

Internationales Beispiel: London

1 Stadtprofil

Der für diese Analyse bedeutende Teil ist der Großraum London (Greater London), der eine Ausdehnung von 1.570km² umfasst. In der Metropolregion London wohnen ungefähr 14 Mio. Menschen, was einem Schnitt von etwa 4.000 Personen/ km² entspricht. Ein wichtiges Kennzeichen der Stadt ist der hohe Ausländeranteil. Mit 27% an zugewanderten Personen hat London im Vergleich zu anderen Städten einen hohen Anteil an Immigranten und damit eine prägende Sozialstruktur.

Die naturräumliche Lage wird maßgeblich durch die Themse beeinflusst, die London von Westen nach Osten durchfließt und in historischer Sicht ein sehr viel breiterer Fluss war, der das flache Umland regelmäßig überschwemmte. Mit einer Höhe von 5-18m über dem Meeresspiegel ist London potentiellen Hochwassern gegenüber exponiert. Trotz des maritimen Klimas aufgrund der nah gelegenen Nordsee und dem Einfluss der Westwindzone, zählt der Südosten Englands mit etwa 1.000mm Niederschlag pro Jahr zu den sonnigsten und trockensten Bereichen in Großbritannien. Die Temperaturen sind durch den ozeanischen Einfluss moderat, weshalb Ausreißer nach unten oder oben selten sind.

Obwohl die Stadt London unter den bisherigen milden klimatischen Konditionen nicht mit extremen Wetterereignissen konfrontiert war, sieht sich die Stadtentwicklung und die Stadtplanung dieser Megacity im Zuge des Klimawandels erheblichen Herausforderungen gegenüber. Als Ausreißer extremer Wetterphänomene seien beispielhaft der London Tornado von 2006, die Hitzewelle aus dem Jahr 2003 oder der heftige Schneefall 2009 genannt (Greater London Authority 2008). Wetterereignisse solcher Art und Intensität waren bisher unbekannt. Der Anpassungsprozess wird im Folgenden nach einer genaueren Analyse des Klimawandels in London und der Verwundbarkeit verdeutlicht.

2 Auswirkungen des Klimawandels

Vorbemerkungen

Aufbauend auf den Untersuchungen des IPCC und den weltweiten Klimaszenarien muss das zukünftige Klima für den Großraum London an dieser Stelle separat berücksichtigt werden. Das Institut Central England Temperature (CET) begann mit seinen Klimaaufzeichnungen bereits im Jahre 1659 und ist damit das älteste der Welt. Es sind zwei grundlegende Techniken vorhanden, den städtischen Wärmeineffekt zu erfassen: Messung der Lufttemperatur durch selbst

aktualisierende Profile und den Einsatz von einem Netzwerk an Messstationen bzw. Messung der Oberflächentemperatur durch satellitengestützte Fernerkundung (Streutker 2003: 2).

Das CET zeigt eine durchschnittliche Temperaturerhöhung von 1°C seit 1980 für den Großraum Greater London. Die Temperaturanomalien und der Trend einer stetigen Erwärmung können der Abbildung 2 entnommen werden¹.

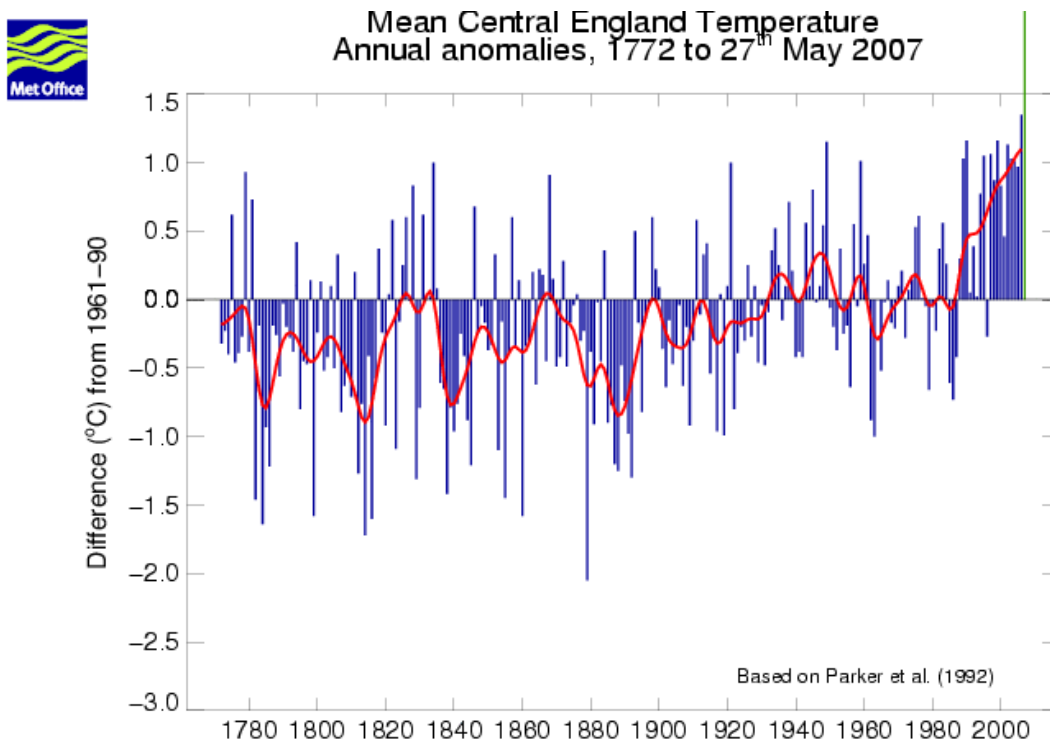


Abbildung 1: Temperaturanomalien in Zentralengland (Quelle: Greater London Authority 2008: 2)

Die vier Klimaszenarien für Großbritannien wurden durch das Hadley Centre for Climate Prediction and Research erstellt. Diese haben denselben Aufbau wie die Klimaszenarien des IPCC². Diese Szenarien sind unter dem Namen UKCIP02 (aus dem Jahre 2002) bekannt und beschreiben vier mögliche Typen: a) geringe Emissionen, b) mittlere bis geringe Emissionen, c) mittlere bis hohe Emissionen und d) hohe Emissionen. Die UKCIP02-Szenarien haben eine Auflösung von 50km², unterscheiden nicht zwischen ländlichem und städtischem Raum und beziehen auch keine Wechselwirkungen der Oberfläche und der darüber liegenden Atmosphäre mit ein. Trotz dieser Unsicherheiten, lässt sich

¹ Weitere Informationen bietet das UK Climate Impacts Programme (a) zu diesem Thema an

² SRES – Special Report on Emission Scenarios

prognostizieren, dass der Südosten Großbritanniens wärmere und feuchtere Winter sowie heißere und trockenere Sommer erfahren wird. Zudem werden Frequenz und Intensität der Extremwetterereignisse zunehmen. Dazu gehören Starkregenereignisse, Hitzewellen, Springfluten und Windstürme.

