

Anwendung von digitalen Zwillingen und KI zur Verbesserung der Nachhaltigkeit und Widerstandsfähigkeit von städtischen und stadtnahen Wäldern

Somidh Saha*, Sven König & Thorsten Lippka

[*somidh.saha@kit.edu](mailto:somidh.saha@kit.edu)
www.somidh.com

**4. Waldkongress
in Frankfurt am Main
05.02.2026**



Städtische und stadtnahe Wälder

An aerial photograph of Karlsruhe, Germany, showing a mix of urban buildings and green spaces. The image is annotated with seven teal-colored text boxes pointing to different types of green areas. The labels are: 'Bäume in Wäldern' (Trees in forests) pointing to a large forested area on the left; 'Bäume auf Friedhöfen' (Trees on cemeteries) pointing to a cemetery in the upper middle; 'Bäume auf dem KIT-Campus' (Trees on the KIT campus) pointing to the university buildings on the right; 'Bäume in Parks' (Trees in parks) pointing to a park area in the center; 'Bäume auf dem Plaza' (Trees on the plaza) pointing to a plaza area in the center; 'Bäume im Innenhof' (Trees in courtyards) pointing to a courtyard area in the lower left; and 'Straßenbäume' (Street trees) pointing to trees along a street in the lower right.

Bäume in
Wäldern

Bäume auf
Friedhöfen

Bäume
auf dem
KIT-
Campus

Bäume
in Parks

Bäume auf
dem Plaza

Straßenbäume

Bäume im
Innenhof

Gefahren für Bäume in städtischen und stadtnahen Wäldern

- ❖ Vorzeitiges Absterben von Bäumen in Städten und stadtnahen Wäldern aufgrund verschiedener Faktoren wie Hitzewellen, Dürre und Pflanzenkrankheiten.
- ❖ Ca. 30 % der jungen Straßenbäume (< 10 m Höhe) in Karlsruhe starben 2018 und 2019 ab
- ❖ Auch finanziell ist der Verlust hoch (ein Baum kostet in einer Stadt in Straßennähe ca. 5000 Euro).



A dying hazel nut trees near a nursing home, Karlsruhe
(Photo: Somidh Saha, June 2024)



A dead Spruce tree in a backyard garden, Karlsruhe
(Photo: Jutta Jahnel, May 2024)

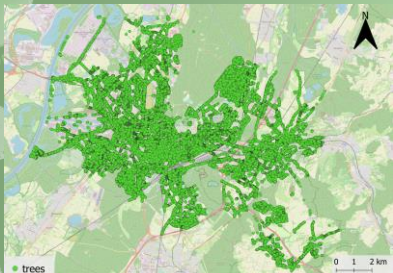
Contents lists available at ScienceDirect
Science of the Total Environment
journal homepage: www.elsevier.com/locate/scitotenv

Crown die-back of peri-urban forests after combined heatwave and drought was species-specific, size-dependent, and also related to tree neighbourhood characteristics

Hailiang Lv^{a,b,c}, Marcel Gangwisch^d, Somidh Saha^{b,c}

^a Heilongjiang Bayi Agricultural University, Xinfeng Road 5, 163316 Daqing, China
^b Institute for Technology Assessment and Systems Analysis (ITAS), Karlsruhe Institute of Technology, Karlsruhe, 11, 76133 Karlsruhe, Germany
^c Institute of Geography and Geology (IGG), Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Kaiserstr. 12, 76131 Karlsruhe, Germany
^d Institute of Earth and Environmental Sciences, Faculty of Environment and Natural Resources, University of Freiburg, Werthmannstr. 10, D-79085 Freiburg, Germany

Baumpflege-Herausforderungen in städtischen und stadtnahen Wäldern: Beispiel Karlsruhe



Baumkataster Karlsruhe

npj | urban sustainability

Explore content ▾ About the journal ▾ Publish with us ▾

nature > npj urban sustainability > articles > article

Article | [Open access](#) | Published: 15 March 2023

Climate change adaptation measures conflicted with the recreational demands on city forests during COVID-19 pandemic

Angela Beckmann-Wübbelt, Lynn Türk, Iulia Almeida, Annika Fricke, Metodi Sotirov & Somdith Saha

npj Urban Sustainability 3, Article number: 17 (2023) | [Cite this article](#)

