

04.05 Stadtklimatische Zonen (Ausgabe 2001)

Problemstellung

Klimaparameter wie Lufttemperatur, Luftfeuchte, Schwülegefährdung und Windverhältnisse werden durch die in der Stadt vorhandenen Nutzungen, aber auch durch das Relief und die Vegetationsstrukturen nachhaltig verändert. Mit der Zonierung des Stadtgebietes in Bereiche unterschiedlich starker klimatischer Veränderungen soll ein zusammenfassender Beitrag zur Beschreibung der ökologischen Gesamtsituation geleistet werden. Im Zusammenwirken mit anderen Standortfaktoren wie z. B. den Nährstoff- und Feuchteverhältnissen des Bodens ist es möglich, spezifische, voneinander abgrenzbare Stadträume abzuleiten, denen bestimmte Pflanzen- und Tiergesellschaften zugeordnet werden können (vgl. Sukopp 1990).

Für das Berliner Stadtgebiet liegen zahlreiche floristische und faunistische Untersuchungen vor, die den zum Teil prägenden Einfluss der klimatischen Standortbedingungen auf die Artenzusammensetzung deutlich machen: So liegt z.B. der spezifische Wert des Biotoptypes Moor im klimatisch unbeeinflussten Außenbereich vor allem in der sehr hohen Zahl seltener und gefährdeter subarktischer Arten, die hier als "Relikte der Späteiszeit" überdauern und unmittelbar an die extremen klimatischen Bedingungen mit sehr tiefen Temperaturminima über das gesamte Jahr und hohen Temperaturschwankungen gebunden sind (Arbeitsgruppe Artenschutzprogramm 1984).

Auf der anderen Seite können auch städtische Klimabedingungen die Einwanderung bzw. Verbreitung von Arten begünstigen: Bestimmte Pflanzen wie der Götterbaum, die Robinie oder der Sommerflieder, zahlreiche Amphibien und Wirbellose finden im Bereich der städtischen Wärmeinsel einen geeigneten Lebensraum. Die klimatischen Charakteristika der Innenstadtbereiche wie Überwärmung, Schwülegefährdung und geringe Abkühlung können dagegen im Sommer für den Menschen eine hohe bioklimatische Belastung bedeuten.

Die Umsetzung der Karteninhalte in planerische Hinweise aus klimatischer Sicht findet in der Klimafunktionskarte (Karte 04.07, SenStadt 2001d) ihren Niederschlag.

Datengrundlage

Die Erstellung der Karte der stadtklimatischen Zonen erforderte keine speziell ausgerichteten Messungen. Vielmehr konnten die folgenden Karten als Grundlagen benutzt und zusammengeführt werden:

- das Jahresmittel 1991/92 der Lufttemperatur in 2 m Höhe (SenStadtUm 1993e)
- die langjährige Temperaturverteilung 1961 - 1990 (Karte 04.02, SenStadtUm 2001a)
- die Äquivalenttemperatur bei austauscharmen Wetterlagen (Karte 04.04.3, SenStadtUm 1993f),
- die Veränderung der bodennahen Windverhältnisse (Karte 04.03, SenStadtUm 1994b);

darüber hinaus wurden zur Einbeziehung der baulichen Entwicklungen seit 1992 die aktualisierten Karten

- der langjährigen Temperaturverteilung 1961 - 1990 (Karte 04.02, SenStadt 2001a) und
- der Lufttemperatur bei austauscharmen Wetterlagen (Karte 04.04.1, SenStadt 2001b).

Methode

Abgrenzung der Klimazonen

Zur Abgrenzung der verschiedenen stadtklimatischen Zonen wurden folgende Indikatoren herangezogen:

- **Thermische Veränderungen**, aus denen die Neigung zur Überhitzung, die nächtliche Abkühlung und die Anzahl der Frosttage abgeleitet werden können,
- **Feuchteveränderungen**, aus denen zusammen mit Temperaturveränderungen die Schwülegefährdung abgeleitet werden kann.

Zur Beschreibung der Zonen wurde zusätzlich die

- **Modifizierung der bodennahen Windverhältnisse** hinzugezogen, aus der sich Erkenntnisse über mögliche Wechselwirkungen zwischen unterschiedlichen Klimabereichen und Anhaltspunkte für eine potentielle Immissionsgefährdung gewinnen lassen.

