# Abc – Augsburg bleibt cool



Abschlussveranstaltung am 16.12.2020

#### Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages





Deutsches Fernerkundungsdatenzentrums (DFD)
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

Sachverständigenbüro für Luftbildauswertung und Umweltfragen (SLU)







- Input-Daten
- Klimatologische Auswertungen
- Stadtstrukturelle Auswertungen (3D-Stadtmodell)
- Statistisches 3D-Stadtklimamodell
- Identifikation von Hitze-Hotspots

- Klimaanpassungskonzept Augsburg
- Datenvergleich Stadt Augsburg/DLR & SLU



- Input-Daten
- Klimatologische Auswertungen
- Stadtstrukturelle Auswertungen (3D-Stadtmodell)
- Statistisches 3D-Stadtklimamodell
- Identifikation von Hitze-Hotspots

- Klimaanpassungskonzept Augsburg
- Datenvergleich Stadt Augsburg/DLR & SLU



# Inputdaten



- WorldView-3, 31cm
- 19.07.2018
- Raster

- Landsat-8, 30m
- 18.08.2019
- Raster

- nDSM, 40cm
- Raster

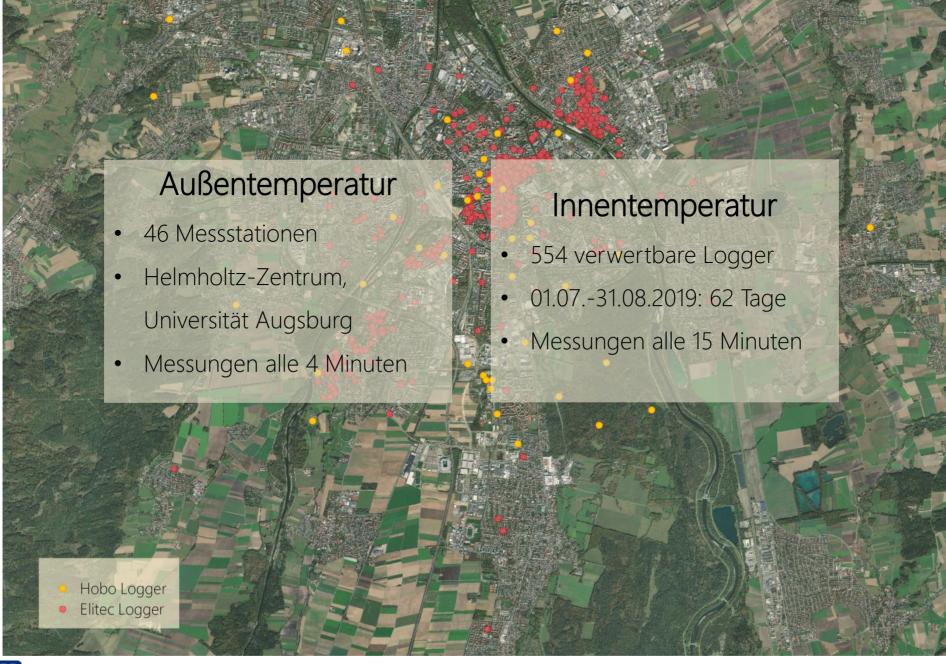
- OpenStreetMap
- Vektor

- LoD1
- Vektor

- Planungsräume Stadtbezirke
- Vektor











- Input-Daten
- Klimatologische Auswertungen
- Stadtstrukturelle Auswertungen (3D-Stadtmodell)
- Statistisches 3D-Stadtklimamodell
- Identifikation von Hitze-Hotspots

- Klimaanpassungskonzept Augsburg
- Datenvergleich Stadt Augsburg/DLR & SLU



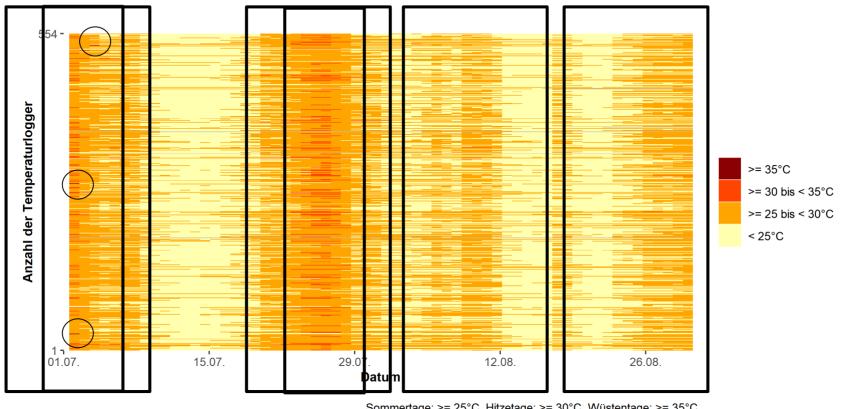


# Berechnung statistischer und klimatologisch-meteorologischer Kenngrößen

- Minimum, Maximum, Mittelwert, Standardabweichung
- 10%-, 25%-, 75%-, 90%-Quantil
- Klimatologische Kenntage

Klimatologischer Kenntag	Beschreibung			
Sommertag	Das Maximum der Lufttemperatur (LT) ist >= 25°C.			
Hitzetag	Das Maximum der LT ist >= 30°C.			
Wüstentag	Das Maximum der LT ist >= 35°C.			
Tropennacht	Das Minimum der LT ist zw. 18 Uhr & 6 Uhr >= 20°C.			
Biergartentag	Die LF ist um 20 Uhr > 20°C.			





Sommertage: >= 25°C, Hitzetage: >= 30°C, Wüstentage: >= 35°C

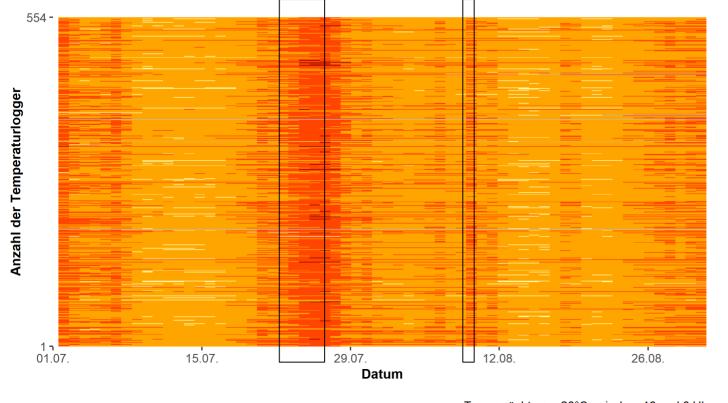
(Datengrundlage: Temperaturmessungen Innenraum Augsburg 01/07/2019-31/08/2019,

tägliche Maxima)

