

Wachstum und Umweltleistungen von Stadtbäumen unter veränderten Klimaverhältnissen – eine Simulationsstudie für süddeutsche Großstädte

Thomas Rötzer, Hans Pretzsch, Astrid Moser

Lehrstuhl für Waldwachstumskunde, Technische Universität München, Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 2, 85354 Freising, Germany

Angesichts des Klimawandels ist die Reaktion von Stadtbäumen auf eine sich rasch ändernde Umwelt von hoher Relevanz für künftige Grünplanungen. Als wesentlicher Bestandteil der städtischen Freiräume können Stadtbäume das Klima eines Standorts positiv beeinflussen. Ihre Kronen spenden Schatten, die Blätter verdunsten Wasser und kühlen so die Luft. Bäume fixieren Kohlendioxid, geben Sauerstoff ab und können den Wasserabfluss reduzieren. Die Höhe dieser Umweltleistungen ist jedoch vom Baum selbst (Alter, Vitalität, Art) wie auch von der Umgebung, d.h. vor allem von den kleinklimatischen Bedingungen (Grad der Versiegelung, Strahlungssumme, etc.) abhängig.

Neben dem Wachstum sind vor allem die Funktionen und Leistungen von Stadtbäumen in letzter Zeit in den Fokus der Forschung wie auch der öffentlichen Aufmerksamkeit gerückt. Sie können wie folgt zusammengefasst werden (nach Moser et al. 2017):

- Bereitstellung von Holz und Biomasse
- Kohlendioxidfixierung und Sauerstofffreisetzung
- Abkühlungsleistung durch Verdunstung und Beschattung
- Niederschlagsabflussminderung
- Windschutz
- Lärminderung
- Erhöhung der Lebensqualität, Erholungsfunktion, Ästhetik
- Verbesserung der Luftqualität, Feinstaubausfilterung
- Erhöhung der Biodiversität durch Schaffung von Lebensräumen für Tiere und Pflanzen

Die Quantifizierung der einzelnen Funktionen und Umweltleistungen in Abhängigkeit der Umgebungsbedingungen sowie in Bezug auf Baumart, Baumstruktur und Baumalter und deren Einfluss auf das Standortklima, ist jedoch noch weitgehend ungeklärt.

Anhand von Modellen, die auf physikalischen, chemischen und biologischen Prozessen beruhen, kann das Wachstum einer Pflanzenart anhand ihrer Standortbedingungen und ihrer Dimension berechnet werden. Solche ökophysiologischen oder prozess-orientierten Wachstumsmodelle existieren jedoch bisher lediglich für Waldbestände (Fontes et al. 2010, Watt and Kirschbaum, 2011). Modelle für Stadtbäume fehlen dagegen weitgehend oder können nicht für Mitteleuropa angewendet werden. Denn Modelle wie iTree beruhen auf empirischen Annahmen (z.B. McHale et al. 2009, McPherson & Peper, 2012, Yang et al., 2015, Zheng, 2003), deren Übertragbarkeit auf andere Regionen und Baumarten schwierig ist. Für deutsche Städte existieren Ansätze zur Modellierung der Kohlenstoffspeicherung von Stadtbäumen (Vonderach, 2010), oder empirische Modellierungsansätze (Moser et al. 2015).

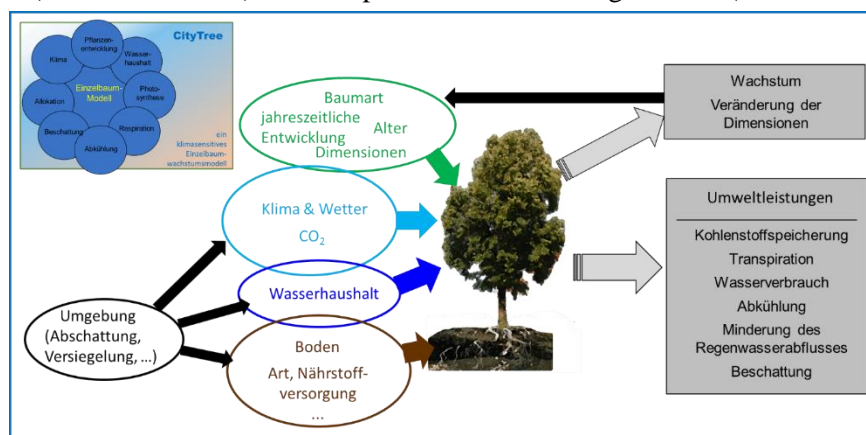


Abb. 1: Schema des ökophysiologischen Einzelbaumwachstumsmodells CityTree

Anhand des neu entwickelten prozess-orientierten Modells CityTree können das Wachstum und die Umweltleistungen von Einzelbäumen in ihrem städtischen Umfeld simuliert werden (Abb.1). Das

