HELMHOLTZ
Klimagerecht Bauen

Klimaangepasste Campusentwicklung: Wasser- und Vegetationsmanagement in Helmholtz-Zentren

LEITFADEN

06

Klimaangepasste Campusentwicklung: Wasser- und Vegetationsmanagement in Helmholtz-Zentren

Michael Hinz, *Helmholtz Kompetenznetzwerk Klimagerecht Bauen,* Ganbaatar Khurelbaatar, Jan Friesen, Roland Müller, *Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung,* Knut Kaiser, *GFZ Helmholtz-Zentrum für Geoforschung,* Anne-Kathrin Winkler-Hanns, *Helmholtz-Zentrums für Infektionsforschung*

Der Klimawandel verändert globale und lokale Wasserkreisläufe und verursacht dadurch unter anderem Hitzestress sowie eine Zunahme von Waldbränden, Stürmen, Überflutungen und Starkregenereignissen. Die Folgen können sich auch auf den Betrieb von Forschungscampi auswirken. Blau-Grüne Infrastrukturen tragen dazu bei, die Ressource Wasser effizienter zu nutzen, Klimafolgen abzumildern und zudem die Attraktivität von Forschungscampi zu steigern. Im April 2025 haben in Potsdam Vertreter der Helmholtz-Zentren aus den Bereichen Bauen, Betrieb und Nachhaltigkeit gemeinsam mit Wissenschaftlern über Aktivitäten und Perspektiven klimaangepasster Campusentwicklung diskutiert. Der vorliegende Leitfaden greift die Ergebnisse des Workshops auf und beschreibt in kompakter Form bestehende Herausforderungen, ökologische Prinzipien, politische und gesetzliche Rahmenbedingungen sowie Strategien und Maßnahmen für eine erfolgreiche Entwicklung Blau-Grüner Infrastrukturen.

INHALT

1. Auswirkungen des Klimawandels – Herausforderungen für Forschungszentren 3
2. Prinzipien für eine klimaangepasste Campusentwicklung 7
3. Politische und gesetzliche Rahmenbedingungen 14
4. Strategische Vorgehensweise und Managementansätze 18
5. Klimaangepasste Campusentwicklung in der Praxis 23
6. Zusammenfassung und Perspektiven 37

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung der Sprachformen männlich, weiblich und divers verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für alle Geschlechter.

1. Auswirkungen des Klimawandels – Herausforderungen für Forschungszentren

1. Auswirkungen des Klimawandels – Herausforderungen für Forschungszentren

Der Klimawandel verursacht starke Veränderungen im natürlichen Wasserkreislauf (Abb. 1). Wasser wird zur Schlüsselressource des 21. Jahrhunderts. Die Veränderungen stellen insbesondere große Städte, die durch einen hohen Versiegelungsgrad, eine dichte Bebauung und eine hohe Bevölkerungsdichte gekennzeichnet sind, vor vielfältige und stetig wachsende Herausforderungen. Entsprechend sind auch Forschungszentren, deren Standorte sich häufig im urbanen und suburbanen Raum befinden, mit diesen Herausforderungen konfrontiert. Aufgrund ihrer komplexen und sehr energieintensiven Forschungsinfrastrukturen ergeben sich hier besondere Anforderungen an die Wasser- und Energieversorgung. Aber auch die Zentren im ländlichen Raum müssen ihr Wasser- und Vegetationsmanagement an die klimatischen Veränderungen anpassen.

Auswirkungen auf urbane Wasserkreisläufe

Die Zunahme von langanhaltenden Hitze- und Trockenperioden betrifft nicht nur die Versorgung der Bevölkerung mit Trinkwasser, sondern auch die Bewässerung von Grünflächen und die Stabilität städtischer Ökosysteme. Gleichzeitig werden extreme Wetterereignisse, insbesondere Starkregen, aufgrund des Klimawandels häufiger und intensiver. Die bestehenden Infrastrukturen können die großen Wassermengen oft nicht aufnehmen, wodurch es zu lokalen Überflutungen, Rückstau in der Kanalisation und häufig zur Verunreinigung von Gewässern kommt. Starkregen kann im schlimmsten Fall erhebliche

Abb. 1: Folgen des Klimawandels (Quelle: AdobeStock_1692634330)

Schäden an der urbanen Infrastruktur verursachen und sowohl die Sicherheit von Verkehr und Gebäuden als auch von Menschenleben gefährden.

Ein weiteres Problem stellt die generell steigende Umgebungstemperatur in Städten dar. Versiegelte Flächen wie Straßen und Dächer erwärmen sich besonders stark, was die Verdunstung erhöht und damit zusätzlich Wasser aus dem lokalen Kreislauf entzieht. Gleichzeitig steigt der Wasserbedarf, beispielsweise für die Kühlung von Gebäuden oder die Bewässerung von Stadtgrün, sodass Nutzungskonflikte entstehen. Die zunehmende Urbanisierung und Flächenversiegelung verstärken die Problematik: Je mehr natürliche Bodenflächen überbaut werden, desto weniger Wasser kann versickern, und desto geringer ist die natürliche Rückhalte- und Speicherfähigkeit.

Stress für urbane Pflanzenwelt

Die Situation in den Städten wirkt sich auch auf die urbane Pflanzenwelt aus. Da Oberflächenwasser in der Regel schnell abgeleitet wird und Wasserspeicher nur begrenzt zur Verfügung stehen, kommt es in urbanen Ökosystemen rasch zu Wasserstress. Die vorhandenen Pflanzen passen sich an die Hitze an, indem sie durch die Transpiration von Wasser die Blatt-Temperatur senken. Die erhöhte Transpiration führt wiederum zu höherem Wasserbedarf, der durch die geringen Wasservorräte in städtischen Böden nicht gedeckt werden kann. Darüber hinaus sind Pflanzen im urbanen Raum weiteren Stresssituationen ausgesetzt:

Chemischer Stress im Boden

Urbane Böden sind oft stark belastet, unter anderem durch Streusalz, Abgase, Hundeurin, Bauschutt und Kriegsschäden. Die Belastungen schädigen Blätter und Wurzeln der Pflanzen. Blätter entwickeln oxidativen Stress und fallen vorzeitig ab. Wurzeln verkümmern, da wichtige Regulatoren des Nährstofftransports durch das basische Milieu der Böden gehemmt werden. Beide Prozesse wirken sich negativ auf das Wachstum der Pflanzen aus.

Pflanzenkrankheiten

Versiegelte und ausgelaugte Böden führen zudem zur Verarmung des für Pflanzen wichtigen Wurzel-Mikrobioms („Darmflora der Pflanze"). Stattdessen setzen sich mehr und mehr pathogene Mikroben durch und schädigen die Pflanze. In der Folge nimmt seit einigen Jahren in vielen Städten die Zahl von jährlich außerplanmäßigen Baumfällungen zu, beispielsweise in Karlsruhe, wo die Zahl von durchschnittlich 1.000 auf 6.500 Bäume in den Jahren 2019 und 2020 gestiegen ist. Aufgrund von Haftungsrisiken werden kranke Bäume im Zweifelsfall gefällt.

Menschliche Gesundheit und Aufenthaltsqualität

Neben den Folgen für die Pflanzenwelt wirken sich Klimawandel und Urbanisierung auch nachteilig auf die menschliche Gesundheit und Aufenthaltsqualität im öffentlichen Raum aus. Durch die Entstehung sogenannter Hitzeinseln sowie fehlender Kaltluftschneisen kommt es zu Hitzestress. Dies betrifft auch Forschungszentren, deren Mitarbeitende durch bauliche wie organisatorische Maßnahmen vor hitzebedingtem Stress geschützt beziehungsweise präventiv im Hinblick auf wirksame Selbstschutzmaßnahmen aufgeklärt werden müssen.

Lösungsansätze

Um die Herausforderungen des urbanen Wasser- und Vegetationsmanagements zu bewältigen, gibt es verschiedene Strategien (siehe auch Kapitel 2). Beispielsweise kann eine Verbesserung der Wasserversorgung durch die Ertüchtigung und Erweiterung konventioneller Kanalsysteme, aber auch durch die Nutzung dezentraler, naturbasierter oder hybrider Infrastruktur erreicht werden.

Die Verbesserung der ökologischen Rahmenbedingungen von urbanen Bäumen kann wesentlich durch die

[1] Peter Nick, KIT: Innovationscampus Nachhaltigkeit – Projekt ZUKAMAS; Präsentation beim HKB Workshop „Ökologische Campusentwicklung: Wasser- und Vegetationsmanagement in Helmholtz-Zentren"; April 2025 in Potsdam

Entsiegelung der Böden ermöglicht werden, vor allem auf der von der Baumkrone abgedeckten Fläche, der Baumscheibe. Das Wachstum des für die Pflanzen wichtigen Wurzel-Mikrobioms kann durch den Einsatz von Terra preta[2] begünstigt werden. Aktuell wird in dem interdisziplinären Forschungsprojekt ZUKAMAS der Universität Freiburg und des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) untersucht, wie Stadtbäume und Grünflächen entlang des Oberrheingrabens zur Anpassung an den Klimawandel beitragen können (siehe auch Kapitel 5).[3]

Ein zentraler Aspekt urbaner Klimaanpassungskonzepte ist die Verknüpfung von ökologischer und sozialer Transformation. Flächen sollten nachhaltig bewirtschaftet, resilient, biodivers und „klima-smart" sein. Ziel ist eine regenerative, „klima-restaurierend" gebaute Umwelt für Menschen und Natur.[4]

Helmholtz-Zentren können dabei eine besondere Rolle einnehmen, indem sie die Entwicklung dezentraler, naturbasierter oder hybrider Campus-Infrastruktur wissenschaftlich begleiten und als Reallabore für klimaangepasste Lösungen fungieren. Eine entsprechende Fachkompetenz steht unter anderem am KIT und am UFZ zur Verfügung.

[2] „Schwarze Erde"; besonders fruchtbarer, anthropogener Boden, der ursprünglich aus dem Amazonasgebiet stammt und durch die Zugabe von Holzkohle (Pflanzenkohle), organischem und weiterem Abfall und Mikroorganismen entstanden ist; https://de.wikipedia.org/wiki/Terra_preta

[3] Referenz: https://www.zukamas.de/index.php

[4] Philipp Misselwitz, Bauhaus Erde GmbH; Klimaneutraler Wissenschaftscampus -Integrierte Planungsansätze für eine Transformation; Präsentation beim HKB Workshop „Ökologische Campusentwicklung: Wasser- und Vegetationsmanagement in Helmholtz-Zentren"; April 2025 in Potsdam

2. Prinzipien für eine klimaangepasste Campusentwicklung

2. Prinzipien für eine klimaangepasste Campusentwicklung

Eine klimaangepasste Campusentwicklung erfordert Gestaltungs- und Planungskonzepte, die eine enge funktionale Verzahnung der Infrastrukturelemente Wasser („Blau") und Grünflächen („Grün") ermöglichen. Ziel ist es, die Standorte klimaresilient, nachhaltig sowie lebens- und arbeitsfreundlich zu gestalten. Dabei sind ökologische, technische, wirtschaftliche und soziale Aspekte gleichermaßen zu berücksichtigen. Im Kontext der urbanen Transformation ist eine Blau-Grüne Campusentwicklung komplementär zu der klassischen „Grauen", leitungsgebundenen Infrastruktur zu denken. Durch dezentrale und naturbasierte Maßnahmen wird ein stark versiegelter Raum so transformiert, dass er in Bezug auf den Wasserhaushalt einem möglichst unbebauten Raum entspricht. Vor diesem Hintergrund versteht sich eine Blau-Grüne Strategie zur Campusentwicklung nicht als Ersatz, sondern als notwendige Ergänzung zur bestehenden Infrastruktur. Sie trägt dazu bei, den Standort widerstandsfähiger gegenüber Hitze und Starkregen zu machen und gleichzeitig die Aufenthaltsqualität zu steigern. Die folgenden Prinzipien bilden den strategischen Rahmen für eine solche klimaangepasste Campusentwicklung:

Regenwasserbewirtschaftung

Die Regenwasserbewirtschaftung in urbanen Räumen stützte sich bisher auf das Konzept des sogenannten Entwässerungskomforts:[5] Regenwasser sollte durch Kanalnetze möglichst schnell, komplett und mit geringen Schäden aus der Stadt abtransportiert werden. Bedingt durch die Folgen des Klimawandels müssen Städte nun Anpassungskonzepte entwickeln, die eine nachhaltige Bewirtschaftung von Niederschlagswasser beinhalten. Hierzu gehören gezielter Rückhalt, Infiltration und Verdunstung sowie Speicherung und Wiederverwendung von Wasser – beispielsweise zur Bewässerung in Trockenperioden. Neben der Umsetzung technischer Infrastrukturen bedarf es auch einer gezielten Grünflächenbewirtschaftung. Schließlich müssen Ziele bezüglich Geoökologie, Biodiversität und Klimaanpassung, wie Kühlung und eine Reduktion urbaner Hitzeinseln klar definiert werden.

