



Dr. Susanne Böll, Rosa Albrecht, Dr. Dieter Mahsberg

Stadtklimabäume –

geeignete Habitate für die urbane Insektenvielfalt?



Stadtklimabäume – geeignete Habitate für die urbane Insektenvielfalt?

LWG aktuell / 2019

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

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



©Bayer. Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau Veitshöchheim, 2019

Das Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Nachdruck, Vervielfältigung, Übersetzung, Mikroverfilmung oder Verarbeitung mit elektronischen Systemen ist ohne Genehmigung des Herausgebers unzulässig.

Stadtklimabäume –

geeignete Habitats für die urbane Insektenvielfalt?

Dr. Susanne Böll, Rosa Albrecht, Dr. Dieter Mahsberg

Die ohnehin extremen Bedingungen für Straßenbäume an innerstädtischen Standorten werden durch den Klimawandel noch verstärkt. Typisch heimische Stadtbaumarten wie Linde und Ahorn geraten immer häufiger an die Grenzen ihrer lokalen Anpassungsfähigkeit, leiden verstärkt unter Trocken- und Hitzestress und zeigen sich zunehmend anfälliger für Schädlinge und Krankheiten (KEHR & RUST 2007, ROLOFF et al. 2008). Im Hitzesommer der Jahre 2015 und 2018 zeigten sie an vielen Standorten bereits im Juli eine stark verfrühte Laubfärbung, die im August zum Laubfall führte (BÖLL 2017). Wichtige Ökosystemleistungen wie CO₂-Fixierung, Beschattung und Kühlung, Feinstaubfilterung und nicht zuletzt Lebensraum für die urbane Tierwelt können jedoch nur erfüllt werden, wenn die Bäume vollbelaubt und vital sind.

Gebietsfremde, kontinental geprägte Arten, sogenannte Stadtklimabäume, zeichnen sich in Zeiten des Klimawandels häufig durch eine höhere Stresstoleranz und damit auch höhere Vitalität und eine längere Belaubung aus (BÖLL 2017). Dennoch wird seit der Novellierung des Bundesnaturschutzgesetzes 2010 immer wieder, vor allem auch von Seiten der Naturschutzverbände und Umweltbehörden gefordert, dass auch im städtischen Bereich nur heimische Baumarten verwendet werden sollen. Gebietsfremde Arten, so wird argumentiert, seien kein geeigneter Lebensraum für die heimische Tierwelt und beherbergten demgemäß eine wesentlich geringere faunistische Artenvielfalt als heimische Baumarten. Diese Einschätzung geht im Wesentlichen auf SOUTHWOOD (1961) zurück, der untersuchte, ob seltene – meist gebietsfremde – Baumarten im Forst eine geringere Vielfalt an pflanzen fressenden (phytophagen) Insekten

Dies ist die erste Studie ihrer Art, in der die Artenvielfalt von Insekten und Spinnen in den Baumkronen heimischer und nicht-heimischer Stadtbäume vergleichend untersucht wurde. Quintessenz der Ergebnisse ist, dass alle Baumarten einen unerwartet hohen Individuen- und Artenreichtum aufwiesen. Heimische Baumarten unterschieden sich hinsichtlich der Biodiversität im Kronenraum nicht von ihren südosteuropäischen Verwandten. Über 40% von 200 bis zur Art bestimmten Insekten waren sowohl auf den heimischen als auch auf den nicht-heimischen Bäumen zu finden, ein Drittel nur auf heimischen und ein Viertel nur auf südosteuropäischen Baumarten. Eine ganz wesentliche Rolle spielte auch der Pflanzstreifen der Bäume, der als Lebensraum für die große Anzahl der erfassten Wildbienen, die Hälfte aller Zikaden und für viele andere Insekten dient. Deshalb sollten zur Förderung der urbanen Insektenvielfalt Misch-Alleen – auch mit südosteuropäischen Baumarten – mit Pflanzstreifen angelegt werden.



Bild 1: Baumwanze

aufweisen als häufige, meist heimische Baumarten. Polyphage Generalisten, die nicht auf bestimmte Baumarten oder -gattungen spezialisiert sind, wurden bei der Fragestellung allerdings nicht berücksichtigt, obwohl sie einen großen Anteil der heimischen Phytophagen ausmachen. Ebenso wenig wurden räuberische und parasitoid lebende Insekten miteinbezogen. Bisherige stadtoökologische Untersuchungen wurden häufig nur an einer Baumart durchgeführt, beschränkten sich meist auf wenige Wochen und berücksichtigten nur einzelne Tiergruppen, die meist der Untersuchung bestimmter Schädlings-Nützlings-Beziehungen dienten (MEINEKE et al. 2013, BOGACHEVA 2014, DALE et al. 2014, JÄCKEL et al. 2016). Bisher liegen keinerlei vergleichende Untersuchungen zur Biodiversität der gesamten Insekten- und Spinnenfauna in den Kronen heimischer und gebietsfremder Baumarten in Städten vor.

2017 befanden sich die Versuchsbäume im Forschungsprojekt "Stadtgrün 2021" im 8. Standjahr und hatten Kronengrößen entwickelt, die faunistische Untersuchungen zu diesem Thema sinnvoll erscheinen ließen. In einer Vorstudie, gefördert vom Bayerischen Ministerium für Umwelt und Verbraucherschutz als Teilprojekt im Rahmen des Zentrums für Stadtnatur und Klimaanpassung (ZSK, TU München), wurde die Insekten- und Spinnenvielfalt (Arthropodenvielfalt) in den Kronen dreier heimischer Baumarten und dreier nah verwandter Stadtklimabaumarten vergleichend in Würzburg untersucht. Folgende Fragestellungen standen im Mittelpunkt der Untersuchungen:

- ◆ Lebt in den Kronen heimischer Straßenbaumarten eine höhere Anzahl von Arthropoden als auf verwandten Stadtklimabaumarten?
- ◆ Zeigen heimische Straßenbaumarten eine höhere Artenvielfalt in der Kronenfauna als verwandte Stadtklimabaumarten?
- ◆ Unterscheiden sich die Arthropodengemeinschaften auf heimischen und nah verwandten gebietsfremden Baumarten?



Bild 2: Ausbringen der Eklektoren und Gelbtafeln Anfang April 2017.