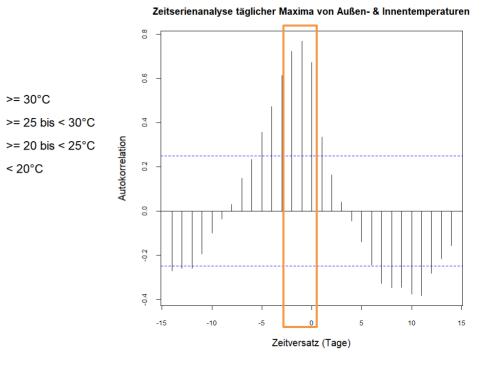




# Klimatologische Auswertungen: Zeitlicher Verlauf der Temperatur



Tropennächte: >= 20°C zwischen 18 und 6 Uhr (Datengrundlage: Temperaturmessungen Innenraum Augsburg 01/07/2019-31/08/2019, stündliche Mittelwerte zwischen 18 und 6 Uhr)



>= 30°C

< 20°C





- Input-Daten
- Klimatologische Auswertungen
- Stadtstrukturelle Auswertungen (3D-Stadtmodell)
- Statistisches 3D-Stadtklimamodell
- Identifikation von Hitze-Hotspots

- Klimaanpassungskonzept Augsburg
- Datenvergleich Stadt Augsburg/DLR & SLU



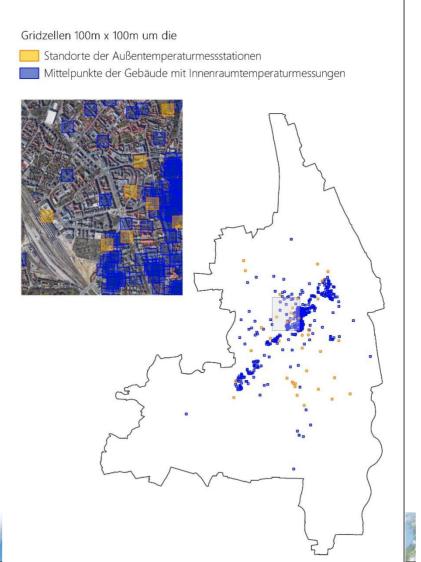
# Gebäudeparameter

(Einzelgebäude; flächendeckend)

# Building Footprint Gebäude mit Innenraumtemperaturmessungen

# Nachbarschaftsparameter

(um Standorte der Außen-/Innenraumtemperaturen)

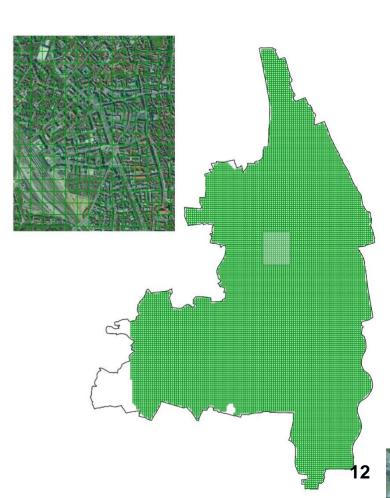


# Flächenparameter

(flächendeckend)



flächendeckend

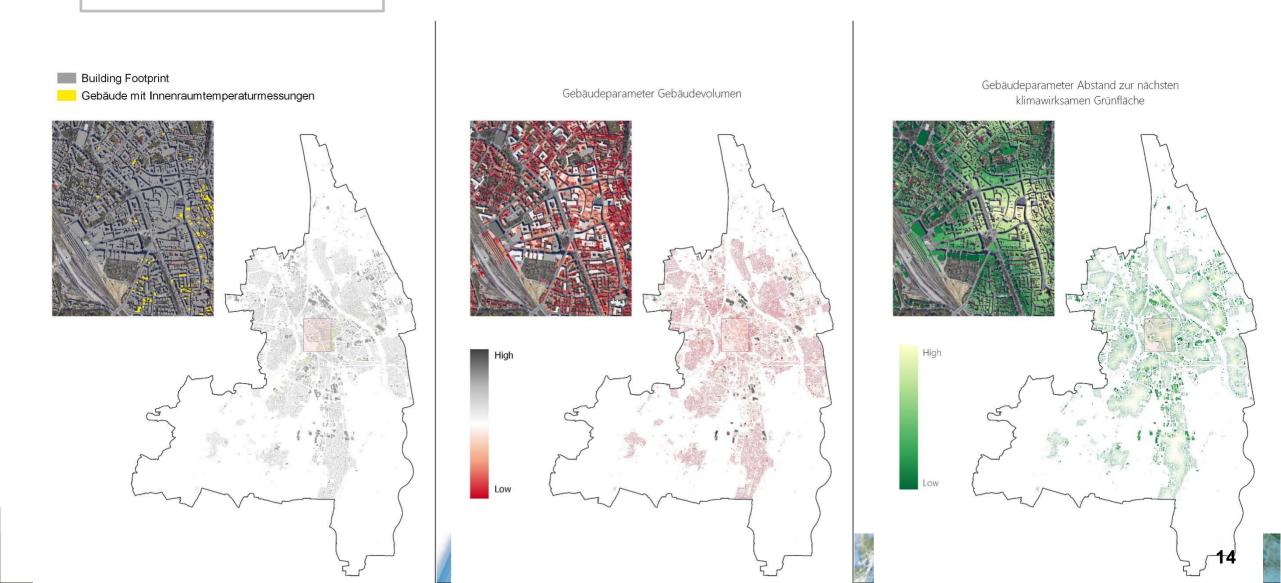


# Gebäudeparameter (Einzelgebäude; flächendeckend)



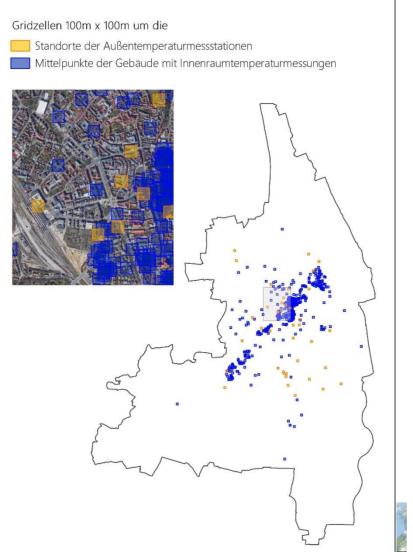
Parameter	Beschreibung			
Gebäudegrundfläche	Fläche [m²]			
Geschossfläche	Summe der Fläche aller Stockwerke [m²]			
Gebäudehöhe	<ul><li>Absolute Höhe [m]</li><li>Anzahl der Stockwerke</li></ul>			
Gebäudevolumen	Gebäudevolumen [m³]			
Räumlicher Kontext	<ul> <li>Abstand [m] der Gebäude</li> <li>zur nächsten klimawirksamen Grünfläche (&gt;0,5ha)</li> <li>zum nächsten Gewässer</li> <li>zum nächsten Gebäude (Gebäudemittelpunkte)</li> </ul>			
Exposition	Exposition des Gebäudes			
Albedo	Mittelwert der diffus reflektierten Strahlung			
NDVI	Mittelwert des NDVI			
Gründach	mit Gründach / ohne Gründach			

