

Kapitel 9

Bioklima

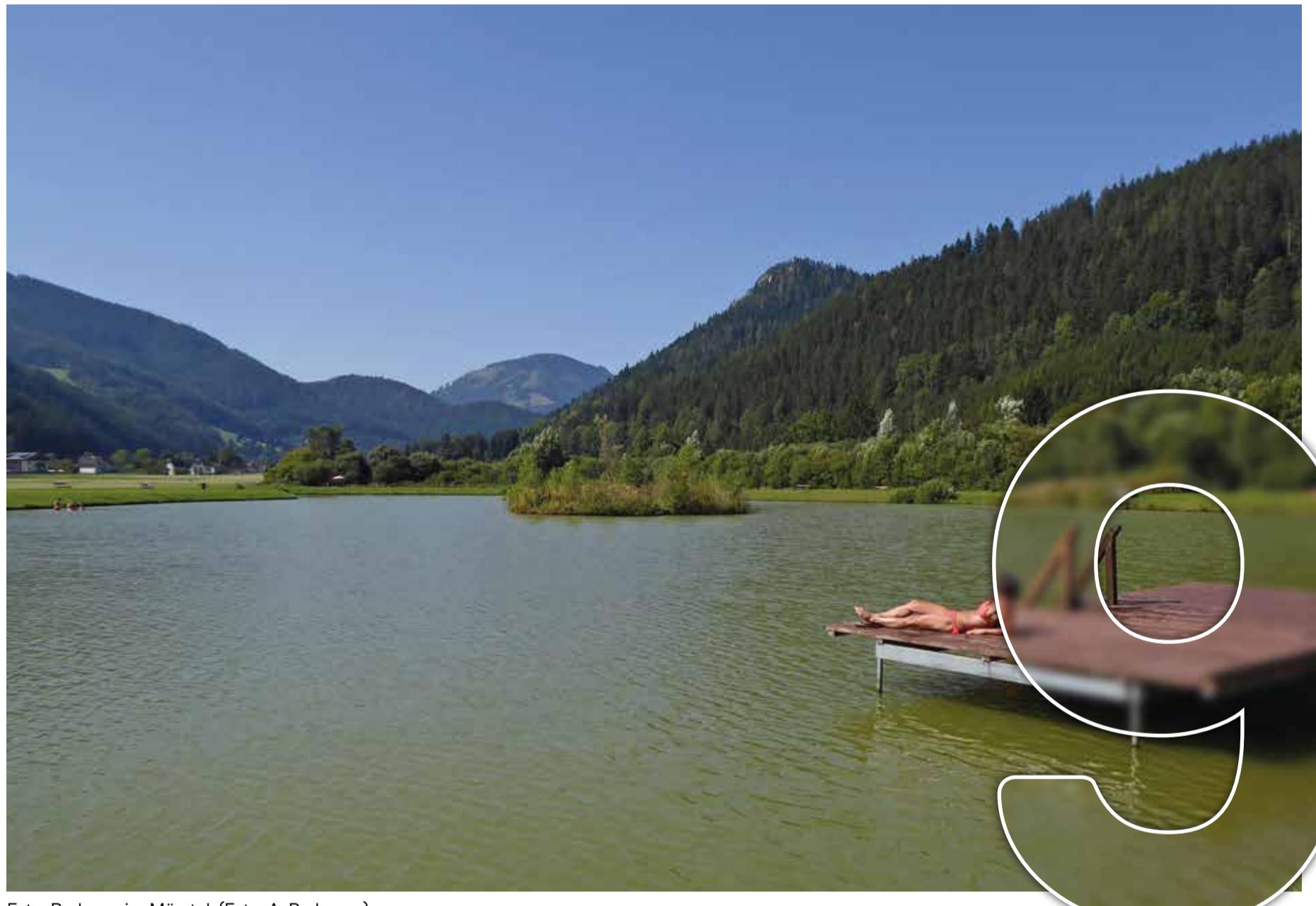


Foto: Badesee im Mürztal. (Foto: A. Podesser)

Autorin:
Raphaela Ryslavy

Inhaltsverzeichnis

9 Bioklima	205
9.1 Einleitung	207
9.2 Thermischer Wirkungskomplex.....	207
9.2.1 Gefühlte Temperatur	207
9.3 Weitere Indikatoren für Wärmebelastung.....	212
9.3.1 Heiße Tage.....	212
9.3.2 Extrem heiße Tage	217
9.3.3 Tropennächte	221
9.4 Indikatoren für Erholung und Tourismus.....	225
9.4.1 Trockenes Wanderwetter	225
9.4.2 Ideales Badewetter.....	230

9.1 Einleitung

Die Bioklimatologie ist ein Teilgebiet der Klimatologie, die die Einwirkungen des Klimas auf die Lebewesen und insbesondere auf den Menschen untersucht. Dabei werden die besonderen Bedingungen ermittelt, unter denen der menschliche Organismus arbeitet (Koch et al., 2005).

Das Bioklima ist für die Stadt- und Regionalplanung ebenso relevant wie für das öffentliche Gesundheitswesen, für Tourismus und Erholung (VDI, 2022). Ein überschneidendes Anwendungsgebiet, das insbesondere in der Steiermark einen großen Stellenwert hat, ist das Kurortewesen. Luftkurorte und heilklima-

tische Kurorte müssen für die Prädikationsierung entsprechende Untersuchungen des Klimas, bezogen auf die Effekte des Menschen, vorweisen.

9.2 Thermischer Wirkungskomplex

In der Human-Biometeorologie ist vor allem der sogenannte „thermische Wirkungskomplex“ von Bedeutung, denn die thermischen Umweltbedingungen wirken über seinen Wärmehaushalt auf Gesundheit, Leistung und Wohlbefinden des Menschen. Das Zusammenspiel mehrerer meteorologischer Elemente (Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit, solare und terrestrische Strahlung) beeinflusst die Energiebilanz des menschlichen Organismus und damit sein thermisches Empfinden. Dieses wird individuell von seiner Physiologie, Bekleidung und Aktivität mitbestimmt und auch die Psychologie (Gewöhnung, Erwartung, Vorbelastung) spielt eine Rolle. Die unterschiedlichen Flüsse des Wärmeaustausches zwischen dem Körper und seiner Umgebung (Energiebilanzgleichung) werden mit Energiebilanzmodellen des menschlichen Organismus beschrieben, um eine Bewertung der thermischen Klimabedingungen zu ermöglichen. Diese Bewertung verwendet eindeutig definierte Referenzpersonen, deren thermischer Zustand als Abweichung von einer thermischen Neutralität (Komfort) beschrieben wird und hat die siebenstufige psycho-physische ASHRAE-Skala (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) des thermischen Empfindens als Grundlage. So kann bewertet werden, welche Einschätzung die thermischen Umgebungsbedingungen durch ein großes Kollektiv von Menschen erfahren (VDI, 2022).

9.2.1 Gefühlte Temperatur

In der oben bereits auszugsweise zitierten Richtlinie VDI 3787, Blatt 2 (2022) werden mehrere thermische Indizes beschrieben, die für die Bewertung des thermischen Empfindens geeignet sind, einer davon ist die gefühlte Temperatur (GT). In Tabelle 9.1 ist die Umsetzung der GT-Werte in thermisches Empfinden und thermophysiologische Belastungsstufen angegeben. Dabei wird bei den GT-Werten flotteres Gehen mit 4 km/h in der Ebene angenommen und der Wärmedurchgangswiderstand der Bekleidung wird von 0,5 clo (leichte lange Hose, kurzärmeliges Hemd, Sandalen) bis 1,75 clo (wollener Anzug, Wintermantel, Kopfbedeckung, warme Schuhe) angepasst, um möglichst thermischen Komfort zu er-

langen. Entsprechend den Empfehlungen der VDI-Richtlinie ist als Referenzperson ein Mann von 35 Jahren mit einem Gewicht von 75 kg und einer Körpergröße von 175 cm zu verwenden.

Die benötigten meteorologischen und thermophysiologischen Parameter für die Berechnung der gefühlten Temperatur sind:

- Lufttemperatur in °C,
- Dampfdruck in hPa,
- Windgeschwindigkeit in m/s,
- Mittlere Strahlungstemperatur in °C,
- Aktivität des Menschen in W (standardmäßig 172,5 W) sowie
- Bekleidung des Menschen in clo (variabel von 0,5 clo bis 1,75 clo).

Für die Periode 2012 – 2021 stehen für die Steiermark Gitterpunktswerte der gefühlten Temperatur mit einer räumlichen Auflösung von 1 km² zur Verfügung (INCA-Daten, siehe Kapitel 1.6 „INCA“). In den folgenden Karten sind die mittleren Auftrittshäufigkeiten (Tage pro Jahr) bestimmter Empfindungsklassen angegeben. Dafür wurden die in stündlicher Auflösung verfügbaren Daten mit GT-Werten den entsprechenden Empfindungsklassen zugeordnet. Jeder Tag, an dem eine Empfindungsklasse für zumindest 3 Stunden (im Zeitraum 0 bis 24 Uhr UTC (koordinierte Weltzeit)) aufgetreten ist, wurde für deren Auftrittshäufigkeit gezählt. Für die weiteren Überlegungen ist zu berücksichtigen, dass nach dieser Definition mehr als eine Empfindungsklasse pro Tag auftreten kann. Ausgewertet wurde diese Auftrittshäufigkeit für die Empfindungsklassen „heiß“ oder „sehr heiß“ (starke oder extreme Wärmeverlastung) und „kalt“ oder „sehr kalt“ (starker oder extremer Kältestress) am Tag sowie „leicht warm“ oder „warm“ (schwache

oder mäßige Wärmeverlastung) in den Nachtstunden.

Tage mit starkem oder extremem Kältestress treten bei gleicher Definition in der Steiermark an bis zu 11 Tagen pro Jahr auf (siehe Abbildung 9.1), wobei diese Zahl nur lokal in den Hochlagen erreicht wird und auch ein Auftreten dieser Empfindungsklassen in den Nachtstunden mitgezählt wird. In den Talbecken und im Vorland treten im Mittel kaum bzw. keine derartigen Tage auf (0 bis 1 Tage).

Die Spannbreite der Anzahl jener Tage mit den Empfindungsklassen „heiß“ oder „sehr heiß“ (siehe Abbildung 9.2) reicht in der Steiermark von 0 bis 68 Tagen. Kein oder kaum ein solcher Tag tritt dabei in den Hochlagen auf, wohingegen die höchsten Werte im Vorland und dort vor allem im südsteirischen Riedelland und dem unteren Murtal erreicht werden. Im Raum Graz kommen durchschnittlich 33 bis 62 Tage pro Jahr mit starker oder extremer Wärmeverlastung vor, wobei hier die geringsten Häufigkeiten im Westen der Stadt (Plabutsch) auftreten. Durch das Aufsuchen von schattigen Gebieten und dem Anpassen der Kleidung kann die Wärmeverlastung in den Nachmittagsstunden ebenso gemildert werden wie durch eine Verringerung der Aktivität. Die zusätzliche Auswertung der Auftrittshäufigkeit für die Empfindungsklassen „leicht warm“ oder „warm“ (schwache oder mäßige Wärmeverlastung) in der Nacht (18 bis 6 Uhr UTC) ist in Abbildung 9.3 abgebildet. Es zeigt sich, dass mit Ausnahme des Vorlandes nur vereinzelte Nächte mit warmen Bedingungen auftreten. Dabei ist zu beachten, dass bei der Berechnung der gefühlten Temperatur immer von einer leichten Aktivität (flotteres Gehen) ausgegangen und nur die Bekleidung zu

Tabelle 9.1: Zuordnung von GT-Bereichen zu thermischem Empfinden und thermophysiologischer Belastungsstufe von Menschen gemäß ASHRAE-Skala (VDI, 2022).

GT [°C]	Thermisches Empfinden	Thermophysiologische Belastungsstufe
GT < -39	sehr kalt	extremer Kältestress
-39 ≤ GT < -26	kalt	starker Kältestress
-26 ≤ GT < -13	kühl	mäßiger Kältestress
-13 ≤ GT < 0	leicht kühl	schwacher Kältestress
0 ≤ GT < 20	behaglich	keine thermische Belastung
20 ≤ GT < 26	leicht warm	schwache Wärmeverlastung
26 ≤ GT < 32	warm	mäßige Wärmeverlastung
32 ≤ GT < 38	heiß	starke Wärmeverlastung
38 ≤ GT	sehr heiß	extreme Wärmeverlastung

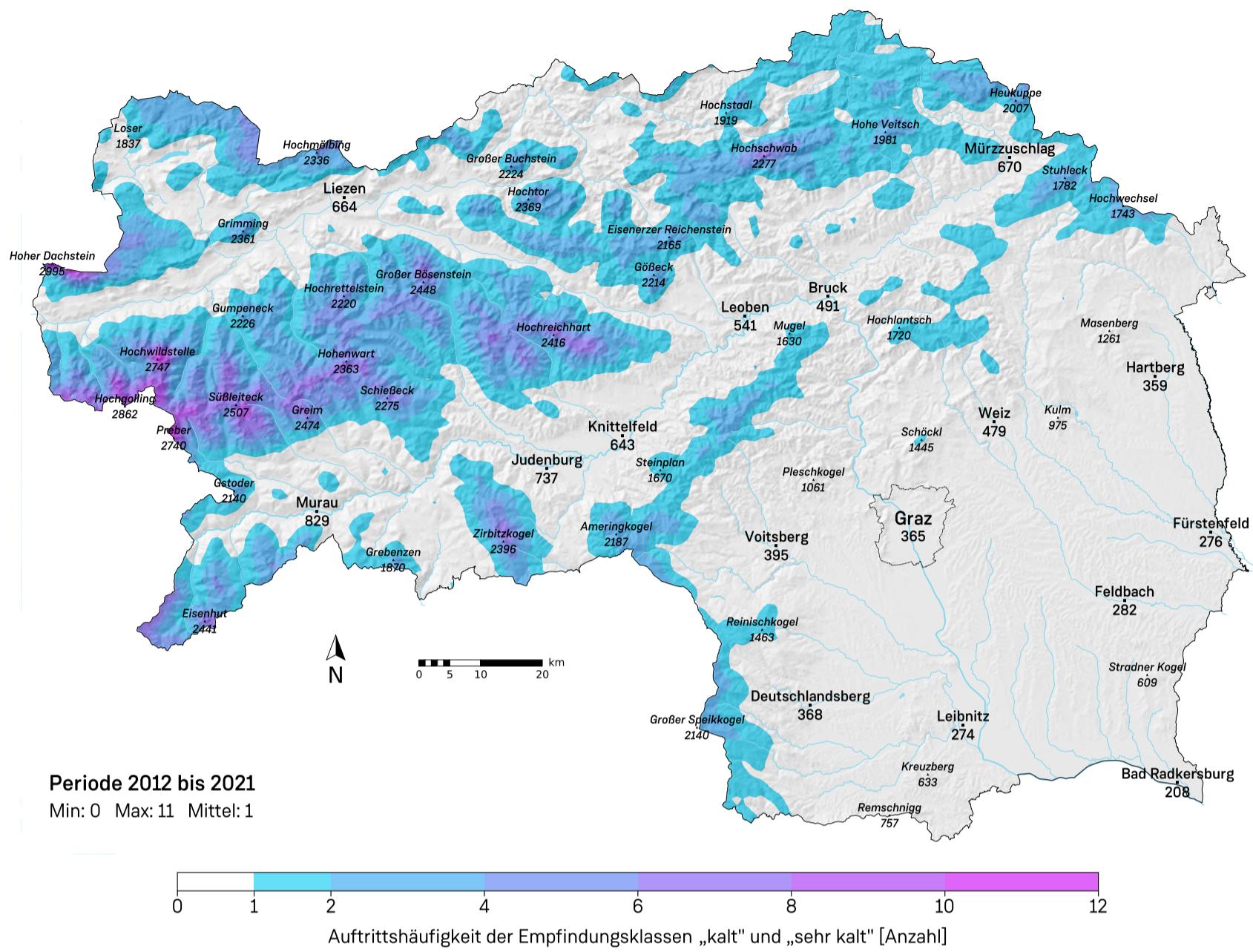


Abbildung 9.1: Mittlere Auftrittshäufigkeiten für die Empfindungsklassen „kalt“ und „sehr kalt“ in der Periode 2012 – 2021.

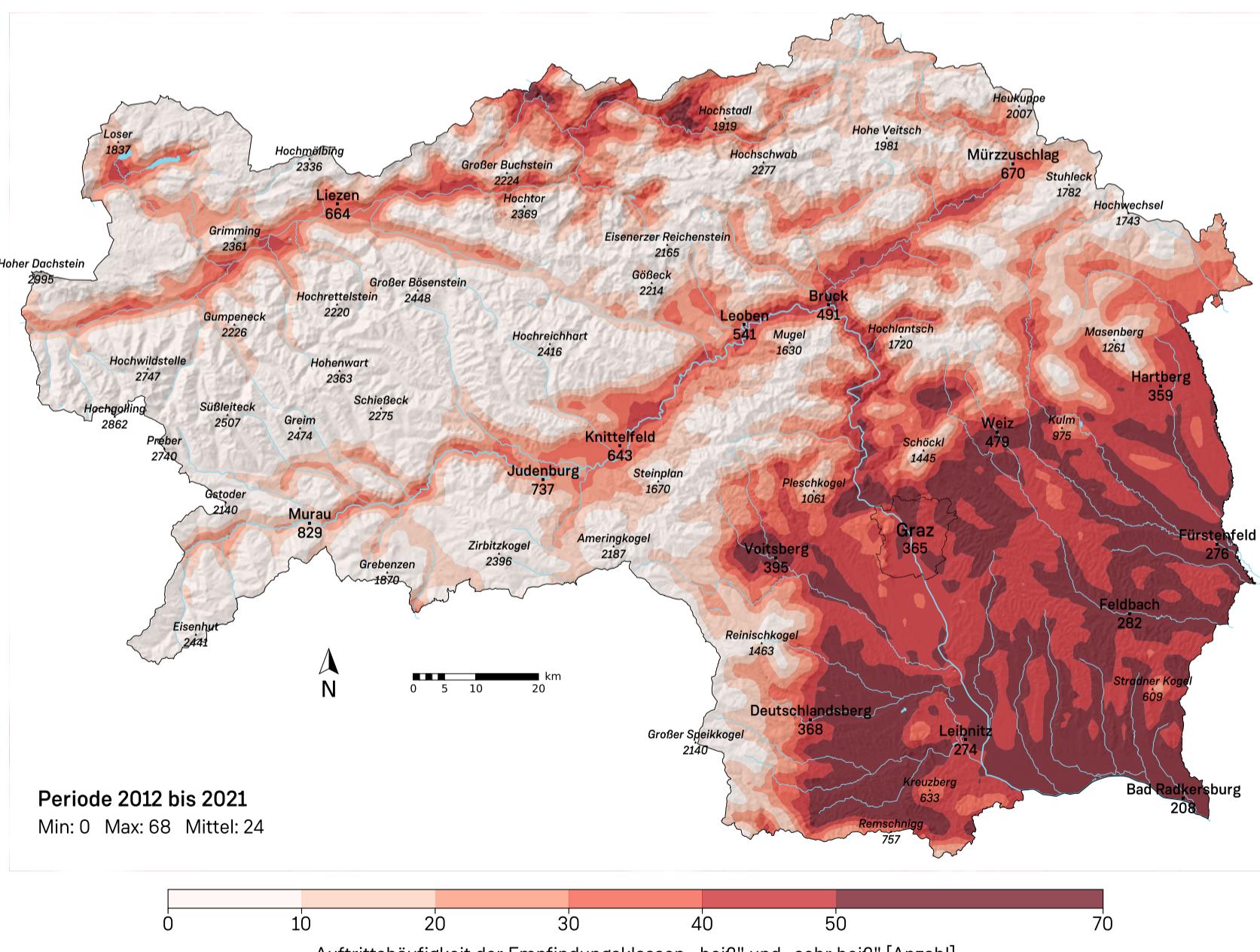


Abbildung 9.2: Mittlere Auftrittshäufigkeiten für die Empfindungsklassen „heiß“ und „sehr heiß“ in der Periode 2012 – 2021.

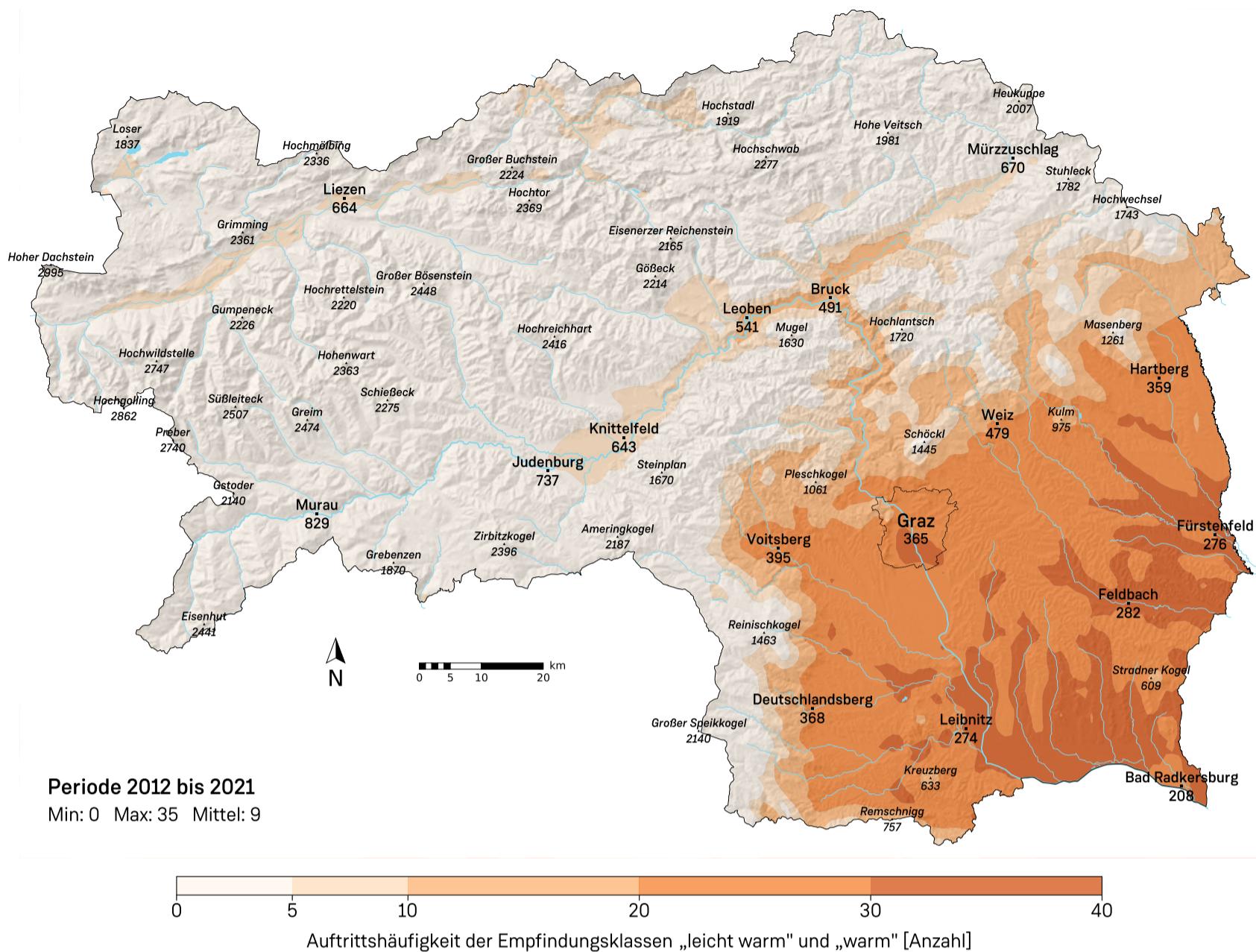


Abbildung 9.3: Mittlere Auftrittshäufigkeiten für die Empfindungsklassen „leicht warm“ und „warm“ in der Nacht in der Periode 2012 – 2021.

einem bestimmten Maß an die Umgebungsbedingungen angepasst wird, um – soweit erreichbar – thermischen Komfort herzustellen. Daraus folgt, dass bei entsprechend verringerter Aktivität zumeist auch an warmen oder heißen Tagen durch die nächtliche Abkühlung eine Entlastung des Kreislaufs gegeben ist. Für die Untersuchung des Zeitraums der 30-jährigen Klimanormalperiode 1991 – 2020 wurden zudem Auswertungen auf Stationsbasis durchgeführt. Aus den jeweils verfügbaren Daten der Stationen, die mindestens bis 1990 zurückreichen, wurden dazu die benötigten gemessenen bzw. beobachteten Klimaparameter Lufttemperatur, relative Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit und Bedeckungsgrad für die Klimabeobachtungstermine 7, 14 und 19 Uhr MEZ (lokale Winterzeit, MEZ = UTC+1h) ausgewählt und für die Berechnung des Dampfdrucks sowie der mittleren Strahlungstemperatur zur Bestimmung der gefühlten Temperatur herangezogen. Für die weiteren Analysen wurde der Terminwert am Nachmittag (14 Uhr MEZ) verwendet. Auf Basis dieses Terminwertes sind in den folgenden Diagrammen (Abbildungen 9.4 – 9.11) für die ausgewählten Stationen in verschiedenen Klimaregionen der Steiermark monatsweise Häufigkeitsverteilungen der thermischen Empfindungsklassen in gestapelter Säulenform dargestellt. Details zu den ausgewählten Stationen können der Tabelle 9.2 entnommen werden.

