

Substratevaluierung anhand von Stadtbaumlysi- metern mit pflanzenphysiologischem Monitoring

Anna Zeiser^{1*}, Thomas Weninger¹, Stefan Schmidt², Rainer Weisgram³
und Erwin Murer¹

Zusammenfassung

Die gesunde Entwicklung von Stadtbäumen ist Voraussetzung für deren Funktionalität. Hierbei spielt die Gestaltung des Wurzelraums eine zentrale Rolle. In einer Lysimeteranlage in Wien werden neben optimierten Baumsubstraten auch innovative Schwammstadtsysteme sowie deren Auswirkungen auf die Baumvitalität mittels umfangreicher Sensorik getestet. Erste Messergebnisse zeigten den Einfluss des verwendeten Baumsubstrates auf den Bodenwasserhaushalt und auf das Baumwachstum während der Vegetationsperiode. Bei einer überbauten Variante stellte sich stagnierendes Wachstum als Reaktion auf Wasserstress ein. Dies verdeutlichte die Wichtigkeit der Substratoptimierung hinsichtlich des Bodenwasserhaushaltes. Die Schwammstadtsubstrate waren bereits nach einer Vegetationsperiode weitreichend durchwurzelt. Dies wurde sowohl durch die gemessene Wasseraufnahme aus dem Boden sichtbar, als auch durch fotografische Erkundungen. Im zukünftigen Betrieb sollen noch weitere Vitalitätsparameter erfasst werden.

Schlagwörter: Stadtbäume, Baumsubstrat, Transpiration, Vitalitätsbeurteilung

Summary

The healthy development of urban trees is a prerequisite for their functionality. In this context, the design of the root zone plays a central role. In addition to optimized tree substrates, innovative sponge city systems and their effects on tree vitality are being tested in a lysimeter facility in Vienna with the aid of extensive measurement sensors. Initial measurement results show a clear influence of the tree substrate used on the soil water balance and this in turn on tree growth during the vegetation period. Stagnant growth occurred as a reaction to water stress in an overbuilt type. This illustrates the importance of tree substrate optimization with respect to soil water balance. The sponge substrates are extensively rooted after only one growing season. This is visible from the measured soil water balance as well as from photographic explorations. In future operation, further vitality parameters are to be recorded.

Keywords: Urban Trees, Tree Substrates, Transpiration, Tree Vitality

Einleitung

Der städtische Raum ist durch seine dichte Bebauung besonders prädestiniert dafür, Hitzeinseln auszubilden, die Gesundheit und Wohlbefinden der BewohnerInnen gefährden. Die fortschreitenden Klimaveränderungen in Richtung Erwärmung und Trockenheit verstärken das Risiko. Grünflächen, insbesondere Stadtbäume, sind aufgrund ihrer kühlenden Wirkung bewährte Instrumente zur Vermeidung solcher Bedrohungen. Da die genannten Einflüsse auch ein langjähriges, vitales Gedeihen von Bäumen erschweren, sind angepasste

¹ Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt, Bundesamt für Wasserwirtschaft, Pollnbergstraße 1, A-3252 Petzenkirchen; ² Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Gartenbau Schönbrunn, Grünbergstraße 24, A-1130 Wien; ³ Wiener Stadtgärten MA 42, Johannesgasse 35, A-1030 Wien

* Ansprechpartner: DI Anna Zeiser, email: anna.zeiser@baw.at

Methoden gefragt, um die positiven Wirkungen für die Stadtbevölkerung bereit stellen zu können. Für die Vitalität von Stadtbäumen entscheidend ist die Ausbildung eines ausreichend großen und gut erschließbaren Wurzelvolumens. Dazu werden laufend neue Varianten des Unterbodenaufbaus entwickelt, die höhere Vitalität versprechen. Vor allem das Schwammstadt-Prinzip hat Potenzial, da auch unter Verkehrsnebenflächen Wurzelraum geboten wird. Diese Technik wird in Österreich zunehmend erprobt (Grimm et al. 2019).