# Gebäudeparameter (Einzelgebäude; flächendeckend)



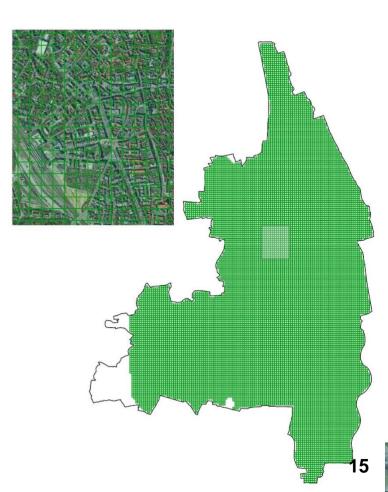
# Nachbarschaftsparameter

# Flächenparameter



Gridzellen 100m x 100m

flächendeckend

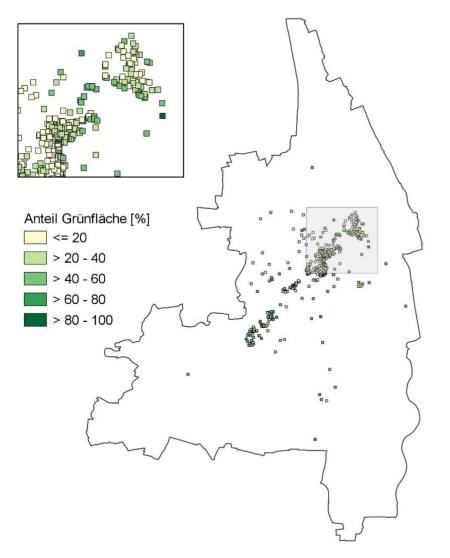




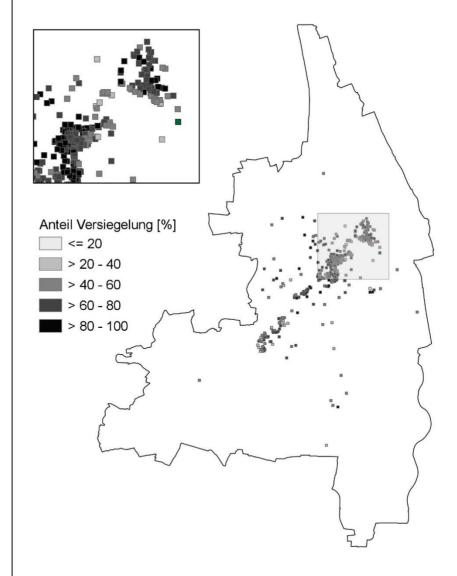
Parameter	Beschreibung		
Versiegelungsgrad	Anteil der versiegelten Fläche [m²]		
Gebäudedichte	Anteil der Fläche mit Gebäuden [m²]		
Baumasse	Summe des Gebäudevolumens		
Geschossflächenzahl	Summe der Geschossfläche		
Anteil der Grünflächen	Anteil der Grünflächen [m²]		
NDVI	Mittelwert des NDVI		
Grünvolumen	Summe des Grünvolumens		
Anteil klimawirksamer Grünflächen	Anteil der klimawirksamen Grünflächen [m²]		
Anteil hoher und niedriger Vegetation	Anteil von hoher (>2m) bzw. niedriger (<=2m) Vegetation [m²]		
Anteil der Wasserflächen	Anteil der Wasserfläche [m²]		
Landoberflächentemperatur	Mittelwert der LST		
Albedo	Mittelwert der Albedo		
Schatten	Summe des Schattens [m²]		
Sky View Factor (SVF)	Mittelwert des SVF (= Anteil des sichtbaren Bereichs des Himmels)		
Entfernung zum Zentrum	Abstand [m] der Gridzelle (Mittelpunkt) zum Stadtzentrum		



Nachbarschaftsparameter "Grünflächenanteil" für die 100m x 100m Nachbarschaft der Gebäude mit Innenraumtemperaturmessungen



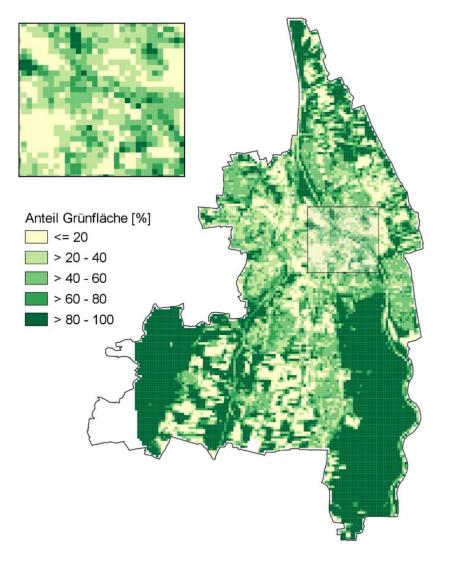
Nachbarschaftsparameter "Versiegelungsgrad" für die 100m x 100m Nachbarschaft der Gebäude mit Innenraumtemperaturmessungen



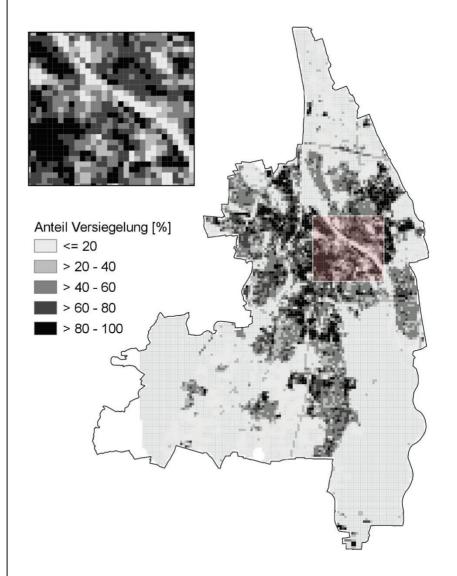




Flächenparameter "Grünflächenanteil" für die Abdeckung mit 100m x 100m Gridzellen über dem Stadtgebiet



