

# Stadtbäume im Klimawandel - Wuchsverhalten, Umweltleistungen und Perspektiven

**Thomas Rötzer, Hans Pretzsch, Astrid Moser, Jens Dahlhausen, Stephan Pauleit**

**TUM, Lehrstuhl für Waldwachstumskunde**

**TUM, Lehrstuhl Strategie und Management der Landschaftsentwicklung**

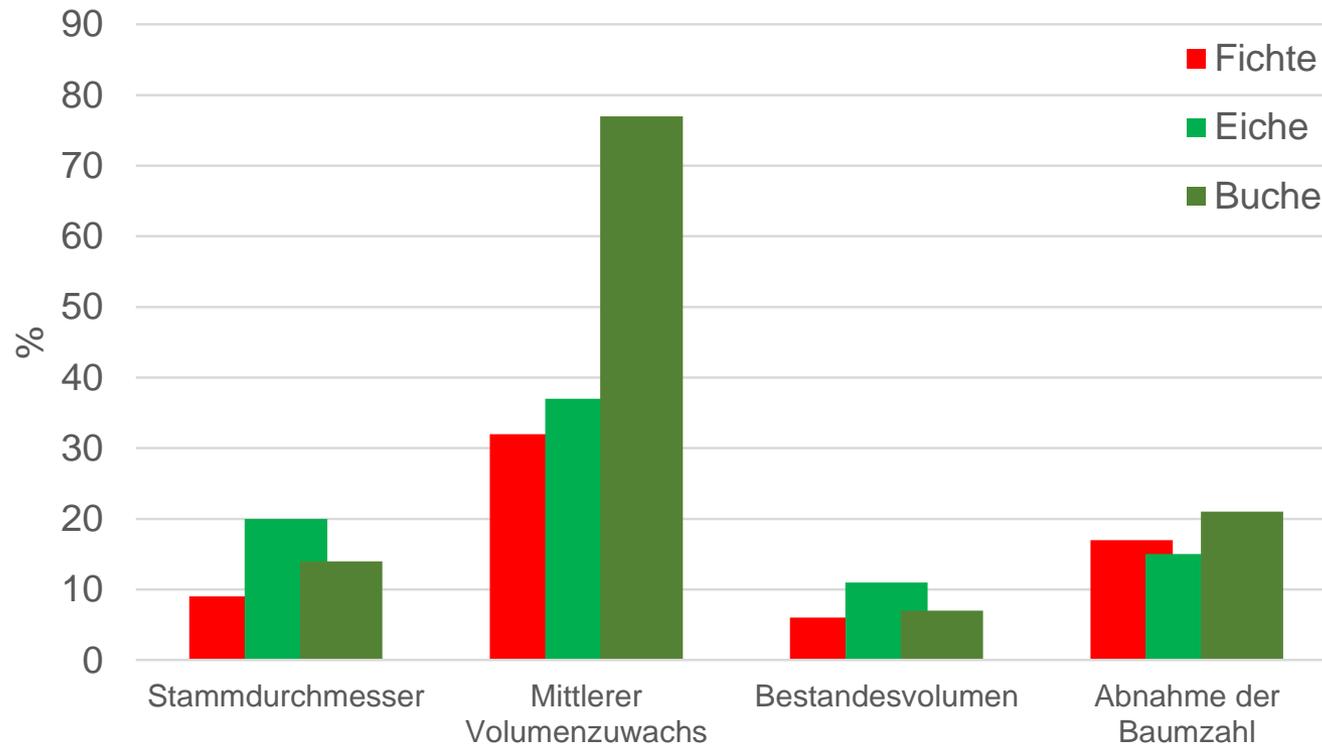


finanziert durch  
Bayerisches Staatsministerium für  
Umwelt und Verbraucherschutz



- **Wachsen Bäume in der Stadt anders?**
- **Was leisten Stadtbäume für den Menschen (Umweltleistungen)?**
- **Wie verändert sich das Wachstum von Stadtbäumen mit dem Alter?**
- **Kann der Einfluss von Umweltbedingungen modelliert werden?**
- **Wie verhalten sich Wachstum und Umweltleistungen von Stadtbäumen unter gegebenen und möglichen zukünftigen Klimabedingungen?**

## Prozentuale Änderung der Bestandeskennwerte für das Jahr 2000 bezogen auf das Jahr 1960



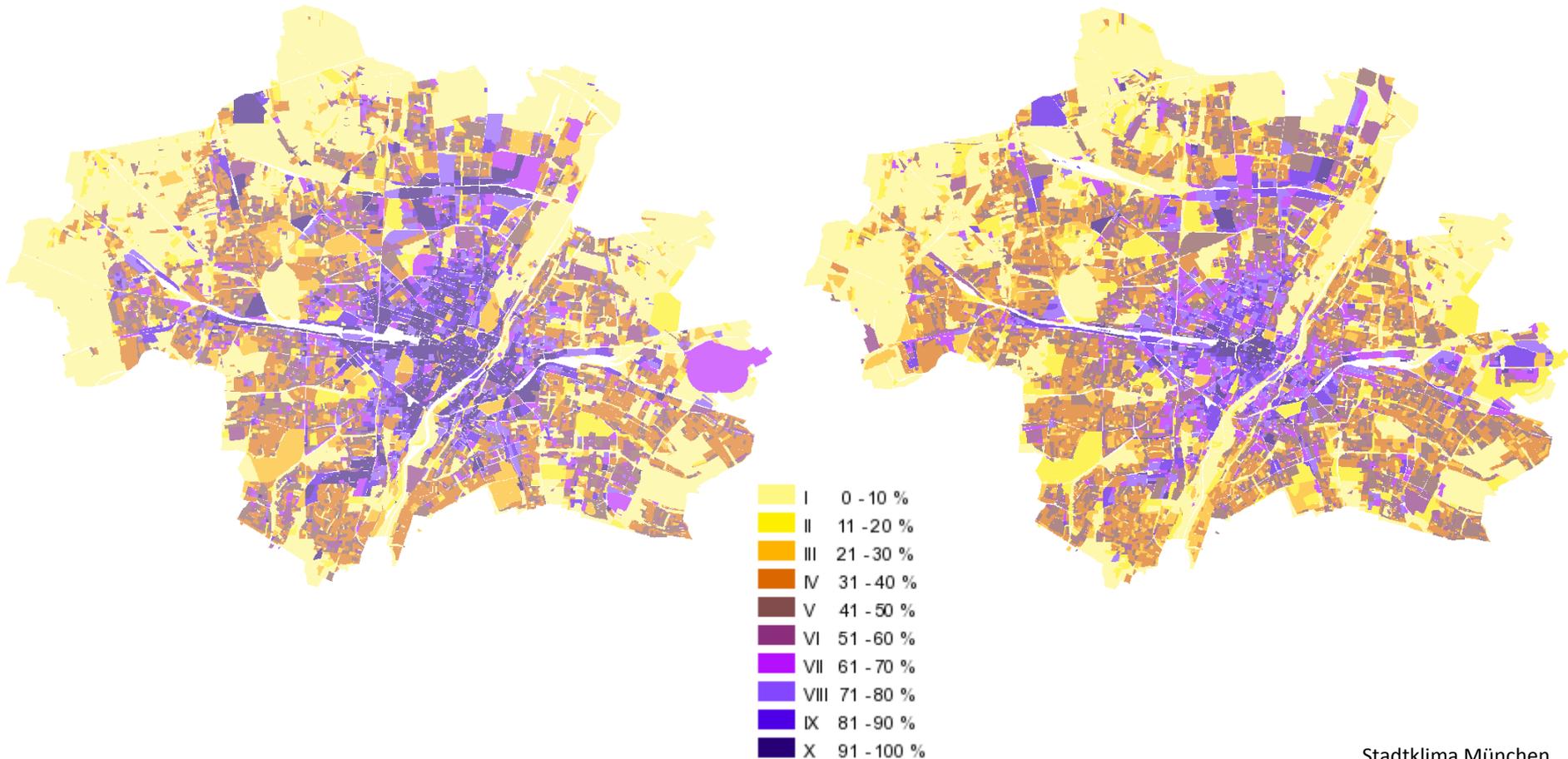
\*: 75-jährige Fichten- bzw. Buchenbeständen und 100-jährige Eichenbestände