Die augenfälligsten Modifikationen der klimatischen Verhältnisse in Ballungsgebieten sind bei der **Temperatur** zu erwarten. Deshalb bot sich dieser Parameter als Hauptkriterium für eine Einteilung Berlins in stadtklimatische Zonen an. So ergeben sich im Zeitraum von Juni 1991 bis Mai 1992 hinsichtlich der Lufttemperatur an 11 Klimastationen die in Tabelle 1 aufgeführten Kenngrößen.

Tab. 1: Kenngrößen der Lufttemperatur von September bis November 1999 an Klimastationen in Berlin					
Station	mittleres Maximum	Mittelwert	mittleres Minimum	mittlere Tagesamplitude	Q ^{*)}
	°C				
Wilmerdorf, Bamberger Straße ¹⁾	14,8	11,7	8,9	6	51
Kreuzberg, Dessauer Straße ¹⁾	15,1	11,4	8,2	6,9	61
Mitte, Alexanderplatz ²⁾	15,1	11,8	8,9	6,1	52
Tegel, Flughafen ²⁾	15,2	11,2	7,6	7,5	67
Tempelhof, Flughafen ²⁾	15	11	7,3	7,7	70
Großer Tiergarten ¹⁾	15,2	11	7,3	7,9	72
Zehlendorf, Miquelstraße ¹⁾	15	10,8	7	7,9	73
Adlershof, Wissenschaftspark ³⁾	14,8	11	7,5	7,3	66
Mahlsdorf, Bergedorfer Straße ³⁾	14,8	10,3	5,8	9	87
Zehlendorf, Podbielskiallee ²⁾	15	10,6	6,8	8,1	77
Steglitz, Fichtenberg (Meteor. Institut) ²⁾	14,7	10,8	7,7	6,9	64
Steglitz, Kolonie K.-L.-Brücke-Nord ¹⁾	15,1	10,3	5,7	8	78
Spandau, Spandauer Straße ¹⁾	15,9	10,5	6	9,9	95
Forst Grunewald, Dahlemer Feld ¹⁾	15,2	10,2	5,5	9,7	95
Forst Grunewald, Jagd 91 ¹⁾	14,6	10,3	6,5	8,1	78
Karow, Kita Busonistraße ³⁾	14,4	10,5	6,6	7,8	74

¹⁾ Stationen des TU-Messnetzes, ²⁾ Daten der Berliner Wetterkarte (FU Berlin),
³⁾ Stationen des Untersuchungsprogrammes

^{*)} Q beschreibt den Quotienten aus der mittleren Tagesamplitude und dem Mittelwert der Lufttemperatur multipliziert mit 100

Tab. 1: Kenngrößen der Lufttemperatur von September bis November 1999 an Klimastationen in Berlin

Der Quotient Q in Tabelle 1 beschreibt das Verhältnis von mittlerer Tagesamplitude zum Mittelwert der Lufttemperatur. Dieser Wert zeigt eine Abhängigkeit von der Lage der Klimastationen im Stadtgebiet. Standorte auf Flächen mit hohen nächtlichen Abkühlungsraten (z. B. im Außenbereich oder auf innerstädtischen Rasenflächen) weisen einen Quotienten Q von mehr als 85 auf, während Q an Stationen in dicht bebauten Citylagen bis unter 60 liegt. Mittels Regressionsanalyse läßt sich der Zusammenhang zwischen den Ausgangsgrößen Jahresmitteltemperatur bzw. mittleres Temperaturminimum und der Zielgröße Q statistisch signifikant belegen. Q ist somit eine gut geeignete Größe zur Beschreibung stadtklimatischer Veränderungen.

