

Stadtklimamodellierung für Lauterach

Die Klimawandelanpassungsmodellregion (KLAR!) plan b im Klimawandel beauftragte die ZAMG für Bregenz, Kennelbach, Lauterach, Schwarzach und Wolfurt eine Stadt- und Gemeindeklimaanalyse durchzuführen. Die Projektkoordination und Abwicklung im Namen der KLAR!-Gemeinden erfolgte über das Amt der Landeshauptstadt Bregenz (Dienststelle Klimaschutz, Umwelt und Energie).

Das Leistungspaket 2 befasst sich mit der Stadtklimamodellierung für die Plan-B Region. Das mikroskalige urbane Modell MUKLIMO_3 wurde für das im Vorfeld mit dem Auftraggeber abgestimmte Stadt-/Gemeindegebiet (Landeshauptstadt Bregenz und die Gemeinden Kennelbach, Lauterach, Schwarzach und Wolfurt) basierend auf der topografischen sowie morphologischen Komplexität des relativ kleinen Untersuchungsgebiets mit einer horizontalen räumlichen Auflösung von 50 m × 50 m aufgesetzt. Ein wesentlicher Teil der Arbeit war die Aufbereitung, Kontrolle und Qualitätsprüfung der Eingangsdaten samt fallweiser Nachbearbeitung. Im Stadtklimamodell werden Datensätze der Landnutzung, der Topographie, der Bodenversiegelung, des Vegetationsanteiles, der Gebäudegeometrien, von Vegetationseigenschaften und von meteorologischen Messungen verwendet. Auf Basis der beobachteten meteorologischen Daten wurde mittels einer Simulation für die Klimareferenzperiode 1961 – 1990, 1971 – 2000, 1981 – 2010 und 1991 – 2020 das aktuelle Stadtklima in seiner räumlichen Struktur abgebildet. Die relevanten Hitzebelastungsindikatoren wie die Anzahl der Sommertage ($T_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$), Hitzetage ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$) und Tropennächte ($T_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$) wurden berechnet. Die statistische Auswertung erfolgt für den mittleren Zustand über die 30-jährige Periode sowie für ein Ereignis mit größerer Hitzebelastung aus dem Jahre 2022, da in diesem Zeitraum die Messdaten eines dichteren Messnetzes aus der Region für Modellevaluierungszwecke zur Verfügung standen.

3.2. Klimaindizes aus MUKLIMO_3

Ausgewertet wurden lufttemperaturbezogene Indizes für Hitzeereignisse wie die jahresdurchschnittliche Anzahl an Sommertagen, Hitzetagen und Tropennächten. Sie werden hier zunächst für die gesamte Modelldomäne vorgestellt. Die einzelnen Gemeinden Bregenz, Kennelbach, Lauterach, Schwarzach und Wolfurt werden im Kapitel 3.3 thematisiert.

3.2.1. *Mittlere jährliche Anzahl an Sommertagen*

Abbildung 13 zeigt die jahresdurchschnittliche Anzahl der Sommertage für den Zeitraum 1961 – 1990 im gesamten Modellbereich. Ein Vergleich der Verteilung der Sommertage mit der in Abbildung 3 dargestellten Landnutzungsverteilung verdeutlicht, dass die Gebiete mit den größten Werten an Sommertagen mit den Klassen “durchgängig und nicht durchgängig städtisch Prägung” zusammenfallen. Hier werden die Höchstwerte von 70 Sommertagen pro Jahr (Lustenau) erreicht. Die niedrigsten Werte der Sommertage sind in den Bergen entlang der Ostseite des Untersuchungsgebiets zu finden, wie man durch einen Vergleich mit Abbildung 2 erkennen kann.

Abbildung 14, Abbildung 15 und Abbildung 16 zeigen die jährliche durchschnittliche Anzahl der Sommertage für die Zeiträume 1971 – 2000, 1981 – 2010 bzw. 1991 – 2020. Die räumliche Verteilung der Sommertage für die vier Perioden ist ähnlich. Der Unterschied ist jedoch, dass die Anzahl der Sommertage für jede nachfolgende Periode größer ist als in der vorherigen Periode. Dieser Anstieg spiegelt den Temperaturanstieg durch den Klimawandel wieder und wird durch die Messungen bestätigt (vgl. Abschnitt 3.1).