Die Klimaszenarien wurden für 2008 nach neuem Schema berechnet. Die Modelle von UKCIP08 haben ein Auflösungsrastraster von 25km², unterliegen mehr Testläufen, welche von anderen Instituten erstellt wurden. Schließlich bestätigten sie aber die Ergebnisse aus dem Jahre 2002³.

Bei dem Erstellen von Klimaprognosen lässt sich schon an der Vielzahl verschiedener Modelle erkennen, dass der Verlauf schwer vorherzusagen ist. Die Abhängigkeit von nichtlinearen Faktoren (CO₂-Emissionen, Weltbevölkerung, Nord-Süd-Problematik, technologischer Fortschritt, etc.) lassen sich nicht exakt quantifizieren. Darüber hinaus sind die Wechselwirkungen in diesem komplexen System von entscheidender Bedeutung. Die Unsicherheiten der Klimaprognose lassen sich auf vier Merkmale reduzieren, die die Aspekte der natürlichen Variabilität, die Methodik der Analyse, die zukünftige sozio-ökonomische Entwicklung und die Skalierungsprobleme umfassen⁴.

3 Fallbeispiele

Im Folgenden werden als Grundlage der Anpassungsstrategien die zentralen Naturgefahren und Extremwetterereignisse dargelegt, denen sich London gegenüber sieht.

Überschwemmungen

Zu den Gefahren, denen London ausgesetzt ist, sind insbesondere Überschwemmungen zu rechnen. Diese können a) durch das Meer (mittels Gezeiten

³ Für genauere Analysen sei das UK Climate Impacts Programme (b) empfohlen

⁴ Zu den Unsicherheiten zählen a) die Natürliche Variabilität, da das Klima chaotisch aber nicht zufällig reagiert die logische Konsequenz externer Faktoren und deren Wechselwirkungen darstellt. Des Weiteren ist b) die Methodik der Analyse und der Darstellung von Bedeutung, weil Wissen natürlicher Klimabestandteile unvollständig ist und Aussagen darüber Unsicherheiten beinhalten. Zudem sind c) Zukunftsemissionen abhängig von der sozioökonomischen Entwicklung der Erde, weshalb ein Szenario nicht wahrscheinlicher ist als ein anderes. Außerdem ist d) die Skalierung ein wichtiger Faktor, da die Repräsentation örtlicher Gegebenheiten, welche das lokale Klima beeinflussen, unterschiedlich interpretiert und ausgelegt werden können

versursachte Fluten), über die Themse und deren Zuflüsse, b) aufgrund heftiger Niederschlagsereignisse, c) durch eine überlastete Kanalisation oder d) steigende Grundwasserspiegel hervorgerufen werden. Fast 15% der Fläche Londons liegen in tendenziell von Überschwemmungen gefährdeten Bereichen, wie dies die Abbildung 3 verdeutlicht.

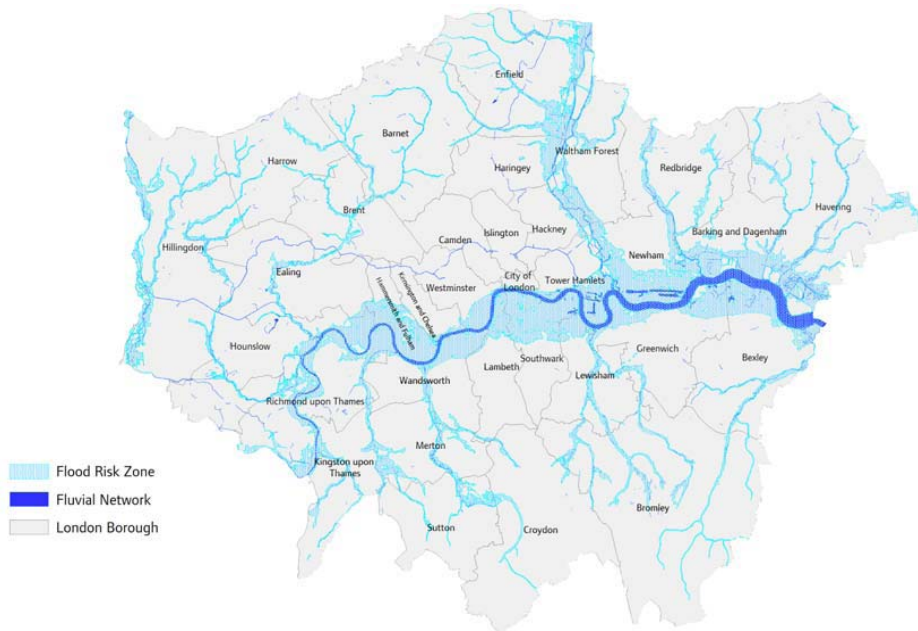


Abbildung 2: Gefährdete Gebiete Londons bei Überschwemmungen (Quelle: Greater London Authority 2008: 12)

Aus der Abbildung 3 geht die potentielle Anfälligkeit Londons gegenüber Hochwasser hervor. Sie zeigt die überschwemmten Gebiete der Stadt London, für den Fall das es keine Schutzmaßnahmen gegen Überschwemmungen, wie z.B. Deiche, gäbe. Zu den Schutzmaßnahmen gehört u.a. das Thames Barrier (siehe Abb. 4), welches schon über 100 Mal geschlossen wurde, um die Stadt vor Hochwasser zu schützen.



