



## **„Projekt Stadtgrün 2021“**

**Selektion, Anzucht und Verwendung von  
Gehölzen unter sich ändernden  
klimatischen Bedingungen**

**Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben KL/12/02**

**Förderzeitraum:  
01.04.2012 bis 31.12.2014**



**Abschlussbericht zum  
Forschungsvorhaben Nr.: KL/12/02**

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

**Förderzeitraum:  
01.04.2012 bis 31.12.2014**

Projektleiter                    LLD J. Eppel, Abt. L  
   LLD G. Sander, Abt. G

Bearbeiter LWG:                LOR Dr. P. Schönfeld, Abt. L  
   LD K. Körber, Abt. G  
   Diplombiologin Dr. S. Böll, Abt. L

Berater:                            LLD J. V. Herrmann, Fachzentrum Analytik

Veitshöchheim, April 2015

Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau Veitshöchheim  
An der Steige 15, 97209 Veitshöchheim  
Abteilung Landespflege und Gartenbau, Sachgebiet L 2 und G 3,  
e-mail: [poststelle@lwg.bayern.de](mailto:poststelle@lwg.bayern.de)

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. ZUSAMMENFASSUNG.....</b>	<b>3</b>
<b>2. PROBLEMSTELLUNG .....</b>	<b>4</b>
<b>3. VERSUCHSANSATZ.....</b>	<b>5</b>
3.1 AUSWAHL GEEIGNETER STADTBAUMARTEN UND -SORTEN.....	5
3.2 EINSATZ UND UNTERSUCHUNG VON BAUMSUBSTRATEN.....	6
3.3 EINSATZ VON MYKORRHIZA-PILZPRÄPARATEN .....	7
3.4 MONITORING.....	8
<b>4. ERGEBNISSE UND DISKUSSION.....</b>	<b>9</b>
4.1 AUSFALL VON VERSUCHSBÄUMEN 2010 – 2014.....	9
4.2 FROSTTOLERANZ DER VERSUCHSBAUMARTEN .....	9
4.2.1 <i>Winterhärte</i> .....	10
4.2.2 <i>Schneelast</i> .....	11
4.2.3 <i>Spätfrost</i> .....	12
4.2.4 <i>Barfrost</i> .....	13
4.2.5 <i>Frostbedingte Stammrisse</i> .....	14
4.2.6 <i>Bewertung der Frosthärte der Versuchsbaumarten</i> .....	14
4.3 PHÄNOLOGIE .....	15
4.4 VITALITÄT DER VERSUCHSBAUMARTEN.....	18
4.5 ZUWACHSLEISTUNGEN DER VERSUCHSBAUMARTEN .....	19
4.6 EINFLUSS DER MYKORRHIZA-PILZINOKULATION AUF DAS WACHSTUM DER VERSUCHSBÄUME .....	22
4.7 SCHÄDLINGE/ KRANKHEITEN .....	24
4.8 NÄHRSTOFFGEHALTE DER SUBSTRATE .....	27
<b>5. BAYERISCHES NETZWERK „KLIMABÄUME“ .....</b>	<b>32</b>
<b>6. AUSBLICK .....</b>	<b>35</b>
<b>7. LITERATUR .....</b>	<b>38</b>
<b>8. VORTRÄGE UND VERÖFFENTLICHUNGEN.....</b>	<b>39</b>
<b>ANHANG A - ONLINE-FORMULAR.....</b>	<b>48</b>
<b>ANHANG B - PHÄNOLOGIE - KOLLOQUIUM.....</b>	<b>49</b>

# 1. Zusammenfassung

In dem Projekt „Stadtgrün 2021“ wurden 20 zukunftsträchtige Baumarten ausgewählt, die auf Grund ihrer Eigenschaften potentiell in der Lage sind, den prognostizierten Klimabedingungen unserer Städte zu trotzen. Diese Arten wurden 2009/2010 an drei bayerischen Standorten mit unterschiedlichen klimatischen Bedingungen mit insgesamt 460 Bäumen aufgepflanzt und werden in ihrer Eignung als klimafeste Stadtäume bis zum Jahr 2021 getestet. Die Bäume wurden unter definierten Bedingungen in 8 m<sup>3</sup> großen Baumgruben mit standardisiertem Baumsubstrat gemäß den FLL-Empfehlungen gepflanzt. In einer weiteren Variante wird kontrolliert untersucht, ob der Einsatz von Mykorrhizapilzen den „Pflanzschock“ mildern und das Wachstum und die Gesundheit der gepflanzten Bäume fördern kann.

An den drei verschiedenen Klimastandorten sind alle Baumarten gut angewachsen. Bisher ist ein Ausfall von 11% der gepflanzten Bäume zu verzeichnen, der vor allem auf eine Kombination von Frostereignissen und schlechter Baumschulware insbesondere am Kältestandort Hof/Münchberg zurückgeht (57%), aber auch auf Autounfälle, Wühlmäuse, Schneelast und vereinzelt auf Schädlinge. Bisherige Boniturergebnisse zeigen einen zufriedenstellenden bis sehr guten Zuwachs der einzelnen Baumarten im Stammumfang, Terminaltrieb und in den Triebblängen. Zu den wüchsigsten Arten zählen die Rotesche, die Späth'sche Erle und die Ulme 'Lobel'. Erstaunlicherweise erholten sich die meisten Baumarten zuerst an dem Kältestandort Hof/Münchberg von dem Pflanzschock. Mittlerweile beginnt sich das Wachstum verschiedener Baumarten an den drei Standorten immer mehr anzugleichen, während sich bei anderen bereits abzeichnet, dass sie für bestimmte Standorte besonders gut geeignet sind. Systematische Unterschiede in den Zuwachsraten zwischen Mykorrhizapilz-inokulierten Bäumen und Kontrollbäumen wurden nicht beobachtet.

Dank der langen Winter 2010 und 2013, des Spätfrosts im Mai 2011 und der starken Barfröste im Februar 2012 können bereits wesentliche Aussagen zu der Frostresistenz der einzelnen Arten getroffen werden. Zur Trockenstresstoleranz der Versuchsbäume liegen durch die regelmäßige Wässerung während der Anwachsphase noch keine Ergebnisse vor.

Die Fortführung der begonnenen phänologischen Beobachtungen an den einzelnen Baumarten an den verschiedenen Standorten ermöglichte, das „Verhalten“ der einzelnen Arten im Abgleich mit den Wetterdaten zu beschreiben, und damit die Resilienz der einzelnen Versuchsbaumarten gegenüber Klimaveränderungen, aber auch klimatischen Extremereignissen besser beurteilen zu können.

Zu den rein physikalisch definierten FLL-Baumsubstraten liegen bisher keine Untersuchungen vor, ob diese bewußt mager gehaltenen Substrate Bäumen eine ausreichende Nährstoffversorgung gewährleisten. Um einen Überblick über die Nährstoffsituation der Substrate zu erhalten, wurden im Untersuchungszeitraum wiederholt Substratanalysen durchgeführt. Auf Grund ihres geringen Stickstoffgehalts wurden die Substrate 2013 und 2014 aufgedüngt. Vorläufige Ergebnisse der Substratanalysen sowie Ergebnisse von Blattanalysen gedüngter und nicht gedüngter Bäume auch im Vergleich mit ihren Zuwachsraten weisen daraufhin, dass der Versorgungsgrad mit Nährstoffen in den verwendeten Baumsubstraten, je nach Zusammensetzung, im Allgemeinen ausreichend bis sehr gut zu sein scheint.

## 2. Problemstellung

Bäume in der Stadt können mit ihren allbekannten Wohlfahrtswirkungen eine entscheidende Rolle beim Klimaschutz spielen, wenn es darum geht den CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu kompensieren, „Frischluff“ zu produzieren, Feinstaub zu reduzieren und Aufheizungstendenzen entgegenzuwirken. Grundvoraussetzung ist jedoch die Vitalität der Bäume: Je gesünder Bäume sind, desto stärker können sie die negativen Folgen der Klimaveränderung kompensieren und ihre klimaschützende Funktion entfalten.

Stadtbäume sind seit jeher einer Vielzahl von vitalitätshemmenden Stressfaktoren ausgesetzt. Sie leben in einem künstlichen Umfeld, das durch beengte Baumgruben das Wurzelwachstum stark einschränkt, durch Bodenverdichtung häufig nur eine unzureichende Sauerstoff- und Wasserversorgung gewährt und bei Versiegelung den notwendigen Gasaustausch blockiert.

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

Durch die sich jetzt bereits abzeichnenden klimatischen Veränderungen mit zunehmendem Trockenstress im Sommer und insgesamt steigenden Durchschnittstemperaturen (eindrucksvolle Bsp. 2003, 2006, 2012, 2013) sowie häufiger auftretenden Extremwetterereignissen wird die Stresssituation der Stadtbäume noch verstärkt (Rust & Roloff 2008). Das macht sie anfällig für bisher kaum in Erscheinung getretene (z.B. Prachtkäfer), aber auch einwandernde (z.B. Wollige Napfschildlaus) oder eingeschleppte Schädlinge (z.B. Asiatischer Citrusbockkäfer) und verschiedene Pilz- und bakterielle Erkrankungen, insbesondere Gefäßmykosen (Kehr & Rust 2007, Tomiczek und Perny 2005). Es zeichnet sich jetzt schon ab, dass einige der klassischen Stadtbaumarten den künftigen Anforderungen an vielen Standorten nicht mehr gewachsen sein werden (Roloff et al., 2008), da sie den ästhetischen Ansprüchen an einen Straßenbaum nicht mehr genügen (Bsp. Kastanienminiermotte an *Aesculus hippocastaneum*), zu einer Gefährdung werden (Bsp. Bruchproblematik durch *Massaria*-Erkrankung an Platanen) oder gänzlich ausfallen (Bsp. Eschentriebsterben bei heimischen *Fraxinus*-Arten).

### 3. Versuchsansatz

Im Rahmen der Versuchsanstellung sollen folgende Einzelziele verwirklicht werden:

- Bewertung vorhandener Empfehlungen zur Gehölzverwendung im Siedlungsbereich unter dem Aspekt Klimawandel für den Standort Bayern/Deutschland
- Ergänzung bzw. Erweiterung der Sortimentsempfehlungen für die Anzucht und Verwendung von Gehölzen auf der Basis erwarteter klimatologischer Veränderungen und unter Berücksichtigung des natürlichen Vorkommens bzw. der Verbreitung sowie geeigneter Anpassungsstrategien alternativer Arten
- Verbesserte Standortbedingungen durch optimierte Substrate und angepasste Pflegestrategien
- Evaluierung der verwendeten Arten unter Praxisbedingungen unter verschiedenen klimatischen Standortbedingungen

Um das derzeit eingeschränkte Repertoire von Stadtbaumarten zu erweitern, werden seit 2010 zwanzig potentiell stresstolerante Baumarten mit insgesamt 460 Bäumen an drei klimatisch sehr unterschiedlichen bayerischen Standorten auf ihre Eignung als Straßenbäume der Zukunft getestet (Tab.1):

#### **Würzburg –**

eine wärmebegünstigte Stadt mit überdurchschnittlich langen Trockenperioden und hohen Sommertemperaturen (Weinbauklima), geeignet, um die Versuchsbaumarten auf Trocken- und Hitzestresstoleranz zu testen

#### **Hof/Münchberg –**

die sich unter kontinentalem Klimaeinfluss mit hoher Frostgefährdung befinden, Teststandort für Frosttoleranz

#### **Kempten –**

das durch ein gemäßigtes Voralpenklima mit hohen Niederschlägen geprägt ist und häufig unter Föhneinfluss steht

Die standardisierten Versuchs-, Pflanz- und Pflegebedingungen wurden bereits im Detail beschrieben (siehe Abschlussbericht 2011).

#### 3.1 Auswahl geeigneter Stadtbaumarten und -sorten

Die Versuchsbaumarten wurden entsprechend ihrer natürlichen Standortansprüche, insbesondere ihrer Trockenstresstoleranz und Hitzeresistenz, aber auch Frosttoleranz ausgewählt. Darüberhinaus 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.1). Die Bäume wurden jeweils in 8-facher Wiederholung (in Einzelfällen aus Platzgründen je 6-fach) pro Standort mit insgesamt 460 Bäumen gepflanzt.

Tabelle 1: Liste der Versuchsbaumarten

Versuchsbaumarten	dt. Name	Herkunft
<i>Acer buergerianum</i>	Dreizahnahorn	Japan, China
<i>Acer monspessulanum</i>	Burgenahorn	Mittel-/Südeuropa
<i>Alnus x spaethii</i>	Purpurerle	Züchtung: Späth, Berlin, 1908
<i>Carpinus betulus</i> Frans Fontaine	Hainbuche	Europa
<i>Celtis australis</i>	Zürgelbaum	Südeuropa, N-Afrika, W-Asien
<i>Fraxinus ornus</i>	Blumenesche	Südeuropa, Kleinasien
<i>Fraxinus pennsylvanica</i> Summit	Rotesche	Mitte/ Osten USA
<i>Ginkgo biloba</i>	Ginkgo	China
<i>Gleditsia triacanthos</i> Skyline	Gleditsie	Nordamerika
<i>Liquidambar styraciflua</i>	Amberbaum	Osten USA
<i>Magnolia kobus</i>	Kobushi-Magnolie	Japan
<i>Ostrya carpinifolia</i>	Hopfenbuche	Südeuropa, Kleinasien
<i>Parrotia persica</i>	Eisenholzbaum	Nordiran, S-Rußland
<i>Quercus cerris</i>	Zerreiche	Mittel-/Südeuropa, Kleinasien
<i>Quercus x hispanica</i> Wageningen	Span. Eiche	NAK Züchtung, Ede, NL 1979
<i>Quercus frainetto</i> Trump	Ungarische Eiche	Südosteuropa, Kleinasien
<i>Sophora japonica</i> Regent	Jap. Schnurbaum	China, Korea
<i>Tilia tomentosa</i> Brabant	Silberlinde	SO-Europa, Kleinasien
<i>Ulmus</i> Lobel	Ulme	Züchtung: De Dorschkamp, Wageningen, NL, 1973
<i>Zelkova serrata</i> Green Vase	Jap. Zelkovie	Japan, Korea, China

### 3.2 Einsatz und Untersuchung von Baums substraten

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

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

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

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



Bild 1: Wurzelwerk einer Rotesche (2. Standjahr)



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

Während sich die Substrate der unterschiedlichen Hersteller in den Partnerstädten durch die vorgegebene Sieblinie in den physikalischen Eigenschaften trotz unterschiedlicher Zusammensetzung stark ähnelten, war unklar, ob dies auch für bodenchemische Parameter und damit die Nährstoffgehalte galt. Darüberhinaus stellte sich die Frage, ob die bewußt mager gehaltenen Substrate im Laufe der Zeit aufgedüngt werden müssen, um eine ausreichende Versorgung der Jungbäume während der Auswurzelungsphase bis zum Anschluß an den gewachsenen Boden zu gewährleisten. Um diese Fragen zu klären, wurden in enger Zusammenarbeit mit dem Fachzentrum Analytik der Nährstoffstatus der Versuchsbäume bei der Pflanzung und über den Verlauf des Versuchs die Nährstoffversorgung der Substrate an den verschiedenen Standorten untersucht.

### 3.3 Einsatz von Mykorrhiza-Pilzpräparaten

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

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

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

Vom Fachzentrum Analytik wurden die als Großballenware aus Baumschulen gepflanzten Bäume unmittelbar bei der Pflanzung beprobt und die Mykorrhizierung und die Intensität der Mykorrhizierung der Feinwurzeln bestimmt. Desweiteren wurden die verwendeten Baumsubstrate auf den Sporengelhalt nativer Mykorrhizapilze untersucht. Die Ergebnisse sind unter anderem im Abschlussbericht des Fachzentrums Analytik zum Forschungsvorhaben „Untersuchungen zu Wirkungen von Mykorrhiza-Pilzpräparaten als Antistressfaktoren bei Stadtbäumen im Rahmen des Projektes Stadtgrün 2021“ KL/12/01 ausführlich dargestellt.

Um den Einfluss der Mykorrhiza-Pilzpräparate auf das Wachstum der verschiedenen Versuchsbaumarten zu erfassen, wurden die Zuwachsmessungen an den Versuchsbaumarten bei den jährlichen Wachstumsbonituren jeweils für die Varianten „inokuliert“ und „nicht inokuliert“ ausgewertet.

### **3.4 Monitoring**

Seit 2010 werden jährlich Frühjahrs- und Herbstbonituren zu Frost- und Trockenschäden, Kronenvitalität, Gesundheit und Zuwachsleistung der Bäume durchgeführt. Zusätzlich wird in enger Zusammenarbeit mit den Gartenämtern der Partnerstädte die Phänologie der einzelnen Baumarten an den verschiedenen Standorten aufgezeichnet, d.h. die jeweilige Kalenderwoche des Blattaustriebs, der Blattverfärbung und des Blattfalls. Damit lassen sich neben der Spätfrostgefährdung auch die Vegetationslängen (Differenz zwischen Austrieb und Blattfärbung) für die einzelnen Baumarten bestimmen.

