

10 Handlungsfeld Landschafts- und Umweltplanung

10.1 Ausgangslage

10.1.1 Landschaftsplanung und Klimaschutz

Landschaftsplanung als gesetzlich definierte planerische Querschnittsaufgabe für die Erhaltung der Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts hat auch bisher schon einen ihrer Arbeitsbereiche dem Klimaschutz gewidmet. In einer Vollständigkeit beanspruchenden Auflistung der Aufgaben der Landschaftsplanung, systematisch nach „Landschaftsfunktionen“ aufgegliedert, wird die „Klimameliorations- und bioklimatische Funktion“ als eine von 13 Landschaftsfunktionen genannt (vgl. Gruehn u. a. (1998)). Für die Berücksichtigung der Herausforderungen, die aus dem globalen Klimawandel resultieren, gibt es zwar noch keine Tradition, aber es bereitet auch keine prinzipiellen Schwierigkeiten, das neuerlich erheblich gesteigerte Gewicht der genannten Funktion und die erweiterte Aufgabenstellung für die kommunale Planung aufzubereiten. Das Großklima wurde planerisch traditionell als konstant angesehen. Folglich erstreckte sich die Bearbeitung der Klimaschutzfunktion in lokaler Differenzierung lediglich auf die Vermeidung oder Milderung von Belastungen. Die Zielelemente und der Maßnahmenkatalog für die dahinter stehenden Aufgaben werden heute unter dem Begriff „Anpassungsstrategie“ zusammengefasst. Da Klima nicht mehr als konstant angesehen werden kann, sondern als dynamisches System aufgefasst werden muss, ist die Behandlung der Klimaschutzfunktion nicht nur gewichtiger, sondern auch erheblich schwieriger geworden. Die Anpassungsstrategie darf sich nicht länger auf die statisch verstandenen Durchschnittswerte langfristiger Klimabeobachtungen der Vergangenheit stützen, sondern muss die erwarteten Veränderungen einschließlich der noch bestehenden Unsicherheiten einkalkulieren. Das stellt wesentlich erweiterte und veränderte Anforderungen an die Datenerhebung und -auswertung, wobei neue Modelle und Datenverknüpfungsregeln zu beachten, teilweise auch neu zu entwickeln sind.

Eine für die Landschaftsplanung gänzlich neue Aufgabenstellung, die in Verbindung mit anderen Arbeitsbereichen (Stadtplanung, Land- und Forstwirtschaft, Energiewirtschaft, Verkehrswesen) zu bearbeiten ist, ergibt sich aus der Befassung mit dem Thema „Vermeidungsstrategien“, also der Prüfung von Möglichkeiten, ungünstige Klimafolgen zu verhindern, zu vermeiden oder zu mildern. Von diesen Bemühungen, die sich aus der Devise „Global denken, lokal handeln“ ableiten und bis zu konkreten Maßnahmen weiterführen lassen, sind auf der begrenzten Fläche einer Stadt wie Potsdam in der globalen Bilanz keine gewaltigen Effekte zu erwarten. Diese Bestrebungen sind trotzdem sehr wichtig, weil sie – wenn überall umgesetzt – eben doch bedeutsame Effekte und darüber hinaus einen didaktischen Wert als Vorbild haben können.

Die Landschaftsplanung als Umsetzungsinstrument für die Durchsetzung der Belange von Natur und Landschaft wendet sich (nach stark vereinfachter Darstellung) an drei Adressatengruppen:

1. Natur- und Umweltschutzbehörden, die von ihnen beauftragten Firmen sowie Natur- und Umweltschutzverbände;
2. Die Träger der räumlichen Gesamtplanung (Raumordnung, Gebietskörperschaften, Planungsverbände usw.);
3. Die Verursacher und/oder Träger von Projektplanungen, die zu Eingriffen in Natur und Landschaft führen (z. B. Straßenbau).

Die für den interdisziplinären Umgang mit der Landschaftsplanung bestehenden und im Allgemeinen gut eingespielten Kooperationsbeziehungen, Verwaltungsstrukturen, Verfahrensvorschriften und -regeln können für die neuen oder neu gewichteten Aufgaben des Klimaschutzes genutzt werden. Eine genauere Analyse dieser Beziehungen hat Herberg (heute Abteilungsleiter des Bundesamt für Naturschutz) exemplarisch für die Ebene der Landschaftsrahmenplanung vorgelegt (vgl. Herberg (2002)). Für den Arbeitsbereich „Klimaschutz“ auf lokaler Ebene, der in starkem Maße auf Bürgerinformation und -beteiligung angewiesen ist, sind die Planungsschritte und deren Ergebnisse zusätzlich so aufzubereiten, dass sie möglichst leicht in partizipative Prozesse eingeführt werden können. Näheres dazu wird im Rahmen von LOS 5 ausgeführt (vgl. Kapitel 12).

10.1.2 Besonderheiten beim Klimaschutz

Dadurch, dass eine bisher als statisch (mit statistisch erfassbarer Variabilität) angesehene Gruppe ökologischer Faktoren neuerlich eine starke und dabei bedrohliche Dynamik aufweist, sind andere Analyseverfahren als die traditionellen zu entwickeln, und auch die aus den Analyseergebnissen abzuleitenden Maßnahmen müssen völlig anders konzipiert werden als das bisher üblich war. Es wird nur noch von wenigen Forschern bezweifelt, dass die neue, u. a. durch globale Erwärmung und verstärktes Auftreten von Extremen gekennzeichnete Dynamik durch den Menschen und seine ökonomischen Aktivitäten verursacht wird. Gegenmaßnahmen dürfen sich daher nicht darauf zurückziehen, dass sie die neue globale Dynamik sozusagen als „gottgegeben“ akzeptieren und alle Planung nur auf die Anpassung an neue Bedingungen ausrichten („Anpassungsstrategie“). Vielmehr müssen die als Ursachen der Klimaveränderungen erkannten Faktoren direkt bekämpft werden. Die Entstehung von THG wird nach aktuellem Erkenntnisstand als die wesentliche Ursache der Klimaänderungen angesehen. Ihre Vermeidung oder Minderung stellt daher auch für die Landschaftsplanung die wichtigere und im Zweifel vorrangige Aufgabe unter den Gegenmaßnahmen dar („Vermeidungsstrategie“). Es kommt unter diesem Aspekt eine Gruppe von Maßnahmen ins Blickfeld, die bisher überhaupt nicht in diesem Zusammenhang gesehen wurde und die deshalb in der Öffentlichkeit ungewohnt und neu erscheint.

„Klima“ war schon bisher wegen der erheblichen Variabilität der zu seiner Charakterisierung verwendeten Messwerte ein schwieriges Arbeitsfeld, das nur mit Hilfe statistischer Methoden einigermaßen zu beherrschen war. Nachdem langjährige Mittelwerte nicht mehr oder allenfalls nur noch bedingt und für die Vergangenheit als Richtwerte verwendet werden können, ohne dass es einen vollwertigen Ersatz für diese bewährten Hilfsgrößen gibt, ist

der Arbeitsbereich „Klimaschutz“, auch und gerade in der Ökologie und der ökologischen Planung, der Landschaftsplanung, vor allem durch Unsicherheit geprägt. Insbesondere auf lokaler Ebene liefern die neuen Klimamodelle noch keine konsistenten Aussagen für die zukünftige Entwicklung. Unter diesen Voraussetzungen ist die Planung gezwungen, mit mehreren Szenarien gleichzeitig zu arbeiten. Eine „Worst-Case“-Annahme (z. B. der klimabedingte Ausfall von heute verbreiteten Pflanzenarten) ist immer mit zu berücksichtigen. Zuverlässige Beobachtungsreihen zum Nachweis von Veränderungen sind äußerst wichtig. Auf der Basis von deren Ergebnissen muss die Planung häufiger als bisher üblich überprüft und ggf. korrigiert werden. Dabei besteht die Hoffnung, dass im Laufe der Zeit der Grad der Unsicherheit geringer und die tatsächliche Entwicklung besser überschaubar wird.

10.2 Handlungsmöglichkeiten

Die Vorzüge landschaftsplanerischen Handelns, besonders auf lokaler Ebene, sind darin zu sehen, dass mit räumlich konkreten und räumlich gut differenzierenden Daten gearbeitet wird, dass diese Daten zu einer Analyse und Bewertung verwendet werden und dass diese Datenauswertung nicht themenweise isoliert erfolgt, sondern dass Zusammenhänge, Zielkonflikte und unterschiedliche Zielgewichtungen berücksichtigt werden. Im Fachbereich Umwelt und Natur der Stadtverwaltung Potsdam stehen hierfür die Daten des Umweltmonitorings zur Verfügung, die, wenn auch im Erstellungszeitraum dieser Studie nicht auf dem aktuellsten Stand, eine wesentliche, räumlich hochdifferenzierte Basis für die Ausarbeitung der hier vorgestellten Maßnahmen sind. Auf ihrem Feld führt die Landschaftsplanung jeweils eine Systemanalyse durch, aus der Handlungsempfehlungen bis hin zu konkreten Maßnahmen abgeleitet werden.

Handlungsempfehlungen der Landschaftsplanung gliedern sich üblicherweise in „Maßnahmen“ und „Erfordernisse“. Für die Umsetzung von „Maßnahmen“ gibt es eine Eigenverantwortlichkeit der für die Landschaftsplanung zuständigen Naturschutzbehörden. Mit den „Erfordernissen“ werden Stellen außerhalb der Naturschutzbehörden angesprochen (Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Wasserwirtschaft, Stadtplanung, Infrastrukturplanung etc.), die i. d. R. eine gesetzliche Pflicht zur Umsetzung oder wenigstens zur Berücksichtigung der Belange von Naturschutz und Landschaftspflege haben. Praktisch bedeutet diese Aufgliederung, dass im Falle von „Erfordernissen“ zunächst Verhandlungen, Beteiligungsverfahren und andere Vorbereitungsschritte zum Einsatz kommen müssen, bis die Ebene von echten, umsetzbaren Maßnahmen erreicht werden kann. In Potsdam ist die Landschaftsplanung tatsächlich nicht Teil der Unteren Naturschutzbehörde sondern im Bereich Stadtentwicklung angesiedelt. Inwieweit die vom Bereich Umwelt und Natur abgetrennte Zuordnung die Bedeutung von Klimaschutzbelangen in der Landschafts- und damit mittelbar auch in der Bauleitplanung unterstreicht oder nicht, kann nicht Gegenstand dieses Gutachtens sein.

Die im Rahmen des Klimaschutzkonzepts für die LHP abgeleiteten „Maßnahmen“ stellen im Sinne der vorangestellten Ausführungen überwiegend eigentlich „Erfordernisse“ dar, da sie nur in Kooperation mit Grundstückseigentümern, Landwirten, Forstbetrieben, Fachbehör-

den und mit Unterstützung der Stadt und/oder der Öffentlichkeit umsetzbar sind. Die Bezeichnung „Maßnahmen“ wird im Sinne einer einheitlichen Begriffsverwendung im Rahmen des Klimaschutzkonzepts dennoch beibehalten.

Die Disziplin „Landschaftsplanung“ hat im Kreis von Behörden, Investoren, Landnutzern, Grundstückseigentümern usw. keine starke Stellung, weil die zuständigen Behörden nicht über genügend Etatmittel und Personal zur kontrollierten Durchsetzung der gesetzlichen Vorgaben zugunsten von Natur und Landschaft verfügen. Wie bereits eingangs ausgeführt, beruht die Stärke der Landschaftsplanung ggf. auf einer guten Ausstattung mit räumlich konkreten ökologischen und sonstigen planerisch relevanten Daten sowie auf der argumentativen Kraft der daraus mit rationalen Methoden und der erwähnten Systemanalyse abgeleiteten Handlungsempfehlungen.

Einige der im Klimaschutzkonzept vorgeschlagenen Maßnahmen erfordern umfangreiche Vorbereitungen (z. B. Umstrukturierung landwirtschaftlicher Betriebe, Grundstückskauf oder -tausch, begleitende Messprogramme usw.), die nicht im zeitlich und finanziell begrenzten Rahmen der Erarbeitung des Klimaschutzkonzepts durchführbar waren. Hierfür wurden Machbarkeitsstudien als separate Maßnahmen vorgesehen.

10.3 Leitbild

10.3.1 Das Leitbild und seine Umsetzung

„Das Klima ist eine Komponente der Biosphäre, die sich in einer Evolution über Jahrtausende entwickelt und zu einem optimierten Zusammenspiel von Wasser, Vegetation, Tieren, Bodensubstrat und Mikroben geführt hat. In diesem Zusammenspiel, in dieser gegenseitigen Abhängigkeit, sind die Komponenten durch mannigfaltige Rückkopplungen untereinander verzahnt. Wenn eine Komponente innerhalb kürzester Zeit verändert oder herausgebrochen wird, ist in der Regel das ganze System gestört.“ (Ripl u. a. (2007))

Auch Korrekturen müssen Zusammenhänge, mögliche Nebenwirkungen und damit das Gesamtsystem beachten. Diesem Gedanken folgend unterliegen die Vorschläge zu Vermeidung und Anpassung für Potsdam im Bereich Landschafts- und Umweltplanung dem generellen Leitbild von „*Vernetzung und Nachhaltigkeit*“.

Im Bereich der freien Landschaft bedeutet dies vor allem die Anpassung von Bewirtschaftungsformen an die natürlichen Gegebenheiten (v. a. Bodensubstrat, Geländemorphologie) sowie ein Erhalt der natürlichen Grundlagen (Erhalt der Stoffkreisläufe) und der natürlichen Energieverteilung (v. a. Wärmeverteilung). Die Vorschläge für bewirtschaftete, insbesondere besiedelte, städtische Flächen folgen jedoch dem gleichen Grundsatz, obwohl sie hier teilweise andere Ausprägungen finden.

Als primäre Schlüsselmaßnahme im Sinne des genannten übergeordneten Leitbilds wurde für Potsdam die Erhöhung der Vegetationsbedeckung, rationell messbar und kontrollierbar sowie gut darstellbar in Form der vorgeschlagenen Maßzahl Grünvolumenzahl „GVZ“ vorgesehen. Die Steigerung des Grünvolumens, hat sowohl für die unbesiedelten, wie für die besiedelten Bereiche jeweils unterschiedliche Funktionen und Vorzüge. Sie bedeutet eine Erhöhung der CO₂-Speicherung in Vegetation, einen verstärkten Rückhalt von Wasser in der Landschaft (Stabilisierung des Wasserkreislaufes; u. a. mit Auswirkungen auf das Grundwasser), ein vermehrtes Potential an (nachhaltig zu gewinnender, nutzbarer) Biomasse, die fossile Brennstoffe substituieren kann, eine Erhöhung von Verdunstung und eine Temperaturverringerung insbesondere auch im innerstädtischen Bereich, welche in extremen Klimaphasen zu einer fühlbaren Entlastung der Bevölkerung beiträgt.

Es mag überraschen, dass einer der größten CO₂-Emittenten, neben den Bereichen Wohnen und Verkehr, die ackerbauliche Nutzung der ehemaligen Niedermoore v. a. im Potsdamer Norden ist. Durch Änderung der Bewirtschaftungsform, die zweite Schlüsselmaßnahme dieses Gutachtens, kann Potsdam die Produktion von klimaschädlichen Gasen erheblich reduzieren und stattdessen auf Teilflächen sogar einen zusätzlichen Kohlenstoffspeicher schaffen. Gleichzeitig können sich für die Landwirtschaft neue betriebswirtschaftliche Modelle jenseits der heute gängigen Intensivlandwirtschaft ergeben.

Der häufig vorgeschlagene Energiepflanzenanbau, der in der aktuellen Praxis über Methoden intensiver Landwirtschaft erfolgt, konterkariert das hier definierte Leitbild und ist in dem vorgeschlagenen Maßnahmenspektrum nur in Verbindung mit nachhaltiger Landwirtschaft zielkonform. Dementsprechend unterliegt die Gewinnung von Biomasse aus Stadt- und Landschaftsraum generell ebenfalls den Nachhaltigkeitsforderungen; die dritte Gruppe von Schlüsselmaßnahmen.

Im Sinne von Anpassungserfordernissen weist Potsdam aufgrund der landschaftlichen Ausstattung und den geomorphologischen Gegebenheiten eine durchaus robuste Struktur auf. Die ausgedehnten Wasserflächen der Havel durchschneiden das Stadtgebiet von Nordosten nach Südwesten und ergeben, begleitet von zahlreichen Nebenarmen und -gewässern, in der Flächenbilanz immerhin gut 10 % der Potsdamer Gesamtfläche. In Kombination mit der weiteren landschaftlichen Ausstattung, ausgedehnten Waldflächen im Süden und Nordosten, großräumiger Offenlandschaft mit feuchten Niederungen im Nordwesten ergeben sich regional betrachtet klimatisch günstige Situationen (Kaltluftentstehung, Frischluftzufuhr). Thermische Belastungen werden dementsprechend in der Zukunft nur mikroklimatisch an bestimmten belasteten Siedlungsteilen Potsdams auftreten. Eine nachhaltige Sicherung und Aufwertung innerstädtischer Grün- und Freiflächen, insbesondere durch Steigerung des Grünvolumens und Entsiegelungsmaßnahmen sowie der Erhalt von Frischluftschneisen sind die vierte Gruppe landschaftsplanerischer Schlüsselmaßnahmen dieses Gutachtens.

Die Ausweisung von Frischluftschneisen und die Verbesserung des Luftaustauschs war schon eine traditionelle Aufgabe der Landschaftsplanung, bevor der Klimaschutz die heutige Gewichtung erhielt. Die betreffenden Maßnahmen haben gegenüber früheren Zeiten nur

einen höheren Stellenwert bekommen. Die Verbesserung des Lebensumfeldes der Stadtbevölkerung unter veränderten und stärker belastenden Klimabedingungen muss sehr viel stärker beachtet und teilweise neu konzipiert werden, wenn man diese Aufgabe mit früheren Zeiten vergleicht. Vegetationsflächen, insbesondere Bäume, haben dabei einen sehr viel höheren Stellenwert als früher. Ihre Erhaltung ist schwieriger, weil die ohnehin ungünstigen Standortbedingungen in der Stadt noch problematischer werden. Als antagonistische Indikatoren, die für die Bemessung und Bewertung dieses Arbeitsbereichs herangezogen werden können, werden einerseits – im Negativen - die Versiegelung (Überhitzung und Belastung charakterisierend) und andererseits – im Positiven – das Grünvolumen (Beschattung, Kühlung, Durchfeuchtung, Luftfilterung usw. charakterisierend) empfohlen. Neue Richt-, Grenz- und Schwellenwerte unter Verwendung von Indikatorbefunden für Stadtbe-
reiche (z. B. statistische Blöcke) könnten im Hinblick auf die tolerierbare klimatische Belastung der Bevölkerung definiert werden. Dass diese Indikatoren keinen statischen Charakter besitzen, sondern eine beträchtliche Dynamik aufweisen, konnte für das Stadtgebiet von Potsdam bereits nachgewiesen werden (vgl. Haag et al. (2009); Haag u. a. (2010)).

10.3.2 Vermeidungs- und Anpassungsstrategien

Tab. 10.1 gibt die generellen Aktionsfelder der Landschaftsplanung wieder, aus der sich die Maßnahmen dieses Gutachtens grundsätzlich ableiten lassen. Nicht alle Aktionsfelder sind in gleichem Maße relevant für das Potsdamer Klimakonzept.

Tab. 10.1: Aktionsbereiche für landschaftsplanerische Maßnahmen zur Förderung des Klimaschutzes

Vermeidungsstrategien	Anpassungsstrategien
Niedermoor-Standorte: Verhinderung bzw. Minderung der Entstehung von klimaschädlichen Bestandteilen der Atmosphäre (Methan, CO ₂ usw.)	Stadtklimakarte: Ermöglichung von großräumigem Luftaustausch für Stadtgebiete (z. B. durch Ausweitung und Sicherung von Frischluftschneisen)
Bindung bzw. Speicherung von Kohlenstoff (z. B. durch Moore, Wald, Aufforstung) für Energiegewinnung und als Entlastungskomponente für Klimaschutz	Zu sichernde innerstädtische Freiflächen: Schaffung von kleinräumigen Luftzirkulationsmöglichkeiten (z. B. durch Temperaturunterschiede, Beschattung)
Förderung von kühlenden Einflüssen in der Landschaft (z. B. Verdunstung von Wasser, Wolkenbildung)	Vermeidung des Totalausfall-Risikos für bestimmte Vegetationsarten (z. B. durch interne Diversifizierung von Pflanzungen)
Förderung der Strahlungsreflexion und Abstrahlung	Bauliche und technologische Maßnahmen in der Fläche, die lokale Überwärmung des Aufenthaltsortes von Menschen verhindern
Vermeidung energieaufwendiger oder klimaschädlicher Landbewirtschaftung, nachhaltiger Anbau und/oder energetische Nutzung erneuerbarer Biomasse	Berücksichtigung zu erwartender Folgen von Klimaextremen in der Planung (z. B. beim Wasserabflussregime)

Für die Sinnhaftigkeit von Maßnahmen und entsprechende Prioritätensetzung muss Rechenschaft abgelegt werden können. Dazu bedarf es – insbesondere im Bereich der „Vermeidungsstrategien“ einer eingehenden Darlegung der Ursachen-Wirkungsbeziehungen innerhalb des Systems „Stadtklima“ und der resultierenden Begründung der vorgeschlage-

nen Maßnahmen. Dabei ist auch zu diskutieren, ob die Bekämpfung der Ursachen des Klimawandels („Vermeidungsstrategien“) allein anhand des Kriteriums der Reduktion von CO₂-Emissionen geplant und entschieden werden sollte; schließlich hat die THG-Emission und damit der Klimawandel heterogene Ursachen, und es wurden durch den seit längerem voranschreitenden Klimawandel in Ökosystemen und Landnutzungssystemen Entwicklungen ausgelöst, die anders als auf technologischem Gebiet anzusetzen sind (z. B. bei der Art der Energiegewinnung) und die nicht mehr einfach reversibel sind, sondern bereits eine Eigendynamik mit schwer kontrollierbaren Rückkoppelungseffekten ausgelöst haben. Veränderte Stoffkreisläufe und Energieströme, veränderte und gestörte Landnutzung, die Reduzierung und durch Verlust von Arten und Vegetationsformen verursachte Veränderungen der Vegetation gehören in diesen Themenkreis.

Die Einschätzung der Bedeutung einer Maßnahme oder der durch sie erzielbaren Effekte erfordert eine Bemessung und Bewertung, die sich nicht immer auf der Ebene von Tonnen (CO₂) oder monetären Größen in sinnvoller Weise zusammenfassen und vereinheitlichen lässt. Der Berliner Stadtentwicklungsplan Klima macht dies deutlich, aber auch neuere wissenschaftliche Untersuchungen, unter denen die Arbeit von Laue exemplarisch hervorzuheben ist (vgl. Bittenfeld u. a. (2010); Laue (2009)). Das „thermische Wohlbefinden“ und damit eher die Erfordernisse und Maßnahmen der Anpassung als die der Vermeidung werden dabei in den Mittelpunkt gestellt (vgl. Laue (2009)). Begründet wird das damit, dass in Europa ca. 60 % der Bevölkerung in Städten, und dort bevorzugt im Bereich von traditionellen Stadtstrukturen leben, die als solche nicht ohne weiteres verändert werden können. „Anpassung im Bestand“ ist dann auch der Schwerpunkt des Berliner Stadtentwicklungsplans Klima (vgl. Brandl u. a. (2010)). Ausgehend von der aktuellen Klimakarte für Berlin von 2009 werden „Belastungsgebiete“ im Zusammenhang mit Stadtstrukturtypen bestimmt und für Anpassungsmaßnahmen ausgewählt (vgl. Senatsverwaltung für Stadtentwicklung (2009)). Übergreifend dargestellt wird das in Karten mit dem Darstellungsmaßstab 1:50.000, aber dabei ist klar, dass die eigentlichen Maßnahmen, wie auch von Laue hervorgehoben, auf der Ebene von Baublöcken (oder noch darunter) zu erfolgen haben (vgl. Laue (2009)). Weder kann „Belastung“ allein durch die physikalische Messgröße „Temperatur“ hinreichend beschrieben werden, noch gibt es Einzelmaßnahmen, die immer und überall gleich zu bewerten und zu gewichten sind. Vielmehr muss die örtliche Situation ausschlaggebend sein, und es werden eher Planer aus der Fachrichtung der Generalisten als Spezialisten für diese fachübergreifend zu integrierenden Komplexmaßnahmen einzusetzen sein. Das städtische Grün (darstellbar beispielsweise durch den Biotopflächenfaktor (BFF) oder die Grünvolumenzahl) hat in jedem Fall eine positive Bedeutung für die Thematik „Anpassungsmaßnahmen“. Ihre exakte Quantifizierung ist jedoch noch auf zu wenige Untersuchungen gestützt und daher problematisch. Weitere Untersuchungen zur Stützung (oder Neuformulierung) von einschlägigen Modellen sind erforderlich oder zumindest wünschenswert. In der Diskussion des Berliner Stadtentwicklungsplans Klima wurde auch darauf hingewiesen, dass es funktionale und teilweise antagonistische Zusammenhänge zwischen Vermeidungs- und Anpassungsmaßnahmen gibt (vgl. Brandl u. a. (2010)). Wenn beispielsweise infolge der Hitzetage im Juli 2010 (oder später wegen unterlassener Anpassungsmaßnahmen) das „thermische Wohlbefinden“ der Stadtbevölkerung gestört ist, steigt

die Nachfrage nach Klimaanlage und Ventilatoren signifikant. Das kann nicht ohne Einfluss auf die Energiebilanz der Stadt bleiben. Wenn in Zukunft bei verstärkter Hitze und Dürre das geforderte Grünvolumen (wie heute bereits in Südeuropa) nur durch Bewässerungsmaßnahmen überlebensfähig gehalten werden kann, so erfordert auch das Energie und dann möglicherweise knappe Wasserressourcen.

Landschaftsbezogene Maßnahmen der Kohlenstoffspeicherung erfordern i. d. R. große Flächen, wenn sie nennenswerte Wirkung entfalten sollen. Wenn auf dem Territorium einer Stadt solche Flächen nicht im wünschenswerten Ausmaß verfügbar sind, so sollte man deswegen die Maßnahme noch nicht als nachrangig ansehen und auf sie verzichten, sondern einerseits Flächen außerhalb des Stadtbezirks mit ins Kalkül ziehen und andererseits Maßnahmen kleinflächig durchführen und als Musterprojekte im Sinne der Öffentlichkeitsarbeit betreiben. Beispielsweise sollte die Einsicht, dass es auf dem Areal der LHP nicht genügend Flächen gibt, um eine eigenständige Produktionskette vom Energiepflanzenanbau bis zur industriellen Energieproduktion aufzubauen, keineswegs zu der Konsequenz führen, den Energiepflanzenanbau auch auf den dafür prädestinierten ehemaligen Riesel-feldflächen gänzlich zu unterlassen (vgl. Maßnahmenblatt M3-29). Vielmehr sind alternative Verwendungsmöglichkeiten zu prüfen und dann zu realisieren.

10.4 Vermeidungsstrategien und Maßnahmen bis 2020

10.4.1 Niedermoorstandorte

Moore sind entstanden auf Standorten mit fast permanent hohem Wasserstand, der um den Bereich der Bodenoberfläche schwankt. Die sich ansammelnde Biomasse aus Pflanzenresten zersetzt sich unter diesen Bedingungen kaum und kann sich im Laufe von Jahrhunderten oder Jahrtausenden zu großer Mächtigkeit ansammeln (vgl. Succow u. a. (2001)). Intakte Moore sind daher sehr effiziente Kohlenstoffspeicher. Das Moorbwachstum kann in der Größenordnung von 1 mm pro Jahr liegen. Bei nassen Standorten (Wasserstufe +5) werden 0 bis 2 t CO₂ / ha und Jahr gespeichert (vgl. Couwenberg u. a. (2008b)). Die biotische Produktion liegt erheblich niedriger als auf fast allen normalen landwirtschaftlich oder forstlichen genutzten Flächen und hat nur einen geringen Nährwert für die Tierproduktion.

Moorstandorte sind häufig „melioriert“ und damit für die landwirtschaftliche Produktion nutzbar gemacht worden, so auch in Potsdam. Dazu gehört immer eine Absenkung des oberflächennahen Grundwasser- oder Stauwasserstandes. Unter diesen Bedingungen wird der Moorkörper mineralisiert; das bedeutet, der gespeicherte Kohlenstoff wird in Form von Methan, Lachgas oder CO₂ freigesetzt. Dies geschieht erheblich schneller als vorher das Moorbwachstum. Wassermangel infolge von Erwärmung und Trockenheit kann auch auf bisher naturnahen Mooren zur Denaturierung führen. Man bezeichnet das Schwinden des Moorkörpers, der die Größenordnung von 0,5 bis 1 cm pro Jahr bei Grünlandnutzung und 1,2 bis 2 cm pro Jahr bei Ackernutzung erreichen kann als „Moorzehrung“ (vgl. Landesum-

weltamt Brandenburg LUA (2004), S. 21¹). Die dadurch hervorgerufene Freisetzung von CO₂ und anderen Kohlenstoffverbindungen in der Größenordnung von 40 t CO₂-e / ha und Jahr auf Ackerflächen und 25 t CO₂-e / ha und Jahr auf Grünland (für Potsdam also ca. 75.000 t CO₂-e pro Jahr, abhängig von Wasserstand und Düngemiteleinsetzung) wurde in der Vergangenheit nicht problematisiert (vgl. Couwenberg (2007), S. 12-14)). Das Bewusstsein für die extreme Klimaschädlichkeit der Moorzehrung bildete sich erst im Zuge der Diskussion um den globalen Klimawandel.

Im Zuge der dringlich gewordenen Bemühungen um Klimaschutz liegt der Gedanke nahe, die Moorentwässerung mit ihren fatalen Beiträgen zur globalen Erwärmung wieder rückgängig zu machen. Für die Leitidee, die Wiedervernässung mit der Produktion und der energetischen Nutzung von erneuerbarer Biomasse auf den betreffenden Flächen zu koppeln, wurden Methoden der „Paludikultur“ entwickelt und wissenschaftlich untersucht. Das in der breiten Öffentlichkeit noch wenig geläufige Wort „Paludikultur“ und erst recht die dahinter stehenden Methoden sind in der Fachwelt des Klimaschutzes daher durchaus schon bekannt und bewährt. Das Internet weist, allein aus Deutschland, über 3.000 Quellen dazu aus (vgl. Couwenberg et. al. (2008a); Wichtmann u. a. (2009)). Dass die Akzeptanz zögerlich ist, mag auch kulturell begründet sein. Jahrhunderte lang wurde die „Moorkultivierung“ – immer mit Entwässerung und Mineralisierung verbunden – als kulturelle Großtat gefeiert. Die damit verbundene Freisetzung großer Mengen von Treibhausgasen war nicht als Negativeffekt bekannt und hat erst mit den Bilanzierungsbemühungen im Zuge der Klimaschutzdebatte die ihm gebührende Aufmerksamkeit gefunden. Dass es schwer fällt, neuerlich die „Zerstörung“ der Erfolge von jahrhundertelangen Bemühungen um den „Fortschritt“ als neuen Fortschritt aus veränderter Sicht der Dinge zu begreifen, ist durchaus nachvollziehbar.