Um weitreichende Aussagen zur Wirksamkeit der Varianten des Bodenaufbaus zu gewinnen, können verschiedene Messmethoden kombiniert werden. Neben der Standardanwendung von Lysimetern, also der vollständigen Überwachung des Wasserkreislaufes, bietet eine Analyse der Pflanzenentwicklung vielversprechende Möglichkeiten. Eine weit verbreitete Methode ist die kombinierte Messung des Saftflusses im Stamm und der Entwicklung des Baumumfanges mittels Dendrometer (McCarthy et al. 2011). Gute Erfahrungen bei Bäumen wurden auch mit Thermographie, Messung der stomatären Leitfähigkeit und Chlorophyllfluoreszenz sowie Kombinationen dieser Methoden erzielt (Wullschlegler et al. 1998, Hermans et al. 2003).

Bauliche Einschränkungen durch verdichtete Bodenkörper aber auch Übergänge zwischen verschiedenen Substratschichten können Barrieren bilden und somit die langfristige Standfestigkeit gefährden und das vitale Wachstum einschränken. Mittels bildgebender Verfahren mit Hilfe von durchsichtigen Einbauten kann die Wurzelentwicklung regelmäßig kontrolliert und qualitativ, aber auch quantitativ gemonitort werden (Johnson et al. 2001).

Unter Einbeziehung all dieser Aspekte wurde in der Lysimeteranlage Jägerhausgasse in Wien die eingespielte Messstrategie ausgebaut und mit pflanzenphysiologischen Methoden erweitert. Damit wird das Potential erhöht, aussagekräftige Vergleiche zwischen verschiedenen Varianten der Unterbodengestaltung von Stadtbäumen ziehen zu können.

Methoden

Die Lysimeteranlage Jägerhausgasse besteht aus sechs Lysimetern und wurde 2015 zur langjährigen Testung von unterschiedlichen Baumsubstraten errichtet (Murer und Schmidt 2019). Im Jahr 2019 wurden drei Lysimeter mit Schwammstadtsubstraten für Stadtbäume erneuert. Während sich die ursprünglichen Baumsubstrat-Lysimeter hinsichtlich Substrateigenschaften und Volumen an den Richtlinien der FLL (2010) orientierten und einer Optimierung des Substrates in der Baumscheibe in Ballennähe dienen, zielte der Lysimeteraufbau mit Schwammstadtssystem auf die Wurzelraumerweiterung unter Verkehrsnebenflächen ab. Das Schwammstadtsubstrat besteht aus Steinen, die für die Lastabtragung von Verkehrsflächen sorgen, und in deren Hohlräumen eingeschlammtem Feinsubstrat, das dem Baum Wasser, Nährstoffe und Luft zur Verfügung stellen soll. Solche Substrate wurden in den Lysimetern eingebaut, bepflanzt und mit Sensoren zur

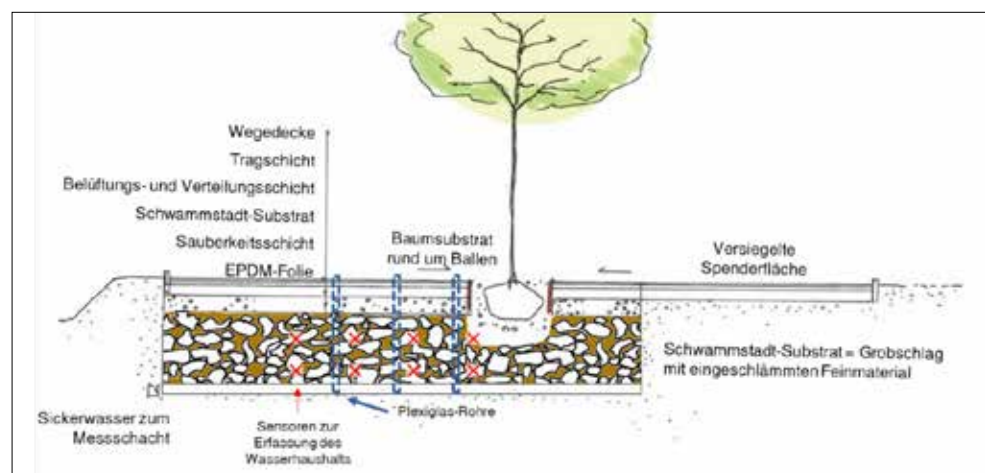


Abbildung 1: Skizze Aufbau Schwammstadt-Lysimeter.

