

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

8 Anlagen

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

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
<b>I. Vortrag des Referenten</b>	<b>2</b>
<b>1. Anpassung an den Klimawandel in der LH München</b>	<b>2</b>
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
<b>2. Stadtklimaanalyse - Klimafunktionskarte</b>	<b>18</b>
<b>TEIL A: Stadtklimatische Bewertung und Planungs-     empfehlungen ("klassischer Teil der Klimafunktionskarte")</b>	<b>18</b>
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
<b>TEIL B: Analyse und Projektion der zu erwartenden     Veränderungen aufgrund des Klimawandels (Kooperation     mit dem deutschen Wetterdienst)</b>	<b>25</b>
<b>II. Antrag des Referenten</b>	<b>28</b>
<b>III. Beschluss</b>	<b>28</b>

## **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 <sup>1)</sup>**

Monat	Lufttemperatur						Sonnen- schein- dauer in Stunden	Nieder- schlags- menge in mm
	Monats- durch- schnitt	Abw . v. l.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.

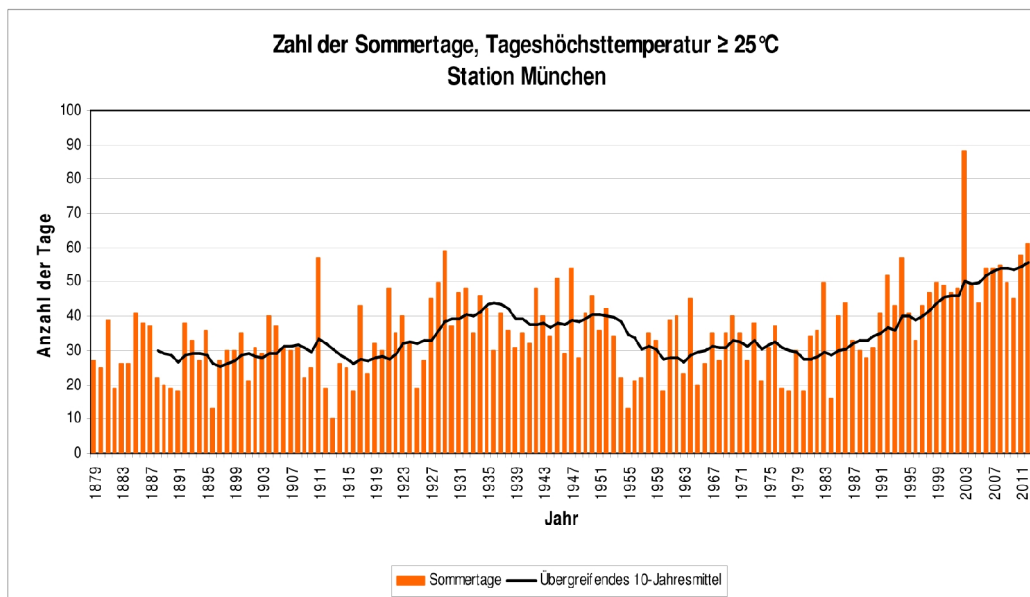
1) Vorläufiges Ergebnis.

© 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.

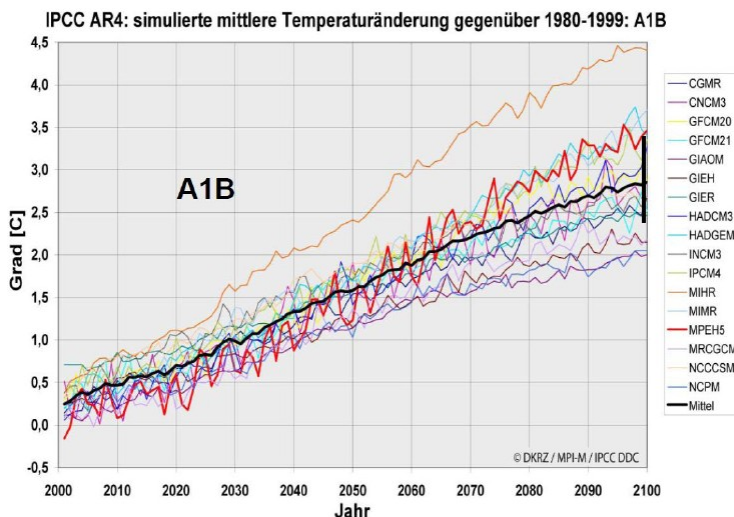
Aktuelle, flächenbezogene Aussagen lassen sich auf Basis der Klimafunktionskarte treffen, die für das Stadtgebiet erstellt wurde. Die Ergebnisse werden in Kapitel 2, Teil A beschrieben.

### 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 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 sind<sup>4</sup>. Szenarien bilden mögliche Entwicklungen ab, treffen aber keine Aussagen zu Eintrittswahrscheinlichkeiten. Der Großteil der globalen Modelle geht von einem mittleren Temperaturanstieg von  $2,4\text{ °C}$  bis  $3,4\text{ °C}$  (Spannbreite  $2,0$  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:

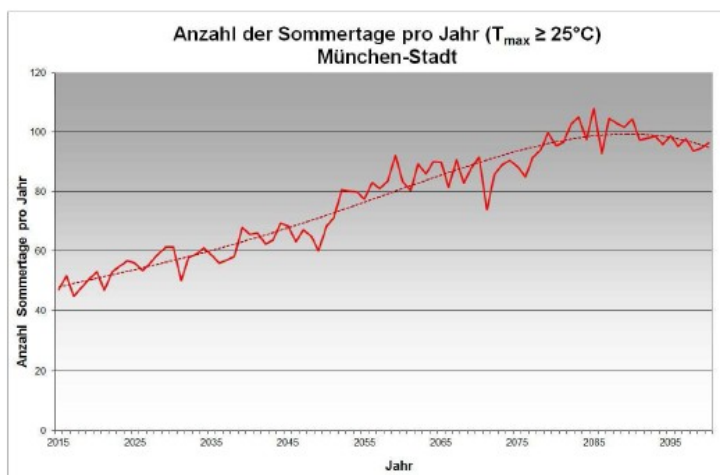
- Anstieg der Durchschnittstemperatur,
- Zunahme der Hitzeextrema,
- Zunahme der Anzahl der Hitzetage und der Nächte mit einer Temperatur von über 20°C,
- Veränderung der Niederschlagsmuster sowie
- Zunahme von lokalen, kleinräumigen Starkregenereignissen.

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.

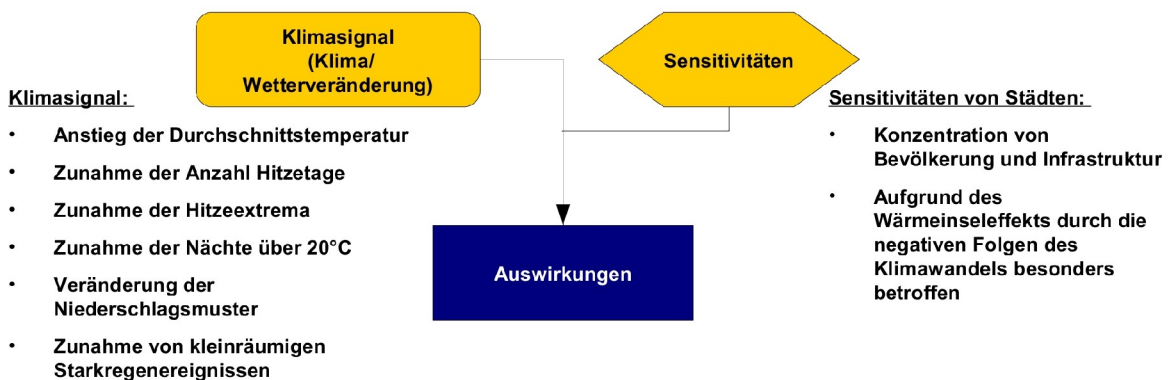


**Abb. 3: Anzahl Sommertage pro Jahr München-Stadt, Betrachtungszeitraum 2015-2100, WETTREG 2010-Simulation, Szenario A1B**

