

Forschungsprojekt „Stadtgrün 2021+“

Auf dem Weg zu erfolgreichen Straßenbaumpflanzung

Dr. Susanne Böll

Abstract

Südosteuropäische Baumarten sind dank ihrer Herkunft an Hitze und Trockenheit besser angepasst als heimische Baumarten. Sie können ihre Blatttemperaturen während anhaltender Hitzeperioden so kontrollieren, dass sie diese vital überstehen, um nach Beendigung der Hitzewellen in Extremsommern die Assimilationsverluste durch eine verlängerte Vegetationsperiode auszugleichen und anders als gängige Stadtbaumarten mit entsprechenden Reserven in die nächste Vegetationsperiode zu starten. Für eine erfolgreiche Straßenbaumpflanzung ist eine breit gefächerte, aber regional und innerörtlich standortgerechte Baumartenauswahl erforderlich. Durch die Pflanzung gemischter Alleen erzielt man die größte Artenvielfalt, zu der die südosteuropäischen Baumarten maßgeblich beitragen. Im Übrigen auch eine der wichtigsten Maßnahmen, um die Ausbreitung von immer häufiger auftretenden neuen Krankheiten und Schädlingen zu vermeiden. Eine weitere wichtige Voraussetzung für eine hohe Artenvielfalt ist ein durchgehender Grünstreifen, in dem die Straßenbäume stehen, der für viele Insekten als Nist- und Nahrungsquelle einen unverzichtbaren Teilebensraum darstellt.

In unseren Städten beherrschen gewöhnlich weniger als zehn Hauptbaumarten das Bild an der Straße und decken bis zu 80 Prozent aller Straßenbäume ab. Darunter unsere heimischen Arten wie Ahorn und Linde, die ursprünglich Waldbaumarten sind und sich in unseren aufgeheizten Städten zunehmend schwertun.

Trocken- und Hitzeperioden haben in den letzten Jahrzehnten während der Vegetationsperiode deutlich zugenommen – für Würzburg, eine Stadt mit Weinbauklima, werden in einem regionalen Klimamodell bis Ende des Jahrhunderts im Schnitt 50 Hitzetage mit Temperaturen über 30° Celsius vorhergesagt anstelle von sieben Hitzetagen, wie sie das langjährige Mittel von 1961 bis 1990 konstatierte. Entsprechend werden auch Tropennächte mit Temperaturen über 20° Celsius, die bisher keine Rolle spielen, dramatisch zunehmen. Für nachhaltige Straßenbaumpflanzungen, vor allem in den „Hitzeinseln“ der Innenstädte, werden stadtklimafeste, trocken- und hitzestress-tolerante Baumarten eine zunehmend größere Rolle spielen.

Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt „Stadtgrün 2021+“

Um das derzeit stark eingeschränkte Repertoire von Stadtbaumarten zu erweitern, werden im Projekt „Stadtgrün 2021+“ seit 2010 insgesamt 20 potenziell klimafeste und stresstolerante Baumarten mit insgesamt 460 Bäumen an drei klimatisch sehr unterschiedlichen bayerischen Standorten auf ihre Eignung als Straßenbäume der Zukunft getestet:



- in Würzburg, mittlerweile eine der trocken-heißesten Städte Deutschlands, die geeignet ist, die Versuchsbaumarten auf Trocken- und Hitzestresstoleranz zu testen;
- in Hof/Münchberg, das unter kontinentalem Klimaeinfluss mit hoher Frostgefährdung steht und sich als Teststandort für Frosttoleranz profiliert;
- in Kempten, das durch ein gemäßigtes Voralpenklima mit hohen Niederschlägen geprägt ist.

2015 wurde das Projekt in den Partnerstädten um neun Baumarten/-sorten mit 200 weiteren Bäumen erweitert (https://www.lwg.bayern.de/mam/cms06/landespflege/dateien/lwg_stadtgruen_falzflyer_bf.pdf). Die Versuchsbäume werden jährlich im Frühjahr und Herbst auf Frost- und Trockenschäden, Kronenvitalität, Gesundheit und Zuwachsleistung bonitiert. Zusätzlich werden phänologische Daten zum Austrieb und zur Blattfärbung der einzelnen Baumarten an den verschiedenen Standorten erhoben. Detaillierte Versuchsergebnisse zu den einzelnen Baumarten finden sich unter https://www.lwg.bayern.de/cms06/landespflege/urbanes_gruen/284928/index.php.

