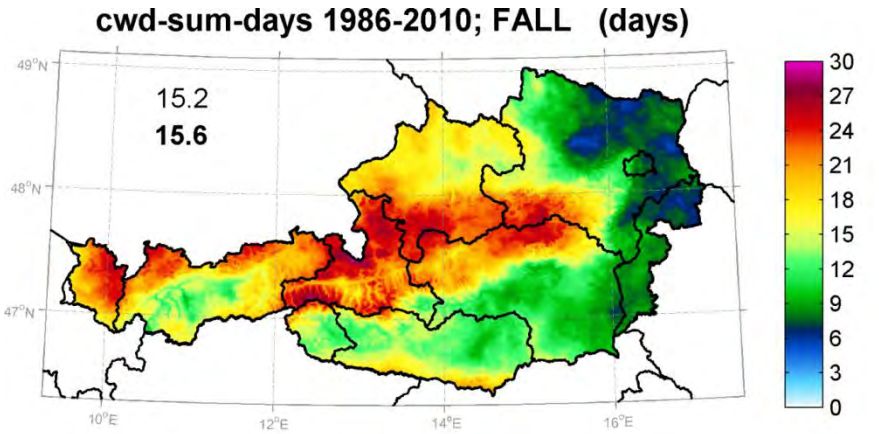

cwd-sum-days 1986-2010; SPRING (days)
18.5
19.5
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
40
36
32
28
24
20
16
12
8
4
0

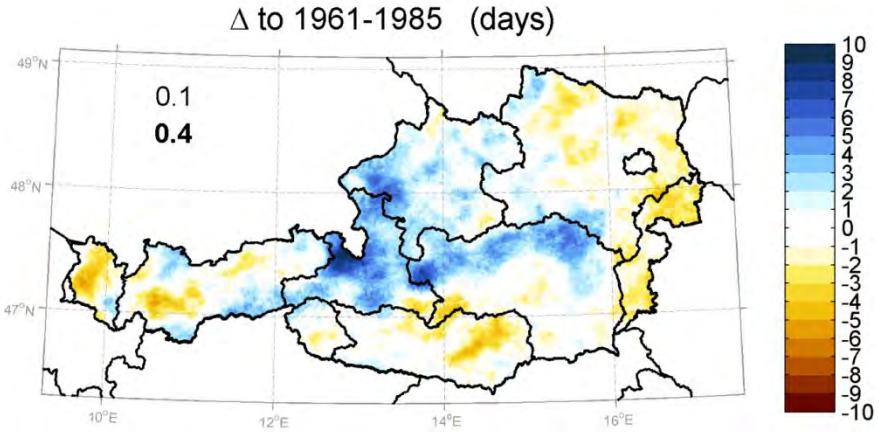

Δ to 1961-1985 (days)
-0.6
-0.4
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10

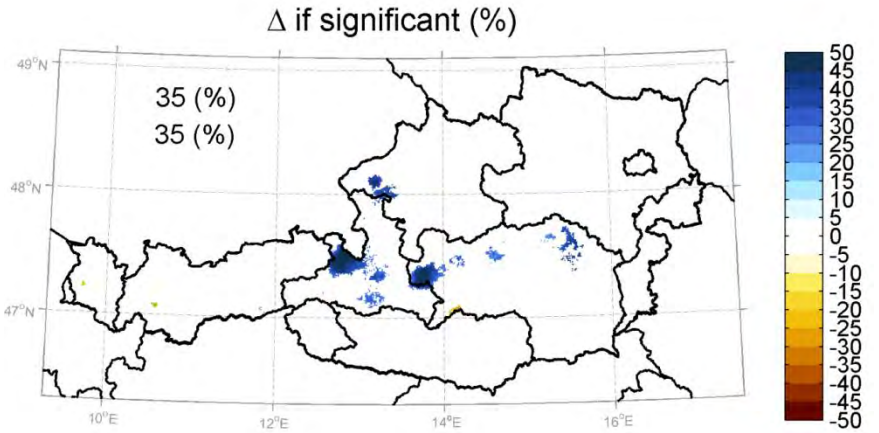

Δ if significant (%)
22 (%)
11 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40
-45
-50

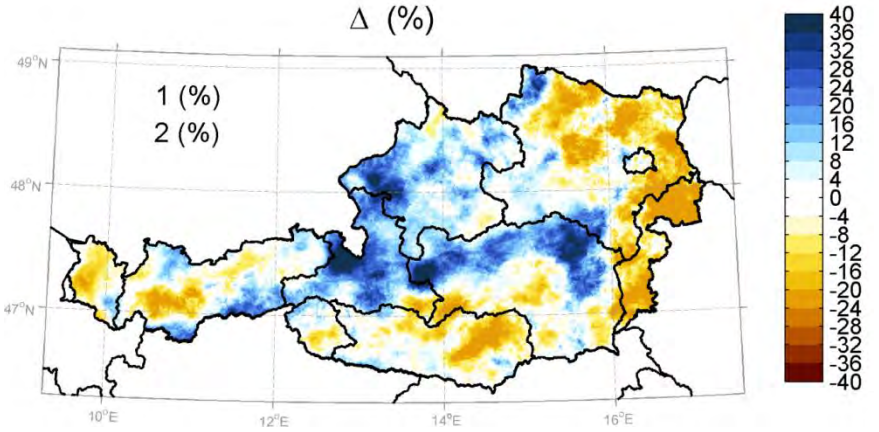

Δ (%)
-3 (%)
-2 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30

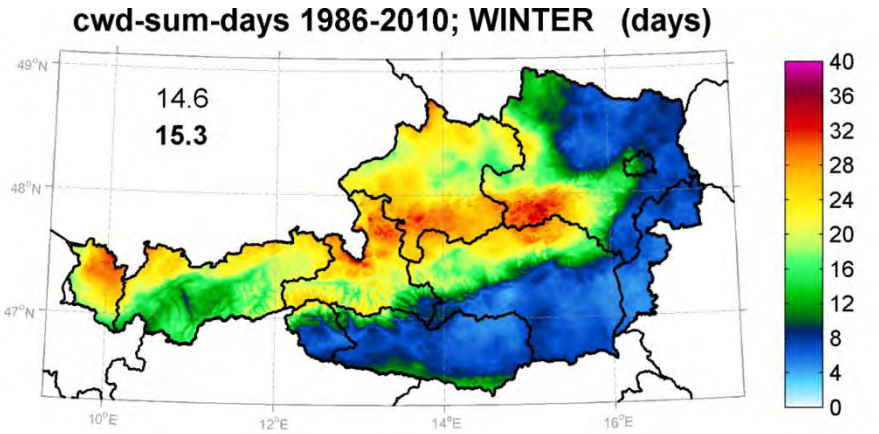

cwd-sum-days 1986-2010; SUMMER (days)
23.4
24.7
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
Δ to 1961-1985 (days)
-1.5
-1.6
11
9
7
5
3
1
-1
-3
-5
-7
-9
-11
Δ if significant (%)
-17 (%)
-15 (%)
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30
Δ (%)
-6 (%)
-6 (%)
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

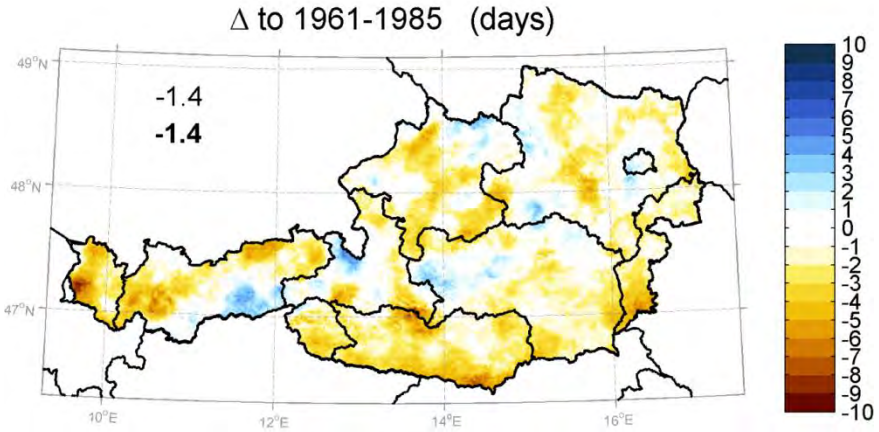

cwd-sum-days 1986-2010; FALL (days)
15.2
15.6
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0

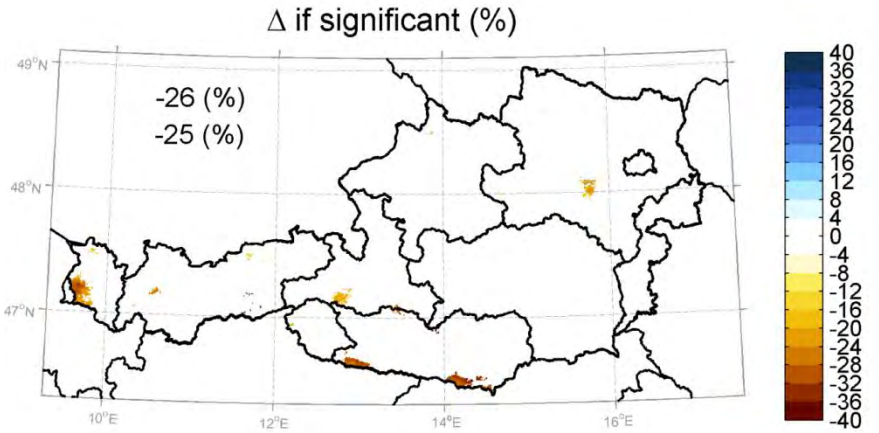

Δ to 1961-1985 (days)
0.1
0.4
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10

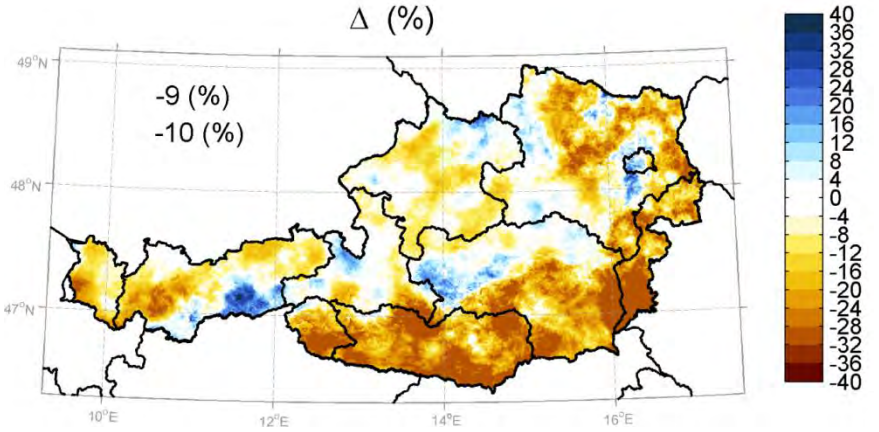

Δ if significant (%)
35 (%)
35 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40
-45
-50

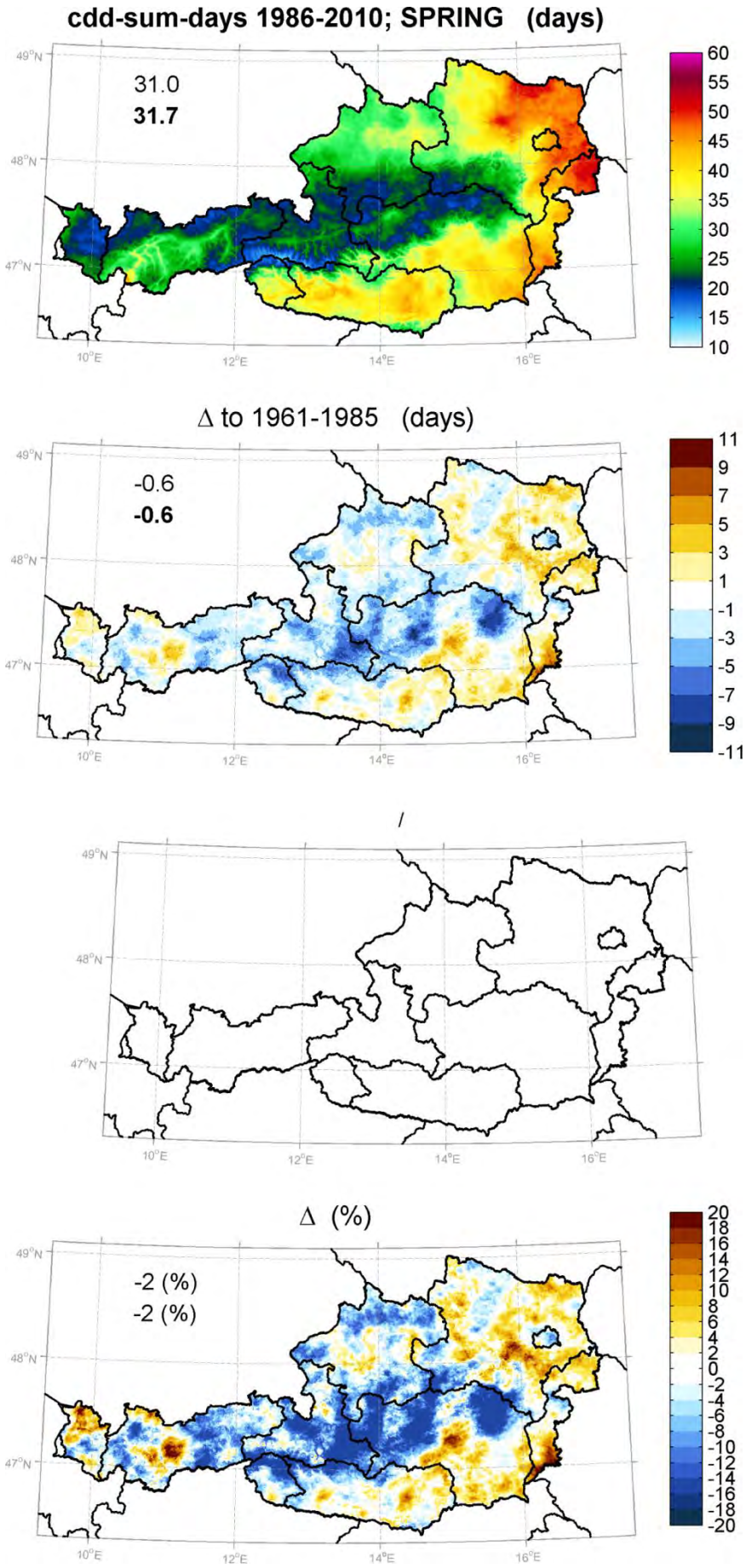

Δ (%)
1 (%)
2 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
40
36
32
28
24
20
16
12
8
4
0
-4
-8
-12
-16
-20
-24
-28
-32
-36
-40

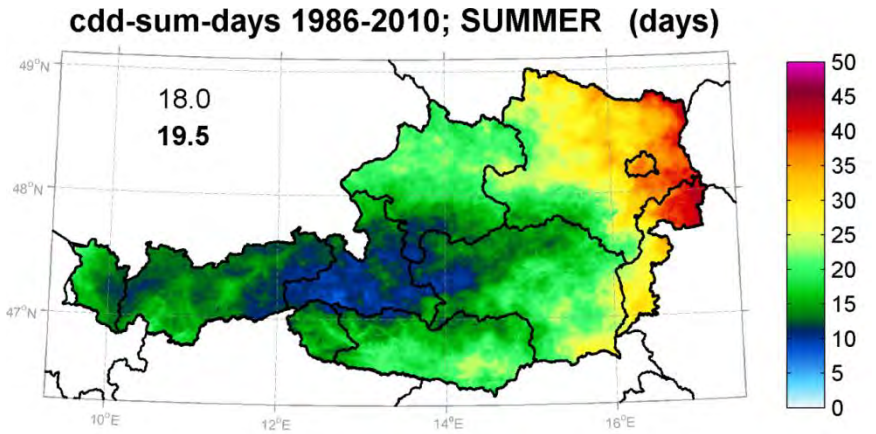

cwd-sum-days 1986-2010; WINTER (days)
14.6
15.3
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
40
36
32
28
24
20
16
12
8
4
0

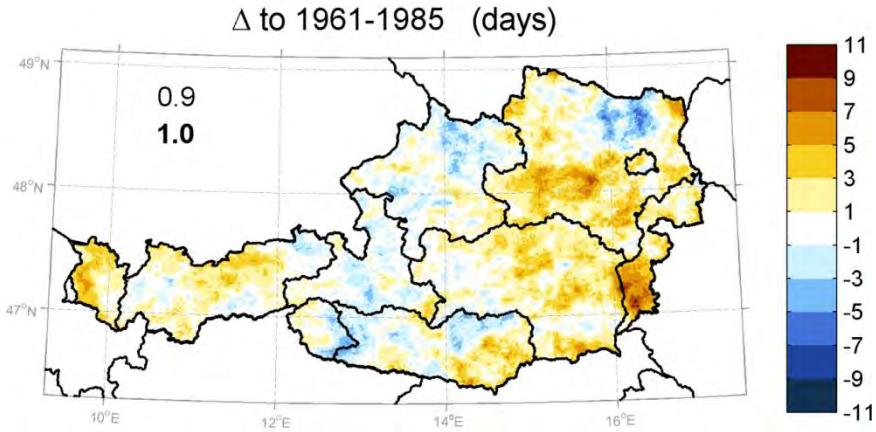

Δ to 1961-1985 (days)
-1.4
-1.4
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10

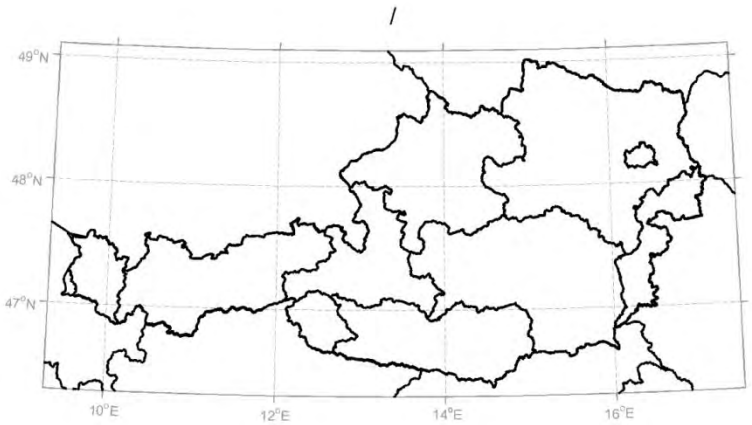

Δ if significant (%)
-26 (%)
-25 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
40
36
32
28
24
20
16
12
8
4
0
-4
-8
-12
-16
-20
-24
-28
-32
-36
-40

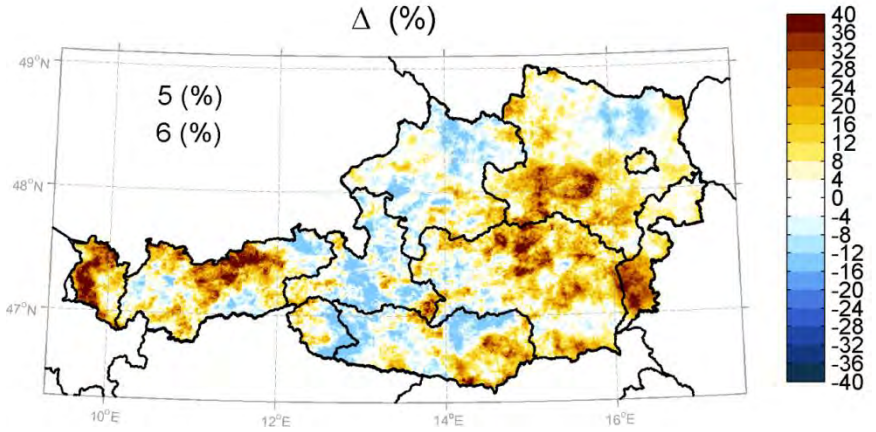

Δ (%)
-9 (%)
-10 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
40
36
32
28
24
20
16
12
8
4
0
-4
-8
-12
-16
-20
-24
-28
-32
-36
-40

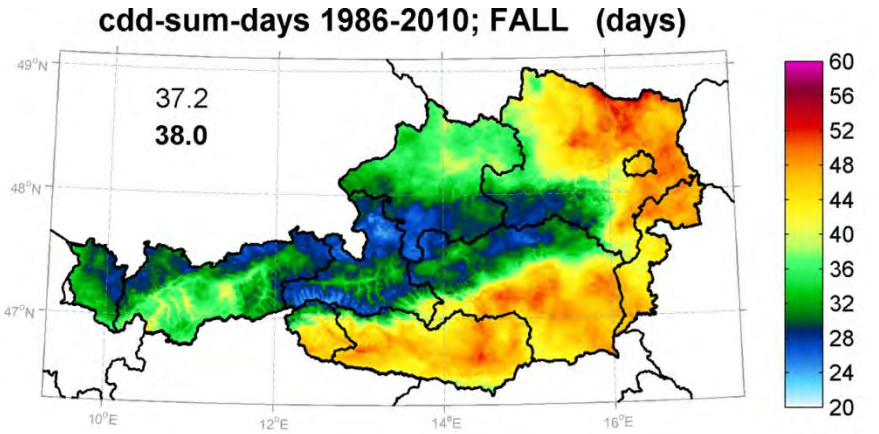

cdd-sum-days 1986-2010; SPRING (days)
31.0
31.7
60
55
50
45
40
35
30
25
20
15
10
Δ to 1961-1985 (days)
-0.6
-0.6
11
9
7
5
3
1
-1
-3
-5
-7
-9
-11
Δ (%)
-2 (%)
-2 (%)
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

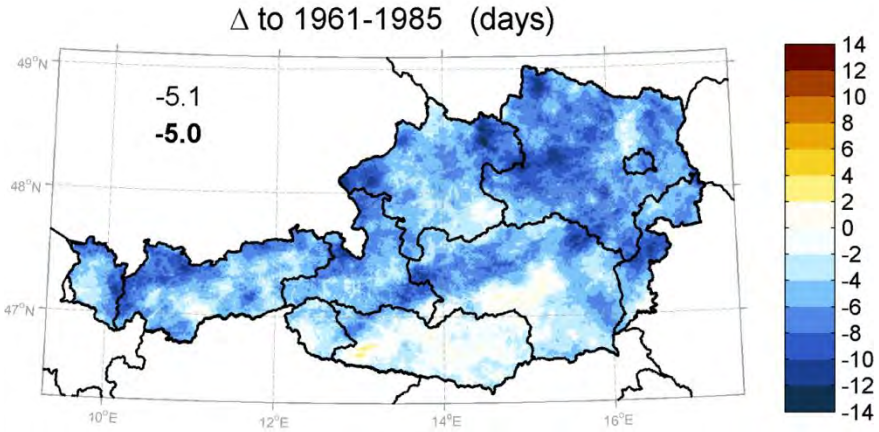

cdd-sum-days 1986-2010; SUMMER (days)
18.0
19.5
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0

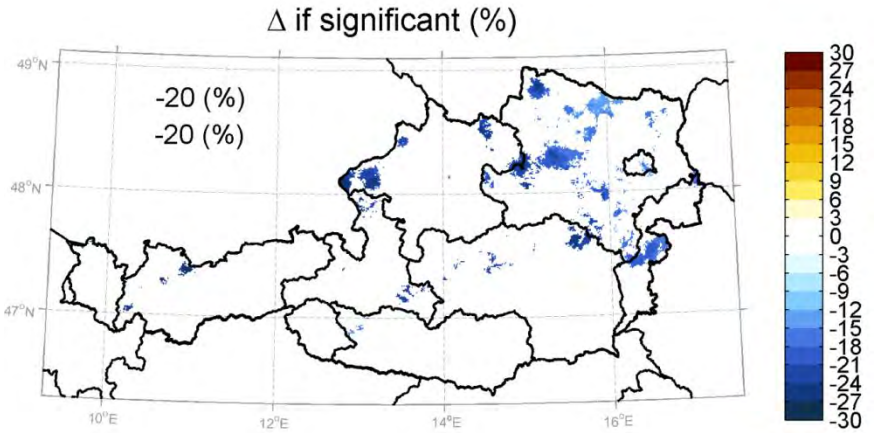

Δ to 1961-1985 (days)
0.9
1.0
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
11
9
7
5
3
1
-1
-3
-5
-7
-9
-11

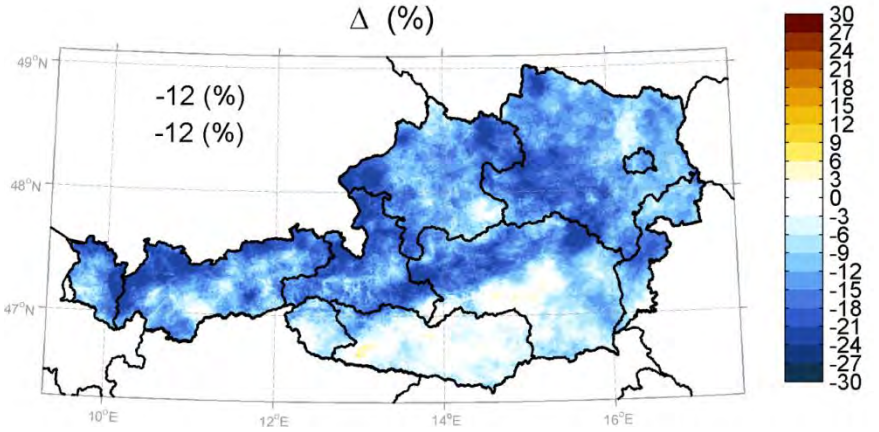

49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E

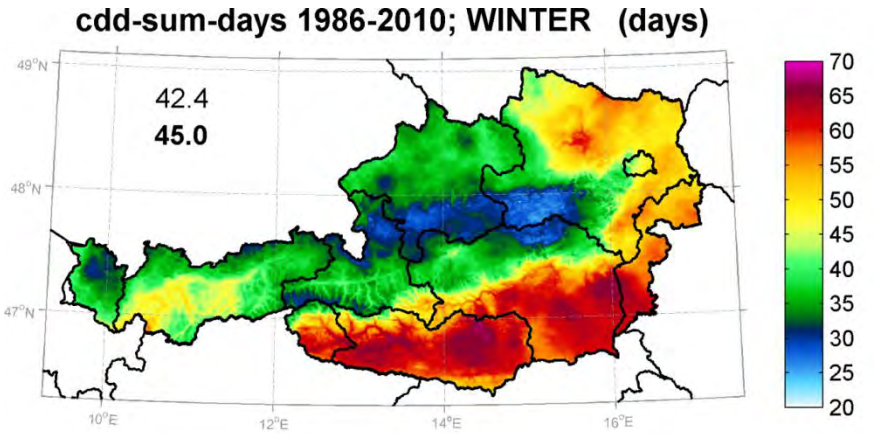

Δ (%)
5 (%)
6 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
40
36
32
28
24
20
16
12
8
4
0
-4
-8
-12
-16
-20
-24
-28
-32
-36
-40

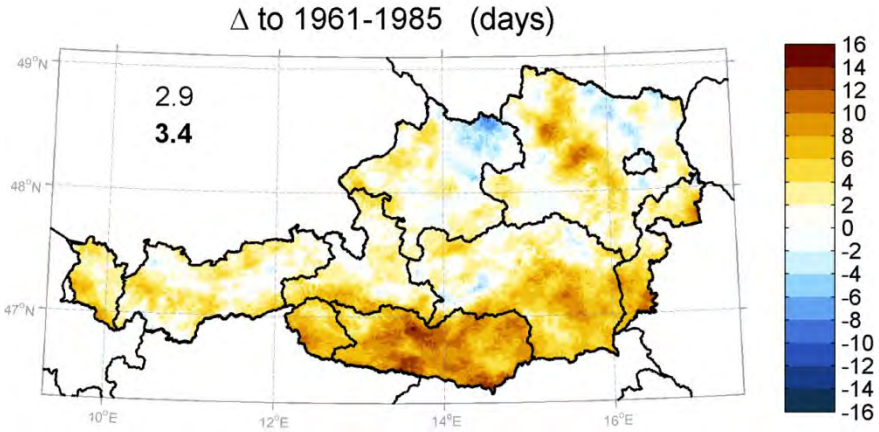

cdd-sum-days 1986-2010; FALL (days)
37.2
38.0
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
60
56
52
48
44
40
36
32
28
24
20

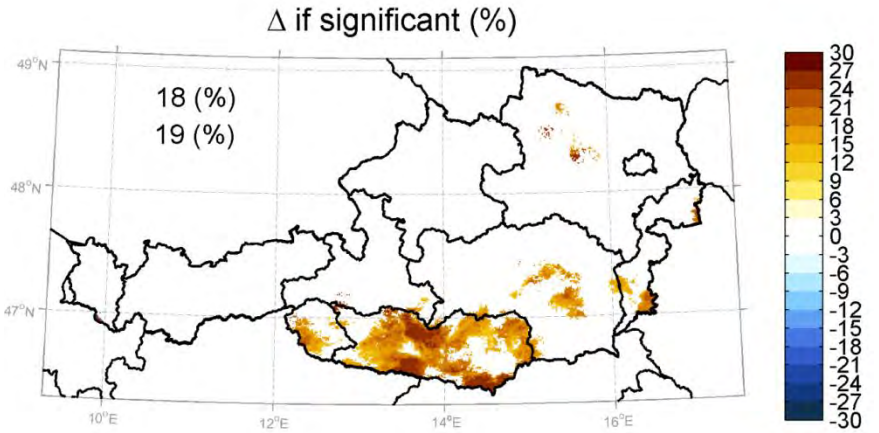

Δ to 1961-1985 (days)
-5.1
-5.0
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14

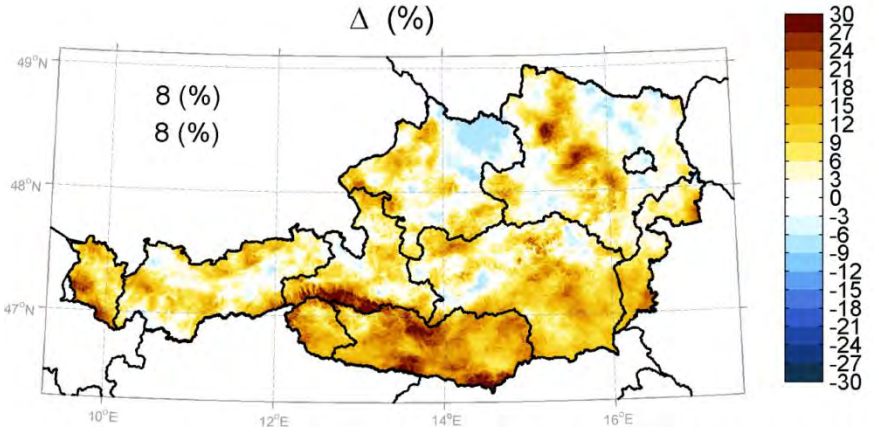

Δ if significant (%)
-20 (%)
-20 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30


Δ (%)
-12 (%)
-12 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30


cdd-sum-days 1986-2010; WINTER (days)
42.4
45.0
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
70
65
60
55
50
45
40
35
30
25
20


Δ to 1961-1985 (days)
2.9
3.4
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16


Δ if significant (%)
18 (%)
19 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30


Δ (%)
8 (%)
8 (%)
49°N
48°N
47°N
10°E
12°E
14°E
16°E
30
27
24
21
18
15
12
9
6
3
0
-3
-6
-9
-12
-15
-18
-21
-24
-27
-30

ANNEX 6: Simulierte Klimaänderungen für RCP4.5 und RCP8.5

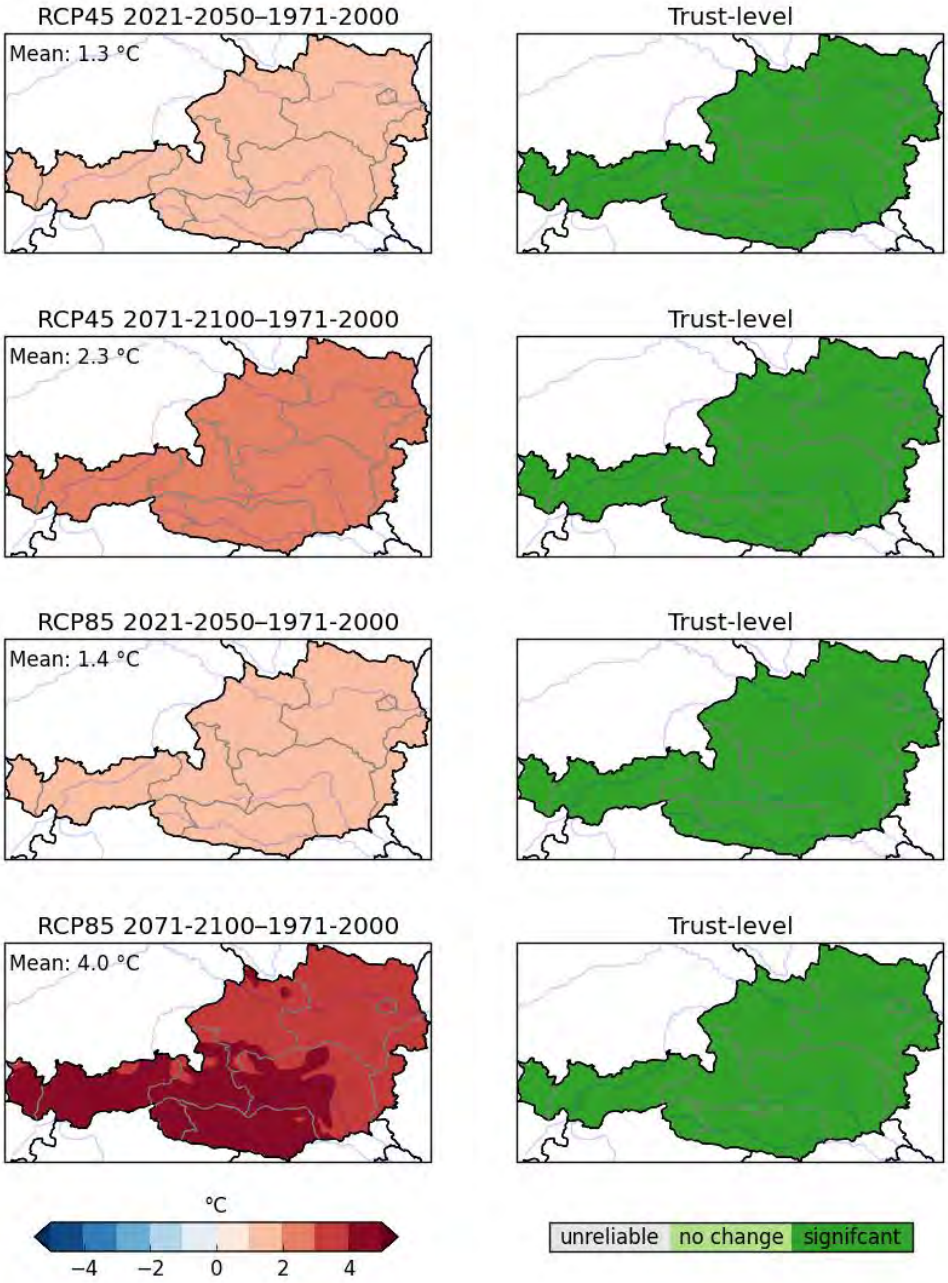
ERKLÄRUNG

In diesem Anhang sind Änderungen des 30-jährigen Ensemble-Median der 13 ÖKS15 Klimaprojektionen für nahe (Periode 2021-2050) und ferne Zukunft (Periode 2071-2100) sowie für die beiden Treibhausgasszenarien RCP4.5 und RCP8.5 für Temperatur-, Niederschlags- und Strahlungsindizes dargestellt. Für jeden Index wird pro zeitliche Bezugseinheit (Jahr: „annual“, Winter: „djf“; Sommer: „jja“, Herbst: „son“) und pro Änderungsart (relativ und absolut) ein je einseitiges Panel mit acht Teilgraphiken präsentiert. Dieses Panel beinhaltet:

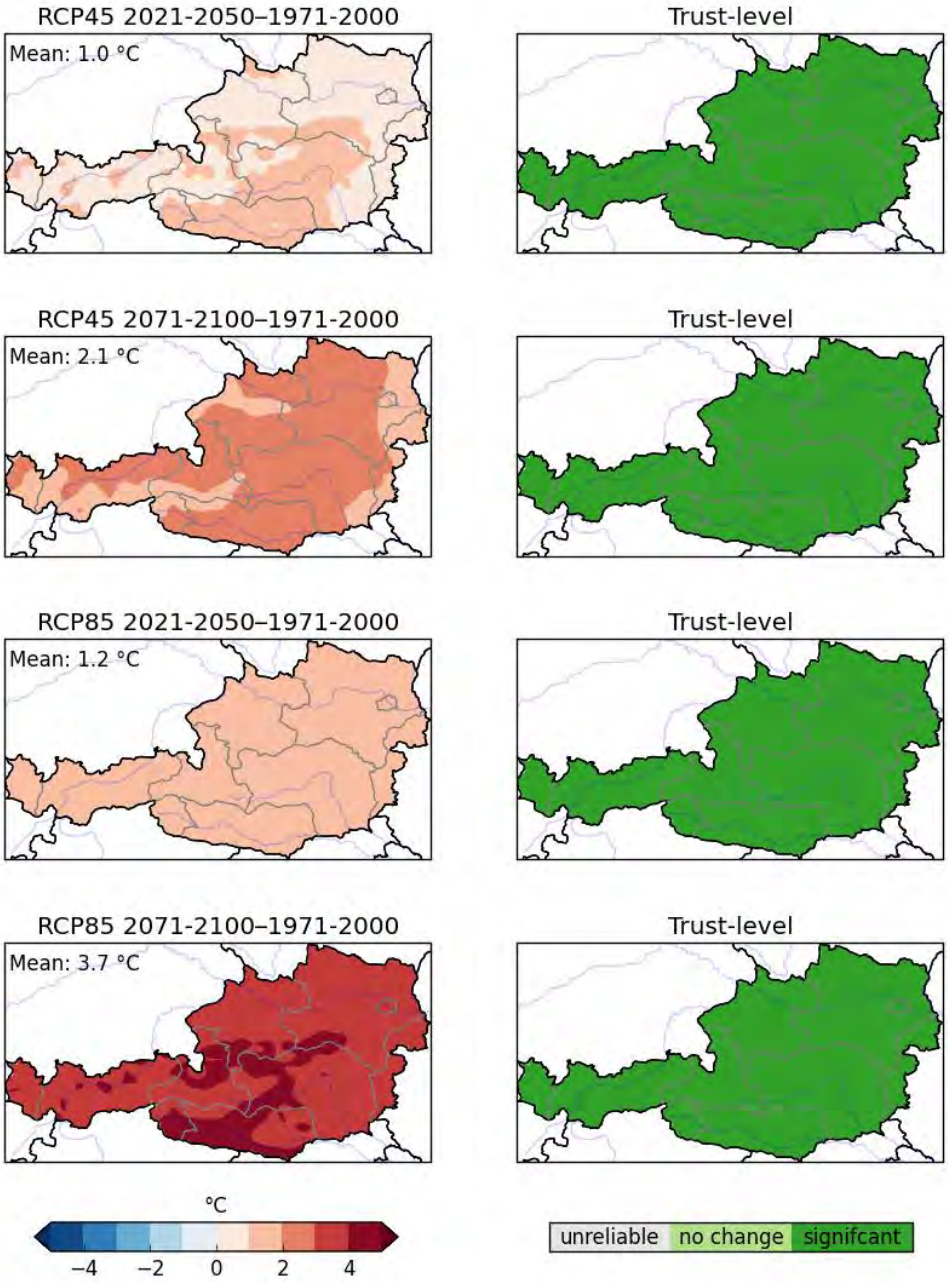
(1)	ÄNDERUNG nahe Zukunft RCP4.5 Differenz 1971-2000 und 2021-2050	BEWERTUNGSKATEGORIEN „unreliable“, „no change“, „significant“
(2)	ÄNDERUNG ferne Zukunft RCP4.5 Differenz 1971-2000 und 2071-2100	BEWERTUNGSKATEGORIEN „unreliable“, „no change“, „significant“
(3)	ÄNDERUNG nahe Zukunft RCP8.5 Differenz 1971-2000 und 2021-2050	BEWERTUNGSKATEGORIEN „unreliable“, „no change“, „significant“
(4)	ÄNDERUNG ferne Zukunft RCP8.5 Differenz 1971-2000 und 2071-2100	BEWERTUNGSKATEGORIEN „unreliable“, „no change“, „significant“

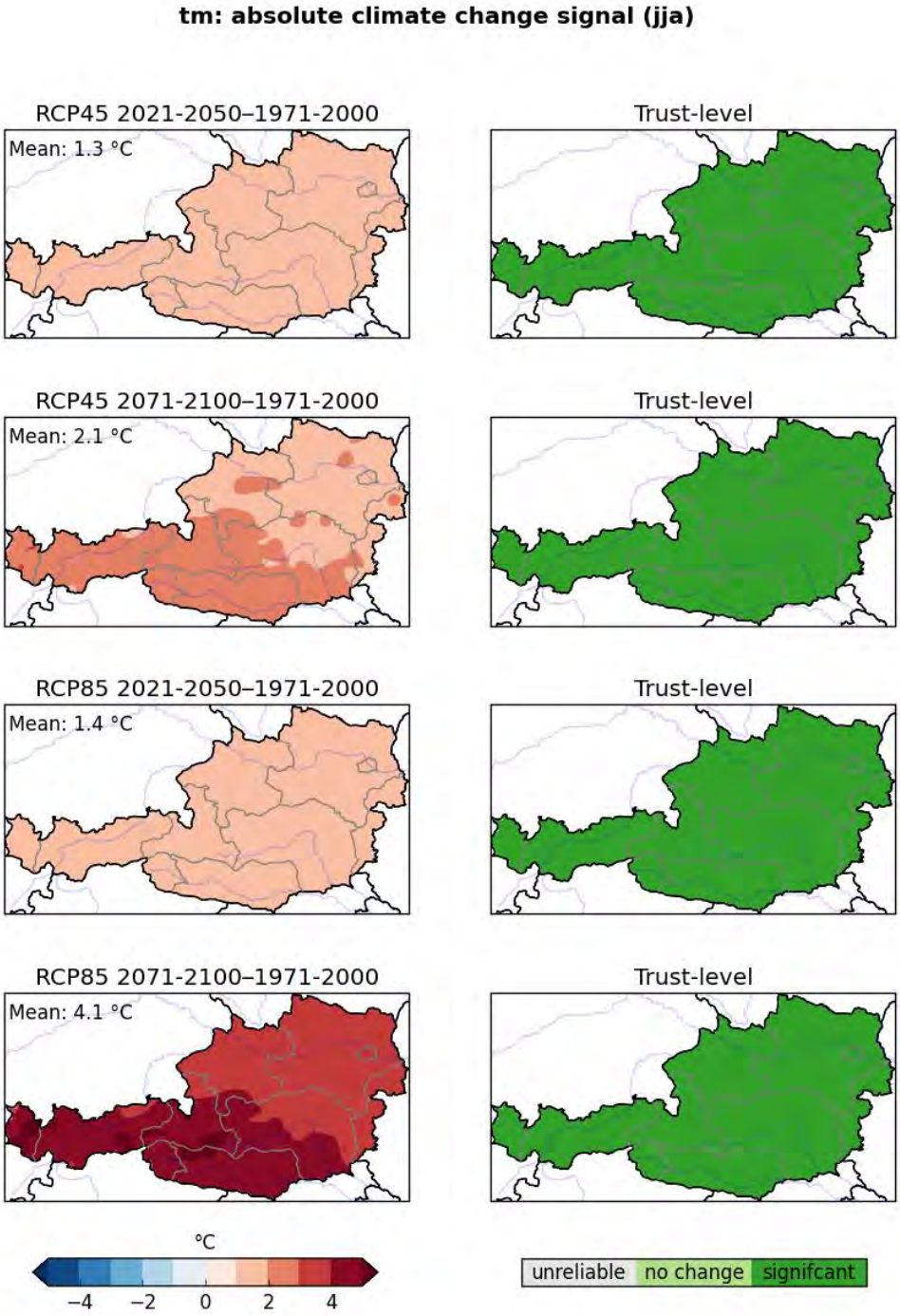
Die like Spalte zeigt die räumliche Verteilung der simulierten Klimaänderungen für die (1) nahe Zukunft RCP4.5, (2) ferne Zukunft RCP4.5, (3) nahe Zukunft RCP8.5 und (4) ferne Zukunft RCP8.5 (4). Die Spalte rechts zeigt die Kategorien zur Bewertung der Klimaänderung: „deutliche Änderung“ (signifikante Änderungen mit hoher Modellübereinstimmung; „significant“ dunkelgrün), „keine deutliche Änderung“ (keine signifikanten Änderungen; „no change“ hellgrün) und „mangelnde Zuverlässigkeit“ (signifikante, aber widersprüchliche Änderungen; „unreliable“ grau).

tm: absolute climate change signal (annual)

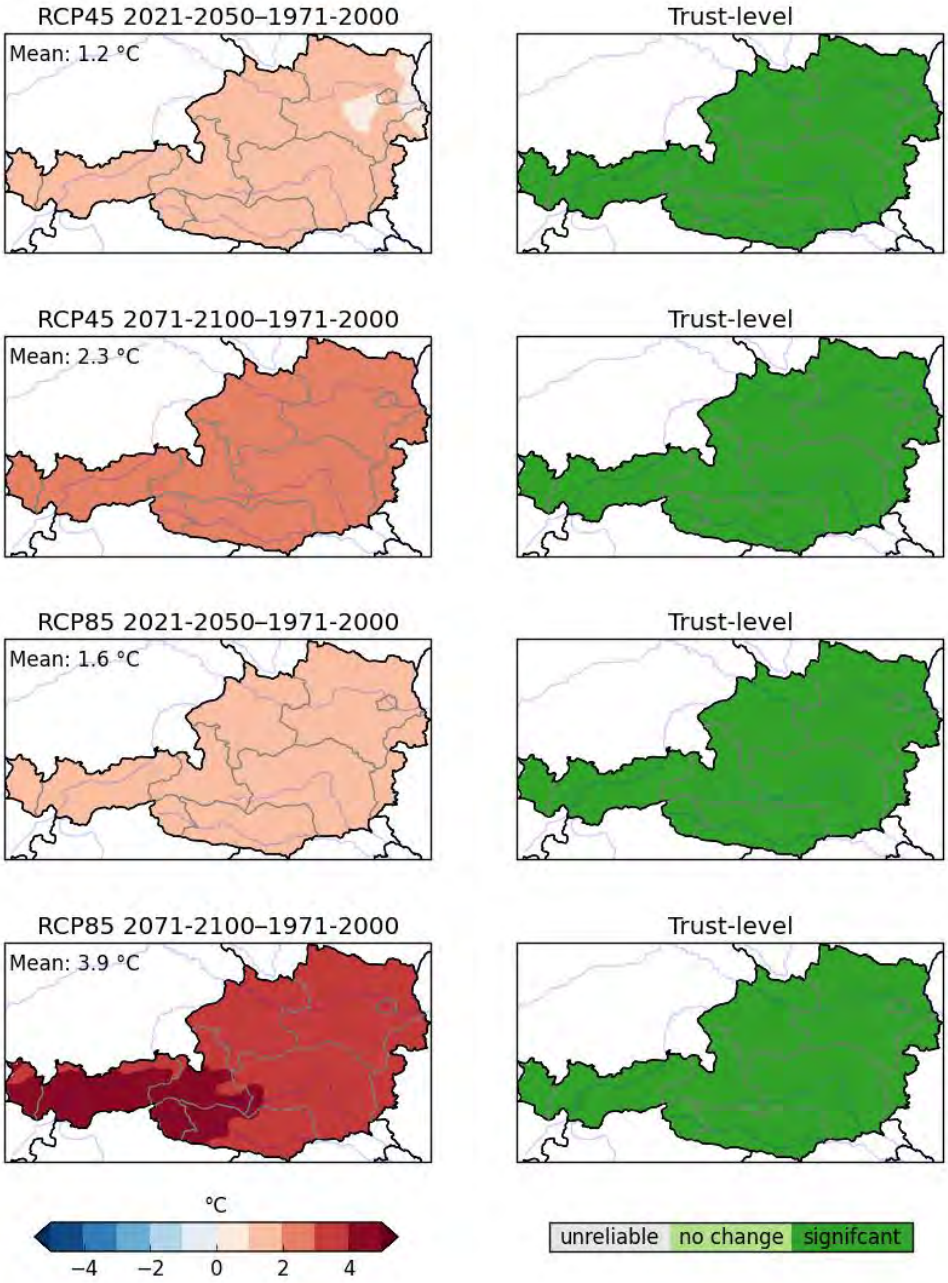


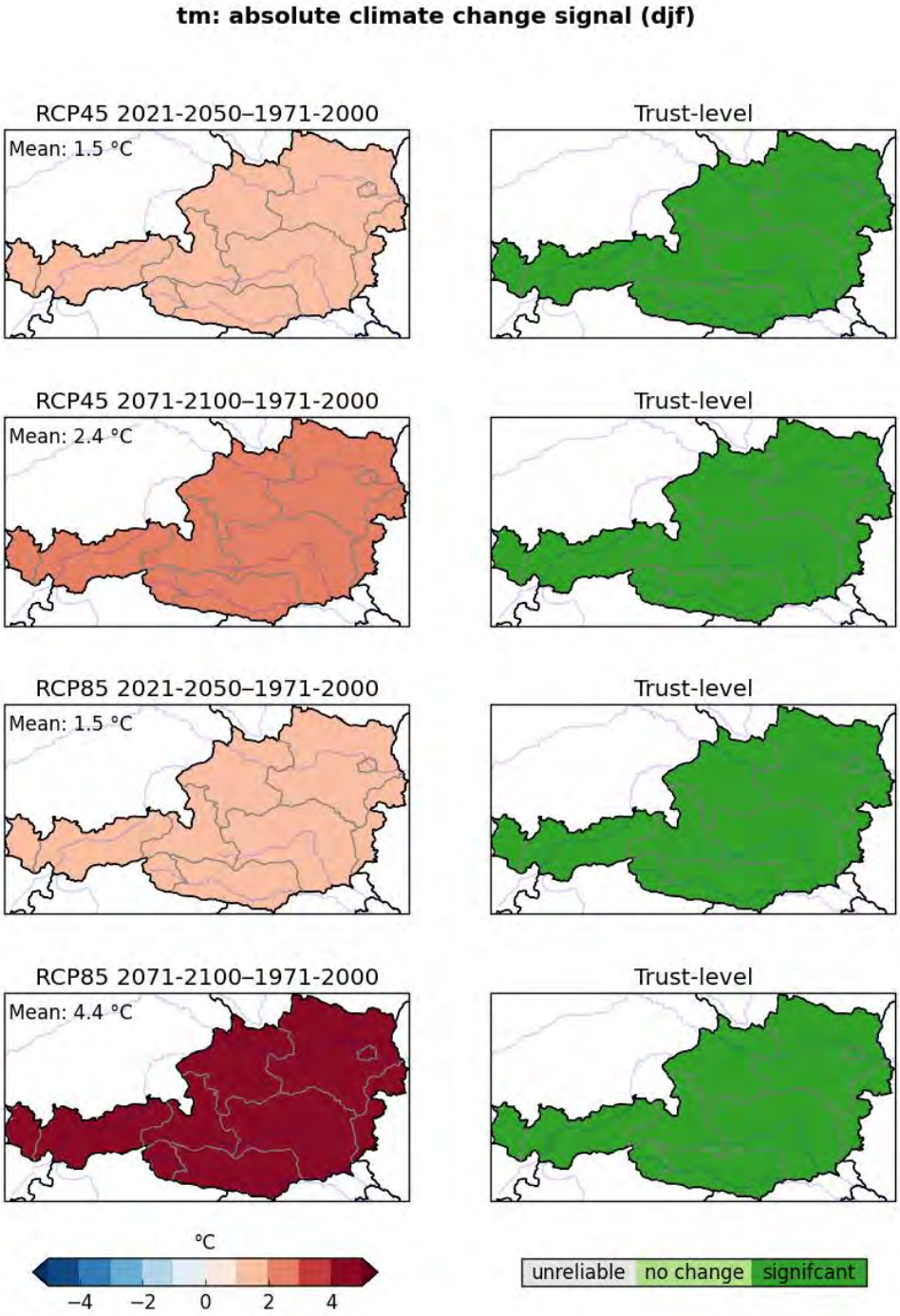
tm: absolute climate change signal (mam)



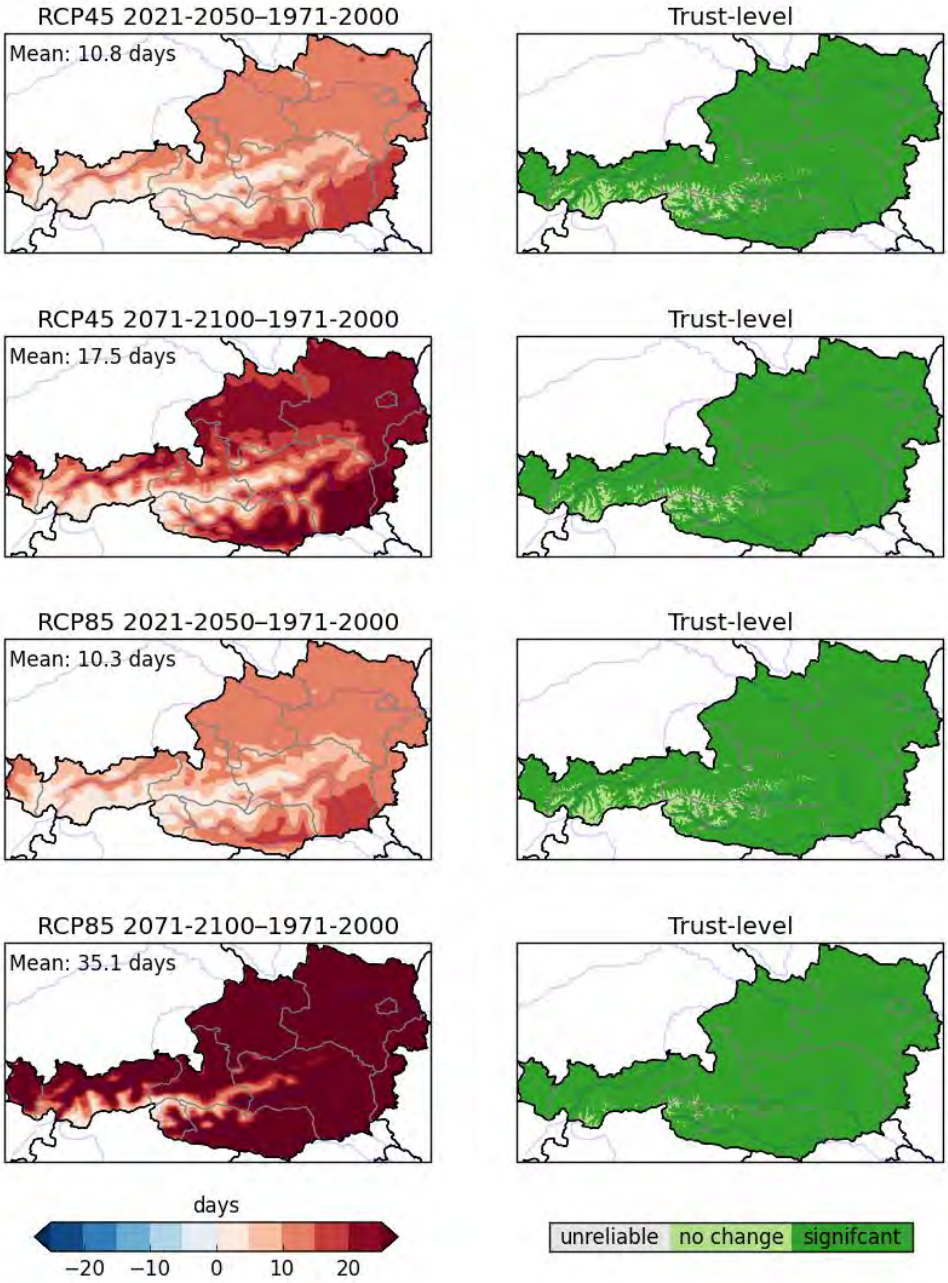

tm: absolute climate change signal (jja)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: 1.3 °C
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: 2.1 °C
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: 1.4 °C
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: 4.1 °C
Trust-level
°C
−4 −2 0 2 4
unreliable
no change
signifcant

tm: absolute climate change signal (son)