Tabelle 1: Versuchsbaumarten

Heimische Arten	Südost-europäische Arten
<i>Tilia cordata</i> 'Greenspire' – Winterlinde	<i>Tilia tomentosa</i> 'Brabant' – Silberlinde
<i>Fraxinus excelsior</i> 'Westhofs Glorie' – Gemeine Esche	<i>Fraxinus ornus</i> – Manna-Esche
<i>Carpinus betulus</i> 'Frans Fontaine' – Hainbuche	<i>Ostrya carpinifolia</i> – Europäische Hopfenbuche

Material und Methoden

Die vergleichenden Untersuchungen wurden in Kooperation mit Dr. Dieter Mahsberg im Rahmen der Masterarbeit von B.Sc. Rosa Albrecht am Biozentrum, Lehrstuhl für Tierökologie und Tropenbiologie der Universität Würzburg durchgeführt. Die in Tabelle 1 stehenden Baumartenpaare wurden in je fünffacher Wiederholung auf ihre Arthropodenvielfalt untersucht.

Alle Bäume stehen in unmittelbarer Nachbarschaft im gleichen Quartier "Gewerbegebiet Ost" in Würzburg und sind in Alter und Wuchs sowie in den klimatischen Bedingungen am Standort vergleichbar.

Die Probenahmen wurden von Rosa Albrecht über die gesamte Vegetationsperiode 2017 von April bis Oktober in zweiwöchigen Abständen durchgeführt. Um die Artenvielfalt in den Baumkronen abbilden zu können, wurden ökologische Standardmethoden zum Fang der Insekten und Spinnen verwendet:

- ◆ Je zwei Fensterfallen (Eklektoren) pro Baum, in Nord- und Südausrichtung, im mittleren Kronenbereich zum Fang von Fluginsekten, insbesondere Blattkauern und -saugern (Bild 2).
- ◆ Je eine Gelbklebtafel pro Baum im mittleren Kronenbereich zum Fang kleiner Fluginsekten, insbesondere

Parasitoiden, die Eier, Larven und Puppen von anderen Insekten parasitieren.

- ◆ Klopfproben beim vierzehntägigen Fallenwechsel in den Kronen zur Erfassung von Insektenlarven und Spinnen.

Das Probenmaterial der Eklektoren und Klopfproben wurde nach Tiergruppen vorsortiert und die Individuen gezählt (Abbildung 2 und 6). Funktionelle Gruppen wie Zikaden, Wanzen, Blatt- und Rüsselkäfer (potentielle Schädlinge!), Wildbienen, Hummeln, Wespen und Spinnen (Räuber) wurden zur weiteren Bestimmung bis auf Artniveau an Spezialisten verschickt.

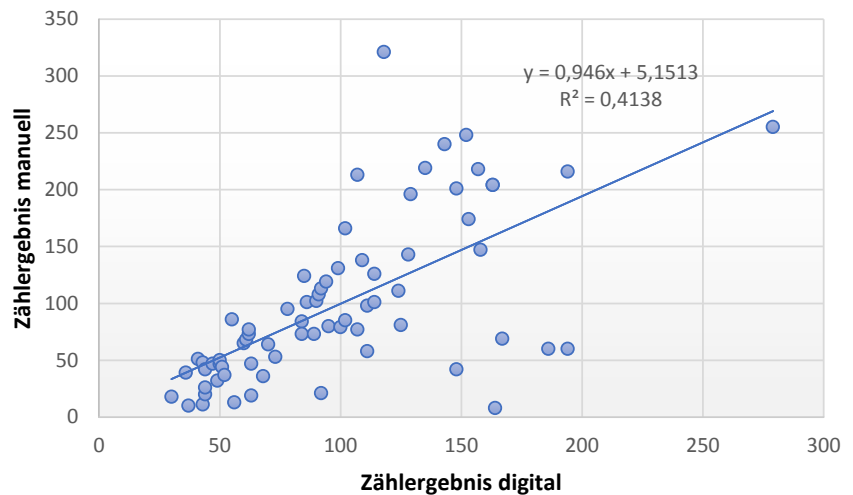


Abbildung 1: Fehlerabschätzung der digitalen Auszählung der Gelbtafeln durch den Vergleich mit dem manuellen Zählergebnis.

Ergebnisse

Es gab nur geringe Verluste (durch Vandalismus, Sturmschäden) bei den Fallen, so dass 804 Fensterfallen, 416 Gelbtafeln und 390 Klopfproben ausgewertet werden konnten. In den Fensterfallen und Klopfproben wurden insgesamt 23883 Arthropoden gezählt, auf den Gelbtafeln befanden sich über 70000 Insekten. Damit wurden über den gesamten Erfassungszeitraum auf den 30 Bäumen insgesamt über 90000 Insekten und Spinnen gefangen.

Fangergebnisse Gelbtafeln

Wegen der teils sehr hohen Individuendichte auf den Gelbtafeln war eine manuelle Auszählung im verfügbaren Zeitrahmen nicht durchführbar. Deshalb wurden alle Gelbtafeln standardisiert abfotografiert. Die Digitalfotos wurden über ein speziell programmiertes Makro mit der Bildanalyse-Software Fiji (=ImageJ) ausgezählt. Diese Zählergebnisse waren insofern fehlerbehaftet, als die Bildanalyse z.B. sehr kleine Tiere nicht erfasste, beschädigte oder übereinander liegende Insekten nicht erkannt oder Fremdobjekte wie Blattstücke etc. mitgezählt wurden. Daher wurde eine Fehlerabschätzung der digital ermittelten Zählergebnisse durchgeführt, bei der

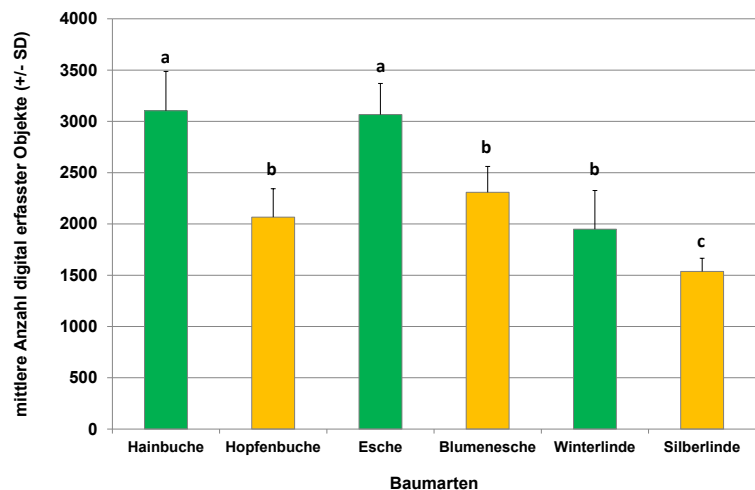


Abbildung 2: Digital erfasste Objekte (Mittelwert mit Standardabweichung) auf heimischen (grün) und gebietsfremden (gelb) Baumarten; Kruskal Wallis ANOVA $p < 0,01$; signifikante Unterschiede werden durch unterschiedliche Buchstaben dargestellt.

