



G

Wurzeln unter Wasser- und Trockenstress

Dr. Mona Quambusch
Vera Hörmann
Dr. Falko Feldmann
Dr. Ute Vogler

Institut für Pflanzenschutz in Gartenbau und urbanem Grün

www.julius-kuehn.de

Klimawandelfolgen: Bedeutung für die Wasserversorgung der Stadtbäume

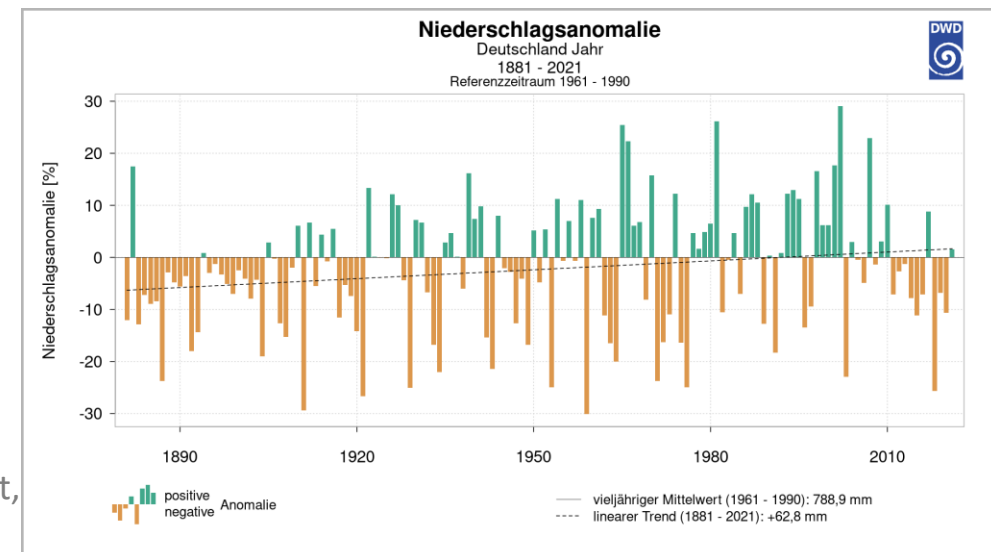
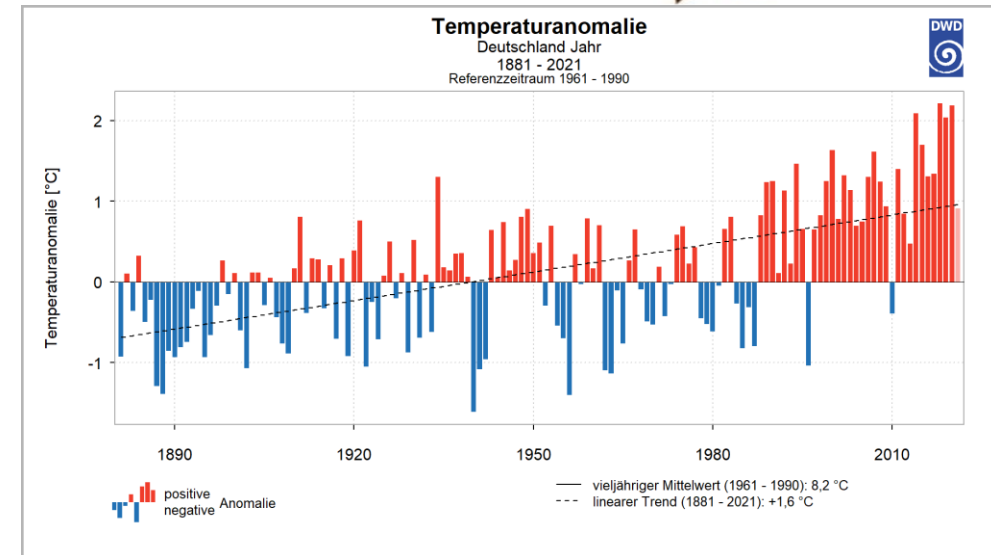


Prognosen für die Langzeitentwicklung laut DWD

- Höhere Temperaturen
 - > Hitzestress und erhöhte Transpirationsraten
- Mehr langanhaltende Wetterlagen
 - > Lange Trockenphasen im Frühjahr und Sommer
- Jahresniederschläge leicht steigend
 - > Viel Regen im Winter -> potentiell Staunässegefahr
- Mehr extreme Wetterevents
 - > Starkregenereignisse -> mehr Oberflächenabfluss
- Höhere Durchschnittstemperaturen
 - > weniger Schnee -> mehr Oberflächenabfluss