Abbildung 3: Thames Barrier, London (Quelle: Greater London Authority 2008)

Dürren

Dürren werden im Großraum London durch mangelnden Niederschlag ausgelöst. Während zunehmender Trockenperioden innerhalb Londons steigt der Wasserbedarf der Bevölkerung sowie der Sektoren Industrie und Landwirtschaft. Dieser erhöhte Wasserbedarf kann jedoch nicht mehr mit dem in den Trockenperioden vorhandenen Wasserangebot gedeckt werden. London ist auf die umliegenden Flüsse für die Wasserversorgung angewiesen. Die maßgeblichen Trinkwasserquellen sind Brunnen entlang der Themse und dem Fluss Lee (Deckung des Trinkwasserbedarfs zu 80%). Die restlichen 20% des Wasserbedarfs werden dem Grundwasser entnommen. Diese beiden Vorratsspeicher werden durch Niederschlagswasser gefüllt. Von dem eigentlichen Niederschlag gelangen nach dem menschlichen Eingriff und Verdunstungsvorgängen nur noch 15% in Flüsse und das Grundwasser. Das bedeutet, dass der Raum London trotz einer günstigen naturräumlicher Lage ein deutlich geringeres Pro-Kopf-Verhältnis an Wasser aufweist als Länder⁵ in arideren Klimaregionen (Greater London Authority 2008: 30). Trotzdem ist der durchschnittliche Wasserverbrauch eines Bewohners der Stadt London größer als der Landesdurchschnitt in England mit einem deutlichen Trend der Zunahme. Zusätzlich gehen durch defekte Leitungen verloren etwa 600 Millionen Liter Trinkwasser pro Tag

⁵ Wasserverfügbarkeit:

Großraum London: 265.6 m³/person/year

England and Wales: 1.334.1 m³/person/year

verloren, was rund einem Viertel der gesamten Wassermenge entspricht. Die Rohrleitungen der Wasserversorgungsinfrastruktur stammen größtenteils aus dem viktorianischen Zeitalter und ein Drittel aller Leitungen sind älter als 100 Jahre. Des Weiteren ist der tonige Boden, auf dem London erbaut ist, je nach Feuchtigkeitsgrad durch Hebungs- und Senkungsvorgängen charakterisiert, die die Rohre wiederum strapazieren. Außerdem setzen der Ausbau der öffentlichen Verkehrswege und der stark korrosive Tonboden Londons den Leitungen zu.

Die Eintrittswahrscheinlichkeit einer Dürre hängt von der Größenordnung und der Dauer der Niederschläge ab. Für genauere Analysen des Verhältnisses von Wasserverfügbarkeit und –anspruch wird London in Wasserressourcenzonen eingeteilt (siehe Abb. 5).

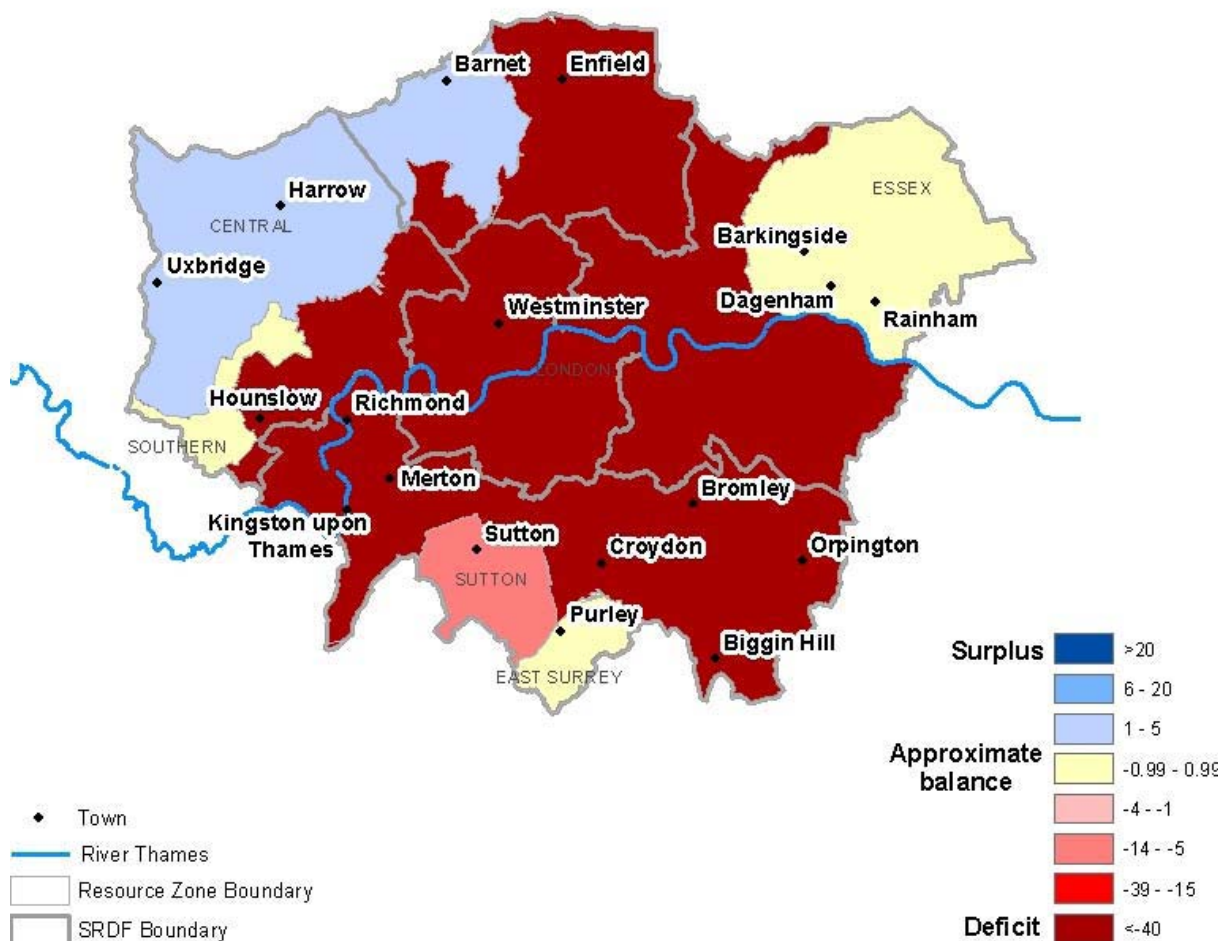


Abbildung 4: Geschätzter Vorrat der Wasserverfügbarkeit in einem trockenen Jahr in London 2005/06 (Quelle: Greater London Authority 2008: 33)

Die Abbildung 5 zeigt, dass bis auf wenige Bezirke im Nordwesten der Metropolregion London, zahlreiche Bezirke, gemessen an den relativ trockenen Jahren 2005/06 eine gerade noch ausgeglichene Wasserbilanz haben oder gar Wasserbilanzdefizite aufweisen.