70 Gelbtafeln zusätzlich manuell (unter der Stereolupe) ausgezählt wurden. Der Vergleich digitaler versus manueller Zählungen zeigt, dass die Anzahl der gefangenen Insekten mittels digitaler Auswertung eher unter- als überschätzt wird (Abbildung 1).

Vergleicht man die Baumartenpaare auf Basis der digitalen Gelbtafelenauswertung, so sind auf den heimischen Baumarten im Mittel signifikant mehr "Individuen" zu finden als auf den südosteuropäischen Schwesternarten (Abbildung 2).

Eine Artenbestimmung verschiedener Taxa auf den Gelbtafeln war im Rahmen dieser Studie nicht möglich. Allerdings war die Dominanz der Dipteren (Zweiflügler – Fliegen und Mücken) deutlich erkennbar, für die sich als Alternative zur klassischen und gerade für diese artenreiche Insektengruppe sehr schwierigen Bestimmung die Methode des Metabarcoding anbietet (aktuell in Arbeit). Die weiteren Ergebnisse beziehen sich daher ausschließlich auf die Daten, die mittels Fensterfallen und Klopfproben erzielt wurden.

Fangergebnisse Fensterfallen und Klopffproben

Abundanzverhältnisse

In den Fensterfallen und Klopffproben wurden insgesamt Vertreter von 17 Insektenordnungen und Spinnen gefangen (Abbildung 3). Es dominieren die Zweiflügler mit 41% (wichtiges "Vogelfutter"!), gefolgt von drei ungefähr gleich stark vertretenen Tiergruppen, den Käfern, Hautflüglern und saugenden Insekten. Die räuberischen Spinnen sind unterrepräsentiert, da sie über Klopffproben nur an den jeweiligen Fallenwechseltagen erfasst wurden.

Abundanzverläufe

Der Verlauf der aufsummierten Abundanz aller Tiergruppen über den Erfassungszeitraum zeigt vier deutliche Maxima, wobei der Anstieg zu Beginn der Vegetationsperiode am stärksten ausgeprägt ist (Abbildung 4). Die Maxima 3 und 4 fallen mit der Laubverfärbung der Versuchsbaumarten zusammen. Diese Grunddynamik spiegelt sich mit leichten Abweichungen bei allen sechs Versuchsbaumarten wider, mit einer Ausnahme: Maximum 4 ist bei der heimischen Esche wesentlich stärker ausgeprägt als bei allen anderen Baumarten.

Der Abundanzverlauf aller Baumarten ist stark von der individuenreichsten Gruppe der Dipteren geprägt. Betrachtet man den Abundanzverlauf für einzelne Tiergruppen, so ergibt sich ein differenzierteres Bild: während die zeitliche Verteilung der Käfer dem allgemeinen Verlauf entspricht (Abbildung 5a), zeigen die Hautflügler (Wildbienen, Hummeln, Wespen, Ameisen) über den gesamten Sommer ein relativ gleich bleibendes Auftreten, das auf die unterschiedlichen Lebenszyklen und damit Flugzeiten der verschiedenen Arten zurückzuführen ist (Abbildung 5b). Die Individuenzahlen der Spinnen verhalten sich gegenläufig,

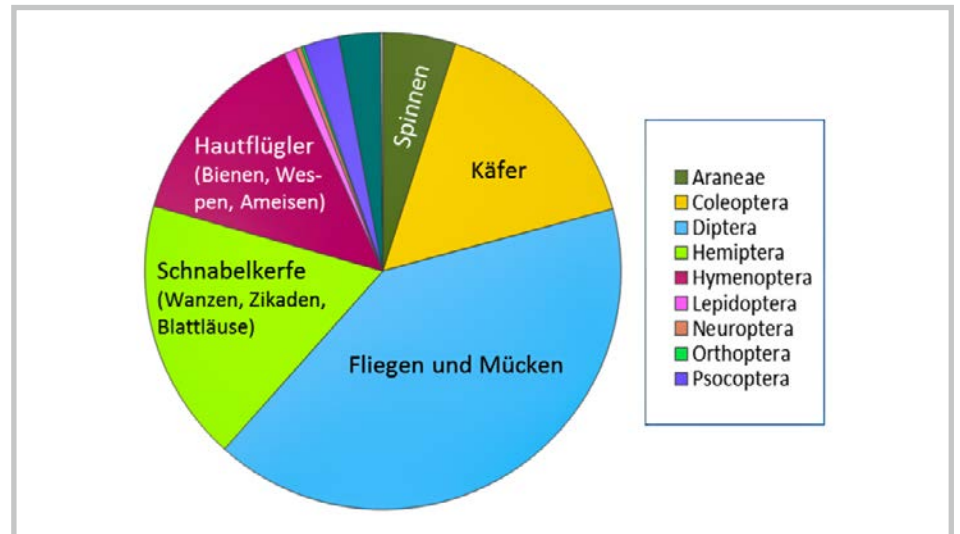


Abbildung 3: Zusammensetzung der Baumkronengemeinschaften auf Ordnungsniveau (n=23.883 Individuen).