Waldbrandgefahr und sterbende Bäume

„Der Hardtwald ist unser Sorgenkind“: Warum Förster vor dem Verlust eines wichtigen Karlsruher Ökosystems warnen

- Im Jahr 2021 gab es in Karlsruhe ca. 145.000 einzelne stehende Bäume in öffentlichen Freiflächen, die der Stadt gehören und vom Gartenbauamt gepflegt werden
- Im Jahr 2025 verfügte die Stadt nur über 5 Baumkontrolleure, um jährlich die Vitalität der Bäume zu überprüfen (die Probleme verschärfen sich durch die abnehmende Vitalität der Bäume sowie den Mangel an qualifiziertem Personal und finanziellen Ressourcen).

- Im Jahr 2021 verfügt die Stadt Karlsruhe über ca. 2250 ha Stadtwald.
- Das hohe Baumsterben im Stadtwald überforderte das Forstamt und zwang es aufgrund eines gravierenden Mangels an personellen und finanziellen Ressourcen dazu, zwischen Renaturierung, Schadholzaufarbeitung, Unfallverhütung und Erholungsfunktion des Waldes zu balancieren.



TreeCare: Retrospektive Analyse des radialen Baumwachstums und Auswirkungen von Trockenheit (Julian Bauhus)
 Universität Freiburg
 Bewässerung, ökologische Leistung von Baumgesundheit (Tamalika Kraborty und Sebastian Middlein)
 ifgg
 KIT

Wissenschaft

TreeEcos: Ökologie des Stammwachstums von Stadtbäumen, Allometrie von Stadtbäumen und Bedeutung von Bäumen als Lebensraum (Saha)
 Institut für Technologienschätzung und Systemanalyse
 KIT

Verbesserung der Gesundheit und -bewirtschaftung von Bäumen durch das Verstärken von Ökosystemprozesse, um...

TreeNeuro: Neurologische Reaktionen und menschliches Wohlbefinden in städtischen Wäldern und städtischen Gebieten (Heike Tost)
 Universität Heidelberg
 zj Zentralinstitut für Seelische Gesundheit



TreeCityKA: Gemeinsame Umsetzung von Forschung in die Praxis sowie Verbesserung der Baumpflege und der gartenbaulichen Verfahren. (Doris Fath)

Stadt

Plattform für die Bestandsaufnahme und Planung der Park- und Straßenbäume (Sven König)
 greehill

Treelnspect: Genauere Beurteilung von inneren Optimierung des Schneidungsprozesses für das Beschneiden oder Entfernen von Stadtbäumen (Frank Rinn)

Industrie

Was ist ein digitaler Zwilling?

Ein digitaler Zwilling ist eine virtuelle Darstellung eines physischen **Objekts**, **Systems** oder **Prozesses**, die kontinuierlich mit Daten aus der realen Welt aktualisiert wird. Er fungiert als „**lebendiges digitales Modell**“, das sein physisches Gegenstück in Echtzeit widerspiegelt.

Primäre Sektoren: Luft- und Raumfahrt, Fertigung, **Smart Cities** und Gesundheitswesen



URBORETUM TreeTwin

Anzahl der Städte:

- 4 im Jahr 2024; Karlsruhe, Mannheim, Freiburg, Heidelberg
- 3 im Jahr 2025; Karlsruhe, Mannheim, Freiburg

Anzahl der Bäume:

- 22.447 in Karlsruhe
- 15.352 in Mannheim
- 14.042 in Freiburg
- 3.526 in Heidelberg
- 55.367 insgesamt**