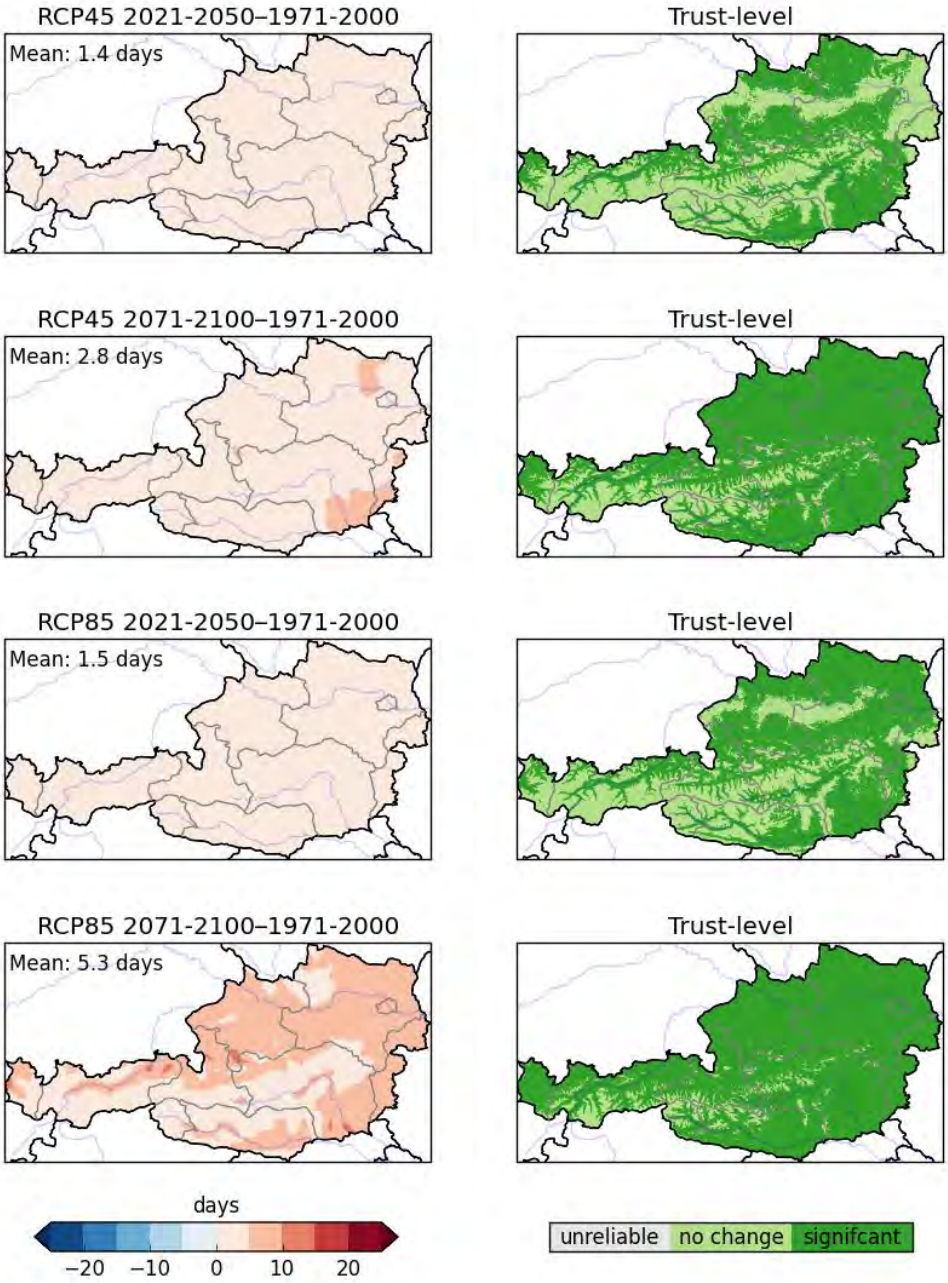



tm: absolute climate change signal (djf)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: 1.5 °C
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: 2.4 °C
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: 1.5 °C
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: 4.4 °C
Trust-level
°C
−4 −2 0 2 4
unreliable
no change
signifcant

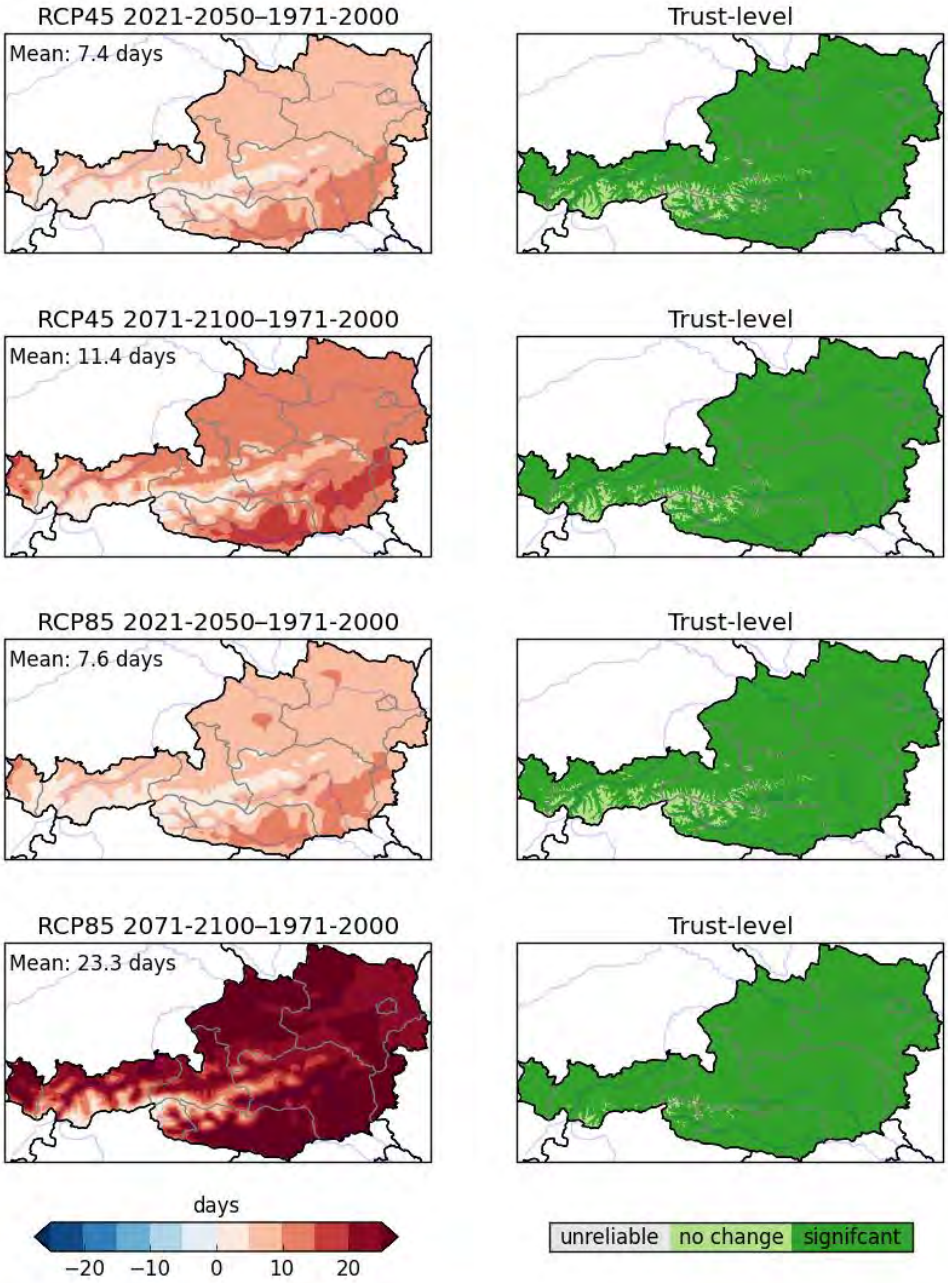
su25: absolute climate change signal (annual)



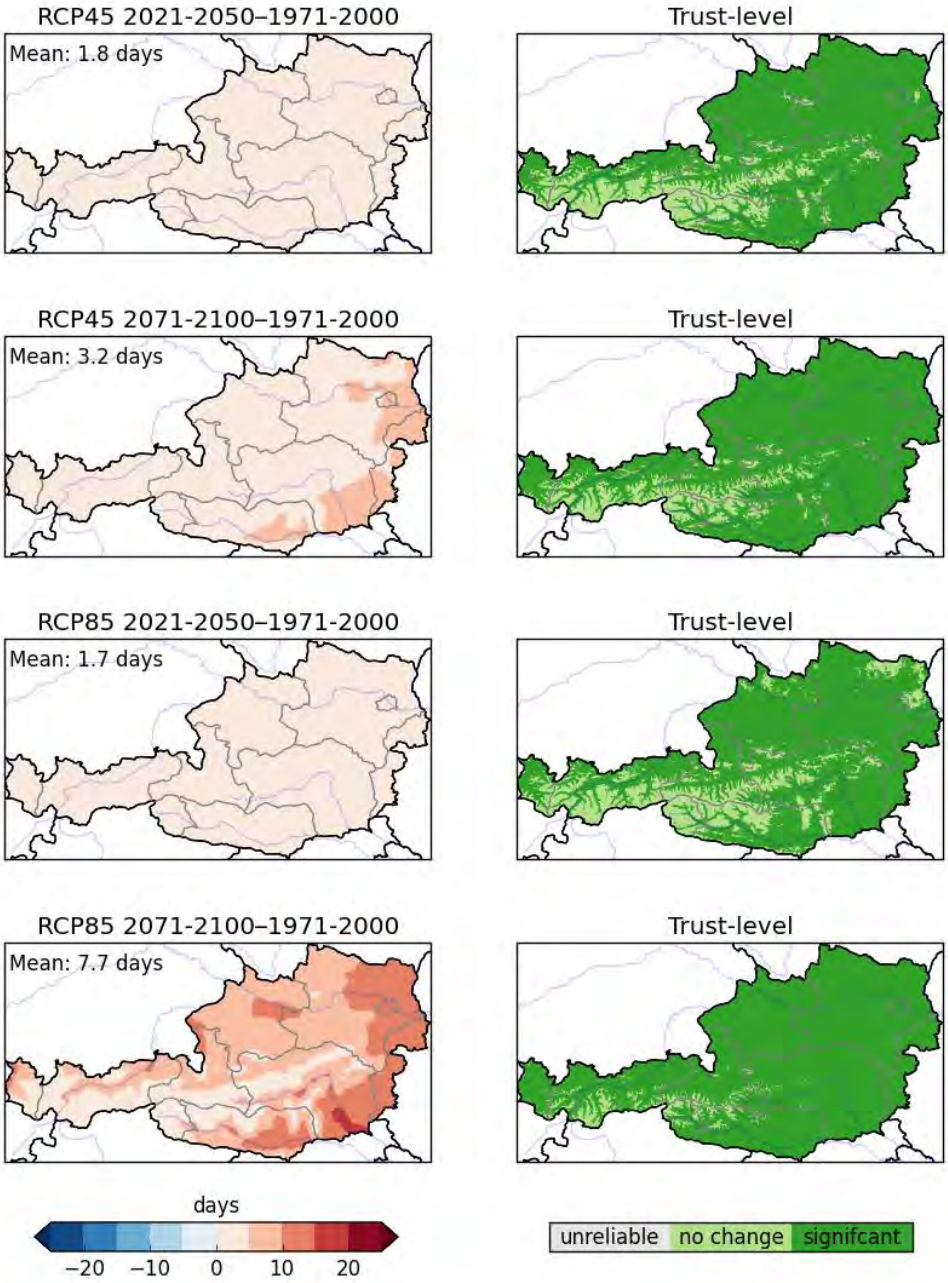
su25: absolute climate change signal (mam)



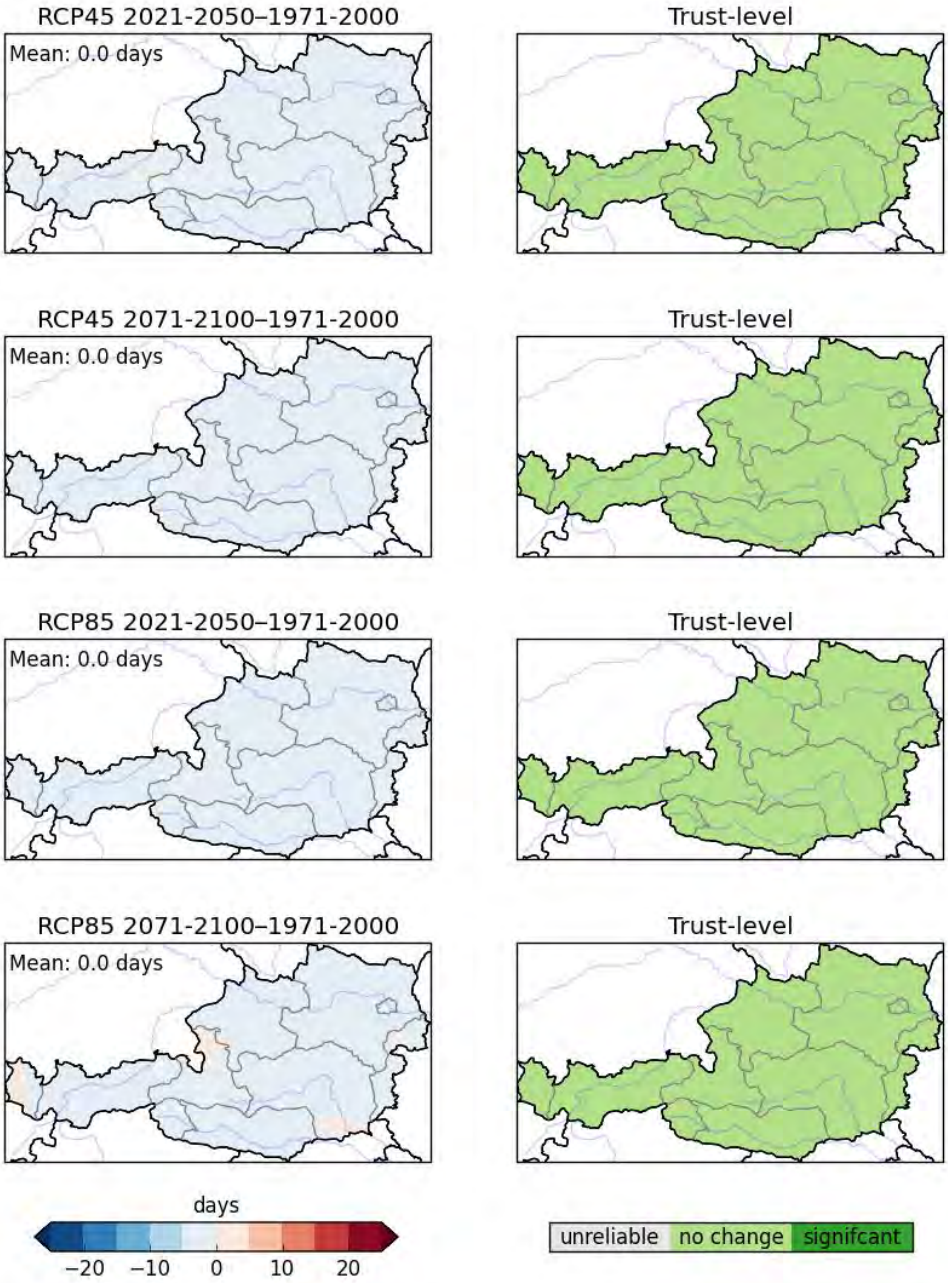
su25: absolute climate change signal (jja)



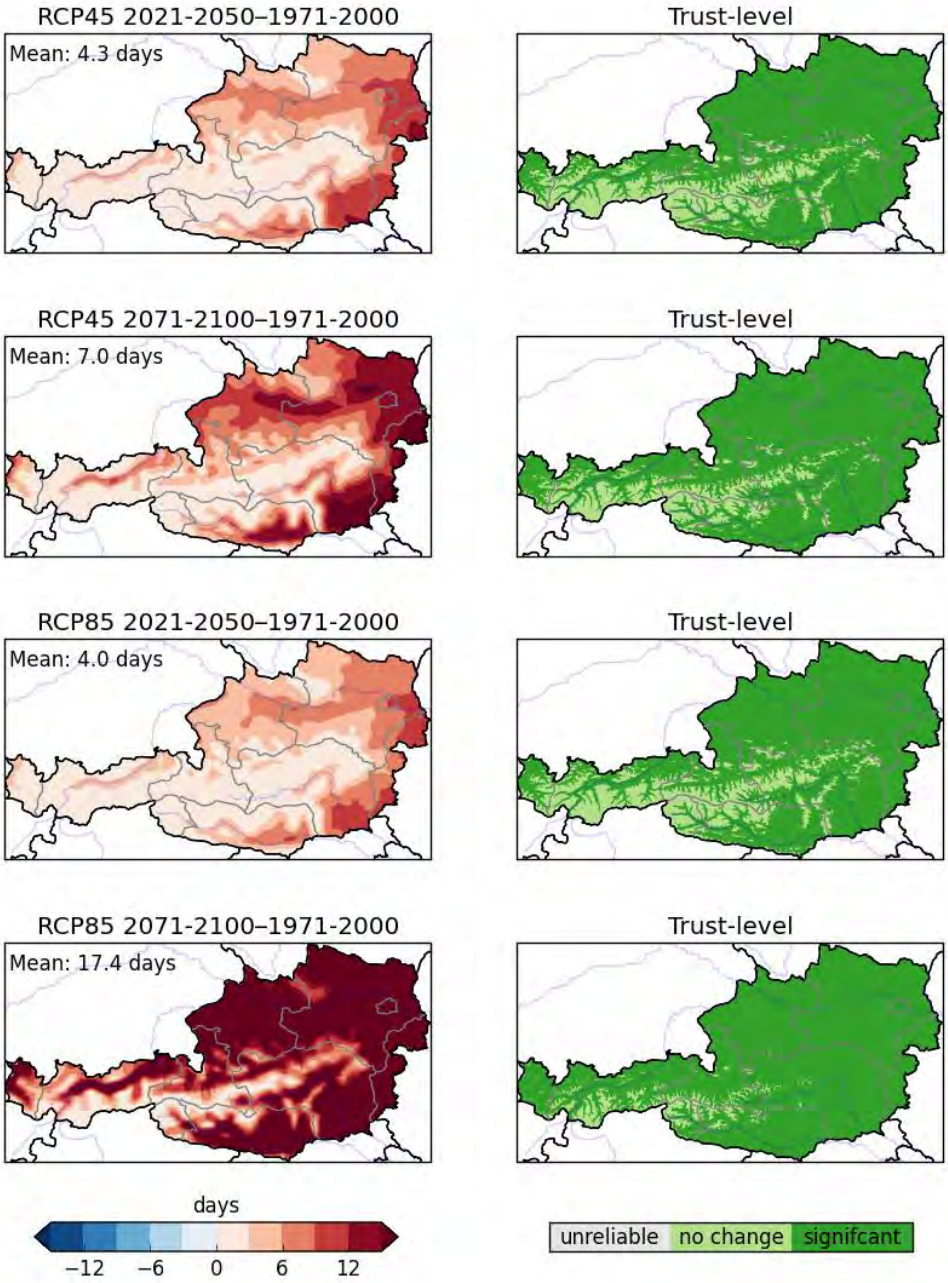
su25: absolute climate change signal (son)



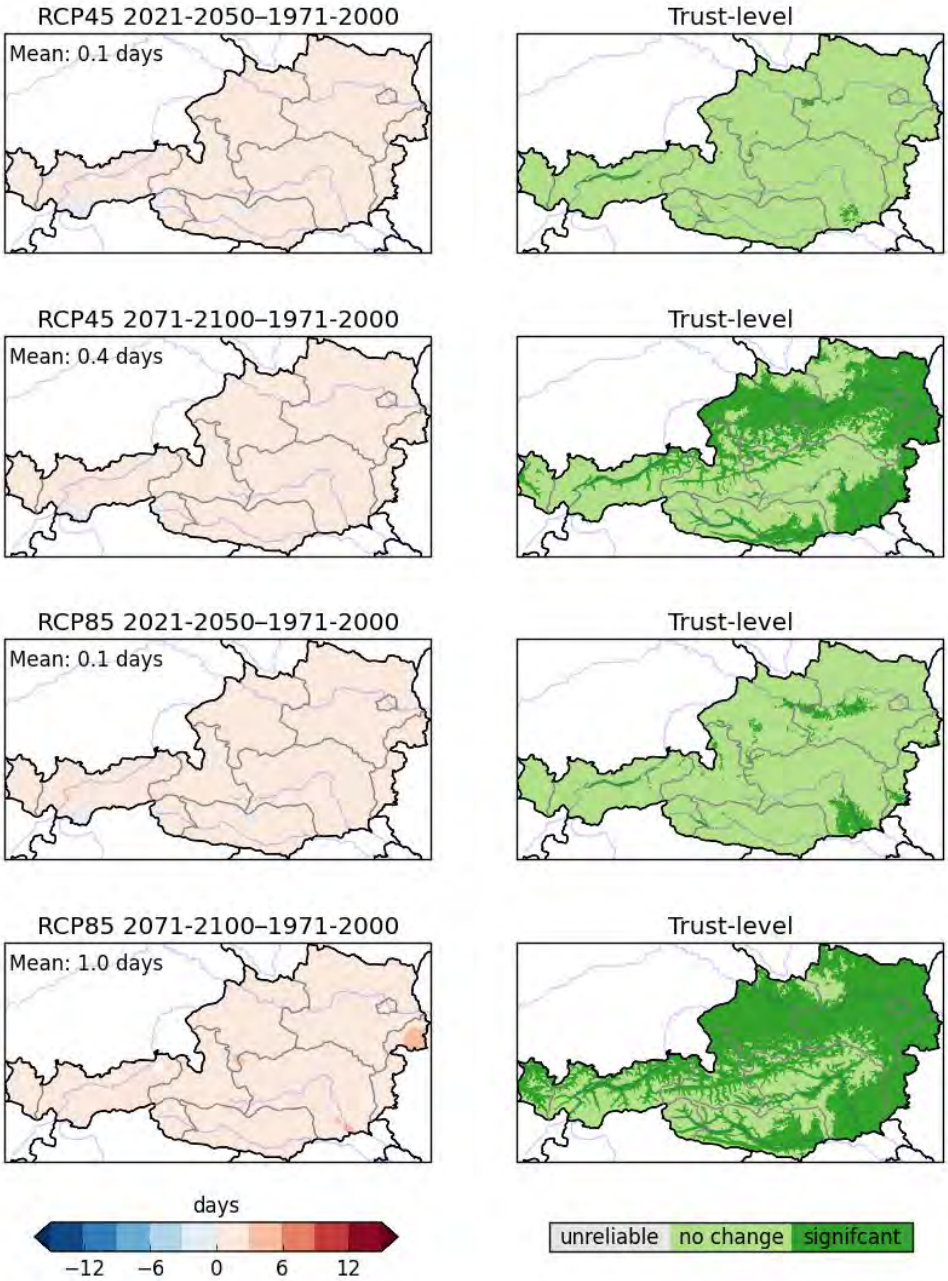
su25: absolute climate change signal (djf)



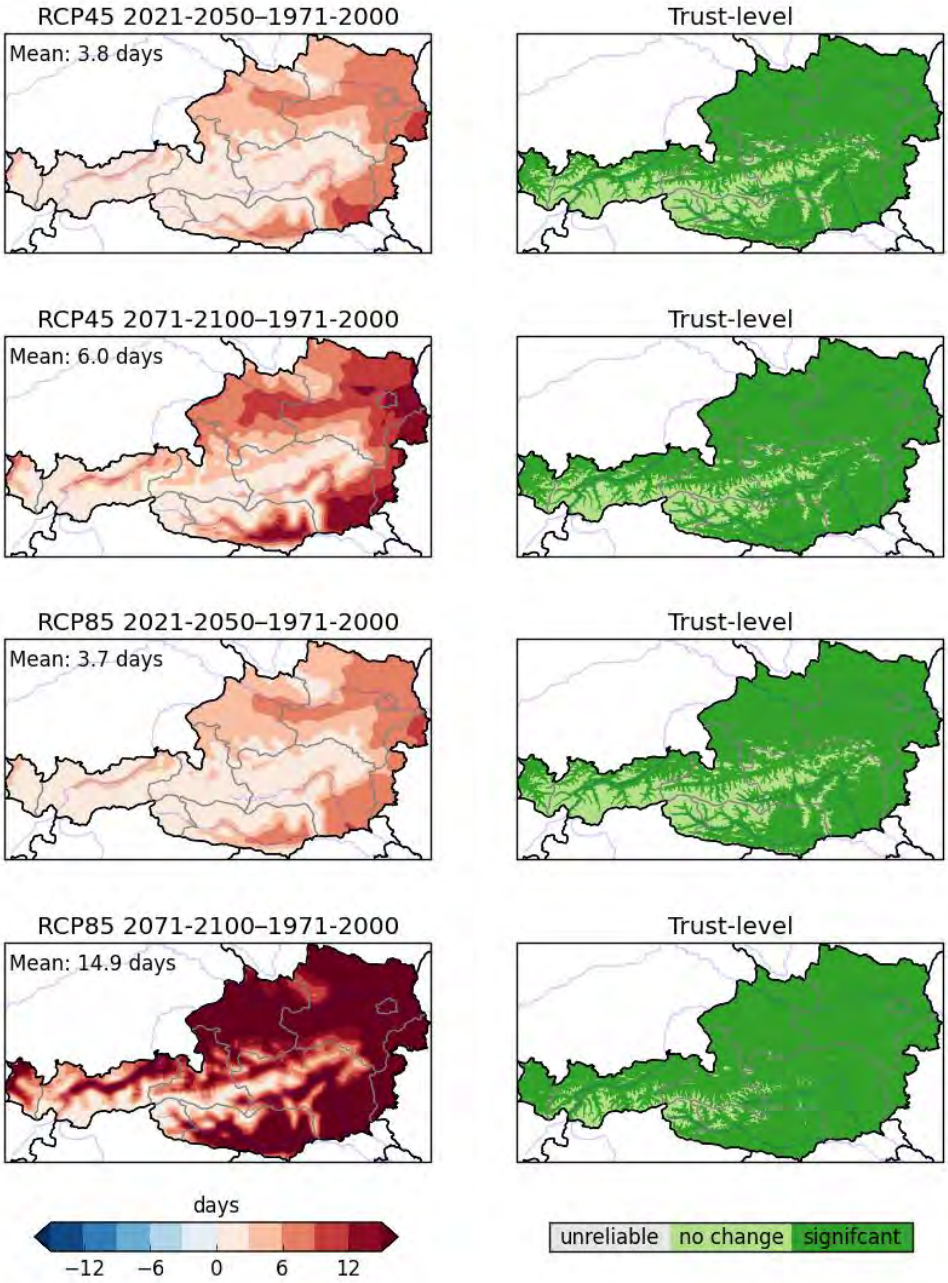
su30: absolute climate change signal (annual)



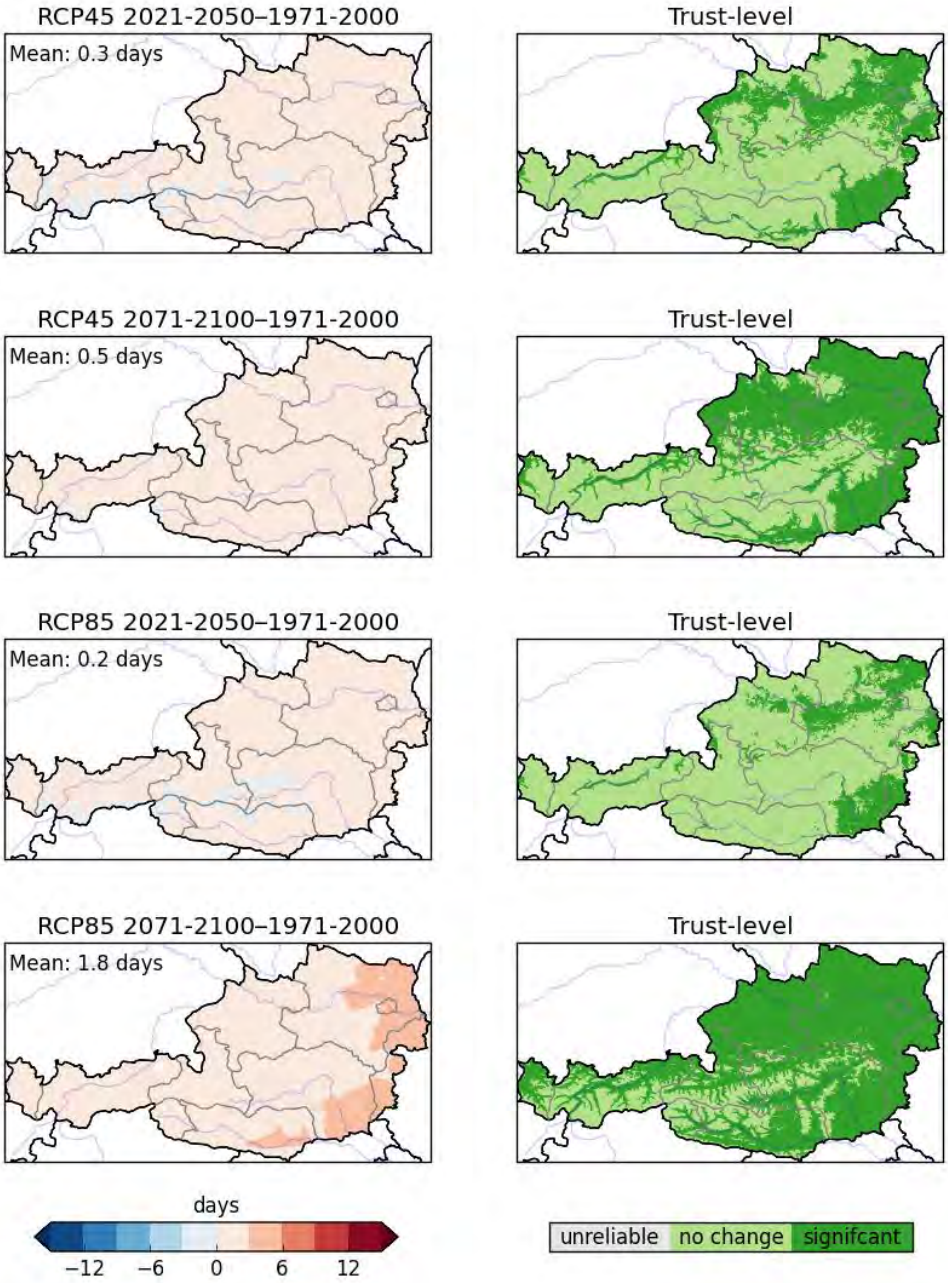
su30: absolute climate change signal (mam)



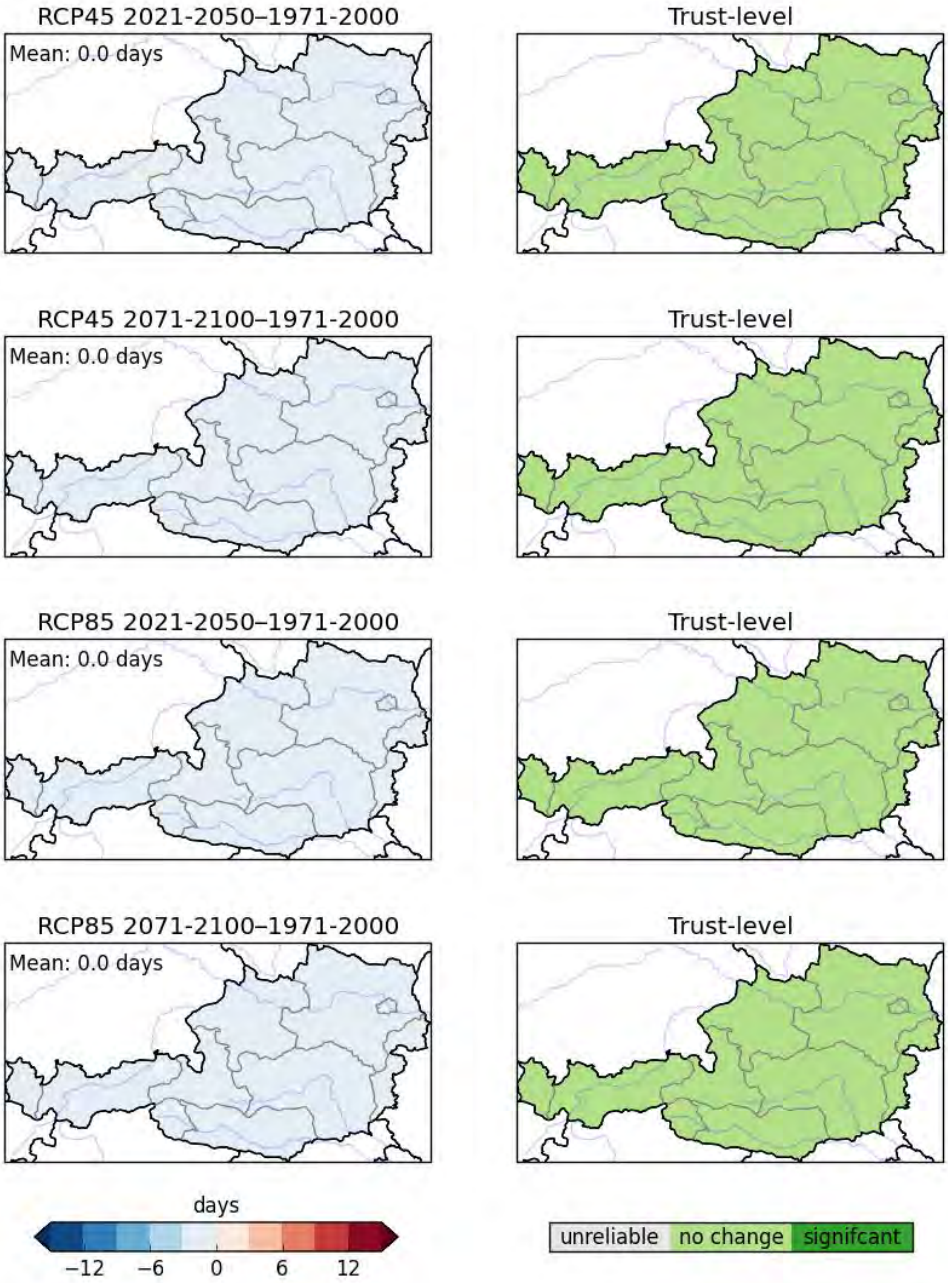
su30: absolute climate change signal (jja)



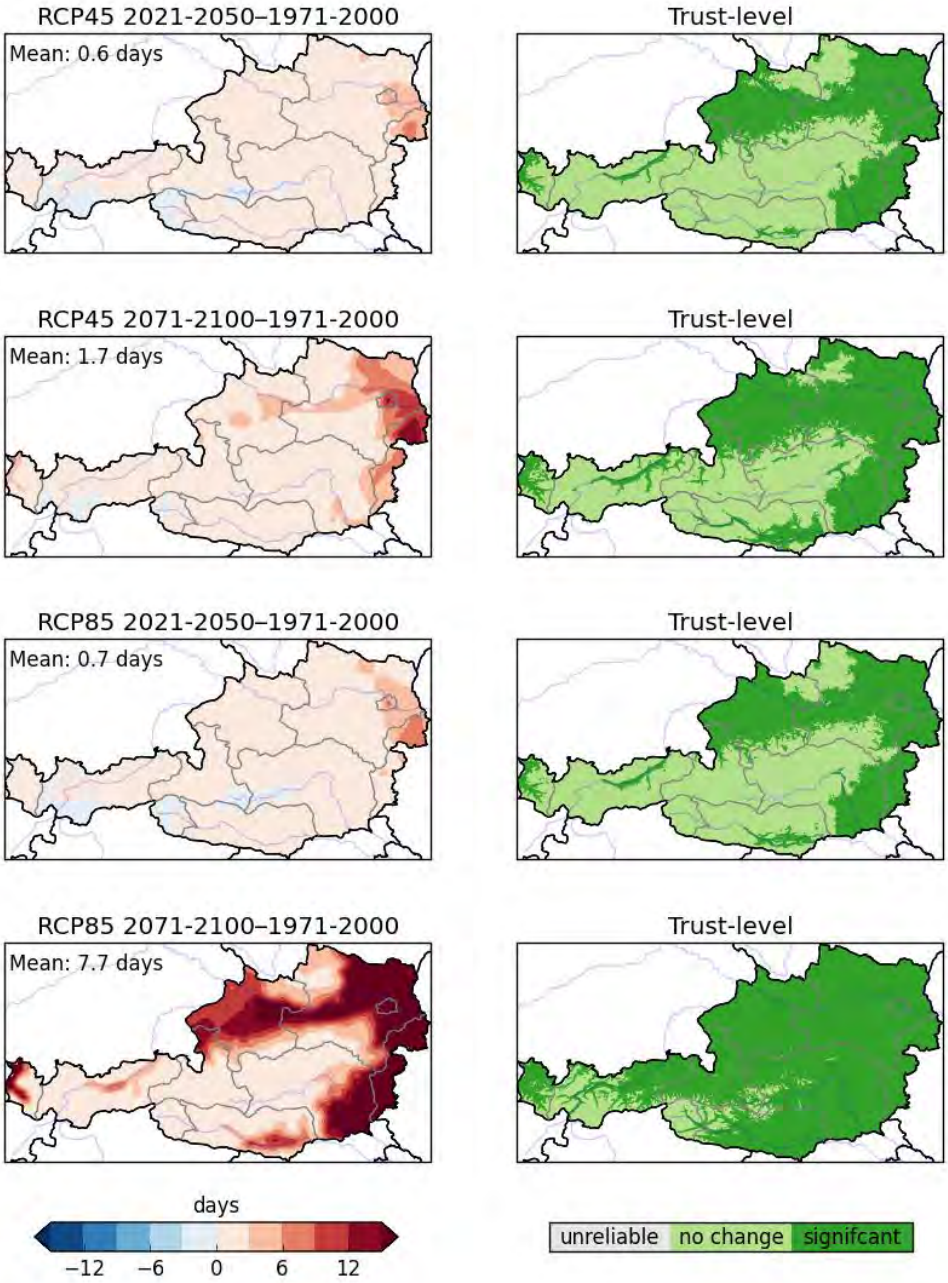
su30: absolute climate change signal (son)



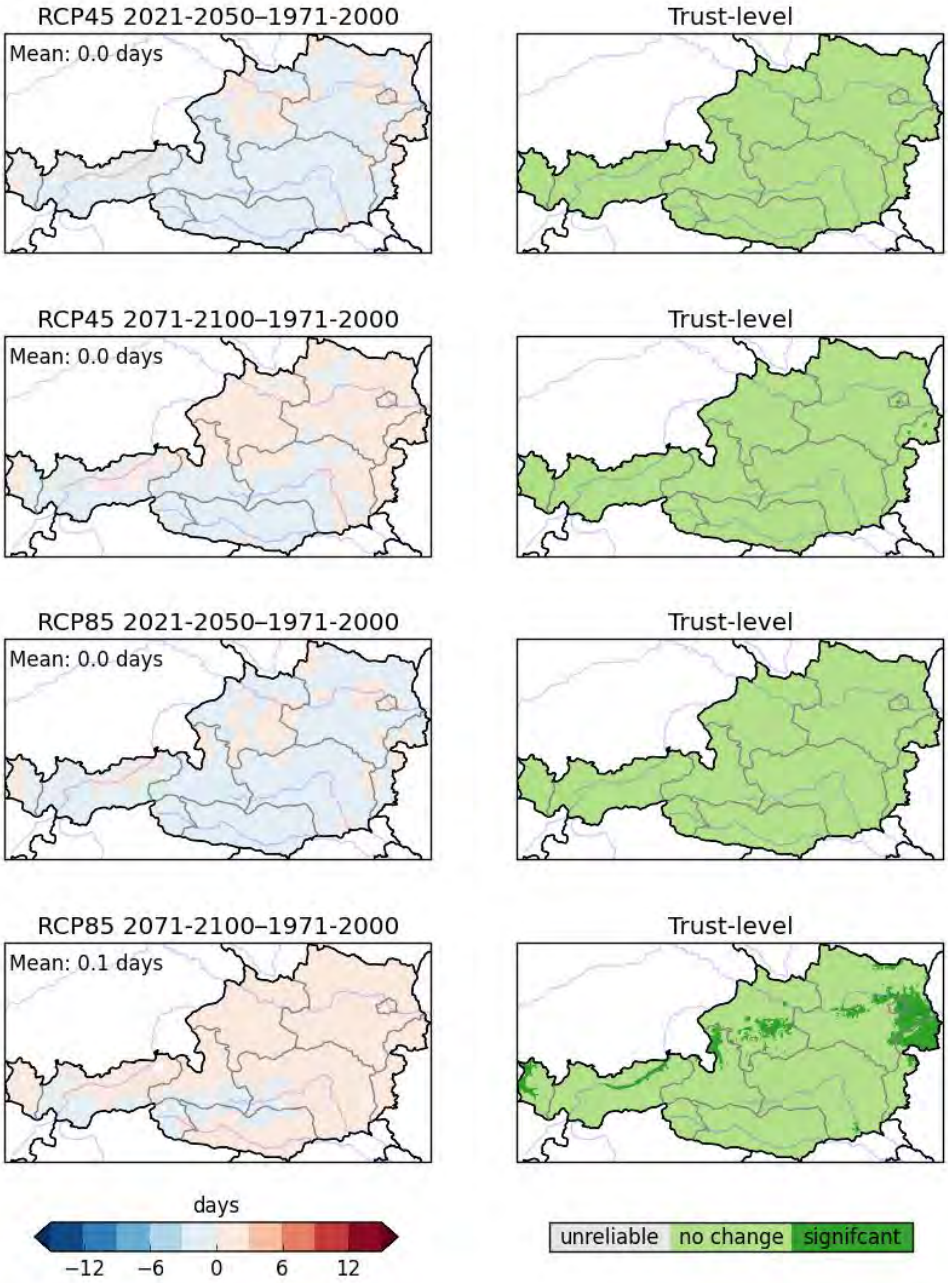
su30: absolute climate change signal (djf)



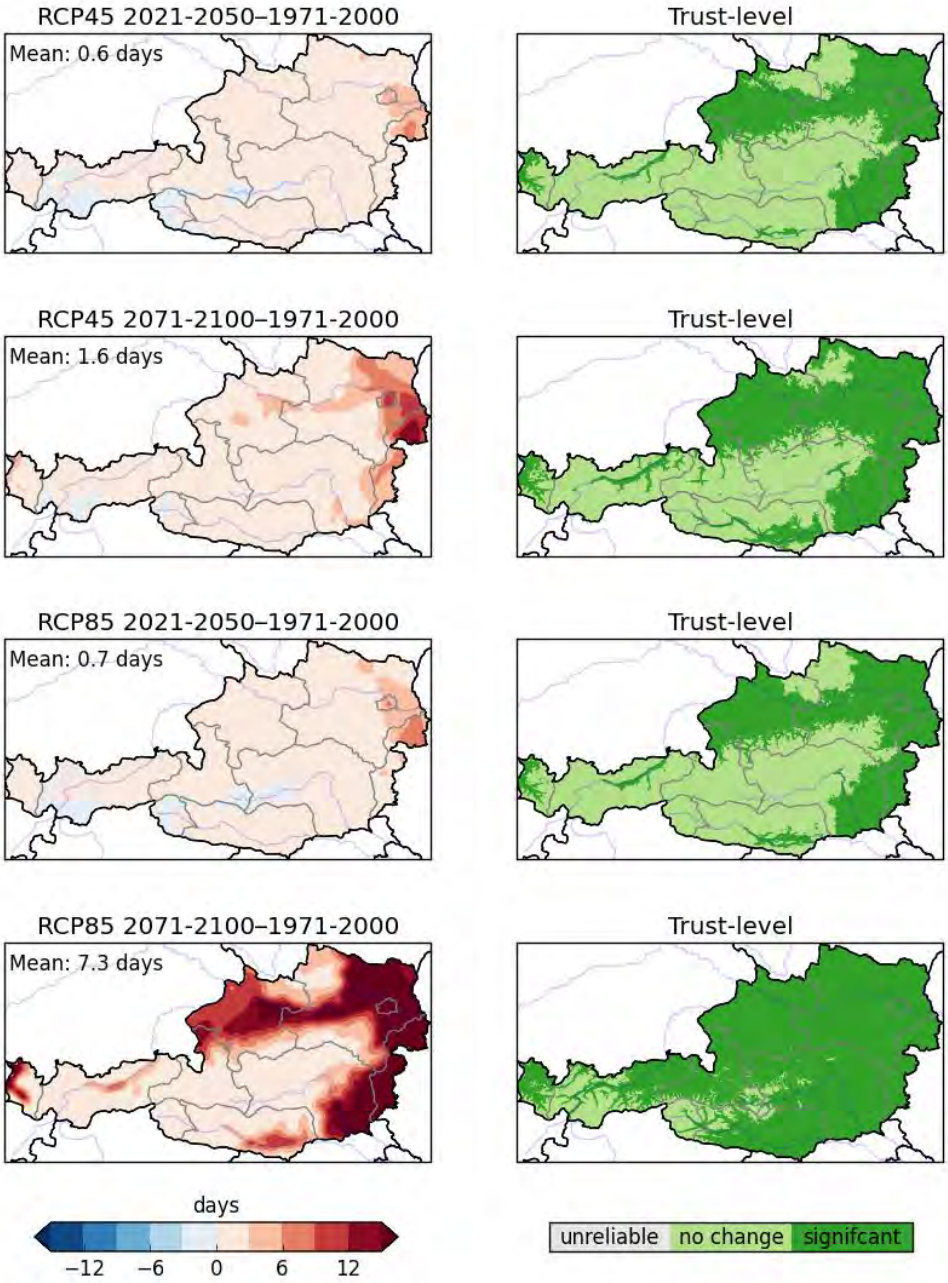
tr20: absolute climate change signal (annual)



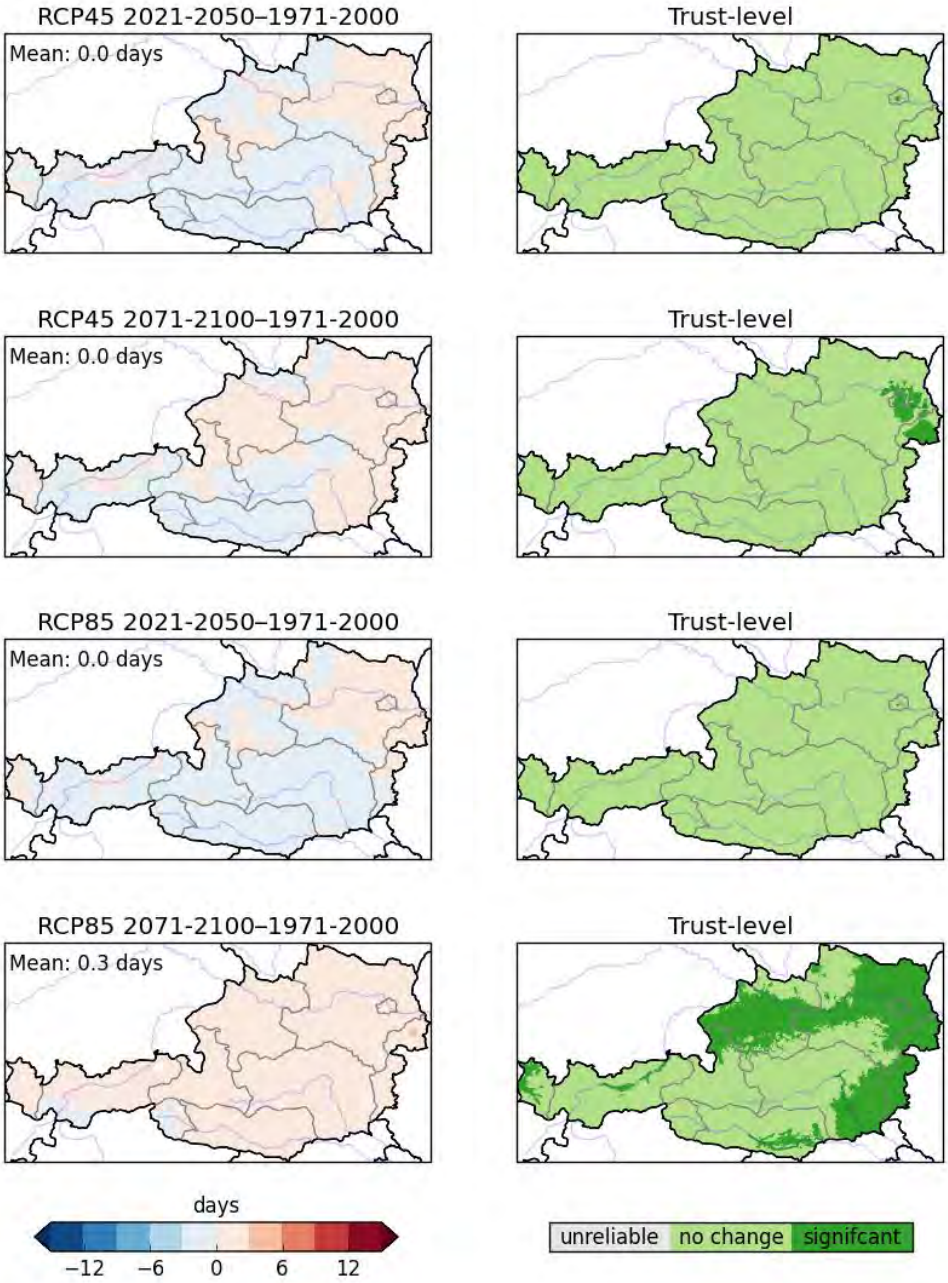
tr20: absolute climate change signal (mam)



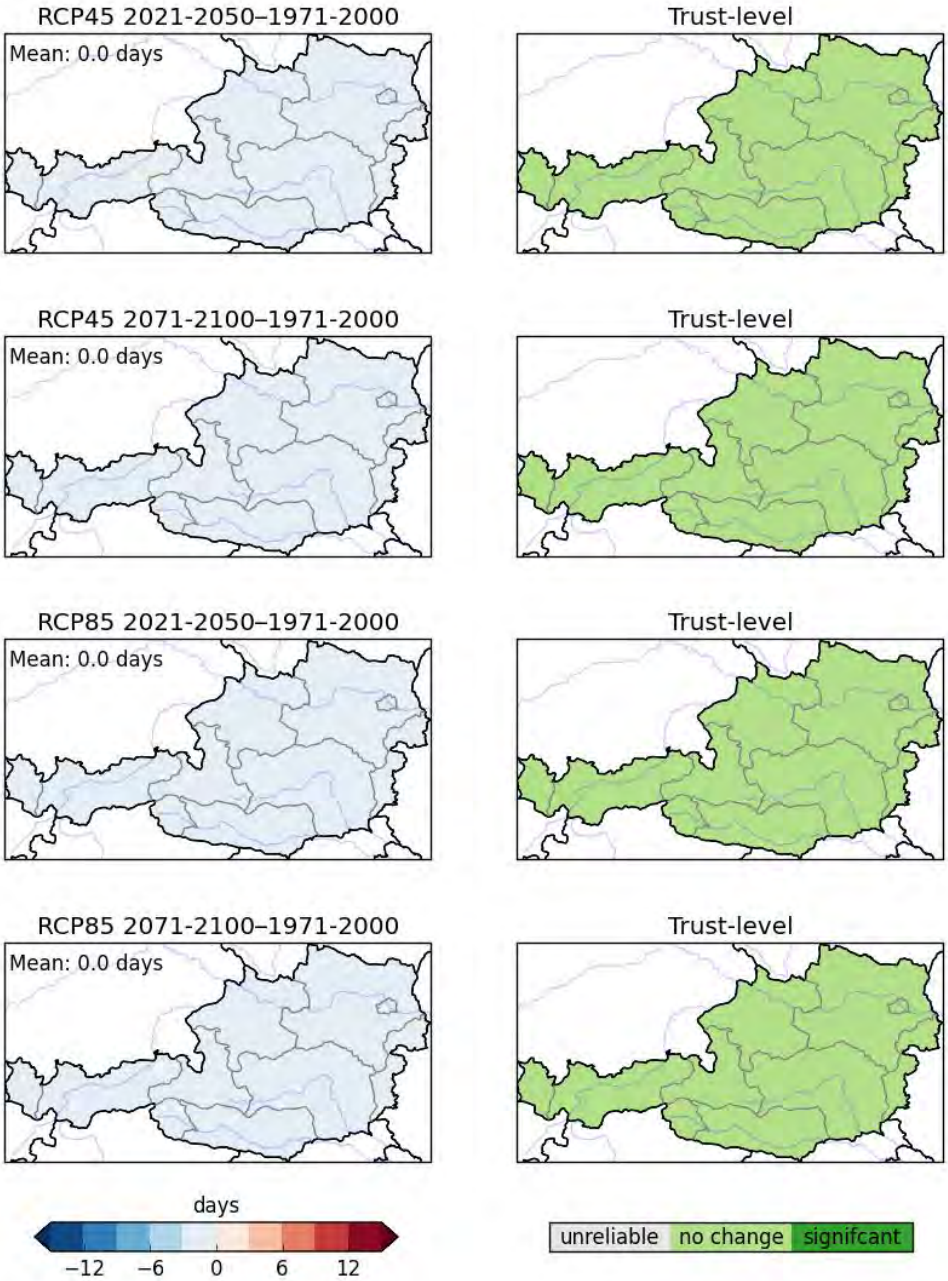
tr20: absolute climate change signal (jja)



