

HANDBUCH GRÜNE INFRASTRUKTUR

Konzeptioneller und theoretischer Hintergrund, Begriffe und Definitionen

Deutsche Kurzfassung



HANDBUCH GRÜNE INFRASTRUKTUR - KONZEPTIONELLER UND THEORETISCHER HINTERGRUND, BEGRIFFE UND DEFINITIONEN (Deutsche Kurzfassung)

Dieses Handbuch ist die deutschsprachige Kurzfassung der englischsprachigen Langversion, ergänzt um Beispiele aus den deutschen Fallstudiengebieten. Es ist im Rahmen des Interreg Central Europe Projekts MaGICLandscapes „Managing Green Infrastructure in Central European Landscapes“ als Output O.T1.1 entstanden und wurde aus Mitteln des Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE) gefördert.

Die vorliegende Publikation sowie die englischsprachige Langfassung stehen zum Download auf der [Projekt-Webseite](#) bereit.

Projektleitung:

Technische Universität Dresden
Fakultät Umweltwissenschaften
Professur Fernerkundung, Prof. Dr. Elmar Csaplovics
Helmholtzstr. 10
01069 Dresden

Autoren dieses Handbuches:

Henriette John⁵, Christopher Marrs¹, Marco Neubert⁵, Simonetta Alberico⁹, Gabriele Bovo⁹, Simone Ciadamidaro¹⁰, Florian Danzinger⁷, Martin Erlebach⁶, David Freudl⁸, Stefania Grasso⁹, Anke Hahn¹, Zygmunt Jala⁴, Ines Lasala², Mariarita Minciardi⁹, Gian Luigi Rossi¹⁰, Hana Skokanová², Tomáš Slach², Kathrin Uhlemann³, Paola Vayr⁹, Dorota Wojnarowicz⁴, Thomas Wrška⁷

- ¹ [Technische Universität Dresden, Deutschland](#)
- ² [Silva Tarouca Forschungsinstitut für Landschaft und Ziergartenbau, Tschechien](#)
- ³ [Sächsische Landesstiftung Natur und Umwelt, Deutschland](#)
- ⁴ [Nationalpark Riesengebirge, Polen](#)
- ⁵ [Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung, Deutschland](#)
- ⁶ [Nationalpark Riesengebirge, Tschechien](#)
- ⁷ [Universität Wien, Österreich](#)
- ⁸ [Nationalpark Thayatal, Österreich](#)
- ⁹ [Metropolregion Turin, Italien](#)
- ¹⁰ [Nationale Agentur für Neue Technologien, Energie und Nachhaltige Entwicklung, Italien](#)

Redaktion: Henriette John, Marco Neubert, Christopher Marrs

Layout: Anke Hahn

Illustrationen Titel und Icons: [Anja Maria Eisen](#)

Zitiervorschlag: *Interreg Central Europe Project MaGICLandscapes (Hrsg., 2019). Handbuch Grüne Infrastruktur – Konzeptioneller und theoretischer Hintergrund, Begriffe und Definitionen (Deutsche Kurzfassung). Projekt-Output O.T1.1, Dresden. Mit Beiträgen von: DANZINGER, F., JOHN, H., MARRS, C., NEUBERT, N., RIEDL, S., M., UHLEMANN, K. Online verfügbar: <https://www.interreg-central.eu/Content.Node/MaGICLandscapes.html>*

Aus Gründen der leichteren Lesbarkeit wird im vorliegenden Handbuch die männliche Sprachform bei personenbezogenen Substantiven und Pronomen verwendet. Dies impliziert jedoch keine Benachteiligung des weiblichen Geschlechts, sondern soll im Sinne der sprachlichen Vereinfachung als geschlechtsneutral zu verstehen sein.

Diese Publikation ist lizenziert unter einer [Creative Commons Namensnennung – Nicht kommerziell – Keine Bearbeitungen 4.0 International Lizenz](#).



Inhalt

Einführung.....	6
A Begriffe und Definitionen	7
1. Grüne Infrastruktur	7
1.1 Zum Begriff Grüne Infrastruktur.....	7
1.2 Definition und Elemente Grüner Infrastruktur	8
1.3 Grüne Infrastruktur als Planungskonzept	9
2. Naturkapital	10
3. Ökosystemdienstleistungen	11
4. Landschaftsdienstleistungen.....	12
5. Grüne Infrastruktur und Multifunktionalität	17
B Benefits Grüner Infrastruktur	18
1. Gesundheit und Lebensqualität	19
2. Gesteigerte Ressourceneffizienz	20
3. Wasserwirtschaft	21
4. Bildung	22
5. Tourismus und Erholung	23
6. Schutz der Biodiversität	24
7. Klimaschutz und Klimaanpassung.....	25
8. Kohlenstoffarmer Verkehr und Energie	27
9. Schutz vor Katastrophen	28
10. Boden- und Flächenbewirtschaftung	29
11. Widerstandsfähigkeit	30
12. Investition und Arbeitsplätze	31
13. Land- und Forstwirtschaft	32
C Rechtlicher und strategischer Rahmen zur Umsetzung Grüner Infrastruktur	36
1. Die Strategie für Grüne Infrastruktur der Europäischen Union.....	36
2. Strategischer und rechtlicher Rahmen Grüner Infrastruktur auf EU-Ebene	37
3. Strategischer und rechtlicher Rahmen Grüner Infrastruktur auf Bundesebene	39
D Bedürfnisse und Spezifikationen für die Bewertung grüner Infrastruktur.....	41
1. Allgemeine Bedürfnisse und Spezifikationen hinsichtlich der Erfassung und Bewertung grüner Infrastruktur	41
2. Lokaler Bedarf an Grüner Infrastruktur in den deutschen Fallstudiengebieten	43
2.1 Fallstudiengebiet Naturpark Dübener Heide	44
2.2 Fallstudiengebiet Dreiländereck Tschechien-Deutschland-Polen.....	46
Referenzen.....	48
Online-Referenzen	53

Abbildungen

Abbildung 1: Die drei Säulen der nachhaltigen Entwicklung	10
Abbildung 2: Zusammenhang zwischen Naturkapital, Ökosystem-/Landschaftsdienstleistungen und dem Nutzen Grüner Infrastruktur (verändert nach Potschin & Haines-Young 2011)	11
Abbildung 3: Gruppen von Benefits grüner Infrastruktur (nach Europäische Kommission 2013b)	18
Abbildung 4: Beispiele von nationalen und regionalen Politikdokumenten und Strategien mit Bezug zu den Benefits Grüner Infrastruktur im Naturpark Dübener Heide	34
Abbildung 5: Beispiele von nationalen und regionalen Politikdokumenten und Strategien mit Bezug zu den Benefits Grüner Infrastruktur im Dreiländereck Tschechien-Deutschland-Polen (LK Görlitz)	35
Abbildung 6: Rollen der grünen Infrastruktur (angepasst an die Generaldirektion Umwelt der Europäischen Kommission 2012).....	36
Abbildung 7: Karte von Mitteleuropa (blau) mit den neun MaGICLandscapes Fallstudiengebieten (grün) des Projektes MaGICLandscapes	43

Tabellen

Tabelle 1: Beispiele von Elementen Grüner Infrastruktur, verändert nach Mazza et al. (2011)	9
Tabelle 2: Funktionen, Prozesse, Güter und Dienstleistungen in und von natürlichen und semi-natürlichen Ökosystemen. Reproduziert und leicht verändert nach de Groot (2006; verändert nach Constanza et al. 1997, de Groot 1992, de Groot et al. 2002)	15
Tabelle 3: Auswahl von internationalen Übereinkommen, Verordnungen und Richtlinien mit Bezug zu Grüner Infrastruktur (Stand: Januar 2019)	38
Tabelle 4: Auswahl von Bundes- sowie regionalen Gesetzen, Verordnungen und Richtlinien mit Bezug zu Grüner Infrastruktur (Stand: Januar 2019)	40

Einführung

Grüne Infrastruktur (GI) ist eine Schlüsselstrategie in der Europäischen Landschaftspolitik, die darauf abzielt, lebenswichtige Naturräume wieder mit städtischen Zentren zu verbinden sowie deren funktionale Rolle wiederherzustellen und zu verbessern. Damit ist GI ein wesentliches Planungskonzept zum Schutz von Naturkapital und zur gleichzeitigen Steigerung der Lebensqualität. Dieser Ansatz muss dringend in Europäische Landschaftspolitiken integriert werden, die selten die Fähigkeit berücksichtigen, dass Land gleichzeitig vielfältigen gesellschaftlichen Nutzen erbringen kann.

Das Interreg Central Europe Projekt MaGICLandscapes – Management von grüner Infrastruktur in Mitteleuropas Landschaften (engl. Managing Green Infrastructure in Central European Landscapes) arbeitet an der Operationalisierung des GI-Konzepts in Mitteleuropa. Landnutzern, politischen Entscheidungsträgern und Gemeinden auf verschiedenen räumlichen Ebenen werden Werkzeuge zur Verfügung gestellt, um die Funktionalität von GI und deren gesellschaftlichen Nutzen wiederherstellen bzw. aufrechterhalten zu können.

Das Projekt MaGICLandscapes wird einen umfassenden Bewertungsansatz liefern, der sich mit allen räumlichen Ebenen über alle mitteleuropäischen Landschaftstypen hinweg befasst. Es wird Instrumente für die Bewertung von GI auf transnationaler Ebene bereitstellen, um GI als grenzüberschreitendes Konzept zu verstehen und dementsprechende Management-Ansätze zu harmonisieren.

Neun Fallstudien in fünf Regionen bieten die Grundlage für das transdisziplinäre MaGICLandscapes-Partnerkonsortium, um Best Practice-Beispiele zu identifizieren und zu analysieren. Die Ergebnisse umfassen eine Reihe von Instrumenten, die auch auf andere Regionen übertragen werden können, z. B. technische Handbücher sowie evidenzbasierte Strategien und Aktionspläne für Fallstudiengebiete, um zukünftige Maßnahmen und Investitionen in GI zu initiieren und zu fördern. Die Projektergebnisse sollen die Kapazitäten von Institutionen verbessern, unser Naturerbe besser zu managen.

Das vorliegende Handbuch ist die erste Publikation des Projekts MaGICLandscapes. Es enthält die Grundlagen des Konzepts der Grünen Infrastruktur (GI), zu der auch die blaue Infrastruktur gehört. Das Handbuch definiert in diesem Zusammenhang wichtige Begriffe und stellt das GI-Konzept in Bezug zu aktuellen EU-Strategien. In dieser deutschen Kurzfassung werden zusätzlich Bezüge zu den nationalen, sächsischen und lokalen Politiken der deutschen Fallstudiengebiete hergestellt. Darüber hinaus beleuchtet das Handbuch internationale und regionale Bedarfe zur Umsetzung des GI-Ansatzes und dessen Beitrag zu einer Nachhaltigen Entwicklung. Es wird gezeigt, wie mit dem GI-Ansatz gemeinsame territoriale Herausforderungen angegangen werden können.

Die in diesem Handbuch enthaltenen praxisorientierten Informationen basieren auf einer umfassenden jedoch keinesfalls vollständigen Literatur- und Dokumentanalyse bezüglich GI sowie auf den praktischen Erfahrungen der Projektpartner und Fachakteure in den Fallstudiengebieten.

A Begriffe und Definitionen

1. Grüne Infrastruktur

1.1 Zum Begriff Grüne Infrastruktur

Der Schutz unserer Umwelt ist gegen Ende des letzten Jahrhunderts zu einem der Schlüsselthemen geworden und wird es sicherlich auch weiterhin bleiben. Das soll nicht heißen, dass der Umweltschutz in früheren Jahren nicht praktiziert wurde, aber seine Bedeutung für uns als Gesellschaft ist angesichts der wachsenden Bevölkerung und des immer wichtiger werdenden Ressourcenmanagements ein wichtiges Thema.

Hinsichtlich des Landmanagements hat sich der Schutz unserer Umwelt in der Vergangenheit auf den Schutz von wildlebenden Tieren und Pflanzen und ihren natürlichen/naturnahen Lebensräumen sowie auf die Erhaltung von Natur- und Kulturlandschaften konzentriert, oftmals standortbasiert und isoliert von der umliegenden Landnutzung.

Gesellschaften und Volkswirtschaften haben stark in die Verkehrsinfrastruktur, die Industrie und den Wohnungsbau investiert, die alle in der modernen Welt und für die wirtschaftliche und gesellschaftliche Stabilität von entscheidender Bedeutung sind. Während diese Investitionen in „graue“ Infrastruktur der Gesellschaft greifbaren Nutzen (engl. Benefits) bringen, haben sie die weniger greifbaren, aber ebenso wichtigen Benefits, die die Umwelt für den Menschen bietet, in ihren Schatten gestellt.

In der Vergangenheit hat diese „andere“ Infrastruktur selten das gleiche Interesse oder die gleiche Investitionstätigkeit hervorgerufen wie die „graue“ Infrastruktur, zumindest auf strategischer Ebene. Dabei haben sich die Investitionen in „andere“ Infrastruktur auf lokaler Ebene oft auf Einzelstandorte konzentriert und meist Freizeitbedürfnisse oder sich verändernde ästhetische und gestalterische Trends in der Planung bedient. Da Siedlungen expandieren und sich rasant verändern, wird das strategische Potenzial dieser „anderen“ Infrastruktur eher untergeordnet wahrgenommen.

Heute wird unsere Wechselwirkung mit der Umwelt immer besser verstanden, und ihr Wert und der Nutzen für die Gesellschaft sind Gegenstand intensiver Forschung und Diskussion. Es hat sich gezeigt, dass diese Räume oder Gebiete außerhalb von Schutzgebieten lebenswichtige Dienstleistungen für uns erbringen können. Leistungen, die für unsere Gesundheit und unser Wohlergehen, unsere Wirtschaft und unsere gesellschaftliche Entwicklung wesentlich sind. Diese Gebiete können sich ebenfalls positiv auf Schutzgebiete auswirken, indem sie diese miteinander vernetzen.

Die Wissenschaft der so genannten Ökosystemdienstleistungen bietet die Möglichkeit, die Benefits der „anderen“ Infrastruktur zu maximieren und unseren Grünflächen einen zusätzlichen, greifbareren Wert zu verleihen. Die Anwendung des Ökosystemdienstleistungs-Ansatzes berücksichtigt jedoch nicht unbedingt das strategische Ungleichgewicht bzw. wie und wo Grün- und Freiflächen auf städtischer oder regionaler Ebene geplant werden. Wir haben also eine wiederkehrende Situation, in der unsere bedeutenden Naturräume und auch unsere städtischen und peri-urbanen Räume nicht oder selten strategisch geplant sind (Gavrilidis et al. 2017).

Diese „andere“ Infrastruktur ist Grüne Infrastruktur. Der Ansatz der Grünen Infrastruktur verbindet die Notwendigkeit einer strategischen Planung von Grün- und Freiflächen als auch die Wissenschaft von Ökosystemdienstleistungen miteinander. Er fördert die Multifunktionalität des Raums und die Benefits von integrierten Management-Ansätzen. Grüne Infrastruktur begegnet der Tatsache, dass die Nutzung von Flächen für Landwirtschaft, Naturschutz, Siedlung und Verkehr koordiniert geplant werden muss, stellt aber auch das Instrument und die Methoden zur Verfügung, um Bedürfnisse und Möglichkeiten zur Verbesserung der Umwelt und ihrer Funktionen zu ermitteln.

Grüne Infrastruktur ist kein neuer Begriff. Er existiert seit Mitte der 1990er Jahre und hat seinen Ursprung in den Vereinigten Staaten (Firehock 2010). Das zugrundeliegende Konzept, dass Ökosysteme auch als Infrastruktur betrachtet werden sollten, besteht sogar seit den 1980er Jahren (da Silva & Wheeler 2017).

Das Konzept ergibt sich aus der Erkenntnis, dass natürliche Systeme für das gesellschaftliche und wirtschaftliche Wohlergehen gleichermaßen, wenn nicht sogar wichtiger sind als graue Infrastruktur. Während es offensichtlich erscheint, dass wir als Gesellschaft die Produkte und Dienstleistungen brauchen, die Grüne Infrastruktur bietet, wurde der Begriff in den USA in den 1990er Jahren erstmals in der Raumplanung ausdrücklich erwähnt. Im Laufe der Jahre wurden viele andere Begriffe verwendet, wie z. B. ökologische, natürliche, grüne und blaue Infrastruktur, deren Bedeutung je nach akademischen, beruflichen oder kulturellen Kontexten variierten, doch die Grüne Infrastruktur ist zum dominanten Begriff in der wissenschaftlichen Literatur geworden (da Silva & Wheeler 2017).

Grüne Infrastruktur als Gegenstück zu grauer Infrastruktur wird seither von vielen befürwortet. Für die Förderung und Etablierung setzten sich vor allem Benedict und McMahon vom Naturschutzfonds der USA ein. Seit Anfang der 2000er Jahre ebneten beide Wissenschaftler den Weg für das universelle Verständnis von Grüner Infrastruktur, vor allem mit der Veröffentlichung „Linking Landscapes and Communities“ (Benedict & McMahon 2006). Ausschlaggebend für die Entwicklung des Konzepts war die Erkenntnis, dass die meisten Planungsansätze, vor allem im städtischen Kontext, hinsichtlich einer strategischen „Mitplanung“ von Grünräumen meist ohne Wirkung blieben.

Die Annahme, dass Grüne Infrastruktur in ihren vielen Formen ein wichtiger Bestandteil der Planung ist, hat im Laufe der Jahre zu Grünraumordnungspolitiken und -strategien in ganz Europa geführt, obwohl diese selten namentlich auf Grüne Infrastruktur verweisen. Stattdessen werden meist Begriffe wie ökologische Netzwerke, grüne Keile und grüne Netzwerke verwendet (Grădinaru & Hersperger 2018). Die Raum- und Freiraumplanung in Deutschland definiert in dieser Hinsicht „Grünzüge und Grünzäsuren (...) (als) eigenständige, regionalplanerische Ordnungsinstrumente zur Freiraumsicherung“ (ARL 2005). Das Projekt **GREEN SURGE** hat in seinem Bericht über 20 europäische Fallstudienstädte festgehalten, dass nur sehr wenige von ihnen namentlich auf Grüne Infrastruktur verweisen, obwohl andere Konzepte wie ‚Green System‘ oder ‚Ökologische Netzwerke‘ verwendet wurden (Hansen et al. 2015). Grüne Infrastruktur ist kein Ersatz für ökologische Netze und ihre Bestandteile, die in den meisten Fällen durch bestehende nationale Gesetze geschützt und im Planungssystem verankert sind. Diese ökologischen Netze sind Teil eines umfassenderen Netzes der Grünen Infrastruktur.

1.2 Definition und Elemente Grüner Infrastruktur

Die Europäische Union definiert Grüne Infrastruktur (GI) als „ein strategisch geplantes Netzwerk von natürlichen und naturnahen Gebieten mit anderen Umweltmerkmalen, die so konzipiert und gemanagt werden, dass sie eine breite Palette von Ökosystemdienstleistungen wie Wasserreinigung, Luftqualität, Erholungsraum sowie Klimaschutz und -anpassung erbringen. Dieses Netz von grünen (Land) und blauen (Wasser) Flächen kann die Umweltbedingungen und damit die Gesundheit und Lebensqualität der Menschen verbessern. Sie unterstützt auch eine 'Green Economy', schafft Arbeitsplätze und fördert die biologische Vielfalt. Das Natura 2000-Netzwerk bildet das Rückgrat der grünen Infrastruktur der EU (Europäische Kommission 2016).“ Aus dieser Definition leitet die EU-Strategie für Grüne Infrastruktur ihre Beschreibung von GI ab, und auf dieser Definition basiert auch die Arbeit des Projektes MaGICLandscapes.

Elemente Grüner Infrastruktur unterscheiden sich in ihren Funktionen und ihrer Skalierung, doch alle sind Teil eines allumfassenden GI-Netzes. Das Natura 2000-Netzwerk ist das Kernstück des EU-GI-Netzwerks. Dazu gehören große Wald- und Berggebiete der mitteleuropäischen Grenzregionen, wie zum Beispiel das Riesengebirge entlang der Grenze von Polen und der Tschechischen Republik. Große Flüsse, wie zum Beispiel die Donau sind bedeutende transnationale GI-Elemente. Auch die Meeresküsten mit Dünen, Marschland, Lagunen, Wäldern und Grasland, dürfen nicht als wichtige transnationale GI-Ressourcen vergessen werden. Sie bilden ein vielfältiges Netzwerk mit Potential, insbesondere in Zeiten eines ansteigenden Meeresspiegels.

Auf regionaler Ebene umfasst die Grüne Infrastruktur Schutzgebiete wie diejenigen entlang des Po in Norditalien, große Waldgebiete wie den Naturpark Dübener Heide in Sachsen und große Gewässer wie den Neusiedler See/Fertő tó an der österreichisch-ungarischen Grenze.

Die Grüne Infrastruktur auf lokaler Ebene ist in der Regel am vielfältigsten. Die Form und Funktion ist stark von den örtlichen Gegebenheiten abhängig. GI sollte mit Rücksicht auf ihre Vielfalt an Formen und Funktionen entsprechend der lokalen Bedürfnisse geplant werden. Lokale GI-Elemente sind z. B. Teiche, Hecken und weniger natürliche Elemente wie Gründächer oder begrünte Fassaden. Die folgende Tabelle beschreibt verschiedene Grüne Infrastrukturelemente und zeigt, dass das Konzept auf allen Ebenen anwendbar ist.

