

# Erster Bericht zum Klimawandel in Berlin



## Auswirkungen und Anpassung

Senatsverwaltung für Gesundheit  
Umwelt und Verbraucherschutz  
Abt. III - Umweltpolitik  
Brückenstraße 6  
10179 Berlin

Kontakt:  
Referat Umweltpolitik und Klimaschutz  
III A 15 – Herr Fehrmann  
[Peter.Fehrmann@SenGUV.Berlin.de](mailto:Peter.Fehrmann@SenGUV.Berlin.de)  
Fon: 030/ 9025-2436  
Fax: 030/ 9025-2509

07.07.2009

# Erster Bericht zum Klimawandel in Berlin – Auswirkungen und Anpassung

## Inhalt

1. Vorbemerkung
2. Globaler und regionaler Klimawandel
  - 2.1 Klimamodelle und regionale Szenarien
  - 2.2 Klimaprognosen und Entwicklungstrends für die Region Berlin - Brandenburg
3. Vulnerabilität und Handlungserfordernisse in Berlin
  - 3.1 Klimagerechte Stadtentwicklung
  - 3.2 Gesundheitswesen
  - 3.3 Wasserwirtschaft
  - 3.4 Biodiversität und Naturschutz
  - 3.5 Land- und Forstwirtschaft
4. Entwicklung einer Berliner Anpassungsstrategie
  - 4.1 Die deutsche Anpassungsstrategie - DAS
  - 4.2 Anforderungen an eine Berliner Anpassungsstrategie und das Klimafolgenmanagement
5. Nächste Arbeitsschritte

Quellenübersicht

Glossar

## 1. Vorbemerkung

Städte haben zunehmend eine entscheidende Rolle beim Klimawandel. Dabei sind sie gleichermaßen Täter und Opfer des Klimawandels. So sind urbane Ballungsräume die größten räumlichen CO<sub>2</sub>-Quellen, denn dort wird ca. 80 % der Energie verbraucht. Die klimabedingte Verwundbarkeit der Städte geht gleichzeitig einher mit Hitzewellen, Extremwetterereignissen und allgemeiner Klimaerwärmung. Damit die Stadt diesem Klimawandel nachhaltig begegnen kann und ihre Funktionalität als klimagerechte Stadt gewahrt bleibt, bedarf es eines integrierten Strategieansatzes, der sowohl auf Maßnahmen der Abminderung des Klimawandels (Mitigation) als auch auf Maßnahmen der Anpassung an den Klimawandel (Adaptation) baut.

Inzwischen ist es unstrittige Tatsache, dass präventiver Klimaschutz und notwendige Adaptation in jedem Fall kostengünstiger sind als die Beseitigung von Schäden in Folge verpasster Maßnahmen. Gemäß dem Review von Nicolas Stern<sup>1</sup> kosten Maßnahmen, die den Klimawandel abmildern sollen, weltweit ca. 1 % des globalen Bruttoinlandprodukts (BIP). Nichts zu tun bedeutet nach Sterns Prognose eine durch den Klimawandel verursachte globale Schadensbilanz von 10 - 20 % des Bruttoinlandprodukts, was einem Wertverlust in der Weltwirtschaftskrise der 20er Jahre des letzten Jahrhunderts entspricht. Nach Berechnungen des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung (DIW)<sup>2</sup> könnten in Deutschland – falls kein forcierter Klimaschutz betrieben würde und damit die globale Oberflächentemperatur bis zum Jahr 2100 um 4,5 °C stiege – bis zum Jahr 2050 bereits Kosten für eingetretene Schäden in Höhe von 800 Mrd. Euro entstehen. Bereits jetzt ist in Deutschland für die letzten beiden Dekaden eine klimabedingte Schadensbilanz aufzustellen, die sich durch große Hochwasser, Hitze, Dürre und Stürme auf ca. 18 Mrd. € beläuft und zusätzlich wahrscheinlich noch über 7.000 Todesfälle verursacht hat<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> Stern Review on the Economics of Climate Change - 30. Oktober 2006

<sup>2</sup> Quelle: DIW-Wochenbericht, 14.03.,2007

<sup>3</sup> Quelle: Münchener Rück – 2006

## 2. Globaler und regionaler Klimawandel

Das Klima wandelt sich. In den letzten 100 Jahren hat sich die globale Jahresmitteltemperatur um 0,6 °C erhöht. Die Erwärmung war mit 0,9 °C in Deutschland (Abb. 1), mit 1,1 °C in Österreich und mit 1,4 °C in der Schweiz größer als im globalen Mittel. Dabei haben sich in Deutschland die Wintertemperaturen in den letzten 30 Jahren mit 1,5 °C viel stärker erhöht als die Sommertemperaturen (0,5 °C).

Der Anteil des Kohlendioxids – das bedeutendste Temperatur steigernde Klimagas – in der Atmosphäre nimmt weiter zu. Messwerte aus allen Regionen der Erde bestätigen das übereinstimmend. (Im oberen Teil der Abbildung 2 werden die Ergebnisse monatlicher Messungen mit gleitendem Mittelwert als Glättung am Mauno Loa Observatorium<sup>4</sup> dargestellt. Der untere Teil der Abbildung zeigt die Variationen (Steigerungsraten) der geglätteten CO<sub>2</sub>-Kurve, ebenfalls durch einen gleitenden Mittelwert ergänzt.)

Der Treibhauseffekt der Atmosphäre steigt somit weiter. Die globale und die europäische mittlere Temperatur folgen dem Anstieg der CO<sub>2</sub>-Konzentrationen. In Europa stieg die mittlere Temperatur um knapp 1 °C. Damit sind 50 % des noch als „verkraftbar“ angesehenen Temperaturanstiegs von 2 °C fast ausgeschöpft. Die 90er Jahre des 20. Jahrhunderts und die erste Hälfte des neuen Jahrzehnts sind die wärmste Periode, die je registriert wurde.

Abb. 1: Temperaturanstieg in Deutschland

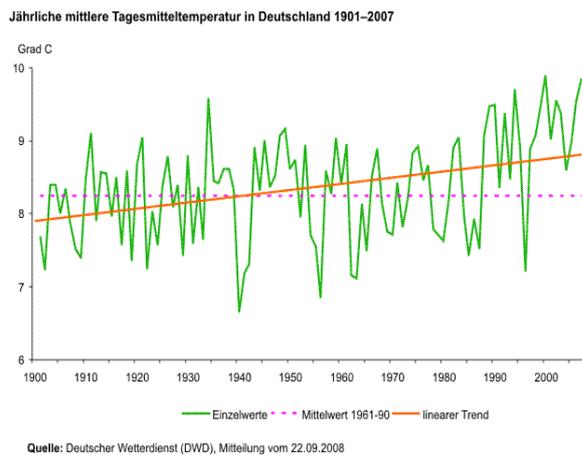
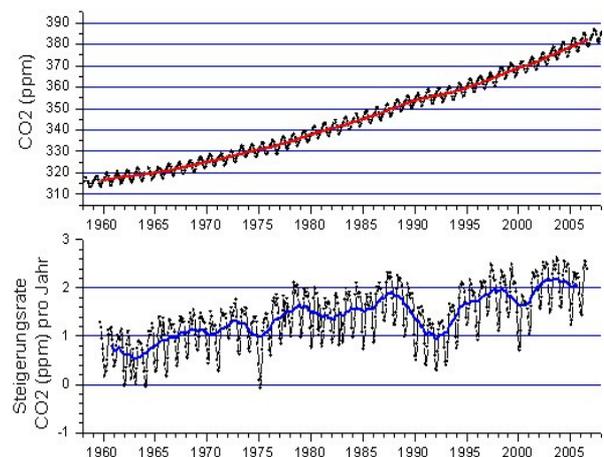


Abb. 2: Globaler CO<sub>2</sub>-Gehalt gemessen am Mauno Loa Observatorium auf Hawaii<sup>5</sup>



Speziell in der Region Berlin - Brandenburg stieg die Jahresmitteltemperatur im letzten Jahrhundert um 1,0 °C an. In Abbildung 3 ist die Entwicklung der mittleren Temperatur für die Region Berlin - Brandenburg für die vier Jahreszeiten im Rückblick ab 1965 und als Prognose bis 2045 nach Reimer dargestellt. Auch diese regionalisierten Temperaturmittelwerte dokumentieren einen ansteigenden Trend. Ist- und Szenarienwerte von weiteren Indikatoren des Klimawandels stützen ebenfalls die These des Temperaturanstiegs in der Region.

<sup>4</sup> Seit 1958 wird der CO<sub>2</sub>-Gehalt der Luft am Mauno Loa Observatorium auf Hawaii gemessen.

<sup>5</sup> Quelle: IPCC, 2007

Abb.3: Erwärmung - Abweichung des regionalen Jahreszeitenmittels von den Mittelwerten (Temperaturdifferenz in K)<sup>6</sup>

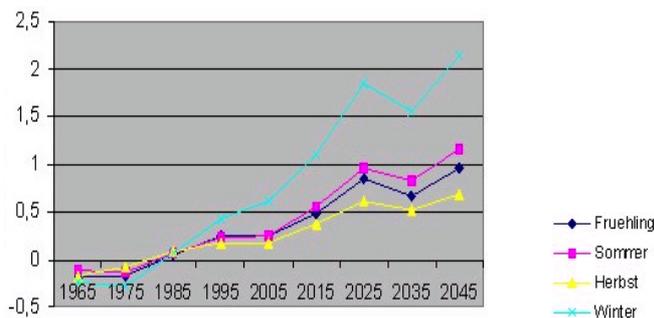
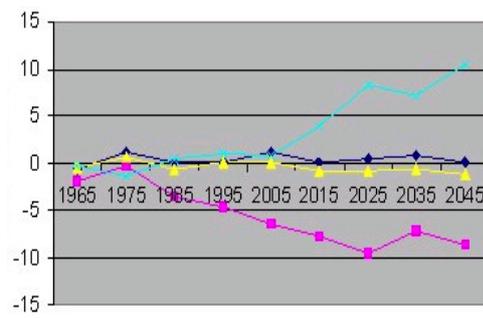


Abb. 4: Niederschlagssumme - Abweichung des Jahreszeitenmittels von den Mittelwerten (Niederschlagsdifferenz in mm/a)<sup>6</sup>



Neuere Rechnungen des Max-Planck-Institutes für Meteorologie in Hamburg legen den Schluss nahe, dass sich die angeführten regionalisierten Zahlen und Trends der „GLOWA-Elbe“-Gruppe unter Mitarbeit des Potsdamer Instituts für Klimafolgenforschung (PIK) als zu niedrig erweisen könnten. Danach wird bis Ende des Jahrhunderts ein Anstieg der globalen Mitteltemperatur von mindestens 2,3 °C erwartet. Noch 2001 lag diese untere Grenze der Prognose mit ca. 1 – 1,5 °C deutlich unter dem tolerierbaren Wert von 2 °C.

