

Stadtbäume unter Stress

Projekt »Stadtgrün 2021« untersucht Stadtbäume im Zeichen des Klimawandels

Susanne Böll, Philipp Schönfeld, Klaus Körber und Josef Valentin Herrmann

Stadtbäume befinden sich nicht in ihrem natürlichen Umfeld, sondern müssen, meist isoliert und exponiert, mit einer Vielzahl ungünstiger Standortbedingungen zurecht kommen: Zu geringer Wurzelraum, Bodenverdichtung und Schadstoffimmissionen setzen ihnen ebenso zu wie die innerstädtischen Klimabedingungen mit erhöhten Temperaturen, nächtlicher Rückstrahlung und geringeren Niederschlägen. Die fortschreitende Klimaerwärmung verschärft diese ungünstige Situation weiter. Im Projekt »Stadtgrün 2021« sind nun Wissenschaftler der LWG auf der Suche nach geeigneten Stadtbäumen der Zukunft.

Stadtbäume sind seit jeher einer Vielzahl von Stressfaktoren ausgesetzt, die ihre Vitalität hemmen. Sie leben in einem künstlichen Umfeld, das durch beengte Baumgruben das Wurzelwachstum stark einschränkt, durch Bodenverdichtung häufig nur eine

unzureichende Sauerstoff- und Wasserversorgung gewährt und bei Versiegelung den notwendigen Gasaustausch blockiert.

Daneben leiden Stadtbäume in den Sommermonaten häufig unter Trockenstress und hohen Temperaturen, vor allem auch durch die nächtliche Rückstrahlung der Gebäude und versiegelten Flächen. Sie sind Schadstoffimmissionen, Urin- und Salzbelastungen ausgesetzt und müssen Beschädigungen im Wurzel-, Stamm- und Kronenbereich tolerieren.

Durch die sich jetzt bereits abzeichnenden klimatischen Veränderungen mit zunehmendem Trockenstress im Sommer und insgesamt steigenden Durchschnittstemperaturen (eindrucksvolle Beispiele sind die Jahre 2003, 2006, 2010) sowie häufiger auftretenden Extremwetterereignissen wird die Stresssituation der Stadtbäume noch verstärkt (Rust und Roloff 2008). Das macht sie anfällig für bisher kaum in Erscheinung getretene (z.B. Prachtkäfer), aber auch einwandernde (z.B. Wollige Napschildlaus) oder eingeschleppte Schädlinge (z.B. Asiatischer Citrusbockkäfer) und verschiedene Pilz- und bakterielle Erkrankungen, insbesondere Gefäßmykosen (Kehr und Rust 2007; Tomiczek und Perny 2005). Es zeichnet sich schon jetzt ab, dass etliche klassische Stadtbaumarten in unseren Breiten den künftigen Anforderungen nicht mehr an allen Standorten gewachsen sein werden (Roloff et al. 2008), da sie den ästhetischen Ansprüchen an einen Straßenbaum nicht mehr genügen (beispielsweise Kastanienminiermotte an *Aesculus hippocastaneum*), zu einer Gefährdung werden (z.B. Bruchproblematik durch *Massaria*-Erkrankung an Platanen) oder gänzlich ausfallen (beispielsweise Eschentriebsterben bei heimischen *Fraxinus*-Arten).

460 Bäume für LWG-Projekt »Stadtgrün 2021«

Um das derzeit eingeschränkte Repertoire unserer Stadtbäume zu erweitern und zu klären, welche Arten oder Sorten von Bäumen in der Lage sind, den erwarteten Klimaveränderungen in den kommenden Jahrzehnten erfolgreich zu begegnen, werden in dem Projekt »Stadtgrün 2021« der Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (LWG) zwanzig ausgewählte Versuchsbaumarten unter Praxisbedingungen langfristig auf ihre Eignung als »zukunftsfrüchtige Stadtbäume« getestet (Tabelle 1 und Kasten). Die Auswahl erfolgte, neben



Foto: S. Böll

Abbildung 1: Mitarbeiter der LWG und einer GaLa-Baufirma pflanzen eine Zerreiche in Würzburg im Rahmen des Forschungsprojektes »Stadtgrün 2021«.