Überhitzung

Im Leitfaden zur Klimaanpassung der Stadt London heißt es, dass es zuletzt vermehrt menschliche Opfer⁶, zahlreiche Beschwerden über körperliche Probleme und ökonomische Verluste durch Hitzewellen zu beklagen gab. Überhitzung wird in diesem Zusammenhang als Zeitraum überdurchschnittlich hoher Temperaturen definiert, der nachhaltigen Schaden auf den Menschen, die Umwelt und Einrichtungen der Infrastruktur hat.

Die durchschnittlichen Sommertemperaturen haben in den letzten Jahrzehnten konstant zugenommen. Für die zeitliche Periode von 1950 bis 2006 zeigt sich dies an den jährlichen Durchschnittstemperaturen (siehe Abb. 6). Obwohl es enorme Schwankungen im Jahresvergleich gibt, haben sich die Temperaturen seit Ende der 1970er Jahre stetig erhöht und auch die Rate der Temperaturzunahme ist gestiegen.

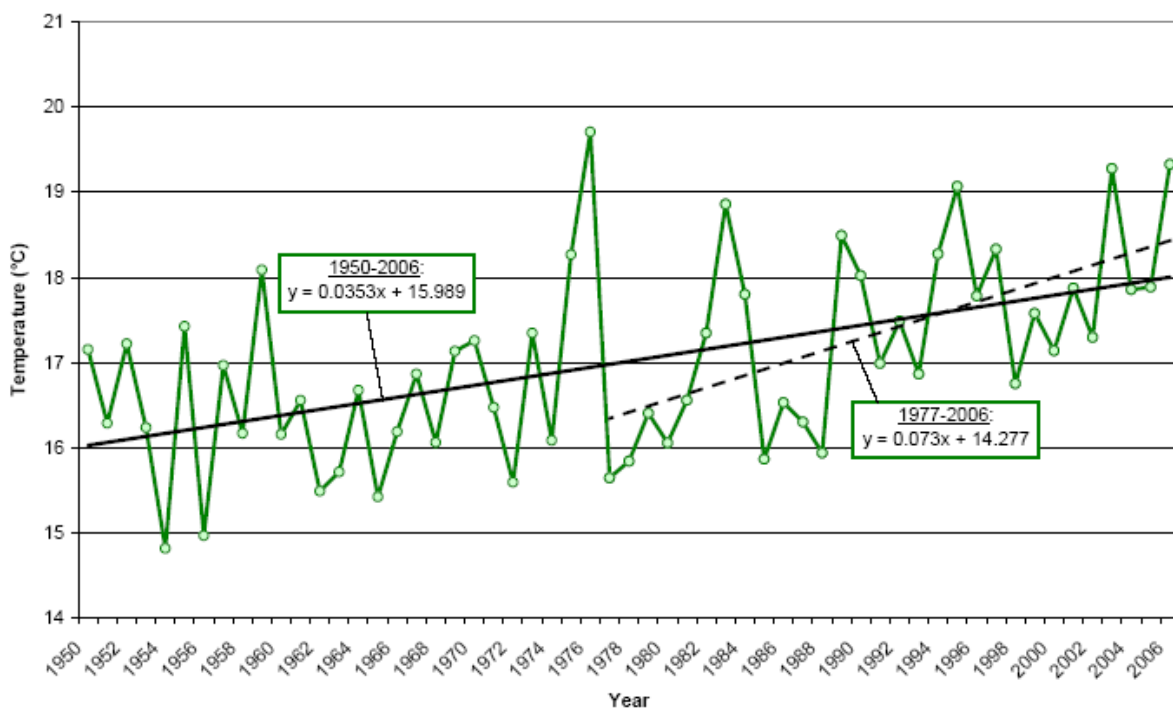


Abbildung 5: Durchschnittstemperaturen Londons 1950 - 2006 (Quelle: Greater London Authority 2008: 42)

Für die Periode von 1977 bis 2006 betrug die Temperaturzunahme im Mittel sogar 2.3°C. Damit steigt die Temperatur in London erheblich schneller an als in anderen Teilen Großbritanniens.

⁶ Bei der Hitzewelle im August 2003 kamen geschätzte 600 Londoner ums Leben (LCCAS, 44).

Charakteristisch für den Großraum London ist der Wärmeinseleffekt, der Oberflächen und Atmosphäre im Vergleich zum Umland überproportional erwärmt (Greater London Authority 2008: 44). Das zeigt sich neben Messungen auch an der früheren Blüte von Bäumen in der Stadt und weniger Tagen mit Frost als im ländlichen Umland. Die zumeist dunklen Flächen innerhalb der Stadt haben einen überdurchschnittlich hohen Albedowert und heizen sich daher tagsüber stärker auf. Den Spitzenwert erreicht die Temperatur für den urbanen Raum nachmittags zwischen 14 und 16 Uhr mit Temperaturen von 3-4°C über dem Wert des umgebenden Grüngürtels. Bei der Hitzewelle 2003 betrug der Temperaturunterschied sogar 10°C.

Anthropogene Faktoren wie Verkehr, Kühlungssysteme und Energieverbrauch tragen außerdem zu den Emissionen und damit auch zur zusätzlichen Erwärmung Londons bei.

