

# Zentrum Stadtnatur und Klimaanpassung (ZSK)

Aktualisierter Projektstand, Februar 2018



Grafik: ZSK, TP1

gefördert durch  
Bayerisches Staatsministerium für  
Umwelt und Verbraucherschutz



# Grußwort des Bayerischen Städtetags

Das Leitbild einer klimaschonenden Stadtentwicklung ist die „Stadt der kurzen Wege“. Ihre Grundsätze der Innenentwicklung, Nachverdichtung und Nutzungsmischung gestalten die Siedlungsentwicklung energie- und ressourceneffizient. Die Versiegelung von Außenbereichsflächen, die für die Bindung klimaschädlicher Treibhausgase von großer Bedeutung sind, wird minimiert.

Doch schon heute ist es augenfällig, dass sich Städte auch mit dieser Siedlungsentwicklung höheren Klimaschwankungen ausgesetzt sehen. In den Sommermonaten macht oft große Hitze der Stadtbevölkerung zu schaffen, ebenso hohe Schadstoffkonzentrationen in der Luft. Starkregen führt immer häufiger zu Sturzfluten und Überstauungen der Kanalisation.

Im Zuge der Nachverdichtung werden Freiflächen knapper, der Nutzungsdruck auf das verbleibende Grün wächst. Straßenbäume und Grünflächen leiden zunehmend an Trockenheit. Das Stadtgrün kann seine Funktionen zur Regulierung des Stadtklimas immer weniger wahrnehmen.

Die jüngsten Prognosen des Bayerischen Landesamtes für Statistik drohen die Probleme zu verschärfen. Für die ohnehin schon dicht bebaute Region München wird bis 2035 ein Bevölkerungszuwachs von knapp 14 Prozent gegenüber 2015 vorausberechnet.



Herr Bernd Buckenhofer, Geschäftsführendes Vorstandsmitglied, Bayerischer Städtetag

Im Großraum zwischen Augsburg, Regensburg, Landshut und Rosenheim und im Ballungsraum Nürnberg sind ebenfalls deutliche Zuwächse zu erwarten.

Nachhaltige Stadtentwicklung muss auf eine klimaangepasste Freiraumentwicklung setzen – bei der Nachverdichtung und bei der städtebaulichen Erneuerung. Hier gibt es in der Praxis noch viele Fragen. Wie reguliert grüne Infrastruktur das Stadtklima und wie ist ihre Perspektive in einem sich wandelnden Klima?

Der Bayerische Städtetag dankt dem ZSK, sich dieser Fragen angenommen zu haben.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Bernd Buckenhofer', written in a cursive style.

Bernd Buckenhofer

# Grußwort des ZSK

Städte sind aufgrund ihrer hohen Bevölkerungs- und Bebauungsdichte sowie der Flächenversiegelung besonders von den Auswirkungen des globalen Klimawandels betroffen. Auch in Bayern birgt dies eine große Herausforderung für Mensch und Natur.

Deshalb sind zielgerichtete Strategien sowohl zur Minderung der Treibhausgasemissionen (Klimaschutz) als auch zur Anpassung an die klimatischen Veränderungen (Klimawandelanpassung) nötig.

Ziel des „Zentrum Stadtnatur und Klimaanpassung“ (ZSK) ist es, die vielfältigen Kompetenzen von natur-, sozial- und ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen an der TU München zu bündeln, um mit anderen bayerischen Forschungseinrichtungen und Kommunen das Thema „Klimawandel in der grünen Stadt der Zukunft“ fachübergreifend, ganzheitlich und praxisnah zu bearbeiten. In enger Abstimmung mit den Kommunalpartnern werden Strategien und Handlungsempfehlungen entwickelt.

Diese Broschüre soll Partnern und Kommunen einen kurzen Überblick über die Forschungstätigkeiten des ZSK verschaffen und über aktuelle Arbeiten informieren.

Die Leitung und Koordination des ZSK möchte die Gelegenheit nutzen, um sich bei allen Projektpartnern, wie den beteiligten



Herr Prof. Dr.-Ing. Stephan Pauleit,  
Leitung des ZSK



Herr PD Dr. Thomas Rötzer, stellvertretende Leitung des ZSK

Lehrstühlen der TU München, den bayerischen Forschungseinrichtungen und den Kommunen für die konstruktive Zusammenarbeit und den fachlichen Austausch zu bedanken.

Besonderer Dank gilt dem Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz für die finanzielle Unterstützung und Förderung.

Stephan Pauleit

Thomas Rötzer

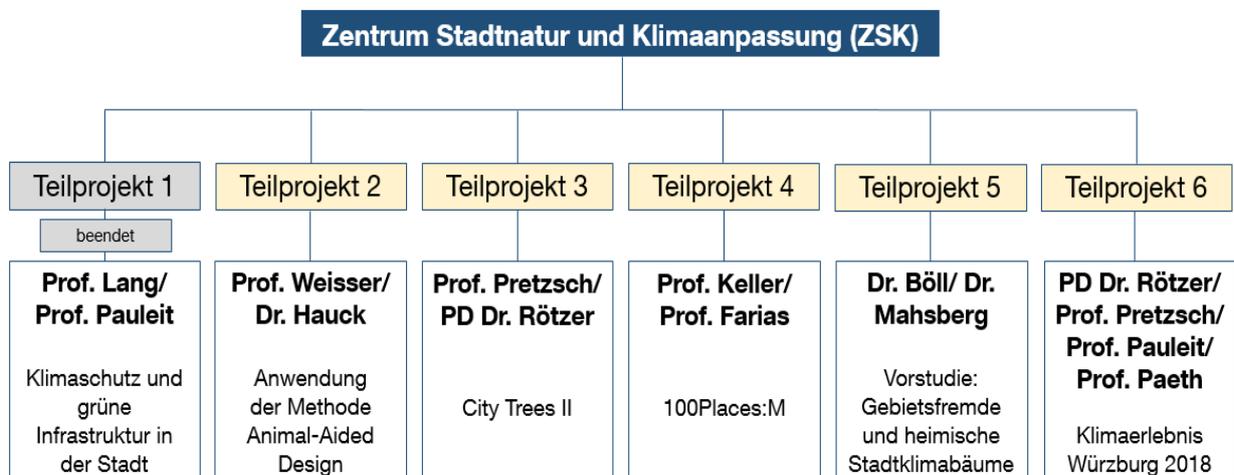
# Aufbau des „Zentrums Stadtnatur und Klimaanpassung (ZSK)“

Seit Juni 2013 vereint das ZSK die verschiedenen Themenbereiche der Stadt- und Landschaftsplanung, Architektur, Ingenieurwissenschaften, Soziologie und Ökologie.

Ziel des interdisziplinären Teams aus Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern ist es, praktische Handlungsempfehlungen für Städte und Kommunen in Bayern zu erarbeiten, die zeigen, wie mit Hilfe der Ökosystemdienstleistungen der grünen Stadtnatur, z. B. Beschattung, Wasserspeicherung, Befeuchtung die nachhaltige Stadt der Zukunft an die Folgen des Klimawandels angepasst werden kann. Dabei sollen Synergieeffekte genutzt werden, so dass Flora und Fauna gleichermaßen ein Refugium finden und langfristig geschützt werden können.

Dabei werden folgende Fragestellungen behandelt:

- Wie können Architekten, Landschaftsplaner und Naturwissenschaftler im Sinne der Klimaanpassung ziel führend zusammenarbeiten?
- Was kann Stadtgrün hinsichtlich der Klimaanpassung leisten?
- Wie können vom Klimawandel bedrohte Tiere und Pflanzen in der Stadt geschützt werden?
- Welche Rolle spielen verschiedene Baumarten für das Klima in der Stadt der Zukunft?
- Wie sollen große Stadtplätze in Zeiten des Klimawandels gestaltet werden?
- Welche Synergieeffekte gibt es zwischen Mensch, Flora und Fauna?



Die abgeschlossenen (grau, TP1) und aktuellen (gelb, TP2-TP6) Teilprojekte des ZSK, Stand Februar 2018 (Grafik: ZSK)

Das ZSK besteht derzeit aus fünf laufenden Teilprojekten (TPs) und einem bereits abgeschlossenen TP, die von Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen der Technischen Universität München, der Julius-Maximilians-Universität Würzburg und der Landesanstalt für Wein- und Gartenbau Veitshöchheim (LWG) bearbeitet werden.

In enger Zusammenarbeit mit kommunalen Partnern, wie der Landeshauptstadt München, der Stadt Würzburg, der Stadt Nürnberg, der Stadt Ingolstadt, der Stadt Bayreuth, der Stadt Hof und der Stadt Kempten werden Problemstellungen der urbanen Klimaanpassung in der Praxis durchleuchtet und Lösungswege aufgezeigt. Hierbei spielt der Altbaubestand ebenso eine

Rolle wie Neubaugebiete. Fachliche Unterstützung erhält das ZSK ferner von den Partnern GEWOFAG Projekt GmbH, der Universität Kassel, der Universität Bayreuth, dem Landesbund für Vogelschutz (LBV) München, dem ZAE Bayern und dem Deutschen Wetterdienst (DWD).

Das ZSK wird derzeit vom Bayerischen Ministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV) finanziert und an der Technischen Universität München koordiniert. Auf den nachfolgenden Seiten werden die Inhalte der einzelnen Teilprojekte vorgestellt. Besuchen Sie uns auch auf unserer Webseite [www.zsk.tum.de](http://www.zsk.tum.de).