Flächenparameter "Versiegelungsgrad" für die Abdeckung mit 100m x 100m Gridzellen über dem Stadtgebiet







- Input-Daten
- Klimatologische Auswertungen
- Stadtstrukturelle Auswertungen (3D-Stadtmodell)
- Statistisches 3D-Stadtklimamodell
- Identifikation von Hitze-Hotspots

- Klimaanpassungskonzept Augsburg
- Datenvergleich Stadt Augsburg/DLR & SLU





Innenraumtemperaturmessungen &

Gebäudeparameter für Gebäude mit Innenraumtemperaturmessungen





Innenraumtemperaturmessungen &

Nachbarschaftsparameter (innerhalb der 100m x 100m Gridzellen um Gebäude mit Innenraumtemperaturmessungen)





Außentemperaturmessungen &

Nachbarschaftsparameter (innerhalb der 100m x 100m Gridzellen um Standorte der Außentemperaturmessungen)



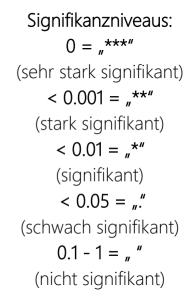






# Statistisches 3D-Stadtklimamodell: Außentemperaturen und Nachbarschaftsparameter

·	Sommertag	е	Hitzetage		Tropennächte		Mittelwert	
	p - Wert	r²	p - Wert	r²	p - Wert	r²	p - Wert	r²
Albedo	0,00051 ***	0,28	0,00530 **	0,19	0,14008	0,06	0,00038 ***	0,29
Gebäudedichte	0,00289 **	0,22	0,01888 *	0,14	0,00000 ***	0,50	0,00000 ***	0,52
Baumasse	0,05667 .	0,09	0,08020 .	0,08	0,00000 ***	0,48	0,00001 ***	0,41
Abstand zum Zentrum	0,01522 *	0,15	0,02742 *	0,12	0,00000 ***	0,64	0,00000 ***	0,55
Geschossfläche	0,05517 .	0,10	0,07248 .	0,08	0,00000 ***	0,47	0,00001 ***	0,40
Grünvolumen	0,00000 ***	0,58	0,00010 ***	0,34	0,01648 *	0,15	0,00000 ***	0,51
Oberflächentemperatur	0,00015 ***	0,32	0,00078 ***	0,27	0,00000 ***	0,49	0,00000 ***	0,75
NDVI	0,00001 ***	0,40	0,00015 ***	0,33	0,00014 ***	0,33	0,00000 ***	0,61
Schatten	0,00591 **	0,19	0,03052 *	0,12	0,00000 ***	0,60	0,00000 ***	0,56
Sky View Factor	0,01473 *	0,15		0,08	0,09829 .	0,07	0,62620	0,01
Anteil Grünflächen (GF)	0,00002 ***	0,39	0,00036 ***	0,29	0,00001 ***	0,41	0,00000 ***	0,66
Anteil hoher Vegetation	0,00000 ***	0,58	0,00008 ***	0,35	0,00463 **	0,20	0,00000 ***	0,56
Anteil klimawirksamer GF	0,00001 ***	0,42	0,00019 ***	0,32	0,00020 ***	0,32	0,00000 ***	0,62
Anteil niedriger Vegetation	0,32802	0,03		0,00	0,00303 **	0,21	0,13990	0,06
Anteil Versiegelung	0,00015 ***	0,33	0,00030 ***	0,30	0,00000 ***	0,56	0,00000 ***	0,73
Anteil Wasser	0,88850	0,00	0,65098	0,01	0,46421	0,01	0,51160	0,01