## 4. Ergebnisse und Diskussion

### 4.1 Ausfall von Versuchsbäumen 2010 – 2014

Seit Versuchsbeginn sind an allen drei Standorten insgesamt 49 Bäume von den ursprünglich gepflanzten insgesamt 460 Bäumen (11%) ausgefallen, wobei frostbedingt der höchste Anteil in Hof/Münchberg abgestorben ist (s. Tab.2, 4).

Tabelle 2: Ausfälle/Gesamtzahl gepflanzter Bäume an den drei Versuchsstandorten

Würzburg	Hof/ Münchberg	Kempton
11/160	20/ 148	18/ 152
7%	14%	12%

Die höchsten Ausfälle zeigte die Kombination von schlechter Baumschulware bei kaum am Markt vorhandenen Baumarten und ausgeprägten Frostereignissen (z.B. bei *Quercus frainetto* 'Trump', s. 4.2.1), aber auch Autounfälle oder extrem hohe Wühlmauspopulationen auf den Mittelstreifen (s. 4.7) spielen eine Rolle.

Tabelle 3: Ursachen für die Ausfälle von Versuchsbäumen

Ursache	n
Überfahren	6
Wühlmäuse	3
Schneelast/ Windbruch	3
Frost	3
schlechte Baumschulqualität x Frost	28
Schädlinge/ Krankheit	3
abgestorben/ nicht mehr ausgetrieben	3

Ausfälle während des 1. Standjahres wurden nachgepflanzt; spätere Ausfälle wurden nicht mehr ersetzt, so dass sich Ende 2014 noch 425 Bäume im Versuch befanden.

### 4.2 Frosttoleranz der Versuchsbaumarten

Da Straßenbäume während der Anwachsphase in den ersten Jahren regelmäßig gewässert wurden, können derzeit noch keine Aussagen zur Trockenstresstoleranz der einzelnen Versuchsbaumarten getroffen werden. Dank der ausgeprägten Winter 2010 – 2013 mit teils extremen Frostereignissen können jedoch schon vorläufige Ergebnisse zur Frosttoleranz der einzelnen Baumarten vorgestellt werden.

Tabelle 4: Frostschäden 2010–2014 an den verschiedenen Versuchsbaumarten; Angaben als Anzahl geschädigter Bäume/ Gesamtzahl gepflanzter Bäume an einem Standort; gelb unterlegte Baumarten zeigten im Untersuchungszeitraum keine der genannten Frostschäden; „Langriss“= Stammriss vom Stammfuß bis zum Kronenansatz

Versuchsbaumart	Versuchsstandort	Leittrieb (> 20cm zurückgefroren)	Stammrisse	Himmelsrichtung Stammrisse	abgestorben	Anmerkung	2010	2011	2012	2013	2014
<i>A. buergerianum</i>	Kempton	4/8			1/8						
<i>A. buergerianum</i>	Hof		2/8	S, NO		Langrisse, gute Überwallung					
<i>A. buergerianum</i>	Würzburg		1/8	N		teilweise Überwallung					
<i>A. monspessulanum</i>	alle										
<i>Alnus x spaethii</i>	Kempton		8/8	S		gute Überwallung					
<i>Alnus x spaethii</i>	Münchberg		4/6	S		gute Überwallung					
<i>Alnus x spaethii</i>	Würzburg		7/8	SW		gute Überwallung					
<i>C. betulus</i> Frans Fontaine	Kempton		3/8	W	1/8	1x Langriss ohne Überwallung, 2x Überwallung					
<i>C. betulus</i> Frans Fontaine	Hof		2/8	N, S							
<i>Celtis australis</i>	Kempton	6/8									
<i>Celtis australis</i>	Münchberg		1/6	NO	6/6						
<i>Fraxinus ornus</i>	alle										
<i>F. pennsylvanica</i> Summit	alle										
<i>Ginkgo biloba</i>	Münchberg	1/6				häufiges Zurückthieren des letztjährigen Zuwachses					
<i>Ginkgo biloba</i>	Würzburg		2/8	N, S		überwallt schlecht					
<i>Gleditsia triacanthos</i> Skyline	alle										
<i>Liquidambar styraciflua</i>	Kempton				2/8	Schneebruch 2010, 2012, 2013					
<i>Magnolia kobus</i>	Hof		1/8			Stammrisse höchstwahrscheinlich auf Pilzerkrankung (Verticillium?) zurückzuführen					
<i>Ostrya carpinifolia</i>	Hof	2/8				starke "Blattbräune" im ersten Jahr mit Neuaustrieb					
<i>Parrotia persica</i>	Hof	4/8									
<i>Parrotia persica</i>	Würzburg	1/8									
<i>Quercus cerris</i>	alle										
<i>Q. frainetto</i> Trump	Hof				8/8	schlechte Baumschulware, Ersatzpflanzung 2011					
<i>Q. hispanica</i> Wageningen	Kempton		7/8	alle	5/8	schlechte Baumschulware, insbes.					
<i>Q. hispanica</i> Wageningen	Münchberg		5/6	alle	3/6	Wurzelwerk; teilweise					
<i>Q. hispanica</i> Wageningen	Würzburg		8/8	alle	5/8	Ersatzpflanzung 2013					
<i>Sophora japonica</i> Regent	Hof		3/8	S, O, W		teils gute Überwallung					
<i>Sophora japonica</i> Regent	Kempton	1/8	1/8	NO		völlig überwallt					
<i>Tilia tomentosa</i> Brabant	Hof	8/8			2/8	2010 + 2013 stark zurückgefroren					
<i>Ulmus</i> Lobel	alle										
<i>Zelkova serrata</i> Green Vase	Hof		3/8	O, S, N		Stammrisse 2x2010, 1x2011, alte Stammrisse gut überwallt					
<i>Zelkova serrata</i> Green Vase	Kempton		1/8	alle		Stammrisse rund um Kronenansatz					
<i>Zelkova serrata</i> Green Vase	Würzburg	1/8	1/8	SO	1/8	schlechte Baumschulware, nicht ausgewurzelt					

#### 4.2.1 Winterhärte

An den Standorten Würzburg und Hof/Münchberg wurde ein Teil der Baumarten im Spätherbst 2009, alle weiteren Bäume im Frühjahr 2010 gepflanzt.

In den langen, kalten Wintern 2009/10 und 2012/13 mit einer überdurchschnittlichen Anzahl von Eistagen an allen Standorten wurde die Frosttoleranz der Versuchsbaumarten auf die Probe gestellt. In Hof zeigten sich, wie erwartet, die schwersten Schäden: *Quercus frainetto* 'Trump' fiel hier im ersten Winter komplett aus (Tab.4). Dies ist zumindest teilweise auf die geringe Qualität der Bäume, aber vermutlich auch auf die starke Salzbelastung an dem Standort, einer stark befahrenen Ausfallstraße, zurückzuführen. Um die Frostresistenz dieser Art hinreichend testen zu können, wurden die abgestorbenen Bäume mit qualitativ

besserer Baumschulware nachgepflanzt. Schwere Frostschäden wurden bei *Tilia tomentosa* 'Brabant' nach dem ersten Winter festgestellt, die zum Ausfall zweier Bäume führten. Nach einem starken Rückschnitt der restlichen Bäume, der anschließend zu einer guten Erholung führte, wurden erneut starke Frostschäden nach dem Winter 2012/ 2013 beobachtet.



Bild 3: Frostschäden bei bei *Tilia tomentosa* 'Brabant', Frühjahr 2013

Einige der 2010 gepflanzten Baumarten zeigten nach dem ersten Winter, trotz seines milden Verlaufs, deutliche Frostschäden (Tab.4): Leittriebsschäden von über 20 cm Länge wurden in Hof bzw. Kempten bei *A. buergerianum*, *Celtis australis*, *Ginkgo biloba*, *Ostrya carpinifolia*, *Parrotia persica* und *Sophora japonica* 'Regent' beobachtet. Nach ihrer Etablierung am Standort wurden nach dem sehr kalten Winter 2012/13 keine weiteren Schäden beobachtet (Ausnahme: *Celtis australis*, s.4.2.4).

#### 4.2.2 Schneelast

Bisher erweist sich lediglich *Liquidambar styraciflua* als schneelastgefährdet: in Kempten brachen im schneereichen Winter 2009/10 und während des vorzeitigen Wintereinbruchs 2012 und 2013 Kronenteile von Bäumen bzw. ein gesamter Baum unter der Schneelast zusammen (Bild 4).



Bild 4: Vorzeitiger Wintereinbruch, Oktober 2012: *Liquidambar styraciflua* unter Schneelast zusammengebrochen (Foto: Gartenamt Kempten)

### 4.2.3 Spätfrost

Von den Spätfrosten Anfang Mai 2011 waren in Hof/Münchberg *Sophora japonica* 'Regent' und *Fraxinus ornus* stark betroffen, deren Austrieb vollständig erfroren ist (Bild 5a). Wider Erwarten trieben jedoch beide Arten im Laufe des Frühjahrs komplett neu aus, so dass im Frühsommer so gut wie keine Frostschäden mehr erkennbar waren (Bild 5b). Bei den Zuwachsbonituren im Herbst wurden keine Wachstumsbeeinträchtigungen beobachtet. In Kempten hat *Fraxinus pennsylvanica* 'Summit' mittlere Frostschäden an den ausgetriebenen Blättern erlitten, aber auch hier erfolgreich durchgetrieben. In Würzburg, wo die Temperaturen etwas höher lagen, aber die meisten Versuchsbaumarten auch deutlich früher als an den anderen beiden Standorten ausgetrieben hatten und die Blätter bis zum Spätfrostereignis gut ausdifferenziert waren, haben die Spätfroste keine der Versuchsbaumarten in Mitleidenschaft gezogen.



Bild 5: Spätfrostgeschädigte Blumenesche in Münchberg (Foto: Bauhof Münchberg) Anfang Mai (a) und nach dem Neuaustrieb im Juni (b)

#### 4.2.4 Barfrost

Der starke Temperatureinbruch im Februar 2012 mit über drei Wochen anhaltenden Barfrösten (Abb.1), wodurch am kältesten Standort in Hof/Münchberg der Boden über einen Meter tief gefroren war, führte zu einem Totalausfall von *Celtis australis* in Münchberg. An den anderen Standorten hat der Zürgelbaum dagegen keinen Schaden genommen. *Alnus x spaethii* zeigte an allen Standorten bis zu 20cm lange Stammaufrisse im Kronenansatzbereich, die durch die Wüchsigkeit der Art größtenteils relativ schnell überwunden dürften (s. Tab.4, Abb.1). Da sich die Späth'sche Erle ansonsten frosthart zeigt, könnte man diesem Schwachpunkt begegnen, indem man bei der Pflanzung einen Stammanstrich bis in den Kronenansatz anbringt. Eine der *Carpinus betulus* 'Frans Fontaine' in Kempten erlitt einen über einen Meter langen Stammriss, der in Folge zum Absterben des Baumes führte. Weitere Barfrostschäden waren nicht zu beobachten.

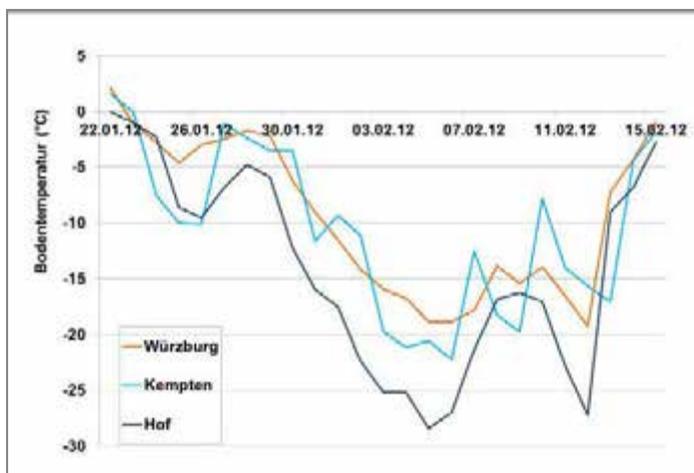


Abbildung 1: Temperatureinbruch, Februar 2012;



Bild 6: *Alnus x spaethii*, 2013

#### 4.2.5 Frostbedingte Stammrisse

Im letzten Jahrzehnt haben Stammrisse bei Bäumen stark zugenommen, die meist auf Frostschäden oder hohe Sonneneinstrahlung („Sonnenbrand“) zurückzuführen sind. Häufig führen diese Rindennekrosen in der Folge zum Totalausfall der Bäume (Dujesiefken & Stobbe 2002). Besonders gefährdet sind heimische Ahornarten, Linden und die Rosskastanie. Inwieweit die Versuchsbaumarten für diese thermischen Belastungen anfällig sind, ist nicht bekannt. Lediglich bei der *Magnolia kobus* wird von den Baumschulen ein dichter Stammschutz gegen hohe Temperaturen empfohlen, da diese Baumart hitzeempfindlich ist.

Am Kältestandort Hof scheinen, trotz Tonkinmanschetten, die Arten *Acer buergerianum*, *Sophora japonica* 'Regent' und *Zelkova serrata* 'Green Vase' gefährdet zu sein (s. Tab.4). Insbesondere *A. buergerianum* zeigte nach dem ersten Winter in Hof an zwei Bäumen Stammrisse über die gesamte Stammlänge bis in den Kronenansatz, die zwar langsam zuwallen, aber die Vitalität der Bäume beeinträchtigen.

*Quercus x hispanica* 'Wageningen' zeigte an allen Standorten massive Stammaufrisse, deren Bedeutung jedoch unklar ist (s. Tab.4). Die spanische Eiche ist ein Hybride aus Zerreiche (*Quercus cerris*) und Korkeiche (*Quercus suber*). Unter der aufgeplatzten Borke ist ein ausgeprägtes Korkgewebe wie bei der Korkeiche zu finden, so dass keine nachhaltigen Schädigungen im Kambium zu erwarten sind. Insgesamt sind jedoch über die Jahre mehr als die Hälfte der Bäume an allen Standorten ausgefallen. Eine Begutachtung des Wurzelwerks der abgestorbenen Bäume deutet als primäre Ursache eher auf die sehr schlechte Pflanzenqualität als auf die Auswirkung von Frostschäden hin.

#### 4.2.6 Bewertung der Frosthärte der Versuchsbaumarten

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

Tabelle 5: Frost- und Salztoleranzbewertung der einzelnen Versuchsbaumarten

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

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

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

Salztoleranz: + salztolerant, - salzempfindlich

### 4.3 Phänologie

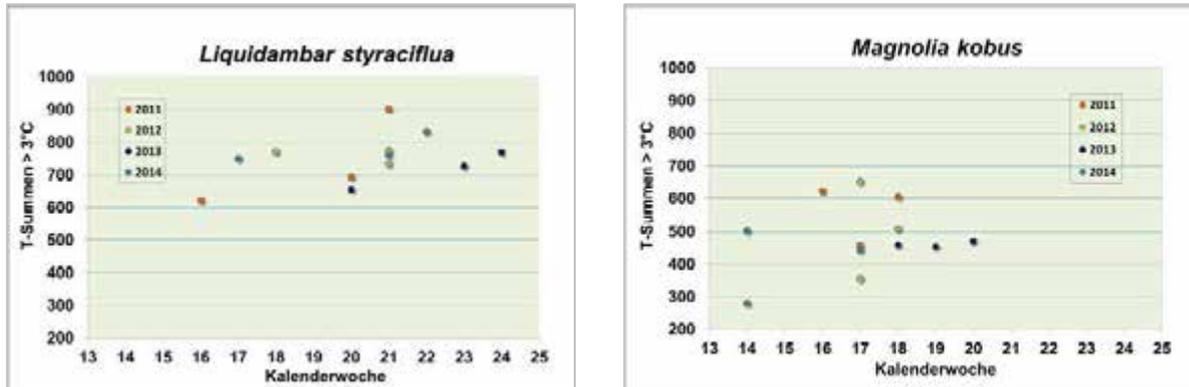
Phänologische Beobachtungen erlauben, das „Verhalten“ der einzelnen Baumarten im Zusammenhang mit den lokalen Wetterereignissen an den einzelnen Standorten, sowie „Verhaltensunterschiede“ zwischen den einzelnen Arten bzw. Sorten zu beschreiben. Dies ist im Hinblick auf den sich bereits abzeichnenden Klimawandel von größter Bedeutung, um die Resilienz der einzelnen Versuchsbaumarten gegenüber Klimaveränderungen, aber auch im Hinblick auf klimatische Extremereignisse beurteilen zu können.