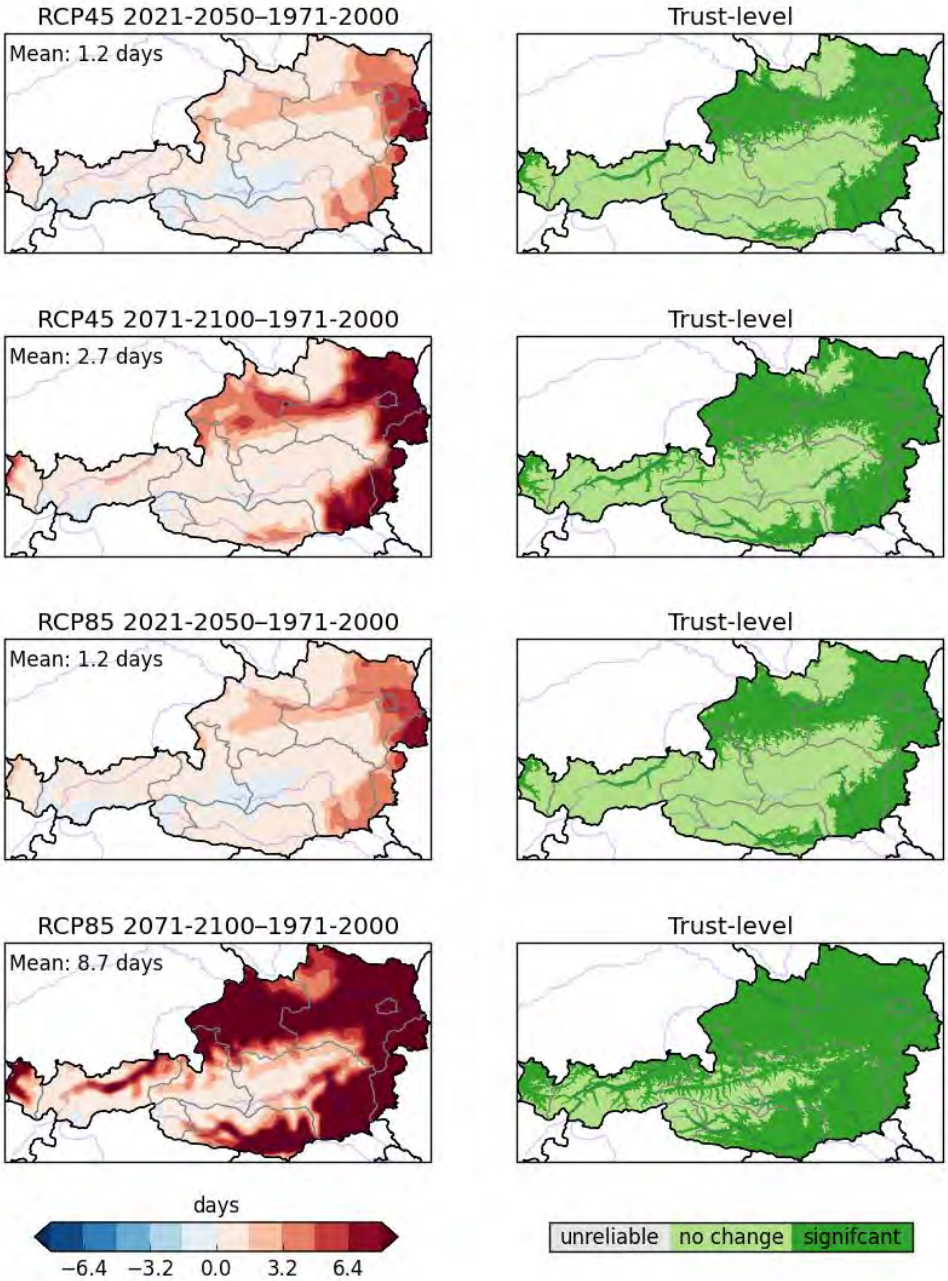
tr20: absolute climate change signal (son)

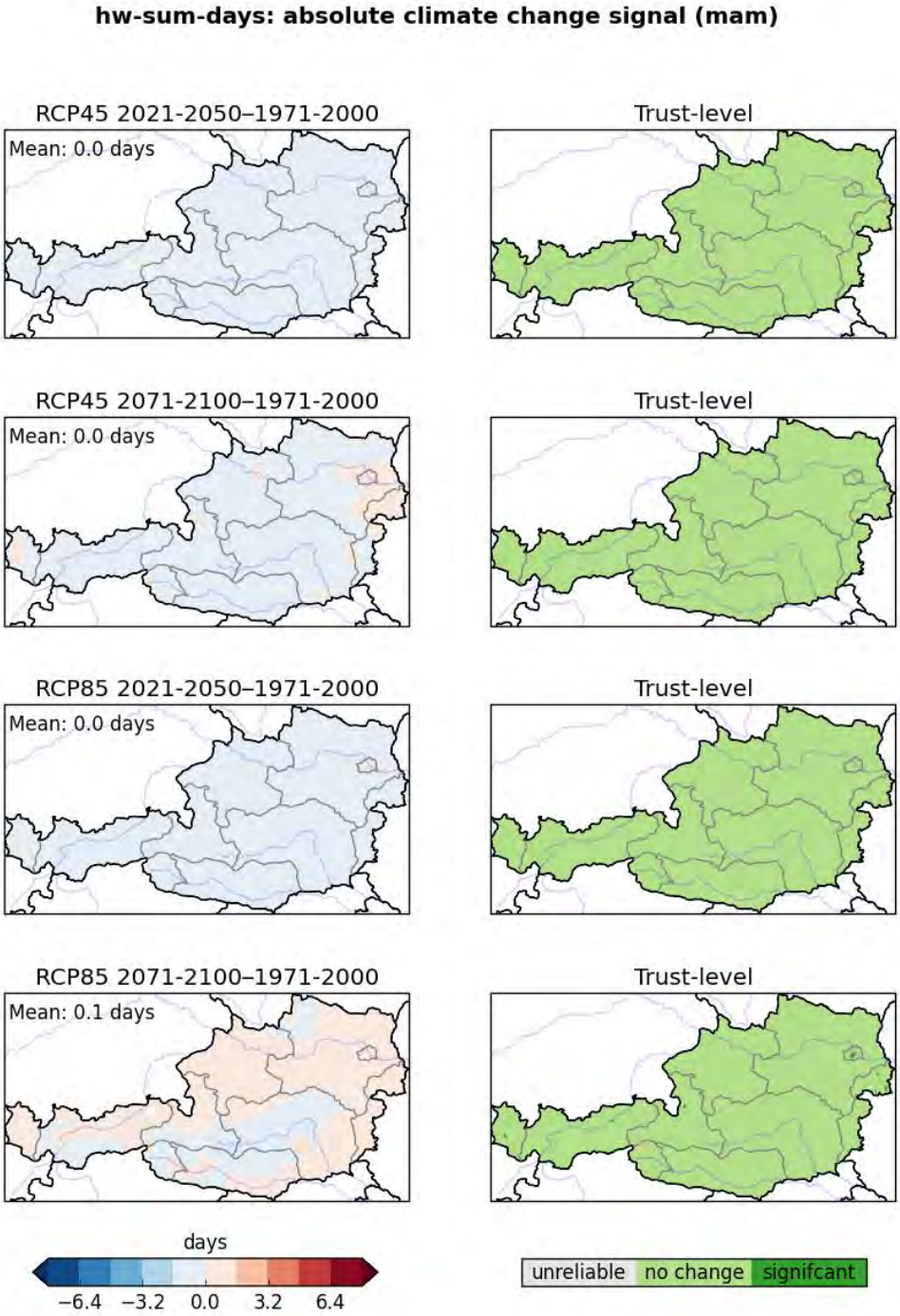


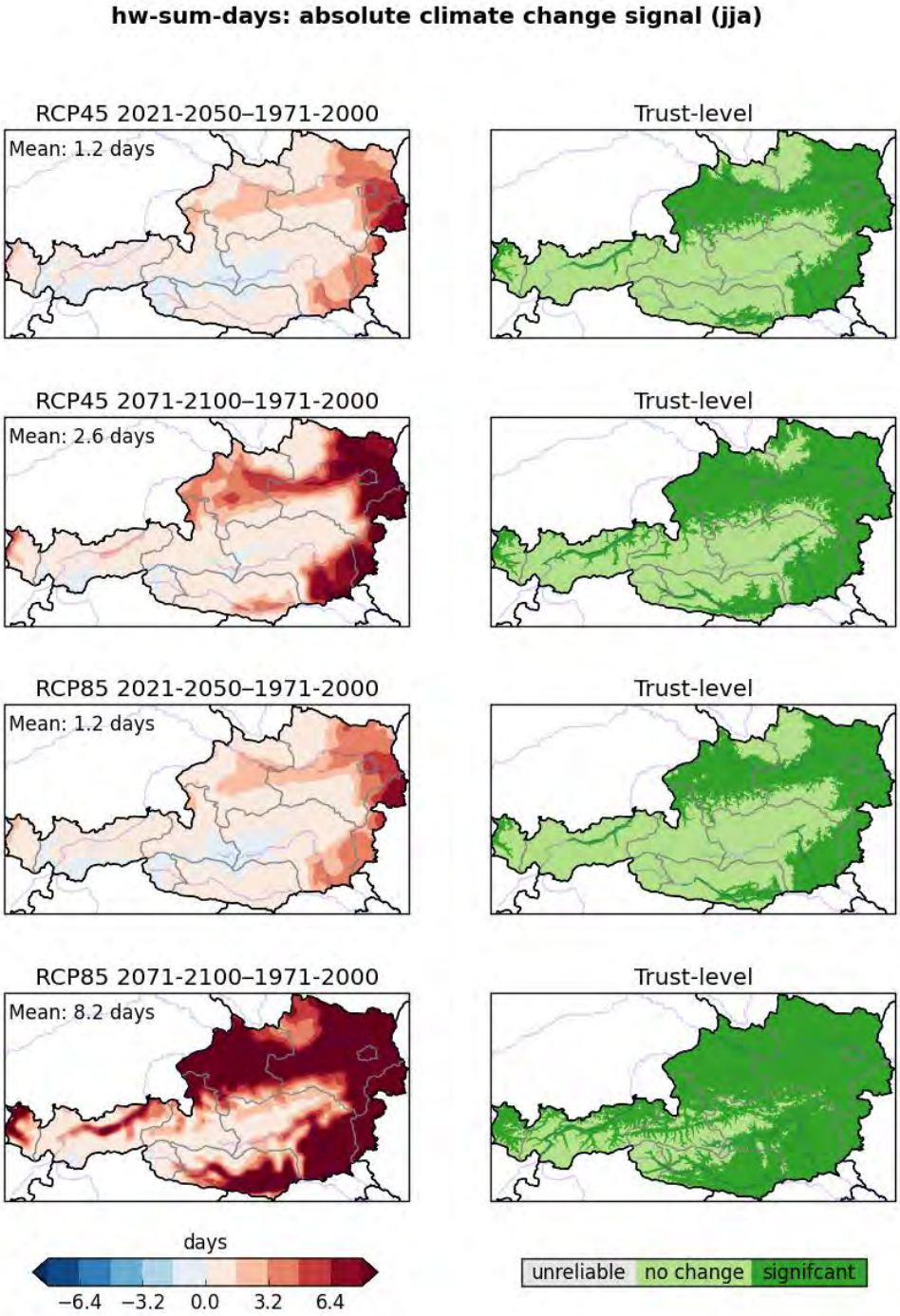
tr20: absolute climate change signal (djf)

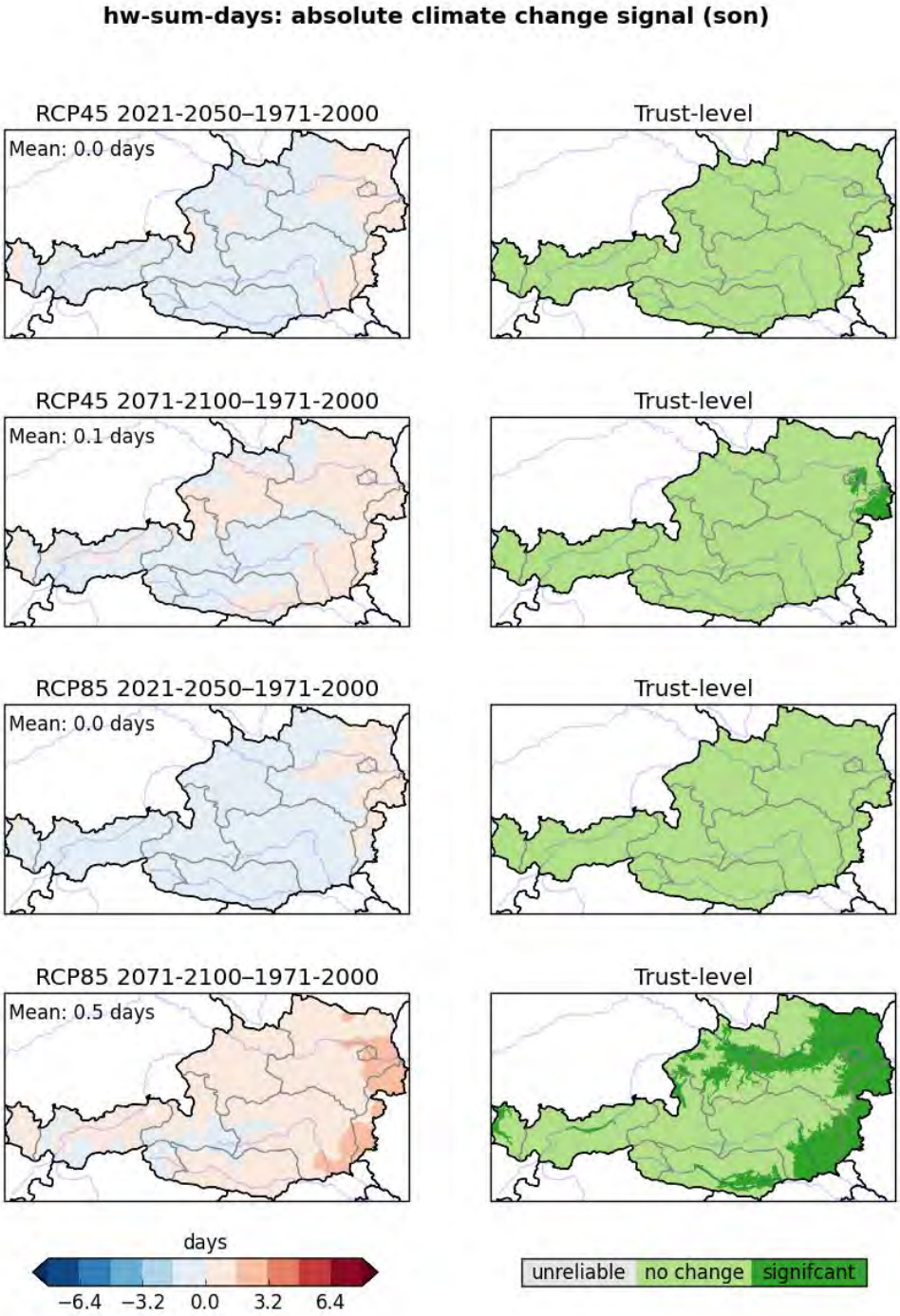


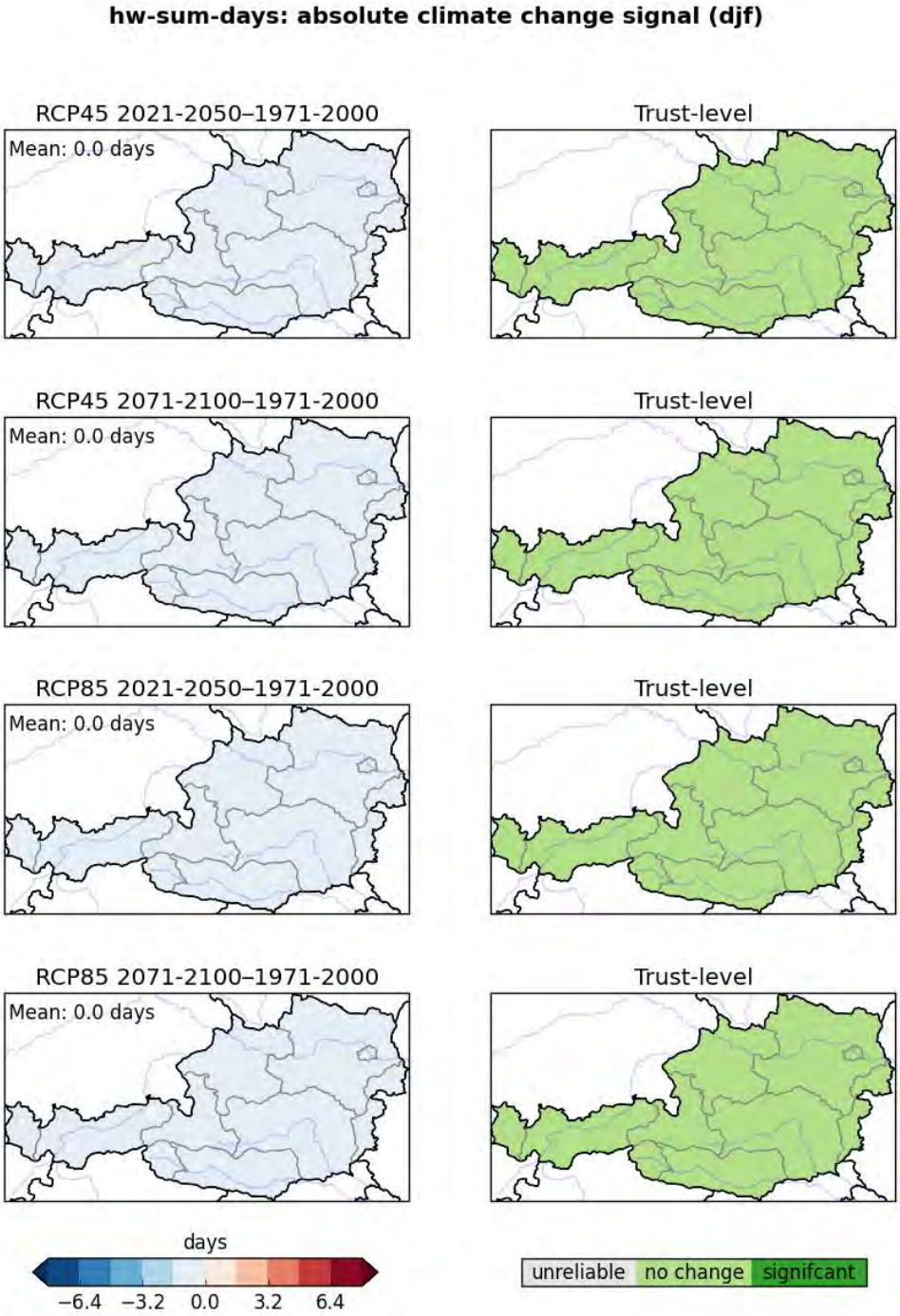
hw-sum-days: absolute climate change signal (annual)

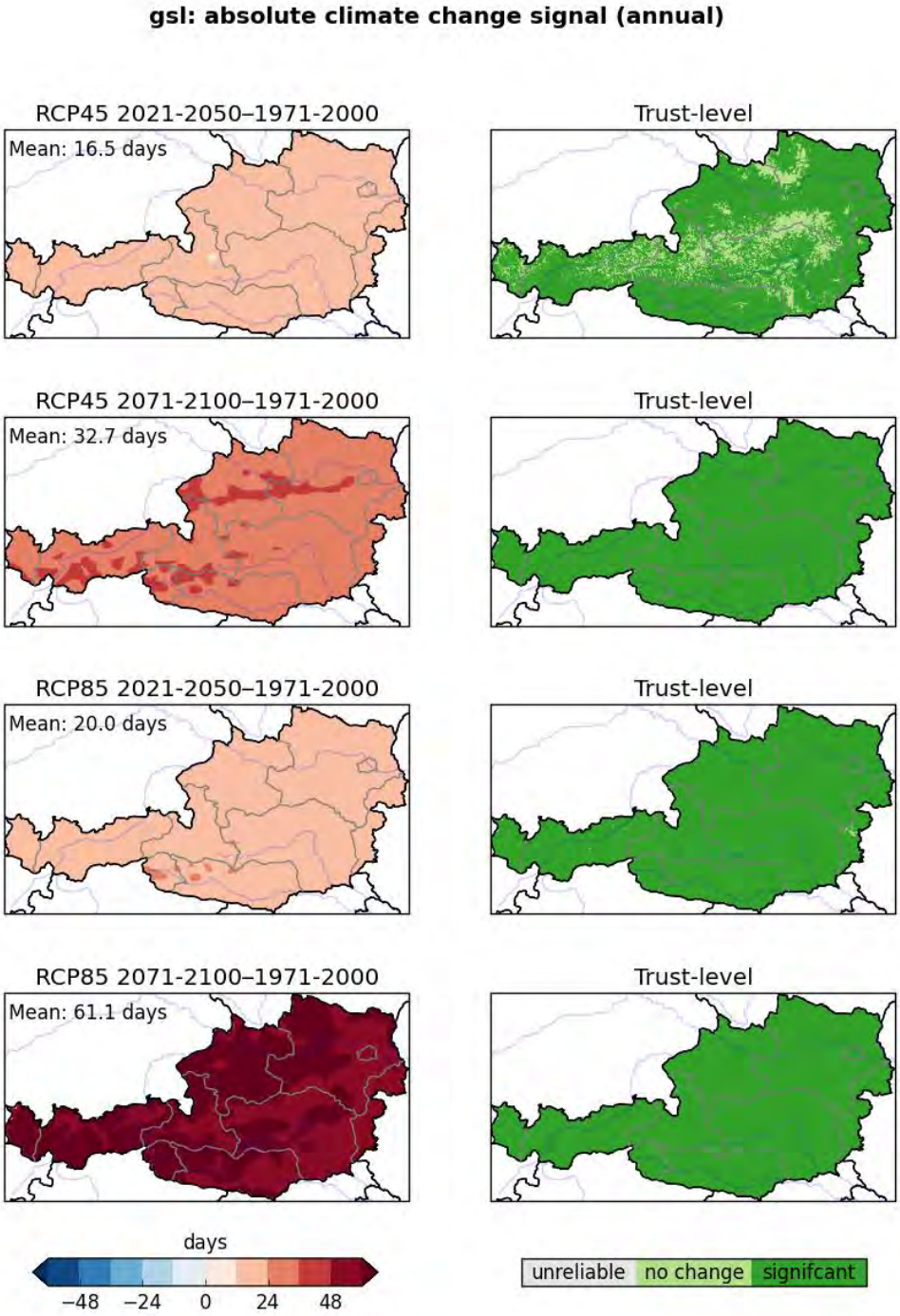



hw-sum-days: absolute climate change signal (mam)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: 0.0 days
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: 0.0 days
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: 0.0 days
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: 0.1 days
Trust-level
days
−6.4 −3.2 0.0 3.2 6.4
unreliable
no change
signifcant

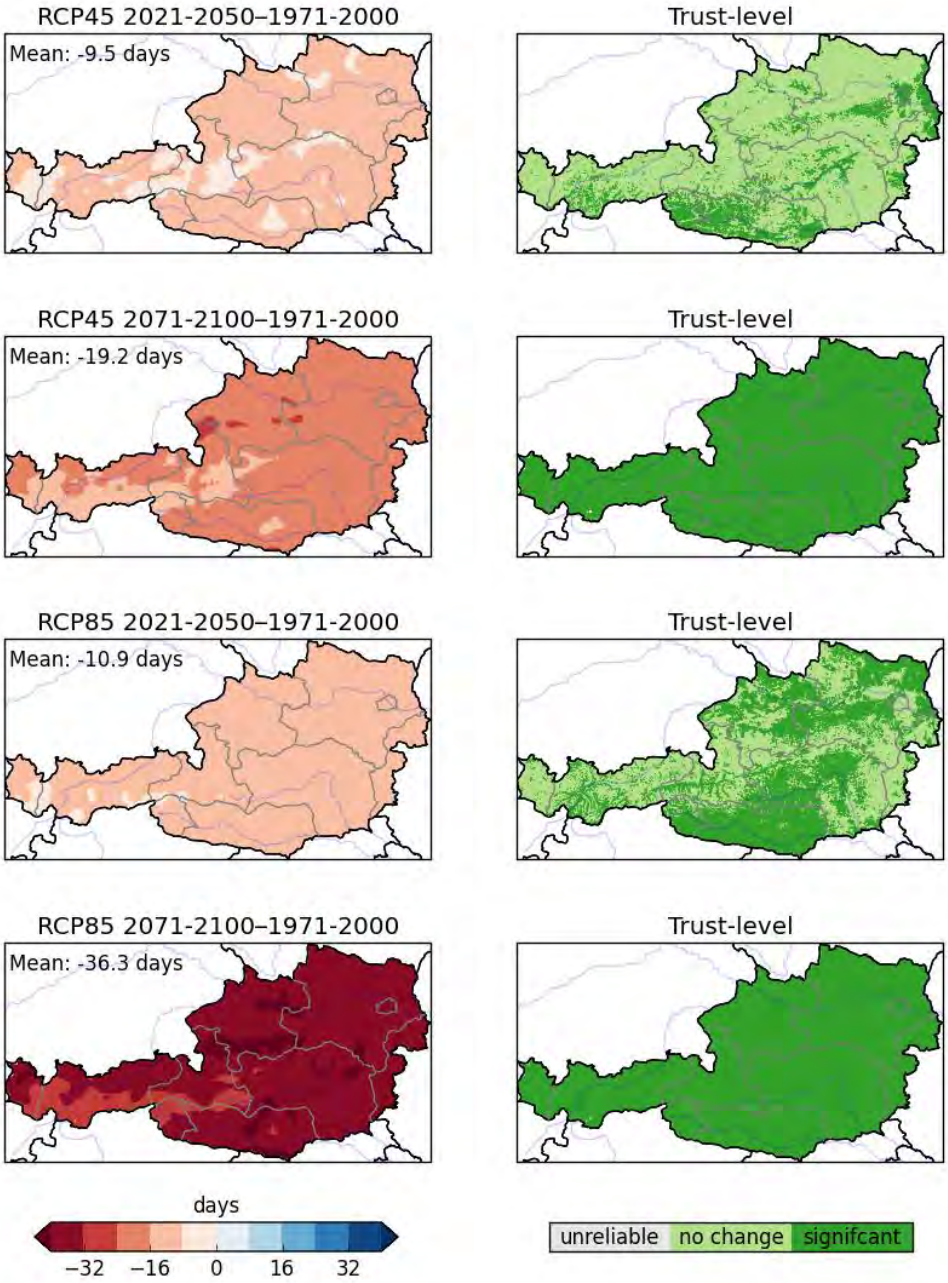

hw-sum-days: absolute climate change signal (jja)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: 1.2 days
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: 2.6 days
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: 1.2 days
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: 8.2 days
Trust-level
days
−6.4 −3.2 0.0 3.2 6.4
unreliable
no change
signifcant

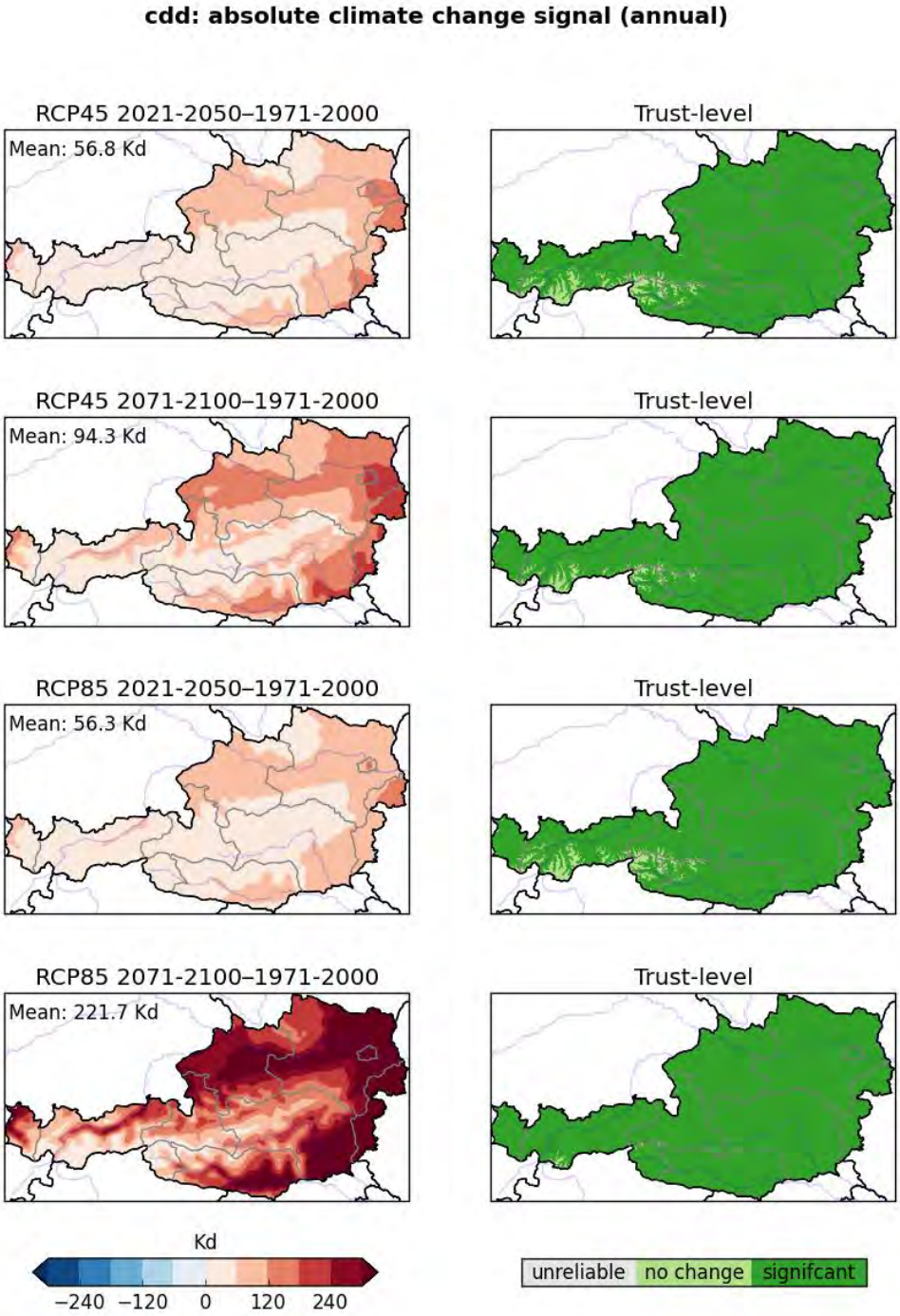

hw-sum-days: absolute climate change signal (son)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: 0.0 days
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: 0.1 days
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: 0.0 days
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: 0.5 days
Trust-level
days
−6.4 −3.2 0.0 3.2 6.4
unreliable
no change
signifcant


hw-sum-days: absolute climate change signal (djf)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: 0.0 days
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: 0.0 days
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: 0.0 days
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: 0.0 days
Trust-level
days
−6.4 −3.2 0.0 3.2 6.4
unreliable
no change
signifcant

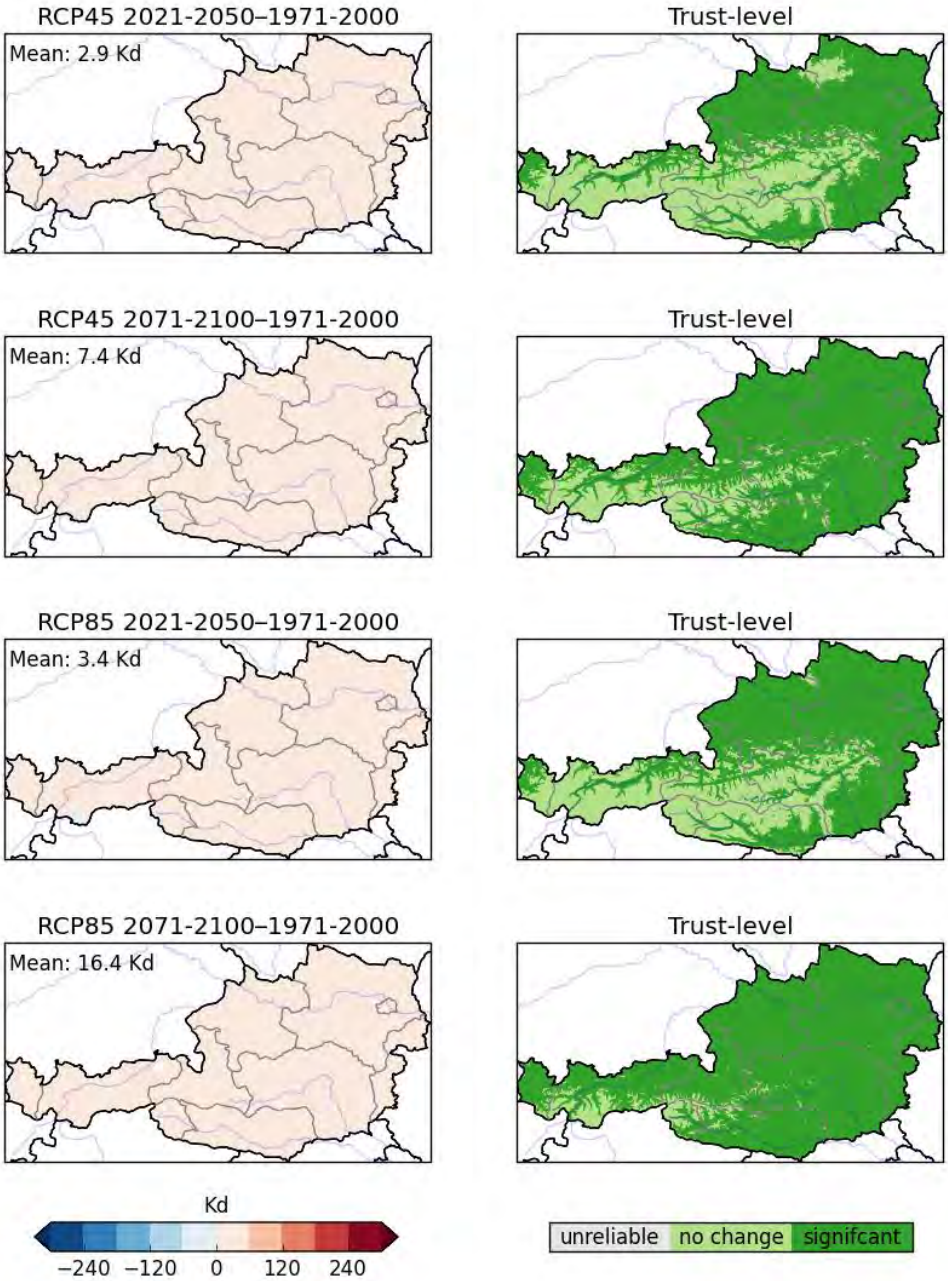

gsl: absolute climate change signal (annual)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: 16.5 days
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: 32.7 days
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: 20.0 days
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: 61.1 days
Trust-level
days
−48 −24 0 24 48
unreliable
no change
signifcant

gsl-sd: absolute climate change signal (annual)

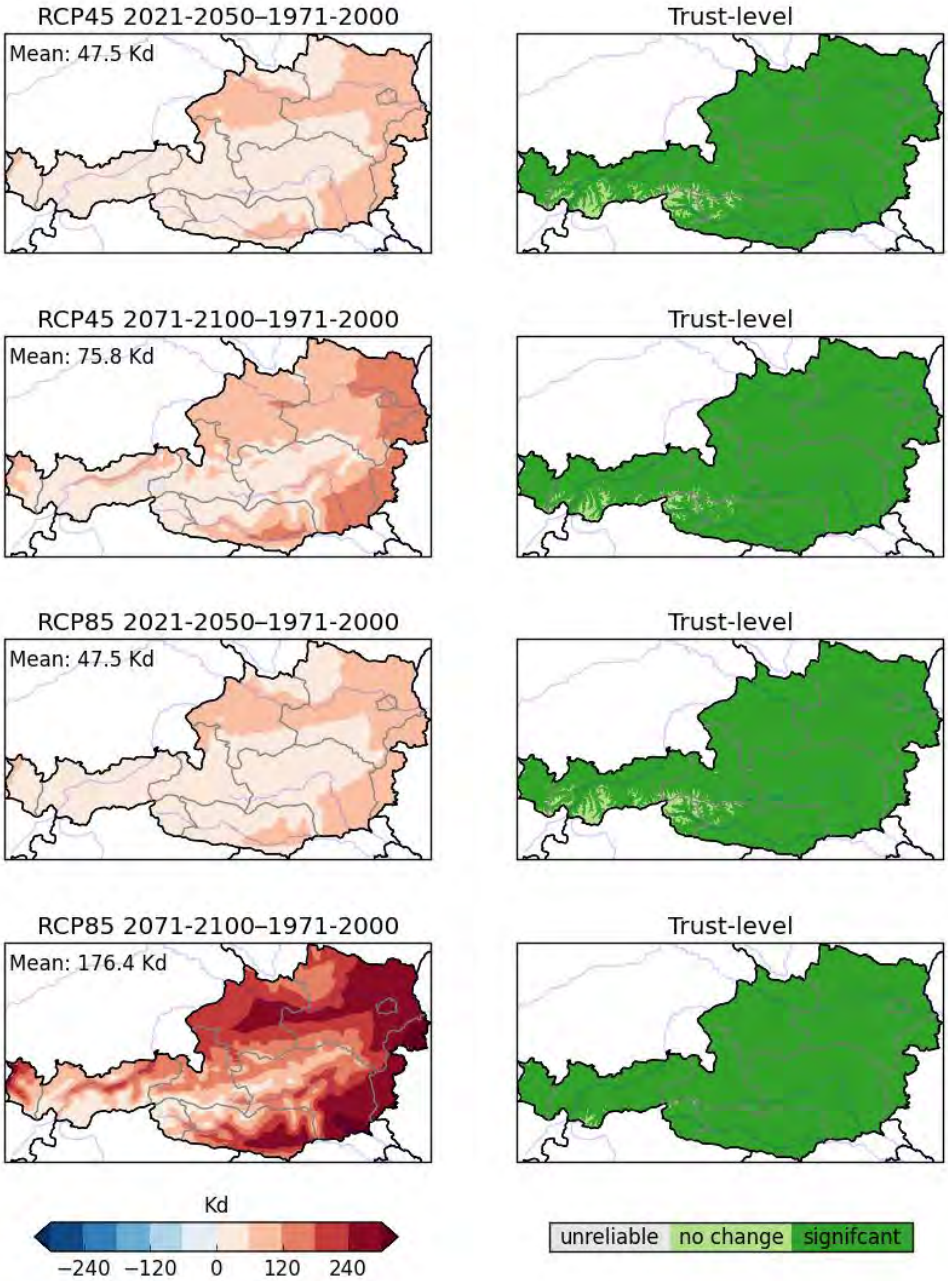


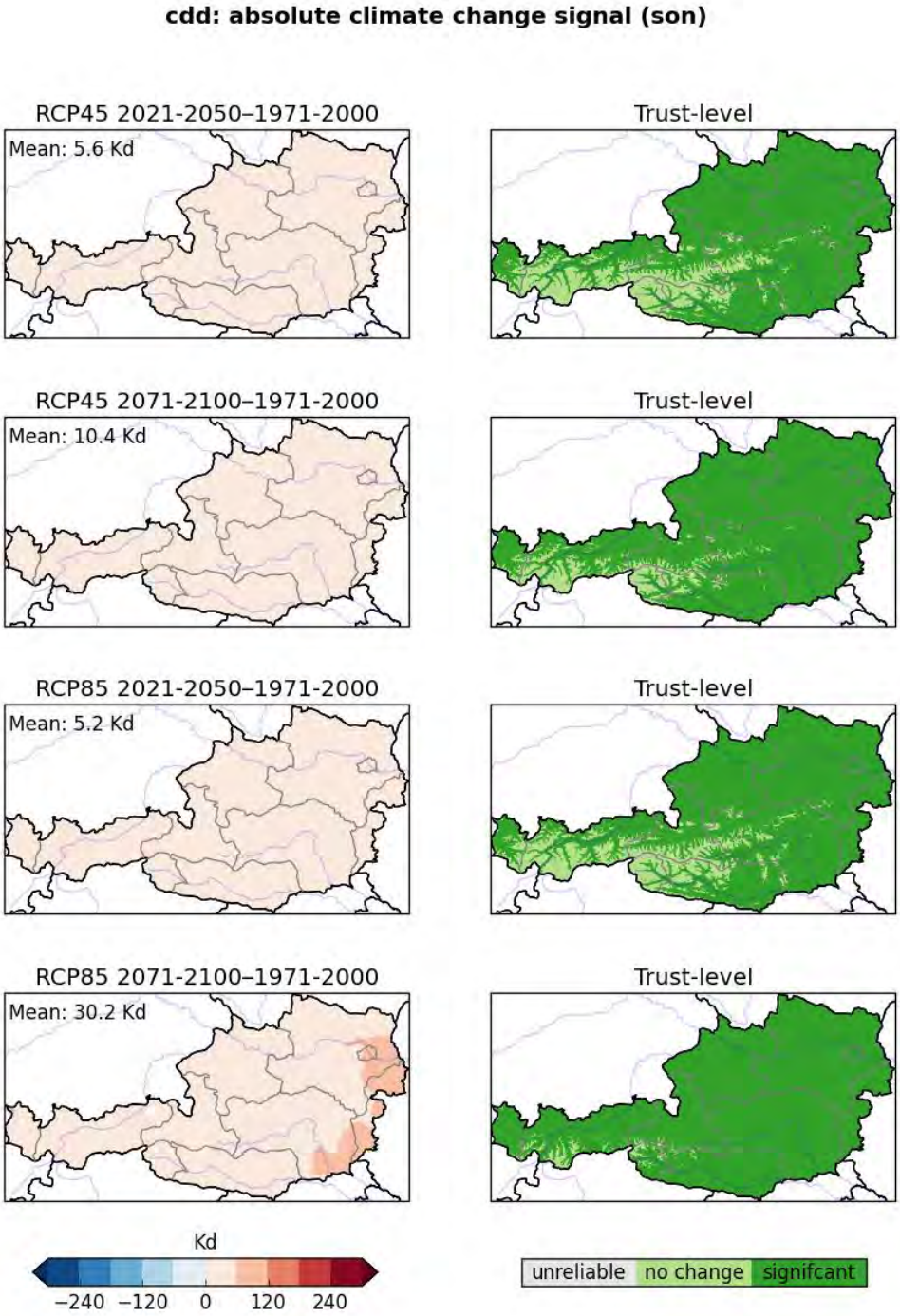

cdd: absolute climate change signal (annual)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: 56.8 Kd
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: 94.3 Kd
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: 56.3 Kd
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: 221.7 Kd
Trust-level
Kd
−240 −120 0 120 240
unreliable
no change
signifcant

cdd: absolute climate change signal (mam)

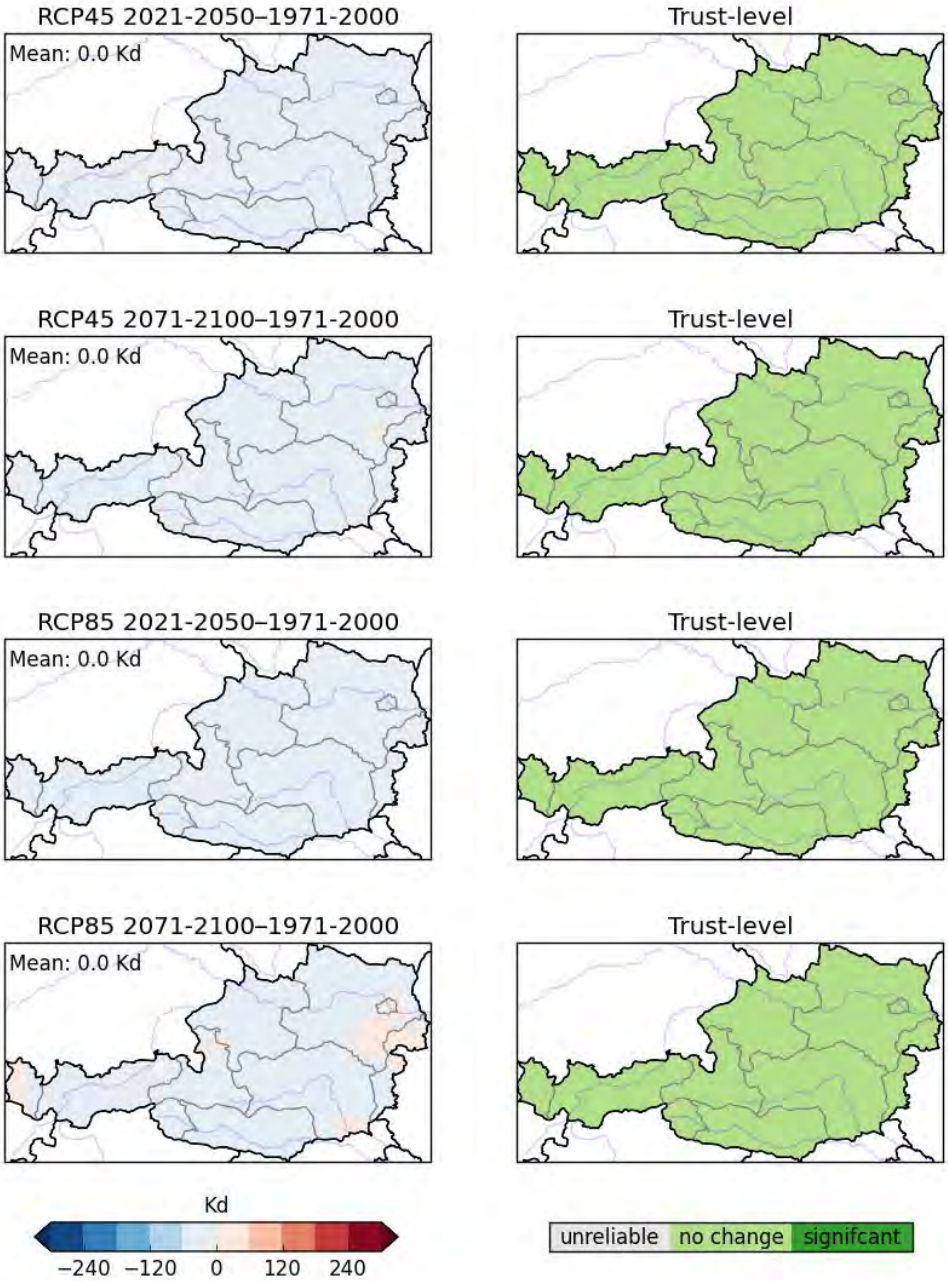


cdd: absolute climate change signal (jja)

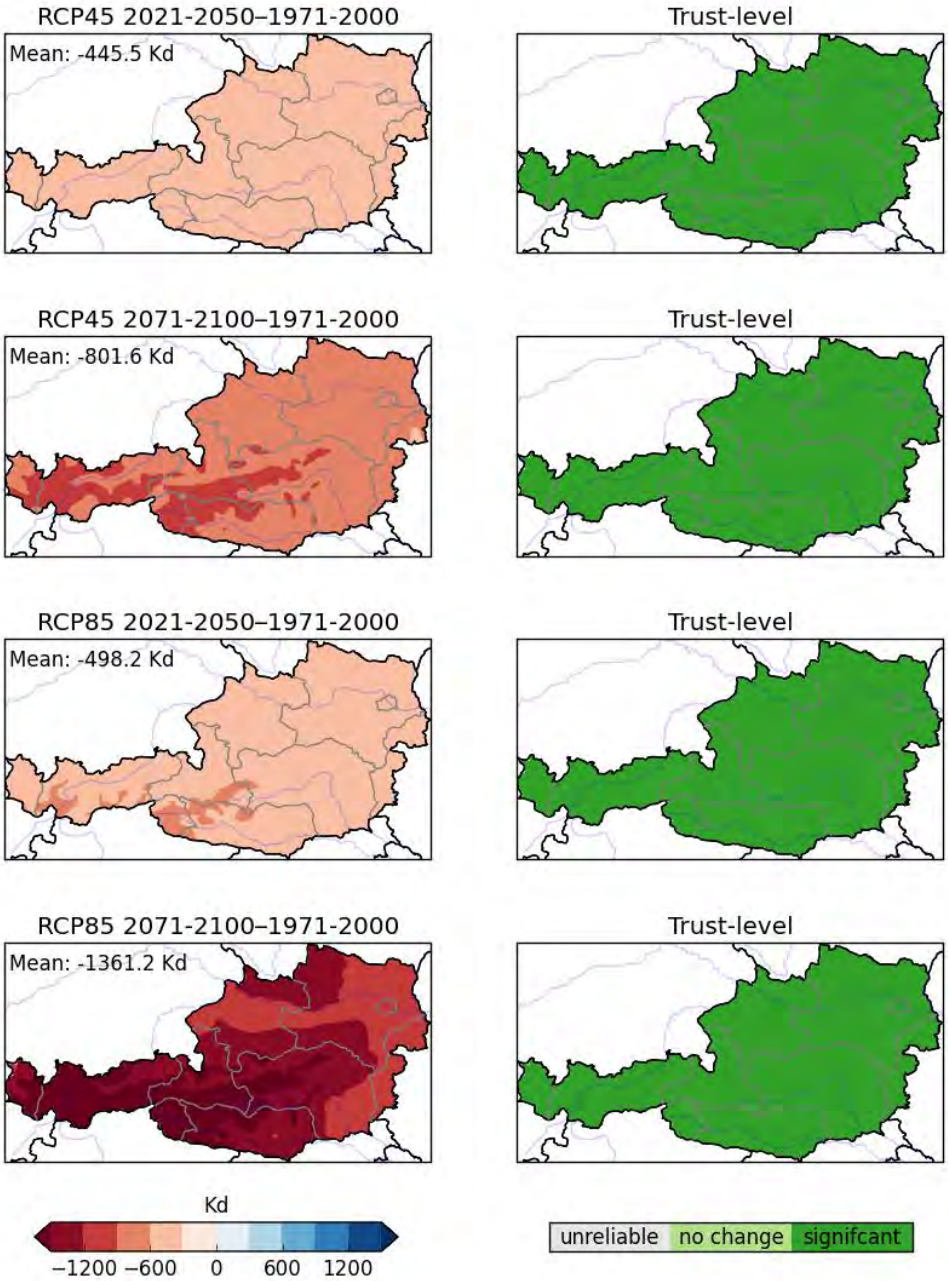



cdd: absolute climate change signal (son)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: 5.6 Kd
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: 10.4 Kd
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: 5.2 Kd
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: 30.2 Kd
Trust-level
Kd
−240 −120 0 120 240
unreliable
no change
signifcant

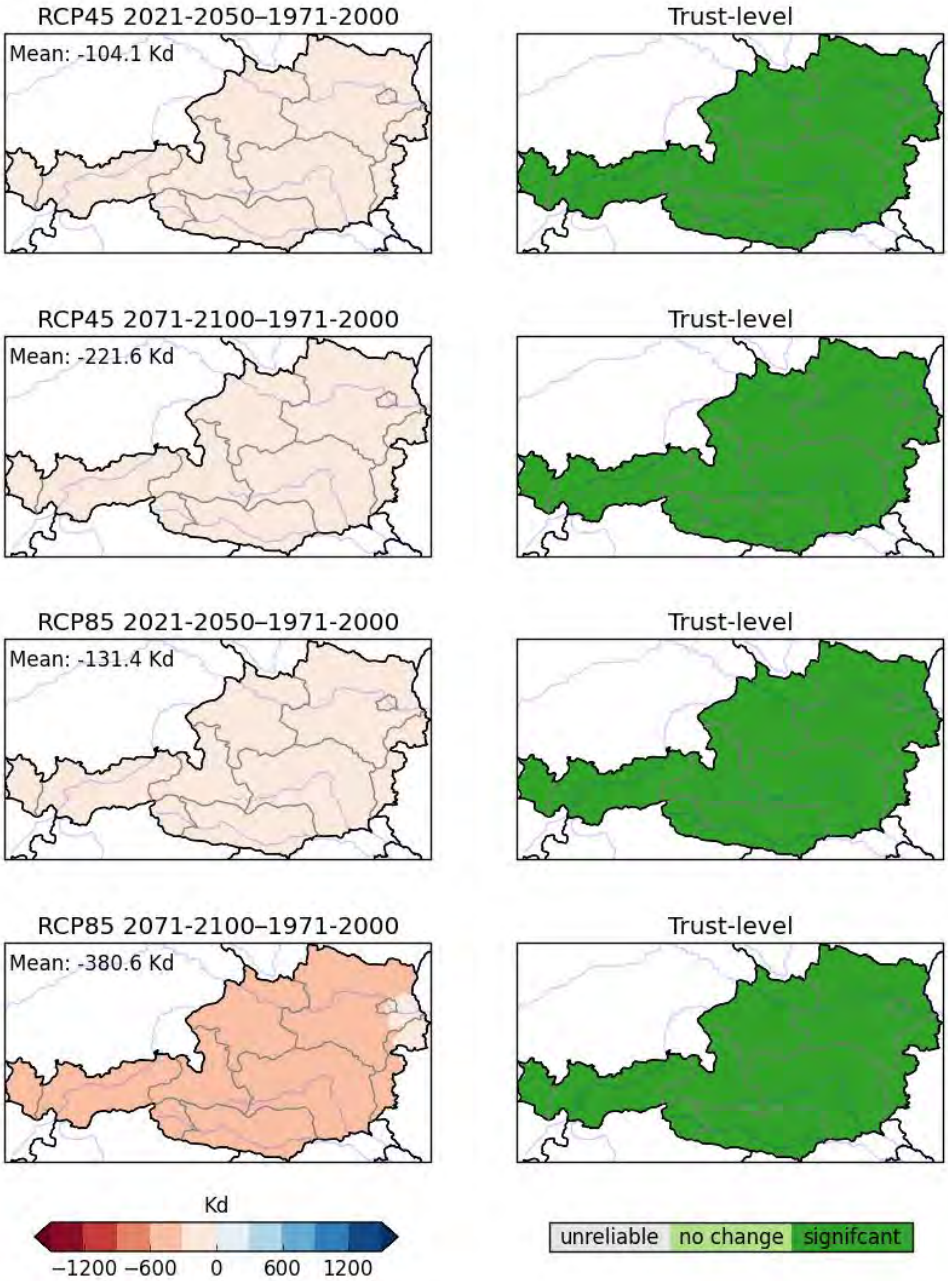
cdd: absolute climate change signal (djf)