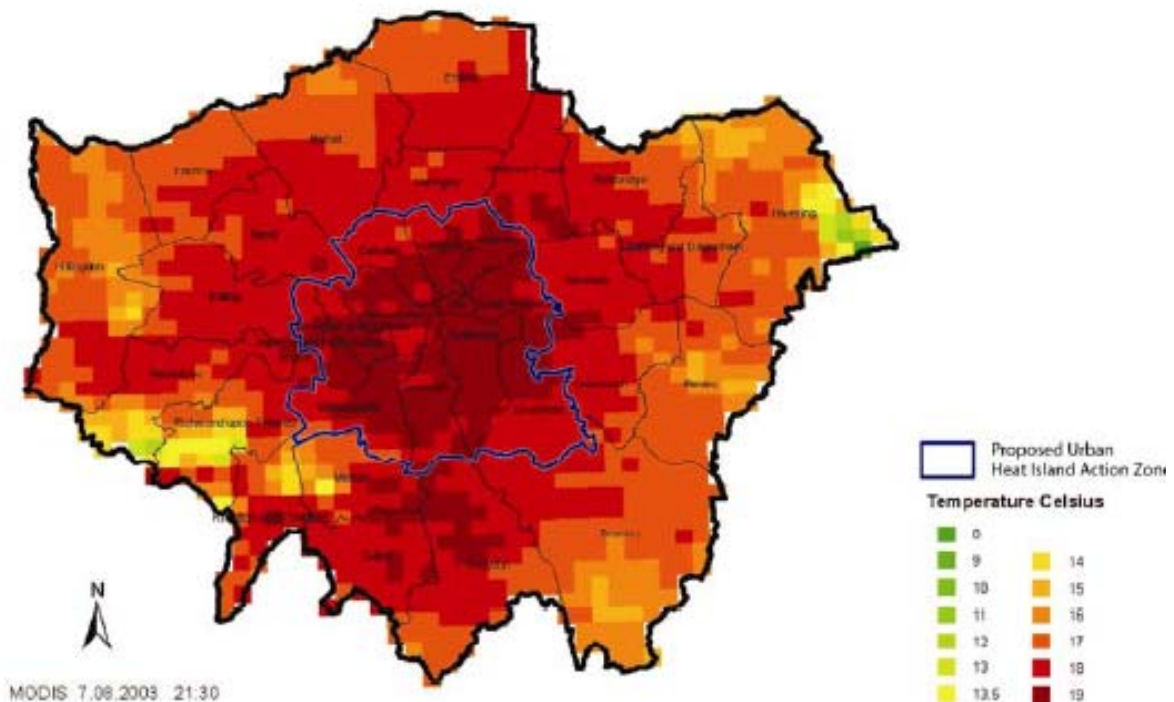


Abbildung 6: Oberflächentemperaturen Londons um 21:30h am 07. August 2003 (Quelle: Greater London Authority 2008: 48)

Aus Abbildung 7 gehen die besonders von Hitzestress betroffenen Stadtgebiete Londons hervor. Mit einer Auflösung von 1km² lässt sich erkennen, dass der zentrale Innenstadtbereich um 4-5°C wärmer ist als umliegende Areale.

4 Vulnerability Assessment

Im Folgenden werden die drei bedeutendsten Naturgefahren vorgestellt, die für London mit Vulnerabilität der Bevölkerung in Verbindung gebracht werden⁷. Die gleiche Reihenfolge wird dann bei den Anpassungsmaßnahmen wieder aufgegriffen.

Überschwemmungen

Die Evaluierung der Verwundbarkeit (vulnerability) der Bevölkerung Londons hinsichtlich Hochwassergefahren ist für die Entwicklung von Handlungsstrategien im Bevölkerungsschutz sowie in der Stadt- und Regionalplanung elementar (Birkmann et al. 2009). Zu den Faktoren die die Verwundbarkeit determinieren gehören a) die Exposition (exposure), welche darüber Aufschluss gibt, welche Personen überhaupt mit dem Hochwasserereignis konfrontiert werden könnten, und b) die Anfälligkeit (susceptibility) einer Gruppe an Personen, die darüber Auskunft gibt, welche sich bei einem eintretenden Hochwasserereignis und den direkten wie indirekten Folgen größeren Problemen gegenüber sehen sowie c) die Bewältigungskapazitäten (coping capacity), die unterschiedliche Gruppen und Personen aufweisen.

Im Zuge von Extremereignissen sind manche Personen anfälliger als andere. Diese lassen sich einerseits in individuelle Charakteristika, z.B. Alter (sehr junge und alte Menschen), Gesundheit, Geschlecht, möglicher Grad und Art der Behinderung sowie Sprachkompetenzen untergliedern und andererseits in situationsbezogene Aspekte wie Wohnsitz (Ort der Wohnung und dessen Stockwerk, Ventilation, Kühlung) oder das Vorhandensein eines Frühwarnsystems.

Dürren

Als vulnerabel für Trockenperioden sind Umwelt und Bevölkerung einzustufen. Pflanzen werden durch verlängerte Trockenzeiten stärker beansprucht, der Oberflächenabfluss der Flüsse reduziert sich allmählich und auch die Wiederfüllung des Grundwassers verzögert sich. Zudem findet durch die überdurchschnittlichen Temperaturen mehr Verdunstung statt, ein höherer Anteil an Wasser wird im bereits erwähnten kleinformigen Tonboden zurückgehalten, die Menge an verlorenem Wasser aus defekten Leitungen erhöht sich und die Wassernachfrage seitens der Natur und der Bevölkerung steigt.

⁷ An dieser Stelle sei auch auf das "BBC-framework" hingewiesen (Birkmann 2006)

Überhitzung

Längere Hitzeperioden und speziell heiße Nächte können zu gesundheitlichen Problemen führen. Konsequenzen können eine Zunahme an Krankheiten, Ohnmachtsanfällen, sogar der Tod, Druck auf das Gesundheitssystem, oder Schäden an der Infrastruktur (Elektrizität und Transport) sein. Vielfach wächst während der Hitzewellen der Bedarf nach Kühlung, wie z.B. durch die Nutzung von Klimaanlage. Hier kann es zu Konflikten kommen, weil aufgrund der geringeren Wasserführung von Flüssen die Energieproduktion gesenkt werden muss, gleichzeitig die Nachfrage jedoch ansteigt.

Ähnlich wie bei den Überschwemmungen sind hier unterschiedliche Bevölkerungsgruppen unterschiedlich vulnerabel. Die alters- und geschlechtsspezifischen Hintergründe, frühere Krankheiten, die Einnahme von bestimmten Medikamenten oder altersbedingte körperliche Einschränkungen sind individuelle Faktoren, welche die Vulnerabilität bestimmter sozialer bzw. demographischer Gruppen erhöhen. Hinzu kommen situationsbedingte Gegebenheiten wie die Wohnsituation (Berücksichtigung der technischen Komponenten des Gebäudes), soziale Faktoren, Ort des Arbeitsplatzes und der Grad der körperlichen Betätigung.

