

04.12 Klimamodell Berlin - Entwicklung der Anzahl klimatologischer Kenntage in der Zukunft (Ausgabe 2016)

Problemstellung

Wissenschaftliche Forschungen belegen seit längerem, dass das Weltklima sich verändert und weiterhin verändern wird. Im Rahmen der Berichterstattung des IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, [IPCC 2014](#)) werden der jeweils neueste Forschungsstand zur bisherigen und anzunehmenden zukünftigen weltweiten Entwicklung publiziert. Städte, insbesondere die großen Metropolen, sind in diesem Zusammenhang nicht nur verantwortlich für die Minderung der Treibhausgas-Emissionen, sondern sie sind auch Betroffene in Form zunehmender Belastungen für verschiedene Bereiche der städtischen Infrastruktur.

Aktuellen Berechnungen des Potsdam-Institutes für Klimafolgenforschung (PIK) zufolge wird Berlin im Jahresgang von Temperatur und Niederschlägen im Jahr 2100 das Klima haben, das die südfranzösische Stadt Toulouse heute aufweist (Reusswig, Becker et al. 2016). Insbesondere die Zunahme von Extremwetterereignissen wie beispielsweise andauernde Hitze- und Trockenperioden oder Starkniederschläge stellen Politik, Verwaltung und Bevölkerung vor enorme Herausforderungen.

Der Senat von Berlin hat die Dringlichkeit, die sich aus diesen Prognosen für die Stadt ergibt, bereits seit längerem erkannt und mit Plänen und Maßnahmen sowohl zu dem Bereich der Minderung und Vermeidung (Mitigation) als auch zu demjenigen der Anpassung an die Folgen des Klimawandels (Adaption) reagiert bzw. entwickelt diese kontinuierlich weiter.


Für das Handlungsfeld des Klimaschutzes mit seinen verschiedenen Bausteinen wurden die gesetzlichen Rahmenbedingungen mit dem Berliner Energiewendegesetz (EWG Bln 2016) und den Strategien und Maßnahmen zur Klimaneutralität bis 2050 im Berliner Energie- und Klimaschutzprogramm 2030 (Abgeordnetenhaus Berlin 2016) festgelegt.

Der Bereich Klimaanpassung wird in Berlin in unterschiedlichen Zuständigkeiten wahrgenommen.

Die Kernelemente der Berliner Anpassungsstrategie an den Klimawandel bestehen aus drei Bausteinen:

- dem strategischen [Konzept zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels \(AFOK\)](#) (Reusswig, Becker et al. 2016), das einerseits Klimaprojektionen für die Zukunft für die Gesamtstadt enthält und andererseits sektorale Vulnerabilitäten aufzeigt und Klimaanpassungsmaßnahmen empfiehlt,
- dem [Stadtentwicklungsplan \(StEP\) Klima](#) (SenStadtUm 2011), der bereits 2011 vorgelegt wurde und vor allem Handlungsempfehlungen für den Bereich der räumlichen Planung enthält. Er wurde 2016 mit dem [StEP Klima KONKRET](#) (SenStadtUm 2016a) auf die Herausforderungen der wachsenden Stadt fokussiert und
- der neuen dreiteiligen [Planungshinweiskarte Stadtklima](#) des Umweltatlas (SenStadtUm 2016b), die flächenscharf aufzeigt, welche Bereiche der Stadt bereits heute unter klimatischen Belastungen leiden und wo Berlin Potenziale der Entlastung besitzt.

Die Planungshinweiskarte stellt den Abschluss einer umfangreichen Stadtklimamodellierung dar, die neben den flächendeckenden Simulationen auch Auswertungen langjähriger Zeitreihen an den Berliner Stationen Alexanderplatz, Dahlem, Grunewald, Tegel und Tempelhof sowie Potsdam ermöglichte (SenStadtUm 2015). In einem [Exkurs](#) wurde

bereits im Rahmen des EFRE-Projektes  „Gis-gestützte Modellierung von stadtklimatisch relevanten Kenngrößen auf der Basis hochaufgelöster Gebäude- und Vegetationsdaten“ (SenStadtUm 2015a) eine stationsbezogene Abschätzung möglicher Klimawandeleffekte mit dem Regionalen Klimamodell **WETTREG2010 Szenario A1B** (CEC-Potsdam o.J.) durchgeführt, deren Ergebnisse auch für die hier vorgelegten Karten Verwendung fanden.

Als **klimatologischer Kenntag** wird ein Tag bezeichnet, an dem ein festgelegter Schwellenwert eines meteorologischen Parameters erreicht oder überschritten wird. Im Kontext mit dem Thema Stadtklima sind vor allem die folgenden Kenntage relevant, da sie eng mit dem Auftreten bioklimatischer Belastungen in Siedlungsräumen verknüpft sind:

- **04.12.01 Sommertage** (Maximumtemperatur ≥ 25 °C),
- **04.12.02 Hitzetage** (Maximumtemperatur ≥ 30 °C),
- **04.12.03 Tropennächte** (Minimumtemperatur ≥ 20 °C).

Die langjährigen Messungen von Klimaparametern zeigen im Sommerhalbjahr für die verschiedenen Messstandorte im Stadtgebiet eine charakteristische Verteilung der Minimum- und Maximumtemperaturen. Die Verteilung spiegelt das unterschiedliche Wärmeverhalten der Stadt wider, das sich aus den verschiedenen Nutzungsstrukturen aber auch aus der Lage eines Standortes innerhalb des Stadtgebietes als Ganzes ergibt. Die räumliche Lage innerhalb der Stadt bestimmt so bei sonst vergleichbarer Nutzung, inwieweit ein Standort von der kühleren Umgebung profitieren kann oder im Einfluss überwärmter angrenzender Stadtteile steht. Eine Freifläche im Einfluss der städtischen Wärmeinsel wird einen flacheren Tagesgang zeigen als eine vergleichbare Fläche außerhalb der Stadt. Da das absolute Niveau der sommerlichen Temperatur in erster Linie von der vorherrschenden Wetterlage bestimmt wird und nur eine Modifikation durch die Lage des Standortes im Stadtgebiet erfolgt, lassen sich auf Grundlage der charakteristischen Temperaturdifferenzen Rückschlüsse von den gemessenen Temperaturen eines Standortes auf das Niveau an einem anderen Standort ziehen.