Die Auswertungen der Klimanormalperiode 1991 – 2020 anhand der Stationsdaten spiegeln im Wesentlichen das in den Karten für die

kürzere Periode (2012 – 2021) dargestellte Bild wider. Es zeigen sich an allen Stationen übers Jahr verteilt große Anteile der Empfindungsklasse „behaglich“, mit den niedrigsten relativen Anteilen in den Sommermonaten (Juni bis August). Die Empfindungsskala reicht – über alle ausgewerteten Stationen betrachtet – von „kühl“ bis „sehr heiß“. Die Empfindungsklassen „kalt“ oder „sehr kalt“ treten untertags im Mittel an keinem Tag im Jahr auf, können jedoch in den Nacht- oder Morgenstunden sehr wohl vorkommen.

Die unterschiedlichen lokalen Bedingungen, wie sie bereits aus den zuvor beschriebenen Flächendarstellungen hervorgehen, sind auch an den Stationen deutlich ablesbar. An der Station Graz Universität etwa tritt die Empfindungsklasse „heiß“ im Mittel von Mai bis September auf, „sehr heiß“ kann es an Nachmittagen in den Sommermonaten werden. Ähnlich ausgeprägte Häufigkeiten findet man in Bad Radkersburg und Deutschlandsberg. Hin-

gegen kommt die Empfindungsklasse „sehr heiß“ an der Station Fischbach im Mittel praktisch nicht vor und die Klasse „heiß“ tritt im Mittel nur von Juni bis August in Erscheinung. Ähnliches zeigt sich an der Station Mariazell. Zusammenfassend ist bioklimatisch relevant, dass es in vielen Bereichen der Steiermark im Mittel nur an wenigen Tagen im Jahr tagsüber zu heiß ist, sodass man an diesen Tagen auch durch entsprechende Kleidung oder verringerte Aktivität keinen behaglichen Zustand erreichen kann. Die Bereiche mit stärker ausgeprägter Wärmelastung finden sich im Vorland. Bei diesen Auswertungen bleibt zu beachten, dass die Wärmelastung in den Nachtstunden häufig zurückgeht und damit die Voraussetzung für eine Entlastung des Organismus gegeben ist. Das ganze Jahr hindurch und besonders in den Übergangsjahreszeiten sind bei entsprechender Anpassung der Kleidung zahlreiche Tage mit hoher thermischer Behaglichkeit zu finden.

Tabelle 9.2: Metadaten ausgewählter Klimastationen.

Station, Seehöhe [m]	Breite [°]	Länge [°]	Region
Graz Universität, 366m	47,0778	15,4489	Vorland
Bad Radkersburg, 207m	46,6922	15,9933	Vorland
Deutschlandsberg, 354m	46,8217	15,2269	Vorland
Fischbach, 1034m	47,4442	15,6439	Steirisches Randgebirge
Zeltweg, 678m	47,1997	14,7469	Talbecken des oberen Murtales
Mürzzuschlag, 705m	47,6022	15,6728	Talbecken des Mur- und Mürztals
Irdning-Gumpenstein, 697m	47,4950	14,0997	Talbecken des oberen Ennstales
Mariazell, 864m	47,7892	15,3022	Tallagen im Nordstaugebiet

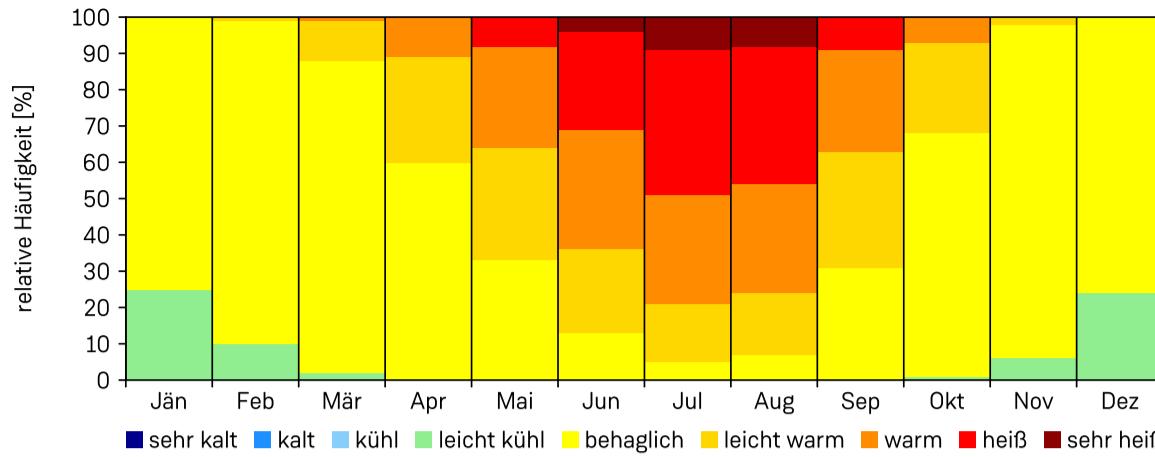


Abbildung 9.4: Häufigkeitsverteilung der thermischen Empfindungsklassen auf Basis der gefühlten Temperatur an der Station Graz Universität (366 m) für die Gegenwart (Periode 1991 – 2020).

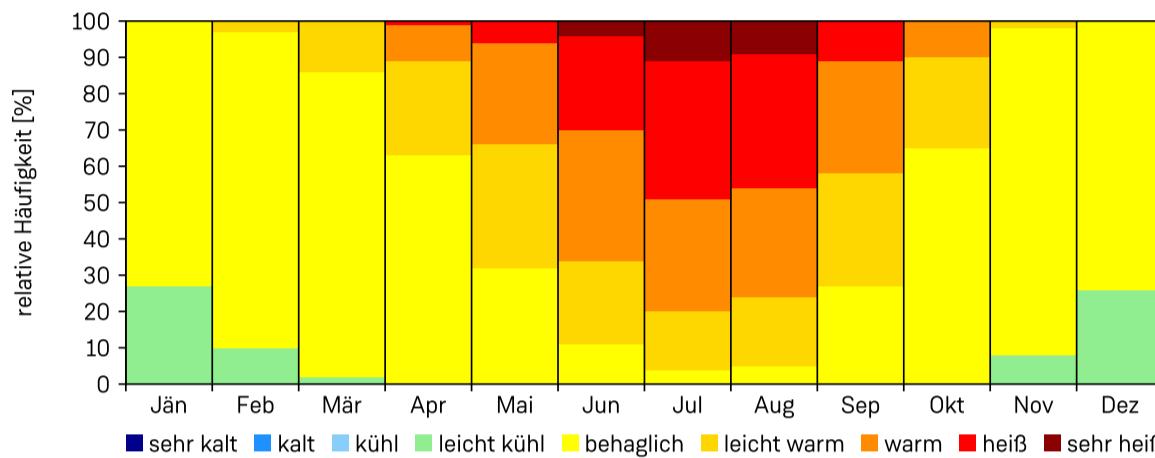


Abbildung 9.5: Häufigkeitsverteilung der thermischen Empfindungsklassen auf Basis der gefühlten Temperatur an der Station Deutschlandsberg (354 m) für die Gegenwart (Periode 1991 – 2020).

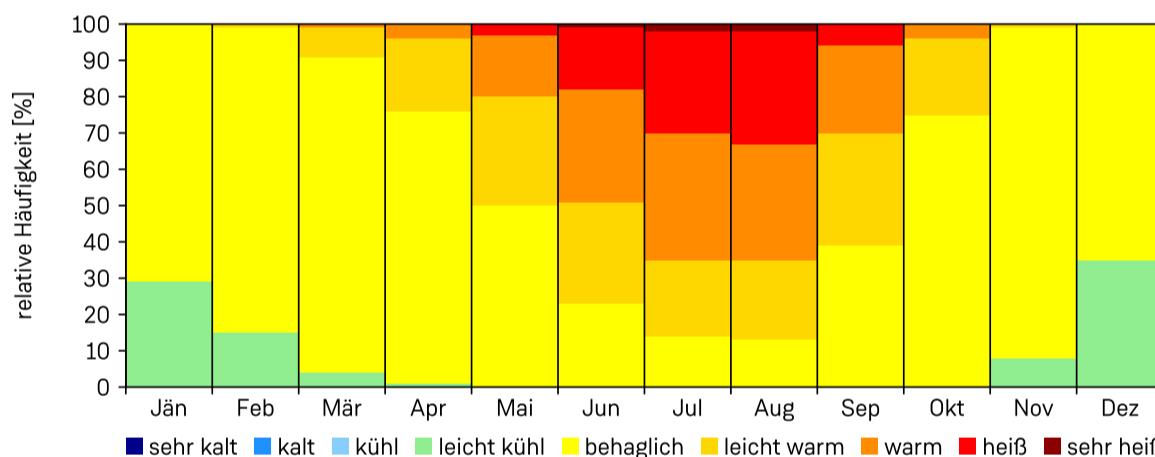


Abbildung 9.6: Häufigkeitsverteilung der thermischen Empfindungsklassen auf Basis der gefühlten Temperatur an der Station Zeltweg (678 m) für die Gegenwart (Periode 1991 – 2020).

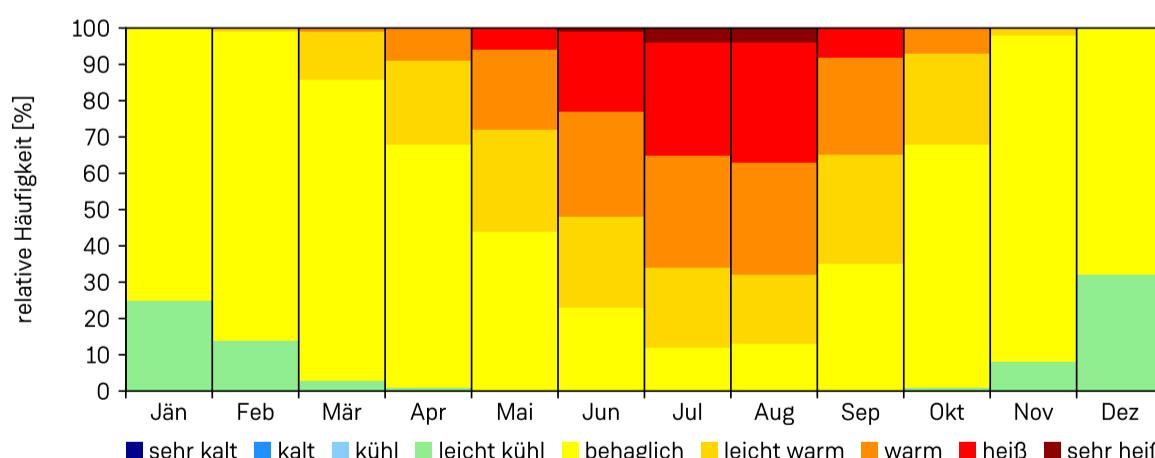


Abbildung 9.7: Häufigkeitsverteilung der thermischen Empfindungsklassen auf Basis der gefühlten Temperatur an der Station Irdning-Gumpenstein (697 m) für die Gegenwart (Periode 1991 – 2020).

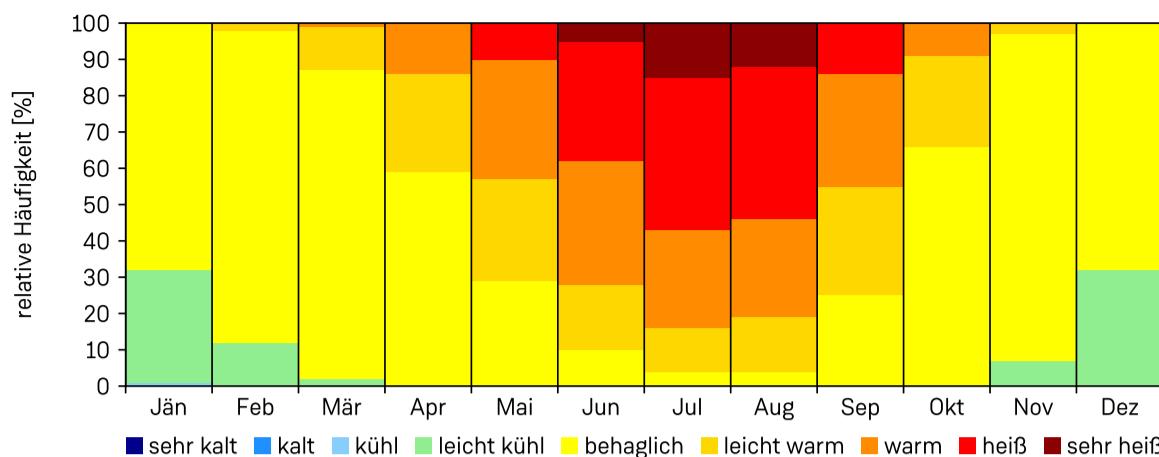


Abbildung 9.8: Häufigkeitsverteilung der thermischen Empfindungsklassen auf Basis der gefühlten Temperatur an der Station Bad Radkersburg (207 m) für die Gegenwart (Periode 1991 – 2020).

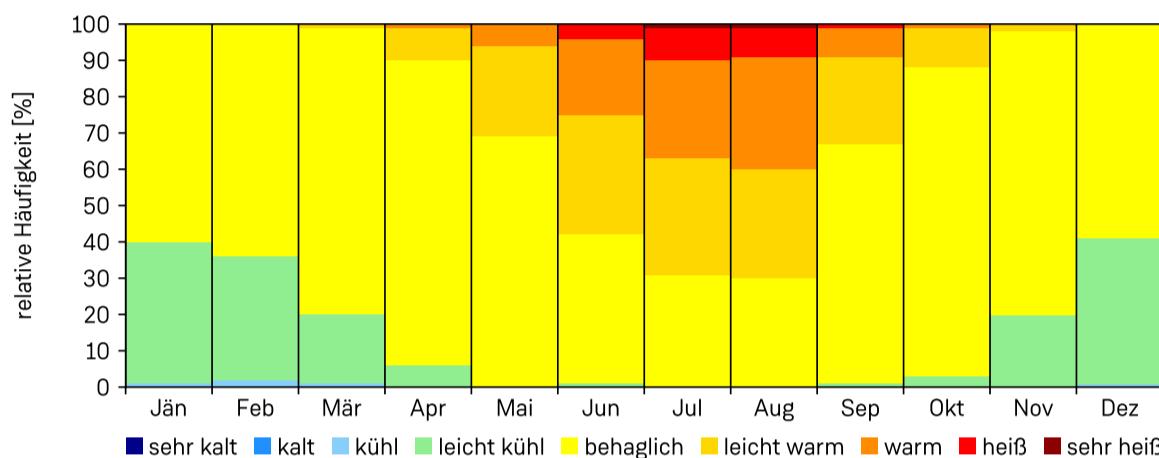


Abbildung 9.9: Häufigkeitsverteilung der thermischen Empfindungsklassen auf Basis der gefühlten Temperatur an der Station Fischbach (1034 m) für die Gegenwart (Periode 1991 – 2020).

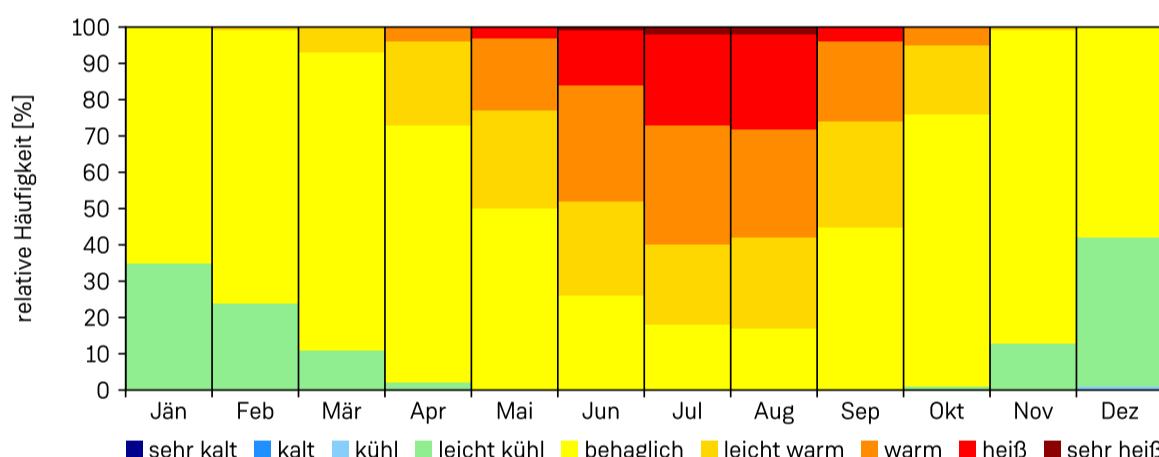


Abbildung 9.10: Häufigkeitsverteilung der thermischen Empfindungsklassen auf Basis der gefühlten Temperatur an der Station Mürzzuschlag (705 m) für die Gegenwart (Periode 1991 – 2020).

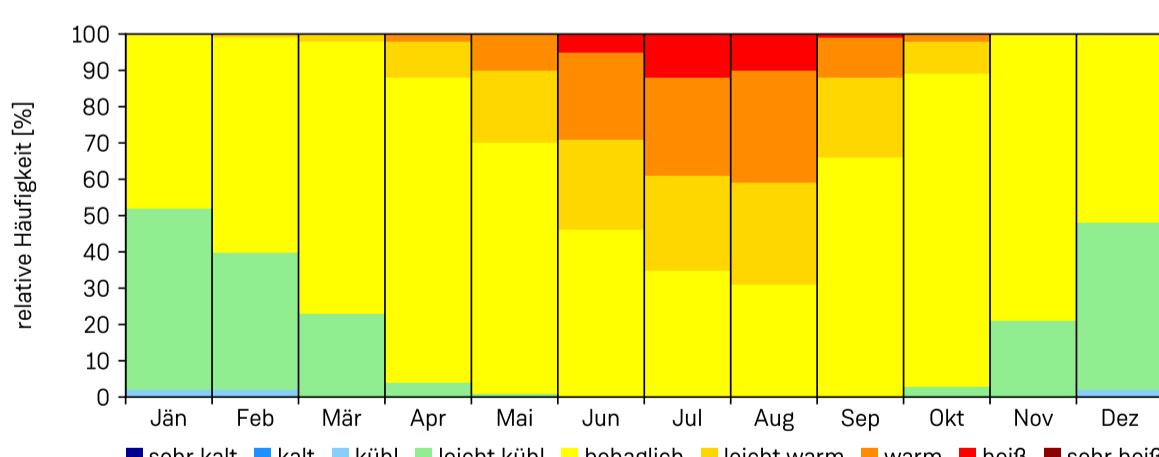


Abbildung 9.11: Häufigkeitsverteilung der thermischen Empfindungsklassen auf Basis der gefühlten Temperatur an der Station Mariazell (864 m) für die Gegenwart (Periode 1991 – 2020).

9.3 Weitere Indikatoren für Wärmebelastung

Der Einfluss der Lufttemperatur auf das Wohlbefinden und die Gesundheit des Menschen ist unbestritten und wurde im vorherigen Abschnitt in direkten Zusammenhang gesetzt. Sehr hohe sowie sehr niedrige Temperaturen gehen einher mit einem erhöhten Sterberisiko aufgrund von Herz-Kreislauf-Erkrankungen, wobei diese Gefahr bei extremer Kälte stärker anwächst als bei Hitze (Alahmad et al., 2023). Bei der derzeitigen Zunahme der mittleren Lufttemperatur (siehe Kapitel 3 „Temperatur“) ist es dennoch die Hitze, die im Fokus der Betrachtungen steht.

Vor allem in verbauten städtischen Bereichen kommen zusätzliche Effekte zum Tragen, die einerseits eine stärkere Erwärmung untertags verursachen und andererseits das Absinken der Lufttemperatur in der Nacht verringern (städtischer Wärmeinseleffekt). Dadurch können Hitzewellen in städtischen Ballungsräumen verstärkt und gegebenenfalls verlängert werden, wodurch im Sommer die Wahrscheinlichkeit für eine erhöhte Wärmebelastung und die damit verbundenen gesundheitlichen Risiken steigt, insbesondere für vulnerable Bevölkerungsgruppen (Kromp-Kolb et al., 2014). Dementsprechend sind für größere und kleinere Städte neben dem vermehrten Einsatz von Klimaanlagen vor allem städteplanerische Konzepte und Maßnahmen, die dieses Risiko nachhaltig minimieren können (z.B. Frischluftschneisen, Begrünung, Beschattung), von zunehmender Bedeutung.

Für die Beschreibung von Hitze werden in der Klimatologie verschiedene temperaturabhängige Parameter verwendet. In den folgenden Abschnitten werden drei dieser Klimaparameter vorgestellt und für die Steiermark analysiert.