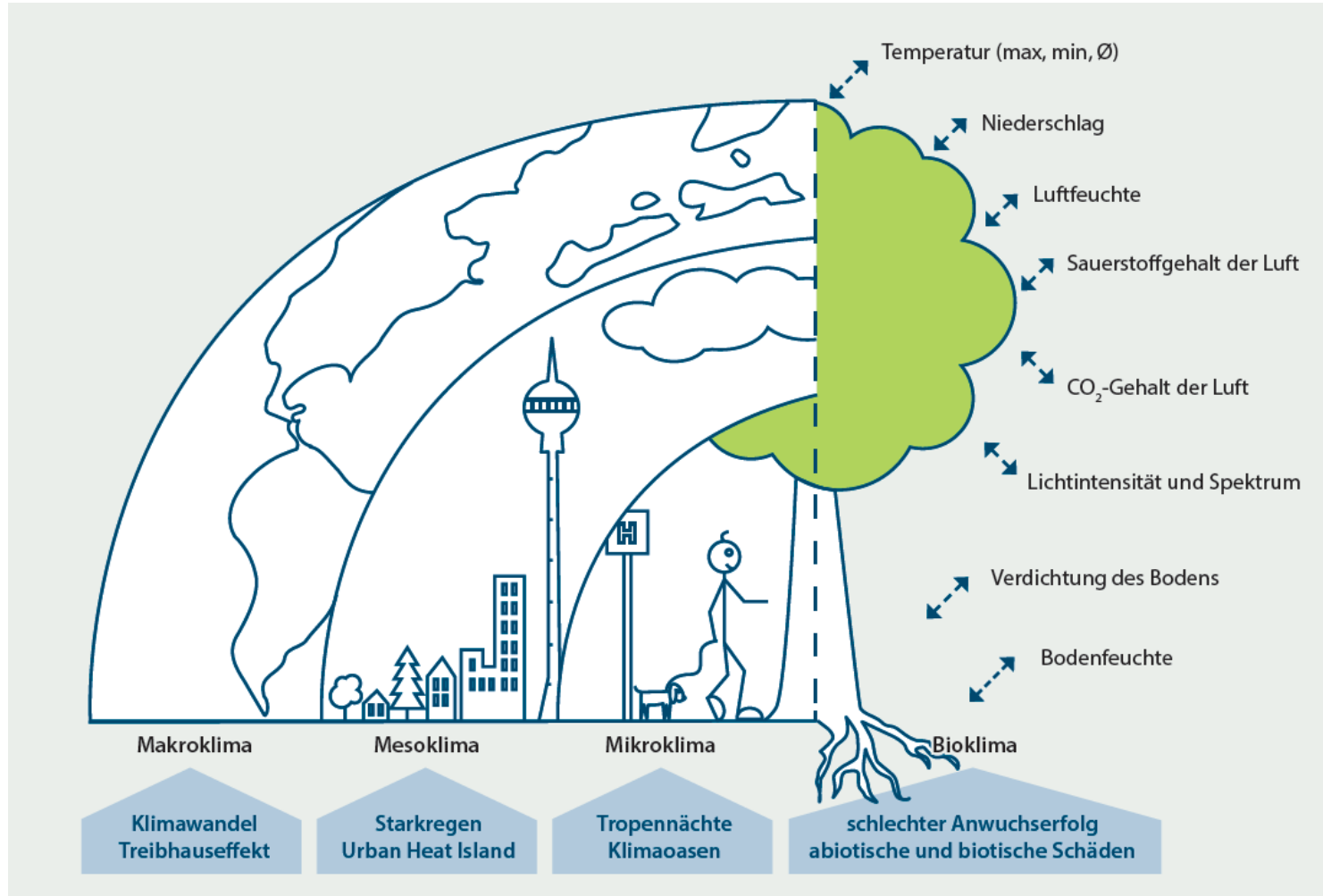
-> Wasser in der Stadt halten!

Quelle: Deutscher Wetterdienst,
www.dwd.de/zeitreihen



Stressoren in der Stadt

Räumlichen Dimensionen des Stadtklimas



Das kleinräumige Mikroklima, stadregionale Mesoklima und überregionale Makroklima, werden unterschiedlich vom Klimawandel beeinflusst.

Pflanzen

- sind den Stressoren ausgesetzt
- Beeinflussen das (Mikro)Klima

Klimaanpassung durch Stadtgrün



Kühlung durch Beschattung und Verdunstung ist abhängig von der Wasserversorgung der Pflanzen

Um Klimaanpassungsfunktionen der Pflanzen zu erhalten

-> **Wasserversorgung der Bäume sichern**

Möglichkeiten

- mehr Ableitung von Regenwasser in Grünanlagen
- Ausbau von Flächen mit Rigolenfunktion

