

Klimaänderungen zwischen 1901 und 2000

Friedrich-Wilhelm Gerstengarbe und Peter C. Werner

Cluster-Analyse – statistisches Verfahren zur Zusammenfassung verschiedener Parameter zu Gruppen (Clustern) ähnlicher Struktur

Interpolation – Berechnung eines Wertes, der zwischen zwei oder mehr gegebenen Werten liegt

multivariate Statistik – Methoden zur statistischen Analyse mehrdimensionaler (multivariater) Grundgesamtheiten

Signifikanz – im statistischen Sinn Angabe zur Sicherheit einer getroffenen Aussage

Unter Klima versteht man die raum-zeitliche Gesamtheit der möglichen momentanen Zustände der Atmosphäre unter Berücksichtigung des Maßstabs der zugrunde liegenden Prozesse. Um das Klima in einer Region oder für eine bestimmte Periode beschreiben zu können, definiert man Klimatypen. Dabei basieren die herkömmlichen Klimaeinteilungen auf der Vorgabe von Schwellenwerten für ausgewählte meteorologische Größen, auf deren Basis Klimagebiete gleicher Charakteristik bestimmt wer-

den. Ein typisches Beispiel ist die Klimaeinteilung nach KÖPPEN (1936, ► S. 17), die unsere Erde auf der Basis von Lufttemperatur und Niederschlag in 16 vegetationsorientierte Klimate einteilt.

Ein anderes Verfahren zur Definition einer Klimaeinteilung geht den umgekehrten Weg. Ohne Vorgabe von Schwellenwerten fasst man mit Hilfe eines statistischen Verfahrens Gebiete gleicher oder ähnlicher Struktur zusammen, muss danach allerdings die meteorologischen Charakteristika dieser Muster (Klimatypen) bestimmen. Da diese Vorgehensweise keine subjektiven Elemente enthält und für alle Raum- und Zeitskalen verwendbar ist, wurde sie zur Klimaeinteilung Deutschlands und zur Bestimmung der Klimaänderungen eingesetzt.

Methodik

Die hier verwendete Methode definiert Klimatypen mit Hilfe eines ► multi-

variaten statistischen Verfahrens (► Cluster-Analyse), das es ermöglicht, Cluster (hier: Klimatypen) zu bestimmen, die statistisch gesichert voneinander getrennt sind, bei gleichzeitiger Optimierung der Anzahl der Klimatypen. Das Verfahren erlaubt es, eine beliebig große Anzahl meteorologischer Parameter zur Beschreibung der Klimatypen einzusetzen, so dass die komplexen Zusammenhänge von Temperatur und Niederschlag in ihrer räumlichen und zeitlichen Struktur berücksichtigt werden können. Die eingesetzten meteorologischen Parameter sind die Mittelwerte bzw. Summen der Lufttemperatur bzw. des Niederschlags für das Jahr sowie für die Sommer- und die Winterperiode. Hinzu kommt die mittlere Jahresamplitude der Lufttemperatur. Die begrenzenden Schwellenwerte (Charakteristika) der einzelnen die Klimatypen beschreibenden Parameter werden nach Berechnung der Klimaty-

