



Dr. Susanne Böll

Stadtbäume der Zukunft

Wichtige Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt "Stadtgrün 2021"



**Stadtbäume der Zukunft –
 Wichtige Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt "Stadtgrün 2021"**

Sonderdruck aus: Veitshöchheimer Berichte 184, 2018, S. 75-85

Herausgegeben von:

Bayerische Landesanstalt für
Weinbau und Gartenbau
Institut für Stadtgrün und Landschaftsbau
An der Steige 15
97209 Veitshöchheim

Telefon: 0931 9801-402
Telefax: 0931 9801-400
E-Mail: isl@lwg.bayern.de
Internet: www.lwg.bayern.de



©Bayer. Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau Veitshöchheim, 2018
Das Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Nachdruck, Vervielfältigung,
Übersetzung, Mikroverfilmung oder Verarbeitung mit elektronischen Systemen ist ohne Genehmigung des
Herausgebers unzulässig.



Aus dem Projekt "Stadtgrün 2021" liegen mittlerweile 8-jährige Ergebnisse zur Vitalität, Wüchsigkeit und Trockenstresstoleranz der Versuchsbaumarten/-sorten an drei klimatisch unterschiedlichen Versuchsstandorten in Bayern vor, die durch Erfahrungswerte aus den verschiedenen bayrischen Netzwerkgemeinden ergänzt werden. Auf dieser Basis erfolgt eine vorläufige, regional differenzierte Bewertung der Versuchsbaumarten: Insbesondere an dem Wärmestandort Würzburg hat sich ein Großteil der Arten nach anfänglich scheinbar verhaltener Etablierung mittlerweile trotz überdurchschnittlich trockener und heißer Sommer während des Untersuchungszeitraums sehr gut entwickelt. Auch für die anderen beiden Standorte kristallisieren sich besonders geeignete Baumarten/-sorten heraus. Im Weiteren soll die Stresstoleranz besonders hitzebeständiger Baumarten in den nächsten Jahren näher untersucht und sog. "Fieberkurven" (Temperaturmessungen von der Wurzel bis zu den Blättern in der Krone) im Vergleich zu heimischen Stadtbaumarten erstellt werden. Um den ökologischen Wert einzelner Versuchsbaumarten zu verstehen, untersuchen wir z. Zt. die Insektenvielfalt bei einigen dieser Arten im Vergleich zu heimischen Stadtbaumarten.

Dr. Susanne Böll

Stadtbäume der Zukunft

Wichtige Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt "Stadtgrün 2021"



Problemstellung

Die zunehmende Urbanisierung mit ihrer Nachverdichtung und steigenden Flächenversiegelung unserer Städte sowie der fortschreitende Klimawandel führen zu einer immer stärkeren Aufheizung, besonders der innerstädtischen Bereiche. Um dem UHI ("urban heat island") – Effekt (Collier, 2006) entgegenzuwirken und das urbane Mikroklima zu verbessern, spielt das Stadtgrün eine wesentliche Rolle. Urbanes Grün umfasst Grünflächen, Fassaden- und Dachbegrünung, Alleen und Straßenbäume. Bäumen kommt durch ihre Dreidimensionalität und Größe vor allem im Straßenbereich eine besondere Bedeutung

zu: sie dienen als Schattenspender, "Klimaanlagen" durch Kühlungseffekte und CO₂-Fixierer, erfüllen eine Reihe weiterer Ökosystemleistungen wie Feinstaubfilterung, Lärmreduzierung, Lebensraum für Fauna und Flora und stellen ganz allgemein eine Steigerung unserer Lebensqualität in städtischen Quartieren dar. So kann die Oberflächentemperatur von besonnten und von Bäumen beschatteten Asphaltflächen an heißen Tagen um bis zu 15°C differieren (Gillner et al. 2015). Auch bei den noch relativ jungen Versuchsbäumen im Projekt "Stadtgrün 2021" lassen sich bereits ähnliche Temperaturminderungen durch Schattenwurf von bis 9°C zu messen (Abbildung 1).

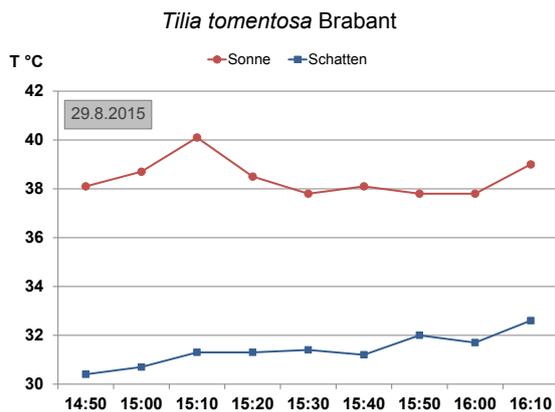


Abbildung 1: Lufttemperaturen 80 cm über dem Boden einer besonnten und einer benachbarten, beschatteten Asphaltfläche

