



UNIVERSITÄT  
BAYREUTH



Ökologisch-Botanischer Garten  
Universität Bayreuth

Stadtbäume im Trockenstress:  
Reagieren fremdländische Baumarten weniger  
empfindlich als einheimische?



**Masterarbeit**

Michaela Hahn

M. Sc. Biodiversität und Ökologie

Matrikelnummer: 1210336

August 2015

Betreuer: PD Dr. Gregor Aas

Dr. Viviana Horna

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>V</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>V</b>
<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>VI</b>
<b>Summary</b> .....	<b>VIII</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Material und Methoden</b> .....	<b>3</b>
2.1 Design.....	3
2.1.1 Standorte .....	3
2.1.2 Untersuchte Stadtbäume .....	4
2.2 Datenerhebung .....	5
2.2.1 Physiologische Parameter .....	5
2.2.1.1 Untersuchungszeitraum.....	5
2.2.1.2 Blattwasserpotential .....	6
2.2.1.3 Stomatärer Widerstand/Leitfähigkeit .....	6
2.2.2 Wachstumsparameter.....	9
2.2.3 Standortfaktoren .....	9
2.3 Klimadaten .....	10
2.4 Datenanalyse und statistische Auswertung .....	11
<b>3 Ergebnisse</b> .....	<b>12</b>
3.1 Witterung im Untersuchungszeitraum.....	12
3.2 Standortfaktoren.....	13
3.3 Physiologische Messungen .....	16
3.3.1 Blattwasserpotential.....	16
3.3.1.1 Baumartenvergleich pro Messkampagne.....	16
3.3.1.2 Baumartenvergleich pro Messkampagne und Standortskategorie .....	17
3.3.1.3 Vergleich der Standortskategorien.....	21
3.3.2 Stomatäre Leitfähigkeit .....	24
3.3.2.1 Baumartenvergleich pro Messkampagne.....	24
3.3.2.2 Baumartenvergleich pro Messkampagne und Standortskategorie .....	27
3.3.2.3 Vergleich der Standortskategorien.....	28
<b>4 Diskussion</b> .....	<b>29</b>

4.1	Abiotische Faktoren und Standortskategorien .....	29
4.2	Physiologische Reaktionen auf Trockenstress .....	31
4.2.1	Einfluss des Standorts .....	31
4.2.2	Vergleich der Baumarten .....	34
4.3	Schlussfolgerung und Ausblick.....	37
<b>5</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>39</b>
<b>Anhang.....</b>	<b>.....</b>	<b>42</b>
<b>Danksagung.....</b>	<b>.....</b>	<b>45</b>
<b>Erklärung zur Masterarbeit .....</b>	<b>.....</b>	<b>46</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Untersuchte Standorte im Stadtgebiet Bayreuth*	4
Abb. 2: Messungen des stomatären Widerstands mittels Porometer*	7
Abb. 3: Abweichungen der Monatsmitteltemperaturen (oben) und der monatlichen Niederschlagsmengen (unten) des Jahres 2012 von den langjährigen Mitteln*	12
Abb. 4: Verlauf der Lufttemperatur und des Wasserdampfsättigungsdefizits der Luft (= Vapour Pressure Deficit (VPD))*	13
Abb. 5: Einmalig pro Standort gemessene Bodenparameter*	14
Abb. 6: Volumetrischer Bodenwassergehalt ( $\theta_v$ ) im Oberboden der Standorte unterschiedlicher Trockenstressbelastung*	15
Abb. 7: Blattwasserpotential ( $\psi_w$ ) unterschieden nach Baumart und Messkampagne*	16
Abb. 8: Blattwasserpotential ( $\psi_w$ ) der drei Baumarten im Juni*	18
Abb. 9: Blattwasserpotential ( $\psi_w$ ) der drei Baumarten im Juli/August*	19
Abb. 10: Blattwasserpotential ( $\psi_w$ ) der drei Baumarten im August/September*	20
Abb. 11: Stomatäre Leitfähigkeit ( $g_s$ ) der drei Baumarten im August/September*	25
Abb. 12: Blattwasserpotential ( $\psi_w$ ) und stomatäre Leitfähigkeit ( $g_s$ ) der drei Baumarten zum Zeitpunkt der Mittags- bzw. Nachmittagsmessungen*	26