Das Überschreiten festgelegter Werte der Tagesminima bzw. -maxima bestimmen das Auftreten der sogenannten Kenntage. Da gerade die Tagesextrema und ebenso die zeitgleich gemessenen Temperaturdifferenzen der Stationen untereinander eine charakteristische Verteilung zeigen, kann durch Kenntnis der Temperaturdifferenz zu einem Referenzstandort ermittelt werden, wie hoch die Wahrscheinlichkeit ist, dass es auch dort zum Überschreiten der Schwellenwerte kommt. Bei Kenntnis der Häufigkeiten der Kenntage pro Jahr an einem Referenzstandort können somit die Häufigkeiten an einem anderen Standort abgeschätzt werden.

Datengrundlage

Die Auswertungen zur Karte 04.12 (Ausgabe 2016) stehen in engem Zusammenhang mit den Arbeiten im Rahmen des EFRE-Projektes 027 „**Gis-gestützte Modellierung von stadtklimatisch relevanten Kenngrößen auf der Basis hochaufgelöster Gebäude- und Vegetationsdaten**“ (SenStadtUm 2015a, 2016, 2016a). Die in diesem Projekt durchgeführten Auswertungen der langjährigen Messreihen der Berliner Stadtstationen

- Alexanderplatz
- Dahlem
- Grunewald
- Tegel und
- Tempelhof

bildeten die Datengrundlage für die weiteren statistischen Betrachtungen zur Entwicklung der klimatologischen Kenntage und wurden bezogen auf die einzelnen Stationen umfassend in einer eigenen Karte veröffentlicht (SenStadtUm 2015). Abbildung 1 verdeutlicht die Lage der Stationen im Stadtgebiet.

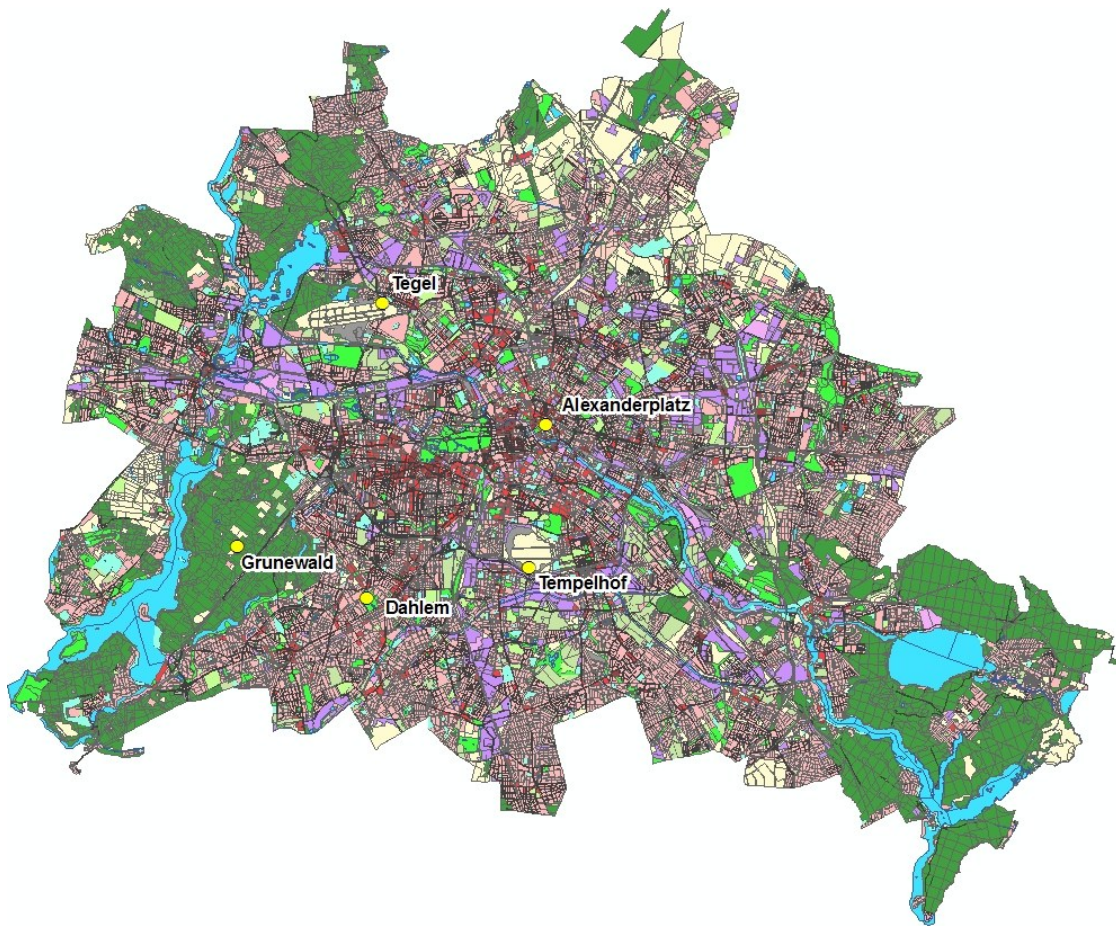


Abb. 1: **Lage der ausgewerteten Berliner Klimastationen** im Stadtgebiet von Berlin. Die Messstandorte sind durch gelbe Kreise gekennzeichnet. (SenStadtUm 2015)

Die Modellsimulationen zur räumlichen Verteilung der Temperatur während einer sommerlichen Wetterlage nutzen zahlreiche Daten des Informationssystems Stadt und Umwelt (ISU) sowie weiterer Quellen. Sie sind im Einzelnen [hier](#) beschrieben.

Methoden

Die charakteristische flächendeckende Verteilung der sommerlichen Minimum- und Maximumtemperaturen in Berlin und Umland wurde bereits im EFRE Projekt 027 „**Gis-gestützte Modellierung von stadtklimatisch relevanten Kenngrößen auf der Basis hochaufgelöster Gebäude- und Vegetationsdaten**“ modelltechnisch simuliert, statistisch ausgewertet und bezogen auf die sommerlichen Kenntage der vergangenen Dekade 2001-2010 als eigenständiges Thema veröffentlicht (SenStadtUm 2015, 2016).

Darauf bauen die hier im Folgenden geschilderten Arbeitsschritte und Auswertungen auf. Dieser Text enthält nur eine Auswahl der im Rahmen des Projektes erstellten Tabellen und Abbildungen. Es besteht daher die Möglichkeit des Downloads aller **Auswertungen zu dieser Karte in einem gemeinsamen Archiv**: [Auswertung der Klimastationen Berlin, gesamt \(zip; 49 MB\)](#)

Die methodische Herangehensweise (detailliert beschrieben in GEO-NET 2016) folgte wie beschrieben der Erkenntnis, dass die städtischen Temperaturverhältnisse (im Folgenden immer bezogen auf die offizielle Messhöhe von 2 m über Grund) zum einen durch die vorherrschende Wetterlage, zum anderen durch die Lage einer Fläche im Stadtgebiet bestimmt werden. Die **Kombination der vorliegenden Ergebnisse der detaillierten flächendeckenden Modellierungen zu ausgewählten Zeitpunkten mit den Stationsergebnissen langjährig betriebener Messstellen** erlaubt somit Rückschlüsse auf das Temperaturverhalten beliebiger Standorte auch zu anderen als den modellierten Zeitpunkten.

