

ZUKAMAS

Zukunftsorientiertes **K**limawandel-
Management für **S**tädtische Grünflächen

Future-oriented Climate Change
Management for Urban Green Spaces



Stand: Juli 2026

Ergebnisse

des Forschungsprojekts

ZUKAMAS*

(Präsentation der Ergebnisse erfolgte bei der Abschlussveranstaltung am 30. Juni 2026)

*Zukunftsorientiertes Klimawandelmanagement für städtische Grünflächen (ZUKAMAS)

Projektüberblick

Projektverlauf, Projektziel

Forschungsförderer

Verbesserte Lebensbedingungen für Stadtbäume und Stadtbewohner*innen

Beteiligte Universitäten und Institute

universität freiburg



universität freiburg
Professur für Waldwachstum
und Dendroökologie



Cognition
Action
Sustainability
Institute of Psychology



itas
Institut für
Technikfolgenabschätzung
und Systemanalyse

Gefördert von



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR WISSENSCHAFT, FORSCHUNG UND KUNST



FORSCHUNG

Das Forschungsprojekt untersucht, wie Stadtbäume und Grünflächen entlang des Oberrheingrabens zur Anpassung an den Klimawandel beitragen können.



ZIEL

- Stärkung des Bewusstseins für die Bedeutung von Stadtbäumen
- Schaffung einer fundierten wissenschaftlichen Basis zur Verbesserung urbaner Lebensräume
- Einbindung von Bürger*innen u. der Stadtverwaltung

Innovationscampus Nachhaltigkeit (ICN)

Netzwerk aus Wissenschaft, Wirtschaft, Politik, Verwaltung und Zivilgesellschaft

Das Forschungsprojekt ist eins von drei Anbahnungsprojekten des [Innovationscampus Nachhaltigkeit \(ICN\)](#) und wird durch den ICN vom Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg (MWK) gefördert. Unter dem Motto „Transformationen für Stadt-Regionen der Zukunft – Klimaschutz, Ressourcenschonung und Well-Being“ verfolgt der ICN das Ziel, durch soziale, technische und ökonomische Innovationen zu einer nachhaltigen Gesellschaft beizutragen.

Gefördert durch



Beteiligte Universitäten

universität freiburg



www.icnnachhaltigkeit-bw.de

Teilprojekt 01

Stadtbäume der Zukunft: Welche Arten halten dem Klimawandel stand?

Prof. Peter Nick, Prof. Thomas Seifert, Evgenia Greiner-Müller

Teilprojekt 02

Smarte Sensoren: High-Tech für Stadtbäume

Prof. Peter Woias

Teilprojekt 03

Stadtbäume im Klimastress: Funktionen und Reaktionen

Prof. Nadine Rühr, Dr. habil. Rüdiger Grote

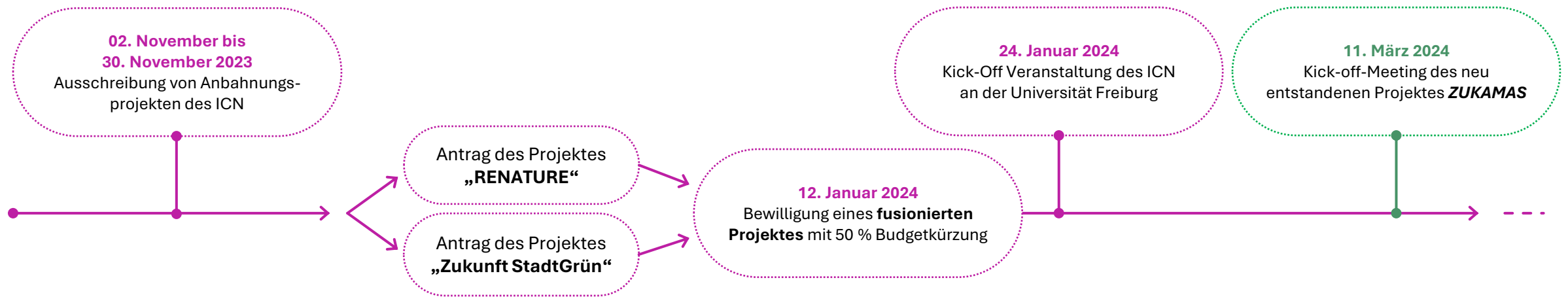
Teilprojekt 04

Im Gespräch für eine grüne Stadt: Kulturelle Werte urbaner Bäume

Prof. Andrea Kiesel, Dr. Somidh Saha, Iulia Almeida, Michael Gorki

Rückblick auf **Projektentstehung und -verlauf**

Zukunftsorientiertes Klimawandelmanagement für städtische Grünflächen (ZUKAMAS)

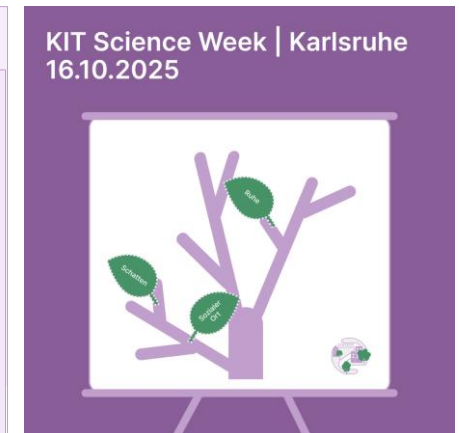
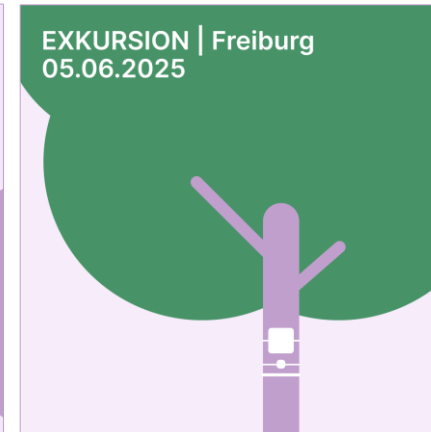


Veranstaltungen im Projektverlauf



Von Dezember 2024 bis Oktober 2025 beteiligte sich an oder organisierte das Forschungsprojekt acht publikumswirksame Veranstaltungen.

