

# Ökosystem-Dienstleistungen des Bodens / der Fläche



# Ökosystem-Dienstleistungen des Bodens / der Fläche

Dr.-Ing. Uwe Ferber, M. Sc. Karl Eckert (Stadtland GmbH)

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Ausgangslage und Ziele</b> .....	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Methodische Herangehensweise</b> .....	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Urbane Böden und Versiegelung</b> .....	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>Ökosystem-Dienstleistungen des urbanen Bodens</b> .....	<b>8</b>
4.1	Ökosystemdienstleistung Abkühlung .....	13
4.2	Ökosystem-Dienstleistung Wasserrückhalt .....	15
<b>5</b>	<b>Best-Practice Beispiele</b> .....	<b>17</b>
5.1	Maurice-Ravel-Park in der Stadt Düsseldorf.....	17
5.2	Landesgartenschau in der Stadt Frankenberg.....	19
5.3	Zusammenfassung der Fallbeispiele .....	21
<b>6</b>	<b>Handlungsempfehlungen und Maßnahmen</b> .....	<b>21</b>
<b>Literaturverzeichnis</b> .....		<b>23</b>
<b>Anlage A 1</b>	<b>Start-Up-Planung</b> .....	<b>25</b>
A 1.1	Aufgabenstellung eines Start-Up-Plans .....	25
<b>Anlage A 2</b>	<b>Checkliste</b> .....	<b>26</b>
A 2.1	Checkliste.....	26

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Hauptvorteile grüner Infrastrukturen auf unterschiedlichen Ebenen.....	12
Abbildung 2: Der Maurice-Ravel-Park vor und nach der Umgestaltung .....	18
Abbildung 3: Bodenkühlleistung des Bodens im Sommerhalbjahr (2000-2013).....	18
Abbildung 4: Landesgartenschau Frankenberg .....	20

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Ökosystem-Dienstleistungen der urbanen Böden SUITMA Kategorien .....	10
Tabelle 2:	Erhöhung des Bodenwasserspeichers und damit der Abkühlleistung.....	15
Tabelle 3:	Abflussbildung in Abhängigkeit von Landnutzung und Niederschlagsstärke .....	16

## Abkürzungsverzeichnis

BBodSchG	Bundes-Bodenschutzgesetz
BfN	Bundesamt für Naturschutz
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid
EFRE	europäischer Fonds für regionale Entwicklung
ESPON	European Observation Network for Territorial Development and Cohesion, früher European Spatial Planning Observation Network
GRETA	Green infrastructure: Enhancing biodiversity and ecosystem services for territorial development
IHK	integriertes Handlungskonzept
INSPIRE	Infrastructure for Spatial Information in the European Community
kJ	Kilojoule, Kilokalorie
kWh	Kilowattstunde
L	Liter
LANUV	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen
LfULG	Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
NRW	Nordrhein-Westfalen
ÖSD	Ökosystemdienstleistungen
SUITMA	Soils of Urban Industrial Traffic and Mining Areas
UBA	Umweltbundesamt

# 1 Ausgangslage und Ziele

Insbesondere in den wachsenden Räumen Sachsens suchen die Kommunen dringend nach innerstädtischen Standorten für den Wohnungsbau. Hierbei sollten Brachflächen vor einer Inanspruchnahme von unbebauten und unversiegelten Flächen im Außenbereich genutzt werden. Zugleich werden zur Klimaanpassung in den verdichteten urbanen Gebieten Grünflächen dringend benötigt. Dieses Vorhaben setzt an diesem Konflikt an. Ziel ist die Bereitstellung von Entscheidungsgrundlagen für Flächennutzungsentscheidungen auf urbanen Brachflächen mit Blick auf die besondere Rolle des Bodens. Zur Entscheidungsfindung könnten Ökosystem-Dienstleistungen (kurz ÖSD) herangezogen werden. Hierfür sollen:

- die Bodenfunktionen in urbanen Gebieten für Ökosystem- Dienstleistungen dargestellt
- die Ökosystem-Dienstleistungen soweit wie möglich quantifiziert
- „Best-Practice“ Beispiele vorgestellt
- Handlungsempfehlungen abgeleitet und
- abschließend eine Checkliste / Start-Up-Planung für Ökosystem-Dienstleistungen vorgestellt werden.

Hiermit soll ein Beitrag zur nachhaltigen Stadtentwicklung geleistet und Umsetzungsinstrumente zum Flächenmanagement gestärkt werden.

## 2 Methodische Herangehensweise

In einem ersten Schritt werden die unterstützenden und regulierenden ÖSD urbaner Böden zusammenfassend dargestellt. Ein Fokus liegt dabei auf Beiträgen die zu einer Verbesserung der ökologischen Qualität eines Quartiers oder Stadtgebiets beitragen. Um die Übertragbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten wurde im zweiten Schritt nicht nach verschiedenen Bodenarten differenziert, sondern eine zusammenfassende Kategorie urbaner Böden definiert (MOREL, LORENZ, & CHENU, 2017).

Ökosystem-Dienstleistungen urbaner Böden werden im dritten Schritt anhand einer vertieften Literaturrecherche dargestellt. Parameter für ÖSD werden mit der Entwicklung von Orientierungswerten beschrieben und für eine mögliche Anwendung bei stadtplanerischen Maßnahmen aufbereitet. Mögliche Anwendungsmöglichkeiten sind z.B. die Unterstützung von stadtplanerischen Konzepten, Freiraumplanungen oder die Unterstützung bei der Aufstellung von Bebauungsplänen. Hiermit soll ein Beitrag zur Entscheidungsfindung in der Stadtplanung und bei Genehmigungsverfahren geleistet werden. Im vierten Schritt werden Fallbeispiele auf Grundlage von Experteninterviews dargestellt. Die gesammelten Erfahrungen fließen in die Handlungsempfehlungen dieses Berichts ein.

Als letzter Schritt erfolgt die Formulierung einer Checkliste sowie eines Start-Up-Plans für die Berücksichtigung von ÖSD in stadtplanerischen Prozessen.

# 3 Urbane Böden und Versiegelung

Die Begriffe „Stadtboden“ und „Urbane Böden“ werden oftmals synonym verwendet und beziehen sich in beiden Fällen auf durch Menschen beeinflusste Böden z.B. durch Überformungen oder Bodenumlagerungen (BURGHARDT, ET AL., 2019, S. 48)<sup>1</sup>. Dennoch leisten Stadtböden wichtige Beiträge „gegen die Überhitzung von Städten, zur Bindung von Stäuben und zur Lebensqualität in urbanen Räumen“ (BURGHARDT, ET AL., 2019, S. 54). Grundsätzlich sind zwei Kategorien urbaner Böden zu unterscheiden, und zwar „anthropogene Böden“ und „Technosoils“. Auf internationaler Ebene werden die Eigenschaften anthropogener Böden von der Arbeitsgruppe Soils of Urban, Industrial, Traffic, Military and Mining Areas (SUITMA) beschrieben. Es wird zwischen den Bodenarten begrünter Pseudo-Boden (Engl.: „vegetated pseudo-soils“) und begrünte und technisch veränderte Böden (Engl.: „vegetated engineered“) unterschieden (MOREL, LORENZ, & CHENU, 2017, S. 199). Mit beiden Bodenarten werden unversiegelte begrünte Bodenarten eines anthropogen beeinflussten Bodens beschrieben. Mit dem Begriff Versiegelung wird eine Fläche bezeichnet auf der durch technische und bauliche Maßnahmen der Austausch von Luft (Gasaustausch) sowie Wasser (Infiltration von Niederschlagswasser) im Boden entweder teilweise oder vollständig verhindert werden. Die biotischen und abiotischen Bodenfunktionen werden durch eine Versiegelung unterbrochen und negativ beeinflusst (NIETE, PANKRATZ, & BERIEF, 2017). Auswirkungen auf Böden durch Versiegelungen sind:

- Verdichtung
- Unterbindung des Austausches von Luft und Wasser im Boden und mit der Umgebung
- Umgrabungen (z.B. durch die Aufbereitung einer Baumaßnahme)
- Zerstörung der Lebensgrundlage für viele Arten der Flora und Fauna sowie deren Habitate.

