

Bioklima – die Bedeutung des Klimas für den Menschen

Angelika Grätz und Gerd Jendritzky

Die Atmosphäre hat einen beträchtlichen Einfluss auf den menschlichen Organismus. Wir müssen uns ständig mit ihr auseinandersetzen, und unser Wohlbefinden, unsere Leistungsfähigkeit und Gesundheit können von ihr stark beeinflusst sein.

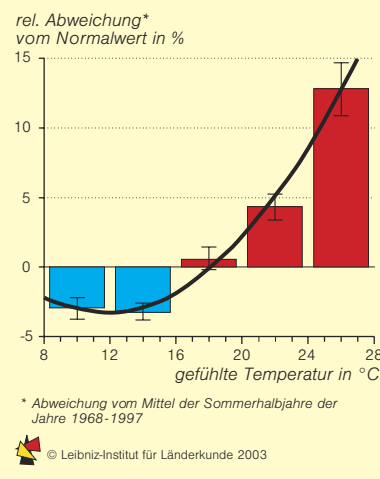
Der Gesunde besitzt eine sehr große Anpassungsfähigkeit an unterschiedliche atmosphärische Bedingungen, wobei die Anpassungsleistungen über ▶ **autonome** Regulationen meist unbemerkt erbracht werden. Wie zahlreiche ▶ **epidemiologische** Studien belegen, wird das Anpassungsvermögen empfindlicher Personen – insbesondere bei entsprechender ▶ **Prädisposition** im Bereich des Herz-Kreislauf-Systems und der Atemwege – schneller überfordert. Ein Beispiel aus Baden-Württemberg ② zeigt die Beziehung zwischen ▶ **Mortalitätsdaten** und den thermischen Bedingungen, ausgedrückt über die gefühlte Temperatur (LASCHEWSKI/JENDRITZKY 2002).

Man erkennt, dass hohe gefühlte Temperaturen, also Wärmebelastung, starken Stress bedeuten. Kühle Bedingungen dagegen fordern den Organismus im Sinne eines Reizes, der die Regulationsfähigkeit des Organismus trainiert. Diese physiologische Anpassung wird durch geeignete Verhaltensweisen unterstützt, womit sich Kältereize oftmals auf ein gesundes Maß verringern lassen, während bei Wärmebelastung die Anpassungsmöglichkeiten begrenzt sind. Wo eine Anpassung des Verhaltens nicht möglich ist, bedeuten auch kalte Bedingungen eine ungünstige Belastung.

Wärmehaushaltsmodelle des Menschen

Der Mensch besitzt die Fähigkeit, die Temperatur in seinem Körperinneren unabhängig von wechselnden Umgebungsbedingungen innerhalb einer geringen Schwankungsbreite durch eine Reihe von unwillkürlich ablaufenden Regulationsmechanismen konstant zu halten. Die gesundheitliche Bedeutung hängt dabei mit der engen Vernetzung von Thermo- und Kreislaufregulation zusammen. Bei minimaler Aktivität des

② Baden-Württemberg Abweichung der Mortalitätsrate im Sommerhalbjahr abhängig von der gefühlten Temperatur



Thermoregulationssystems herrscht Behaglichkeit; je stärker es aber gefordert wird, umso eher wird die Umgebung als belastend empfunden.

Mit Hilfe von Wärmehaushaltsmodellen des Menschen (VDI 1998) lässt sich die zu erbringende Anpassungsleistung an die Umgebungsbedingungen berechnen. Dabei sind nicht nur Lufttemperatur, sondern ebenso Wind, Feuchte und Strahlungsverhältnisse wichtig. Neben diesen meteorologischen Größen spielen außerdem Aktivitätsgrad und Bekleidung eine ganz entscheidende Rolle. Abbildung ① zeigt sämtliche in einem Wärmehaushaltsmodell zu berücksichtigenden Energieflüsse. Ein solches Modell ist das Klima-Michel-Modell (JENDRITZKY u.a. 1990). Es verknüpft alle für den menschlichen Wärmehaushalt relevanten Größen und liefert eine Aussage über das durchschnittliche subjektive Empfinden des Menschen. Der Name „Michel“ weist auf den Durchschnittsmenschen hin (hier: männlich, 35 Jahre alt, 1,75 m groß, 75 kg schwer). Zur Beschreibung dient die gefühlte Temperatur (STAIGER u.a. 1997) in der Maßeinheit Grad Celsius, wobei gefühlte Temperaturen zwischen 0 und

20 °C Behaglichkeit bedeuten, gefühlte Temperaturen kleiner als 0 °C ein Kalt- und größer als 20 °C ein Warmgefühl erzeugen.