Tabelle 1: Versuchsbaumarten und -sorten und ihre Unterlagen

| Versuchsbaumarten 2010 | dt. Name | Unterlage |
|--|--------------------------|-------------------------------|
| <i>Acer buergerianum</i> | Dreizahnhorn | |
| <i>Acer monspessulanum</i> | Burgenahorn | |
| <i>Alnus x spaethii</i> | Purpurerle | |
| <i>Carpinus betulus</i> 'Frans Fontaine' | Hainbuche | <i>Carpinus betulus</i> |
| <i>Celtis australis</i> | Zürgelbaum | |
| <i>Fraxinus ornus</i> | Blumenesche | |
| <i>Fraxinus pennsylvanica</i> 'Summit' | Rotesche | <i>Fraxinus pennsylvanica</i> |
| <i>Ginkgo biloba</i> | Ginkgo | |
| <i>Gleditsia triacanthos</i> 'Skyline' | Gleditsie | <i>Gleditsia triacanthos</i> |
| <i>Liquidambar styraciflua</i> | Amberbaum | |
| <i>Magnolia kobus</i> | Kobushi-Magnolie | |
| <i>Ostrya carpinifolia</i> | Hopfenbuche | |
| <i>Parrotia persica</i> 'Vanessa' | Eisenholzbaum | ? |
| <i>Quercus cerris</i> | Zerreiche | |
| <i>Quercus frainetto</i> 'Trump' | Ungarische Eiche | <i>Quercus frainetto</i> |
| <i>Quercus x hispanica</i> 'Wageningen' | Spanische Eiche | <i>Quercus cerris</i> |
| <i>Sophora japonica</i> 'Regent' | Jap. Schnurbaum | <i>Sophora japonica</i> |
| <i>Tilia tomentosa</i> 'Brabant' | Silberlinde | <i>Tilia tomentosa</i> |
| <i>Ulmus</i> 'Lobel' | Ulme | |
| <i>Zelkova serrata</i> 'Green Vase' | Japanische Zelkove | <i>Zelkova serrata</i> |
| Versuchsbaumarten 2015 | dt. Name | Unterlage |
| <i>Acer opalus</i> | Schneeballhorn | |
| <i>Acer rubrum</i> 'Somerset' | Rotahorn "Somerset" | <i>Acer rubrum</i> |
| <i>Eucommia ulmoides</i> | Guttaperchabaum | |
| <i>Juglans nigra</i> | Schwarznuß | |
| <i>Malus tschonoskii</i> | Wollapfel | Bittenfelder Sämling |
| <i>Platanus orientalis</i> | Morgenländische Platane | |
| <i>Sorbus latifolia</i> 'Henk Vink' | Breitblättrige Mehlbeere | <i>Sorbus intermedia</i> |
| <i>Tilia americana</i> 'Redmond' | Amerikanische Linde | <i>Tilia americana</i> |
| <i>Tilia mongolica</i> | Mongolische Linde | <i>Tilia cordata</i> |
| <i>Ulmus</i> 'Rebona' | Ulme | |

Grundvoraussetzung, damit Stadtbäume ihre Wohlfahrtswirkungen entwickeln können, ist, dass sie vital und gesund sind. Unsere heimischen Straßenbaumarten wie Berg-, Spitzahorn und Linde leiden jedoch als klassische Waldbaumarten mittlerweile selbst immer häufiger unter den zunehmend auftretenden Trocken- und Hitzestressperioden, so dass einige der gängigen Stadtbaumarten den Anforderungen an vielen Standorten teilweise schon jetzt nicht mehr gewachsen sind und zukünftig noch weniger sein werden (Kehr & Rust, 2007, Roloff et al. 2008).

Lösungsansätze und Empfehlungen

Um angesichts des fortschreitenden Klimawandels nachhaltig Straßenbäume pflanzen zu können, ist eine Erweiterung des Straßenbaumsortiments mit stadtklimafesten Arten unabdingbar (Roloff, 2013). Gezielt standortgerecht zu pflanzen und – gerade auch in Alleen – eine wesentlich stärkere Risikostreuung durch Verwendung verschiedener Baumarten, auch als Mischpflanzung, zu betreiben, ist das Gebot der Stunde (Roloff, 2016).

”Stadtgrün 2021“

- ist ein langfristig angelegtes Klimawandelprojekt mit einer Laufzeit von über 10 Jahren. Seit 2010 werden zwanzig und seit 2015 zehn weitere potentiell stresstolerante Baumarten/-sorten an drei klimatisch sehr unterschiedlichen bayerischen Standorten auf ihre Eignung als Straßenbäume der Zukunft getestet (Tabelle 1):

- in Würzburg, einer wärmebegünstigten Stadt mit Weinbauklima, Hotspot, um die Versuchsbaumarten auf Trocken- und Hitzestresstoleranz zu testen,
- in Hof/ Münchberg unter kontinentalem Klimaeinfluss mit hoher Frostgefährdung, ein optimaler Teststandort für Frosttoleranz, und
- in Kempten, das durch ein gemäßigtes Voralpenklima mit hohen Niederschlägen geprägt ist.

Bei den Versuchsbaumarten handelt es sich im Wesentlichen um kontinentale Arten aus Südosteuropa, Asien und Nordamerika, die auf Grund ihrer natürlichen Herkunft an kalte Winter und trocken-heiße Sommer angepasst sind. Die Versuchsbaumarten/Sorten wurden je 6 bis 8fach in den Partnerstädten mit insgesamt 650 Bäumen auf gepflanzt. Bei beiden Aufpflanzungen stammten alle Versuchsbäume einer Art/ Sorte aus demselben Quartier derselben Baumschule und wurden als Ballenware geliefert. Die Pflanzgröße betrug 16/18 cm StU, in Ausnahmefällen, wenn die Größe nicht verfügbar war, wurden auch Stammumfänge von 14/16 oder 18/20 cm, in der Versuchserweiterung von 18/20 oder 20/25 cm verwendet. Die Versuchsbaume werden jährlich im Frühjahr und Spätsommer auf Frost- und Trockenschäden, Kronen vitalität, Gesundheit und Zuwachslleistung bonitiert. Zusätzlich wird mit Unterstützung der Gartenämter der Partnerstädte die Phänologie der

einzelnen Baumarten an den verschiedenen Standorten aufgezeichnet, d. h. die jeweilige Kalenderwoche (KW) des Blattaustriebs, der Blattverfärbung und des Blattfalls. Damit lassen sich neben der Spätfrostgefährdung auch die Vegetationslängen (Differenz zwischen Austrieb und Blattfärbung) für die einzelnen Baumarten an den verschiedenen Standorten bestimmen.

Bayerisches Netzwerk ”Klimabäume“

Auf Grund des großen Interesses der bayerischen Städte und Gemeinden an dem Projekt wurde 2010 das Bayerische Netzwerk ”Klimabäume“ ins Leben gerufen. Daran sind mittlerweile über 30 Kommunen in ganz Bayern beteiligt, die ihre Praxiserfahrungen mit den im Versuchsprojekt verwendeten Versuchsbaumarten an den eigenen Standorten einbringen (Abbildung 2).

