

# Ökologisches Konzept

zur Freiflächenentwicklung und zum Freiflächenmanagement am Karlsruher Institut für Technologie

## Teil 1

Leitbilder, Status Quo, Potentiale, Maßnahmen, Good Practice Beispiele



zukunfts**campus**  
Nachhaltigkeitsmanagement und  
Campusentwicklung am KIT



institut für  
geographie  
& geökologie

Stand: September 2017



**Wissenschaftliche Leitung:**

Sebastian Schmidlein (IFGG)

**Projektmanagement:**

Tobias Wirsing (IFGG)

Anne Lewerentz (IFGG)

**Wissenschaftliche Begleitung:**

Denise Böhnke (IFR)

Gregory Egger (IFGG)

Susanne Gerstberger (IESL)

Caroline Kramer (IFGG)

Stefan Norra (AGW)

Achim Vogt (IFR)

Matthias Zimmermann (ISE)

**Bearbeitung:**

Julia Ahlbrand (IFGG)

Dominique Bertsch (IFGG)

Reiner Gebhardt (IFGG)

Lennart Krauß (IFGG)

Anne Lewerentz (IFGG)

Marion Werling (IFGG)

Tobias Wirsing (IFGG)

**Beteiligte Administration:**

Jürgen Altenburg (DE Facility Management)

Eva Blei (DE Facility Management)

Michael Guhl, DE Facility Management)

Fredericke Hoebel, Arbeitskreis Lern- und Lehrräume am KIT)

Sandy Jeschke (Stabsstelle ZUKUNFTSCAMPUS)

Martin Kaffenberger (Vermögen und Bau Baden-Württemberg, Amt Karlsruhe)

Markus Kasperek (DE Facility Management)

Frank Lang (Stabsstelle ZUKUNFTSCAMPUS)

Silke Rittershofer (Stabsstelle ZUKUNFTSCAMPUS)

Gerhard Schmidt (Stabsstelle ZUKUNFTSCAMPUS)

Werner Uher (DE Facility Management, Bauplanung)

Reinhard Subbert (DE Facility Management)

Stefan Uhl (Vermögen und Bau Baden-Württemberg, Amt Karlsruhe)

Peter Zöllner (Vermögen und Bau Baden-Württemberg, Amt Karlsruhe)

## Inhaltsverzeichnis

0	Vorwort .....	1
1	Zusammenfassung.....	3
2	Einleitung.....	4
2.1	Motivation .....	4
2.2	Vorarbeiten, laufende Projekte, Leitfäden.....	7
3	Funktionen von Freiflächen: Leitbilder, Status Quo, Potentiale .....	10
3.1	Schutzgut Wasser .....	11
3.1.1	Leitbild .....	11
3.1.2	Begründung für dieses Leitbild.....	13
3.1.3	Indikatoren .....	14
3.1.4	Status quo und Potentiale .....	17
3.2	Schutzgut Boden.....	20
3.2.1	Leitbild .....	20
3.2.2	Begründung für dieses Leitbild.....	21
3.2.3	Indikatoren .....	22
3.2.4	Status quo und Potentiale .....	22
3.3	Schutzgut Klima .....	24
3.3.1	Leitbild .....	24
3.3.2	Begründung für dieses Leitbild.....	29
3.3.3	Indikatoren .....	31
3.3.4	Status quo und Potentiale .....	32
3.4	Licht, Lärm und atmosphärische Schadstoffimmissionen .....	42
3.4.1	Lichtemissionen.....	42
3.4.2	Lärmemission .....	48
3.4.3	Atmosphärische Schadstoffimmissionen .....	50
3.5	Schutzgut Biodiversität.....	57
3.5.1	Leitbild .....	57
3.5.2	Begründung für dieses Leitbild.....	58
3.5.3	Indikatoren .....	59
3.5.4	Status quo und Potentiale .....	61
3.6	Aufenthaltsqualität.....	73

3.6.1	Leitbild .....	73
3.6.2	Begründung für dieses Leitbild .....	73
3.6.3	Indikatoren .....	73
3.6.4	Status quo und Potentiale .....	74
3.7	Umweltbildung .....	84
3.7.1	Leitbild .....	84
3.7.2	Begründung für dieses Leitbild .....	85
3.7.3	Indikatoren .....	86
3.7.4	Status quo und Potentiale .....	86
4	Maßnahmen und Umsetzungsmöglichkeiten .....	89
4.1	Maßnahmenkatalog .....	90
4.2	Ökokonto und Ökokonto-Verordnung .....	94
5	Monitoring.....	96
6	Priorisierung in Raum und Zeit.....	98
6.1	Campus Süd .....	99
6.2	Campus Nord.....	100
6.3	Campus West.....	101
6.4	Campus Ost.....	102
7	Good-Practice Beispiele.....	103
8	Ausblick.....	120
9	Literatur .....	123
10	Anhang.....	133
10.1	Bäume mit Brusthöhendurchmesser > 70 cm.....	133
10.2	Verteilung der Biotoptypen auf den Campusflächen.....	134
10.3	Wertsteigerungspotential (WSP) der einzelnen Biotoptypen.....	136
10.4	Beispiele für Futterpflanzen von Tagfaltern im Siedlungsbereich (KUSTER 2012) .....	140

## Kartenverzeichnis

- Kartenset 1: Schutzgut Boden und Grundwasser
- Kartenset 2: Schutzgut Klima
- Kartenset 3: Schutzgut Biodiversität (Biotoptypen)
- Kartenset 4: Schutzgut Biodiversität (Biotopwertpunkte)
- Kartenset 5: Schutzgut Biodiversität (Entwicklungspotential)



## 0 Vorwort

Am Karlsruher Institut für Technologie arbeiten über 9 000 Personen auf den Karlsruher Campus Süd, Nord, West und Ost, in Garmisch-Patenkirchen, Rastatt, Ulm und in Dresden. Ein Großteil ihres Lebens verbringen unsere Mitarbeitenden an ihrem Arbeitsplatz also auf den Geländen des KIT. Ihre Arbeit ist von überdurchschnittlichem Einsatz und der häufig hervorgehobenen intrinsischen Motivation geprägt. Diese Motivation zu erhalten, ebenso wie die Kreativität der Mitarbeitenden und Erholung und Gesundheit am Arbeitsplatz zu fördern sind die wichtigsten Ziele, die die zukünftige Flächennutzungsentwicklung an den verschiedenen Standorten zu verfolgen hat. Insbesondere die Raum- und Flächengestaltung des Campus Süd ist aber noch zwei weiteren Gruppen gegenüber verantwortlich. Zum einen den 25 000 Studierenden samt den sie unterstützenden Familien sowie den Bürgerinnen und Bürgern der Stadt Karlsruhe. Vor allem die Freiraum- und Grünflächengestaltung des Campus Süd hat aufgrund seiner Größe direkte Auswirkungen auf ein erfolgreiches Studierendenleben sowie auf die Lebensqualität der Stadtbewohnenden.

Die hohe Dynamik, die das Karlsruher Institut für Technologie in Hinblick auf Lehre, Forschung und Innovation auszeichnet, führt zu einem größer werden Raumbedarf für die damit verbundenen vielfältigen Aufgaben. Dies führt natürlich zu der Frage, wo neue Gebäude gebaut werden können und wie diese gestaltet werden sollen. Dadurch geraten die verbliebenen Freiräume und Grünflächen in den Fokus, inwieweit diese für den Raumbedarf genutzt werden können. Allerdings hängt die Qualität und Attraktivität eines Campus direkt mit seinem Freiraum- und Grünflächenangebot zusammen. Freiräume regen zum Austausch zwischen Personen an, und Freiräume regen zum freien Denken an. Darüber hinaus bedienen Freiräume und Grünflächen weitere vielfältige wichtige Funktionen für das Wohlbefinden der dort arbeitenden und lebenden Menschen:

- Gesundheit, Erholung, Freizeitgestaltung
- Kreativität, Motivation
- Artenvielfalt, Naturerfahrung, CO<sub>2</sub>-Speicherung
- Abkühlung, Frischluft, Klimaanpassung, Lärminderung
- Regenversickerung, Grundwassererneuerung, Bodenschutz
- Campusattraktivität, Campusidentität, Campusqualität

Freiräume und Grünflächen auf den Geländen des KIT, die von Studierenden sowie Mitarbeitenden genossen werden können, sind zwar immer noch vorhanden, ein Managementplan, diese Flächen zu sichern, zu entwickeln und eventuell sogar auszubauen existiert aber noch nicht. Mit dem *Masterplan 2030* des KIT eröffnet sich jetzt eine einmalige Möglichkeit ein zukunftsweisendes Freiraum- und Grünflächenmanagement zu etablieren.

Die hier vorliegende Studie gibt einen ersten Einblick in die Bedeutung und in den Wert, der den Grünflächen und Freiräumen des KIT zukommt. Es werden die wesentlichen ökosystemaren Funktionen dieser Flächen erläutert und eine Bestandsaufnahme für das KIT durchgeführt. Es wurde ein erstes Rahmenkonzept entwickelt, das in weiteren Stufen zur Fachplanung sowie zur Umsetzung in der Praxis führen soll. In einem nächsten Schritt sollten die einzelnen Flächen detailliert auf ihre Ökosystemdienstleistungen und ihre Bedeutung für die Gesundheit und das Wohlbefinden der Betroffenen untersucht werden. Es wird für die einzelnen Flächen ein jeweiliger Diskurs über deren zukünftige Nutzung zu führen sein, der die verschiedenen Ansprüche genau abwägt: Welche Flächen sollen bebaut werden, welche bereits bebauten Flächen können im Zuge der Weiterentwicklung des KIT wie-

der zu Freiflächen und Grünräume umgestaltet werden, wie hoch soll gebaut werden und können eventuell weitere Flächen hinzugewonnen werden, um die bestehenden Freiflächen und Grünräume zu bewahren?

Freiflächen und Grünräume sind ein Schatz bzw. Vermächtnis, der von vorigen Generationen an die jetzige weitergeben wurde, die nun in der Verantwortung steht, diesen Reichtum zu mehren und an die zukünftige Generation weiterzugeben. Gerade das Wohlbefinden auf dem Gelände eines Campus trägt entscheidend zum Erfolg einer Universität bei und hilft die Attraktivität des KIT für Studierende, Forschende oder denjenigen, die den Betrieb des Ganzen garantieren, sicherzustellen und ist ein gewichtiges Argument im globalen Wettbewerb um die „besten Köpfe“ sowie für ein positives Gesamtbild des KIT, das den Menschen in den Mittelpunkt seines Wirkens stellt.

Stefan Norra, Karlsruhe, 16.07.2017

# 1 Zusammenfassung

Mit dem *Masterplan 2030* hat sich das KIT in Sachen Bau, Betrieb, Bewirtschaftung und Rückbau seiner Gebäude und Infrastruktur bereits den Kriterien der Nachhaltigkeit und des Klimaschutzes verpflichtet. Das bislang im *Masterplan 2030* wenig konkretisierte Grün- und Freiflächenmanagement wurde im Rahmen dieser Studie nachgeführt. Letzteres wird in vielen Nachhaltigkeitsmanagementtools und -initiativen, wie auch beim Europäischen Standard EMAS, bislang zumeist vernachlässigt (KASNY & DELIA 2014).

Zentrale Verpflichtungen und/oder Herausforderungen ergeben sich durch

- gesetzliche Vorgaben zum Aufbau eines Managements zur Retention von Regenwasser
- politischen Ziele und Möglichkeiten, die Nettoversiegelung (auch im urbanen Raum) auf null zu reduzieren
- die räumliche Lage der Campusflächen in unmittelbarer Nachbarschaft von Wäldern, die als Natura2000-Schutzgebiete ausgewiesen sind
- die räumliche Lage des Campus Süd zwischen Hardtwald als Frischluftquelle und der stark versiegelten Innenstadt als städtische Wärmeinsel
- die Folgen des Klimawandels mit einer bereits deutlich spürbaren Temperaturzunahme in der ohnehin sehr warmen Region des Oberrheingrabens
- das Vorkommen naturschutzrelevanter Arten
- den Prozess des Zusammenwachsens zwischen Karlsruher „Dörfle“ und dem KIT
- Öffentlichkeitsarbeit und Außendarstellung des KIT (weiche Standortkriterien / grüne Visitenkarte).

Das entstehende Konzept zur Freiflächenentwicklung und zum Freiflächenmanagement der KIT-Campusareale ist stufenförmig angelegt (vgl. Abbildung 7-1). Mit der vorliegenden Studie hat die Projektgruppe des Instituts für Geographie und Geoökologie (IfGG) des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) die Stufe 1 des Konzepts in weiten Teilen und in der Regel über alle Campusareale hinweg umgesetzt. Der Status quo der ökologischen Funktionserfüllungen wurde für die Schutzgüter Wasser, Boden, Klima, Biodiversität sowie bezüglich der Immissionsbelastung, der Aufenthaltsqualität und des Bildungsauftrags erfasst, bewertet und in Form von Karten visualisiert.

Über die herangezogenen Indikatoren wurden Zielwerte definiert, deren langfristige Erreichung im Rahmen eines 5-jährigen Monitorings überwacht werden sollte. Maßnahmeempfehlungen mit Best-Practice-Beispielen liefern konkrete Handreichungen für das laufende Management der Grün- und Freiflächen, aber auch für Planungen und Umsetzungen von Bauvorhaben.

Mit der vervollständigten Studie ist die Grundlage für die sich anschließende Fachplanung in Stufe II geschaffen. Von Seiten des Instituts für Geographie und Geoökologie sind personelle Ressourcen vorhanden, die Ergebnisse der Studie mit dem zugehörigen Expertenwissen in die KIT-internen Strukturen zu implementieren.

## 2 Einleitung

### 2.1 Motivation

Die Menschheit steht vor großen gesellschaftlichen Herausforderungen: Klimawandel, Ressourcenverknappung, demographischer Wandel, globaler Biodiversitätsverlust, Zugang zu sauberem Trinkwasser und Bildungsgerechtigkeit sind nur einige davon. In den letzten Jahren wurden große Anstrengungen unternommen, diesen mit gemeinsamen Strategien zu begegnen, zuletzt durch die Verabschiedung der Sustainable Development Goals (SDGs) der Vereinten Nationen: Sie formulieren konkrete Umwelt- und Entwicklungsziele für die Weltgemeinschaft bis 2030. Auch Wissenschaft und Forschung sind explizit gefordert, ihre Beiträge zur Bewältigung der gesellschaftlichen Herausforderungen und damit zur erfolgreichen Umsetzung der UN-Ziele zu leisten (BMBF 2016).

Neben der Wissensgenerierung ist das Wissenschaftssystem auch gefragt, die eigenen Werte, Strukturen und Prozesse zu überprüfen (BMBF 2016). Der Aufbau eines strategischen Nachhaltigkeitsmanagements kann hierbei hilfreich sein, wobei die in Abbildung 2-1 gezeigten Funktionsbereiche Berücksichtigung finden können: Die Leitungsebene trägt in besonderer Weise Verantwortung dafür, das Thema Nachhaltigkeit bereichsübergreifend in die Organisation zu tragen. Forschung sollte stets in gesellschaftlicher Verantwortung betrieben werden und dabei immer auch den Anspruch haben, Lösungsbeiträge für gesellschaftliche Probleme zu liefern. Bezüglich des Personals ist die Forschungsorganisation als sozialer Arbeitgeber in besonderer Verantwortung. Da die Arbeitsleistung eng mit dem physischen und psychischen Wohlbefinden der Mitarbeiter\*innen korreliert ist, sollte die Zufriedenheit mit dem Arbeitsumfeld auch im Eigeninteresse der Institution einen sehr hohen Stellenwert haben. Im Wettbewerb um, hochqualifizierte Mitarbeiter\*innen gewinnen immer mehr auch die weichen Standortfaktoren an Bedeutung. Als Lern- und Aufenthaltsort für Studierende spielt die Gestaltung des Campusgeländes eine wichtige Rolle. Der Funktionsbereich Gebäude- und Infrastruktur sollte in Bau, Betrieb, Modernisierung, Bewirtschaftung und Rückbau den Kriterien der Nachhaltigkeit gerecht werden. Neben der Benutzerzufriedenheit und der Wirtschaftlichkeit sind auch Energie- und Ressourceneffizienz in besonderem Maße zu berücksichtigen. Mit dem *Masterplan 2030* hat sich das KIT in diesem Bereich bereits auf den Weg gemacht. Dieser sieht vor die Anforderungen an Nachhaltigkeit und Klimaschutz in die bauliche Planung mit einzubeziehen und dabei auch KIT-interne Kräfte als Wissensträger und Nutzer einzubinden. Das bislang im KIT *Masterplan 2030* nicht im Fokus stehende Grün- und Freiflächenmanagement soll im Rahmen dieser Studie nachgeführt werden. Das Grün- und Freiflächenmanagement wird in vielen Nachhaltigkeitsmanagementtools und -initiativen, wie auch beim Europäischen Standard EMAS, zumeist vernachlässigt (KASNY & DELIA 2015).



Abbildung 2-1: Funktionsbereiche beim Aufbau eines strategischen Nachhaltigkeitsmanagements an Forschungseinrichtungen

Viele Funktionen des Ökosystems erweisen sich für den Menschen als wertvolle Leistungen, sogenannte *"ecosystem services"* (EHRlich & MOONEY 1983). Im Alltag oft als selbstverständlich empfunden und in Ihrer Reichweite kaum wahrnehmbar, sind diese Ökosystemleistungen für uns Menschen ein unverzichtbares Gut. Um die Funktionserfüllung der uns umgebenden Ökosysteme darzustellen, gibt es Ansätze, die Leistungen der Natur in einem ökonomischen Wert auszudrücken und sie dadurch greifbar für politische Entscheidungen zu machen (BERTSCH 2017). Die von der UN in Auftrag gegebene Studie *Millennium Ecosystem Assessment* (MA 2005) nimmt eine anthropozentrische Perspektive zu den Ökosystemleistungen ein, indem diese als *"the benefits people obtain from ecosystems"* festgelegt werden (BERTSCH 2017). Es zeigt die Konsequenzen für das menschliche Wohlergehen auf, die aus der Veränderung von Ökosystemen resultieren.

Auf nationaler Ebene wurde die Bedeutung der Ökosystemleistungen über die TEEB-Initiative (*The Economics of Ecosystems and Biodiversity*) dargestellt und in den Berichten *"Naturkapital Deutschland - TEEB DE"* (TEEB DE 2012) veröffentlicht. Inzwischen liegt auch für städtische Ökosysteme ein entsprechender Bericht vor (TEEB DE 2016). Im Rahmen einer Bachelorarbeit wurden die Ökosystemleistungen der Biotope des KIT-Campus Süd Geländes bereits beschrieben, bewertet und – bei aller Problematik dieses Ansatzes – auch monetarisiert (BERTSCH 2017). In der vorliegenden Studie wird dieser Datensatz noch einmal überarbeitet und um die übrigen Campusbereiche und um weitere Indikatoren ergänzt.

Bei der Bearbeitung des Rahmenkonzepts für ein Grün- und Freiflächenmanagement am KIT wird auf die folgenden, sich in vielfältiger Weise durchdringenden Bereiche, fokussiert:

- Schutzgut Wasser
- Schutzgut Boden
- Schutzgut Klima
- Immissionen
- Schutzgut Biodiversität
- Aufenthaltsqualität
- Forschung & Bildung

Für die einzelnen Bereiche werden zunächst Leitbilder für die Funktionen der Freiflächen entwickelt. Die Beschreibung des Status quo lässt bereits auf die vorhandenen Potentiale für die Entwicklung dieser Funktionen schließen. Ein allgemeiner Maßnahmenkatalog zeigt Handlungsoptionen auf, wobei auch grobe Priorisierungen in Raum und Zeit vorgenommen werden. Der Blick auf die zusammengestellten Good-Practice Beispiele mag als Blick in die Zukunft des Campusgeländes verstanden sein.

Die Zusammenstellung soll dazu dienen, den Freiraum des KIT-Campus angemessen in die räumliche Weiterentwicklung des KITs einfließen zu lassen.

### 2.2 Vorarbeiten, laufende Projekte, Leitfäden

Das vorliegende Konzeptpapier stellt nicht den ersten Versuch dar, die vielfältigen Funktionen der Grün- und Freiflächen des KIT zu beschreiben und zu bewerten. Zahlreiche kleinere Studien im Rahmen von Studienprojekten, Abschlussarbeiten, Mitarbeiter- und Studierendeninitiativen, Forschungsprojekten, Umweltgutachten u.a. liegen zu einzelnen Aspekten der Freiflächen vor. Zumeist stehen diese Arbeiten jedoch für sich und wurden nicht in ein Gesamtkonzept eingebunden. Auf viele dieser Arbeiten wird an entsprechender Stelle zurückgegriffen.

Zudem gibt es übergeordnete Rahmenplanungen der Stadt Karlsruhe oder zu berücksichtigende Konzepte angrenzender Flächen, wie die zum Natura2000-Gebiet "Hardtwald zwischen Graben und Karlsruhe". Die folgende Zusammenstellung soll einen Überblick über die in der Vergangenheit stattgefundenen sowie laufenden Aktivitäten am KIT geben:

#### Allgemein

**AK Fahrrad Campus** - Studierendeninitiative

<https://www.asta-kit.de/de/engagier-dich/arbeitskreise/ak-fahrrad-campus>

**Atlas Karlsruhe** (BRÄUNCHE et al. 2014) - Kartenwerk

**Baumkataster Campus Nord** (KIT 2017, im Aufbau) - internes Kataster

**Baumkataster Campus Ost** (KIT 2016b) - internes Kataster

**Baumkataster Campus Süd** (VERMÖGEN & BAU 2013) - internes Kataster

**Campusatlanten** (MESS 2015) - internes Kartenwerk

**Grünbuch Stadtgrün** (BMUB 2015) - Studie

**KIT-Masterplan 2030** (KIT 2016a) - Interne Rahmenplanung

**Quartier Zukunft - Labor Stadt** (KIT u.a. in Arbeit) - Forschungsprojekt

Forschungs- und Entwicklungsprojekt des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT), das im Miteinander von Bürgerschaft, Wissenschaft, Politik und Privatwirtschaft ein ganzes Stadtquartier in Bewegung bringt. <http://www.quartierzukunft.de/>

#### Schwerpunkt Wasser

**Flächenermittlung für die gesplittete Abwassergebühr** (KIT 2007) - Interne Erhebung

**Instationäres Grundwasserströmungsmodell** (WIRSING & KÜHLERS 2016) - Werkzeug

**Leitfaden für eine wassersensible Stadt- und Freiraumgestaltung** (STEB KÖLN 2016) - Leitfaden

**MURIEL – Multifunktionale urbane Retentionsräume** (in Bearbeitung) - Forschungsprojekt:

<http://www.must.nl/de/projecten/muriel-multifunktionale-flachen-in-der-stadt/>

#### Schwerpunkt Boden

**Bodenkarte und Bodenfunktionsbewertungen 1:50.000** (LGRB FREIBURG) - Plansatz

**Bodenuntersuchungen im Bereich des Wildparkstadions** (SOLUM 2015) - Internes Gutachten

**Bodenprofile an der WAK des Campus Nord** (SCHREMPP 2016) – Abschlussarbeit

### Schwerpunkt Klima – Entwicklung einer Klimaanpassungsstrategie

**Anpassung an den Klimawandel** (STADT KARLSRUHE 2013) - Übergeordnete Planung

**Deutsche Anpassungsstrategie Klimawandel** (BUNDESREGIERUNG 2008) - Übergeordnete Planung

**Klimaneutrales Karlsruhe bis 2050** (KEK et al. 2011) - Übergeordnete Planung

**Klimaschutz in Karlsruhe** (STADT KARLSRUHE 2017b) - Übergeordnete Planung

**Klimaschutzkonzept Karlsruhe** (STADT KARLSRUHE 2009) - Übergeordnete Planung

**KLIMOPASS - Klimawandel und modellhafte Anpassung in BaWü** - Klimaforschungsprogramm

Klimaforschungsprogramm des Landes Baden-Württemberg „Klimawandel und modellhafte Anpassung in Baden-Württemberg“ (KLIMOPASS) mit zwei Programmteilen

Teil 1 ausgeschrieben seit 2011: Förderung grundlegender Arbeiten zu regionalen Klimafolgen und Anpassungen

Teil 2: Schwerpunkt auf angewandter Klimaforschung und Erprobung modellhafter Anpassungsmaßnahmen und deren Umsetzung

[https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-](https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/4_Klima/Klimawandel/Anpassungsstrategie.pdf)

[um/intern/Dateien/Dokumente/4\\_Klima/Klimawandel/Anpassungsstrategie.pdf](https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/4_Klima/Klimawandel/Anpassungsstrategie.pdf)

**Städtebaul. Rahmenplan Klimaanpassung Karlsruhe** (BEERMANN et al. 2013) – Forschungsprojekt

**ExWoSt-Modellprojekt - Innenentwicklung versus Klimakomfort** (NVK 2013) - Studie

**Ökologische Tragfähigkeitsstudie für den Raum Karlsruhe** (NVK 2011) - Studie

### Schwerpunkt Emissionen

**Lärmaktionsplan** (STADT KARLSRUHE 2016) - Übergeordnete Planung

**Lärmgrenz- und -richtwerte** (LUBW 2016b) - BImSchV

**Lärminderungsplanung Karlsruhe** (STADT KARLSRUHE 2012) - Übergeordnete Planung

**Lärmkarten** (LIEGENSCHAFTSAMT KARLSRUHE 2014) - Übergeordnete Planung

**Potential zur Filterung von Luftstäuben und Stickstoffdioxid von straßennahen Hainbuchen-Hecken** (KRAUß 2016) - Studie

**Verkehrs- und Emissionsmodellierung für die KIT-Standorte** (IFV / HEILIG 2016) - Studie

### Schwerpunkt Naturschutz & Biodiversität

**Bewirtschaftungsplan der Grünflächen am Campus Nord und Ost** (KIT FM) - internes Papier

**Bienen auf dem KIT-Campus** - Initiative

<http://www.zukunftscampus.kit.edu/444.php>

**Biodiversitätsförderndes Liegenschaftsmanagement** (BFN 2015) - Forschungsvorhaben

**Biotopverbundplanung Stadt Karlsruhe** (PAN 2009) - Übergeordnete Planung

**Förderprogramm zur Begrünung von Höfen, Dächern und Fassaden** (STADT KARLSRUHE )

[https://www.karlsruhe.de/b3/freizeit/gruenflaechen/hdf/HF\\_sections/content/ZZjX4eDHKAkwkA/ZZkvk5N7QOf5zr/foerderprogramm\\_hoefe\\_daecher\\_und\\_fassaden\\_web.pdf](https://www.karlsruhe.de/b3/freizeit/gruenflaechen/hdf/HF_sections/content/ZZjX4eDHKAkwkA/ZZkvk5N7QOf5zr/foerderprogramm_hoefe_daecher_und_fassaden_web.pdf)

**Leitfaden für ein naturnahes Betriebsgelände** (LUBW 2013a) - Leitfaden

**Lokale Populationen des Heldbocks** (WURST 2009) – Studie



**Meine Grüne Stadt** (STADT KARLSRUHE) - Initiative

<http://www.gruenestadt.karlsruhe.de>

**Natura2000-Pflege- und Entwicklungsplan** (RP 2009) - Übergeordnete Planung

**Natur trifft KIT** (ZUKUNFTSCAMPUS) - Informationen

<http://www.zukunftscampus.kit.edu/557.php>

**Ökosystemleistungen der Biotope des KIT-Campus Süd Geländes** (BERTSCH 2017) - Studie

**UKnTrees** / University of Kentucky - Urban forest Initiative

UKnTrees is a multi-faceted project to raise awareness of the ecological, social, and economic benefits provided by the urban tree canopy on University of Kentucky campus and the greater Lexington area. (<https://ukntrees.ca.uky.edu/>)

**Umweltbericht** z. B-Plan "Fußballstadion im Wildpark" (SPANG FISCHER NATZSCHKA 2016) - Gutachten

**Umweltbericht** z. B-Plan "Ersatzbau Sporthalle / Univ. Karlsruhe" (SPANG FISCHER NATZSCHKA 2009) - beauftragtes Gutachten

### Schwerpunkt Aufenthaltsqualität

**CampusNature** (FAKULTÄT FÜR ARCHITEKTUR) - Studienprojekt

Studienprojekt der Fakultät für Architektur in Koop. mit der Stabstelle Zukunftscampus des KIT:  
<http://www.zukunftscampus.kit.edu/503.php> / <https://www.zukunftscampus.kit.edu/530.php>

**My Campus – Räume für die "Wissensgesellschaft"?** (GOTHE & PFADENHAUER 2010) - Studie

### Schwerpunkt Bildung und Forschung

**Campusgarten** - Studierendeninitiative des AStA: <https://www.asta.kit.edu/de/engagierdich/arbeitskreise/ak-campusgarten>

### 3 Funktionen von Freiflächen: Leitbilder, Status Quo, Potentiale

Das KIT ist eine Campusuniversität, bestehend aus verschiedenen Campusarealen in Karlsruhe und Umgebung. Der Begriff "Campus" (*lat. für Feld*) bezeichnet den zusammenhängenden Komplex aus Gebäuden und Freiflächen einer Universität oder Forschungseinrichtung. Dabei definieren sich die Freiflächen als Summe aller unbebauten, horizontalen Flächen, die nicht von Gebäuden bestanden sind, wie Straßen, Parkplätzen, Grünflächen, Wälder usw. Als Sonderflächen werden neben den Freiflächen im Folgenden zusätzlich auch Flachdächer betrachtet. Freiflächen kommen - gerade im städtischen Bereich - zahlreiche ökologische und soziologische Funktionen zu. Wasser, Boden, Klima, Licht-, Lärm-, Schadstoffimmissionen, Biodiversität, Aufenthaltsqualität, Bildung und Forschung werden durch die Freiflächen beeinflusst.

Ob diese ökologischen und soziologischen Funktionen negativ oder positiv beeinflusst werden liegt an der Gestaltung der Flächen. Mit Hilfe einer naturnahen Gestaltung können natürliche ökologische Prozesse gezielt eingesetzt werden, um die standörtlichen Eigenschaften zu verbessern und somit einen Beitrag zum Umweltschutz zu leisten.

In den folgenden Leitbildern wird für jede der Funktionen ein angestrebter Optimalzustand geschildert und Indikatoren dargestellt, mit denen die Erfüllung der Funktionalität bewertet werden kann. Die Leitbilder der einzelnen Funktionen können dabei sich widersprechende Maßnahmen/Ansprüche erfordern. Mit Hilfe der Indikatoren wird der Status quo der Campusflächen des KIT dargestellt und im Hinblick auf seine Entwicklungspotentiale analysiert.



## 3.1 Schutzgut Wasser

### 3.1.1 Leitbild

Im Hinblick auf den Wasserkreislauf kommt den Grün- und Freiflächen, aber auch den Dachflächen, eine wichtige Bedeutung zu. Anzustrebende Funktionen sind die Retention von Niederschlagswasser, die Erhöhung der Grundwasserneubildung und die Entlastung der Kanalisation. Hierbei wird ein dezentraler Beitrag zum Hochwasserschutz geleistet. Gleichzeitig gelangt auch mehr Wasser in die Böden, wo es von Pflanzen und Bodentieren aufgenommen und von wo es partiell verzögert durch Evaporation oder Transpiration wieder an die Luft abgegeben werden kann. Durch diesen latenten Energietransport entsteht ein willkommener und angesichts des Klimawandels zunehmend notwendiger Abkühlungseffekt für das Stadtklima.

Je nach Nutzungsintensität von Straßen, Plätzen, Fußwegen, PKW- und Fahrradstellplätzen sowie Feuerwehrezufahrten können unterschiedliche Baumaterialien eingesetzt und Bauweisen angewendet werden. Eine möglichst hohe Versickerungsfähigkeit, ein möglichst geringer Nähr- und Schadstoffeintrag sowie nach Möglichkeit eine Begrünung der Flächen ist anzustreben. Auch auf intensiv genutzten und daher vollversiegelten Flächen ermöglicht der Einsatz von Pflastersteinen mit Sickerfugen, Porenpflastersteinen (Drainbetonsteinen) oder Drainsphal die Versickerung von Oberflächenwasser in größerem Umfang. Auf extensiv genutzten Flächen können Rasengittersteine oder Schotterrassen hohe Versickerungsleistungen erzielen und gleichzeitig einen Beitrag zur Verbesserung des lokalen Stadtklimas sowie zur Erhöhung der Biodiversität leisten.

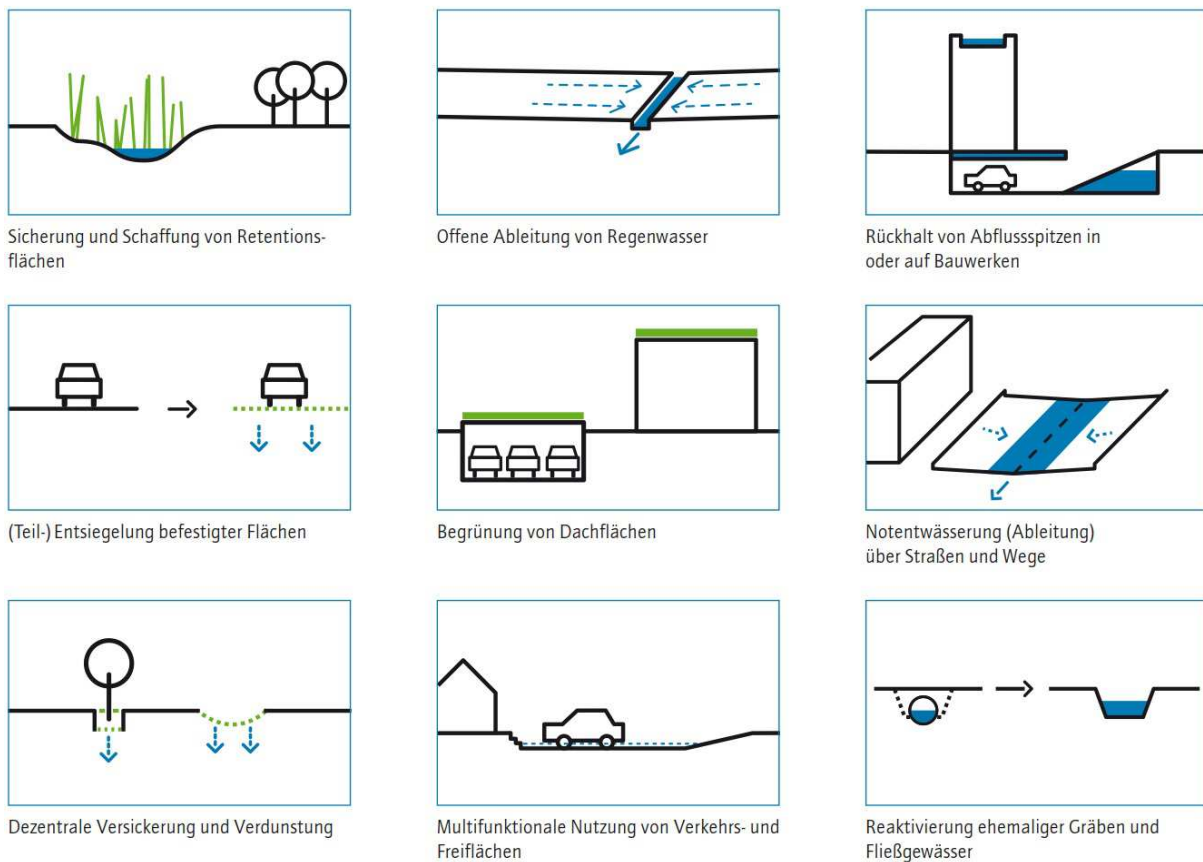
Um bereits auf Flachdächern oder gering geneigte Dachflächen eine Reduktion und Retardation des Abflusses zu erreichen, können auf diesen geeignetes Substrat aufgebracht und diese begrünt werden (vgl. KOLB 2016, KÖHLER 2012). Neue Gebäude sind statisch für diesen Zweck zu dimensionieren, aber auch bei Dachsanierungen besteht meist die Möglichkeit die Statik entsprechend anzupassen.

Im Rahmen eines Regenwassermanagements sollten Flächen, die sich für die Versickerung von Niederschlagswasser von Gebäuden und Verkehrswegen eignen, identifiziert werden. Ziel ist die möglichst hohe Rückhaltung von Niederschlagswasser auf der Fläche, wobei nur chemisch unbelastetes Wasser zur Versickerung gebracht werden darf. Zur Filterung von Schadstoffen sollte die Versickerung über eine humose und bewachsene Oberbodenschicht erfolgen. Die Wasseraufnahmefähigkeit (Infiltrationskapazität) des Bodens muss groß genug sein, um das anfallende Wasser ausreichend schnell zur Versickerung zu bringen.

Versickerungsmulden können naturnah gestaltet werden und dadurch zu Lebensräumen für Spring- und Grünfrösche, Erdkröten, Berg- und Teichmolche sowie für eine Vielzahl an Libellenspezies und anderen Arten werden. Wegen des sandigen Bodens auf allen KIT-Flächen ist hierbei eine Abdichtung

der Muldensohle unverzichtbar. Ausgestaltet zu diesen Biotopen tragen die Flächen zu einer Erhöhung der Biodiversität bei und laden zum Verweilen, Beobachten und Studieren ein. Sollen die Versickerungsmulden nur temporär Wasser führen, ist - außer genannter Berücksichtigung der Oberbodenschicht - nichts zu beachten.

Erst wenn die Potentiale an der Oberfläche ausgeschöpft sind, sollte die unterirdische Zwischenspeicherung in Rückhaltekörpern (Zisternen, Rigolen) und die Ableitung der Abflüsse über die Kanalisation erfolgen (StEB KÖLN 2016). Der Leitfaden für eine wassersensible Stadt- und Freiraumgestaltung (StEB KÖLN 2016) zeigt Umsetzungsbeispiele für die in Abbildung 3-1 dargestellten Bausteine.



**Abbildung 3-1: Bausteine einer wassersensiblen Stadt- und Freiraumgestaltung (StEB KÖLN 2016, mit freundlicher Genehmigung)**

#### 3.1.2 Begründung für dieses Leitbild

##### Rechtlichen Rahmenbedingungen

Bezüglich des Grundwassers verlangt die Wasserrahmenrichtlinie (Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2000) sowie deren Umsetzung in nationales Recht (Deutsches Wasserhaushaltsgesetz in der Fassung vom 31. Juli 2009), dass das Grundwasser derart zu bewirtschaften ist, dass ein guter mengenmäßiger und ein guter chemischer Zustand erhalten oder erreicht wird. Gemäß der Verordnung über die dezentrale Beseitigung von Niederschlagswasser (UM 1999) ist dieses bei Neuanlagen oder Umbauten von Gebäuden unschädlich auf dem Grundstück zu versickern oder zurückzuhalten.

##### Kostensparnis

Aufgrund eines Gerichtsurteils sind die Gemeinden in Baden-Württemberg gezwungen, rückwirkend ab 2010 die gesplittete Abwassergebühr zu erheben (LUBW 2013a). Dies bedeutet, dass sich die Gebühr nicht mehr alleine aus dem Wasserverbrauch berechnet, sondern zusätzlich nach der versiegelten Grundstücksfläche. Für große versiegelte Bereiche kommt es deshalb zu massiven Kostensteigerungen. Durch den Einsatz von Dachbegrünungen, wasserdurchlässigen Bodenbelägen und die Anlage von Versickerungsmulden oder Rigolen lassen sich daher über die Jahre hinweg nicht unerhebliche Kosten einsparen.

##### Funktionserfüllung und Synergien mit anderen Funktionen

Die Retention des Niederschlagswassers führt zu einer Reduktion des Hochwasserrisikos. Durch die Versickerung des Wassers kommt es zu einer Verbesserung des mengenmäßigen Zustands des Grundwassers, die bei fachgerechter Umsetzung nicht zu einer chemischen Verschlechterung der Wasserqualität führt. In Versickerungsmulden und im Boden zurückgehaltenes Wasser kann in der Folgezeit durch Evaporation und Transpiration Energie aus der Luft aufnehmen und entfacht im Sommer hierdurch einen willkommenen Abkühlungseffekt der mit einer Steigerung der Aufenthaltsqualität einhergeht.

##### Umsetzbarkeit aus bodenkundlicher und hydrogeologischer Sicht

Eine gute Wasserdurchlässigkeit und damit Versickerungsfähigkeit ist auf allen Standorten in der Regel gegeben. Die aus pleistozänen Terrassenschottern entstandenen Böden weisen über alle Standorte hinweg sandige bis sandig-kiesige Substrate auf, die nördlich von Karlsruhe (Campus Nord) bei lokal verbreiteten reliktschen Flugsanddünen auch feinsandig sein können (BURGER & WIRSING 2014, SCHEMP 2016). Die zu erwartenden Bodenarten sind daher schluffige Sande bis schluffige Feinsande, deren Wasserdurchlässigkeit mit 30 bis 300 cm/d als hoch einzustufen ist (AD-HOC-AG BODEN 2005). Vor Anlage einer Versickerungsmulde sollte vor Ort eine bodenkundliche Profilsprache - gerade auch zum Ausschließen ungünstiger Bodenverdichtungen - erfolgen.

Die Grundwasserflurabstände sollen zur Vermeidung von Vernässungen sowie für die gute physikochemische Filterung des Wassers bei der Bodenpassage ganzjährig mindestens einen Meter betragen. Abbildung 3-2 zeigt für alle Campusstandorte eine mehrjährige Ganglinie der Grundwasserflurabstände, die mit drei bis acht Metern immer ausreichend hoch sind.

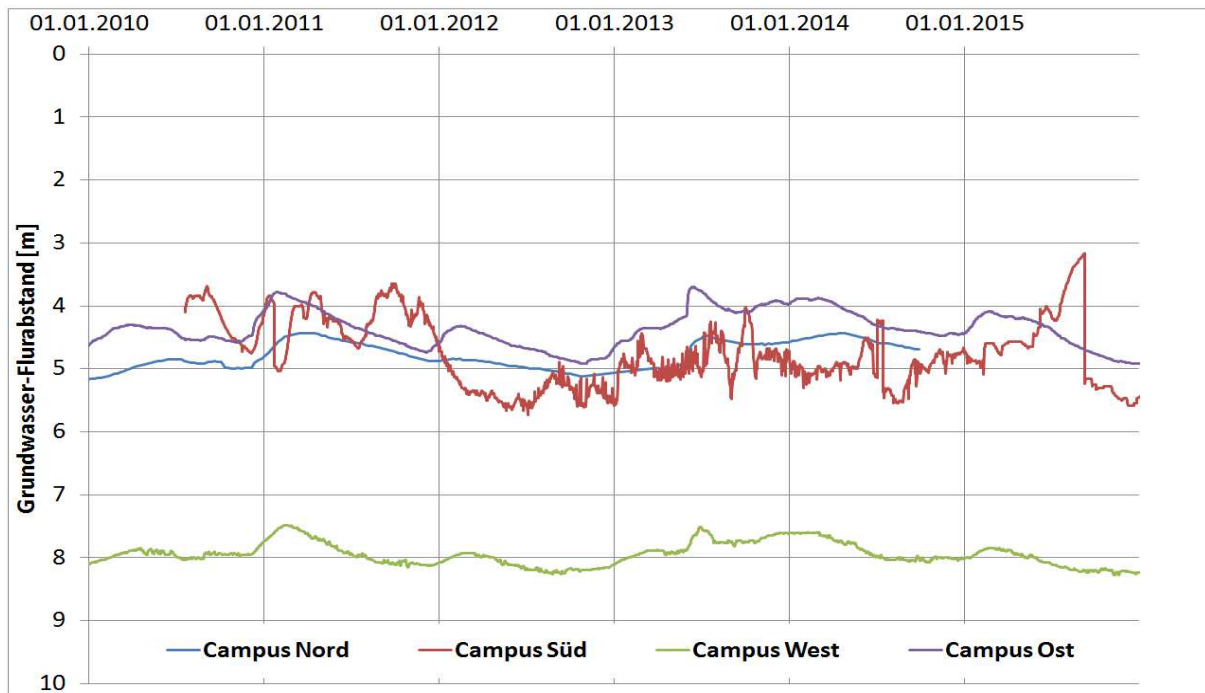


Abbildung 3-2: Grundwasserflurabstände für die vier Campusstandorte des KIT in den Jahren 2010 bis 2015. Herangezogene Messstellen: 0138/258-3 (Campus Nord), T402 (Campus Süd), T114 (Campus West) und T411 (Campus Ost)

Die Vulnerabilität des Grundwassers kann aus der Schutzfunktion der das Grundwasser überlagernden ungesättigten Zone nach WIRSING et al. (2015) berechnet werden. Die sandigen und stark versauerten Bodenprofile lassen trotz hoher Grundwasserflurabstände nur eine geringe bis mittlere Schutzfunktion der Böden erwarten. Der Versickerung über einen gewachsenen und möglichst stark humosen Oberbodenhorizont kommt daher eine wichtige Bedeutung zu.

### 3.1.3 Indikatoren

Als Indikatoren dienen

- Versiegelungsgrad (vollversiegelte Flächen) [%]
- Versiegelungsgrad und Versiegelungsart (teilversiegelte Flächen) [% / Klassen / Typen]
- Nutzungsintensität von Verkehrs- und Parkplatzflächen [Klassen]
- Anschlussgrad an die Kanalisation (Regenwassermanagement) [%]
- Flächenanteil mit Bodenverdichtung [%]
- Einsatz von Pflanzenschutzmitteln (PSM) und Bioziden [-]

Die Versiegelungsart teilversiegelter Flächen wurde in den folgenden Klassen im Gelände erhoben (vgl. auch Abbildung 3-3). In grober Näherung entspricht die Reihenfolge auch einer zunehmenden Wasserdurchlässigkeit:

- Asphaltdecke / Beton
- Verbundpflaster
- Natursteinplatten
- Natursteinpflaster
- Schotterrasen
- Wassergebundene Decke (Schotter, Kies, Grus)
- Poren- oder Drainpflaster



### 3. Funktionen von Freiflächen: Leitbilder, Status Quo, Potentiale

- Fugenpflaster (mit Splitt oder Rasenfugen)
- Baumscheiben-Lochplatten
- Rasengittersteine (Beton oder Kunststoff)



Abbildung 3-3: Bei der Feldaufnahme unterschiedene Bodenbeläge: Asphalt (1), Beton (2), Verbundpflaster (3, 4), Natursteinplatten (5), Natursteinpflaster mit Fugen (6, 7), Wassergebundene Decke aus Schotterrasen (8), Kies (9) oder Grus (10), Poren- oder Drainpflaster (11), Fugenpflaster ohne (12) und mit (13) Bewuchs, Baumscheiben-Lochplatten (14), Rasengittersteine aus PVC (11) oder Beton (12)

Aus der Literatur liegen Wertespannen des Abflussbeiwertes ( $\Psi$ ) für die unterschiedenen Bodenbeläge vor. Der Abflussbeiwert beschreibt den Anteil des oberflächlich zum Abfluss kommenden Niederschlagsereignisses ( $A_o$ ) im Verhältnis zum Gesamtniederschlag. Aus dem Abflussbeiwert kann reziprok auf die Retention von Niederschlagswasser geschlossen werden. Tabelle 3-1 zeigt von ILLGEN (2009) zusammengestellte Literaturwerte und die daraus abgeleiteten, im Rahmen dieser Studie verwendeten Werte.

Tabelle 3-1: Abflussbeiwerte ( $\Psi$ ) für verschiedene Flächentypen und Befestigungsarten (aus ILLGEN 2009)

Abflussbeiwert nach Art der Befestigung	ATV-DVWK- M 177 (2001)	ATV-DVWK- M 153 (2000)	DIN 1986-100 (2007)	vorliegende Studie
<b>Dachflächen</b>				
<b>Metall, Glas, Schiefer, Zement</b>	1.00	0.95	1.00	0.95
<b>Ziegel, Dachpappe</b>	1.00	0.90	1.00	0.90
<b>Gründach (bis 15°)</b>				
<b>Aufbauhöhe &lt; 10 cm</b>	0.80	0.50	0.50	0.50
<b>Aufbauhöhe ≥ 10 cm</b>	0.60	0.30	0.30	0.30
<b>Straßen, Wege, Plätze (flach)</b>				
<b>Asphalt</b>	1.00	0.90	1.00	0.90
<b>Natursteinplatten</b>				0.75
<b>Pflaster, fugendicht (Verbund)</b>	0.90	0.75	1.00	0.75
<b>Pflaster, mit Fugen</b>	0.70	0.50	0.70	0.50
<b>Kiesbelag, fest</b>	0.80	0.60		0.60
<b>Schotterrasen</b>	0.60	0.30		0.60
<b>Kiesbelag, locker</b>	0.60	0.30		0.30
<b>Wassergebundene Decke</b>			0.50	0.30
<b>Verbundsteine mit Sickerfugen</b>	0.60	0.25	0.60	0.25
<b>Lochplatten (Baumscheiben)</b>				0.25
<b>Sickersteine</b>	0.60	0.25		0.25
<b>Rasengittersteine</b>	0.40	0.15		0.15

Die Nutzungsintensität von Verkehrsflächen konnte aus dem KIT-Verkehrsmodell des Instituts für Straßen und Verkehrswesen abgeleitet werden (IfV 2016). Die Nutzungsintensität der Parkplatzflächen kann durch die mittlere Belegung bei der Auswertung mehrerer Luftbildszenen ermittelt werden. Die Nutzungsintensitäten bedingen die Auswahl der geeigneten Bodenbeläge. Der Anschlussgrad an die Kanalisation liegt für Campus Süd, West und Ost durch Erhebungen im Rahmen der Einführung der gesplitteten Abwassergebühr vor. Für den Campus Nord gibt es entsprechende Daten, die bis zum Zeitpunkt der Datenauswertung aber noch nicht vorlagen. Flächen mit Bodenverdichtung (Trampelpfade, Trittrasengesellschaften, wilde PKW-Parkplätze) wurden im Rahmen der Biotoptypenkartierung erfasst. Grünflächen mit Bodenverdichtung können über die Erfassung von Stauwasserflächen nach Niederschlagsereignissen ermittelt werden. Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und Bioziden konnte nicht quantifiziert werden.



#### 3.1.4 Status quo und Potentiale

##### Versiegelungsgrad und Nutzungsintensität

Der Versiegelungsgrad wurde auf den einzelnen Campusarealen erfasst und den Klassen von 0 %,  $\pm 25$  % (1-33 %),  $\pm 50$  % (33-66 %),  $\pm 75$  % (66-99 %) und 100 % zugewiesen (s. Tabelle 3-2). Die Bodenverdichtung wurde aus der Biotoptypenerfassung abgeleitet (vgl. Kapitel 3.2.3).

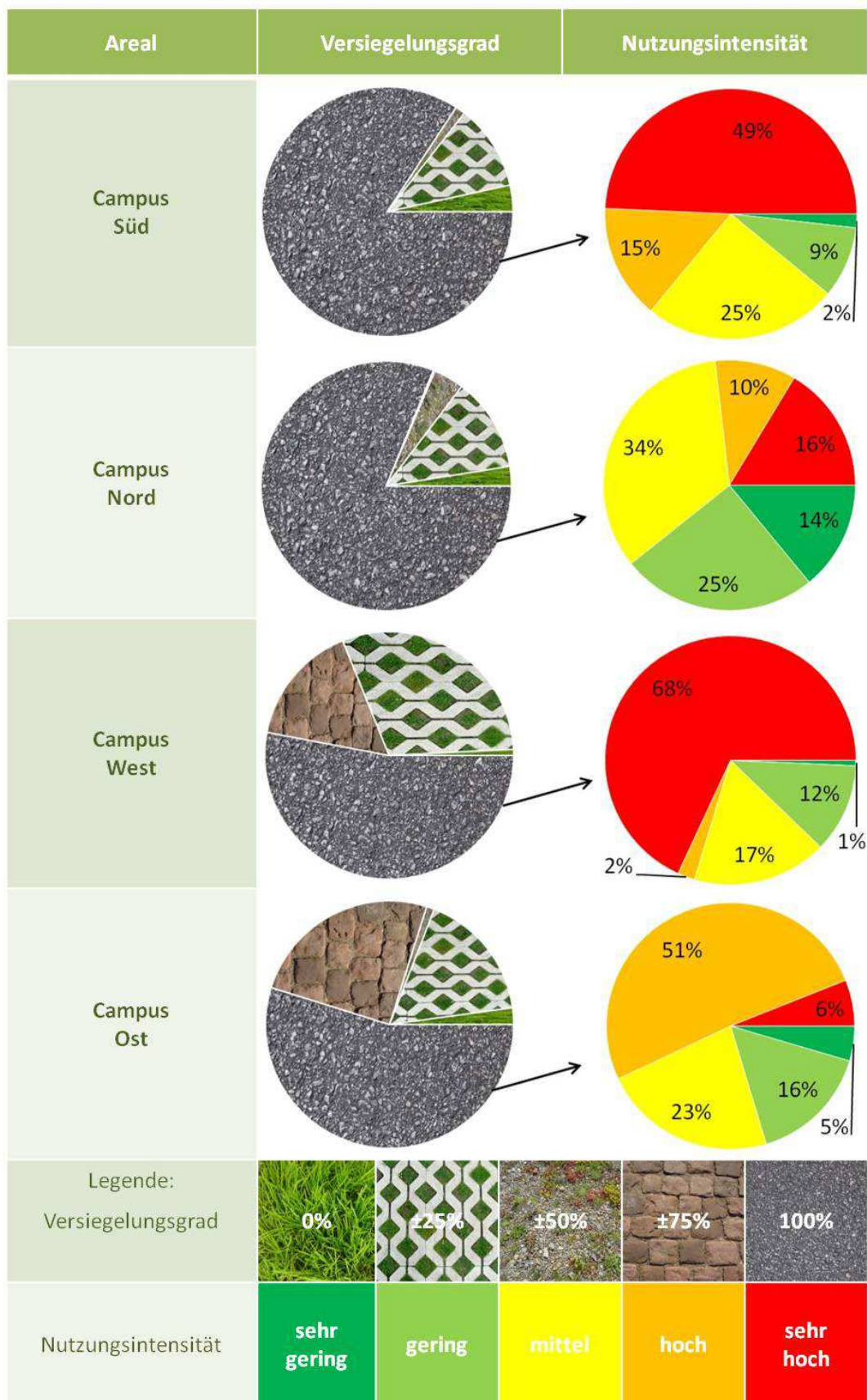
Der Anteil der vollversiegelten Flächen (Gebäude und vollversiegelte Verkehrsflächen) ist am Campus Süd mit 49 % und Campus West mit 45 % am höchsten. Am Campus Nord und Ost beträgt er 31 %. Auf den großen Campusarealen Nord und Süd sind 4 bis 5 % der Fläche mit versickerungsfähigen Bodenbelägen (Rasengittersteine, Schotterrasen etc.) befahrbar gemacht und gleichzeitig wasserdurchlässig gehalten. Auf den kleineren Campusarealen Ost und West sind es 14 bis 16 %. Wird die Summe über die Produkte aus Flächengröße und Versiegelungsgrad gebildet, kann für jeden Campus der Versiegelungsgrad errechnet werden (s. Abbildung 3-6). Auch bei zukünftigen Neubebauungen muss angesichts der lokalen Versiegelungsgrade das Ziel verfolgt werden, diesen nicht weiter zu erhöhen, sondern mit entsprechenden Entsiegelungsmaßnahmen (z.B. Umbau von Vollversiegelungen zu Teilversiegelungen) zu kompensieren (Nettoversiegelung  $\leq 0$ ).

**Tabelle 3-2: Versiegelungsgrade auf den KIT-Campusarealen**

Versiegelungsgrad	Campus Süd	Campus Nord	Campus West	Campus Ost
0	46 %	65 %	39 %	46 %
$\pm 25$ %	4 %	3 %	11 %	7 %
$\pm 50$ %	0 %	1 %	0 %	0 %
$\pm 75$ %	1 %	0 %	5 %	10 %
100 %	49 %	31 %	45 %	37 %
Summe	51 %	32 %	51 %	46 %

Das Entsiegelungspotential kann aus dem Versiegelungsgrad der vorhandenen Verkehrsflächen (Straße, Weg, Platz, Parkplatz) und der vor Ort eingeschätzten Nutzungsintensität in erster Näherung abgeleitet werden. Die nachfolgende Tabelle 3-3 zeigt die Versiegelungsgrade der Verkehrsflächen und zeigt für die Klasse "vollversiegelt" die Nutzungsintensitäten. Für Flächen mit sehr geringer bis geringer Nutzungsintensität kann ein unmittelbares Entsiegelungspotential abgeleitet werden.

Tabelle 3-3: Versiegelungsgrad der Verkehrsinfrastrukturflächen und Nutzungsintensität voll versiegelter Flächen



### Wasserretention

Neben dem Einsatz von teilversiegelnden oder wasserdurchlässigen vollversiegelnden Straßenbelägen gelingt eine möglichst hohe Wasserretention auf bebauten Flächen nur durch die Sammlung von Niederschlagswasser in Tümpeln, Entwässerungsmulden, Rigolen sowie durch die Begrünung von Dachflächen. Der nachfolgende Zielerreichungsstreifen zeigt den Status quo der Wasserretention von teil- und vollversiegelten Flächen für die einzelnen Campusareale, wobei wegen fehlender Daten die Situation am Campus Nord möglicherweise zu negativ dargestellt ist.

