

Vorwort

Die folgenden Seiten beschäftigen sich mit verschiedenen Aspekten der Klimaveränderung in Deutschland, Berlin und speziell im Bezirk Berlin-Lichtenberg. Grund für die Erstellung dieses Belegs ist die Überarbeitung des Landschaftsrahmenplans vom Bezirk Berlin-Lichtenberg. Im Zuge eines Praktikums im Amt für Umwelt und Natur beschäftigte ich mich mit dem Thema „Stadtklima“ und verschiedenen Aspekten des Klimawandels. Nach umfangreichen Literaturrecherchen, zahlreichen Telefonaten/ Gesprächen mit Fachleuten der Universitäten Berlins, Umweltverbänden und Forschungsinstituten war es mir möglich, trotz großer Wissensdefizite und differenzierten Meinungen der Wissenschaftler zu diesem Thema, eine wichtige thematische Grundlage für die stadtplanerische Bewertung zu erstellen.

Schwerpunkte der Darstellungen sind die Betrachtungen der klimatischen Parameter Lufttemperatur und Niederschlagshöhe. Die Analysen der Klimadaten sind zum überwiegenden Teil selbst erarbeitet. Jedoch stellt dieser Beleg nur einen Bruchteil der möglichen klimatischen Auswertung dar. Um genauere Aussagen treffen zu können, sollten weitere Analysen der Universitäten Berlins und Brandenburgs, sowie Untersuchungsergebnisse verschiedener Klimaforschungs-Institute berücksichtigt werden.

Gliederung:

1. Einleitung.....	3
2. Vorgaben des Landschaftsprogramms.....	5
3. Zustand / Bewertung Klima.....	6
3.1 Stadtklimatische Zonen (Umweltatlas 2002).....	6
3.2 Klimaökologische Funktionen (Umweltatlas 2004) – Planungshinweise Stadtklima (Umweltatlas 2004).....	7
3.3 Beispiel Auswertung Oberflächentemperaturen bei Tag und Nacht 13./14.08.2000 (Umweltatlas 2001).....	9
3.4 Windverhältnisse in Ballungsgebieten (Umweltatlas 1994).....	11
3.5 Auswertung Klimafunktionen Umweltatlas 2000).....	12
3.6 Langjähriges Mittel der Lufttemperatur von 1948-2007 (Umweltatlas 2002, DWD).....	12
3.7 Langjähriges Mittel der Niederschlagshöhen 1948-2007 (DWD).....	15
4. Stadtklima und Klimawandel.....	18
4.1 Globaler Klimawandel.....	18
4.2 Klimawandel in Deutschland.....	22
4.3 Klimawandel in Berlin.....	25
5. Entwicklungsbedarf Klima.....	28
5.1 Grünflächen.....	28
5.1.1 Grünflächen mit sehr hoher stadtklimatischer Bedeutung.....	30
5.1.2 Grünflächen mit hoher bis mittlerer stadtklimatischer Bedeutung...	31
5.1.3 Kleingartenanlagen.....	31
5.1.4 Friedhöfe.....	32
5.1.5 Planungshinweise Grünflächen.....	32
5.2 Siedlungsräume.....	33
5.2.1 Planungshinweise Siedlungsräume.....	33
5.3 Luftaustausch.....	34
5.3.1 Planungshinweise Luftaustausch.....	34
5.4 Sonstige Planungshinweise.....	34
6. Quellen.....	35

Anhang:

- A. Stadtklimatische Zonen (Umweltatlas 2002)
- B. Klimaökologische Funktionen (Umweltatlas 2004)
 – Planungshinweise Stadtklima (Umweltatlas 2004)
- C. Auswertung Klimafunktionen (Umweltatlas 2000)
- D. Jährliche und halbjährliche Auswertung klimatischer Parameter Berlin-
 Tempelhof
- E. Monatliche Auswertung klimatischer Parameter Berlin-Tempelhof
- F. Langjähriges Mittel der Lufttemperatur von 1961-1990
 (Umweltatlas 2002)
- G. Mittlere Niederschlagsverteilung in Berlin 1960/61- 1998/90
- H. Übersicht Regenmessstationen in Berlin
- I. Klima-Arten-Matrix (Ausschnitt Zeitschrift Stadt+Grün 5/2008)

1. Einleitung

Die Stadt Berlin befindet sich im Übergangsbereich zwischen ozeanischem und kontinentalem Klima. Mit 9,1°C durchschnittlicher Jahresmitteltemperatur gilt Berlin als das wärmste unter allen 16 Bundesländern. (DWD,2008)

Städtisches Klima ist gekennzeichnet durch starke Veränderungen des örtlichen Wärmehaushaltes. Gründe dafür sind die Massierung von Baumassen, die Versiegelung von Flächen einhergehend eine Verminderung verdunstender Oberflächen, die Erwärmung der Atmosphäre und die Zuführung von Energie und Wasserdampf meist anthropogenen Ursprungs. Somit kommt es zu einer mangelnden Durchlüftung der Innenstädte, einer Aufheizung der Wohn- und Arbeitsräume, einer Erhöhung der Schwülegefahr und Lufttemperatur und zu einer Verschlechterung des Luftaustausches. Besonderen Einfluss auf diese Effekte haben die Bebauungsdichte und die Vegetationsstruktur. Das Stadtklima weist somit im Gegensatz zum Umland charakteristische urbane Wind- und Niederschlagsverhältnisse sowie die Ausbildung von Wärmeinseln und Dunstglocken auf. Die vorherrschende Bebauung bewirkt eine erhöhte Reibung, welche zur Entstehung von verminderten Windgeschwindigkeiten und zur Zunahme von Luftverwirbelungen an hohen Gebäuden beiträgt.

Wichtig für die Entstehung der Stadteffekte sind demnach: der Wärmeinseleffekt, die Wasserverfügbarkeit im Zusammenhang mit der Temperatur, die Oberflächenrauigkeit und die Luftverunreinigung. Der Wärmeinseleffekt bewirkt stärkere Niederschläge in den Randbereichen vor Allem im Osten von Berlin und eine erhöhte Verdunstung der Niederschläge im Stadtzentrum. Bedingt durch hohe Temperaturen kann die Luft mehr Wasser aufnehmen. Die Stadteffekte könnten theoretisch Starkregenereignisse verstärken.

Unbebaute Areale haben wichtige klimaökologische Ausgleichwirkungen. Klimaökologisch bedeutsame Flächen sollten in austauscharmen, sommerlichen Strahlungsnächten Windgeschwindigkeiten von 0,2 m/s erreichen. Als Leitbahnen für den Kaltlufttransport dienen große, linear ausgeprägte Flächen mit geringer Oberflächenrauigkeit.

Berlin - Übersicht

Jahresdurchschnittstemperatur	9,1°C
Veränderung der Durchschnittstemperatur seit 1901	+1,0 °C
Durchschnittliche jährliche Niederschläge	573 l/m ²
Durchschnittliche Anzahl von Regentagen	173 Tage
Mittlere jährliche Sonnenscheindauer	1 635 h

Tab. 2: Übersicht zu den berücksichtigten Einflußgrößen	
Einflußgrößen	Parameter
klimatische Größen	Niederschlag potentielle Verdunstung
Hauptnutzungsformen	landwirtschaftliche Nutzung - Klasse landwirtschaftlicher Erträge forstliche Nutzung - Baumart und - Baumalter für Aufforstungsflächen der ehemaligen Rieselfelder gärtnerische Nutzung urbane Flächen - Versiegelungsgrad vegetationslose Flächen Gewässer
Bodenart	Unterscheidung von Sand, anehmiger Sand, lehmiger Sand, stark lehmiger Sand, sandiger Lehm, Lehm (toniger Lehm, Ton)
Grundwasser-Flurabstand	Klasse des Grundwasser-Flurabstands Wert des Grundwasser-Flurabstands, insbesondere für Gebiete mit flurnahem Grundwasser

Tab. 1: Übersicht zu den berücksichtigten Einflussgrößen (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung)

Tab. 2: Kaltluftmassenstrom in den Berliner Bezirken während einer austauscharmen sommerlichen Strahlungswetternacht	
Bezirk	Massenstrom im Mrd m ³ pro Nacht von 8 h
Friedrichshain-Kreuzberg	44,98
Mitte	88,06
Neukölln	96,95
Lichtenberg	134,73
Tempelhof-Schöneberg	139,68
Marzahn-Hellersdorf	160,72
Charlottenburg-Wilmersdorf	208,89
Steglitz-Zehlendorf	238,27
Spandau	243,45
Pankow	250,08
Reinickendorf	267,95
Köpenick	314,06

Tab.2 Kaltluftmassenstrom in den Berliner Bezirken während einer sommerlichen Strahlungswetternacht (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung)

In einer austauscharmen, sommerlichen Strahlungswetternacht werden in ganz Berlin 2,18 Billionen m³ Kaltluftmengen bewegt. Der Bezirk Lichtenberg trägt 134,73 Mrd. m³ pro Nacht à 8h dazu bei. Demnach beträgt der prozentuale Anteil an der Kaltluftmengen 6,2 %. (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, 2002)

2. Vorgaben des Landschaftsprogramms

Die in der Stadt vorhandenen Nutzungen, das Relief und die Vegetationsstrukturen verändern verschiedene klimatologische Parameter wie die Lufttemperatur, die Luftfeuchte, die Schwülegefährdung und die Windverhältnisse nachhaltig. Durch Überlagerung der einzelnen Parameter lassen sich Zonen unterschiedlicher stadtklimatischer Veränderung und Funktion definieren.

Das klimatische Belastungsgebiet umfasst neben den Zentren der Außenbezirke und einigen Industriegebieten den Stadtbereich innerhalb des S - Bahnringes. Die auftretenden klimatischen Belastungen sind auf die dichte Bebauung und den hohen Grad der Bodenversiegelung (über 70 %) zurückzuführen.

Als klimatischer Übergangsbereich werden Stadtgebiete zwischen dem klimatischen Belastungsgebiet und den relativ unbelasteten Innenstadtrand- und Außenbezirken eingestuft. Die dort deutlich aufgelockerte Siedlungsstruktur bewirkt eine messbare Verbesserung des Stadtklimas.

In den Bereichen mäßiger bis geringer klimatischer Veränderungen weisen die stadtrandnahen Großsiedlungen wiederum gegenüber ihrer Umgebung stärkere klimatische Belastungen durch Überwärmung, höhere Schwülewahrscheinlichkeit und turbulente Windverhältnisse auf.

Grün- und Freiflächen im Innenstadtbereich wirken sich bei entsprechenden Wetterlagen auf die nähere Umgebung regulierend aus. So betragen die gemessenen Temperaturdifferenzen zwischen dem inneren Bereich des Tiergartens und den angrenzenden verdichteten Quartieren bis zu 7°C. Der klimatische Einfluss reicht je nach Größe einer Freifläche und Durchlässigkeit der bebauten Umgebung bis maximal 300 m weit.

Klimatisch ausgleichend wirken locker bebaute und stark durchgrünte Stadtgebiete und der klimatisch unbelastete Außenraum. Die klimatisch günstigen Eigenschaften können über die in die Stadt hineinreichenden Entlastungsbereiche, innerstädtische Freiflächen und nach innen führende Belüftungsbahnen (z.B. Bahntrassen) vernetzt bis weit in die dicht bebauten Gebiete hineinwirken.

Besonders von Bedeutung ist die Schaffung, die Offenhaltung und der Erhalt der Belüftungsbahnen/ Luftleitbahnen um die Frisch- und Kaltluftversorgung der Innenstadt zu gewährleisten. Klimatisch günstige Eigenschaften dieser Luftleitbahnen können bis in die belasteten Bereiche hineinwirken. (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung 1994).

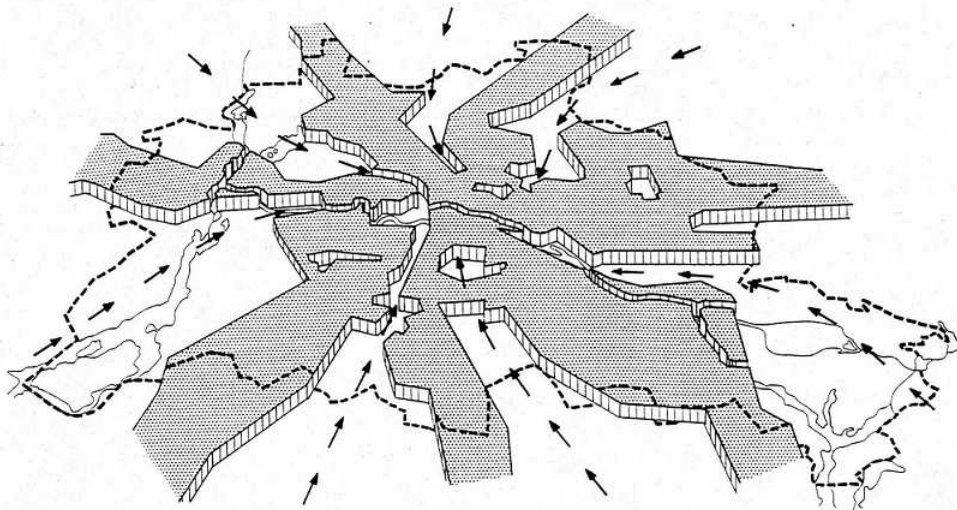


Abb.1 Belüftungsbahnen

3. Zustand / Bewertung Klima - Auswertung Umweltatlas

3.1 Stadtklimatische Zonen (Umweltatlas 2002)

Insgesamt weist der Bezirk eine geringe bis mäßige Veränderung gegenüber Freilandverhältnissen auf. Das impliziert erhöhte Durchschnittstemperaturen, weniger Frosttage im Zeitraum September bis November und eine mäßig bis geringe nächtliche Abkühlung. Zudem ist die Schwülegefährdung in Bereichen mit mäßiger Belastung als mittel eingestuft. Das bioklimatische Risiko ist demnach als mäßig zu beschreiben.

Das Risiko für bioklimatische Belastungen ist im Norden des Bezirkes Lichtenberg am geringsten. Das betrifft insbesondere die Ortsteile Malchow, Wartenberg und Falkenberg. In diesen Bereichen ist die Schwülegefahr als gering bis sehr gering und die nächtliche Abkühlung hoch bis sehr hoch eingestuft. Eine mäßige nächtliche Abkühlung mit einer mittleren Schwülegefahr sind im Süden des Ortsteiles Karlshorst, am Tierpark, im Osten Lichtenbergs, im Ortsteil Fennpfuhl, im westlichen und nordwestlichen Bereich von Alt-Hohenschönhausen und in Neu-Hohenschönhausen ausgenommen die Hochhaussiedlung zu finden. Die übrigen Bereiche des Bezirkes Lichtenberg weisen eine geringe nächtliche Abkühlung und eine mittlere Schwülegefährdung auf. Im Bezirk existieren keine Gebiete mit hoher Schwülegefahr.

