

Bäume in Pflanzgefäßen

als stadtklimatisch wirksame Maßnahme zur Anpassung an den Klimawandel

Christoph Fleckenstein¹, Mohammad Rahman², Vjosa Dervishi³, Stephan Pauleit², Hans Pretzsch³, Thomas Rötzer³, Ferdinand Ludwig¹

¹ Professur für Green Technologies in Landscape Architecture, TU München, ² Lehrstuhl für Strategie und Management der Landschaftsentwicklung, TU München, ³ Lehrstuhl für Waldwachstumskunde, TU München

Ausgangslage

Strategien zur Klimawandelanpassung im urbanen Raum erfordern die vermehrte Verwendung von Vegetation zur Verminderung von Hitzebelastungen und für den Regenwasserrückhalt nach Starkregeneignissen. In den bayerischen Ballungsräumen steht das Grün aber aufgrund des Bevölkerungswachstums durch bauliche Nachverdichtung bzw. hochverdichtete Bauweisen unter zunehmendem Druck. Darüber hinaus ist es aufgrund unterirdischer technischer Infrastrukturen in vielen städtischen Situationen oft kaum mehr möglich, Bäume zu pflanzen bzw. adäquate Wurzelräume zur Verfügung zu stellen. Eine Lösung ist hier die Verwendung von Bäumen in Pflanzgefäßen. Diese finden aktuell im öffentlichen Raum und auch in der Architektur immer mehr Verwendung als Begrünungsalternative. Der stark eingeschränkte Wurzelraum von Bäumen in Pflanzgefäßen begrenzt die Entwicklung der Baumkrone. Zudem sind die Bäume und insbesondere die Wurzeln extremen, oft kritischen Wachstumsbedingungen wie großen Temperaturschwankungen, starkem Frost oder Wassermangel ausgesetzt, was sich auf das Wachstum und ihre Ökosystemleistungen auswirkt, etwa eine verringerte Kühlwirkung.

Forschungsziel

Das Forschungsprojekt verfolgt das Ziel, bestehende Wissenslücken zu den Wachstumsbedingungen von Bäumen in Pflanzgefäßen und ihren klimatischen Wirkungen zu schließen. Die Ergebnisse werden in einem Leitfaden zusammengefasst, der es bayerischen Städten und Kommunen erlaubt, Bäume in Pflanzgefäßen zielgerichtet und nachhaltig als Maßnahme zur Anpassung an den Klimawandel und zur Steigerung der Biodiversität in dicht bebauten Stadtquartieren einzusetzen.