Tabelle 1: Im Projekt »Stadtgrün 2021« verwendete Versuchsbaumarten

Versuchsbaumarten	Herkunft der Baumart bzw. -sorte
<i>Acer buergerianum</i>	Japan, China
<i>Acer monspessulanum</i>	Mittel-/Südeuropa
<i>Alnus x spaethii</i>	Späth, Berlin, 1908
<i>Carpinus betulus</i> Frans Fontaine	Europa GA Eindhoven, NL, 1983
<i>Celtis australis</i>	Südeuropa, N-Afrika, W-Asien
<i>Fraxinus ornus</i>	Südeuropa, Kleinasien
<i>Fraxinus pennsylvanica</i> Summit	Nordamerika nordamer. Sorte, 1957
<i>Ginkgo biloba</i> (männl. Selektion)	China
<i>Gleditsia triacanthos</i> Skyline	Nordamerika nordamer. Sorte, 1957
<i>Liquidambar styraciflua</i>	Osten Nordamerika
<i>Magnolia kobus</i>	Japan
<i>Ostrya carpinifolia</i>	Südeuropa, Kleinasien
<i>Parrotia persica</i>	Nordiran, Südrubland
<i>Quercus cerris</i>	Mittel-/Südeuropa, Kleinasien
<i>Quercus frainetto</i> Trump	SO-Europa, Kleinasien NAKB Selektion, Ede, NL 1979
<i>Quercus x hispanica</i> Wageningen	S-Europa NAKB Selektion, Ede, NL 1979
<i>Sophora japonica</i> Regent	China, Korea Princeton, NJ, USA, 1964
<i>Tilia tomentosa</i> Brabant	SO-Europa, Kleinasien holl. Sorte, 1930
<i>Ulmus</i> Lobel	De Dorschkamp, Wageningen, NL, 1973
<i>Zelkova serrata</i> Green Vase	Japan, Korea, China nordamer. Sorte, 1983

einem intensiven Erfahrungsaustausch mit Fachleuten, unter Berücksichtigung der natürlichen Standortsansprüche, Trockenstress-, Hitzestress-, Frost- und Spätfrosttoleranz sowie der Anfälligkeit für Schädlinge und Krankheitserreger, inklusive neu zu erwartender Arten. Aber auch wichtige städtebauliche Aspekte wie Wuchsform und Erscheinungsbild sind in die Bewertung eingegangen.

Die einzelnen Arten wurden im Winter 2009/10 jeweils in achtfacher Wiederholung (in Einzelfällen aus Platzgründen je sechsfach) mit insgesamt 460 Bäumen an drei klimatisch sehr unterschiedlichen bayerischen Standorten gepflanzt (Abbildung 1). Die klimatisch unterschiedlichen Bedingungen der einzelnen Standorte verdeutlichen die langjährigen Klimadaten des Deutschen Wetterdienstes (Tabelle 2). Die wärmebegünstigste Stadt *Würzburg* mit überdurchschnittlich langen

Tabelle 2: Langjährige Klimadaten für die Versuchsstandorte (Zeitraum 1961–90)

	Würzburg	Hof/ Münchberg	Kempton
Niederschläge/ Jahr/[mm]	602	742	1273
Sommertage ¹ / Jahr/[Anzahl]	39	17	23
Frosttage ² / Jahr/[Anzahl]	84	126	127
Eistage ³ / Jahr/[Anzahl]	24	48	31

1 = Höchst-Temperatur > 25 °C; 2 = Temperaturminimum < 0 °C;

3 = Lufttemperatur durchgängig < 0 °C

Daten: Deutscher Wetterdienst

Trockenperioden und hohen Temperaturen (Weinbauklima) ist geeignet, um die Versuchsbaumarten auf Trocken- und Hitzestresstoleranz zu testen. Die beiden Städte *Hof* und *Münchberg* mit ihrem kontinentalen Klimaeinfluss sind der Teststandort für Frosttoleranz. *Kempton* ist durch ein gemäßigtes Voralpenklima mit hohen Niederschlägen geprägt.

