



Lars Schmäh und Steffen Tervooren

Satellitengestütztes Umweltmonitoring

Auswertung für Parks in der Landeshauptstadt Potsdam

In:

Reinhard F. Hüttl / Karen David / Bernd Uwe Schneider (Hrsg.): Historische Gärten und Klimawandel : eine Aufgabe für Gartendenkmalpflege, Wissenschaft und Gesellschaft
ISBN: 978-3-11-060748-2. – Berlin/Boston: De Gruyter Akademie Forschung, 2019
(Forschungsberichte / Interdisziplinäre Arbeitsgruppen der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften ; 42)
S. 237-250

Persistent Identifier: [urn:nbn:de:kobv:b4-opus4-34931](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:kobv:b4-opus4-34931)

Die vorliegende Datei wird Ihnen von der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften unter einer Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (cc by-nc-sa 4.0) Licence zur Verfügung gestellt.



Lars Schmäh und Steffen Tervooren

SATELLITENGESTÜTZTES UMWELTMONITORING

Auswertung für Parks in der Landeshauptstadt Potsdam

Abstract

Seit 1992 werden für die Landeshauptstadt Potsdam alle sechs Jahre Daten zu Landnutzung (Biotopen), Versiegelung und Grünvolumen erfasst. Neben der Möglichkeit, die städtebauliche Entwicklung nachzuvollziehen, macht die Dokumentation der Entwicklung dieser Indikatoren die Bedeutung der historischen Parkanlagen nicht zuletzt wegen ihrer zentralen Lage im Siedlungsverbund deutlich. Auch bezogen auf eine wirkungsvolle Klimaanpassung im Sinne der Reduktion von Hitzestress spielen die Gärten für die Stadt eine große Rolle, weil die quantitativen und qualitativen Werte der Vegetation nicht, wie in der Umgebung, durch Siedlungsverdichtung in Frage gestellt werden. Das drückt sich auch in deutlich höheren Biotopwerten als in der Umgebung der Parkanlagen aus. Die Kontinuität und der hohe Detaillierungsgrad des städtischen Umweltmonitorings sind zudem geeignet, wertvolle Hinweise für die Bewirtschaftung und das Pflegemanagement der Parkanlagen zu liefern.

Since 1992 data on land use (biotope), soil sealing and green volume have been collected every six years for the federal state capital of Potsdam. Besides the possibility of providing insight into urban development, the documentation of the development of these indicators highlights the importance of historic parks not least because of their central location in populated areas. Gardens also play an important role in effective climate change adaptation which involves reducing heat stress, because the quantitative and qualitative values of the vegetation are not challenged, as they are in the surrounding areas, by urbanization. This is expressed in far higher biotope values than in the areas around the parks. Furthermore, the continuity and the high degree of detail in urban environmental monitoring means it is able to supply valuable information for the management and care of parks.

Im Text werden Maskulinum und Femininum verwendet, wenn es um Personen geht. Gemeint sind grundsätzlich alle Menschen, gleich welcher Geschlechtsidentität sie sich zugehörig fühlen.



1 Biotoptypen 2016 mit Zoom (links) auf den Park Babelsberg.

Einführung

Seit 1992 wird die Umweltsituation in der brandenburgischen Landeshauptstadt Potsdam kontinuierlich anhand von Fernerkundungsdaten (Luft- und Satellitenbildern) erfasst. Die Erfassung erfolgt in einem Sechsjahresrhythmus.

Um die Überwachung des gesamten Stadtgebiets (188 km²) in ausreichender Genauigkeit (Referenzmaßstab 1:10 000) und mit vertretbarem Aufwand zu gewährleisten, werden allgemein verfügbare Daten genutzt, die unter Verwendung wiederkehrender Algorithmen und Methoden eine weitgehend automatisierte Auswertung ermöglichen. Ziel ist es, die drei Indikatoren Biotopbewertung, Grünvolumen und Versiegelung zu erfassen. Sie ermöglichen eine Biotoptypenbewertung, eine Darstellung langer Zeitreihen und eine Interpretation unterschiedlicher Stadtentwicklungstypen bzw. Landnutzungsmuster (Abb. 1).

Aufgrund der hohen Detailschärfe liefern die Daten zudem sehr genaue Analysemöglichkeiten. Im ersten Schritt werden auf Basis von Fernerkundungsbildern Biotoptypen (homogene spezifische Landnutzungseinheiten bzw. Blöcke) kartiert (vgl. Abb. 1). Das entspricht einer detaillierten Landnutzungskartierung. In Potsdam wurden 2016 insgesamt 16 588 Biotoptypen erfasst. Für Parkanlagen gibt es als unmittelbare Erfassungseinheit nur etwa 30 Biotoptypen (in der Kartiereinheit 10.10 »Parkanlagen«), die sich in Nutzungsinten-

sität und Vegetationszusammensetzung unterscheiden. Einige wenige Biotope, wie z.B. Waldbiotope, werden durch eine Ergänzungscodierung zusätzlich den Parkanlagen zugeordnet. Für die Flächen der Stiftung Preußische Schlösser und Gärten Berlin-Brandenburg (SPSG) wurden in elf Hauptgruppen¹ dagegen deutlich mehr kartiert, nämlich 274 Biotop-typen gegenüber wiederum 1500 für die Gesamtstadt, entsprechend 1798 Nutzungseinheiten (Anzahl der Flächen mit eigener Geometrie). Sie weisen eine Gesamtfläche von gut 5,88 km² auf, wobei die Größe der vier Stiftungsparks in Potsdam zwischen annähernd 0,3 km² (Schlosspark Sacrow) und fast 2,9 km² (Park Sanssouci) liegt. Die Parks weisen einen Umfang von 30 km auf. Anhand der Basisgeometrie der Biotoptypen in Form von Polygonen (Vektordaten) werden die Indikatoren Biotopwert, Versiegelung und Grünvolumen zugeordnet. Methodisch unterscheidet sich das Vorgehen von rasterbasierten Erfassungen (wie z.B. in der Schweiz mit der Arealstatistik).