Abbildung 2: Phänologische Uhr für Bayern

Bereits jetzt zeichnen sich Phänologieverschiebungen ab, und es wird deutlich, dass sich der Blattaustrieb in den letzten Jahrzehnten verfrüht und die Vegetationsperiode in Süddeutschland verlängert hat (Schaber & Badeck 2005; Abb.2). Dank der tatkräftigen Unterstützung der Gartenämter und Bauhöfe in den verschiedenen Partnerstädten werden seit 2011 phänologische Beobachtungen an den einzelnen Baumarten/ -sorten an den drei Standorten durchgeführt: es werden der Austrieb, die Blattfärbung und der Blattfall der einzelnen Arten dokumentiert. Aus der Differenz zwischen Austrieb und Blattfärbung lässt sich die Vegetationslänge für die einzelnen Arten berechnen.

Der Austrieb wird über das Kältebedürfnis („chilling“), Tageslänge und Temperatursummen gesteuert. Die einzelnen Faktoren haben bei unterschiedlichen Baumarten einen unterschiedlich starken Einfluss. Für die Versuchsbaumarten liegen, soweit uns bekannt, keine Untersuchungen vor. Erste Auswertungen zeigen, dass *Liquidambar styraciflua* z.B. deutlich stärker durch Temperatursummen gesteuert wird, während *Magnolia kobus* eine eher tageslängengesteuerte Art ist (Abb.3 a+b).

Abbildung 3a+b: Austriebszeitpunkt von *Liquidambar styraciflua* (a) und *Magnolia kobus* (b) in den Jahren 2010-2014

Betrachtet man die Kalenderwoche des Austriebs in den einzelnen Jahren näher, so erfolgte der Austrieb erwartungsgemäß am wärmsten Standort in Würzburg durchgängig früher als an den anderen beiden Standorten, während der Kältestandort Hof/Münchberg im Allgemeinen das Schlußlicht bildete. Es gab jedoch erhebliche Unterschiede zwischen den einzelnen Versuchsbaumarten, sowohl was den zeitlichen Beginn des Austriebs (Frühtreiber/Spättreiber) als auch die Variabilität des Austriebszeitpunkts an den verschiedenen Standorten betrifft (Beispiel: Tab.6).

Tabelle 6: Austrieb 2013; Kempten ●, Hof/Münchberg X, Würzburg Δ

Versuchsbaumarten	KW 16	KW 17	KW 18	KW 19	KW 20	KW 21	KW 22	KW 23	KW 24
<i>Acer buergerianum</i>			Δ		●	X			
<i>Acer monspessulanum</i>			Δ	X	●				
<i>Alnus x spaethii</i>		Δ		●	X				
<i>Carpinus betulus</i> Frans Fontaine		Δ		●		X			
<i>Celtis australis</i>				Δ	●				
<i>Fraxinus ornus</i>			Δ	● X					
<i>Fraxinus pennsylvanica</i> Summit				Δ ●	X				
<i>Ginkgo biloba</i> (männl. Selektion)				Δ		●			X
<i>Gleditsia triacanthos</i> Skyline					Δ X	●			
<i>Liquidambar styraciflua</i>					Δ			●	X
<i>Magnolia kobus</i>			Δ	●	X				
<i>Ostrya carpinifolia</i>		Δ		●				X	
<i>Parrotia persica</i>		Δ		●	X				
<i>Quercus cerris</i>					Δ	● X			
<i>Quercus frainetto</i> Trump		Δ		●		X			
<i>Quercus x hispanica</i> Wageningen						Δ		X	●
<i>Sophora japonica</i> Regent				●	Δ		X		
<i>Tilia tomentosa</i> Brabant		Δ			●			X	
<i>Ulmus</i> Lobel				Δ ●		X			
<i>Zelkova serrata</i> Green Vase				Δ	●	X			

Auch bei der Vegetationslänge ergaben sich deutliche Unterschiede zwischen verschiedenen Baumarten (z.B. war 2014 die Vegetationsperiode von *Ulmus* 'Lobel' zehn Wochen länger als bei *Gleditsia triacanthos* 'Skyline'), aber auch in der Variabilität der Arten bzw. Sorten zwischen den Standorten.

Eine überdurchschnittlich lange Vegetationsperiode zeigten 2014 *Alnus x spaethii*, *Quercus cerris*, *Ostrya carpinifolia* und *Ulmus 'Lobel'*, die jedoch, anders als erwartet, nicht alle zu den wüchsigsten Arten gehören (s. 4.4: *Q. cerris*, *Ostrya carpinifolia*, Tab.15+16). D.h. Wüchsigkeit korreliert nur bedingt mit der Vegetationslänge: so ist z.B. *Fraxinus pennsylvanica* 'Summit' eine der wüchsigsten Arten bei einer der kürzesten Vegetationsperioden.

Ebenfalls unerwartet war die Vegetationslänge der Versuchsbaumarten an dem Kältestandort Hof/Münchberg nur bei wenigen Arten kürzer als an den anderen beiden Standorten, während einige Arten, wie z.B. *Acer monspessulanum*, *Gleditsia triacanthos* 'Skyline' und *Parrotia persica* hier die mit Abstand längste Vegetationsperiode aufwiesen.

#### 4.4 Vitalität der Versuchsbaumarten

Da die Versuchsbäume aller Standorte in den ersten Standjahren von den Gartenämtern ausreichend gewässert wurden, um ein gutes Anwachsen zu gewährleisten, und 2014 die erste Saison ohne Bewässerung war, wurden bei den jährlichen Bonituren so gut wie keine Trockenstresssymptome festgestellt. Mit wenigen Ausnahmen war auch die Kronenvitalität der Bäume gut bis sehr gut. Auf frostbedingte Vitalitätseinbußen wird hier nicht mehr eingegangen (siehe 4.2).



Bild 7: *Magnolia kobus*, Hof



*Carpinus betulus* Frans Fontaine, Kempten

## 4.5 Zuwachsleistungen der Versuchsbaumarten

Wie zu erwarten, zeigte ein Großteil der Versuchsbaumarten trotz hervorragender Auswurzelung (s. 3.2) in den ersten Jahren nach der Pflanzung ein verhaltenes Wachstum („Pflanzschock“), das sich nach der Etablierung am Standort deutlich steigerte (Bsp. Abb.4a+b). Interessanterweise erholten sich die meisten Baumarten zuerst an dem Kältestandort Hof/ Münchberg von dem Pflanzschock. Im letzten Jahr begann sich das Wachstum an den verschiedenen Standorten bei einigen Baumarten stärker anzugleichen (Abb.4a+b, Tab.7-11).

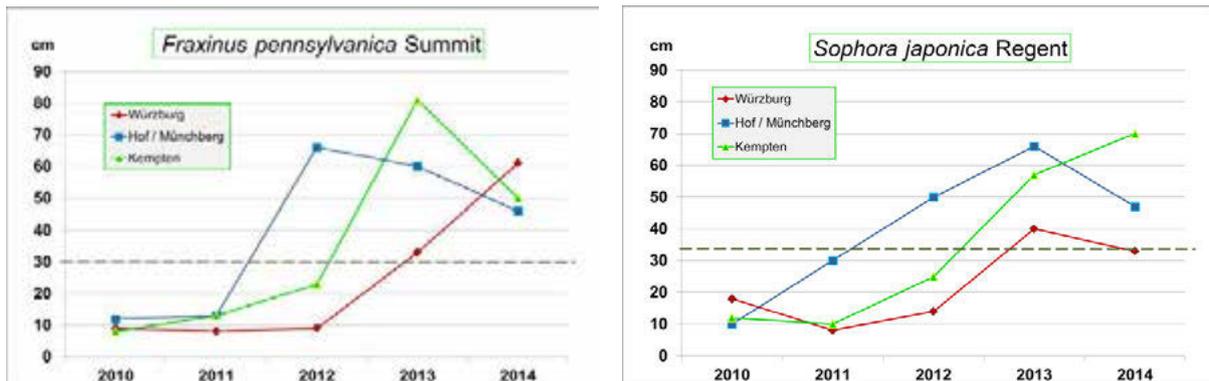


Abbildung 4 a+b: Verlauf des Seitentriebwachstums in den Jahren 2010-2014. --- mittelstarkes Wachstum

Einzelne langsam wüchsige Arten zeigten durchgängig gleich bleibende Zuwächse (Bsp. *Liquidambar styraciflua*, Abb.5a). Bei anderen zeichnet sich an Hand ihres Wachstums bereits ab, dass sie für bestimmte Standorte besonders gut geeignet sind (Bsp. kälteliebende *Magnolia kobus*, Abb.5b, Tab.7-10).

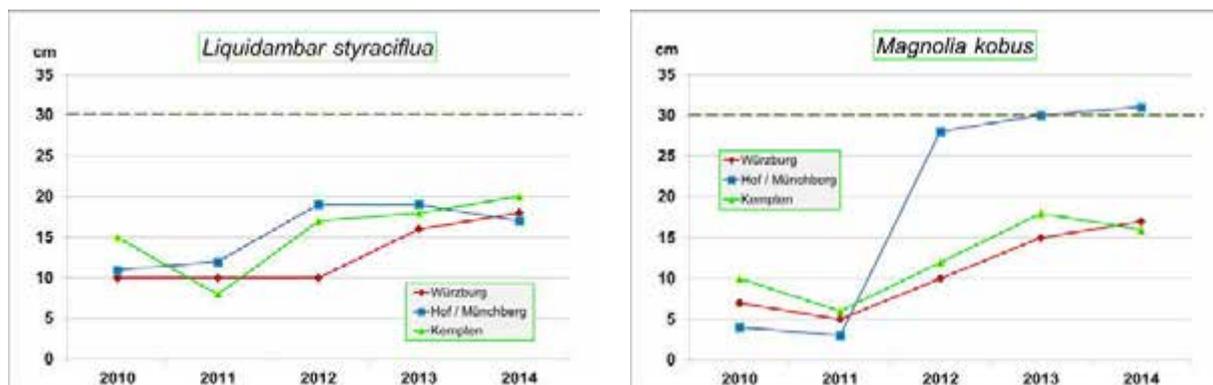


Abbildung 5a+b: Verlauf des Seitentriebwachstums in den Jahren 2010-2014. --- mittelstarkes Wachstum.

Insgesamt zeigen die Versuchsbaumarten trotz der mageren Baumsubstratstandorte (s. 3.2) bisher mit wenigen Ausnahmen ein zufriedenstellendes bis sehr gutes Wachstum, das häufig im oder über dem von Baumschulen angegebenen Bereich liegt (s. Tab.7+8). Die Rangfolge der einzelnen Baumarten gemäß ihrer Wüchsigkeit unterscheidet sich jedoch an den verschiedenen Standorten (Tab.9+10).

Tabelle 7: Mittlerer Stammzuwachs (cm) seit der Pflanzung; \* abgestorben

Baumarten	Würzburg	Hof/ Münchberg	Kempton
<i>A. buergerianum</i>	13,0	11,4	6,4
<i>A. monspessulanum</i>	13,3	8,2	7,8
<i>Alnus x spaethii</i>	24,1	21,2	24,9
<i>C.betulus</i> Frans Fontaine	10,0	7,9	4,9
<i>Celtis australis</i>	11,3	*	6,9
<i>Fraxinus ornus</i>	15,1	11,6	9,1
<i>F. pennsylvanica</i> Summit	9,1	11,1	9,0
<i>Ginkgo biloba</i>	7,6	3,3	4,5
<i>Gleditsia triacanthos</i> Skyline	5,9	7,5	6,3
<i>Liquidambar styraciflua</i>	10,9	9,8	7,3
<i>Magnolia kobus</i>	6,0	10,6	6,3
<i>Ostrya carpinifolia</i>	14,0	11,5	6,2
<i>Parrotia persica</i>	9,0	7,6	7,4
<i>Quercus cerris</i>	10,9	11,0	5,0
<i>Q. frainetto</i> Trump	16,5	5,1	7,9
<i>Q. hispanica</i> Wageningen	8,0	12,0	6,8
<i>Sophora japonica</i> Regent	10,4	14,1	8,3
<i>Tilia tomentosa</i> Brabant	17,0	18,5	8,3
<i>Ulmus</i> Lobel	12,0	14,3	15,3
<i>Zelkova serrata</i> GV	13,5	10,8	14,5
	11,9	10,9	8,6

Tabelle 8: Mittlerer Leittriebzuwachs (cm) der einzelnen Versuchsbaumarten 2013/2014 im Vergleich zu den Zuwachsraten in der Baumschule Bruns (blau unterlegt: Wüchsigkeit  $\geq$  als in der Baumschule Bruns); \* abgestorben

Versuchsbaumarten	Würzburg	Kempton	Hof/ Münchberg	Baumschule Bruns
<i>A. buergerianum</i>	31,7	47	41,9	
<i>A. monspessulanum</i>	28,5	18,9	29,4	35
<i>Alnus x spaethii</i>	37,2	63,8	49,4	50
<i>C.betulus</i> Frans Fontaine	55,3	37,4	28,8	
<i>Celtis australis</i>	21,2	8,2	*	
<i>Fraxinus ornus</i>	27,9	40,8	30,7	20
<i>F. pennsylvanica</i> Summit	37,0	74,6	45,3	
<i>Ginkgo biloba</i>	32,5	33,8	2,8	35
<i>Gleditsia triacanthos</i> Skyline	49,3	48,8	41,8	25-30
<i>Liquidambar styraciflua</i>	27,1	39,4	27,1	35
<i>Magnolia kobus</i>	24,1	18,5	33,5	30
<i>Ostrya carpinifolia</i>	44,0	30,5	37,8	
<i>Parrotia persica</i>	42,8	44,8	41,2	20-25
<i>Quercus cerris</i>	34,4	11,8	36,8	35
<i>Q. frainetto</i> Trump	32,5	26,5	20,7	25-40
<i>Q. hispanica</i> Wageningen	7,5	9,6	29,4	
<i>Sophora japonica</i> Regent	42,4	74,7	60,2	50-60
<i>Tilia tomentosa</i> Brabant	30,3	33,7	82,4	40
<i>Ulmus</i> Lobel	39,5	84,6	49,3	30
<i>Zelkova serrata</i> Green Vase	28,3	17,2	48,7	
	33,7	38,2	38,8	

Tabelle 9: Mittlerer Triebblängenzuwachs (cm) der einzelnen Versuchsbaumarten 2013/2014 in absteigender Rangfolge in Würzburg und Kempten.

<b>Würzburg</b>	<b>cm</b>	<b>Kempten</b>	<b>cm</b>
<i>Fraxinus pennsylvanica</i> Summit	46,8	<i>Ulmus</i> Lobel	71,4
<i>Carpinus betulus</i> Frans Fontaine	44,5	<i>Fraxinus pennsylvanica</i> Summit	65,3
<i>Gleditsia triacanthos</i> Skyline	42,0	<i>Sophora japonica</i> Regent	63,4
<i>Quercus frainetto</i> Trump	41,2	<i>Alnus x spaethii</i>	60,8
<i>Acer buergerianum</i>	37,8	<i>Zelkova serrata</i> Green Vase	45,5
<i>Sophora japonica</i> Regent	36,7	<i>Acer buergerianum</i>	41,6
<i>Ostrya carpinifolia</i>	35,3	<i>Gleditsia triacanthos</i> Skyline	40,5
<i>Ulmus</i> Lobel	33,8	<i>Parrotia persica</i>	40,3
<i>Tilia tomentosa</i> Brabant	32,7	<i>Fraxinus ornus</i>	33,7
<i>Alnus x spaethii</i>	29,9	<i>Tilia tomentosa</i> Brabant	27,0
<i>Parrotia persica</i>	29,5	<i>Ostrya carpinifolia</i>	23,1
<i>Zelkova serrata</i> Green Vase	28,1	<i>Liquidambar styraciflua</i>	18,6
<i>Acer monspessulanum</i>	24,4	<i>Ginkgo biloba</i>	18,2
<i>Fraxinus ornus</i>	23,1	<i>Celtis australis</i>	17,4
<i>Ginkgo biloba</i>	20,2	<i>Magnolia kobus</i>	17,1
<i>Celtis australis</i>	18,0	<i>Carpinus betulus</i> Frans Fontaine	15,6
<i>Liquidambar styraciflua</i>	17,1	<i>Acer monspessulanum</i>	15,1
<i>Magnolia kobus</i>	15,7	<i>Quercus frainetto</i> Trump	14,3
<i>Quercus cerris</i>	12,6	<i>Quercus hispanica</i> Wageningen	9,2
<i>Quercus hispanica</i> Wageningen	9,6	<i>Quercus cerris</i>	7,5
	28,9		32,3

Tabelle 10: Mittlerer Triebblängenzuwachs (cm) der einzelnen Versuchsbaumarten 2013/2014 in absteigender Rangfolge in Hof/Münchberg; \* nach starkem Frostrückschnitt

<b>Hof/ Münchberg</b>	<b>cm</b>
<i>Tilia tomentosa</i> Brabant *	66,5
<i>Sophora japonica</i> Regent	56,6
<i>Fraxinus pennsylvanica</i> Summit	52,9
<i>Ulmus</i> Lobel	45,5
<i>A. buergerianum</i>	39,5
<i>Alnus x spaethii</i>	37,6
<i>Gleditsia triacanthos</i> Skyline	36,8
<i>Zelkova serrata</i> Green Vase	36,0
<i>Quercus hispanica</i> Wageningen	33,0
<i>Parrotia persica</i>	31,7
<i>Magnolia kobus</i>	30,6
<i>Ostrya carpinifolia</i>	30,1
<i>Carpinus betulus</i> Frans Fontaine	29,0
<i>Fraxinus ornus</i>	28,4
<i>Acer monspessulanum</i>	28,3
<i>Quercus cerris</i>	24,0
<i>Liquidambar styraciflua</i>	18,1
<i>Quercus frainetto</i> Trump	15,2
<i>Ginkgo biloba</i>	3,4
<i>Celtis australis</i>	
	33,9

Tabelle 11: Rangfolge in der Wüchsigkeit des Leittriebes der einzelnen Versuchsbaumarten an den verschiedenen Standorten in den Jahren 2012 – 2014.