5 Anpassung

Allgemeine Strategie

Nach der Anpassungsstrategie für die Metropolregion London können Maßnahmen des Risikomanagements in vier Bereiche unterteilt werden:

- **Vorsorge:** Maßnahmen die die Wahrscheinlichkeit negativer Auswirkungen eines Extremereignisses mindern. Die Schlüsselrolle bei der Bekämpfung des Klimawandels kommt dabei der Minderung von Treibhausgasemissionen zu.
- **Vorbereitung:** Maßnahmen für ein besseres Verständnis der Gefahr und Vorbereitung auf Versorgung und Wiederaufbau:
- **Reaktion:** Maßnahmen die als Reaktion auf ein Ereignis ergriffen werden, um die Konsequenzen gering zu halten.
- **Wiederaufbau:** Maßnahmen die nach einem Ereignis unternommen werden, um schnell und kostengünstig zum normalen oder einem nachhaltigeren Zustand zurückzukehren (Greater London Authority 2008: XII).

Überschwemmungen

Folgende Maßnahmen werden als erforderlich für die nächsten 20 bis 30 Jahre erachtet:

- **Anheben der Hochwasserschutzbauten** flussabwärts des Thames Barrier und Erweiterung der bestehenden Thames Barrier.
- Identifizierung der Hochwassermarken (Pegel), an denen der **Hochwasserschutz für die Zukunft** angepasst werden muss, um über ein nachhaltigeres Risikomanagement zu verfügen.
- Identifizierung von freien Flächen flussabwärts des Thames Barrier, die in Zukunft gezielt als **Retentionsflächen** dienen und Ausgleich für Überflutungen bieten könnten.
- Förderung der **vorsorgenden Stadtplanung**, insbesondere Verlagerung von Anlagen aus gefährdeten Gebieten in weniger exponierte Räume.

Die vier Abwehrstrategien können im Falle einer Überschwemmung nach den Kriterien der Greater London Authority (2008) (wie in Punkt 4.1 beschrieben) angewendet werden, wobei die letzte Phase des Wiederaufbaus dabei nicht unterschätzt werden sollte. Von den lokalen Behörden sollte deshalb beachtet werden, dass weiterhin Kosten bestehen nachdem das eigentliche Flutereignis bereits vorüber ist. Finanzielle Mittel für die soziale Betreuung einer Gemeinde, Abfallbeseitigungskosten und der Ausgleich von Verdienstaufschlägen sind dabei die Hauptkostenpunkte.

Zu den wichtigsten Handlungsfeldern der Politik gehören in diesem Fall die Verbesserung der Hochwasserschutzmaßnahmen, die Schaffung von Retentionsflächen, die Entwicklung der Kompetenz und Nachhaltigkeit des Managements der Oberflächengewässer, die Weiterentwicklung und Evaluierung des Notfallplans zum Hochwasserschutz für London sowie die Förderung des Bewusstseins in der breiten Öffentlichkeit bzgl. Überschwemmungen und der Reduzierung der Vulnerabilität.

Dürren

In dem Entwurf für die städtische Wasseranpassungsstrategie werden Kernpunkte für ein besseres Management von Wassernachfrage und –bedarf formuliert:

- **Verringerung des Wasserverlustes durch defekte Rohrleitungen:** Mit einer Halbierung der Wasserverluste durch defekte Rohrleitungen könnte man bereits weitere 2 Millionen Menschen bei einem derzeitigen Durchschnittsverbrauch von 168 Litern pro Tag versorgen. Dieser Aspekt ist

besonders bedeutsam, da für die kommenden Jahrzehnte mit einem weiteren Stadtwachstum Londons gerechnet wird.

- **Steigerung der Effizienz im Wassergebrauch:** Es sind eine Reihe von Maßnahmen erforderlich um eine höhere Effizienz zu erreichen. Dazu gehört die Einführung gesetzlicher Ableseverfahren, die Implementierung neuer Standards zur Effizienzsteigerung besonders in neuen Häusern, der nachträgliche Umbau bestehender Gebäude und das langfristige Umdenken innerhalb der Bevölkerung sorgsamer mit Wasser umzugehen.
- **Gebrauch von rückgewonnenem Wasser für Tätigkeiten, die kein Trinkwasser erfordern:** ein signifikantes Einsparungspotential besteht für das Viertel an täglichem Wasserverbrauch, das für Tätigkeiten verwendet wird, die keine Trinkwasserqualität erfordern. Zudem sollen die durchschnittlich 690mm/a Niederschlag Londons teilweise aufgefangen werden.
- **Förderung von neuen Trinkwassergewinnungstechniken die den geringsten Umwelt- bzw. Klimaeinfluss haben:** der Umwelt vermehrt Wasser zu entnehmen ist keine Option, weshalb Entsalzungsanlagen, die Wiederaufbereitung und –verwendung von Abwasser, die Vergrößerung von vorgelagerten Vorratsbecken und die künstliche Wiederauffüllung von Grundwasser als Strategien und Maßnahmen an Bedeutung gewinnen.

Überhitzung

Über das Meteorological Office der Stadt London können Hitzewellen mindestens 24 Stunden im Voraus bekannt gegeben werden, so dass sich die Bevölkerung zumindest darauf einstellen kann.

Eine höhere Anzahl größerer Grünflächen, die wie ein Schwamm funktionieren, sind ein primäres Ziel zur Senkung bzw. Milderung des urbanen Hitzeinseleffekts. Diese reflektieren mehr als städtische Bebauungen von der Solarenergie, zusätzlich vermögen sie Sonnenenergie durch Photosynthese aufzunehmen und die Luft durch Evapotranspiration zu kühlen. Mit der Möglichkeit Frischluftschneisen in der Stadt zu bilden, bzw. Kaltluft zu generieren, verfügen sie über eine weitere wichtige Fähigkeit.

Fünf interdisziplinäre Ziele stehen im Mittelpunkt der Anpassungsstrategie, die auch in die politischen Richtlinien der Stadt London integriert wurden:

- **Management des Londoner Wärmeinseleffekts:** um die Herausforderungen erfolgreich angehen zu können, wird eine detaillierte Herangehensweise auf den Skalenniveaus der gesamten Stadt, ausgewählter Nachbarschaftsbereiche und einzelner Häusergruppen vorgeschlagen.