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Ausgewählte Standorte unterschiedlicher Trockenstressbelastung*	5
Tab. 2: Blattwasserpotential ( $\psi_w$ ) der drei Baumarten*	23
Tab. 3: Höhe und Brusthöhendurchmesser (BHD) der untersuchten Bäume*	42

## Zusammenfassung

Angesichts des Klimawandels, der eine zunehmende Trockenstressbelastung im urbanen Raum mit sich bringen könnte, stellt sich die Frage nach Baumarten, die als zukünftige Stadtbäume geeignet sein werden. Die in Nordamerika beheimatete Robinie (*Robinia pseudoacacia* L.) und die aus Kleinasien und Südosteuropa stammende Silber-Linde (*Tilia tomentosa* Moench) gelten als trockenstresstoleranter als die einheimische Winter-Linde (*Tilia cordata* Mill.), die eine bedeutende Stadtbaumart in Mitteleuropa ist. Die Trockenstressbelastung der Bäume an einem bestimmten Standort wird in entscheidendem Maße von der Wasserverfügbarkeit vor Ort beeinflusst. Diese kann jedoch durch eine hohe Bodenverdichtung und einen erhöhten Salzgehalt des Bodens herabgesetzt sein. Vor diesem Hintergrund wurden dieser Arbeit zwei Hypothesen zugrunde gelegt, von denen die erste lautete, dass der Trockenstress für Stadtbäume umso größer ist, je höher die Bodenverdichtung und der Salzgehalt des Bodens sind. Die zweite Hypothese war, dass die Robinie und die Silber-Linde weniger empfindlich als die Winter-Linde auf Trockenstress im urbanen Raum reagieren.

Zur Prüfung der Hypothesen wurden das Blattwasserpotential und die stomatäre Leitfähigkeit von *R. pseudoacacia*, *T. tomentosa* und *T. cordata* an verschiedenen Standorten im Stadtgebiet Bayreuth untersucht. Die Standorte wurden je nach Verkehrsaufkommen in drei unterschiedliche Kategorien der Trockenstressbelastung („sehr gering“, „gering bis mittel“ und hoch“) eingeteilt. Erwartet wurde, dass an den Standorten mit einem erhöhten Verkehrsaufkommen auch eine höhere Bodenverdichtung und ein erhöhter Salzgehalt des Bodens vorzufinden sind, die die Wasserverfügbarkeit für die Stadtbäume negativ beeinflussen. An allen Standorten wurde der maximale Eindringwiderstand des Oberbodens ebenso wie die Aktivität der gelösten Salze und der volumetrische Bodenwassergehalt in der obersten Bodenschicht bestimmt.

Im Hinblick auf die Verdichtung des Oberbodens waren keine signifikanten Unterschiede zwischen den Standorten der drei Stresskategorien nachweisbar. An den Standorten mit dem geringsten Verkehrsaufkommen konnten die niedrigsten Aktivitätswerte der gelösten Salze festgestellt werden. Die Messungen des Blattwasserpotentials deuteten aber darauf hin, dass die Wasserversorgung der

Bäume auf den Flächen mit den niedrigsten Salzgehalten nicht besser war als an den Standorten der beiden anderen Kategorien. Somit wird deutlich, dass das Verkehrsaufkommen kein zuverlässiger Indikator für die edaphischen Gegebenheiten und die damit verbundene Wasserversorgung der Bäume an einem bestimmten Standort ist.