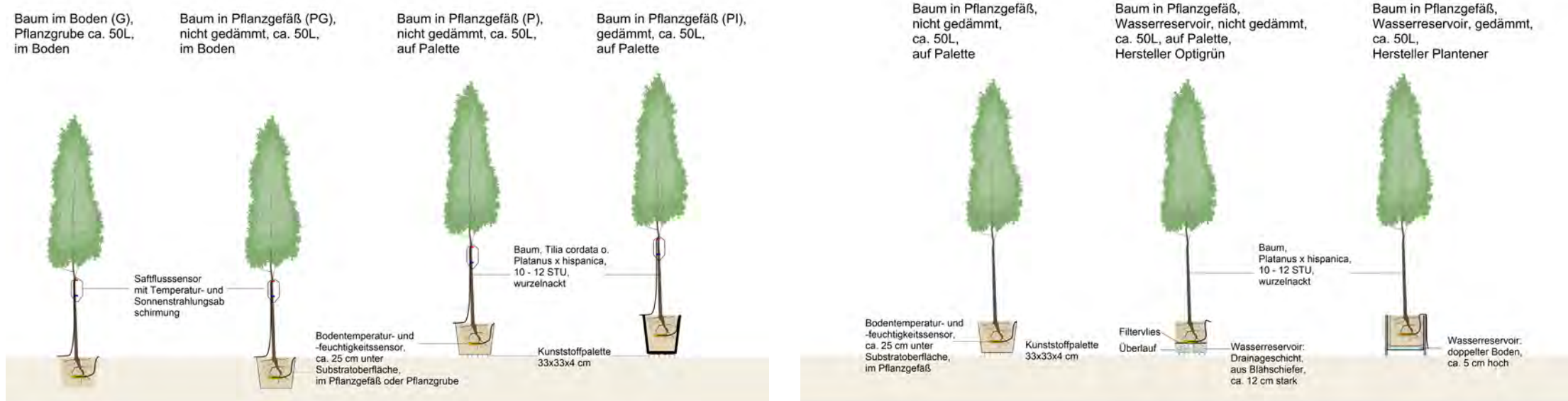


Abb. 5: Pflanzvarianten und installierte Sensorik Versuchsreihe 1

Abb. 6: Pflanzvarianten und installierte Sensorik Versuchsreihe 2



Abb. 7: Versuchsfläche

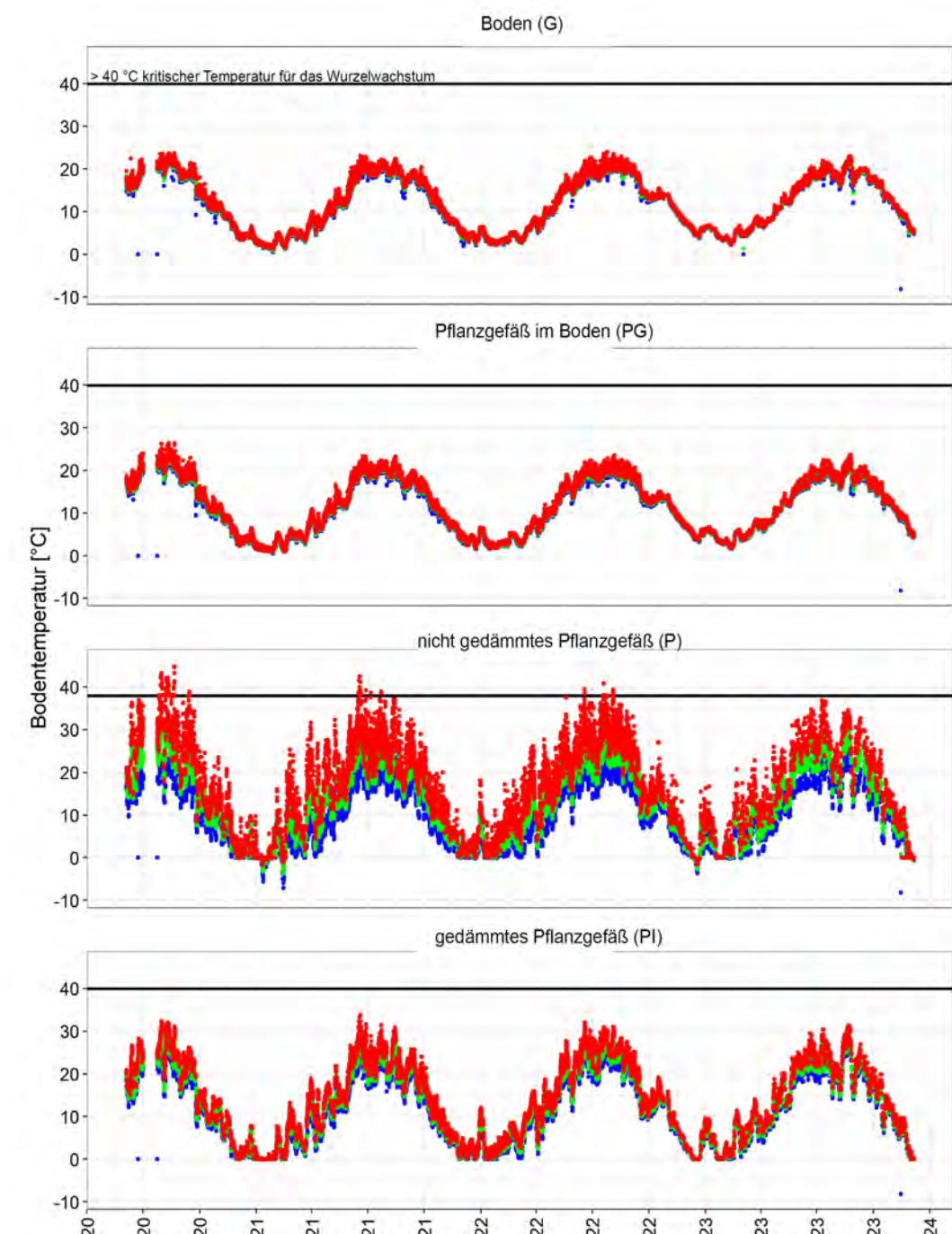


Abb. 8: Substrattemperatur im Wurzelbereich Versuchsreihe 1