Methodik

Die in Potsdam befindlichen, ehemaligen Niedermoorflächen, die heute hauptsächlich als Grünland oder Acker genutzt werden, sind für Nichtfachleute in der Landschaft nicht mehr ohne weiteres erkennbar. Bodenkundliche Untersuchungen, zunächst in der mittelmaßstäbigen landwirtschaftlichen Standortkartierung der DDR (MMK) zusammengefasst und 1997 aufgrund dieser Quelle zu einer Niedermoorkarte für Brandenburg aufbereitet, weisen die ehemaligen und heutigen (mehr oder weniger degenerierten) Moorflächen nach (vgl. Abb. 10.1)

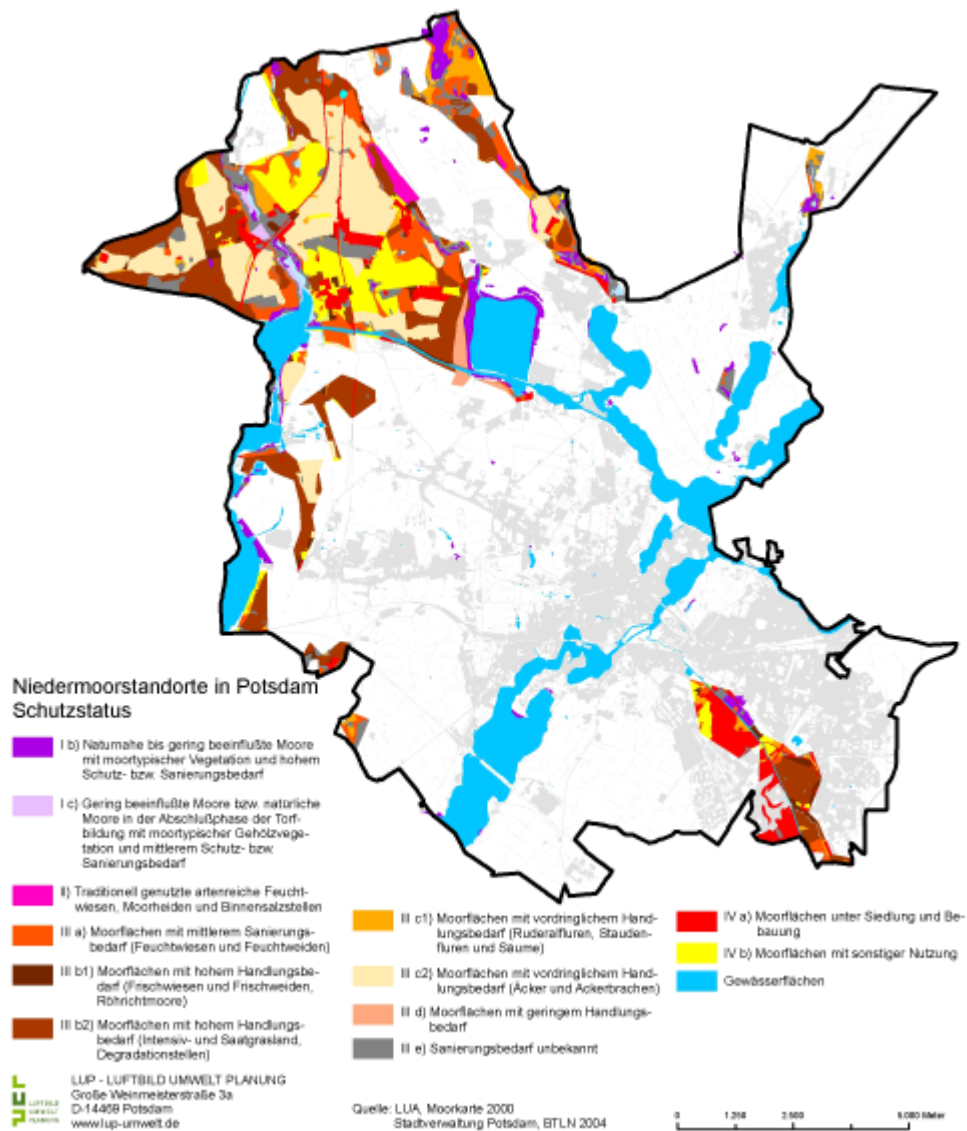
Dementsprechend wurden in diesem Gutachten folgende Datengrundlagen für eine Abschätzung von Art und Größenordnung vorhandener Moore und den daraus abgeleiteten Flächenpotentialen für Renaturierung und Extensivierung genutzt:

- Niedermoorkarte des Landes Brandenburg (vgl. Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (2000))
- Bodenübersichtskarte des Landes Brandenburg 1:300.000 (BÜK300) – Karte Vernässung (vgl. Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg (2009))

¹ aus Lehrkamp (1987)

- Acker- und Grünlandflächen aus der Biotoptypen- und Landnutzungskartierung (vgl. Landeshauptstadt Potsdam (2004a))

Die Daten der Niedermoorkarte des Landes Brandenburg zeigen, dass in Potsdam ca. 4.300 ha Niedermoorestandorte vorherrschen (vgl. Abb. 10.1). Davon ist nur noch ein geringer Prozentsatz (7 %) naturnah bzw. gering beeinflusst. 1 % der Potsdamer Niedermoorkflächen sind traditionell genutzt. Bei dem Hauptteil (61 %) der Niedermoorestandorte handelt es sich um degenerierte Moore mit mittlerem, hohem bzw. vordringlichem Handlungsbedarf. Bei ca. 10 % der Fläche ist der Handlungsbedarf unbekannt. Ebenso groß ist die Fläche mit sonstiger Nutzung (11 %). Ein weiterer Teil (8 %) ist bebaut, 2 % der Fläche ist von Gewässern überdeckt. Diese Informationen mussten für die Frage der Potentialflächen zur Renaturierung bzw. Extensivierung der Niedermoorestandorte jedoch noch weiter untergliedert werden.



Quelle: Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (2000), eigene Darstellung

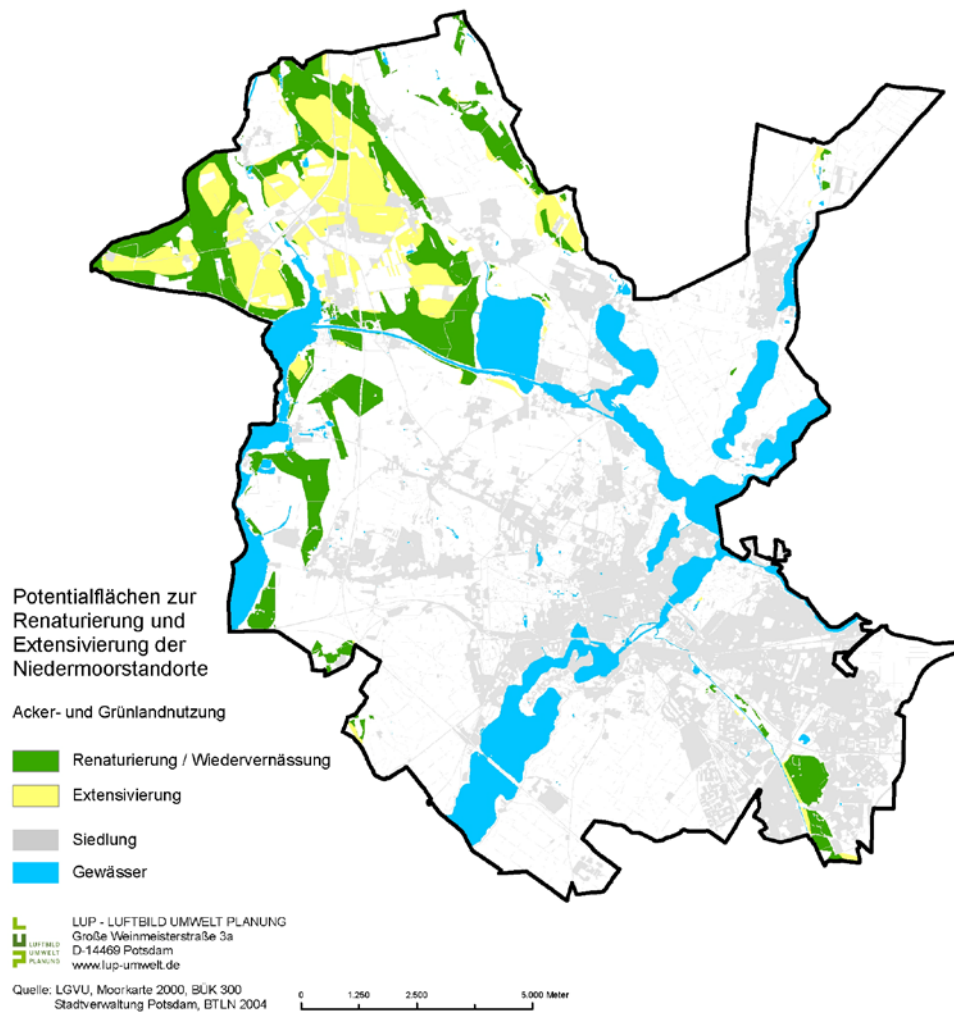
Abb. 10.1: Niedermoorstandorte in Potsdam – Schutzstatus

Das Vorkommen von ehemaligen Niedermooren, insbesondere im Potsdamer Norden, ist auch entscheidend von der Geländemorphologie abhängig. So ist auffällig, dass praktisch alle Siedlungen des Nordens, u. a. Satzkorn, Fahrland und Marquardt, auf, wenn auch leichten Geländeerhebungen entstanden sind. Die Art und Dauer der „Urbarmachung“ des Landes, wiederum wesentlich abhängig von der Morphologie sowie des in der Regel vom Menschen regulierten Grundwasserflurabstandes, ist einer der entscheidenden Faktoren für die Art der Degradation der Moorkörper. Hat die Moorzehrung ein bestimmtes Stadium überschritten, so ist eine Wiedervernässung wirkungslos bzw. kontraproduktiv. Die Morphologie ist gleichzeitig eines der Kriterien zur Unterscheidung zwischen Potentialen für eine Renaturierung oder für Extensivierungsmaßnahmen.

Entsprechend des vorherigen Absatzes wurden zunächst aus den Kategorien der Niedermoorkarte die mineralisierten und stark degradierten, darunter auch die bebauten Flächen aus der Maßnahmenkulisse entfernt. Die Moorflächen mit einem realistischen Entwicklungspotenzial wurden für die Berechnung der Zahlen der Maßnahmenblätter mit der aktuellen Nutzung (Acker (Objektarten 0913, 0914) und Grünland (Objektarten 0511, 0515)) extrahiert und anhand der Karte Vernässung der BÜK300, abhängig vom Grundwasserstand, in Standorte zur Renaturierung/Wiedervernässung und Standorte zur Extensivierung unterteilt. Dabei handelt es sich in Potsdam um insgesamt 2.400 ha, die als Potenzialflächen zur Renaturierung und Extensivierung der Niedermoorstandorte zur Verfügung stehen (vgl. Tab. 10.2; Abb. 10.2). Ehemalige Niedermoorflächen, die heute bebaut sind oder sich in unmittelbarer Nähe zu bebauten Gebieten befinden, werden von vornherein als Potenzialflächen für solche Maßnahmen ausgeschlossen.

Eine Karte auf dieser Basis ist aus naturwissenschaftlicher Sicht geeignet zur Abschätzung von Potentialen für Maßnahmen der Renaturierung (Wiedervernässung) oder Extensivierung (Anhebung des Grundwasserstandes, Vermeidung besonders nachteiliger Intensivnutzung). In der Realität stehen beide Maßnahmenarten in enger räumlicher Beziehung zueinander.

Tab. 10.3 zeigt die Berechnung des CO₂-Vermeidungspotentials auf dieser Grundlage. Pro Jahr lassen sich in Potsdam so Emissionen von 43.500 tCO₂ vermeiden. Die zu Grunde gelegten Zahlen beruhen auf Studien der Universität Greifswald und DUENE e. V. (vgl. Couwenberg et al. (2008); Wichtmann u. a. (2009)).



Quellen: Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg (2000); Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg (2009); Landeshauptstadt Potsdam (2004a)

Abb. 10.2: Potentialflächen zur Renaturierung und Extensivierung der Niedermoorstandorte

Tab. 10.2: Flächenbilanz der Potentialflächen auf Niedermoorstandorten

	Gesamtfläche in Potsdam	auf Niedermoor- standorten	grundwassernah	grundwasserfern
Acker	2.710 ha	1.000 ha	300 ha	700 ha
Grünland	2.490 ha	1.400 ha	1.200 ha	200 ha
Summe	5.200 ha	2.400 ha	1.500 ha	900 ha
			Renaturierung/ Wiedervernässung	Extensivierung

Quellen: Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg (2000); Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg (2009); Landeshauptstadt Potsdam (2004a)

Tab. 10.3: CO₂-Vermeidungspotential auf Niedermoorstandorten in Potsdam

		CO ₂ -Ausstoß pro Jahr				CO ₂ -Vermeidungspotential pro Jahr
		aktuell		potentiell		
		Ackerland	Grünland	pro ha	gesamt	
CO ₂ -Ausstoß pro ha		25 t CO ₂ / ha u. Jahr				
Renaturierung/ Wiedervernässung		300 ha	1.200 ha	0 – 5 t CO ₂ / ha u. Jahr	7.500 t CO ₂ / Jahr	30.000 t CO ₂ / Jahr
Extensivierung		700 ha	200 ha	5 – 10 t CO ₂ / ha u. Jahr	9.000 t CO ₂ / Jahr	13.500 t CO ₂ / Jahr
		60.000 t CO₂ / Jahr				43.500 t CO₂ / Jahr

Quellen: Landeshauptstadt Potsdam (2004a); Universität Greifswald/ DUENE e. V.; Couwenberg et al. (2008a)

10.4.1.1 Voruntersuchung: Machbarkeitsstudie

Die hier wiedergegebene Moorkarte mit den Ausweisungen der Potentialflächen für eine Renaturierung oder Extensivierung reicht jedoch nicht aus, um konkrete Maßnahmen im Detail zu planen (vgl. Abb. 10.2). Eine Wiedervernässungsmaßnahme als solche kann im Einzelfall technisch einfach und dabei kostengünstig durchführbar sein (das Verschließen künstlicher Entwässerungskanäle reicht manchmal bereits aus). Die Folgen sind aber immer weitreichend und nicht von vornherein absehbar. Je nach Topographie können die Auswirkungen eine sehr große Fläche betreffen. Auf keinen Fall kann die bisherige landwirtschaftliche Nutzung beibehalten werden. Das Betriebskonzept und die Struktur landwirtschaftlicher Betriebe kann gravierend betroffen sein. Je nach Zersetzungsgrad des alten Moorkörpers und je nach Intensität des Nährstoffeintrags aufgrund der vorausgegangenen Bewirtschaftung können die Standorte sehr unterschiedlich auf Wiedervernässung reagieren. Landkauf oder Landtausch kann notwendig sein. Entschädigungsansprüche sind zu ermitteln, zu verhandeln und zu begleichen. Wiedervernässungsprojekte sind selten parzellenscharf planbar. Oft sind Nachbarparzellen von der Wiedervernässung mit betroffen und müssen zumindest zwangsläufig extensiviert werden. Rechtliche Fragen werden zu regeln sein. Die hier nur angerissenen Begleitprobleme von Maßnahmen der Moorrenaturierung sind auf jeden Fall so kompliziert, dass vor ihrer konkreten Umsetzung eine Machbarkeitsstudie vorangestellt werden muss. Den Rahmen des Klimaschutzkonzepts würde der Umfang solcher Vorarbeiten überschreiten. Eine Machbarkeitsstudie wird deshalb als separate vorbereitende Maßnahme ausgewiesen (vgl. Maßnahmenblatt M3-18).

Die komplexen Zusammenhänge in ökologischer, ökonomischer und rechtlicher Art sowie die Auswahl der günstigsten Variante der technischen Ausgestaltung erfordern sorgfältige Voruntersuchungen und Verhandlungen mit den Betroffenen, insbesondere den landwirtschaftlichen Betrieben des Potsdamer Nordens.

Ein erster Schritt kann dabei ein von der LHP durchgeführtes, überregionales Symposium zu diesem Thema sein. Neben den naturwissenschaftlichen Aspekten ist dabei wichtig, eine prinzipielle Akzeptanz bei den Betroffenen zu erreichen, insbesondere durch Aufzeigen wirtschaftlicher Alternativen zu der bisherigen landwirtschaftlichen Nutzung (vgl. Kapitel 10.4.1.3).

Paludikultur

Paludikultur (palus – lat. Sumpf, Morast) bezeichnet die Bewirtschaftung von nassen bzw. wieder vernässten, ehemals stark degradierten Mooren. Darunter fallen einerseits die traditionellen Verfahren der Moorbewirtschaftung, wie die Streunutzung, sowie andererseits neue Verfahren zur energetischen Nutzung der Biomasse. Die Bewirtschaftungsform zielt in erster Hinsicht auf den Torferhalt ab. In einigen Fällen kommt es auch zu Torfneubildung. Dabei wird die Freisetzung von Treibhausgasen gestoppt und in den letzteren Fällen wird neues CO₂ im Moor gespeichert.

Die Produkte aus Paludikulturen sind vielfältig. Einerseits kann die produzierte Biomasse energetisch genutzt werden und somit fossile Rohstoffe ersetzen, zum anderen können die

Produkte auch z. B. als Dachschilf und Dämmmaterial genutzt oder zu Möbeln verarbeitet werden.

An der Universität Greifswald wurden mehrere Untersuchungen zu verschiedenen Anbauarten, u. a. Schilf, Rohrglanzgras, Erle, und deren energetische Nutzung bzw. Weiterverarbeitung zu z. B. Möbelholz durchgeführt (vgl. Autorenkollektiv Universität Greifswald (2009)). Die Forschungsergebnisse zeigen, dass die nasse Bewirtschaftung auch zur Produktion von energetisch nutzbarer Biomasse grundsätzlich machbar ist. Die großflächige Umsetzung der Paludikultur steht jedoch noch am Anfang. Neben der Weiterentwicklung von Produktionsverfahren und -technik muss auch die Akzeptanz bei den landwirtschaftlichen Betrieben geschaffen und Wiedervernässungsmaßnahmen durchgeführt werden (vgl. Autorenkollektiv Universität Greifswald (2009)). Auf Grenzertragsstandorten in Potsdam kann Paludikultur eine realistisch zu erwägende wirtschaftliche Alternative sein.

Tab. 10.4 zeigt die CO₂-Emissionen verschiedener Energieträger beispielhaft in Abhängigkeit der tatsächlich verwertbaren Energie. Nach diesem gesamtbilanziellen Ansatz erzeugt die intensive Landwirtschaft auf den Potsdamer Niedermoorböden, hier am Beispiel des Anbau von Energiemais, eine zehnfach höhere CO₂-Emission als die konventionelle Nutzung von Heizöl. Der Anbau von Biomasse über Paludikultur hingegen bindet CO₂.

Tab. 10.4: Vergleich der Emissionen verschiedener Energieträger

Konventionell Anbau auf Niedermoorstandorten	Emissionen CO ₂ -e
Mais für Biogas	880 t CO ₂ / TJ
Palmöl	600 t CO ₂ / TJ
Torf	106 t CO ₂ / TJ
Konventionell, Heizöl	Emissionen CO ₂ -e
Heizöl	75 t CO ₂ / TJ
Paludikultur auf Niedermoorstandorten	Werte unter Berücksichtigung des Ersatzes von Heizöl
Gemeines Schilf	-136 t CO ₂ / TJ
Rohrglanzgras	-178 t CO ₂ / TJ
Schwarzerle	-167 t CO ₂ / TJ

Quelle: Wichtmann (2010)¹

10.4.1.2 Renaturierung/Wiedervernässung

Im Prinzip kann der Vorgang des Moorschwundes durch Rückbau der Entwässerung oder andere Maßnahmen der Wiedervernässung rückgängig gemacht werden. Da aber die einzelnen Verwitterungsstufen eines denaturierten Moors unterschiedlich reagieren und da auch zwischenzeitliche Stoffeinträge der Landwirtschaft große Einflüsse auf Renaturierungsmaßnahmen haben (sie können beispielsweise zu starker Methanbildung

¹ Daten aus Couwenberg (2007).

führen und damit kontraproduktiv im Sinne des Klimaschutzes wirken), sind etwaige Renaturierungsmaßnahmen sachkundig und unter Berücksichtigung der komplexen Bedingungen durchzuführen. Die Außenstelle Paulinenaue des ZALF (Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung) hat umfangreiche Forschungsarbeiten zur Behandlung von Niedermoorböden unter vergleichbaren Bedingungen, wie sie auf Potsdamer Gebiet vorkommen, durchgeführt, und Fachleute von dort sollten vor einer Inangriffnahme von Renaturierungsmaßnahmen als Berater hinzugezogen werden.

Wiedervernässungsmaßnahmen stellen einen gravierenden Eingriff in das Eigentumsrecht und die Nutzungsfähigkeit des betreffenden Grundstücks dar; sie sind deshalb i. d. R. mit der Eigentumsübertragung oder mit Entschädigungen der Grundstückseigentümer verknüpft. Sie sollten nicht befristet, sondern auf Dauer angelegt sein. Die Möglichkeiten zu einer Wiedervernässung sind wesentlich von der Topographie mitbestimmt. Nur unter besonders günstigen Voraussetzungen lassen sie sich „parzellenscharf“ planen und umsetzen. In den meisten Fällen der Praxis werden jedoch auch Nachbargrundstücke (z. B. durch Anstieg des Grundwasserhorizonts) tangiert. Auch hier entstehen Beeinträchtigungen der Nutzungsfähigkeit der betreffenden Flächen und Entschädigungsansprüche.

Die zum Landschaftsschutzgebiet „Nuthetal – Beelitzer Sander“ (41.675 ha) gehörenden Nuthewiesen sind bereits seit Mitte der 1990er Jahre in Teilen (90 ha) renaturiert worden. Dabei wurden Altarme wieder freigelegt und Fischtreppe eingerichtet, ebenso erhöhte sich der Grundwasserspiegel (vgl. Landeshauptstadt Potsdam (o. Jg.)). Viele der landwirtschaftlich genutzten Flächen werden bereits heute extensiv genutzt. Hier gilt es die Renaturierung der Flächen in Abstimmung mit dem Gewässerentwicklungskonzept-Nutze auszuweiten.

Als prioritäre Flächen zur Umsetzung der Wiedervernässung werden in Potsdam die Niedermoorstandorte im Naturschutzgebiet (NSG) Ferbitzer Bruch (110 ha) vorgeschlagen. Diese Flächen stehen bereits unter Naturschutz und es sind nicht mehrere Eigentümer bzw. Nutzer betroffen (vgl. Maßnahmenblatt M3-19).

Die Planung und Realisierung von Renaturierungsmaßnahmen sind im Maßnahmenblatt M3-19 zusammengestellt; umsetzbar sind diese Maßnahmen jedoch nur auf der Basis einer Vorstudie (vgl. Maßnahmenblatt M3-18; Abschnitt 10.4.1.1).

10.4.1.3 Extensivierung

Intakte, naturnahe Niedermoorflächen sind selten geworden. Eine pauschale Forderung nach vollständiger Renaturierung aller Niedermoorflächen in Potsdam erscheint vor dem Hintergrund der nachfolgenden Konflikte unrealistisch und sollte in dieser Studie auch nicht in der pauschalen Form erhoben werden. Dafür gibt es viele Gründe:

- Nutzungskonzepte der landwirtschaftlichen Betriebe, zu denen die Flächen gehören.
- Benachbarte Siedlungs- und Verkehrsflächen können durch angehobene Wasserstände beeinträchtigt werden.

- Komplexität der Veränderung des Wasserregimes in einem Mosaik unterschiedlicher Landnutzungen.
- Kosten und Langwierigkeit von Renaturierungsmaßnahmen und der erforderlichen vorausgehenden Planungsarbeiten.
- Das Fehlen von Umsetzungsinstrumenten jenseits der Freiwilligkeit.

Eine Minderung des Ausstoßes von klimaschädlichen Gasen könnte auch bereits durch Anhebung des Grundwasserstandes bis ca. 30 – 40 cm Flurabstand erreicht werden. Damit wäre zwar noch kein neues Moorwachstum möglich, und auch die Moorzehrung wäre nicht vollständig gestoppt, dafür wäre aber eine landwirtschaftliche Nutzung (wenn auch in verminderter Intensität) noch möglich. Bereits aus topographischen Gründen (allmähliche Höhenunterschiede im Dezimeterbereich) ist zu erwarten, dass steigendes Grundwasser in der Umgebung von echten Wiedervernässungsmaßnahmen auch Ertragsminderungen und den Zwang zur Extensivierung von benachbarten Flächen mit sich bringen würde. Viele der im Bereich des Nuthetals sowie im Nordwesten des Potsdamer Stadtgebietes liegenden ca. 2.400 ha überwiegend degenerierten oder ehemaligen Niedermoorflächen werden als Ackerland (in unterschiedlicher meist jedoch hoher Intensität) genutzt. Gerade diese Flächen bieten sich für eine Extensivierung an.

Die Nutzung von landwirtschaftlich unattraktiver Biomasse für Zwecke der energetischen Nutzung auf extensiviertem Feucht- oder Nassgrünland (Seggen, Schilf, Hochstauden) mit besonderem Gerät ist untersucht worden und wird für extensivierte Niedermoorflächen empfohlen (vgl. Couwenberg et. al. (2008a), Wichtmann u. a. (2009)). Falls in Zukunft der Zertifikatehandel erweitert wird, wird die nasse Bewirtschaftung von Niedermoorflächen auch ökonomisch interessant.

Eine konkrete Planung von Renaturierungs- und Extensivierungsmaßnahmen für Niedermoorflächen ist im Rahmen dieses Gutachtens wegen der gegebenen und eingangs erläuterten Komplexität der Materie und der erforderlichen umfangreichen und langwierigen Planungen nicht möglich. Empfohlen wird jedoch:

- Eine Beschlussfassung zum Umgang mit Niedermoorflächen in Richtung Renaturierung/Extensivierung durch die Stadtverordnetenversammlung,
- eine Machbarkeitsstudie (möglichst parzellenscharf) für die auf Potsdamer Gebiet vorhandenen Niedermoorflächen,
- Workshops und andere Maßnahmen der Öffentlichkeitsarbeit, um die Bewusstseinsbildung zur Bedeutung der Niedermoorflächen für Belange des Klimaschutzes bei Entscheidungsträgern und ggf. Planungsbetroffenen (z. B. Landwirten) zu fördern.

Extensivierungsmaßnahmen für Niedermoorflächen und ehemalige Niedermoorflächen sind im Maßnahmenblatt M3-20 dargestellt. Die flächenscharfe Trennung zwischen Renaturierungs- und Extensivierungsflächen sowie die Umsetzung der eigentlichen Maßnahmen kann nur aufgrund der Vorbereitung durch eine Machbarkeitsstudie (Maßnahmenblatt M3-18; Abschnitt 10.4.1.1) erfolgen.

10.4.2 Nachwachsende Biomasse als Entlastungskomponente beim Klimaschutz

Überall, wo Vegetation existiert, findet auch ein Nachwachsen von Biomasse statt. Im Prinzip kann dieser biologische Produktionsprozess, zumindest zu einem Anteil, auch zur Energiegewinnung und damit zu einer Entlastung der Klimabilanz eingesetzt werden. Wenn das bisher in der Praxis wenig praktiziert wurde, so hat das verschiedene Gründe. Einerseits „war es nicht üblich“, und das heißt, diese mögliche Energiequelle wurde generell wenig reflektiert, beplant und organisiert; andererseits trifft das Bemühen um verstreut anfallende Biomasse auf manche reale Schwierigkeiten:

Biomasseproduktion für energetische Zwecke ist i. d. R. nicht die primäre Zielsetzung für die Flächen mit Grünvolumen; der Energie-Aufwand für Ernte und Transport der Biomasse im Zuge einer Nebennutzung übersteigt den zu erwartenden Gewinn an Energie:

- Der monetäre Aufwand für Ernte und Transport der Biomasse übersteigt generell den zu erwartenden Nutzen, die Gewinnung ist defizitär; die Kosten-Nutzen-Relation unterliegt allerdings ständigem Wandel und sollte bei längerfristiger Perspektive immer wieder überprüft werden.
- Der organisatorische Aufwand für Ernte und Transport der Biomasse übersteigt den zu erwartenden Nutzen; viele Flächen mit Grünvolumen sind nicht zugänglich, befinden sich in zersplittertem Besitz oder unterliegen Nutzungsrestriktionen (z. B. Denkmalschutz);
- Die Flächenproduktivität ist zu gering (z. B. auf ärmsten Sandböden).

Es bleiben genügend Flächen, wo eine Biomassennutzung zu erwägen ist:

- Waldflächen
- Parkflächen (Pflegemaßnahmen)
- Kleingartenflächen (Pflegemaßnahmen)
- Obstanlagen (Pflegeschnitt, Ersatz alter Bäume)
- Straßenbäume, Straßenbegleitgrün (Pflegemaßnahmen)
- Uferbewuchs (Pflegemaßnahmen, Ersatz alter Bäume)
- Hecken, Baumreihen (Pflegemaßnahmen)
- Hausgärten
- Landwirtschaftliche Flächen (Ernte-Abfälle)
- Naturschutzflächen (Pflegemaßnahmen)
- Militärflächen
- sonstige Flächen, u. a. ehemalige Rieselfelder der Berliner Stadtgüter

Die hier genannte Auflistung stellt ein Potential für die energetische Nutzung von Biomasse im Bestand, d. h. in den derzeit vorhandenen Flächennutzungsstrukturen dar. Wie oben beschrieben, wird diese, ohnehin anfallende Biomasse derzeit nur in geringem Umfang in Anspruch genommen (Kosten-Nutzen-Verhältnis). Folgt die Biomasseentnahme den Grundsätzen der Nachhaltigkeit, so ist sie entsprechend den aktuellen Flächenverhältnis-

sen in Potsdam eine realistisch umzusetzende Maßnahmengruppe (vgl. Abschnitt 10.4.2.1).

Das Potential an verwertbarer Biomasse lässt sich demgegenüber durch den Anbau von Energiepflanzen steigern. Hierbei treten automatisch Flächenkonkurrenzen zu bestehenden Nutzungen, v. a. der bestehenden landwirtschaftlichen Nutzung auf.

In einer umfassenden Betrachtung der CO₂-Bilanz unterliegen die verschiedenen Arten des Energiepflanzenanbaus allerdings starken Unterschieden, auf die im Abschnitt 10.4.2.2 sowie in Abschnitt 10.4.6 ausführlich Stellung genommen wird.