Die geringe Überlappung der besonders geeigneten Versuchsbaumarten an den verschiedenen Standorten zeigt, wie wichtig ein regional differenzierter und standortgerechter Einsatz von Baumarten ist (Tab. 1). Die Ergebnisse zeigen weiterhin, dass an allen Standorten eine deutliche Erweiterung des Straßenbaumrepertoires möglich ist.

Anpassungen trockenstresstoleranter Baumarten

Bäume können in einem gewissen Maß ihre zur Verfügung stehenden Energien gezielt einsetzen und sogenannte „trade-offs“ eingehen. So können sie beispielsweise auf Kosten des Wachstums vermehrt in die Fortpflanzung, also in das Fruchten, investieren.

Aber auch das Wachstum kann in Abhängigkeit der Umweltbedingungen unterschiedlich auf die einzelnen Kompartimente, das heißt Wurzel, Stamm und Krone verteilt werden. So ist für einige Arten bekannt, dass sie bei Trockenheit vermehrt in Wurzelwachstum investieren, um an tiefer vorhandene Wasserreserven zu gelangen (Choat et al. 2018, Stratópoulos et al. 2018).

Vergleichende Wurzeluntersuchungen an den verschiedenen Standorten konnten im Rahmen des Projekts nicht durchgeführt werden, aber mögliche trade-offs zwischen Kronen- und Stammwachstum wurden untersucht. Der Stamm dient vor allem bei zerstreutporigen Baumarten als wichtiger Wasserspeicher.

Als Anpassung an den trocken-heißen Standort Würzburg zeigte über die Hälfte der Versuchsbaumarten eine hohe phänotypische Plastizität, indem

sie im Vergleich zum regenreichen Kempten in einen deutlich stärkeren Zuwachs im Stammumfang investierten, der in den ersten Jahren auf Kosten des Kronenwachstums ging. Hof/Münchberg, das nur geringfügig feuchter, aber deutlich kühler als Würzburg ist, liegt bei den Stammzuwachsinvestitionen im mittleren Bereich.

Tab. 1: Regional besonders geeignete Versuchsbaumarten

<i>Hof/Münchberg</i>	<i>Kempten</i>	<i>Würzburg</i>
<i>Acer opalus</i>	<i>Alnus x spaethii</i>	<i>Acer monspessulanum</i>
<i>Alnus x spaethii</i>	<i>Eucommia ulmoides</i>	<i>Acer opalus</i>
<i>Fraxinus ornus</i>	<i>Fraxinus ornus</i>	<i>Alnus x spaethii</i>
<i>Fraxinus pennsylvanica Summit</i>	<i>Gleditsia triacanthos Skyline</i>	<i>Carpinus betulus Frans Fontaine</i>
<i>Gleditsia triacanthos Skyline</i>	<i>Juglans nigra</i>	<i>Fraxinus ornus</i>
<i>Juglans nigra</i>	<i>Magnolia kobus</i>	<i>Gleditsia triacanthos Skyline</i>
<i>Liquidambar styraciflua</i>	<i>Quercus frainetto Trump</i>	<i>Malus tschonoskii</i>
<i>Magnolia kobus</i>	<i>Styphnolobium japonicum Regent</i>	<i>Ostrya carpinifolia</i>
<i>Malus tschonoskii</i>	<i>Ulmus Lobel</i>	<i>Quercus cerris</i>
<i>Quercus cerris</i>	<i>Ulmus Rebona</i>	<i>Quercus frainetto Trump</i>
<i>Styphnolobium japonicum Regent</i>		<i>Styphnolobium japonicum Regent</i>
<i>Tilia americana Redmond</i>		<i>Sorbus latifolia Henk Vink</i>
<i>Ulmus Lobel</i>		<i>Tilia americana Redmond</i>
<i>Ulmus Rebona</i>		<i>Tilia mongolica</i>
		<i>Tilia tomentosa Brabant</i>
		<i>Ulmus Lobel</i>
		<i>Ulmus Rebona</i>
Jahresmittel laut DWD:		
Temperatur 6,4° C	6,9° C	9,1° C
Niederschlag 742 mm	1273 mm	602 mm

Die phänologischen Untersuchungen ergaben, dass die überwiegende Anzahl der Versuchsbaumarten in Würzburg auf die anhaltenden Hitzeperioden in den Sommern 2015 und 2019 mit einer verlängerten Vegetationsperiode im Vergleich zum mehrjährigen Mittel reagierte (Tab. 2).

Tab. 2: Jeweilige Kalenderwoche (KW) der Blattfärbung bei den verschiedenen Baumarten in den Jahren 2011 bis 2017. *(ohne Extremsommer 2015 und 2018).