1. Sensoren und Grunddatenanalyse

Für die Datenerfassungen seit 1992 wurden folgende Quellen genutzt: CIR (Colorinfrarot)-Luftbilder, HRSC (High Resolution Stereo Camera)-Luftbilder, Laserscanaufnahmen und die Satelliten IRS (Indian Remote Sensing), QuickBird, WorldView und Sentinel, also hoch- bis höchstauflösende Datenquellen mit Bodenauflösungen von 0,2–0,5 m (bis auf Sentinel: 10–60 m und IRS: 5,8–25 m).

Die unterschiedlichen Quellen und Auflösungen zeigen zum einen Schwächen der Grundlagendaten, aber zum anderen, dass die Nutzung weiterer Datenquellen diese Schwächen kompensiert. Bei Vorhandensein eines Ergänzungsdatensatzes (außerhalb des Sechsjahresturnus) mit besserer Qualität gegenüber dem Kerndatensatz (aus dem Sechsjahresturnus) wurde er zusätzlich zur Ermittlung der Parameter, wie z.B. Versiegelung oder Grünvolumen, zur Modellbildung genutzt. Die Datensätze wurden unter Zuhilfenahme von teilräumlichen Erfassungen, z.B. Versiegelungsdaten zur Abflussermittlung, ergänzt. Zunächst wurden 8702 Referenzflächen ausgewählt (Flächen ohne Nutzungsänderung im Vergleich zu den Vorjahreserfassungen), auf Basis derer die Modelle errechnet und mit Zusatzdatenbeständen optimiert wurden. Basierend darauf wurden die Regeln zur Interpretation der insgesamt gut 16 500 Erfassungseinheiten (Blöcke) abgeleitet. Die Ermittlung der Indikatoren erfolgte anhand einer überwachten und freien Klassifikation zur Optimierung der Modelle (Regressionsbaummodellierung) mit einer sehr geringen Fehlerquote der Modelle (R^2 von 0,99).

Da die Modellbildung auf Basis gleichartiger Daten erfolgte, ist die Vergleichbarkeit über die Jahre gewährleistet. Methodisch steht dabei die Nutzung von Colorinfrarot-Daten (CIR) im Mittelpunkt, weil darüber differenzierte Nutzungs- bzw. Biotopklassifikationen

1 Von zwölf möglichen Hauptgruppen der Biotopkartierung für CIR-Luftbilder (Kneiding et al. 2012).

möglich werden. Änderungen an den Geometrien erfolgten über den Monitoringzeitraum seit 1992 nur bei Nutzungsänderungen.

2. Indikatoren

Die Geometrie der Biotope ist zunächst die Referenzgeometrie für alle folgenden Erfassungen. Diese Geometrie wird auch für die Landschaftsplanung und für andere naturschutzfachliche Erfassungen genutzt, z.B. von gesetzlich geschützten Biotopen, Flora-Fauna-Habitat-Managementplanungen oder zur Anwendung der Eingriffsregelung (von Drachenfels 2012).

Die Analyse und Bewertung der städtischen Entwicklung anhand der genannten Indikatoren wird in drei Dimensionen betrachtet:

- Verteilung,
- Zeit und
- Wert.

Dabei liefert die Verteilung der Werte – also eine standortspezifische, lokale Ansprache – die beste Möglichkeit, Einflüsse auf bestimmte Nutzungseinheiten zu benennen. Umweltveränderungen können so ermittelt werden, dass ein qualifizierter und begründeter Umgang mit ihnen möglich wird.

Grünvolumenzahl (GVZ):	GVZ 92	GVZ04	GVZ10	GVZ16	Zeitreihen	GVZ 92-16
m ³ /m ² LHP	5.12	4.98	5.18	5.04		-0.07
m ³ /m ² SPSG	10.73	9.88	10.03	9.30		-1.44
Veriegelung (VG):	VG92	VG04	VG10	VG16		VG 92-16
% LHP	9.17	11.18	11.64	12.58		3.41
% SPSG	3.75	2.69	2.63	2.60		-1.15
Biotopwert (nach Kaule 1991):	Kaule92	Kaule04	Kaule10	Kaule16		Kaule 92-16
Wert 1-9 LHP	5.09	5.10	5.04	4.81		-0.28
Wert 1-9 SPSG	5.76	5.66	5.63	5.47		-0.29

Tabelle 1 Zusammenstellung der Bewertungen des Umweltmonitorings 1992, 2004, 2010, 2016 für die Gesamtflächen Potsdams (LHP) und die Flächen der Stiftung Preußische Schlösser und Gärten Berlin-Brandenburg (SPSG) in Potsdam