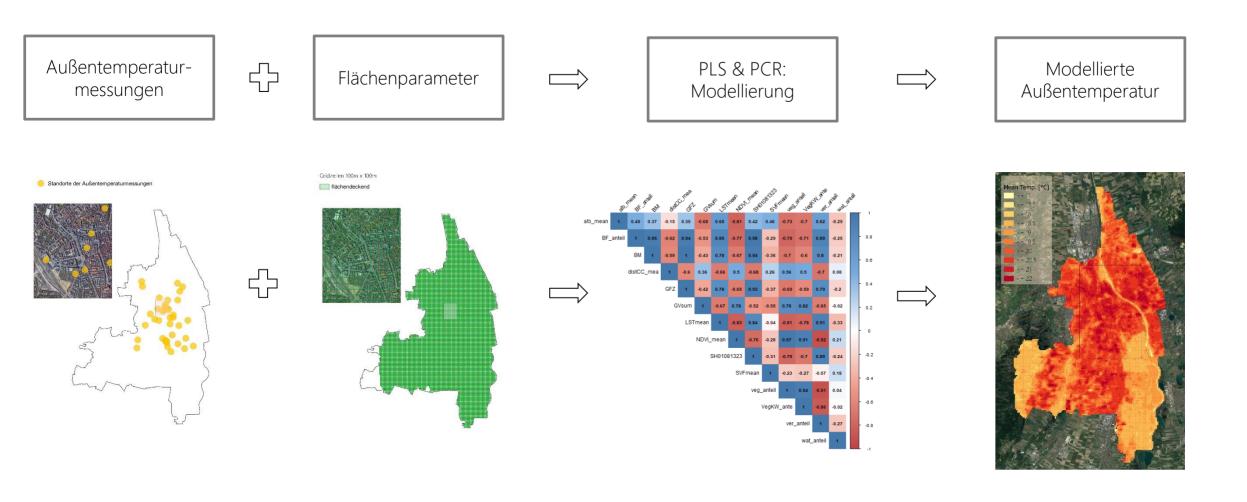




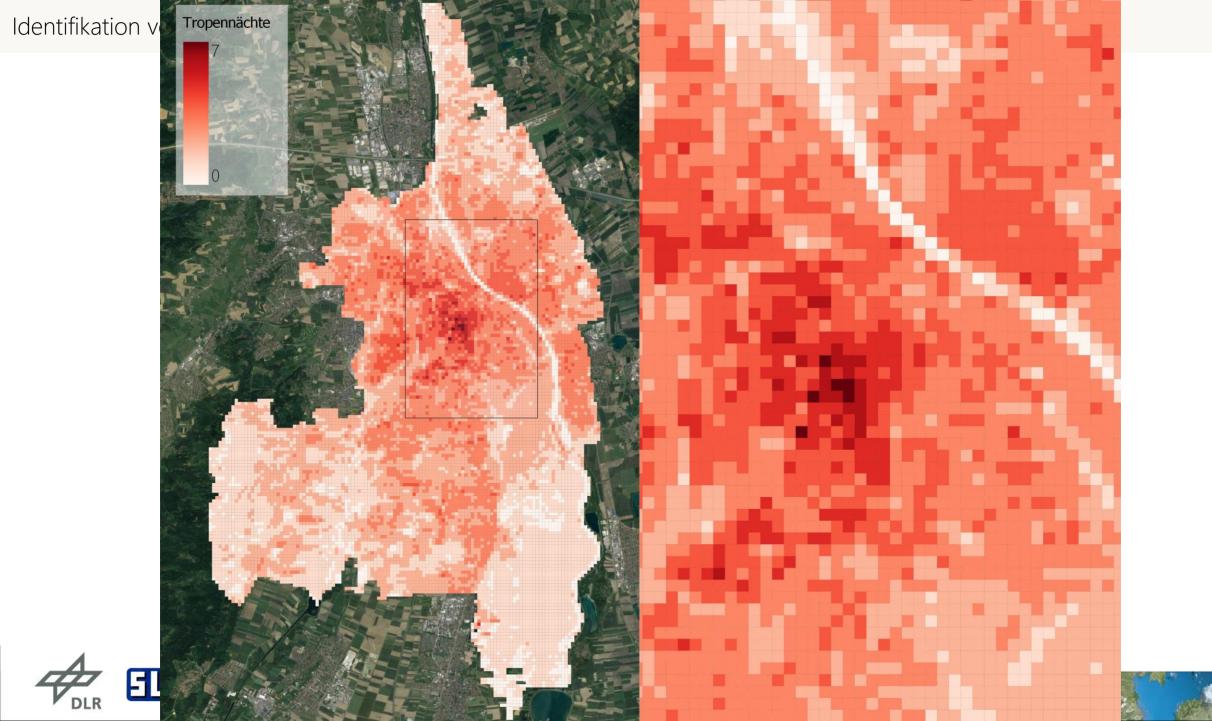
- Input-Daten
- Klimatologische Auswertungen
- Stadtstrukturelle Auswertungen (3D-Stadtmodell)
- Statistisches 3D-Stadtklimamodell
- Identifikation von Hitze-Hotspots

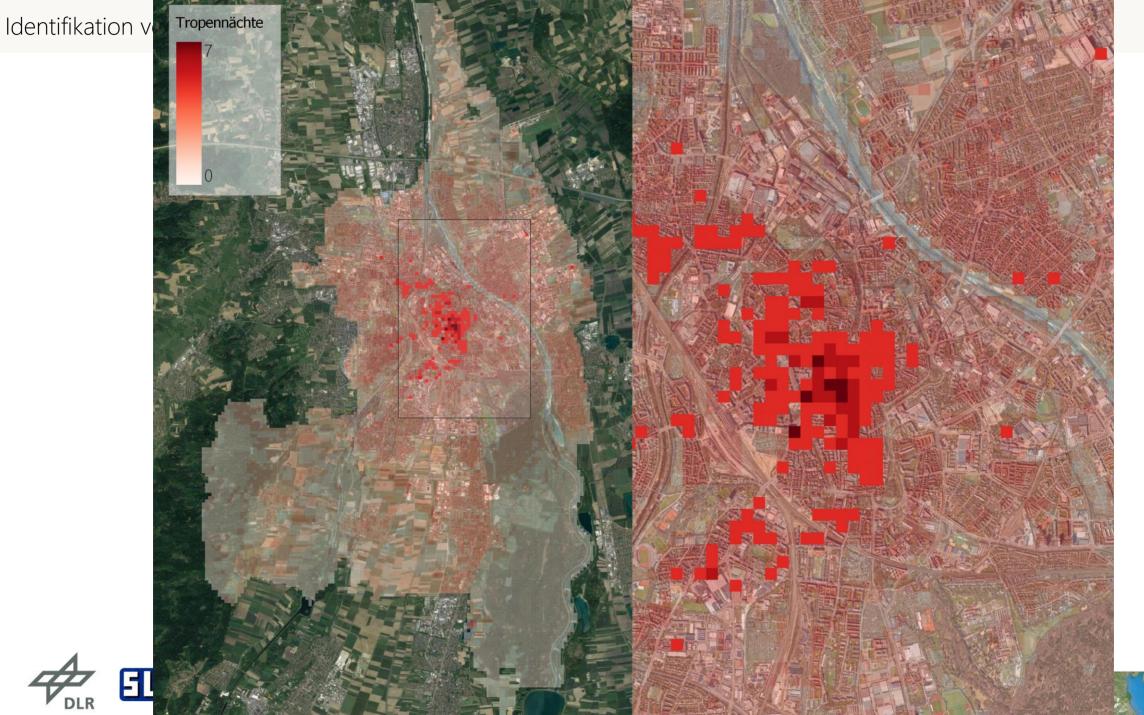
- Klimaanpassungskonzept Augsburg
- Datenvergleich Stadt Augsburg/DLR & SLU