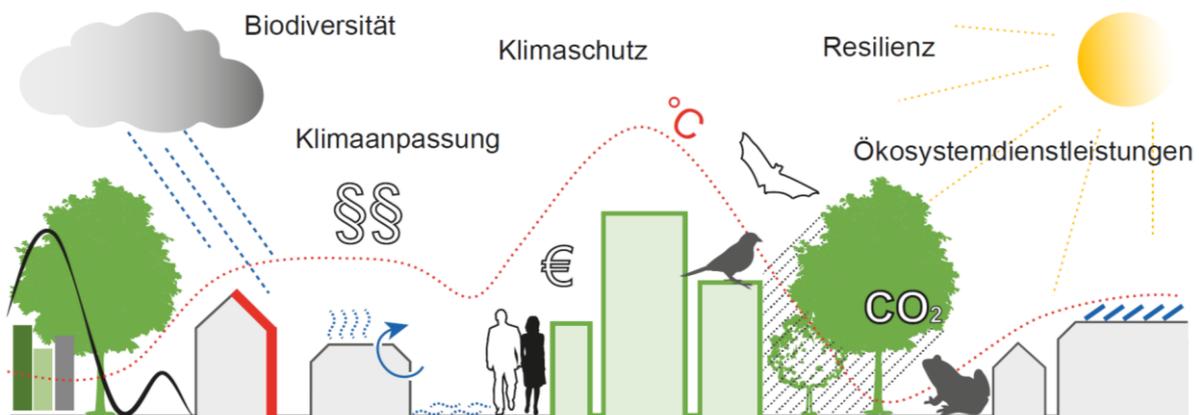


Bild: ZSK, TP1

## Teilprojekt 1 – Klimaschutz und grüne Infrastrukturen in der Stadt

*Lehrstuhl für energieeffizientes und nachhaltiges Planen und Bauen, TUM (Prof. Dr.-Ing. Werner Lang) und Lehrstuhl für Strategie und Management der Landschaftsentwicklung, TUM (Prof. Dr.-Ing. Stephan Pauleit)*

### Projektlaufzeit

Juni 2013 bis Juli 2017 (abgeschlossen)

### Ausgangspunkt und Fragestellung

Das Forschungsprojekt thematisiert die Frage, wie sich die beiden Säulen Klimaschutz und Klimaanpassung in der Stadt verzahnen lassen, um die hierbei entstehenden Synergieeffekte nutzen zu können. Dabei stand die Rolle der grünen Infrastruktur wie Dach- und Fassadenbegrünung bzw. mit Bäumen begrünte Hinterhöfe oder Straßenräume im Vordergrund.

### Ziele

Zu den Zielen des Projekts gehörte die Entwicklung von integrierten Strategien für Klimaschutz und Klimaanpassung. Für drei Siedlungstypologien bayerischer Städte (Blockbebauung, Zeilenbebauung und mittelalterlicher Stadtkern) wurde mit Hilfe von Modellierungen die Regulationsleistung grüner Infrastrukturen sowie der Einfluss des Klimawandels auf den zukünftigen Energiebedarf und den thermischen Komfort von Wohngebäuden untersucht. Die Synergien zu Biodiversität und Freiraumqualität wurden in einem weiteren Arbeitsschritt dargestellt.

### Methodik

Das Projekt war in fünf Arbeitspaketen mit verschiedenen methodischen Ansätzen gegliedert:

- Klimawandelauswirkungen und städtische Vulnerabilität
- Energieeffizienz unter Einfluss des Klimawandels

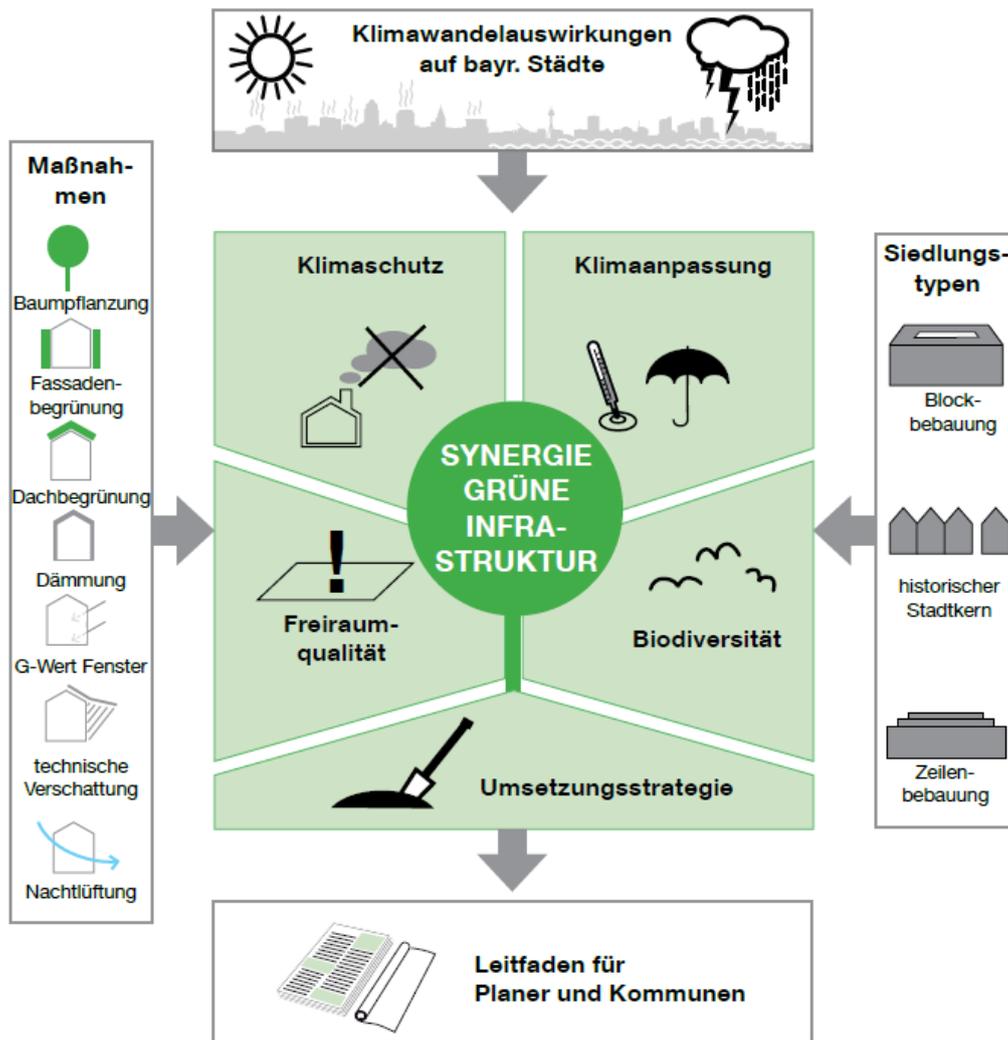
- Urbane Klimaregulation durch Grüne Infrastruktur

- Biodiversität und Freiraumqualität
- Integrierte stadtplanerische Strategien

Die Auswahl von drei Modellquartieren in München und Würzburg umfasste einen Querschnitt typischer Siedlungs- und Freiraumstrukturen in bayerischen Städten. Hierdurch wurde die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere bayerische Städte sichergestellt.

### Ergebnisse

Durch die enge Zusammenarbeit in den Fallstudiengebieten mit bayerischen Partnerstädten etablierte das Projekt einen wichtigen Erfahrungsaustausch zwischen Wissenschaft und Praxis. Vertreter aus München und Würzburg sowie weitere Interessierte wurden im Rahmen regelmäßiger Workshops und Veranstaltungen über die laufende Arbeit informiert und konnten sich in den Prozess einbringen. Aus den wissenschaftlichen Erkenntnissen des Projektes wurde ein Praxisleitfaden erarbeitet, der konkrete Maßnahmen für die Integration von Klimaschutz und Klimaanpassung für die drei verschiedenen Siedlungstypen empfiehlt und das gewonnene Wissen zu den nachfolgenden Themen an kommunale Vertreter bayerischer Städte heranträgt. Der Leitfaden wird auf der Homepage des ZSK ([www.zsk.tum.de](http://www.zsk.tum.de)) zum Download zur Verfügung gestellt.



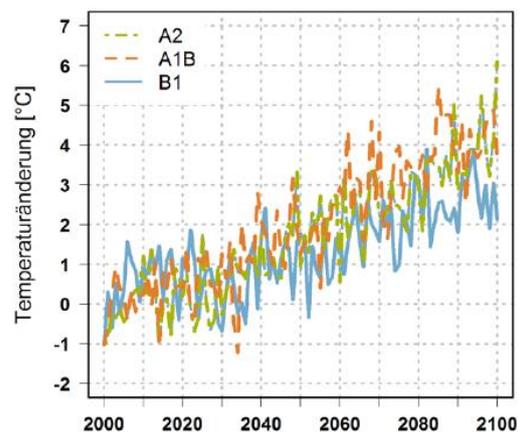
Projektaufbau und methodisches Vorgehen (Grafik: TP1)

### Bayer. Städte im Klimawandel

Projektionen des zukünftigen Klimas zeigen deutlich: die Anzahl der „heißen Tage“ nimmt zu und vor allem nachts kühlen die Städte viel weniger aus. Sie sind dicht bebaut, hoch versiegelt und durch den Motorverkehr besonders belastet. Extremereignisse wie Hitze, Trockenheit oder Starkregen werden häufiger. Klimaschutz- und auch Klimaanpassungsmaßnahmen sind schon heute nötig, um für die Zukunft gut gerüstet zu sein.