Bodenversiegelung zerstört langfristig die natürlichen Bodenfunktionen und wirkt sich ebenso negativ auf den natürlichen Wasserhaushalt aus. Der Oberflächenabfluss wird gesteigert und die Neubildung von Grundwasser verringert. Dadurch können Trinkwassermangel, vermehrte Dürreschäden und stärkere Hochwasser begünstigt werden. Darüber hinaus resultiert aus zunehmender Bodenversiegelung eine stärkere Erwärmung der Stadt, speziell an heißen Tagen. Durch den Bau von Straßen, asphaltierten Wegen und Plätzen, Häusern, Gewerbeanlagen und Industrieanlagen, auch im Rahmen von Nachverdichtung, werden freie Flächen in großem Umfang versiegelt. Insbesondere in den sächsischen Städten und umliegenden Siedlungsräumen sind oftmals große Anteile des Bodens versiegelt.

Bereiche hoher Versiegelung benötigen in der Regel mehr Schutz vor Starkregen-Ereignissen.

# 4 Ökosystem-Dienstleistungen des urbanen Bodens

Mit ÖSD werden die von der Natur erbrachten regulierenden, bereitstellenden, kulturellen sowie unterstützenden Systeme und Kreisläufe beschrieben (HANSJÜRGENS, 2018). Viele Ökosystem-Dienstleistungen sind mit dem Bereich Boden verbunden. Im BBodSchG (§2 Ab. 2 Satz 1.) werden die natürlichen Funktionen aus Sicht des Gesetzgebers bestimmt. Der Boden ist:

---

<sup>1</sup> Die Erfassung von Merkmale der urbanen geprägten Böden wird durch Gemeinschaften der Deutsche Bodenkundliche Gesellschaft (DBG) sowie Bundesverband Boden e.V. vertreten. (vgl. Makowsky et al. 2019)

- Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen,
- Bestandteil des Naturhaushalts, insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen,
- Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen auf Grund der Filter-, Puffer- und Stoffumwandlungseigenschaften, insbesondere auch zum Schutz des Grundwassers.

Bei näherer Betrachtung ist ein ungehinderter Austausch zwischen Boden, Luft und Wasser ein wesentlicher Bestandteil mehrerer Dienstleistungen. Dieser Austausch kann nur mit unversiegelten Böden mit natürlichen Funktionen umfassend erfüllt werden. Zudem sind für die Bereitstellung von ÖSD auch die Vegetation auf der Fläche notwendig, um die Kreisläufe von Luft und Wasser zu unterstützen (SPERLING, VALENTIN, & KASTLER, 2019). Als Grundlage für die Bewertung von ÖSD wurde 1998 eine internationale Plattform für die Bearbeitung der Klassifikation und der Bewertung von urbanen Böden ins Leben gerufen. Sie trägt den Namen SUITMA (BURGHARDT, ET AL., 2019). Mittels SUITMA wurden vier Arten von urbanen Böden identifiziert. Diese sind:

- Versiegelte Böden (engl. „sealed“) – in Gänze unnatürliche Böden, die hauptsächlich anthropogene Funktionen erfüllen (bzw. Verkehrszwecken dienen)
- Entsorgungsflächen (engl.: „dumping sites“) - sporadisch und punktuell begrünte Flächen
- Begrünte technische Böden (engl. „vegetated engineered“) - vorsätzlich begrünte Flächen (begrünte Dächer, Technosol)
- Begrünte pseudo-natürliche Böden (engl.: „vegetated pseudo-natural“) - urbane Wälder sowie landwirtschaftlich genutzte Flächen mit ähnlichen Eigenschaften wie natürliche Böden. Es besteht der Verdacht auf mögliche Beeinträchtigungen durch Bodenverdichtung oder Verunreinigungen.

Zur Beschreibung von ÖSD urbaner Böden werden zwei Kategorien von versiegelten Böden sowie begrünten technischen Böden direkt miteinander verglichen. (MOREL, LORENZ, & CHENU, 2017). In Tabelle 1 wird eine Bewertung der Eigenschaften der Böden für die Erbringung von spezifischen Ökosystem-Dienstleistungen vorgenommen.

**Tabelle 1: Ökosystem-Dienstleistungen der urbanen Böden SUITMA Kategorien**

Art der Ökosystem-Funktion/Dienstleistung	Ökosystem-Funktion/Dienstleistung	Begrünte technische Böden (Engl. „Vegetated Engineered“)	Versiegelte Böden (Engl. „Sealed“)
Bereitstellende Dienstleistungen	Nahrungsmittel	++	
	Biomasse (hier ausschließlich Nahrungsmittel)	++	
	frische Wasserressourcen	+	+++
	Materialspeicher	+	
Regulierende Dienstleistungen	Abfluss und Hochwasserschutz	+++	+
	Erosionsschutz	+	
	Abfallverminderung/Filterfunktion	+++	
	Abfallrecycling	+++	
	globales Klima	++	+
	lokales Klima	++	
	Luftfiltration	++	
	Lärmschutz	+++	+
Kulturelle Dienstleistungen	Erholung	++	
	Archivierung der menschlichen Geschichte	+	++
	Landschaft	+++	+
	Bildung	+++	+
Unterstützende Dienstleistungen	Speicher der Biodiversität	+++	
	Unterstützung der Vegetation	+++	

Quelle: MOREL, LORENZ, & CHENU, 2017, S. 199

+++ maximale Ökosystemdienstleistung      ++ mittlere Ökosystemdienstleistung      + minimale Ökosystemdienstleistung

Tabelle 1 zeigt die deutlich geringere Quantität und die qualitativ schlechteren ÖSD, die auf versiegelten Böden nur mit aufwendigen Investitionen und Gestaltungsmaßnahmen zu erreichen sind. Bei 16 der 18 identifizierten ÖSD sind begrünter Pseudo-Boden oder begrünte technisch veränderte Böden besser in der Lage die Funktionen zu erbringen als versiegelte Böden. Versiegelte Böden spielen somit nur sehr bedingt eine Rolle bei der Erbringung von ÖSD im urbanen Bereich, während unversiegelte und begrünte Böden lebenswichtige Ökosystem-Dienstleistungen erbringen. Dabei spielt die Wechselwirkung von Boden mit Grünflächen im Kontext der Siedlungsstruktur und -dichte eine wesentliche Rolle. Dieser räumliche Ansatz wurde durch das ESPON-Projekt „Green infrastructure: Enhancing biodiversity and ecosystem services for territorial development“ (kurz GRETA) ausgearbeitet. Ökosystem-Dienstleistungen wurden auf urbaner, peri-urbaner und ländlicher Ebene bewertet

(CARRAO, ET AL., 2019)<sup>2</sup>. Vertiefte Untersuchungsergebnisse liegen für Böden/Grünflächen/„Green Infrastructure“ in diesen Gebieten vor.

Für urbane Räume ist der positive Einfluss von Grünflächen auf den städtischen Überwärmungseffekt von ausschlaggebender Bedeutung. Grünflächen leisten einen wichtigen Beitrag zur Abkühlung und zur Regulation des städtischen Klimas. Sie beeinflussen die Temperatur im positiven Sinne. In ländlichen und in peri-urbanen Gebieten wird diese Funktion dagegen als nicht so relevant eingestuft.

Verbunden mit dem Hochwasserschutz ist die Ökosystem-Dienstleistung Wasserrückhalt. Der Wasserrückhalt und der damit verbundene Hochwasserschutz sind wichtige Funktionen bei der Niederschlagsversickerung und Risikominderung bei Starkregenereignissen in urbanen Gebieten.

Eine weitere Dienstleistung, die für urbane und peri-urbane Gebiete als wichtig eingestuft wird, ist die Luftreinigung. Das Blattwerk der Gehölze bindet (Fein-)staub und Emissionen, die z.B. von Verkehrsmitteln verursacht werden. Der Stoffeintrag in andere Umweltmedien wird ebenso partiell zurückgehalten.

Grünflächen leisten zudem einen wichtigen Beitrag als Kohlendioxidsenke.

---

<sup>2</sup> Siehe INSPIRE (o.D.) für eine weitere Definition von "urban" und "peri-urban".