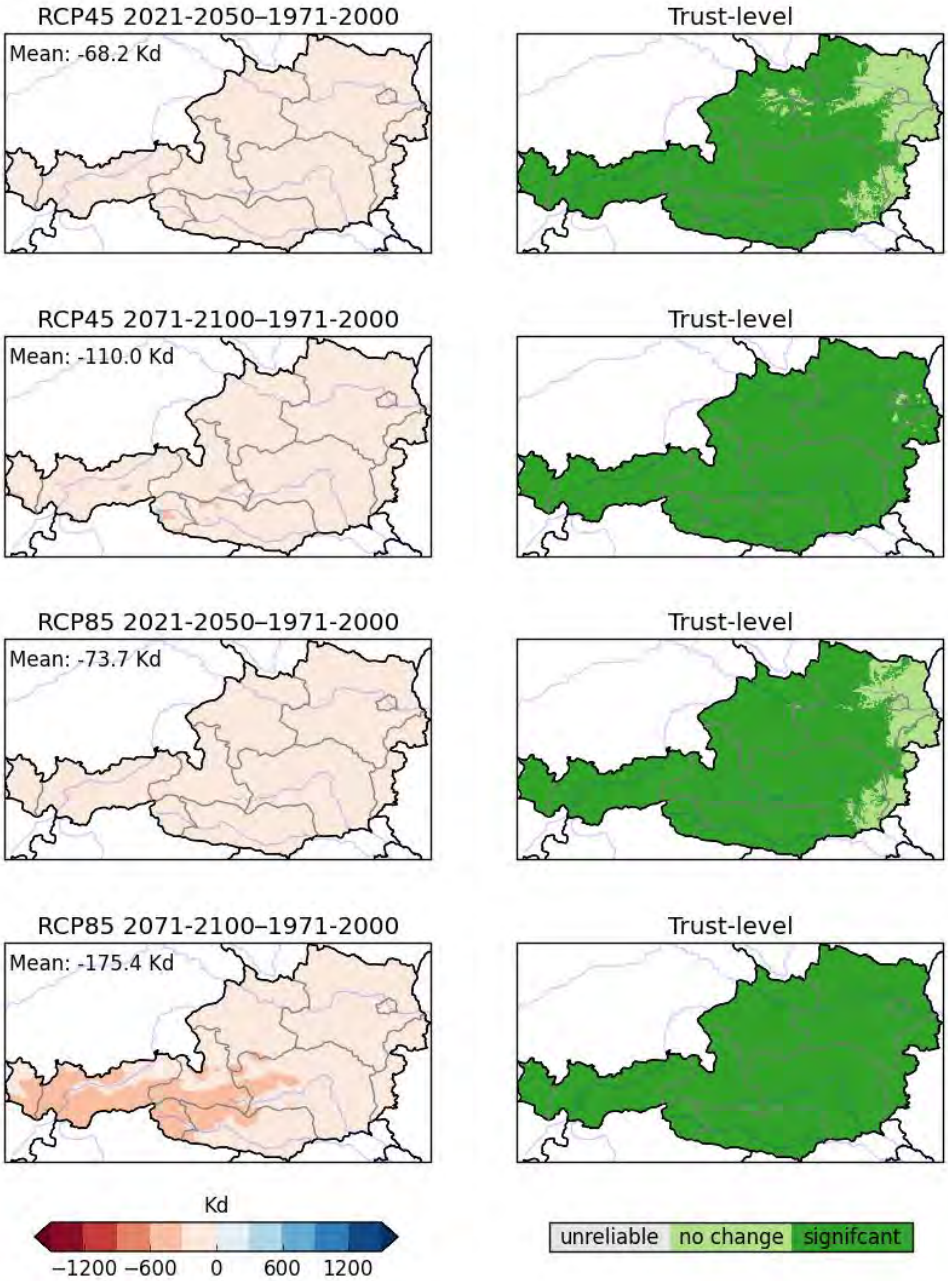
hdd: absolute climate change signal (annual)

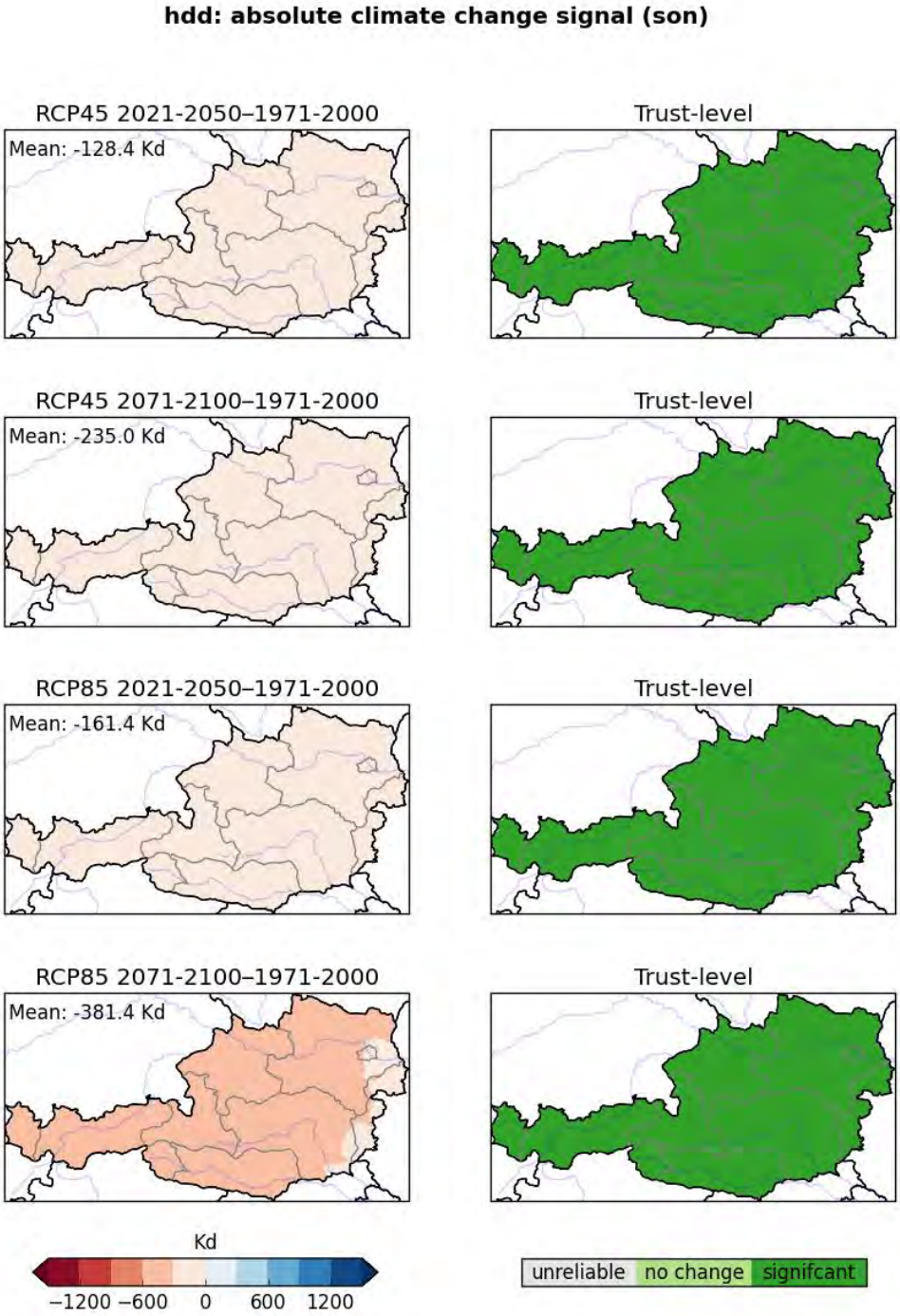


hdd: absolute climate change signal (mam)

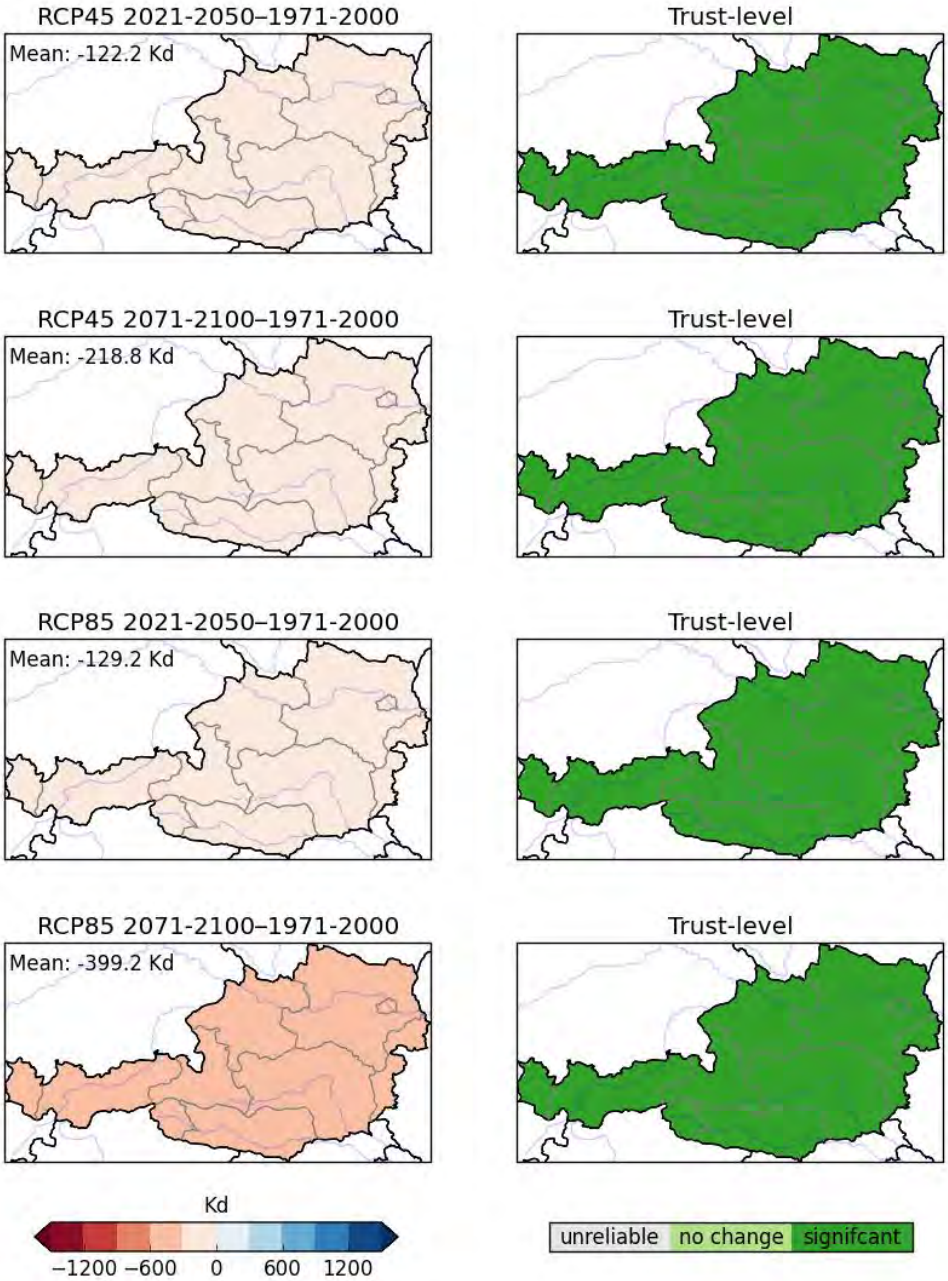


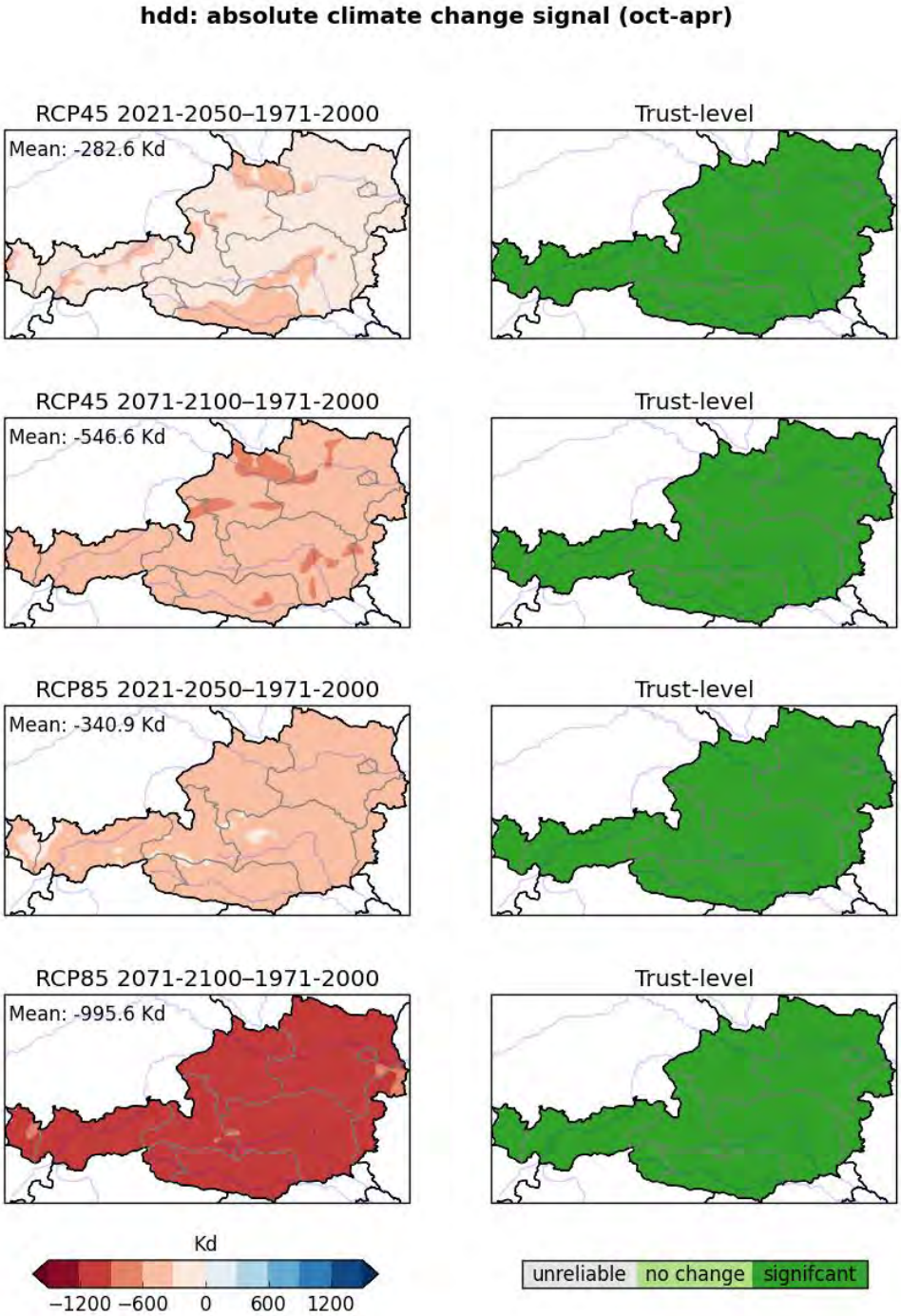
hdd: absolute climate change signal (jja)



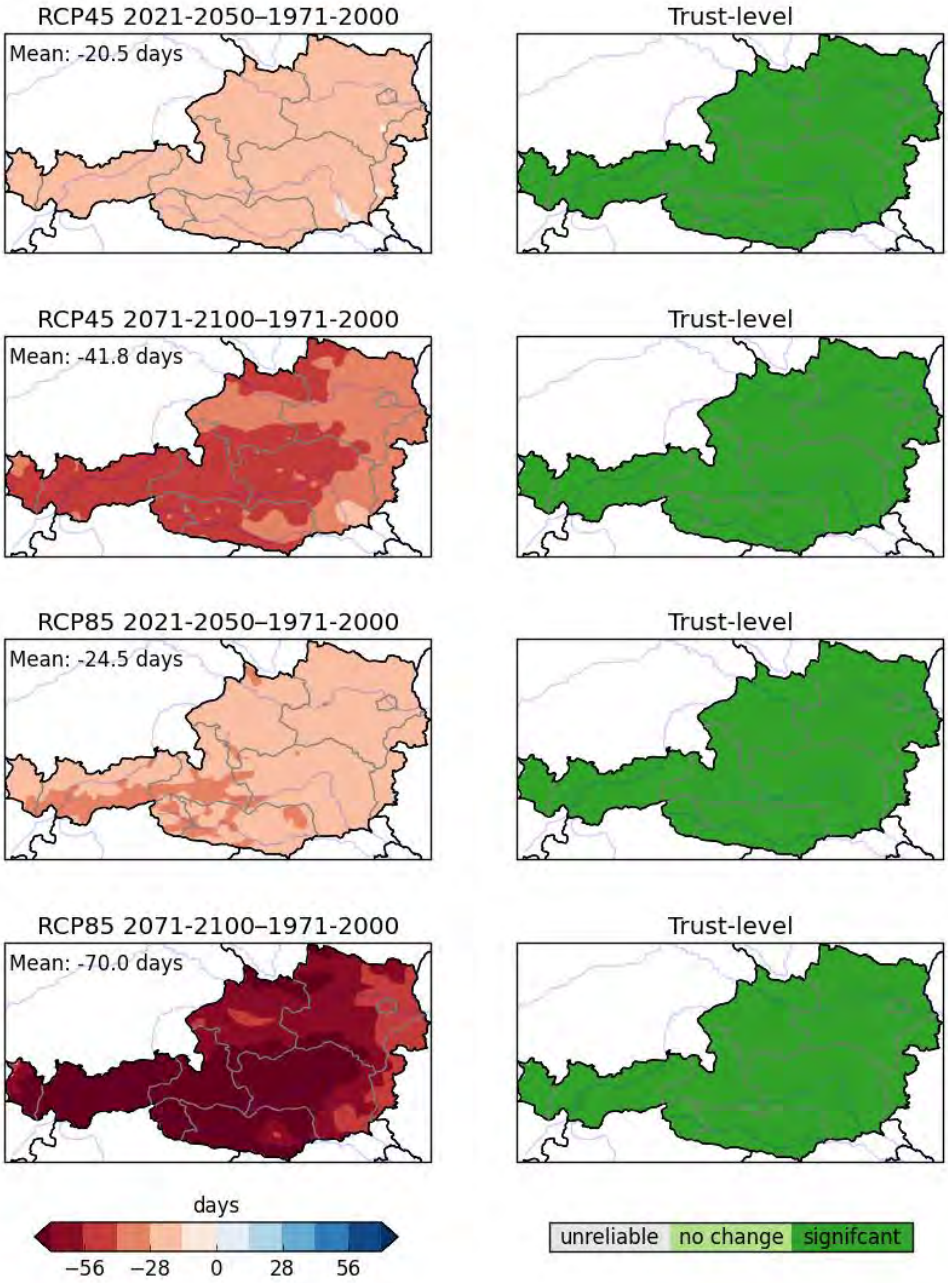

hdd: absolute climate change signal (son)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: -128.4 Kd
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: -235.0 Kd
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: -161.4 Kd
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: -381.4 Kd
Trust-level
Kd
−1200 −600 0 600 1200
unreliable
no change
signifcant

hdd: absolute climate change signal (djf)

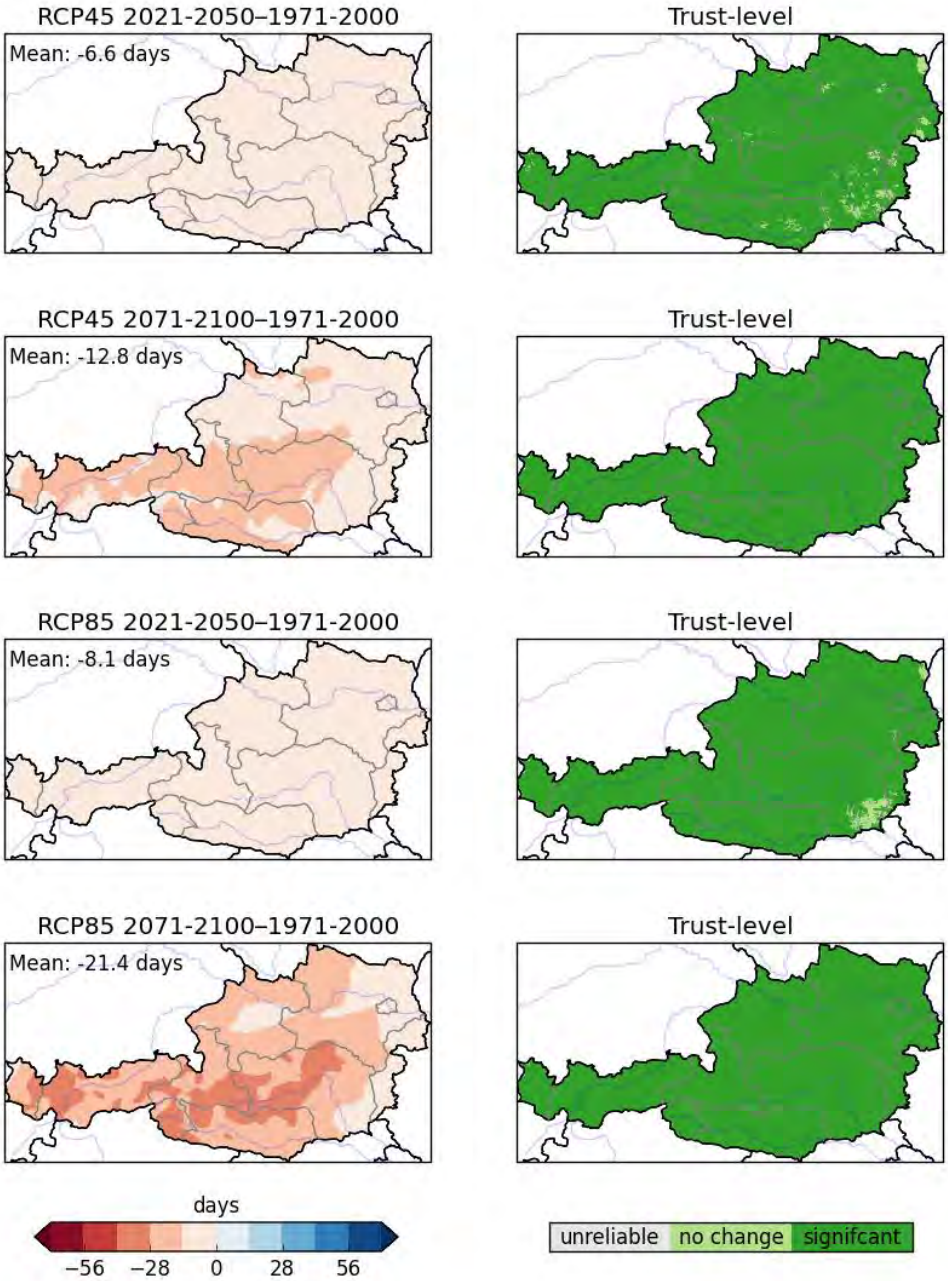



hdd: absolute climate change signal (oct-apr)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: -282.6 Kd
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: -546.6 Kd
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: -340.9 Kd
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: -995.6 Kd
Trust-level
Kd
−1200 −600 0 600 1200
unreliable
no change
signifcant

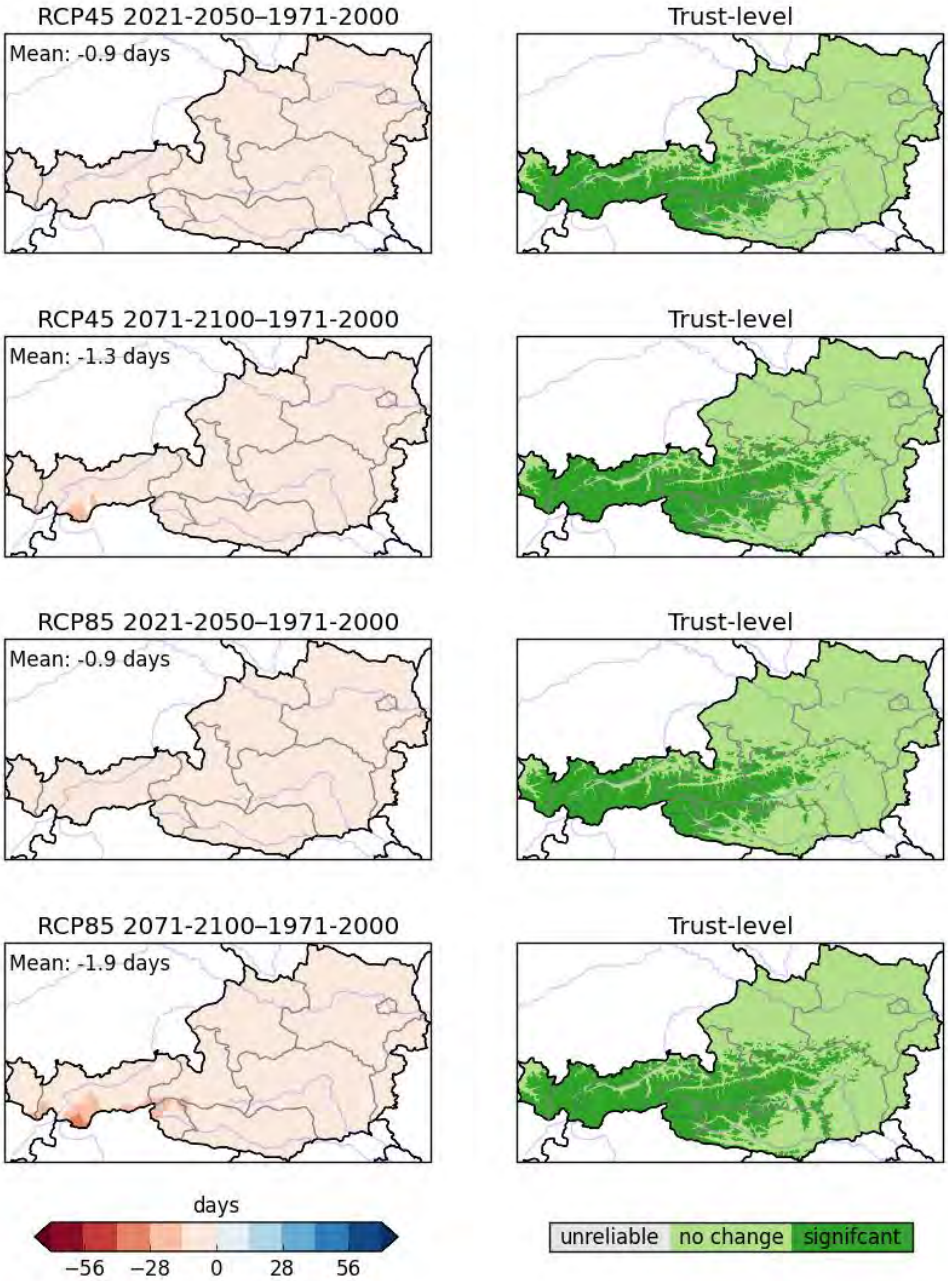
fd0: absolute climate change signal (annual)



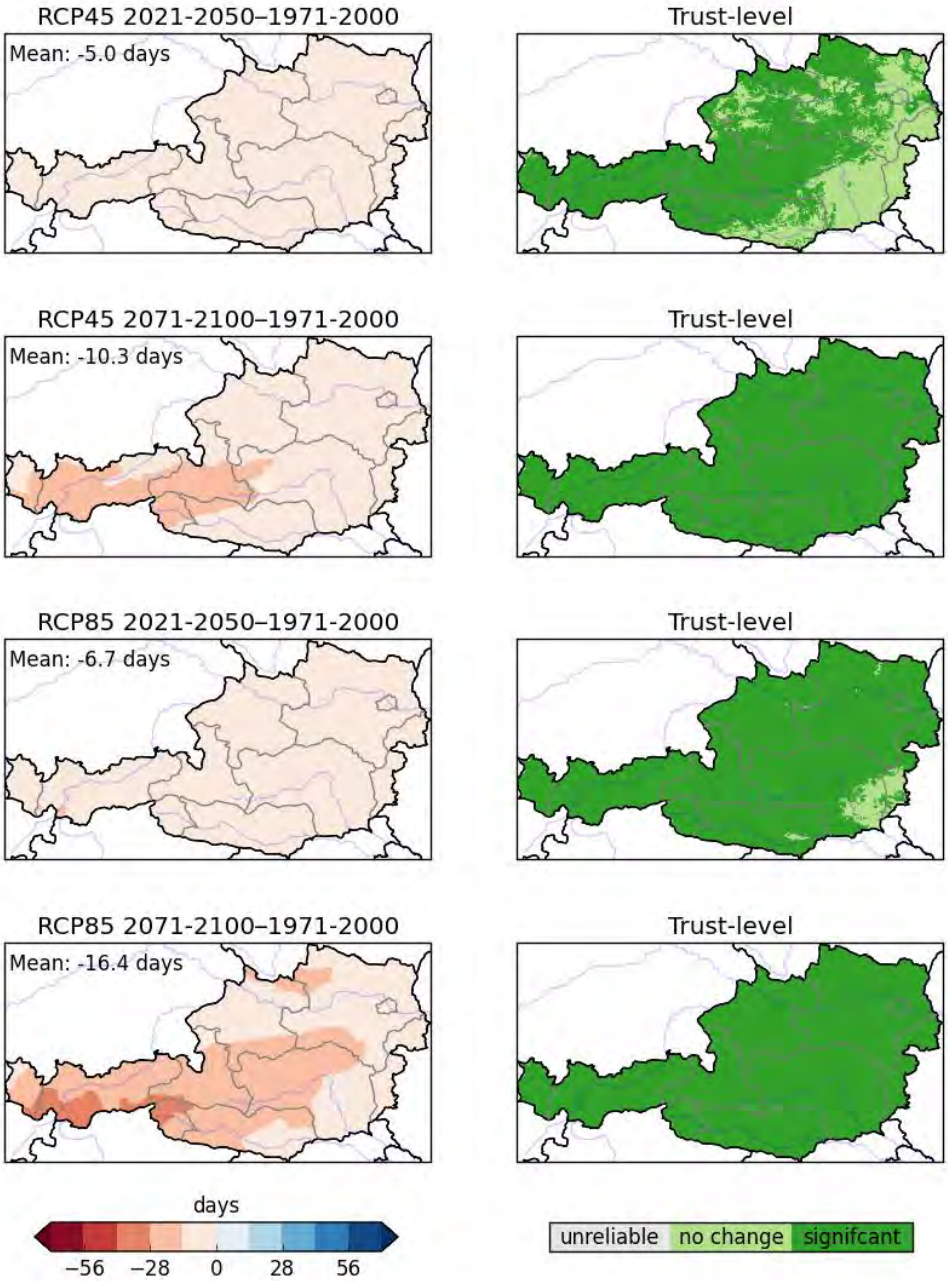
fd0: absolute climate change signal (mam)



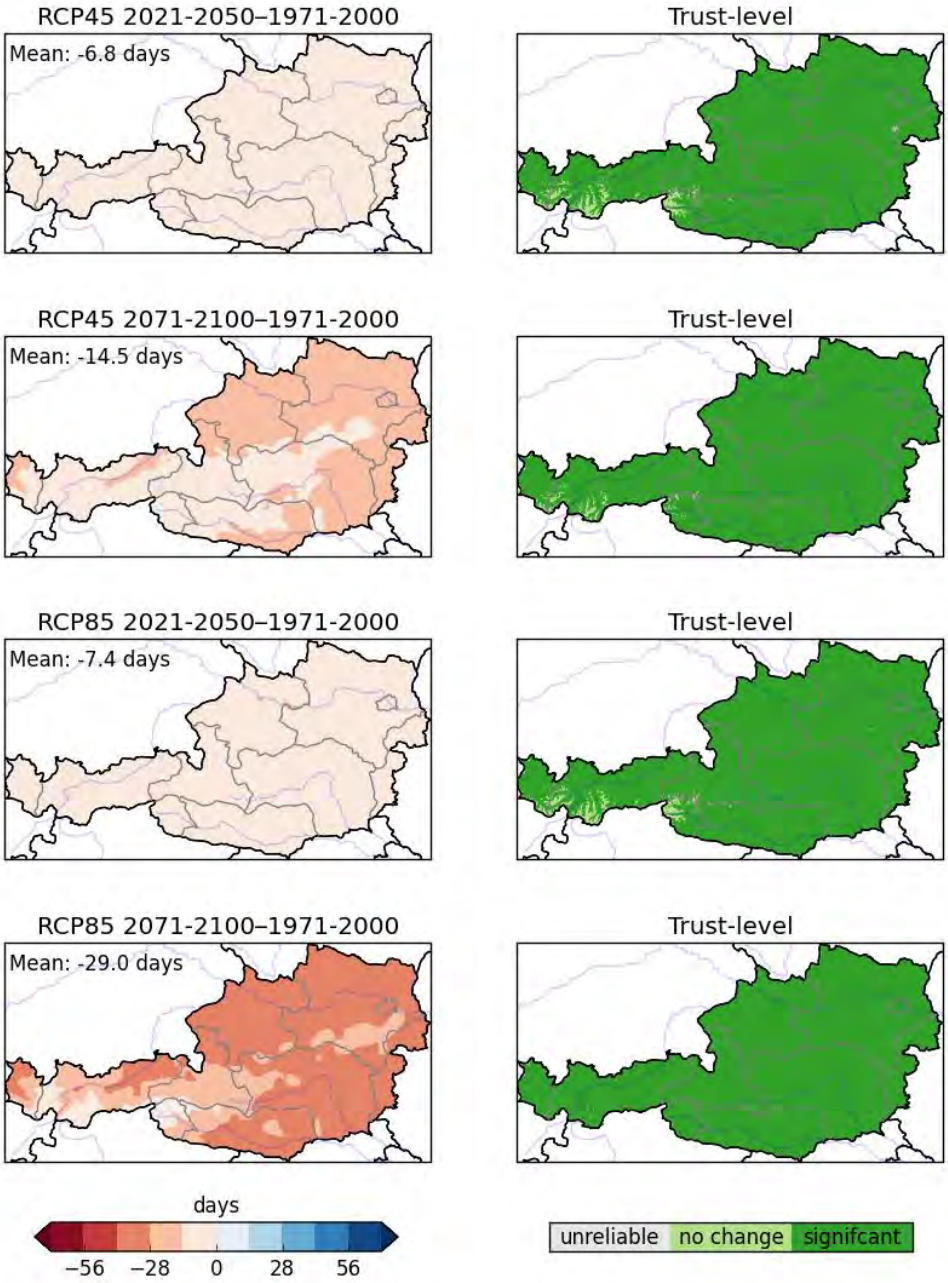
fd0: absolute climate change signal (jja)

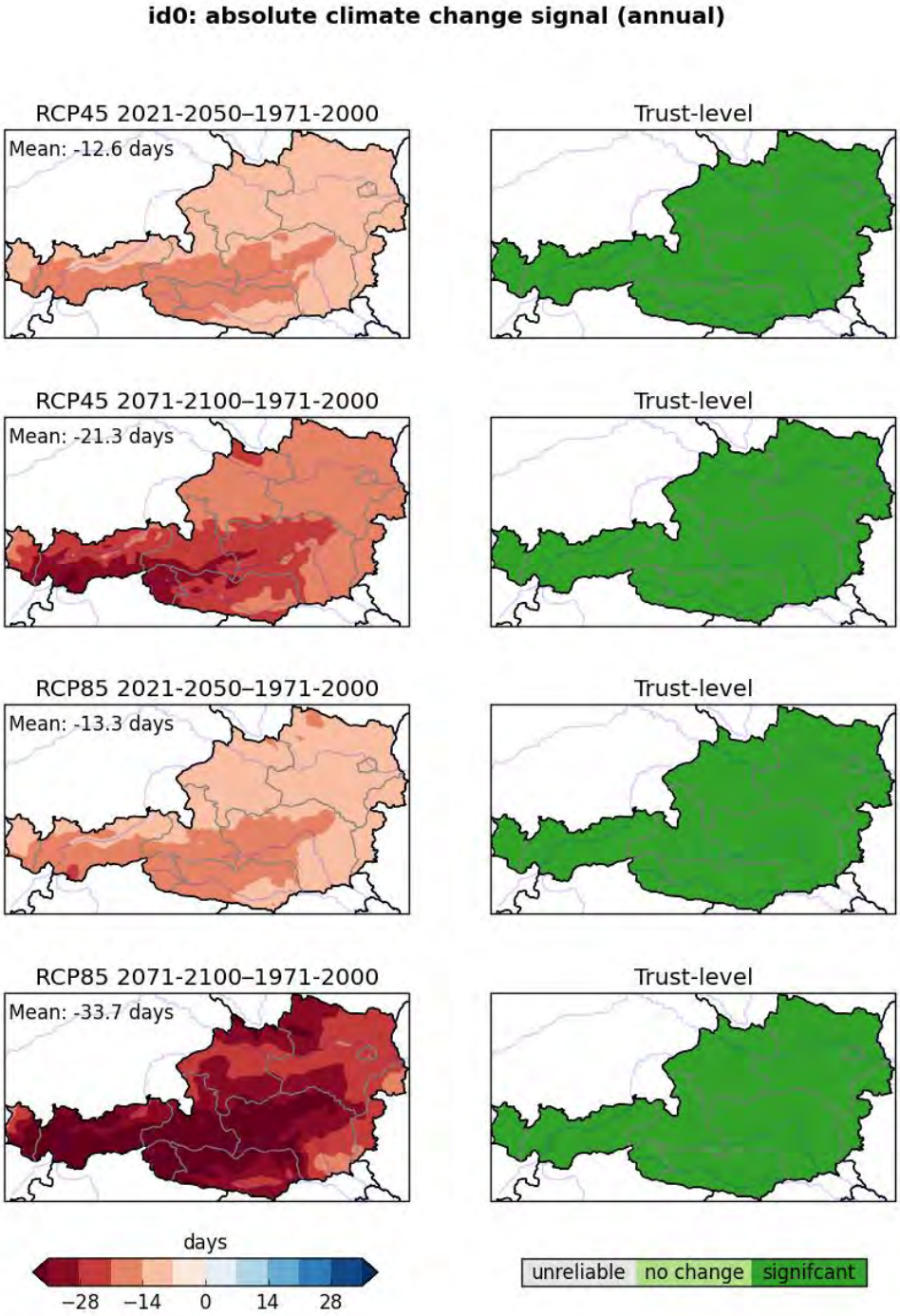


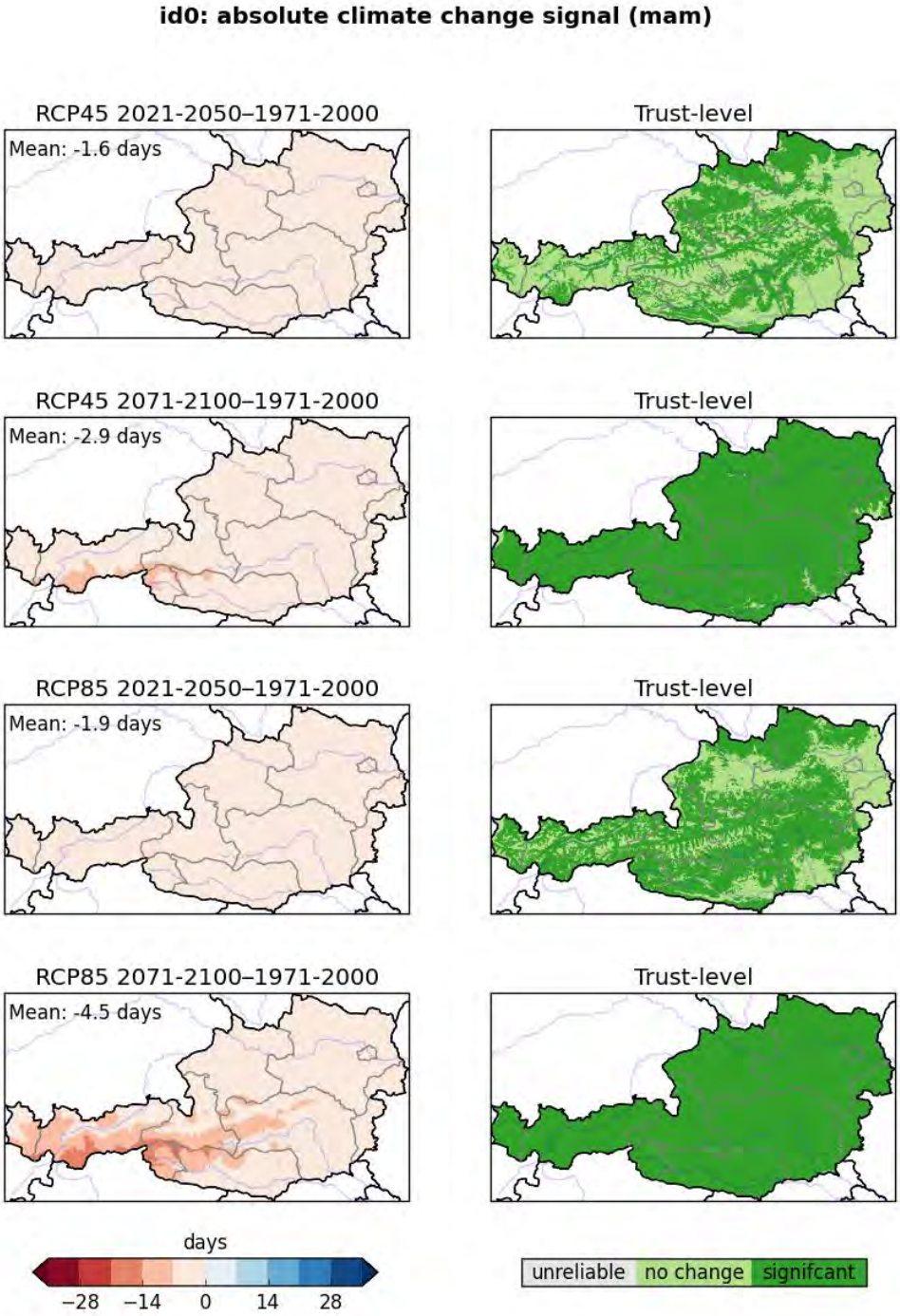
fd0: absolute climate change signal (son)

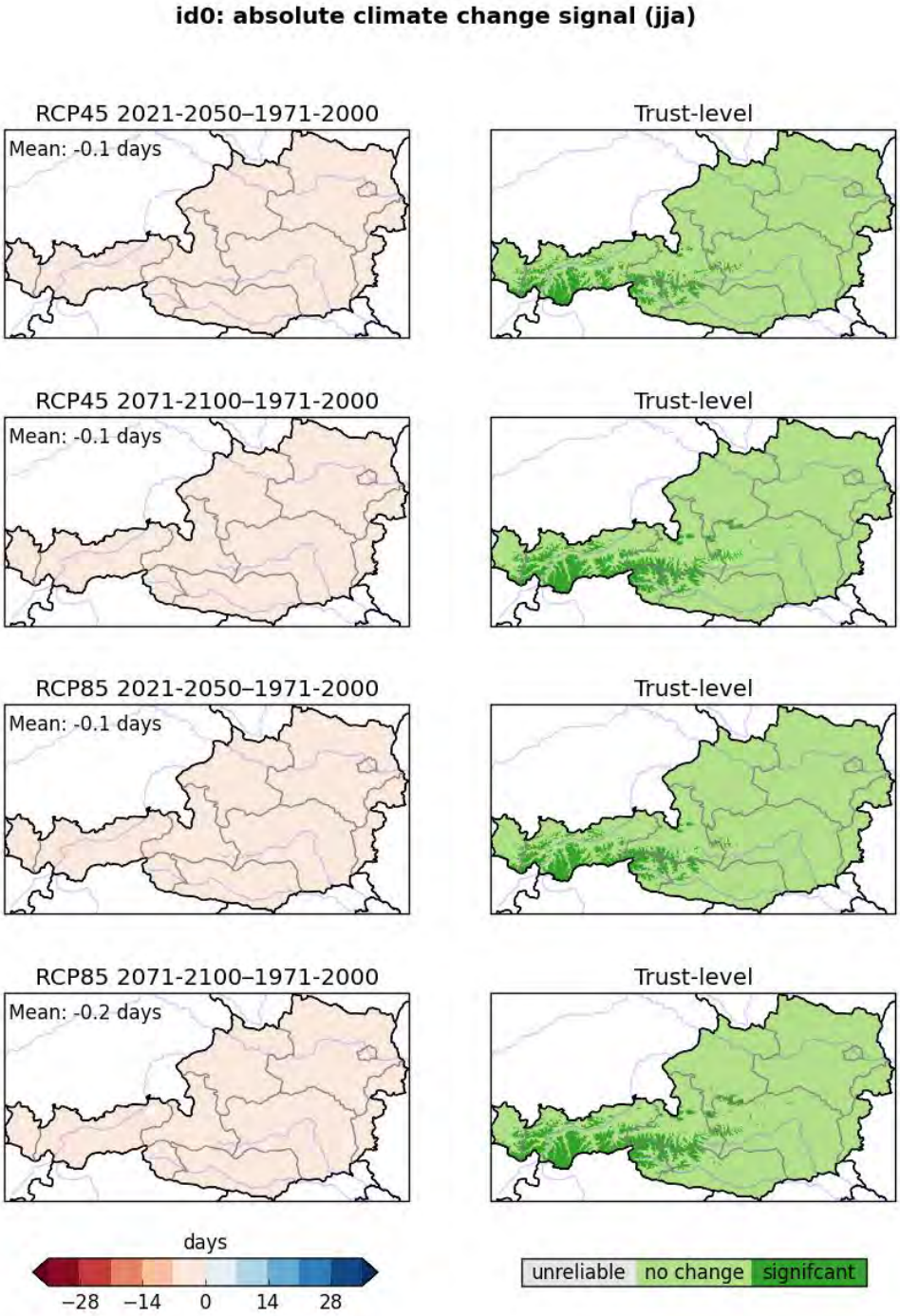


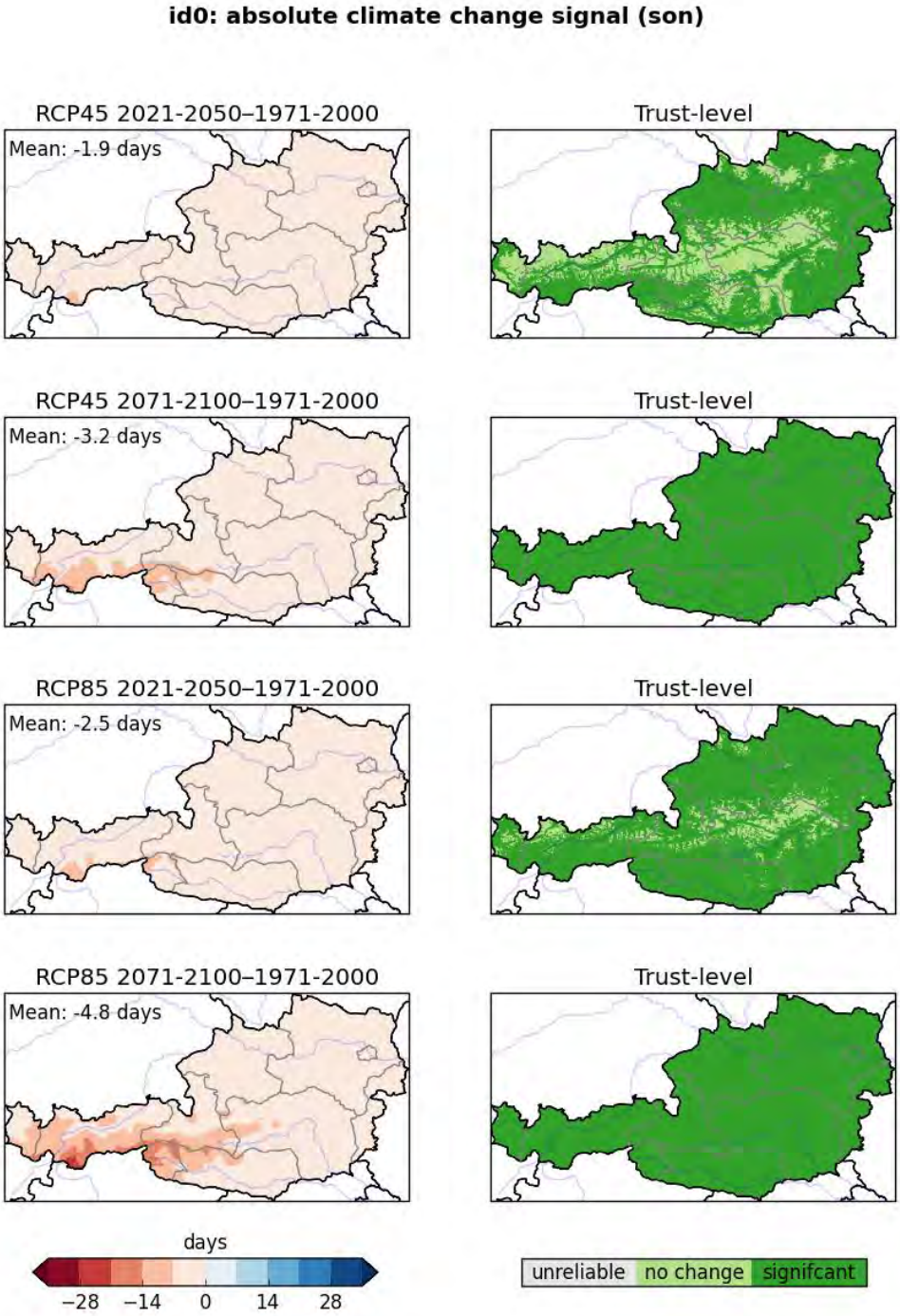
fd0: absolute climate change signal (djf)

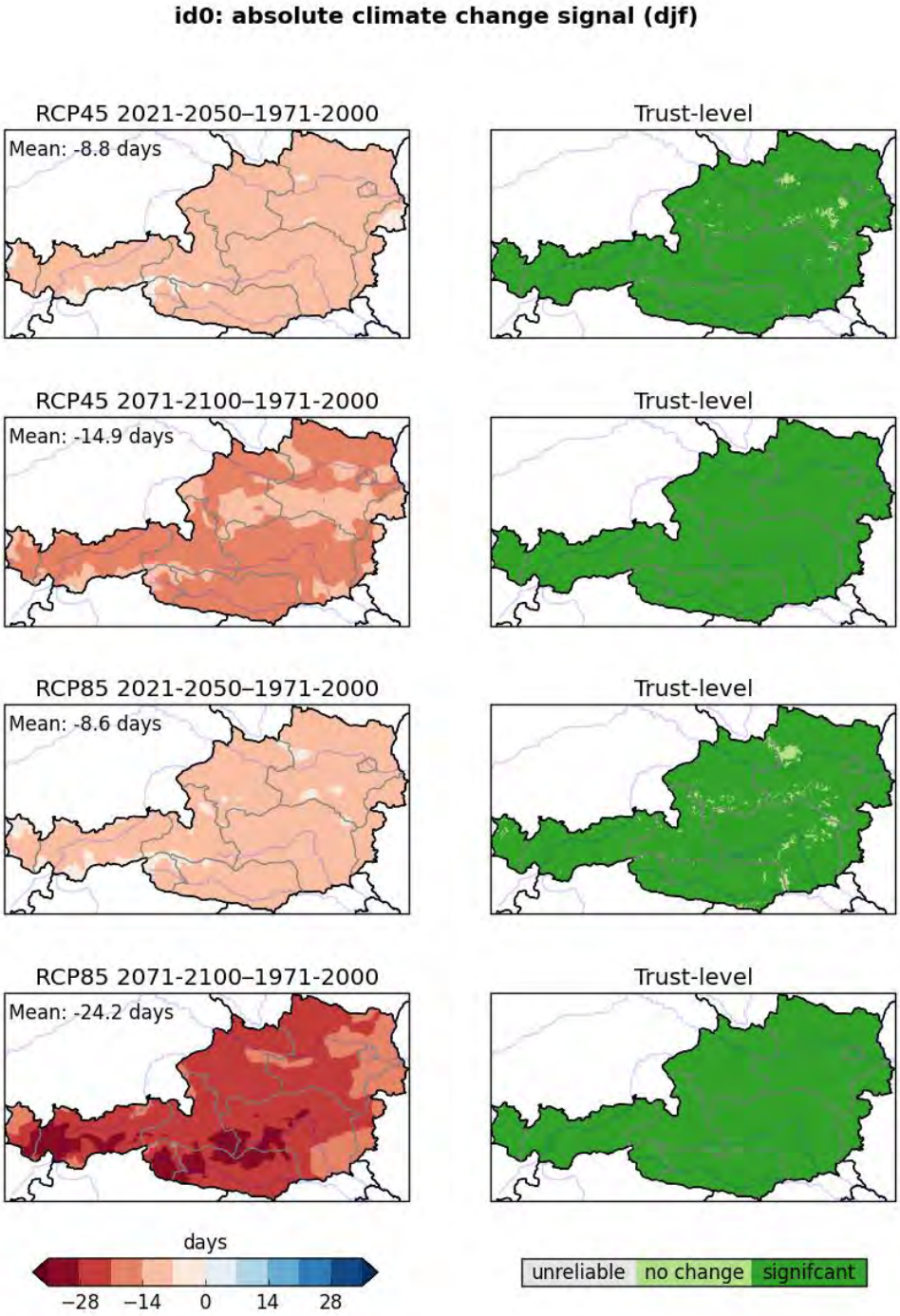



id0: absolute climate change signal (annual)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: -12.6 days
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: -21.3 days
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: -13.3 days
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: -33.7 days
Trust-level
days
−28 −14 0 14 28
unreliable
no change
signifcant