= 0,81 Veranstaltungen pro Monat



Um die Ergebnisse des Projekts vorzustellen, wurde eine Abschlussveranstaltung organisiert, die am 30. Juni 2026 im CyberForum Karlsruhe stattfand.

An der Veranstaltung nahmen Wissenschaftler*innen des Instituts für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS), darunter auch die stellvertretende Institutsleiterin Constanze Scherz, Vertreter*innen des Innovationscampus Nachhaltigkeit (ICN), verschiedener Vereine und NGOs aus Karlsruhe sowie des Naturkundemuseums Karlsruhe teil. Zudem war Frau Susann Neupert vom Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg (MWK) vertreten.

Impressionen der Abschlussveranstaltung

Zukunftsorientiertes Klimawandelmanagement für städtische Grünflächen (ZUKAMAS)

ZUKAMAS Abschlussveranstaltung



© Jonas Moosmüller



ZUKAMAS Abschlussveranstaltung



© Jonas Moosmüller

Teilprojekt 01
 Stadtbäume der Zukunft

Teilprojekt 02
 Smarte Sensoren: High-Tech für Stadtbäume

Teilprojekt 03
 Stadtbäume im Klimastress: Funktionen und Reaktionen

Teilprojekt 04
 Im Gespräch für eine grüne Stadt: Kulturelle Werte urbaner Bäume

Projektergebnisse

Zukunftsorientiertes Klimawandelmanagement
für städtische Grünflächen (ZUKAMAS)

Teilprojekt 01
Stadtbäume der Zukunft

Teilprojekt 02
Smarte Sensoren: High-Tech für Stadtbäume

Teilprojekt 03
Stadtbäume im Klimastress: Funktionen und Reaktionen

Teilprojekt 04
Im Gespräch für eine grüne Stadt: Kulturelle Werte urbaner Bäume

Projektergebnisse

Zukunftsorientiertes Klimawandelmanagement
für städtische Grünflächen (ZUKAMAS)



Für vier Baumarten (Platane, Spitzahorn, Winterlinde, Stieleiche) wurden auf dem Campus Süd des KIT Stressmarker in den Blättern, gemessen. Jeweils 16 Bäume zur Hälfte auf versiegelten, zur Hälfte auf offenen Standorten, wurden in den beiden Vegetationsperioden 2025 und 2026 untersucht. Über Dendrochronologie wurde von den Partnern in Freiburg der jährliche Zuwachs gemessen.

Über alle Baumarten hinweg zeigte die Prolinbildung in den Blättern, dass der Stresspegel auf versiegelten Standorten deutlich höher war. Unabhängig vom Standort zeigten Platanen den niedrigsten, Winterlinden den höchsten Stresspegel, Spitzahorn und Stieleiche lagen dazwischen. Hohe Prolinpegel gingen in der Regel mit geringem Zuwachs einher, am sichtbarsten war der Zusammenhang für Platanen.

In einer Kooperation mit KIT Facility Management und der Pflegefirma Merkle werden die Forschungsergebnisse derzeit wissenschaftlich begleitet in die Baumpflege-Praxis integriert. Dazu wird Mahdgut von KIT Flächen, die als Wildwiesen entwickelt und daher ausgemagert werden, als Mulch unter ausgewählten Bäumen ausgebracht, um den Einfluss auf den Stresszustand zu untersuchen. Es wird vermutet, dass die bessere Bodenfeuchte und die Stimulation des Mikrobioms zu einer höheren Resilienz der Bäume beitragen können. In dieses Reallabor werden auch die vom IMTEK Freiburg entwickelten Bodensonden integriert, so dass die für das Wohlbefinden der Bäume wichtigen Umweltbedingungen in Echtzeit verfolgt werden können.



Prolingehalte in Blättern, erhoben Ende Juni 2025:

1. Signifikante Unterschiede zwischen Baumarten
2. Wenn der Boden versiegelt ist, ist das Stressniveau deutlich höher.

Links:

a, b signifikant, $P < 0.05$
Duncan-Test

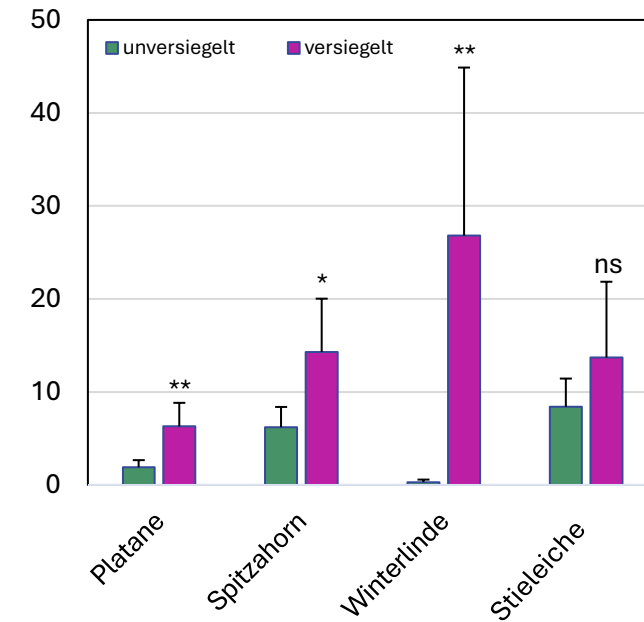
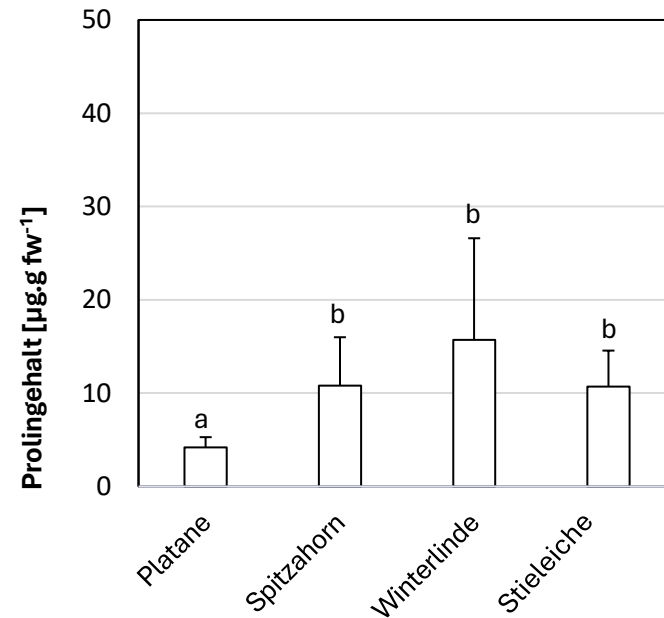
Rechts:

* $P < 0.05$

** $P < 0.01$

ns nicht signifikant,
 $P > 0.05$

T-Test



© Peter Nick



© Maren Riemann



© Mona Merkle

Auf den Wildwiesen beim Audimax taucht seit zwei Jahren immer wieder die seltene Orchidee *Anacamptis pyramidalis* auf (links).