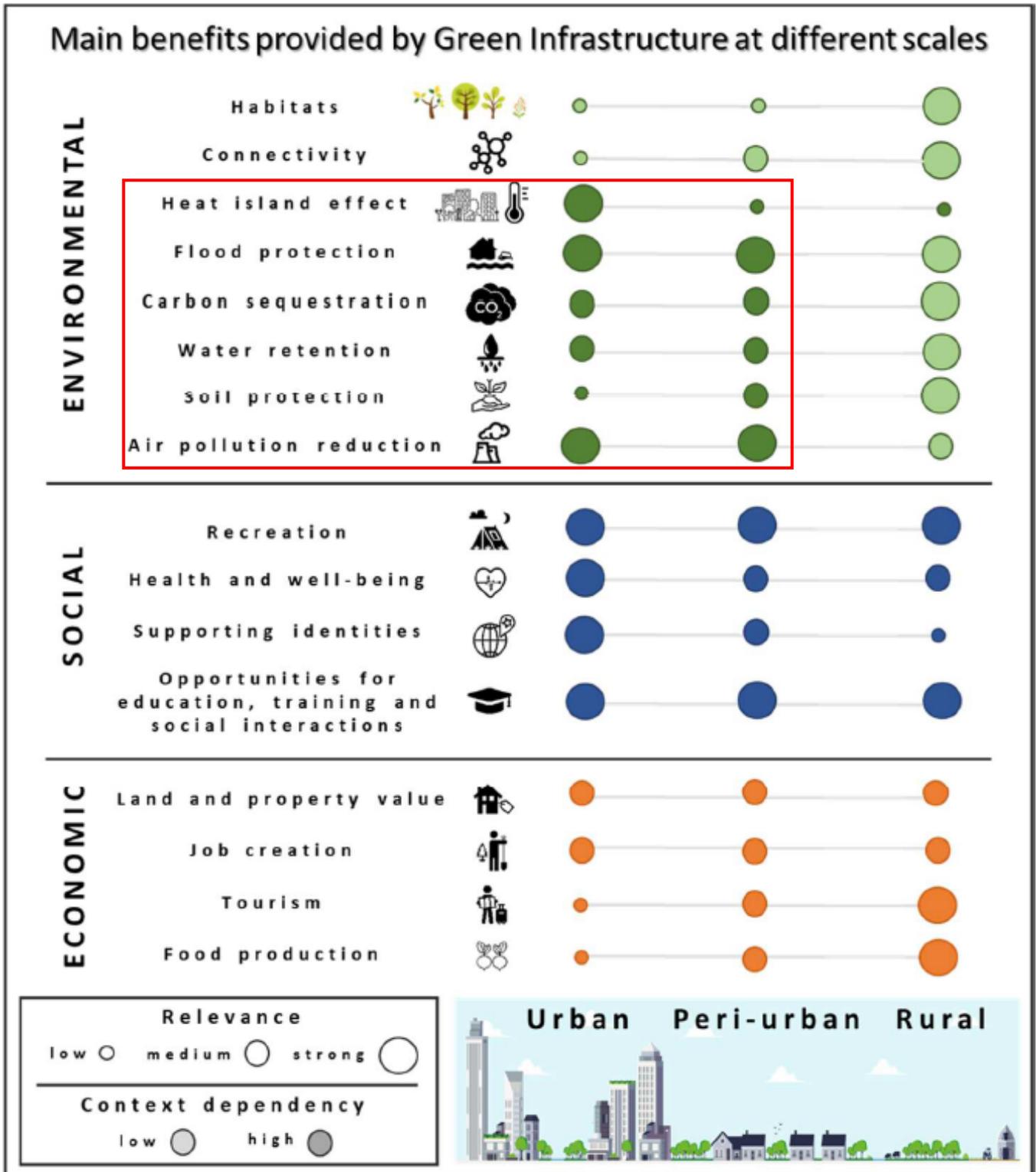


Foto: CARRAO, ET AL., 2019

**Abbildung 1: Hauptvorteile grüner Infrastrukturen auf unterschiedlichen Ebenen<sup>3</sup>**

3 Übersetzung: „Hauptvorteile, die von grüner Infrastruktur auf unterschiedlichen Ebenen bereitgestellt werden“. ÖSD werden auf urbaner, peri-urbaner und ländlicher Ebene bewertet. Mit der Kreisgröße wird auf die geschätzte Relevanz der Dienstleistung verwiesen. Die Transparenz des Kreises bewertet die kontextbezogene Eigenschaft der Ökosystem-Dienstleistung (CARRAO, ET AL., 2019). Identifizierte urbane und peri-urbane Ökosystem-Dienstleistungen werden mit roten Rechtecken gekennzeichnet.

Die oben genannte Auswahl relevanter ÖSD in Foto: Carrao, et al., 2019

Abbildung 1 findet sich auch in anderen Literaturquellen wieder. Fokussiert werden folgende, auch vom Boden beeinflusste, ökologische Dienstleistungen der Stadtnatur (HANSJÜRGENS, 2018):

- Förderung eines guten Stadtklimas
- Erzeugung sauberer Luft
- Schutz vor Hochwassergefahren
- Förderung der seelischen Gesundheit und des Wohlbefindens
- Räume für Naturerfahrung und Naturerlebnis
- Förderung sozialen Zusammenhalts
- Als Standortfaktor (HANSJÜRGENS, 2018, S. 10-13)

Herausragende Wechselwirkungen im Umgang mit urbanen Böden bestehen im Hinblick auf Hitzeperioden und Starkregenereignissen und sollen daher vertieft betrachtet werden.

## 4.1 Ökosystemdienstleistung Abkühlung

### Ausgangslage und Ziel

Urbane Räume werden durch hohe Versiegelungsgrade im Vergleich zum unversiegelten Umland merklich erwärmt. Der Mensch, seine Gesundheit und Leistungsfähigkeit, werden durch hohe und insbesondere sehr hohe Temperaturen stark beeinträchtigt. Versiegelte Flächen weisen niedrigere Albedo-Werte (Rückstrahlungsvermögen von Oberflächen in Prozent) auf und wirken daher als Wärmespeicher. Asphalt, beispielsweise, weist einen Albedo-Wert von 20 % auf. Das heißt, dass nur 20 % des einfallenden Lichtes reflektiert werden. Die restlichen 80 % werden absorbiert und dann in Form von Wärmestrahlung wieder vom Asphalt an die Umgebung abgegeben. Die Versiegelung wirkt sich auch negativ auf den Wasserkreislauf im Boden aus: Wasser kann nicht vom Boden aufgenommen werden. Es stehen geringere Wassermengen zur (kontinuierlichen) Verdunstung oder zur Grundwasserneubildung zur Verfügung. Die Fauna sowie durchwurzelbare Schichten werden minimiert. Wasser, welches nicht versickert wird in die Kanalisation geleitet und verursacht dort bei der Wiederaufbereitung (unnötige) Kosten.

Durch Entsiegelungsmaßnahmen wird die Wiederherstellung der natürlichen Bodenfunktionen (flankierend begünstigt durch Begrünungsmaßnahmen) gestärkt und im gewissen Umfang wiederhergestellt. Wasserstoffkreisläufe können wieder anlaufen. Abkühlungsprozesse werden möglich. Gerade die Herausforderungen und Folgen des Klimawandels begründen somit den Stellenwert der ÖSD Abkühlung welche direkt und indirekt durch den Boden erbracht wird.