Versuchsbaumarten	Würzburg 2012	Würzburg 2013	Würzburg 2014	Hof / Münchberg 2012	Hof / Münchberg 2013	Hof / Münchberg 2014	Kempten 2012	Kempten 2013	Kempten 2014
<i>A. buergerianum</i>	3	3	3	1	1	2	2	2	1
<i>A. monspessulanum</i>	1	2	1	2	1	2	3	3	3
<i>Alnus x spaethii</i>	3	2	3	1	3	1	2	1	2
<i>C.betulus</i> Frans fontaine	3	1	1	1	3	3	2	2	2
<i>Celtis australis</i>									
<i>Fraxinus ornus</i>	3	3	2	2	2	3	1	1	1
<i>F. pennsylvanica</i> Summit	3	3	2	1	2	3	2	1	1
<i>Ginkgo biloba</i>	1	1	2	3	3	3	2	2	1
<i>Gleditsia triacanthos</i> Skyline	3	3	1	1	2	3	2	1	2
<i>Liquidambar styraciflua</i>	3	3	2	1,5	2	3	1,5	1	1
<i>Magnolia kobus</i>	2,5	2	2	1	1	1	2,5	3	3
<i>Ostrya carpinifolia</i>	3	2	1	1	1	2,5	2	3	2,5
<i>Parrotia persica</i>	3	3	2,5	2	2	2,5	1	1	1
<i>Quercus cerris</i>	2,5	2	1	1	1	2	2,5	3	3
<i>Q. frainetto</i> Trump	1	1	2,5	3	3	2,5	2	2	1
<i>Q. hispanica</i> Wageningen	2,5	2,5	3	1	1	1	2,5	2,5	2
<i>Sophora japonica</i> Regent	2,5	3	3	1	2	2	2,5	1	1
<i>Tilia tomentosa</i> Brabant	3	3	2,5	1	1*	1	2	2	2,5
<i>Ulmus</i> Lobel	3	3	2	2	2	3	1	1	1
Vase	3	2	1	1	1	2	2	3	3
Mittlerer Rang	2,6	2,3	2,0	1,4	1,8	2,2	2,0	1,9	1,8

\* nach starkem Zurückfrieren

#### 4.6 Einfluss der Mykorrhiza-Pilzinokulation auf das Wachstum der Versuchsbäume

Legt man beim Triebblängenwachstum und dem Wachstum des Stammumfangs seit der Pflanzung eine Mindestdifferenz von 5cm fest, um Wachstumsunterschiede zwischen der Variante der mit Mykorrhiza-Pilzpräparate inokulierten Bäume und den unbehandelten Kontrollbäumen abgrenzen zu können, so konnten keine systematischen Unterschiede während des Untersuchungszeitraumes festgestellt werden (Tab.12-14). Demnach unterschied sich keine der Baumarten an keinem Standort im Stammumfangzuwachs zwischen den beiden Varianten (Tab.12). Auch beim Triebblängenzuwachs konnte während des Versuchszeitraumes bei vielen Baumarten kein Unterschied zwischen den Varianten festgestellt werden (Tab.13+14). Die beobachteten Unterschiede in den Triebblängenzuwächsen der inokulierten und nicht inokulierten Varianten waren weder über die Jahre noch bei den einzelnen Baumarten konsistent. Entsprechend der visuellen Befunde hatte die Inokulation mit den Mykorrhiza-Pilzinokulaten keine Einfluss auf die Vitalität und die vegetative Entwicklung der Versuchsbäume. Diese Beobachtungen spiegeln sich auch in den differenzierenden Untersuchungen zur Mykorrhizierung der Wurzeln der Versuchbaumarten wider. Sie werden im Abschlussbericht des Fachzentrums Analytik zum Forschungsvorhaben „Untersuchungen zu Wirkungen von Mykorrhiza-Pilzpräparaten als Antistressfaktoren bei Stadtbäumen im Rahmen des Projektes Stadtgrün 2021“ KL/12/01 ausführlich dargestellt.

Tabelle 12: Mittlerer Stammzuwachs seit Pflanzung; o. Myk= Kontrollbäume, mit Myk= mit Mykorrhiza-Pilzpräparat inokulierte Bäume

Würzburg	o. Myk	mit Myk	Hof/ Münchberg	o. Myk	mit Myk	Kempton	o. Myk	mit Myk
<i>A. buergerianum</i>	12,3	13,8	<i>A. buergerianum</i>	11,3	11,5	<i>A. buergerianum</i>	5,3	7,5
<i>A. monspessulanum</i>	14,3	12,3	<i>A. monspessulanum</i>	10,0	6,3	<i>A. monspessulanum</i>	8,8	6,8
<i>Alnus x spaethii</i>	23,0	25,3	<i>Alnus x spaethii</i>	22,0	20,3	<i>Alnus x spaethii</i>	25,5	24,3
<i>C.betulus</i> Frans fontaine	9,0	11,0	<i>C.betulus</i> Frans fontaine	10,0	5,8	<i>C.betulus</i> Frans fontaine	4,5	5,3
<i>Celtis australis</i>	11,0	11,5	<i>Celtis australis</i>	tot	tot	<i>Celtis australis</i>	5,8	8,0
<i>Fraxinus ornus</i>	17,5	12,8	<i>Fraxinus ornus</i>	11,8	11,5	<i>Fraxinus ornus</i>	9,7	8,5
<i>F. pennsylvanica</i> Summit	9,0	9,3	<i>F. pennsylvanica</i> Summit	10,8	11,5	<i>F. pennsylvanica</i> Summit	8,5	9,5
<i>Ginkgo biloba</i>	8,3	7,0	<i>Ginkgo biloba</i>	3,0	3,7	<i>Ginkgo biloba</i>	3,5	5,5
<i>Gleditsia triacanthos</i> Skyline	5,0	6,8	<i>Gleditsia triacanthos</i> Skyline	6,7	8,3	<i>Gleditsia triacanthos</i> Skyline	5,0	7,7
<i>Liquidambar styraciflua</i>	9,8	12,0	<i>Liquidambar styraciflua</i>	9,5	10,0	<i>Liquidambar styraciflua</i>	8,3	6,3
<i>Magnolia kobus</i>	6,5	5,5	<i>Magnolia kobus</i>	8,0	13,3	<i>Magnolia kobus</i>	6,7	6,0
<i>Ostrya carpinifolia</i>	15,0	13,0	<i>Ostrya carpinifolia</i>	12,3	10,8	<i>Ostrya carpinifolia</i>	5,3	7,0
<i>Parrotia persica</i>	7,0	11,0	<i>Parrotia persica</i>	8,5	6,8	<i>Parrotia persica</i>	7,8	7,0
<i>Quercus cerris</i>	10,3	11,5	<i>Quercus cerris</i>	11,0	11,0	<i>Quercus cerris</i>	3,8	6,3
<i>Q. frainetto</i> Trump	17,8	15,3	<i>Q. frainetto</i> Trump *	5,1	5,1	<i>Q. frainetto</i> Trump	7,5	8,3
<i>Q. hispanica</i> Wageningen	10,0	6,0	<i>Q. hispanica</i> Wageningen	11,0	13,0	<i>Q. hispanica</i> Wageningen	7,0	6,5
<i>Sophora japonica</i> Regent	11,8	9,0	<i>Sophora japonica</i> Regent	14,0	14,3	<i>Sophora japonica</i> Regent	8,3	8,3
<i>Tilia tomentosa</i> Brabant	17,8	16,3	<i>Tilia tomentosa</i> Brabant	19,5	17,5	<i>Tilia tomentosa</i> Brabant	9,0	7,5
<i>Ulmus</i> Lobel	12,3	11,8	<i>Ulmus</i> Lobel	14,3	14,3	<i>Ulmus</i> Lobel	16,3	14,3
<i>Zelkova serrata</i> Green Vase	11,8	15,3	<i>Zelkova serrata</i> Green Vase	11,0	10,7	<i>Zelkova serrata</i> Green Vase	14,5	14,5
Mittel	12,0	11,8	Mittel	11,0	10,8	Mittel	8,5	8,7
	cm	cm		cm	cm		cm	cm

Tabelle 13: Mittlerer Triebblängenzuwachs 2014; o. Myk= Kontrollbäume, mit Myk= mit Mykorrhiza-Pilzpräparat inokulierte Bäume; Variante mit größerer Zuwachsleistung braun unterlegt

Würzburg	o. Myk	mit Myk	Hof/ Münchberg	o. Myk	mit Myk	Kempton	o. Myk	mit Myk
<i>A. buergerianum</i>	38,3	26,4	<i>A. buergerianum</i>	44,3	28,8	<i>A. buergerianum</i>	45,2	45,1
<i>A. monspessulanum</i>	23,8	25,9	<i>A. monspessulanum</i>	30,1	21,0	<i>A. monspessulanum</i>	16,2	19,5
<i>Alnus x spaethii</i>	30,3	29,8	<i>Alnus x spaethii</i>	49,4	44,2	<i>Alnus x spaethii</i>	48,7	58,0
<i>C.betulus</i> Frans fontaine	31,8	41,5	<i>C.betulus</i> Frans fontaine	37,3	14,7	<i>C.betulus</i> Frans fontaine	16,8	12,3
<i>Celtis australis</i>	17,7	20,6	<i>Celtis australis</i>	tot	tot	<i>Celtis australis</i>	18,6	26,0
<i>Fraxinus ornus</i>	35,6	21,3	<i>Fraxinus ornus</i>	36,4	22,3	<i>Fraxinus ornus</i>	36,4	39,5
<i>F. pennsylvanica</i> Summit	48,9	72,2	<i>F. pennsylvanica</i> Summit	43,3	47,7	<i>F. pennsylvanica</i> Summit	50,0	49,2
<i>Ginkgo biloba</i>	27,4	31,0	<i>Ginkgo biloba</i>	5,0	8,7	<i>Ginkgo biloba</i>	29,5	33,8
<i>Gleditsia triacanthos</i> Skyline	44,9	43,3	<i>Gleditsia triacanthos</i> Skyline	30,9	35,3	<i>Gleditsia triacanthos</i> Skyline	33,9	38,2
<i>Liquidambar styraciflua</i>	17,6	19,1	<i>Liquidambar styraciflua</i>	11,9	22,9	<i>Liquidambar styraciflua</i>	20,1	19,0
<i>Magnolia kobus</i>	16,2	17,3	<i>Magnolia kobus</i>	24,8	36,8	<i>Magnolia kobus</i>	15,3	16,2
<i>Ostrya carpinifolia</i>	31,3	44,3	<i>Ostrya carpinifolia</i>	17,1	19,8	<i>Ostrya carpinifolia</i>	14,4	19,4
<i>Parrotia persica</i>	21,0	25,7	<i>Parrotia persica</i>	25,4	29,5	<i>Parrotia persica</i>	42,5	39,3
<i>Quercus cerris</i>	14,3	23,5	<i>Quercus cerris</i>	28,1	21,8	<i>Quercus cerris</i>	3,4	14,8
<i>Q. frainetto</i> Trump	41,4	27,7	<i>Q. frainetto</i> Trump	18,1	16,6	<i>Q. frainetto</i> Trump	29,7	8,7
<i>Q. hispanica</i> Wageningen	19,8	3,3	<i>Q. hispanica</i> Wageningen	38,0	62,0	<i>Q. hispanica</i> Wageningen	5,0	19,8
<i>Sophora japonica</i> Regent	32,3	34,4	<i>Sophora japonica</i> Regent	46,1	47,5	<i>Sophora japonica</i> Regent	92,0	48,0
<i>Tilia tomentosa</i> Brabant	36,6	27,1	<i>Tilia tomentosa</i> Brabant	27,9	29,0	<i>Tilia tomentosa</i> Brabant	26,2	20,1
<i>Ulmus</i> Lobel	47,0	46,7	<i>Ulmus</i> Lobel	19,5	35,4	<i>Ulmus</i> Lobel	69,2	68,4
<i>Zelkova serrata</i> Green Vase	27,0	41,3	<i>Zelkova serrata</i> Green Vase	28,8	18,3	<i>Zelkova serrata</i> Green Vase	16,0	22,8
Mittel	30,2	31,1	Mittel	29,6	29,6	Mittel	31,5	30,9
	cm	cm		cm	cm		cm	cm
Summe der Arten mit größerem Wachstum gegenüber der Variante	6	6		7	6		3	6

Tabelle 14: Mittlerer Triebblängenzuwachs: Anzahl der Baumarten mit höheren Zuwachsraten ( $\geq 5$ cm) je Variante und Untersuchungsjahr an den verschiedenen Standorten; o. Myk= Kontrollbäume, mit Myk= mit Mykorrhiza-Pilzpräparat inokulierte Bäume

	Würzburg		Hof/Münchberg		Kempton	
	o. Myk	mit Myk	o. Myk	mit Myk	o. Myk	mit Myk
2010	2	1	4	3	3	3
2011	5	3	4	4	2	3
2012	3	6	6	7	3	7
2013	9	4	6	8	2	7
2014	6	6	7	6	3	6

## 4.7 Schädlinge/ Krankheiten

An *Quercus cerris* trat 2014 zum ersten Mal in Kempten und Würzburg an je einem Baum der Eichenprozessionsspinner auf, von dem man mittlerweile weiß, dass er die Zerreiche trotz ihrer harten Blätter keineswegs meidet, sondern im Gegenteil große Schäden, z.B. in ungarischen Wäldern, verursachen kann (LWF, Lobinger pers. Mttlg.). *Quercus frainetto* 'Trumpf' und *Q. hispanica* 'Wageningen' sind bisher an den Versuchsstandorten nicht von dem Schädling betroffen.



Bild 8: Reste eines Eichenprozessionsspinner-Nestes, Adulttier und Häutungsreste der Raupen des Spinners

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



Bild 9: Fraßgänge der Raupe des Blausiebs

Ansonsten wurde kein wesentlicher Schädlingsbefall an den Versuchsbaumarten festgestellt. Lediglich die folgenden Arten zeigten einen geringen Schädlingsbefall an allen drei Standorten: an der Späth'sche Erle wurde Lochfraß durch den Blauen Erlenblattkäfer (*Agelastica alni*), an der amerikanischen Rotesche Blattlausbefall und an der Ulme leichte Saugschäden durch Zikaden an den Blättern beobachtet. Der Blattlausbefall ging mit zunehmender Etablierung der Roteschen an den Standorten stark zurück.



Bild 10: Loch- und Fensterfraß durch den Erlenblattkäfer (a) an der Späth'schen Erle; Erlenblattkäferlarven (b)



Bild 11: Geringer Zikadenschaden an den Blättern der *Ulmus* 'Lobel'

An verschiedenen Mittelstreifenstandorten in Hof und Kempten befinden sich extrem hohe Wühlmauspopulationen. Durch Totalfraß an den Wurzeln sind in Kempten drei *Q. frainetto* 'Trumpf' verloren gegangen.



Bild 12: Wühlmäuse in Kempton: Wühlmauslöcher; 2 extrem wurzelgeschädigte ungarische Eichen (Foto: Gartenamt Kempton)

Krankheiten traten bis auf vereinzelt Rotpustelbefall bei Einzelbäumen verschiedener Baumarten bisher nicht auf, mit einer Ausnahme: bei der Hopfenbuche in Hof wurde im ersten Jahr nach normalem Austrieb das Absterben eines Großteils des Austriebs beobachtet. Innerhalb weniger Wochen trieb die Hopfenbuche jedoch wieder aus und erholte sich fast vollständig (siehe Bild 13). Die Symptome ähneln der Blattbräune bei der Platane, allerdings ist eine entsprechende Pilzerkrankung bei der Hopfenbuche bisher nicht beschrieben. Solche Absterbererscheinungen des Austriebs sind in den Folgejahren nie wieder aufgetreten.