Ein sehr großes Potential zur Aufwertung der ökologischen Funktionen wird aus dieser Darstellung einfach ersichtlich. Über den Aufbau eines Regenwassermanagements können diese Potentiale relativ einfach genutzt werden.

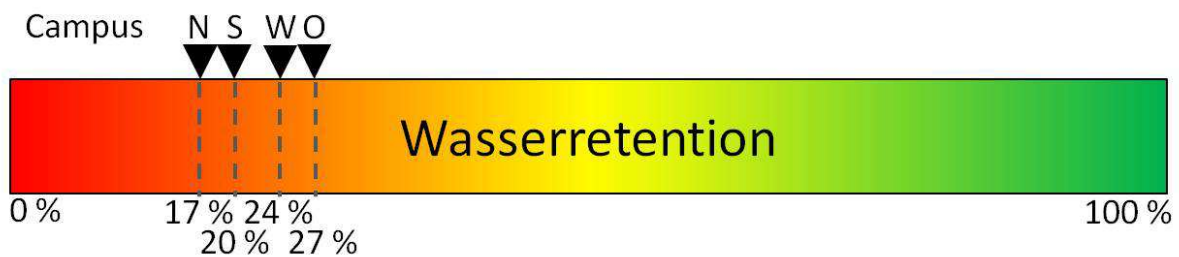


Abbildung 3-4: Status quo und Potential bei der Retention von Niederschlagswasser auf den Campusflächen

Für das Campusareal Süd wurden bereits von BERTSCH (2017) die begrünten sowie die potentiell begrünbaren Dachflächen ermittelt. Für die Campusareale Nord und Ost laufen derzeit analoge Erhebungen, die zum Zeitpunkt der Berichterstellung aber noch nicht abgeschlossen waren. Am Campus West sind auf Grund der ausschließlich historischen Bausubstanz keine Flachdächer vorhanden.

Im Sinne der Leitbilder der Bereiche Wasser, Klima und Biodiversität ist eine Begrünung auf 100 % der geeigneten Dachflächen anzustreben. Diese potentielle Fläche stellt im dargestellten Zielerreichungsstreifen den 100 %-Wert dar. Für den Campus Süd besteht mit nur 9 % begrünter Dachfläche ein großes Potential, das im Rahmen künftiger Dachsanierungen ausgeschöpft werden sollte.

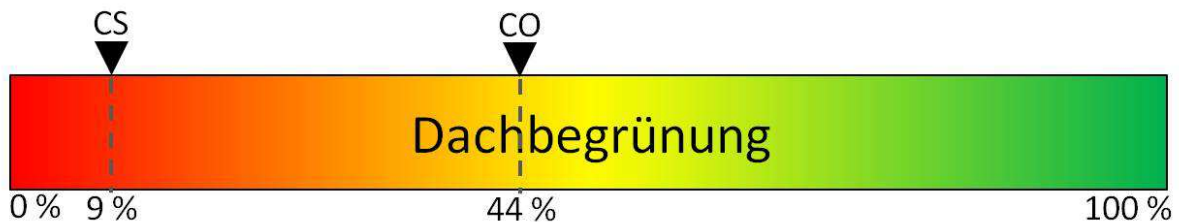


Abbildung 3-5: Status quo und Potentiale von Dachbegrünungen auf den Campusflächen



## 3.2 Schutzgut Boden

### 3.2.1 Leitbild

Böden bilden den obersten, belebten Teil der Erdkruste. In den gemäßigten Mittelbreiten haben entwickelte Böden meist eine Pedogenese von mehreren Tausend Jahren durchlaufen, wobei Prozesse wie Humusanreicherung, Silikatverwitterung, Tonmineralneubildung und Bioturbation für die heutige Bodenqualität und Nutzbarkeit entscheidend waren. Böden bilden Lebensraum und Lebensgrundlage für Pflanzen, Tiere und Menschen und sollten deshalb aus der Natur der Sache heraus als Ressource geschützt werden.

In der Ökosphäre übernehmen die Böden zentrale Funktionen. Das Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG) unterscheidet zwischen der Lebensraumfunktion, Regelungsfunktionen, Nutzungsfunktion und der Archivfunktion (BLUME et al. 2010). Im Rahmen von Planungen kann die Leistungsfähigkeit von Böden nach dem Verfahren der LUBW (2011) für vier Bodenfunktionen beurteilt werden: Die **"Natürliche Bodenfruchtbarkeit"** von Böden bildet die Basis für die Produktion von Biomasse und Nahrungsmitteln. Als **"Ausgleichskörper im Wasserkreislauf"** können Böden Niederschlagswasser zwischenspeichern, an Luft oder Pflanzen abgeben oder zur Grundwasserneubildung werden lassen. Auf diese Weise tragen Sie zum Hochwasserschutz, zur Grundwasserneubildung sowie zur Verbesserung des Klimas bei. Die **"Filter- und Pufferfunktion für Schadstoffe"** ist für den Schutz der Ressource Grundwasser von großer Bedeutung. Bei der Bodenpassage des Sickerwassers kommt es zu einer mechanischen Filterung durch den Porenraum des Bodens sowie zu einer chemischen Filterung- oder Pufferung durch den Kationenaustausch an Huminstoffen, pedogenen Tonmineralen und Eisenoxiden. Für die Bindung organischer Schadstoffe sind v.a. Huminstoffe von Bedeutung (APPELO & POSTMA 2005). Extrem trockene, feuchte oder nährstoffarme Böden sind heute nur noch spärlich und lokal vorhanden. Da auf ihnen selten gewordene Tier- und Pflanzenarten vorkommen, stellen sie einen **"Sonderstandort für naturnahe Vegetation"** dar.

Eine möglichst gute Erfüllung dieser Funktionen ist im Rahmen von Bauvorhaben, aber auch bei der Nutzung der Grün- und Freiflächen, anzustreben. Beim nachhaltigen Umgang mit der Ressource Boden ergeben sich daher folgende Kernforderungen:

- Neue Bodenversiegelungen sollten auf das nötige Maß beschränkt werden, vorhandene Bodenversiegelungen sollten soweit es die Nutzung zulässt rückgebaut werden
- Bodenverdichtungen sind zu vermeiden, beziehungsweise zu beheben. Salzeinträge fördern die Verdichtungsempfindlichkeit und sind daher zu vermeiden.
- Schad- und Nährstoffeinträge sind zu minimieren

Bei Bauvorhaben sollte eine hinzugezogene bodenkundliche Baubegleitung den fachgerechten Umgang mit der Ressource Boden gewährleisten.

#### 3.2.2 Begründung für dieses Leitbild

##### Rechtliche Rahmenbedingungen

Landesbodenschutz- und Altlastengesetz (BodSchAG) sowie das Baugesetzbuch (BauGB) fordern einen sparsamen, schonenden und haushälterischen Umgang mit der Ressource Boden. Die Versiegelung von Böden ist gemäß Umweltverträglichkeitsgesetz (UVPG) und Ökokonto-Verordnung (ÖKVO) mit einer Entsiegelung, in der Praxis aber meist über Ökopunkte, auszugleichen.

Die Bodenkundliche Baubegleitung ist in Deutschland nicht gesetzlich vorgeschrieben. Sie kann zum mechanischen Schutz des Bodens bei größeren Bauvorhaben jedoch sinnvoll sein. Die Bodenkundliche Baubegleitung trägt dazu bei, Beeinträchtigungen von Bodenfunktionen durch Bauprozesse zu vermeiden beziehungsweise zu vermindern, die Abstimmung mit den betroffenen Bodennutzern zu erleichtern sowie die Folgekosten für Rekultivierungen nach Bauabschluss zu reduzieren (BUNDESVERBAND BODEN 2013).

##### Kostensparnis

Bei Vermeidung von Verdichtungen, Streusalzeinträgen und dem Schutz von Baumscheiben kommen Kostenersparnisse durch die höhere Vitalität von Bäumen und Straßenbegleitgrün und in der Folge durch eine Reduktion von Nachpflanzungen zu Stande. Folgekosten für Rekultivierungen von Flächen nach Baumaßnahmen können im Einzelfall entfallen. Die Entlastung der Kanalisation durch Entsiegelungen, wasserdurchlässige Bodenbeläge und Dachbegrünungen schlägt sich in einer Reduktion der Abwassergebühren nieder.

##### Synergien mit anderen Funktionen

Die gute Erfüllung genannter Bodenfunktionen ist auch für Erfüllung weiterer Funktionen der Grün- und Freiflächen wichtig: Lockere, unverdichtete und unversiegelte Böden gewährleisten eine gute Versickerung von Niederschlagswasser, die Erhöhung der Grundwasserneubildung, die Entlastung der Kanalisation und den Hochwasserschutz (vgl. Leitbild Wasser). Die direkte oder über Pflanzen indirekte Verdunstung zurückgehaltenen Wassers senkt durch den latenten Wärmetransport die Lufttemperatur und verbessert damit das Stadtklima (vgl. Leitbild Klima). Entsiegelte Flächen und begrünte Dachflächen und Fassaden stellen Lebensräume für Tiere und Pflanzen dar und erhöhen die Artenvielfalt (KOLB 2016, KÖHLER 2012, FLL 2000, vgl. Leitbild Biodiversität). Eine Reduktion von Nährstoffeinträgen und der Verzicht auf Pflanzenschutzmittel fördern diesen Effekt. Dies alles führt zu einem höheren Wohlfühlfaktor für die Freiflächen am KIT als Lern- und Aufenthaltsort (vgl. Leitbild Aufenthaltsqualität).

##### Umsetzbarkeit

Über die Erfassung der Bodenbeläge und die Abschätzung der Nutzungsintensitäten können potentielle Flächen identifiziert werden, auf denen eine Veränderung der Bodenbeläge (hin zu einer höheren Wasserdurchlässigkeit) ohne Nutzungseinschränkungen möglich sind. Vice versa können auf Grünflächen, die bislang aus Platzmangel zum Parken von Autos genutzt wurden, Rasengittersteine zum Schutz des Bodens eingebaut werden.



### 3.2.3 Indikatoren

Zur Erfassung und Bewertung des Status quo am KIT wurden folgende Indikatoren herangezogen:

- Versiegelungsgrad (vollversiegelte Flächen) [%]
- Versiegelungsgrad und Versiegelungsart (teilversiegelte Flächen) [% / Typen]
- Nutzungsintensität von Verkehrs- und Parkplatzflächen [Klassen]
- Flächenanteil mit Bodenverdichtung [%]

Die Versiegelungsart teilversiegelter Flächen wurde in den folgenden Klassen im Gelände erhoben. In grober Näherung entspricht die Reihenfolge auch einer zunehmenden Wasserdurchlässigkeit (vgl. Abbildung 3-3 in Kapitel 0):

- Verbundpflaster
- Natursteinplatten
- Natursteinpflaster
- Schotterrasen
- Fugenpflaster (mit Splitt oder Rasenfugen)
- Rasengitterstein (Beton oder Kunststoff)

Die Nutzungsintensität der Parkplatzflächen kann durch die mittlere Belegung bei der Auswertung mehrerer Luftbildszenen ermittelt werden. Zunächst erfolgte jedoch eine subjektive Vor-Ort-Einschätzung, die vermutlich zu einer bereits ähnlich belastbaren Einschätzung kommt. Die Nutzungsintensitäten bedingen die Auswahl der geeigneten Bodenbeläge. Augenscheinliche Flächen mit Bodenverdichtung (Trampelpfade, wilde PKW-Parkplätze) wurden bei der Biotoptypenkartierung bereits miterfasst.

Verdichtete Grünflächen können über die Erfassung von Stauwasserflächen nach Niederschlagsereignissen ermittelt werden. Im Zuge der Biotoptypenkartierung wurden augenscheinlich verdichtete Flächen miterfasst. Für zahlreiche Baumscheiben ist eine Bodenverdichtung vorhanden, die aber nur in Einzelfällen erfasst wurde.

Eutrophierte Grünflächen werden aus entsprechenden Attributen der Biotoptypenkartierung abgeleitet. Für die Biotoptypen "Nitrophytische Saumvegetation", "Robinienwald" und "Zierrasen (fett)" wird von einer Eutrophierung der Flächen ausgegangen.

### 3.2.4 Status quo und Potentiale

Die Bodenversiegelung wurde bereits im vorangegangenen Kapitel dargestellt. In Zukunft sollte der Grad der Bodenversiegelung auf den einzelnen Campusarealen nicht weiter anwachsen. Neue Flächenversiegelungen können in der Bilanz problemlos über vorhandene (Teil-)Entsiegelungspotentiale aufgefangen werden, so dass die Nettoversiegelung kleiner oder gleich Null ist.

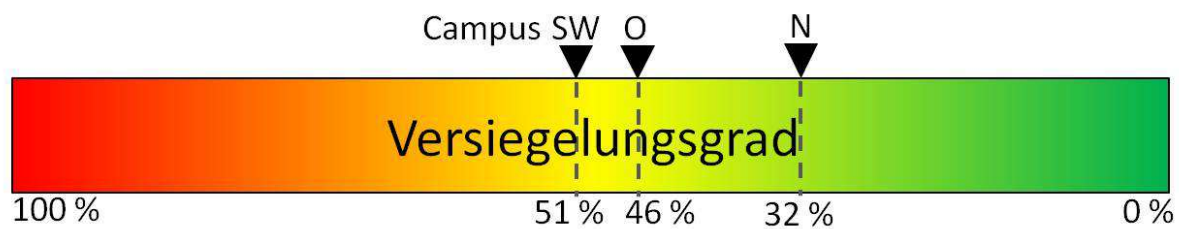


Abbildung 3-6: Status quo der versiegelten Fläche der einzelnen Campusflächen

Die vorhandene Bodenverdichtung wurde aus der Biotypenkartierung abgeleitet. Nachfolgende Graphik visualisiert den Status quo der Verdichtung unversiegelter Böden der einzelnen Campusareale. Für Campus West und Ost, aber auch für Campus Süd muss das Ziel sein, den Flächenanteil mit Bodenverdichtung auf kleine einstellige Prozentwerte zu bringen. Für den Campus Ost mit aktiver Bautätigkeit, sowie für den Campus West (mit in naher Zukunft angedachter intensiver Bautätigkeit) scheint dies nur unter Hinzuziehung einer Fachkraft für bodenkundliche Baubegleitung erreichbar zu sein. Für den Campus Süd sollten lokal Wegbegrenzungen erneuert oder angelegt werden und ein Konzept für den Waldparkplatz erarbeitet werden. Am Campus Nord ist die Bodenverdichtung zwar gering, doch könnten zahlreiche Flächen, auf denen wild geparkt wird, durch Absperrungen oder Teilversiegelungen einfach aufgewertet werden.



Abbildung 3-7: Status quo von Flächen mit schädlicher Bodenverdichtung auf den Campusflächen

Die Flächenanteile mit einer aus der Biotypenkartierung abgeleiteten (starken) Eutrophierung sind für alle Campusareale mit 0 bis 1 % sehr gering. Durch die hohen atmosphärischen Schwefel- und Stickoxiddepositionen ist jedoch auf den gesamten Grün- und Freiflächen eine schleichende Eutrophierung vorhanden. Die Schwefeldeposition beträgt für die KIT-Standorte 10 bis 20 kg/ha a (UBA 2013). Die Stickstoffdeposition liegt für die KIT Standorte mit 10 bis 20 kg/ha a in der gleichen Größenordnung (LUBW 2009a). Um magere und damit artenreiche Biotypen zu erhalten beziehungsweise zu entwickeln, kann beiden nur über das Abräumen von Mähgut (anstatt Mulchen) begegnet werden.

Vorhandene Robinienbestände sollten wegen der Luftstickstofffixierung und der damit verbundenen Eutrophierung der Böden langfristig umgebaut werden. Aufkommendem Robinien-Jungwuchs sollte durch intensive Mahd entgegengewirkt werden.



### 3.3 Schutzgut Klima

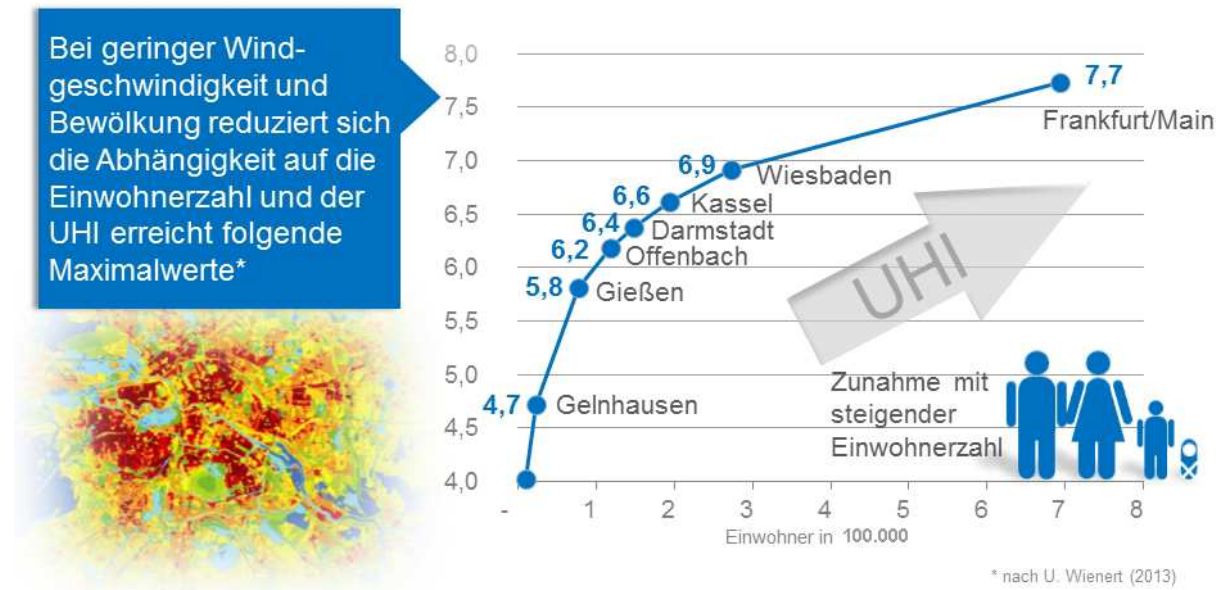
#### 3.3.1 Leitbild

Unter Klima werden die mittleren Wettererscheinungen in der Atmosphäre innerhalb eines geographischen Raums oder an einem bestimmten Standort verstanden. Es kann durch den durchschnittlichen Verlauf von unter standardisierten Bedingungen ermittelten meteorologischen Messwerten wie Lufttemperatur, Niederschlagsmenge und relative Luftfeuchte charakterisiert werden. Das lokale Mikroklima kann jedoch entsprechend der örtlichen Gegebenheiten stark von den an einer benachbarten standardisierten Messstation ermittelten Werten abweichen. An besonderen Standorten treten typische Klimaphänomene auf, die je nach Oberflächenstruktur kleinräumig sehr variabel sein können. Dies gilt besonders für die durch anthropogene Nutzung stark veränderten urbanen Räumen (HANN 1883, GEIGER 2013). Die KIT-Standorte als Teile von mehr oder weniger ausgedehnten Siedlungsflächen unterliegen damit besonderen lokalen stadtklimatischen Phänomenen. So sind hier Areale mit den unterschiedlichsten bioklimatischen Belastungssituationen anzutreffen. Diese sollen im Folgenden dokumentiert und Entwicklungspotentiale für zukunftsweisende Gestaltung der Campusareale aufgezeigt werden.

Durch Veränderung der natürlichen Geländeoberfläche infolge von Bebauung und Versiegelung kommt es in besonderen Situationen zur Überwärmung der bodennahen Luftschicht. Dies tritt vor allem bei hohem Strahlungsangebot im Sommer am Tag und bei austauscharmen, antizyklonalen Wetterlagen mit wenig Wind in Erscheinung. Aufgrund fehlender Abkühlung in den Nachtstunden können die Temperaturen auch über Nacht sehr hoch bleiben. Bei länger anhaltenden Wetterlagen dieser Ausprägung kommt es somit zu einer täglichen Zunahme der Belastungssituation. In der Stadtklimatologie wird dieses Phänomen mit der Ausbildung einer „Städtischen Wärmeinsel (*urban heat island*)“, aus Sicht der Bioklimatologie als „Hitzestress“ beschrieben (MIN. F. VERKEHR UND INFRASTRUKTUR BADEN-WÜRTTEMBERG 2012, REGIONALVERBAND RUHR 2010).

Es kann nachgewiesen werden, dass die Intensität der Wärmeinsel in erster Näherung mit der Einwohnerzahl einer Stadt korreliert (WIENERT et al. 2013). Entsprechend wird in Abbildung 3-8 eine Kenngröße zur Beschreibung des Wärmeinseleffektes, die sogenannte Wärmeinselintensität, in Abhängigkeit der Einwohnerzahl einer Stadt dargestellt. Karlsruhe mit einer Einwohnerzahl von ca. 300 000 wäre damit etwas oberhalb von Wiesbaden einzuordnen. Dieser dargestellte Zusammenhang ist dabei aber keine unabänderliche Konstante. Durch Maßnahmen zur Verbesserung des Lokalklimas kann eine Abweichung nach unten erreicht werden.





**Abbildung 3-8: Empirische maximale Wärmeinselintensität (berechnet nach WIENERT et al. 2013) am Beispiel einiger hessischer Städte (DWD 2017, mit freundlicher Genehmigung; UHI = urban heat intensity)**

In Folge der veränderten natürlichen Oberflächenstrukturen (Schneisen in Waldgebieten, Hindernisse in Form von Bauwerken, Bäumen, Hecken) kommt es ebenfalls zur Modifikation der Luftströmung (Windfeld) in der bodennahen Luftschicht. Insbesondere die kleinräumige Heterogenität der Oberflächenstrukturen bildet sich in einem ebenso heterogenen Windfeld mit Erscheinungen wie Böenbildung, Düseneffekte, Kanalisationseffekte, Luv-Lee-Effekte mit den Folgen von hoher kleinräumiger Variabilität von Luftaustausch und Mikroklima ab. Negative Folgen einer reduzierten Durchmischung aufgrund der allgemein im bebauten Gelände erhöhten Oberflächenrauigkeit sind ein punktuell noch gesteigerter Aufheizeffekt und eine lokale Anreicherung von Luftschadstoffen (MIN. F. VERKEHR UND INFRASTRUKTUR BADEN-WÜRTTEMBERG 2012), wie auch in Kapitel 3.4.3 beschrieben. In Folge von Luv-Lee-Effekten kann es z.B. zur lokalen Veränderung von Niederschlagsmengen und -intensitäten kommen. Abbildung 3-9 gibt einen Eindruck der Komplexität des Prozessgeschehens in einer urbanen Grenzschicht, die letztlich zur Ausbildung des Wärmeinselcharakters beiträgt.

Ein anderes Phänomen des städtischen Klimas ist das Land-Stadt-Flurwindsystem, das sich aufgrund der wärmeren städtischen Luft bei windarmen Bedingungen ausbilden kann. Die warme städtische Luft steigt auf und zieht aus dem Umland die frischere kühlere Luft nach. Gerade die Bebauungsstruktur von Städten und Stadtteilen ist aus diesen Gründen bedeutend für die Frisch- und Kaltluftzufuhr. Block- und Riegelbebauungen erschweren den Luftaustausch, inselartige Bebauung lässt genügend Schneisen, durch die der Luftaustausch stattfinden kann. Darüber hinaus sind in diesem Zusammenhang auch die unbebauten, pflanzenbestandenen Flächen zu nennen, die für die Kaltluftproduktion aufgrund erhöhter Verdunstungsraten überaus wichtig sind. Deren Struktur muss im Zusammenhang mit den Frischluftbahnen gesehen und geplant werden. Im Falle des Campus Süd des KIT bedeutet dies zum Beispiel, dass durch eine geeignete Bebauungsstrukturplanung und Freiflächengestaltung die Frischluftquelle des Schlossgartens und Hardtwalds für die Universität und die anliegenden Stadtteile erschlossen und genutzt werden können.

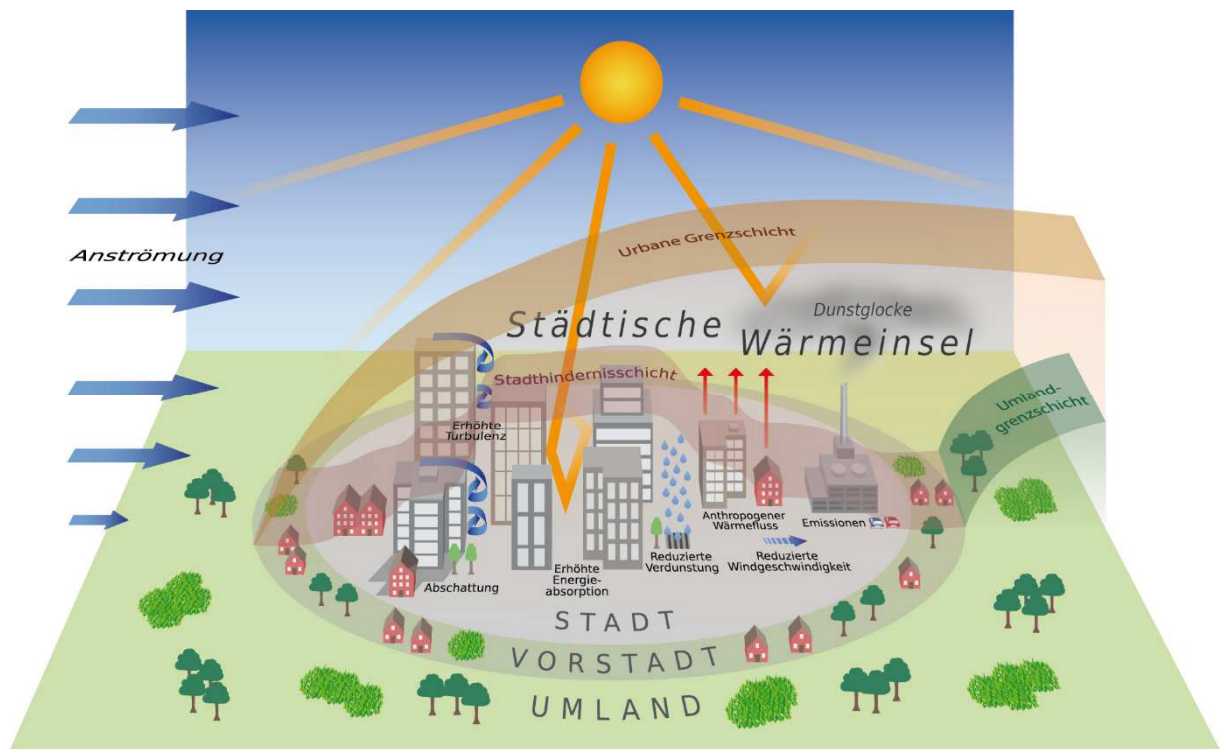


Abbildung 3-9: Struktur der urbanen Grenzschicht (DWD 2017, mit freundlicher Genehmigung)

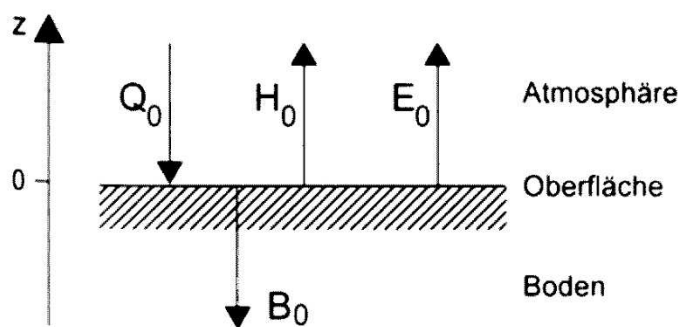
Darüber hinaus hat eine Reduktion von Primärproduzenten (Pflanzen allgemein, aber insbesondere Bäume) zudem Einfluss auf die Kohlendioxidbindungsraten und trägt damit zur erhöhten Kohlendioxidkonzentration in der Atmosphäre bei. Über die Absorptionseigenschaft der Luft für Wärmestrahlung in der Atmosphäre steigert dies deren Aufheizung mit allen bekannten Folgen für das lokale und globale Klima und Wettergeschehen (LATIF 2009, LUBW 2015). Die Bedeutung von Frei- und Grünflächen für bebauten Systeme ist also nicht hoch genug einzuschätzen.

### Welche Funktionen sind anzustreben

Für die Aufheizung sind physikalische Energieumsatzprozesse in der bodennahen Luftschicht verantwortlich. Dabei findet der Hauptenergieumsatz statt, wenn Sonnenlicht auf die Oberfläche eines Körpers (Boden) trifft. Zu einer systematischen Betrachtung bietet sich das Modell der vereinfachten Energiebilanzgleichung der Bodenoberfläche von KRAUS (2008) an (vgl. Abbildung 3-10). Darin sind alle beteiligten Größen mehr oder weniger stark durch geeignete Maßnahmen beeinflussbar.

$$Q_S - B - H - E = 0$$

$Q_S$	Strahlungsbilanz / $W m^{-2}$
$H$	turbulente Flussdichte fühlbarer Wärme / $W m^{-2}$
$E$	turbulente Flussdichte latenter Wärme / $W m^{-2}$
$B$	Bodenwärmestrom / $W m^{-2}$



bezüglich der Vorzeichen herrscht mitunter Verwirrung. Diese Abbildung zeigt, wie hier positive Flüsse gerichtet sind. (Index 0: Flussdichten 0 m über Grund)

Abbildung 3-10: Energiebilanz der Bodenoberfläche nach KRAUS (2008)

Die Strahlungsbilanz, sowohl der kurzwellige solare, als auch die langwellige, terrestrische Spektralanteil, kann über die Wahl von Oberflächenmaterialien und deren entsprechende Kennwerte, wie Albedo und Emissionsgrad, beeinflusst werden. Der Nettostrahlungsfluss ist am Tage positiv und daher zu Oberfläche hin gerichtet, in der Nacht dagegen meist negativ also von der Oberfläche zur Atmosphäre gerichtet. Durch die geeignete Material- und Farbwahl für künstliche, der Sonnenstrahlung ausgesetzte Oberflächen kann die Reflexion und Emission von Strahlungsenergie an diesen gesteigert beziehungsweise Absorption verringert werden (HELBIG et al. 1999, HUPFER & KUTTLER 2006). Dies führt zu einer reduzierten Aufheizung dieser Oberflächen. Vegetation erhöht die für den Energieumsatz wirksame Fläche und hat somit Einfluss auf den Energieumsatz selbst, was sich in der temperatursenkenden Wirkung der Beschattung zeigt.

Bei günstigen Oberflächenbedingungen (siehe Tabelle 3-4) und wenig Bewölkung kann in der Nacht Energie durch thermische Ausstrahlung wieder an die Atmosphäre abgegeben werden, wobei die bodennahe Luft abkühlt.

- Bei stark versiegelten Oberflächen (Gebäuden, Verkehrsflächen...) vermindert hohes Reflexionsvermögen (helle Farben) und gesteigertes Wärmeabstrahlvermögen (vergrößerte Oberfläche) den Aufheizeffekt.
- Offene Vegetationsflächen produzieren bei wolkenlosem Himmel Kaltluft, die über geeignete Leitbahnen in wärmebelastete Bereiche abfließen kann.

**Tabelle 3-4: Kaltluftproduktionsraten unterschiedlicher Flächennutzungstypen (Daten: ÖKOPLANA 2013)**

Nutzung	Kaltluftproduktionsrate [ $\text{m}^3 \text{m}^{-2} \text{h}^{-1}$ ]
Forstwirtschaft	9
Landwirtschaft	12 bis 15
Grünfläche	9 bis 15
Parkfläche	6
Kleingärten	6
Friedhofsfläche	6
Grünfläche in Verkehrsknotenbereichen	3
Sport-/Freizeitfläche	3 bis 6
Wasserfläche	0

Über den latenten Wärmestrom kann durch turbulenten Luftmassentransport in der Luft nach erfolgtem endothermen Phasenübergang von Wasser aus dem festen oder flüssigen in den gasförmigen Aggregatzustand (Evapotranspiration) ein Teil der an der Oberfläche umgesetzten Strahlungsenergie wieder an die Atmosphäre abgegeben werden. Voraussetzung für physikalische Evaporation und aktive Transpiration durch Pflanzen ist das Vorhandensein von Wasser. Dabei ist der aktive Transpirationsprozess in Folge der Photosyntheseaktivität der Pflanzen besonders effektiv. Die Verfügbarkeit von Wasser und eine strukturierte Pflanzendecke reduziert somit effektiv die Aufheizung der bodennahen Luftschicht.

- Flächen sollen einen hohen Grünanteil mit geeigneter Bepflanzung aufweisen.
- Es sollte eine dauerhaft gute Verfügbarkeit von Wasser gewährleistet sein (Versickerungsmöglichkeit für Niederschlagswasser, nicht versiegelte Böden, Speichereinrichtungen (Zisternen, begrünte Dächer), freie Wasserflächen (Brunnen, Tümpel, Teiche)).

Der turbulente Transport fühlbarer Wärme in der Luft ist eine weitere Möglichkeit an der Oberfläche absorbierte Strahlungsenergie wieder an die Atmosphäre abzugeben. Es kommt dabei zur Erwärmung der bodennahen Luftschicht. Es werden bei austauscharmen Wetterlagen mit wenig Wind bodennah besonders hohe Lufttemperaturen erreicht, insbesondere, wenn über andere Formen keine Energie von der Bodenoberfläche abgeführt werden kann. Nur eine gute Durchlüftung bei geringer Oberflächenrauigkeit gewährleistet ein Nachfließen von Frischluft aus benachbarten, kühleren Liefergebieten. Antriebskraft ist der Gewichtsunterschied von warmer und kalter Luft. So kann an Hängen oder in Taleinschnitten kühlere Luft auf Grund ihres höheren Gewichts, der Geländemorphologie folgend, abfließen und dort leichtere wärmere Luft verdrängen (Berg-Tal-Windsysteme) oder in ebenen Lagen über dem Boden stark erwärmte Luft konvektiv aufsteigen und durch kühlere Luft aus dem Umland ersetzt werden (VOGT 2002). In Städten entsteht so das anfangs erläuterte Land-Stadt-Flurwindsystem.

- Oberflächenbereiche, die der Frischluftzufuhr dienen (Frischluftschneisen, -leitbahnen: Straßenzüge, Grünzüge, Gerinne) sind von Hindernissen freizuhalten (Reduzierung der Oberflächenrauigkeit)

Der Bodenwärmestrom transportiert in Abhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit der Substrate fühlbare Wärme in den Untergrund. Das geschieht insbesondere bei Stoffen mit hoher Wärmeleitfähigkeit, wie z.B. Metallen (HELBIG et al. 1999, ZMARSLY et al. 2007). Dämmstoffe besitzen dagegen möglichst geringe Werte. Diese Wärmeleitung ist im Verhältnis zum turbulenten Transport in der Atmosphäre nicht sehr wirkungsvoll.

Günstig ist ein Energieumsatz in der Vegetationsschicht. Dabei wird der Untergrund von der Sonnenstrahlung nicht oder nur anteilig erreicht. So kann die Vegetation, insbesondere Bäume aber auch Pflanzen an Fassaden (Fassadenbegrünung), wie bereits oben erwähnt, zur Beschattung potentieller Energieumsatzflächen z.B. südexponierter Hauswände genutzt werden (vgl. FLL 2000).

- Die Beschattung mit Vegetation reduziert den Energieumsatz an versiegelten Oberflächen

Das Wärmespeichervermögen aufgrund unterschiedlicher spezifischer Wärmekapazitäten ist eine weitere Untergrundeigenschaft, die beim Energiehaushalt eine Rolle spielt. Stoffe mit hoher Wärmekapazität (Wasser, wassergesättigter Boden) erfahren dabei eine geringere Temperaturerhöhung bei gleichem Energieumsatz (ZMARSLY et al. 2007).

Wärmespeicherung im Untergrund spielt insbesondere dann eine Rolle, wenn zyklische Temperaturwechsel auftreten. So kommt es auf Grund dieser Materialeigenschaft in Innenstädten zu einer geringeren nächtlichen Abkühlung, da Wärmeenergie in der Bausubstanz oder in Straßenbelägen auch in Folge des Fehlens von anderen Energieflüssen gespeichert wird. Durch die Einrichtung von Wasserflächen kann dagegen am Tage bei hohem Strahlungsangebot ein über die Verdunstungskälte hinausgehender abkühlender Effekt für Phasen hoher thermischer Belastung erreicht werden.

- Durch Verringerung der Flächenversiegelung wird die Wärmespeicherung und damit die Wärmebelastung in der Nacht reduziert sowie einer tagesperiodischen Zunahme entgegengewirkt.
- Mit freien Wasserflächen kann eine thermisch ausgleichende Wirkung erreicht werden.

Der Temperaturanstieg in Folge des kontinuierlichen Konzentrationsanstiegs von Kohlendioxid als Bestandteil der Atmosphäregase verursacht globale Klimaveränderungen. Es wurden in der Vergangenheit verschiedene Vereinbarungen getroffen, den Ausstoß von klimarelevanten Gasen in die Atmosphäre zu reduzieren, zu stoppen oder sogar umzukehren, indem atmosphärischer Kohlenstoff wieder in der Bio- und Geosphäre fixiert wird (IPCC 2007, RAHMSTORF & SCHELLNHUBER 2012, STADT KARLSRUHE 2013). Ein dafür wirkungsvoller Prozess ist die Photosynthese der Pflanzen. So bindet eine Eiche mit 50 cm Stammdurchmesser und 30 m Höhe CO<sub>2</sub>-Einheiten in der Größenordnung von 3 bis 5 Tonnen (LWF 2011). Freiflächen aber auch Gebäudefassaden und Dächer sollten genutzt werden, um möglichst viel atmosphärischen Kohlenstoff in Form von Pflanzen fixieren zu können.

#### 3.3.2 Begründung für dieses Leitbild

Insgesamt wird eine reduzierte Aufheizung der bodennahen Luftschicht erreicht, wenn ein möglichst großer Anteil des am Tag eingestrahltten Sonnenlichts an den vorhandenen Oberflächen reflektiert und die restliche umgesetzte Energie in Form von latenter Wärme wieder an die Atmosphäre abgegeben werden kann. Dies erfolgt durch Verdunstung (Evaporation) an Wasserflächen, feuchtem Boden oder, noch effektiver, bei geeignet angelegten, gut mit Wasser versorgten Grünflächen durch Transpiration der dort vorhandenen Pflanzen. Zusätzlich kann der Effekt durch eine Begrünung von Fassaden und Dachflächen noch gesteigert werden. Kann das lokal nicht in ausreichender Form gewährleistet werden, ist dafür zu sorgen, dass über Advektion kühlere Luft aus umliegenden vegetati-



onsreichen Gebieten herangeführt und erhitzte Luft abtransportiert werden kann. Um lokale Aufheizung zu mildern können Pflanzen insbesondere Bäume als Schattenspender Verwendung finden. Die Wirksamkeit solcher Maßnahmen zeigt exemplarisch Abbildung 3-11.

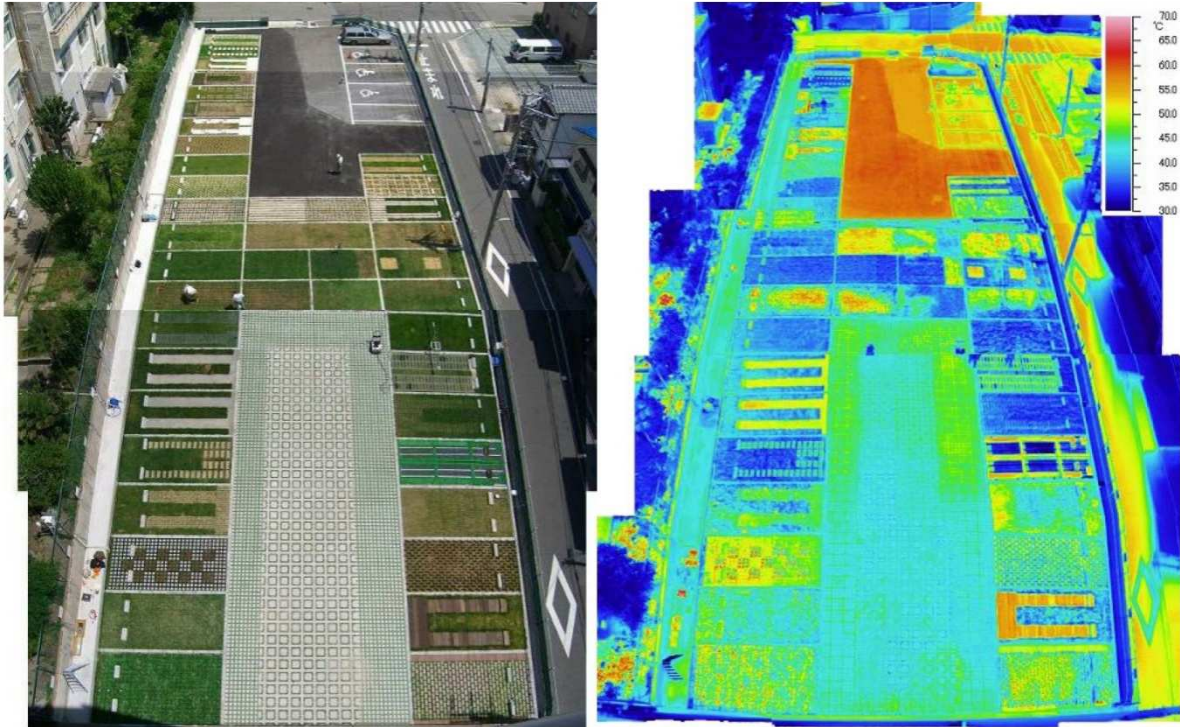


Abbildung 3-11: „Grünparkierung“ in Kobe (links), Thermalbild dieser Fläche am Tage (rechts)  
(STADT KARLSRUHE 2015: 26, mit freundlicher Genehmigung)

Wie im Thermalbild ersichtlich zeigen sich schon bei teilweise begrünten Parkplätzen deutliche Temperaturunterschiede im Gegensatz zu komplett versiegelten Flächen (rechts oben im Bild). Parkplatzenflächen können zum Teil unversiegelt bleiben, indem nur im Bereich der Fahrspuren der Kraftfahrzeuge Fugenpflaster oder Rasengittersteine verlegt werden, die der Bodenverdichtung entgegenwirken und gleichzeitig Versickerungsmöglichkeiten bieten. Auch die abkühlende Wirkung von Beschattung wird in den Randbereichen deutlich sichtbar.

Freiflächen und ihre Pflanzenbestände bilden zusammen mit dem Vorhandensein von Wasser somit die lokale Grundlage für erträgliche Klimaverhältnisse auf allen Campus-Arealen. Darüber hinaus nehmen Freiflächen eine wichtige Funktion beim Luftaustausch auch für angrenzende städtische Areale ein (s. Kapitel 3.4.3 „Atmosphärische Schadstoffimmissionen“).

Die Photosynthese-Aktivität von auf den Freiflächen wachsenden Pflanzen bindet ebenso atmosphärischen Kohlenstoff in ihrer Biomasse und wirkt damit der globalen Aufheizung der Atmosphäre mit den bekannten Folgen entgegen. Somit können die Campusflächen bei geeigneter Nutzung auch einen Beitrag zum Klimaschutz (nationale Klimaschutzprogramme, internationales Klimaschutzabkommen von Paris) leisten, so wie es im KIT-Masterplan 2030 gefordert wird.

#### 3.3.3 Indikatoren

Indikatoren sind

- Oberflächenstrukturelemente: Gebäude, Verkehrswege, Grün-, Wasserflächen... (können aus der Biotopkartierung ermittelt werden)
- Oberflächenbeschaffenheit, -materialien, -eigenschaften der Strukturelemente: Albedo, Emissionsgrad, spezifische Wärmeleitfähigkeit...
- Horizonteinengung für Sonnenstrahlung durch Objekte: Gebäude, Vegetation (Sky View Faktor; kann aus einem 3D-Oberflächenmodell ermittelt werden)
- Vorhandensein von Oberflächenstrukturen, die einen Luftaustausch ermöglichen oder behindern: Strömungshindernisse, Oberflächenrauigkeit (kann aus einem 3D-Oberflächenmodell ermittelt werden)
- Vorhandensein von Wasser: s. auch Kap. 2.1.2 (kann aus Biotopkartierung ermittelt werden)
- Vorhandensein von Pflanzen: Bedeckungsgrad, Biomasse, Pflanzenarten, Wuchsformen, Vegetationsstrukturen, Versiegelungsgrad, Blattflächenindex (kann teilweise aus der Biotopkartierung ermittelt werden)
- Entwicklungspotential: Oberflächen mit Entsiegelung- / Begrünungspotential, begrünbare Gebäudefassaden und Dachflächen (kann z.T. aus der Biotopkartierung ermittelt werden)

Einen Überblick über stadtklimatisch wirksame Kenngrößen und Faktoren gibt Tabelle 3-5.

**Tabelle 3-5: Typen und Merkmale stadtklimatischer Umweltfaktoren  
(KUTTLER & DÜTEMEYER 2003 aus REGIONALVERBAND RUHR 2010)**

Typ	Merkmale
<b>Bebaute Gebiete</b>	Grund-/Aufriss, Rauigkeit, thermophysikalische Materialeigenschaften, Versiegelungsgrad, Bebauungsgeometrie, Oberflächenfarbe, Horizontüberhöhung (Himmelssichtfaktor SVF, Straßenbreiten-/Haushöhenverhältnis), Hindernishöhen/Zwischenraum-Verhältnis (Aspect ratio)
<b>Bodenoberfläche</b>	Nutzung, Typ, Art, Struktur, Farbe, Bedeckung (Staub, Laub, Schnee), Feuchtigkeit, Höhe des Grundwasserspiegels, Bewirtschaftungsform, Rauigkeit
<b>Vegetation</b>	Art, Dichte, Bestandsstruktur, saisonaler Aspekt, Blattflächenindex (BFI/LAI) bzw. Gesamtflächenindex (PAI), Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Ratio Vegetation Index (RVI), biogene Kohlenwasserstoffemissionen (BVOC), Rauigkeit
<b>Relief</b>	Geographische Lage (Ebene, Tal, Hang), Höhenlage (absolut, relativ), Reliefenergie, Hangexposition, Hangneigung, Horizontüberhöhung, Rauigkeit
<b>Anthropogene Emissionssituation</b>	Quellentypen, -höhe, Emissionszusammensetzung, raum-zeitliche Emissionsmuster (z.B. Heizverhalten, Verkehrsdichte, Fahrverhalten, industrielle Produktionszyklen, Bewirtschaftungszyklen landwirtschaftlicher Nutzflächen, Massentierhaltung etc.)

### 3.3.4 Status quo und Potentiale

#### Regionale Besonderheiten und Standortbedingungen, mit Wirkung auf das Lokalklima

Makroklimatisch ist der Standort Karlsruhe durch seine Lage in der Westwindzone der Nordhalbkugel und damit durch ein warmes, gemäßigtes Klima mit deutlicher ozeanischer Prägung gekennzeichnet. Entsprechend ist Karlsruhe, wie in Abbildung 3-12 ersichtlich, nach der effektiven Klimaklassifikation der für Mittel- und Westeuropa typischen Cfb-Klimazone zugeordnet: Warmgemäßigte Klimazone mit feuchttemperiertem Klima und warmem Sommer.

Das Klima wird maßgeblich von dem Gegensatz der Randgebirge zur tieferen Rheinebene bestimmt (LIEDTKE & MARCINEK 1994, FIEDLER 1995). Die Luftmassen aus der großräumig vorherrschenden westlichen Windrichtung steigen feuchtadiabatisch im Luv der westlichen Grabenschulter auf und regnen sich ab. Im Lee kommt es schließlich zu Föhnwinden, die in die Rheinebene strömen. Dieser Effekt sowie die Anströmung von Luftmassen aus dem westlichen Mittelmeerraum führen zu einer Jahresmittel-Temperatur von ca. 10°C und zu niedrigeren Niederschlagssummen im Lee der westlichen Randgebirge. Der Oberrhein ist damit eine der wärmsten Regionen Mitteleuropas (HÖSCHELE & KALB 1988, LIEDTKE & MARCINEK 1994, FIEDLER 1995, LUBW 2013b). Bei Hochdruckwetterlagen sind Inversionen möglich, die den vertikalen Luftaustausch beeinträchtigen (LIEDTKE & MARCINEK 1994, FIEDLER 1995) und die städtische Wärmeinsel zusätzlich belasten.

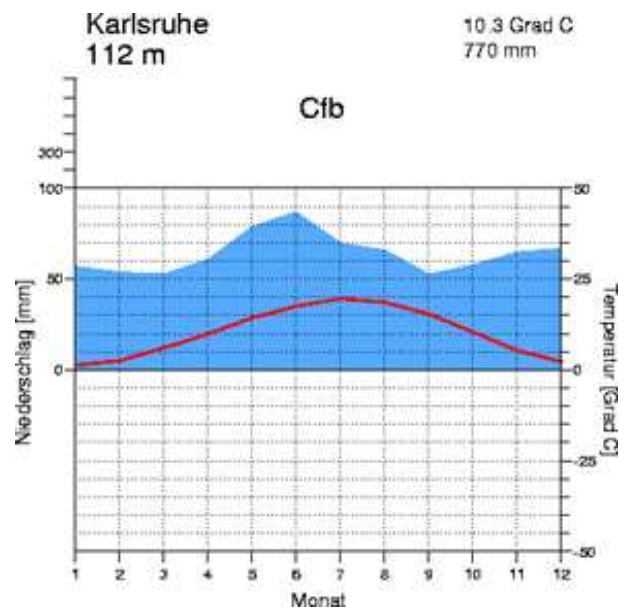


Abbildung 3-12: Klimadiagramm Karlsruhe (MÜHR 2000)

Den Untergrund bildet das Hochgestade des Rheins, also die Niederterrasse aus Rheinschottern als letzte kaltzeitliche Ablagerung. Die kiesig-sandigen Substrate sowie insbesondere die vorkommenden Flugsanddünen sind durch relativ magere, trockene Standorte (siehe Kapitel Böden) geprägt und bilden die naturräumliche Einheit der Hardtebenen. Forstwirtschaftlich wurden hier standortangepasste Mischwälder mit Kiefern, Buchen und Eichen etabliert, die mit diesen trockenen Standortbedingungen noch gut zurechtkommen (FIEDLER 1995). Dieser reicht als ausgedehntes potentiell Frischluftliefergebiet von Norden über den Schlosspark bis in die Nähe des Stadtzentrums. Aufgrund der nur geringen Talneigung tritt abgesehen von den Grabenrandbereichen nur geringe Reliefenergie auf, was wiederum Auswirkungen auf die Frischluftzufuhr besitzt. Aufgrund der am Standort Karlsruhe im Bereich der Campusareale vorhandenen geringen Geländeneigung, kann ein Frischluftaustausch somit nur über lokale Druckgradienten erfolgen. Diese können bei austauscharmen Strahlungswetterlagen und labiler Schichtung am Tag entstehen, indem am Boden erwärmte Luft aufsteigt. So kann trotzdem Frischluft aus den umliegenden kühleren vegetationsreicheren Liefergebieten über Luftleitbahnen Richtung Stadtzentrum strömen (HUPFER & KUTTLER 2006).

Karlsruhe als zweitgrößte Stadt in Baden-Württemberg mit ihrem besonderen, fächerförmigen Grundriss (Fächerstadt) weist typische stadtklimatische Phänomene auf (LUBW 2014a). So ist die Ausbildung einer städtischen Wärmeinsel bzw. eines Wärmearchipels unter bestimmten Wetterlagen nachweisbar (Abbildung 3-13 und Abbildung 3-14).



### 3. Funktionen von Freiflächen: Leitbilder, Status Quo, Potentiale

Während der Nachtstunden können, wie bereits gezeigt wurde, offene vegetationsreiche Flächen die am Tage in Wärme umgesetzte Strahlungsenergie wieder an die Atmosphäre in Form von Wärmestrahlung abgeben. Diese Flächen, wie der alte Flugplatz, treten durch ihre blaue und grüne Färbung in Abbildung 3-10 deutlich hervor. Wegen der fehlenden Möglichkeit zur Abkühlung durch nächtliche Ausstrahlung in der stark verdichteten Innenstadt (rote Farben) kommt es bei andauernden austauscharmen Strahlungswetterlagen zu einer Verstärkung der Temperaturgegensätze zwischen Zentrum und Umland. Dies zeigt auch deutlich das Ergebnis einer Messfahrt vom Turmberg durch das Karlsruher Stadtgebiet zum Rhein in Abbildung 3-14.