Tabelle 1: Beispiele von Elementen Grüner Infrastruktur, verändert nach Mazza et al. (2011)

Elemente Grüner Infrastruktur	
Kernbereiche	Gebiete von hohem Biodiversitätswert, die oft unter Naturschutz stehen, wie z. B. Natura 2000-Gebiete, große Lebensräume wie Wälder, Grasland und Wasser.
Wiederherstellungszonen	Neue Lebensraumbereiche, die für bestimmte Arten und/oder wiederhergestellte Ökosysteme zur Erbringung von Dienstleistungen geschaffen wurden.
Nachhaltige Nutzung/Ökosystem-Dienstleistungszonen	Nachhaltig bewirtschaftete Flächen für wirtschaftliche Zwecke unter Beibehaltung und Aufrechterhaltung der Ökosystemleistungen, z. B. Mehrzweckwald und Ackerland mit hohem natürlichen Wert (HNV).
Grüne urbane und peri-urbane Elemente	Parks, Gärten, kleine Wälder, Grasstrände, grüne Wände und Dächer, Nachhaltige urbane Drainage-Systeme (SUDS), Schulsportplätze, Friedhöfe, Kleingärten, Straßenbäume, Teiche
Natürliche Verbindungselemente	Ökologische Korridore wie Hecken, Flüsse, Wildtierstreifen und Steinmauern, Trittsteinlebensräume, um die Wanderung von Arten zu ermöglichen.
Künstliche Verbindungselemente	Von Menschen geschaffene Elemente mit dem Ziel, die Wanderung von Arten durch eine Landschaft zu erleichtern einschließlich Grünbrücken über und Tunnel unter Transportwegen sowie Fischpässen, wo die natürliche Migration/Bewegung durch Infrastrukturmaßnahmen behindert wird.

1.3 Grüne Infrastruktur als Planungskonzept

In Europa und weltweit gibt es zahlreiche Beispiele für die Anwendung von Grüner Infrastruktur (GI) als Planungskonzept und/oder Instrument für eine nachhaltige Entwicklung, z. B. in der Grün- und Freiraumplanung und im Natur- und Biodiversitätsschutz. Untersuchungen im Rahmen des Projekts MaGICLandscapes haben aber ergeben, dass der eigentliche Begriff und das Konzept der GI eher weniger häufig verwendet werden.

Die wirtschaftlichen, soziokulturellen und ökologischen Treiber für die Entwicklung von GI-Strategien und -Plänen unterscheiden sich von Gebiet zu Gebiet und von Region zu Region. Zu den wichtigsten wirtschaftlichen Faktoren gehören die Anpassung an den Klimawandel und der Klimaschutz, die Verringerung des Hochwasserrisikos, der Bodenverlust, Freizeit und Erholung, der Schutz und die Verbesserung der biologischen Vielfalt sowie die Senkung der Gesundheitskosten.

Da das Konzept der GI die Multifunktionalität von Grün- und Wasserflächen anerkennt und fördert und durch die Wissenschaft der Ökosystemdienstleistungen untersetzt ist, hat es einen natürlichen Bezug zu den allgemein anerkannten drei Säulen der nachhaltigen Entwicklung: Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt (Purvis et al. 2018).

Trotz der unterschiedlichen Begrifflichkeiten identifizieren viele Pläne und Strategien GI als Teil eines regionalen Netzwerks und sind auf allen räumlichen Maßstabsebenen anwendbar. Es wächst die Erkenntnis, dass GI mehr bietet als nur eine traditionelle Naturschutzfunktion, denn sozioökonomische Themen werden bei deren Umsetzung ebenso berücksichtigt.

In Großbritannien beispielsweise wird der Ansatz als ein wichtiges Instrument zur Unterstützung der nachhaltigen Entwicklung angesehen. Der nationale planungspolitische Rahmen verlangt, dass die lokale Planung

„positiv für die Schaffung, den Schutz, die Verbesserung und das Management von Netzwerken der biologischen Vielfalt und grünen Infrastruktur“ ausgerichtet ist (Ministry of Housing, Communities and Local Government 2018). Anderswo wird der Begriff sehr stark mit dem städtischen Bereich und der Wasserwirtschaft verbunden (US EPA 2018) und ist in vielen Städten weltweit zunehmend mit der städtischen Wasserwirtschaft verknüpft (Liu & Jensen 2018).

In Mitteleuropa ist das Konzept in der nationalen und regionalen Planung noch nicht etabliert, obwohl Untersuchungen, die während des Projekts MaGICLandscapes durchgeführt wurden, ergeben haben, dass der Begriff bei Planungs- und Naturschutzexperten weit verbreitet ist, obwohl je nach beruflichem Hintergrund oft individuell unterschiedliche Interpretationen von GI bestanden.

Die Anwendung des GI-Konzepts und die Erkenntnis, dass es mehrere Vorteile bieten kann, manifestieren sich in vielen Projekten und Strategien im gesamten mitteleuropäischen Raum. Das Blau-Grüne Netzwerk in der polnischen Stadt Lodz, die deutsche Publikation „Bundekonzept Grüne Infrastruktur“ (BfN 2017) und das Corona Verde-Projekt in Turin (Città Metropolitana di Torino 2015) sind nur drei Beispiele aus Mitteleuropa, wo das Konzept konzeptionell wenn auch nicht unbedingt namentlich schon umgesetzt wird.

Für die MaGICLandscapes Fallstudiengebiete wurde eine Bewertung der nationalen, regionalen und lokalen Planungen und anderer Politiken im Zusammenhang mit grüner Infrastruktur erstellt. Eine Übersicht hierzu bietet die [englischsprachige Langversion](#) dieses Handbuches.

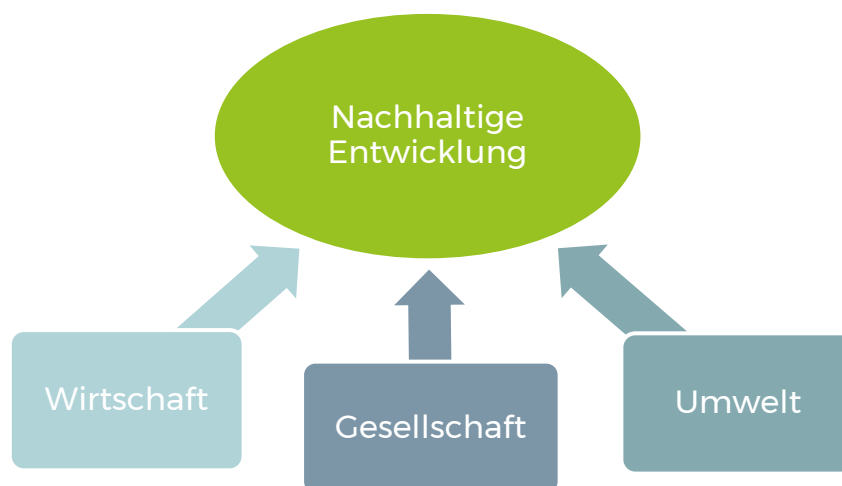


Abbildung 1: Die drei Säulen der nachhaltigen Entwicklung

2. Naturkapital

Im Duden wird Kapital u. a. als „verfügbare Geldsumme, die bei entsprechendem Einsatz geeignet ist, dem Besitzer oder Nutznießer nennenswerten Gewinn zu bringen“ (Dudenverlag 2019) definiert. Naturkapital ist demzufolge der Begriff für den Bestand an natürlichen Ressourcen oder Vermögenswerten, aus denen der Mensch Waren und Dienstleistungen wie Nahrung, Wasser, Rohstoffe, Erholung usw. bezieht, von denen einige erneuerbar und andere nicht erneuerbar sind (NCC 2016). Von diesem Naturkapital profitiert das Konzept der Landschaftsdienstleistungen (Abbildung 2).

Naturkapital ist eine von vier verschiedenen Kapital-Arten, die anderen drei sind Humankapital, Industriekapital sowie Sozial- und Organisationskapital (Ekins 1992). Aus gesellschaftlicher Sicht kann das natürliche Kapital in vier Funktionen unterteilt werden (Ekins et al. 2003):

- Bereitstellung von Ressourcen für die Produktion
- Aufnahme von Abfällen (Produktionsabfälle und Entsorgung von Gütern)
- Lebenserhaltung (Wasser, Luft)

■ Emotionaler Reiz/Attraktivität

So wie es nicht nachhaltig ist, ständig Geld von einem Bankkonto abzuheben, ohne es zu ersetzen, so ist auch die Übernutzung des natürlichen Kapitals, einer endlichen Ressource, untragbar. Eine nachhaltigere Nutzung des Naturkapitals fasst die folgende Aussage aus dem Jahr 2009 treffend zusammen: „Aus wirtschaftlicher Sicht ist die Natur ein Gut, das es zu erhalten gilt. Wir müssen vom Interesse am Schutz der Natur und nicht ausschließlich vom zur Verfügung stehenden Naturkapital leben“ (Initiative „Memorandum: Economics for Nature Conservation“ 2009).

Indem wir die Natur als Kapital betrachten, so wie das Industrie- oder Humankapital, sind wir in der Lage, ihren Beitrag zur Gesellschaft und Wirtschaft zu bewerten und sie in Entscheidungsprozesse einzubinden, in denen sie bisher keine gleichwertige Bedeutung, wie z. B. Wohnen, Arbeit oder Verkehr hatte.

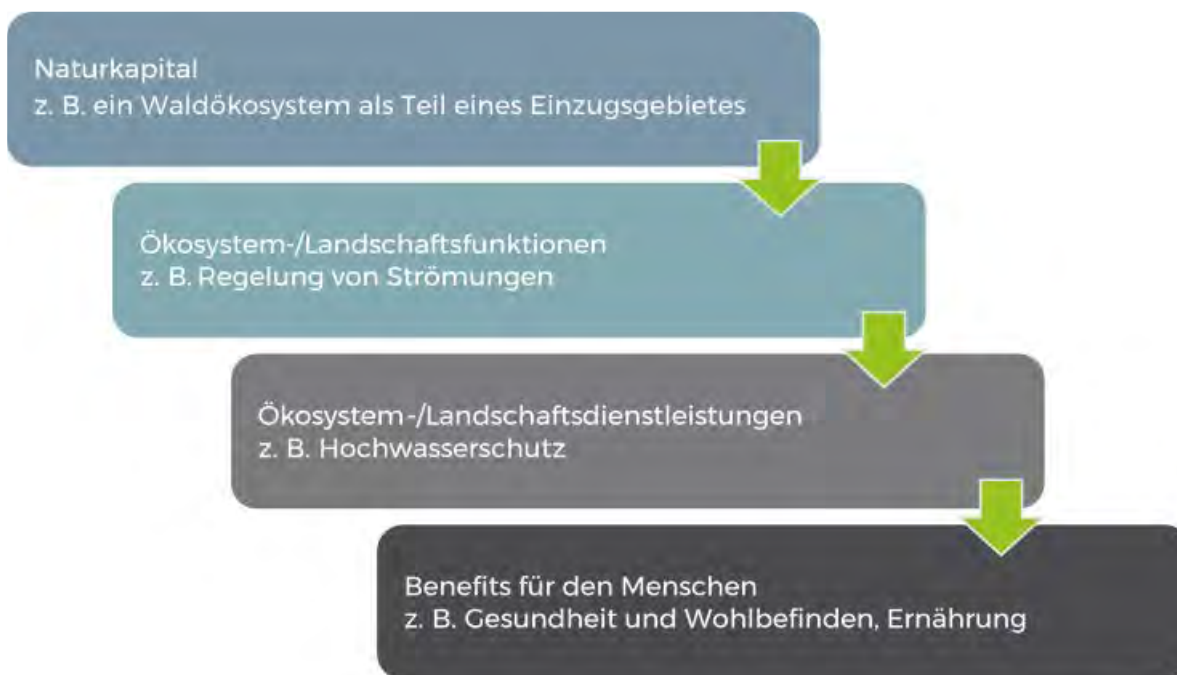


Abbildung 2: Zusammenhang zwischen Naturkapital, Ökosystem-/Landschaftsdienstleistungen und dem Nutzen Grüner Infrastruktur (verändert nach Potschin & Haines-Young 2011)

3. Ökosystemdienstleistungen

Ökosystemdienstleistungen (im Folgenden: Ökosystemleistungen) sind die Waren und Dienstleistungen, die die Natur, unser Naturkapital, bereitstellt und auf die die Menschen angewiesen sind. Es ist wichtig, die Dienstleistungen zu verstehen, die die Ökosysteme erbringen, da sie der Motor für den langfristigen Schutz und die Wiederherstellung des Naturkapitals in Europa sind (Europäische Union 2017). In der EU-Biodiversitätsstrategie 2020 liegt ein neuer Schwerpunkt auf Ökosystemleistungen. Ziel 2 der Strategie umfasst eine Reihe von Maßnahmen zur Erhaltung und Wiederherstellung von Ökosystemen und ihren Dienstleistungen (Europäische Kommission 2011a). Diese Maßnahmen sind z. B. die Verbesserung der Kenntnisse über Ökosysteme und ihre Dienstleistungen, Festlegung von Prioritäten für die Wiederherstellung und Förderung der Nutzung grüner Infrastruktur und schließlich die Vermeidung des Verlusts der biologischen Vielfalt und der Ökosystemleistungen (Europäische Kommission 2011b).

Es gibt drei wesentliche, allgemein anerkannte Klassifikationen von Ökosystemleistungen:

- **Millennium Ecosystem Assessment - MA** (MA Board 2003): anerkannte globale Klassifizierung
- **The Economics of Ecosystem and Biodiversity - TEEB** (TEEB 2019): basiert auf dem Millennium Ecosystem Assessment und wird in ganz Europa eingesetzt

- **Common International Classification of Ecosystem Services - CICES** (Haines-Young & Potschin 2018): basiert auf MA und TEEB. Dieses System wurde von der Europäischen Umweltagentur entwickelt, 2013 erstmals veröffentlicht und wird laufend aktualisiert (EEA 2019).

Ökosystemleistungen werden oft in vier Hauptkategorien eingeteilt: bereitstellende, regulierende/ erhaltende, kulturelle und unterstützende Leistungen/Funktionen. Die unterstützenden Leistungen können dabei als Basis der übrigen Leistungen angesehen werden und beinhalten Leistungen die sich durch ökosystemare Prozesse wie Bodenbildung, Nährstoffkreisläufe oder die Erhaltung der genetischen Vielfalt ergeben. Die folgenden Beispiele stammen aus dem CICES-Klassifikationsschema (Haines-Young & Potschin 2018), welches diese unterstützenden oder Basis-Leistungen nicht direkt abdeckt.

Bereitstellungsleistungen sind solche, die den Menschen Produkte aus Ökosystemen liefern, dazu gehören Lebensmittel und Rohstoffe, z. B.:

- Lebensmittel: Getreide, Trinkwasser
- Rohstoffe: Baumwolle, Holz, Wind, Wasser

Regulierungs- und Erhaltungsleistungen bieten den Menschen Benefits durch die Abmilderung von diversen Umweltbelastungen. Beispiele hierfür sind:

- Abmilderung von Abfällen/Toxinen/anderen Schadstoffbelastungen, z. B. Reduzierung von Gerüchen, Lärm oder Sequestrierung von Sedimenten und Schadstoffen.
- Abmilderung von Strömungen (Masse, Flüssigkeiten und Gas), z. B. Reduzierung der Erosion oder Sturm durch schützende Vegetation.
- Aufrechterhaltung der physikalischen, chemischen und biologischen Bedingungen, z. B. Bestäubung und Samenausbreitung durch Insekten oder Mikroklimaregulierung von Temperatur und Feuchtigkeit.

Kulturelle Leistungen sind jene immateriellen Benefits, die der Mensch durch Ökosysteme erhält. Sie sind in zwei Hauptkategorien unterteilt:

- Physische und intellektuelle Interaktion, z.B. Nutzung von Ökosystemen für Freizeitaktivitäten wie Wandern und Kanufahren oder zu Bildungszwecken wie Natur- und Waldschulen; beinhaltet auch ästhetische Aspekte wie das Gefühl an einem Ort/in einem Ökosystem.
- Spirituelle und symbolische Interaktion, z.B. symbolische wie sinnbildliche Pflanzen und Tiere und deren Existenz, d.h. der Genuss von Arten und Landschaften.

Ökosystemfunktion oder -leistung?

Eine Ökosystemfunktion oder -prozess (La Notte et al. 2017) kann als die Interaktion zwischen Komponenten in einem Ökosystem beschrieben werden. Beispiele können der Wasserkreislauf, der Verwitterungsprozess oder Transpiration sein. Die Bereitstellung von Ökosystemleistungen beschreibt einen Prozess, in dem Nutzen und Güter angesammelt werden (Burkhard et al. 2014). Beispiele können die Luftfiltration, Mikro-Klimaregulierung, Bildung und Hochwasserschutz sein.

4. Landschaftsdienstleistungen

Da Landschaften einem breiten Spektrum von Landnutzungen unterliegen und als multifunktional gelten, kann das Konzept der Landschaftsfunktionen oder -dienstleistungen als Synonym für Ökosystemleistungen im Bereich der Landschaftsökologie und -planung sowie der Raum-, Regional- und Stadtplanung verwendet werden. Da der Begriff Landschaft definiert ist als die sichtbaren Merkmale eines Raumes, seiner Landformen und deren Ausstattung mit natürlichen oder künstlichen Merkmalen (Hermann et al. 2011), entstehen Landschaftsdienstleistungen (in der Folge: Landschaftsleistungen) im Spektrum von semi-natürlichen, kulturellen, peri-urbanen und urbanen Landschaften in unterschiedlichem Maße. Hinsichtlich der Landschaftsentwicklung wurde schon immer davon ausgegangen, dass Menschen Teil der Landschaft sind und dass sie diese Landschaften zu ihrem Nutzen verändern (Linehan & Gross 1998; Antrop 2001). Landschaftsfunktionen

beschreiben die Fähigkeit von Landschaften, Güter und Dienstleistungen bereitzustellen, die direkt und indirekt den menschlichen Bedürfnissen entsprechen (de Groot 1992). Vallés-Planells et al. (2014) schlussfolgern, dass Landschaft, kulturelle Identität und Vielfalt, die alle davon geprägt sind, wie Menschen im Laufe der Zeit mit ihrer Umwelt interagiert haben, wichtige Komponenten für nachhaltige Entwicklung und menschliches Wohlbefinden sind.

Das Konzept der Landschaftsleistungen kann als Brücke zwischen Landschaft und deren Wert verstanden werden. Da sich die Raumwissenschaften in erster Linie auf räumliche Muster und Größen konzentrieren, bieten sie wertvolle Einblicke in die räumliche Verteilung menschlicher Aktivitäten und ihren Einfluss auf wichtige Landschaftsprozesse und -strukturen, aus denen Dienstleistungen abgeleitet werden (Müller et al. 2008).

Um das Konzept in die Entscheidungen der Landschaftsplanung zu integrieren, besteht ein zusätzlicher Ansatz darin, Funktionen und Leistungen im Landschaftsmaßstab zu definieren. Damit wird die Landschaftsökologie zur wissenschaftlichen Grundlage für eine nachhaltige Landschaftsentwicklung. In staatlichen Systemen, in denen die Raumordnungspolitik dezentralisiert ist, müssen insbesondere lokale Akteure an der Entscheidungsfindung über die Veränderungen, die in der Landschaft vorgenommen werden müssen, teilnehmen, um ihre Wahrnehmung von Landschaftswerten miteinzubeziehen (Termorshuizen & Opdam 2009).

Im Gegensatz zum „Ökosystem“ können „Landschaften“ mit der lokalen Umwelt der Menschen in Verbindung gebracht werden und für nicht-ökologische wissenschaftliche Disziplinen attraktiver sein. Da die lokale Bevölkerung ihre Umwelt mehr als „Landschaft“ denn als „Ökosystem“ definiert, wird der Begriff „Landschaftsleistung“ als Spezifikation von „Ökosystemleistung“ bevorzugt (Termorshuizen & Opdam 2009). Neben diesem Ansatz im Hinblick auf partizipative Planungsansätze haben in der Literatur in letzter Zeit die Begriffe „Landschaftsfunktion“ sowie „Landschaftsleistung“ an Bedeutung gewonnen (Bastian & Schreiber 1999; de Groot et al. 2010; Willemen et al. 2010). Termorshuizen & Opdam (2009) kommen zu dem Schluss, dass das Konzept der „Landschaftsleistungen“ ein besserer Ansatz ist als die „Ökosystemleistungen“, da Landschaftsleistungen besser mit Muster-Prozess-Beziehungen assoziiert werden. Darüber hinaus erklärten sie, dass Landschaftsleistungen die unterschiedlichen wissenschaftlichen Disziplinen besser kombinieren können und für die lokalen Akteure fassbarer und legitimer sind.

Landschaftsleistungen sind alle Waren und Leistungen, die die Landschaft für die Lebenserhaltung bereitstellt. Dazu gehören Potenziale, Materialien und Prozesse der Natur (z. B. Rohstoffe, Biomasse, Biodiversität etc.) und Leistungen von durch den Menschen entstandenen kulturellen Elementen (z. B. Gebäude, Siedlungen, Infrastruktur etc.) (Konkoly-Gyuró 2014, persönliche Kommunikation).