### Parameter und Berechnung

Zur Einschätzung der Kühlleistungen des Bodens sind quantifizierbare Parameter und Berechnungsmethoden von Bedeutung. Vom Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) wurde hierfür ein Verfahren entwickelt. Die Berechnung beruht auf der Grundannahme, dass fast die Hälfte der Sonneneinstrahlungsenergie durch Verdunstung „verbraucht“ d.h. in latente, nicht als Wärme fühlbare Energie umgewandelt wird. Diese umgewandelte Energie steht nicht mehr für die Aufwärmung urbaner Räume und der Atmosphäre zur Verfügung. Die geleistete und erreichbare Verdunstungsrate wird dann von folgenden Parametern beeinflusst:

- Wetterbedingungen (Strahlungsenergie, Wind, Luftfeuchtigkeit, u.a.),
- Art und Dichte der Vegetation (Wachstumsphase, Bedeckungsgrad, Blattfläche des Bestandes und dem effektiven Wurzelraum der Pflanzen für die Aufnahme von Bodenwasser).
- die Eigenschaften des Bodens (Bodenart, Humusgehalt, Bodengefüge sowie Trockenrohdichte) (KASTLER, ET AL., 2015)

Der Boden als Wasserspeichermedium spielt somit eine wesentliche Rolle. Ist der Boden verdichtet oder wird durch anthropogene Materialien und Stoffe beeinflusst, ist das Speichervermögen des Bodens im durchwurzelbaren Raum beeinträchtigt. Der effektive Wurzelraum wird verringert und es steht noch weniger Wasser als Verdunstung zur Verfügung. Der Bodenwasservorrat wird in vielen Fällen bereits in den ersten Wochen des Sommerhalbjahres von der Pflanze aufgebraucht und es findet anschließend keine bzw. wenig Verdunstung statt. Die Bodenwasserspeicherkapazität ist daher maßgebend für die Abkühlfunktion. (KASTLER, ET AL., 2015) In dem Beitrag des LANUV wird die Energiemenge für die Verdunstung einer bestimmten Menge an Wasser berechnet. Nach der Verdunstung kann die umgewandelte Sonnenenergie die Umgebung nicht mehr aufheizen. Die Verdampfungsenergie bzw. Verdampfungswärme für 1 L Wasser bei 20 °C beträgt 2.500 kJ (entspricht 0,694 kWh). Wird die Wassermenge mit der Wasserspeicherkapazität einer Bodenart hochgerechnet, lässt sich so der Bezug zur Fläche erstellen. Zudem kann mit dem kWh-Wert ein Vergleich zum Energiesektor gezogen werden, was auch für eine potenzielle Monetarisierung der Dienstleistung hilfreich ist (KASTLER, ET AL., 2015).

Ein markantes Beispiel für die Bewertung der Kühlleistungen des Bodens wird am Beispiel der Böden im Stadtgebiet Düsseldorf deutlich (SPERLING, VALENTIN, & KASTLER, 2019). Hier wurde das Wasserspeichervermögen des Bodens sowie von grundwassernahen Standorten (Wassernachlieferung) für eine Berechnung auf Stadtgebietsebene herangezogen. Die erbrachte Kühlleistung wurde in kWh pro Quadratmeter für das Sommerhalbjahr berechnet und liegt z.B. bei Böden mit hohem Grundwasserstand (Gleyböden) bei max. 507 kWh/m<sup>2</sup>. Die Kühlleistung ist deswegen für die Ziele der städtischen Abkühlung besonders wichtig (SPERLING, VALENTIN, & KASTLER, 2019).

### **Exkurs: Wechselwirkung Boden/Pflanze**

Die Art der Bepflanzung ist maßgebend für die erbrachte Abkühlung. In der Literatur wird zwischen Funktionen der Pflanzen für Evapotranspiration, Schattengebung und Durchlüftung unterschieden (CARRAO, ET AL., 2019). Alle diesen Funktionen hängen von den natürlichen Funktionen des Bodens ab. In einem Beitrag von Stolpe und Konopatzki wird die ökologische Dienstleistung des Bodens für die Abkühlung im besonderen Fall von Bahnflächen dargestellt. „Herkömmliche Schottergleise im Hochsommer [erreichen] Oberflächentemperaturen von bis zu 60 °C“ während „... eine hochliegende Gleisbettbegrünung [dies] auf 25 bis 30 °C... [reduziert]“ (STOLPE & KONOPATZKI, 2018). Eine strategische Vernetzung (Luftschneisen) dieser Areale kann die Funktion haben, die Luftqualität und das Stadtklima zu verbessern.

In einem Bericht des BfN wird bei der Kühlleistung einer Grünfläche in den meisten Fällen auf eine Länge/Breite von 200-300 Meter im Sommer Bezug genommen (HANSJÜRGENS, 2018). Bereits Grünflächen mit einer Breite von 50-100 Meter können Abkühlungen von 3-4 °C gegenüber den benachbarten bebauten Flächen bewirken. Die Bildung kühler Luft findet besonders auf Grünflächen in urbanen Bereichen statt und wirkt somit der Bildung von urbanen Hitzeinseln entgegen. Dies kann einen wichtigen Beitrag zum gesunden Leben in der Stadt leisten und zur Vermeidung von Hitzestress beitragen (HANSJÜRGENS, 2018).

## Rolle des Bodens – Zusammenfassung

Um die Kühlleistung des Bodens „in einem stadtklimatischen Kontext zu nutzen und zu verbessern“ ist der

- „Erhalt von Böden mit hohen nutzbaren Wasserspeicherkapazitäten und von Böden mit Grundwasseranschluss sowie die
- Verbesserung der Eigenschaften des Bodens als Wasserspeicher und [die] Wiederherstellung ehemals bestehender Grundwasseranschlüsse“

in den Vordergrund zu stellen. (KASTLER, ET AL., 2015)

**Tabelle 2: Erhöhung des Bodenwasserspeichers und damit der Abkühlleistung**

Maßnahmen	Wirkung	Beispiel	Wirkungspotenzial (pfadübergreifend)
Erhalt des Bodenwasserspeichers			
Freihalten von Böden mit hoher Wasserspeicherkapazität von Versiegelung und Verdichtung insbes. in klimastrategisch wichtigen Bereichen	Verringerung der Aufheizung, Vergrößerung der Fläche, die für Versickerung und Speicherung von Wasser zu Verfügung steht	Umsetzung von Entsiegelungsmaßnahmen z.B. im Rahmen der Eingriffs-/Ausgleichsregelung Optimierung der Flächennutzung und die Verringerung versiegelter Flächen im Bebauungsplan	+++
Freihalten von Böden mit Grundwasseranschluss von Versiegelung und Verdichtung insbes. in klimastrategisch wichtigen Bereichen	größeres Nachlieferungsvermögen von Wasser über kapillaren Aufstieg aus dem Grundwasser	Berücksichtigung von grundwassernassen Böden im Bebauungsplan	+++
Vermeidung von Bodenschäden und Verdichtung bei der Gestaltung und Nutzung von Freiflächen	Erhalt des für die Wasserspeicherung zur Verfügung stehenden Porenraums	Kein Befahren bei ungünstigen Bodenfeuchten Bodenkundliche Baubegleitung Verdichtungsfördernde Bodennutzung vermeiden	+

Quelle: KASTLER, ET AL., 2015

Der Ist-Zustand des Bodens ist maßgebend für die Entscheidung zwischen einer Optimierungsmaßnahme und Erhalt vorhandener Böden. Es ist in der Regel effizienter und sinnvoller, feuchte und kühlleistungsstarke Böden von Bebauung freizuhalten. Hingegen würden „urban-industriell geprägte“ Böden mit trockenen Eigenschaften von einer Verbesserung der Wasserspeicherkapazität der Fläche stärker profitieren (KASTLER, ET AL., 2015).

Zu prüfen ist wie eine Bewertung der Leistungsfunktion der Bodenkühlung in die Entscheidungsprozesse der Stadtplanung integriert werden kann (UBA 2016). Zudem sollen Ziele des Bodenschutzes berücksichtigt werden.

## 4.2 Ökosystem-Dienstleistung Wasserrückhalt

### Ausgangslage und Ziel

Wasser kann mit unversiegelten Böden besser zurückgehalten und gespeichert werden. Grasbewuchs und Vegetation leisten ebenso einen Beitrag zur Rückhaltung von Niederschlagswasser (Interzeption) (KASTLER, ET AL.,

2015). Mit Blick auf die zu erwartenden Starkregenereignisse in Deutschland ist eine Anpassung der Stadtstrukturen erforderlich (AHLELM, ET AL., 2016). Vor der Inanspruchnahme von Boden ist deshalb eine Freihaltung von urbanen Grünflächen mit Blick auf Wasserretention empfehlenswert.

### Parameter und Berechnung

Wie eben dargestellt, hängt die Versickerungsfähigkeit des Bodens von den unterschiedlichen Flächennutzungen ab. Damit lässt sich noch keine differenzierte Ableitung zum Rückhaltevermögen urbaner Böden direkt ableiten. Allerdings ist die Wichtigkeit einer unversiegelten und möglichst natürlichen Bodenbedeckung klar erkennbar.