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, Eisregen**
<b>Stadtentwicklung und Grünräume (Quartierebene)</b>		- Zunahme Hitzestress - gestiegene Anforderungen an Grünflächen	- keine Erholung nachts			- lokale Überflutung, - Versickerung		- Schäden auf Quartierebene
<b>Stadtgrün und Gebäude (Objektebene)</b>	- 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
<b>Gesundheit</b>	- Zunahme Allergien, - Zunahme Infektionskrankheiten	- Zunahme Herz-Kreislauferkrankungen - Zunahme Atemwegbeschwerden	- Zunahme Herz-Kreislauferkrankungen					
<b>Wasserhaushalt</b>	- steigende Wassertemperatur			- Schwankung Grundwasserspiegel	- Veränderung Hochwasserrisiko - Anstieg Grundwasserspiegel, Zunahme Temperatur	- Veränderung Hochwasserrisiko - lokale Überflutung - Anstieg Grundwasserspiegel, Zunahme Temperatur		
<b>Land-/Forstwirtschaft</b>	- Verlängerung Vegetationsperiode - Veränderung Standortbedingungen	- Hitzestress		- Trockenstress - Waldbrandgefahr	- mögliche Ertragseinbußen	- mögliche Ertragseinbußen	- Windwurf	- mögliche Ertragseinbußen, Schäden
<b>Energie</b>	- thermische Kraftwerke: Kühlwasser	- ggf. steigender Energiebedarf zur Kühlung		- Wasserkraft: geringere Abflussmenge				
<b>Verkehr</b>	- in warmen Wintern weniger Wintertendienst	- Beeinträchtigung von Straßen und Schienen			- Überflutung von Straßen und Schienen	- Überflutung von Straßen und Schienen	- Unterbrechungen und Störungen im Netz - Unterbrechungen und Störungen von Bahntrassen und Straßen	- Unterbrechungen und Störungen im Netz - Beeinträchtigung der Verkehrssicherheit
<b>Biodiversität</b>	- Veränderung Arten- und Biotopspektrum							
<b>Tourismus, Erholungsnutzung</b>	- Frühling / Herbst attraktiver - Badegewässer	- Hitzebelastung in der Stadt	- Hitzebelastung in der Stadt			- Qualität der Badegewässer		

\* 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-Kreislaufkrankungen 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.

Tab. 3: Betroffenheit der LH München durch den Klimawandel

	Anstieg Durchschnitts-Temperatur	Zunahme Hitzeextrema	Zunahme Nächte >20°C	Dauer Trockenperioden	Veränderung Niederschlagsmuster*	Zunahme Starkregen-Ereignisse*	Stürme*	Extremereignisse, z.B. Hagel, Eisregen**
<b>Stadtentwicklung und Grünräume (Quartierebene)</b>		- Zunahme Hitzestress - gestiegene Anforderungen an Grünflächen	- keine Erholung nachts			- lokale Überflutung, - Versickerung		- Schäden auf Quartiersebene
<b>Stadtgrün und Gebäude (Objektebene)</b>	- 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 Quartiersebene
<b>Gesundheit</b>	- Zunahme Allergien, - Zunahme Infektionskrankheiten	- Zunahme Herz-Kreislauf-Erkrankungen - Zunahme Atemwegbeschwerden	- Zunahme Herz-Kreislauf-Erkrankungen					
<b>Wasserhaushalt</b>	- steigende Wassertemperatur			- Schwankung Grundwasserspiegel	- Veränderung Hochwasser-Risiko - Anstieg Grundwasserspiegel, Zunahme Temperatur	- Veränderung Hochwasser-Risiko, lokale Überflutung - Anstieg Grundwasserspiegel, Zunahme Temperatur		
<b>Land-/Forstwirtschaft</b>	- Verlängerung Vegetations-Periode - Veränderung Standortbedingungen	- Hitzestress		- Trockenstress - Waldbrandgefahr	- mögliche Ertragseinbußen	- mögliche Ertragseinbußen	- Windwurf	- mögliche Ertragseinbußen, Schäden
<b>Energie</b>	- thermische Kraftwerke: Kühlwasser	- ggf. steigender Energiebedarf zur Kühlung		- Wasserkraft: geringere Abflussmengen			- Unterbrechungen und Störungen im Netz	- Unterbrechungen und Störungen im Netz
<b>Verkehr</b>	- in warmen Wintern weniger Winterdienst	- Beeinträchtigung von Straßen und Schienen			- Überflutung von Straßen und Schienen	- Überflutung von Straßen und Schienen	- Unterbrechungen und Störungen von Bahntrassen und Straßen	- Beeinträchtigung der Verkehrssicherheit
<b>Biodiversität</b>	- Veränderung Arten- und Biotopspektrum							
<b>Tourismus, Erholungsnutzung</b>	- Frühling / Herbst attraktiver - Badegewässer	- Hitzebelastung in der Stadt	- Hitzebelastung in der Stadt			- Qualität der Badegewässer		

Deutlich negative Auswirkungen
Moderate negative Auswirkungen
Positive Auswirkungen

\* derzeit noch größere Bandbreite der Unsicherheiten in den Projektionen der zukünftigen Entwicklung

\*\* derzeit noch sehr große Unsicherheiten bezüglich zukünftiger Aussagen. Modellierung steht am Anfang.

### 1.2.4 Handlungsfelder für Anpassungsmaßnahmen

Basierend auf den vorangegangenen Schritten und in enger Abstimmung mit den betroffenen Dienststellen wurden Handlungsfelder ausgewählt, in denen die LH München besonders betroffen ist und die in der Folge vertieft bearbeitet werden. Der Zuschnitt orientiert sich an Organisationsstruktur und Zuständigkeit innerhalb der LH München und bestehenden Anpassungsstrategien auf kommunaler, Landes-, Bundes- und EU- Ebene:

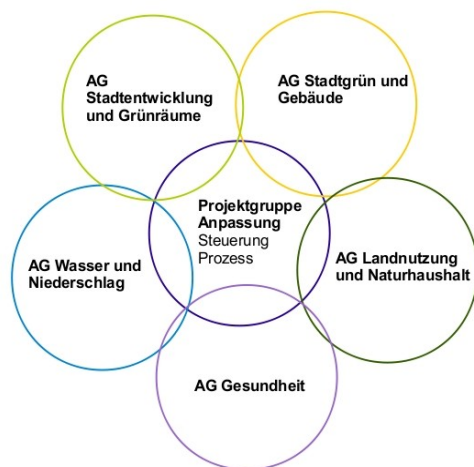
- Stadtentwicklung und Grünräume (inkl. der Thema Erholungsnutzung und Tourismus),
- Stadtgrün und Gebäude,
- Gesundheit,
- Wasser und Niederschlag,
- Landnutzung und Naturhaushalt (inkl. der Themen Biodiversität sowie Land- und Forstwirtschaft).

Die Themen Energie- und Verkehrsanlagen werden in Themenfeldern Stadtgrün und Gebäude bzw. Stadtentwicklung und Grünräume (Auswirkungen durch Hitze) und im Handlungsfeld Wasser und Niederschlag (Auswirkungen durch Überflutungen) behandelt.

Zur Vertiefung der einzelnen Handlungsfelder wurden Arbeitsgruppen eingerichtet (s. Kap. 1.2.5).

