

Einfluss des Standortklimas auf den Wachstumsverlauf von Linde und Robinie in München

Astrid Moser¹, Mohammad A. Rahman², Hans Pretzsch¹, Stephan Pauleit², Thomas Rötzer¹

^aLehrstuhl für Waldwachstumskunde, Technische Universität München, Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 2, 85354 Freising, Deutschland

^bLehrstuhl für Strategie und Management der Landschaftsentwicklung, Technische Universität München, Emil-Ramann-Str. 6, 85354 Freising, Deutschland

Der Lebensraum Stadt stellt eine große Herausforderung für das Wachstum von Bäumen dar. Kleine Pflanzgruben haben eine geringe Wasser-, Nährstoff- und Wurzelraumverfügbarkeit (Morgenroth & Buchan, 2009), der städtische Wärmeinseleffekt (Oke, 1982) und die Bebauungsdichte bedingen hohe Temperaturen (Akbari et al., 2001). Durch den Klimawandel mit meist veränderten Niederschlagsmustern und höheren Temperaturen (IPCC, 2013; Meehl et al., 2007) werden diese negativen Wachstumseinflüsse wahrscheinlich noch verstärkt, weshalb in Zukunft viele Stadtbaumarten Vitalitäts- und Wachstumseinbußen zeigen werden (Gill et al., 2013). Gegenwärtig leiden bereits einige heimische Arten (z. B. Kastanien, Linden) an Trockenstress, eingebrachten Schädlingen und hohen Temperaturen (Tubby & Webber, 2010). Wie Bäume auf das Wuchsklima der Stadt reagieren, hängt jedoch von den spezifischen klimatischen Gegebenheiten (Versiegelung, Lichteinfall, Konkurrenz) am Standort und von artspezifischen Wachstumsmustern ab. So unterscheiden sich Wuchsräume in der Stadt erheblich: Während Bäume an Plätzen zumeist höheren Strahlungs- und Temperaturwerten ausgesetzt sind, zeigen Straßenbäume oft schattenangepasstes Wachstum (Kjelgren & Clark, 1992; Moser et al., 2015). Daneben verfügen Bäume über Mechanismen zur Abwehr von Trockenstress, die sich je nach Baumart, Holz-anatomie und Aufbau des leitenden Gewebes unterscheiden.

In der vorliegenden Studie wurden zwei physiologisch unterschiedlichen Arten im Hinblick auf Wachstum und Reaktion auf Trockenstress untersucht: Während die Winterlinde (*Tilia cordata* Mill.) eine zerstreut-porige, anisohydrische Art ist, wird die Robinie (*Robinia pseudoacacia* L.) als ring-porige, isohydrische Art eingestuft. Isohydrische Arten reagieren auf Trockenstress mit einer Verringerung der stomatären Leitfähigkeit zur Reduzierung von Wasserverlust. Dies kann jedoch bei lang anhaltender Trockenheit zu einem „Verhungern“ der Bäume durch fehlendes CO₂ führen. Nach der Trockenperiode kann aber eine schnelle Wiederaufnahme des normalen Stoffwechsels initiiert werden. Anisohydrische Arten besitzen dagegen eine hohe stomatäre Leitfähigkeit auch bei geringen Wasserverfügbarkeiten und können bei Wassermangel weiter Photosynthese betreiben. Aufgrund der geöffneten Stomata werden große Mengen an Wasser verdunstet, was zu späteren Wachstumseinbußen führen kann (Klein, 2014; Moser et al., 2016). Im Rahmen dieser Studie wurde mit elektronischen Dendrometern das Stammwachstum der zwei Baumarten in München in hoher zeitlicher Auflösung im Jahr 2016 gemessen. Mit am Standort aufgenommenen Klimaparametern (u. a. Lufttemperatur, Niederschlag, Dampfdruckdefizit, Strahlung), Bodenvariablen (Temperatur und Feuchtigkeit) sowie Messungen zum Wasserfluss und zur Transpiration der Bäume konnten die Zusammenhänge und Wechselwirkungen von Klima, Wasserhaushalt und Baumwachstum analysiert werden. Darüber hinaus wurde retrospektiv das Zuwachsverhalten in vergangenen Jahren, insbesondere in Trockenperioden, untersucht.

Beide Arten zeigten 2016 - beginnend mit dem Blattaustrieb - ein starkes Wachstum (Abbildung 1). Speziell für die Robinien wurden hohe Zuwächse beobachtet, die während der Trockenperiode im Spätsommer aufgrund von Wassermangel zu einer geringeren stomatären Leitfähigkeit und zu einem Schrumpfen des Stammradius geführt haben. Eine bessere Wasserversorgung im Anschluss an diese Phase führte zu einem Erholen der Zellen und damit zu einem besseren Wasserstatus (Quellen des Stammes). Die Winterlinden wiesen dagegen nach dem anfänglichen Zuwachs mit dem Blattaustrieb einen konstanten Stammradius auf. Auch die gefundenen Korrelationen des maximalen täglichen Stammradius der einzelnen Arten mit den gemessenen Klimaparametern zeigen artspezifische Muster. Mit Ausnahme der Bodenfeuchte waren alle Klimavariablen positiv mit dem Stammradius korreliert, wobei zumeist stärkere Korrelationen für die Robinien gefunden wurden. Zusätzlich wurde die Wassernutzungseffizienz (Biomasse/Transpiration) beider Arten bestimmt, wobei Robinien eine höhere Wassernutzungseffizienz aufwiesen (8,1 g/l für Robinie und 1,3 g/l für Winterlinde). Eine dendrochronologische Analyse