Die Auswertungen dieser Parameter wurden basierend auf den SPARTACUS-Daten (siehe Kapitel 1.3 „SPARTACUS“) für die Vergangenheit (1961 – 1990) und Gegenwart (1991 – 2020) sowie basierend auf dem ÖKS15-Datensatz (siehe Kapitel 1.4 „ÖKS15“) für die nahe und ferne Zukunft (2021 – 2050 und 2071 – 2100) für verschiedene Szenarien für die Steiermark und deren Klimaregionen vorgenommen. Zusätzlich wurde für die aktuelle Klimanormalperiode 1991 – 2020 ein mittlerer Jahrgang an ausgewählten Stationen (siehe Abbildung 9.12) in verschiedenen Klimaregionen der Steiermark berechnet.

9.3.1 Heiße Tage

Heiße Tage sind definiert als Tage mit einem Maximum der Lufttemperatur von mindestens 30°C.

In Abbildung 9.13 ist anhand der Mittelwerte zu sehen, dass in der Vergangenheit (1961 – 1990) je nach Region und Höhenlage in der Steiermark 0 bis rund 7 heiße Tage pro Jahr auftraten. Die höchsten Werte wurden dabei in den südöstlichen Tälern des Vorlandes, insbe-

sondere im unteren Murtal, erreicht, während in den Hochlagen keine heißen Tage vorkamen.

In der aktuellen Klimanormalperiode (1991 – 2020), dargestellt in Abbildung 9.14, zeigt sich ein sehr ähnliches Muster wie in der Vergangenheit, jedoch mit Mittelwerten von 0 bis rund 23 heißen Tagen pro Jahr auf deutlich höherem Niveau. Die meisten heißen Tage treten wiederum im Vorland auf und dort vor allem im unteren Murtal. Auch in den Talbecken des Mur- und Mürztals sowie in den Talbecken des oberen Ennstales ist das Auftreten heißer Tage keine Ausnahme mehr.

In Abbildung 9.12 ist der mittlere Jahrgang der heißen Tage an ausgewählten Messstationen dargestellt. Heiße Tage treten im langjährigen Mittel von Mai bis September auf, mit dem Maximum im Juli bzw. August. Die in der Region Vorland gelegene Station Bad Radkersburg weist dabei mit rund 19 heißen Tagen pro Jahr die meisten solcher Kenntage auf, gefolgt von Graz Universität und Deutschlandsberg (jeweils rund 17 Tage). Kaum heiße Tage treten hingegen an der Station Fischbach (1034 m Seehöhe) auf, die sich in der Region des Steirischen Randgebirges befindet.

Vergleicht man die Auswertungen der aktuellen Klimaperiode 1991 – 2020 mit der vergangenen Klimaperiode 1961 – 1990 (Abbildung 9.15), so ist das häufigere Erreichen des Schwellwertes von 30°C in den tieferen Lagen der Steiermark deutlich sichtbar, während es

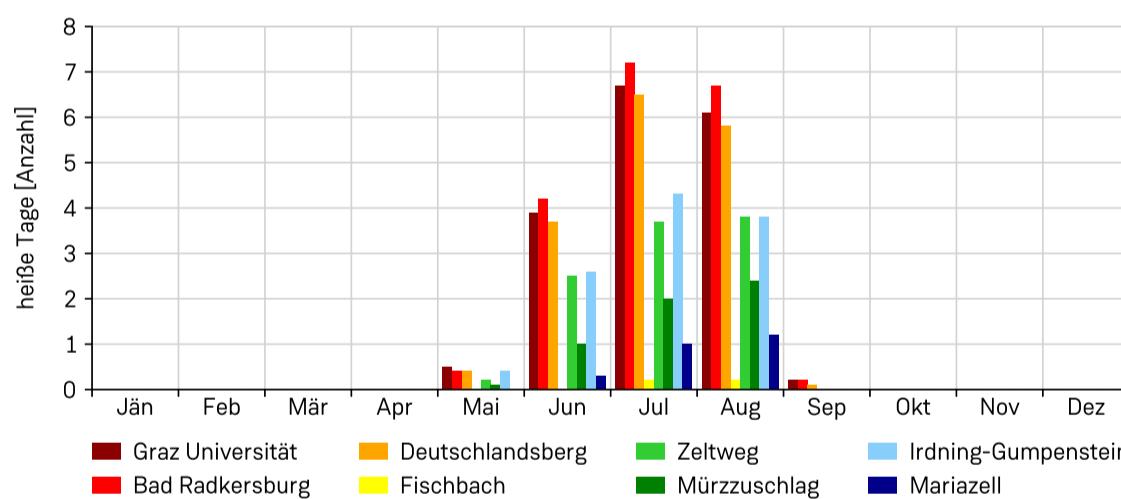


Abbildung 9.12: Mittlerer Jahrgang der heißen Tage an ausgewählten Stationen in verschiedenen Klimaregionen der Steiermark für die Gegenwart (1991 – 2020).

Tabelle 9.3: Mittelwert der Anzahl der heißen Tage für die Vergangenheit (Klimaperiode 1961 – 1990) und Gegenwart (Klimaperiode 1991 – 2020) sowie unter Annahme verschiedener RCPs im Zeitraum 2021 – 2050 bzw. 2071 – 2100 in den einzelnen Klimaregionen und der gesamten Steiermark.

Region	1961 – 1990	1991 – 2020	RCP2.6 2021 – 2050	RCP2.6 2071 – 2100	RCP4.5 2071 – 2100	RCP8.5 2071 – 2100
Tallagen im Nordstaugebiet	1,1	4,7	3,9	4,3	8,0	19,2
Hochlagen im Nordstaugebiet	0,1	0,3	0,2	0,2	0,6	2,8
Talbecken des oberen Ennstales	1,0	4,2	2,9	3,2	6,6	17,7
Nordseite der Niederen Tauern	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
Talbecken des oberen Murtales	0,3	2,3	1,4	1,5	3,8	12,6
Hochlagen der Innenalpen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
Talbecken des Mur- und Mürztals	0,6	2,6	1,8	1,8	4,2	12,4
Steirisches Randgebirge	0,4	2,7	1,9	1,9	4,5	13,1
Vorland	3,7	13,9	12,1	11,2	20,6	39,4
Steiermark	1,2	5,0	4,1	3,9	7,7	17,4

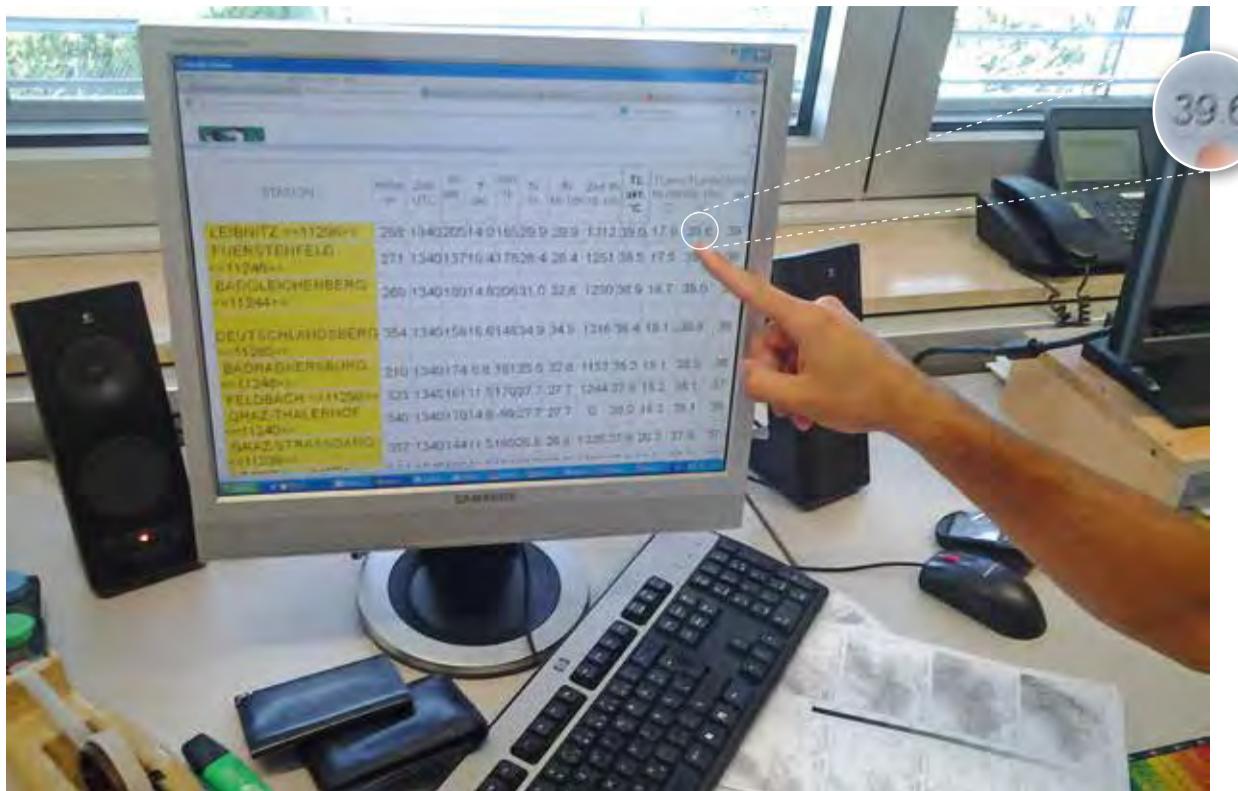


Foto 9.1: Im August 2013 erreichten die Maximum-Temperaturen in Österreich erstmals die 40-Grad-Marke. In der Steiermark blieben die Werte ganz knapp darunter. (Foto: A. Podesser)

in höheren Lagen nur geringfügige Veränderungen gibt.

Einen Ausblick auf mögliche zukünftige Entwicklungen gibt Abbildung 9.16 in Form von Abweichungen der 30-jährigen Mittelwerte zur aktuellen Klimaperiode 1991 – 2020. Hier zeigt sich für die nahe Zukunft (2021 – 2050) bei RCP2.6 eine erwartete leichte Zunahme der heißen Tage um bis zu rund 5 Tagen im Vorland. In der fernen Zukunft (2071 – 2100) wird für dasselbe Szenario (RCP2.6) ebenfalls eine geringfügige Zunahme um bis zu rund 5 Tagen erwartet, die lokal vor allem auf das untere Murtal und das südweststeirische Riedelland beschränkt ist. Betrachtet man für denselben Zeitraum den „Mittelweg“ (RCP4.5), betrifft die erwartete Zunahme an heißen Tagen deutlich größere Gebiete der Steiermark, vor allem Tal- und Beckenlagen. Die maximal erwartete

Zunahme liegt in diesem Fall bei rund 16 Tagen und wird in Teilen des unteren Murtales erreicht. Im Fall des „fossilen Wegs“ (RCP8.5) sind, mit Ausnahme der Hochlagen, weite Teile der Steiermark von einer Zunahme der Anzahl der heißen Tage betroffen. Die größte Zunahme wird auch in diesem Szenario für das Vorland berechnet. Die größten Differenzen zur aktuellen Periode betragen insbesondere im unteren Murtal bis zu rund 35 Tagen. Im Vergleich zu der aktuell in dieser Region auftretenden Häufigkeit von heißen Tagen würde dies somit etwa den zweieinhalbfachen Wert ergeben.

In den Diagrammen der Abbildung 9.17 ist die mögliche Entwicklung der Anzahl der heißen Tage für die einzelnen Klimaregionen sowie die gesamte Steiermark dargestellt. Wie bereits beschrieben, sind in Zukunft vor allem jene

Regionen der Steiermark vermehrt von heißen Tagen betroffen, die derartige Lufttemperaturen bereits aus der aktuellen Klimaperiode kennen, insbesondere das Vorland. Je nach Modellpfad kann sich die Anzahl der heißen Tage in Zukunft auf diesem Niveau einpendeln (RCP2.6) oder deutlich erhöhen (RCP8.5). In den Hochlagen wird aller Erwartung nach auch in Zukunft eine Belastung durch Hitze in Form von heißen Tagen die Ausnahme bleiben. Zusammenfassend sind in der Tabelle 9.3 die Kennzahlen des Klimaparameters „heiße Tage“ für die verschiedenen Klimaregionen und die gesamte Steiermark für die Vergangenheit (1961 – 1990) und Gegenwart (1991 – 2020) sowie für die nahe Zukunft (2021 – 2050) und ferne Zukunft (2071 – 2100) angegeben.

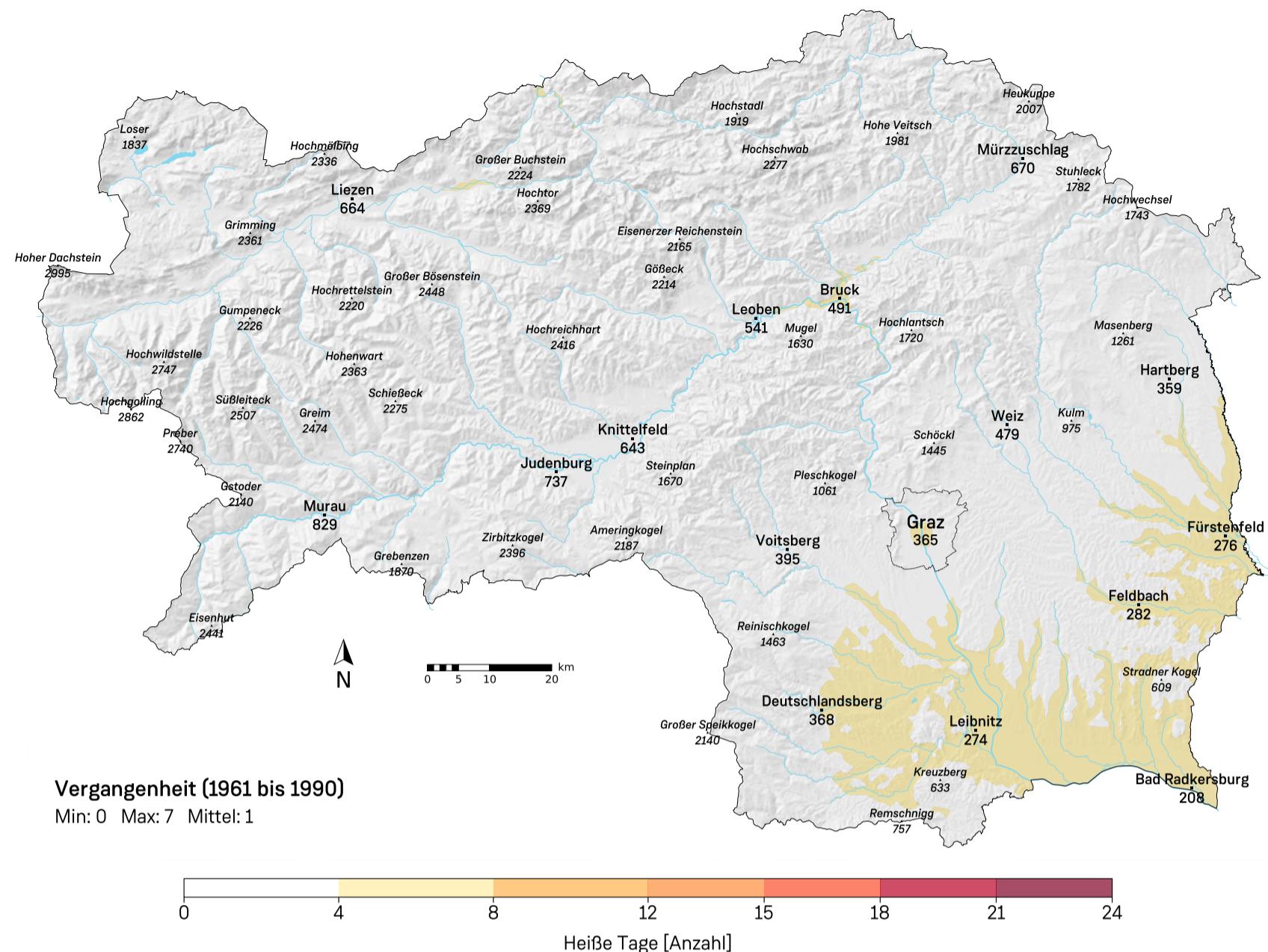


Abbildung 9.13: Anzahl der heißen Tage für die 30-jährige Klimanormalperiode 1961 – 1990.

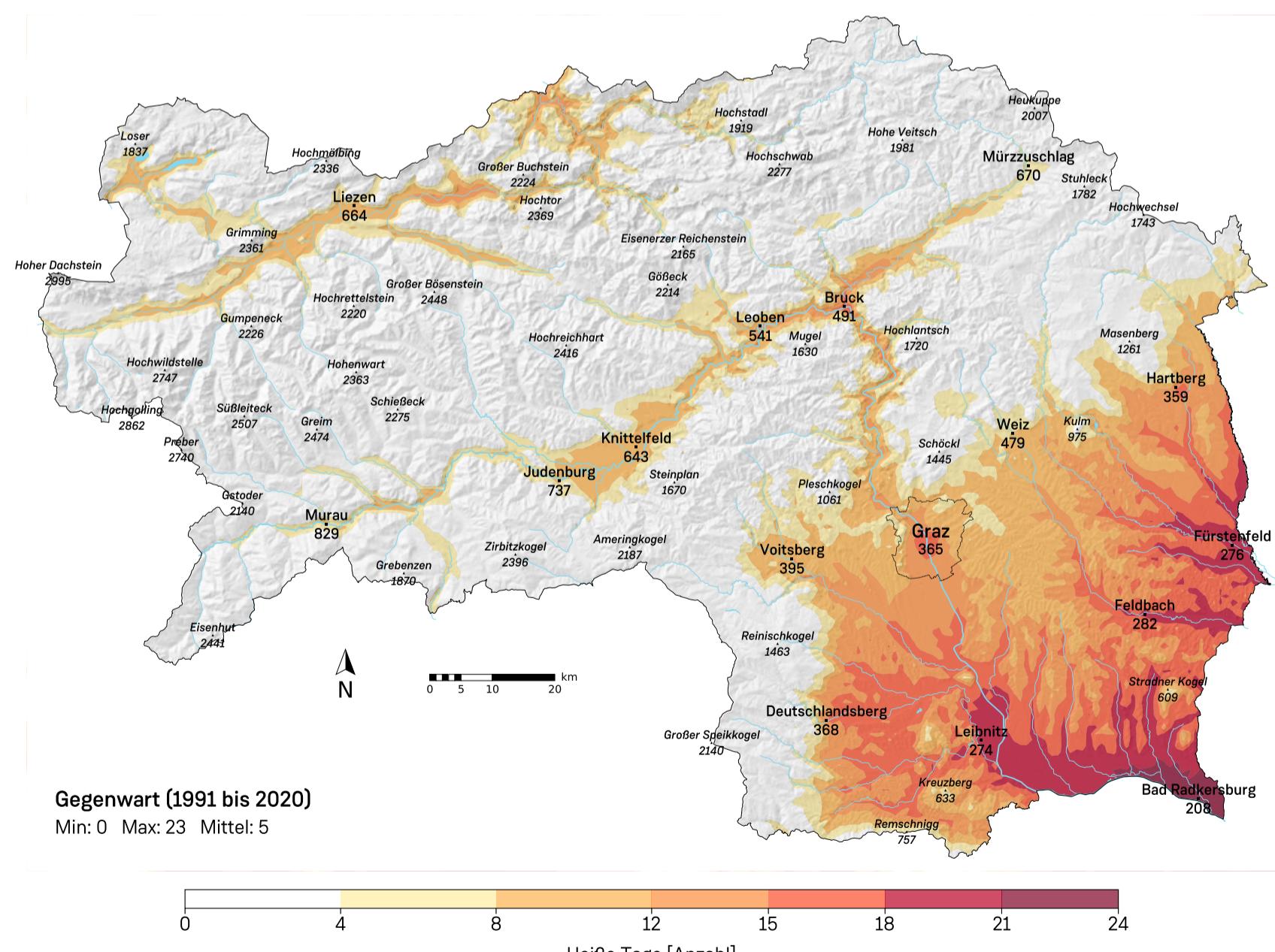


Abbildung 9.14: Anzahl der heißen Tage für die 30-jährige Klimanormalperiode 1991 – 2020.

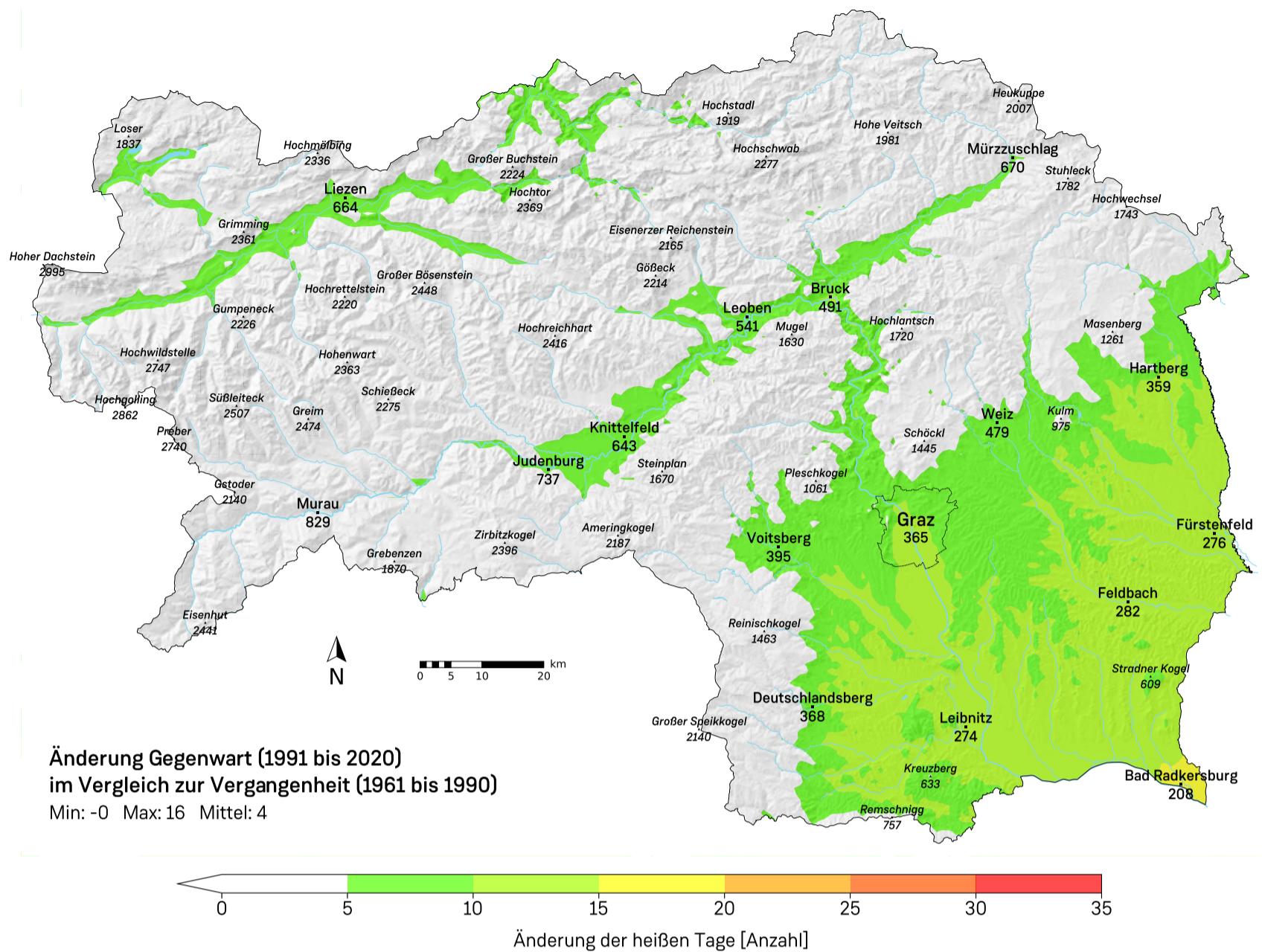


Abbildung 9.15: Änderung der jährlichen Anzahl der heißen Tage im Vergleich der Gegenwart (1991 – 2020) zur Vergangenheit (1961 – 1990).