Bislang gibt es diese Form der Biomasseproduktion auf dem Gebiet der LHP nur in sehr geringem Maße.

10.4.2.1 Ermittlung der jährlich anfallenden Menge an Biomasse im Bestand

Die Einschätzung der Größenordnung der jährlich auf der Fläche der LHP anfallenden und für energetische Nutzung verfügbaren Mengen erscheint anhand der in Potsdam verfügbaren Daten möglich, wobei einige Annahmen unterstellt werden und die konkrete Verwendung (technisches Verfahren, Standort von verwertenden Anlagen) offen bleiben müssen. Aus den Daten „Landbedeckungs- oder Landnutzungsart bzw. Biototyp“ (Stand 2004)

- Flächengröße,
- Grünvolumen sowie
- Annahmen und bekannte Restriktionen für bestimmte Landnutzungsarten

erscheint eine Schätzung möglich, die im Bedarfsfall durch Anschlussuntersuchungen verfeinert und präzisiert werden kann (vgl. Maßnahme M3-23; Landeshauptstadt Potsdam (2004b)).

Landwirtschaftliche Flächen (Acker und Grünland im Bestand)

Acker- und Grünlandnutzung dienen normalerweise der Produktion von Nahrungs- und Futtermitteln und nicht primär der Produktion von Biomasse für energetische Nutzung. Unter der Annahmen, dass die gegenwärtige landwirtschaftliche Fläche und die Art ihrer Nutzung erhalten bleibt, kann unterstellt werden, dass energetisch nutzbare Biomasse nur als Abfall- oder Nebenprodukt (z. B. Stroh, später, trockener Grasschnitt usw.) anfällt. Für den Durchschnitt der Fruchtarten und unterschiedlichen Fruchtfolgemodelle wird für diese Schätzung pauschal (und nach einem vorsichtigen Ansatz) ein Anfall von 1 t verwertbare Biomasse pro Jahr und Hektar als Minimalansatz angenommen (vgl. Tab. 10.5).

Wald

Die vorhandene Biomasse im Wald zeigt, wie aus den Ergebnissen waldertragskundlicher Forschung bekannt ist, eine sehr enge Korrelation zur Bestandeshöhe – man könnte auch sagen, sie verlaufe analog zum Grünvolumen. Es erscheint trotzdem nicht sinnvoll, diese Korrelation rechnerisch kleinflächenweise für die Ermittlung des möglichen Biomasse-

Anfalls zu verwenden, weil die Waldbewirtschaftung den Restriktionen des Nachhaltigkeitsgebots unterliegt. Danach darf dem Grundsatz nach in einem Forstbetrieb nur die Holzmenge entnommen werden, die auch zuwächst. Der Hiebsatz (die jährlich pro Hektar forstliche Betriebsfläche zulässige Holzentnahme) soll i. d. R. dem Zuwachs entsprechen. Man geht also für Wald besser von Durchschnittswerten für den Zuwachs aus und multipliziert sie mit der vorhandenen Fläche. Die Forstwirtschaft rechnet gewöhnlich nicht mit Biomasse-Erträgen, sondern mit „Derbholz“-Erträgen. Das ist die Holzmenge (einschließlich Ästen), die stärker ist als 7 cm. Er wird dringend empfohlen, nicht (wie es möglich wäre) die gesamte Baumbiomasse zu nutzen, sondern sich auf das Holz bis zur Derbholzgrenze zu beschränken. Der Grund für diese Empfehlung ist der Gehalt von Laub, Rinde und Feinreisig an Pflanzennährstoffen, die mit der Entnahme dem Nährstoffkreislauf des Waldes entzogen würde. Da im Wald i. d. R. keine Düngung erfolgt, würde die Verarmung an Nährstoffen zu Zuwachsverlusten und längerfristig zu einer Wald-Devastierung führen, wie sie aus der Waldgeschichte vor allem als Folge der Streunutzung bis ins 19. Jahrhundert bekannt ist. Das Holz selbst enthält kaum Pflanzennährstoffe, und seine (schonende) Nutzung kann ohne Sorge um den Nährstoffkreislauf erfolgen. Die brandenburgische Landesforstverwaltung gibt den jährlichen Zuwachs für die Wälder in Brandenburg mit 6,6 Vfm (Vorratsfestmeter) Derbholz je ha an. Das entspricht etwa 5 t Biomasse (vgl. Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung (2004)). Welcher Anteil dieser Holzmenge für energetische Nutzung abgezweigt werden kann, hängt von der betrieblichen Zielsetzung ab. In der Regel bestimmt die höherwertige Produktion von Stammholz die Wirtschaftsziele, und maximal 50 % der Produktion entfallen auf die geringerwertigen Holzsortimente, zu denen aber auch die Rohstoffe für Papier, Zellstoff, Spanplatten usw. gehören. In den vergangenen Jahren wurde in brandenburgischen Wäldern nicht der gesamte Zuwachs genutzt, sondern deutlich weniger als die Hälfte, so dass über die Gesamtfläche eine Holzvorratsanreicherung erfolgte. Geringwertige Holzsortimente wurden vielfach überhaupt nicht aufgearbeitet, weil sich das betriebswirtschaftlich nicht lohnte. Das hat sich in den letzten Jahren geändert, und die inzwischen starke Nachfrage nach Holz für energetische Verwendung wird sich weiter verstärken. Wie viel Holz letztlich in Zukunft für energetische Nutzung verfügbar bleibt, wird das Ergebnis des Spiels zwischen Angebot und Nachfrage sein. Vorsichtigerweise sollte man davon ausgehen, dass es aus dem Wald auch nicht mehr Biomasse als aus der Landwirtschaft geben könnte, nämlich 20 % der Gesamtproduktion oder 1t/ha und Jahr.

Für die Berechnung in Tab. 10.5 wird deshalb auch nur dieser Minimalwert in Ansatz gebracht. Auch hier sind Steigerungen bis zum Mehrfachen des Minimalansatzes möglich; doch auch hier ist zu berücksichtigen, dass bisher die Produktion von Stammholz für Konstruktionszwecke und Schichtholz für die Produktion von Papier, Span- oder Faserplatten usw. höhere Preise erzielt als Holz für die energetische Nutzung. Auf die Nutzung von Blättern und Feinreisig für energetische Verwendung muss generell verzichtet werden, weil man damit dem Ökosystem zu viele Nährstoffe entziehen würde (s. o.). Auf dem Markt für Rohholz ist zurzeit eine starke und durch langfristige Verträge abgesicherte Nachfrage von Kraftwerksbetreibern und anderen Großabnehmern (durchaus auch von außerhalb der Region) nach Holzsortimenten für die energetische Nutzung zu beobachten. Dieser Trend

könnte über einen Preisanstieg zu einer Umschichtung der Holzsortimentierung in Richtung auf energetische Nutzung führen.

Gehölze aus Parks, Gärten und der freien Landschaft

Die übrigen Flächen wie Parks, Gärten, Obstanlagen, Baumreihen, Hecken usw. dienen zwar nicht primär der Produktion von Biomasse, sie produzieren diese jedoch, und es finden in diesen Flächen auch mehr oder weniger regelmäßig Entnahmen von Biomasse (überwiegend Holz) im Zuge von Pflegeeingriffen und dem Ersatz von Gehölzen statt. Um die systematische Nutzung dieser Energiereserven anzukurbeln, werden zur Zeit der Aufstellung dieser Studie Subventionen gezahlt, weil das Einsammeln verstreut anfallender Mengen schwierig und organisatorisch aufwendig ist. Da sich die Grundlagen für die Subventionierung häufig und kurzfristig ändern, werden Subventionen im Rahmen dieser auf längere Fristen abzielenden Studie nicht in Betracht gezogen. Die Mengenermittlung der in diesem Bereich anfallenden Biomasse kann pauschalisiert mit Hilfe der Grünvolumenzahl und im Anhalt an die Produktionsbedingungen von Wald erfolgen:

- Wüchsige, dicht mit Bäumen bestandene Parkflächen mit einem Grünvolumen zwischen 20 und 30 haben mindestens die gleichen Wachstumswerte wie der Durchschnitt der brandenburgischen Wälder, und da dort die Ansammlung von Holzvorräten nicht das primäre Ziel sein kann, wird dieser Wert (ca. 5 t/ha u. Jahr) auch entnommen.
- Lockere, ungleichaltrige Parkflächen mit einem Grünvolumen zwischen 10 und 20 oder Straßenbaumbestände (ungünstige Standorte) werden mit der Hälfte des Zuwachses und Pflegeanfalls (2,5 t/ha und Jahr) eingeschätzt.

Flächen mit einem Grünvolumen zwischen 2 und 10 sind gehölzbestimmt, vielfach jedoch auch von strauchartiger Vegetation dominiert. Hier kann ein Pflegeanfall in der Größenordnung von 1 t/ha und Jahr eingeschätzt werden, der jedoch – anders als im Wald – überwiegend unterhalb der Derbholzgrenze liegt. Die Gefahr eines zu hohen Nährstoffzugs ist für diese Flächen auf den meist besseren Standorten weniger relevant als für Wald.

Die höheren Ansätze pro ha und Jahr bei hoher GVZ im Vergleich zum Wald sind damit zu erklären, dass die hier zu diskutierenden Flächen zwar auch nicht primär der Energieholzproduktion gewidmet sind, dass aber die bei Pflege- und Ersatzmaßnahmen zwangsläufig anfallende Holzmenge kaum anders verwertet wird als für energetische Zwecke. Kleingärten als zwar relevante Flächen mit prinzipiell nennenswertem Anfall an Biomasse wurden in der Berechnung der Tab. 10.5 wegen des heterogenen, stark zersplitterten und organisatorisch kaum zu bewältigenden Mengenanfalls ausgeklammert. Wegen der besseren Standorte und des Nährstoffeintrags bestehen auch keine Bedenken gegen die Mitnutzung von Feinreisig.

Straßenbäume, Straßenbaumlaub

Für die Berechnung der energetisch nutzbaren Biomasse der Potsdamer Straßenbäume werden die Ergebnisse einer Studie zum Biomassepotential in Hamburg herangezogen (vgl. Landwirtschaftskammer Hamburg (2009)). Diese besagt, dass durch den durchgeführten Baumschnitt durchschnittlich 15 kg TM Biomasse/Baum u. Jahr sowie 48 kg FM

Laub pro Baum u. Jahr anfällt. Für die 37.500 Potsdamer Straßenbäume fallen somit 560 t TM sowie 1.800 t FM Biomasse pro Jahr an, die derzeit von den Straßen entfernt und kompostiert wird (vgl. Landeshauptstadt Potsdam (2010)). Es wird vorgeschlagen, der derzeitigen Kompostierung des Grünschnitts eine anaerobe Vergärung als Zwischenschritt vorzuschalten. Durch die geschlossene Umsetzung entweicht der Kohlenstoff nicht als CO₂ sondern wird als Methan und H₂O aufgefangen und kann energetisch genutzt werden. Die Gärreste können entweder komplett als Dünger verwendet oder einer Nachrotte zugeführt werden. Im Gegensatz zu Waldholz besteht beim Holz der Straßenbäume keine Nachfragekonkurrenz.

Sonstige

Sonstige Flächen mit einem Grünvolumen unter 2,0 m³ / m² sollten aus der Sicht der Biomassegewinnung außer Betracht bleiben. Es handelt sich um Rasenflächen, dem Naturschutz vorbehaltene Areale (z. B. Röhricht) und dergleichen, wo eine Entnahme der Biomasse nicht in Betracht kommt oder sich (z. B. wegen Flächenzersplitterung) nicht lohnt (s. o.).

Bei den übrigen oben aufgelisteten Flächen, die Biomasse liefern könnten, sind solche Zahlen nicht ohne weiteres verfügbar oder es wäre sehr aufwendig und im Rahmen der hier vorgelegten Studie nicht durchführbar, sie genau zu erheben.

10.4.2.2 Schätzung der nutzbaren Biomasse bei veränderter Flächennutzung

Die Berechnungsansätze des vorherigen Kapitels unterstellen eine weitgehend stabile Flächennutzung und -bewirtschaftung in der Zukunft. In der konkreten räumlichen Situation in Potsdam ist eine grundsätzliche Veränderung dieser Grundstruktur auch in der Zukunft kaum zu erwarten, das Verhältnis Wald / Offenland / Gewässer wird relativ konstant bleiben, eine stärkere Inanspruchnahme des Raumes für Siedlung ist aufgrund der Entwicklung zu erwarten, ist jedoch hier nicht Gegenstand. Die größte Variable liegt hier in der Veränderung der Art der landwirtschaftlichen Produktion.

Intensiver Energiepflanzenanbau

Zurzeit dienen landwirtschaftliche Flächen (ohne Baum- und Beerenobstbestände) in Potsdam (noch) nicht primär der Biomassenproduktion für die Energiegewinnung, sondern der Nahrungsmittel- bzw. Futterproduktion. Dies gilt sowohl für Ackerflächen als auch für Grünland. Dass dies nicht so bleiben muss, sondern dass eine spezielle Hochleistungs-Produktionsweise von Biomasse (überwiegend hochwüchsiger Mais und Raps) für den Betrieb von industriellen Biogasreaktoren auch in Brandenburg möglich ist, zeigen beispielsweise existierende industrielle Großanlagen wie in Felgentreu (unweit Treuenbrietzen).

Wenn ein landwirtschaftlicher Betrieb sich entschließt, Flächen vollständig der Biomassenproduktion zur Energiegewinnung zu widmen und diese Produktion zu optimieren, können gegenüber den Zahlenangaben in vorigem Kapitel wesentlich höhere Mengenerträge erzielt werden. Für eine detailliert quantifizierende Schätzung wäre die Standortgüte in Ansatz zu

bringen, die Schwankungsbreite zwischen guten und schlechten Standorten ist erheblich. Eine pauschale Schätzung von 10 t/ha und Jahr über alle Standorte liegt wahrscheinlich nicht fern vom realistischen Bereich. Ein Schätzrahmen zwischen den Extremwerten 1 und 10, je nach betrieblicher Entscheidung, ist allerdings nicht besonders hilfreich für die Ermittlung präziser Aufkommensmengen. In diesem Gutachten werden keine weiteren Berechnungen in dieser Hinsicht gemacht.

Kurzumtriebsplantagen

Eine weitere Form des Anbaus von Energiepflanzen geschieht in Form von Kurzumtriebsplantagen (KUP). Bei KUP handelt es sich um spezielle Anpflanzungen von schnell wachsenden Bäumen oder Sträuchern (z. B. Pappel, Weide) mit dem Ziel, innerhalb kurzer Umtriebszeiten Holz als nachwachsenden Rohstoff zu produzieren. Dieses Holz kann energetisch genutzt werden und stellt damit eine CO₂-Vermeidung dar. Gegenüber dem landwirtschaftlichen Energiepflanzenanbau sind Kurzumtriebsplantagen deutlich extensiver: Eine Düngung ist praktisch nicht notwendig, die Bodendecke bleibt nach der Anpflanzung intakt. Die Einrichtung von KUP auf bisherigen landwirtschaftlichen (Offen-) Flächen ist allerdings mit weitgehendem Wandel des Landschaftsbildes verbunden (vgl. Abschnitt 10.4.2.3). Daher ist diese Bewirtschaftungsform im Potsdamer Gebiet auf Brachflächen und für die ehemaligen Rieselfeldflächen (ca. 80 ha) am Stadtrand zu Berlin, nahe Gatow / Kladow vorstellbar (vgl. Maßnahmenblatt M3-28). Darüber hinaus können Standorte entlang von Fließgewässern, dabei handelt es sich meist im Bestand um Weiden- oder Pappelbestände, in gleicher Weise genutzt werden.

Paludikulturen

Der Anbau von Paludikulturen nimmt in den Berechnungen der Verfügbarkeit von Biomasse eine Sonderstellung ein (vgl. Abschnitt 10.4.1). In der Spalte „nachhaltig veränderte Flächennutzung“ der Tab. 10.5 sind landwirtschaftliche Flächen auf vormaligen Niedermoorböden aufgeführt, die potentiell „renaturiert“ bzw. „wiedervernässt“ werden könnten und die dann nicht mehr in herkömmlicher Weise landwirtschaftlich nutzbar wären (vgl. Maßnahmen M3-19 und M3-20). Stattdessen könnten sie einer Form der Paludikultur (z. B. Nutzung von Schilf, Seggen, Rohrglanzgras, Wasserschwaden usw.) zugeführt werden. Die dort noch erzielbare Art der Biomasse eignet sich für nichts anderes als für energetische Nutzung. Wie die von der Universität Greifswald ermittelten Zahlen ausweisen, kann die Produktion von Biomasse (wiederum schwankend in Abhängigkeit von der Standortsgüte) durchaus erheblich sein. Die in Mecklenburg-Vorpommern ermittelten Erträge zwischen 5 und 25 t/ha und Jahr (für dieses Gutachten wiederum mit dem Minimalansatz in die Rechnung eingestellt) könnten und müssten mit besonderen Ernte- und Aufbereitungsmethoden nutzbar gemacht werden, könnten aber bis zu rd. 12.000 t/ha u. Jahr auf Potsdamer Gebiet erbringen (vgl. Couwenberg (2007); Couwenberg et. al. (2008a); Wichtmann u. a. (2009)). Dabei muss im Gedächtnis behalten werden, dass der Hauptnutzen der betreffenden wiedervernässten Flächen gar nicht auf der Produktionsseite, sondern in der Speicherung von Kohlenstoff zu sehen ist.

10.4.2.3 Zusammenfassung und Empfehlungen zur Biomassennutzung

Unter den beschriebenen vorsichtig-pauschalen Ansätzen könnten auf dem Areal der LHP mindestens rund 12.000 t/ha und Jahr an Biomasse für energetische Nutzung aufgebracht werden (die scheinbar genaueren Angaben in der Tabelle sollen den Rechengang nachvollziehbar machen, eine solche Präzision ist aber durch die zugrunde liegenden Schätzungen nicht gedeckt) (vgl. Tab. 10.5). Würde man 2.400 ha landwirtschaftliche Flächen auf früheren Niedermoorstandorten wiedervernässen und der Paludikultur zuführen, käme man nach dieser Rechnung – wiederum unter Ansatz von Minimalzahlen auf fast 22.000 t/ha und Jahr.

Die technisch-naturalen Kosten einer Wiedervernässung sind gering. Die Lebensdauer dieser Investition ist nicht begrenzt. Das sind scheinbar sehr günstige Voraussetzungen für eine solche Maßnahme. Da aber die Verfügbarkeit der benötigten Flächen sehr schwierig zu ermitteln ist und da es schwer kalkulierbare Nebenwirkungen einer Wiedervernässung gibt, stellt sich die Situation in der Realität völlig anders dar (vgl. Abschnitt 10.4.1). Eine auf Details eingehende Machbarkeitsstudie erscheint vor der Realisierung unerlässlich (Maßnahme M3-18). Die Unsicherheit der als Minimum ermittelten Zahlen wurde beim konventionellen Ansatz diskutiert. Beim Ansatz mit Einbeziehung der Paludikultur auf Niedermoorböden sind die Unsicherheiten noch wesentlich größer, weil absehbar ist, dass keinesfalls alle in die Kalkulation eingestellten Flächen für eine Wiedervernässung verfügbar sein können. In die Maßnahmeblätter M3-19 und M3-20 eingestellt wurden deshalb auch kleinere Flächen, und auch diese nur teilweise als Renaturierung, im Übrigen aber unter „Extensivierung“.

Der Aspekt des Landschaftswandels durch veränderte Bewirtschaftungsformen gewinnt im Land Brandenburg in letzter Zeit deutlich an Bedeutung und kann auch für Potsdam in naher Zukunft relevant werden. Geschieht die Änderung von Bewirtschaftungsformen in signifikanten Flächenumfang, wandelt sich das gewohnte Empfinden von Landschaft; eine Störung des Landschaftsbildes tritt auf. So hat der massive Anbau bspw. von Kurzumtriebsplantagen in einigen Brandenburger Kommunen bereits zu Bürgerprotesten geführt. Im Allgemeinen ist das Landschaftsbild eines der im Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) genannten Schutzziele, darüber hinaus handelt es sich bei einem großen Teil der disponiblen landwirtschaftlichen Flächen in Potsdam um Teile der Lennéschen Feldflur, die große Bedeutung als Teil des Weltkulturerbes hat. Auch dieser Aspekt führt die Gutachter dazu, in den vorgeschlagenen Maßnahmen auf eine Steigerung der Biomassegewinnung durch intensiven Energiepflanzenanbau nur auf geeignete Standorte in dem ausgewiesenen Umfang zu beschränken.

Noch einmal zu betonen ist, mit einem Verweis auf Abschnitt 10.4.6, dass die Gesamtbilanz der Energiepflanzenproduktion zu einer tatsächlichen CO₂-Vermeidung führt. Die bei der intensiven Produktion von Energiepflanzen gegenläufig wirksamen Einflussfaktoren (siehe Abschnitt 10.4.2.2) auf die Energiebilanz sind keinesfalls als generelle Argumentation gegen die energetische Nutzung von nachwachsender, also erneuerbarer Biomasse zu verstehen.

Auf dem engen Raum einer Stadt oder auch einer Region können nicht alle denkbaren Formen der Biomassenutzung (z. B. Biomasseverflüssigung, Biogas, Pellets, Heizkraftwerke, Großanlagen, Kleinanlagen) zugleich realisiert werden, ohne dass Überkapazitäten, Versorgungsengpässe, zu große Transportwege, ruinöse Konkurrenz und andere suboptimale Lösungen in Kauf zu nehmen sind. Von der Stadt ist zu fordern, dass sie sich aktiv für ein Konzept, bezogen auf die verfügbare Biomasse, entscheidet und alles fördert, was zu diesem Konzept passt (in Abstimmung mit den Vorschlägen des Bereiches Energie, Kapitel 7). Die Schritte in diese Richtung können folgendermaßen beschrieben werden:

1. Vorstellung und Evaluierung der energetischen Nutzung von Biomasse (technische Möglichkeiten, Kosten-Nutzen-Abwägungen (Workshops)).
2. Bürger- und Akteursbeteiligung (Akteure könnten Anlagenbetreiber, Biomasseproduzenten und -bearbeiter und auch Privatleute sein).
3. Entscheidungsfindung (Stadtverordnetenversammlung, EWP, andere Beauftragte).
4. Implementierung.

Tab. 10.5: Biomassepotential für ausgewählte Nutzungen

Nutzung [aus BTLN 2004]		Fläche 2004	Biomassegewinnung			
			nachhaltige Gewinnung im Bestand ¹		nachhaltige veränderte Flächennutzung	
			Verwertbare Biomasse	Gesamte Biomasse	Paludikultur Schilf, Seggen	Gesamte Biomasse
Acker (Objektart 0913, 0914)		2.712 ha	1 t / ha u. Jahr	2.712 t / Jahr	5-25 t / ha u. Jahr	5.000 t / Jahr auf 1.000 ha Nieder- moor
Grünland (Objektart 0511, 0515)		2.491 ha	1 t / ha u. Jahr	2.491 t / Jahr	5-25 t / ha u. Jahr	7.000 t / Jahr auf 1.400 ha Niedermoor
Forst ³ (Gruppe 08)		4.966 ha	1 t / ha u. Jahr	4.966 t / Jahr		
Park, Gärten, Friedhof usw. GVZ >2,0 (Gruppe 07, 10)		703 ha	1 t / ha u. Jahr	703 t / Jahr		
		195 ha	2,5 t / ha u. Jahr	487,5 t / Jahr		
		0,06 ha	5 t / ha u. Jahr	0,3 t / Jahr		
Straßenbäume ⁴		37.500 St. ²	0,015 t TM / Baum u. Jahr	560 t / Jahr		
Straßenbaumlaub			0,048 t FM / Baum u. Jahr	180 t / Jahr		
Summe				12.099,8 t / Jahr		21.699,8 t / Jahr

¹ vorsichtige Schätzung der Biomasse (Minimalansatz), eigene Quelle

² LHP o. Jg.

³ ENERGIE UND WASSER POTSDAM GMBH 2008: „Energieholznutzung im regionalen Verbund“ berechnet für die gesamten Forstflächen Potsdams eine verwertbare Biomasse von 24.000 t/a, welches 6.000 t/a entspricht, mit einer Brennstoffgüte des waldfrischen Mischholzes [G50/W50] von 2,2MWh/t.

⁴ LANDWIRTSCHAFTSKAMMER HAMBURG 2009: Studie zum Biomassepotential in der Freien und Hansestadt Hamburg; für die Berechnung von Feuchtmasse in Trockenmasse wurde bei Laub 10 % der FM angenommen.

10.4.3 Verhinderung der Entstehung von klimaschädlichen Bestandteilen der Atmosphäre

Wie bereits erwähnt, muss der Schwerpunkt für Maßnahmen zur Verhinderung der Entstehung von klimaschädlichen Atmosphärenbestandteilen da gesetzt werden, wo die Hauptursachen für die Freisetzung klimaschädlicher Stoffe liegen, nämlich bei Industrie, Verkehr, Energiegewinnung, Heizung – also bei Aktivitäten des Menschen. Dieser Aktionsbereich ist nicht Gegenstand dieses Kapitels. Auf die CO₂ Emissionen durch intensive Landwirtschaft wurde bereits in Abschnitt 10.4.1 hingewiesen.

Demgegenüber treten die Möglichkeiten der örtlichen Landschaftsplanung in den Hintergrund, was aber nicht bedeuten darf, dass sie zu vernachlässigen wären. Es sind vielmehr alle Ansätze zu nutzen, die zum Klimaschutz beitragen können.

Einerseits befasst sich die Landschaftsplanung mit Schutzmaßnahmen und mit Schutzgebieten. Im hier anzusprechenden Zusammenhang ist der Schutz von Kohlenstoffspeichern in der Landschaft ein wichtiges Anliegen. Bisher wurden eigene Schutzgebiete für diesen Zweck nicht ausgewiesen. Für die existierenden, mit anderen Zielsetzungen begründeten Schutzgebiete ist deren Fähigkeit zur Kohlenstoffspeicherung als zusätzliches Bewertungskriterium zu prüfen. Kohlenstoffspeicher sind insbesondere Wälder und Moore, aber auch Gehölze und andere Vegetation, hauptsächlich in der freien Landschaft, aber auch in bebauten Stadtgebieten. Jede mit Vegetation bewachsene Fläche ist in dieser Hinsicht von Vorteil gegenüber Flächen ohne Vegetation. Wälder sind in Mitteleuropa ohnehin nachhaltig zu bewirtschaften, aber auch unter dieser Prämisse gibt es beträchtliche Unterschiede. Es gibt forstliche Bewirtschaftungsformen, die mit verkürzten Produktionszeiträumen (Umtriebszeiten) und geringen Holzvorräten ökonomische Vorteile zu erzielen suchen. Diesen sind aus der Sicht des Klimaschutzes andere Bewirtschaftungsformen vorzuziehen, die mit längeren Produktionszeiträumen und höheren Holzvorräten arbeiten. Die vor allem von manchen Naturschützern vertretene Idee, Wälder möglichst überhaupt nicht mehr zu nutzen, hätte über längere Sicht mehr Nachteile als Vorteile, denn die positive Auswirkung der Wälder hinsichtlich des Klimaschutzes beschränkt sich nicht auf die Kohlenstoffspeicherung allein, sondern die Lieferung nachwachsender und damit klimaneutraler Rohstoffe ist ebenfalls zu berücksichtigen und mit der Kohlenstoffspeicherung abzustimmen, und gemeinsam sind beide Funktionen zu optimieren. Eine quantitative Einschätzung der Steigerungsmöglichkeiten der Kohlenstoffspeicherung von Wäldern kann generell mit Hilfe von Wachstumsmodellen oder – vereinfacht – anhand von forstlichen Ertragstabellen vorgenommen werden. Eine auf die realen Waldverhältnisse Potsdams bezogene und nach konkreten Flächen (z. B. Forstdistrikten oder statistischen Blöcken) und nach Besitzarten differenzierende Einschätzung ist zeit- und arbeitsaufwendig. Sie ist im Rahmen des hier beauftragten Projektes nicht realisierbar und muss einstweilen durch eine gröbere Einschätzung der Potentiale ersetzt werden.

Moore, Verlandungszonen von Gewässern und Feuchtgebiete sind sehr bedeutsame Kohlenstoffspeicher. Ihre ohnehin große Schutzbedürftigkeit ist unter den Zielvorgaben des Klimaschutzes noch erheblich gewachsen (vgl. Abschnitt 10.4.1). Anders als bei Wäldern,

deren Nutzung direkt auf ihre Biomasse (vorrangig Holz) abzielt, so dass die Auswirkungen auf das Ökosystem reversibel und kalkulierbar bleiben, beeinträchtigt bereits die Absicht einer landwirtschaftlichen (oder sonstigen) Nutzung bei Mooren deren Funktion als Kohlenstoffspeicher. Jede Absenkung des oberflächennahen Grundwasserspiegels (Voraussetzung für landwirtschaftliche Nutzung) führt zum Schwund der Biomasse (pauschal 1 mm pro Jahr, was größenordnungsmäßig etwa 5 bis 10 t/ha und Jahr entspricht) und zur Freisetzung einer entsprechenden Menge klimaschädlicher Stoffe. Nur ein hoher Wasserstand gewährleistet, dass dieser Kohlenstoffspeicher intakt bleibt. Absoluter Schutz noch bestehender Moore und, nach Möglichkeit, die Renaturierung ehemaliger oder gestörter Moorflächen durch Wiedervernässung ist eine bedeutsame Maßnahme bezüglich der Kohlenstoffspeicherung. Die Zurückhaltung von Wasser in der Landschaft ist auch aus anderen klimarelevanten Gründen ein bedeutsames Anliegen. Als Mindestforderung aus der Sicht der Vermeidungsstrategie des Klimaschutzes ist der Verzicht auf Intensivnutzung von Moorböden anzusehen. Tolerierbar ist äußerstenfalls eine Nutzung als Extensivgrünland bei permanent hohem Grundwasserstand. Nicht tolerierbar ist Intensivlandwirtschaft oder Standard-Kurzumtriebsplantagen, die eine Absenkung des Grundwasserspiegels voraussetzt (vgl. Abschnitt 10.4.6).

10.4.4 Speicherung von Kohlenstoff

Bislang wurde nur auf eine Minderung der CO₂-Entstehung in der Landschaft eingegangen, Vegetation kann jedoch auch als dauerhafter CO₂-Speicher fungieren. In Potsdam sind zwei Landnutzungen als CO₂-Speicher geeignet: Wald und, wiederum, Moore.