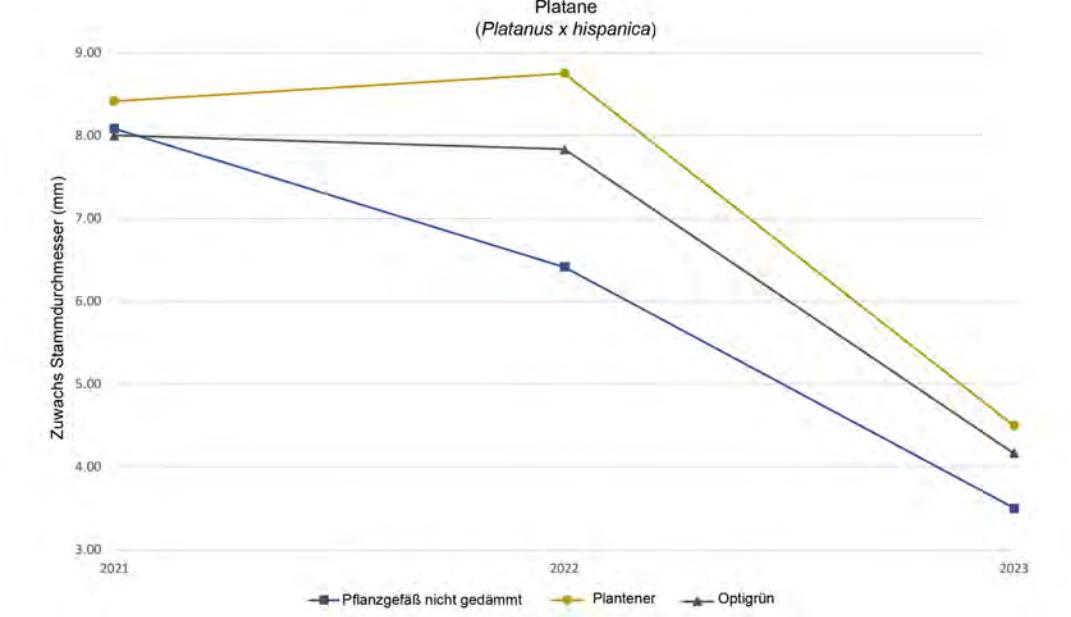


Abb. 9: Zuwachsverlauf des Stammdurchmessers der Versuchsreihe 2 von März 2021 - Oktober 2023

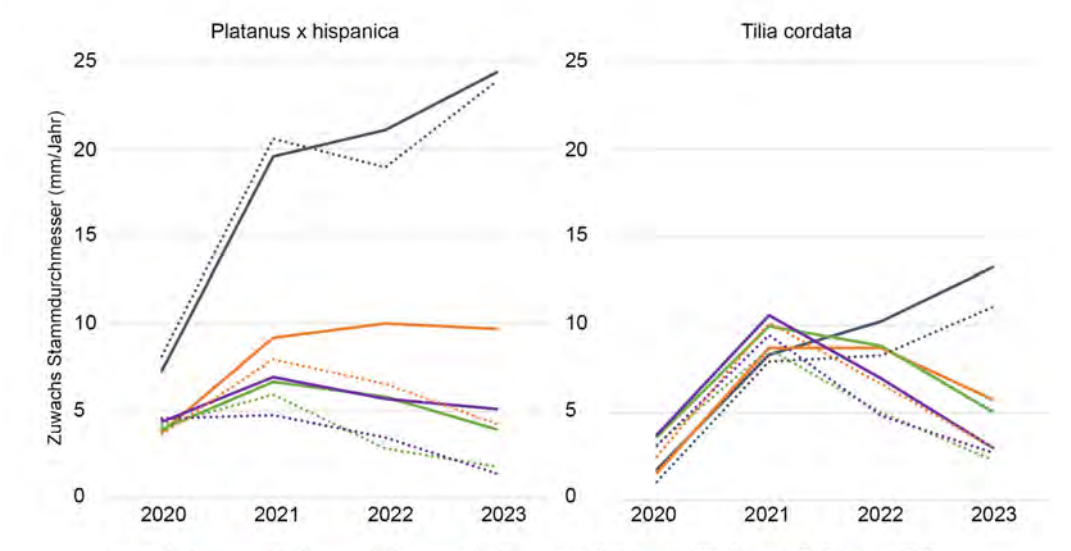


Abb. 10: Zuwachsverlauf des Stammdurchmessers der Versuchsreihe 1 von März 2020 - Oktober 2023

