



Endbericht zum Forschungsvorhaben Nr. KL/18/03

Vergleichende Untersuchungen zur Hitze- und Trockenstresstoleranz von „Klimabäumen“ und herkömmlichen Straßenbäumen an Hand von kontinuierlichen Temperaturmessungen im Wurzel-, Rinden- und Kronenbereich. Fortführung des Eignungstests von Versuchsbäumen im Klimawandelprojekt „Stadtgrün 2021“.

Kurztitel: „Fieberkurven“ von Stadtbäumen

Projektlaufzeit:

01.04.2018 bis 31.08.2021

Endbericht zum Forschungsvorhaben KL/18/03

Vergleichende Untersuchungen zur Hitze- und Trockenstresstoleranz von „Klimabäumen“ und herkömmlichen Straßenbäumen an Hand von kontinuierlichen Temperaturmessungen im Wurzel-, Rinden- und Kronenbereich. Fortführung des Eignungstests von Versuchsbäumen im Klimawandelprojekt „Stadtgrün 2021“.

„Fieberkurven“ von Stadtbäumen

Projektlaufzeit: 01.04.2018 bis 31.03.2021

Projektleiter: LLD Jürgen Eppel

Projektbearbeiterin: Dr. Susanne Böll

Veitshöchheim, August, 2021

Zuwendungsempfänger:

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

Inhalt

1	Zusammenfassung	5
2	Problemstellung	6
2.1	„Fieberkurven“ heimischer und südosteuropäischer Versuchsbäume während der Hitzesommer 2018-2020	6
2.2	Langzeitmonitoring der Versuchsbäume im Projekt „Stadtgrün 2021“	8
3	Versuchsansatz	9
3.1	„Fieberkurven“ heimischer und südosteuropäischer Versuchsbäume während der Hitzesommer 2018-2020	9
3.2	Langzeitmonitoring der Versuchsbäume im Projekt „Stadtgrün 2021“	10
3.3	Bayerisches Netzwerk Klimabäume	12
4	Ergebnisse und Diskussion	13
4.1	Ergebnisse der „Fieberkurven“ heimischer und südosteuropäischer Versuchsbäume 2018-2020	13
4.1.1	Maximaltemperaturen	14
4.1.2	Substrattemperaturen unter verschiedenen Mulcharten	14
4.1.3	„Fieberkurven“ der Sonnenblätter während Hitzeperioden	16
4.2	Boniturergebnisse und Wachstumsraten der Versuchsbaumarten	22
4.2.1	Versuchsbäume, Pflanzung 2009/2010	23
4.2.2	Versuchsbäume, Pflanzung 2015	74
4.3	Gesamtbewertung	93
5	Öffentlichkeitsarbeit	95
5.1	Vorträge und Veröffentlichungen	96
5.1.1	Vorträge	96
5.1.2	Veröffentlichungen	98
5.2	Führungen Stadtklimabäume	98
5.3	Ausstellung	98
5.4	Rundfunk und Fernsehen	99
5.4.1	Rundfunk	99
5.4.2	Fernsehen	99
5.4.3	Presse	99
6	Literatur	100

1 Zusammenfassung

Seit 2010 werden in dem Projekt „Stadtgrün 2021“ 20 Baumarten und seit 2015 weitere 9 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) mit insgesamt 657 Bäumen auf ihre Eignung als klimaresiliente Stadtbäume getestet. Dank der Langzeitdaten und der engen Zusammenarbeit mit über 30 bayerischen Kommunen im „Bayerischen Netzwerk Klimabäume“ können mittlerweile Empfehlungen für regional besonders geeignete Baumarten gegeben werden. Die Unterschiede in den einzelnen Empfehlungslisten zeigen, wie wichtig regional differenzierte Bewertungen sind, die einen entsprechenden standortgerechten Einsatz verschiedener Baumarten erlauben.

Um zu erkunden, welchen Temperaturen Straßenbäume in Extremsommern ausgesetzt sind, wurden 2018-2020 umfangreiche kontinuierliche Temperaturmessungen von der Wurzel bis zum Blätterdach (sog. „Fieberkurven“) an je zwei südosteuropäischen Versuchsbaumarten (Hopfenbuche, Silberlinde) im Vergleich zu ihren heimischen Schwesterbaumarten (Hainbuche, Winterlinde) durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass die oberen Bodentemperaturen während Hitzeperioden in Abhängigkeit des verwendeten Mulchs auf über 60°C, Rindentemperaturen auf bis zu 50°C und Blatttemperaturen auf deutlich über 40°C ansteigen können. Das zeigt, wie wichtig die Verwendung von hellen Mulcharten ist, die sich nicht so stark aufheizen, sowie der Einsatz von permanentem Stammschutz bei Bäumen mit empfindlich dünner Rinde, um das darunter liegende Wachstumsgewebe zu schützen.

Während anhaltender Hitzephasen waren die südosteuropäischen Baumarten deutlich besser in der Lage, ihre Blatttemperaturen zu kontrollieren als die heimischen Schwesternarten und überschritten die kritische 40°C Marke wesentlich seltener und deutlich kürzer. Das galt auch für die unmittelbar aufeinanderfolgenden Extremsommer 2019/2020, auch wenn die Fähigkeit der Temperaturkontrolle bei der Hopfenbuche, anders als bei der Silberlinde, abnahm.

2 Problemstellung

Gängige Stadtbaumarten leiden zunehmend unter Trocken- und Strahlungsschäden, Schädlingen und Krankheiten. Eine weitere Zunahme der Stresssituation ist auf Grund der Vorhersagen regionaler Klimamodelle zu erwarten. Im laufenden Projekt „Stadtgrün 2021“ werden seit 2010 bzw. 2015 insgesamt 29 ausgesuchte Baumarten auf ihre Stadtklimatauglichkeit getestet. Erste Ergebnisse haben sich, dank der Hitzesommer 2015 und 2018/2019/2020, an den einzelnen Versuchsstandorten bereits herauskristallisiert. Um mögliche Anpassungsstrategien der besonders trockenstress-resilienten Klimabaumarten an Hitze- und Trockenstress zu erkennen, wurden 2018 - 2020 vergleichend die „Fieberkurven“ verschiedener Versuchsbaumarten und herkömmlicher Straßenbaumarten untersucht. Umfangreiche kontinuierliche Temperaturmessungen von der Wurzel bis zu den Blättern in der Krone wurden für einzelne Versuchsbaumarten im Vergleich zu heimischen Straßenbaumarten durchgeführt, um zu zeigen, welchem Härtest Straßenbäume während Hitzeperioden an Straßenstandorten ausgesetzt sind und inwieweit es den hitzebeständigeren kontinentalen Arten gelingt, Temperatureinflüsse stärker zu regulieren als heimische Baumarten.

2.1 „Fieberkurven“ heimischer und südosteuropäischer Versuchsbäume während der Hitzesommer 2018-2020

Der fortschreitende Klimawandel macht sich durch immer neue Rekorde zunehmend stärker bemerkbar (Deutscher Wetterdienst). Seit der Pflanzung der Versuchsbaumarten im Projekt „Stadtgrün 2021“ 2009/2010 waren neun von elf Vegetationsperioden überdurchschnittlich warm und trocken, vier kurz aufeinander folgende Sommer (2015, 2018, 2019, 2020) zählen als Extremsommer mit anhaltenden Dürreperioden. Würzburg gilt mittlerweile als eine der trockensten und heißesten Städte in Deutschland, entsprechend hoch waren die monatlichen Temperatur- und Niederschlagsabweichungen 2018-2020 vom langjährigen Mittel (Abb.1+2). 2018 wurden 36 Hitzetage ($\geq 30^{\circ}\text{C}$; langjähriges Mittel: 7 Hitzetage) und 219 mm Niederschlag (langjähr. Mittel: 370 mm) während der Vegetationsperiode gemessen, 2019 27 Hitzetage und 256 mm (DWD, Wetterstation Würzburg) und 2020 15 Hitzetage und 280 mm Niederschlag.

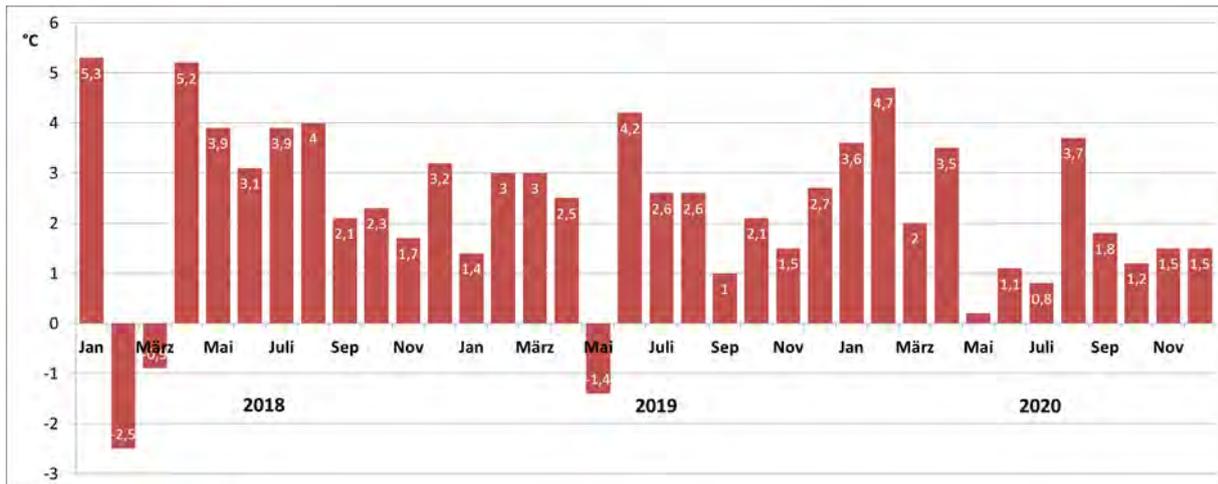


Abbildung 1: Monatliche Temperaturabweichungen in Würzburg vom langjährigen Mittelwert (1961-1990)

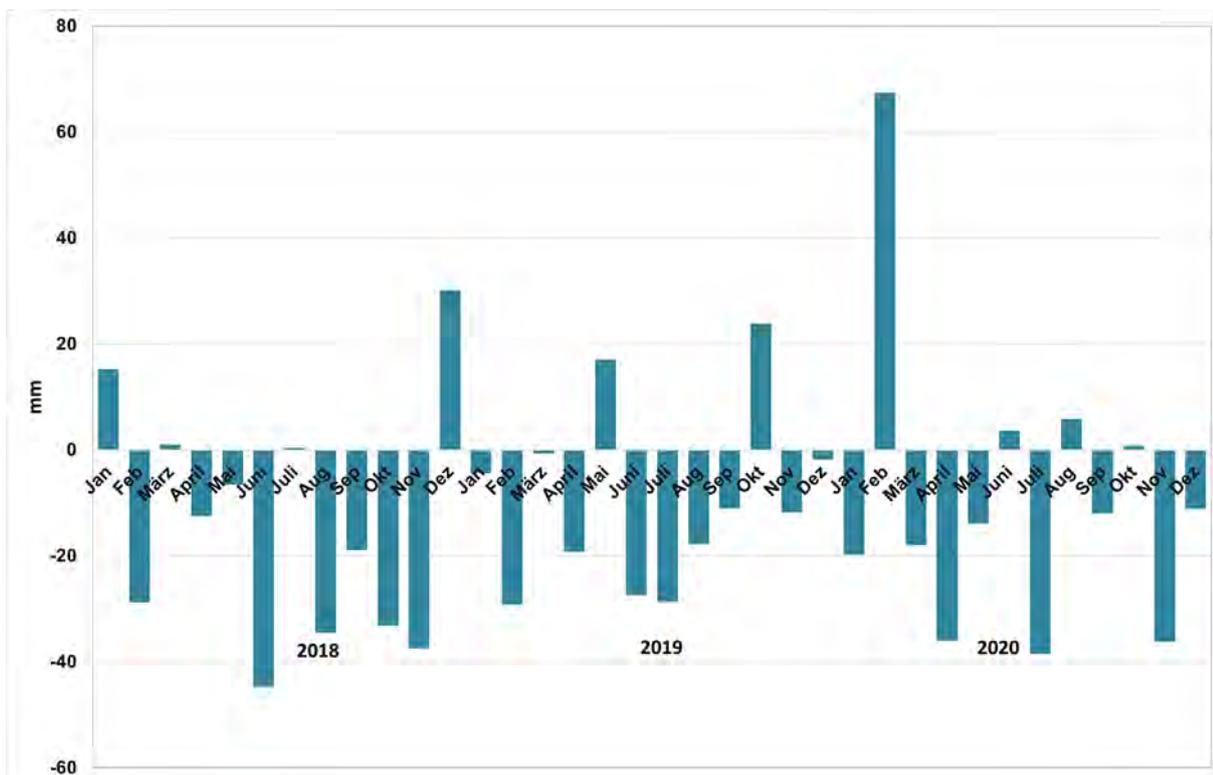


Abbildung 2: Monatliche Abweichungen der Niederschläge in Würzburg vom langjährigen Mittelwert (1961-1990)

Um besser zu verstehen, wie kontinental geprägte Klimabaumarten in extremen Dürre- und Hitzesommern im Vergleich zu heimischen Straßenbäumen reagieren, wurden folgende Fragen untersucht:

- Wie sehen die „Fieberkurven“ der einzelnen Baumkompartimente (Blätter, Rinde, Wurzelbereich) heimischer und südosteuropäischer Stadtbäumen in Extremsommern aus?
- Überschreiten die Temperaturen kritische Grenzwerte?
- Sind kontinental geprägte Arten besser in der Lage, ihre Blätter zu kühlen? Auch in aufeinanderfolgenden „Steppensommern“?

2.2 Langzeitmonitoring der Versuchsbäume im Projekt „Stadtgrün 2021“

Seit 2010 bzw. 2015 werden in dem Projekt 29 potentiell stresstolerante Baumarten und –sorten mit insgesamt 650 Versuchsbäumen an folgenden klimatisch sehr unterschiedlichen bayerischen Standorten auf ihre Eignung als klimaresiliente Straßenbäume getestet:

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.

Im Rahmen dieses Langzeitprojektes sollten folgende Praxisempfehlungen abgeleitet und an die Praxis weitergegeben werden:

- Erweiterung der Sortimentsempfehlungen für die Anzucht und Verwendung von Stadtklima-resilienten Gehölzen unter Berücksichtigung ihres natürlichen Vorkommens (im Wesentlichen kontinentaler Verbreitung, die auf Grund ihrer Herkunft an trocken-heiße Sommer und kalte Winter angepasst sind)
- Evaluierung der verwendeten Arten unter Praxisbedingungen unter verschiedenen klimatischen Standortbedingungen
- Regionale Praxisempfehlungen

3 Versuchsansatz

3.1 „Fieberkurven“ heimischer und südosteuropäischer Versuchsbäume während der Hitzesommer 2018-2020

2018-2020 wurden am Versuchsstandort Würzburg Temperaturmessungen an zwei heimischen (Winterlinde, Hainbuche) und zwei südosteuropäischen Baumarten (Silberlinde, Hopfenbuche) an je 2 Bäumen durchgeführt (Tab.1).

Tabelle 1: Versuchsbaumarten im Vergleich

heimische Baumarten	südosteuropäische Baumarten
Winterlinde	Silberlinde
Hainbuche	Hopfenbuche

Es wurden die Temperaturverläufe von je 3 sonnenexponierter Blätter im oberen Kronenbereich, der Rindenoberfläche auf Nord- und Südseite sowie im obersten Wurzelbereich in 10 min (2018) bzw. 15 min Intervallen (2019/2020) über die gesamte Vegetationsperiode gemessen, in Datenloggern gespeichert und 1x pro Woche über Mobilfunk an die Landesanstalt übermittelt. Die Temperaturen im obersten Wurzelbereich (Bild 1a) und die Rindentemperaturen (Abb.1b) wurden mit Widerstandsthermometern gemessen. An den Blättern wurde mit in Reihe geschalteten Thermoelementen (Fa. Ecomatik, Dachau) die Differenz zwischen Blatt- und Lufttemperatur ΔT gemessen (Bild 1c). Die Blatttemperatur wurde über die Summe ΔT und der in unmittelbarer Nachbarschaft des Blattes gemessenen Lufttemperatur (iButton/Thermochron DS 1922, USA) errechnet (Bild 1c).

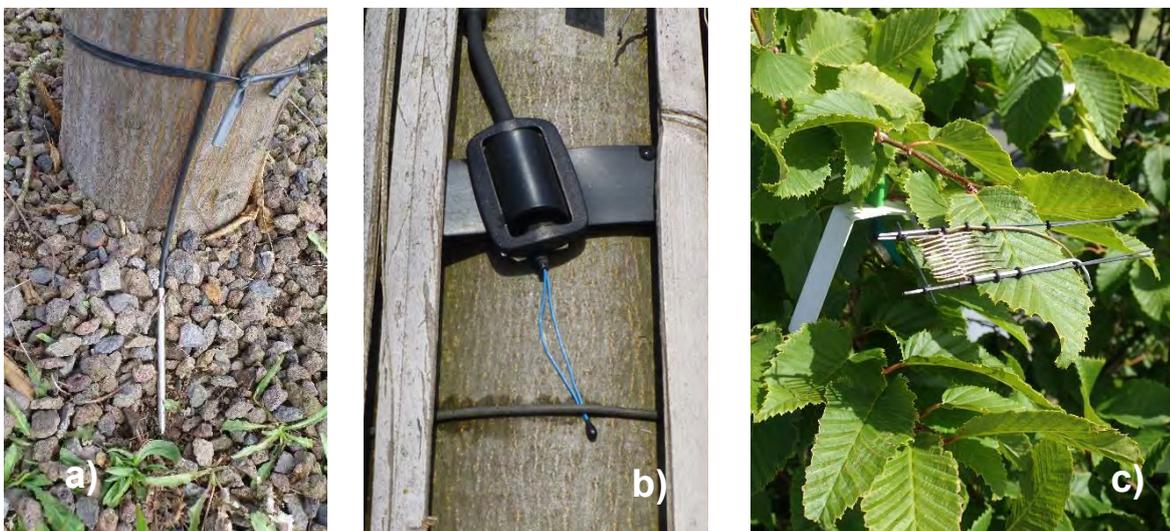


Bild 1a-c: Temperatursensoren zur Messung der a) oberste Bodenschicht, b) Rindentemperatur c) Blatttemperatur. Diese und alle weiteren Fotos, soweit nicht anders angegeben, von © Susanne Böll, LWG

3.2 Langzeitmonitoring der Versuchsbäume im Projekt „Stadtgrün 2021“

Tabelle 2: Versuchsbaumarten

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	

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

Die Versuchsbäume wurden jährlich im Frühjahr und Spätsommer auf Frost- und Trockenschäden, Kronenvitalität, Gesundheit und Zuwachsleistung bonitiert. Zusätzlich wurde 2020 die Gesamthöhe der 2010 gepflanzten Baumarten bestimmt.

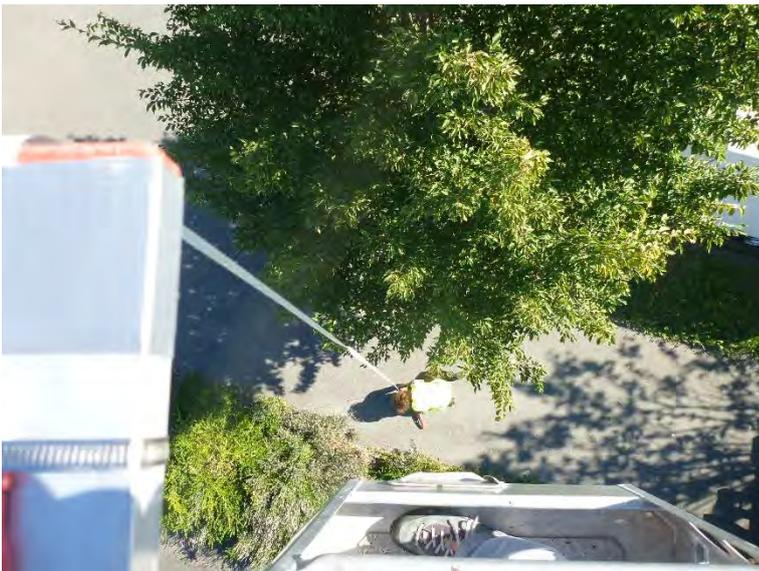


Bild 2: Höhenmessung - alle Fotos soweit nicht anders angegeben von S. Böll

3.3 Bayerisches Netzwerk Klimabäume

Auf Grund des großen Interesses der bayerischen Städte und Gemeinden an dem Projekt wurde 2010 das „Bayerische Netzwerk Klimabäume“ ins Leben gerufen. Daran sind mittlerweile über 30 Kommunen in ganz Bayern beteiligt, die ihre Praxiserfahrungen mit den im Versuchsprojekt verwendeten Versuchsbaumarten an den eigenen Standorten 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. Die Ergebnisse fließen in die regionale Bewertung der einzelnen Versuchsbaumarten mit ein (s. 4.2).



Abbildung 3: Partnerstädte und Netzwerkgemeinden im „Bayerischen Netzwerk Klimabäume“

4 Ergebnisse und Diskussion

4.1 Ergebnisse der „Fieberkurven“ heimischer und südosteuropäischer Versuchsbäume 2018-2020

2018-2020 waren drei ungewöhnlich heiße und trockene „Steppensommer“ in Folge in Würzburg. 2019 verzeichnete die extremste Hitzeperiode mit Maximaltemperaturen von bis zu 38,6°C (DWD). Die Wetterstation des Deutschen Wetterdienstes liegt jedoch am Stadtrand neben Weinbergen und mißt die Lufttemperatur 2m über einer Wiesenfläche. Unser Versuchsstandort liegt in einem Gewerbegebiet, wo auf 2m Höhe (über Asphalt) deutlich höhere Temperaturen herrschen, denen unsere Bäume ausgesetzt sind. Allein während des Untersuchungszeitraums vom 3.6. – 31.8.2019 wurden mit 60 Hitzetagen auf 2m Höhe mehr als doppelt so viele Hitzetage wie am DWD-Standort gemessen (Abb.4b+c). Auch in den Kronen der Versuchsbäume auf Höhe der verkabelten Sonnenblätter wurden infolge der versiegelten Umgebung andertalb so viele, nämlich 42 Hitzetage, gemessen (Abb.4a). Davon waren 11 sog. Wüstentage ($\geq 35^{\circ}\text{C}$!).

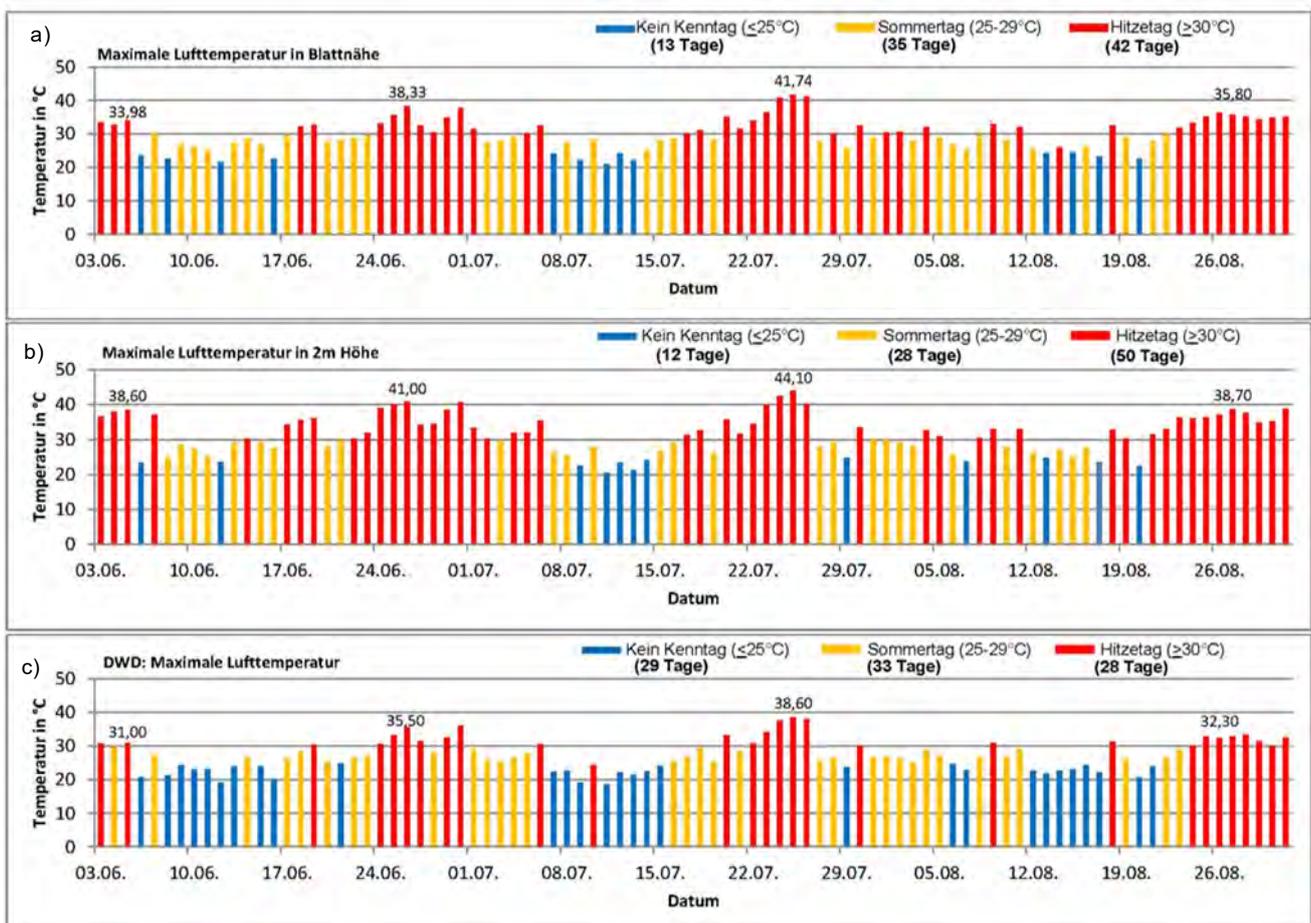


Abbildung 4: Vergleich der meteorologischen Kenntage für a) Lufttemperatur in Blattnähe, b) 2m Höhe am Versuchsstandort, c) DWD Station, Würzburg.