In einem Reallabor-Versuch wird derzeit das Mahdgut von der Ausmagerung unterausgewählten Bäumen als Mulch ausgebracht und der Effekt auf den Stresszustand untersucht.

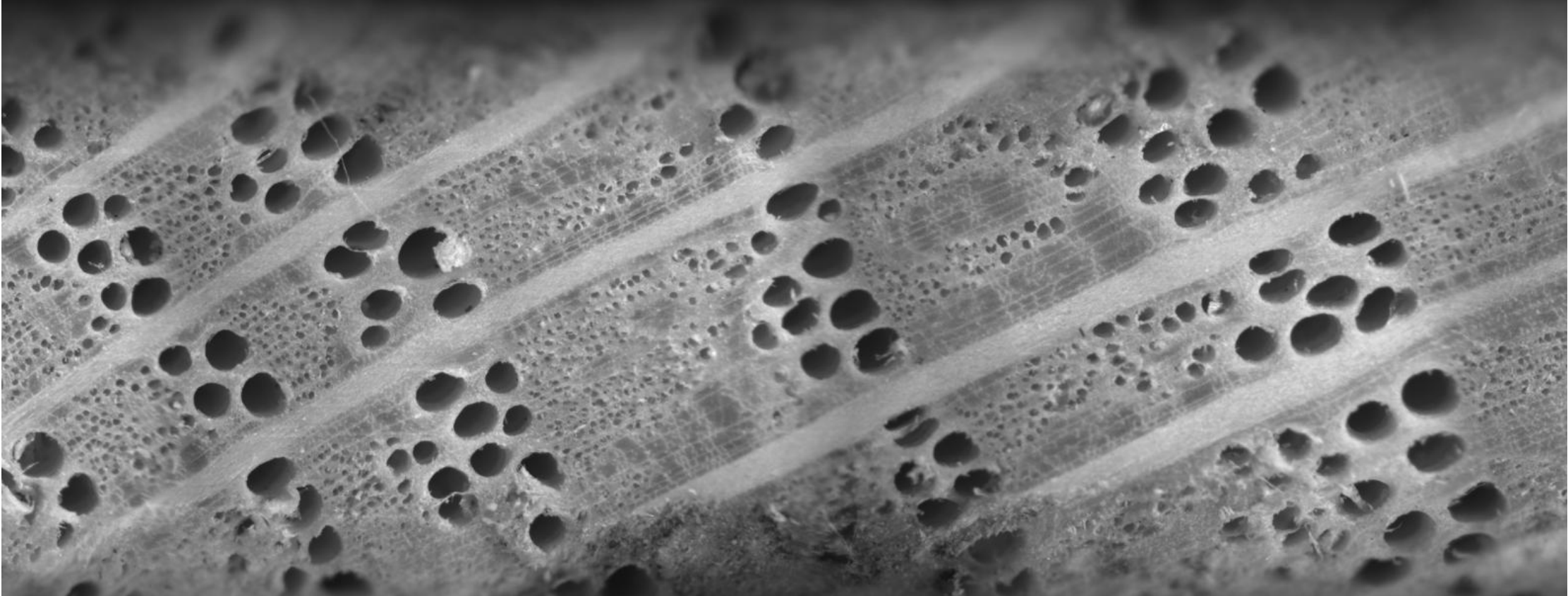


Für die Frage, welche Baumarten sich langfristig im Stadtbild halten werden, wurden Spitzahorn (*Acer platanoides*), Platane (*Platanus x acerifolia*), Stieleiche (*Quercus robur*) und Winterlinde (*Tilia cordata*) mit dendroökologischen Methoden untersucht. Dafür wurden an ausgewählten Bäumen Bohrkern entnommen, welche später im Labor präpariert wurden, um die Jahrringbreiten zu vermessen und anschließend die Holzanatomie aufnehmen zu können.

Bei der Baumauswahl wurden nicht nur die Baumart berücksichtigt, sondern auch unterschieden zwischen Straßen- und Park-Standorten, mit der Frage, ob vorhandene oder nicht vorhandene Grünfläche unter dem Baum einen Einfluss auf das Wachstumsmuster der Bäume haben.

Dies konnte allerdings in Bezug auf die Jahrringbreite in Abhängigkeit von Sommertrockenheit nicht gezeigt werden. Die Sommertrockenheit der Monate Juni, Juli, August wirkte sich nicht signifikant unterschiedlich auf die Jahrringbreite der Bäume aus, wenn sie an Straßen mit wenig bis keiner freien Grünfläche unter der Kronenschirmfläche standen oder in Parkanlagen mit viel Grünfläche unter der Kronenschirmfläche.

Bei der Unterscheidung nach Baumarten konnte nur für die Stieleichen und die Platanen ein signifikanter Einfluss der Sommertrockenheit der Monate Juni, Juli, August auf die Jahrringbreite gezeigt werden.