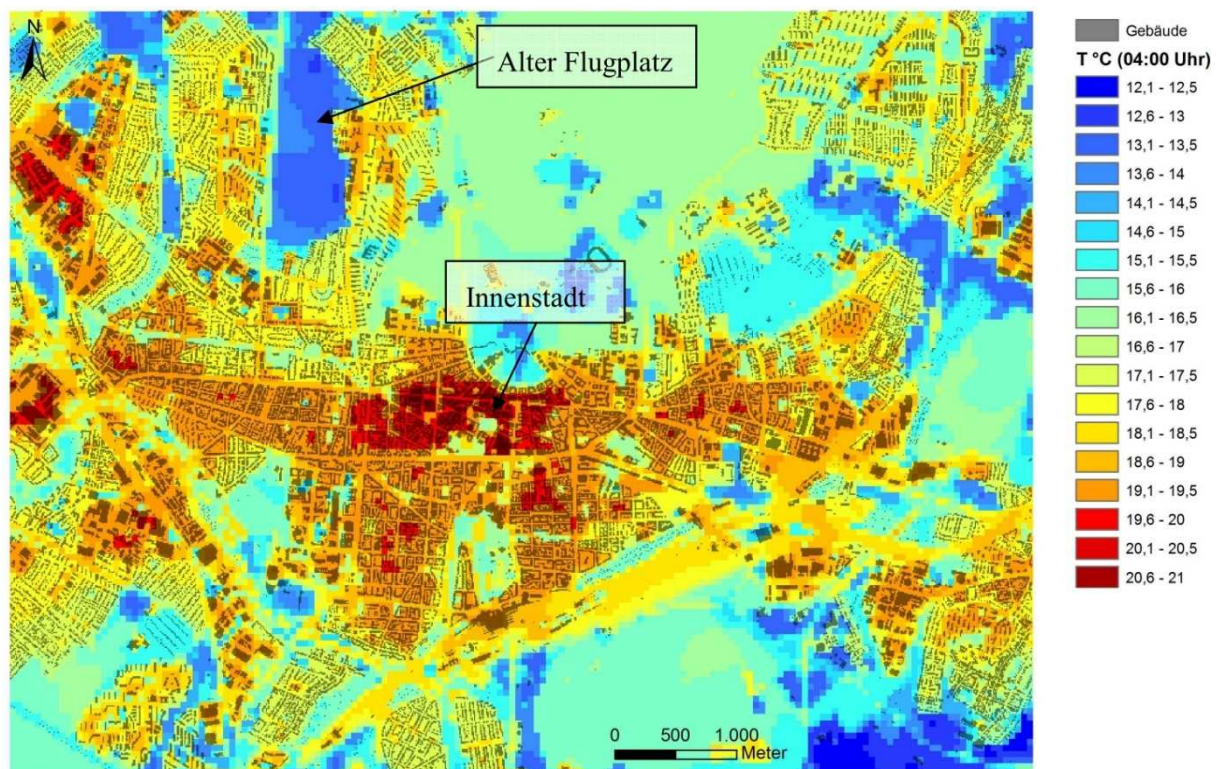


Abbildung 3-13: Wärmeinsel in Karlsruhe: Der Temperaturgradient zwischen Altem Flugplatz und Innenstadt beträgt 8 K auf ca. 1200 m (LUBW 2014a)

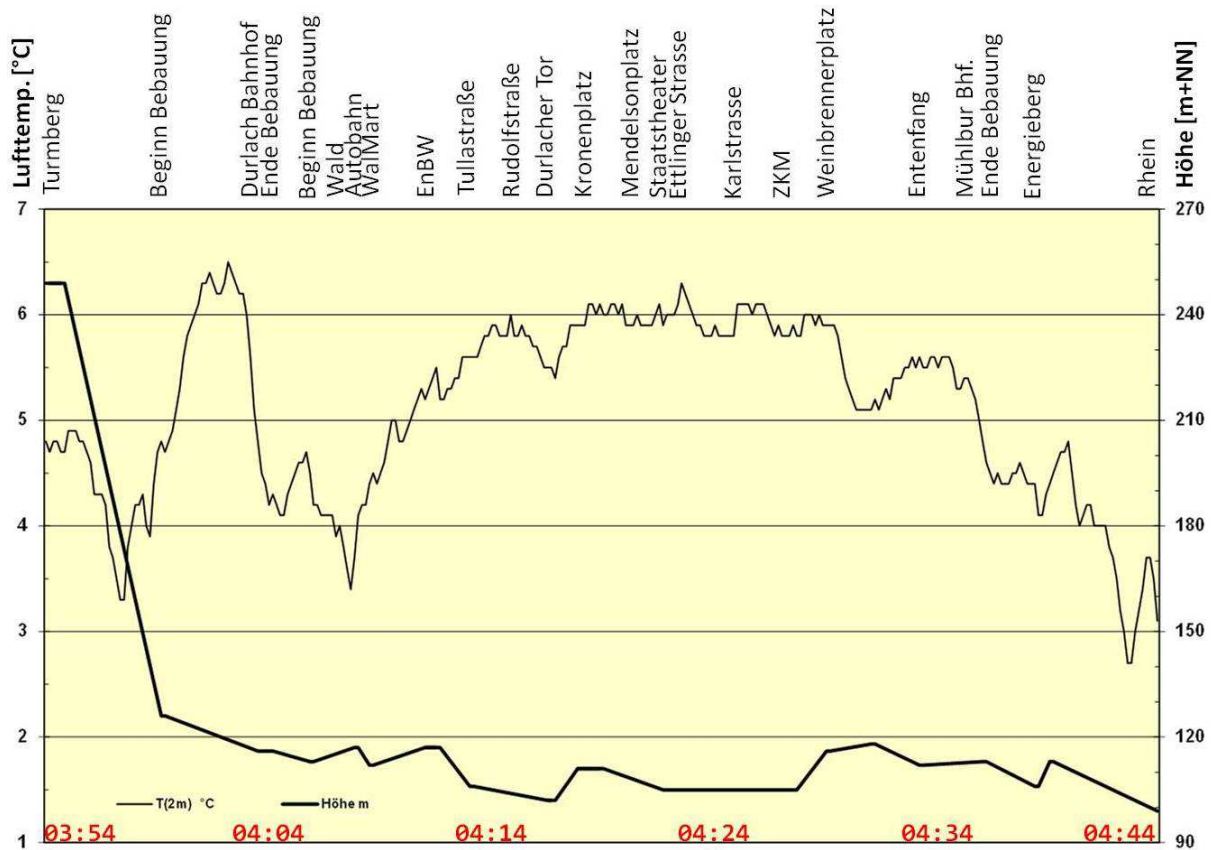


Abbildung 3-14: Ausbildung einer Wärmeinsel in Karlsruhe während einer Strahlungs inversion am 02.04.2005 (Daten: IfGG)

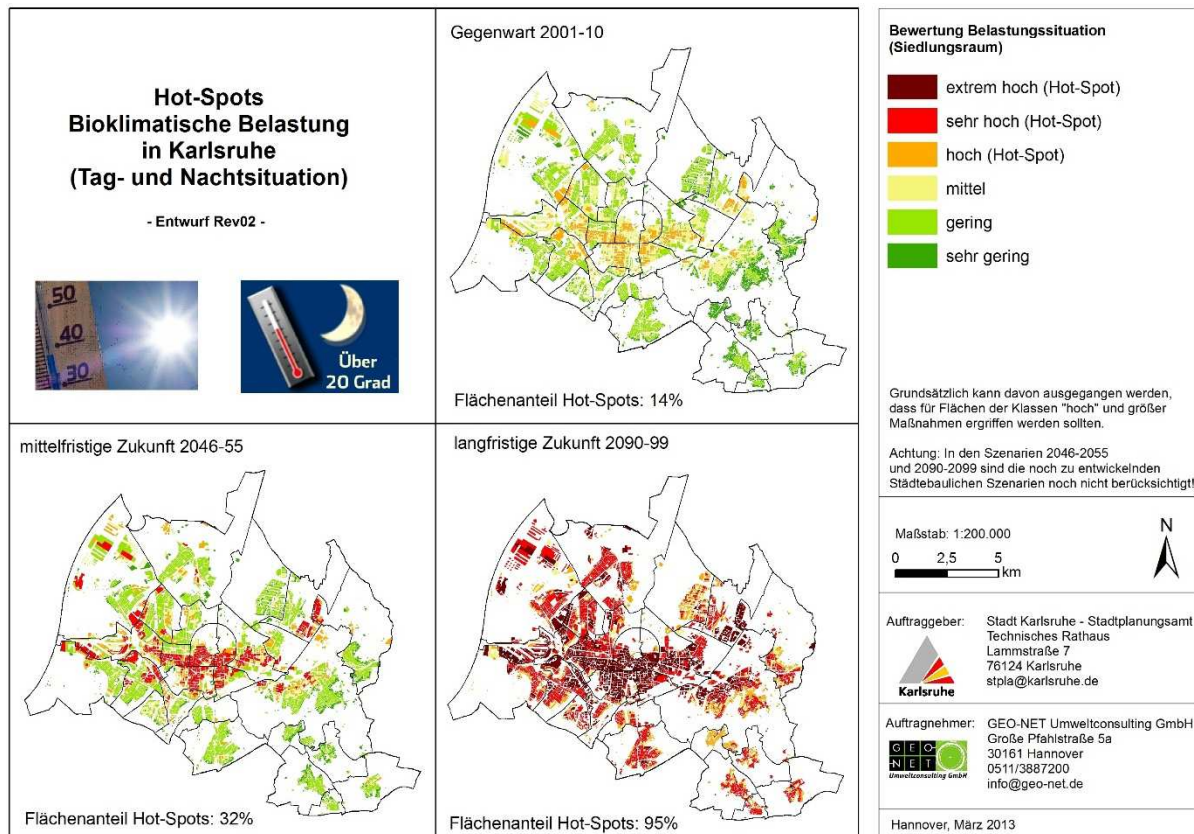


Abbildung 3-15: Bioklimatische Belastung in Karlsruhe (STADT KARLSRUHE 2013)

Die bis zum Ende dieses Jahrhunderts prognostizierte Entwicklung der bioklimatischen Belastung im Karlsruher Stadtgebiet (Abbildung 3-15) unterstreicht ausdrücklich die Notwendigkeit der Durchführung klimaverbessernder Maßnahmen (LUBW 2013b).

Je nach Lage im Karlsruher Stadtgebiet und der dortigen, lokalen Ausprägung der städtischen Grenzschicht treten an den vier KIT-Standorten entsprechend abweichende klimatische Verhältnisse auf. Diese sollen im Folgenden in Relation zu Kennwerten, die aus der Biotopkartierung der Standorte, z.B. dem Versiegelungsgrad der Flächen, gewonnen wurden, betrachtet werden.

Der Campus Süd mit einer Flächengröße von 61 ha und einem Versiegelungsgrad von 51 % stellt einen Übergangsbereich zwischen dem stark verdichteten Stadtzentrum und dem Hardtwald als Klimausgleichsraum im Norden dar. Es gibt sowohl Bereiche mit relativ dichter Bebauung, hoher Versiegelung und wenig Grünanteil (Ehrenhof, Studentenwerk/Mensa) aber auch weitläufige Flächen mit Wald oder Parkwaldstrukturen vor allem im nördlichen Teil, deren klimatologische Wirkung als sehr positiv zu beurteilen ist (siehe Abbildung 3-16). Der Campus Süd bildet das Herz des universitären Bereichs des KIT und damit den Hauptaufenthaltort der über 25 000 Studierenden (Wintersemester 2016/2017) sowie eines Teils der über 9 000 Mitarbeiter\*innen. Durch die sich daraus ergebende, hohe Vulnerabilität dieses Bereichs hinsichtlich der bioklimatischen Belastungen beim Menschen erwächst die langfristige Aufgabe der Sicherung bestehender klimatischer Ausgleichsräume und der Umgestaltung von klimatischen Belastungsräumen.

Der Campus Nord besitzt mit 163 ha die größte Grundfläche und mit einem Versiegelungsgrad von nur 32 % den größten Freiflächenanteil der Karlsruher KIT-Standorte. Er bildet abgelöst vom Karlsruher Stadtgebiet im Norden eine ausgedehnte Lichtung im Hardtwald. Klimawirksame Waldbestände befinden sich vor allem in den Randbereichen und besitzen teilweise noch ihren ursprünglichen Hardtwald-Charakter. Viele offene mehr oder weniger intensiv begrünte Freiflächen sind über das Gelände verteilt und können nächtliche Abkühlung liefern. Die Verkehrswege bilden regelmäßige lineare Achsen die Funktionen beim Frischluftaustausch mit den Freiflächen und dem umliegenden Hardtwald übernehmen können. Viele Bäume und Baumgruppen können vor allem in Hitzeperioden Schatten spenden. Auf Grund der genannten Faktoren ist für den Campus Nord großräumig eine relativ geringe klimatische Belastung zu erwarten. Kleinräumiger Hitzestress ist in Abhängigkeit der entsprechenden Bebauungsstrukturen aber nicht auszuschließen. Hierfür spricht insbesondere die zum Teil nur lückenhafte Baumbepflanzung entlang der Verkehrswege.

Der Campus West mit einer Flächengröße von 4 ha und zu 51 % versiegelter Oberfläche ist Teil der 1902/3 erbauten Telegraphenkaserne (STADT KARLSRUHE 2017), deren Gebäudesubstanz denkmalgeschützt ist. Es gibt Randbereiche mit hohem Grünanteil aber auch einen ausgedehnten, fast vegetationslosen, geschotterten Platz im Zentrum. Seine Oberflächenstruktur unterscheidet sich kaum von der der angrenzenden Flächen. Westlich der Hertzstraße schließt sich ein Nord-Süd verlaufender Grünzug mit Sport- und Kleingartenanlagen an, dem Klimaausgleichsfunktion zugesprochen wird (NVK 2011). Im Norden und Nordosten grenzt Wohnhausbebauung, im Süden und Osten Bereiche verschiedener Nutzung (Gewerbe, Bundesanstalt für Wasserbau, Reitstall) an das Gelände an.

Der Campus Ost mit einer Flächengröße von 15 ha und 46 % Versiegelungsgrad, ist ein ehemaliges Militärgelände der Bundeswehr. Seine Lage befindet sich im Stadtrandbereich am südöstlichen Hardtwaldrand. Der überwiegende Gebäudebestand im Süden und Westen resultiert noch aus der früheren Kasernennutzung und ist von Grünflächen mit Baumbeständen umgeben. Das Zentrum bildet ein zu 100 % versiegelter Platz, der für Fahrversuche genutzt wird. Im Nordost-Teil wurden neue

Gebäude erstellt, die mit nur wenigen Grünflächen umgeben sind. Neben dem Hauptfriedhof im Südwesten gibt es weitere ausgedehnte klimabegünstigende Grünflächen vor allem viele Kleingartenanlagen im direkten Umfeld des Standorts.

### **Klimabedingungen an den KIT-Standorten**

Einen Eindruck der Verteilung der Oberflächentemperaturen für Karlsruhe und den vier Campus-Arealen gibt Abbildung 3-16. Hierzu wurden Thermaldaten einer Landsat-8-Szene für einen strahlungsreichen Tag im Juni 2014 ausgewertet. Es sind Bereiche mit hohen und niedrigeren Oberflächentemperaturen zwischen 18 bis 50°C sichtbar. Besonders auffällig sind die heißen Bereiche der Flugsanddünen des ehemaligen Karlsruher Flugplatzes, die hohen Oberflächentemperaturen der bebauten Bereiche des Campus Nord und des besonders heißen Gebäudekomplexes des Europäischen Instituts für Transurane (ITU). Die Lagerhalle für Kastortransportbehälter der Kerntechnischen Entsorgung Karlsruhe GmbH (KTE) weist dagegen ähnlich niedrige Temperaturen auf wie freie Wasserflächen in der oberen linken Ecke der Karte. Zudem ist auffallend, dass der Campus Nord von kühleren Bereichen des Hartwalds umgeben ist und diese bis fast ins Stadtzentrum reichen. Bei Campus Süd und Ost, mit ihrer Lage im Übergangsbereich von Hartwald und innerstädtischer Bebauung, treten mittlere Temperaturen um 40°C auf, wobei sich stärker versiegelte Bereiche intensiver aufheizen wie z.B. die Gebäudekomplexe im Süden des Campus Süd beim Ehrenhof oder im Nordosten des Campus Ost. Auffällig hohe Oberflächentemperaturen treten bei einem der Sportplätze (Kunstrasenplatz) im Norden des Campus Süd auf, obwohl er von viel Grün umgeben ist. Die Oberflächentemperatur des West-Campus hebt sich kaum von benachbarten Bereichen ab. Die temperaturreduzierende Wirkung des im Westen angrenzenden Grünzugs ist schwach erkennbar. Viele Details sind jedoch wegen der geringen Auflösung der Satellitendaten nicht sichtbar, so dass die Grafik lediglich eine grobe Einschätzung der thermischen Verhältnisse geben kann.



### 3. Funktionen von Freiflächen: Leitbilder, Status Quo, Potentiale

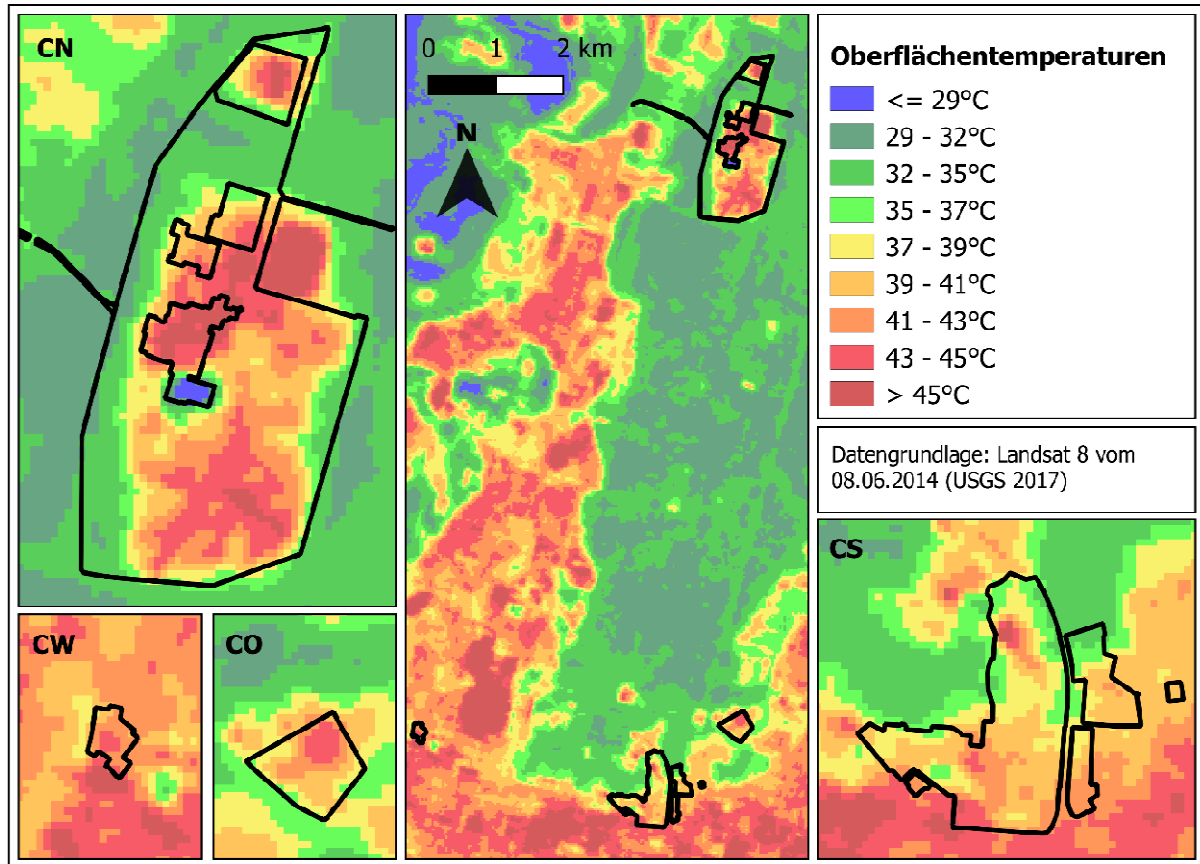


Abbildung 3-16: Oberflächentemperaturen der KIT-Standorte (Datengrundlage: Landsat 8 Scann vom 8.6.2014, USGS 2017)

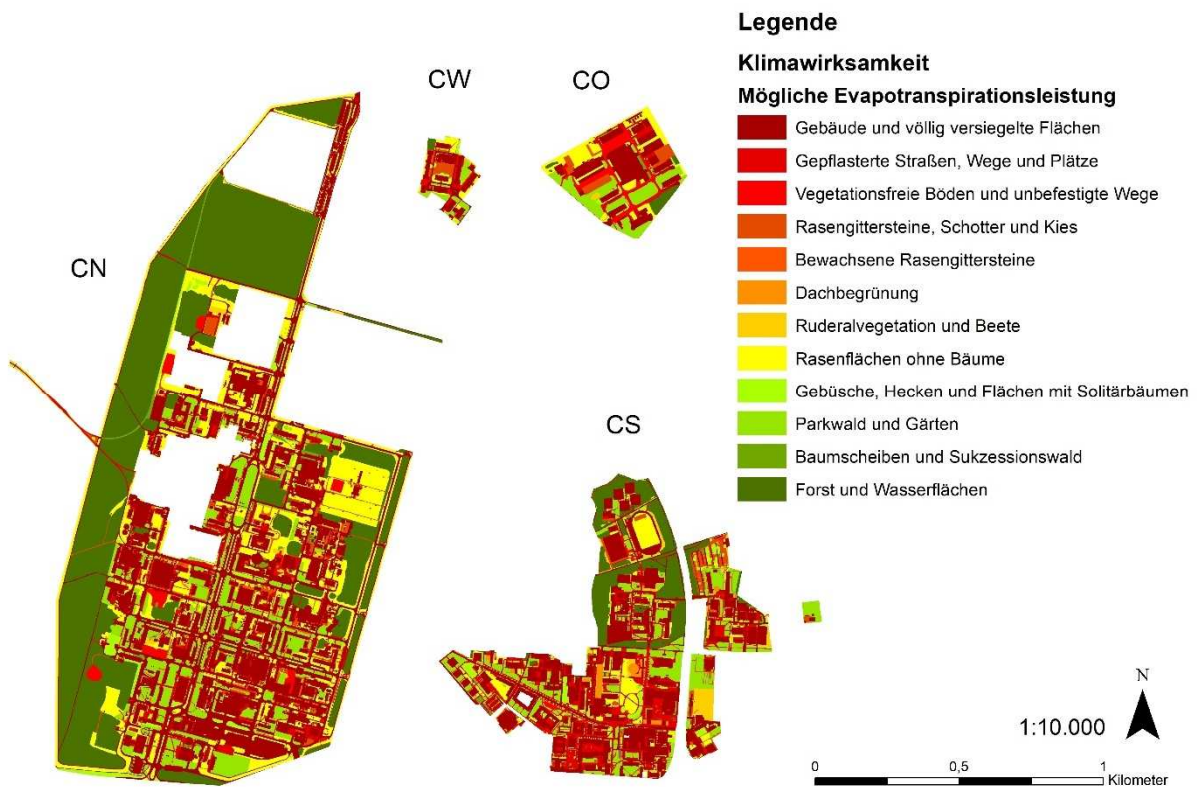


Abbildung 3-17: Klimawirksamkeit der KIT-Standorte aus der möglichen Transpirationsleistung der Flächen und die daraus resultierende Einschätzung der bioklimatischen Belastung (grün: Gunstraum, rot: Belastungsraum)

Da für die vier Campus-Areale eine detaillierte Kartierung der Oberflächenmerkmale aller vorhandenen Flächen (Biotoptypenkartierung) im Rahmen der vorliegenden Projektstudie durchgeführt wurde, können daraus Informationen über ihre Klimawirksamkeit abgeleitet werden. Wichtigster Parameter ist dabei die Evapotranspirationsrate, die wiederum direkt die Größe der möglichen Flussdichte für den latenten Wärmestrom bestimmt. In Anlehnung an die BAGROV-Gleichung kann damit eine Beziehung zwischen den Flächeneigenschaften wie Versiegelungsgrad, Vegetationsbedeckung, -struktur und der von der Fläche ausgehenden möglichen Evapotranspirationsrate hergestellt werden (SENATSVORWALTUNG FÜR STADTENTWICKLUNG UND UMWELT BERLIN 2013). Damit wurden Karten erstellt (s. Kartenset 2), die Hinweise zur Klimawirksamkeit der einzelnen Flächen geben können. Eine Zusammenstellung daraus zeigt Abbildung 3-17. Den roten Bereichen wird ein hohes Aufheizpotential zugerechnet, wogegen die gelben bis dunkelgrünen Bereiche eine zunehmend kühlende Wirkung entfalten können. Trotz der viel geringeren Auflösung der Oberflächentemperaturkarten in Abbildung 3-16 finden sich beim Vergleich mit den darunter dargestellten, höher aufgelösten Klimawirksamkeitskarten in Abbildung 3-17 erstaunlich viele Ähnlichkeiten. Dies untermauert die Gültigkeit der Annahmen, die zur Erstellung der Klimawirksamkeitskarten aus den Oberflächentypen getroffen wurden.

Einen Eindruck über die Variabilität der Lufttemperatur und der Relativen Luftfeuchte bei einer Hochdrucklage mit Hitzebelastung im Sommer vermitteln die Ergebnisse einer Messfahrt durch den Schlosspark und die angrenzenden Stadtgebiete mit dem Campus Süd im Juni 2016, die in Abbildung 3-18 dargestellt sind. Im Schlosspark und Campus Süd wurden im Verhältnis zur Moltkestraße im westlichen Stadtgebiet niedrigere Temperaturen registriert. Das gilt insbesondere auch für die Nachtsituation, wobei hier im Bereich des Campus Süd etwas höhere Temperaturen als im angrenzenden Schlosspark auftraten. Die gemessenen Temperaturunterschiede lagen dabei am Tag bei 2°C und in der Nacht bei 1°C. Bei der Luftfeuchte lagen die Werte mit über 60 % relativ hoch. Durch die nächtliche Abkühlung stiegen sie dann über 90 % bis in den Sättigungsbereich an. Damit ist die Nacht durch starke Schwüle gekennzeichnet.



### 3. Funktionen von Freiflächen: Leitbilder, Status Quo, Potentiale

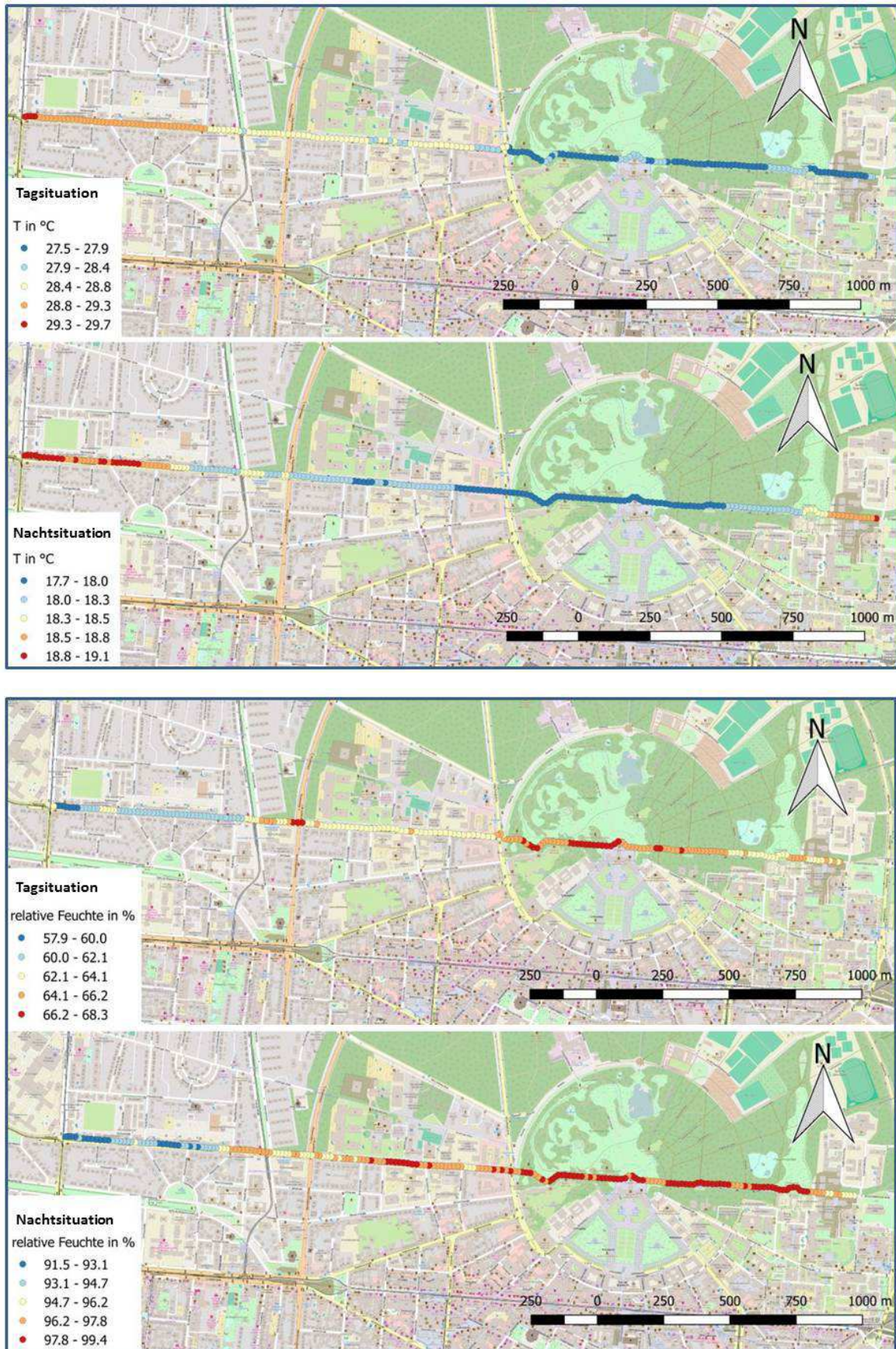


Abbildung 3-18: Relativer Verlauf der Lufttemperatur (oben) und Luftfeuchte (unten) in zwei Meter Höhe bei einer Messfahrt entlang eines West-Ost-Transekts während einer Hochdruckwetterlage (Tagsituation: 22. Juni 2016 15:00-15:45 MESZ, Nachtsituation: 23. Juni 2016 4:30-5:15 MESZ)

## Entwicklungspotentiale für eine Klimaverbesserung

Je nach Nutzungsanspruch an die jeweiligen Flächen sind die Möglichkeiten für eine Verbesserung ihrer Klimawirksamkeit stark beschränkt bis nicht vorhanden. Jedoch können viele kleine Maßnahmen in der Summe doch eine fühlbare Verbesserung der aktuellen Situation erreichen. Die Hauptsatzstellen für eine Klimaverbesserung ist die Erhöhung der Pflanzenmasse auf einer Fläche. Das steigert die Evapotranspirationsraten und reduziert den Energieumsatz der unter der Pflanzendecke befindlichen Oberflächen durch Beschattung. Dies kann durch zusätzlich Pflanzung von Bäumen an geeigneten Stellen, zum Beispiel vor strahlungsexponierten Südfassaden oder an Verkehrsflächen, aber auch durch Begrünung von versiegelten Innenhöfen z.B. mit Kübelpflanzen erfolgen. Vollständig versiegelte Parkplatzflächen können durch geeignete Grünparkierung ersetzt werden. Das erhöht, wie unter Kapitel 3.1 gezeigt, die Versickerungsrate für Niederschlagswasser, aber umgekehrt auch die Evapotranspirationsleistung und die damit verbundene Abkühlung. Auch Fassaden- und Dachbegrünungen helfen entscheidend das Mikroklima zu verbessern. Ein weiterer Aspekt ist die Erhaltung und Schaffung von Ausgleichflächen in der Umgebung von stark versiegelten insbesondere bebauten Bereichen, die als Frischluftliefergebiete dienen können. Hier ist es wichtig Verbindungswege freizuhalten damit ein möglichst ungehinderter Luftaustausch stattfinden kann. Je höher der Anteil an bebauter Fläche wird, desto wichtiger ist die Gestaltung der Außenhaut des Baukörpers an sich. Neben der Auswahl von geeigneten Oberflächenmaterialien und hellen Farben kann das Bauwerk begrünt werden. Das kann bei Fassaden mit Kletterpflanzen und Blumenkästen und bei Dächern mit darauf spezialisierten, widerstandsfähigen Pflanzen (Sukkulente, Gräsern, Flechten, Moosen) geschehen, die alle den Energieumsatz positiv beeinflussen (KOLB 2016, KÖHLER 2012, FFL 2000). Hierbei ist aus ökologischer Sicht eine artenreiche, extensive, einer artenarmen, intensiven Begrünung vorzuziehen (LUBW 2014a). Das Potential an begrünbaren Dächern der Gebäude des Campus Süd zeigt Abbildung 3-19. Hier wurde bisher nur die Neigung der Dächer, nicht aber die Statik der Gebäude berücksichtigt.

Pflanzen benötigen eine ausreichende Wasserversorgung und ein geeignetes Bodensubstrat, damit sie dauerhaft an den verschiedenen Standorten überleben können. Ein optimiertes Wassermanagement und ein intakter Bodenkörper ist, wie unter Kapitel 2.1 und 2.2 gezeigt wurde, ein ebenso elementarer Bestandteil für eine nachhaltige, ökologisch stabile Lebensgemeinschaft und damit eine optimierte Freiflächenfunktion.

Weitere Erkenntnisse über die aktuelle Situation und die Möglichkeiten zukünftiger klimatischer Entwicklungen können aus mehreren bereits genannten Studien der Stadt Karlsruhe und des Nachbarchchaftsverbands und deren anhängigen Kartenwerken gewonnen werden. Hier sind der städtebauliche Rahmenplan Klimaanpassung mit Begleitheft (STADT KARLSRUHE 2015, LUBW 2013b, LUBW 2014b) und die Ökologische Tragfähigkeitsstudie für den Raum Karlsruhe (NVK 2011) mit der Klimafunktionskarte und der Schutzgutkarte Klima/Luft besonders hervorzuheben. Im Begleitheft Teil 2 zum Klimaanpassungsplan werden Handlungsempfehlungen für Großstrukturen (Stadtstrukturtyp 9), dem auch die KIT-Campusflächen zugeordnet werden, gegeben. Es steht die Entlastung von Hitze stress bei gleichbleibender Nutzung im Vordergrund. Als wichtigste Maßnahmen für die versiegelten Bereiche werden in diesem Zusammenhang die Verschattung von Straßen, Plätzen und Gebäuden sowie die Begrünung von Dächern und Fassaden empfohlen. Freiflächen sollen klimaoptimiert gestaltet werden. Weitere genannte Maßnahmen sind Entsiegelung, Grünparkierung und Erhöhung der Oberflächenalbedo. Dies deckt sich in wesentlichen Teilen mit den Empfehlungen aus der vorliegenden Studie für die Entwicklung von Freiflächen auf den Campusarealen des KIT.



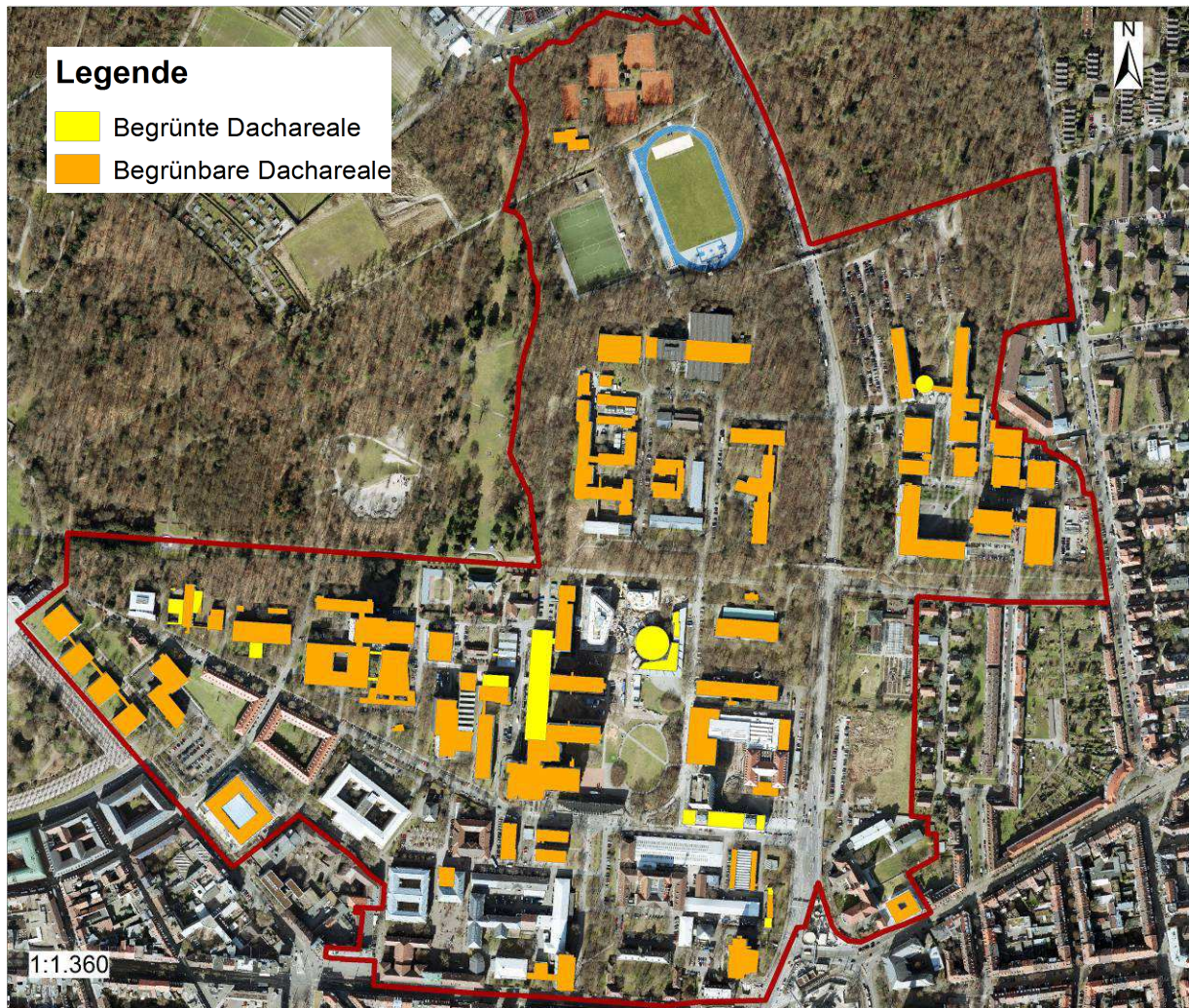


Abbildung 3-19: Begrünte und auf Grund der Dachneigung begrünbare Dächer der Gebäude am Campus Süd (Kartengrundlage: Stadt Karlsruhe, BERTSCH 2017)



### 3.4 Licht, Lärm und atmosphärische Schadstoffimmissionen

#### 3.4.1 Lichtemissionen

##### 3.4.1.1 Leitbild

Kunstlicht in Außenräumen ist zu einem unverzichtbaren Bestandteil unserer Kultur und unseres Wohlstands geworden. Künstliche Beleuchtung ermöglicht uns Menschen auch ohne natürliches Tageslicht zu sehen, uns zu orientieren und geben ein Gefühl von Sicherheit. Dagegen kann künstliche Beleuchtung in der Nacht für zahlreiche Insektenarten oder ziehende Vögel sehr negative Auswirkungen haben (GEIGER et al. 2007). Der Energieverbrauch verursacht unmittelbar Stromkosten für das KIT sowie mittelbar Kosten für die Gesellschaft durch CO<sub>2</sub>-Emissionen und den Folgen des Klimawandels.

Bei der Ausgestaltung der nächtlichen Beleuchtung sind aus energetischer und vor allen Dingen naturschutzfachlicher Sicht drei Aspekte zu beachten: Unter Berücksichtigung der Verkehrssicherheit und des Sicherheitsempfindens ist die Anzahl der eingesetzten Lichtquellen auf das unbedingt nötige Maß zu beschränken, wobei auch die nächtliche Beleuchtungsdauer über Zeitschaltuhren oder Bewegungsmelder beschränkt werden kann. Bezüglich der Abstrahlung des Lichts ist besonders auf die Abschirmung der Lichtquellen gegen den nächtlichen Himmel zu achten (vgl. Abbildung 3-20). Altanlagen sollten mit Natriumdampf-Leuchtmitteln (möglichst Niederdrucklampen) oder mit warmweißen LED-Leuchtmitteln (Farbtemperatur  $\leq 3000$  K) umgerüstet werden, da diese die geringste Lockwirkung auf Insekten haben.

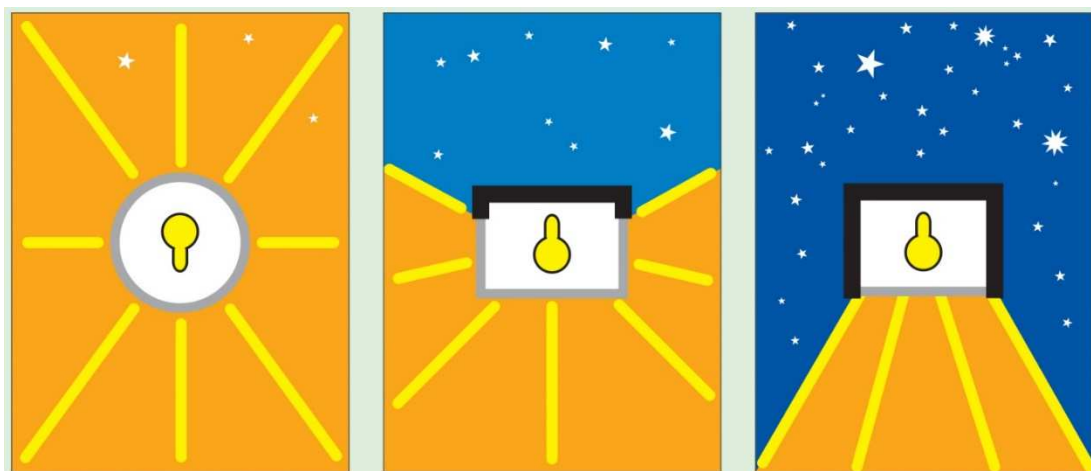


Abbildung 3-20: Möglichkeiten der Abschirmung einer Lichtquelle  
(TIROLER LANDESUMWELTANWALT 2003, mit freundlicher Genehmigung)

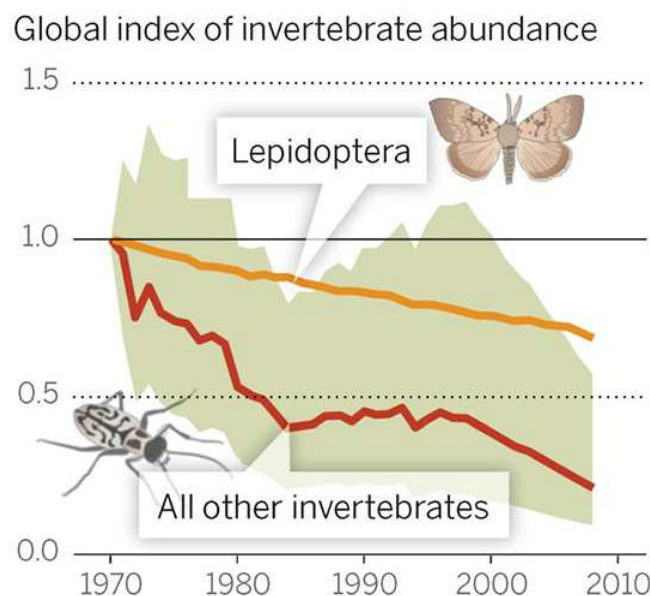


#### 3.4.1.2 Begründung für dieses Leitbild

Lichtemissionen sind für die Artenvielfalt zu einer weiteren, ernst zu nehmenden Gefahr und auch für die Menschen zu einem lästigen Phänomen geworden. Aus allen Tiergruppen können zahlreiche Arten aufgeführt werden, bei welchen der Einfluss von Kunstlicht negative Folgen für deren Verhalten, Reproduktion und Populationserhaltung hat. Lichtemissionen nehmen seit Jahren weltweit exponentiell zu (CINZANO et al. 2001) und haben gleichzeitig aber nachteilige Auswirkungen auf Natur und Umwelt zur Folge (BUWAL 2005):

- Zerstörung der natürlichen Nachtlandschaft (inklusive des sichtbaren Sternenhimmels)
- Einfluss auf zirkadiane und endokrine Systeme bei Mensch und Tier
- Beeinträchtigung der Lebensräume nachtaktiver Tiere mit teilweise tödlichen Folgen für unzählige Lebewesen, einhergehend mit einer Nahrungsverknappung ihrer Predatoren
- Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen

Wissenschaftler schätzen, dass in den Sommermonaten an jeder Straßenlaterne durchschnittlich 150 Insekten pro Nacht verenden (BUWAL 2005). Gleichzeitig lässt sich in den letzten 20 Jahren in Teilen Deutschlands ein Rückgang der Biomasse der Insekten um bis zu 80 % feststellen (NABU 2016). Dieser Rückgang ist multikausal, wobei die steigenden Lichtemissionen sicher einen gewichtigen Faktor darstellen. Mit einem Rückgang der Insekten fällt nicht nur die Nahrungsgrundlage für insektivore Vögel und Fledermäuse weg, auch die Bestäubungsleistung für landwirtschaftliche Nutzpflanzen ist davon in starkem Maße betroffen. Abbildung 3-21 zeigt auch auf globaler Ebene einen starken Rückgang der Invertebratenfauna seit dem Beginn des Monitorings in den 1970er Jahren.



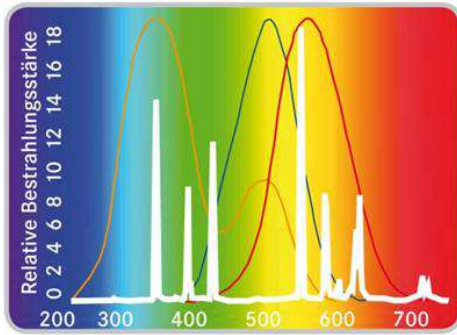
**Abbildung 3-21:** Aus globalen Monitoringdaten für 452 Arten kann für die Invertebratenfauna ein massiver und anhaltender Bestandsrückgang seit 1970 abgeleitet werden (DIRZO 2014 in SCHWÄGERL 2016 mit freundlicher Genehmigung der Yale Environment 360)

Die KIT-Campusareale Nord, Süd und Ost grenzen unmittelbar an den Hardtwald, der in diesen Bereichen als NATURA2000-Gebiet geschützt ist. Damit stellen Sie lichtökologisch sehr sensible Gebiete dar. Der Erhalt von Lebensräumen und der gute Zustand der Populationen besonders geschützter Arten ist in NATURA2000-Gebieten zu gewährleisten. Lichtquellen sollten grundsätzlich bezüglich ihrer Notwendigkeit in Frage gestellt werden. Benötigte Lichtquellen sollten so gegen den Nachthimmel abgeschirmt werden, damit ungenutztes Licht nicht unnötig eine Lockwirkung auf Insekten, Zugvögel und andere Tiergruppen ausübt (vgl. Abbildung 3-20).

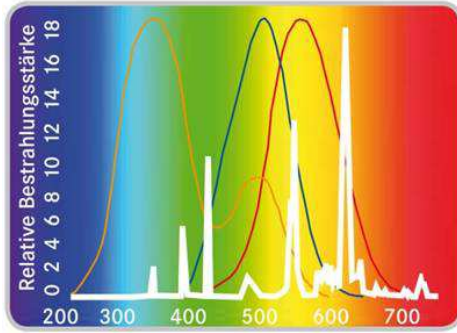
"Je größer die Wellenlänge des Lichtes, desto geringer ist die Lockwirkung auf Nachtfalter" (Abbildung 3-22, CLEVE 1964). Diese wird weiter minimiert, je enger das Wellenlängenspektrum ist, das ein Leuchtmittel emittiert. Der Einsatz von Leuchtmitteln mit weitem Spektralbereich (320 bis 720 nm) wie Quecksilberdampf-Hochdrucklampen (HQL, "Weißlichtlampe") sowie Halogenlampen oder mit Edelgasen befüllte Lampen (z.B. Xenon) sollte vermieden werden. Geeignete Leuchtmittel sind Natriumdampf-Hochdrucklampen (NAV, "Gelblichtlampe"), die bei den Menschen immer noch ein nächtliches Farbsehen ermöglichen (BUWAL 2005). Am energetischsten und ökologisch besten sind Natriumdampf-Niederdrucklampen (NA, "monochromatische Gelblichtlampe") zu bewerten. Auch der Einsatz sparsamer LED-Leuchten kann ökologisch sinnvoll erfolgen. HUEMER et al. (2010) wiesen für LED-Lampen mit einer Farbtemperatur von 3000 K eine gegenüber der Natriumdampf-Hochdrucklampe-(NAV)-Lampe signifikant geringere Lockwirkung über alle untersuchten Insektengruppen nach. HUEMER et al. (2010) hatten in ihrem Versuch jedoch keine Natriumdampf-Niederdruck-(NA)-Lampe installiert, die mit einer Farbtemperatur von 2000 K gegenüber der LED-3000 K-Lampe noch etwas insektenfreundlicher sein dürfte.

Eine energetische und naturschutzfachliche Optimierung der nächtlichen Beleuchtung führt bereits mittelfristig (5 Jahre) zu deutlichen Kosteneinsparungen (OÖ ENERGIESPARVERBAND 2015). Fördermöglichkeiten für Energieeffizienz- und Klimaschutzmaßnahmen sollten geprüft werden.

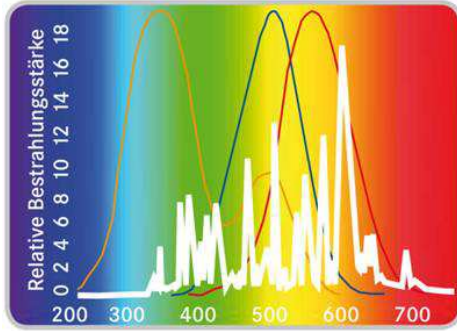




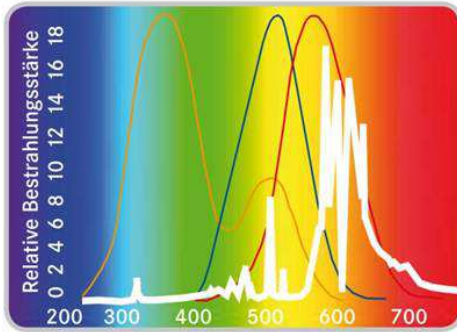
**HQL - Quecksilberdampf-Hochdrucklampe**



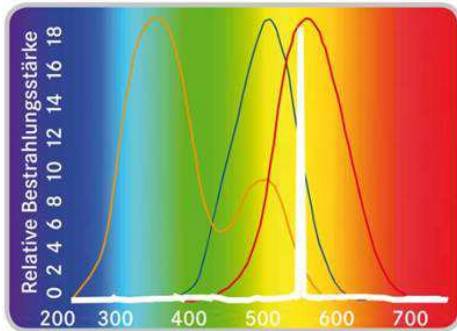
**T, TC - Quecksilberdampf-Niederdrucklampe**



**HQI - Metallhalogendampf-Hochdrucklampen mit Quarzbrenner**



**NAV - Natriumdampf-Hochdrucklampen**



**NA - Natriumdampf-Niederdrucklampe**

(nach Daten von SCHANOWSKI & SPÄTH in GEIGER et al. 2007)

**Abbildung 3-22: Normierte Lichtspektren verschiedener Leuchtmittel sowie Empfindlichkeit des menschlichen Auges bei Tag und Nacht und spektrale Lockwirkung auf Nachtfalter (verändert nach TIROLER UMWELTANWALTSCHAFT 2009, mit freundlicher Genehmigung)**

### 3.4.1.3 Indikatoren

Im Rahmen einer Nachtbegehung auf dem Campus Süd-Areal wurden zur Erfassung des Status quo der nächtlichen Beleuchtungssituation folgende Parameter aufgenommen:

- Typ (Straßenbeleuchtung, Objektbeleuchtung, Reklame oder Designelement)
- Notwendigkeit (nur für offensichtlich überflüssige Lichtquellen)
- Abstrahlwinkel (in vier Klassen: 1-90°, 91- 180°, 181-270°, 271-360°)
- Leuchtmittel (NA: Natriumdampf-Niederdrucklampe, NAV: Natriumdampf-Hochdrucklampe, LED-3000-Kelvin, Andere)

### 3.4.1.4 Status quo und Potentiale

Die Erfassung des Status quo fand im Rahmen dieser Studie exemplarisch für das Campusareal Süd statt. Die anderen Standorte können in analoger Weise nachgearbeitet werden.

Auf dem Campus Süd-Areal wurden 754 künstliche Lichtquellen erfasst. Abbildung 3-23 zeigt deren Verteilung, deren Emissionswinkel sowie die eingesetzten Leuchtmittel. Abschaltzeiten existieren derzeit nicht, Bewegungsmelder sind kaum vorhanden, so dass die Beleuchtungssituation über die gesamte Nacht unverändert besteht. Die Überlegung, ob etwa jede zweite Leuchte oder zwei von drei Leuchten ab 24 Uhr abgeschaltet werden können, sollte geprüft werden.

Sehr hell beziehungsweise übermäßig beleuchtet ist der Bereich zwischen Altem Stadion und Kaiserstraße, wo auf mehr als 50 % der Lichtquellen ohne Einschränkungen verzichtet werden könnte. Ein positives Beispiel einer dezenten und gleichzeitig ausreichenden Beleuchtung stellt der Parkplatz südlich des Rechenzentrums dar. Objektbeleuchtung ist die absolute Ausnahme und ist auf den Platz der Friedericana sowie auf das Gebäude 50.21 und die Freifläche hinter der ehemaligen Kinderklinik beschränkt. Die Notwendigkeit der in den Himmel gerichteten Strahler am Geb. 50.21 ist in Frage zu stellen. Im Falle des Wunsches entgegen den ökologischen Bedenken an dieser Objektbeleuchtung festzuhalten, könnte das Gebäude besser von oben nach unten angestrahlt werden.

57 % der Lichtquellen sind gegen den Nachthimmel abgeschirmt und emittieren ihr Licht auf Straßen, Wege und Plätze, wo es auch benötigt wird. 4 % der Lichtquellen haben einen Emissionswinkel von 180 bis 270° und 38 % haben einen Emissionswinkel von 270 bis 360°. 42 % der Lichtquellen geben somit einen großen Teil des Lichts ungenutzt in den Nachthimmel ab. Um hier ökologische Verbesserungen zu erzielen, könnten kurzfristig die verbreiteten "Lichtkugeln" (Typ 1 in Abbildung 3-23) zum Nachthimmel abgeschirmt werden (Montage halbkugelförmiger Kappen) und mittelfristig der Umbau der Laternen hin zur Lampe des Typus 3 (Abbildung 3-23) vorangetrieben werden.

Im waldreichen Bereich des Sportinstituts sind bereits zahlreiche Gelblichtlampen im Einsatz, wodurch die Lockwirkung auf Insekten minimiert wird. Für weite Bereiche des Campus Süd ist dies allerdings noch nicht der Fall. Hier bestehen große Potentiale nicht nur den ökologischen Fußabdruck des KIT durch die Verminderung der Lockwirkung der Beleuchtung und der CO<sub>2</sub>-Emission zu verbessern, sondern auch bereits kurz- bis mittelfristig Stromkosten einzusparen.



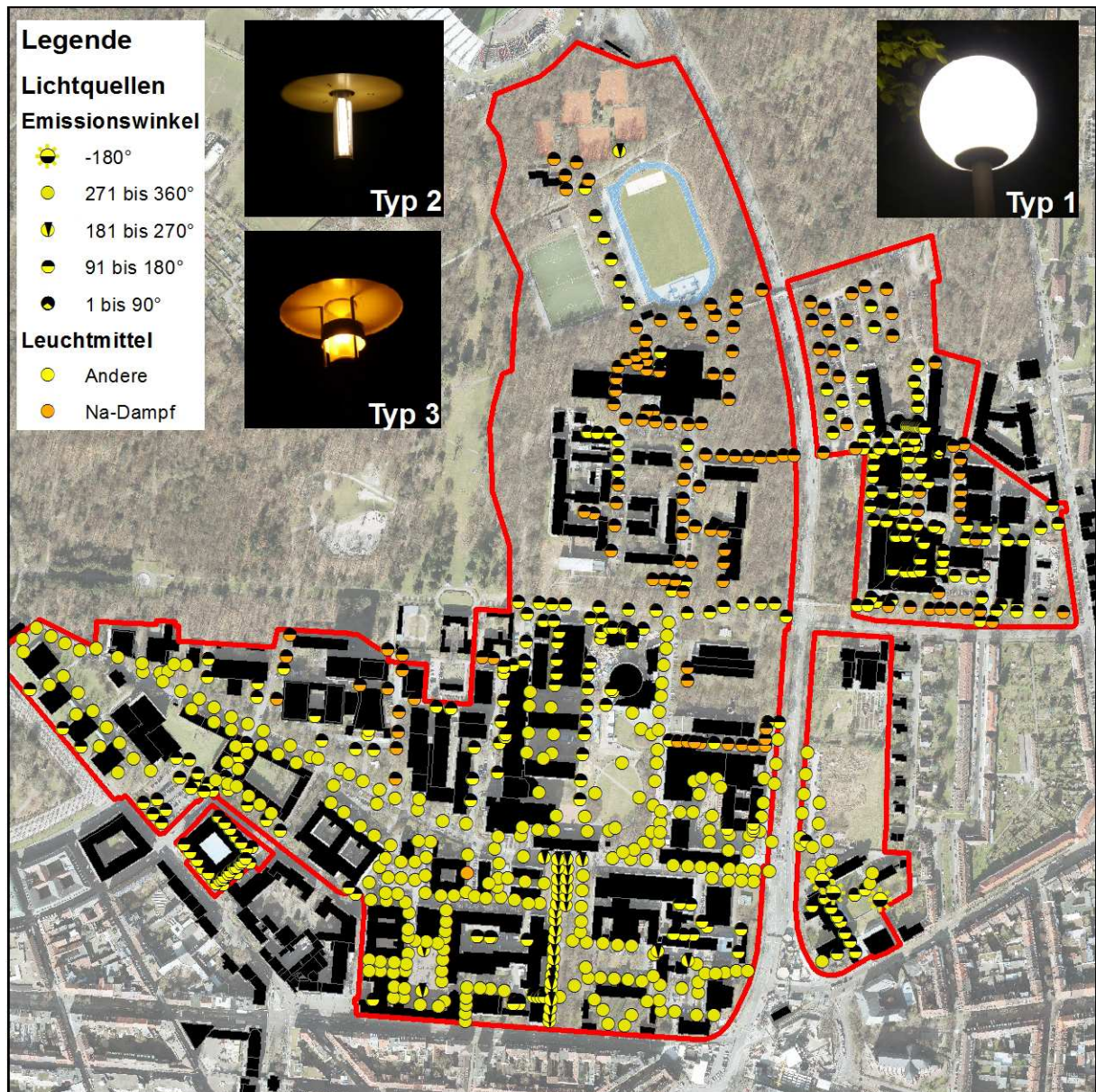


Abbildung 3-23: Situation der nächtliche Beleuchtung auf dem Campusareal Süd (NA: Natriumdampf-Niederdrucklampe)

Zielgrößen, die im Rahmen des vorgeschlagenen Monitorings alle fünf Jahre abgeglichen werden sollten sind (vgl. Abbildung 3-24 und Abbildung 3-25)

- keine weitere Zunahme von Lichtquellen
- prozentuale Verschiebung zu niedrigeren Emissionswinkeln
- prozentuale Verschiebung zu Natriumdampf-Niederdrucklampen oder LED-Leuchten mit Farbtemperatur  $\leq 3000$  Kelvin

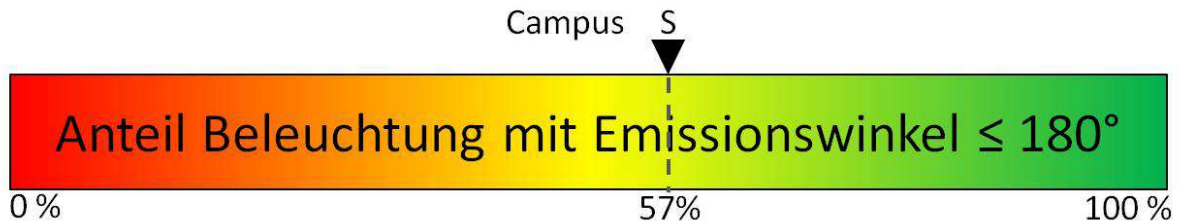


Abbildung 3-24: Status quo und Potential künstlicher Lichtquellen mit günstigem Emissionswinkel auf den Campus Süd

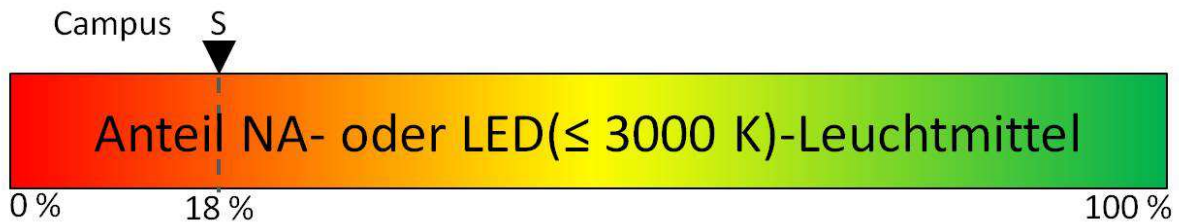


Abbildung 3-25: Status quo und Potential künstlicher Lichtquellen mit ökologisch günstigen Leuchtmitteln auf dem Campus Süd

### 3.4.2 Lärmemission

#### 3.4.2.1 Leitbild

Da die Campusareale des KIT sowohl Arbeits- und Lebensorte für Menschen sowie Lebensraum für Tiere darstellen ist das Ziel, Lärm (störenden Schall) als Stressfaktor zu minimieren. Dazu sollen eigene Schallquellen reduziert und der Lärmschutz zu umliegenden Emittenten maximiert werden.