2.1 Grünvolumen

Grünvolumen bezeichnet den Raum pro Flächeneinheit, der mit Grün gefüllt ist (Großmann 1984; Arlt 2003), in der Regel ausgedrückt in m³/m², und geht in der Anwendung auf Hamburger Bestrebungen zurück, die dreidimensionalen Eigenschaften der Vegetation und

an sie gebundene Funktionen zu berücksichtigen (z.B. Kleinklima, Luftreinhaltung, Wind- und Schallschutz) (vgl. Großman 1984; Großmann/Schulze 1987). Dieser Indikator wird seit Mitte der 90er Jahre angewendet (Arlt et al. 2005), konnte sich aber bislang nicht als allgemein angewendeter Standard durchsetzen. Erst in jüngster Zeit steigt das Interesse wieder, zum einen, weil der Indikator bezogen auf Klimaanpassungsmöglichkeiten als relevant eingestuft wird, und zum anderen, weil er sich anhand günstiger und verbreiteter verfügbarer Fernerkundungsdaten zunehmend gut erfassen lässt. Grünvolumen liefert quantitative Informationen zur Pflanzenmasse (Lipp/Tervooren 2017), die, um qualitative wie die Biotop-typeninformationen (s.o.) und die Biotopbewertung (s.u.) ergänzt, ein verlässliches Monitoring von Vegetation ermöglichen.

Grünraum und Grüne Infrastruktur sprechen im Gegensatz zu Grünvolumen weniger den rechnerischen Wert, sondern meist die architektonisch-ästhetische Dimension von Grün an und entsprechen so eher der Betrachtungsweise bei Beschreibungen ausgehend von den historischen Parkanlagen, wo gestalterische Aspekte eine große Rolle spielen.

Die Datenlage bezüglich des Grünvolumens ist in Potsdam außergewöhnlich gut, auch bezogen auf die Stiftungs- und Parkflächen. Parkanlagen und Stiftungsflächen stellen über den Betrachtungszeitraum eine Konstante mit weitgehend stabilen Grünvolumen-Werten dar. Sie übernehmen zunehmend Funktionen für die sie umgebenden Siedlungen, die allein wegen der gewünschten Verdichtung (Landesentwicklungsplan Berlin-Brandenburg: Ministerium für Infrastruktur und Raumordnung/Senatsverwaltung für Stadtentwicklung 2009) zwangsläufig weniger Grünvolumen aufweisen. Durch Nutzungsintensivierung und Pflegemaßnahmen haben aber auch die Stiftungsflächen Einflüsse auf das Grünvolumen. Viele Maßnahmen lassen sich in quantitativer Hinsicht durch die Grünvolumenwerte und -entwicklung nachvollziehen, z.B. die Herausbildung der Pleasuregrounds um die Schlösser, verbunden mit einer Intensivierung der Pflege und Herausnahme von Gehölzen, oder der Umbau bzw. Ersatz von Altbaumbeständen (vgl. Abb. 2, Park Babelsberg Ost). Generell weisen die Parkanlagen deutlich mehr Grün als das sonstige Stadtgebiet auf (vgl. Tabelle 1).

2.2 Versiegelung

Unter Versiegelung wird im Folgenden verstanden: Überbaute Fläche bei Verlust von Boden- und Wasserhaushaltsfunktionen pro Erfassungseinheit in % (vgl. Tervooren/Frick 2010).

Durch Überbauung und Versiegelung werden die Eigenschaften und Funktionen des Bodens geschwächt. Lebensraumfunktionen reduzieren sich. So geht z.B. Raum für Vegetation verloren, der Oberflächenabfluss erhöht sich genauso wie die Oberflächentemperatur. Eine zunehmende Versiegelung wirkt sich also insgesamt negativ auf den Naturhaushalt aus. Bei der Erfassung von Versiegelung werden sowohl vollständig versiegelte als auch teilversiegelte Flächen erfasst (z.B. Befestigung mit Schotter) und gehen anteilig in die Berechnungen ein (Tervooren/Frick 2010).

Die Parkanlagen zeigen hier natürlicherweise geringe Versiegelungsgrade (vgl. Tabelle 1).



2 Änderung Grünvolumenzahl (GVZ) 1992–2016 in Potsdam rechts, mit Zoom auf den Park Babelsberg links.



3 Änderung der Versiegelung (VG) 1992–2016 in % im Park Babelsberg und der direkten Umgebung.

In den historischen Gärten Potsdams sind die Entsiegelungen durch Rückbaumaßnahmen, wie in Babelsberg die Beseitigung ehemaliger Hochschulstandorte, deutlich zu erkennen. Auf der anderen Seite führt die Wiederherstellung der historischen Wege in Bereichen, die zur DDR-Zeit nicht instand gehalten wurden, zu lokalen Zunahmen der Versiegelung auch in den historischen Parks. In Summe sind die Zahlen in der Tabelle dargestellt (vgl. Tabelle 1 und Abb. 3).

2.3 Biotopwert

Unter Biotopwert wird im Folgenden verstanden: Klassifikation von Biotopwerten in 9 Stufen – von 1 geringwertig bis 9 hochwertig² – in Anlehnung an Kaule (1991; vgl. Tervooren 2009; Tervooren/Frick 2010, 160; Kneiding et al. 2012a, 2012b).