De Groot (2006) teilt Landschaftsfunktionen in fünf Hauptkategorien ein (basierend auf de Groot 1992 und de Groot et al. 2002):

- **Regulierungsfunktionen:** Diese Gruppe von Funktionen bezieht sich auf die Fähigkeit natürlicher und semi-natürlicher Ökosysteme, wesentliche ökologische Prozesse und Lebenserhaltungssysteme durch biogeochemische Zyklen und andere biosphärische Prozesse zu regulieren. Regulierungsfunktionen erhalten ein „gesundes“ Ökosystem auf verschiedenen Ebenen, schaffen und erhalten auf der Biosphärenebene die Bedingungen für das Leben auf der Erde. Diese Regelfunktionen bieten in vielerlei Hinsicht die notwendigen Voraussetzungen für alle anderen Funktionen. Daher sollte darauf geachtet werden, dass ihr Wert in der wirtschaftlichen Analyse nicht doppelt erfasst wird. Theoretisch wäre die Anzahl der Regulierungsfunktionen nahezu unbegrenzt, aber für die Landschaftsplanung werden nur solche Regulierungsfunktionen betrachtet, die Dienstleistungen erbringen, die dem Menschen direkt und indirekt zugutekommen (z. B. Erhaltung von sauberer Luft, Wasser und Boden, Verhinderung von Bodenerosion und biologische Kontrolle). (übersetzt nach de Groot 2006, S. 177)
- **Lebensraumfunktionen:** Natürliche Ökosysteme bieten wilden Pflanzen und Tieren Zuflucht und Fortpflanzungsraum und tragen so zur lokalen Erhaltung der biologischen und genetischen Vielfalt und der evolutionären Prozesse bei. Wie der Begriff schon sagt, beziehen sich Habitatfunktionen auf die räumlichen Bedingungen, die zur Aufrechterhaltung der biotischen (und genetischen) Vielfalt und der evolutionären Prozesse erforderlich sind. Die Verfügbarkeit oder der Zustand dieser Funktionen basiert auf den physikalischen Aspekten der ökologischen Nische innerhalb der Biosphäre. Diese Anforderungen

sind für verschiedene Artengruppen unterschiedlich, lassen sich aber in Bezug auf die Tragfähigkeit und den räumlichen Bedarf (minimale kritische Ökosystemgröße) der natürlichen Ökosysteme, die sie bereitstellen, beschreiben. (übersetzt nach de Groot 2006, S. 177-178)

- **Produktionsfunktionen:** Die Photosynthese und Nährstoffaufnahme durch Autotrophen (sich nur von anorganischen Stoffen ernährende Lebewesen) wandelt Energie, Kohlendioxid, Wasser und Nährstoffe in eine Vielzahl von Kohlenhydratstrukturen um, die dann von Sekundärproduzenten genutzt werden, um eine noch größere Vielfalt an lebender Biomasse zu erzeugen. Diese Biomasse bietet viele Ressourcen für den menschlichen Gebrauch, von Nahrungsmitteln und Rohstoffen bis hin zu Energieressourcen und genetischem Material. (übersetzt nach de Groot 2006, S. 178)
- **Informationsfunktionen:** Da der größte Teil der menschlichen Evolution im Rahmen eines nicht domestizierten Lebensraumes stattgefunden hat, stellen natürliche Ökosysteme eine wesentliche Referenzfunktion dar und tragen zur Erhaltung der menschlichen Gesundheit bei, indem sie Möglichkeiten zur Reflexion, spirituellen Bereicherung, kognitiven Entwicklung, Rekreation und ästhetischen Erfahrung bieten. (übersetzt nach de Groot 2006, S. 178)

Es sei darauf hingewiesen, dass sich in diesem Zusammenhang Informationsfunktionen und -dienste sowohl auf Natur- als auch auf Kulturlandschaften beziehen.

- **Trägerfunktionen:** Die meisten menschlichen Aktivitäten (z. B. Anbau, Wohnen, Transport) benötigen Platz und ein geeignetes Substrat (Boden) oder Medium (Wasser, Luft) zur Unterstützung der damit verbundenen Infrastruktur. Die Nutzung von Trägerfunktionen beinhaltet in der Regel eine dauerhafte Umwandlung des ursprünglichen Ökosystems. So ist die Fähigkeit natürlicher Systeme, Trägerfunktionen nachhaltig zu erfüllen, in der Regel begrenzt (Ausnahmen sind bestimmte Arten des Wanderbaus und des Transports auf Wasserstraßen, die in kleinem Umfang ohne dauerhafte Schäden für das Ökosystem möglich sind). (übersetzt nach de Groot 2006, S. 178)

Der Vollständigkeit halber ist zu erwähnen, dass sich diese Trägerfunktionen nur auf Kulturlandschaften beziehen (z. B. Bergbau, Entsorgung, Verkehr, Tourismus, Anbau, Wohnen).

Tabelle 2: Funktionen, Prozesse, Güter und Dienstleistungen in und von natürlichen und semi-natürlichen Ökosystemen. Reproduziert und leicht verändert nach de Groot (2006; verändert nach Constanza et al. 1997, de Groot 1992, de Groot et al. 2002)

Funktionen		Ökosystemprozesse/-komponenten	Güter und Leistungen (Beispiele)
Regulierungsfunktionen		Aufrechterhaltung der wesentlichen ökologischen Prozesse und Lebenserhaltungssysteme	
1	Gasregulierung	Rolle der Ökosysteme in bio-geochemischen Kreisläufen (z. B. CO ₂ /O ₂ -Bilanz, Ozonschicht, etc.)	1.1 UVB-Schutz durch O ₃ (Gesundheitsprävention) 1.2 Aufrechterhaltung einer (guten) Luftqualität 1.3 Klimaeinfluss (siehe auch Funktion 2)
2	Klimaregulierung	Einfluss von Landbedeckung und biologischen Prozessen auf das Klima	Aufrechterhaltung eines günstigen Klimas (Temperatur, Niederschlag, etc.) für menschliche Fortentwicklung wie Besiedlung, Gesundheit, Landbewirtschaftung, etc.
3	Störungsprävention	Einfluss der Ökosystemstruktur auf die Eindämmung von Umweltzerstörungen	3.1 Sturmschutz (z. B. durch Korallenriffe) 3.2 Hochwasserschutz (z. B. durch Feuchtgebiete und Wälder)
4	Wasserregulierung	Rolle der Bodenbedeckung bei der Regulierung von Oberflächen-Abflüssen und Abflüssen in Fließgewässern	4.1 Entwässerung und natürliche Bewässerung
5	Wasserversorgung	Filtration, Rückhaltung und Speicherung von Frischwasser (z. B. in Aquiferen)	5.1 Bereitstellung von Wasser für den konsumtiven Gebrauch (z. B. Trinkwasser, Bewässerung und industrielle Nutzung)
6	Bodenerhaltung	Rolle der Wurzelmatrix und der Bodenbiota bei der Bodenerhaltung	6.1 Instandhaltung von Ackerland 6.2 Vermeidung von Erosionsschäden/Verschlämmung
7	Bodenbildung	Verwitterung von Gestein, Anhäufung von organischer Substanz	7.1 Aufrechterhaltung der Produktivität des Ackerlands 7.2 Pflege von natürlich ergiebigen Böden
8	Nährstoffregulierung	Rolle der Biota bei der Speicherung und Wiederverwertung von Nährstoffen (z. B. Stickstoff, Phosphor und Schwefel)	8.1 Erhaltung gesunder Böden und leistungsfähiger Ökosysteme
9	Abfallbehandlung	Rolle von Vegetation und Biota bei der Entfernung oder dem Abbau von xenischen Nährstoffen und Verbindungen	9.1 Immissionsschutz/Entgiftung 9.2 Filtration von Staubpartikeln (Luftqualität) 9.3 Reduzierung der Lärmbelästigung
10	Bestäubung	Rolle der Biota bei der Bewegung von Pflanzenkeimzellen	10.1 Bestäubung von Wildpflanzenarten 10.2 Bestäubung von Getreidesorten
11	Biologische Kontrolle	Kontrolle der Populationen durch trophische-dynamische Beziehungen	11.1 Bekämpfung von Schädlingen und Krankheiten 11.2 Reduzierung von Pflanzenschäden
Lebensraumfunktionen		Bereitstellung eines geeigneten Lebensraumes für wildlebende Pflanzen- und Tierarten	
12	Refugium-Funktion	Geeigneter Lebensraum für wildlebende Pflanzen und Tiere	12.1 Erhalt der biologischen und genetischen Vielfalt (und damit die Grundlage für die meisten anderen Funktionen)
13	Fortpflanzungsfunktion	Geeigneter Lebensraum für Fortpflanzung und Aufzucht der Nachkommen	13.1 Erhaltung kommerziell genutzter Arten

Funktionen		Ökosystemprozesse/-komponenten	Güter und Leistungen (Beispiele)
Produktionsfunktionen		Bereitstellung von natürlichen Ressourcen	
14	Lebensmittel	Umwandlung von Sonnenenergie in essbare Pflanzen und Tiere	14.1 Jagen, Fisch, Wild, Obst usw. 14.2 Kleine Subsistenzwirtschaft und Aquakultur
15	Rohstoffe	Umwandlung von Sonnenenergie in Biomasse für den menschlichen Gebrauch	15.1 Bau und Fertigung (z. B. Holz) 15.2 Brennstoffe und Energie (z. B. Brennholz) 15.3 Futter und Düngemittel (z. B. Krill)
16	Genetische Ressourcen	Genetisches Material und Evolution wild lebender Pflanzen und Tiere	16.1 Verbesserung der Widerstandsfähigkeit der Nutzpflanzen gegen Krankheitserreger und Schädlinge 16.2 Andere Anwendungen (z. B. im Gesundheitswesen)
17	Medizinische Ressourcen	Vielfalt an (bio-)chemischen Substanzen in und andere medizinische Anwendungen von natürlichen Biota	17.1 Arzneimittel und Pharmazeutika 17.2 Chemische Modelle und Werkzeuge 17.3 Test- und Versuchsorganismen
18	Dekorative Ressourcen	Vielfalt an Biota in natürlichen Ökosystemen mit (potentieller) dekorativer Nutzung	18.1 Ressourcen für Mode, Handwerk, Schmuck, Haustiere, Gottesdienst, Dekoration und Souvenirs (z. B. Federn, Pelze, Elfenbein, Orchideen, Schmetterlinge, Aquarienfische, Muscheln, etc.)
Informationsfunktionen		Bereitstellung von Möglichkeiten für die kognitive Entwicklung	
19	Ästhetische Informationen	Attraktive Landschaftselemente	Landschaftsgenuss und -erlebnis (malerische Straßen, Häuser, etc.).
20	Erholung	Landschaftliche Vielfalt mit (potenzieller) Freizeitnutzung	Reisen durch Ökosysteme aufgrund von Ökotourismus und/oder (Freizeit-)Naturstudien
21	Kulturelle und künstlerische Informationen	Vielfalt an Naturmerkmalen mit kulturellem und künstlerischem Wert	Verwendung der Natur als Motiv in Literatur, Film, Malerei, Folklore, Architektur, Werbung, als nationale Symbole, etc.
22	Spirituelle und historische Informationen	Vielfalt an natürlichen Merkmalen mit spirituellem und historischem Wert	Nutzung der Natur für religiöse oder historische Zwecke (d.h. Wert des kulturellen Erbes von natürlichen Ökosystemen und deren Merkmalen)
23	Wissenschaft und Bildung	Wissenschaftlicher und pädagogischer Wert der natürlichen Vielfalt	23.1 Nutzung von Ökosystemen für Schulausflüge, etc. 23.2 Nutzung von Ökosystemen für Forschung und Wissenschaft
Trägerfunktionen		Bereitstellung von nachhaltigen Grundlagen für menschliche Aktivitäten und Infrastruktur	
24	Wohnen	Je nach Landnutzungsart werden unterschiedliche Anforderungen an die Umweltbedingungen gestellt (z. B. Bodenstabilität und -fruchtbarkeit, Luft- und Wasserqualität, Topographie, Klima, Geologie, etc.).	Wohnfläche (von kleinen Siedlungen bis hin zu städtischen Gebieten)
25	Kultivierung		Lebensmittel und Rohstoffe von Anbauflächen und Aquakulturen
26	Energieumwandlung		Energieanlagen (Solar, Wind, Wasser, etc.)
27	Bergbau		Mineralien, Öl, Gold, etc.
28	Abfallentsorgung		Platz für die Entsorgung fester Abfälle
29	Transport		Transport zu Lande und zu Wasser
30	Touristische Einrichtungen		Touristische Aktivitäten (Outdoor-Sportarten, Strandtourismus, Ökotourismus etc.)

5. Grüne Infrastruktur und Multifunktionalität

Grüne Infrastruktur (GI) wird durch die Wissenschaft von den Landschaftsleistungen unterstützt. Ein Blick auf die im vorherigen Abschnitt beschriebenen Landschaftsfunktionen und -leistungen zeigt, dass es mehrere Leistungen gibt, von denen die Gesellschaft profitiert und die von einem Ökosystem/einer Landschaft bereitgestellt werden können. Wenn wir als Gesellschaft strategisch für die Zukunft planen wollen, müssen wir dort planen, wo diese Dienstleistungen am dringendsten benötigt werden oder wo es notwendig ist, neue Ökosysteme, Lebensräume und Grünflächen zu schaffen, um diese Bedürfnisse zu erfüllen.

Ansätze grüner Infrastruktur in der Raumplanung fördern ein breites Spektrum an Funktionen und Dienstleistungen, die von ein und demselben Element erbracht werden können. Ein solcher Ansatz befähigt uns, das Land nachhaltig zu bewirtschaften; indem wir erkennen, wann GI welche multiplen Benefits bieten kann, um bestehende Konflikte aufgrund des hohen Nutzungsdrucks aufgrund von Bedürfnissen wie Wohnen, Industrie, Verkehr, Energie, Landwirtschaft, Naturschutz, Erholung und Ästhetik auszumoderieren. Das Konzept der GI zeigt auf, wo einzelne oder begrenzte Landnutzungsfunktionen und -dienstleistungen wie Primärproduktion oder hoch sensible Naturschutzgebiete zu erhalten und zu schützen sind.

Angepasst nach Landscape Institute (2009)

Der multifunktionale Charakter von GI bedeutet, dass ein Ökosystem gleichzeitig mehrere Leistungen bereitstellt, die mehrere Anforderungen erfüllen können. Welche Arten von GI benötigt werden, hängt von den menschlichen und ökologischen Bedürfnissen des jeweiligen Standorts ab. Innenstädte benötigen beispielsweise mehr Raum für Freizeit- und Klimadienleistungen wie die Reduzierung des Wärmeinsel-Effekts und die Steuerung des Niederschlagsabflusses. Ländlichere Gebiete bedürfen „wilderer“ Lebensräume, um die Verbindung zwischen Kerngebieten wildlebender Arten, wie z. B. Natura 2000-Gebieten, herzustellen, die Pufferung von landwirtschaftlichen Flächen zu verbessern, um den Abfluss von Pestiziden und Düngemitteln in Gewässer zu verringern oder die Bestäubung und Schädlingsbekämpfung zu unterstützen.

Landschaften und Grünflächen sollten multifunktional unter Berücksichtigung der lokalen Bedürfnisse geplant werden. Die zentrale Frage ist, wie diese Bedürfnisse am besten durch GI-Elemente innerhalb eines bestimmten Planungsraumes bereitgestellt werden können.

Gut geplante und multifunktionale Grünflächen und Landschaftselemente können dazu beitragen, die Ziele mehrerer Sektoren zu erreichen und lokale Themen wie Klimaschutz, Zugang zu Grünflächen, Sanierung von kontaminierten, brachliegenden oder verlassenen Flächen zu lösen. Die Einbeziehung verschiedener Sektoren und die sektorübergreifende Zusammenarbeit können den Zugang zu mehreren Finanzierungsquellen ermöglichen und die finanzielle Belastung eines einzelnen Sektors oder Dienstleisters verringern.

B Benefits Grüner Infrastruktur

Die erfolgreiche Umsetzung von Grüne Infrastruktur-Projekten ist abhängig von der Unterstützung mehrerer Interessengruppen. Dazu gehören Planer, Investoren, Kommunen, Politik und Entscheidungsträger, von denen viele mit dem Konzept der Landschafts- oder Ökosystemleistungen noch nicht vertraut sind und ihren wissenschaftlichen Ansatz möglicherweise zu kompliziert und akademisch finden. Daher ist es sinnvoll, diese Leistungen eher vor dem Hintergrund des individuellen persönlichen Nutzens von Grünräumen zu sehen, der für alle Menschen, auch außerhalb der Fachwelt, leichter zu erkennen ist. Eine Reihe von klar erkennbaren Benefits kann die Kommunikation des Konzepts der Grünen Infrastruktur (GI) einfacher und effektiver machen. Das Verständnis der Benefits, die GI bieten kann, ist auch entscheidend für die Ermittlung des Bedarfs und der Standorte für Investitionen in GI.

In ihrer technischen Information über Grüne Infrastruktur hat die Europäische Kommission 13 Gruppen von Benefits definiert (Europäische Kommission 2013b). Im Folgenden werden diese Gruppen beschrieben und durch konkrete Beispiele aus den deutschen Fallstudiengebieten veranschaulicht. Zusammenfassende Darstellungen der Gruppen von GI-Benefits und zugeordneten nationalen und regionalen Politikdokumenten und Strategien aus den deutschen Untersuchungsgebieten Dübener Heide und Dreiländereck Tschechien-Deutschland-Polen bieten Abbildung 4 und Abbildung 5.

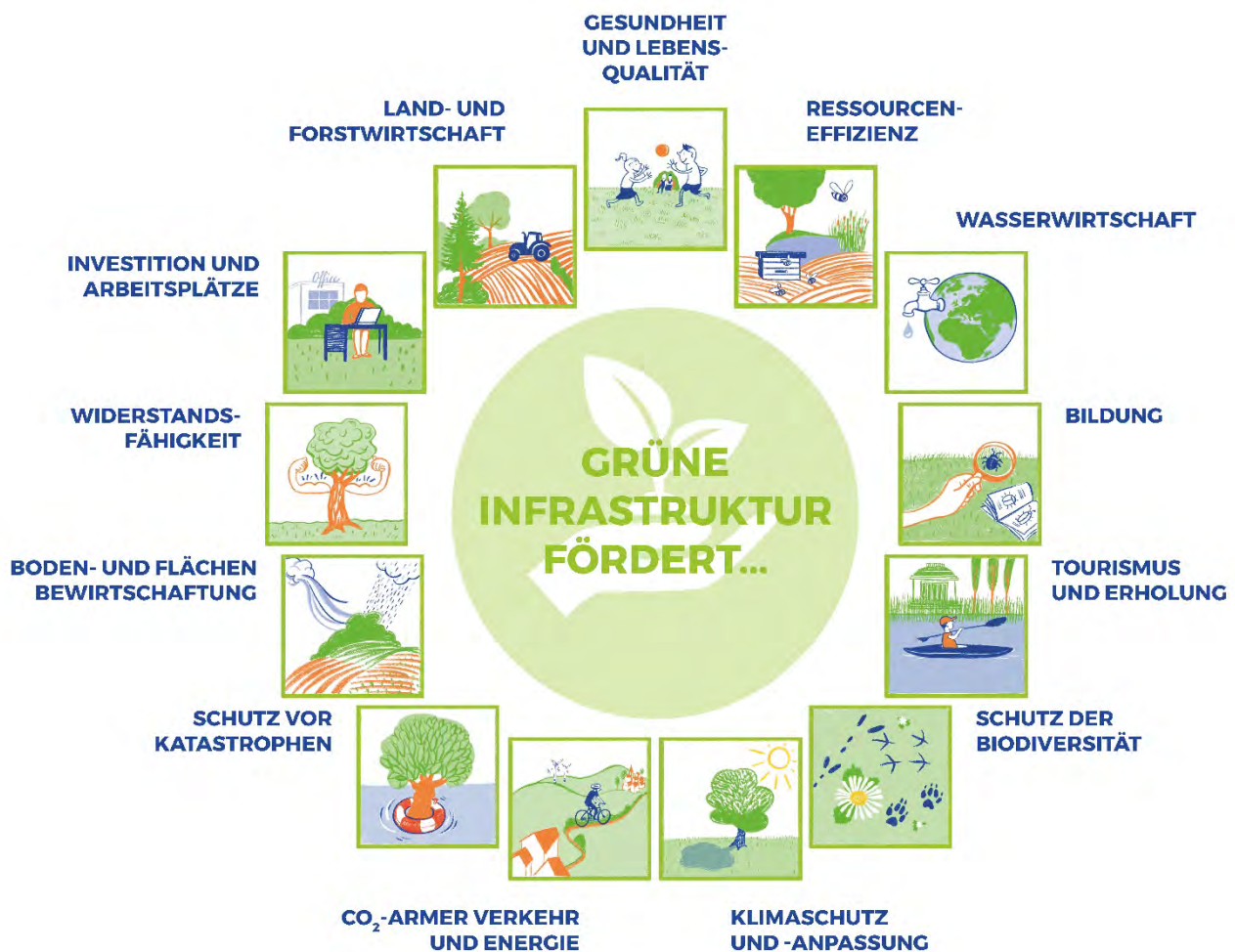


Abbildung 3: Gruppen von Benefits grüner Infrastruktur (nach Europäische Kommission 2013b)

1. Gesundheit und Lebensqualität



Es hat sich gezeigt, dass sich Grüne Infrastruktur, wie Parks, Wälder und Freiflächen, positiv auf unsere Gesundheit und unser Wohlbefinden auswirken. Sie bietet Raum für Entspannung und Bewegung und wirkt sich positiv auf unsere körperliche und geistige Gesundheit aus (van den Berg 2015). Ein verbesserter Zugang zu hochwertigen Grünflächen in Gebieten mit begrenzten Freiflächen kann gesundheitliche Ungleichheiten zwischen einzelnen Stadtteilen und deren Bewohnern verringern. In Großbritannien stellte eine Studie einen Zusammenhang zwischen menschlicher Gesundheit, in diesem Fall Adipositas, und dem Zugang zu Grünflächen fest. Dort, wo mehr Grünflächen waren, hatten die Menschen ein geringeres Maß an Adipositas (Sakar 2017). Ebenso hat sich gezeigt, dass es einen positiven Zusammenhang zwischen dem Leben an oder in der Nähe von Grünflächen und der kardiovaskulären Mortalität gibt (Gascon et al. 2016).

Grüne Infrastruktur kann auch dazu beitragen, die Luftverschmutzung durch Aufnahme, Ablagerung und Zerstreuung von Luftschadstoffen zu reduzieren und so die menschliche Gesundheit zu schützen. In Barcelona wird geschätzt, dass im Jahr 2008 etwa 305 Tonnen Luftverschmutzung durch die Bäume der Stadt beseitigt wurden (Chaparro & Terradas 2009). Zu diesen Schadstoffen gehörten Ozon (O₃), Schwefeldioxid (SO₂), Stickstoffdioxid (NO₂), Kohlenmonoxid (CO) und partikuläre Substanzen. Grüne Wände, Bäume und Hecken (Al-Dabbous und Kumar 2014) können alle zur Verbesserung der Luftqualität und zur Verringerung der Lärmbelastung beitragen.