Für die Darstellung des Bioklimas in Deutschland ④ wurden die 30-jährigen Mess- und Beobachtungsdaten der Wetterstationen des Deutschen Wetterdienstes (Zeitraum 1971-2000) mit dem Klima-Michel-Modell bei konstanter Aktivität (Gehen mit 4 km/h), aber variabler Bekleidung analysiert und anschließend daraufhin untersucht, wie häufig Wärmebelastung im Sommerhalbjahr bzw. Kältereize im Winterhalbjahr im Mittel an jeder Station auftreten. Mit Hilfe eines digitalen Gelände-modells, das die geographische Länge und Breite, die Höhenlage und die Geländeform berücksichtigt, lassen sich die statistischen (Bio-)Klimadaten in den Raum übertragen.

Schon-, Reiz- und Belastungsfaktoren

Zur Charakterisierung von unterschiedlichen Landschaften nach der Stärke der biometeorologischen Anforderungen an die Thermoregulation wird die Häufigkeit des Auftretens von Wärmebelastung und von Kältereizen tagsüber trotz jeweils angepasster Bekleidung benutzt. Große Häufigkeiten bedeuten, dass diese Bioklimate auch im Durchschnitt höhere bzw. geringere gefühlte Temperaturen aufweisen.

Wärmebelastung tritt hauptsächlich bei sommerlichen Hochdruckwetterlagen mit geringer Bewölkung, hohen Lufttemperaturen, hoher Feuchte und geringer Luftbewegung auf. Kältereize sind mit niedriger Lufttemperatur, erhöhter Windgeschwindigkeit und starker Bewölkung verknüpft.

Treten an einem Ort vermehrt oder häufig Behinderungen der Wärmeabgabe auf, so dominiert die thermische Belastung, von vermehrt über häufig, sehr häufig bis überwiegend prägen zunehmend thermische Reizfaktoren das Bioklima. Beim Fehlen oder höchstens gelegentlichen Auftreten der thermischen Extrema von Wärmebelastung und starken Kältereizen steht die Entlastung, d.h. Schonung im Vordergrund. Abbildung ③ zeigt den Jahresgang der thermischen Bedingungen für drei ausgewählte Orte, wobei in Karlsruhe die Belastungsfaktoren, in Bad Lippspringe die Schonfaktoren und in Hohenpeißenberg die Reizfaktoren dominieren.◆

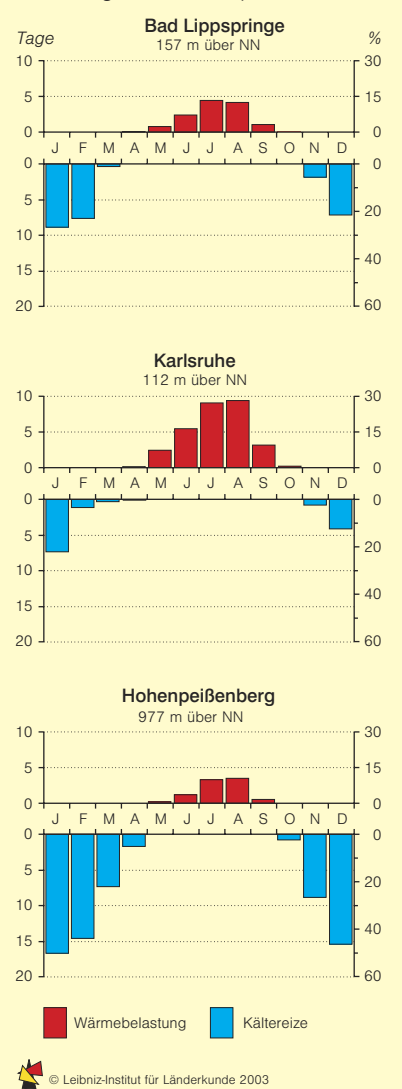
autonome Regulation – Fähigkeit des menschlichen Organismus, sich körperlichen (z.B. Aktivität) und äußeren (z.B. Wettereinfluss) Veränderungen so anzupassen, dass die Lebensprozesse unter annähernd konstanten Bedingungen ablaufen

epidemiologische Studie – Untersuchung von weit verbreiteten, insbesondere infektiösen Krankheiten; hier: Untersuchung von (Umwelt-)Einflüssen auf die menschliche Gesundheit

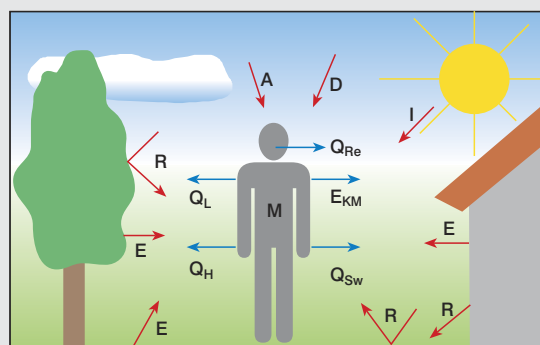
Mortalitätsdaten – Statistiken, die u.a. das Eintrittsdatum des Todes, die Todesursache und die Sterbehäufigkeit in Bezug auf eine bestimmten Krankheit beinhalten