Die Ergebnisse der physiologischen Messungen zeigten, dass *R. pseudoacacia* niedrigere Blattwasserpotentiale als *T. cordata* und *T. tomentosa* erreichte und in der Lage war eine höhere stomatäre Leitfähigkeit als *T. tomentosa* zu erzielen. Dies deutet darauf hin, dass die Silber-Linde empfindlicher als die Robinie auf Trockenstress reagiert. Ebenso scheint die Robinie aufgrund der niedrigeren Wasserpotentiale, die sie erreichte, auch eine geringere Trockenstressempfindlichkeit als die Winter-Linde zu besitzen. Zwischen den beiden *Tilia*-Arten war kein signifikanter Unterschied in der Empfindlichkeit gegenüber Trockenstress nachweisbar. Auf Basis der gewonnenen Daten kann angenommen werden, dass *R. pseudoacacia* von den drei untersuchten Baumarten am besten mit dem Trockenstress im urbanen Raum zurechtkommt. Trotz alledem sind weitere Studien notwendig, um die Trockenstressempfindlichkeit der drei betrachteten Baumarten besser beurteilen zu können. Überdies gibt es noch viele weitere Faktoren, die es bei der Auswahl zukünftig geeigneter Stadtbaumarten zu beachten gilt.

## Summary

Climate change could lead to an increase in the severity of drought stress experienced by trees in the urban environment. It is therefore a challenge to find drought tolerant tree species that will be suitable as future urban trees. The North American black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) and the silver lime (*Tilia tomentosa* Moench) that originates from Asia Minor and South Eastern Europe are considered to be more drought-tolerant than the indigenous small-leaved lime (*Tilia cordata* Mill.), an important urban tree species in Central Europe. Water availability is a decisive factor for the severity of drought stress experienced by trees at a specific site. A high soil compaction and increased soil salinity can reduce water availability for urban trees. Therefore, two different hypotheses were tested in this study. It was firstly hypothesised that the higher the compaction and salinity of the soil, the higher the severity of drought stress for urban trees. The second hypothesis was that *R. pseudoacacia* and *T. tomentosa* are less sensitive than *T. cordata* to drought stress occurring in the urban environment.

To test both hypotheses leaf water potential and stomatal conductance of black locust, silver lime and small-leaved lime were examined at different locations in the urban area of Bayreuth. Depending on traffic volume, the different locations were classified into three distinct categories of drought stress intensity ('very low', 'low to medium' and 'high'). It was assumed that the locations with a higher traffic volume would show a higher soil compaction and increased soil salinity that would in turn negatively affect water availability for urban trees. The activity of dissolved salts in the upper soil layer as well as maximum penetration resistance and volumetric moisture content of the topsoil were determined at all investigated locations.

No significant difference in soil compaction of the topsoil could be found between locations of the three different drought stress categories. The lowest activity values of dissolved salts could be detected at the sites with the lowest traffic volume. However, measurements of leaf water potential indicated that water supply of trees at the sites with the lowest soil salinity was not better than the water supply at the sites of the other two stress categories. This shows that traffic volume is not a meaningful indicator for edaphic conditions and the associated water supply of urban trees at a specific location.

Physiological measurements demonstrated that *R. pseudoacacia* attained lower leaf water potentials than *T. tomentosa* and *T. cordata* and was also able to reach a higher stomatal conductance than *T. tomentosa*. This indicates a higher drought sensitivity of *T. tomentosa* compared to *R. pseudoacacia*. Because of its lower leaf water potentials *R. pseudoacacia* seems also to be less sensitive to drought stress than *T. cordata*. No difference in drought sensitivity of *T. cordata* and *T. tomentosa* could be found. On the whole, it might be assumed that of all investigated tree species *R. pseudoacacia* is the one with the lowest sensitivity to drought stress occurring in the urban environment. However, more studies are needed to provide a sound basis for the evaluation of drought sensitivity of the three examined tree species. Moreover, many other factors must be taken into account during selection of future urban tree species.