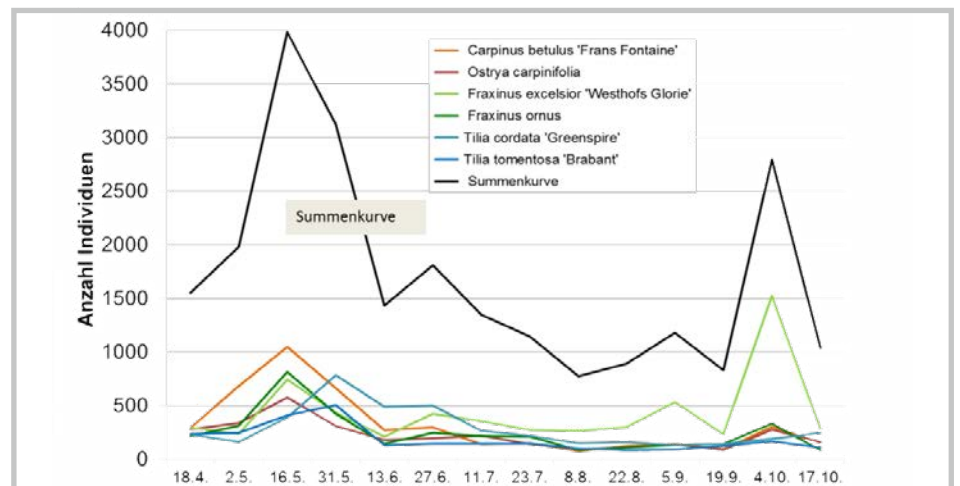


Abbildung 4: Verlauf der Arthropodenabundanz über die Vegetationsperiode 2017 auf den verschiedenen Baumarten (5 Replikate pro Baumart aufsummiert).

bauen sich erst im Laufe der Vegetationsperiode auf und erreichen ihren Höhepunkt im Herbst, bedingt durch die stetige Zunahme der Jungtiere (Abbildung 5c+d).

Abundanz auf den verschiedenen Baumarten

Betrachtet man die Gesamtzahl der Fänge auf den verschiedenen Baumarten, so zeigt sich, dass die heimischen Baumarten signifikant individuenreicher als ihre südosteuropäischen Verwandten sind

(Abbildung 6). Das gilt jedoch nicht für alle Tiergruppen oder Baumartenpaare: während bei den heimischen Eschen fast alle Insektengruppen individuenreicher als bei der Blumenesche sind, bestehen bei Hainbuche und Hopfenbuche so gut wie keine Unterschiede – nur die Gruppe der Fliegen und Mücken ist stärker vertreten (Abbildung 7). Bei den Linden ergeben sich nur bei den Pflanzensaugern und Käfern signifikante Unterschiede (Abbildung 7), was auf den starken Blattlausbefall der Winterlinden und den entsprechend stärker vertretenen antagonistischen Marienkäfern zurückzuführen ist.

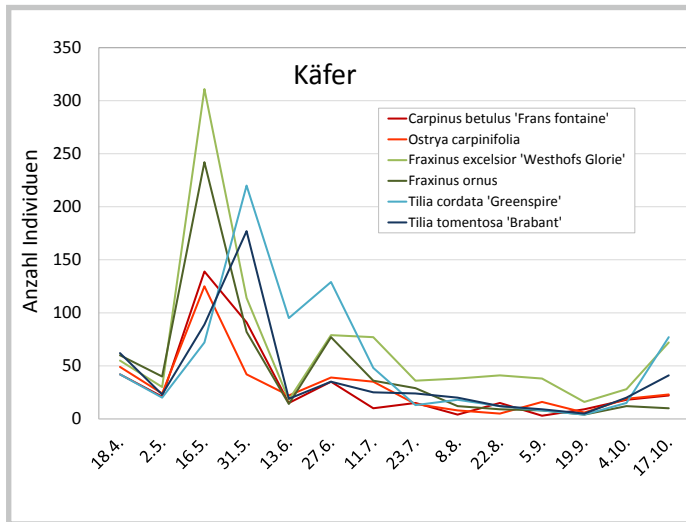


Abbildung 5a: Abundanzverlauf von Käfern.

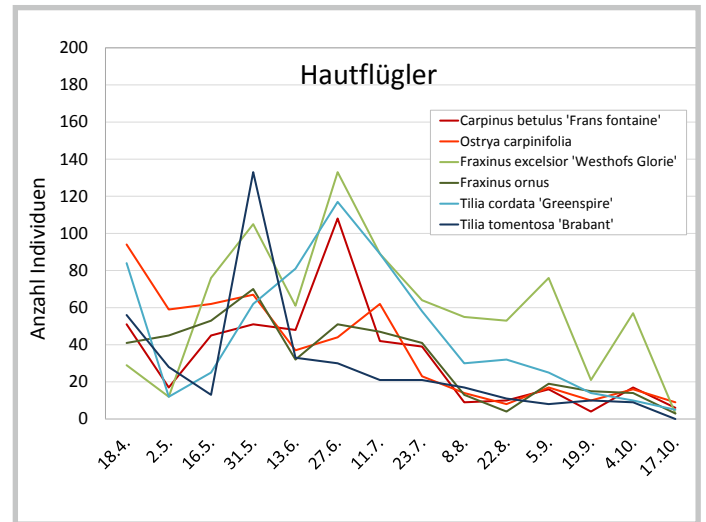


Abbildung 5b: Abundanzverlauf von Hautflüglern.

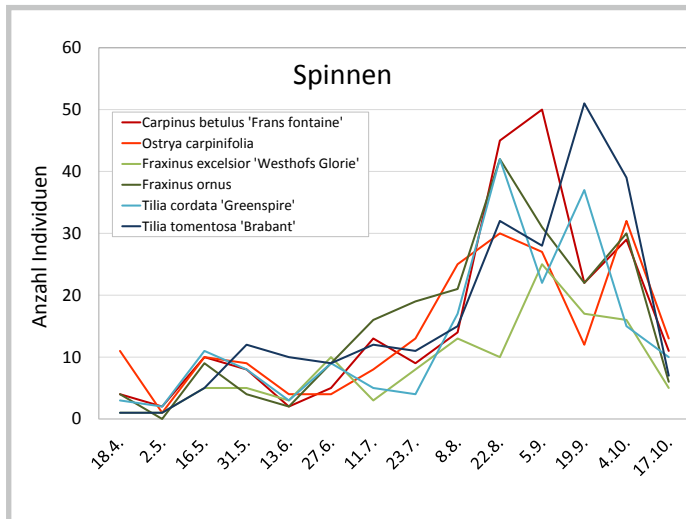


Abbildung 5c: Abundanzverlauf von Spinnen.