### Klimaschutz und Energiebedarf

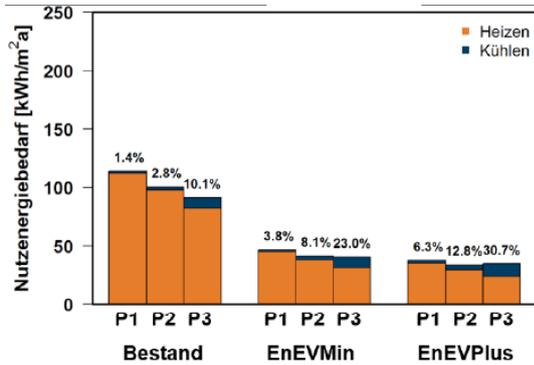
Der Klimawandel beeinflusst unseren zukünftigen Energiebedarf, weshalb sich die Anforderungen an ein energieeffizientes Gebäude verändern.



Regionales Klimamodell REMO: Änderung der Jahresmitteltemperatur für die Region München von 1990 bis 2100 nach unterschiedlichen Klimawandelszenarien (IPCC) (Grafik: TP1)

Während der Heizbedarf durch die klimatische Erwärmung geringer wird, steigt dafür der Kühlbedarf an. Je nach energetischem

Standard des Gebäudes (Bestand, EnEV oder „Zukunft“) kann der Kühlbedarf die Reduktion des Heizwärmebedarfs deutlich übersteigen. Deshalb ist es wichtig, vorausschauend zu planen und die Gebäude den zukünftigen Bedingungen anzupassen.



Energiebedarf nach unterschiedlichen Sanierungsstandards in Abhängigkeit der klimatischen Veränderungen (Grafik: TP1)

### Grüne Infrastruktur

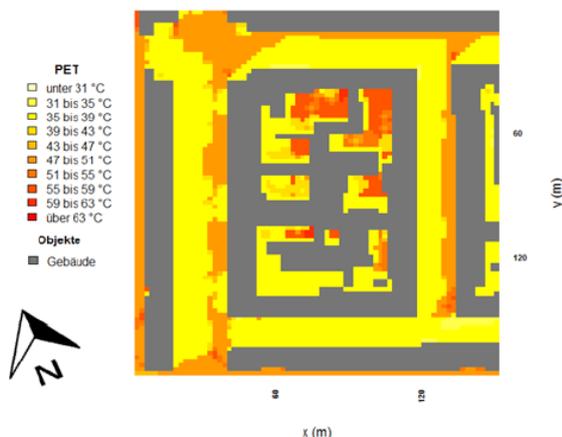
Um die Auswirkungen des Klimawandels wie zunehmende Hitze und Starkregen zu regulieren, kann „Grüne Infrastruktur“ einen wichtigen Beitrag leisten. Kühleffekte treten durch Verdunstung und Schattenwurf auf, außerdem werden Schadstoffe gefiltert. In unversiegelten Böden versickert Regenwasser, wodurch die Kanalisation entlastet wird.

### Die Stadt als Lebensraum

Begrünungsmaßnahmen von Städten sind angesichts zunehmender Hitze- und Starkregenereignisse notwendig. Sie eröffnen auch die Möglichkeit, zusätzliche soziale, ökologische und ästhetische Qualitäten zu erzeugen: Grüne Oasen im Hinterhof, Gärten auf Gebäuden und entsiegelte öffentliche Plätze bieten nicht nur Schatten und Kühlung, sie sind zudem öffentlicher Treffpunkt, privater Rückzugsraum oder Habitat für spezielle Tierarten. Erst durch eine entsprechende Ausdifferenzierung der Raumqualitäten wird aus der klimaangepassten Stadt auch ein Ort mit hoher Lebensqualität für Menschen und Tiere.



Neue Lebensqualität: Blick auf einen begrünten Innenhof in der Maxvorstadt (Szenario) (Grafik: TP1)

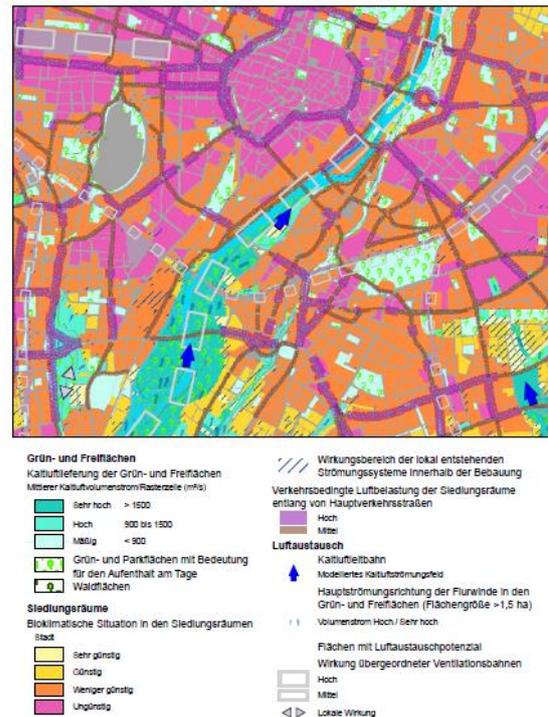


Mikroklimasimulation eines Modellblocks in der Münchner Maxvorstadt mit ENVI-met (Grafik: TP1)

### Die Stadt von Morgen planen

Gesetze von Bund und Land sowie Satzungen der Kommune regeln die Gestaltung des Raumes. Somit treffen verschiedene Steuerungsebenen aufeinander. Zudem müssen in der Stadt öffentliche und private Interessen verhandelt werden. Klimaschutz- und Klimaanpassungsmaßnahmen müssen in bestehende Planungsmuster einfließen. Sie konkurrieren mit anderen Flächenansprüchen und Herausforderungen wie z.B. steigendem Wohnungsdruck.

Daher gilt es, integrative Strategien anzuwenden. Dichte, Nutzungsmischung und Mobilität müssen mit der Grün- und Freiraumplanung verzahnt werden. Denn urbane Grünstrukturen können einen Beitrag zum Klimaschutz und zur Anpassung leisten, gleichzeitig die Aufenthaltsqualität erhöhen und der Biodiversität dienen.



Auszug aus der Stadtklimaanalyse der Landeshauptstadt München (Grafik: Referat für Gesundheit und Umwelt, Landeshauptstadt München, 2014)

Aus den wissenschaftlichen Ergebnissen lassen sich folgende Handlungsempfehlungen ableiten (Auszug aus dem Leitfaden):

1. Klimaprognosen zeigen, dass Hitzeperioden und Extremwetterereignisse gerade in Städten weiter zunehmen werden. Diese zukünftigen Klima-Bedingungen müssen wir bei den Planungen von heute berücksichtigen.
2. Energetische Sanierungen bleiben auch in Zukunft notwendig. Obwohl der Klimawandel tendenziell den Heizenergiebedarf reduziert, wird er jedoch auch in Zukunft den größten Anteil am Energiebedarf ausmachen.
3. Um CO<sub>2</sub>-Emissionen durch Klimaanlage etc. einzuschränken, sollten Maßnahmen wie Sonnenschutz und Lüftung zum sommerlichen Wärmeschutz eingeplant werden.

4. Eine intakte grüne Infrastruktur gewinnt aus mehrfacher Hinsicht für die Städte immer mehr an Bedeutung: Stadtgrün ist wichtig für ansprechende Freiräume, die als Lebensraum von Menschen und Tieren genutzt werden. Pflanzen verbessern zudem mit ihren Ökosystemleistungen wie Schattenspende oder Luftbefeuchtung das Stadtklima.
5. Bäume haben den größten Einfluss auf das Kleinklima einer Stadt. Der Baumbestand in der Stadt sollte deshalb geschützt und erweitert werden. Bei Neupflanzungen sollte auf klimatolerante Baumarten geachtet und ausreichend Wurzelraum eingeplant werden.
6. Begrünte Dächer und Fassaden wirken sich auf die nähere Umgebung aus. Auch sie regulieren die Temperatur und stellen neue Lebensräume für Menschen und Tiere in der Stadt dar. Städte und Gemeinden sollten deshalb private Begrünungsmaßnahmen fördern.

7. Unbebaute und begrünte Freiflächen dienen der Versickerung. Um Überschwemmungen zu vermeiden, sollten in Hinblick auf zukünftige Starkregenereignisse versiegelte Flächen reduziert werden. Dachbegrünungen können zusätzlich Niederschläge speichern und die Regenwasserkanäle entlasten.

8. Bei der Gestaltung von Grün- und Freiflächen sind neben ihrer Wirksamkeit für das Kleinklima auch die unterschiedlichen Ansprüche von Nutzern und Tierarten zu beachten.

9. Grün- und Freiflächen sollten vorausschauend als grünes Netzwerk gesichert und entwickelt werden. Gutachten über die klimatische Bedeutung der jeweiligen Flächen sollten früh in die Planung miteinbezogen werden.

