



STADT WÜRZBURG
Umwelt- und Raummanagement
Gemeinde

Bayerische Landesanstalt für
Weinbau und Gartenbau
Virtuelle Wein

LWG

Auf der Suche nach dem
Stadtbaum der Zukunft

Klimabaum-Allee

Würzburg – Heuchelhofstraße

Stadtgrün
2021

Diese Bäume sind Teil eines wissenschaftlichen
Klimawandelprojekts.
Einige der gängigen Stadtbaumarten leiden immer stärker
unter den zunehmenden Hitze- und Trockenperioden und
werden immer anfälliger für Krankheiten und Schädlinge.
Die Baumarten der Klimabaum-Allee sind aufgrund ihrer
Herkunft robuster und werden hier auf ihre Stadtklima-
verträglichkeit getestet.

Unsere Versuchsstandorte
in Bayern sind:



„Projekt Stadtgrün 2021“ Selektion, Anzucht und Verwendung von Gehölzen unter sich ändernden klimatischen Bedingungen

Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben Nr. KL/17/03

Weitere Informationen finden Sie unter:
www.lwg.bayern.de

Förderzeitraum: 01.07.2017 bis 31.05.2018

**Abschlussbericht zum
Forschungsvorhaben Nr.: KL/17/03**

"Projekt Stadtgrün 2021"
**Selektion, Anzucht und Verwendung von Gehölzen unter
sich ändernden klimatischen Bedingungen**

**Förderzeitraum:
01.07.2017 bis 31.5.2018**

Projektleiterin Dr. S. Böll, ISL 3

Bearbeiter LWG: LOR Dr. P. Schönfeld, ISL 3
 LD K. Körber, IEF 4

Berater: LLD J. Eppel, ISL
 LLD G. Sander, IEF
 LRD J. V. Herrmann , Fachzentrum Analytik

Veitshöchheim, November 2018

Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau
An der Steige 15, 97209 Veitshöchheim
Institut für Stadtgrün und Landschaftsbau
e-mail: poststelle@lwg.bayern.de

Inhaltsverzeichnis

1. ZUSAMMENFASSUNG.....	3
2. PROBLEMSTELLUNG	4
3. VERSUCHSANSATZ.....	7
3.1 AUSWAHL GEEIGNETER STADTBAUMARTEN UND -SORTEN.....	7
3.2 EINSATZ UND UNTERSUCHUNG VON BAUMSUBSTRATEN.....	9
3.3 EINSATZ VON MYKORRHIZA-PILZPRÄPARATEN	10
3.4 MONITORING.....	10
3.5 BAYERISCHES NETZWERK „KLIMABÄUME“	11
4. ERGEBNISSE UND DISKUSSION.....	12
4.1 AUSFALL VON VERSUCHSBÄUMEN 2010 – 2018.....	12
4.2 VITALITÄT DER VERSUCHSBAUMARTEN.....	13
4.2.1 Frosttoleranz der Versuchsbaumarten.....	13
4.2.2 Trocken- und Hitzestresstoleranz	14
4.2.3 Boniturergebnisse und Wachstumsraten	21
4.3 GESAMTÜBERSICHT UND -BEWERTUNG	47
4.4 SCHÄDLINGE/ KRANKHEITEN	61
4.5 NÄHRSTOFFGEHALTE DER SUBSTRATE	65
5. ÖFFENTLICHKEITSARBEIT	70
6. AUSBLICK	70
7. LITERATUR	74
8. VORTRÄGE UND VERÖFFENTLICHUNGEN.....	77
ANHANG A - ONLINE-FORMULAR.....	70
ANHANG B – 3. FORUM BAYERISCHES NETZWERK „KLIMABÄUME“.....	.71
ANHANG C - PARLAMENTARISCHER ABEND 17.2.2016.....	.72
ANHANG D – VORTRÄGE AUF DEN 25. DEUTSCHEN BAUMPFLEGETAGEN IN AUGSBURG.....	.73
ANHANG E – FAZ 26.6.201674
ANHANG F – SZ 26./27.8.201775
ANHANG G – MAINPOST 28.7.201876

1. Zusammenfassung

Seit 2010 werden in dem Projekt „Stadtgrün 2021“ 20 Baumarten, die auf Grund ihrer ursprünglichen Herkunft eine hohe Hitze- und Trockenstresstoleranz erwarten lassen, an drei bayerischen Standorten mit sehr unterschiedlichen klimatischen Bedingungen (Hof/Münchberg, Kempten, Würzburg) auf ihre Eignung als klimaresiliente Stadtbäume getestet. Diese Arten wurden 2009/2010 mit insgesamt 460 Bäumen unter weitgehend standardisierten Bedingungen als Straßenbäume aufgepflanzt. Sie wurden in 8 m³ großen Baumgruben mit einem standardisiertem Baums substrat gemäß den FLL-Empfehlungen gepflanzt. Die Ausfälle bis 2018 lagen, wenn man Autounfälle und schlechte Baumschulware außer Acht läßt, auf einem niedrigen Niveau zwischen 4% (Würzburg) und 9% (am Kältestandort Hof). Krankheiten und Schädlinge spielten - bis auf Wühlmäuse - keine Rolle. Seit 2015 werden zusätzlich 9 weitere Versuchsbaumarten mit insgesamt 197 Bäumen in den gleichen Partnerstädten getestet.

Dank der langen Winter 2010 und 2013, der starken Barfröste im Februar 2012 und den Spätfrösten in verschiedenen Jahren können bereits wesentliche Aussagen zu der Frostresistenz und Salztoleranz der einzelnen seit 2010 getesteten Arten getroffen werden. Die extremen „Steppensommer“ 2015 und 2018 erlauben zumindest eine vorläufige Bewertung zur Hitze- und Trockenstresstoleranz der Versuchsbaumarten. Anders als die heimischen Straßenbaumarten, die in beiden Jahren an dem Hotspot Würzburg stark verfrüht ihre Blätter abwarfen, war ein Großteil der Versuchsbaumarten zu diesem Zeitpunkt noch grün belaubt und scheint in der Lage zu sein, Assimilationsverluste während extremer Hitzewellen durch eine verlängerte Vegetationsperiode auszugleichen. Entsprechend wurden nur in Einzelfällen Wachstumseinbußen beobachtet. Dank der Langzeitdaten und der engen Zusammenarbeit mit über 30 bayerischen Kommunen im Bayerischen Netzwerk „Klimabäume“ kristallisieren sich mittlerweile regional besonders geeignete Baumarten heraus. Die Unterschiede in den einzelnen Empfehlungslisten zeigen, wie wichtig regional differenzierte Bewertungen sind. Für die seit 2015 getesteten Baumarten liegen naturgemäß noch keine belastbaren Ergebnisse vor. Um die Eignung der „alten“ Versuchsbaumarten abschließend beurteilen zu können, werden die Untersuchungen und Bonituren bis 2021 durchgeführt und sollten für die „Jungbaumarten“ darüber hinaus fortgeführt werden.

Vor unseren Untersuchungen lagen keine Studien vor, die sich mit der Fragestellung beschäftigten, ob die bewußt sehr mager gehaltenen FLL-Substrate Straßenbäumen eine ausreichende Nährstoffversorgung gewährleisten. Im Projekt werden seit 2012 jährliche Substrat- und Blattanalysen an allen Standorten durchgeführt, um die Entwicklung der Nährstoffgehalte in den Substraten und die Nährstoffversorgung der untersuchten Versuchsbaume zu verfolgen. Auch wenn auf den ersten Blick eine Unterversorgung der Baums substrate bezüglich der Hauptnährstoffe vorzuliegen scheint, deuten die bisherigen Gesamtbefunde, zusätzlich basierend auf den Blattanalysen, Zuwachsraten und dem Erscheinungsbild der Versuchsbaume, darauf hin, dass der Versorgungsgrad mit Nährstoffen in den verwendeten Baums substraten, je nach Zusammensetzung der Zuschlagstoffe, im Allgemeinen ausreichend bis sehr gut ist.

Parallel zu den obigen Untersuchungen wurde 2017 die Biodiversität der Kronenfauna von drei Versuchsbaumarten (Hopfenbuche, Blumenesche, Silberlinde) im Vergleich zu drei verwandten heimischen Straßenbaumarten untersucht (gefördert

durch StMUV). Vorläufige Ergebnisse zeigen, dass auch südosteuropäische Baumarten ein hohes Biodiversitätspotential besitzen. Die Untersuchung und Bestimmung des ökologischen Wertes weiterer Klimabaumarten ist dringend notwendig, um die Verwendung dieser Baumarten in den Städten zu fördern.

2. Problemstellung

Bäume in der Stadt können mit ihren allbekannten Wohlfahrtswirkungen eine entscheidende Rolle beim Klimaschutz spielen, wenn es darum geht den CO₂-Ausstoß zu kompensieren, „Frischluff“ zu produzieren, Feinstaub zu reduzieren und Aufheizungstendenzen entgegenzuwirken. Grundvoraussetzung ist jedoch die Vitalität der Bäume: Je gesünder Bäume sind, desto stärker können sie die negativen Folgen der Klimaveränderung kompensieren und ihre klimaschützende Funktion entfalten.

Das Stadtklima, treffend als „urbane Wärmeinsel“ bezeichnet, ist jedoch deutlich wärmer und trockener als das Klima im Wald, dem natürlichen Standort unserer heimischen Hauptbaumarten wie Linde und Ahorn. Vorhersagen regionaler Klimamodelle zeigen, dass Hitze- und Dürreperioden sowie Extremwetterereignisse weiter zunehmen werden, wie das Bsp. des regionalen Klimamodells für Würzburg zeigt: bis Ende des Jahrhunderts muss hier im Schnitt mit 50 Hitzetagen pro Jahr gerechnet werden (Abb.1).

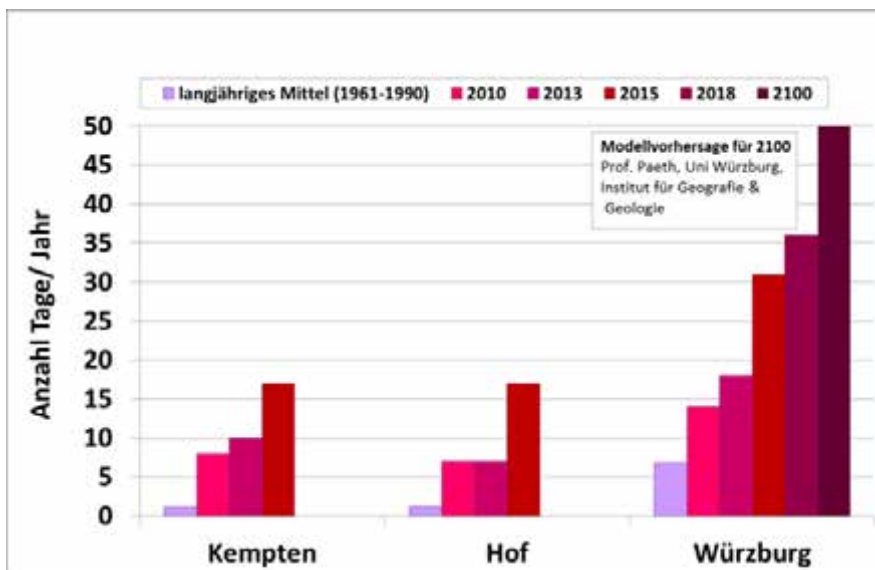


Abb. 1: Anzahl der Hitzetage (> 30°C) in verschiedenen Versuchsjahren im Vergleich zum langjährigen Mittel an den Versuchsstandorten (Daten: DWD); Modellvorhersage für Würzburg, 2100: RAUH & PAETH (2011)

Entsprechend wird auch die Anzahl der Tropennächte (> 20°C) steigen (Abb.2).

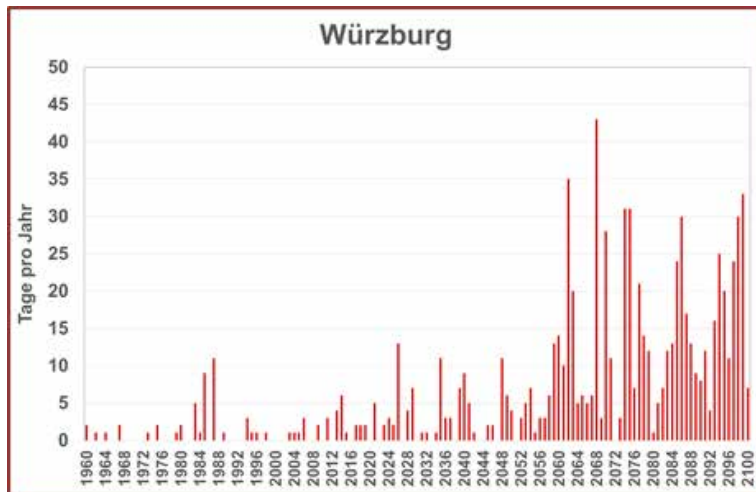


Abb. 2: Regionales Klimamodell REMO: Anzahl der Tropennächte/ Jahr in Würzburg (HÜLLER, 2014, Diplomarbeit bei Prof. PAETH, Universität Würzburg)

In unseren Städten ist die Anzahl der Hauptbaumarten sehr eingeschränkt. In den meisten Städten decken 3-4 Baumarten 50% (z.B. München, SCHLINGSOG, pers. Mttlg) und 6-10 Baumarten 80% aller Straßenbäume ab (Bsp. Dresden, THIEL et al. 2016, s.a. PAULEIT 2002 für europäische Großstädte). Zusätzlich leiden unsere gängigen Straßenbaumarten, vor allem Linde und Ahorn, in den letzten Jahrzehnten immer stärker unter den zunehmenden Hitze- und Dürreperioden, die sie besonders anfällig für die ebenfalls zunehmende Anzahl von neuen Schädlingen und Krankheiten macht. Vielerorts sind unsere Straßenbäume mittlerweile multiplen Belastungen ausgesetzt. Es zeichnet sich jetzt schon ab, dass einige der klassischen Stadtbaumarten den künftigen Anforderungen an vielen Standorten nicht mehr gewachsen sein werden (KEHR & RUST 2007, ROLOFF et al., 2008).

Tab. 1: Multiple Belastungen der gängigen Straßenbaumarten

	abiotischen Faktoren	Krankheiten	Schädlinge
Sommerlinde	Trockenstress	Stigmina-Triebsterben	wollige Nappfschildlaus, Spinnmilben
Spitzahorn	Trockenstress, Stammrisse	Verticillium	
Bergahorn	Trockenstress, Stammrisse	Rußrindkrankheit, Verticillium	
Platane	Längsschlitzten von Stamm und Ästen	Massaria, Blattbräune	Platanennetzwanze
Roskastanie		Phytophthora, Pseudomonas-Rindkrankheit, Blattbräune	Miniermotte, wollige Nappfschildlaus
Esche	Stammrisse	Eschentriebsterben	

Um angesichts des fortschreitenden Klimawandels noch nachhaltig Straßenbäume pflanzen zu können, ist eine Erweiterung des Straßenbaumsortiments mit

stadtklimafesten Arten unabdingbar. Gezielt standortgerecht zu pflanzen und – gerade auch in Alleen – eine wesentlich stärkere Risikostreuung durch Verwendung verschiedener Baumarten, auch in der Mischpflanzung, zu betreiben, ist das Gebot der Stunde (ROLOFF 2016). Das kann gestalterisch sehr ansprechend sein und dient vor allem der Prophylaxe, damit es bei Befall mit einem Erreger oder Schädling nicht zu einer rasanten Ausbreitung ("Monokultur-Problematik") und entsprechend dramatischen Ausfällen kommen kann (Bsp. Eschentriebsterben, Ulmensterben, Eichenprozessionsspinner).

3. Versuchsansatz

Im Rahmen der Versuchsanstellung sollen folgende Einzelziele verwirklicht werden:

- Ergänzung bzw. Erweiterung der Sortimentsempfehlungen für die Anzucht und Verwendung von Stadtklima-resilienten Gehölzen unter Berücksichtigung ihres natürlichen Vorkommens (im Wesentlichen kontinentaler Verbreitung)
- Verbesserte Standortbedingungen durch optimierte Substrate und angepasste Pflegestrategien
- Evaluierung der verwendeten Arten unter Praxisbedingungen unter verschiedenen klimatischen Standortbedingungen
- Regionale Praxisempfehlungen

Seit 2010 werden zwanzig potentiell stresstolerante Baumarten und –sorten, die auf Grund ihrer größtenteils kontinentalen Herkunft an trocken-heiße Sommer und kalte Winter angepasst sind, (Tab.2) an drei klimatisch sehr unterschiedlichen bayerischen Standorten auf ihre Eignung als Straßenbäume der Zukunft getestet (Klimakenndaten s. BÖLL et al. 2014):

Würzburg –

einer wärmebegünstigten Stadt mit Weinbauklima, Hotspot, um die Versuchsbaumarten auf Trocken- und Hitzestresstoleranz zu testen,

Hof/Münchberg –

unter kontinentalem Klimaeinfluss mit hoher Frostgefährdung, ein optimaler Teststandort für Frosttoleranz, und

Kempten –

das durch ein gemäßigtes Voralpenklima mit hohen Niederschlägen geprägt ist.

Die standardisierten Versuchs-, Pflanz- und Pflegebedingungen wurden bereits im Detail beschrieben (siehe Abschlussbericht KL/08/02).

3.1 Auswahl geeigneter Stadtbaumarten und -sorten

Die Versuchsbaumarten wurden entsprechend ihrer natürlichen Standortansprüche, insbesondere ihrer Trockenstresstoleranz und Hitzeresistenz, aber auch Frosttoleranz ausgewählt. Darüber hinaus wurden bei der Auswahl ihre Anfälligkeit für Schädlinge und Krankheitserreger, inklusive neu zu erwartender Arten (siehe EPPO-Liste), aber auch wichtige städtebauliche Aspekte wie Wuchsform und Erscheinungsbild berücksichtigt (Tab.2). Die Bäume wurden jeweils in 8-facher Wiederholung (in Einzelfällen aus Platzgründen je 6-fach) pro Standort mit insgesamt 460 (2010) bzw. 197 (2015) Bäumen gepflanzt. Die Erweiterungs-Pflanzung erfolgte in Würzburg, Kempten und Münchberg im Frühjahr 2015. Auf Grund einer Verzögerung bei der Fertigstellung der Baumgruben für zwei Baumarten in Kempten und sämtliche Baumarten in Hof konnten die Versuchsbäume hier erst im Spätherbst

2015 gepflanzt werden. Leider wurde uns statt der Orientalischen Platane (*Platanus orientalis*) an allen Standorten die gewöhnliche Platane (*Platanus x acerifolia*) geliefert, wie sich nach dem Blattaustrieb zeigte. Auch die zweite Lieferung nach Reklamation entpuppte sich als *P. x acerifolia*, so dass in der Versuchserweiterung nun nur 9 statt 10 Versuchsbaumarten untersucht werden können. Der Italienische Ahorn (*Acer opalus*) wurde in sehr schlechter Qualität mit teilweise 30cm Übererdung geliefert (s. Abschlußbericht KL/14/02, Taeger 2017).

Tab. 2: Liste der Versuchsbaumarten, Pflanzjahr

Versuchsbaumarten 2010	dt. Name	Unterlage
<i>Acer buergerianum</i>	Dreizahnahorn	
<i>Acer monspessulanum</i>	Burgenahorn	
<i>Alnus x spaethii</i>	Purpurerle	
<i>Carpinus betulus</i> Frans Fontaine	Hainbuche	<i>Carpinus betulus</i> Frans Fontaine
<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>	Eisenholzbaum	
<i>Quercus cerris</i>	Zerreiche	
<i>Quercus frainetto</i> Trump	ungarische Eiche	<i>Quercus robur</i>
<i>Quercus x hispanica</i> Wageningen	span. 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	jap. Zelkovie	<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>Ulmus</i> Rebona	Ulme	

3.2 Einsatz und Untersuchung von standardisierten Baumsubstraten

Neben der Auswahl geeigneter Baumarten sind die Standort- und Pflanzbedingungen von elementarer Bedeutung für eine nachhaltige Stadtbaumpflanzung. Im Versuch wurde eine standardisierte Baumgrubengröße von 8m^3 mit einer Baumgrubentiefe von 1,50m vorgegeben.

Urbane Standortbedingungen verlangen zudem meist den Einsatz von optimierten Substraten, die struktur- und verdichtungsstabil sein und gleichzeitig eine hohe Wasser- und Luftkapazität aufweisen müssen.

Im Versuch wurden an den drei Standorten entsprechende Substrate verwendet, die den oben genannten Ansprüchen genügen und den FLL- „Empfehlungen für Baumpflanzungen, Teil 2: Standortvorbereitung für Neupflanzungen; Pflanzgruben und Wurzelraumerweiterung, Bauweisen und Substrate“ (2010), Pflanzgrubenbauweise 1, entsprechen. Diese Substrate sind rein physikalisch definiert und mit einem Anteil von maximal 2- 4% organischem Material bewußt sehr mager gehalten.

Die Auswurzelung in diesen Substraten ist dank ihres hohen Porenvolumens hervorragend (Bild 1+2).



Bild 1: Wurzelwerk einer (überfahrenen) Rotesche (2. Standjahr)



Bild 2: Wurzelwerk eines Zügelbaums (4. Standjahr), beide durch Autounfälle ausgefallen

Während sich die Substrate der unterschiedlichen Hersteller in den Partnerstädten durch die vorgegebene Sieblinie in den physikalischen Eigenschaften trotz unterschiedlicher Zusammensetzung stark ähnelten, war unklar, ob dies auch für bodenchemische Parameter und damit die Nährstoffgehalte galt. Darüberhinaus stellte sich die Frage, ob die bewußt mager gehaltenen Substrate im Laufe der Zeit aufgedüngt werden müssen, um eine ausreichende Versorgung der Jungbäume während der Auswurzelungsphase bis zum Anschluß an den gewachsenen Boden zu gewährleisten.

Um diese Fragen zu klären, wurden in enger Zusammenarbeit mit dem Fachzentrum Analytik 1x jährlich im August Substratproben (=> Nährstoffgehalte der Substrate) genommen und analysiert. Die Laborbestimmung der pflanzenverfügbaren Nährstoffanteile im Substrat erfolgte nach den Verfahren des VDLUFA-

Methodenbuches (VDLUFA 1991: Band I Die Untersuchung von Böden, 4. Aufl. 1991, ISBN 978-3-941273-13-9). Gleichzeitig wurden zum selben Zeitpunkt von sechs Baumarten Blätter für Blattanalysen entnommen, um den Nährstoffstatus der Bäume direkt zu überprüfen.

3.3 Einsatz von Mykorrhiza-Pilzpräparaten

In einer weiteren Variante wurde untersucht, ob eine Behandlung mit Mykorrhiza-Pilzpräparaten einen positiven Einfluss auf den Pflanzschock sowie die Vitalität dieser Baumarten hat. Mykorrhizapilze können unter Stress- und Mangelbedingungen die Aufnahme wichtiger Nährstoffe sowie die Wasseraufnahme der Pflanze fördern und die Trockenstress- und Salztoleranz erhöhen. Darüber hinaus verfügen sie in vielen Fällen über eine „anti-phytopathogene Potenz“, d.h. mykorrhizierte Pflanzen zeigen häufig eine erhöhte Widerstandsfähigkeit gegenüber pathogenen Pilzen und Bakterien.

Bei der Verwendung von Mykorrhiza-Pilzpräparaten gibt es eine Reihe von positiven Erfahrungsberichten aus dem urbanen Bereich, jedoch fehlen experimentell abgesicherte Erkenntnisse über die Wirksamkeit dieser Präparate. Entsprechend wird der Einsatz von Mykorrhizapilzen in der Fachpraxis sehr kontrovers diskutiert. Allerdings könnte er sich bei urbanen Baumpflanzungen als notwendig erweisen, weil die neuartigen Stadtbaums substrate artifizielle Mischungen darstellen, die, soweit kein Oberbodenmaterial verwendet wird, weitgehend frei von Mykorrhizapilzen sein dürften.

Um die Wirksamkeit von Mykorrhiza-Pilzpräparaten bei Baumpflanzungen zu klären, wurde in allen Städten bei je 4 von 8 (in Einzelfällen 3 von 6) gepflanzten Bäumen einer Art bei der Pflanzung ein Mykorrhiza-Pilzpräparat ausgebracht. Dabei wurden entsprechend des Mykorrhizotyps der einzelnen Versuchsbaumarten ein Ekto- oder Endo-Mykorrhizapilzpräparat eingesetzt.

Vom Fachzentrum Analytik wurden die als Großballenware aus Baumschulen gepflanzten Bäume unmittelbar bei der Pflanzung beprobt und die Mykorrhizierung und die Intensität der Mykorrhizierung der Feinwurzeln bestimmt. Desweiteren wurden die verwendeten Baums substrate auf den Sporengelhalt nativer Mykorrhizapilze untersucht. Die Ergebnisse sind im Abschlussbericht des Fachzentrums Analytik zum Forschungsvorhaben „Untersuchungen zu Wirkungen von Mykorrhiza-Pilzpräparaten als Antistressfaktoren bei Stadtbäumen im Rahmen des Projektes Stadtgrün 2021“ KL/12/01 ausführlich dargestellt. Auf Grund der Ergebnisse, die keinen Einfluß der Mykorrhizapilzpräparate zeigten, wurde bei der Erweiterungs-Pflanzung 2015 auf die Beigabe von Mykorrhizapilzpräparaten bei der Pflanzung verzichtet.

3.4 Monitoring

Seit 2010 werden jährlich Frühjahrs- und Herbstbonituren zu Frost- und Trockenschäden, Kronenvitalität, Gesundheit und Zuwachsleistung der Versuchsbäume durchgeführt. Zusätzlich wird in enger Zusammenarbeit mit den Gartenämtern der Partnerstädte die Phänologie der einzelnen Baumarten an den verschiedenen Standorten aufgezeichnet, 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.

3.5 Bayerisches Netzwerk „Klimabäume“



Abb. 3: Partnerstädte und Netzwerkgemeinden im „Bayerischen 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 unterschiedlicher klimatischer Prägung einbringen (Abb.3). Dies geschieht jährlich über standardisierte, interaktive Boniturbögen, die in den Gemeinden erfasst und an die LWG zur Auswertung weitergeleitet werden (Anhang A). Die Ergebnisse fließen in die regionale Bewertung der einzelnen Versuchsbaumarten mit ein (s. 4.2.3). In zweijährigen Abständen findet ein Forum „Bayerisches Netzwerk Klimabäume“ an der LWG statt, auf dem die Ergebnisse gemeinsam mit den kommunalen Vertretern diskutiert werden. Das 3. Forum fand unter reger Beteiligung am 8.12.2016 statt. Zusätzlich zu den Ergebnissen wurden interessante Fachvorträge in Kooperation mit der TU München vorgetragen (s. Anhang B).

4. Ergebnisse und Diskussion

4.1 Ausfall von Versuchsbäumen

4.1.1 Ausfälle „Altbäume“ 2010 - 2018

Seit Versuchsbeginn sind an allen drei Standorten insgesamt 67 Bäume von den ursprünglich gepflanzten insgesamt 460 Bäumen (15%) ausgefallen, wobei frostbedingt der höchste Anteil in Hof/Münchberg abgestorben ist.

Tab. 3:

a) Ausfälle / Gesamtzahl gepflanzter Bäume an den drei Versuchsstandorten

Hof/ Münchberg	Kempten	Würzburg
30/ 148	22/ 152	15/160
20%	15%	9%

b) Ausfälle ohne Unfälle und qualitativ schlechter Baumschulware

Hof/ Münchberg	Kempten	Würzburg
13/ 148	11/ 152	6/160
9%	7%	4%

Die höchsten Ausfälle zeigte die Kombination von qualitativ schlechter Baumschulware bei kaum am Markt vorhandenen Baumarten und ausgeprägten Frostereignissen (Tab.4, z.B. bei *Quercus frainetto* 'Trump'), aber auch Autounfälle oder extrem hohe Wühlmauspopulationen auf den Mittelstreifen spielen eine Rolle. Lässt man bei den Ausfällen Unfälle und Bäume minderer Qualität (inklusive Unterlagenunverträglichkeit, Bild 17, s. a. TAEGER (2017)) außer Acht, bewegen sich die Ausfallraten im Normalbereich (Tab.3b).

Tab. 4: Ursachen für die Ausfälle von Versuchsbäumen

Ausfallursachen	n
Unterlagenunverträglichkeit	14
schlechte Baumqualität	3
schlechte Baumqualität x Frostereignisse	14
Frost	10
Windbruch/ Schneelast	3
Verkehrsunfall	6
Schädling/ Krankheit	8
abgestorben	9

Ausfälle während des 1. Standjahres wurden nachgepflanzt; spätere Ausfälle wurden nicht mehr ersetzt, so dass sich Ende 2018 noch 402 Bäume im Versuch befanden.