-> **Wasser- und Trockenstress?**

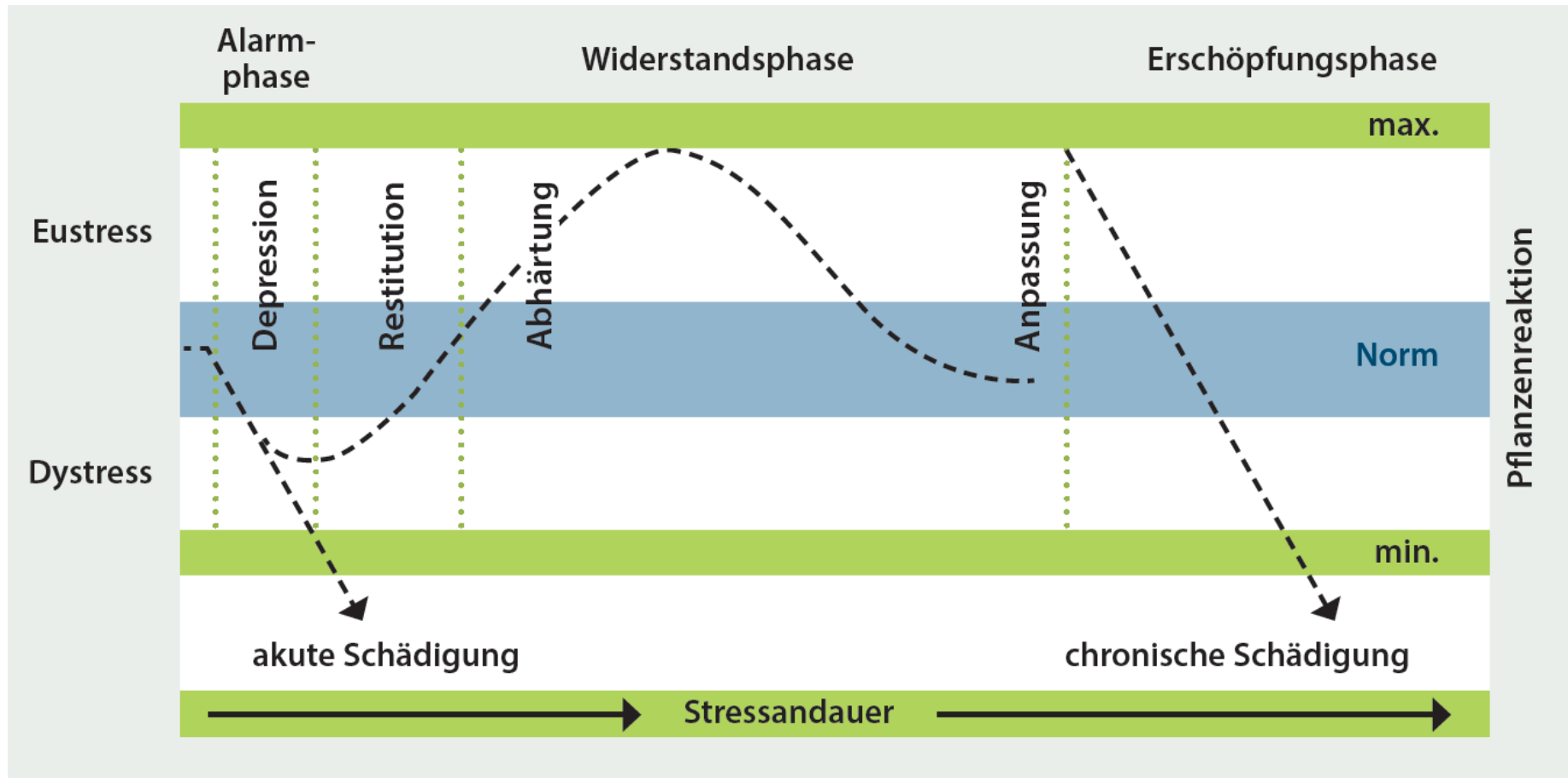


Inhalt: Falko Feldmann, Grafikdesign: Doreen Ritzau

Stressreaktionen



Stress kann als einzelnes Stressevent, wiederholt oder andauernd auftreten.



Quelle: Inhalt Falko Feldmann; Grafikdesign: Doreen Ritzau; basierend auf Larcher (1994)

Stressermittlung bei Stadtbäumen

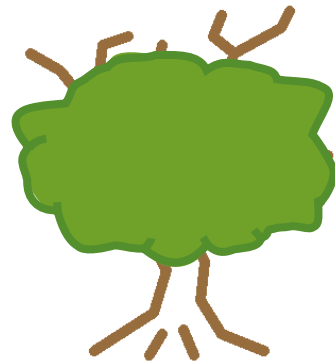
Visuelle Bauminspektionen erkennen Stresssymptome nachdem sie zu bleibenden Schädigungen geführt haben.