Würzburg	2011	2012	2013	2014	2016	2017	2019	2011-2017*
<i>Acer buergerianum</i>	41	40	42	43	43	40	43	42
<i>Acer monspessulanum</i>	42	41	42	43	43	42	43	42
<i>Ainus x spaethii</i>	45	43	47	42	46	44	44	44
<i>Carpinus betulus</i> Frans Fontaine	39	39	43	44	43	41	44	42
<i>Celtis australis</i>	43	42	42	41	42	39	43	42
<i>Fraxinus ornus</i>	41	40	42	43	42	41	44	42
<i>Fraxinus pennsylvanica</i> Summit	35	36	40	38	37	38	41	37
<i>Ginkgo biloba</i> (männl. Selektion)	41	41	43	42	45	42	44	42
<i>Gleditsia triacanthos</i> Skyline	34	36	39	37	36	36	40	36
<i>Liquidambar styraciflua</i>	41	42	43	43	44	43	44	43
<i>Magnolia kobus</i>	36	38	42	42	44	40	45	40
<i>Ostrya carpinifolia</i>	43	42	43	43	43	40	45	42
<i>Parrotia persica</i>	42	43	43	43	44	43	43	43
<i>Quercus cerris</i>	41	42	43	44	44	43	44	43
<i>Quercus frainetto</i> Trump		43	42	43	43	41	43	42
<i>Quercus x hispanica</i> Wageningen		halb-immergrüne Art						
<i>Sophora japonica</i> Regent	41	41	42	40	42	42	40	41
<i>Tilia tomentosa</i> Brabant	42	43	43	44	42	41	44	43
<i>Ulmus</i> Lobel		42	44	45	44	42	43	43
<i>Zelkova serrata</i> Green Vase	43	41	41	40	41	41	44	41

Orange unterlegt: Blattfärbung trat später - hellgelb unterlegt: Blattfärbung trat früher als im mehrjährigen Mittel ein (letzte Spalte).

Dank verschiedener Anpassungsstrategien scheinen die Bäume in der Lage zu sein, auch extreme Hitzewellen mit einer vitalen Krone zu überstehen. Selbst in kurz aufeinander folgenden Extremsommern können sie offensichtlich entsprechende Assimilationsverluste während Hitzephasen durch eine längere Vegetationsperiode ausgleichen, sofern es sich nicht um einen „Step-pensommer“ ohne nennenswerte Niederschläge mit nahezu durchgängigen Hitze- und Wüstentagen wie 2018 handelt. Das dürfte auch der Grund sein, warum sie sich nach Dürre-jahren so schnell erholen.

Kontrolle der Blatttemperatur

Um zu verstehen, warum kontinental geprägte Baumarten eine höhere Vitalität und längere Belaubung nach Dürre- und Hitzeperioden als die meisten heimischen Baumarten zeigen, stellt sich die Frage, ob sie besser in der Lage sind, ihre Blatttemperaturen zu kontrollieren; mehr noch, ob ihnen das auch in aufeinander folgenden „Steppensommern“ gelingt, denn häufig benötigen Bäume ein bis mehrere Jahre, um sich von Extremsommern zu erholen (Gillner u. Roloff 2014).

Entsprechend wurden 2018 bis 2020 in Würzburg kontinuierliche Blatttemperaturmessungen im oberen Kronenbereich an je zwei heimischen Winterlinden und Hainbuchen sowie den verwandten südosteuropäischen Silberlinden und Hopfenbuchen durchführt.

Die Ergebnisse der Blatttemperaturverläufe zeigen während anhaltender Hitzeperioden deutliche Unterschiede zwischen den heimischen Baumarten und ihren südosteuropäischen Verwandten (Böll et al. 2022):

Bei niedrigen Sommertemperaturen unter 30° Celsius wiesen die heimischen Hainbuchen und Winterlinden 2018 und in den Folgejahren gegenüber den südosteuropäischen Schwesternarten nur unwesentlich erhöhte Blatt-/Lufttemperaturdifferenzen und entsprechend ähnliche Blatttemperaturen auf. Die Differenzen nahmen jedoch mit zunehmenden Lufttemperaturen zu, sodass die heimischen Arten während langanhaltender Hitze- und Trockenperioden deutlich höhere Blatttemperaturdifferenzen gegenüber der Lufttemperatur zeigten als die beiden südosteuropäischen Arten, was zu entsprechend höheren absoluten Blatttemperaturen führte (Abb. 1).