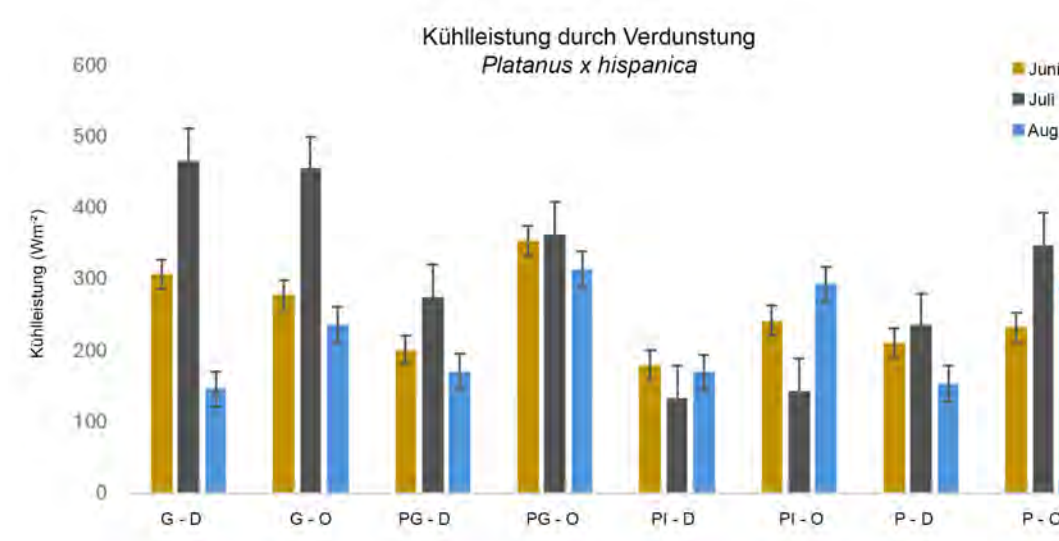


Abb. 11: Verdunstungsleistung von Platanen in der Versuchsreihe 1 während der Vegetationsperiode 2022

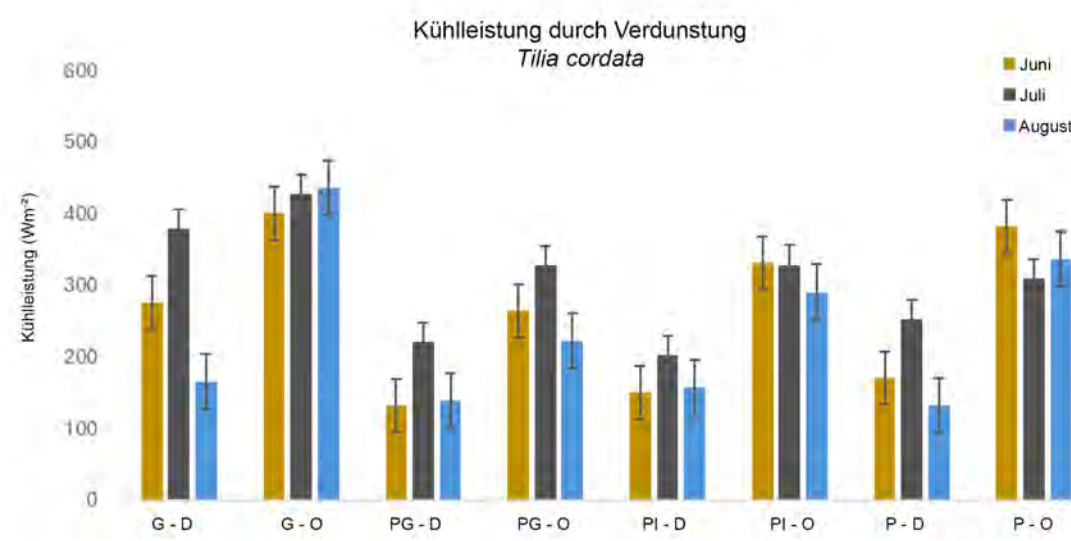


Abb. 12: Verdunstungsleistung von Winterlinden in der Versuchsreihe 1 während der Vegetationsperiode 2022