## 2.1 Klimamodelle<sup>7</sup> und regionale Szenarien

Zur Bewertung künftiger möglicher Klimaentwicklungen benutzen Wissenschaft und Politik Klimamodelle. Die Ergebnisse der Modelle stellen mögliche Entwicklungskorridore des künftigen Klimas dar und werden Klimaszenarien genannt. Sie bilden eine wichtige Grundlage für die Bewertung der Risiken und Chancen künftiger Klimaänderungen sowie notwendiger Anpassungsmaßnahmen in verschiedenen Sektoren.

Grundlage für die Klimamodelle bilden Annahmen über die zukünftige Entwicklung der Emissionen – so genannte Emissionsszenarien, die mögliche künftige demographische, gesellschaftliche, wirtschaftliche und technische Entwicklungspfade beschreiben. Für die Darstellung von Entwicklungen in regionalem Maßstab wurden verschiedene dynamische und statistische Verfahren entwickelt. Das Umweltbundesamt (UBA), das im Rahmen eines Forschungsprojektes regionale Klimaszenariendaten für Deutschland bis zum Jahr 2100 erstellen lässt, verwendet das dynamische Modell REMO<sup>8</sup> und das statistische Modell WETTREG<sup>9</sup>. Letzteres nutzt die statistischen Wechselbeziehungen bisheriger Klimabeobachtungen, vor allem den Einfluss der Großwetterlagen auf das Lokalklima. Berlin stützt sich bisher auf die Daten dieses Modells. Es liegt auf der Hand, dass selbst das bisher höchste Auflösungsvermögen von max. 10x10 km einer kleinräumigen Klimafolgenabschätzung für Berlin nur sehr bedingt Rechnung tragen kann. Feiner gerasterte Daten werden für Berlin auch in absehbarer Zeit noch nicht zur Verfügung stehen. So kann und muss zur Beschreibung der Klimaveränderungen auf die für die Region Berlin - Brandenburg bereitgestellten Daten der GLOWA-Elbe-Gruppe, des PIK und des Max-Planck-Instituts für Meteorologie Hamburg zurückgegriffen werden. Auf dieser Grundlage ist es möglich, Trends für die klimatische Entwicklung Berlins und seines Umlands zu beschreiben. Keinesfalls handelt es sich dabei um exakte Klimaprognosen.

Als eine Konsequenz aus den für urbane Räume noch begrenzten Möglichkeiten der Klimamodellierung haben die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und der Deutsche Wetter-

<sup>6</sup> Quelle: GLOWA-ELBE I, 2004

<sup>7</sup> siehe auch Erläuterung im Glossar

<sup>8</sup> hochauflösendes Regionalmodell des Max-Planck-Instituts für Meteorologie Hamburg

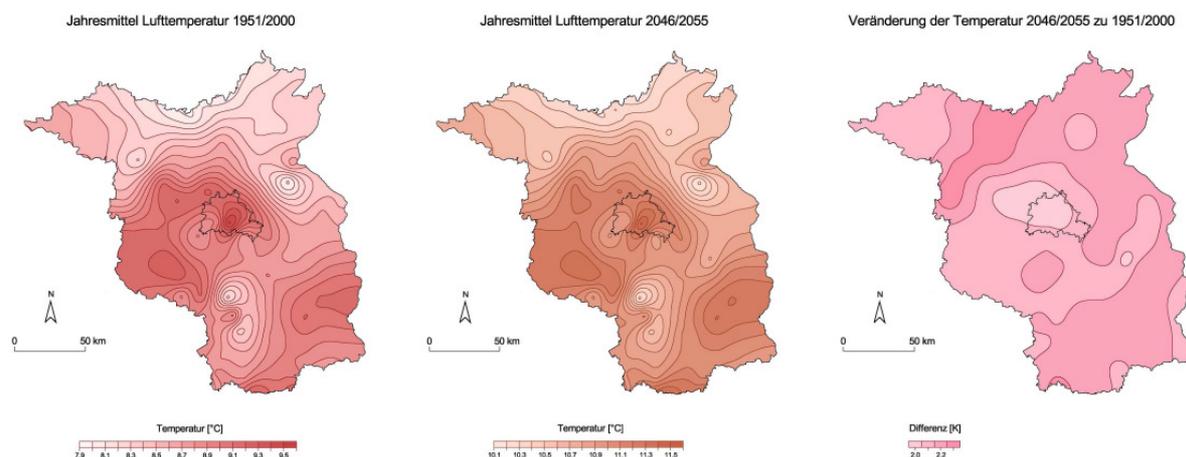
<sup>9</sup> Wetterlagen-basierte Regionalisierungsmethode des CEC Potsdam

dienst (DWD) Mitte 2008 beschlossen, gemeinsam den bestehenden Umweltatlas von Berlin zu aktualisieren und die künftige Klimaentwicklung einzuarbeiten. Ziel dieser Kooperation ist es, die räumliche Struktur und die Häufigkeit künftiger gesundheitlich relevanter Wärmebelastungen im Stadtgebiet von Berlin auf der Grundlage der detaillierten Nutzungsdaten des Informationssystems Stadt und Umwelt zu bestimmen und in einem „Kombinierten Bioklimamodell“ möglichst kleinräumig auszuprägen. Es soll damit in diesem Pilotvorhaben versucht werden, Klimawandeleffekte und den urbanen Wärmeinseleffekt miteinander in Beziehung zu setzen. Erste nutzbare Ergebnisse werden für Mitte 2009 erwartet.

## 2.2 Klima und Entwicklungstrends in der Region Berlin - Brandenburg

In den Szenarien weichen die Daten verschiedener Modelle zum Teil erheblich voneinander ab, was ein zusätzliches Indiz für die große Unsicherheit ist, mit der Modellrechnungen grundsätzlich behaftet sind. Gleichwohl zeichnet sich hinsichtlich der Trends für die Region Berlin - Brandenburg ein weitgehend übereinstimmendes Bild ab. Hinsichtlich der für die klimatische Entwicklung und die Szenariendarstellung wesentlichen Kenngrößen Lufttemperatur und Jahresniederschlag wurde im Szenario des PIK<sup>10</sup> bis 2055 ein globaler Temperaturanstieg um 1,4 °C angenommen. Daraus folgend wurden für den Szenarienzeitraum 2046/2055 Temperaturerhöhungen um 2,0 - 2,3 °C und Niederschlagsrückgänge von bis zu 225 mm/a für die Region Berlin - Brandenburg berechnet.

Abb. 5: Räumlich differenzierte Entwicklung der Jahresmittelwerte der Lufttemperatur und Temperaturdifferenz lt. PIK-Szenario



Die Temperaturdifferenzen zwischen den letzten 10 Jahren des Szenariozeitraums 2046/2055 und dem Mittelwert des Beobachtungszeitraums 1951/2000 sind generell größer als 2 K. Die Region Berlin - Brandenburg gehört zu den Räumen mit den höchsten zu erwartenden Temperaturanstiegen, wobei der so genannte Wärmeinsel-Effekt noch nicht berücksichtigt ist. Während die räumliche Verteilung der Lufttemperatur weitgehend erhalten bleibt (Abbildung 5), unterscheiden sich weitere wichtige meteorologische Parameter wie Sonnenscheindauer, Luftfeuchte, Wind, Strahlung und Bewölkung z. T. deutlich voneinander (Tabelle 1).

Tabelle 1: Veränderung wichtiger meteorologischer Parameter lt. PIK-Szenario

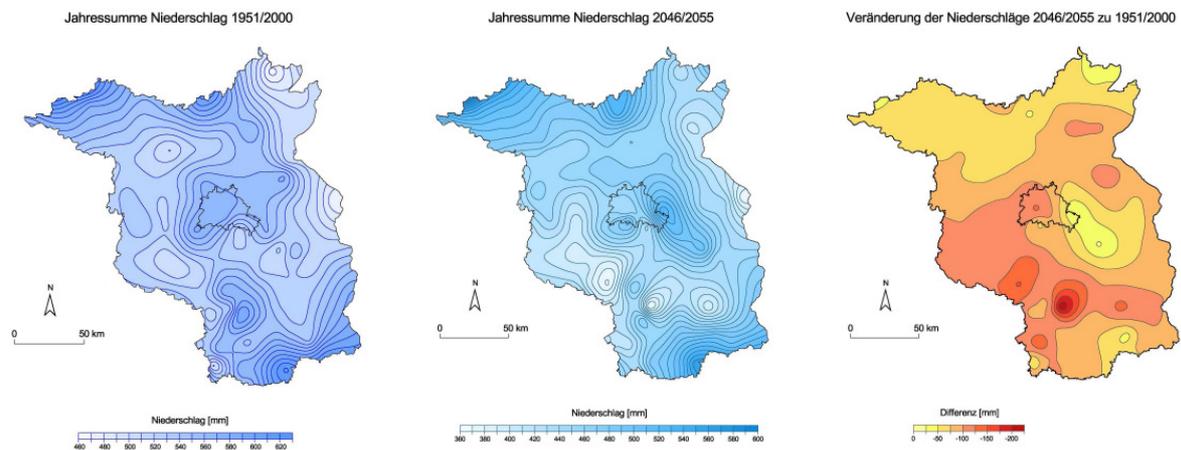
Parameter	Beobachtungszeitraum	Szenariozeitraum
-----------	----------------------	------------------