4.1.1 Maximaltemperaturen

In den Jahren 2018-2020 wurden folgende Maximaltemperaturen gemessen:

Tabelle 3: Maximaltemperaturen in den verschiedenen Kompartimenten der Versuchsbäume

2018		2019	
T Luft	41 °C	T Luft	43,4 °C
T Blatt	42,1 °C	T Blatt	44,5 °C
Δ T Blatt-Luft	3,2 °C	Δ T Blatt-Luft	3,8 °C
T Borke Süd	45,1 °C	T Borke Süd	49,9 °C
Δ T Borke Süd-Nord	13,3 °C	Δ T Borke Süd-Nord	18,2 °C
T Substrat	62,4 °C	T Substrat	66,4 °C

2020	
T Luft	40,6 °C
T Blatt	41,6 °C
Δ T Blatt-Luft	2,5 °C
T Borke Süd	50,3 °C
Δ T Borke Süd-Nord	18,6 °C
T Substrat	63,3 °C

2019 wies Ende Juli mit nahe 40°C (DWD, Wetterstation Würzburg) eine noch heißere Hitzeperiode auf, als die „Steppensommer“ 2018 und 2020. Blatt-, Luft- und Rindentemperaturen überstiegen entsprechend die Maximalwerte von 2018 (Tab.3 a+b). Bei Baumarten mit dünner Rinde können Temperaturen mit deutlich über 40°C (siehe T Borke Süd) zum Absterben des Kambiums führen, darüber hinaus verursachen hohe Temperaturunterschiede zwischen Nord- und Südseite (siehe delta T Borke Süd-Nord) starke Spannungen und können zu Rindenrissen mit fatalen Folgen führen.

Fazit für die Praxis: Straßenbäume mit dünnen Rinden, die keine ausgeprägte Borke mit zunehmendem Alter entwickeln (Bsp. Hainbuche, Eisenholzbaum, Kobushi-Magnolie), sollten nicht nur während der ersten Jahre nach der Pflanzung mit Tonkin-/Schilfrohmatten oder einem weißen Rindenanstrich vor Sonnenbrand geschützt werden sollten, sondern in Zukunft durchgängig mit Stammschutz versehen sein.

4.1.2 Substrattemperaturen unter verschiedenen Mulcharten

Noch extremer sind die gemessenen Temperaturmaxima im Übergangsbereich von Substrat und Mulch von bis zu über 60°C (Tab.3), die auf die dunkle Farbe der verwendeten Lava als anorganischer Mulch zurückzuführen sind. Um herauszufinden, wie stark heller Mulch die Temperatur im oberen Substratbereich senken kann, wurde Anfang August 2019 in einem Tastversuch bei der Hälfte der Bäume eine dünne Schicht heller Holzhäcksel ausgebracht, die den Lavamulch gerade bedeckte (Bild 3). Die Temperaturverläufe vor und nach Ausbringen des Holzhäcksel wurden vergleichend für

jede Baumart ausgewertet. Ab dem 5.8.2019 nach Ausbringen des Holzhäckselns zeigten die Substrattemperaturen einen stark gedämpften Verlauf im Vergleich zu den Temperaturen der Lavamulch-Variante, der bis zu 15°C Unterschied betrug (Bsp. Hainbuchen: Abb.5).



Bild 3: links: Lavamulch, rechts: Holzhäcksel

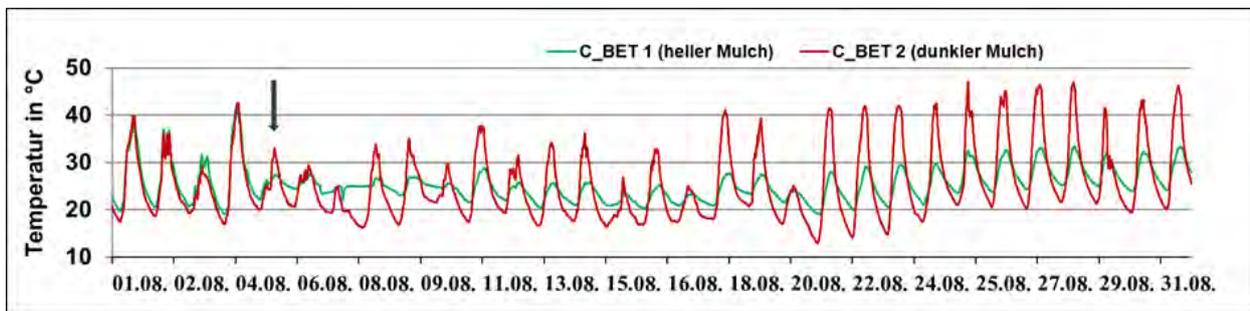


Abbildung 5: Temperaturen im oberen Substratbereich: Vergleich Lavamulch- und Holzhäckselabdeckung; Holzhäcksel wurde am 5.8.2019 ausgebracht.



Bild 4: Holzhäckselabdeckung 2020.

Auch 2020, obwohl ein Teil des Holzhäckselns bereits verrottet war, waren die Unterschiede in der Temperaturamplitude deutlich ausgeprägt (Bild 4, Abb.6).

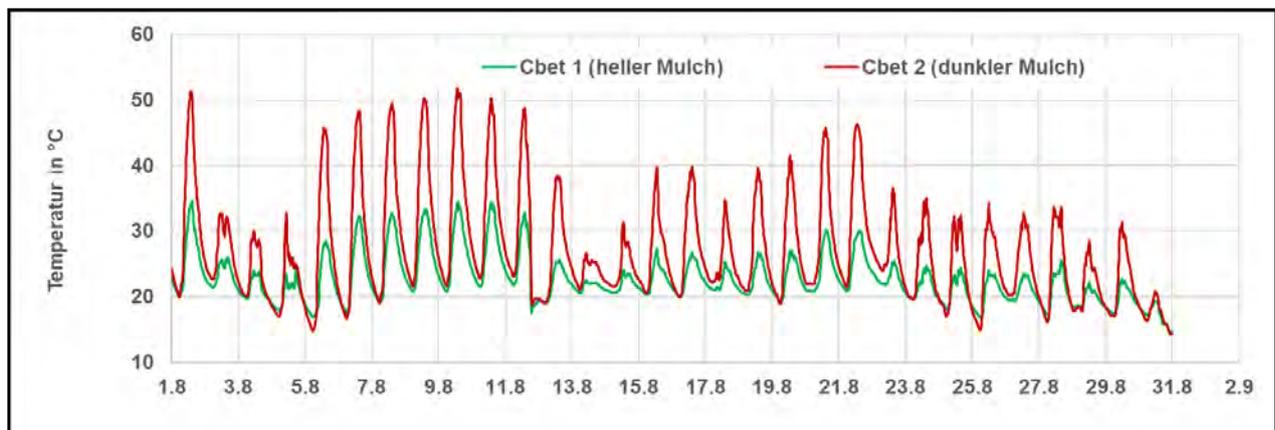


Abbildung 6: Temperaturen im oberen Substratbereich: Vergleich Lavamulch und Holzhäckselabdeckung 2020

Fazit für die Praxis: Als Mulch sollten nur helle organische oder anorganische Mulchsorten verwendet werden, die eine relativ hohe Rückstrahlung gewährleisten. Baumunterpflanzungen auf Baumscheiben sollten nicht vor dem vierten Standjahr (in trocken-heißen Städten erst ab dem 6. Standjahr) erfolgen, um eine ausreichende Bewässerung der Bäume ohne Wurzelkonkurrenz zu gewährleisten.

4.1.3 „Fieberkurven“ der Sonnenblätter während Hitzeperioden

Südosteuropäische Baumarten sind durch ihre kontinental-eurasische Verbreitung in ihren natürlichen Habitaten während der Sommermonate höheren Hitze- und Strahlenbelastungen sowie längeren Dürreperioden ausgesetzt als heimische, zentral-europäische Baumarten. Entsprechend sollten diese Arten, insbesondere Lichtbaumarten, genetisch fixierte Anpassungen aufweisen, die es ihnen ermöglichen, unter solchen Klimabedingungen zu wachsen und gedeihen. Tatsächlich zeigen verschiedene Studien, dass südosteuropäischen Arten deutlich niedrigere Boden- und Blattwasserpotentiale erreichen, ohne den permanenten Welkepunkt zu überschreiten (Sjöman 2018, Klein 2014), eine höhere Wassernutzungseffizienz und geringere Transpirationsraten während Hitzeperioden besitzen (Stratopoulos 2018 a, b) und verschiedene morphologische Anpassungen wie ledrige oder behaarte Blätter (Roloff 2013) und stärkeres Feinwurzelswachstum (Stratopoulos 2018b) aufweisen.

Auch unsere Ergebnisse der Blatttemperaturverläufe zeigen während anhaltender Hitzeperioden deutliche Unterschiede zwischen den heimischen Baumarten und ihren südosteuropäischen Verwandten, allerdings war diese Regulationsfähigkeit bei den Hopfenbuchen 2019 und 2020 nur noch eingeschränkt vorhanden.

Während niedriger Sommertemperaturen (< 30°C) hatten die heimischen Hainbuchen und Winterlinden 2018 gegenüber den südosteuropäischen Schwesternarten nur unwesentlich erhöhte Blatt-/Lufttemperaturdifferenzen und entsprechend ähnliche Blatttemperaturen. Die Differenzen nahmen jedoch mit zunehmenden Lufttemperaturen

zu, so dass die heimischen Arten während lang anhaltender Hitze- und Trockenperioden deutlich höhere delta T Werte als die beiden Südosteuropäer zeigten (Abb.7+9), was zu entsprechend höheren absoluten Blatttemperaturen führte (Abb.8). Bei den Hainbuchen lagen die Blatt-Luft-Temperaturdifferenzen bei bis zu 3°C, bei den Hopfenbuchen bei maximal 1,5°C. Bei den heimischen Winterlinden, die eurasisch wesentlich weiter verbreitet sind als die Hainbuchen, lagen die delta T Werte während der Hitzeperioden selten über 1,5°C, damit auf dem Niveau der Hopfenbuchen und deutlich unter denen der Hainbuchen. Die Silberlinden zeigten mit max. 0,5°C die geringsten Blatttemperaturerhöhungen (Abb.9).

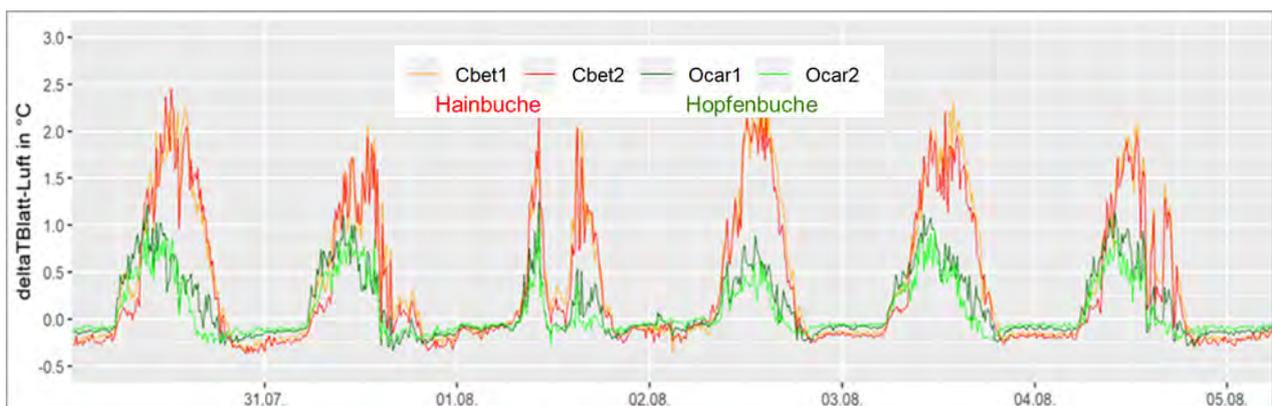


Abbildung 7: Differenz zwischen Blatt- und Lufttemperatur der Hain- und Hopfenbuchen: 30.7. – 5.8.2018

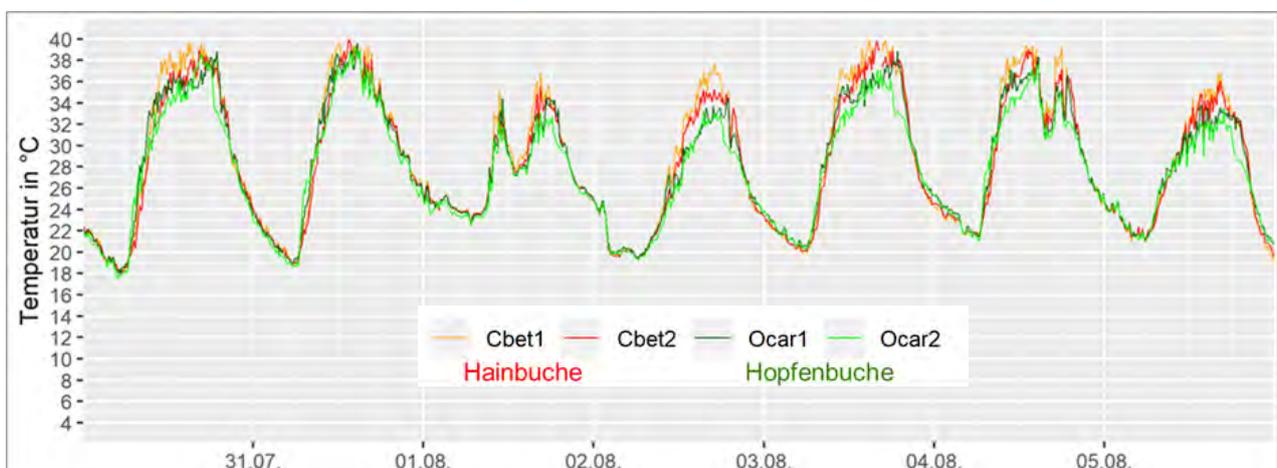


Abbildung 8: Blatttemperaturverlauf Hainbuche vs. Hopfenbuche: 30.7. – 5.8.2018

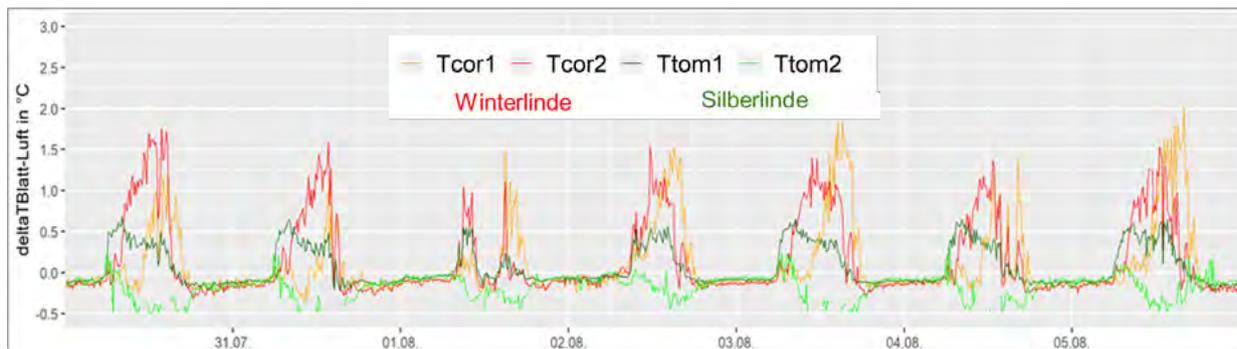


Abbildung 9: Differenz zwischen Blatt- und Lufttemperatur der Winter- und Silberlinden: 30.7. – 5.8.2018

Die Untersuchungen zeigen, dass südosteuropäische Baumarten in der Lage sind, ihre Blatttemperaturen besser zu kontrollieren als ihre heimischen Schwesternarten. Aber auch bei den beiden Südosteuropäern gab es Unterschiede: 2019, nach einem trockenem Frühjahr, wiesen die Hopfenbuchen während des zweiten Extremsommer in Folge im Gegensatz zu den Silberlinden keine systematischen Unterschiede in den delta T Werten mehr zu ihrer heimischen Schwesternart (Abb.10) auf, während die Linden ähnliche Temperaturdifferenzverläufe zeigten wie 2018 (Abb.12). Während der kritischsten Hitzeperiode Ende Juli war bei beiden Hopfenbuchen jedoch ein früherer Abfall der delta T Werte im Tagesverlauf zu beobachten als bei den Hainbuchen, was dazu führte, dass zwar auch eine der Hopfenbuchen Blatttemperaturen über 40°C, aber deutlich geringere Maximalwerte als die Hainbuchen (bis zu > 44°C) erreichte (Abb.11). Bei Temperaturen > 40°C werden Proteine in den Blättern häufig geschädigt und können zum frühzeitigen Blattfall führen. Entsprechend führten die hohen Temperaturen und Strahlungsbelastungen bei den Hainbuchen teilweise zu irreversiblen Blattschäden (Bild 5+6). Dass es sich dabei primär nicht um Trockenschäden handelte, erkennt man an den intakten Chlorophyllbereichen unter dem Blattsensor (Bild 5).

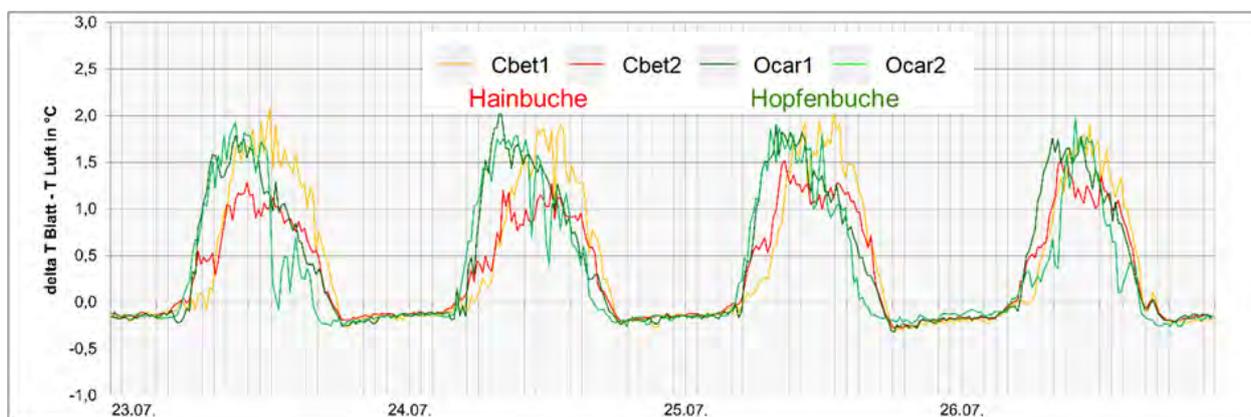


Abbildung 10: Differenz zwischen Blatt- und Lufttemperatur der Hain- und Hopfenbuchen: 23.7. – 28.7.2019

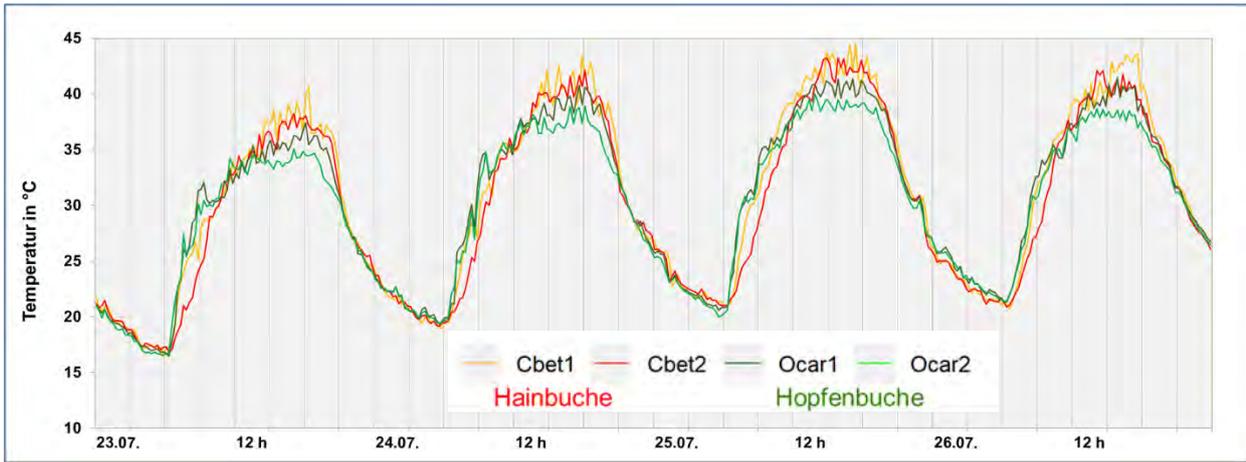


Abbildung 11: Blatttemperaturverlauf Hainbuche vs. Hopfenbuche: 23.7. – 26.7.2019



Bild 5: geschädigtes Hainbuchenblatt (links) mit intaktem Chlorophyll unter dem Blattsensor (rechts)



Bild 6: UV- und hitzegeschädigte Hainbuche, 2019

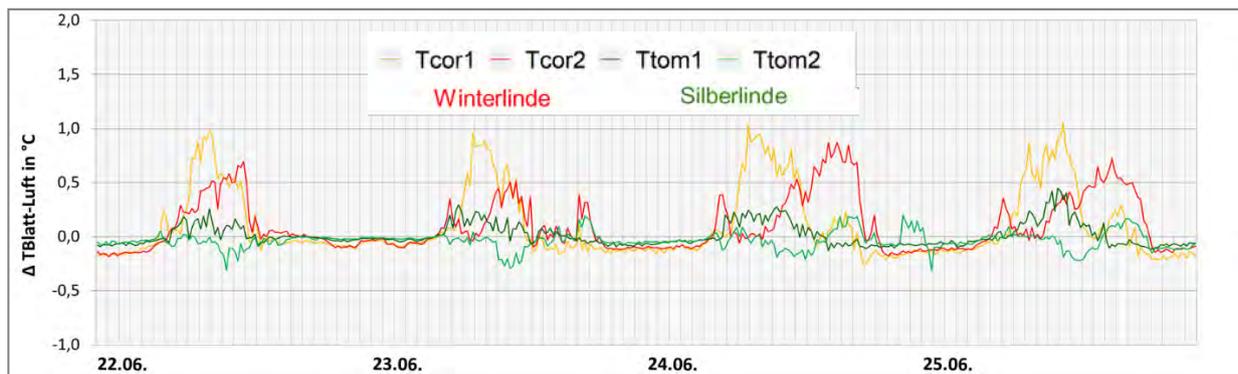


Abbildung 12: Differenz zwischen Blatt- und Lufttemperatur der Winter- und Silberlinden: 22.6. – 25.6.2019

Auch die Silberlinden überschritten nur punktuell die 40°C, während die Winterlinden Blatttemperaturen von über 44°C erreichten.

2020 verhielten sich die Versuchsbaumarten während ausgeprägter Hitzeperioden im August analog zu 2019 (Bsp. Linden, Abb.13+14).