Die Referentin

Dr. Susanne Böll

Die Autorin ist Diplom-Biologin. Sie studierte an den Universitäten Göttingen, Chapel Hill, North Carolina/ USA und Würzburg Biologie, wo sie auf dem Gebiet der Stressökologie und -physiologie im Rahmen des Sonderforschungsbereichs ”Ökologie, Physiologie und Biochemie pflanzlicher und tierischer Leistung unter Stress“ promovierte. Seit 1998 hat sie an der Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau verschiedene Forschungsprojekte geleitet und bearbeitet seit 2009 das Projekt ”Stadtgrün 2021“.



Dies geschieht jährlich über standardisierte, interaktive Boniturbögen, die in den Gemeinden verwendet und an die LWG zur Auswertung weitergeleitet werden. Alle zwei Jahre findet ein Forum Bayerisches Netzwerk ”Klimabäume“ an der LWG statt, auf dem die ausgewerteten Ergebnisse gemeinsam mit den kommunalen Vertretern diskutiert werden.

Trockenstress- und Hitzetoleranz der Versuchsbaumarten

Der im fränkischen Raum extreme ”Steppensommer“ 2015 erlaubt eine vorläufige Bewertung der Hitze- und Trockenstresstoleranz der im Winterhalbjahr 2009/ 2010 gepflanzten Versuchsbaumarten, soweit es sich



Abbildung 2: Partnerstädte und Netzwerkgemeinden im Bayerischen Netzwerk "Klimabäume"

um die unmittelbaren Auswirkungen und die Folgen im darauffolgenden Jahr 2016 handelt. Würzburg, 10 km von Kitzingen entfernt, das im Sommer 2015 zweimal den Hitzerekord mit über 40°C in Deutschland brach, war von der anhaltenden Trockenheit und den Hitzeperioden Anfang Juli

und Anfang August besonders stark betroffen. Die Niederschläge im ersten Halbjahr während der Austriebsphase betragen nur 184 mm statt der üblichen 301 mm (langjähriges Mittel 1961-1990). Insgesamt wurden 31 statt im Schnitt sieben Hitzetage beobachtet. Auch Hof und

Kempten erlebten mit 17 verglichen mit im Schnitt einem Hitzetag(en) außergewöhnlich hohe Temperaturen (siehe Abbildung 3) und lange Trockenperioden.

Um die Reaktion der Versuchsbäume auf diese Extremsituation zu beschreiben, muss kurz auf die Bewässerungsbedingungen an den Versuchsstandorten eingegangen werden.

Bewässerungsregime

Während der ersten beiden Jahre wurden die Versuchsbäume nach guter fachlicher Praxis regelmäßig mit 200-300 l/Baum gewässert und wurzelten erfolgreich aus (Schönfeld, 2017). Im dritten und vierten Jahr wurden die Wassergaben sukzessive zurückgenommen. Da die Trockenstresstoleranz der Versuchsbaumarten getestet werden sollte, wurde mit den Gartenämtern ab 2014 vereinbart, nur in Absprache nach ersten Anzeichen von Trockenstresssymptomen artspezifisch zu wässern. 2014 fanden keine Wässerungen statt. Auch 2015 musste trotz der anhaltenden Trockenheit an den Standorten Kempten und Hof/ Münchberg nicht gewässert werden. Die drei Eichenarten *Q. frainetto* 'Trumpf',

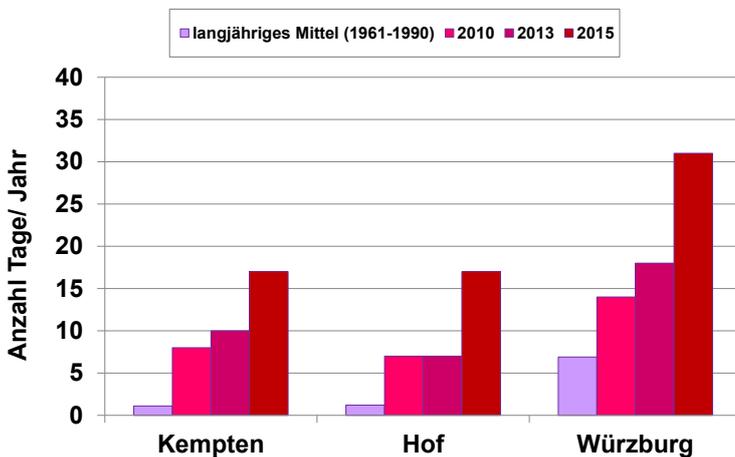


Abbildung 3: Anzahl jährlicher Hitzetage an den Versuchsstandorten

Q. cerris und *Q. hispanica* 'Wageningen' wurden auch in Würzburg nicht gewässert. Alle anderen Versuchsbäume in Würzburg wurden erst im Anschluss an die zweite Hitzeperiode Mitte August und ein zweites Mal Anfang September mit je 200 l gewässert.

Trocken- und Hitzeschäden 2015

Der überwiegende Anteil der Versuchsbäume zeigte im Extremsommer 2015 an keinem der Standorte Hitzeschäden, Trockenstress oder starke Wachstumseinbußen, was neben der hohen Trockenstresstoleranz der Versuchsbaumarten wohl auch dem verwendeten FLL-Substrat geschuldet ist. Aber bei den salzempfindlichen Baumarten (*Acer buergerianum*, *Carpinus betulus* 'Frans Fontaine', *Magnolia kobus*, *Tilia tomentosa* 'Brabant') traten Blattrandnekrosen durch trockenheitsbedingtes Aufsteigen alter Salzfrachten auf, die teilweise zu deutlichen Wachstumseinbußen führten (Bsp. Abbildung 4a+b; Wachstumsverläufe weiterer Versuchsbaumarten s. Böll, 2017).

Es ist bekannt, dass vor allem in trocken-heißen Sommern teilweise höhere Salzkonzentrationen in oberen Bodenschichten gemessen werden als in Winter- und Frühjahrsmonaten (Pederson et al. 2000). Blattanalysen der betroffenen Arten zeigten 2015 entsprechend hohe Chloridwerte, teilweise wurden auch hohe Natriumwerte gemessen (siehe Tabelle 2, Leh, 1973, Kopinga Et van den Burg, 1995). Natrium wird bis zu einer "Schadenschwelle" in einem wesentlich geringeren Maße als Chlorid aufgenommen, kann dann aber zu irreversiblen Schäden führen (Leh, 1973). *Acer buergerianum* litt in Hof zudem unter starken Beeinträchtigungen im Wurzelbereich durch eine mehrmonatige Großbaustelle. *Parrotia persica* 'Vanessa' litt während der beiden Hitzeperioden 2015



Bild 1: Winterlinde, Anfang August 2015.