„Die Nutzung von Vegetation kann dazu beitragen, die Schallausbreitung durch Absorption oder Beugung von Lärm zu behindern. Es gibt auch Hinweise darauf, dass die Anwesenheit von Vegetation die Lärmwahrnehmung beeinflusst, unabhängig von ihrer tatsächlichen Wirksamkeit bei der Lärminderung.“ (ten Brink et al. 2016)

Grünflächen sind auch ein wichtiger Ort für soziale Interaktion und Gemeinschaftsaktivitäten, was den Zusammenhalt der Gemeinschaft fördert. Es hat sich gezeigt, dass sich sozialer Zusammenhalt und körperliche Aktivität positiv auf die psychische Gesundheit der Menschen auswirken (Dzhambrov et al. 2018).

Zu den Landschaftsleistungen, die diesen Benefit bieten, gehören: Erholung, ästhetische Informationen, lokale Klimaregulierung, Gasregulierung.

Ausgewählte Politikdokumente

LEADER-Entwicklungsstrategie Dübener Heide Sachsen, 2019

LEADER-Entwicklungsstrategie Dübener Heide Sachsen-Anhalt, 2017

Integrationskonzeption Landkreis Görlitz, 2018

LEADER-Entwicklungsstrategie Zittauer Gebirge, 2019

LEADER-Entwicklungsstrategie Östliche Oberlausitz, 2018

LEADER-Entwicklungsstrategie Region Kottmar, 2018

Gemeinsamer Entwicklungsplan Städteverbund „Kleines Dreieck“, 2012

Benefit-Beispiel: Urban Gardening Dübener Heide

Gemeinschaftsgärten als kommunale öffentlichen Räume sind wertvolle Elemente einer grünen Infrastruktur. Sie bieten viele Benefits, z. B. Bodenerhaltung, Bestäubung, Temperaturkontrolle in städtischen Gebieten, lokale Lebensmittelversorgung und als Lehrmittel. Gemeinschaftsgärten fördern die soziale Interaktion, eine umweltfreundliche Landnutzung und natürlich den Anbau von regionalen Lebensmitteln.

Seit 2017 bereichert die ‚Urban Gardening‘-Bewegung die Gemeinschaft und das Umfeld des Naturparks Dübener Heide, einem der Fallstudiengebiete von MaGICLandscapes, und bringt eine im Wesentlichen städtische Bewegung in den ländlichen Raum. Zwei Gemeinschaftsgärten in Bad Dübener Heide und Kemberg bieten Raum für Bürger, die gerne im Garten

arbeiten. Erfahrene ökologische Gärtner unterstützen die Menschen bei der Gestaltung von Gemüsebeeten, der Errichtung von Gewächshäusern und geben Einblick in Permakulturmethoden. An regelmäßigen Terminen finden Garteneinsätze, Umweltbildungsaktivitäten und Workshops statt. Die beiden Gartengrundstücke - ein altes Eisenbahngrundstück und ein heruntergekommener Waldgarten - wurden freundlicherweise von der Bahnhofsgenossenschaft Bad Dübener Heide und der privaten Forstverwaltung Gniester Schweiz zur Verfügung gestellt. In Zukunft werden diese Gärten von lokalen Bürgern und Interessengruppen verwaltet, die vom Ortsverband Dübener Heide unterstützt werden.

Das Gartenprojekt wurde vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft gefördert und vom Bundesamt für Landwirtschaft und Ernährung verwaltet.



Fotos: Nico Fliegner (links), Torsten Reinsch

2. Gesteigerte Ressourceneffizienz



Die Nutzung Grüner Infrastruktur (GI) kann die Effizienz der natürlichen Ressourcen verbessern. Ein Beispiel ist der Einsatz von GI-Elementen in der Landschaft zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit durch die Reduzierung des Bodenverlustes infolge von Austrocknung und Erosion durch Wind und Wasser. GI-Elemente wie Hecken und Wildblumenstreifen in der Agrarlandschaft unterstützen die Bestäubung und bieten Lebensraum für die natürlichen Feinde landwirtschaftlicher Schädlinge (Bommarco et al. 2013). GI oder in diesem Fall blaue Infrastruktur ist wichtig für die Erhaltung der Süßwasserressourcen, indem man Gewässer wie Teiche oder Tümpel anlegt oder die Grundwasserneubildung durch Verringerung des Niederschlagsabflusses erhöht.

Zu den Landschaftsleistungen, die diesen Benefit bieten, gehören: Bodenrückhaltung, Bodenbildung, Nährstoffregulierung, Bestäubung, Anbau, Nahrung, Rohstoffe, genetische Ressourcen, biologische Kontrolle.

Ausgewählte Politikdokumente

Masterplan Stadtnatur, 2019

Bundskonzept Grüne Infrastruktur, 2017

Nachhaltigkeitsstrategie Sachsen, 2018

Leitlinien für die Entwicklung von Natur und Landschaft in Sachsen, 2010

Benefit-Beispiel: Blühende Dübener Heide

Die Förderung der Biodiversität ist ein wichtiges Ziel der Europäischen Union und des Naturparks Dübener Heide. Dabei stehen nicht nur Schutzgebiete im Mittelpunkt. Die gesamte Kulturlandschaft und die Dörfer ringsum werden mit einbezogen. Heimatfreunde, Imker, Schüler und Kommunalpolitiker engagieren sich deshalb im Naturpark für ihren Hei-

matort, gestalten gemeinsam attraktive Blühflächen und sorgen mit Blühwiesen für einen gedeckten Tisch für Menschen, Honigbienen, Hummeln und Insekten. Grüne Infrastruktur fördert nicht nur die Biodiversität von Insekten und ihren Fressfeinden, sondern trägt zur Steigerung der Ressourceneffizienz z. B. durch Bestäubung bei.

Heiko Kapke ist seit 15 Jahren Imker, besitzt 20 Bienenvölker und hat maßgeblich dazu beigetragen, dass die so genannten Bee-Pass Bientürme in der Dübener Heide Plätze finden. Die Bienenbeute zum Anfassen stammt aus Frankreich. Dessen Ausflugsöffnung befindet sich untypisch für traditionelle Bienenbeuten in 2,50 m Höhe, am Ende eines hölzernen Schornsteins. So können die nützlichen Tiere ungefährlich für Besucher öffentlicher Orte, wie Schulen oder Kindergärten, fleißig ihren Dienst verrichten. Durch ein Schauglas kann man die Bienen beim Ein- und Ausfliegen gut beobachten.



Fotos: Naturpark Dübener Heide e.V.

3. Wasserwirtschaft



Grüne Infrastruktur ist für die Wasserwirtschaft nicht nur deshalb von Bedeutung, weil sie den Oberflächenabfluss von Niederschlagswasser und damit die Menge des im Gewässernetz ankommenden Wassers verringert, sondern auch weil sie hilft, Gewässer vor Verschmutzung zu schützen. Abflüsse aus landwirtschaftlichen Flächen enthalten oft Pestizide und Düngemittel sowie Sedimente (Boxall et al. 2009). Durch die Bereitstellung eines natürlichen Puffers zwischen den Ackerflächen und den Flussläufen sowie anderen Gewässern kann die Menge des Abflusses reduziert werden. Die Verringerung der Einleitungen von landwirtschaftlichen und häuslichen Stoffen in Gewässer kann die Wahrscheinlichkeit von Blaualgenblüten verringern, die für die Gesundheit von Mensch (WHO 2017) und Tier (Beasley et al. 1989) sowie für alle Wasserlebewesen schädlich sind. In den urbanen/peri-urbanen Gebieten können auch Abflüsse von Straßen durch GI-Elemente reguliert und gefiltert werden, bevor sie ins Gewässernetz gelangen. Auch flache Gewässer reagieren empfindlich auf übermäßigen Nährstoffeintrag und nach den aktuellen Klimaprognosen muss der Nährstoffeintrag reduziert werden, um die negativen Auswirkungen zu vermeiden (Mooij et al. 2007). GI kann den Abfluss des Niederschlagswassers durch offene Landschaft und Städte verlangsamen. GI-Elemente tragen dazu bei, Grundwasserreserven wieder aufzufüllen anstatt das bei Starkniederschlägen mit hohen Volumina auf die Erde fallende Wasser ungehindert abfließen zu lassen.

In urbanen und peri-urbanen Gebieten mit hohem Anteil an versiegelten Flächen kann der Niederschlagsabfluss hohen Druck auf die Abwassersysteme ausüben, was oft zur Einleitung von unbehandeltem Material in Gewässer führt. Die Verlangsamung und Speicherung von Wasser in diesen Gebieten kann das verhindern. Gründächer, nachhaltige städtische Entwässerungssysteme, Ausgleichsteiche und kurzzeitige Feuchtgebiete können zur Reduktion der Abflussrate beitragen.

Die Entnahme von Grundwasser und die „Austrocknung“ einiger Bodenarten haben schwerwiegende Folgen für die Stabilität von Gebäuden und anderen Bauwerken. Die Verwendung von GI zur Wiederauffüllung des Grundwassers und zum Erhalt der Bodenfeuchte kann zur Verringerung dieses Risikos beitragen.

GI wird genutzt, um die Menge der Schadstoffe wie Blei, Kupfer und Zink in den Gewässern zu reduzieren. Die Verwendung von Bioretentionsteichen hat gezeigt, dass GI den Schadstoffgehalt in Gewässern deutlich reduziert (Davis et al. 2003) (Stagge et al. 2012). Die Verwendung von GI zum Abfangen kontaminierter Abwässer aus Deponien hat sich ebenfalls als wirksam erwiesen und trägt zusätzlich zum Erhalt der biologischen Vielfalt bei.

Zu den Landschaftsleistungen, die diesen Nutzen bieten, gehören: Wasserversorgung, Bodenerhaltung, lokale Klimaregulierung, Störungsprävention

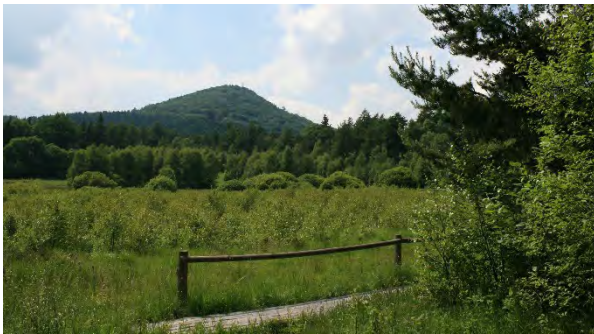
Ausgewählte Politikdokumente

Sächsisches Wassergesetz, 2013

Sächsische Kommunalabwasserverordnung, 1996

Sächsische Badegewässer-Verordnung, 2008

Benefit-Beispiel: Moorrevitalisierung im Zittauer Gebirge



Direkt am Ostfuß der Lausche, des höchsten Berges im Zittauer Gebirge, im Quellgebiet des Zwitte-Baches (tschech. Svitávka) befindet sich das so genannte „Lauschemoor“ (tschech. „Brazilka“). Der überwiegende Teil dieses ca. 8 ha umfassenden Moores liegt in Tschechien. Die landwirtschaftliche Inwertsetzung in den 1980er Jahren führte durch die Anlage eines umfangreichen Drainagesystems und Abflussgrabens sowie durch die Vertiefung und Begradigung des Svitávka-Bachbetts zu starker Austrocknung. Dies hatte drastische Folgen für den Wasserhaushalt des gesamten Gebietes. Die typische Moorvegetation mit zahlreichen geschützten und

gefährdeten Arten drohte zu verschwinden.

Mit dem Ziel den ursprünglichen Wasserhaushalt des Mooregebiets wiederherzustellen und den geschützten Arten die Rückbesiedlung des Moores zu ermöglichen, wurde es 1999 in einem gemeinsamen Projekt tschechischer und deutscher Partner revitalisiert. Dabei wurden z. B. zur Hebung des Grundwasserspiegels und zur Verzögerung des Wasserabflusses steinerne Gewässersperren in den Abflussgraben und das Bachbett des Svitávka-Baches eingebaut oder das Drainagesystem so verändert, dass es wieder zu Wasseraustritten an der Oberfläche kommen konnte.

Der Wasserhaushalt kommt damit dem ursprünglichen Zustand wieder recht nahe, und die typischen Moorarten erobern das Gebiet schrittweise zurück. Bereits 2002 wurde der tschechische Teil des Moores als Naturdenkmal ausgewiesen. Es gibt dort Dauerbeobachtungsflächen zur Vegetationsentwicklung und Hydrosonden, um den Grundwasserspiegel zu verfolgen. Ein Naturlehrpfad rund um das Moor zeigt Besuchern auf Informationstafeln in deutscher und tschechischer Sprache die typische Moorvegetation sowie die ergriffenen Maßnahmen zur Wiederherstellung des Wasserhaushalts.

Foto: Sylvia-Verena Michel/pixelio.de

4. Bildung



Grüne Infrastruktur (GI) bietet einen Ort zum Lernen, sei es formales Lernen als Teil des Schul-Lehrplans oder alternatives Lernen und Entdecken in nicht-formalen Kontexten. Das Erleben und Verstehen der Natur ist ein wesentlicher Bestandteil des Schutzes der Natur und der zukünftigen Nutzung unserer Umwelt (Otto & Pensini 2017). Die Isolierung von der Natur mindert deren Wert für diejenigen, die sie nicht erleben, während die individuelle Bindung an die natürliche Umwelt ein umweltfreundliches Verhalten fördert (Scannell & Gifford 2010). In unserer modernen Zeit haben Technologie, Medien und Sicherheitsdenken sowie der begrenzte Zugang zu Grünflächen die Art und Weise, wie Kinder spielen und damit lernen, verändert. Trotz Technisierung, virtuellen Bildungs- und Medienwelten stehen wir „(...) vor der Herausforderung, die

Lebensgrundlagen für die menschliche Zivilisation zu erhalten. Bildung für nachhaltige Entwicklung [beabsichtigt] (...), die Menschen zu zukunftsfähigem Handeln und Denken zu befähigen, und es jedem Einzelnen zu ermöglichen, die Auswirkungen des eigenen Tuns auf sich, das Umfeld und die Welt zu verstehen und verantwortungsvoll Entscheidungen zu treffen, (...)" (Sächsisches Staatsministerium für Kultus 2018). Zu diesem Lernprozess kann GI einen entscheidenden Beitrag leisten. Für Schulen und Vorschulen mit kleinem Außengelände z. B. bieten lokale Grünflächen in der Umgebung den Rahmen für eine größere Vielfalt an Bildungs- und körperlichen Aktivitäten. Der Zugang zu Grünflächen für Kinder ist nachweislich mit einer verbesserten psychischen Gesundheit, der allgemeinen Gesundheit und der kognitiven Entwicklung von Kindern verbunden (McCormick 2017).

Zu den Landschaftsleistungen, die diesen Benefit bieten, gehören: Ästhetische Informationen, Wissenschaft und Bildung, Erholung, Spirituelle und historische Informationen

Ausgewählte Politikdokumente

Sächsische Landesstrategie Bildung für Nachhaltige Entwicklung, 2018

Naturpark Dübener Heide: Konzept „Bildung für Nachhaltige Entwicklung“ (in Erarbeitung)

Handlungsschwerpunkte der Landkreise Görlitz und Bautzen für die Strategie der Euroregion Neisse-Nisa-Nysa, 2013

Benefit-Beispiel: Naturparkschule lebt Bildung für nachhaltige Entwicklung



Der Naturpark Dübener Heide versteht und fördert Lernen im Sinne einer Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE). BNE ist Bildung, die Menschen darin befähigt und fördert, ihre eigene Zukunft selbst in die Hand zu nehmen und zu lernen, welches Verhalten welche Auswirkungen hat – auf unsere Mitwelt, auf uns selbst und auf andere Menschen und wie wichtig dabei auch eine intakte Grüne Infrastruktur ist.

Gelebt wird dieses Konzept u. a. in sogenannten Naturparkschulen. Die Grundschule in Doberschütz, am Rand der Dübener Heide, hat 2016 als erste im Freistaat Sachsen den Titel „Naturpark-Schule“ verliehen bekommen. Die Ziele und Aufgaben des Naturparks sind daher im Schulprogramm verankert. Kenntnisse über Natur und Landschaft sowie die Geschichte und die Kultur der Naturparkregion werden fortan im Unterricht vermittelt. Zudem verpflichtet sich die Grund-

schule Doberschütz, dass jede Klasse mindestens einmal im Schuljahr das Thema Naturpark im Unterricht und darüber hinaus behandelt, beispielsweise in Projekttagen und bei Exkursionen. Dabei geht es um die Arbeit und die Bedeutung des Naturparks, typische Lebensräume und die dort vorkommenden Pflanzen- und Tierarten sowie heimatkundliche Aspekte.

Foto: Naturpark Dübener Heide e.V.

5. Tourismus und Erholung



Grüne Infrastruktur (GI) bildet oft den Rahmen für Tourismus- und Freizeitflächen. GI-Elemente wie Naturschutzgebiete sind oft Teil des bestehenden Tourismusinteresses, wie beispielsweise der Naturpark Rio Formosa in Faro, Portugal oder der Lago di Candia bei Turin. Gestaltete Parks wie der Hyde Park in London, der Letná Park in Prag, der Wiener Prater oder der Skaryszewski Park in Warschau sind Teil der touristischen Infrastruktur und erfüllen vielfältige Funktionen wie Klimaschutz und die Förderung der biologischen Vielfalt.

Die Gestaltung neuer oder die Verbesserung von GI-Elementen in Tourismusregionen kann alternative Angebote schaffen, wie beispielsweise flussbasierte Aktivitäten (Everard & Moggridge 2011). Vor allem in Städten, insbesondere unter Berücksichtigung der Auswirkungen des Klimawandels, können Aufwertungen der GI die Attraktivität bestimmter Bereiche für den Tourismus erhöhen. GI verbessert das Image dieser Stadtteile und wirkt den negativen Auswirkungen des Klimawandels, wie z. B. erhöhte Temperaturen, entgegen.

GI kann Verbindungswege für nachhaltige und CO₂-arme Verkehrsarten wie Radfahren und Wandern schaffen, was positive Auswirkungen auf die Gesundheit, die Luftqualität (Beckett et al. 1998) und das Tourismusangebot hat und die Auto-Nutzung reduzieren kann, insbesondere, wenn Pendlerstrecken berücksichtigt werden.

Zu den Landschaftsleistungen, die diesen Benefit bieten, gehören: Touristische Einrichtungen, Wasserregulierung, Erholung, Wissenschaft und Bildung, Ästhetische Informationen

Ausgewählte Politikdokumente

Tourismusstrategie Sachsen 2025

Standortmarketing-Konzept Dübener Heide, 2019 (in Bearbeitung)

Tourismuskonzeption für die touristischen Regionen des Landkreises Görlitz, 2015

Handlungsschwerpunkte der Landkreise Görlitz und Bautzen für die Strategie der Euroregion Neisse-Nisa-Nysa, 2013

Landschaftsprogramm Sachsen, 2013

Benefit-Beispiel: Heidemagneten stehen für nachhaltigen Tourismus



Im Naturpark Dübener Heide, werden so genannte Heidemagnete touristisch besonders beworben und gefördert. Dies sind Ausflugsziele und besondere Orte der Region mit einem attraktiven Angebot für die Besucher: von Rundwanderwegen verschiedener Längen für Fußgänger, Radfahrer, Nordic-Walking-Freunde oder auch Skifahrer, Sehenswürdigkeiten am Wegesrand, regionaler Gastronomie bis hin zu einem ständigen Angebot ausgewählter Produkte aus der Region. Damit wird die Dübener Heide touristisch weiter erschlossen und diverse Highlights grüner Infrastruktur mit hohem Erholungswert gefördert. Ein Beispiel ist der Heidemagnet Fährhaus Gruna und die Heideschänke: Gruna befindet sich in Mitten der naturbelassenen Mulde. Besonderheiten sind die Fahrradkirche, ein Biohof, der Wententurm und Nordsachsen einzige Personenfähre über die Mulde. Das Fährhaus mit gemütlicher Gaststube, Kaminzimmer mit und Biergarten laden zum Verweilen ein. So werden regionale Kulinarik und faszinierende Naturerlebnisse verknüpft und grüne Infrastruktur erlebbar gemacht.

6. Schutz der Biodiversität



Die Durchlässigkeit der Landschaft für Pflanzen und Tiere ist für einen gesunden Bestand an Ökosystemen unerlässlich. Flora und Fauna brauchen miteinander verbundene Lebensräume, um aufgrund der Notwendigkeit, sich zu verteilen, Nahrung zu suchen und zu wandern, fortbestehen zu können (Forman 2003). Ohne Verteilung und Beweglichkeit gibt es wenig Möglichkeiten für den genetischen Austausch mit anderen Populationen. Dies kann zu begrenzten Genpools führen und betroffene Arten bedrohen. Durch sich rasant ändernde klimatische Bedingungen benötigen immer mehr Arten Gebiete, durch die sie in geeignetere Klimazonen ziehen können.

Störereignisse wie Überschwemmungen, Dürren und Brände können die Populationsgröße einer Art verringern. Ein unverbundener Teil des von solchen Ereignissen betroffenen Lebensraums wird nicht so schnell wieder besiedelt, wenn er von anderen ähnlichen Lebensräumen getrennt ist (Klar et al. 2012). Für uns Menschen bietet die Grüne Infrastruktur auch Räume, in denen wir die Vielfalt der Flora und Fauna, die die Natur zu bieten hat, wahrnehmen, genießen und analysieren können. Interaktion durch Naturgenuss hilft,

Respekt und Verständnis zu fördern und liefert einen Beitrag zur Umweltbildung und zu einer Bildung für Nachhaltige Entwicklung.

Zu den Landschaftsleistungen, die diesen Benefit bieten, gehören: Refugium, Kindergarten, Ästhetische Informationen, Spirituelle und historische Informationen, Wissenschaft und Bildung, Aufwuchs- und Aufzuchtfunktion, Wasserversorgung und Regulierung.