### 1.2.5 Referatsübergreifende Zusammenarbeit

Um ein integriertes referatsübergreifendes Konzept entwickeln zu können, wird eine geeignete referatsübergreifende Arbeitsgruppenstruktur eingerichtet: eine referatsübergreifende Projektgruppe (PG) zur Steuerung des Prozesses und Arbeitsgruppen (AG) zur fachlichen Vertiefung der einzelnen Handlungsfelder (s. Abb.5).



**Abb.5: Projekt- und Arbeitsgruppen für das Maßnahmenkonzept Anpassung an den Klimawandel in der LH München**

Folgende Referate bzw. städtische Dienststellen sind beteiligt:

- Baureferat, Gartenbau
- Baureferat, Hochbau
- Baureferat, Tiefbau
- Baureferat, Ingenieurbau
- Baureferat, Münchner Stadtentwässerung
- Kommunalreferat, Steuerung und Betriebe
- Kreisverwaltungsreferat, Branddirektion
- Referat für Arbeit und Wirtschaft, Wirtschaftsförderung
- Referat für Arbeit und Wirtschaft, München Tourismus
- Referat für Gesundheit und Umwelt, Gesundheit
- Referat für Gesundheit und Umwelt, Umwelt
- Referat für Gesundheit und Umwelt, Städtische Friedhöfe München
- Referat für Stadtplanung und Bauordnung, Stadtentwicklungsplanung
- Referat für Stadtplanung und Bauordnung, Stadtplanung
- Referat für Stadtplanung und Bauordnung, Stadtsanierung und Wohnungsbau
- Referat für Stadtplanung und Bauordnung, Lokalbaukommission

Am 31.03.14 fand die Auftaktveranstaltung zur Anpassung an den Klimawandel statt, in der sich die Projektgruppe konstituierte. Vorgestellt und diskutiert wurden:

- Trends zu Veränderungen des Klimas in der LH München basierend auf vorhandenen Grundlagenuntersuchungen und langjährigen Beobachtungsreihen
- Auswirkungen des Klimawandels auf die LH München
- Betroffenheit der LH München durch den Klimawandel
- Entwicklung der Arbeitsgruppenstruktur zur Erarbeitung des Maßnahmenkonzepts „Anpassung an den Klimawandel in der LH München!“

Am 31.07. fand die zweite Projektgruppensitzung statt, in der der Kreis der beteiligten Dienststellen erweitert wurde und die Arbeitsgruppen, Leitung und Teilnehmer festgelegt wurden.

Aufgabe der Projektgruppe ist die Steuerung des Prozesses, die Vorabstimmung von Beschlussvorlagen, Zusammenführung der Ergebnisse der AGs, Abstimmung und Entscheidung bei Dissens.

- Leitung: RGU-UW
- Teilnehmer: BAU, KR, KVR, PLAN, RAW, RGU

Aufgabe der Arbeitsgruppen ist insbesondere die Sammlung bestehender und Entwicklung neuer bzw. ergänzender Maßnahmen, die Erarbeitung von Umsetzungsmöglichkeiten und Kriterien für das Monitoring. Die einzelnen Arbeitsgruppen, Leitung und teilnehmenden Dienststellen sowie beispielhafte Themenbereiche und Maßnahmen sind in Tab. 4 dargestellt.

Tab. 4: Arbeitsgruppen „Anpassung an den Klimawandel“ - beispielhafte Themen und Maßnahmen, Leitung und teilnehmende Dienststellen

Name	Themen	beispielhaft	Maßnahmen	beispielhaft	Leitung	TN
AG Stadtentwicklung und Grünräume	Nachverdichtung, Hitzebelastung in Bestand und neuen Quartieren, Grün- und Freiflächen/ Neuanlage, Größe, Ausprägung, klimatische Ausgleichsfunktion, Aufenthaltsqualität, Tourismus (Hitzebelastung im Sommer/ Frühling und Herbst attraktiver)		- Erhalt und Entwicklung von Luftaustauschbahnen im Stadtgebiet - Festsetzung in Bebauungsplänen - Priorisierung von Schwerpunkträumen für klimagerechten Stadtbau - Kriterium in Wettbewerbsausschreibungen		PLAN HA II	PLAN: HA I, HA II, HA III BAU: G RGU: UW RAW: FB IV
AG Stadtgrün und Gebäude	Grünanlagen: Aufenthaltsqualität, Pflanzenauswahl, Wasser- und Pflegebedarf, Substrat, Versickerung Gebäude: Innenraumklima, Schutz vor Hitze, Extremereignissen, architektonische Lösungen		- Optimierung Kühleffekte von Grünflächen - Anpassung Pflanzenauswahl - Anpassung Grünflächenpflege - Anpassungsmaßnahmen an Gebäuden - Dach-/ Fassaden-/ Innenhofbegrünung		BAU-G	BAU: G, H PLAN: HA II, HA III, HA IV RGU: SFM, UW
AG Wasser und Niederschlag	Veränderung Abflüsse und Hochwasserrisiko, steigende Anforderungen an Stadtentwässerung, Schwankungen des Grundwasserspiegels, Modellierung der Niederschläge, Schäden an Infrastruktur durch Überschwemmungen,		- Renaturierung und Schaffung Retentionsflächen an Fließgewässern - Bewirtschaftung Regenwasser - Grundwassermanagement - Erhöhung Leistungsfähigkeit Straßenentwässerung - Anpassung Infrastruktur an Extremereignisse - Einsatzpläne für Extremereignisse		RGU-UW	BAU: J, MSE, T PLAN: HA II, HA IV KVR: HA IV RAW: FB II RGU: UW
AG Landnutzung und Naturhaushalt	Veränderung Vegetationsperiode und Standortbedingungen, Hitze- und Trockenstress, Schäden durch Stürme, Änderung des Ertrags		- Anpassung Bestände an veränderte Standortbedingungen - Anpassung Anbau (Kulturen, Sorten) - Anpassung Bewirtschaftung an Extremereignissen		Plan HA II	KR: SgM PLAN: HA II, HA IV RGU: UW, SFM
AG Gesundheit	gesundheitliche Belastungen, Herz-Kreislauferkrankungen, allergische Beschwerden		- Information der Bevölkerung/ vulnerablen Personengruppen - Konzept zur Vorbereitung auf Hitzewelle		RGU-G	RGU: G, UW

Die erste Arbeitsgruppensitzung fand als Workshop im Plenum mit allen Arbeitsgruppen im Oktober statt. Ziel ist zu erarbeiten:

- welche expliziten Anpassungsmaßnahmen bereits in den verschiedenen Dienststellen laufen,
- welche Maßnahmen für Anpassung genutzt werden können und
- welche Defizite bestehen.

Darauf aufbauend werden Ziele für die Anpassung in der LH München und für die einzelnen Handlungsfelder entwickelt, basierend auf bereits vorhanden Leitbildern und Zielen sowie Zielen aus der deutschen und bayerischen Anpassungsstrategie.

Wie bereits im Beschluss der Vollversammlung des Stadtrats vom 27.11.2013 (Sitzungsvorlage Nr. 08-14 / V 13228) ausgeführt, wird aus fachlichen und organisatorischen Gründen das Thema Klimaschutz und Klimaanpassung in jeweils eigenständigen Programmen behandelt: Das Integrierte Handlungsprogramm Klimaschutz in München (IHKM) bündelt die Klimaschutzaktivitäten der LH München und das Maßnahmenkonzept zur Anpassung an den Klimawandel die Maßnahmen im Bereich Anpassung. Da die beide Prozesse federführend in der Hauptabteilung Umwelt im RGU verankert sind, ist eine organisatorische und inhaltliche Abstimmung zwischen den beiden städtischen Programmen zum Klimaschutz und zur Klimaanpassung sichergestellt. Zudem werden die jeweiligen referatsübergreifenden Projektgruppen der beiden städtischen Programme zu Klimaschutz und Klimaanpassung auf eine inhaltliche Abstimmung der beiden Programme hinwirken, so dass Synergieeffekte bestmöglich genutzt werden können.