#### 3.4.2.2 Begründung für dieses Leitbild

Lärm ist ein psychosozialer Stressfaktor, der die Konzentrationsfähigkeit des Menschen, das Leistungsvermögen und sogar die Gesundheit beeinträchtigen kann (WHO 2011). Quellen sind insbesondere Straßen- und Schienenverkehr, Baustellen, Industrie- und Gewerbelärm, aber auch Nachbarschaftslärm.

Aber nicht nur für den Menschen, auch für Tiere kann Lärm ein Stressfaktor darstellen. Dies ist schwer zu verallgemeinern, da sich Tiere unterschiedlich an Geräusche anpassen. Tiere, die sich akustisch verständigen, scheinen laute Straßen und andere laute Lebensräume zu meiden (FRANCIS 2015). RECK et al. (2001) definierten einen Mittelungspegel von 47 dB als Erheblichkeitsschwelle, oberhalb der eine Minderung der Lebensraumeignung für lärmempfindliche Tierarten anzunehmen ist.

Neben technischen Einrichtungen wie Lärmschutzwänden oder Erdwällen können auch Grünanlagen zum Lärmschutz beitragen. Effektiv sind hier Waldstücke, aber auch Grünflächen können auf Grund ihrer Ausdehnung oder eines lockeren Hecken- und Baumbestands die Schallausbreitung spürbar mindern (vgl. BVM 1998).

#### 3.4.2.3 Indikatoren

Zur Beurteilung von Lärmemissionen wird diese standardgemäß nicht gemessen, sondern berechnet (Verkehrslärmschutzverordnung 16. BImSchV). Dazu werden für den Straßenverkehr beispielsweise die Faktoren Verkehrsstärke, Verkehrszusammensetzung, zulässige Höchstgeschwindigkeit, Längs-



neigung der Straße (also die Steigung) sowie Beschaffenheit der Straßenoberfläche berücksichtigt. Des Weiteren werden zusätzliche Einflussgrößen wie der Abstand, die Abschirmung und die Schallreflexion sowie das Vorhandensein von Kreuzungen beachtet. Daraus ergibt sich der Beurteilungspegel  $db(A)$ , der je nach Tageszeit verschiedene Grenzwerte nicht überschreiten sollte. Eine Übersicht zu verschiedenen Lärmgrenzwerten hat die LUBW (2016b) zusammengestellt.

Für Karlsruhe gibt es eine Lärmkarte für den Straßen- und Schienenverkehr, sowie für Industrie und Gewerbe aus dem Jahr 2014. Deren Ergebnisse werden zur Bewertung des Status quo für die Karlsruher KIT-Flächen herangezogen

#### 3.4.2.4 Status quo und Potentiale

Bei Betrachtung der Lärmkarte der Stadt Karlsruhe wird ersichtlich, dass für den Campus Süd die Verkehrsbelastung, insbesondere durch die umliegende Verkehrsinfrastruktur des Adenauerrings im Osten und durch die Kaiserallee und das Durlacher Tor im Süden, einen bedeutenden Lärmfaktor darstellt (Abbildung 3-26). Der größte Teil des Campus Süd ist im Kontext der Stadt als Ruheraum zu sehen: die Einfahrt für PKWs ist tagsüber beschränkt und es gilt ein Tempolimit von 30 km/h. Trotzdem wäre eine weitere Minimierung der Schallemission und des Autoverkehrs erstrebenswert, was mit der Verwirklichung eines autofreien Campus gelingen würde.

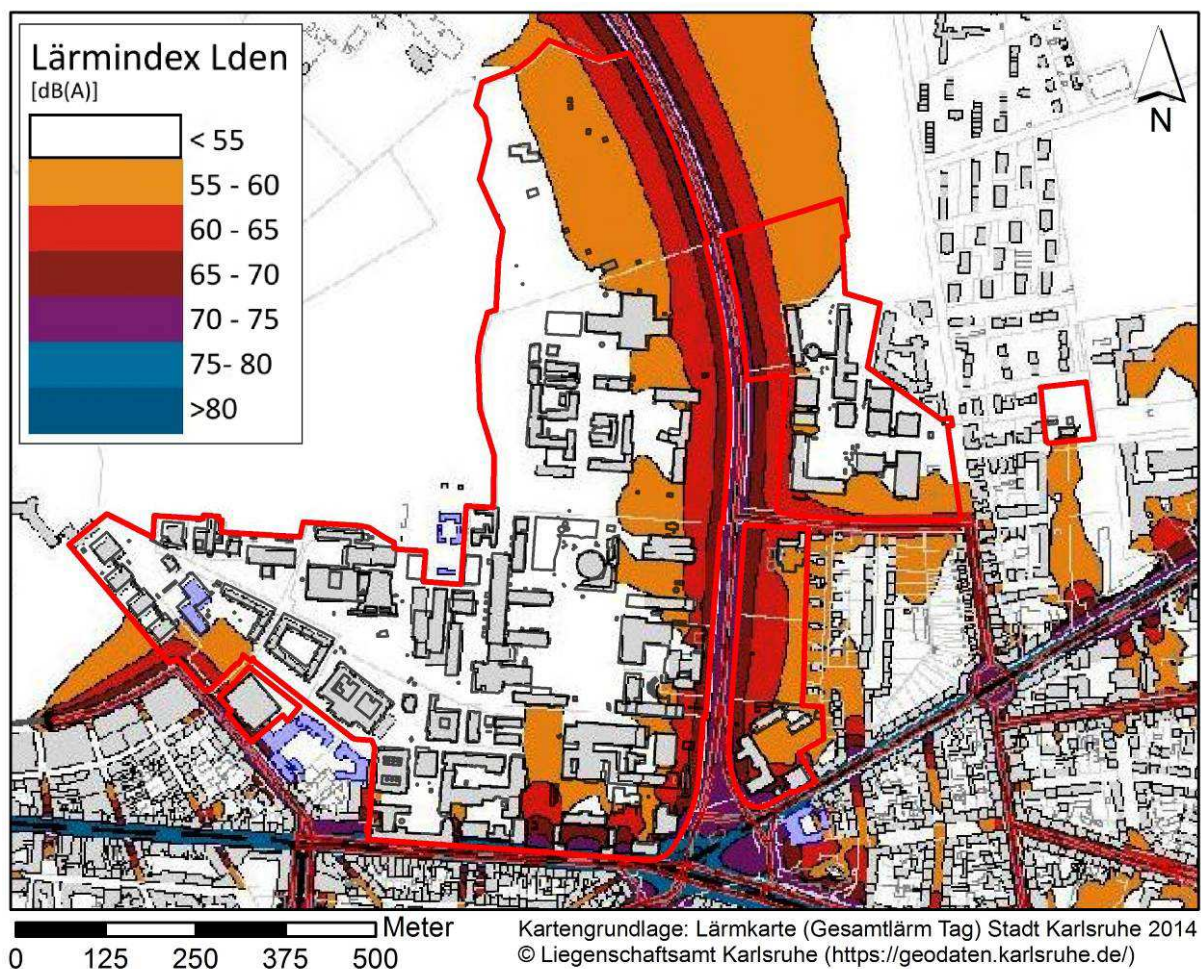


Abbildung 3-26: Ausschnitt aus der Lärmkarte der Stadt Karlsruhe für den Campus Süd (Liegenschaftsamt Karlsruhe 2014, mit freundlicher Genehmigung)

Der Campus Nord hingegen ist nicht durch die Lärmkarten der Stadt Karlsruhe abgedeckt. Durch seine abgeschiedene Lage im Hardtwald ist nur eine äußerst geringe Lärmbelastung am Südrand des Campus durch Verkehr auf der L559 zu erwarten. Am Campus Nord ist die Einfahrt für Autos reglementiert und es gilt ein Tempolimit von maximal 50 km/h.

Dadurch, dass Campus West und Ost kleinere Gelände umfassen ist der Lärmeinfluss durch die angrenzenden Straßen hier größer: am Campus West führt die Hertzstraße vorbei und am Campus Ost ist die Rintheimer Querallee als Emittent zu sehen.

Als Potential für Campus Süd, West und Ost können bewusst mit Hilfe von hohen Vegetationsstrukturen entlang der Straßen räumliche Abgrenzungen und somit natürliche Lärmschutzmaßnahmen geschaffen werden. Detailliertere Messungen zu eventuellen Überschreitungen von Grenzwerten könnten in Phase II durchgeführt werden. In der Übergangsphase zum autofreien Campus Süd könnte eine Zufahrtsbeschränkung ausschließlich für Elektrofahrzeuge Lärm- und Schadstoffemissionen reduzieren und die Aufenthaltsqualität spürbar steigern. Dies müsste mit der Umrüstung der KIT-Flotte auf Elektroantrieb einhergehen.

Um die Lärmbelastung aus dem Verkehr auf den Campusarealen genauer zu bestimmen wäre eine Modellrechnung basierend auf Basis des schon existierenden Verkehrsmodells des Instituts für Verkehrswesen (KIT) denkbar. Damit könnten eventuell die Auswirkungen abgeschätzt und Maßnahmeempfehlungen an die Hand gegeben werden.

### **3.4.3 Atmosphärische Schadstoffimmissionen**

Die Qualität der umgebenden Atemluft ist ein zentraler Faktor für die Gesundheit und das Wohlbefinden der Bevölkerung. Durch verschiedene Aktivitäten (Industrie, Privathaushalte, Verkehr) werden trotz diverser weitentwickelter Minderungsverfahren und -einrichtungen Schadstoffe in die Atmosphäre emittiert. Diese führen nach Ausbreitung und Reaktion mit anderen Luftbestandteilen zu einer räumlich differenzierten Situation der Immissionsbelastung. Welche Konzentrationen zu einer bestimmten Zeit an einem Ort auftreten, ist von einer Vielzahl von Faktoren abhängig. Solche Faktoren sind die unterschiedlichen Quellen, ihre Eigenschaften und ihre Distanz zum Immissionsort. Zudem sind es aktuelle atmosphärische Prozesse wie Reaktionen unter den Luftbestandteilen, Transport- und Austauschvorgänge sowie Depositionen, die ebenso Auswirkung haben. Atmosphärische Zustandsgrößen wie Druck, Temperatur, Strahlung und Luftzusammensetzung beeinflussen diese zusätzlich. Bekannte Schadstoffe, die gesundheitliche Relevanz besitzen, sind Stickoxide, Ozon, Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffe u.a. organische Verbindungen sowie Staubpartikel (BAUMBACH 1994, HELBIG et al. 1999). Auf Grund häufiger Inversionswetterlagen und zusätzlicher Emissionen durch Verbrennungsvorgänge beim Heizen treten die Belastungsspitzen besonders im Winter auf. Ausnahme bildet hier das Ozon, das besonders hohe Werte während strahlungsreicher Phasen im Sommer erreicht. Grenz- und Richtwerte sind in Gesetz- und Regelwerken für die verschiedenen Aufenthaltsbereiche verbindlich festgeschrieben (Richtlinie 2008/50/EG 2008, 39. BImSchV 2010, Luftreinhalte- und Aktionspläne s. LUBW 2016a). Ihre Überwachung und Einleitung von Maßnahmen bei Nichteinhaltung obliegt in Baden-Württemberg den Regierungspräsidien in Zusammenarbeit mit der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz LUBW (RP KARLSRUHE 2006, RP KARLSRUHE 2008, LUBW 2016a).



#### 3.4.3.1 Leitbild

Luftschadstoffquellen auf und im näheren Umfeld der Campusareale sollten möglichst reduziert werden. Kurzzeitig können durch Einsatz ungeeigneter Arbeitsgeräte lokal extrem hohe Immissionsbelastungen verursacht werden z.B. durch Werkzeuge mit Verbrennungsmotor (Laubgebläse, Motorscharen, Motorsensen, Motorsägen, Stromaggregate...), wie sie auch zur Unterhaltung der Frei- und Grünflächen eingesetzt werden. Diese sollten auf Emissionen und die Notwendigkeit ihrer Verwendung hin überprüft werden (DUH 2015). Der Stand des Einsatzes von ASPEN als umweltfreundlicher Ersatzkraftstoff zu Benzin-Öl-Gemischen sollte geprüft werden.

Flächen mit hohem Anteil an Pflanzenbewuchs bieten große Oberflächen für die Deposition von Schadstoffen aus der Luft (Filterpotential). Besonders im Zusammenwirken mit verfügbarem Wasser können Schadstoffe insbesondere Partikel in der Vegetationsschicht und am Boden gebunden werden (LANGNER & MEURER 2004, LANGNER 2006, LANGNER 2008, ENDLICHER et al. 2010, BMUB 2015).

Es muss auch bei ungünstigen Wetterlagen ein ausreichender Luftaustausch gewährleistet sein damit Schadstoffanreicherungen abgebaut werden können, beziehungsweise erst gar nicht entstehen. Daher ist ein möglichst großer Freiflächenanteil mit intensivem Pflanzenbewuchs zwischen und im Umfeld von bebauten Bereichen anzustreben. Zudem sind die Hauptwindrichtungen und Frischluftentstehungsgebiete in diesem Zusammenhang bei der räumlichen Planung der Bebauungsstrukturen zu beachten. Für konkrete Bauplanungen bietet sich an Windkanaluntersuchungen in Hinblick auf Bebauungsstrukturen am KIT (Institut für Hydromechanik) durchzuführen.

#### 3.4.3.2 Begründung für dieses Leitbild

Als permanente Quelle ist den Immissionen durch den KFZ-Verkehr ein dominierender Anteil zuzurechnen. Sonstige lokale Quellen z.B. zur Energie und Wärmergewinnung dürften eine deutlich geringere Auswirkung auf die Gesamtimmissionsbelastung der verschiedenen Standorte haben (s. auch Abbildung 3-27). Aus diesem Grund muss der Individualverkehr mit Kraftfahrzeugen auf ein notwendiges Maß eingeschränkt werden und die Entwicklung von alternativen Verkehrskonzepten (z.B. Fahrradcampus) sollte in diesem Zusammenhang einen wichtigen Handlungsschwerpunkt bilden. Da neben den lokalen Quellen eine Belastung aus dem städtischen Hintergrund existiert, kann dieser durch Erhaltung und Schaffung von Ausgleichsflächen und Frischluftleitbahnen reduziert werden. Solche Flächen sind immer durch einen hohen Grünanteil charakterisiert, wie bereits in Kapitel 2.3 aufgezeigt wurde.

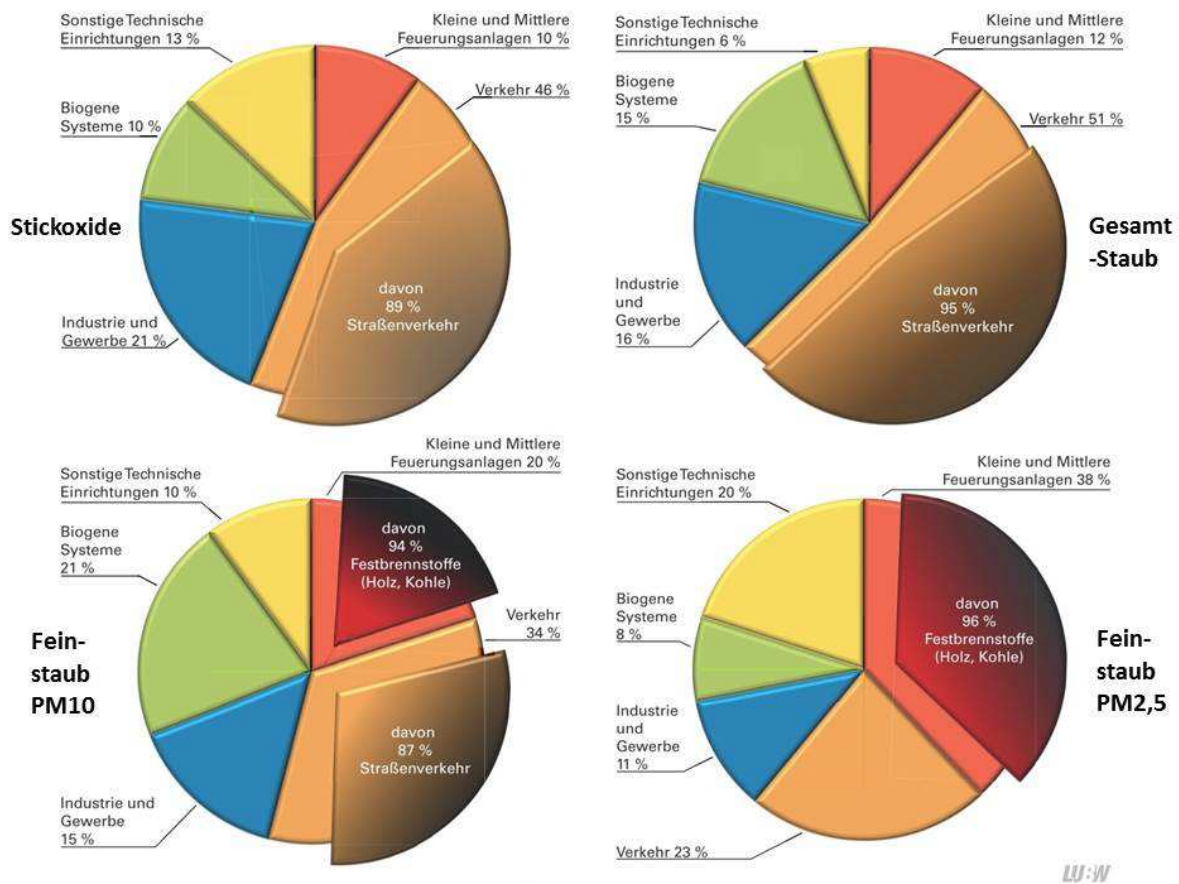


Abbildung 3-27: Verteilung der Stickstoffoxid- und PM10-Staubemissionen auf die Quellengruppen in Baden-Württemberg im Jahr 2014 (LUBW 2017a, verändert)

### 3.4.3.3 Indikatoren

Indikatoren für Immissionen sind die entsprechenden Werte am jeweiligen Standort in Form von Mittelwerten, Maximalwerten und Überschreitungshäufigkeiten von Grenzwerten. Auch die Quellenstärke der Linienquellen entlang der Verkehrsachsen, Vorhandensein von sonstigen lokalen Quellen (Kamine, Abluftschächte der Gebäude), mögliche temporäre Quellen (Maschinen, Werkzeuge) sowie der jeweilige Quellenabstand und die Quellenhöhe geben Hinweise auf die Höhe der zu erwartenden Immissionsbelastung. Den Luftaustausch beeinflussende Größen sind das Bodenrelief, vorhandene Hindernisse und damit die Oberflächenrauigkeit sowie das Ausmaß und die Qualität des Grünanteils der Flächen auch im Hinblick auf ihre Schadstoffsenkenfunktion (s. auch Tabelle 3-5 im Kapitel 2.3.3).

Eine weitere Möglichkeit die mittlere Belastungssituation eines größeren Gebiets einzuschätzen bietet ein standardisiertes Bioindikationsverfahren, bei dem der epiphytische Flechtenbewuchs an ausgesuchten Bäumen eines Gebiets kartiert wird (DIN EN 16413, VDI 3957 Blatt 13).

### 3.4.3.4 Status quo und Potentiale

Wie im Kapitel 3.3 bereits angesprochen treten am Standort Karlsruhe bei austauscharmen Wetterlagen besonders im Winterhalbjahr bei stabiler Schichtung und Ausbildung von bodennahen Inversionen erhöhte Konzentrationen von Luftschadstoffen auf (RP KARLSRUHE 2008, LUBW 2015).

Ein Hinweis auf die zu erwartende Immissionssituation kann Abbildung 3-28 geben. Hier ist die Entwicklung der Schadstoffkonzentration für Stickstoffoxid und Feinstaub als Jahresmittel für drei Standorte mit unterschiedlicher Belastungssituation in Karlsruhe und in der näheren Umgebung dargestellt. Kritische Werte (Grenzwertüberschreitungen) treten nur beim hauptsächlich durch den Verkehr freigesetzten  $\text{NO}_2$ , insbesondere an der stark befahrenen Rheinhold-Frank-Straße (Station Karlsruhe Straße), auf. Die Werte der dem Campus Süd nahegelegenen Station am Durlacher Tor (Karlsruhe Straße) bewegen sich knapp unterhalb des Grenzwertes. Der Betrieb dieser Station wurde seit 2011 eingestellt. Die dem Campus Nord nahe gelegene Station Eggenstein weist dagegen unproblematische Messwerte auf, obwohl sie sich direkt an einer Bundesstraße (B36) befindet.

Ozon ist ein Phänomen des Sommers, da für seine Entstehung eine starke Sonneneinstrahlung Voraussetzung ist (Photosmog). In den Innenstädten treten jedoch nicht die höchsten Konzentrationen auf, da auf Grund der reichlich vorhandenen lokalen NO-Quellen aus dem KFZ-Verkehr ein nächtlicher Abbau durch die Rückreaktion zu  $\text{NO}_2$  stattfindet (DWD 2000, DWD 2001).

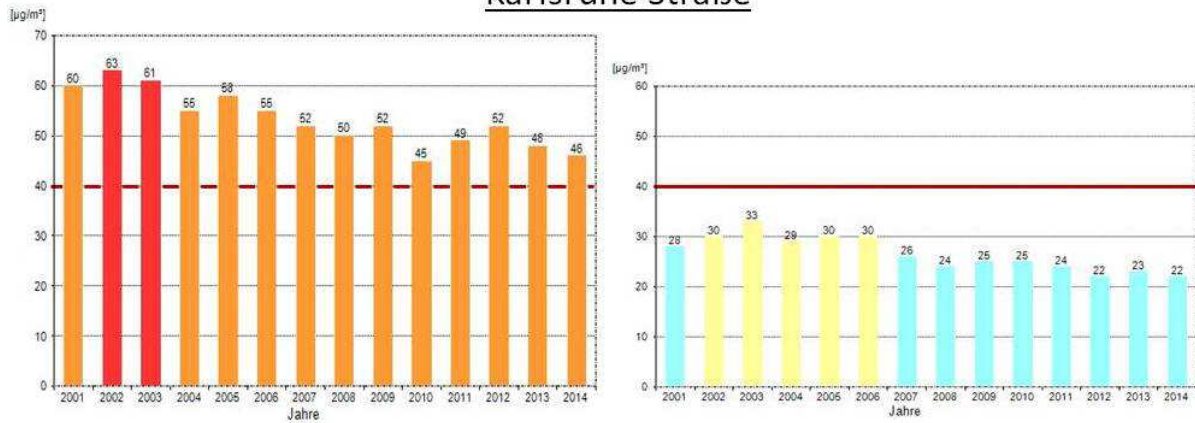
Da sich auf den Campusarealen keine Durchgangsstraßen befinden und diese bis auf den Campus West über Schrankenanlagen zumindest in den Hauptverkehrszeiten zufahrtskontrolliert sind, ist das Verkehrsaufkommen auf den Flächen selbst begrenzt. Auch auf Grund der vorhandenen Geschwindigkeitsbeschränkungen sind die lokalen KFZ-Emissionen als niedrig zu bewerten. Hinweise auf die zu erwartenden KFZ-bedingten Emissionswerte von Verkehrswegen in und um die Campusareale kann ein durch das Institut für Verkehrswesen des KIT eingerichtetes Verkehrsnachfrage-Modell (PTV Visum) auf Grund von Umfragewerten für ein Wegenetz der verschiedenen Verkehrsmittel KFZ, ÖPNV, Fahrrad oder zu Fuß liefern (IfV 2016). Dagegen ist eine Belastung auf den Campus-Flächen durch Immissionen aus verkehrsbedingten Quellen im näheren Umfeld unter bestimmten Strömungsbedingungen (lokale Windverhältnisse) nicht auszuschließen. Ein Hinweis auf die Belastungssituation können neben den Immissionsdaten aus dem Messnetz der LUBW, Kartenwerke wie die Klimafunktionskarte ( $\text{NO}_2$ ), Schutzgutkarte Klima/Luft des NVK (2011), sowie umfangreiches Datenmaterial ( $\text{O}_3$ ,  $\text{NO}_x$ , CO,  $\text{CO}_2$ , Partikel) aus dem Aerotram-BWPlus-Projekt des IMK-Tropo (HAGEMANN et al. 2012) geben.

Im Bereich des Campus Nord treten zusätzliche Emissionen durch die Verbrennungsanlage der KTE auf, wobei die Rauchgase einer mehrstufigen Reinigungsanlage mit Wäschern, Absorbern und Filtern zugeführt werden. Die behördlich festgelegten Emissionsgrenzwerte werden nach Aussage der KTE dabei eingehalten (KTE 2017). Des Weiteren kommt es zu Emissionen durch ein Fernheizwerk mit Erdgas- und Ölfeuerung (49 MW) sowie durch ein Blockheizkraftwerk mit erdgasbetriebenen Motoren (4 MW) welche vom KIT betrieben werden.

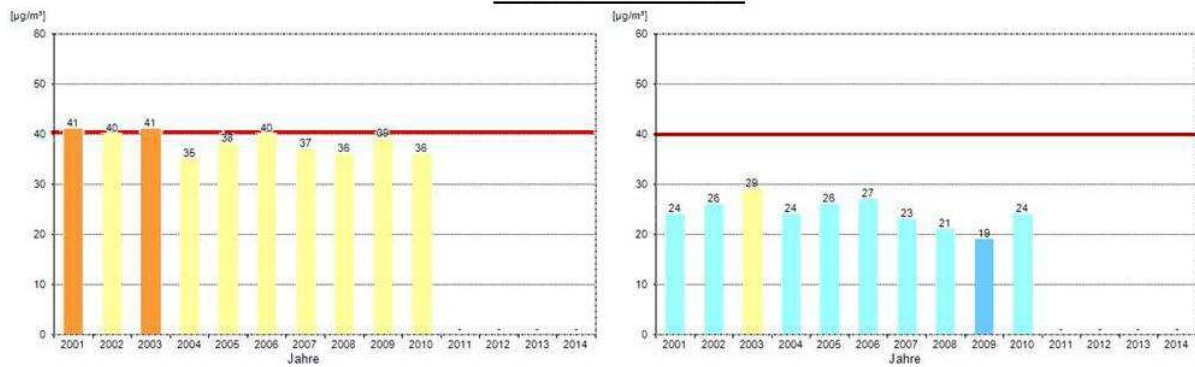
Stickstoffdioxid: Jahresmittelwerte:  
Grenzwert ab 2010: 40 µg/m<sup>3</sup>

Feinstaub PM10: Jahresmittelwerte:  
Grenzwert: 40 µg/m<sup>3</sup>

### Karlsruhe Straße



### Karlsruhe Mitte



### Eggenstein

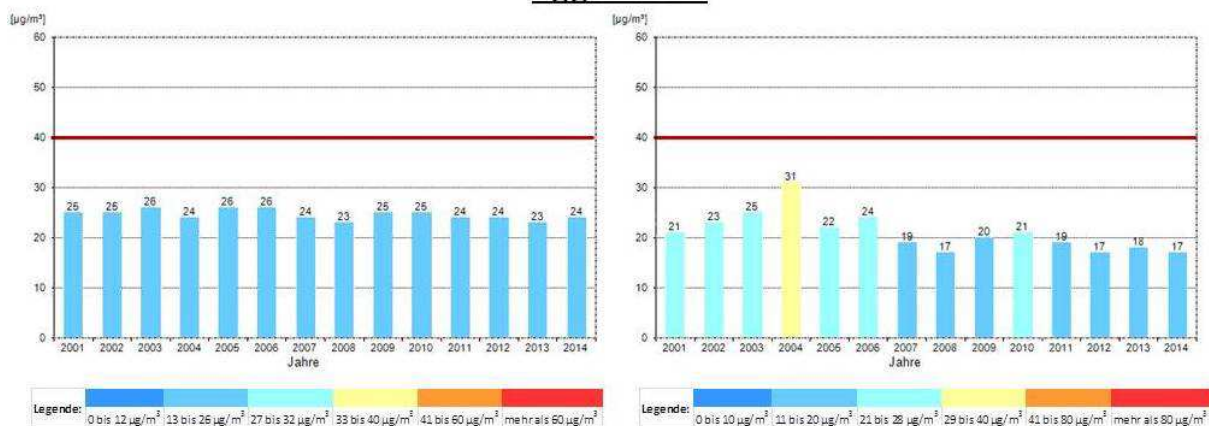
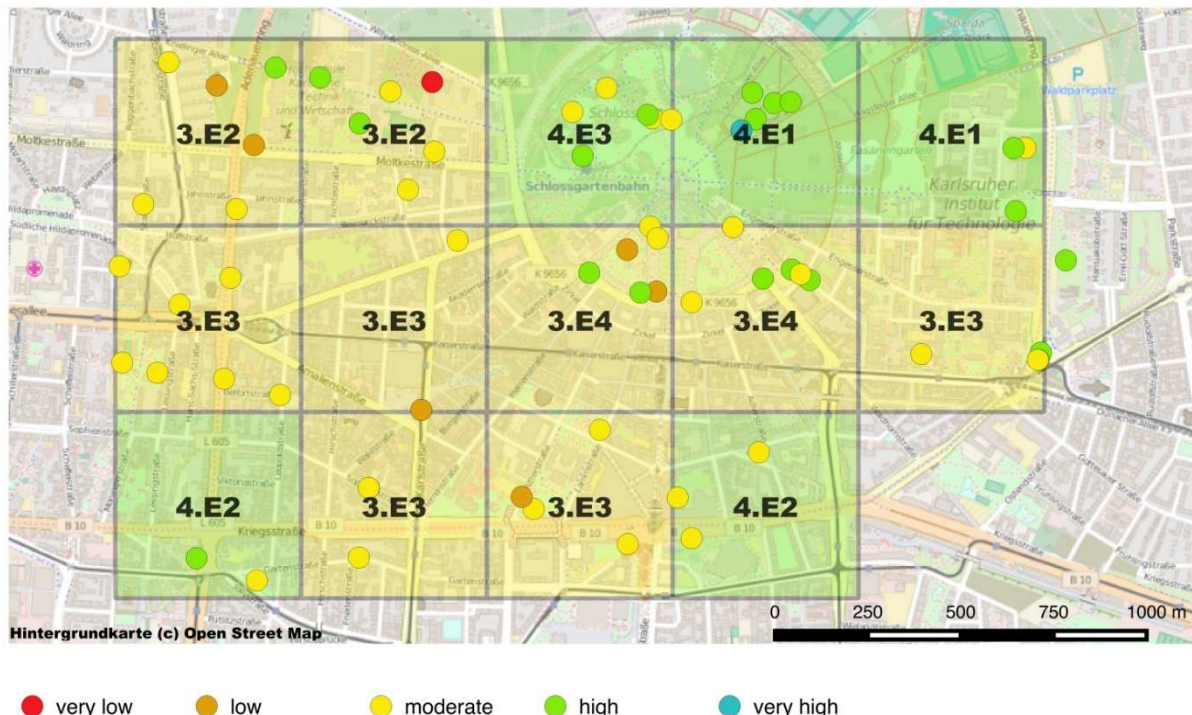


Abbildung 3-28: Jahresmittelwerte der Stickstoffdioxid- und Schwebstaubkonzentration an Karlsruher Messstationen der LUBW (LUBW 2017b)



Eine weitere Möglichkeit die mittlere Belastungssituation eines größeren Gebiets einzuschätzen bietet ein standardisiertes Bioindikationsverfahren, bei dem der epiphytische Flechtenbewuchs an ausgesuchten Bäumen eines Gebiets kartiert wird (DIN EN 16413, VDI 3957 Blatt 13). Für den Bereich des Campus Süd wurde im Jahr 2016 eine Kartierung durchgeführt, deren Ergebnisse in Abbildung 3-29 dargestellt sind. Für die Fläche des Campus Nord wird im Sommer 2017 eine Kartierung im Rahmen des stadtökologischen Praktikums am IfGG durchgeführt.



**Abbildung 3-29: Flechtendiversitätsindex als Indikator für die Luftqualität im Stadtzentrum von Karlsruhe (Luftgütekartierung nach VDI 3957)**

Der angegebene Diversitätsindex beinhaltet zwei Kennwerte im Wertebereich von 0 bis 5. Der erste Wert gibt die Artendiversität also die Häufigkeit des Vorkommens verschiedener Arten an, wobei die Diversität mit der Luftbelastung abnimmt. Ein hoher Wert steht also für eine hohe Luftgüte. Der Wert nach dem Punkt gibt die Diversität der Eutrophierungszeiger („E“) wieder. Dieser Wert steigt an, wenn zunehmend Arten vorkommen, deren Ansiedlung durch Stickstoffeintrag z.B.  $\text{NO}_x$  begünstigt wird. Hier ist ein hoher Wert bezüglich der Luftqualität negativ zu bewerten. Die Farben der Punkte, die die Standorte der Einzelbäume markieren und der Quadranten geben eine Kombination aus beiden Indizes wieder (vgl. Abbildung 3-30). Somit liegt die Luftqualität des Campus Süd im Bereich von moderat im südlichen Teil bis hoch im nördlichen dem Hardtwald zugewandten Teil.



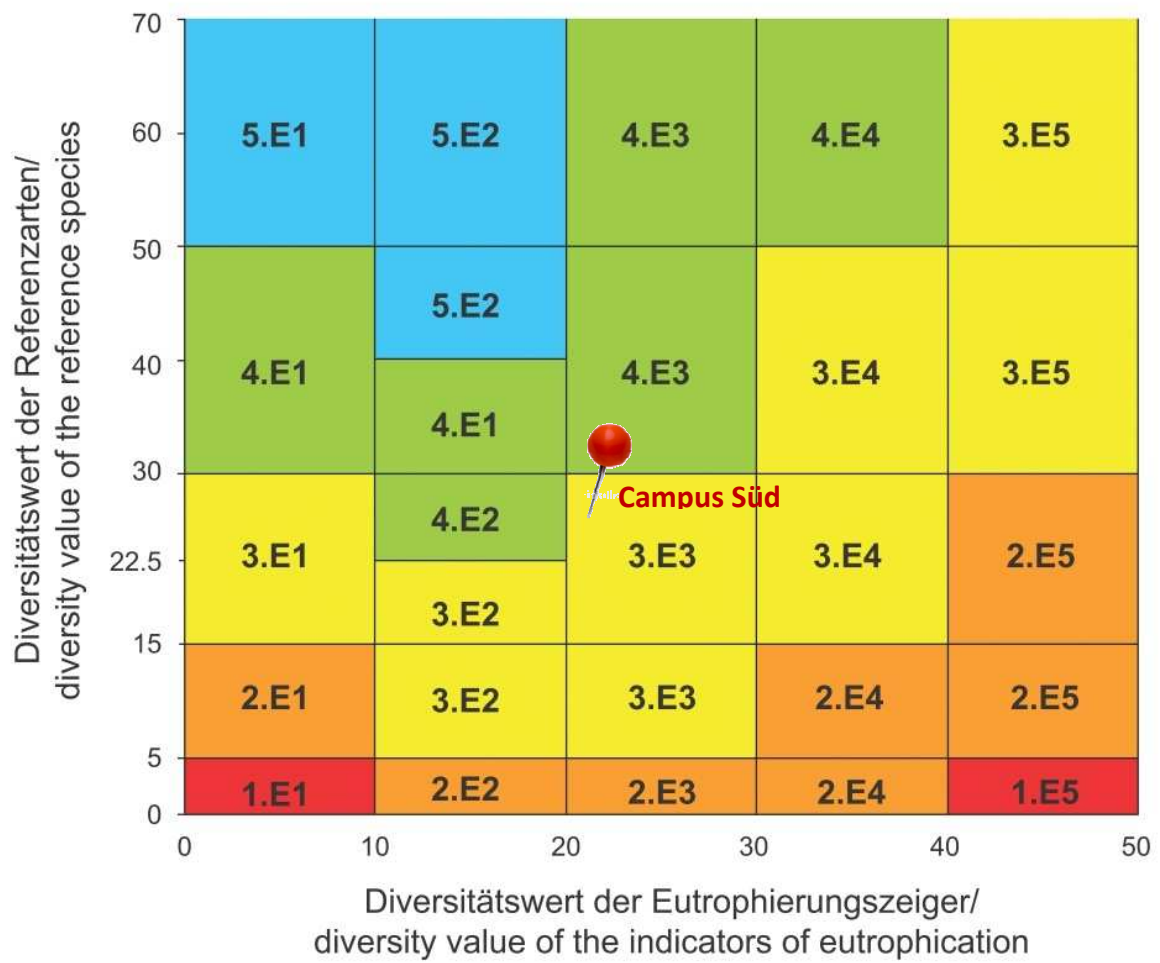


Abbildung 3-30: Bewertungsmatrix der Luftgüte über den Flechtendiversitätsindex von sehr hoch (blau) nach sehr niedrig (rot) und Einordnung der Verhältnisse am Campus Süd (Pin; Quelle: VDI 3957)



## 3.5 Schutzgut Biodiversität

### 3.5.1 Leitbild

Biodiversität umfasst gemäß der UN-Biodiversitäts-Konvention drei Bereiche: Die Vielfalt der Ökosysteme, die Vielfalt der Arten sowie die Vielfalt der Gene. Durch die seit Jahrzehnten anhaltende Intensivierung der Landnutzung im ländlichen Raum kommt es dort zu einem starken Rückgang der Biodiversität, was u.a. für Vögel (WAHL et al. 2015) oder Insekten (NABU 2016) sehr gut dokumentiert ist. Demgegenüber können die Heterogenität und der Strukturreichtum urbaner Gebiete gute Voraussetzungen für die Entwicklung einer hohen biologischen Vielfalt schaffen. Dies kann dazu beitragen, das regionale Artensterben zu verlangsamen.

Biodiversität entsteht in der Stadt durch Mosaik unterschiedlicher Lebensräume auf engem Raum. Diese verursachen kleinräumig abwechselnde Standortbedingungen, die idealerweise **Standortgradienten** von nassen bis hin zu trockenen, nährstoffarmen bis nährstoffreichen, sonnig-heißen bis schattig-kühlen Bereichen abdecken. Ein hoher **Strukturreichtum**, bedingt durch variierende Vegetationshöhen und -dichten verschiedene Wuchsformen und durch den kleinräumigen Einsatz verschiedener natürlicher Materialien wie Holz und Naturstein tragen zur ökosystemaren Vielfalt bei. Auch **Störungsgradienten** von Flächen mit intensiver Nutzung und starkem Störungseinfluss hin zu störungsarmen Flächen, die kaum betreten beziehungsweise gepflegt werden, schaffen Vielfalt und ein Angebot an verschiedenen Strukturen.

Hinsichtlich der Biodiversität auf den Campusflächen des KIT, die weitestgehend als urbane Flächen zu sehen sind, besteht das Grundziel einen möglichst großen Grünflächenanteil mit verschiedenen Standortfaktoren, Strukturen und Störungsanteilen zu erhalten und zu schaffen. Dabei stellen auch Flachdächer - mit der Möglichkeit zur Dachbegrünung - und vertikale Flächen, wie Fassaden, potentielle Lebensräume für Pflanzen und Tiere dar.

Die Grünflächen sollten dabei ökologisch vernetzt sein und insbesondere mit dem umliegenden städtischen Grün **Korridore** und Trittsteine bilden und so Tier- und Pflanzenarten Wandermöglichkeiten geben. Eine Anbindung an das **Grünsystem** und die Biotopverbundplanung der Stadt Karlsruhe (PAN 2009) ist daher anzustreben. Damit ist auch der genetische Austausch zwischen Einzelvorkommen von Arten sowie für die Neubesiedlung von Lebensräumen gewährleistet und die biologische Vielfalt auf der Gen- und Artebene gesichert.

Die Artenvielfalt soll in der Regel nicht durch eine hohe Anzahl gebietsfremder Arten gefördert werden. Der Grund hierfür ist die hohe funktionale Verflechtung indigener Arten. Neuankömmlinge können jedoch Teil einer Klimaanpassung sein. Dies ist im Einzelfall zu bewerten. Im Fokus steht die Ansiedelung von **standortgerechten Arten** und die Schaffung von **naturnahen Biotopen**. Dabei müssen

in dicht besiedelten Gebieten standortgerechte Biotope nicht unbedingt jenen der ursprünglichen Vegetation entsprechen. Gerade in Städten wie Karlsruhe, die sich im Sommer durch den urbanen Wärmeinseleffekt stark erwärmen und deren Böden gleichzeitig durch trockene bis sehr trockene Sedimente gebildet werden, gibt es Potential für die vorrangige Entwicklung artenreicher, nährstoffarmer Trockenlebensräume. Allgemein sollen **naturschutzrelevante Artengruppen und Arten** (z.B. EU-weit geschützte NATURA2000-Arten) besonders gefördert und geschützt werden.

Mit einem **angepassten Management** kann die Biodiversität gezielt gefördert werden. Allein dadurch, dass Flächen räumlich und zeitlich nicht homogen gepflegt werden, entsteht ein diverses Mosaik unterschiedlicher Lebensräume. Pflegemaßnahmen sollen generell nur so selten wie unbedingt erforderlich erfolgen: Wichtig dabei ist das kontinuierliche Beibehalten des Pflege-Rhythmus über die Jahre hinweg, damit sich die Lebensgemeinschaften darauf einstellen können. Bei großen Wiesenflächen findet optimaler Weise eine gestaffelte Mahd oder Streifenmahd statt, bei der nicht die gesamte Fläche auf einmal gemäht wird, um die Reproduktion bestimmter Wiesenpflanzen zu erleichtern und z.B. Insekten und anderen Tieren der Wiese nicht auf einmal die komplette Lebensgrundlage oder Versteckmöglichkeiten zu entziehen. Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln muss generell unterbleiben. Nährstoffarme Biotope, die in Mitteleuropa den Hauptanteil der Phytodiversität stellen, können durch den Abtransport von Mähgut erhalten oder durch die weitere Aushagerung sogar in biodiversitätsfördernder Weise weiterentwickelt werden, so lange dies dem Entwicklungsziel nicht entgegensteht (aufgrund der „humped-back“-Beziehung zwischen Diversität und Produktivität in diesen Systemen, kann eine übermäßige Aushagerung in Einzelfällen kontraproduktiv sein).

Die Fördermaßnahmen für die Biodiversität sollen zugleich auch die Nützlichkeit, Nutzbarkeit, Zugänglichkeit oder empfundene Sicherheit der Flächen erhöhen. Falls Einschränkungen der Zugänglichkeit nicht vermeidbar sind wie z.B. bei einer saisonal gemähten Wiese, kann durch Bereitstellen entsprechender Hintergrundinformationen Akzeptanz geschaffen werden.

#### **Ziele für die Entwicklung von Biodiversität sind somit:**

- Hoher Anteil naturschutzfachlich wertvoller Grünflächen (inkl. Dächer und Fassaden)
- Räumliche Varianz: Standortgradienten, Struktureichtum, Störungsgradienten
- Räumliche Verknüpfung: Korridore und Verbundsysteme
- Standortgerechte und aus den oben genannten Gründen i.d.R. indigene Pflanzenarten und Biotope
- Förderung von die Gesamtartenzahlen erhöhenden Sonderstandorten, wie nährstoffarme Trockenbiotop
- Angepasstes, biodiversitätsförderndes Management mit extensiver Pflege

### **3.5.2 Begründung für dieses Leitbild**

#### **Ethische Gründe**

Der Schutz der Artenvielfalt ist - nicht zuletzt durch internationale Beschlüsse wie die UN-Konferenz in Rio de Janeiro 1992 mit dem Übereinkommen über die biologische Vielfalt - zu einer weltweiten, gesamtgesellschaftlichen Aufgabe geworden.

#### **Ökosystemare Gründe**

Weltweit gibt es einen dramatischen Verlust der Biodiversität, durch den zwei Drittel aller Ökosysteme weltweit gefährdet sind. Gerade in Städten finden sich jedoch Lebensräume, die als Ersatzhabita-

te dienen können, da sie Standorteigenschaften bieten, die außerhalb von Städten rar geworden sind.

In Ökosystemen stehen die Lebensgemeinschaften und Arten untereinander in komplexen Wechselbeziehungen, die Voraussetzung für funktionierende Stoffkreisläufe sind. Dabei erfüllen verschiedene Artengruppen unterschiedliche Aufgaben. Manche Funktionen können nur von wenigen spezialisierten Arten erbracht werden, in Hinblick auf andere Funktionen ist die Redundanz im System größer. Es gilt, durch Vielfalt der Arten die Resilienz der Systeme gegenüber geänderten Rahmenbedingungen zu erhalten. Funktionelle Redundanz und Kompensationseffekte sind dafür essentiell.

#### Soziale und kulturelle Gründe

Die menschliche Kultur ist eng mit der belebten Umwelt des Menschen verflochten und durch die Erfahrung von Natur geprägt. Dies wird deutlich, wenn lokale Bräuche und Traditionen, Symbolik, Sagen und Märchen oder Redewendungen, bei denen Tiere und Pflanzen eine Rolle spielen, betrachtet werden. Biodiversität ist und war schon immer Bestandteil und Quelle der menschlichen Kultur und muss auch daher als Ressource erhalten werden.

Für viele Stadtbewohner ist der Kontakt mit dem Stadtgrün die einzige regelmäßige Naturerfahrung und beeinflusst somit die persönliche Sichtweise und Wertschätzung von Natur erheblich (OBRIST et al. 2012). Pflanzen gestalten und verschönern das Stadtbild - vielfältig gestaltete, artenreiche Grünräume entsprechen einer Idealvorstellung der Bevölkerungsmehrheit und haben positive psychologische Wirkungen (KÖRNER 2009).

#### Funktionserfüllung und Synergien mit anderen Funktionen

Pflanzen sind ein zentraler Träger von Freiflächenfunktionen: Sie tragen zur **Luftreinigung** und durch Beschattung zur **Temperaturregulierung** bei. Sie sind zentrale Elemente in Wasser-, Kohlenstoff-, Stickstoff- und weiteren **Stoffkreisläufen**. Ab einer gewissen Dichte und Höhe dienen sie als **Lärm- und Schadstoffschutz**.

#### Monetäre Gründe

Nicht zuletzt sind naturnah gestaltete Flächen im Unterhalt oft kostengünstiger als konventionell gepflegte Anlagen (OBRIST et al. 2012). Seltenerer Pflegemaßnahmen, geringerer Pestizideinsatz und Synergien mit anderen Funktionen, wie beispielsweise die temperaturmoderierende Wirkung von Dachbegrünungen, sind finanzielle Vorteile, die sich langfristig aus biodiversitätssteigernden Maßnahmen ergeben.

#### 3.5.3 Indikatoren

Seit den 1970er Jahren ist die Stadtbiotopkartierung eine bewährte Methode zur Erfassung von Lebensräumen für Pflanzen und Tiere (BREUSTE et al. 2016). Die Biodiversität wird hier nicht direkt erfasst, sondern es werden indirekt über Flächeneigenschaften (wie Strukturvielfalt, Hemerobie/Naturnähe, Standortvielfalt, Ablauf natürlicher Prozesse) und insbesondere über Biotoptypen und Biotoptypenvielfalt Rückschlüsse auf den Zustand der Biodiversität gezogen.

#### Biotoptypkartierung mit Feinbewertung

Die Erfassung erfolgt mit Hilfe der "Bewertung der Biotoptypen Baden-Württembergs zur Bestimmung des Kompensationsbedarfs in der Eingriffsregelung" (VOGEL & BREUNIG 2005) der LUBW und dem „Arten, Biotope, Landschaft – Schlüssel zum Erfassen, Beschreiben, Bewerten“ (LUBW 2009b). Als Erfassungsgrundlage dienen Luftbilder. Die Aufnahme von Vegetationsstrukturen erfolgt bereits



ab einer Flächengröße von 1,00 m<sup>2</sup>. Neben den Biotoptypen werden auch Einzelbäume und Baumreihen mit Brusthöhenumfang (BHU) und Herkunft (indigen/nicht indigen) aufgenommen. Für Baumgruppen wurde kein BUH ermittelt.

Folgende (mit \* gekennzeichnete) Biotoptypen wurden im Rahmen der durchgeführten Kartierung ergänzt:

- 59.18\* Rotbuchen-Bestand
- 60,26\* Schotterrasen
- 60.44\* Vorübergehende/r Baustelle/Lagerplatz
- 60.57\* Zierbeet
- 60.58\* Städtische Baum-Busch-Gruppe
- 60.70\* Nicht zugängliche Fläche

Die Bewertungskriterien für die naturschutzfachliche Wertigkeit schlüsselt sich nach Grundwert und Feinbewertung auf: Bewertungskriterien für den Grundwert sind dabei

- Naturnähe
- Bedeutung für gefährdete Arten
- Bedeutung als Indikator für standörtliche und naturräumliche Eigenarten

Der Grundwert ist für jedes Biotop festgelegt und wird aus dem Biotopschlüssel übernommen. Dazu werden die Ausprägungen des Biotoptyps kartiert, die zur sogenannten „Feinbewertung“ führen. Aus der Multiplikation von Grundwert und dem Faktor aus der Feinbewertung ergibt sich die "naturschutzfachliche Wertigkeit" innerhalb einer Wertspanne von 1 bis 64. Die Einordnung der Werte in Wertstufen ist in Tabelle 3-6 dargestellt.

**Tabelle 3-6: Zusammenfassung der naturschutzfachlichen Werte der Feinbewertung der Biotoptypkartierung zu Wertstufen (VOGEL & BREUNIG 2005)**

Kategorien	Wertpunkte
Kleine bis sehr geringe naturschutzfachliche Bedeutung	1-4
Geringe naturschutzfachliche Bedeutung	5-8
Mittlere naturschutzfachliche Bedeutung	9-16
Hohe naturschutzfachliche Bedeutung	17-32
Sehr hohe naturschutzfachliche Bedeutung	33-64

#### Potentialanalyse

Für jeden Biotoptyp wird geprüft, zu welchem im Sinne der Schutzziele höherwertigen Biotoptyp er durch welche Maßnahmen **entwickelt werden kann**, beziehungsweise durch welche Maßnahmen seine Prüfmerkmale innerhalb der Feinbewertung verbessert werden können. Ziel ist die Optimierung des Biotoptyps hinsichtlich seiner Bedeutung für die Biodiversität. Dies geschieht im Rahmen dessen, was im Stadtgebiet und unter vertretbarem Ressourceneinsatz möglich ist. Dabei werden natürliche Entwicklungsprozesse, wie Sukzession, berücksichtigt. Das **Entwicklungspotential** eines jeden Biotoptyps wird hierdurch, **unabhängig von der konkreten Einzelfläche, den Bedürfnissen anderer Bereiche** und **unabhängig von möglichen Einschränkungen vor Ort** aufgezeigt. Der Zielzustand stellt das Maximum dar, das grundsätzlich, nach Einschätzung durch Experten, für die Biodiversität erreicht werden kann. Es handelt sich nicht um eine flächendeckende Umsetzungsempfehlung, da hierfür weitere Aspekte berücksichtigt werden müssen. Als **Entwicklungspotential** wird die Differenz aus heutiger Wertigkeit und potentieller Wertigkeit definiert. Dies wird flächenhaft als Karte dargestellt, wodurch Bereiche mit hohem Entwicklungspotential schnell ersichtlich werden und Konflikte oder Synergien mit den Zielen anderer Bereiche festgestellt werden können.

#### 3.5.4 Status quo und Potentiale

##### 3.5.4.1 Biotope

Auf den vier Campus-Arealen wurden fast 3000 Einzelflächen mit ihren jeweiligen Biotoptypen und naturschutzfachlichen Wertigkeiten erfasst. Es überwiegen die Flächen der „Siedlungs- und Infrastruktur“ mit verschiedenen hohen Anteilen. Diese reichen von 38 % für den Campus Nord (CN) bis 69 % für den Campus West (CW) (vgl. Abbildung 3-31). Die meisten „Waldbiotoptypen“ gibt es am Campus Nord mit 42 %, am Campus West sind sie mit 11 % am geringsten. „Gehölzarme terrestrische und semiterrestrische Biotoptypen“ nehmen am Campus Süd (CS) 10 %, am Campus Nord, Campus West und Campus Ost (CO) 18 % ein. Der Anteil an „Gehölzbeständen und Gebüsch“ und „Terrestrischen-morphologischen Biotoptypen“ und „Gewässerbioptypen“ ist generell gering bis sehr gering. (Abbildung 3-31)

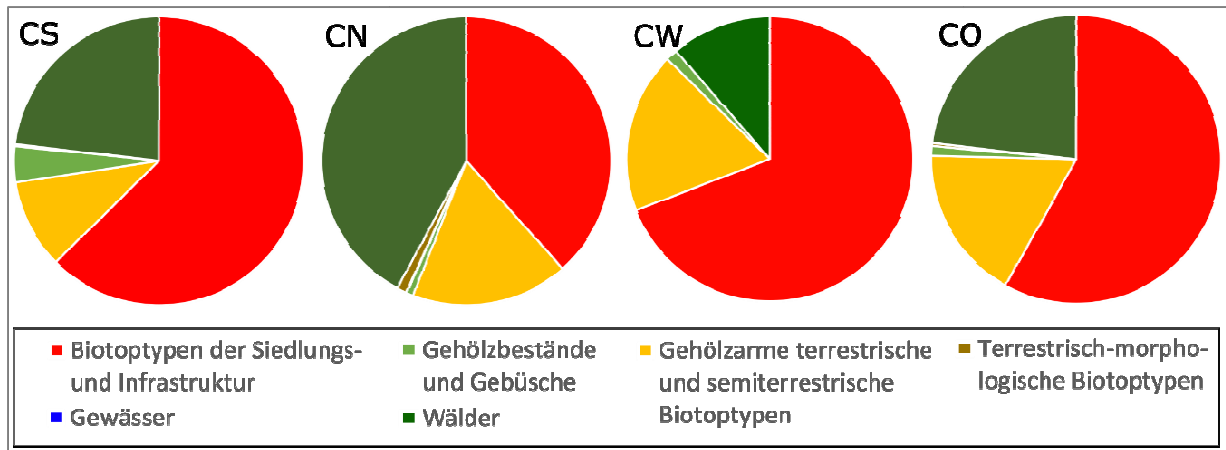


Abbildung 3-31: Darstellung der prozentualen Flächenanteile an den einzelnen Biototyp-Klassen auf den verschiedenen Campusarealen Campus Süd (CS), Campus Nord (CN), Campus West (CW) und Campus Ost (CO).

Werden die Biotypen ohne wichtige Infrastruktur, wie Wege, Lagerplätze, Gebäude etc., aufsummiert, zeigt sich, dass am Campus West nur 37 % der Fläche ohne Infrastruktur ist (Abbildung 3-32). Er stellt somit, gefolgt vom Campus Süd mit 44 %, den am stärksten urban geprägten Campus dar. Mehr Flächen zur Besiedlung mit Vegetation gibt es am Campus Ost mit 55 % und insbesondere am Campus Nord mit 63 %. Doch auch darüber hinaus können zusätzlich Dächer und Fassaden begrünt werden, wie schon in Kapitel 3.1.4 dargestellt. Im Sinne der Biodiversität ist es das erklärte Ziel, nicht weitere Grünflächen durch Baumaßnahmen zu verlieren, sondern diese zu erhalten und möglichst zu erweitern und aufzuwerten.

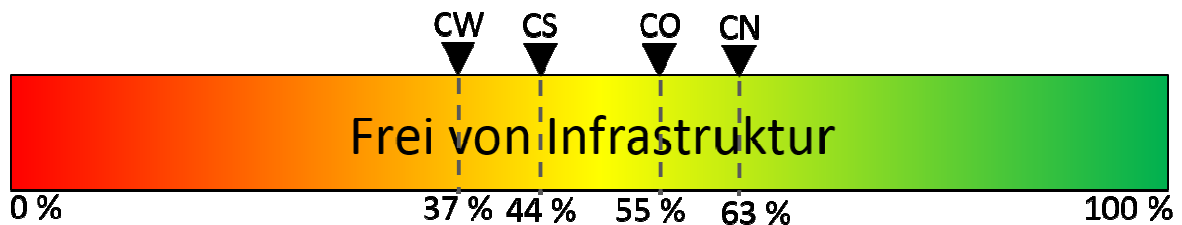


Abbildung 3-32: Status quo und Potential des Freiflächenanteils auf den Campusflächen

Die KIT-Fläche wird zurzeit zu 74 % von folgenden sechs, überwiegend naturschutzfachlich wenig relevanten Biotypen bedeckt (Tabelle 3-7):

- 33.80 Zierrasen (13 %)
- 59.42 Waldkiefern-Bestand (14 %)
- 59.50 Parkwald (9 %)
- 60.10 Von Bauwerken bestandene Fläche (16 %)
- 60.21 Völlig versiegelte Straße (14 %)
- 60.22 Gepflasterte Straße oder Platz (8 %)

Der Waldkiefernbestand mit mittlerer naturschutzfachlicher Wertigkeit befindet sich fast exklusiv am Campus Nord, während alle anderen Typen auf allen vier Campus-Flächen vorkommen. Zierrasen und Parkwälder können durch entsprechende Maßnahmen und je nach Ausprägung eine höherwertige naturschutzfachliche Bedeutung erlangen.