Tabelle 2: Blattanalysen, Sommer 2015: Chlorid- und Natriumgehalt

| Versuchsbaumart | Standort | Cl-(mg/kg TG) | Na+ (mg/kg TG) |
|--|----------|---------------|----------------|
| <i>Acer buergerianum</i> | Hof | 8352 | 7292 |
| <i>Tilia tomentosa</i> 'Brabant' | Hof | 20345 | 352 |
| <i>Carpinus betulus</i> 'Frans Fontaine' | Kempton | 9909 | 585 |
| <i>Magnolia kobus</i> | Würzburg | 11254 | 118 |

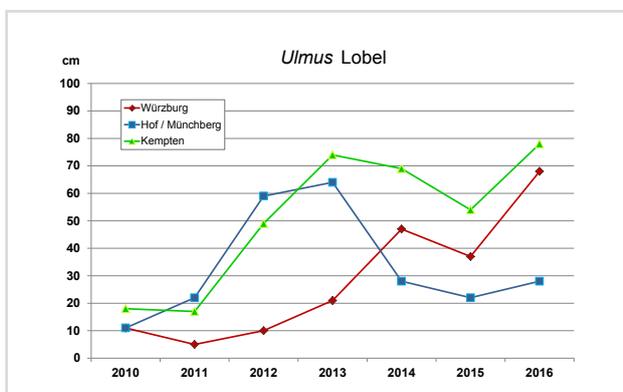


Abbildung 4a: Mittlerer Seitentriebzuwachs bei der Ulme

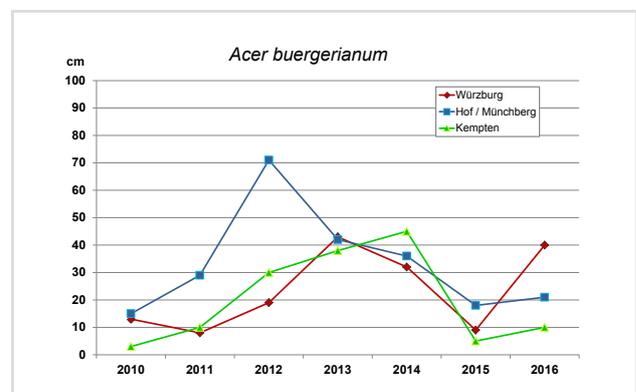


Abbildung 4b: Mittlerer Seitentriebzuwachs bei dem salzempfindlichen Dreizahnhorn



Bild 2: Hainbuche, *Carpinus betulus* 'Frans Fontaine', Anfang August 2015.

in Würzburg unter massiven Blattverbrennungen durch Hitze- und/oder Strahlungsschäden und zeigte nach Abklingen der Hitzewellen einen starken Neuaustrieb, der, anders als erwartet, 2016 nicht zu Wachstums-einbußen führte.

Länge der Vegetationsperiode 2015

Trotz eines Notbewässerungsprogrammes des Gartenamtes Würzburg für herkömmliche Stadtbaumarten zeigten viele Ahorne, Linden und Kastanien im Stadtgebiet bereits Ende Juli starke Trockenschäden und Mitte August verfrühten Blattfall. Hatten auch die Versuchsbäume eine stark verkürzte Vegetationsperiode und damit eine wesentlich geringere Möglichkeit, Reserven für das Folgejahr einzulagern? Im Gegensatz zu vielen Straßenbäumen in Würzburg

war das Gros der Versuchsbäume nach den beiden Hitzewellen grün belaubt (Bild 1 und 2).

Phänologische Erhebungen zum Einsetzen der Blattfärbung (Ende der Photosynthese und damit der Vegetationsperiode) der einzelnen Versuchsbäume geben ein deutliches Bild ab (Tabelle 3): Mittelt man die jeweilige Kalenderwoche (KW) der Blattfärbung der einzelnen Baumarten über die Jahre 2011-2014 (s. letzte Spalte Tabelle 3) und vergleicht sie mit der jeweiligen KW 2015, so zeigt sich, dass nur drei Baumarten eine geringfügig verfrühte Blattfärbung gegenüber dem Mittel zeigten, bei zwei Baumarten kein Unterschied festzustellen war und sich bei allen weiteren Baumarten eine spätere Blattfärbung als im Mittel zeigten.

Fazit: Anders als die heimischen Stadtbaumarten scheint ein Großteil der Versuchsbäume bei entsprechender Herbstwitterung in der Lage zu sein, Assimilationsverluste während extremer Hitzewellen durch eine längere Vegetationsperiode auszugleichen. Diese Fähigkeit könnte ein wichtiges Selektionskriterium für zukünftige Stadtbäume sein, sofern sie nicht mit einer späten Holzreife verbunden ist, die zu Frühfrostschäden führen kann.

Tabelle 3: Jeweilige Kalenderwoche der Blattfärbung der verschiedenen Baumarten, 2011 – 2015