Grundsätzlich gilt das Prinzip, das Regenwasser möglichst dort bewirtschaftet werden soll, wo es anfällt. Ist eine Behandlung und Nutzung vor Ort nicht möglich, sollte das Niederschlagswasser gereinigt und anschließend in Oberflächengewässer eingeleitet werden. Erst wenn diese Möglichkeit ausscheidet, stellt die Ableitung über das konventionelle Kanalnetz die letzte Option dar.[6]

Für diese strategische Ausrichtung ist insbesondere die nationale Wasserstrategie maßgeblich.[7] Sie fordert den Schutz, die Wiederherstellung und die dauerhafte Sicherung eines naturnahen Wasserhaushalts. Übertragen auf urbane Räume bedeutet dies, den Referenzzustand einer unbebauten Kulturlandschaft so weit wie möglich auch in bestehenden Siedlungs- und Infrastruktur-Bereichen wiederherzustellen beziehungsweise dauerhaft zu sichern.

Anwendung des Prinzips „Blau-Grüne Infrastruktur"

Das Prinzip "Blau-Grüne Infrastruktur" bildet den übergeordneten Rahmen, in dem Regenwasser als integraler Bestandteil des urbanen Stoffhaushalts verstanden wird.[8] Das zentrale Ziel ist die Abkehr von der reinen Ableitung hin zur naturnahen lokalen Bewirtschaftung des Wassers. In einem Systemansatz werden technische Systeme wie Rückhalte- oder Infiltrationselemente und naturnahe Strukturen wie Vegetationsflächen oder Versickerungszonen so miteinander kombiniert, dass widerstandsfähige (resi-

[5] https://shop.dwa.de/DWA-M-153-Handlungsempfehlungen-zum-Umgang-mit-Regenwasser-August-2007-Stand-korrigierte-Fassung-Dezember-2020/M-153-PDF-07
[6] https://www.gesetze-im-internet.de/whg_2009/BJNR258510009.html
[7] https://www.bundesumweltministerium.de/wasserstrategie
[8] https://www.ufz.de/export/data/478/301257_LBG_Handbuch%20low.pdf

Abb. 2: Blau-Grüne Systemarchitektur als lokale Anpassung an den Klimawandel (Quelle: UFZ

liente) urbane Wasserkreisläufe entstehen (Abb. 2). Die Verknüpfung verschiedener Maßnahmen ermöglicht eine wirksame und synergetische Anpassung an Starkregen, Hitze und Trockenheit. Dieser Ansatz wird häufig auch als Schwammstadt-Prinzip, Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS), Low Impact Development (LID) oder Nature-based Solutions (NBS) beschrieben. Nachfolgend sind eine Reihe von möglichen Einzelmaßnahmen aufgelistet:

Gründach

Gründächer mit extensiver oder intensiver Begrünung reduzieren den Abfluss des Regenwassers durch Speicherung, verzögerten Abfluss und Verdunstung.

Fassadenbegrünung

Fassadenbegrünungen werden hauptsächlich wegen ihrer positiven Wirkung auf den Erlebniswert des Stadtraums gewählt, haben aber auch zahlreiche Vorteile. Sie kühlen im Sommer und dämmen im Winter, verbessern das Stadtklima durch Luftfilterung, Sauerstoffproduktion und Feinstaubbindung. Zudem können sie Starkregen abmildern und Wasser speichern, die Biodiversität fördern, die Bausubstanz vor UV-Strahlung und Witterung schützen und Lärm reduzieren.

Versickerungsfläche

Die Flächenversickerung ist ein einfacher und meist kostengünstiger Ansatz, um den auf versiegelten Flächen entstehenden Regenwasserabfluss in den Boden einzuleiten. Da bei der Flächenversickerung keine Staumöglichkeiten vorhanden sind, wird in der Regel ein gut durchlässiger Boden mit möglichst ebener Oberfläche verwendet.

Versickerungsmulde

In städtischen Räumen ist der Anteil versiegelter Flächen relativ hoch. Dementsprechend muss von versiegelten Oberflächen abfließendes Regenwasser auf kleinere Grünflächen abgeleitet werden. Eine meist flache Bodensenke dient zur temporären Speicherung

und Versickerung des Regenwassers und wird als Versickerungsmulde bezeichnet. Eine bewachsene Bodenschicht von mindestens 20 cm Mächtigkeit ist für die Mulde zwingend erforderlich.

Rigole
Aufgrund der Flächenkonkurrenz in urbanen Räumen werden Regenwasserversickerungsanlagen auch unterirdisch installiert. Ein Beispiel hierfür ist die Versickerungsrigole. Solange die Unterkante der Rigole einen ausreichenden Abstand zum Grundwasserspiegel hat, kann diese Infrastruktur unterirdisch in geeigneter Tiefe verlegt werden, wodurch sich die Staumöglichkeiten im Vergleich zu einer Mulde erhöhen. Außerdem kann die Oberfläche für andere Zwecke genutzt werden.

Muldenrigole
Durch die Kombination von Mulde und Rigole wird sowohl eine Reinigung durch eine bewachsene Bodenschicht als auch eine unterirdische Aufstauung erreicht. Meist wird eine Muldenrigole in Gebieten mit schlechter natürlicher Versickerung oder geringem Platzangebot eingesetzt.

Baumrigole
Die Baumrigole stellt eine Kombination aus einem Baumstandort (Grün) und einer unterirdischen Rigolen-Struktur (Blau) dar. Sie dient der dezentralen Bewirtschaftung von Regenwasser in stark versiegelten städtischen Bereichen wie Straßen und Plätzen.

Berücksichtigung geoökologischer Aspekte

Bei der Entwicklung Blau-Grüner Infrastrukturen müssen die geoökologischen Rahmenbedingungen des jeweiligen Standortes – wie Bodenaufbau, Grundwasserflurabstand, Versickerungsfähigkeit, Schadstoffbelastung oder lokales Temperaturregime – einbezogen werden. Die Kenntnis dieser Standortfaktoren bildet die Grundlage für eine effektive und langfristig stabile Funktionsfähigkeit der Anlagen. Maßnahmen wie Bodenentsiegelung, gezielte Bodenaufwertungen oder die Integration von Verdunstungsräumen tragen dazu bei, den natürlichen Wasserhaushalt schrittweise in das Campus-Areal zurückzuholen.

Definition campusspezifischer Ziele

Damit ein klimaangepasstes Wasser- und Vegetationsmanagement wirksam werden kann, müssen zunächst übergeordnete Entwicklungsziele für Wasserversorgung, Klimaschutz und -anpassung sowie Biodiversität formuliert werden. Beispiele hierfür sind die Reduktion der Oberflächenabflüsse oder eine Verbesserung der thermischen Aufenthaltsqualität. Gleichzeitig sollten auch betriebliche und soziale Ziele wie die Verbesserung der landschaftsgestalterischen Qualität oder der Pflege und Erhaltung des Campus berücksichtigt werden. Eine transparente Zieldefinition schafft einen Orientierungsrahmen und ermöglicht, Maßnahmen aufeinander abzustimmen und deren Wirkung im Sinne einer kontinuierlichen Weiterentwicklung zu evaluieren. Im Rahmen eines HKB-Workshops zu Blau-Grünen Campus-Strategien im Oktober 2025 in Leipzig wurden potenzielle Ziele für Helmholtz-Standorte diskutiert (siehe Box S. 11).

Potenzialanalysen

Eine zentrale Voraussetzung für eine wirksame Strategie zur klimaangepasste Stadtentwicklung ist die Vorplanung. Diese zeigt flächendeckend ihre Potenziale der Blau-Grünen Infrastruktur mit räumlichen und technologischen Varianten auf. Wie bereits erwähnt, weisen die Helmholtz-Campi oft städtische oder auch quartierartige Eigenschaften auf. Eine Vorplanung eignet sich daher, um die Potenziale unterschiedlicher Infrastrukturen auf dem Campus herauszuarbeiten und die weiteren Entscheidungs- und Planungsprozesse durch wissenschaftsbasierte Ansätze zu unterstützen. Eine entsprechende Potenzialanalyse wurde für den Campus des UFZ in Leipzig durchgeführt (siehe Kapitel 5).

Integrative Konzepte für Blau-Grün-Rote Systeme

Blau-Grüne Infrastrukturen bilden die ökologische Grundlage einer klimaangepassten Campusentwick-

Workshop zur Zieldefinition für eine Blau-Grüne Campusentwicklung

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Grundlagen zur Blau-Grünen Infrastruktur
- Potenzialanalyse und Vorplanung von Klimaanpassungsmaßnahmen am Beispiel des UFZ-Campus
- Aktueller Stand der Forschung

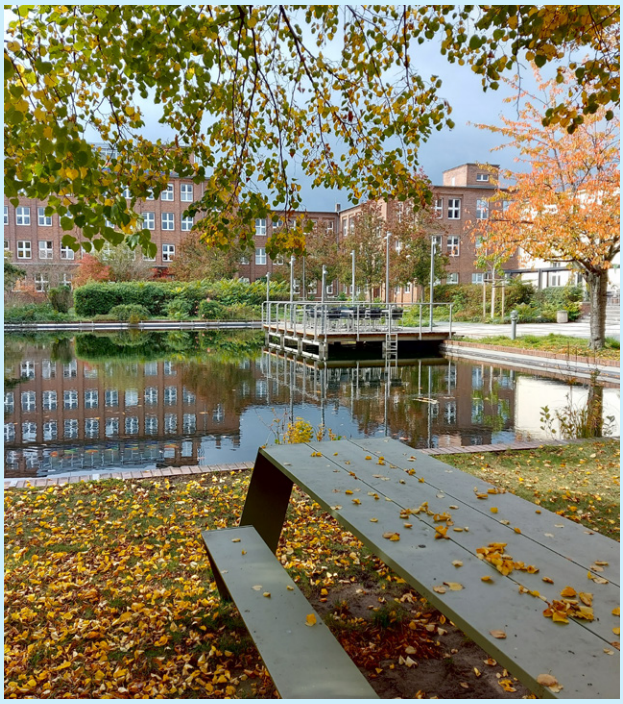
Zieldefinition als praktische Übung:

Es wurde eine Zieldefinition für Klimaanpassungsmaßnahmen entwickelt. Diese umfasst die folgenden Schritte:

1. Definition der Ziele der Zentren für die Blau-Grüne Campusentwicklung
2. Priorisierung dieser Ziele
3. Definition der Kriterien zur Zielerfüllung

Nutzen für die Zentren:

Die Übungen gaben den Teilnehmenden einen fundierten Einblick in die Grundlagenprozesse der Vorplanung sowie in die Potenzialanalyse für Blau-Grüne Infrastrukturen. Mithilfe dieser Grundlagen können die Zentren zukünftig ihre Ziele für Blau-Grüne Maßnahmen besser definieren, priorisieren und die Erfüllungskriterien realistisch abschätzen. Dies bildet die Basis für die nachfolgenden Potenzialanalysen und die Definition von Szenarien für weitere Planungen.



Beispiele für Blau-Grüne Infrastrukturen am UFZ (Quelle: Knut Kaiser)

Abb. 3 Beispiel für ein Solargründach; Bildquelle: Bundesverband GebäudeGrün e.V.

lung. Werden sie mit gebäudebezogenen und energetischen Komponenten verbunden, entstehen daraus Blau-Grün-Rote Systeme: Wasser (blau), Vegetation/Freiraum (grün) und gebaute technische Infrastruktur (rot) werden nicht mehr getrennt betrachtet, sondern funktional miteinander verknüpft und aufeinander abgestimmt. Auf diese Weise entstehen multifunktionale Standorte, in denen sich Wasser-, Klima- und Energiekonzepte gegenseitig ergänzen und darüber hinaus das menschliche Wohlbefinden fördern.

Forschungszentren stehen beispielsweise vor der Aufgabe, auf die durch Klimawandel bedingte Zunahme von Hitzestress zu reagieren und in Bürogebäuden angemessene Arbeitsbedingungen sicherzustellen.[9] In diesem Zusammenhang ist zu prüfen, ob eine notwendige Kühlung der Büros durch Verdunstungsflächen und Verschattung erreicht werden kann. Weitere Beispiele sind die Nutzung thermischer Grundwasserspeicher oder die Kombination von Gründächern mit Photovoltaikanlagen. Studien zeigen, dass eine extensive Dachbegrünung die Leistung der Photovoltaikanlagen erhöht (Abb. 3). Die Temperatur der einzelnen Module wird durch Verdunstungskühlung abgesenkt, was zu einer Leistungssteigerung von etwa 4-6 % führen kann.[10]

Vielfältige Vegetation

Eine vielfältige Vegetation trägt entscheidend zur Verbesserung des Stadtklimas bei. Durch Prozesse wie Verdunstung und Verschattung sorgen Bäume, Gründächer und begrünte Freiflächen für eine spürbare Abkühlung der Umgebung und mindern insbesondere in heißen Sommermonaten die Auswirkungen urbaner Hitzeinseln. Gleichzeitig steigert eine vielfältige Vegetationsstruktur die Lebensqualität in Städten, indem sie Erholungsräume schafft, das Wohlbefinden der Bewohner fördert und das Stadtbild aufwertet. Darüber hinaus unterstützt sie die Biodiversität, indem sie Lebensräume für zahlreiche Tier- und Pflanzenarten bietet und so zur ökologischen Resilienz urbaner Räume beiträgt. Vegetation wird somit nicht nur als technisches Element der Regenwasserbewirtschaftung verstanden, sondern vor allem als multifunktionale Ressource für eine lebenswerte, klimaangepasste Stadtentwicklung.