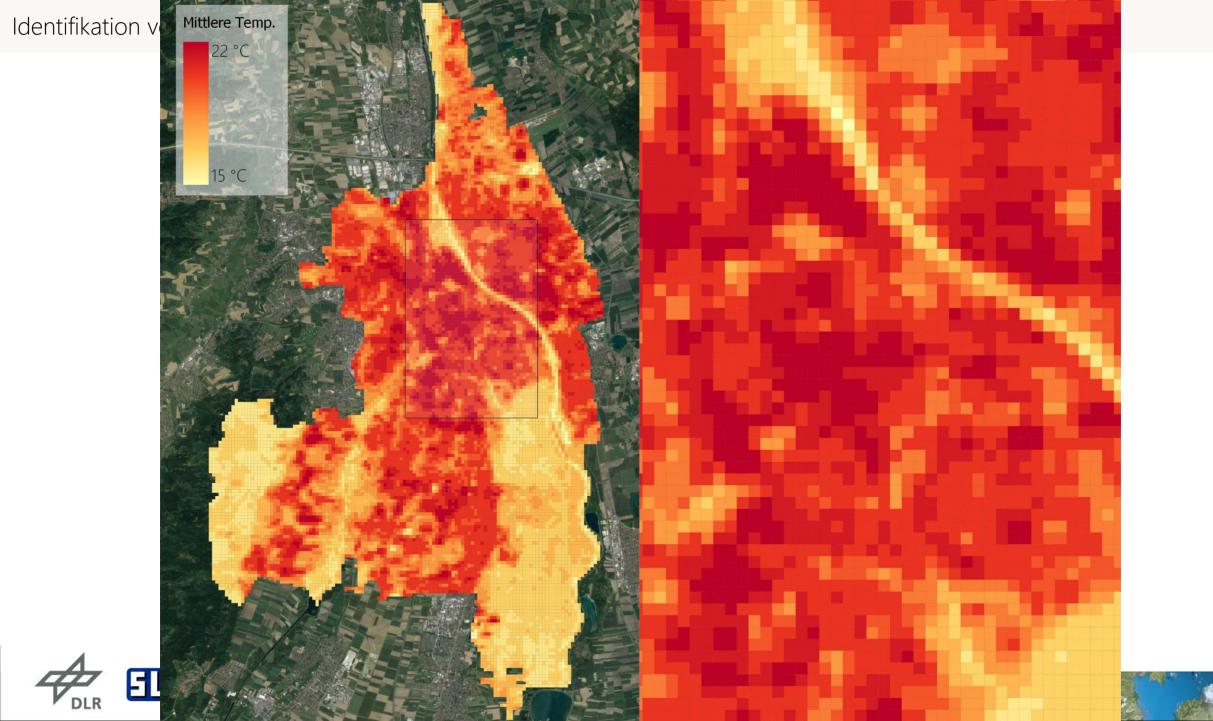


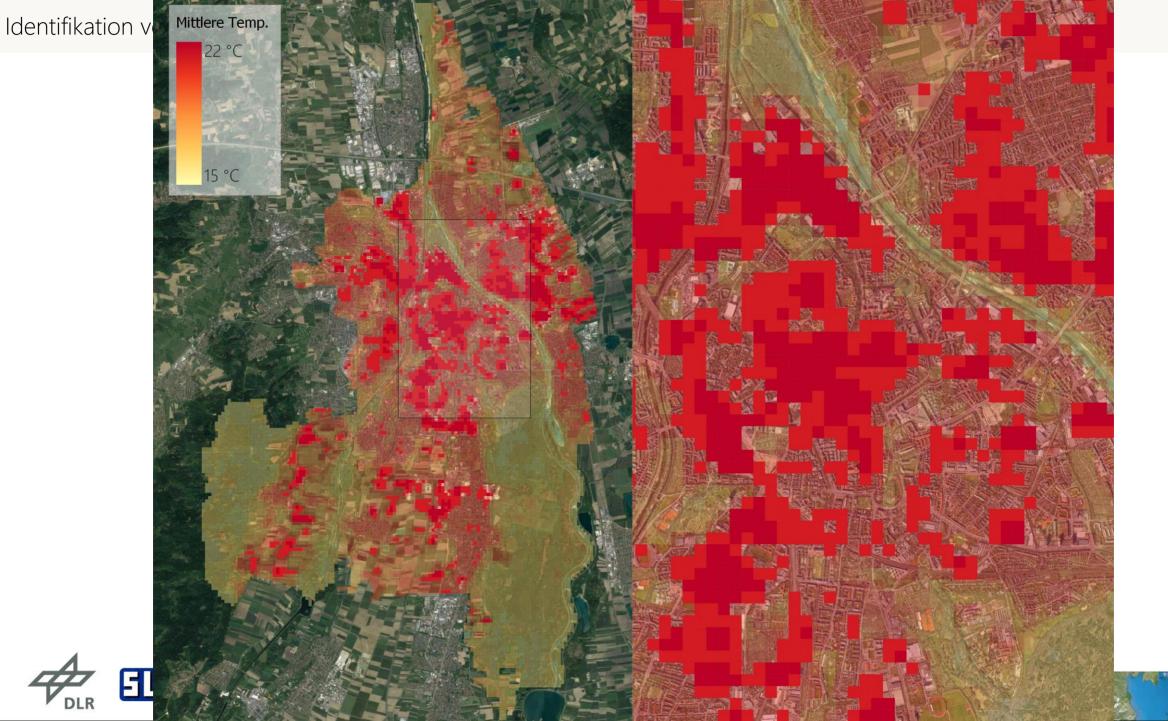






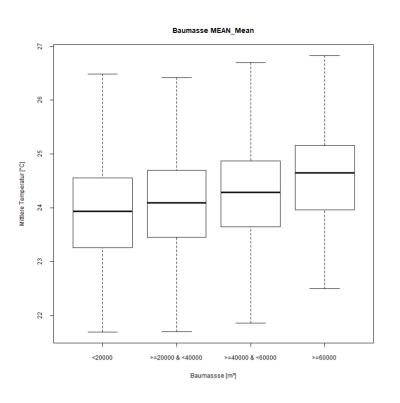


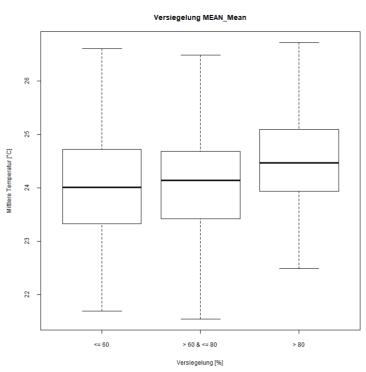






# Innenraumtemperatur & Nachbarschaftsparameter





"Je weniger Grün in der Nachbarschaft eines Gebäudes existiert, desto wärmer ist es im Innenraum"

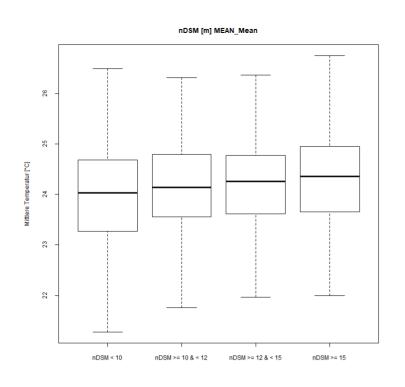
"Je höher die Baumasse / der Anteil an Versiegelung in der Umgebung eines Gebäudes, desto wärmer ist es im Innenraum"