4.1.2 Ausfälle „Jungbäume“ 2015 - 2018

In Hof sind zwei Bäume Unfällen zum Opfer gefallen, in Würzburg wurden bei den beiden Stürmen Anfang August und Ende September 2018 insgesamt 5 Bäume (4 *Juglans nigra*, 1 *Tilia americana* Redmont) geknickt (Bild 28). In Kempten gab es bisher keine Ausfälle.

4.2 Vitalität der Versuchsbaumarten

4.2.1 Frosttoleranz der Versuchsbaumarten

Dank der ausgeprägten Winter 2010 – 2013 mit teils extremen Frostereignissen (2012) und mehreren Jahren mit Spätfrösten (2011, 2014, 2018) können relativ gut abgesicherte Ergebnisse zur Frosttoleranz der einzelnen 2010 gepflanzten Baumarten vorgestellt werden.

Die meisten Versuchsbaumarten haben eine hohe Frost- und Salztoleranz bewiesen (Tab.5). Aber es gibt auch Ausnahmen: *Celtis australis* ist, wie der Totalausfall in Münchberg gezeigt hat, nur für wärmebegünstigte Standorte geeignet. Aber auch *Acer buergerianum* sowie die Sorten *Tilia tomentosa* 'Brabant', *Sophora japonica* 'Regent' und *Zelkova serrata* 'Green Vase' sollten an kontinental geprägten Standorten nicht oder nur an geschützten Standorten gepflanzt werden. Im Vergleich zu der Winterhärtebewertung der Versuchsbaumarten in der KlimaArtenMatrix für Stadtbaumarten (KLAM, ROLOFF et al. 2008) schneiden diese Arten bzw. Sorten teilweise deutlich schlechter ab (Tab.5), wobei die KLAM-Bewertung sich nur auf reine Arten bezieht und keine frostbedingten Stammmisze in der Bewertung berücksichtigt. Dagegen erwiesen sich die Arten *Acer monspessulanum*, *Fraxinus ornus*, *Liquidambar styraciflua*, *Magnolia kobus* und *Quercus cerris* im Versuch z.T. deutlich frosthärter als in der KLAM dargestellt (Tab.5). Detaillierte Bewertungen finden sich im Abschlußbericht KL/08/03 und bei BÖLL et al.(2014).

Tab. 5: Frost- und Salztoleranzbewertung der einzelnen Versuchsbaumarten

Versuchsbaumarten	Winterhärte KLAM *	Frosttoleranz "Stadtgrün 2021"	Salztoleranz "Stadtgrün 2021"	Salztoleranz Literatur
<i>Acer buergerianum</i>	1	-	-	+
<i>Acer monspessulanum</i>	2	++	+	k. A.
<i>Alnus x spaethii</i>	1	+	+	+
<i>Carpinus betulus</i> Frans Fontaine	1	+	-	-
<i>Celtis australis</i>	3	--	?	k. A.
<i>Fraxinus ornus</i>	4	++	+	k. A.
<i>Fraxinus pennsylvanica</i> Summit	1	++	+	+
<i>Ginkgo biloba</i>	2	+	+	+
<i>Gleditsia triacanthos</i> Skyline	2	++	+	+
<i>Liquidambar styraciflua</i>	3	++	+	k. A.
<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	?	+	k. A.
<i>Quercus hispanica</i> Wageningen	k. A.	++	+	k. A.
<i>Sophora japonica</i> Regent	2	-	+	+
<i>Tilia tomentosa</i> Brabant	2	-	-	k. A.
<i>Ulmus</i> Lobel	1	++	+	+
<i>Zelkova serrata</i> Green Vase	2	-	+	+

Frosttoleranz: ++ sehr hohe Frosttoleranz, + hohe Frosttoleranz, - eingeschränkte Frosttoleranz, -- keine Frosttoleranz

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

Salztoleranz: + salztolerant, - salzempfindlich

Für die 2015 gepflanzten Versuchsbaumarten können wegen der milden Winter 2015-2018 noch keine Bewertungen zur Frosttoleranz vorgenommen werden. Dank des Frostereignisses im April 2017 können jedoch erste Aussagen zur Spätfrostgefährdung der einzelnen Arten gemacht werden.

Die Spätfröste Ende April 2017 richteten, anders als im Wein- und Obstbau, nur geringfügige Schäden an. In Würzburg war keine der Versuchsbaumarten, in Hof nur der Italienische Ahorn (*Acer opalus*) und in Kempten *Acer opalus* und die Mongolische Linde (*Tilia mongolica*) betroffen. Bei diesen Arten waren Triebspitzen von Seitenästen zurückgefroren, was größtenteils durch das Austreiben von Nebenaugen kompensiert wurde. Frostbedingte Stammrisse sind bei keiner Versuchsbaumart aufgetreten.

4.2.2 Trocken- und Hitzestresstoleranz

Die im fränkischen Raum extremen „Steppensommer“ 2015 und 2018 erlauben eine erste Bewertung der Hitze- und Trockenstresstoleranz der verschiedenen Versuchsbaumarten, soweit es sich um die unmittelbaren Auswirkungen und - 2016 - um die Folgen im darauffolgenden Jahr handelt. Würzburg (10km von Kitzingen entfernt, das 2015 zweimal die Hitzerekorde mit über 40°C in Deutschland brach) war von den anhaltenden Trocken- und den Hitzeperioden besonders stark betroffen. Die Niederschläge im ersten Halbjahr während der Austriebsphase betragen 2015 nur 184mm, 2018 224mm (langjähriges Mittel 301mm). Insgesamt lagen die Niederschläge bis zum Ende der Vegetationsperiode deutlich unter dem langjährigen Mittel von 497 mm (Tab.6). Mit 31 (2015) bzw. 36 (2018) Hitzetagen wurde ein Vielfaches der im langjährigen Mittel 7 Hitzetage beobachtet (s. Abb.1). Auch Hof und Kempten erlebten außergewöhnlich hohe Temperaturen (s. Abb.1) und lange Trockenperioden.

Tab. 6: Summe der Niederschläge (mm) in den Monaten Januar bis Oktober; Daten: DWD

	Hof	Kempten	Würzburg
2010	618	1060	551
2011	491	938	409
2012	489	1049	381
2013	615	1091	570
2014	492	951	486
2015	439	969	333
2016	673	1197	477
2017	736	1421	629
2018	400	815	332

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

Bewässerungsregime

Während der ersten beiden Jahre wurden die 2009/ 2010 gepflanzten Versuchsbäume nach guter fachlicher Praxis regelmäßig mit 200-300l/ Baum gewässert und wurzelten erfolgreich aus (SCHÖNFELD 2017, Bild1+2). 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 nach 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‘, *Q. cerris* und *Q. hispanica* ‚Wageningen‘ wurden auch in Würzburg nicht gewässert. Alle anderen Versuchsbäume in Würzburg wurden 2015 erst im Anschluss an die zweite Hitzeperiode Mitte August und ein zweites Mal Anfang September mit je 200 l gewässert. 2018 wurden in Würzburg lediglich der Eisenholzbaum *Parrotia persica* auf Grund der Erfahrungen von 2015 (s.u.) in der KW 30 und KW 37 und der *Liquidambar styraciflua* in der KW 37 nach ersten Trockenstresssymptomen gewässert.

Bei den 2015 gepflanzten Erweiterungs-Baumarten wurde mit der Bewässerung genauso verfahren wie bei den „Altbäumen“. 2018 wurden die Bäume an allen Standorten 3x mit je 300l gewässert.

Trocken- und Hitzeschäden in den Sommern 2015 + 2018

Der überwiegende Anteil der Versuchsbäume zeigte in den Extremsommern 2015 und 2018 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 (Tab.5) traten Blattrandnekrosen durch trockenheitsbedingtes Aufsteigen alter Salzfrachten auf, die teilweise zu deutlichen Wachstumseinbußen führten (s. 4.2.3). Es ist bekannt, dass vor allem in trockenheißen Sommern teilweise höhere Salzkonzentrationen in oberen Bodenschichten gemessen werden als in Winter- und Frühjahrsmonaten (PEDERSEN et al. 2000). Blattanalysen der betroffenen Arten zeigten im Sommer 2015 entsprechend hohe Chloridwerte (s. Tab.7, KOPINGA & VAN DEN BURG 1995), teilweise wurden auch hohe Natriumwerte gemessen (s. Tab.7, LEH 1973, KOPINGA & VAN DEN BURG 1995). Natrium wird bis zu einer „Schadensschwelle“ in einem wesentlich geringeren Maße als Chlorid aufgenommen, kann dann aber zu irreversiblen Schäden führen (LEH 1973). Die Blattanalysen zeigen auch für 2018 leicht erhöhte bzw. für *Parrotia persica* in Hof und *Magnolia kobus* in Würzburg stark erhöhte Chloridwerte (Tab.8).

Tab. 7: Blattanalysen 2015: Chlorid- und Natriumgehalt

Art	Standort	Cl ⁻ (mg/kg TG)	Na ⁺ (mg/kg TG)
<i>A. buergerianum</i>	Hof	8352	7292
<i>T. tomentosa</i> Brabant	Hof	20345	352
<i>C. betulus</i> FF	Kempten	9909	585
<i>Magnolia kobus</i>	Würzburg	11254	118

Tab. 8: Blattanalysen 2018: Chlorid- und Natriumgehalt

Art	Standort	Cl ⁻ (mg/kg TG)	Na ⁺ (mg/kg TG)
<i>Parrotia persica</i>	Hof	10870	156
<i>C. betulus</i> FF	Hof	2131	69
<i>T. tomentosa</i> Brabant	Hof	1838	34
<i>C. betulus</i> FF	Kempton	3784	32
<i>Magnolia kobus</i>	Würzburg	13046	139

Parrotia persica (Vanessa) litt während der beiden Hitzeperioden 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 Wachstumseinbußen führte (Bild 3a-c). 2018 konnten durch 2-maliges Wässern Trocken- und Hitzestressreaktionen bei der Parrotie in Würzburg vermieden werden, während in Hof bereits im Juli zu entsprechende Reaktionen zu beobachten, die auch mit der Aufnahme hoher Chloridkonzentrationen verbunden waren (Bild 4, Tab.8).

Bild 3 a,b,c: *Parrotia persica*, Würzburg 2015, KW 33

KW 37

Bild 4: *Parrotia persica*, Hof 2018, KW 38

Länge der Vegetationsperiode in den Hitzesommern 2015 + 2018

Trotz eines Notbewässerungsprogrammes des Gartenamtes Würzburg für herkömmliche Stadtbaumarten zeigten viele Ahorne, Linden und Kastanien im Stadtgebiet bereits Ende Juli 2015 starke Trockenschäden und Mitte August verfrühten Blattfall (Abb.5a). Im Gegensatz war das Gros der Versuchsbäume nach den beiden Hitzewellen grün belaubt (Abb.5b).



Bild 5a: Lindenallee in Würzburg, KW 36, 2015



b: *Alnus x spaethii*, *Q. frainetto* Trump, *Ulmus Lobel*, Würzburg, KW 37, 2015

Phänologische Erhebungen zum Einsetzen der Blattfärbung (Ende der Photosynthese und Vegetationsperiode) der einzelnen Versuchsbaumarten geben ein deutliches Bild ab (Tab.9): Mittelt man die jeweilige KW der Blattfärbung der einzelnen Baumarten über die Jahre 2011-2017 (s. letzte Spalte Tab.9, ohne 2015er Daten) 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. Entsprechend waren auch – mit Ausnahme von *Celtis australis* - bei keiner Art starke Wachstumseinbußen im Folgejahr zu beobachten (s. Abschnitt 4.2.3.).

Tab. 9: Jeweilige Kalenderwoche (KW) der Blattfärbung der verschiedenen Baumarten, 2011 – 2018, * ohne 2015

Würzburg	2011	2012	2013	2014	2016	2017	2015	2011-2017*
<i>Acer buergerianum</i>	41	40	42	43	43	40	44	42
<i>Acer monspessulanum</i>	42	41	42	43	43	42	44	42
<i>Alnus x spaethii</i>	45	43	47	42	46	44	46	45
<i>Carpinus betulus</i> Frans Fontaine	39	39	43	44	43	41	42	42
<i>Celtis australis</i>	43	42	42	41	42	39	42	42
<i>Fraxinus ornus</i>	41	40	42	43	42	41	41	42
<i>Fraxinus pennsylvanica</i> Summit	35	36	40	38	37	38	40	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	41	42
<i>Parrotia persica</i>	42	43	43	43	44	43	44	43
<i>Quercus cerris</i>	41	42	43	44	44	43	43	43
<i>Quercus frainetto</i> Trump		43	42	43	43	41	44	42
<i>Quercus x hispanica</i> Wageningen		halb-immergrüne Art						
<i>Sophora japonica</i> Regent	41	41	42	40	42	42	43	41
<i>Tilia tomentosa</i> Brabant	42	43	43	44	42	41	41	43
<i>Ulmus Lobel</i>		42	44	45	44	42	45	43
<i>Zelkova serrata</i> Green Vase	43	41	41	40	41	41	43	41



Bild 6a: Bergahorn, Würzburg KW 35, 2018

b: *Quercus cerris*, *Acer monspessulanum*, Würzburg, KW 38

Auch 2018 zeigten die Versuchsbäume eine deutlich spätere Blattfärbung als die herkömmlichen Straßenbaumarten, die bereits in der KW 36 deutliche Trockenschäden mit vorzeitigem Blattfall zeigten (Bild 6a+b). Auch wenn fast alle Versuchsbaumarten erst vier Wochen später als die herkömmlichen Stadtbaumarten begannen, Herbstfärbung zu zeigen, wiederholte sich die Beobachtung von 2015 nicht: Im Vergleich zum mehrjährigen Mittelwert der jeweiligen KW der Blattfärbung der einzelnen Baumarten (s. letzte Spalte Tab.10), in dem bewusst 2015 ausgeklammert wurde, zeigte sich die Blattfärbung in diesem Hitzesommer bei den meisten Arten (hellgelb unterlegt, Tab.10) um 1-2 Wochen früher.

Tab. 10: Jeweilige Kalenderwoche (KW) der Blattfärbung der verschiedenen Baumarten, 2011 – 2018, * ohne 2015

Würzburg	2011	2012	2013	2014	2016	2017	2018	2011-2017*
<i>Acer buergerianum</i>	41	40	42	43	43	40	41	42
<i>Acer monspessulanum</i>	42	41	42	43	43	42	41	42
<i>Alnus x spaethii</i>	45	43	47	42	46	44	43	45
<i>Carpinus betulus</i> Frans Fontaine	39	39	43	44	43	41	45	42
<i>Celtis australis</i>	43	42	42	41	42	39	41	42
<i>Fraxinus ornus</i>	41	40	42	43	42	41	40	42
<i>Fraxinus pennsylvanica</i> Summit	35	36	40	38	37	38	38	37
<i>Ginkgo biloba</i> (männl. Selektion)	41	41	43	42	45	42	40	42
<i>Gleditsia triacanthos</i> Skyline	34	36	39	37	36	36	36	36
<i>Liquidambar styraciflua</i>	41	42	43	43	44	43	41	43
<i>Magnolia kobus</i>	36	38	42	42	44	40	39	40
<i>Ostrya carpinifolia</i>	43	42	43	43	43	40	40	42
<i>Parrotia persica</i>	42	43	43	43	44	43	41	43
<i>Quercus cerris</i>	41	42	43	44	44	43	41	43
<i>Quercus frainetto</i> Trump		43	42	43	43	41	42	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	39	43
<i>Ulmus</i> Lobel		42	44	45	44	42	40	43
<i>Zelkova serrata</i> Green Vase	43	41	41	40	41	41	40	41

Fazit: Die Versuchsbaumarten zeigen in ausgeprägten Hitzesommern eine deutlich längere Vegetationsperiode (mit Ausnahme der Gleditsie) als die die herkömmlichen Straßenbaumarten Linde, Ahorn und Kastanie und sind so in der Lage, über einen deutlich längeren Zeitraum, vor allem während der anhaltenden Hitzeperioden noch Schatten zu spenden, die Umgebungstemperatur zu senken, CO₂ zu binden und weitere Ökosystemleistungen zu erfüllen. Die anfängliche Vermutung, daß die meisten Versuchsbaumarten darüber hinaus die Strategie entwickelt haben, Assimilationsverluste während extremer Hitzewellen durch eine überdurchschnittlich verlängerte Vegetationsperiode auszugleichen, hat sich nur in einem der beiden Hitzesommern bestätigt.

Auswirkungen des Hitzesommers 2015 auf die Vitalität der Versuchsbaumarten im Folgejahr

Auch wenn die meisten Versuchsbaumarten im Jahr 2015 keine unmittelbaren Beeinträchtigungen oder Hitze- oder Trockenschäden gezeigt haben, ist es sehr gut möglich, dass sich im darauffolgenden Jahr negative Folgeerscheinungen zeigen. Untersuchungen belegen, dass viele Baumarten über ein bis mehrere Jahre verminderte Zuwachsraten nach trocken-heißen Sommern aufweisen (MEINHARDUS & BRÄUNIG 2013, GILLNER et al. 2013, FORSCHUNGSANSTALT FÜR WALDÖKOLOGIE UND FORSTWIRTSCHAFT 2011). Das betrifft nicht nur den Stammzuwachs, sondern durch verminderte Reserveeinlagerungen und häufig erhöhten Fruchtansatz (s.u.) kann es zur Ausbildung von Kurztrieben kommen. Auf die Zuwachsraten der Versuchsbaumarten 2016 wird im Abschnitt 4.2.3 im Einzelnen eingegangen.

Fruchtansatz

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 Halbjahr 2009/2010 waren 8 von 9 Vegetationsperioden überdurchschnittlich warm mit längeren bis gravierenden Trockenperioden. Einzelne Arten wie *Acer buergerianum*, *Acer monspessulanum*, *Carpinus betulus* FF, *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 der reinen Art *Carpinus betulus* zu beobachten war. Deren Fruchtbehang war besorgniserregend und stellte möglicherweise eine Notreaktion dar.

Mögliche mittelfristige Anpassungen

Extremjahre können auch zu mittelfristigen Adaptionen im Folgejahr führen (ROLOFF et al. 2010). Stark sklerotisierte Blätter sind eine typische Anpassung holziger Pflanzen an trocken-heißes Klima (BUSSOTTI 2008, ROLOFF et al. 2010). Entsprechend sollten Blattwassergehalte gesunder Blätter trockenstresstoleranter Baumarten die Derbheit und damit auch Widerstandsfähigkeit bei Hitze- und Trockenstress widerspiegeln. Untersucht wurden im Rahmen der Blatt Nährstoffanalysen (KLEMISCH 2017) turgeszente Blätter verschiedener Versuchsbaumarten Mitte August 2015 – 2018 (Tab.11; 2017 nicht dargestellt). Es handelt sich hierbei nicht um die Blattwassergehalte im Labor aufgesättigter Blätter, sondern direkt von den Versuchsbäumen vor Ort entnommener Blätter. Im Vergleich zu Sättigungswerten verschiedener heimischer Baumarten (62% - 72%; RÖDER, pers. Mittlg.) weisen die Baumarten mit Ausnahme des *Ginkgo* in allen Jahren vergleichsweise niedrige Werte auf. Interessanterweise liegt, anders als man vielleicht erwarten würde, der Blattwassergehalt im August 2016 bei fast allen Arten unter dem von 2015 (Tab.11), obwohl die Augusttemperaturen 2016 deutlich niedriger waren. Berücksichtigt man jedoch nur Differenzen von über 5%, dann ist bei der Hälfte der untersuchten Baumarten kein Unterschied zu 2015 im Blattwassergehalt zu finden. Auffällig ist der deutliche Rückgang des Blattwassergehalts bei *Ostrya carpinifolia* und *Zelkova serrata* GV (mit Ausnahme von Würzburg). Eine erhöhte Blattderbheit könnte eine Antwort auf den Extremsommer 2015 sein und einer noch stärkeren Adaptation an Hitze und Trockenheit dienen (MATYSSEK et al. 2010, BUSSOTTI & POLLASTRINI 2015). Die Ergebnisse von 2018 ähneln stark den Werten von 2015 (Tab.11).

Tab. 11: Blattwassergehalte Mitte August 2015, 2016,2018.

Versuchsbaumart	Standort	2015	2016	2018	Diff. 2016 - 2015	Diff. 2018 - 2015
		H2O %	H2O %	H2O %		
<i>Carpinus betulus</i> Frans Fontaine	Würzburg	48,0	40,2	50,3	-8	2
<i>Fraxinus pennsylvanica</i> Summit	Würzburg	52,6	46,0	55,8	-7	3
<i>Ginkgo biloba</i>	Würzburg	68,5	67,6	65,6	-1	-3
<i>Ostrya carpinifolia</i>	Würzburg	45,3	26,2	48,9	-19	4
<i>Tilia tomentosa</i> Brabant	Würzburg	57,0	54,1	58,2	-3	1
<i>Zelkova serrata</i> Green Vase	Würzburg	50,3	59,0	51,1	9	1
<i>Carpinus betulus</i> Frans Fontaine	Hof	48,2	42,0	48,2	-6	0
<i>Fraxinus pennsylvanica</i> Summit	Münchberg	56,5	54,0	56,6	-3	0
<i>Ginkgo biloba</i>	Münchberg	68,7	63,0	68,7	-6	0
<i>Ostrya carpinifolia</i>	Hof	48,5	33,0	48,9	-16	0
<i>Tilia tomentosa</i> Brabant	Hof	59,8	56,0	61,7	-4	2
<i>Zelkova serrata</i> Green Vase	Hof	51,2	34,0		-17	
<i>Carpinus betulus</i> Frans Fontaine	Kempton	46,0	39,7	49,6	-6	4
<i>Fraxinus pennsylvanica</i> Summit	Kempton	55,2	42,9	52,0	-12	-3
<i>Ginkgo biloba</i>	Kempton	66,4	64,3	67,0	-2	1
<i>Ostrya carpinifolia</i>	Kempton	49,1	28,9	48,1	-20	-1
<i>Tilia tomentosa</i> Brabant	Kempton	56,4	52,7	56,6	-4	0
<i>Zelkova serrata</i> Green Vase	Kempton	49,2	37,2	50,2	-12	1

4.2.3 Boniturergebnisse und Wachstumsraten

Für das Jahr 2015 und 2018 werden für alle Arten die Trockenstress-Boniturnoten der Versuchsbäume an den verschiedenen Standorten gelistet, so dass sich die unmittelbaren Auswirkungen der beiden Hitzesommer ablesen lassen. Für 2016 werden die Kronenvitalitäts-Boniturnoten wiedergegeben, um die Vitalität der Bäume im Folgejahr eines Extremsommers darzustellen. Auf die Frostempfindlichkeit der Arten wird nur kurz eingegangen, ausführliche Beschreibungen zur Frosttoleranz finden sich bei BÖLL et al. (2014)(s.a. 4.2.1). Soweit zu den einzelnen Baumarten eine ausreichende Anzahl von Bäumen in mindestens 5 Gemeinden des Bayerischen Netzwerks „Klimabäume“ vorliegen (im Weiteren ‚Bayerisches Netzwerk‘ genannt), werden deren Bewertungen, denen dieselben Boniturschemata wie im Projekt zu Grunde liegen, mit einbezogen. Alter und Standzeit der einzelnen Bäume in den Netzwerk-gemeinden können hierbei stark variieren. Tabellarisch dargestellt wird die Kronenvitalitätsbonitur 2016, die den Gesamtzustand der Bäume ein Jahr nach einem Hitzesommer recht gut widerspiegelt. Da die Bäume in vielen Gemeinden in sehr kleinen Baumgruben stehen (SCHÖNFELD 2017), fallen die Bewertungen teilweise schlechter als im Versuch aus.

Auch wenn die Vorgaben im Versuch weitgehend standardisiert wurden (s. BÖLL 2017a, SCHÖNFELD 2017), handelt es sich um einen Praxisversuch mit teilweise besonderen Standortbedingungen, auf die, wo notwendig, näher eingegangen wird.

Tab. 12: Boniturschemata

Trockenstreß-Vitalität

1	Pflanzen sind abgestorben bzw. vertrocknet (irreversible Schädigung)
3	Pflanzen oder Pflanzenteile zurückgetrocknet (Regeneration noch möglich)
5	Pflanze „schlappt“ (erkennbare Welkeerscheinungen), deutliche Blattrandnekrosen
7	Trockenverfärbung der Blätter (erste Anzeichen von Wassermangel), leichte Blattrandnekrosen
9	Pflanzen vital (ausreichende Wasserversorgung)

Kronenvitalität

1	sehr schlechte Kronenvitalität, 81-100% Laubverlust
3	schlechte Kronenvitalität, 41-80% Laubverlust
5	mittlere Kronenvitalität, 21-40% Laubverlust
7	gute Kronenvitalität, 11-20% Laubverlust
9	sehr gute Kronenvitalität, 0-10% Laubverlust

4.2.3.1 Versuchsbäume, Pflanzung 2009/2010

Acer buergerianum Dreizahnhorn

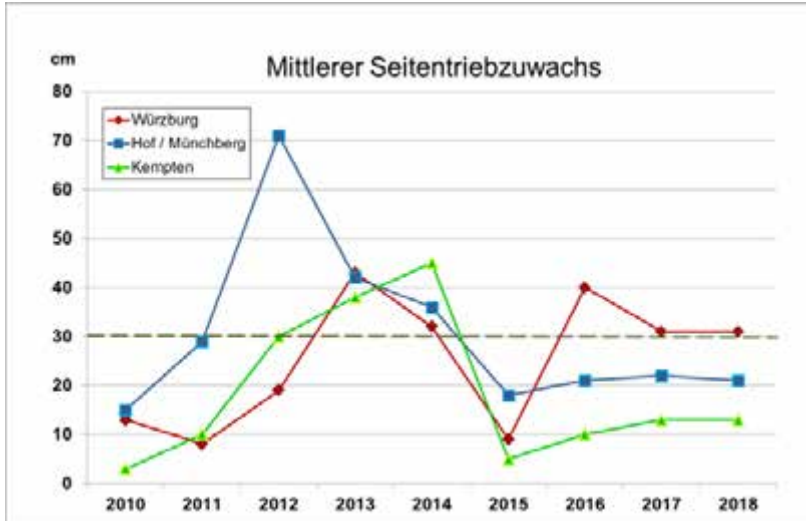


Abb. 4: Mittlerer Seitentriebzuwachs von *Acer buergerianum* an den verschiedenen Standorten, 2010 - 2018

Tab. 13: Vitalitätsbonituren 2015/ 2016 2018

Trockenstreß-Vitalität 2015	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg		1	2	1	3
Kempten				5	2
Würzburg			2	3	3

Trockenstreß-Vitalität 2018	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg		2	1	2	1
Kempten					7
Würzburg				8	

Kronenvitalität 2016	1	3	5	7	9
	Hof/ Münchberg		1	2	2
Kempten				5	2
Würzburg			1	3	4

Kronenvitalität 2018	1	3	5	7	9
	Hof/ Münchberg		2		4
Kempten			1	6	
Würzburg			2	4	2

Allgemein: Der Dreizahnhorn neigt bei Frost zum Zurückfrieren der Triebe und zu Stammrissen, die zu Abgängen führen können. Salzeempfindlich! Stark fruchtend, v.a. unter Trocken-/Salzstress.

Praxishinweis: neigt sehr zu Peitschenbildung, pflegeaufwendig, als Straßenbaum wenig geeignet



Bild 7: Peitschenförmiger Wuchs der Triebe



Bild 8: Schöne Herbstfärbung

Acer monspessulanum Französischer Ahorn

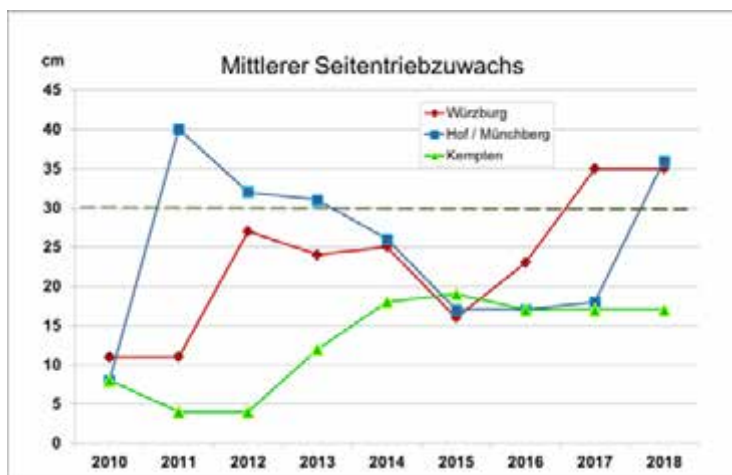


Abb. 5: Mittlerer Seitentriebzuwachs von *Acer monspessulanum* an den verschiedenen Standorten, 2010 - 2018

Tab. 14: Vitalitätsbonituren 2015/ 2016

Trockenstreß-Vitalität	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
2015					
Hof/ Münchberg			1	1	4
Kempten					8
Würzburg					7

Kronenvitalität 2016	1	3	5	7	9
	Hof/ Münchberg		1	2	1
Kempten			1	2	5
Würzburg					7

2018

Trockenstreß-Vitalität	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
2018					
Hof/ Münchberg					6
Kempten				1	7
Würzburg					7

Kronenvitalität 2018	1	3	5	7	9
	Hof/ Münchberg				2
Kempten				1	7
Würzburg					7

Allgemein: Lichtbaumart, verträgt keinen Schattendruck, neigt frühzeitig zur Vergreisung

Würzburg: 1x Verticillium; Bäume mit Schattendruck vergreisen deutlich früher.