| Blattfärbung (KW) Würzburg | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2011-2014 |
|--|------|------|------|------|------|-----------|
| <i>Acer buergerianum</i> | 41 | 40 | 42 | 43 | 44 | 42 |
| <i>Acer monspessulanum</i> | 42 | 41 | 42 | 43 | 44 | 42 |
| <i>Alnus x spaethii</i> | 45 | 43 | 47 | 42 | 46 | 44 |
| <i>Carpinus betulus</i> 'Frans Fontaine' | 39 | 39 | 43 | 44 | 42 | 41 |
| <i>Celtis australis</i> | 43 | 42 | 42 | 41 | 42 | 42 |
| <i>Fraxinus ornus</i> | 41 | 40 | 42 | 43 | 41 | 42 |
| <i>Fraxinus pennsylvanica</i> 'Summit' | 35 | 36 | 40 | 38 | 40 | 37 |
| <i>Ginkgo biloba</i> (männl. Selektion) | 41 | 41 | 43 | 42 | 44 | 42 |
| <i>Gleditsia triacanthos</i> Skyline | 34 | 36 | 39 | 37 | 40 | 37 |
| <i>Liquidambar styraciflua</i> | 41 | 42 | 43 | 43 | 44 | 42 |
| <i>Magnolia kobus</i> | 36 | 38 | 42 | 42 | 45 | 40 |
| <i>Ostrya carpinifolia</i> | 43 | 42 | 43 | 43 | 41 | 43 |
| <i>Parrotia persica</i> 'Vanessa' | 42 | 43 | 43 | 43 | 44 | 43 |
| <i>Quercus cerris</i> | 41 | 42 | 43 | 44 | 43 | 43 |
| <i>Quercus frainetto</i> 'Trumpf' | | 43 | 42 | 43 | 44 | 43 |
| <i>Quercus x hispanica</i> 'Wageningen' | | | | | | |
| <i>Sophora japonica</i> 'Regent' | 41 | 41 | 42 | 40 | 43 | 41 |
| <i>Tilia tomentosa</i> 'Brabant' | 42 | 43 | 43 | 44 | 41 | 43 |
| <i>Ulmus</i> 'Lobel' | | 42 | 44 | 45 | 45 | 44 |
| <i>Zelkova serrata</i> 'Green Vase' | 43 | 41 | 41 | 40 | 43 | 41 |

Auswirkungen des Hitzesommers 2015 auf die Vitalität der Versuchsbäume im Folgejahr

Auch wenn die meisten Versuchsbäume im Jahr 2015 keine unmittelbaren Beeinträchtigungen oder Hitze- oder Trockenschäden gezeigt haben, kann es im darauffolgenden Jahr zu negativen Folgeerscheinungen kommen. Untersuchungen belegen, dass viele Baumarten über ein bis mehrere Jahre verminderte Zuwachsraten nach trocken-heißen Sommern aufweisen (Meinhardt & Bräunig, 2013, Gillner et al. 2013,

Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft, 2011). Das betrifft nicht nur den Zuwachs des Stammumfangs, sondern durch verminderte Reserveeinlagerungen und häufig erhöhten Fruchtansatz (s.u.) kann es zur Ausbildung von Kurztrieben kommen.

Die Knospenansätze für die Blüten des nächsten Jahres werden im Sommer angelegt. Manche Arten reagieren auf hohe Temperaturen und Trockenheit mit einer starken Blühinduktion und einem hohem Fruchtansatz im darauf folgenden Jahr (Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft, 2011). Das ist z.B. häufig bei Linden und Ahorn zu beobachten, so dass sich nicht nur eine verkürzte Vegetationsperiode in Hitzesommern, sondern auch eine verstärkte Reproduktion im Folgejahr negativ auf das Wachstum der Bäume auswirkt. Bei häufiger aufeinanderfolgenden, überdurchschnittlich warmen und trockenen Sommern, wie sie in den letzten Jahrzehnten gehäuft aufgetreten sind, kann das zu einer zunehmenden Kronenverlichtung und schließlich zu einem "Verhungern" der Bäume führen.

Seit der Pflanzung im Winterhalbjahr 2009/2010 waren 6 von 8 Vegetationsperioden überdurchschnittlich warm und trocken. Einzelne Arten wie *Acer buergerianum*, *Acer monspessulanum*, *Carpinus betulus* 'Frans Fontaine', *Ostrya carpinifolia* und *Tilia tomentosa* 'Brabant' hatten im 4. oder 5. Standjahr zu fruktifizieren begonnen. 2016 war eine deutlich stärkere Fruktifikation als in den Jahren zuvor zu verzeichnen, aber kein dramatischer Fruchtbehang wie er z.B. in der freien Landschaft, in Parkanlagen und Gärten häufig bei *Carpinus betulus* zu beobachten war. Entsprechend waren auch – mit Ausnahme von *Celtis australis* in Würzburg – bei keiner Art starke Wachstumseinbußen im Folgejahr zu beobachten (Bsp. Abbildung 4a; Böll, 2017).

Boniturergebnisse und Wachstumsraten

Betrachtet man den Zuwachs des Stammumfangs bei den einzelnen Baumarten an den verschiedenen Standorten, so fällt auf, dass der überwiegende Anteil der Baumarten/-sorten den größten Zuwachs von Projektbeginn an in Würzburg verzeichnet, während viele Arten in Kempten das Schlusslicht bilden (Tabelle 4). Möglicherweise findet hier eine "Abwägung" ("trade-off") statt, die es den Arten am Trockenstandort Würzburg erlaubt, auf Kosten des Kronenwachstums vermehrt in (Wasser-) Speicherkapazität mittels Stammvolumen zu investieren. Das könnte auch für das Wurzelwachstum gelten. Es ist bekannt, dass Pflanzen nach Trockenperioden das Wurzelwachstum auf Kosten des Sprosswachstums forcieren, um

weitere Wasserressourcen zu erschließen (Roloff et al. 2010).

Betrachtet man jedoch den Seitentriebzuwachs 2016, so liegen Würzburg und Kempten ziemlich gleich auf, während Hof/Münchberg hier fast durchgängig die geringsten Zuwachsraten zeigt (Böll, 2017). Das Wachstum in Würzburg verlief in den ersten Jahren zunächst langsamer (möglicherweise auf Grund des oben genannten "trade-offs") als in Hof, hat dann aber – abgesehen von dem Hitzejahr 2015 – stark angezogen, so dass mittlerweile die Hälfte der Baumarten hier das stärkste Wachstum sowohl hinsichtlich des Stammumfangs als auch des Triebwachstums zeigen (Tabelle 4, Böll, 2017). Hier spielt wahrscheinlich die in den meisten Versuchsjahren wesentlich höhere Sonnenscheindauer in Würzburg eine Rolle, die den Bäumen – von extremen Hitzejahren abgesehen – eine