**Tabelle 3: Abflussbildung in Abhängigkeit von Landnutzung und Niederschlagsstärke**

Landnutzung	20 L Niederschlag pro m <sup>2</sup>	60 L Niederschlag pro m <sup>2</sup>	100 L Niederschlag pro m <sup>2</sup>
Wald	Irrelevant	10 L	33,5 L
Wiese, Weide	1,5 L	20 L	50 L
Getreide, Futterpflanzen	3 L	27 L	60 L
Undurchlässige Flächen	20 L	60 L	100 L

Quelle: AHLELM, ET AL., 2016, S. 21

Weitere Befunde liegen zum Wasserrückhaltevermögen von Grüngleisbetten vor. (STOLPE UND KONOPATZKI, 2018) Laut der Autoren werden hauptsächlich Sedum- und Grasarten für eine Begrünung von Gleisbetten bevorzugt. Bei Sedumflächen werden „etwa 50 Prozent“ und bei Grasflächen „70 Prozent des Jahresniederschlages zurück[gehalten]“. Im Ergebnis wurde „eine Menge von 400 bis 550 Liter Niederschlagswasser pro Quadratmeter, die zu Verdunstungskühlung ihrer Umgebung zur Verfügung stehen“ ermittelt (STOLPE & KONOPATZKI, 2018).

Auch leistet Entsiegelung bzw. Begrünung von Wohngebieten einen wesentlichen Beitrag zur Wasserretention. So wurden bei der Berechnung von Kosten-Nutzen-Szenarien in einem Wohngebiet der Stadt Aachen drei Varianten untersucht. Die Variante mit der niedrigsten Versiegelung und dem höchsten Grünanteil wurden nicht nur mit der besten Kosten-Nutzen-Situation bewertet, sondern auch hinsichtlich der Qualitätssteigerung, Abkühlung, usw. Bei einer Ableitung des Niederschlagswassers in Retentionsbecken, egal ob diese begrünt sind oder nicht, bestehen in der Regel nicht die gleichen integrierten Vorteile (STOLPE UND KONOPATZKI, 2018).

### Exkurs: „Schwammstadt“

Mit dem Konzept der sogenannten „Schwammstadt“ wird die Optimierung des Wasserrückhaltevermögens in urbanen Räumen beschrieben. Hiermit rückt die Bedeutung der Fläche und des Bodens in den Vordergrund. Die möglichen Maßnahmen, die zur Schaffung einer Schwammstadt beitragen können, sind vielfältig: Entsiegelung von bebauten Flächen, Planung von Freiflächen für den Wasserrückhalt und die vor-Ort-Versickerung (bspw. mit Hilfe von Rigolen und Mulden) sowie eine Erhöhung der Verdunstungsmöglichkeiten in urbanen Gebieten (z.B. über Gründächer) (INGENIEURGESELLSCHAFT PROF. DR. SIEKER MBH, 2020). Mit dem integrierten Ansatz der Schwammstadt lässt sich nicht nur ein besseres Abwassermanagement erreichen, sondern auch die ÖSD des Bodens wie z.B. die Kühlleistung verbessern. Es werden unterschiedliche ÖSD des Bodens mit dem Ansatz unterstützt. Das Konzept ist besonders wegen der möglichen Entlastung der Kanalsysteme und für die nachhaltige Anpassung von Infrastrukturen im Hinblick auf den Klimawandel von Bedeutung. Zudem können solche Anpassungen das Risiko von Schäden durch Starkregenereignisse mindern (UMWELTBUNDSAMT 03.08.2017).

## **Rolle des Bodens – Zusammenfassung**

Die Förderung funktionsfähiger Böden und grüner Infrastrukturen in Städten, d.h. offener, mit Pflanzen bewachsener oder nur teilweise versiegelter Böden, reduziert den Oberflächenabfluss versiegelter Flächen und damit mögliche Schäden durch Überschwemmungen. Dachbegrünungen sowie ein unversiegelter Boden entfalten Infiltrationsleistungen durch die Aufnahme von Niederschlägen. Hierdurch können der Niederschlagsabfluss beschleunigt und Hochwassergefahren reduziert werden.

# **5 Best-Practice Beispiele**

Zur Abrundung der Literaturrecherche wurden praktische Fallbeispiele zur Aktivierung von ÖSD auf urbanen Brachflächen mit vormals devastierten Böden recherchiert. Mit Blick auf die Anwendung in der kommunalen Praxis standen dementsprechend durch Kommunen gesteuerte Fallbeispiele im Vordergrund. Ausgewählt wurden drei Flächen: der Maurice-Ravel-Park in der Stadt Düsseldorf (NRW) sowie zwei Teilgebiete der Stadt Frankenberg (Sachsen), welche im Zuge der Landesgartenschau 2019 entstanden sind. Die jeweiligen Ansprechpartner wurden zu den folgenden Handlungsfeldern telefonisch befragt:

- Flächencharakteristik und Maßnahme
- Bedeutung und Rolle der Ökosystem-Dienstleistungen

## **5.1 Maurice-Ravel-Park in der Stadt Düsseldorf**

### **Flächencharakteristik und Maßnahme**

Auf dem Gelände eines ehemaligen Güterbahnhofs wurde der Maurice-Ravel-Park mit einer Größe von rund 3,9 ha neu errichtet. Das Bahngelände mit ausgedehnten Gleisanlagen und Gebäuden für Stückgutumschlag liegt inmitten besiedelter (Wohn-)Gebiete mit hoher baulicher Dichte. Ein städtebaulicher Rahmenplan wurde aufgestellt und in einen förmlichen Bebauungsplan überführt. Die Brachfläche soll mit Wohnbebauung, Hotellerie, einer Kita, Hochschulbauten und eine Parkanlage mit 3,9 ha überplant werden („Neue Stadtquartiere Derendorf“ mit der Bebauungsplannummer 5578/041). Im Zuge des Flächenrecyclings war die Altlastenbeseitigung von großer Bedeutung. Zur Wiederherstellung des Oberbodens und zum Schutz sensibler Nutzungen wurden Bodenmaterialien auf die Fläche aufgebracht. Die Altlastensanierung auf der Fläche war für den stofflichen Bodenschutz bedeutsam. Zudem waren die Böden stark verdichtet und hatten dabei ihre natürlichen Funktionen verloren.

Im Zuge der Grünflächenentwicklung konnten die natürlichen Bodenfunktionen weitgehend wiederhergestellt werden. Ein Bodenauftrag erfolgte mit natürlichem, anthropogen unverändertem Boden in einer Mächtigkeit von 0,6 m zur Wiederherstellung einer durchwurzelbaren Schicht. Zudem wurden die Vorsorgewerte gemäß BBodSchG auf der Fläche erfüllt (VALENTIN & KASTLER, 2020). Bei der Planung und der Umsetzung des Projektes fand eine enge Zusammenarbeit von Planungsamt, Gartenamt, Umweltamt, dem Amt für Verkehrsmanagement, dem Stadtentwässerungsbetrieb sowie der Liegenschaftsverwaltung statt. Ebenso waren private Investoren sowie die Deutsche Bahn bzw. deren Immobiliengesellschaft an der Zusammenarbeit beteiligt. Das Projekt wurde mit dem Hinweis auf Ökosystem-Dienstleistungen (Frischluferversorgung für die Innenstadt) im Bebauungsplan unterstützt (STADT DÜSSELDORF, 2009). Alle weiteren ökologischen Vorteile waren bei der Planung der Umgestaltung von sekundärer Bedeutung.

Die Beteiligung der Öffentlichkeit, Fachvorträge sowie ein mehrseitiger Beitrag in der Zeitschrift „Bodenschutz“ sensibilisierten die Fachwelt für den Themenkomplex der Ökosystem-Dienstleistung des Bodens (SPERLING, VALENTIN, & KASTLER, 2019).



