

6 Dokumentation einer Temperaturmessfahrt durch Trier und Umland am 11. 12. 2001, morgens

Nach Alfred Helbig u. a.: *Regionalklima, Strömungsfeld und Ausbreitungsbedingungen im Raum Trier*. Auf: [http://www.uni-trier.de/~sfb522/publikationen/ergebnis/B1\\_Helbig.pdf](http://www.uni-trier.de/~sfb522/publikationen/ergebnis/B1_Helbig.pdf), S. 79, Jan. 2006

**Reflexionsvermögen (Albedo) verschiedener Oberflächen (in %)**

<b>Schwarze Erde</b>	
trocken:	14
feucht:	8
Heller Sand:	30–40
Schnee, sauber:	99
Wasserflächen:	5–15
Grünes Gras:	26
Beton:	14–22
<b>Mauer</b>	
weiß:	65–80
gelb:	35–50
grau:	20–45
Asphalt:	12–25
Schotter:	5–10
<b>Mittelwert der Erdoberfläche:</b>	<b>35</b>

Nach [http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/4406\\_01.htm](http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/4406_01.htm), Jan. 2006

**Wärmeinsel Stadt**

In der Überwärmung der Stadt zeigt sich eine Veränderung des städtischen Ökosystems, die die Menschen unmittelbar betrifft.

Was sind die Ursachen für die Überwärmung? Die Einstrahlung im Bereich von Städten ist bis zu einem Fünftel geringer als in den umliegenden ländlichen Gebieten. Durch einen hohen Anteil an Stäuben, Schadstoffen und Kohlenstoffdioxid in der Luftschicht über der Stadt wird die Sonnenscheindauer und damit auch die Sonneneinstrahlung verringert. Untersuchungen haben gezeigt, dass erstere dort in einem Sommermonat um fast 25 Stunden geringer als im Umland sein kann. Dennoch verzeichnen Städte trotz der geringeren Einstrahlung einen Nettogewinn an Wärme.

Diese positive Temperaturanomale lässt sich durch verschiedene Faktoren erklären. Zum einen durch die Anreicherung von Spurengasen und Wasserdampf in der Luftschicht über der Stadt. Es bildet sich dadurch eine „Dunstglocke“, die wie das Glasdach eines Treibhauses die Durchschnittstemperaturen in den stark besie-

delten Gebieten erhöht (→ „Treibhauseffekt“). Die Stadtoberfläche absorbiert nämlich das einfallende Sonnenlicht, erwärmt sich durch die aufgenommene Energie und sendet langwellige Wärme- oder Infrarotstrahlung aus. Diese kann jedoch die Dunstglocke nicht durchdringen, so dass die Wärme in der Stadt erhalten bleibt.

Aber auch die Baukörper tragen zur Temperaturerhöhung bei, da sie die eingestrahelte Energie besonders gut absorbieren und an die Umgebung abstrahlen können.

Ein dritter Faktor sind schließlich die Wärmeemissionen, die bei der Gebäudeheizung, beim Betrieb von Maschinen oder aus dem Kfz-Verkehr anfallen.

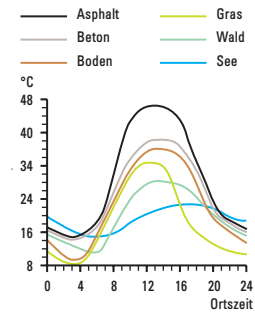
Generell gilt: Der städtische Wärmeinseleffekt, die Überwärmung der bodennahen Luft in den Städten, verstärkt sich mit zunehmendem Versiegelungsgrad der Stadtlandschaft. Je geringer der Anteil vegetationsbedeckter Flächen in einer Stadt ist, desto höher sind auch die Temperaturen. Ursache dafür ist die fehlende Verdunstung durch die Vegetation. Bis zu 400 Liter Wasser kann nämlich ein Baum an einem Sommertag verdunsten. Weil die Verdunstung von Wasser Wärme benötigt, kühlt sich die Umgebung ab. Gleichzeitig erhöht sich im Umfeld der Baumkrone die Luftfeuchtigkeit um bis zu zehn Prozent.