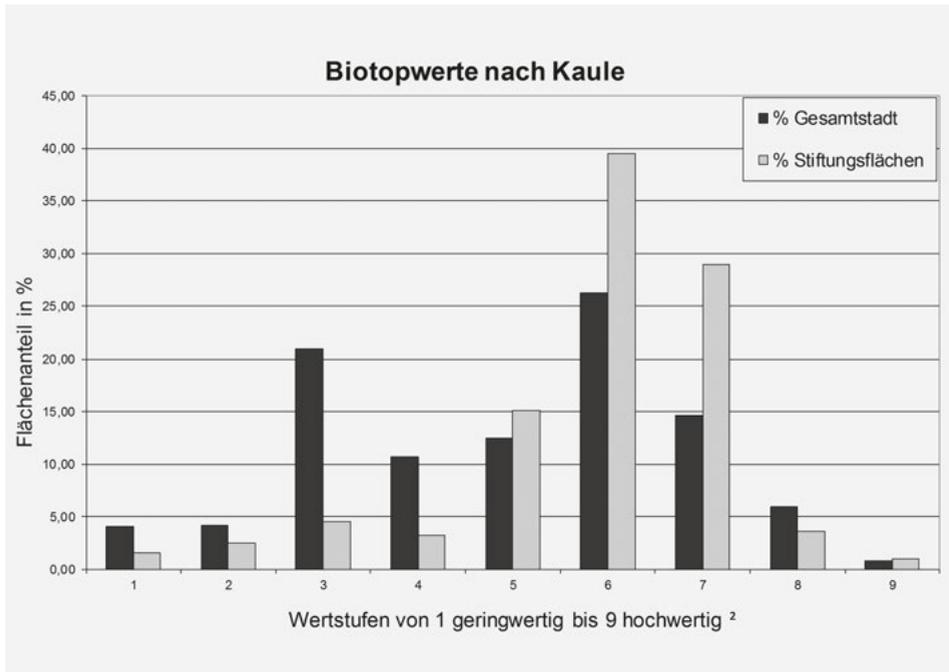
Die Bewertung der Biotoptypen berücksichtigt auch die zuvor betrachteten Indikatoren Versiegelung und Grünvolumen. Sie basiert auf einer modifizierten Bewertungsskala nach Kaule (1991, vgl. Tervooren/Frick 2010; Kneiding et al. 2012). Jedem der fast 1500 Biotoptypen wird dabei über eine Datenbank-Verknüpfung ein Wert zugeordnet. Dieser Biotopwert kann durch Grünvolumen aufgewertet und durch Versiegelung abgewertet werden.

Der Vorteil der Bewertung ist die Zusammenfassung verschiedener Einflüsse auf die Fläche, die Hinweise auf Ursachen für Entwicklungen ermöglicht. Auch werden damit qualitative Elemente betont, die sonst nicht sichtbar würden. Der Abriss der Hochschulgebäude im Park Babelsberg ist auch hier eindeutig zu erkennen. An anderen Stellen gibt es Nutzungsintensivierung und Werterhöhung trotz Versiegelung, was in der Regel auf eine Zunahme von Grünvolumen zurückgeht. Dieser Fall stellt eine optimale Kompensation von Nachteilen resultierend aus einer Zunahme von Siedlungsflächen dar.

Die Biotopbewertung 2016 weist 40 % aller Flächen bzw. Biotope im Stadtgebiet eine Wertstufe von 1 (stark belastend) bis 4 (gering beeinträchtigend) zu, d.h. sie sind in einem naturschutzfachlich wenig wertvollen Zustand. Bei der SPSG sind das nur 12 %. 13 % der Fläche Potsdams und 15 % der Stiftungsflächen weisen die Wertstufe 5 auf; dabei handelt es sich immer noch um anthropogen geprägte Standorte, auf denen jedoch standortspezifische Arten vorkommen. 26 % der Stadtfläche sind mit der Wertstufe 6 bewertet, 40 % der Stiftungsflächen. Dabei handelt es sich um anthropogen geprägte Flächen, die aber Habitatstrukturen für Arten besitzen, die nicht auf Kulturlächen existieren können. 21 % des

2 1: stark belastend, 2: belastend, 3: beeinträchtigend, 4: gering beeinträchtigend, 5: eingeschränkte Bedeutung, 6: örtlich bedeutsam, 7: regional bedeutsam, 8–9: hohe landesweite Bedeutung, gesamtstaatlich bedeutsam.

Vgl. Landschaftsplan Potsdam: https://www.potsdam.de/sites/default/files/documents/LP_Potsdam_09-12_Text.pdf (30.10.2018) und https://www.potsdam.de/sites/default/files/documents/lp_potsdam_09-12_anhang_k.pdf (30.10.2018).



4 Vergleichende Biotopbewertung 2016 der Gesamtstadt Potsdam gegenüber den Parkanlagen der SPSPG.

Stadtgebiets und 34 % der Stiftungsflächen weisen eine Wertstufe von 7–9 auf, gehören also zu den naturschutzfachlich wertvollen Flächen. Allein hieran kann man die Bedeutung der großen Parkflächen für die Natur und damit auch die Bevölkerung ablesen (vgl. auch Tabelle 1 und Abb. 4).

3. Weitere Anwendungsfelder und Diskussion

Die Kerndaten des Umweltmonitorings sind sehr geeignet, mit weiteren Daten verknüpft zu werden, und lassen sich so noch besser einordnen. Das können naturschutzfachliche Daten, wie Heterogenität der Flächen, geschützte Biotope nach §30 BNatSchG (mit einer hohen Schnittmenge mit den Wertstufen 7–9 der Biotopbewertung) oder Informationen zu den Schutzgütern Boden und Wasser sein. Hinzu kommen statistische Daten, mit deren Geometrien die Umweltmonitoringdaten bereits seit 2004 abgestimmt wurden. Damit stehen hervorragende Möglichkeiten für weitere Analysen bereit, die durch hohe Auflösung der Daten bei gleichzeitig flächendeckender Verfügbarkeit besondere Stärken haben. Umwelt- und denkmalpflegerische Belange können so zusammen mit Bevölkerungsinformationen betrachtet werden, um die Vulnerabilität bestimmter Quartiere und Bevölkerungs-

anteile oder die Wirkungen der Parkanlagen auf die Einwohner der Landeshauptstadt zu untersuchen.