Erfassung von Sickerwasser, volumetrischem Wassergehalt, Matrixpotenzial und Bodentemperatur, sowie der Gewinnung von Bodenwasser in unterschiedlichen Tiefenstufen und Distanzen vom Baum ausgestattet (Abbildung 1).

Zusätzlich zur Beobachtung des Bodenwasserhaushaltes wurde die Messstrategie zum Monitoring von Wachstum und Vitalität kontinuierlich weiterentwickelt. Die Grundlage dafür bilden seit 2019 kontinuierliche Messungen von Saftstrom (tissue heat balance Prinzip) und Stammumfang mit Sensoren von EMS Brno (SF81, EMS 8X, DR 26E). Die Wasseraufnahme der Einzelbäume aus dem Boden wird aus den Saftstrommessungen errechnet und fließt in die Wasserbilanz ein. Der optische Gesamteindruck und der Zuwachs an ausgewählten, markierten Zweigen werden zweimal jährlich bonitiert. Die neu errichteten Schwammstadt-Lysimeter wurden zusätzlich mit transparenten Plexiglasrohren (Innendurchmesser = 3,4 cm) in drei Entfernungen von der Stammachse (70 cm, 150 cm, 220 cm) ausgestattet, in denen regelmäßig Fotoaufnahmen zur Detektion von Wurzeln gemacht wurden (TESLONG Dual Lense Endoscope). Ab 2021 werden regelmäßig systematische Messungen der stomatären Leitfähigkeit (METER SC-1) und Infrarotaufnahmen (FLIR C5) in die Beurteilung mit einbezogen und sollen vor allem Informationen über den Trockenstressstatus der Bäume liefern.

Ergebnisse und Diskussion

Die Lysimeteranlage unterliegt seit ihrer Erbauung einem kontinuierlichen Verbesserungs- und Erweiterungsprozess, wodurch nicht das vollständige Datenspektrum über