Es können die Temperaturdifferenzen aller Flächen zu den Referenzstationen bestimmt werden, die ihrerseits verschiedene charakteristische städtische Nutzungsstrukturen repräsentieren, die sich im Umfeld der Messeinrichtungen befinden (vgl. Abb. 1). Der Einfluss dieses Lageeffektes besonders auf die nächtlichen Tiefsttemperaturen verdeutlicht Abbildung 2.

Mittelwerte der gemessenen Minimum- und Maximumtemperaturen an Sommertagen
(2001-2010)

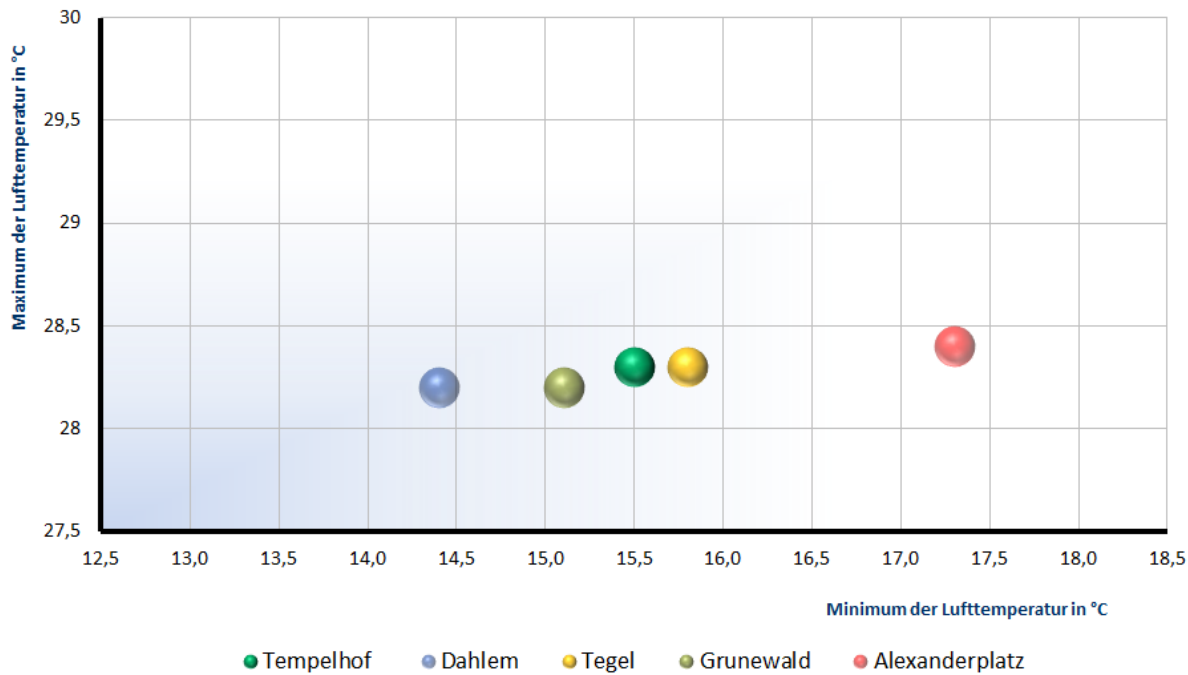


Abb. 2: Gemessenes mittleres Temperaturniveau der Tagesminima und -maxima an Sommertagen an ausgewählten Messstationen innerhalb von Berlin. (GEO-NET 2016)

Bei Kenntnis der Häufigkeiten der Kenntage an den Referenzstandorten können somit auch die Häufigkeiten an anderen Standorten abgeschätzt werden.

Abbildung 3 zeigt den prinzipiellen Verlauf der aus der 30-jährigen Messreihe von 1981 bis 2010 abgeleiteten Häufigkeiten von Tropennächten, Sommertagen und Hitzetagen in Abhängigkeit der Temperaturabweichungen der Minimum- und Maximumtemperaturen von den Werten am Referenzstandort Station Tempelhof. Während die Auswertungen der Messungen zeigen, dass die Anzahl der Tropennächte und Hitzetage in Abhängigkeit von den Temperaturabweichungen den Verlauf einer Potenzfunktion aufweisen, zeigen die Häufigkeiten von Sommertagen in dem ausgewerteten Datenbereich einen nahezu linearen Zusammenhang mit der Temperaturdifferenz zum Referenzstandort.

Die Kenntnis dieser Zusammenhänge wurde in einem ersten Schritt dahingehend umgesetzt, dass allen Blöcken und Blockteilflächen der Blockkarte 1 : 5.000 (ISU5) Häufigkeiten der drei Kenntage für den Zeitraum „Ist-Zeitabschnitt“ 2001 - 2010 zugeordnet wurden. Das Ergebnis ist Teil der Analysekarten zur Anwendung des Klimamodells 2015 (SenStadtUm 2016, [Direktsprung zur Karte im Geoportal](#)).