10. Planungsinstrumente wie städtebauliche Verträge bieten zur Festlegung von Grünflächenanteilen durch die Stadt großes Potenzial.

**Gestaltungsvorschläge für Blockbebauung (München Maxvorstadt)**



Begrünungsszenario



Verortung von Maßnahmen

**Zeilenbebauung (München Neuaubing)**



Begrünungsszenario

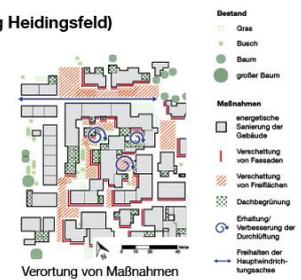


Verortung von Maßnahmen

**Historischer Stadtkern (Würzburg Heidingsfeld)**



Begrünungsszenario

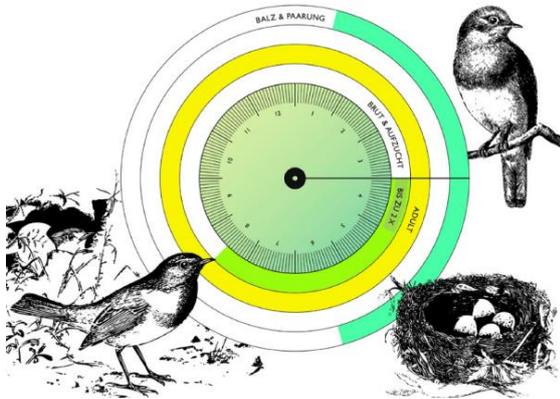


Verortung von Maßnahmen

Gestaltungsvorschläge für drei Siedlungstypen (Grafiken TP1)

## Teilprojekt 2 – Anwendung der Methode Animal-Aided Design® (AAD) im Rahmen von Umsetzungsprojekten zur Mitigation von Effekten des Klimawandels auf die Tiere in der Stadt

Lehrstuhl für Terrestrische Ökologie, TUM (Prof. Dr. Wolfgang W. Weisser) und Fachgebiet Freiraumplanung, Universität Kassel (Dr.-Ing. Thomas E. Hauck)



Lebenszyklus des Rotkehlchens (Grafik: S. Jahnke)

### Projektlaufzeit

Oktober 2015 bis Februar 2019

### Ausgangspunkt und Fragestellung

Städte haben vor dem Hintergrund des Klimawandels auch eine zunehmende Bedeutung für den Tierartenschutz. In Zürich wurden etwa 40 der 90 insgesamt in der Schweiz lebenden Säugetierarten nachgewiesen, also fast die Hälfte aller Arten.

Sowohl Säugetiere als auch viele andere Tierarten finden in der Stadt geeignete Lebensbedingungen und die Artenvielfalt kann sogar diese der umgebenden Landschaft übertreffen, wenn sie landwirtschaftlich genutzt ist. Das Tiervorkommen trägt dabei zur besonderen Qualität der Grünräume bei, so z.B. der Vogelgesang.

Da der Klimawandel viele Tierarten bedroht, wird diese Funktion der Städte als Rückzugsraum in der Zukunft noch bedeutender werden. Dabei führen Nachverdichtung und klassische, nur auf Gebäudetechnik ausgerichtete Sanierungen zu einem weiteren Rückgang der Tierarten in den Städten. Um Tieren in der Stadt ein Überleben zu gewährleisten und die Artenvielfalt von Flora und

Fauna auch erleben zu können, wird es zukünftig nicht mehr ausreichen, darauf zu hoffen, dass Tiere in Stadtquartieren und Freiräumen vorkommen, die ohne Berücksichtigung der Tiere geplant wurden.

Die jetzige Freiraumplanung ist bisher nicht darauf ausgerichtet, systematisch das Vorkommen von Tieren in den Städten zu ermöglichen. Die Planungsmethode „Animal-Aided Design“, kurz AAD, erlaubt die Erfüllung von Ansprüchen verschiedener Tierarten im Rahmen einer auf den Klimawandel ausgerichteten Planung.

### Ziele

Das Ziel von Animal-Aided Design ist es, eine stabile Population im jeweiligen Planungsraum anzusiedeln oder zu erhalten bzw. bei Tieren mit größerem Aktionsradius zum Vorkommen einer städtischen Population beizutragen. Dabei sollen gegenläufige Prozesse von Stadtplanung und Naturschutz vermieden werden, in dem das Vorkommen der Tiere von Anfang an in die Planung integriert wird.

### Methodik

Anhand von zwei Umsetzungsbeispielen soll erforscht werden, wie sich die Methode in der Planungspraxis bewähren kann und ob bei den Maßnumen umsetzungen der gewünschte Erfolg erreicht werden kann. Es wurden mit der GEWOFAG Holding GmbH und der Stadt Ingolstadt zwei Umsetzungs partner gefunden, wobei sich die Projekte in unterschiedlichen Realisierungsstadien befinden. Dies erlaubt es, im Rahmen eines 3-Jahres Projektes die AAD-Anwendung in verschiedenen Realisierungsphasen zu testen.

Beim Nachverdichtungsprojekt der GE-WOFAG in München werden aktuell auf einer vormaligen Grünanlage zwischen dem Baubestand Wohnungen und ein Kindergarten errichtet. Der Grünflächenverlust bedeutet normalerweise einen Verlust an Habitat für die dort lebenden Tiere der Ökosystemleistungen. Durch die Anwendung der AAD-Methode sollen Grünanlagen und Architektur so angepasst werden, dass sie weiterhin Lebensräume für die betroffenen Arten liefern.

Die Stadt Ingolstadt plant im Rahmen einer klimagerechten Stadtentwicklung die stärkere Einbindung der Donau, um das Kulturangebot und die Erholung, aber auch Frischluftschneisen und die grüne Infrastruktur (GI) insgesamt zu verbessern. Im Rahmen von AAD wird hier eine Methode dafür entwickelt, wie mit der Optimierung der Funktionen für Menschen eine Verbesserung der Habitat-Funktionen und der Durchgängigkeit für Tierarten verbunden werden kann.

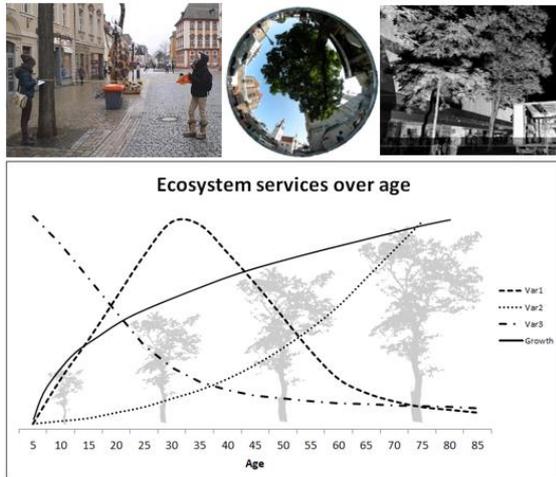
## **Ergebnisse**

Im den angrenzenden Flora-Fauna-Habitat-Gebieten wurden über 3000 Tierarten festgestellt. Da die Datenlage im Kernbereich im Vergleich zu den FFH-Gebieten jedoch dürftig und unvollständig ist, wird derzeit das Citizen-Science-Projekt „IngolStadtNatur“ entwickelt, um Bürgern in die Erfassung der Stadtnatur mit einzubeziehen. Aus diesen Arten werden dann Arten für AAD-Maßnahmen ausgesucht. Im Rahmen des Projekts wurde 2017 auch ein Studentenprojekt erfolgreich durchgeführt. Die Ergebnisse dieses Studentenprojekts werden zeitnah in einer weiteren Broschüre veröffentlicht.

Beim Nachverdichtungsprojekt wurden beispielsweise Artenportraits für die Zielarten Igel, Grünspecht, Haussperling und Zwergfledermaus entwickelt und die Grünplanung sowie der Hochbau und die Dachbegrünung sollen auf diese Arten abgestimmt werden. Das Forschungsteam begleitet den Planungs- und Bauprozess und stimmt AAD-Maßnahmen fortwährend mit den Architekten und Landschaftsarchitekten ab. Durch regelmäßige Artenkartierungen wird der Status der Arten geprüft. Nach der Fertigstellung wird das Vorkommen der Arten evaluiert, um zu prüfen, ob die Maßnahmen den gewünschten Erfolg hatten.

## Teilprojekt 3 – City Trees II: Stadtbäume im Klimawandel: Wuchsverhalten, Dienstleistungen und Perspektiven

Lehrstuhl für Waldwachstumskunde, TUM (Prof. Dr. Dr. h.c. Hans Pretzsch, PD Dr. Thomas Rötzer)



Umweltleistungen von Stadtbäumen in Abhängigkeit der Baumart, der Vitalität und des Alters (Grafik: TP 3)

### Projektlaufzeit

März 2016 bis Mai 2018

### Ausgangspunkt und Fragestellung

Vor dem Hintergrund eines sich rasant ändernden Klimas ist die Frage nach der Reaktion von Pflanzen, insbesondere von langlebigen Bäumen, und deren Ökosystemleistungen von hoher Relevanz. Stadtbäume sind ein wesentlicher Bestandteil städtischer Freiräume, ihr Wuchsverhalten und ihre Umweltleistungen sind jedoch – vor allem für europäische Städte – nur wenig erforscht. Angaben zum Wachstum verschiedener Arten und Altersklassen an unterschiedlichen Wuchsräumen und unter verschiedenen Klimabedingungen sind kaum vorhanden. Auch die Leistungen von Stadtbäumen wurden bisher nur im geringen Maß quantifiziert. Im Rahmen dieses Forschungsprojekts werden wichtige Stadtbaumarten im Hinblick auf ihr Wuchsverhalten, ihre Umweltleistungen und Perspektiven in einem sich wandelnden Klima untersucht.