1.6 Urbane Ökosysteme

7 Anzahl klimatologischer Ereignisse im Stadtgebiet von Gelsenkirchen vom 1.11.1998 bis zum 31.10.1999

	Ereignistage	Definition	Stadt		Vorort	Umland		Halde
			Station 1 Buer	Station 2 Schalke		Station 3 Hassel	Station 4 Sutum	
Winter	Frosttage	$T_{\min} \leq 0^\circ\text{C}$	36	33	57	44	43	38
	Kalte Tage	$T_{\text{mit}} < 0^\circ\text{C}$	19	17	21	20	21	23
	Heiztage	$T_{\text{mit}} < 15^\circ\text{C}$	238	236	255	247	254	241
Sommer	Warme Tage	$T_{\text{mit}} \geq 20^\circ\text{C}$	49	47	25	32	31	34
	Sommertage	$T_{\text{max}} > 25^\circ\text{C}$	47	45	39	40	37	38
	Heiße Tage	$T_{\text{max}} \geq 30^\circ\text{C}$	14	8	10	7	6	11
	Grillpartytage	$T_{21\text{h}} > 20^\circ\text{C}$	50	43	22	36	34	34
	Heiße Nächte	$T_{0\text{h}} > 20^\circ\text{C}$	21	15	5	10	8	13

Wilhelm Kuttler u. a.: Gesamtstädtische Klimaanalyse Gelsenkirchen, Endbericht. Umweltamt Gelsenkirchen: Essen 2000



Temperaturen verschiedener Oberflächen an einem Hochsommertag

Nach Wolfgang Eriksen: Die städtische Wärmeinsel. In Geographische Rundschau, 28. Jg., H. 9. Braunschweig: Westermann 1976, S. 72

Wärmeinsel Stadt und Niederschläge.

Die Wärmeinsel Stadt verändert das Niederschlagsverhalten in ihrem Umland. Forscher vom Goddard Space Flight Center der NASA konnten nachweisen, dass auf der windabgewandten Seite einer Großstadt die monatlichen Regenfälle um rund ein Viertel stärker als auf der windzugewandten Seite sind.

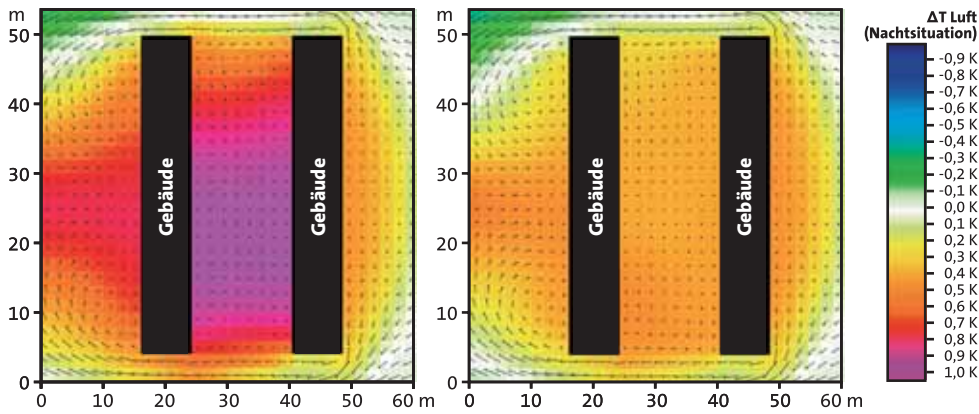
So liegen die monatlichen Niederschlagsmengen im Lee in einer Entfernung von 30 bis 60 km durchschnittlich um 28% höher als im Luv.

Oberflächenstrahlungstemperaturen bei verschiedenen Flächennutzungen in Köln während der Strahlungsnacht vom 30.06./01.07.1993

Oberfläche	$T_{20\text{h}}$ (°C)	$T_{03\text{h}}$ (°C)
Hauptstraße (Innenstadt)	22	17
Hauptstraße (Umland)	20	13
Gebäude (Innenstadt)	21	17
Gebäude (Umland)	21	13
Gleisanlage	21	12
Friedhof	19	12
Rhein	18	18
Wald	17	11
Acker	14	9

Nach Wilhelm Kuttler: Stadtklima. In: UWSF Umweltwissenschaften und Schadstoff-Forschung: Zeitschrift für Umweltchemie und Ökotoxikologie, 16. Jg. Landsberg: ecomed 2004

1.6 Urbane Ökosysteme



19 Simulation der Wirkung von Straßenbegrünung auf die Lufttemperatur in 1,80 m Höhe in einer Juninacht (relative Temperaturverteilung, 3 Uhr); links unbegrünter Straßenzug, rechts Straßenschlucht mit Bäumen (Aufsicht)

Aus Michael Bruse: Die Auswirkung kleinskaliger Umweltgestaltung auf das Mikroklima. Diss.: Ruhr-Univ. Bochum 1999, auf <http://www-brs.ruhr-uni-bochum.de/netahtml/HSS/Diss/BruseMichael/diss.pdf>, Tafel 3, Jan. 2006

## Wärmeinsel Stadt – das Beispiel Stuttgart

In der Überwärmung zeigt sich eine Veränderung des urbanen Ökosystems, die die Menschen unmittelbar betrifft. Ihre auffälligen Merkmale sind: Hitzestress im Sommer, nächtlicher Wärmestau, kürzere Frostzeiten oder verlängerte Vegetationszeiten.