Analog dem gewählten Verfahren in der ersten Ausgabe des Umweltatlasses (SenStadtUm 1985) wurden über die Klassifizierung von Q sechs **Klimazonen** entwickelt. Zur besseren Verständlichkeit wurden zu den Q-Werten die Klassenbreiten für die Temperaturgrößen Jahresmittel, mittleres Temperaturminimum und mittlere Tagesamplitude berechnet und zur Beschreibung der Klimazonen hinzugezogen (s. Tab. 2). Zone 0 beschreibt stadtklimatisch unbeeinflusste Gebiete; von Zone 1 bis Zone 4 nehmen das Mittel und das mittlere Minimum der Lufttemperatur zu und die Tagesamplitude ab. Aufgrund der hohen Korrelation zwischen der Jahresmitteltemperatur und der Anzahl der Frosttage

(von Stülpnagel 1987) kann für jede Zone eine Aussage über die Anzahl der Frosttage abgeleitet werden.

Tab. 2: Parameter der Lufttemperatur und Anzahl der Frosttage nach Klimazonen							
Zone	stadtklimatische Veränderung	Q ¹⁾	Mittelwert	mittleres Minimum	mittlere Tagesamplitude	lang-jähriges Mittel	Anzahl Frosttage
			1999 ²⁾			1961 - 90	1999 ²⁾
		%	°C				
4	hoch	< 63	> 11,3	> 8,0	< 6,8	> 10,1	< 11
3	mäßig	63 - 75	10,8 - 11,3	7,0 - 8,0	6,8 - 7,8	9,2 - 10,1	11 - 16
2	gering	75 - 83	10,4 - 10,8	6,0 - 7,0	7,8 - 8,8	8,6 - 9,2	16 - 21
1	sehr gering	83 - 97	9,8 - 10,4	5,0 - 6,0	8,8 - 9,8	7,6 - 8,6	21 - 26
0	keine	97 - 114	9,0 - 9,8	4,0 - 5,0	9,8 - 10,4	6,9 - 7,6	26 - 31
0*	keine, aber geländeklimatische Extremlage	> 114	< 9,0	< 4,0	> 10,4	< 6,9	> 31

¹⁾ Q beschreibt den Quotienten aus der mittleren Tagesamplitude und dem Mittelwert der Lufttemperatur multipliziert mit 100
²⁾ September - November 1999





Tab. 2: Parameter der Lufttemperatur und Anzahl der Frosttage nach Klimazonen

Für alle Messpunkte der einzelnen Messrouten (vgl. Karte 04.04.4) wurden die jeweiligen Jahresmittel- und Minimumtemperaturen für Juni 1991 bis Mai 1992 berechnet. Die Messungen für West-Berlin wurden 1981 - 1983 vorgenommen und anhand langjährig betriebener Klimastationen auf 1991/92 hochgerechnet; die Messungen für Ost-Berlin und das Umland erfolgten 1991 bzw. 1992. Die Ergänzungsmessungen im Jahre 1999 fanden insgesamt 12 Messfahrten auf drei Routen statt. Es ergaben sich 1935 Messpunkte, die jeweils viermal gemessen wurden. An 80 Messpunkten wurden gleichzeitig Windmessungen vorgenommen. 3 Klimastationen wurden extra für den Nachuntersuchungszeitraum eingerichtet. Über alle Zeiträume gerechnet wurden somit auf **37 Messrouten 162 Messfahrten mit 3735 Messpunkten und die Daten von 42 Messstationen** ausgewertet. Die Meßpunkte wurden den Klimazonen zugeordnet und die Punktwerte auf die Fläche interpoliert.

Bioklimatische Belastungen

Die Überlagerung der Klimazonen mit der Verteilung der Äquivalenttemperatur bei austauscharmen Wetterlagen 1991 (vgl. Karte 04.04.3) erlaubt eine Darstellung **schwülegefährdeter** Gebiete. Die Äquivalenttemperatur setzt sich zusammen aus der Lufttemperatur und der latenten Wärme, die bei der Kondensation des vorhandenen Wasserdampfgehaltes verfügbar wäre. Da die verwendeten Messungen von Temperatur und Wasserdampfgehalt der Luft nachts erfolgten, wurde die Schwülegefährdung bereits bei entsprechend geringeren Äquivalenttemperaturen definiert. Bezogen auf diese Bedingungen wurden in Zone 4 bei Überschreitung von 38 °C Äquivalenttemperatur und in Zone 3 bei mehr als 39 °C stark schwülegefährdete Gebiete abgegrenzt. Dagegen wurde die Gefährdung bei Äquivalenttemperaturen unter 36 °C unabhängig von der Klimazone als gering eingestuft. Aus der Verknüpfung der Schwülewahrscheinlichkeit und der unterschiedlichen nächtlichen Abkühlung wurde - aktualisiert auf den Datenstand 2000 anhand der in Tabelle 3 dargestellten Matrix das **Risiko für bioklimatische Belastungen** abgeleitet. Weitere Bewertungen zu diesem Parameter liefert in einer eigenen Darstellung die Karte 04.09 Bioklima bei Tag und Nacht.