Fotos: INGO VALENTIN

**Abbildung 2: Der Maurice-Ravel-Park vor und nach der Umgestaltung**

### Bedeutung und Rolle der Ökosystem-Dienstleistungen

Um das Ziel des Erhalts und der Aufwertung der vorhandenen Luftschneisen zu erreichen, wurde vom Gartenamt Düsseldorf eine angepasste Begrünung und Bepflanzung ausgewählt. Mit Blick auf den Klimawandel wurde die Auswahl resilienter Gehölz- und Vegetationsarten von der Stadtverwaltung vorgegeben. Wie die Kartendarstellung zeigt, konnte hierdurch die Kühlleistung des Bodens wesentlich verbessert werden (vergl. Abbildung 3). Im Bereich des Parks erreicht sie einen Wert von 250 - 300 kWh/m<sup>2</sup> (hoch). Im Gegensatz hierzu sind die westlich bebauten Flächen des Geländes mit einem Wert von 150 - 200 kWh/m<sup>2</sup> auf der Karte dargestellt. Die verbesserte Kühlleistung des urbanen Bodens bietet den Bewohnerinnen und den Bewohnern des Quartiers besonders im ersten Sommerhalbjahr Abkühlung.

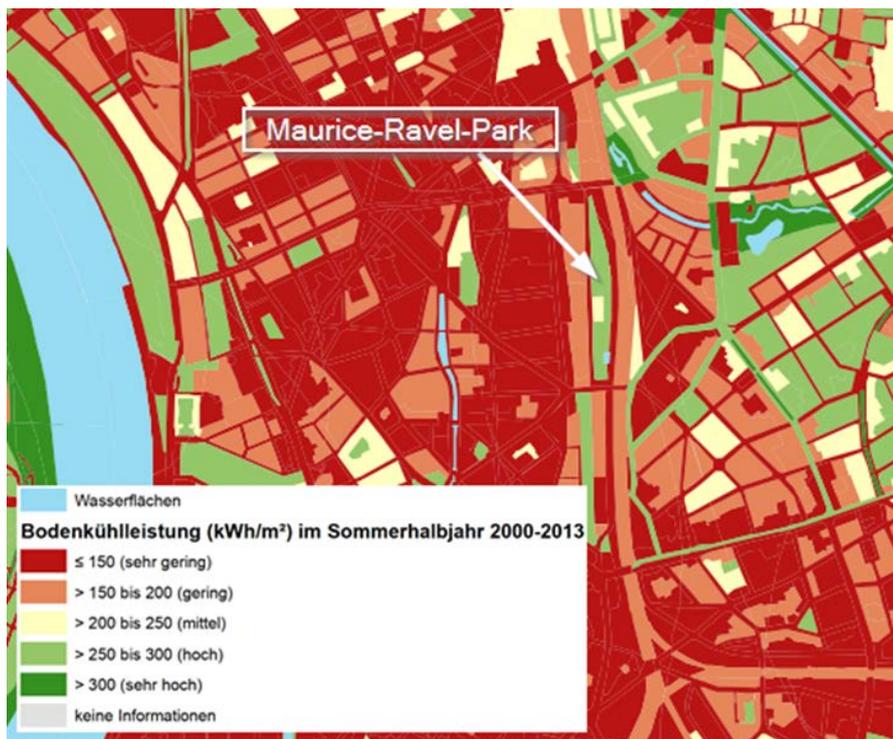


Foto: INGO VALENTIN

**Abbildung 3: Boden Kühlleistung des Bodens im Sommerhalbjahr (2000-2013)**

Auch wenn im damaligen Planungszeitraum der Wasserrückhalt noch nicht explizit von Bedeutung war, zeigen die heutigen Erfahrungswerte einen deutlichen Wasserrückhalt durch die natürlichen Bodenfunktionen und die Profilierung des Geländes auf. Die Parkanlage entlastet insbesondere bei Starkregen die Kanalisation. Sie dient daher als positives Planungsbeispiel.

Schon in der Rahmenplanung wurde die Bahnfläche aufgrund ihrer langgestreckten Form als (Kalt-)Luftschneise identifiziert. Es ist gelungen, diese Funktion weiter durch die Gebäudepositionierung in Windrichtung sowie durch die Schaffung von Grünflächen zu optimieren. Ein sekundäres Ziel der Maßnahme war die Verbesserung des Stadtklimas und der Aufenthaltsqualität. Die Kühlleistungsmessung wurde in kWh je m<sup>2</sup> ermittelt. Ein hoher Wert stellt eine bessere Kühlleistung als ein niedriger Wert dar. Folgende Werte wurden bei der Messung ermittelt:

Bei der Transformation einer Teilfläche des Güterbahnhofs in eine Parkfläche mit einer Mischung aus Grasflächen, Spielplatzelementen und Wegen wurde der Wert der Kühlleistung mit > 200-300 kWh/m<sup>2</sup> im Sommerhalbjahr berechnet. Die gegenüberliegenden, noch nicht revitalisierten Gleisflächen, weisen einen geringen Wert von > 150-200 kWh/m<sup>2</sup> auf. Das noch dichtere Siedlungsgebiet weist sogar einen sehr geringen Wert von ≤ 150 kWh/m<sup>2</sup> auf. Durch Entsiegelungsmaßnahmen konnte hier eine deutliche Verbesserung der stadtklimatischen Bedingungen nachgewiesen werden.

Das Beispiel des Maurice Ravel Parks verdeutlicht gerade in Zeiten des Klimawandels die Bedeutsamkeit des Flächenrecyclings und der Funktionen der Ökosystemdienstleistungen des Bodens im urbanen Kontext. Es wurden nicht nur Naherholungsflächen innerhalb eines verdichteten Gebiets neu geschaffen, sondern wie die Kühlungskarte belegt, auch wichtige Kühlfunktionen in urbanen Gebieten nachgewiesen. Innerstädtische Maßnahmen der „Entsiegelungen oder auch das Freihalten von besonders verdunstungsstarken und schutzwürdiger Böden“ stellen „sinnvolle Maßnahmen dar“ (SPERLING, VALENTIN, & KASTLER, 2019, S. 61).

## 5.2 Landesgartenschau in der Stadt Frankenberg

### Flächencharakteristik und Maßnahme

Nach mehrjähriger Planung wurde im Jahr 2019 die Landesgartenschau der Stadt Frankenberg, nordöstlich von Chemnitz, eröffnet. Zwei größere urbane Stadtgebiete mit städtebaulichen Missständen und Brachflächen wurden umgestaltet. Es entstanden die „Paradiesgärten Mühlbachtal“ (4,7 ha) und der „Naturerlebnisraum Zschopauaue“ (6,1 ha).

- Den Teilstandort Mühlbachtal prägten vor allem brachgefallene Wohn- und Gewerbenutzungen (Gebäude und Freiflächen). Bei der Umgestaltung des Areals wurden Entsiegelungsmaßnahmen durchgeführt und eine aufgegebene Kleingartenanlage einbezogen. Die Mühlbachtal-Fläche wurde zu einer Dauergrünanlage als urbaner Grünzug entwickelt.
- Die Fläche der Zschopauaue wurde aufgrund der Hochwasserschäden aus den Jahren 2002 und 2013 sowie aufgrund der stadtbildprägenden industriellen Brachflächen ausgewählt (STADT FRANKENBERG, 2015, S. 38-39). Auch hier erfolgten umfangreiche Entsiegelungsmaßnahmen. Eine Gehwegverbindung in/über der Zschopauaue sorgt nun für die überregionale Anbindung. Altlasten und Bodenkontaminationen waren nicht von Relevanz. Ziel der Umgestaltung der Fläche war die Schaffung von Dauergrünflächen sowie die Verbesserung des Hochwasserschutzes (OTPARLIK, 2020). Eine Ko-Finanzierung für Brachflächenrevitalisierungen erfolgte mit Mitteln des Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE) im Förderschwerpunkt „Nachhaltige Stadtentwicklung“. Das ehemalige Fabrikgebäude des VEB LiSeMa wurde im Rahmen der Umgestaltung entsiegelt. Die Kosten der Maßnahmen betragen ca. 300.000 € (STADT FRANKENBERG, 2017). Mit der Entsiegelung gingen eine Rekultivierung und eine Wiederherstellung der natürlichen Bodenfunktionen einher.
- Diverse Landesbehörden des Freistaats Sachsen sowie die Stadt Frankenberg, Energieversorger der Region und private Akteure waren bei der Realisierung der Landesgartenschau beteiligt. Dem EFRE als Fördermittelgeber war die Verbesserung der ÖSD im Bereich der Stadt wichtig. Deswegen konnten diese Aspekte bei der Konzeption der Maßnahmen berücksichtigt werden.