### Ziele

Ziel ist, das Wuchsverhalten von Stadtbäumen in Abhängigkeit der Ressourcenversorgung wie z. B. Wasser und Licht mit einem umwelt- und klimasensitiven Einzelbaumwachstumsmodell von der Jugend bis zur Altersphase abzubilden. Umweltleistungen wie Kohlenstoffbindung, Beschattung, Abkühlungswirkung und Abfluss der wichtigsten Stadtbaumarten werden für gegebene Klimaverhältnisse als auch unter Klimaveränderungen aufgezeigt.

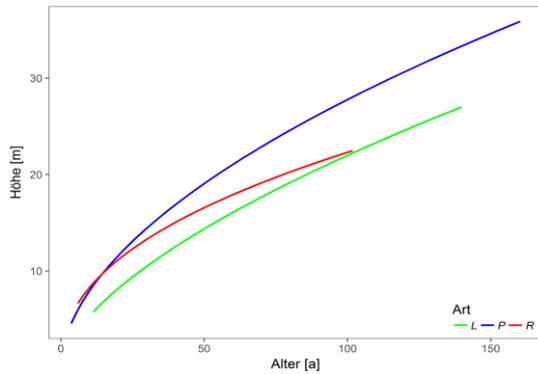
### Methodik

Das Vorhaben ist eine Fortsetzung des Projekts CityTree I, in dessen Rahmen das Wachstum, die Raumbesetzung und die Leistungen von Winterlinde (*Tilia cordata*) und Robinie (*Robinia pseudoacacia*) in den Städten München und Würzburg im Mittelpunkt standen. Im Folgeprojekt CityTree II wird das Spektrum um die Baumart Platane (*Platanus × acerifolia*), die Baumart Rosskastanie (*Aesculus hippocastanum*) und um neu eingeführte Baumarten des Projekts „Stadtgrün 2021“ erweitert. Zudem werden Untersuchungen in weiteren Städten (Nürnberg, Bayreuth, Hof und Kempten) durchgeführt, um die Aussagen zum Wuchsverhalten und zu Umweltleistungen von Stadtbäumen in Mitteleuropa generalisieren zu können. Auf diese Weise können praxisnahe Hinweise für ein nachhaltiges Management der Stadtbäume Bayerns gegeben werden.

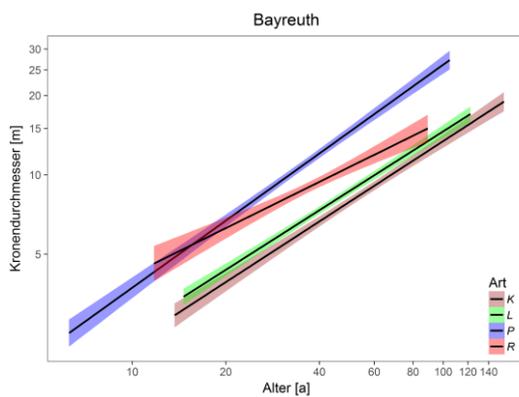
### Ergebnisse

Allometrische Beziehungen der Baumdimensionen von Winterlinde, Robinie und Platane beschreiben das Wachstum von Stadtbäumen von der Jugend bis in das

hohe Alter und geben somit über die Entwicklung dieser Baumarten Auskunft. Im Vergleich zu Robinien und Winterlinden zeigen Platanen über alle Altersklassen hinweg ein deutlich höheres Wachstum.



Höhenwachstum von Winterlinden, Platanen und Robinien in Bayern (Grafik: TP 3)

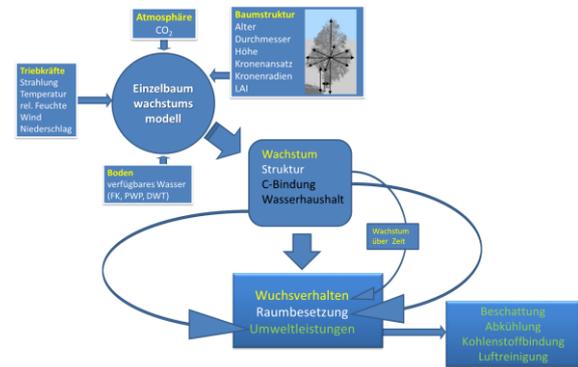


Entwicklung des Kronendurchmessers von Kastanien, Winterlinden, Platanen und Robinien in Bayreuth (Grafik: TP 3)

Während Winterlinden sich in der Jugend eher langsam entwickeln, zeichnen sich Platanen und Robinien durch ein starkes Jugendwachstum aus. Bei Robinien ist gegenüber Platanen und Winterlinden mit zunehmenden Alter eine deutliche Abschwächung des Wachstums erkennbar. Dagegen weisen Winterlinden auch in größeren Altersklassen ein konstant hohes Wachstum auf. Bisherige Auswertungen von Winterlinden und Robinien bezogen auf die erbrachten Umweltleistungen (C-Speicherung, Abkühlungswirkung, Abfluss) zeigten, dass Robinien im Durchschnitt höhere Leistungen erbringen als Linden. Auch können

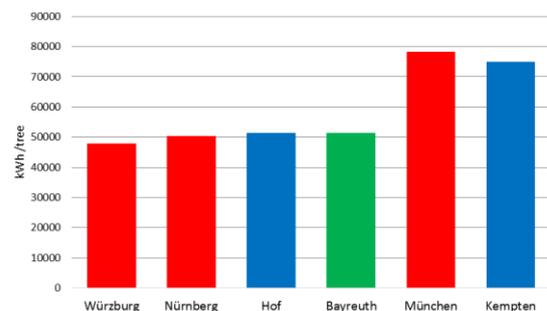
junge und mittelalte Robinien mehr für das Stadtklima als Winterlinden leisten, was sich in höherem Alter jedoch umkehrt.

Simulationen mit dem Modell CityTree zeigen, dass das Klima des Standorts dabei eine tragende Rolle spielt.



Das Wachstumsmodell CityTree (Grafik: TP 3)

Es ergaben sich deutliche Unterschiede beim Wachstum und bei den Umweltleistungen von Stadtbäumen je nach Stadtklima und Standortbedingungen.



Ergebnisse zu Umweltleistungen (Grafik: TP 3)

Mit Hilfe des prozessbasierten Einzelbaumwachstumsmodells soll im nächsten Schritt untersucht werden, wie sich mögliche künftige Klimabedingungen auswirken. Erste Simulationen auf Basis möglicher künftiger Klimabedingungen erbrachten ein verstärktes Wachstum und mehr Kohlenstoffbindung bei Linden und Robinien in München wobei jedoch die Abkühlungswirkung durch Transpiration deutlich reduziert ist.

## Teilprojekt 4 – 100Places:M: Untersuchung der Auswirkungen des Wärmeinseleffekts auf den öffentlichen Raum am Beispiel Münchens

*Lehrstuhl für Landschaftsarchitektur und öffentlichen Raum, TUM (Prof. Dipl.-Ing. Regine Keller) und Professur für Partizipative Technikgestaltung, Munich Center for Technology in Society, TUM (Prof. Dr. phil. Ignacio Farías Hurtado)*



Marienplatz, München (Foto: R. Keller)

### Projektlaufzeit

Oktober 2016 bis September 2019

### Ausgangspunkt und Fragestellung

Die weltweit zunehmende Urbanisierung stellt Stadtregionen vor neue Herausforderungen. Die zukunftsorientierte Stadt muss neben einem wirtschaftlichen, soziokulturellen und demographischen Strukturwandel auch den Auswirkungen des Klimawandels zeitgemäße und nachhaltige Entwicklungsstrategien entgegensetzen.

Anpassungsfähige Freiräume werden mit ihren vielfältigen Anforderungen künftig in ihrer ökologischen, sozialen, ökonomischen und städtebaulichen Bedeutung gestärkt.

Bislang fehlen noch wissenschaftliche Untersuchungen über das Wirkungsgefüge zwischen klimarelevanter Aneignung und Gestaltung dieser multifunktionalen Freiräume, um effektive Beiträge zur Förderung der Lebensqualität und Artenvielfalt in der Stadt in Zeiten des Klimawandels leisten zu können.

### Ziele

In diesem Forschungsvorhaben wird daher der Fokus auf das Zusammenwirken von Naturelementen und Gestaltung von städtischen Freiräumen sowie ihrer Wirkung auf die NutzerInnen und das Klima gelegt.

Das raumzeitliche und soziale Zusammenwirken von Baumaterialien, Pflanzen und Menschen auf urbane, multifunktionale Freiräume spielt dabei eine wichtige Rolle. Ziel der Arbeit ist es, konkrete Handlungs- und Planungsempfehlungen – abgeleitet aus den angestrebten Untersuchungen – zu formulieren. Diese sollen LandschaftsarchitektInnen bei der Konzeption von multifunktionalen und klimarelevanten Freiräumen dienen.