#### **1.2.6 Förderung durch das BMUB**

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) fördert die Erstellung von Anpassungskonzepten. Das RGU hat sich um die Förderung beworben und inzwischen die Förderzusage in Höhe von € 47.500 erhalten (50% der beantragten Gesamtsumme von € 95.000 werden gefördert) (s. BV im UA 04.11.2014). Ziel ist, die Erstellung des Anpassungskonzeptes in enger Kooperation mit den beteiligten Referaten in den Bereichen zu unterstützen, die mit den Ressourcen des RGU nicht zielorientiert zu leisten sind. Aufgaben sind u.a. die Begleitung des Erarbeitungsprozesses und die Erarbeitung des Berichts für das Anpassungskonzept.

#### **1.3 Weitere Aktivitäten**

##### **Mayors Adapt – Bürgermeisterinnen und Bürgermeister passen sich an**

Das Thema Anpassung gewinnt nicht nur auf nationaler sondern vor allem auch auf EU-Ebene weiter an Bedeutung. Im Anschluss an die Verabschiedung der EU-Anpassungsstrategie im April 2013 startete die Generaldirektion Klimapolitik (DG CLIMA) der europäischen Kommission eine EU-Initiative zur Klimaanpassung von Städten („Mayors Adapt“) im März 2014: die europäischen Städte werden darin aufgerufen, -

neben den bestehenden Aktivitäten im Klimaschutz - sich an den Klimawandel anzupassen (<http://mayors-adapt.eu>). Die unterzeichnenden Städte verpflichten sich, eine lokale Strategie zur Anpassung an den Klimawandel zu erarbeiten bzw. Anpassung an den Klimawandel in existierende maßgebliche Pläne zu integrieren. Das RGU nahm an einem Workshop zur Erarbeitung der Selbstverpflichtung teil.

Der Stadtrat beschloss in der Vollversammlung vom 08.07.2014 (Sitzungsvorlage Nr. 14-20 / V 00127): „Die Landeshauptstadt München unterzeichnet die freiwillige Selbstverpflichtung europäischer Städte zur Anpassung an den Klimawandel („Mayors Adapt“) im Rahmen des Konvents der Bürgermeisterinnen und Bürgermeister. Zur Unterzeichnung wird der Referent für Gesundheit und Umwelt oder der 2. Bürgermeister beauftragt.“

Am 16. Oktober 2014 fand ein hochrangiger Termin zur feierlichen Unterzeichnung der ersten Städte mit der Kommissarin der DG CLIMA, Connie Hedegaard, in Brüssel statt, 2. Bürgermeister Josef Schmid nahm an der Podiumsdiskussion zusammen mit den Bürgermeistern von Lissabon und Kopenhagen teil sowie weiteren Kommissions- und UN-Vertretern. Die LH München ist mit ihren Aktivitäten im Bereich Anpassung an den Klimawandel damit international sichtbar. Die EU- Kommission zeigt mit diesem hochrangig besetzten Termin eine sehr hohe Dringlichkeit des Themas Anpassung an ein verändertes Klima – vor allem in Städten – und zugleich eine sehr hohe Wertschätzung der Arbeit der Kommunen.

### **Dialog mit wissenschaftlichen Einrichtungen**

Im Zuge des Wissensaustausches im Bereich Klimawandel und Anpassung arbeitet das RGU mit verschiedenen wissenschaftlichen Einrichtungen zusammen. Die LH München ist Partnerstadt im Zentrum für Stadtnatur und Klimaanpassung, das an der Technischen Universität München (TUM) angesiedelt ist (beteiligte Referate RGU und PLAN). Zudem nehmen das RGU und die beteiligten städtischen Dienststellen an wissenschaftlichen Veranstaltungen zum Thema teil (DWD, DWA, LfU, Helmholtz- Gesellschaft, Deutsche Meteorologische Gesellschaft, etc.).



### **Teilnahme an Dialogveranstaltungen**

Das RGU und die im Bereich Anpassung an den Klimawandel beteiligten Dienststellen nahmen an verschiedenen Dialogveranstaltungen zur Anpassung an den Klimawandel teil, um die Interessen der LH München zu vertreten und zum Erfahrungsaustausch mit anderen Städten. Unter anderen sind dies folgende Veranstaltungen:

- Nationaler Klimadialog, 28.-29.01.14, Umweltbundesamt, Dessau (RGU)
- European Cities Adapt to Climate Change, - Teilnahme an Podiumsdiskussion, 28.05.14, Veranstalter ICLEI und die European Environment Agency, Bonn (RGU)
- Tagungen im Rahmen der Bundesinitiative „Nationale Plattform Zukunftsstadt“ (PLAN)
- Konferenz Klimawandel in Stadt und Region am 26. und 27.03.2014, Berlin (RGU, PLAN).

### **1.4 Nächste Schritte zur Erstellung des Maßnahmenkonzepts „Anpassung an den Klimawandel in der LH München“**

Bei den weiteren Arbeitsschritten werden einzelne Handlungsfelder fachlich vertieft. Die Arbeiten bauen auf bisherigen Arbeiten in diesem Bereich auf (z.B. Leitlinie Ökologie, Klimaschutz und Klimawandel, Maßnahmen mit Bezug zur Anpassung im IHKM) und es erfolgt ein kontinuierlicher Abgleich. Die Arbeitsgruppen erarbeiten Inhalte, die in das Anpassungskonzept einfließen. Folgende Bereiche werden insbesondere fachlich vertieft:

- Konkretisierung der Auswirkungen des Klimawandels: bisherige Erfahrungen der Dienststellen, Erkenntnisse aus Klimafunktionskarte und Kooperation mit dem DWD,
- Ziele und Rahmenbedingungen zur Anpassung an den Klimawandel,
- Maßnahmen und Umsetzung (anhand eines Maßnahmen-Datenblatts):
  - Sammlung bestehender Maßnahmen,
  - Entwicklung neuer Maßnahmen,
  - Umsetzung der Maßnahmen
- Monitoringkonzept zur Zielerreichung.

Für die weitere Arbeit werden Forschungsergebnisse, Leitfäden, Werkzeuge und Datenbanken, die auf europäischer und bundesdeutscher Ebene entwickelt wurden, herangezogen. Ebenso werden insbesondere für die Maßnahmenentwicklung und -umsetzung gute Beispiele aus anderen Kommunen in Deutschland und europäischen Ländern mit vergleichbaren Herausforderung herangezogen.

## 2. Stadtklimaanalyse - Klimafunktionskarte

Eine der Grundlagen für das Maßnahmenkonzept zur Anpassung an den Klimawandel in der LH München ist die Klimafunktionskarte für das Stadtgebiet München. Die Erstellung dieser Karte ist Teil der Maßnahme *2.6 Erhalt und Entwicklung klimawirksamer Freiflächen und Siedlungsstrukturen* des IHKM, Klimaschutzprogramm 2010 (s. Beschluss der Vollversammlung des Stadtrates vom 23.06.2010, Sitzungsvorlage Nr. 08-14 / V 04165).