Waldumbau

Die Speicherfähigkeit von Wäldern für Kohlenstoff ist stark vom Standort abhängig. Holzvorräte von über 1.000 Vorratsfestmeter (Vfm) oder etwa 800 t Trockenmasse pro Hektar sind für gute Waldstandorte im Wirtschaftswald aus der forstlichen Literatur bekannt. Das ist noch nicht mit der vorhandenen Biomasse gleichzusetzen, weil Wurzeln, Feinäste, Reisig, Laub sowie die Strauch- und die Krautschicht dabei nicht inbegriffen sind. In Naturwäldern, die nicht genutzt werden, können sich noch erheblich höhere Mengen an Biomasse ansammeln. Solche Maximalwerte können jedoch nicht als Grundlage für die Kalkulation der Wälder als Kohlenstoffspeicher herangezogen werden. Im heutigen, bereits trockengefönten und überwiegend auf ärmeren Standorten stockenden brandenburgischen Wald muss man bereits von wesentlich geringeren Werten ausgehen. Lichtbedürftige Baumarten wie die Kiefer oder Birke bilden vorratsärmere Bestände. Im Wirtschaftswald hängt der durchschnittliche Vorrat an Holz (und analog an Biomasse) zusätzlich von der Bewirtschaftungsform, insbesondere der Produktionsdauer (Umtriebszeit) ab, die von Betrieb zu Betrieb und zwischen den Waldbesitzern erheblich variiert. Wegen der vielen, nicht bekannten und ohne großen Aufwand auch nicht bestimmbareren Einflussgrößen kann die Kohlenstoffspeicherfähigkeit einerseits nur grob geschätzt oder andererseits als Richtgröße festgesetzt werden. Im letzteren Fall hätte die Vorgabe Konsequenzen für die Bewirtschaftung, z. B., wenn sie nur durch Baumartenwechsel oder Erhöhung der Produktionszeit erreichbar wäre (vgl. Maßnahmenblatt M3-21). Der im Potsdamer Norden befindliche Königswald weist be-

reits heute eine relativ vorratsreiche Struktur auf. Deutliches Aufwertungspotential haben die südlichen Waldflächen der Stadt, die im Bestand im Wesentlichen aus Kiefernbeständen bestehen. Ein standortgerechter Waldumbau auf diesen Flächen würde neben der Optimierung des Speichervermögens auch die Toleranz gegenüber den zu erwartenden Klimaextremen (Anpassung) erhöhen.

Moorrenaturierung

Die Speicherfähigkeit von Mooren pro Hektar ist prinzipiell größer als die von Wald. Der Aufbau von Biomassevorräten erfolgt jedoch langsamer und praktisch nur bei einem so hohen Grundwasserstand, dass eine wirtschaftliche Flächennutzung derzeit ausgeschlossen ist. Auf die erhebliche Gefahr einer ungewollten, sehr klimaschädlichen Freisetzung von gespeichertem Kohlenstoff durch Nutzung entwässerter Moore wurde bereits hingewiesen. Die Forderung für die betreffenden Flächen ist zwar unbestreitbar und klar: Verzicht auf Entwässerung und nach Möglichkeit Wiedervernässung; da aber viele frühere Moorflächen meist schon seit langer Zeit genutzt und entwässert sind, ist die Erfüllung der so klaren Forderung mit großen Schwierigkeiten verbunden.

10.4.5 Förderung von kühlenden Einflüssen in der Landschaft

Der Landschaftswasserhaushalt ist ein zentrales, traditionelles Thema der Landschaftsplanung. Die klimatisch ausgleichende Wirkung von Wasser in der Landschaft ist ebenso bekannt wie die Tatsache, dass der brandenburgische Wasserhaushalt durch Bergbaufolgen, frühere Komplexmelioration der Landwirtschaft, exzessive Bewässerung und künstliche Abflussregulation stark gestört ist. Die Rückhaltung von Wasser in der Landschaft ist daher ein zentrales Anliegen für Berlin und Brandenburg, das auch für Potsdam uneingeschränkt gültig ist.

Die an anderer Stelle und in anderem Zusammenhang erhobene Forderung nach Wiedervernässung bzw. wenigstens Extensivierung früherer bzw. denaturierter Niedermoorflächen ist auch unter dem Gesichtspunkt der Kühlungseffekte in der Landschaft positiv zu würdigen (vgl. Abschnitt 10.4.1). Darüber hinaus hat das Vorhandensein und auch die Anlage von offenen Wasserflächen einen gleichartigen Effekt. In der Lysimeteranlage der Außenstelle Paulinenaue des ZALF wurde nachgewiesen, dass bestimmte Vegetationsformen wie Schilf (*Phragmites*) oder Seggen (*Carex*) bei guter Wasserversorgung noch mehr Wasser verdunsten (und damit einen stärkeren Kühlungseffekt erreichen) können als offene Wasserflächen; in Extremfällen sind für den Landschaftswasserhaushalt relevante Verdunstungsmengen bis 1.800 und sogar 2.000 mm nachgewiesen (vgl. Behrendt u. a. (2009)). Gleichzeitig können diese Vegetationsformen mit Hilfe der ebenfalls bereits genannten Paludikulturen zur nachhaltigen Biomassegewinnung beitragen (vgl. Abschnitt 10.4.1). Die Verfügbarkeit der mit den hier genannten Forderungen benötigten Wassermengen kann längerfristig nicht einfach vorausgesetzt werden, sondern ist immer wieder anhand von Messbefunden, Klima- und Wasserhaushaltsmodellen und -szenarien kritisch zu prüfen. Es ist wahrscheinlich, dass mit steigender Erwärmung häufiger und stärker Wasserversorgungsdefizite in der Landschaft auftreten werden und dann auch bei Planungen

und Prioritätensetzungen für Maßnahmen berücksichtigt werden müssen. Im zeitlichen und finanziellen Rahmen dieses Gutachtens ist eine Fundierung und Präzisierung dieser Annahme jedoch nicht durchführbar.

10.4.6 Vermeidung energieaufwendiger oder klimaschädlicher Landbewirtschaftung

Global betrachtet sind Landnutzung und Landwirtschaft neben der Nutzung fossiler Energie die hauptsächlichsten Verursacher von Treibhausgasemissionen. Ein wesentlicher Teil davon ist durch intensive Nutztierproduktion, Waldrodung mit nachfolgender landwirtschaftlicher Nutzung oder Reisanbau verursacht, um nur einige wesentliche zu nennen. Die letztgenannten sind verständlicherweise kein Faktor für Potsdam, hier spielt die Frage der Intensität der Landwirtschaft eine Rolle.

Landwirtschaft

Auf die Auswirkungen der landwirtschaftlichen Nutzung auf Niedermooren wurde bereits in Abschnitt 10.4.1 ausführlich eingegangen. Entsprechend Tab. 10.6 liegen 53,9 % der landwirtschaftlichen Produktion in Potsdam jedoch außerhalb von Niedermooren auf mineralischen, vorwiegend sandigen Böden. Im Gegensatz zu dem Faktor Moorzehrung durch die landwirtschaftliche Nutzung von ehemaligen Niedermooren, der hier eine untergeordnete Rolle spielt, treten folgende Faktoren für die Emission von Treibhausgas in den Vordergrund:

- die Emissionen von NO_x durch Düngung
- die Methanemissionen bei der Nutztierhaltung, v. a. der Rinderhaltung
- der Energieeinsatz für Düngung, Bestellung und Ernte
- der Energieeinsatz für in Zukunft wesentlich relevantere Bewässerungsmaßnahmen
- der Energieeinsatz für landwirtschaftlichen Transport

Auf die darüber hinaus auftretenden Auswirkungen auf den Landschaftswasserhaushalt, die Bodenstruktur und -fruchtbarkeit, dem vermehrten Auftreten von Wasser- und Winderosion, der Eutrophierung angrenzender Biotope und Gewässer durch Düngemittel usw. soll hier nicht weiter eingegangen werden, obwohl über indirekte Wirkungen und Querbeziehungen in komplexen Wirkkreisläufen auch indirekte Auswirkungen auf die Treibhausgasemissionen bestehen. So bewirkt beispielsweise die durch chemische Dünger verstärkte Bodenmineralisation eine gleichzeitige Abnahme der organischen Substanz des Oberbodens und damit eine Abnahme der CO₂-Bindung.

Tab. 10.6: Verteilung von Land- und Forstwirtschaft in und außerhalb von Niedermooren in Potsdam

Nutzung	Gesamtfläche	davon auf Niedermoorstandorten	
		Fläche	Anteil
Acker	2.712 ha	1.000 ha	36,9 %
Grünland	2.491 ha	1.400 ha	56,2 %
Summe Landwirtschaft	5.203 ha	2.400 ha	46,1 %
Wald / Forst	4.966 ha	380 ha	7,7 %

Quelle: Landeshauptstadt Potsdam (2004b)

Unserem Leitbild – Vernetzung und Nachhaltigkeit – folgend, besteht damit für die Landwirtschaft in Potsdam die Forderung nach Extensivierung und Einbindung in lokale Produktions- und Vermarktungsketten. Die Umsetzung des Leitbildes in vielfältige Einzelmaßnahmen, die zum Teil gegenläufig wirkenden Einfluss ausüben können und auf die in dieser Studie nicht explizit eingegangen werden soll, liegt im Wesentlichen in der Zuständigkeit der landwirtschaftlichen Betriebe in Potsdam. Politik und Verwaltung können hier lediglich unterstützen, eine Öffentlichkeit schaffen oder im Rahmen von Musterprojekten Beispiele für eine „treibhausgasminimierende Landwirtschaft“ liefern. Letztes hat jedoch in Form landwirtschaftlicher Mustergüter in Potsdam durchaus Tradition. So wurden im Krongut Bornstedt um 1880 durch Friedrich III. von Preußen, beispielhaft Hühnerzucht betrieben, um neue Produktionsweisen zu erproben und zu demonstrieren.

Bei der Beurteilung des Anbaus erneuerbarer Energien wird vielfach nur die Produktionsseite, also das Energiepotential von Biomasse als quantitativ zu bemessende Grundlage gesehen. Stattdessen sollte das Ergebnis einer Gesamtbilanzierung in Ansatz gebracht werden. Der entsprechend des formulierten Leitbildes erhobenen Forderung nach Extensivierung der Landwirtschaft muss selbstverständlich auch ein zukünftiger Anbau von Energiepflanzen nachgeben. In Tab. 10.4 wird bereits auf die Emission des Anbaus von Energiemais auf Niedermoor, das sind immerhin fast die Hälfte aller landwirtschaftlicher Flächen in Potsdam, in Höhe von 880 t/TJ nutzbarer Energie hingewiesen. Die Emissionen auf mineralischen Böden sind selbstverständlich deutlich niedriger, da hier keine Moorzehrung stattfinden kann. Die oben genannten Emissionen von CO₂-Äquivalenten sind jedoch, in Abhängigkeit der Güte des Standortes mehr oder weniger vorhanden und dürfen in der Gesamtbilanz die durch den Ersatz fossiler Energie eintretenden Einsparungen nicht übersteigen. Folgt der landwirtschaftliche Energiepflanzenanbau dieser Forderung nicht, führt sie den Klimaschutz ad absurdum.

Forstwirtschaft

Bei der forstwirtschaftlichen Nutzung der Wälder blieb in der Vergangenheit ein erheblicher Anteil des Holzes ungenutzt im Wald zurück. Je nach Baumart, Alter und Nutzungsart (von der Jungbestandsdurchforstung bis zur „Endnutzung“ hiebsreifer Bäume oder Bestände gibt es erhebliche Unterschiede bezüglich der anfallenden Holzsortimente) konnte dieser Anteil bis zu 50 % der Erntemasse (bei langfristiger Betrachtung auch des Zuwachses) erreichen. Ein erheblicher Anteil dieser ungenutzten „Reserven“ ist prinzipiell als Biomasse für energetische Nutzung verfügbar. Die mengenmäßig korrekte Einschätzung dieser Holz-

reserven ist auf der einen Seite schwierig, weil man von bestandesweise differenziert erhobenen Daten ausgehen sollte. Diese sind nicht durchgängig verfügbar. Von einer Pauschalisierung der Massenschätzung (z. B. 2 Vfm Derbholz pro Jahr und ha, für Potsdam insgesamt dann rd. 10.000 Vfm oder ca. 8.000 t Holz) als Grundlage für Maßnahmen ist dringend abzuraten, weil derartige Zahlen von sehr vielen Einflüssen abhängig und damit schnell veränderbar und bald veraltet sind, so dass es zwangsläufig zu Fehleinschätzungen an einzelnen Forstorten und insgesamt zu waldbaulichen Fehlern kommen würde. Die Mobilisierung dieser Reserven ist 2010 bereits in vollem Gange. Die Forstwirtschaft beschränkte sich seit langem auf die Nutzung von oberirdischem „Derbholz“ (Holz mit dem Mindestdurchmesser von 7 cm). Es wird demgegenüber gegenwärtig verstärkt auf eine Ganzbaumnutzung (also auch Reisig, Wurzelholz und Blätter) hin gearbeitet, um mehr Biomasse für die energetische Verwertung zu erzielen. Auch hier könnte die Bilanz, zumindest, was Laub und Feinreisig betrifft, negativ ausfallen. Derbholz enthält kaum Pflanzennährstoffe; diese sind vielmehr in Blättern und Feinreisig konzentriert. Die Entnahme dieses Materials aus dem natürlichen Nährstoffkreislauf müsste durch eine sonst nicht erforderliche Düngung kompensiert werden, was mit hoher Wahrscheinlichkeit bereits zu einer negativen Energie- und damit Klimabilanz für den Mehranfall an Biomasse führen würde.

Fazit: Im Sinne der Nachhaltigkeitssicherung sollte eine Intensivierung der energetischen Biomassenutzung aus dem Wald auf der Basis bestandesweise differenzierender Inventurdaten geplant werden; auf eine Nutzung von Laub und Feinreisig sollte grundsätzlich verzichtet werden.

Der mengenmäßige Zuwachs an Biomasse in einem Niederwald ohne Düngung (evt. auch in einer Kurzumtriebsplantage) mag geringer ausfallen als der bei der oben gezeigten landwirtschaftlichen Kultur. Wenn man aber berücksichtigt, dass der Niederwald über eine 10- oder 20jährige Umtriebszeit bis zur Ernte keinerlei Bewirtschaftungsmaßnahme erfordert, während die landwirtschaftliche Kultur jährlich zu wiederholende, jeweils energieaufwendige Düngungs-, Bestellungs-, Ernte- und Transportmaßnahmen voraussetzt, dürfte die bilanzierte Beurteilung schon ganz anders ausfallen. Genauere Zahlen liegen derzeit hierfür nicht vor.

Einer intensiven Überprüfung mit nachfolgender bestandesweisen Abwägung der nachfolgenden Argumente sollte der Wald auf Niedermoorstandorten unterzogen werden. Bruchwald, überwiegend mit der Baumart Roterle bestockt, ist die natürliche Vegetation der Niedermoorstandorte. Diese Wälder sind aus Naturschutzgründen schützenswert – was nicht unbedingt bedeutet, dass sie aus der Nutzung genommen werden müssen; außerdem können diese in Potsdam mit 380 ha Fläche vertretenen Bestände überdurchschnittlich zur Biomassenproduktion beitragen. Diesem positiven Befund steht als Nachteil entgegen, dass Waldbestände auf Niedermoorstandorten eine sehr hohe Wasserverdunstungsrate aufweisen. Das führt zwangsläufig zu überdurchschnittlichen Wasserverlusten auf diesen Flächen. Moorwachstum findet unter Wald i. d. R. nicht statt, bei deutlicher Entwässerung kann sogar die Moorzehrung (und damit die Ausgasung von CO₂) beträchtliches Ausmaß haben. Schon in der Brandenburg-Klimastudie wird jedoch nachgewiesen, dass es wegen der zu erwartenden Klimaerwärmung großflächig zur Absenkung der Grundwasserneubil-

dung und des Wasserdargebots kommen wird (vgl. Gerstengarbe u. a. (2003)). Wassermangel in der Fläche, besonders während der Vegetationszeit, ist nach den durchgerechneten Szenarien durchgängig zu erwarten. Für die in dieser Studie vorgeschlagene Feuchthaltung bzw. Wiedervernässung von Niedermoorstandorten bedeutet das die Möglichkeit des Scheiterns von Vernässungsprojekten wegen Wassermangels. Das hier begründete Erfordernis der Überprüfung und Abwägung der Verhältnisse gehört als Teilnahme zu der vorgeschlagenen Machbarkeitsstudie, die einer Entscheidung über die Behandlung einzelner Niedermoorstandorte vorausgehen muss. Am Ende der Überprüfung könnte das Ergebnis im Einzelfall sein, dass die Beseitigung von Bruchwald (immerhin eines besonders geschützten Biotoptyps nach Naturschutzrecht) aus Gründen des Klimaschutzes empfohlen werden müsste.

10.5 Anpassungsstrategien und Maßnahmen bis 2020

Ausgehend von der Erkenntnis, dass Klimaveränderungen nicht völlig vermeidbar sind und unweigerlich zu Belastungen für Mensch und Natur führen werden, sind Maßnahmen zu konzipieren, die die belastenden Auswirkungen abmildern oder teilweise kompensieren. Die für den Raum Potsdam relevanten Faktoren sind:

- Die mittlere Tagesmitteltemperatur wird steigen
- Die Länge von Hitze- und Dürreperioden wird steigen
- Die Niederschlagsmengen werden sinken, die Verteilung wird sich von Sommer nach Winter verschieben
- Die Extremereignisse (Starkregen, Stürme) werden zunehmen

Aus diesen Klimaparametern sowie aus den zahlreichen sekundären Folgen wie z. B. Wasserknappheit, Rückgang der Evapotranspiration, Anstieg der Verdunstung, Anstieg der Waldbrandgefahr, vermehrte Hochwasserereignisse werden im folgenden aus dem Bereich der Landschafts- und Umweltplanung zwei grundsätzliche Gruppen von Belastungen und Anpassungsmaßnahmen abgeleitet: Alle Belastungen, die teilträumlich stark unterschiedlich auftreten werden in der Stadtklimakarte aufgeführt, gefolgt von weiteren Belastungen mit genereller raumunabhängiger Wirkung.

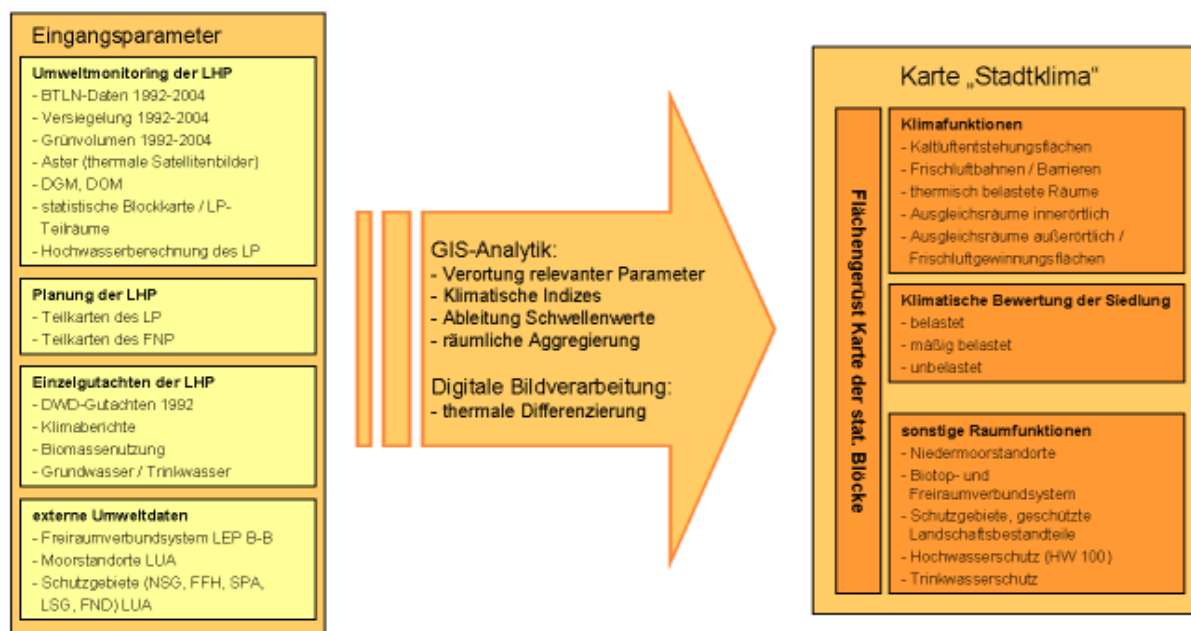
10.5.1 Stadtklimakarte

In Stadtgebieten treten kleinräumig – hauptsächlich durch Intensivbestrahlung einerseits und durch Beschattung andererseits sehr große Temperaturunterschiede auf. Auf versiegelten, unbeschatteten und daher intensiv bestrahlten Flächen ohne besondere Luftzirkulation kann es zu sehr starker Überhitzung kommen. Das kleinräumige Nebeneinander warmer und kühler Flächen führt zu lokalen Luftströmungen, die allzu starke Belastungen für Menschen, Tiere und Pflanzen abmildern können. Es ist daher eine Aufgabe der Landschaftsplanung, solche Bedingungen kleinräumigen Wechsels zu schaffen, wo immer dies möglich ist. Am besten und effektivsten geht dies durch Vegetationsflächen. Schon flache

Vegetation (z. B. Rasen) schafft Kühlung durch Verdunstungskälte. Sehr viel stärkere Effekte in dieser Hinsicht können mit höherer und auch außerhalb ihres Standorts schattenwerfender Gehölzvegetation erreicht werden (vgl. Abb. 10.11). Dem Indikator „Grünvolumen“ muss daher im Zusammenhang mit dem Klimaschutz eine hervorragende Bedeutung zugemessen werden.

Für die Stadt Potsdam liegt bisher ein „Amtliches Gutachten über das Stadtklima von Potsdam“, das jedoch nur das Stadtgebiet vor der Gebietsreform 2003 abdeckt, sowie die Karte „K2.3 – Klima / Luft / Lärm“ des Landschaftsplan Entwurfs von März 2008, die das gesamte Stadtgebiet abdeckt, vor (vgl. Deutscher Wetterdienst (1993)).

Abb. 10.3 zeigt schematisch die Eingangsdaten, die Verarbeitung und das Ergebnis der Stadtklimakarte. Die folgenden Unterkapitel beschreiben jeweils die Grundlagen, die Methodik und das Ergebnis der verschiedenen Themen, die in der Stadtklimakarte dargestellt werden.



Quelle: eigene Darstellung

Abb. 10.3: Ablaufschema zur Stadtklimakarte

10.5.1.1 Klimatisch belastete Gebiete

Räumliche Bezugsebene

Der erste wesentliche Schritt für alle raumbezogenen Analysen ist die Festlegung der räumlichen Bezugsebene. Diese muss prinzipiell für alle Ausgangsparameter anwendbar sein, teilräumliche Situationen möglichst flächenscharf abbilden und dabei gleichzeitig sinnvolle Bewertung der einzelnen Zellen zulassen. Für die LHP liegen verschiedene räumliche Bezugsebenen mit unterschiedlicher Detailschärfe vor. Die Abbildungen Abb. 10.4 bis Abb.

10.9 zeigen die Aggregation eines der hier verwendeten Basisparameters, das Grünvolumen, in Anwendung dieser unterschiedlichen teilsräumlichen Gliederung nach:

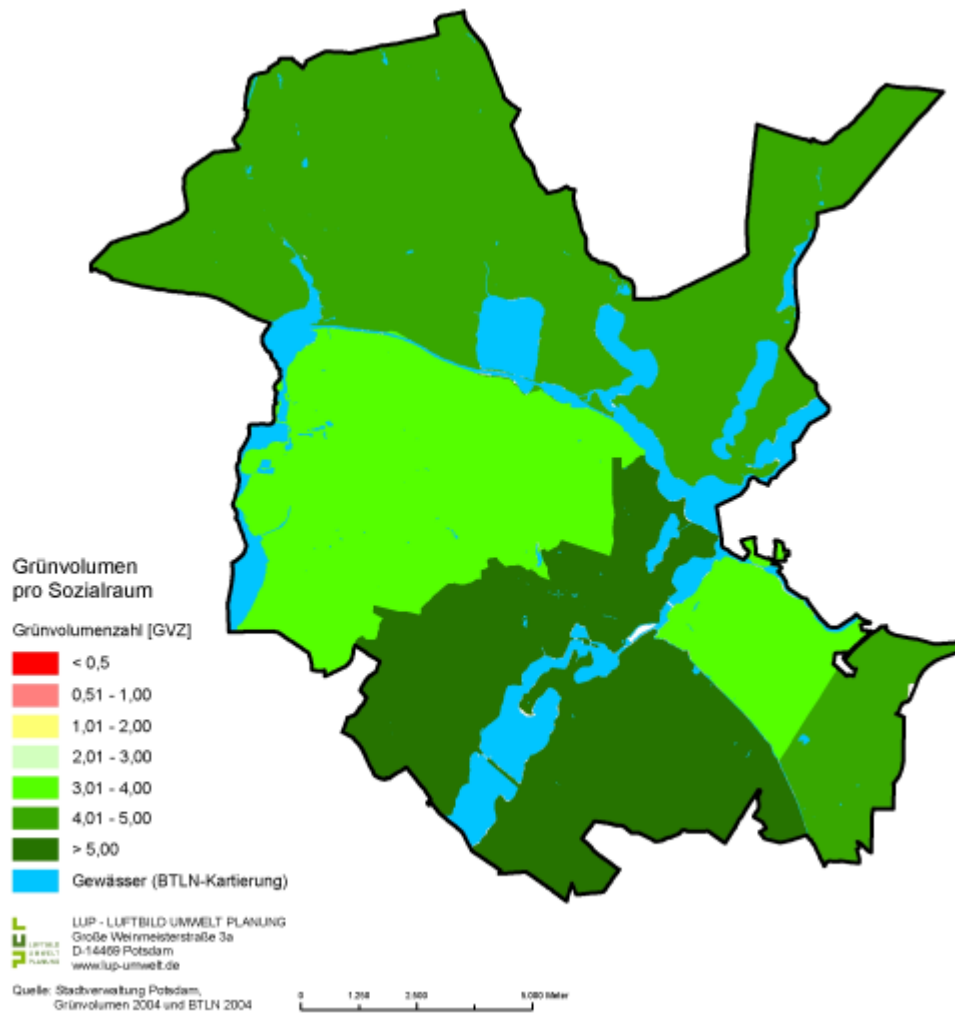
- Sozialräumen (6)
- Stadtbezirken (8)
- statistischen Bezirken (82, inkl. Einwohnerdaten)
- statistischen Blöcken (1.844, inkl. Einwohnerdaten)
- der Flächenkulisse des FNP-Entwurfs 2009 (817 Planungsräume)
- der Kulisse der Biotoptypen- und Landnutzungskartierung (16.441 Biotoptypenflächen)

Aus landschaftsplanerischer Sicht ist die Betrachtung geeigneter Kenngrößen zur Definition von klimatisch belasteten Gebieten auf Ebene der 1.844 statistischen Blöcke am besten geeignet. Ein statistischer Block trennt einerseits die Siedlungsgebiete von der Landschaft, andererseits wird innerhalb dieser Raumeinheiten jedoch, anders als in der BTLN-Kartierung, das Grün nicht weiter von der Bebauung abgetrennt.

Auf Ebene des statistischen Blocks führt das Amt für Statistik Berlin-Brandenburg u. a. Einwohnerdaten, diese werden halbjährlich an die LHP weitergegeben. Für das Klimaschutzkonzept werden die Geometrien und Einwohnerdaten mit dem Stand 31.12.2009 verwendet.

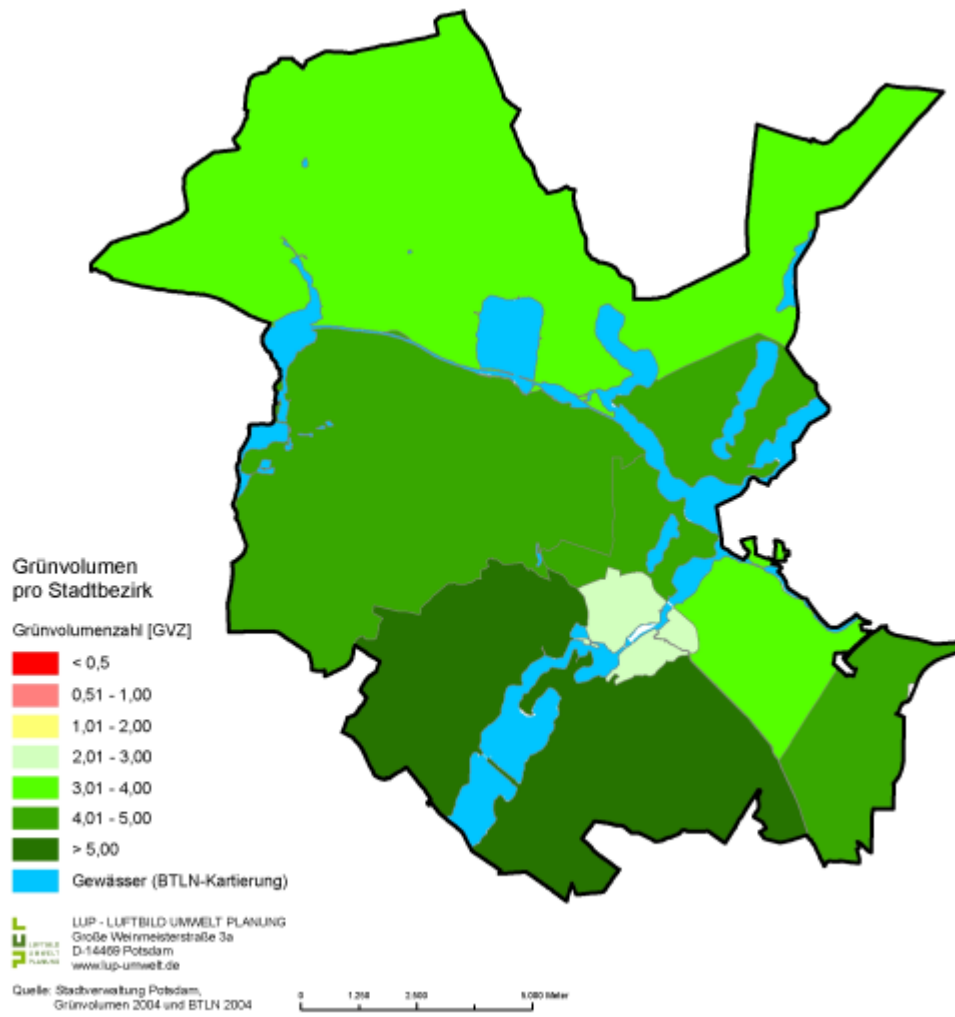
In der im Shape-Format gelieferten Geometrie der statistischen Blöcke durch die LHP waren einige geometrische Unreinheiten (Lücken, Überlappungen) enthalten, die in einem ersten Schritt entfernt wurden. Des Weiteren ist die Abgrenzung der Nutzungsarten, insbesondere der Wohnnutzung von anderen Nutzungen, im verfügbaren Stand noch nicht vollständig erfolgt. Dies hat zur Folge, dass vor allem große Acker- und Waldflächen noch Gebäude und Einwohnerzahlen enthalten. Insgesamt weisen 1.585 Blöcke eine unterschiedlich ausgeprägte Siedlungsstruktur auf.