Jedoch existiert eine Vielzahl von lockeren Baustrukturen, welche für die Ausbildung von turbulenten Windverhältnissen unabdingbar ist. Diese Strukturen sollten trotz der lufthygienischen Risiken (bedingt durch Aufwirbellungen von Staub und Schadstoffen, welche zur Verminderung der Luftqualität beitragen) erhalten werden.

Gebiete mit besonders turbulenten Windverhältnissen:

- a) Hochhauswohnsiedlung in Neu-Hohenschönhausen
- b) Ortsteil Fennpfuhl
- c) Nördliche Landsberger Allee im Ortsteil Hohenschönhausen
- d) Im Südwesten vom Ortsteil Lichtenberg
- e) Locker bebaute Hochhaussiedlung im Süden und Norden des Ortsteiles Friedrichsfelde
- f) Hochhaussiedlung im Norden Karlshorst
- g) Industriegebiet Rummelsburg

Weitere Informationen siehe Anhang A

3.2 Klimaökologische Funktionen (Umweltatlas 2004) – Planungshinweise Stadtklima (Umweltatlas 2004)

Ortsteile Malchow, Wartenberg und Falkenberg:

Die Ortsteile Malchow, Wartenberg und Falkenberg sind geprägt von großflächig vorhandenen Frei- und Grünflächen. Diese Flächen haben als Kaltluftentstehungsgebiete eine hohe stadtklimatische Bedeutung. Jedoch ist die Empfindlichkeit dieser Bereiche gegenüber Nutzungsintensivierung wie Bebauung, Parzellierung und Versiegelung sehr hoch. Vor allem sollte Schadstoffemission vermieden werden.

Diese im Norden gelegenen Ortsteile zählen auf Grund der abfallenden Geländehöhe zu den wichtigsten Kaltluftbereiche der Stadt Berlin.

Die vorhandenen Siedlungsräume sind auf Grund ihrer Lage gut durchlüftet und nicht oder kaum bioklimatisch belastet.

Ortsteil Neu-Hohenschönhausen:

Dieser Ortsteil weist auf Grund der dichten Bebauung nur einen geringen Anteil von Grün- und Freiflächen auf. Die vorhandenen kleinräumigen Grünflächen und das im östlichen Bereich gelegene Landschaftsschutzgebiet „Falkenberger Krugwiesen“ bilden nur einen sehr geringen bis geringen Kaltluftmassenstrom aus. Im Zusammenhang mit dem Bebauungsgrad bilden diese kleinen Bereiche klimatische Komfortbereiche. In diesem Ortsteil kommt es nicht zu einer Weiterleitung von Kaltluft aus den angrenzenden Kaltluftentstehungsgebieten des Umlandes. Der Einflussbereich derer endet im mittleren Bereich dieses Ortsteiles. Auf Grund dessen sind die Siedlungsräume gering bis mäßig, aber auch vereinzelt hoch bioklimatisch belastet. Bedingt durch vorhandene Hochhaussiedlungen kann die Luftzirkulation partiell stark variieren.

Ortsteil Alt-Hohenschönhausen:

Der Norden und Westen dieses Ortsteiles werden beeinflusst durch eine vom Norden nach Süden verlaufende bedeutsame Kaltluftleitbahn. Diese Kaltluftleitbahn entsteht durch die nahe beieinander gelegenen Grünflächen „Malchower Aue“, „Volkspark“ (im Bezirk Pankow), KGA „Land der Sonne“, KGA „Mühlengrund“, „Oberseepark“, „Orankeseepark“ und einem Grün- und Freiraumkomplex (Städtischer Friedhof, Friedhof der St. Pius – und der St. Hedwigkirchengemeinde, Friedhof der St. Markus und der St. Andreas Kirschengemeinde, KGA „Roedermane 1916“). Auf Grund dessen ist der an diese Grün- und Freiflächen angrenzende Siedlungsbereich größtenteils gut durchlüftet und weist klimatisch günstige Bedingungen auf. Um diese Bedingungen weiterhin zu erhalten, sollte bei neuen Bauvorhaben besonders auf möglichst niedrige Bauhöhen und einer korrekten standortangepassten Baukörperstellung geachtet werden.

Der Osten und das Zentrum dieses Ortsteiles weisen eine mäßige und zum Teil hohe bioklimatische Belastung auf. Daher ist es unabdingbar, dass in diesen Bereichen keine weitere Verdichtung erfolgt. Der vorhandene Vegetationsbestand ist zu erhalten und Entsiegelung sowie Begrünung sollte gefördert werden. Diese Maßnahmen fördern zum Einem eine verbesserte Durchlüftung und zum Anderem eine Erhöhung des Vegetationsanteils.

Der Bahnhof „Berlin Nordost“ und das Papenpühlbecken sind auf Grund ihrer Lage im Relief ein Luftaustauschbereich und stellen somit einen Entlastungsbereich zu den angrenzenden Siedlungsräumen dar.

Ortsteil Lichtenberg:

Der im Osten befindliche Bereich wird dominiert durch die KGA „Anschluss Röder“, die KGA „Bielefeld“, die KGA „Friedrichsfelde Nord“ und dem Zentralfriedhof Lichtenberg. Diese großflächigen Grün- und Freiräume haben als Kaltluftentstehungsgebiet einen starken Einfluss auf die angrenzenden Siedlungsräume. Die im Westen und Nordosten gelegenen Siedlungsbereiche weisen durchgängig eine mäßige bis hohe Belastung auf. Die Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung ist als sehr hoch zu bewerten. Vorhandene klein gemessene Grünflächen haben auf das Stadtklima keinen Einfluss sondern wirken nur partiell. Jedoch ist deren stadtklimatische Bedeutung sehr hoch. Der Erhalt und gegebenenfalls Ausbau dieser Flächen ist unabdingbar.

Ortsteil Fennpfuhl:

Der Ortsteil Fennpfuhl bildet das Ende der von Norden kommenden Kaltluftleitbahn und stellt somit ebenso ein wichtiges Kaltluftentstehungsgebiet dar. Der Siedlungsraum ist durchgehend gut durchlüftet und weist kaum Belastungen auf. Um diesen Zustand zu erhalten und zu fördern sollte auf weitere Baumaßnahmen verzichtet werden.

Ortsteile Friedrichsfelde:

Der Ortsteil Friedrichsfelde ist gekennzeichnet durch eine Vielzahl von kleinen Grün- und Freiflächen und dem Tierpark. Der Tierpark ist dabei ein wichtiges Kaltluftentstehungsgebiet, welches auf die angrenzenden Bereiche großen Einfluss hat. Der gesamte Ortsteil ist gut durchlüftet und weist keine bzw. nur eine geringe bioklimatische Belastung auf. Durch den Erhalt der bereits vorhandenen Strukturen könnte dieser Zustand beibehalten werden.

Ortsteil Rummelsburg:

Südlich des Ortsteiles Rummelsburg gelegen befinden sich der „Rummelsburger See“, die „Spree“, der „Treptower Park“ und der „Plänterwald“. Diese Landschaftselemente sind Bestandteile einer großräumigen Luftleit- und Ventilationsbahn von Berlin. Der gesamte Ortsteil ist demnach auch ohne größere Grün- und Freiflächen gut durchlüftet und weist eine nur geringe bioklimatische Belastung auf.

Ortsteil Karlshorst:

Die Kleingartenanlagen im Süden dieses Ortsteiles stellen wichtige Kaltluftentstehungsgebiete mit einer hohen stadtklimatischen Bedeutung dar, welche zu einer guten Durchlüftung der angrenzenden Bereiche führen. Dieser Ortsteil bildet im Weiteren das Ende einer Kaltluftleitbahn, welche ihren Ursprung im Nordosten Marzahns hat. Der Ortsteil ist geprägt durch nicht oder gering bioklimatisch belastete Siedlungsräume und weist auf Grund einer teilweise offenen Siedlungsstruktur klimatisch günstige Bereiche auf. Die Kleingartenanlagen im nordwestlichen Abschnitt stellen Entlastungsbereiche dar.

Weitere Informationen siehe Anhang B

3.3 Beispiel Auswertung Oberflächentemperaturen bei Tag und Nacht **13./14.08.2000 (Umweltatlas 2001)**

Oberflächentemperaturen Abend:

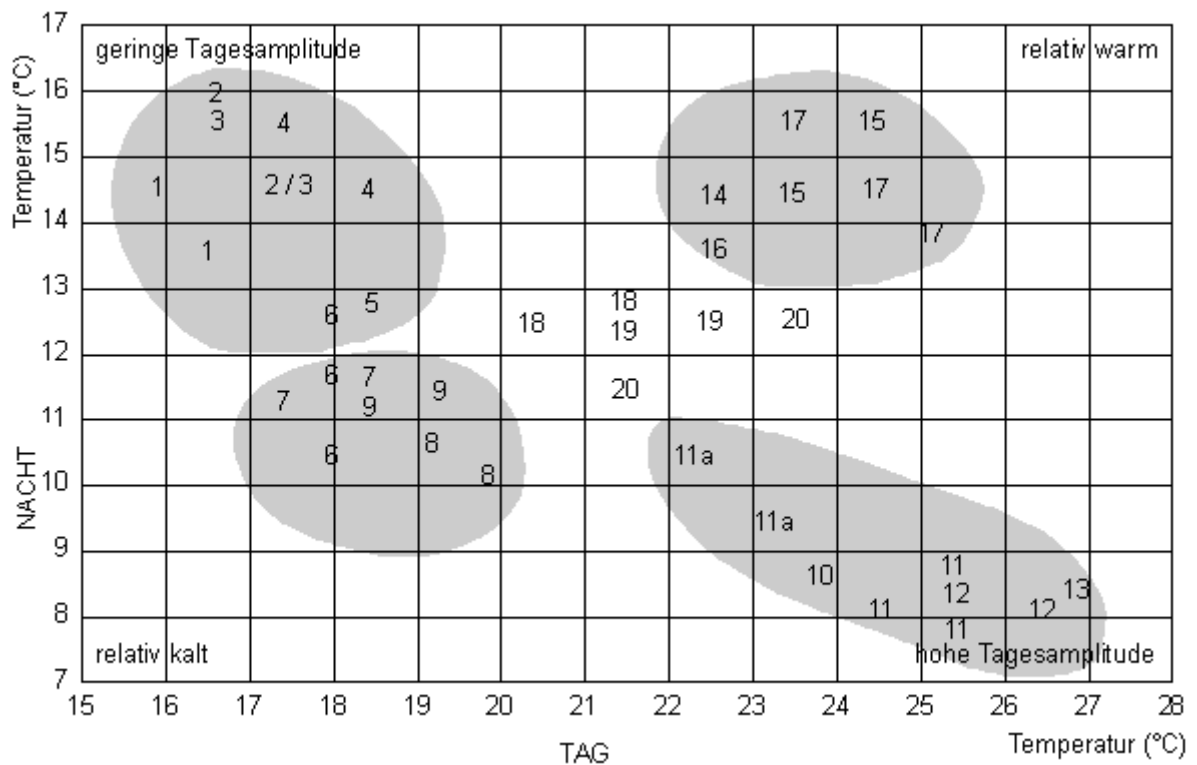
Die kältesten Bereiche mit Temperaturen um 13-19°C stellen die Ackerflächen und ehemalige Rieselfelder im Norden des Bezirkes dar. Im Süden des Ortsteiles Karlhorst befinden sich bedingt durch die hohe Anzahl an Kleingärten kühlere Bereiche um 15°C. Überwiegend liegen die Oberflächentemperaturen um 22-25°C. Eine Vielzahl von Grün- und Freiflächen bewirkt eine partielle Abkühlung der Temperatur auf 19°C. Die Oberflächentemperaturen übersteigen nicht die Werte 29°C. Eine hohe langwellige nächtliche Ausstrahlung während austauscharmer Hochdruckwetterlagen führt zu einer starken Abkühlung der bodennahen Luftschicht, wodurch vor allem emittentennahe innerstädtische Parkanlagen als sehr immissionsgefährdet gelten.

Oberflächentemperaturen Morgen:

Offene Flächen wie ehemalige Rieselfelder und Äcker weisen eine rasche Erwärmung auf und erreichen Temperaturen um 38°C. Die Tagesamplitude kann demnach als hoch beschrieben werden. Gewässer zählen zu den kühlest Standorten. Ebenso kühl erscheinen die großen Oberflächen der Flachdachkomplexe. Die vorhandenen innerstädtischen Parkanlagen, Kleingärten und Einzelhäuser weisen eine geringe Tagesamplitude auf und können als relativ kühl beschrieben werden. Die Oberflächentemperaturen erreichen in diesen Gebieten Werte um 25-29°C.

Tab. 1: Albedo (Reflexionsvermögen) verschiedener Oberflächen (Nachbarschaftsverband Stuttgart 1992)	
Oberflächenbeschaffenheit	Reflexionsanteil (%)
schwarze Erde, trocken	14
schwarze Erde, feucht	8
heller Sand	30 – 40
Schnee, sauber	99
Wasserflächen	5 – 15
grünes Gras	26
Weizen	10 – 25
Beton	14 – 22
Mauer, weiß	65 – 80
Mauer, gelb	35 – 50
Mauer, grau	20 – 45
Asphalt	12 – 25
Schotter	5 – 10
Mittelwert der Erdoberfläche	35

Tab. 3: Albedo (Reflexionsvermögen) verschiedener Oberflächen (Nachbarschaftsverband Stuttgart, 1992)



- | | | | |
|--------------------------|---|------------------------------------|------------------------|
| 1 = Müggelsee | 6 = Forststandorte
Grünwald,
Tegel, Spandau | 11 = landwirtschaftliche
Fläche | 16 = dichte Bebauung |
| 2 = Havel | 7 = innerstädtische
Parkanlagen | 12 = Rieselfelder | 17 = Industrie/Gewerbe |
| 3 = Tegeler See | 8 = Kleingärten | 13 = Flugplätze | 18 = lockere Bebauung |
| 4 = Rummelsburger
See | 9 = Einzelhausbebauung | 14 = Autobahnkreuze | 19 = Großsiedlungen |
| 5 = Spree | 10 = Dahlemer Feld | 15 = Kerngebiete | 20 = Bahnanlagen |

Abb. 2: Oberflächentemperaturverhalten ausgewählter Flächentypen und Einzelstandorte aus Abend- und Morgenaufnahme des 14./15.9.1991 (Horbert, Institut für Ökologie, TU-Berlin)

3.4 Windverhältnisse in Ballungsgebieten (Umweltatlas 1994)

Der Luftaustausch in einer Großstadt wie Berlin erfolgt über:

- Kaltluftentstehungsgebiete (Ausgleichsräume)
- Belastungsbereiche (Wirkungsräume)
- Kaltluftleitbahn, vorwiegend thermisch induziert
- Kaltluftleitbahn, vorwiegend orographisch induziert (z.B. kleinere Flussniederungen)
- Flächenhafter Kaltluftabfluss auf Hangbereichen (bei Hangneigungen > 1°)
- Großräumige Luftleit- und Ventilationsbahnen (Niederungen größerer Fließgewässer).