# Wachsen Bäume in der Stadt anders?

## Veränderung von Landnutzung und Versiegelungsgrad: München

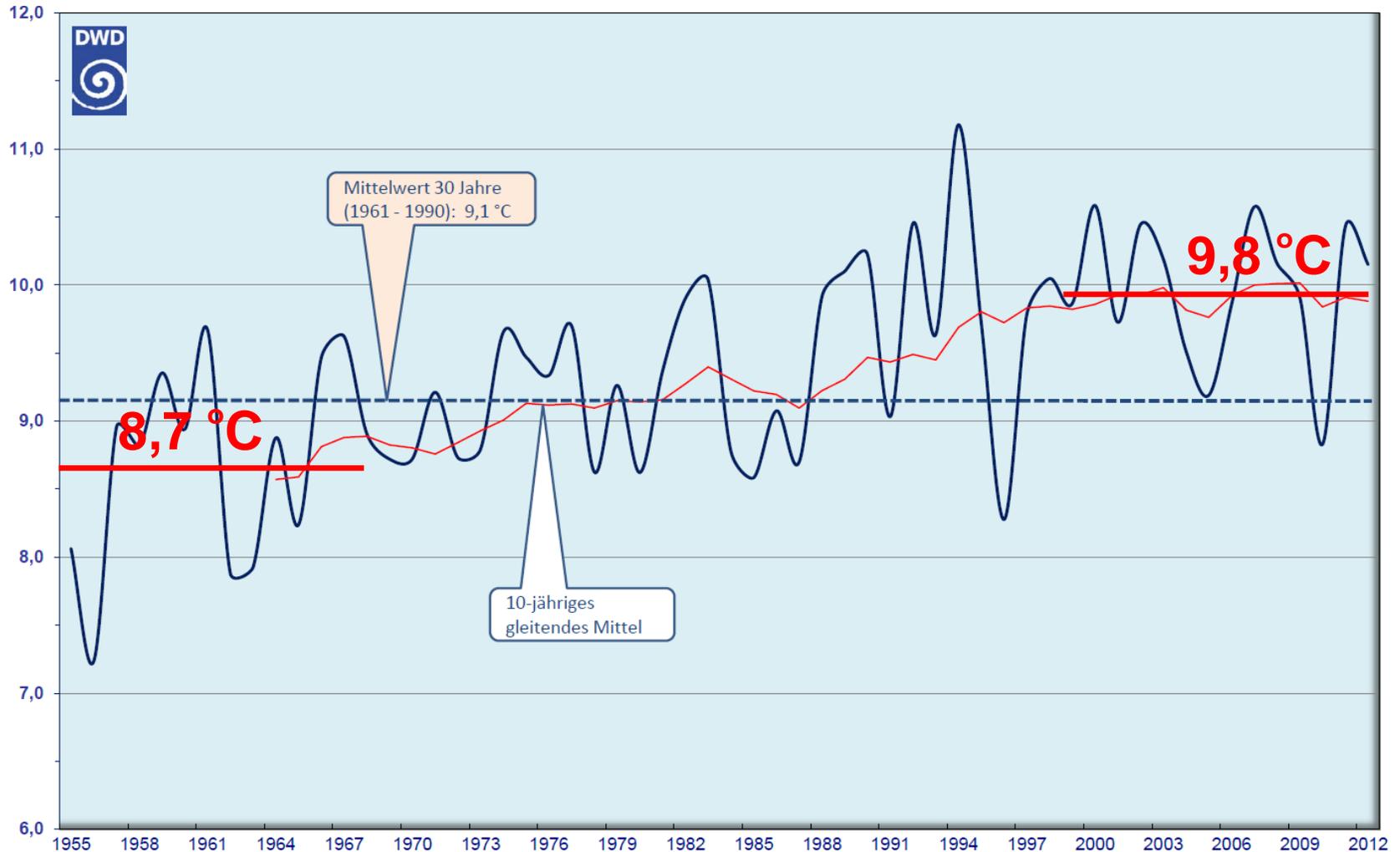
1985

2011



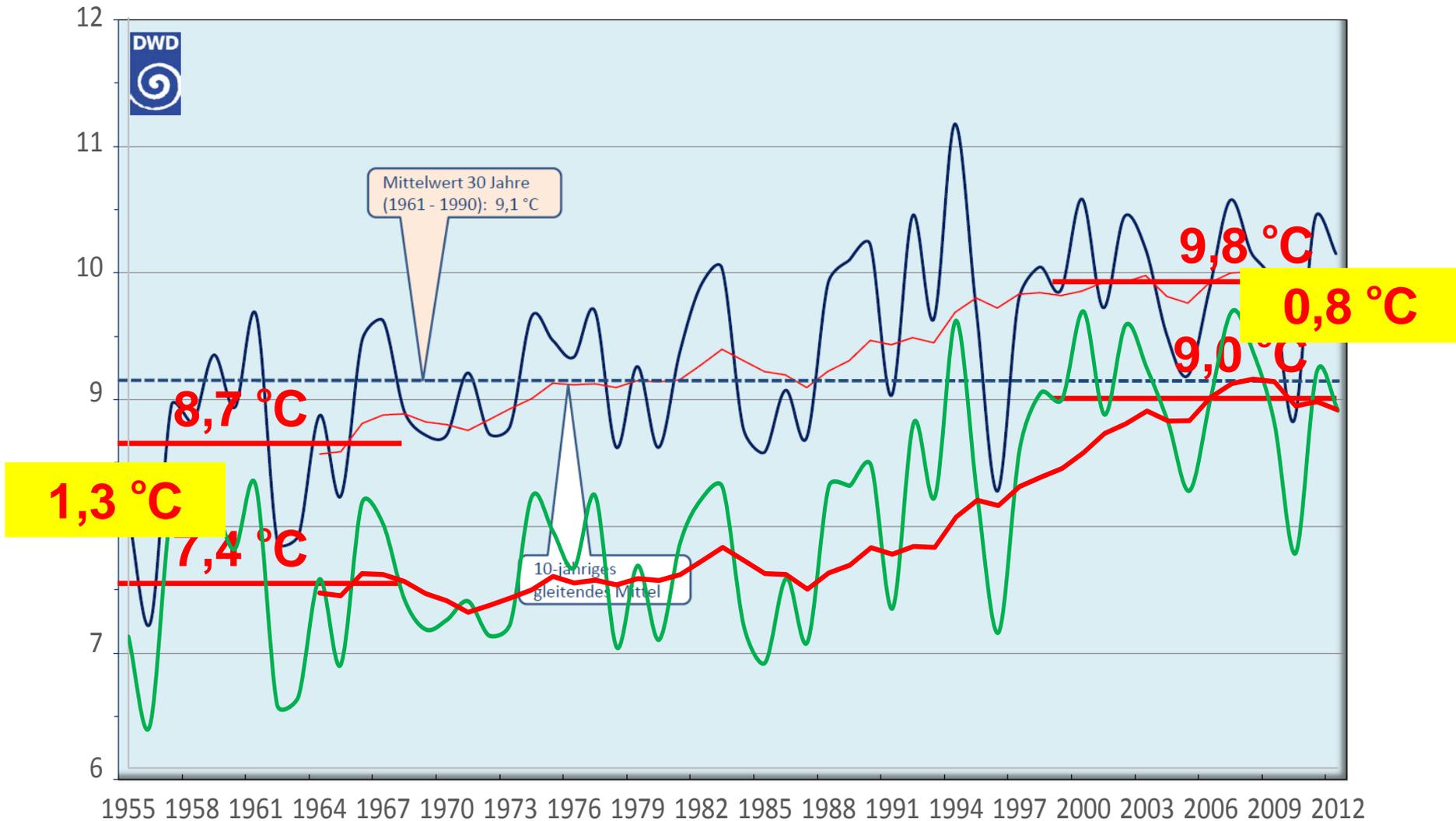
# Wachsen Bäume in der Stadt anders?