Die Einteilung nach Stadtstrukturtypen für die Stadt Potsdam (im benachbarten Berlin eine bevorzugte Ebene für differenzierende Analysen) lag zum Zeitpunkt der Bearbeitung des Klimaschutzkonzepts nicht vor.



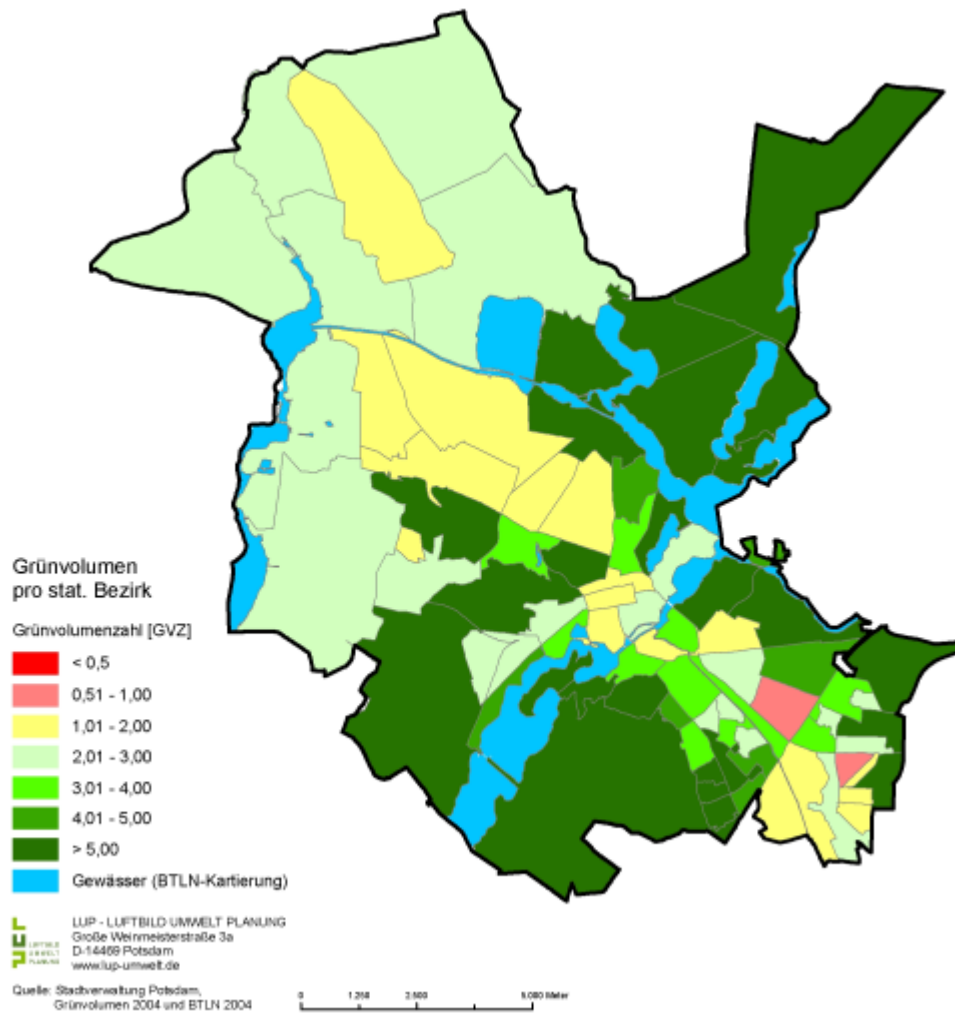
Quellen: Landeshauptstadt Potsdam (2004a); Landeshauptstadt Potsdam (2004b); Landeshauptstadt Potsdam (2009a); eigene Darstellung

Abb. 10.4: Grünvolumen bezogen auf Sozialräume



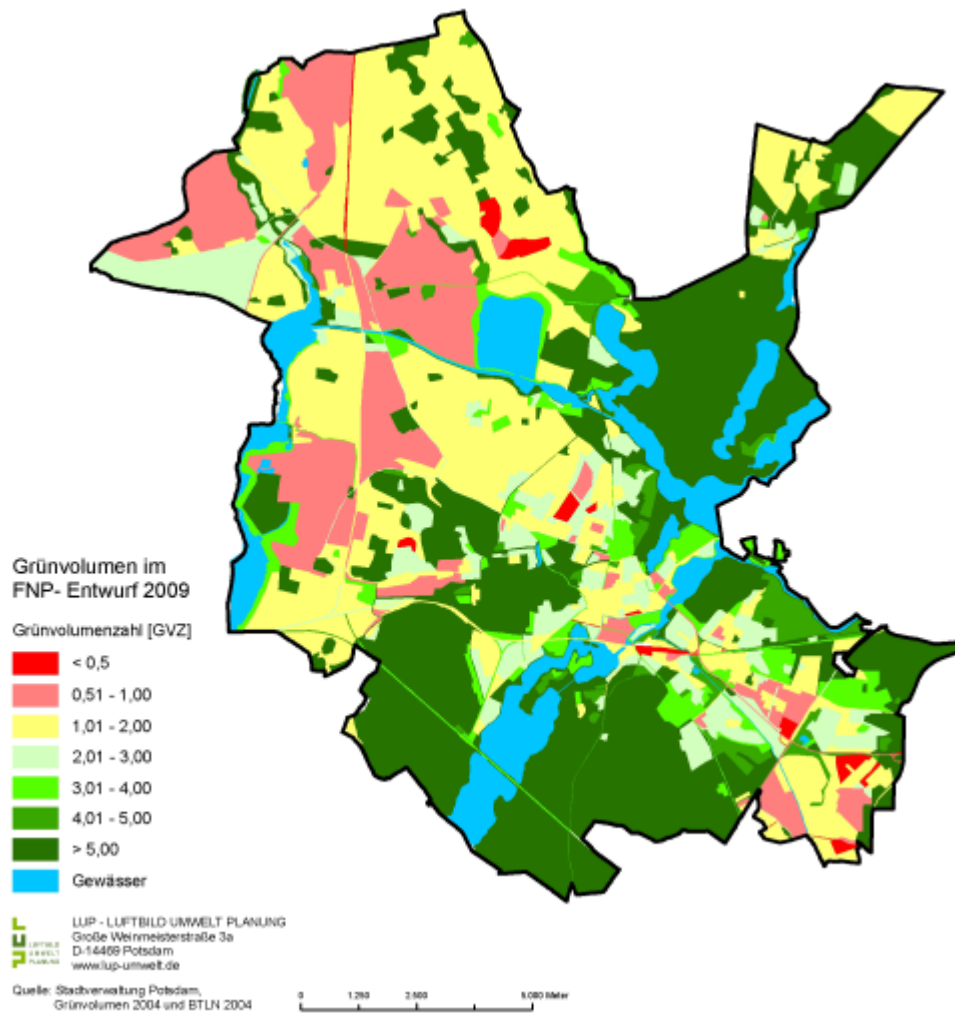
Quellen: Landeshauptstadt Potsdam (2004a); Landeshauptstadt Potsdam (2004b); Landeshauptstadt Potsdam (2009a); eigene Darstellung

Abb. 10.5: Grünvolumen bezogen auf Stadtbezirke



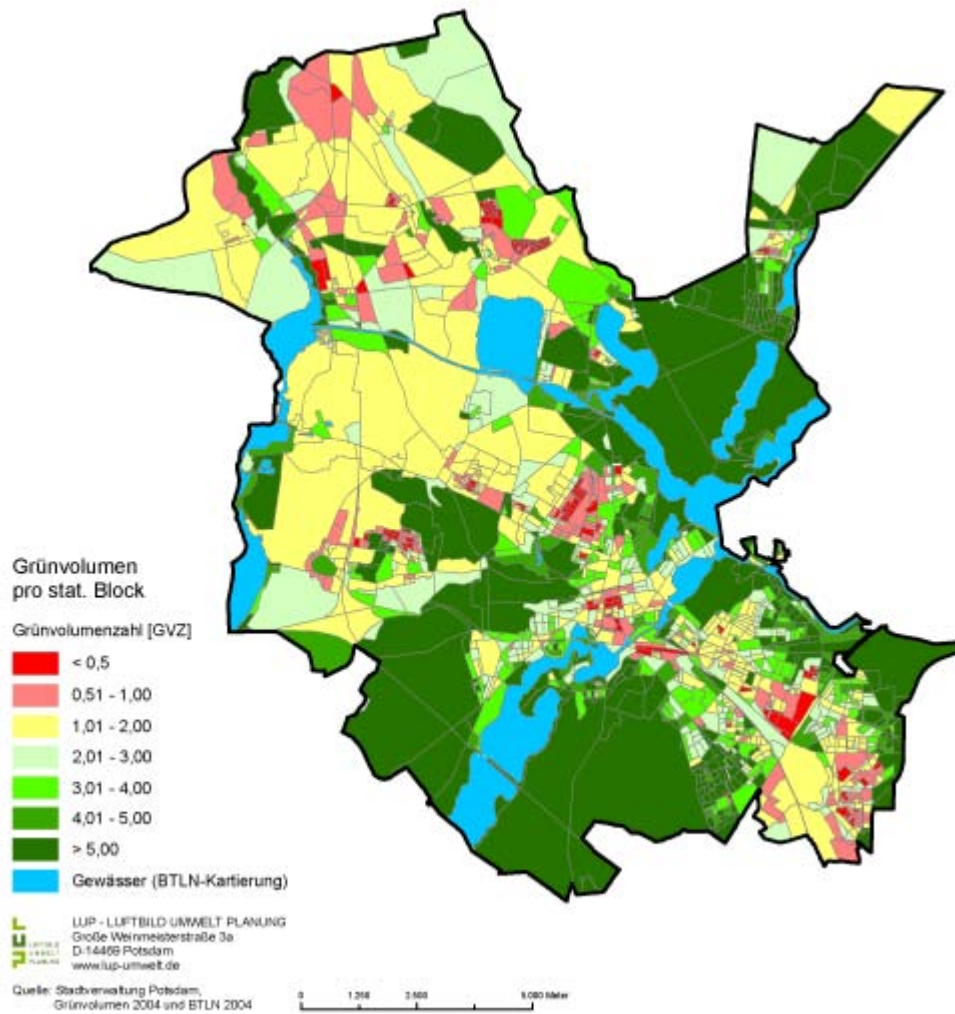
Quelle: Landeshauptstadt Potsdam (2004a); Landeshauptstadt Potsdam (2004b); Landeshauptstadt Potsdam (2009a); eigene Darstellung

Abb. 10.6: Grünvolumen bezogen auf statistische Bezirke



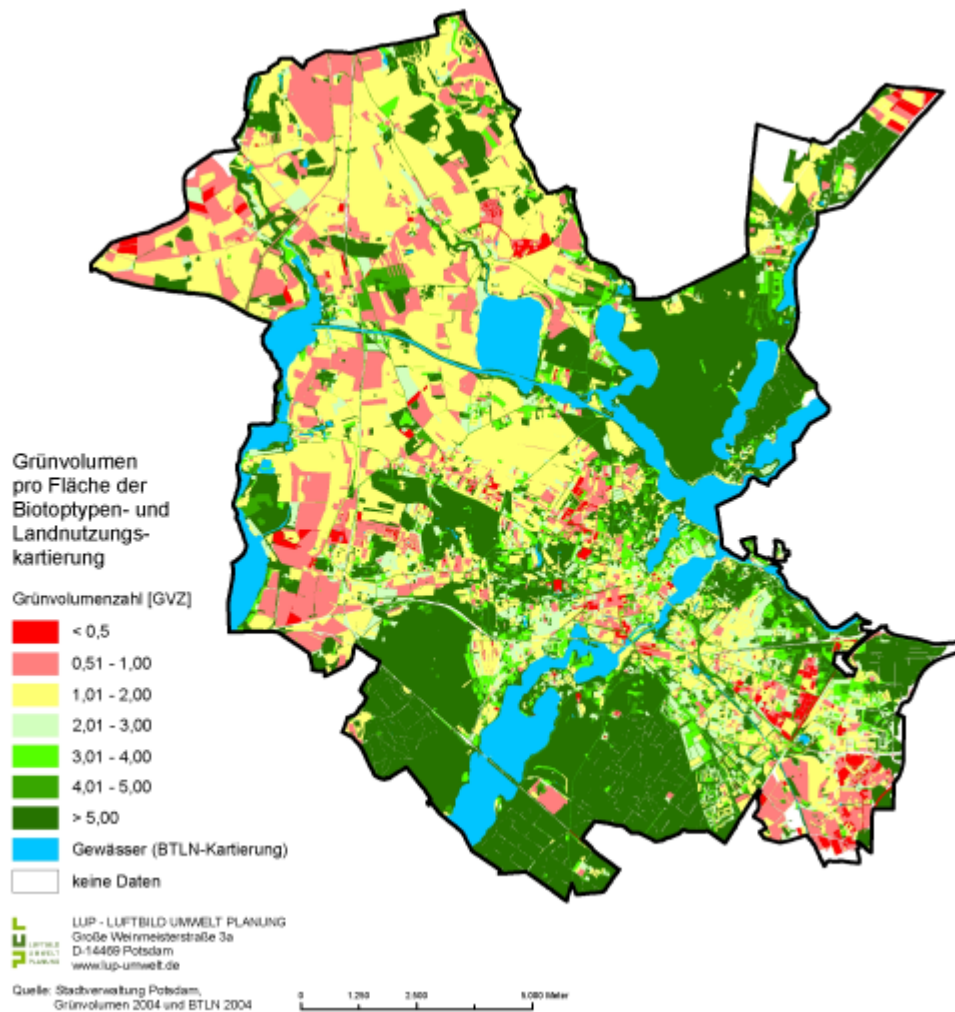
Quellen: Landeshauptstadt Potsdam (2004a); Landeshauptstadt Potsdam (2004b); Landeshauptstadt Potsdam (2009b), eigene Darstellung

Abb. 10.7: Grünvolumen bezogen auf den FNP-Entwurf



Quellen: Landeshauptstadt Potsdam (2004a); Landeshauptstadt Potsdam (2004b); Landeshauptstadt Potsdam (2009a); eigene Darstellung

Abb. 10.8: Grünvolumen bezogen auf statistische Blöcke



Quellen: Landeshauptstadt Potsdam (2004a); Landeshauptstadt Potsdam (2004b); eigene Darstellung

Abb. 10.9: Grünvolumen bezogen auf Biotop- und Landnutzungstypen

Datengrundlagen

Aufgrund der topographischen Gegebenheiten und der Struktur der ökologischen Raumeinheiten sind in Potsdam - kleinmaßstäbig betrachtet - negative klimatische Auswirkungen, mit Ausnahme der verkehrsinduzierten Belastungen, eher selten zu beobachten, im Detail auf der räumlichen Ebene des Stadtquartiers oder Blocks jedoch durchaus vorhanden oder zu erwarten (vgl. Maßnahmenblatt M3-33).

Die folgenden bereits vorhandenen flächenhaften Indizes wurden auf die statistischen Blöcke aggregiert, und diese auf ihre klimatische Belastung untersucht:

- Grundflächenzahl, Geschossflächenzahl, Bruttogeschossfläche,
- Grünvolumenzahl,
- Versiegelung.

Das Grünvolumen ist ein Maß für das Vorhandensein dreidimensionaler Vegetationskörper auf einer Flächeneinheit. Seine Wirkung beschränkt sich nicht auf Beschattung und die Schaffung lokaler Luftzirkulation, sondern es kann (vor allem in der freien Landschaft) auch als Indikator für die Biomassenproduktion verwendet und im Hinblick auf Arten- und Biotopschutz mitbewertet werden (vgl. Abschnitt 10.4.2.2). Im Kernstadtbereich kann das Grünvolumen in Relation zur Bau- oder Einwohnerdichte unmittelbar als Indikator für Wohn- und Lebensqualität interpretiert werden. Es spielt deshalb auch für das hier vorgelegte Klimakonzept für die Stadt Potsdam aus landschaftsplanerischer Sicht eine herausragende Rolle und wird intensiver analysiert und dargestellt als andere Kenngrößen

Geschossflächenzahl

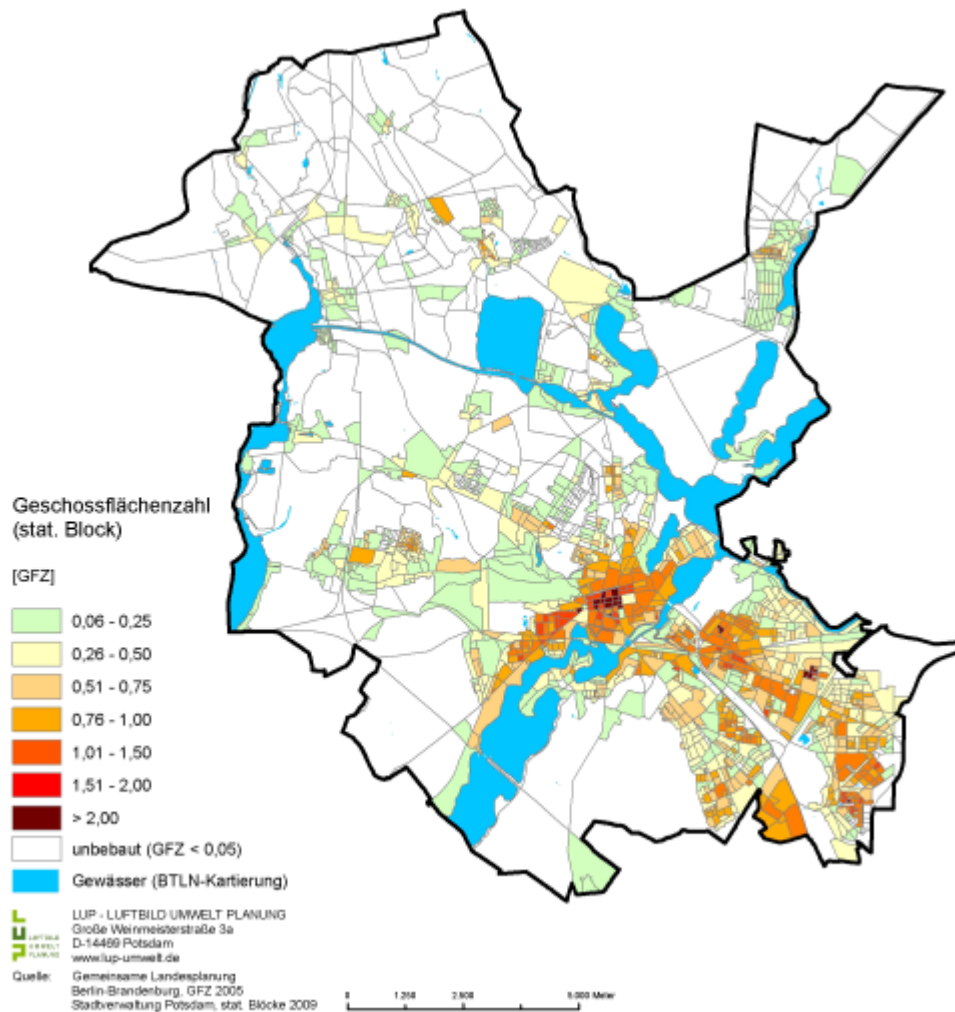
Die Geschossflächenzahl (GFZ) gibt das Verhältnis der Quadratmeter der Geschossfläche zu den Quadratmetern der Grundstücksfläche an. Dazu zählen alle Vollgeschosse der baulichen Anlage auf einem Grundstück (BGF / ha) (vgl. Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (BauNVO 1990))

Mit der GFZ, der Baumassenzahl oder der Höhe baulicher Anlagen wird im Flächennutzungsplan das allgemeine Maß der baulichen Nutzung bestimmt. Im Bebauungsplan werden zusätzlich die Grundflächenzahl (GRZ) sowie die Anzahl der Vollgeschosse festgesetzt (vgl. Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (BauNVO 1990), § 16).

Für das Klimaschutzkonzept werden die GFZ-Werte von 2005 verwendet, die die LUP GmbH im Auftrag der Gemeinsamen Landesplanungsabteilung Berlin-Brandenburg erstellt hat. Auf Grundlage von ATKIS¹-Daten, IRS²-Satellitenbildern und Orthophotos wurde auf der Basis von 20 x 20 m Rasterzellen mit Hilfe einer zweistufigen Regressionsbaummodellierung die GFZ für Potsdam modelliert (vgl. Breimann u. a. (1984)). Die GFZ auf Zellbasis wurde für das Klimaschutzkonzept auf die Ebene der statistischen Blöcke aggregiert und verwendet (vgl. Abb. 10.10). Hier werden Flächen, die sehr gering bebaut sind, mit den unbebauten Flächen (weiß) dargestellt. Dabei handelt es sich um Flächen mit einer GFZ $\leq 0,05$. Meist handelt es sich dabei um Wald- oder Ackerflächen, in denen sich ein oder einige wenige Gebäude, meist Wirtschaftsgebäude befinden.

¹ Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem

² Indian Remote Sensing



Quelle: Gemeinsame Landesplanung Berlin-Brandenburg (2005); eigene Darstellung¹

Abb. 10.10: Geschossflächenzahl pro statistischem Block

Grünvolumen

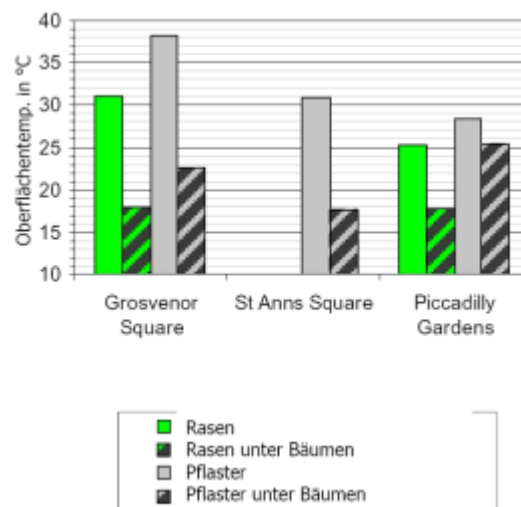
Das Grünvolumen, heute oft aus Satellitenbildern, früher i. d. R. aus Stereo-Luftbildern gemessen, ist eine Größe aus der Landschaftsplanung und wird mittels der Grünvolumenzahl (GVZ) angegeben. Die GVZ wurde von der Planungsgemeinschaft Schulze, Pohl und Großmann im Auftrag der Behörde für Bezirksangelegenheiten, Naturschutz und Umweltgestaltung der Hansestadt Hamburg entwickelt, um in der Landschaftsplanung sowie bei Grünordnungs- und Bebauungsplänen verbindliche Festsetzungen hinsichtlich der Quantität der anzupflanzenden Vegetation angeben zu können (vgl. Schulze u. a. (1984)). Sie bezeichnet das oberirdische Volumen des Grünraums aller auf einer Grundfläche stehenden Pflanzen. Daher spielt sie auch eine große Rolle für die Lebens- und Umweltqualität von Städten und somit für die Stadtplanung. Die klimatischen Wirkungen des Grünvolumens sind:

¹ Datengrundlage: IRS-Satellitenbilder von 2005.

- Staubbindung
- Verdunstung
- Senkung der Temperatur
- Schaffung lokaler Luftzirkulation
- Sauerstoffproduktion
- Beschattung usw.

Die Wirkungen des Grünvolumens sind jedoch nicht auf die eben genannten beschränkt, sondern es kann (vor allem in der freien Landschaft) auch als Indikator für die Biomassenproduktion verwendet und im Hinblick auf Arten- und Biotopschutz mitbewertet werden (vgl. Abschnitt 10.4.2.2). Daneben ist es auch für die Erholung von Bedeutung.

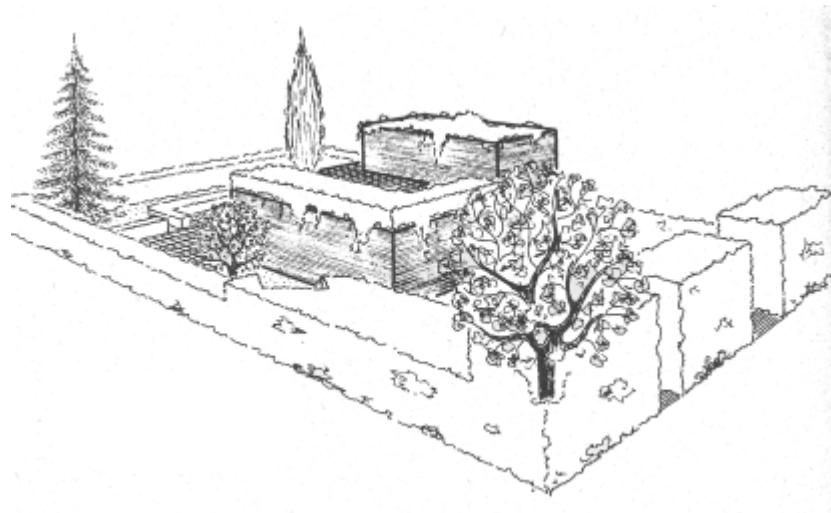
Das Forschungsprojekt aus Manchester „Adaptation Strategies for Climate Change in the Urban Environment“ (ASCCUE), das von 2003 bis 2006 von vier Universitäten (University of Manchester, Cardiff University, University of Southampton, Oxford Brookes University) durchgeführt wurde, hat u. a. auch die Schattenwirkung von Bäumen untersucht. Abb. 10.11 zeigt an Hand dreier Plätze in Oxford, dass die Oberflächentemperatur von Rasen- und Pflasterflächen im Schatten von Bäumen im Vergleich zu unbeschatteten Flächen stark reduziert wird. Zum Beispiel ist die Oberflächentemperatur der Rasenflächen am Grosvenor Platz im beschatteten Bereich um 13 °C kühler als die unbeschattete Fläche.



Quelle: Adaptation Strategies for Climate Change in the Urban Environment ASCCUE (2003)

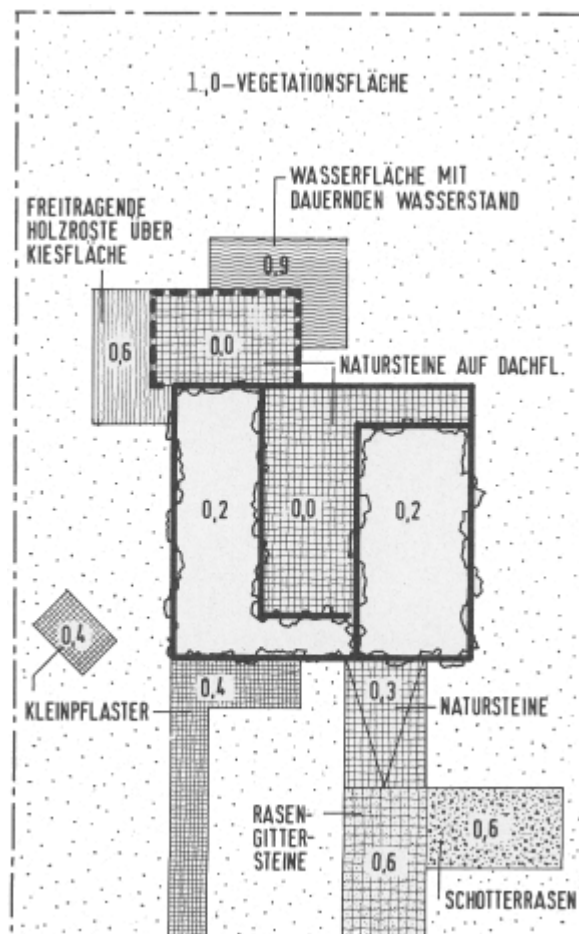
Abb. 10.11: Schattenwirkung von Bäumen auf die Oberflächentemperatur

Die Abbildungen Abb. 10.12 und Abb. 10.13 zeigen ein Grundstück, dessen Grünvolumen in Tab. 10.7 beispielhaft berechnet wird (vgl. Schulze u. a. (1984)). Das Grünvolumen inklusive Dachbegrünung summiert sich auf 1.429 m³, welches, bezogen auf die Grundstücksfläche von 1.000 m², einer GVZ von 1,43 entspricht.



Quelle: Schulze u. a. (1984)

Abb. 10.12: Seitenansicht des Grundstücks zur Beispielberechnung des Grünvolumens



Quelle: Schulze u. a. (1984)

Abb. 10.13: Grundriss des Grundstücks zur Beispielberechnung des Grünvolumens

Schon 1984 hat die Planungsgemeinschaft Schulze die Einführung des Planungsrichtwerts GVZ in die Bauleit- und Landschaftsplanung zur Sicherung und Entwicklung des Grünvolumens geprüft (vgl. Schulze u. a. (1984)). In Hamburg-Bramfeld wurde hierzu auch ein Pilotverfahren im Bebauungs- und Grünordnungsplan durchgeführt, in dem die praktischen Anwendungsmöglichkeiten der GVZ erprobt und für erstrebenswert beurteilt wurden. Es folgte 1988 eine Untersuchung zur Umweltrelevanz der Baunutzungsverordnung sowie 1990 ein Rechtsgutachten über die GVZ und Bodenfunktionszahl als mögliche Planungsrichtwerte in der Bauleit- und Landschaftsplanung (vgl. Gaßner u. a. (1988); Erbguth u. a. (1990)). Jedoch wurde über diese Untersuchungen hinaus bis heute die GVZ nicht in die Bauleitplanung integriert. Ein Grund für dieses Faktum war die seinerzeit schwierige messtechnische Ermittlung der GVZ. Durch enorme technologische Fortschritte der Geoinformationsverarbeitung ist heute die Messung sehr viel einfacher und größtenteils sogar automatisierbar geworden.

In der Stadt München gibt es seit 1996 eine Satzung zur Sicherstellung und Förderung einer angemessenen Durchgrünung und Gestaltung der Baugrundstücke und der Kinderspielplätze (vgl. Landeshauptstadt München (1996)). Die Satzung ist jedoch sehr ausweichend formuliert, lässt viel Spielraum in der Auslegung und steht hinter Festsetzungen in rechtsverbindlichen Bebauungsplänen, in Vorhabens- und Erschließungsplänen sowie in anderen städtebaulichen Satzungen nach dem Baugesetzbuch und dem Maßnahmengesetz zum Baugesetzbuch (vgl. Landeshauptstadt München (1996), § 7).

In Berlin wird seit den 1980er Jahren neben den städtebaulichen Kennwerten in der Bauleitplanung (BGF, GRZ, GFZ), die das Maß der baulichen Nutzung regeln, auch der Biotopflächenfaktor verwendet. Der Biotopflächenfaktor errechnet sich aus dem Verhältnis der (unversiegelten) „Biotopfläche“ zur Grundstücksfläche. Dabei umfasst die Biotopfläche alle Flächen, die eine Lebensraumfunktion für Flora und Fauna, eine Wasserhaushaltsfunktion oder eine Funktion für Klima oder Boden haben. Es handelt sich um einen quantitativen Wert, bei dem qualitative Aspekte über die jeweilige Flächenwertigkeit Berücksichtigung finden. Die Wertigkeit einer Grundstücksteilfläche wird entsprechend dem Flächentyp als Anrechnungsfaktor pro m² festgelegt (zwischen dem Anrechnungsfaktor für eine vollversiegelte Fläche 0,0 und dem einer Vegetationsfläche mit Bodenanschluss 1,0).