[9] https://www.baua.de/DE/Angebote/Regelwerk/ASR/pdf/ASR-A3-5.pdf?__blob=publicationFile&v=6
[10] https://www.gebaeudegruen.info/wp-content/uploads/2025/03/Fachhilfe_BuGG_GeWeGe_20241113-1_sehr_klein.pdf

Schnittstellen zu Verkehrskonzepten

Blau-Grüne Infrastrukturen entfalten ihr volles Potenzial dann, wenn sie mit anderen Infrastrukturbereichen verknüpft werden. Dazu gehört neben der Energieversorgung auch die Integration wassersensibler Gestaltungsprinzipien in Verkehrsflächen.

Verknüpfung mit der wissenschaftlichen Ausrichtung der Forschungszentren

Ein wesentlicher Mehrwert der Blau-Grünen Infrastrukturen an Forschungseinrichtungen liegt in der Möglichkeit, das technische Infrastrukturmanagement mit wissenschaftlicher Forschung zu verknüpfen. Im Rahmen entsprechender Untersuchungen können Blau-Grüne Infrastrukturen genutzt werden, um beispielsweise den Wasserhaushalt zu quantifizieren, die Kühlleistung zu erfassen oder den Rückhalt von Schadstoffen zu analysieren. Auf diese Weise entstehen wertvolle Langzeitdatensätze, die als Grundlage für Modellierung, Simulation und Optimierung dienen. Die Campi der Helmholtz-Zentren werden so zu zentralen Wissensräumen für die Entwicklung und Weiterentwicklung klimaresilienter, nachhaltiger Infrastrukturen, deren Erkenntnisse direkt in die Transformation anderer Stadtquartiere überführt werden können.

3. Politische und gesetzliche Rahmenbedingungen

3. Politische und gesetzliche Rahmenbedingungen

Der politische und gesetzliche Rahmen für die Entwicklung Blau-Grüner und biodiverser Infrastrukturen ist im Wesentlichen durch folgende Vorgaben gegeben:

UN-Agenda 2030

Die Vereinten Nationen (UN) haben 2016 die Agenda 2030 verabschiedet, in der 17 Sustainable Development Goals (SDGs) für eine sozial, wirtschaftlich und ökologisch nachhaltige Entwicklung definiert sind.[11] Die Helmholtz-Gemeinschaft bekennt sich in ihrer Mission zu den Inhalten dieser Ziele: *Die Arbeit der Helmholtz-Gemeinschaft zielt darauf, die Lebensgrundlagen des Menschen langfristig zu sichern, die Lebensbedingungen stetig zu verbessern und eine intakte Umwelt für künftige Generationen zu erhalten.*[12] Demzufolge ist die Entwicklung Blau-Grüner und biodiverser Forschungsquartiere ein notwendiger Beitrag zur Erreichung der SDGs 3, 6, 11 und 13 (siehe Box).

Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD)

Die CSRD definiert eine Nachhaltigkeitsberichterstattung für Unternehmen und Organisationen.[13] Sie beinhaltet unter anderem die Berichtspflichten zu Zielen und Maßnahmen für Klimaschutz, gegen Umweltverschmutzung, den Schutz von Wasser sowie den Erhalt der biologischen Vielfalt und Ökosysteme. Grundlage der Berichtserstattung bilden die Identifizierung der für die Organisation relevanten Nachhaltigkeitsthemen im Rahmen einer Wesentlichkeitsanalyse sowie die Erhebung entsprechender Datenpunkte zur Bewertung der Zielerreichung. Damit soll die Wirksamkeit unternehmerischer Aktivitäten im Hinblick auf die Nachhaltigkeitsziele sicht- und messbar gemacht werden. Im Rahmen des so genannten EU-Omnibus-Verfahrens wurden die Berichtspflichten im November 2025 deutlich vereinfacht und praxisrelevanter ausgerichtet. Aufgrund der Vorgaben des Public Corporate Governance Kodex (PCGK) beziehungsweise aufgrund ihrer Rechtsform und Größe sind zahlreiche Helmholtz-Zentren berichtspflichtig.[14]

Ökologische Campusentwicklung im Kontext der UN-Agenda 2030

SDG 3: Gesundheit und Wohlbefinden gewährleisten – lebenswerte und gesundheitlich förderliche Räume und Infrastrukturen schaffen und erhalten

SDG 6: Sauberes Wasser und Sanitär-Einrichtungen – Verfügbarkeit und nachhaltige Bewirtschaftung von Wasser und Sanitärversorgung für alle gewährleisten

SGD 11: Nachhaltige Städte und Gemeinden - Städte und Siedlungen inklusiv, sicher, widerstandsfähig und nachhaltig gestalten

SDG 13: Maßnahmen zum Klimaschutz – Sofortmaßnahmen ergreifen, um den Klimawandel und seine Auswirkungen zu bekämpfen

EU Green Deal

Der Green Deal der Europäischen Union (EU) fördert die Integration von naturbasierten Lösungen (NBS) im urbanen Wassermanagement, um Städte klimaresilienter und lebenswerter zu gestalten.[15] NBS wie Blau-Grüne Infrastrukturen tragen zur Verbesserung der Luftqualität, der Reduktion von Überschwemmungen sowie zur Förderung der Biodiversität bei. Die EU unterstützt diesen Ansatz unter anderem durch die Biodiversitätsstrategie für 2030, die In-

[11] https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/nachhaltigkeitsziele-erklaert-232174
[12] https://www.helmholtz.de/fileadmin/user_upload/03_ueber_uns/Bekenntnis_zur_nachhaltigen_Entwicklung.pdf
[13] https://www.csr-in-deutschland.de/DE/Gesetze/EU-Nachhaltigkeitsberichtspflicht/eu-nachhaltigkeitsberichtspflicht-csrd-art.html
[14] https://www.europarl.europa.eu/news/en/press-room/20251106IPR31296/sustainability-reporting-and-due-diligence-meps-back-simplification-changes
[15] https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/green-infrastructure_en?utm_source

vestitionen in Blau-Grüne Infrastrukturen vorsieht, sowie durch die EU-Verordnung zur Wiederherstellung der Natur mit verbindlichen Zielen für die Renaturierung von Ökosystemen.

EU Green Deal-Strategie für eine resiliente Wasserversorgung

Im Juni 2025 hat die EU-Kommission eine europäische Wasserresilienz-Strategie vorgelegt.[16] Die Strategie verfolgt drei wesentliche Ziele:

- Wiederherstellung und Schutz des Wasserkreislaufs als Grundlage der Wasserversorgung
- Wasserintelligente Gestaltung der Wirtschaft
- effiziente Wassernutzung und nachhaltige Wasserbewirtschaftung
- Sicherung einer sauberen und bezahlbaren Wasserversorgung und Abwasserentsorgung

Ein weiterer Aspekt ist die Novellierung der Richtlinie über die Behandlung von kommunalem Abwasser. Mit der Strategie sollen die EU-Mitgliedstaaten durch die Umsetzung der geltenden wasserrechtlichen Vorschriften der EU und im Rahmen von mehr als 30 Maßnahmen bei der effizienteren Wasserbewirtschaftung unterstützt werden.

EU-Kommunalabwasserrichtlinie (EU KARL)

Die EU-Kommunalabwasserrichtlinie (EU KARL; offizieller Name: Urban Waste Water Treatment Directive) verpflichtet Kommunen dazu, integrierte Abwassermanagement-Pläne zu erstellen und diese mindestens alle sechs Jahre fortzuschreiben. Diese Regelung gilt ab 2033 für Siedlungen über 100.000 Einwohner. Ein zentrales Element bilden Blau-Grüner Infrastrukturen (siehe Kapitel 2), die nicht nur als ergänzende Maßnahme, sondern als gleichwertige oder bevorzugte Lösung neben technischen Grauen Infrastrukturen zu bewerten sind. Damit unterstützt die Richtlinie die Kombination aus ökologischer Wirksamkeit, Klimaanpassung und Kostenersparnis im langfristigen Abwassermanagement.

Klimaanpassungsgesetz

Seit Juli 2024 ist das nationale Klimaanpassungsgesetz in Kraft, in dem die Länder aufgefordert werden, eigene Konzepte sowie Handlungsrahmen für die notwendigen Klimaanpassungen zu entwickeln und damit Kommunen einen verbindlichen Handlungsrahmen zu geben. Ziel dieses Gesetzes ist es unter anderem, die negativen Auswirkungen des Klimawandels, insbesondere die drohenden Schäden, zu vermeiden beziehungsweise weitestgehend zu reduzieren (KAnG, §1). Alle unter Aufsicht des Bundes stehenden juristischen Personen des öffentlichen Rechts – also auch außeruniversitäre Forschungsorganisationen – sind dazu aufgefordert, Klimaanpassungskonzepte aufzustellen und die darin festgelegten Maßnahmen umzusetzen (KAnG, § 6). Das Ziel der Klimaanpassung muss bei ihren Planungen und Entscheidungen fachübergreifend und integriert berücksichtigt werden. Vorhandene Versickerungs-, Speicher- und Verdunstungsflächen sollten im Rahmen einer wassersensiblen Entwicklung möglichst erhalten bleiben (KAnG, §8). Das Gesetz formuliert im Wesentlichen strategische Zielsetzungen, ohne dabei rechtlich bindende Maßnahmen zu definieren.

Nationale Wasserstrategie

Die Nationale Wasserstrategie wurde 2023 vom Bundeskabinett verabschiedet.[17] Ein zentrales Ziel ist die „Wiederherstellung naturnaher Wasserhaushalte, die Entsiegelung von Flächen und die urbane Begrünung im Sinne des Schwammstadt-Ansatzes". Mit dieser Strategie ist ein Aktionsprogramm mit 78 Maßnahmen verbunden, welches bis 2030 umgesetzt werden sollen (Abb. 4). Adressiert werden unter anderem folgende Themen:

- Den naturnahen Wasserhaushalt schützen, wiederherstellen und dauerhaft sichern – Wasserknappheit und Zielkonflikten vorbeugen
- Gewässerverträgliche und klimaangepasste Flächennutzung im urbanen und ländlichen Raum realisieren

[16] https://germany.representation.ec.europa.eu/news/wasserversorgung-fur-alle-sichern-kommission-legt-eu-strategie-zur-wasserresilienz-vor-2025-06-04_de
[17] https://www.bundesumweltministerium.de/download/nationale-wasserstrategie-2023

Abb. 4: Nationale Wasserstrategie - 10 Strategische Themen und Aktionsprogramm mit 78 Maßnahmen[18]

- Nachhaltige Gewässerbewirtschaftung weiterentwickeln – einen guten und sicheren Zustand erreichen
- Wasserinfrastrukturen klimaangepasst weiterentwickeln – vor Extremereignissen schützen und Versorgung gewährleisten
- Wasser-, Energie- und Stoffkreisläufe verbinden

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA)

Die DWA stellt praxisorientierte Planungshilfsmittel und Leitfäden bereit, die die Integration von Blau-Grünen Infrastrukturen in Neubau- und Bestandsquartiere ermöglichen. Damit erhalten Kommunen und Planern konkrete Werkzeuge, um Blau-Grüne Infrastrukturen effizient und zielgerichtet in städtische Wasser- und Quartiersplanungen zu integrieren.

In ihrem Politikmemorandum „Zukunft der Wasserwirtschaft gestalten" betont die DWA die Notwendigkeit, den Klimawandel durch die Weiterentwicklung der EU KARL zu adressieren und die wasserwirtschaftliche Resilienz gegenüber Starkregen und Trockenheit zu erhöhen.[19] Dabei wird das Leitbild der wasserbewussten Stadtentwicklung mit Blau-Grünen Infrastrukturen als Ziel hervorgehoben.

Fördermittel

Aktuell existieren es auf Bundes- oder EU-Ebene keine spezifischen Förderprogramme, die auf die Entwicklung Blau-Grüner Infrastrukturen an Forschungszentren ausgerichtet sind. Fördermöglichkeiten beschränken sich momentan auf verschiedene kommunale Programme.

[18] https://www.bundesumweltministerium.de/media/nationale-wasserstrategie-zehn-strategische-themen
[19] https://de.dwa.de/files/_media/content/01_DIE_DWA/Politikinformationen/Positionspapiere/Position_D%C3%BCrre_Trockenheit_2025_web.pdf

4. Strategische Vorgehensweise und Managementansätze

4. Strategische Vorgehensweise und Managementansätze

Um die Entwicklung Blau-Grüner und biodiverser Forschungsquartiere erfolgreich umzusetzen, empfiehlt sich ein mehrstufiges Verfahren (Abb. 5):

- Analyse der ökologischen Standortpotenziale
- Etablierung von Pilotprojekten und Einzelmaßnahmen
- Information und Sensibilisierung der Belegschaft
- Integration in die strategische Planung
- Langfristige Campusentwicklung

Das vorliegende Kapitel fokussiert auf grundlegende strategische Aspekte. Einzelne Maßnahmen werden ausführlich in Kapitel 5 dargestellt. Idealerweise werden in diesem Prozess ökologische und soziale Aspekte, wie die Schaffung attraktiver Begegnungsstätten sowie ökologische und wirtschaftliche Aspekte durch die Reduktion von Pflegekosten, miteinander verknüpft.