## Temperaturverlauf München-Stadt 1955-2012



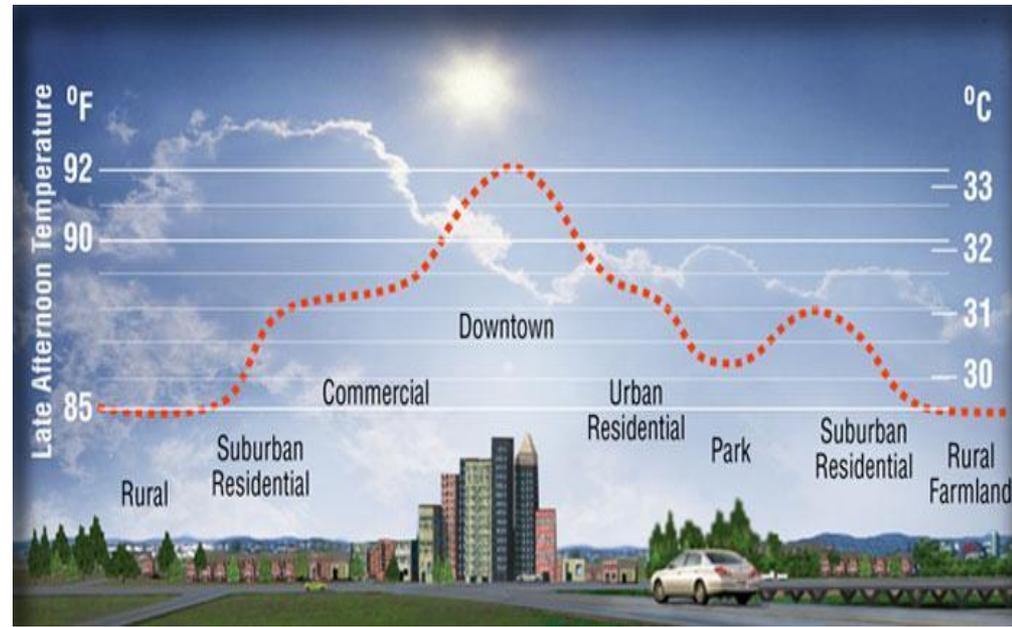
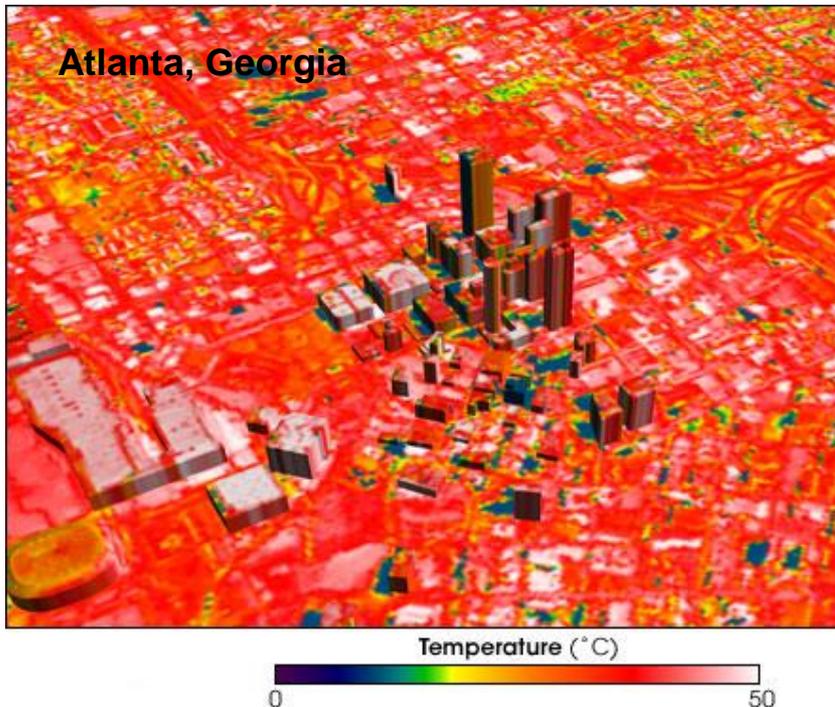
# Wachsen Bäume in der Stadt anders?

## Temperaturverlauf München-Stadt und München-Land (Freising)



# Wachsen Bäume in der Stadt anders?

- Wärmeinseleffekt (urban heat island)
- Wasserversorgung
- Strahlungsbilanz
- Luftzusammensetzung ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ , etc.)
- Feinstaubbelastung
- veränderte Raumstruktur
- Versiegelungsgrad
- Bodenzustand



# Wachsen Bäume in der Stadt anders?

## Jährlicher Zuwachs

Mittel über 10 Jahre

(Werte aus Bohrkernanalysen)

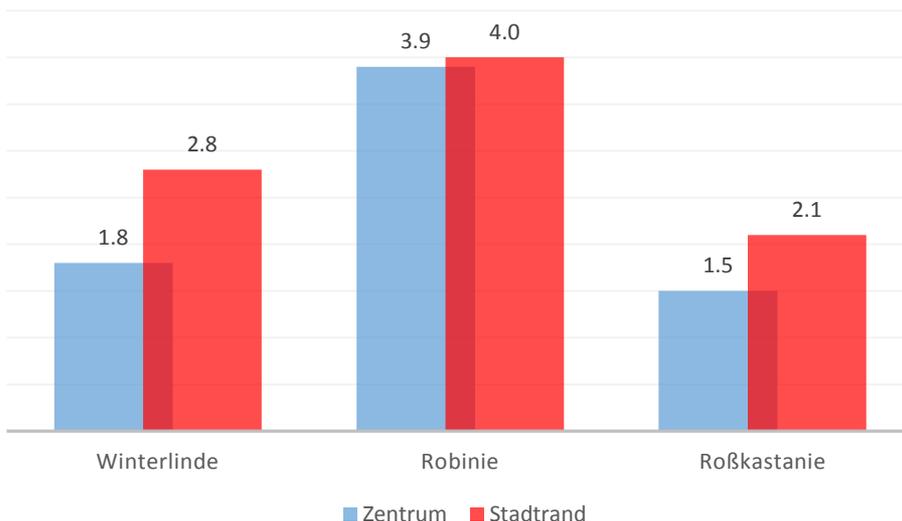
### München

Baumart	n	Zeitraum	Alter	Radialzuwachs [mm]	
				Zentrum	Stadttrand
Winterlinde	36	2003- 2013	44	1.8	2.8
Robinie	31	2003- 2013	44	3.9	4.0
Roßkastanie	70	2002- 2012	117	1.5	2.1

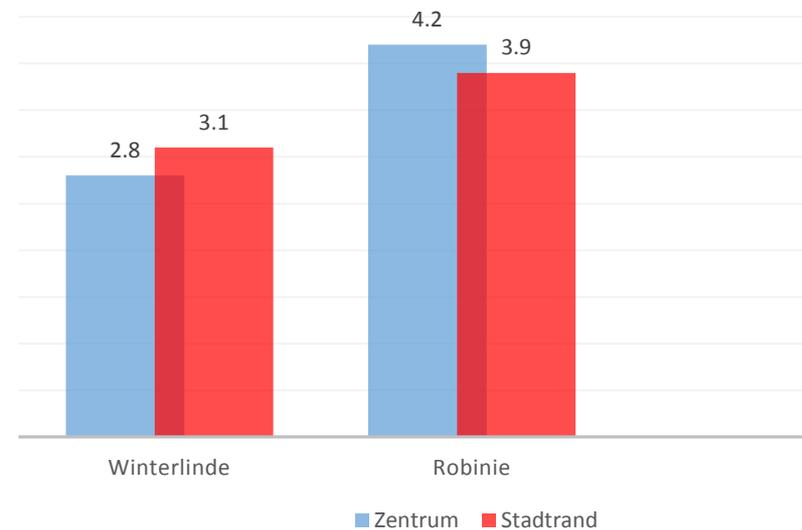
### Würzburg

Baumart	n	Zeitraum	Alter	Radialzuwachs [mm]	
				Zentrum	Stadttrand
Winterlinde	30	2003- 2013	44	2.8	3.1
Robinie	32	2003- 2013	44	4.2	3.9