Der BFF wurde von der Senatsverwaltung speziell für bebaute und durch die städtischen Nutzungsformen Wohnen, Gewerbe und Infrastruktur geprägten Bereiche der Innenstadt Berlins entwickelt. Er kann als Rechtsverordnung in einem Landschaftsplan verbindlich festgelegt werden und formuliert ökologische Mindeststandards für bauliche Änderungen und Neubebauung in der Innenstadt. Dabei werden sämtliche Begrünungspotentiale wie Höfe, Dächer, Mauern und Brandwände einbezogen. Die dazu definierten Festsetzungen sind dem Handbuch der Berliner Landschaftspläne zu entnehmen. Es können grundstücksbezogene Vorgaben bei baugenehmigungspflichtigen Vorhaben zur Verwirklichung der Ziele des Naturschutzes und der Landschaftspflege festgeschrieben werden (vgl. Senatsverwaltung für Stadtentwicklung (2010)).

Im Vergleich zur Erhebung des Grünvolumens, das mit Methoden der Fernerkundung aufgenommen werden kann, ist die Berechnung des BFF eher aufwändig. Beide Kennwerte könnten abweichend von ihrer ursprünglichen Zweckbestimmung im Zusammenhang mit Klimaschutzbelangen so abgewandelt werden, dass ihre Ermittlung und ihre Detailberücksichtigung entsprechend der neuen Ausrichtung optimiert werden (einfache, fernerkundungsgerechte Erfassung, angepasste Genauigkeit, Automatisierbarkeit).

Im Jahre 2005 wurden vom Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung (IÖR) die Auswirkungen städtischer Nutzungsstrukturen auf Grünflächen und Grünvolumen untersucht (vgl. Arlt u. a. (2005)). Ein Teil der Untersuchung hat ergeben, dass Art und Maß städtischer bzw. stadtreionaler Grünflächen in Wirkbeziehungen zur Flächennutzungsstruktur stehen. Dass die Baum- und Grünausstattung in Stadtquartieren auch einen statistisch signifikanten positiven Einfluss auf den Immobilienpreis der betreffenden Gebiete, also eine ökonomische Relevanz hat, konnte in einer systematischen Studie an der TU Berlin nachgewiesen werden, das Grünvolumen war allerdings keine geprüfte Kenngröße in diesem Zusammenhang; Untersuchungen dazu werden von Gruehn an der Universität Dortmund fortgeführt (vgl. Kenneweg (2004), S. 695-697; Gruehn u. a. (1998)).

Tab. 10.7: Beispielberechnung der Grünvolumenzahl (GVZ) eines Grundstücks

Eckdaten des Grundstücks		Fläche
Grundstück		1.000,00 m ²
Gebäude		182,00 m ²
befestigte Fläche auf offenem Boden		128,50 m ²
Vegetationsfläche auf offenem Boden		689,50 m ²
Vegetationsfläche auf dem Dach		106,00 m ²
Vegetation	Berechnung	Grünvolumen
Rasen	321 m ² * 0,1 m	32,00 m ³
Sträucher	39,0 m ² * 1,0 m	39,00 m ³
	32,0 m ² * 1,0 m	32,00 m ³
	11,5 m ² * 1,5 m	17,25 m ³
	42,0 m ² * 1,5 m	63,00 m ³
	146,0 m ² * 2,0 m	292,00 m ³
	51,0 m ² * 2,5 m	127,50 m ³
	60,0 m ² * 5,0 m	300,00 m ³
Bäume	1 Baum á 6 m, Höhe 11 m (Kegel)	103,40 m ³
	1 Baum á 8 m (Kugel)	268,10 m ³
	1 Baum á 3 m, Höhe 7 m (Zylinder)	42,30 m ³
	3 Bäume á 3 m (Kugel)	42,30 m ³
Summe Grünvolumen (GV)		1.358,85 m ³
Summe Grünvolumenzahl (GVZ)		1.358,85 m ³ : 1.000 m ²
Dachbegrünung	56 m ² * 1,0 m	56,00 m ³
	50 m ² * 0,3 m	15,00 m ³
Summe GV einschl. Dachbegrünung		1.429,85 m ³
Summe GVZ einschl. Dachbegrünung		1.429,85 m ³ : 1.000 m ²

Quelle: Schulze u. a. (1984)

Die neusten Untersuchungen zur Rolle des Grünvolumens als Anpassungsstrategie für den Klimawandel wurden von dem Forschungsprojekt „Adaptation Strategies for Climate Change in the Urban Environment“ durchgeführt (vgl. Adaptation Strategies for Climate in the Urban Environment ASCCUE (2003); Gill et al. (2007)). In diesem Projekt wurden zunächst an Hand von digitalen Luftbildern mit einer Bodenauflösung von 0,25 m für die Stadt Manchester 29 charakteristische Stadtstrukturtypen abgegrenzt und über eine stichpunktartige visuelle Interpretation die Oberflächenbeschaffenheit in neun Typen eingeordnet. Anhand dieser Typen wurde dann der Flächenanteil an evapotranspirierenden Flächen und das Bebauungsmass pro Stadtstrukturtypfläche berechnet. Auf dieser Grundlage wurde dann mit einem Energieumsatzmodell die Oberflächentemperatur für

verschiedene Klimaszenarien berechnet. Zusätzlich wurden verschiedene Annahmen in das Modell gespeist, wie z. B. eine Ab- bzw. Zunahme des Grünvolumens von 10 %.

Manchester ist eine Stadt mit 2,5 Mio. Einwohnern auf einer Fläche von ca. 1.300 km². Ein Ergebnis dieses Forschungsprojektes war es, dass das Grünvolumen Einfluss auf die Oberflächentemperatur hat (vgl. Abb. 10.11). Mit der Erhöhung des Grünvolumens um 10 % ist es möglich, dem Klimawandel entgegen zu wirken und die maximale Oberflächentemperatur im Jahre 2080 in Manchester nahezu auf der heutigen Temperatur zu halten. Bleibt der Grünanteil in der Stadt bestehen, erhöht sich die maximale Oberflächentemperatur durchschnittlich um 4,3 °C. Verringert sich der Grünanteil in Städten um 10 %, wie es momentan der Trend ist, steigt die maximale Oberflächentemperatur sogar um 8,2 °C auf dann fast 40 °C (vgl. Landeshauptstadt Potsdam (2004b); Tab. 10.8).

Tab. 10.8: Einfluss des Grünvolumens auf die Oberflächentemperatur in Manchester 2080

max. Oberflächentemperatur heute	31,2 °C
Szenario 2080 high	
Grünanteil unverändert	+ 4,3 °C
+ 10 % Grün	+ 0,6 °C
- 10 % Grün	+ 8,2 °C

Quelle: Adaptation Strategies for Climate Change in the Urban Environment ASCCUE (2003)

In Potsdam wurden im Rahmen des Umweltmonitorings von der LUP GmbH (2008) für das gesamte Stadtgebiet für die Zeit seit der politischen Wende 1989 bis 2004 die Entwicklung der Bodenversiegelung und des Grünvolumens aufgenommen (change detection).

Beide Kenngrößen wurden für die Jahre 1992 und 2004 mit Hilfe der Regressionsbaummodellierung berechnet (vgl. Breiman et al. (1984)). Die Modellierung von Indikatoren zur Bewertung von Siedlungsstrukturen, darunter auch die Grünvolumenzahl, wird bereits seit geraumer Zeit mit Hilfe der Fernerkundung praktiziert. Für die Erfassung des städtischen Grünvolumens gibt es einige Referenzprojekte, die mittels Laserscannerdaten sehr gute Ergebnisse erzielten (vgl. Meinel u. a. (2006a); Meinel u. a. (2006b)). Von der LUP GmbH wurden keine Laserscannerdaten verwendet. Hingegen wurden neben digitalisierten analogen CIR¹-Luftbilder von 1992 und QuickBird-Satellitenbildern von 2004 sowie Biotoptypen- und Landnutzungskartierungen von 1992 und 2004, ein digitales Geländemodell und eine multispektrale Aufnahme sowie ein digitales Oberflächenmodell der High Resolution Stereo Camera (HRSC) von 2006 verwendet.

Trotz der allgemeinen, stetigen Zunahme des Grünvolumens (z. B. im Wald) hat das Grünvolumen in Potsdam von 1992 bis 2004 um 9,1 Mio. m³ (1 %) abgenommen. Die GVZ ist stadtweit von 5,4 auf 5,3 gesunken. Während das Grünvolumen in Wälder und Forsten um 35,7 Mio. m³ (5,9 %) angestiegen ist, sank das Grünvolumen auf Acker- und Erwerbsbauflächen um 12,7 Mio. m³ (29 %). Dies ist auf die großflächige Umwandlung von Obstanbau-

¹ Color-Infrarot

flächen zu reinen Ackerflächen zurück zu führen. In der Innenstadt hat das Grünvolumen flächig abgenommen.

Das verwendete Verfahren ist sowohl auf Sensoren mit hoher oder sehr hoher geometrischer Auflösung oder hyperspektrale Sensoren als auch auf digitale Luftbilder übertragbar und ermöglicht so auch im Falle wechselnder Datenverfügbarkeit zukünftige Modellierungen im Rahmen eines Monitorings (vgl. Frick et al. (2007); Haag et al. (2009); Haag u. a. (2010)). Der nächste Durchlauf in Potsdam ist für Ende 2010 geplant.

Für das Klimaschutzkonzept in Potsdam wurden die Grünvolumenzahlen von 2004 auf Basis der Biotoptypen- und Landnutzungskartierung auf die Ebene der statistischen Blöcke aggregiert und verwendet (vgl. Abb. 10.8).

Eine Maßnahme des Potsdamer Integrierten Klimaschutzkonzeptes ist es, die GVZ als eine weitere Vorgabe, neben der GRZ und GFZ, in die Bebauungsplanungspraxis zu integrieren (vgl. Maßnahmenblatt M3-8). Die Vorgabe eines z. B. nach 10 Jahren zu erreichenden Grünvolumens pro Baublock trägt vor allem in dicht bebauten Gebieten erheblich zur klimatischen Verbesserung des Wohnumfeldes bei. Wie z. B. das Gebiet Carl-von-Ossietzky-Straße zeigt ist eine dichte Bebauung (GFZ: 1,54) bei gleichzeitigem hohem Grünvolumen (GVZ: 2,12) möglich (vgl. Abschnitt 11.2.4).

Bei dieser Maßnahme handelt es sich um die klimatische Verbesserung der Neubaugebiete und die damit einhergehende gesundheitsfördernde Wirkung auf die Bewohner. Es handelt sich nicht um einen Ersatz der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung (vgl. Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (BNatSchG 2009), §§ 14, 15; Gesetz über den Naturschutz und die Landschaftspflege im Land Brandenburg (BbgNatSchG 2004), Abschnitt 3; Baugesetzbuch (BauGB 2009), §§ 1a, 35). Diese zieht darauf ab, ein Bauvorhaben im Vorhinein zu verhindern, wenn ein Eingriff in Natur und Landschaft „Veränderungen der Gestalt oder Nutzung von Grundflächen oder Veränderungen des mit der belebten Bodenschicht in Verbindung stehenden Grundwasserspiegels, die die Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts oder das Landschaftsbild erheblich beeinträchtigen“ könnte (vgl. Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (BNatSchG 2009), § 14). Es handelt sich dabei also nicht um eine Regelung, in wie weit Vegetation im Bauvorhaben berücksichtigt wird und nach der Fertigstellung klimatisch wirkt.

Erhalt und Steigerung des Grünvolumens sind ebenfalls ein wesentlicher Aspekt des Bereiches Stadtentwicklung. Die Implementierung dieser Belange wird insbesondere im Abschnitt 11.4.2 angesprochen.

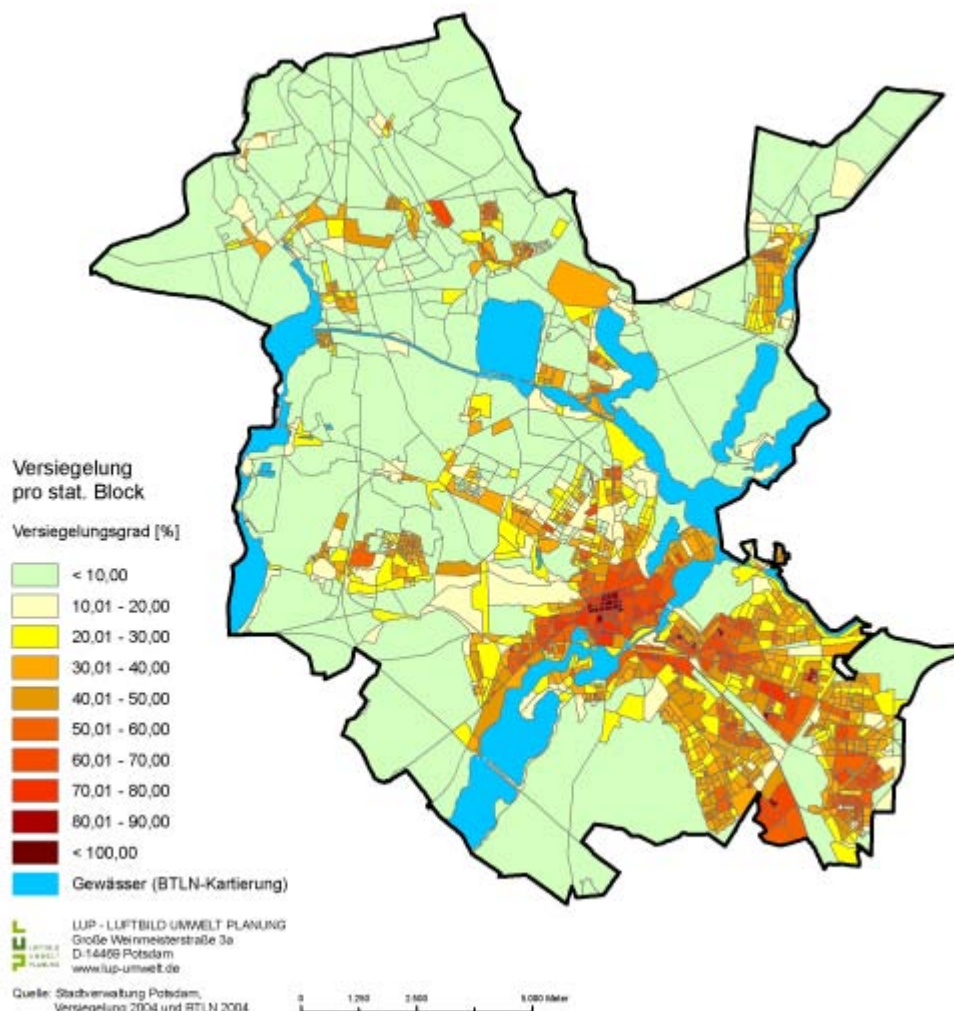
Versiegelung

Die Versiegelung beschreibt die Bedeckung des Bodens mit festen Materialien – einerseits mit Gebäuden und andererseits mit Straßen, Parkplätzen, befestigten Wegen usw.

Wie auch das Grünvolumen wurde die Versiegelung im Rahmen des Umweltmonitorings Potsdam (2008) für die Jahre 1992 und 2004 und zusätzlich für 1998 von der LUP GmbH erhoben. Es wurde die gleiche Methodik angewandt, die Regressionsbaummodellierung

(vgl. Breiman et al. (1984)). Die Modellierung der Bodenversiegelung wird bereits seit längerer Zeit mit Hilfe der Fernerkundung praktiziert. Für die Verwendung höchstauflösender Bilddaten zur Modellbildung im Zuge der Versiegelungsanalyse und zu deren Übertragung auf mittel auflösende Satellitendaten gibt es viele Referenzprojekte, die mit Regressionsbaummodellierung sehr gute Ergebnisse erzielten (vgl. Schuler et al. (2005); Herold et al. (2003a); Herold et al. (2003b); Yang et al. (2003); Frick (2006); Frick et al. (2007)). Die Datengrundlagen bestanden ebenfalls aus digitalisierten analogen CIR-Luftbildern von 1992, QuickBird-Satellitenbildern von 2004 und IRS-Satellitenbildern von 1998 sowie Biotoptypen- und Landnutzungskartierungen von 1992, 1998 und 2004. Als Referenzwerte dienten sehr genaue Geobasisdaten, Versiegelungsdaten der Energie und Wasser Potsdam GmbH (EWP) sowie Versiegelungsdaten des Straßenkatasters.

Für die Untersuchung im Rahmen des Klimaschutzkonzepts wurden die Daten von 2004 auf die Ebene der statistischen Blöcke aggregiert und verwendet (vgl. Abb. 10.14).



Quellen: Landeshauptstadt Potsdam (2004a); Landeshauptstadt Potsdam (2004b); eigene Darstellung

Abb. 10.14: Versiegelung pro statistischem Block

Methodik und Ergebnis

Die Annahme des Landschaftsplans, dass alle Siedlungsflächen gleich klimatisch belastete Gebiete sind, trifft nicht zu und wird in diesem Gutachten differenzierend weiter untersucht. Zwar ist die LHP aufgrund ihrer Topographie durch eine insgesamt günstige Situation gekennzeichnet, dennoch variieren die innerstädtischen Belastungen (vgl. Tab. 10.11). Die vorangegangenen dargestellten Kenngrößen:

- Geschossfläche,
- Grünvolumen und
- Versiegelung

wurden blockweise betrachtet und in Beziehung gesetzt. Tab. 10.9 zeigt die dann abgeleiteten Schwellenwerte zur Bewertung der klimatischen Belastung. Abb. 10.15 zeigt, dass vorwiegend in der Innenstadt, aber auch in Babelsberg und Potsdam Südost (z. B. Stern-Center) klimatisch belastete Blöcke vorhanden sind.

Die Flächenbilanz in Tab. 10.10 zeigt, dass die klimatische Belastung nicht ausschließlich von der Geschossflächenzahl abhängt, d. h. nicht alle dicht bebauten Blöcke ($GFZ > 0,9$) sind zwangsläufig klimatisch belastet, jedoch der größte Anteil. Die Tabelle zeigt auch in Zahlen, dass der größte Teil Potsdams klimatisch unbelastet ist (7.647 ha), nur ein kleiner Anteil ist klimatisch belastet (252 ha) sowie klimatisch mäßig belastet (406 ha) (vgl. Abbildungen Abb. 10.16 bis Abb. 10.18).

Eine Überprüfung der klimatischen Bewertung anhand eines Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) Thermalbildes vom 16.02.2002 (Tagaufnahme) zeigt, dass die Bewertung mittels der oben genannten Kenngrößen meist sehr gut mit den Oberflächentemperaturen des ASTER-Bildes übereinstimmt. Zum Teil ist das ASTER-Bild jedoch veraltet (z. B. im Neubaugebiete in Fahrland und Satzkorn). Bei den großen roten Flächen handelt es sich um Ackerflächen bzw. die Kiesgrube am Templiner See mit hohen Oberflächentemperaturen.

Tab. 10.9: Bewertungskriterien klimatisch belasteter Gebiete

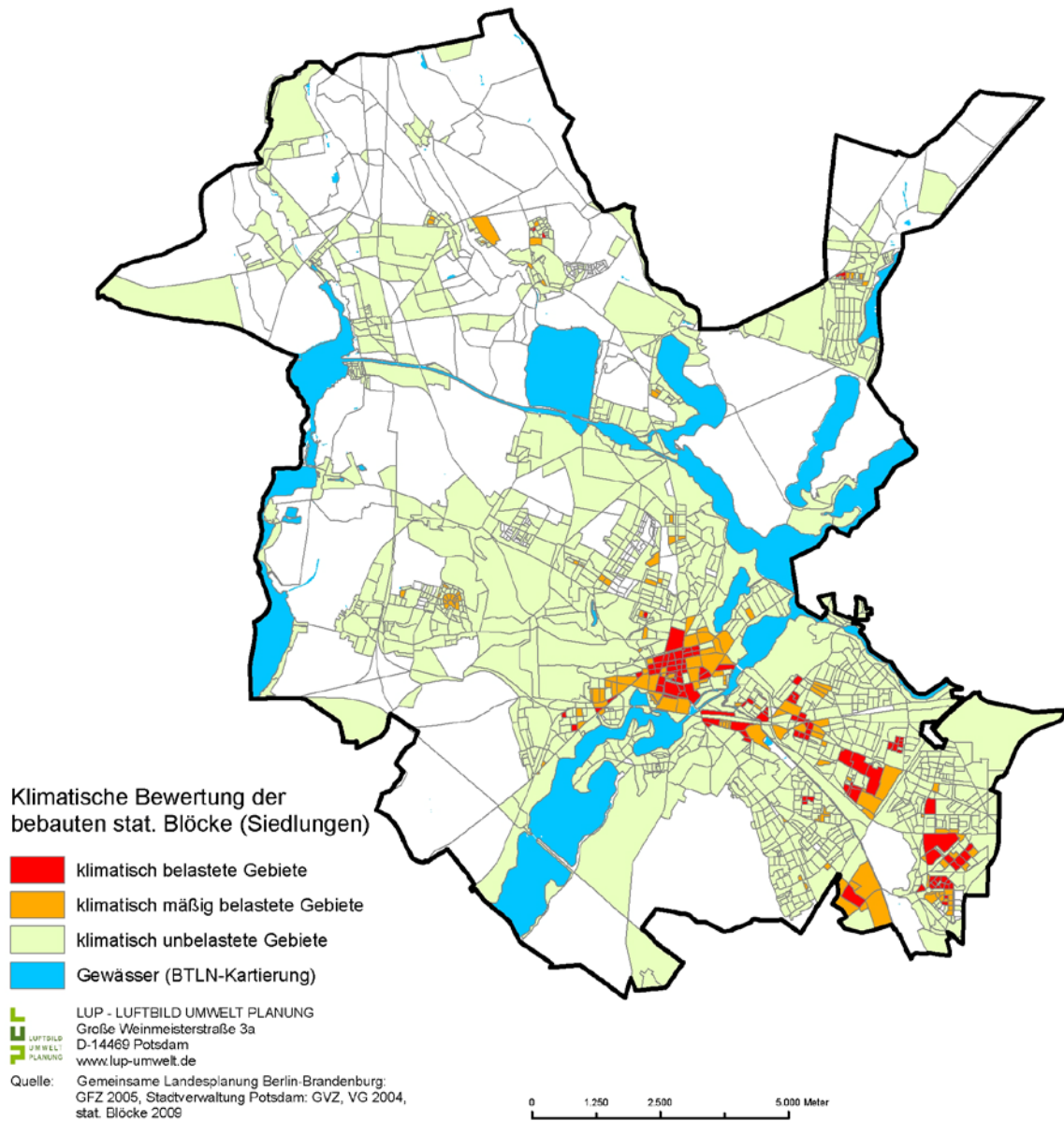
	Schwellenwerte			
	GFZ	Grünvolumen pro Geschossfläche		Versiegelungsgrad
klimatisch belastete Gebiete	> 0	<= 0,9	und	> 60 %
klimatisch mäßig belastete Gebiete	> 0	<= 0,9	oder	> 60 %
klimatisch unbelastete Gebiete	> 0	> 0,9	und	<= 60 %

Tab. 10.10: Flächenbilanz der klimatischen Bewertung der bebauten statistischen Blöcke

	Gesamt		davon GFZ ≤ 0,9			davon GFZ > 0,9		
	Fläche	Blöcke	Fläche		Blöcke	Fläche		Blöcke
klimatische belastete Gebiete	252 ha	118	27 ha	10,7 %	20	225 ha	89,3 %	98
klimatische mäßig belastete Gebiete	406 ha	157	113 ha	27,8 %	69	293 ha	72,2 %	88
klimatische unbelastete Gebiete	7.647 ha	1.310	7.427 ha	97,1 %	1.224	220 ha	2,9 %	86
bebaute stat. Blöcke gesamt	8.305 ha	1.585	7.567 ha	91,1 %	1.313	738 ha	8,9 %	272

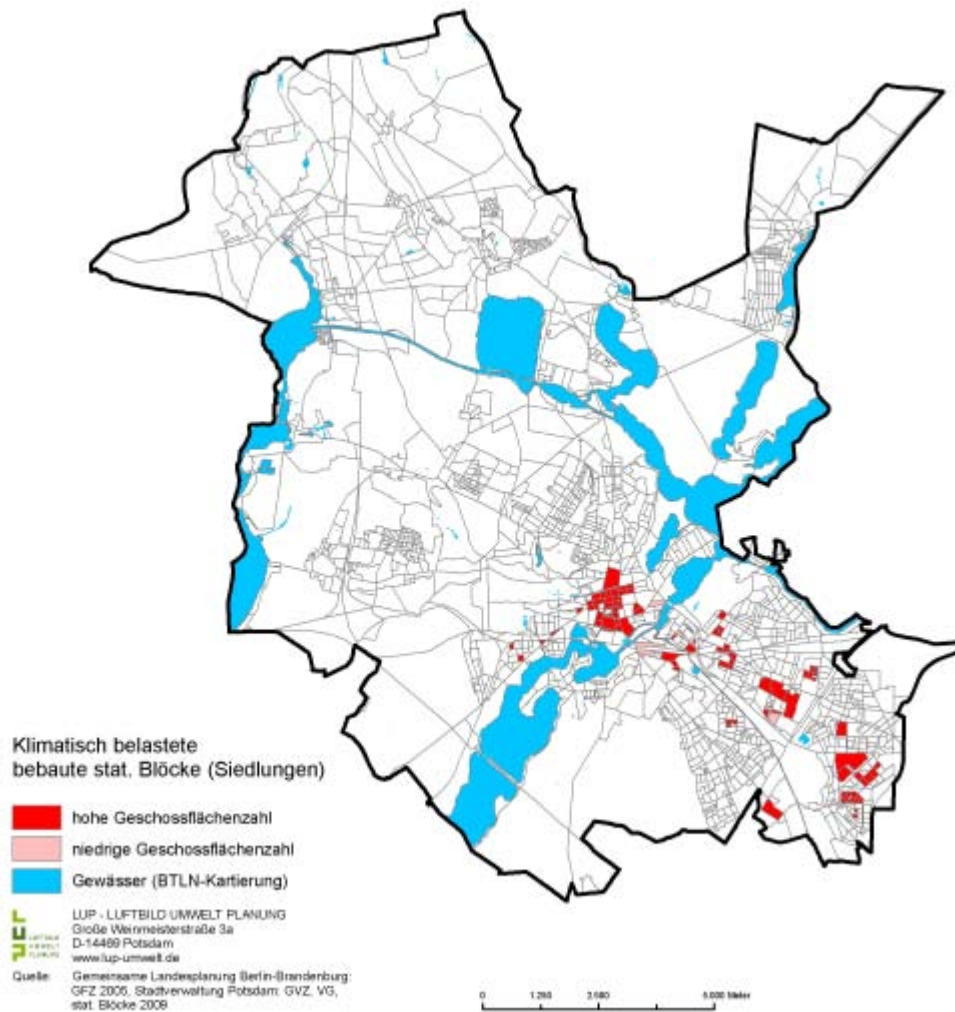
Tab. 10.11: Klimatisch belastete und mäßig belastete Gebiete in Potsdam

	Fläche	Anteil an Fläche
klimatisch belastete und mäßig belastete Gebiete	658 ha	100 %
bebaute Fläche Potsdams	8.305 ha	7,9 %
Gesamtfläche Potsdams	18.820 ha	3,5 %



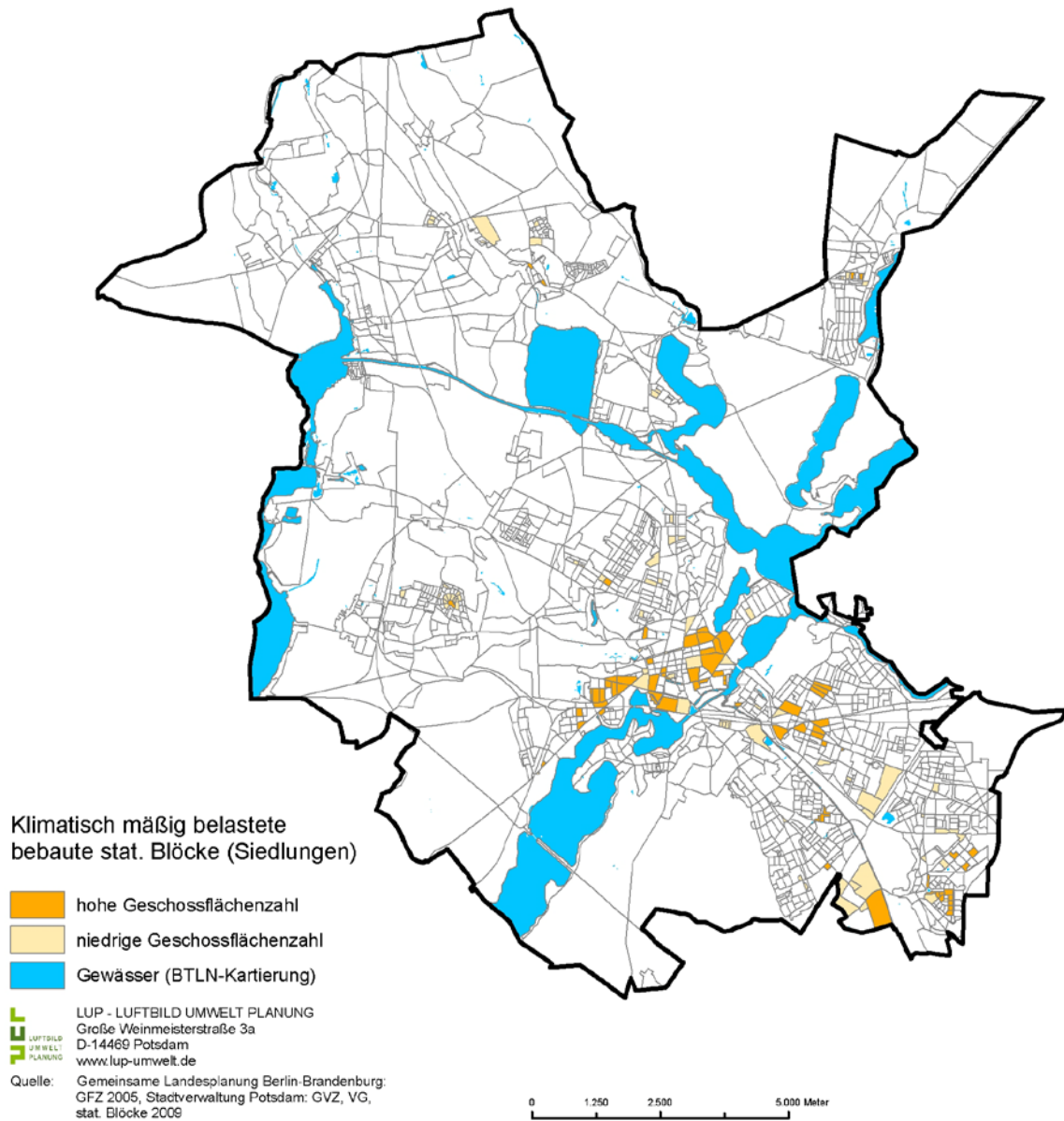
Quellen: Landeshauptstadt Potsdam (2004a); Landeshauptstadt Potsdam (2004b); Landeshauptstadt Potsdam (2009a); Gemeinsame Landesplanung Berlin-Brandenburg (2005); eigene Darstellung