<sup>10</sup> PIK-Report Nr. 83 - Studie zur klimatischen Entwicklung im Land Brandenburg bis 2055 und deren Auswirkungen auf den Wasserhaushalt, die Forst- und Landwirtschaft sowie die Ableitung erster Perspektiven - 2003

	1951/2000	2046/2055
Heiße Tage/a (Tmax ≥ 30 °C)	0 - 27	0 - 38
Sommertage/a (Tmax ≥ 25 °C)	5 - 76	22 - 89
Frosttage/a (Tmin < 0 °C)	35 - 148	28 - 101
Eistage/a (Tmax < 0 °C)	0 - 74	0 - 41
Max. Temperatur	39,4	37,9
Min. Temperatur	- 29,5	- 20,3
Niederschlag mm/a	298 - 860	274 - 712
Niederschlagstage	88 - 293	95 - 227
Niederschlag Tagesmax.	172	148
Sonnenschein h/a	1237 - 2121	1366 - 2108
Tage ohne Sonne	1 - 126	4 - 93
Bewölkung - heitere Tage	4 - 126	7 - 67
Bewölkung - trübe Tage	44 - 176	49 - 131

Die Niederschläge werden bis zum Ende des Szenarienzeitraumes deutlich abnehmen, wobei es selbst innerhalb des vergleichsweise kleinen Beobachtungsraums Berlin zu einer deutlichen räumlichen Differenzierung kommt.

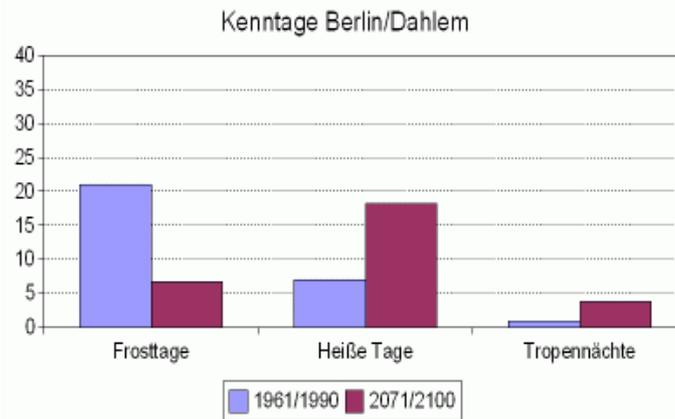
Abb. 6: Mittlere Jahresniederschläge für Brandenburg und deren Änderung laut PIK-Szenario



Für den Zeitraum bis zum Jahr 2100 erwarten die Forscher des Hamburger Max-Planck-Instituts, dass die durchschnittliche Jahrestemperatur in einigen Regionen Deutschlands bis 2100 um bis zu 4 °C höher liegen könnte als im vergangenen Jahrhundert. Für die Region Berlin - Brandenburg soll die Temperaturerhöhung laut Berechnungen des MPI im Jahresmittel weitere 1,9 - 2,9 °C betragen, wobei sich die Wintertemperaturen um 2,6 - 3,9 °C erhöhen werden.

Abb. 7: Veränderung der Anzahl ausgewählter Kenntage<sup>11</sup> für den Szenarienzeitraum 2071/2100

<sup>11</sup> Frosttage (Minimumtemperatur <0 °C), heiße Tage (Maximumtemperatur >30 °C) und Tropennächte (Minimumtemperatur >20 °C) - Quelle: UBA, 2006



Die Abnahme der Jahresniederschläge fällt gegenüber dem Beobachtungszeitraum 1951/2000 insgesamt geringer als 10 % aus. Allerdings werden die Winter in Brandenburg und in ganz Deutschland feuchter. Hingegen könnten die Niederschläge im Sommer in Nordostdeutschland um bis zu 30 % zurückgehen. Gerade innerhalb der Vegetationsperiode ist diese Entwicklung der Niederschlagsrückgänge problematisch.

Neben der spürbaren Veränderung oben genannter Klimakenngrößen haben extreme Klimaereignisse deutlich zugenommen. So hat sich zwischen 1950/59 und 1990/99 global die Anzahl aller Wetterextreme (Stürme, Starkniederschläge) vervierfacht. Von einer Zunahme extremer Wetterereignisse ist auch für die Region Berlin - Brandenburg auszugehen. Dabei werden sich derartige Entwicklungen für Berlin aufgrund von Wärmeinsel-Effekten, die auch unabhängig von Veränderungen des Klimas wirken, möglicherweise auffälliger vollziehen, als für das Brandenburger Umland.

### 3. Vulnerabilität und Handlungserfordernisse in Berlin

Die Anfälligkeit für die Folgen des Klimawandels (Vulnerabilität) und daraus abzuleitende Anforderungen an das Handeln der verantwortlichen Akteure stellen sich in urban geprägten Räumen anders dar, als in Flächenländern und insbesondere in Berg- oder Küstenregionen. Für die Ermittlung der besonderen Anforderungen in Berlin hat der von Senatorin Katrin Lompscher im September 2007 berufene Klimaschutzrat einen Fragenkatalog mit dem Titel „Anpassung an den Klimawandel in der Metropolenregion Berlin – Vom Wissen zum Handeln“ erarbeitet. Dieser Fragenkatalog bildet die Grundlage für eine interdisziplinäre Diskussion von Vulnerabilitäten und Adaptionserfordernissen und -möglichkeiten in der Bundeshauptstadt. Den Ausführungen in den folgenden Abschnitten wurden die bislang von den jeweils fachlich zuständigen Verwaltungen getroffenen Einschätzungen zugrunde gelegt. Dabei wurden für die wichtigsten vom Klimawandel betroffenen Bereiche Fragen nach Art und Umfang der Betroffenheit beantwortet sowie Handlungsansätze, aber auch Erkenntnisdefizite formuliert. Dieser Prozess darf allerdings nicht als abgeschlossen gelten (siehe Kapitel 4 und 5).

#### 3.1 Klimagerechte Stadtentwicklung

##### *Bedeutung eines klimagerechten Stadtumbaus*

Die Frage eines integrierten Ansatzes für eine Klima gerechte Stadtentwicklung ist derzeit Gegenstand verschiedener Forschungsvorhaben auf Bundesebene. In der Fachdiskussion

wird häufig die Rolle eines klimagerechten Stadtumbaus hinterfragt, der sowohl Vermeidungs- als auch Anpassungsstrategien berücksichtigt. Stadtumbau ist jedoch in erster Linie durch die wohnungswirtschaftlich begründeten Interventionen geprägt. Er kann dort, wo er stattfindet, als Chance für aktive Adaption an den Klimawandel genutzt werden. Einen im Klimawandel begründeten vergleichbaren Eingriff in bestehende Stadtstrukturen ist hingegen für Berlin nicht angezeigt. Die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung hat deshalb die Verwendung der Begriffe klimagerechte Stadtentwicklung und klimagerechte Anpassung für die weitere Diskussion vorgeschlagen.

### *Berücksichtigung Gebäude spezifischer und stadtplanerischer Aspekte für die Entwicklung von Anpassungsstrategien*

Erste Schritte sind in der Herausarbeitung der wichtigsten Klimawandelfolgen für Berlin, der Überprüfung der verschiedenen Stadtstruktur- und Nutzungstypen auf eine entsprechende Vulnerabilität sowie der anschließenden Ableitung von Mitigations- und Adaptionsmaßnahmen für Stadtplanung und Architektur zu sehen. Hierbei handelt es sich um ein sehr komplexes Aufgabenfeld, das u. a. auf die Erfahrungen des Handlungsfelds Stadtökologie in Berlin aufbauen kann. So gehört zu den Entwurfsgrundsätzen von Stadtplanung und Architektur die klimaorientierte Lokalisation, Ausrichtung, Stellung und Zonierung von Baugebieten und Gebäuden, um Wind- und Wetterlasten weitgehend zu vermeiden. Wärmeschutzfassaden zur Reduzierung des Heizenergiebedarfs im Winter vermindern dabei gleichzeitig das Aufheizen der Wohngebäude in heißen Sommerperioden. Gerade an heißen bzw. sommerlichen Strahlungstagen optimal wirkende Solartechniken könnten gezielt zu Kühlungs Zwecken genutzt werden. Diese Grundsätze finden ihre Grenzen allerdings in der gebauten Umgebung sowie in restriktiven siedlungsstrukturellen Rahmenbedingungen. Die klimaschutzorientierten Grundsätze der Stadtplanung müssen um den Aspekt Adaption ergänzt und weiterentwickelt werden. Entsprechende Planungsgrundlagen sind im Umweltatlas Berlin im Themenbereich 04 „Klima“ aufbereitet und stehen zur Verfügung.

Berlin verfügt ferner seit Anfang der 1990er Jahre über ein gutes Instrument, stadtklimatische und ökologische Aspekte in kleinräumige Stadtentwicklung und Stadterneuerung zu integrieren, den sogenannten Biotopflächenfaktor (BFF). Eine Renaissance hat dieses Instrument durch die verstärkte Innenentwicklung erfahren. Seine Weiterentwicklung und konsequente Anwendung und Kontrolle ist ein Mosaiksteinchen zu den anstehenden notwendigen Anpassungsstrategien.

Der BFF gibt das Verhältnis von sich positiv auf den Naturhaushalt auswirkenden Flächen zur gesamten Grundstücksfläche an. Angerechnet werden dabei nicht nur Natur belassene ebenerdige Flächen, sondern alle Begrünungspotenziale, also auch senkrechte Vegetations- und Dachflächen. In einer Bandbreite zwischen 0,3 und 0,6 trägt der BFF in unterschiedlichen Nutzungsarten und Gebietstypen zu den Umweltqualitätszielen:

- Sicherung und Verbesserung des Kleinklimas und der Lufthygiene
- Sicherung und Entwicklung von Bodenfunktionen und Wasserhaushalt
- Schaffung und Aufwertung von Lebensraum für Tiere und Pflanzen sowie
- Verbesserung des Wohnumfelds bei.