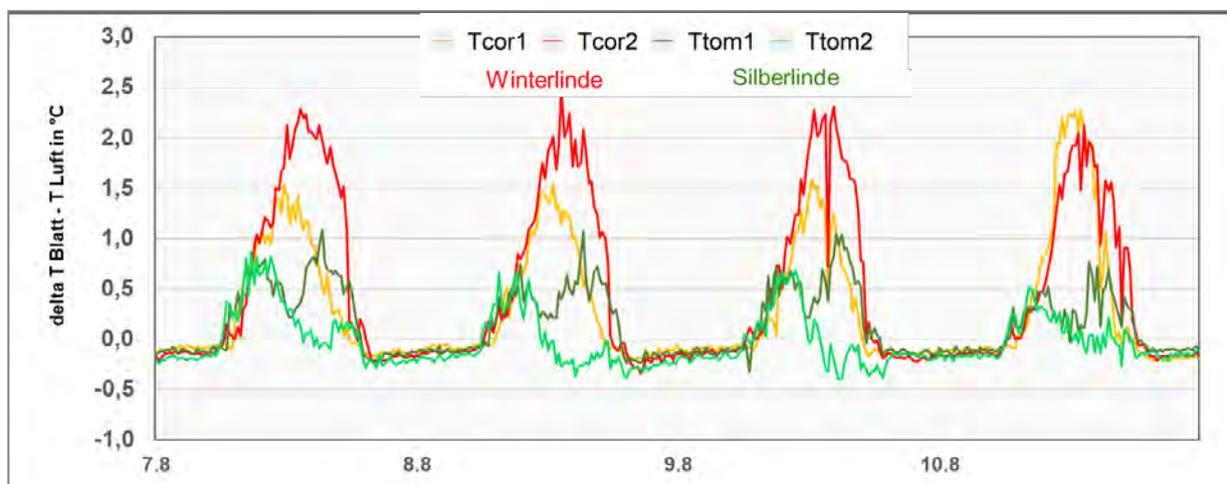


Abbildung 13: Differenz zwischen Blatt- und Lufttemperatur der Winter- und Silberlinden: 7.8. – 10.8.2020

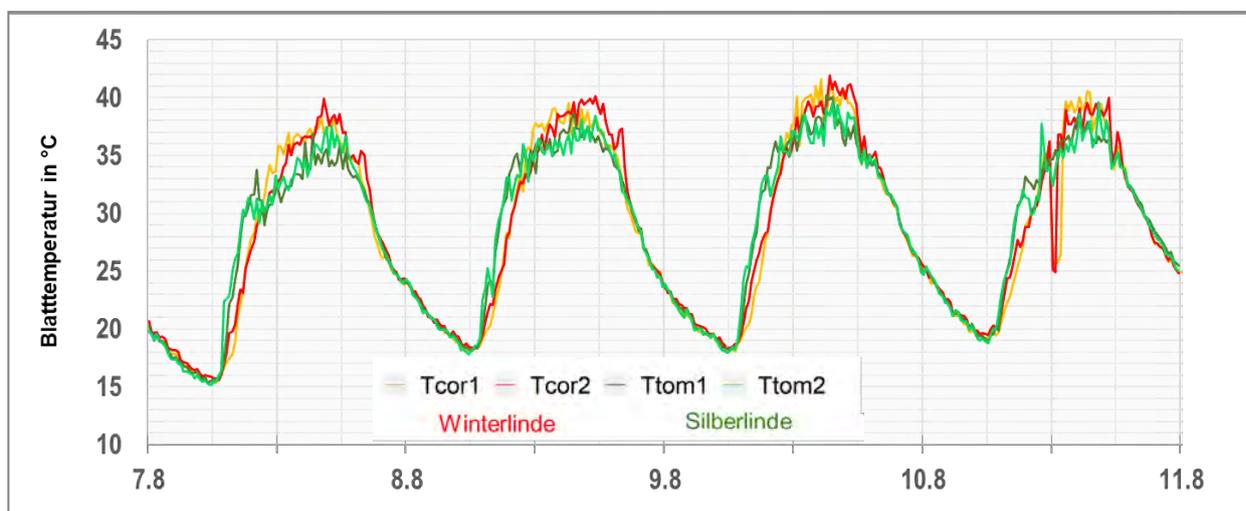


Abbildung 14: Blatttemperaturverlauf Hainbuche vs. Hopfenbuche: 7.8. – 10.8.2020

Während Hopfenbuchen ihren Wasserverbrauch über einen frühzeitigen Stomataschluß und eine hohe Wassernutzungseffizienz regulieren (Stratopoulos 2018a), verfolgen Silberlinden eine gänzlich andere Strategie, indem sie die Unterseite ihrer Blätter in der sonnenexponierten Oberkrone zur Sonne drehen. Die dichte silbrige Behaarung der Blattunterseite führt zu einer hohen Reflektion der Strahlung und damit Temperaturminderung der Blätter (Wundsam & Henninger 2012, Bild 7), während die tief in dem Haarfilz eingesenkten Stomata eine verringerte Verdunstung gewährleisten.



Bild 7: Helle Blattunterseiten der Silberlinde in der Oberkrone

Fazit für die Praxis: Südosteuropäische Baumarten sind dank ihrer Herkunft an Hitze und Trockenheit besser angepasst als heimische Baumarten. Sie können ihre Blatttemperaturen während anhaltender Hitzeperioden so kontrollieren, dass sie sie vital überstehen, um nach Beendigung der Hitzewellen in Extremsommern die Assimilationsverluste durch eine verlängerte Vegetationsperiode auszugleichen (Böll 2017) und anders als gängige Stadtbaumarten mit entsprechenden Reserven in die nächste Vegetationsperiode zu starten.

4.2 Boniturergebnisse und Wachstumsraten der Versuchsbaumarten

Aussagekräftige Trockenstress-Boniturnoten werden für jede Versuchsbaumart für ein oder mehrere Extremsommer an den verschiedenen Standorten gelistet, so dass sich die unmittelbaren Auswirkungen der Hitzesommer ablesen lassen. Vereinzelt werden Kronenvitalitäts-Boniturnoten wiedergegeben, um die Vitalität der Bäume im Dürresommer oder 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). 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 Netzwerkgemeinden können hierbei stark variieren. Da die Bäume in vielen Gemeinden in sehr kleinen Baumgruben stehen (Schönfeld 2017), fallen die Bewertungen teilweise schlechter als im Versuch aus.

Tabelle 4: Boniturschema für die Beurteilung der Trockenstressvitalität

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)

Tabelle 5: Boniturschema für die Beurteilung der 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

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.

4.2.1 Versuchsbäume, Pflanzung 2009/2010

Acer buergerianum – Dreizahnhorn

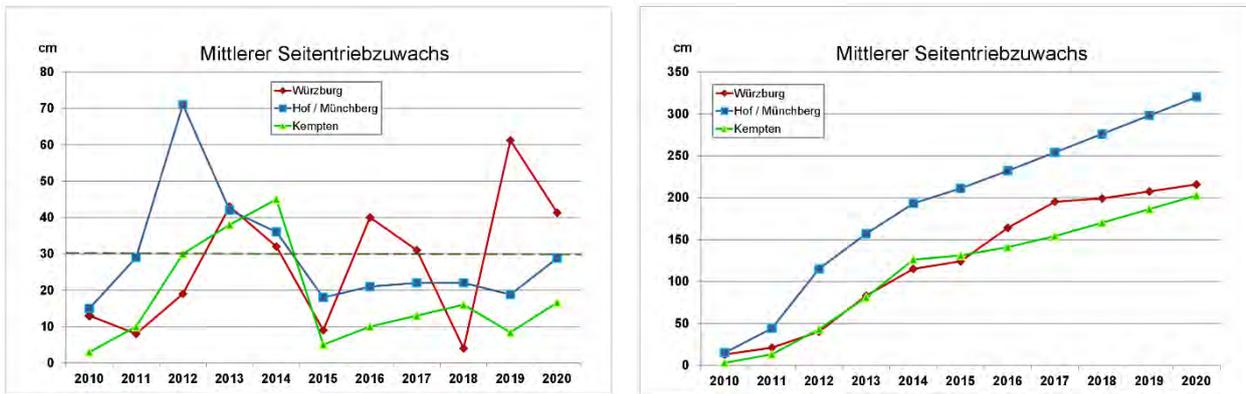


Abbildung 15: *Acer buergerianum*: Mittlerer und kumulativer Seitentriebzuwachs an den verschiedenen Standorten 2010 – 2020

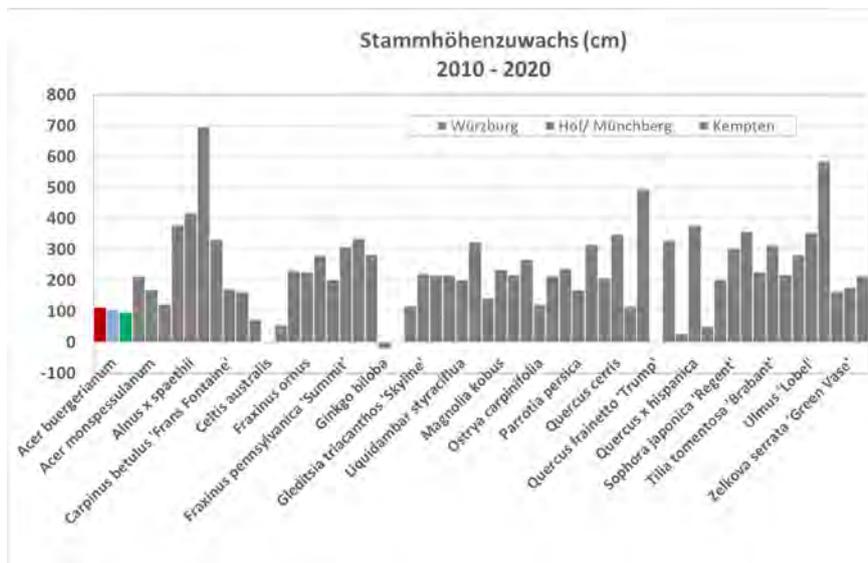


Abbildung 16: Stammhöhenzuwachs von *Acer buergerianum* an den verschiedenen Standorten

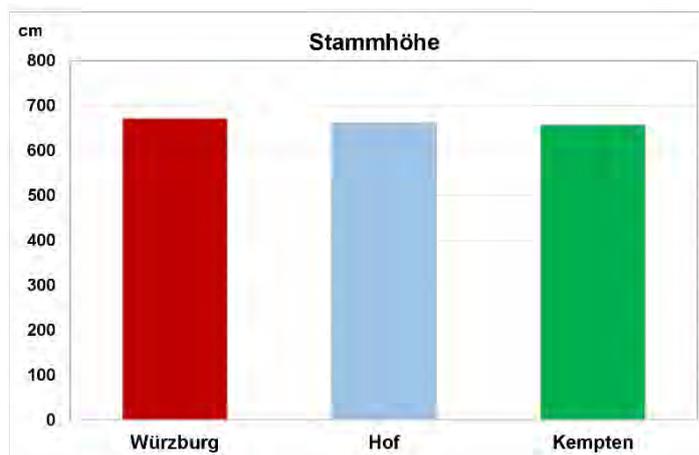


Abbildung 17: *Acer buergerianum*: Stammhöhe 2020 an den verschiedenen Standorten

Tabelle 6: *Acer buergerianum*: Trockenstressbonituren 2019/2020 an den verschiedenen Standorten

Trockenstreß-Vitalität	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
2019					
Hof/ Münchberg			1	5	
Kempten				2	5
Würzburg				3	5
Bayerisches Netzwerk				2	5

Trockenstreß-Vitalität	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
2020					
Hof/ Münchberg				1	5
Kempten					7
Würzburg					8
Bayerisches Netzwerk			2	2	9

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

Praxishinweis: neigt sehr zu Peitschenbildung (Bild 8), pflegeaufwendig, als Straßenbaum wenig geeignet



Bild 8: Peitschenförmiger Wuchs der Triebe

Acer monspessulanum – Französischer Ahorn



Bild 9: Französischer Ahorn in Kempten und Würzburg, 2020

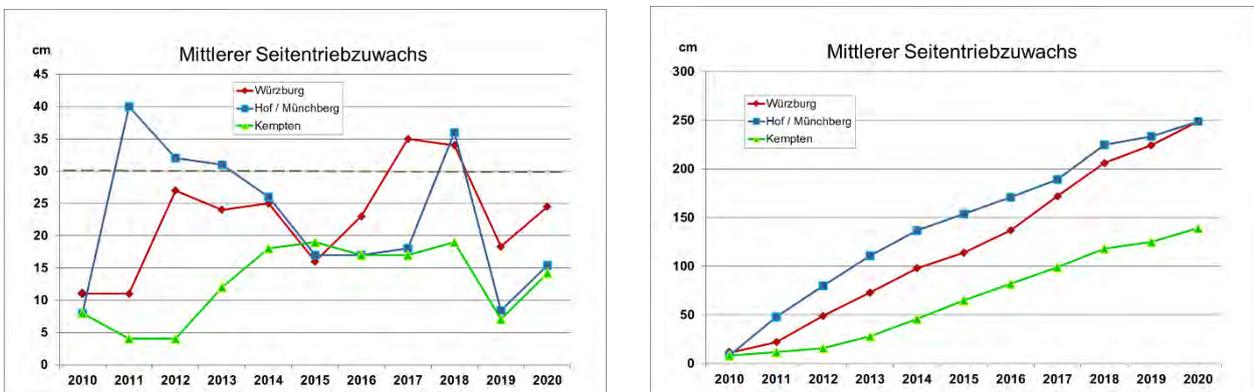


Abbildung 18: *Acer monspessulanum*: Mittlerer und kumulativer Seitentriebzuwachs an den verschiedenen Standorten 2010 – 2020

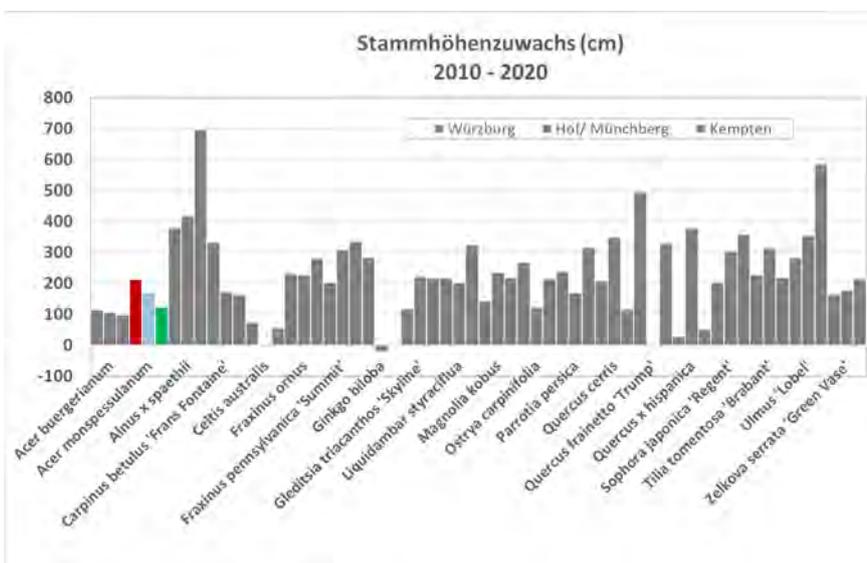


Abbildung 19: Stammhöhenzuwachs von *Acer monspessulanum* 2010-2020 an den verschiedenen Standorten

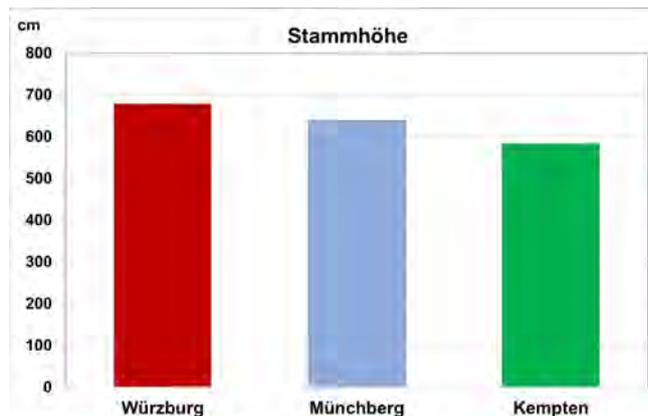


Abbildung 20: *Acer monspessulanum*: Stammhöhenzuwachs an den verschiedenen Standorten

Tabelle 7: *Acer monspessulanum*: Trockenstressbonituren 2018-2020 an den verschiedenen Standorten

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

Trockenstreß-Vitalität	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
2019					
Hof/ Münchberg				1	5
Kempten					8
Würzburg					7
Bayerisches Netzwerk				13	20

Trockenstreß-Vitalität	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
2020					
Hof/ Münchberg					6
Kempten					8
Würzburg					7
Bayerisches Netzwerk				20	16

Allgemein: Lichtbaumart, verträgt Hitze- und Dürreperioden ohne Probleme, auch in aufeinander folgenden Jahren, aber neigt bei Schattendruck zur Vergreisung

Würzburg: 1x Verticillium

Praxishinweis: Relativ großer Pflegeaufwand, um kompakten Wuchs auszulichten und Vergreisungserscheinungen entgegenzuwirken.

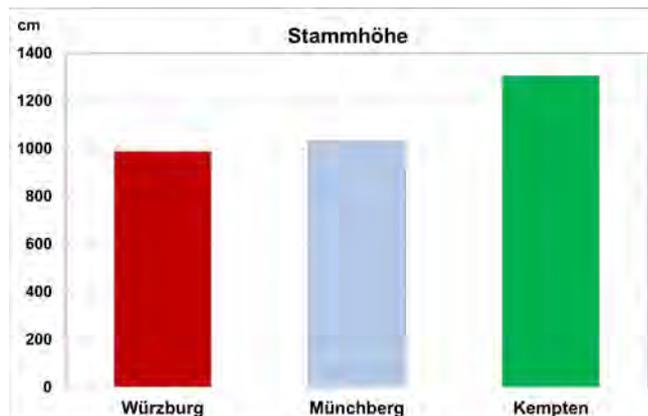


Abbildung 23: *Alnus x spaethii*: Stammhöhenzuwachs an den verschiedenen Standorten

Tabelle 8: *Alnus x spaethii*: Trockenstressvitalitätsbonituren 2018-2020 an den verschiedenen Standorten

2018	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					6
Kempten					8
Würzburg					8
Bayerisches Netzwerk				87	107
2019	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					6
Kempten					8
Würzburg					8
Bayerisches Netzwerk			4	77	119
2020	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					6
Kempten					8
Würzburg					8
Bayerisches Netzwerk			4	63	100



Bild 11: Rindenrisse durch UV-Schäden

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

Kempten: Verdoppelung der Baumhöhe seit der Pflanzung (Abb.22+23).

Würzburg: seit 2019 Stammrisse, möglicherweise nachhaltige Schädigung durch Sonnenbrand (s. Bild 11)

Bayerisches Netzwerk: 13 Gemeinden mit insgesamt 200 Bäumen. Bis auf vier Bäume gute bis sehr gute Bewertung der Trockenstresstoleranz.

Praxishinweis: gleichmäßiger Kronenaufbau, geringer Pflegeaufwand; früher Pollenflug, häufig schon ab Ende Dezember – hohes Allergiepotential (Gehrig et al. 2015)

Carpinus betulus Frans Fontaine – Hainbuche



Bild 12: Carpinus betulus FF in Hof, Kempten und Würzburg, 2020

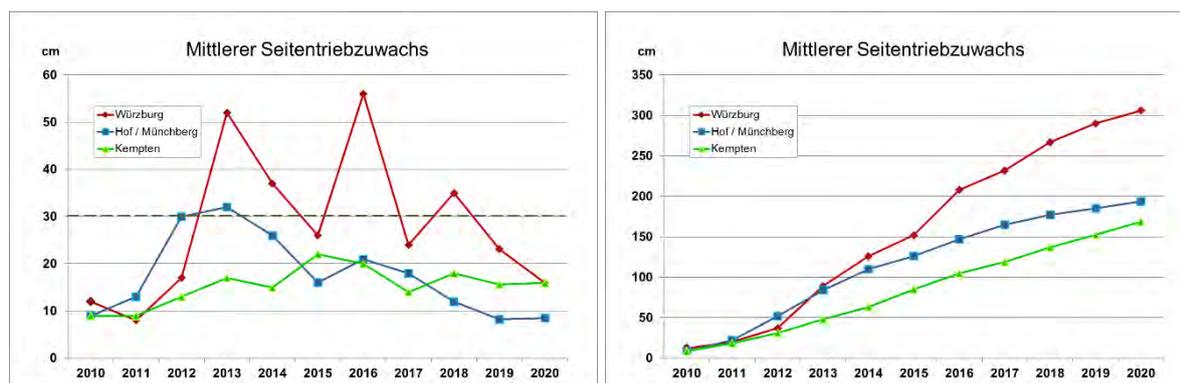


Abbildung 24: Carpinus betulus ‚Frans Fontaine‘: Mittlerer und kumulativer Seitentriebzuwachs an den verschiedenen Standorten 2010 – 2020

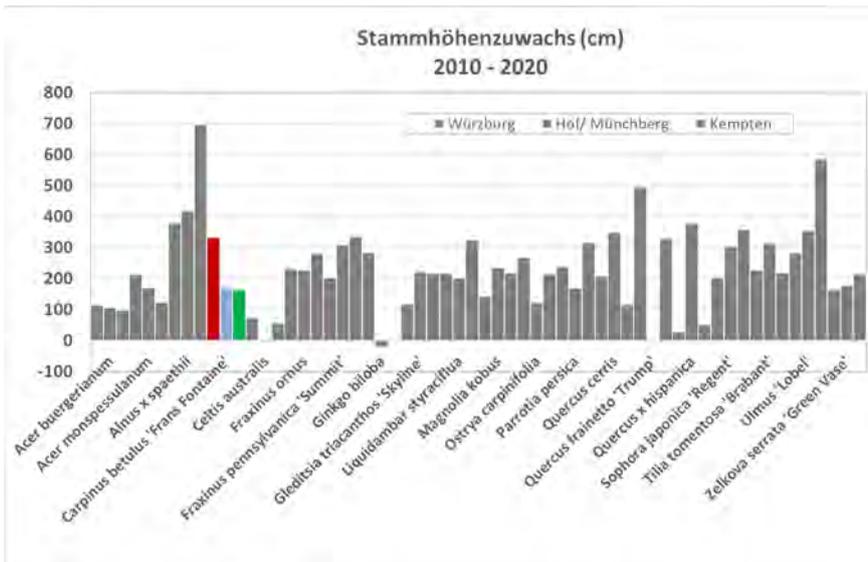


Abbildung 25: *Carpinus betulus* „Frans Fontaine“: Stammhöhenzuwachs 2020 an den verschiedenen Standorten

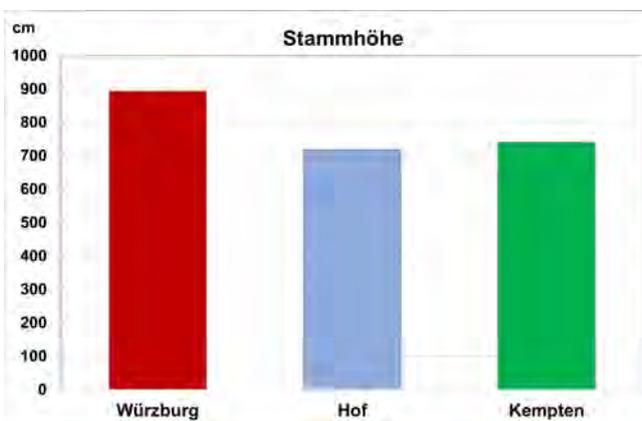


Abbildung 26: *Carpinus betulus* „Frans Fontaine“: Stammhöhe 2020 an den verschiedenen Standorten

Tabelle 9: *Carpinus betulus* FF: Trockenstressvitalitätsbonituren 2018-2020 an den verschiedenen Standorten

2018	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg				6	2
Kempten				1	6
Würzburg				2	6
Bayerisches Netzwerk		1	11	38	76

2019	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg			1	2	5
Kempten		1		1	5
Würzburg				2	6
Bayerisches Netzwerk		2	4	60	66

2020	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					8
Kempten					6
Würzburg					8
Bayerisches Netzwerk		3	26	45	47

Allgemein: bleibt bisher schlank, neigt zu Froststammrissen, die nicht überwallen und zu Abgängen führen (Bild 12); salzempfindlich!

Hof: 4 Bäume mit Froststammrissen; neue und alte aufsteigende Salzfrachten (s. Abschlußbericht KL/17/03) beeinträchtigen zunehmend die Vitalität der Bäume.

Kempten: suboptimaler Mittelstreifenstandort, 3 Bäume mit Froststammrissen, 1x Ausfall (s. Bild 14).

Würzburg: keine Froststammrisse; Wachstumseinschränkung in den Hitzejahren; trotz säulenförmigen Wuchses war ein Aufasten wegen des Lichtraumprofils notwendig, was zu Wachstumsschub 2016 führte. Seit 2019 UV-Schäden in der Krone (s. 4.1.3).

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 13), die möglicherweise weiter aufplatzen und nicht überwallen.



Bild 13: Stammriss im Kronenansatz durch zu stramme Gurtverspannung



Bild 14: Frostriss in Kempten, Abgang

Celtis australis – Zürgelbaum



Bild 15: Zürgelbaum 2020 in Würzburg und Kempten

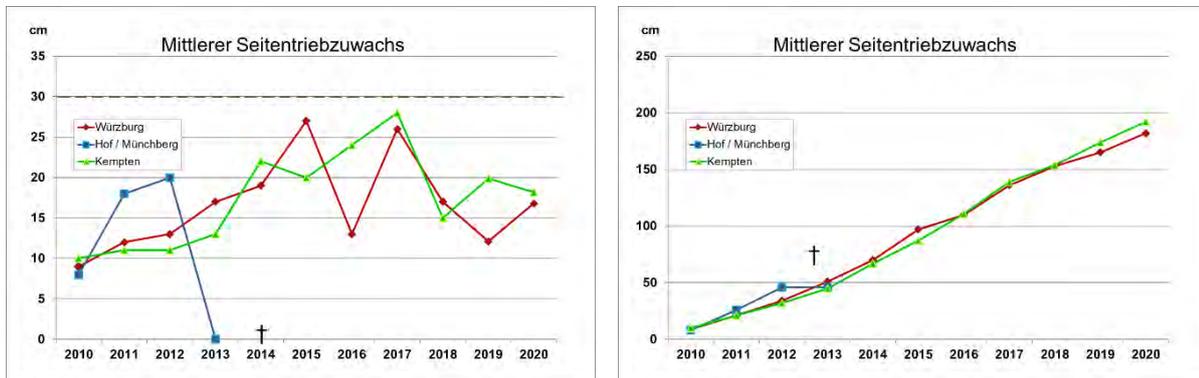


Abbildung 27: Celtis australis: Mittlerer und kumulativer Seitentriebzuwachs an den verschiedenen Standorten 2010 – 2020

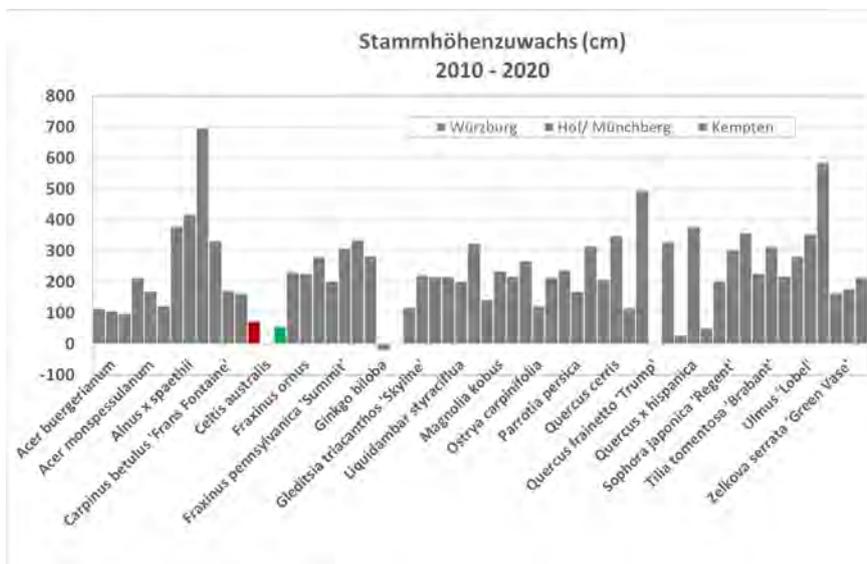


Abbildung 28: Celtis australis: Stammhöhenzuwachs an den verschiedenen Standorten

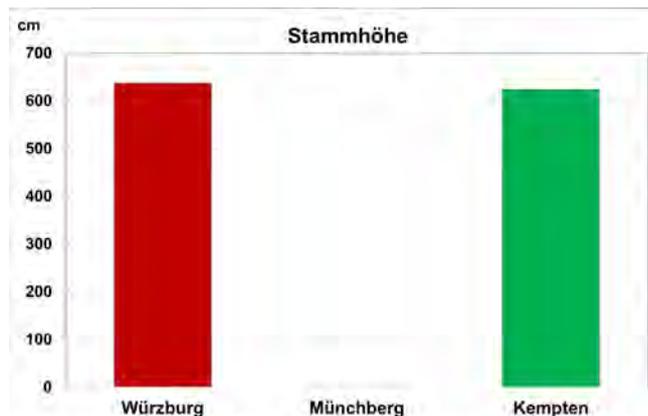


Abbildung 29: *Celtis australis*: Stammhöhe 2020 an den verschiedenen Standorte

Tabelle 10: *Celtis australis*: Trockenstress- und Kronenvitalitätsbonitur 2019 an den verschiedenen Standorten

Trockenstreß-Vitalität 2019	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchenberg					
Kempten					7
Würzburg					8
Bayerisches Netzwerk		2	1	22	10

Kronenvitalität 2019	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchenberg					
Kempten			1	4	2
Würzburg			3	5	
Bayerisches Netzwerk		2		19	14

Allgemein: geringe Zuwachsraten für einen Großbaum an allen Standorten, reagiert auf Fröste sofort mit Zurückfrieren der Triebe, ist nur für Wärmestandorte geeignet (s. z.B. mittlerweile Wien: Hauptbaumart bei Nachpflanzungen). Besonderheit: panaschiert als Stressreaktion (Bild 16).