stellt die Zuwachsgänge der Arten dar (Abbildung 2). Insgesamt sind die Robinien jünger, beide Arten zeigten jedoch eine sprunghafte Chronologie, mit starkem Zuwachs gefolgt von starken Einbrüchen. In den letzten Jahren (2010-2016) war das Wachstum der Robinien höher, mit Ausnahme der Jahre 2011, 2015 und 2013. Insgesamt konnte in Trockenperioden eine ähnliche Resistenz (d. h. die Widerstandsfähigkeit während einer Trockenheit) für beide Arten, aber eine bessere Erholungsfähigkeit und Resilienz (Wachstum nach der Trockenheit im Vergleich zu vor der Trockenheit) für die Robinien gefunden werden (Indexwerte nach Lloret et al. (2011)).

Schlussfolgerungen

Die vorliegende Studie zeigt, wie sehr das Wachstum zweier physiologisch unterschiedlichen Baumarten von den individuellen Arteigenschaften und den vorherrschenden mikro-klimatischen Einflüssen am Wuchsort beeinflusst ist. Robinien sind in ihrem Wachstum stark von der Wasserverfügbarkeit abhängig, zeigten jedoch eine schnelle Erholung und Widerstandsfähigkeit. Das Wachstum von Winterlinden in München war geringer als das der Robinien, und wird nicht so stark von den Umgebungsbedingungen beeinflusst. Auf lange Sicht kann der hohe Wasserverbrauch der Linden jedoch zu Wachstums- und Vitalitätseinbußen führen.

Literatur

- Akbari, H., Pomerantz, M., Taha, H., 2001. Cool surfaces and shade trees to reduce energy use and improve air quality in urban areas. *Sol Energy* 70, 295-310. doi:10.1016/S0038-092X(00)00089-X
- Gill, S.E., Rahman, M.A., Handley, J.F., Ennos, A.R., 2013. Modelling water stress to urban amenity grass in Manchester UK under climate change and its potential impacts in reducing urban cooling. *Urban For Urban Greening* 12, 350–358.
- IPCC, 2013. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. IPCC Working Group I Contribution to AR5.
- Kjelgren, R.K., Clark, J.R., 1992. Microclimates and Tree Growth in Tree Urban Spaces. *J Environ Hort* 10, 139-145.
- Klein, T., 2014. The variability of stomatal sensitivity to leaf water potential across tree species indicates a continuum between isohydric and anisohydric behaviours. *Funct Ecol* 28, 1313–1320. doi:10.1111/1365-2435.12289
- Lloret, F., Keeling, E.G., Sala, A., 2011. Components of tree resilience: effects of successive low-growth episodes in old ponderosa pine forests. *Oikos* 120, 1909–1920.
- Meehl, G.A., Stocker, T.F., Collins, W.D., P., F., Gaye, A.T., Gregory, J., Kitoh, A., Knutti, R., Murphy, J., Noda, A., 2007. Global climate projections. IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007 747-845.
- Morgenroth, J., Buchan, G.D., 2009. Soil moisture and aeration beneath pervious and impervious pavements. *Arboric Urban For* 35, 135–141.
- Moser, A., Rahman, M.A., Pretzsch, H., Pauleit, S., Rötzer, T., 2016. Inter- and intraannual growth patterns of urban small-leaved lime (*Tilia cordata* mill.) at two public squares with contrasting microclimatic conditions. *Int J Biometeorol* 61, 1095-1107. doi:10.1007/s00484-016-1290-0
- Moser, A., Rötzer, T., Pauleit, S., Pretzsch, H., 2015. Structure and ecosystem services of small-leaved lime (*Tilia cordata* Mill.) and black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) in urban environments. *Urban For Urban Greening* 14, 1110-1121. doi:10.1016/j.ufug.2015.10.005
- Oke, T., 1982. The energetic basis of the urban heat island. *Q J R Meteorol Soc* 108, 1–24.
- Tubby, K.V., Webber, J.F., 2010. Pests and diseases threatening urban trees under a changing climate. *Forestry* 83, 451-459.

Keywords:

Trockenstress, Transpiration, Stadtbäume, Winterlinden, Robinien

Abbildung 1: Stammradiusveränderungen von Robinie und Winterlinde in München in 2016

Abbildung 2: Jahrringindex (RWI) von Robinien (rot) und Winterlinden (grün) von 1988 bis 2016 in München