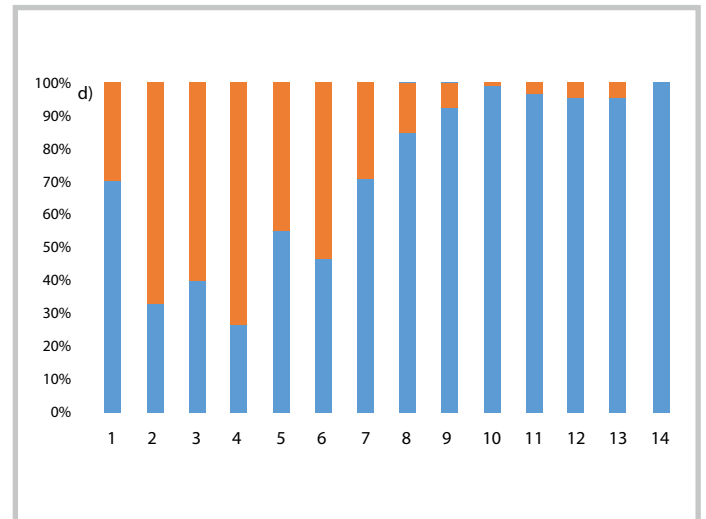


Abbildung 5d: Relativer Anteil von Spinnen-Jungtieren im Jahresverlauf.

Biodiversität in den dominanten Insektengruppen

Zur Bestimmung der umfangreichsten Gruppe der Dipteren (Mücken und Fliegen, siehe Abbildung 3) wurde die genetische Methode des Metabarcodings eingesetzt. Die Auswertung ist noch nicht abgeschlossen. Im Folgenden wird die Artenvielfalt in den drei Tiergruppen (Käfer, Hautflügler und Pflanzensauger), die neben den Dipteren die größte Dominanz zeigen, näher betrachtet.

Coleoptera – Käfer

Insgesamt wurden 3 788 Käfer aus 41 verschiedenen Familien gefangen. Unterschiedliche Zusammensetzungen der Käfergemeinschaften werden in Abbildung 8a durch unterschiedliche Farbmuster der Balken visualisiert. Die dominante Nahrungsgilde stellen nicht die phytophagen, sondern die räuberischen (zoophagen) Käfer dar, insbesondere Coccinelliden (Marienkäfer) und Staphyliniden (Kurzflügler) (Abbildung 8b). Ein deutlicher Hinweis, dass es

auf keiner Baumart zu Schädlingsbefall durch eine phytophage Käferart kam.

Hymenoptera – Hautflügler

Zu den Hymenopteren gehören neben der Honigbiene die Wildbienen, Hummeln, Wespen und Ameisen. Auch hier finden wir eine hohe Anzahl von 42 verschiedenen Familien mit insgesamt 3 301 Individuen. Allein die Wildbienen umfassen 57 Arten, ein Zehntel aller in Deutschland gelisteten Arten.

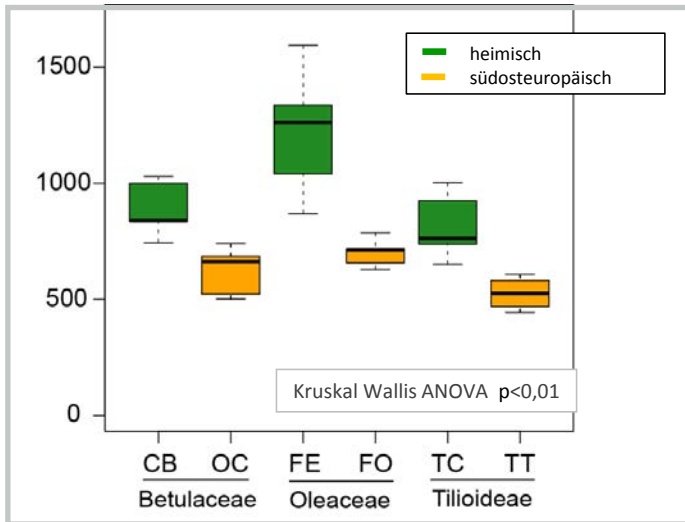


Abbildung 6: Mittlere Anzahl Individuen pro Baum auf den heimischen und verwandten südosteuropäischen Baumarten. CB= *Carpinus betulus* 'Frans fontaine', OC= *Ostrya carpinifolia*, FE= *Fraxinus excelsior* 'Westhofs Glorie', FO= *Fraxinus ornus*, TC= *Tilia cordata* 'Greenspire', TT= *Tilia tomentosa* 'Brabant'.

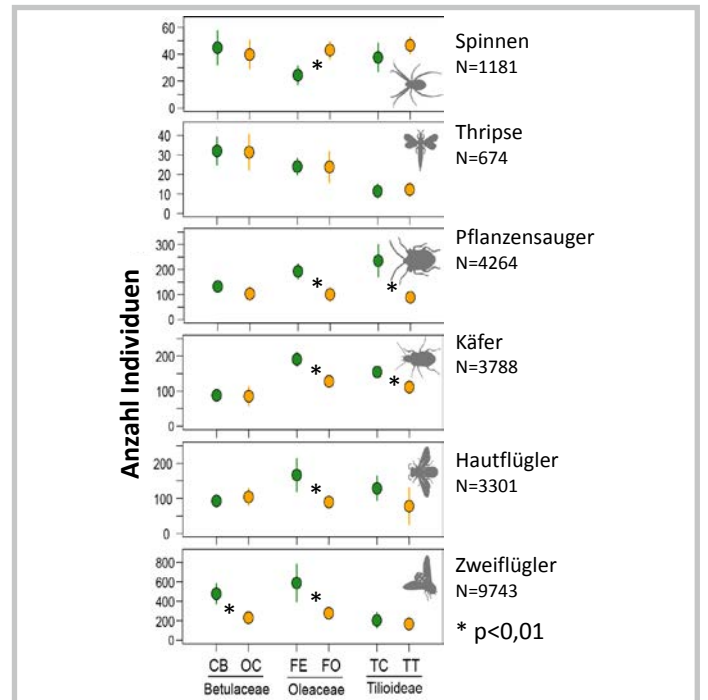


Abbildung 7: Mittlere Anzahl Individuen pro Baum in den einzelnen Taxa auf den heimischen (grün) und verwandten südosteuropäischen (gelb) Baumarten. * $p < 0,01$. Abkürzungen der Baumarten siehe Abbildung 6.