- Fokus auf Straßensicherheit
- Parameter: Blattfärbung, Wunden, Kronenstruktur, Straßenschäden, Risse, Fäule, Schädlinge



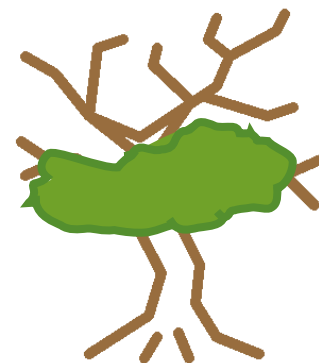
0 -10 %

Gesund bis leicht
geschädigt



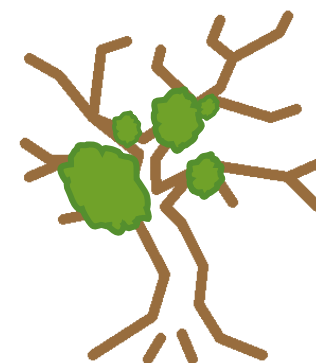
>10 – 25 %

Leicht bis mittelstark
geschädigt



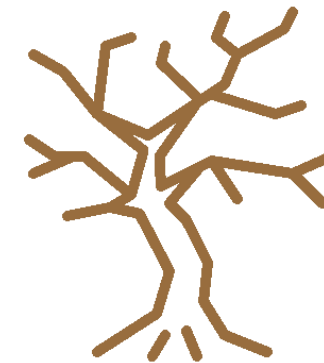
>25 - 60 %

Mittelstark bis stark
geschädigt



>60 - 90 %

Stark bis sehr stark
geschädigt



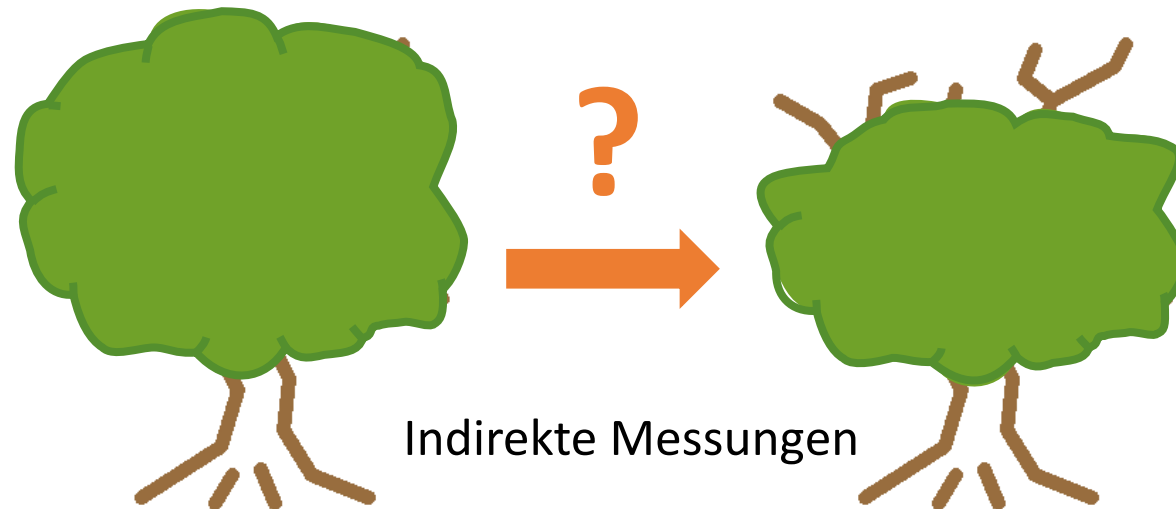
>90 -100 %

Sehr stark
geschädigt bis tot

Schädigung [%] und Schadensstufe, Quelle: GALK online, abgewandelt Vera Hörmann, JKI

Stressermittlung bei Stadtbäumen

Wie kann die Stressermittlung bei Stadtbäumen verbessert werden?



Langzeitdaten und Wetterdaten

- Temperatur
- Niederschläge + Bewässerungsgaben
- Grundwasserstände

Monitoring

- Temperatur (Luft, Boden, Stamm, Blätter)
- Wasserversorgung (Bodenfeuchte, Luftfeuchte, Saugspannung)