Festgesetzt wird der BFF als ökologischer Planungskennwert in Landschaftsplänen, von denen allerdings erst wenige festgesetzt sind. Wie schon oben ausgeführt, haben Exposition, Höhe, Abstand und Gestalt der Gebäude, die Beschaffenheit von Baumaterial sowie Gebäude- und Straßenoberfläche einen unverkennbaren Einfluss auf das lokale Klima. Inwieweit durch eine gezielte Wahl von Fassadenmaterial eine Wärmespeicherung und -abstrahlung reduziert und durch gezielte Lenkung von Luftströmungen eine passive Kühlung erreicht werden kann, bedarf einer genaueren Analyse. Wenn Wärmedämmfassaden kombiniert werden mit wetterfesten Verschattungsjalousien, werden technische Lösungen zur Klimatisierung für Wohngebäude in Berlin weitgehend vermeidbar sein.

### *Leitbilder für die klimagerechte Stadt der Zukunft*

Das Leitbild der "kompakten Stadt", wie es im Kontext der integrierten Stadtentwicklungs- und Verkehrsplanung oft zitiert wird, ist zwar notwendig, aber nicht hinreichend für eine klimagerechte und nachhaltige Stadtplanung. Während bei der kompakten Stadt zwar effiziente Infra- und Versorgungsstrukturen entwickelt werden, die in diesem Bereich Ressourcen sparend, insbesondere bei der Reduzierung des Verkehrsaufwands sind, sind stadtklimatisch relevante Aspekte wie Durchlüftung, Versiegelung bzw. Regenwasserversickerung, Bodenverdichtung und Grünflächenverbundsysteme noch stärker zu berücksichtigen. Hinzu kommen noch Exposition, Höhe und Abstand der Gebäude, die Beschaffenheit von Baumaterial sowie Gebäude- und Straßenoberfläche, die größeren Einfluss auf das lokale Klima haben können. Trotz der global positiven Effekte der „kompakten Stadt“, insbesondere durch eine höhere Energieeffizienz und damit verbundene verbesserte CO<sub>2</sub>-Bilanz erzeugt eine solche Konzentration gebauter Strukturen gleichzeitig die bekannten urbanen Lokalklimate mit stärkerer Erwärmung, geringerer Abkühlung, insbesondere in den Nächten, höherer Schwülegefährdung, Hitzestauungen usw., die wesentlichen Einfluss auf die urbane Lebensqualität haben. Planerisch begegnet Berlin dieser urbanen Klimaerwärmung auf Grundlage des Flächennutzungsplans, der Landschaftsprogramme mit der Erhaltung von Kaltluftentstehungsgebieten und entsprechenden Luftleit- und Ventilationsbahnen, Frei- und Grünflächen, Oberflächengewässer aber auch Verkehrsstrassen.

Fragen nach dem auch teilräumlich richtigen Verhältnis von Bauvolumen zu Freiflächen, der stadtklimatisch angemessenen Gestaltung und Anordnung sowie potenziellen klimatischen Wechselwirkungen sind weiter zu bearbeiten.

### *Strategien zur Minimierung des sommerlichen Kühlungsbedarfs*

Temperaturanstieg und Zunahme von Hitzeperioden verstärken die urbanen Wärmeinseln der hoch verdichteten bioklimatischen Belastungsgebiete. Sie lassen gleichzeitig den Bedarf nach sommerlicher Kühlung ansteigen und damit ohne entsprechende Strategien sehr wahrscheinlich auch den Energieverbrauch für Klimaanlage. Hier könnten verschiedene Strategien ansetzen. Zum einen sind die Erfahrungen des ökologischen Bauens in Richtung Passiv- und sogar Nullenergiehaus weiterzuentwickeln und im Bereich Neubau ggf. verbindlich vorzuschreiben. Zum anderen könnte der BFF unter dem Aspekt Adaptation überprüft und weiterentwickelt werden. Dem Thema Begrünung bzw. Erhöhung des Vegetationsanteils käme dabei eine besondere Bedeutung zu. Weiterhin sind Technologiesprünge im Bereich Gebäudetechnik und -konstruktion sowie Konstruktions- und Baumaterialien zu erwarten.

Erhaltung, Sicherung und systematische Weiterentwicklung von Verdunstungs- und Kaltluftentstehungsflächen sowie Leitbahnen der kühleren Luft in die bioklimatischen Belastungsgebiete werden immer wichtiger. Die Basis stellen die Bewertungskarten zum Klimamodell Berlin<sup>12</sup> dar, in denen die Ausgleichleistungen Kaltluft produzierender Flächen, die bioklimatischen Belastungszustände von Teilräumen und die räumlichen Beziehungen zwischen diesen Gebieten differenziert dargestellt sind. Die Luftleit- und Ventilationsbahnen wurden prozessbezogen typisiert. Es wird unterschieden zwischen thermisch induzierten und orographischen Luftleitbahnen, die im Osten in den Talbereichen der Wuhle und des Mühlenfließes, im Westen in der Seenkette Hundekehlen-, Diana-, Königs- und Halensee vorhanden sind. Darüber hinaus gehen die übergeordnete Funktionen wahrnehmende Luft- und Ventilationsbahnen der großen Gewässer von Havel und Spree.

Grünflächen erfüllen eine wichtige Funktion als Ort der Verdunstungskühle. Dabei steht ihre stadtklimatische Leistungsfähigkeit in enger Wechselwirkung mit den Folgen des Klimawandels. Wie gut diese Flächen auch in Zukunft ihre Funktion erfüllen, hängt maßgeblich von der Entwicklung ihrer Resilienz, d. h. ihrer Fähigkeit ab, sich an klimabedingt veränderte Existenzbedingungen anzupassen bzw. diese zu tolerieren.

Ähnliches gilt auch für den Wasserhaushalt. In welchem Maße der Klimawandel sich letztlich in diesem Bereich auswirken wird, bedarf noch gründlicher Untersuchungen. Fest steht, dass es einen Temperaturanstieg mit spürbaren Folgen auch auf den Wasserhaushalt geben wird (siehe auch Abschnitt 3.3). Als eine Anpassungsmaßnahme wird die Anpflanzung wärme-

---

<sup>12</sup> Digitaler Umweltatlas Berlin (2004)

bis hitzeresistenter und längere Trockenperioden vertragender Baum- und Pflanzenarten eingeschätzt. Einher geht damit die Diskussion um die Veränderung der Artenvielfalt, das mögliche Auftreten unverträglicher Pflanzen- und Insektenschädlinge sowie eine stärkere Berücksichtigung der Verdunstungskühle der Ressource Wasser (siehe auch Abschnitte 3.2 und 3.4).

### *Berlin muss sich auf Extremwetterereignisse vorbereiten*

Unbeschadet einer noch ausstehenden differenzierten Betrachtung der im Einzelnen verantwortlichen Akteure muss davon ausgegangen werden, dass Berlin nicht in hinreichender Weise auf Extremwetterereignisse vorbereitet ist. Dies betrifft gleichermaßen Extremniederschläge und Hitzeperioden, wie die der Sommer 1994, 2003 und 2006, sowie Winterstürme, vergleichbar dem Orkan „Kyrill“ im Januar 2007. Hierzu fehlen weitgehend teilräumliche Untersuchungen von naturräumlichen und stadtstrukturellen Vulnerabilitäten. Mit Blick auf die Ableitung von Anpassungsstrategien sind zunächst Fragen zu untersuchen, wie

- auf welche Sturmstärken müssen wir uns einrichten und
- was bedeutet das konkret für die Stadtstrukturen (Windbrecher versus Achse) und die Anforderungen an Gebäudekonstruktionen (veränderte statische Belastung, Winddichtigkeit, erhöhte Anforderungen an Befestigungen, Materialien (Verformbarkeit/Flexibilität versus Solidität/Dichtigkeit) etc.)?

Extreme Wetterphänomene bzw. Effekte, die diese fördern (z. B. Thermiken, Gewitterwolkenbildung) werden in der Stadt auch durch große Wärmeinseln induziert. Mit der Gestaltung von Konversionsflächen, wie z. B. die nicht mehr benötigten Flughäfen, kann deshalb durchaus Einfluss auf lokale Klimaeffekte, wie Starkregen genommen werden.

### *Die Rolle von „Erfolgsrezepten“ und Musterlösungen bei der Gebäudegestaltung und bei der Stadtplanung*

„Good practice“ und „best practice“ sind nicht mehr weg zu denkende Methoden zur Weiterentwicklung von Verfahren, Instrumenten und Prozessen. Anlässlich der durch den Klimawandel aufgeworfenen neuen Fragestellungen und Herausforderungen erlangen sie auch in der Stadt- und Gebäudeplanung zunehmend Bedeutung. Gerade ambitionierte Projekte wie die Nachnutzung der Flugfelder Tempelhof und Tegel oder die Entwicklung des nördlichen Areals Hauptbahnhof/Heidestraße werden auch in Hinblick auf eine klimagerechte Stadtplanung beispielgebend sein.

Aus der Beteiligung an verschiedenen internationalen klimabezogenen Netzwerken kann Berlin auf Erfahrungen anderer Länder und Städte zurückgreifen. Inwieweit die angesprochenen Projekte Anknüpfungspunkte darstellen, müsste konkreter untersucht werden. Ein inhaltlicher Einstieg in ein weiteres "Adaptions-Netzwerk" könnte ein Fachgespräch oder Workshop sein.

Ein Szenarienvergleich mit Städten, deren Klimadaten dem künftigen Klima Berlins entsprechen, wird von der Senatsverwaltung für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz erstellt.

### *Bedeutung der Raumplanung für Umwelt- und Gesundheitsgerechtigkeit*

Bereits heute sind die Umweltbelastungen in der Stadt ungleich verteilt. Im Zusammentreffen mit den zu erwartenden Klima bedingten Belastungen droht sich die Situation für viele Berlinerinnen und Berliner zu verschlechtern. Dass Gesundheit gefährdende Wohnbedingungen (Verkehrslärm, verkehrsbedingte Luftbelastungen, Mangel an wohnungsnahen Grünflächen) in unteren Statusgruppen häufiger anzutreffen sind als in oberen, ist durch verschiedene empirische Untersuchungen<sup>13</sup> belegt worden.