Tabelle 4: Zuwachs des Stammumfangs der verschiedenen Versuchsbaumarten an den drei Versuchsstandorten, 2010-2017; gelb hervorgehoben: größter Zuwachs im Standortvergleich (Mindestdifferenz: 3 cm).

| Versuchsbaumarten | Hof/ Münchberg | Kempten | Würzburg |
|--|----------------|---------|----------|
| <i>Acer buergerianum</i> | 16,6 | 10,8 | 19,6 |
| <i>Acer monspessulanum</i> | 13,5 | 13,0 | 22,0 |
| <i>Alnus x spaethii</i> | 32,0 | 43,0 | 37,3 |
| <i>Carpinus betulus</i> 'Frans Fontaine' | 12,8 | 10,3 | 23,8 |
| <i>Celtis australis</i> | | 14,5 | 20,9 |
| <i>Fraxinus ornus</i> | 25,1 | 16,5 | 27,5 |
| <i>Fraxinus pennsylvanica</i> 'Summit' | 19,6 | 17,4 | 17,9 |
| <i>Ginkgo biloba</i> | 4,5 | 8,2 | 16,8 |
| <i>Gleditsia triacanthos</i> 'Skyline' | 12,5 | 12,6 | 11,6 |
| <i>Liquidambar styraciflua</i> | 17,0 | 13,8 | 18,4 |
| <i>Magnolia kobus</i> | 21,4 | 15,2 | 13,3 |
| <i>Ostrya carpinifolia</i> | 18,3 | 13,0 | 22,6 |
| <i>Parrotia persica</i> 'Vanessa' | 13,5 | 12,4 | 15,6 |
| <i>Quercus cerris</i> | 21,5 | 11,4 | 21,1 |
| <i>Quercus frainetto</i> 'Trump' | 13,0 | 16,2 | 30,5 |
| <i>Quercus hispanica</i> 'Wageningen' | 20,5 | 16,0 | 13,3 |
| <i>Sophora japonica</i> 'Regent' | 29,5 | 18,8 | 20,1 |
| <i>Tilia tomentosa</i> 'Brabant' | 34,5 | 16,4 | 27,5 |
| <i>Ulmus</i> 'Lobel' | 21,3 | 29,7 | 22,3 |
| <i>Zelkova serrata</i> 'Green Vase' | 14,8 | 24,5 | 23,4 |

deutlich verlängerte Photosyntheseaktivität ermöglicht (Böll, 2017). In Kempten dürften die Bäume dagegen von der besseren Wasserversorgung durch die wesentlich höheren Niederschläge (langjähriges Mittel Hof: 743 mm vs. Kempten: 1274 mm) profitiert haben.



Hinweise für die Praxis

Während der ersten 5 Jahre nach der Pflanzung ist die Anfälligkeit frisch gepflanzter Bäume für Frost- oder Trockenschäden am höchsten (Roloff, 2016). Wir befinden uns im Langzeitprojekt "Stadtgrün 2021" mit den

ersten 20 Versuchsbaumarten nun im 9. Standjahr. Dank extrem ausgeprägter Sommer und Winter während des bisherigen Versuchsverlaufs, lassen unsere bisherigen Ergebnisse in Verbindung mit den Praxis-Erfahrungen aus dem Bayerischen Netzwerk "Klimabäume" bereits eine vorläufige regionale Bewertung der Versuchsbaumarten an den einzelnen Standorten zu. Unter Berücksichtigung weiterer Faktoren, wie z.B. Kronenentwicklung, ergibt sich eine vorläufige "Best of"-Liste an den verschiedenen Standorten:

- Hof/ Münchberg: *Alnus x spaethii*, *Fraxinus ornus*, *Fraxinus pennsylvanica* 'Summit', *Liquidambar styraciflua*, *Magnolia kobus*, *Parrotia persica* 'Vanessa', *Sophora japonica* 'Regent', *Ulmus* 'Lobel'

- Kempten: *Alnus x spaethii*, *Fraxinus ornus*, *Fraxinus pennsylvanica* 'Summit', *Gleditsia triacanthos* 'Skyline', *Sophora japonica* 'Regent', *Ulmus* 'Lobel'
- Würzburg: *Alnus x spaethii*, *Carpinus betulus* 'Frans Fontaine', *Liquidambar styraciflua*, *Ostrya carpinifolia*, *Quercus cerris*, *Quercus frainetto* 'Trump', *Tilia tomentosa* 'Brabant', *Ulmus* 'Lobel'

Vergleicht man die Bewertung der Versuchsbaumarten verschiedener Arbeitsgruppen, so ergeben sich erwartungsgemäß viele Übereinstimmungen. Die Ergebnisse an den klimatisch unterschiedlichen bayerischen Standorten zeigen aber auch, wie wichtig regional differenzierte Bewertungen sind (Tabelle 5). Es wird und kann nicht DEN klimawandeltauglichen, zukünftigen

Tabelle 5: Vergleich der Bewertungen der Versuchsbaumarten von verschiedenen Arbeitsgruppen; + + gut geeignet, + geeignet, 0 geeignet mit Einschränkungen, – nicht geeignet; % zur Bewertung zu geringe Anzahl von Bäumen und Gemeinden; Test: noch in der Testphase; k.A. keine Angabe; *(Dietrich et al. 2012, Doobe et al. 2012), **(Roloff et al. 2008, Roloff 2013)

