

Telefon:
Telefax:

Dieses Dokument entspricht dem Dokument im
Ratsinformationssystem RIS

PLAN II/50

**Referat für Gesundheit
und Umwelt**

Umwelt
Luftreinhaltung im Verkehr und
Stadtklima
RGU-UW 12

**Anpassung an den Klimawandel -
Klimafunktionskarte der Landeshauptstadt München**

Sitzungsvorlage Nr. 14-20 / V 01810

Beschluss der Vollversammlung des Stadtrates

vom 17.12.2014

Öffentliche Sitzung

I. Vortrag und Antrag des Referenten

wie in der Sitzung des Umweltausschusses am 02.12.2014. Der Ausschuss hat die
Annahme des Antrages empfohlen.

II. Beschluss

nach Antrag.

Der Stadtrat der Landeshauptstadt München

Der/Die Vorsitzende

Der Referent

Ober-/Bürgermeister

Joachim Lorenz
Berufsmäßiger Stadtrat

- III. Abdruck von I. mit II. (Beglaubigungen)
über den stenographischen Sitzungsdienst
an das Revisionsamt
an die Stadtkämmerei
an das Direktorium – Dokumentationsstelle
an das Referat für Gesundheit und Umwelt RGU-S-SB
- IV. Wv Referat für Gesundheit und Umwelt RGU-S-SB
zur weiteren Veranlassung (Archivierung, Hinweis-Mail).

Beschluss:

Nach Antrag

Telefon: [REDACTED]
Telefax: [REDACTED]

**Referat für Gesundheit
und Umwelt**
Umwelt
Luftreinhaltung im Verkehr und
Stadtklima
RGU-UW 12

Anpassung an den Klimawandel - Klimafunktionskarte der Landeshauptstadt München

8 Anlagen

**Beschluss des Umweltausschusses
vom 02.12.2014 (VB)**
Öffentliche Sitzung

Inhaltsverzeichnis	Seite
I. Vortrag des Referenten	2
1. Anpassung an den Klimawandel in der LH München	2
1.1 Hintergrund	2
1.2 Maßnahmenkonzept Anpassung an den Klimawandel in der LH München – Sachstand	3
1.2.1 Stadtklima in München	3
1.2.2 Wie ändert sich das Klima?	5
1.2.3 Auswirkungen des Klimawandels und Betroffenheit der LH München	8
1.2.4 Handlungsfelder für Anpassungsmaßnahmen	12
1.2.5 Referatsübergreifende Zusammenarbeit	12
1.2.6 Förderung durch das BMUB	15
1.3 Weitere Aktivitäten	15
1.4 Nächste Schritte zur Erstellung des Maßnahmenkonzepts „Anpassung an den Klimawandel in der LH München“	17
2. Stadtklimaanalyse - Klimafunktionskarte	18
TEIL A: Stadtklimatische Bewertung und Planungs- empfehlungen ("klassischer Teil der Klimafunktionskarte")	18
2.1 Zielsetzung, Aussagen und Grenzen	18
2.2 Methoden- und Datengrundlagen	19
2.3 Ergebnisse	20
2.3.1 Meteorologische Größen	20
2.3.2 Klimafunktionskarte – Analysekarte	21
2.3.3 Klimafunktionskarte – Bewertungskarte	22
TEIL B: Analyse und Projektion der zu erwartenden Veränderungen aufgrund des Klimawandels (Kooperation mit dem deutschen Wetterdienst)	25
II. Antrag des Referenten	28
III. Beschluss	28

I. Vortrag des Referenten

Wie in der Vollversammlung des Stadtrats vom 27.11.2013 (Sitzungsvorlage Nr. 08-14 / V 13228) beauftragt, wird der derzeitige Stand (September 2014) zur Erstellung des Maßnahmenkonzepts „Anpassung an den Klimawandel in der LH München“ berichtet und es werden bisherige Ergebnisse vorgestellt (s. Kapitel 1). Zudem werden die Ergebnisse der Klimafunktionskarte für das Stadtgebiet München vorgestellt. Diese Karte ist eine der Grundlagen für das Konzept (s. Kapitel 2).