Ausgewählte Politikdokumente

Masterplan Stadtnatur, 2019

Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt, 2007

Landeskonzept zum Umgang mit weit verbreiteten invasiven Arten, 2018

Landesprogramm Biologische Vielfalt Sachsen 2020

Landschaftsprogramm Sachsen, 2013

Biotopverbund Sachsen, 2007

Pflege- und Entwicklungskonzeption Naturpark Dübener Heide (PEK) - Teil Sachsen und Teil Sachsen-Anhalt (Fortschreibung und Neufassung beider Teile 2020)

Pflege- und Entwicklungskonzept Naturpark Zittauer Gebirge, 2011

Landschaftsrahmenplan Oberlausitz-Niederschlesien, 2007

Benefit-Beispiel: Nachhaltiges Grünland-Management im Dreiländereck CZ-DE-PL



Vom Menschen geschaffenes, artenreiches Grünland ist ein wichtiger Bestandteil der mitteleuropäischen Kulturlandschaft. Zusätzlich zu ihrer produktiven Funktion bieten diese Elemente grüner Infrastruktur auch Dienstleistungen wie Biodiversität, Wasserrückhaltung, und Erosionskontrolle an. Leider verschlechtert sich der ökologische Zustand dieses Grünlandes trotz zahlreicher Strategien, Management-Pläne und Agrarsubventionen zunehmend. Der Rückgang oder Verlust seltener Arten, z. B. Orchideen, geht weiter.

Vor diesem Hintergrund sucht das Projekt DiverGrass nach den Ursachen für den anhaltenden Biodiversitäts-Verlust der Wiesen im Dreiländereck CZ-DE-PL um die Städte Zittau und Liberec. Die Projektpartner erarbeiten Maßnahmen für den Erhalt bzw. Förderung der Artenvielfalt und setzen diese auf ausgewählten Wiesen praktisch um. Diese Maßnahmen beinhalten unterschiedliche Landnutzungsformen und deren Einfluss auf die Biodiversität der Fläche, wie zum Beispiel Beweidung, eine Veränderung der Mähfrequenz, aber auch das Sponsoring von Heutransporten zu Abnehmern in der näheren Umgebung. Exkursionen, Workshops und Seminare bieten die Möglichkeit zum Austausch zwischen den Naturschützern, Landeigentümern, Landwirten und Behörden im Dreiländereck.

Foto: Henning Haase

7. Klimaschutz und Klimaanpassung



Die Nutzung von Grüner Infrastruktur (GI) für die Kühlung urbaner Bereiche ist gut dokumentiert. Dabei können Grünflächen infolge von Schattenwurf und Verdunstung durch die Vegetation einen enormen Kühleffekt haben. Da die Klimaänderungen und extremen Wetterereignisse häufiger und widriger werden, müssen die Städte auf höhere Temperaturen vorbereitet sein. Die menschliche Gesundheit wird durch erhöhte Temperaturen

negativ beeinträchtigt. Dies kann durch direkte Wärmeeinwirkung oder durch die Auswirkungen von Hitze auf Luftschadstoffe, wie z. B. erhöhte Ozonwerte, erfolgen. Diese wurden wiederum als Ursache für verstärkte Asthma-Symptome identifiziert (Goodman et al. 2018). Kinder und ältere Menschen sind anfälliger als andere Altersgruppen. Von den 14.800 Todesfällen in Frankreich durch die Hitzewelle 2003 waren rund 60 % der Opfer über 75 Jahre alt (Confalonieri et al. 2007). Die Empfindlichkeit der Bevölkerung gegenüber Hitze sollte daher ein Aspekt bei der Planung von Investitionen in GI sein. Eine immer älter werdende Bevölkerung bedeutet, dass den positiven Effekten von GI bei der Reduzierung der hitzebedingten Mortalität mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden sollte.

Grüne Infrastruktur sollte auch als eine Option für die Speicherung und Bindung von Kohlenstoff aus der Atmosphäre betrachtet werden. Mehr Vegetation bedeutet mehr Kohlenstoff, der in Pflanzen und Tieren sowie in den Böden gespeichert wird.

In einigen Ländern ist eine erhöhte Intensität von Niederschlagsereignissen festzustellen, da die Ozeane beim Erwärmen mehr Wasser durch Verdunstung freisetzen und die Feuchthaltekapazität der Luft mit zunehmender Temperatur zunimmt (Mullan et al. 2012). GI-Elemente sowohl in städtischen als auch in ländlichen Gebieten können dazu beitragen, übermäßige Niederschläge zu regulieren und das Wasser zu speichern, wodurch der Umfang und die Dauer von Hochwasserereignissen reduziert werden können.

Die wahrscheinliche Zunahme der Intensität von Stürmen durch den Klimawandel bedeutet, dass auch Störungen an natürlichen Systemen zunehmen werden, wie beispielsweise Waldbrände und stärkere Winde. Ein gut verbundenes Netz von Naturräumen ermöglicht die Wiederbevölkerung der betroffenen Gebiete nach Störereignissen und bietet bessere Futter- und Wandermöglichkeiten für die betroffenen Arten.

Zu den Landschaftsleistungen, die diesen Benefit bieten, gehören: Lokale Klimaregulierung, Wasserregulierung, Bodenrückhaltung, Wasserversorgung, Refugium, Aufwuchs- und Aufzuchtfunktion, Gasregulierung

Ausgewählte Politikdokumente

Bundes-Aktionsprogramm Klimaschutz 2020

Bundes-Klimaschutzplan 2050

Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel, 2008

Energie- und Klimaprogramm Sachsen, 2013

Regionales Energie- und Klimaschutzkonzept Oberlausitz-Niederschlesien 2012

Integriertes Klimaschutzkonzept Bad Dübau, 2018

Vulnerabilitätsanalyse für die Planungsregion Oberlausitz-Niederschlesien, 2011

Energie- und Klimaschutzkonzept für die Große Kreisstadt Zittau, 2016



Benefit-Beispiel: Hochwasser-Risikomanagement im Dreiländereck

Bedingt durch den Klimawandel nimmt die Intensität und Häufigkeit von Hochwasserereignissen zu. Bei vergangenen Hochwasserereignissen in Sachsen und Tschechien sind viele Flächen einschließlich der Gebäude und Infrastrukturen wiederholt überflutet und Möglichkeiten der Vorsorge unzureichend genutzt worden.

Das sächsisch-tschechische Projekt STRIMA II beabsichtigt, die Schadensvorsorge bei Überflutungen infolge von Hochwässern und Starkniederschlägen zu verbessern und die grenzüberschreitende Zusammenarbeit insbesondere auf kommunaler

Ebene zu intensivieren. Ein wesentliches Anliegen des Projektes ist die Schaffung länderübergreifender Handlungsansätze. Um die Hochwasservorsorge wesentlich zu verbessern, sollen geeignete, wirtschaftlich tragfähige Vorsorgemaßnahmen entwickelt und Handlungskataloge erstellt werden.

Zwei Untersuchungsgebiete im Projekt sind der Gewässerverlauf der Směda (dt. Wittig) im Bereich der Stadt Frýdlant einschließlich des Unterlaufs der Rásnice (dt. Rasnitz) und der Oleška (dt. Erlichtbach) einschließlich ihres Einzugsgebiets. Für beide Gebiete wurde zunächst der Ist-Zustand der Fließgewässer und der Landnutzung im Einzugsgebiet erfasst. Aufbauend darauf werden Vorschläge für Maßnahmen erarbeitet, mit deren Umsetzung sich die Einwirkungsintensität der Hochwasserwellen bei zukünftigen Ereignissen potenziell reduzieren ließe und das Schadensausmaß gemindert werden könnte. Bei der Erarbeitung und Kategorisierung der Maßnahmen werden auch synergetische Wirkungen in Bezug auf den Arten- und Lebensraumschutz oder den ökologischen Zustand der Gewässer berücksichtigt. Die Schaffung von grüner Infrastruktur spielt dabei eine große Rolle. Z. B. könnten Uferverbauwerke in Bereichen mit geringem Schadenspotenzial rückgebaut werden, um damit dem Gewässer wieder mehr Raum zu geben. Andererseits sind naturbasierte Maßnahmenvorschläge für die Einzugsgebiete angedacht, um den oberflächennahen Wasserrückhalt in der freien Landschaft und in Hochwasserentstehungsgebieten zu verbessern.

Foto: Projekt STRIMA II/S. Garack

8. Kohlenstoffarmer Verkehr und Energie



Zusammenhängende Elemente Grüner Infrastruktur (GI) wie Parks und Grüne Wege können Kohlenstoff (CO₂)-arme und nachhaltige Verkehrsoptionen bieten und gleichzeitig andere für den Menschen wichtige Funktionen bereitstellen. Das Angebot sicherer und nachhaltiger Verkehrsarten kann Anreize schaffen, vermehrt Spaziergänge und Radtouren durchzuführen, was zusätzliche gesundheitliche Benefits mit sich bringt.

Grüne Routen als Verbindung zwischen natürlichen, historischen und kulturellen Destinationen und Sehenswürdigkeiten können dazu beitragen, dass allgemeine touristische Interesse einer Region zu verbessern sowie Alternativen zum motorisierten Verkehr anzubieten und so die CO₂-Emissionen zu reduzieren. GI wird genutzt, um die negativen Auswirkungen bestehender Verkehrskorridore durch Lärm und Luftverschmutzung abzumildern.

Ebenso kann GI die CO₂-Emissionen verringern, indem sie den Energieverbrauch senkt. Ein Beispiel dafür könnte der verringerte Einsatz von Klimaanlagen in Städten sein, wo Pflanzungen wie Straßenbäume, grüne Gebäudewände und Gründächer zur Kühlung von Gebäuden beitragen, indem sie u. a. die Absorption der Sonneneinstrahlung verringern. Gründächer schützen im Winter auch vor der raschen Auskühlung der Innenbereiche von Gebäuden, was den Energiebedarf reduziert.

GI ist ein Schlüsselfaktor und eine perfekte Möglichkeit zur Kohlenstoffbindung aus der Atmosphäre. Langfristig kann GI klimaneutrale Energie durch die Biomasseproduktion von Brennstoffpflanzen wie z. B. Holz von Kurzumtriebsplantagen, bereitstellen.

Zu den Landschaftsleistungen, die diesen Benefit bieten, gehören: Rohstoffe, Energieumwandlung, Transport, Freizeit, Tourismusanlagen, lokale Klimaregulierung, Gasregulierung.

Ausgewählte Politikdokumente

Energie- und Klimaprogramm Sachsen, 2013

Landesverkehrsplan Sachsen 2025 inkl. Umweltbericht, 2014

Energiekonzept Nordsachsen, Wittenberg und Anhalt-Bitterfeld, 2011

Radverkehrskonzept Landkreis Nordsachsen

Radverkehrskonzeption des Landkreises Görlitz, 2018

Vulnerabilitätsanalyse für die Planungsregion Oberlausitz-Niederschlesien, 2011

Benefit-Beispiel: Vernetzte Mobilität im Naturpark Dübener Heide



Multi- und intermodales Mobilitätsverhalten nimmt seit Jahren vor allem in Großstädten und Metropolen stetig zu. Im ländlichen Raum sind hingegen vergleichbare Angebote selten vorhanden und es werden viele Wege mittels motorisiertem Individualverkehr zurückgelegt, welcher große ökologische Probleme mit sich bringt. Der Naturpark Dübener Heide erarbeitet aktuell mit kommunalen Partnern Maßnahmen im Projekt „Vernetzte Mobilität“ (Freizeit- und Berufsverkehr). Dabei stellte sich heraus, dass für Auszubildende in der Verzahnung der „letzten Meile“ zum ÖPNV bzw. zur Berufsschule eine attraktive Mobilitätslösung fehlt. Eine Lösung bieten E-Scooter. Diese lassen sich auf ein kompaktes

Maß zusammenfalten und können je nach Beförderungsbedingungen auch im ÖPNV, d.h. in Bussen, Straßenbahnen und Zügen mitgenommen werden. Im Rahmen eines Projektes sollen nun 10 straßenverkehrsgerechte E-Scooter angeschafft werden und an junge Beschäftigte (vorrangig Auszubildende) vergeben werden. Ziel ist eine öffentlichkeitswirksame Aktion für neue, vernetzte Mobilitätslösungen (ÖPNV-E-Mobilität), die CO₂-armen Transport unterstützen und fördern. So wird Graue Infrastruktur grüner, indem kohlenstoffarme Verkehrsmittel genutzt werden. Die E-Scooter eignen sich auch als alternative zum Fahrrad, um so kürzere Strecken des Rad- und Wegenetzes der Dübener Heide zu erkunden und Grüne Infrastruktur nachhaltig zu erleben.

Foto: <https://www.giga.de/artikel/e-bike-oder-e-scooter-passt-ein-pedelec-oder-elektro-tretroller-besser-zu-dir/>

9. Schutz vor Katastrophen



Durch den Klimawandel werden Menge und Häufigkeit der Niederschläge zunehmen (Pendergrass & Hartmann 2014). Auch die Verteilung der Niederschläge wird sich wahrscheinlich ändern, mit intensiveren Niederschlägen da und weniger Niederschlägen dort.

Gut geplante grüne Infrastruktur (GI), die in Gebieten mit Bedarf geschaffen wurde, kann dazu beitragen, das Hochwasserrisiko zu verringern, indem der Wasserabfluss durch Zwischenspeicherung des Wassers in den Quellbereichen verlangsamt wird. Dies trägt auch

dazu bei, Flusspegel in Dürreperioden zu erhalten und die Biodiversität zu schützen, die Grundwasserneubildung zu erhöhen und die Wasserversorgung allgemein zu sichern.

Bäume und andere Vegetation verleihen den Böden Stabilität, verringern die Wahrscheinlichkeit von Erdrutschen und spielen auch eine wichtige Rolle bei der Reduzierung des Lawinenrisikos.

Zu den Landschaftsleistungen, die diesen Benefit bieten, gehören: Bodenrückhaltung, Wasserregulierung, lokale Klimaregulierung.

Ausgewählte Politikdokumente

Nationales Hochwasserschutzprogramm, 2014

Hochwasserrisikomanagement-Plan FGG Elbe, 2015

Hochwasserrisikomanagement-Plan FGG Oder, 2015

Hochwasserschutzkonzept Mulden im Regierungsbezirk Leipzig, 2005

Hochwasserschutzkonzepte Lausitzer Neiße und Mandau (2004)

Benefit-Beispiel: Hochwasser- und Katastrophenschutz an der Mulde

Der Muldestausee ist ein gefluteter Tagebau im Landkreis Anhalt-Bitterfeld. Die Flutung erfolgte in den 1970er Jahren. Er ist mit 6,3 km² das viertgrößte Gewässer des Landes Sachsen-Anhalt. Der Stausee besitzt ein Einlauf- und ein Auslaufbauwerk für den Fluss Mulde und kann bei einem Hochwasserereignis 15 Millionen m³ Wasser zeitweise zurückhalten. Diese nicht unerhebliche Menge dient dem Hochwasser- und Katastrophenschutz. Das letzte große Hochwasserereignis an der Mulde ereignete sich 2013. Der Stausee ist Teil des Blauen Bandes in Sachsen-Anhalt und damit ein wichtiger Teil der regionalen grün-blauen Infrastruktur



Foto: M_H.DE [CC BY-SA 3.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>)]

10. Boden- und Flächenbewirtschaftung



Bei immer extremeren Niederschlagsereignissen mit gleichzeitiger Verringerung der Niederschläge im Laufe eines Jahres und Zunahme der Sonnenscheindauer, ist es wahrscheinlich, dass die Böden trockener werden (Routshek et al. 2014). Dadurch werden die Böden anfällig für Erosion, zum einen durch die zunehmenden oberflächigen Wasserabflüsse bei Extremniederschlägen und zum anderen durch die geschwächte Stabilität trockenerer Böden (Nearing et al. 2004). Trockenere Böden sind ebenfalls anfälliger für Erosionen durch Wind. Dies verursacht Probleme hinsichtlich der Nahrungsmittelproduktion und hat Auswirkungen auf die Umwelt, wie die Zunahme von Bodenpartikeln, die in Gewässer gelangen und damit die Wasserqualität (Mullan 2013) und wildlebende Tiere beeinträchtigen sowie die Luftqualität verschlechtern.

Grüne Infrastruktur in der Agrarlandschaft kann dazu beitragen, die Feuchtigkeits- und Bodenverluste zu reduzieren. Windbrecher wie Hecken und kleine Waldstreifen können die Windgeschwindigkeit über Land reduzieren, was den Feuchtigkeits- und Bodenverlust in Trockenzeiten reduziert.

Die Bodenversiegelung durch graue Infrastruktur hindert den Boden an der Wasseraufnahme, wohingegen Grünflächen, die Wasser aufnehmen und langsam wieder freisetzen, zur Erhaltung der Bodendurchfeuchtung beitragen können. Die Bodenerosion in intensiv genutzten Agrarlandschaften kann durch die Aufteilung von großen Ackerblöcken in kleinere Einheiten mittels der Einführung von Grasstreifen verringert werden. Diese Streifen tragen nicht nur zur Reduzierung der Bodenerosion bei, sondern dienen auch zur Förderung der Biodiversität, verbessern das lokale Klima und den Landschaftscharakter.

Zu den Landschaftsleistungen, die diesen Benefit bieten, gehören: Bodenrückhaltung, Bodenbildung, Wasserversorgung und -regulierung, Nährstoffregulierung, Bestäubung, Rohstoffe, lokale Klimaregulierung.

Ausgewählte Politikdokumente

Landesentwicklungsplan Sachsen 2013

Landschaftsprogramm Sachsen, 2013

Rohstoffstrategie Sachsen, 2017

Regionaler Entwicklungsplan Planungsregion Anhalt-Bitterfeld-Wittenberg inkl. Umweltbericht, 2018

Regionalplan Leipzig-West Sachsen inkl. Umweltbericht, 2017

Landschaftsrahmenplan Region West Sachsen, 2007

Regionalplan Oberlausitz-Niederschlesien inkl. Umweltbericht, 2010

Landschaftsrahmenplan Oberlausitz-Niederschlesien, 2007

Benefit-Beispiel: Grüne Infrastruktur mindert Bodenerosion

In Mitteleuropa werden im Zuge des Klimawandels Starkregenereignisse immer häufiger. Regelmäßig resultieren daraus Sach- und Personenschäden. Das Interreg Central Europe Projekt RAINMAN unterstützt Kommunen und Regionen dabei, die Risiken durch Starkregen zu minimieren. Für alle Projektregionen werden die Starkregenrisiken kartiert sowie Strategien zu deren Reduzierung entwickelt. Ein zentrales Projektergebnis ist die RAINMAN-Toolbox, eine Sammlung von Methoden und erfolgreichen Beispielen aus der Praxis. Die Toolbox soll Kommunen und regionalen Akteuren u. a. bei der Auswahl und Umsetzung von geeigneten Maßnahmen zur Risikoreduzierung helfen.



Eine der Pilotregionen des Projektes befindet sich im sächsischen Landkreis Görlitz. In den Gemeinden Leutersdorf und Oderwitz stellt vor allem die starkregenbedingte Bodenerosion auf landwirtschaftlich genutzten Flächen und der Eintrag von Bodenmaterial in die Ortslagen ein Problem dar. Für die Gemeinde Leutersdorf werden u. a. Maßnahmenvorschläge in Form von naturbasierten Lösungen in Form von grüner Infrastruktur angedacht.

Dazu gehört z. B. die Anlage von Heckenstrukturen quer zu erosionsgefährdeten Hängen zur Bremsung und ggf. Ableitung des oberflächlich abfließenden Niederschlagswassers. Weitere Maßnahmenvorschläge könnten sich auf die sogenannten Tiefenlinien konzentrieren, d. h. Geländemulden am Hang, in denen das Wasser zusammenfließt. Dort ist das Erosionsrisiko durch eine verstärkte Ablösungs- und Transportkraft des Wassers lokal besonders erhöht. Diese Flächen aus der landwirtschaftlichen Nutzung herauszunehmen und z. B. mit Gehölzen zu begrünen bzw. als extensives Grünland zu nutzen, könnte eine weitere Maßnahme zur Minderung des Erosionsrisikos sein.

Foto: Anne Sophie Grieser

11. Widerstandsfähigkeit



Ökosysteme können Störungen ausgesetzt sein, die ihre Leistungsfähigkeit beeinträchtigen. Diese Störungen können kurzfristig sein, wie z. B. Überschwemmungen, Brände, oder Langzeitbelastungen darstellen, wie z. B. Ölverschmutzung, Nährstoffanreicherung oder der Klimawandel. Die Widerstands- oder Regenerationsfähigkeit eines Ökosystems im Hinblick auf seine Dienstleistungen und Funktionen beschreibt seine Fähigkeit, kurzfristigen Störungen unbeschadet zurückzustecken und Langzeitbelastungen zu widerstehen, sich von ihnen zu erholen und idealerweise in ihren ursprünglichen Zustand zurückzukehren. Dies kann lange dauern und eine Reihe von unterschiedlichen Phasen und Zuständen beinhalten.

In Bezug auf die Biodiversität kann Widerstandsfähigkeit als die Fähigkeit einer Art gesehen werden, sich von Störungen zu erholen, diese zu überleben oder eine Fläche nach einer Störung wieder neu zu besiedeln. Je größer die Population und damit die genetische Variabilität innerhalb der Population, desto wahrscheinlicher ist es, dass die Art widerstandsfähig bleibt. Die Wiederbesiedlung nach einem Störereignis hängt oft, wenn auch nicht immer, von der Erreichbarkeit eines Gebietes für potenzielle Wiederbesiedler aus anderen Gebieten ab. Die Vernetzung zwischen Ökosystemtypen ist ein Weg, um die Widerstandsfähigkeit zu erhöhen (Oliver et al. 2015).

Die Größe der Lebensraum- und Ökosystemflächen ist auch ein Schlüsselfaktor für die Förderung der Widerstandsfähigkeit, sowohl in Bezug auf die Artenanzahl als auch auf die Tatsache, dass ein 1 ha großes Feuer in einem 10 ha großen Wald weniger verheerend ist als ein 1 ha großer Brand in einem 2 ha großen Wald.

Vorherzusagen und zu erfassen, wo Widerstandsfähigkeit vorhanden ist, ist ein Schlüsselfaktor, um festzustellen und zu priorisieren, wo Investitionen in Grüne Infrastruktur nötig sind.