Bild 13: *Ostrya carpinifolia* in Hof, KW 26 und KW 34, 2010

## 4.8 Nährstoffgehalte der Substrate

Um einen Überblick über Ausgangssituation zu bekommen, wurden in enger Zusammenarbeit mit dem Fachzentrum Analytik bei der Pflanzung sowohl Ballenproben (=Nährstoffstatus aus den Baumschulen) als auch Substratproben (=Nährstoffgehalte der Substrate) genommen und analysiert (Tab.15). Im Frühjahr 2012 wurden erneut an den verschiedenen Standorten Substratproben gezogen, um die Nährstoffsituation zu beurteilen (Tab.15).

Die Ergebnisse der Analysen zeigen, dass die einzelnen Versuchsbaumarten in ihren Ballensubstraten sehr unterschiedliche pH-Werte, aber auch eine beachtliche Spannweite an Nährstoffgehalten aus der Baumschule aufwiesen, die teilweise um das 5-fache zwischen den Arten differierten (Tab.15). Die Ergebnisse der Baumsubstratanalysen an den verschiedenen Standorten ergab, dass sich die Substrate hinsichtlich der pflanzenverfügbaren Nährstoffe auf Grund ihrer unterschiedlichen Zusammensetzung deutlich unterscheiden: das in Würzburg verwendete Substrat hat eine hohe Kaliumversorgung, während das Substrat in Hof hohe Phosphatwerte aufweist (Tab.15). Legt man die von Averdieck (2006) erstellten Gehaltsklassen für die einzelnen Nährstoffe für Baumschulflächen zu Grunde, so liegen die Hauptnährstoffe Phosphor, Kalium und Magnesium in den Baumsubstraten zum Zeitpunkt des Einbaus mit einer Ausnahme ( $K_2O$  in Kempten) im mittleren bis (sehr) hohen Bereich.

Im Jahr 2012 ergaben sich für Würzburg unverändert hohe Werte im Baumsubstrat, während die  $K_2O$ - und Mg-Gehalte zwei Jahre nach Pflanzung der Versuchsbäume in den Städten Kempten und Hof/Münchberg deutlich zurückgegangen waren.

Auf Grund dieser Tatsache und der geringen Stickstoffversorgung der bewusst mager gehaltenen Substrate wurde nach eingehenden Diskussionen mit Experten beschlossen, im Frühjahr 2013 eine N-P-K - Düngung (6 - 5 - 11) in Kempten und Hof/Münchberg, in Würzburg wegen der hohen Kaliwerte eine spezielle N-P - Düngung (6 - 5) der Bäume durchzuführen. Der Flüssigdünger wurde als 1%ige Lösung je 100l pro Baum ausgebracht.

Anschließende Substratanalysen im Herbst 2013 deuteten auf eine nach wie vor sehr geringe Stickstoffversorgung hin (Tab.15), so dass im Frühjahr 2014 eine reine Stickstoffdüngung mit einem Langzeitdünger (Hornmehl: 90g N/ Baum) durchgeführt wurde, der mit je 100l Wasser pro Baum eingeschwenkt wurde.

Tabelle 15: Pflanzenverfügbare Nährstoffgehalte der Substrate

niedriger -      mittlerer -      hoher - Nährstoffgehalt      lt. Averdieck (2006)

Standort	pH-Wert	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Mg (CaCl <sub>2</sub> )	N <sub>min</sub>	N <sub>min</sub>	Mn	Fe	B
		mg/100g Boden (trocken)			mg/100g Boden (feucht)	kg/ha	mg/kg Boden (trocken)		
<b>Ballensubstrate, Probennahme Herbst 2009/Frühjahr 2010</b>									
Würzburg (mit Spannbreite)	5,8 (4,7 – 7,3)	26,9 (7-39)	11,8 (4-33)	9,0 (4-17)	2,03 (0,72-3,85)	3,5 (1,2-6,6)			
<b>Baumsubstrate, Probennahme Herbst 2009/Frühjahr 2010</b>									
Würzburg	7,4	11,7	79,8	13,8	0,6	1,0			
Kempton	7,4	20,5	13,0	11,0	1,1	1,9			
Hof / Münchberg	7,3	36,2	58,5	13,5	1,4	2,4			
<b>Baumsubstrate, Probennahme April 2012</b>									
Würzburg	7,3	13	75	13,0	0,8	1,3		65,7	0,31
Kempton	7,4	25	6	7,5	1,0	1,7		24,3	0,29
Hof / Münchberg	7,3	39	11	5,3	1,1	1,9		22,68	0,11
<b>Baumsubstrate, Probennahme September 2013</b>									
Würzburg	7,0	14	69	15	0,93	1,6			
Kempton	7,3	21	7	7	1,07	1,8			
Hof / Münchberg	7,1	39	10	5	1,04	1,8			
<b>Baumsubstrate, Probennahme August 2014</b>									
Würzburg	7,3	10	66	12	0,69	1,2	49,1	90,5	0,25
Würzburg, ungedüngt	7,3	9,1	63	12	0,70	1,2	49,4	89,8	0,22
Kempton	7,4	19	7	6	0,98	1,7	9,9	23,4	0,1
Hof / Münchberg	7,3	36	9	6	1,06	1,8	12,7	21,2	0,15

Um den Einfluss der zweimaligen Erhaltungsdüngung auf die Nährstoffversorgung der Versuchsbäume besser abschätzen zu können, wurden im Sommer 2014 von sechs Versuchsbaumarten sowohl Substrat- als auch Blattproben genommen und analysiert (Tab.15+16). In Würzburg standen darüberhinaus ungedüngte Bäume dieser Versuchsarten zur Verfügung, die vergleichend untersucht werden konnten (Tab.15+16).

Tabelle 16: Blattanalysen 2014

Eingang	Baumart	Standort	N %	P g/kg	K g/kg	Mg g/kg	Mn mg/kg	Fe mg/kg	B mg/kg
05.08.2014	Carpinus betulus/gedüngt	Würzburg	1,6	1,1	12,6	1,7	72	85	46
05.08.2014	Carpinus betulus/Kontrolle	Würzburg	1,6	1,4	12,0	2,1	65	77	76
05.08.2014	Fraxinus pennsylvanica / gedüngt	Würzburg	2,3	1,7	14,4	1,1	14	61	21
05.08.2014	Fraxinus pennsylvanica/ Kontrolle	Würzburg	1,8	2,2	14,9	1,4	15	52	26
05.08.2014	Ginkgo biloba / gedüngt	Würzburg	2,2	2,6	21,1	3,1	15	67	35
05.08.2014	Ginkgo biloba / Kontrolle	Würzburg	1,5	3,1	18,8	2,6	15	51	38
05.08.2014	Ostrya carpinifolia / gedüngt	Würzburg	2,0	1,2	10,4	1,6	44	116	28
05.08.2014	Ostrya carpinifolia / Kontrolle	Würzburg	2,1	1,4	11,1	1,7	64	142	33
05.08.2014	Tilia tomentosa / gedüngt	Würzburg	2,1	2,1	15,0	3,9	34	77	65
05.08.2014	Tilia tomentosa / Kontrolle	Würzburg	2,1	1,9	15,5	4,1	56	82	73
06.08.2014.	Zelkova serrata / gedüngt	Würzburg	2,0	1,4	19,2	1,5	19	50	43
06.08.2014.	Zelkova serrata / Kontrolle	Würzburg	1,3	2,5	15,7	2,2	18	45	40
19.08.2014	Carpinus betulus / gedüngt	Hof	2,2	1,4	11,8	1,3	35	82	20
19.08.2014	Fraxinus pennsylvanica / gedüngt	Hof	2,2	2,5	15,6	1,6	25	55	25
19.08.2014	Ginkgo biloba / gedüngt	Hof	1,8	4,5	13,0	2,2	13	48	37
19.08.2014	Ostrya carpinifolia / gedüngt	Hof	2,3	1,6	9,4	1,2	64	164	23
19.08.2014	Tilia tomentosa / gedüngt	Hof	2,5	2,5	13,3	3,3	46	202	50
19.08.2014	Zelkova serrata / gedüngt	Hof	2,0	2,2	14,7	1,7	24	68	64
07.08.2014	Carpinus betulus / gedüngt	Kempton	1,8	1,2	10,3	1,3	32	95	49
07.08.2014	Fraxinus pennsylvanica / gedüngt	Kempton	2,1	2,4	15,2	1,7	15	46	25
07.08.2014	Ginkgo biloba / gedüngt	Kempton	1,8	4,9	22,8	1,3	13	32	53
07.08.2014	Ostrya carpinifolia / gedüngt	Kempton	2,2	1,6	8,2	1,3	61	132	38
07.08.2014	Tilia tomentosa / gedüngt	Kempton	2,1	2,2	14,3	2,8	22	66	62
07.08.2014	Zelkova serrata / gedüngt	Kempton	2,0	2,1	16,5	1,5	14	72	76
	niedriger Nährstoffgehalt								
	normaler Nährstoffgehalt								
	optimaler Nährstoffgehalt								

lt. Literaturübersicht von J. van den Burg 1985, 1990; Witt 1997

Die Ergebnisse der Substratanalysen zeigten an allen Standorten nahezu unveränderte Stickstoff- und Hauptnährstoffgehalte gegenüber 2014. Auch zwischen den ungedüngten und zweifach gedüngten Bäumen in Würzburg ergaben sich keine Unterschiede in den Nährstoffgehalten. Zieht man die Blattanalysen der Versuchsbäume mit in Betracht, so zeigt sich, dass trotz der vermeintlich niedrigen Kalium- und Magnesiumwerte in den Substraten in Kempton und Hof die Analysewerte im „grünen“ bzw. hohen Bereich liegen (Tab.16). Lediglich bei der Stickstoffversorgung liegen vereinzelt niedrige Werte in den Blättern von ungedüngten Kontrollbäumen vor. Bei den Spurenelementen ergibt sich folgendes Bild: das in Würzburg verwendete Substrat hat bei allen untersuchten Spurenelementen (Mn, Fe, B) deutlich höhere Gehalte als die Substrate an den anderen beiden Standorten (Tab.15+16). Dies spiegelt sich jedoch nicht in den Blattanalysen wieder, die belegen, dass die Bäume an allen Standorten einen guten Versorgungsgrad mit Eisen und Bor aufweisen. Interessanterweise ist die

Versorgung mit dem Spurenelement Mangan baumart- und nicht standortspezifisch: trotz des hohen Mn-Gehalts des Würzburger Substrats gegenüber den anderen Standorten zeigen die Blätter der Versuchsbäume an allen Standorten artspezifisch sehr ähnliche Gehalte dieses Elements.

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

Darüberhinaus erfolgt die Nährstoffversorgung der Bäume über die gesamte Baumgrube mit einer Tiefe von 150cm und nicht nur über 30cm Oberboden wie bei landwirtschaftlichen Kulturen. Berücksichtigt man dementsprechend die Stickstoffressourcen in kg/ha bezogen auf 150cm statt auf 30cm Bodentiefe, ergibt sich eine gute bis sehr gute Nährstoffversorgung an allen Standorten. Zudem sind, analog zu einschlägigen Untersuchungen in der freien Landschaft und im Forst, auch im urbanen Bereich pflanzenverfügbare Stickstoffdepositionen aus der Atmosphäre zu erwarten.

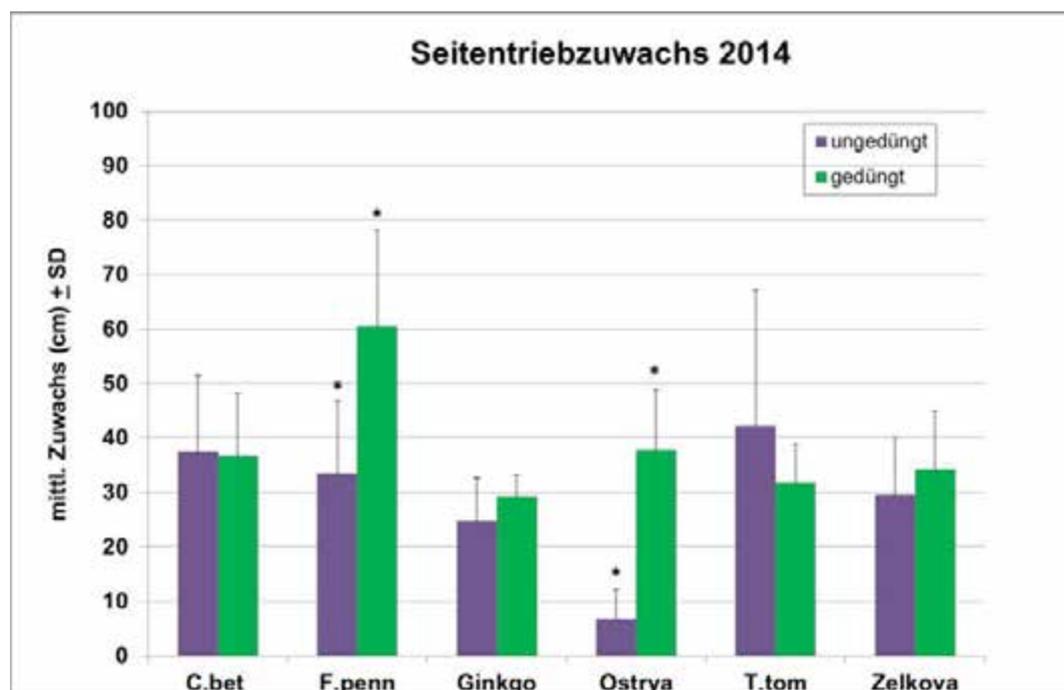


Abbildung 6: Seitentriebzuwächse gedüngter und ungedüngter Versuchsbäume in Würzburg; SD=Standardabweichung; \* statistisch signifikante Unterschiede

Diese Überlegungen sowie die Ergebnisse der Blattanalysen werden durch visuelle Kontrollen während der Bonituren bestätigt (s. 3.4), bei denen in den Versuchsjahren keinerlei Chlorosen an den Blättern der Versuchsbäume festgestellt wurden.

Auch die Zuwachsraten sprechen gegen Nährstoffmängel (s. 4.5). Vergleicht man darüberhinaus die Zuwachsraten gedüngter und ungedüngter Bäume in Würzburg, 2014, so zeigen sich auch hier bei der überwiegenden Anzahl der Baumarten keine signifikanten Unterschiede (Abb.6).

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

Prügl (2015) weist noch auf folgendes Problem hin: Die VDLUFA-Richtwerte für den Nährstoffgehalt beziehen sich auf den Feinboden, Korngröße 0-2 mm. Alle mineralischen Bestandteile die größer sind, werden vor der Analyse abgeseibt. Technische Baumsubstrate haben aber oft einen „Steinanteil“ von über 80%. In Abhängigkeit vom Mineralbestand und der Verwitterbarkeit kann diese Kiesfraktion ein Nährstoffpotential darstellen, das mit den derzeitigen Methodenstandards nicht erfasst wird. Es ist deshalb nicht auszuschließen, dass die bisherigen Nährstoffanalysen der Baumsusbstrate dieses endogene Nährstoffpotential nicht vollumfänglich abbilden.

## 5. 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 bisher über 25 bayerische Kommunen beteiligt, die ihre Praxiserfahrungen mit den im Versuchsprojekt verwendeten Versuchsbaumarten an den eigenen Standorten unterschiedlicher klimatischer Prägung einbringen (Abb.7).



Abbildung 7: Partnerstädte und Netzwerkgemeinden im ‚Bayerischen Netzwerk „Klimabäume“‘

Dies geschieht jährlich über standardisierte, interaktive Boniturbögen, die in den Gemeinden erfasst und an die LWG zur Auswertung weitergeleitet werden (Anhang A). Mittlerweile sind fast alle Versuchsbaumarten in den Netzwerkgemeinden in nicht unerheblichen Stückzahlen vertreten (Tab.17); weitere Kommunen wollen sich dem Netzwerk anschließen.

Tabelle 17: Gesamtanzahl der Bäume der verschiedenen Versuchsbaumarten in den Netzwerkgemeinden

Versuchsbaumarten	Anzahl Bäume	Anzahl Bäume
	2012	2014
<i>Gleditsia triacanthos</i> Skyline	207	282
<i>Ulmus</i> Lobel	80	84
<i>Alnus x spaethii</i>	73	111
<i>Quercus cerris</i>	71	81
<i>Ginkgo biloba</i>	68	161
<i>Carpinus betulus</i> Frans Fontaine	64	148
<i>Liquidambar styraciflua</i>	61	103
<i>Tilia tomentosa</i> Brabant	53	63
<i>Fraxinus ornus</i>	49	48
<i>Sophora japonica</i> Regent	45	69
<i>Quercus frainetto</i> Trump	35	32
<i>Ostrya carpinifolia</i>	27	33
<i>Celtis australis</i>	26	28
<i>Parrotia persica</i>	20	30
<i>Fraxinus pennsylvanica</i> Summit	12	12
<i>Magnolia kobus</i>	8	13
<i>Acer monspessulanum</i>	4	8
<i>Acer buergerianum</i>	4	4
<i>Zelkova serrata</i> Green Vase	4	4
<i>Quercus x hispanica</i>	0	0
	<b>911</b>	<b>1314</b>

Die bayernweiten Erfahrungswerte aus den Netzwerkgemeinden werden regelmäßig ausgewertet (Bsp. Abb.8) und mit den Versuchsergebnissen aus dem Stadtbaumprojekt abgeglichen und auf den für die Netzwerk-Gemeinden ausgerichteten Veranstaltungen in zweijährigen Abständen vorgestellt und diskutiert.