**Tabelle 3-7: Biotoptypen mit den KIT-weit größten Flächenanteilen (gesamt 74 %).**

Biotoptyp	Naturschutzfachl. Bedeutung	CS (%)	CN (%)	CW (%)	CO (%)	KIT (%)
Von Bauwerken bestandene Fläche	<i>Keine/sehr geringe</i>	23	13	27	14	16
Waldkiefern-Bestand	<i>mittlere</i>	0	21	0	2	14
Völlig versiegelte Straße oder Platz	<i>Keine/sehr geringe</i>	12	15	11	13	14
Zierrasen	<i>Keine/sehr geringe bis mittlere</i>	6	17	16	5	13
Parkwald	<i>geringe bis hohe</i>	9	8	9	19	9
Gepflasterte Straße oder Platz	<i>Keine/sehr geringe</i>	15	4	11	18	8
<b>SUMME</b>		<b>65</b>	<b>78</b>	<b>74</b>	<b>71</b>	<b>74</b>

Die restlichen 26 % der KIT-Fläche werden von 59 weiteren Biotoptypen bedeckt, die jeweils weniger als 3,1 % einnehmen (vgl. Tabelle im Anhang 10.2). Darunter gibt es zwei Biotoptypen mit sehr hoher naturschutzfachlicher Bedeutung und acht Biotoptypen mit hoher naturschutzfachlicher Bedeutung (Tabelle 3-8).

In Summe existiert auf einem Viertel der gesamten KIT-Fläche mit 65 Biotoptypen insgesamt eine große Vielfalt. Allerdings überwiegen dabei Biotoptypen mit sehr geringer bis mittlerer naturschutzfachlicher Bedeutung.

Analysiert man die Anzahl der Biotoptypen sticht der Campus Nord mit einer hohen Biotoptypenvielfalt von in Summe 75 und der Campus Süd mit 65 Biotoptypen hervor, was auch die Flächengrößenverteilung widerspiegelt. Davon sind am Campus Nord 10 und am Campus Süd mit 5 einer sehr hohen und hohen naturschutzfachlichen Wertklasse zuzuordnen. Im Gegensatz dazu sind an den deutlich Biotoptyp-ärmeren Campus Ost und Campus West zwei bzw. kein Biotoptyp mit sehr hoher und hoher naturschutzfachlicher Bedeutung zu finden. Tendenziell ist diese Verteilung auch bei den Biotoptypen mit mittlerer naturschutzfachlicher Bedeutung gegeben. Hier kommen am Campus Nord 22 und am Campus Süd 20, hingegen am Campus Ost 10 und am Campus West 8 Biotoptypen mit mittlerer Bedeutung vor (siehe Tabelle 3-8).

Kartenset 3 (Anhang) stellt die Verteilung der Biotoptypen flächenhaft dar. Die Waldbestände, gerade von Campus Süd und Campus Nord, sind sehr gut an die umliegenden Schutzgebiete des Hardtwalds angebunden. Der Campus Süd bildet einen Übergangsraum vom Hardtwald / Schlosspark zur Innenstadt Karlsruhes. Der Campus Nord, von Schutzgebieten umgeben, wird durch die KIT-eigenen Waldgebiete eingefasst.



**Tabelle 3-8: Anzahl der Biotoptypen pro naturschutzfachlicher Wertklasse auf den Campusarealen**

Anzahl der Biotoptypen mit	CS	CN	CW	CO	KIT
sehr hohe naturschutzfachliche Bedeutung	1	2	0	0	2
hohe naturschutzfachliche Bedeutung	4	8	0	2	9
mittlere naturschutzfachliche Bedeutung	20	22	4	6	28
geringe naturschutzfachliche Bedeutung	17	21	8	10	28
Keine - sehr geringe naturschutzfachliche Bedeutung	23	22	13	13	27
<b>Summe</b>	<b>65</b>	<b>75</b>	<b>25</b>	<b>31</b>	<b>94</b>

Den Biotoptypen ist durch die Feinbewertung eine naturschutzfachliche Wertigkeit zugeordnet. Dabei hat der Campus Nord im Jahr 2017 mit 47 % den größten Anteil an Flächen mit mittlerer bis sehr hoher naturschutzfachlicher Bedeutung (Abbildung 3-34). Am Campus Süd sind es 29 %, Campus Ost 20 % und Campus West 11 %. Berechnet man einen Durchschnittswert pro Campus ergibt sich mit 8,6 die höchste mittlere naturschutzfachliche Wertigkeit für den Campus Süd, gefolgt von 8,0 am Campus Nord, 5,9 am Campus West 5,9 und 5,4 am Campus Ost (Tabelle 3-10). In der räumlichen Darstellung wird ersichtlich, dass sehr hohe bis hohe naturschutzfachliche Werte vor allem durch Wälder, wie Traubeneichen-Buchen-Wälder, sowie Parkwälder, Sukzessionswälder aus Laubbäumen, Hainbuchen-Stieleichen-Wälder sowie Eichen- oder Hainbuchen-Eichen-Wälder trockenwarmer Standorte und einem Weiher am Campus Nord gegeben sind.

### 3.5.4.2 Einzelbäume

Alle Bäume, die nicht Teil von „Waldbiotopen“ oder „Städtischen Baum-Busch-Gruppen“ sind, wurden individuell erfasst. Für das gesamte KIT sind dies 1461 Bäume, davon die meisten mit knapp 749 am Campus Nord sowie mit ca. 530 am Campus Süd. Die Verteilung auf die einzelnen Campusareale ist in Tabelle 3-9 dargestellt. Die Lage ist in den Kartensets 3 und 4 verzeichnet.

**Tabelle 3-9: Verteilung der Anzahl der individuell erfassten Einzelbäume, Allen/Baumreihen und Baumgruppen auf die vier Campusarealen**

Anzahl kartierter Bäume	CS	CN	CW	CO	KIT
Allee oder Baumreihe	509	245	37	54	845
Baumgruppe	103	126	4	13	246
Einzelbaum	137	159	22	52	370
<b>SUMME</b>	<b>749</b>	<b>530</b>	<b>63</b>	<b>119</b>	<b>1461</b>

Die Auswertung der Baumarten-Herkunft ergab, dass der Campus Nord mit 79 % den höchsten Anteil indigener Bäume hat, während am Campus Ost nur 60 % indigen sind (Abbildung 3-33). Hier sollte in Zukunft auf die Anpflanzung indigener Bäume geachtet werden, welche i.d.R. Habitat für eine Vielzahl weiterer Arten bieten. Gebietsfremde Arten mit Ausbreitungspotential (invasive Arten) sollten vermieden werden. Folgende, auf der Managementliste der invasiven Gefäßpflanzenarten in Deutschland geführte Arten kommen auf den Campusflächen vor: Götterbaum (*Ailanthus altissima*; mind. 6 Individuen); Kanadische Pappel (*Populus x canadensis*; mind. 6 Individuen); Douglasie (*Pseudotsuga menziesii*; mind. 12 Individuen); Roteiche (*Quercus rubra*; mind. 38 Individuen) und Robinie (*Robinia pseudoacacia*; mind. 52 Individuen). Diese Arten sollten in Zukunft nicht weiter angepflanzt werden.

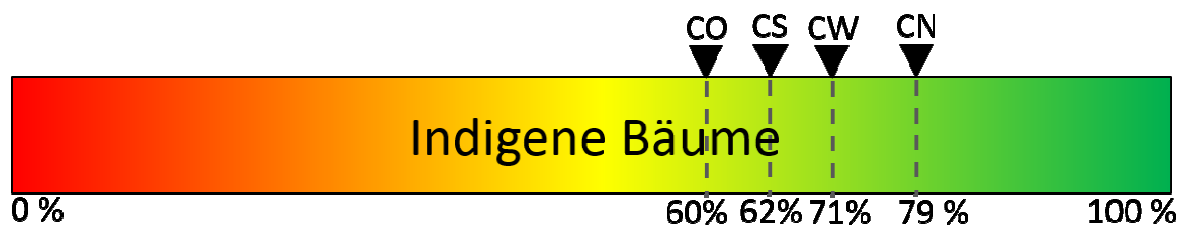


Abbildung 3-33: Status quo und Potential des Anteils an indigenen Baumarten auf den Campusflächen

Für alle Alleen, Baumreihen und Einzelbäume wurden die Brusthöhenumfänge (BHU) der Bäume aufgenommen. Am Campus Ost und Campus West gibt es die Bäume mit den im Mittel größeren Umfängen, vor allem im Vergleich zum Campus Nord. Besonders große Brusthöhendurchmesser (BHD, errechnet aus BHU) von  $\geq 70$  cm erreichten dabei am Campus Süd 49 Bäume, davon 19 indigen, am Campus Nord 10 Bäume (9 indigen), am Campus West 7 Bäume (1 indigen) und am Campus Ost 15 Bäume (4 indigen) (vgl. Anhang 10.1).

### 3.5.4.3 Potentialanalyse

Die Prüfung einer möglichen, hypothetischen Weiterentwicklung der Freiflächen unter Funktionserhalt für die Infrastruktur ergab die im Kartenset 5 (Anhang) dargestellten Potentiale.

Für jeden vorkommenden Biotoptyp wurde überlegt, durch welche Maßnahmen er innerhalb seines Typs oder zu einem im Sinne der Schutzziele höherwertigen Typ entwickelt werden kann. Die Entwicklungen und zugehörigen Managementmaßnahmen sind für die erfolgsversprechenden Biotoptypen in Tabelle 3-11 zusammengefasst. Die gesamte Tabelle befindet sich im Anhang 10.3.

Den wertvollsten hypothetisch möglichen Zustand der Biotoptypen ergibt sich für den Campus Nord mit im Mittel 15,7 Wertpunkten (Tabelle 3-10). Der Campus Süd könnte mit der heutigen Infrastruktur 13,4 Wertpunkte pro m<sup>2</sup> erreichen und am Campus Ost wären 11,4 Wertpunkte pro m<sup>2</sup> möglich. Für den am dichtesten verbauten Campus West wurde der geringste mögliche Wert mit 7,4 Wertpunkte pro m<sup>2</sup> ermittelt. Die Wertigkeit der Bäume wurde hierbei nicht beachtet und würde, bei einer Erhöhung des Baumbestands, einen ökologischen Mehrwert ergeben.

**Tabelle 3-10: Wertpunkte pro Einzelfläche für die vier Campusareale. Aktuelle Werte der Biotope, der Einzelbäume (inkl. Allen und Baumreihen) und potentielle Werte der Biotope.**

Mittlere naturschutzfachliche Wertigkeit [m <sup>-2</sup> ]	CS	CN	CW	CO	KIT
Status quo – Biotope	8,6	8,0	5,9	5,4	8,0
Status quo - Bäume	0,6	0,1	1,1	0,4	0,3
Potential - Biotope	13,4	15,7	7,5	11,4	14,7

Aufgeteilt nach naturschutzfachlicher Wertigkeit ergeben sich die in Abbildung 3-34 dargestellten Entwicklungspotentiale.

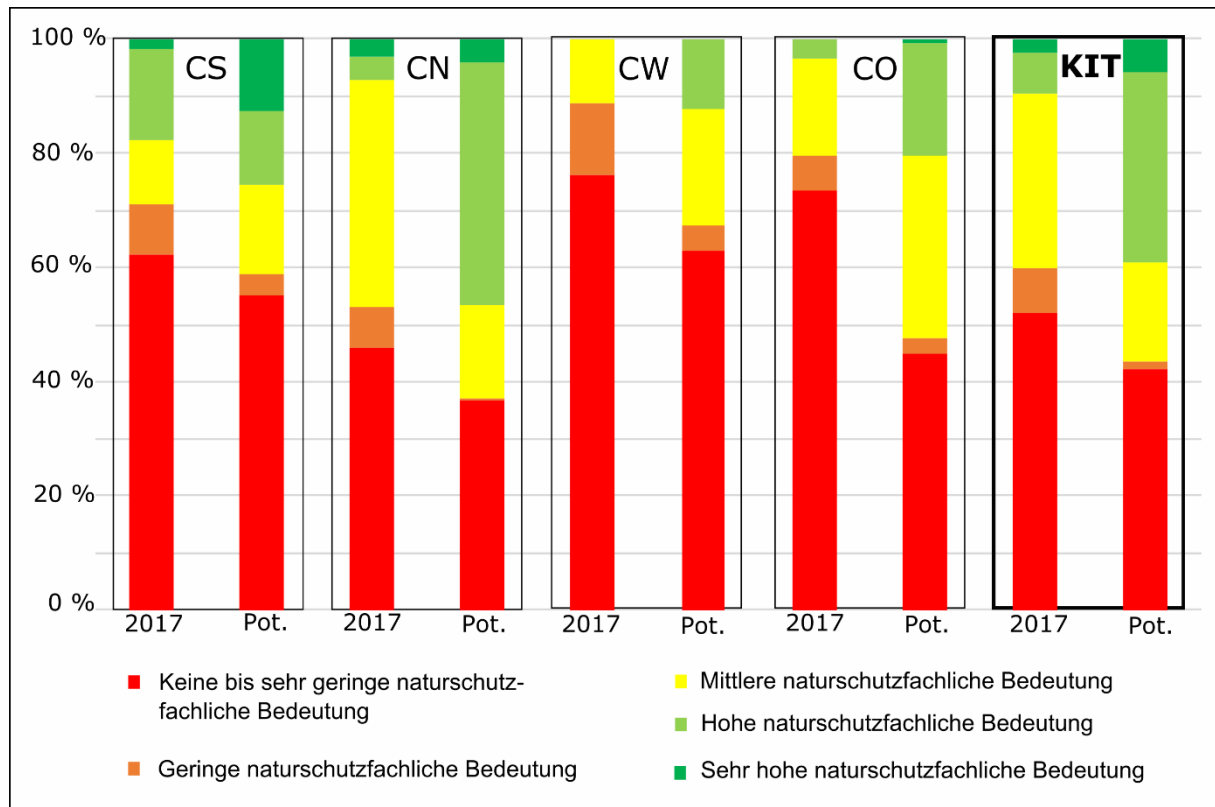


Abbildung 3-34: Anteile der naturschutzfachlichen Wertigkeiten (2017) an den einzelnen Campusarealen im Vergleich mit ihren potentiell entwickelbaren Werten (Pot.)

Somit haben Campus Ost und Nord ein sehr hohes Entwicklungspotential, während am Campus West, durch die geringen Flächenkapazitäten am wenigsten planerischer Spielraum vorhanden ist.

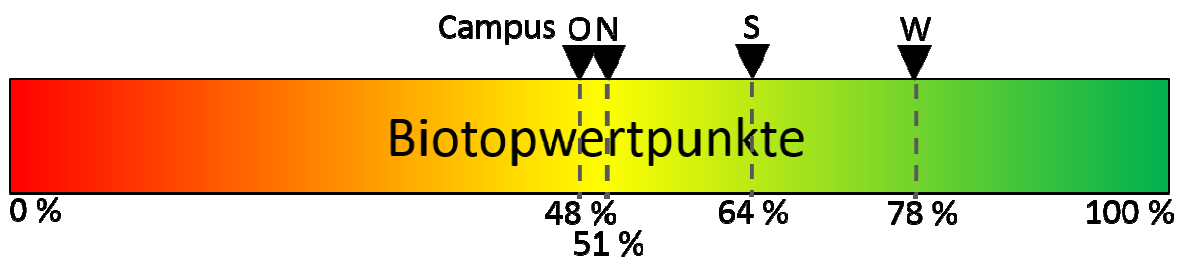


Abbildung 3-35: Status quo des relativen Biotopwertpunktepentials als Indikator der Biodiversität auf den Campusflächen

Bei der potentiellen Wertsteigerung bietet die Entwicklung von Zierrasen in Magerwiese mittlerer Standorte mit 51,5 % der Steigerung des Gesamtwertes die größten Verbesserungsmöglichkeiten. Grund ist der große Flächenanteil von Zierrasen (13 %) und eine knappe Vervierfachung des Biotopwertes durch die Umwandlung in den genannten Wiesentyp. Diese kann beispielsweise durch extensivere Pflege mit möglichst seltener Mahd, Abräumen des Mähguts zur Aushagerung, angepasstes Saatgut etc. (vgl. Maßnahmenkatalog Kapitel 0) erreicht werden. Mit 23,2 % haben die Parkwälder einen hohen Anteil am Entwicklungspotential, wenn sie ihren maximalen Biotopwert erreichen. Eine Verbesserung kommt durch das Vorkommen alter Bäume sowie durch die Minimierung schadhafter



Einflüsse in der Unternutzung (Tritt etc.) zu Stande. Ein diverser Unterwuchs mit Sträuchern und artreichen, schattentoleranten Wiesen werten zusätzlich auf.

**Tabelle 3-11: Mögliche Entwicklung der Biotoptypen, sortiert nach Anteil am Wertsteigerungspotential der KIT Freiflächen im Sinne der Schutzziele und gefiltert nach Anteil am Wertsteigerungspotential (WSP) >1 %**

BIOTOPTYP 2017	BIOTOPTYP POTENTIELL	MANAGEMENTMASSNAHMEN	WSP (%)
33.80 - Zierrasen	33.43 - Magerwiese mittlerer Standorte	extensive Pflege (keine Bodenmelioration, keine Düngung, seltene Mahd); Abräumen des Mähguts; blütenreiches Saatgut	51,5
59.50 - Parkwald	59.50 – Parkwald	diverse Straucharten	23,2
60.22 - Gepflasterte Straße oder Platz	60.22 - Gepflasterte Straße oder Platz	Pflanzenbewuchs zwischen Pflastersteinen dulden	7,2
33.80 - Zierrasen	36.62 - Sandrasen kalkfreier Standorte	extensive Pflege (keine Bodenmelioration, keine Düngung); Abräumen des Mähguts; blütenreiches Saatgut.	3,7
59.42 - Waldkiefern-Bestand	53.10 - Eichen- oder Hainbuchen-Eichenwald trockenwarmer Standorte	Bestandsumwandlung in standortstypischen Laubmischwald; weitestgehend Entfernung der Nadelbäume (einzelne ältere Kiefern belassen)	2,7
60.23 - Weg oder Platz mit wassergebundener Decke, Kies oder Schotter	60.23 - Weg oder Platz mit wassergebundener Decke, Kies oder Schotter	Pflanzenbewuchs zulassen	2,5
60.24 - Unbefestigter Weg oder Platz	33.43 - Magerwiese mittlerer Standorte	Pflanzenbewuchs zulassen	1,6
56.12 - Hainbuchen-Stieleichen-Wald	56.12 - Hainbuchen-Stieleichen-Wald	Entwicklung zur wertvollsten Ausprägung mit wertgebenden Arten und naturnahem Zustand	1,4
33.71 - Trittrasen	33.43 - Magerwiese mittlerer Standorte	extensive Pflege (keine Bodenmelioration, keine Düngung); Trittbelastung reduzieren; Abräumen des Mähguts; blumenreiches Saatgut	1,1
55.50 - Traubeneichen-Buchen-Wald	55.50 - Traubeneichen-Buchen-Wald	Entwicklung zur Ausprägung mit wertgebenden Arten und naturnahem Zustand	1,1
44.12 - Gebüsch aus nicht heimischen Straucharten	42.20 - Gebüsch mittlerer Standorte	Langfristiger Ersatz der nicht indigenen durch indigene Straucharten	1,0

#### 3.5.4.4 Flächenpflegeplan

Für die Ausführung der Grünflächen- und Baumpflege gibt es innerhalb und zwischen den Campusarealen verschiedene Verantwortlichkeiten (Abbildung 3-36): Die Waldflächen am Campus Nord werden durch die Forstverwaltung gepflegt, während der Rest, ebenso wie der Campus Ost und der Waldparkplatz am Campus Süd als Besonderheit direkt durch das KIT, ausgeführt von externen Firmen, gepflegt wird. Die Pflege am Campus West und der Hauptteil des Campus Süd unterliegen Vermögen und Bau. Die Grünflächen der Sportplätze am Campus Süd werden durch das Sportinstitut gepflegt, während die Baumpflege durch das KIT gemanagt wird. Der stadtnahe Teil des Campus Süd (südlich Engesserstr.) wird durch eigene Gärtner des KIT gepflegt, die Baumpflegemaßnahmen werden extern durch Vermögen und Bau vergeben.

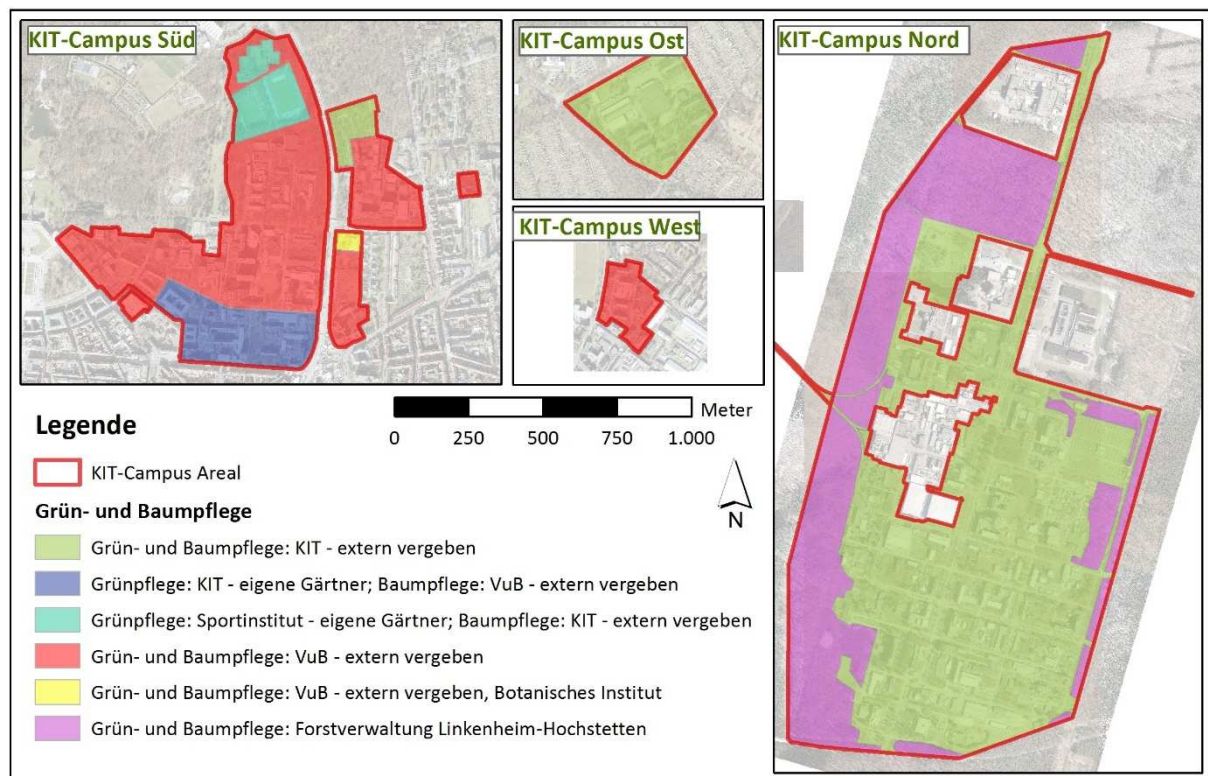


Abbildung 3-36: Zuständigkeiten bei der Grünflächenpflege. (Kartengrundlage: Orthofoto, DTK25, DTK100 © Landesvermessungsamt Baden-Württemberg)

Historisch gewachsen existiert folglich kein einheitliches Managementkonzept, sondern teilweise einzelne Ablaufpläne für die Pflege der Grünflächen. Ein grobes Konzept liegt für Campus Ost und Campus Nord vor. Die Entwicklung beziehungsweise Optimierung eines einheitlichen, ökologisch nachhaltigen Grünflächen- und Baumpflegeplans entsprechend der Leitbilder und Maßnahmen würde sich deutlich positiv auf die Biodiversität auswirken.

#### 3.5.4.5 Naturschutzrelevante Tierarten und Artgruppen

Verbessert sich die Biotopvielfalt und -wertigkeit hat dies auch einen positiven Einfluss auf die Vielfalt der Tierarten. Die Vielfalt der Tierarten auf den Campusarealen wurde innerhalb dieser Studie

nicht untersucht. Im Folgenden werden Fakten und Tipps zum Management der Freiflächen zusammengetragen, die zur Verbesserung der Habitatbedingungen naturschutzrelevanter Tiergruppen beitragen.

Wild- und Honigbienen, aber auch Schmetterlinge, Käfer, Wespen oder Hummeln sind Blütenbesuchende **Insekten** und erfüllen mit der Bestäubung von Pflanzen eine äußerst wichtige Ökosystemdienstleistung. Um diese Arten am Standort halten zu können, ist es wichtig über die gesamte Vegetationsperiode ein kontinuierliches Angebot an Nektar und Pollen zu schaffen. Außerdem müssen für die Reproduktion notwendige Pflanzenarten (z.B. Raupenfutterpflanzen bestimmter Schmetterlinge) und Habitatstrukturen (u.a. Nistmöglichkeiten für Wildbienen) in ausreichendem Maße verfügbar sein. Dabei ist es sehr hinderlich, wenn Wiesen zu früh und alle Flächen gleichzeitig gemäht werden. Spezielle standortangepasste, artenreiche Saadmischungen mit indigenen Pflanzen und ungefüllten Blüten (beispielhafte Auflistung für Futterpflanzen von Tagfaltern im Siedlungsbereich in Anhang 10.4) und adäquate Managementmaßnahmen sollten Anwendung finden. Eine Auswahl von bienen- und insektenfreundlichen Saadmischungen sowie zusätzlicher Gestaltungstipps für städtische Grünflächen findet sich im Bienenweidekatalog, herausgegeben vom Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg (MLR 2015). In einer weiteren Projektphase kann geprüft werden, welche konkreten Maßnahmen sich für die Umsetzung auf bestimmten KIT-Flächen eignen würden.

Des Weiteren ist das Vorkommen des in Deutschland vom Aussterben bedrohten Heldbocks (*Cerambyx cerdo*) eine Besonderheit auf den KIT-Campusarealen. Da der große Käfer in absterbenden Bäumen (bevorzugt Stieleichen, aber auch Traubeneichen, Buchen oder Ulmen) lebt, die mindestens ein Alter von 80 Jahren haben müssen, ist es wichtig, möglichst alte Eichen auf den Flächen zu belassen, damit diese Art in ihrem Bestand erhalten werden kann. Ebenso kommt der imposante Hirschkäfer (*Lucanus cervus*) in den umliegenden Wäldern als artenschutzrechtlich zu betrachtende Käferart vor. Seine Larven leben über mehrere Jahre im Mulm verrottender Baumstümpfe, vornehmlich an alten Eichen. Der ausgewachsene Käfer hat nur eine kurze Lebensphase in der sich von an alten Eichen austretendem Pflanzensaft ernährt und einen Partner sucht.

Insekten sind eine wichtige Nahrungsgrundlage für insektivore Tiere. **Reptilien**, wie die Zauneidechse (*Lacerta agilis*), die Mauereidechse (*Podarcis muralis*), Blindschleiche (*Anguis fragilis*) oder die Ringelnatter (*Natrix natrix*) brauchen sie als Futterquelle. Um diese auch in stark anthropogen geprägten Lebensräumen vorkommenden Arten zu fördern, müssen Kleinstrukturen geschaffen werden, die ihre Lebensweise unterstützen: Sie brauchen Sonnenplätze, wie unverfugte Trockenmauern, Versteckplätze mit dichter Vegetation, niedrigwüchsige Vegetation als Jagdreviere, sandige und sonnige Plätze in Südexposition zur Eiablage, sowie Überwinterungsplätze beispielsweise in trockenen Steinhäufen. Dafür gibt es große Potentiale auf den i.d.R. sehr warmen Campus-Flächen. Kleintierfallen, wie die Sandfänge am Campus Nord oder die naturferne Versickerungsrinne am Nordparkplatz des Campus Nord sollten zeitnah ökologisch saniert werden.

Zur Tiergruppe der **Amphibien** ist auf den Campusflächen wenig bekannt. Mehrere Tausend Erdkröten (*Bufo bufo*) frequentieren den Schlossgartenteich westlich des Campus Süd. Ihr Sommer- und Überwinterungslebensraum erstreckt sich auch auf die Campusflächen. Erdkröten, die das naturferne Kleingewässer vor Gebäude 30.23 zur Fortpflanzung nutzen, haben wegen der beckenartigen Umrandung keine Möglichkeit wieder abzuwandern und ertrinken (gleiches gilt für die metamorphierten Jungtiere). Auf dem Campus Nord existiert eine Erdkrötenpopulation entlang des Hirschkanals. Adulte Tiere gelangen während ihrer Frühjahrswanderung auch in die Sandfänge, laichen dort auch ab,

wobei sowohl für adulte, wie auch für Jungtiere i.d.R. keine Möglichkeit mehr besteht an Land zu gelangen, sodass die entsprechenden Tiere dort verenden. Kritisch wird auch die naturferne Entwässerungsrinne am Nordparkplatz des Campus Nord gesehen, aus der hineingefallene Tiere nicht mehr abwandern können.

Ein hoher Anteil an indigenen Gebüsch und Bäumen, ein guter Altbaumbestand mit stehendem Totholz sowie ein reiches Nahrungsangebot an Samen und Beutetieren begünstigt eine artenreiche **Avifauna**. Nistmöglichkeiten finden sich nicht nur in künstlichen Höhlen, sondern auch in Altbäumen, Höhlenbäumen, Gebüsch, Hecken, ausgezäunten hundefreien Grünflächen oder an Gebäuden wie im Falle des Wanderfalkens (*Falco peregrinus*) auf dem Wasserturm am Campus Nord. Fassadenbegrünungen bieten weitere Lebensräume. Die Avifauna kann als Indikatorgruppe herangezogen werden, um ein zeiteffizientes Monitoring der Biodiversität der Campusflächen aufzubauen (vgl. WIRSING & WIRSING 2017, SCHREIBER 2015).

Zaunpfosten und Verkehrsschilder ohne Abdeckung des oberen Rohrendes wirken als Falle für höhlenbrütende Vögel, da diese von Ihnen inspiziert werden, ohne dass die Tiere aus den glatten Rohren wieder herauskommen. In einem Turnus von fünf Jahren sollten diese Gefahrenquellen überprüft werden.

Zum Vorkommen von **Säugetieren** auf den Campusarealen ist wenig bekannt. Die im FFH-Gebiet gemeldeten oder aus Umweltgutachten (z.B. SPANG FISCHER NATZSCHKA 2009) für die Campusstandorte bekannten Fledermausarten sind Großer Abendsegler (*Nyctalus noctula*), Bechsteinfledermaus (*Myotis bechsteinii*), Breitflügelfledermaus (*Eptesicus serotinus*), Mückenfledermaus (*Pipistrellus pygmaeus*), Rauhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*), Zweifarbfledermaus (*Vespertilio murinus*), Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*). Diese Arten nutzen die Campusareale als Jagd- wie auch als Sommer- oder Winterquartiere. Auf der Such nach Winterquartieren verfliegen sich alljährlich einzelne Zwergfledermäuse in die Büros von KIT-Mitarbeiter\*innen, von wo sie bei Bedarf von Angestellten des Naturkundemuseums geborgen werden.

Vorhandene Lichtschächte an Gebäuden sollten dahingehend kontrolliert werden, ob sie als Fallen für Spitzmäuse, Maulwürfe und andere Kleintiere fungieren. Bei Bedarf sollten die Schächte entsprechend umgerüstet werden.

#### 3.5.4.6 Resümee

Ein großes Potential für die Entwicklung der Biodiversität auf den Campusarealen des KIT besteht in der Entwicklung artenreicher Mager- und Sandrasen aus heutigen Zier- und Trittrasenbeständen. Dafür wäre eine genaue Nutzungsanalyse zur Unterscheidung von betretenen und potentiell nicht betretenen Bereichen nützlich. Somit könnten Bereiche mit Bedeutung für den Aufenthalt auf Rasenflächen und Sandflächen zur Weiterentwicklung identifiziert werden. Gerade der Campus Nord mit seinen sandigen, trockenen Flächen weist große Potentiale auf. Dabei könnten sich Lebensräume für mehr Insektenarten, aber auch z.B. für Eidechsen entwickeln. Blütenreiche Saatgutmischungen kämen nicht nur den KIT-Campus-Bienen, sondern auch Wildbienen, Vögeln sowie dem ästhetischen Empfinden zu Gute.

Des Weiteren ist eine größere Vielfalt an verschiedenen Biotoptypen, mit mehr strukturierenden Elementen, wie indigenen Gebüsch, gerade für die Vogelwelt wünschenswert. Demselben Ziel ist auch ein höherer Anteil an Unterwuchs in den Parkwäldern zuträglich.

Nicht nur für die Biodiversität, auch für Stadtklima, Aufenthaltsqualität etc. ist es von Bedeutung, eine noch höhere Dichte an Bäumen zu etablieren. Dabei ist verstärkt darauf zu achten, dass es sich



um indigene Bäume handelt. Insbesondere alte Bäume sind sehr wertvoll und sollten - unter Berücksichtigung der Sicherheitsvorschriften - erhalten werden, wie es aktuell bereits üblich ist.

Große Flächenanteile des KIT sind Wälder. Für diese ist es wünschenswert, sie langfristig in Richtung der natürlichen potentiellen Vegetation - standorttypischen Laubmischwald - zu entwickeln.

Weitere, übertragbare Informationen gibt es zur Steigerung der Biodiversität auf Firmengeländen (LUBW 2013a, MOHAUPT & MÜLLER 2015, MÜLLER et al. 2015).



## 3.6 Aufenthaltsqualität

### 3.6.1 Leitbild

Universitäten sind in der heutigen Gesellschaft nicht nur Orte der Bildung und Wissensgenerierung, sondern vielmehr auch Räume des gesellschaftlichen Lebens, an denen sich Personen gerne aufhalten und Teile ihrer Freizeit verbringen möchten. In diesem Zusammenhang strebt das Konzept zur Freiflächenentwicklung und zum Freiflächenmanagement im Bereich der Aufenthaltsqualität vor allem folgende wichtige Aspekte an: Ziel ist die Schaffung von Begegnungs-, Erholungs- und Lernräumen mit hohem Erlebnis- und ästhetischem Wert.

Der Begriff Aufenthaltsqualität kann hierbei als Maß dafür angesehen werden, wie sich die Beschaffenheit eines Ortes auf die Anwesenheit von Menschen auswirkt. Umgangssprachlich wird somit beschrieben, wie wohl sich Personen an einem bestimmten Ort fühlen bzw. fühlen können.

Obwohl sich die Freiflächen des KIT aus unterschiedlichen Campusflächen zusammensetzen, spielt sich der Großteil des Universitätslebens auf dem Campus Süd ab. Daher fokussiert die Untersuchung auf den Campus Süd des KIT.

### 3.6.2 Begründung für dieses Leitbild

Studieren, forschen, arbeiten, organisieren, verwalten: Dies sind nur einige Verben, die mit dem Begriff Universität verbunden werden. Angehörige einer Universität, insbesondere Studierende, sehen sich somit häufig einem hohen Stress ausgesetzt aufgrund einer Vielzahl von Aufgaben und Anforderungen, die an sie gestellt werden. In diesem Zusammenhang können Aspekten wie Erholung und Freizeit auf dem Campus eine immer größere Bedeutung beigemessen werden (GOU et al. 2014).

Die umgebende Landschaft beeinflusst die Personen, die sich an einem bestimmten Ort aufhalten. Somit ist das Ziel einer möglichst hohen Aufenthaltsqualität, einen positiven Einfluss auf die Personen und deren Gesundheit zu erreichen. Des Weiteren soll die Gestaltung der Freiflächen durch die Integration unterschiedlicher Elemente und die Verwirklichung verschiedener ästhetischer Gestaltungsformen, vielseitige Aktivitäten ermöglichen. Somit kann sie identitätsstiftend im Hinblick auf ein gut funktionierendes Campus-Leben wirken (GOU et al. 2014, HANAN 2013).

### 3.6.3 Indikatoren

Die Aufenthaltsqualität eines Raumes ist eng mit dessen physischer Beschaffenheit verknüpft. So ermöglichen attraktive und gut gestaltete öffentliche Räume häufige und vielfältige Aktivitäten auch über eine längere Dauer hinweg (GEHL 2015). Dabei werden die Tätigkeiten im Freien in drei Kategorien unterteilt: Notwendige, freiwillige und soziale. Erstere beschreiben zum Beispiel den Weg zur

Arbeit oder das Warten auf eine andere Person, während freiwillige Aktivitäten ausgeführt werden, weil die jeweilige Person das Bedürfnis dazu hat und die äußeren Bedingungen es zulassen. Die dritte Kategorie schließlich bezieht sich auf jeglichen sozialen Kontakt von Menschen untereinander, wie Gespräche, gemeinsame Aktivitäten, aber auch passive Aspekte wie sehen und gesehen werden. Die Aufenthaltsqualität eines Raumes wirkt sich dabei nicht unbedingt auf die notwendigen Aktivitäten aus. Allerdings steigen häufig sowohl die reine Anzahl an Menschen als auch die Zahl der freiwilligen und sozialen Interaktionen mit zunehmender Aufenthaltsqualität (GEHL 2015). Somit sind die Anwesenheit bzw. die Nutzung der Räume durch Personen ein wichtiger Indikator für die Aufenthaltsqualität.

Die Anwesenheit von Menschen an einem bestimmten Ort ist immer von vielen verschiedenen Aspekten abhängig. Zunächst sind dabei die physischen Gegebenheiten zu nennen. Sowohl die klimatischen Bedingungen, wie Schatten oder Sonnenplätze als auch die infrastrukturelle Ausstattung stellen weitere wichtige Indikatoren dar.

Generelle Merkmale eines Raumes werden hier unter dem Begriff der Attraktivität des Standortes zusammengefasst. Bei der vorliegenden Erhebung sind darunter die Lage, die Gestaltung der Grünflächen und der Schutz vor Lärm zu verstehen (nach FLÜCKIGER & LEUBA 2015).

Als weiterer Indikator ist das Sicherheitsempfinden zu nennen. Menschen halten sich nur an Orten auf, an denen sie sich sicher fühlen. Dies wiederum wird maßgeblich von der gefühlten Sicherheit beeinflusst. Andernfalls wird ein Aufenthalt auf ein Minimum reduziert. Neben dem Schutz vor Kriminalität hat häufig auch der Verkehr einen Einfluss auf das Sicherheitsgefühl (GEHL 2015). Dieser wirkt sich darüber hinaus auch durch andere Aspekte, wie Lärm, Schmutz oder Beeinträchtigung der Fortbewegung, auf das Wohlbefinden von Personen aus. Aus diesem Grund wird der Verkehr auf dem Campus als eigener Indikator untersucht.

Generell lassen sich die hier genannten Einflussgrößen nicht objektiv erfassen, da die Zuweisung einer bestimmten Aufenthaltsqualität immer eine individuelle Konstruktion darstellt. Deshalb ist bei der hier vorgenommenen Befragung neben der generellen Nutzung des Campus, die Bewertung der einzelnen Indikatoren durch die Nutzer von Interesse.

#### **3.6.4 Status quo und Potentiale**

Um den aktuellen Stand der Aufenthaltsqualität der Freiflächen des Campus Süd zu erheben, werden 104 Personen zu den unterschiedlichen Indikatoren befragt. Dabei kommt ein standardisierter Fragebogen zum Einsatz, der in einem Face-to-Face-Interview durchgeführt wird. Gegliedert ist dieser Fragebogen nach den oben beschriebenen Indikatoren. Zu Beginn werden die aktuellen Nutzungsmuster der befragten Person erhoben. Dabei wird unterschieden zwischen den physischen Orten, an denen sich die jeweilige Person aufhält, und den verschiedenen Aktivitäten, die auf den Freiflächen ausgeübt werden. Anschließend geht es um den Verkehr auf dem Campus, bevor das Sicherheitsempfinden abgefragt wird. Den Abschluss des Fragebogens bilden die Bewertung der Freiflächen nach unterschiedlichen Aspekten sowie mögliche Verbesserungen für die Zukunft, mit denen die Potentiale näher untersucht werden können.

Um ein möglichst breit gefächertes Bild über die Aufenthaltsqualität auf den Freiflächen des Campus Süd zu erhalten, werden neben Studierenden auch Doktoranden, Mitarbeiter\*innen in der Verwaltung / Technik, akademische Mitarbeiter\*innen und Besucher\*innen befragt.

Zunächst sind die Nutzungsmuster auf den Freiflächen des Campus Süd des KIT von Interesse.

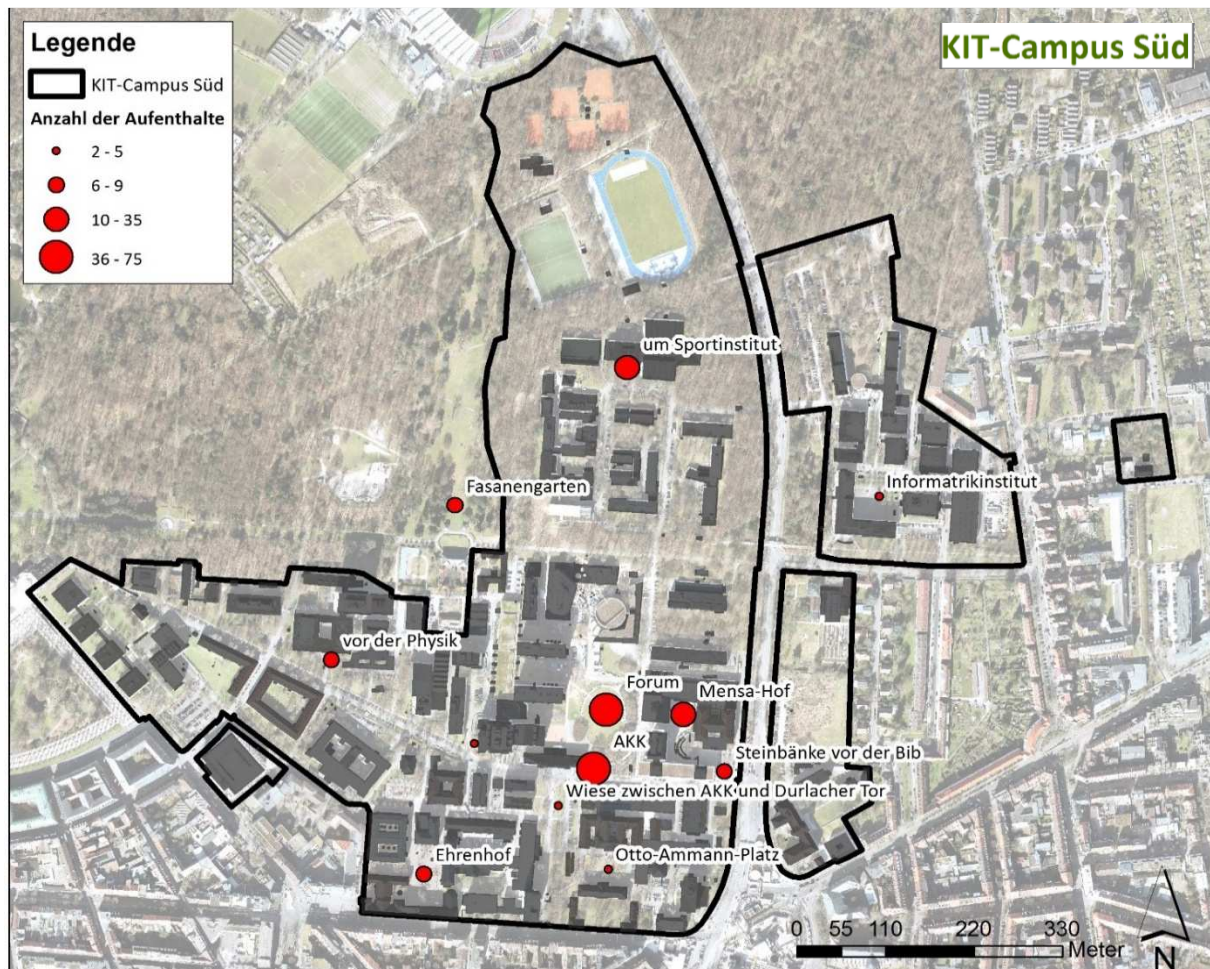


Abbildung 3-37: Genutzte Freiflächen auf dem Campus Süd des KIT (n = 104)

Abbildung 3-37 veranschaulicht, welche Freiflächen von wie vielen Personen genutzt werden. Dabei können die befragten Personen vollkommen frei einen oder mehrere Orte auf dem Campus nennen und angeben wie häufig sie sich dort aufhalten. Die Größe der Kreise gibt die Anzahl der Nennungen an.

Es ist auf einen Blick zu erkennen, dass sich die Nutzung der Freiflächen auf einen Hotspot rund um das AKK und auf dem Forum konzentriert. Diese beiden Orte werden von deutlich mehr als der Hälfte der befragten Personen genannt und in den meisten Fällen auch mehrmals in der Woche besucht. Da sich die Streuung auf dem Campus lediglich auf einige wenige Angaben beschränkt, liegt die Vermutung nahe, dass viele Orte und Freiflächen auf dem Campus Süd des KIT den Nutzerinnen und Nutzern gar nicht bekannt sind, weshalb sie bei der Bewertung der Aufenthaltsqualität nicht in Betracht gezogen werden. Dies wird durch die Beurteilung der Aussage „Auf dem Campus des KIT halte ich mich immer auf den gleichen Freiflächen auf“ unterstützt. Dieser stimmen 45% voll und ganz und nochmals 36% eher zu. Zwar wird hier nicht angegeben auf wie vielen verschiedenen Flächen sich die befragten Personen aufhalten, doch die Bewertung der Aussage in Verbindung mit den genutzten Flächen verfestigt die Annahme.

Wie bereits im vorherigen Kapitel beschrieben, ist die Ermöglichung und Anwesenheit verschiedener Aktivitäten ein Kriterium für hohe Aufenthaltsqualität. Um diesen Aspekt zu beleuchten, werden die Personen dazu befragt, welche Tätigkeiten sie wie oft auf den Freiflächen ausüben. Da es sich bei einem Universitätscampus immer um einen Ort handelt, an dem die Bildung und das Lernen im Vor-



dergrund stehen, werden hier die Aktivitäten „Lesen / Lernen / Arbeiten“ sowie „Gruppenarbeiten“ zu den notwendigen Aktivitäten gezählt. Die Kategorie „Essen und Trinken“ kann in diesem Fall nicht eindeutig zugeordnet werden. Während die bloße Essensaufnahme zur Mittagszeit eher zu den notwendigen Aktivitäten gezählt werden kann, ist das gängige „Feierabendbier“ als Beispiel in den meisten Fällen eine freiwillige und soziale. Zu den freiwilligen Aktivitäten gehören außerdem die Aspekte „Spaziergehen“ und „Pause / entspannen“, während die klassische soziale Aktivität durch die Rubrik „Freunde treffen“ repräsentiert wird. Abbildung 3-38 veranschaulicht die Ergebnisse der Erhebung. Dabei ist sofort zu erkennen, dass die Tätigkeiten „Freunde treffen“, „Pause und entspannen“ sowie „Essen und Trinken“ am häufigsten ausgeführt werden, während „Lesen / Lernen / Arbeiten“ und „Gruppenarbeiten“ eine eher untergeordnete Rolle spielen. Somit wird deutlich, dass freiwillige und soziale Aktivitäten auf den Freiflächen einen relativ hohen Stellenwert haben, was auf eine gute Aufenthaltsqualität schließen lässt. Das zeigen auch die wenigen Nennungen in der Kategorie „Sontiges“. Diese reichen von schlafen über Sport bis hin zu Bier trinken und Feiern und stellen ohne Ausnahme Freizeitaktivitäten dar, die zum Vergnügen ausgeführt werden. „Ich halte mich auf den Freiflächen des Campus des KIT auf, um Leute zu treffen.“ Mit diesem Satz wird nochmals explizit nach der Verwirklichung der sozialen Aktivität als Maßstab für hohe Aufenthaltsqualität gefragt. Dabei ergibt sich ein sehr eindeutiges Bild. Nur 10% stimmen der Aussage nicht oder ganz und gar nicht zu. Die überwiegende Mehrheit hingegen, 80% der befragten Personen, befindet sich in den ersten beiden Antwortkategorien und nutzt die Freiflächen gezielt, um Freunde zu treffen.

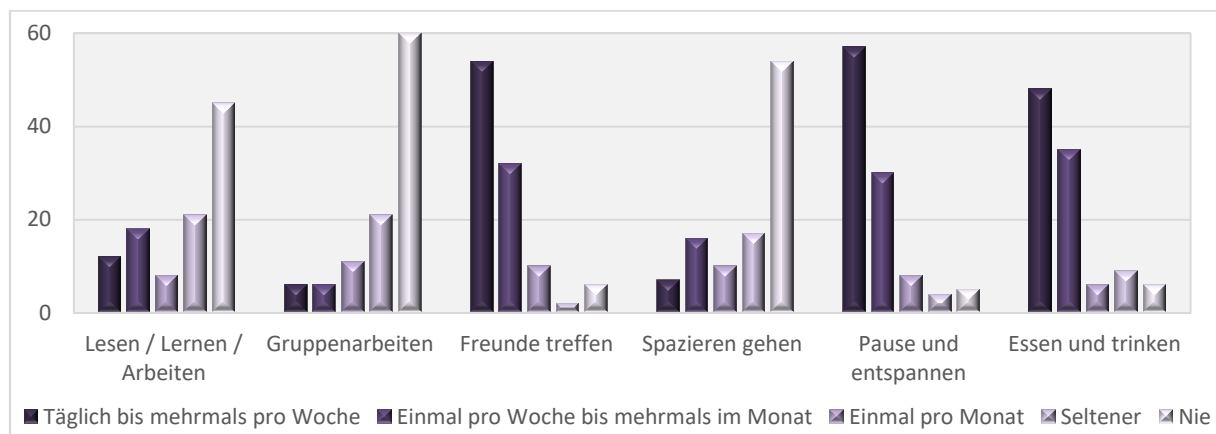


Abbildung 3-38: Aktivitäten auf den Freiflächen des Campus Süd des KIT (n = 104)

Als Lern- und Arbeitsräume scheinen diese dagegen nicht geeignet zu sein. Die Vermutung wird mit der Frage nach dem Angebot an Arbeitsplätzen für Gruppen- oder Einzelarbeiten belegt. Dabei beurteilen dies lediglich 19% der befragten Personen als sehr gut oder gut gelungen, während der Großteil das Arbeitsplatzangebot als weniger oder ganz und gar nicht gelungen ansieht (vgl. Tabelle 3-12). Damit wird ersichtlich, dass der Bedarf an Lern- und Arbeitsplätzen im Freien durchaus vorhanden ist, aber auf den Freiflächen des Campus des KIT in diesem Bereich noch Nachholbedarf besteht.



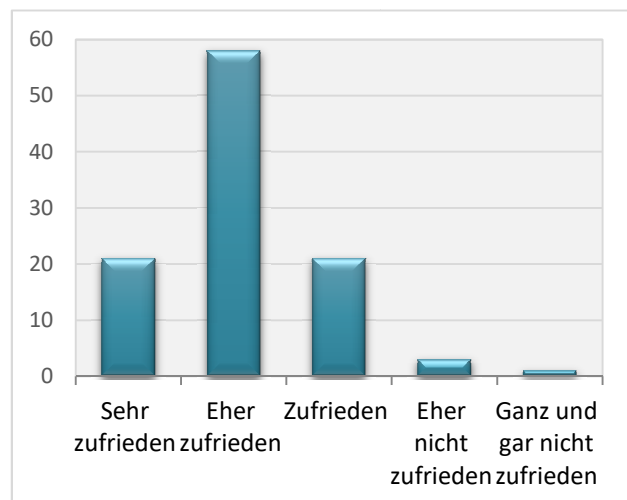
schaulicht (Abbildung 3-39), die einen schnellen Einblick ermöglicht, welche Aspekte für die Nutzerinnen und Nutzer die größte Bedeutung haben. Auf den ersten Blick fallen sofort die Begriffe „grün“, „Wiese“ und „Rasen“ sowie „Pause“, „Kaffee“ und „Bier“ ins Auge. Während die letzten drei Wörter eher einen Eindruck von Freizeit und Entspannung vermitteln, geben die anderen einen Einblick in die Gestaltung der Freiflächen. Die Bedeutung der Grünflächen auf dem Campus Süd des KIT wird bei der Beurteilung der Naturnähe der Freiflächen deutlich. Lediglich 17 der befragten Personen stimmen der Aussage nicht zu (vgl. Tabelle 3-13). Damit ist auch verständlich weshalb die Begriffe grün, Wiese und Rasen so häufig genannt werden. Anders verhält es sich mit dem Eindruck von Freizeit und Entspannung. Auf die Frage hin, ob auch ein Großteil der Freizeit auf den Freiflächen des Campus des KIT verbracht wird, zeigt sich ein sehr geteiltes Bild. So stimmen 53 der befragten Personen dieser Aussage nicht zu, während nur 21 durchaus einen Großteil ihrer Freizeit auf dem Campus verbringen. Daraus lässt sich schließen, dass die Freiflächen auf dem Campus zwar vorrangig für Pausen und Erholung genutzt werden, allerdings nur in den Zeiten, zu denen sich die jeweiligen Personen sowieso auf dem Universitätsgelände aufhalten.

**Tabelle 3-13: Naturnähe und Beurteilung der Aufenthaltsqualität der Freiflächen des Campus Süd des KIT (n = 104)**

Zustimmung zu jeweiligen Aussagen	Stimme voll und ganz zu	Stimme zu	Stimme eher zu	Stimme eher nicht zu	Stimme ganz und gar nicht zu	Weiß ich nicht
"Die Freiflächen des Campus des KIT sind sehr naturnah."	8	42	35	14	3	2
"Ich halte mich sehr gerne auf den Freiflächen des Campus des KIT auf."	35	48	14	3	2	2

Obwohl der Campus Süd des KIT nicht unbedingt als Freizeitraum wahrgenommen wird, stellen die befragten Personen den Freiflächen bei der generellen Bewertung dennoch ein positives Zeugnis aus (vgl. Tabelle 3-13 und Abbildung 3-40).

Es ist deutlich zu erkennen, dass die Zufriedenheit mit den Freiflächen auf dem Campus Süd des KIT bei der großen Mehrheit der befragten Personen sehr hoch ist. Lediglich vier Personen geben an nicht oder ganz und gar nicht zufrieden zu sein. Dieser Eindruck wird durch die Aussage „Ich halte mich sehr gerne auf den Freiflächen des Campus des KIT auf“ verstärkt. Hier stimmen ein Drittel der Befragten voll und ganz und knapp die Hälfte eher zu. Dies lässt erkennen, dass die Nutzerinnen und Nutzer der Freiflächen des Campus Süd diesen in jedem Fall eine gewisse Aufenthaltsqualität beimes-



**Abbildung 3-40: Zufriedenheit mit dem Freiflächenangebot (n = 104)**

sen, da sie sich sonst nicht freiwillig und gerne auf denselben aufhalten.

Genauere Einblicke bietet dafür die Frage nach den einzelnen Aspekten der Freiflächen (vgl. Abbildung 3-41). Da das Angebot an Arbeitsplätzen bereits im Zusammenhang mit den Aktivitäten auf dem Campus untersucht worden ist, wird es hier bei der Gestaltung der Freiflächen nicht erneut aufgeführt.