Hier besteht aufgrund der guten Datenlage und der Spezifik Potsdams als Stadt der Schlösser und Gärten ein großes Untersuchungspotential.

3.1 Klimaanpassung

Anhand der Umweltmonitoringdaten aus dem Jahr 2010 wurden Potentiale von Grünvolumen und Entsiegelung zur Klimaanpassung am Beispiel der Landeshauptstadt Potsdam ermittelt (Tervooren 2014).

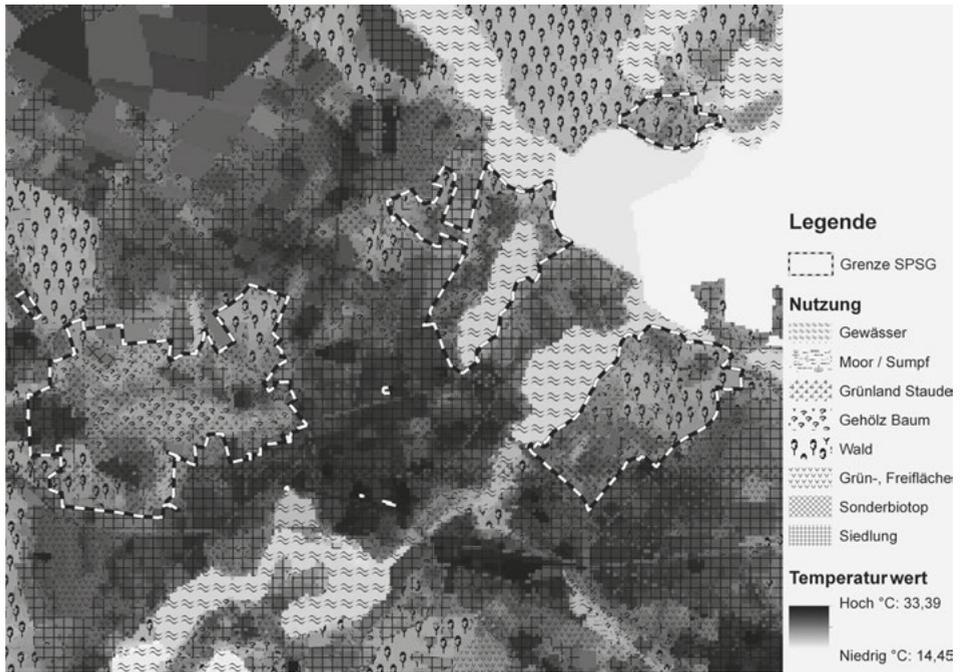
Vor dem Hintergrund zunehmender Klimaerwärmung (Potsdam durchschnittlich 2,5–3°C: 2013–2050 (Gerstengrabe et al. 2014)) sind ausgeprägte Hitzeereignisse und -perioden (»Tropennächte«) zu erwarten, inklusive:

- Abnahme der Jahresniederschläge,
- Änderung der Niederschlagsmuster: geringere Niederschläge im Sommer, höhere im Winter,
- Zunahme von Extremwetterlagen.

Deshalb sind auch die Klimaanpassung und die Reduktion von Gesundheitsstress durch gute Umwelt- und Lebensbedingungen zu beachten. Die Umweltmonitoringdaten liefern für solche Analysen gute Grundlagen für den mesoskaligen Bereich (Stadt- und Landschaftsplanung). Grünvolumen als »Proindikator« (Kühlungsmöglichkeit) für eine Anpassung und Versiegelung als »Kontraindikator« (Erwärmungsrisiko) geben Hinweise zu Hitzestress in Siedlungsräumen. Die Parkanlagen zeichnen sich in der Summe als harmonisierende Strukturen aus, die Hitzestress reduzieren. Das wird in Abb. 5 deutlich: Weiße bis hellgraue Flächen stehen für Kühle und damit für Flächen mit weniger Hitzestress und dunkelgraue für Wärme und damit für erhöhten Hitzestress. Die Stiftungsflächen (hellgrau, oft mit Baum-symbol) durchbrechen mit den Gewässern (weiß) die aufgeheizten Siedlungsflächen im Stadtkern Potsdams und stellen kühlende Bereiche dar. Solche Flächen in unmittelbarer Nähe zur Bevölkerung werden vermutlich künftig unter den Bedingungen des Klimawandels noch wertvoller. Dieser Umstand führt jedoch gleichzeitig dazu, dass die Nutzungsintensität steigt und neben dem Klimawandel selbst eine zusätzliche Belastung entsteht – mit der Gefahr, diese Funktion z.B. durch Übernutzungs- und ggf. folgende Versteppungseffekte zu verlieren.

Es wurden weitere Einflussgrößen neben Grünvolumen und Versiegelung untersucht, z.B. Wasseranteile von Biotopen als Teil der Modellparameter (Tervooren 2014, 33ff.) oder bisher nicht abschließend einzugrenzende Einflüsse durch Bewirtschaftung von Flächen (Tervooren 2014, 36ff.).