Aufnahme eines präparierten Bohrkerns einer Stieleiche (*Quercus robur*)

© Evgenia Greiner-Müller

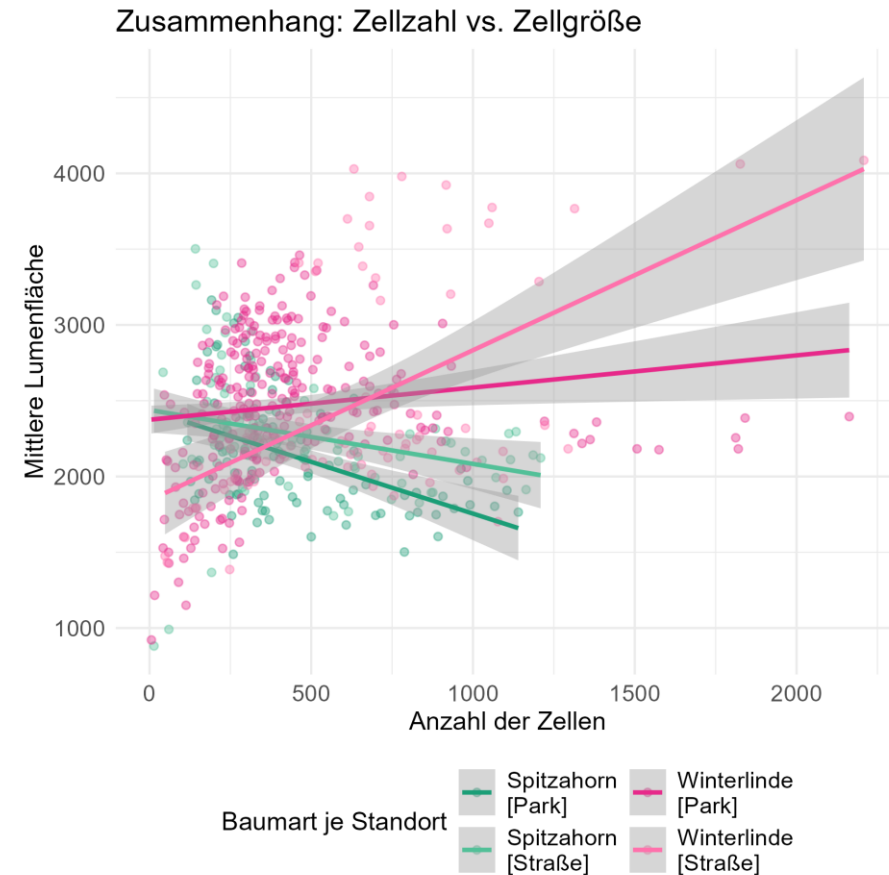
Projektergebnisse

Stadtbäume der Zukunft



Für die holzanatomischen Untersuchungen wurde der Fokus auf die Zellanzahl und die Lumenfläche gelegt. Sichtbar wurden die unterschiedlichen Strategien der Baumarten Winterlinde und Spitzahorn. Während die Winterlinde mit zunehmender Anzahl Zellen auch ihre Lumenfläche erhöht, werden beim Spitzahorn mit zunehmender Zellanzahl die Lumenfläche verringert. Ein signifikanter Einfluss der Sommertrockenheit auf die Lumenfläche konnte nicht gezeigt werden. Nur auf die Zellanzahl bei Winterlinde an Straßenstandorten konnte ein signifikanter Einfluss der Sommertrockenheit nachgewiesen werden.

Abschließend kann festgehalten werden: Sommertrockenheit ist nur einer von vielen Faktoren, der die Jahrringbreite beeinflusst. Winterlinde und Spitzahorn haben auf holzanatomischer Ebene unterschiedliche Strategien, um auf Umwelteinflüsse zu reagieren.



© Evgenia Greiner-Müller

Teilprojekt 01
Stadtbäume der Zukunft

Teilprojekt 02
Smarte Sensoren: High-Tech für Stadtbäume

Teilprojekt 03
Stadtbäume im Klimastress: Funktionen und Reaktionen

Teilprojekt 04
Im Gespräch für eine grüne Stadt: Kulturelle Werte urbaner Bäume

Projektergebnisse

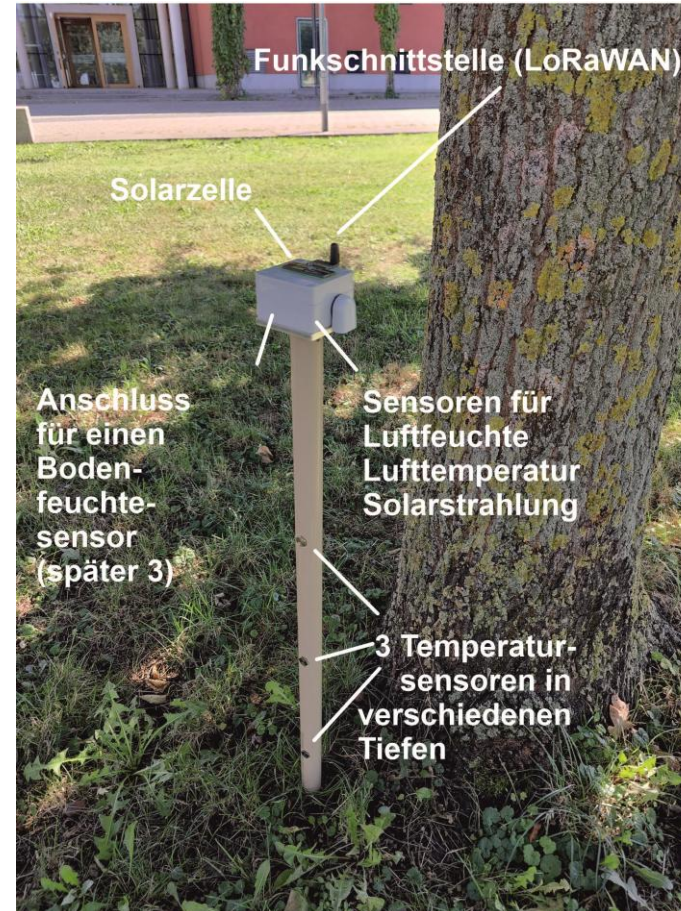
Zukunftsorientiertes Klimawandelmanagement
für städtische Grünflächen (ZUKAMAS)

Smarte Sensoren: High-Tech für Stadtbäume



An der Professur für die Konstruktion von Mikrosystemen der Uni Freiburg wurden im Rahmen des Projektes energieautarke und drahtlose Bodensonden entwickelt, in enger Kooperation mit dem Institut für Umweltforschung (KIT, Garmisch) und den Professuren für Dendroökologie (Uni Freiburg) und Molekulare Zellbiologie (KIT). Diese Sonden enthalten Temperatursensoren für eine Bestimmung des Boden-Temperaturprofils, Luftfeuchte und Lufttemperatursensoren sowie einen optischen Spektorsensor für die Bestimmung der Photosynthetisch Aktiven Strahlung (PAR). Ein kommerzieller Bodenfeuchtesensor kann ebenfalls angeschlossen werden. Als weiterer Sensor wurde ein sondenkompatibles Low-Power-Dendrometer entwickelt. Es misst das tägliche Wachsen und Schrumpfen des Baumdurchmessers, als Indikator für dessen Flüssigkeitstransport und Transpiration.