Zu den Landschaftsleistungen, die diesen Benefit bieten, gehören: Störungsregulierung und Wasserregulierung.

Ausgewählte Politikdokumente

Masterplan Stadtnatur, 2019

Bundeskonzzept Grüne Infrastruktur, 2017

Bundes-Aktionsprogramm Klimaschutz 2020

Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt, 2007

Bundesstrategie für die Erhaltung und nachhaltige Nutzung der biologischen Vielfalt für die Ernährung, Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft, 2007

Nachhaltigkeitsstrategie Sachsen, 2018

Landesprogramm Biologische Vielfalt Sachsen 2020

Benefit-Beispiel: Förderung der Widerstandsfähigkeit von Heide- und Moorgebieten



Im Süden der Dübener Heide befindet sich das Presseler Heidewald- und Moorgebiet. Es besteht aus Mooren, kleinen Heideflächen, Wäldern, Wiesen und Bächen, die den größten zusammenhängenden Komplex naturnaher Lebensräume in der Region Leipzig bilden. Im Gebiet läuft ein Naturschutz-großprojekt des Freistaates Sachsen, dessen wichtigste Aufgabe die großräumige Verbesserung des Wasserhaushaltes zur Rettung der austrocknenden Moore ist. Eine weitere Maßnahme ist der naturnahe Umbau der Wälder. Dabei werden anstelle von Kiefernforsten standortgerechte Laubwälder entstehen. Wichtig für den dauerhaften Schutz des Gebietes ist neben dem Flächenerwerb auch die Öffentlichkeitsarbeit. Der Erhalt des weitgehend unverbauten, wenig

gestörten und wenig zerschnittenen Gebietes und damit des Lebensraumes zahlreicher seltener Pflanzen- und Tierarten, trägt zur Widerstandsfähigkeit des Ökosystems Dübener Heide bei. Großräumige intakte grüne Infrastruktur, die teilweise sich selbst überlassen wird (Prozessschutzgebiete), stellen eine Vielzahl von Ökosystemdienstleistungen bereit, die dazu beitragen Schadeinflüsse auf das Ökosystem abzuf puffern und so seine Funktionalität zu bewahren.

Foto: Dr. Arndt Asperger/NABU Sachsen

12. Investition und Arbeitsplätze



Grüne Infrastruktur (GI) kann ein attraktives Umfeld für Beschäftigung und Freizeitmöglichkeiten bieten. Attraktive Wohnumgebungen sind wiederum attraktiv für Arbeitnehmer aus anderen Regionen, die einen Orts- und Jobwechsel planen. GI in ihren vielen Formen kann auch die Quelle für Beschäftigung sein, zum Beispiel in der Forstwirtschaft, im Tourismusmanagement und Erholungssektor. Die Arbeitsproduktivität hängt stark von einer intakten Gesundheit, körperlichem und geistigem Wohlbefinden ab (ACOE 2009).

Investitionen in GI sind eher in Gebieten mit einer gesunden Bevölkerung möglich.

Von der städtischen Bienenzucht über die Organisation von Weiterbildungen im Grünen bis hin zur Verbesserung der Rahmenbedingungen für kulturelle und historische Angebote - Grüne Infrastruktur fördert die Beschäftigung und schafft Chancen für neue Unternehmen. Die Schaffung und das nachhaltige Management von GI erhält auch Arbeitsplätze und kreiert neue Beschäftigungsmöglichkeiten.

Grüne Infrastruktur ist ein wichtiges Element bei der Sanierung von Quartieren und Gewerbegebieten. Es hat sich gezeigt, dass attraktive, nutzbare und nutzbringende GI-Elemente zur wirtschaftlichen und ökologischen Erneuerung benachteiligter Gebiete beitragen können.

Zu den Landschaftsleistungen, die diesen Benefit bieten, gehören: Ästhetische Informationen, Freizeitinformationen, Rohstoffe, Anbau, Tourismuseinrichtungen, Wissenschaft und Bildung.

Ausgewählte Politikdokumente

Fachkräftestrategie Sachsen 2030

Digitalisierungsstrategie Sachsen, 2017

Innovationsstrategie Sachsen, 2013

Standortmarketing-Konzept Dübener Heide, 2019 (in Bearbeitung)

Strategische Handlungsempfehlungen der Euroregion Neisse-Nisa-Nysa 2014-2020

Benefit-Beispiel: Motivation zu neuen beruflichen Wegen durch die Gestaltung von grüner Infrastruktur

Im Zittauer Norden befindet sich der neu angelegte Bürgerpark. Diesen gestalteten u.a. erwerbslose Jugendliche im Rahmen einer Motivationswerkstatt der BAO GmbH für berufliche Qualifizierung. Spezielle Maßnahmen wie diese ermöglichen es jungen Leuten ohne abgeschlossene Berufsausbildung praktische Fähigkeiten und Fertigkeiten zu erwerben. Sie haben die Möglichkeit, ihre individuellen Interessen auszuloten und sich zu motivieren, wieder in den Arbeitsmarkt einzutreten.

Zu den von den Jugendlichen im Bürgerpark gestalteten Elementen gehören z. B. Sitzelemente oder der Schriftzug am Eingang zum Park aus selbst gegossenem Beton (siehe Bild). Die Teilnehmer der Werkstatt imitierten durch verschiedene Körperhaltungen die Buchstaben des Schriftzugs und machten Fotos davon. Auf dieser Grundlage entstanden Schablonen und Gussformen für die Buchstaben.

Für die Stadt Zittau sind solche vom Jobcenter finanzierten Projekte der BAO GmbH eine gute Gelegenheit, den öffentlichen Raum zu gestalten. Die Investition in Freiräume und in grüne Infrastruktur schafft Arbeitsmöglichkeiten – zumindest auf Zeit.

Foto: Anne Sophie Grieser



13. Land- und Forstwirtschaft



Grüne Infrastruktur (GI) erhält die Böden landwirtschaftlicher Flächen und deren Feuchtigkeit. Daneben können GI-Elemente in der Agrarlandschaft auch zur Produktivität beitragen. In Europa ist unsere Pflanzenproduktion in hohem Maße von der Bestäubung durch Insekten abhängig, und somit ist unsere Ernährungssicherheit stark von dieser Ökosystemleistung abhängig. Natürliche und semi-natürliche Flächen wie Wälder (Kells & Goulson 2009) oder Uferlebensräume (Westphal et al. 2003) in der Nähe von Produktionsflächen unterstützen stabile Populationen von Bestäubern und natürlichen Feinden von Schädlingen (Hänke et al. 2009). Der Verlust von Lebensräumen wurde als einer der wichtigsten Treiber für den Rückgang der Bestäuber identifiziert (Winfree et al. 2009).

Die Bedeutung von Insekten und anderen Tieren für die Bestäubung wird von der Europäischen Kommission in ihrer EU-Initiative für Bestäuber anerkannt, in der GI als ein Schlüsselement für die Erhaltung und Verbesserung der Lebensräume für Bestäuber in der gesamten Landschaft identifiziert wird (Europäische Kommission 2018).

GI-Elemente in der Agrarlandschaft können dazu beitragen, die Auswirkungen von Schädlingsarten zu reduzieren, indem sie den natürlichen Feinden der Schädlinge Lebensraum bieten und Teil des integrierten

Schädlingsmanagements werden (Prokopy & Kogan 2009). Der integrierte Pflanzenschutz bleibt ein „Eckpfeiler“ des Ansatzes und der Richtlinie der Europäischen Kommission zur Verringerung des Einsatzes von Pestiziden (Europäische Kommission 2009), wird aber von den Mitgliedstaaten weiterhin nicht ausreichend genutzt (Europäische Kommission 2017).

Zu den Landschaftsleistungen, die diesen Benefit bieten, gehören: Bodenrückhaltung, Anbau, Rohstoffe, Bodenbildung, Wasserversorgung und -regulierung, Bestäubung, lokale Klimaregulierung, genetische Ressourcen, biologische Kontrolle.

Ausgewählte Politikdokumente

Bundesstrategie für die Erhaltung und nachhaltige Nutzung der biologischen Vielfalt für die Ernährung, Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft, 2007

Aktionsplan zur Stärkung des ökologischen Landbaus im Freistaat Sachsen, 2017

Waldstrategie Sachsen 2050

Benefit-Beispiel: Biologische Rinderzucht in den Elbauen



Rund 80 Rinder hält Dirk Barthel in den Elbauen in Greudnitz. Die Rinder leben in einem Verband aus Mutterkühen und Jungtieren ganzjährig auf der Weide, die Milch der Kühe bleibt den Kälbern vorbehalten. Auch drei Zuchtbullen gehören dazu. Als Ergänzung zum Gras bekommen die Tiere Heu, Getreide und Silage aus eigenem Anbau. Statt mit Pestiziden wird das Getreide durch mechanische Pflegemaßnahmen und eine Fruchtfolge unkrautarm gehalten. Das Fleisch der Rinder und Kälber ist begehrt, das Interesse vor allem im ca. 60 km entfernten Leipzig groß.

Unabhängigkeit und kurze Wege bestimmen auch die Futterbeschaffung. Das Getreide für die Rinder baut Dirk Barthel selbst an, Zukauf ist nicht notwendig. Außerdem stehen auf

den Feldern Roggen, Hafer und Weizen als Speisegetreide sowie Phacelia, Wicke und Blaue Lupine für die Saatgutproduktion. „Ich baue das auch an, damit unsere Imker was für ihre Bienen haben. Nur mit der Rapsblüte der Monokulturen würden sie verhungern“, erklärt Barthel. Ein Teil der Flächen ist zudem Vogelschutzgebiet. Sie werden nicht beweidet und erst sehr spät gemäht, so dass die Blumen und Gräser zuvor in Blüte gehen können. Ansonsten werden diese Wiesen in Ruhe gelassen, nicht gedüngt und liefern gut verträgliches Heu, das Barthel an Pferdehöfe und landwirtschaftliche Betriebe verkauft.

Foto: <https://www.ceresaward.de/shortlist-2018/dirk-barthel-greudnitz/>



Abbildung 4: Beispiele von nationalen und regionalen Politikdokumenten und Strategien mit Bezug zu den Benefits Grüner Infrastruktur im Naturpark Dübener Heide



Abbildung 5: Beispiele von nationalen und regionalen Politikdokumenten und Strategien mit Bezug zu den Benefits Grüner Infrastruktur im Dreiländereck Tschechien-Deutschland-Polen (LK Görlitz)

C Rechtlicher und strategischer Rahmen zur Umsetzung Grüner Infrastruktur

1. Die Strategie für Grüne Infrastruktur der Europäischen Union

Die **Strategie für Grüne Infrastruktur der Europäischen Union** wurde 2013 von der Europäischen Kommission verabschiedet (Europäische Kommission 2013a). Sie gilt als Schlüsselement für die Erreichung der Ziele der EU 2020 Biodiversitätsstrategie. Ziel 2 der Biodiversitätsstrategie hebt besonders die Nutzung der Grünen Infrastruktur (GI) zur Erhaltung und Verbesserung der Ökosysteme und ihrer Dienstleistungen hervor (Europäische Kommission 2011a und b). In ihrem Bericht "The Multifunctionality of Green Infrastructure" (Generaldirektion Umwelt der Europäischen Kommission 2012) geht die Generaldirektion Umwelt der EU davon aus, dass Grüne Infrastruktur vier „breite Rollen“ hat (Abbildung 6).

Die EU-GI-Strategie definiert den Begriff Grüne Infrastruktur (GI) für seine Anwendung in der Europäischen Union und informiert darüber, wie GI zur Erreichung einer Reihe wichtiger politischer Ziele der EU beitragen kann. Die Strategie beschreibt GI als „ein erfolgreich getestetes Instrument zur Bereitstellung von ökologischem, wirtschaftlichem und sozialem Nutzen durch natürliche Lösungen“, das „manchmal eine Alternative oder Ergänzung zu herkömmlichen grauen Lösungen bieten kann“. Die Strategie fördert ausdrücklich Investitionen in Grüne Infrastrukturen, um den Nutzen der Natur zu erhalten und zu steigern.

Darüber hinaus zeigt die Strategie, dass GI zu einem Standardelement der Raumplanung und Raumentwicklung werden muss, um Landnutzungs-, Ökosystem- und Biodiversitätsbelange besser zu integrieren. Sie fordert die Entwicklung eines transeuropäischen GI-Netzes (TEN-G) als Gegenstück zu den bestehenden Netzen grauer Infrastruktur wie Verkehr oder Energie.

Das englischsprachige Dokument **Technical Information on Green Infrastructure (2013)** begleitet die Strategie. Das Dokument definiert die GI-Elemente und wichtige Begriffe, die in diesem Zusammenhang verwendet werden. Es gibt einen Überblick über die Benefits und Funktionen von GI und informiert darüber, wie das Thema GI mit der europäischen Politik verbunden ist.

Auf EU-Ebene beziehen sich insbesondere mehrere Verordnungen und Richtlinien direkt auf Grüne Infrastruktur und unterstützen deren Erhalt, Verbesserung und Umsetzung.



Abbildung 6: Rollen der grünen Infrastruktur (angepasst an die Generaldirektion Umwelt der Europäischen Kommission 2012)

2. Strategischer und rechtlicher Rahmen Grüner Infrastruktur auf EU-Ebene

Die folgenden beiden Mitteilungen der Europäischen Kommission können als Basisdokumente für die EU-Strategie für Grüne Infrastruktur angesehen werden:

- **Fahrplan für ein ressourcenschonendes Europa (2011)**
- **Lebensversicherung und Naturkapital: Eine Biodiversitätsstrategie der EU für das Jahr 2020 (EU 2020 Biodiversitätsstrategie, 2011)**

Die folgenden EU-Politiken beziehen sich direkt auf Grüne Infrastruktur:

- **Urban Agenda for the EU, launched with the Pact of Amsterdam (2016) (englischsprachig)**
- **Ein Blueprint für den Schutz der europäischen Wasserressourcen (EU Water Blueprint, 2012)**
- **Weißbuch: Anpassung an den Klimawandel: Ein europäischer Aktionsrahmen (2009)**

Das Natura 2000-Schutzgebietsnetz wird als „Rückgrat“ der Grünen Infrastruktur in Europa bezeichnet. Die Einrichtung dieser Gebiete basiert auf der **Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie (92/43/EWG)**, kurz: FFH-Richtlinie, aus dem Jahr 1992 und auf der 1979 in Kraft getretenen **Vogelschutzrichtlinie (Richtlinie 79/409/EWG)** in der letzten Fassung von 2009.

Die **FFH-Richtlinie** soll dazu beitragen, die biologische Vielfalt durch die Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen im Gebiet der EU-Mitgliedstaaten zu gewährleisten. Die auf dieser Richtlinie basierenden Maßnahmen berücksichtigen auch die wirtschaftlichen, sozialen und kulturellen Erfordernisse sowie die regionalen und lokalen Besonderheiten.

Es werden besondere Schutzgebiete (engl. Special Areas of Conservation - SAC) eingerichtet. Dies sind Gebiete, in denen sich die in Anhang I der Richtlinie aufgeführten natürlichen Lebensraumtypen und die Lebensräume der in Anhang II der Richtlinie aufgeführten Arten befinden. Sie ermöglichen es, die natürlichen Lebensraumtypen und die Lebensräume der Arten zu erhalten oder gegebenenfalls einen günstigen Erhaltungszustand in ihrem natürlichen Lebensraum wiederherzustellen.

Ziel der **Vogelschutzrichtlinie** ist die Erhaltung aller Arten von natürlich vorkommenden, wildlebenden Vögeln auf dem Gebiet der EU-Mitgliedstaaten. Sie umfasst den Schutz, die Bewirtschaftung und die Kontrolle dieser Arten und gilt nicht nur für die Vögel selbst, sondern auch für ihre Eier, Nester und Lebensräume. Die EU-Mitgliedstaaten ergreifen die erforderlichen Maßnahmen, um eine ausreichende Vielfalt an Flächen und Lebensräumen für alle Vogelarten zu erhalten oder wiederherzustellen. Dazu gehören vor allem folgende Maßnahmen:

- Schaffung von besonderen Schutzgebieten (engl. Special Protected Areas – SPA)
- Erhaltung und Bewirtschaftung nach den ökologischen Bedürfnissen der Lebensräume innerhalb und außerhalb der Schutzgebiete
- Wiederherstellung von zerstörten Biotopen
- Schaffung von neuen Biotopen

Tabelle 3 auf der Folgeseite fasst ausgewählte internationale Übereinkommen, Verordnungen und Richtlinien mit Bezug zu grüner Infrastruktur zusammen.

Tabelle 3: Auswahl von internationalen Übereinkommen, Verordnungen und Richtlinien mit Bezug zu Grüner Infrastruktur (Stand: Januar 2019)

	INTERNATIONAL/EU
Natur- und Landschaftsschutz, Biodiversität	RAMSAR-Konvention (1971) UNESCO-Welterbekonvention (1972) Berner Konvention (1979) Biodiversitätskonvention (1992) Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (1992) Landschaftsrahmenkonvention (2000) Vogelschutzrichtlinie (2009) Verordnung über die Prävention und das Management der Einbringung und Ausbreitung invasiver gebietsfremder Arten (2014)
Umwelt- und Klimaschutz	Wasserrahmenrichtlinie (2000) Umgebungslärmrichtlinie (2002) Umweltinformationsrichtlinie (2003) Richtlinie über Umwelthaftung zur Vermeidung und Sanierung von Umweltschäden (2004) Badegewässerrichtlinie (2006) Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (2007) Luftqualitätsrichtlinie (2008) UVP-Richtlinie (2014)
Wirtschaft und nachhaltige Entwicklung	Erneuerbare Energien-Richtlinie (2009) Verordnung für den Aufbau eines transeuropäischen Verkehrsnetzes TEN-T (2013) Verordnung über die Einbeziehung der Emissionen und des Abbaus von Treibhausgasen aus Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft in den Rahmen für die Klima- und Energiepolitik bis 2030 (2018)
Raum-/Regionalplanung	–

3. Strategischer und rechtlicher Rahmen Grüner Infrastruktur auf Bundesebene

Auf Bundesebene wurden einige Dokumente veröffentlicht, die den Erhalt und den Ausbau grüner Infrastruktur ausdrücklich unterstützen. Das sind das Bundeskonzept Grüne Infrastruktur (2017), das Weißbuch Stadtgrün (2017) und der Masterplan Stadtnatur (2019).

- **Bundeskonzept Grüne Infrastruktur: Grundlagen des Naturschutzes zu Planungen des Bundes (2017)**
- **Bundeskonzept Grüne Infrastruktur – Fachgutachten (2017)**

Das Bundeskonzept Grüne Infrastruktur (BKGI), das im März 2017 vom Bundesamt für Naturschutz veröffentlicht wurde, ist ein Grundlagendokument zur Entscheidungsfindung über die von der Bundesrepublik Deutschland verabschiedeten und in die EU-weiten Prozesse zum Aufbau einer grünen Infrastruktur integrierten Planungen. Eines der Hauptziele des BKGI ist die Erhaltung und Wiederherstellung von Ökosystemleistungen und damit der Schutz von Naturkapital. Das Bundeskonzept wurde vom Bundesamt für Naturschutz auf der Grundlage der Ergebnisse des F+E-Projekts „Grünes Infrastrukturkonzept Bund – Gutachten“ entwickelt. Das Fachgutachten enthält detaillierte Informationen über den Hintergrund und die fachlichen Inhalte des Bundeskonzepts.

- **Weißbuch Stadtgrün (2017)**

Im Jahr 2015 veröffentlichte das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit das Grünbuch Stadtgrün. In diesem Papier wurde erstmals das aktuelle Wissen über städtisches Grün zusammengetragen. Es wurde als Diskussionspapier mit dem Ziel konzipiert, einen breiten Dialog über die Bedeutung von Stadtgrün für die integrierte Stadtentwicklung einzuleiten. Ein Ergebnis dieses Diskussionsprozesses ist das im Mai 2017 veröffentlichte Weißbuch Stadtgrün. Es umfasst insgesamt zehn Handlungsfelder und eine Vielzahl von konkreten Maßnahmen zur Sicherung und Qualifizierung von Grün- und Freiflächen. Damit will die Bundesregierung Städte und Gemeinden unterstützen, öffentliche Grün- und Freiflächen mit Hilfe einer integrierten und nachhaltigen Stadtentwicklungspolitik zu stärken.

- **Masterplan Stadtnatur (2019)**

In dem vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit herausgegebenen Masterplan Stadtnatur geht es um die gezielte Aufwertung des Grüns in den Städten im Hinblick auf eine höhere Vielfalt an heimischen Tieren und Pflanzen. Er enthält ein konkretes Maßnahmenbündel zur Verbesserung der Naturausstattung in urbanen und peri-urbanen Gebieten und versteht sich als Beitrag für die integrierte Stadtentwicklung in Hinblick auf die vielfältigen Leistungen der Natur für das Leben im besiedelten Raum. Flächen sollen nach Möglichkeit multifunktional genutzt werden. Deshalb geht der Masterplan im Sinne der nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt über den engen Arten- und Biotopschutz hinaus und leistet auch einen Beitrag zur Umsetzung der EU-Strategie zur Grünen Infrastruktur und der Deutschen Anpassungsstrategie an die Folgen des Klimawandels.

Darüber hinaus wird das Konzept der Grünen Infrastruktur indirekt durch Gesetze und Verordnungen zu bestimmten GI-Elementen, wie Wäldern, Gewässern oder landwirtschaftlich genutzten Flächen und zur Unterstützung der Funktionalität der Grünen Infrastruktur, wie z. B. das Potenzial zur Minderung des Klimawandels, zur Reinhaltung der Luft, zur Vermeidung von Überschwemmungen und anderen, untermauert. Dementsprechend ist GI als solche durch Gesetze, Verordnungen und Bestimmungen, die sich mit Schlüsselementen der GI und/oder ihren ökologischen Funktionen und Ökosystemleistungen befassen, gesetzlich verankert.