Abb. 10.15: Klimatische Bewertung der bebauten statistischen Blöcke



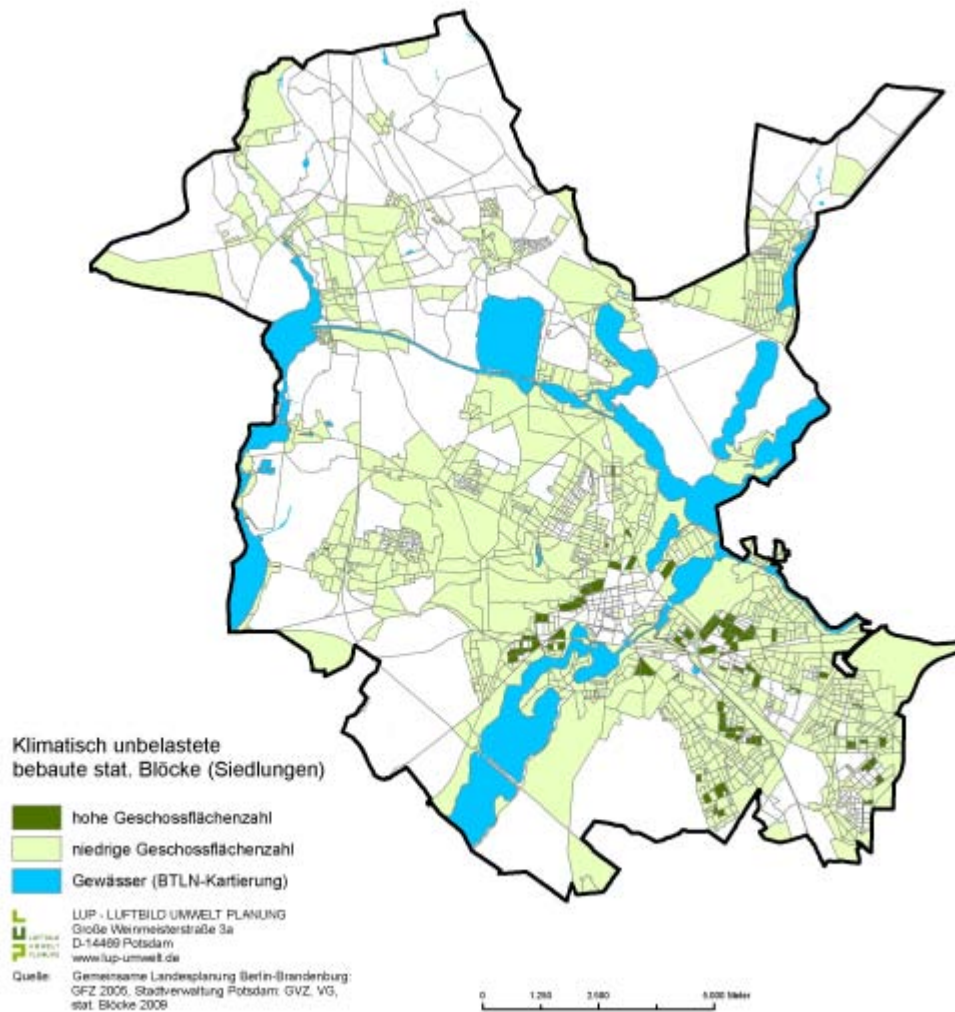
Quellen: Landeshauptstadt Potsdam (2004a); Landeshauptstadt Potsdam (2004b); Landeshauptstadt Potsdam (2009a); Gemeinsame Landesplanung Berlin-Brandenburg (2005); eigene Darstellung

Abb. 10.16: Klimatisch belastete bebaute statistische Blöcke



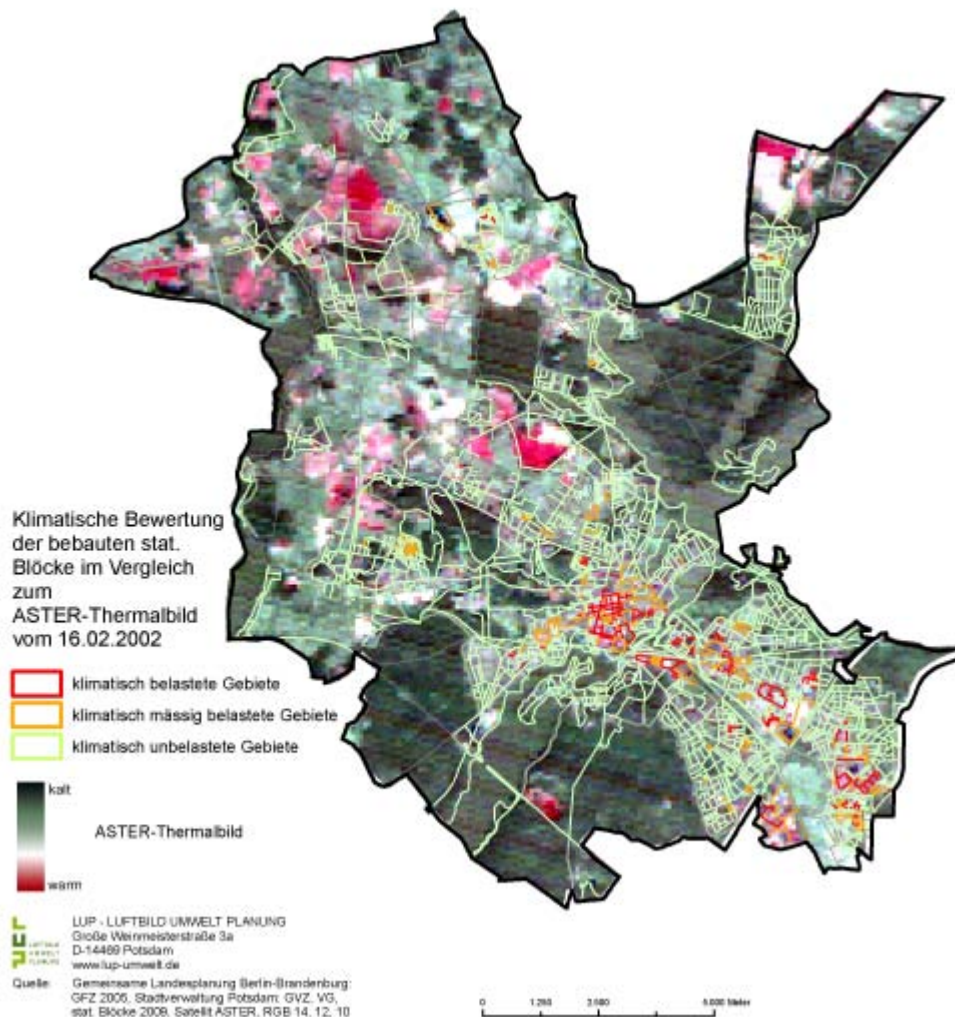
Quellen: Landeshauptstadt Potsdam (2004a); Landeshauptstadt Potsdam (2004b); Landeshauptstadt Potsdam (2009a); Gemeinsame Landesplanung Berlin-Brandenburg (2005); eigene Darstellung

Abb. 10.17: Klimatisch mäßig belastete bebaute statistische Blöcke



Quellen: Landeshauptstadt Potsdam (2004a); Landeshauptstadt Potsdam (2004b); Landeshauptstadt Potsdam (2009a); Gemeinsame Landesplanung Berlin-Brandenburg (2005); eigene Darstellung

Abb. 10.18: Klimatisch unbelastete bebaute statistische Blöcke



Quellen: Landeshauptstadt Potsdam (2004a); Landeshauptstadt Potsdam (2004b); Landeshauptstadt Potsdam (2009a); ASTER-Thermalbild vom 16.02.2002; Gemeinsame Landesplanung Berlin-Brandenburg (2005); eigene Darstellung

Abb. 10.19: Klimatische Bewertung der bebauten stat. Blöcke im Vergleich zum ASTER-Thermalbild vom 16.02.2002

10.5.1.2 Kalt- und Frischluftentstehungsgebiete, Abflussgebiete, Barrieren

Bisher waren Stadtgebiete, insbesondere deren dicht bebaute Teile, als klimatisch belastete Gebiete anzusehen. Die Temperatur dort erreicht um mehrere °K höhere Werte, und auch die Luftqualität ist wegen Staub und chemischer Luftschadstoffe deutlich schlechter als im Stadtumland (vgl. Sukopp (1990)). Die Förderung des Luftaustauschs ist eine klassisch-traditionelle Aufgabe der Landschaftsplanung, die durch den Klimawandel mit globaler Erwärmung und lokal häufiger auftretenden Klimaextremen (z. B. Hitzeperioden) ein erheblich verstärktes Gewicht erhält; die Schaffung neuer Frischluftschneisen kann eine zu realisierende Aufgabe sein, die Offenhaltung der bestehenden und die Verhinderung der Entstehung neuer Barrieren in diesen Schneisen ist es auf jeden Fall; eine kartographische

Darstellung muss gegenüber dem bisherigen Bedarf sowohl in der Fundierung, als auch in der Ausführung und den Ergebnissen verfeinert werden.

Die Stadtklimakarte zeigt, dass Frischluftentstehungsgebiete in Potsdam vor allem aus den drei großen Waldgebieten (Königswald, Forst Potsdam) und großen Acker- und Niedermoorflächen in den nördlichen Ortsteilen bestehen. Die blauen Pfeile geben die Richtungen der Frischluftströmungen an. Diese fließen meist über die zahlreichen Flüsse und Seen. Bis auf die Innenstadt und einige Teile von Babelsberg sind alle Ortsteile gut durchlüftet. Vor allem der Bahndamm zwischen Potsdam Charlottenhof, dem Hauptbahnhof und die Bebauung entlang der Heinrich-Mann-Allee bilden Barrieren für die Kaltluftströmung in austauscharmen Strahlungsnächten (vgl. Stadtklimakarte).

Die Durchlüftungssituation mit Kalt- und Frischluft ist in Großteilen Potsdams vor allem durch die zahlreichen Gewässer, die ca. 10 % des Stadtgebiets ausmachen, nicht besorgniserregend. Die Durchlüftungsbahnen auf Gewässern laufen nicht Gefahr verbaut zu werden. Es bleibt aber in Zukunft darauf zu achten, dass entlang der Ufer eine lockere, nach innen offene Bebauung vorherrscht.

10.5.1.3 Zu sichernde innerstädtische Freiflächen

Innerstädtische Freiflächen, wie z. B. Parkanlagen und andere Grünflächen erfüllen eine wichtige klimatische Funktion, die die „Wärmeinsel Stadt“ unterbrechen können. Die Mitteltemperaturen liegen in diesen Bereichen erheblich niedriger als in der bebauten Umgebung. Für die Durchlüftung der angrenzenden Bebauung spielt auch die Flächengröße und Art der Begrünung eine Rolle. Große Parkanlagen mit großen Rasenflächen erreichen sowohl tagsüber als auch nachts höhere Windgeschwindigkeiten und somit eine bessere Durchlüftung als stark bewachsene Flächen. Kleinere Flächen und Friedhöfe erreichen dagegen eine stärkere Windreduzierung. Dennoch bringt jegliche Art der innerstädtischen Freiflächen eine bioklimatische Entlastung der angrenzenden Bebauung (vgl. Sukopp (1990); Sukopp u. a. (1998); Maßnahmenblatt M3-32).

In Potsdam zählen u. a. bewachsene Parks (z. B. Alexandrowka), Friedhöfe (z. B. Alter Friedhof, Friedhof Goethestraße), Bahnanlagen (z. B. in Babelsberg) sowie größere Innenhöfe, die mit der Außenwelt verbunden sind (z. B. Siedlung am Stern) zu den zu sichernden innerstädtischen Freiflächen (vgl. Abb. III.5). Dabei handelt es sich meist um die kleineren Freiflächen und Friedhöfe mit ihrer windreduzierenden jedoch bioklimatisch entlastenden Wirkung.

Höhere Windgeschwindigkeiten finden sich entlang des in Hauptwindrichtung verlaufenden Gewässersystems aus Templiner See, Tiefer See und Havel. In der angrenzenden Flussumgebung wurden vom DWD (1993) deutlich höhere Windgeschwindigkeiten und somit eine bessere Durchlüftung festgestellt. Hier ist die lockere Uferbebauung zu sichern. Die bestehende Barrierewirkung des Bahndamms entlang des Lustgartenwalls verhindert die Durchlüftung der angrenzenden Innenstadt. Hier findet sich auch die größte Ausdehnung der klimatisch belasteten Gebiete in Potsdam (vgl. Abschnitt 10.5.1.1).

10.5.1.4 Hochwasserschutz

Häufigere und stärkere Extremniederschläge führen zu verstärkter und veränderter Hochwassergefahr, die eingeschätzt und planerisch berücksichtigt werden muss. In der Stadtklimakarte werden zum Thema Hochwasserschutz drei Themen dargestellt:

- Polderflächen,
- Deiche sowie
- besonders überschwemmungsgefährdete Gebiete.

Im Potsdamer Stadtgebiet liegen weitreichende Polderflächen vor allem in den Ortsteilen Potsdam Nord und Nördliche Ortsteile. Die großflächigen Acker- und Niedermoorflächen dienen als Überschwemmungsgebiet. Deiche gibt es sowohl entlang des Sacrow-Paretzer Kanals über den Fahrländer See bis hin zum Weißen See als auch entlang der Nuthe.

Die besonders überschwemmungsgefährdeten Gebiete wurden im Zuge der Bearbeitung des Landschaftsplans von LUP auf Grundlage eines digitalen Geländemodells 25 (DGM25) berechnet und für dieses Gutachten modifiziert. Die sogenannte HW100-Linie grenzt die Überschwemmungslinie eines hundertjährigen Hochwassers ab. Größtenteils liegen die Potsdamer Siedlungen außerhalb dieses gefährdeten Bereichs. Lediglich die Bebauung entlang der Nuthewiesen, die Obere und Untere Planitz sowie die Spitze des Hinzenbergs und die östliche Halbinsel im Heiligen See sowie ein Teil des Neuen Gartens sind z. T. betroffen. Diese Gebiete sind vor Hochwasser zu schützen (vgl. Abb. III.5).

In der Zukunft sollten Neubaugebiete einerseits nur auf bisher ungefährdeten Gebieten und andererseits auf Gebieten, auf denen auch im Zuge des Klimawandels keine Hochwassergefahr besteht, gebaut werden (vgl. Maßnahmenblatt M3-35).

10.5.1.5 Sicherung der Trinkwasserversorgung

Laut Gerstengarbe u. a. (2003) wird die Grundwasserneubildung bei einem Temperaturanstieg von 1,4 K in den nächsten 40 Jahren um ca. 40 %. Dieser Rückgang beruht auf den abnehmenden Niederschlägen bei gleichzeitig zunehmenden Temperaturen und höherer Verdunstung. Neben dem Gesamtabfluss stellt die Grundwasserneubildung deshalb die gegenüber Klimaänderungen empfindlichste Wasserhaushaltskomponente dar. Für die Trinkwasserversorgung in Potsdam bedeutet dies Einschränkungen in der nutzbaren Menge sowie in der Grundwasserbeschaffenheit (Salzwasseraufstieg, Anstieg des Chloridgehalts).

Derzeit erfolgt die Trinkwassergewinnung in Potsdam ausschließlich aus dem Grundwasser von Seiten der EWP. Es werden vier Wasserwerke (Leipziger Straße, Wildpark, Nedlitz und Rehbrücke) genutzt (vgl. Abb. III.5). Um das Grundwasser zu schützen, sind bisher für die Grundwassereinzugsgebiete der Wasserwerke Schutzgebiete festgesetzt. Insgesamt umfassen die Wasserschutzgebiete (WSG) auf Potsdamer Gebiet eine Fläche von 4.378 ha (vgl. Tab. 10.12). In den Schutzgebieten unterliegen die Nutzungen je nach Zonenzugehör-

rigkeit (Zone I bis III) vielfältigen Beschränkungen und Verboten. Bisher werden regelmäßige Kontrollen in den Einzugsgebieten durchgeführt.

In Zukunft ist, entsprechend der Untersuchung der EWP, ein auf Klimaänderungen abgestimmtes Monitoring durchzuführen, das über die üblichen Datenerhebungen des Grundwasserstands, der Fördermengen und die Hydrochemie hinausgeht. Um den Einfluss des Klimawandels auf die Ressource Trinkwasser frühestmöglich zu erkennen und diesem entgegenzuwirken, sind zusätzlich meteorologische und klimatologische Daten mit einzubeziehen (vgl. Nillert u. a. (2008); Maßnahmenblatt M3-31). Will man auf einer Fläche der Grundwasserneubildung Vorrang einräumen, so ist auch die Landnutzung dieser Zielsetzung anzupassen. Offene, vegetationsfreie oder spärlich bewachsene wasserdurchlässige Standorte (optimal: Sanddünen) dienen der Grundwasserneubildung am besten. Landwirtschaft wäre für diese Funktion mengenmäßig günstiger als Forstwirtschaft, und zwar wegen der höheren Verdunstungsraten von Wald. Die Belastung des Grundwassers durch Düngung (insbes. Nitrat) und Pestizidrückstände unter landwirtschaftlichen Flächen hat zur Folge, dass Wassergewinnung dennoch überwiegend aus Waldgebieten erfolgen muss. Hier sind Nadelwaldbestände wesentlich ungünstiger für die Grundwasserneubildung, weil sie durch ihre Benadelung (auch im Winter) einen sehr hohen Interzeptionsanteil an der Verdunstung und insbesondere dadurch eine insgesamt höhere Verdunstung bewirken. Der Unterschied zwischen Nadel- und Laubwald kann für die Grundwasserneubildungsrate unter heutigen Bedingungen bereits eine Differenz von bis zu einem Drittel bedeuten (vgl. Wattenbach (2008)). Im Zuge des Klimawandels wird sich dieses Problem drastisch verschärfen (vgl. Gerstengarbe u. a. (2003)). Zur Umwandlung von Kiefernbeständen in Laubholz dort, wo Wassergewinnung eine Rolle spielt, gibt es also keine Alternative (vgl. Abschnitt 10.4.4).

10.5.1.6 Gesamtergebnis Stadtklimakarte

In der Stadtklimakarte wird der Status Quo der folgenden sechs Hauptthemen dargestellt:

- Klimatische Bewertung der Siedlungen (vgl. Abschnitt 10.5.1.1)
- Klimafunktionen (vgl. Abschnitt 10.5.1.2)
- Schutzgebiete
- Wasserschutzgebiete (vgl. Abschnitt 10.5.1.5)
- Niedermoore (vgl. Abschnitt 10.4.1)
- Hochwasserschutz (vgl. Abschnitt 10.5.1.4)

Auf den ersten Blick zeigt die Stadtklimakarte, dass Potsdam durch die großen Anteile an Wald, Gewässern und innerstädtischen Freiflächen, v. a. Parks, klimatisch relativ unbelastet ist (92,1 %; vgl. Tab. 10.11). Dennoch gibt es besonders in der Innenstadt und in Teilen von Babelsberg klimatisch belastete Gebiete. Hier ist der Versiegelungsgrad hoch und gleichzeitig das Grünvolumen niedrig (vgl. Abschnitt 10.5.1.1). In der Innenstadt sind z. B. auch nur wenige Straßenbäume vorhanden, z. B. Holländisches Viertel, Brandenburgische Straße.

Ein weiteres Hauptthema der Karte stellt die Darstellung der Klimafunktionen dar. Anhand von blauen Pfeilen lassen sich die Frischluftströmungen ablesen, die Größe der Pfeile spiegelt die Größe der Luftströmungen wieder. Zugleich sind die Frischluft- (Gehölze, Feuchtgebiete, Gewässer) sowie die Kaltluftentstehungsgebiete (Acker- und Brachflächen) dargestellt. Durch rote Balken gekennzeichnet sind die Barrieren, die die Kalt- und Frischluftströmungen hemmen, gut zu erkennen (vgl. Abschnitt 10.5.1.2).

Ebenso zeigt die Karte, dass weite Flächen einen Schutzstatus aufweisen, teilweise gehören Flächen auch zu mehreren Schutzkategorien (vgl. Tab. 10.12). Die Trinkwasserschutzgebiete entsprechen den WSG (vgl. Abschnitt 10.5.1.5).

Niedermoore sind in der Stadtklimakarte flächig ausgewiesen. Eine genauere Differenzierung der aktuellen Nutzung, der Schutzstatus sowie Wiedervernässungs- bzw. Extensivierungsvorschläge finden sich in Abschnitt 10.4.1.

Durch eine violett schraffierte Linie ist die HW100 gekennzeichnet. Sie beschreibt die Überschwemmungslinie eines hundertjährigen Hochwassers. Die Darstellung zeigt, dass die Siedlungen bis auf kleine Ausnahmen nicht gefährdet sind (vgl. Abschnitt 10.5.1.4). Die Stadtklimakarte befindet sich im Kartenanhang.

Tab. 10.12: Flächengrößen der Schutzgebiete

Schutzkategorie	Fläche
Naturschutzgebiet (NSG)	1.484 ha
FFH-Gebiet	1.805 ha
SPA-Gebiet	1.001 ha
Landschaftsschutzgebiet (LSG)	9.835 ha
Flächennaturdenkmale (FND)	85 ha
Freiraumverbund LEP B-B	7.935 ha
Wasserschutzgebiete (Zonen I – III)	4.378 ha
Gesamtfläche Potsdams	18.820 ha

Quelle: Flächen aus den digitalen Grundlagen des Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg und der Gemeinsamen Landesplanung Berlin-Brandenburg

10.5.2 Vermeidung des Totalausfall-Risikos für bestimmte Vegetationsarten

Die vorhandene Vegetation, nicht nur die natürliche, sondern auch die seit längerer Zeit künstlich eingebrachte (z. B. landwirtschaftliche Kulturen) ist an das bisherige Klima angepasst und dafür selektiert. In der Forstwirtschaft wurde wegen des auch bisher schon höheren Risikos, das mit der Langlebigkeit der Forstkulturen einhergeht, auch innerhalb von wichtigen Baumarten Provenienzforschung betrieben. Daraus resultierten spezifische Anbauempfehlungen für einzelne Naturräume („Wuchsgebiete bzw. „Wuchsbezirke“), die auch durch das Forstliche Saat- und Pflanzgutgesetz bekräftigt werden. Mit der zu erwartenden relativ schnellen und starken Klimaerwärmung und mit der Zunahme von Klimaextremen (z. B. Hitze- und Dürreperioden) werden diese sorgfältig ausgearbeiteten und durch lang-

fristige Untersuchungen begründeten Anbauorientierungen obsolet. Einen Ersatz dafür gibt es noch nicht, sondern es herrscht große Unsicherheit. Allenfalls werden aufgrund von ökologischen Standortansprüchen wichtiger Arten und daraus abgeleiteten Modellen Abschätzungen des Ausfallrisikos vorgenommen. Versuche mit Gehölzen, die jetzt angelegt werden, lassen Ergebnisse erst nach vielen Jahren erwarten.

Die Forstverwaltungen (z. B. in Bayern und Hessen) haben aufgrund einer Analyse der heutigen Verbreitung der Hauptbaumarten im Zusammenhang mit bisherigen Klimadaten die Klimatoleranz dieser Arten ermittelt. In einem zweiten Schritt wurde unter der Annahme einer linearen Erwärmung um 2 °C (weitere Veränderungen wurden noch nicht mit berücksichtigt) mit GIS-Methoden ermittelt, wo die betreffenden Baumarten nach dieser Veränderung noch uneingeschränkt vorkommen könnten und wo sie nur eingeschränkt oder gar nicht mehr überlebensfähig sein werden. Große Veränderungen, insbesondere der Fichtenverbreitung, sind danach zu erwarten, aber auch die Buche ist an vielen Orten gefährdet. Ausgelöst durch Beobachtungen in Norditalien und der Schweiz kam bei einer Fachtagung sogar die Diskussion darüber auf, dass selbst robuste Baumarten wie die Kiefer (*Pinus sylvestris*) durch Klimaextreme (länger andauernde Hitze und Dürre) an die Grenze ihrer Existenzmöglichkeit geraten und plötzlich absterben könnte. Der gesamte Waldbau steht inmitten einer Veränderung, wobei wärme- und hitzetoleranten fremdländischen Baumarten zu Lasten der traditionellen heimischen Arten mehr Anteile und Chancen eingeräumt werden.

Für den Anbau von Stadt- und Straßenbaumarten gilt Ähnliches wie für den Waldbau, wobei zu berücksichtigen ist, dass die Standorte der Straßenbäume schon bisher durch extreme Belastungen für die Gehölze gekennzeichnet waren. Die Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, Veitshöchheim, hat einen systematischen Langzeit-Versuch zu Stadtbaumarten im Klimawandel angelegt. In den drei klimatisch unterschiedlichen Städten Würzburg (warm, trocken, „Weinklima“), Hof (kalt, kontinental, frostgefährdet) und Kempten (gemäßigt, feucht) wurden 20 Baumarten aufgrund einer vorausgehenden Bewertung in jeweils acht Exemplaren angepflanzt. Die Bewertung erstreckte sich auf Kriterien, die es wahrscheinlich machen, dass die betreffenden Baumarten „den prognostizierten Klimabedingungen unserer Städte zu trotzen“ (vgl. Böll (2010)). Nur Baumarten bzw. Provenienzen aus Süd- und Osteuropa, Nordamerika und Asien kamen in die engere Wahl, keine der heimischen Baumarten mehr (vgl. Maßnahmenblatt M3-34).

10.5.3 Bauliche und technologische Maßnahmen in der Fläche zur Verhinderung der lokalen Überwärmung des Aufenthaltsortes von Menschen

Versuchsweise wird in einigen Gebieten die Auswahl von Baumaterialien für Dächer und Straßenoberflächen so vorgenommen, dass eine möglichst geringe Wärmeabsorption stattfindet, um Überwärmung zu vermeiden. Stattdessen werden stark reflektierende, also helle Materialien oder Anstriche zum Einsatz gebracht. Systematische Forschungsergebnisse oder Standards zu dieser Thematik konnten noch nicht gefunden werden, doch erscheint

der Ansatz plausibel. Die Österreichische Zementindustrie berichtet beispielsweise über Messungen, nach denen die Temperatur eines Beton-Straßenbelags um bis zu 13 °C kühler sein kann als die einer vergleichbaren Asphaltdecke. Noch 16 m über der Straße sei ein Temperaturunterschied nachweisbar. Eine Pressemeldung über weiß angestrichene Andengipfel (zum Schutz eines dortigen Gletschers gegen allzu schnelles Abschmelzen) beschreibt eine Maßnahme mit vergleichbarer Zielsetzung (vgl. Tagesspiegel (2010)).

Maßnahmen zur Dachbegrünung (teilweise auch zur Fassadenbegrünung) stehen technologisch zwischen Maßnahmen des Landschaftsgartenbaus und des Hochbaus, berühren teilweise aber auch den Tiefbau (z. B. Übererdung von Tiefgaragen). Auf ihre äußerst vielfältige und komplexe Planung, Anlage, Unterhaltung, Pflege und Bewässerung kann hier nicht eingegangen werden. In ihrer Wirkung aus der Sicht des Klimaschutzes, nämlich einer Steigerung des Grünvolumens, sind sie (abgesehen von teilweisen Besonderheiten der Bewässerung und des Wasserverbrauchs) ähnlich positiv zu beurteilen wie das Grünvolumen auch sonst. Hinzu kommt, dass bei einer flächigen Anlage von Gründächern die erforderliche Boden- bzw. Substratschicht als gute Wärmedämmung gestaltet werden kann. Im Rahmen der planerischen Bemessung des Biotopflächenfaktors im Zuge von Landschaftsplänen im dicht bebauten Innenbereich von Berlin finden Maßnahmen der Fassaden- und Dachbegrünung gegenüber „ebenerdigen“ Begrünungsmaßnahmen überproportionale Berücksichtigung. Dies kann damit begründet werden, dass mit diesen Maßnahmen (unter für Vegetation ungünstigen Bedingungen) eine besondere Mühewaltung zur Steigerung des Grünanteils honoriert werden soll. Der Stadt Potsdam kann empfohlen werden, auch Dach- und Fassadenbegrünung (ggf. als Konkurrenz zu Photovoltaik-Anlagen), als positive Maßnahme im Sinne des Klimaschutzes anzuerkennen (vgl. Kapitel 8). Eine Koppelung mit Vorschriften bzw. Fördermaßnahmen zur Steigerung des Grünvolumens wird als sinnvoll angesehen.

10.5.4 Berücksichtigung zu erwartender Folgen von Klimaextremen in der Planung

Der Sommer des Jahres 2010 mit seinen großräumigen „Natur“-Katastrophen in Pakistan, China und Russland führt vor Augen, welche Folgen Wetterextreme wie länger andauernder Starkregen oder länger andauernde starke Hitze und Dürre haben können. Extreme Stürme wie „Lothar“, „Kyrill“ oder „Katrina“, die eher im Winterhalbjahr zu erwarten sind, müssen ähnlich beurteilt werden. „*Nie da gewesen*“ ist ein angesichts dieser Ereignisse häufig vergebenes Attribut. Durch häufigeres und/oder stärkeres Auftreten solcher Wetterextreme werden diese zu Klimaphänomenen, die bei der Vorsorgeplanung „ins Kalkül zu ziehen“ sind. „Sie zu berücksichtigen“ wäre eine verbindlichere Forderung, die man im Moment der Erstellung dieses Gutachtens aber noch nicht konkret erheben kann, weil die Wetterextreme wegen ihres erratischen Charakters höchstens aufgrund langer Beobachtungsreihen mit statistischen Methoden in ihrer Größenordnung und mit Wahrscheinlichkeitsangaben für möglicherweise betroffene Räume fassbar gemacht werden können. Frühere Angaben dieser Art wie „100jähriges Hochwasser“ mit der Ausweisung entsprechender Gefährdungszonen sind weniger durch die laufende Klimaänderung als durch erfolgte Bau-

und Nutzungsmaßnahmen (Flussbegradigungen, Deichbau, Talsperren, Trockenlegungen usw.) obsolet geworden. Die Gefährdungssituation aber ist grundsätzlich geblieben, und niemand kann genau sagen, ob sie heute gemindert oder „im Extremfall“ – und um den geht es hier – sogar gesteigert ist. Brandenburg ist stark waldbrandgefährdet, und Smog-situationen wie in Moskau können für den Fall des Zusammentreffens von Hitze, Dürre und Wind auch hier nicht ausgeschlossen werden. Für Berlin (also auch für Potsdam) rechnet seit dem letzten Jahrhundert niemand ernstlich mit einer großräumigen Hochwassergefahr, weil Umflutkanäle, Talsperrensysteme, natürliche und künstliche Rückhalteräume das unwahrscheinlich machen bzw. machen sollen. Was also ist planerisch zu tun?