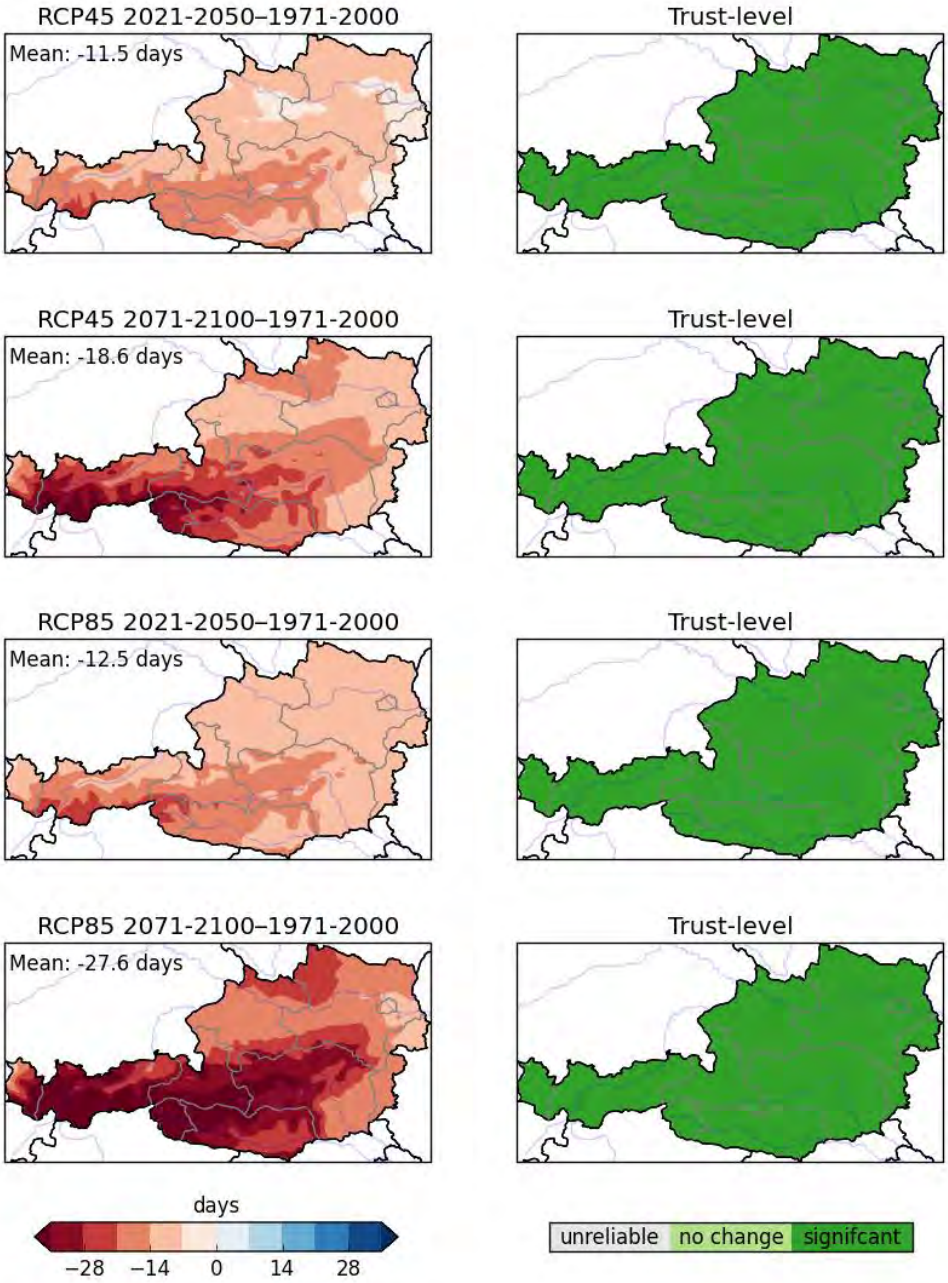

id0: absolute climate change signal (mam)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: -1.6 days
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: -2.9 days
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: -1.9 days
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: -4.5 days
Trust-level
days
−28 −14 0 14 28
unreliable
no change
signifcant


id0: absolute climate change signal (jja)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: -0.1 days
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: -0.1 days
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: -0.1 days
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: -0.2 days
Trust-level
days
−28 −14 0 14 28
unreliable
no change
signifcant

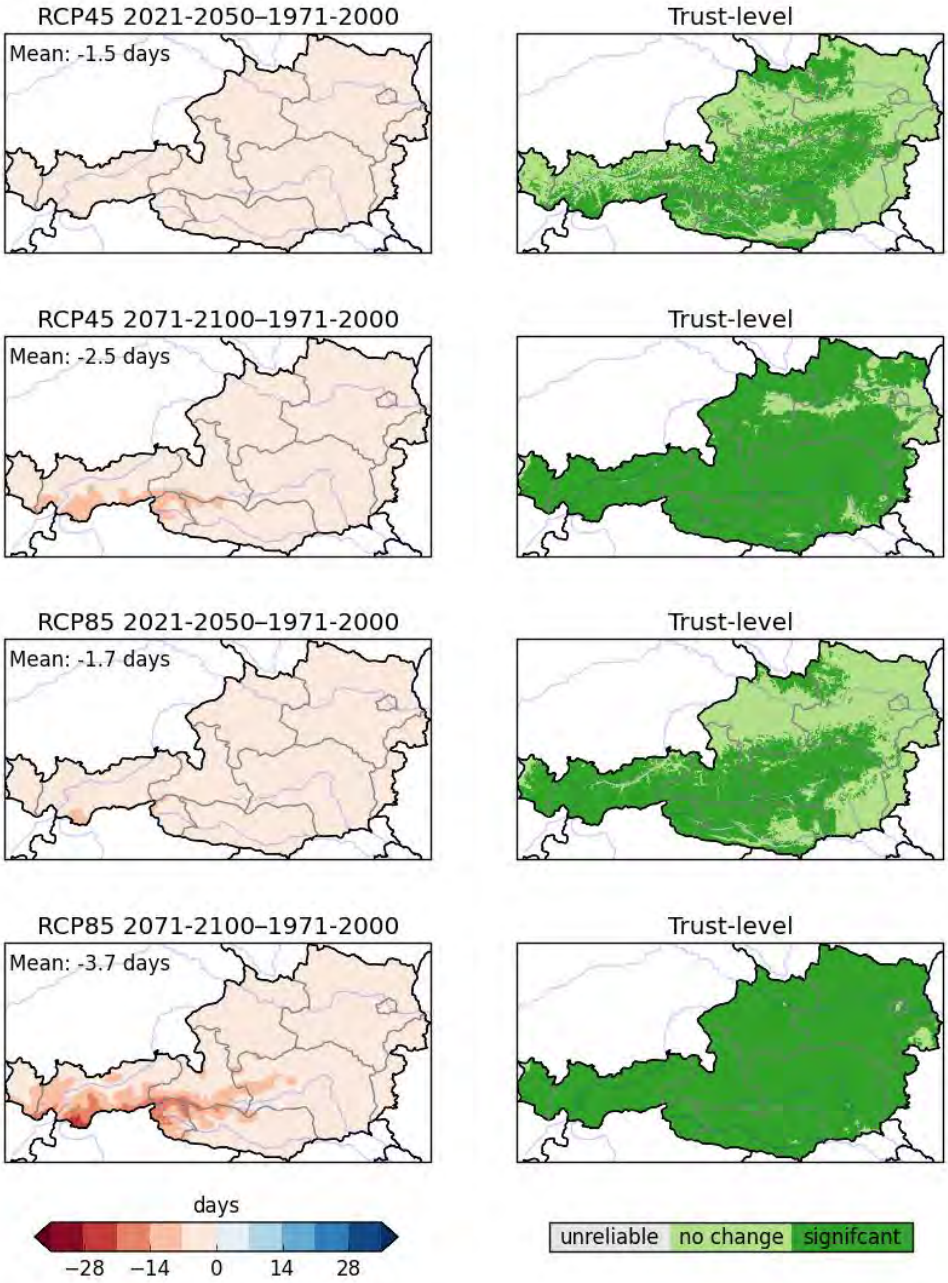

id0: absolute climate change signal (son)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: -1.9 days
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: -3.2 days
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: -2.5 days
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: -4.8 days
Trust-level
days
−28 −14 0 14 28
unreliable
no change
signifcant


id0: absolute climate change signal (djf)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: -8.8 days
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: -14.9 days
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: -8.6 days
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: -24.2 days
Trust-level
days
−28 −14 0 14 28
unreliable
no change
signifcant

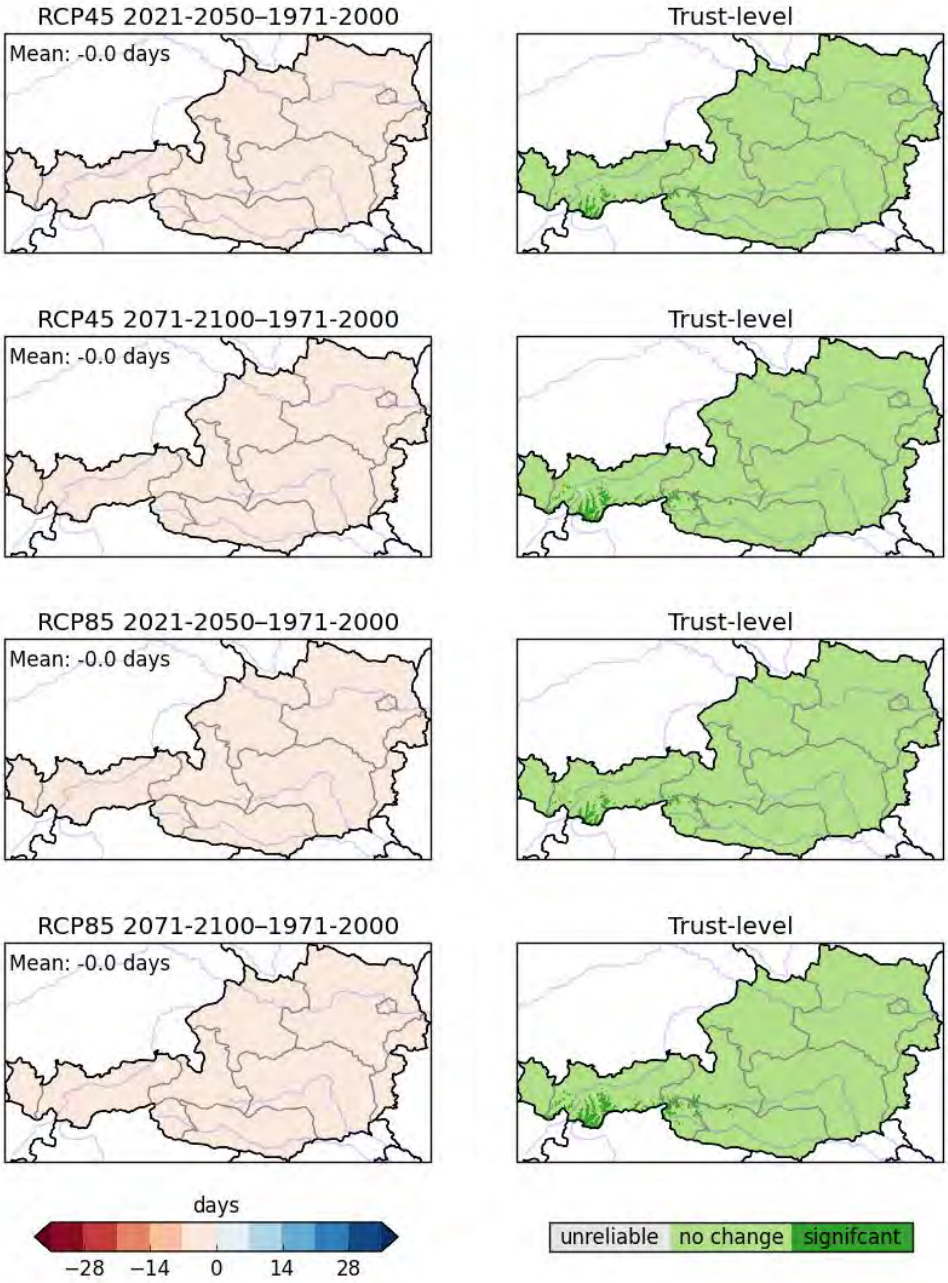
id7: absolute climate change signal (annual)

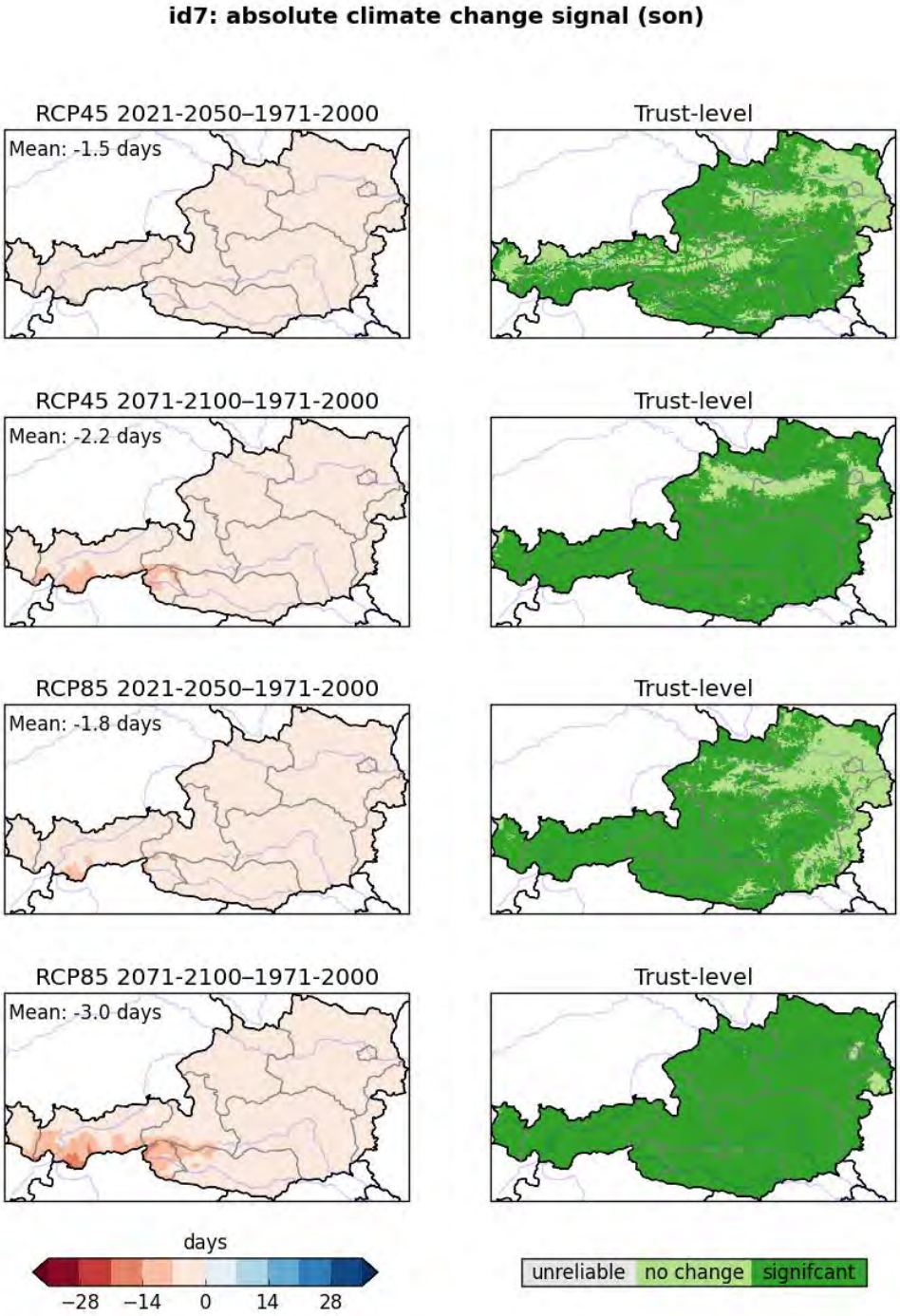


id7: absolute climate change signal (mam)

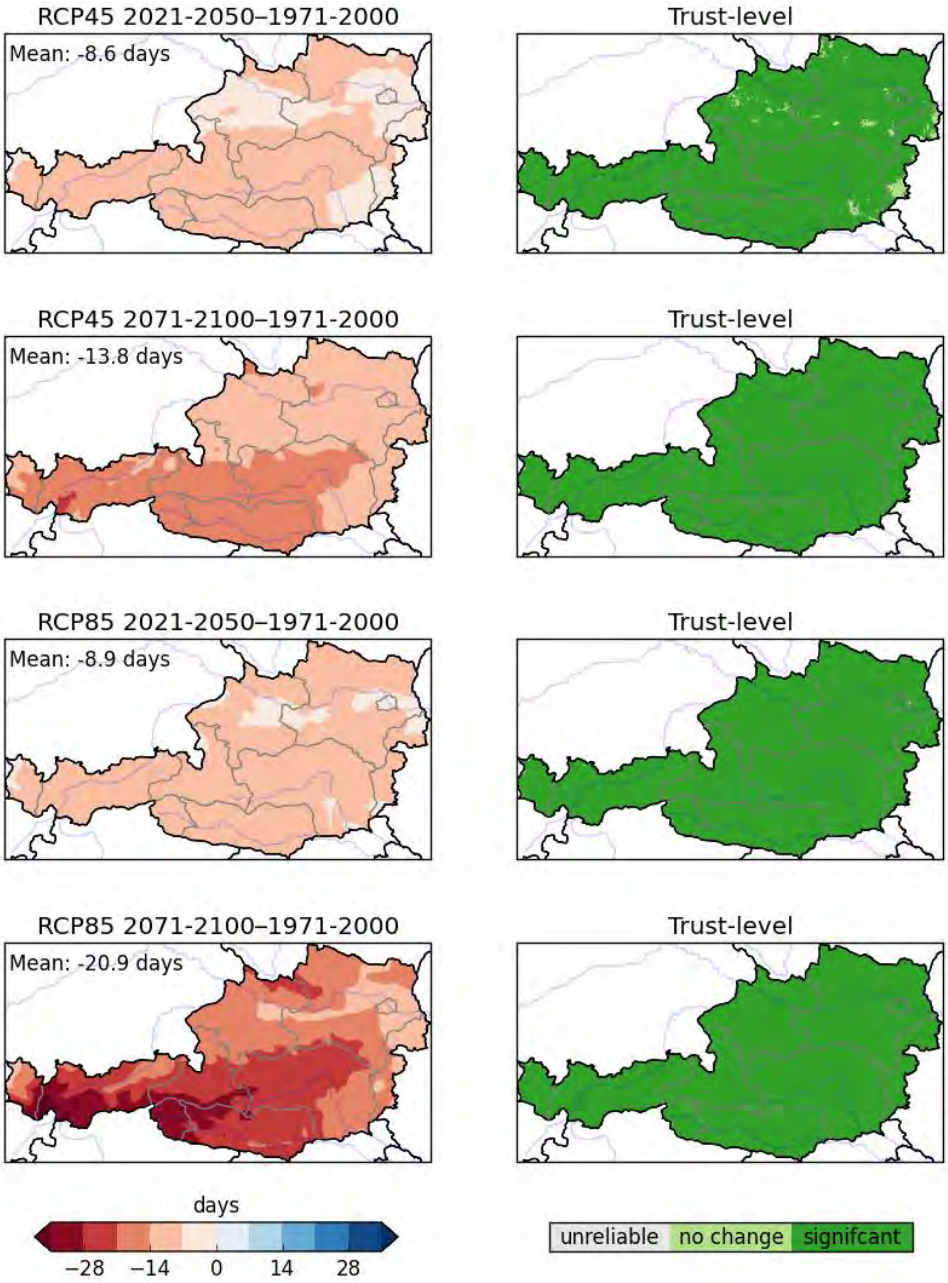


id7: absolute climate change signal (jja)

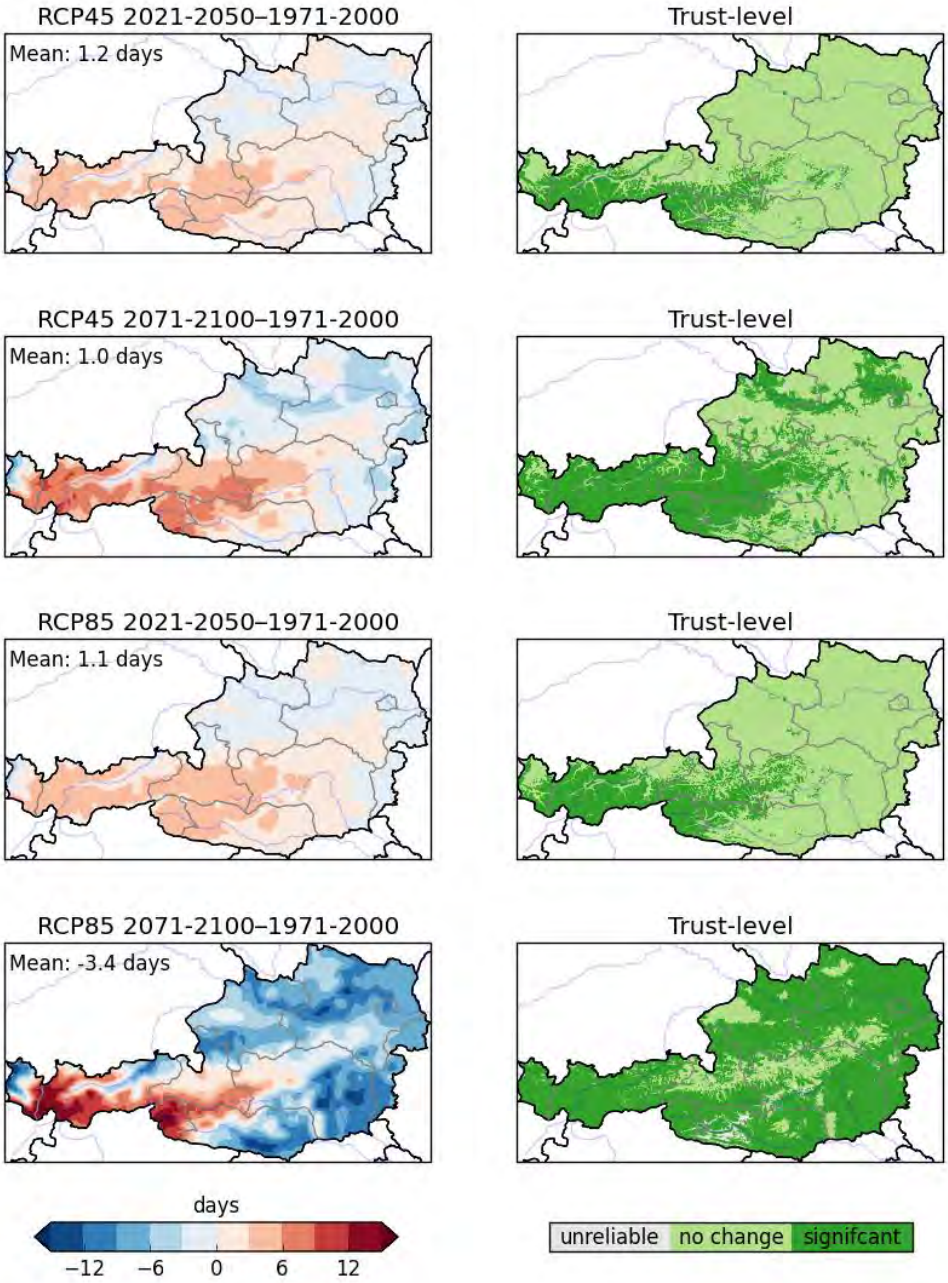


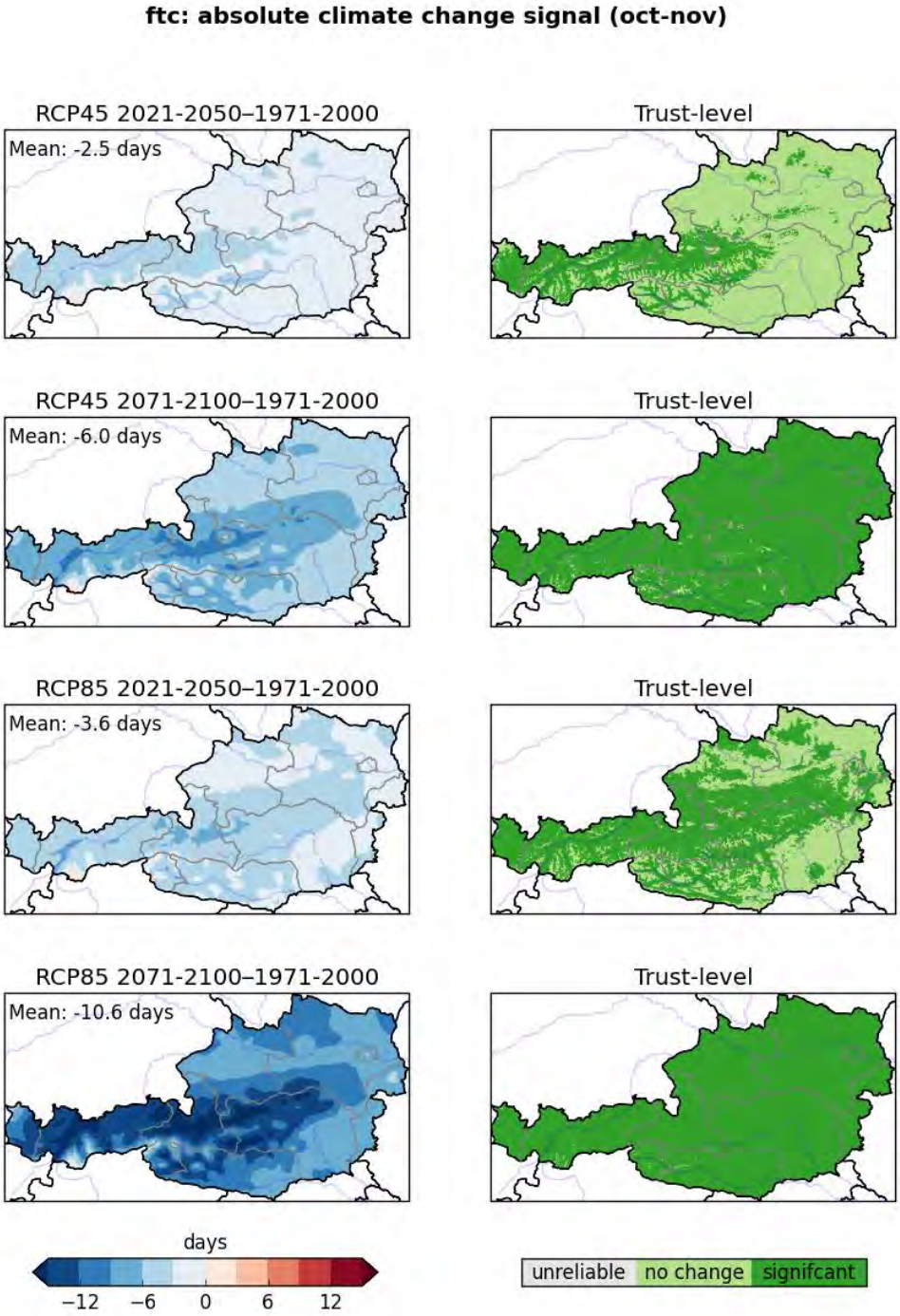

id7: absolute climate change signal (son)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: -1.5 days
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: -2.2 days
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: -1.8 days
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: -3.0 days
Trust-level
days
−28 −14 0 14 28
unreliable
no change
signifcant

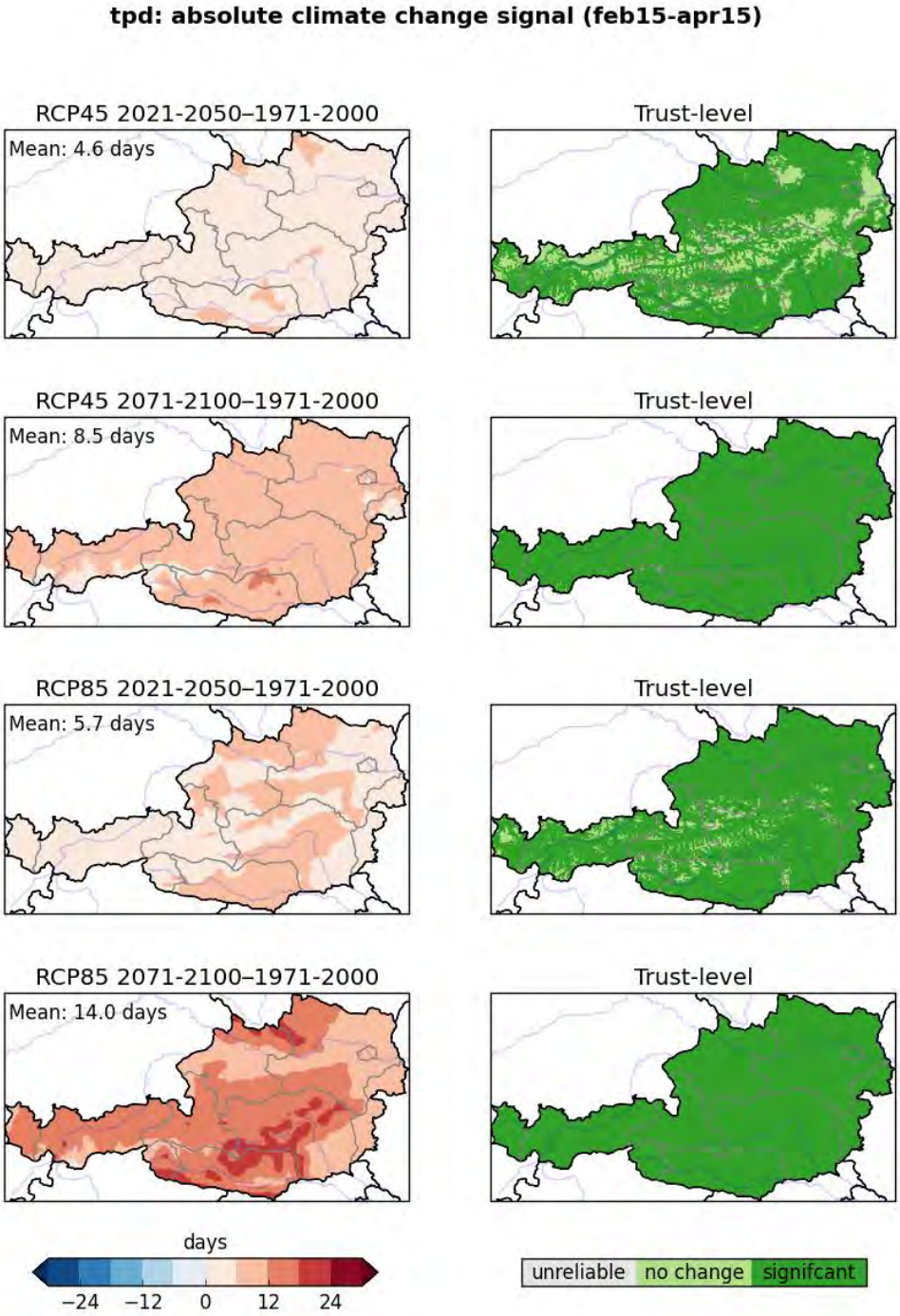
id7: absolute climate change signal (djf)

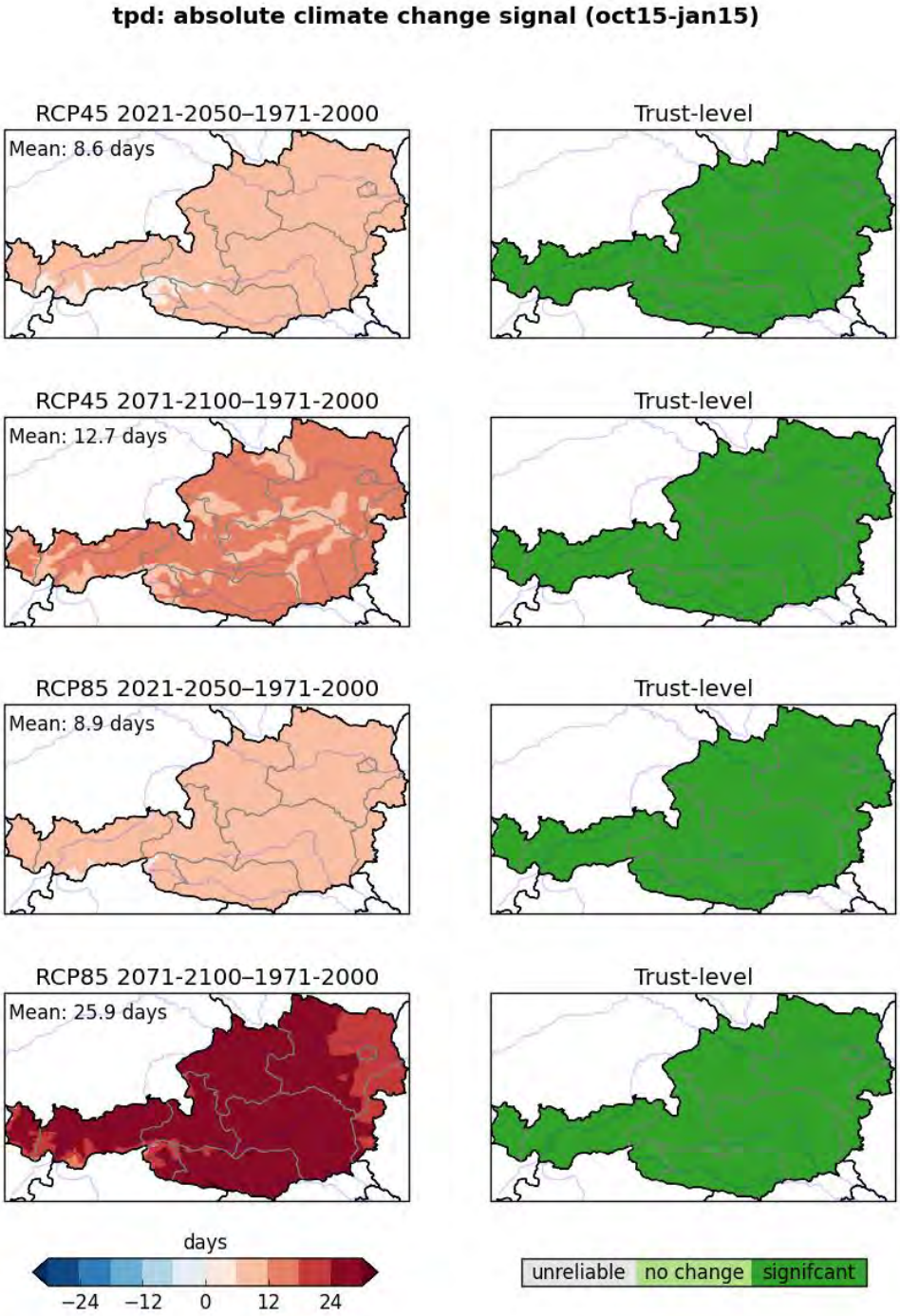


ftc: absolute climate change signal (jan-feb)

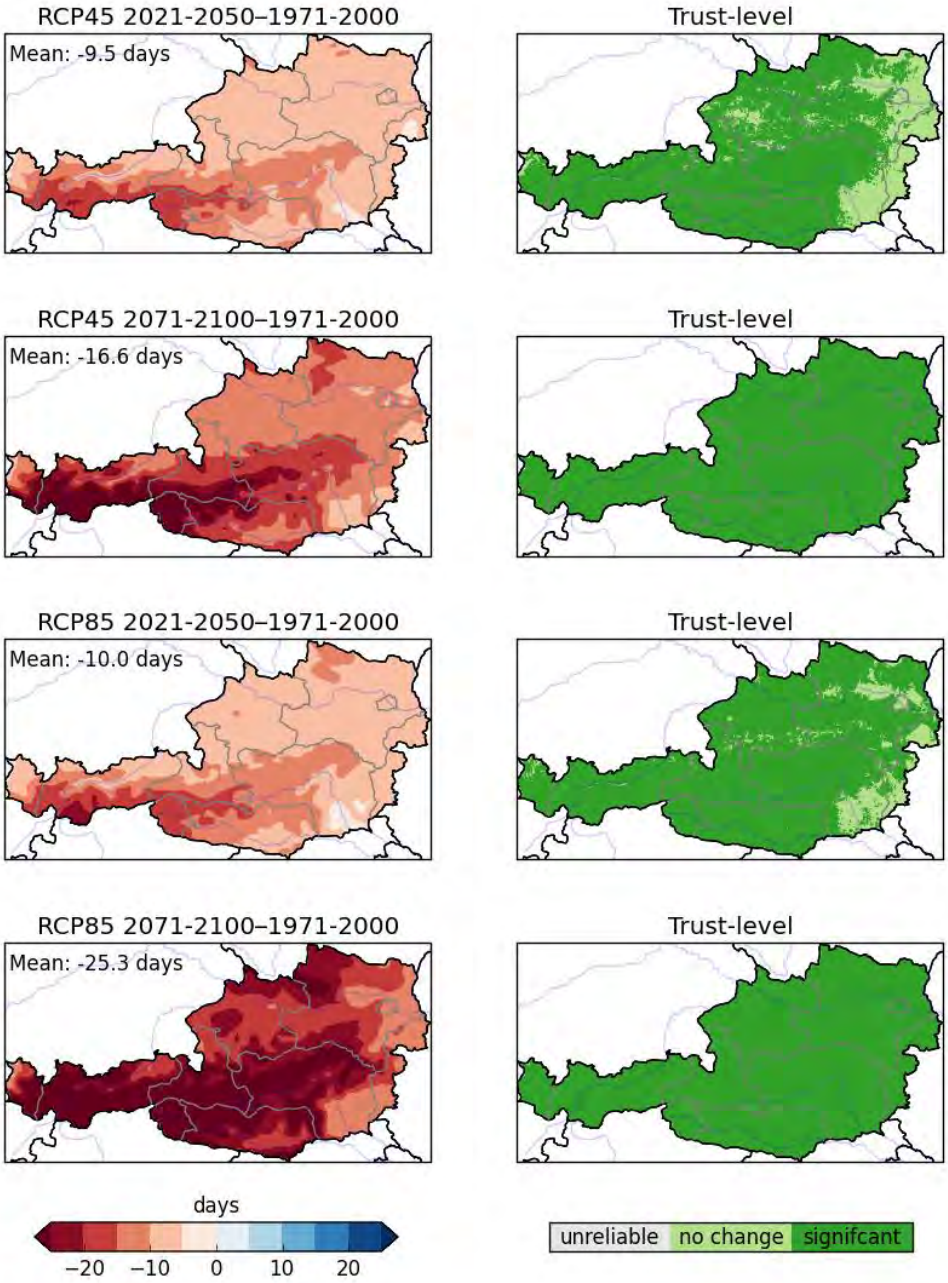


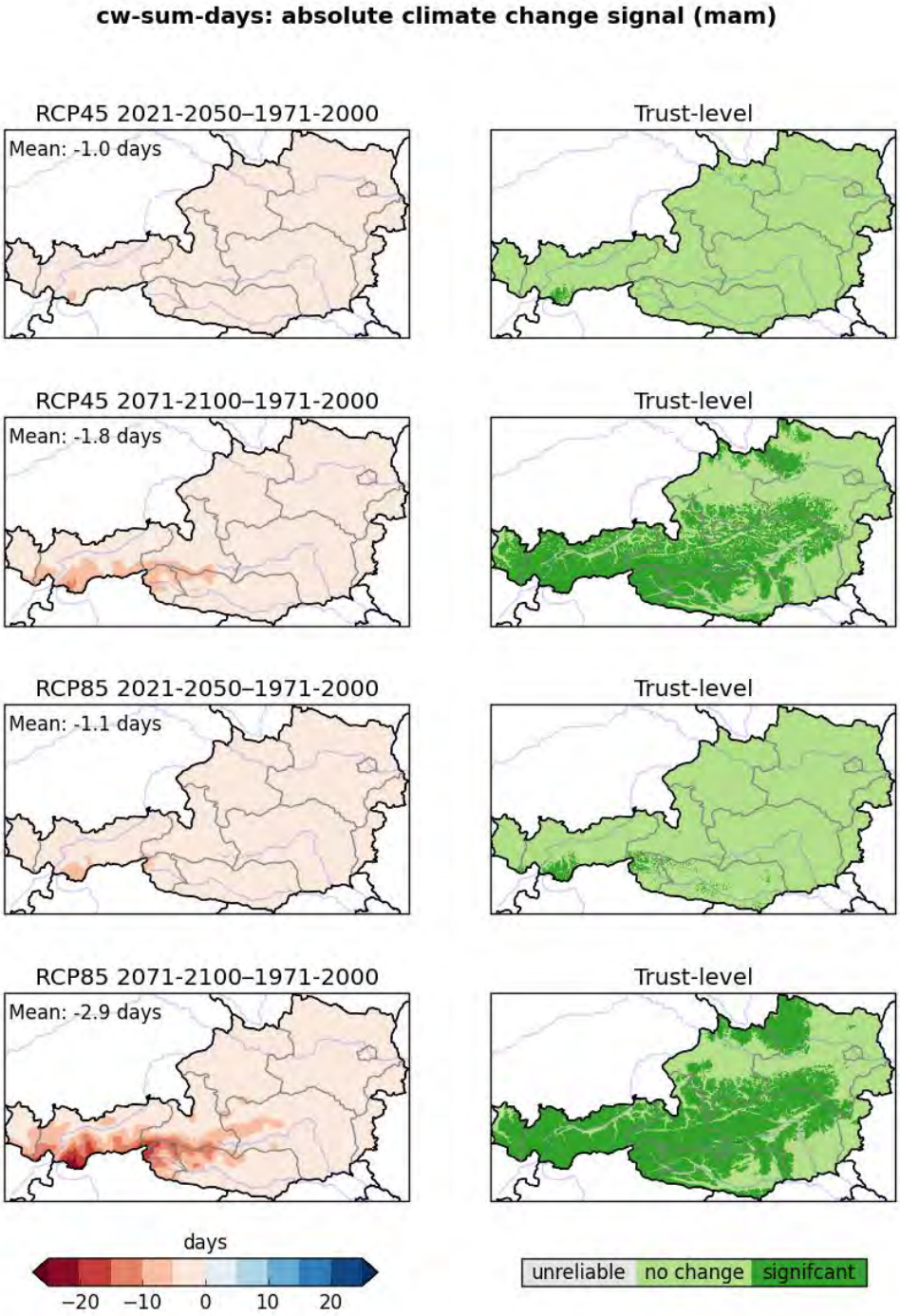

ftc: absolute climate change signal (oct-nov)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: -2.5 days
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: -6.0 days
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: -3.6 days
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: -10.6 days
Trust-level
days
−12 −6 0 6 12
unreliable
no change
signifcant

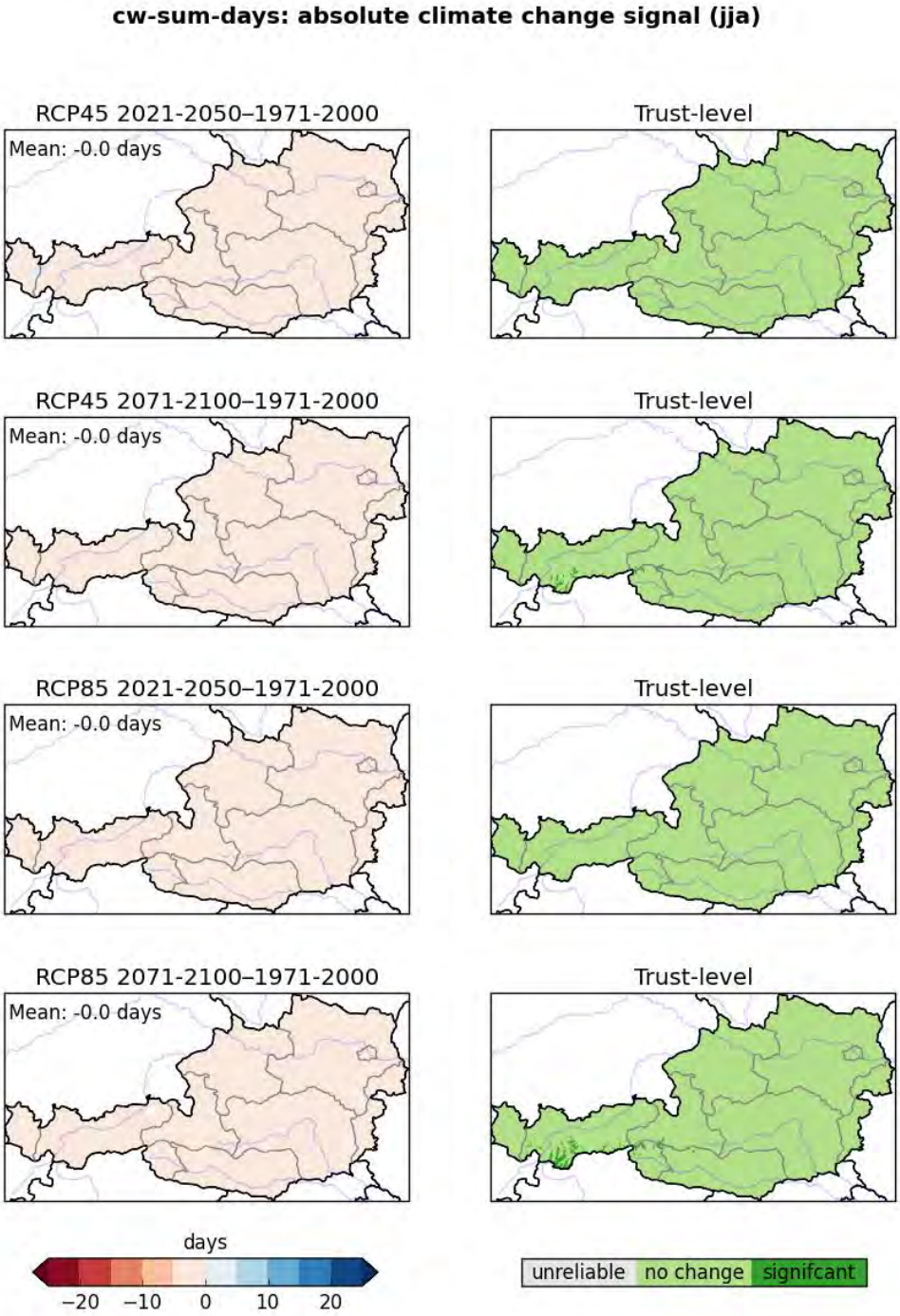

tpd: absolute climate change signal (feb15-apr15)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: 4.6 days
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: 8.5 days
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: 5.7 days
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: 14.0 days
Trust-level
days
−24 −12 0 12 24
unreliable
no change
signifcant

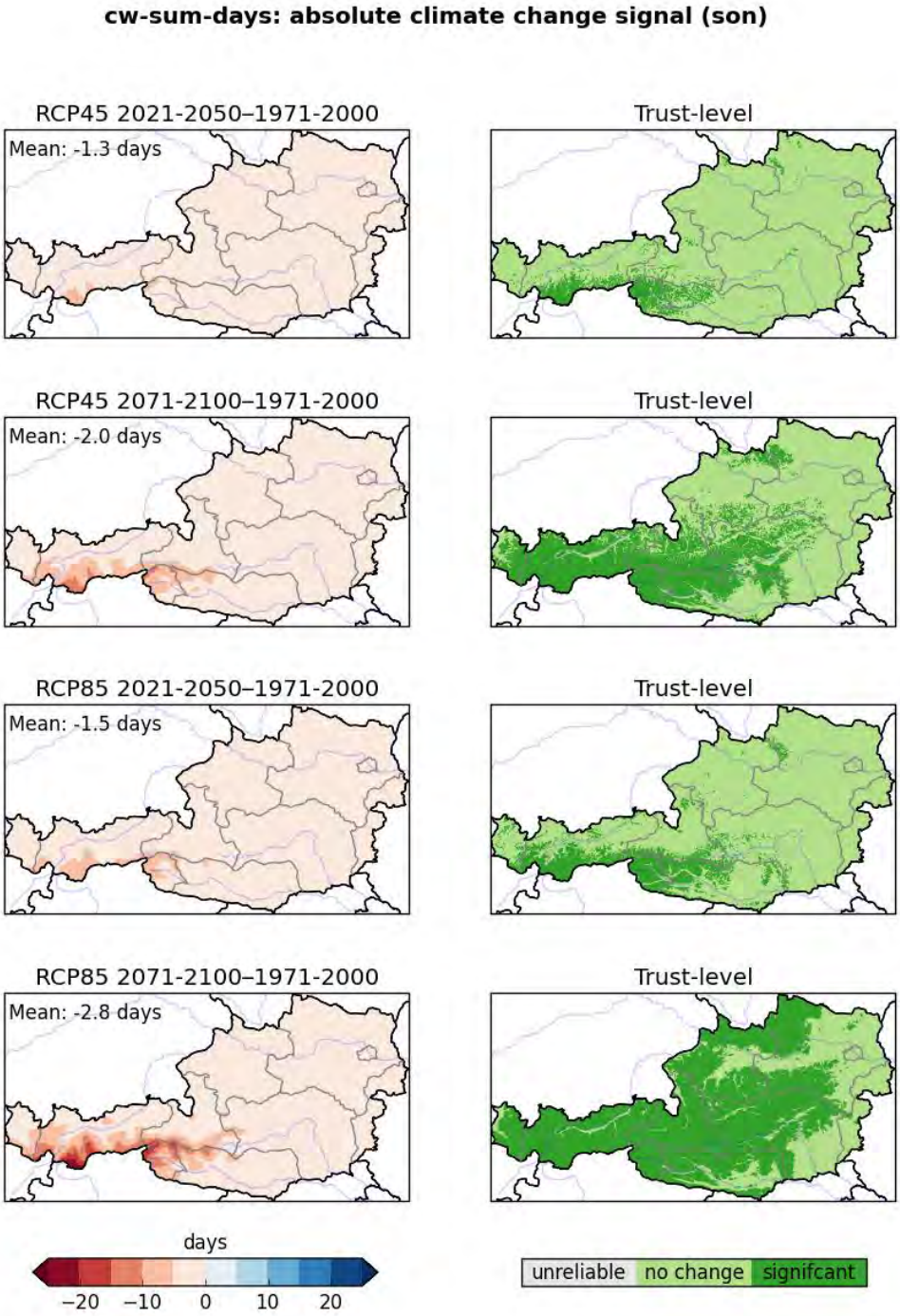

tpd: absolute climate change signal (oct15-jan15)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: 8.6 days
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: 12.7 days
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: 8.9 days
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: 25.9 days
Trust-level
days
−24 −12 0 12 24
unreliable
no change
signifcant

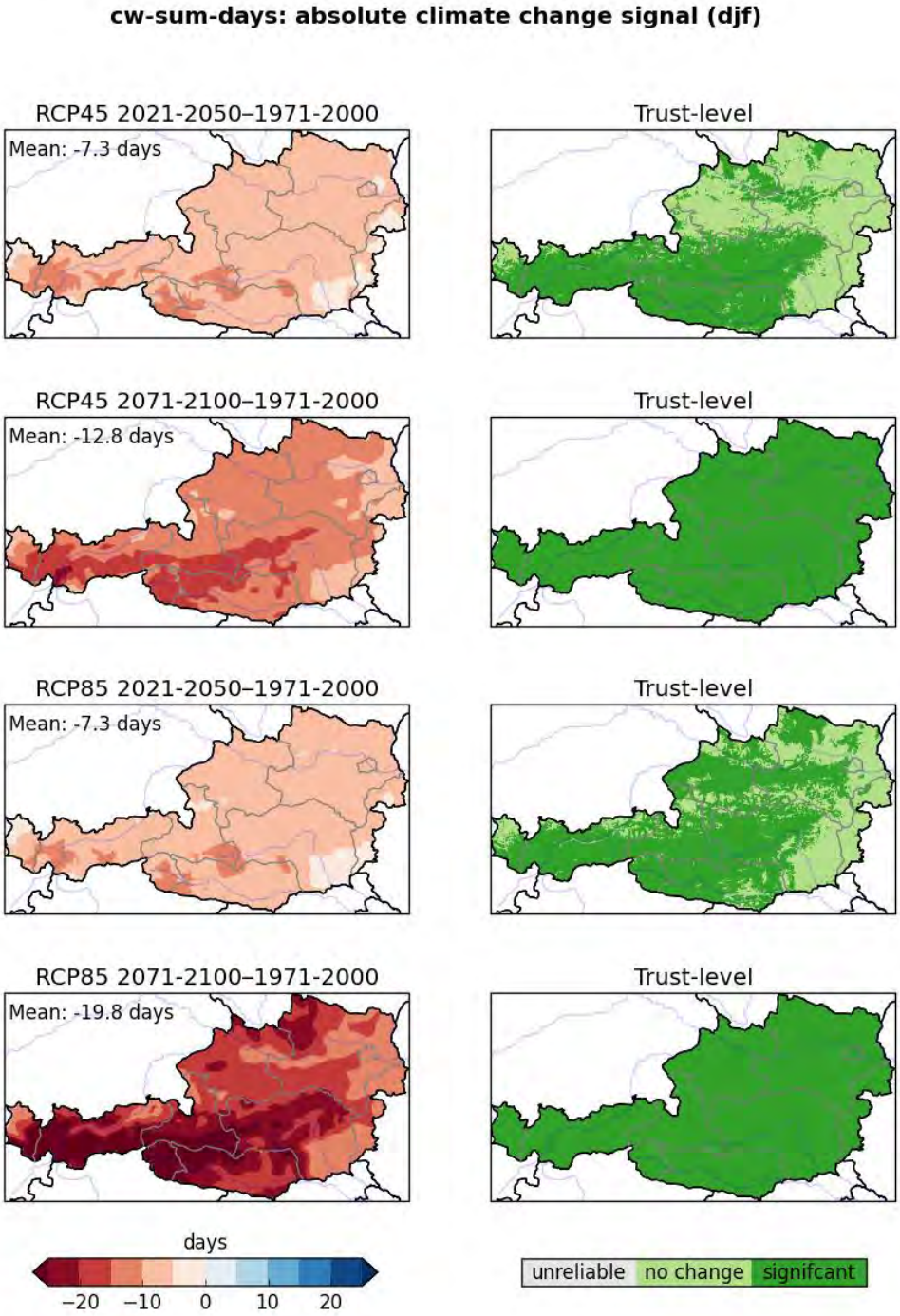
cw-sum-days: absolute climate change signal (annual)



