

Zusammenfassung der wissenschaftlichen Begleitforschung des vom Bundesamt für Naturschutz
geförderten Projekts „Urbane Wälder“

Modul 1 Wirkungen urbaner Wälder auf abiotische Aspekte des Naturhaushaltes – Wirkungen auf das
Stadtklima

KURZZUSAMMENFASSUNG

Verfasser: Dr. U. Moderow, Dr. V. Goldberg

unter Mitarbeit von: Dr. M. Barth
BSc. Forst S. Böhme
Dipl. Hydrol. M. Kenner
Dipl. Hydrol. M. Koch
Dipl. Hydrol. J. Ringat
MSc. S. Thiel
Büro MEP Plan

Projektleitung: Prof. Dr. C. Bernhofer, Dr. V. Goldberg

Technische Universität Dresden
Institut für Hydrologie und Meteorologie
Professur für Meteorologie

Tharandt, den 18.07.2016

DANKSAGUNG

Wir danken dem Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie für die Bereitstellung der Luftgütedaten der Stadt Leipzig. Ebenfalls danken wir dem Meteorologischen Institut der Universität Leipzig für die Bereitstellung von Vergleichsdaten für die Auswertung der gemessenen Stadtklimadaten.

Unser Dank gilt weiterhin den Mitarbeitern, die im Rahmen von Werkverträgen wesentlich zu den hier zusammengefassten bisherigen Projektergebnissen beigetragen haben: Dr. M. Barth, BSc. Forst. S. Böhme, Dipl.-Hydrol. M. Kenner, Dipl.-Hydrol. M. Koch, Dipl.-Hydrol. J. Ringat, MSc. S. Thiel und dem Büro MEP Plan.

HINWEIS

Diese Zusammenfassung kann den derzeitigen Stand der Projektergebnisse nur in sehr kompakter Form darstellen. Für recherchierte Literatur, mit den für die Fragestellungen relevanten Ergebnissen, als auch für die Einordnung der Projektergebnisse hinsichtlich bereits existierender Literatur bzw. den Verweis auf Studien mit ähnlichen Ergebnissen verweisen wir auf den Gesamttext.

Viele Städte befinden sich heute in einem Verdichtungsprozess, haben sich aber gleichzeitig in ihrer Struktur an sich ändernde klimatische Bedingungen vor dem Hintergrund des Klimawandels anzupassen. Hier stellt der urbane Wald eine mögliche Nachnutzung innerstädtischer Brachflächen dar. Mit einem urbanen Wald bzw. mit städtischem Grün werden verschiedene Wirkungen verbunden. Neben der Wirkung auf die Biodiversität, auf die Stadtgestalt, auf die Bevölkerung und auf den Stadtumbau sind hier die Wirkungen auf das Stadtklima von Interesse. Im Mittelpunkt stehen dabei Arbeiten zu der Fragestellung wie urbane Wälder das Stadtklima insbesondere die Temperaturentwicklung auf ihren Flächen und ihrem Umfeld beeinflussen, welchen Beitrag diese Flächen zur CO₂-Sequestrierung leisten und welchen Beitrag diese Flächen im Hinblick auf die Minderung luftgetragener Schadstoffe leisten können. Einige der Arbeiten im Projekt beschäftigen sich konkret mit zwei Projektflächen in Leipzig (Schönauer Holz und Stadtgärtnerei Holz). Dies betrifft mikroklimatische Messungen, Modellierung des Stadtklimas und des Einflusses auf luftgetragene Schadstoffe in Abhängigkeit von sich ändernder, aufwachsender, Vegetation als auch Arbeiten zur Beurteilung der Kohlenstoffszenkapazität.

URBANES GRÜN UND THERMISCHE BELASTUNG

Den Modellierungsarbeiten und den stadtklimatischen Messungen ist eine Literaturstudie vorangestellt, die sich mit den klimatischen Wirkungen von urbanem Grün befasst und dabei Dachbegrünung und Fassadenbegrünung einschließt.

Die durchgeführten stadtklimatischen Messungen in Leipzig zeigen die positive Wirkung von urbanem Grün auf. Die maximalen Strahlungswerte werden in der untersuchten Grünanlage im Frühjahr, vor Beginn der Blattentfaltung, erreicht, während die maximalen Strahlungswerte an der zentrumsnahen Referenzstation von Leipzig (offene Fläche ohne Baumbeschattung) im Hochsommer auftreten. Verbunden mit den höheren Strahlungsmaxima sind höhere Temperaturmaxima an diesem zentrumsnahen Standort. Im Gegensatz dazu bewirkt die laubbedingte Abschattung auf der untersuchten Grünanlage im Sommer geringere Werte der Globalstrahlung im Bestand. Dies führt zu geringeren Tagesmaxima der Temperatur und damit verbunden zu einer Dämpfung der täglichen Amplitude der Lufttemperatur in der Grünanlage.