Bei der Planung dieser zunehmend multifunktionalen Freiräume gilt es nicht nur eine gestalterische Lösung zu finden.

### Methodik

In der Forschungsarbeit 100Places:M sollen 100 Plätze systematisch evaluiert werden. München ist aufgrund der Vielzahl vorhandener Plätze ideal für die Fragestellung geeignet und erlaubt es, die Bauvielfalt der Plätze herauszuarbeiten.

Ziel dieser Bestandaufnahme ist die Erstellung einer Datenbank, die einen Überblick über Münchens öffentliche Plätze und deren Klimapotential ermöglichen soll.

Darüber hinaus werden Fallstudien zu gegenwärtigen Entwicklungen und Herausforderungen der nachhaltigen Gestaltung von Stadtplätzen geführt. Hier soll insbesondere

auf die durch Klimawandel entstehenden Mensch-Insekt-Baum-Gefüge, die affektive Wirkung neuer Baumaterialien und Potentiale der Lebensmittelproduktion im öffentlichen Raum eingegangen werden.

Dabei sollen folgende Fragestellungen beantwortet werden:

- Welche sozio-materiellen Beziehungen spielen in multifunktionalen Freiräumen eine wesentliche Rolle für die Nutzung, Aneignung und Sinnggebung seitens verschiedener AkteurInnen?
- Welche Ziele sind für die Anpassung an den Klimawandel auf kleinen Stadtplätzen relevant?
- Wie lassen sich die aus diesen Fragestellungen gewonnenen Erkenntnisse bei der zukünftigen Gestaltung und dem Management von Freiräumen umsetzen?
- Wie lassen sich dabei räumlich-integrative Freiraumkonzepte entwickeln und umsetzen?
- Wie kann dieser integrative Prozess in der Praxis durch die Entwicklung von Planungs- und Entwurfsempfehlungen sowie methodischen Werkzeugen effektiv unterstützt werden?

## **Ergebnisse**

Ziel ist die Erstellung eines Leitfadens bzw. Kompendiums, der die Ergebnisse der Untersuchungen in Form von Fact-Sheets und Info-Grafiken aufbereitet und zusammenfasst.

Ziel dieser Publikation ist die Schaffung eines erhöhten Bewusstseins für die Zusammenhänge von Klimawandel, Gestaltung und Aneignung im öffentlichen Raum unter StadtplanerInnen, LandschaftsarchitektInnen, WissenschaftlerInnen, Kommunen und BürgerInnen.

## Teilprojekt 5 – Vorstudie: Klimaanpassung in den Städten Bayerns: Vergleichende Untersuchungen zum Einsatz gebietsfremder und heimischer Stadtklimabäume

*Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, Veitshöchheim (LWG) (Dr. Susanne Böll) und Biozentrum, Lehrstuhl für Tierökologie und Tropenbiologie (Zoologie III), Universität Würzburg (Dr. Dieter Mahsberg)*



Blattfraß an der Hopfenbuche (Foto: S. Böll)

### Projektlaufzeit

September 2016 bis Januar 2019

### Ausgangspunkt und Fragestellung

Die ohnehin schon extremen Bedingungen für Straßenbäume an innerstädtischen Standorten werden durch den Klimawandel noch verstärkt. Typisch heimische Stadtbäume wie Linde und Ahorn geraten zunehmend an die Grenzen ihrer lokalen Anpassungsfähigkeit, sie leiden verstärkt unter Trockenstress und zeigen sich immer anfälliger für Schädlinge und Krankheiten.

Dennoch wird seit der Novellierung des Bundesnaturschutzgesetzes immer wieder, vor allem von Naturschutzverbänden, gefordert, dass auch in Zeiten des Klimawandels im städtischen Bereich nur heimische Baumarten zur Gestaltung der Stadtnatur verwendet werden sollten. Gebietsfremde Arten, so wird argumentiert, seien „ökologische Wüsten“ und beherbergten demgemäß eine wesentlich geringere faunistische Artenvielfalt als heimische Baumarten.

Entsprechende vergleichende Untersuchungen zur Artenvielfalt auf heimischen

und gebietsfremden Baumarten an städtischen Straßenstandorten liegen unseres Wissens bisher jedoch nicht vor, um diese Einschätzung mit Fakten belegen zu können.

Im Mittelpunkt dieser Vorstudie steht ein Vergleich der Vielfalt an Insekten und Spinnentieren (Arthropoden) dreier heimischer bzw. nahverwandter gebietsfremder Baumarten an einem urbanen Standort.

Gebietsfremde Arten zeichnen sich in Zeiten des Klimawandels häufig durch höhere Stresstoleranz und damit auch höhere Vitalität aus, weshalb sie auch als Stadtklimabäume bezeichnet werden. Dabei ist unbekannt, wie sich die Stresstoleranz dieser Arten auf die Lebensgemeinschaft der in den Baumkronen lebenden wirbellosen Tiere auswirkt, zu denen u. a. auch pflanzenfressende bzw. an Pflanzen saugende Insekten gehören.

Die Lebensgemeinschaften heimischer und gebietsfremder Baumarten könnten mehr oder weniger gleich zusammengesetzt und in ihrer Biodiversität vergleichbar sein. Bestimmte Arten könnten aber auch dominant werden, sich massiv vermehren und den Baum schädigen bzw. in seiner Funktion als Stadtbaum beeinträchtigen.

### Ziele

Im Projekt sollen folgende Fragestellungen geklärt werden:

- Sind angesichts des Klimawandels ausgewählte gebietsfremde Stadtbäume auf Grund ihrer höheren Vitalität für die Klimaanpassung in Städten und den Erhalt einer

vielfältigen Baumkronenlebensgemeinschaft besser geeignet als heimische Stadtbaumarten?

- Unterscheiden sich die Artengemeinschaften von Insekten und Spinnentieren, wenn man heimische Stadtbaumarten mit gattungsgleichen gebietsfremden Baumarten vergleicht?
- Wie sind heimische im Vergleich zu gebietsfremden Baumarten zu bewerten, wenn ein Ziel sein soll, eine artenreiche urbane Fauna zu erhalten und zu fördern?
- Gibt es Unterschiede in der Anfälligkeit für Schädlinge zwischen heimischen und gebietsfremden Baumarten?

## Methodik

Diese Vorstudie basiert auf einem Screening der Artenvielfalt von Insekten und Spinnentieren auf gebietsfremden und heimischen Baumarten.

Die wissenschaftlichen Untersuchungen wurden im Rahmen einer Masterarbeit in Biologie am Lehrstuhl für Tierökologie und Tropenbiologie der Universität Würzburg über eine gesamte Vegetationsperiode an den Straßenbäumen des Klimawandelprojekts „Stadtgrün 2021“ (Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten gefördert) in Würzburg durchgeführt.

Folgende Baumartenpaare gleicher Größe wurden vergleichend auf ihre Arthropoden- vielfalt untersucht:

Tab. 1: Versuchsbaumarten

Heimische Baumarten	Gebietsfremde Baumarten
Hainbuche ( <i>Carpinus betulus</i> ‚Frans Fontaine‘)	Hopfenbuche ( <i>Ostrya carpinifolia</i> )
Gemeine Esche ( <i>Fraxinus excelsior</i> ‚Westhofs Glorie‘)	Blumenesche ( <i>Fraxinus ornus</i> )
Winterlinde ( <i>Tilia cordata</i> ‚Greenspire‘)	Silberlinde ( <i>Tilia tomentosa</i> ‚Brabant‘)

Alle Baumarten stehen in unmittelbarer Nachbarschaft im gleichen Quartier „Gewerbegebiet Ost“ in Würzburg. Dadurch ist eine Vergleichbarkeit der Biodiversität zwischen den Baumarten gewährleistet.

Um eine statistische Auswertung zu ermöglichen, wurden pro Baumart je 5 Bäume beprobt. Die Untersuchungen wurden von April bis Oktober 2017 in zweiwöchigen Abständen durchgeführt. Um die gesamte Artenvielfalt abbilden zu können, wurden verschiedene Fangmethoden verwendet:

- Fensterfallen (Eklektoren, Abb. 1) zum Fang von Fluginsekten,
- Gelbtafeln (Abb. 1) zum Fang von kleinen Fluginsekten, insbesondere Parasitoiden (Nützlingen),
- Klopfschirm zum Fang von Insektenlarven und räuberischen Spinnen.



Abb. 1: Eklektoren und Gelbtafel in *Fraxinus ornus*, kurz vor dem Blattaustrieb

Pro Baum wurden 2 Eklektoren und 1 Gelbtafel im mittleren Kronenbereich aufgehängt und jeweils 3 Äste beklopft. Um in die Kronen der Bäume zu gelangen, wurde ein Hubsteiger eingesetzt (Abb. 2).



Abb. 2: Fallenwechsel im Hubsteiger

Anschließend wurden die Fänge im Labor nach Tiergruppen sortiert. Ausgewählte Taxa wurden zur weiteren Bestimmung an Taxonomen verschickt. Die Gelbtafeln wurden standardisiert abfotografiert, die so erhaltenen Digitalaufnahmen werden mit einer Bildanalysesoftware quantitativ ausgewertet.