Die bodennahen Luftaustauschprozesse haben eine wesentliche Bedeutung für die lufthygienischen Verhältnisse. Daher ist eine Betrachtung der bodennahen Windgeschwindigkeiten unabdingbar. Durch eine starke Erwärmung der Stadt kann in der Nacht kühlere Luft aus dem Umland einströmen. Diese Flurwindeffekte können aber nur bei vorhandenen Luftleitbahnen entstehen. Das Heranführen von kühlerer Luft aus dem Umland bewirkt eine Senkung des Temperaturniveaus in der Stadt. Eine gute Durchlüftung von Siedlungsbereichen kann zum Abbau von bioklimatischen Belastungen führen. Die häufigsten Windrichtungen sind West und Südwest mit Windgeschwindigkeiten von > 4 m/s. Besonders Ackerflächen, Grünland und offene Ruderalgebiete sind gut durchlüftet. Die höchsten Windgeschwindigkeiten der bebauten Bereiche wurden in Hochhaussiedlungen gemessen. Nachgewiesene starke Luftverwirbelungen können lufthygienische Belastungen durch z.B. Staubaufwirbelungen verursachen. Generell fördern Grün- und Freiflächen immer die bodennahen Windgeschwindigkeiten. Besonders hohe Windgeschwindigkeiten am Tage findet man in den Ortsteilen Malchow, Wartenberg, Falkenberg, Neu-Hohenschönhausen, Fennpfuhl, im Südwesten Alt-Hohenschönhausen und in Friedrichsfelde (ausgenommen der Tierpark und die Wohnsiedlung im Westen). Gebiete mit geschlossenen Innenhöfen sind am Tag und in der Nacht am schlechtesten durchlüftet. Nachts sind insbesondere die Grün- und Freiflächen für die Kaltluftentstehung und damit der Stabilisierung der aufliegenden Luftschicht von großer Bedeutung. Die Belüftungsverhältnisse sind in diesen Bereichen gering und die Gebiet somit stark immissionsgefährdet.

Die Luftströmung in Siedlungsgebieten lässt sich im Allgemeinen charakterisieren durch niedrige Windgeschwindigkeiten, häufiges Auftreten von Windstillen, höhere Anzahl von Schwachwindstunden, Zunahme an Windturbulenzen und Böigkeit und Beeinflussung der Windrichtung durch vorhandene Bebauungsstruktur.
(MÖLLER, 2004)

Betrachtet man den bodennahen Luftaustausch (Datengrundlage 2002) kann festgestellt werden, dass der Norden Lichtenbergs am Morgen (nach Ende einer strahlungsreichen Sommernacht) die höchsten Windgeschwindigkeiten (0,5-1,0m/s) aufweist. Die Winde in diesen Bereichen wehen aus Nord-Nordost in Richtung Süden. Ansonsten liegen die Windgeschwindigkeiten unter 0,5 m/s. Die Richtung des Windes ist stets von den vorhandenen Grün- und Freiflächen wegführend. Abends zu Beginn einer strahlungsreichen Sommernacht konnten besonders in den großen Grün- und Freiflächen hohe Windgeschwindigkeiten nachgewiesen werden. Es wird ersichtlich, dass gerade diese Bereiche für den bodennahen Luftaustausch eine große Bedeutung haben. Sie sind deshalb zu erhalten und zu schützen.

3.5 Auswertung Klimafunktionen (Umweltatlas 2000)

In dem Bezirk Lichtenberg gibt es keine klimatisch entlasteten Bereiche. Entlastungsbereiche befinden sich im Norden in den Ortsteilen Malchow, Wartenberg und Falkenberg, sowie vereinzelt in den Ortsteilen Alt-Hohenschönhausen (Bahnhof „Berlin Nordost“ und Papenpfuhlbecken) und Karlshorst (KGA „Hochspannung“, KGA „Frühau“, KGA „Gute Hoffnung“). Der überwiegende Anteil an Fläche wird bestimmt durch Belastungsgebiete und Übergangsbereiche. Die Belastungsgebiete sind gekennzeichnet durch einen hohen Versiegelungsgrad, einer hohen Baudichte, einem geringen Vegetationsanteil, hohen Mitteltemperaturen, einer geringen Abkühlung in den Abend- und Nachtstunden, hoher Schwülegefahr und schlechten Wind- und Austauschverhältnissen. Diese Bereiche konzentrieren sich besonders im zentralen bis südlichen Teil des Bezirkes Lichtenberg. Die Übergangsbereiche befinden sich im Norden (ausgenommen der Siedlungsbereich Neu-Hohenschönhausen), im Süden (bedingt durch die vorhandenen Grün- und Freiflächen) und im Westen auf Grund des Vorhandenseins des bereits beschriebenen Kaltluftgebietes.

Weitere Informationen siehe Anhang C

3.6 Langjähriges Mittel der Lufttemperatur von 1948-2007

Die kühleren Bereiche des Bezirkes Lichtenberg befinden sich im Norden der Gebiete Malchow, Wartenberg und Falkenberg. Die Temperaturen liegen dort bei 7,5-8,5°C. Der Ortsteil Neu-Hohenschönhausen weist Temperaturen von 9,5-10,5°C auf. Diese Temperaturen werden bedingt durch die Wohnbebauung, welche besonders im östlichen bis zentralen Bereich durch sehr verwinkelte Bauungsstrukturen geprägt ist. Der Norden, der östliche zentrale Bereich und der südlichste Bereich weisen Durchschnittstemperaturen von 8,5-9,5°C auf. Gefördert werden geringe Temperaturen durch das Vorhandensein von Grün- und Freiflächen, wie zum Beispiel der Tierpark und der Bereich Fennpfuhl, wo Temperaturen um 8,0-8,5°C vorherrschen. Im Südwesten des Ortsteiles Lichtenberg und im Nordwesten des Ortsteiles Rummelsburg befinden sich auf Grund der engen Bauungsstruktur Bereiche mit Durchschnittstemperaturen um 10-10,5°C. Durch die Einwirkung der Kaltluftbahnen sind die Temperaturen im Norden bis zum Zentrum des Gebietes geringer als im übrigen Bezirk. (Umweltatlas, 2002)

Die Betrachtung des Jahresdurchschnitts der Lufttemperatur 1948-2007 beruht auf der Klimastation Berlin-Tempelhof. Allgemein ist die Verteilung der Messstationen im Raum Berlin als sehr unterschiedlich zu beschreiben. So weist der westliche Stadtteil eine sehr hohe Anzahl, der Osten jedoch kaum Messstationen auf. (siehe Anhang H) Direkt im Bezirk Lichtenberg befinden sich seit 1990 keine Messstationen des Deutschen Wetterdienstes. Die Messstationen der Berliner Wasserbetriebe (Pumpwerke) weisen nur Niederschlagsmessungen für kurze Zeiträume auf. Zur Auswertung langjähriger Messungen wurde auf Grund der innerstädtischen Lage die Station Tempelhof als repräsentativ bewertet und ausgewählt.

Jahresdurchschnitt der Lufttemperatur 1948-2007

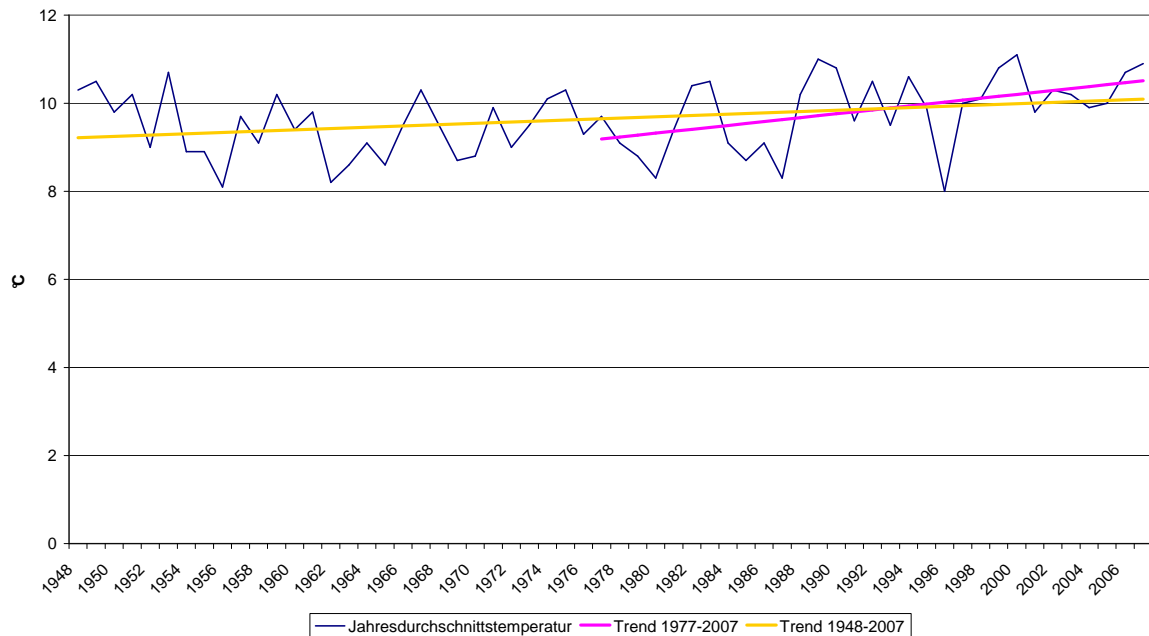


Abb.3 Jahresdurchschnittstemperatur Berlin-Tempelhof 1948-2007 (eigenen Darstellung nach Deutscher Wetterdienst, 2008)

Anhand dieser Abbildung wird ersichtlich, dass es in den letzten 60 sowie 30 Jahren zu einem Temperaturanstieg um ca. 1°C gekommen ist.

Durchschnittswerte Sommerhalbjahr/ Winterhalbjahr 1948-2007

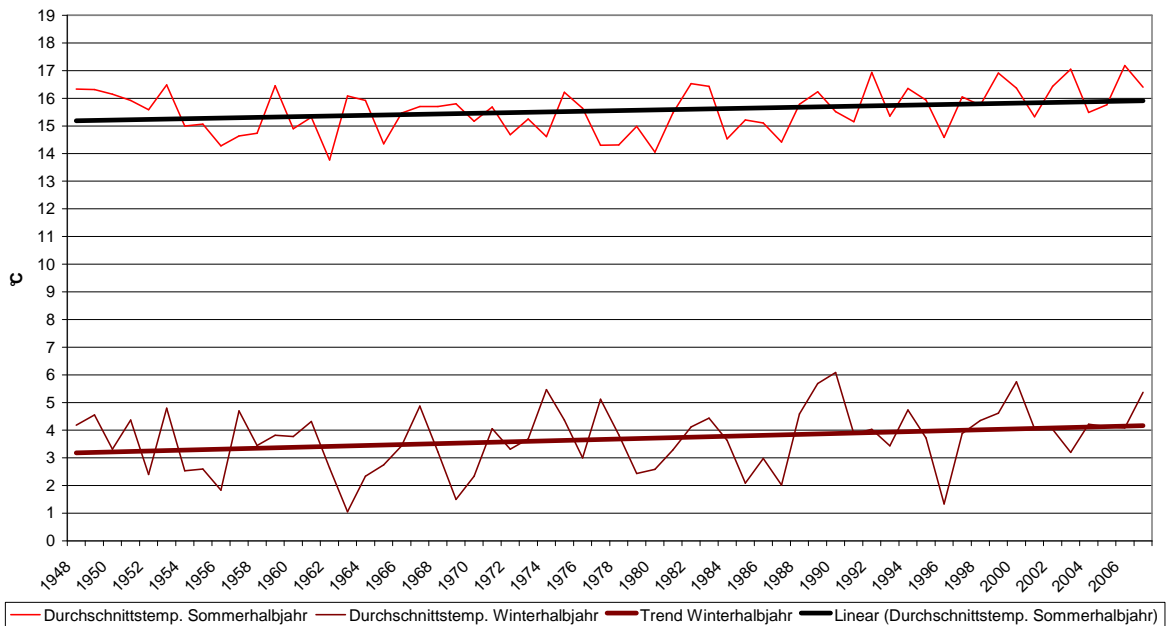


Abb.4 Durchschnittswerte Sommerhalbjahr/Winterhalbjahr Berlin-Tempelhof 1948-2007 (eigenen Darstellung nach Deutscher Wetterdienst, 2008)

Diese Abbildung stellt die Durchschnittswerte vom Sommer- und Winterhalbjahr der bereits genannten Zeitspannen dar. Es ist deutlich zu erkennen, dass sich sowohl im Winter- als auch im Sommerhalbjahr die Temperaturen erhöht haben. Der

Temperaturanstieg ist im Winterhalbjahr etwas höher als im Sommerhalbjahr. Ein Trend zu wärmeren milderen Wintern und heißen Sommern ist anhand dieser Abbildung erkennbar.