| Versuchsbaumarten | "Stadtgrün 2021" | | | Bayerisches Netzwerk "Klimabäume" | GALK* | KLAM** |
|--|-------------------------|---------|----------|-----------------------------------|-------|--------|
| | Hof/ Münchberg | Kempten | Würzburg | | | |
| <i>Acer buergerianum</i> | - | - | 0 | - | Test | + |
| <i>Acer monspessulanum</i> | 0 | 0 | 0 | % | Test | + |
| <i>Alnus x spaethii</i> | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| <i>Carpinus betulus</i> 'Frans Fontaine' | - | 0 | ++ | + | 0 | k. A. |
| <i>Celtis australis</i> | - | 0 | + | % | 0 | 0 |
| <i>Fraxinus ornus</i> | ++ | ++ | + | ++ | + | - |
| <i>Fraxinus pennsylvanica</i> 'Summit' | ++ | ++ | + | % | Test | k. A. |
| <i>Ginkgo biloba</i> | - | 0 | 0 | + | ++ | ++ |
| <i>Gleditsia triacanthos</i> 'Skyline' | + | ++ | + | 0 | ++ | k. A. |
| <i>Liquidambar styraciflua</i> | ++ | - | ++ | + | 0 | + |
| <i>Magnolia kobus</i> | ++ | + | + | % | Test | - |
| <i>Ostrya carpinifolia</i> | + | + | ++ | ++ | + | ++ |
| <i>Parrotia persica</i> 'Vanessa' | ++ | + | 0 | ++ | | 0 |
| <i>Quercus cerris</i> | + | + | ++ | + | + | ++ |
| <i>Quercus frainetto</i> 'Trump' | 0 | + | ++ | + | 0 | k. A. |
| <i>Quercus x hispanica</i> 'Wageningen' | keine Bewertung möglich | | | % | | k. A. |
| <i>Sophora japonica</i> 'Regent' | ++ | ++ | + | % | 0 | k. A. |
| <i>Tilia tomentosa</i> 'Brabant' | 0 | + | ++ | + | ++ | k. A. |
| <i>Ulmus</i> 'Lobel' | + | ++ | + | + | 0 | k. A. |
| <i>Zelkova serrata</i> 'Green Vase' | - | - | - | % | Test | k. A. |

"Stadtklimabaum" geben, vielmehr werden sich zusammen mit den Bewertungen aus den GALK-Straßenbaumtests, den kürzlich gestarteten Stadtbaum-Projekten in Berlin (Fellhölter et al. 2015) und in vier norddeutschen Städten (Ufer & Wrede, 2016) sowie den Praxisversuchen in Baumschulen (Körper, 2017) deutschlandweit regional geeignete Stadtbaumsortimente herauskristallisieren, die den dortigen Herausforderungen gewachsen sind und damit das stark eingeschränkte Repertoire der städtischen Hauptbaumarten erweitern. Das setzt allerdings voraus, dass neben einer standortgerechten Auswahl der Straßenbäume bestehende Standards der Pflanz- und Pflegebedingungen eingehalten werden (s. Dujesiefken (2018), Schönfeld (2018), FLL-Empfehlungen 2010, 2015).



Bild 3: Blatt-Temperaturmesssonde.

Ausblick

"Fieberkurven" – Temperaturmessungen an heimischen Stadtbaumarten und nicht-heimischen Versuchsbaumarten

Ausgehend von den Bonituren, mit denen die Vitalität, der Wuchs und die Gesundheit der Bäume überprüft werden, ergibt sich die Fragestellung, ob es bestimmte Eigenschaften gibt, die einzelne Arten besonders stress-tolerant gegenüber länger andauernden Hitze- und Trockenperioden macht.

Hierzu soll in den nächsten Jahren die Stresstoleranz im Einzelnen untersucht werden: Umfangreiche kontinuierliche Temperaturmessungen von der Wurzel bis zu den Blättern in der Krone (sog. "Fieberkurven")

für einzelne Versuchsbaumarten im Vergleich zu heimischen Straßenbaumarten sollen zeigen, welchen Belastungen Straßenbäume während Hitzeperioden an Straßenstandorten ausgesetzt sind und inwieweit es hitzebeständigeren, kontinentalen Arten gelingt, Temperatureinflüsse stärker als heimische Baumarten zu regulieren.

Wenn sich an Hand der Messergebnisse die Trockenstresstoleranz der einzelnen Arten näher charakterisieren ließe, ergäbe sich daraus die Möglichkeit, diese Parameter auch auf bisher weniger bekannte Baumarten anzuwenden, um ihre "Stadtklimafestigkeit" abzuschätzen. Dies wäre für die Erweiterung der Sortimentsempfehlungen für die Praxis, insbesondere die Baumschulsparte und Gartenämter von erheblicher, auch wirtschaftlicher Bedeutung.

Artenvielfalt in "Klimabäumen"

Naturschutzfachliche Aspekte blieben im Projekt "Stadtgrün 2021" bisher unberücksichtigt. Im 8. Standjahr hatten die Versuchs-bäume mittlerweile entsprechende Kronengrößen entwickelt, die faunistische Untersuchungen zu diesem Thema sinnvoll erscheinen lassen. In einer Vorstudie, die vom Bayerischen Umweltministerium unterstützt wird, wird seit 2017 die Arthropodenvielfalt auf einer eingeschränkten Anzahl von Versuchsbaumarten im Vergleich mit heimischen Straßenbaumarten in Würzburg im Rahmen einer Masterarbeit an der Universität Würzburg untersucht. Insbesondere sollen folgende Fragen bearbeitet werden, zu denen bisher für Stadtbäume keinerlei Untersuchungen vorliegen:

- Zeigen heimische Straßenbäume eine höhere Arthropodenvielfalt in ihren Kronen als gebietsfremde Straßenbäume, wie oft behauptet wird?
- Unterscheiden sich die Artengemeinschaften von Arthropoden, wenn man heimische Baumarten mit gattungsgleichen gebietsfremden Baumarten vergleicht?
- Welche Schädlinge und Nützlinge sind auf diesen Baumarten zu finden?

Mit dieser Untersuchung hoffen wir, in der emotional geführten Debatte über den ökologischen Wert von nicht-heimischen Baumarten mit ersten belastbaren Daten einen Beitrag zur Versachlichung der Diskussion und differenzierten Betrachtung des Themas zu leisten und erste Aussagen zum Biodiversitätspotential einzelner Stadtbaumarten machen zu können.

Susanne Böll

LWG Veitshöchheim

Die Auswertung der Ergebnisse ist noch nicht abgeschlossen. Ein erster grober Überblick zeigt, dass alle Baumarten hohe Arthropodenzahlen zeigen und offensichtlich als Lebensraum für die heimische Insektenwelt dienen (Abbildung 5).

Es wird interessant sein zu sehen, ob sich die Artenzusammensetzung zwischen den Baumarten unterscheidet. Wäre dies der Fall, würde sich die Artenvielfalt bei Mischpflanzungen an der Straße deutlich erhöhen.