Das Gesamtpaket wird in zwei – weitgehend voneinander unabhängigen – Teilen, nämlich bezogen auf Ist-Zustand und bezogen auf eine Projektion zu den Auswirkungen der Klimaänderungen erstellt:

- **TEIL A: Stadtklimatische Bewertung und Planungsempfehlungen ("klassischer Teil der Klimafunktionskarte"):** Diese Arbeiten - Modellierung der Klimafunktionen, Erstellung einer Klimafunktionskarte für das Stadtgebiet München sowie eines begleitenden Fachberichts - wurden vom RGU an das Fachbüro Geo-Net, Hannover vergeben.
- **TEIL B: Analyse und Projektion der zu erwartenden Veränderungen aufgrund des Klimawandels:** Dieser Teil der Arbeiten wird im Rahmen eines Kooperationsvertrages mit dem Deutschen Wetterdienst (DWD) erstellt.

### **TEIL A: Stadtklimatische Bewertung und Planungsempfehlungen ("klassischer Teil der Klimafunktionskarte")**

#### **2.1 Zielsetzung, Aussagen und Grenzen**

Die Klimafunktionskarte ist ein Fachplan für die Belange des Stadtklimas. Diese Karte liefert Grundlagen für räumliche Planungen zu den thermischen Verhältnissen für das Stadtgebiet München. Die Karte ist weiterhin ein Beitrag zur Umsetzung der stadtklimatischen Ziele für die LH München, die in der PERSPEKTIVE MÜNCHEN-Leitlinie Ökologie (Beschluss der Vollversammlung des Stadtrats vom 07.03.2001) spezifiziert wurden:

- Reduzierung bzw. Minimierung bestehender lufthygienischer und thermischer Belastungen (Luftschadstoffe, thermische Belastung, belastigende Windflüsse)
- Vermeidung und Begrenzung neuer Belastungen bzw. Beeinträchtigungen
- Sicherung, Erhalt und Verbesserung klimatischer Ausgleichs- und Regenerationsflächen
- Sicherung und Verbesserung des groß- und kleinräumigen Luftaustausches sowie der Frischluftzufuhr
- Ausschöpfung kleinräumig wirksamer Maßnahmen unter besonderer Berücksichtigung der Aufenthaltsqualität der dort lebenden Menschen
- Erweiterung der fachlichen Grundlagen und Entwicklung von Konzepten zur Umsetzung der Ziele

In der Fortschreibung der Leitlinie Ökologie mit dem Themenschwerpunkt Klimaschutz und Klimawandel (Beschluss der Vollversammlung des Stadtrats vom 21.03.2012, Sitzungsvorlage Nr. 08-14 / V 07948) ist folgendes stadtklimatische Ziel genannt:

- Die Frischluftzufuhr in die Stadt ist verbessert. Klimawirksame Freiflächen sind in ausreichendem Umfang erhalten und unter Schutz gestellt, miteinander vernetzt und funktional aufgewertet.

Die Klimafunktionskarte bildet eine wichtige Abwägungsgrundlage für die bauliche Entwicklung in München und für eine Weiterentwicklung klimawirksamer Freiflächen und Siedlungsstrukturen. Sie gibt Auskunft zu den stadtklimatischen Verhältnissen auf der Maßstabsebene des Flächennutzungsplans. Sie ist eine wichtige Grundlage für die gesamtstädtische räumliche Entwicklung. In welcher Form die Ergebnisse in die vorbereitende Bauleitplanung übernommen werden können, ist im Einzelnen zu definieren. Im Rahmen des „Integrierten Handlungsprogramms Klimaschutz in München“ 2015 wurde hierzu eine entsprechende Maßnahme formuliert und vorgeschlagen. Des weiteren weist die Klimafunktionskarte auf die Notwendigkeit weiterer detaillierterer Untersuchungen hin, z.B. bei konkreten Bebauungsplänen oder vor der Ausschreibung von Wettbewerben.

Aussagen zum Mikroklima sind auf dieser Basis nicht möglich. So werden Gebäude oder Einzelstrukturen nicht explizit aufgelöst, wie kleinere Baumgruppen innerhalb von Siedlungsflächen, Dachbegrünung oder auch kleine Grünflächen, die nicht von der Strukturtypenkartierung erfasst sind. Hier sind gegebenenfalls vorhabensbezogene Detailuntersuchungen notwendig, um kleinskalige Aussagen z.B. zur Hinderniswirkung von Gebäuden auf den lokalen Luftaustausch treffen zu können.

## **2.2 Methoden und Datengrundlagen**

Die Klimafunktionskarte wurde auf Basis von Modellrechnungen erarbeitet und verwendet Grundlagendaten, die sich auf Baublöcke beziehen - einzelne Gebäude werden damit nicht erfasst. Auch die Ergebnisse früherer Studien, z.B. zur Durchlüftung des Stadtgebiets, wurden integriert. Der Maßstab der Klimafunktionskarte ist 1:30.000.

Für die Modellierung wurde das mesoskalige Modell FITNAH (Raster 50m x 50m) verwendet. In die Modellierung flossen Daten zu Geländehöhe, Nutzungsstruktur (anhand der Strukturtypenkartierung des RGU, Stand 2011) sowie Daten zu Lufthygiene ein.<sup>5</sup>

Die Analysen beziehen sich auf austauscharme sommerliche Hochdruckwetterlagen, die häufig mit einer überdurchschnittlich hohen Wärmebelastung in den Siedlungsräumen sowie lufthygienischen Belastungen einhergehen. Die Wetterlagen haben damit eine besondere Bedeutung für die Aufenthaltsqualität in der Stadt.

<sup>5</sup> Aktuelle Stadtentwicklungsprojekt (z.B. Freiham, Bayernkaserne, SEM NO) konnten (noch) nicht in die Modellierung mit einbezogen werden. Diese Gebiete werden aber nachrichtlich dargestellt.

## 2.3 Ergebnisse

Ausgewählte Karten sind beigelegt (s. Anlage 1-8). Der vollständige Kartenanhang und Bericht sind nach der Vorstellung im Stadtrat auf der Website des RGU verfügbar.

### 2.3.1 Meteorologische Größen

Zur Analyse der Klimafunktionen wurden die folgenden meteorologischen Größen modelliert und in einzelnen Themenkarten dargestellt (es handelt sich dabei nicht um Messdaten, sondern um berechnete Daten):

#### **Lufttemperatur in 2m Höhe über Grund: mittags, abends, morgens**

- Zum Zeitpunkt der größten Erwärmung (14:00) ist die urbane Wärmeinsel deutlich erkennbar (s. Anlage 1). Dargestellt ist die simulierte Temperatur, die sich bodennah bei der entsprechenden Bebauung einstellt.
- Nach Sonnenuntergang (22:00) findet in den Außenbereichen bereits eine deutliche Abkühlung statt, die dicht bebauten Bereiche sind noch deutlich wärmer (s. Anlage 2).
- Vor Sonnenaufgang (4:00), zum Zeitpunkt der größten Abkühlung ist in den Außenbereichen eine deutliche Abkühlung zu sehen, die dicht bebauten Bereiche sind deutlich wärmer (Temperatur über 20°C) (s. Anlage 3).

#### **Nächtliche Abkühlung**

- Anlage 4 zeigt die nächtliche Abkühlung zwischen 22:00 und 4:00 morgens. Am stärksten kühlen die Außenbereiche ab (7-8°C), die dicht bebauten Bereiche nur geringfügig (2-3°C). (Auch die Gewässer kühlen nur geringfügig ab).

#### **Bioklimatische Situation während einer austauscharmen Strahlungsnacht**

- Die bioklimatische Situation berücksichtigt die Wärmebilanz des Menschen und Durchlüftungsdefizite. Deutlich sichtbar ist die urbane Wärmeinsel (s. Anlage 5).