### Ergebnisse

Insgesamt wurden im Verlauf der 14 Fangperioden in den 60 untersuchten Bäumen folgende Arthropoden-Individuen gefangen:

Tab. 2: Gesamtzahl der 2017 gefangenen Arthropoden pro Fallentyp

Fallentyp	Gesamtanzahl
Fensterfallen	20686
Klopfproben	3197
Gelbtafeln	ca. 70500

Diese hohen Individuenzahlen (die nur einen Bruchteil aller Arthropoden der Versuchsbäume darstellen) belegen, welche wichtige Lebensräume Stadtbäume für Insekten und Spinnentiere darstellen (Tab. 2). Ein erster Überblick auf Ordnungsniveau (ohne Gelbtafelfänge) zeigt weiterhin, dass heimische Baumarten zwar höhere Individuenzahlen an Arthropoden als ihre gebietsfremden Schwesternarten aufweisen, sämtliche Baumarten aber von der heimischen Fauna als Habitat genutzt werden (Abb. 3). Die Daten zur vergleichenden Artenvielfalt werden

aktuell noch ausgewertet. Es zeigt sich interessanterweise und entgegen der Erwartung bereits, dass sich nah verwandte Baumarten in der Häufigkeitsverteilung der erfassten Tiergruppen nicht ähnlicher sind als nicht verwandte Baumarten (Abb. 2): so stimmen z. B. die Muster der Arthropodenzusammensetzung von *Carpinus betulus* ‚Frans Fontaine‘ und *Fraxinus excelsior* ‚Westhofs Glorie‘ wesentlich stärker überein als die von *Fraxinus excelsior* ‚Westhofs Glorie‘ und *Fraxinus ornus*.

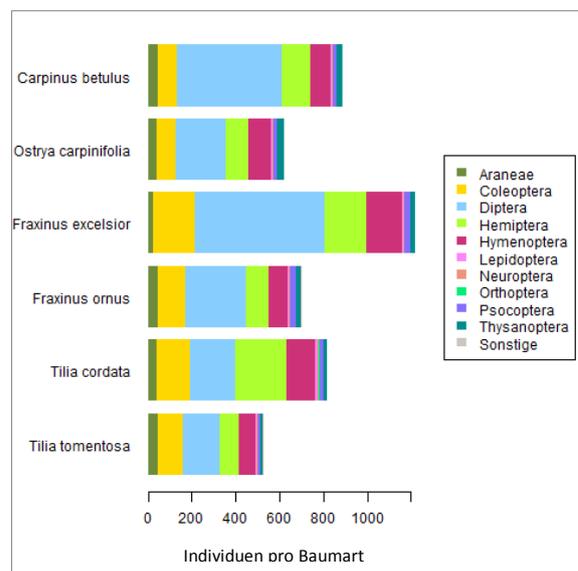


Abb. 3: Fangzahlen ausgewählter Arthropodentaxa auf den Versuchsbaumarten

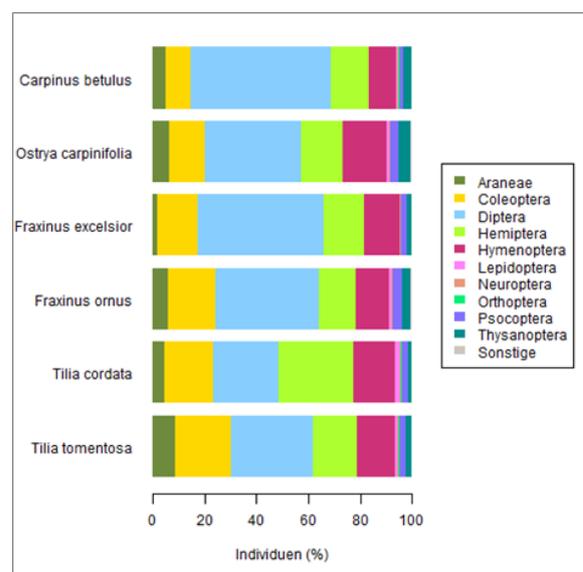


Abb. 4: Häufigkeitsverteilung ausgewählter Arthropodentaxa auf den Versuchsbaumarten

Detaillierte Auswertungen zur Artenvielfalt der einzelnen Baumarten stehen noch aus. Es wird interessant sein zu sehen, inwieweit sich die Artengemeinschaften der Baumarten überlappen bzw. welcher Anteil der Arten nur auf bestimmten Baumarten vorkommt. Es kann als wahrscheinlich gelten, dass die Biodiversität aller Baumarten deutlich die Artenvielfalt einzelner Baumarten übersteigt.

Für die Praxis (Kommunen, Gartenämter, Klima-Allianz-Partner) sollen die Ergebnisse in Empfehlungen münden, die zur Auswahl geeigneter Stadtklimabaumarten herangezogen werden können. Hierfür soll ein entsprechender Infolyer erstellt werden.

## Teilprojekt 6 – Klimaerlebnis Würzburg 2018 (KEW)

Lehrstuhl für Waldwachstumskunde, TUM (PD Dr. Thomas Rötzer, Prof. Dr. Dr. h.c. Hans Pretzsch), Lehrstuhl für Strategie und Management der Landschaftsentwicklung, TUM (Prof. Dr.-Ing. Stephan Pauleit), Professur für Klimatologie, Institut für Geographie und Geologie, Universität Würzburg (Prof. Dr. Heiko Paeth) in Zusammenarbeit mit der Stadt Würzburg



Bild TP 6 (Luftbild: geoportal.bayern.de)

### Projektlaufzeit

Mai 2017 bis April 2020

### Ausgangspunkt und Fragestellung

Städte zeichnen sich gegenüber ihrem Umland durch ein eigenes Klima aus. Insbesondere an Hitzetagen steigen die Temperaturen gegenüber dem Umland stark an. Dieser sogenannte urbane Wärmeinseleffekt hängt von der Lage im Stadtraum, der baulichen Struktur und vom Versiegelungs- bzw. Begrünungsgrad ab. Vor allem Städte, wie Würzburg, die eine Kessellage mit einer dichten Bebauung und relativ wenig Stadtgrün aufweisen, sind davon stark betroffen. Der Untersuchungsstandort Würzburg liegt in Unterfranken, einer Region die besonders vom Klimawandel mit vermehrten Hitzewellen und häufiger Trockenheit betroffen ist. Vor allem in der Innenstadt wird es zukünftig zu erheblichen Steigerungen der Hitzetage und Tropennächte kommen, wodurch die Lebensqualität der Menschen drastisch reduziert wird.

Stadtgrün, insbesondere Bäume können das Klima eines Standorts positiv beeinflussen. Ihre Kronen spenden Schatten, die Blätter verdunsten Wasser und kühlen die Lufttemperatur.

### Ziele

Anhand von sieben Standorten im Würzburger Stadtgebiet soll untersucht werden, inwieweit sich das Klima eines Standorts in Abhängigkeit von Baumbestand und Stadtraumtyp unterscheidet und inwieweit sich Stadtbäume und Kleinklima gegenseitig beeinflussen. Damit kann die Bedeutung von Bäumen für die Stadtplanung aufgezeigt werden. Zudem soll die Öffentlichkeit für das Thema Stadtklima und Stadtgrün sensibilisiert werden. Angewandte Forschung kann man so live miterleben.



Infotonne für die Landesgartenschau

### Methodik

Im Rahmen der Landesgartenschau 2018 (LGS) werden Klima/Baum-Forschungsstationen in der Stadt eingerichtet. Über einen Zeitraum von drei Jahren sollen aktuelle Werte zum Standortsklima, zum Baumwachstum und zu den Umweltleistungen der Bäume gemessen, aufbereitet und grafisch dargestellt werden.

Im Einzelnen sollen folgende Fragestellungen geklärt werden:

#### *Lokale Klimawandelauswirkungen*

Wie verändert sich das Klima im Würzburger Großraum und inwiefern unterscheiden sich heutige Extremwetterereignisse gegenüber denen vergangener Jahrzehnte? Welche Stadtraumtypen sind am stärksten von den Veränderungen betroffen?

#### *Mikroklima und Stadtgrün*

Welche klimatischen Charakteristika weist das Würzburger Stadtgebiet kleinräumig auf und welchen Einfluss nehmen dabei unterschiedliche Stadtraumtypen? Welchen Einfluss hat der Baumbestand auf das Standortklima?

#### *Leistung von Stadtbäumen*

Welchen Einfluss hat das spezifische Standortklima auf das Wachstum und die Transpirationsleistung von Stadtbäumen? Treten baumartenspezifische Unterschiede auf? Welche standortklimatischen Parameter beeinflussen das Wachstum und die Transpirationsleistung von Stadtbäumen am stärksten und welche Konsequenzen ergeben sich für künftige Klimabedingungen? Wie viel können Stadtbäume zum Klimaschutz (CO<sub>2</sub>-Speicherung, Kühlung von Gebäuden) und zur Klimaanpassung (Thermischer Komfort Außenraum, Regenwassermanagement) beitragen?

#### *Bedeutung für die Stadtplanung*

Für welche Stadtraumtypen können Bäume zur Klimaanpassung beitragen? Welchen Einfluss haben das Standortklima und Stadtbäume auf die Lebensqualität im Stadtraum? Welche der untersuchten Baumarten eignen sich besser für die Klimaregulation in Städten?