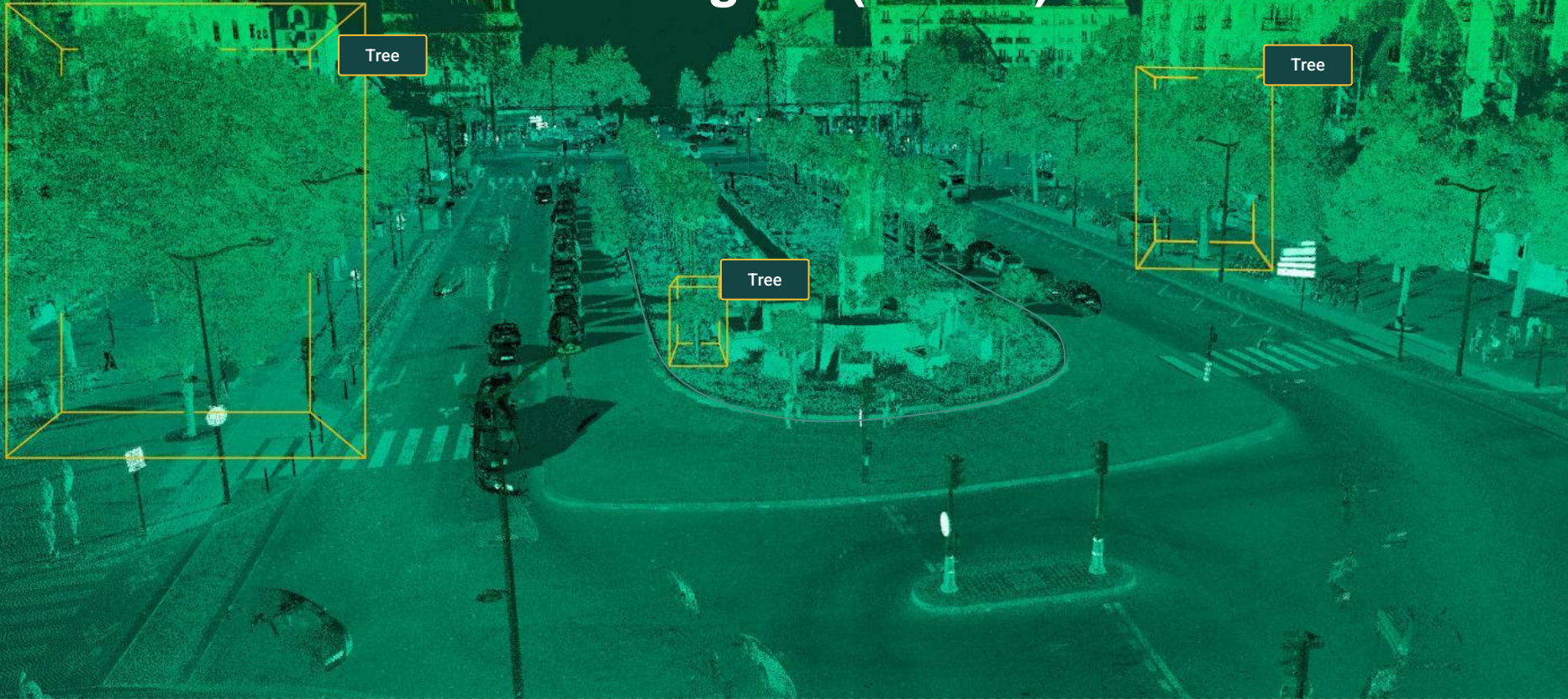
Mobiler Laserscanner, hochauflösende Panoramakamera