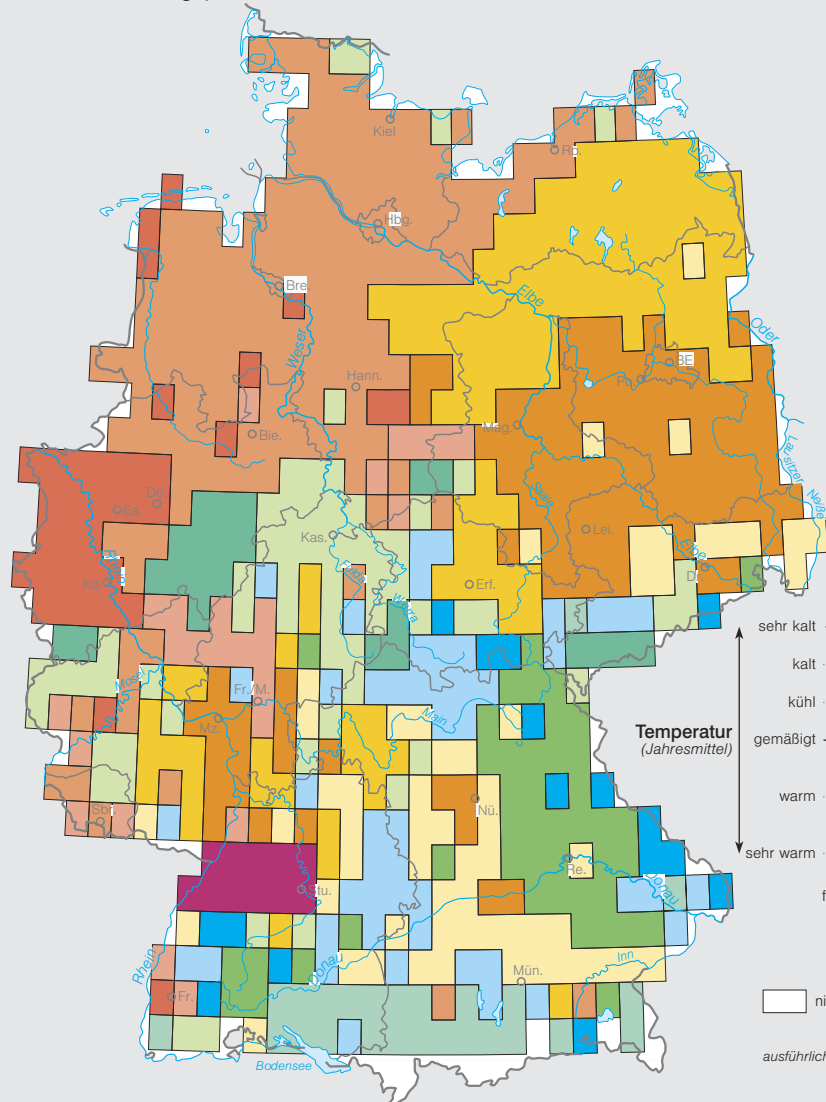
pen aus den jeweils in diesen Gebieten vorhandenen Daten bestimmt.

Klimatypen

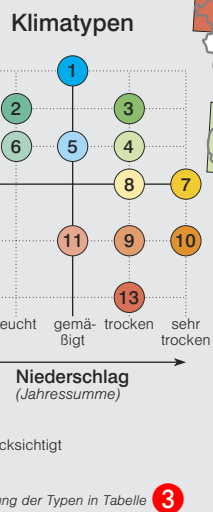
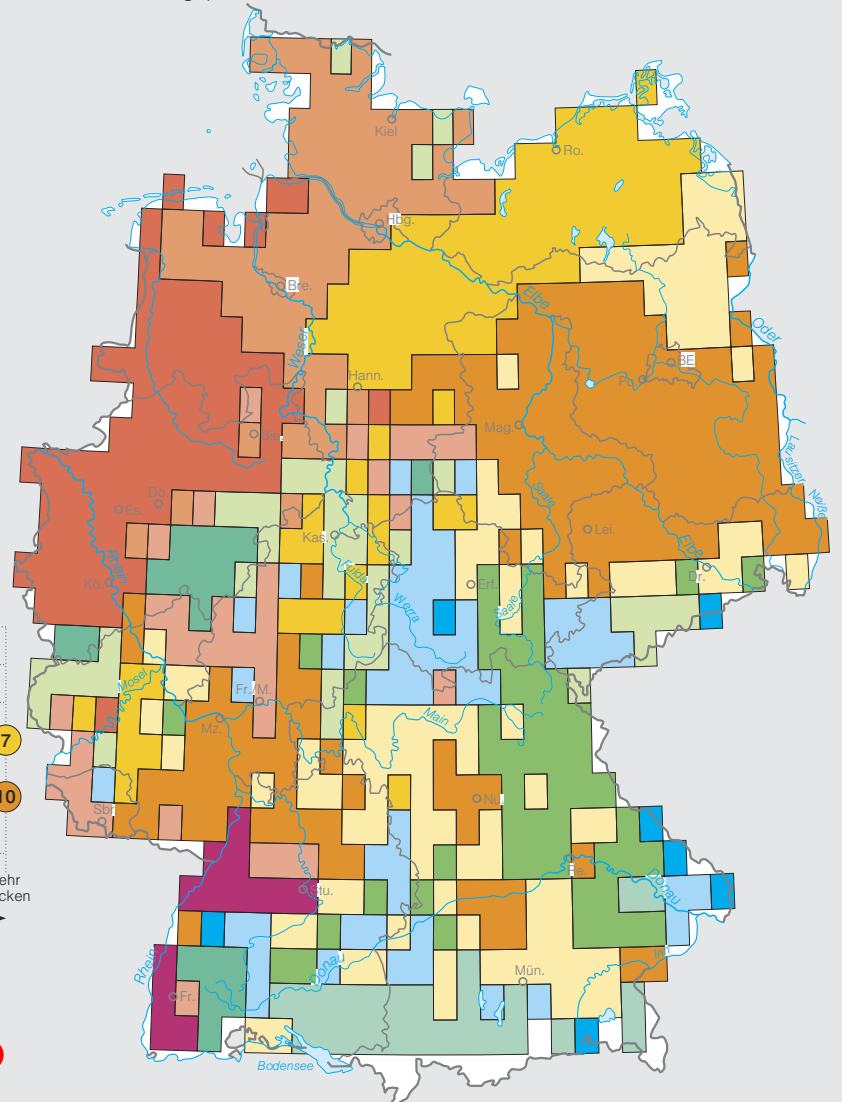
Die Bestimmung der Klimatypen basiert auf den Daten des Zeitraumes 1901-2000 von 100 Stationen für die Temperaturparameter und 800 Stationen für die Niederschlagsparameter. Diese Daten wurden mit Hilfe eines ► Interpolationsalgorithmus auf ein Gitter von $0,25^\circ \times 0,25^\circ$ unter Berücksichtigung der geographischen Gegebenheiten interpoliert. Anschließend wurde die Klimaeinteilung vorgenommen.