# Identifikation von Hitze-Hotspots: Trends basierend auf der Innenraumtemperatur

# Innenraumtemperatur & Gebäudeparameter



"Je weiter entfernt ein Gebäude von einer klimawirksamen Grünfläche, desto wärmer ist es im Innenraum"

"Je größer das Volumen eine Gebäudes, desto wärmer ist es im Innenraum"

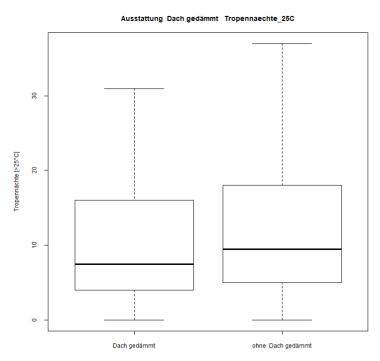
"Je höher ein Gebäude, desto wärmer ist es im Innenraum"

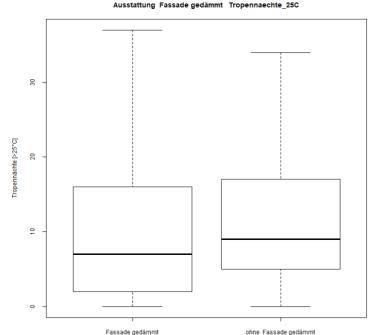




# Identifikation von Hitze-Hotspots: Trends basierend auf der Innenraumtemperatur

### Innenraumtemperatur & Befragungsdaten





"Gebäude **mit Keller/mit Garten** haben eine **niedrigere Innenraumtemperatur** im Vergleich zu Gebäuden ohne Keller/ohne Garten"

"Gebäude mit Dach- und/oder Fassadendämmung haben eine niedrigere Innenraumtemperatur (vor allem Nachts) im Vergleich zu Gebäuden ohne Dämmung"





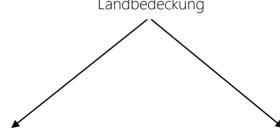
# Zusammenfassung

#### 3D-Stadtmodell

(Grundlage für die Berechnung statistischer Zusammenhänge zwischen der Temperatur und Gebäudeeigenschaften/Landbedeckungsmustern)

Stark signifikante Zusammenhänge zwischen Außentemperaturmessungen und der Landbedeckung

Keine ausreichend signifikanten Zusammenhänge zwischen den Innenraumtemperaturmessungen und den Gebäudeeigenschaften und der Landbedeckung



Auf andere Städte übertragbares Modell der Außentemperaturen zur Identifikation von Hitze-Hotspots

Weitere Parameter beeinflussen die Innenraumtemperatur Darstellung des Einflusses von Gebäudeeigenschaften und Landbedeckung auf die Innenraumtemperatur

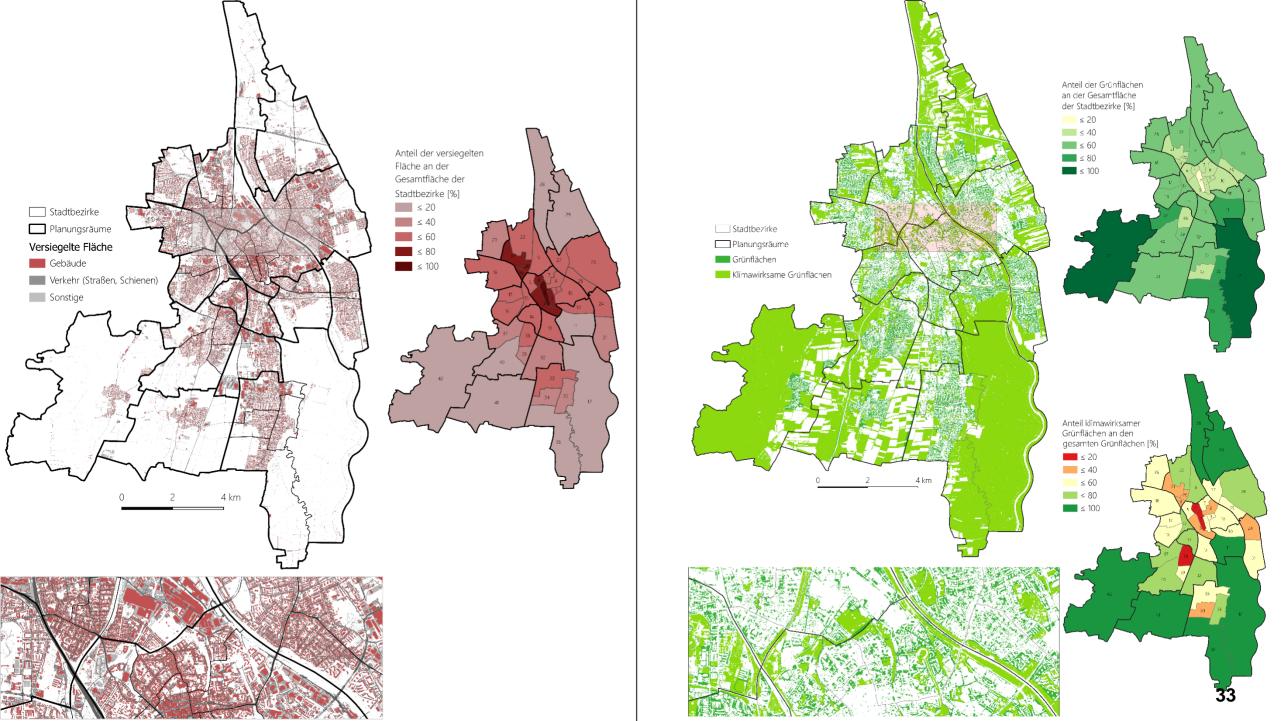




- Input-Daten
- Klimatologische Auswertungen
- Stadtstrukturelle Auswertungen (3D-Stadtmodell)
- Statistisches 3D-Stadtklimamodell
- Identifikation von Hitze-Hotspots

- Klimaanpassungskonzept Augsburg
- Datenvergleich Stadt Augsburg/DLR & SLU





- Input-Daten
- Klimatologische Auswertungen
- Stadtstrukturelle Auswertungen (3D-Stadtmodell)
- Statistisches 3D-Stadtklimamodell
- Identifikation von Hitze-Hotspots