#### **Kaltluftvolumenstrom<sup>6</sup>: abends und morgens**

- Durch die unterschiedliche Abkühlung von dicht bebauten Bereichen und Umland baut sich im Laufe der Nacht eine Ausgleichsströmung auf. Besonders stark kühlen Wiesen- und Ackerflächen ab und im Laufe der Nacht baut sich ein Kaltluftvolumenstrom auf (s. Anlage 6). Der Strömungen erstrecken sich – auch bedingt durch die Topographie – hauptsächlich von Süden ins Stadtgebiet hinein. Weitere Strömungen sind von SO und SW ins Stadtgebiet zu verzeichnen.

Ebenfalls modelliert wurden:

- Kaltluftvolumenstrom abends,
- autochthones Strömungsfeld<sup>7</sup> und Windgeschwindigkeit - abends und morgens.

6 Unter dem Begriff Kaltluftvolumenstrom versteht man, vereinfacht ausgedrückt, das Produkt aus der Fließgeschwindigkeit der Kaltluft, ihrer vertikalen Ausdehnung (Schichthöhe) und der horizontalen Ausdehnung des durchflossenen Querschnitts (Durchflussbreite).

7 Kaltluftabflüsse und Flurwinde, welche sich als eigenbürtige, landschaftsgesteuerte Luftaustauschprozesse während einer windschwachen sommerlichen Strahlungswetterlage ausbilden.

### 2.3.2 Klimafunktionskarte – Analysekarte

Die o.a. Ergebnisse werden in der Klimafunktionskarte – Analysekarte aggregiert (s. Anlage 7). In Abb.6 ist exemplarisch ein Ausschnitt für das Zentrum von München dargestellt. Die Karte zeigt die verschiedenen klimatischen Funktionen für das Stadtgebiet (s. Legende):

#### Grün- und Freiflächen

- Grün- und Freiflächen sind klimaökologische Ausgleichsräume und können die Wärmebelastung in den Siedlungsflächen verringern: mäßigen Kaltluftvolumenstrom weisen die innerstädtischen Grünflächen auf - Grund ist ihre begrenzte Größe. Sehr hohen Kaltluftvolumenstrom weisen beispielsweise die südlichen Isarauen in Anbindung an das Umland auf.
- Grün- und Parkflächen haben aufgrund ihrer Mikroklimavielfalt eine wichtige Bedeutung für den Aufenthalt am Tage.
- Waldflächen bieten lokale Aufenthaltsqualität auch an heißen Tagen und haben zudem eine großräumige klimatische Ausgleichsfunktion.

#### Siedlungsräume

- In Bezug auf die bioklimatische Situation in den Siedlungsräumen sind dicht bebaute innerstädtische Bereiche ungünstig eingestuft, günstige und sehr günstige Bereiche befinden sich angrenzend an Luftaustauschbahnen oder an den Rändern der Stadt.
- Zudem ist dargestellt, wie weit lokal entstehenden Strömungssysteme in die Bebauung hineinwirken und zur Durchlüftung beitragen.
- Auch die verkehrsbedingte Luftbelastung der Siedlungsräume entlang von Hauptverkehrsachsen ist angegeben.

#### Luftaustausch

- Kaltluftleitbahnen ermöglichen den Luftaustausch zwischen Siedlungsräumen und Ausgleichsräumen im Umland, basierend auf dem modellierten Kaltluftströmungsfeld. In Abb. 6 ist die Leitbahn entlang des Isartals dargestellt.
- Durch die nächtlichen Temperaturunterschiede zwischen dicht bebauten Bereichen und Grünflächen bilden sich Ausgleichsströmungen aus. Dargestellt ist die Hauptströmungsrichtung der Flurwinde in den Grün- und Freiflächen.
- Übergeordnete Ventilationsbahnen weisen Luftaustauschpotential aufgrund ihrer geringen Rauigkeit auf und sind je Windrichtung wirksam. Dargestellt ist das Isartal und die Bahnachse Hauptbahnhof – Laim – Pasing sowie weitere Bahntrassen mit geringerer Wirkung.

### 2.3.3 Klimafunktionskarte – Bewertungskarte

Aufbauend auf den Ergebnissen der Analysekarte wurde eine stadtklimatische Bewertungskarte erstellt (s. Anlage 8).

Gegenüber den Darstellungen in der Analysekarte sind in der Bewertungskarte zusätzliche Parameter zur differenzierten Beurteilung der klimawirksamen Grün- und Freiflächen eingeflossen. In dieser Bewertung wird auch der mögliche Einfluss von klimatischen Bedingungen auf den Menschen mit einbezogen: So wird die Nähe von Grünflächen zu Siedlungsräumen mit ungünstiger oder weniger günstiger bioklimatischer Situation berücksichtigt. Des weiteren fließen folgende Größen ein: Leitbahnen zum Luftaustausch und ihr Umfeld, Aufenthaltsqualität am Tage aus bioklimatischer Sicht - Parkflächen und Waldflächen. Abb. 7 zeigt wieder exemplarisch einen Ausschnitt der Bewertungskarte für das Zentrum von München.

Als „sehr hohe bioklimatische Bedeutung“ wurden Grünflächen eingestuft, die in einer Kaltluftleitbahn liegen oder mit einem direkt zugeordneten, bioklimatisch stark belasteten Wirkungsraum (1 km Entfernung) verknüpft sind.

Grünflächen, die als „hohe bioklimatische Bedeutung“ eingestuft wurde, verfügen entweder über einen direkt zugeordneten, bioklimatisch belasteten Wirkungsraum, weisen ein überdurchschnittliches Kaltluftliefervermögen auf oder die Fläche weist eine hohe Aufenthaltsqualität am Tage in fußläufiger Erreichbarkeit auf.

Aus der stadtklimatischen Bewertungskarte lassen sich Schutz- und Entwicklungsmaßnahmen zu Erhalt und Verbesserung eines günstigen Stadtklimas ableiten. Planungsempfehlungen sind u.a.

- Erhalt und Sicherung von stadtklimatisch bedeutsamen Grün- und Freiflächen,
- Vernetzung mit benachbarten Freiflächen,
- Schaffung vielfältiger mikroklimatischer Bedingungen,
- insbesondere in bioklimatisch belasteten Siedlungsbereichen die Erhöhung des Vegetationsanteils
- Herabsetzung des Versiegelungsgrads (z.B. Begrünung von Blockinnenhöfen).