Standardisierte Standorts-, Pflanz- und Pflegebedingungen

Die in der Regel schwierigen und ungünstigen urbanen Standortsbedingungen verlangen den Einsatz optimierter Pflanzsubstrate. Diese müssen gemäß einer entsprechenden Sieblinie durch ihr hohes Porenvolumen gut zu durchwurzeln sein, eine hohe Wasser- und Luftkapazität aufweisen sowie struktur- und verdichtungsstabil sein. Um oberflächennahes Wurzelwachstum nicht zu fördern (die Bäume werden dadurch noch trockenstressanfälliger), sollten nur einschichtige, nährstoffarme Substrate eingesetzt werden, die eine in die Tiefe drängende Wurzelbildung fördern.

Im Versuch kamen an den drei Standorten entsprechende Substrate zum Einsatz, die den oben genannten Ansprüchen genügen und den Empfehlungen für Baumpflanzungen der FLL (2010) entsprechen.

Die Baumgruben haben eine standardisierte Größe von 8 m³ und eine Baumgrubentiefe von 1,50 m. Die Pflanz- und Pflegemaßnahmen sind für alle drei Standorte vorgegeben und orientieren sich an den üblichen fachlichen Standards.

Einsatz von Mykorrhiza-Pilzen

Mykorrhiza-Pilze können unter Stress- und Mangelbedingungen die Aufnahme wichtiger Nährstoffe sowie die Wasseraufnahme der Pflanze fördern und die Trockenstress- und Salztoleranz erhöhen (Raman und Mahadevan 1996; Feldmann 2008). Darüber hinaus verfügen sie in vielen Fällen über eine »anti-phytopathogene Potenz«, d.h. mykorrhizierte Pflanzen zeigen häufig eine erhöhte Widerstandsfähigkeit gegenüber pathogenen bodenbürtigen Pilzen und Bakterien (Whipps 2004).

Die Versuchsbaumarten (Auswahl)

Im Projekt »Stadtgrün 2021« werden in einem langfristig angelegten Versuch 20 Baumarten bzw. Sorten hinsichtlich ihrer »Stadtbaum«-Eignung untersucht. Informationen zu allen Baumarten des Projekts können auf der Internet-Seite der Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (www.lwg.bayern.de) nachgelesen werden. Hier werden vier der 20 Baumarten in knapper Form vorgestellt.

Acer buergerianum



Der Dreizahn-Ahorn ist eine attraktive, kleinkronige Art, die aus den Regenwäldern Japans stammt. Trotz ihrer Herkunft ist sie durchaus hitze- und trockenheitsverträglich und wächst auch auf kalkhaltigen Böden. In seiner Heimat ist der Dreizahn-Ahorn ein beliebter Park- und Straßenbaum, auch wegen seiner auffälligen gelbroten Herbstfärbung. Bisher ist diese Art jedoch kaum in den Baumschulen vertreten.

Fraxinus pennsylvanica ›Summit‹



Die Nordamerikanische Rotesche hat mit ihren geringen Ansprüchen und hohem Regenerationsvermögen nahezu Pioniergeholzcharakter. Ihre geringe Anfälligkeit gegen das Eschentriebsterben sowie ihre dekorative Herbstfärbung machen sie zu einer echten Alternative zur heimischen Esche. Nach Meinung der Experten ist ›Summit‹ die beste Sorte für den Einsatz in der Stadt, da sie sich bereits sehr gut in der Hitze Südfrankreichs bewährt hat.

Celtis australis



Der Zürgelbaum ist in den großen Städten Südeuropas eine der wichtigsten Straßenbaumarten. Enorm strahlungsfest, extrem zäh und bisher sehr gesund gilt er mittlerweile als Alternative zu der mehr und mehr kränkelnden Platane. Für kontinental geprägte Standorte ist sie aufgrund ihrer Frostempfindlichkeit nicht geeignet.

Parrotia persica



Der Eisenholzbaum ist eine bisher vollkommen unterschätzte Art. Sie stammt aus feuchtwarmen Laubwäldern des Südkaukasus und ist außerordentlich anpassungsfähig. Sie wächst auf nahezu allen Böden, ist gesund, hitzeverträglich und frosttolerant. Die breite Alterskrone könnte zu Problemen im Lichtraumprofil führen. Besonders attraktiv ist die Parrotie im Herbst, wenn sich ihre Blätter von gelb über orange bis violett verfärben.