### München



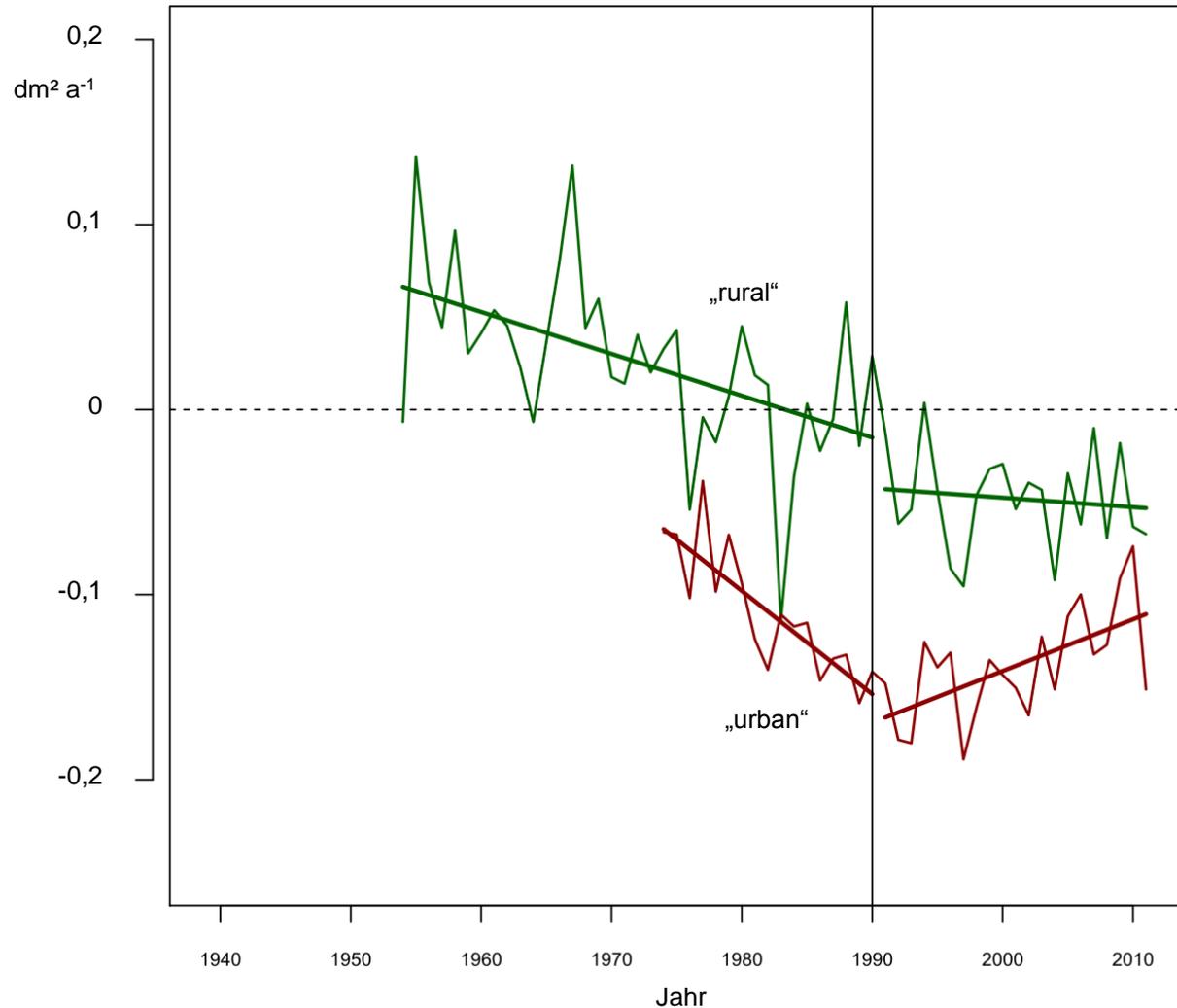
### Würzburg



# Wachsen Bäume in der Stadt anders?

## relative Zunahme der Grundfläche\*

**Winterlinden**  
( > 60 Jahre )  
**Berlin**



\*: alterstrendbereinigt  
mittels Bertalanffy-Ansatz

## Umwelleistungen

- Kohlenstoffspeicherung (McPherson, 1998; Nowak & Crane, 2002)
- Abkühlung (Akbari et al., 2001; Pretzsch et al., 2015)
- Minderung des Regenwasserabflusses (Xiao et al., 2000a; Xiao et al., 2000b)
- Beschattung (Akbari et al., 2001; Dimoudi & Nikolopoulou, 2003)
- Schadstofffilterung (McPherson et al., 1997; Pretzsch et al., 2015)
- Biodiversität (Platt et al., 1994)
- Erholungswirkung (Platt et al., 1994)
- ...

### **für die Höhe der Umwelleistungen entscheidend sind vor allem:**

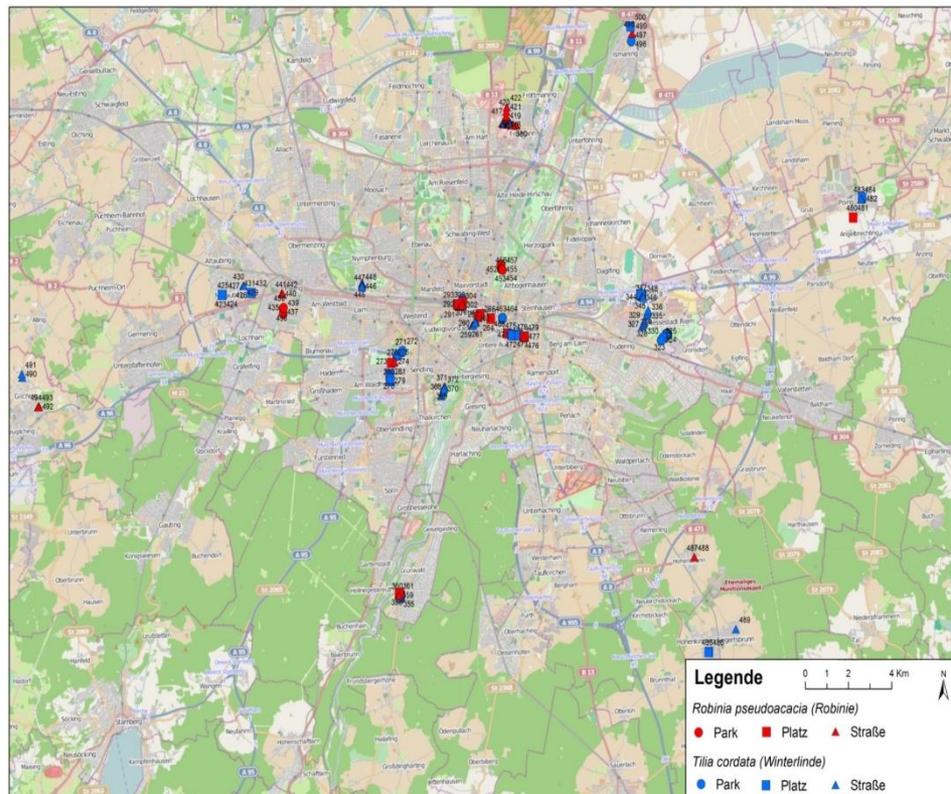
- Baumart
- Alter, Struktur, Vitalität
- Klima- und Umweltbedingungen
- Standort (Park, Platz, Straße,...)

# Was leisten Stadtbäume für den Menschen?

## München

Temperatur: 9,6°C

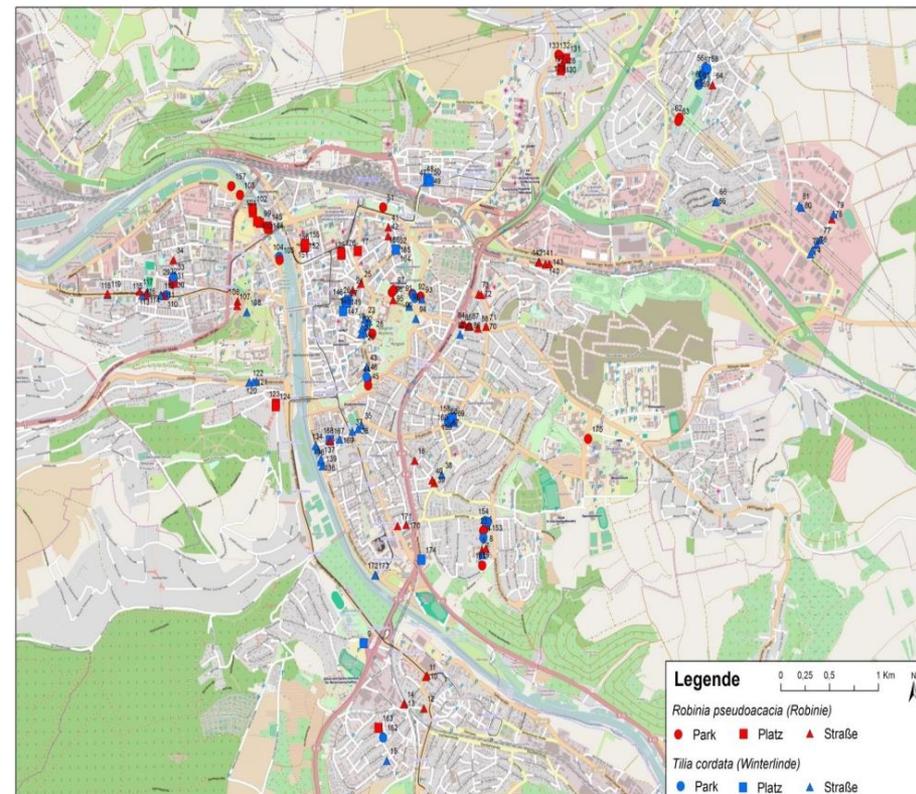
Niederschlag: 942 mm \*



## Würzburg

Temperatur: 9,6 °C

Niederschlag: 598 mm \*



# Was leisten Stadtbäume für den Menschen?

## München

Temperatur: 9,6°C

Niederschlag: 942 mm \*

## Würzburg

Temperatur: 9,6 °C

Niederschlag: 598 mm \*



### München

Baumart	n	Alter	Durchmesser [cm]			Höhe [m]			Kronenvolumen [m³]		
			Mittel	Minimum	Maximum	Mittel	Minimum	Maximum	Mittel	Minimum	Maximum
Winterlinde	139	41	30.7	7.2	107	12.4	5.0	27.1	568	11	5276
Robinie	106	41	35.6	6.4	71.5	13.9	5.0	22.1	657	10	3206

### Würzburg

Baumart	n	Alter	Durchmesser [cm]			Höhe [m]			Kronenvolumen [m³]		
			Mittel	Minimum	Maximum	Mittel	Minimum	Maximum	Mittel	Minimum	Maximum
Winterlinde	86	35	30.5	7.6	101.9	12.2	5.7	28.2	723	8	4460
Robinie	89	44	44.1	8.0	102.2	15.4	6.6	27.3	1164	58	5749