Das Gebiet Deutschlands gliedert sich in 13 Klimatypen (ohne die Alpen) 3. Der Norden, Nordwesten und Nordosten sind mild bis sehr warm und trocken bis sehr trocken (Klimatypen 7, 9, 10 und 13). Zur Mitte und zum Südwesten hin lösen sich die großflächigen Strukturen der Klimagebiete aufgrund der Mittelgebirge auf. Gleichzeitig er-

1 Regionale Klimatypen am Anfang des 20. Jahrhunderts
Beobachtungsperiode 1901-1915



2 Regionale Klimatypen am Ende des 20. Jahrhunderts
Beobachtungsperiode 1986-2000



höht sich die Variationsbreite der vorhandenen Klimatypen. Der Südwesten als niederschlagsreichste Region (Schwarzwald) weist vorwiegend den Klimatyp 2 (Hochlagen) und 12 (Ebene) auf. Nach Südosten wird das Klima trocken und kühl bis kalt, es dominieren die Klimatypen 3, 5 und 8. Die Klimawechsel sind durch den Vergleich um jeweils ein Jahr gleitend verschobener 15-jähriger Mittelungszeiträume bestimmt worden. Ihre Anzahl im Jahrhundert ist auf Karte 4 dargestellt. Die häufigsten Wechsel findet man entlang einer Zone von Nordosten nach Südwesten, die gleichzeitig die Grenze zwischen ozeanisch und kontinental-periertem Klima nach Köppen (vgl. S. 17) darstellt.

Klimavariabilität

Um die Klimavariabilität sichtbar zu machen, sind die mittleren Klimaverhältnisse von 1901-1915 1 denen von

1986-2000 2 gegenübergestellt. Die deutlichsten Änderungen verzeichnet der Klimatyp 13, der sich bei gleichzeitiger Reduktion des Typs 9 nach Norden hin ausdehnt. Der Klimatyp 7 verlagert sich nach Westen. An dessen östliche Flanke treten die Typen 8 und 10.

Abbildung 5 gibt die Regionen wieder, in denen sich der Klimatyp innerhalb des Jahrhunderts statistisch **signifikant** verändert hat. Wie groß der Einfluss von Temperatur bzw. Niederschlag beim Klimatypwechsel jeweils ist, kann der Farbskala entnommen werden. Zwei wesentliche Schlussfolgerungen sind aus der Abbildung abzuleiten: Zum einen werden die Klimaänderungen im Norden wesentlich durch die Temperaturänderungen hervorgerufen, im Südwesten und einigen Hochlagen der Mittelgebirge dagegen durch die Niederschlagsänderungen. Zum anderen nimmt die statistische Sicherheit der Aussagen von Nordost nach Nordwest hin zu. ♦