Die auf Basis von Landsat-Daten von 2010³ ermittelten Temperaturen wurden auf Potsdams Biotopgeometrien übertragen und auf Korrelation mit Grünvolumen- und Versiege-



5 Temperaturverteilung errechnet aus Landsat-Daten (2010) in Überlagerung mit Landnutzungsinformation und Flächen der Stiftung Preußische Schlösser und Gärten Berlin-Brandenburg (SPSG).

lungswerten untersucht (Tervooren, 2014). Für den gemessenen Sommertag⁴ wiesen die Parks der SPSP (Oberflächen-)Temperaturen von 20,6–30,4°C⁵ gegenüber einer Spanne von 14,5–33,4°C im Gesamtstadtgebiet auf.⁶

Entscheidender als die Betrachtung der absoluten Temperaturwerte ist aber die Lage der Parkanlagen im Stadtgebiet und dass so flächig Hitze puffernde Vegetation in den Innenstadtlagen gesichert wird. Die ermittelten Zusammenhänge zwischen Temperatur und Grünvolumen sowie Versiegelung für Potsdam erlauben die Übertragung anderer Studienergebnisse (z.B. aus Großbritannien und den USA) auf den Potsdamer und Brandenburger Raum (vgl. z.B. Wittford et al. 2001; Gill et al. 2007; McCarthy et al. 2010; Kiesel/Kristina et al. 2012). Die Vulnerabilität der Parkstrukturen vermittelt eine weitere Sichtweise auf das Thema Klimaanpassung (z.B. Stiftung Preußische Schlösser und Gärten Berlin-Brandenburg 2014).

3 Ihre Temperaturinformation wurde am Sensor ermittelt.

4 9. Juli 2010 (Tervooren 2014, 27).

5 Hohe Temperaturen gehen auf Gebäudegrundstücke in Innenstadtlagen zurück.

6 Vgl. den Beitrag von Huiwen Zhang et al. in diesem Band.

Wichtige Indikatoren der Parks für eine Klimaanpassung, bisher bezogen auf Wasser, Boden und Pflanzen (SPSG 2014), sind somit auch Grünvolumen und Versiegelung. Viele Wissenschaftler sehen die Erhöhung von Grünvolumen und die Reduktion von Versiegelung als Kernstrategien, um eine Verringerung von Temperaturen in städtischen Lebensräumen zu erreichen (s.o.). Beide Indikatoren liefern bilanzierbare Hinweise zu Klimaanpassungspotentialen für die Landeshauptstadt Potsdam (Tervooren 2014, 80ff.; 2015):

- 1 m³/m² zusätzliches Grünvolumen führt zu einer Temperaturreduktion um etwa 0,3°C⁷.
- 1 % (1m²/100m²) zusätzliche Versiegelung⁸ bewirkt dagegen einen Temperaturanstieg um etwa 0,03°C.

Parkanlagen kommt insofern eine große Bedeutung bei der Anpassung von Siedlungsräumen an den Klimawandel zu.

3.2 Diskussion und Bewertung

Neben Grünvolumen und Versiegelung hat auch die Nutzungsverteilung Einflüsse auf Temperaturen. Bei zusammengefassten Nutzungsgruppen zeichnen sich die Einflüsse von Versiegelung und Grünvolumen deutlicher ab. Bisherige Studien gehen kaum differenziert auf Nutzungen und ihre Wirkung auf Temperaturen ein, was sich nach den Potsdamer Analysen aber lohnen würde und wahrscheinlich gerade anhand der Parkanlagen wertvolle Erkenntnisse verspricht: die Definition von Anpassungsvorteilen durch Bewirtschaftung. Weiterhin ist die Definition von Minimalarealen im Sinne der Wirksamkeit von Flächen in Abhängigkeit von ihrer Größe ansprechbar, inklusive der Verteilung und Dichte von Gehölzen. Parkanlagen liefern durch kontinuierliche Dokumentation von Bewirtschaftung und Flächenzuständen verlässliche Informationen zur Aufdeckung von Nutzungseinflüssen und detaillierten Strukturunterschieden, die für andere Flächen oft nicht erfasst werden können. Parkanlagen, wie die großflächigen der Stiftung als größere Nutzungseinheiten, lassen sich im Rahmen des Umweltmonitorings gut ansprechen.

3.3 Ausblick

Mit einem Umfang der Parks in Potsdam von 30 km existiert eine große Kontaktfläche zu den Siedlungsgebieten. Gleichzeitig sind die Parks mit einer Fläche von 5,88 km² ein bedeutender Anteil der Potsdamer Flächennutzung. Die Wirkung der Parks auf die Bebauung und umgekehrt die Bedeutung der Gärten für das städtische Umfeld ist, wie oben beschrie-

⁷ Für einen Temperaturbereich von 25–35°C (Wasserkörper ausgeschlossen).

⁸ Für einen Temperaturbereich von 25–35°C (Wasserkörper ausgeschlossen).

ben, gut sichtbar. Gleichwohl können Parkanlagen aufgrund der vorliegenden Informationen sehr viel weiter reichende Fragen nach einer nachhaltigen Siedlungsentwicklung und nach Anforderungen an ökologisch stabile Welterbestätten beantworten.

Soweit lokale Bedingungen angesprochen werden sollen und ein belastbares Monitoring ermöglicht werden soll, ist die Beziehung zwischen den Indikatoren Grünvolumen und Versiegelung näher zu untersuchen, vor allem bezogen auf die Wirkung der Flächenbewirtschaftung. Das gilt in besonderem Maß für Parkanlagen. Hierfür wären weitere Untersuchungen von Interesse, um »Komplexindikatoren« zu entwickeln, die helfen können, Einflüsse von Bewirtschaftung zu definieren und z.B. die Einflüsse von Wasser zu berücksichtigen.