Prädisposition – Veranlagung; hier: für Krankheiten

③ Jahresgang der thermischen Bedingungen ausgewählte Beispiele

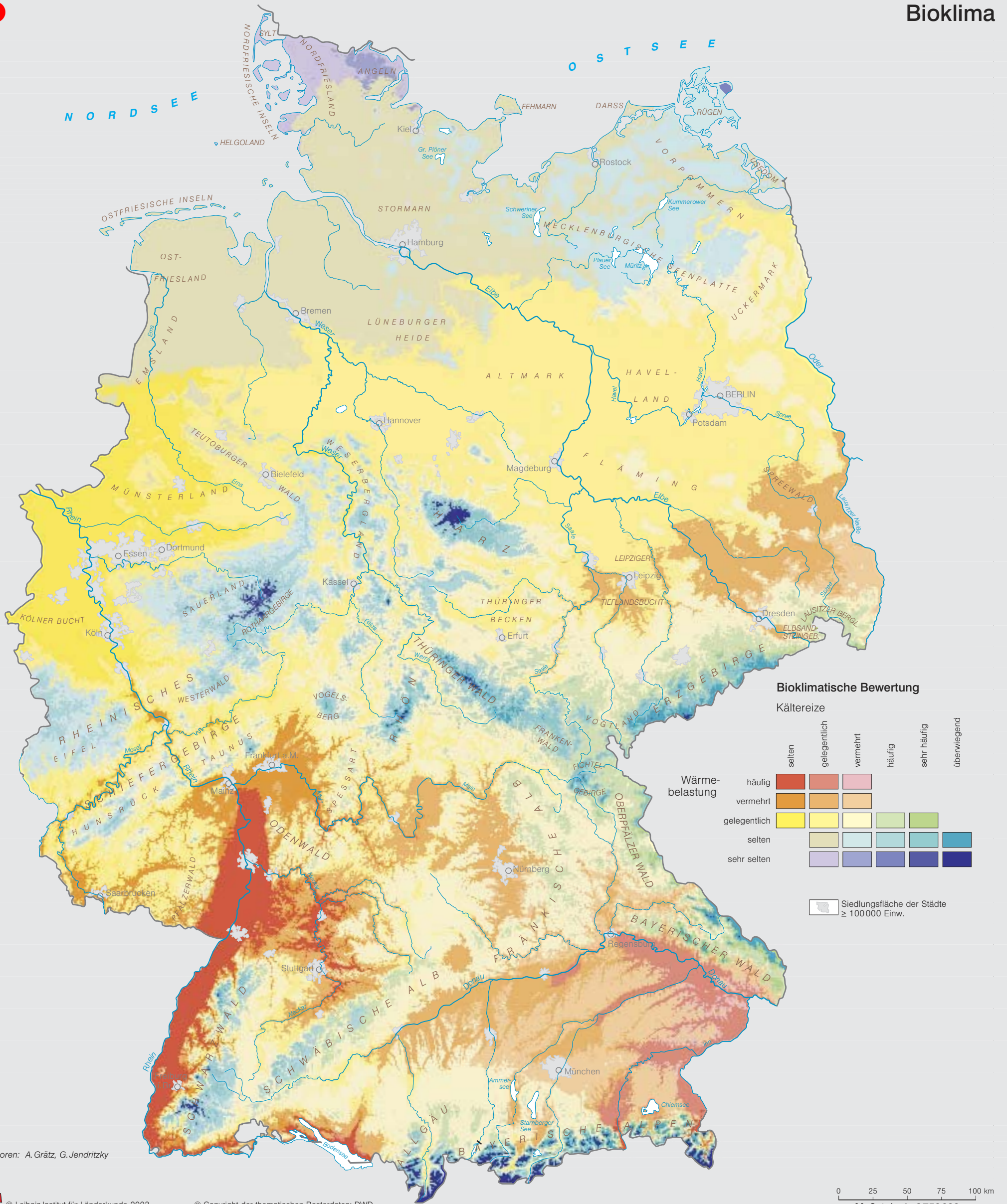


① Für den Wärmehaushalt des Menschen relevante Energieflüsse



I direkte Sonnenstrahlung	M metabolische Rate (Energieumsatz)
D diffuse Sonnenstrahlung	Q _H turbulenter Fluss von fühlbarer Wärme
R reflektierte Sonnenstrahlung	Q _{Sw} turbulenter Fluss von latenter Wärme
A atmosphärische Gegenstrahlung	Q _L Fluss latenter Wärme durch Wasserdampfdiffusion
E langwellige Emission der Umgebungsoberfläche	Q _{Re} Wärmefluss durch Atmung (fühlbar und latent)
E _{KM} Infrarotstrahlung von der Oberfläche des Menschen	

© Leibniz-Institut für Länderkunde 2003



Autoren: A. Grätz, G. Jendritzky