1. Anpassung an den Klimawandel in der LH München

1.1 Hintergrund

Das Klima ändert sich, dies zeigen Veränderungen von Temperatur und Niederschlägen in der Vergangenheit, von weitergehenden Veränderungen in der Zukunft wird ausgegangen (s. auch Kap. 1.2.1 und 1.2.2). Deshalb kommt – neben dem Klimaschutz (Maßnahmen zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen) – auf die Städte auch die Aufgabe zu, sich an die unvermeidbaren Folgen des Klimawandels anzupassen: wie kann die Stadt möglichst widerstandsfähig bzw. resilient gegenüber einem sich ändernden Klima werden? Auch Strategien zur Anpassung an den Klimawandel auf EU-, Bundes- und Landesebene betonen die Notwendigkeit der Anpassung und die wichtige Rolle der Städte in diesem Zusammenhang.

Vor diesem Hintergrund beauftragte der Stadtrat (Beschluss der Vollversammlung des Stadtrats vom 27.11.2013, Sitzungsvorlage Nr. 08-14 / V 13228) das RGU „in enger Zusammenarbeit und einvernehmlich mit dem Referat für Stadtplanung und Bauordnung und dem Baureferat sowie weiteren tangierten Referaten ein Maßnahmenkonzept „Anpassung an den Klimawandel in der LH München“ zu erstellen und den Erarbeitungsprozess zu koordinieren“.

Weiterhin beauftragte der Stadtrat das RGU, bis Herbst 2014 einen Zwischenbericht vorzulegen. Dieser Bericht liegt nun mit dieser Beschlussvorlage vor: im Folgenden werden die bereits erarbeiteten Inhalte für das Maßnahmenkonzept zur Anpassung an den Klimawandel in der Landeshauptstadt München (LH München), der Prozess zur referatsübergreifenden Zusammenarbeit und die bisherigen Aktivitäten vorgestellt sowie ein Ausblick auf die nächsten Schritte gegeben.

1.2 Maßnahmenkonzept Anpassung an den Klimawandel in der LH München – Sachstand

1.2.1 Stadtklima in München

Besonderheiten des Stadtklimas

Das Klima im Stadtgebiet von München weist im Vergleich zum Umland einige Besonderheiten auf:

- Durch die dichte Bebauung und den hohen Versiegelungsgrad ergibt sich ein „Wärmeinseleffekt“ mit durchschnittlich 2-3°C Temperaturdifferenz zum Umland, besonders groß ist der Temperaturunterschied nachts (bis zu 10°C Differenz). Eine räumliche Differenzierung ergibt sich durch die Dichte der Bebauung und das Potenzial für Durchlüftung (Luftaustausch).
- Dieser Effekt wird sich durch die erwarteten Veränderungen durch den Klimawandel (Anstieg der Durchschnittstemperatur, Zunahme der Hitzeextrema, Zunahme der Sommer- und Hitzetage, Zunahme der Nächte > 20°C) verstärken.
- Weitere Effekte sind verringerte Feuchtigkeit und veränderte Windverhältnisse.

Klimadaten der LH München – Temperatur und Niederschlag

Im Folgenden werden die Charakteristika des Münchner Klimas in Bezug auf Temperatur und Niederschlag kurz dargestellt. Tab. 1 zeigt Lufttemperatur (Mittelwert, Maximum und Minimum), Sonnenscheindauer und Niederschlagsmenge pro Monat für das Jahr 2013 an der Messstation München Stadt des Deutschen Wetterdiensts (DWD).

Tab. 1: Ausgewählte Klimadaten für das Jahr 2013, an der Station München Stadt des DWD (Quelle: DWD 2013, bereitgestellt durch das statistische Amt München)