Literatur

- Böll, S. (2017): 7 Jahre "Stadtgrün 2021" – Einfluss des regionalen Klimas auf das Baumwachstum an drei bayerischen Standorten. *Jahrbuch der Baumpflege* 2017, S. 91-114.
- Collier, C. G. (2006): The impact of urban areas on weather. *Quarterly Journal Royal Meteorological Society*, Bd.132, S. 1-25.
- Dietrich J., Doobe, G. 2012: Die neue GALK-Straßenbaumliste geht online. *ProBaum* 1/2012, S. 2-11.
- Doobe, G., Dietrich, J., Wilhelm, L. 2012: Der GALK-Straßenbaumtest 2 liefert erste Ergebnisse. *ProBaum* 1/2012, S. 12-16.

Dujesiefken, D. (2018): Fit durch Schnitt. *Veitshöchheimer Berichte* 184, S. 57-61.

Fellhölder, G., Schreiner, M., Zander, M., Ulrichs, C. (2015): Stresstest an Straßenbäumen in Berlin-Neukölln. *ProBaum* 2/2015, S. 22-24.

Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft, (2011): Blüte und Fruktifikation. http://www.fawf.wald-rlp.de/fileadmin/website/fawfseiten/fawf/downloads/WSE/2011/2011_Buche_Fruktifikation....pdf

Forschungsgesellschaft Landschaftsbau Landschaftsentwicklung e.V. (Hrsg.) (2010): Empfehlungen für Baumpflanzungen, Teil 2: Standortvorbereitungen für Neupflanzungen; Pflanzgruben und Wurzelraumerweiterung, Bauweisen und Substrate. Bonn

Forschungsgesellschaft Landschaftsbau Landschaftsentwicklung e.V. (Hrsg.) (2015): Empfehlungen für Baumpflanzungen, Teil 1, Planung, Pflanzarbeiten, Pflege. Bonn

Gillner, S., Roloff, A. (2013): Dendrologische und physiologische Untersuchungen zur Trockenstress-Empfindlichkeit häufig verwendeter Stadtbaumarten in Dresden. *Jahrbuch der Baumpflege* 2013, S. 246-251.

Gillner, S., Vogt, J., Tharang, A., Dettmann, S., Roloff, A. (2015): Stadtbäume mildern Hitzewellen. *Bi-GaLaBau* 10/15, S. 54-57

Kehr, R., Rust, S. (2007): Auswirkungen der Klima-Erwärmung auf die Baumphysiologie und das Auftreten von Krankheiten und Schädlingen. *ProBaum* 4, S. 2-10.

Körper, K. (2017): Bäume mit Zukunftscharakter: Evaluierung von Baumarten und -sorten aus Sicht der Baumschulen. *Jahrbuch der Baumpflege* 2017, S. 115-136.

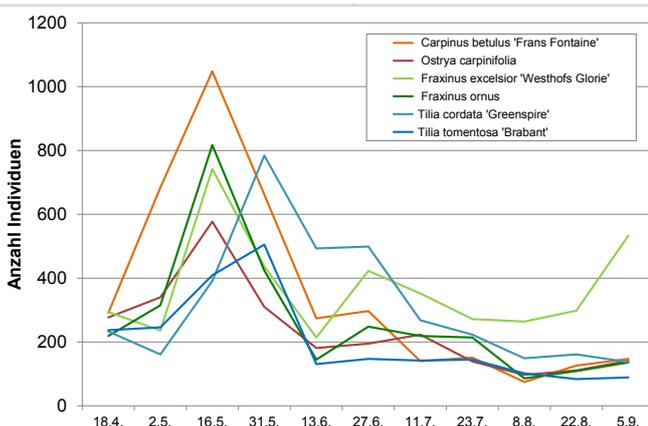


Abbildung 5: Fangzahlen von Insekten und Spinnentieren

- Kopinga & van den Burg (1995): Using soil and foliar analysis to diagnose the nutritional status of urban trees. *Journal of Arboriculture* 21, S. 17-24.
- Leh, H.-O. (1973): Untersuchungen über die Auswirkungen der Anwendung von Natriumchlorid als Auftaumittel auf die Straßenbäume in Berlin. *Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd.* (Braunschweig) 25, S. 163-170.
- Meinhardus, C., Bräunig, A. (2013): Wie reagieren Rotbuchen und Traubeneichen auf Dürrejahre? *ProBaum* 2/2013, S. 6-9.
- Pederson, L. B., Randrup, T. B., Ingerslev, M. (2000): Effects of road distance and protective measures on deicing NaCl deposition and soil solution chemistry in planted median stripes. *Journal of Arboriculture* 26, S. 238-244.
- Roloff, A., Gillner, S., Bonn, S. (2008). Gehölzartenwahl im urbanen Raum unter dem Aspekt des Klimawandels. *Sonderheft Grün ist Leben*, S. 30-42.
- Roloff, A., Grundmann, B., Korn, S. (2010): Trockenstress bei Stadtbäumen. *Stadt + Grün* 2/2010, S. 54-60.
- Roloff, A. (2013): Stadt- und Straßenbäume der Zukunft: Welche Arten sind geeignet? *ProBaum* 3/2013, S. 6-11.
- Roloff, A. (2016): Gedanken über die Plastizität von Bäumen. Was an Veränderungen können sie ertragen? *ProBaum* 2/2016, S. 2-6.
- Schönfeld, P. (2017): Baumsubstrate – Spektrum der Substrate in der Stadtgrünpraxis. *Jahrbuch der Baumpflege* 2017, S. 41-57.
- Schönfeld, P. (2018): Stadtbäume der Zukunft – Standortvoraussetzungen – Baumqualität – fachgerechte Pflanzung. 50. *Veitshöchheimer Berichte* 184, S. 65-73
- Ufer, T., Wrede, A. (2016): Stadtgrün 2025 – Klimawandel und Baumsortimente der Zukunft – Ein neues EIP-Projekt in Schleswig-Holstein. 34. *Osnabrücker Baumpflegetage*, S. 185-193.