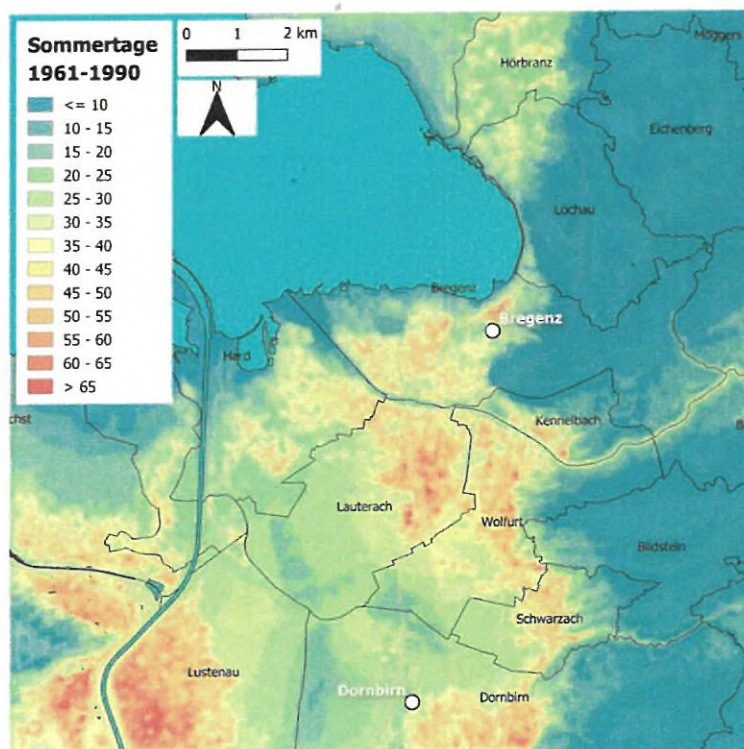


Abbildung 13: Mittlere jährliche Anzahl an Sommertagen für den Zeitraum 1961 – 1990.

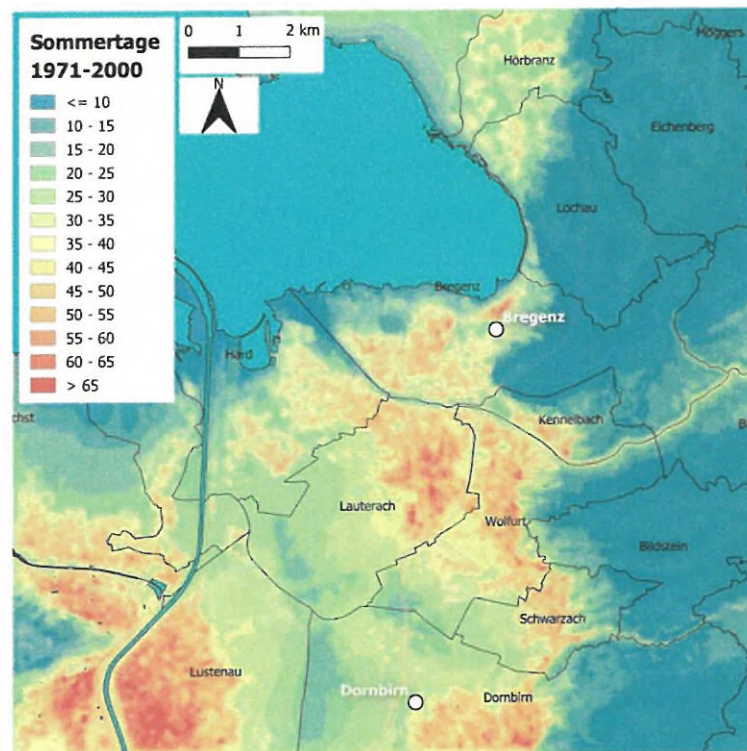


Abbildung 14: Mittlere jährliche Anzahl an Sommertagen für den Zeitraum 1971 – 2000.