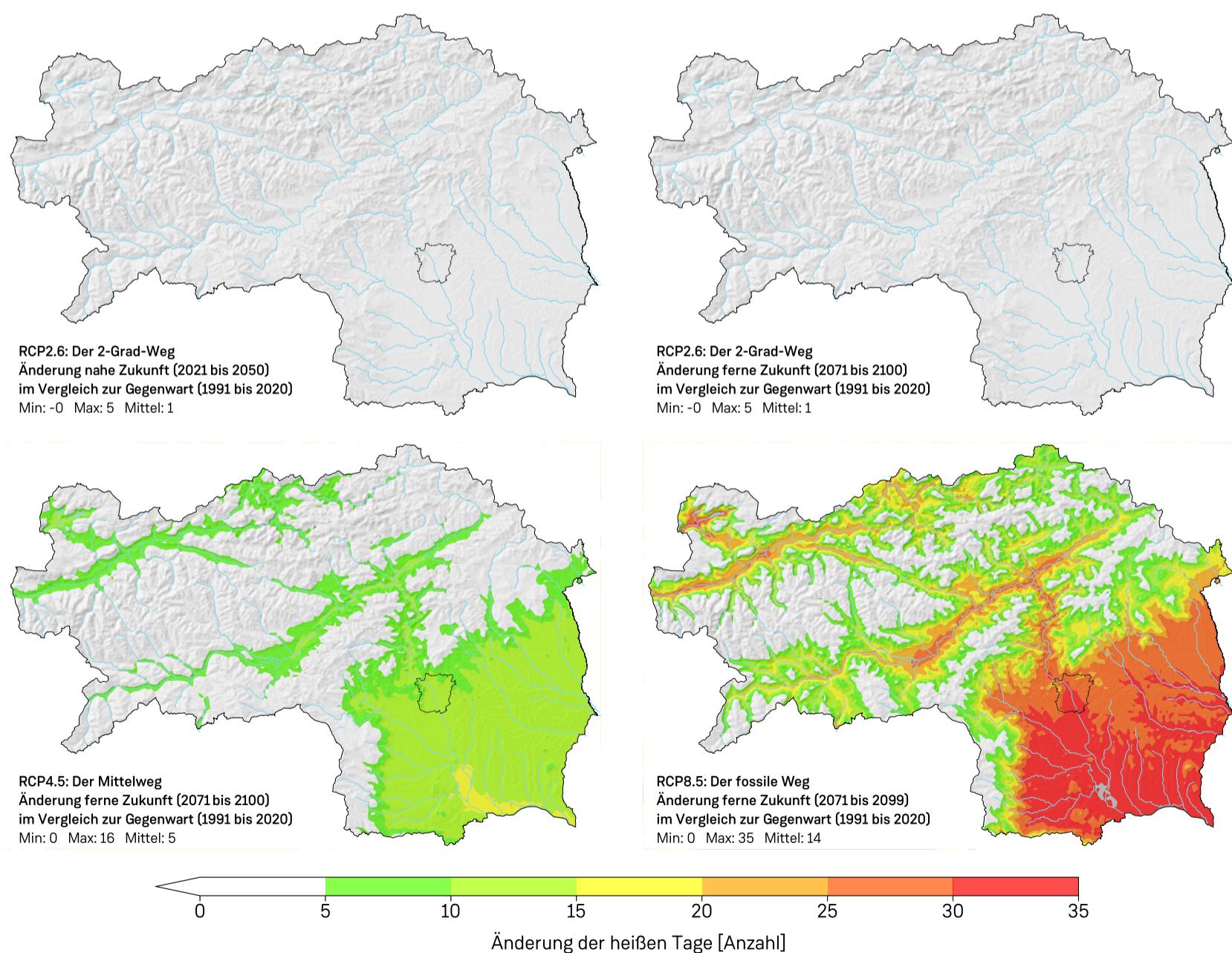


Abbildung 9.16: Änderung der jährlichen Anzahl der heißen Tage für die nahe (2021 – 2050) und ferne Zukunft (2071 – 2100) unter Berücksichtigung verschiedener Klimaszenarien (RCP2.6, RCP4.5, RCP8.5).

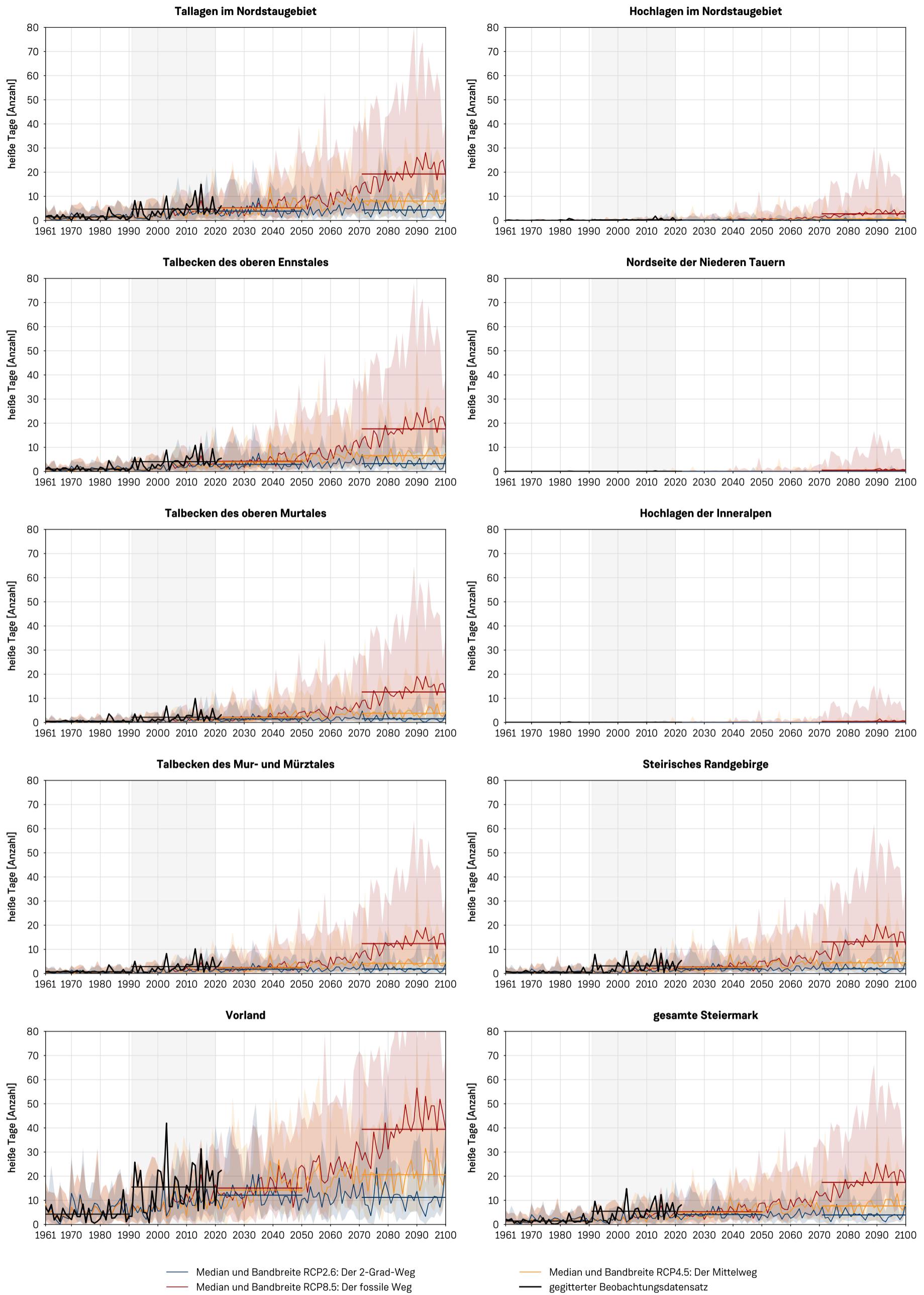


Abbildung 9.17: Zeitlicher Verlauf der Anzahl der heißen Tage von 1961 bis 2100 in den 9 Klimaregionen und der gesamten Steiermark. In den jeweiligen Diagrammen entspricht die schwarze Kurve den Messdaten (1961 bis zur Gegenwart) und die farbigen Kurven dem Median der Zukunftsszenarien für RCP2.6 (blau), RCP4.5 (orange) und RCP8.5 (rot) mit deren transparent dargestellten Bandbreiten (Q5 bis Q95). Waagrechte Linien kennzeichnen die 30-jährigen Mittelwerte der jeweiligen Klimanormalperioden, wobei die Gegenwartszeitspanne zudem grau hinterlegt ist.

9.3.2 Extrem heiße Tage

An extrem heißen Tagen erreicht das Maximum der Lufttemperatur mindestens 35°C. Abbildung 9.19 stellt die Mittelwerte für die vergangene Klimanormalperiode 1961 – 1990 dar, welche für extrem heiße Tage in der gesamten Steiermark 0 sind. Nur in der Zeitreihendarstellung (Abbildung 9.23) zeigt sich, dass das Auftreten eines extrem heißen Tages in der Steiermark doch vereinzelt in Teilen des Vorlandes sowie in Tallagen und Talbecken der Steiermark vorkam.

In der aktuellen Klimanormalperiode 1991 – 2020 reicht das Spektrum der Mittelwerte, dargestellt in Abbildung 9.20, von 0 bis rund 2 extrem heißen Tagen pro Jahr. Die Flächen, die vereinzelte extrem heiße Tage aufweisen, erstrecken sich über die tieferen Lagen der Steiermark. Die höchsten Werte werden in der Region Vorland an den südöstlichen Landesgrenzen erreicht. Hier ist statistisch das vereinzelte Auftreten extrem heißer Tage jedes Jahr zu erwarten.

Abbildung 9.18 zeigt den mittleren Jahresgang der extrem heißen Tage an ausgewählten Messstationen in verschiedenen Klimaregionen der Steiermark. Im langjährigen Mittel von 1991 bis 2020 kommen extrem heiße Tage an allen betrachteten Stationen nur in den Sommermonaten (Juni bis August) vor. Die größte

Wahrscheinlichkeit für einen extrem heißen Tag findet man zumeist im August. Mit rund einem extrem heißen Tag pro Jahr weist das Maximum die in der Region Vorland gelegene Station Deutschlandsberg auf, gefolgt von Bad Radkersburg und Graz Universität. An den Stationen Fischbach und Mariazell sind in der aktuellen Klimaperiode hingegen keine extrem heißen Tage registriert worden.

Vergleicht man die Auswertungen der Gegenwart (1991 – 2020) mit der Vergangenheit (1961 – 1990), so ist die leichte Zunahme der Anzahl dieser Kenntage besonders im unteren Murtal und den Tälern des östlichen Riedellandes in der Klimaregion Vorland zu erkennen (Abbildung 9.21).

In der Abbildung 9.22 sind in Form von Abweichungen der 30-jährigen Mittelwerte zur aktuellen Klimaperiode 1991 – 2020 mögliche zukünftige Entwicklungen der Zahl der extrem heißen Tage in der Steiermark dargestellt. Für RCP2.6 ist sowohl für die nahe Zukunft (2021 – 2050) als auch für die ferne Zukunft (2071 – 2100) in der Steiermark mit einer nur sehr leichten Zunahme von extrem heißen Tagen von unter einem Tag zu rechnen. Im Fall von RCP4.5 betrifft die erwartete leichte Zunahme an extrem heißen Tagen in der fernen Zukunft einzelne Bereiche der Tallagen im Nordstaugebiet sowie vor allem die tieferen Lagen im Süden und Osten der Region Vorland am

stärksten mit einer maximal erwarteten Zunahme von rund 2 Tagen. Betrachtet man für denselben Zeitabschnitt RCP8.5, ist in diesem Szenario in allen Tallagen und Talbecken in den verschiedenen Regionen der Steiermark von einer deutlichen Zunahme der Anzahl extrem heißer Tage auszugehen. Insbesondere im unteren Murtal sind laut diesen Berechnungen bis zu rund +10 extrem heiße Tage pro Jahr möglich.

Die Zeitreihen in Abbildung 9.23 fassen die mögliche Entwicklung der Anzahl der extrem heißen Tage für die einzelnen Klimaregionen sowie die gesamte Steiermark zusammen. Es ist demnach in Zukunft vor allem die Region Vorland von einem vermehrten Auftreten derartiger Lufttemperaturwerte betroffen. Auch in Tallagen und Talbecken ist je nach Szenario mit vereinzeltem bzw. erhöhtem Vorkommen von extrem heißen Tagen und damit verbundener Wärmebelastung zu rechnen. Die Hochlagen werden auch in Zukunft von extrem heißen Tagen verschont bleiben.

Zusammenfassend sind in der Tabelle 9.4 die Kennzahlen des Klimaparameters „extrem heiße Tage“ für die verschiedenen Klimaregionen und die gesamte Steiermark für die Klimaperioden 1961 – 1990 und 1991 – 2020 sowie für die nahe Zukunft (2021 – 2050) und ferne Zukunft (2071 – 2100) angegeben.

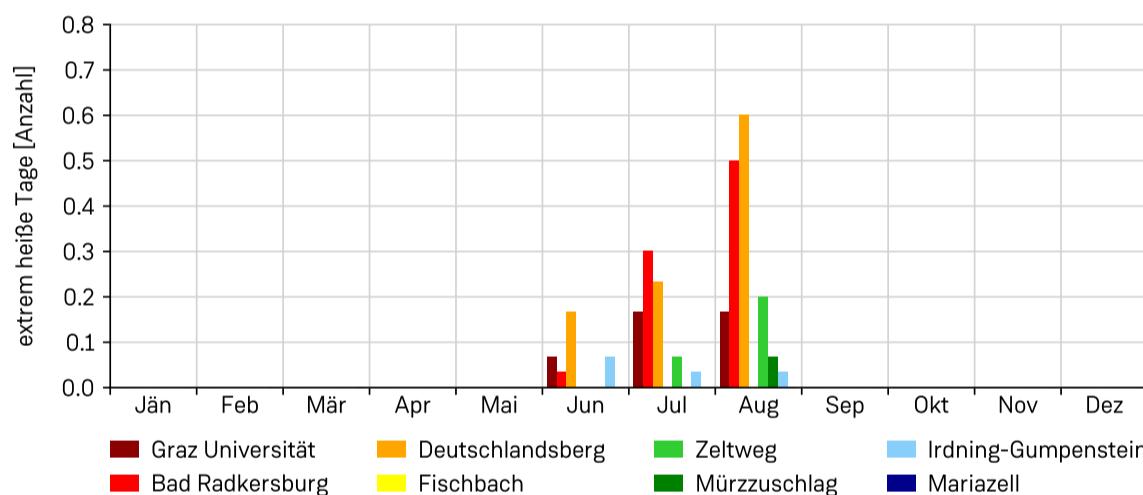


Abbildung 9.18: Mittlerer Jahresgang der extrem heißen Tage an ausgewählten Stationen in verschiedenen Klimaregionen der Steiermark für die Periode 1991 – 2020.

Tabelle 9.4: Mittelwert der Anzahl der extrem heißen Tage für die Vergangenheit (Klimaperiode 1961 – 1990) und Gegenwart (Klimaperiode 1991 – 2020) sowie unter Annahme verschiedener RCPs im Zeitraum 2021 – 2050 bzw. 2071 – 2100 in den einzelnen Klimaregionen und der gesamten Steiermark.

Region	1961 – 1990	1991 – 2020	RCP2.6 2021 – 2050	RCP2.6 2071 – 2100	RCP4.5 2071 – 2100	RCP8.5 2071 – 2100
Tallagen im Nordstaugebiet	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,4
Hochlagen im Nordstaugebiet	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Talbecken des oberen Ennstales	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
Nordseite der Niederen Tauern	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Talbecken des oberen Murtales	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
Hochlagen der Inneralpen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Talbecken des Mur- und Mürztals	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6
Steirisches Randgebirge	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7
Vorland	0,0	0,5	0,1	0,2	0,5	6,0
Steiermark	0,0	0,1	0	0,1	0,1	1,9

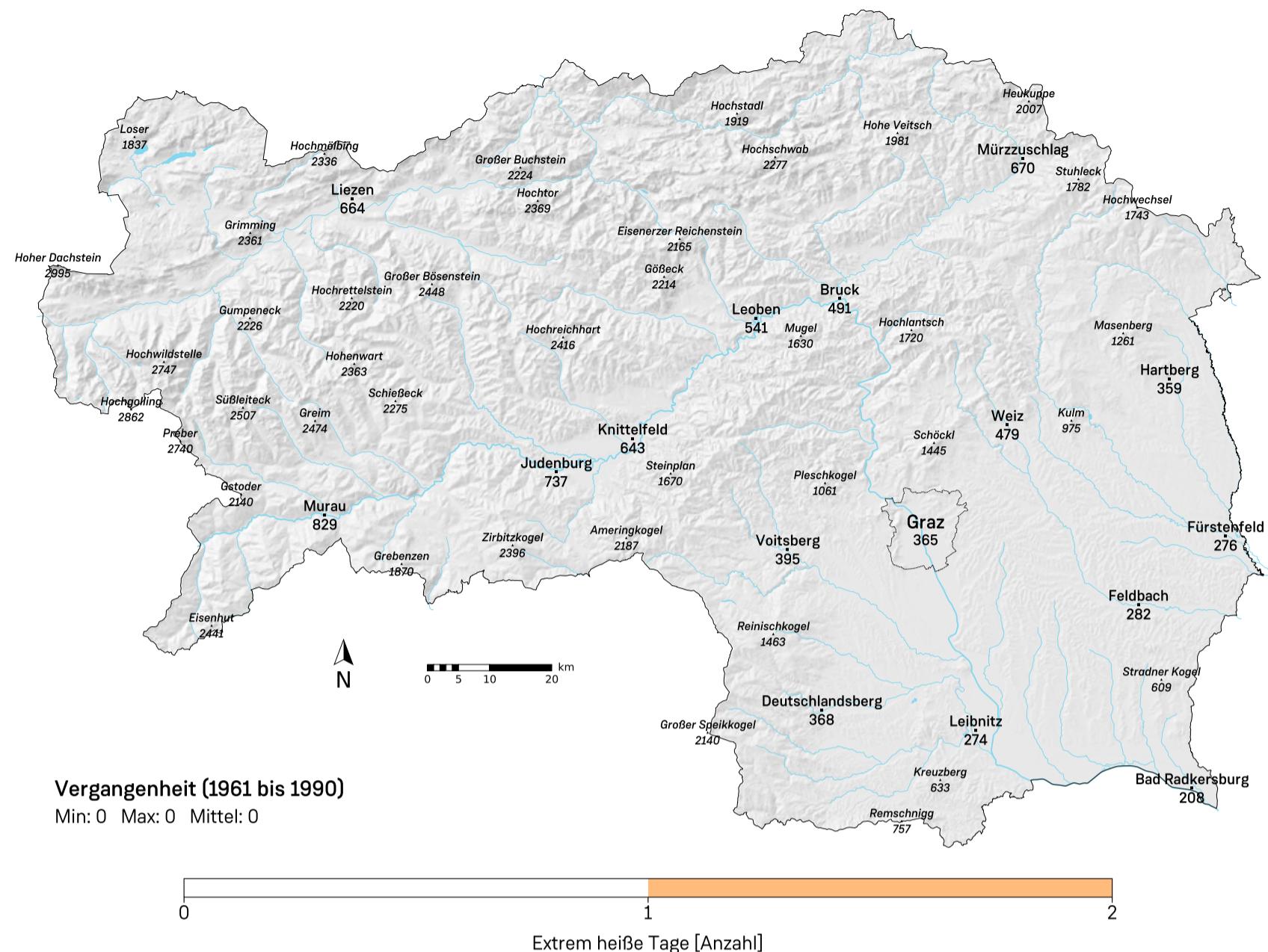


Abbildung 9.19: Anzahl der extrem heißen Tage für die 30-jährige Klimanormalperiode 1961 – 1990.

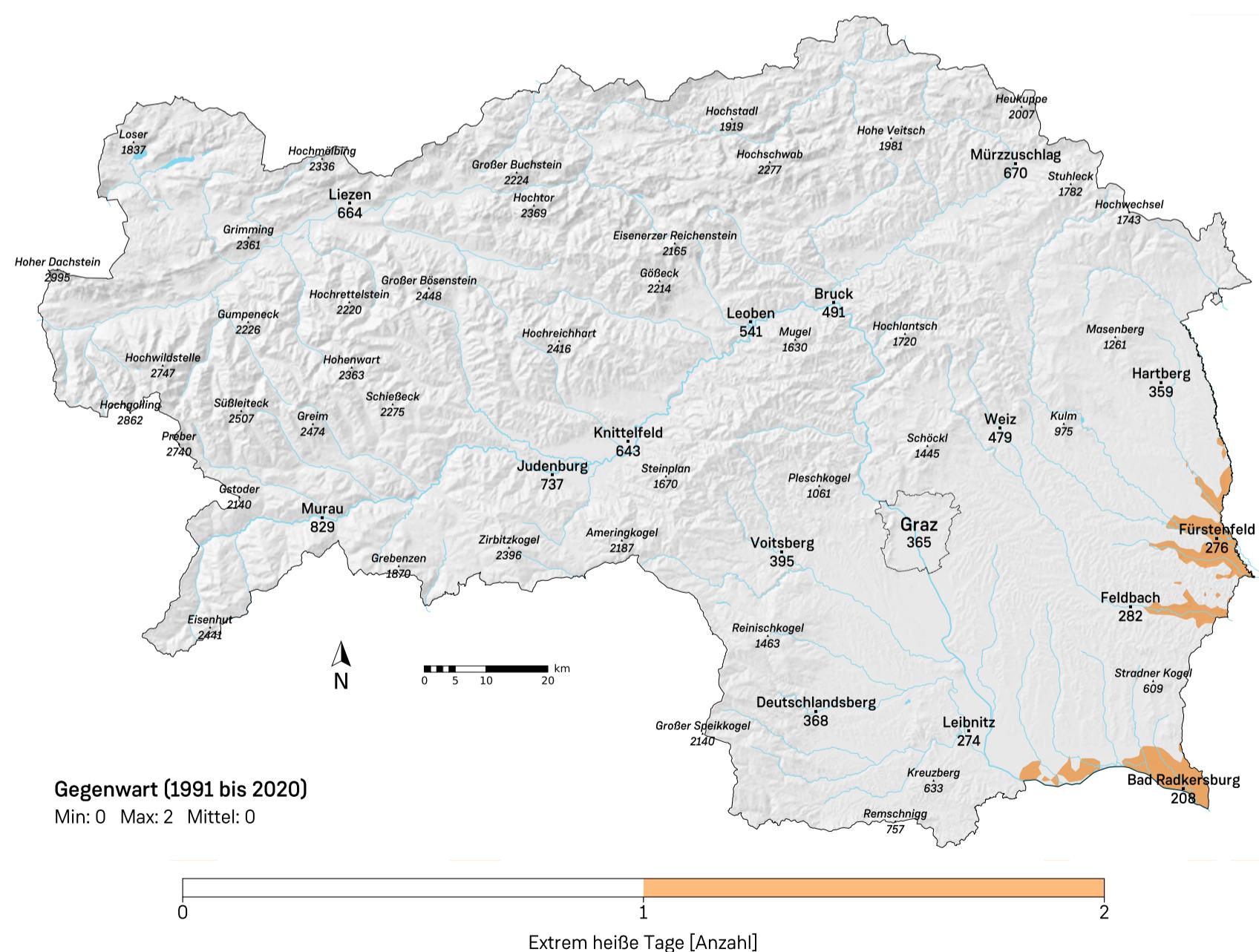


Abbildung 9.20: Anzahl der extrem heißen Tage für die 30-jährige Klimanormalperiode 1991 – 2020.