Energieautarke, drahtlose Bodensonde



© Institut für Mikrosystemtechnik (IMTEK), Konstruktion von Mikrosystemen

Smarte Sensoren: High-Tech für Stadtbäume



Es entsteht damit in Summe ein flexibel konfigurierbarer, robuster und zuverlässiger Sensorknoten, der nicht nur im Projekt anwendbar ist, sondern ebenso z.B. in der Landwirtschaft oder in der generellen Klimaforschung. Alle Sensorknoten versorgen sich mit Hilfe einer kleinen Solarzelle selbst mit Energie und kommunizieren ihre Daten mit Hilfe des LoRaWAN-Funkstandards. Die Datenerfassung erfolgt über das sogenannte „Things-Network“, einen Provider von Cloud-Datenraum für LoRaWAN-Funksensornetzwerke. Die entsprechende Datenbankstruktur ist etabliert und steht zur Verfügung. Ein offener Datenzugang im Sinne einer BürgerInnenbeteiligung ist damit grundsätzlich möglich. Zum Projektende werden 9 Bodensonden auf dem Campus Süd des KIT ausgebracht, weitere 9 im Stadtgebiet Freiburg. Als transdisziplinäre Aktivität wurde in diesem Zusammenhang eine Kooperation mit der Stadt Freiburg angestoßen, mit dem Ziel, Bodensondendaten in der Initiative „Datenraum Freiburg“ zu erfassen und verfügbar zu machen.

Teilprojekt 01
 Stadtbäume der Zukunft

Teilprojekt 02
 Smarte Sensoren: High-Tech für Stadtbäume

Teilprojekt 03
 Stadtbäume im Klimastress: Funktionen und Reaktionen

Teilprojekt 04
 Im Gespräch für eine grüne Stadt: Kulturelle Werte urbaner Bäume

Projektergebnisse

Zukunftsorientiertes Klimawandelmanagement
für städtische Grünflächen (ZUKAMAS)

Stadtbäume im Klimastress: Funktionen und Reaktionen



Für Im Teilprojekt 03 (AG Pflanzenökologie am IMKIFU des KIT) wurden (bisher) über eine Vegetationsperiode hinweg Veränderungen von Baumdurchmessern an Stadtbäume erfasst (jeweils 10 x Platane, Ahorn, Linde, u. Eiche verteilt auf offenen bzw. versiegelten Standorten) (Bild 1). Um diese Messungen in Wassergehalte umrechnen, und damit den Grad des Trockenstresses bestimmen zu können, wurde außerdem ein Ökosystem-Modell (LandscapeDNDC) mit neuen Funktionen versehen (mit Hilfe von Messungen an anderen Standorten; ein entsprechender Zeitschriftenartikel befindet sich derzeit in der Begutachtung).