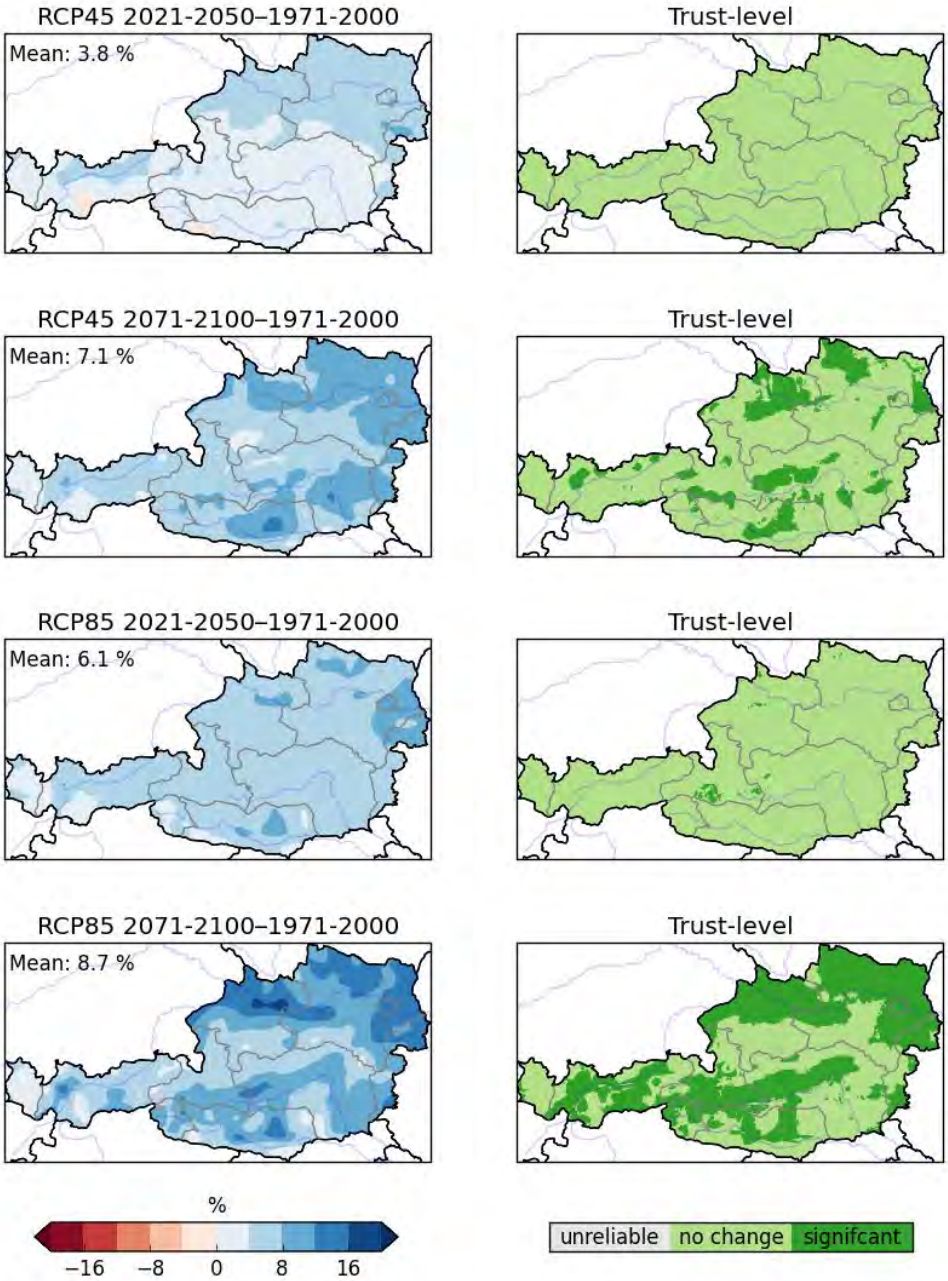

cw-sum-days: absolute climate change signal (mam)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: -1.0 days
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: -1.8 days
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: -1.1 days
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: -2.9 days
Trust-level
days
−20 −10 0 10 20
unreliable
no change
signifcant

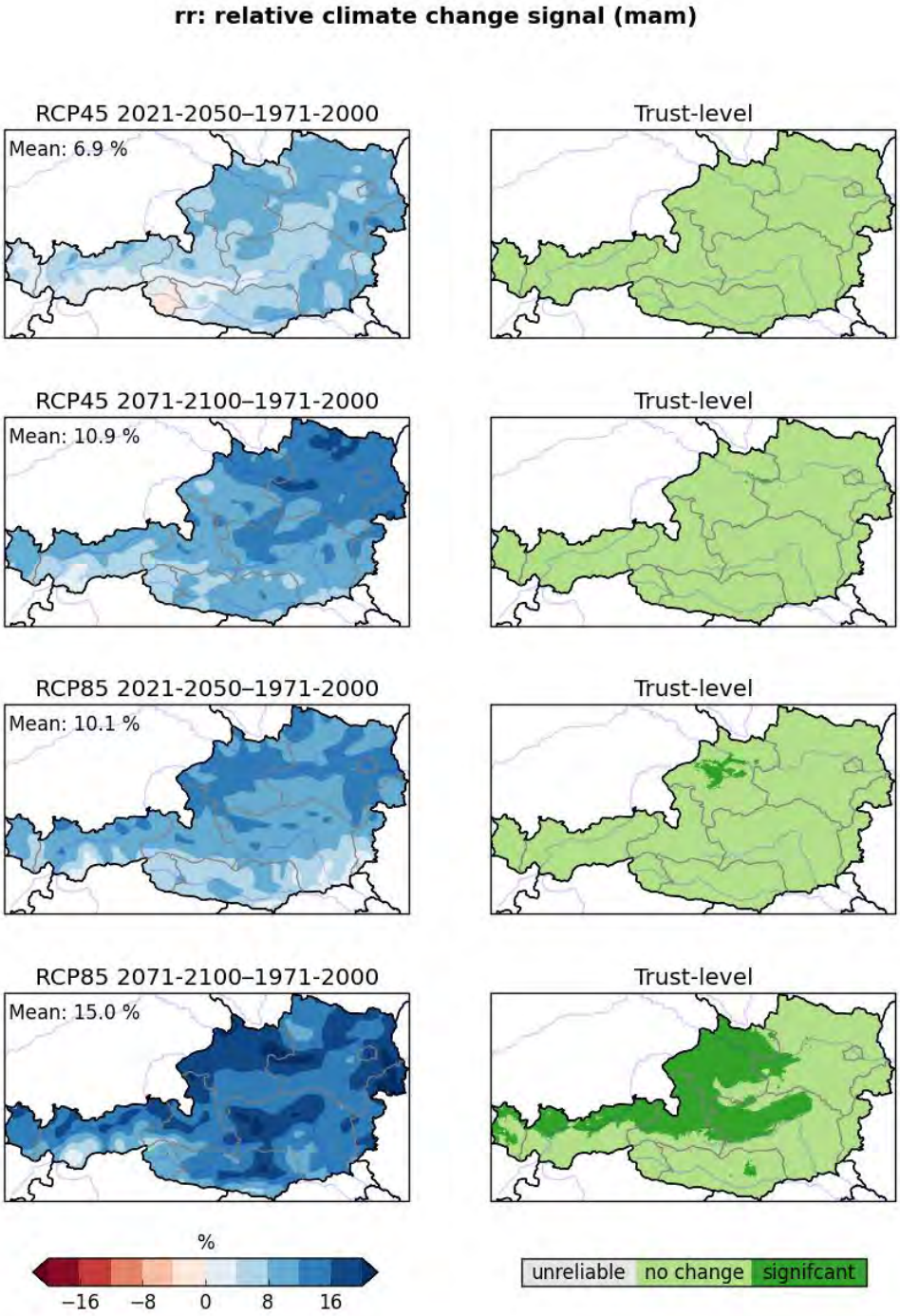

cw-sum-days: absolute climate change signal (jja)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: -0.0 days
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: -0.0 days
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: -0.0 days
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: -0.0 days
Trust-level
days
−20 −10 0 10 20
unreliable
no change
signifcant


cw-sum-days: absolute climate change signal (son)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: -1.3 days
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: -2.0 days
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: -1.5 days
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: -2.8 days
Trust-level
days
−20 −10 0 10 20
unreliable
no change
signifcant

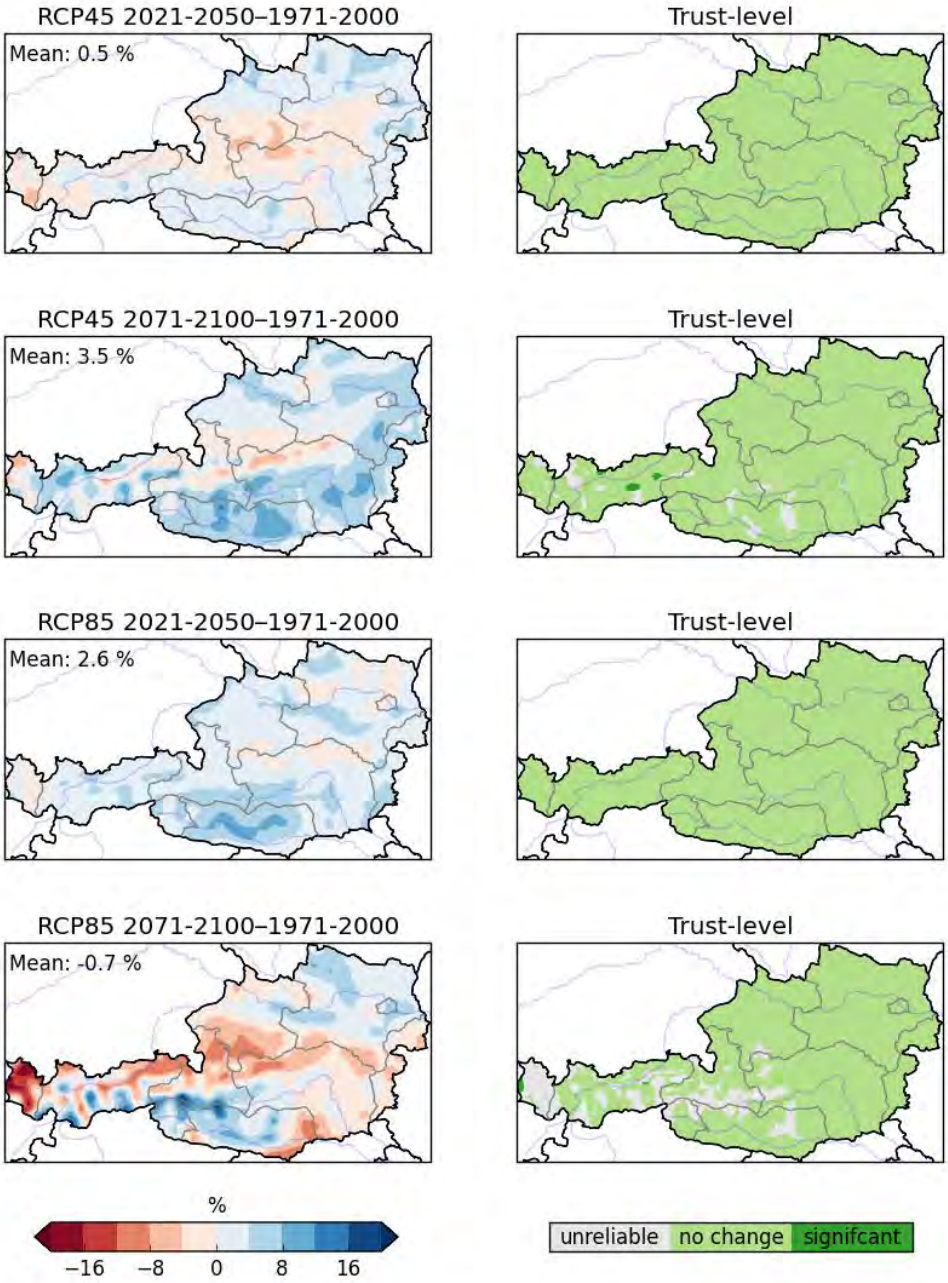

cw-sum-days: absolute climate change signal (djf)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: -7.3 days
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: -12.8 days
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: -7.3 days
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: -19.8 days
Trust-level
days
−20 −10 0 10 20
unreliable
no change
signifcant

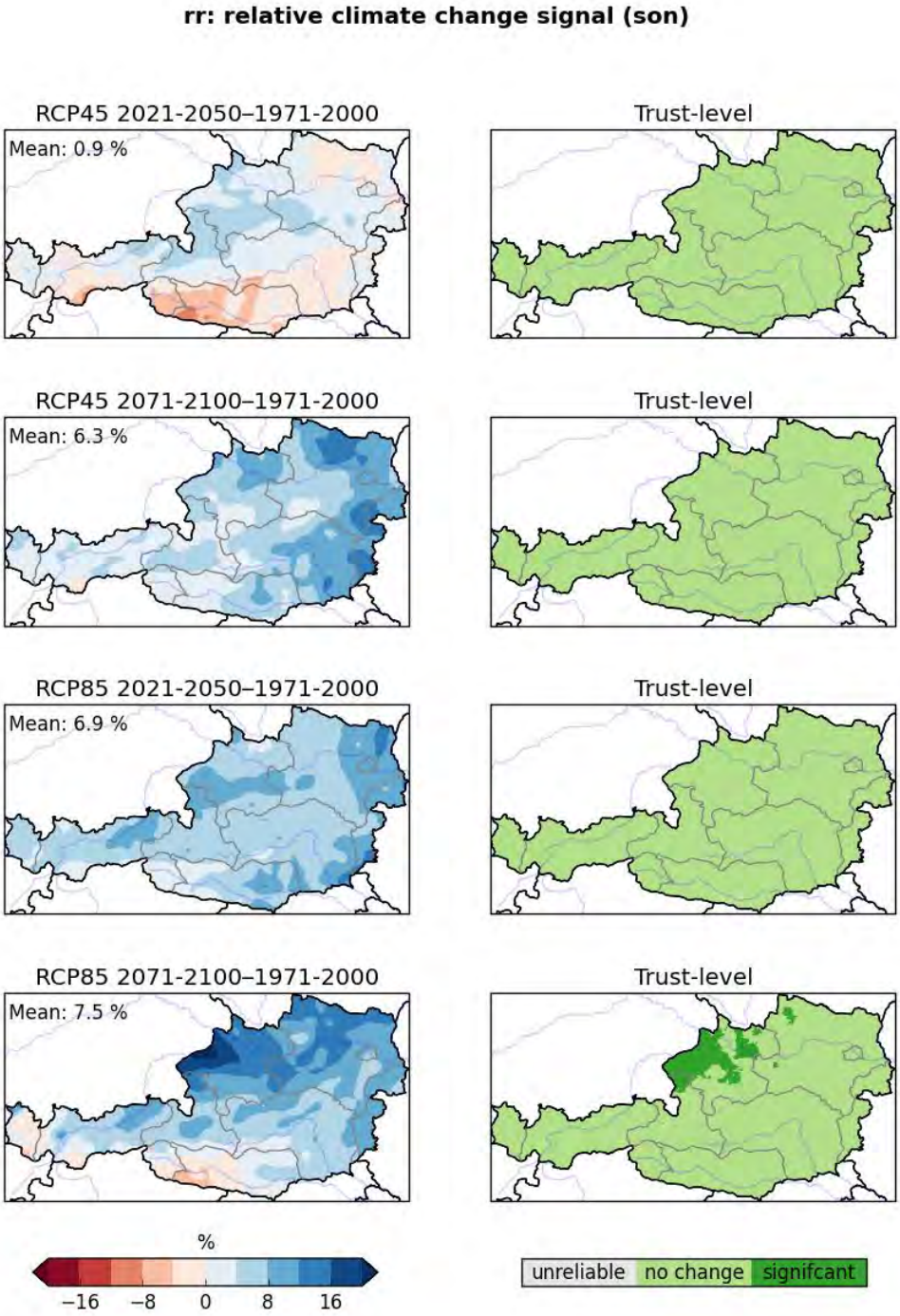
rr: relative climate change signal (annual)

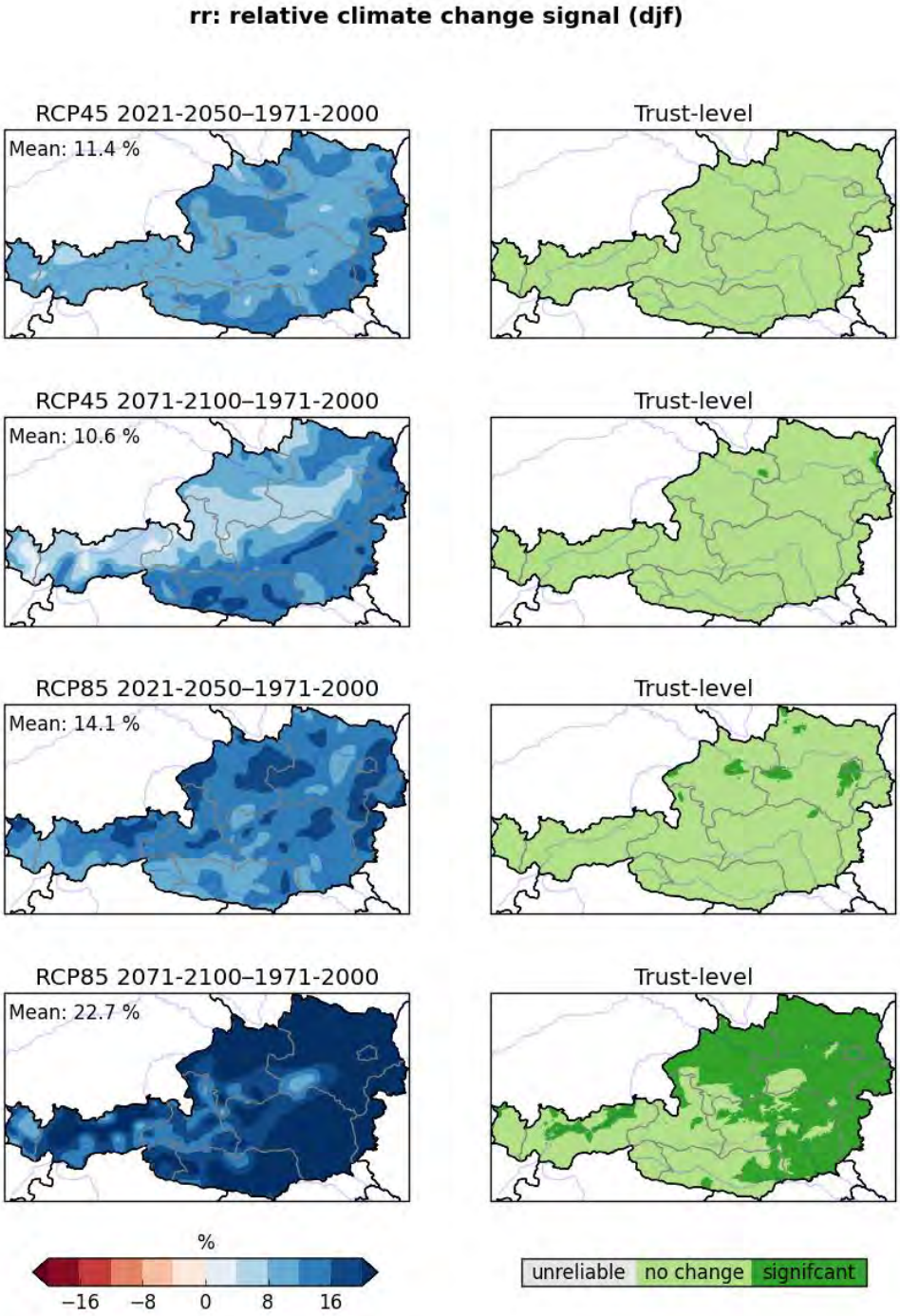



rr: relative climate change signal (mam)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: 6.9 %
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: 10.9 %
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: 10.1 %
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: 15.0 %
Trust-level
%
−16 −8 0 8 16
unreliable
no change
signifcant

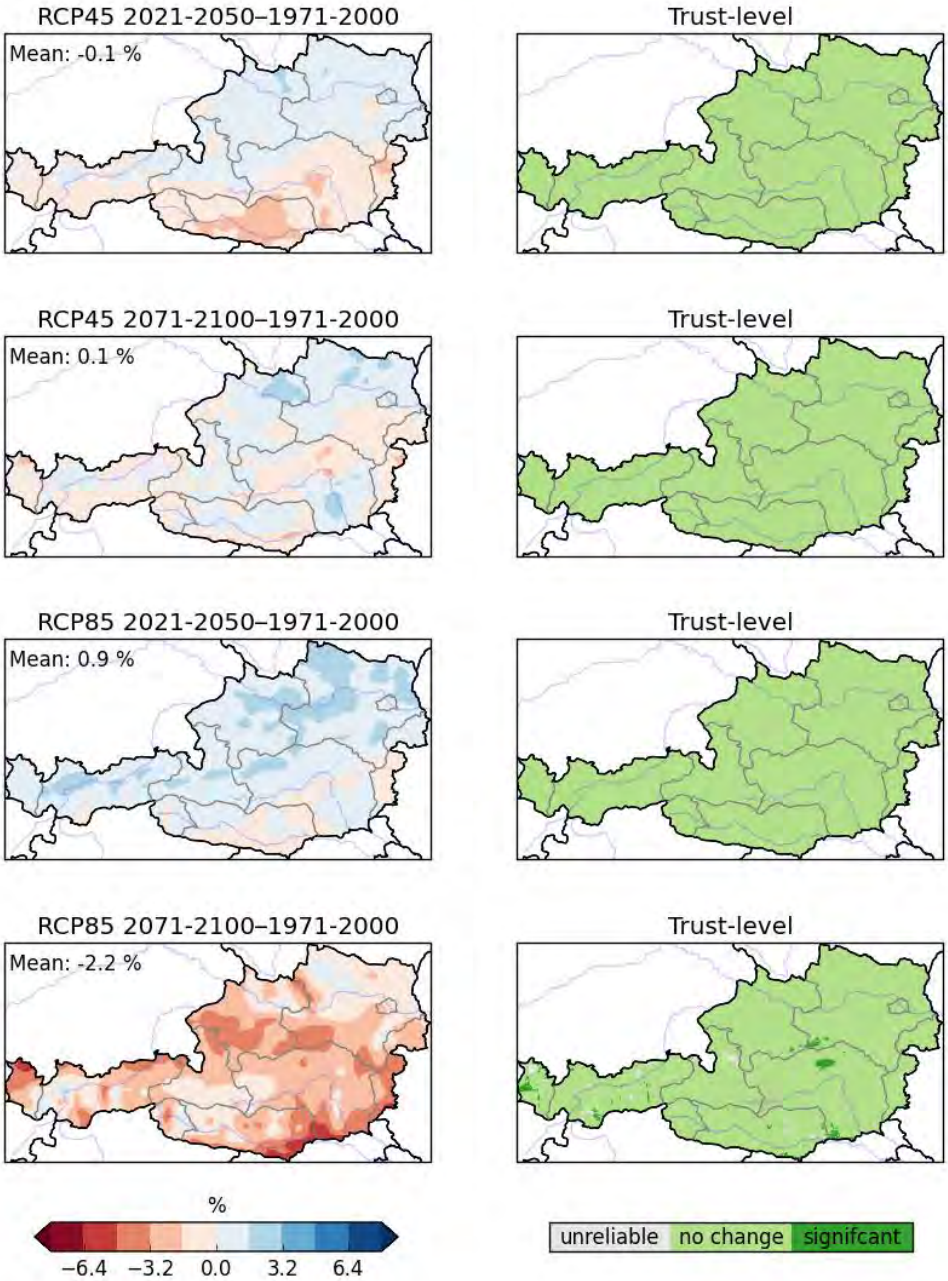
rr: relative climate change signal (jja)



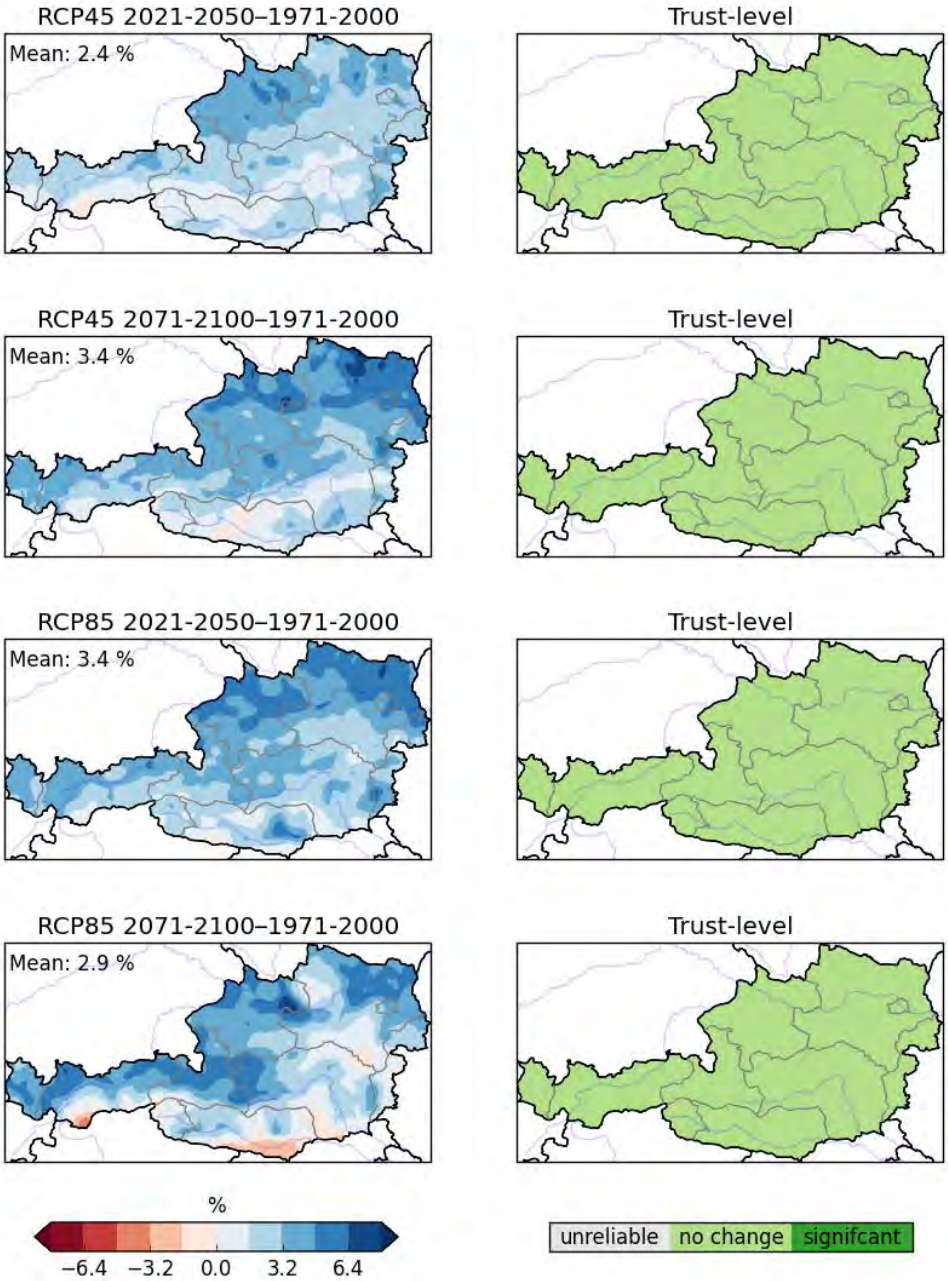

rr: relative climate change signal (son)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: 0.9 %
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: 6.3 %
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: 6.9 %
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: 7.5 %
Trust-level
%
−16 −8 0 8 16
unreliable
no change
signifcant


rr: relative climate change signal (djf)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: 11.4 %
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: 10.6 %
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: 14.1 %
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: 22.7 %
Trust-level
%
−16 −8 0 8 16
unreliable
no change
signifcant

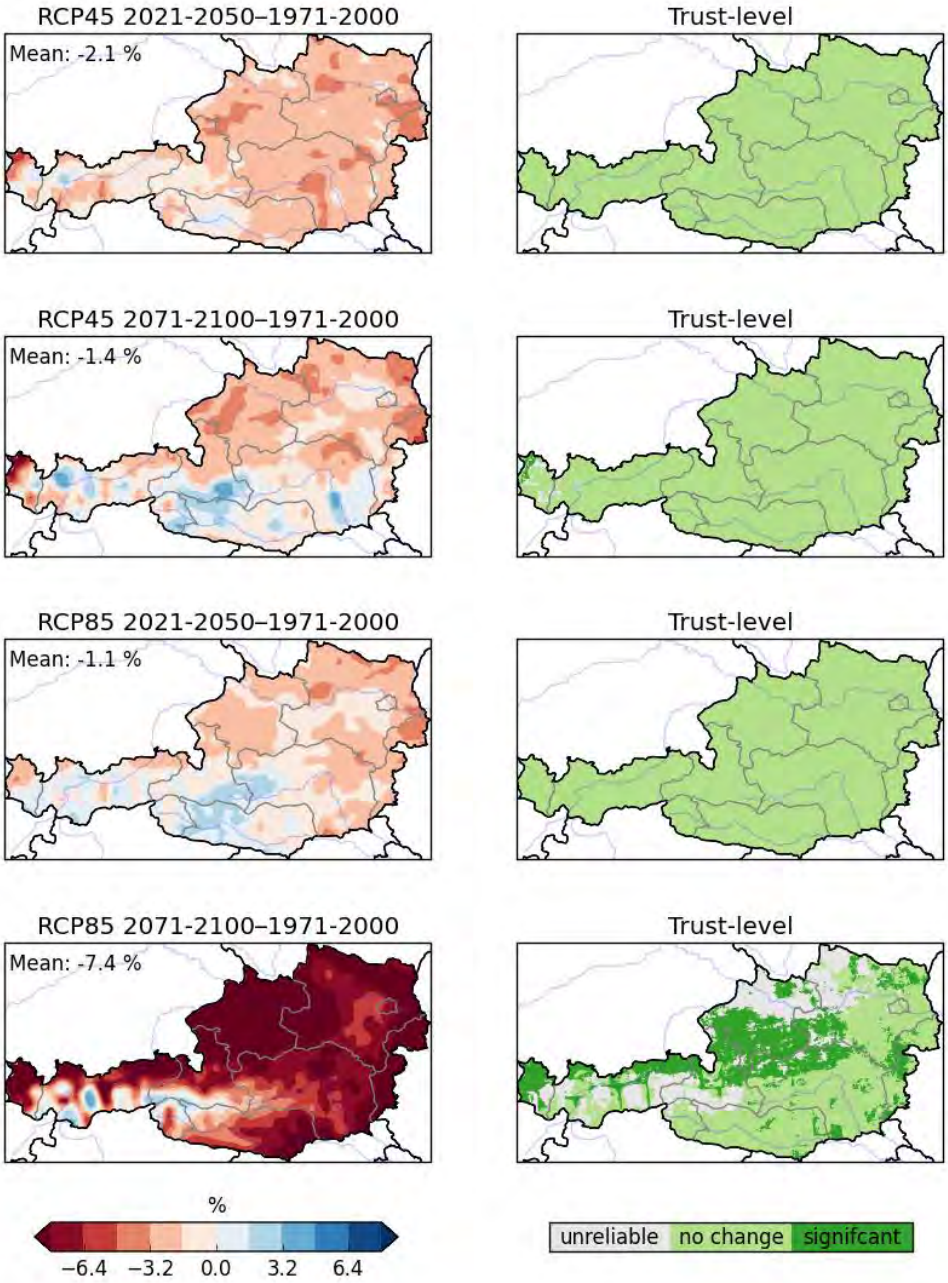
rr1: relative climate change signal (annual)

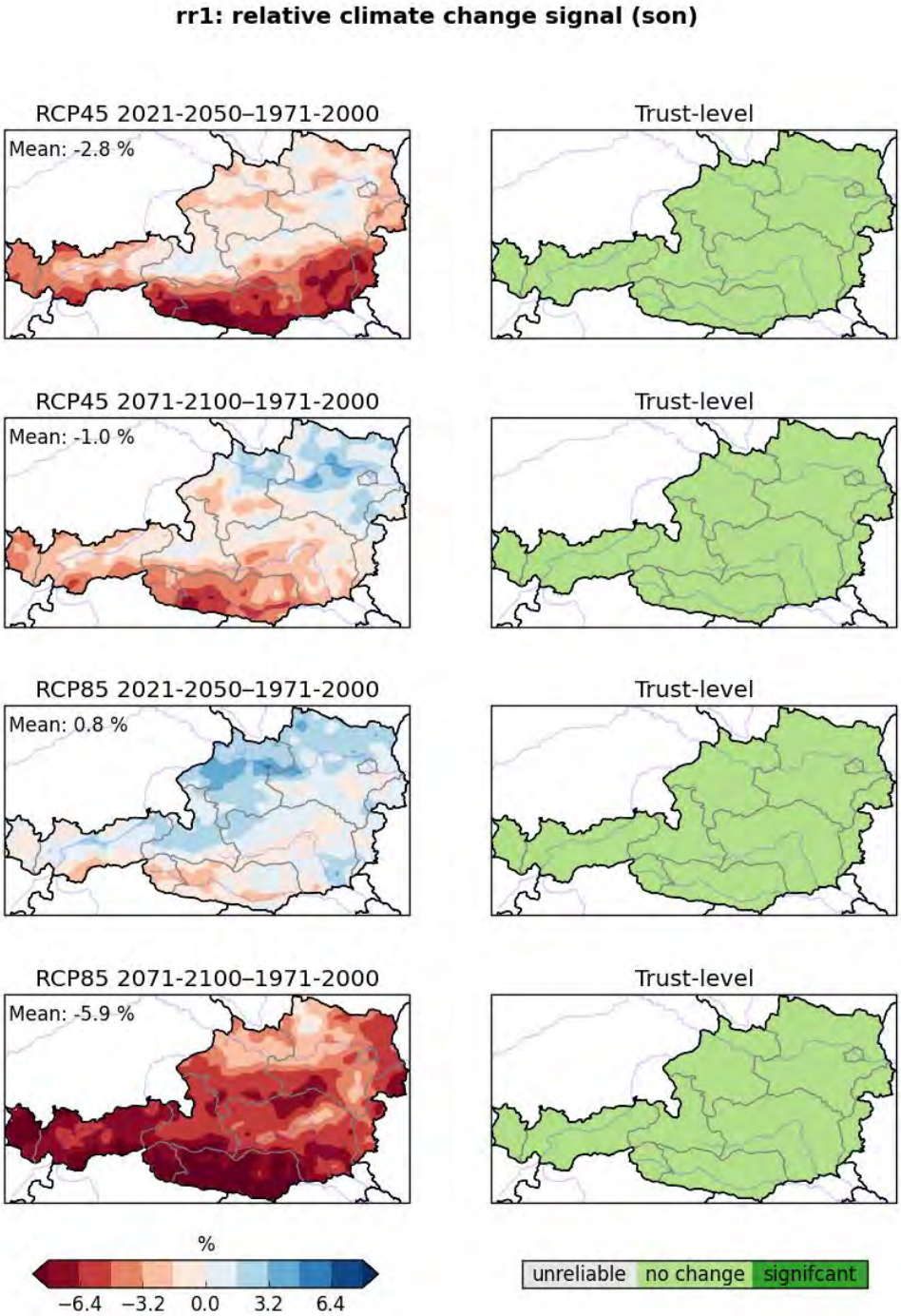


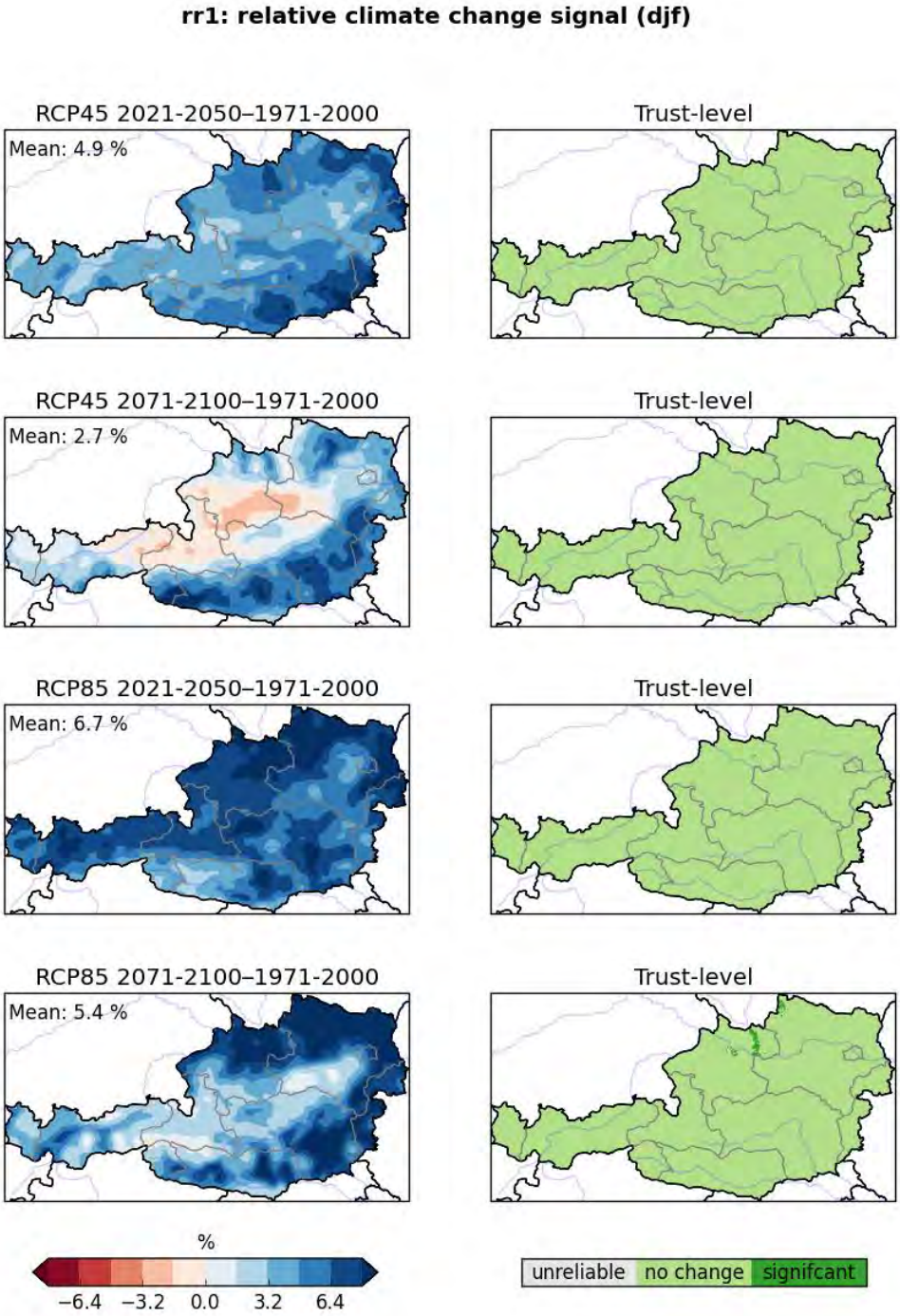
rr1: relative climate change signal (mam)

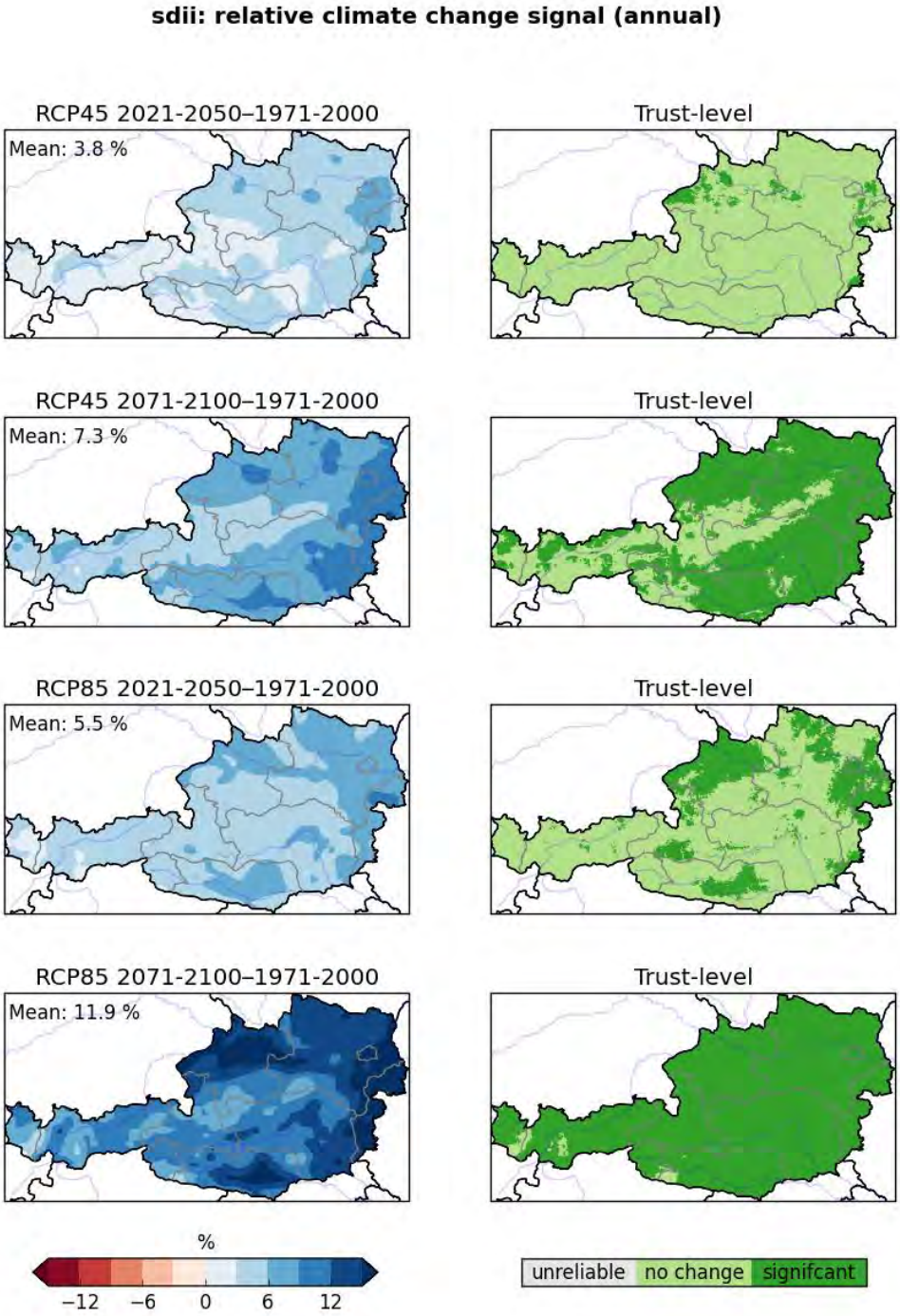


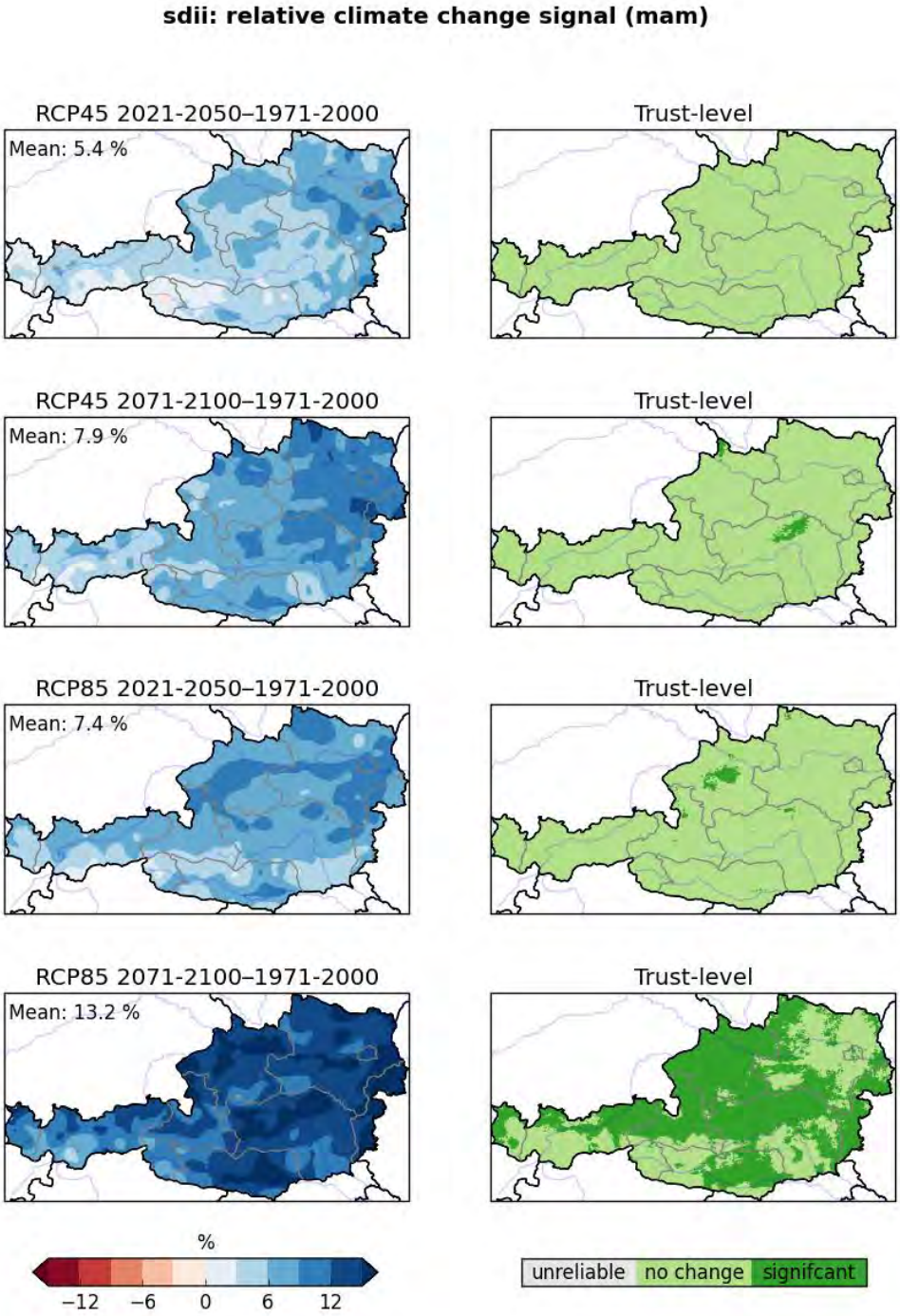
rr1: relative climate change signal (jja)

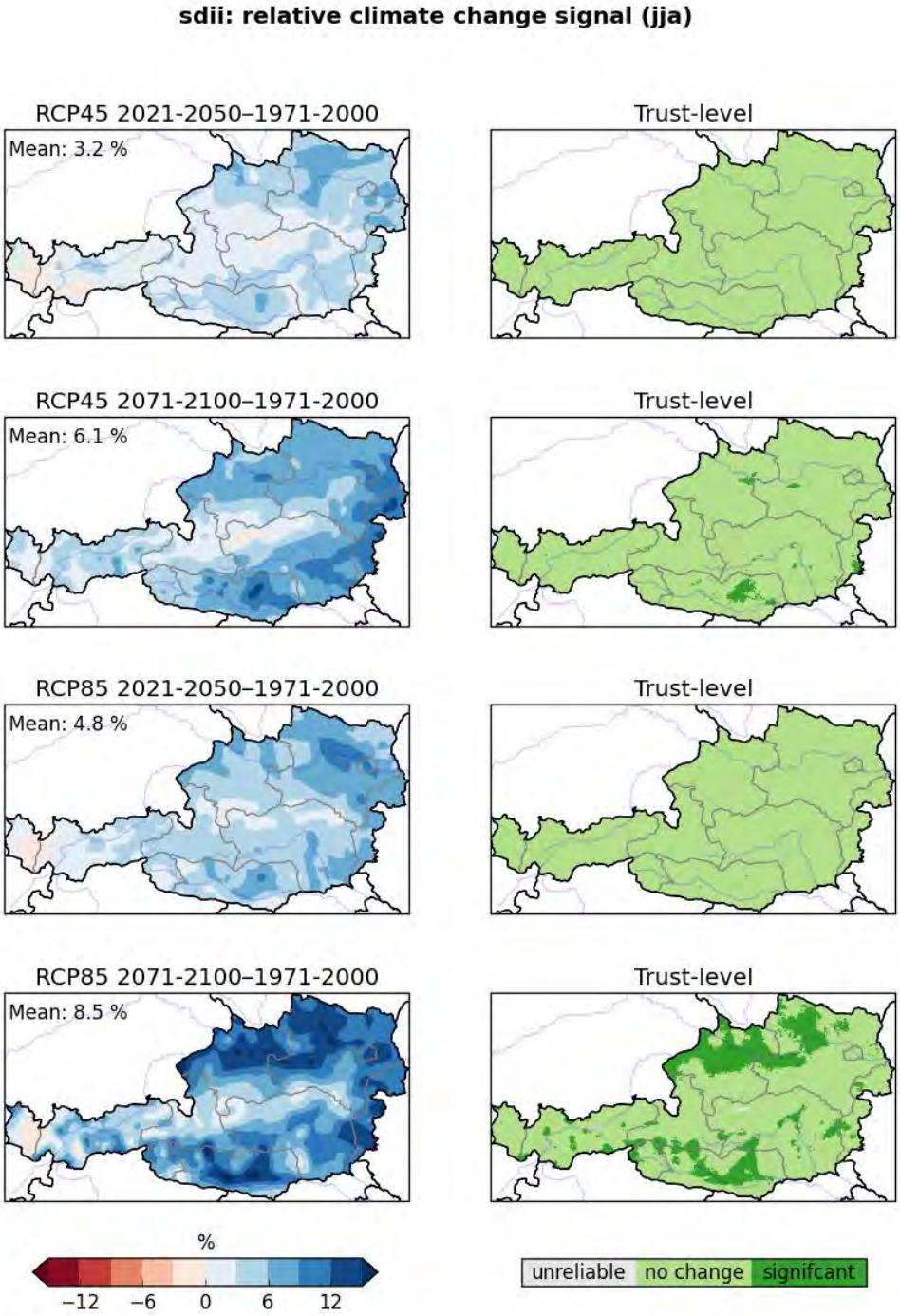



rr1: relative climate change signal (son)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: -2.8 %
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: -1.0 %
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: 0.8 %
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: -5.9 %
Trust-level
%
−6.4 −3.2 0.0 3.2 6.4
unreliable
no change
signifcant

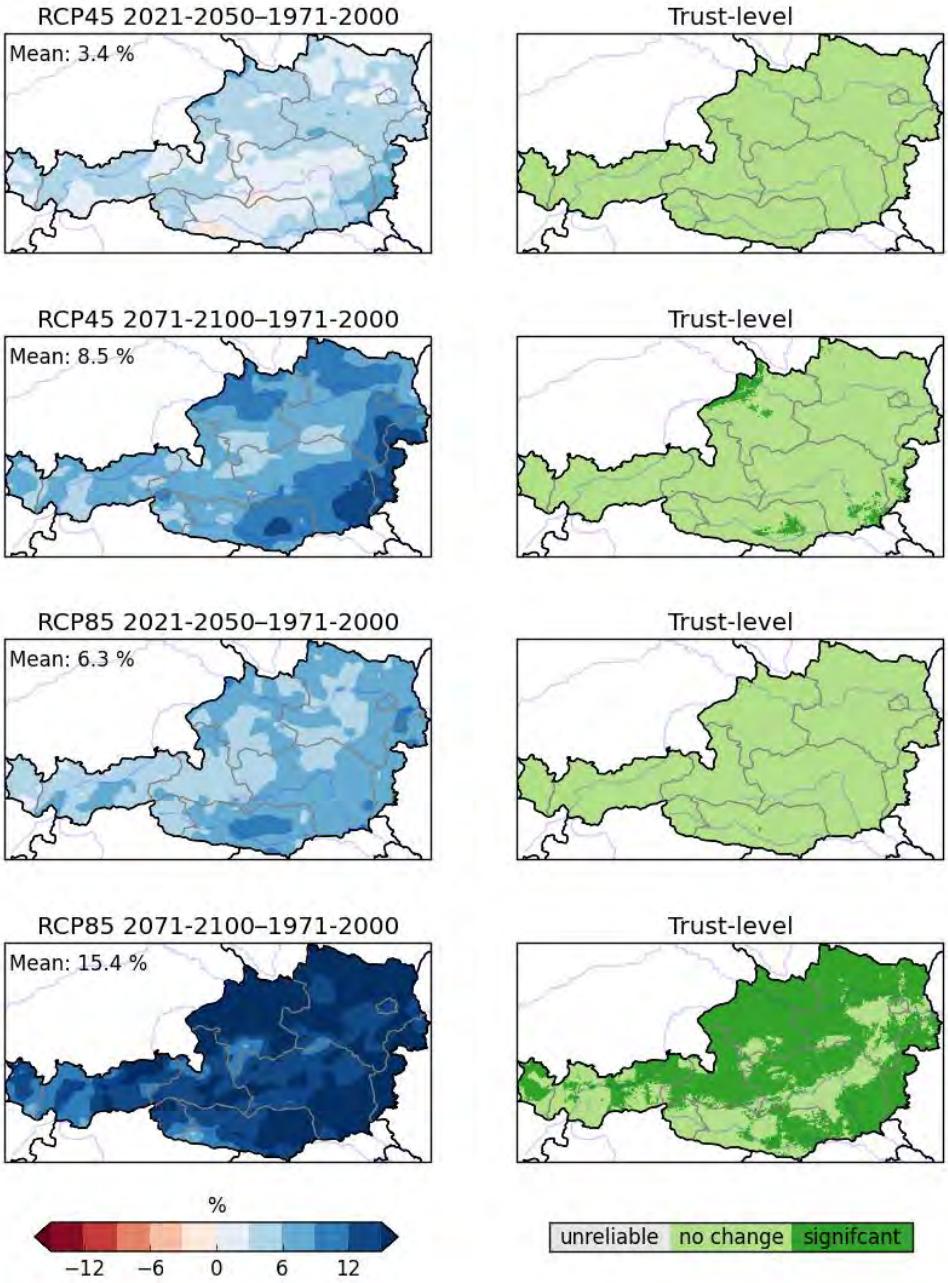

rr1: relative climate change signal (djf)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: 4.9 %
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: 2.7 %
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: 6.7 %
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: 5.4 %
Trust-level
%
−6.4 −3.2 0.0 3.2 6.4
unreliable
no change
signifcant