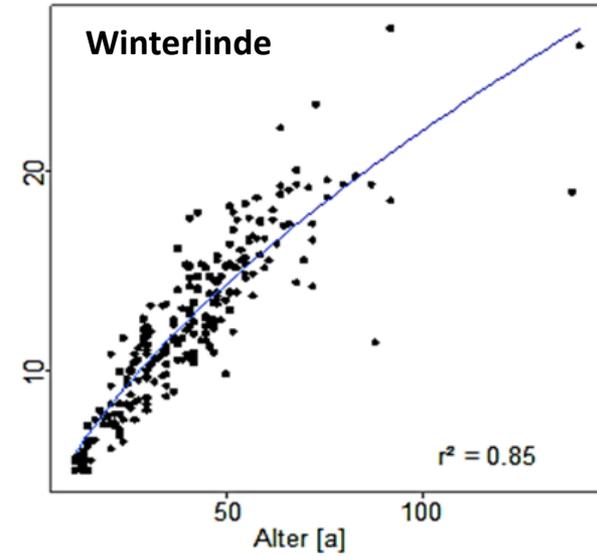
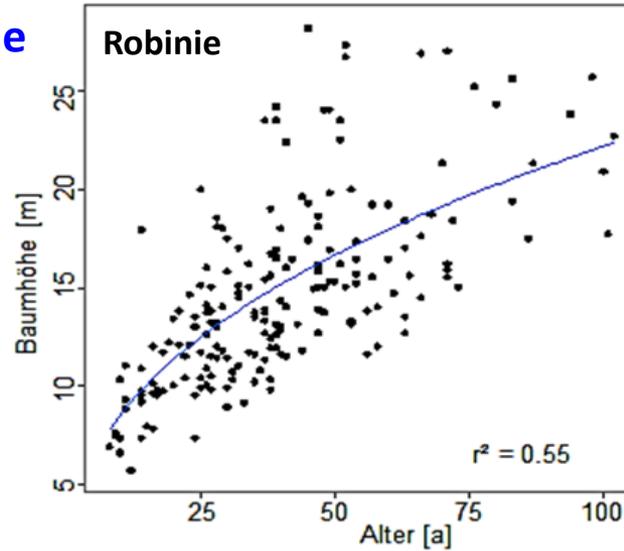
*Tilia cordata* (Winterlinde)  
● Park ■ Platz ▲ Straße

*Tilia cordata* (Winterlinde)  
● Park ■ Platz ▲ Straße

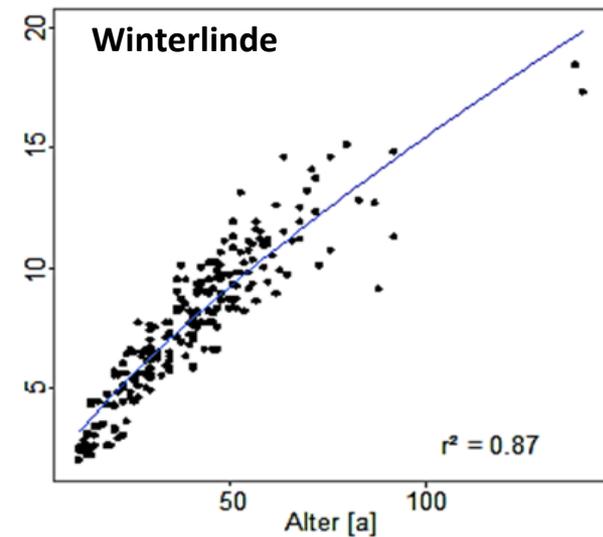
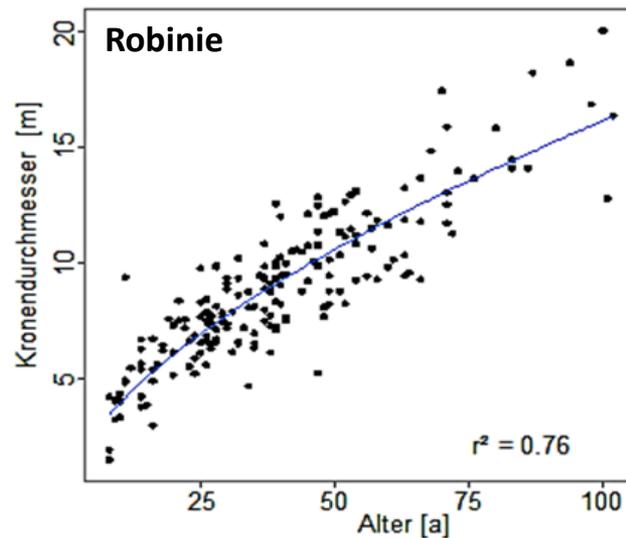
# Wie verändert sich das Wachstum von Stadtbäumen mit dem Alter?