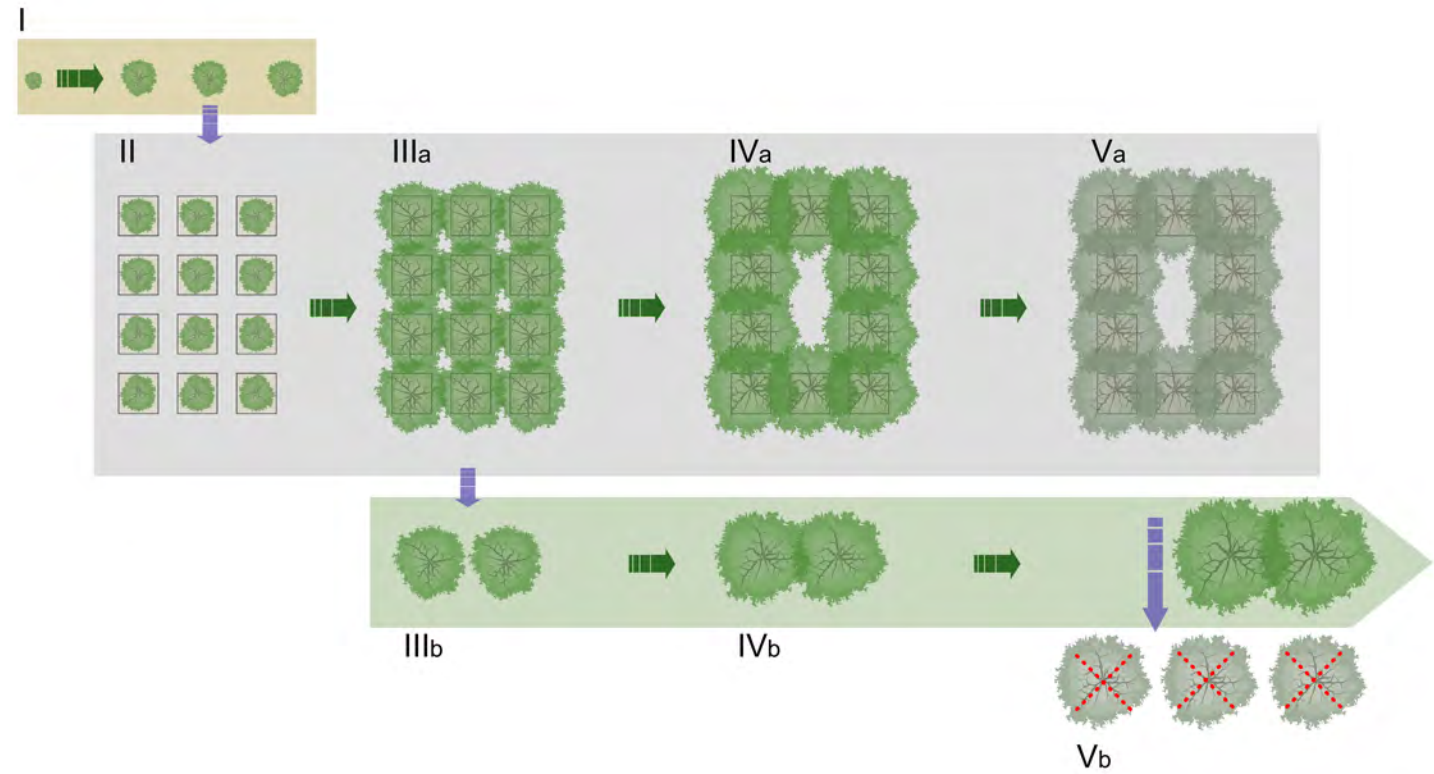


Abb. 16: Entwurfstyp „Ausdünnen“

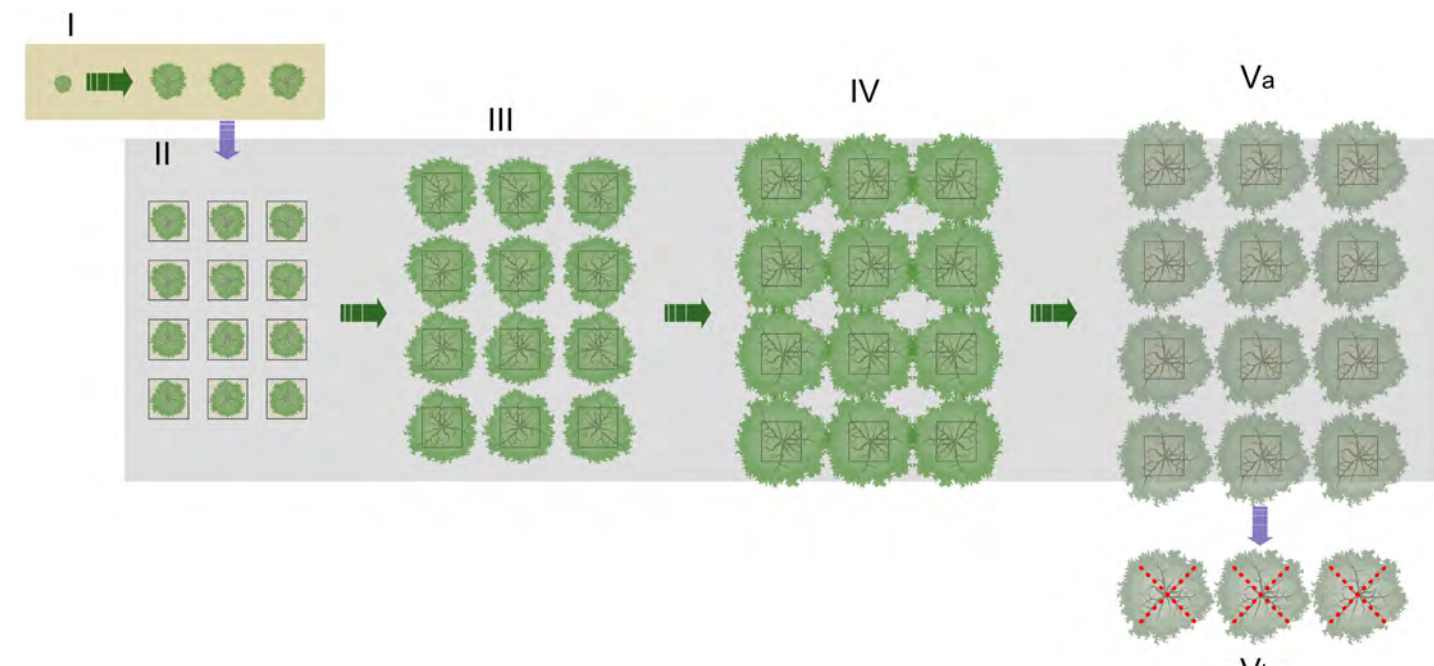


Abb. 17: Entwurfstyp „Ausdehnen“

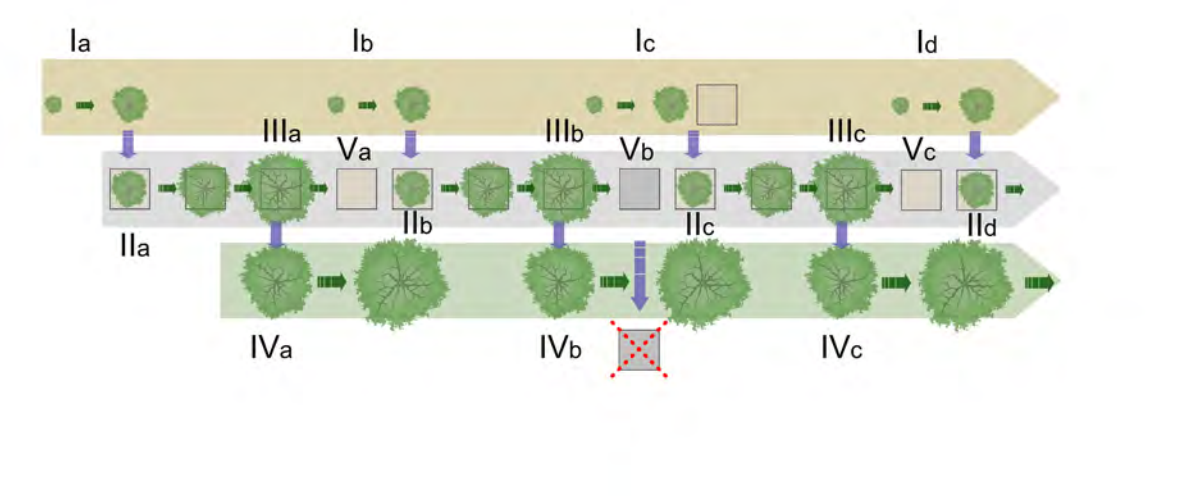


Abb. 18: Entwurfstyp „Baumzwischenutzung“

Fazit und Ausblick

Auf Basis umfangreicher Recherchen und eigener Wachstumsversuche mit Bäumen in Pflanzgefäßen konnten erstmals die gewonnen Erkenntnisse in eine Modellierung der Wuchs- und Ökosystemleistungen von Bäumen in Pflanzgefäßen umgesetzt werden. Zudem erweitert die zeitabhängige Entwurfstypologie für Bäume in Pflanzgefäßen das Planungsrepertoire von Planenden. Die Laufzeit von ca. vier Jahren ermöglichte es jedoch nicht, langfristige Beobachtungen und Messungen zu machen. Es liegt also in der Natur der Sache, dass einige Erkenntnisse als provisorisch zu erachten sind und im Laufe der Zeit konkretisiert oder ggf. auch revidiert werden müssen.