Analyse der ökologischen Standortpotenziale

Ausgangspunkt für ein Konzept zur ökologischen Entwicklung eines Standorts ist die Analyse vorhandener Potenziale. Hier sind verschiedene Aspekte zu berücksichtigen.

Zunächst ist zu prüfen, welche Freiräume erhalten, geschützt oder entwickelt werden können. Es gilt, die Flächenversiegelung möglichst zu minimieren und ggf. Flächen durch Gebäudeabriss oder Rückbau zu entsiegeln. Um die vorhandene Flora und Fauna weiterzuentwickeln, sollten bestehende Blau-Grüne Flächen erhalten und durch geeignete landschafts- und ortstypische Strukturelemente weiterentwickelt werden, beispielsweise durch die Gestaltung von Gewässerrandstreifen an Teichen.

Ein wesentlicher Aspekt ist die effiziente Nutzung der Ressource Wasser. Hierzu bedarf es der Etablierung eines Regenwassermanagements, welches eine dezentrale Regenwasserbewirtschaftung ermöglicht und Regenwasser in Vegetationsflächen leitet (siehe Kapitel 2).

Weiterhin ist zu untersuchen, wie die Biodiversität am Standort erhöht werden kann, zum Beispiel durch die Nutzung der Straßenbaumliste der Gartenamts-

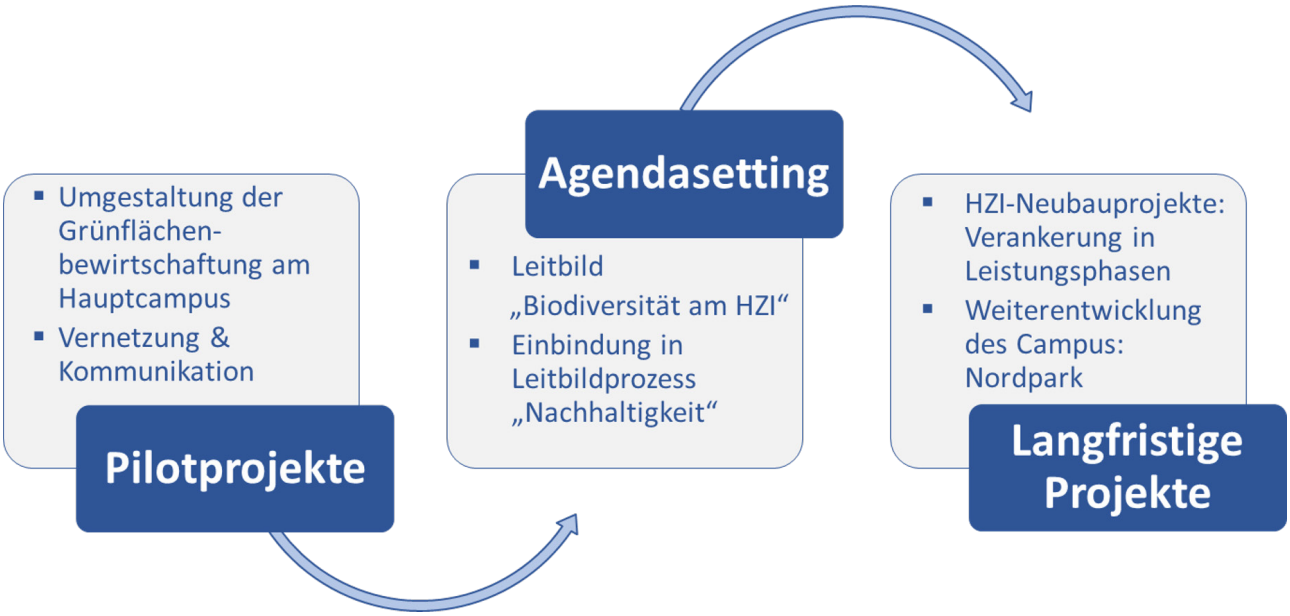


Abb. 5: Vorgehensweise für die Entwicklung eines Biodiversitätskonzepts am HZI

leiterkonferenz (GALK)[20], das Anlegen von Streuobst- oder Wildblumenwiesen, den Bau von Hochbeeten oder das Anbringen von Nisthilfen für Vögel. Das UFZ hat an seinen verschiedenen Standorten durch Einbeziehen der Mitarbeitenden naturnahe Räume entwickeln können, die zur Erholung aber auch zur Identifikation mit dem Standort beitragen.

Neben der Analyse vorhandener Potenziale sollten auch mögliche Risiken in Betracht gezogen werden. Das Helmholtz-Zentrum Dresden Rossendorf (HZDR) hat 2017 gemeinsam mit der TU Dresden das Mikrolima am Standort analysiert. Die Ergebnisse zeigen, dass mittelfristig mit einer erhöhten solaren Einstrahlung und einem steigenden Bewässerungsbedarf zu rechnen ist. Diese Erkenntnis lässt sich auch auf viele weitere Zentren übertragen. Das GFZ Helmholtz-Zentrum für Geoforschung in Potsdam hat Waldbrand als höchstes Elementarrisiko identifiziert und in der Folge ein Waldbrandschutzkonzept entwickelt (siehe Kapitel 5). Für das Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung (HZI) wurde am Standort Braunschweig Hochwasser aufgrund des hoch anstehenden Grundwassers als besonderes Risiko identifiziert. In der Folge wurden eine bereits bestehende Blau-Grüne Infrastruktur unter Berücksichtigung veränderter klimatischer und den Wasserhaushalt betreffender Aspekte weiterentwickelt und in ein an Nachhaltigkeitskriterien ausgerichtetes Grünflächenmanagement eingebettet. Auf diese Weise konnte selbst ein 1000-jähriges Starkregenereignis, wie im Jahr 2023, schadlos bewältigt werden.

Etablierung von Pilotprojekten und Einzelmaßnahmen

Nach der Analyse der Standortpotenziale kann mit der Umsetzung von Maßnahmen begonnen werden. Pilotprojekte sind ein probates Mittel, um zu prüfen, ob sich eine Maßnahme erfolgreich umsetzen lässt und um gleichzeitig für eine Ausweitung der Maßnahme zu werben. Beispiele sind das Aufstellen von Hochbeeten oder die Einführung neuer Mähkonzepte.

Sensibilisierung der Belegschaft

Wesentliche Aspekte bei der Entwicklung Blau-Grüner und biodiverser Forschungsquartiere sind die Einbindung und Sensibilisierung der Belegschaft im Allgemeinen und der für den Prozess relevanten Akteure im Speziellen.

Wenn möglich, sollten Bezugspunkte zur eigenen Forschung hergestellt werden. Ein gutes Beispiel liefert hier das UFZ (siehe Kapitel 4). Zentren ohne unmittelbaren Bezug zur Umweltforschung können etablierte Kommunikationskanäle nutzen, um beispielsweise über erfolgreiche Pilotprojekte oder die Notwendigkeit von Biodiversität zu informieren und dafür werben, die Veränderungen 'live' zu erleben. Die Identifizierung und Einbindung interner Stakeholdergruppen wie Green Campus-Initiativen oder Mitarbeitender, die in Umweltverbänden aktiv sind, können für die Sensibilisierungsstrategien wichtig sein. Eine weitere Möglichkeit zur Sensibilisierung ist die Durchführung von thematischen Campus-Führungen mit internen und externen Experten.

Neben einer allgemeinen Sensibilisierung der Beschäftigten ist es notwendig, mit den am Prozess beteiligten Akteuren aus Betriebsmanagement, Grünpflege und Gebäudemanagement in einen aktiven Austausch zu gehen, beispielsweise durch regelmäßige Begehungen und gemeinsame Entwicklung von Maßnahmen. Die in Pilotprojekten erprobten Konzepte sollten durch organisatorisch-planerische Maßnahmen dauerhaft sichergestellt werden, wie durch die Aufnahme veränderter Mahd-Konzepte in Prozessanweisungen, Ausschreibungsunterlagen und Handreichungen.

Verknüpfung Blau-Grüner Konzepte mit Energieversorgungskonzepten

In Forschungszentren, die durch hochverdichtete Räume gekennzeichnet sind, ist eine frühzeitige Verknüpfung Blau-Grüner Konzepte mit Strategien zur

[20] https://galk.de/arbeitskreise/stadtbaeume/themenuebersicht/strassenbaumliste/

Energiewende von großer Bedeutung. Bäume und Sträucher benötigen Raum für ein gesundes Wachstum. Demgegenüber stehen komplexe unterirdische Versorgungssysteme mit Kanälen für Gas-, Wasser- und Fernwärmeleitungen sowie Kabel für Strom und Telekommunikation. Hier kann es zu Konflikten mit dem bereits existierenden oder geplanten Baumbestand kommen. Zur Lösung möglicher Konflikte können eine Reihe von aktiven und passiven Maßnahmen angewendet werden. Bei Neupflanzungen kann durch Pflanzgruben, Wurzelgräben, Bodenbelüftung und Trennelemente das Wachstum von Wurzeln in definierten Bereichen außerhalb der Leitungszone gefördert werden. Ist ein Neubau oder eine Sanierung von Leitungssystemen geplant, können beispielsweise wurzelfeste Rohrverbindungen, porenarme Verfüllstoffe,[21] Schutzrohre um die Leitung oder Platten und Folien in den Leitungsgraben eingesetzt werden. Umgekehrt lässt sich durch den Einsatz porenreicher Böden das Wurzelwachstum auf die dafür vorgesehenen Bereiche konzentrieren.

Einbindung einer ökologischen Campusentwicklung in die strategische Planung

Nach der Durchführung von Pilotprojekten sollten erfolgreiche Maßnahmen in strategische Campus-Konzepte integriert werden, beispielsweise in die Masterplanung, in Nachhaltigkeitskonzepte oder bestehende Umweltmanagementsysteme. Das HZDR und Helmholtz Munich haben alle definierten Maßnahmen in einen langfristigen Masterplan eingebettet[22], während das HZI 2023 eine Biodiversitäts-Leitlinie entwickelt hat.[23] Die ausgewählten Maßnahmen werden sowohl in der Entwurfsplanung von Neubauten als auch im Liegenschaftsmanagement des Campus eingebunden.

Bei der Einbindung in strategische Konzepte ist es notwendig, Rollen und Verantwortlichkeiten zu klären und die Bereitstellung von Finanzen und perso-

Beispiel: Langfristige Campusentwicklung am HZI

- Strategische Weichenstellung: Frühzeitige Integration der Nachhaltigkeits- und Biodiversitätsaspekte in alle Planungsprozesse
- Ästhetisch-funktionale Weiterentwicklung: „Landschaftsbild Campus“ als halboffene Hügellandschaft
- Zirkularität: Rückbau Schotterrasen an Laborgebäude, Nutzung Material für Hügelformation
- Biodiversität: Anlage von Trockenstandorten für nachgewiesene Vorkommen von Erdinsekten und Amphibien; Herstellen ganzjähriger Insektenfreundlichkeit durch Anpflanzen regionaler Stauden/Gehölze und Blühwiesen; Vermeidung invasiver Pflanzenarten
- Leitsystem: Analoge und digitale Beschilderung
- Neubauprojekte: Integration der Biodiversitätsanforderungen sowie der standortspezifischen Klimaanpassungsmaßnahmen in Planung und Ausführung aller neuen Bauvorhaben
- Bauherrenseitiges Projektmanagement: Begleitung der Planungs- und Umsetzungsphase; Kostendruck und Anforderungen seitens Fördermittelgeber berücksichtigen

[21] https://www.ikt.de/blog/rohre-vor-wurzeln-schuetzen-und-wurzeln-vor-rohren/
[22] https://www.hzdr.de/db/Cms?pOid=59001&pNid=213&pLang=de
[23] https://www.helmholtz-hzi.de/das-hzi/nachhaltigkeit/

nellen Ressourcen zu definieren. So hat das HZDR seit 2024 einen Landschaftsgärtner und einen Facharbeiter für den Garten- und Landschaftsbau angestellt. Im Rahmen einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung konnte nachgewiesen werden, dass das neue Bewirtschaftungskonzept der Freiflächen wirtschaftlicher ist, als die ausschließliche Beauftragung eines Dienstleisters.

Langfristige Campusentwicklung

Um ein klimaangepasstes Wasser- und Vegetationsmanagement dauerhaft zu verankern, sollten die notwendigen Grundprinzipien sukzessive in alle operativen und strategischen Planungsprozesse der Zentren integriert werden, wie am Beispiel des HZI dargestellt wird (siehe Box S. 21). Ein wesentlicher Aspekt für die langfristige Planung ist eine zeitlich abgestimmte Priorisierung der vorgesehenen Maßnahmen.