Prognose von Kenntagen aus der Messreihe 1981 -2010

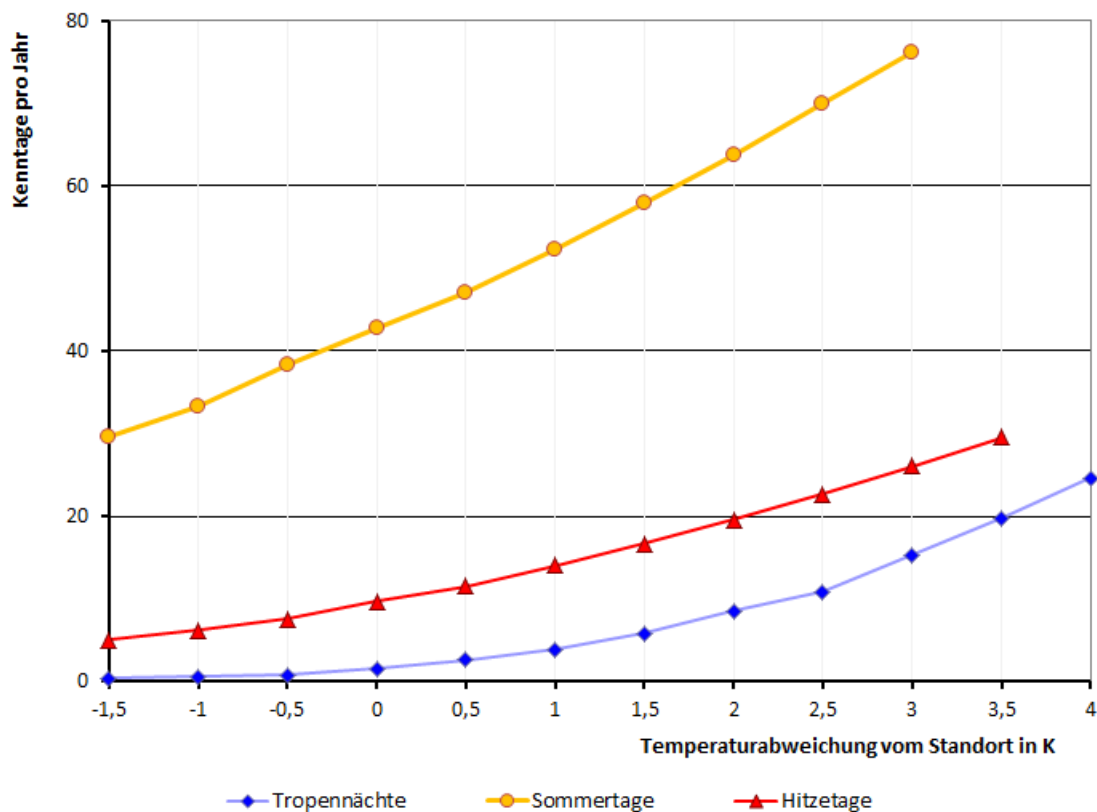


Abb. 3: Abschätzung der Häufigkeiten von Tropennächten, Hitze- und Sommertagen in Abhängigkeit von unterschiedlichen Temperaturabweichungen von der Referenzstation Tempelhof. (GEO-NET 2016)

Zur Prognose der Entwicklung der Anzahl dieser Kenntage in der Zukunft (Zeitabschnitte 2011-2040 und 2041-2070) wurden die statistischen Auswertungen unter Nutzung der vorliegenden stationsbezogenen Temperatur-Zeitreihen des **WETTREG-2010 Szenarios A1B** (CEC-Potsdam o.J.) weitergeführt. Dieses Szenario stammt noch aus dem 4. Sachstandsbericht des IPCC (IPCC 2007) und wird mittlerweile fortgeführt durch das etwas pessimistischere, emissionsintensivere **Szenario RCP8.5** (IPCC 2014), welches für die Berechnungen im Rahmen des Berliner Konzeptes zur Anpassung an den Klimawandel Verwendung fand (Reusswig, Becker et al. 2016).

Systembedingt enthalten die festgesetzten Rahmenbedingungen jedes Emissionsszenarios vor allem für die entferntere Zukunft Unwägbarkeiten im Hinblick auf die Entwicklung der einzelnen zugrundeliegten Parameter, etwa der wirtschaftlichen Entwicklung oder des Bevölkerungswachstums. Das hier verwendete Szenario A1B ebenso wie das mittlerweile verwendete RCP8.5 stellen sogenannte **Business-as-usual-Szenarios** dar, die für die Zukunft von einer gegenüber dem heutigen Zustand nur wenig abweichenden Art des wirtschaftlichen Handels und der Energieverwendung ausgehen. Ein weiterer in seiner zukünftigen Ausprägung unbekannter Einflussfaktor ist die **städtebauliche Entwicklung** Berlins, d.h. die Verteilung von bebauten und begrüneten Flächen in der Zukunft. Da hierüber für die betrachteten Zeitabschnitte keine belastbaren Kenntnisse vorliegen, wurde notwendigerweise eine unveränderte Stadtstruktur zugrunde gelegt.

Insbesondere bei der Bewertung der Unterschiede in den prognostizierten absoluten Werten und ihrer zeitlichen Entwicklung sind diese Einflussfaktoren und Einschränkungen zu berücksichtigen. **Weiterhin ist zu beachten, dass in dieser Untersuchung Hitzetage gleichzeitig auch bei den Sommertagen berücksichtigt werden.**

Für die Berechnungen konnte damit vereinfachend davon ausgegangen werden, dass die relativen Temperaturunterschiede zwischen einzelnen Nutzungsstrukturen in der Stadt während sommerlicher Hochdrucklagen auch in Zukunft im Wesentlichen erhalten bleiben.

Für die Prognose der zukünftigen Entwicklung wurden drei Zeiträume ausgewählt:

- 1981-2010 Referenz des aktuellen langjährigen (30-jährigen) Mittels
- 2011-2040 Referenz der nahen Zukunft
- 2041-2070 Referenz der mittleren Zukunft.

Abbildung 4 zeigt die auf dem WETTREG 2010 A1B-Szenario basierende Prognose bezogen auf die Entwicklung der Häufigkeiten von Tropennächten an drei Berliner Stationen mit langjähriger ununterbrochener Messreihe. Da sich die klimatischen Standorteinflüsse insbesondere während der nächtlichen Abkühlungsphasen auswirken, verdeutlicht die

dargestellte Entwicklung der Anzahl der Tropennächte den erwartbaren klimawandelbedingten Temperaturanstieg besonders prägnant.

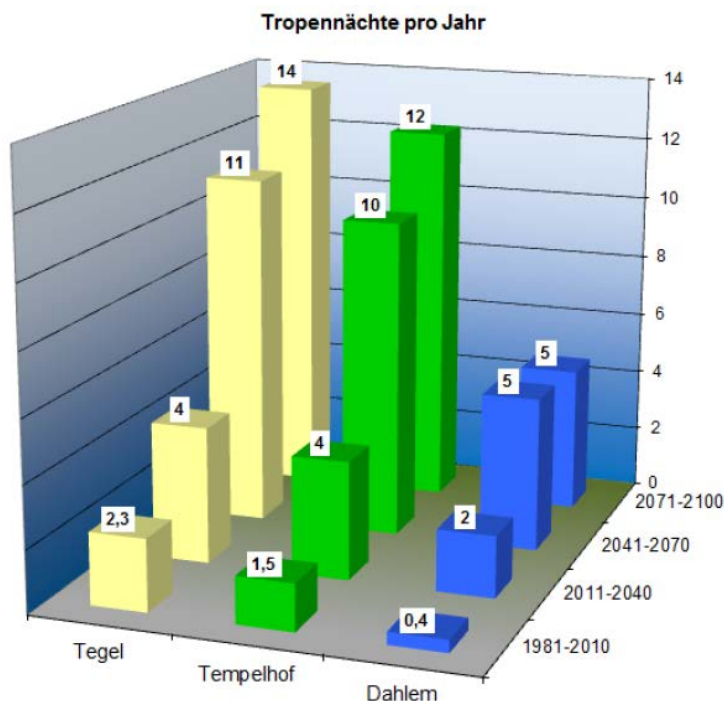


Abb. 4: Zukünftige Entwicklung der Häufigkeiten von Tropennächten an ausgewählten Messstationen in Berlin (GEO-NET 2016)

Der Projektbericht (GEO-NET 2016) enthält auch stationsbezogene Aussagen zur **Entwicklung der Frosttage**. Eine flächenhafte Darstellung für das Stadtgebiet ist nicht möglich, da die Modellsimulationen nur für sommerliche Wetterlagen verwendbar sind. Die entsprechenden Tabellen und Abbildungen sind ebenfalls in dem zum Download bereitstehenden Zip-Archiv: [Auswertung der Klimastationen Berlin, gesamt \(49 MB\)](#) enthalten.