Ausgewählte Klimawerte in 2013 ¹⁾

Monat	Lufttemperatur						Sonnenscheindauer in Stunden	Niederschlagsmenge in mm
	Monatsdurchschnitt	Abw. v. jhr. Mittel	Abs. höchste (Maximum)		Abs. tiefste (Minimum)			
			°C	Datum	°C	Datum		
Januar	0,8	+1,3	15,0	30.	-6,7	26.	31	81
Februar	-1,2	-2,2	8,1	1./2.	-9,2	10.	41	84
März	2,3	-2,3	16,7	8.	-5,6	14.	109	49
April	9,7	+1,0	25,1	18./26.	-1,9	1.	112	24
Mai	12,1	-1,2	25,3	15.	3,9	28.	113	155
Juni	16,5	-0,1	35,2	18.	5,8	3./4.	199	173
Juli	21,5	+2,8	36,9	27.	11,2	13.	330	21
August	19,3	+1,3	35,2	2.	9,7	30.	254	94
September	14,3	-0,6	28,1	6.	6,0	22.	129	89
Oktober	10,9	+1,1	24,1	22.	1,4	11.	110	94
November	4,7	+0,5	19,3	8.	-6,1	28.	47	57
Dezember	2,9	+2,3	16,7	25.	-5,0	31.	128	9
Jahr 2013	9,5	+0,4	36,9	27.7.	-9,2	10.2.	1 603	930

Quelle: Deutscher Wetterdienst, Niederlassung München.

1) Vorläufiges Ergebnis.

© Statistisches Amt München

Auffällig im Jahr 2013 waren unter anderem:

- das Temperaturmaximum von 36,9°C, gemessen am 27.07.2013, (seit Beginn der Temperaturaufzeichnungen 1879 gab es nur drei heißere Tage in München),
- überdurchschnittlich warme Monate Juli und August (Abweichung von +2,8°C bzw. +1,3°C im Vergleich zum langjährigen Mittel - Referenzperiode 1961-1990),
- große Niederschlagsmengen von 30.05. bis 03.06.2013 (400 mm in 4 Tagen am Alpennordrand, 140 mm an der Messstation München Stadt) und
- geringe Niederschlagsmenge im Juli (21 mm gegenüber 120mm im langjährigen Mittel).

In der Entwicklung der Sommertage (Tage, an denen das Temperaturmaximum $\geq 25^{\circ}\text{C}$ beträgt) von 1879 bis 2012 zeigt sich zwar eine gewisse Schwankung, die Messwerte lassen aber auch eine deutlich Zunahme in den letzten 30 Jahren erkennen (s. Abb.1).

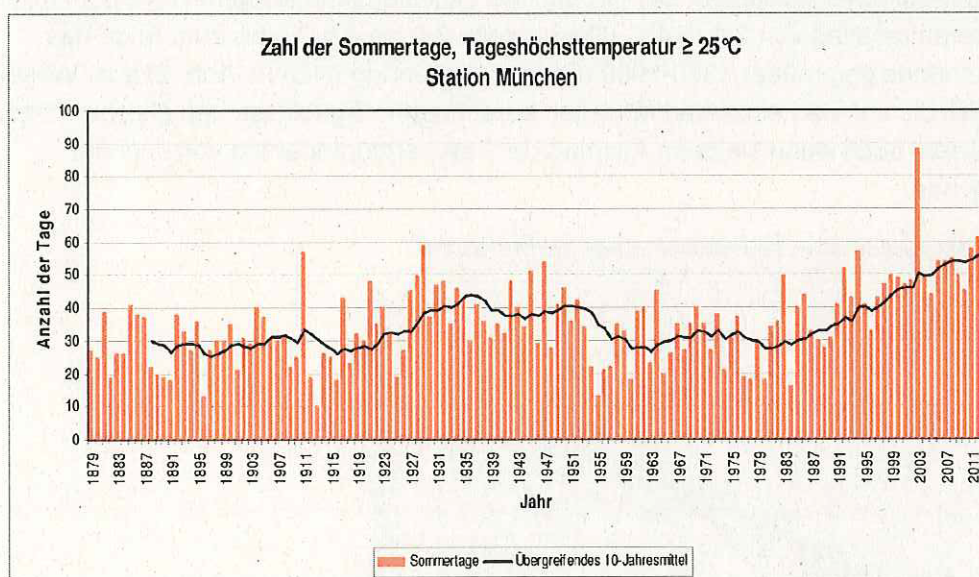


Abb. 1: Anzahl der Sommertage in München (Tage mit einem Temperaturmaximum $\geq 25^{\circ}\text{C}$) von 1879-2012 (DWD 2013)

Weitere Daten zum Stadtklima (z.B. zu Temperatur, Windverhältnissen, Durchlüftung, Feuchtigkeit) liegen aus früheren Untersuchungen des RGU vor und fließen in den weiteren Arbeitsprozess ein.