5. Klimaangepasste Campusentwicklung in der Praxis

5. Klimaangepasste Campusentwicklung in der Praxis

Eine erfolgreiche ökologische Campusentwicklung beinhaltet Maßnahmen zum Klimaschutz und zur Klimaanpassung sowie zum Erhalt beziehungsweise zur Weiterentwicklung der Biodiversität. Im Rahmen des HKB-Workshops „Ökologische Campusentwicklung: Wasser- und Vegetationsmanagement in Helmholtz-Zentren" am GFZ in Potsdam stellten einige Zentren der Helmholtz-Gemeinschaft ihre Maßnahmen und Konzepte vor. Dabei wurde deutlich, dass die Zentren aufgrund ihrer standortspezifischen Rahmenbedingungen – Waldlage versus suburbane oder innerstädtische Lage – unterschiedliche Schwerpunkte setzen. Zentren mit umweltwissenschaftlichem Fokus wie das UFZ oder das KIT nutzen entsprechende Maßnahmen zudem als Reallabor. An anderen Zentren wie beispielsweise am HZI, HZDR oder DESY tragen ökologische Maßnahmen zur Identifikation mit dem Standort bei. Im Folgenden werden Praxisbeispiele zu folgenden Themen vorgestellt:

- Flächenmanagement inkl. Wiederbebauung nach Abriss
- Regenwassermanagement und Gebäudebegrünung
- Erfassung und Verbesserung der Biodiversität
- Monitoring, Erhaltung und Erweiterung des Baumbestandes
- Klimaanpassung von Waldmanagement und Waldbrandschutz
- UFZ-Reallabor für klimaangepasste Campusentwicklung
- Definition standortspezifischer Entwicklungsziele und Potenzialanalyse

Der Workshop in Potsdam hat insgesamt gezeigt, dass eine an klimatischen und biodiversitätsbezogenen Aspekten ausgerichtete Campusgestaltung ein wesentliches Handlungsfeld des Nachhaltigkeitsengagements der Helmholtz-Gemeinschaft ist. Ziel aller Aktivitäten ist es, die Standorte auch unter sich verändernden klimatischen Rahmenbedingungen als lebendige und wegweisende Orte für die Spitzenforschung zu erhalten und weiterzuentwickeln sowie einen Beitrag für eine gesunde Stadtnatur zu leisten.

Flächenmanagement – Nachhaltige Umnutzung von Campusflächen

Die Zentren der Helmholtz-Gemeinschaft betreiben komplexe Infrastrukturen, häufig auch kombiniert mit Großforschungsanlagen wie Teilchenbeschleunigern, Raketenprüfständen oder Hochfeld-Magnetlaboren. Aufgrund einer dynamischen Wissenschaftsentwicklung unterliegen wissenschaftliche Anlagen einem stetigen Wandel. Sie können entweder entsprechend den wissenschaftlichen Bedarfen weiterentwickelt werden, erweisen sich nach jahrzehntelangem Betrieb als wissenschaftlich nicht mehr zeitgemäß oder sind am Ende ihrer Betriebsfähigkeit beziehungsweise -genehmigung angelangt. Gleichzeitig entstehen neue Bedarfe an Forschungsanlagen, Infrastrukturen und Gebäuden. Das Flächenmanagement der Zentren hat die Aufgabe, diesen Prozess nachhaltig zu gestalten. Um adäquate, standortangepasste Lösungen zu finden, können zahlreiche Analyse-instrumente genutzt werden:

- detaillierte Kartierung des Ist-Zustandes
- Erfassung des Siedlungs- und Landschaftsbildes sowie möglicher Potenziale, unter anderem in Bezug auf Standortbetrieb und -charakteristika wie historisch bedeutende Gebäude oder Ökosystemdienstleistungsfunktionen
- Bodenpotenzialanalyse: Erfassung des Bodentyps und Bewertung unter spezifischen Entwicklungsschwerpunkten wie Versickerungsfähigkeit
- Biotypenanalyse: Erfassung der verschiedenen Biotope und Bewertung des Biotopwerts
- Erfassung des Wassernetzes oder – falls vorhanden – der Gewässertypen
- Klimapotenzialanalyse: Bewertung der Bebauungsdichte, des Wärmespeicherungsgrads und Grünanteils sowie der Frisch- und Kaltluftversorgung

- Meteorologisch-hydrologische Analyse: Klimaprojektionen und -bewertung des Potenzials für Extremwetterereignisse, Erfassung und Bilanzierung des Geländewasserhaushalts

Die Analyseergebnisse bilden die Grundlage für eine ganzheitliche Potenzialbewertung der vorhandenen Flächen. Auf dieser Basis können Bebauungspläne unter Berücksichtigung von klimatischen, umweltrelevanten sowie sozioökonomischen Faktoren weiterentwickelt, aber auch Maßnahmen für ein verändertes Grünflächenmanagement festgelegt werden. In einer Masterplanung werden die beiden Schritte dann zusammengeführt und hinsichtlich der zeitlichen und ressourcentechnischen Umsetzbarkeit bewertet. Hier empfiehlt es sich, einen mittelfristigen Ziel- und Entwicklungsplan (Masterplan) mit einem Zeithorizont von 15–20 Jahren zu entwickeln und alle fünf bis sieben Jahre an aktuelle Entwicklungen anzupassen. Dabei können auch notwendige Rückbau- und Umwidmungsbedarfe in einen geordneten und für alle Beteiligten transparenten Prozess gebracht werden.

Masterplanung am HZDR

Das HZDR wurde 1956 als Zentralinstitut für Kernphysik gegründet und später in Zentralinstitut für Kernforschung (ZfK) umbenannt. Bis Anfang der 1990er wurde dort ein Forschungsreaktor betrieben, der anschließend stillgelegt und rückgebaut wurde. Auf dem Campus gibt es historisch bedeutsame Gebäude aus der Frühzeit der Kernforschung sowie ökologisch wertvolle Wald- und Heideflächen mit einem ausgedehnten Gewässernetz. 2002 wurde mit der Masterplanung am Standort begonnen und diese seitdem in Drei- bis Siebenjahresschritten, abhängig von der inhaltlichen und organisatorischen Weiterentwicklung des Standortes, aktualisiert. In den verschiedenen Phasen standen bestimmte Schwerpunkte im Vordergrund: Rückbau, Schaffung neuer Forschungs- und Bürogebäude, Schließung von Deponien und Rekultivierung oder notwendige Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel und der damit einhergehenden steigenden Waldbrandgefahr. Durch eine fundierte analytische Ausgangsbasis und einer strukturierten Planung konnte trotz der sehr wechselhaften Geschichte des Standortes eine konsistente Weiterentwicklung unter Lifecycle-Gesichtspunkten (Planung – Bau – Betrieb – Rückbau) erfolgen. Durch Nachnutzungsbewertungen konnte beispielsweise an der Stelle eines nicht mehr genutzten Heizkraftwerks ein Neubau für Dynamoexperimente (DRESDYN) entstehen, ohne dass dafür zusätzliche Flächen versiegelt werden mussten.

Regenwassermanagement und Gebäudebegrünung als integrative Maßnahme

Ansteigende Umgebungstemperaturen sowie zunehmende Starkregenereignisse erfordern zunehmend die Entwicklung von entsprechenden Klimaanpassungskonzepten. Im Folgenden werden Maßnahmen des Deutschen Elektronen-Synchrotron (DESY) und des UFZ vorgestellt:

Gebäudebegrünung Halle 36 am DESY

Wie bereits in Kapitel 2 erwähnt, stehen Forschungszentren zukünftig vor der Herausforderung, auch bei steigenden Temperaturen angemessene Arbeitsbedingungen in Büros und Laboren im Einklang mit arbeitsschutzrechtlichen Vorgaben sicherzustellen. Dach- und Fassadenbegrünungen können die gefühlte Temperatur im Sommer signifikant senken, im Winter den Wärmeverlust reduzieren und so insgesamt zur Einsparung von Energiekosten beitragen.[24] Zudem fördern sie die Aufenthaltsqualität. Studien zur Wirtschaftlichkeit zeigen, dass die Herstellungskosten für ein Gründach nur einen minimalen Teil der gesamten Baukosten ausmachen.[25] Dabei sind allerdings Betriebskosten und Energieeinspareffekte abzuwägen.

[24] https://www.energie-experten.ch/de/wohnen/detail/begruente-fassaden-kuehlen-gebaeude-und-umgebung.html
[25] https://www.gebaeudegruen.info/wp-content/uploads/2025/01/BuGG-Fachinfo-Positive_Wirkungen_Gebaeudebegruuenung_20230604.pdf

Abb. 6: DESY, Halle 36: Straßenansicht zu Beginn (links) und in einigen Jahren als Simulation (rechts)
Entwurf: L+ Landschaftsarchitekten, Visualisierung: luminousfields.[26]

Um den Nutzen von Fassadenbegrünungen für Gebäude und das Gebäudeumfeld zu demonstrieren, haben das DESY und die Umweltbehörde der Stadt Hamburg im Jahr 2021 die Gebäudebegrünung der Forschungshalle 36 als Pilotprojekt umgesetzt. Die Gesamtbegrünungsfläche der Halle beträgt 4.570 m², von denen knapp zwei Drittel auf die Dachbegrünung und der Rest auf die Fassadenbegrünung entfallen. Die Gebäudebegrünung dient dabei in erster Linie der Speicherung von Regenwasser, hat aber darüber hinaus noch weitere Funktionen wie einen prognostizierten Kühlungseffekt, die Bindung von Feinstaub sowie die Reduktion von Schall. Folglich sind damit auch gesundheitsförderliche Aspekte verbunden. Inwieweit es auch zur Förderung der Biodiversität beitragen kann, wird in einem Begleitprojekt zur Käfervielfalt im Gründach (BUKEA Gründachstrategie) untersucht. Die Kühleffekte der Begrünung werden begleitend in einem Projekt mit der TU Berlin ausgewertet.[27]

Bewässerungskonzept am DESY

Das Pilotprojekt Halle 36 ist Teil des campusweiten Programms „Green DESY", mit dessen Hilfe Biodiversität auf einem stark von Verdichtung und Versiegelung geprägten Forschungscampus gefördert werden soll. Hierfür wird ein geeignetes Grünwassermanagement in Verbindung mit Dach- und Fassadenbegrünungen realisiert. Das Programm verfolgt vorrangig das Ziel, das anfallende Niederschlagswasser am Standort nachhaltig zu bewirtschaften und damit aktiv einen Beitrag zur Klimaanpassung des bei Starkregenereignissen von Überflutung bedrohten Areals zu leisten. Gleichzeitig sollen die angrenzenden öffentlichen Siele (Deichschleusen) entlastet werden. Es wird beabsichtigt, zukünftig kein Regenwasser mehr in die öffentliche Kanalisation einzuspeisen. Folgende Maßnahmen sind geplant:

- Inbetriebnahme eines Regenwasserrings, der die einzelnen Versickerungsbecken verbindet
- Schaffung verbesserter Versickerungsflächen
- stufenweisen Nutzung des Regenwassers in Toilettenanlagen
- bei der Bewässerung von Gebäudebegrünungen soll künftig Regenwasser genutzt werden

Sie führen zu einer deutlichen Kosteneinsparung bei der Einleitung von Oberflächenwasser. Die Begrünung der Halle 36 ist dabei als pars pro toto zu verstehen: Die gewonnenen Erkenntnisse sollen mit Blick auf Raumgestaltung, Nachhaltigkeit und Mobilitätsinfrastrukturen wie beispielsweise Fahrradstellplätze auf die weiteren DESY-Standorte übertragen werden.

[26] https://nachhaltigkeit.desy.de/green_desy/index_ger.html
[27] https://www.hamburg.de/politik-und-verwaltung/behoerden/bukea/themen/energie/energielotsen/gebaedebegruenung-desy-forschungshalle-290834

Umweltschutzmaßnahmen am UFZ

Das UFZ in arbeitet im Rahmen von wissenschaftlichen Demonstratoren die Vorteile verschiedener Gründachtypen hinsichtlich Regenwassernutzung, Wasserreinigung und Kühlungseffekte für Bau und Umgebung heraus. Die Demonstratoren sind in weitere umweltschutzrelevante Maßnahmen des Zentrums eingebettet, die auf eine Verbesserung des Mikroklimas, die Förderung der Aufnahme- und Speicherfähigkeit der Böden sowie die generelle thematische Sensibilisierung der Mitarbeitenden und Anrainer abzielen:

- „Ökowiesen" an allen Standorten des UFZ dienen zur Steigerung der Biodiversität und garantieren Versickerungsflächen respektive standortangepasste Ökosysteme, die auf Trockenheit und Feuchtigkeit gleichermaßen selbstregulierend reagieren können.
- Wissenschaftlich begleitete Baumersatzmaßnahmen im Bereich des „Soldatenwaldes": Klimaresiliente Auswahl der Bepflanzungen; Zusammensetzung und Gliederung der Areale in waldähnliche Kernzonen, Gebüschmantel und Staudensaum. Auf diese Weise werden verschiedene Habitate geschaffen und die Resilienz gegenüber Trockenheit erhöht.
- Regenwasser speist das Teichbiotop, wird aber auch zur Bewässerung genutzt.

Grünflächenmanagement unter klimatischen und Biodiversitäts-Aspekten

Forschungscampi weisen als quasi-urbane Siedlungsstrukturen einen Mix an bebauten und unbebauten Flächen auf. Letztere sind häufig Rasen- und Wiesenflächen, zum Beispiel entlang von Wegen, um Gebäude oder in den Randbereichen der Campi, die als bequeme Wegeabkürzungen oder zur Pausen- und Freizeitgestaltung genutzt werden.

Die ökologische Aufwertung dieser Flächen erfordert einen differenzierten und häufig kontroversen Prozess. Es bedarf des Zusammenspiels von geplanten und steuerbaren Aktivitäten einerseits sowie von Raum und Bewusstsein für offene Prozesse, d.h. allenfalls passiv gestaltbaren Entwicklungen andererseits.