Praxishinweis: Hoher Pflegeaufwand, um den Vergreisungserscheinungen entgegenzuwirken. Eine wüchsige Krone muss durch regelmäßigen Schnitt alle 2-3 Jahre bis zum Erreichen des Lichtraumprofils (max. 3- 3,5 m) gefördert werden (s. Abb.5).

Alnus x spaethii Purpurerle

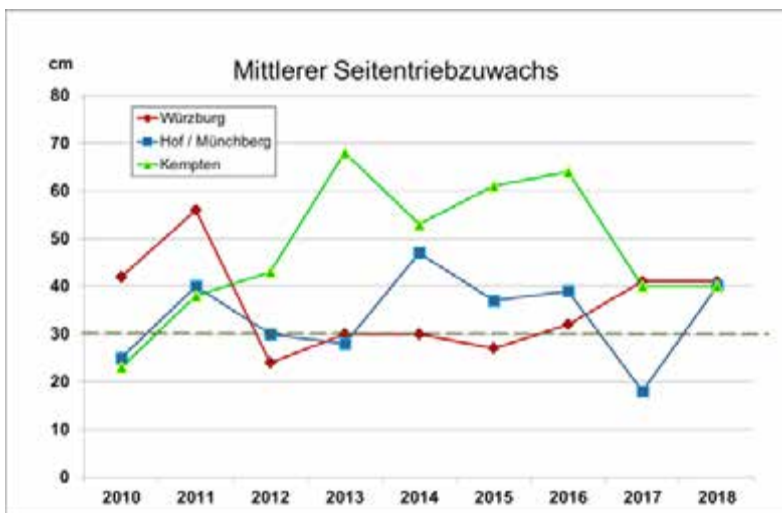


Abb. 6: Mittlerer Seitentriebzuwachs von *Alnus x spaethii* an den verschiedenen Standorten, 2010 – 2018

Tab. 15: Vitalitätsbonituren 2015/ 2016

2018

Trockenstreiß-Vitalität	Boniturnoten				
2015	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					6
Kempten					8
Würzburg					8

Trockenstreiß-Vitalität	Boniturnoten				
2018	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					6
Kempten					8
Würzburg					8

Kronenvitalität 2016	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					6
Kempten					8
Würzburg					8
Bayerisches Netzwerk				8	87

Kronenvitalität 2018	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					6
Kempten				1	7
Würzburg					8

Allgemein: Die Purpurerle lebt in Symbiose mit den Stickstoff-fixierenden Bakterien *Frankia alni* und ist entsprechend wüchsig; die Blätter werden grün abgeworfen, da Stickstoffrückgewinnung nicht notwendig ist (KRUPINSKA 2014); an allen Standorten starkfrostbedingte Stammrisse im Kronenansatz 2012, in Folge gut überwallt; ansonsten keine Frostprobleme; Erlenblattkäfer an allen Standorten ohne größere Fraßschäden.

Bayerisches Netzwerk: 10 Gemeinden mit insgesamt 95 Bäumen.

Praxishinweis: gleichmäßiger Kronenaufbau, geringer Pflegeaufwand; früher Pollenflug, häufig schon ab Ende Dezember – hohes Allergiepotehtial (GEHRIG ET AL. 2015)



Bild 9 a+b: Nach Starkfrost im Februar 2012

überwallt, 2016

***Carpinus betulus* Frans Fontaine**

Hainbuche

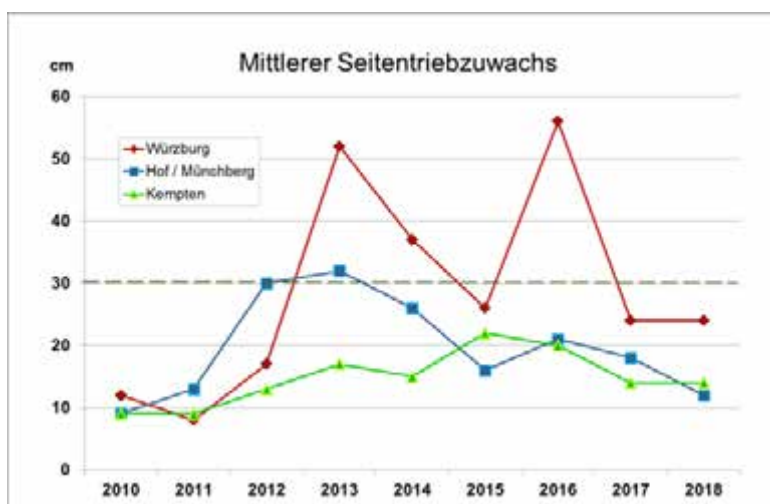


Abb. 7: Mittlerer Seitentriebzuwachs von *Carpinus betulus* Frans Fontaine an den verschiedenen Standorten, 2010 – 2018

Tab. 16: Vitalitätsbonituren 2015/ 2016

2018

Trockenstreiß-Vitalität	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
2015					
Hof/ Münchberg		2	1	2	3
Kempten				2	5
Würzburg					8

Trockenstreiß-Vitalität	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
2018					
Hof/ Münchberg				6	2
Kempten				1	6
Würzburg				2	6

Kronenvitalität 2016	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg		1		1	6
Kempten				4	3
Würzburg					8
Bayerisches Netzwerk			1	67	54

Kronenvitalität 2018	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg				1	7
Kempten				1	6
Würzburg					8

Allgemein: bleibt bisher schlank, neigt zu Froststammrissen, die nicht überwallen und zu Abgängen führen (Bild 10); salzempfindlich!

Hof: 4 Bäume mit Froststammrissen; neue und alte aufsteigende Salzfrachten (s. 4.2.1) beeinträchtigen zunehmend die Vitalität der Bäume.

Kempten: suboptimaler Mittelstreifenstandort, 3 Bäume mit Froststammrissen – 1x Ausfall (s. Bild 10).

Würzburg: keine Froststammrisse; Wachstumseinschränkung im Hitzejahr 2015; trotz säulenförmigen Wuchses war ein Aufasten wegen des Lichtraumprofils notwendig, was zu Wachstumsschub 2016 führte.

Bayerisches Netzwerk: 122 Bäume in 8 Gemeinden; Stammrisse an 2 fränkischen Standorten (6 von 11 und 1 von 5 Bäumen).

Praxishinweis: schwieriges Aufasten durch sehr steile Aststellung; reagiert sehr empfindlich auf zu stramme Gurtverspannung mit Stammrissen (s. Bild 11), die möglicherweise weiter aufplatzen und nicht überwallen.



Bild 10: Hof: Stammriss im Kronenansatz durch zu stramme Gurtverspannung



Bild 11: Frostriss in Kempten 2012 mit Abgang

Celtis australis Zügelbaum

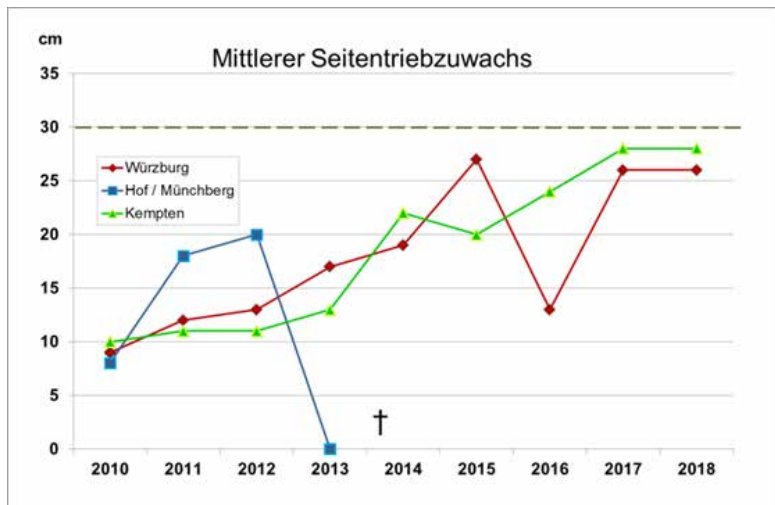


Abb. 8: Mittlerer Seitentriebzuwachs von *Celtis australis* an den verschiedenen Standorten, 2010 - 2018

Tab. 17: Vitalitätsbonituren 2015/ 2016

Trockenstreiß-Vitalität 2015	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					
Kempten				2	5
Würzburg					8

Kronenvitalität 2016	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					
Kempten				2	5
Würzburg					8

2018

Trockenstreiß-Vitalität 2018	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					
Kempten					7
Würzburg				1	7

Kronenvitalität 2018	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					
Kempten				5	2
Würzburg				3	5

Allgemein: geringe Zuwachsraten für einen Großbaum an allen Standorten, reagiert auf Fröste sofort mit Zurückfrieren der Triebe, ist nur für Wärmestandorte geeignet (mittlerweile Hauptbaumart bei Nachpflanzungen in Wien). Besonderheit: panaschiert als Stressreaktion (Bild 12).

Münchberg: Totalausfall nach Extremfrost 2012 und langem kalten Winter 2013.

Kempten: zeigt zunehmende Wachstumsraten seit den milden Wintern ab 2014.

Würzburg: unbeeindruckt von Hitze- und Dürreperioden 2015, hat aber auf Lichtraumprofil bedingte, notwendige Aufastung 2015 mit Wachstumseinbruch reagiert.



Bild 12: stressbedingtes Panaschieren

Fraxinus ornus Blumenesche

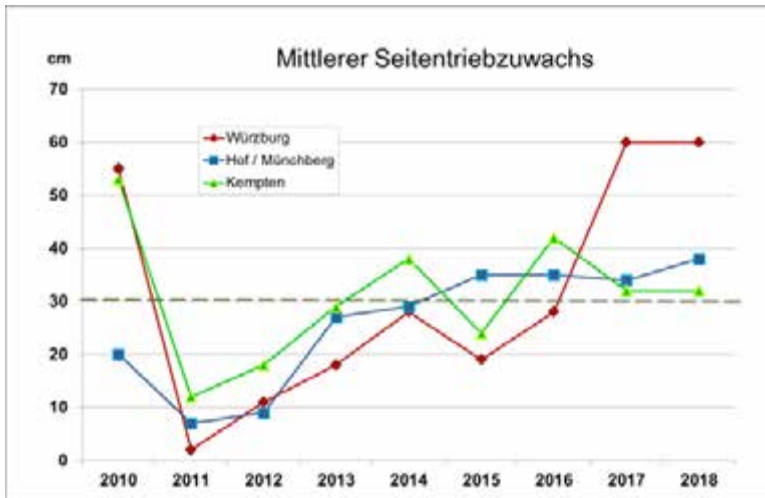


Abb. 9: Mittlerer Seitentriebzuwachs von *Fraxinus ornus* an den verschiedenen Standorten, 2010 – 2018

Tab. 18: Vitalitätsbonituren 2015/ 2016

Trockenstreß-Vitalität 2015	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					8
Kempten					5
Würzburg				1	7

Kronenvitalität 2016	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					8
Kempten					5
Würzburg				1	7
Bayerisches Netzwerk			11	39	89

2018

Trockenstreß-Vitalität 2018	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg				4	4
Kempten					5
Würzburg				3	5

Kronenvitalität 2018	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg				2	6
Kempten					5
Würzburg				2	6

Allgemein: starker Wachstumsschock nach der Pflanzung, langsame Erholung, schöne (Bienentracht-) Blüte, aber manche Exemplare fruchten jedes Jahr stark, was in deutlich eingeschränktem Wachstum resultiert. Wird wie die heimische Esche von Gallmilben (*Aceria fraxinivora*) befallen.

Bayerisches Netzwerk: 10 Gemeinden mit 139 Bäumen. Boniturnote 5: Standort: zentraler Busbahnhof mit hoher, jährlicher Salzlast in oberfränkischer Stadt

Fraxinus pennsylvanica Summit Nordamerikanische Rotesche



Abb. 10: Mittlerer Seitentriebzuwachs von *Fraxinus pennsylvanica* Summit an den verschiedenen Standorten, 2010 – 2018

Tab. 19: Vitalitätsbonituren 2015/ 2016

Trockenstreiß-Vitalität	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
2015					
Hof/ Münchberg				2	6
Kempten				4	4
Würzburg					7

Kronenvitalität 2016	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					8
Kempten					8
Würzburg					7

2018

Trockenstreiß-Vitalität	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
2018					
Hof/ Münchberg				1	7
Kempten					8
Würzburg					7

Kronenvitalität 2018	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					8
Kempten					8
Würzburg					7

Allgemein: Pflanzschock; während der Anwachsphase Eschenblattnestläuse an Triebspitzen, die nach Etablierung verschwinden (s. Bild 13); an allen Standorten wüchsig; schöne sattgelbe Herbstfärbung.

Praxishinweis: neigt auf Grund dichotomen Wachstums zur Ausbildung einer 2.Krone; Pflegeaufwand durch rechtzeitiges Gegensteuern; männliche Sorte, daher kein invasives Ausbreitungspotential.



Bild 13: Eschenblattnestläuse (*Prociphilus fraxini*)

Ginkgo biloba Ginkgo

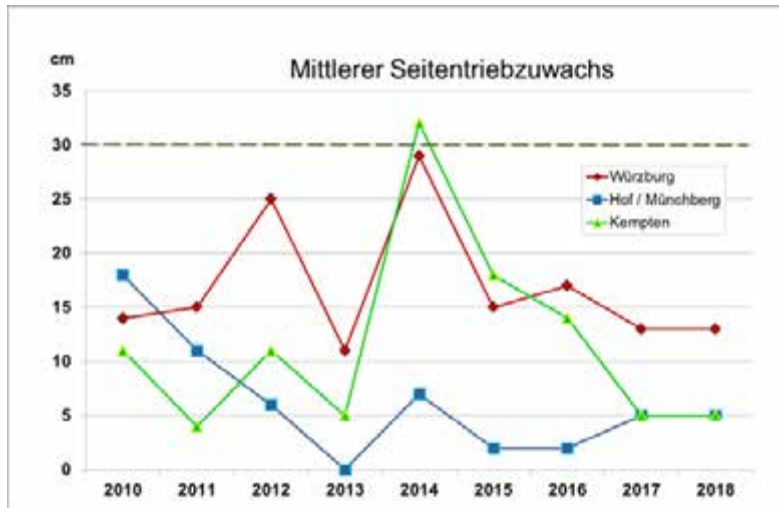


Abb. 11: Mittlerer Seitentriebzuwachs von *Ginkgo biloba* an den verschiedenen Standorten, 2010 – 2018

Tab. 20: Vitalitätsbonituren 2015/ 2016

Trockenstreiß-Vitalität 2015	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg		1	3	2	
Kempten				2	6
Würzburg				6	2

Kronenvitalität 2016	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg		2	3	1	
Kempten	1			1	6
Würzburg				8	
Bayerisches Netzwerk			105	34	36

2018

Trockenstreiß-Vitalität 2018	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg		1	2	2	1
Kempten		2	1	3	1
Würzburg					8

Kronenvitalität 2018	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg		3	1	2	
Kempten		2	2	3	
Würzburg					8

Allgemein: verhaltenes Wachstum, sparriges Aussehen. Nicht geeignet für Wühlmausstandorte.

Münchberg: extrem exponierter Kältestandort mit starkem Ostwindeinfluß – „Verhungern“ der Bäume durch nahezu jährliches Rückfrieren der Triebe.

Kempten: starke Wuchsbeeinträchtigung durch Wühlmausfraß, 1x Verlust

Würzburg: Wachstumseinschränkungen 2015, Blattrandnekrosen 2016.

Bayerisches Netzwerk: 12 Gemeinden mit 175 Bäumen. Eingeschränkte Kronenvitalität an verschiedenen bayerischen Standorten.

Gleditsia triacanthos Skyline Lederhülsenbaum

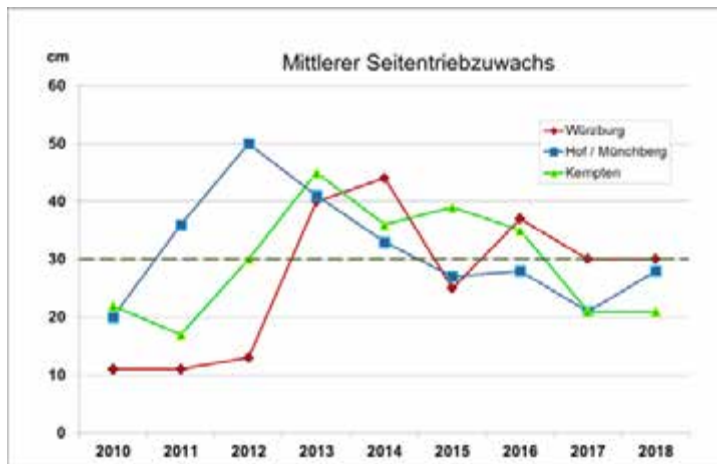


Abb. 12: Mittlerer Seitentriebzuwachs von *Gleditsia triacanthos* ‚Skyline‘ an den verschiedenen Standorten, 2010 – 2018

Tab. 21: Vitalitätsbonituren 2015/ 2016

Trockenstreiß-Vitalität 2015	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					6
Kempten					7
Würzburg					8

Kronenvitalität 2016	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					6
Kempten					7
Würzburg					8
Bayerisches Netzwerk		6	136	13	129

2018

Trockenstreiß-Vitalität 2018	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					6
Kempten					7
Würzburg					7

Kronenvitalität 2018	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					6
Kempten					7
Würzburg					7

Allgemein: Pflanzschock, nach Etablierung Einpendeln auf gleichmäßiges Wachstum an allen Standorten.

Kempten: 1x Blausiebbefall (*Zeuzera pyrina*)

Bayerisches Netzwerk: 2016: 16 Gemeinden mit 284 Bäumen. An einem niederbayerischen und einigen fränkischen Standorten eingeschränkte Kronenvitalität 2016 (s.a. Trockenstressvitalität 2015, Abb.13). Ältere Exemplare der Sorte ‚Skyline‘ fruchten.

Praxishinweis: bildet keinen Leittrieb. Geht sehr in die Breite, als Straßenbaum nur für breite Pflanzstreifen geeignet.

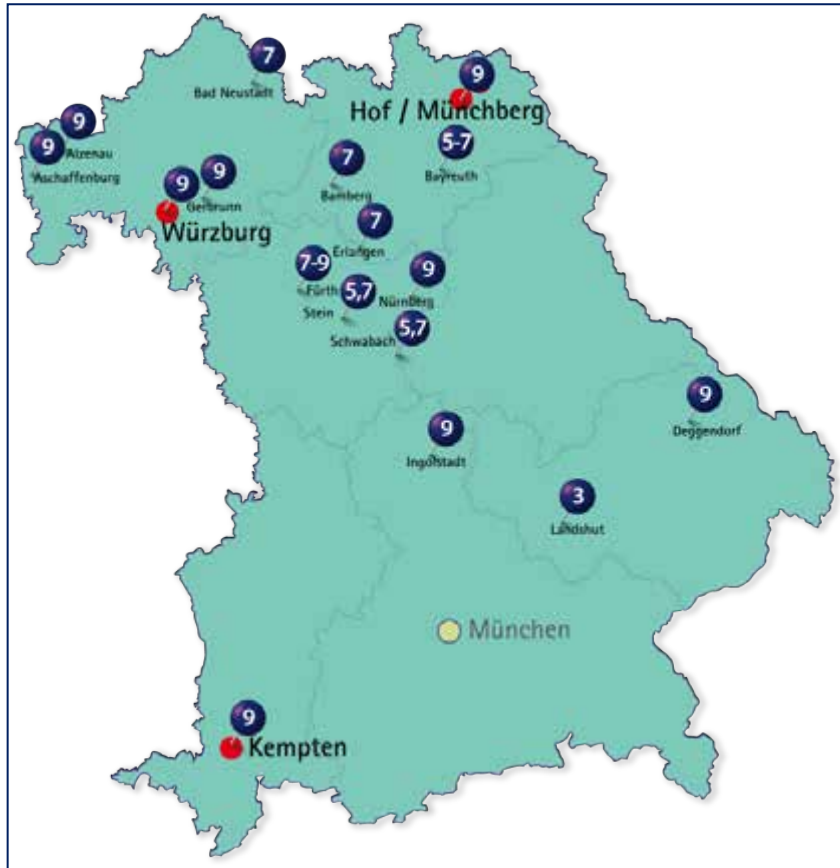


Abb. 13: Trockenstresssituation der *Gleditsie* 2015 in verschiedenen bayerischen Gemeinden; Boniturnoten: s. Tab.21

Liquidambar styraciflua Amberbaum

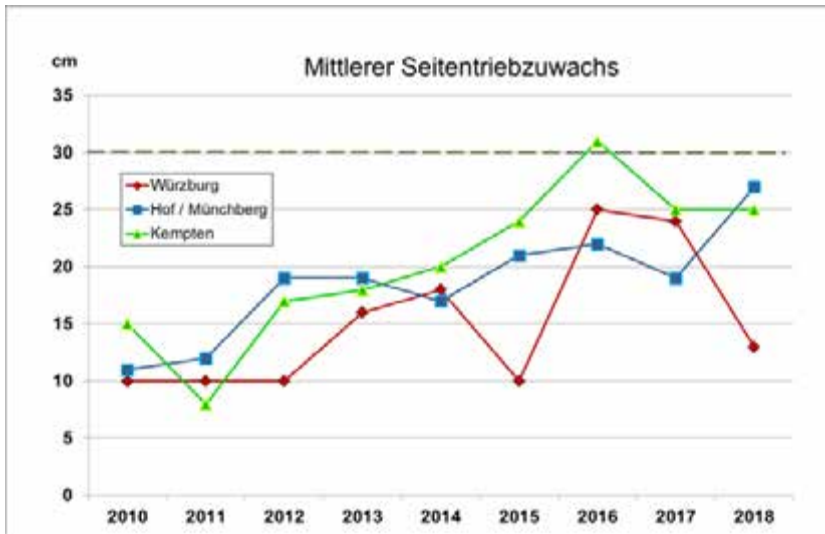


Abb. 14: Mittlerer Seitentriebzuwachs von *Liquidambar styraciflua* an den verschiedenen Standorten, 2010 – 2018

Tab. 22: Vitalitätsbonituren 2015/ 2016 2018

Trockenstreiß-Vitalität	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
2015					
Hof/ Münchberg					8
Kempten					6
Würzburg					8

Trockenstreiß-Vitalität	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
2018					
Hof/ Münchberg					8
Kempten					6
Würzburg			2	1	4

Kronenvitalität 2016	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					8
Kempten					6
Würzburg					8
Bayerisches Netzwerk				42	75

Kronenvitalität 2018	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					8
Kempten					6
Würzburg					7



Bild 14: Würzburg 2016: sattgrüne Krone trotz pH>7

Allgemein: anfänglicher Pflanzschock, keine Frostprobleme dank der lufthaltigen Korkleisten der reinen Art, keine Probleme mit pH=7,1-7,4, gleichmäßiges, eher zunehmendes Wachstum an allen Standorten, auch reine Art zeigt eine sehr schöne Herbstfärbung.

Kempten: 2 Ausfälle durch Schneelast bei frühzeitigem Wintereinbruch.

Würzburg: 1 Ausfall durch Sommersturm: ausgedrehte Krone; Wachstumseinbruch 2015 durch Extremsommer und Großbaustelle; trotz Verdichtung der Baumscheiben bei einigen Bäumen nach Bauarbeiten gute Erholung in 2016. 2018 erneuter Wachstumseinbruch durch Trockenstress.

Bayerisches Netzwerk: 11 Gemeinden mit 117 Bäumen: sehr gute Frostboniturnoten.

Magnolia kobus Kobushimagnolie

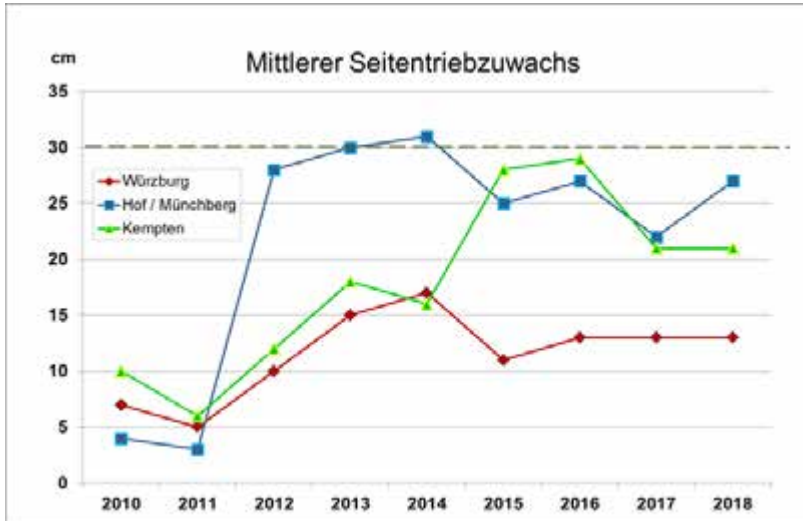


Abb. 15: Mittlerer Seitentriebzuwachs von *Magnolia kobus* an den verschiedenen Standorten, 2010 – 2018

Tab. 23: Vitalitätsbonituren 2015/ 2016

Trockenstreiß-Vitalität 2015	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					8
Kempten				1	5
Würzburg			3	4	1

Kronenvitalität 2016	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg				1	7
Kempten			1		5
Würzburg				1	7

2018

Trockenstreiß-Vitalität 2018	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg				1	7
Kempten				1	5
Würzburg			2	6	

Kronenvitalität 2018	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg				1	7
Kempten				1	5
Würzburg				3	5

Allgemein: Pflanzschock, salzempfindlich, neigt zu hitzebedingten Stammrissen.

Hof: kälteliebend, 1x Teilkronenausfall durch Mykose (Verticilliumtest negativ).

Kempten: 2015: drei Bäume mit Schildläusen.

Würzburg: salzbedingte Blattrandnekrosen und Wachstumsbeeinträchtigungen, 2016: 1x blutender Stammriss.

Praxishinweis: schöne Terminale, einheitliche Krone, geringer Pflegeaufwand, Stammschutz!

Ostrya carpinifolia Hopfenbuche

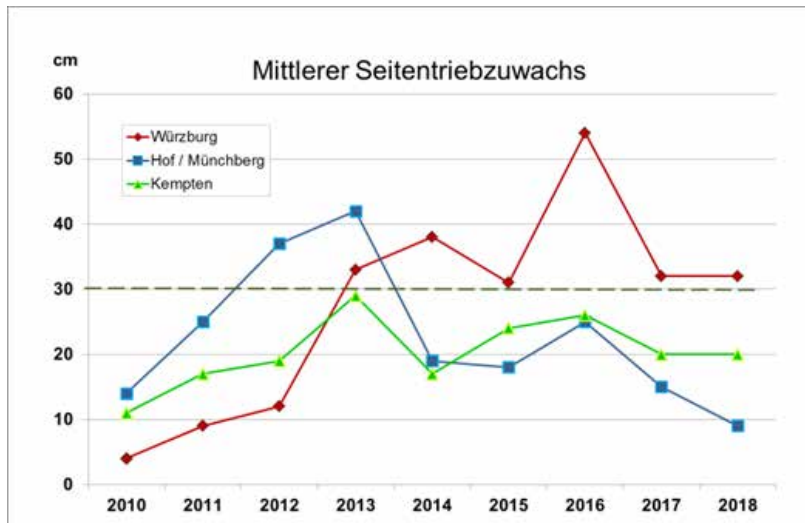


Abb. 16: Mittlerer Seitentriebzuwachs von *Ostrya carpinifolia* an den verschiedenen Standorten, 2010 – 2018

Tab. 24: Vitalitätsbonituren 2015/ 2016

Trockenstreß-Vitalität	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
2015					
Hof/ Münchberg					5
Kempten					6
Würzburg					8

Kronenvitalität 2016	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
2016					
Hof/ Münchberg				3	5
Kempten					6
Würzburg					8
Bayerisches Netzwerk		1	5	11	88

2018

Trockenstreß-Vitalität	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
2018					
Hof/ Münchberg					8
Kempten					6
Würzburg					8

Kronenvitalität 2018	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
2018					
Hof/ Münchberg				1	7
Kempten					6
Würzburg					8

Allgemein: Die Hopfenbuche fruchtet bereits seit 2013 an allen Standorten. Sie zeigte 2016 eine deutliche Zunahme der Fruktifikation, ohne jedoch an Wüchsigkeit einzubüßen.