---

<sup>13</sup> Quelle: Bolte, Mielck ; Umweltgerechtigkeit - Die soziale Verteilung von Umweltbelastungen – 2002

Angesichts des Klimawandels wird künftig auch und gerade vor diesem Hintergrund der Bedarf zunehmen, das raumplanerische Instrumentarium zur Anpassung an den Klimawandel strategisch zu nutzen bzw. auszubauen. Hier werden neue Fragestellungen auftreten, z. B. wie der Überwärmung und mangelnden Durchlüftung der (Groß-)Städte begegnet werden kann. Es ist zu klären, wie sich die Superposition von Wärme- und Luftbelastungen bei austauscharmen Wetterlagen auf die menschliche Gesundheit auswirken und ob weitere (sozial-)räumliche Ungleichverteilungen von Umweltbelastungen, beispielsweise in den verdichteten Baustrukturen der Gründerzeitbezirke, zu erwarten sind. Hier wird zu prüfen sein, inwieweit das planungsrechtliche Instrumentarium Möglichkeiten eröffnet, das Ziel einer gerechten Verteilung von Umweltgütern zu fördern, und inwieweit die Vorbelastung und Belastungsfähigkeit der Umwelt im betroffenen Einwirkungsgebiet bei raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen Berücksichtigung finden.

### 3.2 Gesundheitswesen

Spätestens seit der Hitzewelle von 2003 werden europaweit neue Strategien und Vorkehrungen zum Schutz der Bevölkerung gegen durch den Klimawandel bedingte Gesundheitsgefahren gefordert. In dem im September 2008 veröffentlichten gemeinsamen Bericht der Gemeinsamen Forschungsstelle (GFS), der Europäischen Kommission (KOM), der Europäischen Umweltagentur (EUA) und der Weltgesundheitsorganisation (WHO) wird dringend empfohlen, Maßnahmen gegen die Folgen des Klimawandels auch im Gesundheitsbereich in Europa zu ergreifen.

Grundsätzlich herrscht in Berlin wie in den anderen Bundesländern auch zum Thema Klimawandel und Gesundheit noch viel Unsicherheit und besteht mithin erheblicher Forschungsbedarf. Nicht zuletzt deshalb sollte gerade in dieser Frage ein gemeinsames Vorgehen von Bund und Ländern auf Grundlage der bereits vorliegenden Erkenntnisse angestrebt werden. Dabei stellen sich der Umfang sowie die Arten der potenziellen Gefährdungen ausgesprochen vielseitig dar.

#### *Hitzebedingte Erhöhung der Erkrankungsfälle und Sterblichkeit bei Atemwegs- und Herz-Kreislaufkrankungen*

Nationale und internationale Studien zeigen, dass Hitzewellen im Sommer die Sterblichkeit über die saisonal üblichen erwarteten Werte hinaus erhöhen<sup>14</sup>. Vor diesem Hintergrund stehen Städte in einer besonderen Verantwortung.

Die besonderen Pflegeprobleme von vulnerablen Zielgruppen bei extremen Wetterlagen sind seit langem bekannt und werden in der Ausbildung des medizinischen Personals behandelt. Bereits in der Vergangenheit musste beispielsweise während extremer Hitzeperioden (den sogenannten „Hundstagen“) die Versorgung von alten Menschen und von Kleinkindern mit Flüssigkeit bzw. die Flüssigkeitszufuhr sichergestellt werden. Da noch nicht deutlich ist, welche bisher unbekanntes pflegerischen Herausforderungen der Klimawandel mit sich bringt, wird zurzeit kein Ansatzpunkt für curriculare Änderungen gesehen.

Zu überprüfen ist ferner, ob das bestehende Hitzewarnsystem den Anforderungen an sich häufende Extremwetterlagen gerecht werden kann bzw. inwiefern es notwendig und möglich ist, dieses so zu verbessern, dass beispielsweise auch Einzelpersonen erreicht werden können und Innenraumbedingungen mit berücksichtigt werden.

Darüber hinaus besteht Forschungsbedarf hinsichtlich der zwischen thermischen (Hitze), gasförmigen (Stickoxide, Ozon) und partikelförmigen (PM10 und kleiner) Luftbelastungen bestehenden Zusammenhänge. Für die Durchführung entsprechender Untersuchungen wurde ein Antrag beim Bundesministerium für Forschung und Bildung im Rahmen der Förderung von Forschungsvorhaben Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten (KLIMZUG) ein-

---

<sup>14</sup> Literaturverweis: Klimaveränderung in Bayern – gesundheitliche Folgen und Perspektiven (Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelaufsicht – 2006)

gereicht. Im Falle der Bewilligung beabsichtigt das Geographische Institut der Humboldt-Universität zu Berlin in Kooperation mit der Charité - Universitätsmedizin Berlin (Pneumologie) die aktuellen Klima bedingten gesundheitlichen Risiken im Ballungsraum Berlin und deren Entwicklung in den nächsten Jahren zu analysieren. Im Weiteren soll ein Warnsystem aufgebaut werden, das es ermöglichen soll, akute negative Folgen von Hitzewellen zu mindern. Damit einhergehend sollen konkrete Vorschläge für einen nachhaltigen Stadtumbau erarbeitet werden.

Ob und ggf. in welchem Maße, eine (wie hohe und wie lange andauernde) Hitze-Exposition künftig ein Problem hinsichtlich der Lagerung/Aufbewahrung von Arzneimitteln sein könnte, muss ggf. mittels wissenschaftlicher Untersuchungen für konkrete Arzneimittel und Darreichungsformen ermittelt werden. Die bestehenden Rechtsvorgaben gewährleisten hinreichend, dass eine nachteilige Beeinflussung der Qualität von Arzneimitteln ausgeschlossen wird. Da das Arzneimittelrecht größtenteils EU-harmonisiert ist, sollten schon jetzt die Erfahrungen der EU-Mittelmeerländer mit höheren Temperaturen über längere Zeit beispielhaft sein.

### *Endemische und reiseassoziierte Infektionskrankheiten*

Infektionskrankheiten sind weltweit die zweithäufigste Todesursache. Vektoren sind von den Veränderungen der Umwelt beeinflusst. Es wird erwartet, dass sich die geographische Verbreitung der Vektoren zunehmend nach Norden und damit in unsere Region ausdehnt. Hinsichtlich der konkreten klimatischen Parameter und des zeitlichen Horizonts, mit dem sich dieser Prozess vollzieht, bestehen jedoch derzeit große Unsicherheiten und mithin ein erheblicher Forschungsbedarf.

Besonders relevant sind Infektionen mit epidemischem Potential. Für alle heimischen vektorassoziierten Infektionen gilt, dass durch mildere Winter mehr Vektoren überleben und so das neue Jahr mit einer höheren Populationsstärke beginnen können. Die durch Zecken übertragene Frühsommermeningoenzephalitis (FSME) und die Lyme-Borreliose sowie die durch Nagetiere übertragenen Hantavirus-Infektionen gehören zu den heimischen (endemischen) vektorassoziierten Infektionskrankheiten mit potentiell schwerwiegendem Verlauf. Diese Vektoren sind direkt und indirekt vom Klima beeinflusst, allerdings auch in zunehmendem Maße durch das menschliche Freizeitverhalten. Darüber hinaus sind für die Übertragung von nicht-endemischen Erregern wie z. B. Malariaplasmodien und West-Nil-Virus einheimische Stechmückenpopulationen vorhanden. Über den Anteil potenzieller Krankheitsüberträger an der Mückenpopulation sowie den Anteil potenziell als Krankheitsüberträger wirksamer Zeckenarten in Berlin und Umgebung liegen derzeit allerdings noch keine Erkenntnisse vor. Dies gilt auch für die klimatischen Bedingungen, unter denen diese und andere Vektoren als Krankheitsüberträger wirksam werden können.

Ob das Gesundheitssystem in Berlin und Umgebung auf das Erkennen und die Eindämmung fokaler Ausbrüche Insekten übertragener Infektionskrankheiten hinreichend vorbereitet ist, muss Gegenstand weiterer Untersuchungen sein. Das Erkennen und das Eindämmen von Ausbrüchen ist durch das Infektionsschutzgesetz (IfSG) geregelt. Die erweiterte Meldeverordnung Berlins deckt zudem noch weitergehende Bereiche ab (Borreliose).

Durch Beschluss der 81. Gesundheitsministerkonferenz (GMK) am 2./3. Juli 2008 wurde das Bundesministerium für Gesundheit (BMG) gebeten, das Robert Koch Institut (RKI) zu veranlassen, ggf. unter Beteiligung weiterer Fachbehörden eine Risikoabschätzung vorzunehmen und die bestehenden Aktivitäten im Bereich klimaabhängiger Infektionskrankheiten von Bund und Ländern darzustellen. Das RKI hat mittlerweile Schwerpunkte benannt, die von den Ländern in eine Prioritätenliste aufgenommen werden sollen. Dies ist zurzeit in Erarbeitung.

### *Ausbreitung von Allergien*

Mit zunehmender Erwärmung in Berlin und Umgebung ist zugleich mit der Ausbreitung potentiell gesundheitsschädlicher Pflanzen (z. B. *Ambrosia artemisiifolia*) zu rechnen. So wird davon ausgegangen, dass sich der atmosphärische CO<sub>2</sub>-Gehalt bis zum Jahr 2050 annähernd verdoppelt. Eine erhöhte CO<sub>2</sub>-Konzentration führt im Zusammenwirken mit höheren Temperaturen zu einer verstärkten Produktion von Biomasse. Natürlicherweise geht dies auch mit einer erhöhten Konzentration von Pollen einher. Weil in Städten im Vergleich zum Umland in aller Regel eine höhere Temperatur und CO<sub>2</sub>-Konzentration vorzufinden ist, könnte die Pollenbelastung für die Einwohner Berlins höher ausfallen, als für das Brandenburgische Umland. Geeignete Maßnahmen sollten sich auf die Erforschung der Entwicklung der Phasen, Dauer und Intensität des Pollenfluges beziehen.