Tab. 3: Bewertung des bioklimatischen Belastungspotentials in Abhängigkeit von Schwülegefährdung und Tagesamplitude					
Zone	Tagesamplitude ¹⁾	Äquivalenttemperatur ²⁾			
		< 36	36 – 38	> 38	> 39
° C					
0	9,7 – 10,1	sehr gering	gering		
1	9,1 – 9,7	sehr gering	gering	gering	gering
2	8,2 – 9,1	sehr gering	gering	gering	gering
3	7,2 – 8,2	mäßig	mäßig	mäßig	hoch
4	< 7,2		hoch	sehr hoch	sehr hoch

Schwülegefährdung  gering  mittel  hoch  Kombination nicht vorhanden

¹⁾ Mittelwert Juni 1991 - Mai 1992 - ²⁾ Mittelwert austauscharmer Strahlungs Nächte Juni 1991 - Mai 1992

Tab. 3: Bewertung des bioklimatischen Belastungspotentials in Abhängigkeit von Schwülegefährdung und Tagesamplitude

Hinsichtlich der **Windverhältnisse** zeigt sich, dass diese unabhängig von stadtklimatischen Zonen nutzungsspezifisch zugeordnet und beschrieben werden können (vgl. Karte 04.03). Gesondert dargestellt werden hier lediglich Bereiche um Hochhausareale und Kraftwerke, in denen mit sehr hohen Windgeschwindigkeiten und sehr turbulenten Windverhältnissen zu rechnen ist.

Kartenbeschreibung

Zone 0 umfasst im wesentlichen Grünland, Äcker, Wälder, Rieselfelder und in Einzelfällen auch sehr locker bebaute Gebiete mit hohem Vegetationsanteil, zumeist außerhalb des Stadtgebietes. Einen Schwerpunkt bilden die offenen Heide- und Grünlandflächen westlich der Linie Hennigsdorf-Potsdam. Aber auch Bereiche innerhalb der stadtrandnahen Wälder Berlins, wie tiefgelegene Lichtungen oder Moore (Barssee, Pechsee und Teufelsbruch), liegen in dieser Zone.

Die nächtliche Abkühlung ist als sehr hoch, in den Waldgebieten als hoch einzustufen, ebenso auch die Frosthäufigkeit. Dagegen gilt die Schwülewahrscheinlichkeit fast ausnahmslos als gering. Tiefgelegene Bereiche der Döberitzer Heide sowie die Teufelsbruch-Wiesen östlich von Schönwalde stellen auffällige geländeklimatische Extremlagen dar (**Zone 0***); hier sind nächtliche Abkühlung und Frosthäufigkeit besonders hoch.

Die Reduzierung der Windgeschwindigkeit ist in den geschlossenen Waldgebieten tags und nachts sehr hoch. Das gilt auch für die locker bebauten, aber stark durchgrünzten Wohngebiete. Auf Grünland und Äckern ist die Windreduzierung tags mäßig bis gering und nachts mäßig. Die Ausbildung von stärkeren Bodeninversionen in Strahlungsnächten verringert jedoch die Windgeschwindigkeit und damit auch die Belüftung beträchtlich.