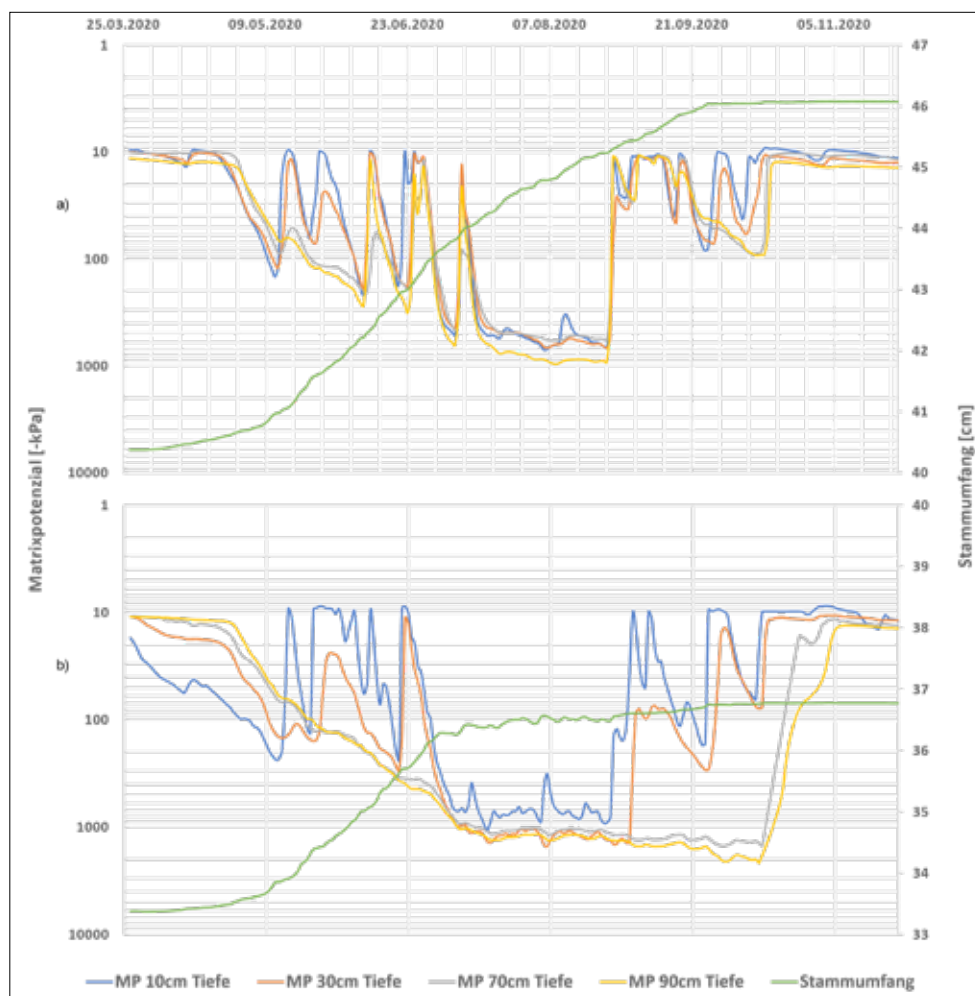


Abbildung 2: Verlauf von Matrixpotenzial (MP) und Stammumfang im Jahr 2020 in a) Lysimeter 3, nicht überbaubares Wiener Baumsubstrat und b) Lysimeter 5, überbaubares Wiener Baumsubstrat.

die gesamte Laufzeit zur Verfügung steht. Für die Kombination von Beobachtungen zum Bodenwasserhaushalt und pflanzenphysiologischen Messungen werden Intervalle mit verfügbaren homogenen Datensätzen des Jahres 2020 herangezogen.

Im Lysimeter mit nicht überbaubarem Wiener Baums substrat nahm der Stammumfang über die gesamte Wuchsperiode mit beinahe gleichbleibender Rate zu (Abbildung 2a) während unter überbaubarem Baums substrat eine kürzere kontinuierliche Wachstumsphase vor einer annähernden Stagnation ab Ende Juni erkennbar war (Abbildung 2b). Stagnierendes Wachstum während der Vegetationsperiode lässt einen oder mehrere Stressfaktoren vermuten. Die gemessenen Matrixpotenzialwerte in diesem Zeitraum von -1200 bis -2000 kPa deuten auf Wasserstress hin (Abbildung 2b). Das Matrixpotenzial im nicht überbaubaren Wiener Baums substrat hielt sich im untersuchten Zeitraum im Bereich -500 bis -1000 kPa, und reagierte in tieferen Schichten wesentlich besser auf Wiederbefeuchtung (2a). Dieser Unterschied veranschaulicht die Bedeutung der Substratgestaltung für die gesunde Entwicklung von Stadtbäumen.

Die Schwammstadt-Lysimeter wurden im Jahr 2020 regelmäßig bewässert, wodurch sich keine Trockenperioden einstellen konnten. Einen Rückschluss auf die Wurzel ausbreitung im Schwammstadtsubstrat ermöglichen die Verläufe der Sensoren MP 50cm - 70cm und MP 100cm - 70cm, die sich im Abstand von 50 und 100 cm vom Baum in einer Tiefe von 70 cm befinden, im September (Abbildung 3). Diese deuten einen Wasserentzug durch Wurzeln an, die bis in die Sensorumgebung eingewachsen waren. Bereits nach einer Vegetationsperiode zeigte die fotografische Erkundung des Wurzelraumes, dass das Schwammstadtsubstrat in einer Entfernung von 70 cm stark (Abbildung 4a) und in 150 cm Entfernung ebenfalls, aber etwas schwächer durchwurzelt war (Abbildung 4b).

Conclusio und Ausblick

Trotz des kurzen Interpretationszeitraumes bieten die Ergebnisse bereits wertvolle Einblicke in das System Stadtbaum. Der Zusammenhang zwischen Stagnation des Wachstums oder sogar Reduktion des Stammumfanges und dem Wasserstress ermöglicht einfaches Monitoring, ohne auf invasive oder manuell aufwändige Messtechnik zurückgreifen zu müssen. Im zukünftigen Betrieb der Lysimeteranlage werden verschiedene portable Messsysteme zusätzlich Informationen über weniger offensichtliche Vitalitätsparameter liefern.