In den vorangegangenen Kapiteln wurden mögliche Gefährdungen untersucht und entgegenwirkende Maßnahmen abgeleitet. Angesichts der Erwartung von mehr Extremereignissen sollten die vorgeschlagenen Maßnahmen ernst genommen und nicht im Zuge von Abwägungen aufgrund wackeliger Wahrscheinlichkeitsannahmen unberücksichtigt bleiben. Die Planung sollte die oben zitierte Feststellung „nie da gewesen“ als Warnung auffassen und grundsätzlich vorsichtiger als bisher sein, in Beherrschung des Mottos „Noch nie da gewesen, aber denkbar!“

10.5.5 Rückhaltung von Wasser in der Landschaft

Der Landschaftswasserhaushalt in Potsdam ist durch Melioration in der Landwirtschaft, exzessive Bewässerung, z. T. sehr hohe Versiegelung und künstliche Abflussregulation stark gestört. Die Rückhaltung von Wasser in der Landschaft ist daher ein zentrales Anliegen des Klimaschutzkonzepts. Durch Entsiegelungsmaßnahmen (Maßnahme M3-33), die Sicherung der Grundwasserneubildung sowie die Wiedervernässung (Maßnahme M3-19) bzw. Extensivierung der Nutzung (Maßnahme M3-20) der großflächigen Niedermoorflächen wird Wasser in der Landschaft zurückgehalten. Dadurch werden Kühlungseffekte in der Landschaft hervorgerufen, die über die Frisch- und Kaltluftschneisen auch in die Innenstadt gelangen. Die Sicherung vorhandener und auch die Anlage von neuen offenen Wasserflächen hat einen gleichartigen Effekt. Die langfristige Verfügbarkeit des Wassers anhand von Klima- und Wasserhaushaltsmodellen und -szenarien ist zu prüfen.

10.6 Weiterer Ausblick bis 2050

Bereits die Analysen und daraus abgeleiteten Maßnahmen bis 2020 sind mit erheblichen Unsicherheiten versehen, auf die in den vorausgegangenen Ausführungen auch hingewiesen wurde. Bei der längeren zeitlichen Perspektive bis 2050 wachsen diese Unsicherheiten naturgemäß, zumal auch Randeinflüsse, die unmittelbar gar nichts mit dem Klimawandel zu tun haben (z. B. die Einführung neuer Technologien, Entwicklung der Einwohnerzahl der LHP usw.), zusätzliche Ungewissheiten ins Spiel bringen. Es wird daher aufgrund der Datenlage im Bereich der Landschafts- und Umweltplanung als nicht seriös angesehen, scheinbar akkurate quantitative Aussagen zu den behandelten Themen aus verfügbaren, aber unsicheren Zahlen, Daten und Annahmen herzuleiten.

Das bedeutet jedoch nicht, dass überhaupt keine Aussage zu diesem Zeithorizont gemacht werden kann. Immerhin gibt es Fakten und Entwicklungstendenzen, die als gesichert gelten können:

- Die weitere globale Klimaerwärmung ist bis zu diesem Zeithorizont nicht mehr zu stoppen (vgl. Intergovernmental Panel on Climate Change (2007)).
- Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Klimaextremen mit den geschilderten Risiken im Gefolge (Starkniederschläge – Hochwassergefahr; Extremhitzeperioden – Gesundheitsschäden, Ernteauffälle, Störungen des ökologischen Gleichgewichts; Stürme – Zerstörungen an Gebäuden und Vegetation) wird weiter steigen (vgl. Intergovernmental Panel on Climate Change (2007)).
- Die Verwendung fossiler Brennstoffe wird nicht nur wegen der Klimaschädlichkeit, sondern auch wegen deren Knappheit deutlich zurückgehen (vgl. Energie und Wasser Potsdam GmbH (2008)).
- Wasserknappheit, zumindest temporär, wird wahrscheinlicher (vgl. Intergovernmental Panel on Climate Change (2007)).
- „Natur“-Katastrophen (z. B. Waldbrand, Extremhochwasser, Extremstürme) werden wahrscheinlicher und noch extremer (vgl. Climate Congress Copenhagen (2009); Intergovernmental Panel on Climate Change (2007)).
- Der Bedarf an Biomasse, aber auch an anderen Quellen der erneuerbaren Energie wird zunehmen.
- „Unvorhergesehene“, spontane Ereignisse (z. B. das plötzliche Absterben von Vegetationsformationen nach Überschreiten von heute noch unbekanntem klimatischen Schwellenwerten) werden wahrscheinlicher (vgl. Climate Congress Copenhagen (2009)).
- Das Verschwinden von Arten und das Auftreten neuer (keineswegs immer bereichernder) Arten, darunter auch Schädlingen, wird wahrscheinlicher (vgl. Climate Congress Copenhagen (2009)).

Es gibt also klare Trends, auch wenn diese heute in ihrem Ausmaß noch nicht exakt quantifizierbar sind. Bezüglich der vorgeschlagenen Maßnahmen ergeben sich u. a. folgende Konsequenzen:

- Die Dringlichkeit aller vorgeschlagenen Maßnahmen wird steigen;
- Die Ausweisung zusätzlicher Hochwassergefährdungszonen und die Durchführung von Hochwasserschutzmaßnahmen (Retentionsräume, Abflussprofile im bebauten und versiegelten Gebiet, Leitdämme u. dergl.) kann erforderlich werden;
- Die Beseitigung von Unsicherheiten und der zunehmende Ersatz von Trendaussagen durch gesicherte quantitative Fakten und Modelle wird ein gewichtiges Anliegen bleiben. Monitoringaussagen sind entsprechend wichtig und die entsprechenden Programme unterstützungswürdig;
- Die Bedeutung von Klima-Anpassungsmaßnahmen, darunter die Steigerung des Grünvolumens in bebauten Gebieten zwecks Erhaltung von Bedingungen, die gesundheitliches Wohlbefinden noch zulassen, wird erheblich steigen.

Die bisher genannten längerfristigen Trends und die daraus ableitbaren Konsequenzen sind i. a. großräumig ausgerichtet und von allgemeiner Natur. Regionalisierte oder streng ortsbezogene Untersuchungen sind zwar stark nachgefragt, etwa in dem Sinn: „Was bedeutet das konkret für Potsdam?“, aber weil derartige Regionalstudien sehr aufwendig sind¹ gibt es nur wenige davon, darunter jedoch sogar eine für Brandenburg, die den Zeithorizont 2055 berücksichtigt (vgl. Gerstengarbe u. a. (2003)). Der Vorteil dieser Studie ist, dass ihre Ergebnisse recht gut auch lokal im Hinblick auf Potsdam interpretiert werden können, ihr Nachteil ist darin zu sehen, dass sie bereits 7 Jahre alt ist und damit nicht mehr unbedingt in allen Aussagen aktuell. Aktuell geblieben sind die Angaben zur Methodik der Erstellung von Klimamodellen mit regionalen oder lokalen Aussagen, die Richtung der ermittelten Entwicklungstrends und damit grundsätzlich auch der Befunde. Nachfolgend werden die Aussagen dieser Studie für Potsdam aus heutiger Sicht interpretiert.

Nicht mehr ganz aktuell ist die Unterstellung eines wahrscheinlichen Klimaszenarios mit der Annahme „einer moderaten durchschnittlichen Erwärmung von lediglich 1,4 Grad“ für Brandenburg, die schon 2003 für Potsdam höher ermittelt wurde. Man müsste heute wegen der zugrundeliegenden Koppelung der von dem Autorenteam Gerstengarbe u. a. bevorzugten Art statistischer Modelle von einer deutlich stärkeren Erwärmung ausgehen (vgl. Gerstengarbe u. a. (2003)). Die in der Studie abgeleiteten Befunde und Empfehlungen behielten im Grundsatz ihre Gültigkeit, wären allerdings zu verschärfen bzw. mit noch größerer Dringlichkeit zu berücksichtigen. Verschärfend (hier als Unsicherheitsrisiko) zu beachten wäre aber auch eine grundlegende Feststellung der Studie: „Das Klimasystem der Erde ist ein hochgradig nichtlineares System. Das heißt, dass deren Entwicklung nicht oder nur in beschränktem Maß vorhersehbar ist.“ Was für das Klimasystem gilt, gilt auch für die von ihm unmittelbar abhängigen Ökosysteme: Je stärker ein Modell mit Dateneingaben strapaziert wird, die von denen seiner Erstellung erheblich abweichen, desto größer werden die Unsicherheiten in den resultierenden Szenarien und für die mit ihnen abgeleiteten Befunde und Empfehlungen.

Zu den verschärft negativen Klimafolgen gehört das Auftreten von Extremereignissen („Jahrhundertflut“, „Jahrhundertsommer“), und sowohl in der Brandenburgstudie als auch aus heutiger Sicht muss mit häufigerem und stärkerem Auftreten von Wetterextremen (Sturm, Starkniederschläge, Dürre) gerechnet werden. Außer einer verbalen Einschätzung der zu erwartenden höheren Wahrscheinlichkeit solcher Ereignisse und deren Folgen wie Hochwasser, Ernteausfall usw. gibt es in der Studie keine konkrete quantitative Angabe – mit einer Ausnahme: Aufgrund eines Szenarios mit der Annahme „konstante Baumartenzusammensetzung brandenburgischer Wälder“ muss bis 2055 mit einem Anstieg des Waldbrandrisikos um 30 % gerechnet werden. Die Erfassung von immer noch seltenen und dabei erratischen Extremereignissen mit statistischen Methoden und ihre Einbringung in Szenarien verursacht weiterhin große methodische Probleme, die bis heute noch nicht gelöst sind. Ein laufendes Forschungsprojekt am PIK zu dieser Thematik lässt nicht vor 2011 ers-

¹ Gerstengarbe 2010, mündlich.

te Ergebnisse erwarten; diese werden methodischer Art sein und nicht unmittelbar zu Befunden auf konkreter räumlicher Ebene (z. B. für Potsdam) beitragen.¹

Die Bedeutung von Mooren und Niederungen für den Wasserhaushalt und deren auch quantitativ belegte Bedrohung durch den Klimawandel wird in der Brandenburg-Studie explizit angesprochen; die Bedeutung dieser auch auf der Fläche der Stadt Potsdam mit erheblichen Anteilen vertretenen Feucht- oder Nassflächen wird aber nur im Wasserhaushalt (z. B. als Retentionsraum für den Hochwasserschutz) und im Naturschutz gesehen. Der Stopp der Trockenlegungen und die Wiedervernässung als Maßnahme werden dort mit dieser Begründung gefordert. Die wahrscheinlich noch größere Rolle, die diese Flächen einerseits (bei Trockenlegung und „Moorzehrung“) als Emissionsquelle von CO₂, andererseits aber auch als möglicher zusätzlicher Kohlenstoffspeicher (bei Aufrechterhaltung der Vernässung oder Wiedervernässung) auch quantitativ haben, werden in der Studie von 2003 (noch?) nicht angesprochen. Die im Rahmen dieses Klimakonzepts für Potsdam in Form von Maßnahmen dringend empfohlene Nasshaltung dieser Flächen erhält damit gegenüber der Brandenburg-Studie aus zweierlei Gründen ein erheblich verstärktes Gewicht: Die Erwärmung und damit die unerwünschten Klimafolgen werden bis 2050 deutlich stärker ausfallen, als noch 2003 angenommen; die Speicherfunktion dieser Flächen für CO₂ wurde 2003 noch nicht berücksichtigt, obwohl dieser Gedanke auch schon damals nahe gelegen hätte. Überdeutlich wurde in der Brandenburg-Studie aber bereits die Schwierigkeit angesprochen, diese Flächen nass zu halten. Wie das Land Brandenburg, so ist auch die Stadt Potsdam schon heute paradoxerweise ein Trockengebiet (wenn auch nicht ganz so ausgeprägt wie eine andere Regionen des Landes), das aber reich an Gewässern ist. Bis 2050 werden schon nach der Brandenburg-Studie wegen verminderter Niederschläge und erhöhter Verdunstung die Grundwasserneubildung und das Wasserdargebot drastisch vermindert. Mit der Absenkung des Wasserspiegels von Standgewässern und dem zeitweiligen Versiegen von Flüssen wird gerechnet. Das Fehlen der benötigten Wasserressourcen für die Feuchthaltung der Moore und Niederungen, besonders im Sommer, wurde bereits 2003 befürchtet. Mit der Verschärfung der generellen Situation aufgrund der aktuellen Datenlage zur Hydrologie werden auch der zu erwartende Wassermangel und die Konkurrenz der Nutzer zu einem noch dringlicheren Problem als dies 2003 angenommen werden konnte.

Wassermangel einerseits und Hochwassergefahr andererseits schließen sich nicht aus. Die nach allen Erwartungen erhöhte Wahrscheinlichkeit von Starkregen trägt wenig zur Versickerung und Grundwasserneubildung bei, aber viel zum (plötzlichen) Oberflächenabfluss und damit zur Hochwassergefahr. Die Niederschlagsprognosen des Verbund-Forschungsprojekts „GLOWA Elbe“ zeigen zwar flächenübergreifend eine Verminderung der Niederschläge, weisen aber auch Gebiete mit deutlich erhöhten Niederschlagsmengen auf. Es handelt sich dabei um Gebirgskammlagen wie Thüringer Wald, Erzgebirge usw., die zunehmend auch länger andauernde Starkniederschläge abbekommen und Hochwassergefahr für große Teile eines Fluss-Einzugsgebiets verursachen können. Das Spree-Hochwasser im Sommer 2010 erscheint als charakteristisches Beispiel. Der für Potsdam

¹ Gerstengarbe 2010, mündlich.

glimpfliche Ablauf 2010 könnte durch Steigerung der verursachenden Ereignisse bis 2050 die Folgen für Berlin und Potsdam durchaus in den Gefahrenbereich geraten lassen.

Die Brandenburg-Studie des PIK macht keine Prognosen, sondern arbeitet mit Szenarien (vgl. Gerstengarbe u. a. (2003)). Dieses Vorgehen wird in der Studie eingehend begründet. Prognosen neigen dem Charakter des Unabweisbaren zu. Szenarien dagegen räumen den „Annahmen“ mehr Raum zu, sie gewähren mehr Freiheit und berücksichtigen damit stärker die Tatsache, dass neben den großenteils bereits unabweisbaren Konsequenzen von Klimamodellen als zweitwichtigste Einflussgröße das menschliche Handeln ins Spiel kommt. Je weiter in die Zukunft geblickt und geplant wird, umso bedeutender wird der Anteil von Entscheidungen und Aktivitäten der Menschen an der Situation in der angepeilten fernen Zukunft sein. Fazit nach dem Klimakonzept für die LHP von 2010 für die „Stadtväter von Potsdam“:

Was 2050 sein wird, hängt viel stärker von Ihren heutigen Entscheidungen und Aktivitäten ab als das, was 2020 sein wird!

Literaturverzeichnis

- Adaptation Strategies for Climate Change in the Urban Environment ASCCUE (2003): Forschungsprojekt (2003-2006), Vortrag von Pauleit, S., Anpassung von Städten an den Klimawandel: Die Rolle der grünen Infrastruktur. Manchester.
- Arlt, G.; Hennersdorf, J.; Lehmann, I. u. Xuan Tinh, N. (2005): Auswirkungen städtischer Nutzungsstrukturen auf Grünflächen und Grünvolumen, IÖR Schriften, Nr. 47. Dresden.
- Autorenkollektiv Universität Greifswald (2009): Paludikultur. Perspektiven für Mensch und Moor. http://paludiculture.botanik.uni-greifswald.de/documents/paludiculture_broschuere.pdf. 15. September 2010.
- Baugesetzbuch (BauGB 2009) vom 31. Juli 2009 BGBl. BGBl I
- Behrendt, A.; Mundel, G.; Schalitz, G. u. Hölzel, D. (2009): Die Paulinenaauer Grundwasserlysimeteranlage – Entstehung, Funktion und Ergebnisse. In: Paulinenaauer Arbeitskreis Grünland und Futterwirtschaft ((Hrsg.)): Symposium 60 Jahre Wissenschaftsstandort Paulinenaue, S. 61 – 88. Paulinenaue.
- Bittenfeld, v., C. H.; Tonndorf, T. (2010): Der Berliner Stadtentwicklungsplan Klima. Schwerpunkt. Planerin 3_10, S. 29-31. Berlin.
- Böll, S. (2010): Stadtbaumarten im Klimawandel – Projekt „Stadtgrün 2021“; 2. Forum Landschaft „Stadtgrün 2025 – Herausforderungen und Chancen“. Veitschöchheim.
- Brandl, H.; Stock, H. u. Faltermeier, M. (2010): (mündl.) Informationsgespräch zum Berliner Stadtentwicklungsplan Klima und dem Klimakonzept Potsdam am 29. Juli 2010. Potsdam.
- Breiman, L.; Friedman, J.; Olshen, R. u. Stone, C. (1984): Classification and Regression Trees. Chapman and Hall. New York.
- Climate Congress Copenhagen (2009): Climate Change. Global Risks, Challenges & Decisions. Synthesis Report. <http://www.climatecongress.ku.dk>. 10.03.2009–12.03.2009.
- Couwenberg, J. (2007): Biomass energy crops on peatlands: on emissions and perversions. IMCG Newsletter 03/2007. S. 12–14. o. O.
- Couwenberg, J.; Augustin, J.; Michaelis, D. u. Joosten, H. (2008a): Emission reductions from rewetting of peatlands. Towards a field guide for the assessment of greenhouse gas emissions from Central European peatlands. DUENE/Greifswald University. 30 S. Greifswald.
- Couwenberg, J.; Augustin, J.; Michaelis, D.; Wichtmann, W. u. Joosten, H. (2008b): Entwicklung von Grundsätzen für eine Bewertung von Niedermooren hinsichtlich ihrer Klimarelevanz. Schwerin.
- Deutscher Wetterdienst (1993): Amtliches Gutachten über das Stadtklima von Potsdam. Teil I: Klimabeschreibung anhand vielfältiger Messreihen. Teil II: Untersuchungen zum Lokalklima mit Empfehlungen für Stadtentwicklungsplanungen. Potsdam.
- Energie und Wasser Potsdam GmbH (2008): Energieholznutzung im regionalen Verbund (Stand 10/2008). Pdf-Dokument. Unveröffentlicht.

- Energy Watch Group / Ludwig-Bölkow-Stiftung (2008): Zukunft der weltweiten Erdölversorgung. http://www.energywatchgroup.org/fileadmin/global/pdf/2008-05-21_EWG_Erdoelstudie_D.pdf. 30. August 2010.
- Erbguth, W.; Rapsch, A. (1990): Grünvolumen- und Bodenfunktionszahl als mögliche Planungsrichtwerte in der Landschafts- und Bauleitplanung. Rechtsgutachten über verfassungs-, gemeinschaftsrechtliche und rechtssystematische Probleme im Zusammenhang mit der Einführung einer Grünvolumen- sowie Bodenfunktionszahl als quantitative Parameter in der Landschafts- und Bauleitplanung. Münster.
- Frick, A. (2006): Urban Monitoring with QUICKBIRD Imagery through a knowledge-based extraction of indices, ISPRS Workshop - Fifth International Symposium, Turkish German Joint Geodetic days. Berlin.
- Frick, A.; Coenradie, B. u. Kenneweg, H. (2007): Environmental monitoring and urban development: application of modern remote sensing methods. In: H. Kenneweg & Kröger, T. ((Hrsg.)): 2nd International Congress on Environmental Planning and Management. Landschaftsentwicklung und Umweltforschung. Band S. 20. Berlin.
- Gaßner, H.; Siederer, W. (1988): Die Umweltsrelevanz der Baunutzungsverordnung. Bestandsaufnahme und Novellierungsvorschläge. Überlegungen zur Entwicklung einer Bodennutzungsverordnung. Im Auftrag des Umweltbundesamtes. Berlin.
- Gemeinsame Landesplanung Berlin-Brandenburg (2005): Geschossflächenzahl
- Gerstengarbe, F.-W.; Badeck, F.; Hattermann, F.; Krysanova, V.; Lahmer, W.; Lasch, P.; Stock, M.; Suckow, F.; Wechsung, F.; Werner, P. C. (2003): Studie zur klimatischen Entwicklung im Land Brandenburg bis 2055 und deren Auswirkungen auf den Wasserhaushalt, die Forst- und Landwirtschaft sowie die Ableitung erster Perspektiven. PIK Reports No. 83. o. O.
- Gesetz über den Naturschutz und die Landschaftspflege im Land Brandenburg (BbgNatSchG 2004) vom 26. Mai 2004 GVBl. GVBl I.
- Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (BNatSchG 2009) vom 29. Juli 2009 BGBl. BGBl I.
- Gill, S. E.; Handley, J. F.; Ennos, A. R. u. Pauleit, S. (2007): Adapting Cities for Climate Change: The Role of the Green Infrastructure. Built Environment. Volume 33. No. 1. S. 115-133. o. O.
- Gruehn, D.; Kenneweg, H. (1998): Berücksichtigung der Belange von Naturschutz und Landschaftspflege in der Flächennutzungsplanung. Angewandte Landschaftsökologie, Heft 17, 492 S. 183 u. 197f. o. O.
- Haag, L.; Frick, A.; Kenneweg, H. (2010): Monitoring des Grünvolumens in Potsdam. 2. Forschungsforum Landschaft „Stadtgrün 2025 – Herausforderungen und Chancen“. Veitshöchheim.
- Haag, L.; Frick, A.; Pochte, K.; Kenneweg, H. (2009): Applied Remote Sensing in the Urban Area of Potsdam/Germany. Proceedings of the III. International Congress on Environmental Planning and Management. Seoul. 26. - 30. Juli 2009. o. O.
- Herberg, A. (2002): Landschaftsrahmenplanung in Deutschland – Ihre Implementation in Brandenburg vor dem Hintergrund ihrer Entstehung und Entwicklung in Deutschland. Diss. TU Berlin D83. o. O.

- Herold, M.; Liu, X.; Clarke, K. C. (2003a): Spatial Metrics and Image Texture for Mapping Urban Land Use. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*. 69 (9). O. O.
- Herold, N. D.; Koeln, G.; Cunningham, D. (2003b): Mapping Impervious Surfaces and Forest Canopy Using Classification and Regression Tree (CART) Analysis. *ASPRS 2003 Annual Conference Proceedings*. Anchorage. Alaska.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2007): Fourth Assessment Report (AR4). *Climate Change 2007. Synthesis Report. Summary for Policymakers*. o. O.
- Kenneweg, H. (2004): Die Bedeutung von Freiräumen und Grünflächen für den Wert von Grundstücken und Immobilien. *Informationen zur Raumentwicklung*. Heft 11/12. S. 695-697. o. O.
- Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (2000): *Niedermoorkarte des Landes Brandenburg*.
<http://www.mugv.brandenburg.de/cms/detail.php/5lbn1.c.178843.de>. 23. August 2010.
- Landesamtes für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg (2009): *Bodenübersichtskarte des Landes Brandenburg 1:300.000 (BÜK300)*. Karte Vernässung. o. O.
- Landeshauptstadt München (1996): *Satzung der Landeshauptstadt München über die Gestaltung und Ausstattung der unbebauten Flächen, der bebauten Grundstücke und über die Begrünung baulicher Anlagen vom 8. Mai 1996*. MüABI. S. 371. München.
- Landeshauptstadt Potsdam (2004a) *Biotoptypen- und Landnutzungskartierung*.
<http://www.potsdam.de/cms/ziel/1063462/DE/>. 28. September 2010.
- Landeshauptstadt Potsdam (2004b): *Umweltmonitoring*.
<http://www.potsdam.de/cms/ziel/1063462/DE/>. 28. September 2010.
- Landeshauptstadt Potsdam (2006): *Regionaler Wachstumskern Landeshauptstadt Potsdam. Standortentwicklungskonzept (SEK)*.
http://www.potsdam.de/cms/beitrag/10027540/526576/#tb4_10027540. 24. August 2010.
- Landeshauptstadt Potsdam (2007): *Integriertes Stadtentwicklungskonzept (INSEK)*.
http://www.potsdam.de/cms/beitrag/10027540/526576/#tb4_10027540. 24. August 2010.
- Landeshauptstadt Potsdam (2008): *Entwurf des Landschaftsplans*. o. O.
- Landeshauptstadt Potsdam (2009a): *Sozialräume, Stadtbezirke, statistische Bezirke, statistische Blöcke und Einwohnerdaten. Digitale Shape-Dateien. Übergabe durch die Landeshauptstadt Potsdam, Bereich Statistik und Wahlen*. Stand 31. Dezember 2009.
- Landeshauptstadt Potsdam (2009b): *FNP-Entwurf*.
<http://www.potsdam.de/cms/beitrag/10041967/996229/>. 28. September 2009.
 Übergabe der Shape-Dateien durch die Landeshauptstadt Potsdam, Bereich Stadtentwicklung-Verkehrsentwicklung.
- Landeshauptstadt Potsdam (2010): *Bürgerhaushalt 2010. Grünanlagen, Bäume und Spielplätze*. <http://www.potsdam.de/cms/ziel/838390/DE/>. 07. Mai 2010.
- Landeshauptstadt Potsdam (o. Jg.): *Babelsberger und Drewitzer Nuthewiesen*.
<http://www.potsdam.de/cms/beitrag/10018086/34754/>. 30. August 2010.

- Landesumweltamt Brandenburg LUA (2004): Leitfaden zur Renaturierung von Feuchtgebieten in Brandenburg. Studien und Tagungsberichte. Band 50.
<http://www.mugv.brandenburg.de/cms/detail.php/lbm1.c.213137.de>.
 28. September 2010.
- Landwirtschaftskammer Hamburg (2009): Studie zum Biomassepotential in der Freien und Hansestadt Hamburg.
<http://klima.hamburg.de/bioheizung/1787478/biomasse.html>. 07. Mai 2010.
- Laue, H. M. (2009): Gefühlte Landschaftsarchitektur – Möglichkeiten der thermischen Einflussnahme in städtischen Freiräumen. Diss. Univ. Kassel, 2009. Kassel.
- Meinel, G.; Hecht, R. u. Buchroithner, M. (2006a): Die Bestimmung städtischen Grünvolumens – Nutzen, Methodik und Ergebnisbewertung. In: Strobl, J.; Blaschke, Th.; Griesebner, G. ((Hrsg.)): Angewandte Geoinformatik 2006. Beiträge zum 18. AGIT-Symposium Salzburg. S. 430-437. Heidelberg.
- Meinel, G.; Hecht, R. u. Socher, W. (2006b): Städtisches Grünvolumen – neuer Basisindikator für die Stadtökologie? Bestimmungsmethodik und Ergebnisbewertung. In: Schrenk, M. ((Hrsg.)): CORP 2006 & Geomultimedia06. 13.–16. Februar 2006. S. 685-694. Wien.
- Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung (Hrsg.) (2004): Kommunalwald in Brandenburg. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe, Bd. XX. o. O.
- Nilfert, P.; Schäfer, D. u. Zühlke, K. (2008): Auswirkungen der regionalen Klimaentwicklung auf die Wasserversorgung am Beispiel Wasserwerk Potsdam Leipziger Straße. GWF | Wasser-Abwasser 12/2008. S. 948-955. o. O.
- Ripl, W.; Scheer, H. (2007): Memorandum zum Klimawandel. Notwendige gesellschaftliche Reformen zur Stabilisierung des Klimas und zur Lösung der Energiefragen. Systeminstitut Aqua Terra (SAT) e. V. Berlin.
- Schuler, D. V.; Kastdalen, L. (2005): Impervious surface mapping in Southern Norway. 31st International Symposium on Remote Sensing of Environment, St. Petersburg, Russia.
- Schulze, H.-D., Pohl, W.; Großmann, M. (1984): Gutachten: Werte für die Landschafts- und Bauleitplanung: Bodenfunktionszahl, Grünvolumenzahl. – Schriftenreihe der Behörde für Bezirksangelegenheiten, Naturschutz und Umweltgestaltung Freie Hansestadt Hamburg, 2. Aufl. Hamburg.
- Senatsverwaltung für Stadtentwicklung (2009): 04.11 Klimamodell Berlin - Bewertungskarten (Ausgabe 2009). Karte 04.11.1 Klimafunktionen.
http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/karten/pdf/04_11_1_2005.pdf. 15. September 2010.
- Senatsverwaltung für Stadtentwicklung (2010): Grüne Innenstadt - BFF – Biotopflächenfaktor.
<http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/landschaftsplanung/bff/index.shtml>.
 17. August 2010.
- Succow, M.; Joosten, H. (Hrsg.) (2001): Landschaftsökologische Moorkunde. Zweite, völlig neu bearbeitete Auflage. Stuttgart.
- Sukopp, H. (Hrsg.) (1990): Stadtökologie. Das Beispiel Berlin. Berlin.

- Sukopp, H.; Wittig, R. (1998): Stadtökologie – Ein Fachbuch für Studium und Praxis. Stuttgart.
- Tagesspiegel (2010): Andengipfel werden weiß gestrichen. In: Tagesspiegel vom 11.07.2010. <http://www.tagesspiegel.de/weltspiegel/andengipfel-werden-weiss-gestrichen-/1880886.html>. 14. September 2010.
- Technische Universität Dresden (2008): Forschungsstudie Klimawandel und Baumarten-Verwendung für Waldökosysteme. <http://www.wald-in-not.de/download/KLAM.pdf>. 14. September 2010.
- Universität Greifswald/ DUENE e. V.
- Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (BauNVO 1990) vom 23. Januar 1990 BGBl. BGBl I.1, zuletzt geändert am 22. April 1993
- Vetter, A. (2005): Betriebswirtschaftlicher Vergleich und Ertragsoptimierung beim Anbau von Energiepflanzen. Jena.
- Vetter, A. (2010): Ertragserwartungen bei Kurzumtriebsplantagen. Jena.
- Wattenbach, M. (2008): The hydrological effects of changes in forest area and species composition in the federal state of Brandenburg, Germany. Diss. Univ. Potsdam. Potsdam.
- Wichtmann, W. (2010): Paludikultur. Nachhaltige Bewirtschaftung von Mooren. Vorpommern Initiative Paludikultur (VIP). Vortrag am 17.05.2010. Greifswald.
- Wichtmann, W.; Couwenberg, J.; Kowatsch, A. (2009): Klimaschutz durch Schilfanbau. http://paludiculture.botanik.uni-greifswald.de/documents/wichtmann_et_al.pdf. 14. September 2010
- Yang, L.; Huang, C.; Wylie, B.; Homer, C.; Coan, M. (2003): An approach for mapping large-area impervious surfaces: Synergistic use of Landsat 7 ETM+ and high spatial resolution imagery. *Canadian Journal of Remote Sensing*, 29 (2). o. O.