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

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

Würzburg: relativ unbeeindruckt von Hitze- und Dürreperioden, zeigt aber in Extremsommern leichte Wachstumseinbußen



Bild 16: Stressbedingtes Panaschieren

Fraxinus ornus – Blumenesche



Bild 17: Blumenesche in Würzburg 2020

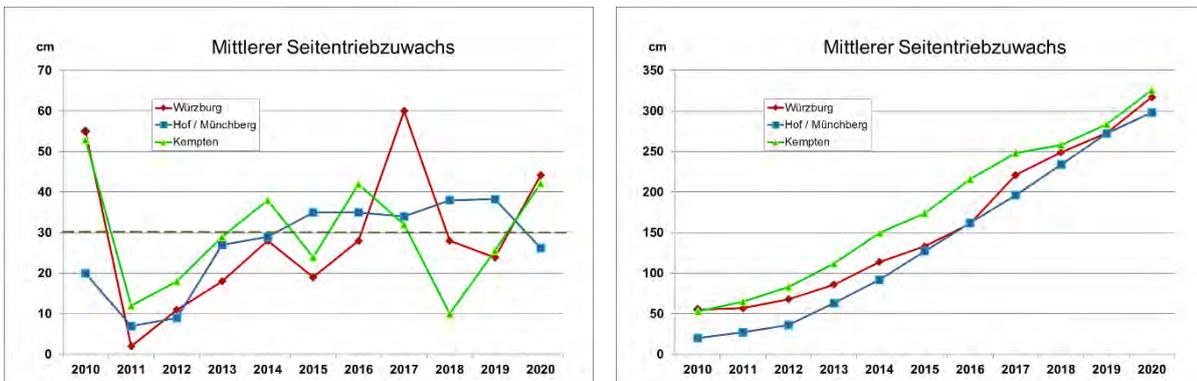


Abbildung 30: *Fraxinus ornus*: Mittlerer und kumulativer Seitentriebzuwachs an den verschiedenen Standorten 2010 – 2020

Allgemein: starker Wachstumsschock nach der Pflanzung, langsame Erholung, schöne (Bienen-tracht-) Blüte (Bild 18), aber manche Exemplare fruchten jedes Jahr stark, was in deutlich eingeschränktem Wachstum resultiert. Wird wie die heimische Esche von Gallmilben (*Aceria fraxinivora*) befallen.

Würzburg, Hof: keine Beeinträchtigungen durch Hitze oder Trockenheit in den Hitzesommern.

Kempten: Wachstumseinbußen im Dürrejahr am sonst ausreichend mit Wasser versorgten Standort.

Bayerisches Netzwerk: 11 Gemeinden mit 186 Bäumen. Boniturnote 5: Standort: zentraler Busbahnhof mit hoher, jährlicher Salzlast in oberfränkischer Stadt

Praxishinweis: muss in Pflanzstreifen stehen. Verträgt keine Verdichtung, keine reinen Baumgruben (Blumentopfeffekt!).



Bild 18: Blüte der Blumenesche

Fraxinus pennsylvanica Summit – Nordamerikanische Rotesche



Bild 19: Rotesche in Münchberg, Kempten und Würzburg

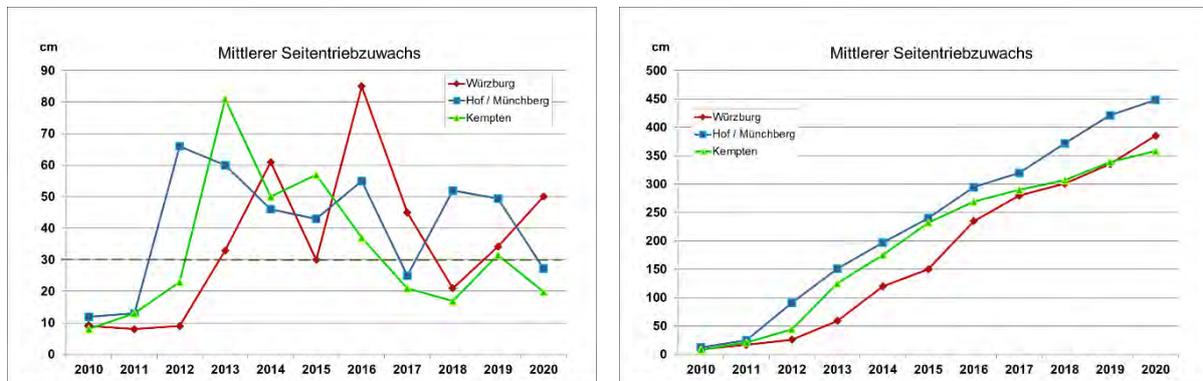


Abbildung 33: *Fraxinus pennsylvanica* ‚Summit‘: Mittlerer und kumulativer Seitentriebzuwachs an den verschiedenen Standorten 2010 – 2020

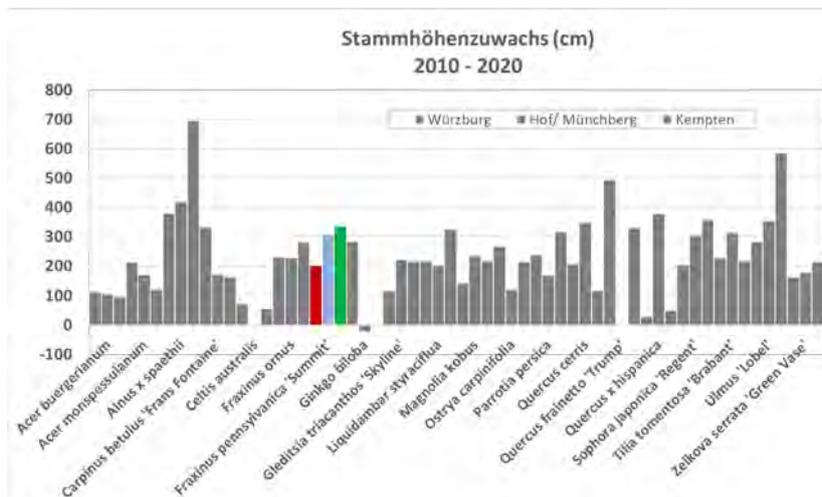


Abbildung 34: *Fraxinus pennsylvanica* ‚Summit‘: Stammhöhenzuwachs an den verschiedenen Standorten

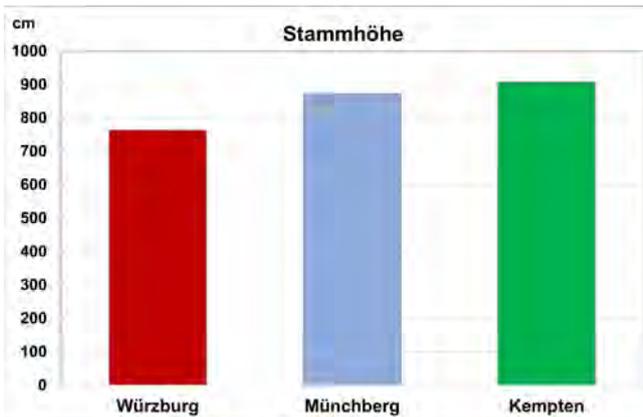


Abbildung 35: *Fraxinus pennsylvanica* „Summit“: Stammhöhe 2020 an den verschiedenen Standorten

Tabelle 12: *Fraxinus pennsylvanica* „Summit“: trockenstressbonituren 2018/2019

Trockenstreß-Vitalität	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
2018					
Hof/ Münchberg				1	7
Kempten					8
Würzburg					7
2019					
Hof/ Münchberg					8
Kempten					8
Würzburg					7
Bayerisches Netzwerk			4	5	14

Allgemein: Pflanzschock; während der Anwachsphase Eschenblattnestläuse an Triebspitzen, die nach Etablierung verschwinden (s. Bild 20).

Würzburg und Münchberg: wüchsig; schöne sattgelbe Herbstfärbung, keine Probleme mit Hitze und Trockenheit in Hitzesommern.

Kempten: seit 2016 deutlich abnehmende Wüchsigkeit

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



Bild 20: Eschenblattnestläuse (*Prociphilus fraxini*)

Ginkgo biloba – Ginkgo



Bild 21: Ginkgo in Münchberg, Würzburg und Kempten

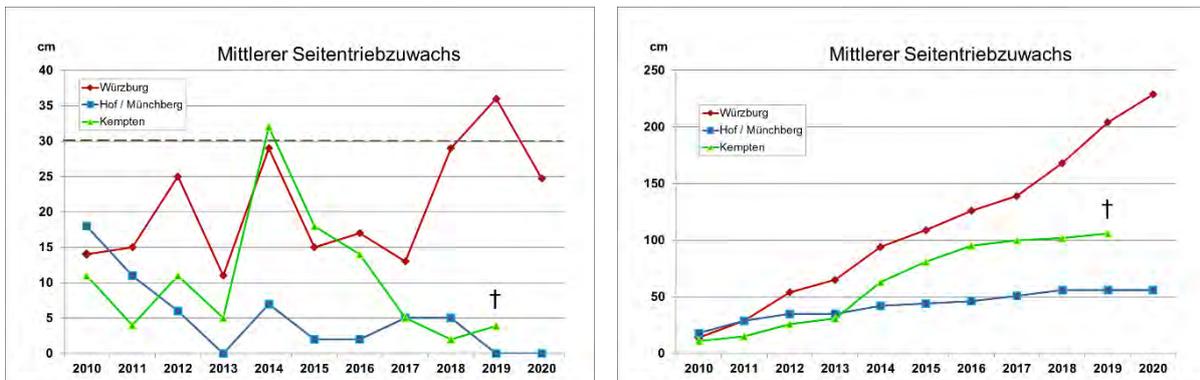


Abbildung 36: Ginkgo biloba: Mittlerer und kumulativer Seitentriebzuwachs an den verschiedenen Standorten 2010 – 2020

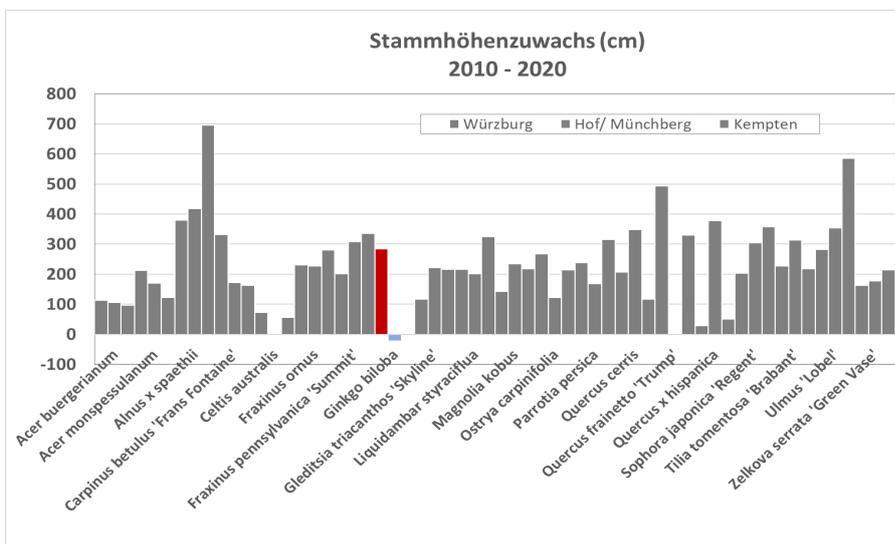


Abbildung 37: Ginkgo biloba: Stammhöhenzuwachs an den verschiedenen Standorten

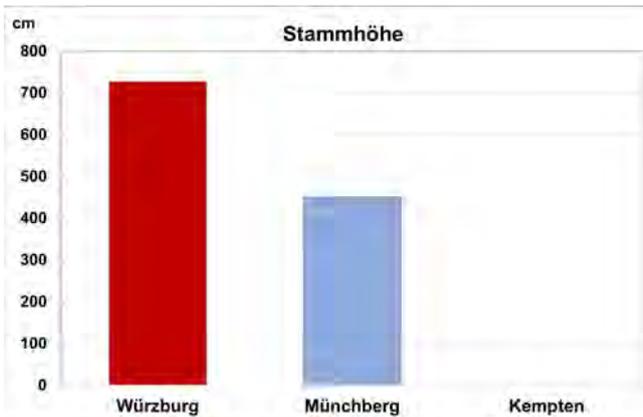


Abbildung 38: *Ginkgo biloba*: Stammhöhe 2020 an den verschiedenen Standorten

Tabelle 13: *Ginkgo biloba*: Trockenstressbonituren 2018/ 2019

2018	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg		1	2	2	1
Kempten		2	1	3	1
Würzburg					8
Bayerisches Netzwerk			107	28	8

2019	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg			3	3	
Kempten		2	1	4	
Würzburg					8
Bayerisches Netzwerk			81	92	17

Tabelle 14: *Ginkgo biloba*: Kronenvitalität 2020

Kronenvitalität 2020	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg		6			
Kempten		1	1		1
Würzburg					8
Bayerisches Netzwerk		2	71	25	86

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 und Abgänge durch Wühlmausfraß (Abb.36).

Würzburg: Wachstumseinschränkungen 2015, Blattrandnekrosen 2016. Keine Beeinträchtigungen in den Dürre- und Hitzesommern 2018-2020.

Bayerisches Netzwerk: 14 Gemeinden mit 190 Bäumen. Eingeschränkte Kronenvitalität an verschiedenen bayerischen Standorten (Tab.14).

Gleditsia triacanthos Skyline – Lederhülsenbaum



Bild 22: Lederhülsenbaum in Münchberg, Kempten und Würzburg 2020

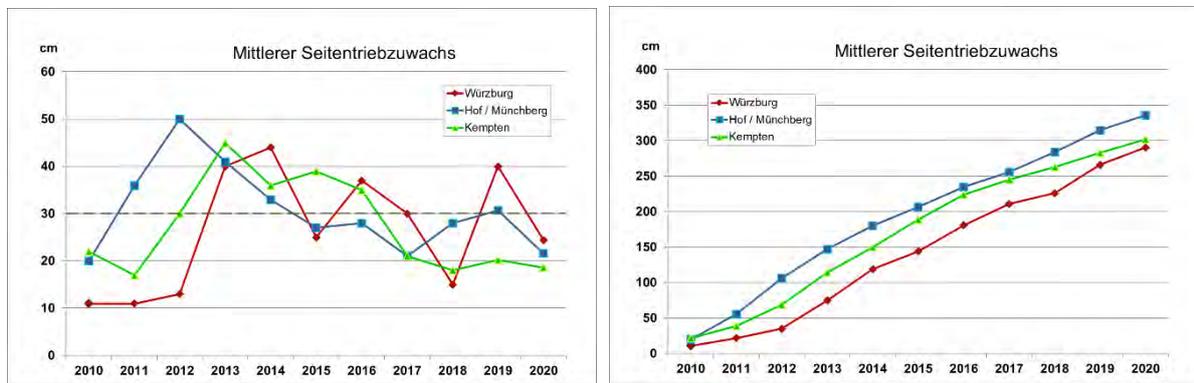


Abbildung 39: Gleditsia triacanthos ‚Skyline‘: Mittlerer und kumulativer Seitentriebzuwachs an den verschiedenen Standorten 2010 – 2020

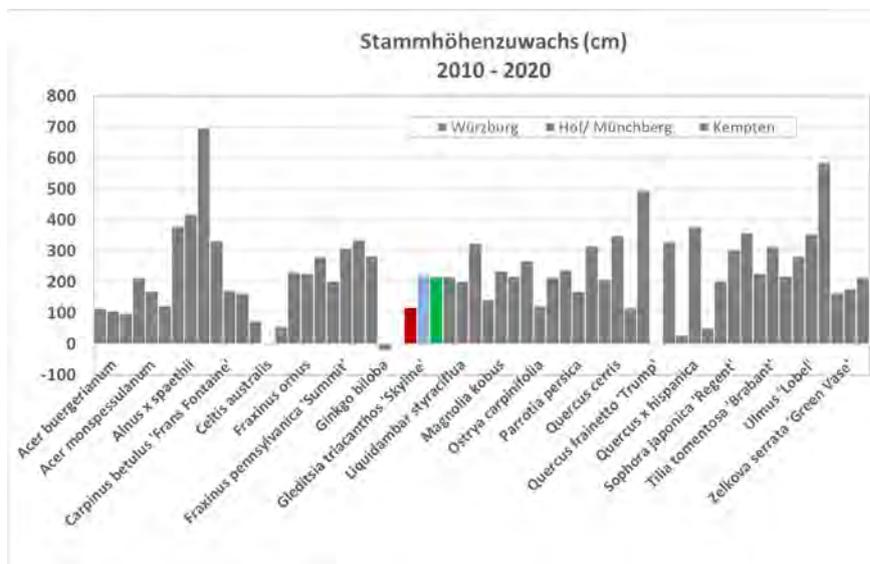


Abbildung 40: Gleditsia triacanthos ‚Skyline‘: Stammhöhenzuwachs an den verschiedenen Standorten

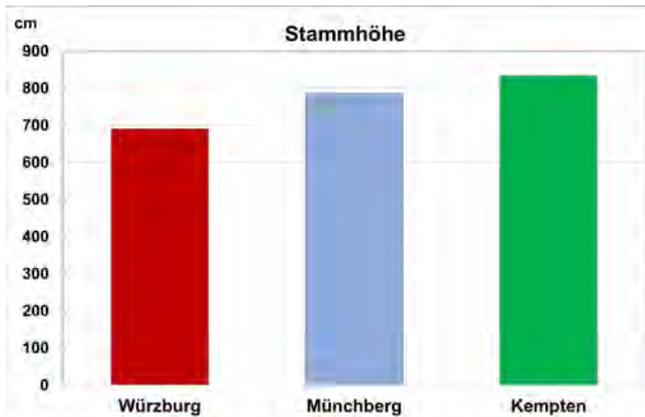


Abbildung 41: *Gleditsia triacanthos*, 'Skyline': Stammhöhe 2020 an den verschiedenen Standorten

Tabelle 15: *Gleditsia triacanthos*, 'Skyline': Trockenstressbonituren 2018/2019

2018	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					6
Kempten					7
Würzburg					7
Bayerisches Netzwerk			54	103	77

2019	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					6
Kempten					7
Würzburg					7
Bayerisches Netzwerk			27	161	17

Tabelle 16: *Gleditsia triacanthos*, 'Skyline': Kronenvitalität 2018/2019

Kronenvitalität 2019	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					6
Kempten					7
Würzburg					7
Bayerisches Netzwerk			93	90	22

Kronenvitalität 2020	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					6
Kempten				1	6
Würzburg					7
Bayerisches Netzwerk			7	124	75

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

Kempten: 1x Blausiebbefall (*Zeuzera pyrina*). Wachstumseinbußen in Extremsommern.

Bayerisches Netzwerk: 2016: 16 Gemeinden mit 334 Bäumen. An einem niederbayerischen und mehreren fränkischen Standorten eingeschränkte Kronenvitalität 2015/ 2018 /2019 (Bsp. Abb.42). Gute Erholung 2020 Tab.16) !

Praxishinweis: bildet keinen Leittrieb. Geht sehr in die Breite, als Straßenbaum nur für breite Pflanzstreifen geeignet. Ältere Exemplare der Sorte ‚Skyline‘ können fruchten.

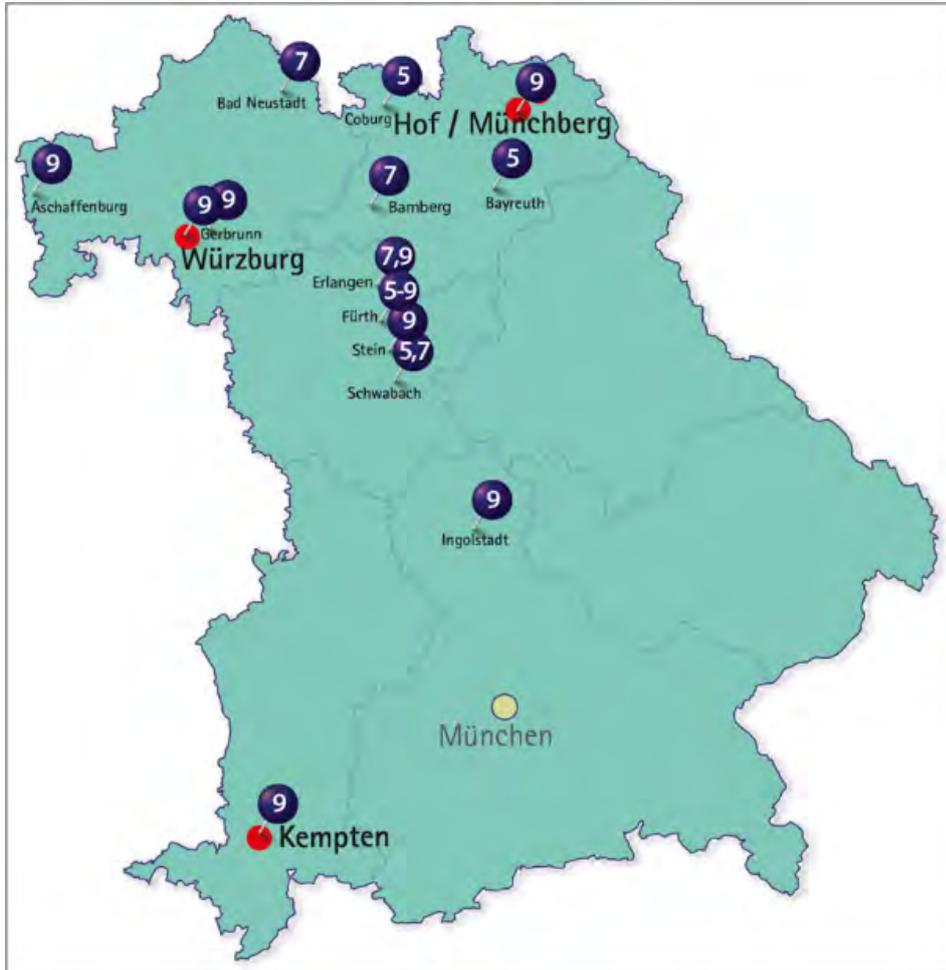


Abbildung 42: Trockenstresssituation der Gleditsie 2018 in verschiedenen bayerischen Gemeinden; Boniturnoten: s. Tab. 4+5

Liquidambar styraciflua – Amberbaum



Bild 23: Amberbaum in Würzburg, Hof und Kempten, 2020.