Fotos: KARL ECKERT & CHRISTIN FISCHER

**Abbildung 4: Landeskartenschau Frankenberg**

### **Bedeutung und Rolle der Ökosystem-Dienstleistungen**

Mit der Einbindung des Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE) war es möglich, eine Stärkung der ÖSD schon in der Planungsphase der Zschopauaue zu verankern. Das Ziel der Schaffung einer Kohlenstoffsенке auf der Fläche für insgesamt 21 Tonnen CO<sub>2</sub> auf der 6,1 ha großen Fläche wurde hierbei angestrebt (OTPARLIK, 2020). Durch landschaftsplanerische Gestaltung sowie durch die Bepflanzungsmaßnahmen sollen pro Hektar ca. 3,5 Tonnen CO<sub>2</sub> von Laub und Bewuchs aufgenommen werden. Mit der Etablierung neuer urbanen Grünflächen und der Entsiegelung ehemaliger Industrieflächen soll dieses Ziel langfristig erreicht werden. Zudem wird von der Stadtverwaltung die Verbesserung der klimatischen Verhältnisse in der Stadt mit der Anlegung von Dauergrünland im Mühlbachtal angestrebt (STADT FRANKENBERG, 2015). In die Stadt eingebundene Naturräume sind nun für die hiesige Bevölkerung und Besucher der Stadt erlebbar. Ein neues Areal, in welches ein Bach integriert wurde, wurde angelegt (siehe Abbildung 4, links unten). Mit der Verbesserung der klimatischen Bedingungen und der Aufwertung der Lebensqualität im Siedlungsbereich wird auf die Schrumpfungsprozesse der Stadt aktiv reagiert. Mit einer Erhöhung der Lebensqualität sollen resiliente Stadtteile geschaffen werden, die ihre Funktionen bewahren können.

Durch die kleinstädtische Situation Frankenbergs ist das ökologische Thema einer urbanen Wärmeinsel von nachrangiger Bedeutung im Vergleich zu größeren Städten. Es wurde bei der Planung der Landeskartenschau auf die Messung oder Erreichung der Abkühlung verzichtet. Das Mühlbachtal wurde bereits im Integrierten Handlungskonzept (IHK) der Stadtverwaltung Frankenberg als Frischluftschneise für die Innenstadt identifiziert (STADT FRANKENBERG, 2015). Mit der Revitalisierung ist die ökosystemische Dienstleistung des Bodens dieser Fläche verbessert worden. Kühlende und saubere Luft werden für die Einwohner und Gäste der Stadt Frankenberg bereitgestellt.

Beide Flächen der Landeskartenschau wurden durch die Hochwasserereignisse 2002 und 2013 in den Handlungsfokus gerückt. Der Wasserrückhalt auf der Fläche wurde nicht nur mit den durchgeführten Entsiegelungsmaßnahmen verbessert, auch die Vegetation und Nutzungsänderungen der Flächen tragen deutlich dazu bei.

## 5.3 Zusammenfassung der Fallbeispiele

Anhand beider Fallbeispiele lässt sich die Verbesserung der ÖSD durch die Wiederherstellung der Bodenfunktionen im urbanen Bereich nachvollziehbar darstellen. Zwar ist anzumerken, dass viele der Maßnahmen nicht ausschließlich aus ökologischer Motivation heraus umgesetzt wurden, dennoch spielten ÖSD indirekt eine wichtige Rolle in der Argumentation. In beiden gezeigten Fällen wird deutlich, dass die Verbesserung der ÖSD des Bodens mit einer Verbesserung der Aufenthaltsqualität einhergeht. Die neuen Park- und Dauergrünflächen kommen zudem der lokalen Bevölkerung zugute. Im Falle von Düsseldorf wurde ein Ausgleich zwischen städtebaulicher Verdichtung, neuen Wohnungen und urbanen Grün erreicht. Anders in der schrumpfenden Stadt Frankenberg: Hier wurden Rahmenbedingungen für die Anpassung an demographische Schrumpfungsprozesse der Stadt geschaffen. In beiden Fällen war es möglich, ökologische Aspekte aufzuwerten und neue qualitative Entwicklungsperspektiven zu eröffnen.

# 6 Handlungsempfehlungen und Maßnahmen

Wie die vorangegangenen Betrachtungen zeigen, kommt dem Umweltmedium Boden bei der Bereitstellung von ÖSD eine weitaus größere Bedeutung als bisher angenommen zu. Daraus leiten sich folgende Handlungsempfehlungen ab:

- der Boden sollte über die von ihm bereitgestellten ÖSD bei Entscheidungen zur Flächennutzung frühzeitig mit einbezogen werden. Dies gilt insbesondere bei Standortentscheidungen im urbanen Bereich, wie der Nachnutzung von Brachflächen.
- Systematische Möglichkeiten hierfür bieten „qualifizierte, tiefenscharfe Landschaftspläne für den Innenbereich“ (UBA 2017, S. 16).
- Ergänzend hierzu sind „informelle Planwerke wie Freiraumentwicklungskonzepte oder gesamtstädtische Grünordnungspläne“ für die Festlegung von Zielen und Strategien zur Nutzungsmischung sowie für eine ausgewogene urbane Dichte geeignet (UBA 2017, S. 16).
- vertiefende Betrachtungen sind für die Funktionen Abkühlung und Wasserrückhalt im Kapitel „Best-Practice-Beispiele“ dargestellten Methoden möglich. Zum Beispiel sind die folgenden Punkte zu betrachten:
  - Mit der Bereitstellung von Fördermitteln, wie die des EFRE, für die städtebauliche Quartiersaufwertung und zur Maßnahmendurchführung (s. Beispiel Frankenberg), ist eine ökologische Aufwertung ko-finanzierbar. Auf diese Weise werden die Bestrebungen zur Verbesserung des ökologischen Zustands unterstützt.
  - Projekte des Flächenrecyclings sollten die Synergieeffekte der ÖSD auf einer Fläche und in einem Quartier mit einbeziehen. Im Beispiel von Düsseldorf wurde durch die Aufwertung ehemaliger Bahnanlagen die Verbesserung des Luftaustausches in der Innenstadt ermöglicht.
  - Bei der Durchführung stadtplanerischer Vorhaben sind häufig viele Interessensgruppen zu berücksichtigen. Dies spiegelt sich in der breiten Beteiligung diverser Ämter sowie privater Akteure wider. Aufgrund der unterschiedlichen Medien der ÖSD (Boden, aber auch Wasser, Luft und Pflanze) ist eine enge Zusammenarbeit zwischen Ämtern und weitere Beteiligten wünschenswert.
  - Für die bessere Berücksichtigung der ÖSD in Planungs- und Genehmigungsverfahren sind quantifizierte Informationen zu ÖSD notwendig. Innovative Ansätze, wie z.B. die Karte der „Abkühlungsfunktion des Bodens“ in Düsseldorf stellen Informationsgrundlagen im Planungs- und Entscheidungsprozess dar. Die Erstellung von Hinweiskarten sowie weiterer Gutachten wird empfohlen. Grundlage ist der Ansatz, dass die Verdampfungsenergie bzw. Verdampfungswärme für 1 L Wasser bei 20 °C 2.500 kJ (entspricht 0,694 kWh)

beträgt. Wird die Wassermenge mit der Wasserspeicherkapazität einer Bodenart hochgerechnet, lässt sich die maximale Kühlleistung auf der Fläche bestimmen, bzw. mit der aktuellen Bodenfeuchte auch die aktuelle Kühlleistung.

- Die Auswirkungen und der Nutzen von ÖSD sollten der Öffentlichkeit aktiv kommuniziert werden. Die Stadt Frankenberg hat hierfür beispielsweise ein Online-Portal für vom EFRE geförderte Projekte entwickelt. Düsseldorf ist einen anderen Weg gegangen und hat sich für die Veröffentlichung einer Broschüre, welche über die ÖSD des Bodens informiert, entschieden. Ebenso bieten sich Ansatzpunkte für die Einbindung von BürgerInnen durch Durchführung digitaler Citizen Science-Projekte an (BürgerInnen werden in die Forschung einbezogen, indem sie Daten oder Impulse liefern oder aktiv die Forschung mitgestalten).
- Bei Projekten der Innenentwicklung sollte im Rahmen einer integrierten Vorprüfung das von LfULG entwickelte „Start-Up-Plan-Verfahren“ unter Einbeziehung von ÖSD genutzt werden.