Monatliche Auswertungen siehe Anhang E

→ Anstieg der Temperaturen: Jan, Feb, Mrz, Apr, Mai, Jul, Aug

→ annähernd gleich bleibende Temperaturen: Sep, Okt, Nov, Dez

Weitere Informationen siehe Anhänge D, F

Vergleich der Temperaturveränderungen in Berlin-Tempelhof, Berlin-Dahlem und Potsdam

Temperaturverlauf der vergangenen 45 Jahre in Berlin-Tempelhof

	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
1961-1990	-0,2	0,8	4,2	8,6	13,9	17,4	18,8	18,4	14,6	10,0	4,9	1,4	9,4
1991-2005	1,2	2,0	4,9	9,7	14,6	17,4	19,7	19,6	14,8	9,8	4,5	1,3	10,0
Abweichung	1,4	1,2	0,7	1,1	0,7	0,0	0,9	1,2	0,2	-0,2	-0,4	-0,1	0,6

Temperaturverlauf der vergangenen 45 Jahre in Berlin-Dahlem

	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
1961-1990	-0,4	0,6	4,0	8,2	13,5	16,7	17,9	17,2	13,5	9,3	4,6	1,2	8,9
1991-2005	1,2	1,9	4,8	9,6	14,3	16,8	19,1	18,8	14,2	9,3	4,3	1,2	9,6
Abweichung	1,6	1,3	0,8	1,4	0,8	0,1	1,2	1,6	0,7	0,0	-0,3	0,0	0,7

Temperaturverlauf der vergangenen 45 Jahre in Potsdam

	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
1961-1990	-0,8	0,2	3,7	8,1	13,3	16,7	18,0	17,4	13,8	9,4	4,2	0,7	8,7
1990-2005	0,7	1,5	4,5	9,3	14,1	16,8	19,0	18,8	14,2	9,2	4,0	0,8	9,4
Abweichung	1,5	1,3	0,8	1,2	0,8	0,1	1,0	1,4	0,4	-0,2	-0,2	-0,1	0,7

Tab.4-6 Temperaturverläufe der vergangenen 45 Jahre in Berlin-Tempelhof, Berlin-Dahlem und Potsdam (eigene Darstellung nach Deutscher Wetterdienst, Institut für Meteorologie FU Berlin, Potsdam Institut für Klimafolgenforschung)

Anhand der Tabellen wird ersichtlich, dass fast alle Temperatur-Werte gestiegen sind. Januar, Februar, April und August weisen sogar Temperaturen auf, welche um 1°C höher sind. In Berlin-Dahlem und Potsdam erreicht sogar der Juli eine solche Überschreitung. Dieser Fakt bestätigt die Annahme zu häufigeren milden Wintern und warmen Sommern. Der Schwerpunkt der Erwärmung liegt in den Monaten Januar, Februar, Juli und August. Dezember und Januar sind die kältesten Monate. Das Frühjahr (März bis Mai) ist von der Erwärmung stärker betroffen als der Herbst (September bis November). Generell ist festzustellen, dass die Abweichungen in Berlin-Dahlem und Potsdam geringfügig größer sind als in Berlin-Tempelhof. Ebenso ist eindeutig zu erkennen, dass die Monatsmittel der Lufttemperatur in Berlin-Tempelhof höher sind als in Berlin-Dahlem und Potsdam. Grund dafür ist der vorherrschende Stadteffekt. Je weiter die Entfernung vom Stadtzentrum nach Westen desto niedriger die Monats- und Jahresdurchschnittstemperaturen. Ein gravierender Unterschied bezüglich der Temperatur-Abweichungen zwischen diesen Wetterstationen ist nicht nachweisbar.

3.7 Langjähriges Mittel der Niederschlagshöhen von 1848-2007

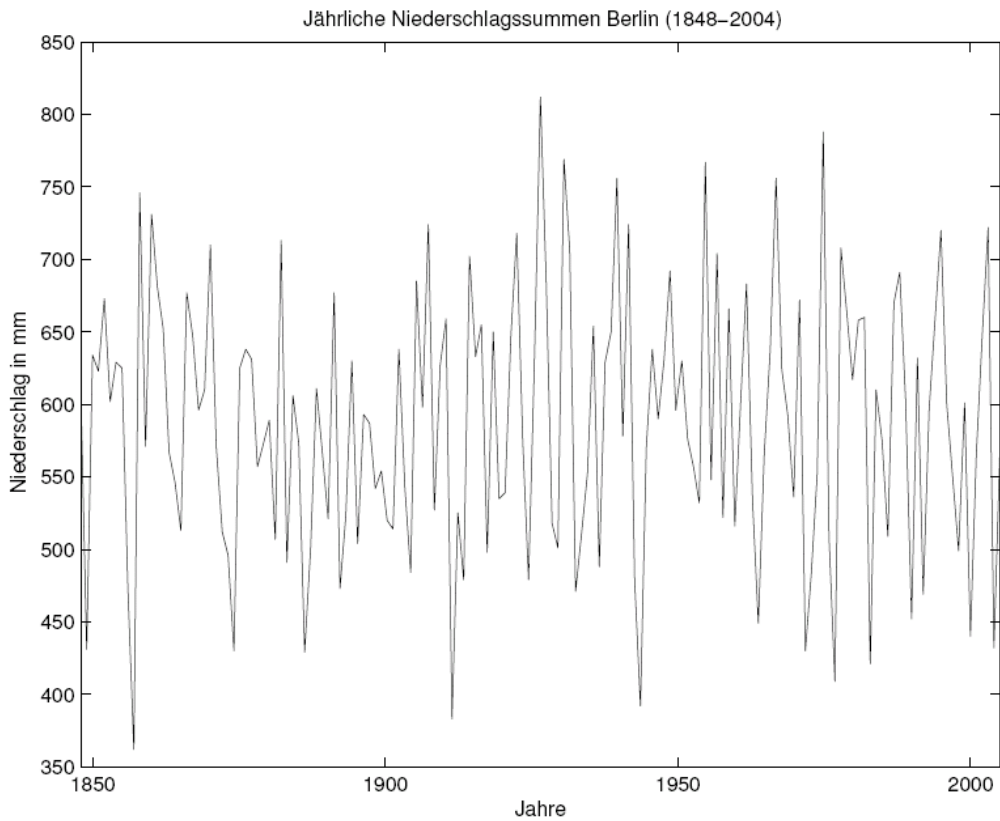


Abb.5 Jährliche Niederschlagssummen Berlin 1848-2004 (Institut für Meteorologie FU Berlin)

Jährliche Durchschnittswerte Niederschlagshöhe 1948-2007

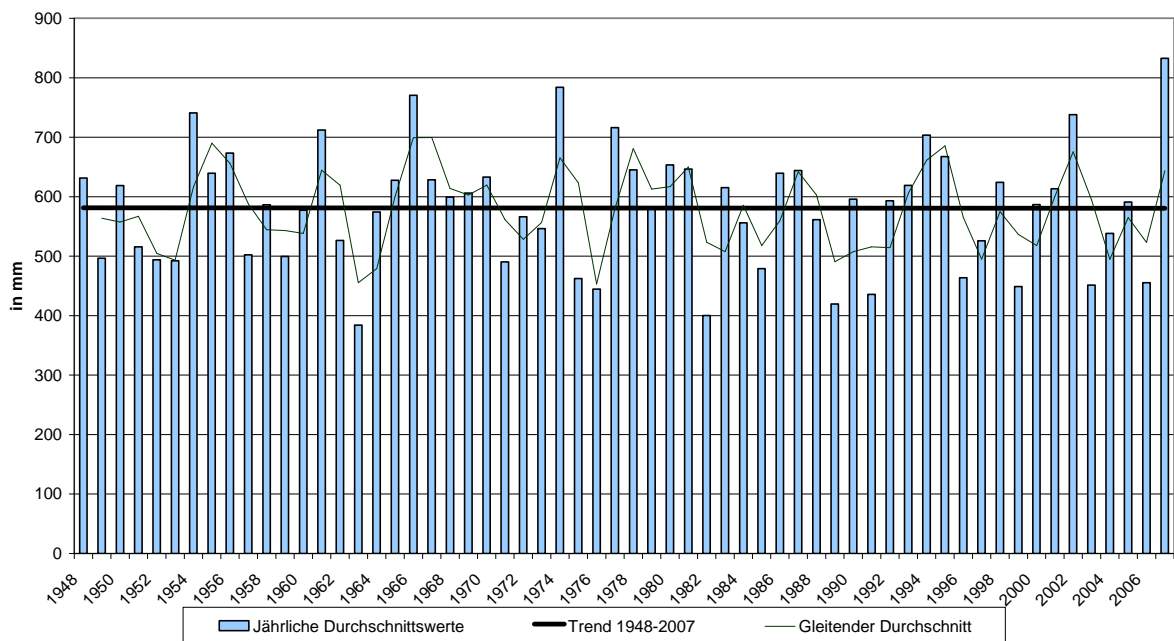


Abb.6 Jährliche Durchschnittswerte Niederschlagshöhen Berlin-Tempelhof 1948-2007 (eigenen Darstellung nach DWD, 2008)

Anhand der Abbildungen 5 und 6 wird ersichtlich, dass seit 1848 leichte Schwankungen in den Niederschlagssummen zu verzeichnen waren. Obwohl nach Abb.5 rein optisch ein negativer Trend der letzten 60 Jahre zu erkennen ist, ergab doch eine Auswertung von 1948 bis 2007 (Abb.6), dass es in den letzten 60 Jahren zu keinen Veränderungen der Niederschlagshöhen gekommen ist. Die durchschnittlichen Werte für Berlin liegen bei 573mm/Jahr. Seit 1951 wird eine Abnahme der Jahressummen der Niederschlagshöhen registriert. Jedoch weist die nordöstliche Zone einen Anstieg der Niederschlagshöhen bedingt durch den vorhandenen Lee-Effekt und die anwachsende Bebauungsstruktur auf. Die maximalen Niederschlagshöhen konnten im Westen Berlins bedingt durch die große Anzahl von bewaldeten Flächen und den Havelhöhen nachgewiesen werden. (Pagenkopf, 2008)

Bei der Interpretation sollte auch das Auftreten von Starkregenereignissen besonders in den Sommermonaten mit berücksichtigt werden. Diese können mit hohen Niederschlagsmengen pro Stunde die jährlichen Niederschlagshöhen stark ansteigen lassen.

Die Mittleren jährlichen Niederschlagshöhen 1951-1990:

Fennpfuhl	566 mm
Friedrichsfelde	573 mm
Karlshorst	559 mm
Lichtenberg	576 mm
Malchow	568 mm
Neu-Hohenschönhausen	580 mm
Alt-Hohenschönhausen	573 mm

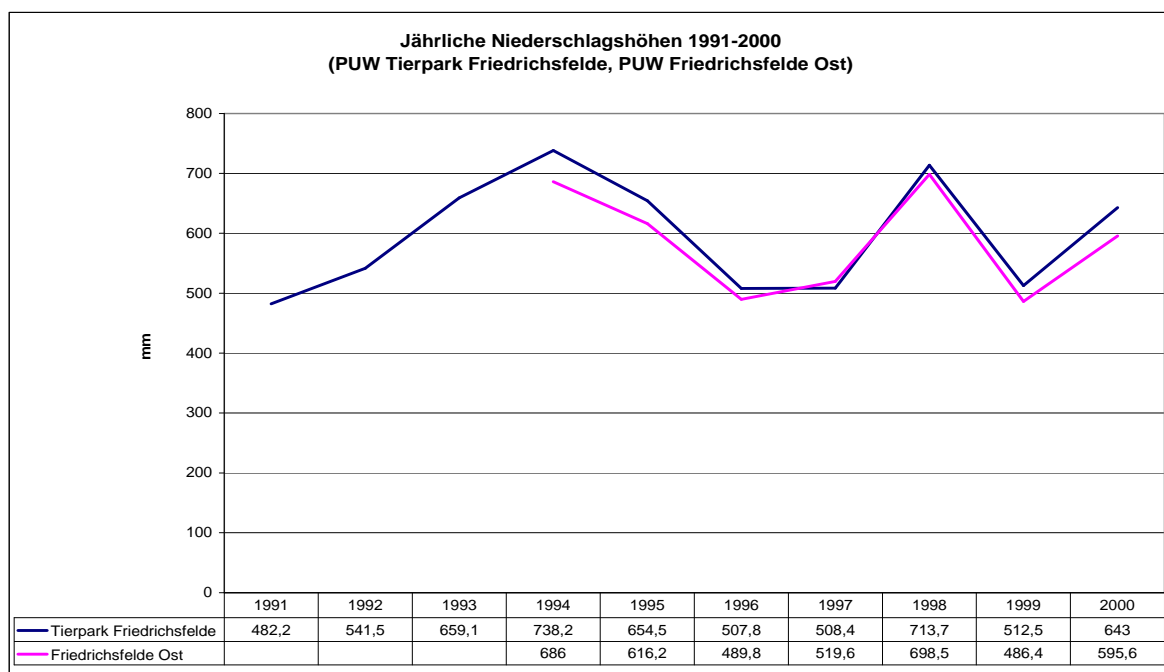


Abb.7 Jährliche Niederschlagshöhen PUW (eigene Darstellung nach Berliner Wasserbetriebe)

Bei einer Betrachtung der gemessenen Niederschlagshöhen von zwei ausgewählten Pumpwerken der BWB sind deutliche Schwankungen innerhalb der letzten 10 Jahre zu erkennen. Jedoch lassen sich für diese kurzjährigen Messungen keine Niederschlagstrends ableiten.

Durchschnittswerte Niederschlagshöhe Sommer-/Winterhalbjahr 1948-2007

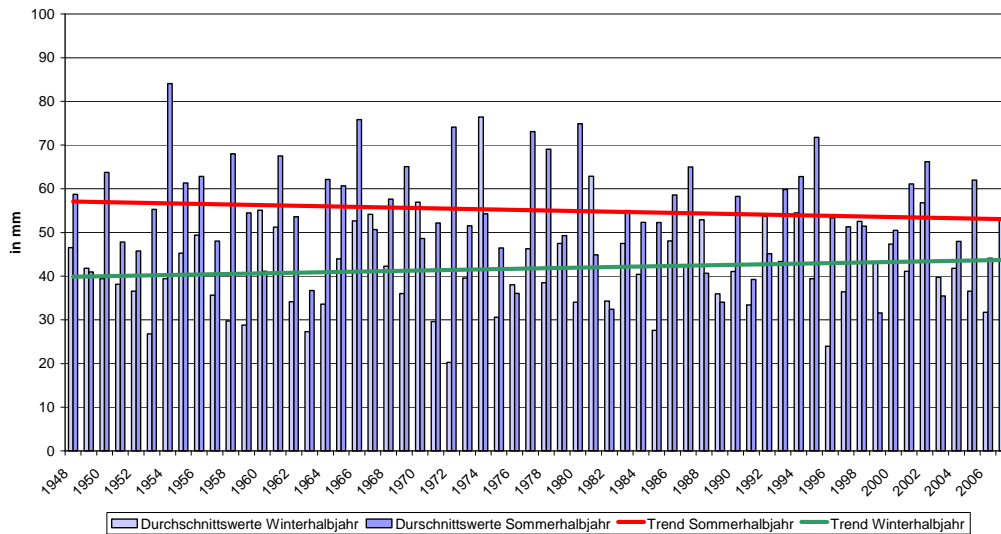


Abb.8 Durchschnittswerte Sommer-/Winterhalbjahr Niederschlagshöhen Berlin-Tempelhof 1948-2007
(eigenen Darstellung nach DWD, 2008)

Die Analyse der Durchschnittswerte der Niederschlagshöhen der Sommer- bzw. Winterhalbjahre zeigt einen gegenläufigen Trend. Prognostiziert werden eine geringfügige Zunahme der Niederschlagshöhen in den Wintermonaten und eine rückläufige Tendenz dieser im Sommer. Gegenwärtig sind auftretende Starkregenereignisse jahreszeitlich in den Sommermonaten lokalisiert. Dennoch ist die klimatische Wasserbilanz durch eine erhöhte Verdunstung im Sommer als negativ zu bewerten. Die reduzierten Niederschlagsmengen zusammen mit einer erhöhten Verdunstung durch steigende Temperaturen verdeutlichen den Trend zu trockeneren Sommern.