3 Klimatypen

Klimatyp	Temperatur				Niederschlag		
	Jahr	Sommer	Winter	Jahresamplitude	Jahr	Sommer	Winter
1	sehr kalt	kalt	sehr kalt	hoch	gemäßigt	feucht	gemäßigt
2	kalt	kalt	gemäßigt	niedrig	feucht	feucht	feucht
3	kalt	kühl	kalt	sehr hoch	trocken	trocken	sehr trocken
4	kühl	kühl	gemäßigt	mittel	trocken	trocken	trocken
5	kühl	kühl	kalt	hoch	gemäßigt	feucht	gemäßigt
6	kühl	kühl	kalt	hoch	sehr feucht	sehr feucht	gemäßigt
7	gemäßigt	warm	mild	mittel	sehr trocken	sehr trocken	sehr trocken
8	gemäßigt	warm	gemäßigt	hoch	trocken	gemäßigt	trocken
9	warm	warm	mild	niedrig	trocken	trocken	trocken
10	warm	sehr warm	mild	hoch	sehr trocken	sehr trocken	sehr trocken
11	warm	warm	mild	mittel	gemäßigt	gemäßigt	gemäßigt
12	sehr warm	sehr warm	mild	mittel	sehr feucht	sehr feucht	sehr feucht
13	sehr warm	warm	sehr mild	sehr niedrig	trocken	trocken	trocken

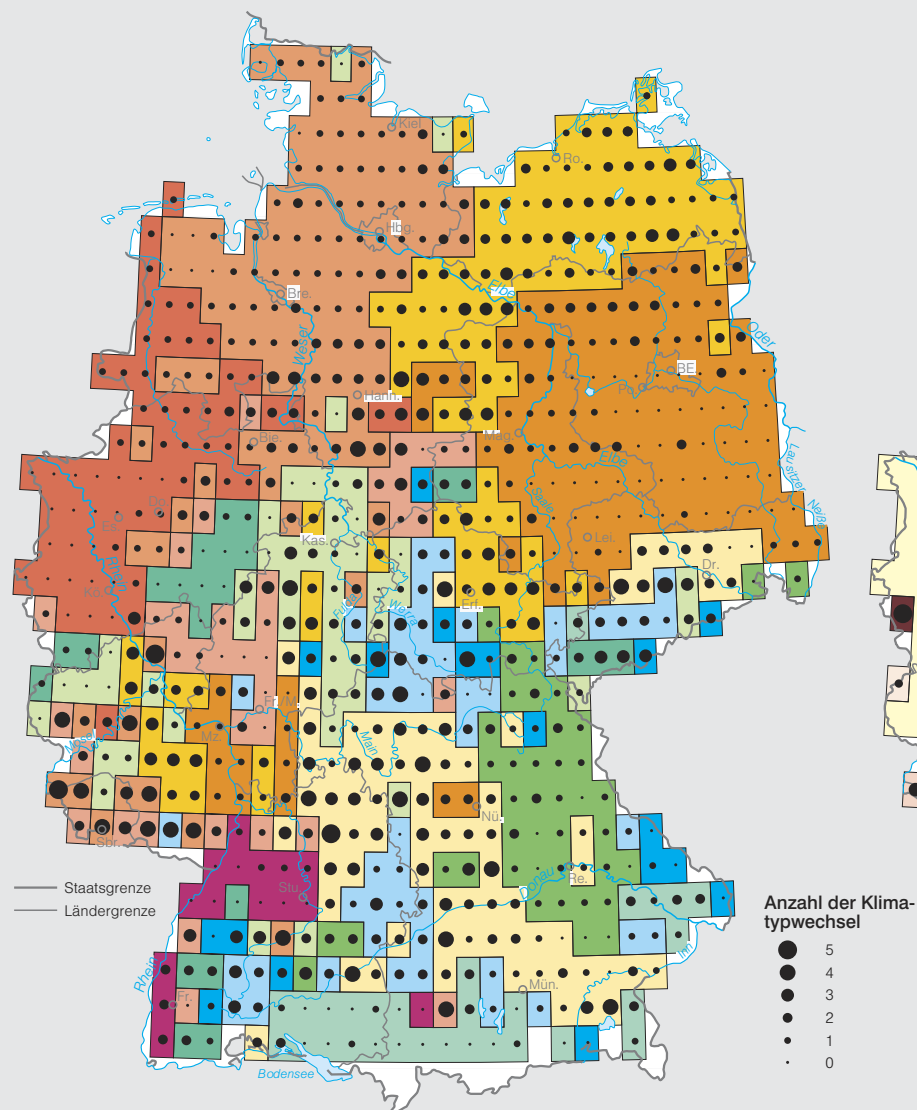
Temperatur in °C

Jahresmittel	sehr kalt <6,0	kalt <7,0	kühl <8,0	gemäßigt <8,5	warm <9,0	sehr warm ≥9,0
Sommersmittel	kalt <15,0		kühl <16,0	warm <17,0		sehr warm ≥17,0
Wintermittel	sehr kalt <-2,0	kalt <-1,0	gemäßigt <0,0	mild <2,0	sehr mild ≥2,0	
Jahresamplitude	sehr niedrig <16,0	niedrig <17,0	mittel <18,0	hoch <19,0	sehr hoch ≥19,0	