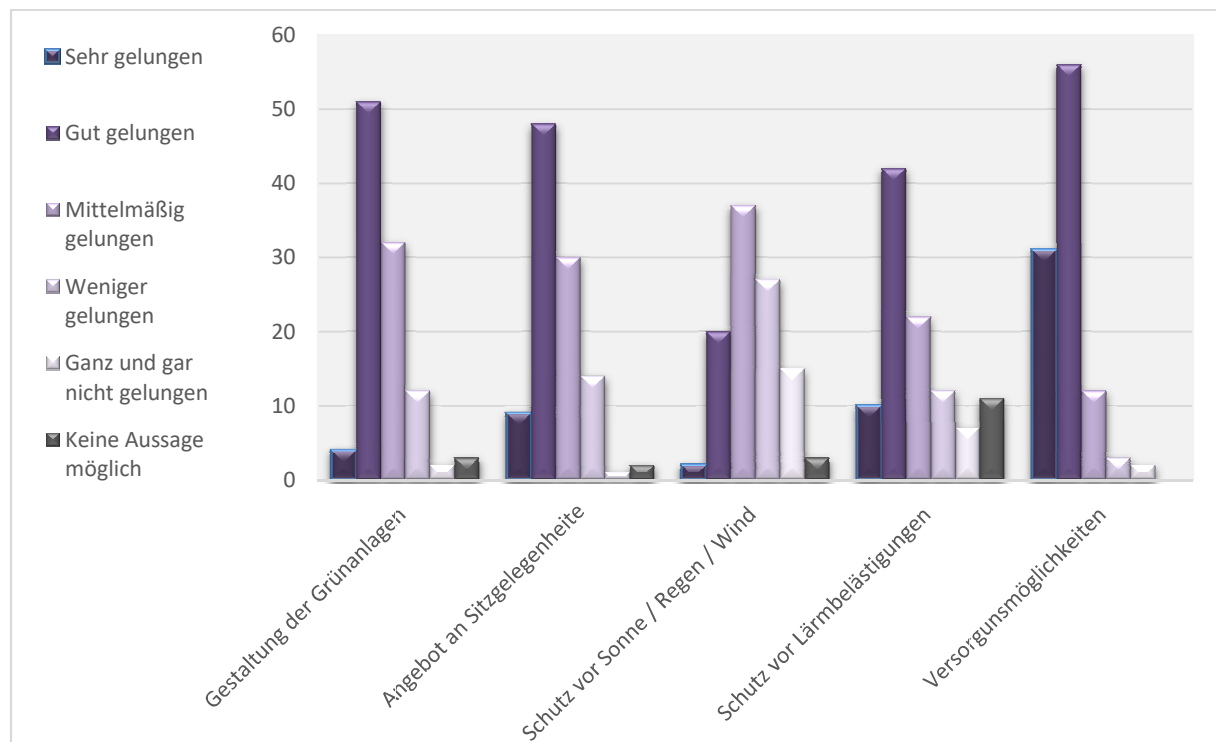


Abbildung 3-41: Freiflächengestaltung nach verschiedenen Aspekten (n = 104)

Es zeigt sich, dass bei allen untersuchten Aspekten zum einen noch deutliches Verbesserungspotential gegeben ist. Zum anderen wird die Ausstattung allerdings in keinem Punkt als gänzlich schlecht bewertet. Stattdessen kann die Beurteilung der Versorgungsmöglichkeiten als sehr positiv angesehen werden. Hier bewerten mehr als drei Viertel der befragten Personen mit sehr gelungen bzw. gut gelungen. Anhand dieser Tatsache lässt sich die Konzentration der Nutzung rund um das AKK und Forum in gewissem Maße erklären. So handelt es sich dabei um eine Ballung der studentischen Versorgungsinfrastruktur mit Mensa, Cafeteria und AKK in unmittelbarer Nähe, die von ihren Nutzerinnen und Nutzern zum größten Teil positiv bewertet wird.

Zusammenfassend zeichnet die Auswertung der einzelnen Indikatoren ein relativ positives Bild. Generell wird kein Aspekt durchweg negativ bewertet und die Zufriedenheit mit dem Freiflächenangebot ist sehr hoch. Dennoch lassen sich im Bereich der Aufenthaltsqualität noch Potentiale feststellen. Die im Leitbild angestrebten Begegnungs- und Erholungsräume sind aktuell schon größtenteils realisiert. Allerdings beschränken sich diese Orte auf einige wenige Hotspots. Somit muss ein Ziel der zukünftigen Entwicklung sein, die Nutzung der Freiflächen zunehmend zu streuen und bisher weniger beachtete Räume ins Blickfeld zu rücken. Dies kann vor allem durch die Einrichtung von Versorgungsmöglichkeiten und adäquaten Sitzgelegenheiten gesteuert werden. Darüber hinaus ist hier vor allem eine große Chance für die Entwicklung und Gestaltung von Lernräumen gegeben. Da Lernen



und Arbeiten häufig eine ruhige und konzentrierte Atmosphäre verlangt, sind aktuell nicht so stark genutzte Freiflächen ideal um diese zu Lernräumen umzufunktionieren.

Des Weiteren fordert das Leitbild zur Freiflächenentwicklung einen hohen Erlebnis- und ästhetischen Wert. Da die Bewertung der Freiflächen über den standardisierten Fragebogen im Allgemeinen eher positiv ausfällt, kann davon ausgegangen werden, dass diese Aspekte bereits zum Teil realisiert sind.

Um einen detaillierteren Eindruck über die Potentiale auf den Freiflächen des Campus Süd des KIT zu erlangen, werden die befragten Personen am Ende des Fragebogens dazu aufgefordert auf einer Karte Orte zu markieren, die sie positiv oder negativ bewerten. Des Weiteren sollen sie Freiflächen identifizieren, auf denen sie sich gerne mehr aufhalten würden, wenn deren Gestaltung besser realisiert werden würde. Um dies weiter zu konkretisieren sollen am Ende Aspekte oder Maßnahmen genannt werden, durch die die markierten Flächen aufgewertet werden können.

Auf der Grundlage dieser Ergebnisse sind in Abbildung 3-42 verschiedene Orte auf dem Campus Süd des KIT mit Hilfe von Fotos visualisiert, welche im Folgenden näher beschrieben werden.

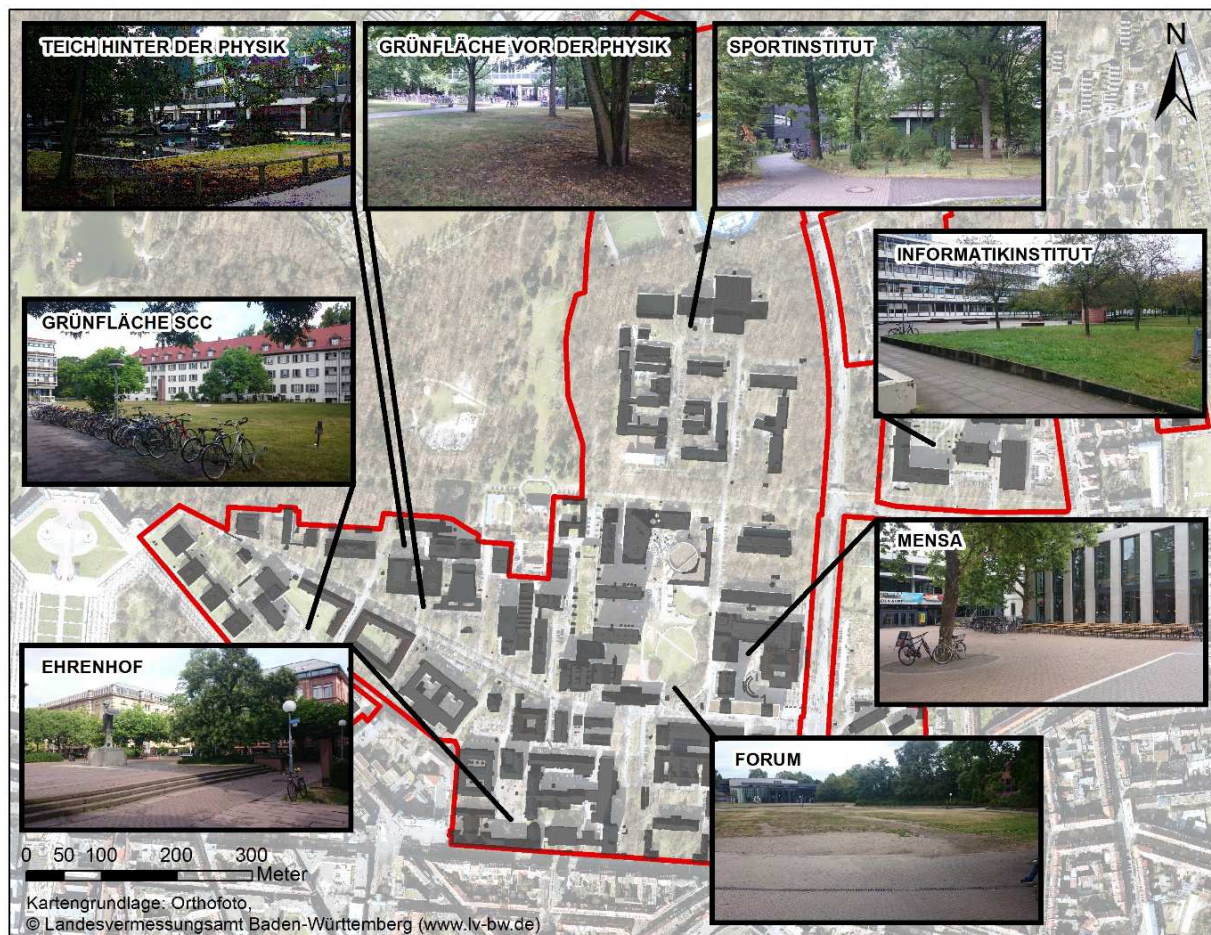


Abbildung 3-42: Potentiale der Aufenthaltsqualität auf ausgewählten Freiflächen

### Grünfläche vorm SCC – Rechenzentrum

Diese Freifläche hat bei der Erhebung größtenteils schlecht abgeschnitten. Von den 22 gesetzten Markierungen waren mehr als drei Viertel negativ. Wie auf dem zugehörigen Foto zu sehen ist, han-



delt es sich um eine Grünfläche vor dem Steinbuch Center of Computing, die aktuell eigentlich nicht genutzt wird. Gerade da sie räumlich relativ weit von der Mensa oder den Cafeterien entfernt liegt, wäre die Einrichtung einer Versorgungsmöglichkeit für die Aufwertung der Aufenthaltsqualität wichtig. Des Weiteren fehlen aktuell Sitzgelegenheiten und vor allem Schattenplätze, da ein Aufenthalt sonst im Sommer nicht möglich ist.

Da das Rechenzentrum eine Randlage auf dem Campus einnimmt und die Grünfläche durch Gebäude und Bäume abgeschirmt ist, liegt sie relativ ruhig und von Durchgangsverkehr nicht beeinträchtigt. Somit würde sie sich für die Schaffung von Arbeits- und Lernplätzen im Freien sehr gut eignen.

#### **Grünfläche vor dem Physikflachbau und Teich hinter dem Physikinstitut**

Hierbei handelt es sich um eine Fläche, die relativ wenig markiert wird, dafür allerdings in der Mehrheit positiv. Sie zeichnet sich vor allem durch viele Bäume und Schattenplätze aus. Jedoch fehlen adäquate Sitzmöglichkeiten. Besonders der Teich im Innenhof der Physik Institute stellt eine Besonderheit dar, da es die einzige Wasserfläche auf dem Campus Süd des KIT ist. Damit besitzt diese Freifläche per se eine gute Voraussetzung für einen Raum der Erholung und Entspannung. Durch die Installation von Sitzmöglichkeiten und eventuell auch sogenannter Sonnenliegen kann diese Funktion weiter verstärkt werden. Leider wird die Attraktivität des Standortes durch viele parkende Autos beeinträchtigt.

#### **Ehrenhof**

Der Ehrenhof wird im Großen und Ganzen nur mit positiven Bewertungen versehen. Die wenigen negativen Nennungen sind lediglich vereinzelt anzutreffen und daher zu vernachlässigen. Demgegenüber steht die vergleichsweise geringe Nutzung. Somit ist zu vermuten, dass dieser Ort gewisse Eigenschaften hat, sodass trotz der positiven Bewertungen kaum Aufenthalte zu vermerken sind. Wie das zugehörige Foto zeigt, handelt es sich dabei lediglich um einen Platz von Bäumen umgeben, auf dem durchaus (vorwiegend informelle) Sitzgelegenheiten vorhanden sind. Allerdings ist die Lage sehr am Rand des Campus und studentische Versorgungsmöglichkeiten sind ebenfalls relativ weit entfernt.

#### **Forum**

Das Forum bildet das Herzstück des Campus Süd des KIT. Zentral gelegen in unmittelbarer Nähe zur Bibliothek und der Mensa, sowie direkt angeschlossen ans AKK, zeichnet es sich durch besonders viele als auch überwiegend positive Markierungen aus. In der Bewertung dieser Freifläche spiegelt sich die intensive Nutzung wieder.

Ein großer Konfliktpunkt aber ist die Beanspruchung des Rasens im Zuge der Karrieremesse, was auch im Vordergrund des Fotos zu erkennen ist. Dieser Aspekt wird während der Befragung sowohl bei der Beschreibung der Freiflächen auf dem Campus als auch bei den Verbesserungsvorschlägen angesprochen.

#### **Mensavorhof**

Bei der Beurteilung des Mensavorhofs zeigt sich ein zweigeteiltes Bild. Bei 21 positiven Markierungen gibt es dennoch ebenfalls elf negative. Lediglich sechs Personen würden sich dort gerne mehr aufhalten. Dies lässt darauf schließen, dass dieser Ort sich vor allem durch funktionale Aspekte auszeichnet. In unmittelbarer Nähe zur Mensa oder der Cafeteria wird er vor allem zum Mittagessen im Freien genutzt. Im Gegensatz zum Foto ist die Freifläche zu dieser Zeit voll mit Menschen und parkenden Fahrrädern. Dieser Aspekt wird immer wieder in den Wortaussagen zum Verkehr angesprochen und

stellt einen häufigen Konfliktpunkt dar. Somit ist ein erster Ansatzpunkt zur Verbesserung der Aufenthaltsqualität die Ordnung des Verkehrs bzw. die Schaffung ausreichender Fahrradabstellplätze.

#### **Freiflächen rund ums Sportinstitut**

Analog zu den Nutzungsmustern tauchen die Freiflächen rund ums Sportinstitut auch bei der Bewertung sehr häufig auf. Größtenteils positiv markiert, weisen diese Orte jedoch keine besondere Gestaltung im Hinblick auf die Aufenthaltsqualität auf. Aus den Gründen für die Nutzung, die am Anfang des Fragebogens genannt werden, geht allerdings hervor, dass der große Vorteil die Nähe zu den Sportstätten ist und sie vor allem zum geselligen Beisammensitzen im Anschluss an den Hochschulsport genutzt werden. Da der Platz rund ums Sportinstitut relativ begrenzt ist, sind auch Potentiale nur sehr eingeschränkt vorhanden. Andererseits können aus der häufigen Nutzung dieser Räume in Verbindung mit den Wortaussagen zu den Aufenthaltsgründen und Verbesserungsvorschlägen, Maßnahmen für die Freiflächen auf dem Campus Süd des KIT im Allgemeinen abgeleitet werden. So tritt immer wieder der Bedarf an frei zugänglichen Sportanlagen bei der Erhebung auf. Gerade bei jungen Menschen wie Studierenden, die den Großteil der befragten Personen ausmachen, ist dies durchaus ein Kriterium für hohe Aufenthaltsqualität.

#### **Freifläche vorm Informatikinstitut**

Wie das zugehörige Foto zeigt, handelt es sich hierbei um einen betonierten Platz mit angrenzenden Grünflächen mit etwas Baumbewuchs. Die Bewertung derselben fällt überwiegend negativ aus. Besonders fehlende Sitzgelegenheiten und nicht ausreichende Schattenplätze fallen spontan ins Auge. Auch die räumliche Lage ist relativ abgelegen im Vergleich zu anderen Orten auf dem Campus.

Die Einrichtung studentischer Versorgungsmöglichkeiten sowie adäquater Sitzgelegenheiten stellen erste Maßnahmen zur Verbesserung der Aufenthaltsqualität dar. Des Weiteren ist die Schaffung von Arbeitsplätzen im Freien auf dieser Freifläche ebenfalls möglich, da es relativ weitläufig ist und auf Grund der Lage kaum Durchgangsverkehr auftritt.

Wie die Untersuchung zeigt, können auf den Freiflächen des Campus Süd des KIT diverse Potentiale für die Aufenthaltsqualität festgestellt werden. Hauptpunkt sollte die gleichmäßige Verteilung der Nutzung sein um eine zu starke Ballung und Überfüllung zu vermeiden. Generell handelt es sich dabei allerdings immer um die Änderung von Gewohnheiten, weshalb ein Wandel nur nach und nach vollzogen werden kann. Darüber hinaus muss das Thema Aufenthaltsqualität immer im Einklang mit den übrigen Funktionen eines Universitätscampus gedacht werden.



## 3.7 Umweltbildung

### 3.7.1 Leitbild

Durch Umweltbildung soll ein Bewusstsein für einen verantwortungsvollen Umgang mit der Natur und den Ressourcen geschaffen werden. Spätestens seit dem *Earth summit* in Rio 1992 mit der Agenda 21 fällt der Bereich Umweltbildung unter das international verwendete Schlagwort "Bildung für nachhaltige Entwicklung". Dabei sollen neben ökologischem Wissen auch ökonomische und soziale Komponenten, sowie Partizipationsprozesse vermittelt werden. Im Bereich der Hochschulbildung gibt es dazu viele Initiativen und Ideen, die nicht zuletzt während der UNESCO Weltdekade zur "Bildung für nachhaltige Entwicklung" 2005-2014 stark gefördert wurden. Diese beziehen sich zumeist auf Bereiche wie nachhaltige Abfallwirtschaft oder Klimawandel (DEUTSCHE UNESCO-KOMMISSION E.V. 2011). Möglichkeiten der Umweltbildung durch die Gestaltung und Nutzung der Freiflächen einer Campus-Universität sind zumeist nicht im Fokus der Universitäten zu dem Thema (CRASNY & DELIA 2015 und ISCN 2017), bieten jedoch ein enormes Potential und sollen deswegen im Rahmen dieser Studie für das KIT untersucht werden.

Es ist als Chance zu begreifen, dass am Beispiel und mit Hilfe der vorhandenen Freiflächen Umweltwissen vermittelt werden kann: Dabei ist zwischen curricularem (es gibt Punkte und Noten für Leistungen) und außercurricularem Lernen zu unterscheiden. Bei außercurricularem Lernen handelt es sich um informelles Lernen. Dabei werden dann Angebote angenommen, wenn eigene Motivation oder individuelle Interessen vorhanden sind. Oder es werden dort, wo es Menschen direkt betrifft - in der unmittelbaren Arbeits- und Lebensumgebung - eigene Ideen umgesetzt. Neben Wissen werden somit auch Fähigkeiten und Werte erlernt. Das curriculare Lernen kann gerade an einer Hochschule gezielt in entsprechenden Bereichen gefördert werden, wodurch Synergieeffekte entstehen können.

### Die Aufgaben der Hochschule im Bereich Umweltbildung sind somit

- Angebote zu schaffen, durch die gelernt werden kann (z.B. Informationstafeln, Veranstaltungen draußen...)
- Freiräume zu schaffen (physisch und zeitlich), in denen Engagement und Projekte stattfinden können (z.B. Platz für die Anlage eines Gartens)
- Anreize zu geben (z.B. Wettbewerbe zur Auseinandersetzung mit der Umwelt, wie Fotowettbewerb, Nachhaltigkeitsawards)
- Unterstützung zu geben (z.B. Förderung von Abschlussarbeiten zu entsprechenden Themen)
- alle Ebenen an Akteuren von Kita-Kindern bis Mitarbeiter\*innen anzusprechen
- Studierende als Gestalter zuzulassen und
- Vernetzung zwischen den Disziplinen zu ermöglichen

#### Ziele dabei sind

- Verstetigung der Projekte inkl. Pflege
- Beteiligung aller Akteure: Mitarbeiter\*innen, Hochschulgruppen, ASTA, Fachschaften, Studiengänge
- Motivation zur Eigeninitiative der Studierenden und Mitarbeiter\*innen
- Inklusion: z.B. Campus als internationaler Begegnungsort
- Öffentlichkeitswirksame Vermarktung

#### 3.7.2 Begründung für dieses Leitbild

Hochschulen sind Bildungsorte mit großer Strahlkraft: Hier werden nicht nur zukünftige Führungskräfte, sondern auch Lehrende ausgebildet. Somit sind Studierende als zukünftige Multiplikator\*innen von Umweltwissen zu sehen.

Die Freiflächen einer Campusuniversität sind die unmittelbaren Arbeits-, Lern- und Lebensumgebung der Studierenden und Mitarbeiter\*innen. Insbesondere in den wärmeren Jahreszeiten bieten sie Raum für Pausen, aber auch - gerade für die Studierende, aber auch mit zunehmender Tendenz für die Beschäftigten - als Arbeits- und Lernorte. Sie sind die räumliche Umgebung und somit eine mögliche "Kontaktstelle" zur Natur. Dies ist als Chance einer Campus-Universität zu begreifen: ein im Alltag verwurzeltetes Lernen zu ökologischem Wissen und ein Bewusstsein für die eigene Umwelt initiieren zu können, ist durch frequentierte Freiflächen möglich. Hier können Studenten\*innen und Mitarbeiter\*innen sensibilisiert werden für Themen wie Biodiversität, invasive Arten, Bodenfunktionen usw., die nebenbei im täglichen Umfeld erlebbar werden. Somit kann Faktenwissen vermittelt werden, aber durch den direkten Kontakt zur Natur kann darüber hinaus eine positive Bewertung und emotionale Bindung entstehen.

Umweltbildung findet zum einen als Teil der Ausbildung in entsprechenden Studiengängen oder Schlüsselqualifikationen statt. Hier kann die Hochschule einen Forschungsschwerpunkt auf den eigenen Flächen fördern und somit Synergieeffekte erzeugen (Stichwort "Reallabor"). Somit kann ein Praxisbezug vor Ort geschaffen und Wissen generiert werden.

Darüber hinaus ist jedoch Umweltbildung für alle (Studierende ohne Umweltbezug, Mitarbeiter\*innen und weitere) zu fördern. Außercurriculares Lernen kann nur durch Engagement oder Interesse als eine Form des informellen Lernens entstehen. Zum einen durch Lernangebote, wie gut aufbereitete, leicht verfügbare Informationen mit Flächenbezug. Zum anderen durch physische und zeitliche Freiräume, in denen Engagement in Umweltprojekten auf dem Campus entstehen kann. Engagement kann aus unterschiedlichen Bedürfnissen erwachsen: Der Wunsch etwas Gutes zu tun, Engagement als Pluspunkt im Lebenslauf, das Erreichen von Leistungspunkten für das Studium, Vernetzung mit Gleichgesinnten oder Erlebnisdrang (BORGSTEDT et al. 2011). Allgemein zeigen Studien unter jungen Erwachsenen (18 bis 29 Jahre), dass die Bereitschaft und auch das Potenzial sich für Natur- und Umweltschutz zu engagieren groß ist (ein Drittel der Befragten, während sich gesamt 12 % tatsächlich aktiv einbrachten) (BORGSTEDT et al. 2011). Dies durch Angebote und Unterstützung zu nutzen, ist ein Gewinn für eine Hochschule, da attraktive Aushängeschilder entstehen können, die wiederum Aufenthaltsqualität, Biodiversität etc. verbessern können.



Ein positiver Effekt von Umweltbildungsmaßnahmen ist ihre Außenwirkung. Beiträge für die Umweltbildung sind oft im öffentlichen Raum sichtbar (wie z.B. Beschilderungen). Sie können somit als grüne Visitenkarte dienen und die Bedeutung des Bereichs für die Hochschule unterstreichen. Je nach Lage in der Stadt können Universitäten als öffentlicher Raum auch Wissensinhalte an Bürger vermitteln. Des Weiteren kann Akzeptanz und Verständnis für ökologische Projekte geschaffen werden.

### 3.7.3 Indikatoren

Eine Bestandsaufnahme der bestehenden Projekte am KIT wird erstellt. Dies geschieht durch fotografische Dokumentationen und Befragungen der Akteure, wie beispielsweise das Grüne CAMPUS Büro, von Hochschulgruppen oder des Allgemeinen Studierendenausschusses.

### 3.7.4 Status quo und Potentiale

Mit der Verankerung des Ziels "Bildung für nachhaltige Entwicklung" im *Masterplan 2030* hat sich das KIT das Thema "Nachhaltigkeit" auf seine Fahnen geschrieben. Mit der Einrichtung der Stabstelle Zukunftscampus im Jahr 2014, die u.a. zentral für die nachhaltige Entwicklung der KIT-Liegenschaften verantwortlich ist, ist ein klares Zeichen gesetzt worden. Für den Bereich der Umweltbildung nimmt innerhalb des Zukunftscampus das "Grüne CAMPUS Büro" (GCB) eine Mittlerrolle zwischen Studierenden, Mitarbeiter\*innen und der KIT-Verwaltung in Bezug auf Umweltthemen ein. Ein großer Teil der Aktionen, Installationen und Veranstaltung zum Thema Umweltbildung gehen vom GCB aus oder werden von ihm unterstützt. Beispiele hierfür sind diverse Veranstaltungen zum Thema "Bienen", konkrete Umstrukturierungen am KIT zu nachhaltigen Prozessen, z.B. die Umstellung auf Recyclingpapier, oder Online-Informationsangebote auf der Website des GCB.

Neben dem GCB sind die Studierenden die Hauptinitiatoren von extracurricularen Umweltbildungsprojekten. Hochschulgruppen wie die Grüne Alternative Hochschulgruppe (GAHG) initiieren immer wieder studentische Veranstaltungen. Des Weiteren nehmen ökologische Themen beim AStA (Allgemeiner Studierendenausschuss), als Vorstand der Studierendenschaft, einen hohen Stellenwert ein. Als Good-Practice-Beispiel hier der 2017 gestartete Campusgarten, unterstützt und begleitet vom GCB, genannt.

Curriculare Angebote beziehen sich teilweise auf die Freiflächen des KIT. Ein Beispiel ist die botanische Winterexkursion zu Gehölzen auf dem Campus für die Bachelorstudiengänge Geoökologie und Biologie. Auch gibt es immer wieder Abschlussarbeiten, die sich mit den Freiflächen beschäftigen.

Eine Sammlung aktueller und vergangener Angebote, vor allem extra-curricularer Art, findet sich in Tabelle 3-14.

### 3. Funktionen von Freiflächen: Leitbilder, Status Quo, Potentiale

**Tabelle 3-14: Überblick zu Umweltbildungsangeboten am KIT. Initiatoren sind dabei insbesondere der ASTA (Allgemeiner Studierendenausschuss), der Zukunftscampus mit dem Grüne CAMPUS-Büro (ZC/GCB) und die Grüne Alternative Hochschulgruppe (GAHG)**

Name	Wo	seit	Initiator	Beschreibung
Campusgarten	CS - 50.22	2017	ASTA, ZC/GCB	studentische Initiative mit dem Ziel, nachhaltig zu gärtnern und als offenes Projekt jeden zugänglich zu sein; Unterstützung durch GCB; online Dokumentation durch GCB
Grüne O-Phase	CS	2015	ZC/GCB	Motto „Biodiversität - feed the bees“ <a href="http://www.zukunftscampus.kit.edu/381.php">http://www.zukunftscampus.kit.edu/381.php</a> Pflanzaktion zu Frühblüherern am CS
Kinderuni	CS	2015	ZC/GCB	Herstellung von Samenbomben; Bienenquiz; Themen Biodiversität/ Bienen
Kinder Ferienbetreuung	CS, CN		Verein KIBU e.V.	Umwelt als starker thematischer Fokus, z.B. mit eigenem Gemüsebeet am CO
Tag der offenen Tür	CS	2015	ZC/GCB	Herstellung von Samenbomben
Botanischer Garten	CS - 50.10	1956 /58	Institut für Biologie	öffentlich und frei zugänglich; öffentlichen Führungen, Themenpfade, Bildtafeln
Pflanzaktionen	CS, CN	2017	ZC/GCB	Baum / Frühblüher
Studentische Veranstaltungen	CS - AKK		Hochschulgruppen	z.B. "Wildbienen-Wildblumen-Schlonz" der GAHG; "Samentausch-Schlonz"
Abschlussarbeiten oder Studienprojekte auf den Campusflächen	Studiengänge wie Geoökologie		einzelne Studierende / Dozenten	z.B. Masterprojekt Geoökologie 2012 oder Bachelorarbeit am CN zur Bodenbelastung... Entwurfsprojekt CampusNature, Entwurf Bienenhotels
CampusKurier	online	2016	Zukunftscampus	Einblick in Aktivitäten des Zukunftscampus
Homepage "Natur trifft KIT"	online		ZC/GCB	Informationssammlung zur Fauna am KIT: <a href="http://www.zukunftscampus.kit.edu/557.php">http://www.zukunftscampus.kit.edu/557.php</a>
Grünes Vorlesungsverzeichnis	online	2015	ZC/GCB & GAHG	Sammlung aller Veranstaltungen zu Nachhaltigkeit / Umwelt / Analyse bestehender sozialer oder ökologischer Problemstellungen oder einer nachhaltigen Gestaltung der Zukunft
Online-Dokumentation "KIT-Bienen"	online	2017	ZC/GCB	Online-Tagebuch zu den drei Bienenstöcken, die sich seit 2017 auf dem Audimax-Dach befinden
Medizinische Heilpflanzen	CN - 124			Beet mit medizinischen Pflanzen und Namenstafeln
Insektenhotel	CO			ohne Infotafel
Informationstafeln	CN, CS			Heldbock

Allgemein ist durch die Einrichtung des GCB eine zukunftsweisende und wichtige Stabstelle für die Umweltbildung entstanden, die als Schnittstelle zwischen Studierenden und Verwaltung fungieren, Projekte von Studierenden unterstützen und verstetigen, für Öffentlichkeitsarbeit sorgen und Input zur nachhaltigen Entwicklung am Campus liefern kann. In der kurzen Zeit seit dem Entstehen des GCB

sind Projekte mit Botschaften entstanden, die leicht begreifbar und zukunftsweisend sind. Gerade die Fokussierung auf die Bedeutung von Bienen für die Biodiversität ist ein "Flagship-Thema", das ökologisch bedeutsam und öffentlichkeitswirksam ist.

Diese wertvolle Arbeit des GCB könnte durch eine Bereitstellung größerer Ressourcen (finanziell und personell) weiter ausgebaut werden. Gerade in der Verbindung mit einer noch intensiveren Zusammenarbeit mit den Studierenden, evtl. auch in Form von mehr studentisch besetzten Hiwi-Stellen, könnten Synergie-Effekte entstehen. Projektansätze und Ideen, wie das freiwillige Engagement von Studierenden zu Umweltthemen gefördert werden kann, bieten ein großes Potential: Den eigenen Campus gestalten und erfahren zu können, wirkt identifikationsstiftend. Dabei gleichzeitig Softskills zu entwickeln und Umweltwissen zu lernen, ist eine großartige Chance im Uni-Alltag. Dabei haben gerade die Studierenden viele Ideen, für attraktive Projekte: Zum Beispiel brachte der ASTA die Idee des "Essbaren Campus" nach Vorbild der Uni Passau<sup>1</sup> ein.

Hier könnte das KIT in der Universitätslandschaft eine Vorreiterrolle einnehmen und mit Hilfe von öffentlichkeitswirksamen Projekten ein öffentlich wahrnehmbares umweltbewusstes Image pflegen.

---

<sup>1</sup><http://www.ghg-passau.de/aktionen-der-ghg/essbarer-campus/>

### 4 Maßnahmen und Umsetzungsmöglichkeiten

Aufbauend auf den Leitbildern und der Analyse des Status quo der Grün- und Freiflächen auf den KIT-Campusarealen lässt sich ein Katalog an Maßnahmen formulieren. Aus deren Umsetzung resultiert eine Aufwertung der ökologischen Funktionen (*ecosystem services*) der Flächen. Neben der Wahrnehmung gesellschaftlicher Verantwortung ergibt sich für das KIT ein unmittelbarer Nutzen durch die liegende Aufwertung der Aufenthalts- und Lebensqualität für Studierende und Mitarbeiter\*innen am KIT und eine Verbesserung der Außenwirkung („Grüne Visitenkarte“). Auch kurz- bis mittelfristige finanzielle Einsparungen sind in bestimmten Bereichen möglich.

Bei der Umsetzung der Maßnahmen im Rahmen von Bauvorhaben sollten stets möglichst viele Akteure involviert werden. Die Durchführung aufgelisteter Maßnahmen stellt dabei einen Prozess dar, dessen kontinuierlicher Fortschritt im Rahmen eines Monitorings (s. Kapitel 5 „Monitoring“) abgeprüft werden sollte.

Im Vorgriff von Baumaßnahmen ist auf die Ökopunkteverordnung hinzuweisen. Hier ergeben sich weitreichende Möglichkeiten mit einem entsprechenden Budget Maßnahmen (bei vorheriger Genehmigung durch das Umweltamt) durchzuführen, die zu späterer Stunde refinanziert werden können. Entweder, in dem die Ökopunkte für eigene Baumaßnahmen verwendet werden oder aber in dem die Punkte an Dritte veräußert werden. Die vorherige Ansparung und Verwendung der Ökopunkte für eigene Baumaßnahmen führt zu einer Beschleunigung des Zulassungsverfahrens von Bauvorhaben.

## 4.1 Maßnahmenkatalog

Tabelle 4-1: Maßnahmenkatalog und Zuordnung der Maßnahmen zu den Schutzgütern / Bereichen  
(W: Wasser, B: Boden, K: Klima, I: Immissionen, N: Biodiversität/Naturschutz, A: Aufenthaltsqualität, U: Umweltbildung)

Maßnahme mit Kurzbeschreibung		W	B	K	I	N	A	U
<b>BAU</b>								
1	<b>Fachliche Begleitung von Bauvorhaben</b> Nachträgliche Wirkungen auf Klima, Böden und Wasserhaushalt durch geeignete fachliche Baubegleitung minimieren			x			X	
2	<b>Dezentrale Dach- und Flächenentwässerung</b> Entwässerung von vollversiegelten Flächen über Feuchtbiotop, Sickermulden oder Rigolen	x		x		x	x	
3	<b>Dachbegrünung</b> Anlage von extensiven oder intensiven Dachbegrünungen zur Retention und Retardation von Niederschlagswasser	x	x	x		x	x	
4	<b>Fassadenbegrünung</b> Bepflanzung von vertikalen Flächen als Lebensräume für Avifauna und Insekten; es ergeben sich eine Vielzahl positiver Effekte für das Gebäude selbst (klimatisch ausgleichend; geringere Energiekosten; Schalldämmung), für das lokale Klima, die Luftqualität (Bindung von Schadstoffen) sowie für die Aufenthaltsqualität			x	x	x	x	
5	<b>Entsiegelung</b> Umbau voll versiegelter Verkehrsflächen (Straßen, Wege, Plätze, Parkplätze) mit sehr geringen bis geringen Nutzungsintensitäten in teilversiegelte Verkehrsflächen Einsatz von wasserdurchlässigen Versiegelungsbelägen für Verkehrsflächen mit mittlerer bis hoher Nutzungsintensität (im Zuge von Sanierungen umzusetzen)	x	x	x		x	x	
6	<b>Reduktion nächtlicher Lichtemission</b> Rückbau unnötiger Straßen- und Objektbeleuchtung, Einsatz von Bewegungsmeldern sowie Zeitschaltuhren				x	x		
7	<b>Emissionswinkel nächtlicher Straßen- und Objektbeleuchtung</b> Abschirmung der Lichtquellen gegen den Himmel mit möglichst geringem Emissionswinkel, so dass nur die Bereiche beleuchtet werden, in denen das Licht auch benötigt wird				x	x		
8	<b>Umrüstung Leuchtmittel</b> Umrüstung vorhandener Leuchtmittel in Natriumdampf-Niederdrucklampen oder LED-(≤ 3000 K)-Leuchtmitteln				x	x		



#### 4. Maßnahmen und Umsetzungsmöglichkeiten

	Maßnahme mit Kurzbeschreibung	W	B	K	I	N	A	U
<b>VERKEHR</b>								
9	<b>Autofreier Campus</b> Autofreier Campus zur Reduktion von Schadstoffimmissionen und zur Erhöhung der Arbeits- und Lebensqualität. Stattdessen Erprobung neuer, nachhaltiger Mobilitätssysteme	x	x	x	x	x	x	
10	<b>Weiterentwicklung Fahrradcampus</b> Weiterentwicklung der Studierendeninitiative „Fahrradcampus“ mit dem Aufbau einer öffentlichkeitswirksamen, von Studenten*innen betriebenen Selbst-Reparaturwerkstatt an prominenter Stelle und Förderung des Projekts			x	x		x	x
11	<b>Winterdienst</b> Reduktion von Streusalzeinträgen, Einsatz von Sand- und Splittgemischen	x	x	x				
12	<b>Erhöhung der Oberflächenalbedo</b> Für stark versiegelte Flächen kann die Erhöhung der Albedo die Aufheizung der Flächen stark verringern (z.B. auf dem Verkehrstestgelände am Campus Ost)			x			x	
13	<b>Schallmindernder Straßenbelag</b> Glatte Fahrbahnoberflächen reduzieren Autolärm-Emissionen				x		x	
14	<b>Bodenverdichtung entgegenwirken</b> Vermeidung von "wildem" Parken durch Mitarbeitersensibilisierung, Einbau von Barrieren	x	x	x				
<b>GRÜNFLÄCHEN</b>								
15	<b>Fachliche Begleitung der Grünflächenpflege</b> Erstellen eines flächenscharfen, einheitlichen Pflegekonzepts für die Bewirtschaftung der Grün- und Freiflächen und dessen Umsetzung					x	x	x
16	<b>Entwicklung artenreichen Grünlandes</b> Abräumen des Mähguts anstatt Mulchen zum dauerhaften Entzug von Nährstoffen (Ausmagerung) und zur Etablierung artenreicher Biozönosen, geeignetes Mahdregime		x			x	x	
17	<b>Indigene und standortgerechte Pflanzen verwenden</b> Bei allen Anpflanzungen auf indigene und standortgerechte Wahl der Pflanzen achten					x		x
18	<b>Bäume</b> Pflanzung zahlreicher neuer (indigener) Bäume, die im Zuge des Klimawandels die Aufenthaltsqualität durch Beschattung immens verbessern			x	x	x	x	x
19	<b>Straßenbegleitende Vegetation</b> Schutz vor Lärm und Emissionen durch gezielt gepflanzte Sträucher				x	x	x	
20	<b>Naturnahe Gebüsche</b> Einsatz von Gebüschen als landschaftsgestaltendes Element; standorttypische, indigene Arten bilden Rückzugsräume beispielsweise für viele Vogelarten				x	x		x

	Maßnahme mit Kurzbeschreibung	W	B	K	I	N	A	U
21	<b>Kontrolle der Robinie</b> Langfristiger Umbau von Robinienbeständen in standorttypische, indigene Baumbestände, Unterbindung von Robinienverjüngung		x			x		
22	<b>Wälder</b> Bestandsumwandlung in Edellaubholz-Bestand (kurz- bis mittelfristig), langfristig in standorttypischen Laubmischwald (v.A. in Hainbuchen-Stieleichenwald oder Traubeneichen-Buchenwald)					x		
23	<b>Blüten- und artenreiche Grünflächen und Wiesen</b> Einsaat indigener, mehrjähriger, blütenreicher Saatgutmischungen auf wenig betretenen Bereichen und Randstreifen Einschränkung der Mahd auf zwei Mahdtermine (Mitte Juli und Ende September) und Abräumen des Mähguts Mahd streifenförmig oder mosaikartig, so dass jeweils nur die halbe Fläche bei einem Pflegeeinsatz abgemäht wird, um Insekten Flucht- und Regenerationsmöglichkeiten zu lassen							
<b>BILDUNG</b>								
23	<b>Outdoor-Lernräume schaffen</b> Nutzung des Raumpotentials der Freiflächen in den warmen Jahreszeiten; Einrichtungen an ruhigen, schattigen Orten; Internetzugang, Stromversorgung						x	
24	<b>Versorgungseinrichtungen dezentralisieren</b> Durch ein Angebot an Verpflegungsinfrastruktur in Freiräumen kann gezielt die Nutzung gefördert werden						x	
25	<b>Flagship-Projekt zur Umweltbildung</b> Wahl eines Großthemas, unter dem mehrere Umweltbildungs- und Naturschutzprojekte zusammengefasst werden können Beispiele: Essbarer Campus; Heldbock Campus					x		x
26	<b>Aufwertung „Grünes CAMPUS Büro“</b> zur Koordination des Monitorings sowie zum Aufbau und zur Pflege eines eigenen Ökokontos						x	x
27	<b>Förderung der Eigeninitiative der Studierenden in Bezug auf die Umweltbildung</b> Anstiftung von Projekten auf den Freiflächen durch Wettbewerbe, Schaffung von Freiräumen, thematischen Anregungen usw.							x
28	<b>Einbindung von Studiengängen in die Planung und Gestaltung</b> Nutzung des Knowhows und der Arbeitskapazität durch Studierende mit attraktiven Projekten innerhalb der raumbezogenen Studiengänge wie Architektur, Biologie, Geographie, Bauingenieure, Geoökologie Der Campus wird dabei zum "Reallabor"							x

#### 4. Maßnahmen und Umsetzungsmöglichkeiten

	Maßnahme mit Kurzbeschreibung	W	B	K	I	N	A	U
<b>KLEINE MASSNAHMEN, DIE IN DER SUMME WIRKEN</b>								
29	<b>Sukzession auf Einzelflächen zulassen</b> Zulassen der freien Entfaltung von Vegetation, indem Pflegemaßnahmen unterlassen werden					x		x
30	<b>Lesesteinhaufen und Trockenmauern</b> Schaffung von unverfugtem Mauerwerk oder gezieltes Liegenlassen bzw. Ausbringen von Lesesteinen, um Lebensräume für Reptilien, Amphibien, Kleinsäuger und Insekten zu schaffen					x		X
31	<b>Totholz und Baumstümpfe</b> Gezieltes Stehen- bzw. Liegenlassen von Totholz, wobei stehendes Totholz stets ökologisch wertvoller ist als liegendes Große Baumstumpen stellen noch über viele Jahre wichtige Habitate für xylobionte Käfer wie den im FFH-Gebiet vorkommenden Hirschkäfer ( <i>Lucanus cervus</i> ) dar.					x		X
32	<b>Zaunpfosten und Verkehrsschilder</b> Überprüfung, ob das obere Ende von Zaunpfosten und Verkehrsschildern mit Kappen verschlossen ist, da diese ansonsten für höhlenbrütende Singvögel zur Todesfalle werden können					x		
33	<b>Aufstellen von Nisthilfen</b> Rückzugs- und Brutort je Typ für Insekten (Insektenhotel), Fledermäuse, Vögel; Tierbeobachtungen werden möglich					x		x
34	<b>Lichtschächte absichern</b> Überprüfung ob vorhandene Lichtschächte als Fallen für Spitzmäuse, Maulwürfe, Amphibien etc. fungieren und ggf. Abdeckung mit Drahtgeflechten oder Umrüstung					X		

## 4.2 Ökokonto und Ökokonto-Verordnung

Um den Naturhaushalt aufrecht zu erhalten, müssen bei Eingriffen in die Schutzgüter Arten, Biotope, Boden oder Wasser ausgleichende Maßnahmen stattfinden. Diese Ausgleichs- oder Ersatzmaßnahmen dienen der Kompensation und können über das naturschutzrechtliche Ökokonto verrechnet werden. Die Werteinheit des Ökokontos ist der Ökopunkt (LUBW 2012). Für Baden-Württemberg ist das Ökokonto nach der Ökokonto-Verordnung (ÖKVO) (UM 2010) seit dem 1. April 2011 in Kraft und stellt somit ein Instrument zur Kompensation naturschutzrechtlicher Eingriffe dar (LUBW 2012). Ökokontofähige Maßnahmen können von privater oder öffentlicher Seite ausgeführt, in das Ökokonto-Verzeichnis eingebucht und bei späteren Vorhaben wiederum darauf zurückgegriffen werden. Ökopunkte können auch gehandelt und verkauft werden (LUBW 2012).

In § 22 NatSchG des Landes Baden-Württemberg wird durch die Novellierung des Naturschutzgesetzes im Jahr 2006 die Möglichkeit zu Einrichtung von Ökokonten zum Zwecke der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung festgesetzt (LUBW 2012). Nach § 16 Abs. 2 BNatSchG ist die Ausgestaltung von Verfahrens- und Bewertungsregelungen vom Bund den Bundesländern überlassen, weshalb weiter in § 23 NatSchG Regelungen für ein Kompensationsverzeichnis festgelegt werden (LUBW 2012). In solch einem Verzeichnis sind Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen für festgesetzte Flächen sowie nach § 22 NatSchG anerkannte Maßnahmen erfasst (LUBW 2012). Wie in § 3 Abs. 5 ÖKVO festgehalten, muss für jede Ökokonto-Maßnahme die naturschutzfachliche Eignung belegt werden (LUBW 2012).

Ein Ökokonto weist vielfältige Vorteile auf. So ist beispielsweise die Möglichkeit zum Vorziehen einer Aufwertung des Naturhaushalts gegeben, wobei sich Maßnahmenträger ihre Maßnahmenplanungen zur Eingriffskompensation vorab anerkennen und später deren Umsetzung refinanzieren lassen können (LUBW 2012). Durch diese zeitliche Flexibilität wird eine Vereinfachung und Beschleunigung des Zulassungsverfahrens eines Vorhabens gewährleistet, indem eine umfangreiche Prüfung der Kompensationsmaßnahmen entfällt (LUBW 2012). Ebenfalls ist die Verzinsung sowie der Handel mit Ökokonto-Maßnahmen direkt durch die ÖKVO landesrechtlich geregelt und kann bei entsprechender Nachfrage abgewickelt werden (LUBW 2012).

Aus § 22 NatSchG wird ersichtlich, dass nicht jede Maßnahme ökokontofähig ist. In Anlage 1 der ÖKVO sind die vier grundsätzlichen Maßnahmenbereiche aufgezeigt, die in ein Ökokonto aufgenommen werden können: Verbesserung der Biotopqualität, Schaffung höherwertiger Biotoptypen – Förderung spezifischer Arten – Schaffung von natürlichen Retentionsflächen – Wiederherstellung und Verbesserung von Bodenfunktionen, Verbesserung der Grundwassergüte (UM 2010). Demnach müssen die geplanten Maßnahmen gewissen Voraussetzungen genügen, um als Ökokonto-Maßnahme anerkannt und anschließend in das Ökokonto aufgenommen zu werden. Zuerst muss eine vorgezogene Ausgleichs- oder Ersatzmaßnahme als Kompensationsmaßnahme gelten (vgl. § 15 Abs. 2 BNatSchG). Das bedeutet, dass die Maßnahme zu einer gezielten Aufwertung des Naturhaushaltes führen muss; anders als Pflegemaßnahmen, die einen vorhandenen Zustand sicherstellen sollen (LUBW 2012). Des Weiteren können nur Maßnahmen im Ökokonto verzeichnet werden, die ohne rechtliche Verpflichtung durchgeführt werden (vgl. § 16 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG) (LUBW 2012).

Der Ablauf einer zeitlich vorgezogenen und freiwillig erbrachten Ausgleichs- oder Ersatzmaßnahme des Naturschutzes und der Landschaftspflege zur Verbuchung im Ökokonto ist in der Antragstellung, Genehmigung, Dokumentation und auch Verwaltung der Maßnahme gezielt einfach gehalten (LUBW 2012). Zuerst stellt der Maßnahmenträger einen Antrag auf Genehmigung zu seiner Maßnahmenpla-

nung. Im Zuge dessen ist neben einer grundlegenden Beschreibung der Maßnahme auch der Status quo und der erwünschte Zielzustand der Maßnahmenfläche zu bewerten (LUBW 2012). Die erhobenen bzw. erforderlichen Daten werden vom Antragsteller in das hierfür von der LUBW zur Verfügung gestellte und ständig gepflegte elektronische Formular eingegeben (LUBW 2012). Der gesamte Antrag auf Genehmigung wird dann an die untere Naturschutzbehörde versandt. Anschließend prüft die untere Naturschutzbehörde diesen Antrag; die Zustimmung zur Ökokonto-Maßnahme und die Festlegung der Bewertung in Ökopunkten fällt in ihren Zuständigkeitsbereich (LUBW 2012). Erfolgt die Genehmigung der Maßnahme, wird diese über das Kompensationsverzeichnis - Abteilung Ökokonto durch die untere Naturschutzbehörde veröffentlicht (LUBW 2012). Die Maßnahme ist nun öffentlich einsehbar von Behörden sowie von Privatpersonen (LUBW 2012). Darauffolgend kann der Maßnahmenträger nun mit der Realisierung der Maßnahme beginnen (LUBW 2012). Sobald der im Kompensationsverzeichnis aufgeführten Maßnahme ein Vorhaben mit Eingriff in den Naturhaushalt zugeordnet werden kann, erfolgt die Abbuchung jener zeitlich vorgezogenen und freiwillig durchgeführten Ausgleichs- oder Ersatzmaßnahme vom Ökokonto zum Zwecke der Eingriffskompensation (LUBW 2012). In der Werteinheit Ökopunkt (ÖP) des Bewertungsverfahrens für naturschutzfachliche Ökokonto-Maßnahmen ausgedrückt, kommt es durch einen Eingriff zur Beeinträchtigung des Naturhaushaltes, was sich als Wertverlust in Ökopunkten ausdrücken lässt (LUBW 2012). Durch die bereits auf dem Ökokonto liegende Ökokonto-Maßnahme kann dieser Verlust wieder aufgewertet werden, sodass in der Bilanz mindestens ein gänzlicher Ausgleich stattfindet. Die Erfassung und Abbildung des Verlustes beim Eingriff und dem Wertgewinn durch die Maßnahme in Form des Ökopunkts erfolgt in den verschiedenen Schutzgütern unterschiedlich. Anlage 2 der ÖKVO hält die Regeln für die Bewertung der Schutzgüter fest, Tabellen 1-3 dienen als Werkzeuge (s. UM 2010). Beispielsweise wird die Wertigkeit der Biotope einer Fläche, wie bereits in Kapitel 3.5.3 aufgeführt, anhand der Biotoptypenkartierung über das Feinmodul direkt in Ökopunkte pro Quadratmeter erfasst.

Ökopunkte können zusätzlich in einem monetären Wert ausgedrückt und dadurch gehandelt werden, weshalb dieser monetäre Wert nicht starr festgelegt ist sondern sich in der Übereinkunft zwischen Maßnahmenträger und Käufer bildet (LUBW 2012).

Der oben zusammengestellte Maßnahmenkatalog handelt unter anderem die im Kompensationsverzeichnis wirksam werdenden Schutzgüter Wasser, Boden, Biotope und Arten ab. Die in diesem Katalog konkret aufgezeigten möglichen Handlungsfelder zur Aufwertung des Naturhaushalts innerhalb der Schutzgüter können dementsprechend bei vorheriger Beantragung auf Genehmigung über das Ökokonto verrechnet werden (ausgenommen die vorbeugenden und verhindernden Maßnahmen).

Beispielhaft zu nennen ist die Trockenmauer. Diese dient Reptilien und Insekten als Habitat. Im Speziellen besiedelt die Mauereidechse (*Podarcis muralis*) als Anhang IV-Art der FFH-Richtlinie diese offenen, wärmebegünstigten und sonnigen Plätze (BfN 2011). Das Aufwerten einer Fläche mit dem Biotoptyp 23.40 *Trockenmauer* kann bei normaler Ausprägung einen Grundwert von 23 Ökopunkten pro Quadratmeter einbringen (vgl. Tabelle 1 UM 2010). Wird an anderer Stelle beispielsweise eine Vollentsiegelung durchgeführt, können pauschal 16 ÖP/m<sup>2</sup> veranschlagt werden (vgl. Tabelle 3 UM 2010). Falls anschließend auf dieser Maßnahmenfläche ein Zierrasen (Biotoptyp 33.80) gesät wird, können zusätzlich 4 ÖP/m<sup>2</sup> berechnet werden (vgl. Tabelle 1 UM 2010). Da die Entsiegelung vorrangig das Schutzgut Wasser und das Anlegen eines Zierrasens das Schutzgut Biotope betrifft, kommt es hier zu einer Überlagerung der Wirkungsbereiche. In diesem Fall werden die Aufwertungsgewinne aufaddiert (UM 2010).



## 5 Monitoring

Um zu gewährleisten, dass der ökologische Zustand der Freiflächen verbessert wird, ist es anzuraten die Entwicklung und den Erfolg der Maßnahmenumsetzungen mit Hilfe eines Monitorings zu evaluieren.

Die Erhebung des Status quo der ökologischen Funktionserfüllungen der Grün- und Freiflächen des KIT wurde, wo sinnvoll und möglich, bereits mit ampelfarbigen Zielerreichungstreifen in den entsprechenden vorangegangenen Kapiteln visualisiert. Für die einzelnen Campusareale ist aufgeführt, wie die Funktionserfüllung zum Zeitpunkt der Erhebung war. Über die Festlegung der Zielerreichungsmarken von 0 und 100 % und die Einordnung des Status quo in diese Wertespanne kann der Fortschritt des KIT in seinem Grün- und Freiflächenmanagement im Rahmen eines Monitorings direkt abgelesen werden. Diese Darstellungen existieren für

- Wasserretention
- Dachbegrünung (nur Campus Süd, West, Ost)
- Bodenversiegelung
- Bodenverdichtung
- Anteil der nächtlichen Lichtquellen mit Emissionswinkel  $\leq 180^\circ$  (nur Campus Süd)
- Anteil an NA- o. LED( $\leq 3000$  K)-Leuchtmitteln (nur Campus Süd)
- Luftqualität mittels Erhebung des Flechtendiversitätsindex n. DIN EN 16413 (nur Campus Süd, West, Ost)
- Biotopwertpunkte als Proxi für Biodiversität
- Anteil indigener Baumarten (nur Einzelbäume, Alleen, Baumgruppen)

Die Aufwertung und Verbesserung der beschriebenen ökologischen Funktionen der Freiflächen stellt einen Prozess dar. Es muss nicht das Ziel sein und ist auch technisch und finanziell unmöglich in allen Bereichen zeitnah die maximal mögliche Optimierung herbeizuführen. Erklärtes Ziel muss aber sein, die Marker für die einzelnen Campusareale von Zustandserfassung zu Zustandserfassung stets weiter in den grünen Bereich, hin zur Erfüllung eines möglichst optimalen Zustands, zu verschieben. Als Intervall für die wiederholte Erfassung nach gleicher Methode wird ein Zeitraum von fünf Jahren vorgeschlagen. Im Rahmen eines Umweltberichtes könnten diese Themen alle fünf Jahre aufgegriffen und diskutiert werden.

Bisher liegen (noch) keine Monitoringkonzepte für die Bereiche

- Klima
- Lärmimmissionen
- Aufenthaltsqualität

vor. In diesen Bereichen ist es teilweise technisch nicht trivial einfache Indikatoren zu etablieren, auf Basis derer ein solides und fundiertes Monitoring aufgebaut werden kann. Teilweise stellen diese Bereiche nicht den Schwerpunkt dieser Studie dar, so dass diese noch aus dem Blickwinkel anderer Fachrichtungen betrachtet werden sollten. Gleichwohl ist es nicht minder wichtig dennoch Maßnahmenempfehlungen aus diesen Bereichen umzusetzen.

Folgende Arbeitspakete sollten für die vollständige Erfassung des Status quo und als Referenz eines beginnenden Monitorings in naher Zukunft noch abgearbeitet werden:

- Flächenscharfe Erfassung vorhandener Maßnahmen zur Wasserretention am Campus Nord
- Einarbeitung des Status quo der Dachbegrünung sowie des Begrünungspotentials am Campus Nord (Erhebung läuft derzeit im Rahmen eines Stadtökologiepraktikums am IfGG)
- Erfassung des Status quo der Beleuchtungssituation am Campus Nord, West und Ost
- Einarbeitung der Ergebnisse der Flechtenkartierung als Indikator für Luftqualität am Campus Nord (Erhebung läuft derzeit im Rahmen eines Stadtökologiepraktikums am IfGG)
- Erfassung des Status quo der Biodiversität mit Hilfe der Vögel als Indikatorgruppe auf allen Campusarealen und Vorschlag eines Monitorings
- Erfassung der Aufenthaltsqualität auf den Campusarealen Nord, West und Ost

## 6 Priorisierung in Raum und Zeit

Im Rahmen von Sanierungen und Neubebauungen können die Potentiale zur Verbesserung der ökologischen Funktionen der Grün- und Freiflächen über das gesetzlich vorgeschriebene Maß hinaus genutzt werden. In der Vergangenheit waren im Wesentlichen nur im Rahmen von Sanierungs- und Neubauprojekten monetäre Mittel vorhanden, um an einer Entwicklung der Grün- und Freiflächen zu wirken. Nicht objektgebundene Sonderbudgets, etwa zum Aufbau eines Regenwassermanagements, einer Biodiversitätskampagne oder eines Klimaschutzpakets, wären Voraussetzung für eine grundlegende Verbesserung.

Wie bereits im Kapitel "Maßnahmen und Umsetzungsmöglichkeiten" beschrieben, sollte jedoch auch von der Möglichkeit Gebrauch gemacht werden, Maßnahmen im Rahmen der Ökopunkte-Verordnung vorzufinanzieren, um im Nachgang bei Bauvorhaben auf den entsprechenden Ökopunktepool zugreifen und Genehmigungsverfahren beschleunigen zu können. Diese Maßnahmen können frei über die Campusareale verteilt sein, ohne dass das Kriterium der vorgeschriebenen räumlichen Nähe verletzt wäre.

Für den Campus Süd und den Campus West können möglicherweise zusätzlich Umgestaltungsmaßnahmen im Dialog mit der Stadt Karlsruhe realisiert werden, da die Freiflächen beider Campusflächen auch stark als öffentliche Grünflächen für die Stadtbevölkerung genutzt und wahrgenommen werden.

Für jedes Campusareal können unterschiedliche Priorisierungen in den Umsetzungen der Maßnahmen gesetzt werden.