Regentage pro Jahr in Berlin-Dahlem (1909-2004)
mittlere Anzahl: 173 Tage

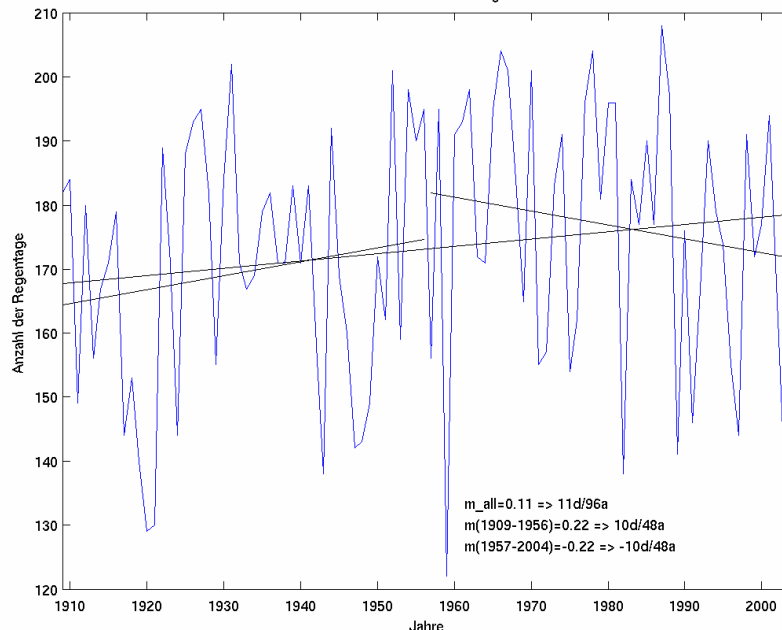


Abb.9 Regentage pro Jahr in Berlin Dahlem (1909-2004)

Weitere Informationen siehe Anhänge D, E, G

4. Stadtklima und Klimawandel

4.1 Globaler Klimawandel

Global betrachtet wird laut IPCC- Bericht (2007) ein Temperaturanstieg von 1,4°C bis 5,8°C geschätzt. Für Mittel- und Osteuropa werden insbesondere abnehmende Niederschläge in den Sommermonaten und ausgedehnte sowie intensive Wetterereignisse prognostiziert. Eng damit verbunden sind die zunehmende Wasserknappheit, das zunehmendes gesundheitliches Risiko sowie veränderte Ertragsfähigkeiten in Landwirtschaft und Forstwirtschaft. (IPCC, 2007)

Die Emissions-Szenarien des IPCC -Sonderberichtes über Emissions-Szenarien (SRES)

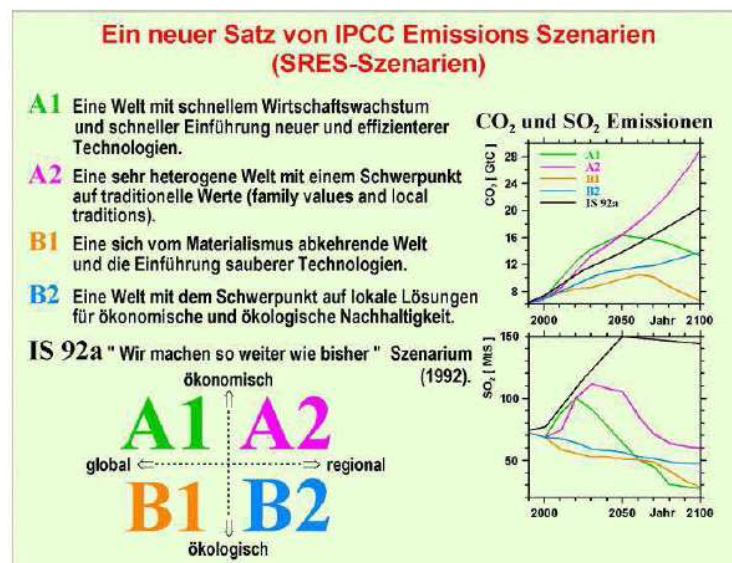


Abb.10 Klimaszenarien (SRES-Szenarien)

A1. Die A1-Modellgeschichte bzw. -Szenarien-Familie beschreibt eine zukünftige Welt mit sehr raschem Wirtschaftswachstum, einer Mitte des 21. Jahrhunderts kulminierenden und danach rückläufigen Weltbevölkerung und rascher Einführung neuer und effizienterer Technologien. Wichtige grundlegende Themen sind Annäherung von Regionen, Entwicklung von Handlungskompetenz sowie zunehmende kulturelle und soziale Interaktion bei gleichzeitiger substantieller Verringerung regionaler Unterschiede der Pro-Kopf-Einkommen. Die A1-Szenarien-Familie teilt sich in drei Gruppen auf, die unterschiedliche Ausrichtungen technologischer Änderungen im Energiesystem beschreiben. Die drei A1-Gruppen unterscheiden sich in ihrer technologischen Hauptstossrichtung: fossil-intensiv (A1FI), nichtfossile Energiequellen (A1T) oder eine ausgewogene Nutzung aller Quellen (A1B) (wobei ausgewogene Nutzung definiert ist als eine nicht allzu große Abhängigkeit von einer bestimmten Energiequelle und durch die Annahme eines ähnlichen Verbesserungspotentials für alle Energieversorgungs- und -verbrauchstechnologien).

A2. Die A2-Modellgeschichte bzw. -Szenarien-Familie beschreibt eine sehr heterogene Welt. Das Grundthema ist Autarkie und Bewahrung lokaler Identitäten. Regionale Fruchtbarkeitsmuster konvergieren nur sehr langsam, was eine stetig zunehmende Bevölkerung zur Folge hat. Die wirtschaftliche Entwicklung ist vorwiegend regional orientiert und das Pro-Kopf-Wirtschaftswachstum und

technologische Veränderungen sind bruchstückhafter und langsamer als in anderen Modellgeschichten.

B1. Die B1- Modellgeschichte bzw. -Szenarien-Familie beschreibt eine sich näher kommende Welt, mit der gleichen, Mitte des 21. Jahrhunderts kulminierenden und danach rückläufigen Weltbevölkerung wie in der A1-Modellgeschichte, jedoch mit raschen Änderungen der wirtschaftlichen Strukturen in Richtung einer Dienstleistungs- und Informationswirtschaft, bei gleichzeitigem Rückgang des Materialverbrauchs und Einführung von sauberen und ressourcen-effizienten Technologien. Das Schwergewicht liegt auf globalen Lösungen für eine wirtschaftliche, soziale und umweltgerechte Nachhaltigkeit, einschließlich erhöhter sozialer Gerechtigkeit, aber ohne zusätzliche Klimainitiativen.

B2. Die B2-Modellgeschichte bzw. -Szenarien-Familie beschreibt eine Welt mit Schwerpunkt auf lokalen Lösungen für eine wirtschaftliche, soziale und umweltgerechte Nachhaltigkeit. Es ist eine Welt mit einer stetig, jedoch langsamer als in A2 ansteigenden Weltbevölkerung, wirtschaftlicher Entwicklung auf mittlerem Niveau und weniger raschem, dafür vielfältigerem technologischem Fortschritt als in den B1- und A1-Modellgeschichten. Obwohl das Szenario auch auf Umweltschutz und soziale Gerechtigkeit ausgerichtet ist, liegt der Schwerpunkt auf der lokalen und regionalen Ebene.

Für jede der sechs Szenarien-Gruppen A1B, A1FI, A1T, A2, B1 und B2 wurde ein illustratives Szenario gewählt. Alle sollten als gleich stichhaltig betrachtet werden. Die SRES-Szenarien beinhalten keine zusätzlichen Klimainitiativen, d.h. es sind keine Szenarien berücksichtigt, die ausdrücklich eine Umsetzung des Rahmenübereinkommens der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (UNFCCC) oder den Emissionszielsetzungen des Kyoto-Protokolls annehmen. (Arbeitsgruppe II zum Vierten Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderung)

Projizierte mittlere globale Erwärmung an der Erdoberfläche und Meeresspiegelanstieg am Ende des 21. Jahrhunderts

Fall	Temperaturänderung (°C; 2090–2099 verglichen mit 1980–1999) ^a		Meeresspiegelanstieg (m; 2090–2099 verglichen mit 1980–1999)
	Beste Schätzung	Wahrscheinliche Bandbreite	Modellbasierte Bandbreite ohne zukünftige rapide Änderungen des Eisflusses
Konstante Jahr-2000-Konzentrationen ^b	0.6	0.3 – 0.9	NA
B1-Szenario	1.8	1.1 – 2.9	0.18 – 0.38
A1T-Szenario	2.4	1.4 – 3.8	0.20 – 0.45
B2-Szenario	2.4	1.4 – 3.8	0.20 – 0.43
A1B-Szenario	2.8	1.7 – 4.4	0.21 – 0.48
A2-Szenario	3.4	2.0 – 5.4	0.23 – 0.51
A1FI-Szenario	4.0	2.4 – 6.4	0.26 – 0.59

Bemerkungen:

^a Diese Schätzungen wurden basierend auf einer Hierarchie von Modellen vorgenommen, welche ein einfaches Klimamodell, mehrere Modelle mittlerer Komplexität (EMICs) und eine große Anzahl von Globalen Atmosphäre-Ozean-Klimamodellen (AOGCMs) umfassen.

^b Die Zahlen für den Fall konstanter Jahr-2000-Konzentrationen wurden nur aus AOGCMs abgeleitet.

Tab.7 Erwärmung

(Arbeitsgruppe II zum Vierten Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderung)

MULTIMODELL-MITTEL UND GESCHÄTZTE BANDBREITEN FÜR DIE ERWÄRMUNG AN DER ERDOBERFLÄCHE

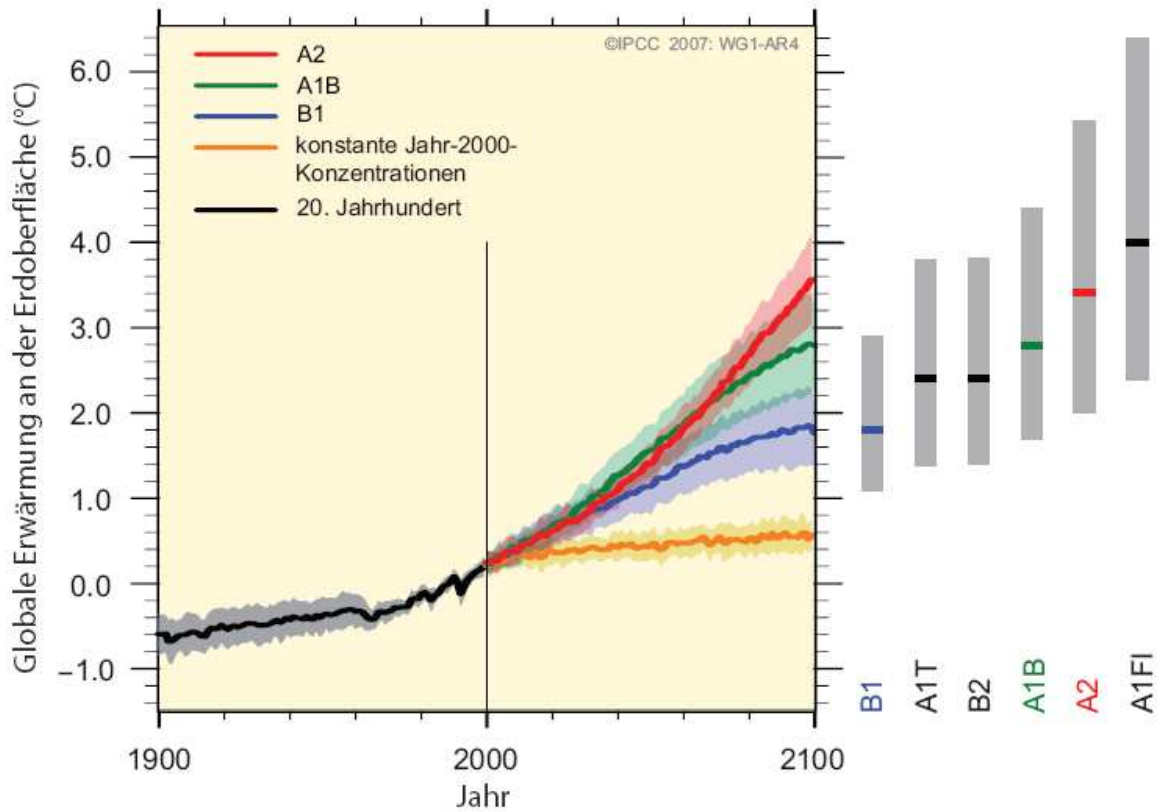


Abb.11 Die durchgezogenen Linien sind globale Multimodell-Mittel der Erwärmung an der Erdoberfläche (relativ zu 1980–99) für die Szenarien A2, A1B und B1, dargestellt als Verlängerungen der Simulationen für das 20. Jahrhundert. Die Schattierung kennzeichnet die Bandbreite von plus/minus einer Standardabweichung der einzelnen Modell-Jahresmittel. Die orange Linie stellt das Resultat des Experiments dar, bei dem die Konzentrationen auf Jahr-2000-Werten konstant gehalten wurden. Die grauen Balken auf der rechten Seite zeigen die beste Schätzung (durchgezogene Linie innerhalb des Balkens) und die abgeschätzte wahrscheinliche Bandbreite für die sechs SRES-Musterszenarien. Die Herleitung der besten Schätzungen und wahrscheinlichen Bandbreiten in den grauen Balken beinhaltet sowohl die AOGCMs im linken Teil der Abbildung als auch die Resultate einer Hierarchie von unabhängigen Modellen sowie beobachtungsgestützte Randbedingungen. (Arbeitsgruppe II zum Vierten Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderung)