Step 1: Erfassung einer cm-genauen Punktwolke der gesamten städtischen Umgebung

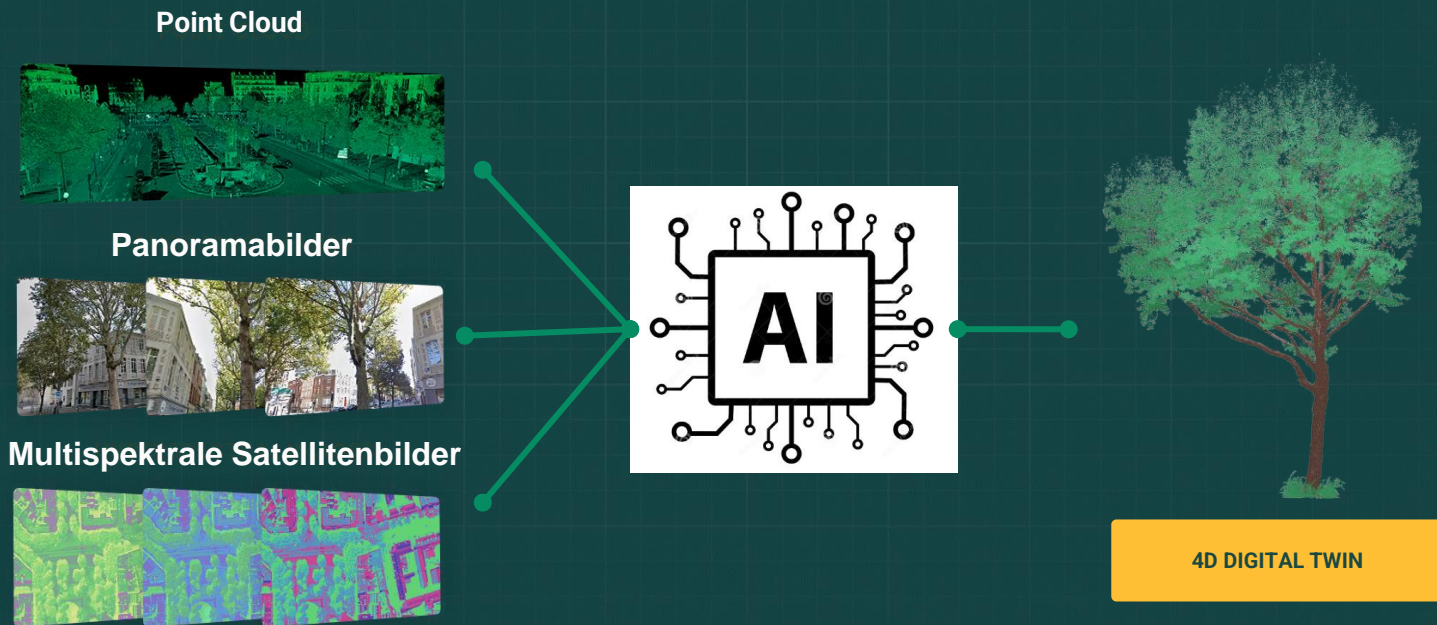


Step 2: Mithilfe der neuesten KI-Technologien kann greehill jeden Stadtbaum automatisch mit einer sehr hohen Genauigkeit ($> 90\%$) identifizieren

g



Step 3: ... und erstellen ein 4D-Digital-Twin für jeden Baum



Step 4: greehill analysiert jeden Baum, berechnet Ökosystemleistungen und Vitalität und gibt Empfehlungen zur Baumpflege.

... über ökologische Vorteile

... zum wirtschaftlichen Wert

... auf der geschützten Zone unter der Erde

... zur Ermittlung des Baumpflegebedarfs

... neue Pflanzstellen identifizieren

... zur Analyse des Ausfallrisikos

... über Vitalität

... über Veränderungen im Laufe der Zeit

... jeden Baum mit seiner Kohorte vergleichen

... über die Anforderungen an das Beschneiden zu Räumungszwecken

greehill digitaler Baumzwilling

Step 5: Baumpfleger*innen bewerten alle Ausreißer/Outliers

aus der Ferne



(ca. 20 % aller Bäume)