Abb. 19: Wachstumsverlauf einer Platane in Pflanzgefäß während der Vegetationsperiode 2023



Abb. 1: Hotspotpots Regensburg 2024; Foto: Christoph Fleckenstein



Abb. 2: Bosco Verticale 2018; Foto: www.haaijk.nl (CC BY-NC-ND 2.0)



Abb. 3: Brown Hart Gardens 2014; Foto: Andy Thornley (CC BY 2.0)



Abb. 4: Pflanzgefäße Kö-Bogen II; Foto: Ulrike Fischer (CC BY-SA 4.0)

Vorgehen und Methodik

Mithilfe von Versuchsreihen, theoretischen Vorüberlegungen, Literaturrecherchen und Experteninterviews werden vegetationstechnische Erkenntnisse gewonnen, die konkrete Aussagen für die Planung und die Praxis zulassen. Mit den Erkenntnissen können Mindestanforderungen definiert werden, die erfüllt werden müssen, um ein langfristiges Überleben und eine gute Entwicklung von Bäumen in Pflanzgefäßen sicherzustellen.

In einer ersten Versuchsreihe wurden 2020 jeweils 64 T. cordata und P. x hispanica in 50 L große Pflanzgefäße gepflanzt. In einer zweiten Versuchsreihe wurden 2021 weitere 18 P. x hispanica gepflanzt. Die Pflanzqualität ist 10/12 2xv, wurzelnackt. Zur Verringerung des Pflanzschocks wurde in 2020 keine Trockenstressbehandlung durchgeführt, diese wurde in 2021 für 64 Bäume implementiert. In Fallstudien zur Untersuchung von Beispielen guter Praxis, wurde der Umgang mit Zeitaspekten von Bäumen in Pflanzgefäßen analysiert. Die qualitative Analyse stellte zusammen mit den Versuchsreihen und in studentischen Entwurfsseminaren erarbeitete Beispielenwürfe, die Basis für die Entwicklung einer zeitabhängigen Entwurfstypologie für Bäume in Pflanzgefäßen dar.

Ergebnisse

Eine regelmäßige und verlässliche Wasserversorgung, adäquate Nährstoffversorgung und strukturstabile Substrate sind essentielle Grundvoraussetzungen für eine dauerhaft gute Pflanzenentwicklung. Wassermangel kann in kürzester Zeit nachhaltige Schädigungen verursachen. Temperaturschwankungen im Wurzelbereich, vor allem Spitzentemperaturen über 40°C und Frost unter -5°C, können sich negativ auf die Entwicklung auswirken. Der wesentliche begrenzende Wachstumsfaktor für Bäume in Pflanzgefäßen ist jedoch das zur Verfügung stehende Substratvolumen. Der erreichbare Kronendurchmesser und damit die Schattenfläche und Verdunstungskühlung können durch im Rahmen des Projektes entwickelte Modellrechnungen anhand des Substratvolumens abgeschätzt werden. Die Kühlleistung durch Verdunstung je m² Kronenfläche ist etwas geringer als bei im Boden wachsenden Bäumen, jedoch mit 260 W/m² für Winterlinde und 300 W/m² für Platane hoch genug, um mikroklimatisch wirksam zu werden. Eine gute Wartung und Pflege vorausgesetzt liegt eine sinnvolle Annahme für die Lebenserwartung im Bereich zwischen 20 und 40 Jahren. Für besondere Maßnahmen wie Wurzelschnitt kann dieser Wert deutlich gesteigert werden. Erfolgreiche Konzepte sind immer ganzheitlich und interdisziplinär gedacht. Sie berücksichtigen die Pflege genauso wie die Frage, was mit Baum und Pflanzgefäß am Ende der Projektlaufzeit geschehen soll. Dazu sind alle relevanten Akteure einzubeziehen: Landschaftsarchitekt:in, Architekt:in, Bauherr:in, Baumschule, Gärtner:in, Pflanzgefäßhersteller bzw. ausführende Firma. Nachhaltige Ansätze für Bäume in Pflanzgefäßen basieren maßgeblich auf dem Faktor Zeit. Sie berücksichtigen nicht nur das Wachstum und die begrenzte Lebenszeit der Bäume, sondern auch die des Pflanzgefäßes sowie die Zeitlichkeit des Kontexts (z.B. Nutzungszyklen von Plätzen und Gebäuden). Für unterschiedliche Konstellationen aus Projektzeitraum und räumlichem Kontext werden erstmalig 13 typologische Entwurfsansätze vorgestellt, die insbesondere Fragen der Dauerhaftigkeit oder Temporalität bzw. der Mobilität oder Immobilität von Bäumen in Pflanzgefäßen adressieren. Diese bilden einen Baukasten für spezifische Lösungen.