Anpassungsmechanismen von Bäumen

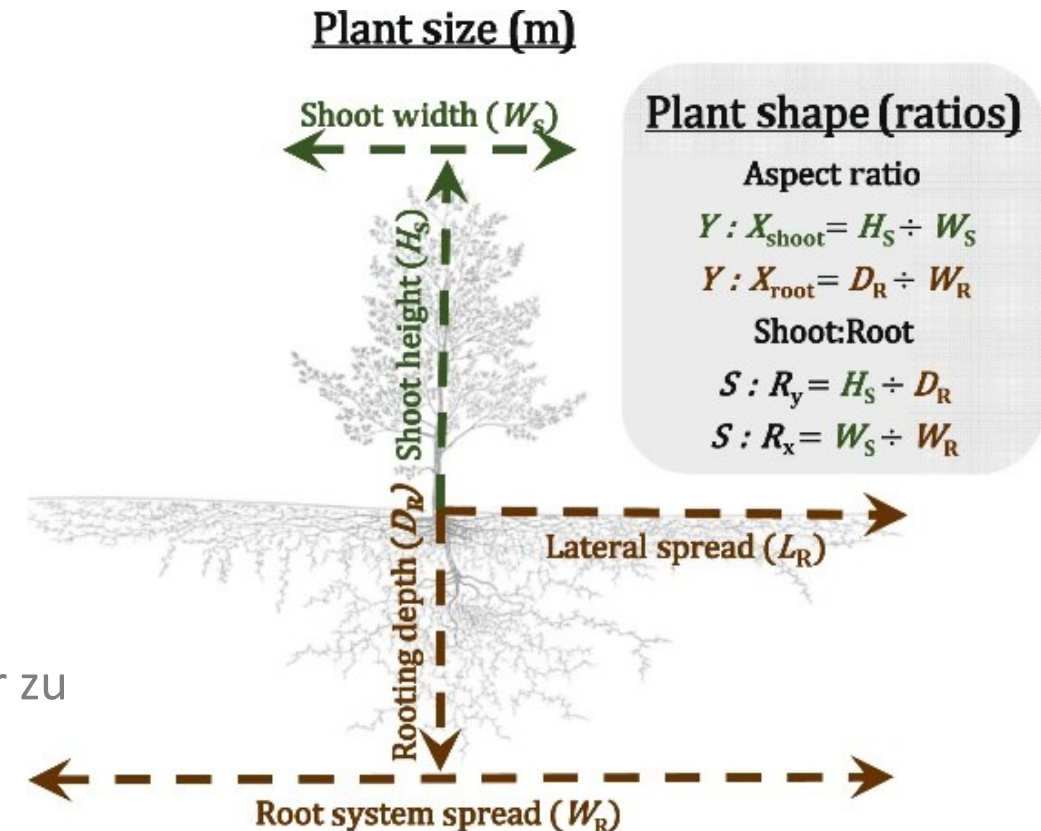


Problem bei indirekten Messungen:

- Abhängig von der Baumart- und Sorte, dem Standort, der Kulturform
- Abhängig von zusätzlichen Stressoren (Hitze, Salzbelastung, Nährstoffmangel, Verdichtung etc.)
- Abhängig vom Alter der Bäume

-> Jede Baumart hat ihre eigenen Limits!

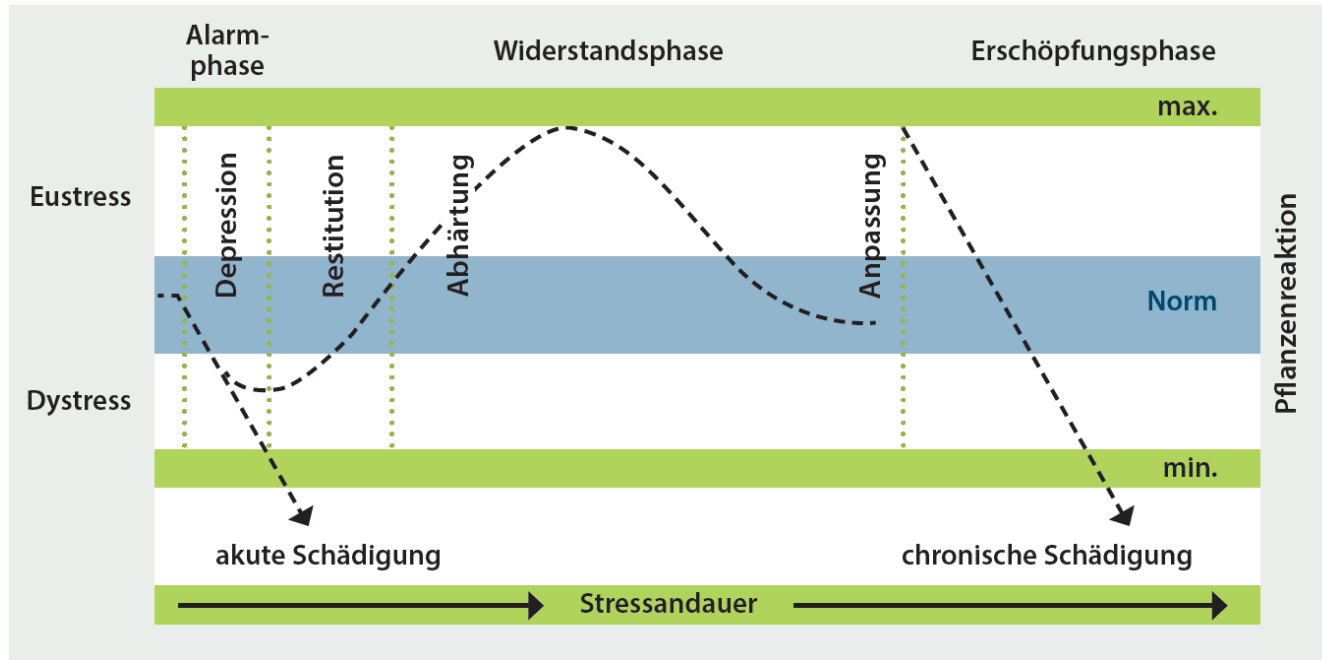
Bei Jungbäumen Rückschluss von indirekten Messungen auf Wassermangel einfacher, bei etablierten alten Bäumen schwer zu interpretieren.



Stressreaktionen 2



Reaktionen auf Stressevents sind sehr variabel.