Ergänzt werden diese Ergebnisse um Ergebnisse mobiler Messgänge bei denen neben der positiven klimatischen Wirkung von urbanem Grün auch die schattenspendende Wirkung von Gebäuden hervortritt. Anhand dieser Daten wurde auch der Einfluss der Horizonteinschränkung (z.B. durch Gebäude) auf die Temperaturentwicklung entlang von Messstrecken untersucht. Werden die Messungen im Schatten durchgeführt, so ist tendenziell eine geringere Temperatur mit zunehmender Horizonteinschränkung zu verzeichnen. Jedoch ist dieser Zusammenhang nur sehr schwach ausgeprägt. Werden die Messungen in der Sonne durchgeführt, so ergibt sich keine Abhängigkeit von der Horizonteinschränkung. Der Strahlungseinfluss ist dominierend.

Mittels eines Stadtklimamodells wurde die Änderung der thermischen Behaglichkeit in Abhängigkeit von sich entwickelnder Vegetation untersucht. Für die zwei Projektflächen Schönauer Holz und Stadtgärtnerei Holz wurden vier verschiedene Stadien von aufwachsender Vegetation betrachtet. Dabei zeigt sich, dass zunehmende Vegetation im Allgemeinen eine Verringerung der thermischen Belastung am Tage mit sich bringt sowohl in der Fläche als auch an einzelnen näher untersuchten Punkten. In der Nacht fällt die Reduzierung der thermischen Belastung insgesamt geringer aus oder kann bei hoher Überschildung durch Vegetation in Kombination mit geringer Windgeschwindigkeit auch leicht zu nehmen.

Eine weitere Modellstudie widmete sich der Frage, wie urbanes Grün in der Fläche verteilt sein sollte um eine optimale Kühlwirkung zu erzielen. Hierzu wurden zwei artifizielle Modellgebiete geschaffen. Eines lehnt sich an Plattenbaugebiete aus der DDR-Zeit an und eines an Einfamilienhaussiedlungen der heutigen Zeit. Bei einem vorgegebenen Verhältnis von bebaut zu begrünt werden die geringsten thermischen Belastungen in großen zusammenhängenden Gebieten urbanen Grüns mit Baumbeständen erreicht. Jedoch fehlt dadurch in anderen Bereichen der Fläche die mildernde Wirkung des urbanen Grüns, in denen dann eine hohe thermische Belastung zu verzeichnen ist. Eine lockere Verteilung von urbanem Grün ermöglicht eine Verringerung der thermischen Belastung in vielen Bereichen. Diese Verringerung fällt jedoch geringer aus als mögliche erreichbare Verringerungen in großen zusammenhängenden Grünflächen mit Bäumen. Der Vergleich der beiden Modellgebiete hebt die klimatisch positive Wirkung des Schattenwurfs höherer Gebäude als auch den Wert schattenspendender Bäume hervor. Um klimatische Extreme zu mindern, sollte die Ausrichtung von Straßen so gewählt werden, dass diese zu Zeiten hoher Strahlungsexposition eher beschattet sind, wobei die Belüftung nicht negativ beeinflusst sein sollte. Die Verringerung der Straßenbreite zugunsten eines erhöhten Grünanteils führte für beide Modellgebiete zu positiven, jedoch nur marginalen, lokal beschränkten stadtklimatischen Effekten. Weiterhin zeigen die Ergebnisse auf, dass eine unvorteilhafte Anordnung von Gebäuden um eine Grünfläche herum, deren Wirkung stark mindern kann.

Die Wirkung von Dachbegrünung auf die thermische Behaglichkeit von Passanten in Straßenniveau wurde für verschiedene Dachbegrünungsszenarien am Beispiel des Wiener Platzes in Dresden mit Hilfe eines Stadtklimamodells untersucht. Insgesamt zeigen Maßnahmen der Dachbegrünung kaum nennenswerte Auswirkungen auf die thermische Behaglichkeit von Passanten in Straßenniveau. Merkliche Veränderungen ergeben sich nur für eine geringe Anzahl von Orten an denen die Dachbegrünung zu einem vergrößerten Schattenwurf und/oder eine Erhöhung der Windgeschwindigkeit führt.

Allgemein lässt sich feststellen, dass Begrünungsmaßnahmen die thermischen Belastungen für den Menschen insgesamt verringern. Von ihnen geht eine positive Wirkung in Bezug auf das Bioklima des Menschen aus.

URBANES GRÜN UND LUFTGETRAGENE SCHADSTOFFE

Die beispielhafte Auswertung von Luftgütedaten für Stationen in Leipzig ergab ein typisches Bild für städtische Bedingungen. Es zeigen sich deutlich Unterschiede zwischen den Stationen in versiegelten und urbanen Gebieten und solchen in Stadtrand- oder Parklage. In Bezug auf NO und NO₂ zeigen die Ergebnisse einen positiven Effekt von Vegetation auf, die zu einer Konzentrationsreduzierung dieser luftgetragenen Schadstoffe führt. Dabei konnte jedoch nicht abschließend geklärt werden ob der Effekt maßgeblich auf geringere Emissionen im Bereich der Grünflächen selbst oder maßgeblich auf die Filterwirkung der Vegetation zurückzuführen ist. Für Ozon konnte eine erhöhte Ozonkonzentration in Abhängigkeit von der Lage der Station und der Art der umgebenden Vegetation festgestellt werden.