### 6.1 Campus Süd

Der Campus umfasst eine Fläche von 61 Hektar. Wie der Campus West ist er sehr dicht bebaut. Der Gebäudebestand zeichnet sich durch einen hohen Anteil an denkmalgeschützter Bausubstanz aus (vgl. MESS 2015: Restriktionen). Durch die Lage zwischen Innenstadt und Schlosspark bzw. Innenstadt und Hardtwald stellt der Campus einen wichtigen Transit- und Aufenthaltsbereich (auch) für die Stadtbevölkerung dar. Das Gelände ist sehr gut an den ÖPNV angeschlossen und wird täglich von mehreren tausend Studierenden, wie auch Mitarbeiter\*innen frequentiert. Ein Großteil der Studierenden und Mitarbeiter\*innen gelangt mittels ÖPNV, Fahrrad oder zu Fuß auf den Campus. Für einen Teil der Beschäftigten ist die Zufahrt und das Parken auf dem Campusgelände gestattet. Weitere Autopendler finden entlang des Adenauerrings, in der Tiefgarage "Waldhornstraße" oder auf dem Waldparkplatz Möglichkeiten zum Abstellen ihrer Fahrzeuge. Die Zufahrt für PKWs deutlich zu reduzieren und einen autofreien Campus zu schaffen wäre zukunftsweisend. Ein autofreier Campus böte die Chance zur Erprobung innovativer, alternativer Mobilitätskonzepte, die sich neuer Technologien und gleichzeitig bewährter Konzepte (Fahrradcampus) bedienen könnten. Damit wertete sich das KIT nicht nur als Aufenthalts-, Lern- und Arbeitsort massiv auf sondern nutzte gleichzeitig die Chance, seine Innovationskraft zur Schau zu stellen und einen Beitrag zur nachhaltigen Stadtentwicklung zu leisten. Ein autofreier Campus setzte ein umfassendes Park+Ride-Konzept im Umfeld voraus.

Stadtklimatisch ist es sehr wichtig, dass im Hardtwald gebildete Kaltluft möglichst ungehindert durch das Campusgelände in die stark versiegelten Innenstadtbereiche gelangen kann. Bei neuen Bebauungen sollten entsprechend thermodynamische Betrachtungen angestellt werden. Bei schönem Wetter werden die Grünflächen lokal sehr intensiv als Aufenthaltsorte genutzt. Dies gilt nicht nur für die Mittagspausen, sondern auch für abendliche Institutsfeiern, Treffen, Sportaktivitäten oder zum Lernen. Das Thema Aufenthaltsqualität hat auf diesem Campusareal einen sehr hohen Stellenwert.

Durch die Lage im Randbereich der NATURA2000-Gebiete sowie des Landschaftsschutzgebiets sollten nachteilige Wirkungen auf diese Gebiete minimiert werden. Hierzu gehört z.B. die Lockwirkung von Kunstlicht. Vorhandene naturschutzrelevante Artengruppen wie Reptilien, Fledermäuse und Vögel können im Rahmen von Ökokontomaßnahmen gefördert werden, ohne dass dies später nachteilige Auswirkungen auf künftige Bauvorhaben hat. Die Möglichkeit, diese Maßnahmen im Sinne der Umweltbildung öffentlichkeitswirksam darzustellen, sollten genutzt werden.

Priorität haben also Maßnahmen zu Verbesserung der Aufenthaltsqualität, zur Verbesserung des Stadtklimas sowie im Bereich der Umweltbildung. Projekte mit internationaler Strahlkraft, wie ein mit innovativen Mobilitätssystemen verbundener autofreier Campus sowie lokale Vorzeigeprojekte wie Dach- oder Fassadenbegrünungen können als grüne Visitenkarte des KITs öffentlichkeitswirksam eingesetzt werden.



## 6.2 Campus Nord

Der Campus Nord umfasst eine Fläche von 163 Hektar. Er ist sehr offen und großzügig bebaut, wodurch weite Freiflächen entstanden. Der (auch durch die Weitläufigkeit hervorgerufene) Verkehr konzentriert sich auf die von Nord nach Süd verlaufende Hauptachse. Auch der Campus Nord eignete sich für die Umsetzung einer Strategie des autofreien Campus, wenn entsprechende alternative Mobilitätskonzepte angeboten würden (zu den Vorteilen vgl. Campus Süd).

Der Campus liegt inmitten einer großen Waldfläche, die FFH-, SPA- und Landschaftsschutzgebietsstatus hat. Der Waldcharakter zieht sich stellenweise in den Campus hinein, wobei auch große, wenig beschattete Flächen existieren. Habitatstrukturen, die Populationen wertgebender Arten fördern, gibt es nur in Einzelfällen (z.B. gekennzeichnete Heldbockeichen). Hier besteht ein großes Potential die Artenvielfalt der umliegenden Wälder zu fördern und in den Campus zu holen. Das Mosaik aus Wäldern und nährstoffarmen Trockenflächen gilt es zu entwickeln und zu bewahren. Schadhafte Wirkungen durch unnötige Lichtemissionen oder vorhandene Kleintierfallen (z.B. Sandfänge entlang des Hirschkanals oder der naturferne Versickerungsgraben am Parkplatz im Norden) sollten überprüft und ökologisch saniert werden.

Klimatisch stehen die Flächen in einem engen Luftaustausch mit den umliegenden Wäldern, sodass in der Nacht eine gute Abkühlung der Flächen gewährleistet ist. Versiegelte Flächen sowie sandige Trockenstandorte erwärmen sich an heißen Sommertagen extrem, was durch eine stärkere Beschattung durch mehr Bäume gerade auch vor dem Hintergrund des Klimawandels abgemildert werden sollte.

Die Frequentierung durch Studierende ist sehr gering. Mitarbeiter\*innen verweilen nach Arbeitsende kaum auf dem Campusgelände, sodass der Freizeitdruck auf die Grün- und Freiflächen sehr gering ausfällt. Ein Angebot an beschatteten Sitzgelegenheiten für die Mitarbeiter\*innen ist jedoch nur in Ausnahmefällen vorhanden, obwohl es das Raumangebot sehr gut ermöglichen würde.

Priorität haben in diesem Bereich folglich Maßnahmen zur Steigerung der Biodiversität sowie zur Aufwertung der Aufenthaltsqualität für Mitarbeiter\*innen (Sitzgelegenheiten im Freien). Die zahlreichen Flachdächer sollten bei Gebäudesanierungen – wo möglich – begrünt werden, um Niederschlagswasser zurückzuhalten, die sommerlichen Temperaturspitzen abzumildern und neuen Lebensraum zu schaffen. Entsprechendes gilt für Fassadenbegrünungen.





### 6.3 Campus West

Der Campus West umfasst eine Fläche von vier Hektar. Die historische Bausubstanz steht als Ensemble unter Schutz. Die zentrale Hoffläche wird im nordöstlichen Randbereich als Stellplatz für Segelflugzeuge genutzt, in den übrigen Randbereichen als Parkplatzfläche. Ein Nutzungskonzept liegt nicht vor.

Das überschaubare Gelände bietet mit der großen, wenig genutzten und versiegelten Innenhoffläche ein großes Potential für die Umsetzung eines Modellprojekts zur ökologischen Aufwertung einer Freifläche. Diese könnte entsiegelt und umgestaltet werden, um vielfältige Funktionen zu übernehmen. Die Sammlung des Niederschlagswassers von den umliegenden Gebäuden in Sickermulden, aber auch Feuchtbiotopen, könnte in einen entstehenden kleinen Stadtgarten integriert werden. Bäume, Bewuchs (auch an Fassaden) und Wasserflächen würden ein angenehmes Innenhofklima schaffen. Beschattete Sitzmöglichkeiten sowie ein kleiner Spielplatz für die vorhandene Kindertagesstätte würden die Aufenthaltsqualität in dem Innenhof weiter aufwerten.



## 6.4 Campus Ost

Der Campus Ost umfasst eine Fläche von 15 Hektar. Die historische Bausubstanz steht unter Denkmalschutz und ist sanierungsbedürftig (vgl. MESS 2015: Restriktionen). Der große, zentrale Platz und Autotestfahrten dominieren das Gelände. Das KIT hat übergangsweise für dieses Campusareal die Bauherrenschaft von Vermögen und Bau übertragen bekommen.

Der Campus liegt angrenzend an das FFH-Gebiet Hardtwald zwischen Graben und Karlsruhe. Auch auf dem Gelände selbst stehen Heldbockeichen, die für die Ausweisung des angrenzenden Bereichs als FFH-Gebiet ursächlich waren. Auch Zauneidechsen sind auf dem Gelände vertreten. Hieraus ergeben sich Verpflichtungen für den Artenschutz, in dem vorhandene Habitats erhalten und aufgewertet werden sollten. Nachteilige Wirkungen wie Lichtemissionen sollten in diesem ökologisch sensiblen Bereich auf das notwendige Maß beschränkt werden.

Das Gelände bietet ausreichend Platz, um ein Regenwassermanagement aufzubauen, wodurch sich auch monetäre Einsparungen erzielen ließen. Weitere Bodenverdichtungen, wie sie bei den vergangenen Bebauungen verursacht wurden, sollten durch die Hinzuziehung einer bodenkundlichen Baubegleitung vermieden werden.

Klimatisch wird das Gebiet nachteilig von dem zentralen Asphaltplatz beeinflusst. Es sollte geprüft werden, ob diese Fläche dauerhaft benötigt wird. Wenn ja, sollte die Albedo der Oberfläche erhöht werden. Bezüglich der Aufenthaltsqualität fehlt dem Campus bislang ein Bereich, der zum Sitzen im Freien und Verweilen einlädt. Hier könnte ein entsprechendes Angebot an den neu entstandenen Institutsgebäuden geschaffen werden.

Priorität sollte im Rahmen der entstehenden Neubebauungen und Sanierungen ein ökologisches Konzept zum entsprechenden Bauvorhaben sein, sodass für alle behandelten Bereiche das Niveau der aufgezeigten Good-Practice Beispiele erreicht. Diese Chance wird sich im Nachgang vermutlich für viele Jahre nicht mehr bieten. Der Umgang mit dem zentralen versiegelten Platz birgt auch bei Erhaltung seiner Funktion ein klimatologisches Potential. Sollte die Nutzung als Verkehrstestfläche irgendwann entfallen, entsteht ein sehr großes Entsiegelungs- und Umnutzungspotential.

## 7 Good-Practice Beispiele

Um Anregungen zu geben, wurden im Folgenden positive Beispiele aus der Freiflächengestaltung des KIT und weiterer Universitätsstandorte zusammengetragen. Dabei wird klar, dass sich einzelne Gestaltungsmaßnahmen positiv auf viele der beschriebenen ökologischen Schutzgüter auswirken können.

Bau:

- Rasengittersteine
- Schotterrasen in Feuerwehruzufahren
- Sickermulde
- Flachdach Audimax
- Grüne Fassade
- Ansprechende Gestaltung

Verkehr:

- Utopie oder Vision: Autofreier Campus
- Lichtemissionen

Grünflächen:

- Initiative „Bunte Wiese“ in Tübingen
- Standortmosaik

Bildung:

- Campusgarten
- Wettbewerb „Grow your network“
- Botanischer Garten

Kleine Maßnahmen:

- Lern- und Aufenthaltsbänke im Freien
- Sustainability awards

## RASENGITTERSTEINE

### Good-Practice-Beispiele



#### **Beschreibung:**

Rasengittersteine stellen eine Möglichkeit ökologischer Flächenbefestigungen dar. Der Einsatz von Rasengittersteinen auf häufig frequentierten Parkplätzen schützt den Boden vor Verdichtung und erhält dennoch gleichzeitig die Infiltrationskapazität der Fläche. Auf diese Weise kann Niederschlagswasser vom Abfluss zurückgehalten und versickert werden. Auf der Fläche etabliertes Grün leistet einen Beitrag zur Verbesserung des Mikroklimas und trägt zum Schutz der Biodiversität bei.

Rasengittersteine sind am Campus Nord sehr häufig, am Campus Süd vereinzelt anzutreffende Baumaterialien.

#### **Lokalität:**

KIT Campus Süd  
Straße am Forum 3, Geb. 30.96 (Audimax)

#### **Nutzen:**

- ✓ Bodenschutz
- ✓ Wasserretention
- ✓ Grundwasserschutz
- ✓ Schutz der Biodiversität
- ✓ Verbesserung des Lokalklimas



## SCHOTTERRASEN IN FEUERWEHRZUFahrTEN

### Good-Practice-Beispiele



#### Beschreibung:

Schotterrasen stellen eine ökologisch wie auch ökonomisch vorteilhafte Möglichkeit dar, wenig frequentierte Verkehrs- und Freiflächen ästhetisch ansprechend zu gestalten. Auf Feuerwehrzufahrten, unregelmäßig genutzten Park- oder Lagerplätzen kann die Tragschicht aus Mineralbeton mit einer Oberboden- oder Kompostschicht kombiniert werden. Beim Einsatz ökologisch hochwertiger und an Trockenstandorte angepasster Samenmischungen entwickeln sich bei abgestimmtem Mahdregime schütter bewachsene, blütenreiche Flächen.

Neben den originären Funktionen der Befahrbarkeit erfüllen Schotterrasenflächen weitere Funktionen: Wasserretention und Grundwasserneubildung, Verbesserung des Mikroklimas sowie eine Verbesserung von Biodiversität und Aufenthaltsqualität.

Weiterführende Links:

[www.schotterrasen.at](http://www.schotterrasen.at) | [www.syringa-pflanzen.de](http://www.syringa-pflanzen.de)

#### Lokalität:

KIT Campus Ost  
hinter Gebäude 70.03 und 70.04

#### Nutzen:

- ✓ Bodenschutz
- ✓ Wasserretention
- ✓ Grundwasserschutz
- ✓ Energieeinsparung
- ✓ Betriebskostensenkung
- ✓ CO<sub>2</sub>-Reduktion und Klimaschutz
- ✓ Schutz der Biodiversität
- ✓ Verbesserung der Aufenthaltsqualität



## SICKERMULDE

### Good-Practice-Beispiele



#### Beschreibung:

Sickermulden tragen zu einer dezentralen Retention von Niederschlagswasser bei und führen zu einer quantitativen Verbesserung der Ressource Grundwasser. Durch die entfallenden Aufbereitungsschritte des abgeleiteten Abwasser resultieren Betriebskosteneinsparungen. Bei den anzutreffenden sandigen Böden bilden sich kleinräumige Feuchtegradienten aus, die lokal zu einer hohen Biodiversität führen (kleines Bild).

Bisher sind solche Beispiele angelegter Versickerungsmulden, in die Abläufe von Dachentwässerungen oder Straßen geleitet werden, noch kaum vorhanden.

Vor die Stützmauer im Hintergrund könnte sich ergänzend eine Trockenmauer aus Sandsteinen einfügen, die als Habitat für die entlang des Bahndamms häufig auftretende Zauneidechse fungieren würde.

#### Lokalität:

KIT Campus Nord  
Weingartenerstr., Geb. 332

#### Nutzen:

- ✓ Wasserretention
- ✓ Betriebskostensenkung
- ✓ Beitrag zur Kleinklimaverbesserung
- ✓ Schutz der Biodiversität



## FLACHDACH AUDIMAX



### Beschreibung:

Fast 2000 m<sup>2</sup> des nicht öffentlich begehbaren Flachdachs des 2002 eröffneten Audimax-Gebäudes sind begrünt. Dabei hat das Gründach vielfältige positive Effekte, wie einen ausgleichenden klimatischen Effekt, Rückhalt von Regenwasser oder als Lebensraum. Als extensiv genutztes Dach zeichnet es sich durch geringen Pflegeaufwand, geringere Energiekosten und das Sparen von Abwassergebühren aus.

Seit Frühjahr 2017 gibt es auf dem Flachdach drei Bienenvölker, initiiert durch das Grüne CAMPUS Büro. Damit wurde eine Zeichen für die Bedeutung von Honig- und Wildbienen für Ökosysteme gesetzt. Ihre Bestäubungsleistung ist Voraussetzung für Biodiversität und trägt damit zur Lebensvielfalt auf dem Campus bei. Das Dach ist zwar nicht öffentlich zugänglich, jedoch sind die Tiere so vor Störungen geschützt und Bienenstiche werden vermieden.

Erster eigener KIT-Honig wird noch 2017 erwartet...

### Lokalität:

KIT Campus Süd  
Straße am Forum 1, Geb. 30.95

### Nutzen:

- ✓ Aushängeschild
- ✓ Schutz der Biodiversität
- ✓ Wasserretention
- ✓ Betriebskostensenkung
- ✓ Beitrag zur Kleinklimaverbesserung

## GRÜNE FASSADE

### Good-Practice-Beispiele



Foto: Heike Zappe, HU Berlin, CC-BY-SA 3.0 DE

#### Beschreibung:

Die positiven Auswirkungen begrünter Fassaden sind vielfältiger Natur. Sie umfassen Verbesserungen des lokalen Mikroklimas, der Biodiversität, der Bausubstanz, tragen zum Lärmschutz bei und erhöhen auch durch ihren ästhetischen Wert die Lebensqualität.

Durch die Transpiration von Wasser wird der Umgebung Wärme entzogen und die Lufttemperatur gesenkt. Bei der Photosynthese der Pflanzen wird klimaschädliches CO<sub>2</sub> gebunden. Feinstaubbelastungen werden gesenkt, da Stäube an den Blattoberflächen adsorbiert werden. Bei fachgerechter Planung und Einsatz geeigneten Pflanzmaterials tritt keine Schädigung der Bausubstanz auf. Im Gegenteil kann durch die Verschattung ein zusätzlicher Schutz der Bausubstanz erreicht werden.

Die Stadt Karlsruhe fördert im Innenstadtbereich Fassaden- und Dachbegrünungen mit maximal 4000 € je Dach oder Fassade.

#### Lokalität:

HU BERLIN  
Institutsgebäude Physik

#### Nutzen:

- ✓ Mikro- und Gebäudeklima
  - ✓ Aushängeschild
  - ✓ Biodiversität
- ✓ Betriebskostensenkung



## ANSPRECHENDE GESTALTUNG

### Good-Practice-Beispiele



#### **Beschreibung:**

Ein als hübsch empfindbarer Fußweg, gesäumt von Frühblühern wie Narzissen und Zierkirschen, verbindet Engesserstraße mit Englerstraße östlich des Architekturgebäudes (20.40). Zwei Bänke laden zum Verweilen ein und Heckenzäune bilden eine räumliche Abgrenzung zu den anschließenden Parkplätzen.

Optisch weiter aufgewertet werden könnten die Zierrasenstreifen durch artenreiche Blumenwiesen, die zudem die Biodiversität steigern würde. Die Zierkirschen zeigen einen Nutzungskonflikt auf: Sie sind zwar hübsch anzusehen, sind jedoch keine heimische Art und bieten Insekten wie Bienen kaum Nahrung<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>[http://www.bund-sh.de/projekte/naturschutz\\_in\\_der\\_gemeinde/bienen\\_wettbewerb/massnahmen/bienenfreundliche\\_gaerten/](http://www.bund-sh.de/projekte/naturschutz_in_der_gemeinde/bienen_wettbewerb/massnahmen/bienenfreundliche_gaerten/)

#### **Lokalität:**

KIT Campus Süd  
Östl. Architekturgebäude (20.40)

#### **Nutzen:**

✓ Aufenthaltsqualität

## UTOPIE ODER VISION: AUTOFREIER CAMPUS

### Good-Practice-Beispiele

HNA v. 11.1.2016:  
**Uni Kassel will autofreien Campus:  
 Moritzstraße soll ab 2017 umgebaut  
 werden**

Generalanzeiger v. 29.3.2017 / Uni Bonn, Campus Poppelsdorf:  
**„Unser Ziel ist der autofreie  
 Campus“**

Pressestelle Hochschule Wismar v. 17.09.2013:  
**NEUES PARKKONZEPT DER HOCHSCHULE WISMAR**

**Autofreier Campus - Parkplätze am Weidendamm und der  
 Bürgermeister-Haupt-Straße**

Seit dem Semesterstart am 01. September 2013 wird das neue  
 Parkkonzept der Hochschule Wismar schrittweise umgesetzt. Ein  
 autofreier Hochschul-Campus wird angestrebt. Die Parkmöglichkeiten

Express v. 15.4.2016:  
**Kölner Uni-Campus Ab Dienstag wird die Zülpicher  
 Straße autofreie Zone**

Pressestelle Hochschule Coburg v. 15.10.2014:

**AUTOFREIER CAMPUS NUR MIT UNTERSTÜTZUNG DER STADT COBURG  
 MÖGLICH**

idw-online v. 29.4.2016 / Hochschule Bonn-Rhein-Sieg:  
**Mehr Raum für Lehre und Forschung und ein autofreier  
 Campus**  
 Mittwoch, 15. Oktober 2014 (Pressestelle)

#### Beschreibung:

Vielerorts in Deutschland und international wird an Konzepten für autofreie Campusflächen gearbeitet (s. Schlagzeilen). Dabei werden die Anbindung an den ÖPNV verbessert und alternative Mobilitätsinfrastruktur geschaffen. Ein Fahrradcampus ist dabei das am leichtesten zu realisierende Konzept (mit Fahrradmietsystemen, mehr Stellplätzen und Reparaturmöglichkeiten). Das KIT mit seinen technologischen Kompetenzen im Bereich Mobilität könnte eine Vorreiterrolle bei der Erprobung weiterer klimaneutraler und umweltfreundlicher, zukunftsweisender Systeme einnehmen.

Frei werdende Parkplätze können in attraktive Aufenthaltsbereiche transformiert werden (vgl. KIT-Masterplan 2030). Das steigert den Wohlfühlfaktor und belebt das soziale Miteinander sowie die Qualität des Campus als Lern-, Lehr- und Lebensort.

#### Lokalität:

national und international

#### Nutzen:

- ✓ Minderung von Lärm- und Schadstoffemissionen
- ✓ Verminderung der Bodenversiegelung
- ✓ Aufenthaltsqualität



## LICHTEMISSIONEN

### Good-Practice-Beispiele



#### **Beschreibung:**

In Waldrandlage wurden hier energieeffiziente und lichtökologisch optimale Natriumdampf-Niederdrucklampen (NA-Lampen, Gelblichtlampen) installiert, die durch das monochromatische Licht und die niedrige Wellenlänge eine sehr geringe Lockwirkung auf das Flugverhalten nachtaktiver Insekten haben. Die Lampen sind so konstruiert, dass der Hauptteil des Lichtes nach unten, auf den zu beleuchtenden Straßenbereich, emittiert wird und auf diese Weise die Lockwirkung auf Insekten zusätzlich minimiert wird.

Weitere Optimierungsmöglichkeiten bestehen über eine mögliche Zeitschaltung, in der z.B. jede zweite Lichtquelle ab 24 Uhr abgeschaltet wird.

Holzpoller verhindern das Befahren der Grünfläche mit Kraftfahrzeugen und beugen so einer Bodenverdichtung vor. Intakte Böden führen Niederschlagswasser als Sickerwasser dem Grundwasser zu und halten Schadstoffe zurück.

#### **Lokalität:**

KIT Campus Süd  
Neuer Zirkel, Geb. 30.24

#### **Nutzen:**

- ✓ Energieeinsparung
- ✓ Betriebskostensenkung
- ✓ CO<sub>2</sub>-Reduktion und Klimaschutz
- ✓ Schutz der Biodiversität
  - ✓ Bodenschutz
  - ✓ Wasserretention
  - ✓ Grundwasserschutz

## INITIATIVE „BUNTE WIESE“ IN TÜBINGEN

### Good-Practice-Beispiele



Foto: 2010 Regierungspräsidium Tübingen (Marie Zahnert)

#### Beschreibung:

„Bunte Wiese“ ist eine Initiative zur Förderung der Artenvielfalt auf öffentlichen Grünflächen. Sie wurde im Zuge des Jahres der Biodiversität 2010 von Studierenden und Mitarbeiter\*innen der Universität Tübingen gegründet, die sich für ein nachhaltiges und extensives Pflegekonzept für die öffentlichen Parks und Grünanlagen im Stadtgebiet einsetzen. Gemeinsam mit der Stadt Tübingen und dem Amt Tübingen von Vermögen und Bau Baden-Württemberg werden regelmäßig durchzuführende Maßnahmen überdacht und verbessert. Es wird exemplarisch gezeigt, wie Artenvielfalt schon auf kleinen Flächen gefördert werden kann. Ziele sind

- Gemeinschaftlicher Naturschutz im Stadtgebiet
- Förderung der Artenvielfalt & Biotopschutz
- Naturschutzfachliche Optimierung und Begleitung der Pflege von öffentlichen Grünflächen
- Erstellung und Einführung eines extensiven Mahdkonzepts auf öffentlichen Grünflächen

<https://www.buntewiese-tuebingen.de/>

#### Lokalität:

Stadtgebiet Tübingen

#### Nutzen:

- ✓ Schutz der Biodiversität
  - ✓ Aushängeschild
- ✓ Aufenthaltsqualität



## STANDORTMOSAIK

### Good-Practice-Beispiele



#### **Beschreibung:**

Auf dem aufgegebenen Gleiskörper zur ehemaligen Wiederaufbereitungsanlage Karlsruhe kann beobachtet werden, wie die Natur diesen anthropogen überprägten Bereich wieder zurückerobert. Das Nebeneinander offener und in Sukzession befindlicher Bereiche ruft eine Vielzahl unterschiedlicher Habitate auf kleinstem Raum hervor, die von einer Vielzahl an Tier- und Pflanzenarten besiedelt werden. Zauneidechsen finden in den Steinschüttungen ideale Brut- und Nahrungshabitate. Bahndämme stellen linienhaften Elemente eines Biotopverbundes dar. Über den vom KIT unterhaltenen Bahndamm werden diese Zauneidechsenpopulationen (Alter Bahndamm) mit den Populationen entlang der B36 im Westen verbunden.

Das Foto zeigt ein subadultes Zauneidechsen-Männchen.

#### **Lokalität:**

KIT Campus Nord  
Gleiskörper zur ehemaligen WAK

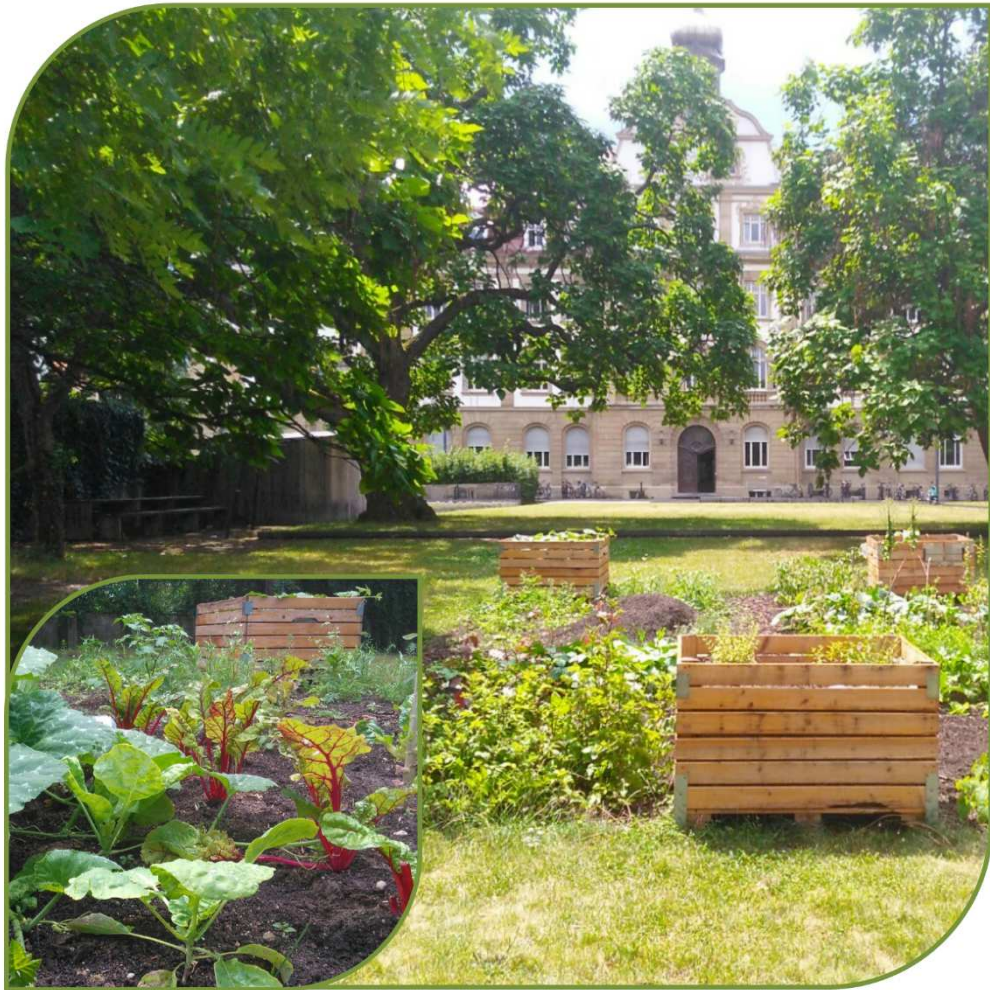
#### **Nutzen:**

- ✓ Schutz der Biodiversität
- ✓ Umweltbildung



## CAMPUSGARTEN

### Good-Practice-Beispiele



#### Beschreibung:

Seit 2017 gibt es am KIT einen von Studierenden initiierten und vom Grünen Campusbüro unterstützten Campusgarten. Hier haben Studierende und Mitarbeiter die Möglichkeit sich gärtnerisch zu betätigen, im Rahmen von Veranstaltungen Wissen z.B. zu alten Gemüsesorten zu sammeln und sich dabei in der Natur zu erholen. Die Zusammenarbeit von Verwaltung und Akteuren verläuft zur Zufriedenheit aller Beteiligten. Ein zentraler, aber ruhiger Ort wurde gefunden, Infrastruktur, wie Zugang zu einem Wasseranschluss, wurde geschaffen und Pflegekonzepte wurden erarbeitet.

Die Mischung aus Hoch- und ebenerdigen Beeten bietet viele Möglichkeiten zum Ausprobieren an Anbauweisen.

Über Social-Media Kanäle wurde zur Mitarbeit eingeladen und für das erste Jahr ein fester Interessentenkreis gebildet.

#### Lokalität:

KIT Campus Süd  
Adenauerring 2, Geb. 50.20

#### Nutzen:

- ✓ Umweltbildung
- ✓ Aushängeschild
- ✓ Schutz der Biodiversität
- ✓ Wasserretention
- ✓ Erholung

## WETTBEWERB „GROW YOUR NETWORK“

### Good-Practice-Beispiele



#### Beschreibung:

Der Fachbereich Biologie, Chemie, Pharmazie der FU Berlin hat für den Sommer 2017 einen Wettbewerb ausgerufen. Die Aufgabe ist mit einem Team eine Pflanzkiste zu gestalten, zu bepflanzen und zu pflegen.

Ziele dabei sind:

- Netzwerkaufbau
- Mentoring
- Förderung von Softskills & Gesundheit
- Nachhaltigkeitsförderung
- ästhetische Aufwertung

Die Sieger werden per Online-Voting bestimmt und öffentlichkeitswirksam beim Sommerfest der Fakultät geehrt.

<http://www.bcp.fu-berlin.de/gyn/index.html>

#### Lokalität:

FU BERLIN  
Takustr. 3

#### Nutzen:

- ✓ Umweltbildung
- ✓ Aushängeschild
- ✓ Schutz der Biodiversität
- ✓ Erholung



## BOTANISCHER GARTEN

### Good-Practice-Beispiele



#### Beschreibung:

Der Botanische Garten des KIT, seit 1956/58 am heutigen Standort am Fasanengarten, hat vielfältige Aufgaben im den Bereichen Forschung, Lehre, Artenschutz und Biodiversität. Er umfasst neben verschiedenen Gewächshäusern auch einen großen Garten und ist gesamt rund zwei Hektar groß.

Der gesamte Garten ist öffentlich und frei zugänglich; dabei gibt es öffentliche Führungen, Themenpfade, Bildtafeln und eine Web-Präsenz, die zu aktuellen Umweltthemen informieren.

#### Lokalität:

KIT Campus Süd  
Am Fasanengarten 2, Geb. 50.10

#### Nutzen:

- ✓ Umweltbildung
- ✓ Aushängeschild
- ✓ Schutz der Biodiversität
- ✓ Wasserretention
  - ✓ Erholung
  - ✓ Klima

## LERN- UND AUFENTHALTSBÄNKE IM FREIEN

### Good-Practice-Beispiele



#### Beschreibung:

Die Anlage dieses Begegnungs- und Erholungsraumes mit hohem Erlebnis- und ästhetischem Wert erhöht die Aufenthaltsqualität. Die Umsetzung mit Gabionen schafft gleichzeitig Lebensraum für Eidechsen und andere Kleintiere. Über die geschotterten Flächen (Teilversiegelungen) können große Teile des Niederschlagswasser in den Boden infiltrieren.

Weitere Beispiel von „The University of Newcastle“ in Australien:

→ <https://www.newcastle.edu.au/current-staff/working-here/our-work-environment/current-projects/shortland-building-outdoor-space>

→ <http://www.newcastle.edu.au/library/creating-engaging-library-spaces>

#### Lokalität:

KIT Campus Nord  
Innenhof Geb. 418

#### Nutzen:

- ✓ Wasserretention
- ✓ Biodiversität
- ✓ Aufenthaltsqualität



## OUTDOOR-FITNESS-GERÄTEPARK

### Good-Practice-Beispiele



Foto: aus PM vom 20.6.2016 der Uni Göttingen

#### **Beschreibung:**

Die Universität Göttingen hat 2016 einen Outdoor-Fitness-Gerätepark eingerichtet, um ein öffentlich zugängliches Sportangebot zu schaffen. Mit Hilfe der Fitnessgeräte sollen Studierende und Mitarbeiter zur Bewegung und zur Betätigung im Freien in Pausen motiviert werden.

Der Gerätepark besteht aus zehn freistehenden Sportgeräten, die als Zirkeltraining aufgebaut sind. Mit Hinweisschildern werden die entsprechenden Übungen und Übungseffekte erklärt.

Pressemitteilung zur Eröffnung: <https://www.uni-goettingen.de/de/3240.html?cid=5533>

#### **Lokalität:**

Universität Göttingen  
Am Juridicum

#### **Nutzen:**

- ✓ Aufenthaltsqualität
- ✓ Gesundheit

SUSTAINABILITY AWARDS

Good-Practice-Beispiele



**Beschreibung:**

Die im Jahr 2011 gestartete Kampagne für mehr Nachhaltigkeit an der Universität von Edinburgh mit Preisverleihungen für Mitarbeiter- und Studententeams mit innovativen Ideen in neben stehend aufgelisteten Bereichen hat sich zu einer Erfolgsgeschichte entwickelt. Im vergangenen Jahr haben bereits 50 Teams am Wettbewerb teilgenommen.

„Nachhaltigkeit ist ein essentielles Bestreben der Universität und hilft eine Menge Geld einzusparen. Die große Überraschung war die Erfolgsgeschichte und die große Motivation, die von den Teilnehmern an den Tag gelegt wurde. Der Wettbewerb steht für eine Reihe von Wochen im Mittelpunkt und schweißte die Teams eng zusammen“ (Bruce Darby, Projektmanager)

<http://www.ed.ac.uk/about/sustainability/about/programmes/awards>

**Lokalität:**

University of Edinburgh

**Nutzen:**

- ✓ Nachhaltigkeit
- ✓ Aushängeschild

-  Biodiversität
-  Ressourcenschutz
-  Fahrradcampus
-  Mobilitätskonzepte
-  Umweltbildung
-  Aufenthaltsqualität
- ...



## 8 Ausblick

Der *Masterplan 2030* sieht vor, die Anforderungen an Nachhaltigkeit und Klimaschutz in die bauliche Planung mit einzubeziehen und dabei KIT-interne Kräfte als Wissensträger und Nutzer einzubinden. Das entstehende Konzept zur Freiflächenentwicklung und zum Freiflächenmanagement der KIT-Campusareale wird in mehreren Etappen entwickelt (vgl. Tabelle 8-1). Die Projektgruppe des Instituts für Geographie und Geoökologie hat die Stufe I in weiten Teilen bearbeitet. In Stufe II kann sie konkrete Fachplanungen übernehmen oder koordinieren und den Prozess der Implementierung der Ergebnisse in die vorhandenen KIT-internen Strukturen konstruktiv begleiten.

**Tabelle 8-1: Stufenkonzept im Gesamtvorhaben „Konzept zur Freiflächenentwicklung und zum Freiflächenmanagement“**

Stufe 1: Rahmenkonzept	Stufe 2: Fachplanung	Stufe 3: Umsetzung
Entwicklung des Konzeptes gemäß dem vorliegenden Entwurf: Bestandsaufnahme mit Plänen, Definition von Leitbildern, allgemeine Maßnahmeempfehlungen, Vorschlag eines Monitorings, Good-Practice Beispiele	Koordinierte Fachplanungen unter Einbindung von zusätzlicher Expertise u.a. zu Wasser und Boden, Klima und Habitatfunktionen und Landschaftsarchitektur. Konkrete Handlungsempfehlungen	Umsetzung
STATUS QUO	MONITORING	

Mit der vorliegenden Studie wurde Status quo der ökologischen Funktionserfüllungen in weiten Teilen über alle Campusareale hinweg erfasst, bewertet und in Form von Karten visualisiert. Über die herangezogenen Indikatoren wurden mögliche Zielwerte definiert, deren langfristige Erreichung im Rahmen eines 5-jährigen Monitorings überwacht werden sollte. Maßnahmeempfehlungen mit Best-Practice Beispielen liefern konkrete Handreichungen für das laufende Management der Grün- und Freiflächen, aber auch für Planungen und Umsetzungen von Bauvorhaben. Die Studie schafft die Grundlage für die sich anschließende Fachplanung in Stufe II.

Da in allen bearbeiteten Bereichen beliebig stark in die Tiefe gegangen werden kann, musste in der Kürze der zur Verfügung stehenden Zeit ein guter Weg gefunden werden, die Fragestellung einerseits fachlich fundiert zu bearbeiten und sich gleichzeitig nicht im Detail zu verlieren. So liefen die zentralen Datenaufnahmen über alle Campusareale hinweg. Spezielle Fragestellungen wurden exemplarisch für einzelne Campusareale bearbeitet. Einige der notwendigen Datensätze werden derzeit noch im Rahmen laufender Geländepraktika mit Studierenden erhoben, so dass deren Ergebnisse zum Zeitpunkt der Berichtsfassung noch nicht vorlagen und zu gegebener Zeit nachgearbeitet werden können.

Ergänzende Puzzlestücke zum Abschlussbericht der Stufe I sind

- Flächenscharfe Erfassung vorhandener Maßnahmen zur Wasserretention am Campus Nord und Einarbeitung in die Studie
- Erfassung des Bestands sowie des Entwicklungspotentials von Dachbegrünungen am Campus Nord und Einarbeitung in die Studie (Erfassung läuft derzeit)
- Erfassung und Bewertung der Beleuchtungssituation auf den Campusarealen Nord, West und Ost und Einarbeitung in die Studie
- Einarbeitung der Ergebnisse der Flechtenkartierung als Indikator der Luftqualität am Campus Nord (Erhebung läuft derzeit im Rahmen eines Stadtökologiepraktikums am IfGG)
- Erfassung der Avifauna als Indikator der Biodiversität auf allen Campusarealen und Vorschlag eines Monitorings
- Erfassung und Bewertung der Aufenthaltsqualität am Campus Nord, West und Ost nach entwickelter Methode und Einarbeitung in die Studie.

Anstehenden Fachplanungen und Fragestellungen können durch das Institut für Geographie und Geoökologie in folgenden Bereichen bearbeitet und/oder koordiniert werden:

- Faunistische Bestandsaufnahmen, Bewertungen, Fachplanungen, Bauüberwachungen
- Bodenkundliche Ausführungspläne im Rahmen von Bauvorhaben und bodenkundliche Baubegleitung
- Bodenanalytik
- Flächenscharfes Konzept zur Grünflächenbewirtschaftung
- Aufbau regionaler Klimamodelle und Analyseläufe
- Berechnungen mit Grundwasserströmungs- und Bodenwasserhaushaltsmodellen
- Datenaufnahmen und -analysen mit Methoden der Fernerkundung
- Sozialwissenschaftliche Studien mit geographischem Schwerpunkt

Die folgenden fünf Arbeitspakete können den Übergang von Stufe I zu Stufe II nahtlos gestalten

### **Paket 1: Komplettierung der Arbeiten von Phase I**

- Einbindung der im Rahmen des Stadtökologischen Praktikums im Sommersemesters 2017 erhobenen Daten in die Studie (Lärmtransekt, Luftgütekartierung mittels Flechtendiversitätsindex, Dachbegrünungsbestand und -potentiale am Campus Nord, Klimamessfahrten)
- Lichtemission: Erfassung fehlender Daten am Campus Nord, West und Süd und Einbindung in die vorliegende Studie
- Aufenthaltsqualität: Erfassung fehlender Daten am Campus Nord, West und Süd und Einbindung in die vorliegende Studie
- Wasser: Analyse vorhandener Maßnahmen zur Regenwasserretention am Campus Nord und Aktualisierung der vorliegenden Studie

### **Paket 2: Flächenscharfes Konzept eines auskonkretisierten Grünflächenmanagements**

- Auswahl von ersten, prioritären Maßnahmen, die sich unabhängig von Bauvorhaben umsetzen lassen
- Prüfung, welche Campusflächen für diese Maßnahmen am besten geeignet sind, und konkrete Flächenwahl
- Ausarbeitung der Maßnahmendetails zusammen bzw. in Rücksprache mit den Umsetzern
- Erarbeitung eines Konzepts, wie die Maßnahmen angekündigt und öffentlich wirksam umgesetzt werden können

### **Paket 3: Erfassung der Avifauna als Indikator der Biodiversität**

- Erfassung des Status quo in neun Begehungen: 6 Tag, 2 Nacht, 1 Sonder. Erhobene Daten sind im Rahmen von Bauplanungen unmittelbar verwertbar:
- Erfassung der Avifauna am Campus Nord (Jahr: 2018)
- Erfassung der Avifauna am Campus Süd (Jahr: 2019)
- Erfassung der Avifauna am Campus West und Ost (Jahr: 2019)
- Ergebnisdarstellung und Ableitung konkreter Handlungsempfehlungen
- Konzeption eines Monitorings

### **Paket 4: Implementierung vorhandener Projektergebnisse in die bestehenden KIT-Strukturen**

- Repräsentation und Vorstellung des Projekts
- Aktive Mitarbeit in Planungsgremien
- Teilnahme an internen Sitzungen und Arbeitskreisen
- Interne Unterstützung von Arbeitspaket 2

### **Paket 5: Sozialgeographische Studie zum Zusammenwachsen vom Karlsruher „Dörfle“ und dem KIT**

- Beantwortung sozialwissenschaftlicher Fragen rund um den beginnenden Annäherungsprozess: Wie wird das Gelände des Campus Süd bereits heute von der Karlsruher Bevölkerung genutzt und wahrgenommen? Wie wird der Prozess des Zusammenwachsens von beiden Seiten wahrgenommen / empfunden? Welche Wünsche existieren von Seiten der Stadtbevölkerung? Welche Chancen ergeben sich aus diesem Prozess für das KIT? ...

Der Weg des KIT zu mehr Nachhaltigkeit und zur Optimierung der ökologischen Dienstleistungen der Grün- und Freiflächen kann durch das in Kapitel 5 konkretisierte Monitoring überwacht werden.

## 9 Literatur

- AD-HOC-AG BODEN (2005) Bodenkundliche Kartieranleitung (KA5). 5. Aufl., Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Hannover.
- APPELO CAJ, POSTMA D (2005) Geochemistry, groundwater and pollution. Second Edition A.A, Balkema Publishers, Leiden/Netherlands.
- BEERMANN B, BERCHTOLD M, BAUMÜLLER J, GROSS G, KRATZ M (2013) Städtebaulicher Rahmenplan Klimaanpassung für die Stadt Karlsruhe (Forschungsbericht KLIMOPASS) (<http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/109723/U83-W03-N11.pdf?command=downloadContent&filename=U83-W03-N11.pdf> Abruf am 14.07.17)
- BAUMBACH G (1994) Luftreinhaltung: Entstehung, Ausbreitung und Wirkung von Luftverunreinigungen. Messtechnik, Emissionsminderung und Vorschriften. Springer-Verlag, Heidelberg.
- BERTSCH D (2017) Ökosystemleistungen der Biotope des KIT-Campus Süd Geländes. Bachelorarbeit am Institut für Geographie und Geoökologie des KIT. *Nicht veröffentlicht.*
- BFN | Bundesamt für Naturschutz (2011) Internethandbuch zu den Arten der FFH-Richtlinie Anhang IV. (<http://ffh-anhang4.bfn.de> Abruf am 18.06.17)
- BFN | BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (Hrsg., 2015) Naturnahe Gestaltung von Firmengeländen als Einstieg in ein biodiversitätsförderndes Liegenschaftsmanagement. ([https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/oekonomie/Dokumente/Abschlussbericht\\_Naturwert\\_bf.pdf](https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/oekonomie/Dokumente/Abschlussbericht_Naturwert_bf.pdf) Abruf am 18.06.17)
- BLUME HP, BRÜMMER GW, HORN R, KANDELER E, KÖGEL-KNABNER I, KRETZSCHMAR R, STAHR K, WILKE B-M (2010) Scheffer/Schachtschabel: Lehrbuch der Bodenkunde. Springer-Verlag, Heidelberg, Berlin.
- BMBF | BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG UND FORSCHUNG (2016) LeNa - Nachhaltigkeitsmanagement in außeruniversitären Forschungsorganisationen. ([http://www.fona.de/mediathek/pdf/LeNa\\_Handreichung\\_final.pdf](http://www.fona.de/mediathek/pdf/LeNa_Handreichung_final.pdf) Abruf am 13.03.2017)
- BMUB | BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ, BAU UND REAKTORSICHERHEIT (2015) Grünbuch Stadtgrün – Studie Grün in der Stadt - für eine lebenswerte Zukunft ([http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Pool/Broschueren/gruenbuch\\_stadtgruen\\_broschuere\\_bf.pdf](http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/gruenbuch_stadtgruen_broschuere_bf.pdf) Abruf am 11.07.2017)
- BORGSTEDT S, CHRIST T, REUSSWIGT F (2011) Umweltbewusstsein in Deutschland 2010. Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage. Vertiefungsbericht 3. Umweltbewusstsein und Umwelverhalten junger Erwachsener. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.
- BRÄUNCHE E, KRAMER C, LUDÄSCHER P, ZIBAT A, WIKTORIN D (Hrsg., 2014): Atlas Karlsruhe. 300 Jahre Stadtgeschichte in Karten und Bildern. Emons-Verlag, Wemding.
- BUNDESREGIERUNG (2008) Deutsche Anpassungsstrategie Klimawandel ([http://www.bmub.bund.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/das\\_gesamt\\_bf.pdf](http://www.bmub.bund.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/das_gesamt_bf.pdf) <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/monitoringbericht-2015> Abruf a. 11.07.2017)
- BUNDESVERBAND BODEN (2013) Bodenkundliche Baubegleitung BBB – Leitfaden für die Praxis. BVB-Merkblatt 2. ([http://www.bvboden.de/images/publikationen/BVB\\_Prospekt\\_2stg\\_4c.pdf](http://www.bvboden.de/images/publikationen/BVB_Prospekt_2stg_4c.pdf) Abruf am 13.7.2017)
- BURGER D, WIRSING T (2014) Bodengesellschaften der naturräumlichen Einheiten im Stadtgebiet Karlsruhes. In: BRÄUNCHE E, KRAMER C, LUDÄSCHER P, ZIBAT A, WIKTORIN D (Hrsg.) Atlas Karlsruhe. 300 Jahre Stadtgeschichte in Karten und Bildern. emons-Verlag, Wemding.
- BUWAL | BUNDESAMT FÜR UMWELT, WALD UND LANDSCHAFT (2005) Empfehlung zur Vermeidung von Lichtemissionen - Ausmaß, Ursachen und Auswirkungen auf die Umwelt. Bern.



- ([www.buwalshop.ch](http://www.buwalshop.ch) Abruf am 13.7.2017)
- BVM | BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR (1998) Lärmschutz im Verkehr: Schiene, Straße, Wasser, Luft. Technische und rechtliche Grundlagen – Lärmschutzverordnungen – Gesetze und Verordnungen. Referat Öffentlichkeitsarbeit, Bonn.
- CINZANO P, FALCHI PF, ELVIDGE C (2001) The first Atlas of the artificial night sky brightness, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 328: 689-707.
- CLEVE K (1964) Der Anflug der Schmetterlinge an künstliche Lichtquellen. *Mitteilungen der deutschen entomologischen Gesellschaft* 23: 66-76.
- DEUTSCHE UNESCO-KOMMISSION E.V. (2011) Hochschulen für eine nachhaltige Entwicklung, Nachhaltigkeit in Forschung, Lehre und Betrieb. VAS-Verlag.
- DIN EN 16413 (2014) Außenluft-Biomonitoring mit Flechten – Kartierung der Diversität epiphytischer Flechten, Deutsche Fassung EN 16413: 2014 VDI/DIN-Handbuches Reinhaltung der Luft, Band 1 A.
- DUH | DEUTSCHE UMWELTHILFE (2015) Verbraucher durch zu hohe Abgasemissionen aus mobilen Maschinen belastet. Hintergrundpapier der Deutschen Umwelthilfe, Berlin.  
([www.duh.de/fileadmin/media/duhdownloads/Hintergrundpapier\\_MobileMaschinen\\_2015.pdf](http://www.duh.de/fileadmin/media/duhdownloads/Hintergrundpapier_MobileMaschinen_2015.pdf) Abruf am 13.7.2017)
- DWD | DEUTSCHER WETTERDIENST (2000) Photosmog I. Deutscher Wetterdienst - Meteorologische Fortbildung., *promet* Jahrgang 26 Heft 3/4, Offenbach.  
([www.dwd.de/DE/leistungen/pbfb\\_verlag\\_promet/pdf\\_promethefte/26\\_3\\_4\\_pdf.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](http://www.dwd.de/DE/leistungen/pbfb_verlag_promet/pdf_promethefte/26_3_4_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=3) Abruf am 13.7.2017)
- DWD | DEUTSCHER WETTERDIENST (2001) Photosmog II. Deutscher Wetterdienst - Meteorologische Fortbildung. *promet* Jahrgang 27 Heft 1/2, Offenbach.  
([www.dwd.de/DE/leistungen/pbfb\\_verlag\\_promet/pdf\\_promethefte/27\\_1\\_2\\_pdf.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](http://www.dwd.de/DE/leistungen/pbfb_verlag_promet/pdf_promethefte/27_1_2_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=3) Abruf am 13.7.2017)
- DWD | DEUTSCHER WETTERDIENST (2017) Deutsches Klimaportal  
([www.deutschesklimaportal.de/DE/Themen/3\\_Stadtklima/A\\_Stadtklima\\_Standard.html?nn=1009264](http://www.deutschesklimaportal.de/DE/Themen/3_Stadtklima/A_Stadtklima_Standard.html?nn=1009264) Abruf am 13.7.2017)
- EHRlich PR, MOONEY HA (1983) Extinction, Substitution an Ecosystem Services. In: *BioScience* 23 (33), 4: 348-254.
- ENDLICHER W, LANGNER M, DANNENMEIER S, FIEDLER A, HERRMANN I, OHMER T, DALTER D (2010) Einfluss innerörtlicher Grünflächen und Wasserflächen auf die PM10-Belastung. *Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen*, Heft V 202, Bergisch Gladbach.
- FIEDLER F (Hrsg.; 1995) Klimaatlas Oberrhein Mitte-Süd. Kartenband und Textband. Hochschul-Verlag-AG ETH, Zürich.
- FLL | FORSCHUNGSANSTALT FÜR LANDSCHAFTSENTWICKLUNG LANDSCHAFTSBAU E.V. (2000) Richtlinie für die Planung, Ausführung und Pflege von Fassadenbegrünungen mit Kletterpflanzen.
- FLÜKIGER S, LEUBA J (2015) Fussverkehr Schweiz: Qualität von öffentlichen Räumen. Methoden zur Beurteilung der Aufenthaltsqualität. Zürich.
- FRANCIS CD (2015) Vocal traits and diet explain avian sensitivities to anthropogenic noise. In: *Global Change biology* 21, 5: 1809–1820. (DOI: 10.1111/gcb.12862)
- GEIGER R (2013) Das Klima der bodennahen Luftschicht, Lehrbuch der Mikroklimatologie. Springer Fachmedien, Wiesbaden.
- GEIGER A, KIEL E-F, WOIKE M (2007) Künstliche Lichtquellen - Naturschutzfachliche Empfehlungen. *Natur in NRW* 4: 46-48.
- GEHL J (2012) Leben zwischen Häusern: Konzepte für den öffentlichen Raum. Jovis, Berlin.