Phänomen ^a und Richtung des Trends	Wahrscheinlichkeit eines zukünftigen Trends, basierend auf den Projektionen für das 21. Jahrhundert unter Verwendung der SRES-Szenarien	Beispiele für wesentliche projizierte Auswirkungen nach Sektoren			
		Land- und Forstwirtschaft und Ökosysteme [4.4, 5.4]	Wasserressourcen [3.4]	Menschliche Gesundheit [8.2]	Industrie/Siedlungen/Gesellschaft [7.4]
Über den meisten Landflächen wärmere und weniger kalte Tage und Nächte; wärmere und häufiger heiße Tage und Nächte	Praktisch sicher ^b	Höhere Erträge in kälteren Gebieten; geringere Erträge in wärmeren Gebieten; zunehmende Massenvermehrung von Insekten	Auswirkungen auf von der Schneeschmelze abhängige Wasserressourcen; manchmal Auswirkungen auf die Wasserversorgung;	Rückgang menschlicher Sterblichkeit durch geringere Kälteexposition	Geringere Energienachfrage für Heizung; höherer Bedarf an Kühlung; abnehmende Luftqualität in Städten; weniger Transportunterbrechungen durch Schnee, Eis; Auswirkungen auf den Wintertourismus
Wärmeperioden/ Hitzewellen: Zunahme der Häufigkeit über den meisten Landflächen	Sehr wahrscheinlich	Geringere Erträge in wärmeren Regionen durch Hitzebelastung; erhöhte Gefahr durch Flächenbrände	Erhöhter Wasserbedarf; Probleme mit der Wasserqualität, z.B. Algenblüte	Erhöhtes Risiko für hitzebedingte Sterblichkeit, insbesondere für ältere Menschen und chronisch Kranke, Kleinkinder und gesellschaftlich isolierte Menschen	Verminderung der Lebensqualität für Menschen in warmen Gebieten ohne zweckmäßige Wohnung; Auswirkungen auf ältere Menschen, Kleinkinder und Arme
Starkniederschlagsereignisse: Die Häufigkeit nimmt über den meisten Gebieten zu	Sehr wahrscheinlich	Ernteschäden; Bodenerosion, Verhinderung des Anbaus durch Vernässung der Böden	Nachteilige Auswirkungen auf die Qualität von Oberflächen- und Grundwasser; Verunreinigungen der Wasserversorgung; Abhilfe bei Wasserknappheit möglich	Erhöhtes Risiko für Todesfälle, Verletzungen, Infektions-, Atemwegs- und Hauterkrankungen	Beeinträchtigung von Siedlungen, Handel, Verkehr und einzelnen Bevölkerungsgruppen infolge von Überschwemmungen; starke Belastung städtischer und ländlicher Infrastrukturen; Verlust von Eigentum
Von Dürre betroffene Gebiete nehmen zu	Wahrscheinlich	Bodenbeeinträchtigung, geringere Erträge/Ernteschäden und -ausfälle; vermehrtes Viehsterben; erhöhtes Risiko von Flächenbränden	Größere Verbreitung von Wasserknappheit	Erhöhtes Risiko für Nahrungsmittel- und Wasserknappheit; erhöhtes Risiko für Mangel- und Fehlernährung; erhöhtes Risiko für Krankheiten, die durch Wasser oder Nahrungsmittel übertragen werden	Wasserknappheit für Siedlungen, Industrie und einzelne Bevölkerungsgruppen; geringere Potentiale für Wasserkraftzeugung; Potenzial für Bevölkerungsmigration
Die Aktivität starker tropischer Wirbelstürme nimmt zu	Wahrscheinlich	Ernteschäden; Windwurf (Entwurzelungen) von Bäumen; Schäden an Korallenriffen	Unterbrechung der Stromversorgung bewirken Unterbrechung der öffentlichen Wasserversorgung	Erhöhtes Risiko für Todesfälle, Verletzungen, Krankheiten, die durch Wasser oder Nahrungsmittel übertragen werden; posttraumatische Belastungsstörungen	Störungen durch Hochwasser und starken Wind; Rückzug der Privatversicherer aus der Risikodeckung in verwundbaren Gebieten; Potenzial für Bevölkerungsmigration; Verlust von Eigentum
Zunehmendes Auftreten von extrem hohem Meeresspiegel (ausgenommen Tsunamis) ^c	Wahrscheinlich ^d	Versalzung des Wassers für die Bewässerung, in Flussmündungen und Süßwassersystemen	Abnahme der Verfügbarkeit von Süßwasser durch das Eindringen von Salzwasser	Erhöhtes Risiko für Todesfälle durch Ertrinken infolge des hohen Wasserstandes sowie für Verletzungen; migrationsbedingte gesundheitliche Auswirkungen	Kosten für den Küstenschutz stehen den Kosten einer Landnutzungsverlagerung gegenüber; Potenzial für Bevölkerungs- und Infrastrukturverlagerung; siehe auch tropische Wirbelstürme oben

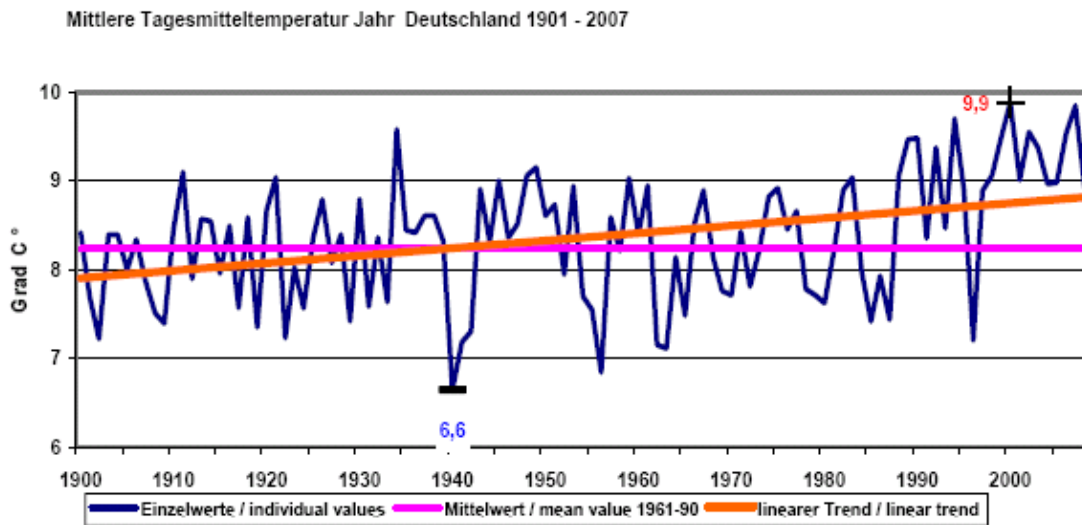
Tab.8 Auswirkungen der Klimaveränderungen nach Sektoren (Arbeitsgruppe II zum Vierten Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderung)

4.2 Klimawandel Deutschland

Die Ursache für die Erwärmung ist das gehäufte Auftreten von Großwetterlagen, die hohe Temperaturwerte in Mitteleuropa begünstigen, z.B. Südwestlagen im Winter und Hochdruckwetterlagen im Sommer. Entscheidend für unsere Klima sind die Lage und Stärke der westlichen Höhenströmung (North Atlantic Oscillation). Wahrscheinlich wurde durch die Erwärmung der tropischen und subtropischen Ozeane die westliche Höhenströmung verstärkt, was zu einer Häufung von West- und Südwestwetterlagen führt. Jedoch sollte bei dieser Betrachtung berücksichtigt werden, dass es in den letzten Jahrzehnten zu einer raschen Eisschmelze gekommen ist. Diese kann eine Abnahme der Temperaturgegensätze zwischen den Polen und den Subtropen bewirken und somit zur Abschwächung der nordatlantischen Höhenströmung und des Golfstromes beitragen. Wenn dies der Fall wäre, würde die Wahrscheinlichkeit für kalte Winter steigen. Wärmere Witterungslagen könnten demnach nur als Episode verstanden werden. Bei den unterschiedlichsten Betrachtungsweisen sollte die Wirkung der Sonnenflecken mit berücksichtigt werden. Einige Wissenschaftler sehen einen direkten Zusammenhang zwischen dem Anstieg der Temperaturen in Mitteleuropa und der Zunahme der Sonnen(flecken)aktivität.

Die Klimaänderung ist insgesamt nicht als positiv zu bewerten. Wissenschaftler prognostizieren einen Anstieg der Mitteltemperatur von 0,9°C in Deutschland. Die Auswirkungen sind für alle lebenden Organismen mehrheitlich negativ. Es kommt zu Verschiebungen der geographischen Verbreitungsgebiete sowie des Artenspektrums von Fauna und Flora. Die Einwanderung der Kastanienminiermotte ist ein Indiz für diese Entwicklung. Bei einem globalen mittleren Temperaturanstieg von 1,5 – 2,5°C kann ein Aussterberisiko für 20 – 30% der bisher untersuchten Arten eintreten. Die Erwärmung von Gewässern kann gravierende Auswirkungen auf die thermische Struktur und die Wasserqualität haben. (Umweltbundesamt, 2007)

Im Weiteren wird es zu einem früheren Eintreten von Frühlingseignissen, wie zum Beispiel Blattentfaltung kommen. Dieser Trend im Zusammenspiel mit zunehmender Trockenheit und Sturmereignissen gefährdet insbesondere die Vegetation. Außerdem bewirkt der Klimawandel verstärkt Gesundheitsrisiken. Extreme Luftfeuchtigkeit und Sommerhitze bewirken im Zusammenhang mit Luftverschmutzung ein häufigeres Auftreten von Herz- und Atemwegserkrankungen sowie Todesfällen. (WWF, 1999)



Trend 0,9 Grad

Abb.12 Trend Mittlere Tagesmitteltemperatur Deutschland 1901-2007 (Deutscher Wetterdienst, 2008)

Bei der Betrachtung der Mittleren Tagesmitteltemperatur von 1961-1990 ist kein Anstieg der Temperatur zu erkennen. Wenn jedoch die Jahre 1991-2008 berücksichtigt werden, liegt ein Trend von $+0,9^{\circ}\text{C}$ vor. Ähnlich verhält es sich mit den Niederschlagshöhen. Unter Berücksichtigung der letzten 20 Jahre ist eindeutig ein positiver Trend zu verzeichnen.

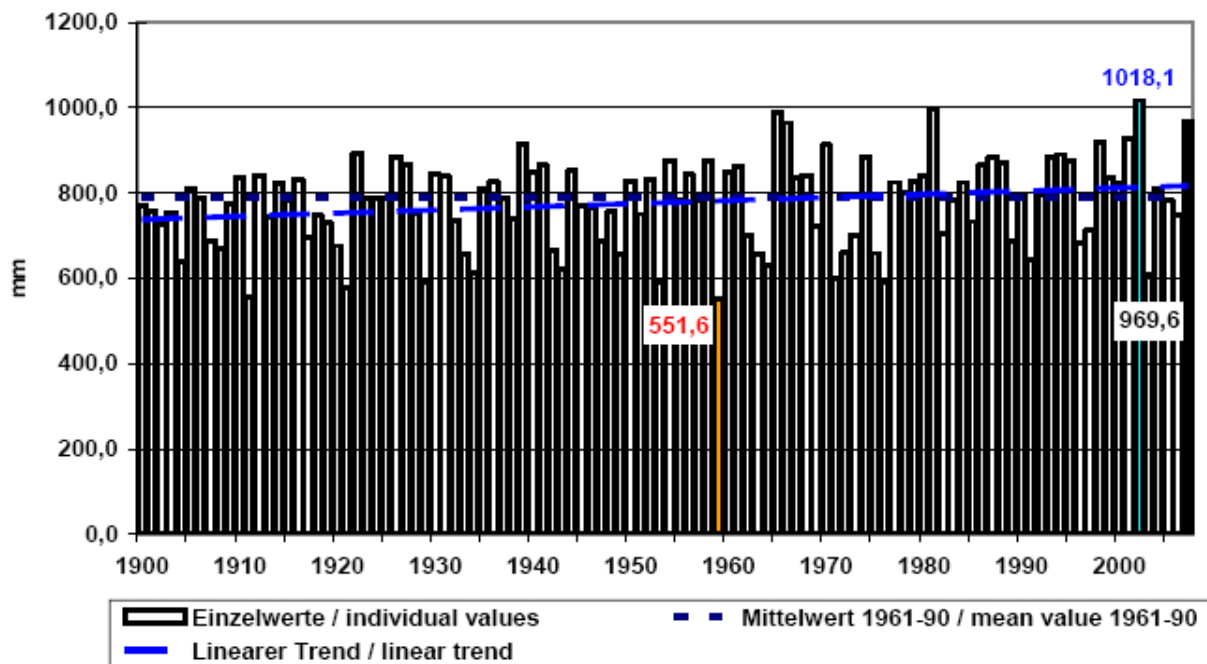


Abb.13 Trend Niederschlagshöhen Deutschland 1901-2007 (eigene Darstellung nach Deutscher Wetterdienst, 2008)

Die wärmsten Jahreszeiten in Deutschland seit 1901

	Frühling		Sommer		Herbst		Winter	
	Jahr	Temp.	Jahr	Temp.	Jahr	Temp.	Jahr	Temp.
1.	2007	10,6	2003	19,7	2006	12	2006/2007	4,4
2.	2000	10	1947	18,5	1982	10,4	1989/1990	3,6
3.	1920	9,8	1994	18,4	1949	10,2	1974/1975	3,6
4.	1948	9,8	1992	18,3	2000	10,2	1988/1989	3,1
5.	1945	9,7	1983	18,3	1961	10,2	1997/1998	3
6.	1993	9,5	2006	18,1	2005	10	2007/2008	3
7.	1959	9,4	2002	18	1929	10	1994/1995	2,8
8.	1990	9,4	1911	17,9	1947	9,9	1915/1916	2,8
9.	1999	9,4	1950	17,7	1942	9,9	1987/1988	2,6
10.	2003	9,3	1976	17,6	1938	9,8	1924/1925	2,6
Langjähriges Mittel:		7,7		16,3		8,8		0,2
	1990-2008							

Tab.9 Die zehn wärmsten Jahreszeiten in Deutschland seit 1901
(eigene Darstellung nach Deutscher Wetterdienst, 2007)

Anhand Tab.9 ist sichtbar, dass 21 der 40 aufgeführten wärmsten Jahreszeiten in den letzten 18 Jahren zu finden sind.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass es zu Klimaveränderungen in Deutschland gekommen ist und weiterhin kommen wird. Je nach Region werden diese unterschiedlich ausgeprägt sein.