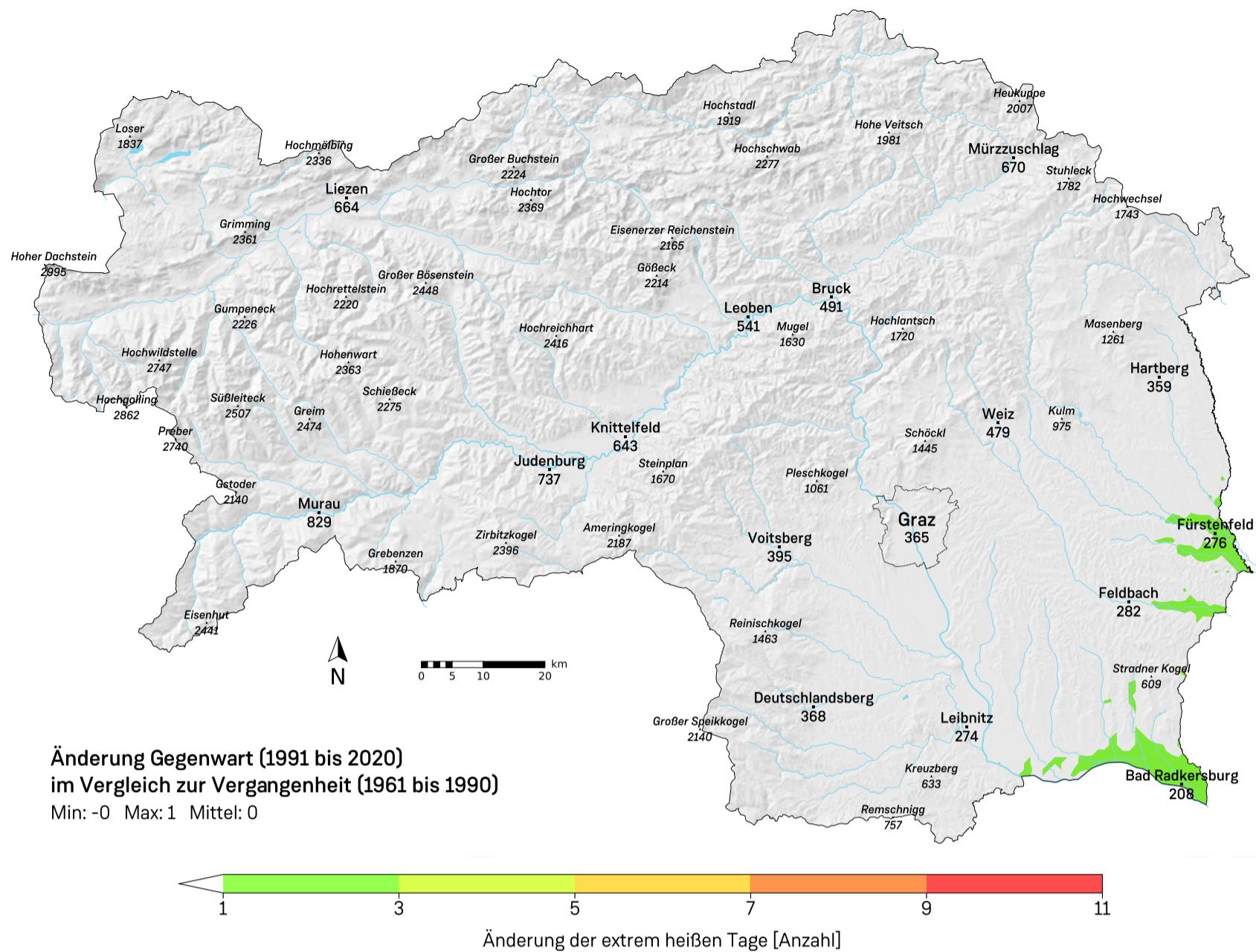


Abbildung 9.21: Änderung der jährlichen Anzahl der extrem heißen Tage im Vergleich der Gegenwart (1991 – 2020) zur Vergangenheit (1961 – 1990).

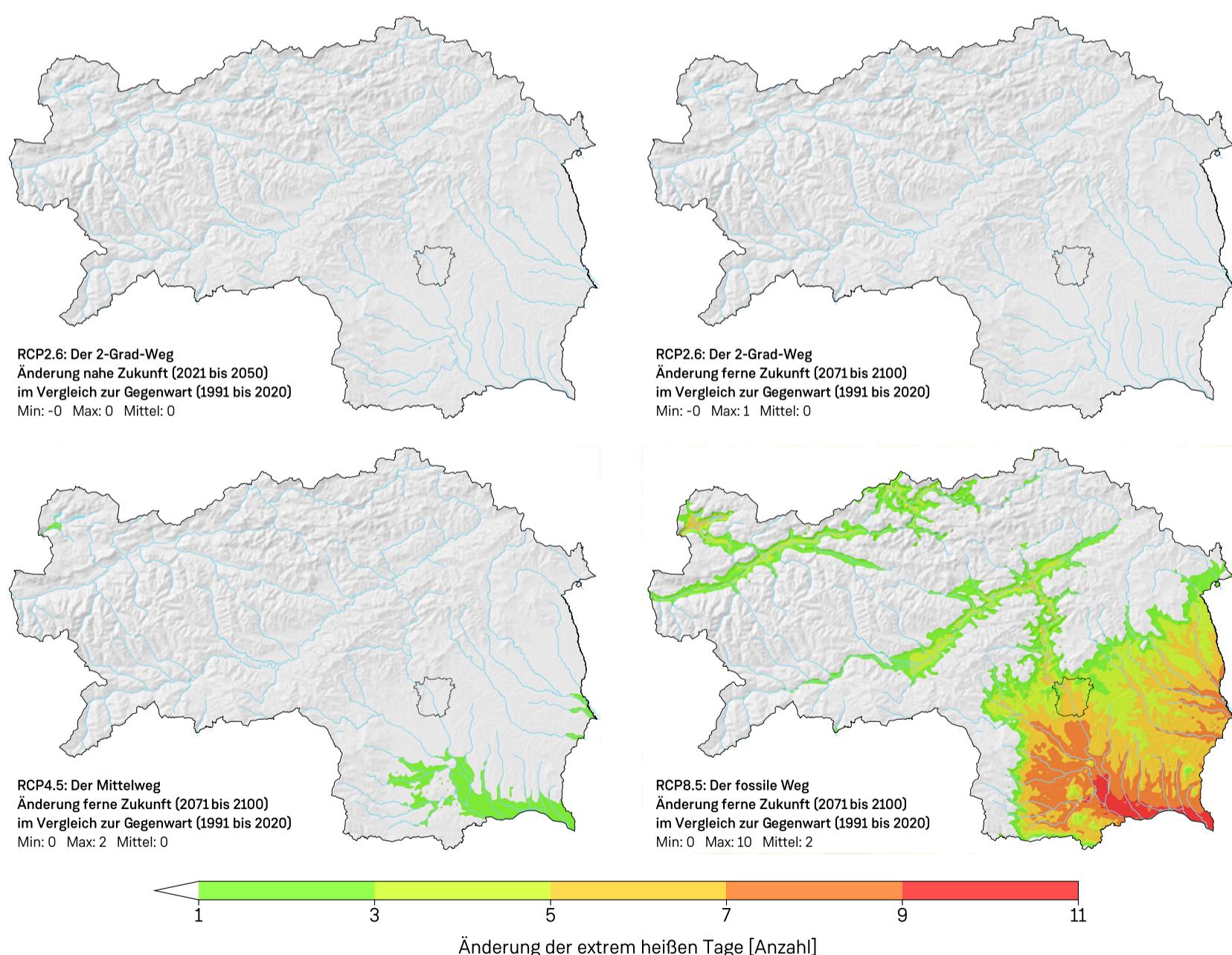


Abbildung 9.22: Änderung der jährlichen Anzahl der extrem heißen Tage für die nahe (2021 – 2050) und ferne Zukunft (2071 – 2100) unter Berücksichtigung verschiedener Klimaszenarien (RCP2.6, RCP4.5, RCP8.5).

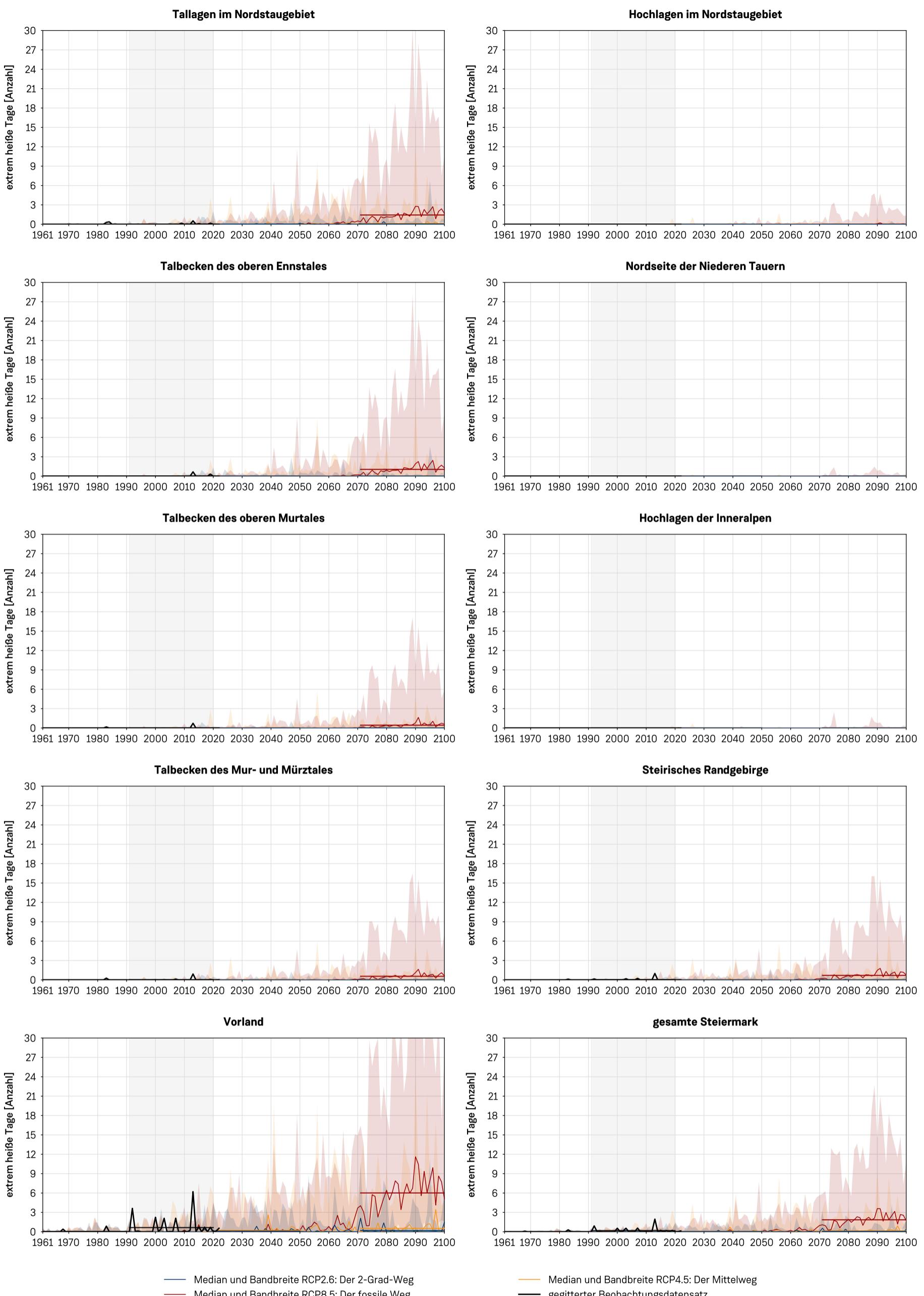


Abbildung 9.23: Zeitlicher Verlauf der Anzahl der extrem heißen Tage von 1961 bis 2100 in den 9 Klimaregionen und der gesamten Steiermark. In den jeweiligen Diagrammen entspricht die schwarze Kurve den Messdaten (1961 bis zur Gegenwart) und die farbigen Kurven dem Median der Zukunftsszenarien für RCP2.6 (blau), RCP4.5 (orange) und RCP8.5 (rot) mit deren transparent dargestellten Bandbreiten (Q5 bis Q95). Waagrechte Linien kennzeichnen die 30-jährigen Mittelwerte der jeweiligen Klimanormalperioden, wobei die Gegenwartszeitspanne zudem grau hinterlegt ist.

9.3.3 Tropennächte

Eine Tropennacht wird dann verzeichnet, wenn das Minimum der Lufttemperatur nicht unter 20°C fällt.

Anhand der Mittelwerte für die vergangene Klimaperiode 1961 – 1990 (Abbildung 9.25) ist zu erkennen, dass in der Steiermark Tropennächte nur vereinzelt in sehr heißen Jahren in Teilen des Vorlandes und des steirischen Randgebirges auftraten.

In der aktuellen Klimaperiode 1991 – 2020 kommen, wie in Abbildung 9.26 unten erkennbar ist, im gesamten Vorland sowie in großen Teilen der Region „Steirisches Randgebirge“ und in weiteren Tallagen und Talbecken vereinzelte Tropennächte vor. Maximale Mittelwerte von 1 bis rund 3 Tropennächten pro Jahr zeigen sich im dicht verbauten Grazer Stadtgebiet, im Südosten des unteren Murtales sowie im nordöstlichen Riedelland.

Der mittlere Jahresgang der Tropennächte ist für die aktuelle Klimaperiode 1991 – 2020 für ausgewählte Messstationen in verschiedenen Klimaregionen der Steiermark in Abbildung 9.24 zu sehen. Tropennächte treten nicht in allen Regionen auf und sind überwiegend in den Sommermonaten (Juni bis August) zu er-

warten, mit dem Maximum zumeist im Juli. Mit durchschnittlich zwei Tropennächten pro Jahr weist das Maximum die städtisch geprägte Station Graz Universität auf, gefolgt von Bad Radkersburg. An den Stationen Zeltweg, Mürzzuschlag und Irdning-Gumpenstein sind in der aktuellen Klimaperiode hingegen keine Tropennächte registriert worden.

Die vergleichende Auswertung zwischen der Gegenwart (1991 – 2020) und der Vergangenheit (1961 – 1990) deutet die zumeist nur geringen Änderungen und die leichte Zunahme in lokalen Bereichen des Vorlandes an (siehe Abbildung 9.27).

Die Abbildung 9.28 zeigt in Form von Abweichungen der 30-jährigen Mittelwerte zur aktuellen Klimaperiode 1991 – 2020 mögliche zukünftige Entwicklungen der Zahl der Tropennächte in der Steiermark. Für RCP2.6 fallen die erwarteten Zunahmen sowohl für die nahe Zukunft (2021 – 2050) als auch für die ferne Zukunft (2071 – 2100) in der Steiermark mit lokalen Maxima von rund einem Tag nur sehr schwach aus. Im Fall von RCP4.5 wird in Teilen des Vorlandes und des steirischen Randgebirges (im Süden und Osten sowie in der Stadt Graz) in der fernen Zukunft eine Zunahme an Tropennächten erwartet, die lokal

Werte von bis zu rund 6 Tagen erreicht. Für RCP8.5 ist die erwartete Zunahme deutlich ausgeprägter und betrifft überwiegend die Regionen Vorland und steirisches Randgebirge sowie die Talbecken des Mur- und Mürztales. In östlichen und südlichen Teilgebieten sowie im Raum Graz sind laut diesen Berechnungen lokal Zunahmen von bis zu rund 27 Tropennächten pro Jahr möglich.

Die mögliche Entwicklung der Anzahl der Tropennächte ist für die einzelnen Klimaregionen sowie die gesamte Steiermark in den Zeitreihen (Abbildung 9.29) zusammengefasst. Die voraussichtliche Zunahme dieser Kenntage und der damit verbundenen Wärmebelastung in der Zukunft betrifft somit vor allem die Region Vorland sowie in geringerem Maße je nach Szenario auch das steirische Randgebirge und in der fernen Zukunft auch die weiteren Tallagen und Talbecken in der Steiermark. Zusammenfassend sind in der folgenden Tabelle 9.5 die Kennzahlen des Klimaparameters „Tropennächte“ für die verschiedenen Klimaregionen und die Steiermark für die Klimaperioden 1961 – 1990 und 1991 – 2020 sowie für die nahe Zukunft (2021 – 2050) und ferne Zukunft (2071 – 2100) angegeben.

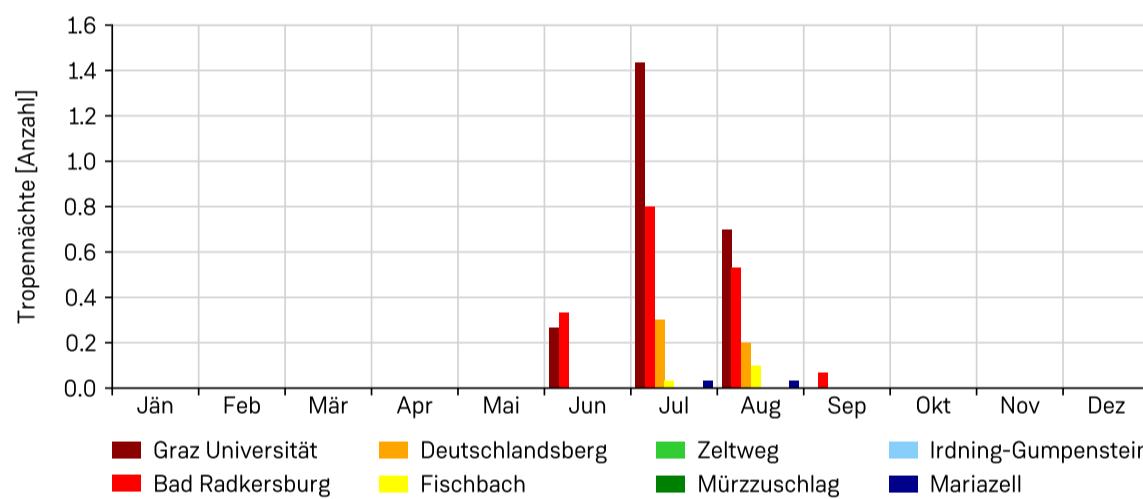


Abbildung 9.24: Mittlerer Jahresgang der Tropennächte an ausgewählten Stationen in verschiedenen Klimaregionen der Steiermark für die Periode 1991 – 2020.

Tabelle 9.5: Mittelwert der Anzahl der Tropennächte für die Vergangenheit (1961 – 1990) und Gegenwart (1991 – 2020) sowie unter Annahme verschiedener RCPs im Zeitraum 2021 – 2050 bzw. 2071 – 2100 in den einzelnen Klimaregionen und der gesamten Steiermark.

Region	1961 – 1990	1991 – 2020	RCP2.6 2021 – 2050	RCP2.6 2071 – 2100	RCP4.5 2071 – 2100	RCP8.5 2071 – 2100
Tallagen im Nordstaugebiet	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8
Hochlagen im Nordstaugebiet	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Talbecken des oberen Ennstales	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
Nordseite der Niederen Tauern	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Talbecken des oberen Murtales	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
Hochlagen der Inneralpen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Talbecken des Mur- und Mürztales	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
Steirisches Randgebirge	0,0	0,2	0,0	0,1	0,3	4,8
Vorland	0,0	0,4	0,2	0,2	1,5	15,0
Steiermark	0,0	0,1	0,0	0,1	0,4	4,8

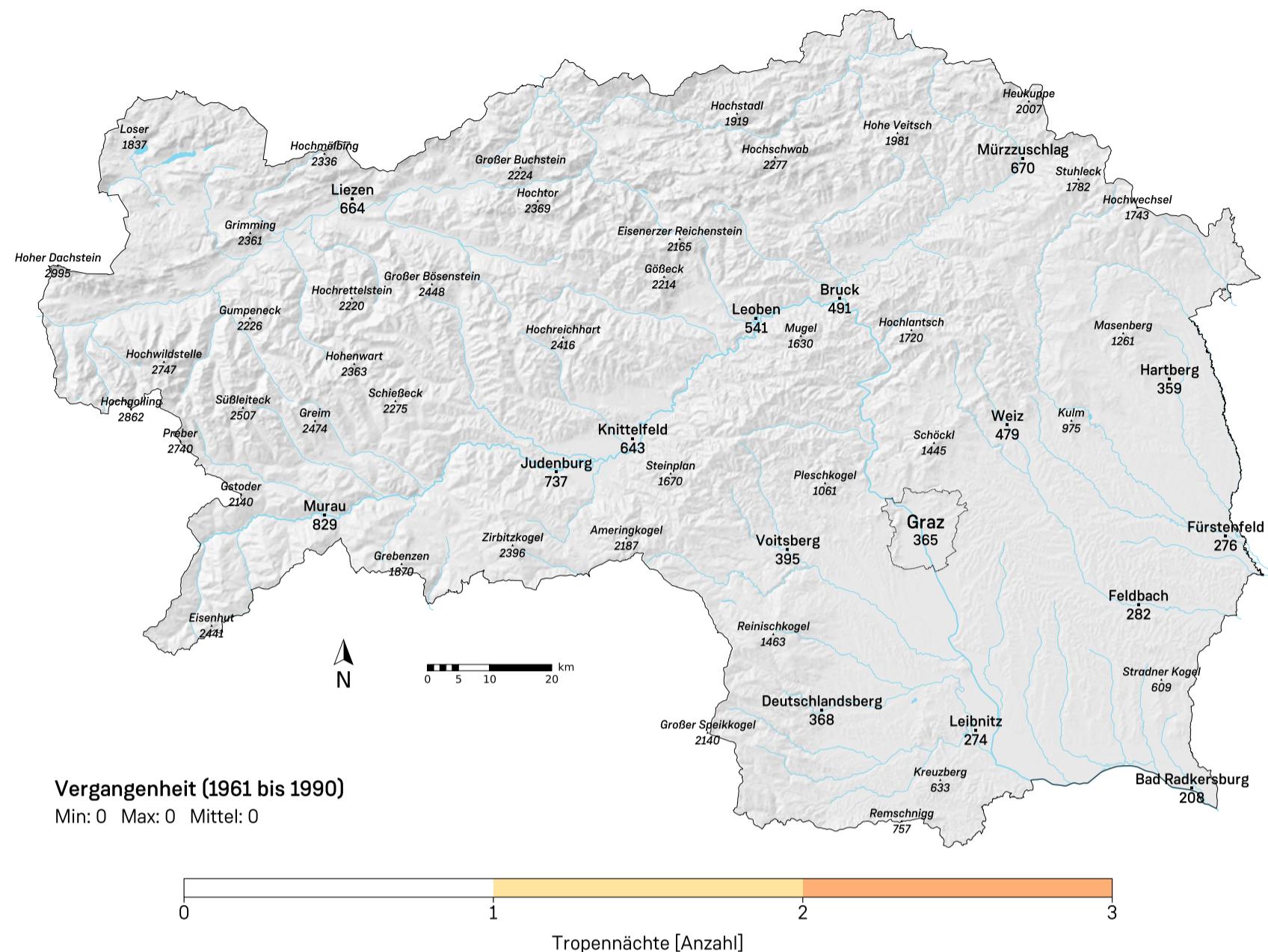


Abbildung 9.25: Anzahl der Tropennächte für die 30-jährige Klimanormalperiode 1961 – 1990.