### *UV-Belastung und Hauterkrankungen*

Neben einem veränderten Freizeitverhalten und Schönheitsverständnis (verstärkte Nutzung von Solarien) tragen nicht unwesentlich veränderte klimatische Bedingungen – hier vor allem eine Erhöhung von Menge und Intensität der UV-Strahlung – zu einer Zunahme von Hautkrebserkrankungen bei. Die Ursache hierfür liegt im mittelbaren Zusammenhang zwischen Treibhauseffekt (Erwärmung der Troposphäre) und Auskühlung der Stratosphäre, die – unabhängig von direkt wirkenden Ozonkillern wie FCKW – den Abbau der UV-filternden Ozonschicht beschleunigt.

Bekannteste und nicht selten tödliche Erkrankung ist das maligne Melanom. Zwei weitere, häufiger auftretende Formen des Hautkrebses sind das Basalzellkarzinom und das Plattenepithelkarzinom, von dem in erster Linie ältere Menschen betroffen sind.

Die Zahl erkannter Hautkrebserkrankungen hat in den letzten Jahrzehnten stetig zugenommen, während die Zahl der Todesfälle weitgehend konstant blieb. Auf der Grundlage der verfügbaren Daten lassen sich Ausprägung und Entwicklung einer konkreten Gefährdungslage für die Region Berlin - Brandenburg derzeit allerdings nicht zuverlässig abschätzen.

### *Hygienevorschriften, Lebensmittelproduktion und -sicherheit*

Die Hygienevorschriften für den Lebensmittelbereich sind in der EU harmonisiert und gelten auch in Ländern Europas, in denen bereits heute klimatische Bedingungen herrschen, wie sie künftig für die Region Berlin - Brandenburg erwartet werden. Nach diesen Vorschriften sind Gewerbetreibende u. a. zur Sorge verpflichtet, dass Lebensmittel beim Herstellen, Behandeln und Inverkehrbringen nicht nachteilig beeinflusst werden, z. B. durch Hitzeeinwirkung.

Von größerer Bedeutung scheint jedoch das Verbraucherverhalten zu sein. Viele Lebensmittel sind leichtverderblich und daher kühlpflichtig. Eine Unterbrechung der Kühlkette bei sehr hohen Umgebungstemperaturen, wie sie z. B. im Sommer 2003 beobachtet wurden, ist für die Vermehrung von Mikroorganismen förderlicher als in einer kühlen Jahreszeit. Auch sorgloses Verbraucherverhalten wie z. B. längerer ungekühlter Transport von leichtverderblichen Lebensmitteln kann die Kühlkette unterbrechen.

Während Hitzewellen verändert sich auch das Verzehrverhalten der Menschen. Es werden z. B. mehr Salate verzehrt und es wird öfter gegrillt. Gerade diese Lebensmittel spielen – aufgrund falscher Lagerung vor der Zubereitung – in typischen Ausbruchsszenarien für Lebensmittelvergiftungen oft eine zentrale Rolle. Nahrungsmittelkeime wie *Campylobacter spp.* und *Salmonella spp.* wachsen bei leicht erhöhten Temperaturen (2 - 3 °C) deutlich schneller und können somit die kritische Infektionsdosis früher erreichen. Hierzu könnte in der Zukunft eine Intensivierung der Hygieneaufklärung der Endverbraucher erforderlich werden.

### *Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz/Arbeitsschutz*

Die gegenwärtig geltenden Regelwerke zum Gesundheitsschutz der Beschäftigten genügen auch Bedingungen, wie sie bei einer Zunahme heißer Sommertage vorstellbar sind. Die Regelungen für Tätigkeiten bei höheren Umgebungs- und damit vielfach verbundenen höheren Raumtemperaturen würden dann entsprechend häufiger zur Anwendung kommen. Dies hätte u. U. höhere Kosten für den Arbeitgeber für die Realisierung von Schutzmaßnahmen, wie

z. B. das Einrichten und Betreiben von technischen Anlagen zur Luftkühlung, das Anbringen von Vorrichtungen zum Schutz vor Sonneneinstrahlung, die Bereitstellung von Getränken, zur Folge. Eine geringere Produktivität in Abhängigkeit von den ergriffenen Schutzmaßnahmen ist nicht ausgeschlossen.

Die geltenden Rechtsvorschriften und anderen Regelwerke sind ausnahmslos dem Bundesrecht zuzuordnen. Sie werden entsprechend dem wissenschaftlichen Erkenntnisstand fortentwickelt, so dass Berlin darauf nur wenig Einfluss hat.

### **3.3 Wasserwirtschaft**

#### *Klimawandel bedingte Änderung von Wasserhaushaltgrößen*

Als urban geprägte Region ist Berlin nur bedingt mit Brandenburg zu vergleichen, da die Grundwasserneubildungs- sowie Verdunstungsraten z. B. in gering versiegelten Gebieten mit Vorstadtcharakter im Vergleich zu Wald- oder Landwirtschaftsflächen anderen Einflüssen unterworfen sind. Mit Hilfe des Abflussbildungsmodells ABIMO<sup>15</sup> sind detaillierte regionale Modellberechnungen zur Ermittlung wichtiger Wasserhaushaltsgrößen wie z. B. Gesamtabfluss, Oberflächenabfluss, Versickerung und Grundwasserneubildung für 25.000 Einzelflächen unter Berücksichtigung regionaler Rahmenbedingungen (wie z. B. Versiegelungsgrad, Temperatur, Evaporation etc.) von der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung durchgeführt worden.

Mit dem Klimawandel wird es naturgemäß zur Änderung wichtiger Wasserhaushaltsgrößen kommen. Hierzu haben bereits in jüngster Zeit Untersuchungen stattgefunden. Speziell für das Berliner Stadtgebiet wurde unter Verwendung der Berechnungsdaten des regionalen Klimamodells WETTREG für zwei SRES<sup>16</sup>-Szenarien (jeweils in einer trockenen und einer feuchten Variante) mit Hilfe des Abflussbildungsmodells ABIMO 3 die Grundwasserneubildung für die Dekade 2031-2040 berechnet<sup>17</sup>. Als Ergebnis zeigte sich eine mögliche Bandbreite der Entwicklung der Grundwasserneubildung von einer Verminderung um 14 % für die trockene bis zu einer Zunahme um 30 % für die feuchte Variante zum Vergleichszeitraum 1961-1990. Hier besteht weiterer Forschungsbedarf. Auf weitere Veränderungen wurde in Abschnitt 2.2 bereits Bezug genommen.

Bedeutende Auswirkungen wird der prognostizierte Temperaturanstieg auf das Gewässersystem haben. Die zunehmende Verdunstung in den zu erwartenden heißeren Sommermonaten wird den oben beschriebenen Rückgang der Abflussmengen noch verschärfen. Aufgrund der Temperatursensitivität der biologischen und hydrochemischen Prozesse im Gewässer wird sich dadurch außerdem die Wasserqualität merklich verschlechtern. In welchem Maße diese Verschlechterungen einsetzen werden und welche Maßnahmen zur Sicherung der Trinkwasserqualität möglich sind, ist mit dem heutigen Kenntnisstand nur unzureichend abschätzbar. Es besteht dringender Forschungsbedarf.

#### *Identifizierung von Folgen für die Wasserwirtschaft*

In fast allen wasserwirtschaftlichen Bereichen ist das Wissen um mögliche Folgen größtenteils vorhanden muss aber durch Ergebnisse von den o. g. Untersuchungen ergänzt bzw. erweitert werden. Als besonders relevant werden folgende Prognosen eingeschätzt:

- Verschiebung der Niederschläge vom Sommer in den Winter
- Zunahme der Niederschlagsintensität und die dadurch erfolgenden Überläufe im Mischsystem der Berliner Abwasserkanalisation.
- Wärmere Durchschnittstemperaturen und die damit einhergehende Erwärmung des Oberflächen- und Grundwassers.

---

<sup>15</sup> Glugla & Fürtig 1997

<sup>16</sup> Special Report on Emission Scenarios

<sup>17</sup> Zeitz & Löschner 2007

- Rückgang der Abflussmengen in den Sommermonaten.

#### *Verwundbarkeit von Teilsystemen durch veränderte Wasserverfügbarkeit*

Grundwasserniveau/-neubildung: Eine signifikante Änderung der Grundwasserstände ist nicht zu erwarten, da der prognostizierte Rückgang wie oben beschrieben nur in Bereichen von ca. 14 - 20 % liegen wird. Es wird eingeschätzt, dass dieser Rückgang bei den für Berlin typischen sehr hohen Grundwasserständen keine signifikanten Folgen hat.

Wasserqualität der Oberflächengewässer: Der Einfluss der Temperatur auf die Ökosysteme und die Selbstreinigungskapazität der Gewässer ist nicht fundiert abschätzbar, aber alle biologischen und hydrochemischen Prozesse sind temperatursensitiv. Von bedeutenden Beeinträchtigungen muss ausgegangen werden. Hier ist dringender Forschungsbedarf gegeben. Eine Abnahme der Qualität der Oberflächengewässer wirkt sich durch eine Zunahme gesundheitlicher Gefahren sehr wahrscheinlich auch auf die Badequalität aus.

Trinkwassergewinnung: Eine Verschlechterung der Wasserqualität hat direkte Auswirkungen auf die Berliner Trinkwasserversorgung, da mehr als 70 % des Trinkwassers aus uferfiltriertem Oberflächenwasser gewonnen wird. Die Reinigungsprozesse der Uferfiltration sind grundsätzlich temperaturgesteuert und werden in ihrer Leistung verringert werden. Qualitätsprobleme für die Wasserversorgung der Stadt sind zu erwarten, können aber gegenwärtig nicht ausreichend abgeschätzt werden.