Biodiversitätskonzept des HZI am Hauptcampus in Braunschweig

Am HZI in Braunschweig wurden die Grünanlagen als Handlungsfeld für eine nachhaltige Campusentwicklung identifiziert. Das Nachhaltigkeitsmanagement hat hier sukzessive alle relevanten Akteure am

Abb. 7: Grünwassernetz am Campus Hamburg-Bahrenfeld (Quelle: Axel Simon, DESY)

Abb. 8: Nordpark am HZI: Entwurf adam+adam (links); ganzjähriges insektenfreundliches Staudenbeet und extensiv gepflegte Trockenrasenflächen (rechts). (Quelle: Anne-Kathrin Winkler-Hanns, HZI)

Zentrum eingebunden. Strategische Zielsetzungen waren:

- intensiv gepflegte Grünflächenbereiche möglichst kostenneutral zu minimieren
- extensive Grünflächen so auszuweisen und zu entwickeln, dass sie eine verbesserte Ökosystemdienstleistungsfunktion sowohl für die vorhandene Blau-Grüne Infrastruktur als auch die standorttypische Flora und Fauna im angrenzenden städtischen Kontext erfüllen können
- die Aufenthaltsqualität im Freiraum durch ein stärker strukturiertes und jahreszeitlich abwechslungsreiches Erscheinungsbild zu steigern
- konzeptionelle und planerische Grundsätze für Neubauprojekte an anderen Standorten abzuleiten, um das strategische Handlungsfeld Biodiversitätsmanagement HZI-weit zu stärken und zu differenzieren

Die Konzeptentwicklung beruhte zunächst auf einer ersten fachlichen Bewertung und Aufnahme der Grünflächen durch die Fachabteilung: Begehung und Bewertung der vorhandenen Flora und Fauna, Sichtung von Masterplänen, Identifizierung pflegerischer Maßnahmen zur Wiederherstellung der Funktionalität der landschaftsplanerisch vorhandenen Grün-Blauen Infrastruktur. Gleichzeitig wurden Mitarbeitenden aus dem Facility Management, Gärtner, Hausmeister, interessierte Nutzer und kommunale Stakeholder in den Prozess eingebunden. Hier zeigte sich, dass durch eine iterative Vorgehensweise des Ausprobierens, Beobachtens und Bewertens der Grundannahmen eine hohe Akzeptanz auf allen Ebenen geschaffen werden konnte. In einer begleitenden Studie durch das Thünen-Institut wurden zudem Potenziale zur Ausweisung von Sukzessionsflächen sowie zur Ansiedelung von Insekten und deren Akzeptanz durch Mitarbeitende ausgewiesen.[28]

[28] Zakhovaieva, Kateryna: Handlungsempfehlungen zur Umsetzung von insektenfördernden Maßnahmen auf dem Außengelände des HZI in Braunschweig auf Basis einer Mitarbeiterbefragung. Johann Heinrich von Thünen-Institut. Bundesforschungsinstitut zur Pflege Ländlicher Räume, Wald und Fischerei. Braunschweig 2022.

Innerhalb von zwei Monaten konnte eine Blaupause für ein verändertes Mahdregime entwickelt und, trotz anfänglicher Skepsis der Gärtner sowie technischer Herausforderungen, auch umgesetzt werden. Daraus konnten allgemeine Pflegegrundsätze für Bestands- und Neubauflächen abgeleitet werden. Im Konzept wurden Flächen ausgewiesen, die weiterhin intensiv gepflegt werden, wie zum Beispiel im Straßenraum, oder die eine zwei- oder einmalige Mahd erfahren. Bei der Umsetzung wurden ökologische Aspekte, wie die angepasste Pflege von Trocken- und Feuchtrasenarealen, mit pflegerischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten verbunden. Hierzu gehört der Umstieg auf Handmähen im Bereich der Rigolen und sensiblen Uferbereiche, der Einsatz von wirtschaftlichen Balkenmähern auch auf extensiven Wiesenflächen durch Anpassung der Schnitthöhe sowie die Kompostierung des Schnittguts auf dem Areal in Flächenkompostierung.

Entscheidend für das Gelingen des Projekts waren die Einbindung planerischer Expertise, die Nutzung des Handlungswissens der beteiligten Akteure, eine offensive interne Begleitkommunikation sowie eine agile Projektumsetzung.

Die im Jahr 2023 gemachten Erfahrungen bilden die Basis eines Biodiversitätskonzepts für das gesamte HZI, das in die Planung der Neubauten an verschiedenen Standorten aufgenommen wird. Es wurde ergänzt durch eine Analyse der lokalen geologischen, hydrologischen und ökologischen Gegebenheiten sowie eine Abschätzung unterschiedlicher Szenarien für die regionale klimatische Entwicklung hinsichtlich Extremwetterereignissen, Temperatur- und Niederschlagsentwicklung. Auf dieser Grundlage wurden differenzierte Pflanz- und Pflegekonzepte entwickelt. Gleichzeitig bildet das Biodiversitätskonzept die Basis für die Ausschreibung der mehrjährigen Grünflächenpflege, nachdem durch eine Marktbewertung festgestellt werden konnte, dass durch die veränderte Bewirtschaftung für das HZI insgesamt keine Mehrkosten entstehen.

Im Rahmen der Planungen für den Nordpark (Abb. 8) wurde die landschaftliche Erlebnisqualität des Campus um Sitz- und Arbeitsbereiche („Green Office") erweitert. Es wurden Blühwiesen mit für die Region typischem Saatgut sowie heidetypische Hecken- und Trockenarealen u. a. für Vögel und Erdinsekten angelegt. Blütenreiche, an trockene Standorte angepasste Staudenbeete ergänzen das ganzjährige Futterangebot für Insekten (Abb. 8, rechts). Die Eröffnung wurde begleitet durch Mitmachaktionen des GREEN&colourful-Teams (Nachhaltigkeitsinitiative der Mitarbeitenden des HZI) sowie Informationen zu den verschiedenen Aspekten der nachhaltigen Campusgestaltung.

Monitoring, Erhaltung und Erweiterung des Baumbestandes

Kein Campus ohne Bäume! In der Regel haben die Campi der Helmholtz-Zentren mindestens Einzelbäume und Baumgruppen, häufig wege- und straßenbegleitend. Größere Campi weisen sogar Waldbestände auf. Nachfolgend liegt der Fokus auf den Einzel- und Straßenbäumen. Sie sorgen für Schatten und Abkühlung, verbessern die Aufenthaltsqualität und bieten Lebensraum für Pflanzen und Tiere. Häufig fehlen allerdings detaillierte Bestandsinformationen zu den Bäumen, etwa zu Anzahl, Artenspektrum, Standorteigenschaften, Vitalität und Prognose. Für ein nachhaltiges Baum-Management sind folgende Fragen zu klären:

- Welche Folgen haben die zunehmenden extremen Wetterereignisse wie Dürre, Nässe und Sturm auf einen konkreten Baumbestand?
- Welche Möglichkeiten gibt es, die Baumvitalität und damit auch die Standsicherheit sowie das erreichbare Lebensalter zu erhöhen (und gleichzeitig die Bewirtschaftungskosten zu verringern)?
- Welche Baumarten sollten bei Neu- und Ersatzpflanzungen unter Berücksichtigung des sich in Mitteleuropa dramatisch verschärfenden Klimawandels verwendet werden, um eine hohe Anpassungsfähigkeit und letztlich eine lange Lebensdauer zu ermöglichen?

Abb. 9: Fahrzeugschaden durch Baumbruch einer Eiche infolge des Orkans „Xavier" am 5. Oktober 2017 auf dem Campus Potsdam-Telegrafenberg (Quelle: Ulrike Sylla, GFZ).

Diese und weitere Fragen erfordern ein vertieftes Wissen zum Baumbestand und seiner aktuellen Entwicklung. Eine Reihe von Handreichungen und Forschungsarbeiten geben hier eine erste Orientierung.[29,30,31,32] Das GFZ verwendet seit 2019 ein digitales, GIS-gestütztes Baumkataster mit GPS-Einmessung der Baumstandorte. Dabei werden alle Bäume mit einem Stammumfang von über 10 cm erfasst. Erhoben werden unter anderem der Gesundheitszustand, die Baum-Entwicklungsphase sowie die Baumhöhe. Aktuell beinhaltet dieses Kataster knapp 5000 Einzelbäume. Einmal jährlich wird eine sogenannte Baumregelkontrolle nach speziellen Richtlinien mit dem Schwerpunkt Stand- und Verkehrssicherheit durchgeführt.[33] Die Auswertung der vergangenen Jahre zeigt, dass knapp 80 % der Bäume Schäden von unterschiedlichem Ausmaß aufweisen. Knapp 20 % der Bäume, vor allem Kiefern, Birken und Rotbuchen, sind merklich und stark geschädigt. In der Konsequenz mussten zur Gewährleistung der Verkehrssicherungspflicht (Abb. 9) allein im Winter 2024 etwa 80 Bäume unterschiedlichen Alters gefällt werden. Die lokalen Baumschäden und -verluste lassen sich zum größten Teil auf die Dürreperioden in der letzten Dekade zurückführen.

Mit Blick auf die Standorteigenschaften befinden sich die Einzel- und Straßenbäume auf einem Campus generell in einer besonderen Situation: Häufig ist der Wurzel-, Atmungs- und Bewässerungsraum einge-

[29] BdB & GALK (2020): Zukunftsbäume für die Stadt. Auswahl aus der GALK-Straßenbaumliste. Bund deutscher Baumschulen (BdB) e. V. & Deutsche Gartenamtsleiterkonferenz (GALK) e.V., Berlin & Frankfurt/Main.

[30] Dickhaut, W., Eschenbach, A., Hrsg. (2018): Entwicklungskonzept Stadtbäume. Anpassungsstrategien an sich verändernde urbane und klimatische Rahmenbedingungen. HafenCity Universität Hamburg.

[31] Kendzia, N., Osterland, K., Schrauth, M., Jaroszewski, J. (2024): Bewässerung urbaner Grünflächen. Anforderungen an Baumstandorte. Bewässerungsforum Bayern, Ausgabe 1 - 02/2024.

[32] Richter, M., Dickhaut, W., Eschenbach, A., Knoop, L., Pallatsch, M., Voss, T. (2021): Können Straßenbaumstandorte durch Regenwasserbewirtschaftung verbessert werden? Pro Baum 1/2021, S. 22-26.

[33] FLL (2020): Baumkontrollrichtlinien - Richtlinien für Baumkontrollen zur Überprüfung der Verkehrssicherheit. Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau, Bonn.

schränkt und das Substrat mit physikalischen und chemischen Problemen verbunden, wie einem hohen Anteil an Schutt, geringer Wasserspeicherkapazität, Fahr- und Trittbelastung in der Wurzelzone, Tausalzbelastung oder ungünstiger pH-Werte. Folglich ist die biologische Aktivität des Bodens und damit die Vitalität des Baumes gering. Diese negativen Standortwirkungen werden sich zukünftig insbesondere durch die Zunahme von Hitze- und Dürreperioden weiter verstärken.

Das laufende Forschungsvorhaben „Zukunftsorientiertes Klimawandel-Management für Städtische Grünflächen" (ZUKAMAS) am KIT zielt auf die langfristige Sicherung der Gesundheit und Funktion von Stadtbäumen, insbesondere auf dem KIT-Campus. Mit Hilfe von neu entwickelten Sensoren, molekularen Analysen, Baumring-Untersuchungen und Computermodellen werden systematisch Erkenntnisse gewonnen, die gezielte und ressourcenschonende Erhaltungsmaßnahmen für Stadtbäume ermöglichen. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der Identifizierung von Baumarten für den urbanen Raum, die besonders gut an den lokalen Klimawandel angepasst sind, die Artenvielfalt fördern und die von der Gesellschaft akzeptiert werden. Auf dieser Basis sollen konkrete Empfehlungen für die Campus- und Stadtplanung entwickelt werden. Besonders wichtig ist dabei die aktive Einbindung von Beschäftigten, Studierenden, Bürgern sowie der Zentrums- und Stadtverwaltung. Ziel ist es, das Bewusstsein für die Bedeutung von Stadtbäumen zu stärken und gleichzeitig nachhaltige Maßnahmen zum Schutz und zur Verbesserung des Stadtgrüns zu entwickeln und umzusetzen.

Klimaanpassung von Waldmanagement und Waldbrandschutz

Die räumliche Situation eines „Waldcampus" (Abb. 10) prägt viele Forschungszentren der Helmholtz-Gemeinschaft. Beispielsweise nutzt das GFZ gemeinsam mit weiteren wissenschaftlichen Einrichtungen den 27 ha großen Wissenschaftspark „Albert Einstein" auf dem Potsdamer Telegrafenberg. Der Campus ist weitgehend mit Eichenmischbeständen bewaldet und seinerseits von Wald umgeben. Der Standort ist grundwasserfern, sandig und liegt in

Abb. 10: Typische Situation einer engen Nachbarschaft von Gebäuden und Wald im Wissenschaftspark „Albert Einstein" in Potsdam: Bei Waldbrand besteht ein hohes Risiko für die Gebäudeentzündung (Quelle: GFZ)

einer sehr trockenen Region mit hohem Waldbrandrisiko.[34] Bedingt durch die Trocken- und Hitzephasen der letzten zwei Dekaden ist hier eine gravierende Zunahme von klimabedingten Baumschäden zu beobachten. Die ursprünglich zahlreich vorhandenen Kiefern sind weitgehend abgestorben. Darüber hinaus ist zu erwarten, dass auch viele Laubbäume in den kommenden Jahren absterben werden. Ein wichtiger Indikator ist der aktuelle Kronenzustand mit einem hohen Anteil an Asttotholz und relativ geringer Laubmasse. Die Situation auf dem Telegrafenberg ist exemplarisch für den Waldzustand in Brandenburg[35] und darüber hinaus.