Aktuelle, flächenbezogene Aussagen lassen sich auf Basis der Klimafunktionskarte treffen, die für das Stadtgebiet erstellt wurde. Die Ergebnisse werden in Kapitel 2, Teil A beschrieben.

1.2.2 Wie ändert sich das Klima?

Global

Weltweit wird eine Veränderung des Klimas beobachtet. Dies ist bereits heute spürbar. Die Auswertung weltweiter und nationaler Temperaturmessungen zeigt im Zeitraum von 1850-2007 eine lineare globale Temperaturerhöhung von ca. $0,7\text{ °C}^{1;2;3}$. Unter seriösen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern ist es es unbestritten, dass von Menschen verursachte Treibhausgasemissionen die Ursache für diese Veränderung sind.

Eine Extrapolation der in der Vergangenheit beobachteten Klimatrends in die Zukunft ist nicht ohne weiteres möglich. Prinzipiell sind „Klimaprognosen“, vergleichbar den Wetterprognosen, nicht möglich. Deshalb behilft man sich mit Klimaprojektionen, deren Basis verschiedene Szenarien des menschlichen Verhaltens in der Zukunft sind⁴. Szenarien bilden mögliche Entwicklungen ab, treffen aber keine Aussagen zu Eintrittswahrscheinlichkeiten. Der Großteil der globalen Modelle geht von einem mittleren Temperaturanstieg von $2,4\text{ - }3,4\text{ °C}$ (Spannbreite $2,0\text{ bis }4,5\text{ °C}$) bis zum Ende des Jahrhunderts gegenüber 1980-1999 (Emissionsszenario A1B) (s. Abb. 2) aus. Wesentlich ist, dass die von den einzelnen Modellen berechneten Ergebnisse den gleichen Trend aufweisen, auch wenn sie beim Ausmaß der Temperaturänderung voneinander abweichen.

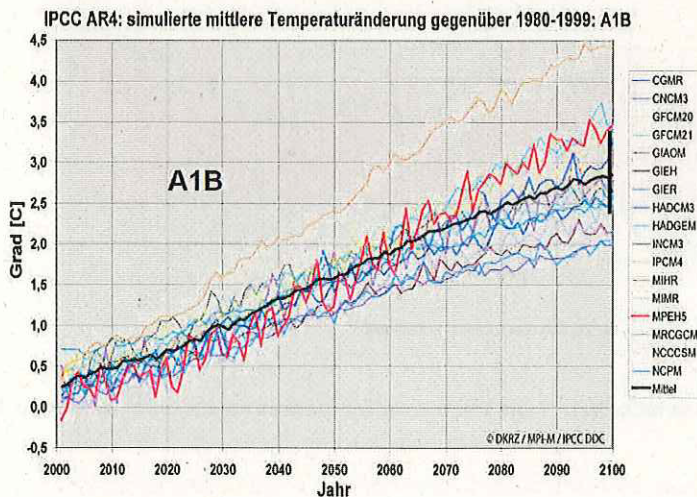


Abb. 2: Simulierte mittlere Temperaturänderung gegenüber 1980-1999 (Szenario A1B verschiedener globaler Modelle) (IPCC AR4)

- 1 IPCC (2007): Climate Change 2007. Synthesis Report. An Assessment of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK.
- 2 Schönwiese, Chr.-D. und Janoschitz, R. (2008): Klima-Trendatlas Europa 1901-2000. Berichte des Instituts für Atmosphäre und Umwelt der Universität Frankfurt/ Main Nr. 7
- 3 Schönwiese, Chr.-D. und Janoschitz, R. (2. aktualisierte Auflage 2008): Klima-Trendatlas Deutschland 1901-2000. Berichte des Instituts für Atmosphäre und Umwelt der Universität Frankfurt/ Main Nr. 4
- 4 Derzeit noch weit verbreitet sind die Szenarien des 4. IPCC-Berichts: (A) rasches Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum mit unterschiedlich starker Nutzung fossiler Energieträger, (B) rasche Einführung umweltschonender Technologien, Nachhaltigkeitsprinzip, moderater Bevölkerungsanstieg, (1) weitgehend globale Einheitlichkeit oder (2) ausgeprägt heterogene Welt.