Hof: Erster Austrieb nach kaltem Winter 2010: zurückgefrorene Triebspitzen, wie bei Blattbräune nahezu alle Blätter verloren, aber dann gut durchgetrieben; Probleme sind danach nie wieder aufgetreten.

Kempten: 2016: 1x sehr stark fruchtend

Würzburg: 2016: 1x sehr stark fruchtend; höchste Wüchsigkeit, auch in Extrem-sommern

Bayerisches Netzwerk: 10 Gemeinden mit 105 Bäumen.

Parrotia persica (Vanessa) Eisenholzbaum

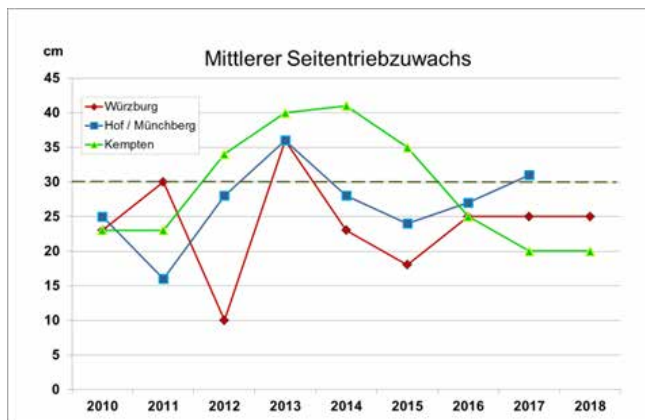


Abb. 17: Mittlerer Seitentriebzuwachs von *Parrotia persica* (Vanessa) an den verschiedenen Standorten, 2010 – 2018

Tab. 25: Vitalitätsbonituren 2015/ 2016

Trockenstreiß-Vitalität	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
2018					
Hof/ Münchberg		1	1	5	1
Kempten					8
Würzburg			2	5	1

Kronenvitalität 2018	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg				2	6
Kempten					8
Würzburg					8

2018

Trockenstreiß-Vitalität	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
2015					
Hof/ Münchberg					8
Kempten			1	3	4
Würzburg			4	4	

Kronenvitalität 2016	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					8
Kempten					8
Würzburg					8
Bayerisches Netzwerk				9	15

Allgemein: gleichbleibend schlanker Wuchs deutet daraufhin, dass nicht die reine Art, sondern die für die Straße wesentlich geeignetere Sorte ‚Vanessa‘ geliefert wurde; hoher Lichtbedarf; attraktive, lang anhaltende Herbstfärbung (Bild 15).

Hof: 2018: Trockenstresssymptome und leichte Verbrennungen. Nach Wässerung leicht erholt.

Kempten: starkes Terminaltriebwachstum in Kempten durch Schattendruck aus Böschung (Bild 16).

Würzburg: trotz Verbrennungen und starkem Neuaustrieb 2015, 2016 erstaunlich gut erholt. Dank 2x Wässerung und geringerer Spitzentemperaturen als 2015 nur geringfügige Beeinträchtigungen 2018.

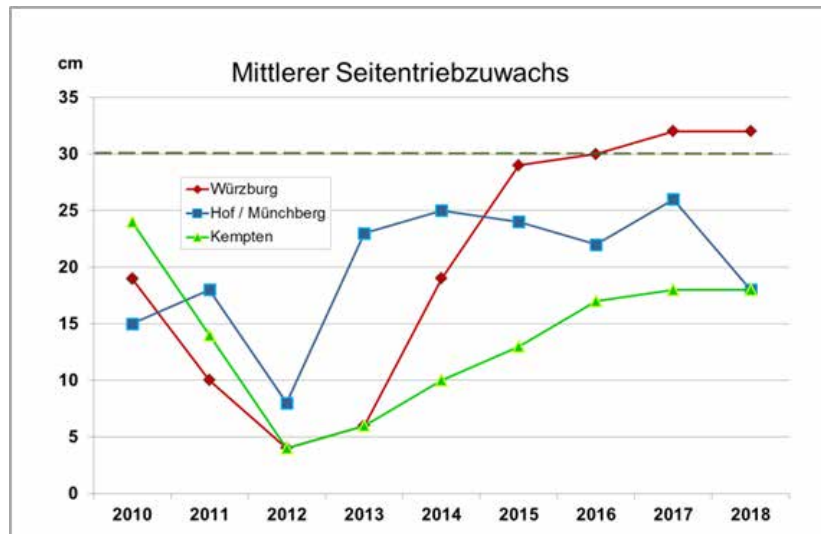
Bayerisches Netzwerk: 5 Gemeinden mit 24 Bäumen



Bild 15: Herbstfärbung 2015 in Kempten



Bild 16: Besonders schlanker Wuchs in Kempten

Quercus cerris ZerreicheAbb. 18: Mittlerer Seitentriebzuwachs von *Quercus cerris* an den verschiedenen Standorten, 2010 – 2018

Tab. 26: Vitalitätsbonituren 2015/ 2016

2018

Trockenstreß-Vitalität	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
2015					
Hof/ Münchberg					8
Kempten				3	5
Würzburg					8

Trockenstreß-Vitalität	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
2018					
Hof/ Münchberg					8
Kempten				3	5
Würzburg					8

Kronenvitalität 2016	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg				1	7
Kempten					8
Würzburg					8
Bayerisches Netzwerk			2	54	31

Kronenvitalität 2018	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					8
Kempten					8
Würzburg					8

Allgemein: Nach anfänglich deutlichem Pflanzschock entwickelte die Zerreiche an allen Standorten eine starke Wüchsigkeit mit hoher Hitze- und Trockenstreßtoleranz.

Kempten: Die Wachstumsbeeinträchtigungen sind im Wesentlichen auf den schlechten Standort auf einem Mittelstreifen mit hoher Wühlmausdichte zurückzuführen, der sie aber zunehmend Stand zu halten scheint.

Bayerisches Netzwerk: 6 Gemeinden mit 87 Bäumen.

Praxishinweis: Leider ist *Q. cerris* eine bevorzugte Wirtsbaumart des Eichenprozessionsspinners (*Thaumetopoea processionea*), der aber bisher in Würzburg und Kempten nur an einzelnen Bäumen auftrat, in Würzburg allerdings regelmäßig seit 2014. In Ungarn werden die Zerreichen massiv von dem Eichenprozessionsspinner befallen und stellen dort das Hauptproblem für diese Baumart dar (LWF, pers. Mttlg. Dr. LOBINGER). *Q. cerris* sollte entsprechend nicht auf Schulhöfen oder in Kindergärten, ansonsten nur vereinzelt oder in Mischalleen aufgepflanzt werden. Desweiteren häufig Rindenlausbefall ohne nennenswerte Schäden.

Quercus frainetto Trump Ungarische Eiche

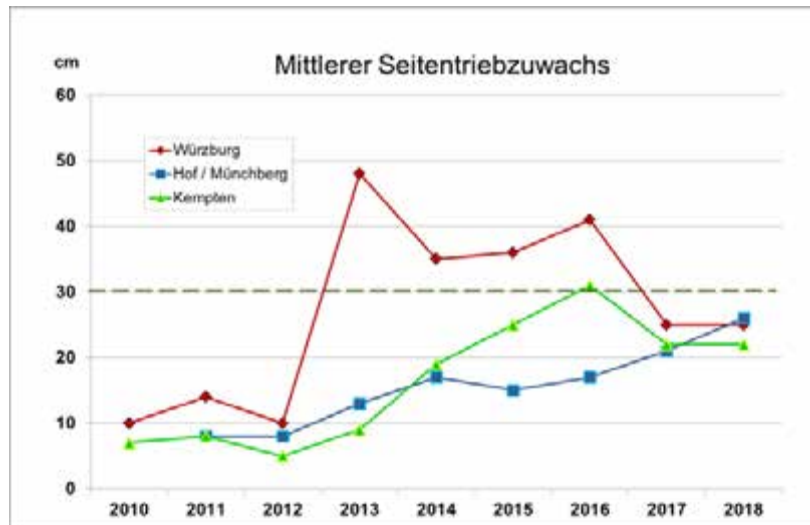


Abb. 19: Mittlerer Seitentriebzuwachs von *Quercus frainetto* Trump an den verschiedenen Standorten, 2010 - 2018

Tab. 27: Vitalitätsbonituren 2015/ 2016

Trockenstreiß-Vitalität	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
2015					
Hof/ Münchberg					8
Kempten					5
Würzburg					8

Kronenvitalität 2016	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg			1	2	5
Kempten					5
Würzburg					8
Bayerisches Netzwerk			3	3	30

2018

Trockenstreiß-Vitalität	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
2018					
Hof/ Münchberg				1	6
Kempten					5
Würzburg					7

Kronenvitalität 2018	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					7
Kempten					5
Würzburg					7

Allgemein: Schlechte Baumqualität führte anfänglich zu verhaltenem Wachstum an allen Standorten. Wiederholt Rindenlausbefall ohne Beeinträchtigungen.

Hof: die Bäume wurden im Herbst 2009 an einer Ausfallstraße mit starkem Salzeintrag gepflanzt und fielen nach dem sehr kalten und langen Winter 2009/10 komplett aus. Die Nachpflanzung hatte mit weiteren frostreichen Wintern zu kämpfen, scheint sich jetzt aber nach mehreren milden Wintern auch hier erfolgreich zu etablieren

Kempten: Ausfälle: die Wurzeln von 3 Bäumen wurden auf dem Mittelstreifenstandort mit extrem hohen Wühlmausvorkommen völlig abgefressen (Bild 28). Die restlichen Bäume scheinen sich erfolgreich etabliert zu haben.

Würzburg: Der Zuwachs in Würzburg zeigt deutlich, dass *Q. frainetto* Trump eine wärmeliebende und trockenresistente Art und Sorte ist. Der Ausfall eines Baumes ist möglicherweise auf die immer wieder beobachtete Unverträglichkeit mit der Unterlage *Q. robur* zurückzuführen.

Bayerisches Netzwerk: 5 Gemeinden mit 36 Bäumen.

Quercus hispanica Wageningen Spanische Eiche

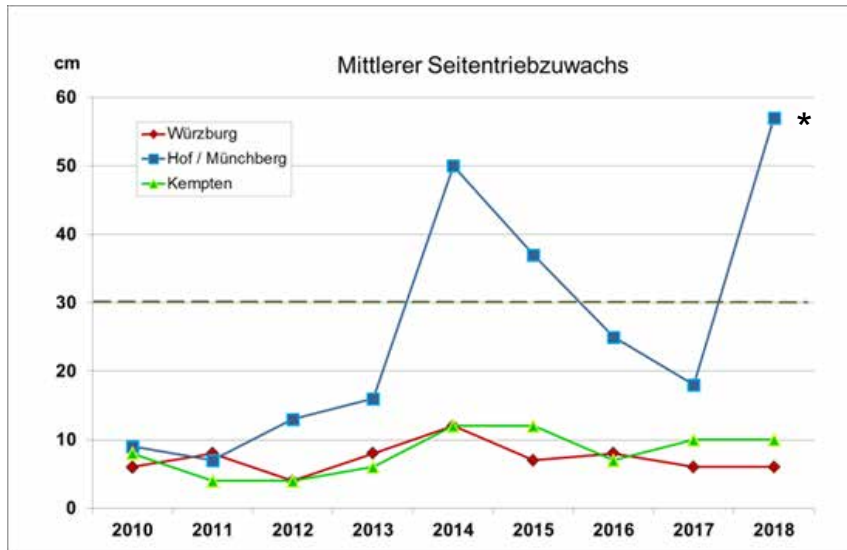


Abb. 20: Mittlerer Seitentriebzuwachs von *Quercus hispanica* Wageningen an den verschiedenen Standorten, 2010 – 2018; * nach starkem Rückschnitt

Tab. 28: Vitalitätsbonituren 2015/ 2016 2018

Trockenstreß-Vitalität	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
2015					
Hof/ Münchberg					3
Kempten				1	2
Würzburg				3	

Trockenstreß-Vitalität	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
2018					
Hof/ Münchberg					3
Kempten					2
Würzburg					3

Kronenvitalität 2016	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					3
Kempten	1				2
Würzburg				2	1

Kronenvitalität 2018	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					3
Kempten				2	
Würzburg					3

Allgemein: Der hohe Ausfall von *Q. hispanica* Wageningen an allen Standorten ist auf eine grundsätzliche Unterlagenunverträglichkeit mit *Q. cerris*, einer der Elternarten, zurückzuführen (TAEGER 2017, Bild 17). Die anfängliche Vermutung, dass neben der von Beginn an schlechten Qualität der Bäume auch Frostanfälligkeit eine Rolle spielt, hat sich nicht bestätigt. Sämtliche Stammrisse befanden sich im Stammfußbereich meist in mehreren Himmelsrichtungen. In den Kronen der halbimmergrünen Bäume zeigten sich in keinem Fall Frostschäden. Die Wachstumsleistungen belegen im Gegenteil, dass sich die noch verbliebenen Bäume an dem Kältestandort Münchberg besonders wohl fühlen.



Bild 17: Abschottung der Unterlage

Sophora japonica Regent Perlschnurbaum

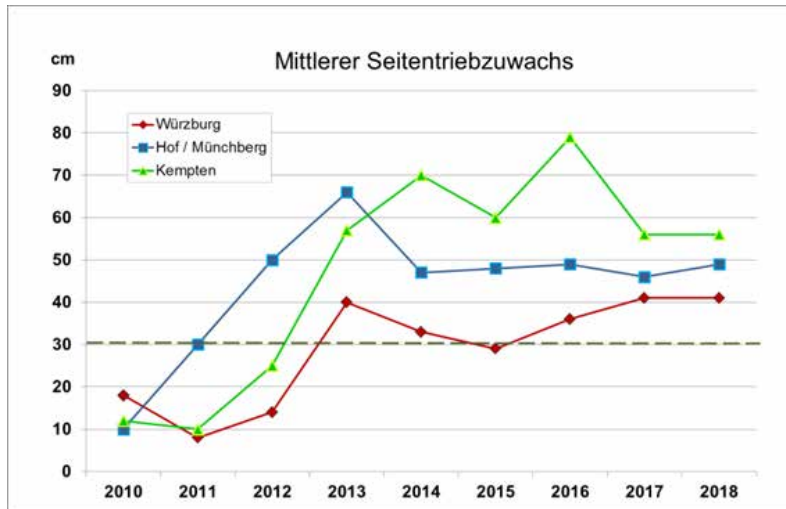


Abb. 21: Mittlerer Seitentriebzuwachs von *Sophora japonica* Regent an den verschiedenen Standorten, 2010 – 2018

Tab. 29: Vitalitätsbonituren 2015/ 2016 2018

Trockenstreiß-Vitalität 2015	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					8
Kempten					8
Würzburg					8

Trockenstreiß-Vitalität 2018	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					8
Kempten					8
Würzburg					8

Kronenvitalität 2016	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					8
Kempten					8
Würzburg					8

Kronenvitalität 2018	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					8
Kempten					8
Würzburg					8

Allgemein: Nach anfänglichem Pflanzshock an allen Standorten wüchsig, Einpendeln auf gleichmäßigem hohem Niveau. Späte Blüte: Bienenweide

Hof: vereinzelt Frostprobleme mit Rückfrieren der Triebe.

Kempten: vereinzelt Frostprobleme mit Rückfrieren der Triebe, 1x starkes Rückfrieren des Leittriebes, verstärkte Wüchsigkeit nach milden Wintern.

Bayerisches Netzwerk: an einem nordbayerischen Standort starker Maulbeerschildlausbefall.

Praxishinweis: bildet keinen Leittrieb, aber gut geeignet für breite Pflanzstreifen.

Tilia tomentosa Brabant Silberlinde

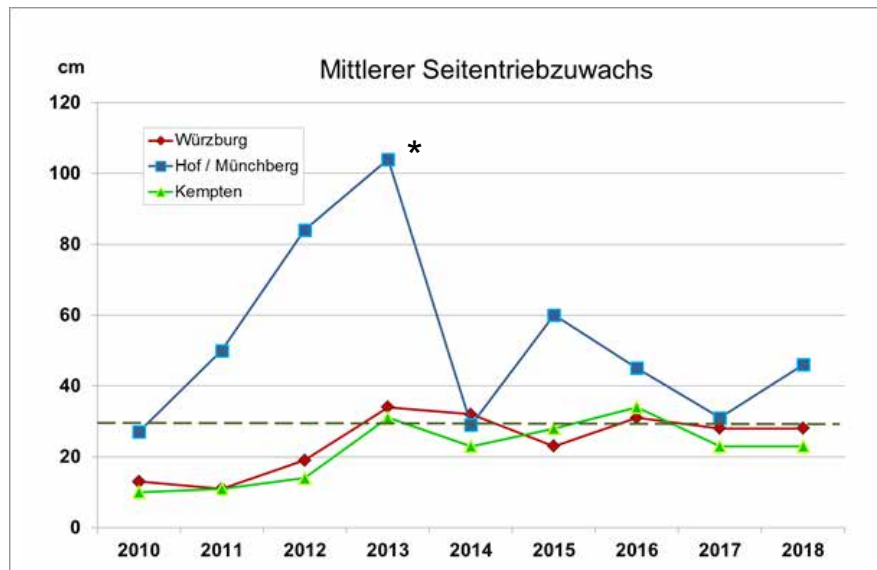


Abb. 22: Mittlerer Seitentriebzuwachs von *Tilia tomentosa* Brabant an den verschiedenen Standorten, 2010 – 2018; * frostbedingter Rückschnitt

Tab. 30: Vitalitätsbonituren 2015/ 2016

Trockenstreiß-Vitalität	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
2015					
Hof/ Münchberg			1	2	5
Kempten			1	1	6
Würzburg					8

Kronenvitalität 2016	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					8
Kempten			1	1	6
Würzburg					8
Bayerisches Netzwerk		12		43	31

2018

Trockenstreiß-Vitalität	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
2018					
Hof/ Münchberg				4	4
Kempten					8
Würzburg				2	6

Kronenvitalität 2018	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg				4	4
Kempten			1	2	5
Würzburg				2	6

Allgemein: Nach anfänglich verhaltenem Wachstum gleichmäßiger Zuwachs. Anders als bei heimischen Linden auch als Jungbaum starkes Lichtbedürfnis.

Hof: Während harter Winter starkes Rückfrieren der Seitentriebe, entsprechend starkes Wachstum nach Rückschnitt 2011; 2 frostbedingte Ausfälle, Nachpflanzung 2011.

Würzburg: Keinerlei Beeinträchtigung in den Hitzesommern 2015 und 2018.

Kempten: Zunehmend einseitige Kronen durch Schattendruck aus Böschung (Bild 18).

Bayerisches Netzwerk: 7 Gemeinden mit 86 Bäumen: Boniturnote 3 betrifft salzgeschädigte Bäume.

Praxishinweis: Sehr steile Aststellung, häufig mit Einwachsungen – schwieriger Jungbaumschnitt, neigt zur Zwieselbildung in Krone. Dank filziger Blattunterseite keine Blattläuse.



Bild 18: Einseitiges Wachstum durch Druck von Böschungsvegetation in Kempten

Ulmus Lobel Ulme ‚Lobel‘

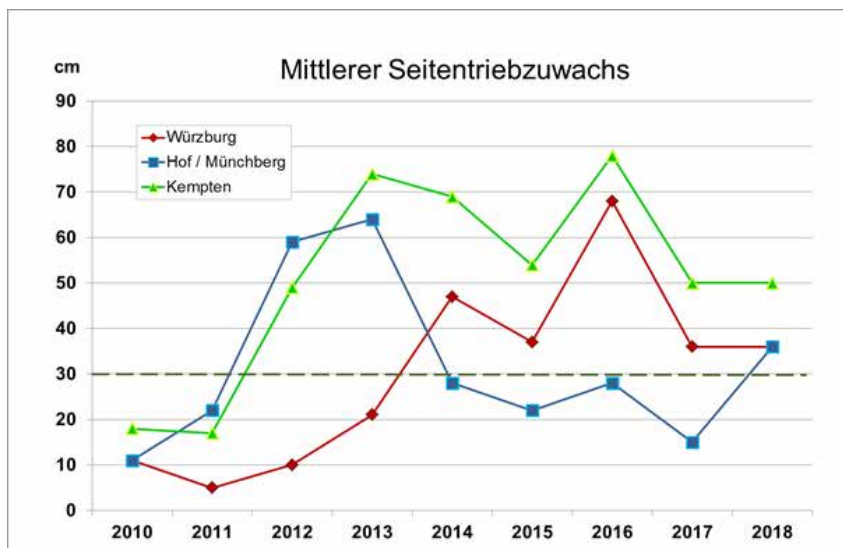


Abb. 23: Mittlerer Seitentriebzuwachs von *Ulmus Lobel* an den verschiedenen Standorten, 2010 – 2018

Tab. 31: Vitalitätsbonituren 2015/ 2016

Trockenstreiß-Vitalität 2015	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg				3	5
Kempten					6
Würzburg				2	5

Kronenvitalität 2016	1	3	5	7	9
	Hof/ Münchberg			2	1
Kempten					6
Würzburg				1	6
Bayerisches Netzwerk			3	54	19

2018

Trockenstreiß-Vitalität 2018	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					6
Kempten					6
Würzburg					7

Kronenvitalität 2018	1	3	5	7	9
	Hof/ Münchberg				2
Kempten				2	4
Würzburg				3	4

Allgemein: Nach anfänglich verhaltenem Wachstum, sehr wüchsige Art mit satt-grünem Laub und langer Vegetationsperiode.

Hof: Mittelstreifen mit starkem Wühlmausvorkommen, verhaltenes Wachstum durch Wurzelfraßschäden, 2 Ausfälle (Bild 19).

Würzburg: Ausfall eines Baumes, wahrscheinlich auf ganzjährig warme Abluft aus Gebläse einer IT-Firma zurückzuführen.

Bayerisches Netzwerk: 6 Gemeinden mit 76 Bäumen.

Praxishinweis: Fächeriger Kronenaufbau – schwieriger, aber notwendiger regelmäßiger Jungbaumschnitt, sonst häufig Ausbildung einer Zweitkrone.



Bild 19: Wurzel- und Rindenfraß durch Wühlmäuse

Zelkova serrata Green Vase Zelkove

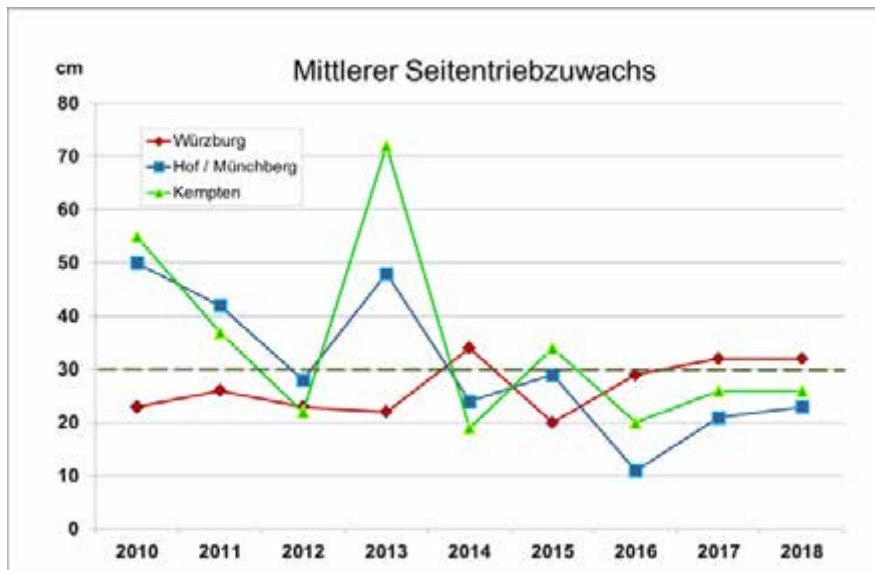


Abb. 24: Mittlerer Seitentriebzuwachs von *Zelkova serrata* Green Vase an den verschiedenen Standorten, 2010 - 2018

Tab. 32: Vitalitätsbonituren 2015/ 2016

Trockenstreß-Vitalität 2015	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg	1			2	4
Kempten					6
Würzburg	1		1	2	3

Kronenvitalität 2016	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg			1	2	3
Kempten					6
Würzburg		1			6

2018

Trockenstreß-Vitalität 2018	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					2
Kempten					5
Würzburg				0	6

Kronenvitalität 2018	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg				1	1
Kempten					5
Würzburg					6

Allgemein: Schlechte Baumqualität, wurde nur unter Vorbehalt gepflanzt (Bild 20). Teilweise hat überhaupt keine Auswurzelung aus den Ballen stattgefunden, zunehmend abgängig. Neigt zu Froststammrisen, die nur teilweise wieder überwallen. Hoher Lichtbedarf. Leuchtend orange-rote Herbstfärbung.

Hof: 6 Ausfälle. Zunehmend einseitige Kronen durch Schattendruck.

Kempten: 2 Ausfälle durch Verkehrsunfälle.

Würzburg: 2 Ausfälle, 2x Stammrisse.

Praxisweis: Kein Leittrieb. Aufasten bei geliefertem Hohlkronenaufbau, wo sämtliche Gerüstäste eng am Kronenansatz ansetzen, nicht möglich, daher als Straßenbaum nicht geeignet (Bild 21, siehe aber auch Bild 23).



Bild 20: Wurzelqualität bei Pflanzung



Bild 21: Kronenaufbau *Zelkova serrata* Green Vase



Bild 22: Stammriss in Würzburg



Bild 23: Zelkoven in Tokio; Foto: J. Pitzer

4.2.3.2 Versuchsbäume, Pflanzung 2015

Acer opalus Italienischer Ahorn

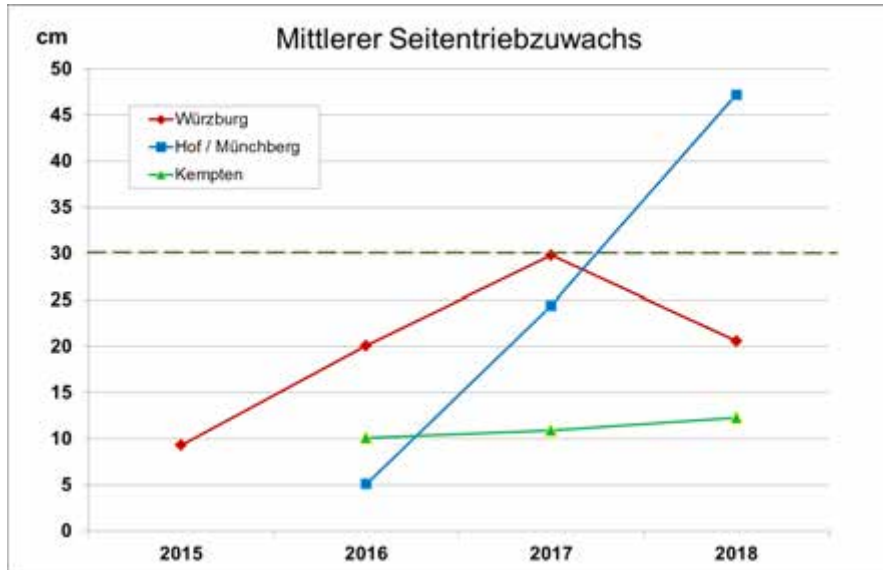


Abb. 25: Mittlerer Seitentriebzuwachs von *Acer opalus* an den verschiedenen Standorten, 2015 - 2018

Tab. 33: Vitalitätsbonituren 2018

Trockenstreiß-Vitalität 2018	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					6
Kempten	1			1	4
Würzburg				1	5

Kronenvitalität 2018	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					6
Kempten		2	1	1	2
Würzburg		1			5



Bild 24: *Acer opalus*, KW 32, 2018

Allgemein: Trotz sehr schlechter Pflanzqualität erholte sich der Italienische Ahorn an den Standorten Hof und Würzburg schnell vom Pflanzschock und zeigte trotz überdurchschnittlicher Trockenheit auch 2018 eine gute Wüchsigkeit.

Kempten: geringe Wüchsigkeit und schlechte Kronenvitalität, aber so gut wie keine Trockenstreißprobleme

Würzburg: 1 Baum teilweise abgestorben wegen Verticilliumwelke

Acer rubrum Somerset Rotahorn

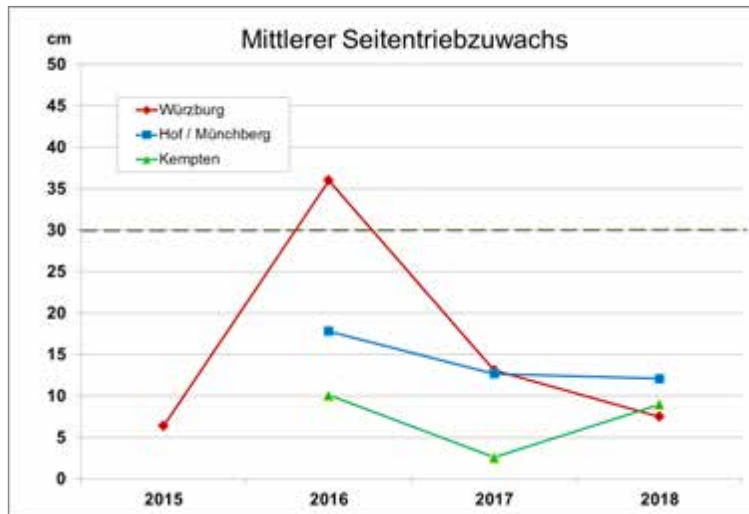


Abb. 26: Mittlerer Seitentriebzuwachs von *Acer rubrum* ‚Somerset‘ an den verschiedenen Standorten, 2015 - 2018

Tab. 34: Vitalitätsbonituren 2018

Trockenstreiß-Vitalität 2018	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg				3	3
Kempten			1	5	
Würzburg				1	7

Kronenvitalität 2018	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg				3	3
Kempten			1	5	
Würzburg			1	1	6

Allgemein: Der Rotahorn ‚Somerset‘ zeigt an allen Standorten bisher eine unbefriedigende Wüchsigkeit und teils schlechte Kronenvitalität.