Tabelle 3: Winterhärtebewertung der KLAM im Vergleich zu den Versuchsergebnissen aus dem Projekt »Stadtgrün 2021«

Versuchsbaumarten	Frosttoleranz ¹ »Stadtgrün 2021«	Winterhärte KLAM ²
<i>Acer buergerianum</i>	–	1
<i>Acer monspessulanum</i>	++	2
<i>Alnus x spaethii</i>	+	1
<i>Carpinus betulus</i> Frans Fontaine	+	1
<i>Celtis australis</i>	--	3
<i>Fraxinus ornus</i>	++	4
<i>Fraxinus pennsylvanica</i> Summit	++	1
<i>Ginkgo biloba</i> (männl. Selektion)	+	2
<i>Gleditsia triacanthos</i> Skyline	++	2
<i>Liquidambar styraciflua</i>	++	3
<i>Magnolia kobus</i>	++	2
<i>Ostrya carpinifolia</i>	+	1
<i>Parrotia persica</i>	+	k. A.
<i>Quercus cerris</i>	++	2
<i>Quercus frainetto</i> Trump	?	2
<i>Quercus x hispanica</i> Wageningen	?	k. A.
<i>Sophora japonica</i> Regent	–	2
<i>Tilia tomentosa</i> Brabant	–	2
<i>Ulmus</i> Lobel	++	1
<i>Zelkova serrata</i> Green Vase	–	2

1 Frosttoleranz: ++ sehr hoch; + hoch; – eingeschränkt; -- keine

2 KLAM = KlimaArtenMatrix: 1 = sehr geeignet, 2 = geeignet, 3 = problematisch, 4 = sehr eingeschränkt geeignet, k.A. = keine Angabe

Zunehmend werden Mykorrhiza-Präparate in der Baumpflege, vor allem bei Altbaumsanierungen, eingesetzt. Es gibt eine Reihe positiver Erfahrungsberichte (Kutscheidt 2006), jedoch liegen kaum experimentell abgesicherte Erkenntnisse über die Wirksamkeit solcher Präparate vor. Angesichts der Bedeutung, die den Mykorrhiza-Pilzen an Stressstandorten zugemessen wird, könnte sich der Einsatz von Mykorrhiza-Pilzpräparaten gerade im urbanen Grün als besonders wirksam erweisen.

Die Fragestellung, ob der Einsatz von Mykorrhiza-Pilzen unter immer schwieriger werdenden Rahmenbedingungen den »Pflanzchock« mildern und das Wachstum und die Gesundheit gepflanzter Bäume fördern kann, wird im Rahmen dieses Projekts kontrolliert untersucht: In allen Städten wurde bei je vier der acht Bäume (bzw. drei von sechs Bäumen, s.o.) einer Art bei der Pflanzung ein Mykorrhiza-Pilzpräparat eingestreut. Dabei wurde entsprechend des Mykorrhizatyps der einzelnen Versuchsbaumarten eine artgerechte Mykorrhiza eingesetzt. Zusätzlich erhielten die Purpurerlen je 0,5 l einer Suspension mit *Frankia alni*, einem stickstofffixierendem Bakterium, das mit Erlen an natürlichen Standorten vergesellschaftet ist.

Bei der Pflanzung wurden von allen Bäumen Feinwurzelproben und Ballensubstratproben entnommen sowie von jedem Standort Baumschulwareproben, um die Ausgangslage der Mykorrhizierung der Baumschulware und den Sporengelhalt des verwendeten Substrates bestimmen zu können. Erste Ergebnisse der Wurzel- und Substratprobenanalysen sowie laufende Langzeituntersuchungen sind bei Herrmann et al. (2011) beschrieben.

Bei allen ausgewählten Baumarten des Projektes »Stadtgrün 2021« am Standort Würzburg wurde ekto- bzw. endotrophe Mykorrhiza nachgewiesen. Die saisonalen Schwankungen waren zum Teil sehr ausgeprägt. Die Häufigkeit und insbesondere die Intensität der Endomykorrhiza bewegten sich auf einem niedrigen Niveau. Bemerkenswert sind die Beobachtungen, dass typische Vertreter ektotropher Mykorrhizierung (*Quercus cerris*, *Ostrya carpinifolia*, *Carpinus betulus*) saisonal auch endotrophe Mykorrhiza aufweisen. Aus den bisherigen Befunden kann, abgesehen von Einzelbeobachtungen, kein Einfluss der inokulierten Mykorrhiza-Pilzpräparate auf die Mykorrhizierung der Bäume erkannt werden.