Das 2. Forum „Bayerisches Netzwerk "Klimabäume"“ fand am 4.12.2014 mit über 40 Gartenamtsleitern und Stadtgärtnern statt.

(Siehe: [http://www.lwg.bayern.de/landespflge/urbanes\\_gruen/093634/index.php](http://www.lwg.bayern.de/landespflge/urbanes_gruen/093634/index.php)).

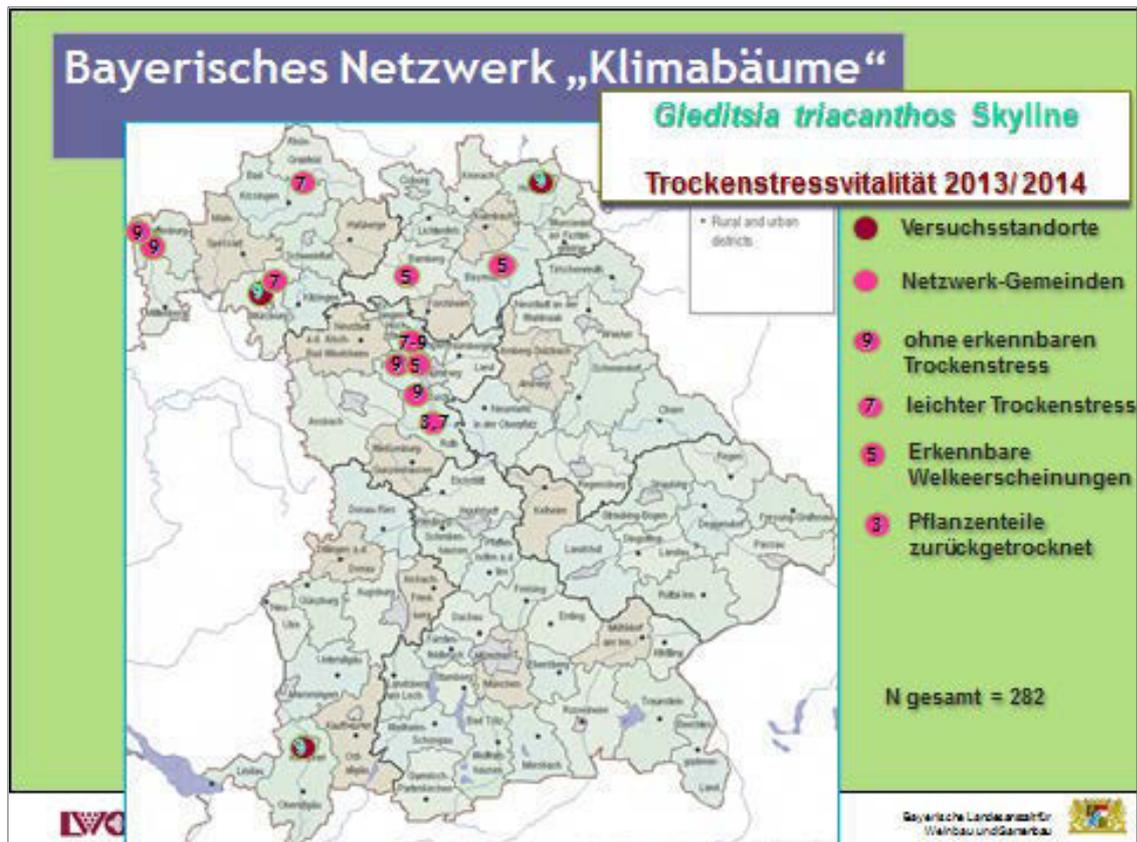


Abbildung 8: Trockenstress-Boniturnoten 2013/2014 für *Gleditsia triacanthos* ‚Skyline‘ in verschiedenen bayerischen Netzwerkgemeinden

Aus den Versuchs- und bayernweiten Erfahrungswerten werden sich in den nächsten Jahren differenzierte Aussagen zu den einzelnen Versuchsbaumarten ableiten lassen. Den „Allrounder“, der für alle Standorte geeignet ist, wird es nicht geben, wohl aber Baumarten, die den Hätetest kontinentaler Klimaeinflüsse in Ostbayern bestanden haben oder mit den hohen Anforderungen an die Trockenstreßtoleranz in Mittel- und Unterfranken zurecht kommen.

Dies wird es den Kommunen ermöglichen wird, eine standortgerechte Auswahl unter den getesteten Versuchsbaumarten zu treffen.

## 6. Ausblick

Das Projekt „Stadtgrün 2021“ erfährt nicht nur bayern-, sondern landesweit in Fach- und Praxiskreisen höchste Aufmerksamkeit und Anerkennung (siehe Teilnahme an den Osnabrücker (2013) und Augsburger Baumpflegetagen (2014) sowie am Berliner Kongress „Grün in der Stadt“ (2015) des BMEL & BMUB). Um die Vorreiterrolle Bayerns auf diesem Themenfeld zu sichern, soll das Projekt nicht nur in seiner jetzigen Form fortgeführt, sondern auch in den folgenden Bereichen vertieft und erweitert werden.

### **Trockenstresstoleranz der Versuchsbaumarten**

Der wichtigste Aspekt des sich bereits abzeichnenden Klimawandels für die Gehölzverwendung in der Stadt ist die zunehmende Tendenz zu häufigeren und längeren Trockenstressperioden im Frühjahr und Sommer. Ein Problem, das schon heute Stadtbäume vor große Herausforderungen stellt (Rust 2011). Um in Zukunft Vitalitätseinbußen und Ausfälle bei Stadtbäumen zu minimieren, wird dafür deren Trockenstresstoleranz von ganz entscheidender Bedeutung sein. Da die Versuchsbäume nach guter fachlicher Praxis während der Anwuchsphase in den ersten Jahren regelmäßig gewässert wurden, können derzeit noch keine Aussagen zur Trockenstresstoleranz der einzelnen Versuchsbaumarten getroffen werden. Seit 2014 wurde die Wässerung eingestellt, so dass witterungsabhängig in den kommenden Jahren Ergebnisse zur Trocken- und Hitzestresstoleranz der Versuchsbaumarten zu erwarten sind. Ausgehend von den Bonituren, mit denen die Vitalität, der Wuchs und die Gesundheit der Bäume überprüft werden, ergibt sich die Fragestellung, ob es bestimmte Eigenschaften gibt, die einzelne Arten besonders stresstolerant gegenüber länger andauernden Hitze- und Trockenperioden macht. Wenn sich an Hand der Ausprägung bestimmter morphologisch-anatomischer und physiologischer Parameter die Trockenstresstoleranz der einzelnen Arten mit den Vitalitätsboniturenergebnissen korrelieren und somit charakterisieren ließe, ergäbe sich daraus die Möglichkeit, diese Parameter auch auf bisher weniger bekannte Baumarten anzuwenden, um ihre „Stadtklimafestigkeit“ abzuschätzen. Dies wäre für die Gehölzverwendung und Erweiterung der Sortimentsempfehlungen für die Praxis, insbesondere die Baumschulsparte von erheblicher, auch wirtschaftlicher Bedeutung.

### **Vergleich der Wüchsigkeit und Vitalität herkömmlicher und „klimafester“ Baumarten**

Im Rahmen einer Doktorarbeit über Wachstumsraten gängiger Straßenbaumarten bei Prof. Pretzsch (Institut für Waldwachstumskunde, TU München) ist geplant, die Vitalität und Zuwachsraten einer „gefährdeten“ Hauptbaumart (Winterlinde) mit denen einer verwandten „klimafesten“ Art (Silberlinde) zu vergleichen. Dabei würden die im Projekt „Stadtgrün 2021“ erhobenen Wachstumsdaten der Silberlinden an den verschiedenen Versuchstandorten in die Auswertung einfließen.

### **Erweiterung des Versuchsbaumarten-Sortiments**

Auf Grund des sehr geringen Repertoires an gängigen Stadtbaumarten und dem dringenden Wunsch aus der Praxis werden im Rahmen der angelaufenen

Erweiterung des Projektes „Stadtgrün 2021“ zusätzlich zu den bisherigen 20 Baumarten zehn weitere ausgesuchte Baumarten auf Trockenstresstoleranz und Stadtklimaverträglichkeit getestet.

### **Phänologie der Versuchsbaumarten**

Phänologische Erhebungen sind wichtig, um das „Verhalten“ der einzelnen Baumarten im Zusammenhang mit den lokalen Wetterereignissen an den einzelnen Standorten, sowie „Verhaltensunterschiede“ zwischen den einzelnen Arten bzw. Sorten zu beschreiben. Dies ist im Hinblick auf den sich bereits abzeichnenden Klimawandel von größter Bedeutung, um die Resilienz der einzelnen Versuchsbaumarten gegenüber Klimaveränderungen, aber auch im Hinblick auf klimatische Extremereignisse beurteilen zu können. Dazu sollen phänologische Langzeitbeobachtungen der einzelnen Baumarten an den verschiedenen Standorten im direkten Vergleich mit den Frostschadensbonituren und den lokalen Wetterdaten wichtige Aufschlüsse geben. In einem experimentellen Ansatz (Bachelorarbeit bei Frau Prof. Menzel, Institut für Ökoklimatologie, TU München) wird seit 2014 untersucht, welche Faktoren (T-Summe, Kältebedürfnis) sich bei den Versuchsbaumarten am stärksten auf den Austrieb auswirken und wie hoch deren Spätfrostgefährdung ist. In einem weiteren Ansatz in Zusammenarbeit mit Prof. Paeth (Institut für Physische Geografie, Universität Würzburg) versuchen wir, die phänologische Typisierung der einzelnen Versuchsbaumarten mit den Vorhersagen regionaler Klimamodelle zu verknüpfen. Wichtige funktionale Zusammenhänge wurden in einer ersten Diplomarbeit erarbeitet, in einer weiteren Masterarbeit sollen entsprechende Modellierungen folgen, um antizipieren zu können, wie die einzelnen Baumarten auf eine zunehmend frühere Erwärmung im Frühjahr reagieren.

### **Nährstoffversorgung der Versuchsbaumarten**

FLL-Substrate werden auf Grund ihrer günstigen physikalischen Eigenschaften in der Praxis zunehmend eingesetzt. Ungeklärt ist, inwieweit die Nährstoffversorgung der Straßenbäume in solch artifiziellen, bewußt mager gehaltenen Substraten gewährleistet ist. Mit der im Projekt begonnen Langzeituntersuchung der Nährstoffgehalte in den Substraten im Abgleich mit der Nährstoffversorgung der Bäume liegen nun die ersten Daten vor, die unerwartete Ergebnisse liefern, aber keine abschließende Beurteilung zu lassen. In der Verlängerungsphase des Projekts soll deshalb in den folgenden Jahren die Nährstoffdynamik der Bäume und Substrate weiter verfolgt sowie im Erweiterungsprojekt von Beginn an begleitend untersucht werden, um eine wissenschaftlich fundierte Basis für den Nährstoffbedarf und die Nährstoffversorgung urbaner Gehölze zu erarbeiten. In diesem Zusammenhang sollen die VDLUFA-Methoden zur Boden- und Nährstoffanalytik an die spezifischen physikalisch-chemischen Bedingungen der FLL-Substrate adaptiert und die Komponenten der FLL-Substrate im Hinblick auf ihr Nährstoffspeicher- und Nährstoffnachlieferungsvermögen spezifiziert werden. Desgleichen muß über entsprechende Meßeinrichtungen an urbanen Standorten abgeklärt werden, inwieweit Stickstoffeinträge aus der Atmosphäre zur N-Düngung von Stadtbäumen beitragen. Darauf aufbauend soll ein praxisorientiertes Konzept für ein nachhaltiges und umweltgerechtes Nährstoffmanagement für urbane Gehölze in FLL-Substraten entwickelt und validiert werden.

## **Biodiversität in den Kronen der Versuchsbaumarten**

Von verschiedenen Stellen (v.a. Naturschützern) werden wir immer wieder darauf angesprochen, dass wir „fremdländische“ Versuchsbaumarten verwenden, die im Vergleich zu heimischen Arten einen wesentlich geringeren ökologischen Wert haben und entsprechend eine wesentlich geringere Biodiversität heimischer Tierarten in ihren Kronen aufweisen. Diese Behauptungen gründen sich im Wesentlichen auf eine Übersichtsarbeit aus dem forstlichen Bereich (Southwood 1961), die bei der Bewertung von Arthropoden zudem nur Spezialisten, aber keine Generalisten berücksichtigte. Aus urbanen Bereichen existieren bisher so gut wie keine Daten. Um die oft emotional geführte Diskussion über den „Wert“ „fremdländischer“ Baumarten auf eine objektive, fundierte Ebene zu holen, ist es wichtig, entsprechende Daten zu erheben. Daher ist geplant, im Rahmen mehrerer Bachelorarbeiten am Zoologischen Institut III in Würzburg (Dr. Mahsberg) die Arthropodenvielfalt in verschiedenen Versuchbaumarten und heimischen Straßenbaumarten gleichen Alters vergleichend zu untersuchen.

## 7. Literatur

- Averdieck, H. 2006. Düngung von Baumkulturen im Freiland. In: Meyer Taschenbuch Aktuelles Baumschulwissen, Hermann Meyer, Rellingen.
- Burg, van den, J. 1985. Foliar analysis for determination of tree nutrient status – a compilation of literature data. Institute for Forestry and Urban Ecology, Wageningen, NL, Rapport no.414.
- Burg, van den, J. 1990. Foliar analysis for determination of tree nutrient status – a compilation of literature data. Institute for Forestry and Urban Ecology, Wageningen, NL, Rapport no.591.
- Dujesiefken, D., Stobbe, H. 2002. Neuartige Stammschäden an Jungbäumen. Jahrbuch der Baumpflege 2002: 73-80.
- Kehr, R., Rust, S. 2007. Auswirkungen der Klima-Erwärmung auf die Baumphysiologie und das Auftreten von Krankheiten und Schädlingen. ProBaum 4: 2-10.
- Prügl, J., 2015. Aktuelle Streit- und Schadensfälle bei Rasenflächen, Fremdstoffen im Boden; Düngung von Stadt- und Straßenbäumen. Vortrag im Rahmen der Sachverständigen-Fortbildung, StMELF, München, 3.03.2015
- Roloff, A., Gillner, S., Bonn, S. 2008. Gehölzartenwahl im urbanen Raum unter dem Aspekt des Klimawandels. Sonderheft Grün ist Leben: 30-42.
- Rust, S., Roloff, A. 2008. Die Auswirkungen des Klimawandels auf die Stadtbäume. Jahrbuch der Baumpflege 2008: 40-47.
- Rust, S. 2011. . Auswirkungen des Klimawandels auf die Physiologie und Phänologie von Stadtbäumen. Veitshöchheimer Berichte 152: 51-58.
- Schaber, J., Badeck F.-W. 2005. Plant phenology in Germany over the 20th century. Reg. Environ. Change 5: 37-46.
- Tomiczek, C., Perny, B. 2005. Aktuelle Schäden an Bäumen im Stadtbereich. Forstschutz aktuell 34: 2-6.
- Witt, H. H. 1997. Düngung im Feldquartier. In: Krüssmann G. (Hrsg.): Die Baumschule. Parey Verlag, Berlin, S.147-198.