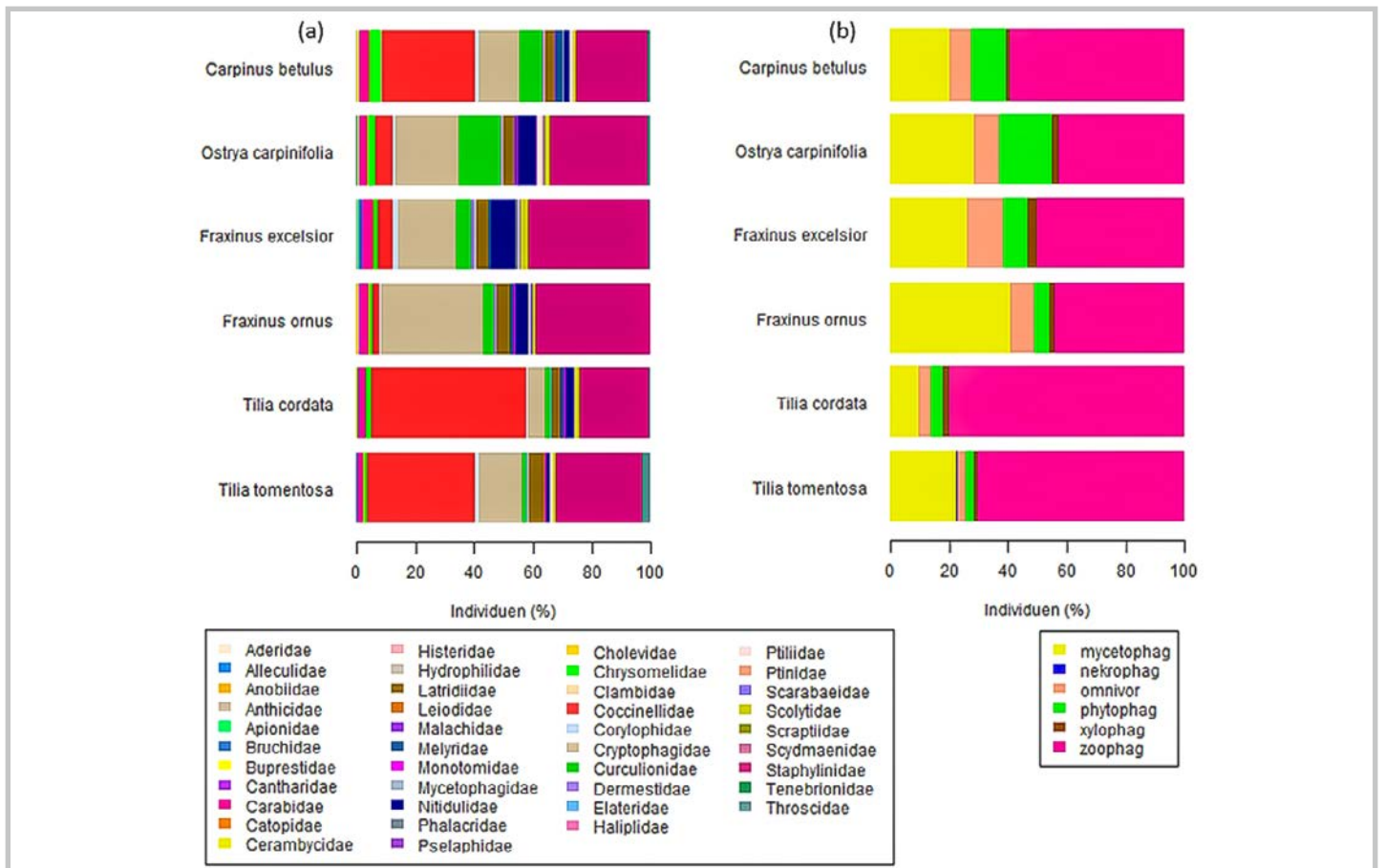


Abbildung 8: Prozentuale Anteile der (a) Familien und (b) Nahrungstypen-Gilden an der Gesamtabundanz der Käfer auf den Versuchsbaumarten (je 5 Replikate pro Baumart).

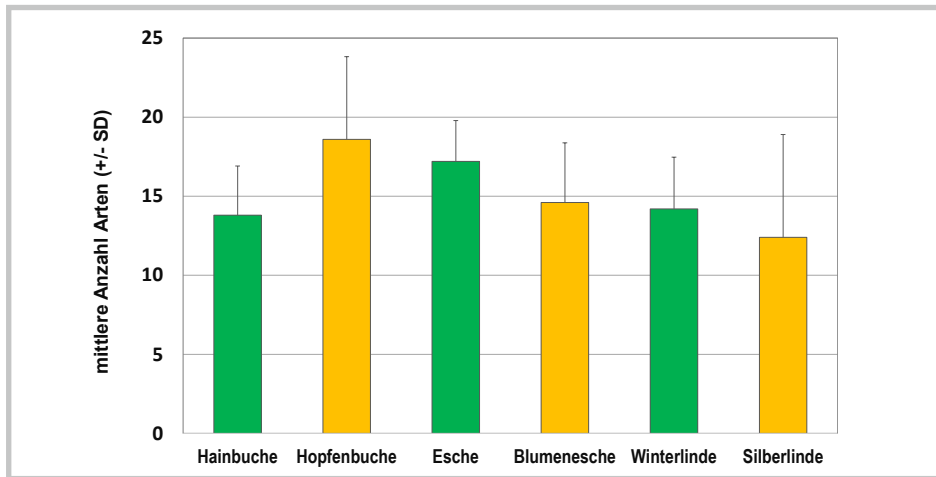


Abbildung 9: Artenvielfalt der Wildbienen auf den einzelnen Baumarten. Kruskal Wallis ANOVA $p=0,29$.

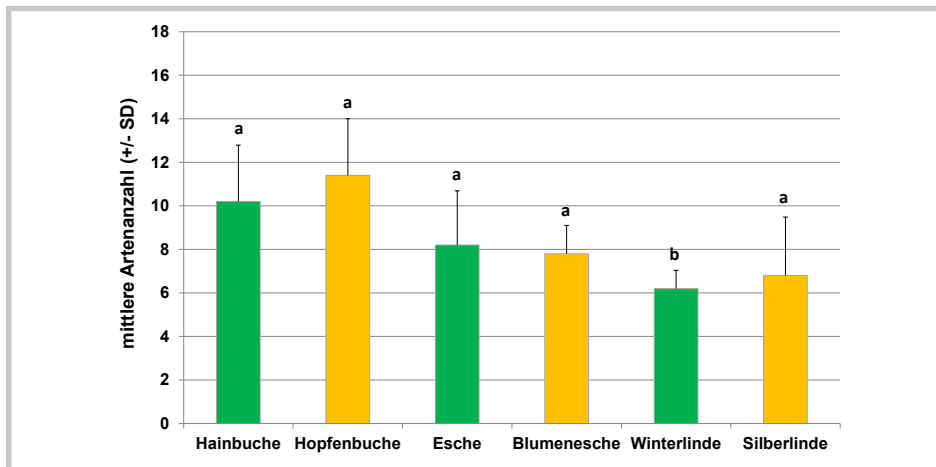


Abbildung 10: Artenvielfalt der Zikaden auf den einzelnen Baumarten. Kruskal Wallis ANOVA $p=0,02$. Signifikante Unterschiede werden durch unterschiedliche Buchstaben dargestellt.