Nachdem in den FLL-Pflanzsubstraten zum Zeitpunkt der Pflanzung nur sehr wenige Sporen endotropher Mykorrhiza nachgewiesen wurden und die gepflanzten Bäume bereits als Baumschulware natürlicherweise umfassend endo- und/oder ektomykorrhiziert waren, stellt sich die Frage nach dem Einfluss dieser »Baumschulmykorrhiza« für die Entwicklung der Mykorrhiza am endgültigen Standort. Mummey et al. (2003) weisen darauf hin, dass Pilzarten der Endomykorrhiza, die mit Pflanzen an einen neuen Standort gebracht werden, das Artenspektrum der Mykorrhizapilze auch weiterhin dominieren. Sie können die Besiedlung der Wurzeln mit anderen Endomykorrhiza-Pilzarten beschränken und sogar ausschließen. Zurzeit wird mit molekularbiologischen Diagnoseverfahren das Artenspektrum der Mykorrhizapilze der ursprünglichen Baumschulmykorrhiza und der inokulierten und nicht inokulierten Baumarten vergleichend untersucht. Hieraus ergeben sich Hinweise, inwieweit die »Baumschulmykorrhiza« die Mykorrhizierung der Stadtbäume determiniert bzw. Mykorrhiza-Pilzpräparate die Mykorrhizierung unter den gegebenen Bedingungen tatsächlich beeinflussen konnten.

Monitoring bis zum Jahr 2021

Die Versuchsbäume werden jährlich im Frühjahr und Herbst auf Frost- und Trockenschäden, Kronenvitalität, Gesundheit und Zuwachsleistung bonitiert. Zusätzlich findet mit Unterstützung der Gartenämter der Partnerstädte eine Aufzeichnung der Phänologie der einzelnen Baumarten an den verschiedenen Standorten statt, d.h. die jeweilige Kalenderwoche 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 bestimmen.



Foto: S. Böll

Abbildung 2: Das verwendete Substrat führt zu einer hervorragenden Auswurzelung nach der Pflanzung, wie hier bei einer *Q.x hispanica* Wageningen am Ende der ersten Vegetationsperiode.

Frosttoleranz der Versuchsbaumarten

Da Straßenbäume während der Anwachsphase in den ersten Jahren regelmäßig gewässert werden, können derzeit noch keine Aussagen zur Trockenstresstoleranz der einzelnen Versuchsbaumarten getroffen werden. Dank der letzten ausgeprägten Winter mit teils extremen Frostereignissen liegen

Baumarteneignung in Stadt und Wald

Städte sind wegen ihrer dichteren Bebauung, der eingeschränkten Luftzirkulation, der Freisetzung von Abwärme und wegen der überwiegend versiegelten Flächen im Vergleich zum Umland regelrechte Wärmeinseln. Bisher sind unter den 15 häufigsten Stadtbaumarten zehn mitteleuropäische Arten, die auch in Wäldern vorkommen, sowie zwei nordamerikanische und nur drei mediterrane Arten. Gerade in städtischen Parks und Grünanlagen wurden aber schon seit dem 18. Jahrhundert mit Erfolg fremdländische Baumarten angepflanzt, so z. B. Götterbaum, Platane, Gleditschie, Japanischer Schnurbaum, Silberlinde, Roteiche und Baumhasel. Aus dem Wuchsverhalten dieser Baumarten können wir vielleicht positive Rückschlüsse für eine mögliche Verwendung in Wäldern bei zunehmender Erwärmung schließen. Die Stadtbäume selbst haben bei zunehmendem Klimawandel mit häufigeren Trockenperioden und Wasserstress zu rechnen. Es ist daher sinnvoll, dass sich die Fachleute aus den verschiedenen Disziplinen der Bayerischen Landesanstalten für Weinbau und Gartenbau (LWG), für Wald und Forstwirtschaft (LWF), für Landwirtschaft (LfL) und Experten aus dem Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht (ASP) über die Eignung verschiedener einheimischer oder fremdländischer Baumarten unter unterschiedlichen Nutzungsaspekten kollegial austauschen, um von gegenseitigen Erfahrungen und Wissen zu lernen.