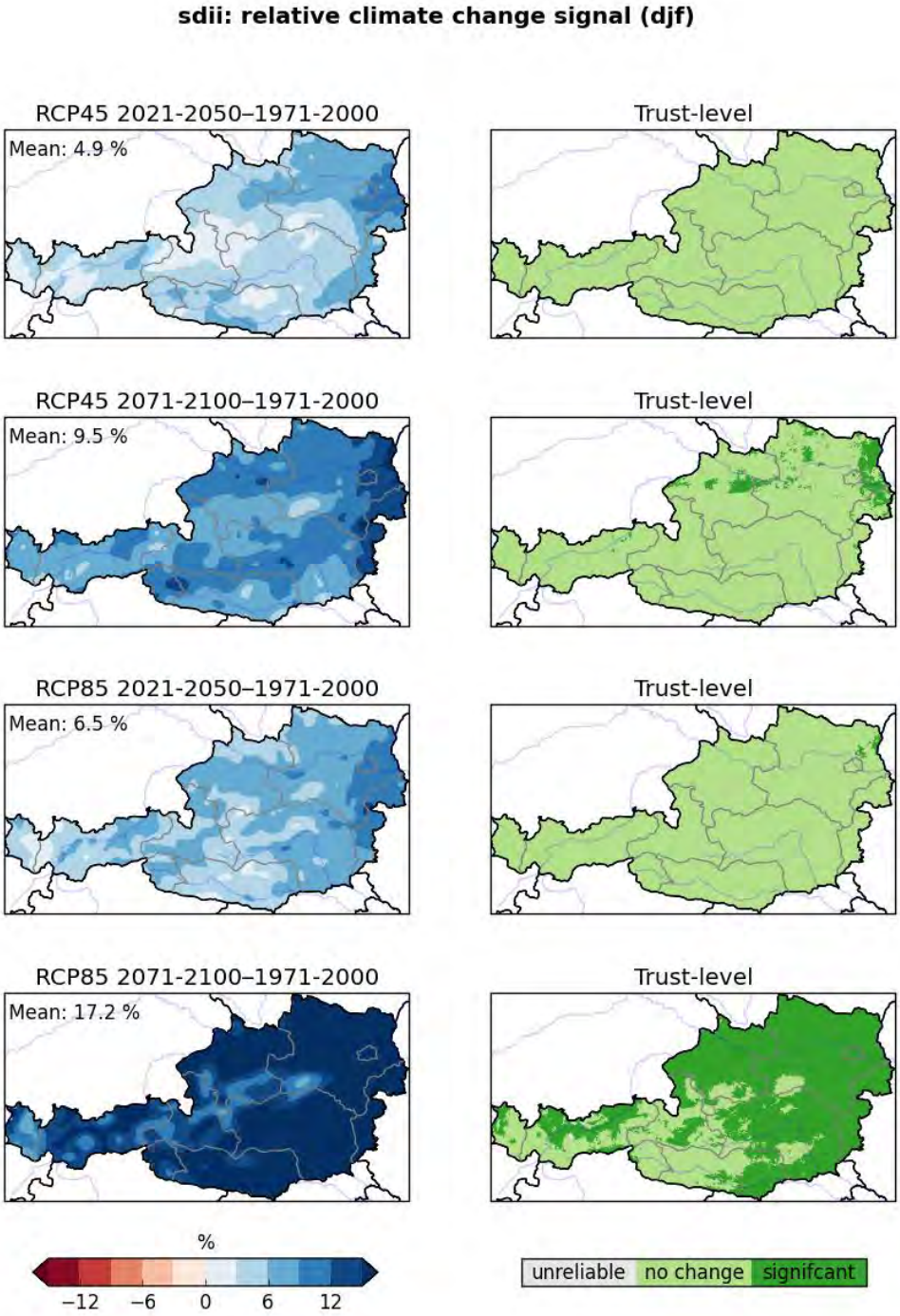

sdii: relative climate change signal (annual)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: 3.8 %
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: 7.3 %
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: 5.5 %
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: 11.9 %
Trust-level
%
−12 −6 0 6 12
unreliable
no change
signifcant

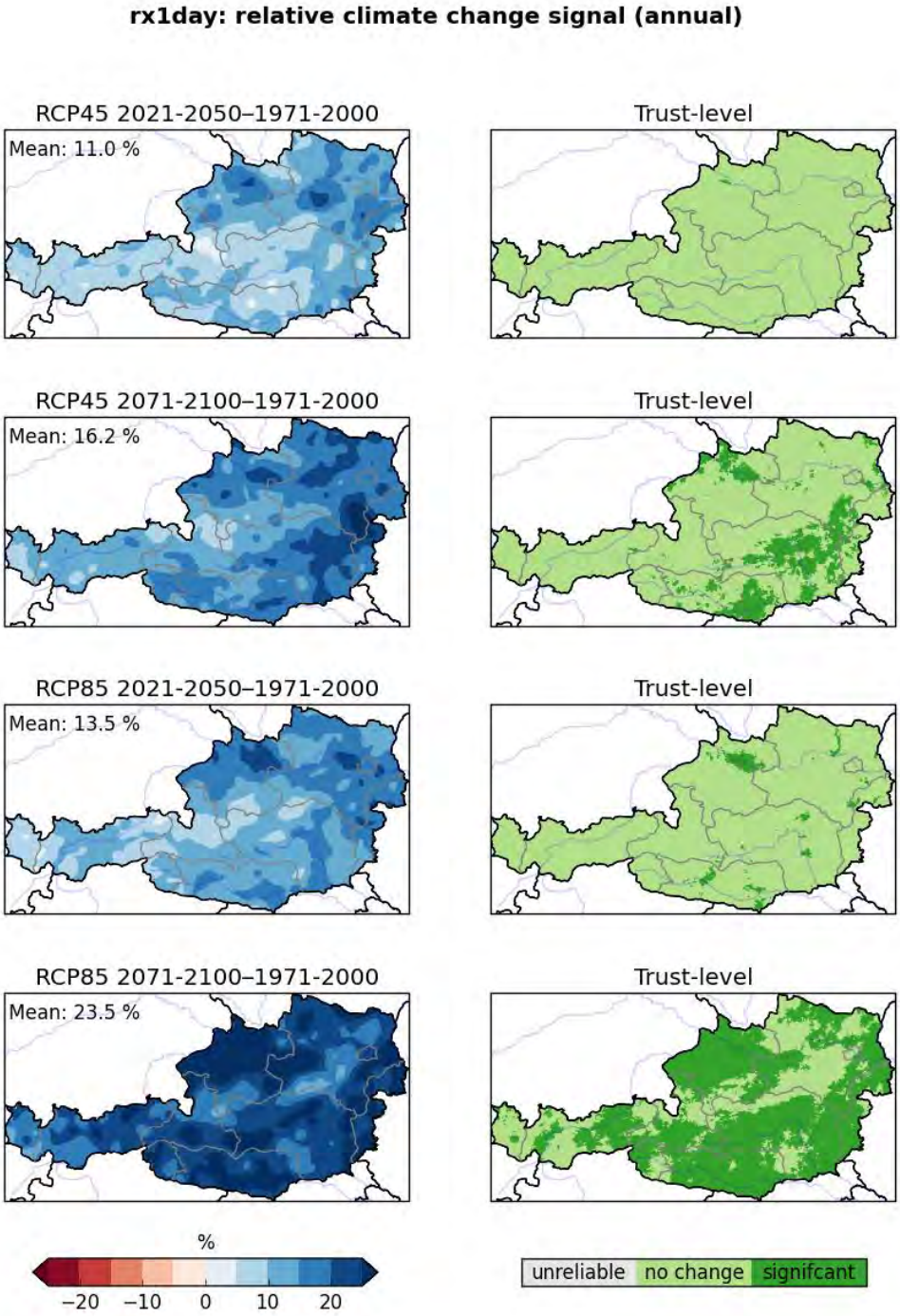

sdii: relative climate change signal (mam)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: 5.4 %
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: 7.9 %
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: 7.4 %
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: 13.2 %
Trust-level
%
−12 −6 0 6 12
unreliable
no change
signifcant

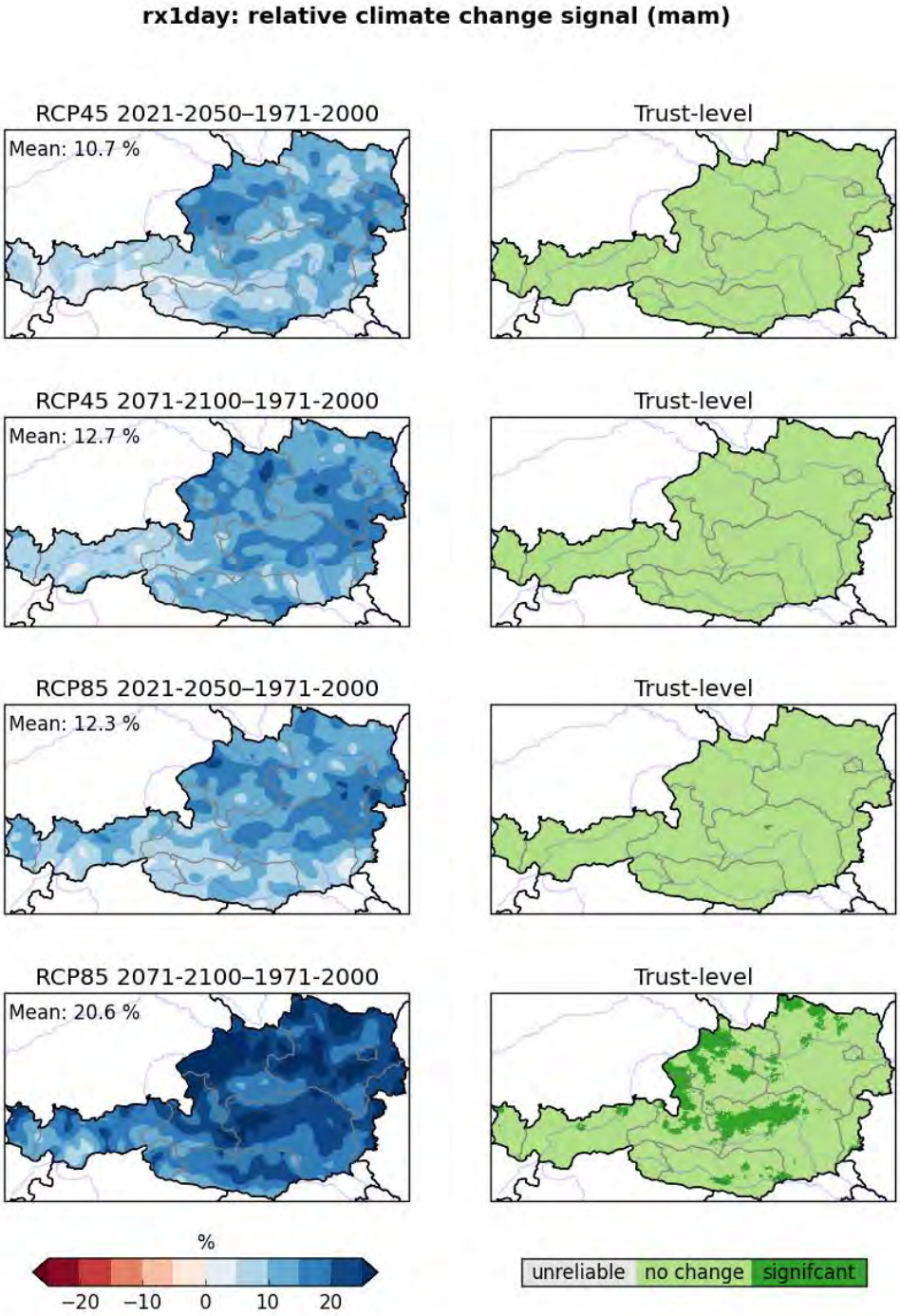

sdii: relative climate change signal (jja)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: 3.2 %
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: 6.1 %
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: 4.8 %
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: 8.5 %
Trust-level
%
−12 −6 0 6 12
unreliable
no change
signifcant

sdii: relative climate change signal (son)

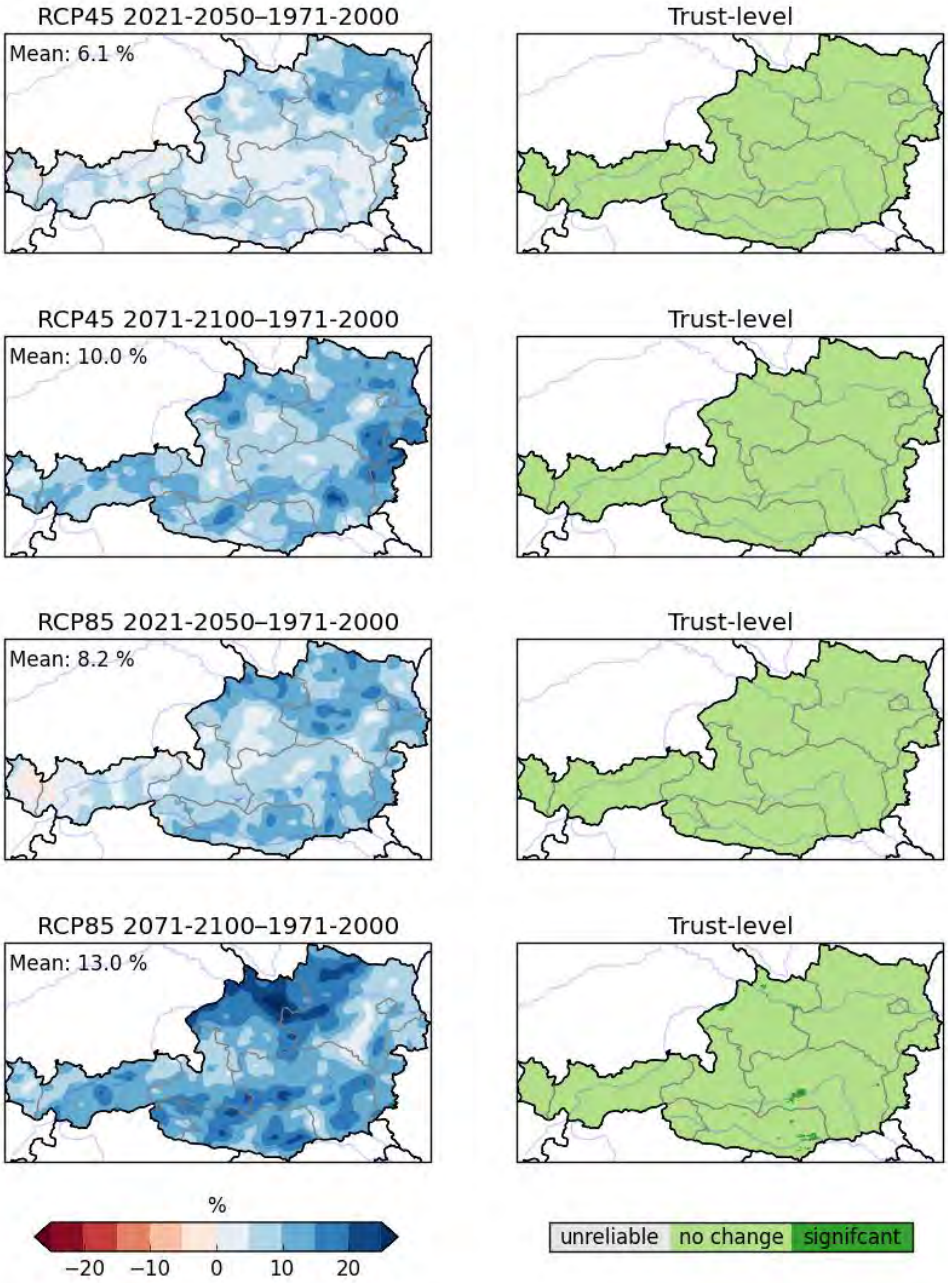


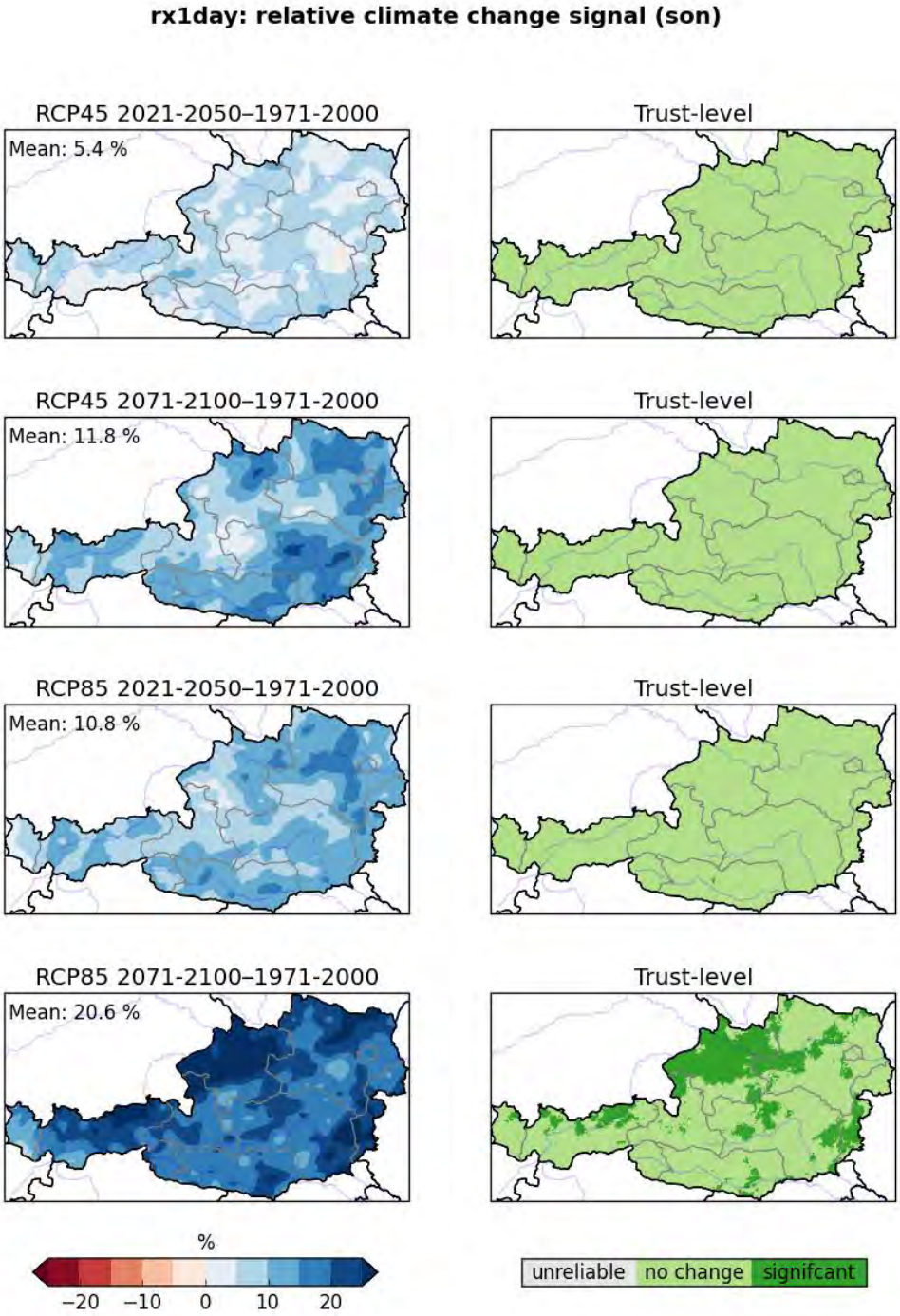

sdii: relative climate change signal (djf)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: 4.9 %
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: 9.5 %
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: 6.5 %
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: 17.2 %
Trust-level
%
−12 −6 0 6 12
unreliable
no change
signifcant

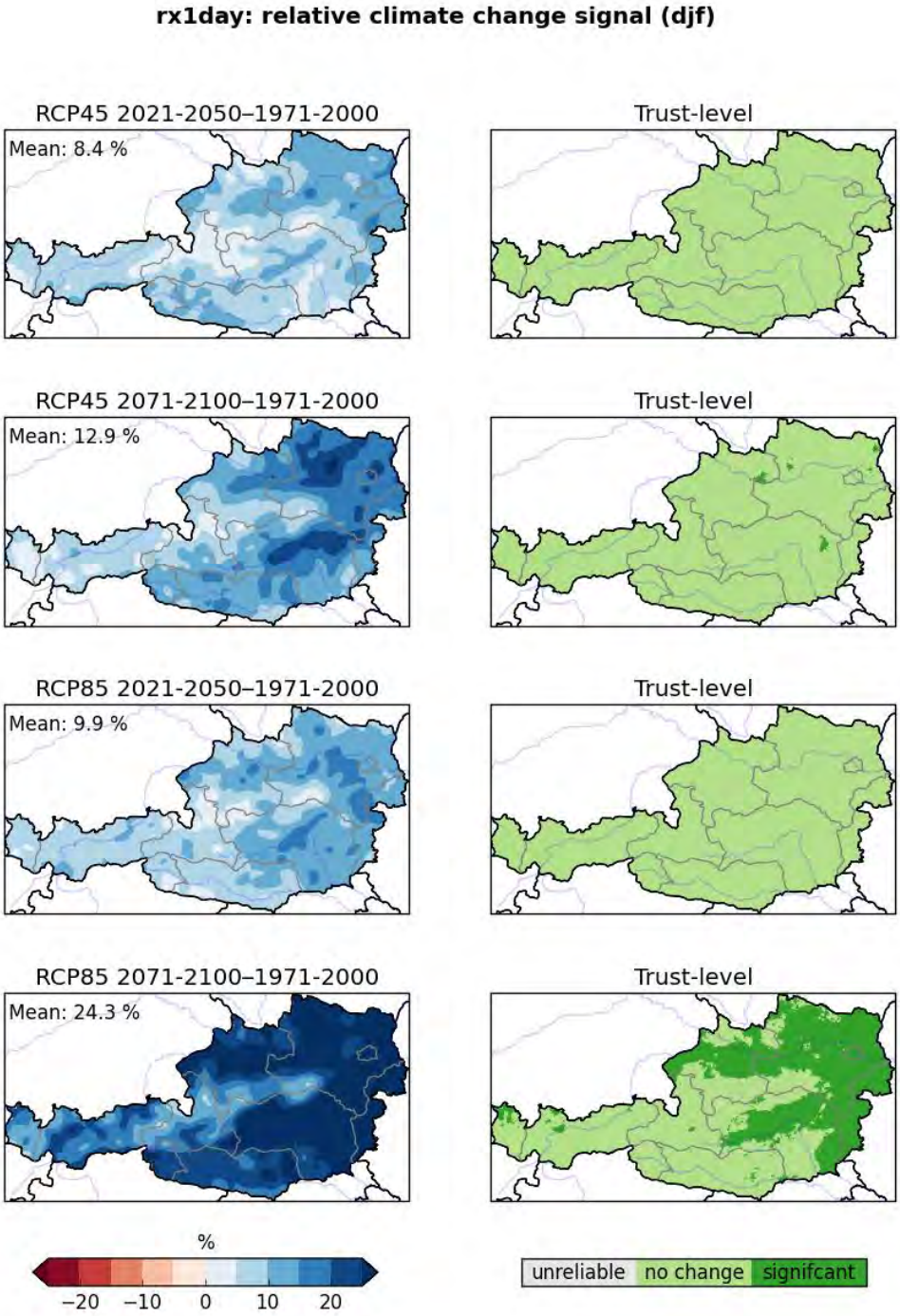

rx1day: relative climate change signal (annual)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: 11.0 %
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: 16.2 %
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: 13.5 %
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: 23.5 %
Trust-level
%
−20 −10 0 10 20
unreliable
no change
signifcant

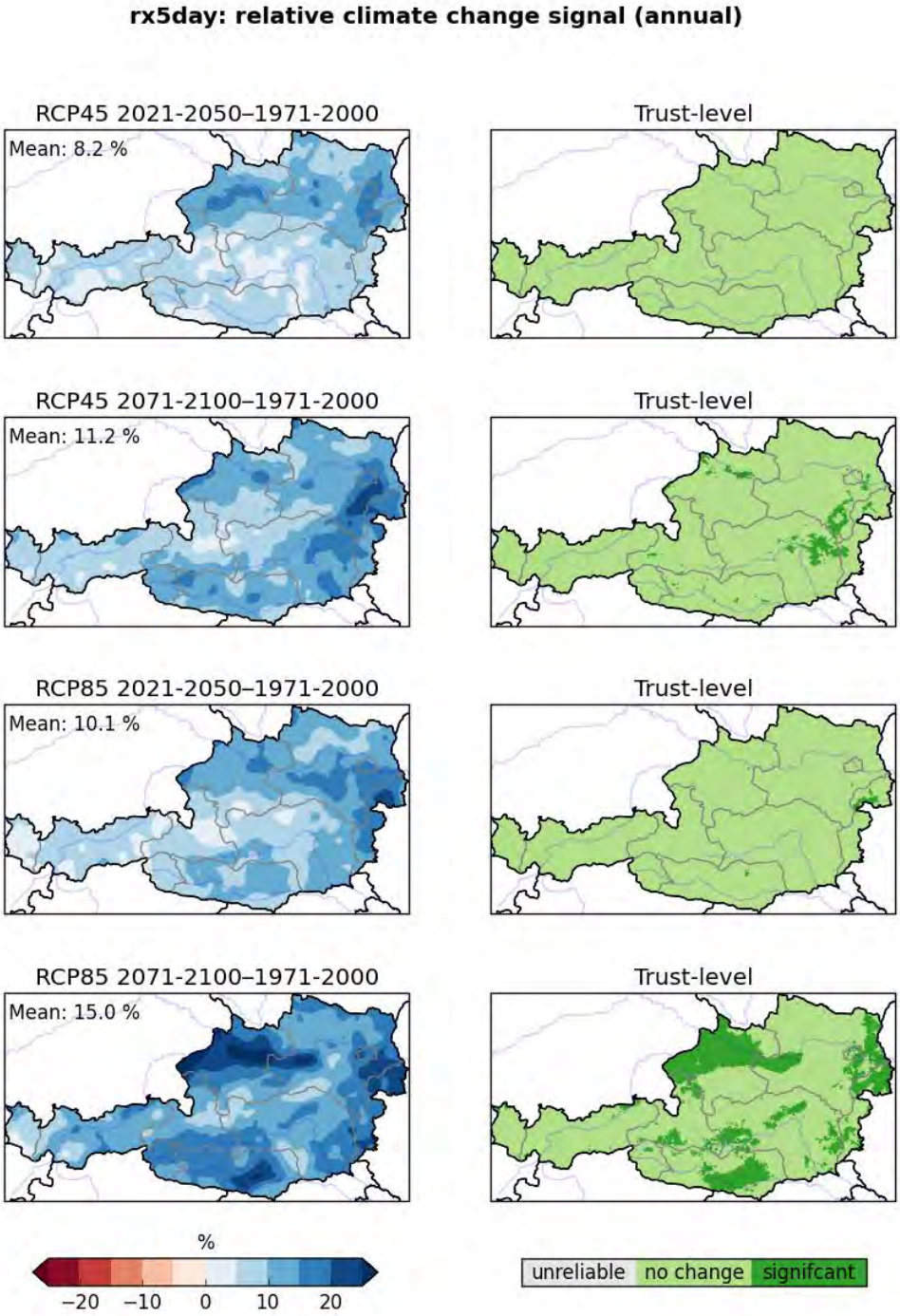

rx1day: relative climate change signal (mam)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: 10.7 %
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: 12.7 %
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: 12.3 %
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: 20.6 %
Trust-level
%
−20 −10 0 10 20
unreliable
no change
signifcant

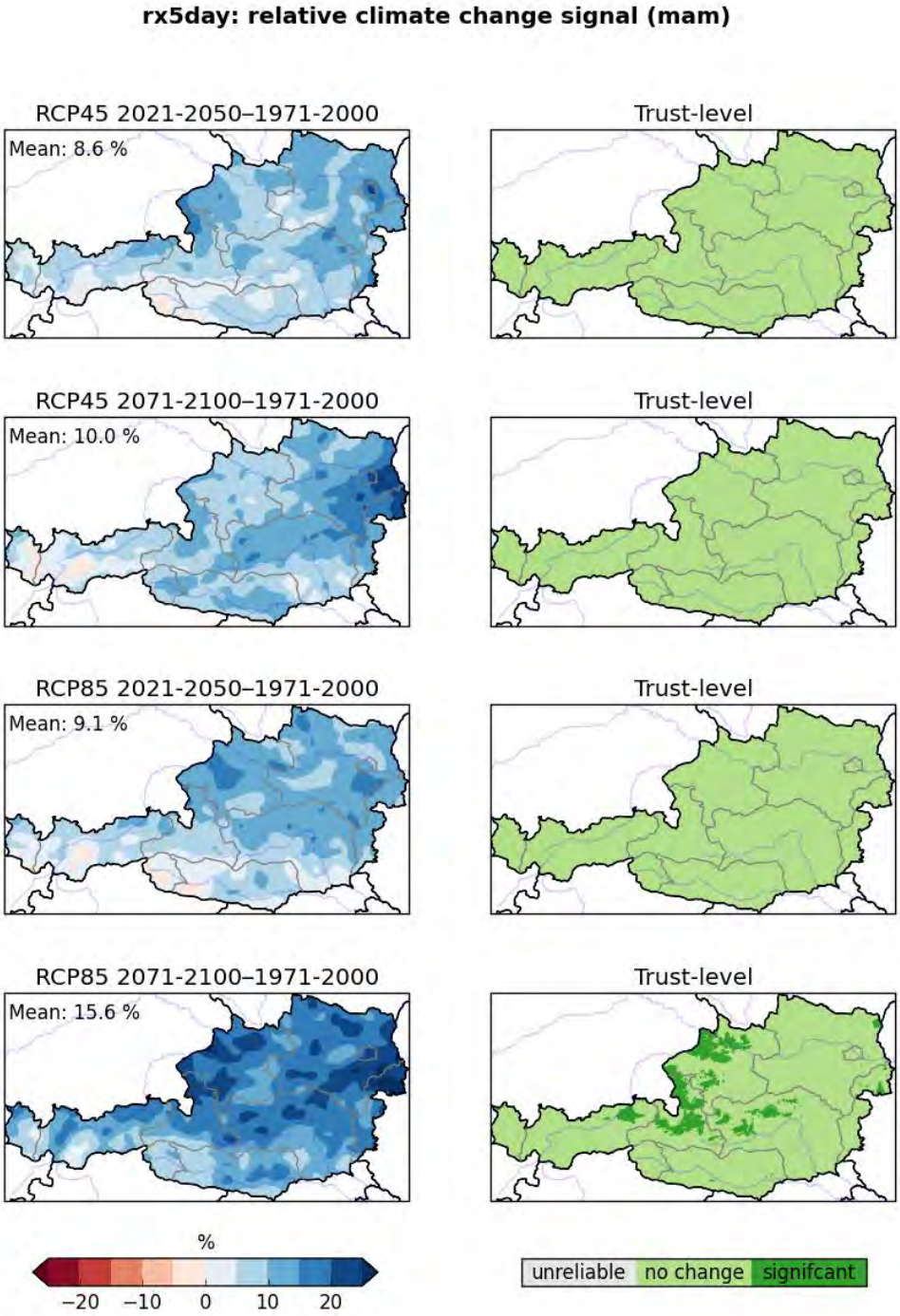
rx1day: relative climate change signal (jja)

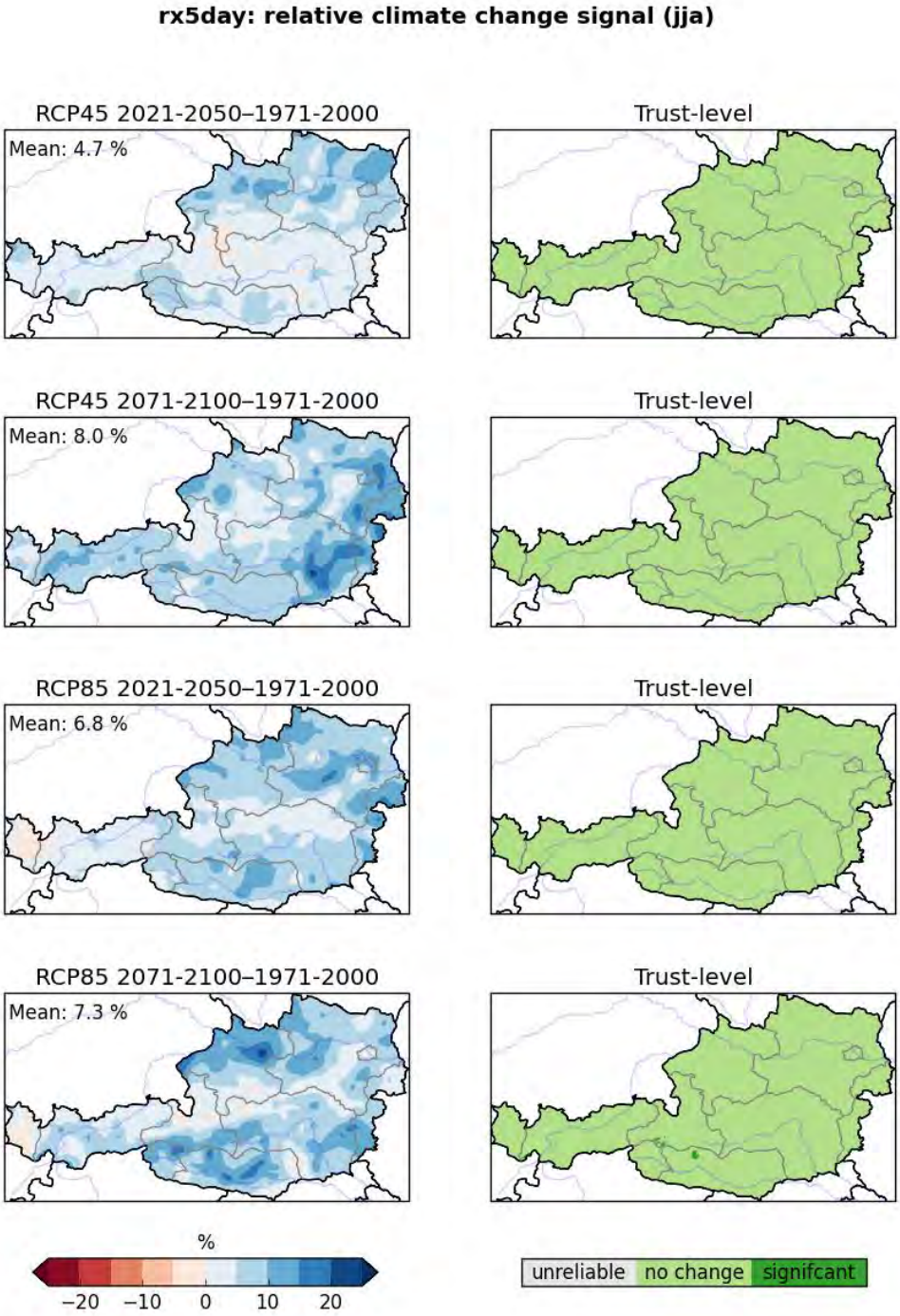



rx1day: relative climate change signal (son)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: 5.4 %
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: 11.8 %
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: 10.8 %
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: 20.6 %
Trust-level
%
−20 −10 0 10 20
unreliable
no change
signifcant

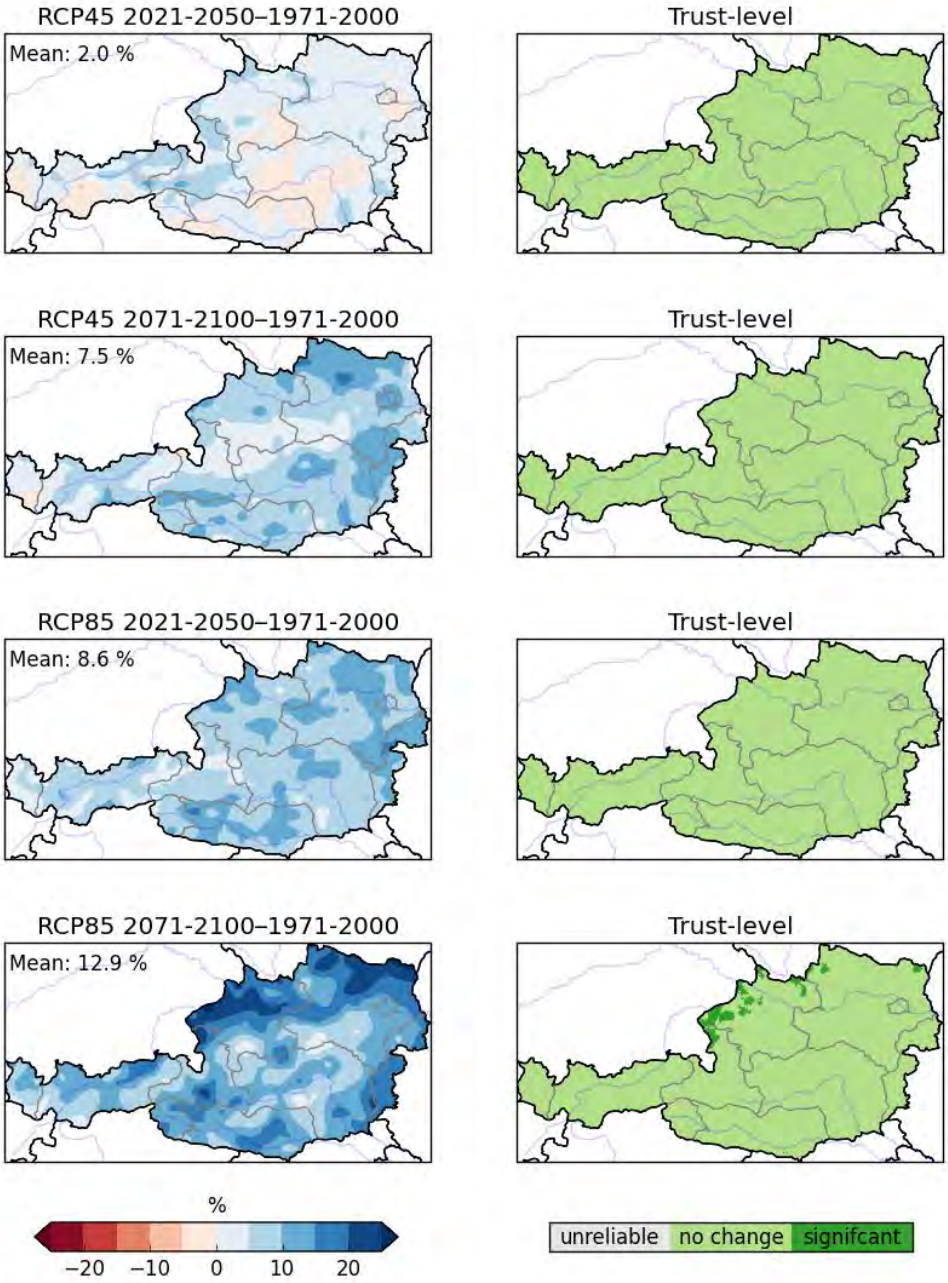

rx1day: relative climate change signal (djf)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: 8.4 %
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: 12.9 %
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: 9.9 %
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: 24.3 %
Trust-level
%
−20 −10 0 10 20
unreliable
no change
signifcant

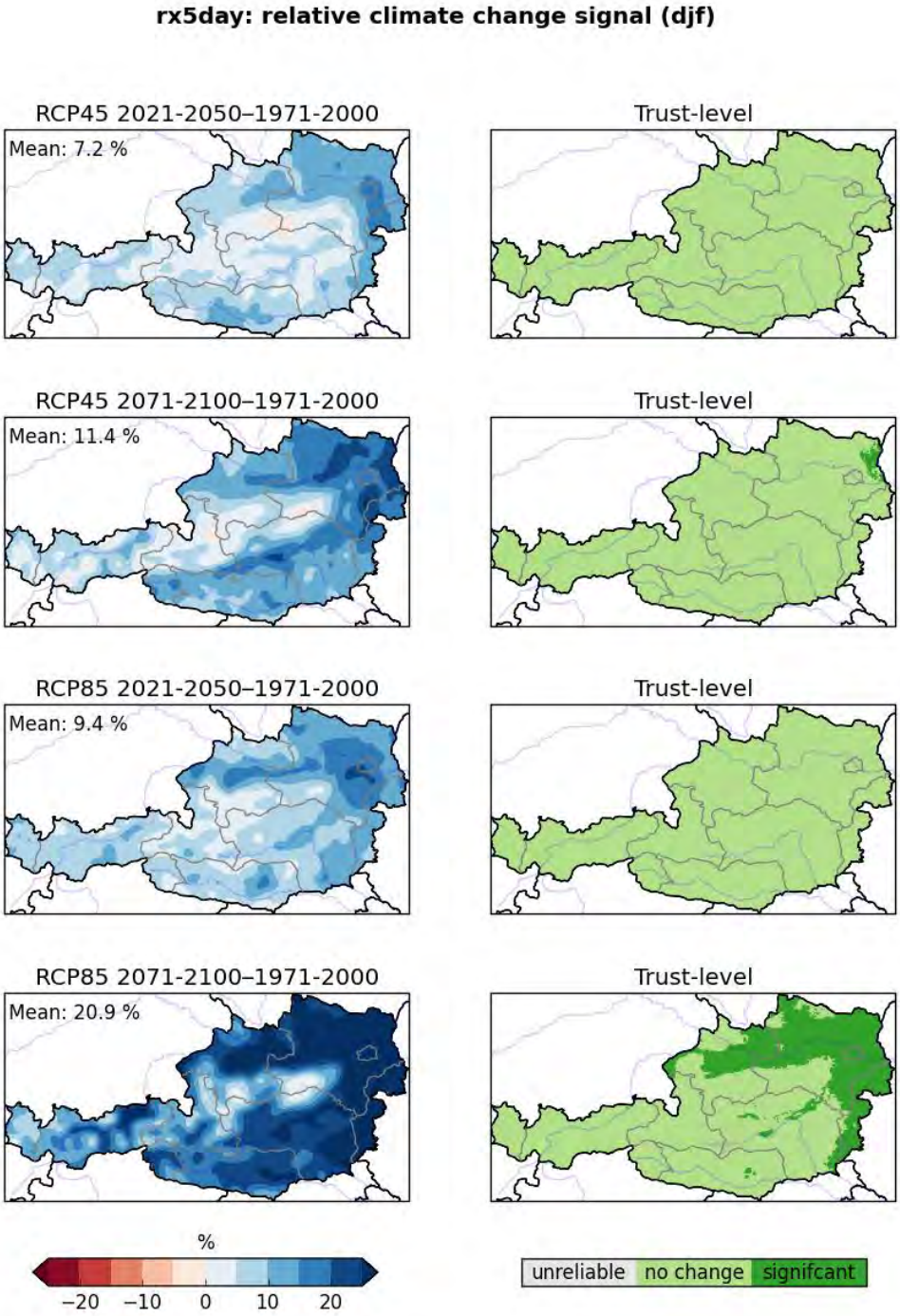

rx5day: relative climate change signal (annual)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: 8.2 %
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: 11.2 %
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: 10.1 %
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: 15.0 %
Trust-level
%
−20 −10 0 10 20
unreliable
no change
signifcant


rx5day: relative climate change signal (mam)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: 8.6 %
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: 10.0 %
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: 9.1 %
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: 15.6 %
Trust-level
%
−20 −10 0 10 20
unreliable
no change
signifcant

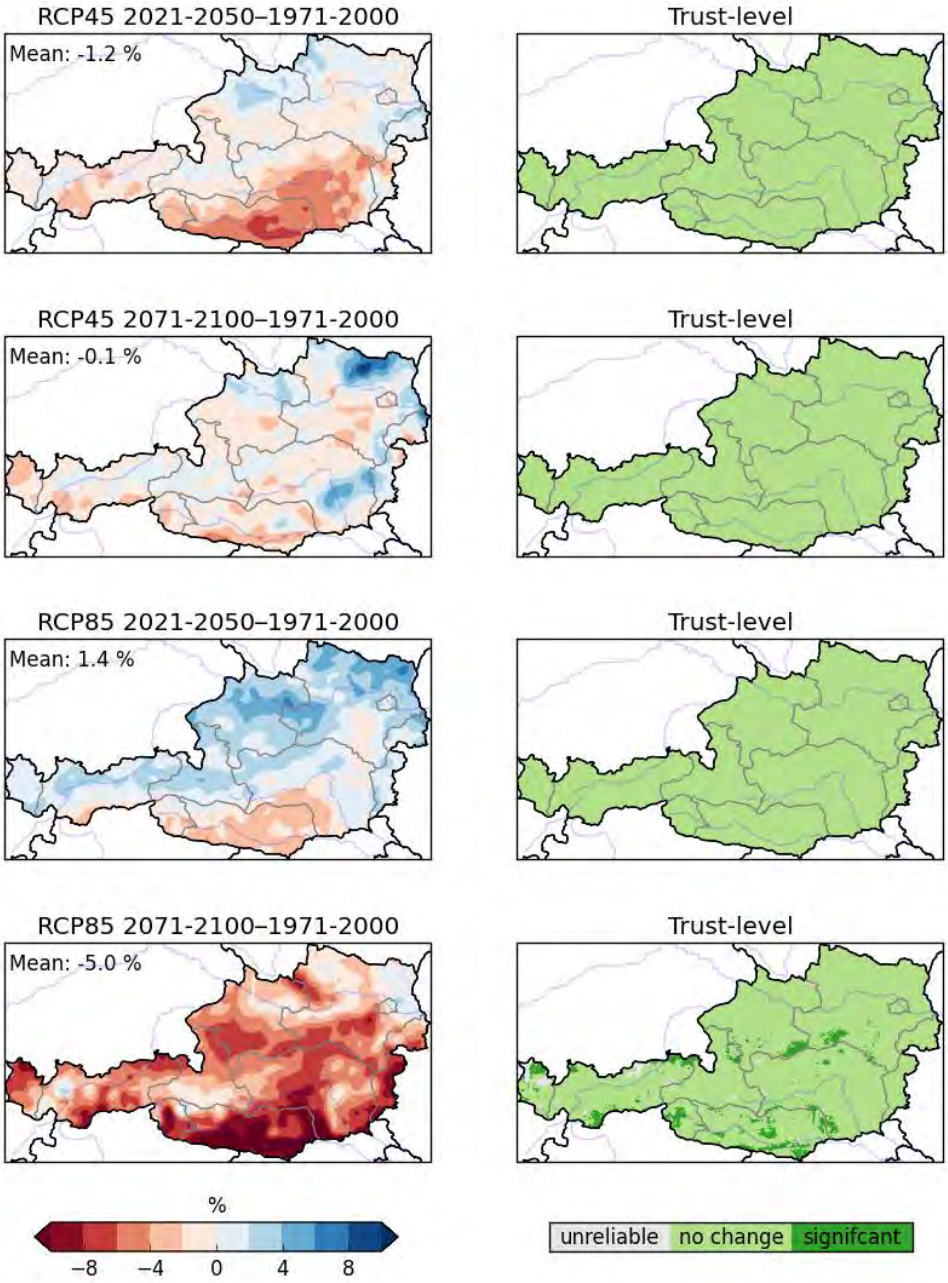

rx5day: relative climate change signal (jja)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: 4.7 %
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: 8.0 %
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: 6.8 %
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: 7.3 %
Trust-level
%
−20 −10 0 10 20
unreliable
no change
signifcant

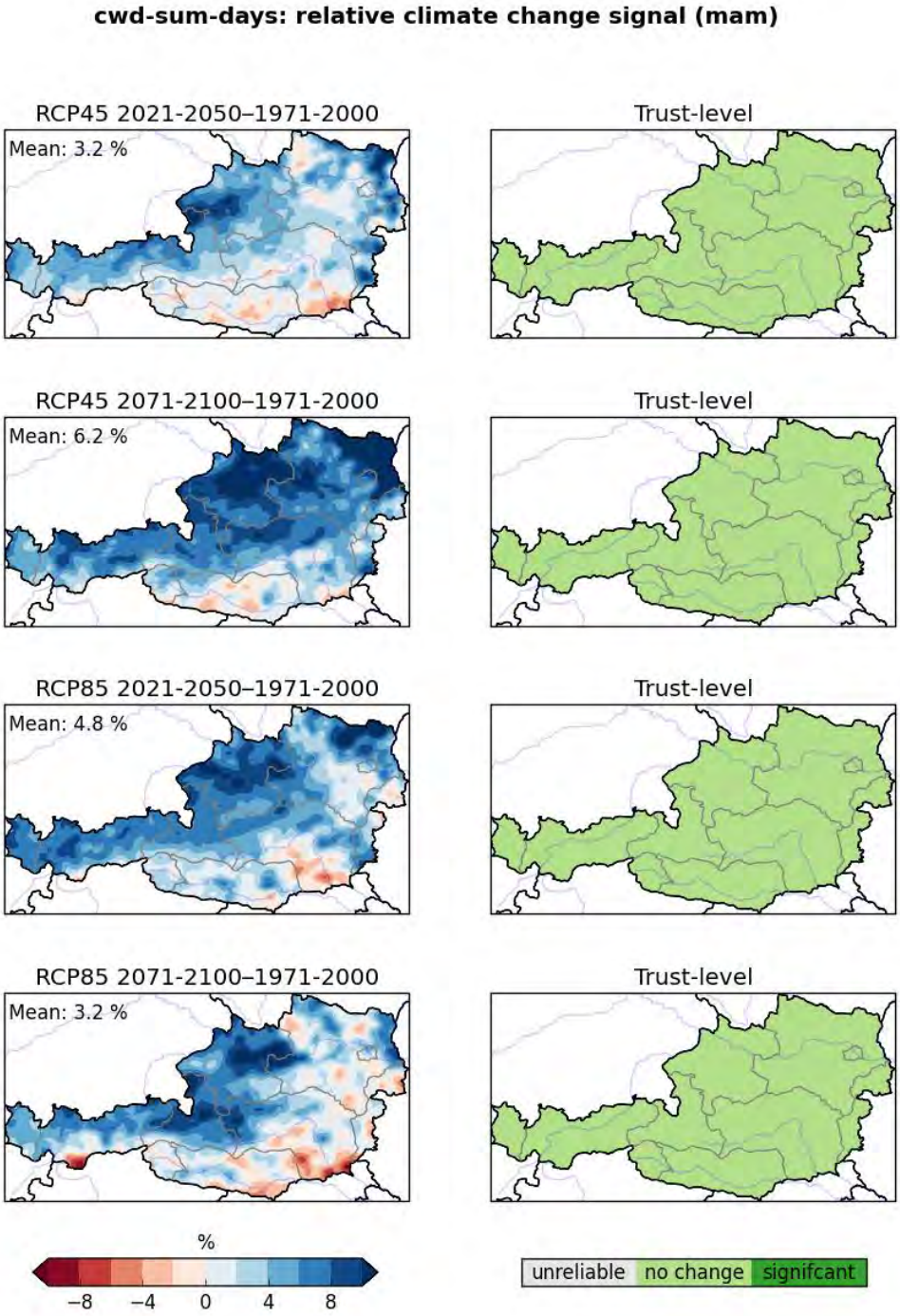
rx5day: relative climate change signal (son)



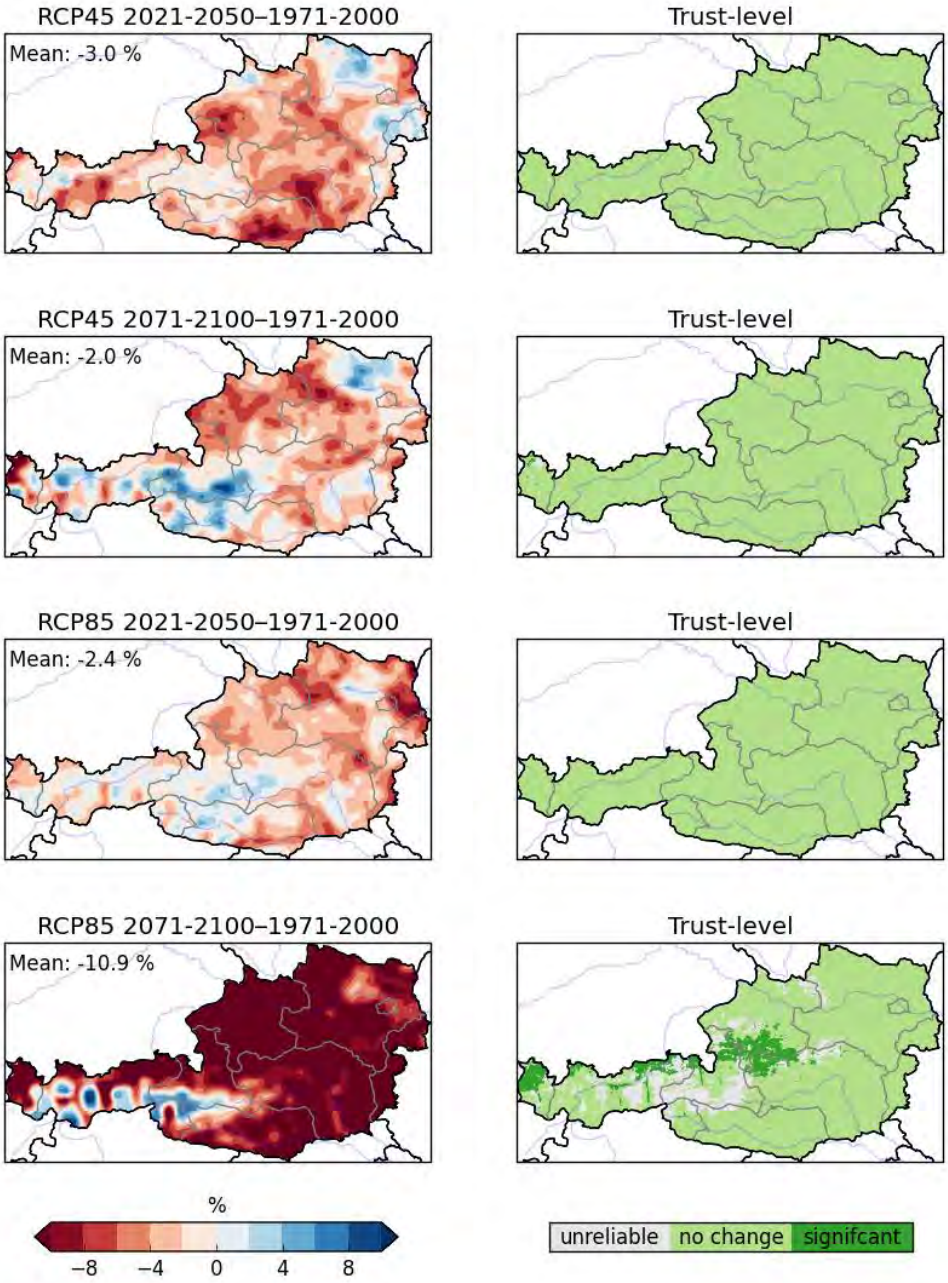

rx5day: relative climate change signal (djf)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: 7.2 %
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: 11.4 %
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: 9.4 %
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: 20.9 %
Trust-level
%
−20 −10 0 10 20
unreliable
no change
signifcant