Modell ist modular aufgebaut und beinhaltet die Berechnung der Photosynthese (Haxeltine and Prentice 1996), des Wasserhaushalts (Rötzer et al. 2004) und des Wachstums im Jahresablauf sowie die Berechnung von Umweltleistungen (z.B. Abkühlungsleistung durch Transpiration, Schattenspende). Neben Ergebnissen zur Modelvalidierung werden erste Simulationsläufe von ausgewählten Baumarten für süddeutsche Großstädte unter gegebenen und möglichen künftigen Klimabedingungen gezeigt (Abb. 2) und diskutiert.

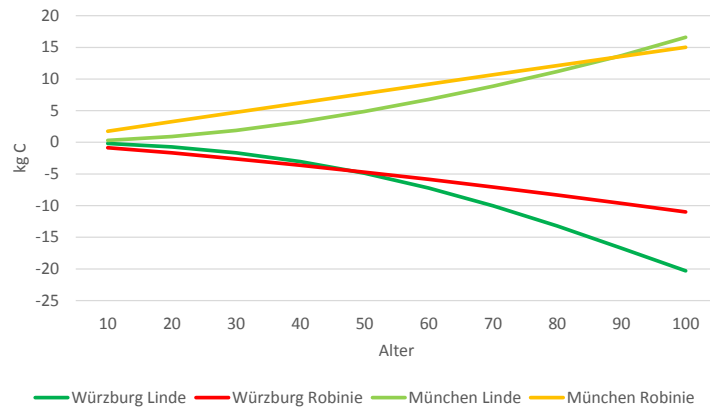


Abb. 2: Veränderung des Wachstums (Kohlenstoffspeicherung pro Baum) von Linde und Robinie in zwei Städten Süddeutschlands unter veränderten Klimabedingungen (Szenarium A1B 2071-2100; WettReg vs. 1985-2014)

Literatur

- Fontes, L., Bontemps, J.D., Bugmann, H., van Oijen, M., Gracia, C., Kramer, K., Lindner, M., Rötzer, T., Skovsgaard, J.P. 2010: Models for supporting forest management in a changing environment. *Forest Systems* 19: 8-29.
- Haxeltine A, Prentice IC (1996) A general model for the light use efficiency of primary production by terrestrial ecosystems. *Funct. Ecol.* 10: 551-561
- McHale, M.R., Burke, I.C., Lefsky, M.A., Peper, P.J., McPherson, E.G. 2009. Urban forest biomass estimates: is it important to use allometric relationships developed specifically for urban trees? *Urban Ecosystems* 12, 95-113.
- McPherson, E.G., Peper, P.J. 2012. Urban tree growth modeling. *Arbore & Urban For* 38, 172-180.
- 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 Forestry & Urban Greening*, 14(4), 1110-1121.
- Moser, A., Rötzer, T., Pauleit, S., Pretzsch, H. 2017. Stadtbäume: Wachstum, Funktionen und Leistungen – Risiken und Forschungsperspektiven. (AFJZ, unter Review).
- Rötzer, T., Dittmar, C., Elling, W., 2004: A model for site specific estimation of the actual soil water content and the evapotranspiration in forest ecosystems. *J. Environmental Hydrology* 12/7: 1-14.
- Vonderach, C. 2010. Terrestrial Laser Scanning for Estimating Urban Tree Volume and Carbon Content, Karlsruhe Institute of Technology, Institute for Geography and Geoecology, unveröff., 110 S.
- Watt, M.S., Kirschbaum, M.U.F. 2011. Moving beyond simple linear allometric relationships between tree height and diameter. *Ecological Modelling* 222, 3910-3916.
- Yang, J., Pedlar, J.H., McKenney, D.W., Weersink, A.J. 2015. The development of universal response functions to facilitate climate smart regeneration of black spruce and white pine in Ontario, Canada. *Forest Ecology and Management* 339, 34-43.
- Zheng, B. 2003. Aboveground biomass partitioning and leaf development of Chinese subtropical trees following pruning. *Forest Ecology and Management* 173, 135-144.

Keywords

Linde, Robinie, Ökophysiologisches Modell, Transpiration, Kohlenstofffixierung, Niederschlagsabfluss