Der Nettogewinn an Wärme (positive Temperatur-anomalie) lässt sich durch verschiedene Faktoren erklären. Durch die Anreicherung von Spurengasen und Wasserdampf in der Luftschicht über der Stadt bildet sich eine „Dunstglocke“, die wie das Glasdach eines Treibhauses die Durchschnittstemperaturen in den stark besiedelten Gebieten erhöht („Treibhauseffekt“). Die Stadtoberfläche absorbiert nämlich das eintreffende Sonnenlicht, erwärmt sich durch die aufgenommene Energie und sendet langwellige Wärme- oder Infrarotstrahlung aus. Diese kann jedoch die Dunstglocke nicht durchdringen, sodass die Wärme in der Stadt erhalten bleibt.

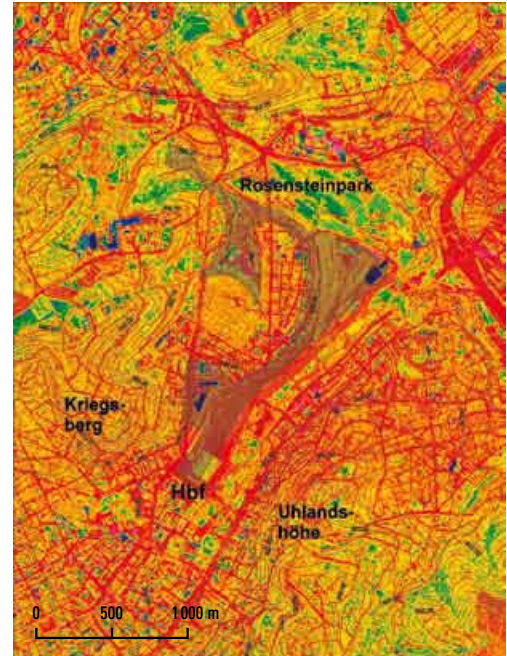
Weitere Faktoren der Temperaturerhöhung sind die Wärmeemissionen von Gebäudeheizungen, industriellen oder Verkehrsprozessen, die fehlenden Grünflächen, der verringerte Luftmassenaustausch und die Wärmespeicherung durch die städtische Bebauung.

Zur Analyse der städtischen Wärmeinsel eignen sich Thermalscanneraufnahmen. Sie geben die augenblickliche Temperaturverteilung an der Erdoberfläche bzw. auf einem Teil von ihr wieder. Berührungslos kann aus der Luft mithilfe von Infrarotsensoren die Wärmestrahlung ermittelt werden. Auf diese Weise können in hochaufgelösten Wärmebildern relief- und siedlungsbedingte Unterschiede von Temperaturstrukturen im Stadtgebiet dargestellt werden.

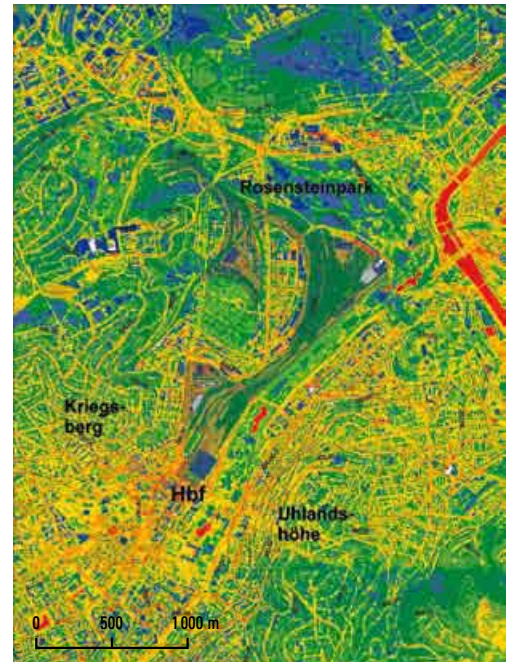
IR-Temperatur;  
Einheit °C; (firab.grd)

>= 22,0	>= 14,5
>= 20,9	>= 13,4
>= 19,8	>= 12,3
>= 18,8	>= 11,2
>= 17,7	>= 10,2
>= 16,6	>= 9,1
>= 15,5	>= 8,0