Regional

Die vorher aufgeführten Ergebnisse der globalen Modelle werden über 4 regionale Klimaprojektionen auf regionale Verhältnisse übertragen (downscaling). Diese Ergebnisse ermöglichen Aussagen z.B. für Süddeutschland. Für Deutschland wurde ein insgesamt 4 regionale Klimaprojektionen umfassendes Ensemble zusammengestellt, welches je eine Simulation der dynamischen regionalen Klimamodelle COSMO-CLM und REMO sowie der statistischen Verfahren WettReg2010 und STAR enthält.

Folgende Entwicklungen werden für Süddeutschland erwartet:

- Anstieg der Durchschnittstemperatur,
- Zunahme der Hitzeextrema,
- Zunahme der Anzahl der Hitzetage und der Nächte mit einer Temperatur von über 20°C,
- Veränderung der Niederschlagsmuster sowie
- Zunahme von lokalen, kleinräumigen Starkregenereignissen.

Die Aussagen zum Niederschlag sind mit größeren Unsicherheiten behaftet, da die Modellierungen sehr komplex sind.

Ableitung von Aussagen aus bestehenden Modellen für die LHM

In den weiteren Arbeitsschritten wird versucht, Aussagen aus bestehenden Regionalmodellen für die LH München abzuleiten. Im Folgenden werden Aussagen aus dem Klimamodell WETTREG 2010 vorgestellt, die im Rahmen der Arbeiten zur Klimafunktionskarte modelliert wurden. WETTREG ist ein statistisches Verfahren zur Berechnung von meteorologischen Parametern unter dem Einfluss des Klimawandels für bekannte Messstationen, basierend auf verschiedenen globalen Emissionsszenarien, hier A1B. Abb. 3 zeigt ein Szenario für die LH München bis zum Ende des Jahrhunderts. Dabei stehen weniger die Einzelwerte im Vordergrund als vielmehr die Dynamik der zu erwartenden klimatischen Veränderungen.

An der Klimastation München-Stadt zeigen die Ergebnisse der Modellierung einen Anstieg der Jahresmitteltemperaturen auf 13,4°C im Jahre 2100 (zum Vergleich 2013: 9,5°C, s. Tab. 1) sowie Veränderungen der übrigen temperaturbezogenen Variablen. Die bisher beobachtete Zunahme der Sommertage (s. Abb. 1) verstärkt sich unter dem Einfluss des Klimawandels weiter - vor allem für die zweite Hälfte des Jahrhunderts (s. Abb. 3). Die WETTREG-Berechnungen gehen von einem Maximum von 108 Sommertagen pro Jahr in den 2080er Jahren aus. Gegenüber heute bedeutet dies mehr als eine Verdoppelung der jährlichen Sommertage.

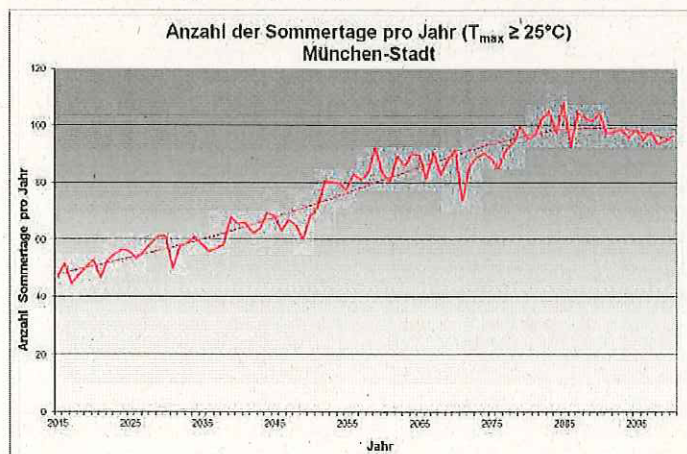


Abb. 3: Anzahl Sommertage pro Jahr München-Stadt, Betrachtungszeitraum 2015-2100, WETTREG 2010-Simulation, Szenario A1B

In den bestehenden Regionalmodellen sind Städte mit ihren klimatischen Besonderheiten allerdings nicht ausreichend berücksichtigt. Deshalb wird in der LH München zur Zeit in einer Kooperation mit dem deutschen Wetterdienst versucht, die COSMO-CLM-Berechnungen auf das Stadtgebiet herunterzubrechen, so dass detaillierte und flächenhafte Aussagen über die zukünftige Entwicklung des Münchener Stadtklimas getroffen werden können (s. auch Kapitel 2, Teil B).