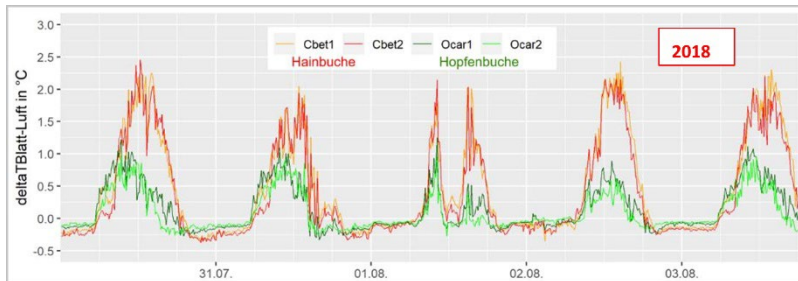


Abb. 1: Differenz zwischen Blatt- und Lufttemperatur der Hain- und Hopfenbuchen: 30. Juli bis 4. August 2018

Auf ein trockenes Frühjahr folgte 2019 ein weiterer Extremsommer mit Temperaturspitzen im Juli um die 40° Celsius. Während die Silberlinden 2019 in der kritischen Hitzeperiode Ende Juli ähnlich wie 2018 reagierten, zeigten die Hopfenbuchen 2019 ein deutlich verändertes Verhalten und gingen in den „Wassersparer-Modus“ über: In den Morgenstunden setzten sie kaum Transpirationskühlung ein und zeigten ähnliche Blatttemperaturerhöhungen wie die Hainbuchen. Erst ab dem Mittag, während der kritischen

Temperatur- und Strahlungsspitzen, begannen sie aktiv ihre Blatttemperatur zu regulieren, was sich trotz steigender Lufttemperatur in den deutlich abfallenden Blatttemperaturerhöhungen zeigte. Die Hainbuchen waren dazu offensichtlich nur begrenzt in der Lage und erreichten mit Maximalwerten von bis zu 44° Celsius wesentlich höhere Blatttemperaturen als die Hopfenbuchen. Bei Temperaturen von über 40° Celsius werden Proteine in den Blättern häufig geschädigt und können zum frühzeitigen Blattfall führen. Entsprechend waren bei den Hainbuchen teilweise irreversible Blattschäden zu beobachten. Auch die Silberlinden überschritten nur punktuell die 40° Celsius, während die Winterlinden Blatttemperaturen von über 44° Celsius erreichten. 2020, im dritten Hitzesommer in Folge, verhielten sich die Versuchsbaumarten während ausgeprägter Hitzephasen im August analog zu 2019.

Während die Hopfenbuche zu den „Wassersparern“ gehört, die ihren Wasserverbrauch über einen frühzeitigen Stomatenschluss und eine hohe Wassernutzungseffizienz reguliert, verfolgt die Silberlinde eine gänzlich andere Strategie (Stratópoulos-Le Chaloney 2022). Sie gehört zu den „Wasserspendern“ und toleriert entsprechend niedrige Blattwasserpotenziale. Gleichzeitig minimiert sie Transpirationsverluste, indem sie die Unterseite ihrer Blätter in der sonnenexponierten Oberkrone zur Sonne dreht. Die dichte silbrige Behaarung der Blattunterseite führt zu hoher Reflektion der Strahlung und damit zu einer Temperaturminderung der Blätter (Wundsam u. Henninger 2012), die tief im Haarfilz eingesenkten Spaltöffnungen gewährleisten zudem eine deutlich verringerte Verdunstung. Eine senkrechte Profilstellung der Blätter während des höchsten Sonnenstandes in der Mittagszeit verringert zusätzlich die Blattaufheizung.

Lebensraum Stadtbaum – Insekten- und Spinnenvielfalt in den Kronen heimischer und nichtheimischer Baumarten

Im Rahmen des Stadtbaumprojektes „Stadtgrün 2021+“ wurde 2017 in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Tierökologie und Tropenbiologie der Universität Würzburg die Insekten- und Spinnenvielfalt in den Baumkronen heimischer Stadtbaumarten (Hainbuche, Gemeine Esche, Winterlinde) und