#### *Sensibilisierung der Öffentlichkeit*

Wie können die Leistungsfähigkeit von Bäumen und die kleinräumigen Charakteristika des Stadtklimas einer breiten Öffentlichkeit vermittelt werden? Wie kann die Bedeutung von Stadtbäumen für das Stadtklima einen möglichst großen Stellenwert in der öffentlichen Diskussion um zukünftige Stadtentwicklung erlangen? Wie können die Chancen und Probleme der Auswirkungen des Klimawandels einer breiten Öffentlichkeit anschaulich vermittelt werden?

#### **Ergebnisse**

Neben wissenschaftlichen Untersuchungen sollen die Messwerte und Analysen über eine Webseite sowie über Infotafeln (im Rahmen der LGS) leichtverständlich der Öffentlichkeit präsentiert werden. Die in Würzburg erarbeiteten Ergebnisse können dabei auf andere bayerische Städte mit ähnlichen Rahmenbedingungen übertragen werden.

## Resümee

Mit dem ZSK wurde vor knapp fünf Jahren ein interdisziplinäres Forschungszentrum eingerichtet, welches in seiner kurzen Geschichte schon Erfolge vorweisen kann. In sechs Teilprojekten, darunter fünf aktuelle und ein abgeschlossenes Teilprojekt, werden verschiedene Forschungsrichtungen und -aspekte miteinander verbunden. So wird die Frage nach einer zukunftsorientierten Stadt- und Grünraumplanung von der Seite der Landschaftsentwicklung und -architektur ebenso wie von der Seite der Biologie und Ökologie der grünen Infrastrukturen und begleitenden Faktoren wie Biodiversität von Fauna und Flora betrachtet. Auch die Soziologie und das Empfinden des Menschen werden analysiert. Im Zentrum der Untersuchungen stehen bei allen Teilprojekten das Klima- und der zu erwartende Klimawandel. Die bestehenden Teilprojekte können derzeit bereits auf 92 Beiträge in nationalen und internationalen Zeitschriften, Konferenz- und Tagungsbeiträge, Pressemitteilungen und Onlinepublikationen und auf weitere öffentlichkeitswirksame Aktivitäten wie ein Abschluss-symposium, Workshops und Tagungen zurück blicken. Dies zeigt eindrucksvoll, dass das Thema „Zukunftsorientierte, nachhaltige Grünraumplanung“ bayern-, deutschland- und weltweit auf großes Interesse stößt.

Nichtsdestotrotz ist es für die Verstetigung des ZSK wichtig, weitere nationale und internationale Forschungsprojekte und -schwerpunkte in das Zentrum einzubinden. Auch die Vernetzung der Teilprojekte untereinander stellt einen wichtigen Baustein für einen funktionierenden Forschungsverbund dar. Für das Jahr 2018 ist die Einbindung von mindestens drei neuen Teilprojekten in das ZSK geplant. Dazu zählen die Projekte:

- „Nachverdichtung im Kontext des Klimawandels“, eine Zusammenarbeit der Lehrstühle von Prof. Dr. Lang, Prof. Dr. Pauleit und Prof. Dr. Petzold
- „Leistungen von Stadtgrün an öffentlichen Plätzen in München“ von den Lehrstühlen von Prof. Dr. Pretzsch und Prof. Dr. Pauleit in Kooperation mit dem TP 4: „100Places:M“ von Prof. Keller und Prof. Dr. Farias
- „Bäume in Pflanzgefäßen als stadtklimatisch wirksame Maßnahme zur Anpassung an den Klimawandel“ der Lehrstühle von Prof. Dr. Ludwig und Prof. Dr. Pretzsch

Das ZSK ist bestrebt, sich zu einer dauerhaften Institution zu entwickeln, die sich mit aktuellen Themen der zukünftigen Stadt- und Grünraumentwicklung vor allem unter dem Gesichtspunkt eines sich wandelnden Klimas intensiv und multidisziplinär auseinandersetzt.

## Veröffentlichungen der Teilprojekte (Stand Februar 2018)

Nachfolgend finden Sie einen Auszug aus den Veröffentlichungen des ZSK.

Weitere Veröffentlichungen zu den einzelnen Themengebieten finden Sie unter [www.zsk.tum.de](http://www.zsk.tum.de).

- Geyer, P., Tigges, J., Zölch, T., Gondhalekar, D., Maderspacher, J., Brasche, J., Lang, W. & Pauleit, S. (2014). Integrating urban built and green structures to improve climate change mitigation and adaptation. *IC2UHI Konferenz*. Venedig, Oktober 2014.
- Hauck, T. E., & Weisser, W. W. (2017). Animal-Aided Design – Zur Steuerung und Planung des Vorkommens von wilden Tieren in der Stadt. In Hauck, T. E., Hennecke, S., Krebber, A., Reinert, W. M., & Roscher, M. (Hrsg.), *Urbane Tier-Räume* (S. 65-81). Berlin.
- Hauck, T. E., & Weisser, W. W. (2017). Taming the Shrew (Beitrag über Animal-Aided Design). *Topos* 101, Dezember 2017.
- Maderspacher, J., Geyer, P., Auer, T., & Lang, W. (2015). Comparison of different meta model approaches with a detailed building model for long-term simulations. *Building Simulation 2015 - 14. Internationale Konferenz der IBPSA*. Hyderabad, Indien, Dezember 2015.
- Maderspacher, J., Geyer, P., Auer, T., & Lang, W. (2016). Energy optimization of an existing building based on a neural network and a genetic algorithm. *eSim 2016*. Hamilton, Kanada, Mai 2016.
- Moser, A., Rötzer, T., Pauleit, S., & Pretzsch, H. (2015). Structure and ecosystem services of small-leaved lime (*Tilia cordata* Mill.) and black locust (*Robinia pseudoacacia* L.). urban environments. *Urban Forestry & Urban Greening*, 14(4), 1110-1121.
- Moser, A., Rötzer, T., Pauleit, S., & Pretzsch, H. (2016). The urban environment can modify drought stress of small-leaved lime (*Tilia cordata* Mill.) and black locust (*Robinia pseudoacacia* L.). *Forests* 7, 71. DOI: 10.3390/f7030071.
- Moser, A., Rahman, M. A., Pauleit, S., Pretzsch, H., & Rötzer, T. (2016). Inter- and intra-annual growth patterns of urban small-leaved lime (*Tilia cordata* Mill.) at two public squares with contrasting microclimatic conditions. *International Journal of Biometeorology*. DOI 10.1007/s00484-016-1290-0.
- Rahman, M. A., Moser, A., Rötzer, T., & Pauleit, S. (2017). Within canopy temperature differences and cooling ability of *Tilia cordata* trees grown in urban conditions. *Building and Environment* 114, 118–128.
- Rahman, M. A., Moser, A., Rötzer, T., & Pauleit, S. (2017). Microclimatic differences and their influence on evapotranspirational cooling of *Tilia cordata* in two contrasting street canyons in Munich, Germany. *Agricultural and Forest Meteorology* 232, 443–456.
- Zölch, T., Henze, L., Keilholz, P., & Pauleit, S. (2017). Regulating urban surface runoff through nature-based solutions – An assessment at the micro-scale. *Environmental Research*, 157, 135-144.
- Zölch, T., Maderspacher, J., Wamsler, C., & Pauleit, S. (2016). Using green infrastructure for urban climate-proofing: An evaluation of heat mitigation measures at the micro-scale. *Urban Forestry & Urban Greening*, 20, 305-316.
- Zölch, T., Wamsler, C., & Pauleit, S. (2018). Integrating the ecosystem-based approach into municipal climate adaptation strategies: The case of Germany. *Journal of Cleaner Production*, 170, 966-977. doi: 10.1016/j.jclepro.2017.09.146
- Zölch, T. (2017) Klimawandel: Was Grün in Städten leistet, *Taspo GartenDesign* 05/2017

- Zölch, T. (2017) Grüne Schattenspender: Ökosystemleistungen grüner Infrastruktur untersucht, BDLA Verbandszeitschrift 3/2017

### **Literaturempfehlungen zu den Themen des ZSK**

- Böll, S., Schönfeld, P., Körber, K., & Herrmann J.V. (2014). Stadtgrün 2021: Stadtbäume der Zukunft. *Deutsche Baumschule* 02/2014, 21-26.
- Czechowski, D., Hauck, T., & Hausladen, G. (Hrsg.). (2015). Revising Green Infrastructure – Concepts between Nature and Design, *Boca Raton* (FL).
- Gloor, S. (2014). Der ökologische Wert von Stadtbäumen bezüglich ihrer Bedeutung für die Biodiversität. *Auftraggeber Grün Stadt Zürich*, 28 S.
- Hauck, T., & Hennecke, S. (2017). Die Funktionalisierung der Landschaftsästhetik für die urbane Freiraumplanung – Beispiele aus der frühen industriellen Großstadt in Deutschland und den USA. In O. Kühne, H. Megerle, F. Weber (Hrsg.), *Landschaftsästhetik und Landschaftswandel* (S. 269-282). Wiesbaden.
- Schelle, R., Hauck, T., Weisser, W. (2013). Animal-Aided Design – Integration von Tierbedürfnissen. *Garten+Landschaft, Gehölzverwendung*, Heft 12, Dezember 2013, 32-35.