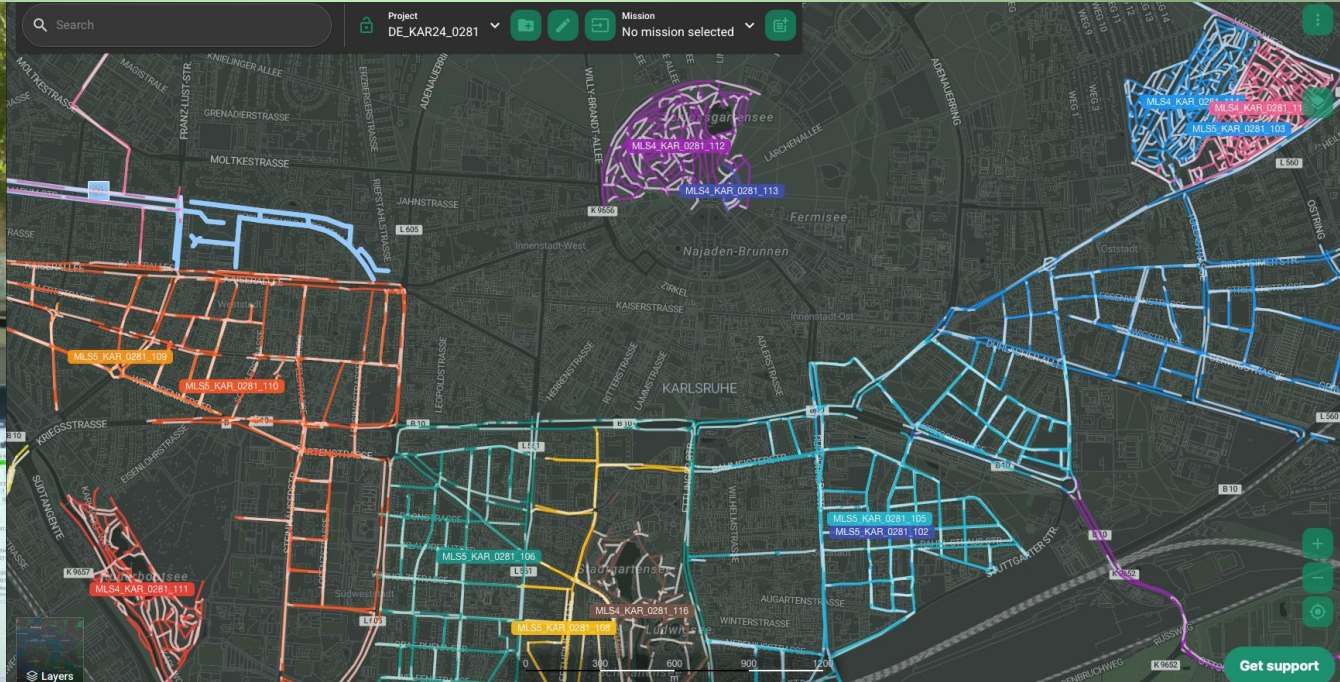
&

vor Ort

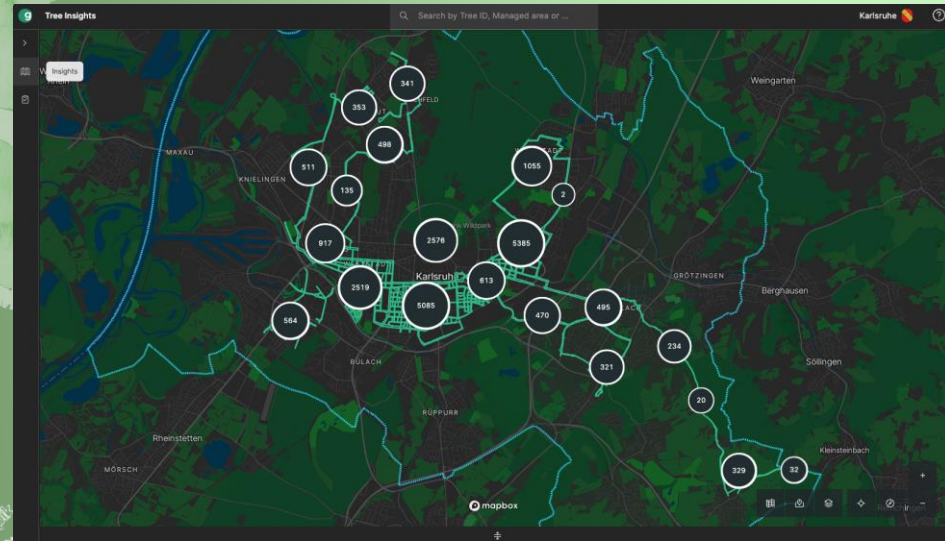


(ca. 5 % aller Bäume)

Missionsplanung während des Scannens



Wie sieht es auf der Digital-Twin-Plattform aus?



Wie sieht es auf der Digital-Twin-Plattform aus?

g Tree 6658 Karlsruhe 6658

Insights / Tree 6658

Scientific Name	Common Name	Address	Last Scan Date	Last Update
<i>Castanea sativa</i>	No data	Ettinger Straße 4c	1st September, 2025	22nd December, 2025




1 > Insights / Tree 6658

Scientific Name	Common Name	Address	Last Scan Date	Last Update
<i>Castanea sativa</i>	No data	Ettinger Straße 4c	1st September, 2025	22nd December, 2025