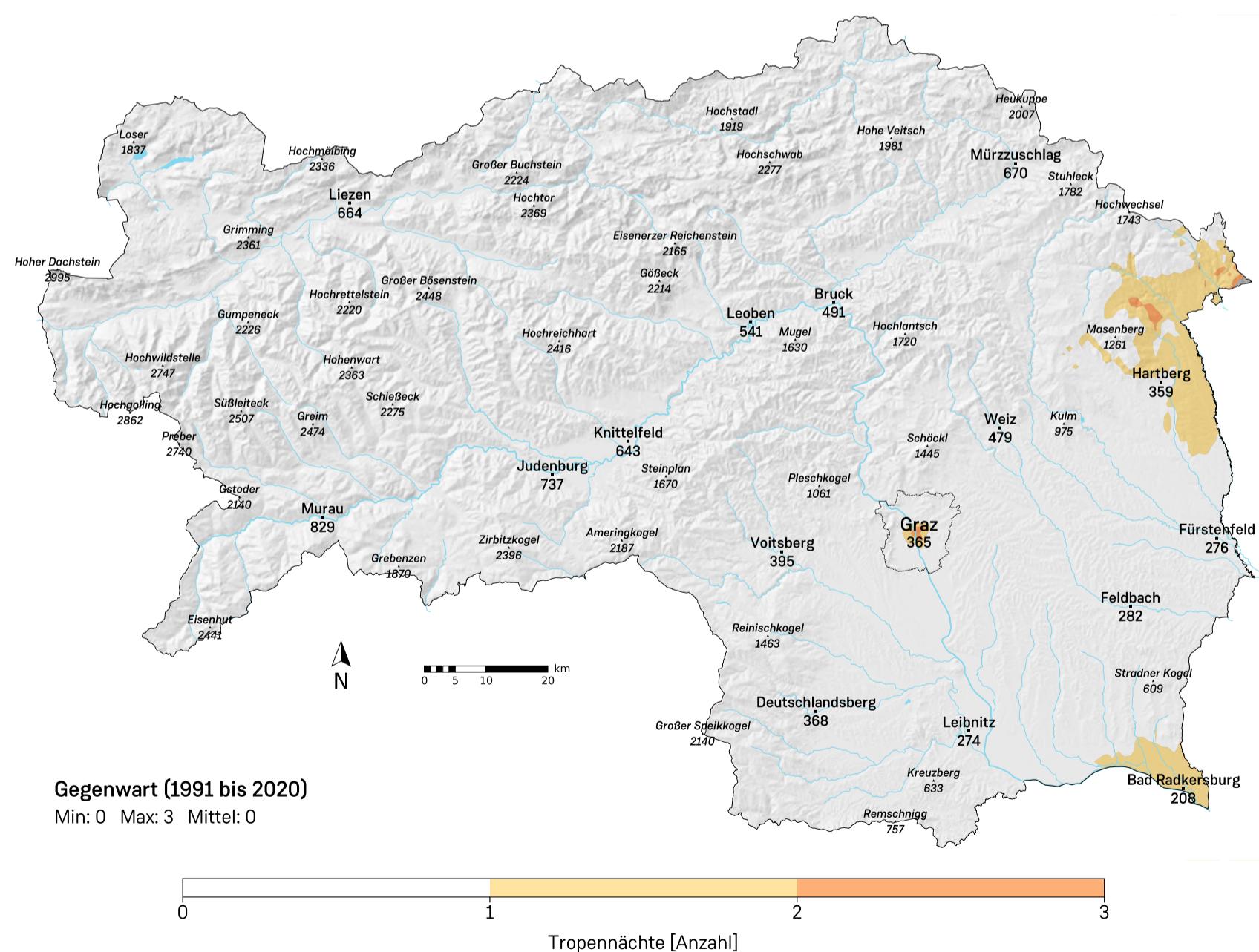


Abbildung 9.26: Anzahl der Tropennächte für die 30-jährige Klimanormalperiode 1991 – 2020.

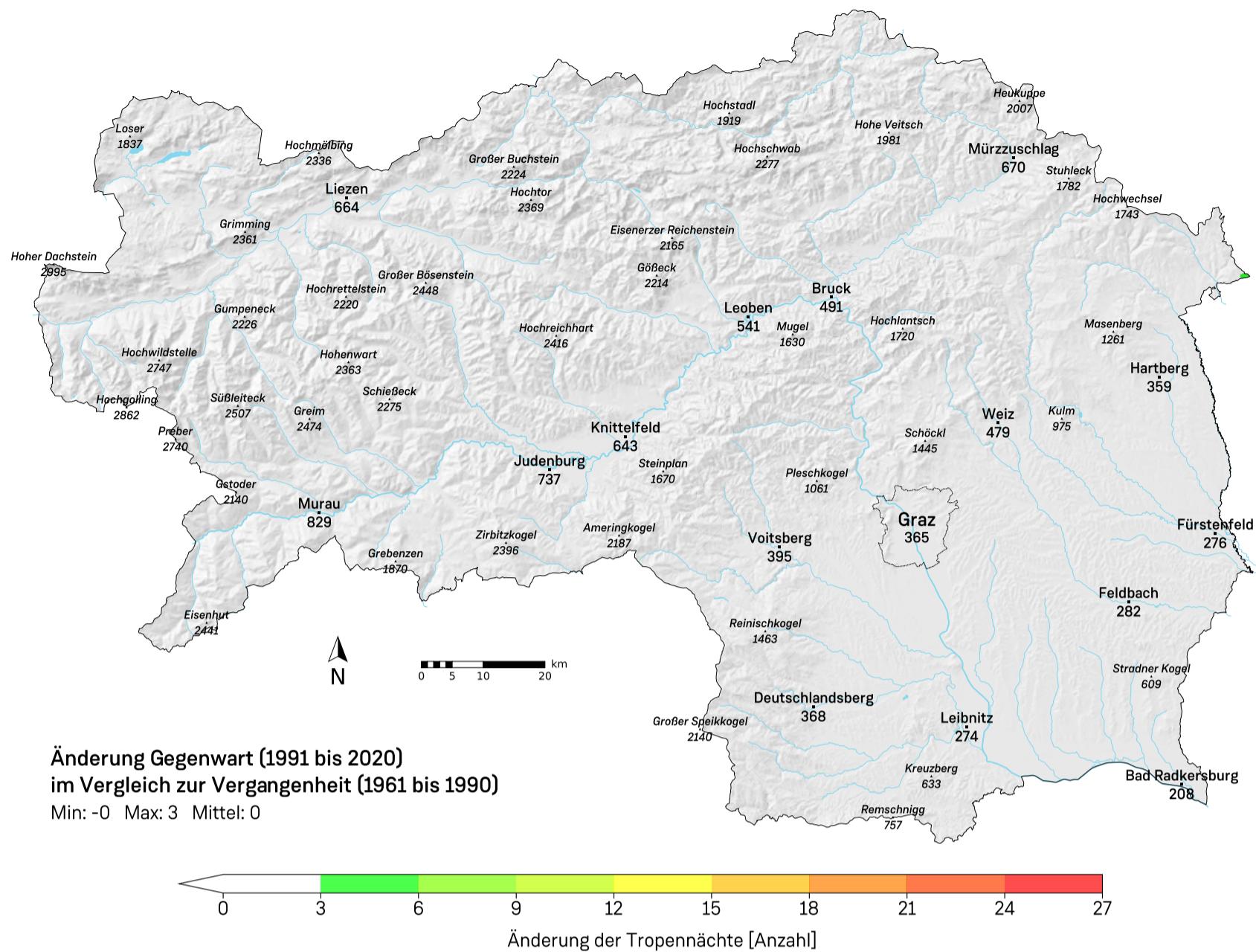


Abbildung 9.27: Änderung der jährlichen Anzahl der Tropennächte im Vergleich der Gegenwart (1991 – 2020) zur Vergangenheit (1961 – 1990).

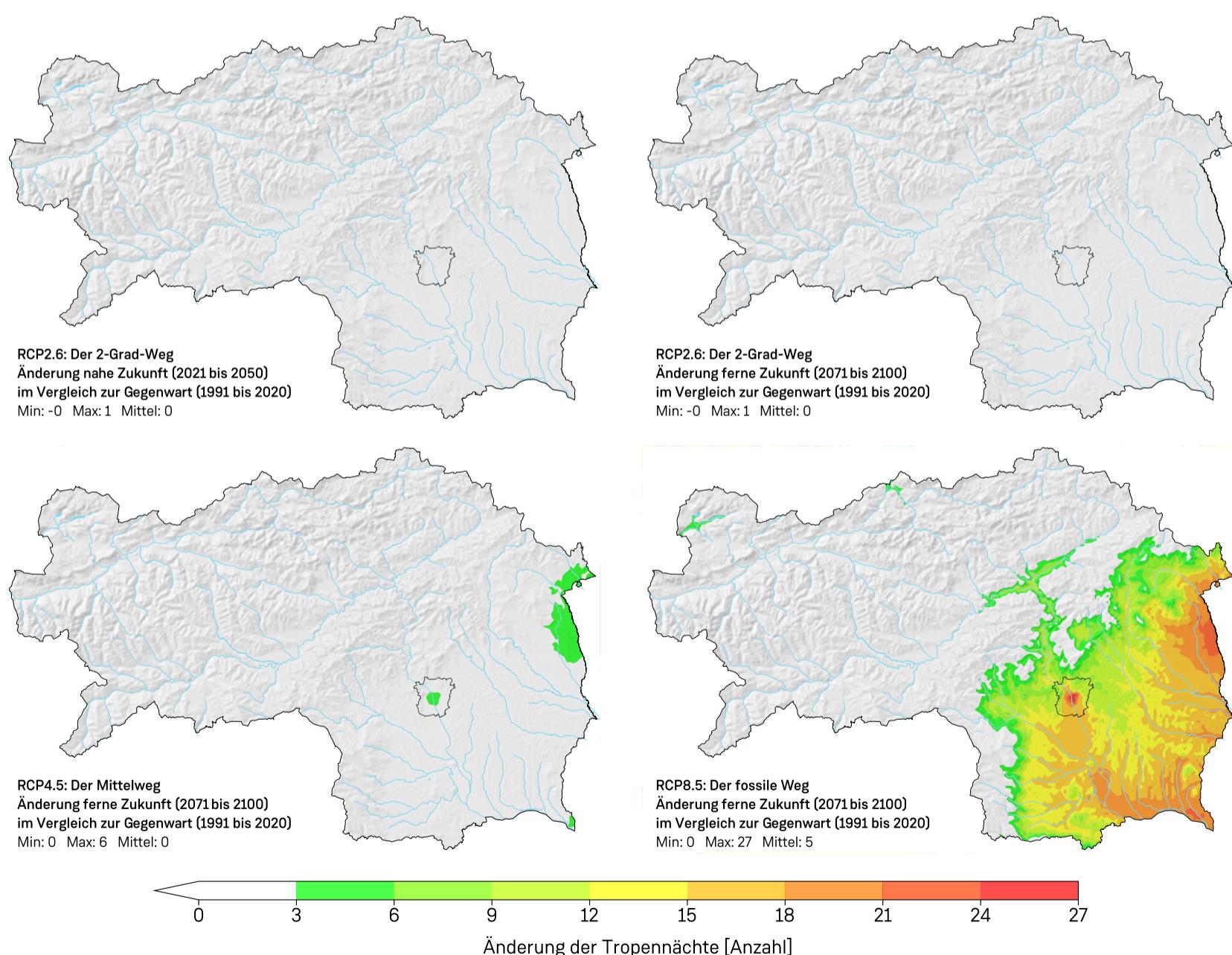


Abbildung 9.28: Änderung der jährlichen Anzahl der Tropennächte für die nahe (2021 – 2050) und ferne Zukunft (2071 – 2100) unter Berücksichtigung verschiedener Klimaszenarien (RCP2.6, RCP4.5, RCP8.5).

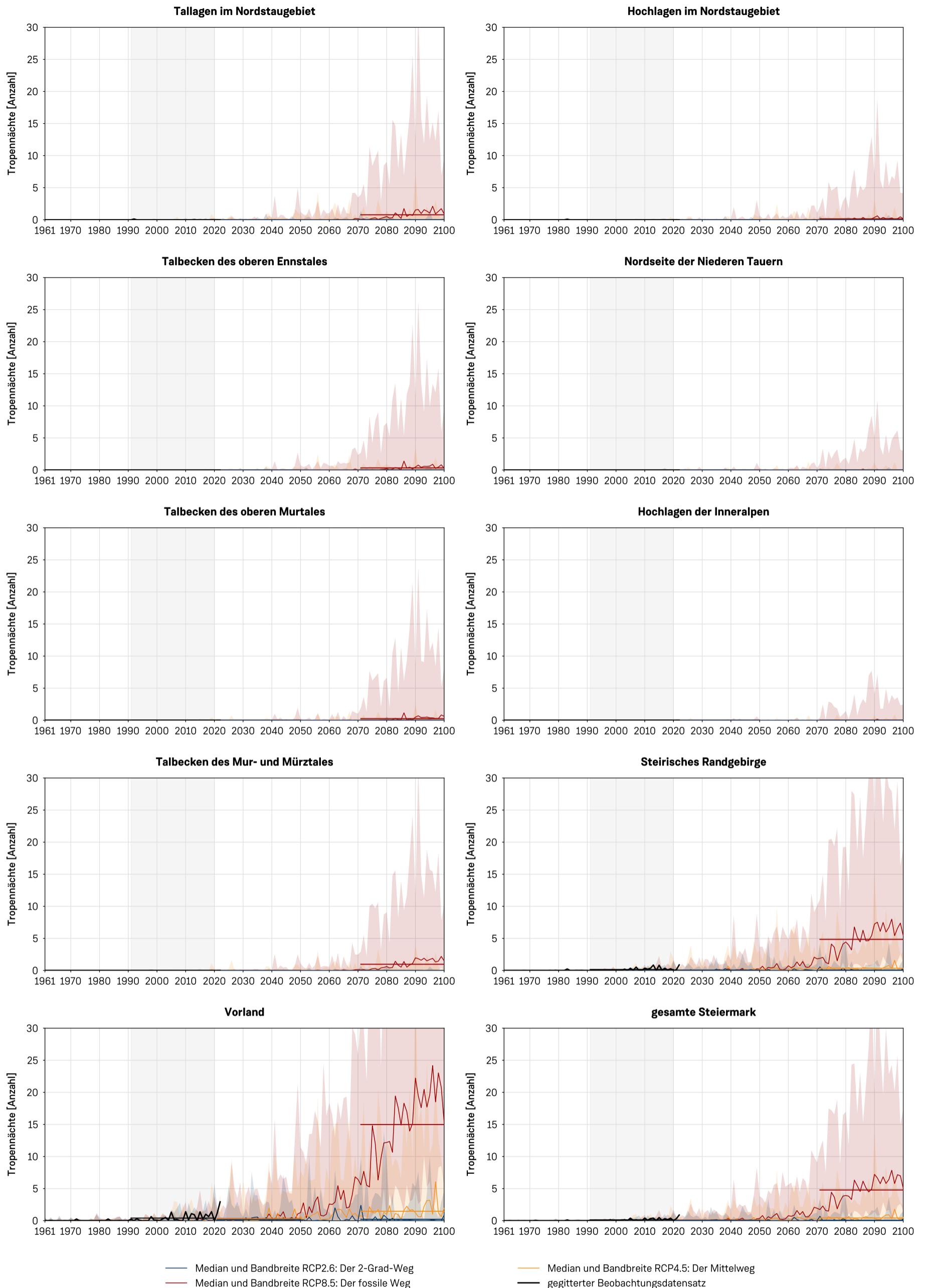


Abbildung 9.29: Zeitlicher Verlauf der Anzahl der Tropennächte von 1961 bis 2100 in den 9 Klimaregionen und der gesamten Steiermark. In den jeweiligen Diagrammen entspricht die schwarze Kurve den Messdaten (1961 bis zur Gegenwart) und die farbigen Kurven dem Median der Zukunftsszenarien für RCP2.6 (blau), RCP4.5 (orange) und RCP8.5 (rot) mit deren transparent dargestellten Bandbreiten (Q5 bis Q95). Waagrechte Linien kennzeichnen die 30-jährigen Mittelwerte der jeweiligen Klimanormalperioden, wobei die Gegenwartszeitspanne zudem grau hinterlegt ist.

9.4 Indikatoren für Erholung und Tourismus

Während in den Sommermonaten die Wärmebelastung ein gesundheitliches Problem darstellen kann, bieten andere Witterungsverhältnisse das Potential, zur Erholung des menschlichen Organismus beizutragen oder Erholungssuchende – Einheimische wie Touristen – zu bestimmten Freiluftaktivitäten zu animieren.

In den folgenden beiden Abschnitten werden eigens kombinierte Klimaparameter beschrieben, die die Häufigkeit bestimmter Witterungssituationen, die unterschiedliche Freiluftaktivitäten begünstigen, aufzeigen.

9.4.1 Trockenes Wanderwetter

Dieser Klimaparameter beschreibt die Anzahl an Tagen, die eine angenehme – weder als zu kühl noch als zu heiß empfundene – Lufttemperatur und keinen bis wenig Niederschlag aufweisen, da diese Witterungsverhältnisse bevorzugt für Freiluftaktivitäten wie beispielsweise das Wandern oder auch für Radtouren genutzt werden. Als „Tage mit trockenem Wanderwetter“ oder „trockene Wandertage“ werden im Folgenden all jene Tage bezeichnet, die eine Tageshöchsttemperatur im Bereich von 15 bis 25°C aufweisen, während die Tagesniederschlagsumme maximal 1 mm beträgt. Die Auswertungen dieses Parameters wurden basierend auf den SPARTACUS-Daten (siehe Kapitel 1.3 „SPARTACUS“) für die Vergangenheit (1961 – 1990) und Gegenwart (1991 – 2020) und basierend auf dem ÖKS15-Datensatz (siehe Kapitel 1.4 „ÖKS15“) für die nahe und ferne Zukunft (2021 – 2050 und 2071 – 2100) für verschiedene Szenarien für das Gebiet der Steiermark und deren Klimaregionen

vorgenommen. Zusätzlich wurde für die aktuelle Klimanormalperiode 1991 – 2020 ein mittlerer Jahresgang an ausgewählten Stationen (siehe Abbildung 9.30) in verschiedenen Klimaregionen der Steiermark berechnet. In Abbildung 9.31 ist anhand der Mittelwerte zu sehen, dass in der Vergangenheit (1961 – 1990) je nach Region und Höhenlage in der Steiermark an 1 bis 104 Tagen pro Jahr Tage mit trockenem Wanderwetter auftraten. Die höchsten Werte wurden dabei in Teilen des Vorlandes erreicht, während in den Hochlagen nur einzelne solcher Tage vorkamen. Werte von rund 80 bis 100 trockenen Wandertagen pro Jahr traten in den tieferen Lagen der Steiermark großflächig auf.

In der aktuellen Klimanormalperiode (1991 – 2020), dargestellt in Abbildung 9.32, zeigt sich ein sehr ähnliches Muster wie in der Vergangenheit, jedoch mit Mittelwerten von 5 bis 97 trockenen Wandertagen pro Jahr. Gegenwärtig weisen große Teile der Steiermark, vor allem die tieferen Lagen, Werte von 80 bis 100 Tagen pro Jahr auf.

In Abbildung 9.30 ist der mittlere Jahresgang der trockenen Wandertage an ausgewählten Messstationen dargestellt. Derartige Tage können im langjährigen Mittel fast das ganze Jahr hindurch auftreten, vor allem jedoch in den Übergangsjahreszeiten, mit dem Maximum zumeist im September. Die Ausnahme bildet hier die höher gelegene Station Fischbach, die trockene Wandertage vermehrt im Sommer aufweist. Die in der Region Vorland gelegenen Stationen Deutschlandsberg und Graz Universität sowie die Station Zeltweg im Talbecken des oberen Murtales erreichen dabei mit rund 94 Tagen die meisten trockenen Wandertage im Jahr.

Vergleicht man die Auswertungen der Gegenwart (1991 – 2020) mit der Vergangenheit (1961 – 1990), so zeichnet sich im Vorland ein leichter Rückgang der trockenen Wandertage ab. In höheren Lagen ist hingegen eine leichte Zunahme zu erkennen (Abbildung 9.33). Diese Änderungen von der Vergangenheit zur Gegenwart bewegen sich punktuell zwischen rund -11 und +12 Tagen und sind darauf zurückzuführen, dass im Vorland die zunehmende Hitze die Zahl der trockenen Wandertage im Sommer schrumpfen lässt, während in höheren Lagen bisher tiefe Temperaturen der limitierende Faktor waren, und daher die generelle Erwärmung für eine Zunahme von trockenen Wandertagen sorgt. Im Mittel über die gesamte Steiermark gleichen sich diese gegenläufigen Änderungen praktisch aus (+1 Tag).