Empirische  
Erfassung  
von Baumstrukturen

Baumhöhe

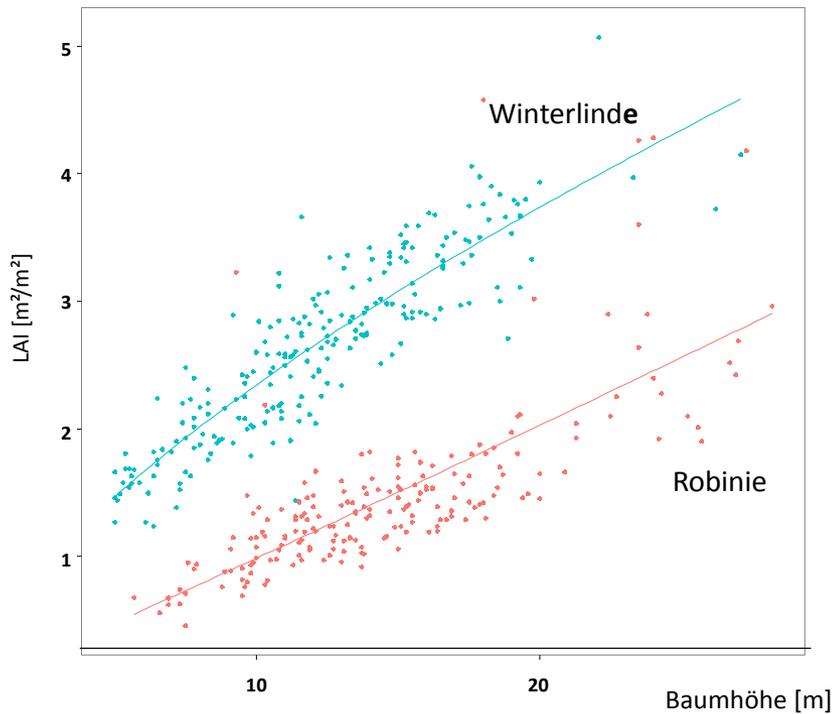


Kronendurchmesser



## Empirische Erfassung von Baumstrukturen und Wachstum

### Blattflächenindex

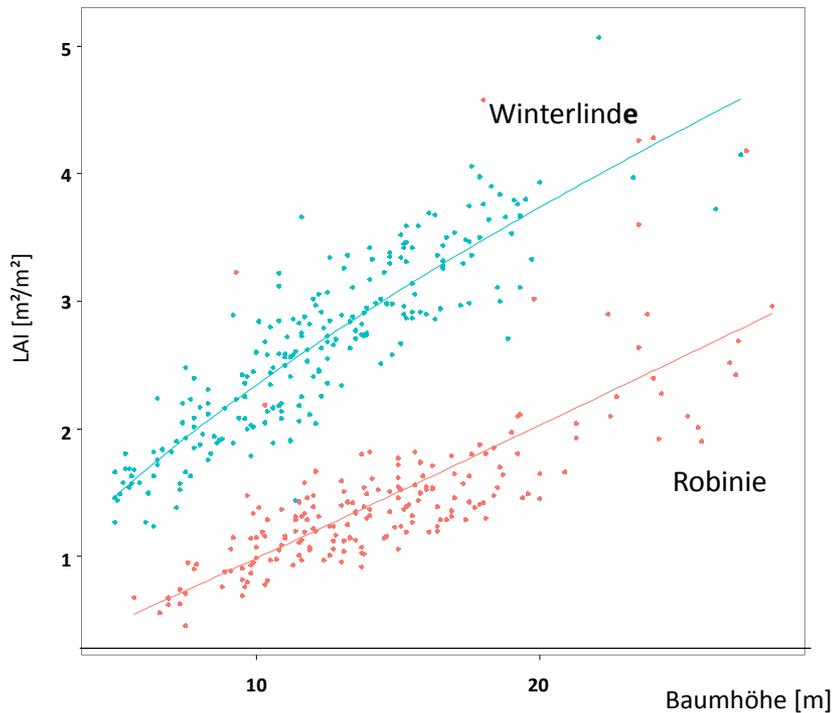


Robinie:  $R^2 = 0.57$ ,  $p < 0.001$ ,  $a = -2.30$ ,  $b = 0.99$

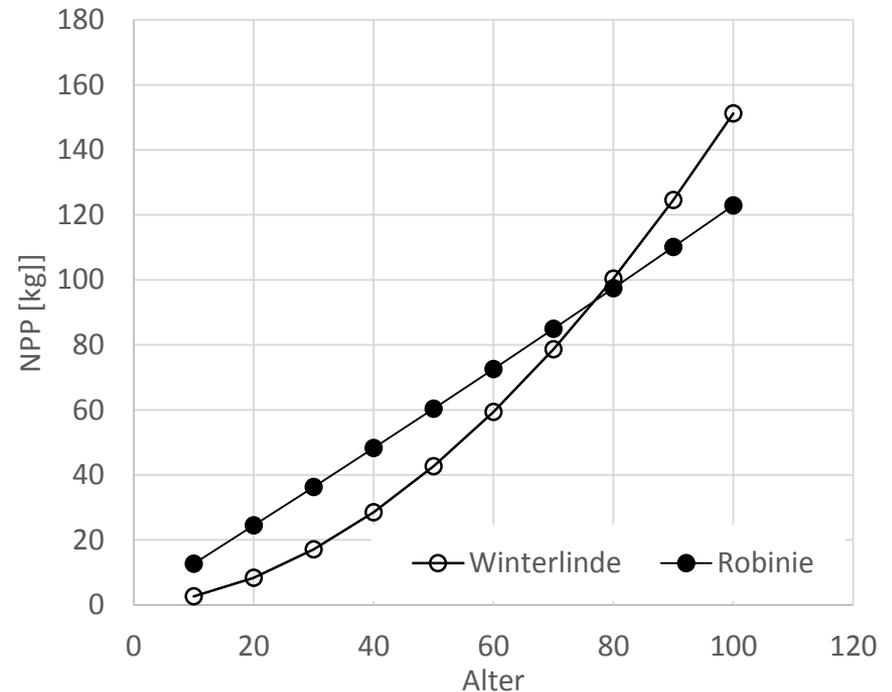
Winterlinde:  $R^2 = 0.64$ ,  $p < 0.001$ ,  $a = -0.72$ ,  $b = 0.67$

## Empirische Erfassung von Baumstrukturen und Wachstum

### Blattflächenindex



### Nettoprimärproduktion

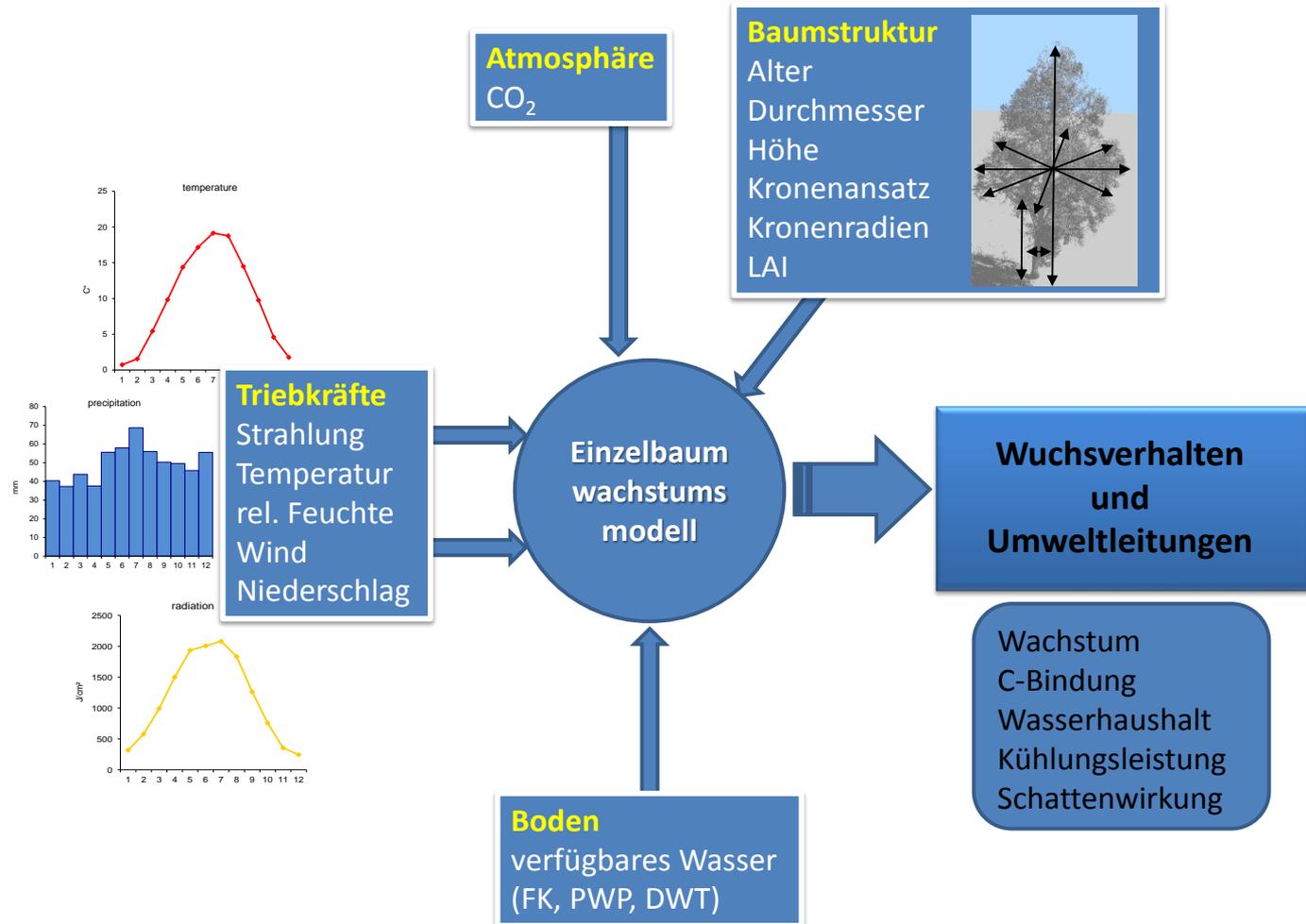


Robinie:  $R^2 = 0.57$ ,  $p < 0.001$ ,  $a = -2.30$ ,  $b = 0.99$

Winterlinde:  $R^2 = 0.64$ ,  $p < 0.001$ ,  $a = -0.72$ ,  $b = 0.67$

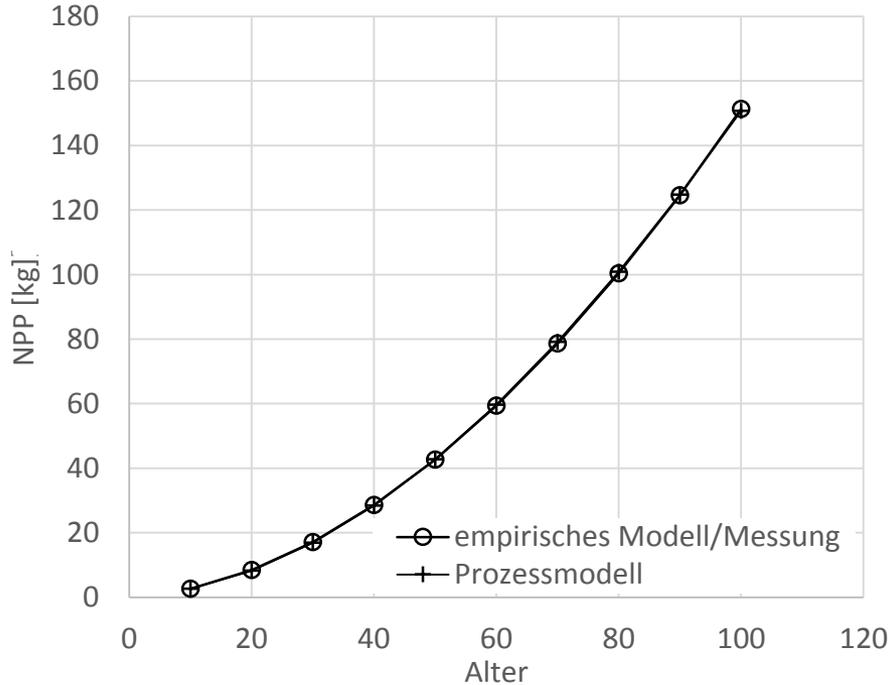
## CityTree - ein prozessbasiertes Wachstumsmodell

- Photosynthesemodell nach Haxeltine und Prentice (1996) bzw. Modell BALANCE (Rötzer et al. 2010)
- Wasserhaushalt basiert auf SVAT-Modell HYMO (Rötzer et al. 2004, DWA 2007)
- Einzelprozesse nach Modell 3PG (Landsberg and Waring (1997) bzw. DWA (2015))