Klimaangepasstes Waldmanagement

Um den Wald auf dem Telegrafenberg zu erhalten und auch weiterhin als „natürliche Klimaanlage" zur Reduzierung des Hitzestresses zu nutzen, werden neue Baumbestände vor allem durch natürliche Verjüngung aufgebaut. Diese umfassen neben Stiel- und Traubeneichen insbesondere verschiedenen Ahornarten, Robinie, Winterlinde, Rotbuche und Eibe. Hinzu kommt eine artenreiche Strauchvegetation. Es erfolgen weder eine Baumartenselektion, Bewässerung und Düngung noch eine Entnahme von Holz und anderweitiger organischer Substanz. Abgestorbene Bäume – sofern sie nicht an verkehrlich sensiblen Stellen gefällt werden – verbleiben in den Beständen und führen zu einem Anstieg des Totholzanteils. Der bereits vorhandene Zaun um den Campus schließt Wildverbiss nahezu aus. Ziel ist die Schaffung eines struktur- und artenreichen, dicht geschlossenen Waldbestandes. Dieser kann – zumindest vorerst noch – das geringe und sich absehbar weiter reduzierende Wasserdargebot (die Menge an Wasser, die durch Bewirtschaftung des Regenabflusses gesammelt und eventuell für die Wiederverwendung eingesetzt werden kann) optimal nutzen und Starkregen schadensfrei ableiten sowie auf natürliche Störungen wie Dürre, Sturm oder Insektenkalamität mit hoher Resilienz reagieren. Dieses naturnahe Waldmanagement verursacht einen relativ geringen Bewirtschaftungsaufwand und korrespondiert mit der Vorgehensweise des Landesbetriebes Forst Brandenburg in der unmittelbaren Campusumgebung.

Waldbrandschutz

Ein Waldbrand stellt für den Campus auf dem Telegrafenberg das mit Abstand höchste Elementarrisiko dar. Infolge des Klimawandels und vor allem aufgrund der prognostizierten Zunahme von zum Teil extremen Trockenperioden, wird sich das Waldbrandrisiko in den kommenden Dekaden weiter erhöhen.[36] In den Jahren 2023/2024 wurde deshalb durch ein externes Fachbüro ein Waldbrandschutzkonzept erarbeitet, das den Ist-Zustand hinsichtlich einer potenziellen Brandexposition des Campus und seiner Umgebung erfasst. Ein zusätzliches Risiko sind bewaldete Kampfmittelverdachtsflächen im unmittelbaren Umfeld des Campus.[37] Basierend auf der Ist-Analyse wurden Schutzziele und Maßnahmen zur Waldbrandprävention und -bekämpfung entwickelt. Sie wurden in vier Paketen zusammengefasst, die in den kommenden Jahren umgesetzt werden: (1) „Brandübergang" (Anlage eines gepflügten, 4 m breiten Randstreifens im Westteil des Campuswaldes), (2) „Gebäudeentzündung" (Neugestaltung des unmittelbaren Gebäudeumfeldes bis 30 m Abstand nach Brandschutzanforderungen), (3) „Brandbekämpfung" (Bau eines Waldbrandschutzweges unmittelbar südlich des Campus, Verbesserung der Löschwassersituation durch Instandsetzung und Wiederinbetrieb-

[34] MLUK – Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz (2025): Waldbrandstatistik 2024 des Landes Brandenburg. Landesbetrieb Forst Brandenburg, Potsdam.

[35] MLUK – Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz (2025): Waldbrandstatistik 2024 des Landes Brandenburg. Landesbetrieb Forst Brandenburg, Potsdam.

[36] Marx, A., Blauhut, V., Boeing, F., Forkel, M., Hagenlocher, M., Herbst, M., Hoffmann, P., Kuhlicke, C., Kumar, R., de Brito, M.M., Samaniego, L., Thonicke, K., Ziese, M. (2024): Dürren und Waldbrände unter Klimawandel. In: Brasseur, G.P, Jacob, D., Schuck-Zöller, S. (Hrsg.), Klimawandel in Deutschland. Entwicklung, Folgen, Risiken und Perspektiven. Springer, Berlin, S. 131-142.

[37] Gnilke, A., Sanders, T. (2024): Waldbrände und die Rolle militärischer Altlasten auf Wald- und Sukzessionsflächen in Brandenburg. Project brief 2024/01, Thünen-Institut für Waldökosysteme, Eberswalde..

Abb. 11: Beispiele von Maßnahmen für eine ökologische Campusgestaltung am UFZ (Quelle: UFZ)

nahme eines historischen Tiefbrunnens) und (4) „Fluchtwegesituation" (Einbau eines weiteren Campus-Tors, Verbesserung der Information zu Fluchtwegen). Eine überschlägige Kostenermittlung für die Umsetzung der teils einmaligen, teils jährlich wiederkehrenden Maßnahmen hat ergeben, dass dafür insgesamt mehrere hunderttausend Euro erforderlich sind.

UFZ-Reallabor für klimaangepasste Campusentwicklung

Am UFZ ist die klimaangepasste Campusentwicklung eng mit der wissenschaftlichen Mission des Zentrums verknüpft. Der Campus ist ein städtisch geprägter Wissenschaftspark und bringt die üblichen Herausforderungen urbaner Räume mit sich. Dazu zählen ein steigender Bedarf für die Bewässerung der Grünflächen in Dürrephasen sowie die Ableitung großer Niederschlagsmengen in das städtische Kanalnetz bei Starkregenereignissen. Diese Situation bietet dem UFZ eine einzigartige Möglichkeit, den Campus mit Blau-Grünen Infrastrukturen auszustatten und die Anlagen zugleich für umweltbezogene Forschungszwecke nutzbar zu machen. Dementsprechend wurden in den letzten Jahren zahlreiche Infrastrukturen eingerichtet und in die Forschung integriert (Abb. 11).

Forschungsgründächer

Auf dem Campus wurden vier verschiedene Gründach-Typen aufgebaut. Diese tragen sowohl zur Rückhaltung von Niederschlagswasser als auch zur Kühlung der Umgebung bei und unterstützen zugleich die Senkung von Treibhausgasemissionen (CO_2) und Feinstaubkonzentration in der Luft. Weiterhin werden Untersuchungen zur Langzeit-Wasserbilanz, zur Reduktion von CO_2-Emissionen, zur Förderung urbaner Biodiversität und zu weiteren interdisziplinären Fragestellungen durchgeführt.

Carport / Retentionsgründach

Der realmaßstäbliche Carport wirkt positiv auf den Wasserhaushalt, da er Regenwasser zurückhält. Die Anlage ist mit Sensortechnik ausgestattet, sodass ein langfristiges Monitoring des Wasserhaushalts und des Bewässerungsbedarfs des Substrats möglich ist. Um die Effekte solcher Anlagen skalenübergreifend darzustellen, fließen die erzeugten Daten in Klima- und Wassermodellierungen ein. Parallel wird die Kühlleistung eines bewässerten Gründachs untersucht, um Handlungsmöglichkeiten zur Bewältigung von Hitze- und Starkregenereignissen aufzuzeigen.

Forschungsdach zur Grauwasserreinigung

Die Dürreperioden der vergangenen Jahre haben deut-

lich gemacht, dass eine Bewässerung mit Grund- oder Trinkwasser die Wasserressourcen erheblich belastet. Auf den Reinigungsdächern des UFZ wird deshalb Grauwasser aus der Kantine gereinigt. Dabei werden sowohl die Wasserbilanz als auch der Reinigungsgrad kontinuierlich untersucht, um Potenziale für das ressourcenschonende Wassermanagement zu identifizieren.

Baumuntersuchungen

In einem zentrumsübergreifenden Helmholtz-Verbundprojekt werden die Bäume auf dem UFZ-Campus überwacht, um den Wasser-, Platz- und Bodenbedarf zu identifizieren, der erforderlich ist, um ihre klimaökologische Funktion langfristig zu gewährleisten. Die Ergebnisse unterstützen eine nachhaltige Campusplanung sowie Strategien zur Baumbewirtschaftung.

Teichanlage für Regenwasserbewirtschaftung und Energiegewinnung

Am Campus-Teich, einer zentralen Regenwasserbewirtschaftungsanlage, wird zur Nutzung schwimmender mikrobieller Brennstoffzellen geforscht. Dabei wird untersucht, wie die Reinigung des Teichwassers durch Filterung mit der gleichzeitigen Erzeugung von elektrischer Energie kombiniert werden kann.

Grundwasserreinigung kombiniert mit Energiespeicher

Die Verschmutzung des Grundwassers in urbanen und industriell geprägten Räumen stellt eine langfristige Herausforderung dar, auch auf dem UFZ-Campus. Hier wird untersucht, wie die Grundwassersanierung mit einer zyklischen thermischen Bewirtschaftung kombiniert werden kann. Durch die Speicherung thermischer Energie im Aquifer wird ein CO_2-freies Wärmemanagement ermöglicht: In der warmen Jahreszeit wird Wärme eingelagert und im Winter bedarfsgerecht wieder abgerufen.

Baumrigolen zur Rückhaltung und Reinigung von Regenabfluss

Die auf dem Campus installierten Pilot-Baumrigolen dienen der Bewirtschaftung von Straßenabflüssen. Forschende des UFZ analysieren derzeit, in welchem Umfang Schadstoffe wie Reifenabrieb oder Kraftstoffreste im Wurzelraum abgebaut und so aus dem Regenabfluss entfernt werden können.

Die Blau-Grünen Infrastrukturen auf dem UFZ-Campus, die zugleich als wissenschaftliche Demonstratoren genutzt werden, bieten ein enormes Potenzial für die Entwicklung, den Betrieb und die Optimierung neuartiger wasser- und klimasensibler Infrastrukturlösungen. Da der UFZ-Campus die Charakteristik eines Stadtquartiers aufweist, wird angestrebt, ihn vom städtischen Kanalnetzwerk abzukoppeln. Damit könnte gezeigt werden, inwieweit die Bewirtschaftung des Niederschlagswassers mithilfe der Blau-Grünen Infrastrukturen wasserwirtschaftliche und umweltrelevante Effekte für ein Stadtviertel mit sich bringt. Zusätzlich plant das UFZ, Anlagen als Reallabor für Extremwetterereignisse zu installieren, um

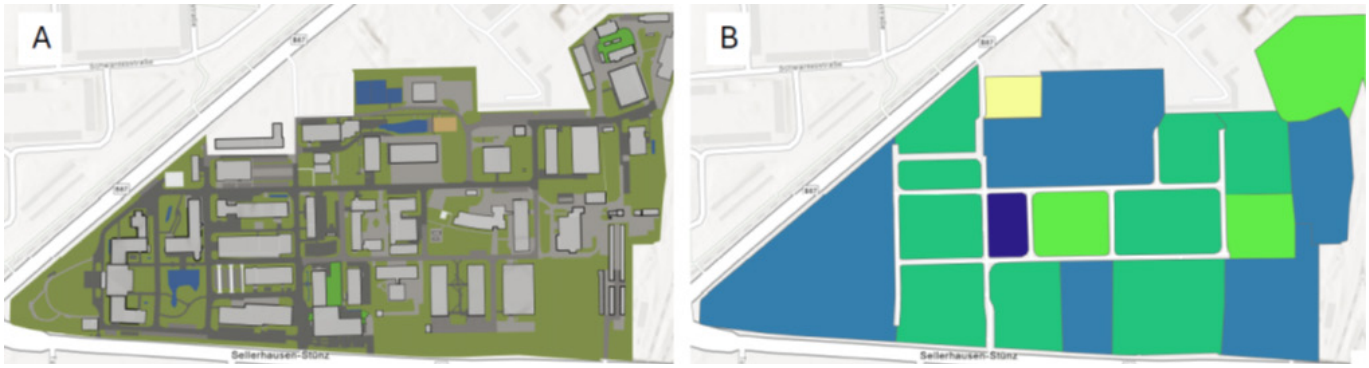


Abb. 12: Geo-Daten für die Potenzialanalyse der Blau-Grünen Infrastrukturen (links) und die darauf basierenden Blöcke für die Modellierung (rechts) (Quelle: UFZ)

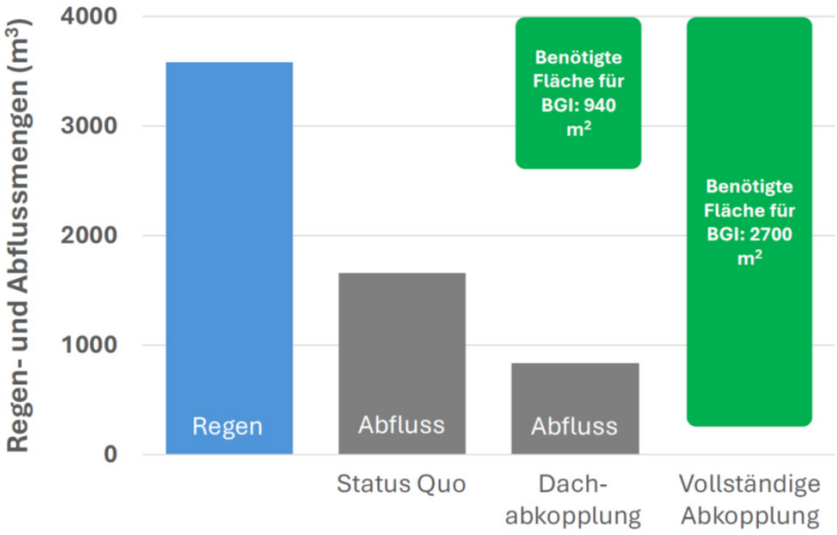


Abb. 13: Ergebnisse der Potenzialanalyse für ein 30-jähriges Regenereignis. Dargestellt sind die Regen- und Abflussmengen für unterschiedliche Szenarien sowie Flächenbedarfe für Blau-Grüne Infrastrukturen (BGI).

mit Hilfe der daraus gewonnenen praktischen Erfahrungen und Daten die komplexen Effekte der Blau-Grünen Infrastrukturen in Modellen und Simulationen zu analysieren. Dadurch können die untersuchten Systeme über den Campus hinaus auf andere Stadtquartiere, Städte und Regionen übertragen werden. Dieser Ansatz wird einen wichtigen Beitrag zur Implementierung in Wohnquartiere leisten, um diese nachhaltig und klimaangepasst zu entwickeln.