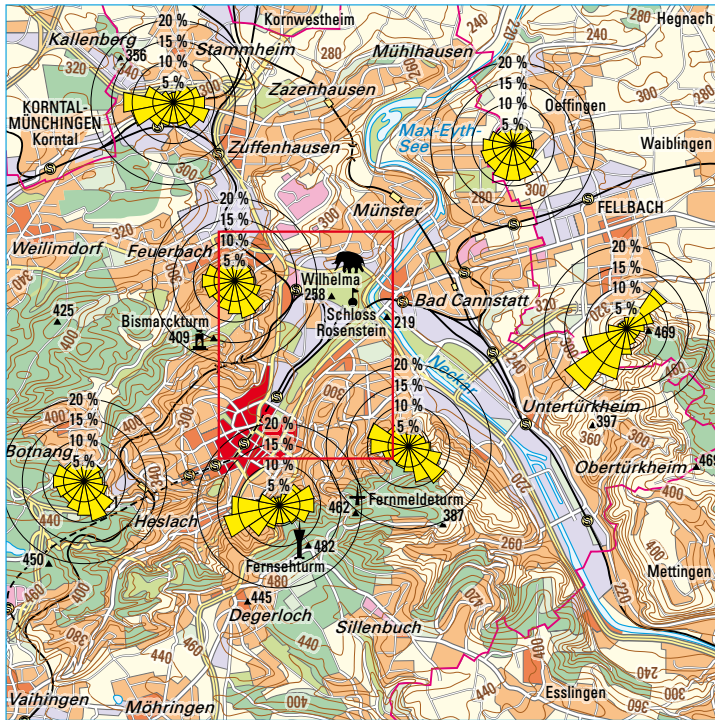
M 3.9a Oberflächentemperaturen (18.8.1988)  
Stuttgarter Innenstadt nach Sonnenuntergang



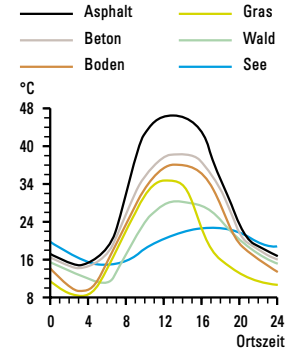
M 3.9b Oberflächentemperaturen (19.8.1988)  
Stuttgarter Innenstadt vor Sonnenaufgang



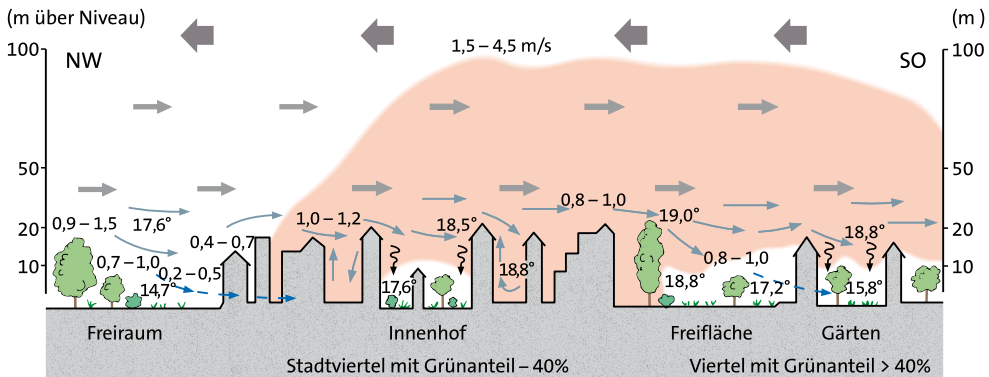
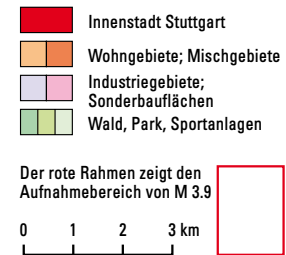
**M 3.10** Stuttgart – Relief, Bebauung und Windverhältnisse



**M 3.11** Temperaturen verschiedener Oberflächen an einem Hochsommertag



Nach Wolfgang Eriksen: Die städtische Wärmeinsel. In Geographische Rundschau, 28. Jg., H. 9, Braunschweig: Westermann 1976, S. 72



**M 3.12** Temperatur- und Windströmungsprofil durch ein Wohnviertel am SW-Rand von Ludwigshafen in einer Sommernacht  
 Nach Fritz Fezer: Das Klima der Städte. Gotha: Perthes 1994, S. 96

- 3.6 Vergleichen Sie die abendlichen und frühmorgendlichen Oberflächentemperaturen in der Stuttgarter Innenstadt.
- 3.7 Stellen Sie einen Zusammenhang her zwischen Relief, Art der Bebauung, Windverhältnissen und den unterschiedlichen Temperaturen in Stuttgart.
- 3.8 Untersuchen Sie, wie sich die Art der Bebauung auf die unterschiedlichen Nachttemperaturen in Ludwigshafen auswirkt.