Einen umfassenden Überblick über die aktuelle gesetzliche Verankerung von GI auf internationaler und europäischer Ebene, sowie auf nationaler und regionaler Ebene in Deutschland, Italien, Österreich, Polen und Tschechien liefert die [englischsprachige Langversion](#) dieses Handbuches. Tabelle 4 fasst ausgewählte Gesetze, Verordnungen und Richtlinien auf Bundes- und im Freistaat Sachsen mit Bezug zu grüner Infrastruktur zusammen.

Tabelle 4: Auswahl von Bundes- sowie regionalen Gesetzen, Verordnungen und Richtlinien mit Bezug zu Grüner Infrastruktur (Stand: Januar 2019)

	BUND	FREISTAAT SACHSEN
Natur- und Landschaftsschutz, Biodiversität	Trinkwasserverordnung (2001) Bundesartenschutzverordnung (2005) Bundesnaturschutzgesetz (2009) Wasserhaushaltsgesetz (2009) Oberflächengewässerverordnung (2016)	Sächs. Denkmalschutzgesetz (1993) Naturschutz-Ausgleichsverordnung (1995) Ökokonto und Sächsische Ökokontoverordnung (2008) Grundschutzverordnung Sachsen für FFH-Gebiete (2012) Grundschutzverordnung Sachsen für Vogelschutzgebiete (2012) Sächs. Naturschutzgesetz (2013)
Umwelt- und Klimaschutz	Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung bergbaulicher Vorhaben (1990) Bodenschutzgesetz (1998) und Bodenschutz- und Altlastenverordnung (1999) Trinkwasserverordnung (2001) Umgebungslärm-Richtlinie (2002) Hochwasserschutzgesetz (2005) und Novelle (2017) Umweltschadensgesetz (2007) Luftqualitäts-Richtlinie (2008) Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (2010) Grundschutzverordnung für FFH- und Vogelschutzgebiete (2012) Bundesimmissionsschutzgesetz (2013) Umweltinformationsgesetz (2014)	Sächs. Kommunalabwasserverordnung (1996) Hochwasserschutzgesetz (2005) Sächs. Umweltinformationsgesetz (2006) Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung im Freistaat Sachsen (2007) Umweltschadensgesetz (2007) Sächs. Wassergesetz (2013) Sächs. Badegewässerverordnung (2008) Sächs. Kreislaufwirtschafts- und Bodenschutzgesetz (2019)
Wirtschaft und nachhaltige Entwicklung	Bundeswaldgesetz (1975) Bundesjagdgesetz (1976) Bundeswasserstraßengesetz (2007) Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung (2009) Erneuerbare-Energien-Gesetz (2017)	Sächs. Waldgesetz (1992) Sächs. Fischereigesetz (2007) Sächs. Jagdgesetz (2012) Richtlinie Zukunftsfähige Energieversorgung (2015)
Raum-/Regionalplanung	Baugesetzbuch (1960) Bundeskleingartengesetz (1983) Raumordnungsverordnung (1990) Raumordnungsgesetz (2008) Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (2017)	Sächs. Bauordnung (2016) Sächs. Landesplanungsgesetz (2018)

D Bedürfnisse und Spezifikationen für die Bewertung grüner Infrastruktur

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Konsultationen mit nationalen und regionalen Institutionen und Interessengruppen im Hinblick auf die Bedürfnisse und Spezifikationen für die Erfassung und Bewertung Grüner Infrastruktur in Mitteleuropa vorgestellt. Die Konsultationen fanden auf sehr unterschiedliche Weise statt, z. B. durch individuelle Gespräche, Telefonate oder auch schriftlich mittels Fragebogen.

In Abschnitt 1 werden die wichtigsten Schlussfolgerungen, die sich aus den Konsultationen über die Bedürfnisse und Spezifikationen hinsichtlich der Erfassung und Bewertung Grüner Infrastruktur ziehen lassen, zusammengefasst. Daraus ergeben sich allgemeine Bedürfnisse und Vorgaben für die Erfassung und Bewertung Grüner Infrastruktur in ganz Mitteleuropa.

Abschnitt 2 stellt die spezifischen lokalen Bedürfnisse für eine GI-Erfassung und -Bewertung in den deutschen Fallstudiengebieten dar.

1. Allgemeine Bedürfnisse und Spezifikationen hinsichtlich der Erfassung und Bewertung grüner Infrastruktur

Basierend auf den Ergebnissen der Konsultation der MaGICLandscapes Projektpartner wurden die folgenden sieben allgemeinen Bedürfnisse oder Spezifikationen für die Erfassung und Bewertung von Grüner Infrastruktur (GI) ermittelt. Ein Bedürfnis oder eine Spezifikation wird als allgemein angesehen, wenn sie von Personen aus mindestens drei Partnerländern geäußert wurde.

■ Definition und Verbreitung des Begriffs Grüne Infrastruktur

Für einige regionale Stellen ist der Begriff Grüne Infrastruktur unbekannt und eher abstrakt. Auf der anderen Seite bietet der Begriff eine Atmosphäre des Unbehagens. Vor allem Naturschützer mögen diesen Begriff aufgrund seines technischen Charakters nicht. Daher sollten die theoretische Definition des GI-Begriffs, das GI-Konzept im Allgemeinen sowie die Benefits von GI weiter in der Öffentlichkeit bekannt gemacht werden. Insbesondere sollte das Bewusstsein für die Multifunktionalität von GI gestärkt werden.

■ Grüne Infrastruktur in der Umweltbildung

Bildungsinstrumente sind erforderlich, um das Wissen und das Bewusstsein für die Bedeutung von GI zu erhöhen, insbesondere im Zusammenhang mit Naturschutzfragen und dem Erhalt der biologischen Vielfalt. Daher sollte das GI-Konzept in die Hochschulbildung integriert werden, und Trainingskurse für alle Alters- und Interessensgruppen konzipiert werden.

■ Mehr grüne Infrastruktur in (peri-)urbanen Gebieten

Im Allgemeinen muss das Netzwerk des städtischen Grüns selbst und seine Ökosystemleistungen verbessert werden. Weitere Beispiele für die verstärkte Umsetzung von GI in städtischen Gebieten werden benötigt. Darüber hinaus muss das städtische Grün mit der umgebenden Landschaft verbunden werden. Insbesondere die Randzonen wurden als eine Art Puffer zwischen der Siedlung und der intensiv genutzten Landschaft hervorgehoben, die einer besonderen Bewirtschaftung und Aufwertung bedarf.

■ Vernetzung

Bestehende rechtsverbindliche Raumordnungspläne auf allen räumlichen Ebenen enden oft an der Grenze einer bestimmten Gemeinde, Region oder eines Landes. Zur Verbesserung der Durchlässigkeit der Landschaft und zur Schaffung überregionaler Lebensraumnetze muss das GI-Netzwerk unabhängig von Verwaltungsgrenzen geplant, erfasst und bewertet werden. Die Vernetzung der Migrationskorridore für viele Pflanzen- und Tierarten muss allgemein verbessert werden.

■ Verknüpfung zwischen grüner und grauer Infrastruktur

Das GI-Konzept muss in Verbindung mit einer grauen Infrastruktur noch stärker berücksichtigt werden. Graue Infrastruktur, wie Bahntrassen oder Radwege mit zugehörigem Grün, können eine Vernetzungsfunktion für andere Grünflächen haben. Darüber hinaus kann eine ausreichende graue Infrastruktur, z. B. Ausbau der digitalen Infrastruktur oder Radwege, erforderlich sein, um den größtmöglichen Nutzen aus der grünen Infrastruktur zu ziehen.

■ Entwicklung einfacher Werkzeuge für Entscheidungsträger und lokale Anwendung

Instrumente zur Planung, Erfassung und Bewertung von GI müssen einfach, verständlich und leicht anwendbar sein für lokale Verwaltungen, Entscheidungsträger, Sanierungs- und Entwicklungseinrichtungen sowie Schulen. Den Ergebnissen der Konsultationen zufolge werden nur solche Instrumente einen nützlichen Beitrag zur Erhaltung, Aufwertung und dem integrierten Management von GI auf lokaler und regionaler Ebene leisten. Spezielle Lösungen, Leitlinien oder Maßnahmen müssen erarbeitet werden, die beispielsweise in lokalen Raumordnungsplänen umgesetzt werden können. Daher sollten die Ergebnisse des Projekts MaGIC-Landscapes eine mit den gängigen Planungsvorlagen kompatible Form haben.

■ Zusammenarbeit und Koordination

Die Zusammenarbeit und Koordination mit regionalen und lokalen Projekten, Einrichtungen oder Plänen scheint bei der Planung, Erfassung und Bewertung von GI sehr wichtig zu sein. „Zusammenarbeit zwischen den Institutionen“ oder „weiterer intersektoraler Dialog“ sind typische Äußerungen der von den MaGIC-Landscapes-Partnern befragten Personen. Eine Zusammenarbeit sollte unter anderem mit Gemeinden, Managern grauer und grüner Infrastruktur, Koordinatoren anderer lokaler GI-Projekte und/oder Planungsbehörden erfolgen und auf gemeinsame Ziele ausgerichtet werden.

2. Lokaler Bedarf an Grüner Infrastruktur in den deutschen Fallstudiengebieten

Die Erfassung und Bewertung grüner Infrastruktur (GI) im Rahmen des Projekts MaGiCLandscapes erfolgt in neun mitteleuropäischen Fallstudiengebieten. Diese Gebiete repräsentieren eine Vielzahl unterschiedlicher Landschaftsmerkmale und Lebensräume sowie unterschiedliche kulturelle und sozioökonomische Merkmale. So gibt es beispielsweise Schutzgebiete wie die Nationalparks Riesengebirge in Polen und Tschechien sowie Thayatal in Österreich oder den Naturpark Dübener Heide unweit von Leipzig, Gebiete mit großen Flüssen wie die Obere Poebene (Italien), intensiv genutzte Agrarlandschaften wie in der Region Kyjov (Tschechien) oder in Niederösterreich sowie Flächen mit größeren Städten mit mehr als 100.000 Einwohnern wie im Dreiländereck Tschechien-Deutschland-Polen mit der Stadt Liberec und die Metropolregion Turin im italienischen Piemont. Jedes Fallstudiengebiet hat seine spezifischen lokalen Bedürfnisse und Spezifikationen für die Erfassung, Bewertung und Planung von GI.



Abbildung 7: Karte von Mitteleuropa (blau) mit den neun MaGiCLandscapes Fallstudiengebieten (grün) des Projektes MaGiCLandscapes

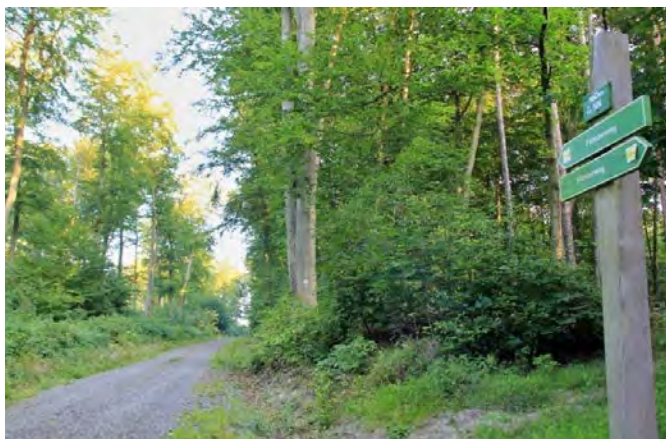
2.1 Fallstudiengebiet Naturpark Dübener Heide

Der Naturpark Dübener Heide ist der erste Naturpark in Deutschland, der von der lokalen Bevölkerung gegründet wurde. Hauptmotivation für die Gründung war, die Umwidmung der Dübener Heide in einen Kohle-tagebau zu verhindern. Nun hat sich das Ziel des Parks in Richtung Schaffung einer Wohlfühlregion für Mensch und Natur mit dem Biber (*Castor fiber*) als Flaggschiff-Art geändert. Obwohl das Gebiet eine gut erhaltene Grüne Infrastruktur bietet, fehlt es an grauer Infrastruktur, die kleine und mittlere Unternehmen dazu anregt, sich in der Region niederzulassen. Der Breitbandausbau und die Digitalisierung sowie der Bau von Radwegen sind im Gange. Diese Planungen und Entwicklungen müssen hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die bestehende Grüne Infrastruktur bewertet werden. Angesichts des gemeinschaftsbasierten Charakters des Naturparks ist es wichtig, partizipative Ansätze für die Erfassung, Bewertung und Planung von GI zu nutzen.

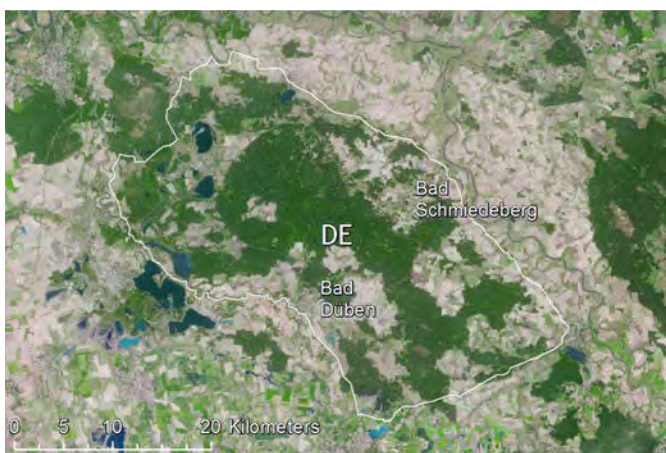
Steckbrief: Fallstudienggebiet Naturpark Dübener Heide



Blühendes Heidekraut (Foto: Nico Fliegner)



Auf dem Försterweg (Foto: Nico Fliegner)



Übersichtskarte Fallstudienggebiet Naturpark Dübener Heide

Lage:

Bundesland: Sachsen
Regierungsbezirke: Leipzig und Halle
Landkreise: Nordsachsen, Anhalt-Bitterfeld, Wittenberg

Größere Orte:

Bad Dübener Heide, Bad Schmiedeberg

Landschaftstypen:

Elbe- und Muldeauen, Presseler Heidewald- und Moorgebiet, Bergbaufolgelandschaften

Fläche: 770 km²

Höhe: 185–190 m ü. NN

Elemente grüner Infrastruktur:

Auen und Mischwälder
Teiche
Heideland
Moorgebiete
Wiesen und Ackerland

Problem Bereiche/Lücken im GI-Netz:

- Touristischer Nutzungsdruck aufgrund der umliegenden Großstädte
- Hochwasserrisiko
- Landnutzungskonflikte hinsichtlich des Biberschutzes

2.2 Fallstudiengebiet Dreiländereck Tschechien-Deutschland-Polen

Das Fallstudiengebiet Dreiländereck Tschechien-Deutschland-Polen erstreckt sich von der Böhmischeschweiz im Westen über das Zittauer Gebirge bis zum Isergebirge im Osten. Ein wichtiges Landschaftsmerkmal in Süd-Nord-Richtung ist die Lausitzer Neiße mit ihren Nebenflüssen. Dieses Gewässernetz verbindet die drei Länder und vermittelt regional zwischen Berggebieten mit Wäldern, Mooren, Bergwiesen oder Felsen und dem Flachland mit kleineren und größeren Städten (z. B. Zittau oder Liberec) und landwirtschaftlichen Flächen.

Ein Problem in diesem Fallstudiengebiet sind die begradigten oder kanalisierten Flussabschnitte. Eine Renaturierung ist notwendig, um die Funktionalität der Auen zu verbessern, z. B. um Hochwasserrisiken zu vermeiden oder neue Lebensräume zu schaffen. Ein verstärkter Einsatz solcher naturbasierten Lösungen im Rahmen von Kompensationsmaßnahmen ist ebenfalls erforderlich und könnte eine große Chance sein, immer mehr Anlagen des technischen Hochwasserschutzes zu ersetzen.

Die Region ist ein wichtiger ökologischer Korridor zwischen den beiden Nationalparkregionen Sächsisch-Böhmischeschweiz und Riesengebirge. Vor allem zwischen Zittauer und Isergebirge sind GI-Elemente oft noch nicht miteinander verbunden. Dies ist auf Siedlungen, Hauptverkehrswege und landwirtschaftlich genutzte Flächen zurückzuführen. In urbanen und peri-urbanen Gebieten können mehr Schulgärten und Grünflächen auf dem Schulgelände oder eine kreative Aufwertung ungenutzter und verlassener Räume im Stadtzentrum dazu beitragen, die Vernetzung von GI-Elementen zu verbessern und ebenso den Bildungs- und Erholungsbedarf der Stadtbevölkerung zu decken. Im deutschen Teil des Dreiländerecks Tschechien-Deutschland-Polen spielt die Aufwertung und der Schutz von unzerschnittenen, verkehrsarmen Gebieten eine wichtige Rolle. Der Naturpark Zittauer Gebirge und seine grenzüberschreitende Erweiterung spielen hier eine bedeutende Rolle.

Steckbrief: Fallstudiengebiet Dreiländereck CZ-DE-PL



Blick über Zittau in Richtung Isergebirge (Foto: Jürgen Lindert [CC BY-SA 3.0 de oder GFDL], Wikimedia Commons)

Lage:

Grenzraum zwischen Tschechien (Nordböhmen, Region Liberec), Deutschland (Sachsen, Landkreis Görlitz) und Polen (Niederschlesien)

Größere Städte:

Liberec (CZ), Zittau (DE), Bogatynia (PL)

Landschaften (von West nach Ost):

Böhmische Schweiz – Oberlausitzer Bergland – Zittauer Gebirge – Jeschkengebirge – Neisse-Aue – Isergebirge

Fläche: 1,068 km²

Höhe: 200-1085 m ü. NN



Dreiländerpunkt an der Neiße (Foto: Honza Groh [CC BY-SA 3.0], Wikimedia Commons)

Elemente grüner Infrastruktur:

- Auen der Neiße und ihrer Zuflüsse
- Wälder
- Bergwiesen
- Felsen
- Moore



Übersichtskarte Fallstudiengebiet Dreiländereck Tschechien-Deutschland-Polen

Problembereiche/Lücken im GI-Netz

- Kanalisierte Flussabschnitte (vor allem in Städten und Siedlungen)
- Lücken im GI-Netz, besonders zwischen dem Zittauer Gebirge und dem Isergebirge aufgrund von Siedlungen, Hauptverkehrsstraßen, oder landwirtschaftlich genutzten Flächen
- Großflächiger Kohletagebau Turów (PL)

Referenzen

- ACOEM - American College of Occupational and Environmental Medicine, Special Committee on Health, Productivity, and Disability Management (2009). Healthy Workforce/ Healthy Economy: The Role of Health, Productivity, and Disability Management in Addressing the Nation's Health Care Crisis: Why an emphasis on the Health of the Workforce is Vital to the Health of the Economy. *Journal of Occupational and Environmental Medicine* 51(1), 114-119.
- AdaptaN Project Group (2015a). Biokoridor za sv. Trojici v Šardicích (Biocorridor for sv. Trojici in Šardice). Project AdaptaN - Complex planning, monitoring, information and educational tools for adaptation of territory to the climate change impacts with the main emphasis on agriculture and forestry management in the landscape.
https://www.adaptan.net/uploads/vystupy/6_Osveta/Letaky/sardice_biokoridor_cz_office.pdf
- AdaptaN Project Group (2015b). Mokřad v trati Dlouhé čtvrtě v Šardicích (Wetlands in the "Long Quarter" in Šardice). Project AdaptaN - Complex planning, monitoring, information and educational tools for adaptation of territory to the climate change impacts with the main emphasis on agriculture and forestry management in the landscape.
https://www.adaptan.net/uploads/vystupy/6_Osveta/Letaky/sardice_mokrad_cz_office.pdf
- AdaptaN Project Group (2015c). Zatravnění a ozelenění údolnice u Nenkovic (Grassing and planting the valley at Nenkovice). Project AdaptaN - Complex planning, monitoring, information and educational tools for adaptation of territory to the climate change impacts with the main emphasis on agriculture and forestry management in the landscape.
http://www.adaptan.net/uploads/vystupy/6_Osveta/Letaky/nenkovice_cz_office.pdf
- Al-Dabbous, N. & Kumar, P. (2014). The influence of roadside vegetation barriers on airborne nanoparticles and pedestrians exposure under varying wind conditions. *Atmospheric Environment* 90, 113-124.
- Antrop, M. (2001). The language of landscape ecologists and planners: a comparative content analysis of concepts used in landscape ecology. *Landscape and Urban planning* 55(3), 163-173.
- ARL-Akademie für Raumforschung und Landesplanung (2005): Handwörterbuch der Raumordnung. Hannover
- Bastian, O. & Schreiber, K. F. (Eds.) (1999). Analyse und ökologische Bewertung der Landschaft. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
- Beasley, R. R., Cook, W. O., Dahlem, A. M., Hooser, S. B., Lovell, R. A., Valentine, W. M. (1989) Algae Intoxication in Livestock and Waterfowl, *Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice* 5(2), 345-361.
- Beckett, K. P., Freer-Smith, P. H., Taylor, G. (1998). Urban Woodlands: their role in reducing the effects of particulate pollution. *Environmental Pollution* 99(3), 347-360.
- Benedict, M. A. & McMahon E.T. (2006). Green Infrastructure. Linking Landscapes and Communities. Island Press, Washington D.C.
- BfN - Bundesamt für Naturschutz (2017). Bundeskonzept Grüne Infrastruktur – Grundlagen des Naturschutzes zu Planungen des Bundes. Publizieren mit a.h.-Effekt, Bonn.
- Bommarco, R., Kleijn, D., Potts, S.G. (2013). Ecological intensification: harnessing ecosystem services for food security. *Trends in Ecology and Evolution* 28(4), 230-238.
- Boxall, A. B. A., Hardy, A., Beulke, S., Boucard, T., Burgin, L., Falloon, P. D., Haygarth, P. H., Hutchinson, T., Kovats, R. S., Leonardi, L., Levy, L. S., Nichols, G., Parsons, S. A., Potts, L., Stone, D., Topp, E., Turley, D. B., Walsh, K., Wellington, E. M. H., Williams, R. J. (2009). Impacts of Climate Change on Indirect Human Exposure to Pathogens and Chemicals from Agriculture. *Environmental Health Perspectives* 117(4), 508-514.
- Burkhard, B., Kandziora, M., Hou, Y., Müller, F. (2014). Ecosystem Service Potential, Flows and Demands - Concepts for Spatial Localisation, Indication and Quantification. *Landscape Online* 34: 1-32.
- Chaparro, L. & Terradas, J. (2009). Ecological Services of Urban Forest in Barcelona. Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals. Universitat Autònoma de Barcelona. Spain.
- Confalonieri, U., Menne, B., Akhtar, R., Ebi, K. L., Hauengue, M., Kovats, R. S., Revich, B., Woodward, A. (2007) Human health. In: Parry, M. L., Canziani, O. F., Palutikof, J. P., van der Linden, P. J., Hanson, C. E. (Eds.). *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 391-431). Cambridge University Press, Cambridge.

Constanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R. V., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutton, P., van den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387(6630), 253-260.

Davis, A. P., Shokouhian, H., Sharma, H., Minami, C., Winogradoff, D. (2003). Water quality improvement through bio-retention: lead, copper and zinc. *Water Environment Research* 75(1), 73-82.

da Silva, J. M. C. & Wheeler, E. (2017). Ecosystems as infrastructure. *Perspectives in Ecology and Conservation* 15(1), 32-35.

de Groot, R. S. (1992). *Functions of Nature: Evaluation of Nature in Environmental Planning, Management and Decision Making*. Wolters-Noordhoff, Groningen.

de Groot, R. S., Wilson, M. A., Boumans, R. M. (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological economics* 41(3), 393-408.

de Groot, R. (2006). Function-analysis and valuation as a tool to assess land use conflicts in planning for sustainable, multi-functional landscapes. *Landscape and urban planning* 75(3-4), 175-186.

de Groot, R. S., Alkemade, R., Braat, L., Hein, L., Willemsen, L. (2010). Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. *Ecological complexity* 7(3), 260-272.

Dzhambrov, A., Hartig, T., Markevych, I., Tilov, B., Dimitrova, D. (2018). Urban residential greenspace and mental health in youth: Different approaches to testing multiple pathways yield different conclusions. *Environmental Research* 160, 47-59.

Ekins, P. (1992). A four-capital model of wealth creation. In: Ekins, P. & Max-Neef, M. (Eds.). *Real-Life Economics: Understanding Wealth Creation* (pp. 147-155). Routledge, London/New York.

Ekins, P., Simon, S., Deutsch, L., Folke, C., de Groot, R. (2003). A framework for the practical application of the concepts of critical natural capital and strong sustainability. *Ecological Economics* 44(2-3), 165-185.

Europäische Kommission (2009). Directive 2009/128/EC of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009 establishing a framework for Community action to achieve the sustainable use of pesticides. European Commission.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:02009L0128-20091125>

Europäische Kommission (2011a). COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS Our life insurance, our natural capital: an EU biodiversity strategy to 2020.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0244&from=EN>

Europäische Kommission (2011b). The EU Biodiversity Strategy to 2020. European Commission. Publications Office of the European Union, Luxembourg. <http://ec.europa.eu/environment/nature/info/pubs/docs/brochures/2020%20Biod%20brochure%20final%20lowres.pdf>

Europäische Kommission (2013a). COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS Green Infrastructure (GI) — Enhancing Europe's Natural Capital. COM(2013) 249 final.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A52013DC0249>

Europäische Kommission (2013b). COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT, Technical information on Green Infrastructure (GI). SWD(2013) 155 Final.

http://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/docs/green_infrastructures/1_EN_autre_document_travail_service_part1_v2.pdf

Europäische Kommission (2013c). The Economic benefits of the Natura 2000 network – Synthesis Report. Publications Office of the European Union, Luxembourg.

http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/financing/docs/ENV-12-018_LR_Final1.pdf

Europäische Kommission (2017). REPORT FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL on Member State National Action Plans and on progress in the implementation of Directive 2009/128/EC on the sustainable use of pesticides. https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/plant/docs/pesticides_sup_report-overview_en.pdf

Europäische Kommission (2018). COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS EU Pollinators Initiative. COM/2018/395 final.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52018DC0395>

Generaldirektion Umwelt der Europäischen Kommission (2012). The Multifunctionality of Green Infrastructure. Science for Environment Policy. In-depth Report. Science Communication Unit, University of West England, Bristol.

http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/IR3_en.pdf

Europäische Union (2017). Policy Brief on ecosystem services: Interregional Cooperation for sustaining Europe's natural capital. Interreg Europe.

<https://www.interregeurope.eu/policylearning/news/1548/policy-brief-on-ecosystem-services-interregional-cooperation-for-sustaining-europe-s-natural-capital/>

Everard, M., Moggridge, H.L. (2011). Rediscovering the value of urban rivers. *Urban Ecosystems* 15, 293-314.

Firehock, K. (2010). A Short History of the Term Green Infrastructure and Selected Literature.

<http://www.gicinc.org/PDFs/GI%20History.pdf>

Forman, R. T. T. (2003). *Land Mosaics: the ecology of landscape and regions*. Cambridge University Press.

Gascon, M., Triguero-Mas, M., Martínez, D., Dadvand, P., Rojas-Rueda, D., Plasencia, A., Nieuwenhuijsen, M. J. (2016). Residential green spaces and mortality: A systematic review. *Environment International* 86, 60-67.

Gavrilidis, A. A., Niță, M. R., Onose, D. A., Badiu, D. L., Năstase, I. I. (2017). Methodological framework for urban sprawl control through sustainable planning of urban green infrastructure, *Ecological Indicators*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X1730691X>

Gill, T. (2005). Let Our Children Roam Free. *Ecologist*. <https://theecologist.org/2005/sep/23/let-our-children-roam-free>

Goodman, J. E., Zu, K., Loftus, C. T., Lynch, H. N., Prueitt, R. L., Mohar, I., Shubin, S. P., Sax, S. N. (2018). Short-term ozone exposure and asthma severity: Weight-of-evidence analysis. *Environmental Research* 160, 391-397.

Grădinaru, S. R. & Hersperger, A. (2018). Green infrastructure in strategic spatial plans: Evidence from European urban regions, *Urban Forestry & Urban Greening*. *Urban Forestry & Urban Greening*.

<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.04.018>

Haines-Young, R., Potschin, M.B. (2018): Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure.

<https://cices.eu/content/uploads/sites/8/2018/01/Guidance-V51-01012018.pdf>

Hansen, R., Buizer, M., Rall, E., DeBellis, Y., Davis, C., Elands, B., Wiersum, F., Pauleit, S. (2015). GREEN SURGE. Report of Case Study City Portraits. https://greensurge.eu/filer/GREEN_SURGE_Report_of_City_Portraits.pdf

Hänke, S., Scheid, B., Schaefer, M., Tschardt, T., Thies, C. (2009). Increasing syrphid fly diversity and density in sown flower strips within simple vs. complex landscapes. *Journal of Applied Ecology* 46, 1106-1114.

Hermann, A., Schleifer, S., Wrška, T. (2011). The concept of ecosystem services regarding landscape research: a review. *Living Reviews in Landscape Research* 5(1), 1-37.

Initiative "Memorandum: Economics for Nature Conservation" (2009). *Memorandum Economics for Nature Conservation - Harmonising Economic Activities with Protecting and Conserving Biodiversity*. Greifswald.

<https://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/themen/oekonomie/MemoOekNaturschutz.pdf>

Kells, A. R. & Goulson, D. (2009). Preferred nesting sites of bumblebee queens (hymenoptera: Apidae) in agroecosystems in the UK. *Biological Conservation* 109, 165-174.

Klar, N., Herrmann, M., Henning-Hahn, M., Pott-Dörfer, B., Hofer, H., Kramer-Schadt, S., (2012). Between ecological theory and planning practice: (Re-) Connecting forest patches for the wildcat in Lower Saxony, Germany. *Landscape and Urban Planning* 105(4), 376-384.

Landscape Institute (2009). *Green infrastructure: connected and multifunctional landscapes*. Landscape Institute Position Statement. Landscape Institute, London.

La Notte, A., D'Amato, D., Hanna Mäkinen, Maria Luisa Paracchini, Camino Liqueste, Benis Egoh, Davide Geneletti, Neville D. Crossman (2017). Ecosystem services classification: A systems ecology perspective of the cascade framework. *Ecological Indicators* 74, 392-402.

Linehan, J. R. & Gross, M. (1998). Back to the future, back to basics: the social ecology of landscapes and the future of landscape planning. *Landscape and Urban Planning* 42(2-4), 207-223.

Liu, L. & Jensen, M. B. (2018) Green infrastructure for sustainable urban water management: Practices of five fore-runner cities. *Cities* 74, 126-133.

Mazza, L., Bennett, G., De Nocker, L., Gantioler, S., Losarcos, L., Margerison, C., Kaphengst, T., McConville, A., Rayment, M., ten Brink, P., Tucker, G., van Diggelen, R. (2011). Green Infrastructure Implementation and Efficiency. Final report for the European Commission, DG Environment on Contract ENV.B.2/SER/2010/0059. Institute for European Environmental Policy, Brussels and London.

McCormick, R. (2017). Does Access to Green Space Impact the Mental Well-being of Children: A Systematic Review. *Journal of Pediatric Nursing* 37, 3-7.

MA Board - Millennium Ecosystem Assessment Board (2003). *Ecosystems and Human Well-Being: A Framework for Assessment*. Island Press, Washington.

Ministry of Housing, Communities and Local Government (2018). National Planning Policy Framework. Secretary of State for Ministry of Housing, Communities and Local Government by Command of Her Majesty, London.

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/740441/National_Planning_Policy_Framework_web_accessible_version.pdf

Mooij, W. M., Janse, J. H., De Senerpont Domis, L. N., Hülsmann, S., Ibelings, B. W. (2007). Predicting the effect of climate change on temperate shallow lakes with the ecosystem model PCLake. *Hydrobiologia* 584, 443-454.

<https://doi.org/10.1007/s10750-007-0600-2>

Mullan, D., Favis-Mortlock, D., Fealy, R. (2012). Addressing key limitations associated with modelling soil erosion under the impact of future climate change. *Agriculture and Forest Meteorology* 156, 18-30.

Mullan, D. (2013). Soil erosion under the impacts of future climate change: Assessing the statistical significance of future changes and the potential on-site and off-site problems. *CATENA* 109, 234-246.

Müller, F., Jones, K. B., Krauze, K., Li, B. L., Victorov, S., Petrosillo, I., Zurlini, G. (2008). Landscape approaches to assess environmental security: summary, conclusions, and recommendations. In: Petrosillo, I., Müller, F., Jones, K. B., Zurlini, G., Krauze, K., Victorov, S., Li, B.-L., Kepner, W. G. (Eds.). *Use of landscape sciences for the assessment of environmental security* (pp. 475-486). Springer, Dordrecht.

Natural Economy Northwest (2008). *The Economic Value of Green Infrastructure*.

http://www.greeninfrastructurenw.co.uk/resources/The_Economic_Value_of_Green_Infrastructure.pdf

NCC - Natural Capital Coalition (2016). *The path towards the Natural Capital Protocol a primer for business*. Natural Capital Coalition.

http://naturalcapitalcoalition.org/wp-content/uploads/2016/07/NCC_Primer_WEB_2016-07-08.pdf

Nearing, M. A., Pruski, F. F., O'Neal, M. R. (2004). Expected climate change impacts on soil erosion rates. *Journal of Soil and Water Conservation* 59(1), 43-50.

Oliver, T. H., Heard, M. S., Isaac, N. J. B., Roy, D. B., Procter, D., Eigenbrod, F., Freckleton, R., Hector, A., Orme, C. D. L., Petchey, O. L., Proença, V., Raffaelli, D., Suttle, K. B., Mace, G. M., MartínLópez, B., Woodcock, B. A. and Bullock, J. M. (2015). Biodiversity and resilience of ecosystem functions. *Trends in Ecology & Evolution*, 30(11), 673-684.

Otto, S. & Pensini, P. (2017). Nature-based environmental education of children: Environmental knowledge and connectedness to nature, together, are related to ecological behaviour. *Global Environmental Change* 47, 88-94.

Pendergrass, A. G. & Hartmann, D. L. (2014). Changes in the Distribution of Rain Frequency and Intensity in Response to Global Warming. *Journal of Climate* 27(22), 8372-8383.

Potschin, M. & Haines-Young, R. (2011): Ecosystem Services: Exploring a geographical perspective. *Progress in Physical Geography* 35(5): 575-594.

Prokopy, R. & Kogan, M. (2009). Chapter 139 - Integrated Pest Management. In: Resh, V. H. & Cardé, R. T. (Eds.). *Encyclopedia of Insects* (Second Edition, pp. 523-528), Academic Press, Oxford.

Purvis, B., Mao, Y., Robinson, D. (2018). Three pillars of sustainability: in search of conceptual origins. *Sustainability Science*.

<https://doi.org/10.1007/s11625-018-0627-5>

Routshek, A., Schmidt, J., Kreienkamp, F. (2014). Impact of climate change on soil erosion — A high resolution projection on catchment scale until 2100 in Saxony/Germany. CATENA 121, 9-109.

Sächsisches Staatsministerium für Kultus (Hrsg.; 2018): Sächsische Landesstrategie Bildung für Nachhaltige Entwicklung (BNE), S.3. Dresden.

https://www.schule.sachsen.de/download/download_bildung/002860_Prospekt_BNE-Landesstrategie_rev5.pdf

Sakar, C. (2017). Residential greenness and adiposity: Findings from the UK Biobank. Environment International 106, 1-10.

Scannell, L. & Gifford, R. (2010). The relations between natural and civic place attachment and pro-environmental behaviour. Journal of Environmental Psychology 30(3), 289-297.

Stagge, J. H., Davis, A. P., Jamil, E., Kim, H. (2012). Performance of grass swales for improving water quality from highway runoff. Water Research 46(20), 6731-6742.

Termorshuizen, J. W. & Opdam, P. (2009). Landscape services as a bridge between landscape ecology and sustainable development. Landscape ecology 24(8), 1037-1052.

ten Brink, P., Mutafoğlu, K., Schweitzer J.-P., Kettunen, M., Twigger-Ross, C., Baker, J., Kuipers, Y., Emonts, M., Tyrväinen, L., Hujala, T., and Ojala, A. (2016). The Health and Social Benefits of Nature and Biodiversity Protection. A report for the European Commission (ENV.B.3/ETU/2014/0039), Institute for European Environmental Policy, London/Brussels.

Vallés-Planells, M., Galiana, F., Van Eetvelde, V. A. (2014). Classification of landscape services to support local landscape planning. Ecology and Society 19(1), 44.

van den Berg, M., Wendel-Vos, W., van Poppel, M., Kemper, H., van Mechelen, W., Maas, J. (2015). Health benefits of green spaces in the living environment: A systematic review of epidemiological studies. Urban Forestry & Urban Greening 14(4), 806-816.

Westphal, C., Steffan-Dewenter, I., Tschardt, T. (2003). Mass flowering crops enhance pollinator densities at a landscape scale. Ecology Letters 6, 961-965.

Willemen, L., Hein, L., Verburg, P. H. (2010). Evaluating the impact of regional development policies on future landscape services. Ecological Economics 69(11), 2244-2254.

Winfrey, R., Aguilar, R., Vázquez, D.P., LeBuhn, G., Aizen, M.A. (2009). A meta-analysis of bees' responses to anthropogenic disturbance. Ecology 90(8), 2068-2076.

Zulka, K. P. & Goetzl, M. (2015). Ecosystem Services: Pest Control and Pollination. In: Steininger, K.W., König, M., Bednar-Friedl, B., Kranzl, L., Loibl, W., Prettenhaler, F. (Eds.). Economic Evaluation of Climate Change Impacts (pp. 169-189). Springer International Publishing, Vienna.

Online-Referenzen

BMU – Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety) (2019): Water protection policy in Germany. Abgerufen am 21.02.2019: <https://www.bmu.de/en/topics/water-waste-soil/water-management/policy-goals-and-instruments/water-protection-policy-in-germany/>

BMU – Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety) (2005). Act to Improve Preventive Flood Control. Abgerufen am 21.02.2019: <https://www.bmu.de/en/law/gesetz-zur-verbesserung-des-vorbeugenden-hochwasserschutzes/>

BMU – Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety) (2017): Act to further improve preventive flood control and simplify flood protection procedures. Abgerufen am 21.02.2019: <https://www.bmu.de/en/law/gesetz-zur-weiteren-verbesserung-des-hochwasserschutzes-und-zur-vereinfachung-des-hochwasserschutzes/>

BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2019). Bundesverkehrswegeplan 2030. Abgerufen am 21.02.2019: <https://www.bmvi.de/DE/Themen/Mobilitaet/Infrastrukturplanung-Investitionen/Bundesverkehrswegeplan-2030/bundesverkehrswegeplan-2030.html>

Città Metropolitana di Torino (2015). Parchi e aree protette - Corona Verde RETE DI NATURA, STORIA E CITTA'. Abgerufen am 07.06.2018: <http://www.cittametropolitana.torino.it/cms/fauna-flora-parchi/parchi-aree-protette/progetti/corona-verde>

City of Seattle (2018). Green Stormwater Infrastructure. Abgerufen am 13.11.2018: <http://www.seattle.gov/util/EnvironmentConservation/Projects/GreenStormwaterInfrastructure/index.htm>

Council of Europe (2018a). Bern Convention - Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats. Abgerufen am 13.02.2019: <https://www.coe.int/en/web/bern-convention/>

Council of Europe (2018b). Convention for the Protection of the Architectural Heritage of Europe (Granada, 1985). Abgerufen am 21.02.2019: <https://www.coe.int/en/web/culture-and-heritage/granada-convention>

Council of Europe (2018c). Council of Europe Landscape Convention. Abgerufen am 18.02.2019: <https://www.coe.int/en/web/landscape>

Dallhammer, E., Gaugitsch, R., Neugebauer, W., Böhme, K. (2018). Spatial planning and governance within EU policies and legislation and their relevance to the New Urban Agenda. European Union, European Committee of the Regions, Brussels. Abgerufen am 21.02.2019: <https://cor.europa.eu/en/engage/studies/Documents/Spatial-planning-new-urban-agenda.pdf>

Dudenverlag (2019). Definition Kapital. Abgerufen am 21.02.2019: <https://www.duden.de/rechtschreibung/Kapital>

Europäische Kommission (2016): Green Infrastructure. Abgerufen am 12.08.2018: http://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/index_en.htm

Europäische Kommission (2016). Soil. Abgerufen am 20.02.2019: http://ec.europa.eu/environment/soil/index_en.htm

Europäische Kommission (2017). Review of the Environmental Impact Assessment (EIA) Directive. Abgerufen am 19.02.2019: <http://ec.europa.eu/environment/eia/review.htm>

Europäische Kommission (2018). The Aarhus Convention - The EU & the Aarhus Convention: in the EU Member States, in the Community Institutions and Bodies – Legislation. Abgerufen am 14.02.2019: <http://ec.europa.eu/environment/aarhus/legislation.htm>

Europäische Kommission (2019a). The common agricultural policy at a glance. Abgerufen am 20.02.2019: https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/key-policies/common-agricultural-policy/cap-glance_en

Europäische Kommission (2019b). About TEN-T. Abgerufen am 14.02.2019: https://ec.europa.eu/transport/themes/infrastructure/about-ten-t_en

Europäische Kommission (2019c). TEN-T and transport policy. Abgerufen am 14.02.2019: https://ec.europa.eu/transport/themes/infrastructure/ten-t-guidelines/transport-policy_en

Europäische Kommission (2019d). INSPIRE Directive. Abgerufen am 14.02.2019: <https://inspire.ec.europa.eu/inspire-directive/2>

Europäische Umweltagentur (2019). CICES Version 5.1 now available. Abgerufen am 29.01.2019: <https://cices.eu>

TEEB - The Economics of Ecosystem and Biodiversity (2019): Ecosystem Services. Abgerufen am 29.01.2019: <http://www.teebweb.org/resources/ecosystem-services/>

UBA – Umweltbundesamt (German Environment Agency) (2018). Access to environmental information. Abgerufen am 21.02.2019: <https://www.umweltbundesamt.de/en/access-to-environmental-information>

UNEP/AEWA Secretariat - Secretariat of the United Nations Environment Programme / Agreement on the Conservation of African-Eurasian Migratory Waterbirds (2018). AEWA - Agreement on the Conservation of African-Eurasian Migratory Waterbirds. Abgerufen am 13.02.2019: <https://www.unep-aewa.org/en/legalinstrument/aewa>

UNEP/CMS Secretariat – Secretariat of the United Nations Environment Programme/Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals (2018). CMS - Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals. Abgerufen am 13.02.2019: <http://www.cms.int/en/legalinstrument/cms>

UNECE - United Nations Economic Commission for Europe (2019a). Environmental assessment. Abgerufen am 19.02.2019: <http://www.unece.org/env/eia/welcome.html>

UNECE - United Nations Economic Commission for Europe (2019b). About. Abgerufen am 14.02.2019: <http://www.unece.org/env/pp/introduction.html>

UNESCO - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (2017). Man and the Biosphere Programme. Abgerufen am 14.02.2019: <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/ecological-sciences/man-and-biosphere-programme/>

UNESCO World Heritage Centre – World Heritage Centre of the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (2019). The World Heritage Convention. Abgerufen am 14.02.2019: <http://whc.unesco.org/en/convention/>

US EPA - US Environmental Protection Agency (2018). What is Green Infrastructure? Abgerufen am 21.01.2019: <https://www.epa.gov/green-infrastructure/what-green-infrastructure>

von Haaren, C., Galler, C., Ott, S. (2008). Landscape planning - The basis of sustainable landscape development. Bonn. Abgerufen am 13.02.2019: https://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/themen/landschaftsplanung/landscape_planning_basis.pdf

WHO - World Health Organisation (2017). Water Related Diseases. Abgerufen am 30.08.2018: http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases-risks/diseases/cyanobacteria/en/