- Klimaanpassungskonzept Augsburg
- Datenvergleich Stadt Augsburg/DLR & SLU



	Planungsraum / Stadtbezirk	Versiegelte Fläche gesamt [Hektar] DLR/SLU	Anteil versiegelter Fläche an Gesamtfläche der Stadtbezirke [%] DLR/SLU	Versiegelte Fläche gesamt [Hektar] Stadt Augsburg	Anteil versiegelter Fläche an Gesamtfläche der Stadtbezirke [%] Stadt Augsburg	Differenz DLR/SLU & Stadt Augsburg [%]
I Inr	nenstadt	416,5	61,0	329,8	48,3	12,7
1 2 3 4	Lechviertel, östl. Ulrichsviertel Innenstadt, St. Ulrich-Dom Bahnhofs-, Bismarckviertel Georgs- u. Kreuzviertel	26,5 44,2 77,1 23,4	69,2 83,8 64,4 75,4	23,6 40,0 60,1 17,7	61,6 75,8 50,3 56,9	7,6 8,0 14,2 18,6
5 7 8 9 10	Stadtjägerviertel Bleich und Pfärrle Jakobervorstadt - Nord Jakobervorstadt - Süd Am Schäfflerbach	39,3 32,0 37,7 12,0 124,4	54,7 57,0 53,8 59,5 55,8	31,4 29,1 31,5 10,9 85,6	43,7 51,7 44,9 54,4 38,4	11,0 5,2 8,8 5,1 17,4
II Ob	perhausen	360,7	50,1	298,7	41,5	8,6
6 19 20 21 22	Rechts der Wertach Links der Wertach - Süd Links der Wertach - Nord Oberhausen - Süd Oberhausen - Nord	90,3 18,3 21,5 92,2 138,3	41,7 71,0 71,4 66,9 44,6	81,3 12,7 17,2 69,5 118,0	37,5 49,1 57,1 50,4 38,1	4,2 21,9 14,2 16,5 6,5
III Bă	irenkeller	90,2	28,8	60,5	19,3	9,5
23	Bärenkeller	90,2	28,8	60,5	19,3	9,5
IV Fi	rnhaberau	88,0	11,2	50,1	6,4	4,8
28	Firnhaberau	88,0	11,2	50,1	6,4	4,8
V Ha	ammerschmiede	159,4	17,7	129,6	14,4	3,3
29	Hammerschmiede	159,4	17,7	129,6	14,4	3,3
VI L	echhausen	467,7	44,6	428,6	40,9	3,7
25 26 27	Lechhausen - Süd Lechhausen - Ost Lechhausen - West	66,7 332,1 68,9	57,2 42,6 45,3	60,2 315,1 53,4	51,6 40,4 35,1	5,6 2,2 10,2
VII K	(riegshaber	204,0	45,2	152,6	33,9	11,4
18	Kriegshaber	204,0	45,2	152,6	33,9	11,4
VIII I	Pfersee	192,5	46,4	134,6	32,5	13,9
	Rosenau- u. Thelottviertel Pfersee - Süd Pfersee - Nord  ochfeld	36,9 92,8 62,7 <b>99,9</b>	46,9 44,4 49,4 <b>51,7</b>	18,2 69,8 46,6 <b>71,8</b>	23,2 33,4 36,7 <b>37,2</b>	23,7 11,0 12,7 <b>14,5</b>
IV II	ouncid	33,3	31,1	, 1,0	5/,2	14,5

Satell

Einfahrten : Einfamilienhäu

Flächen m Schienenweg klassifikation

		Grünflächen	Anteil Grünflächen	Grünflächen	Anteil Grünflächen	Differenz
		gesamt	an	gesamt [Hektar]	an	DLR/SLU
Planungsraum / Stadtbezirk		[Hektar]	Gesamtfläche der		Gesamtfläche der	&
		1	Stadtbezirke [%]		Stadtbezirke [%]	Stadt Augsburg
		DLR/SLU	DLR/SLU	Stadt Augsburg	Stadt Augsburg	[%]
I In	nenstadt	224,1	32,8	44,9	6,6	26,2
1	Lechviertel, östl. Ulrichsviertel	10,8	28,2	5,2	13,5	14,7
2	Innenstadt, St. Ulrich-Dom	7,1	13,4	1,7	3,3	10,1
3	Bahnhofs-, Bismarckviertel	35,9	30,0	7,5	6,2	23,8
4	Georgs- u. Kreuzviertel	6,7	21,5	0,7	2,4	19,1
5	Stadtjägerviertel	28,1	39,0	5,1	7,1	31,9
7	Bleich und Pfärrle	20,5	36,5	4,7	8,3	28,2
8	Jakobervorstadt - Nord	26,8	38,3	2,4	3,4	34,8
9	Jakobervorstadt - Süd	7,4	36,6	2,3	11,5	25,1
10	Am Schäfflerbach	80,9	36,3	15,3	6,9	29,4
110	berhausen	299,3	41,6	77,5	10,8	30,8
6	Rechts der Wertach	104,1	48,1	47,5	22,0	26,1
19	Links der Wertach - Süd	6,3	24,6	1,3	4,9	19,7
20	Links der Wertach - Nord	7,0	23,2	0,2	0,7	22,5
21	Oberhausen - Süd	39,5	28,6	3,0	2,1	26,5
22	Oberhausen - Nord	142,4	46,0	25,5	8,2	37,7
III B	ärenkeller	172,9	55,2	10,2	3,3	52,0
23	Bärenkeller	172,9	55,2	10,2	3,3	52,0
IV F	irnhaberau	442,9	56,6	83,0	10,6	46,0
28	Firnhaberau	442,9	56,6	83,0	10,6	46,0
VН	lammerschmiede	519,6	57,7	61,9	6,9	50,8
29	Hammerschmiede	519,6	57,7	61,9	6,9	50,8
VIL	echhausen	438,1	41,8	61,6	5,9	35,9
25	Lechhausen - Süd	40,1	34,4	10,2	8,7	25,6
26	Lechhausen - Ost	328,3	42,1	32,9	4,2	37,9
27	Lechhausen - West	69,7	45,8	18,5	12,2	33,7
VII	Kriegshaber	198,6	44,1	20,6	4,6	39,5
18	Kriegshaber	198,6	44,1	20,6	4,6	39,5
VIII	Pfersee	187,5	45,2	61,0	14,7	30,5
15	Rosenau- u. Thelottviertel	33,5	42,6	7,9	10,0	32,6
16	Pfersee - Süd	97,3	46,5	22,5	10,7	35,8
17	Pfersee - Nord	56,8	44,7	30,7	24,2	20,5
IX F	lochfeld	82,0	42,5	7,4	3,8	38,6
13	Hochfeld	82,0	42,5	7,4	3,8	38,6
		_	,			