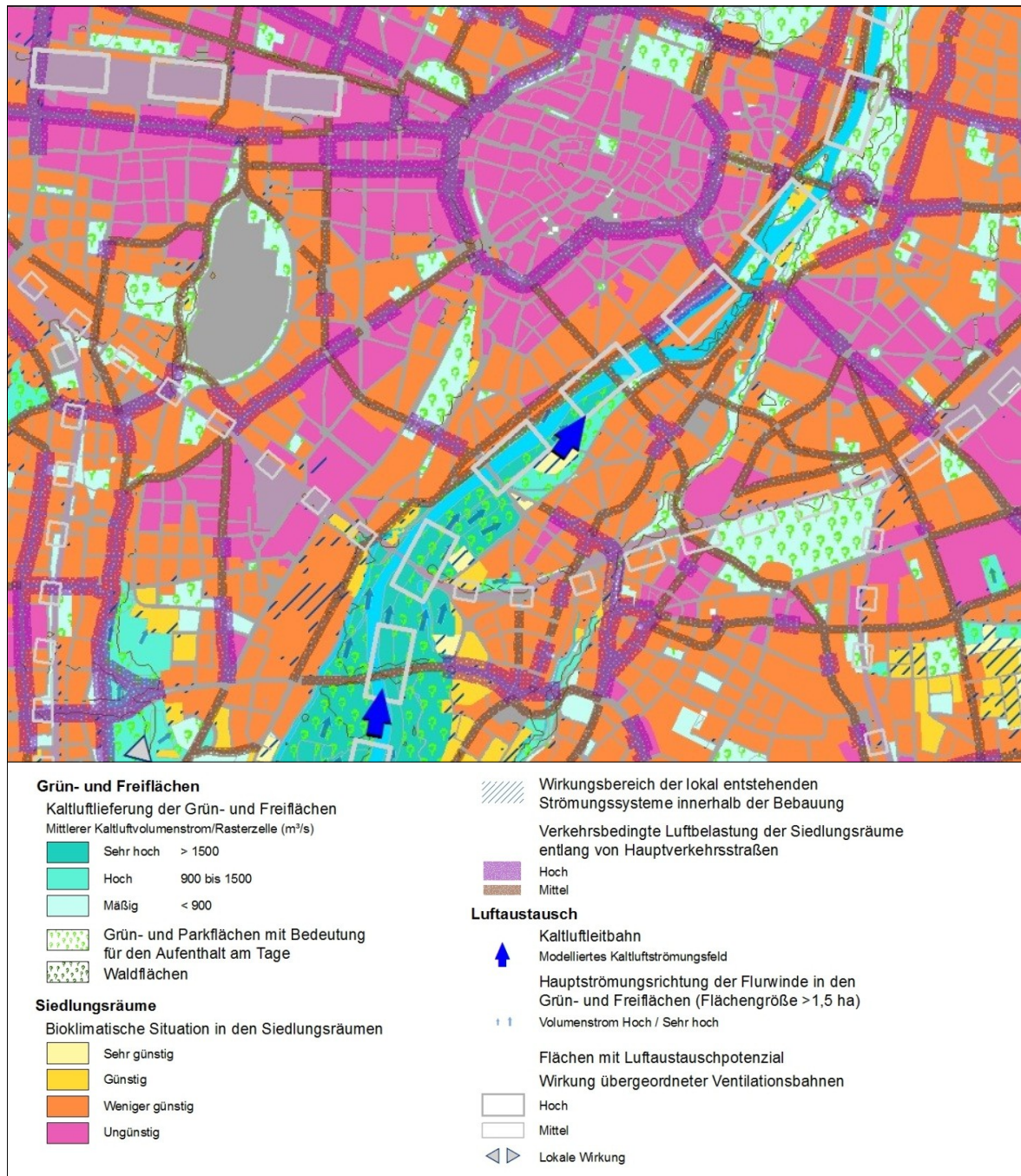


Abb. 6: Klimafunktionskarte – Analysekarte: Ausschnitt München Zentrum



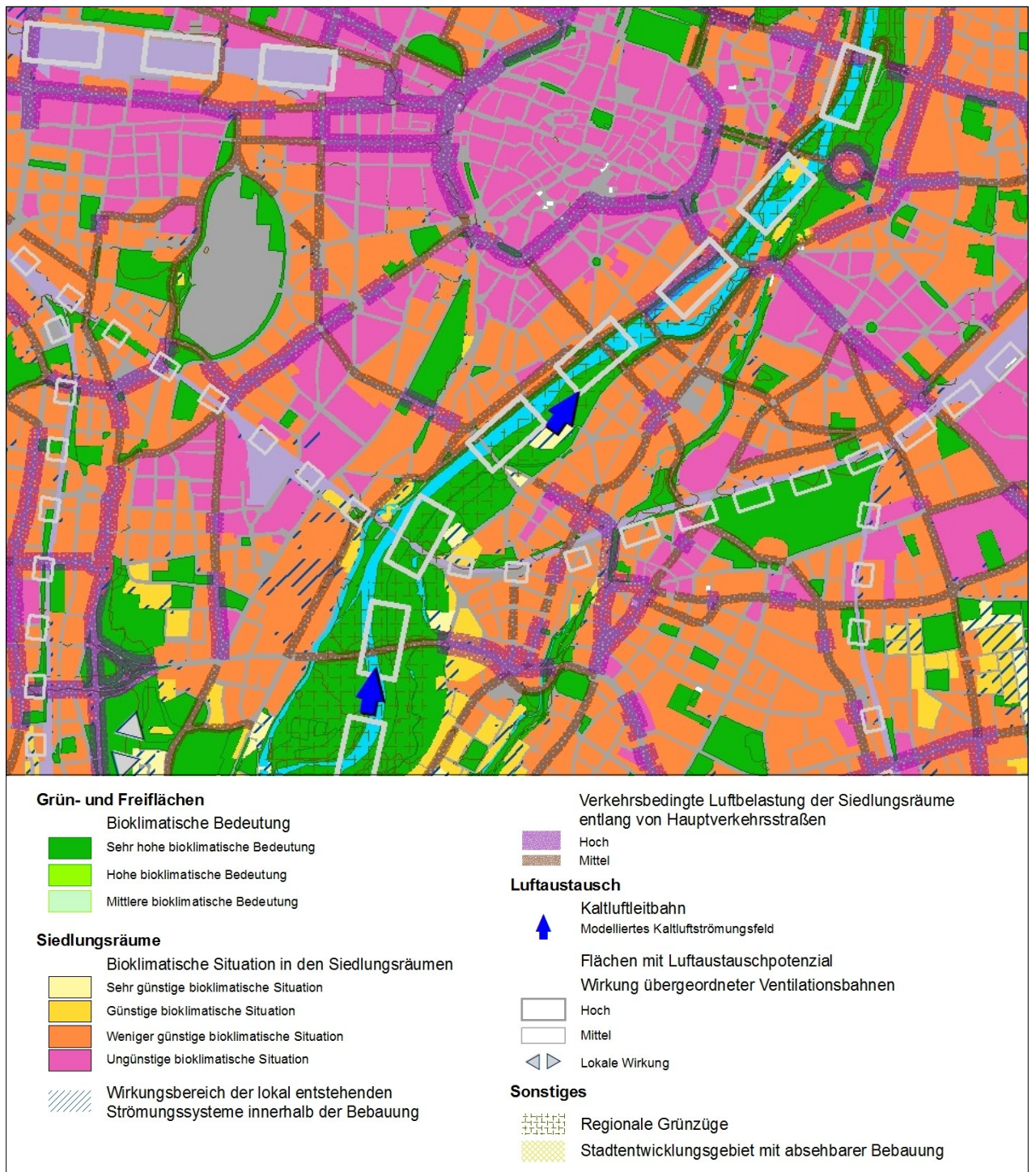


Abb.7: Klimafunktionskarte – Bewertungskarte: Ausschnitt München Zentrum



## TEIL B: Analyse und Projektion der zu erwartenden Veränderungen aufgrund des Klimawandels (Kooperation mit dem deutschen Wetterdienst)

Dieser Teil der Arbeiten wird im Rahmen eines Kooperationsvertrages mit dem Deutschen Wetterdienst (DWD) erstellt. Die Kooperation wurde im Jahr 2012 begonnen und läuft bis Ende 2015.

Ziel der Stadtklimauntersuchungen des DWD ist es, die Auswirkungen des Klimawandels für detaillierte Stadtstrukturen auf der Basis von Projektionen regionaler Klimamodelle aufzuzeigen und mögliche Handlungen in ihren Auswirkungen zu bewerten. In dieser Kooperation soll insbesondere die erwartete Veränderung der sommerlichen Temperaturverhältnisse in der LH München unter der besonderen Berücksichtigung des regionalen thermischen Gebirgswindsystems („Alpines Pumpen“) näher untersucht und dessen Wirkung auf das Stadtklima - insbesondere in Bezug auf die Veränderung der nächtlichen Frischluftzufuhr ins Stadtgebiet - detailliert betrachtet werden.