Bild 25: *Acer rubrum* ‚Somerset‘, KW 36, 2018

Eucommia ulmoides Guttaperchabaum

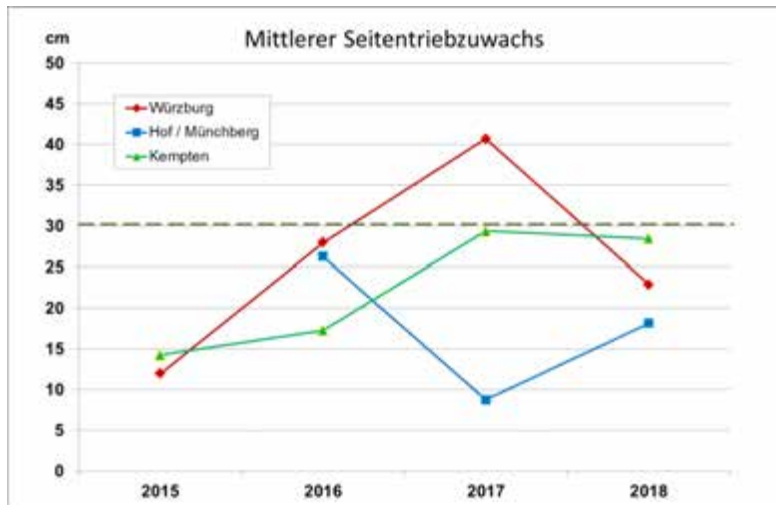


Abb. 27: Mittlerer Seitentriebzuwachs von *Eucommia ulmoides* an den verschiedenen Standorten, 2015 - 2018

Tab. 35: Vitalitätsbonituren 2018

Trockenstreiß-Vitalität 2018	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg			1	4	1
Kempten					6
Würzburg				2	6

Kronenvitalität 2018	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					6
Kempten					6
Würzburg					8



Bild 26: *Eucommia ulmoides*, KW 36, 2018

Allgemein: Gute Etablierung und Wüchsigkeit

Hof: Bäume mußten aus Straßenbau-gründen 2016 noch mal verpflanzt werden, was zu dem entsprechenden Wachstumseinbruch 2017 führte.

Juglans nigra SchwarznuSS

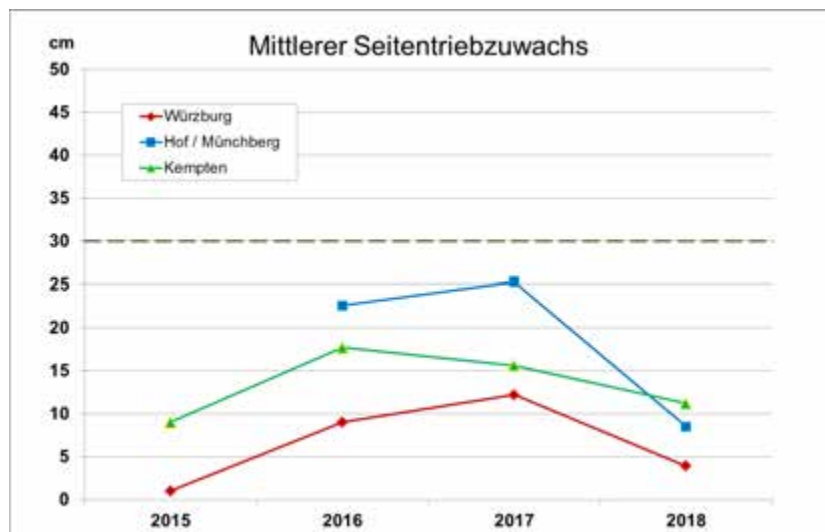


Abb. 28: Mittlerer Seitentriebzuwachs von *Juglans nigra* an den verschiedenen Standorten, 2015 - 2018

Tab. 36: Vitalitätsbonituren 2018

Trockenstreiß-Vitalität 2018	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					5
Kempten					6
Würzburg					7

Kronenvitalität 2018	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg				2	3
Kempten				1	5
Würzburg					7

Allgemein: Bruchgefährdet! Nur für windgeschützte Standorte geeignet. Wachstum 2018 beeinträchtigt.

Würzburg: Vier Bäume wurden in Würzburg durch Sturmböen gekappt.



Bild 28: Sturmbruch, September 2018



Bild 27: *Juglans nigra*, KW 29, 2018

Malus tschonoskii Japanischer Wollapfel

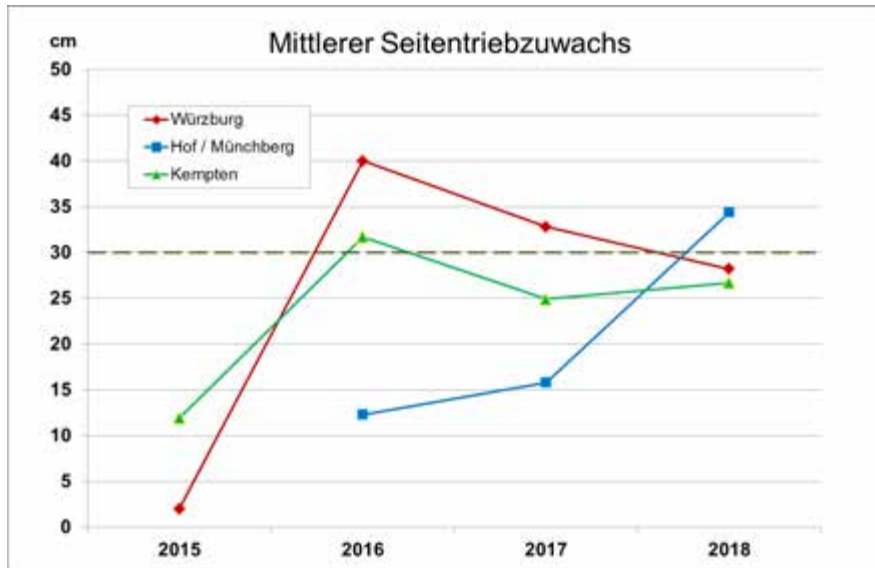


Abb. 29: Mittlerer Seitentriebzuwachs von *Malus tschonoskii* an den verschiedenen Standorten, 2015 - 2018

Tab. 37: Vitalitätsbonituren 2018

Trockenstreß-Vitalität 2018	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					6
Kempten					6
Würzburg					8
Kronenvitalität 2018	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					6
Kempten					6
Würzburg					8

Allgemein: Sehr gute Etablierung und Wüchsigkeit, neigt etwas zur Wurzelbrut.



Bild 29: *Malus tschonoskii* KW 38, 2018

Sorbus latifolia Henk Vink Breitblättrige Mehlbeere

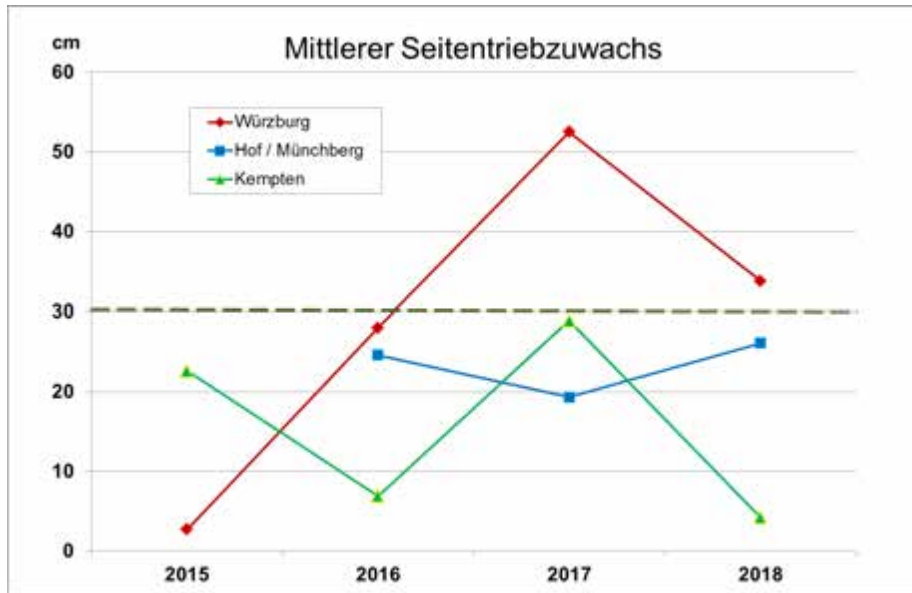


Abb. 30: Mittlerer Seitentriebzuwachs von *Sorbus latifolia* ‚Henk Vink‘ an den verschiedenen Standorten, 2015 - 2018

Tab. 38: Vitalitätsbonituren 2018

Trockenstreiß-Vitalität 2018	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg				1	5
Kempten				4	2
Würzburg				1	7

Kronenvitalität 2018	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					6
Kempten					6
Würzburg					8

Allgemein: gleichmäßige, sattgrüne Krone, 2018: vereinzelt leichte Trockenstreiß- oder Salzschäden. Pflegeleicht.



Bild 31: leichte Trocken- oder Salzschäden in Hof, KW 37, 2018



Bild 30: *Sorbus latifolia* ‚Henk Vink‘, KW 36, 2018

Tilia americana Redmond Amerikanische Linde

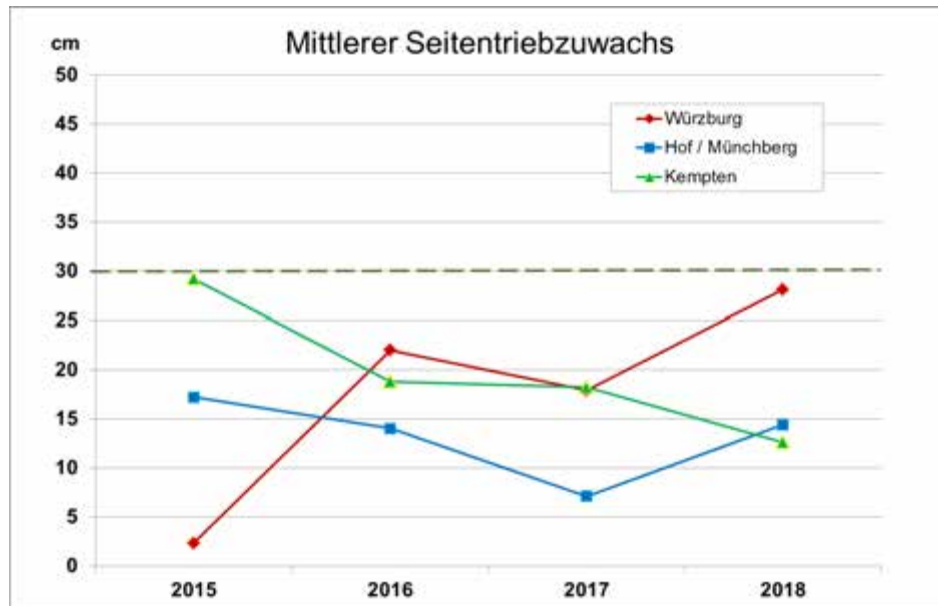


Abb. 31: Mittlerer Seitentriebzuwachs von *Tilia americana* ‚Redmond‘ an den verschiedenen Standorten, 2015 - 2018

Tab. 39: Vitalitätsbonituren 2018

Trockenstreß-Vitalität 2018	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg				2	4
Kempten				5	1
Würzburg					7

Kronenvitalität 2018	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg				1	5
Kempten					6
Würzburg					7

Allgemein: Langsame Etablierung an den Standorten; leichte Trockenstresssymptome in Hof und Kempten 2018



Bild 32: *Tilia americana* ‚Redmond‘, KW 36, 2018

Tilia mongolica Mongolische Linde

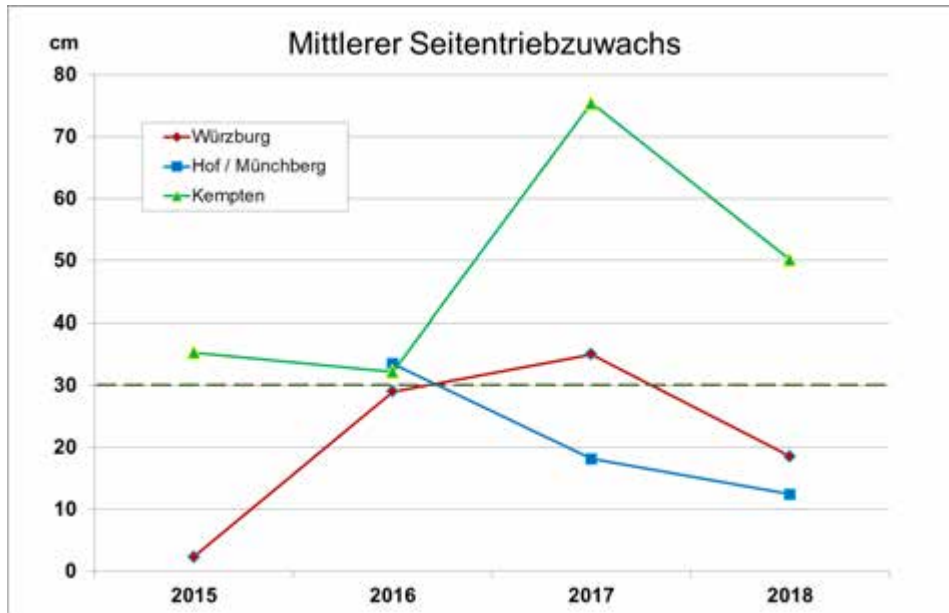


Abb. 32: Mittlerer Seitentriebzuwachs von *Tilia mongolica* an den verschiedenen Standorten, 2015 - 2018

Tab. 40: Vitalitätsbonituren 2018

Trockenstreiß-Vitalität 2018	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg			3	2	
Kempten					6
Würzburg					8
Kronenvitalität 2018	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					5
Kempten					6
Würzburg					8

Allgemein: gewisse Frostempfindlichkeit, neigt zum Zurückfrieren der Seitentriebe mit nachfolgender Peitschenbildung.

Hof: 2018: Trockenschäden mit frühzeitigem Blattfall (Bild 32).



Bild 33: *Tilia mongolica*, KW 37, 2018

Ulmus Rebona Ulme ‚Rebona‘

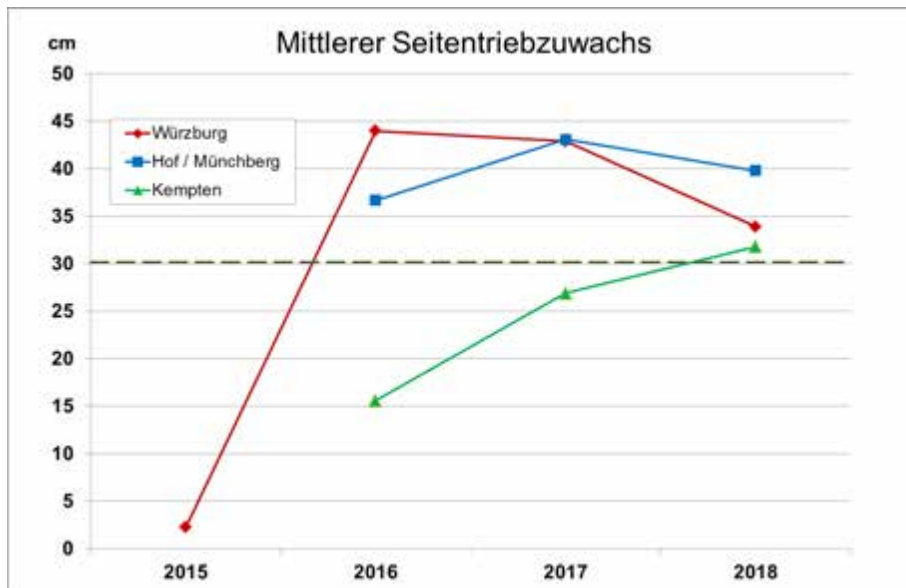


Abb. 33: Mittlerer Seitentriebzuwachs von *Ulmus* ‚Rebona‘ an den verschiedenen Standorten, 2015 - 2018

Tab. 41: Vitalitätsbonituren 2018

Trockenstreß-Vitalität 2018	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					6
Kempten					6
Würzburg					8
Kronenvitalität 2018	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					6
Kempten					6
Würzburg					8

Allgemein: Sehr gute Etablierung und Wüchsigkeit.

Pflegehinweis: dichter Wuchs, rechtzeitig Krone ausdünnen



Bild 34: *Ulmus* Rebona, KW 37, 2018

4.3 Gesamtübersicht und -bewertung

Betrachtet man den Stammzuwachs der 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 (dargestellt für die Jahre 2016 + 2018; Tab.42). Möglicherweise findet hier ein „trade-off“ statt, der 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).

Tab. 42: Stammzuwachs (cm) der verschiedenen 2010 gepflanzten Versuchsbaumarten an den drei Versuchsstandorten für 2010-2016 und 2010-2018; gelb hervorgehoben: größter Zuwachs im Standortvergleich (Minstdifferenz: 3 cm)

Versuchsbaumarten 2016	Hof/ Münchberg	Kempten	Würzburg
<i>A. buergerianum</i>	15,4	9,8	17,6
<i>A. monspessulanum</i>	11,8	13,3	19,2
<i>Alnus x spaethii</i>	29,0	38,8	32,9
<i>C.betulus</i> Frans fontaine	10,5	9,0	15,1
<i>Celtis australis</i>		11,5	18,4
<i>Fraxinus omus</i>	20,9	14,0	23,8
<i>F. pennsylvanica</i> Summit	17,5	15,5	16,0
<i>Ginkgo biloba</i>	4,2	6,5	14,9
<i>Gleditsia triacanthos</i> Skyline	11,0	10,5	10,1
<i>Liquidambar styraciflua</i>	14,0	10,0	15,6
<i>Magnolia kobus</i>	17,9	13,2	11,0
<i>Ostrya carpinifolia</i>	15,6	11,0	22,3
<i>Parrotia persica</i>	11,1	11,1	13,3
<i>Quercus cerris</i>	18,8	9,9	18,6
<i>Q. frainetto</i> Trump	11,9	14,3	26,1
<i>Q. hispanica</i> Wageningen	19,0	15,0	11,3
<i>Sophora japonica</i> Regent	24,8	14,4	16,9
<i>Tilia tomentosa</i> Brabant	29,4	14,1	24,9
<i>Ulmus</i> Lobel	19,4	25,8	18,7
<i>Zelkova serrata</i> Green Vase	13,4	21,0	19,3

Versuchsbaumarten 2018	Hof/ Münchberg	Kempten	Würzburg
<i>A. buergerianum</i>	17,8	12,4	21,3
<i>A. monspessulanum</i>	15,2	14,8	24,8
<i>Alnus x spaethii</i>	35,0	49,3	41,4
<i>C.betulus</i> Frans Fontaine	13,9	12,7	24,0
<i>Celtis australis</i>		18,0	23,3
<i>Fraxinus omus</i>	27,8	18,7	30,8
<i>F. pennsylvanica</i> Summit	21,8	20,4	22,1
<i>Ginkgo biloba</i>	4,7	8,9	20,5
<i>Gleditsia triacanthos</i> Skyline	13,8	14,5	13,9
<i>Liquidambar styraciflua</i>	18,6	17,2	19,8
<i>Magnolia kobus</i>	23,8	16,5	14,9
<i>Ostrya carpinifolia</i>	20,0	14,7	29,0
<i>Parrotia persica</i> Vanessa	13,7	14,3	17,4
<i>Quercus cerris</i>	25,1	13,6	24,0
<i>Q. frainetto</i> Trump	16,0	17,8	34,7
<i>Q. hispanica</i> Wageningen	22,5	18,5	16,3
<i>Sophora japonica</i> Regent	33,9	22,1	23,0
<i>Tilia tomentosa</i> Brabant	37,8	19,6	29,9
<i>Ulmus</i> Lobel	24,2	33,3	25,0
<i>Zelkova serrata</i> Green Vase	21,5	27,3	28,0

Beim Zuwachs des Stammumfangs der 2015 gepflanzten Erweiterung-Baumarten lassen sich lediglich Würzburg und Kempten vergleichen (mit Ausnahme der später gepflanzten *Acer opalus* und *Acer rubrum* 'Somerset'), da sie im Frühjahr 2015, die Bäume in Hof dagegen erst im Spätherbst 2015 gepflanzt wurden. Es scheint sich auch hier abzuzeichnen, dass die überwiegende Anzahl der Versuchsbaume am Trockenstandort Würzburg mehr in den Stammzuwachs investiert als an dem kühleren und nasserem Standort Kempten (Tab.43).

Tab. 43: Stammzuwachs (cm) der verschiedenen 2015 gepflanzten Versuchsbaumarten an den drei Versuchsstandorten für 2015-2018.

Jungbaumarten' 2018	Hof/ Münchberg	Kempten	Würzburg
<i>Acer opalus</i>	2,83	1,17	2,50
<i>Acer rubrum</i> 'Sommerset'	1,17	0,83	1,25
<i>Eucommia ulmoides</i>	0,83	1,67	1,63
<i>Juglans nigra</i>	1,80	1,17	3,50
<i>Malus tschonoskii</i>	2,17	3,00	3,50
<i>Sorbus latifolia</i> 'Henk Vink'	1,83	2,00	3,63
<i>Tilia americana</i> 'Redmond'	2,00	1,00	2,29
<i>Tilia mongolica</i>	0,80	3,33	2,38
<i>Ulmus</i> 'Rebona'	5,83	4,83	6,75

Tab. 44: Seitentriebzuwachs (cm) der verschiedenen 2010 gepflanzten Versuchsbaumarten für 2016 und 2018 an den drei Versuchsstandorten; gelb hervorgehoben: größter Zuwachs im Standortvergleich (Mindestdifferenz: 5 cm)

Versuchsbaumarten 2016	Hof/ Münchberg	Kempten	Würzburg
<i>A. buergerianum</i>	20,5	9,8	39,6
<i>A. monspessulanum</i>	17,3	17,0	22,8
<i>Alnus x spaethii</i>	38,9	64,2	32,4
<i>C.betulus</i> Frans fontaine	21,3	20,4	55,6
<i>Celtis australis</i>		23,6	12,5
<i>Fraxinus omus</i>	34,6	42,3	28,0
<i>F. pennsylvanica</i> Summit	54,7	36,6	85,2
<i>Ginkgo biloba</i>	1,9	14,2	16,8
<i>Gleditsia triacanthos</i> Skyline	27,6	35,1	36,6
<i>Liquidambar styraciflua</i>	22,0	30,4	24,5
<i>Magnolia kobus</i>	27,0	28,7	13,1
<i>Ostrya carpinifolia</i>	24,9	26,1	53,6
<i>Parrotia persica</i>	27,1	25,2	25,0
<i>Quercus cernis</i>	21,7	17,3	29,9
<i>Q. frainetto</i> Trump	17,3	30,8	41,3
<i>Q. hispanica</i> Wageningen	25,4	6,7	7,8
<i>Sophora japonica</i> Regent	48,8	79,2	35,8
<i>Tilia tomentosa</i> Brabant	44,8	34,4	31,1
<i>Ulmus</i> Lobel	28,1	77,6	68,0
<i>Zelkova serrata</i> Green Vase	10,6	20,1	29,2

Versuchsbaumarten 2018	Hof/ Münchberg	Kempten	Würzburg
<i>A. buergerianum</i>	21,7	16,3	4,4
<i>A. monspessulanum</i>	35,6	19,0	34,1
<i>Alnus x spaethii</i>	39,5	41,0	25,8
<i>C.betulus</i> Frans fontaine	11,7	18,4	34,8
<i>Celtis australis</i>		15,4	16,7
<i>Fraxinus omus</i>	38,3	9,7	28,2
<i>F. pennsylvanica</i> Summit	51,6	17,1	20,7
<i>Ginkgo biloba</i>	4,6	1,6	28,6
<i>Gleditsia triacanthos</i> Skyline	27,6	17,9	14,6
<i>Liquidambar styraciflua</i>	21,7	26,3	20,3
<i>Magnolia kobus</i>	22,4	14,5	16,7
<i>Ostrya carpinifolia</i>	8,8	11,9	26,8
<i>Parrotia persica</i>		9,4	12,5
<i>Quercus cernis</i>	21,0	11,3	24,2
<i>Q. frainetto</i> Trump	22,9	10,6	26,3
<i>Q. hispanica</i> Wageningen	57,0	9,2	8,8
<i>Sophora japonica</i> Regent	44,2	41,1	36,8
<i>Tilia tomentosa</i> Brabant	38,5	25,6	28,1
<i>Ulmus</i> Lobel	31,3	61,2	30,3
<i>Zelkova serrata</i> Green Vase	11,5	17,2	24,7

Betrachtet man den Seitentriebzuwachs der „Altbäume“, so liegen Würzburg und Kempten 2016 ziemlich gleich auf, während Hof/Münchberg hier fast durchgängig die geringsten Zuwachsraten zeigt (Tab.44). In dem Extremsommer 2018 liegt Hof dagegen mit gut der Hälfte der Baumarten vorne. Betrachtet man den Kronenzuwachs über die Jahre hinweg - der Übersicht halber als Ranking dargestellt (Tab.45) - zeigt sich, dass sich interessanterweise die meisten Baumarten/-sorten von dem Pflanzschock trotz kalter Winter und verschiedener Frostereignisse in den ersten Jahren zuerst an dem Kältestandort Hof/ Münchberg erholt und dort in den meisten Fällen die größten Zuwachsraten gezeigt haben. Das könnte darauf zurückzuführen sein, dass das Hofer Substrat anfänglich den höchsten Anteil an organischer Substanz hatte (KLEMISCH 2017), der sich aber bereits 2012 durch eine entsprechend hohe Abbaurate (HERRMANN 2017) an die anderen beiden Standorte angenähert hat. Das Wachstum in Würzburg verlief dagegen in den ersten Jahren wesentlich langsamer (möglicherweise auf Grund des oben genannten „trade-offs“), hat dann aber – abgesehen von den Hitzejahren 2015 und 2018 – stark angezogen, so dass mittlerweile die Hälfte der Baumarten hier das stärkste Wachstum sowohl hinsichtlich des Stammumfangs als auch des Triebwachstums zeigen. Hier spielt wahrscheinlich die in den meisten Versuchsjahren wesentlich höhere Sonnenscheindauer in Würzburg eine Rolle (Tab.46), die den Bäumen - von extremen Hitzejahren abgesehen - eine deutlich verlängerte Photosyntheseaktivität

ermöglicht. Geht man von einer mittleren Sonnenscheindauer von 8 Stunden pro Tag aus, dann hatten die Versuchsbäume in Würzburg in den Jahren 2010 - 2018 eineinhalb bis fünf Wochen längeren Sonnenschein genuss als in Hof (Tab.46).