Mögliche zukünftige Entwicklungen der Anzahl der trockenen Wandertage sind in der Abbildung 9.34 in Form von Abweichungen der 30-jährigen Mittelwerte zur aktuellen Klimaperiode 1991 – 2020 dargestellt. Für die nahe Zukunft (2021 – 2050) zeigt sich unter RCP2.6 im Steiermarkmittel eine erwartete geringe Zunahme solcher Tage um rund 3 Tage, mit den größten Änderungen in höheren Lagen. In der fernen Zukunft (2071 – 2100) wird für dasselbe Szenario ebenfalls eine geringfügige Zunahme um rund 3 Tage erwartet, wobei der Anteil an Flächen mit einer Zunahme von über 5 Tagen größer ist als in der nahen Zukunft. Betrachtet man für denselben Zeitraum RCP4.5, betrifft die erwartete Zunahme an trockenen Wandertagen deutlich größere Gebiete der Steiermark – mit Ausnahme der tiefen Lagen. Die maximal erwartete Zunahme liegt in diesem Fall bei rund 16 Tagen und wird vereinzelt in höheren Lagen erreicht. In Teilen

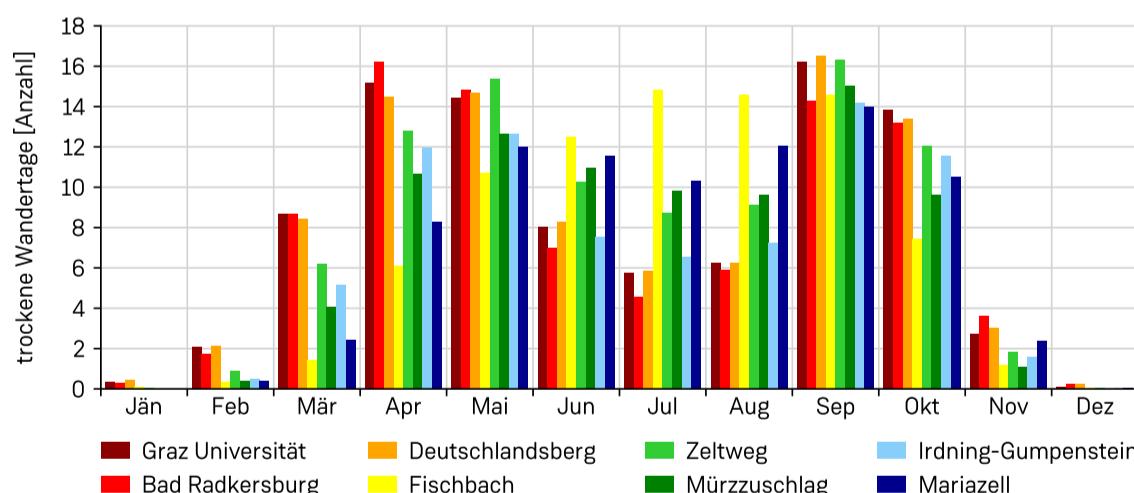


Abbildung 9.30: Mittlerer Jahresgang der Tage mit trockenem Wanderwetter an ausgewählten Stationen in verschiedenen Klimaregionen der Steiermark für die Periode 1991 – 2020.



Foto 9.2: Unterwegs am Theklasteig. Ideales Wanderwetter stellt sich im Gebirge vor allem im Spätsommer ein, wenn die Gewitterneigung zurückgeht und damit zunehmende trockene Bedingungen mit behaglichen Temperaturen vorherrschen. (Foto: A. Podesser)

des Vorlandes und der Talbecken des oberen Ennstales kommt es zu einer leichten Abnahme der Tage mit trockenem Wanderwetter von bis zu etwa 6 Tagen. Im Fall von RCP8.5 sind sämtliche tieferen Lagen der Steiermark, insbesondere die Talbecken des oberen Ennstales, die Tallagen im Nordstaugebiet sowie das Vorland, von einer Abnahme bis zu maximal rund 12 Tagen betroffen. Die größte Zunahme wird auch in diesem Szenario für die höheren Lagen berechnet, wobei hier lokal bis zu rund 32 trockene Wandertage erwartet werden. Im Mittel über die gesamte Steiermark ergibt sich so eine leichte Zunahme um rund 4 Tage.

In den Zeitreihen von Abbildung 9.35 ist die mögliche Entwicklung der Anzahl der trockenen Wandertage für die einzelnen Klimaregionen sowie die gesamte Steiermark dargestellt. Erneut zeigt sich hier, dass in Zukunft die höher gelegenen Regionen der Steiermark von einer Zunahme profitieren können, während die Häufigkeit derartiger Tage in den tiefer gelegenen Klimaregionen, insbesondere dem Vorland, abnimmt. Je nach Modellpfad kann sich die Anzahl der trockenen Wandertage in Zukunft etwa auf dem aktuellen Niveau eingependeln (RCP2.6) oder zu deutlicheren Änderungen führen (RCP8.5). Trotz der erwarteten

Verlagerung in höhere Gebiete bleibt das erwartete Gesamtpotential an trockenen Wandertagen für die Steiermark in Zukunft für alle drei Szenarien relativ stabil. Zusammenfassend sind in der folgenden Tabelle 9.6 die Kennzahlen des Klimaparameters „trockene Wandertage“ für die verschiedenen Klimaregionen und die gesamte Steiermark für die Klimaperioden 1961 – 1990 und 1991 – 2020 sowie für die nahe Zukunft (2021 – 2050) und ferne Zukunft (2071 – 2100) angegeben.

Tabelle 9.6: Mittelwert der Anzahl der Tage mit trockenem Wanderwetter für die Vergangenheit (1961 – 1990) und Gegenwart (1991 – 2020) sowie unter Annahme verschiedener RCPs im Zeitraum 2021 – 2050 bzw. 2071 – 2100 in den einzelnen Klimaregionen und der Steiermark.

Region	1961 – 1990	1991 – 2020	RCP2.6 2021 – 2050	RCP2.6 2071 – 2100	RCP4.5 2071 – 2100	RCP8.5 2071 – 2100
Tallagen im Nordstaugebiet	72,6	73,4	72,2	71,6	70,8	69,2
Hochlagen im Nordstaugebiet	46,5	53,6	58,1	58,4	63,9	71,5
Talbecken des oberen Ennstales	74,0	72,1	73,5	73,1	72,0	70,0
Nordseite der Niederen Tauern	32,2	42,4	46,6	46,9	55,0	66,9
Talbecken des oberen Murtales	72,4	76,1	78,5	78,1	80,8	81,1
Hochlagen der Innenalpen	29,8	39,7	45,8	46,0	54,8	66,7
Talbecken des Mur- und Mürztals	75,0	76,6	78,5	78,5	80,4	80,4
Steirisches Randgebirge	78,0	81,0	83,0	82,8	84,5	84,8
Vorland	97,3	90,2	92,4	92,5	88,3	83,5
Steiermark	72,6	73,9	76,3	76,3	77,6	78,4

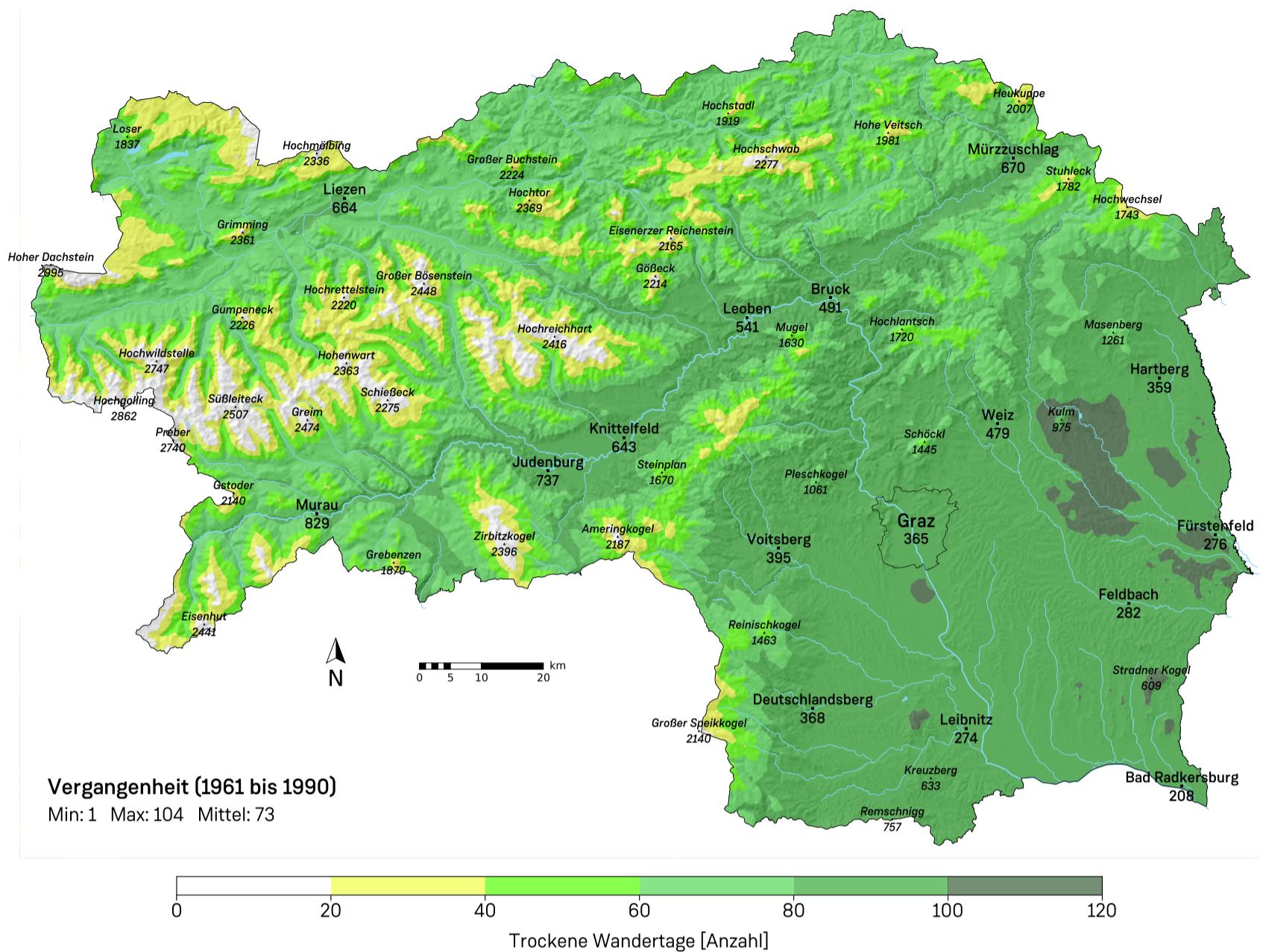


Abbildung 9.31: Anzahl der trockenen Wandertage für die 30-jährige Klimanormalperiode 1961 – 1990.

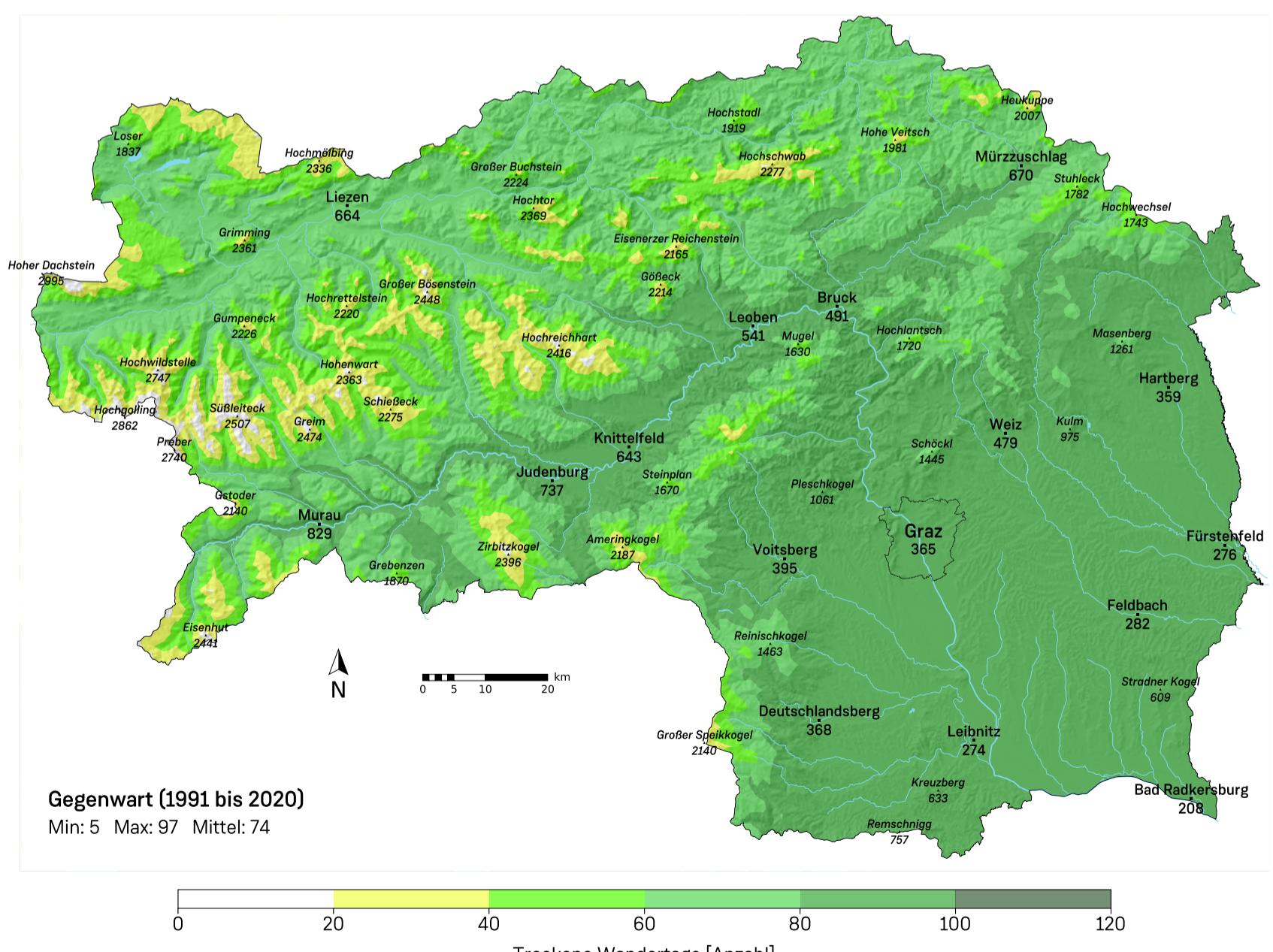


Abbildung 9.32: Anzahl der trockenen Wandertage für die 30-jährige Klimanormalperiode 1991 – 2020.

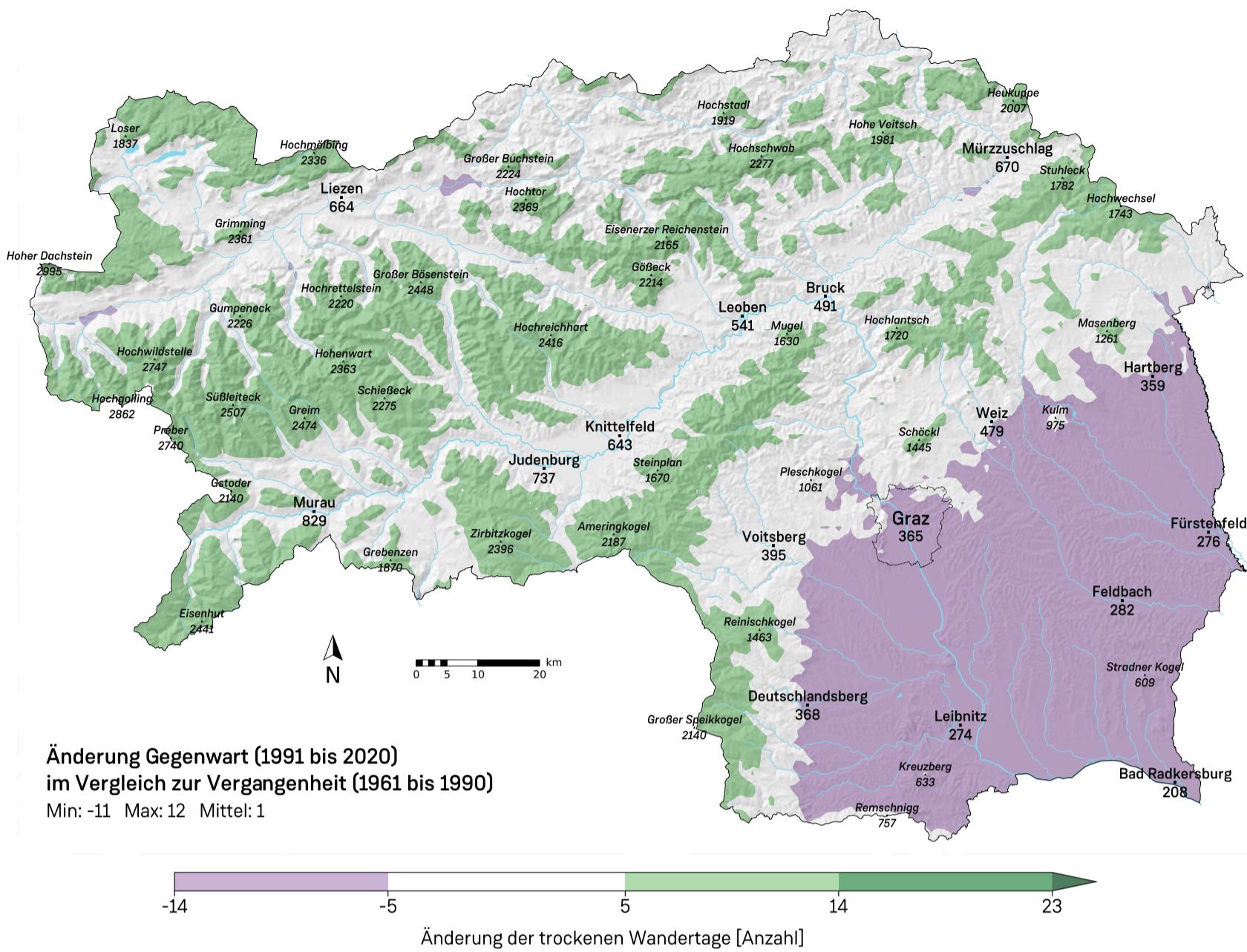


Abbildung 9.33: Änderung der Anzahl der trockenen Wandertage im Vergleich der Gegenwart (1991 – 2020) zur Vergangenheit (1961 – 1990).

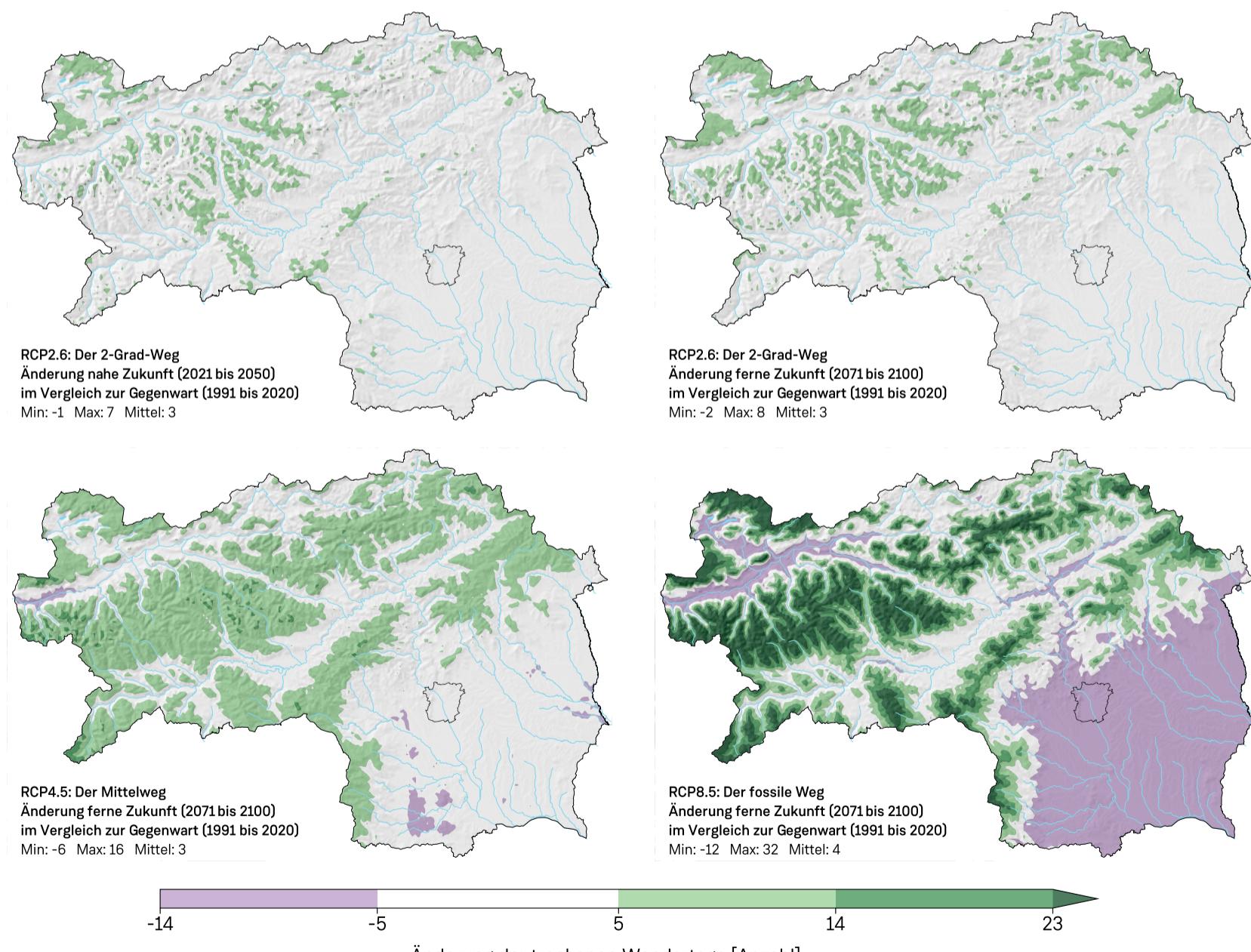


Abbildung 9.34: Änderung der Anzahl der trockenen Wandertage für die nahe (2021 – 2050) und ferne Zukunft (2071 – 2100) unter Berücksichtigung verschiedener Klimaszenarien (RCP2.6, RCP4.5, RCP8.5).