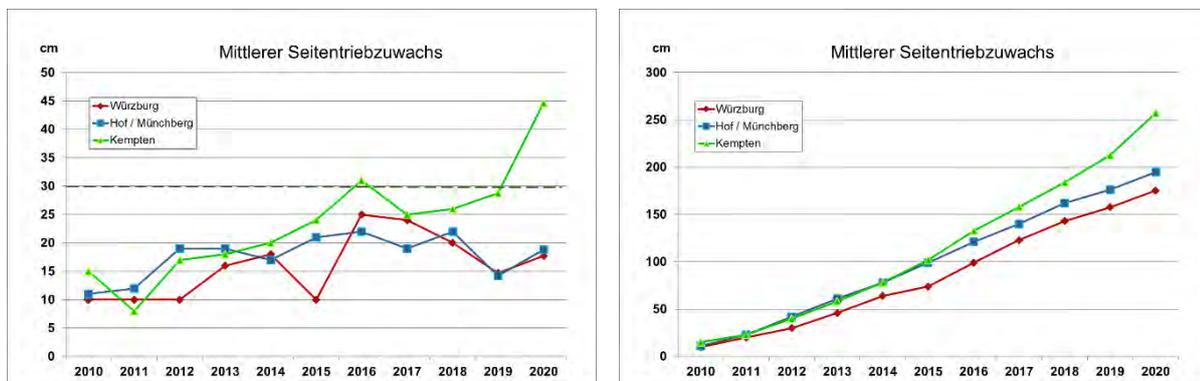


Abbildung 43: Liquidambar styraciflua: Mittlerer und kumulativer Seitentriebzuwachs an den verschiedenen Standorten 2010 – 2020

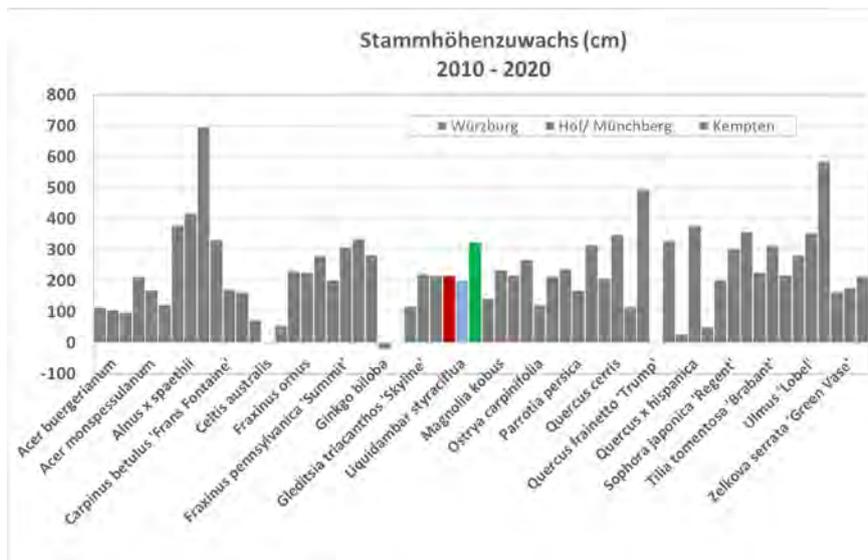


Abbildung 44: Liquidambar styraciflua: Stammhöhenzuwachs an den verschiedenen Standorten

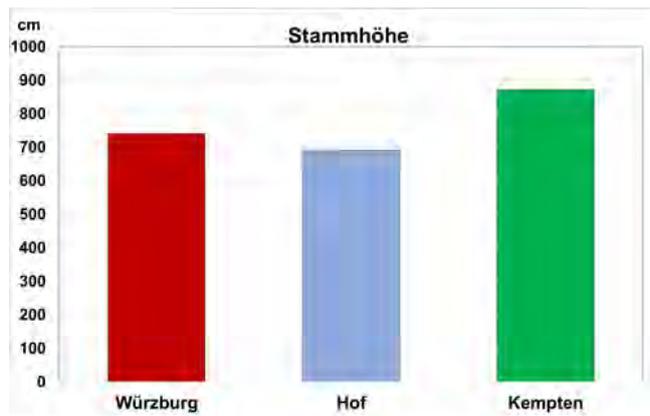


Abbildung 45: *Liquidambar styraciflua*: Stammhöhe 2020 an den verschiedenen Standorten

Tabelle 17: *Liquidambar styraciflua*: Trockenstressbonituren

2018	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					8
Kempten					6
Würzburg			2	1	4
Bayerisches Netzwerk				100	41

2019	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					8
Kempten					6
Würzburg					7
Bayerisches Netzwerk		1	7	118	42

Allgemein: Anfänglicher Pflanzschock, keine Frostprobleme dank der lufthaltigen Korkleisten der reinen Art, keine Chlorosen trotz Substrat-pH=7,1-7,4, gleichmäßiges Wachstum an allen Standorten, auch reine Art zeigt eine sehr schöne Herbstfärbung.

Kempten: Bestes Wachstum, aber zwei Ausfälle durch Schneelast bei frühzeitigem Wintereinbruch.

Würzburg: Ein Ausfall durch Sommersturm: ausgedrehte Krone; Wachstumseinbußen 2015 durch Extremsommer und Großbaustelle; trotz Verdichtung der Baumscheiben bei einigen Bäumen nach Bauarbeiten gute Erholung in 2016. 2018-2020 erneute Wachstumseinbrüche durch Trockenstress, die durch einmalige Wässergabe während extremer Hitzeperiode abgemildert werden konnten.

Bayerisches Netzwerk: 11 Gemeinden mit 169 Bäumen: sehr gute Frostboniturnoten.

Magnolia kobus – Kobushimagnolie

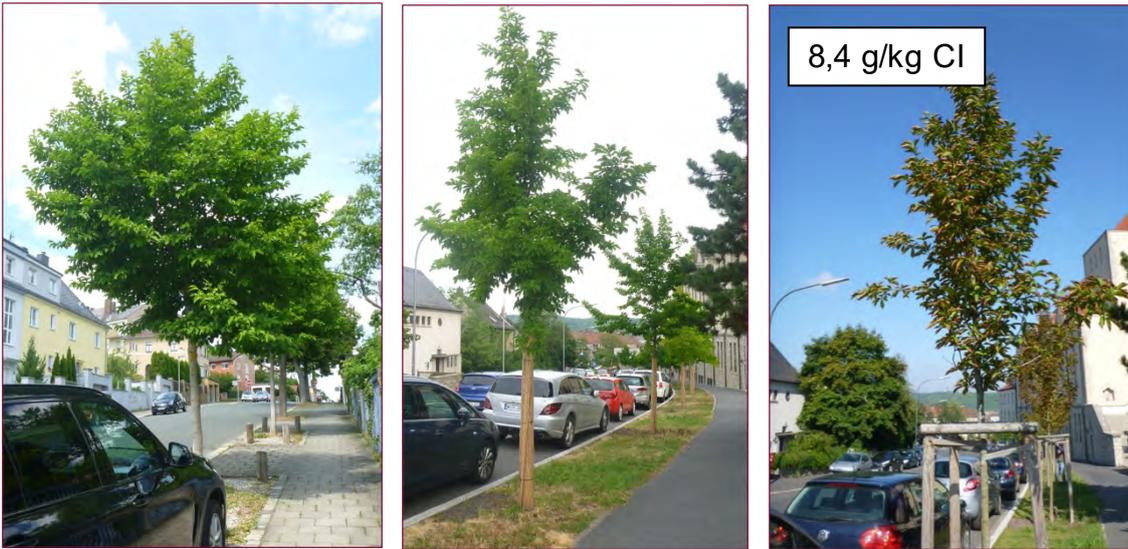


Bild 24: Kobushi-Magnolie in Hof und Würzburg (Mitte/ rechts), 2020

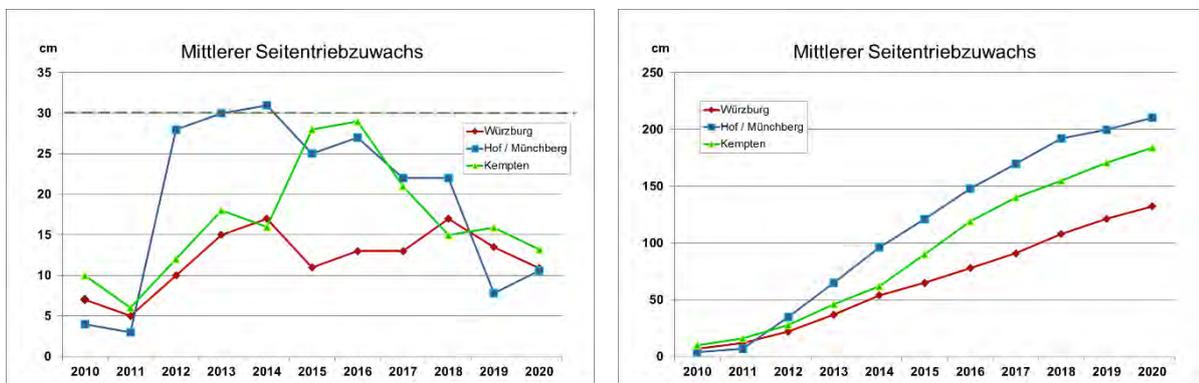


Abbildung 46: Magnolia kobus: Mittlerer und kumulativer Seitentriebzuwachs an den verschiedenen Standorten 2010 – 2020

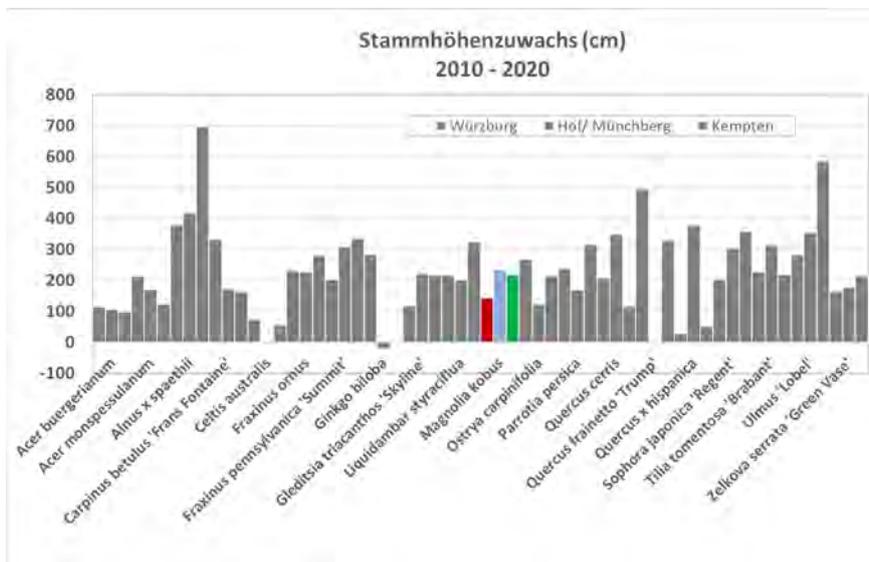


Abbildung 47: Magnolia kobus: Stammhöhenzuwachs an den verschiedenen Standorten

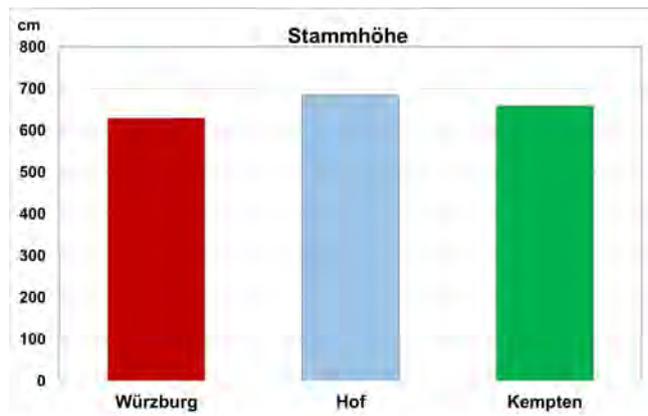


Abbildung 48: *Magnolia kobus*: Stammhöhe 2020 an den verschiedenen Standorten

Tabelle 18: *Magnolia kobus*: Trockenstress- und Kronenvitalitätsbonitur 2020

Trockenstreß-Vitalität 2019	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					8
Kempten				1	5
Würzburg				2	6
Bayerisches Netzwerk	1	13	7	22	14
Kronenvitalität 2020	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					8
Kempten					6
Würzburg				2	5
Bayerisches Netzwerk	2	1	26	13	15

Allgemein: Pflanzchock, 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.

Netzwerk Klimabäume: Häufig sehr schlechte Boniturnoten und Ausfälle. Verträgt keine zu kleinen Baumgruben, keine Verdichtungen, keine „Blumentöpfe“. Muss Stammschutz haben!

Praxishinweis: schöne Blüte vor Blattaustrieb, durchgängige Terminale, einheitliche Krone, geringer Pflegeaufwand, Stammschutz!

Ostrya carpinifolia – Hopfenbuche



Bild 25: Hopfenbuche in Würzburg, Hof, Kempten, 2020

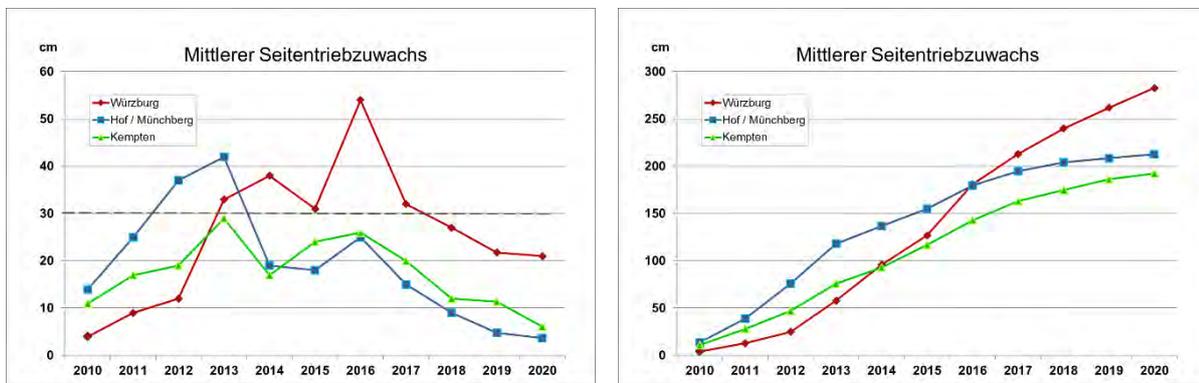


Abbildung 49: *Ostrya carpinifolia*: Mittlerer und kumulativer Seitentriebzuwachs an den verschiedenen Standorten 2010 – 2020

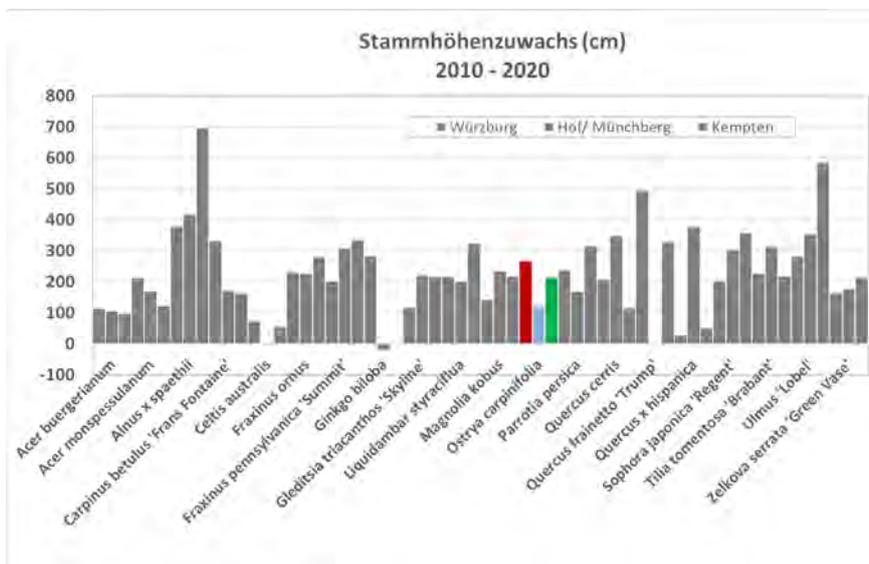


Abbildung 50: *Ostrya carpinifolia*: Stammhöhenzuwachs an den verschiedenen Standorten

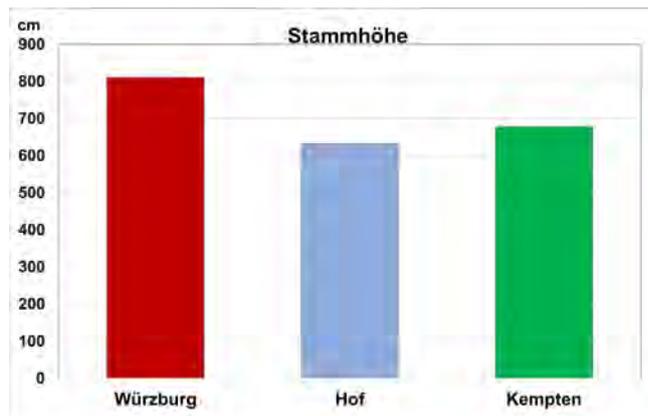


Abbildung 51: *Ostrya carpinifolia*: Stammhöhe 2020 an den verschiedenen Standorten

Tabelle 19: *Ostrya carpinifolia*: Trockenstressbonituren 2018-2020.

2018	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					8
Kempten					6
Würzburg					8
Bayerisches Netzwerk			18	28	119
2019	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg				2	6
Kempten				2	4
Würzburg					8
Bayerisches Netzwerk			5	48	43
2020	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					8
Kempten					6
Würzburg					8
Bayerisches Netzwerk			18	107	42

Allgemein: Die Hopfenbuche fruchtet bereits seit 2013 an allen Standorten. Sie zeigt in den aufeinanderfolgenden Extremsommern eine deutliche Abnahme der Wüchsigkeit.

Hof: Erster Austrieb nach kaltem Winter 2010: zurückgefrorene Triebspitzen, wie bei Blattbräune nahezu alle Blätter verloren, aber dann gut durchgetrieben; Probleme sind danach nur noch vereinzelt aufgetreten. Nicht alle Bäume haben sich davon erholt und gleichmäßige Kronen ausgebildet.

Kempten: 2016: 1x sehr stark fruchtend

Würzburg: höchste Wüchsigkeit, auch in Extremsommern

Bayerisches Netzwerk: 14 Gemeinden mit 167 Bäumen. Vereinzelt leichte Welkeerscheinungen.

Parrotia persica Vanessa – Eisenholzbaum



Bild 26: Eisenholzbaum in Würzburg und Hof, rechts in Herbstfärbung.

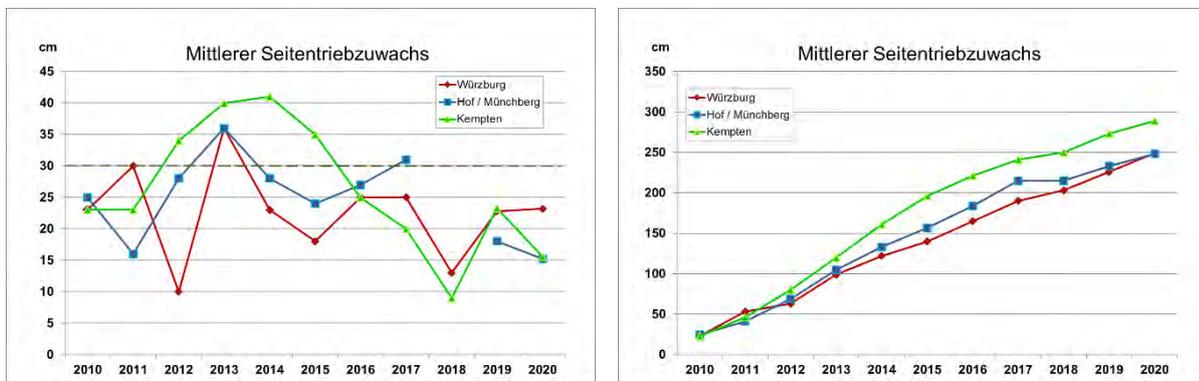


Abbildung 52: Parrotia persica, Vanessa: Mittlerer und kumulativer Seitentriebzuwachs an den verschiedenen Standorten 2010 – 2020

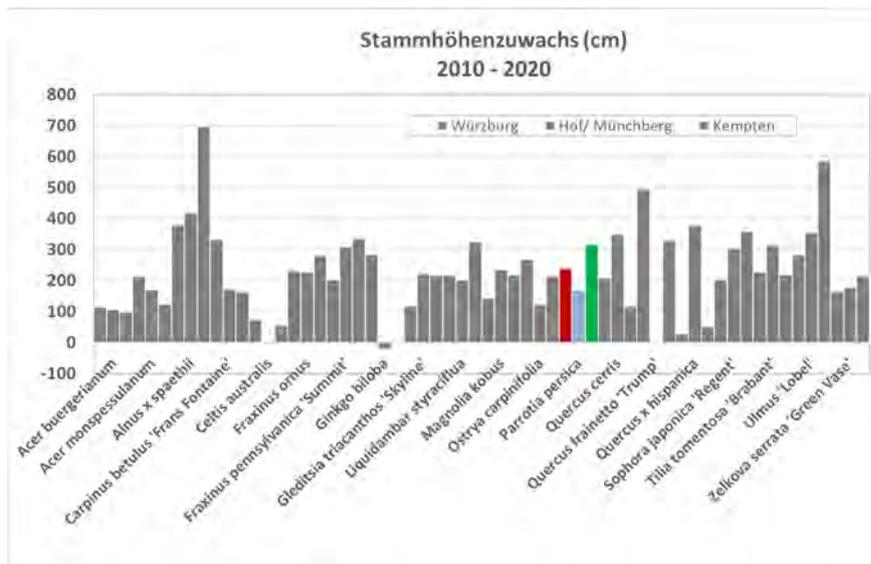


Abbildung 53: Parrotia persica, Vanessa: Stammhöhenzuwachs an den verschiedenen Standorten

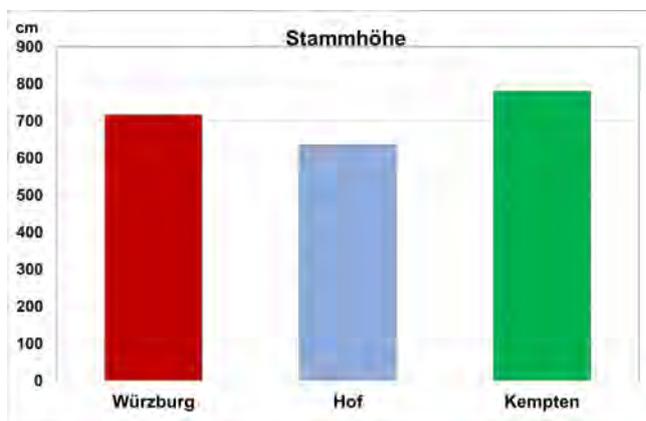


Abbildung 54: Parrotia persica, Vanessa: Stammhöhe 2020 an den verschiedenen Standorten

Tabelle 20: Parrotia persica, Vanessa: Trockensterebonituren 2018/2019

Trockenstreß-Vitalität	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
2018					
Hof/ Münchberg		1	1	5	1
Kempten					8
Würzburg			2	5	1
2019					
Hof/ Münchberg			1	2	5
Kempten					8
Würzburg					8
Bayerisches Netzwerk		6	1	12	30

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, die von dunkelrot in leuchtend orange, dann gelb übergeht. Dünne Borke erfordert durchgehenden Stammschutz.

Hof: 2018: Trockenstresssymptome und leichte Verbrennungen. Nach Wässerung leicht erholt. Massive Stammschäden durch Sonnenbrand! (Bild.27)

Kempten: starkes Terminaltriebwachstum in Kempten durch Schattendruck aus Böschung (Abb.53 + 54).

Würzburg: trotz Verbrennungen und starkem Neuaustrieb im September 2015, 2016 erstaunlich gut erholt. Dank 2x Wässerungen in Extremsommern keine weiteren Verbrennungen und nur geringfügige Wachstumseinbußen.

Bayerisches Netzwerk: 12 Gemeinden mit 50 Bäumen.