- **Design von neuen bzw. Anpassung alter Gebäude und Infrastruktur für die Minimierung des Kühlungsbedarfs:** 29% der bestehenden Londoner Gebäudestruktur wurde vor 1919 erbaut und die heutigen Wohnhäuser werden zu 70% noch im Jahr 2050 die bestehenden Wohngebäude darstellen. Deshalb ist es wichtig den vorhandenen Bestand anzupassen. Klimaanlage werden als Anpassungsmöglichkeit erachtet, obwohl sie letztendlich durch den energieintensiven klimatischen Rücklauf und die damit verbundene positive Rückkopplung zu einer Verstärkung des Wärmeinseleffekts beitragen. Zu den konkreten Anpassungsmaßnahmen gehören zudem die klimagerechte Anordnung der Gebäude, die Auswahl und die Verarbeitungsweise von Baumaterialien und damit deren Albedowert (Reflexionsvermögen), Schattenanteile, die Dämmvorrichtung und die Energieeffizienz bei Ventilation und Kühlung.
- **Verwendung von effizienten Kühlungssystemen:** Das Ziel ist die Erhöhung der nicht-mechanischen Kühlung. Dies kann über die Reduzierung von wärmeproduzierenden Objekten, den verminderten Wärmezufuss von außen, Luftzirkulation innerhalb eines Hauses (z.B. durch hohe Decken), die Förderung von Ventilation und der Verwendung der sparsamsten Kühlsysteme geschehen.
- **Anpassung des Verhaltens der Stadtbevölkerung und des individuellen Lebensstils:** Ein anderer Tagesrhythmus, adäquate Kleidung, richtige Versorgung und die Anpassungsbereitschaft der Bewohner müssen zu den grundlegenden Eigenschaften gehören. Eine nachhaltigere Ressourcennutzung, angefangen bei jedem Individuum, ist zudem ein prioritäres Ziel der Anpassungsstrategie von London.
- **Verwendung von getesteten Notfallplänen für extreme Ereignisse:** Zwischen dem 01. Juni und dem 15. September jeden Jahres wird das "Heat Health Watch System" aktiviert, welches bei Schwellenwerten von 32°C am Tage und 18°C in der Nacht zum Tragen kommt. Dieses besteht aus vier Stufen: a) Information, b) Alarmzustand, c) dem Eintreten der Hitzewelle und d) dem Umsetzen des Notfallplans für betroffene Personen.

Darüber hinaus werden von der Stadtverwaltung weitere Punkte vorgeschlagen:

- Anwendung eines urbanen Begrünungsprogramms, welches mit grünen Freiflächen, straßennahen Bäumen und aufgelockertem städtischen Design die Temperatur reduzieren soll;
- Entwicklung eines städtischen Kerngebietes nahe Wärmeinseln, von dem Impulse zum Wärmeabgleich ausgehen;

- Bereitstellen von spezifischen Empfehlungen für London, um Architekten und Stadtentwicklern bei der Reduzierung des Überhitzungsrisikos neu erbauter Gebäude zu helfen;
- Unterstützung anfälliger Personen in öffentlich zugänglichen Einrichtungen, um Möglichkeiten zu bieten, dass diese sich während und nach Extremereignissen regenerieren können;
- Erstellung einer Studie über ein gesamtstädtisches Netzwerk von Klimamessstationen, damit das Verständnis und die Berichterstattung des Londoner Klimas verbessert werden kann;
- Minimierung der Wärmeproduktion durch Abfall;
- Ventilation innerhalb eines Gebäudes mittels hoher Decken und evtl. mechanischer Unterstützung.

Viele der aufgeführten Maßnahmen decken sich thematisch mit denen anderer Sektoren. Sie sollen sich auch überschneiden, da mit einer Maßnahme mehrere Ziele verfolgt werden. Sie sind im jeweiligen Bereich jedoch spezifisch zu nennen.

Umwelt

London ist eine durchgrünte Stadt und weist mit vielen naturnahen Plätzen im innerstädtischen Raum attraktive ökologische Angebote für Bewohner und Touristen auf. Diese erhöhen zudem die Resilienz gegenüber extremen Wetterereignissen. Um diese auszubauen bedarf es allerdings weiteren Anstrengungen:

- Erhalt und Förderung der Biodiversität;
- Reduzierung des Überschwemmungsrisikos durch den dezentralen Regenwasserrückhalt;
- Verminderung der Gesamttemperatur durch die Herabsetzung des städtischen Wärmeinseleffekts;
- Reduzierung der Energienachfrage mittels Schattenflächen;
- Hilfe bei der Minderung von Lärm und Luftverschmutzung;
- Schaffen von Plätzen der Erholung und Freizeitausübung.

Aus Tabelle 1 wird ersichtlich, welche Ziele (Zeilen) und damit Dienstleistungen die Umwelt beinhaltet und wie geeignet die jeweiligen Raumelemente (Spalten) in den einzelnen Fällen sind.

Tabelle 1: Ökosystemare Dienstleistungen (angelehnt an Greater London Authority 2008: 79)

Dienstleistung des Ökosystems	Grüne Dächer/ Wände	Straßenbe- pflanzung	Feucht- biotope	Flußläufe	Wald- gebiete	Grasland- schaften
Verringerung Hochwasserrisiko	✓✓	✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓	✓✓
Ausgleich Wärmeinseleffekt	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓✓	✓
Minderung Energiebedarf	✓✓	✓✓			✓	
Verringerung Lärm/ Luftverschmutzung		✓✓			✓✓	
Unterstützung Biodiversität	✓✓	✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓
Erholung/ Freizeit	✓		✓	✓✓	✓✓✓	✓✓✓

Wirtschaft

Alle großen Städte sind wegen ihrer Agglomeration an Menschen und der überdurchschnittlichen Kapitalakkumulation auf relativ kleinem Raum verwundbar gegenüber den Extremereignissen, die im Zuge des Klimawandels vermehrt auftreten. Um als Stadt und als Wirtschaftsstandort konkurrenzfähig zu bleiben, muss gegenüber externen Faktoren eine möglichst hohe Resilienz aufgebaut werden. Um dies zu gewährleisten werden folgende Punkte in der Anpassungsstrategie angestrebt:

- Sicherung Londons als Handelsplatz: Auf einer Rangliste der meist gefährdeten Megastädte landet London, hinter New York und Tokyo, auf Platz neun. Die Naturgefahren sind dabei alle wetterbezogen, weshalb der Klimawandel ein besonderes Risiko darstellt.
- Identifizierung der gegenüber dem Klimawandel am stärksten gefährdeten Finanzdienstleistungen;
- Weltweite Vorrangstellung Londons bei der Bekämpfung des Klimawandels: Um diesem Anspruch gerecht zu werden, müssen neben dem Finanzsektor

weitere Wirtschaftsbereiche mit einbezogen werden. Dazu gehören die Rechtswissenschaft, das Rechnungswesen, Beratungsunternehmen, weitere Managementbereiche (z.B. Holdings), Architekten, Bauherren und Ingenieure.