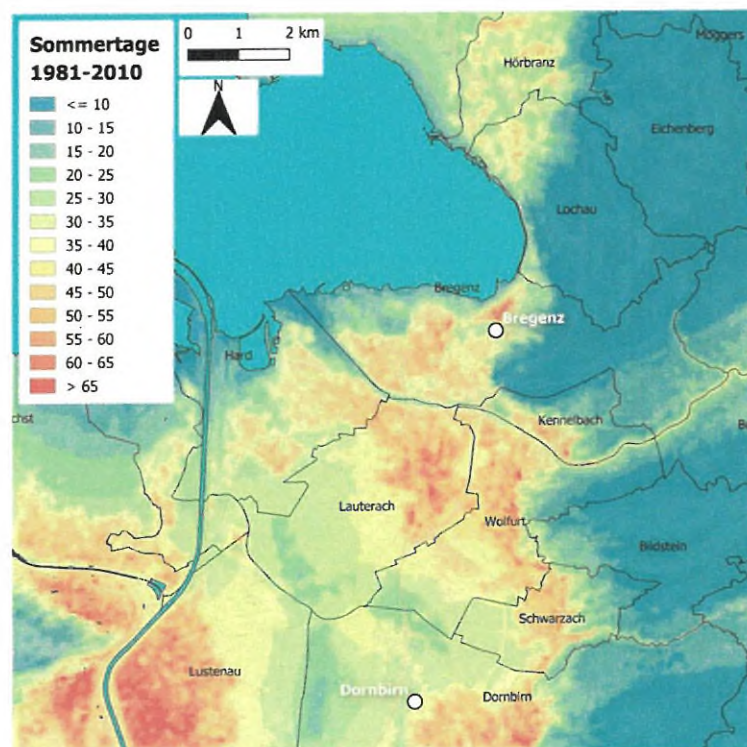


Abbildung 15: Mittlere jährliche Anzahl an Sommertagen für den Zeitraum 1981 – 2010.

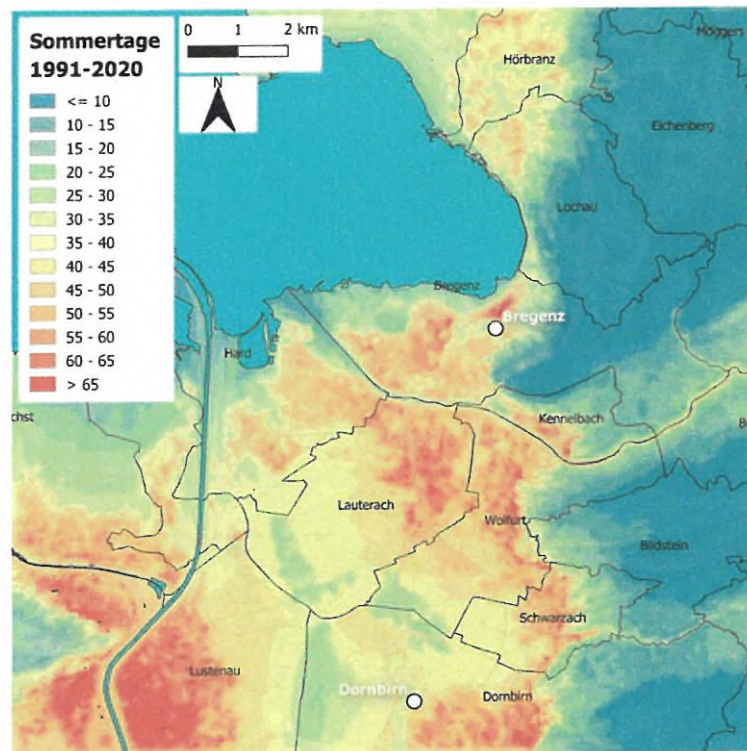


Abbildung 16: Mittlere jährliche Anzahl an Sommertagen für den Zeitraum 1991 – 2020.