Zone 1 war in der ersten Ausgabe dieser Karte die Zone, von der angenommen wurde, dass sie die Freilandverhältnisse widerspiegelte. Tatsächlich zeigten aber die Einbeziehung des Umlandes, dass dort noch deutlich niedrigere Temperaturmittel bzw. -minima sowie höhere Tagesamplituden der Temperatur vorkommen. Deshalb muss nun davon ausgegangen werden, dass auch die in Zone 1 liegenden Bereiche sehr gering von der Stadt beeinflusst werden. Es handelt sich im wesentlichen um die ausgedehnten, in Stadtrandnähe gelegenen Waldgebiete, große - meist innenstadtferne - Grünanlagen sowie um einen großen Teil der im Umland gelegenen landwirtschaftlich genutzten Flächen und um größere, locker bebaute Siedlungen außerhalb von Berlin. Einzelne ausgedehnte Freiräume am Innenstadtrand wie das Südgelände, der Volkspark Prenzlauer Berg, die Jungfernheide sowie die Forst- und Kleingartenflächen im Bereich Königsheide weisen ebenfalls die Charakteristika der Zone 1 auf.

Hier sind nächtliche Abkühlung und Frosthäufigkeit im allgemeinen hoch, in den Waldgebieten eher mäßig. Die Schwülegefährdung ist in den meisten Bereichen dieser Zone sehr gering.

Die Reduzierung der Windgeschwindigkeit ist im Bereich dichter Vegetationsstrukturen Tag und Nacht als sehr hoch einzustufen. Vor allem emittentennahe innerstädtische Parkanlagen gelten daher als äußerst immissionsgefährdet. Landwirtschaftlich genutzte Flächen weisen am Tage höhere und in der Nacht mittlere Windgeschwindigkeiten auf, wobei in austauscharmen Strahlungsnächten hier durch Kaltluftbildung eine Stabilisierung der bodennahen Luftschicht eintritt.

Zone 2 weist hauptsächlich die stadtrandtypischen Nutzungen wie lockere Bebauung und Kleingärten auf, etwa die umfangreichen Neubaukomplexe Karow-Nord und Buchholz. Daneben umfasst sie große innerstädtische oder innenstadtnahe Freiraumkomplexe bzw. Teile davon, z. B.

- Flughafen Tempelhof, Hasenheide, Friedhöfe Bergmannstraße
- Südgelände in seinen äußeren Bereichen, Friedhof Bergstraße, Insulaner
- den zentralen Teil des Großen Tiergarten.

Ebenfalls der Zone 2 zugeordnet wurden alle ausgedehnten Gewässer; allerdings konnten aus messtechnischen Gründen nur die Gewässerufer für eine direkte Erfassung der Klimaparameter genutzt werden. Größere horizontale Gradienten sind jedoch über den Gewässern selbst nicht zu erwarten.

Zone 2 zeichnet sich durch eine mäßige nächtliche Abkühlung und Frostgefährdung aus. Einige Gebiete befinden sich im Bereich sehr geringer, die meisten aber im Bereich mäßiger Schwülegefährdung. Entsprechend den vorhandenen Vegetations- und Bebauungsstrukturen werden die Windgeschwindigkeiten ganztägig stark bis mäßig reduziert. Große Wasserflächen sowie Kuppenlagen sind hingegen sehr gut belüftet und daher auch weniger immissionsgefährdet.

Zone 3 umfasst einen großen Teil des Innenstadtrandes, Gebiete am Stadtrand mit stärker verdichteter Bebauung sowie in der Regel auch die stadtrandnahen Hochhaussiedlungen. Im Innenstadtbereich selbst sind zum einen kleinere Park- und Brachflächen, aber auch die Randbereiche der in Klimazone 2 beschriebenen größeren Grünnutzungen hier einzuordnen.

Die nächtliche Abkühlung und die Anzahl der Frosttage in dieser Zone sind gering. Die Schwülewahrscheinlichkeit ist bis auf wenige Gebiete, wo sie als sehr gering (Bereich Olympiastadion, nordwestlich Wuhlheide) bzw. hoch (z. B. Haselhorst, Industriegebiet Tegel, Altstadt Köpenick) einzustufen ist, nur mäßig.

Die Reduzierung der Windgeschwindigkeit reicht tags und nachts je nach Bau- und Vegetationsstruktur von mäßig bis gering. Während kleinere Grünflächen schlechter belüftet sind, kommt es über Stadtbrachen am Tage zu höheren Windgeschwindigkeiten und in den Nachtstunden je nach Stabilisierungsgrad der bodennahen Luftschicht zu stärkeren Reduzierungen. Gewerbe- und Industriegebiete mit einem hohen Anteil unbebauter Flächen sowie Bahnflächen sind ganztägig relativ gut belüftet. Im Bereich von Hochhaussiedlungen muss sogar mit stärkeren Windbelastungen gerechnet werden.