Kartenbeschreibung

Wie bereits angemerkt, prägen sich die nutzungstypischen Unterschiede im (sommerlichen) Temperaturverhalten einer Stadt insbesondere in den Nachtstunden bei wolkenlosem Himmel aus. Tagsüber liegen die Temperaturspitzen über den einzelnen Flächen auch bei stark abweichenden Bebauungs- und Versiegelungsgraden deutlich näher zusammen. Aufgrund ihrer grundsätzlichen Aussagekraft wird daher an dieser Stelle nochmals eine Darstellung aus dem Begleittext zur Karte 04.04 Temperaturverhältnisse in mäßig austauscharen Strahlungsnächten (Ausgabe 2001) zur Verdeutlichung genutzt (vgl. Abb. 5).

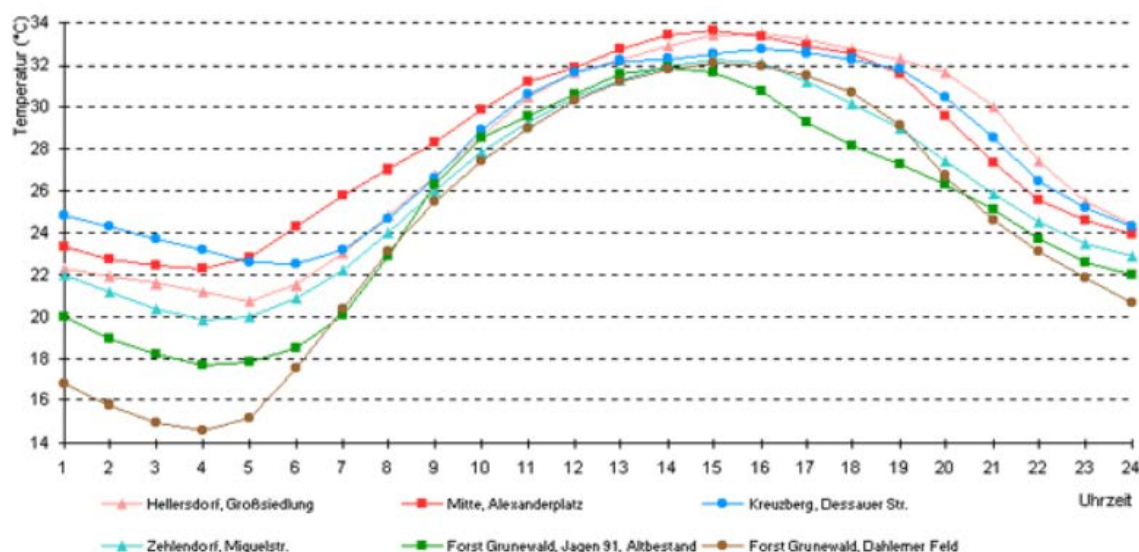


Abb. 5: Tagesgang der Lufttemperatur in 2 m Höhe an einem heißen austauscharen Strahlungstag (8. Juli 1991) an verschiedenen Standorten in Berlin (SenStadt 2001)

Diese grundsätzlichen Effekte wirken sich auch auf die nutzungsbezogene Verteilung der Anzahl der Kenntage aus.

Tabelle 1 zeigt die mittlere Anzahl klimatologischer Kenntage pro Flächentyp ([06.08 Stadtstruktur differenziert](#), Stand 2010, SenStadtUm 2011a) für die berechneten Zeitspannen 1981-2010, 2011-2040 und 2041-2070 sowie die prognostizierten Zunahmen im Vergleich zur Gegenwart. Sie ergänzt damit die Kartenaussagen, die die tabellarischen Aussagen räumlich je nach Lage der Flächentypen verorten.

Grundsätzlich bleibt zu beachten, dass die Projektionen Mittelwert-Angaben der definierten Zeitabschnitte darstellen, die aufgrund der natürlichen Schwankungen des Klimas im Laufe der betrachteten Jahrzehnte mehr oder weniger nach oben bzw. unten ausschlagen können („interanuelle Schwankungen“).

Deutlich wird jedoch auch, dass für alle Kenntage von den Modellergebnissen eine Zunahme der Häufigkeit pro Jahr vorhergesagt wird, deren Stärke aber „kenntagsabhängig“ ist.

Die **Tropennächte** (Minimumtemperatur ≥ 20 °C) treten bisher und auch in Zukunft im Vergleich zu den Sommer- und Hitzetagen am seltensten auf. Jedoch liegen hier aufgrund der grundsätzlichen tagesgangbezogenen Effekte die größten Differenzierungen zwischen den einzelnen Flächentypen. Die stärksten nächtlichen Abkühlungsleistungen und damit die geringste zu erwartende Anzahl an Tropennächten (> 2 bis 5 im Zeitraum 1981-2010) treten auf Grün- und Freiflächen mit offenen Strukturen auf. Hier zeichnen sich vor allem Landwirtschaftsflächen („Ackerland“ sowie „Grünland“), Brachflächen mit wiesenartiger Struktur (z.B. die Wiesen der Flughäfen), aber auch Kleingärten - und mit Abstand die Parkanlagen aus. Letztere umfassen auch waldartige Anteile, deren Ausstrahlungsleistung in der Nacht durch die Baumkronen gebremst wird. Die genannten Flächentypen weisen auch bezüglich der Zukunfts-Zeitabschnitte die geringsten Werte und potenziellen Belastungen auf. Im Zeitabschnitt bis 2070 ist dort mit einer Anzahl an Tropennächten in der Größenordnung von > 12 bis 20 Tagen zu rechnen, was einem bis zu fünffachen Zuwachs nahe kommt.