Um die Güte der Modellergebnisse bestimmen zu können, wurden die Messdaten der Wetterstationen in Bregenz und Dornbirn mit den Modellwerten verglichen. Am Rohrspitz ist die Messreihe für einen derartigen Vergleich nicht lang genug. Dieser Vergleich ist in der Tabelle 2 dargestellt. Das Modell stimmt ziemlich gut mit den Beobachtungen in Bregenz für alle Klimanormalperioden überein, mit einer besseren Übereinstimmung für die beiden mittleren Perioden. Die Übereinstimmung zwischen Modell und Beobachtungen für Dornbirn ist schlechter, hier unterschätzt das Modell die Anzahl der Sommertage. Da Dornbirn am südlichen Rand des Modellgebietes liegt, werden nicht alle Faktoren, die das Klima von Dornbirn beeinflussen, vom Modell ausreichend erfasst.

Tabelle 2: 30-Jahresdurchschnitt für Sommertage für vier Klimanormalperioden gemessen von den ZAMG-Stationen und aus den Modellergebnissen.

Sommertage	1961 – 1990	1971 – 2000	1981 – 2010	1991 – 2020
Bregenz MESSUNG	33,0	34,7	38,9	46,9
Bregenz MUKLIMO_3	31,7	34,3	37,8	43,1
Dornbirn MESSUNG	-	-	-	52,4
Dornbirn MUKLIMO_3	-	-	-	58,4

3.2.2. Mittlere jährliche Anzahl an Hitzetagen

Hitzetage wirken sich stark auf den menschlichen Komfort aus und sind daher ein sehr relevanter Faktor, um die städtische Überhitzung zu charakterisieren. Sie treten auf, wenn die Tageshöchsttemperatur 30 °C erreicht oder überschreitet. Abbildung 17, Abbildung 18, Abbildung 19 und Abbildung 20 zeigen die räumliche Verteilung der Hitzetage für die vier Perioden 1961 – 1990, 1971 – 2000, 1981 – 2010 bzw. 1991 – 2020. Wie schon bei den Sommertagen zeigt sich, dass die Gebiete mit den größten Werten an Hitzetagen mit den Klassen "durchgängig und nicht durchgängig städtische Prägung" zusammenfallen. Im Zeitraum 1991-2020 treten die meisten Hitzetage in den Gemeinden Lustenau (27), Lauterach (27) und Dornbirn (22) auf.

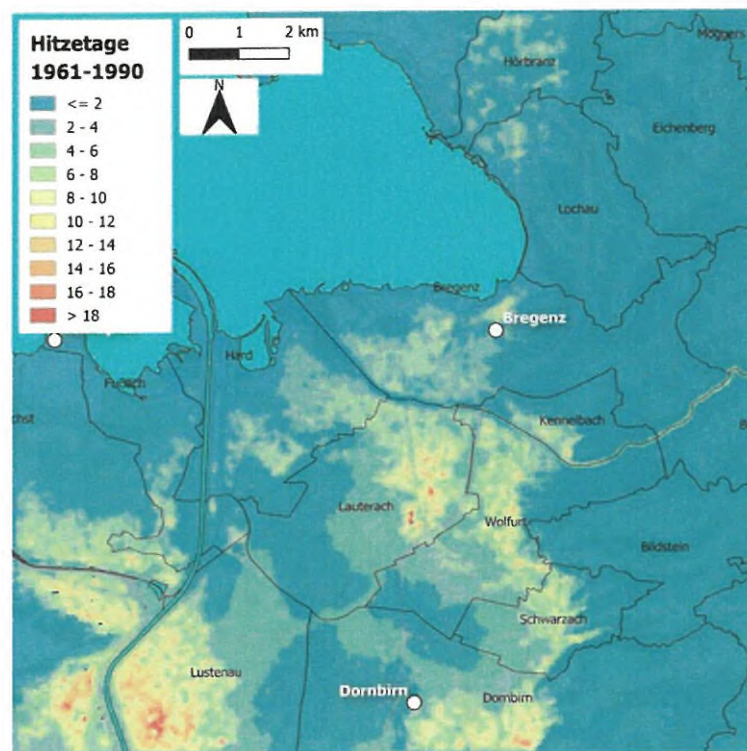


Abbildung 17: Mittlere jährliche Anzahl an Hitzetagen für den Zeitraum 1961 – 1990.