4.3 Klimawandel Berlin

Bedingt durch den Klimawandel wird es zu einem Anstieg der Mitteltemperatur der Luft um 0,9°C in Deutschland kommen. Besonders der städtische Bereich wird durch das Auftreten von Extremsituationen geprägt sein. Berlin als wärmstes Bundesland unterlag einer Veränderung der Durchschnittstemperatur von +0,9°C seit 1901. Bedingt durch den Wärmeinseleffekt ist die Stadt Berlin wärmer als die umliegenden Regionen. (DWD, 2008)

Betrachtet man die Trends in Berlin ist folgendes festzustellen:

Trend Berlin 1901-2007 (in %)

	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Jahr	Vergleich Dt. Jahr
Temperatur	0,92	1,09	1,05	0,84	0,979	0,927
Niederschlag	12,1	-0,3	-1,4	16,4	5,7	10,0
Sonnenscheindauer	2,5	1,6	2,3	24,6	4,1	2,3

Tab.10 Klimatrend Berlin (eigene Darstellung nach Deutscher Wetterdienst, 2008)

Allgemein kann Berlin in zwei klimatische Bereiche unterteilt werden, in den Südwesten und den Nordosten. Da die Mehrheit der Großwetterlagen aus Südwestlicher Richtung kommt, wird der Südwesten Berlins stärker von Regen- und Sturmereignissen tangiert als der Nordosten. Die Niederschlagshöhen im Südwesten sind demnach etwas höher. Höhere Temperaturen führen in Metropolen wie Berlin zu einem Anstieg der Konzentration von bodennahem Ozon. Die Sommer werden heißer und die Hitzeperioden intensiver. Derzeit treten sehr heiße Sommer alle zehn Jahre einmal auf, jedoch wird sich das Auftreten dieser im Zuge des Klimawandels deutlich erhöhen. Je nach Szenario könnte sich dies verdreifachen.

Generell werden wärmere und weniger kalte Tage und Nächte, sowie wärmere und häufiger heisse Tage und Nächte auftreten. Zusätzlich wird es theoretisch zu einer Vermehrung von Starkniederschlagsereignissen kommen. Die Niederschläge im Sommer könnten bis 2100 zu 30% zurückgehen. Im Winter wird ein geringer Anstieg von >20% erwartet.

Planerisch muss auf diese Geschehnisse der Klimaveränderung reagiert werden. Um einen effektiven Schutz der vorhandenen Strukturen zu ermöglichen, sollten alle Schutzgüter (Boden, Wasser, Flora, Fauna und Klima) in der zukünftigen Planung berücksichtigt werden. Die aktuellen Klimaprognosen stellen keine sicheren Ergebnisse dar, müssen aber in der Planung beachtet werden. Die zukünftige Stadtplanung sollte möglichst viele Optionen bieten, damit dynamisch, ergebnisoffen und flexibel auf die verschiedenen Umwelteinflüsse reagiert werden kann. Oberster Grundsatz einer stadtklimatisch sinnvollen Planung ist die Sicherung, der Erhalt und die Erweiterung von Grün- und Freiflächen.

Ein großes Problem stellt das durchgängig in Lichtenberg vorhandene Trennsystem dar. Bei zu hohen Niederschlagsmengen kann es zu Überlastung der Kapazitäten speziell der Regenwassersysteme kommen. Die Folge ist, dass nur bedingt bis kaum geklärtes Regenwasser über die Überläufe in Spree und Havel fließt. In Trockenzeiten kann eine Anlagerung von Stoffen wie Staub erfolgen. Durch den Einfluss von Starkregen können diese Stoffe abgespült werden und bewirken damit eine erhöhte Schadfracht. Momentan existiert keine Plangrundlage über das Abfangen von Starkniederschlagsereignissen. In den bereits vorhandenen und

angestrebten Planwerken wird eine Optimums-Findung favorisiert. Diese soll eine Minimierung (über z.B. Gräben, Auffangbecken oder Pflanzungen) der Wassermengen bewirken. Durch Regenwasserbewirtschaftung wird versucht das Regenwasser gezielt versickern zu lassen, so dass bei Starkregenereignissen gravierenden Schäden verringert werden können.

In den kommenden 30-40 Jahren werden keine grundlegenden Veränderungen im Klimageschehen in Berlin prognostiziert. Ziel in den Bezirken ist es Zukunftsprognosen für das Lokalklima zu entwerfen und dadurch eine regionale Klimamodellierung zu entwickeln. Die bisherige Klimamodellauflösung ist wissenschaftlich noch nicht ausreichend fortgeschritten.

Extremereignisse in Berlin

In den Jahren 2002 bis 2008 haben sich in Berlin fünf Schwerpunkte herauskristallisiert, die womöglich in den nächsten Jahren für die Entwicklung bestimmend sein könnten:

- Sturmereignisse in den Sommermonaten mit starken Westwinden

Das prägnanteste Sturmereignis fand am 11. Juli 2002 statt. In den Abendstunden kam es unverhofft zu einem Sturmereignis mit örtlich sehr hohen Windstärken. Insbesondere in den Westbezirken hielten mehrere tausend Bäume dieser Belastung nicht stand. Im Bezirk Lichtenberg waren insbesondere die Siedlung Wartenberg, die Großsiedlung Hohenschönhausen und Teile im Ortsteil Lichtenberg betroffen.

- Sturmereignisse in den Wintermonaten

Wichtige Sturmereignisse: Orkan Kyrill am 18. Januar 2007 und Orkan Emma am 1. März 2008

- geringe Niederschläge über einen längeren Zeitraum

Seit dem Herbst 2002 besteht ein Niederschlagsdefizit. Sowohl das Winterhalbjahr 2002/2003 als auch das Sommerhalbjahr 2003 waren zu trocken, was in dieser Aufeinanderfolge ungewöhnlich war. Die Niederschlagsverteilung 2004 wiederum führte trotz ausreichender Niederschläge nicht zur Verbesserung, da die hohe Menge im Juni / Juli 2004 für das Grundwasser auf Grund der hohen Verdunstung nicht wirksam wurde. Auch das Winterhalbjahr 2004 / 2005 erbrachte keine Verbesserung, da die Niederschläge nicht ausreichten, um das Defizit zu beseitigen.

Das führte zum Austrocknen von verschiedenen Gewässern, wie z.B. dem Gehrensee oder den Dorfteich Wartenberg (siehe auch 2.2.4.). Ein Austrocknen des Gehrensees konnte bislang nur zweimal registriert werden. Selbst im trockenen Jahrhundertssommer 1982 war er wasserführend.

Neupflanzungen von Gehölzen litten vor allem 2003 unter dieser Trockenheit, ein erhöhter Pflegeaufwand beim Wässern war erforderlich. Betroffen waren auch die Landwirtschaftsbetriebe im Bezirk Lichtenberg, es kam zu Ertragsausfällen (mündliche Mitteilung von Pächtern des Amtes für Umwelt und Natur).

„Innerhalb der nächsten 50 Jahre sind bei einem moderaten regionalen Temperaturanstieg von 1,4 °C folgende Klimaänderungen im Vergleich zur aktuellen Situation zu erwarten: In Berlin beträgt die Abnahme etwa 20-40 mm (jährlicher Durchschnitt 580 mm Niederschlag). Dem Niederschlagsrückgang steht eine Zunahme der Sonnenscheindauer, damit auch eine Abnahme der Bewölkung und eine dementsprechend erhöhte Verdunstung gegenüber.“ (Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz, Abteilung Integrativer Umweltschutz)

- extreme Temperaturen insbesondere im Sommer

Der Sommer 2003 wies sehr hohe Lufttemperaturen auf. Damit wurden die bereits unter Trockenheit aufgeführten Folgen noch verschärft. Neben den Schäden für die Vegetation und teilweise auch für die Fauna treten auch Beeinträchtigungen für die Bewohner insbesondere der innerstädtischen Bereiche auf, wo an einigen Tagen die Temperaturen auch in der Nacht nicht unter 20°C fielen.

Solche Ereignisse könnten sich in den folgenden Jahrzehnten noch verstärken.

Langjähriger Temperaturverlauf in Berlin-Dahlem

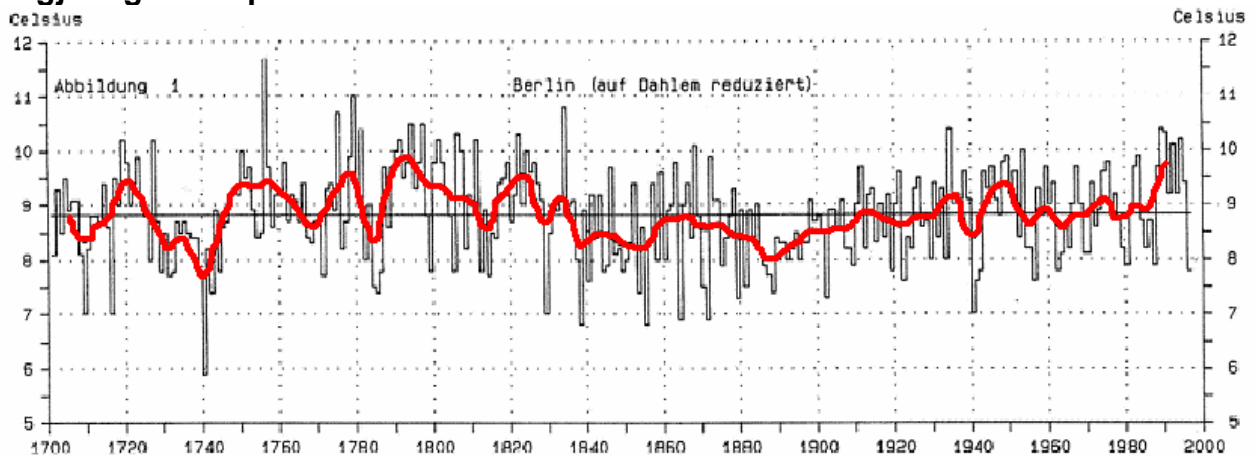


Abb.14 Langjähriger Temperaturverlauf in Berlin-Dahlem (Berliner Wetterkarte 2002)

Betrachtet man den langjährigen Temperaturverlauf wird deutlich, dass es bereits in den vergangenen 300 Jahren zum Auftreten von sehr warmen Phasen kam.

Genauere Trend-Analysen sind nicht aufstellbar. Bei der Betrachtung und dem Entwurf von Trends sollte stets der Betrachtungszeitraum mit berücksichtigt werden.

- zunehmend Starkniederschlagsereignisse

Am 7./8. Juli 2006 kam es zu Starkregenereignissen im Großraum Berlin. Die Folge waren Überschwemmungen und durch Windböen verursachte Schäden an Bäumen. Starkniederschlagsereignisse stellen eine Gefahr für Abwasser-, Kanalisations- und Fließgewässermanagement dar.

5. Entwicklungsbedarf Klima

Die Ursachen für einen Temperaturanstieg in der Stadt sind unter anderem klimatisch ungünstige Bebauungsstrukturen, hohe Eigenwärmeproduktion durch Industrie, Verkehr etc., schnelle Abführung des Regenwassers und verringerte oder fehlende Vegetation. Eine Übererwärmung kann zur Bildung von Dunstglocken führen, welche besonders durch windschwache Wetterlagen begünstigt werden. Um diesem Trend entgegen zu wirken, sollten Gegenmaßnahmen bereits in der Planung integriert werden. (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, 2004)

Landschaftselemente mit positiver Wirkung auf das Stadtklima:

- Grünflächen
- Netzwerk von großen Parks mit mittleren und kleinen Grünflächen
- Begrünte Stadtplätze/ Verkehrsgrün
- Kleingärten
- Friedhöfe
- Fassaden- und Dachbegrünung
- Großräumige Innenhöfe (mit entsprechender Vegetationsgestaltung)
- Offene Siedlungsstruktur
- Hoher Durchgrünungsgrad
- Verbundsysteme (zur Vernetzung von Luftleitbahnen)
- Reduzierung KFZ-Emissionen
- Klimagerechtes Bauen (Gebäudekonzeption, -ausrichtung, -form, -anordnung, -wärmedämmung)

5.1 Grünflächen

Vegetationsbestandene Freiflächen mit nennenswerter Kaltluftproduktion stellen klima- und immissionsökologisch bedeutsame Ausgleichsräume dar. Ein Netzwerk von großen Parks mit mittleren und kleinen Grünflächen bewirkt eine bessere Abkühlung der Luft als nur großräumige Grün- und Freiflächen. Dadurch kann der Auswirkung von tropischen Sommernächten (Temperatur nachts nicht unter 20°C) entgegen gewirkt werden. Jedoch muss in der Planung eine stets ausreichende Bewässerung mit berücksichtigt werden.

Großflächige Grün- und Freiflächen können bis zu einer Weite von 100 - 300 m kühle Luft an die Umgebung abgeben. Demnach kann davon ausgegangen werden, dass nur die unmittelbar angrenzenden Bereiche profitieren. Ein Netzwerk aus vielen kleinen Grünflächen (mindestens 1 ha) kühlt die Siedlungsbereiche etwas besser ab. Die Menge der produzierten Kaltluft hängt ab vom vorherrschenden Vegetationstyp, den Bodeneigenschaften und der damit verbundenen nächtlichen Abkühlungsrate, sowie der Bebauungsstruktur.

Kleinere Friedhöfe, Kleingärten und Parkareale mit einer Flächengröße von bis zu 10 ha können in Nachbarschaft zu kaltluftproduktiveren Grünarealen deren Wirkungen unterstützen und damit den jeweiligen klimatischen Einwirkbereich vergrößern. Solange diese Areale in eine insgesamt wärmere Umgebungsbebauung eingebettet sind, bilden sie nur selten einen eigenen Einwirkbereich aus.

Keinen erwähnenswerten Einwirkungsbereich auf benachbarte Flächen haben Gebiete mit einem Umfang von bis zu 2,5 ha. Jedoch können diese bedeutsame Funktionen als klimaökologische Komfortinseln innehaben, wenn ein Mosaik aus unterschiedlichen Mikroklimaten wie beispielsweise beschattete und besonnte Bereiche oder kühlende Wasserflächen vorhanden sind. Bäume wirken im Zusammenhang mit stadtklimatischen Prozessen und Funktionen immer positiv. Sie fördern nicht nur die Verdunstung und die damit verbundene Abkühlung der Luft, sondern dienen bedingt durch ihre große Oberfläche als Anlagerungsort für z.B. Feinstaub. Auch kleine Bereiche wie Innenhöfe können eine große Wirkung und hohe mikroklimatische Bedeutung haben. Im Weiteren bieten diese Raum für Gesundheit und Erholung.

Grün- und Freifläche	Fläche in ha
Grünanlagen	604
Sportplätze und Freibäder	101
Kleingartenanlagen	294
Friedhöfe	69
Wasserfläche	113
Landwirtschaftsfläche	617
Waldfläche	45
Gesamtfläche:	1843

Tab. 11 Grün- und Freiflächenbestand

Der Bezirk Lichtenberg weist 35% Grün- und Freiflächen (gemessen an der Gesamtfläche) auf. Jedoch sind diese Bereiche meist sehr klein bemessen und können demnach nur mikroklimatisch wirken.