- GEHL J (2015) Städte für Menschen. Jovis, Berlin.
- GOTHE K, PFADENHAUER M (2010) My Campus - Räume für die "Wissensgesellschaft"? Raumnutzungsmuster von Studierenden. Springer, Berlin Heidelberg.
- GOU Z, LAU SSY, LIU Y (2014) Healthy Campus by open space design: Approaches and guidelines. In: *Frontiers in Architectural Research*, 452-467.
- HAGEMANN R, CORSMEIER U, HINZE G, KOTTMEIER CH, RINKE R, WIESER A, VOGEL B (2012) Messungen der räumlichen Luftqualität in einem Ballungsraum mittels einer Straßenbahn. BWPlus-Projekt BWU27003 Abschlussbericht, Karlsruhe  
([http://www.aero-tram.kit.edu/downloads/BWPlus\\_Abschlussbericht\\_AERO-TRAM.pdf](http://www.aero-tram.kit.edu/downloads/BWPlus_Abschlussbericht_AERO-TRAM.pdf) Abruf am 13.7.2017)
- HANAN H (2013) Open Space as Meaningful Place for Students in ITB Campus. In: *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 85, 308-317.
- HANN J V (1883) Handbuch der Klimatologie, I. Band, Allgemeine Klimalehre. Engelhorn, Stuttgart.
- HELBIG A, BAUMÜLLER J, KERSCHGENS MJ (Hrsg.; 1999) Stadtklima und Luftreinhaltung. Springer, Berlin.
- HÖSCHELE K, KALB M (1988) Das Klima ausgewählter Orte der Bundesrepublik Deutschland Karlsruhe. In: *Berichte des Deutschen Wetterdienstes* 174, Offenbach am Main.
- HUEMER P, KÜHTREIBER H, TARRMANN G (2010) Anlockwirkung moderner Leuchtmittel auf nachtaktive Insekten. Ergebnisse einer Feldstudie in Tirol.  
([http://www.hellenot.org/fileadmin/user\\_upload/PDF/WeiterInfos/10\\_AnlockwirkungInsektenFeldstudie\\_TLMFundLUA.pdf](http://www.hellenot.org/fileadmin/user_upload/PDF/WeiterInfos/10_AnlockwirkungInsektenFeldstudie_TLMFundLUA.pdf) Abruf am 19.5.2017)
- HUPFER P, KUTTLER W (Hrsg.; 2006) Witterung und Klima, Eine Einführung in die Meteorologie und Klimatologie. Teubner, Wiesbaden.
- IFV | INSTITUT FÜR VERKEHRSTECHNIK (2016) Verkehrsmodellierung mit Ermittlung der Emissionen für die KIT-Standorte (Interne Studie im Rahmen des Masterplans 2030).
- ILLGEN M (2009) Das Versickerungsverhalten durchlässig befestigter Siedlungsflächen und seine urbanhydrologische Quantifizierung. Dissertation Universität Kaiserslautern.
- IPCC | INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (2007) Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Hrsgs: SOLOMON S., QIN D, MANNING M, CHEN Z, MARQUIS M, AVERYT KB, TIGNOR M, MILLER HL, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.  
([www.de-ipcc.de/de/128.php](http://www.de-ipcc.de/de/128.php) Abruf am 12.07.2017)
- KEK, DFIU, ITAS, IREES, Probst & Consorten(2011): Klimaneutrales Karlsruhe bis 2050 - Machbarkeitsstudie zur Klimaneutralität im Stadtkreis Karlsruhe im Auftrag der Stadt Karlsruhe  
([http://www.kek-karlsruhe.de/de/pdf/Machbarkeitsstudie\\_KA\\_klimaneutral\\_end.pdf](http://www.kek-karlsruhe.de/de/pdf/Machbarkeitsstudie_KA_klimaneutral_end.pdf) Abruf am 12.07.2017)
- KIT (2017) Baumkataster für den Campus Nord. Interne Katasterdaten (in Bearbeitung).
- KIT (2016a) KIT-Masterplan 2030 - Interne Rahmenplanung
- KIT (2016b) Baumkataster für den Campus Ost. Interne Katasterdaten.
- KIT (2007) Flächenermittlung für die gesplittete Abwassergebühr. Interne Erhebung.
- KOLB W (2016) Dachbegrünung - Planung, Ausführung, Pflege. Ulmer, Stuttgart.
- KÖHLER M (HRSG, 2012) Handbuch Bauwerksbegrünung: Planung - Konstruktion – Ausführung. Rudolf Müller Verlag, Köln.
- KÖRNER S, NAGEL A, BELLIN-HADER F (2009) Qualität und Vielfalt. Folgerungen und Ergebnisse aus einer Literaturstudie zum Zusammenhang von Grün und Gesundheit. *Stadt + Grün* 7/2009: 32ff.  
([www.die-gruene-stadt.de](http://www.die-gruene-stadt.de) Abruf am 13.7.2017)

- KRASNY M, DELIA J (2015) Natural area stewardship as part of campus sustainability. *Journal of Cleaner Production* 106: 87-96.
- KRAUS H (2008) Grundlagen der Grenzschicht-Meteorologie, Einführung in die Physik der Atmosphärischen Grenzschicht und in die Mikrometeorologie. Springer, Berlin Heidelberg.
- KRAUB L (2016) Potential zur Filterung von Luftstäuben und Stickstoffdioxid von straßennahen Hainbuchen-Hecken. Abschlussarbeit am IfGG des KIT
- KTE | KERntechnische Entsorgung Karlsruhe GmbH (2017) Entsorgungsbetriebe (<https://www.kte-karlsruhe.de/projekte/entsorgungsbetriebe/> Abruf am 13.7.2017)
- KÜHN I, BRANDL R, KLOTZ S (2004) The flora of German cities is naturally species rich. In: *Evolutionary Ecology Research*, 6/2004: 749-764.
- KUSTER D (2012) Futterpflanzen von Tagfaltern im Siedlungsbereich (<http://schmetterlinge.goetheanum.org/schmetterlinge-foedern/futterpflanzenliste> Abruf am 12.07.2017)
- KUTTLER W, DÜTEMAYER D (2003) Umweltmeteorologische Untersuchungsmethoden. In: *Promet*: 30(1-2), 15-27.
- LANGNER M, MEURER M (2004) Distribution of PM10 and PM2,5 in a roadside urban green. In: *Abstracts of the European Aerosol Conference 2004*: 83f., Budapest.
- LANGNER M (2006) Exponierter innerstädtischer Spitzahorn (*Acer platanoides*) - eine effiziente Senke für PM<sub>10</sub>? In: *Karlsruher Schriften zur Geographie und Geoökologie*: 21, Karlsruhe.
- LANGNER M (2008) Reduction of Airborne Particulates by Urban Green. Hrgs: SCHWEPPE-KRAFT B, GERMAN FEDERAL AGENCY FOR NATURE CONSERVATION Ecosystem Services of Natural and Semi-Natural Ecosystems and Ecologically Sound Land Use. In *BfN-Skripten 237*: 129-137. ([www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/skript237.pdf](http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/skript237.pdf) Abruf am 13.7.2017)
- LATIF M (2009) Klimawandel und Klimadynamik. Ulmer, Stuttgart.
- LIEDKE H, MARCINEK J (1994) Physische Geographie Deutschlands. 1. Auflage, Justus Perthes Verlag, Gotha.
- LIEGENSCHAFTSAMT KARLSRUHE (2014) Lärmkarten ([https://www.karlsruhe.de/b3/natur\\_und\\_umwelt/umweltschutz/laerm/laermkartierung/laermkarte.de](https://www.karlsruhe.de/b3/natur_und_umwelt/umweltschutz/laerm/laermkartierung/laermkarte.de) Abruf am 12.07.2017)
- LFW | BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR WALD UND FORSTWIRTSCHAFT (2011) Kohlenstoffspeicherung von Bäumen, *LWF Merkblatt 27*, Freising.
- LGRB | Landesamt für Geologie und Rohstoffe Baden-Württemberg (o.J.) Bodenkarte und Bodenfunktionsbewertungen 1:50.000.
- LUBW | LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (2009a) Stickstoff-Hintergrunddeposition im Jahr 2009. (<http://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/pages/map/default/index.xhtml> Abruf am 07.06.2017)
- LUBW | LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (2009b) *Arten, Biotope, Landschaft*. Schlüssel zum Erfassen, Beschreiben, Bewerten. 4. Aufl. Karlsruhe. ([http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/60969/arten\\_biotope\\_landschaft.pdf?command=downloadContent&filename=arten\\_biotope\\_landschaft.pdf](http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/60969/arten_biotope_landschaft.pdf?command=downloadContent&filename=arten_biotope_landschaft.pdf) Abruf am 12.07.2017)
- LUBW | LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (2011) Bewertung von Böden nach ihrer Leistungsfähigkeit. Leitfaden für Planungen und Gestattungsverfahren

ren. *Bodenschutz* 23.

LUBW | LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (2012) Ökokonto im Naturschutzrecht. Regelungen und Hintergründe, geeignete Maßnahmen, Kompensationsverzeichnis.

([http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/217864/natur\\_schutz\\_info\\_2012\\_1.pdf?command=downloadContent&filename=naturschutz\\_info\\_2012\\_1.pdf](http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/217864/natur_schutz_info_2012_1.pdf?command=downloadContent&filename=naturschutz_info_2012_1.pdf) *Abruf am 12.06.17*)

LUBW | LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (2013a) Moderne Unternehmen im Einklang mit der Natur - Leitfaden für ein naturnahes Betriebsgelände.

([www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/224023/](http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/224023/) *Abruf am 14.3.2017*)

LUBW | LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.; 2013b) Städtebaulicher Rahmenplan Klimaanpassung für die Stadt Karlsruhe, von B. Beermann, M.

Berchtold, J. Baumüller, G. Gross, M. Kratz. Forschungsbericht KLIMOPASS, Stadtplanungsamt, Karlsruhe. (<http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/109723/U83-W03-N11.pdf?command=downloadContent&filename=U83-W03-N11.pdf&FIS=91063> *Abruf am 12.07.2017*)

LUBW | LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.; 2014a) Städtebaulicher Rahmenplan Klimaanpassung für die Stadt Karlsruhe (Teil II), von B. BEERMANN,

M. BERCHTOLD, J. BAUMÜLLER, G. GROSS, M. KRATZ. KLIMOPASS-Berichte Projektnr.: 4500287423/23, Karlsruhe.

(<http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/114630/U-83-W03-N12.pdf?command=downloadContent&filename=U-83-W03-N12.pdf&highlight=St%E4dtebaulicher%20Rahmenplan%20Klimaanpassung%20Karlsruhe> *Abruf am 12.07.2017*)

LUBW | LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.; 2014b) Untersuchungen zur Kühlwirkung und der Niederschlagsretention der extensiven Dachbegrü-

nungsvegetation, von J. FRANZARING, M. ANEMOU, L.C. HERNANDEZ CUBERO, I. KATSAROV, Z. KAUF, A. MOHILEY L. STEFFAN UND A. FANGMEIER. KLIMOPASS-Berichte Projektnr.: 4500285871/23, Karlsruhe. (<http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/115648/U83-W03-N13.pdf?command=downloadContent&filename=U83-W03-N13.pdf> *Abruf am 12.07.2017*)

LUBW | LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.; 2015) Umweltdaten 2015 Baden-Württemberg. Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe.

([https://www4.lubw.badenwuerttemberg.de/servlet/is/255315/umweltdaten\\_2015.pdf?command=downloadContent&filename=umweltdaten\\_2015.pdf](https://www4.lubw.badenwuerttemberg.de/servlet/is/255315/umweltdaten_2015.pdf?command=downloadContent&filename=umweltdaten_2015.pdf) *Abruf am 12.07.2017*)

LUBW | LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (2016a) Luftreinhaltepläne für Baden-Württemberg – Grundlagenband 2015. Dokumentationsnummer 31-01/2017, Karlsruhe.

([www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/265221/luftreinhalteplaene\\_grundlagen\\_2015.pdf?command=downloadContent&filename=luftreinhalteplaene\\_grundlagen\\_2015.pdf](http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/265221/luftreinhalteplaene_grundlagen_2015.pdf?command=downloadContent&filename=luftreinhalteplaene_grundlagen_2015.pdf) *Abruf am 12.07.2017*)

LUBW | LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (2016b) Übersicht zu Lärmgrenzwerten. (<http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/5673/> *Abruf am 12.07.2017*)

LUBW | LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.; 2017a) Luftschadstoff-Emissionskataster Baden-Württemberg 2014. Dokumentationsnummer 31-01/2015, Karlsruhe.

([http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/267731/luftschadstoff\\_emissionskataster](http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/267731/luftschadstoff_emissionskataster)



- 2014.pdf?command=downloadContent&filename=luftschadstoff\_emissionskataster\_2014.pdf  
Abruf am 12.07.2017)
- LUBW | LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (2017b) Portal Luft, Mehrjährige Datenreihen (z.B. [http://mnz.lubw.baden-wuerttemberg.de/messwerte/langzeit/history\\_data/hstatDDEBW080NO2JMW.htm](http://mnz.lubw.baden-wuerttemberg.de/messwerte/langzeit/history_data/hstatDDEBW080NO2JMW.htm)) Abruf am 12.07.2017)
- MA | MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (2005) Ecosystems and human well-being. Synthesis. A report of the Millennium Ecosystem Assessment. Washington, DC. Island Press.
- MESS (2015) Rahmenplanung Campusareale KIT. Internes Kartenwerk im Auftrag des KIT.
- MIN. F. VERKEHR UND INFRASTRUKTUR BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.; 2012) Städtebauliche Klimafibel, Hinweise für die Bauleitplanung. Stuttgart. ([www.staedtebauliche-klimafibel.de](http://www.staedtebauliche-klimafibel.de)) Abruf am 12.07.2017)
- MLR | MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHEN RAUM UND VERBRAUCHERSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (2015) Bienenweidekatalog. Verbesserung der Bienenweide und des Artenreichtums (<http://144.41.33.58/Download/Bienenweidekatalog-BW.pdf>) Abruf am 12.07.2017)
- MOHAUPT F, MÜLLER R (2015) Naturnahe Gestaltung von Firmengeländen als Einstieg in ein biodiversitätsförderndes Liegenschaftsmanagement. Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse des Forschungsvorhabens Naturwert. Bundesamt für Naturschutz. ([https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/oekonomie/Dokumente/Abschlussbericht\\_Naturwert\\_bf.pdf](https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/oekonomie/Dokumente/Abschlussbericht_Naturwert_bf.pdf)) Abruf am 17.07.2017)
- MÜHR B (2000) Das Klima in Karlsruhe ([www.klimadiagramme.de/Bawue/karlsruhe.html](http://www.klimadiagramme.de/Bawue/karlsruhe.html)) Abruf am 12.07.2017)
- MÜLLER R, MOHAUPT F, SCHULZ S, BOßMEYER C, PRACEJUS L, ROHKEMPER M (2015): Wege zum naturnahen Firmengelände. 21 Ideen für mehr Artenvielfalt auf Unternehmensflächen: von einfach bis aufwendig, Broschüre, Bonn. ([https://www.ioew.de/fileadmin/user\\_upload/BILDER\\_und\\_Downloaddateien/Publikationen/2015/NATURWERT\\_M%C3%BCller\\_\\_Mohaupt\\_\\_Schulz\\_et\\_al.\\_\\_2015\\_\\_Wege\\_zum\\_naturnahen\\_Firmengel%C3%A4nde.pdf](https://www.ioew.de/fileadmin/user_upload/BILDER_und_Downloaddateien/Publikationen/2015/NATURWERT_M%C3%BCller__Mohaupt__Schulz_et_al.__2015__Wege_zum_naturnahen_Firmengel%C3%A4nde.pdf)) Abruf am 17.07.2017)
- NABU | NATURSCHUTZBUND DEUTSCHLAND (2016) Dramatisches Insektensterben - Rückgang um 80 % in Teilen Deutschlands. (<https://www.nabu.de/news/2016/01/20033.html>) Abruf am 12.07.2017)
- NVK | NACHBARSCHAFTSVERBAND KARLSRUHE (2011) Ökologische Tragfähigkeitsstudie mit Klimafunktionskarte und Schutzgutkarte Klima/Luft, Karlsruhe. ([www.nachbarschaftsverband-karlsruhe.de/b4/tfs\\_2.de](http://www.nachbarschaftsverband-karlsruhe.de/b4/tfs_2.de) oder [geodaten.karlsruhe.de/nvk/](http://geodaten.karlsruhe.de/nvk/)) Abruf am 12.07.2017)
- NVK | NACHBARSCHAFTSVERBAND KARLSRUHE (2013) ExWoSt-Modellprojekt - Innenentwicklung versus Klimakomfort ([http://www.nachbarschaftsverband-karlsruhe.de/b4/exwost/HF\\_sections/content/ZZkHSr5tGIMDWn/ZZkNvxspnzilQZ/ExWoSt\\_NVK\\_A4\\_Web.pdf](http://www.nachbarschaftsverband-karlsruhe.de/b4/exwost/HF_sections/content/ZZkHSr5tGIMDWn/ZZkNvxspnzilQZ/ExWoSt_NVK_A4_Web.pdf)) Abruf am 14.07.2017)
- OBRIST M, SATTLER T; HOME R, GLOOR S, BONTADINA F, NOBIS M, BRAAKER S, DUELLI P, BAUER N, DELLA BRUNA P, HUNZIKER M, MORETTI M (2012) Biodiversität in der Stadt – Für Mensch und Natur. Merkblatt für die Praxis. (<http://www.wsl.ch/dienstleistungen/publikationen/pdf/12092.pdf>) Abruf am 12.07.2017)
- ÖKOPLANA (2013) Klimagutachten Mannheim - Grünzug Nordost /Spinelli-Barracks + Bundesgartenschau 2023. Im Auftrag der Stadt Mannheim - FB Stadtplanung, Mannheim. ([https://www.mannheim.de/sites/default/files/page/74450/klimagutachten\\_gruenzug\\_nordost.pdf](https://www.mannheim.de/sites/default/files/page/74450/klimagutachten_gruenzug_nordost.pdf)) Abruf am 12.07.2017)
- OÖ ENERGIESPARVERBAND (2015) Straßenbeleuchtung mit LED. ([http://www.richtig-hell.at/fileadmin/redakteure/ESV/Info\\_und\\_Service/Publikationen/Stras-](http://www.richtig-hell.at/fileadmin/redakteure/ESV/Info_und_Service/Publikationen/Stras-)

- senbeleuchtung2015\_dt.pdf *Abruf am 19.5.2017*)
- RAHMSTORF S, SCHELLNHUBER HJ (2012) Der Klimawandel - Diagnose, Prognose, Therapie. 7. Auflage. C.H. Beck, München.
- RECK H, RASSMUS J, KLUMP GM, BÖTTCHER M, BRÜNING H, GUTSMIEDEL I, HERDEN C, LUTZ K, MEHL U, PENNBRESSEL G, ROWECK H, TRAUTNER J, WENDE W, WINKELMANN C, ZSCHALICH A (2001) Auswirkungen von Lärm und Planungsinstrumente des Naturschutzes. Ergebnisse einer Fachtagung - ein Überblick. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 33 (5), S. 145-149.
- REGIONALVERBAND RUHR (2010) Handbuch Stadtklima, Maßnahmen und Handlungskonzepte für Städte und Ballungsräume zur Anpassung an den Klimawandel. Ein Projekt des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Langfassung, Essen.  
([www.umwelt.nrw.de/mediathek/broschueren/detailseitebroschueren/?broschueren\\_id=4791](http://www.umwelt.nrw.de/mediathek/broschueren/detailseitebroschueren/?broschueren_id=4791))  
*Abruf am 12.07.2017*)
- RP KARLSRUHE (Hrsg.; 2006) Luftreinhalte-/Aktionsplan für den Regierungsbezirk Karlsruhe. Teilplan Karlsruhe, Auf der Grundlage der Luftqualitätsbeurteilung 2002/2003/2004, Karlsruhe.  
([rp.baden-wuerttemberg.de/rpk/Abt5/Ref541/Luftreinhalteplan/LRP\\_KA\\_Internet.pdf](http://rp.baden-wuerttemberg.de/rpk/Abt5/Ref541/Luftreinhalteplan/LRP_KA_Internet.pdf))  
*Abruf am 12.07.2017*)
- RP KARLSRUHE (Hrsg.; 2008) Luftreinhalte-/Aktionsplan für den Regierungsbezirk Karlsruhe. Teilplan Karlsruhe - Aktionsplan – auf der Grundlage der Ergebnisse des Spotmessprogramms 2006, Karlsruhe.  
([rp.baden-wuerttemberg.de/rpk/Abt5/Ref541/Luftreinhalteplan/rpk54.1\\_apka\\_internet.pdf](http://rp.baden-wuerttemberg.de/rpk/Abt5/Ref541/Luftreinhalteplan/rpk54.1_apka_internet.pdf))  
*Abruf am 12.07.2017*)
- RP KARLSRUHE (Hrsg.; 2009) Pflege- und Entwicklungsplan für das Natura2000-Gebiet "Hardtwald zwischen Graben und Karlsruhe" 6916-342 (FFH-Gebiet) und "Hardtwald nördlich von Karlsruhe" 6916-303 (Vogelschutzgebiet). (<http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/67179/>)  
*Abruf am 12.07.2017*)
- PAN (2009) Biotopverbundplanung Stadt Karlsruhe. Studie im Auftrag der Stadt Karlsruhe  
([https://www.karlsruhe.de/b3/natur\\_und\\_umwelt/naturschutz/biotopverbund/HF\\_sections/content/ZZjVLIU2KegZmE/2010%20Biotopverbund%20Stadt%20Karlsruhe\\_Abgabefassung.pdf](https://www.karlsruhe.de/b3/natur_und_umwelt/naturschutz/biotopverbund/HF_sections/content/ZZjVLIU2KegZmE/2010%20Biotopverbund%20Stadt%20Karlsruhe_Abgabefassung.pdf))  
*Abruf am 22.06.2017*)
- SCHREMPP T (2016) Radioaktivität in den Böden des Campus Nord - Standortcharakterisierung und Abschätzung des Vorkommens radioaktiver Isotope. Bachelorarbeit am Institut für Geographie und Geoökologie des KIT.
- SCHNEIDER P (1980) Das Zweirad im Wandel der Zeit. Deutsches Zweirad-Museum Neckarsulm: 83.
- SCHREIBER M (2015) Bewertung von Vogelbrutgebieten - Vorschlag für ein numerisches Verfahren zur bundesweiten Anwendung. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 47 (5): 133-141.
- SCHWÄGERL C (2016) What`s causing the Sharp Decline in Insects, and Why it matters. *YaleEnvironment* 360.  
([http://e360.yale.edu/features/insect\\_numbers\\_declining\\_why\\_it\\_matters](http://e360.yale.edu/features/insect_numbers_declining_why_it_matters))  
*am 11.5.2016 Abruf am 12.07.2017*)
- SENATSV ERWALTUNG FÜR STADTENTWICKLUNG UND UMWELT BERLIN (2013) Oberflächenabfluss, Versickerung, Gesamtabfluss und Verdunstung aus Niederschlägen, Umweltatlas 02.13, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt, Berlin.  
([www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/e\\_text/kc213.pdf](http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/e_text/kc213.pdf))  
*Abruf am 12.07.2017*)
- SOLUM (2015) BV Neues Fussballstadion im Wildpark (Stadt Karlsruhe). Bericht zu den Bodenuntersuchungen. Unveröff. Gutachten im Auftrag der Karlsruher Fächer GmbH & Co. Stadtentwicklungs KG.

- SPANG FISCHER NATZSCHKA (2009) Umweltbericht zum Bebauungsplan "Ersatzbau Sporthalle / Universität Karlsruhe". Gutachten im Auftrag der Universität Karlsruhe
- SPANG FISCHER NATZSCHKA (2016) Umweltbericht zum Bebauungsplan "Fußballstadion im Wildpark". Gutachten im Auftrag der Stadt Karlsruhe  
([https://web3.karlsruhe.de/Gemeinderat/ris/bi/vo0050.php?\\_\\_kvonr=34859&voselect=4142](https://web3.karlsruhe.de/Gemeinderat/ris/bi/vo0050.php?__kvonr=34859&voselect=4142)  
*Abruf am 12.07.2017*)
- STADT KARLSRUHE (2009) Klimaschutzkonzept Karlsruhe - Handlungsrahmen für den kommunalen Klimaschutz (<http://www.kek-karlsruhe.de/de/pdf/Klimaschutzkonzept-2009-Endfassung.pdf>  
*Abruf am 12.07.2017*)
- STADT KARLSRUHE (2012) Lärminderungsplanung Karlsruhe  
[https://www.karlsruhe.de/b3/natur\\_und\\_umwelt/umweltschutz/laerm/laermaktionsplan/HF\\_sections/content/ZZI9iI02nIG3nl/ZZI9iIFVtT6Ic3/L%C3%A4rmminderung-internet\(Dez2012\).pdf](https://www.karlsruhe.de/b3/natur_und_umwelt/umweltschutz/laerm/laermaktionsplan/HF_sections/content/ZZI9iI02nIG3nl/ZZI9iIFVtT6Ic3/L%C3%A4rmminderung-internet(Dez2012).pdf)  
*Abruf am 12.07.2017*)
- STADT KARLSRUHE (2013) Anpassung an den Klimawandel - Bestandsaufnahme und Strategie für die Stadt Karlsruhe. Umwelt- und Arbeitsschutz, Karlsruhe.  
([https://www.karlsruhe.de/b3/natur\\_und\\_umwelt/klimaschutz/klimafolgen/HF\\_sections/content/ZZI33ZxibxWJEn/ZZI342BXSjoXv9/Bericht\\_Klimawandel\\_web.pdf](https://www.karlsruhe.de/b3/natur_und_umwelt/klimaschutz/klimafolgen/HF_sections/content/ZZI33ZxibxWJEn/ZZI342BXSjoXv9/Bericht_Klimawandel_web.pdf)  
*Abruf am 12.07.2017*)
- STADT KARLSRUHE (2015) Städtebaulicher Rahmenplan Klimaanpassung und Begleithefte. Stadtplanungsamt, Karlsruhe. ([www.karlsruhe.de/b3/bauen/projekte/klimaanpassung/#](http://www.karlsruhe.de/b3/bauen/projekte/klimaanpassung/#)  
*Abruf am 12.07.2017*)
- STADT KARLSRUHE (2016) Lärmaktionsplan ([https://www.karlsruhe.de/b3/natur\\_und\\_umwelt/umweltschutz/laerm/laermaktionsplan.de](https://www.karlsruhe.de/b3/natur_und_umwelt/umweltschutz/laerm/laermaktionsplan.de)  
*Abruf am 14.07.2017*)
- STADT KARLSRUHE (2017) Datenbank der Kulturdenkmale.  
([web1.karlsruhe.de/db/kulturdenkmale/detail.php?id=01809](http://web1.karlsruhe.de/db/kulturdenkmale/detail.php?id=01809)  
*Abruf am 12.07.2017*)
- STADT KARLSRUHE (2017b) Klimaschutz in Karlsruhe – Vierter Fortschrittsbericht  
([https://www.karlsruhe.de/b3/natur\\_und\\_umwelt/klimaschutz/klimakonzept/pdf\\_dateien/HF\\_workingCopies/content/ZZmZibPOgg7v12/Vierter\\_Fortschrittsbericht\\_2017.pdf](https://www.karlsruhe.de/b3/natur_und_umwelt/klimaschutz/klimakonzept/pdf_dateien/HF_workingCopies/content/ZZmZibPOgg7v12/Vierter_Fortschrittsbericht_2017.pdf)  
*Abruf am 14.07.2017*)
- STEB KÖLN | STADTENTWÄSSERUNGSBETRIEBE KÖLN (2016) Leitfaden für eine wassersensible Stadt- und Freiraumgestaltung in Köln - Empfehlungen und Hinweise für eine zukunftsfähige Regenwasserbewirtschaftung und für die Überflutungsvorsorge bei extremen Niederschlagsereignissen  
([https://www.steb-koeln.de/Redaktionell/ABLAGE/Downloads/Brosch%C3%BCren-Ver%C3%B6ffentlichungen/Geb%C3%A4udeschutz/FirstSpirit\\_1489560439762LeitfadenPlanung\\_ES\\_140217\\_web.pdf](https://www.steb-koeln.de/Redaktionell/ABLAGE/Downloads/Brosch%C3%BCren-Ver%C3%B6ffentlichungen/Geb%C3%A4udeschutz/FirstSpirit_1489560439762LeitfadenPlanung_ES_140217_web.pdf)  
*Abruf am 12.07.2017*)
- TEEB DE | NATURKAPITAL DEUTSCHLAND TEEB DE (2012) Der Wert der Natur für Wirtschaft und Gesellschaft. Eine Einführung. ifuplan München, UFZ Leipzig, BfN Bonn.
- TEEB DE | NATURKAPITAL DEUTSCHLAND TEEB DE (2016) Ökosystemleistungen in der Stadt - Gesundheit schützen und Lebensqualität erhöhen. Hrsg. von KOWARIK I, BARTZ R, BRECK M. TU Berlin, UFZ Berlin, Leipzig.
- TIROLER LANDESUMWELTANWALT (2003) Die Helle Not. Künstliche Lichtquellen - ein unterschätztes Naturschutzproblem. 2. Auflage. Innsbruck, Wien 2003.
- TIROLER UMWELTANWALTSCHAFT (2009) Die Helle Not. Künstliche Lichtquellen - ein unterschätztes Naturschutzproblem. 3. Auflage. Innsbruck 2009.
- UBA | UMWELTBUNDESAMT (2013) Erstellung einer Methodenkonsistenten Zeitreihe von Stoffeinträgen und ihren Wirkungen in Deutschland. Teil 2. Abschlussbericht. *Texte* 15/2013.
- UBA | UMWELTBUNDESAMT (2014) Praxishilfe - Klimaanpassung in der räumlichen Planung. Raum- und fachplanerische Handlungsoptionen zur Anpassung der Siedlungs- und Infrastrukturen an den

- Klimawandel. ([www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de) Abruf am 12.07.2017)
- UM | MINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND VERKEHR BADEN-WÜRTTEMBERG (2010) Verordnung des Ministeriums für Umwelt, Naturschutz und Verkehr über die Anerkennung und Anrechnung vorzeitig durchgeführter Maßnahmen zur Kompensation von Eingriffsfolgen (Ökokonto-Verordnung - ÖKVO) vom 19. Dez. 2010 (GBl. Nr. 23, S. 1089) in Kraft getreten am 1. Apr. 2011 (<https://www.flaechenagentur-bw.de/sites/default/files/OEKO-VO-Gesetzblatt-1.pdf> Abruf am 14.07.17)
- UM | UMWELTMINISTERIUM (1999) Verordnung des Umweltministeriums über die dezentrale Beseitigung von Niederschlagswasser vom 22. Mär. 1999 zuletzt geändert durch Artikel 11 des Gesetzes vom 3. Dez. 2013 (GBl. Nr. 17, S. 389) in Kraft getreten am 1. Jan. 2014.
- USGS | U.S. Geological Survey (2017) Landsat 8 (<https://earthexplorer.usgs.gov/> Abruf am 27.4.2017)
- VDI 3957 BLATT 13 (2005) Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen mit Flechten (Bioindikation), Kartierung der Diversität epiphytischer Flechten als Indikator für Luftgüte. *VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft*, Band 1a.
- VERMÖGEN & BAU (2013) Baumkataster für den Campus Süd. Interne Katasterdaten.
- VOGEL P, BREUNIG T (2005) Bewertung der Biotoptypen Baden-Württembergs zur Bestimmung des Kompensationsbedarfs in der Eingriffsregelung. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg ([http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/95976/bewertungsempfehlungen\\_schutzgut\\_biotope.pdf?command=downloadContent&filename=bewertungsempfehlungen\\_schutzgut\\_biotope.pdf&FIS=200](http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/95976/bewertungsempfehlungen_schutzgut_biotope.pdf?command=downloadContent&filename=bewertungsempfehlungen_schutzgut_biotope.pdf&FIS=200) Abruf am 12.07.2017)
- VOGT J (2002) Lokale Kaltluftabflüsse. *Karlsruher Schriften zur Geographie und Geoökologie*: 14, Karlsruhe.
- WAHL D, DRÖSCHMEIER R, GERLACH B, GRÜNEBERG C, LANGGEMACH T, TRAUTMANN S, SUDFELDT C (2015) Vögel in Deutschland 2014. DDA, BfN, LAG VSV, Münster. ([https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/monitoring/Dokumente/ViD2014\\_Internet\\_barrierefr.pdf](https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/monitoring/Dokumente/ViD2014_Internet_barrierefr.pdf) Abruf am 12.07.2017)
- WIENERT U, KREIENKAMP F, SPEKAT A, ENKE W (2013) A simple method to estimate the urban heat island intensity in data sets used for the simulation of the thermal behaviour of buildings. *Met.Z.*, 22(2), 179-185. ([https://www.schweizerbart.de/papers/metz/detail/22/80287/A\\_simple\\_method\\_to\\_estimate\\_the\\_urban\\_heat\\_island\\_intensity\\_in\\_data\\_sets\\_used\\_for\\_the\\_simulation\\_of\\_the\\_thermal\\_behaviour\\_of\\_buildings?l=DE](https://www.schweizerbart.de/papers/metz/detail/22/80287/A_simple_method_to_estimate_the_urban_heat_island_intensity_in_data_sets_used_for_the_simulation_of_the_thermal_behaviour_of_buildings?l=DE) Abruf am 12.07.2017)
- WHO | WORLD HEALTH ORGANIZATION (2011) Burden of disease from environmental noise. Quantification of healthy life years lost in Europe. ([http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0008/136466/e94888.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/136466/e94888.pdf) Abruf am 21.06.2017)
- WIRSING T, NEUKUM C, GOLDSCHIEDER N, MAIER M (2015) Integration der bodenkundlichen Filter- und Pufferfunktion in die hydrogeologische Vulnerabilitätsbewertung. *Grundwasser* 20(3): 215-224. DOI 10.1007/s00767-015-0297-5.
- WIRSING T, KÜHLERS D (2016) Großräumiges, numerisches, instationäres Grundwasserströmungsmodell für das Gesamtbewirtschaftungsgebiet der Stadtwerke Karlsruhe. Modellzeitraum 1960 bis 2013. Interner Modellbericht Stadtwerke Karlsruhe.
- WIRSING T, WIRSING A (2017) 10 Jahre avifaunistisches Monitoring mittels Faltnetz und Linientaxierung zur Ableitung eines Indikators zur ökologischen Zustandsbewertung des EU-Vogelschutzgebiets „Maintal zwischen Schweinfurt und Dettelbach“. *Ornithol. Anzeiger* 56.
- WURST C (2009) Lokale Populationen des Heldbocks (*Cerambyx cerdo*), Art der FFH-Richtlinie Anh. II



und IV, im Stadtkreis Karlsruhe. Studie im Auftrag der Stadt Karlsruhe.

ZMARSLY E, KUTTLER W, PETHE H (2007) Meteorologisch-klimatologisches Grundwissen. 3. Auflage, Ulmer, Stuttgart.

## 10 Anhang

### 10.1 Bäume mit Brusthöhendurchmesser > 70 cm

Anzahl der Bäume mit BHD >70cm		CS	CN	CW	CO	KIT	
Indigene Arten	Hainbuche	<i>Carpinus betulus</i>	1			1	2
	Rotbuche	<i>Fagus sylvatica</i>	2	5			7
	Traubeneiche	<i>Quercus petraea</i>	3				3
	Stieleiche	<i>Quercus robur</i>	2	1		2	5
	Eiche	<i>Quercus spec.</i>	3				3
	Winterlinde	<i>Tilia cordata</i>	2				2
	Sommerlinde	<i>Tilia platyphyllos</i>		3	1		4
	Bergulme	<i>Ulmus glabra</i>				1	1
	Flatterulme	<i>Ulmus laevis</i>	1				1
	ohne genaue Artbestimmung		5				5
	ZWISCHENSUMME		19	9	1	4	33
Nicht indigene Arten	Ginkgo	<i>Ginkgo biloba</i>	1				1
	Amerikanische Gleditschie	<i>Gleditsia triacanthos</i>				1	1
	Japanische Lärche	<i>Larix kaempferi</i>	2				2
	Schwarzkiefer	<i>Pinus nigra</i>				4	4
	Ahornblättrige Platane	<i>Platanus hispanica</i>	3				3
	Platane	<i>Platanus spec.</i>	7		4		11
	Götterbaum	<i>Ailanthus altissima</i>	1	1			2
	Roteiche	<i>Quercus rubra</i>	4		2	6	12
	Robinie	<i>Robinia pseudoacacia</i>	1				1
	ohne genaue Artbestimmung		11				11
	ZWISCHENSUMME		30	1	6	11	48
GESAMTSUMME		49	10	7	15	81	

## 10.2 Verteilung der Biotoptypen auf den Campusflächen

Biotoptyp	Campus		Süd		Nord		West		Ost		Alle	
	Fläche (ha)	Anteil (%)	Fläche (ha)	Anteil (%)	Fläche (ha)	Anteil (%)	Fläche (ha)	Anteil (%)	Fläche (ha)	Anteil (%)	Fläche (ha)	Anteil (%)
12.61 Entwässerungsgraben			0,10	0,1							0,10	0,0
13.71 Weiher			0,03	0,0							0,03	0,0
13.92 Naturfernes Kleingewässer	0,03	0,1	0,01	0,0							0,04	0,0
21.40 Anthropogene Gesteins- oder Erdhalde			0,01	0,0							0,01	0,0
21.42 Anthropogene Erdhalde, lehmige oder tonige Aufschüttung			0,22	0,1							0,22	0,1
21.50 Kiesige oder sandige Abbaufäche bzw. Aufschüttung			0,36	0,2							0,36	0,1
21.60 Rohbodenfläche, lehmige oder tonige Abbaufäche	0,01	0,0	1,17	0,7					0,03	0,2	1,21	0,5
23.51 Verfügte Mauer	0,04	0,1							0,02	0,1	0,06	0,0
23.52 Treppe	0,04	0,1									0,04	0,0
33.70 Trittpflanzenbestand	0,65	1,1	0,18	0,1	0,36	9,4	0,38	2,6			1,57	0,6
33.71 Trittrasen	0,40	0,7	0,23	0,1	0,13	3,4	1,63	11,0			2,39	1,0
33.80 Zierrasen	3,37	5,5	27,31	16,8	0,21	5,4	2,37	16,1			33,26	13,7
35.11 Nitrophytische Saumvegetation	0,07	0,1	0,03	0,0							0,09	0,0
35.20 Saumvegetation trockenwarmer Standorte			0,01	0,0							0,01	0,0
35.34 Adlerfarn Bestand	0,03	0,0									0,03	0,0
35.60 Ruderalvegetation	0,21	0,3	0,01	0,0				0,01	0,0		0,22	0,1
35.61 Annuelle Ruderalvegetation	1,08	1,8	0,81	0,5				0,02	0,1		1,91	0,8
35.62 Ausdauernde Ruderalvegetation trockenwarmer Standorte			0,03	0,0							0,03	0,0
35.63 Ausdauernde Ruderalvegetation frischer bis feuchter Standorte	0,27	0,4	0,02	0,0				0,06	0,4		0,34	0,1
43.10 Gestrüpp	0,65	1,1	0,40	0,2	0,03	0,7					1,07	0,4
43.11 Brombeer-Gestrüpp	0,11	0,2			0,01	0,2					0,11	0,0
43.12 Himbeer-Gestrüpp	0,01	0,0									0,01	0,0
43.13 Kratzbeer-Gestrüpp			0,19	0,1							0,19	0,1
43.50 Lianen- oder Kletterpflanzenbestand	0,09	0,1	0,00	0,0							0,09	0,0
44.11 Gebüsch mit naturraum- oder standortuntypischer Artzusammensetzung	0,06	0,1	0,23	0,1	0,00	0,0	0,00	0,0			0,29	0,1
44.12 Gebüsch aus nicht heimischen Straucharten	0,82	1,4	0,30	0,2				0,14	0,9		1,27	0,5
44.21 Hecke mit naturraum- oder standortuntypischer Artzusammensetzung	0,04	0,1	0,04	0,0							0,08	0,0
44.22 Hecke aus nicht heimischen Straucharten	0,06	0,1	0,02	0,0				0,01	0,0		0,08	0,0

Campus	Süd		Nord		West		Ost		Alle	
	Fläche (ha)	Anteil (%)	Fläche (ha)	Anteil (%)	Fläche (ha)	Anteil (%)	Fläche (ha)	Anteil (%)	Fläche (ha)	Anteil (%)
44.30 Heckenzaun	0,23	0,4	0,04	0,0	0,02	0,4			0,29	0,1
45.40 Streuobstbestand	0,40	0,7							0,40	0,2
53.10 Eichen- oder Hainbuchen Eichen Wald trockenwarmer Standorte			0,45	0,3					0,45	0,2
55.50 Traubeneichen Buchen Wald	1,19	2,0	6,15	3,8			0,13	0,9	7,47	3,1
56.12 Hainbuchen Stieleichen Wald	6,49	10,6	0,18	0,1					6,67	2,8
58.10 Sukzessionswald aus Laubbäumen			0,28	0,2					0,28	0,1
58.21 Sukzessionswald mit überwiegendem Laubbaumanteil			0,35	0,2					0,35	0,1
59.10 Laubbaum Bestand			1,81	1,1	0,11	2,8			1,92	0,8
59.16 Edellaubholz Bestand	0,45	0,7							0,45	0,2
59.17 Robinien Wald	0,02	0,0	0,14	0,1					0,17	0,1
59.18* Rotbuchen Bestand			2,87	1,8					2,87	1,2
59.20 Mischbestand aus Laub- und Nadelbäumen			1,53	0,9					1,53	0,6
59.21 Mischbestand mit überwiegendem Laubbaumanteil			7,21	4,4			0,19	1,3	7,40	3,1
59.22 Mischbestand mit überwiegendem Nadelbaumanteil			0,20	0,1					0,20	0,1
59.42 Waldkiefern Bestand			34,49	21,2			0,19	1,3	34,69	14,3
59.43 Schwarzkiefern Bestand			0,27	0,2					0,27	0,1
59.45 Douglasien Bestand	0,32	0,5							0,32	0,1
59.50 Parkwald	5,61	9,2	12,77	7,8	0,32	8,5	2,46	16,7	21,17	8,7
60.10 Von Bauwerken bestandene Fläche	14,17	23,2	20,48	12,6	1,04	27,3	1,93	13,1	37,61	15,5
60.21 Völlig versiegelte Straße oder Platz	7,00	11,5	24,95	15,3	0,44	11,6	1,63	11,1	34,02	14,0
60.22 Gepflasterte Straße oder Platz	8,96	14,7	6,77	4,2	0,42	11,1	2,30	15,6	18,45	7,6
60.23 Weg oder Platz mit wassergebundener Decke, Kies oder Schotter	1,96	3,2	3,67	2,3	0,38	10,0	0,47	3,2	6,48	2,7
60.24 Unbefestigter Weg oder Platz	0,61	1,0	0,93	0,6	0,01	0,3	0,11	0,7	1,66	0,7
60.26* Schotterrassen	0,02	0,0	0,08	0,0			0,36	2,4	0,45	0,2
60.30 Gleisbereich			0,78	0,5					0,78	0,3
60.40 Fläche mit Ver- oder Entsorgungsanlage	0,00	0,0	0,31	0,2					0,31	0,1
60.41 Lagerplatz	0,55	0,9	2,70	1,7	0,11	2,9	0,29	1,9	3,64	1,5
60.44* Vorübergehende Baustelle oder Lagerplatz	0,66	1,1	0,49	0,3					1,15	0,5
60.51 Blumenbeet oder Rabatte	0,03	0,1	0,02	0,0					0,05	0,0
60.52 Baumscheibe	0,16	0,3	0,26	0,2	0,01	0,2	0,00	0,0	0,44	0,2
60.53 Bodendecker Anpflanzung	0,70	1,2	0,19	0,1	0,05	1,3	0,02	0,2	0,97	0,4
60.55 Bewachsenes Dach oder	0,80	1,3							0,80	0,3



Biotoptyp	Campus		Süd		Nord		West		Ost		Alle	
	Fläche (ha)	Anteil (%)	Fläche (ha)	Anteil (%)	Fläche (ha)	Anteil (%)	Fläche (ha)	Anteil (%)	Fläche (ha)	Anteil (%)	Fläche (ha)	Anteil (%)
bewachsene Mauerkrone												
60.57* Zierbeet	0,08	0,1	0,03	0,0	0,00	0,1	0,02	0,1	0,13	0,1		
60.58* Städtische Baum Busch Gruppe	0,58	0,9	0,59	0,4	0,00	0,1			1,18	0,5		
60.62 Ziergarten	0,47	0,8	0,33	0,2	0,13	3,5			0,93	0,4		
60.63 Mischtyp von Nutz- und Ziergarten	1,21	2,0			0,03	0,7			1,24	0,5		
60.70* Nicht zugängliche Fläche	0,23	0,4							0,23	0,1		
Gesamtergebnis	60,97	100	163,0	100	3,8	100	14,7	100	242,5	100		

### 10.3 Wertsteigerungspotential (WSP) der einzelnen Biotoptypen

BIOTOPTYP 2017	BIOTOPTYP POTENTIELL	MANAGEMENTMAßNAHMEN	WSP (%)
33.80 - Zierrasen	33.43 - Magerwiese mittl. Standorte	extensive Pflege (keine Bodenmelioration, Düngung, seltene Mahd); Trittbelastung reduzieren; Abräumen des Mähguts; Blumenreiches Saatgut	51,5
59.50 - Parkwald	59.50 - Parkwald	Wegeführung zur Reduzierung des Tritt in der Unternutzung; diverse Straucharten	23,2
60.22 - Gepflasterte Straße oder Platz	60.22 - Gepflasterte Straße oder Platz	Pflanzenbewuchs zwischen Pflastersteinen etablieren	7,2
33.80 - Zierrasen	36.62 - Sandrasen kalkfreier Standorte	extensive Pflege (keine Bodenmelioration, Düngung); Trittbelastung reduzieren; Abräumen des Mähguts; Blumenreiches Saatgut	3,7
59.42 - Waldkiefern-Bestand	53.10 - Eichen- oder Hainbuchen-Eichen Wald trocken-warmer Standorte	Bestandsumwandlung in standortstypischen Laubmischwald	2,7
60.23 - Weg oder Platz mit wassergebundener Decke, Kies oder Schotter	60.23 - Weg oder Platz mit wassergebundener Decke, Kies oder Schotter	Pflanzenbewuchs zulassen; Personenlenkungsmaßnahmen	2,5
60.24 - Unbefestigter Weg oder Platz	33.43 - Magerwiese mittl. Standorte	Trittbelastung reduzieren; Personenlenkung	1,6
56.12 - Hainbuchen-Stieleichen-Wald	56.12 - Hainbuchen-Stieleichen-Wald	Entwicklung zur wertvollsten Ausprägung mit wertgebenden Arten und naturnahem Zustand	1,4
33.71 - Trittrasen	33.43 - Magerwiese mittl. Standorte	extensive Pflege (keine Bodenmelioration, Düngung); Trittbelastung reduzieren; Abräumen des Mähguts; Blumenreiches Saatgut	1,1
55.50 - Traubeneichen-Buchen-Wald	55.50 - Traubeneichen-Buchen-Wald	Entwicklung zur wertvollsten Ausprägung mit wertgebenden Arten und naturnahem Zustand	1,1

BIOOPTYP 2017	BIOOPTYP POTENTIELL	MANAGEMENTMAßNAHMEN	WSP (%)
44.12 - Gebüsch aus nicht heimischen Straucharten	42.20 - Gebüsch mittlerer Standorte	Langfristiger Ersatz der nicht indigenen durch indigene Straucharten	1,0
33.70 - Trittpflanzenbestand	33.43 - Magerwiese mittl. Standorte	extensive Pflege (keine Bodenmelioration, Düngung); Trittbelastung reduzieren; Abräumen des Mähguts; Blumenreiches Saatgut	0,5
59.21 - Mischbestand mit überwiegendem Laubbaumanteil	53.10 - Eichen- oder Hainbuchen-Eichen Wald trocken-warmer Standorte	Bestandsumwandlung in standortstypischen Laubmischwald; Entnahme der Nadelbäume	0,5
60.53 - Bodendecker-Anpflanzung	42.20 - Gebüsch mittlerer Standorte	Bestandsumwandlung in Gebüsch	0,4
60.10 - Von Bauwerken bestandene Fläche	60.55 - Von Bauwerken bestandene Fläche	Wenn Flachdach: Einrichtung von Dachbegrünungen	0,4
43.10 - Gestrüpp	43.10 - Gestrüpp	Entwicklung zur wertvollsten Ausprägung mit wertgebenden Arten und naturnahem Zustand	0,3
35.61 - Annuelle Ruderalvegetation	35.61 - Annuelle Ruderalvegetation	Entwicklung zur wertvollsten Ausprägung mit wertgebenden Arten und naturnahem Zustand	0,2
21.60 - Rohbodenfläche, lehmige oder tonige Abbaufläche	33.43 - Magerwiese mittl. Standorte	Bestandsumwandlung in Magerwiese mittlerer Standorte	0,1
60.52 - Baumscheibe	60.52 - Baumscheibe	Entwicklung zur wertvollsten Ausprägung mit wertgebenden Arten und naturnahem Zustand	0,1
59.18* - Rotbuchen-Bestand	53.10 - Eichen- oder Hainbuchen-Eichen Wald trocken-warmer Standorte	Bestandsumwandlung in standortstypischen Laubmischwald	0,1
44.30 - Heckenzaun	42.20 - Gebüsch mittlerer Standorte	Langfristiger Ersatz der nicht indigenen durch indigene Straucharten; weniger häufiger Schnitt	0,1
59.10 - Laubbaum-Bestand	53.10 - Eichen- oder Hainbuchen-Eichen Wald trocken-warmer Standorte	Bestandsumwandlung in standortstypischen Laubmischwald	<0,1
59.20 - Mischbestand aus Laub- und Nadelbäumen	53.10 - Eichen- oder Hainbuchen-Eichen Wald trocken-warmer Standorte	Bestandsumwandlung in standortstypischen Laubmischwald; Entnahme der Nadelbäume	<0,1
44.11 - Gebüsch mit naturraum- oder standortuntypischer Ausprägung	42.20 - Gebüsch mittlerer Standorte	Langfristiger Ersatz der nicht indigenen durch indigene Straucharten	<0,1
60.55 - Bewachsenes Dach oder bewachsene Mauerkrone	60.55 - Bewachsenes Dach oder bewachsene Mauerkrone	Entwicklung zur wertvollsten Ausprägung mit wertgebenden Arten und naturnahem Zustand	<0,1
43.50 - Lianen- oder Kletterpflanzenbestand	43.50 - Lianen- oder Kletterpflanzenbestand	Entwicklung zur wertvollsten Ausprägung mit wertgebenden Arten und naturnahem Zustand	<0,1
60.62 - Ziergarten	60.62 - Ziergarten	Entwicklung zur wertvollsten Ausprägung mit wertgebenden Arten und naturnahem Zustand	<0,1

BIOOPTYP 2017	BIOOPTYP POTENTIELL	MANAGEMENTMAßNAHMEN	WSP (%)
35.60 - Ruderalvegetation	35.60 - Ruderalvegetation	Entwicklung zur wertvollsten Ausprägung mit wertgebenden Arten und naturnahem Zustand	<0,1
45.40 - Streuobstbestand	45.40 - Streuobstbestand	Entwicklung zur wertvollsten Ausprägung mit wertgebenden Arten und naturnahem Zustand	<0,1
44.22 - Hecke aus nicht heimischen Straucharten	42.20 - Gebüsch mittlerer Standorte	Langfristiger Ersatz der nicht indigenen durch indigene Straucharten	<0,1
35.63 - Ausdauernde Ruderalvegetation frischer bis feuchter Standorte	35.63 - Ausdauernde Ruderalvegetation frischer bis feuchter Standorte	Entwicklung zur wertvollsten Ausprägung mit wertgebenden Arten und naturnahem Zustand	<0,1
21.50 - Kiesige oder sandige Abbaufäche bzw. Aufschüttung	36.70 - Trockenrasen	Bestandsumwandlung in Trockenrasen	<0,1
43.11 - Brombeer-Gestrüpp	43.11 - Brombeer-Gestrüpp	Entwicklung zur wertvollsten Ausprägung mit wertgebenden Arten und naturnahem Zustand	<0,1
60.57* - Zierbeet	60.57* - Zierbeet	Entwicklung zur wertvollsten Ausprägung mit wertgebenden Arten und naturnahem Zustand	<0,1
23.51 - Verfugte Mauer	60.55 - Bewachsenes Dach oder bewachsene Mauerkrone	Vorsetzen einer neuen, unverfugten Mauer (oder kompletter Ersatz)	<0,1
35.11 - Nitrophytische Saumvegetation	35.11 - Nitrophytische Saumvegetation	Ausmagerung: Entnahme von biologischem Material	<0,1
59.16 - Edellaubholz-Bestand	53.10 - Eichen- oder Hainbuchen-Eichen Wald trocken-warmer Standorte	Bestandsumwandlung in standortstypischen Laubmischwald	<0,1
59.17 - Robinien-Wald	53.10 - Eichen- oder Hainbuchen-Eichen Wald trocken-warmer Standorte	Bestandsumwandlung in standortstypischen Laubmischwald	<0,1
59.45 - Douglasien-Bestand	53.10 - Eichen- oder Hainbuchen-Eichen Wald trocken-warmer Standorte	Bestandsumwandlung in standortstypischen Laubmischwald	<0,1
58.10 - Sukzessionswald aus Laubbäumen	58.10 - Eichen- oder Hainbuchen-Eichen Wald trocken-warmer Standorte	artenreich, standorttypisch	<0,1
53.10 - Eichen- oder Hainbuchen-Eichen Wald trocken-warmer Standorte	53.10 - Eichen- oder Hainbuchen-Eichen Wald trocken-warmer Standorte	Entwicklung zur wertvollsten Ausprägung mit wertgebenden Arten und naturnahem Zustand	<0,1
58.21 - Sukzessionswald mit überwiegendem Laubbaumanteil	58.21 - Sukzessionswald mit überwiegendem Laubbaumanteil	Entwicklung zur wertvollsten Ausprägung mit wertgebenden Arten und naturnahem Zustand	<0,1
60.51 - Blumenbeet oder Rabatte	60.51 - Blumenbeet oder Rabatte	Wildblumenmischen	<0,1
44.21 - Hecke mit naturraum- oder standortuntypischer Artzusammensetzung	42.20 - Gebüsch mittlerer Standorte	Langfristiger Ersatz der nicht indigenen durch indigene Straucharten	<0,1

BIOOPTYP 2017	BIOOPTYP POTENTIELL	MANAGEMENTMAßNAHMEN	WSP (%)
12.61 - Entwässerungsgraben	12.21 - Mäßig ausgebauter Bachabschnitt	Renaturierung hin zu naturnahem Bach	<0,1
59.43 - Schwarzkiefern-Bestand	53.10 - Eichen- oder Hainbuchen-Eichen Wald trocken-warmer Standorte	Bestandsumwandlung in Edellaubholz-Bestand (kurz- bis mittelfristig), langfristig in standortstypischen Laubmischwald (überwiegend in Hainbuchen-Stieleichenwald oder Traubeneichen-Buchenwald)	<0,1
21.42 - Anthropogene Erdhalde, lehmige oder tonige Aufschüttung	33.43 - Magerwiese mittl. Standorte	Sukzession zulassen	<0,1
59.22 - Mischbestand mit überwiegendem Nadelbaumanteil	53.10 - Eichen- oder Hainbuchen-Eichen Wald trocken-warmer Standorte	Bestandsumwandlung in Edellaubholz-Bestand (kurz- bis mittelfristig), langfristig in standortstypischen Laubmischwald (überwiegend in Hainbuchen-Stieleichenwald oder Traubeneichen-Buchenwald)	<0,1
43.13 - Kratzbeer-Gestrüpp	43.13 - Kratzbeer-Gestrüpp	Entwicklung zur wertvollsten Ausprägung mit wertgebenden Arten und naturnahem Zustand	<0,1
13.92 - Naturfernes Kleingewässer	13.72 - Teich	Anlegen von Kleintierausstiegen für metamophierte Jungfrösche- und -kröten ; Entwicklung hin zu naturnahem Charakter	<0,1
13.71 - Weiher	13.71 - Weiher	Anlegen von Kleintierausstiegen für metamophierte Jungfrösche- und -kröten; Schaffung eines schlammfreien Weiherbodens	<0,1
35.34 - Adlerfarn-Bestand	42.20 - Gebüsch mittlerer Standorte	Initiierung einer Entwicklung zum Gebüsch durch Pflanzung indigener Gebüsche	<0,1
35.62 - Ausdauernde Ruderalvegetation trocken-warmer Standorte	35.62 - Ausdauernde Ruderalvegetation trocken-warmer Standorte	Entwicklung zur wertvollsten Ausprägung mit wertgebenden Arten und naturnahem Zustand	<0,1
21.40 - Anthropogene Gesteins- oder Erdhalde	33.43 - Magerwiese mittl. Standorte	Zulassen der natürlichen Sukzession	<0,1
35.20 - Saumvegetation trockenwarmer Standorte	35.20 - Saumvegetation trockenwarmer Standorte	Entwicklung zur wertvollsten Ausprägung mit wertgebenden Arten und naturnahem Zustand	<0,1
43.12 - Himbeer-Gestrüpp	43.12 - Himbeer-Gestrüpp	Entwicklung zur wertvollsten Ausprägung mit wertgebenden Arten und naturnahem Zustand	<0,1
60.10 - Von Bauwerken bestandene Fläche	60.10 - Von Bauwerken bestandene Fläche	Wenn kein Flachdach vorhanden; mögliche Aufwertung nur durch Fassadenbegrünung	0
23.52 - Treppe	23.52 - Treppe	Funktionserhaltung	0
60.21 - Völlig versiegelte Straße oder Platz	60.22 - Völlig versiegelte Straße oder Platz	Funktionserhaltung	0
60.26* - Schotterrasen	60.26* - Schotterrasen	Funktionserhaltung	0
60.30 - Gleisbereich	60.30 - Gleisbereich	Funktionserhaltung	0
60.40 - Fläche mit Ver- oder	60.40 - Fläche mit Ver- oder	Funktionserhaltung	0



BIOTOPTYP 2017	BIOTOPTYP POTENTIELL	MANAGEMENTMAßNAHMEN	WSP (%)
Entsorgungsanlage	Entsorgungsanlage		
60.41 - Lagerplatz	60.41 - Lagerplatz	Funktionserhaltung	0
60.44* - Vorübergehende Baustelle oder Lagerplatz	60.44* - Vorübergehende Baustelle oder Lagerplatz	-	0
60.58* - Städtische Baum-Busch-Gruppe	60.58* - Städtische Baum-Busch-Gruppe	Funktionserhaltung	0
60.63 - Mischtyp von Nutz- und Ziergarten	60.63 - Mischtyp von Nutz- und Ziergarten	Funktionserhaltung	0
60.70* - Nicht zugängliche Fläche	60.70* - Nicht zugängliche Fläche	-	0

#### 10.4 Beispiele für Futterpflanzen von Tagfaltern im Siedlungsbereich (KUSTER 2012)

Artnamen Deutsch	Wissenschaftl. Artname	Futterpflanzen im Siedlungsbereich
Kleiner Fuchs	<i>Aglais urticae</i>	gut besonnte Brennesselbestände
Tagpfauenauge	<i>Iglais io</i>	besonnte Brennesselhorte an feuchten Stellen
Admiral	<i>Vanessa atalanta</i>	besonnte Nesselstandorte
Schwalbenschwanz	<i>Papilio machaon</i>	Karottenkraut, Fenchel, Dill, Petersilie, Gartenraute
Großer Kohlweißling	<i>Pieris brassicae</i>	gesellig an Kohlarten
Kleiner Kohlweißling	<i>Pieris rapae</i>	einzelnen an verschiedenen Kohlarten
Aurorafalter	<i>Anthocharis cardamines</i>	Knoblauchrauke und andere Kreuzblütler
Zitronenfalter	<i>Gonepteryx rhamni</i>	Faulbaum, Kreuzdorn
Nierenfleckzipfelfalter	<i>Thecla betulae</i>	Schwarzdorn
Faulbaumbläuling	<i>Celastrina argiolus</i>	Faulbaum, Kreuzdorn, Efeu
Großes Ochsenauge	<i>Maniola jurtina</i>	verschiedene Gräser
Brauner Waldvogel	<i>Aphantopus hyperantus</i>	verschiedene Gräser
Hauhechelbläuling	<i>Polyommatus icarus</i>	Horn- und Hopfenklee
Rotkleebläuling	<i>Polyommatus semiargus</i>	Wiesen-Rotklee

### **Projektleitung**

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
Institut für Geographie und Geoökologie (IfGG)  
Prof. Dr. Sebastian Schmidlein  
Kaiserstr. 12  
Gebäude 10.50  
76131 Karlsruhe  
Telefon: +49 721 608 43483  
Fax: +49 721 608 46927  
[info@ifgg.kit.edu](mailto:info@ifgg.kit.edu)  
[www.ifgg.kit.edu](http://www.ifgg.kit.edu)

Karlsruhe © KIT 2017



100 % Recyclingpapier  
mit dem Gütesiegel „Der blaue Engel“