Tab. 45: Seitentriebzuwachs: Ranking für die einzelnen Baumarten zwischen den Standorten, 2012-2018 (1=stärkster Zuwachs im Vergleich)

Versuchsbaumarten	Hof / Münchberg 2012	Hof / Münchberg 2013	Hof / Münchberg 2014	Hof / Münchberg 2015	Hof / Münchberg 2016	Hof / Münchberg 2017	Hof / Münchberg 2018
<i>A. buergerianum</i>	1	1,5	2	1	2	2	1
<i>A. monspessulanum</i>	1	1	1,5	2	2,5	2,5	2,5
<i>Alnus x spaethii</i>	2	3	2	2	2	3	1,5
<i>C.betulus</i> Frans fontaine	1	2	2	2	2,5	2,5	3
<i>Fraxinus ornus</i>	3	2	2,5	1	2	2,5	1
<i>F. pennsylvanica</i> Summit	1	1	3	2	2	2,5	1
<i>Ginkgo biloba</i>	3	3	3	3	3	2,5	2
<i>Gleditsia triacanthos</i> Skyline	1	2,5	3	2	3	2,5	1
<i>Liquidambar styraciflua</i>	1,5	1	2,5	2	3	1	2,5
<i>Magnolia kobus</i>	1	1	1	2	2	1,5	1
<i>Ostrya carpinifolia</i>	1	1	2	3	3	2,5	2,5
<i>Parrotia persica</i>	2	2,5	2	2	1	1	
<i>Quercus cerris</i>	1	1	1	2	2	2	1,5
<i>Q. frainetto</i> Trump	2	2	3	3	3	1	1,5
<i>Q. hispanica</i> Wageningen	1	1	1	1	1	1	1
<i>Sophora japonica</i> Regent	1	1	2	2	2	2	1
<i>Tilia tomentosa</i> Brabant	1	1	2	1	1	1	1
<i>Ulmus</i> Lobel	1	2	3	1	3	3	2,5
<i>Zelkova serrata</i> Green Vase	1	2	2	2	3	3	3
Mittlerer Rang	1,4	1,7	2,1	1,9	2,3	2,1	1,7

Versuchsbaumarten	Kempten 2012	Kempten 2013	Kempten 2014	Kempten 2015	Kempten 2016	Kempten 2017	Kempten 2018
<i>A. buergerianum</i>	2	3	1	3	3	3	2
<i>A. monspessulanum</i>	3	3	3	1	2,5	2,5	3
<i>Alnus x spaethii</i>	1	1	1	1	1	1,5	1,5
<i>C.betulus</i> Frans fontaine	3	3	3	3	2,5	2,5	2
<i>Fraxinus ornus</i>	1	1	1	2	1	2,5	3
<i>F. pennsylvanica</i> Summit	2	2,5	2	1	3	2,5	3
<i>Ginkgo biloba</i>	2	2	1	1	2	2,5	3
<i>Gleditsia triacanthos</i> Skyline	2	1	2	1	2	2,5	2
<i>Liquidambar styraciflua</i>	1,5	2	1	1	1	1	1
<i>Magnolia kobus</i>	2,5	2	2,5	1	1	1,5	2,5
<i>Ostrya carpinifolia</i>	2	3	3	2	2	2,5	2,5
<i>Parrotia persica</i>	1	1	1	1	2,5	3	
<i>Quercus cerris</i>	2,5	2,5	3	3	3	3	3
<i>Q. frainetto</i> Trump		3	2	2	2	1	3
<i>Q. hispanica</i> Wageningen	2,5	3	2,5	2	3	2,5	2,5
<i>Sophora japonica</i> Regent	2	2	1	1	1	1	1
<i>Tilia tomentosa</i> Brabant	3	3	3	2	2	2,5	2,5
<i>Ulmus</i> Lobel	2	1	1	1	1	1	1
<i>Zelkova serrata</i> Green Vase	2,5	1	3	1	2	1,5	2
Mittlerer Rang	2,1	2,1	1,9	1,6	2,0	2,1	2,3

Versuchsbaumarten	Würzburg 2012	Würzburg 2013	Würzburg 2014	Würzburg 2015	Würzburg 2016	Würzburg 2017	Würzburg 2018
<i>A. buergerianum</i>	3	1,5	3	2	1	1	3
<i>A. monspessulanum</i>	2	2	1,5	3	1	1	2,5
<i>Alnus x spaethii</i>	3	2	3	3	3	1,5	3
<i>C.betulus</i> Frans fontaine	2	1	1	1	1	1	1
<i>Fraxinus ornus</i>	2	3	2,5	3	3	1	2
<i>F. pennsylvanica</i> Summit	3	2,5	1	3	1	1	2
<i>Ginkgo biloba</i>	1	1	2	2	1	1	1
<i>Gleditsia triacanthos</i> Skyline	3	2,5	1	3	1	1	3
<i>Liquidambar styraciflua</i>	3	3	2,5	3	2	1	2,5
<i>Magnolia kobus</i>	2,5	3	2,5	3	3	3	2,5
<i>Ostrya carpinifolia</i>	3	2	1	1	1	1	1
<i>Parrotia persica</i>	3	2,5	3	3	2,5	2	
<i>Quercus cerris</i>	2,5	2,5	2	1	1	1	1,5
<i>Q. frainetto</i> Trump	1	1	1	1	1	1	1,5
<i>Q. hispanica</i> Wageningen	2,5	2	2,5	3	2	2,5	2,5
<i>Sophora japonica</i> Regent	3	3	3	3	3	3	1
<i>Tilia tomentosa</i> Brabant	2	2	1	3	3	2,5	2,5
<i>Ulmus</i> Lobel	3	3	2	2	2	2	2,5
<i>Zelkova serrata</i> Green Vase	2,5	3	1	3	1	1,5	1
Mittlerer Rang	2,5	2,2	1,9	2,4	1,8	1,5	2,0

Tab. 46: Summe der Sonnenscheindauer (in Stunden) während der Vegetationsperiode (April bis Oktober) Daten: DWD

	Hof	Kempton	Würzburg	Differenz: Würzburg- Hof (in Tagen)
2010	1079	1199	1234	19,3
2011	1364	1477	1505	17,7
2012	1277	1256	1432	19,4
2013	1047	1165	1252	25,6
2014	1157	1148	1241	10,5
2015	1307	1302	1382	9,4
2016	1234	1240	1306	9,0
2017	1380	1570	1675	36,9
2018	1539	1584	1767	28,5

Aus dem bisherigen Erfahrungen bezüglich der Wuchsentwicklung, Frost- und Trockenstresstoleranz sowie weiterer Faktoren, wie z.B. Kronenentwicklung, ergibt sich eine vorläufige „**Best of**“- Liste für die verschiedenen Standorte:

Tab. 47: Besonders geeignete Baumarten für die einzelnen Versuchsstandorte

Hof/ Münchberg	Kempton	Würzburg
<i>Alnus x spaethii</i>	<i>Alnus x spaethii</i>	<i>Alnus x spaethii</i>
<i>Fraxinus ornus</i>	<i>Fraxinus ornus</i>	<i>Carpinus betulus</i> 'Frans Fontaine'
<i>F. pennsylvanica</i> 'Summit'	<i>F. pennsylvanica</i> 'Summit'	<i>Liquidambar styraciflua</i>
<i>Liquidambar styraciflua</i>	<i>Gleditsia triacanthos</i> 'Skyline'	<i>Ostrya carpinifolia</i>
<i>Magnolia kobus</i>	<i>Sophora jap.</i> 'Regent'	<i>Quercus cerris</i>
<i>Parrotia persica</i>	<i>Ulmus</i> Lobel	<i>Quercus frainetto</i> 'Trump'
<i>Sophora jap.</i> 'Regent'		<i>Tilia tomentosa</i> 'Brabant'
<i>Ulmus</i> Lobel		<i>Ulmus</i> 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 differenzierte Bewertungen sind (Tab.48).

Tab. 48: Vergleich der Bewertungen der Versuchsbaumarten von verschiedenen Arbeitsgruppen

Versuchsbaumarten	„Stadtgrün 2021“			Bayerisches Netzwerk 'Klimabäume'	GALK (Dietrich et al. 2012, Doobe et al. 2012)	KLAM (Roloff et al. 2008 & Roloff 2013)
	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	+	k.A.	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>	++	+	0	++	k.A.	0
<i>Quercus cerris</i>	+	+	++	+	+	++
<i>Quercus frainetto</i> Trumpf	0	+	++	+	0	k. A.
<i>Quercus x hispanica</i> Wageningen	keine Bewertung möglich			%	k.A.	k. A.
<i>Sophora japonica</i> Regent	++	++	+	%	0	k. A.
<i>Tilia tomentosa</i> Brabant	0	+	++	+	++	k. A.
<i>Ulmus Lobel</i>	+	++	+	+	0	k. A.
<i>Zelkova serrata</i> Green Vase	-	-	-	%	Test	k. A.

++ 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

Es wird und kann nicht DEN klimawandeltauglichen, zukünftigen „Stadtklimabaum“ geben, vielmehr werden sich zusammen mit den Bewertungen aus den GALK-Straßenbaumtests, den 2015 gestarteten Stadtbaum-Projekten in Berlin (FELLHÖLTER et al. 2015) und in vier norddeutschen Städten (UFER & WREDE 2016) und den Praxisversuchen in Baumschulen (KÖRBER 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. FLL-Empfehlungen 2015).

4.4 Schädlinge/ Krankheiten

4.4.1 „Altbaumarten“

An *Quercus cerris* trat 2014 zum ersten Mal in Kempten und Würzburg an je einem Baum der Eichenprozessionsspinner auf, von dem man mittlerweile weiß, dass er die Zerreiche trotz ihrer harten Blätter keineswegs meidet, sondern im Gegenteil große Schäden, z.B. in ungarischen Wäldern, verursachen kann (LWF, LOBINGER pers. Mttlg.). In den Folgejahren wurden in Würzburg regelmäßig an 1-2 Bäumen Eichenprozessionsspinnernester gefunden, während Hof bisher von dem Schädling verschont ist. Bei *Q. hispanica* 'Wageningen' wurde 2018 erstmals ein Nest an einem Versuchsbaum in Würzburg entdeckt, während *Quercus frainetto* 'Trumpf' bisher an den Versuchsstandorten nicht von dem Schädling betroffen ist.



Bild 35: Reste eines Eichenprozessionsspinner-Nestes, Adulttier und Häutungsreste der Raupen des Spinners

In Kempten wurde eine Gleditsie von der heimischen, holzerstörenden Schmetterlingsart *Zeuzera pyrina* („Blausieb“) befallen und mußte 2013 gefällt werden.



Bild 36: Fraßgänge der Raupe des Blausiebs

Ansonsten wurde kein wesentlicher Schädlingsbefall an den Versuchsbaumarten festgestellt. Lediglich die folgenden Arten zeigten einen geringen Schädlingsbefall an allen drei Standorten: an der Späth'sche Erle wurde Lochfrass durch den Blauen Erlenblattkäfer (*Agelastica alni*), an den 3 Eichenarten in verschiedenen Jahren Rindenlausbefall und an der Ulme leichte Saugschäden durch Zikaden an den Blättern beobachtet.



Bild 37: Loch- und Fensterfraß durch den Erlenblattkäfer (a) an der Späth'schen Erle; Erlenblattkäferlarven (b)



Bild 38: Geringer Zikadenschaden an den Blättern der *Ulmus* 'Lobel'

Wühlmäuse stellen dagegen eine ernsthafte Gefahr für einige der Versuchsbaumarten dar. Vor allem auf Mittelstreifenstandorten können sich extrem hohe Populationen aufbauen, wie in Hof und Kempton zu beobachten ist. Durch Totalfrass an den Wurzeln sind in Kempton drei *Q. frainetto* 'Trumpf' (Bild 39) und in Hof zwei *Ulmus* Lobel (Bild 19) verloren gegangen. Interessanterweise konnten sich benachbarte *Quercus cerris*, die anfänglich wegen Wühlmausfraß ein sehr verhaltenes Wachstum zeigten, bisher, anders als *Ulmus* Lobel, gegen die Wühlmäuse durchsetzen. In Kempton ist ein Ginkgo in einer wühlmausdurchseuchten Böschung durch Wurzelkahlfraß abgestorben, drei weitere Ginkgos werden in naher Zukunft dasselbe Schicksal erleiden (s. Bild 40).



Bild 39: Wühlmäuse in Kempten: Wühlmauslöcher; 2 extrem wurzelgeschädigte ungarische Eichen (Foto: Gartenamt Kempten)



Bild 40: durch Wühlmausfraß stark beeinträchtigte Ginkgos.

4.4.2 „Jungbaumarten“

Es wurde kein wesentlicher Schädlingsbefall an den Versuchsbaumarten festgestellt. Lediglich die beiden folgenden Arten zeigten einen geringen Schädlingsbefall an allen drei Standorten: an der Amerikanischen Linde ‚Redmont‘ und der Ulme ‚Rebona‘ wurden leichte Fraßschäden beobachtet, die zeigen, dass auch nicht-heimische Baumarten von der heimischen Tierwelt angenommen werden (Bild 41

a+b). Bei der Amerikanischen Linde (Bild 41b) dürfte der Lochfraß auf Schmetterlingsraupen zurückgehen, während bei der Hybridulme Blattwespenlarven (Bild 41a) am Werk gewesen sein dürften.



Bild 41 (a+b) Fraßschäden an *Ulmus* Rebona und *Tilia americana* Redmont

Beide Lindenarten im Versuch, die Amerikanische und die Mongolische Linde, werden während der Blüte intensiv von Honigbienen besucht. Besonders *Tilia mongolica* mit ihrer späten Blüte Mitte August ist für die Bienen ein wichtiger Nektarlieferant (Bild 42).



Bild 42: Späte Blüte von *Tilia mongolica* – ein wichtiger Nektarlieferant

Krankheiten traten im Untersuchungszeitraum bis auf die Verticilliumwelke an den Versuchsbaumarten nicht auf. Von der Pilzerkrankung waren typischerweise zwei Ahornarten betroffen, die als besonders anfällig gelten: je ein *Acer monspessulanum* und ein *Acer opalus*.

4.5 Nährstoffgehalte der Substrate

Die Ergebnisse der Baumsubstratanalysen der seit 2011 untersuchten Baumsubstrate (dargestellt für 2015-2018, Abb.34-38) an den verschiedenen Standorten ergab, dass sich die Substrate hinsichtlich bestimmter pflanzenverfügbarer Nährstoffe auf Grund ihrer unterschiedlichen Zusammensetzung der Zuschlagstoffe deutlich unterscheiden: bei dem Würzburger Substrat werden Zuschlagstoffe vulkanischen Ursprungs verwendet, entsprechend zeigt es eine hohe Kalium- und Magnesium-versorgung (Abb.36, Abb.37), während das Substrat in Hof hohe Phosphatwerte aufweist (Abb.35). Ab 2016 weisen die Substratanalysen über die Jahre nahezu unveränderte Hauptnährstoffgehalte an allen Standorten auf. Lediglich die Stickstoffgehalte zeigen jährliche Schwankungen (Abb.34), die auf Grund der witterungsbedingten Auswaschbarkeit im Boden und Flüchtigkeit während des Transports (trotz Kühlung) mit einem gewissen Fehler behaftet sein dürften. Legt man die von AVERDIECK (2006) erstellten Gehaltsklassen für die einzelnen Nährstoffe für Baumschulflächen zu Grunde, so liegen die Hauptnährstoffe Phosphor, Kalium und Magnesium (mit den oben genannten Ausnahmen) in einem niedrigen Bereich (Abb.35-37, KLEMISCH 2007, Tab.4). Die pH-Werte liegen konstant im leicht alkalischen Bereich (Abb.38).

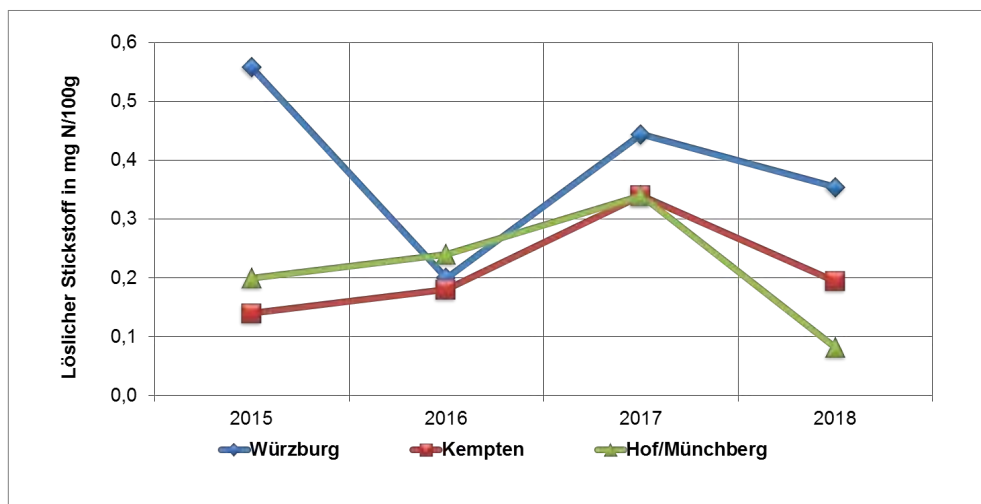


Abb. 34: Pflanzenverfügbarer Stickstoff im Substrat (Grafik: Dr. Klemisch, FZ Analytik)

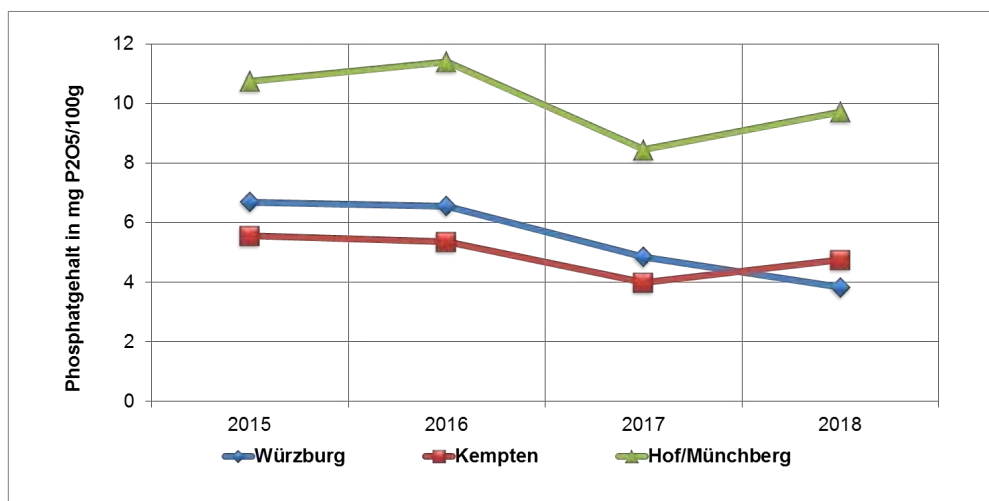


Abb. 35: Pflanzenverfügbare Phosphatgehalte im Substrat (Grafik: Dr. Klemisch, FZ Analytik)

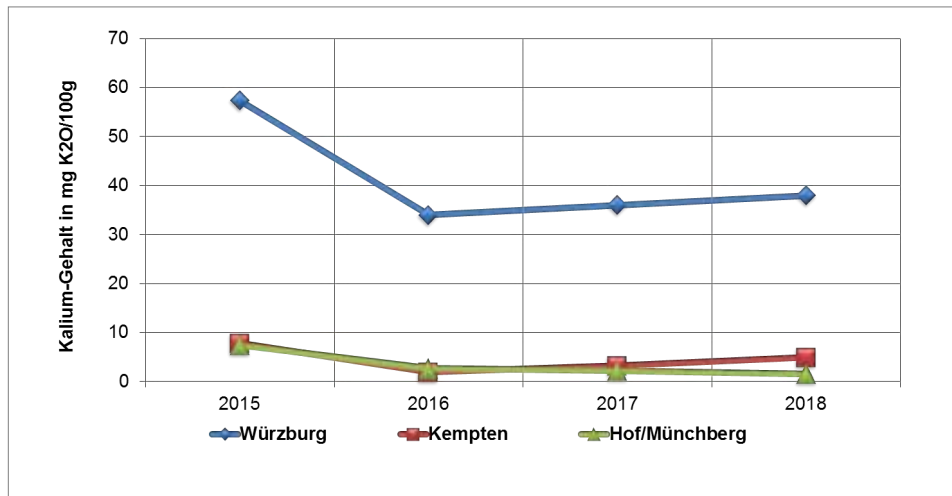


Abb. 36: Pflanzenverfügbarer Kaliumgehalt im Substrat, 2015-2018 (Grafik: Dr. Klemisch, FZ Analytik)

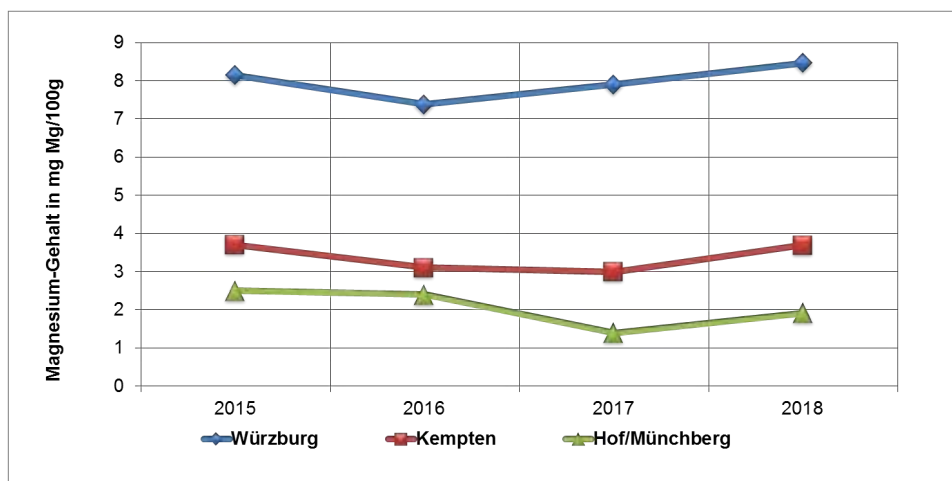


Abb. 37: Pflanzenverfügbarer Magnesiumgehalt im Substrat, 2015-2018 (Grafik: Dr. Klemisch, FZ Analytik)

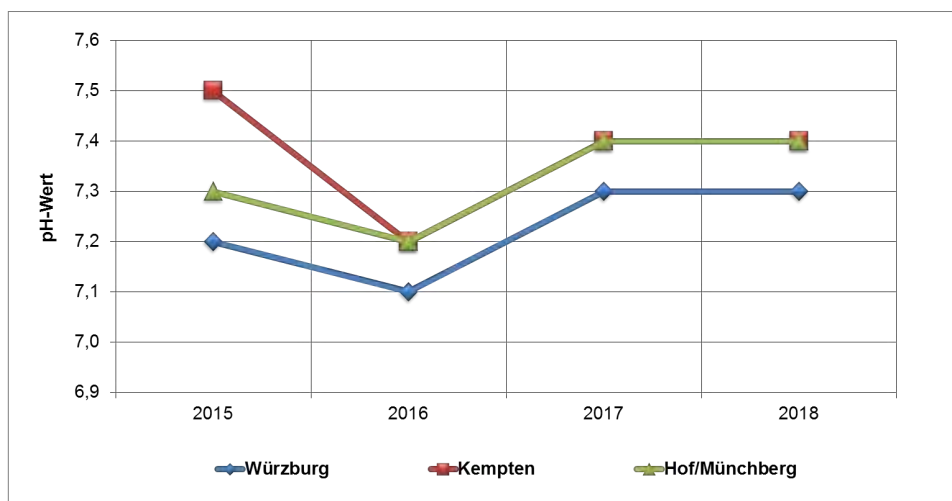


Abb. 38: pH-Werte der Baumsubstrate, 2015-2018 (Grafik: Dr. Klemisch, FZ Analytik)

Tab. 49: Blattanalysen 2015 der 2010 gepflanzten Baumarten; *hellgelb*: niedriger, *grün*: normaler, *orange*: optimaler Nährstoffgehalt

Versuchsbaumart	Ort	H2O %	N %	P g/kg	K g/kg	Mg g/kg	Mn mg/kg	Fe mg/kg	B mg/kg
<i>Carpinus betulus</i> FF	Würzburg	49	1,6	1,0	13,7	2,0	118	94	73
<i>Fraxinus pennsylvanica</i> Summit	Würzburg	53	2,2	1,5	14,2	2,0	23	77	34
<i>Ginkgo biloba</i>	Würzburg	69	2,0	2,2	14,9	3,0	15	63	30
<i>Ostrya carpinifolia</i>	Würzburg	45	1,9	1,1	9,5	2,1	64	112	36
<i>Tilia tomentosa</i> Brabant	Würzburg	58	1,9	1,6	14,0	5,4	59	79	75
<i>Zelkova serrata</i> Green Vase	Würzburg	50	2,1	1,6	15,5	2,7	36	74	36
<i>Carpinus betulus</i> FF	Hof	48	2,3	1,5	11,1	1,6	49	103	35
<i>Fraxinus pennsylvanica</i> Summit	Hof	57	2,1	3,2	17,2	1,8	30	85	28
<i>Ginkgo biloba</i>	Hof	69	1,6	4,4	11,1	2,5	16	71	35
<i>Ostrya carpinifolia</i>	Hof	49	2,3	1,5	10,7	1,7	76	181	28
<i>Tilia tomentosa</i> Brabant	Hof	60	2,5	3,1	14,7	4,2	54	151	55
<i>Zelkova serrata</i> Green Vase	Hof	51	2,0	1,5	12,3	2,5	32	65	50
<i>Carpinus betulus</i> FF	Kempton	46	1,8	1,2	9,9	1,7	38	129	60
<i>Fraxinus pennsylvanica</i> Summit	Kempton	55	2,0	2,4	13,8	1,9	18	66	31
<i>Ginkgo biloba</i>	Kempton	66	1,4	4,5	14,3	2,2	16	67	40
<i>Ostrya carpinifolia</i>	Kempton	49	2,1	1,4	9,1	1,6	52	163	38
<i>Tilia tomentosa</i> Brabant	Kempton	56	2,1	2,2	15,0	2,9	26	80	63
<i>Zelkova serrata</i> Green Vase	Kempton	49	1,7	1,8	13,1	2,3	14	78	61

Tab. 50: Blattanalysen 2018 der 2010 gepflanzten Baumarten; *hellgelb*: niedriger, *grün*: normaler, *orange*: optimaler Nährstoffgehalt

Versuchsbaumart	Ort	H2O %	N-Gesamt %	P g/kg	K g/kg	Mg g/kg	Mn mg/kg	Fe mg/kg	B mg/kg
<i>Carpinus betulus</i> FF	Würzburg	50	1,71	1,1	15,2	1,7	156	95	100
<i>Fraxinus pennsylvanica</i> Summit	Würzburg	56	1,86	2,5	16,2	1,5	16	75	34
<i>Ginkgo biloba</i>	Würzburg	66	1,93	2,4	17,6	3,2	16	104	37
<i>Ostrya carpinifolia</i>	Würzburg	49	2,36	1,3	10,3	2,1	73	128	51
<i>Tilia tomentosa</i> Brabant	Würzburg	58	2,04	2,4	19,9	4,3	46	92	95
<i>Zelkova serrata</i> Green Vase	Würzburg	51	1,86	1,3	14,6	2,5	47	145	45
<i>Carpinus betulus</i> FF	Hof	49	1,9	1,2	10,7	1,4	36	103	34
<i>Fraxinus pennsylvanica</i> Summit	Hof	57	2,34	3,9	16,7	1,3	42	111	42
<i>Ginkgo biloba</i>	Hof	69	1,5	5,9	8,7	3,3	17	65	37
<i>Ostrya carpinifolia</i>	Hof	49	2,50	1,6	9,0	2,1	92	202	31
<i>Tilia tomentosa</i> Brabant	Hof	62	2,24	3,2	17,9	4,3	58	243	55
<i>Carpinus betulus</i> FF	Kempton	50	1,68	1,2	11,5	1,6	36	143	72
<i>Fraxinus pennsylvanica</i> Summit	Kempton	52	2,07	2,8	14,6	1,7	24	105	42
<i>Ginkgo biloba</i>	Kempton	67	1,35	4,2	12,0	2,9	12	74	37
<i>Ostrya carpinifolia</i>	Kempton	48	2,45	1,6	9,9	1,8	76	263	33
<i>Tilia tomentosa</i> Brabant	Kempton	57	2,22	2,0	14,5	3,4	25	102	61
<i>Zelkova serrata</i> Green Vase	Kempton	50	1,8	2,8	15,0	2,0	19	127	74

Zieht man die Blattanalysen der Versuchsbäume mit in Betracht, so zeigt sich, dass trotz der vermeintlich niedrigen Stickstoff-, Phosphor-, Kalium- und Magnesiumwerte in den Substraten in Kempton bzw. Hof die Analysewerte über den gesamten Untersuchungszeitraum (dargestellt für 2015 und 2018, Tab.49/50) im „grünen“ bzw. hohen Bereich liegen. Die Blattanalysen belegen desweiteren, dass die Bäume an allen Standorten einen guten Versorgungsgrad mit den Mikronährstoffen Eisen und Bor aufweisen. Interessanterweise ist die Versorgung mit dem Spurenelement Mangan baumart- und nicht standortspezifisch: trotz des hohen Mn-Gehalts des Würzburger Substrats gegenüber den anderen Standorten zeigen die Blätter

bestimmter Versuchsbäume an allen Standorten artspezifisch sehr ähnliche Gehalte dieses Elements (s. *Ostrya* und *Ginkgo*). Die Ergebnisse der Blattanalysen der Erweiterungsbaumarten zeigen sehr ähnliche Ergebnisse und geben ebenfalls keine Hinweise auf Nährstoffmängel.