Reaktionen auf Stressevents sind sehr variabel.

- Einige Stressreaktionen sind reversibel, weitere in der nächsten Vegetationsperiode kompensierbar.
- Ab wann Vitalitätseinbußen dauerhaft?

Reversibel

Stomataschluss,
Einrollen der Blätter,
Welke,

Blattabwurf,
Spitzendürre,
Feinwurzelrückbildung

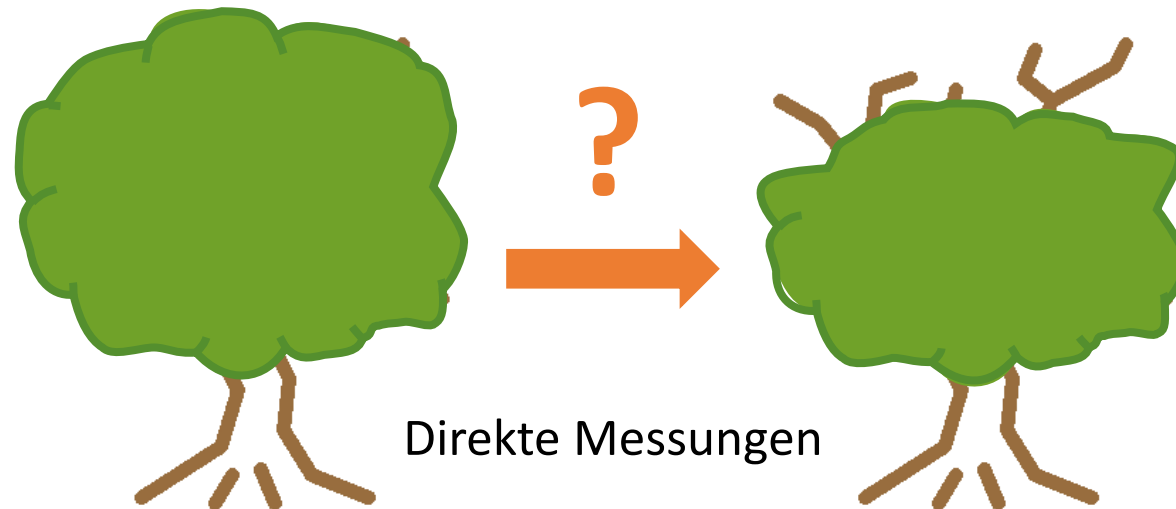
Nährstoffmangel,
Krankheitsanfälligkeit

Irreversibel

Abschottungsreaktion,
Absterbende Kronen-
und Wurzelbereiche

Stressermittlung bei Stadtbäumen

Wie kann die Stressermittlung bei Stadtbäumen verbessert werden?



Wassertransport

- Saftflussmessungen
- Wassergehalte (Stamm, Blatt)

Morphologische Veränderungen

- Ermittlung des Stammdurchmessers (Zuwachsraten, tägl. Schwankungen)
- Optische Parameter (Blattfarbe)

Physiologische Reaktionen

- Photosyntheseaktivität (Chlorophyllgehalt, Chlorophyllfluoreszenz)
- Transpirationsraten; stomatäre Leitfähigkeit

AG Stadtgrün:

Projekt CliMax

Maximierung der Kohlenstoffsequestrierung in Stadtbäumen (CliMax):
Entwicklung eines Verfahrens für die klimawirksame Gestaltung der multifunktionalen, urbanen grünen Infrastruktur.

Laufzeit: Oktober 2022 – September 2025

Vitale Bäume

Lange Standzeiten

Korrekte Standortwahl



CliMax



Stadt Brandenburg.
Umweltbewusst an der Havel

Stadt Braunschweig

Gefördert durch das Klimaschutz-
Sofortprogramm 2022



RessortForschtKlima

CliMax Versuchsflächen in Braunschweig...



Urbane Baumauswahl der Testgebiete in QGIS,
Vera Hörmann, JKI

Untersuchte Baumarten

- *Corylus colurna*
- *Quercus robur* 'Fastigiata'
- *Tilia cordata*

Je 3 Testflächen

- Vollversiegelt
- Teilversiegelt
- Freistehende Bäume (Park)

...und Brandenburg a. d. Havel (Baumkataster)

Fernerkundung zum Monitoring der Vitalitätsentwicklung

Nilraj Shrestha und Suchana Dahal, JKI SF

Nutzung von Fernerkundungsdaten zur Biomasseschätzung und Ableitung eines Vitalitätsindex für Stadtbäume

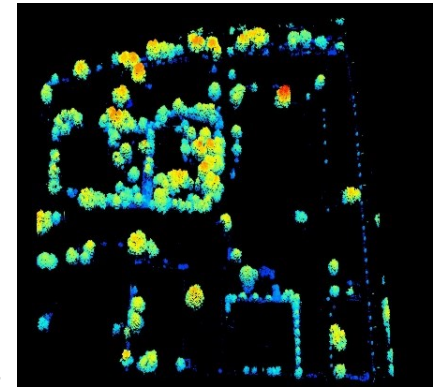
- Nutzung von Strukturmerkmalen aus LiDAR-Daten -> Einzelbaumerkennung
- Berechnung von Vegetationsindizes aus optischen Satellitendaten
- Entwicklung eines Vitalitätsindex auf Basis des Baumkatasters der Modellstädte Braunschweig und Brandenburg