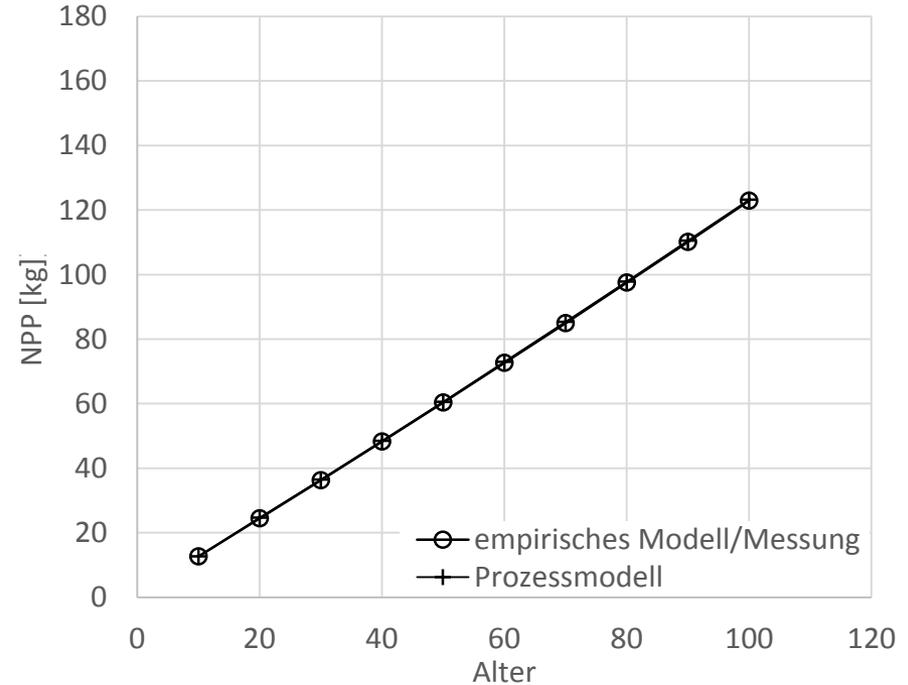


## Mittlere jährliche Nettoprimärproduktion

### Winterlinde



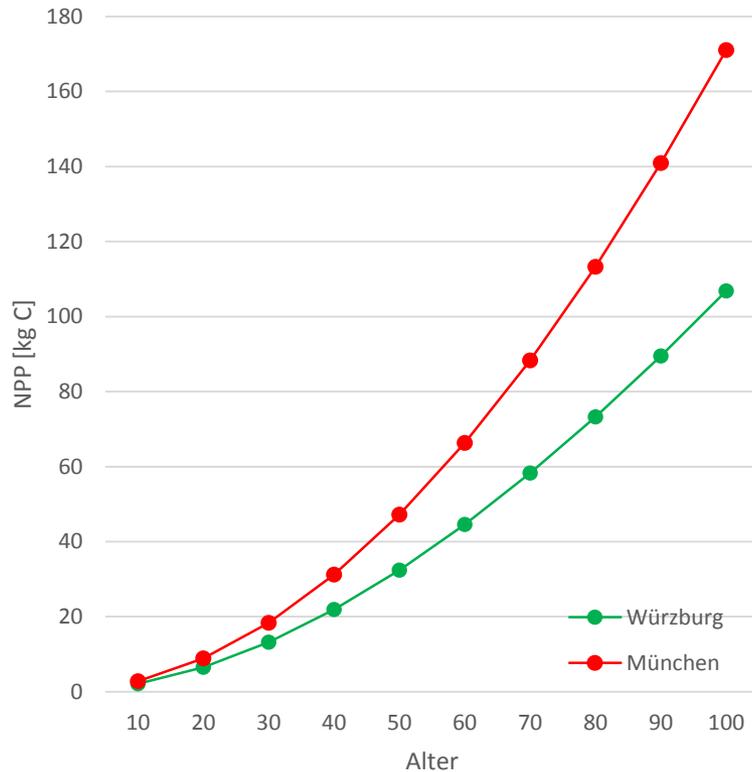
### Robinie



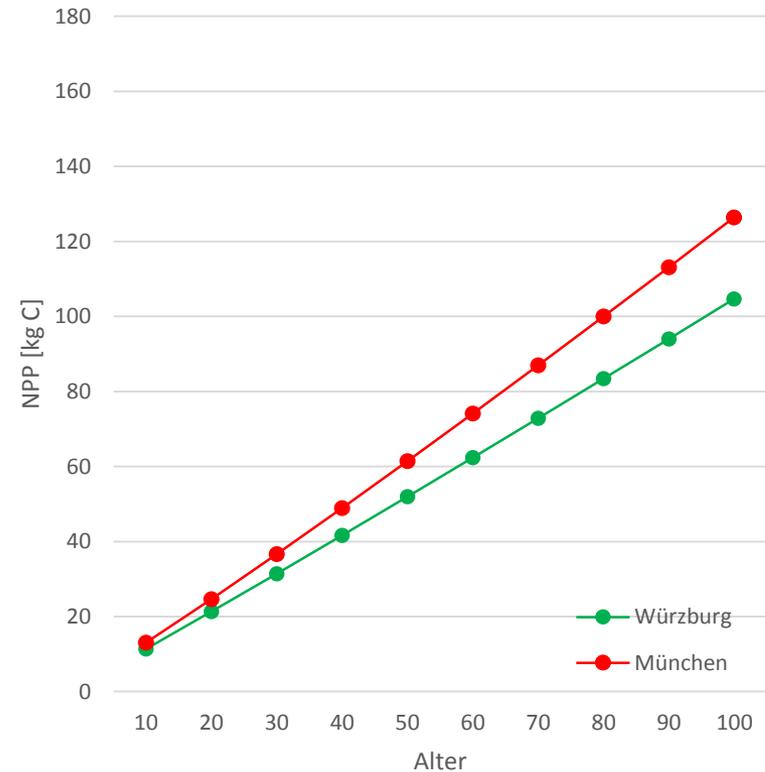
# Wie verhalten sich Wachstum und Umweltleistungen von Stadtbäumen unter gegebenen und möglichen zukünftigen Klimabedingungen?

## Mittlere jährliche Nettoprimärproduktion

### Winterlinde



### Robinie



# Wie verhalten sich Wachstum und Umweltleistungen von Stadtbäumen unter gegebenen und möglichen zukünftigen Klimabedingungen?

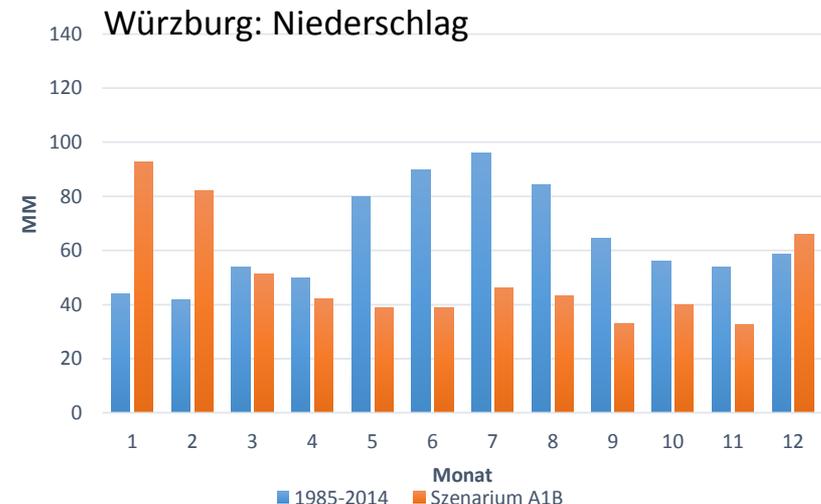
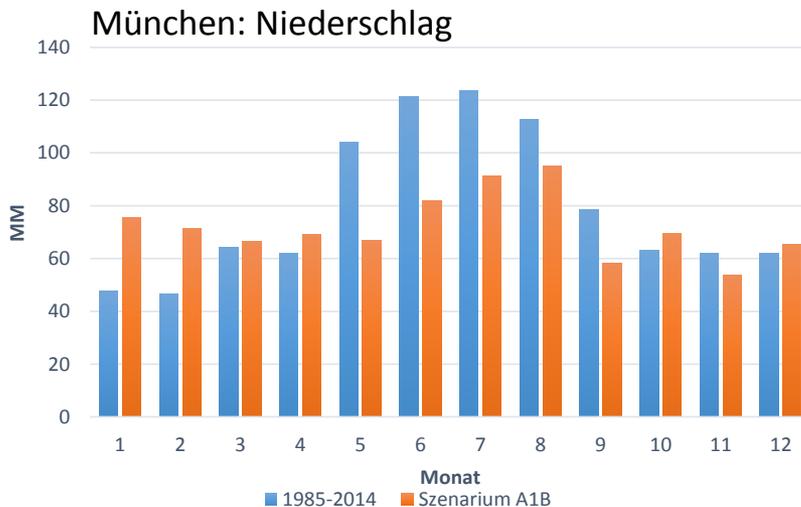
Klimaszenario A1B auf Basis des statistischen WettReg-Modells\*  
Veränderung der langjährigen Mittelwerte (1985-2014) vs. (2071-2100)