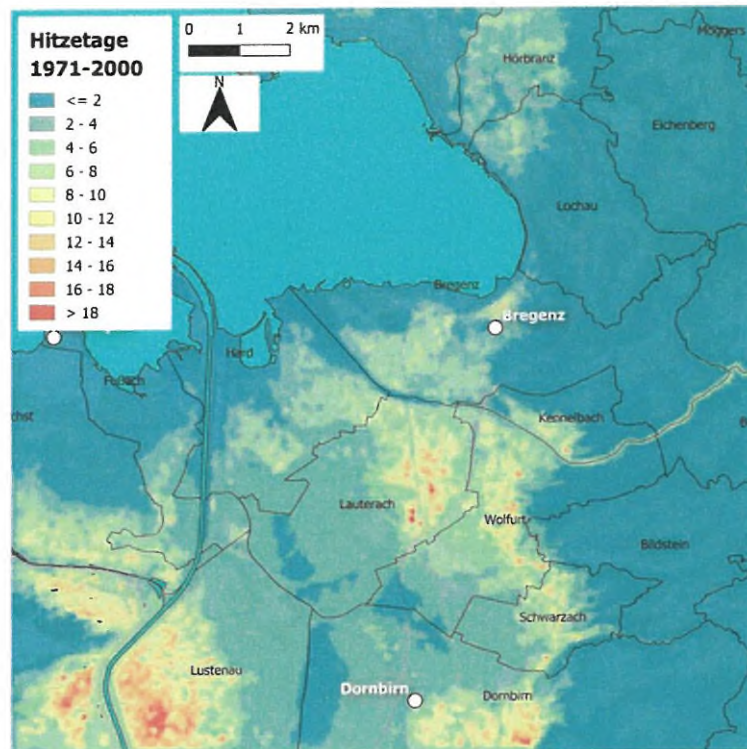


Abbildung 18: Mittlere jährliche Anzahl an Hitzetagen für den Zeitraum 1971 – 2000.

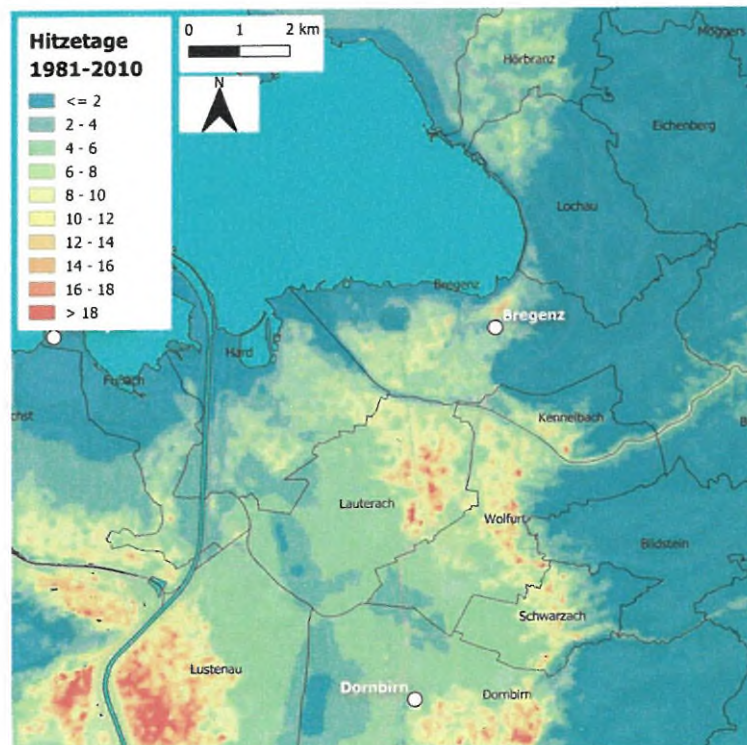


Abbildung 19: Mittlere jährliche Anzahl an Hitzetagen für den Zeitraum 1981 – 2010.