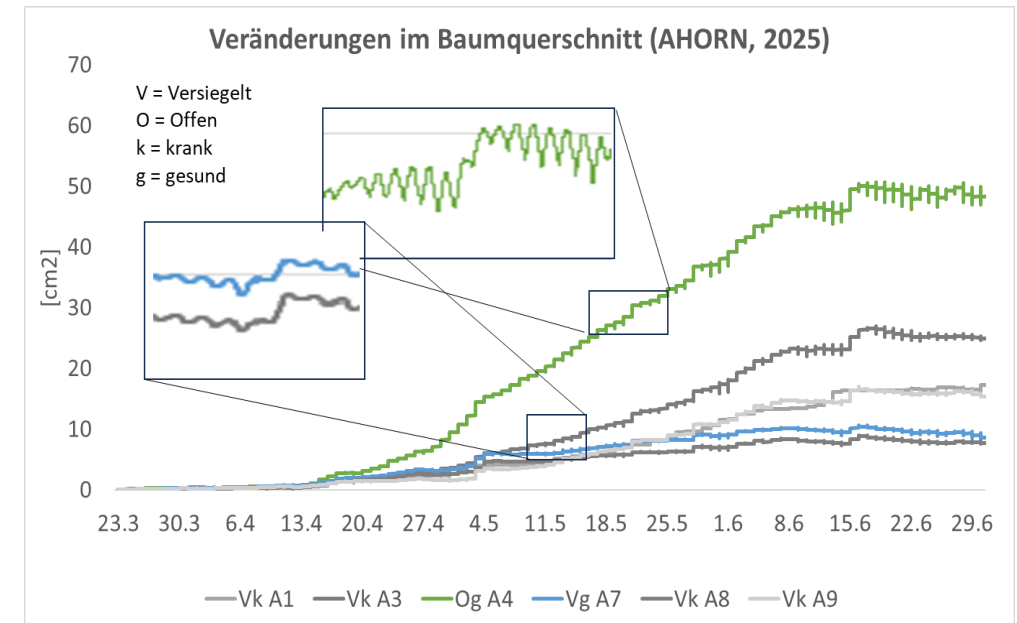


Bild 1: © Rüdiger Grote

Stadtbäume im Klimastress: Funktionen und Reaktionen



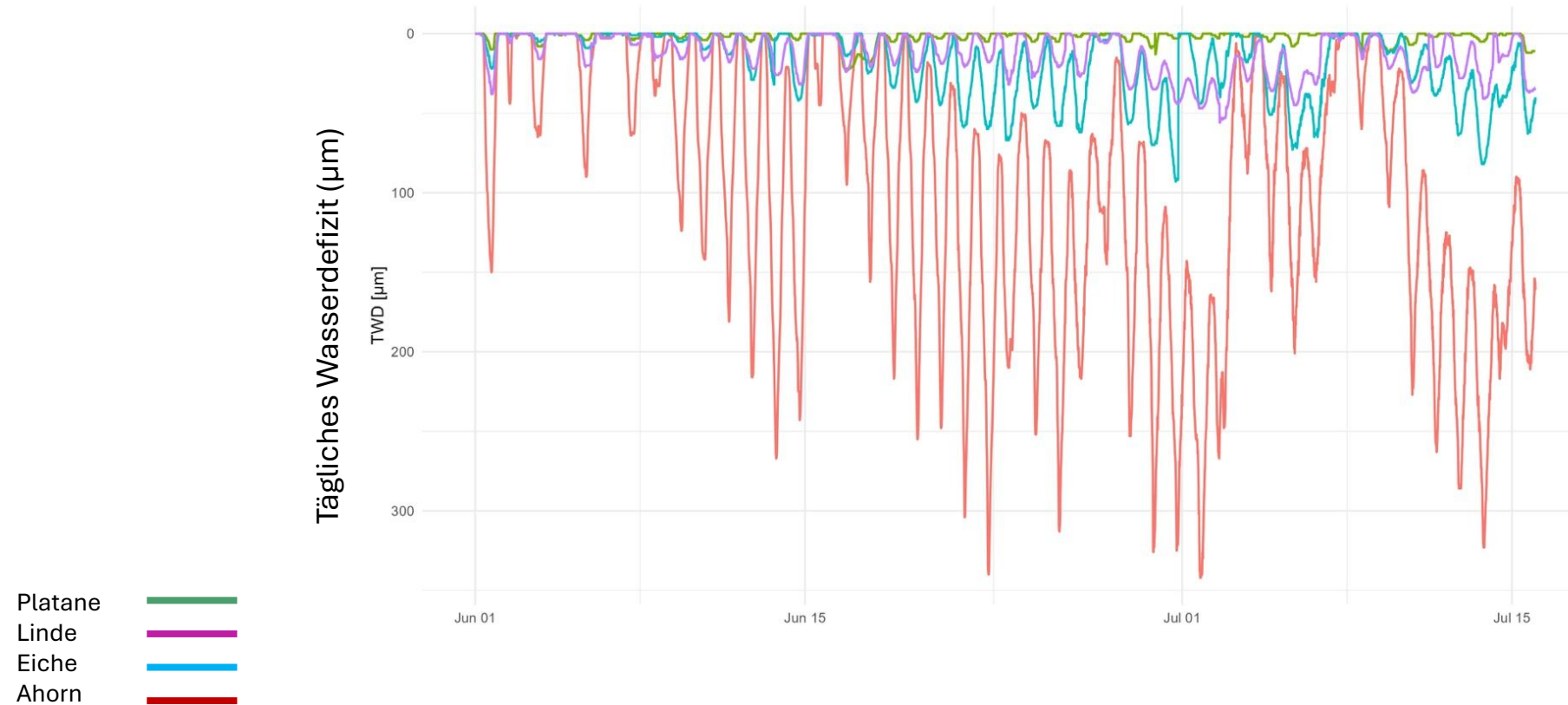
Die vorläufigen Auswertungen zeigen, dass das Wachstum der Stadtbäume vom Versiegelungsgrad des Standortes abhängt (*Bild 2*). Die Korrelation mit separat erfassten Stressmarkern (TP02) aber auch der Vergleich mit vorläufigen Simulationen deuten stark darauf hin, dass dies an der schlechteren Wasserverfügbarkeit dieser Standorte liegt. Außerdem hat sich gezeigt, dass jede der untersuchten Baumarten in unterschiedlichem Maße von den Wasserreserven im Stamm abhängig ist (Ahorn am stärksten und Platane am wenigsten) (*Bild 3, siehe folgende Seite*).

Diese Ergebnisse lassen vermuten, dass mit Hilfe der Modellierung baumarten- und standortsspezifisch Trockenstress bei Stadtbäumen individuell eingeschätzt werden kann. Nach Kalibrierung des neuen Modells mit weiteren Wachstums- und Bodenfeuchtedaten kann darauf aufbauend der Trockenstress und ggf. auch Bewässerungsbedarf (um die Folgen eines starken Stresses zu mindern) **abgeleitet** werden.



Bild 2: © Charlie Periane

Stadtbäume im Klimastress: Funktionen und Reaktionen



1. Juli bis 15. Juli 2025

Bild 3: © Rüdiger Grote

Teilprojekt 01
Stadtbäume der Zukunft

Teilprojekt 02
Smarte Sensoren: High-Tech für Stadtbäume

Teilprojekt 03
Stadtbäume im Klimastress: Funktionen und Reaktionen

Teilprojekt 04
Im Gespräch für eine grüne Stadt: Kulturelle Werte urbaner Bäume

Projektergebnisse

Zukunftsorientiertes Klimawandelmanagement
für städtische Grünflächen (ZUKAMAS)