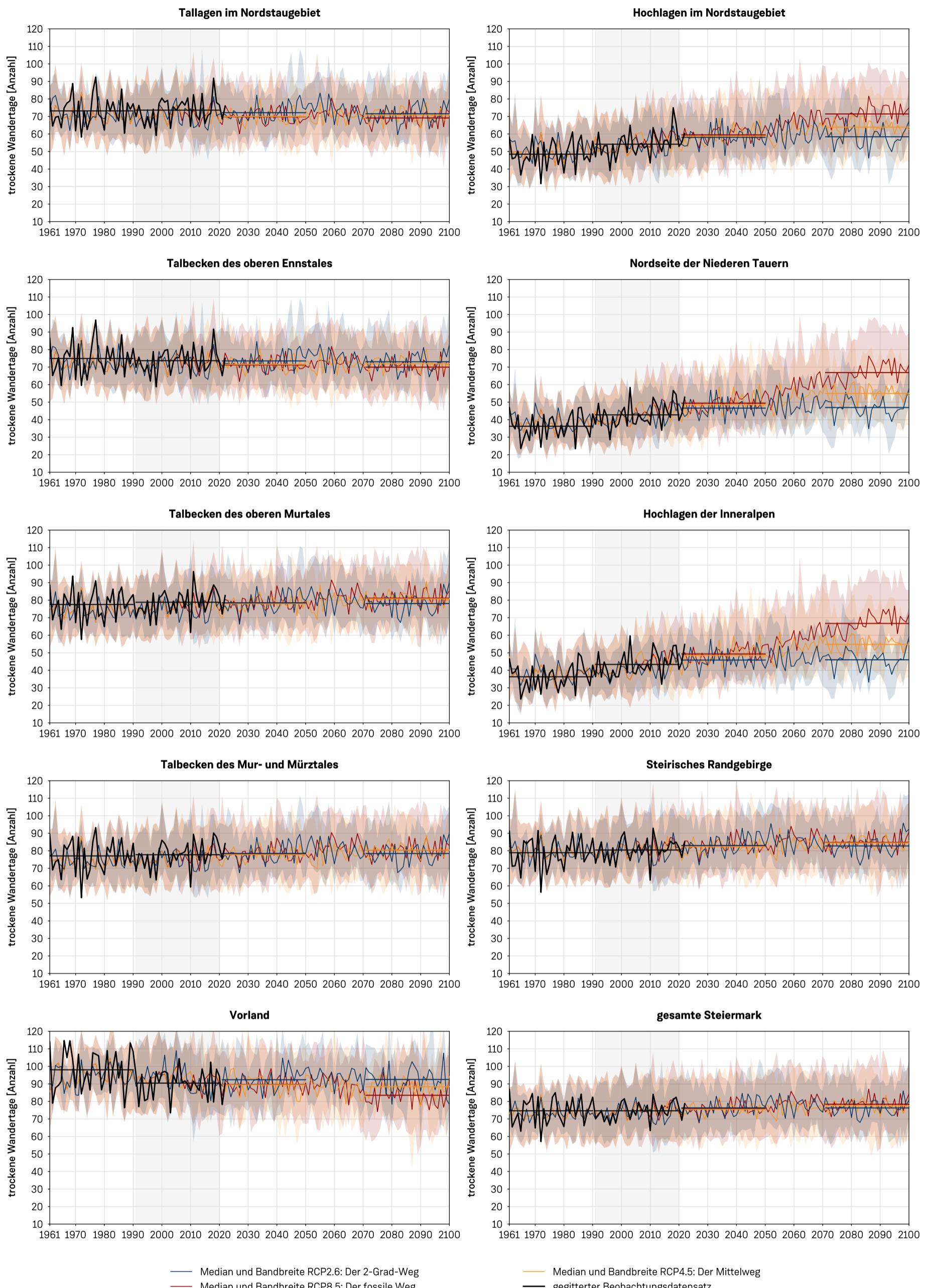


Abbildung 9.35: Zeitlicher Verlauf der Anzahl der trockenen Wandertage von 1961 bis 2100 in den 9 Klimaregionen und der gesamten Steiermark. In den jeweiligen Diagrammen entspricht die schwarze Kurve den Messdaten (1961 bis zur Gegenwart) und die farbigen Kurven dem Median der Zukunftsszenarien für RCP2.6 (blau), RCP4.5 (orange) und RCP8.5 (rot) mit deren transparent dargestellten Bandbreiten (Q5 bis Q95). Waagrechte Linien kennzeichnen die 30-jährigen Mittelwerte der jeweiligen Klimanormalperioden, wobei die Gegenwartszeitspanne zudem grau hinterlegt ist.

9.4.2 Ideales Badewetter

Um die Anzahl an Tagen, die viele Leute zum Schwimmen animieren, abschätzen zu können, wurde durch die Kombination von Sonnenscheindauer und Lufttemperatur ein entsprechender Klimaparameter definiert, der die hierfür bevorzugten Witterungsverhältnisse abbilden soll.

Als „Tage mit idealem Badewetter“ werden im Folgenden all jene Tage bezeichnet, die eine

Tageshöchsttemperatur von mindestens 25°C (Sommertage) und eine Sonnenscheindauer von mehr als 6 Stunden aufweisen. Die Auswertungen dieses Parameters wurden basierend auf den SPARTACUS-Daten (siehe Kapitel 1.3 „SPARTACUS“) für die Vergangenheit (1961 – 1990) und Gegenwart (1991 – 2020) für das Gebiet der Steiermark und deren Klimaregionen vorgenommen (Tabelle 9.7). Zusätzlich wurde für die aktuelle Klimanormalperiode 1991 – 2020 ein mittlerer Jahres-

gang an ausgewählten Stationen (siehe Abbildung 9.36) in verschiedenen Klimaregionen der Steiermark berechnet. Daten für die Klimazukunft stehen für diesen Parameter nicht zur Verfügung.

Die Mittelwerte der Vergangenheit (1961 – 1990) zeigen in Abbildung 9.37 je nach Region und Höhenlage in der Steiermark an 0 bis 50 Tagen pro Jahr ideales Badewetter an. Die höchsten Werte wurden dabei in Teilen des Vorlandes erreicht, während außerhalb der Tal- und Beckenlagen kaum bis keine solcher Tage vorkamen.

Abbildung 9.38 zeigt die Verteilung der Tage mit idealem Badewetter in der aktuellen Klimanormalperiode (1991 – 2020). Das Muster ist, mit einer starken Seehöhenabhängigkeit, jenem der Vergangenheit sehr ähnlich, jedoch mit Mittelwerten von 0 bis 74 derartigen Tagen pro Jahr. Die höchsten Werte werden in der Region Vorland an den südöstlichen Landesgrenzen erreicht. Werte von mindestens 40 Tagen mit idealem Badewetter pro Jahr treten in praktisch allen Tal- und Beckenlagen auf.

Abbildung 9.36 stellt den mittleren Jahresgang der Tage mit idealem Badewetter an ausgewählten Messstationen in der Steiermark

Tabelle 9.7: Mittelwert der Anzahl der Tage mit idealem Badewetter für die Vergangenheit (1961 – 1990) und Gegenwart (1991 – 2020) sowie die Änderung von der Vergangenheit zur Gegenwart in den einzelnen Klimaregionen und der gesamten Steiermark.

Region	1961 – 1990	1991 – 2020	Änderung
Tallagen im Nordstaugebiet	17,4	28,7	11,3
Hochlagen im Nordstaugebiet	2,5	6,0	3,5
Talbecken des oberen Ennstales	16,9	28,5	11,6
Nordseite der Niederen Tauern	0,5	2,0	1,5
Talbecken des oberen Murtales	9,2	20,9	11,7
Hochlagen der Inneralpen	0,2	1,1	0,9
Talbecken des Mur- und Mürztals	11,5	20,4	8,9
Steirisches Randgebirge	11,3	22,1	10,8
Vorland	38,9	58,8	19,9
Steiermark	16,3	27,4	11,1

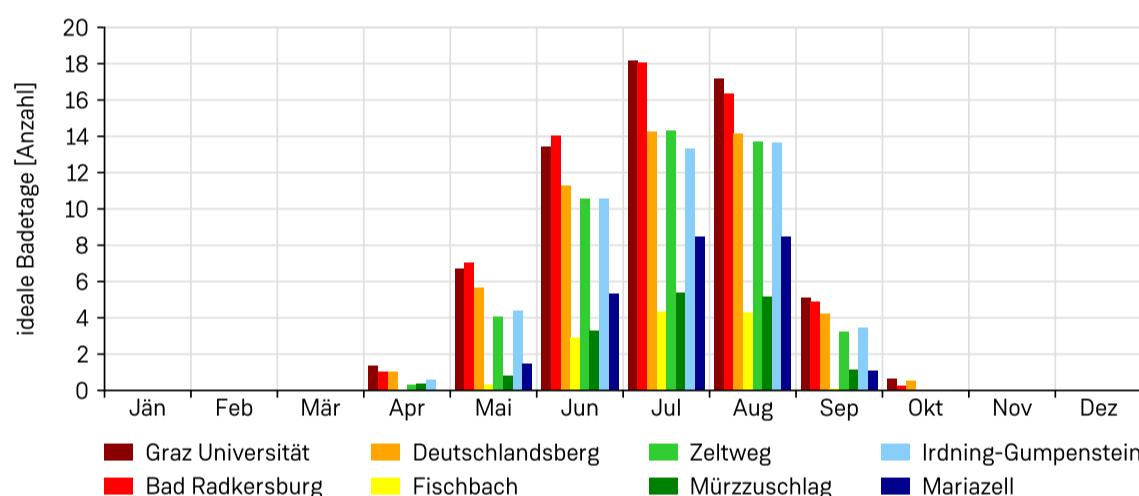


Abbildung 9.36: Mittlerer Jahresgang der Tage mit idealem Badewetter an ausgewählten Stationen in verschiedenen Klimaregionen der Steiermark für die Periode 1991 – 2020.



Foto 9.3: Im südöstlichen Alpenvorland kann man im Mittel an knapp 60 Tagen mit idealem Badewetter rechnen. Im Bild ein Badeteich in der Oststeiermark. (Foto: A. Podesser)

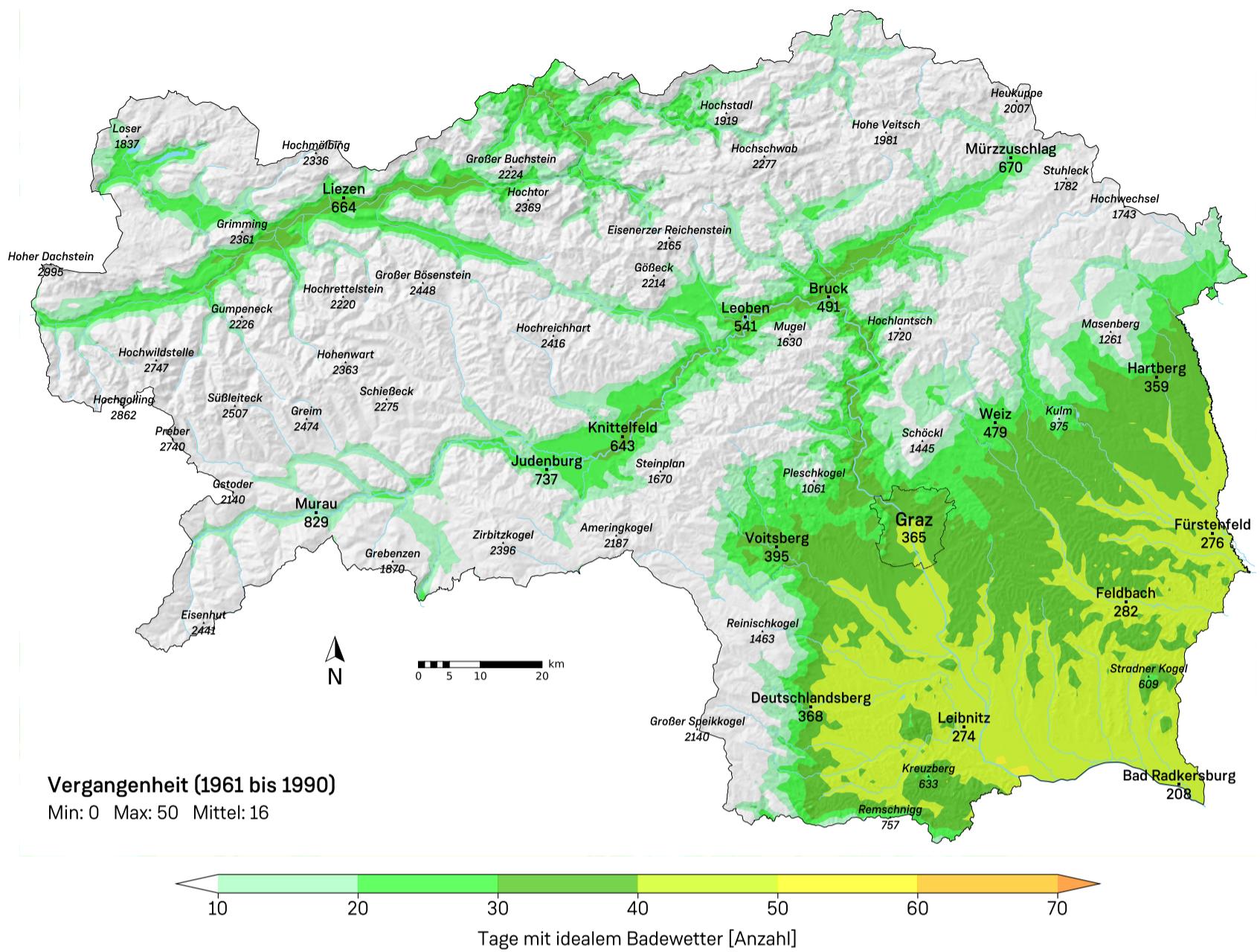


Abbildung 9.37: Anzahl der Tage mit idealem Badewetter für die 30-jährige Klimanormalperiode 1961 – 1990.

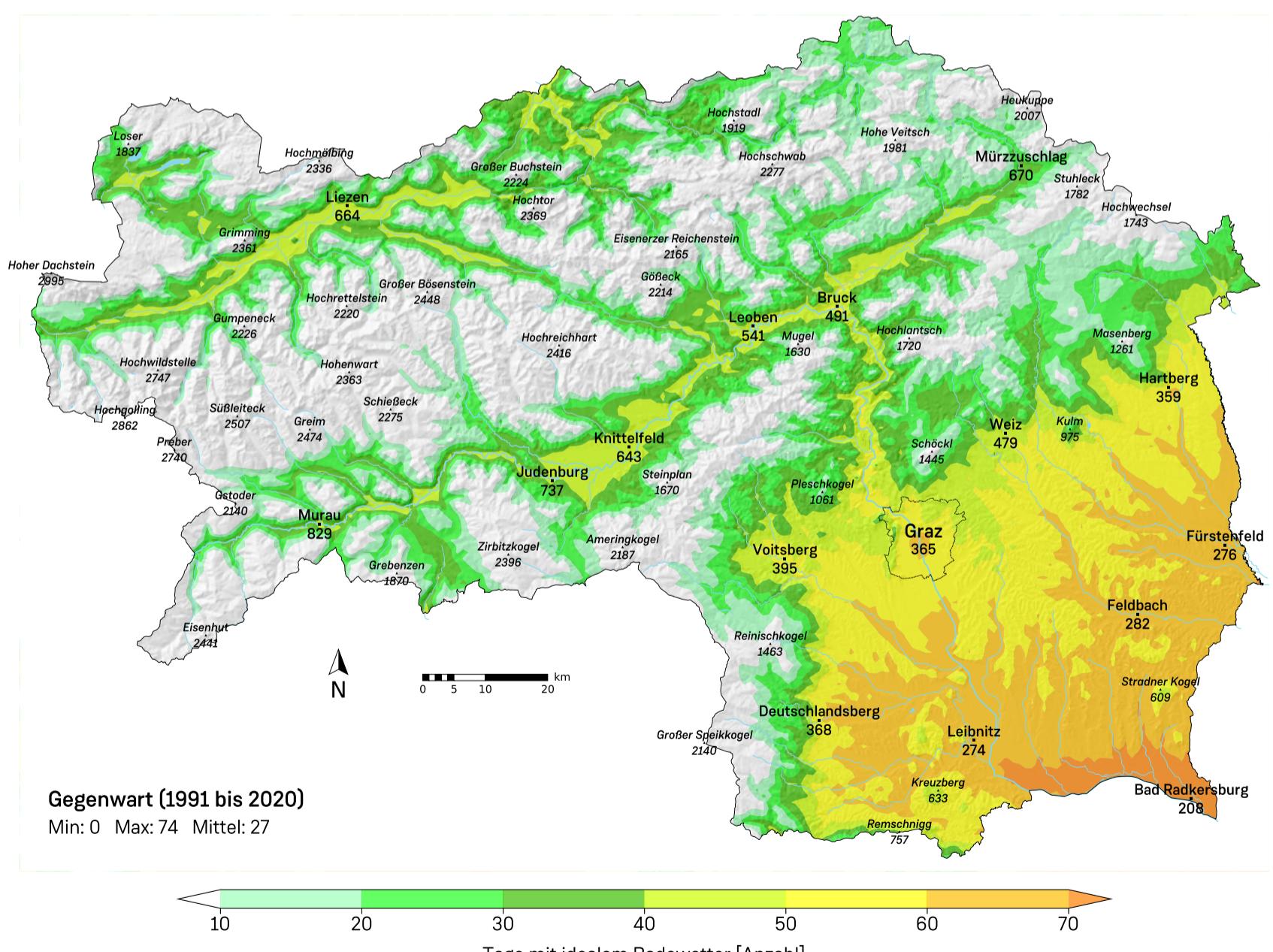


Abbildung 9.38: Anzahl der Tage mit idealem Badewetter für die 30-jährige Klimanormalperiode 1991 – 2020.

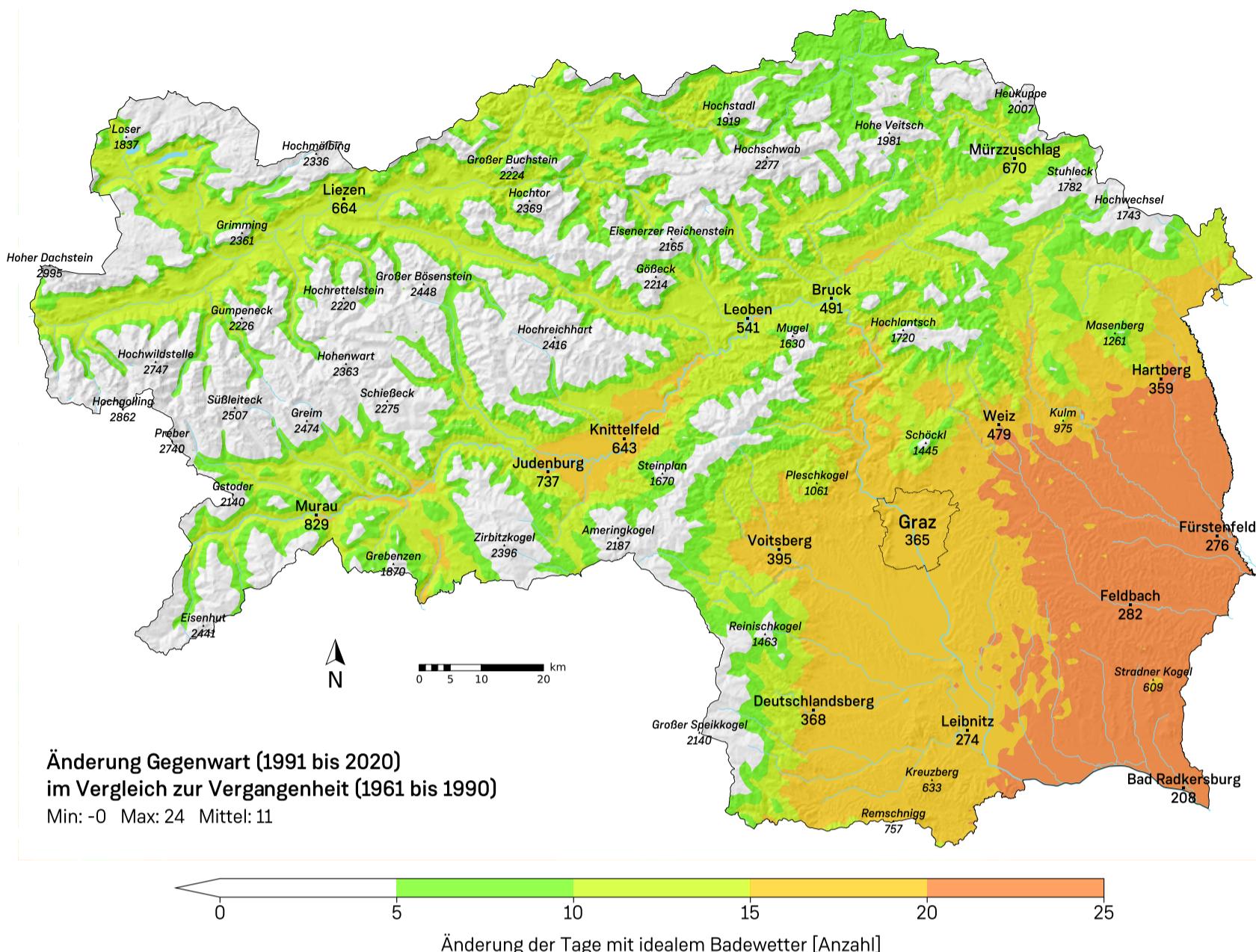


Abbildung 9.39: Änderung der Anzahl der Tage mit idealem Badewetter im Vergleich der Gegenwart (1991 – 2020) zur Vergangenheit (1961 – 1990).

dar. Im langjährigen Mittel sind solche Tage von April bis Oktober zu erwarten, der Großteil fällt dabei in die Sommermonate Juni bis August. Die meisten Tage kann im Mittel die Station Graz Universität aufweisen, dicht gefolgt von Bad Radkersburg (beide Region Vorland). Das Schlusslicht bildet die Station Fischbach, die in deutlich größerer Seehöhe gelegen ist. Beim Vergleich der Gegenwart (1991 – 2020) mit der Vergangenheit (1961 – 1990) in Abbildung 9.39 ist das häufigere Erreichen der

erforderlichen Schwellwerte in den tieferen Lagen der Steiermark deutlich sichtbar, während es in höheren Lagen nur geringfügige Änderungen in Bezug auf die Schwellwerte und somit die Anzahl der Tage mit idealem Badewetter gegeben hat. Die Änderungen von der Vergangenheit zur Gegenwart bewegen sich somit lokal zwischen rund 0 und 24 Tagen. Im Mittel hat das Potential an Tagen mit idealem Badewetter in der Steiermark zugenommen (11 Tage).

Zusammenfassend sind in der Tabelle 9.7 die Kennzahlen des Klimaparameters „Tage mit idealem Badewetter“ für die verschiedenen Klimaregionen und die gesamte Steiermark für die Klimaperioden 1961 – 1990 und 1991 – 2020 sowie die Änderung zwischen Vergangenheit und Gegenwart angegeben.

Literatur

- Alahmad, B., Khraishah, H., Royé, D., Vicedo-Cabrera, A.M., Guo, Y., Papatheodorou, S.I., Achilleos, S., Acquaotta, F., Armstrong, B., Bell, M.L., Pan, S.-C., De Sousa Zanotti Staglirio Coelho, M., Colistro, V., Dang, T.N., Van Dung, D., De' Donato, F.K., Entezari, A., Guo, Y.-L.L., Hashizume, M., Honda, Y., Indermitte, E., Íñiguez, C., Jaakkola, J.J.K., Kim, H., Lavigne, E., Lee, W., Li, S., Madureira, J., Mayvaneh, F., Orru, H., Overcenco, A., Ragettli, M.S., Rytí, N.R.I., Saldíva, P.H.N., Scovronick, N., Seposo, X., Sera, F., Silva, S.P., Stafoggia, M., Tobias, A., Garshick, E., Bernstein, A.S., Zanobetti, A., Schwartz, J., Gasparrini, A., Koutrakis, P., 2023. Associations Between Extreme Temperatures and Cardiovascular Cause-Specific Mortality: Results From 27 Countries. *Circulation* 147, 35–46. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.122.061832>
- Koch, E., Marktl, W., Matzarakis, A., Nefzger, H., Rudel, E., Schunder-Tatzber, S., Zygmuntowski, M., 2005. Klimatherapie in Österreich. Broschüre zu den Potentialen der Klimatherapie in Österreich.
- Kromp-Kolb, H., Steiniger, K., Nakicenovic, N., 2014. Österreichischer Sachstandsbericht Klimawandel 2014, Austrian Panel on Climate Change (APCC). Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien.
- VDI, 2022. Umweltmeteorologie: Methoden zur human-biometeorologischen Bewertung der thermischen Komponente des Klimas.