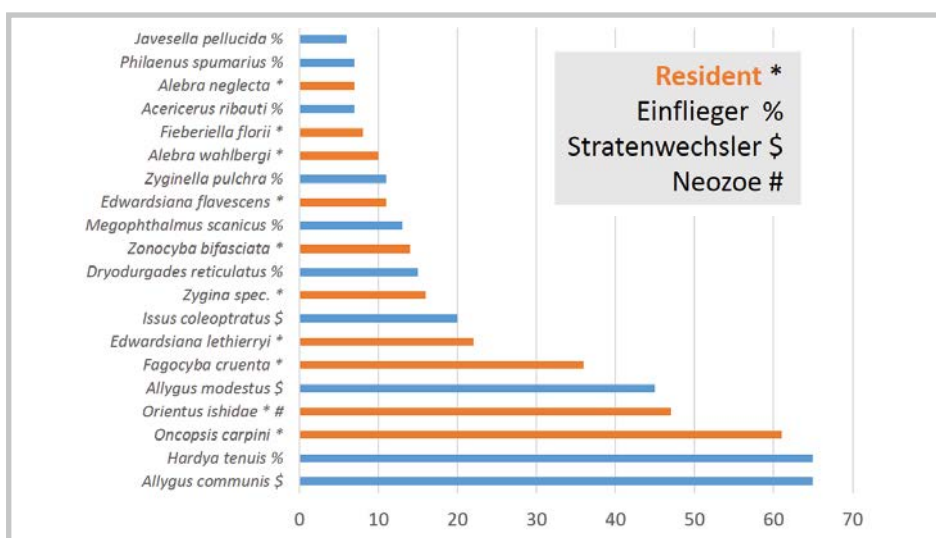


Abbildung 11: Dominanzverhältnisse (Individuenzahlen) der 20 häufigsten Zikadenarten.

Die einzelnen Baumarten, unabhängig davon, ob sie heimischer oder südosteuropäischer Herkunft sind, zeigen keine signifikanten Unterschiede in ihrer Artenvielfalt (Abbildung 9).

Über 90% der gefundenen Wildbienenarten legen Bodennester für ihre Brut an, die sie mit Pollen vielfältiger Pollenressourcen (polylektisch) versorgen. Das heißt, sie sind durch ihre Lebensweise auf die Pflanzstreifen unter den Bäumen angewiesen (Bild 3).

Hemiptera – Unterordnung Zikaden

Auf den Versuchsbaumarten wurden insgesamt 1360 Pflanzensauger (ohne Blattläuse) gefangen, darunter 58 Zikadenarten mit 555 Individuen. Zwischen den heimischen Baumarten und ihren südosteuropäischen Schwesternarten gab es keine signifikanten Unterschiede in der Artenanzahl (Abbildung 10). Aber die Winterlinde beherbergte signifikant weniger Zikadenarten als die südosteuropäische Hopfenbuche (Abbildung 10). Betrachtet man die häufigsten Arten, dann wird deutlich, dass nur die Hälfte der Arten ihren gesamten Lebenszyklus im Baum verbringt ("Residente"), während die übrigen Arten Einflieger oder Stratenwechsler sind (Abbildung 11). Besonders letztere sind, wie die Wildbienen, auf Pflanzstreifen unter den Versuchsbäumen als Teil ihres Lebensraumes angewiesen. Das gilt auch für einige der Wanzenarten, die üblicherweise auf Trockenrasen vorkommen.

Fazit

Insgesamt hat sich in der bisherigen Auswertung gezeigt, dass sich die südosteuropäischen Arten in der Arthropodenvielfalt nicht von ihren verwandten heimischen Baumarten unterscheiden. Betrachtet man nun alle Arten der bisher vorgestellten Tiergruppen und ordnet sie entsprechend ihres Auftretens nur den heimischen, nur den südosteuropäischen oder beiden Baumartengruppen zu, so

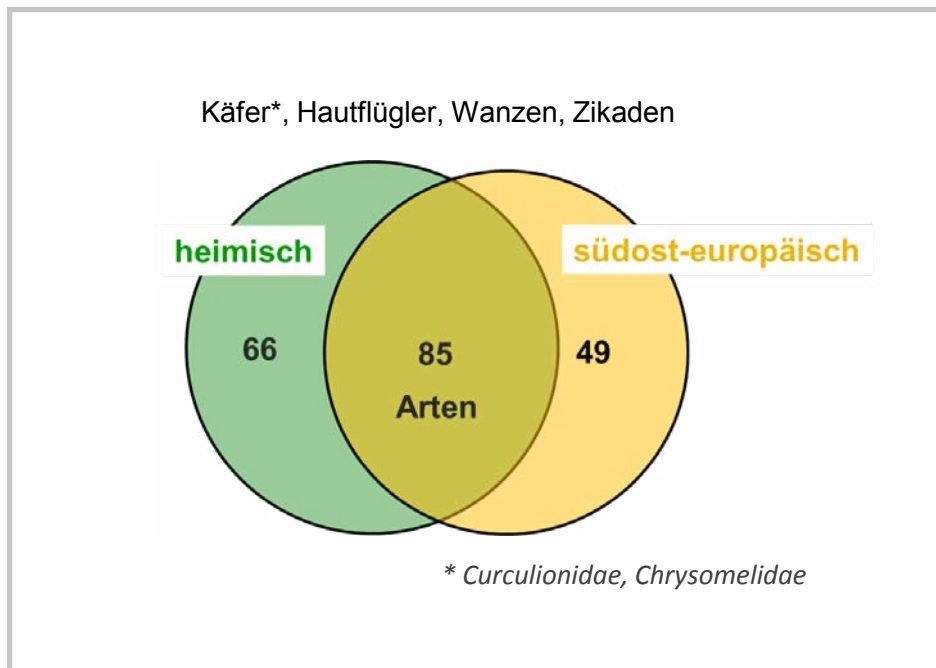


Abbildung 12: Auftreten der Arten dominanter Taxa auf heimischen, südosteuropäischen oder beiden Baumartengruppen.

zeigt sich, dass die überwiegende Anzahl zur Kronenfauna beider Baumartengruppen gehört (43%), ein Drittel nur auf heimischen Bäumen vorkam und ein Viertel ausschließlich auf den südosteuropäischen Stadtklimabaumarten zu finden war (Abbildung 12).