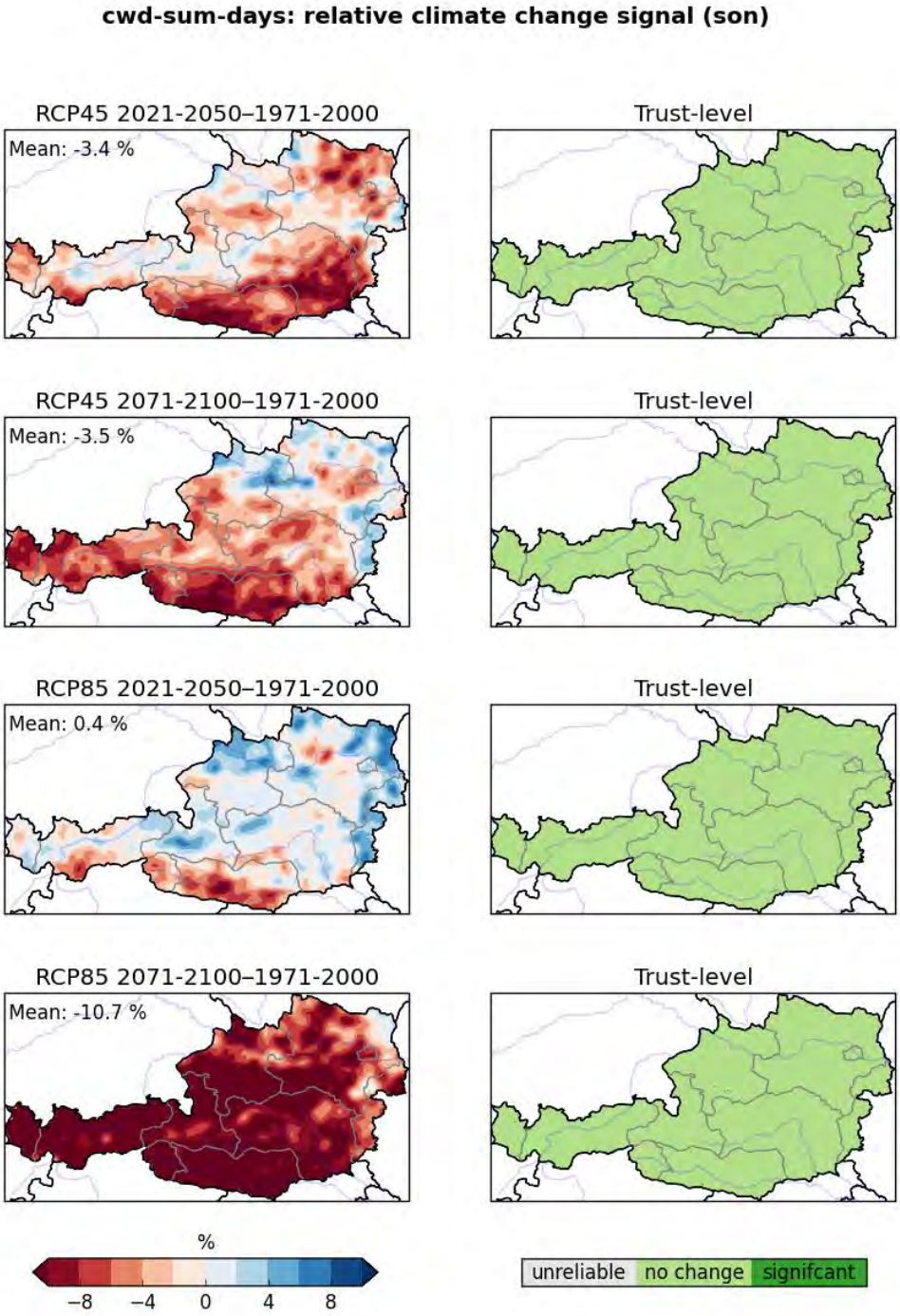
cwd-sum-days: relative climate change signal (annual)

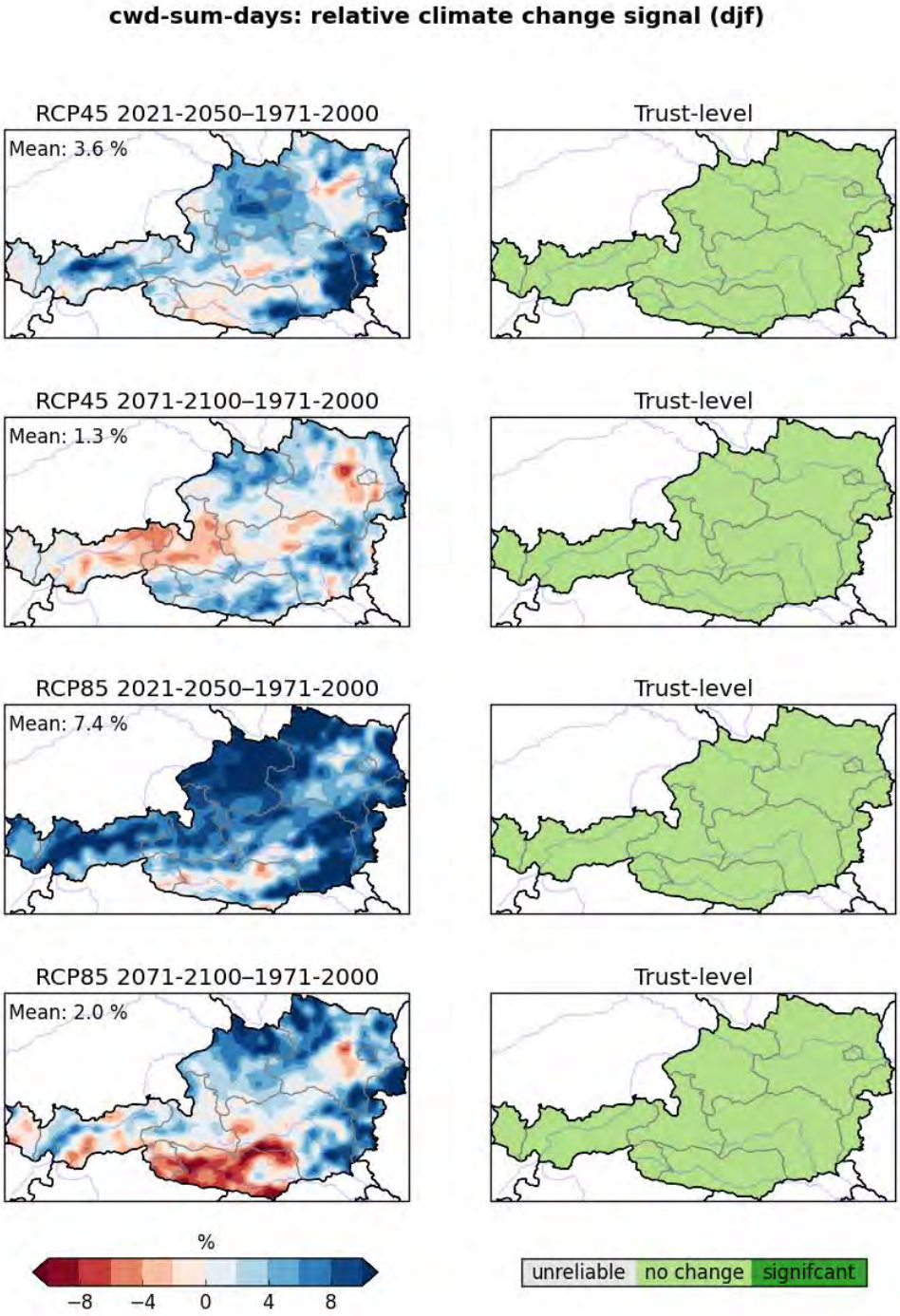



cwd-sum-days: relative climate change signal (mam)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: 3.2 %
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: 6.2 %
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: 4.8 %
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: 3.2 %
Trust-level
%
−8 −4 0 4 8
unreliable
no change
signifcant

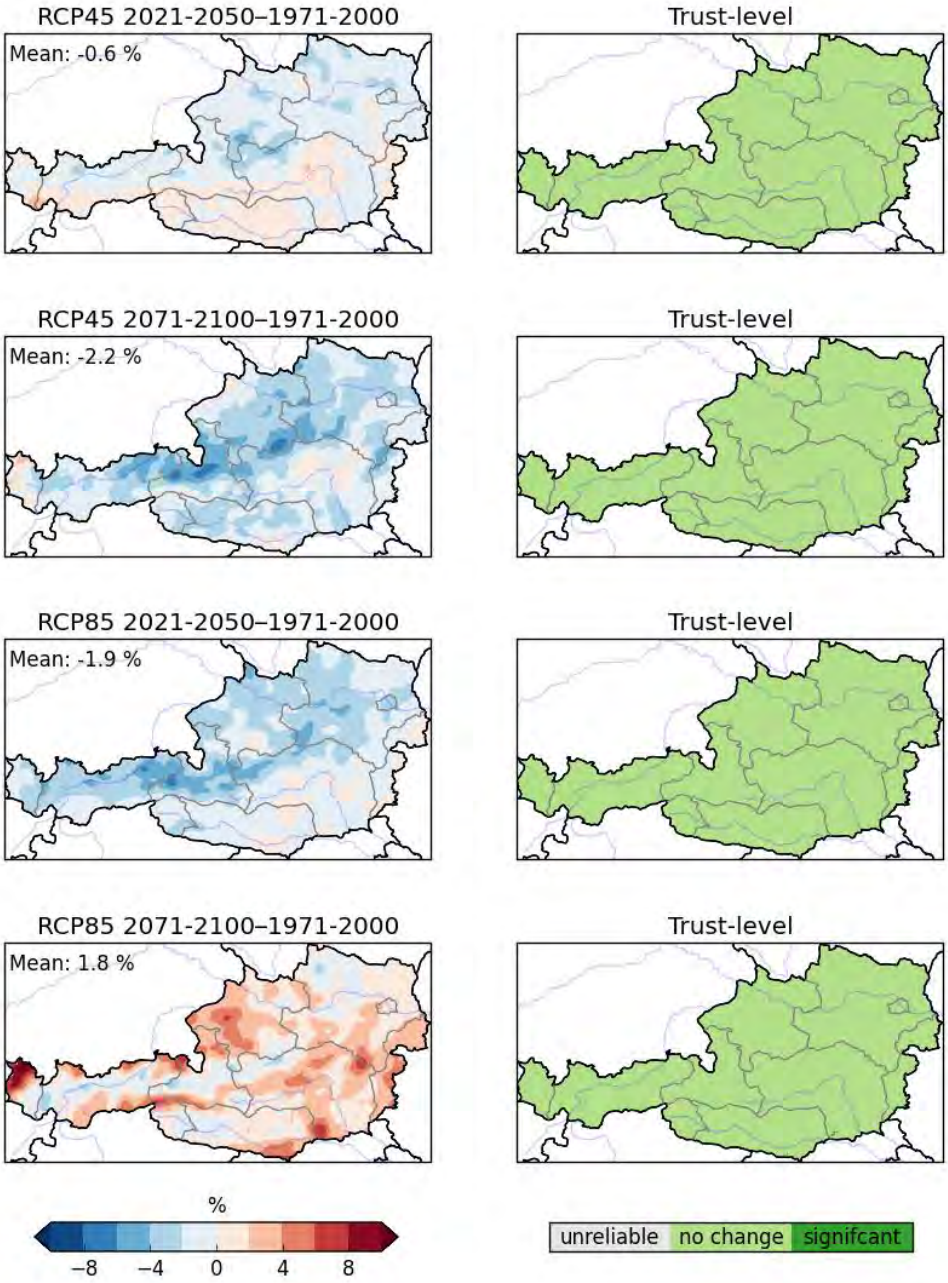
cwd-sum-days: relative climate change signal (jja)

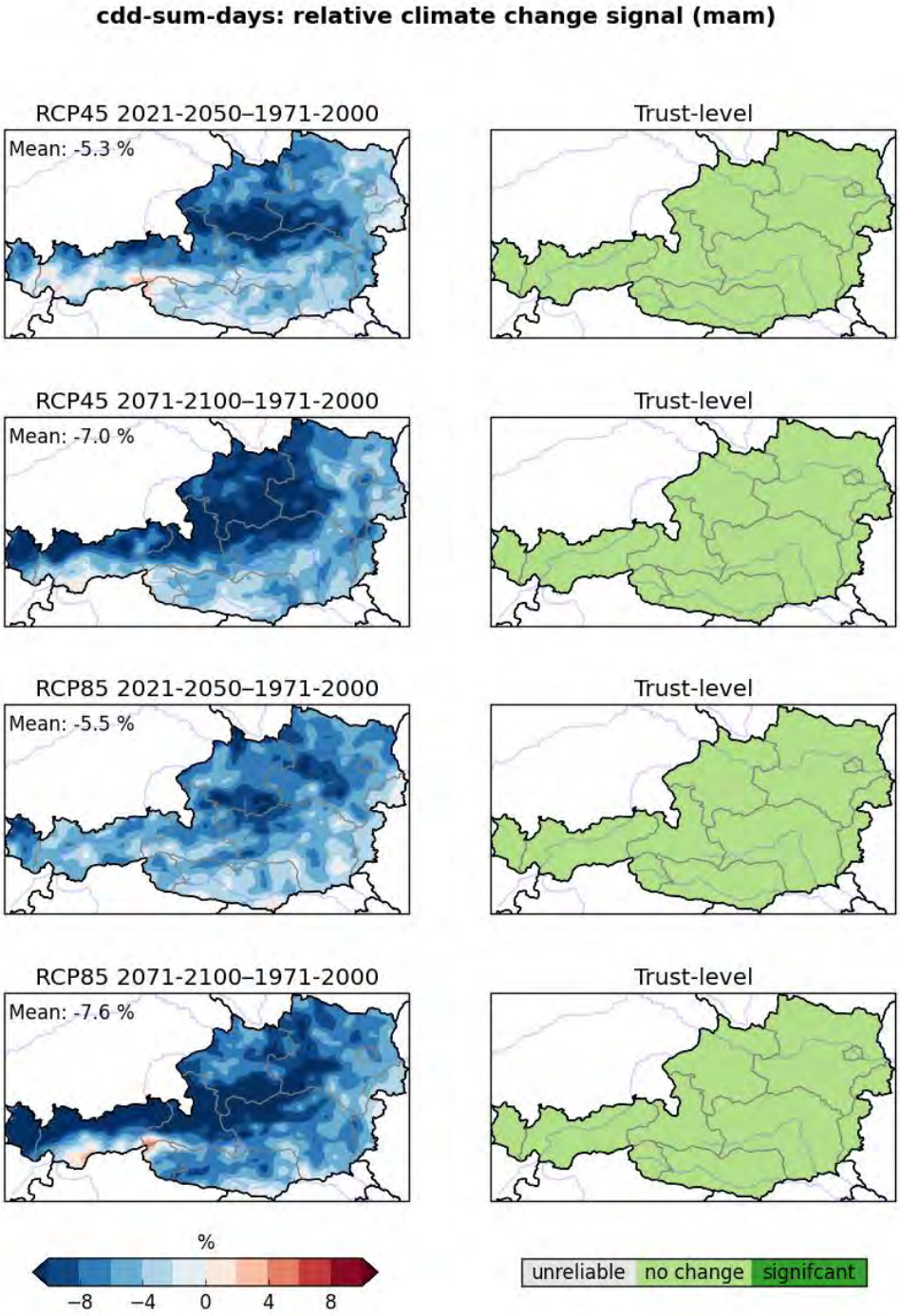



cwd-sum-days: relative climate change signal (son)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: -3.4 %
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: -3.5 %
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: 0.4 %
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: -10.7 %
Trust-level
%
−8 −4 0 4 8
unreliable
no change
signifcant

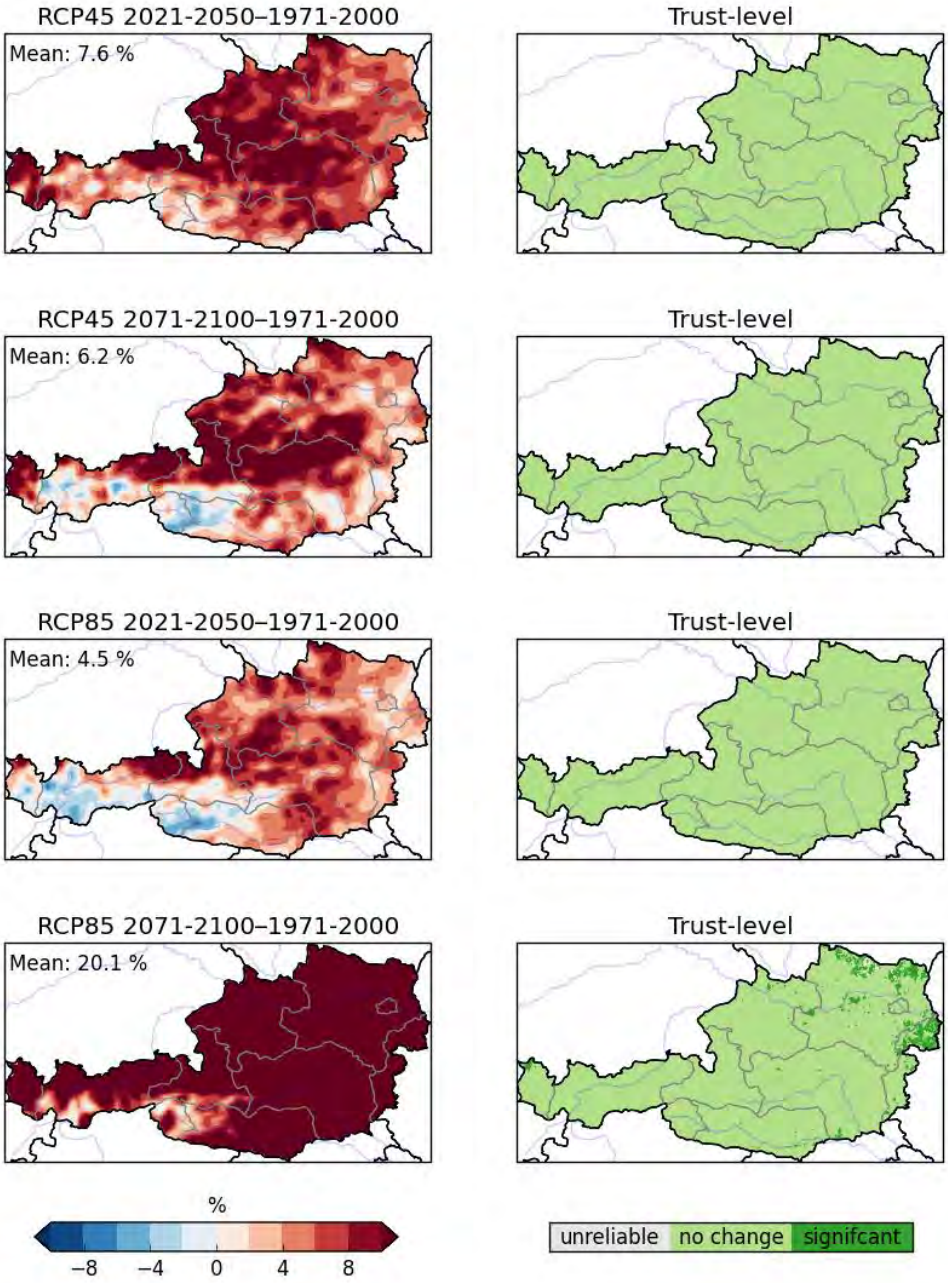

cwd-sum-days: relative climate change signal (djf)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: 3.6 %
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: 1.3 %
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: 7.4 %
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: 2.0 %
Trust-level
%
−8 −4 0 4 8
unreliable
no change
signifcant

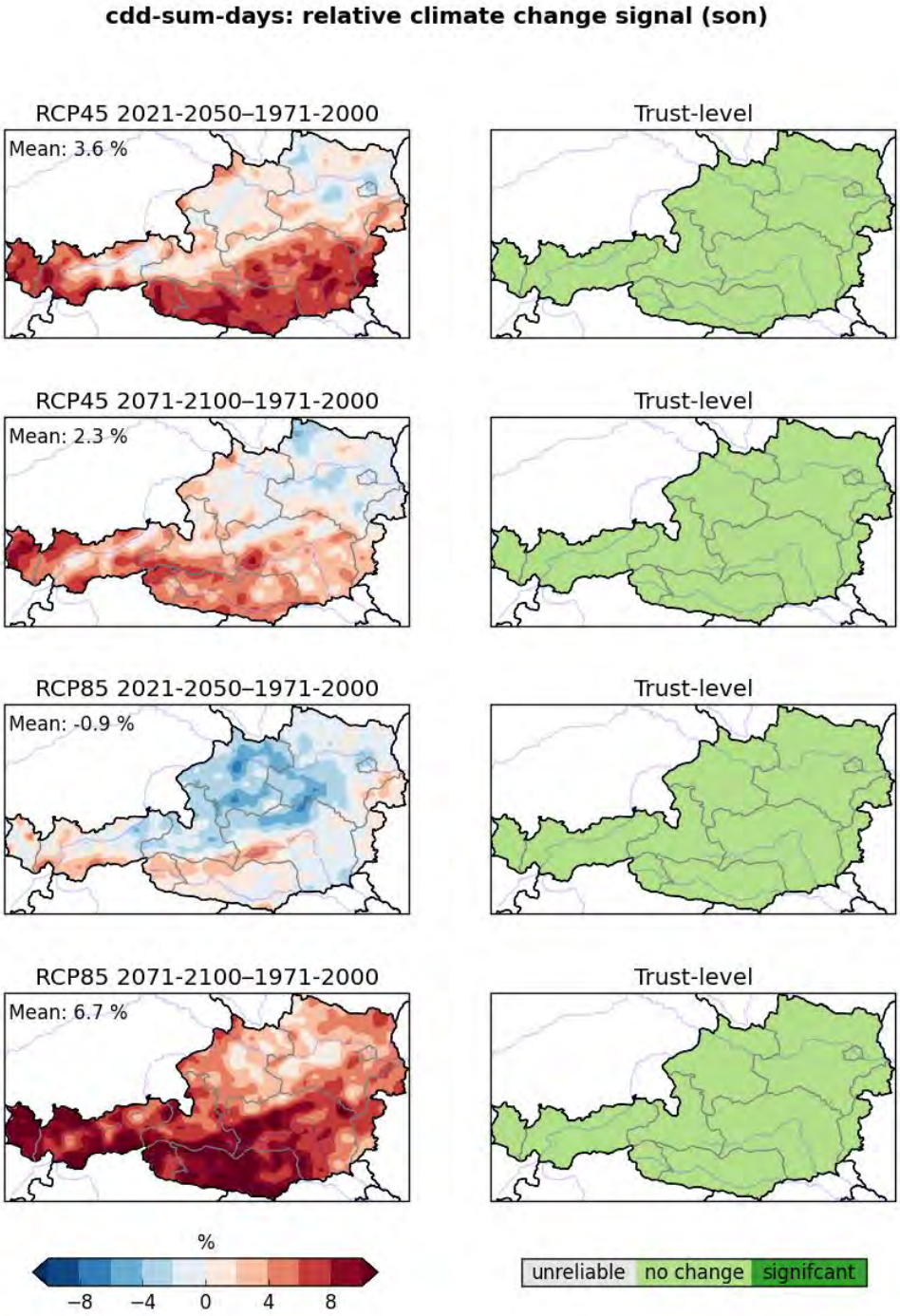
cdd-sum-days: relative climate change signal (annual)

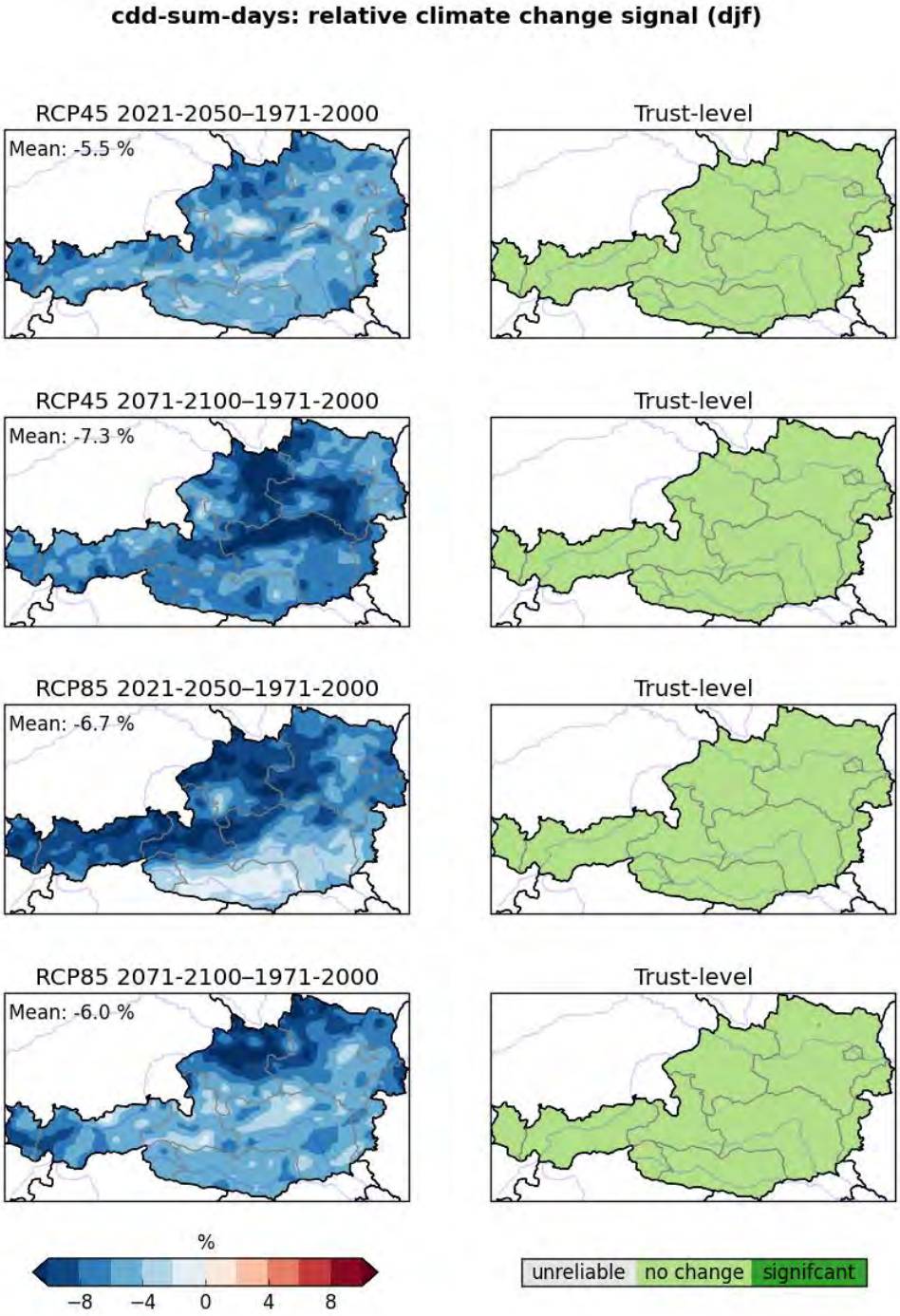


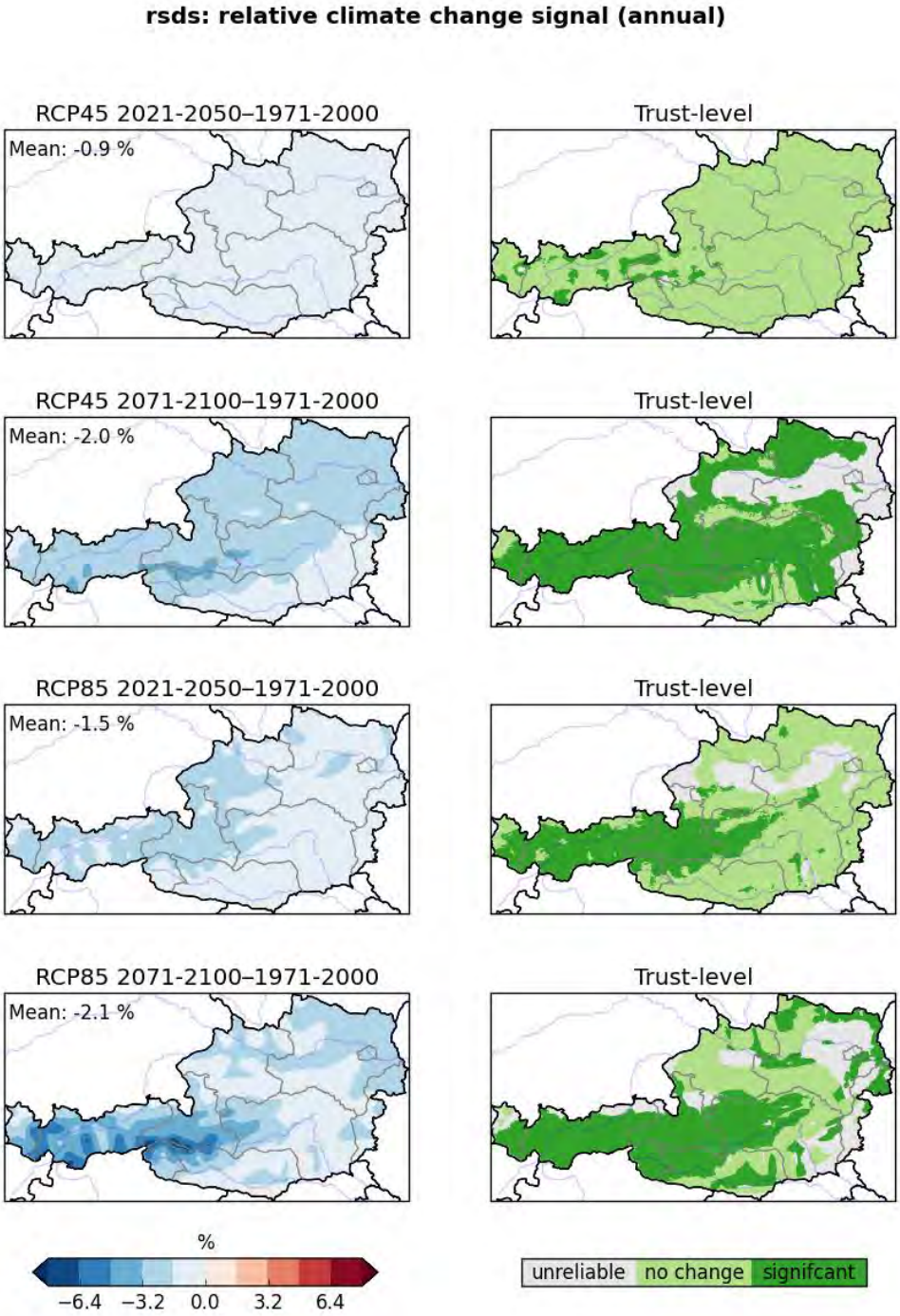

cdd-sum-days: relative climate change signal (mam)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: -5.3 %
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: -7.0 %
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: -5.5 %
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: -7.6 %
Trust-level
%
−8 −4 0 4 8
unreliable
no change
signifcant

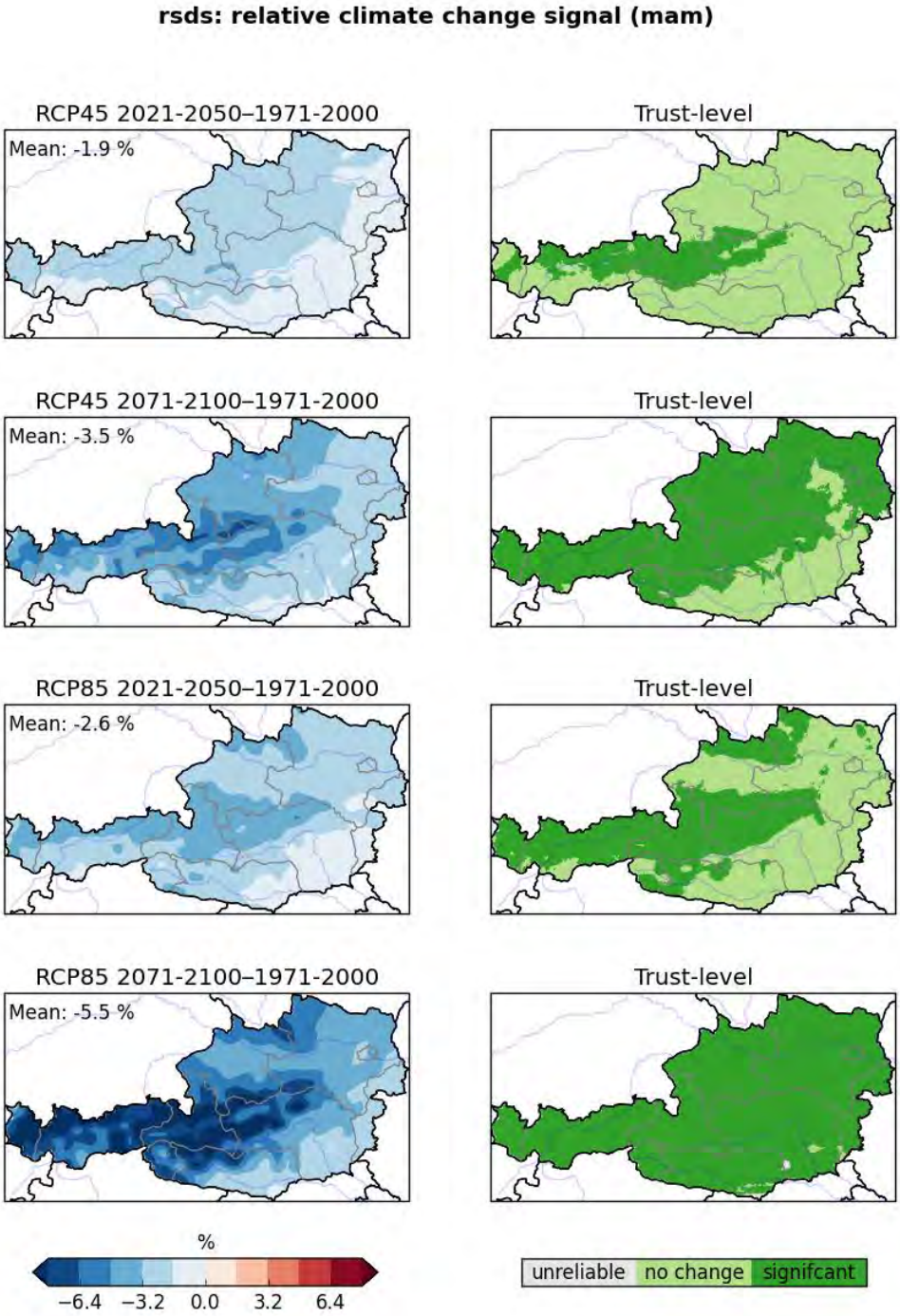
cdd-sum-days: relative climate change signal (jja)

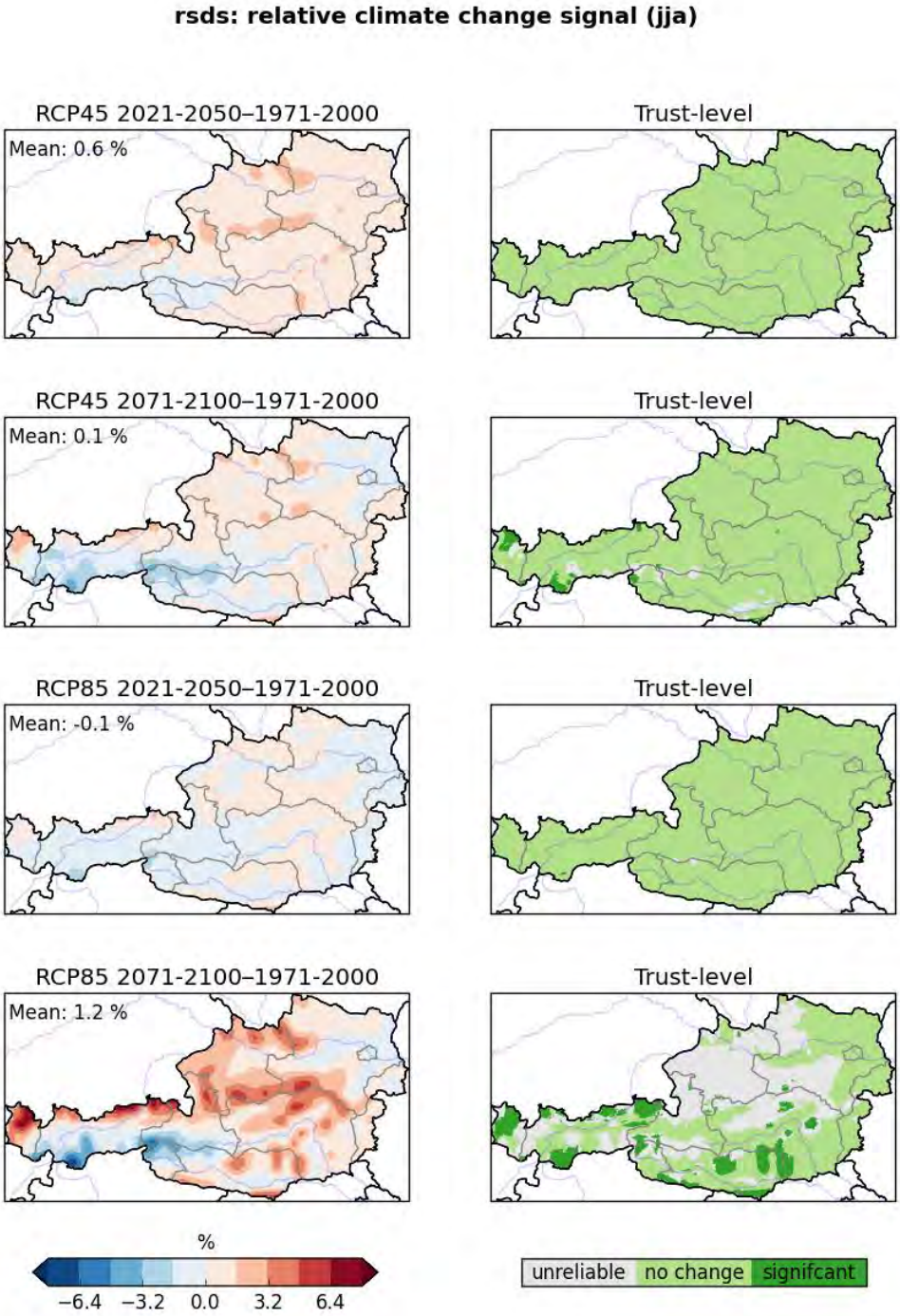


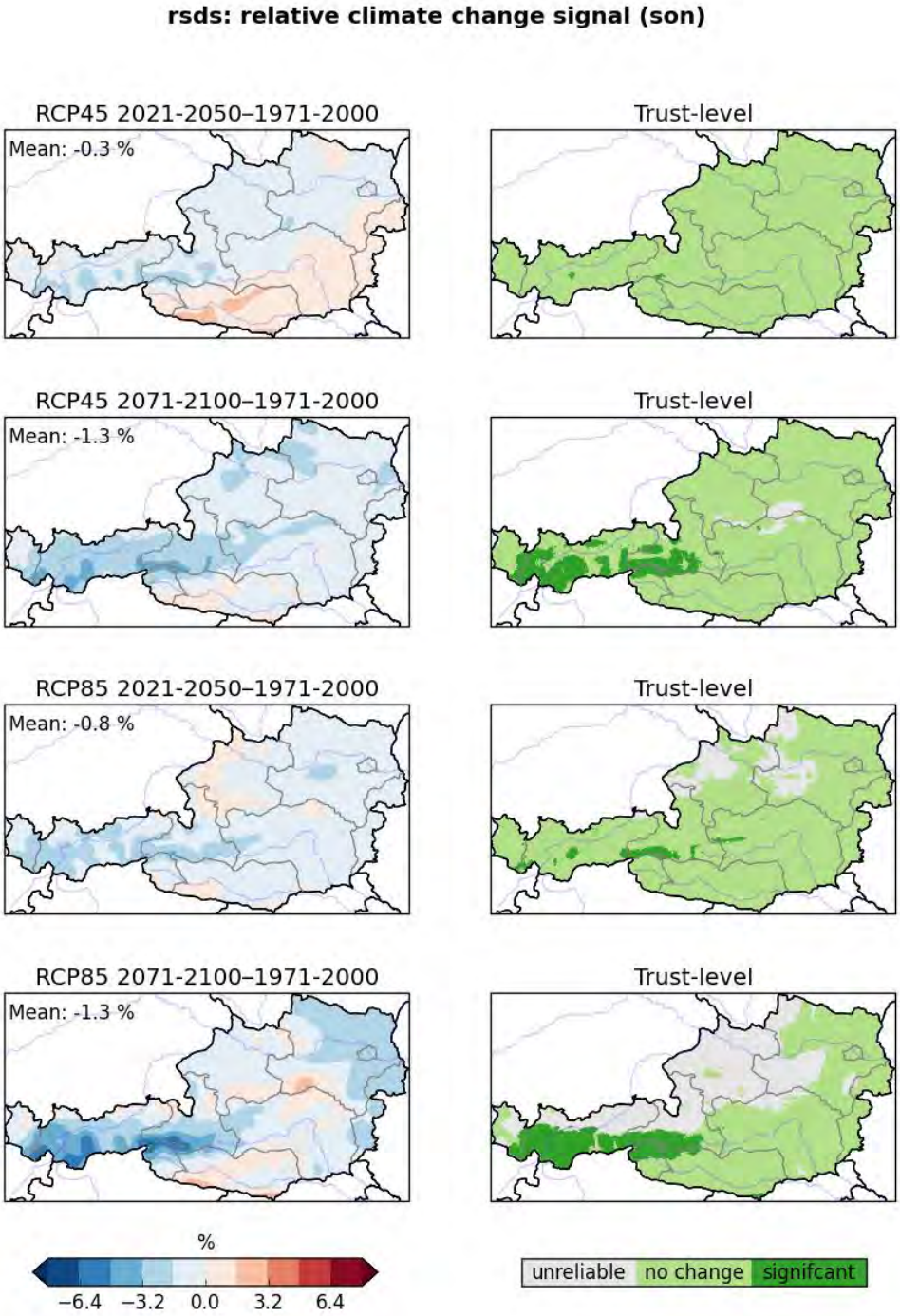

cdd-sum-days: relative climate change signal (son)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: 3.6 %
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: 2.3 %
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: -0.9 %
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: 6.7 %
Trust-level
%
−8 −4 0 4 8
unreliable
no change
signifcant

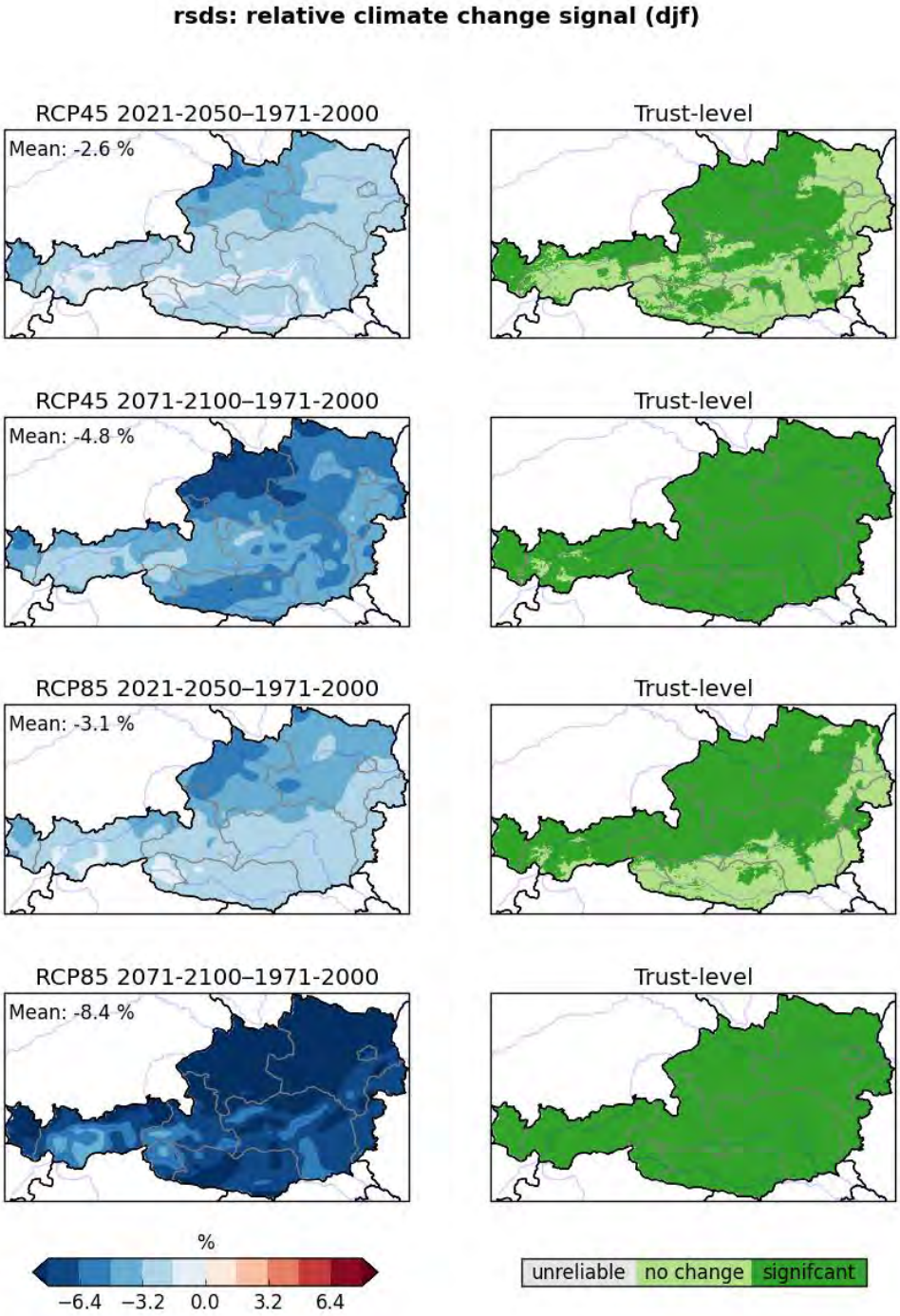

cdd-sum-days: relative climate change signal (djf)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: -5.5 %
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: -7.3 %
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: -6.7 %
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: -6.0 %
Trust-level
%
−8 −4 0 4 8
unreliable
no change
signifcant


rsds: relative climate change signal (annual)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: -0.9 %
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: -2.0 %
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: -1.5 %
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: -2.1 %
Trust-level
%
−6.4 −3.2 0.0 3.2 6.4
unreliable
no change
signifcant


rsds: relative climate change signal (mam)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: -1.9 %
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: -3.5 %
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: -2.6 %
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: -5.5 %
Trust-level
%
−6.4 −3.2 0.0 3.2 6.4
unreliable
no change
signifcant


rsds: relative climate change signal (jja)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: 0.6 %
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: 0.1 %
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: -0.1 %
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: 1.2 %
Trust-level
%
−6.4 −3.2 0.0 3.2 6.4
unreliable
no change
signifcant


rsds: relative climate change signal (son)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: -0.3 %
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: -1.3 %
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: -0.8 %
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: -1.3 %
Trust-level
%
−6.4 −3.2 0.0 3.2 6.4
unreliable
no change
signifcant


rsds: relative climate change signal (djf)
RCP45 2021-2050–1971-2000
Mean: -2.6 %
Trust-level
RCP45 2071-2100–1971-2000
Mean: -4.8 %
Trust-level
RCP85 2021-2050–1971-2000
Mean: -3.1 %
Trust-level
RCP85 2071-2100–1971-2000
Mean: -8.4 %
Trust-level
%
−6.4 −3.2 0.0 3.2 6.4
unreliable
no change
signifcant

ANNEX 7: Übersicht der Datenbestände und Verfügbarkeit

Beobachtungsdaten

Parameter	Lieferung an	Räumliche Auflösung	Zeitliche Auflösung	Bias-Korrektur (bsc)	Unsicherheitsinfo	Dateiformat	Lieferant
Tmean	CCCA-Datenzentrum (nur für Forschung)	1 km x 1 km Gitter	Tageswerte 1961-2011	/	/	netcdf	ZAMG
Tmin							
Tmax							
RR			Tageswerte 1961-Juni 2011				
Globalstrahlung			Tageswerte 1981-2000				
Sonnenscheindauer							
24 Klimaindizes	Länder, GIS-Abteilungen	1 km x 1 km Gitter	Mittelwert 1971-2000 (je nach Index für Gesamtjahr/Saison/Monat)				
24 Klimaindizes	Länder, GIS-Abteilungen	1 km x 1 km Gitter	Zeitreihen 1961-2011 (je nach Index für Gesamtjahr/Saison/Monat);				
24 Klimaindizes	CCCA-Datenzentrum (nur für Forschung)	1 km x 1 km Gitter	Zeitreihen 1961-2011 (je nach Index für Gesamtjahr/Saison/Monat);				

Klimamodelldaten

Parameter	Wem	Räumliche Auflösung	Zeitliche Auflösung	Bias-Korrektur (bsc)	Unsicherheitsinfo	Dateiformat	Wer	Szenarien
Tmean	CCCA-Datenzentrum (nur für Forschung)	1 km x 1 km Gitter	Tageswerte 1971-2100	ja	nein	netcdf	WEGC	rcp45 (13x) rcp85 (13x)
Tmin								
Tmax								
RR								
Globalstrahlung								
rel.Feuchte		12 km x 12 km Gitter		nein				
Wind								
24 Klimaindizes	Länder, GIS-Abteilungen	1 km x 1 km Gitter	zukünftige Klimänderungen (2021-2050 und 2071-2100) (je nach Index für Gesamtjahr/Saison/Monat)	/				

ANNEX 8: Beispiel eines Metadatenauszuges

Auswahl META-Information Jahresmitteltemperatur:

```
netcdf tm_1961_2011_annual {
dimensions:
	x = 575 ;
	y = 297 ;
	time = UNLIMITED ; // (51 currently)
	bnds = 2 ;
variables:
	double lon(y, x) ;
		lon:standard_name = "longitude" ;
		lon:long_name = "longitude coordinate" ;
		lon:units = "degrees" ;
		lon:_CoordinateAxisType = "Lon" ;
	double lat(y, x) ;
		lat:standard_name = "latitude" ;
		lat:long_name = "latitude coordinate" ;
		lat:units = "degrees" ;
		lat:_CoordinateAxisType = "Lat" ;
	double time(time) ;
		time:standard_name = "time" ;
		time:long_name = "time" ;
		time:bounds = "time_bnds" ;
		time:units = "days since 1961-01-01 12:00:00" ;
		time:calendar = "standard" ;
		time:axis = "T" ;
	double time_bnds(time, bnds) ;
		time_bnds:units = "days since 1961-01-01 12:00:00" ;
		time_bnds:long_name = "climatological bounds" ;
	float tm(time, y, x) ;
		tm:standard_name = "air_temperature" ;
		tm:units = "Celsius" ;
		tm:_FillValue = 1.e+20f ;
		tm:missing_value = 1.e+20f ;
		tm:long_name = "annual air temperature mean" ;
		tm:cell_methods = "time: mean within years time: mean over years" ;
		tm:coordinates = "alt lat lon" ;
	double alt(y, x) ;
		alt:standard_name = "altitude" ;
		alt:long_name = "height above sea level" ;
		alt:units = "meters" ;
		alt:axis = "Z" ;
	int lambert_conformal ;
		lambert_conformal:grid_mapping_name = "lambert_conformal" ;
		lambert_conformal:standard_parallel = 49.f, 46.f ;
		lambert_conformal:longitude_of_central_meridian = 13.33f ;
		lambert_conformal:latitude_of_projection_origin = 47.5f ;
		lambert_conformal:false_northing = 400000.f ;
		lambert_conformal:false_easting = 400000.f ;
	double x(x) ;
		x:standard_name = "projection_x_coordinate" ;
```

```
            x:long_name = "x coordinate of projection" ;
            x:units = "meters" ;
            x:axis = "X" ;
        double y(y) ;
            y:standard_name = "projection_y_coordinate" ;
            y:long_name = "y coordinate of projection" ;
            y:units = "meters" ;
            y:axis = "Y" ;

// global attributes:
            :Title = "Klimaindex" ;
            :Comment = "Projekt OEKS15 - Klimaszenarien fuer Oesterreich" ;
            :ProjektID = "OEKS15" ;
            :FeatureType = "grid" ;
            :Institution = "Zentralanstalt fuer Meteorologie und Geodynamik (ZAMG), Vienna, Austria" ;
            :Contact = "Annemarie Lexer (annemarie.lexer@zamg.ac.at)" ;
            :References = "http://www.zamg.ac.at/" ;
            :SourceTitle = "Spartacus" ;
            :SourceMethod = "Hiebl J., Frei C. (2015): Daily temperature grids for Austria since 1961 - concept,
creation and applicability. Theor Appl Climatol, doi:10.1007/s00704-015-1411-4" ;
            :SourceContact = "Johann Hiebl (johann.hiebl@zamg.ac.at)" ;
            :NCO = "netCDF Operator version 4.4.9 (http://nco.sourceforge.net/)" ;
            :nco_openmp_thread_number = "1" ;
            :CDO = "Climate Data Operators version 1.6.9 (http://mpimet.mpg.de/cdo)" ;
            :CDI = "Climate Data Interface version 1.6.9 (http://mpimet.mpg.de/cdi)" ;
            :Conventions = "CF-1.6" ;
            :ConventionsURL = "http://www.unidata.ucar.edu/packages/netcdf/conventions.html" ;
}
```