Current State Base Attributes History **Monitor Over Time**

Monitor over time

Attributes	2024	2025
<input type="checkbox"/> Avoided Water Runoff	1.13 m ³ /yr	1.47 m ³ /yr
<input type="checkbox"/> Crown Height	9.68 m	10.5 m
<input type="checkbox"/> Crown Width	10.43 m	11.34 m
<input type="checkbox"/> Carbon Storage	105.71 kg	187.14 kg
<input type="checkbox"/> CO Reduction	5.3 g/yr	5.97 g/yr
<input type="checkbox"/> Dieback	0%	0%
<input type="checkbox"/> Evaporation	7.24 m ³ /yr	9.45 m ³ /yr
<input type="checkbox"/> Carbon Sequestration	43.86 kg/yr	62.6 kg/yr
<input type="checkbox"/> Leaf Area Index	16.07	12.37
<input type="checkbox"/> NO ₂ Reduction	97.2 g/yr	109.41 g/yr
<input type="checkbox"/> O ₃ Reduction	276.92 g/yr	311.69 g/yr



Finanzielle Vorteile

„Key Performance Indicators“ (KPI) für intelligentes Baummanagement

Key Performance Indicator (KPI) – Dieser KPI bewertet die Effektivität der intelligenten Baumbewirtschaftung im Vergleich zu traditionellen Praktiken, indem er die Reduzierung der Gesamtkosten für die Baumpflege (einschließlich Baumschnitt, Inspektionen und Fällungen), Verbesserungen bei der Ressourcennutzungseffizienz, den Rückgang von Baumstürzen und Sicherheitsvorfällen sowie Produktivitätssteigerungen bei der Baumpflege und Stadtplanung misst.

- ❖ Die Kosten pro Baum für eine alle zwei Jahre durchgeführte Scan betragen nur 3 Euro.
- ❖ 25 % Reduzierung der Pflegekosten
- ❖ 40 % Verbesserung der Ressourcennutzung (d. h. optimale Wassernutzung, mehr Kohlenstoffbindung und Beseitigung von Umweltverschmutzung)
- ❖ 80 % Reduzierung der Baumsturzvorfälle durch bessere Überwachung
- ❖ 30 % Steigerung der betrieblichen Produktivität

Kernaussagen

- Eine effektive Methode zur Bestandsaufnahme, insbesondere für einzelstehende Bäume in der Nähe von Straßen, Parks, Gärten, Friedhöfen, Plätzen, Innenhöfen und ähnlichen Standorten.
- Kann sehr kosteneffizient und nützlich sein für die Berechnung von Ökosystemleistungen, die Beurteilung der Vitalität, die Bewertung des Bestands, die Verbesserung der nachhaltigen Bewirtschaftung von Stadtbäumen und die Erhöhung der Widerstandsfähigkeit durch präzisere Baumpflege und Eingriffe.
- Die durch das Scannen erzeugten Daten bergen auch großes Potenzial für die wissenschaftliche Forschung.
- Kann Baumkontrolleur*innen und Baumpfleger*innen dabei helfen, ihre Arbeitseffizienz zu verbessern.

Potenzial des Innovationsclusters URBORETUM zur Verbesserung der Bewirtschaftung von Stadtwäldern

- Welche Baumarten sollten in Wäldern für die Zukunft gepflanzt werden? Unsere Untersuchung von 15 Baumarten, darunter sowohl Wald- als auch Stadtbaumarten, wird zur Beantwortung dieser Frage beitragen.
- Unsere Forschung zum Potenzial der Lebensraumvielfalt sowie zur Stresstoleranz verschiedener Baumarten kann zu einer besseren Entscheidungsfindung in Bezug auf exotische gegenüber einheimischen Arten und zur Debatte über die Anpassung an den Klimawandel beitragen.
- Die Erkenntnisse aus der Untersuchung klumpenbildender Bäume in städtischen Parks können als Leitfaden für die zukünftige Entwicklung digitaler Zwillinge für bestandsbildende Bäume in städtischen Wäldern dienen.
- Die von uns entwickelte Software- und Hardwarelösung zur Beurteilung innerer Stammschäden ohne Fällen von Bäumen kann auch zur Beurteilung der Baumstabilität in Wäldern eingesetzt werden.

Fragen zur ökologischen und städtischen Forstwirtschaft: somidh.saha@kit.edu

Fragen zu Technik und KI: sven.koenig@greehill.com

Einer der 10
REGULUS-
Innovationscluster in
Deutschland und der
einzige zum Thema
städtische und
stadtnahe
Forstwirtschaft

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Forschung, Technologie
und Raumfahrt



Förderzeitraum:
2024–2029

<https://regulus-waldholz.de/>

<https://www.urboretum.de/>

Danke



itas