Zur Ermittlung einer »Klimafitness« von Parkanlagen und ihres Beitrags zur Klimaanpassung sind Untersuchungen mit Bezug zum jeweiligen Pflege- und Nutzungsmanagement erforderlich, wenn an einer Optimierung der Parks zur Anpassung an den Klimawandel gearbeitet werden soll. In anderen Studien (z.B. Manchester, siehe Gill 2006; Handley 2006; Dresden, siehe Meinel 2006; Meinel/Hecht 2008; New York, siehe Rosenzweig et al. 2009) wurden Daten dagegen oft in Bezug auf Landnutzungseinheiten zusammengefasst. Vor dem Hintergrund der Potsdamer Daten besteht aber eine Unsicherheit hinsichtlich der Wirkung kleiner Grünvolumen-Mengen bzw. -Flächen. Rosenzweig et al. (2009), Meier (2011), Handley (2006) sowie Snover (2007) unterstellen starke Einflüsse von z.B. begrünten Oberflächen, wie von Dach- oder Fassadenbegrünung, oder Einflüsse von Wasser im Siedlungsbereich (Fink et al. 2012). Die für Potsdam ermittelten Indikatoren können helfen, Untersuchungen ausgehend von Parkanlagen zu qualifizieren. Die Parkanlagen der Stiftung haben zudem eine besondere Bedeutung, weil sie, verwoben mit den umgebenden Siedlungsbereichen, wertvolles Grün bereitstellen und sie dadurch resistenter gegenüber dem Klimawandel machen.

Neben den Klimaaspekten liefern die regelmäßig erfassten Umweltmonitoringdaten erhebliche Möglichkeiten, anhand gut dokumentierter Nutzungseinflüsse Ansätze aufzuzeigen, welche Strukturen und damit verbundene Bewirtschaftungen wertvoll im Sinne des Naturschutzes sind. Die Wirkung auch kleinerer Strukturen kann ermittelt werden. Gerade im zeitlichen Abgleich der Entwicklung seit 1992 liegt eine besondere Möglichkeit, Einflüsse hinsichtlich des Wechsels oder eines Beibehaltens einer Nutzung abzugrenzen.

Zudem lässt sich die Nutzbarkeit und Sinnhaftigkeit des Indikators Grünvolumen gut belegen und dem folgend eine Strategie für eine standardmäßige Nutzung ableiten. Mit dem Grünvolumen ergibt sich ein Rechenfaktor, der die Werte der Parkanlagen für die Allgemeinheit abbildbar macht und Vergleiche der Leistung der Parkanlagen und ihres Umfeldes ermöglicht. Die Biotopbewertung in Anlehnung an Kaule (1991) unterstützt diese Analysen. Sie liefert über die quantitative Ansprache hinaus auch eine qualitative Interpretation der jeweiligen Biotope.