1.2.3 Auswirkungen des Klimawandels und Betroffenheit der LH München

Veränderungen des Klimas betreffen zahlreiche Lebens- und Arbeitsbereiche. Die Auswirkungen des Klimawandels auf die LH München wurden in Anlehnung an das Vulnerabilitäts-Konzept des IPCC (Vulnerabilität: Verwundbarkeit durch den Klimawandel) (IPCC 2007) ermittelt. Dazu werden die erwarteten Klimasignale (Veränderung von Wetter und Klima) und die Sensitivität des Ortes, d.h. wie empfindlich reagiert ein Ort auf die Veränderung des Klimas, herangezogen. Die für die LH München erwarteten Klimasignale sind ein Anstieg der Durchschnittstemperatur, Zunahme der Hitzeextrema, Zunahme der Anzahl der Hitzetage und der Nächte mit einer Temperatur von über 20°C, Veränderung der Niederschlagsmuster sowie die Zunahme von lokalen Starkregenereignissen. Die LH München reagiert als Stadt besonders empfindlich auf die Veränderung des Klimas, da sich Bevölkerung und Infrastruktur auf engem Raum konzentrieren. Zudem sind Städte durch den Wärmeinseleffekt von den thermischen Veränderungen besonders betroffen (s. Abb. 4).

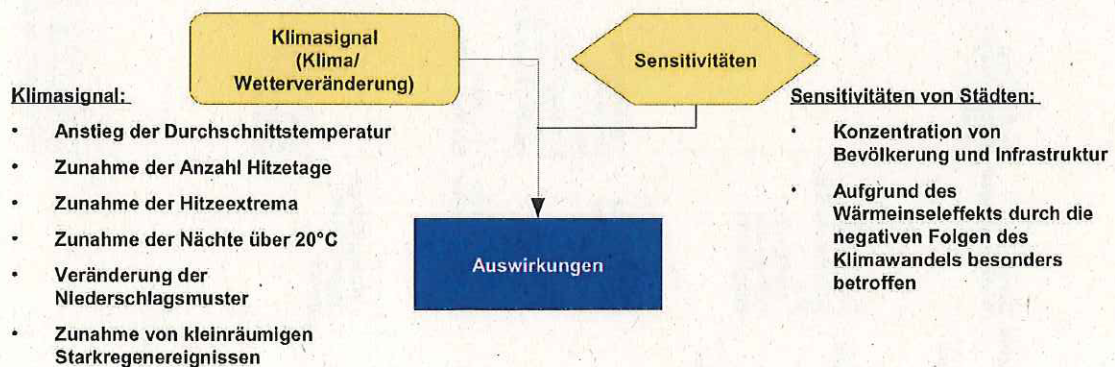


Abb.4: Ermittlung der Auswirkungen des Klimawandels auf die LH München

Für die LH München wurden Auswirkungen des Klimawandels vor allem in den folgenden Bereichen ermittelt:

- Stadtentwicklung und Grünräume (Quartiersebene),
- Gebäude und Stadtgrün (Objektebene),
- Gesundheit,
- Wasserhaushalt,
- Land- und Forstwirtschaft,
- Energie,
- Verkehr,
- Biodiversität sowie
- Erholungsnutzung und Tourismus

Die einzelnen Auswirkungen sind in Tab.2 dargestellt.