Um dieses Ziel zu erreichen, führt der DWD Messungen von Windgeschwindigkeit und -richtung im Münchner Umland durch und setzt Modellrechnungen ein.

Um das zukünftige Stadtklima (thermische Situation und Strömungsverhältnisse) für die LH München zu modellieren, verwendet der DWD zwei Modelle: das regionale Klimamodell COSMO-CLM bildet die großräumige Situation ab und kann die spezifischen Strömungsverhältnisse, die in München bei austauscharmen Situationen auftreten, abbilden. Durch das „Alpine Pumpen“ bildet sich tagsüber eine Strömung in Richtung Alpen aus und nachts strömt kühle Luft aus den Alpen Richtung Stadt, die zur Durchlüftung des Stadtgebiets beiträgt (s. Abb. 8). In den COSMO-CLM-Simulationen kann das Alpine Pumpen abgebildet werden.

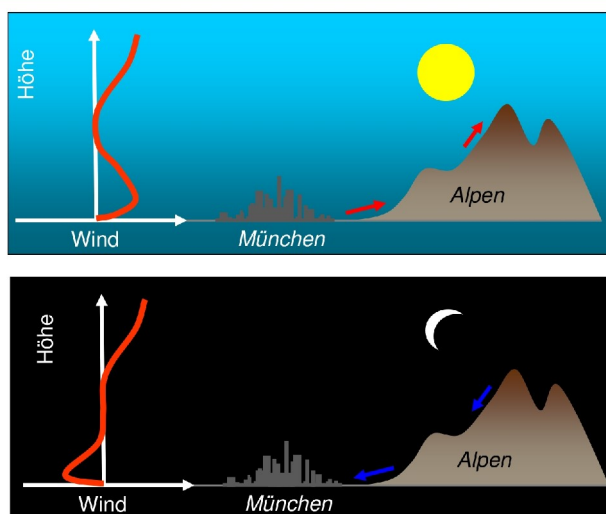
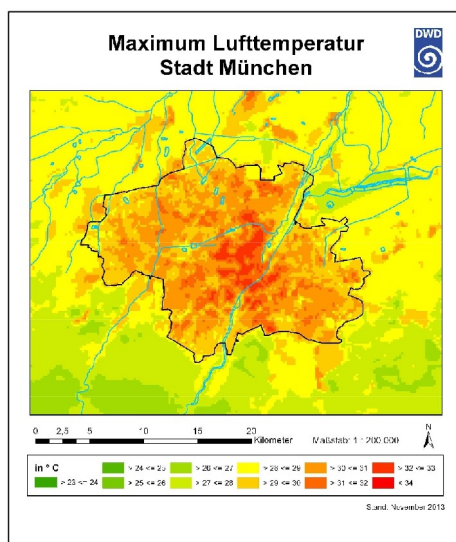


Abb. 8: Schema Alpines Pumpen (DWD 2013)

Aufgrund von Analysen von Windrichtungsverteilungen bei austauscharmen Hochdruckwetterlagen wurde festgestellt, dass für den nächtlichen Temperatursausgleich den südlichen und südwestlichen Strömungen eine besondere Bedeutung zukommt. Strömungen aus östlichen Richtungen sind gemäß älterer Untersuchungen (STADTKLIMA BAYERN) vor allem tagsüber zu beachten. In der Kooperation mit dem DWD liegt ein Schwerpunkt auf der Untersuchung des Alpinen Pumpens (u.a. aufgrund des wissenschaftlichen Interesse des DWDs an den Kooperation).

Das Stadtklimamodell MUKLIMO\_3 wird durch das COSMO-CLM Modell angetrieben. Durch die Kopplung der beiden Modelle ist es möglich, die komplexen Strömungsverhältnisse im Alpenraum abzubilden – dies ist bisher wissenschaftliches Neuland. Das MUKLIMO\_3- Stadtklimamodell hat eine Auflösung von 100x100 m Raster, das Modell – angepasst an die Verhältnisse in München – ist inzwischen aufgesetzt. Ein Modelllauf für einen heißen Sommertag ist in Abb. 9 dargestellt.



**Abb. 9: MUKLIMO\_3- Simulation eines heißen Sommertags für die LH München (DWD 2013)**

Um konkrete Messdaten zu den Strömungsverhältnissen bei austauscharmen Wetterlagen („Alpines Pumpen“) zu gewinnen, richtete der DWD temporäre Messstationen südlich von München in Aying, Dingharting, Buchendorf, Großhesselohe und Unterhaching ein. Die Messungen laufen seit 2012. Die Messdaten werden für die Modellierung und Validierung der Modelle verwendet. Erste Auswertungen zu austauscharmen Wetterlagen zeigen deutlich den Einfluss des Alpinen Pumpens.

Räumlich hochaufgelöste Ergebnisse zu den klimatischen Veränderungen liegen bisher nicht vor.

Die Kooperation zwischen LH München und DWD läuft bis Ende 2015 (eine wesentliche Änderung der Zeitschiene ist im Rahmen des Kooperationsvertrags nicht möglich). Nach Abschluss der Arbeiten werden die Ergebnisse dem Stadtrat vorgestellt.

Die Beschlussvorlage ist mit dem Referat für Stadtplanung und Bauordnung, dem Baureferat, dem Referat für Arbeit und Wirtschaft, dem Kommunalreferat und dem Kreisverwaltungsreferat abgestimmt.

### **Anhörung des Bezirksausschusses**

In dieser Beratungsangelegenheit ist die Anhörung des Bezirksausschusses nicht vorgesehen (vgl. Anlage 1 der BA-Satzung).

Die Korreferentin des Referates für Gesundheit und Umwelt, Frau Stadträtin Sabine Krieger, die zuständige Verwaltungsbeirätin, Frau Stadträtin Heide Rieke, das Referat für Stadtplanung und Bauordnung, das Baureferat, das Referat für Arbeit und Wirtschaft, das Kommunalreferat, das Kreisverwaltungsreferat sowie die Stadtkämmerei haben einen Abdruck der Vorlage erhalten.

## **II. Antrag des Referenten**

1. Der Vortrag des Referenten zum Zwischenbericht zur Anpassung an den Klimawandel und Vorstellung der Klimafunktionskarte wird zur Kenntnis genommen.
2. Das RGU wird beauftragt, in enger Zusammenarbeit und einvernehmlich mit den tangierten Dienststellen das Maßnahmenkonzept zur Anpassung an den Klimawandel in der LH München wie im Vortrag des Referenten dargestellt weiter zu bearbeiten und dem Stadtrat bis Mitte 2016 erneut zu berichten.
3. Die betroffenen Fachreferate werden gebeten, die Stadtklimaanalyse (Klimafunktionskarte) als Arbeitsgrundlage in ihrem jeweiligen Zuständigkeitsbereich zu berücksichtigen.
4. Dieser Beschluss unterliegt nicht der Beschlussvollzugskontrolle.

## **III. Beschluss**

nach Antrag. Die endgültige Entscheidung in dieser Angelegenheit bleibt der Vollversammlung des Stadtrates vorbehalten.

Der Stadtrat der Landeshauptstadt München

Der Vorsitzende

Der Referent

Ober-/Bürgermeister

Joachim Lorenz  
Berufsmäßiger Stadtrat

- IV. Abdruck von I. mit III. (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
- V. Wv Referat für Gesundheit und Umwelt RGU-S-SB  
zur weiteren Veranlassung (Archivierung, Hinweis-Mail).