Olaf Schmidt

jedoch vorläufige Ergebnisse zur Frosttoleranz der einzelnen Baumarten vor (Tabelle 3).

Celtis australis ist am Kältestandort Münchberg komplett ausgefallen und auch in Kempten regelmäßig zurückgefroren, so dass sie nur für wärmebegünstigte Standorte geeignet ist. Auch *Tilia tomentosa* Brabant ist in Hof nach kalten Wintern stark zurückgefroren, während *Acer buergerianum*, *Sophora japonica* Regent und *Zelkova serrata* Green Vase zu frostbedingten Stammrissen neigen. Auch diese Arten bzw. Sorten sollten an kontinental geprägten Standorten nicht oder nur an geschützten Standorten gepflanzt werden. Im Vergleich zu der Winterhärtebewertung der Versuchsbaumarten in der Klima-ArtenMatrix für Stadtbaumarten (KLAM, Roloff et al. 2008) schneiden diese Arten bzw. Sorten teilweise deutlich schlechter ab (Tabelle 3), wobei die KLAM-Bewertung sich nur auf reine Arten bezieht. Dagegen erwiesen sich die Arten *Acer monspessulanum*, *Fraxinus ornus*, *Liquidambar styraciflua*, *Magnolia kobus* und *Quercus cerris* im Versuch zum Teil deutlich frosthärter als in der KLAM dargestellt (Tabelle 3).

Literatur

- Feldmann, F. (2008): Mycorrhiza for plant vitality: mycorrhizal fungi as factors of integrated horticultural plant production. In: Mycorrhiza works, Hrsg.: Feldmann, F.; Kalpunik, F.; Baar, J., S. 8–16, Deutsche Phytomedizinische Gesellschaft, Braunschweig
- FLL - Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (2010): Empfehlungen für Baumpflanzungen – Teil 2: Standortvorbereitungen für Neupflanzungen; Pflanzgruben und Wurzelraumerweiterung, Bauweisen und Substrate. 64 S.
- Herrmann, J.V.; Saftenberger-Geis, A.; Böll, S. (2011): Mykorrhiza-Pilze als Antistressfaktor bei Stadtbäumen? AFZ – Der Wald (Forstpraxis) Heft 8, S. 41–45
- Kehr, R.; Rust, S. (2007): Auswirkungen der Klima-Erwärmung auf die Baumphysiologie und das Auftreten von Krankheiten und Schädlingen. ProBaum 4, S. 2–10
- Kutscheidt, J. (2006): Vitalisierende Pilze – Praktische Anwendung bei der Baumpflanzung und der Baumsanierung. bi-GaLaBau 1+2, S. 38–42
- Mummey, D. L.; Antunes, P. M.; Rillig, M. C. (2009): Arbuscular mycorrhizal fungi pre-inoculant identity determines community composition in roots. Soil Biology & Biochemistry 41, S. 1173–1179
- Roloff, A.; Gillner, S.; Bonn, S. (2008): Gehölzartenwahl im urbanen Raum unter dem Aspekt des Klimawandels. Sonderheft Grün ist Leben, S. 30–42
- Rust, S.; Roloff, A. (2008): Die Auswirkungen des Klimawandels auf die Stadtbäume. Jahrbuch der Baumpflege 2008, S. 40–47
- Tomiczek, C.; Perny, B. (2005): Aktuelle Schäden an Bäumen im Stadtbereich. Forstschutz aktuell 34, S. 2–6
- Whipps, J. M. (2004): Prospects and limitations for mycorrhizas in bio-control of root pathogens. Can. J. Bot. 82, S. 1198–1227

Dr. Susanne Böll, Dr. Philipp Schönfeld, Klaus Körber und Josef Valentin Herrmann sind wissenschaftliche Mitarbeiter an der Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau in Veitshöchheim. Korrespondierende Autorin: Susanne Böll, Susanne.Boell@lwg.bayern.de