- Förderung der Klimaresilienz der Londoner Wirtschaft;

Um eine klimaresilientere Wirtschaft in London zu fördern wurde von UKCIP das „Business Area Climate Impacts Assessment Tool“ (BACLIAT) geschaffen, um Herausforderungen und Chancen des Klimawandels für Unternehmen zu verdeutlichen. Dazu gehören Finanzen, Marktplätze, Logistik, Produktions- und Lieferprozesse, Arbeitskräfte samt Kunden, Bedingungen für den Bau von Gebäuden sowie das Management von Folgeerscheinungen des Klimawandels.

Infrastruktur

Das Londoner Transportsystem ist essentiell für jegliche Entwicklung im Wirtschaftswesen. Im Jahr 2006/07 wurden fast drei Milliarden Fahrten mit dem öffentlichen Verkehr unternommen. Der Sektor Verkehr hat durch den Ausstoß von Emissionen einen signifikanten Anteil⁸ an den Emissionen und damit am Klimawandel. Zudem sind die Transportmittel verwundbar gegenüber dem Klimawandel, insbesondere Überschwemmungen, Dürren und Extremtemperaturen⁹. Am Beispiel der U-Bahn zeigt sich wie problematisch eine Anpassung ist. Der Großteil des Londoner U-Bahn-Systems wurde errichtet, bevor die mechanische Klimatisierung eingeführt wurde und die Tunnel sind gerade so groß, dass die Züge sie passieren können, was wiederum eine effektive Belüftung schwierig macht. Zudem will man die Frequenz der Züge sowie deren Länge noch ausbauen, damit mehr Fahrgäste transportiert werden können. Eine effektive Belüftung ist also ein hochkomplexes Verfahren, weshalb v.a. Verbesserungen an den Zügen selbst vorgenommen werden. Der Austausch bzw. der Einsatz von Ventilatoren ist ein eine sehr kostspielige Strategie.

Energie

Der Energieverbrauch wird durch den Klimawandel bestimmt sein und ihn zugleich maßgeblich beeinflussen. Im Kontext der prognostizierten Erwärmung wird mehr Energie nachgefragt werden. Diese muss aber aus Quellen kommen die kein zusätzliches CO₂ emittieren, um keine positive Rückkopplung zu initiieren (z.B. Klimaanlage). Dazu soll von der Stadt London ein Leitfaden entwickelt werden, der sich detaillierter mit den Punkten des schwankenden Bedarfs je nach Jahreszeit

⁸ Für London wird dieser Anteil auf 21% aller lokalen Emissionen geschätzt (Polak 2009)

⁹ Vgl. LCCAS, 93 für nähere Informationen

befasst, die Problematik nach der Mangelversorgung armer Haushalte problematisiert, Möglichkeiten für erneuerbare Energien aufzeigt und Klimarisiken bei der Energieerzeugung und –übertragung thematisiert.

Abfall

In London fallen jährlich etwa 18 Millionen Tonnen Müll an. Dieser immense Betrag wird sich bis 2020 sogar noch auf 23 Mio. Tonnen erhöhen. Andere Städte in Großbritannien und v.a. internationale Vergleiche erzielen weit bessere Ergebnisse. Der Klimawandel wird die Abfallwirtschaft mit Einwirkungen auf den Verarbeitungsprozess und die beschäftigten Personen samt der Infrastruktur beeinflussen.

Die Stadt London empfiehlt mehr Forschung hinsichtlich der Auswirkungen des Abfalls auf das lokale Klima. Die etwa 300 neuen professionellen Müllverwertungsanlagen, die für London geplant sind, sollen klimagerecht erbaut werden. Außerdem sind von den Stadtbezirken und den Abfallverwertungsfirmen Risikoanalysen zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die Prozesse bei der Müllverwertung zu erstellen und in entsprechende Empfehlungen in die Bewirtschaftungspläne einzubinden.

6 Quellen

- Birkmann, J. (Hg, 2006): Measuring Vulnerability to Natural Hazards: Towards Disaster Resilient Societies. United Nations University Press. New York.
- Greater London Authority (Hg, 2008): The London climate change adaptation strategy. London. Online verfügbar unter:
<http://www.london.gov.uk/mayor/publications/2008/docs/climate-change-adapt-strat.pdf> (abgerufen am 24.08.09)
- Hacker, J., Belcher, S. & R. Connell (2005): Beating the Heat: keeping UK buildings cool in a warm climate. UK Briefing Report. UKCIP, Oxford. Online verfügbar unter:
http://www.ukcip.org.uk/index.php?option=com_content&task=view&id=322&Itemid=9#bkcc (abgerufen am 24.08.09)
- Streutker, D. R. (2003): Satellite-measured growth of the urban heat island of Houston, Texas. Department of Physics and Astronomy, Rice University. Houston.
- Jenkins, G. J., Murphy, J. M., Sexton, D. M. H et al. (2009): UK Climate Projections: Briefing report. Exeter. Online verfügbar unter:
http://ukclimateprojections.defra.gov.uk/images/stories/briefing_pdfs/UKCP09_Briefing.pdf (abgerufen am 27.08.09)
- MetOffice (2009): Climate Projections. Online verfügbar unter:
<http://www.metoffice.gov.uk/climatechange/science/projections/>
- Polak, J. (2009): Transport, Energy and Emissions in London. Centre for Transport Studies. London. Online verfügbar unter:
http://cta.ornl.gov/trbenergy/trb_documents/polak_transport_energy_london.pdf (abgerufen am 11.10.2009)
- Rodriguez, S. (2008): The London Climate Change Adaptation Strategy. London. Jenkins, G.J., Perry, M.C., and Prior, M.J. (2008). The climate of the United Kingdom and recent trends. Met Office Hadley Centre, Exeter.
- UK Climate Impacts Programme, b (2008): What to expect from UKCIP08: the next climate change information package for the UK. London. Online verfügbar unter:
http://www.hgca.com/document.aspx?fn=load&media_id=4107&publicationId=0 (27.08.09)
- Willows, R., Connell, R. (Hg, 2003): Climate adaptation: Risk, uncertainty and decision-making. UKCIP. Oxford. Online verfügbar unter:
http://www.ukcip.org.uk/images/stories/Pub_pdfs/Risk.pdf (abgerufen am 01.09.09)