Literaturverzeichnis

- Arlt, Günter; Hennersdorf, Jörg; Lehmann, Iris; Thinh, Nguyen Xuan; Socher, Wolfgang (2003): Basisindikator Vegetationsvolumen – Vorgehensweise und Fallbetrachtung in Dresden. In: *Stadtforschung und Statistik* 2, 38–45.
- Arlt, Günter; Hennersdorf, Jörg; Lehmann, Iris; Thinh, Nguyen Xuan (2005): *Auswirkungen städtischer Nutzungsstrukturen auf Grünflächen und Grünvolumen*. Dresden. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-396830> (30.10.2018).
- Drachenfels, Olaf von (2012): Biotoptypen als Erfassungs- und Bewertungseinheiten von Naturschutz und Landschaftsplanung – Vorschläge für eine notwendige Standardisierung. In: *Naturschutz und Landschaftsplanung* 44.12, 357–363.
- Gerstengrabe, Friedrich-Wilhelm; Werner, Peter C.; Krelling, Heiner (2014): Climate development in Potsdam between 1761 and 2050. In: *Stiftung Preußische Schlösser und Gärten Berlin-Brandenburg* (Hg.) (2014), 54–59.
- Gill, Susannah Elizabeth J.F; Handley, A.R Ennos; Pauleit, Stefan (2007): Adapting Cities for Climate Change: The Role of the Green Infrastructure. In: *Built Environment* 33.1, 115–133. <https://doi.org/10.2148/benv.33.1.115> (30.10.2018).
- Großmann, Max (1984): *Werte Für Die Landschafts- und Bauleitplanung Bodenfunktionszahl Grünvolumenzahl* (Gutachten). Vol. Heft 9. Hamburg: Behörde für Bezirksangelegenheiten, Naturschutz und Umweltgestaltung.
- Großmann, Max; Pohl, Wolf; Schulze, Paul (1984): *Grünvolumenzahl GVZ und Bodenfunktionszahl BFZ in der Landschafts- und Bauleitplanung*. Vol. Heft 9. Hamburg: Behörde für Bezirksangelegenheiten, Naturschutz. www.isebek-initiative.de/uploads/sn/Schulze_Pohl_Grossmann_1984_Gruenvolumenzahl_Bodenfunktionszahl.pdf (10.04.2019).
- Handley, John; Carter, Jeremy (2006): *«Adaption strategies for climate change in the urban environment». Draft Final Report to the National Steering Group*. Manchester. http://hummedia.manchester.ac.uk/institutes/mui/cure/research/asccue/downloads/asccue_final_report_national_steering_group.pdf. (14.11.2018)
- Hecht, Robert; Gotthard, Meinel; Buchroithner, Manfred F. (2008): Estimation of Urban Green Volume Based on Single-Pulse LiDAR Data. In: *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* 46.11, 3832–3840. doi:10.1109/TGRS.2008.2001771 (30.10.2018).
- Kiesel, Kristina; Orehoung, Kristina; Shoshtari, Salahaldin; Mahdavi, Ardashir (2013): »Urban Heat Island Phenomenon in Central Europe,« 821–828. EPOKA University Department of Architecture. http://icaud.epoka.edu.al/2012/res/1_ICAUD_Papers/IICAUD2012_Kristina_Kiesel_Orehoung_Shoshtari_Mahdavi.pdf (30.10.2018).
- Kaule, Giselher (1991): *Arten- und Biotopschutz*. 2. überarb. Auflage. Stuttgart: Eugen Ulmer.
- Kneiding, Bernhard et al. (2012a): Landschaftsplan Potsdam. https://www.potsdam.de/sites/default/files/documents/LP_Potsdam_09-12_Text.pdf und https://www.potsdam.de/sites/default/files/documents/lp_potsdam_09-12_anhang_k.pdf (30.10.2018).
- Kneiding, Bernhard et al. (2012b): Anhang zum Landschaftsplan Potsdam, gs-g14. https://www.potsdam.de/sites/default/files/documents/LP_Potsdam_09-12_Text.pdf (19.02.2019).
- Lipp, Torsten; Tervooren, Steffen (2017): Indikatoren zur Beobachtung des Landschaftswandels im urbanen Raum auf Basis der Landschaftsplanung am Beispiel Potsdams. In: *Die räumliche Wirkung der Landschaftsplanung*. Hg. von Wolfgang Wende und Ulrich Walz. Berlin: Springer Spektrum, 97–107.
- Luftbild Umwelt Planung (2003): »Erfassungseinheiten für CIR-Luftbildinterpretation Brandenburg 1999«
- McCarthy, Mark P; Best, Martin J.; Betts, Richard A. (2010): Climate Change in Cities due to Global Warming and Urban Effects. In: *Geophysical Research Letters* 37.9. doi:10.1029/2010GL042845 (30.10.2018).
- Meier, Fred (2011): *Thermal Remote Sensing of Urban Microclimates by Means of Time-Sequential Thermography*. Dissertation Fakultät VI – Planen Bauen Umwelt der Technischen Universität Berlin. Berlin: TU Berlin.
- Meinel, Gotthard; Hecht, Robert; Socher, Wolfgang (2006): Städtisches Grünvolumen – neuer Basisindikator für die Stadtökologie? Bestimmungsmethodik und Ergebnisbewertung. In: *CORP 2006 & Geomultimedia06*. Hg. von Manfred Schrenk. Wien: Im Selbstverlag des Vereins CORP, 685–694.
- Ministerium für Infrastruktur und Raumordnung, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung: Gemeinsame Landesplanungsabteilung (2009): *Landesentwicklungsplan Berlin-Brandenburg (LEP B-B)*. Potsdam: Ministe-

- rium für Infrastruktur und Raumordnung. https://gl.berlin-brandenburg.de/landesplanung/mdb-bb-gl-landesentwicklungsplanung-lep_bb_broschuere.pdf (10.04.2019).
- Rosenzweig, Cynthia; Solecki, William D.; Cox, Jennifer; Hodges, Sara; Parshall, Lily; Lynn, Barry; Goldberg, Richard (2009): Mitigating New York City's Heat Island: Integrating Stakeholder Perspectives and Scientific Evaluation. In: *Bulletin of the American Meteorological Society* 90.9, 1297–1312. doi:10.1175/2009BAMS2308.1 (30.10.2018).
- Snover, Amy K.; Howell, Doug; Kay, Jennifer; Lopez, Jim; Simmonds, Jim; Whitely Binder, Lara C.; Willmott, Elisabeth (2007): Preparing for climate change. A Guidebook for Local, Regional, and State Governments. In: *ICLEI – Local Governments for Sustainability*. Oakland, Ca. http://iclei.usa.org/wp-content/uploads/2015/08/PreparingForClimateChange_Sept2007.pdf (14.11.2018).
- Stiftung Preußische Schlösser und Gärten Berlin-Brandenburg (Hg.) (2014): *Historic Gardens and Climate change. Recommendations for Preservation*. Leipzig: Edition Leipzig.
- Tervooren, Steffen (2009): Landschaftsbild und Umweltanalysen – Ansätze automatischer Bewertungen. In: *PLANERIN* 5, 29–30.
- Tervooren, Steffen (2014): *Verification of vegetation in regard of greenvolume as potential for climate-adaption – using the example of the state-capital of Potsdam*. Master Thesis UNIGIS MSc, Z_GIS Paris Lodron-Universität Salzburg, Potsdam, 14.07.2014. <http://unigis.sbg.ac.at/files/Masterthesen/Full/1496.pdf> (14.11.2018).
- Tervooren, Steffen (2015): Potenziale von Grünvolumen und Entsiegelung zur Klimaanpassung am Beispiel der Landeshauptstadt Potsdam. In: *AGIT Journal für angewandte Geoinformatik*, Wichmann VDE-Verlag Berlin, 258–267.
- Tervooren, Steffen; Frick, Annett (2010): Bodenversiegelung, Grünvolumen, Biotopwertigkeit – Praktische Erfahrungen des Umweltmonitorings. In: *IÖR Schriften*, Bd. 52. Hg. vom Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung. Berlin: Rhombos-Verlag, 155–167.

Bildnachweis

1–5 Lars Schmäh und Steffen Tervooren.