Umgekehrt die größten Zahlenwerte heute und in der Zukunft treten bei Flächentypen mit hohem Bebauungs- und Versiegelungsgrad auf; Beispiele sind die Typen „Kerngebiet“, „dichte Blockbebauung“ und „Gewerbe- und Industriegebiet dichter Bebauung“.

Die Kenntage mit Bezug zur täglichen Maximum-Temperatur (Sommer- und Hitzetag) liegen entsprechend Abb. 5 in ihren absoluten Werten und auch den Zuwächsen für die Zukunft sehr viel enger zusammen. Die absoluten Zahlen zu den Eintrittswahrscheinlichkeiten unterscheiden sich jedoch beträchtlich voneinander.

Wie im Kapitel „[Ergebnisse der Stationsauswertungen](#)“ zur Karte 04.13 (SenStadtUm 2015) beschrieben, steigt seit Jahrzehnten die Zahl der **Hitzetage** in Berlin an. Die Klimamodellierung durch WETTREG 2010 A1B zeigt, dass in Zukunft dieser Anstieg sehr viel schneller von statten gehen wird. Wird im Analyseabschnitt 1981-2010 noch von 5 (Waldgebiet) bis knapp 10 (Flughafen, Verkehrsfläche, aber auch offene Vegetationsfläche) Hitzetagen pro Jahr ausgegangen, so werden es 2041-2070 voraussichtlich bereits 19-24 Tage sein, wobei sich die flächentypenbezogene Verteilung nicht ändert.

Diese Ergebnisse liegen etwas über den Berechnungen, die unter Nutzung des **Szenario RCP8.5** (IPCC 2014) im Rahmen des AFOK durchgeführt wurden (Hauptbericht „Anpassung an die Folgen des Klimawandels in Berlin (AFOK)“, Klimaschutz Teilkonzept, Kap. 3.1.2 Temperaturextreme, Reusswig, Becker et al. 2016). Dort wird für die „nahe Zukunft“ (2031-2060) von der Mehrheit der eingesetzten Modelle ein Zuwachs an Hitzetags-Ereignissen in der Größenordnung bis zu einer Verdoppelung erwartet.

Auch bei der prognostizierten Entwicklung für die **Sommertage**, die in dieser Untersuchung definitionsgemäß die Anzahl der Hitzetage einbezieht, liegen die einzelnen Flächentypen relativ eng beieinander. Die Spannweite liegt zwischen 38,1 Ereignistagen in Waldgebieten bis zu 43,5 auf Flughafen-Standorten für den Ausgangszeitraum 1981-2010. Bis zum Ende des Zeitraums 2041-2070 wird die Anzahl der Sommertage pro Jahr in etwa um die Hälfte zunehmen, das heißt durchweg über 60 Tagen pro Jahr liegen.

Deutlich wird, dass Sommer- und Hitzetage in ihrer Ausprägung korrelieren. Dennoch zeigt die Steigung der Werte gegenüber dem Ausgangszeitraum 1981-2010, dass der Anstieg der Sommertage insgesamt schneller von statten geht, als der Anstieg der Hitzetage. Zwischen den Flächentypen gibt es keine relevanten Unterschiede in der absoluten Ausprägung der Ereignishäufigkeit.

Tab. 1: Zeitreihen der mittleren Anzahl klimatologischer Kenntage pro Flächentyp

Flächentyp-Code	Flächentyp	Anzahl Blöcke/ Teilblöcke	Sommertage					Hitzetage					Tropennächte				
			1981-2010	2011-2040	2041-2070	Zunahme 1981-2040	Zunahme 1981-2070	1981-2010	2011-2040	2041-2070	Zunahme 1981-2040	Zunahme 1981-2070	1981-2010	2011-2040	2041-2070	Zunahme 1981-2040	Zunahme 1981-2070
1	Dichte Blockbebauung, geschlossener Hinterhof (1870er-1918), 5-6-geschossig	179	41,4	45,3	64,3	3,9	22,8	8,6	11,6	22,7	3,0	14,1	8,5	15,4	28,8	6,9	20,3
2	Geschlossene Blockbebauung, Hinterhof (1870er-1918), 5-geschossig	1.083	41,5	45,4	64,4	3,9	22,9	8,7	11,7	22,7	3,0	14,1	8,1	14,7	27,8	6,6	19,7
3	Geschlossene und halboffene Blockbebauung, Schmuck- und Gartenhof (1870er-1918), 4-geschossig	510	41,3	45,1	64,1	3,8	22,8	8,5	11,6	22,6	3,0	14,0	7,5	13,7	26,4	6,1	18,9
6	Mischbebauung, halboffener und offener Schuppenhof, 2-4-geschossig	114	41,8	45,8	64,8	3,9	23,0	8,8	11,8	23,0	3,0	14,1	7,3	13,2	25,8	6,0	18,6
7	Entkernte Blockrandbebauung, Lückenschluss nach 1945	431	41,3	45,1	64,1	3,8	22,8	8,6	11,6	22,6	3,0	14,0	7,6	13,8	26,6	6,2	19,0
8	Heterogene, innerstädtische Mischbebauung, Lückenschluss nach 1945	56	41,7	45,6	64,6	3,9	22,9	8,8	11,8	22,9	3,0	14,1	7,6	13,8	26,6	6,2	19,0
9	Großsiedlungen und Punkthochhäuser (1960er-1980er), 4-11-geschossig	673	42,0	45,9	65,0	4,0	23,0	8,5	11,6	22,5	3,0	14,0	7,2	13,2	25,8	6,0	18,5
10	Blockrandbebauung mit Großhöfen (1920er-1940er), 3-5-geschossig	595	41,3	45,1	64,1	3,8	22,8	8,5	11,6	22,5	3,0	14,0	7,2	13,2	25,8	6,0	18,5
11	Freie Zeilenbebauung (1950er-1970er), mit landschaftlichem Siedlungsgrün, 3-6-geschossig	850	41,1	44,9	63,8	3,8	22,7	8,4	11,5	22,4	3,1	14,0	6,7	12,4	24,6	5,6	17,8
12	Altbau-Schule (vor 1945)	186	41,5	45,3	64,3	3,9	22,9	8,6	11,7	22,7	3,0	14,1	7,1	13,0	25,5	5,9	18,4
13	Neubau-Schule (nach 1945)	404	41,8	45,8	64,8	3,9	23,0	8,8	11,8	23,0	3,0	14,1	6,7	12,4	24,6	5,6	17,9
16	Sportanlage, ungedeckt	486	42,4	46,4	65,5	4,0	23,1	9,1	12,1	23,4	3,0	14,2	5,7	10,6	21,9	4,9	16,2
17	Sportanlage, gedeckt	52	41,8	45,7	64,8	3,9	23,0	8,8	11,8	22,9	3,0	14,1	5,8	10,8	22,3	5,0	16,5
21	Dörfliche Mischbebauung	121	41,9	45,9	64,9	4,0	23,0	8,9	11,9	23,0	3,0	14,1	6,1	11,3	23,0	5,2	16,9
22	Reihen- und Doppelhäuser mit Garten	844	41,9	45,9	64,9	4,0	23,0	8,9	11,9	23,0	3,0	14,1	5,8	10,8	22,2	5,0	16,4
23	Freistehende Einfamilienhäuser mit Garten	4.658	41,5	45,4	64,4	3,9	22,9	8,6	11,7	22,7	3,0	14,1	5,4	10,2	21,3	4,8	15,9
24	Villen und Stadtvillen mit parkartigem Garten (überwiegend 1870er-1945)	666	40,6	44,3	63,2	3,7	22,6	8,1	11,2	22,1	3,1	13,9	6,0	11,2	22,9	5,2	16,8
25	Verdichtung in Einzelhausgebieten, Mischbebauung mit Gärten und halbprivater Umgrünung (1870er bis heute)	352	40,9	44,7	63,6	3,8	22,7	8,3	11,4	22,3	3,1	14,0	6,4	11,8	23,8	5,4	17,4
27	Friedhof	187	39,0	42,4	61,1	3,4	22,1	7,3	10,6	20,9	3,2	13,6	5,0	9,5	20,3	4,5	15,3
29	Kerngebiet	282	42,9	47,0	66,2	4,1	23,3	9,4	12,3	23,7	3,0	14,3	8,6	15,6	29,0	7,0	20,4
30	Gewerbe- und Industriegebiet, großflächiger Einzelhandel, geringe Bebauung	1.052	42,9	47,0	66,2	4,1	23,3	9,4	12,4	23,7	3,0	14,3	6,8	12,5	24,7	5,7	17,9
31	Gewerbe- und Industriegebiet, großflächiger Einzelhandel, dichte Bebauung	194	42,9	47,1	66,2	4,1	23,3	9,4	12,4	23,7	3,0	14,3	7,8	14,2	27,1	6,4	19,3
32	Flächen der Ver- und Entsorgung	120	42,1	46,1	65,1	4,0	23,0	9,0	12,0	23,2	3,0	14,2	6,5	12,0	24,0	5,5	17,5