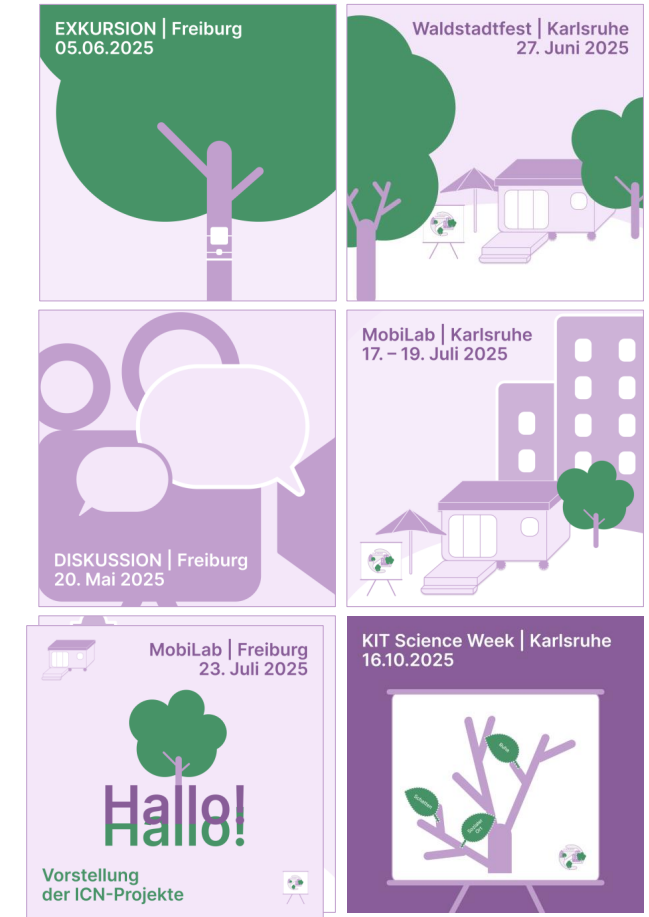
Im Gespräch für eine grüne Stadt



In diesem Teilprojekt wurde untersucht, welche kulturellen Werte Stadtbäume für Menschen haben und wie diese Werte stärker in die Planung und Gestaltung urbaner Grünräume einbezogen werden können. Neben der wissenschaftlichen Erhebung stand der direkte Austausch mit der Bevölkerung im Mittelpunkt.

Ein wichtiger Bestandteil waren zwei dreitägige MobiLab-Kampagnen im Juli 2025 in Freiburg und Karlsruhe. Unter dem Motto „Im Gespräch für eine grüne Stadt“ lud das Mobile Partizipationslabor des KIT-Zentrums Mensch und Technik Bürgerinnen und Bürger dazu ein, über Stadtbäume, urbanes Grün und Klimaanpassung ins Gespräch zu kommen. Die Aktionen fanden auf dem Platz der Alten Synagoge in Freiburg sowie auf dem Kronenplatz in Karlsruhe statt und erreichten Menschen unterschiedlicher Altersgruppen. Ergänzend war das Projekt ZUKAMAS beim Waldstadtfest in Karlsruhe sowie bei der Science Week mit Informations- und Mitmachangeboten vertreten.

Weitere Eindrücke und Hintergründe finden Sie auf der Seite „Rückblick auf die MobiLab-Kampagne“: <https://www.zukamas.de/169.php>



Im Gespräch für eine grüne Stadt – MobiLab-Kampagne



© ZUKAMAS Projekt, Teilprojekt „ImGespräch für eine grüne Stadt“



Cognition
Action
Sustainability
Institute of Psychology



Institut für
Technikfolgenabschätzung
und Systemanalyse

ITAS, KIT und Institut für Psychologie, Universität Freiburg

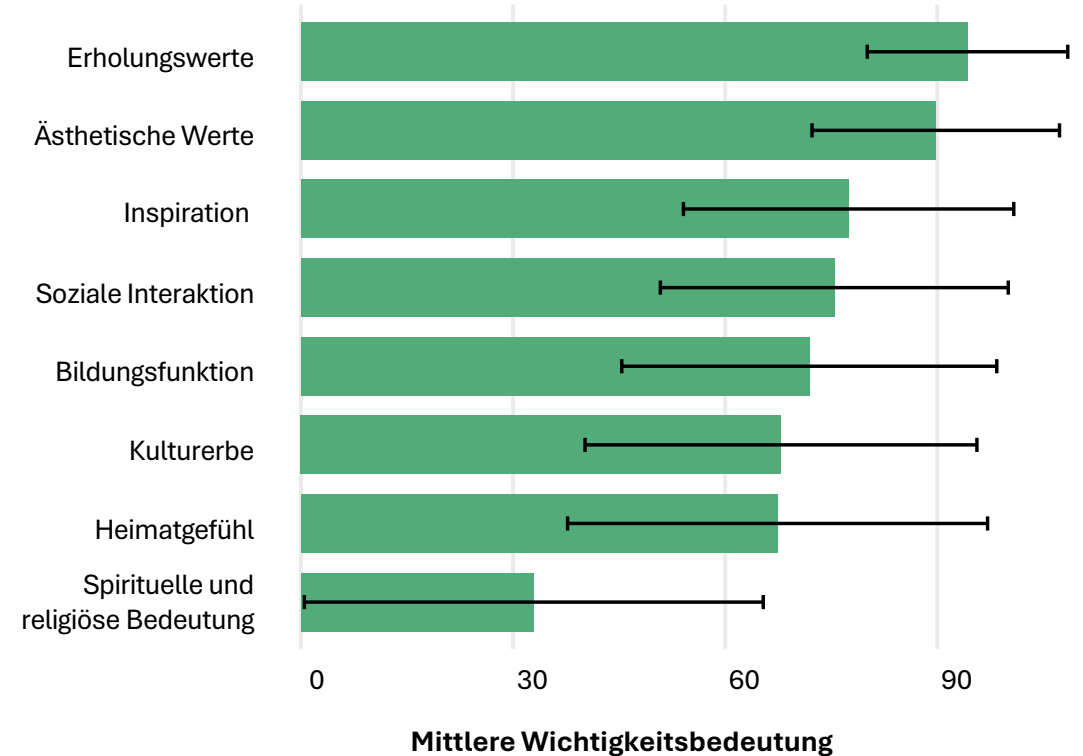
Dr. Somidh Saha, Iulia Almeida und Prof. Andrea Kiesel, Michael Gorki

Im Gespräch für eine grüne Stadt – Umfrage



Parallel dazu wurde eine Umfrage zu kulturellen Ökosystemleistungen urbaner Bäume durchgeführt. Untersucht wurde, wie Stadtbewohnerinnen und Stadtbewohner in Karlsruhe und Freiburg kulturelle Ökosystemleistungen von Bäumen wahrnehmen und ob bestimmte Baumtypen mit unterschiedlichen kulturellen Werten verbunden werden. Dazu zählen beispielsweise ästhetische Werte, Erholung, soziale Begegnungen und das Gefühl von Heimat.