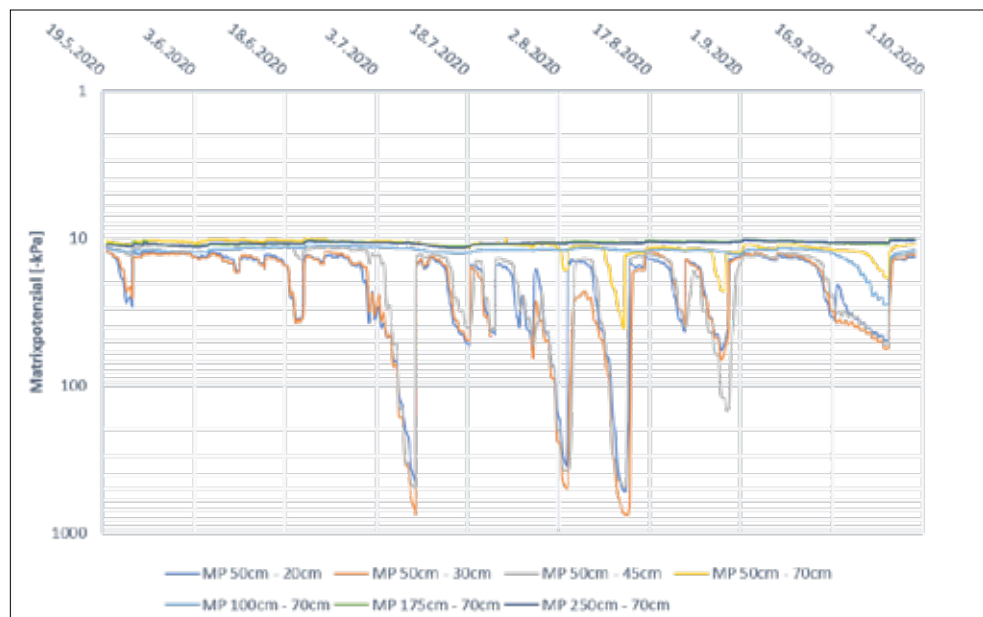


Abbildung 3: Matrixpotenzialverlauf im Jahr 2020 im Lysimeter 4, Schwammstadtsubstrat.



Abbildung 4: Wurzelbeobachtungen am 23.09.2020 im Schwammstadtsubstrat in Lysimeter 4 in einer Tiefe von ca. 50 cm – a) in 70 cm Entfernung, und b) 150 cm Entfernung vom Baum.

Literatur

Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. – FLL (2010) Empfehlungen für Baumpflanzungen Teil 2: Standortvorbereitungen für Neupflanzungen; Pflanzgruben und Wurzelraumerweiterung, Bauweisen und Substrate.

Grimm K., Murer E., Schmidt S., Zimmermann D. (2019) Das „Schwammstadtprinzip“ und der Arbeitskreis Schwammstadt. ZOLL+ 34, 38-41.

Hermans C., Smeyers M., Rodriguez R.M., Eyletters M., Strasser R.J., Delhaye J.-P. (2003) Quality assessment of urban trees: A comparative study of physiological characterization, airborne imaging and on site fluorescence monitoring by the OJIP-test. J Plant Physiol 160(1), 81-90.

Johnson M.G., Tingey D.T., Phillips D.L., Storm M.J. (2001) Advancing fine root research with minirhizotrons. Environ Exp Bot 45(3), 263-289.

McCarthy H.R., Pataki D.E., Darrel Jenerette G. (2011) Plant water-use efficiency as a metric of urban ecosystem services. Ecol Appl 21(8), 3115-3127.

Murer E., Schmidt S. (2019) Baum-Lysimeter–ein Beitrag zur natürlichen Klimatisierung der Stadt? Lysimetertagung 2019, Tagungsband.

Wullschlegel S.D., Meinzer F.C., Vertessy R.A. (1998) A review of whole-plant water use studies in trees. Tree Physiol 18, 499-512.