## 8. Vorträge und Veröffentlichungen

**Dr. Susanne Böll**

### Veröffentlichungen

- Böll, S. 2009. Stadtbaumarten im Klimawandel. Deutsche Baumschule 4/2009: 7
- Böll, S., Körber, K., Schönfeld, P. 2010. Zur Auswahl von Baumarten unter dem Aspekt des Klimawandels: das Projekt „Stadtgrün 2021“. Jahrbuch der Baumpflege
- Böll, S. 2010. Stadtbaumarten im Klimawandel – Projekt „Stadtgrün 2021“ GALABAU magazin Österreich 1/2010:4-6.
- Böll, S. 2010. Projekt „Stadtgrün 2021“: Stadtbaumarten im Klimawandel. TASPO 2.April 2010, Nr.13: 3
- Böll, S., Schönfeld, P., Körber, K., Herrmann, J. V.. Stadtbäume im Zeichen des Klimawandels: Projekt „Stadtgrün 2021“. AFZ – Der Wald 4/2011: 14-18.
- Böll, S., Schönfeld, P., Körber, K., Herrmann, J. V. 2010. Projekt „Stadtgrün 2021“ zukunftsfrüchtige Stadtbaumarten im Klimatest. Garten + Landschaft 4/2011
- Böll, S. 2011. „Stadtgrün 2021“ – zukunftsfrüchtige Baumarten im Klimatest. I. Versuchsaufbau und erste Boniturergebnisse. Veitshöchheimer Berichte aus der Landespflege, Heft 152:5-12.
- Böll, S., Schönfeld, P., Körber, K., Herrmann J.V. 2012. Stadtbäume im Zeichen des Klimawandels: Projekt „Stadtgrün 2021“. Schule + Beratung 11-12: 1-4.
- Böll, S., Schönfeld, P., Körber, K., Herrmann J.V. 2013. Stadtbäume der Zukunft – erste Ergebnisse aus dem Projekt „Stadtgrün 2021“. 31. Osnabrücker Baumpflegetage Tagungsband:11-27.
- Böll, S., Schönfeld, P., Körber, K., Herrmann J.V. 2013. Stadtbäume der Zukunft. TASPO Gartendesign 06.13: 30-35.
- Böll, S., Schönfeld, P., Körber, K., Herrmann J.V. 2014. „Stadtgrün 2021“ - Stadtbäume der Zukunft. Deutsche Baumschule 02/2014: 21-26.
- Böll, S., Schönfeld, P., Körber, K., Herrmann J.V. 2014. Stadtbäume unter Stress. LWF aktuell 98/2014:4-8.
- Böll, S., Schönfeld, P., Körber, K., Herrmann J.V. 2014. Stadtbäume im Zeichen des Klimawandels: Erste Ergebnisse aus dem Projekt „Stadtgrün 2021“ und weitere Ausblicke. Jahrbuch der Baumpflege 2014. S.155-170.
- Böll, S., Schönfeld, P., Körber, K., Herrmann J.V. 2014. Stadtbäume im Test. TASPO Baumzeitung 02/2014:16-18.
- Szabó, K., Böll, S., Erős-Honti, Zs. 2014. Applying artificial mykorrhizae in planting urban trees. Applied Ecology and Environmental Research 12: 835-853.
- Böll, S., Schönfeld, P., Körber, K. 2014. Stadtbäume im Test. Aussenraum 1: 46-51.

## Vorträge

- 19.11.2009 12. Jahrestagung der Deutschen Vereinigung für Mykorrhizaanwendung (CMAG)/ Deutsche Phytomedizinische Gesellschaft: Stadtbäume im Klimawandel – Möglichkeiten der Stressmoderation durch den Einsatz von Mykorrhiza
- 18.1.2010 21. Veitshöchheimer Gartenbautage: Baumschultag: „Stadtgrün 2021“ – Stadtbaumarten im Klimawandel
- 8.2.2010 Sicher in die Zukunft mit den richtigen Baumarten. 42. Veitshöchheimer Landespflegekongress.
- 4.2.2010 2. Forschungsforum Landschaft: Stadtbaumarten im Klimawandel
- 11.5.2010 Seminar der Bayerischen Gartenakademie: Quo vadis Stadtbaum? „Stadtgrün 2021“ – Stadtbaumarten im Klimawandel
- 7.9.2010 28. Osnabrücker Baumpflegetage: Stadtbaumarten im Klimawandel: Projekt „Stadtgrün 2021“
- 30.5.2011 12. Symposium zur Pflanzenverwendung in der Stadt, LWG Veitshöchheim: Stadtbaumarten im Klimawandel: Böll, S., Schönfeld, P. Stadtgrün 2021 – zukunftssträchtige Baumarten im Klimatest
- 7.6.2011 Seminar der Bayerischen Gartenakademie, Hof: Professionelles Grünflächenmanagement in der Gemeinde – Quo vadis – Stadtbaum? Böll, S. Projekt „Stadtgrün 2021“ – Stadtbaumarten im Klimawandel
- 5.2.2012 Ev. Akademie Tutzing: Stadtbäume der Zukunft heimische oder fremdländische Arten?
- 10.7.2012 Seminar der Bayerischen Gartenakademie, LWG: Klimawandel - Netzwerk Klimabäume
- 18.7.2012 Seminar der Bayerischen Gartenakademie, Kempten: Professionelles Grünflächenmanagement in der Gemeinde – Quo vadis – Stadtbaum? Projekt „Stadtgrün 2021“ – Stadtbaumarten im Klimawandel
- 10.10.12 Seminar der Bayerischen Gartenakademie, Stein: Professionelles Grünflächenmanagement in der Gemeinde – Quo vadis – Stadtbaum? Projekt „Stadtgrün 2021“ – Stadtbaumarten im Klimawandel
- 7.12.2012 Forum „Bayerisches Netzwerk „Klimabäume“: Erste Ergebnisse aus dem Projekt „Stadtgrün 2021“
- 12.6.2013 Seminar der Bayerischen Gartenakademie, München: Professionelles Grünflächenmanagement in der Gemeinde – Quo vadis – Stadtbaum? Projekt „Stadtgrün 2021“ – Stadtbaumarten im Klimawandel
- 10.7.2013 Fachsymposium „Stadtgrün“ des BMELV: Straßenbäume im Klimawandel
- 3.9.2013 31. Osnabrücker Baumpflegetage: Stadtbäume der Zukunft – erste Ergebnisse aus dem Projekt „Stadtgrün 2021“
- 27.1.2014 Arbeitsgruppe Prof. Menzel, Freising: Projekt „Stadtgrün 2021“ – Stadtbaumarten im Klimawandel
- 8.5.2014 Deutsche Baumpflegetage, Augsburg: Stadtbäume im Zeichen des Klimawandels: Erste Ergebnisse aus dem Projekt „Stadtgrün 2021“
- 28.5.2014 Seminar der Bayerischen Gartenakademie, Regensburg: Professionelles Grünflächenmanagement in der Gemeinde – Quo vadis – Stadtbaum? Projekt „Stadtgrün 2021“ – Stadtbaumarten im Klimawandel
- 5.6.2014 5. Avela-Fachtagung, Nürtingen: Zukunftsbäume für die Stadt
- 19.6.2014 Structural Soil Conference, Kopenhagen: Poster: Do urban trees planted in soil substrates need to be fertilized?
- 10.9.2014 Hanse-Baumforum, Lübeck: Stadtbäume im Zeichen des Klimawandels – erste Ergebnisse aus dem Projekt Stadtgrün 2021
- 14.10.2014 International Urban Plant Conference: Gesundes Stadtgrün durch funktionale Konzepte, Berlin: Stadtgrün 2021 – stresstolerante „Klimabäume“ für die Stadt

## Rundfunksendungen

- BR Bayern 18.1.10: Interview Gartenbautage
- BR Schwaben 30.3.10: Klimawandel bedroht Stadtbäume
- BR Bayern 8.4.10: Pflanzung in Würzburg Pressestermin: Interview
- Extra Radio (Regionalsender Hof): 23.4.10 Mittagsmagazin „Stadtgrün 2021“
- BR Bayern, Mittagsmagazin 30.5.2011: Stadtbaumprojekt „Stadtgrün 2021“
- HR 2 Kultur: 16.3.12 Wissenschaftssendung: Fremdländische Baumarten: Fluch oder Segen?
- HR 2: 1.4.12 HR-Info: exotische Bäume in hessischen Wäldern? Der Klimawandel und seine Folgen
- Deutschlandradio Kultur: Ginkgo statt Kastanie 6.4.13
- Deutschlandradio Kultur: Über alternative Stadtbäume 30.4.13

## Fernsehsendungen

- TV Allgäu 30.3.10: Klimaprojekt Stadtgrün 2021 in Kempten gestartet
- TV-Touring 24.8.11: Forschungsprojekt Stadtgrün 2021
- Bayerischer Rundfunk 27.9.11: Stadtbaumprojekt
- TV-Oberfranken 6.10.11: Exotische Bäume in Münchberg
- 3SAT 1.10.12: nano: Neue Bäume braucht die Stadt
- BR alpha 2.10.12: Neue Bäume braucht die Stadt
- HR 5.3.13: Alle Wetter! Stadtbaumprojekt „Stadtgrün 2021“
- HR3 22.5.13: Alles Wissen: Robuste Bäume für die Stadt gesucht
- TV Servus (Wien) 7.7.2013: Superbaum gegen Klimawandel
- HR3 29.9.13: Alles Wissen: Robuste Bäume für die Stadt gesucht

Pressestermin mit dem bayerischen Landwirtschaftsminister Brunner am 20.4.10 in Kempten

ZEIT-Artikel, 1.9.2011: Bäume der Zukunft

## Veranstaltungen

- 25.11.2014 Phänologie-Kolloquium an der LWG (s. Anhang B)

## Dr. Philipp Schöfeld

### Veröffentlichungen

- Schöfeld, P., Böll, S. 2010. Stadtgrün 2021 – Ein Projekt zur Auswahl geeigneter und zukunftsfruchtiger Stadtbäume. Jahrbuch 2010 für mehr Grün in Städten: 87-92.
- Schöfeld, P., Böll, S., Körber K., Herrmann, J. V. 2010. Stadtbaumarten im Klimawandel: das Projekt „Stadtgrün 2021“. ProBaum4/2010: 2-12.
- Schöfeld, P. 2011. „Stadtgrün 2021“ – zukunftsfruchtige Baumarten im Klimatest. II. Die Baumarten. Veitshöchheimer Berichte aus der Landespflege, Heft 152:13-18.
- Schöfeld, P.; Böll, S.; Körber, K.; Herrmann J.-V. 2012: Stadtbäume. CHANCAGE 3/12, S.32-36
- Schöfeld, P., Böll, S., Körber, K., Herrmann, J. V. 2013: Substrate, Nährstoffe, Düngung im Projekt „Stadtgrün 2021“. Tagungsband: 31. Osnabrücker Baumpflegetage S. 29-37, Patzer Verlag Hannover

### Vorträge

- 01.12.2009 Stadtgrün 2021, München, StMELF, Projektvorstellung Klimawandel
- 22.07.2010 Stadtgrün 2021; Klimaveränderung – Zukunftsstrategien für die kommunale Grünflächenplanung; Gartenakademie Baden-Württemberg, Baden-Baden
- 14.02.12 Schöfeld, P.: Forschungsvorhaben „Stadtgrün 2021“ Stadtbaum-arten im Klimawandel. Fachtagung „Zukunftsstrategie für die kommunale Grünflächenplanung“, Gartenakademie Baden-Württemberg, Biberach
- 16.05.2012 Empfehlenswerte Baumarten und -sorten für öffentliche Grünflächen. Fachtagung „Professionelles Grünflächenmanagement in der Gemeinde – Quo vadis – Stadtbaum?“ Gartenakademie, Kempten
- 22.05.2012 Stadtbäume der Zukunft – heute gepflanzt, morgen noch am Leben? Das Forschungsvorhaben „Stadtgrün 2021“. Fachtagung „Grüner Lebensraum trotz knapper Haushaltslage“ im Rahmen des „Forum Grünes Bauen Bayern Beton Marketing Süd GmbH, LGS Bamberg
- 10.10.2012 Empfehlenswerte Baumarten und -sorten für öffentliche Grünflächen. Fachtagung „Professionelles Grünflächen-management in der Gemeinde – Quo vadis – Stadtbaum?“ Gartenakademie, Stein (b. Nürnberg)
- 03.09.2013 Substrate, Nährstoffe, Düngung im Projekt „Stadtgrün 2021“. Osnabrücker Baumpflegetage, Osnabrück
- 19.02.2014 Empfehlenswerte Baumarten und -sorten für öffentliche Grünflächen. Seminar "corthum Fachwissen", Marxzell - Pfaffenrot
- 19.06.2014 Standardized structural soils for urban trees in Germany. International conference on structural soil, University of Copenhagen, Dänemark
- 26.09.2014 Baumsortimente der Zukunft. 57. Sitzung des Fach-ausschusses für Stadtgärten, Bregenz

## Klaus Körber

### Veröffentlichungen

- Körber, K. 2010. Empfehlenswerte Baumarten und Sorten für Städte und Hausgärten, Baumschultag, Veitshöchheim, Heft 138/2010, S. 3-6, S. 64-83.
- Körber, K. 2010. Gedanken zur Gehölzverwendung im Klimawandel, Deutsche Baumschule 6.
- Körber, K. 2010. Stadtbäume im Klimawandel bi-Galabau, Nr. 8+9
- Körber, K. 2012. Gehölzverwendung im Zeichen des Klimawandels: Querbeet, das große Gartenjahrbuch, S. 142-147.
- Körber, K. 2014. Empfehlenswerte Parkbäume unter dem Aspekt des Klimawandels Dokumentation zur 7. Informations- und Fortbildungsveranstaltung der Reihe „Historische Gärten und Parks in privater Hand“ 18, S. 29-45.
- Stadtbäume im Zeichen des Klimawandels: Erste Ergebnisse aus dem Projekt Stadtgrün 2021 und weitere Ausblicke, Jahrbuch der Baumpflege 2014, S. 155-170.

### Vorträge

- 20.1.2009 Rosen, Clematis, Obst, Klimabäume, Winterseminar Baumschulgruppe Süd-Ost, St. Margarethen, Kärnten
- 23.1.2009 Gehölze im Zeichen des Klimawandels, BdB Wintertagung des Landesverbandes Sachsen in Grimma
- 11.2.2009 Gehölze im Zeichen des Klimawandels, BdB Wintertagung des Landesverbandes Rheinland-Pfalz-Saar, Kirchheimbolanden
- 19.3.2009 Gehölze mit Zukunftscharakter, Sachsen im Klimawandel, Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, Pillnitz
- 25.3.2009 Gehölze im Zeichen des Klimawandels, DGGL Nordbayern, Nürnberg
- 12.5.2009 Gedanken zur Gehölzverwendung im Klimawandel, Arbeitsbesprechung für die Kreisfachberater für Gartenkultur und Landespflege aus Mittelfranken und der Oberpfalz, Walderbach
- 4.11.2009 Stadtbäume der Zukunft, Umweltamt der Stadt Frankfurt, Frankfurt
- 6.11.2009 Gehölze im Zeichen des Klimawandels, Jahreshauptversammlung des Kreisverbandes Dillingen, Gremheim
- 7.12.2009 Bäume im Zeichen des Klimawandels, Chefseminar der Gartenbauschulen, Grünberg
- 12.1.2010 Gehölze der Zukunft, BdB Wintertagung, Ausschluß Produktion und Umwelt, Goslar
- 14.1.2010 Gedanken zur Gehölzverwendung im Klimawandel, Winterseminar der südtiroler und der österreichischen Junggärtner, Burgstall/Meran
- 18.1.2010 Empfehlenswerte Baumarten und Sorten für Städte und Hausgärten, Baumschultag, Veitshöchheim
- 22.1.2010 Gehölze im Zeichen des Klimawandels, Landratsamt Ortenaukreis, Tagesseminar Bäume, Offenburg
- 23.1.2010 Der Klimawandel-Auswirkungen für den Garten, Jahresversammlung des Bezirksverbandes Mittelfranken, Ottensoos
- 27.1.2010 Gehölze mit Zukunftscharakter, Garten-und Landschaftsbautag, LVG Erfurt
- 3.2.2010 Alleebäume im Klimawandel, Baumschultag, Gartenbauzentrum Münster-Wolbeck
- 9.2.2010 Klimagehölze für die Zukunft, Wintertagung des BdB Landesverbandes Hessen, Friedberg
- 12.2.2010 Gehölze im Zeichen des Klimawandels, Galabauverband Südtirol, Bozen
- 26.2.2010 Gehölzverwendung im Zeichen des Klimawandels, Mitgliederversammlung des verbandes Garten-, Landschafts- und Sportplatzbau Niedersachsen-Bremen, Wilhelmshaven
- 27.2.2010 Klima im Wandel-Gehölzverwendung in der Zukunft, Treffen der AG Arboretumsgärtner im Verband Botanischer Gärten, Würzburg