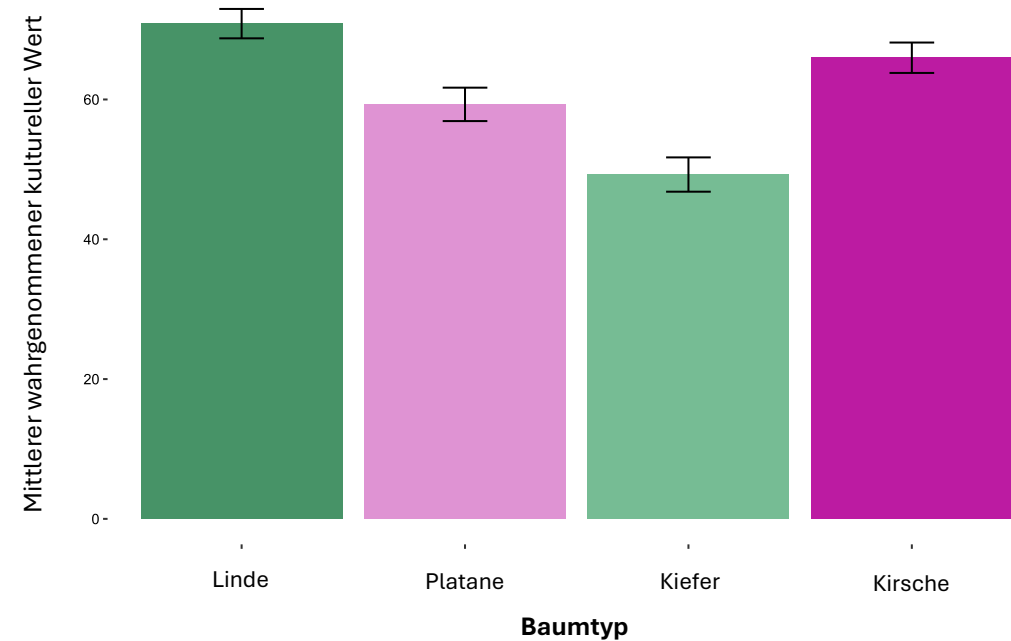
Insgesamt nahmen 273 Personen teil, überwiegend aus Freiburg und Umgebung. Anhand verschiedener Fotos bewerteten sie vier Baumtypen: Linde, Kirsche, Platane und Kiefer. Die Ergebnisse zeigen, dass die meisten kulturellen Werte von Stadtbäumen als wichtig oder sehr wichtig wahrgenommen werden. Besonders hoch bewertet wurden Erholungswerte und ästhetische Werte.



Im Gespräch für eine grüne Stadt – Umfrage



Die Ergebnisse der Umfrage zeigen, **dass Baumtypen unterschiedlich wahrgenommen und mit verschiedenen kulturellen Bedeutungen assoziiert werden**. Die Linde erreichte dabei die höchsten mittleren kulturellen Werte, gefolgt von der Kirsche. Bei der Linde wurden insbesondere Erholung, Ästhetik und soziale Interaktionen stark hervorgehoben. Die Ergebnisse machen deutlich: **Stadtbäume leisten nicht nur ökologische Beiträge, sondern haben auch eine wichtige soziale und kulturelle Bedeutung**. Solche Perspektiven können Praxisakteure dabei unterstützen, kulturelle Werte künftig systematischer in Entscheidungen zur Auswahl und Platzierung von Baumarten einzubeziehen — gemeinsam mit weiteren Kriterien wie Trockenheits-, Hitzetoleranz und Stressreaktionen.



Zusammenfassung

Zukunftsorientiertes Klimawandelmanagement für städtische Grünflächen (ZUKAMAS)



© Jonas Moosmüller

Lebenswerte Städte müssen grün sein, der Anteil von Grünflächen und Bäumen muss erhöht werden, um der globalen Erwärmung, die Städte in besonderem Maße betrifft, zu begegnen. Dazu ist es wichtig, zu verstehen, wie Stadtbäume auf Klimastress wie Trockenheit und Hitze reagieren.

Ebenso wird dringend umfassendes Wissen darüber benötigt, wie Bäume in der Stadt optimal sensorisch überwacht werden, wie sie zu pflegen sind, welche Baumarten in Städten vor dem Hintergrund des Klimawandels jetzt angepflanzt werden können und wie die Stadtbevölkerung über den Mehrwert von Stadtgrün informiert werden kann.

Das Projekt ZUKAMAS (ZUKunftsorientiertes KlimAwandel-MANagement für Städtische Grünflächen) hat diese Fragen mit Hilfe eines interdisziplinären und multidisziplinären Ansatzes adressiert.

Dendroökologische und molekularbiologische Untersuchungen an Stadtbäumen wurden durchgeführt, um deren Stresshistorie und den aktuellen Klimastress zu erfassen, dem Stadtbäume ausgesetzt waren oder sind.

Es wurden energieautarke Bodensonden entwickelt, um relevante Umwelt- und Physiologieparameter von Stadtbäumen kontinuierlich zu erfassen. Klimamodelle nutzen diese Daten, um Aussagen über das „Wohlbefinden“ von Bäumen, über Einflüsse von Umweltparametern auf Standortbedingungen und über die vielfältigen Ökosystemleistungen von Stadtbäumen zu gewinnen.

In einem transdisziplinären Ansatz haben wir des Weiteren die Wahrnehmung und Bewertung urbaner Vegetation durch BürgerInnen untersucht. Dabei lag der besondere Fokus auf dem wahrgenommenen sozio-kulturellen Nutzen von Stadtbäumen, dies in Abhängigkeit von Personenmerkmalen (Alter, Geschlecht, Lebenssituation, kultureller Hintergrund). Durch Reallabor-Experimente in Freiburg und Karlsruhe wurden BürgerInnen über die Wichtigkeit von urbanem Stadtgrün aufgeklärt, über die Ökosystemleistungen von urbanen Bäumen informiert, sowie über die Inhalte des Projektes informiert.



© Jonas Moosmüller



*V. l. n. r.: Iulia Almeida, Andrea Kiesel, Somidh Saha, Peter Woias, Peter Nick, Evgenia Greiner-Müller, Michael Gorki und Paula Schacke
Auf dem Foto fehlen: Nadine Rühr, Rüdiger Grote und Thomas Seifert*