Wasserbedarf: Zum Wasserbedarf liegen einige Prognosen vor. In das Wasserversorgungskonzept<sup>18</sup> sind Ergebnisse der Studien der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und des Bundesinstituts für Bevölkerungsforschung eingegangen, die Grundlage für Bedarfsrechnungen bis 2040 sind. Demzufolge wird der Wasserbedarf im Jahre 2040, unter Berücksichtigung politischer, klimatischer und sonstiger Rahmenbedingungen, in der bedarfshöchsten Variante bei 235 Mio. m<sup>3</sup>/a liegen (zum Vergleich: der Verbrauch 2006 betrug 218 Mio m<sup>3</sup>/a).

Hochwasserschutz: Hochwasserereignisse im Einzugsgebiet werden keine Auswirkung im Berliner Raum zeigen, da diese Wassermengen bereits im Einzugsgebiet z. B. zur Flutung der Speicher Verwendung finden.

#### *Auswirkungen auf andere Sektoren*

Inwiefern sich eine veränderte Wasserverfügbarkeit auf andere Sektoren wie Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Energiewirtschaft, Schifffahrt auswirken wird, bedarf weiterer Untersuchungen. Berlin steht in aktivem Kontakt mit Brandenburg und Sachsen. Die Probleme der Spreewasserführung und Qualität sind jedoch primär abhängig von dem Management der Speicherhaltung und des aktiven Bergbaus. Insbesondere die Klimaentwicklung im Spreeeinzugsgebiet bedarf einer umfassenden Recherche und Abschätzung in ihrer zusätzlichen Wirkung.

#### *Überprüfung der wasserwirtschaftliche Infrastruktur (Extremereignisse)*

Dringender Forschungsbedarf besteht hinsichtlich der Folgen des Klimawandels – insbesondere von Extremereignissen – auf die wasserwirtschaftliche Infrastruktur. Ein erster Ansatz für einen wasserwirtschaftlichen Teilbereich ist das KLIMZUG-Forschungsvorhaben zur Vorratsbewirtschaftung von klimainduzierten Starkregenereignissen, das die Freie Universität Berlin gemeinsam mit der DHI-WASY GmbH bis zum Jahr 2012 durchführen wird.

### **3.4 Biodiversität und Naturschutz**

---

<sup>18</sup> Wasserversorgungskonzept für Berlin und für das von den BWB versorgte Umland (Entwicklung bis 2040) - Stand September 2008

Die Auswirkungen des Klimawandels auf die Natur, auf Lebensräume und die Vorkommen von Arten werden von Wissenschaftsseite als erheblich eingeschätzt. Für Mitteleuropa werden klimabezogene Veränderungen von Artenvorkommen seit ein bis zwei Jahrzehnten beschrieben, mit einer starken Zunahme in den letzten Jahren. Zu den wesentlichen, festzustellenden Veränderungen gehören:

- Rückgang und Beeinträchtigung von Feuchtgebieten durch Zunahme der Evapotranspiration, Rückgang der Niederschläge, verstärkte Wasserentnahme usw. In Berlin sind vor allem Moore betroffen. Mit dieser Entwicklung setzt sich die Landschaftspflege seit vielen Jahren auseinander.
- Rückgang und lokales Aussterben von boreo-alpin (nordisch) verbreiteten Arten.
- Ausbreitung Wärme liebender Arten innerhalb von Mitteleuropa (Beispiele aus den Artengruppen Vögel, Libellen, Heuschrecken sind gut dokumentiert.)
- Einwanderung von mediterranen und afrotropischen Tierarten nach Mitteleuropa.
- frühere Ankunft von Zugvogelarten aus den Winterquartieren
- Verschiebung der Winterquartiere vieler Vogelarten nach Norden, Abnahme des Zugverhalten bei Kurzstreckenziehern unter den Zugvögeln (Überwinterung in Westeuropa und Mittelmeergebiet)
- Bestandsabnahme der Langstreckenzieher unter den Zugvögeln (Überwinterung im tropischen Afrika), da deren evolutiv entwickelte, höchst sensible Einnischung in Regen- und Trockenzeiten sowie Windverhältnisse auf dem afrikanischen Kontinent und in Südeuropa durch die Klimaveränderung destabilisiert wird

Das Land Berlin hat als großer Ballungsraum viele Entwicklungen bereits im „Kleinen“ durchgemacht, da das veränderte Stadtklima ebenfalls durch ein Ansteigenden der Temperatur und eine Verringerung des Wasserdargebots gekennzeichnet ist. Viele dieser Sachverhalte werden seit Jahrzehnten durch die traditionell an der technischen Universität Berlin bearbeitete "Stadtökologie" untersucht und dokumentiert.

Neben wasserwirtschaftlichen Untersuchungen lassen auch die Beobachtungen bei der Betreuung der Schutzgebiete unter Ausführung der Pflegemaßnahmen Rückschlüsse auf Folgen klimatischer Veränderungen zu:

#### *Fehlen von Frostwintern*

Durch die milden Winter der letzten Jahre können viele Arbeiten in Feuchtgebieten (Mooren) nicht durchgeführt werden. Die früher einsetzende Vegetationszeit und besonders Brutzeit führt zu Zielkonflikten mit Fällarbeiten innerhalb der zulässigen Fällzeit.

Beim Verschwinden einiger Pflanzenarten mit borealer Verbreitung ist ein negativer Einfluss milder Winter zu vermuten (Frostkeimer).

#### *Trockenzeiten*

Langanhaltende Trockenperioden führen zu Störungen des Wasserhaushaltes aller Gewässer. So ist das Fredersdorfer Fließ (FFH-Gebiet) in den letzten Jahren über Monate nicht Wasser führend. Das Austrocknen der Karower Teiche im Jahr 2003 war ein Ereignis, das gemäß der Klimaprognose zum Normalfall werden könnte. Die geringere Wasserführung von Spree und Havel hat bereits jetzt Auswirkungen auf die aquatischen Ökosysteme. Der Gehölzdruck auf Wiesenbiotope nimmt stark zu. Dies hat einen deutlich höheren Pflegeaufwand zur Folge. Die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung erarbeitet derzeit Wiederbewässerungskonzepte für Feuchtgebiete, die wissenschaftlich vom Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei Berlin (IGB) begleitet werden.

#### *Starkniederschläge*

Die starken Niederschläge im Sommer führen dazu, dass viele Flächen stark vernässen und gerade in der Mahdzeit Arbeiten nicht ausgeführt werden können. In Niederungsgebieten

kommt es zu Stauvernässungen (Tegeler Fließ) und zu Zielkonflikten mit Landnutzern. Naturschützer fordern zunehmend den Ausbau der Gräben und eine stärkere Gewässerbettberäumung. In einigen Gebieten, z. B. Grunewald, kam es zu starker Erosion von Hängen und Wegen nach Sommerunwettern. Die langen untypischen Feuchtperioden der letzten Fröh-sommer führten auch dazu, dass Trockenbiotope leiden. In Trockenrasen wandern dominante Gräser, Stauden und Gehölze ein. Insofern ist zu vermuten, dass nicht nur die Arten der Feuchtlebensräume sondern auch die hoch spezialisierten Arten der Trockenlebensräume dem Konkurrenzdruck starkwüchsiger Arten mit breiteren ökologischen Toleranzen weichen werden.

#### *Neue Arten*

Das Auftreten der Gottesanbeterin im Schöneberger Südgelände und das Überleben dieser Population zeigen, dass die Bedingungen sich bei uns geändert haben. Bei Untersuchungen zu Hymenopteren (Hautflügler) werden zunehmend südeuropäische Arten gefunden. Das Einwandern der italienischen Schönschrecke im Südosten Berlins ist ebenfalls ein Zeichen der Verschiebungen im Artenspektrum. Ob auch die zunehmende Dominanz von Spitzahorn in den Berliner Wäldern eine Folge des Klimawandels ist, wird derzeit heftig diskutiert.

Die Schutzgebiete sind in ihrer Vielfalt der Arten und Lebensräume wichtige Indikatoren für die Auswirkungen klimatischer Veränderungen, die es durch Monitoring und gezielte Erhebungen zu dokumentieren gilt.

Noch nicht abgeschätzt werden kann, inwieweit Klimaveränderungen zu langfristigen Landschaftsveränderungen in der Region Berlin - Brandenburg führen, welche die Entstehung günstiger Brutbedingungen für relevante Vektoren (Krankheitserreger) zur Folge haben könnten (siehe auch Abschnitt 3.2).

### **3.5 Land- und Forstwirtschaft**

Nicht ohne Einfluss, jedoch für Berlin von eher untergeordneter Bedeutung sind die Folgen des Klimawandels für die Landwirtschaft. Hitze- und Trockenstress in Sommertrockenheitsperioden sowie Veränderung von Beginn und Dauer der Vegetationsperiode sind wesentliche Risikofaktoren und können zunehmend Ursache für Ertragsverluste und Veränderungen der Produktqualität sein. Zugleich können sich im Zusammenhang mit der Erhöhung des Kohlendioxidgehalts in der Atmosphäre die Bedingungen für eine erhöhte Biomasseproduktion verbessern.

Das Ergebnis der Waldzustandserhebung 2008, das eine positive Entwicklung der Berliner Wälder insbesondere für die zurückliegenden zwei Jahre aufzeigt, darf nicht darüber hinwegtäuschen, dass auch die Berliner Wälder in zunehmendem Maße unter dem Einfluss des Klimawandels leiden. Das Schadniveau ist immer noch sehr hoch und liegt weiterhin deutlich über den Werten, die vor dem extremen Trockenjahr 2003 ermittelt wurden. Hitzeperioden mit extremer Trockenheit und Extremniederschläge sowie Stürme hinterlassen seit Mitte der 1990er Jahre ihre Spuren. Mit hoher Wahrscheinlichkeit wird dieser Trend anhalten und sich noch verstärken. Vor diesem Hintergrund müssen auch von der Berliner Forstwirtschaft Maßnahmen für eine nachhaltige Stabilisierung der Waldökosysteme ergriffen werden.