- 15.3.2010 Stadt- und Straßenbäume, Akademie Landschaftsbau Weihenstephan, Freising
- 11.5.2010 Empfehlenswerte Baumarten und Sorten für Städte und Hausgärten, Bayerische Gartenakademie, Veitshöchheim
- 30.9.2010 Zur Auswahl der Baumarten unter den Aspekten des Klimawandels, Arbeitskreis Kommunale Baumpflege Rhein, Main, Bad Nauheim
- 19.11.2010 Bäume im Zeichen des Klimawandels. Landratsamt Günzburg, Jahrestreffen der Kreisfachberater
- 22.11.2010 Welche Baumarten pflanzen wir in der Zukunft, Bezirksverband für Gartenbau und Landespflege Unterfranken, Fortbildung für Mitarbeiter kommunaler Bauhöfe, Bürgermeister, Vertreter der Obst und Gartenbau-vereine, Albertshofen
- 10.2.2011 Gehölze im Zeichen des Klimawandels, Kreisverband für Gartenbau und Landespflege, Coburg
- 11.2.2011 Bäume im Zeichen des Klimawandels, Fachverband für Garten-, Landschafts- und Sportplatzbau Hamburg
- 12.2.2011 Bäume im Zeichen des Klimawandels, Kreisverband für Gartenbau und Landespflege, Neustadt a.d. Aisch
- 2.3.2011 Bäume im Zeichen des Klimawandels, Seminar Gartenbauschüler Bayern, LWG Veitshöchheim
- 31.5.2011 Prüfung neuer Gehölzsortimente, 12. Symposium zur Pflanzenverwendung in der Stadt, LWG Veitshöchheim
- 31.7.2011 Bäume im Zeichen des Klimawandels, Jahrestagung der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft, Tharandt
- 23.8.2011 Gehölze im Zeichen des Klimawandels, 3. GaLaBau-Forum Thüringen, Erfurt
- 31.8.2011 Gehölzverwendung im Zeichen des Klimawandels, 2. Nord-deutscher Baumschultag, Baumschule Lorenz von Ehren
- 7.10.2011 Qualitätsangaben und Qualitätsmerkmale bei Gehölzen, Seminare „Kleine Bäume für den Garten“, Bayerische Gartenakademie, Veitshöchheim
- 17.11. – 19.11.2011 Gehölze für das öffentliche Grün - Straßenbäume im Zeichen des Klimawandels, Seminar Nr. 222/11, Grünberg
- 12.1.2012: Bäume im Klimawandel, Stadt Bielefeld, Grünflächenamt
- 9.2.2012 Zukunftsbäume, Winterliches Gehölzseminar Junge Dendrologen, Würzburg
- 8.3.2012 Gehölze im Zeichen des Klimawandels, Rhein-Main Baumforum, Erfurt
- 29.3.2012 Gehölze im Zeichen des Klimawandels, Rhein-Main Baumforum, Krieffel, Hessen
- 30.3.2012 Der Baum im urbanen Raum, Impulsreferat beim Parlamentarisches Mittagessen, Reichstagspräsidentenpalast, Berlin
- 13.6.2012 Seminar Stadtbäume, Akademie der Architekten- und Stadtplanerkammer Hessen, Wiesbaden
- 18.10.2012 Bäume im Zeichen des Klimawandels, Jubiläumsveranstaltung 150 Jahre Baumschule Ebben, Cuijk, Niederlande
- 21.10.2012 Parkbäume im Zeichen des Klimawandels, 7. Informations-und Fortbildungsveranstaltung für Historische Gärten und Parks in privater Hand, Koblenz
- 15.11. - 17.11.2012 Gehölze für das öffentliche Grün-Straßenbäume im Zeichen des Klimawandels, Seminar Nr. 215/12, Grünberg.
- 13.1.2013 Bäume und Sträucher im Zeichen des Klimawandels, OGV Burghaslach
- 17.1.2013 Bäume im Zeichen des Klimawandels, Beratungsdienst Baumschulen Württemberg
- 7.2.2013 Kleinkronige Bäume-Klimawandel, Umweltstation Weismain, Grünseminar
- 8.2.2013 Bäume im Klimawandel, Wintertagung BdB Thüringen, Harth-Pöllnitz
- 5.3.2013 Seminar Stadt- und Straßenbäume, Akademie Landschaftsbau Weihenstephan
- 4.5.2013 Stadtbaumarten im Klimawandel, Fachverband geprüfte Baumpfleger, Kirchheim/Hessen
- 12.6.2013 Empfehlenswerte Baumarten und Sorten für öffentliche Grünflächen, Quo Vadis Stadtbaum, Technisches Rathaus, München
- 13.6.2013 Baumartenwahl im Zeichen des Klimawandels, Dycker Baumpraxis 2013
- 18.6.2013 Bäume für die Zukunft, 3. Norddeutscher Baumschultag, Hamburg

- 3.10.2013 Untersuchungen zu Stadtbäumen, Messe GrootGroenPlus, Zundert, Niederlande  
29.10.2013 Stadtbaumarten im Klimawandel, Praxis Grünmanagement, Gartenakademie Baden  
Württemberg, Heidelberg  
27.10.2013 Gehölze für den Klimawandel, Bundesfortbildungstagung für Lehrer, Grünberg  
2.12.2013 Klimabäume-Bäume mit Zukunft, Kreisfachberater Unterfranken, Arbeitsbesprechung,  
LWG Veitshöchheim. 21.2.2014: Bäume im Zeichen des Klimawandels, BdB Landesverband  
Brandenburg-Berlin  
22.2.2014 Stadtbäume-empfehlenswerte Baumarten, Bamberg, Gartenpfleger Aufbaukurs  
11.3.2014 Bäume im öffentlichen Raum, Gemeindearbeiter Seminar, Bezirksverband, LWG  
12.3.2014 Bäume im öffentlichen Raum, Gemeindearbeiter Seminar, Bezirksverband, LWG  
12.3.2014 Bäume im Zeichen des Klimawandels, DGGL Hessen, Frankfurt  
13.3.2014 Bäume in Gärten und Parks, LWG, Qualifizierung Gästeführer 2014, Modul 2  
26.3.2014 Bäume im Zeichen des Klimawandels, Architektenkammer Rheinland/Pfalz, Trippstadt  
10.4.2014 Bäume im öffentlichen Raum, Gemeindearbeiter Seminar, Bezirksverband, LWG  
16.4.2014 Bäume und Sträucher im Zeichen des Klimawandels, OGV Bad Rodach  
8.5.2014 Stadtbäume im Zeichen des Klimawandels, Deutsche Baumpflegetage, Augsburg  
27.5.2014 Bäume im Klimawandel, Standortgerechte Gehölzauswahl, Grünberger Grünpflege-  
tage  
21.10.2014 Bäume im Zeichen des Klimawandels, Freundeskreis Botanischer Garten Darmstadt  
5.11.2014 Bäume im Zeichen des Klimawandels, Alleentag Mecklenburg Vorpommern, Güstrow  
26.11.2014 Stadtbäume - eine Reise durch das Sortiment, GAK Niedersachsen, Hannover  
4.12.2014 Stadtbaumarten im Klimawandel, 15. Baumpflegetag Rhein Main, Geisenheim  
4.12.2014 Bäume im Zeichen des Klimawandels, Bayerisches Netzwerk „Klimabäume“, LWG  
9.12.2014 Baumsichtung Veitshöchheim, GBV-Chefseminar, Grünberg

## **Fernsehsendungen**

- 2.2.2009: Gärtnern im Klimawandel, Querbeet durch's Gartenjahr, BR, 3. Programm  
25.4.2010: Bäume der Zukunft, Frankenschau, BR, 3. Programm  
27.6.2011: Bäume im Zeichen des Klimawandels, Querbeet durch's Gartenjahr, BR, 3. Programm  
18.06.2012: Querbeet durch's Gartenjahr. Bäume für die Zukunft, Vorbericht zum Tag der offenen  
Tür.  
30.9.2013: Hausbäume und Klimawandel, BR

## Josef Valentin Herrmann

### Veröffentlichungen

- Herrmann, J.V.; Saftenberger-Geis, A. und Böll, S. 2010. „Bäume haben keine Wurzeln, Bäume haben Mykorrhiza!“ Untersuchungen zur Mykorrhizierung von Großballenpflanzen aus Baumschulen im Rahmen des Projektes „Stadtgrün 2021“. Tagungsband Osnabrücker Baumpflege, 57-76
- Herrmann, J.V.; Saftenberger-Geis, A.; Böll, S. 2010. Bäume haben keine Wurzeln, Bäume haben Mykorrhiza!“ Untersuchungen zur natürlichen Mykorrhizierung von Großballenpflanzen aus Baumschulen im Rahmen des Projektes „Stadtgrün 2021“. Pro Baum Heft 4, 13-17
- Herrmann, J.V.; Böll, S. 2010. Einsatz von Mykorrhiza bei Kultur- und Hygieneproblemen in Baumschulen. In: Feldmann, F.; Schneider, C. (Hrsg.): Nutzung von Mykorrhiza-Symbiosen in Gartenbau und öffentlichem Grün, 15-20; ISBN 978-3-941261-07-5; © Deutsche Phytomedizinische Gesellschaft, Braunschweig
- Herrmann, J.V. 2010. Bäume haben keine Wurzeln – sie haben Mykorrhiza. Tagungsband Landespflege, 2011
- Herrmann, J.V.; Saftenberger-Geis, A., Böll, S. 2011. Mykorrhiza-Pilze als Antistressfaktor bei Stadtbäumen? AFZ – Der Wald (Forstpraxis) Heft 8, 41-45
- Herrmann, J.V.; Böll, S., 2011: Einsatz von Mykorrhiza bei Kultur- und Hygieneproblemen in Baumschulen. Journal für Kulturpflanzen 63, 120-123
- Herrmann, J.V.: Mykorrhizaeinsatz bei Stadtbaumpflanzungen. Tagungsband anlässlich des 12. Symposiums zur Pflanzenverwendung in der Stadt „Stadtbaumarten im Klimawandel“ am 30. und 31. Mai 2011 in Veitshöchheim
- Herrmann, J.V.; Saftenberger-Geis, A.; Adelhardt, M.; Strzedulla, B.; Wolf, S.; Treffny, M.; Böll, S. 2013: Einsatz von Mykorrhiza-Pilzpräparaten im Projekt „Stadtgrün 2021“. Tagungsband der Osnabrücker Baumpflege, 41-51
- Herrmann, J.V. 2014. Mikrokosmos Bodenleben: Schauplatz von Verteilungskämpfen oder Ganz-viel-Miteinander? GALABAU 4, 12

### Vorträge

- 19.11.2009: Einsatz von Mykorrhiza bei Kultur- und Hygieneproblemen in Baumschulen. Jahrestagung der Deutschen Vereinigung für Mykorrhizaanwendung (CMAG) in Kooperation mit der DPG: Mykorrhiza-forschung und –anwendung in Deutschland, IGZ Großbeeren-Oppenheim
- 25.11.2010: „Bäume haben keine Wurzeln, Bäume haben Mykorrhiza!“ – Untersuchungen zur Mykorrhizierung von Großballenpflanzen aus Baumschulen („Projekt Stadtgrün 2021“). 14. Jahrestagung der PG Mikrobielle Symbiosen/Deutsche Vereinigung der Mykorrhizaanwender und Mykorrhizaproduzenten in Halle
- 8.9.2010: Bäume haben keine Wurzeln, Bäume haben Mykorrhiza! Untersuchungen zur Mykorrhizierung von Großballenpflanzen aus Baumschulen im Rahmen des „Projektes Stadtgrün 2021“. 28. Osnabrücker Baumpflege in Osnabrück
- 3.2.2011: Bäume haben keine Wurzeln – sie haben Mykorrhiza!  
43. Veitshöchheimer Landespflege
- 2.3.2011: Bäume haben keine Wurzeln – sie haben Mykorrhiza! GartenBaumschulen-Seminar, LWG Veitshöchheim
- 31.5.2011: Mykorrhiza-Einsatz bei Stadtbäumen. Stadtbaumarten im Klimawandel. 12. Symposium zur Pflanzenverwendung in der Stadt in Veitshöchheim
- 24.11.2011: Aktivitätsprofile extraradikulärer Enzyme mykorrhizierter und nicht mykorrhizierter Feinwurzeln spezifischer Stadtbaum-Arten. 15. Jahrestagung der PG Mikrobielle Symbiosen–Deutsche Vereinigung der Mykorrhiza-anwender in Lüneburg
- 10.07.2012: Mykorrhiza als Anti-Stressfaktor bei Pflanzen. Arbeitsbesprechung Fachberater Gartenkultur, Landespflege, Grünordnung in Veitshöchheim

22./23.11.2012: Projekt - Stadtgrün 2021: Erhebungen zur Frequenz und Intensität endo- und ektotropher Mykorrhiza ausgewählter Baumarten. 16. Jahrestagung des Arbeitskreises Mikrobielle Symbiosen der Deutschen Phytomedizinischen Gesellschaft in Veitshöchheim

7.7.2013: Ohne Bakterien und Pilze - keine Pflanzen. Tag der offenen Tür in Veitshöchheim

3.9.2013: Einsatz von Mykorrhiza-Pilzpräparaten im Projekt „Stadtgrün 2021“. 31. Osnabrücker Baumpflegetage

27./28.11.2013: Untersuchung der Mykorrhizierung von Gehölzen im urbanen Bereich – kritische Betrachtungen. 17. Jahrestagung Arbeitskreis „Mikrobielle Symbiosen“ in Scheyern

5.12.2013: Ohne Bakterien und Pilze - keine Pflanzen. Tag des Bodens an der Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau in Veitshöchheim

12.2.2014: Ohne Bakterien und Pilze - keine Pflanzen. 19. Arbeitsbe-sprechung „Umweltgerechter Pflanzenbau und Pflanzenschutz in Haus und Garten“

22.5.2014: Ohne Bakterien und Pilze - keine Pflanzen. Arbeitsbesprechung Kreisfachberater für Gartenkultur und Landespflege Mittelfranken und Oberpfalz

4.12.2014: Die Mykorrhiza von Stadtbäumen - Erfahrungen aus dem Projekt „Stadtgrün 2021“. 2. Forum Bayerisches Netzwerk „Klimabäume“

4.12.2014: Projekt „Stadtgrün 2021“ - Wurzelentwicklung in FLL-Baumsubstraten. 2. Forum Bayerisches Netzwerk „Klimabäume“

## Anhang A

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

	<p>Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau An der Steige 15, 97209 Veitshöchheim Dr. Susanne Böll susanne.boell@lwg.bayern.de - Tel. 0931/9801-423</p>				
	<b>Erfahrungsbericht 2014: "Neue Stadtbaumarten"</b>	Stadt: <input type="text"/>			
		Straße/Platz: <input type="text"/>			
Baumart: <input type="text"/>	Anzahl der Bäume: <input type="text"/>	Pflanzgröße (StU): <input type="text"/>	Pflanzjahr(e): <input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<b>Standortbedingungen</b>					
Baumgrubengröße (m x m): <input type="text"/>	Baumgrubentiefe (m): <input type="text"/>				
Pflanzstreifen: <input type="text"/>	Baumscheibe: <input type="text"/>	überbaut <input type="text"/>			
Substrat: <input type="text"/>		Mulch: <input type="text"/>			
Unterpflanzung: <input type="text"/>	Arten: <input type="text"/>				
Standort: <input type="text"/>	anderer Standort: <input type="text"/>				
Straßentyp: <input type="text"/>	Ausrichtung der Bäume: <input type="text"/>				
<b>Vitalität</b>					
Ausfälle n/n: <input type="text"/>	Wüchsigkeit: <input type="text"/>	Salzschäden: <input type="text"/>			
Frostschäden (Frühjahr): <input type="text"/>	Kronenvitalität (Spätsommer): <input type="text"/>	Trockenstressvitalität (Spätsommer): <input type="text"/>			
<b>Gesundheit</b>					
Schädlinge: <input type="text"/>	<input type="text"/>				
Krankheiten: <input type="text"/>	<input type="text"/>				
Stammaufrisse: <input type="text"/>	Risslänge (cm): <input type="text"/>	seit: <input type="text"/>	Himmelsrichtung: <input type="text"/>		
Stammschutz: <input type="text"/>	Typ: <input type="text"/>	von (Jahr): <input type="text"/>	bis (Jahr): <input type="text"/>		
<b>Pflege</b>					
Anzahl Gießgänge: <input type="text"/>	à Liter: <input type="text"/>	letzte Düngung (Jahr): <input type="text"/>			
Bemerkungen: <input type="text"/>					
<input type="button" value="Formular drucken"/>					

## Anhang B



---

### Phänologie - Kolloquium

---

25.11.2014

Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau  
Sebastian -Englerth - Saal

- 14:00 h      Begrüßung
- 14:15 h      Julia Laube (TU München, Institut für Ökoklimatologie): Frühjahrsphänologie von Bäumen im Klimawandel - Faktoren, Prognosen, Experiment
- 15:00 h      Angela Funk (TU München, Institut für Ökoklimatologie): Experimentelle Untersuchung zur Frühjahrsphänologie und Spätfrostgefährdung der Versuchsbaumarten im Projekt "Stadtgrün 2021"
- 15:15 h      Kaffeepause
- 15:30 h      Per Hüller (Universität Würzburg, Institut für Physische Geographie): Statistische Transferfunktionen zwischen phänologischen und meteorologischen Daten in Bayern
- 16:15 h      Constantin Zohner (LMU München, Institut für systematische Botanik und Mykologie): Einfluss von Photoperiode und Winter-Chilling auf den Blattaustrieb