33	Mischgebiet ohne Wohngebietscharakter, geringe Bebauung	147	42,1	46,1	65,1	4,0	23,1	9,0	12,0	23,1	3,0	14,2	6,9	12,7	25,0	5,8	18,1
36	Baumschule/Gartenbau	91	41,8	45,8	64,8	3,9	23,0	8,8	11,9	23,0	3,0	14,1	4,6	8,8	19,1	4,2	14,5
37	Kleingartenanlage allgemein	774	42,2	46,2	65,2	4,0	23,1	9,0	12,0	23,2	3,0	14,2	4,0	7,9	17,6	3,9	13,6
38	Mischgebiet ohne Wohngebietscharakter, dichte Bebauung	22	42,3	46,3	65,4	4,0	23,1	9,1	12,0	23,3	3,0	14,2	7,7	14,0	26,9	6,3	19,2
41	Sicherheit und Ordnung	93	41,3	45,2	64,1	3,8	22,8	8,6	11,6	22,6	3,1	14,0	6,6	12,1	24,2	5,5	17,6
43	Verwaltung	186	41,9	45,8	64,9	4,0	23,0	8,9	11,9	23,0	3,0	14,1	7,2	13,2	25,6	6,0	18,4
44	Hochschule und Forschung	105	41,8	45,8	64,8	3,9	23,0	8,8	11,9	23,0	3,0	14,1	6,7	12,3	24,4	5,6	17,7
45	Kultur	86	41,7	45,6	64,7	3,9	22,9	8,8	11,8	22,9	3,0	14,1	6,9	12,7	25,0	5,8	18,0
46	Krankenhaus	116	40,6	44,4	63,2	3,7	22,6	8,2	11,3	22,1	3,1	13,9	6,7	12,3	24,4	5,6	17,7
47	Kindertagesstätte	246	41,2	45,0	63,9	3,8	22,8	8,5	11,5	22,5	3,1	14,0	6,5	11,9	23,9	5,5	17,4
49	Kirche	115	41,0	44,8	63,8	3,8	22,7	8,4	11,5	22,4	3,1	14,0	6,6	12,1	24,2	5,5	17,6
51	Sonstige Jugendeinrichtungen	68	40,1	43,8	62,6	3,6	22,5	7,9	11,1	21,8	3,2	13,8	5,8	10,9	22,3	5,0	16,5
53	Grünanlage/Park	1.190	40,2	43,9	62,7	3,7	22,5	8,0	11,1	21,8	3,1	13,8	5,1	9,8	20,6	4,6	15,5
54	Stadtplatz/Promenade	106	42,4	46,4	65,5	4,0	23,1	9,1	12,1	23,3	3,0	14,2	7,0	12,8	25,2	5,8	18,2
55	Wald	2.795	36,0	38,9	57,2	2,9	21,2	5,7	9,3	18,9	3,5	13,1	5,8	10,8	22,3	5,0	16,5
56	Landwirtschaft	375	43,0	47,2	66,4	4,2	23,3	9,5	12,4	23,8	3,0	14,3	2,2	4,9	12,4	2,8	10,2
57	Brachfläche	940	41,8	45,7	64,7	3,9	22,9	8,8	11,8	22,9	3,1	14,1	4,2	8,2	18,0	4,0	13,8
58	Campingplatz	19	38,1	41,4	60,0	3,3	21,8	6,9	10,2	20,4	3,3	13,5	5,4	10,1	21,2	4,8	15,9
59	Wochenendhäuser und kleingartenartige Gebiete	243	41,1	44,9	63,8	3,8	22,8	8,4	11,5	22,4	3,1	14,0	4,6	8,9	19,3	4,3	14,7
60	Sonstige Gemeinbedarfs- und Sondergebiete	143	41,1	45,0	63,9	3,8	22,8	8,5	11,5	22,5	3,1	14,0	6,4	11,9	23,8	5,4	17,4
72	Parallele Zeilenbebauung mit architektonischem Zeilengrün (1920er bis 1930er), 3 - 5-geschossig	370	41,1	45,0	63,9	3,8	22,8	8,5	11,5	22,5	3,1	14,0	6,8	12,5	24,7	5,7	17,9
73	Geschosswohnungsbau der 1990er Jahre und jünger (1990er bis heute)	324	42,6	46,7	65,8	4,1	23,2	9,2	12,2	23,5	3,0	14,3	7,0	12,8	25,1	5,8	18,2
91	Parkplatz	219	43,1	47,3	66,4	4,2	23,3	9,5	12,5	23,9	3,0	14,4	6,7	12,4	24,5	5,6	17,8
92	Bahnhof und Bahnanlage ohne Gleiskörper	264	42,8	46,9	66,0	4,1	23,2	9,3	12,3	23,6	3,0	14,3	6,5	12,0	24,0	5,5	17,5
93	Flughafen	40	43,5	47,7	66,9	4,2	23,5	9,7	12,7	24,1	3,0	14,4	3,4	6,8	15,7	3,5	12,3
94	sonstige Verkehrsflächen (z.B. Verkehrsinseln etc.)	558	42,2	46,2	65,3	4,0	23,1	9,0	12,1	23,2	3,0	14,2	6,3	11,6	23,4	5,3	17,1
99	Gleiskörper	557	42,5	46,5	65,6	4,1	23,2	9,2	12,2	23,4	3,0	14,2	6,0	11,2	22,7	5,2	16,7