Mit den Auswirkungen des Klimawandels auf die Berliner Land- und Forstwirtschaft und sich hieraus ergebenden Ansätzen für Anpassungsstrategien beschäftigt sich eine Studie „Klimawandel und Kulturlandschaft Berlin“ des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung, die im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung erarbeitet worden ist.

## **4. Entwicklung einer Berliner Anpassungsstrategie**

### **4.1 Die deutsche Anpassungsstrategie - DAS**

Am 17. Dezember 2008 hat das Bundeskabinett die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) beschlossen, die unter Mitwirkung der Länder entstand. Damit wurde ein erster Schritt unternommen, der Verpflichtung aus Artikel 4 der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen zu entsprechen. Darin ist festgelegt, dass die Vertragsstaaten nationale und gegebenenfalls regionale Programme erarbeiten, umsetzen und regelmäßig aktualisieren, die eine angemessene Anpassung an den Klimawandel erleichtern. Die DAS soll einen bundeseinheitlichen Handlungsrahmen für die Anpassungsstrategien der Länder und Grundlage für ein konzertiertes Vorgehen bei der Initiierung und Durchführung von Anpassungsmaßnahmen bilden. Die Bundesregierung wird daher bis Ende März 2011 einen gemeinsam mit den Ländern erarbeiteten „Aktionsplan Anpassung“ vorlegen. Für das weitere Vorgehen Berlins, insbesondere für die Entwicklung einer Strategie und der Maßnahmen des Landes ist deshalb eine enge Anlehnung an die DAS und die Einbeziehung der Aktionen und Maßnahmen, mit der sie untersetzt wird, unerlässlich.

#### **4.2 Anforderungen an eine Berliner Anpassungsstrategie und das Klimafolgenmanagement**

Wenn auch die Beteiligung aller relevanten gesellschaftlichen Akteure bei der Entwicklung von Anpassungsstrategien selbstverständlich sein sollte, um jegliches Know-how einzubinden und die Akzeptanz bestimmter Maßnahmen zu erhöhen, so ist eine verbindliche Aussage der Politik zu Stellenwert und Zielen der Anpassungsstrategie an den Klimawandel eine unabdingbare Voraussetzung für Erfolge in dieser Sache.

Ein integriertes ressortübergreifendes Handeln setzt quantitative und qualitative Vorgaben (Zielsetzungen), die systematische Beobachtung eingeleiteter Prozesse (Monitoring) und die Kontrolle der Ergebnisse voraus. Für die Vermittlung zwischen den Ebenen ist eine offensive Öffentlichkeitsarbeit unabdingbar. Die Steuerung und Moderation der anstehenden Strategie- und Planungsprozesse setzt eine enge fach- und Länder übergreifende Kooperation voraus. Hierbei ist nicht zuletzt auch die Nutzung internationaler Erfahrungen und Kontakte zu fokussieren. Jede Senatsverwaltung hat eigenverantwortlich in Ihrer Ressortzuständigkeit an diesem Prozess aktiv mitzuwirken. Dabei besteht eine vordringliche Aufgabe der Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz darin, sicherzustellen, dass Arbeitsstrukturen entstehen und gemanagt werden, die eine Fachressort übergreifende Bearbeitung der verschiedenen Aspekte gewährleisten. Aufgrund der integrativen und interdisziplinären Wirkung stadtplanerischer Prozesse und der in diesem Zusammenhang bestehenden Aufgaben der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung muss eine enge Kooperation und Partnerschaft beider Verwaltungen bei der Entwicklung und Umsetzung einer Berliner Anpassungsstrategie angestrebt werden.

#### **5. Nächste Arbeitsschritte**

Mit der vorstehenden Bestandsaufnahme zu den Auswirkungen des Klimawandels und den Voraussetzungen für die Anpassung im Metropolenraum Berlin wurde ein erster Schritt für die Erarbeitung einer Berliner Anpassungsstrategie getan. Weitere Bereiche, in denen vor dem Hintergrund des Klimawandels Handlungsbedarf besteht und die durch den vorliegenden Bericht nicht erfasst werden, sind Bildung und Information, Energiewirtschaft, Verkehr und Infrastruktur sowie Berlin-Tourismus. Diese Handlungsfelder sollten zügig in das Berliner Klimafolgenmanagement implementiert werden.

Als weiterer Schritt sollte ohne zeitlichen Verzögerung eine krosssektorale Strategiearbeitsgruppe "Klimawandel" eingerichtet werden, der neben Vertretern der betroffenen Fachverwaltungen auch verantwortliche Akteure nachgeordneter Einrichtungen und der Versorgungsbetriebe angehören sollten.

Vordringliche Aufgaben dieser Arbeitsgruppe wären:

- Präzisierung der bekannten und Identifizierung weiterer Handlungsbedarfe

- Präzisierung des Forschungsbedarfs
- Präzisierung der Schnittmengen und Wechselbeziehungen zwischen unterschiedlichen Aufgabenbereichen
- Formulierung konkreter Aufgaben der Fachbereiche und Festlegung von Prioritäten
- Erarbeitung eines Kataloges kurz-, mittel- und langfristiger Maßnahmen und Handlungsoptionen
- Erarbeitung und Abstimmung von Aktionsplänen (im Kontext mit der DAS)
- Erarbeitung eines langfristig angelegten Informations- und Kommunikationskonzeptes zum Klimawandel und zu den Anpassungserfordernissen

## Quellenübersicht:

Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (2008)

Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelaufsicht, 2006: Klimaveränderung in Bayern – gesundheitliche Folgen und Perspektiven

Heinz-Josef Klimeczek, Gudrun Luck-Bertschat: (Sozial-)räumliche Verteilung von Umweltbelastungen im Land Berlin – Umweltgerechtigkeit als neues Themen- und Aufgabenfeld an der Schnittstelle von Umwelt, Gesundheit, Soziales und Stadtentwicklung (UmweltMedizinischerInformationsDienst 2/2008)

Lozan, J.L. et al. (Hrsg.): Warnsignal Klima: Gesundheitsrisiken - Gefahren für Menschen, Tiere und Pflanzen. Wissenschaftliche Fakten (Hamburg – 2008)

Glugla, G. & Fürtig, G. (1997): Dokumentation zur Anwendung des Rechenprogramms ABI-MO. – Bundesanstalt für Gewässerkunde, Außenstelle Berlin.

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung (Hrsg.): Umweltatlas Berlin, aktualisierte und erweiterte Ausgabe - Berlin

Karte 2.13 Oberflächenabfluss, Versickerung, Gesamtabfluss und Verdunstung aus Niederschlägen

Karte 2.17 Grundwasserneubildung

Zeitlitz, J. & Löschnner, F. (2007): Berechnung der Grundwasserneubildung unter veränderten Klimabedingungen (im Auftrag der Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz Berlin, unveröffentlicht)

## Glossar

### *boreale Verbreitung von Pflanzenarten*

Vorkommen in der borealen Zone, welche die Nordhalbkugel der Erde recht regelmäßig etwa zwischen dem 50. und 70. Breitengrad mit einem etwa 700 bis 2.000 Kilometer breiten Band umspannt. Sie ist gekennzeichnet durch ein kaltgemäßigtes Klima.

### *endemische Infektionskrankheiten*

Infektionskrankheiten, die durch Endemiten (Pflanzen und Tiere, die nur in einer bestimmten, klar räumlich abgegrenzten Umgebung vorkommen) hervorgerufen werden

### *Evapotranspiration*

Summe der Verdunstung von Wasser aus Tier- und Pflanzenwelt sowie der Bodenoberfläche

### *FFH-Gebiet*

Gebiet, das entsprechend der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH-Richtlinie) der EU gewidmet ist; Die 1992 beschlossene Richtlinie dient gemeinsam mit der Vogelschutzrichtlinie der Umsetzung der Berner Konvention, eines ihrer wesentlichen Instrumente ist ein zusammenhängendes Netz von Schutzgebieten

### *fokal*

von einem infektiösen Krankheitsherd ausgehend

### *GLOWA-Elbe*

In GLOWA-Elbe I (Integrierte Analyse der Auswirkungen des Globalen Wandels auf die Umwelt und die Gesellschaft im Elbegebiet) und GLOWA-Elbe II (Wirkungen des globalen Wandels auf den Wasserkreislauf im Elbegebiet - Risiken und Optionen) werden die Auswirkungen des globalen Wandels auf Umwelt und Gesellschaft im Elbegebiet untersucht.

### *IPCC*

Intergovernmental Panel on Climate Change (Zwischenstaatlicher Ausschuss der UN für Klimaänderungen), Weltklimarat

### *regionales Klimamodell*

Dynamische Verfahren simulieren mit einem höher aufgelösten dynamischen (numerischen) Modell Parameter für Teilgebiete des globalen Modellgebietes und nutzen dazu Eingangsdaten aus dem globalen Klimamodell. Beispiele sind REMO und CLM. Statistische Verfahren gehen davon aus, dass die globalen Modelle im großräumigen Maßstab in der Lage sind, die Muster der atmosphärischen Zirkulation treffend zu beschreiben. Bei den meisten dieser Verfahren werden statistische Beziehungen zwischen den großräumigen Mustern/Wetterlagen und den lokalen Auswirkungen identifiziert, wobei die aus der Vergangenheit oder Gegenwart gewonnenen Beziehungen auf die Projektionen der globalen Modelle angewendet werden. Beispiele sind WETTREG und STAR.

### *Resilienz*

Fähigkeit eines Systems, Störungen, Fehler und Abweichungen zu tolerieren und auszugleichen, ohne dass es so zusammenbricht, dass sich langfristig ein qualitativ veränderter Systemzustand einstellt

### *SRES-Szenarien*

Emissionsszenarien, die als Basis für die Klimaprojektionen im IPCC-Bericht 2001 „Special Report on Emission Scenarios“ verwendet worden sind.

### *Vektoren*

Organismen, die Krankheiten von Wirt zu Wirt übertragen

### *Vulnerabilität*

Verwundbarkeit, Verletzlichkeit, besondere Empfindlichkeit gegenüber sich verändernden Umweltbedingungen