CO<sub>2</sub>-Konzentration erhöht auf 650 ppm

München	Temperatur	Niederschlag
A1B wet/dry	+ 1,9 °C	- 83 mm

Würzburg	Temperatur	Niederschlag
A1B wet/dry	+ 1,7 °C	+ 9 mm

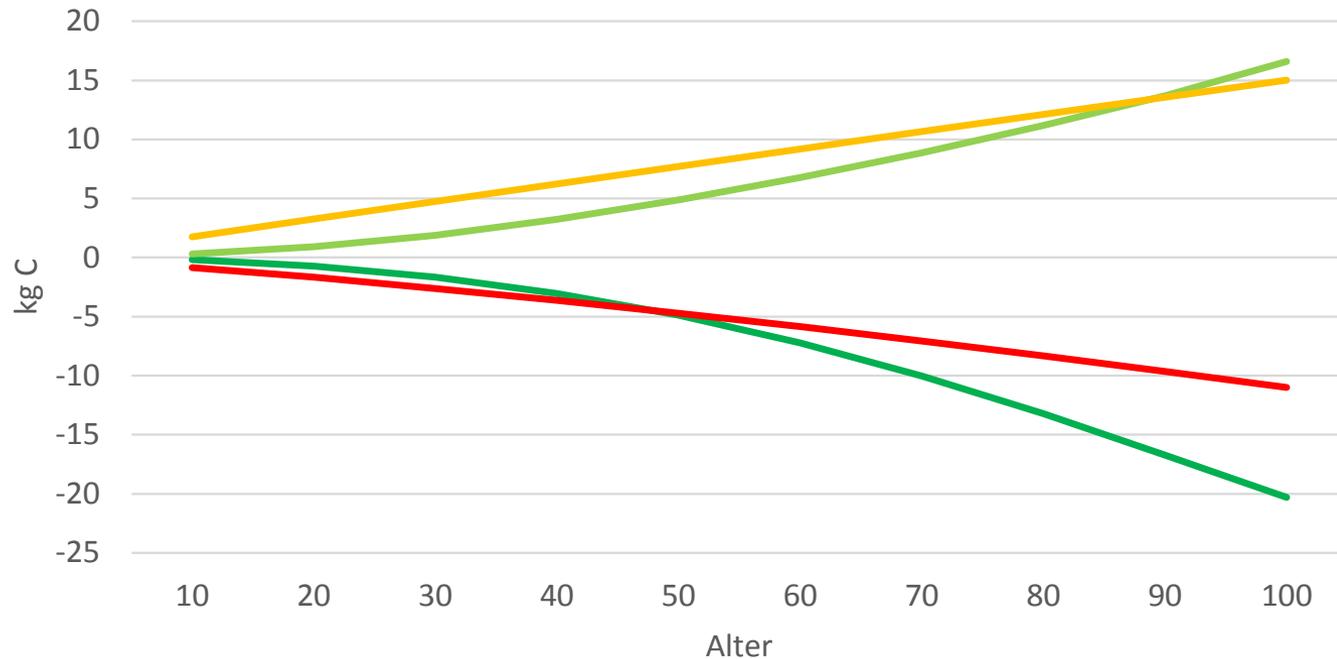


\* : (CEC, Potsdam, UBA) nach Spekat et al. (2007), aufbereitet durch Bayer. Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft

# Wie verhalten sich Wachstum und Umweltleistungen von Stadtbäumen unter gegebenen und möglichen zukünftigen Klimabedingungen?

## Veränderung des Wachstums (NPP)

Klimaszenarium A1B (2071-2100) vs. Klima (1985-2014)



— Würzburg Linde — Würzburg Robinie — München Linde — München Robinie

# Wie verhalten sich Wachstum und Umwelteleistungen von Stadtbäumen unter gegebenen und möglichen zukünftigen Klimabedingungen?

## Umwelteleistungen eines 60 Jahre alten Baumes

Klimaszenarium A1B (2071-2100) vs. Klima (1985-2014)

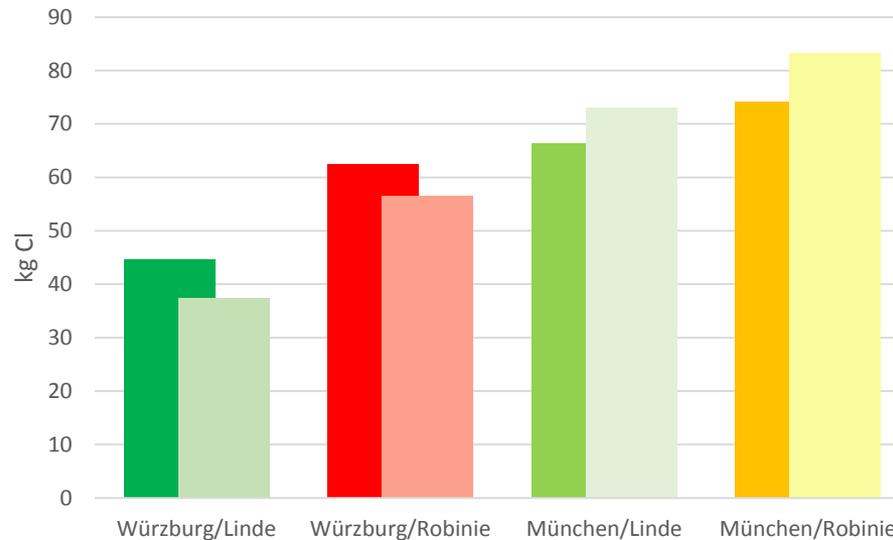
Baumart	Durchmesser	Höhe	Kronendurchmesser	LAI
	cm	m	m	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
Tilia	47.0	17.2	11.9	4.1
Robinia	61.3	18.6	12.7	2.7

# Wie verhalten sich Wachstum und Umwelteleistungen von Stadtbäumen unter gegebenen und möglichen zukünftigen Klimabedingungen?

## Umwelteleistungen eines 60 Jahre alten Baumes Klimaszenarium A1B (2071-2100) vs. Klima (1985-2014)

Baumart	Durchmesser	Höhe	Kronendurchmesser	LAI
	cm	m	m	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
Tilia	47.0	17.2	11.9	4.1
Robinia	61.3	18.6	12.7	2.7

### Kohlenstoffspeicherung



# Wie verhalten sich Wachstum und Umwelteleistungen von Stadtbäumen unter gegebenen und möglichen zukünftigen Klimabedingungen?

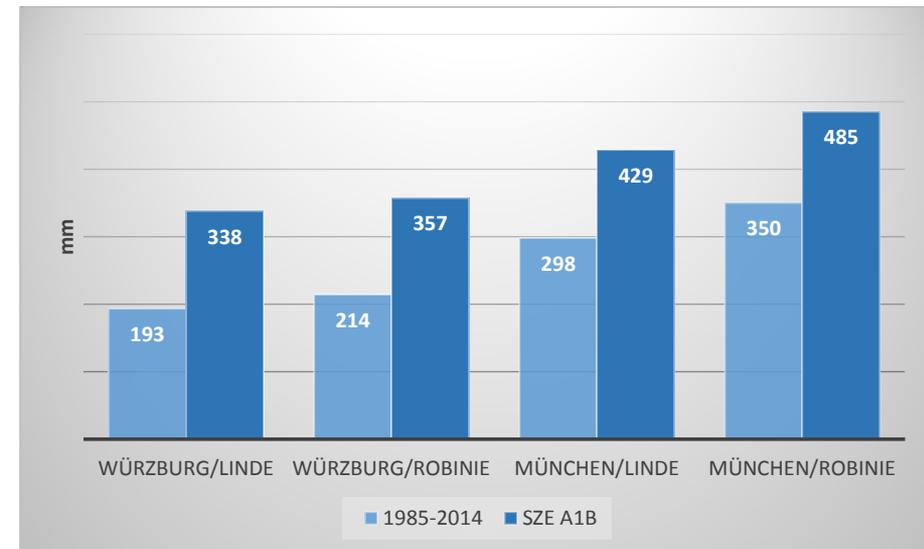
## Umwelteleistungen eines 60 Jahre alten Baumes Klimaszenarium A1B (2071-2100) vs. Klima (1985-2014)

Baumart	Durchmesser	Höhe	Kronendurchmesser	LAI
	cm	m	m	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
Tilia	47.0	17.2	11.9	4.1
Robinia	61.3	18.6	12.7	2.7

### Transpiration



### Abfluß



# Wie verhalten sich Wachstum und Umwelteleistungen von Stadtbäumen unter gegebenen und möglichen zukünftigen Klimabedingungen?

## Umwelteleistungen eines 60 Jahre alten Baumes Klimaszenarium A1B (2071-2100) vs. Klima (1985-2014)

Baumart	Durchmesser cm	Höhe m	Kronendurchmesser m	LAI m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
Tilia	47.0	17.2	11.9	4.1
Robinia	61.3	18.6	12.7	2.7