5.1.1 Grünflächen mit sehr hoher stadtklimatischer Bedeutung

Grünflächen mit einer sehr hohen stadtklimatischen Bedeutung stellen wichtige Kaltluftentstehungsgebiete im Zusammenhang mit belasteten Siedlungsräumen dar. Dabei handelt es sich um größere Wald- und Ruderalflächen, Friedhöfe und Kleingartenanlagen. Gekennzeichnet sind diese durch eine hohe Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsänderung bzw. –intensivierung. Daher sollten Austauschbarrieren gegenüber bebauten Randbereichen vermieden, Emissionen reduziert und benachbarte Freiflächen möglichst vernetzt werden. Der Zentralfriedhof Lichtenberg ist ein wichtiger Kaltlufteinwirkungsbereich im östlichen Stadtteil Berlins.

Ortsteil Neu-Hohenschönhausen:

- „KGA Land der Sonne“ und „KGA Mühlengrund“
- LSG „Falkenberger Krugwiesen“
- KGA „Feierabend“
- Wustrower Park

Ortsteil Alt-Hohenschönhausen:

- Bahnhof „Berlin Nordost“
- Papenpfuhlbecken
- KGA „Sonnenblume“
- Grün- und Freifläche des Wohnkomplexes „Weiße Taube“
- Grün- und Freiraumkomplex (Städtischer Friedhof, Friedhof der St. Pius – und der St. Hedwigkirchengemeinde, Friedhof der St. Markus und der St. Andreas Kirchengemeinde, KGA „Roedermane 1916“)
- Oderseepark und Orankeseepark

Ortsteil Friedrichsfelde:

- östliche Bereiche Tierpark Friedrichsfelde

Ortsteil Fennpfuhl:

Fennpfuhl

Ortsteil Lichtenberg:

- Stadtpark
- Grün- und Freiflächenkomplex (Städtische Friedhof, KGA „Siegfriedlust“, KGA „Müllerslust“, angrenzender Spielplatz)
- Grün- und Freiflächenkomplex (Städtischer Zentralfriedhof Friedrichsfelde, KGA „Anschluss Röder“. KGA „Bielefeld“, KGA „Friedrichsfelde Nord“)

Ortsteil Karlshorst:

- Grün- und Freiflächenkomplex (KGA „Hochspannung“, KGA „Frühauf“, KGA „Gute Hoffnung“)
- KGA „Seegelände“
- Friedhof der evangelischen Kirchengemeinde
- Grün- und Freiflächenkomplex (KGA „Biesenhorst II“, KGA „Rheinsteine“, KGA „Gartenfreunde Wuhlheide“, KGA „Trainerbahn“, KGA „Florafreunde“, KGA „An der Trainerbahn“)
- Trabrennbahn Karlshorst
- KGA „Am E-Werk“
- KGA „Blockdamm“
- KGA „Seepark“
- KGA „Stallwiesen“

5.1.2 Grünflächen mit hoher bis mittlerer stadtklimatischer Bedeutung

Grünflächen mit hoher bis mittlerer stadtklimatischer Bedeutung bilden Kaltluftentstehungsgebiete, welche Siedlungsräumen mit einem günstigen Kleinklima zugeordnet werden. Diese Flächen weisen eine hohe Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung auf. Der Luftaustausch mit der Umgebung muss daher gewährleistet werden.

Ortsteile Friedrichsfelde:

- Tierpark Friedrichsfelde
- KGA „Mühlenberg“
- KGA „Sanssouci“
- KGA „Paradies“
- KGA „Märkische Aue“
- Städtischer Friedhof
- Teile vom Betriebshof Rummelsburg

- Grün- und Freiflächenkomplex (KGA „Grüner Grund“, Stadion Friedrichsfelde und angrenzende Sportplätze)

Ortsteile Malchow, Wartenberg und Falkenberg:

- alle Grün- und Freiflächen

5.1.3 Kleingartenanlagen

Die Kleingartenanlagen besitzen eine hohe ökologische Bedeutung. Sie sind wichtige Rückzugsflächen für Tier- und Pflanzenarten, aber auch für die Menschen. Eine umweltgerechte Bewirtschaftung sowie eine meist geringe Versiegelung bewirkt die Schaffung durchgängiger Freiraumverbindungen, einen gesicherten Luftaustausch, ein verbessertes Mikroklima, den Schutz von Flora und Fauna, den Erhalt typischer Landschaftselemente und die Bewahrung des natürlichen Wasserhaushaltes.

Kleingärten können anhand ihrer Lage unterschieden werden (isolierte Lage, Bestandteil eines Grünverbundes, Lage um unbebauten Außenraum). Besonders wichtig ist die Verbindung und Beziehung von Kleingärten zu Grün- und Freiflächen. Die Randgestaltung der Kleingartenanlagen ist ebenso von großer Bedeutung, da durch diese unter anderem eine Eingliederung in den angrenzenden Raum sowie Emissionsschutz gewährleistet wird. (Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, 1998)

In Verbindung zu Grün- und Freiflächen besitzen Kleingartenanlagen über 10ha Größe eine zusätzlich kaltluftfördernde Wirkung. Die Gesamtfläche der Kleingartenanlagen im Bezirk Lichtenberg beträgt 294,2 ha.

stadtklimatisch besonders wichtige Kleingartenanlagen im Bezirk Lichtenberg:

Name KGA	Fläche in m ²	Anzahl Parzellen	Gründungsjahr	landeseigen X bzw. landeseigen / privat /Kirche (X)
„Margaretenhöhe Nord“	100.000	236	1987	
„Falkenhöhe Nord“	127.980	337	1987	(X)
„Am Außenring“	155.243	320	1982/83	
„Falkenhöhe 1932“	156.676	352	1932	X
„Alwin Bielefeld“	159.462	331	1928	X
„Biesenhorst II“	173.579	289	1957	X
„Gartenfreunde Wuhlheide“	174.022	288	1947	X
„Land in Sonne“	240.500	684	1929	X
„Florafreunde“	299.765	502	1944	X
gesamt	1.587.227	3339	/	/

Tab.12 Klimatisch bedeutsame Kleingartenanlagen >10ha

Die Zukunft der Kleingartenanlagen:

Obwohl im Bezirk Lichtenberg gegenwärtig noch eine hohe Nachfrage zu verzeichnen ist, wird die Entwicklung der Kleingartenanlagen jedoch als rückläufig prognostiziert. Dies wird besonders bedingt durch den erschwerten Zugang für sozial schwache Bevölkerungskreise (hohe Einstiegskosten, ungünstige Lage im Stadtgebiet), dem hohe Ausstattungsstandart und einer mangelnde Attraktivität für jüngere Bevölkerungsgruppen.

5.1.4 Friedhöfe

Laut Friedhofsentwicklungsplan (Stand 31.12.2005) weisen die elf untersuchten Friedhöfe eine Gesamtfläche von 69,06 ha auf. Davon werden in Zukunft 18,91 ha einer Umnutzung (zu 14,33ha Grünfläche/Wald und 4,57 ha sonstige Nutzung) unterliegen. Der Anteil der wegfallenden Fläche durch sonstige Nutzungen ist im Verhältnis zum Gesamtanteil als gering zu bewerten.

5.1.5 Planungshinweise Grünflächen:

- Erhalt von größeren, zusammenhängenden Grünarealen (zum Erhalt des klimatische Regenerationspotenzial)
- Beachtung der Lage im Raum
- Vermeidung baulicher und zur Versiegelung beitragender Nutzungen von Flächen mit sehr hoher stadtklimatischer Bedeutung wie große, innenstadtnahe Grünflächen, kleinere Park-, Ruderal- und Brachflächen oder gering versiegelte Sportplätze
- Vermeidung von Austauschbarrieren gegenüber bebauten Randbereichen
- Reduzierung von Emissionen
- Vernetzung mit Freiflächen und Förderung von Verbundsystemen
- Förderung der Entwicklung von standortgerechten Baum- und Strauchbeständen

5.2 Siedlungsräume

Die Reichweite der Kaltluftströmung in die Bebauung hängt neben der Kaltluftproduktivität von der Hinderniswirkung des angrenzenden Bebauungstyps ab. Kleinere Freiflächen dienen oftmals als "grüne Trittsteine". Gebiete, welche sich im Kaltlufteinwirkungsbereich befinden, weisen meist eine geringe bis keine bioklimatische Belastung auf, dafür jedoch eine hohe Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung. Klimatisch günstige Siedlungsräume sind allgemein nur gering empfindlich gegenüber Nutzungsintensivierungen, sofern die Bauhöhen gering gehalten und die Baukörperstellung beachtet wird. In direkter Nachbarschaft zu Belastungsbereichen ist aufgrund der Klimarelevanz jedoch von einer hohen Empfindlichkeit auszugehen. Zur vergleichsweise gering belasteten Wohnbebauung (mit gering potenzieller Wärmebelastung) zählen auch nicht durchlüftete Siedlungsräume mit geringer bioklimatischer Belastung. Belastungsbereiche weisen Durchlüftungsmangel und überdurchschnittliche Wärmebelastung auf. Unterschieden werden Siedlungsräume mit geringer, in Einzelfällen mäßiger sowie mäßiger, in Einzelfällen hoher bioklimatischer Belastung. Unter Berücksichtigung des Belastungsniveaus ergibt sich eine hohe bzw. sehr hohe Empfindlichkeit gegenüber einer Nutzungsintensivierung. Lichtenberg gilt im Allgemeinen als Belastungsbereich.

5.2.1 Planungshinweise Siedlungsräume

- Vermeidung weiterer Bodenverdichtung
- Verbesserung der Durchlüftung und Erhöhung des Vegetationsanteils
- Erhalt aller Freiflächen
- Erhalt eines hohen Anteiles unversiegelter Fläche
- Auflockerung der Bebauungsstruktur (eventuell auch Abriss von Gebäuden, unterschiedlich hohe Bebauung, eine Vielzahl von Grün- und Freiflächen)
- Begrünung von Stadtplätzen, Straßen, Gebäuden und Innenhöfen
- Entsiegelung
- Großräumige Innenhöfe (mit entsprechender Vegetationsgestaltung)
- Offene Siedlungsstruktur
- Klimagerechtes Bauen (Gebäudekonzeption, -ausrichtung, -form, -anordnung, -wärmedämmung)

5.3 Luftaustausch

Leitbahnen mit einer sehr hohen Bedeutung sind in Lichtenberg nicht vorhanden. In den Randbereichen hingegen befinden sich die bereits beschriebenen Leitbahnen einer mittleren bis hohen Bedeutung und Gebiete mit flächenhaftem Kaltluftabfluss. Die Leitbahnen sollten generell eine geringe Oberflächenrauigkeit aufweisen. Besonders geeignete Strukturen für die Ausbildung solcher sind gehölzarme Tal- und Auenbereiche, größere Grünflächen und Bahnareale. Breite Straßen können aufgrund ihrer Immissionsbelastung nur dem Klimaausgleich, nicht jedoch dem Heranführen unbelasteter Luft dienen. Thermisch induzierter Leitbahnen existieren nördlich einer Linie Tegel - Lichtenberg sowie im Süden zwischen Lichterfelde und Bohnsdorf. Die Niederungen der größeren Fließgewässer wie Spree und Havel besitzen zudem eine Eigenschaft als übergeordnete Luftleit- und Ventilationsbahn. Sie begünstigen den Luftaustausch in der angrenzenden Bebauung auch bei stärkeren, übergeordneten Wetterlagen.

5.3.1 Planungshinweise Luftaustausch

- Vermeidung baulicher Hindernisse, die einen Kaltluftstau verursachen könnten
- Beachtung geringer Bauhöhen
- Ausrichtung von Neubauten längs zur Leitbahn
- Vermeidung von Randbebauung
- Erhalt des Grün- und Freiflächenanteils
- Erhalt und strukturelle Verbesserung und Erhalt von Luftleitbahnen

5.4 Sonstige Planungshinweise

- Reduzierung der Emissionen von Treibhausgasen (CO², CH₄, NO² und halogene Wasserstoffe)
- Zurückhaltung von Regenwasser
- Regenwassermanagement für die stehenden Oberflächengewässer
- Schaffung, Erhalt und Offenhaltung von Fließgewässer jeder Art und Größe, sowie aller Gräben
- Förderung erneuerbare Energien

6. Quellen

Arbeitsgruppe II zum Vierten Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderung (IPCC) (2007): Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger Klimaänderung 2007: Auswirkungen, Anpassung, Verwundbarkeiten

BRONSTERT, A. , LAHMER, W. und V. KRYSANOWA (2003): Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg

Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau: Städtebauliche, ökologische und soziale Bedeutung des Kleingartenwesens (1998)

DEUTSCHER WETTER DIENST (2008): Klimawandel im Detail – Zahlen und Fakten zum Thema Klima in Deutschland

INSTITUT FÜR METEOROLOGIE FU (2002-2006): Berliner Wetterkarten SO-Beilagen

MÖLLER, D. (2004): Beitragsserie: Klimaänderung und Klimaschutz

SENATSVERWALTUNG FÜR STADTENTWICKLUNG UND UMWELTSCHUTZ (1994): Landschaftsprogramm Artenschutzprogramm Berlin

SENATSVERWALTUNG FÜR STADTENTWICKLUNG UND UMWELTSCHUTZ (2008): Digitaler Umweltatlas Berlin, Klima

UMWELTBUNDESAMT(2007) : Neuentwicklung von regional hoch aufgelösten Wetterlagen für Deutschland und Bereitstellung regionaler Klimaszenarios auf der Basis von globalen Klimasimulationen mit dem Regionalisierungsmodell WETTREG auf der Basis von globalen Klimasimulationen mit ECHAM5/MPI-OM T63L31 2010 bis 2100 für die SRESSzenarios B1, A1B und A2

WWF, CRU (1999): Klimaszenarien für Deutschland

Mdl. Mitteilungen:

- Claussnitzer, Antje - Institut für Meteorologie Freie Universität Berlin
- Dr.-Ing. Gantner, Kathrin - Fakultät Planen-Bauen-Umwelt-Institut für Bauingenieurwesen Fachgebiet Siedlungswasserwirtschaft
- Dr. Müller, Klaus – Institut für Meteorologie Freie Universität Berlin
- Pagenkopf, Anja – Technische Universität Berlin
- Dr. Reimer, Eberhard - Institut für Meteorologie Freie Universität Berlin-Troposphärische Umweltforschung TrUmF
- Frau Sager, Frau Wankemüller - Deutscher Wetterdienst Berlin-Buch Abteilung Hydrometeorologie
- Prof. Dr. Scherer, Dieter – Institut für Ökologie der Technischen Universität Berlin