Zone 4 umfasst nahezu ausschließlich die hochverdichtete Innenstadt sowie dicht bebaute und stark versiegelte industriell genutzte Bereiche außerhalb der Innenstadt (z. B. Industriegebiet Spreetal in Spandau).

Analog zu den Aussagen der übrigen aktualisierten Klimakarten muss auch in dieser Karte der **Bereich der stärksten innerstädtischen Veränderung nunmehr als geschlossener Ring** dargestellt werden. Die bisherigen Unterbrechungen im Zuge der Verbindungen vom Gleisdreieck zum Humboldthafen sowie nördlich des Großen Tiergarten sind als Folge der Baumaßnahmen nicht mehr nachzuweisen. Im Süden bilden in etwa der Landwehrkanal, im Osten die Ebertstraße und im Norden der Moabiter Werder die Grenze der vom Großen Tiergarten günstig beeinflussten Zone 3.

Die nächtliche Abkühlung und die Anzahl der Frosttage ist sehr gering. Dagegen muss die Schwülegefährdung im größten Teil von Zone 4 als hoch eingestuft werden.

Die Reduzierung der Windgeschwindigkeit kann tagsüber als mäßig bis gering eingeschätzt werden. In den Nachtstunden verspätet sich zumindest die übliche Windabschwächung, da in den Straßenzügen eine geringere Neigung zur Stabilisierung der bodennahen Luftschicht besteht. Windverstärkungen sind im allgemeinen auf die Kanalisierung in den Straßenzügen zurückzuführen. Jedoch bedeutet dies keine Verbesserung des Luftaustausches, da eine Anbindung an höhere Luftschichten oder an das Umland nur unzureichend vorhanden ist. Die Immissionsgefährdung - vor allem innerhalb der geschlossenen Bebauungsstrukturen - muss durch die unzureichende Be- und Entlüftung als sehr hoch eingestuft werden.

Literatur

- [1] **Arbeitsgruppe Artenschutzprogramm Berlin 1984:**
Grundlagen für das Artenschutzprogramm Berlin in drei Bänden, in: Schriftenreihe des Fachbereiches Landschaftsentwicklung der Technischen Universität Berlin, 23, Berlin.

- [2] **Horbert, M., Kirchgeorg, A., Stülpnagel, von A. 1984:**
On the Method for Charting the Climate of an Entire Large Urban Area, in: Energy and Buildings, 7, S. 109-116.
- [3] **Horbert, M., Kirchgeorg, A., Stülpnagel, von A. 1986:**
Klimaforschung in Ballungsgebieten, in: Geographische Rundschau, 38. Jg, 2, S. 71 - 80.
- [4] **Jendritzky, G., Sönnig, W., Swantes, H.-J. 1979:**
Ein objektives Bewertungsverfahren zur Beschreibung des thermischen Milieus in der Stadt- und Landschaftsplanung ("Klima-Michel-Modell"), in: Akademie für Raumforschung und Landesplanung, 28, Hannover.
- [5] **SenStadtUm (Der Senator für Stadtentwicklung und Umweltschutz Berlin) (Hrsg.) 1985:**
Umweltatlas Berlin, Ausgabe 1985, Karte 04.05 Stadtklimatische Zonen, 1:50 000, Berlin.
- [6] **SenStadtUm (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz Berlin) (Hrsg.) 1993a:**
Umweltatlas Berlin, aktualisierte und erweiterte Ausgabe 1993, Karte 04.02 Langjähriges Mittel der Lufttemperatur 1961 - 1990, 1:50 000, Berlin.
- [7] **SenStadtUm (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz Berlin) (Hrsg.) 1993b:**
Umweltatlas Berlin, aktualisierte und erweiterte Ausgabe 1993, Karte 04.Klimafunktionen, 1:50 000, Berlin.
- [8] **Stülpnagel, von A. 1987:**
Klimatische Veränderungen in Ballungsgebieten unter besonderer Berücksichtigung der Ausgleichswirkung von Grünflächen, dargestellt am Beispiel von Berlin-West, Diss. am Fachbereich 14 der Technischen Universität Berlin.
- [9] **Sukopp, H. (Hrsg.) 1990:**
Stadtökologie - das Beispiel Berlin, Dietrich Reimer Verlag, Berlin.