Bild 27: Massive Sonnenbrandschäden

Quercus cerris – Zerreiche



Bild 28: Zerreichen in Hof und Würzburg

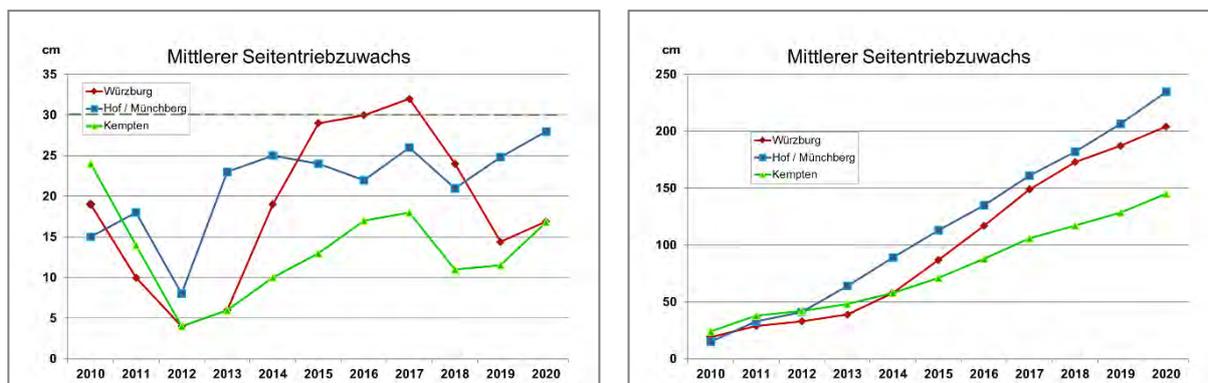


Abbildung 55: Quercus cerris: Mittlerer und kumulativer Seitentriebzuwachs an den verschiedenen Standorten 2010 – 2020

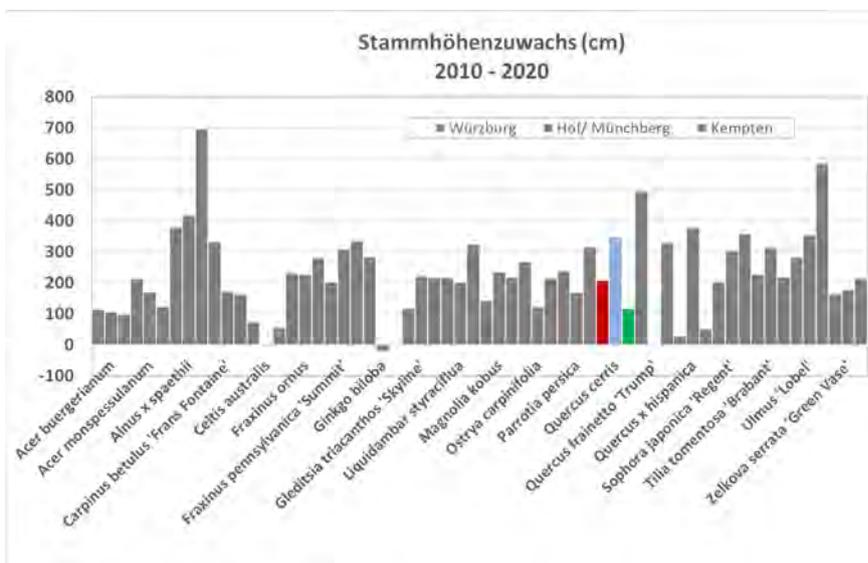


Abbildung 56: Quercus cerris: Stammhöhenzuwachs an den verschiedenen Standorten

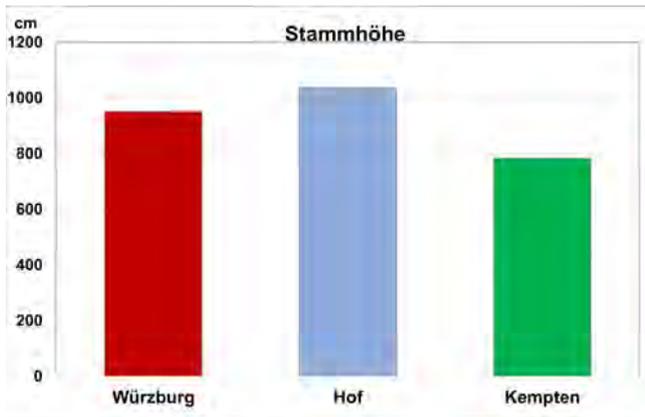


Abbildung 57: *Quercus cerris*: Stammhöhe 2020 an den verschiedenen Standorten

Tabelle 21: *Quercus cerris*: Trockenstressbonituren 2018-2020

2018	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					8
Kempten				3	5
Würzburg					8
Bayerisches Netzwerk			11	54	43

2019	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					8
Kempten					8
Würzburg					8
Bayerisches Netzwerk			62	28	18

2020	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					8
Kempten					8
Würzburg					8
Bayerisches Netzwerk			21	60	20

Allgemein: Nach anfänglich deutlichem Pflanzschock entwickelte die Zerreiche an allen Standorten eine starke Wüchsigkeit mit relativ 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.

Hof: Unbeeinträchtigt von Wühlmäusen beste Wüchsigkeit, deutlich größtes Höhenwachstum.

Würzburg: Wachstumseinbußen in den Hitzesommern 2019/ 2020.

Bayerisches Netzwerk: 9 Gemeinden mit 108 Bäumen. Welkeerscheinungen in einzelnen Gemeinden beobachtet, die zumindest teilweise auf sehr kleine Baumgruben zurückgehen.

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



Bild 29: Ungarische Eiche in Würzburg, 2020

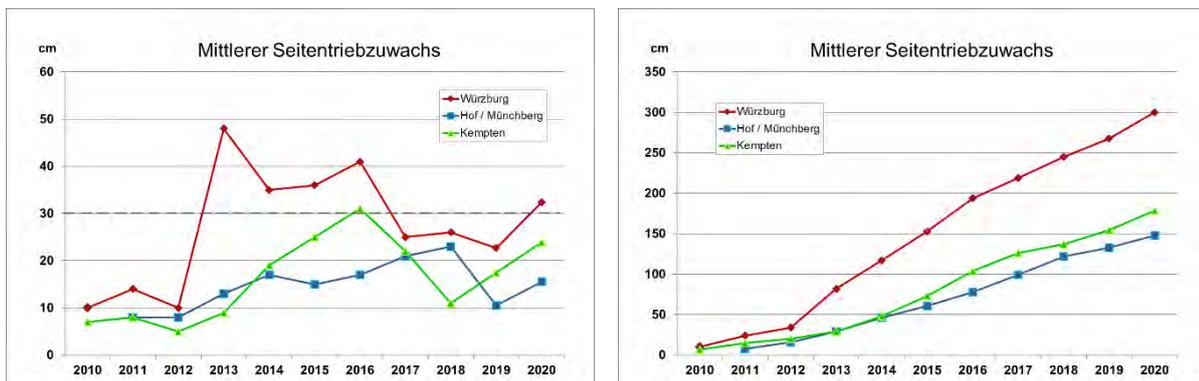


Abbildung 58: Quercus frainetto ‚Trump‘: Mittlerer und kumulativer Seitentriebzuwachs an den verschiedenen Standorten 2010 – 2020

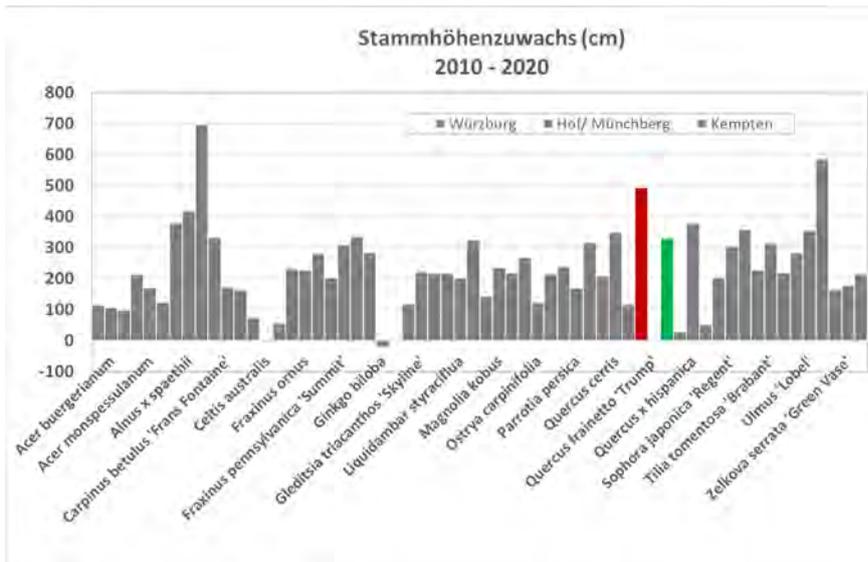


Abbildung 59: *Quercus frainetto* 'Trump': Stammhöhenzuwachs an den verschiedenen Standorten

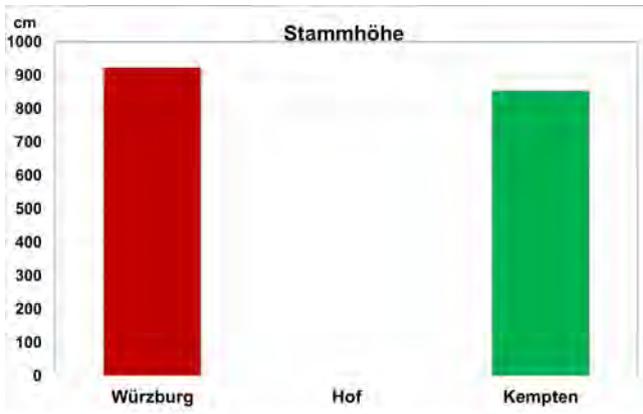


Abbildung 60: *Quercus frainetto* 'Trump': Stammhöhe 2020 an den verschiedenen Standorten

Tabelle 22: *Quercus frainetto* 'Trump': Trockenstressbonituren 2018/2019

Trockenstreß-Vitalität	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
2018					
Hof/ Münchberg				1	6
Kempten					5
Würzburg					7
2019					
Hof/ Münchberg					7
Kempten					5
Würzburg					7
Bayerisches Netzwerk		1	10	20	13

Allgemein: Schlechte Baumqualität und Pflanzchock führte anfänglich zu verhaltenem Wachstum an allen Standorten. Wiederholt Rindenlausbefall ohne Beeinträchtigungen. Wichtig: *Q. frainetto* muß auf *Q. frainetto* veredelt sein, sonst kann es (auch erst in späteren Jahren, s. Bild 30) zu Unterlagenunverträglichkeiten kommen.

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 Mittelstreifen-standort mit extrem hohen Wühlmausvorkommen völlig abgefressen (Bild 31). Die restlichen Bäume scheinen sich erfolgreich etabliert zu haben.

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

Bayerisches Netzwerk: 7 Gemeinden mit 71 Bäumen. Schlechte Boniturnoten gehen auf sehr kleine Baumgruben zurück.



Bild 30: Unterlagenunverträglichkeit



Bild 31: Wühlmäuse (Foto: ©Gartenamt Kempten)

Quercus hispanica Wageningen – Spanische Eiche



Bild 32: Spanische Eiche in Münchberg, Würzburg 2020

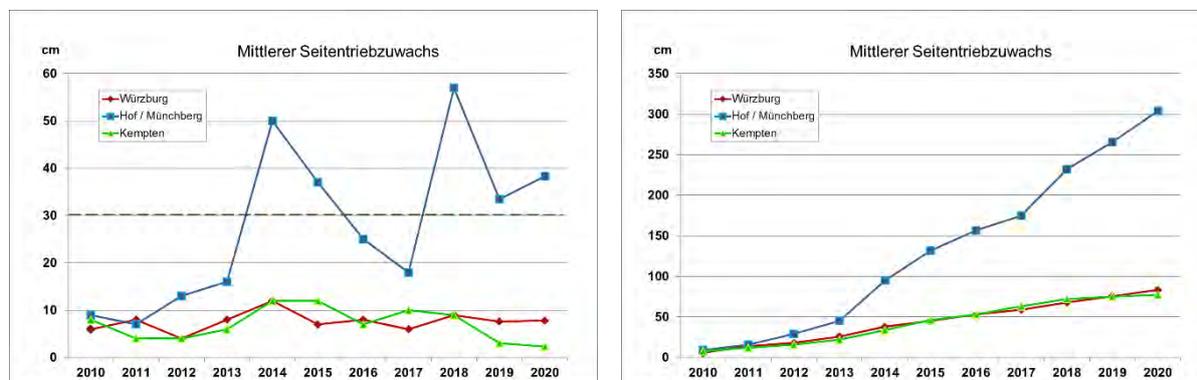


Abbildung 61: Quercus hispanica ‚Wageningen‘: Mittlerer und kumulativer Seitentriebzuwachs an den verschiedenen Standorten 2010 – 2020

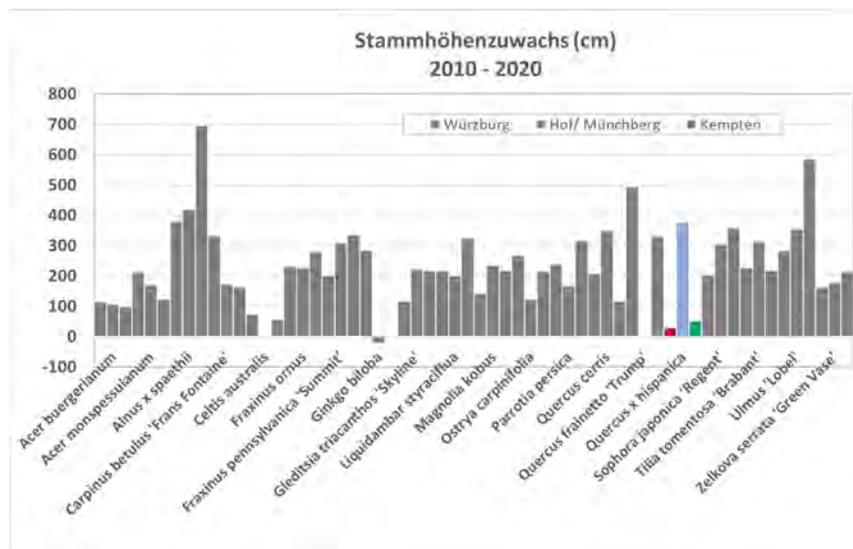


Abbildung 62: Quercus hispanica ‚Wageningen‘: Stammhöhenzuwachs an den verschiedenen Standorten

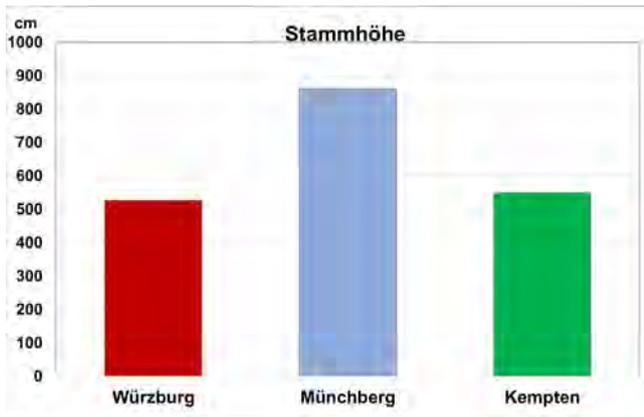


Abbildung 63: *Quercus hispanica* ‚Wageningen‘: Stammhöhe 2020 an den verschiedenen Standorten

Allgemein: Der hohe Ausfall von 60% der *Q. hispanica* ‚Wageningen‘ an allen Standorten ist auf eine grundsätzliche Unterlagenunverträglichkeit mit *Q. cerris*, einer der Elternarten, zurückzuführen (Täger 2017, Bild 33+34). 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 halb-immergrünen 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 33: Unterlagenunverträglichkeit



Bild 34: Abschottung der Unterlage

Styphnolobium japonicum Regent – Japanischer Schnurbaum



Bild 35: Japanischer Schnurbaum in Hof 2010, Hof 2020 und Kempten 2020

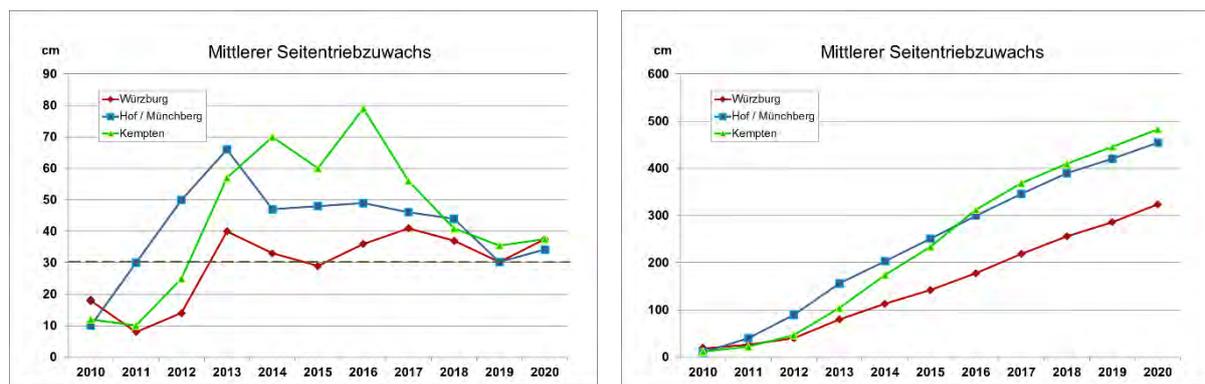
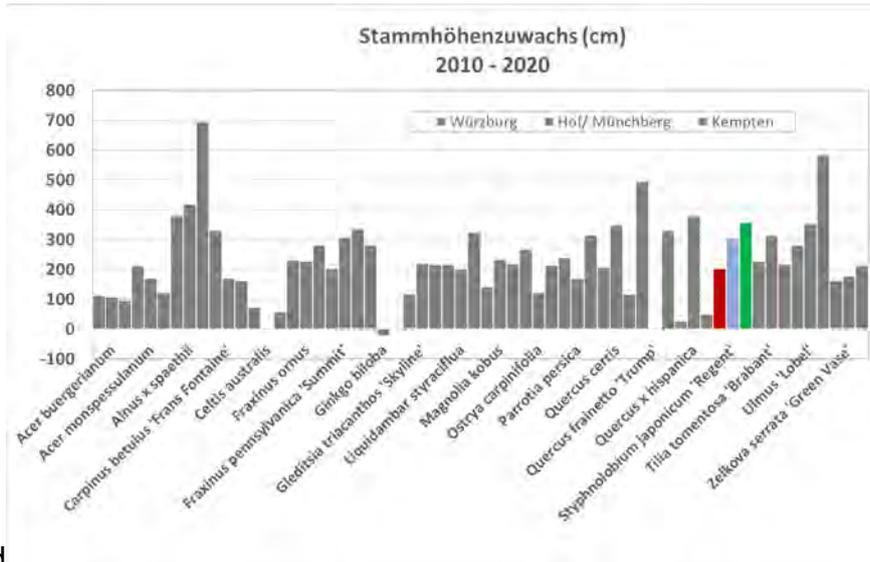


Abbildung 64: *Styphnolobium japonicum* ‚Regent‘: Mittlerer und kumulativer Seitentriebzuwachs an den verschiedenen Standorten 2010 – 2020



d

Abbildung 65: *Styphnolobium japonicum* ‚Regent‘: Stammhöhenzuwachs an den verschiedenen Standorten

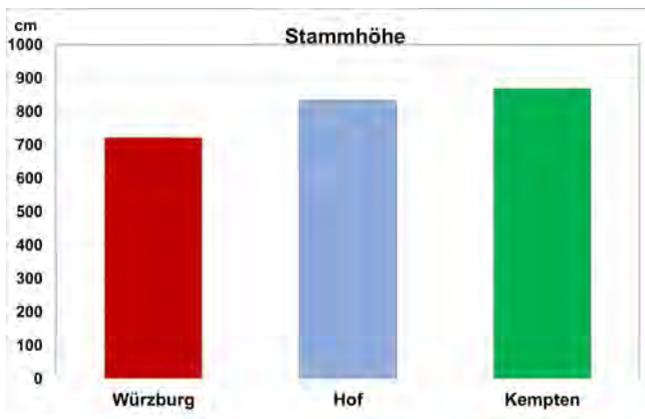


Abbildung 66: *Styphnolobium japonicum* ‚Regent‘: Stammhöhe 2020 an den verschiedenen Standorten

Tabelle 23: *Styphnolobium japonicum* ‚Regent‘: Trockenstressbonituren 2018/2019

Trockenstreß-Vitalität	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
2018					
Hof/ Münchberg					8
Kempten					8
Würzburg					8
2019					
Hof/ Münchberg					8
Kempten					8
Würzburg					7
Bayerisches Netzwerk				27	16

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

Hof: während der Anwuchsphase vereinzelt Frostprobleme mit Rückfrieren der Triebe.

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

Würzburg: deutlich längerer Pflanzschock und geringere Zuwächse als an den beiden anderen Standorten, aber ohne Einbrüche während Extremsommern

Bayerisches Netzwerk: an einem nordbayerischen Standort starker Maulbeerschildlausbefall.

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

Tilia tomentosa Brabant – Silberlinde



Bild 36: Silberlinde in Kempten 2017, Hof 2019

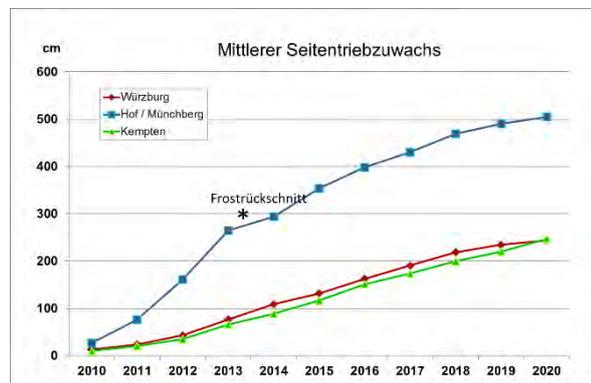
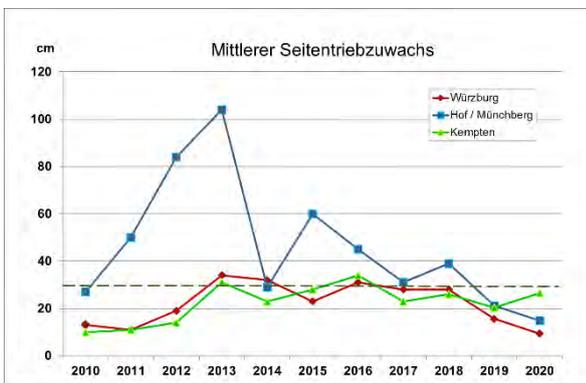


Abbildung 67: Tilia tomentosa ‚Brabant‘: Mittlerer und kumulativer Seitentriebzuwachs an den verschiedenen Standorten 2010 – 2020

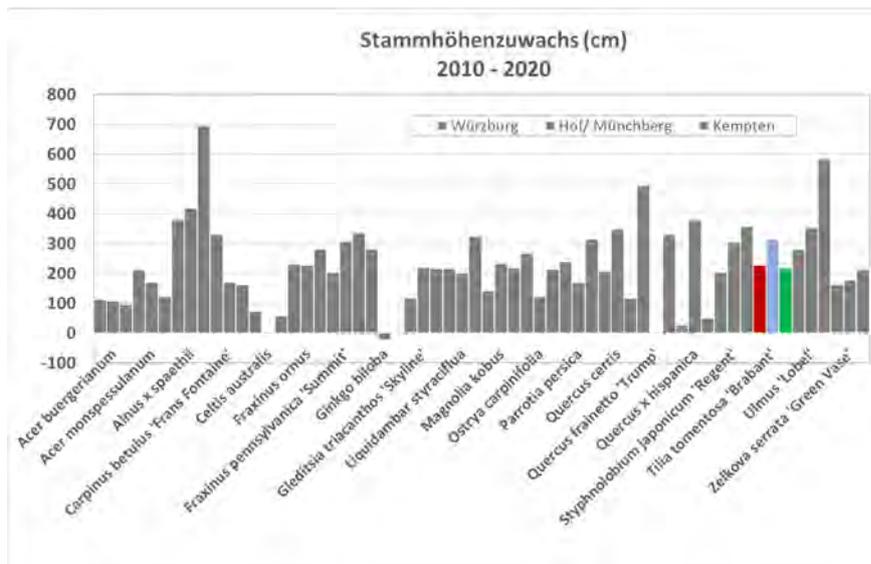


Abbildung 68: Tilia tomentosa ‚Brabant‘: Stammhöhenzuwachs an den verschiedenen Standorten

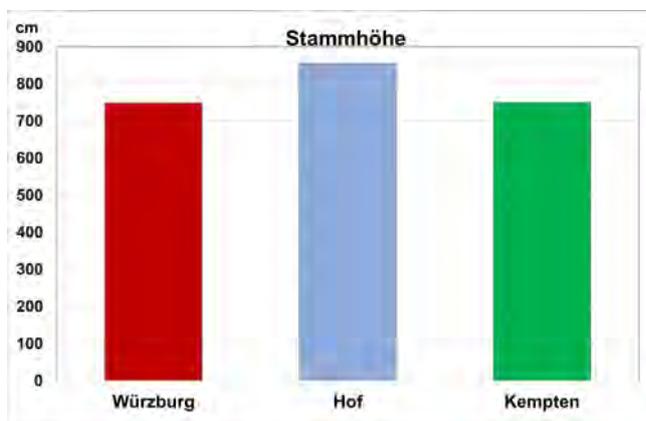


Abbildung 69: Tilia tomentosa ‚Brabant‘: Stammhöhe 2020 an den verschiedenen Standorten

Tabelle 24: Tilia tomentosa ‚Brabant‘: Trockenstressbonituren 2018/2019

2018	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg				4	4
Kempten					8
Würzburg				2	6
Bayerisches Netzwerk		1	13	63	21

2019	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg				1	7
Kempten				1	7
Würzburg				1	7
Bayerisches Netzwerk			11	108	47

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. Zunehmend „Blumentopfeffekt“ in sehr schmalen Pflanzstreifen.

Würzburg: Keine Wuchsbeeinträchtigung in den Hitzesommern 2015 und 2018, aber 2019, 2020.

Kempten: Zunehmend einseitige Kronen durch Schattendruck aus Böschung (Bild 36).

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 so gut wie keine Blattläuse.