Tab. 1: Zeitreihen der mittleren Anzahl klimatologischer Kenntage für verschiedene Zeitabschnitte pro Flächentyp (Erfassungsstand 31.12.2010, SenStadtUm 2010)

Literatur

- [1] **Abgeordnetenhaus Berlin 2016:**
Berliner Energie- und Klimaschutzprogramm 2030 – Umsetzungszeitraum 2016 – 2020, Vorlage – zur Beschlussfassung –, Drucksache 17/2987, 07.06.2016.
Internet:
<http://www.parlament-berlin.de/ados/17/IIIPlen/vorgang/d17-2987.pdf>
(Zugriff am 28.08.2016)
- [2] **CEC-Potsdam o.J.:**
WETTREG 2010 – Wetterlagenbasierte Regionalisierungsmethode, Online-Informationen und Datenzugriff, Potsdam.
Internet:
<http://www.cec-potsdam.de/wettreg.html>
(Zugriff am 26.08.2016)
- [3] **EWG Bln (Berliner Energiewendegesetz) vom 22. März 2016.**
Internet:
<http://gesetze.berlin.de/jportal/?quelle=jlink&query=EWendG+BE&psml=bsbeprod.psml&max=true&aiz=true#jlr-EWendGBEpP16>
(Zugriff am 26.08.2016)
- [4] **GEO-NET Umweltconsulting GmbH 2016:**
Ergänzung des aktualisierten Grunddatenbestandes Stadtklima um Kennwerte zum Klimawandel, Hannover.
Download:
http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/download/Umweltatlas_04_12_2016_Entwicklung_KenntageKlima.pdf
(Zugriff am 26.08.2016)
- [5] **IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) 2007:**
Fourth Assessment Report (AR4) (Der Vierte IPCC-Sachstandsbericht), Climate Change 2007, Genf.
Internet:
http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_synthesis_report.htm
(Zugriff am 19.02.2018)
- [6] **Reusswig, F.; Becker, C.; Lass, W.; Haag, L.; Hirschfeld, J.; Knorr, A.; Lüdeke, M. K.B.; Neuhaus, A.; Pankoke, C.; Rupp, J.; Walther, C.; Walz, S.; Weyer, G.; Wiesemann, E. (2016):**
Anpassung an die Folgen des Klimawandels in Berlin (AFOK). Klimaschutz Teilkonzept. Hauptbericht. Gutachten im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt, Sonderreferat Klimaschutz und Energie (SR KE). Potsdam, Berlin.
Internet:
<https://www.berlin.de/sen/uvk/klimaschutz/anpassung-an-den-klimawandel/programm-zur-anpassung-an-die-folgen-des-klimawandels/>
(Zugriff am 17.09.2020)
- [7] **SenStadt (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin) (Hrsg.) 2010:**
Flächennutzung und Stadtstruktur - Dokumentation der Kartiereinheiten und Aktualisierung des Datenbestandes, Berlin.
Internet:
[Download \(pdf\)](#)
(Zugriff am 26.08.2016)
- [8] **SenStadtUm (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin) (Hrsg.) 2011:**
Stadtentwicklungsplan (StEP) Klima, Berlin.
Internet:
https://www.stadtentwicklung.berlin.de/planen/stadtentwicklungsplanung/download/klima/step_klima_broschuer_e.pdf
(Zugriff am 17.09.2020)
- [9] **SenStadtUm (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin) (Hrsg.) 2015a:**
EFRE Projekt 027 Stadtklima – Abschlussbericht, Berlin.
Internet:
https://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/download/Projektbericht_StadtklimaBerlin_SenStadtUm_IIID_2015.pdf
(Zugriff am 26.08.2016)

- [10] **SenStadtUm (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin) (Hrsg.) 2016a:**
Stadtentwicklungsplan Klima KONKRET – Klimaanpassung in der Wachsenden Stadt, Berlin.
Internet:
https://www.stadtentwicklung.berlin.de/planen/stadtentwicklungsplanung/download/klima/step_klima_konkret.pdf
(Zugriff am 17.09.2020)

Digitale Karten

- [11] **SenStadt (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung) (Hrsg.) 2001:**
Umweltatlas Berlin, Ausgabe 2001, 04.04 Temperatur- und Feuchteverhältnisse in mäßig austauscharmen Strahlungsnächten, Berlin.
Internet:
<http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/ia404.htm>
(Zugriff am 26.08.2016)
- [12] **SenStadtUm (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin) (Hrsg.) 2011a:**
Umweltatlas Berlin, Ausgabe 2011, Karte 06.08 Stadtstruktur differenziert, Berlin.
Internet:
<http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/id607.htm>
(Zugriff am 26.08.2016)
- [13] **SenStadtUm (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin) (Hrsg.) 2015:**
Umweltatlas Berlin, Ausgabe 2015, Karte 04.13 Langjährige Entwicklung ausgewählter Klimaparameter, Berlin.
Internet:
<http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/i413.htm>
(Zugriff am 26.08.2016)
- [14] **SenStadtUm (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin) (Hrsg.) 2016:**
Umweltatlas Berlin, Ausgabe 2016, Karte 04.10 Klimamodell Berlin - Analysekarten, Berlin.
Internet:
<http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/ib410.htm>
(Zugriff am 26.08.2016)
- [15] **SenStadtUm (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin) (Hrsg.) 2016b:**
Umweltatlas Berlin, Ausgabe 2016, Karte 04.11 Klimamodell Berlin - Planungshinweise Stadtklima, Berlin.
Internet:
<http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/ib411.htm>
(Zugriff am 26.08.2016)