Risikokategorisierung von Baumstandorten

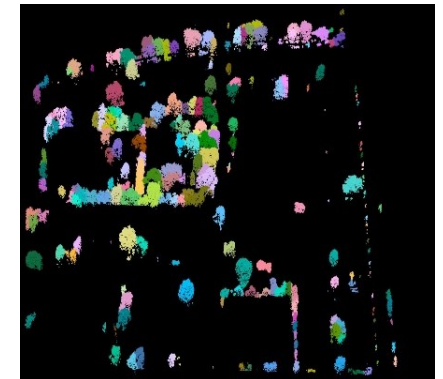
- Verwendung von Vegetationsindizes, Wetterdaten und anderen Standortbedingungen in Kombination mit Informationen aus dem Baumkataster
- Modellierung eines dynamischen Vitalitätsindex von Stadtbäumen



a.



b.



c.

Einzelbaumerkennung als Teil der Prozesskette zur Entwicklung eines Vitalitätsindex.

a. Satellitenbild (© Google Earth),

b. LiDAR-Daten des Stadtgebiets (© GeoBasis-DE/LGB),

c. Einzelbaumbeschreibung; Nilraj Shrestha, JKI

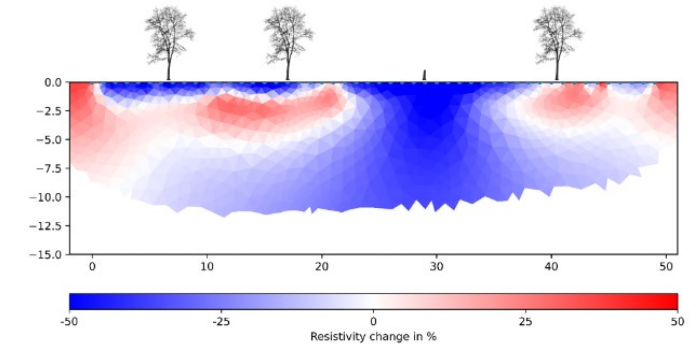
Baum-Boden-Wasser Kontinuum

Johannes Hoppenbrock und Malkin Gerchow, JKI / TU BS



Oberflächennahe hydrogeophysikalische Untersuchung von städtischen Baumstandorten

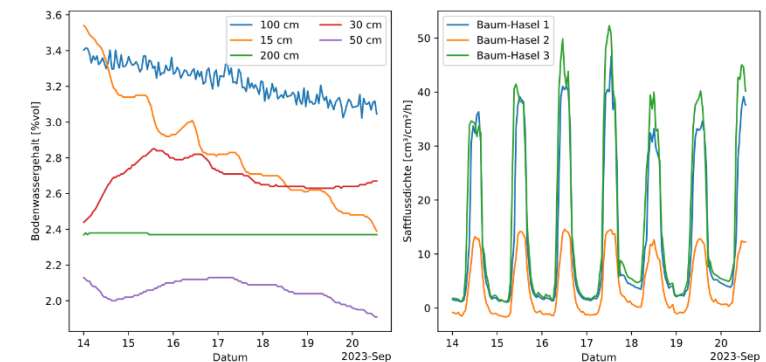
- Zerstörungsfreie, geophysikalische Boden- und Wasseruntersuchungen
- Durchführung von Bodenradarmessungen und geoelektrischen Methoden



Geoelektrische Messung (links) und Veränderung des spezifischen elektrischen Widerstandes im Boden (oben), Johannes Hoppenbrock, JKI

Wasserquellen und Wurzelwasseraufnahme von Stadtbäumen

- Messung stabiler Wasserisotope (Rückschluss auf Wasserquellen im Boden)
- Durchführung ökohydrologischer Messmethoden (Saftstrom, Stammwassergehalt)



Installation von Saftflusssensoren (links), Aufzeichnung der Bodenfeuchte in verschiedenen Tiefen und des Saftflusses an unterschiedlichen Bäumen (rechts), Malkin Gerchow, JKI

Terrestrische Biomasseschätzung und Vitalitätsanalyse von Stadtbäumen

Dr. Michael Strohbach und Vera Hörmann, JKI / TU BS



Biomassenbestimmung und Analyse der Vitalität von Stadtbäumen

- Durchführung **terrestrischer Laserscans** von ausgewählten Bäumen
- Schätzung für die **Kohlenstoffsequestrierung**
- Erkennen von frühen Stresssymptomen durch Messung der **Photosyntheseleistung** (Chlorophyllgehalt und Chlorophyllfluoreszenz)
- Durchführen von visuellen **Vitalitätsanalysen**

-> Identifizierung von Optimierungsansätzen zur Maximierung der Kohlenstoffsequestrierung im Stadtgrün unter Berücksichtigung der Multifunktionalität



Rohpunktwolke eines *Liquidambar styraciflua*, Michael Strohbach, JKI



Messung der Photosyntheseleistung von Stadtbäumen, Vera Hörmann

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!





Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft



13. Fachsymposium Stadtgrün

7. und 8. November 2023

Entsiegeln,
revitalisieren und
vernetzen für mehr
Stadtgrün



bmel.de

DPST Poster Nr. 31


Baumvitalität und Kohlenstoffsequestrierung in Stadtbäumen

Das Projekt CliMax

Autoren: Vera Hörmann^{1,2*}, Matthias Beyer¹, Matthias Röcker¹, Susana Dahal¹, Anto Dominic¹, Falko Feldmann¹, Malin Gerschow¹, Burkhard Golla¹, Johannes Hoppenbrock^{1,3}, Sebastian Preidl¹, Niraj Shrestha¹, Jörn Strassmeyer¹, Michael W. Strohbach^{1,4} und Mona Quambusch¹

¹Julius Kühn-Institut, Institut für Pflanzenzüchtung in Gärten und urbanen Grün, Braunschweig
²Julius Kühn-Institut, Institut für Strategien und Projektumsetzung, Kleve, Nordrhein-Westfalen
³FG Braunschweig, Institut für Sachkunde, Braunschweig
⁴FG Braunschweig, Institut für Sachkunde und anwendungsnahen Physik, Braunschweig
 *Vera.Hoermann@julius-kuehn.de





Hintergrund: Bäume haben Stress in urbanen Räumen

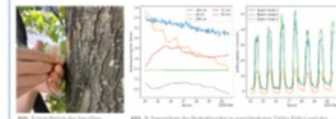
I. Bäume sind in urbanen Räumen zahlreichen Stressfaktoren ausgesetzt. **Wasserstress** ist einer der zentralen, das Pflanzenwachstum limitierenden Faktoren. Gleichzeitig erbringen Bäume vielfältige Leistungen im Ökosystem Stadt.

II. Stress kann zu verringerten Ökosystemleistungen (z.B. Kohlenstoffspeicherung, Verdunstungskühle und Beschattung) führen. Eine **frühzeitige Stresserkennung** und ein angepasstes Management kann zur Verbesserung der Baumvitalität beitragen.

III. **Kohlenstoff** kann langfristig nur gebunden werden, wenn Bäume vital sind.

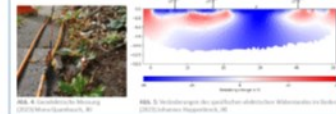
I. Erforschung des Stressfaktors Wasser

Wie kann der Baumwasserhaushalt erforscht werden?



Sapflussmessungen zeigen, den Stammwassergehalt, so wie viel Wasser durch den Baum transportiert wird. Die Analyse **stabiler Wasserisotope** aus Baum und Boden erlaubt Rückschlüsse auf die Tiefe, aus der der Baum sein Wasser zieht, denn jede Wasserquelle hat eine eigene Isotopensignatur.

Durch wiederholte **geoelektrische Messungen** können Veränderungen in der Bodenfeuchte zeitlich und räumlich gemessen werden.



II. Erforschung der Stresserkennung

Wie kann Vitalitätsveränderungen erkannt werden?

Stressermittlung mittels Fernerkundung
 Die Auswertung von **Laserscan** und **Sentinel-2 Satellitendaten** soll für die Ableitung eines Vitalitätsindex für Stadtbäume verwendet werden. Dies wird ergänzt durch Analysen des Baumkatasters zur **Baumstandortbewertung**. Diese Bewertung soll es den Gemeinden ermöglichen, vorbeugende Maßnahmen zur Sicherung der Bäume zu ergreifen, die an Vitalität verlieren.



Stressermittlung vom Boden aus
 Um Biomasse durch Photosynthese aufzubauen und langfristig zu speichern, muss ein Baum vital sein. **Chlorophyllfluoreszenz** und **Chlorophyllgehalte** erlauben Rückschlüsse auf die Photosyntheseleistung und damit auch auf den Pflanzenstress.

III. Kohlenstoff kann langfristig nur festgelegt werden, wenn Bäume vital sind
 Die Auswertung von **Sentinel-2 Satelliten-** und **Laserscandaten** kann für die städteweite Abschätzung der Kohlenstoffbindung durch Bäume genutzt werden. **Terrestrische Laserscans** ermöglichen die Erstellung von hochauflösenden 3D-Modellen ausgewählter Stadtbäume. Diese Modelle können genutzt werden, um die Biomasse und somit den gebundenen Kohlenstoff zu erfassen.

Im Rahmen des CliMax Projektes sollen Methoden zur Stresserkennung identifiziert werden, um die Baumgesundheit und die Kohlenstoffbindung in Stadtbäumen zu maximieren.

Projekt CliMax