Somit wird deutlich, dass man die mit Abstand größte Artenvielfalt im urbanen Umfeld erzielt, indem man gemischte Alleen statt Monoalleen pflanzt, im Übrigen auch eine der wichtigsten Maßnahmen, um die Ausbreitung von immer häufiger auftretenden, neuen Krankheiten und Schädlingen zu vermeiden. Auch südosteuropäische Arten spielen hierbei eine wesentliche Rolle.

BUCHHOLZ et al. (2015) haben eine vergleichende Untersuchung bodenlebender Arthropoden einer heimischen und einer gebietsfremden Art (Birke vs. Robinie) in einem Berliner Stadtwald durchgeführt und ebenfalls festgestellt, dass sich die beiden Baumarten hinsichtlich der bis zur Art bestimmten Gruppen der Laufkäfer und Spinnen nicht in ihrer Artenvielfalt unterscheiden. Allerdings zeigten die Laufkäfer eine signifikant andere Artenzusammensetzung, so dass auch hier eine größere Artenvielfalt unter gemischten Baumbeständen zu finden ist. Darüber hinaus gab es keine Unterschiede in der Anzahl Roter Liste – Arten.

Tabelle 2: Rote Liste Arten und Erstnachweise in den verschiedenen Taxa

Tiergruppe Taxonom		Determinierte Anzahl Arten	RLB/RLD bzw. gefährdet	% RL Arten	Anzahl auf heimischen Baumarten	Anzahl auf südosteurop. Baumarten	Erstnachweis
Neuroptera <i>R. Albrecht</i>	Netzflügler	6	2	33	1	2	
Orthoptera <i>R. Albrecht</i>	Heuschrecken	2					1, WÜ
Heteroptera <i>C. Wegener</i>	Wanzen	34	12	35	9	7	
Auchenorrhyncha <i>H. Nickel</i>	Zikaden	58	10	17	6	7	
Coleoptera <i>L. Schmidt</i>	Käfer	52	8	17	13	9	
Hymenoptera <i>S. Hopfenmüller</i>	Hautflügler	69	9	13	5	7	1, BY
Araneae <i>H. - J. Beck</i>	Spinnen	33	1	3			

In unserer Untersuchung fand sich eine nicht unerhebliche Anzahl Roter Liste – Arten Bayerns und/ oder Deutschlands. Besonders hoch war der Anteil bei den Wanzen und Netzflüglern (Tabelle 2). Auch hier traten die gefährdeten Arten sowohl auf heimischen als auch auf südosteuropäischen Baumarten auf. Mit der Grabwespe *Alysson tricolor*, die ihre Brut mit Zikaden versorgt, wurde sogar ein Erstnachweis für Bayern erbracht (in Vorbereitung).

Neben der Baumart spielt für die Artenvielfalt der Pflanzstreifen (statt Baumgrube) eine herausragende Rolle: Wie die Grabwespen sind die meisten Wildbienen, viele Zikaden- und Wanzenarten in ihrer Lebensweise auf Pflanzstreifen angewiesen (Bild 3).

Fazit – höchste Artenvielfalt:
Mischpflanzung + Pflanzstreifen!

Dipl.-Biol. DR. SUSANNE BÖLL
LWG, Veitshöchheim

M. SC. ROSA ALBRECHT
Lehrstuhl für Tierökologie und
Tropenbiologie
Biozentrum, Universität Würzburg

Dr. DIETER MAHSBERG
Lehrstuhl für Tierökologie und
Tropenbiologie
Biozentrum, Universität Würzburg

Danksagung

Wir danken dem Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten für die langjährige Förderung des Projektes "Stadtgrün 2021" und dem Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz für die Förderung unserer Biodiversitätsuntersuchungen an Stadtbäumen, die wir unter Koordination des Zentrums für Stadtnatur und Klimaanpassung (ZSK) der TU München durchführten. Zum Gelingen der Studie haben viele beigetragen. den Taxonomen C. Wegener, H. Nickel, L. Schmidt, S. Hopfenmüller und H.-J. Beck, allen studentischen Hilfskräften, M.Sc. Leopold Hock für seine Programmierarbeit sowie PD Dr. Marcell Peters für seine Expertise bei der Datenanalyse.



finanziert durch
Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Verbraucherschutz



Bild 3: Silberlinde auf Pflanzstreifen.

Literatur

- BÖLL, S. (2017): 7 Jahre „Stadtgrün 2021“ – Einfluss des regionalen Klimas auf das Baumwachstum an drei bayerischen Standorten. Jahrbuch der Baumpflege 2017: 91-114.
- BOGACHEVA, I.A. (2014): Communities of phyllophagous insects in young birch greeneries of northern cities. Russian Journal of Ecology 45 (6): 467-472.
- BUCHHOLZ, S., TIETZE, H., KOWARIK, I. & SCHIRMEL, J. (2015): Effects of a major tree invader on urban woodland arthropods. Plos One, 10 (9): 1-15.
- DALE, A.G. & FRANK, S.D. (2014): Urban warming trumps natural enemy regulation of herbivorous pests. Ecological Application, 24 (7): 1596-1607.
- JÄCKEL, B., SCHREINER, M. & FEILHABER, I. (2016): Pflanzenfressende Organismen und deren Gegenspieler an ausgewählten stadtklimatoleranten Baumarten. Jahrbuch der Baumpflege 2016: 254-262.
- KEHR, R., RUST, S. (2007): Auswirkungen der Klima-Erwärmung auf die Baumphysiologie und das Auftreten von Krankheiten und Schädlingen. ProBaum 4: 2-10.
- MEINEKE, E.K., DUNN, R.R., SEXTON, J.O. & FRANK, S.D. (2013): Urban warming drives insect pest abundance on street trees. Plos One 8 (3): e59687.
- ROLOFF, A., GILLNER, S., BONN, S. (2008): Gehölzartenwahl im urbanen Raum unter dem Aspekt des Klimawandels. Sonderheft Grün ist Leben: 30-42.
- SOUTHWOOD, T.R.E. (1961): The number of species of insect associated with various trees. Journal of Animal Ecology 30 (1): 1-8.