Für die beiden Projektgebiete Schönauer Holz und Stadtgärtnerei Holz wurde der Einfluss eines aufwachsenden urbanen Waldes auf die Schadstoffkonzentration und Deposition von NO₂ und PM₁₀ mittels Modellierung betrachtet. Dabei wurden vier unterschiedliche Vegetationsstadien analysiert. Die Simulationen zeigen, dass eine höhere und dichtere Vegetation dazu führt, dass die Windgeschwindigkeit reduziert wird, wodurch Schadstoffe nicht weiter verfrachtet werden. Deshalb konzentrieren diese sich im Quellgebiet und werden dort auch stärker deponiert (PM₁₀ deutlich stärker als NO₂). Insgesamt lassen sich die Schadstoffbelastungen durch die Pkw-induzierte Zusatzbelastung als unkritisch einschätzen. Die größten Unterschiede in der Schadstoffausbreitung

und -deposition konnten zwischen Vegetationszustand 2 (Baumhöhe 10 m) und 3 (Baumhöhe 15 m) festgestellt werden. Die Änderungen zwischen Zustand 3 und 4 (variierende Baumhöhen zwischen 20 m und 30 m) haben sich als gering herausgestellt. Die mit aufwachsendem Bestand steigende Depositionswirkung kann dem Konzentrationsanstieg nicht im gleichen Maße entgegenwirken. Vor diesem Hintergrund sollte ein zu dichter und zu hoher Baumbestand, z.B. an Straßen, vermieden werden, um hohe Schadstoffkonzentration durch Schaffung von ausreichenden Durchlüftungsverhältnissen zu vermeiden.

URBANES GRÜN ALS KOHLENSTOFFSENKE

Für den Stand der Forschung verweisen wir auf die Literaturrecherche zu diesem Thema im Gesamttext.

Im Rahmen dieses Teilaspekts wurden forstliche Kennwerte (Höhe, Brusthöhendurchmesser) bereits etablierter Bäume auf den Projektflächen Schönauer Holz und Stadtgärtnerei Holz erhoben. Diese Messungen erfolgten in den Jahren 2009, 2013 und 2015. Basierend darauf wurde die oberirdische Biomasse abgeschätzt als auch der laufende Zuwachs. Hierbei mussten Ansätze gefunden werden, um das Problem kaum existierender allometrischer Funktionen für die vorgefundenen Baumarten sowie für städtische Verhältnisse anzugehen. Trotz dieser Einschränkung und relativ kleiner Gesamtanzahl von Probenbäumen zeigen die Ergebnisse an, dass der laufende Zuwachs auf diesen Flächen vergleichbar forstlichen Flächen in der Stadtnähe von Leipzig ist. Unterschiede im laufenden Zuwachs zwischen den Flächen werden mit den unterschiedlichen Bodenverhältnissen, dem unterschiedlichen Alter der Bäume sowie den entsprechenden Standorthistorien in Verbindung gebracht.

In einer weiteren Arbeit wurde die mögliche Kohlenstoffsinkenkapazität von urbanem Grün mit zwei Modellen (Grenzschichtmodell und SVAT-Modell) untersucht. Da gemessene Vergleichswerte fehlen, wurden Modellergebnisse als Ausgangsbasis genutzt, die gut an die jeweiligen ländlichen Standorte (Wald und Wiese) angepasst sind. In einem nächsten Schritt wurden abiotische atmosphärische Größen (Strahlung, Lufttemperatur, relative Feuchte, CO₂-Konzentration der Luft, Niederschlag sowie Windgeschwindigkeit) so geändert, sodass sie sich in typischer Art und Weise von ländlichen Bedingungen unterscheiden. Für den Waldstandort ergab sich eine Abnahme (SVAT-Modell) bzw. keine oder nur marginale Veränderung der Kohlenstoffsinke (Grenzschichtmodell). Der Wiesenstandort wurde nur mit einem Modell (Grenzschichtmodell) untersucht, wobei sich eine Erhöhung der Kohlenstoffsinke für städtische Verhältnisse ergab. Die Ergebnisse zeigen, dass Pflanzen von städtischen atmosphärischen Bedingungen profitieren können, sofern sie gut wasserversorgt sind. In verschiedenen Jahren können die Pflanzen unterschiedlich von den abiotischen atmosphärischen Bedingungen in der Stadt betroffen sein.

Die Simulationen zeigen, dass unter abiotischen atmosphärischen Bedingungen, die städtischen Bedingungen angenähert sind, nicht a priori die Kohlenstofffestlegung geringer sein muss als unter ländlichen Bedingungen. Es kann daher nicht allgemein davon ausgegangen werden, dass die Kohlenstoffsinkenkapazität von urbanem Grün in der Stadt grundsätzlich geringer oder höher ist als für ländliche Bedingungen. Diese Aussage gilt in Bezug auf den Einfluss der hier untersuchten abiotischen atmosphärischen Bedingungen.