Ulmus Lobel – Stadtulme



Bild 37: Stadtulme in Hof 2018, Würzburg 2018 und 2020

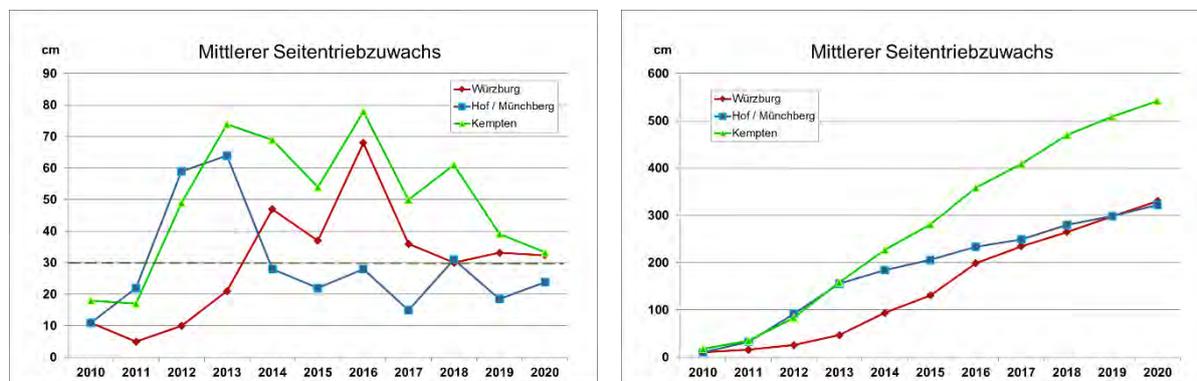


Abbildung 70: Ulmus ‚Lobel‘: Mittlerer und kumulativer Seitentriebzuwachs an den verschiedenen Standorten 2010 – 2020

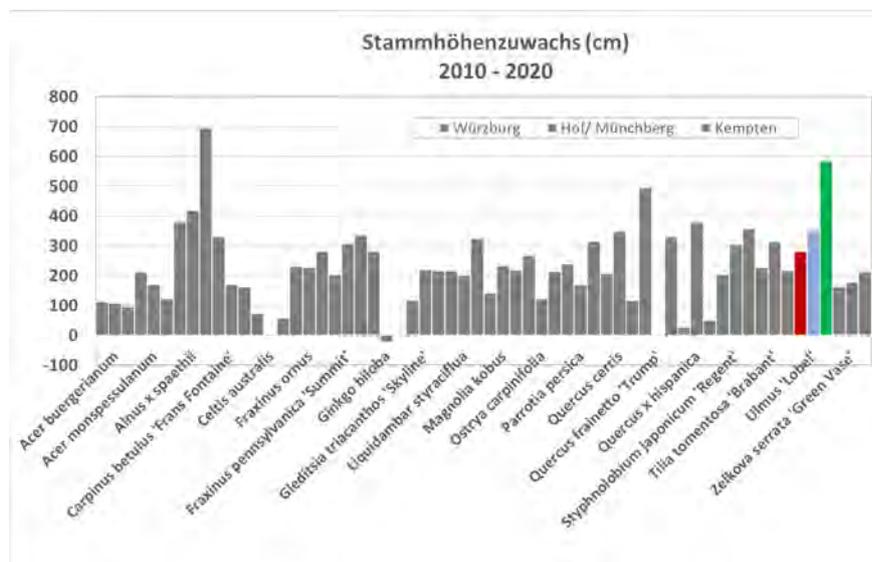


Abbildung 71: Ulmus ‚Lobel‘: Stammhöhenzuwachs an den verschiedenen Standorten

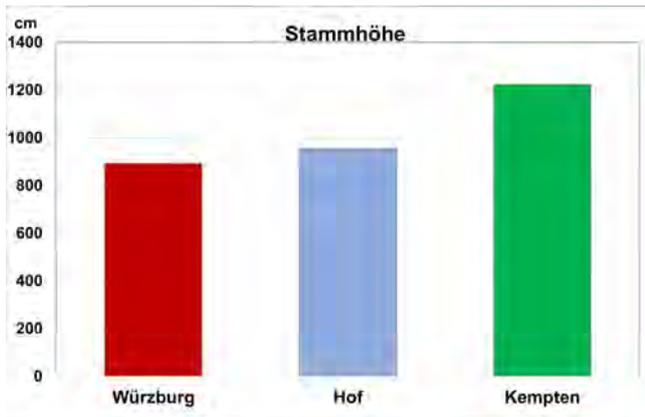


Abbildung 72: Ulmus ‚Lobel‘: Stammhöhe 2020 an den verschiedenen Standorten

Tabelle 25: Ulmus ‚Lobel‘: Trockenstressbonituren 2018 und 2020.

2018	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					6
Kempten					6
Würzburg					7
Bayerisches Netzwerk		2	3	70	38

2020	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					6
Kempten					6
Würzburg					7
Bayerisches Netzwerk		2	1	68	56

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

Hof: Mittelstreifen mit starkem Wühlmausvorkommen, verhaltenes Wachstum und 2 Ausfälle durch Wurzelfraßschäden (Bild 38 + 39). Starke Blüte und verminderter Blattaustrieb 2020 nach den Dürresommern 2018/ 2019.

Würzburg: Ausfall eines Baumes, wahrscheinlich auf ganzjährig warme Abluft aus Gebläse einer IT-Firma zurückzuführen. Extreme Blüte und stark verminderter Blattaustrieb 2020 nach den Dürresommern 2018/ 2019 (Bilder 37 + 40).

Kempten: Stärkstes Höhenwachstum mit fast Verdoppelung der Höhe seit Pflanzung. Intensive Blüte und verminderter Blattaustrieb 2020 nach den Dürresommern 2018/ 2019.

Bayerisches Netzwerk: 11 Gemeinden mit 128 Bäumen.

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



Bild 39: Starkes Wühlmausvorkommen in Hof



Bild 38: Wurzel- und Rindenfraß an ausgefallener Ulmus ‚Lobel‘

Tabelle 26: Verminderte Kronenvitalität durch starke Blüte

Kronenvitalität 2020	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					6
Kempten			1	5	
Würzburg			4	3	
Bayerisches Netzwerk		2	10	79	36



Bild 40: Extreme Blüte 2020 in Würzburg

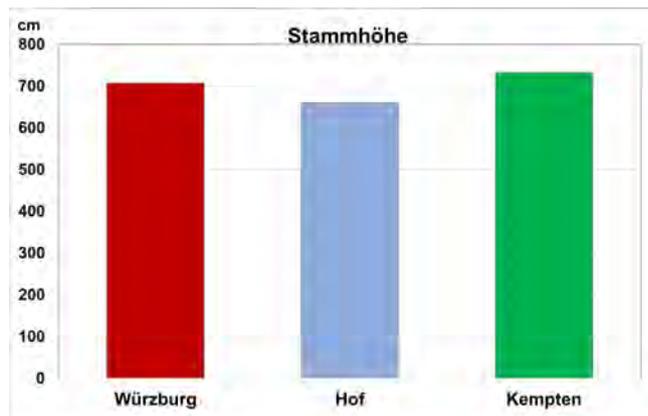


Abbildung 75: *Zelkova serrata*, 'Green Vase': Stammhöhenzuwachs an den verschiedenen Standorten

Tabelle 27: *Zelkova serrata*, 'Green Vase': Trockenstreßbonituren 2018, 2020

Trockenstreß-Vitalität	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
2018					
Hof/ Münchberg					2
Kempten					5
Würzburg					6
2020					
Hof/ Münchberg				1	1
Kempten					5
Würzburg					6

Tabelle 28: *Zelkova serrata*, 'Green Vase': Kronenvitalitätsbonitur 2020

Kronenvitalität 2020	1	3	5	7	9
	Hof/ Münchberg				1
Kempten					5
Würzburg			4	1	1
Bayerisches Netzwerk				16	6

Allgemein: Schlechte Baumqualität, wurde nur unter Vorbehalt gepflanzt. Teilweise hat überhaupt keine Auswurzelung aus den Ballen stattgefunden, zunehmend abgängig. Neigt zu Froststammrisen, die nur teilweise wieder überwallen (Bild 43). Hoher Lichtbedarf. Leuchtend orange-rote Herbstfärbung.

Hof: 6 Ausfälle. Zunehmend einseitige Kronen durch Schattendruck (Bild 42).

Kempten: Mit Abstand beste Entwicklung trotz Mittelstreifenstandort. 2 Ausfälle durch Verkehrsunfälle, 1 Abgang.

Würzburg: 2 Ausfälle, 2x Stammrisse, zunehmend schlechtere Vitalität.

Praxisweis: Kein Leittrieb. Aufasten bei geliefertem Hohlkronenaufbau, wo sämtliche Gerüstäste eng am Kronenansatz ansetzen, nicht möglich, daher als Straßenbaum nicht geeignet (Bild 41).



Bild 42: Lichtbaumart: einseitiges Wachstum durch Schattendruck, Hof



Bild 43: Stammriss in Würzburg

4.2.2 Versuchsbäume, Pflanzung 2015



Bild 44: Klimabaumallee in Würzburg

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 Versuchsbauarten untersucht werden konnten.

Acer opalus – Italienischer Ahorn



Bild 45: Italienischer Ahorn in Würzburg, Hof, Kempten 2018.

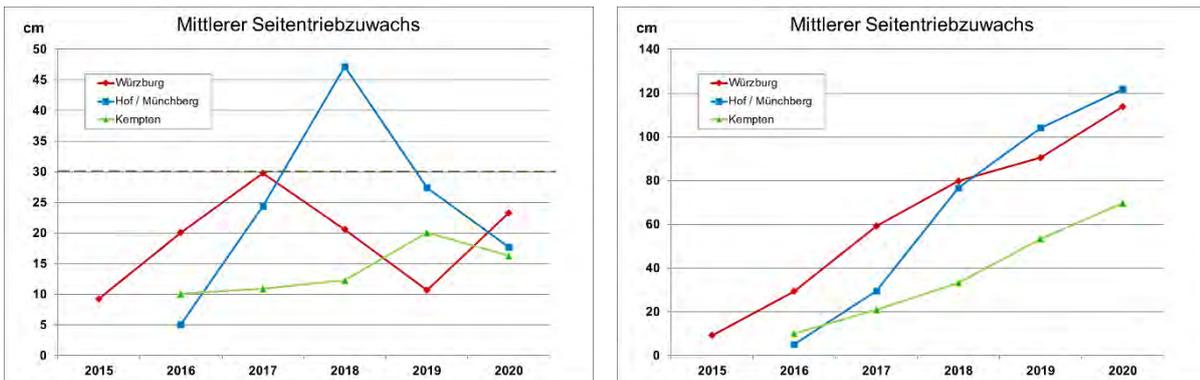


Abbildung 76: Acer opalus: Mittlerer und kumulativer Seitentriebzuwachs an den verschiedenen Standorten 2015/16 – 2020

Tabelle 29: Acer opalus: Trockenstressbonituren 2018/2019

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

Trockenstreß-Vitalität	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
2019					
Hof/ Münchberg					6
Kempten			1		5
Würzburg					5

Allgemein: Trotz sehr schlechter Pflanzqualität (starke Übererdung! Bild 46) erholte sich der Italienische Ahorn an den Standorten Hof und Würzburg schnell vom Pflanzschock und zeigte trotz überdurchschnittlicher Trockenheit auch in den Hitzesommern eine relativ gute Wüchsigkeit (Bild 47).

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

Würzburg: 1 Baum abgestorben wegen Verticilliumwelke



Bild 46: Starke Übererdung der Ballen



Bild 47: Wachstumsrisse 2020 in Würzburg

Acer rubrum Somerset – Rotahorn



Bild 48: Rotahorn in Würzburg, Hof und Kempten 2018

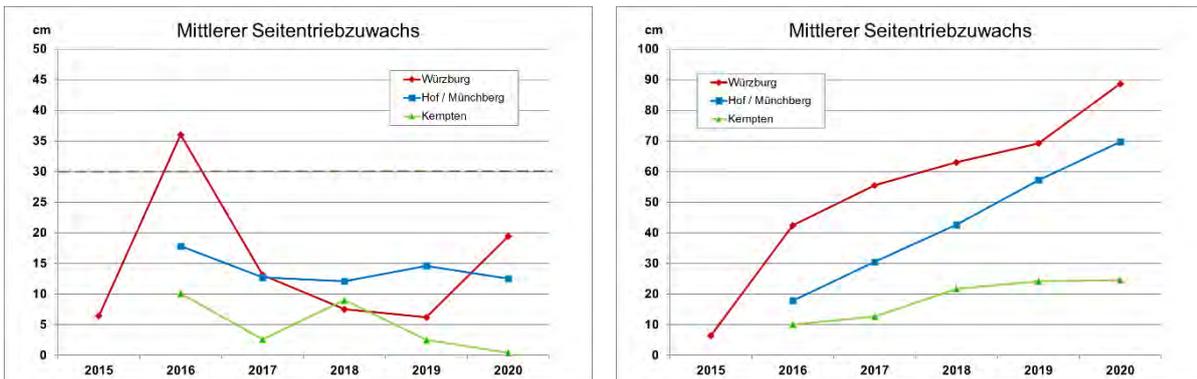


Abbildung 77: Acer rubrum ‚Somerset‘: Mittlerer und kumulativer Seitentriebzuwachs an den verschiedenen Standorten 2015/16 – 2020

Allgemein: Der Rotahorn ‚Somerset‘ zeigt an allen Standorten bisher eine unbefriedigende Wüchsigkeit und teils schlechte Kronenvitalität. Häufig chlorotisch bei pH 7,2 – 7,4.

Würzburg: Trockenstressanfällig: *A. rubrum* ‚Somerset‘ mußte ab 2019 regelmäßig gewässert werden, um die Trockenperioden zu überstehen.



Bild 49: Herbstfärbung in Hof

Eucommia ulmoides – Guttaperchabaum



Bild 50: Guttaperchabaum in Kempten, Hof, Würzburg 2020.

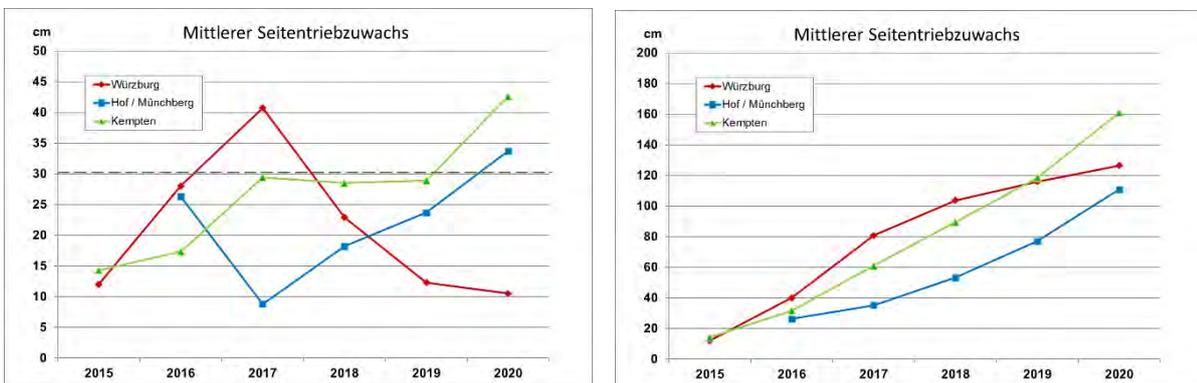


Abbildung 78: *Eucommia ulmoides*: Mittlerer und kumulativer Seitentriebzuwachs an den verschiedenen Standorten 2015/16 – 2020

Tabelle 30: *Eucommia ulmoides*: Trockenstressbonituren 2018/ 2019

Trockenstreß-Vitalität 2018	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchenberg			1	4	1
Kempten					6
Würzburg				2	6

Trockenstreß-Vitalität 2019	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchenberg					6
Kempten					6
Würzburg					8
Bayerisches Netzwerk					4

Allgemein: Gute Etablierung und Wüchsigkeit

Hof: Leichte Trockenstresssymptome im Dürresommer 2018. Bäume mußten aus Straßenbaugründen 2016 noch mal verpflanzt werden, was zu einem entsprechenden Wachstumseinbruch 2017 führte. Seitdem sehr gute Entwicklung!

Kempten: sehr wüchsig, auch in Hitzesommern.

Würzburg: Zunehmende Wachstumseinbrüche in den aufeinanderfolgenden Dürresommern 2018-2020.

Juglans nigra – Schwarznuss



Bild 51: Schwarznuss in Hof, Kempten, Würzburg 2020.

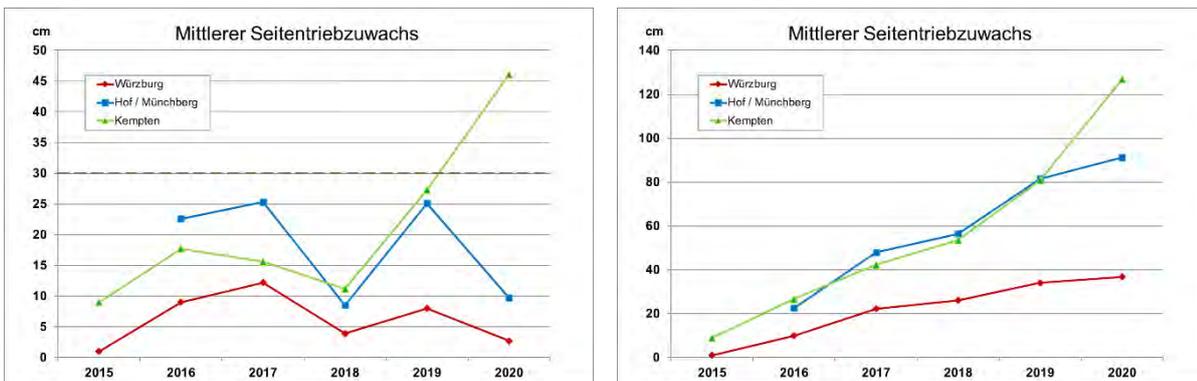


Abbildung 79: Juglans nigra: Mittlerer und kumulativer Seitentriebzuwachs an den verschiedenen Standorten 2015/16 – 2020

Tabelle 31: Juglans nigra: Trockenstressbonituren 2018, 2020

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

Trockenstreß-Vitalität	Bonitumoten				
	1	3	5	7	9
2020					
Hof/ Münchberg					5
Kempten					6
Würzburg					1
Bayerisches Netzwerk				1	7

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

Würzburg: fünf Bäume wurden 2018 und 2019 in Würzburg durch Sturmböen gekappt. Eine Bewertung ist deshalb nicht möglich (Bild 52).

Kempten/ Hof: gute Entwicklung



Bild 52: Sturmbruch 2018

Malus tschonoskii – Japanischer Wollapfel



Bild 53: Japanischer Wollapfel in Kempten, Hof, Würzburg 2020

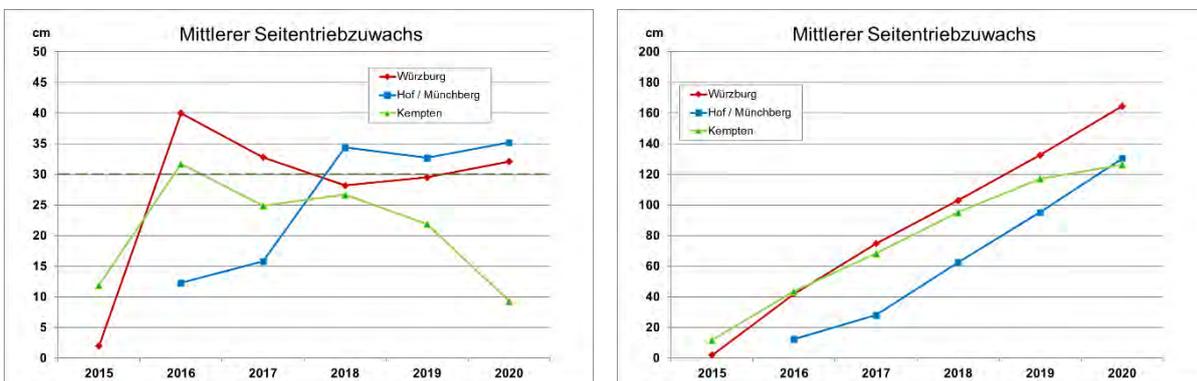


Abbildung 80: *Malus tschonoskii*: Mittlerer und kumulativer Seitentriebzuwachs an den verschiedenen Standorten 2015/16 – 2020

Tabelle 32: *Malus tschonoskii*: Trockenstressbonituren 2019, 2020

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

Trockenstreß-Vitalität 2020	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					5
Kempten					6
Würzburg					1
Bayerisches Netzwerk				1	7

Allgemein: Anfänglich gute Etablierung und Wüchsigkeit, neigt etwas zur Wurzelbrut. Sehr schöne Herbstfärbung (Bild 54).

Kempten: seit 2020 bei mehreren Bäumen vermehrt Trockenstresssymptome mit zunehmend reduzierter Wüchsigkeit

Hof: Bäume mußten aus Straßenbaugründen 2016 noch mal verpflanzt werden, was erstaunlicherweise kaum zu Wachstumseinbußen führte.



Bild 54: Herbstfärbung!

Sorbus latifolia Henk Vink – Breitblättrige Mehlbeere



Bild 55: Breitblättrige Mehlbeere in Würzburg, Kempten 2020

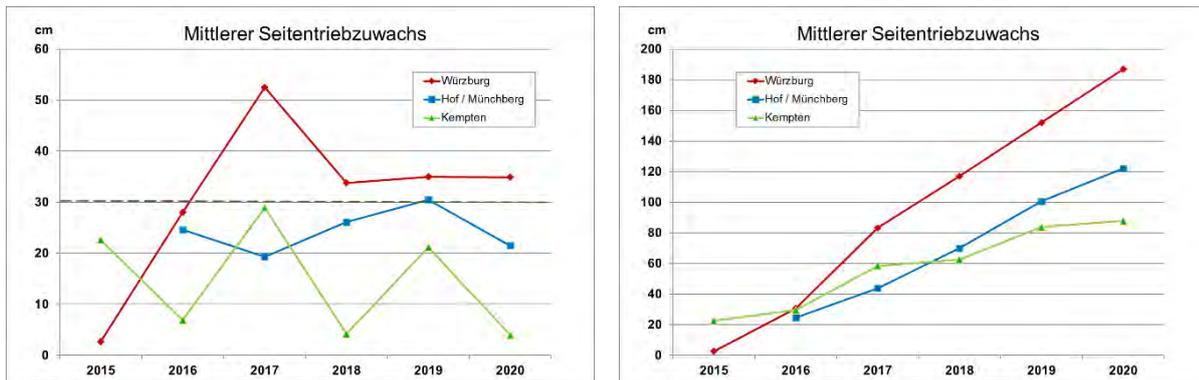


Abbildung 81: Sorbus latifolia ‚Henk Vink‘: Mittlerer und kumulativer Seitentriebzuwachs an den verschiedenen Standorten 2015/16 – 2020

Tabelle 33: *Sorbus latifolia* „Henk Vink“: Trockenstressbonituren 2018-2020

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

Trockenstreß-Vitalität 2019	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					6
Kempton				1	5
Würzburg					8

Trockenstreß-Vitalität 2020	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					6
Kempton					6
Würzburg					8

Allgemein: gleichmäßige, sattgrüne Krone; pflegeleicht

Kempton: am Standort mit größter Wasserverfügbarkeit schlechtestes Wachstum und schütterere Kronen (s. Bild 55)

Würzburg: keine Dürre- und Hitze Probleme, beste Zuwachsraten

Tilia americana Redmond – Amerikanische Linde



Bild 56: Amerikanische Linde in Münchberg, Kempten, Würzburg 2020

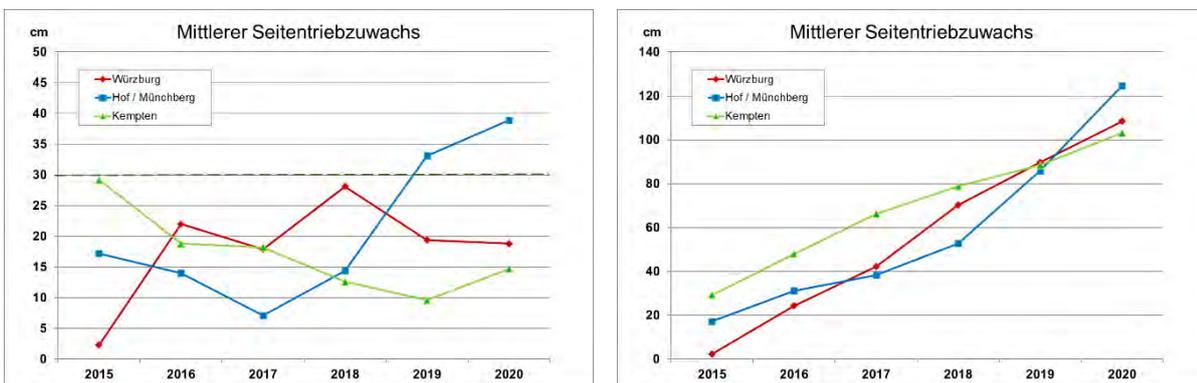


Abbildung 82: Tilia americana ‚Redmond‘ : Mittlerer und kumulativer Seitentriebzuwachs an den verschiedenen Standorten 2015/16 – 2020

Tabelle 34: *Tilia americana* „Redmond“: Trockenstress- und Kronenvitalität 2020

Trockenstreß-Vitalität 2020	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					6
Kempton					6
Würzburg					6
Kronenvitalität 2020	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					6
Kempton				2	4
Würzburg					6

Allgemein: Langsame Etablierung an den Standorten

Kempton: leichte Trockenstresssymptome ab 2018

Hof: stärkstes Wachstum nach dem Extremsommer 2018

Würzburg: dichteste, gleichmäßigste Kronen

Tilia mongolica – Mongolische Linde



Bild 57: Mongolische Linde in Hof, Würzburg, Kempten 2020.