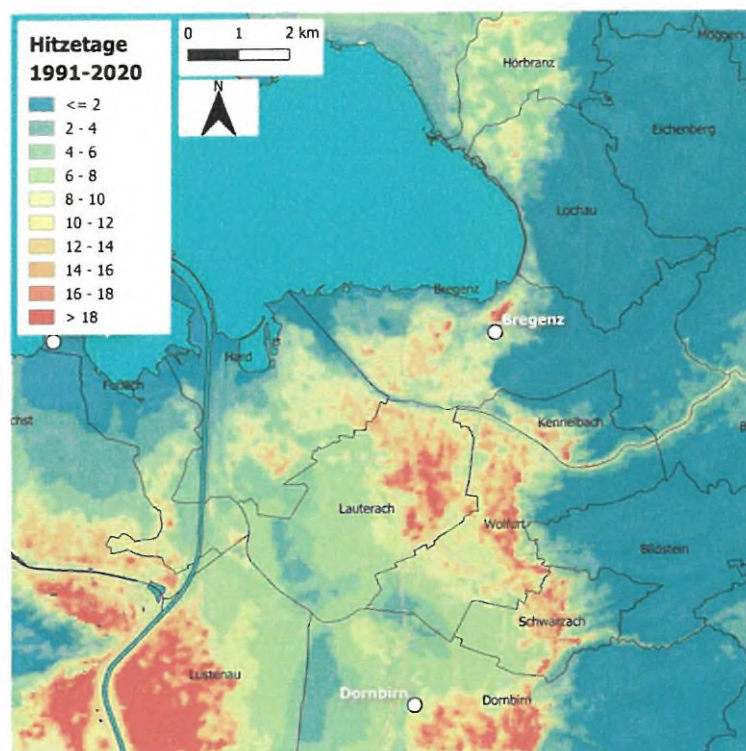


Abbildung 20: Mittlere jährliche Anzahl an Hitzetagen für den Zeitraum 1991 – 2020.

Ein Vergleich der Modellergebnisse mit den Wetterstationen Bregenz und Dornbirn ist in Tabelle 3 dargestellt. Das Modell stimmt gut mit den Beobachtungen für die vier Klimanormalperioden überein.

Tabelle 3: 30-Jahresdurchschnitt für Hitzetage für vier Klimanormalperioden gemessen von den ZAMG-Stationen und aus den Modellergebnissen.

Hitzetage	1961 – 1990	1971 – 2000	1981 – 2010	1991 – 2020
Bregenz MESSUNG	2,7	3,0	4,1	7,9
Bregenz MUKLIMO_3	2,0	3,2	4,9	7,5
Dornbirn MESSUNG	-	-	-	9,3
Dornbirn MUKLIMO_3	-	-	-	8,1

3.2.3. Mittlere jährliche Anzahl an Tropennächten

Abbildung 21, Abbildung 22, Abbildung 23 und Abbildung 24 zeigen die räumliche Verteilung der Tropennächte für die vier Perioden 1961 – 1990, 1971 – 2000, 1981 – 2010 bzw. 1991 – 2020. Die höchste Anzahl an Tropennächten ist in der Nähe des Bodensees zu finden. Dies liegt daran, dass die Temperatur des Bodensees je nach Simulation zwischen 19 °C und 22 °C eingestellt wurde. Während das Land nachts abkühlt, bleiben Wasserflächen und die Umgebung relativ warm. Eine zweite Region mit relativ vielen Tropennächten ist im südöstlichen Teil der Domäne über Wolfurt, Schwarzach und bis nach Dornbirn sichtbar. Auf diese Region wird in Abschnitt 3.3 näher eingegangen. Insgesamt treten Tropennächte in der untersuchten Region jedoch (noch) selten auf.