Tab. 2: Auswirkungen des Klimawandels auf die LH München

	Anstieg Durchschnittstemperatur	Zunahme Hitzeextrema	Zunahme Nächte >20°C	Dauer Trockenperioden	Veränderung Niederschlagsmuster	Zunahme Starkregen-Ereignisse	Stürme**	Extremereignisse, z.B. Hagel, Eise- regen**
Stadtentwicklung und Grünräume (Quartierebene)		- Zunahme Hitzestress - gestiegene Anforderungen an Grünflächen	- keine Erholung nachts			- lokale Überflutung - Versickerung		- Schäden auf Quartierebene
Stadtgrün und Gebäude (Objektebene)	- Pflanzenauswahl	- Verschlechterung Wohn- und Arbeitsklima - gestiegene Anforderungen an Grünflächen	- keine Erholung nachts	- Auswahl von Pflanzen und Substrat - gestiegener Wasser- und Pflegebedarf		- lokale Überflutung - Gebäudeschäden	- Gebäudeschäden	- Schäden auf Quartierebene
Gesundheit	- Zunahme Allergien, - Zunahme Infektionskrankheiten - steigende Wassertemperatur	- Zunahme Herz-Kreislauferkrankungen - Zunahme Atemwegbeschwerden	- Zunahme Herz-Kreislauferkrankungen					
Wasserhaushalt				- Schwankung Grundwasserspiegel	- Veränderung Hochwasser-Risiko - Anstieg Grundwasserspiegel, Zunahme Temperatur	- Veränderung Hochwasserrisiko - lokale Überflutung - Anstieg Grundwasserspiegel, Zunahme Temperatur		
Land-/Forstwirtschaft	- Verlängerung Vegetationsperiode - Veränderung Standortbedingungen	- Hitzestress		- Trockenstress - Waldbrandgefahr	- mögliche Ertragsrückgänge	- mögliche Ertragsrückgänge	- Windwurf	- mögliche Ertragsrückgänge, Schäden
Energie	- thermische Kraftwerke: Kühlwasser - in warmen Wintern weniger Wintertendienst	- ggf. steigender Energiebedarf zur Kühlung - Beeinträchtigung von Straßen und Schienen		- Wasserkraft: geringere Abflussmenge				- Unterbrechungen und Störungen im Netz
Verkehr					- Überflutung von Straßen und Schienen	- Überflutung von Straßen und Schienen	- Unterbrechungen und Störungen von Bahntrassen und Straßen	- Beeinträchtigung der Verkehrssicherheit
Biodiversität	- Veränderung Arten- und Biotoptypen - Frühling / Herbst attraktiver - Badegewässer	- Hitzebelastung in der Stadt	- Hitzebelastung in der Stadt					
Tourismus, Erholungsnutzung								

* derzeit noch größere Bandbreite der Unsicherheiten in den Projektionen der zukünftigen Entwicklung
 ** derzeit noch sehr große Unsicherheiten bezüglich zukünftiger Aussagen. Modellierung steht am Anfang.

Aufbauend auf den ermittelten Auswirkungen wurde die Betroffenheit der LH München durch den Klimawandel bewertet. Dargestellt ist, welche deutlich negativen, moderaten negativen und (teilweise) positiven Auswirkungen auf die LH München erwartet werden (s. Tab.3).

Die thermischen Klimasignale führen zu deutlich negativen Auswirkungen durch Zunahme von Hitzestress für die Münchner Bevölkerung, zu einer Verschlechterung des Wohn- und Arbeitsklimas und zu gestiegenen Anforderungen an Grünflächen in den Bereichen Stadtentwicklung und Grünräume (auf Quartiersebene) bzw. Stadtgrün und Gebäude (auf Objektebene). Im Bereich Gesundheit werden deutlich negative Auswirkungen durch Zunahme von Herz-Kreislauferkrankungen und Atemwegsbeschwerden erwartet. Besonders betroffen sind ältere Menschen und Kinder.

Die Veränderung der Niederschlagsmuster, insbesondere eine erwartete Zunahme von lokalen Starkregenereignissen bringt deutlich negative Auswirkungen durch die Veränderung des Hochwasserrisikos und durch die Gefahr lokaler Überflutungen mit sich. Der Bereich Land- und Forstwirtschaft ist insbesondere durch Trockenperioden und damit verbundene Ertragseinbußen negativ betroffen sowie durch Stürme und die Gefahr von Windwurf.

Die Ermittlung der Auswirkungen des Klimawandels und die Bewertung der Betroffenheit orientiert sich an dem bisherigen Stand der Forschung und an Studien bzw. Anpassungskonzepten in diesem Bereich sowie besonders an den spezifischen Gegebenheiten in der LH München.

Die Zusammenstellung der Auswirkungen des Klimawandels und die Bewertung der Betroffenheit der LH München wurden im Rahmen der Projektgruppensitzungen mit den betroffenen Dienststellen diskutiert und abgestimmt.