Definition standortspezifischer Entwicklungsziele und Potenzialanalyse

Wie in Kapitel 2 beschrieben, sind die Definition von standortspezifischen Entwicklungszielen sowie die Durchführung einer Potenzialanalyse wichtige Grundlagen für Entscheidungsprozesse im Hinblick auf eine klimaangepasste Campusentwicklung. Im Folgenden wird eine vom UFZ entwickelte Analyse der Blau-Grünen Potenziale für den Wissenschaftspark Leipzig vorgestellt.

Zunächst wurden folgende übergeordnete Ziele definiert:

- Bewirtschaftung des Niederschlagswassers während Starkregenereignissen auf dem Campusgelände (Entlastung des städtischen Kanalnetzwerks)
- Erstellung eines ausgeglichenen Wasserhaushalts durch die Nutzung von Regenwasser (ressourceneffiziente Bewässerung)

Die weiteren Schritte der Potenzialanalyse lauten wie folgt:

Definition verschiedener Szenarien

Um die Wirkung der Blau-Grünen Infrastrukturen unter verschiedenen Annahmen zu ermitteln, wurde in Szenario 0 zunächst die Ausgangssituation dargestellt. Anschließend wurde in Szenario 1 angenommen, dass nur die Abflüsse der Dachflächen vor Ort bewirtschaftet werden. Schließlich wurde in Szenario 2 angenommen, dass die Abflüsse aller versiegelten Flächen vor Ort bewirtschaftet werden (Abb. 13).

Datenaufbereitung und Modellierung

Als Grundlage für die Untersuchung wurden detaillierte Geo-Daten des Campus mit einer Flächenklassifizierung nach Versiegelungsgrad benutzt (Abb. 12, A). Die vorliegenden Daten wurden sogenannten Blöcken zugeordnet (Abb. 12, B), die im späteren

Modell als Grundeinheiten für die hydrologische Simulation verwendet wurden.

In der Regel werden die Infrastrukturen zur Versickerung und zum Rückhalt von Regenwasser so ausgelegt, dass sie für den Abfluss definierter Niederschlagsereignisse geeignet sind. In Deutschland hat die DWA (Siehe Kapitel 3) definiert, dass dezentrale Regenwasserbewirtschaftungsanlagen in der Lage sind, den Abflusses eines 5- bis 30-jährigen Niederschlagsereignisses zu mindern. Angesichts der zunehmenden Häufigkeit extremer Niederschlagsereignisse wurde in diesem Fall jedoch zusätzlich ein 100-jähriges Starkregenereignis berücksichtigt. Die Niederschlagsdaten wurden in einem Zeitreihenformat erfasst, das gemäß der Datenerhebung KOSTRA 2020[38] des Deutschen Wetterdienstes für die Modellierung geeignet ist. Auch die lokalen Erkenntnisse aus dem Bodengutachten wurden für die Modellierung weiterverwendet. In weiteren Langzeitsimulationen wurden das Wasserdargebot sowie der Bewässerungsbedarf der Grünanlagen pro Block für die vorangegangenen fünf Jahre bestimmt.

Ergebnisse der Potenzialanalyse

Die Ergebnisse zeigen, dass die Regenabflüsse auf dem UFZ-Campus durch den weiteren Ausbau Blau-Grüner Infrastrukturen drastisch reduziert werden könnten. Um beispielsweise den Abfluss eines 30-jährigen Regenereignisses vollständig zu vermeiden, müssten weitere 3 % des Gesamtgeländes in Blau-Grüne Infrastrukturen umgewandelt werden (Abb. 13) - bei einem 100-jährigen Ereignis wären es 5 %.

Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse der Vorplanung das Potenzial der verschiedenen Blau-Grünen Infrastrukturen für den UFZ-Campus auf. Sie bilden die Grundlage für weitere Maßnahmen. Mithilfe solcher Studien können sowohl räumliche als auch technologiebezogene Priorisierungen für die weitere Implementierung durchgeführt werden. Der für diese Studie angewendete Ansatz erlaubt die Nutzung unterschiedlicher Datenquellen und die Entwicklung weiterer Szenarien, sodass die Potenzialanalyse standortspezifisch durchgeführt werden kann, um detaillierte Ergebnisse zu erzielen.

[38] KOSTRA-DWD-2020: „Koordinierte Starkniederschlagsregionalisierung und -auswertung des DWD" Bezugszeitraum 1951 – 2020 https://www.dwd.de/DE/leistungen/kostra_dwd_rasterwerte/kostra_dwd_rasterwerte.html

6. Zusammenfassung und Perspektiven

6. Zusammenfassung und Perspektiven

Der Klimawandel hat tiefgreifende Folgen, wie steigende Temperaturen, Artensterben, Waldbrände und extreme Wetterereignisse. Hiervon sind auch die Standorte großer Forschungszentren betroffen. Die genannten Folgen können durch ein vorausschauendes Wasser- und Vegetationsmanagement eingedämmt werden. Wesentliche Elemente sind eine nachhaltige Regenwasserbewirtschaftung sowie die Entwicklung Blau-Grüner Infrastrukturen und biodiverser Vegetationsstrukturen. Dementsprechend sind diese Maßnahmen ein wesentlicher Bestandteil politischer Klimaanpassungsstrategien und werden unter anderem in der UN-Agenda 2030, im Rahmen des europäischen Green Deals, in der EU-Richtlinie zur Nachhaltigkeits-berichterstattung und in der Nationalen Wasserstrategie adressiert.

Herausforderungen und Lösungsansätze

Die Umsetzung nachhaltiger und biodiverser Klimaanpassungskonzepte auf Forschungscampi, aber auch an anderen Standorten, ist häufig mit großen Herausforderungen verbunden. Das Bestreben, unbebaute Flächen ökologische aufzuwerten, geht oft mit Nutzungskonflikten einher und erfordert häufig auch eine Anpassung etablierter Grünpflegekonzepte. Um Blau-Grüne Infrastrukturen zu entwickeln, mangelt es häufig an Flächen für die Versickerung, Wasserrückhaltung oder Begrünung. Zudem verursachen der Bau und die langfristige Unterhaltung von Klimaanapassungsmaßnahmen wie Retentionsdächern, biodiversen Grünflächen oder dezentralen Rückhalteräumen signifikante Kosten. Pilotprojekte werden zwar häufig durch Förderprogramme unterstützt, oft fehlt es aber an nachhaltigen Finanzierungsmodellen für den dauerhaften Betrieb. Schließlich bestehen zahlreiche rechtliche und institutionelle Hürden, da notwendige Maßnahmen nicht in ausreichendem Maße in Regelwerken und Bebauungsplänen verankert sind.

Angesichts der genannten Herausforderungen ist eine strategische Vorgehensweise erforderlich, die folgenden Aspekte beinhalten sollte:

- Analyse der ökologischen Standortpotenziale
- Etablierung von Pilotprojekten und Einzelmaßnahmen
- Information und Sensibilisierung der Belegschaft
- Integration in die strategische Planung
- Langfristige Campusentwicklung

Ein wesentlicher Aspekt ist die frühzeitige Einbindung aller für die Prozesse notwendiger Akteure. Hierzu gehören neben der Zentrumsleitung die Fachabteilungen Bau, Betrieb, Grünpflege und Nachhaltigkeitsmanagement, aber auch interessierte Wissenschaftler. Darüber hinaus bedarf es häufig einer Unterstützung durch externe Experten wie Landschaftsarchitekten und Wasserwirtschafts-ingenieure sowie einer engen Kooperation mit der lokalen Politik.

Diese Art der interdisziplinären Zusammenarbeit erfordert neue Strukturen sowie eine Abkehr von traditionellen, stark sektoral geprägten Arbeitsweisen. Neben geplanten und steuerbaren Aktivitäten bedarf es auch ergebnisoffener Prozesse.

Helmholtz-Zentren setzen unterschiedliche Schwerpunkte

Die Zentren der Helmholtz-Gemeinschaft haben im Bereich Wasser- und Vegetationsmanagement bereits eine Reihe von Konzepten und Einzelmaßnahmen etabliert. Einige dieser Aktivitäten wurden im April 2025 im Rahmen eines HKB-Workshops in Potsdam präsentiert und sind in Kapitel 5 ausführlich beschrieben. Dabei wurde deutlich, dass die Zentren unterschiedliche Schwerpunkte setzen. Nachfolgend sind einige Beispiele genannt:

- Flächenmanagement inkl. Wiederbebauung nach Abriss
- Regenwassermanagement und Gebäudebegrünung
- Erfassung und Verbesserung der Biodiversität
- Monitoring, Erhaltung und Erweiterung des Baumbestandes

- Klimaanpassung von Waldmanagement und Waldbrandschutz

Ursachen für die unterschiedliche Herangehensweise sind neben standortspezifischen Rahmenbedingungen auch die wissenschaftliche Ausrichtung der jeweiligen Zentren. So nutzen Zentren mit einem Fokus in der Umweltforschung wie UFZ und KIT, Klimaanpassungsmaßnahmen gleichzeitig als Reallabor. Ziel aller Aktivitäten ist es, die Standorte der Helmholtz-Gemeinschaft an die sich verändernden klimatischen Rahmenbedingungen anzupassen und die Aufenthaltsqualität sowie die Identifizierung mit den Standorten zu fördern.

Helmholtz-Wasserinitiative - Potenzialanalysen für Blau-Grün-Rote Infrastrukturen

Die Helmholtz-Gemeinschaft hat die Notwendigkeit von Klimaanpassungskonzepten erkannt und unter anderem mit der Gründung der Helmholtz-Wasserinitiative adressiert. In einem Whitepaper wird die Etablierung sogenannter „Solution Labs" vorgeschlagen. Am UFZ wird zukünftig das "Solution Lab Urbane BlauGrünRote (BGR) Wassersysteme" entstehen. Das UFZ-Team wird analysieren, wie multifunktionale BGR-Infrastrukturen gezielt in Stadtplanungskonzepte integriert werden können, welche Datenquellen verfügbar sind und wie diese in einem übergeordneten Steuerungssystem genutzt werden. Es gilt herauszufinden, wie ein Gesamtsystem urbaner Wasser- und Energieinfrastruktur unter den schwankenden Randbedingungen (Regen, Verdunstung, Trockenheit) und den Fluktuationen des Energiemarkts resilient und nachhaltig gestaltet werden kann. Eine Modellierung dieser komplexen Zusammenhänge wird mit Hilfe von digitalen Zwillingen durchgeführt. Diese Untersuchungen können natürlich auch in weiteren Forschungszentren durchgeführt werden. Schon jetzt führt das UFZ-Team im Rahmen einer Kooperation mit dem HKB in ausgewählten Helmholtz-Zentren eine Potenzialanalyse durch, um die Möglichkeiten einer Blau-Grünen Infrastrukturentwicklung aufzuzeigen. Zukünftig sollten entsprechende Analysen gemeinsam mit Energiestrategien in die Campus-Masterplanung integriert werden.

Impressum

Herausgeber

Helmholtz Kompetenznetzwerk Klimagerecht Bauen
c/o Max Delbrück Center in Berlin-Buch

Robert-Rössle-Str. 10, 13125 Berlin
Telefon: +49 (0) 30 94 06-21 61
E-Mail: hkb@mdc-berlin.de
Webadresse: www.hkb.helmholtz.de

Einzelheiten zur inhaltlichen und rechtlichen Verantwortlichkeit finden Sie auf:
www.hkb.helmholtz.de

Stand
08/01/2026