Entwurfsparameter	Standard	Chasmophyt	Bonsai	Pflanzgefäßgesellschaft	Ausdünnen	Ausdehnen	Überschneiden	Lücken füllen	Baumverleih	Baumbaustausch	Baumzwischenutzung	Baumzwischenlagerung	Baumfassade
1. Projektzeitraum													
Permanent	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Temporär	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Räumlicher Kontext													
Freiraum	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Gebäude	o	o	o	o	-	-	-	-	-	o	o	-	+
3. Baum													
Permanent	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+
Temporär	-	-	-	-	o	o	o	+	+	+	+	+	-
Verpflanzung	-	-	o	-	-	o	o	o	+	+	+	+	-
4. Pflanzgefäß													
Permanent	+	+	o	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+
Temporär	-	-	-	-	o	o	o	+	+	+	o	+	-
Mobil	o	o	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Unbeweglich	o	o	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Wiederverwendung	-	-	o	-	-	o	o	+	+	+	+	+	-
5. Lokaler Einfluss													
Unmittelbar	o	-	-	o	+	+	+	+	+	+	+	+	o
Langfristig	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	o	-	+

Tabelle 1: Übersicht über die 13 identifizierten Entwurfstypen für Bäume in Pflanzgefäßen und für welchen Entwurfsparameter sie gelten.

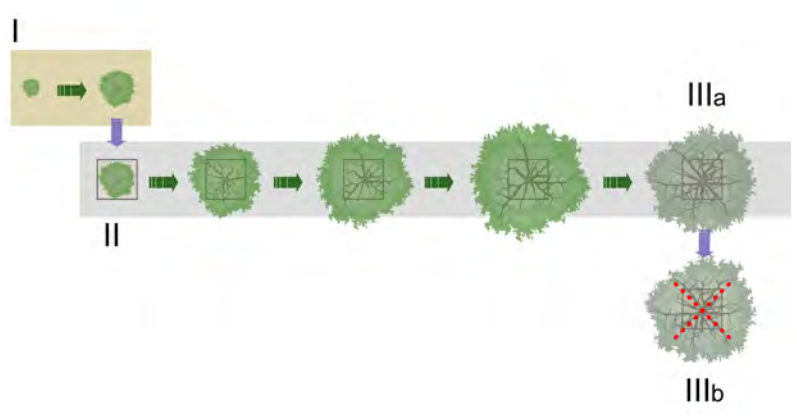


Abb. 13: Entwurfstyp „Standard“

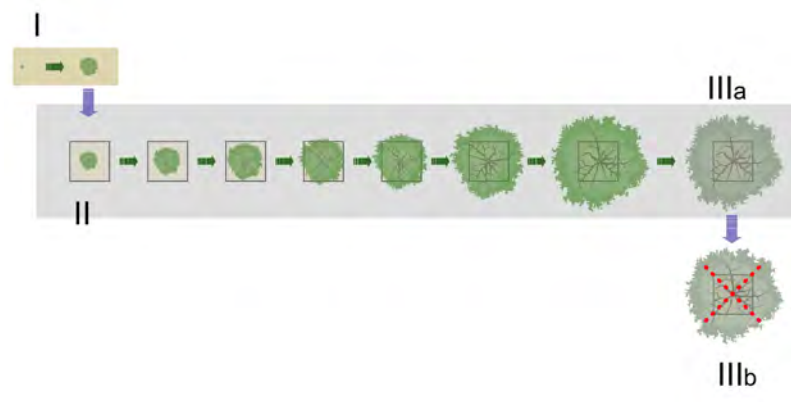


Abb. 14: Entwurfstyp „Chasmophyte“

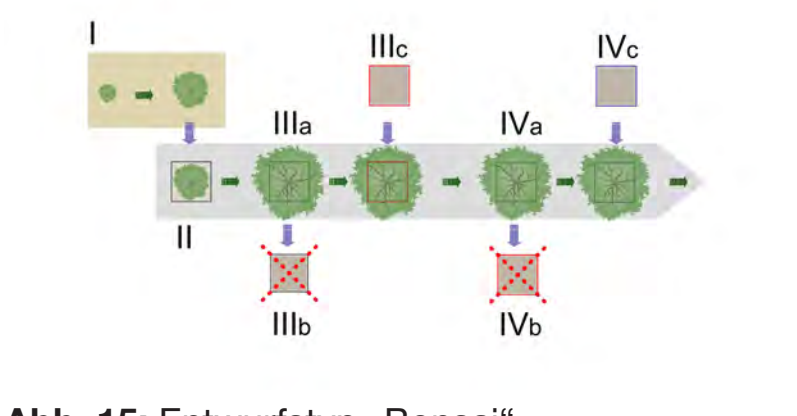


Abb. 15: Entwurfstyp „Bonsai“