Niederschlag in mm

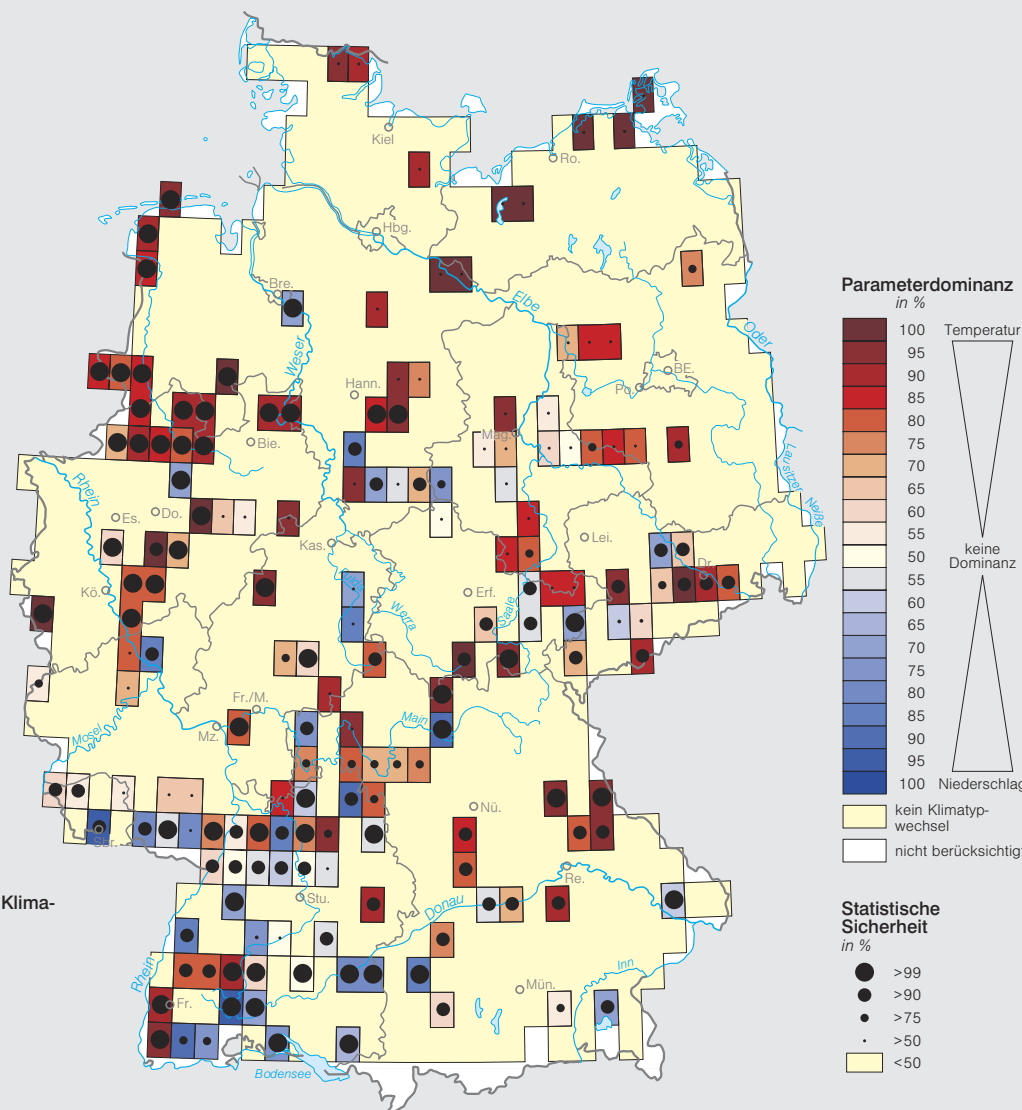
Jahressumme	sehr trocken <600	trocken <800	gemäßigt <1100	feucht <1300	sehr feucht ≥1300	
Sommersumme	sehr trocken <200	trocken <250	gemäßigt <300	feucht <400	sehr feucht ≥400	
Wintersumme	sehr trocken <150	trocken <200	gemäßigt <300	feucht <400	sehr feucht ≥400	

4 Regionale Klimatypen und Klimatypwechsel 1901-2000



© Leibniz-Institut für Länderkunde 2003

5 Einfluss von Temperatur und Niederschlag auf den Klimatypwechsel



Autoren: F.-W. Gerstengarbe, P.C. Werner

1 Bezugsfläche Δ 15'x15'