nahverwandter südosteuropäischer Arten (Hopfenbuche, Blumenesche, Silberlinde) vergleichend untersucht. Alle Baumarten wiesen einen unerwartet hohen Individuen- und Artenreichtum auf. Während auf den heimischen Baumarten deutlich mehr Individuen gefangen wurden (allerdings nicht in allen Insektengruppen), unterschieden sie sich in der Artenvielfalt nicht von ihren südosteuropäischen Verwandten. Ein Drittel der untersuchten Insekten- und Spinnenarten war nur auf heimischen, ein Viertel nur auf südosteuropäischen Baumarten und 44 Prozent auf beiden Baumgruppen zu finden. Somit wird deutlich, dass man die mit Abstand größte Artenvielfalt im urbanen Raum erzielt, indem man gemischte Alleen statt Monoalleen pflanzt, im Übrigen auch eine der wichtigsten Maßnahmen, um die Ausbreitung von immer häufiger auftretenden neuen Krankheiten und Schädlingen zu vermeiden. Südosteuropäische Arten spielen dabei eine wesentliche Rolle ebenso wie Grünstreifen unter den Bäumen anstelle von einzelnen Baumgruben. Auf solche Grünstreifen sind die meisten Wildbienen sowie die Hälfte aller Zikaden- und Wanzenarten als Nahrungsquelle und Nisthabitat angewiesen (Böll et al. 2020).

Um das Biodiversitätspotenzial einer breiteren Palette auch nordamerikanischer und asiatischer Baumarten zu bestimmen und anschließend ein Ranking durchzuführen, wurden die Untersuchungen 2021/2022 fortgeführt; untersucht wurde die Insekten- und Spinnenvielfalt in den Kronen folgender Versuchsbaumarten: AS=Asien, NA=Nordamerika, SO-EU=Südosteuropa

	heimisch	nicht-heimisch
2021	<i>Fraxinus excelsior</i> 'Westhofs Glorie'	<i>Alnus x spaethii</i> (AS)
	<i>Ulmus</i> 'Lobel'	<i>Fraxinus pennsylvanica</i> 'Summit' (NA)
		<i>Liquidambar styraciflua</i> (NA)
		<i>Quercus frainetto</i> 'Trumpf' (SO-EU)
2022	<i>Acer platanoides</i> 'Emerald Queen'	<i>Acer opalus</i> (S-EU)
	<i>Sorbus latifolia</i> 'Henk Vink'	<i>Eucommia ulmoides</i> (AS)
		<i>Tilia americana</i> 'Redmond' (NA)
		<i>Ulmus</i> 'Rebona' (AS)

Mit dem Gesamtergebnis ist 2024 zu rechnen. Das Forschungsprojekt „Stadtgrün 2021+“ wird kontinuierlich weitergeführt.

Literatur

- Böll, S.; Mahsberg, D.; Albrecht, R.; Peters, M. (2020): Artenreiche Straßenbaumalleen mit Grünstreifen fördern die urbane Insektenvielfalt. *Jahrbuch der Baumpflege 2020*: 264-276.
- Böll, S.; Roloff, A.; Bauer, K.; Paeth, H.; Melzer, M. (2022): Anpassungsstrategien von Stadtklimabäumen. *Jahrbuch der Baumpflege 2022*: 125-142.
- Choat, B.; Brodribb, T. J.; Brodersen, C. R.; Duursma, R. A.; López, R.; Medlyn, L. (2018): Triggers of tree mortality under drought. *Nature* 558: 531-539.
- Gillner, S.; Roloff, A. (2014): Dendrologische und physiologische Untersuchungen zur Trockenstress-Empfindlichkeit häufig verwendeter Stadtbaumarten in Dresden. *Jahrbuch der Baumpflege 2013*, 246-251.
- Stratópoulos-Le Chalony, L. M. F. (2022): „Klimabäume“ für die Stadt. Über die Rolle einer angepassten Arten- und Sortenwahl für die Kühlleistung von Straßenbäumen. *Mitteilungen der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft* 107: 51-67.
- Stratópoulos, L. M. F., Zhang, C.; Duthweiler, S.; Häberele, K.-H.; Rötzer, T.; Xu, C.; Pauleit, S. (2018): Tree species from two contrasting habitats for use in harsh urban environments respond differently to extreme drought. *International Journal of Biometeorology* 63: 197-208.
- Wundsam, T.; Henninger, S. (2016): *Tilia tomentosa* – der ideale „Stadtklimabaum“? Kurzfassungen Meteorologentagung DACH2016-75, <https://meetingorganizer.copernicus.org/DACH2016/DACH2016-75.pdf>

Autorin



Dr. Susanne Böll

- Diplombiologin
- Leiterin des Forschungsprojekts „Stadtgrün 2021+“

Kontakt:

Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, Veitshöchheim

Institut für Stadtgrün und Landschaftsbau

E-Mail: susanne.boell@lwg.bayern.de

Tel: 0931/9801-3435