Tab. 51: Blattanalysen 2018 der 2015 gepflanzten Baumarten; *hellgelb*: niedriger, *grün*: normaler, *orange*: optimaler Nährstoffgehalt

Versuchsbaumart	Ort	H ₂ O %	N-Gesamt %	P g/kg	K g/kg	Mg g/kg	Mn mg/kg	Fe mg/kg	B mg/kg
<i>Acer rubrum</i>	Würzburg	55	1,6	4,8	9,8	4,4	9	111	35
<i>Malus tschonoskii</i>	Würzburg	54	1,72	1,1	15,2	2,9	30	114	25
<i>Tilia americana</i> 'Redmont'	Würzburg	58	2,54	2,5	13,7	6,0	34	111	113
<i>Tilia mongolica</i>	Würzburg	60	2,42	2,1	17,7	2,4	19	105	131
<i>Ulmus Rebona</i>	Würzburg	60	2,8	3,0	17,1	2,9	21	112	110
<i>Acer rubrum</i>	Hof	55	1,79	2,9	10,0	3,3	45	98	154
<i>Malus tschonoskii</i>	Hof	54	1,78	1,5	16,0	3,0	94	94	37
<i>Tilia americana</i> 'Redmont'	Hof	61	3,01	3,5	13,6	4,7	68	207	87
<i>Tilia mongolica</i>	Hof	62	2,18	2,8	16,8	2,3	92	131	157
<i>Ulmus Rebona</i>	Hof	60	2,27	4,1	19,9	3,1	27	252	94
<i>Acer rubrum</i>	Kempton	52	1,77	2,2	8,2	2,5	67	112	41
<i>Malus tschonoskii</i>	Kempton	50	1,57	1,4	13,7	2,6	39	91	28
<i>Tilia americana</i> 'Redmont'	Kempton	59	2,08	3,4	14,9	3,8	33	163	89
<i>Tilia mongolica</i>	Kempton	62	2,48	2,8	14,4	2,3	52	76	67
<i>Ulmus Rebona</i>	Kempton	62	2,48	2,8	14,4	2,3	52	76	67

Die Einstufungen der Gehaltsklassen der Nährstoffe und Spurenelemente für Baumschulflächen (AVERDIECK 2006) sind im Wesentlichen den „Richtwerten für Düngung“ der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein entlehnt. Bäume sind jedoch keine Feldkulturen mit annuellem Nährstoffentzug, sondern Dauerkulturen mit endogener Nährstoffdynamik und ausgeprägtem Nährstoffspeichervermögen, so dass hier der periodische pedogene Nachlieferungsbedarf für die einzelnen Nährstoffe insgesamt niedriger liegen dürfte.

Darüberhinaus erfolgt die Nährstoffversorgung der Bäume über die gesamte Baumgrube mit einer Tiefe von 150cm und nicht nur über 30cm Oberboden wie bei landwirtschaftlichen Kulturen. Berücksichtigt man dementsprechend die Stickstoffressourcen in kg/ha bezogen auf 150cm statt auf 30cm Bodentiefe, ergibt sich eine gute bis sehr gute Nährstoffversorgung an allen Standorten. Zudem sind, wie neueste Untersuchungen zeigen, Stickstoffaufnahmen über Stickoxide aus der Atmosphäre zu erwarten (KURUTHUKULANGARAKOOLA et al. 2016).

Diese Überlegungen sowie die Ergebnisse der Blattanalysen werden durch visuelle Kontrollen während der Bonituren bestätigt (s. 4.2.3), bei denen in den Versuchsjahren keinerlei Chlorosen an den Blättern der Versuchsbäume festgestellt wurden. Auch die Zuwachsraten sprechen gegen Nährstoffmängel (s. 4.2.3).

Diese Untersuchungen sind die ersten ihrer Art, um die Nährstoffsituation von den in der Praxis zunehmend verwendeten FLL-Substraten zu beleuchten. Auch wenn auf den ersten Blick aus Sicht der Landwirtschaftskammern, der Baumschulen und der Beratung eine Unterversorgung der Baumsubstrate bezüglich der Hauptnährstoffe vorzuliegen scheint, deuten die bisherigen Befunde in der Gesamtschau eher darauf hin, dass der Versorgungsgrad mit Nährstoffen in den verwendeten Baumsubstraten,

je nach Zusammensetzung, im Allgemeinen ausreichend bis sehr gut ist. Das bedeutet für die Gartenämter, dass der Einsatz von FLL-Substraten an den meisten Straßenbaumstandorten die Wasser- und Sauerstoffkapazität und damit die schnelle Durchwurzelung erhöht ohne Langzeitkosten durch Düngemaßnahmen zu generieren.

5. Öffentlichkeitsarbeit

Neben vielfältigen Veröffentlichungen und Vorträgen (u.a. bei einem Parlamentarischen Abend, s. Anhang C) erfuhr das Projekt „Stadtgrün 2021“ eine besondere Wertschätzung in den Fachkreisen, als es als Partner der 25. Deutschen Baumpflegetage 2017 in Augsburg, der größten Fachveranstaltung dieser Art in ganz Europa mit mehreren tausend Besuchern, ausgewählt wurde. Die LWG war dort mit zwei Ausstellungen im Innen- und Außenbereich sowie sieben Fachvorträgen am ersten Veranstaltungstag vertreten (s. Anhang D). Desweiteren war das Projekt „Stadtgrün 2021“ mit Ausstellungsbeiträgen auf der GaLaBau Messe in Nürnberg 2016 und 2018 vertreten, die von über 60.000 Fachbesuchern besucht wird.

Weitere nennenswerte Beiträge stellen 15-minütige Fernsehbeiträge dar, die im August 2018 während extrem heißer Wetterbedingungen abgedreht wurden und unter dem Titel „Bäume in der Stadt“ bzw. „Baumgesundheit“ noch in diesem Jahr bzw. im nächsten Frühjahr bei Xenius/ Arte, Planet Wissen/ ARD und Gut zu Wissen/ BR gesendet werden. In der Presse erfährt das Projekt regelmäßig große Aufmerksamkeit (Bsp. Anhang E, F, G).

6. Ausblick

Die Vorreiterrolle Bayerns und damit auch des StMELF auf dem Themenfeld urbaner Klimabäume wurde kürzlich auf den Tagungen des Bundesumweltamts (1. Nationale Klimakonferenz „Klimaanpaasungsdienste – Klimavorsorge in der Praxis“) und des BMEL (8. Symposium Stadtgrün) mehrfach betont und herausgestellt. Besonders positiv wurde die Aussagekraft langjähriger, quantitativer Datenreihen hervorgehoben, durch die erst eine regional differenzierte Bewertung und risikominimierte Empfehlung der Versuchsbaumarten für die Praxis möglich wird.

Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, sollte das Projekt nicht nur in seiner jetzigen Form fortgeführt, sondern auch in den folgenden Bereichen vertieft und erweitert werden.

Bayerisches Netzwerk „Klimabäume“

Dieser praxisorientierte Verbund von mittlerweile über 30 Kommunen in Bayern ist mit seinen beteiligten Bauhof- und Gartenamtsleitern ein ganz wesentlicher Multiplikator, um gemeinsam erarbeitete Ergebnisse zur Eignung (und Nicht-Eignung!) bestimmter Baumarten in den verschiedenen Regionen Bayerns als Anpassung an den Klimawandel zu verbreiten. Dies ist ein exzellentes Beispiel für die fruchtbare Zusammenarbeit von Forschungseinrichtungen, Behörden und der Praxis.

Dies wurde auch vom Umweltbundesamt erkannt und führte nicht nur zur Einladung als Impulsredner bei der 1. Nationalen Klimakonferenz „Klimaanpaasungsdienste – Klimavorsorge in der Praxis“ am 12. November in Dessau, sondern auch zu der Bitte neben dem Projekt „Stadtgrün 2021“ explizit das Bayerische Netzwerk „Klimabäume“ vorzustellen. Es sei, so die Veranstalter, ein besonders gelungenes Beispiel für ein

„Tool“ oder „Dienst“, wie man wichtige Informationen an die richtigen Adressaten unter Einbeziehung ihrer Mithilfe weitergeben kann.

Entsprechend wird dieses Netzwerk im Rahmen des Forschungsvorhabens KL/18/03 fortgeführt. Das 4. Forum Bayerisches Netzwerk „Klimabäume“ wird am 10.12.2018 wieder unter Beteiligung der kommunalen Vertreter an der LWG tagen und im Hinblick auf den Hitzesommer 2018 hochinteressante bayernweite Ergebnisse zeitigen.

Fortführung der Untersuchungen an den Erweiterungsbaumarten

Während sich bei den seit 2010 untersuchten Versuchsbaumarten immer deutlicher belastbare Ergebnisse herauskristallisieren, ist es naturgemäß bei den 2015 gepflanzten Baumarten noch zu früh für entsprechende Bewertungen. Die milden Winter in den Untersuchungsjahren erlauben keinerlei Aussagen zur Frosttoleranz und auch zur Trockenstresstoleranz können noch keine Aussagen getroffen werden, da die Versuchsbäume nach guter fachlicher Praxis während der Anwachsphase in den ersten Jahren regelmäßig gewässert wurden und das Bewässerungsregime erst in diesem Jahr langsam zurückgefahren wurde. Entsprechend ist die Fortführung des intensiven Monitorings und begleitender Untersuchungen notwendig.

Phänologie der Versuchsbaumarten

Phänologische Erhebungen sind wichtig, um das „Verhalten“ der einzelnen Baumarten im Zusammenhang mit den lokalen Wetterereignissen an den einzelnen Standorten, sowie „Verhaltensunterschiede“ zwischen den einzelnen Arten bzw. Sorten zu beschreiben. Dies ist im Hinblick auf den Klimawandel von größter Bedeutung, um die Resilienz der einzelnen Versuchsbaumarten gegenüber Klimaveränderungen, aber auch im Hinblick auf klimatische Extremereignisse beurteilen zu können. Dazu sollen phänologische Langzeitbeobachtungen der einzelnen Baumarten an den verschiedenen Standorten im direkten Vergleich mit den Frostschadensbonituren und den lokalen Wetterdaten wichtige Aufschlüsse geben. In Zusammenarbeit mit Prof. Paeth (Institut für Physische Geografie, Universität Würzburg) versuchen wir, die phänologische Typisierung der einzelnen Versuchsbaumarten mit den Vorhersagen regionaler Klimamodelle zu verknüpfen. Wichtige funktionale Zusammenhänge wurden bereits in einer Diplomarbeit (HÜLLER 2014) und einer Masterarbeit (ZIEGLER 2016) in Kooperation mit der LWG erarbeitet. Dank der mittlerweile vorliegenden Langzeitdaten können nun in einer weiteren Arbeit 2019 entsprechende Modellierungen für die Versuchsbaumarten durchgeführt werden, um antizipieren zu können, wie die einzelnen Baumarten auf eine zunehmend frühere Erwärmung im Frühjahr reagieren werden.

Nährstoffversorgung der Versuchsbaumarten

FLL-Substrate werden auf Grund ihrer günstigen physikalischen Eigenschaften in der Praxis zunehmend eingesetzt. Ungeklärt ist, inwieweit die Nährstoffversorgung der Straßenbäume in solch artifiziellen, bewusst mager gehaltenen Substraten gewährleistet ist. Mit der im Projekt begonnen Langzeituntersuchung der Nährstoffgehalte in den Substraten im Abgleich mit der Nährstoffversorgung der Bäume liegen nun die ersten Daten vor, die unerwartete Ergebnisse liefern, aber noch keine abschließende Beurteilung zu lassen. Im Rahmen des Projekts KL/18/03

werden deshalb in den folgenden Jahren die Nährstoffdynamik der Bäume und Substrate weiter verfolgt, um eine wissenschaftlich fundierte Basis für den Nährstoffbedarf und die Nährstoffversorgung urbaner Gehölze zu erarbeiten. In diesem Zusammenhang sollen die VDLUFA-Methoden zur Boden- und Nährstoffanalytik an die spezifischen physikalisch-chemischen Bedingungen der FLL-Substrate adaptiert und die Komponenten der FLL-Substrate im Hinblick auf ihr Nährstoffspeicher- und Nährstoffnachlieferungsvermögen spezifiziert werden. Desgleichen sollte über entsprechende Meßeinrichtungen an urbanen Standorten abgeklärt werden, inwieweit Stickstoffeinträge aus der Atmosphäre zur N-Düngung von Stadtbäumen beitragen (s. KURUTHUKULANGARAKOOLA et al. 2016). Darauf aufbauend sollte ein praxisorientiertes Konzept für ein nachhaltiges und umweltgerechtes Nährstoffmanagement für urbane Gehölze in FLL-Substraten entwickelt und validiert werden.

Biodiversität in den Kronen der Versuchsbaumarten

Von verschiedenen Seiten (v.a. Naturschützern) werden wir immer wieder darauf angesprochen, dass wir „fremdländische“ Versuchsbaumarten verwenden, die im Vergleich zu heimischen Arten einen wesentlich geringeren ökologischen Wert haben und entsprechend eine deutlich geringere Biodiversität heimischer Tierarten in ihren Kronen aufweisen. Diese Behauptungen gründen sich im Wesentlichen auf eine Übersichtsarbeit aus dem forstlichen Bereich (SOUTHWOOD 1961), die auf urbane Situationen vor allem im Straßenbereich nicht übertragbar ist und zudem bei der ökologischen Bewertung von Arthropoden nur Spezialisten, aber keine Generalisten berücksichtigt hat.

Aus urbanen Bereichen gibt es bisher keine vergleichenden Untersuchungen zur Arthropodenvielfalt auf verschiedenen Straßenbaumarten, - mit einer Ausnahme: in unserer Vorstudie wurde 2017 in Zusammenarbeit mit der Universität Würzburg die Biodiversität auf drei heimischen Stadtbaumarten und drei nah verwandten nicht-heimischen Versuchsbaumarten untersucht (Finanzierung: StMUV). Anders als häufig behauptet zeigen nach vorläufiger Auswertung alle Baumarten hohe Individuenzahlen an Arthropoden und ähnliche Biodiversitätsindices (ALBRECHT 2018). Die Baumarten scheinen sich aber bei Betrachtung ausgewählter Insektengruppen hinsichtlich ihrer Artenzusammensetzung zu unterscheiden, so dass die Gesamtbiodiversität aller Baumarten die Artenvielfalt einzelner Baumarten deutlich übersteigt.

Mit der Untersuchung der Biodiversität auf weiteren stadtklimaresistenten Versuchsbaumarten des Projekts „Stadtgrün 2021“ soll die Bandbreite des Biodiversitätspotentials und damit des ökologischen Wertes von nicht-heimischen Stadtbäumen für die urbane Insektenwelt im eigenen Haus fortgeführt werden (wie am 5.12.2017 auf dem hausinternen Forschungstag vom StMELF gefordert). Gartenämter und Bauhofleiter der Kommunen drängen auf die Fortsetzung der Biodiversitätsuntersuchungen und eine ökologische Bewertung der Versuchsbaumarten, da sie oft aus vermeintlich ökologischen Gründen angehalten werden, nur heimische Straßenbaumarten zu verwenden. Ein aktueller Forschungsbaustein liegt vor, dessen Förderwürdigkeit bereits anerkannt wurde. Die Bewilligung von Fördermitteln wurde jedoch in Abhängigkeit von der Mittelverfügbarkeit ausgesetzt.

„Fieberkurven“ heimischer und nicht-heimischer Baumarten

Schwerpunkt des laufenden Forschungsvorhabens KL/18/03 ist die vergleichende Untersuchung von Temperaturprofilen (Blätter, Rinde, oberster Wurzelbereich) zweier heimischer und nicht-heimischer Baumarten. Die Temperaturprofile werden zeigen, welchem Hörtettest Straßenbäume während Hitzeperioden an Straßenstandorten ausgesetzt sind und inwieweit sie darauf zu reagieren im Stande sind. Zusätzlich wurde 2018 fortlaufend das Temperaturprofil einer Winterlinde auf der Landesgartenschau in Würzburg erhoben und in Ist-Zeit als Internetauftritt auf die homepage der LWG übertragen (Abb.39).

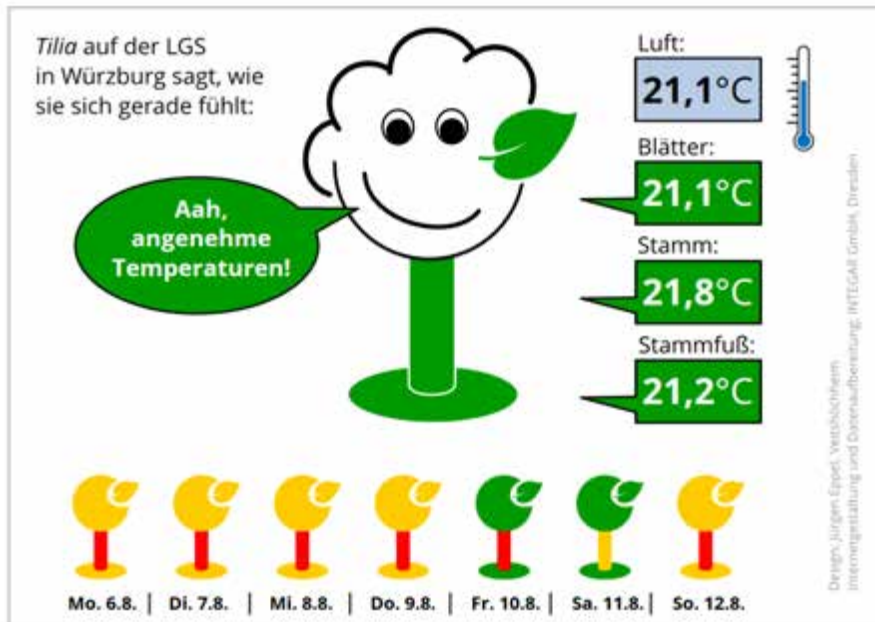


Abb. 39: „Twittering tree“ auf der Landesgartenschau Würzburg

Gesamtausblick

Wie die bisherigen Ergebnisse zeigen, lassen Langzeitdaten Trends und Entwicklungen erkennen, die bei Bäumen mit ihrer potentiellen Langlebigkeit von wesentlicher Bedeutung sind, um ihre Nachhaltigkeit im urbanen Raum zu fördern. Vorläufige Empfehlungslisten für regional besonders geeignete Baumarten werden mit jedem (Extrem-)jahr unter Beisteuerung bayernweiter Erfahrungswerte immer belastbarer. Einer gesicherten Praxiseinführung entsprechender Baumarten stehen jedoch häufig „ökologische“ Bedenken von Umweltbeauftragten entgegen, die grundsätzlich von einem höheren ökologischen Wert heimischer Baumarten ausgehen. Ohne die Untersuchung des Biodiversitätspotentials weiterer Klimabäume aus dem Projekt „Stadtgrün 2021“ wird es für viele Bauhofleiter und Gartenämter schwierig bis unmöglich sein, den gegebenen Empfehlungen zu folgen und sie vor Ort umzusetzen. Davon betroffen ist auch die Baumschulwirtschaft, deren Produktionsplanung auch dank dieses Projektes zunehmend auf die Verwendung von Klimabaumarten ausgerichtet ist.

7. Literatur

- Albrecht, R. 2018: Diversität und Zusammensetzung von Arthropodengemeinschaften heimischer und nah verwandter gebietsfremder Stadtbäume. Unveröff. Masterarbeit, Universität Würzburg, 83 S.
- Averdieck, H. 2006. Düngung von Baumkulturen im Freiland. In: Meyer Taschenbuch Aktuelles Baumschulwissen, Hermann Meyer, Rellingen.
- Böll, S. 2017a: Das Forschungsprojekt "Stadtgrün 2021" – ein Überblick. Jahrbuch der Baumpflege 2017: 23-28.
- Böll, S., Schönfeld, P., Körber, K., Hermann J.V. 2014: Stadtbäume im Zeichen des Klimawandels: Erste Ergebnisse aus dem Projekt „Stadtgrün 2021“ und weitere Ausblicke. Jahrbuch der Baumpflege 2014, 155-170.
- Bussotti F. 2008: Functional leaf traits, plant communities and acclimation processes in relation to oxidative stress in trees: a critical overview. *Global Change Biology* 14, 2727-2739.
- Bussotti, F., Pollastrini, M. 2015: Evaluation of leaf features in forest trees: Methods, techniques, obtainable information and limits. *Ecological Indicators* 52, 219-230.
- Dujesiefken, D., Stobbe, H. 2002. Neuartige Stammschäden an Jungbäumen. *Jahrbuch der Baumpflege* 2002: 73-80.
- Dietrich, J., Doobe, G. 2012: Die neue GALK-Straßenbaumliste geht online. *ProBaum* 1/2012, 2-11.
- Doobe, G., Dietrich, J., Wilhelm, L. 2012: Der GALK-Straßenbaumtest 2 liefert erste Ergebnisse. *ProBaum* 1/2012, 12-16.
- Fellhölter, G., Schreiner M., Zander, M., Ulrichs, C. 2015: Stresstest an Straßenbäumen in Neukölln. *ProBaum* 2/2015, 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
- FLL Forschungsgesellschaft Landwirtschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (Hrsg.) 2015: Empfehlungen für Baumpflanzung: Teil 1: Planung, Pflanzarbeiten, Pflege 2. Bonn
- FLL Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (Hrsg.) 2010: Empfehlungen für Baumpflanzungen – Teil 2: Standortvorbereitungen für Neupflanzungen; Pflanzgruben und Wurzelraumerweiterung, Bauweisen und Substrate. Bonn
- Gehrig, R., Gassner, M., Schmid-Grendelmaier, P. 2015: *Alnus x spaethii* pollen can cause allergies already at Christmas. *Aerobiologia* 31, 239-247
- Gillner, S., Roloff, A. 2013: Dendrologische und physiologische Untersuchungen zur Trockenstress-Empfindlichkeit häufig verwendeter Stadtbaumarten in Dresden. *Jahrbuch der Baumpflege* 2013, 246-251.
- Hermann, J. V. 2017: „Stadtböden“ als Baumstandorte. *Jahrbuch der Baumpflege* 2017: 29-40.

- Hüller, P. 2014: Klimasignale in phänologischen Daten in Bayern. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität Würzburg, 54 S.
- Kehr, R., Rust, S. 2007. Auswirkungen der Klima-Erwärmung auf die Baumphysiologie und das Auftreten von Krankheiten und Schädlingen. ProBaum 4: 2-10.
- Klemisch, M. 2017: Sind Straßenbäume in standardisierten Substraten unterversorgt? Jahrbuch der Baumpflege 2017: 57-73.
- Körper, K. 2017. Bäume mit Zukunftscharakter: Evaluierung von Baumarten und –sorten aus Sicht der Baumschulen. Jahrbuch der Baumpflege 2017: 115-136.
- Kopinga, J., van den Burg, J. 1995: Using soil and foliar analysis to diagnose the nutritional status of urban trees. Journal of Arboriculture 21, 17-24. Pauleit, S. 2002: Tree establishment practice – results from a European survey. Urban Forestry & Urban Greening 1, 83-96.
- Krupinska, K. 2014: Das Geheimnis des roten Herbstlaubes. Biologie unserer Zeit 44, 312-319.
- Kuruthukulangarakoola et al. G. T. 2017: Nitric oxide-fixation by non-symbiotic hemoglobin proteins in Arabidopsis thaliana under N-limited conditions. Plant Cell Environ. 40(1):36-50.
- Leh, H.-O. 1973: Untersuchungen über die Auswirkungen der Anwendung von Natriumchlorid als Auftaumittel auf die Straßenbäume in Berlin. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) 25, 163-170.
- Matyssek, R., Fromm, J., Rennenberg, H., Roloff, A. 2010: Biologie der Bäume. Ulmer Verlag.
- Meinhardus, C., Bräunig, A. 2013: Wie reagieren Rotbuchen und Traubeneichen auf Dürrejahre? ProBaum 2/2013, 6-9.
- Pauleit, S. 2002: Tree establishment practice – results from a European survey. Urban Forestry & Urban Greening 1, 83-96.
- Perderson, 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, 238-244.
- Rauh, J., Paeth, H. 2011: Anthropogener Klimawandel und Weinwirtschaft – Wahrnehmung und Anpassungsmaßnahmen fränkischer Winzer auf den Wandel klimatischer Bedingungen. Bericht zur deutschen Landeskunde, Bd.85, 151-177.
- Roloff, A., Gillner, S., Bonn, S. 2008: Gehölzartenwahl im urbanen Raum unter dem Aspekt des Klimawandels. Sonderheft Grün ist Leben, 30-42.
- Roloff, A., Grundmann, B., Korn, S. 2010: Trockenstress bei Stadtbäumen. Stadt + Grün 2/2010, 54-60.
- Roloff, A. 2013: Stadt- und Straßenbäume der Zukunft: Welche Arten sind geeignet? ProBaum 3/2013, 6-11.
- Roloff, A. 2016: Gedanken über die Plastizität von Bäumen. Was an Veränderungen können sie ertragen? ProBaum 2/2016, 2-6. Rust, S., Roloff, A. 2008. Die Auswirkungen des Klimawandels auf die Stadtbäume. Jahrbuch der Baumpflege 2008: 40-47.
- Rust, S. 2011. . Auswirkungen des Klimawandels auf die Physiologie und Phänologie von Stadtbäumen. Veitshöchheimer Berichte 152: 51-58.

Schönfeld, P. 2017: Baumsubstrate – Spektrum der Substrate in der Stadtgrün-Praxis. Jahrbuch der Baumpflege 2017: 41-56.

Southwood, T. R. E. 1961: The number of species of insects associated with various trees. J. of Anim. Ecol. 30: 1-8.

Taeger, C. 2017: Wurzelqualität ist Baumqualität. Jahrbuch der Baumpflege 2017: 74-90.

Thiel, D., Meyer, E., Löbel, S. 2016: Die Umsetzung der Straßenbaum-konzeption Dresdens. Forstwissenschaftliche Beiträge Tharandt 18, 5-15. Ufer, T., Wrede, A. 2016: Stadtgrün 2025 – Klimawandel und Baumsortimente der Zukunft – Ein neues EIP-Projekt in Schleswig-Holstein. 34. Osnabrücker

Ziegler, K. 2016. Statistische Modellierung der Phänologie anhand von verschiedenen meteorologischen Parametern in Bayern. Masterarbeit Universität Würzburg, 138 S.

8. Vorträge und Veröffentlichungen

Flyer „Neue Bäume braucht das Land“, 4. Auflage, 5000 St.

Dr. Susanne Böll

Veröffentlichungen

Engels, Arno (in Kooperation mit Böll + Körber) 2015: Deze stadsbomen zal Duitsland in toekomst meer gebruiken. De Boomwekerij 25: 24-26.

Böll, S. 2016. Strassenbäume im Zeichen des Klimawandels. Anthos 2/16: 15-17.

Schönfeld, P., Böll, S. 2016. Auf der Suche: Stadtbäume der Zukunft. Gartenpraxis 8-2016: 22-27.

Böll, S. 2017. Das Forschungsprojekt „Stadtgrün 2021“ – ein Überblick. Jahrbuch der Baumpflege 2017: 23-28.

Böll, S. 2017. 7 Jahre „Stadtgrün 2021“ – Einfluß des regionalen Klimas auf das Baumwachstum an drei bayerischen Standorten. Jahrbuch der Baumpflege 2017: 91-114.

Böll, S. 2017. Stadtbäume im Zeichen des Klimawandels – Projekt „Stadtgrün 2021“. In: Kühn, N., Gillner, S., Schmidt-Wiegand, A.: Gehölze in historischen Gärten im Klimawandel. Universitätsverlag der TU Berlin: 89-94.

Böll, S. 2018. Stadtbäume der Zukunft. Wichtige Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt „Stadtgrün 2021“. 184. Veitshöchheimer Berichte, S.75-85.

Böll, S., Schönfeld, P., Körber, K. 2018. NEUE Bäume braucht die Stadt. SUB 8-9/2018: 53-55.