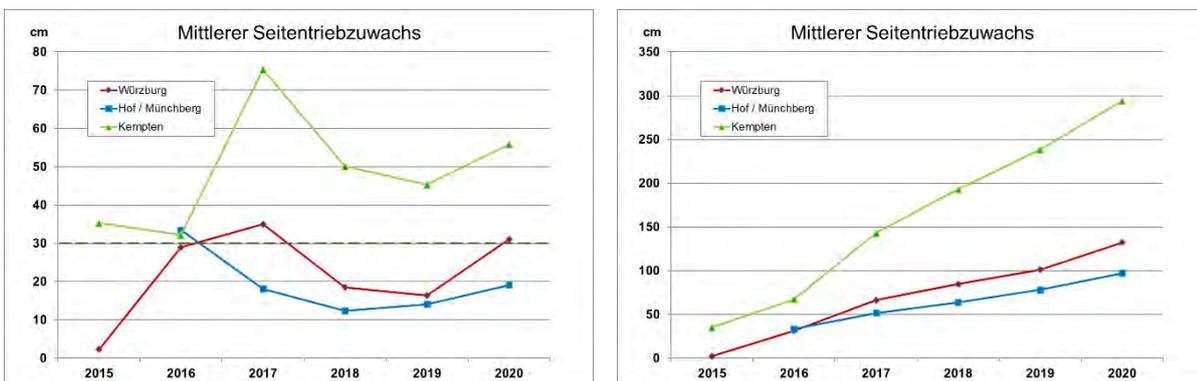


Abbildung 83: Tilia mongolica: Mittlerer und kumulativer Seitentriebzuwachs an den verschiedenen Standorten 2015/16 – 2020

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

Hof: 2018: Trockenschäden mit frühzeitigem Blattfall (Bild 58); eingeschränktes Wachstum

Kempten: häufiges Zurückfrieren der Seitentriebe

Würzburg: gleichmäßigste Kronenbildung



Bild 58: Trockenschäden 2018 mit vorzeitigem Blattfall in Hof

Ulmus Rebona – Ulme ‚Rebona‘



Bild 59: Ulme ‚Rebona‘ in Hof, Kempten, Würzburg 2020

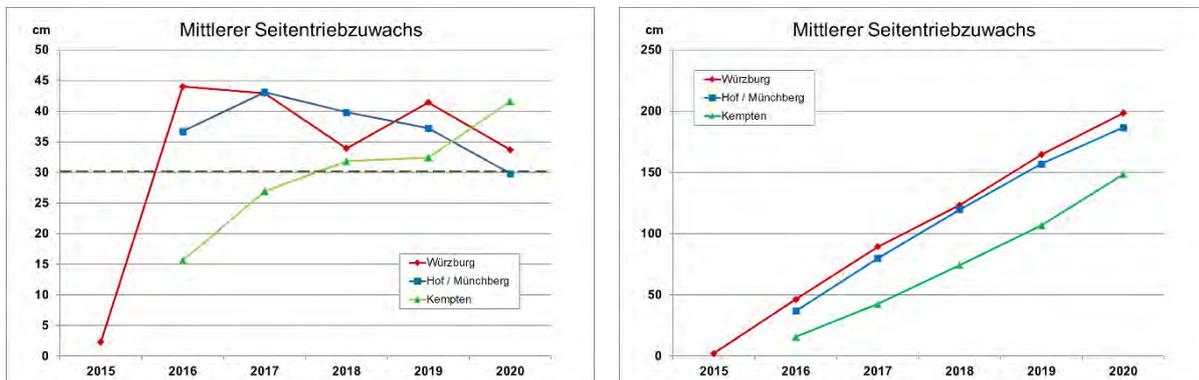


Abbildung 84: Ulmus ‚Rebona‘: Mittlerer und kumulativer Seitentriebzuwachs an den verschiedenen Standorten 2015/16 – 2020

Tabelle 35: *Ulmus* „Rebona“: Trockenstressbonituren 2019/2020

Trockenstreß-Vitalität 2019	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					6
Kempten					6
Würzburg					8
Bayerisches Netzwerk					12

Trockenstreß-Vitalität 2020	Boniturnoten				
	1	3	5	7	9
Hof/ Münchberg					6
Kempten					6
Würzburg					8
Bayerisches Netzwerk				15	6

Allgemein: Sehr gute Etablierung und Wüchsigkeit an allen Standorten.

Praxishinweis: dichter Wuchs, rechtzeitig und regelmäßig Krone ausdünnen.

4.3 Gesamtbewertung

Während der ersten 5 Jahre nach der Pflanzung ist die Anfälligkeit frisch gepflanzter Bäume für Frost- oder Trockenschäden am höchsten (Roloff 2016). Wir befinden uns im Langzeitprojekt „Stadtgrün 2021“ mit 2010 gepflanzten Versuchsbaumarten im 12. Standjahr und mit den 2015 gepflanzten Arten im 6. Standjahr. Dank mehrerer extrem trocken-heißer Sommer (2015, 2018, 2019, 2020) und frostharter und -reicher Winter (2010, 2012, 2013, 2020) während des Untersuchungszeitraums, erlauben unsere bisherigen Ergebnisse in Verbindung mit den Praxis-Erfahrungen aus dem „Bayerischen Netzwerk Klimabäume“ eine vorläufige regionale Bewertung der Versuchsbaumarten an den einzelnen Standorten (Tab.36).

Tabelle 36: Besonders geeignete Baumarten für die einzelnen Versuchsstandorte; weiß unterlegt die 2010, gelb unterlegt die 2015 gepflanzten Versuchsbaumarten

Hof/ Münchberg	Kempten	Würzburg
<i>Acer monspessulanum</i>	<i>Alnus x spaethii</i>	<i>Acer monspessulanum</i>
<i>Alnus x spaethii</i>	<i>Fraxinus omus</i>	<i>Alnus x spaethii</i>
<i>Fraxinus omus</i>	<i>Gleditsia triacanthos</i> Skyline	<i>Carpinus betulus</i> Frans Fontaine (?)
<i>Fraxinus pennsylvanica</i> Summit	<i>Magnolia kobus</i>	<i>Fraxinus omus</i>
<i>Gleditsia triacanthos</i> Skyline	<i>Quercus frainetto</i> Trump	<i>Gleditsia triacanthos</i> Skyline
<i>Liquidambar styraciflua</i>	<i>Styphnolobium japonicum</i> Regent	<i>Ostrya carpinifolia</i>
<i>Magnolia kobus</i>	<i>Ulmus</i> Lobel	<i>Quercus cerris</i>
<i>Quercus cerris</i>	<i>Zelkova serrata</i> Green Vase	<i>Quercus frainetto</i> Trump
<i>Styphnolobium japonicum</i> Regent		<i>Styphnolobium japonicum</i> Regent
<i>Ulmus</i> Lobel	<i>Eucommia ulmoides</i>	<i>Tilia mongolica</i>
	<i>Juglans nigra</i>	<i>Tilia tomentosa</i> Brabant
<i>Acer opalus</i>	<i>Ulmus</i> Rebona	<i>Ulmus</i> Lobel
<i>Juglans nigra</i>		
<i>Malus tschonoskii</i>		<i>Acer opalus</i>
<i>Tilia americana</i> Redmond		<i>Malus tschonoskii</i>
<i>Ulmus</i> Rebona		<i>Sorbus latifolia</i> Henk Vink
		<i>Tilia americana</i> Redmond
		<i>Ulmus</i> Rebona

Die Ergebnisse zeigen deutliche Unterschiede in den „Best of“ - Listen“ an den verschiedenen Standorten und damit nachdrücklich, wie wichtig ein regional, aber auch innerhalb der Städte angepasster, standortgerechter Einsatz von Baumarten ist. Da es sich bei den Versuchsbaumarten im Wesentlichen um stark kontinental geprägte Arten aus Südosteuropa, Asien und Nordamerika handelt, die auf Grund ihrer natürlichen Herkunft an kalte Winter und trocken-heiße Sommer angepasst sind, ist erwartungsgemäß die Liste geeigneter Baumarten in Würzburg am längsten und in Kempten mit seinen vergleichsweise hohen Niederschlägen am kürzesten. Dennoch erlauben die Ergebnisse an allen Standorten eine dringend notwendige Erweiterung des gängigen Straßenbaumsortiments mit stadtklimafesten Baumarten.

Fazit für die Praxis: Es wird und kann nicht DEN klimawandeltauglichen, zukünftigen „Stadtklimabaum“ geben, vielmehr muss das derzeit stark eingeschränkte Stadtklimasortiment durch eine möglichst breite Risikostreuung mit geeigneten „Klimabäumen“ erweitert werden. Empfehlenswert sind Mischpflanzungen, die der

Prophylaxe dienen, so dass 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). Darüber hinaus wird dadurch eine deutlich höhere Insektenvielfalt in den Kronen der Bäume erzielt als in „Mono-Alleen“ (Böll et al. 2019).

Grundvoraussetzung ist jedoch, dass neben einer standortgerechten Auswahl der Straßenbäume bestehende Standards der Pflanz- und Pflegebedingungen eingehalten werden (s. Dujesiefken (2018), Schönfeld (2018), FLL-Empfehlungen 2010, 2015).

5 Öffentlichkeitsarbeit

Ein Wissenstransfer der Ergebnisse des Forschungsprojektes „Stadtgrün 2021“ erfolgte über zahlreiche Vorträge auf Fachtagungen und den hauseigenen Landespflegetagen, Veröffentlichungen in praxisrelevanten Fachzeitschriften, über BR Beiträge und in TV Wissenssendungen. Darüber hinaus erfolgte der Praxistransfer durch die Lebensraumberater für kommunales Grün (LWG), als Lerninhalte im Unterricht an der Staatl. Meister- und Technikerschule sowie im Rahmen von Netzwerktreffen des Netzwerkes "Bayerisches Netzwerk Klimabäume" (4. Forum „Bayerisches Netzwerk Klimabäume“ 10.12.2018, Online-Veranstaltung: 5. „Forum Bayerisches Netzwerk Klimabäume“ 24.3.2021). Dieser praxisorientierte Verbund von 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.

Um der Öffentlichkeit beispielhaft die Auswirkungen von Hitzeperioden in Extremsommern auf Stadtbäume nahezubringen, wurde auf der Landesgartenschau in Würzburg 2018 eine Winterlinde verkabelt, die für die Besucher in Echtzeit ihre Blatt-, Rinden- und Stammfußtemperaturen „twitterte“ und entsprechend kommentierte. Sie twittert seit 2019 ihr Befinden auf der Homepage der LWG (Abb.85).

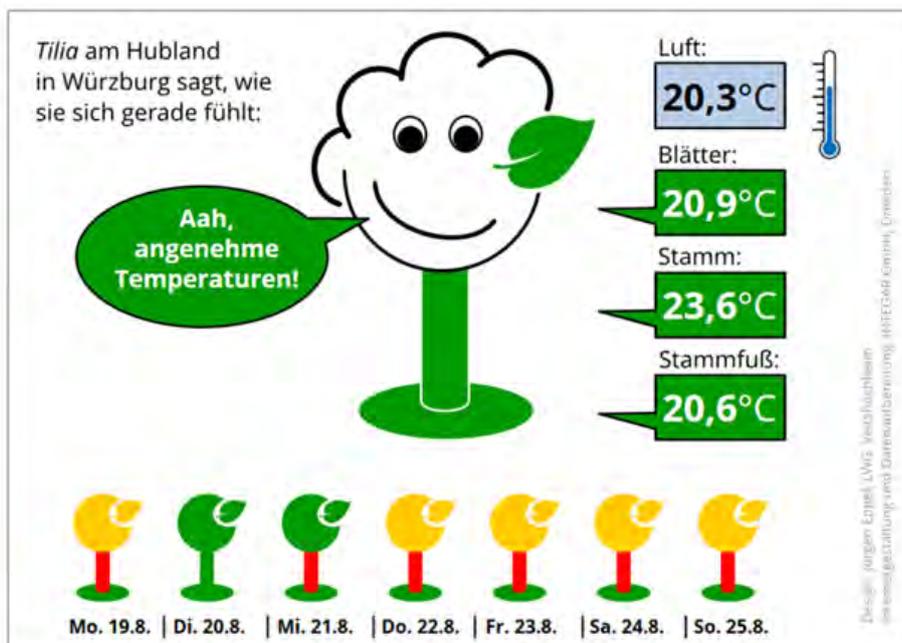


Abbildung 85: „Twittering tree“ auf Homepage der LWG (26.8.2019)

„Stadtgrün 2021“ erregte auch Aufmerksamkeit in den lokalen (z.B. Mainpost, Frankenmagazin) und überregionalen Medien (Bsp. FAZ, Spiegel, Welt am Sonntag).

5.1 Vorträge und Veröffentlichungen

5.1.1 Vorträge

- 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.
- 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.
- 24.4.2018 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. DDG Veranstaltung, LWG, Veitshöchheim
- 12.11.2018 Impulsvortrag: Stadtgrün 2021: Neue Bäume braucht das Land! 1. Nationale Konferenz „Klimaanpassungsdienste – Klimavorsorge in der Praxis“, Workshop 4: Kulturpflanzen und Stadtgrün im Trockenstress: Mit Anpassungsdiensten der Dürre trotzen, Umweltbundesamt Dessau
- 16.1.2019 Stadtgrün 2021 – Stadtbäume der Zukunft. 26. Kasseler Gartenbautage.
- 23.1.2019 Stadtklimabäume – geeignete Habitate für die urbane Insektenfauna? 51. Veitshöchheimer Landespflegetage.
- 6.2.2019 Stadtgrün 2021 – Stadtbäume der Zukunft. Projektgruppe 4 – Gehölze im BuGG, Veitshöchheim.
- 22.2.2019 Stadtbäume als Klimabotschafter. Pflanzendoktorseminar RLP, Abtei Marienstatt.
- 14.3.2019 Insektenvielfalt in den Kronen heimischer und nicht-heimischer Stadtbaum-arten. Dresdner StadtBaumtage. Schloß Burgk, Freital.
- 28.3.2019 Stadtgrün 2021 – Stadtbäume der Zukunft. Österreichisches BaumForum, Wien.
- 29.3.2019 Stadtgrün 2021 – Stadtbäume der Zukunft. HBLFA Gartenbau Schönbrunn, Wien
- 14.6.2019 Klima und Baum – Stadtgrün 2021 – Stadtbäume der Zukunft. 16. Landschaftsbautagung, Weihenstephan.
- 19.6.2019 Stadtgrün 2021 – Stadtbäume im Klimawandel. Naturkundemuseum Erfurt.
- 26.6.2019 Insektenvielfalt in den Kronen von Stadtbäumen. Seminar Biodiversität im Garten, LWG, Gartenakademie.
- 7.7.2019 Insektenvielfalt in den Kronen von Stadtbäumen. Tag der offenen Tür, LWG.
- 8.7.2019 Stadtgrün 2021 – Neue Bäume braucht das Land! 11. Unterfränkischer Gemeinde- und Körperschaftstag, Steigerwaldzentrum, Oberschwarzach.

- 28.8.2019 Stadtgrün 2021 – Stadtbäume im Klimawandel. Informationstag Garten- und Landschaftsbau Sachsen, Wilsdruff.
- 25.9.2019 Stadtgrün 2021 – klimaresiliente Stadtbäume. 53. Landestagung der Berater für Obst- und Gartenbau, Grünplanung und Landschaftspflege, Weinsberg.
- 7.10.2019 Urban Green 2021 - a research project testing a broad range of stress tolerant urban tree species. Arbeitstreffen mit Forestry Research Gruppe aus Taiwan, LWG, Veitshöchheim.
- 17.10.2019 10 Jahre Stadtgrün 2021; Insektenvielfalt in den Kronen heimischer und nicht-heimischer Baumarten. Stadt Kempten
- 8.11.2019 Projekt Stadtgrün 2021 – Stadtbäume im Klimawandel. Fuldaer Energiewochen, Umweltzentrum.
- 7.1.2020 Insektenvielfalt in den Kronen heimischer und nicht-heimischer Stadtbaumarten. Jahrestagung Bund deutscher Baumschulen, Goslar.
- 17.1.2020 Insektenvielfalt in den Kronen heimischer und nicht-heimischer Stadtbaumarten. Vulkatec Baumseminar, Berlin.
- 4.2.2020 Stadtgrün 2021 – Stadtbäume im Klimawandel. Insektenvielfalt in den Kronen heimischer und nicht-heimischer Stadtbaumarten. AG Umweltgerechter Pflanzenbau, Veitshöchheim.
- 7.2.2020 Stadtbäume als Lebensraum – sind heimische Baumarten artenreicher und geeignetere Habitate für die urbane Insektenfauna. GaLaBau-Fachtagung Nord, Hamburg.
- 24.9.2020 Straßenbäume im Klimawandel. DEGA Online-Seminar
- 7.10.2020 Welche Temperaturen erreichen Stadtbäume während extremer Hitzeperioden? 2. Baumrigolen-Workshop, BlueGreenStreets, Universität Hamburg, Online-Seminar
- 17.11.2020 Impulsvortrag: Projekt 2021 – Stresstolerante Klimabäume. 6. Nachhaltigkeitssymposium, Mainfranken, Onlineveranstaltung mit Diskussionsrunde
- 2.2.2021 Stadtklimabäume – geeignete Habitate für die Insektenfauna? Vulcatec Onlineseminar, Klima & Ökologie
- 4.2.2021 Stadtklimabäume – geeignete Habitate für die Insektenfauna? Vulcatec Onlineseminar, Klima & Ökologie
- 23.2.2021 „Fieberkurven“ von Bäumen, Landespflege, LWG
- 24.2.2021 Stadtbäume – Entwicklungen und Perspektiven, Fachtagung Klimawandelanpassung, Stiftung für Ökologie und Demokratie e.V.
- 8.5.2021 Stadtgrün 2021 – Neue Bäume braucht das Land! DGGL Online Seminar
- 11.5.2021 Stadtbäume im Klimawandel - welche Baumarten gedeihen besonders gut in Kempten? Bürgerforum „Freundeskreis für ein lebenswertes Kempten“, Online-Veranstaltung
- 18.5.2021 Stadtgrün 2021. Netzwerk Zukunftsbäume, Online-Seminar, TU Berlin.
- 26.5.2021 Projekt „Stadtgrün 2021“ – (neue) Baumarten im Klimawandel. Essener Klimagespräche, Deutscher Wetterdienst, Online-Seminar.
- 2.6.2021 Forschungsprojekt Stadtgrün 2021 – Straßenbäume im Klimawandel; FLL-Fachtagung ‚Auswirkungen des Klimawandels auf Bäume‘, Online Seminar.
- 29.6.2021 Stadtgrün 2021 – Stadtbäume im Klimawandel. Fortbildungsseminar Berufsschullehrer, Reg. Schwaben, Online.
- 29.7.2021 Klimabäume – welche Arten trotz dem Klimawandel? Niedersächsische Gartenakademie, Bad Zwischenahn.
- 29.7.2021 Biodiversität auf Klimabäumen. Niedersächsische Gartenakademie, Bad Zwischenahn.

5.1.2 Veröffentlichungen

- 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.
- Böll, S., Albrecht, R., Mahsberg, D. 2019. Insektenvielfalt in den Kronen heimischer und nicht-heimischer Stadtbaumarten. Forstwiss. Beiträge Tharandt 21: 77-90.
- Böll, S., Mahsberg, D., Albrecht, R., Peters, M. 2019. Urbane Artenvielfalt fördern. Naturschutz & Landschaftsplanung 51: 576-583.
- Böll, S., Albrecht, R., Mahsberg, D. 2020. Geeignete Habitate für die urbane Insektenvielfalt? Deutsche Baumschule 5/2020: 25-31.
- Diertrich, M., Böll, S., Schönfeld, P. 2020. In Bayern steigen die Temperaturen ... Pfaffenhofen a.d. Ilm – klimagerechter Ausbau der Grünflächen. Stadt + Grün: 11-19.
- Böll, S. 2021: Thema des Jahres: Stadtklimabäume – geeignete Habitate für Insekten? Baumpflegekalender 2021: 166-176.
- Böll, S. 2021: Klimaresiliente Stadtbäume. Jahresheft 2021, DGGL Hamburg/ Schleswig-Holstein: 20-23.
- Böll, S., Zehm, A., ANL 2021: Quo vadis Biodiversitätsschutz? Einheimische Bäume im Klimawandel. ANLIEGEN NATUR 43:1-6.
- Böll, S. Wie Straßenbäume Hitzewellen überstehen können. Baumzeitung 8/2021
- Böll, S. 2021: Stadtgrün 2021 – Stressresiliente Baumarten für unterschiedliche Klimaregionen. DGGL Themenheft 16: 86-91.

5.2 Führungen Stadtklimabäume

- 25.7.2019 Research Gruppe aus Zürich, ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften in Kempten
- 7.10.2019 Forestry Research Gruppe aus Taiwan in Würzburg
- 21.7.2021 CSU Arbeitskreis Umwelt, Würzburg

5.3 Ausstellung

- 22.9.2020 – 22.8.2021 Bäume in der Stadt, Zürich, Audiobeitrag

5.4 Rundfunk und Fernsehen

5.4.1 Rundfunk

- 4.5.2018 BR Verkabelung Klimabäume.
- 4.5.2018 Radio Gong Verkabelung Klimabäume.
- 13.8.2019 Deutschlandfunk: Hitzerekorde und Dürre, das Sterben der Stadtbäume.
- 16.10.2019 SWR2 Wissen <https://www.swr.de/swr2/wissen/Klimakrise-Baeume-in-Not-Strategien-fuer-Staedte-und-Waelder,swr2-wissen-2019-10-16-100.html>
- 17.11.2020 SWR2 KLIMAKRISE Trockenheit: Wir brauchen andere Baumarten in der Stadt;
- 29.11.2020 Deutschlandfunk: Keine Monoalleen mehr im Klimawandel. Welche Bäume eignen sich für die Stadt?
- 2.12.2020 BR 2, IQ-Magazin: „Stadtgrün 2021“ – Welche Stadtbäume trotzen dem Klimawandel?
- 24.2.2021 HR 1: "Neue Bäume braucht das Land"
- 16.6.2021 BR Schlager: Welche Bäume gedeihen zukünftig in unserer Stadt?
- 18.7.2021 BR Frankenschau: „Stadtgrün 2021“ – Welche Stadtbäume trotzen dem Klimawandel?

5.4.2 Fernsehen

- 10.12.2018 Arte: Xenius: Bäume in der Stadt.
- 24.5.2019 ARD-alpha: Planet Wissen: Blumen, Bäume, Büsche – Was bringt mehr Grün in der Stadt?
- 23.6.2019 Gut zu Wissen, BR: Klimawandel stresst Straßenbäume.
- 30.9.2019 BR Bayern Erleben – Rettet die Artenvielfalt.
- 26.6.2020 BR Gut zu Wissen – Fremde Stadtbäume gegen Hitzestress.
- 19.8.2020 3 Sat Nano: Stadtbäume am Limit.
- 22.6.2021 BR Abendschau: Lebensraum Stadtbaum 22.6.2021

5.4.3 Presse

- FAZ 9.9.2019: Eine Straße, viele Bäume
- Naturwaldakademie 18.9.2019 Das artenreiche Penthouse im Wald
- Allgäuer Zeitung 22.10.2019 Die Bäume der Zukunft
- Südkurier 30.10.2019 Welche Bäume die Städte in Zukunft brauchen
- Frankenpost 13.11.2019 Frische Triebe trotz Klimawandel
- Spiegel 17.10.2020 Neue Bäume braucht das Land
- Welt am Sonntag 22.11.2020 Die Stadt der Zukunft

6 Literatur

- 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.
- Böll, S. 2017a: 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., Mahsberg, D., Albrecht, R.; Peters, M. K. 2019: Urbane Artenvielfalt fördern – Arthropodenvielfalt auf heimischen und gebietsfremden Stadtbäumen. Naturschutz und Landschaftsplanung 51, 576-583
- Dujesiefken, D. (2018): Fit durch Schnitt. Veitshöchheimer Berichte 184: 57-64.
- Forschungsgesellschaft Landschaftsbau Landschaftsentwicklung e.V. (Hrsg.) (2010): Empfehlungen für Baumpflanzungen, Teil 2: Standortvorbereitungen für Neupflanzungen; Pflanzgruben und Wurzelraumerweiterung, Bauweisen und Substrate. Bonn
- Forschungsgesellschaft Landschaftsbau Landschaftsentwicklung e.V. (Hrsg.) (2015): Empfehlungen für Baumpflanzungen, Teil 1, Planung, Pflanzarbeiten, Pflege. Bonn
- Gehrig, R., Gassner, M., Schmid-Grendelmaier, P. 2015: *Alnus x spaethii* pollen can cause allergies already at Christmas. *Aerobiologia* 31, 239-247
- Klein, T. 2014: The variability of stomatal sensitivity to leaf water potential across tree species indicates a continuum between isohydric and anisohydric behaviors. *Funct. Ecol.* 28: 1313-1320.
- Krupinska, K. 2014: Das Geheimnis des roten Herbstlaubes. *Biologie unserer Zeit* 44, 312-319. Roloff, A. 2013: *Bäume in der Stadt*, Ulmer Verlag.
- Roloff, A. 2013: *Bäume in der Stadt*. Ulmer Verlag.
- Roloff, A. 2016: Gedanken über die Plastizität von Bäumen. Was an Veränderungen können sie ertragen? *ProBaum* 2/2016, 2-6.
- Schönfeld, P. 2017: Baums substrate – Spektrum der Substrate in der Stadtgrün-Praxis. Jahrbuch der Baumpflege 2017: 41-56.
- Schönfeld, P. (2018): Stadtbäume der Zukunft – Standortvoraussetzungen – Baumqualität – fachgerechte Pflanzung. 50. Veitshöchheimer Berichte 184: 65-73
- Sjöman, H., Hiron, A. D., Bassuk, N. L. 2018: Improving confidence in tree species selection for challenging urban sites: a role for leaf turgor loss. *Urban Ecosystems*, <https://doi.org/10.1007/s11252-018-0791-5>.
- Stratopoulos, L. M. F., Duthweiler, S., Häberele, K.-H., Pauleit, S. 2018a: Effect of native habitat on the cooling ability of six nursery-grown tree species and cultivars for future roadside plantings. *Urban Forestry & Urban Greening* 30: 37-45.
- Stratopoulos, L. M. F., Zhang, C., Duthweiler, S., Häberele, K.-H., Rötzer, T., Xu, C., Pauleit, S. 2018b: Tree species from two contrasting habitats for use in harsh urban environments respond differently to extreme drought. *International Journal of Biometeorology* 63: 197-208.
- Wundsam, T., Henninger, S. 2016: *Tilia tomentosa* – der ideale „Stadtklimabaum“? Meteorologentagung Dach 2016, <https://meetingorganizer.copernicus.org > Dach2016-75>

IMPRESSUM

Herausgeber:

Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (LWG)

An der Steige 15, 97209 Veitshöchheim

Telefon +49 931 9801-0, Fax +49 931 9801-3100, www.lwg.bayern.de

Bearbeitung:

Institut für Stadtgrün und Landschaftsbau, isl@lwg.bayern.de

© LWG, Nachdruck und Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Herausgebers.