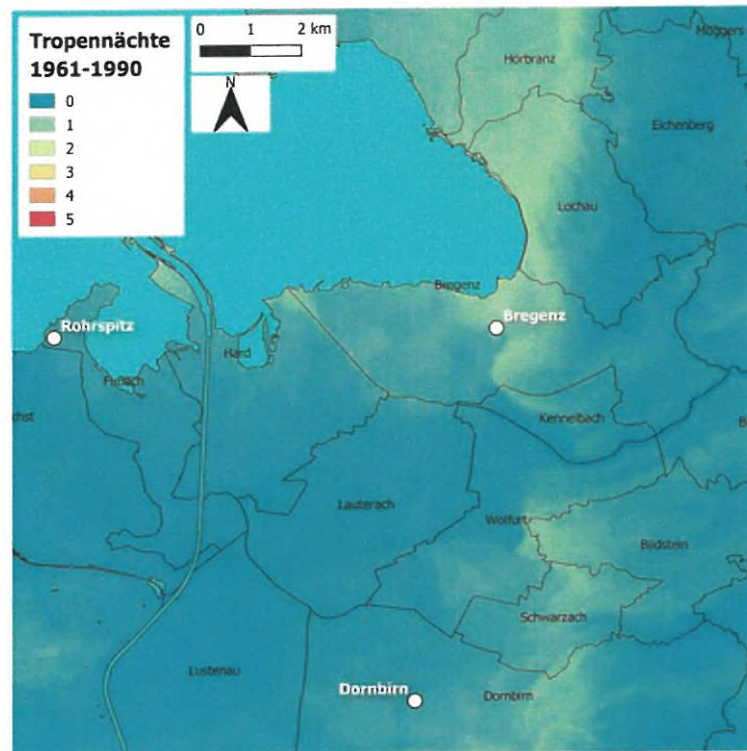


Abbildung 21: Mittlere jährliche Anzahl an Tropennächten für den Zeitraum 1961 – 1990.

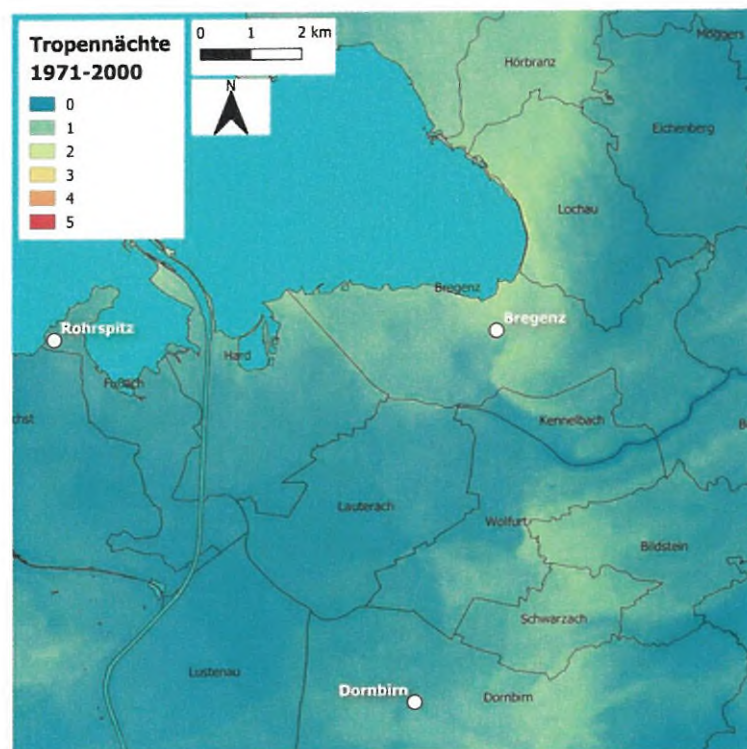


Abbildung 22: Mittlere jährliche Anzahl an Tropennächten für den Zeitraum 1971 – 2000.