Vorträge

21.4.2015 Workshop Klimaforschung StMUV mit StMELF, München: Klimawandel und Dürre: Stadtbäume im Klimawandel – Projekt Stadtgrün 2021

28.4.2015 Projekttreffen „Städte bekennen Farbe“: Vorstellung und Erfahrungsbericht „Bayerisches Netzwerk Klimabäume“

11.6.2015 Grün in der Stadt – Für eine lebenswerte Zukunft. Podiumsdiskussion: Grüne Quartiere. Kongress des BMUB und BMEL

17.11.2015 Stadtbäume im Zeichen des Klimawandels – Projekt 2021. Schweizer Baumpflegetage, Lausanne

29.1.2016 Stadtbäume der Zukunft – Projekt „Stadtgrün 2021“. Baumseminar, Hamburg

3.2.2016 Projekt „Stadtgrün 2021“ – Ergebnisse aus 6 Jahren Versuchsarbeit. Veitshöchheimer Baumschultag

- 16.2.2016 Stadtbäume in Zeiten des Klimawandels – Projekt „Stadtgrün 2021“, Parlamentarischer Abend: Stadtgrün II: Welche Bäume meistern den Klimawandel?, Deutsche Parlamentarische Gesellschaft
- 4.3.2016 Stadtbäume der Zukunft – Projekt „Stadtgrün 2021“. Baumseminar, Geisenheim
- 15.4.2016 „Stadtgrün 2021“ – Statusbericht. Schönbrunner Baumseminar, HBFLA Wien.
- 10.6.2016 „Urban Green 2021“ – testing a broad range of stress tolerant urban tree species and their potential for arthropod diversity. Workshop “Urban biodiversity vs. functional design in cities? The case of urban trees”, Universität Salzburg
- 21.10.2016 Projekt „Stadtgrün 2021“. Workshop „Pflanzmaterial & Neupflanzungen in historischen Gärten in Zeiten des Klimawandels“. TU Berlin, FG Vegetationstechnik & Pflanzenverwendung.
- 9.1.2017 Übererdung ein Problem? BdB-Wintertagung in Goslar
- 9.1.2017 Stadtgrün 2021 – Stadtbaumarten im Klimawandel. TU Berlin, FG Vegetationstechnik & Pflanzenverwendung, Vortragsreihe Zukunft der Pflanze in urbanen Räumen
- 25.4.2017 Das Forschungsprojekt „Stadtgrün 2021“ – ein Überblick. 25. Deutsche Baumpflegetage, Augsburg.
- 25.4.2017 7 Jahre „Stadtgrün 2021“. Einfluß des regionalen Klimas auf das Baumwachstum an drei bayerischen Standorten. 25. Deutsche Baumpflegetage, Augsburg.
- 15.5.2017 Klimaanpassung in den Städten Bayerns – Vergleichende Untersuchungen zum Einsatz gebietsfremder und heimischer Stadtklimabäume. Fachsymposium Klimaforschung, Zentrum Stadtnatur und Klimaanpassung, TU München.
- 12.10.2017 Straßenbäume der Zukunft, Stadt Ingolstadt, Symposium im Kolpinghaus
- 21.2.2018 Stadtbäume der Zukunft – wichtige Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt „Stadtgrün 2021“. 50. Landespflegetage, Veitshöchheim.
- 27.2.2018 Stadtbaumarten im Klimawandel. Kortemeier, Fachtagung, Herford.
- 3.3.2018 Stadtbaumarten im Klimawandel – Resiliente Straßenbäume für die Zukunft. 65. Dendrologische Wintertagung, Potsdam.
- 5.2.2012 Ev. Akademie Tutzing: Stadtbäume der Zukunft heimische oder fremdländische Arten?
- 6.3.2018 Stadtbäume im Klimawandel – Versuche zur klimatischen Standorteignung von Bäumen. 28. Baum- und Bodenseminar in Jena.
- 15.3.2018 Stadtbäume der Zukunft – wichtige Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt „Stadtgrün 2021“. Bayerisches Baumforum, Freising.
- 24.4.2016 Welche „Fieberkurven“ zeigen heimische und nicht-heimische Straßenbäume während sommerlicher Hitzeperioden? Urbane Pflanzen Konferenzen, JKI Braunschweig
- 13.6.2018 Arthropodenvielfalt auf heimischen und nicht heimischen Baumarten. ANL Gärten im Klimawandel, Veitshöchheim
- 19.7.2018 Stadtgrün 2021 – Stresstolerante Klimabäume für die Stadt. Forum Grünes Bauen Bayern, ZAE/LGS Würzburg.
- 27.9.2018 Stadtbäume als Lebensraum - Sind heimische Baumarten artenreicher als südosteuropäische Baumarten? FOWITA, Göttingen.

29.9.2018 8 Jahre „Stadtgrün 2021“ - Einfluß des regionalen Klimas auf das Baumwachstum an drei bayerischen Standorten. Deutsche Dendrologische Gesellschaft, LWG, Veitshöchheim

12.11.2018 Impulsvortrag: Stadtgrün 2021: Neue Bäume braucht das Land! 1. Nationale Konferenz „Klimaanpassungsdienete – Klimavorsorge in der Praxis“, Workshop 4: Kulturpflanzen und Stadtgrün im Trockenstress: Mit Anpassungsdiensten der Dürre trotzen, Umweltbundesamt Dessau

Rundfunksendungen

BR 1/ Unterfranken: Amberbaum ersetzt Ahorn 26.2.2015

Antenne Bayern: Stadtgrün 2021 – neue Bäume braucht das Land 26.2.2015

BR 2, Notizbuch: Zwischen Abgasen und Asphalt - das Leben, das Leiden und der Nutzen von Stadtbäumen 9.4.2015

BR 2, RegionalZeit: Die Hitze und die Bäume, 12.8.2015

BR 2, RegionalZeit: Neue Bäume braucht das Land, 17.8.2015

BR 1, Regionalnachrichten, 25.8.2015

BR 1, Regionalnachrichten, 2.11.2015

BR 1, Mittagsmagazin, 2.11.2015

Domradio, Köln: Stadtbaum der Zukunft, 13.8.2016

BR 2, IQ: Städte im Klimawandel, 12.6.2017

Fernsehsendungen

BR Frankenschau 29.3.15: Bäume der Zukunft – Grün trotz Klimawandel

Veranstaltungen

3. Forum Bayerisches Netzwerk „Klimabäume“, 8.12.2016

Dr. Philipp Schönfeld

Veröffentlichungen

- Dr. Schönfeld, P. et.al. (2015) Baumsubstrate und Nährstoffe, alles im Lot? – Substratuntersuchungen im Projekt „Stadtgrün 2021“, Veitshöchheimer Berichte aus der Landespflege 173/15, S. 49-57
- Dr. Schönfeld, P., Dr. Böll, S., Körber, K. (2015) Weitere Baumarten im Test. TASPO Baumzeitung 03, S. 23-27
- Dr. Schönfeld, P., Dr. Böll, S., Körber, K. (2015) Gib mir zehn! Das Projekt „Stadtgrün 2021“ wird erweitert. TASPO GartenDESIGN 05.15, S. 36-39
- Dr. Schönfeld, P. (2016) Weitere Baumarten im Projekt „Stadtgrün 2021“. VeV Mitteilungen 121/16, S. 55
- Dr. Schönfeld, P., Dr. Böll, S. (2016) Auf der Suche: Stadtbäume der Zukunft. Gartenpraxis 8, S. 21-27
- Böll, S., Schönfeld, P., (2017) Auf der Suche nach Stadtbäumen für die Zukunft, Hausmagazin Baumschule Ebben (NL), S. 7 – 9

Vorträge

- 26.2.15 Baumsubstrate und Nährstoffe – alles im Lot? Substratuntersuchungen im Projekt „Stadtgrün 2021“, Veitshöchheim, Landespflegekongress
- 3.3.15 Projekt „Stadtgrün 2021“ -Stadtbäume im Klimawandel, München StMELF, Sachverständigentag
- 16.06.15 „Stadtbäume im Klimawandel – neue Bäume braucht das Land“, Heidelberg, Fachtagung Garten- und Landschaftsbau, Bäume, Unterpflanzung, Pflege – Qualität führt zum Erfolg
- 25.06.15 Substrate für Baumpflanzung - Regelwerke, Rezepte, Nährstoffe, Rostock, 25. Nordische Baumtage
- 5.02.16 Das Projekt Stadtgrün 2021 Fachseminar Baumpflege, Berlin
- 26.02.16 In search of future urban trees, Project „Urban Trees 2021“, Messe „My Plant and Garden“, Mailand
- 10.03.16 Stadtgrün 2021 – Neue Bäume braucht das Land, Erfurter Baumforum
- 11.03.16 Das Projekt Stadtgrün 2021 Fachseminar Baumpflege, Wuppertal
- 24.06.16 Das Forschungsprojekt „Stadtgrün 2021“, Seminar BDLA: Zukunft(s) BÄUME – Eine Zeitreise – Sommer am neuen Pflanzort, Veitshöchheim
- 16.09.16 Forschungsprojekt „Stadtgrün 2021“, Praxisforum – Galabau 2016 des Callwey-Verlag im Rahmen der GaLaBau-Messe, Nürnberg
- 23.11.16 Sichtung und Erprobung klimafester Baumarten - Projekt "Stadtgrün 2021" Zwischenbericht nach 7 Jahren, Arbeitsbesprechung der oberbayerischen Kreisfachberater für Gartenkultur und Landespflege, München

25.11.16 Stadtbäume der Zukunft - Projekt „Stadtgrün 2021“, Fachseminar
Baumpflege, Basel

30.11.16 Stadtgrün 2021 – Erste Ergebnisse nach 7 Jahren, Arbeitsbesprechung der
niederbayerischen Kreisfachberatung für Gartenkultur und Landespflege, Dingolfing

31.03.17 Stadtgrün 2021, Nürnberg, Fachseminar Baumpflanzung/-pflege, Fa.
Vulkatec, Nürnberg

20.05.17 Stadtgrün 2021, Altdorf, Nürnberger Baumtage, Bundesverband für
Arboristik, Höhenarbeiten und Ökologie e.V.

3.01.18 Stadtgrün 2021, Die Baumarten im Porträt, Hochschule Geisenheim

3.01.18 Stadtgrün 2021, 7 Jahre Stadtgrün 2021, Hochschule Geisenheim

13.06.18 Sieben Jahre Stadtgrün 2021 – Einfluss des regionalen Klimas auf das
Baumwachstum an drei bayerischen Standorten, Gärten im Klimawandel, Veitshöch-
heim, Organisation: Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege

Klaus Körber

Vorträge

19.2.2016: Stadtbäume-Eignung im Zeichen des Klimawandels, Akademie Tutzing, Tagung Stadtwälder

3.6.2016: Stadtbäume-Eignung im Zeichen des Klimawandels, ISA Germany, Oschatz

25.11.2016: Bäume im Zeichen des Klimawandels, Seminar Vulkatec, Basel

29.11.2016: Bäume im Zeichen des Klimawandels, Herman Mayer, Seminar Langenau

1.12.2016: Bäume im Zeichen des Klimawandels, Herman Mayer, Seminar Nossen

29.6.2017: Bäume im Zeichen des Klimawandels, Gartenbauverband, Aarau, Schweiz

7.7.2017: Bäume im Zeichen des Klimawandels, BdB Sommertagung, Berlin

7.11.2017: Gehölze und Bäume im öffentlichen Grün, Fachlehrer Berufsschule, Esslingen

22.11.2017: Bäume im Zeichen des Klimawandels, Berufsschule Höchstädt

27.2.2018: Stadtbäume der Zukunft-aus Sicht der Baumschulen, Akademie Landschaftsbau, Weihenstephan

20.6.2018: Urban Tree Species-Future for the Nursery-Business, Opheusden, NL

Anhang A

Online-Formular zur Eingabe von Erfahrungsberichten kooperierender Gemeinden mit einzelnen Versuchsbaumarten vor Ort



Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau
An der Steige 15, 97209 Veitshöchheim
Dr. Susanne Böll
susanne.boell@lwg.bayern.de - Tel. 0931/9801-423





Erfahrungsbericht 2015
"Neue Stadtbaumarten"

Stadt:

Straße/Platz:

Baumart:

Anzahl der Bäume:

Pflanzgröße (StU):

Pflanzjahr(e):

Standortbedingungen

Baumgrubengröße (m x m): Baumgrubenbreite (m):

Pflanzstreifen: Baumscheibe: überbaut

Substrat: Mulch:

Unterpflanzung: Arten:

Standort: anderer Standort:

Straßentyp: Ausrichtung der Bäume:

Vitalität

Ausfälle n/n: Wüchsigkeit: Saltschäden:

Frostschäden (Frühjahr): Kronenvitalität (Spätsommer): Trockenstressvitalität (Spätsommer):

Gesundheit

Schädlinge:

Krankheiten:

Stammaufrisse: Risslänge (cm): seit: Himmelsrichtung:

Stammenschutz: Typ: von (Jahr): bis (Jahr):

Pflege

Anzahl Gießgänge: à Liter: letzte Düngung (Jahr):

Bemerkungen:

Anhang B



3. Forum Bayerisches Netzwerk „Klimabäume“

8. Dezember 2016 Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau

9:30 h Begrüßung Dr. Hermann Kolesch, Präsident der LWG

9:45 h S. Böll: Vorstellung der bisherigen Ergebnisse aus dem Projekt „Stadtgrün 2021“ und der Erfahrungen aus den Netzwerkgemeinden mit Schwerpunkt Hitze- und Trockenstresstoleranz im „Steppensommer“ 2015

10:30 h Kaffeepause

11:00 h S. Böll: Vorstellung der Ergebnisse und Erfahrungen (Fortsetzung)

12:15 h Mittagessen in der Mensa

13:30 h T. Rötzer, TU München: Stadtbäume im Klimawandel II: Wuchsverhalten, Umweltleistungen und Perspektiven

13:50 h A. Moser, TU München: Wachstum und Ökosystemleistungen der Versuchsbäume des Projekts „Stadtgrün 2021“ im Vergleich mit heimischen Stadtbäumen in Hof, München und Kempten

14:10 h L. Stratopoulos, TU München: Wie wirkt sich Trockenheitstoleranz auf das Potenzial unterschiedlicher Straßenbaumarten zur Regulierung des städtischen Mikroklimas aus?

14:30 h Diskussion

14:50 h Kaffeepause

15:20 h C. Taeger: Qualitätsmängel bei Ballenware im Projekt "Stadtgrün 2021" Beurteilung, Auswirkungen auf die Baumentwicklung am Endstandort und Lösungsansätze aus der Baumschulproduktion

15:50 h P. Schönfeld: Spektrum von Baumsubstraten in der Praxis

16:20 h Abschließende Diskussion

ca. 17:00 h Ende der Tagung

Anhang C

Parlamentarischer Abend 17.2.2016



Ihr Experte für
Garten & Landschaft



bdla Bund Deutscher
Landschaftsarchitekten



Bund deutscher
Baumschulen e.V.

Ihre Ansprechpartnerin:
Julia Peters
Leiterin Verbandskommunikation
Tel.: 030-240 86 99-24
Fax: 030-240 86 99-31
peters@garten-ist-leben.de
www.garten-ist-leben.de

Berlin / Bad Honnef, den 17. Februar 2016

Gemeinsame Pressemitteilung mit dem Bundesverband Garten-, Landschafts- und Sportplatzbau (BGL) e.V. und dem Bund deutscher Landschaftsarchitekten (bdla) e.V.

Parlamentarischer Abend – Stadtgrün II: Welche Bäume meistern den Klimawandel?

Die grünen Branchenverbände BdB, BGL und bdla luden am Dienstag, 16. Februar 2016, zum Parlamentarischen Abend in die Deutsche Parlamentarische Gesellschaft in Berlin. 19 Bundestagsabgeordnete folgten der Einladung. Nach einem Parlamentarischen Frühstück im November 2015 war dies die zweite Veranstaltung zum Thema Stadtgrün.

Hitzewelle und Trockenheit im Sommer – Baublüte im Dezember. Das waren die zwei Wetterextreme des vergangenen Jahres. Der Klimawandel setzt Bäumen in den Städten mehr und mehr zu. Daher ist man intensiv auf der Suche, Baumarten und Baumsorten zu finden, die den Extremstandort Stadt auch in Zukunft bewältigen.

Ausgehend von der teils dramatischen Situation in unseren Städten war es daher Ziel der gemeinsamen Veranstaltung, neueste Erkenntnisse darüber vorzustellen, welche Bäume im Stadtraum des Klimawandels „funktionieren“ und welche begleitende Infrastruktur sie benötigen. Die Veranstaltung leistete auch einen Beitrag für das geplante Weißbuch zum Stadtgrün der Bundesregierung. Die Bundestagsabgeordneten brachten darüber hinaus Ansichten aus der UN-Klimakonferenz mit, die Ende 2015 in Paris stattgefunden hatte.

BGL-Vizepräsident Eiko Leitsch erklärte: „Angesichts der Auswirkungen des Klimawandels muss ‚Grün in der Stadt‘ stärker als wichtiger Beitrag zum Klimaschutz erkannt und verankert werden. In dem nun eingeleiteten Weißbuchprozess gilt es, konkrete Handlungsstrategien zum Grün in der Stadt zu entwickeln. Übergreifendes Ziel muss sein, den Kommunen konkrete Maßnahmen zur Planung, Entwicklung und Pflege grüner Freianlagen und deren Finanzierung mitzugeben.“

bdla-Vizepräsidentin Irene Burkhardt warb für die sozial und kulturell integrative, multifunktionale und regulierende Kraft des Stadtgrüns. „Urbanes Grün leistet einen wichtigen Beitrag, z.B. die Wirkung von Starkregen

Pressemitteilung

Seite 2 Pressemitteilung vom 17. Februar 2016

abzuschwächen und den zunehmenden Hitzestress in Innenstädten zu reduzieren. Es gilt, das hohe Potential von Vegetation zur Feinstaubreduzierung und zur Verbesserung des Mikroklimas zu nutzen."

BdB-Präsident Helmut Selders fasste zusammen: „Die Experten haben aufgezeigt, dass Grundlage für jede positive Wirkung des Stadtgrüns auf die Bevölkerung eine funktionierende Vegetation ist. Bereits heute gibt es vielfach Handlungsbedarf in Anlage von Grünanlagen, Sortenauswahl der Gehölze und deren Pflege. Der Klimawandel wird dieses Problem verschärfen. Deshalb brauchen wir eine nationale Strategie von Bund, Ländern und Gemeinden, um diese Herausforderung wirksam zu bewältigen.“

Aus Sicht der drei grünen Branchenverbände war der Parlamentarische Abend ein weiterer Schritt in der engen Verzahnung der politischen Zusammenarbeit zum Thema Stadtgrün. Für die Zukunft sind weitere Parlamentarische Veranstaltungen sowie ein regelmäßiger und intensiver Austausch auf Ebene der Präsidien und der Geschäftsführung geplant.

[2.773 Zeichen]

[Bildunterschrift:]

Dr. Klaus-Peter Schulze MdB eröffnete den Parlamentarischen Abend, zu dem mehr als 50 Gäste erschienen waren. (Foto: Uwe Panske für den BdB)

Ansprechpartner :

- **Bund deutscher Baumschulen (BdB) e.V.**
Julia Peters
Kleine Präsidentenstraße 1, 10178 Berlin

Tel: 030 240 86 99-24, Fax: 030 240 86 99-31
E-Mail: peters@gruen-ist-leben.de
- **Bundesverband Garten-, Landschafts- und Sportplatzbau e. V**
Andreas Stump
Alexander-von-Humboldt-Straße 4, 53604 Bad Honnef

Tel: 02224 7707-17, Fax: 02224 7707-78
E-Mail: A.Stump@galabau.de
- **Bund deutscher Landschaftsarchitekten (bdla) e.V.**
Petra Baum
Köpenicker Straße 48/49, Aufgang F, 10179 Berlin

Tel.: 0 30/27 87 15 – 0, Fax: 0 30/27 87 15 – 55
E-Mail petra.baum@bdla.de

Anhang D

Vorträge auf den 25. Deutschen Baumpflegetagen in Augsburg, 2017



Baum des Jahres 2017: die Gewöhnliche Fichte (<i>Picea abies</i>) A. ROLOFF	9	Zukunftsweisender Umgang mit der Gehölzvegetation historischer Gärten in Zeiten des Klimawandels N. KÖHN, S. FISCHER, S. GILLNER, M. ROHDE, A. SCHMIDT-WIEGAND, A. SELIGER	155
Eine kurze Einführung in die Kronenarchitektur der Bäume E. HALLÉ	17	Planungshinweise für klimaangepasste Städte im Umgang mit Niederschlagswasser C. BENNERSCHIEDT	174
1 Zukunftsprojekt „Stadtgrün 2021“			
Das Forschungsprojekt „Stadtgrün 2021“ – ein Überblick S. BÖLL	23	Untersuchungen zur Trocken- und Hitzetoleranz von Bäumen im Klimawandel P. UEHRE, S. HERRMANN	183
„Stadt-Böden“ als Baumstandorte – Herausforderungen und Lösungsansätze J. V. HERRMANN	29	Trockenstress-Projekt AdapTree – Anzucht von Stadtbäumen bei unterschiedlichem Bewässerungsmanagement A. DRESSLER, S. KORN, P. SCHEEWE, A. ROLOFF	192
Baumsubstrate – Spektrum der Substrate in der Stadtgrünpraxis P. SCHÖNFELD	41	Jungbaumpflege – Kritische Anmerkungen zu Pflanzschnitt, Düngung, Mulch und Bewässerung, einschließlich Baumbewässerungssets A. PLJETZSCH	206
Sind Straßenbäume in standardisierten Substraten unterversorgt? M. KLEMISCH	57	Invasive Baumarten in der Stadt – Risiken, Potenziale und Management A. ROLOFF	218
Wurzelqualität ist Baumqualität – Balleneigenschaften und ihre Bedeutung für eine gelungene Pflanzung C. TAEGER	74	3 Baumkontrolle und Baumpflege	
7 Jahre „Stadtgrün 2021“ – Einfluss des regionalen Klimas auf das Baumwachstum an drei bayerischen Standorten S. BÖLL	91	Baumkontrolle nach Baumarten differenziert: Fichte, Lärche und Mammutbaum O. GAISER, P. JASKULA, A. LICHTENAUER	233
Bäume mit Zukunftscharakter: Evaluierung von Baumarten und -sorten aus Sicht der Baumschulen K. KÖRBER	115	Haftung des Baumkontrolleurs für Bäume mit Wurzelschäden durch Aufgrabungen R. HILSBURG	252
2 Bäume im Klimawandel		Die neue ZTV-Baumpflege – die wesentlichen Änderungen hinsichtlich Inhalt und Struktur D. DIJESIEFKEN, T. BÜTTNER	267
Untersuchungen zur Trockenheitsverträglichkeit von Stadtbäumen S. DUTHWEILER, S. PAULEIT, T. RÖTZER, A. MOSER, M. RAHMAN, L. STRATOPOULOS, T. ZÖLCH	137	Bedeutung und Stellenwert der ZTV-Baumpflege im Normenwerk sowie als Vertrags- und Ausschreibungsgrundlage H. SCHROMAKERS	273

Anhang E

FAZ 26.6.216

62 WISSENSCHAFT

Bäumchen, wechsle dich

Menschen haben es gerne grün, auch und gerade in den Hochschlachten ihrer Altkampden. Doch lange nicht alle, was Bitter hat, hält es dort aus. Über die schwierige Seite nach dem letzten Stadtkamm: Im Interview mit

Für viele Menschen ist Grün ein wichtiger Bestandteil ihrer Umgebung. In der Stadtplanung spielen Bäume eine zentrale Rolle. Sie verbessern das Stadtklima, spenden Schatten und bieten Lebensraum für Tiere und Pflanzen. Doch die Auswahl der richtigen Baumart ist eine komplexe Aufgabe. Sie hängt von vielen Faktoren ab, wie dem Standort, der Größe und der Lebensdauer des Baums. In diesem Interview sprechen wir mit einem Experten über die Herausforderungen bei der Auswahl von Bäumen für die Stadtplanung.



Menschen haben es gerne grün, auch und gerade in den Hochschlachten ihrer Altkampden. Doch lange nicht alle, was Bitter hat, hält es dort aus. Über die schwierige Seite nach dem letzten Stadtkamm: Im Interview mit



Für viele Menschen ist Grün ein wichtiger Bestandteil ihrer Umgebung. In der Stadtplanung spielen Bäume eine zentrale Rolle. Sie verbessern das Stadtklima, spenden Schatten und bieten Lebensraum für Tiere und Pflanzen. Doch die Auswahl der richtigen Baumart ist eine komplexe Aufgabe. Sie hängt von vielen Faktoren ab, wie dem Standort, der Größe und der Lebensdauer des Baums. In diesem Interview sprechen wir mit einem Experten über die Herausforderungen bei der Auswahl von Bäumen für die Stadtplanung.



Menschen haben es gerne grün, auch und gerade in den Hochschlachten ihrer Altkampden. Doch lange nicht alle, was Bitter hat, hält es dort aus. Über die schwierige Seite nach dem letzten Stadtkamm: Im Interview mit



63

FAZ, 26.6.2016

Anhang G

Mainpost 28.7.2018

Samstag, 28. Juli 2018 - Nr. 173

WISSEN

SWT WUES - Seite 41



Was krabbelt im fremden Baum?

Artenvielfalt

Hitze und Trockenheit plagen heimische Bäume. Im Projekt „Stadtgrün 2021“ sucht die LWG nach Arten, die dem Klimawandel trotzen. Doch können unsere Insekten mit Bäumen aus Südosteuropa oder Asien etwas anfangen? Die ersten Antworten überraschen selbst die Biologen.

Die ALICE MATTER
In Ländle im Sommer, der Alibi auch. Die Erde leuchtet, kann man begründen zu leben und haben. Die Drosophila, die hohen Temperaturen, Schädlinge, Krankheiten – das Bäume, die spärlicher als in unseren heimischen Wäldern, können an dem Drosophila. „Es gibt keine Drosophilaarten mehr“, sagt die Biologin Dr. Susanne Böll. „In Würzburg werden sie in fünf Jahren schon keinen heimischen Bäumen mehr zu finden sein.“ Doch was dann? Welche Bäume sollen die nächsten noch pflanzen? Auf was sollen Biologen achten?



Heimische Insekt auf fremden Stadtbäumen. Eine Silberfliege auf Hummel. Oben groß im Bild: der Versuchsaufbau der LWG-Projekte „Stadtgrün 2021“ in Würzburg – mit starrbüchse Insekt und Blümenwache rechts an der Straße.

Heimische Insekt auf der heimischen Linde. Anhand ist bei den Silberfliegen ein Südosteuropäer und in der kleinen Wäldchen im Hintergrund: Marienwache von Mittelamerika zu finden – deshalb auch sehr viele Marienkäfer und ihre Larven.



Untersuchen die Ökologen Stadtbäume: Dr. Susanne Böll, Biologin und Projektleiterin „Stadtgrün 2021“ an der Landesanstalt für Wald- und Forstwirtschaft in Würzburg, und Dr. Dieter Malberg von der Uni Würzburg.

Stadtgrün 2021 und die Klimabäume

Das Klimawandel-Projekt der Landesanstalt für Wald- und Forstwirtschaft (LWG) sucht nach neuen Bäumen für unsere Städte. Welche grünen Stadtbäume haben immer stärker unter den zunehmenden Wärmegraden und Trockenheit zu leiden? Welche Bäume sind auch unter diesen Bedingungen überlebensfähig? Welche Bäume sind auch unter diesen Bedingungen überlebensfähig? Welche Bäume sind auch unter diesen Bedingungen überlebensfähig?

gissen Bäumen in Würzburg, Hüttenberg und Langheim. Seit 2015 gehen zwei weitere vielversprechende Bäume und -arten zum Langzeitversuch und werden auf die Klimastabilität getestet.

Am Betwölz, „Klimabäume“, das es seit 2013 gibt, sind mittlerweile 27 bayerische Städte und Gemeinden beteiligt. Ergänzt zum Stadtgrün-Projekt bringen die Kommunen hier ihre eigenen Präferenzen mit bestimmten Versuchsbäumen ein, die anhand einer standardisierten, internationalen Methode bewertet werden.

Infos zum Projekt und den einzelnen Versuchsbäumen gibt es unter www.lwg.bayern.de/landgruenstaedte-gruen

Studie über die Artenvielfalt in den Baumkronen in Würzburg“, sagt Dr. Dieter Malberg, Tierökologe am Botanischen der Würzburger Universität. Über die Insektenwelt in Projektgrün im Regenwald, „wo wir mal mehr“ über die Baumvielfalt in der eigenen Stadt. Acht Jahre lang gemacht und gut gemacht, waren die Früchte der Untersuchungen der Projekt „Stadtgrün 2021“ jetzt groß genug für eine erste Untersuchung zur Wirkung offener Frage: Sind die heimischen, heimischen Insektenvielfalt sensibler als nicht-heimische Insektenvielfalt?

In einem Experimentiergarten zwischen Landeinstieg und dem Lehrstuhl für Tierökologie und Tropenbiologie unterrichten Susanne Böll und Dieter Malberg im vergangenen Jahr im Würzburger Versuchsgarten die Stadtbäume sowie zugehörige Insekten. Geht es um die heimischen Bäume, sind die Insektenvielfalt in Würzburg, Hüttenberg und Langheim. Seit 2015 gehen zwei weitere vielversprechende Bäume und -arten zum Langzeitversuch und werden auf die Klimastabilität getestet.

„Das ist Vogelfutter, das wir da haben. Man muss einen Baum auch als Nahrungsergänzung betrachten.“

Fotografie von Dieter Malberg über die Insekten in der Baumkronen

Die 30 ausgewählten Bäume ab - 18 sind pro Art. Alle zwei Wochen besetzt die Biologen die Baumkronen in diesem Projektgebiet wie Fächer, Säulen und Wäldchen. Tausende die Othellofen aus, an denen viel überlebensfähig. Und die Insektenvielfalt in diesem Gebiet. Die Insektenvielfalt in diesem Gebiet. Die Insektenvielfalt in diesem Gebiet.

„Es gibt nicht besser oder schlechter“, sagen die Biologen auch der ersten Untersuchung überhaupt, die Vergleichswerte bietet. „Wenn man immer darauf achtet, was man besser qualifiziertes Unterholz.“