Karten

- [10] **Senatsverwaltung für Bau- und Wohnungswesen Berlin, V Vermessungswesen (Hrsg.) 1989:**
Satellitenkarte von Berlin, 1:50 000, Berlin.
- [11] **SenStadtUm (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz Berlin) Abt. III 1993c:**
Ökologische Planungsgrundlagen, Arbeitskarte Baudichte, 1: 50 000, unveröffentlicht.
- [12] **SenStadtUm (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz Berlin) Abt. III 1993d:**
Ökologische Planungsgrundlagen, Arbeitskarte Klimawirksame Stadtstrukturtypen, 1: 50 000, unveröffentlicht.
- [13] **SenStadtUm (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz Berlin) Abt. III 1993e:**
Ökologische Planungsgrundlagen, Arbeitskarte Mittel der Lufttemperatur 1991/92 in 2 m Höhe, 1: 50 000, unveröffentlicht.
- [14] **SenStadtUm (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz Berlin) (Hrsg.) 1994a:**
Umweltatlas Berlin, aktualisierte und erweiterte Ausgabe, Karte 04.03 Bodennahe Windverhältnisse, Berlin.
- [15] **SenStadtUm (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz Berlin) (Hrsg.) 1995a:**
Umweltatlas Berlin, aktualisierte und erweiterte Ausgabe, Karte 06.01 Reale Nutzung der bebauten Flächen, 1:50 000, Berlin.
- [16] **SenStadtUm (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz Berlin) (Hrsg.) 1995b:**
Umweltatlas Berlin, aktualisierte und erweiterte Ausgabe, Karte 06.02 Bestand an Grün- und Freiflächen, 1:50 000, Berlin.

- [17] **SenSUT (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Umweltschutz und Technologie Berlin) (Hrsg.) 1998:**
Umweltatlas Berlin, aktualisierte und erweiterte Ausgabe 1998, Karte 04.09 Bioklima bei Tag und Nacht, 1:75 000, Berlin.

Digitale Karten

- [18] **SenStadtUm (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz Berlin) (Hrsg.) 1993f:**
Umweltatlas Berlin, aktualisierte und erweiterte Ausgabe 1993, Karte 04.04 Temperatur- und Feuchteverhältnisse in mäßig austauscharmen Strahlungsnächten, 1:50 000, Berlin.
Internet: <http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/ia404.htm>
- [19] **SenStadtUm (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz Berlin) (Hrsg.) 1994b:**
Umweltatlas Berlin, aktualisierte und erweiterte Ausgabe 1993, Karte 04.03 Bodennahe Windverhältnisse, 1:75 000, Berlin.
Internet: <http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/ia403.htm>
- [20] **SenStadt (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin) (Hrsg.) 2001a:**
Umweltatlas Berlin, aktualisierte und erweiterte Ausgabe 2001, Karte 04.02 Langjährige Temperaturverteilung 1961-1990, 1:50 000, Berlin.
Internet: <http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/ia402.htm>
- [21] **SenStadt (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin) (Hrsg.) 2001b:**
Umweltatlas Berlin, aktualisierte und erweiterte Ausgabe 2001, Karte 04.04 Temperatur- und Feuchteverhältnisse in mäßig austauscharmen Strahlungsnächten, 1:125 000, Berlin.
Internet: <http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/ia404.htm>
- [22] **SenStadt (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin) (Hrsg.) 2001c:**
Umweltatlas Berlin, aktualisierte und erweiterte Ausgabe 2001, Karte 04.06 Oberflächentemperaturen bei Tag und Nacht, 1:85 000, Berlin.
Internet: <http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/ia406.htm>
- [23] **SenStadt (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin) (Hrsg.) 2001d:**
Umweltatlas Berlin, aktualisierte und erweiterte Ausgabe 2001, Karte 04.07 Klimafunktionen, 1:50 000, Berlin.
Internet: <http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/ia407.htm>