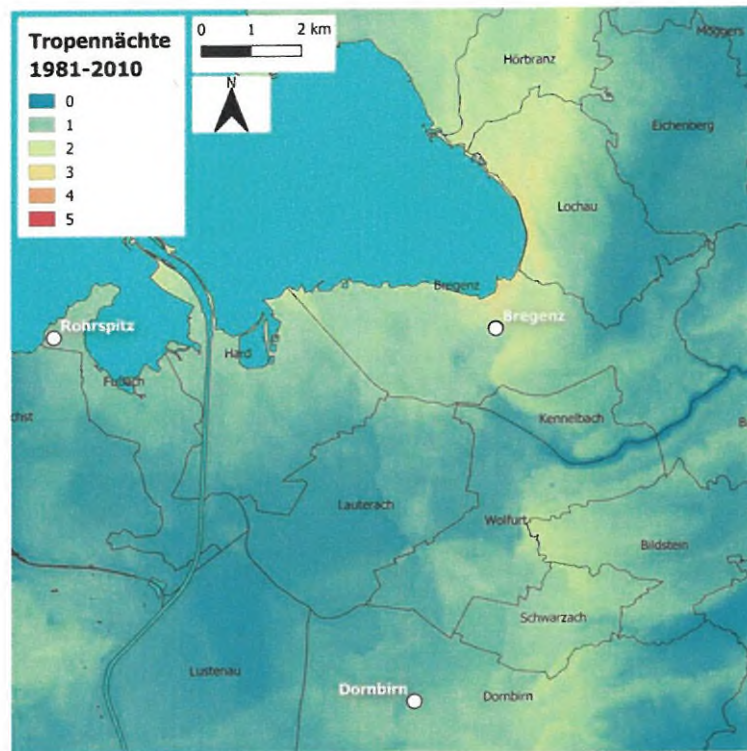


Abbildung 23: Mittlere jährliche Anzahl an Tropennächten für den Zeitraum 1981 – 2010.

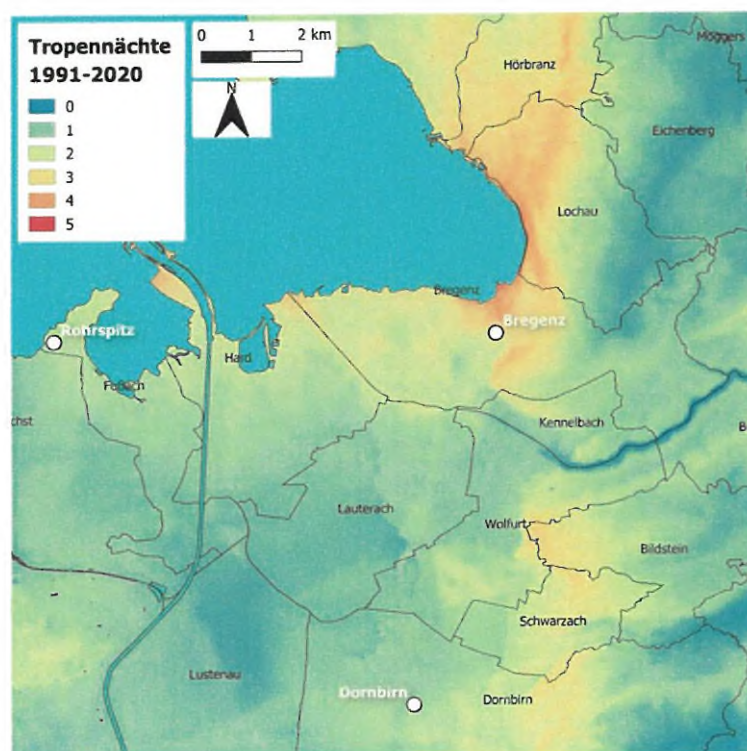


Abbildung 24: Mittlere jährliche Anzahl an Tropennächten für den Zeitraum 1991 – 2020.