# Literaturverzeichnis

- AHLELM, I., FRERICHS, S., HINZEN, A., NOKY, B., SIMON, A., RIEGEL, C., . . . RUBEL, C. (2016): Klimaanpassung in der räumlichen Planung: Raum- und fachplanerische Handlungsoptionen zur Anpassung an den Klimawandel. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.
- BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR WALD UND FORSTWIRTSCHAFT. (2011): LWF Merkblatt 27: Kohlenstoffspeicherung von Bäumen.
- BÖHM, J., BÖHME, C., BUNZEL, A., KÜHNAU, C., LANDUA, D., & REINKE, M. (2016): Urbanes Grün in der doppelten Innenentwicklung: BfN-Skripten 444. Bonn: BfN.
- BURGHARDT, W., HÖKE, S., KNEIB, W., KOCHER, B., LEHMANN, A., & STEINWEG, B. (2019): 30 Jahre Arbeitsgruppe Urbane Böden/Arbeitskreis Stadtböden - Eine junge Geschichte zu den urbanen Böden unter unseren Füßen. Bundesverband Boden, Jahrgang 24.
- CARRAO, H., GREGOR, M., LOEHNERTZ, M., FONS, J., UBACH, R., MILEGO, R., . . . BLANCO, G. G. (2019): GRETA - Green infrastructure: Enhancing biodiversity and ecosystem services for territorial development - Applied Research, Final (main) Report Version. Luxembourg: ESPON.
- GERST, F., BUBENZER, O., & MÄCHTLE, B. (2011): Urban SMS Soil Management Strategy - Klimarelevante Einflüsse urbaner Bodeninanspruchnahme (Deutsche Kurzfassung). Stuttgart: Landeshauptstadt Stuttgart, Amt für Umweltschutz.
- HANSJÜRGENS, B. (2018): Bewertung und Inwertsetzung von Ökosystemleistungen: Herausforderungen in urbanen Räumen. In LEINHOOP, N. & SCHRÖTER-SCHLAANK, C. Ökosystemleistungen und deren Inwertsetzung in urbanen Räumen - BfN-Skripten 506. (S. 8-15). Bonn: BfN.
- INGENIEURGESELLSCHAFT PROF. DR. SIEKER MBH. (2020): Das Konzept der Schwammstadt (Sponge-city). Retrieved April 15, 2020, from <https://www.sieker.de/fachinformationen/umgang-mit-regenwasser/article/das-konzept-der-schwammstadt-sponge-city-577.html>
- INSPIRE. (07. April 2020): Von Register - Code List Values:  
<http://inspire.ec.europa.eu/codelist/SupplementaryRegulationValue/> abgerufen
- KASTLER, M., MOLT, C., KAUFMANN-BOLL, C., NIETE, H., HÖKE, S., & STEINRÜCKE, M. (2015): Kühlleistung von Böden: Leitfaden zur Einbindung in stadtklimatische Konzepte in NRW - LANUV-Arbeitsblatt 29. Recklinghausen: LANUV.
- MOREL, J. L., LORENZ, L., & CHENU, C. (2017): Ecosystems provided by soils. In LEVIN, M. J., KIM, K.-H. J., MOREL, J. L., BURGHARDT, W., CHARZYNSKI, P., & SHAW, R. K. Soils within Cities: Global approaches to their sustainable management (S. 197-202). Stuttgart: Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung.
- NIETE, H., PANKRATZ, E., & BERIEF, K.-J. (2017): Erfassung von Entsiegelungspotenziale in Nordrhein-Westfalen - LANUV-Arbeitsblatt 34. Recklinghausen: LANUV.
- OTPARLIK, R. (24. März 2020): (K. Eckert, Interviewer)
- SPERLING, C., VALENTIN, I., & KASTLER, I. (2019): Die Karte der Bodenkühlleistung in der Stadt Düsseldorf. Bodenschutz.
- STADT DÜSSELDORF. (2009): Begründung gem. § 9 Abs. 8 BauGB, Teil A, Städtebauliche Aspekte zum Bebauungsplan Nr. 55781041 (3 Blätter) - Neue Stadtquartiere Derendorf.
- STADT FRANKENBERG. (2015): Integriertes Handlungskonzept (IHK): Innenstadt und Zschopautal. Stadt Frankenberg.
- STADT FRANKENBERG. (2017): Europa fördert Frankenberg. Von Abbruch und Revitalisierung der Industriebranche Lisema: <http://europa-foerdert-frankenberg-sa.de/abbruchrevitalisierung-industriebranche-lisema/> abgerufen
- STOLPE, & KONOPATZKI. (2018): In KNOBLAUCH, D. & RUPP, J. Klimaschutz kommunal umsetzen: wie Klimahandeln in Städten und Gemeinden gelingen kann. München: oekom Verlag.
- UMWELTBUNDESAMT. (2017): Umwelt- und Aufenthaltsqualität in urbanen Quartieren. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.

UMWELTBUNDESAMT. (03. August 2017): Dauerregen in Deutschland: Wie können wir vorsorgen? Abgerufen am 15. April 2020 von <https://www.umweltbundesamt.de/themen/dauerregen-in-deutschland-wie-koennen-wir-vorsorgen>

VALENTIN, I., & KASTLER, M. (12. März 2020): (K. Eckert, Interviewer)

# A 1 Start-Up-Planung

## A 1.1 Aufgabenstellung eines Start-Up-Plans

Ein Start-Up-Plan stellt in Form einer standardisierten, vereinfachten und kompakten Gesamtbetrachtung eine Grundlage für eine zeitnahe Revitalisierung einer Fläche dar. Sie soll dabei alle für eine Flächenrevitalisierung notwendigen Informationen zusammenfassen, jedoch ausführliche Darstellungen vermeiden.

Eine Analyse und Einbeziehung von Ökosystem-Dienstleistungen in die Planung sollte auf informeller Ebene zu einem möglichst frühen Zeitpunkt erfolgen. Hieran orientiert sich der vom Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie vorgelegte Start-Up-Plan.

Ein Start-Up-Plan enthält Informationen zu einem Grundstück/Brache in den Themenbereichen:

- Entwicklungsperspektive für die Fläche und planerische und bauordnungsrechtliche Aspekte,
- Baureifmachung der Fläche (umweltorientierte Themen) einschließlich der Grundstücksaufbereitung durch Flächenrecycling sowie der Gebäudesanierung bzw. dem Gebäuderückbau
- Vermarktung und Wirtschaftlichkeit des Vorhabens sowie Hinweise zu Fördermöglichkeiten, insb. des Landesprogramms Brachflächenrevitalisierung
- Projektentwicklung und Monitoring durch Eigentümer/Projektentwickler
- Ergänzend standortspezifische Aspekte, wie z.B. naturschutzrechtliche Fragestellungen, Denkmalschutz
- Ökosystem Dienstleistungen

Der Plan soll die Kommunikation und Zusammenarbeit der bei Revitalisierungsvorhaben beteiligten Personen fördern und unterstützen.

# A 2 Checkliste

## A 1.1 Checkliste

Flächendaten

Zuordnung zu den Flächen	
Flurstück(e):	
Straße, Nummer:	
Fläche in m <sup>2</sup> :	
Eigentümer:	
Allgemeine Flächenmerkmale	
Aktuelle Nutzung:	
Gebäude:	
Verkehrliche Erschließung/Infrastruktur:	
Restriktionen:	

Projektidee und Ziele

Bestandsaufnahme/Flächenbeschreibung

Lage, Eigentumsverhältnisse, Parzelle und Erschließungssituation, Gebäude und Baugrund, Benachbarte Nutzungen

Ökosystemdienstleistungen

Relevante Wirkungsfelder von Ökosystemdienstleistungen

- Abkühlung
- Wasserrückhalt
- Sonstige

Beschreibung der Wirkungszusammenhänge

Baurechtssituation und städtebauliche Planungen
Immobilienwirtschaftliche Rahmenbedingungen
Entwicklungs- und Nutzungskonzept
Baureifmachung
Ziel des Nutzungskonzepts
Maßnahmen
Monitoring
Ansprechpartner

**Herausgeber:**

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)  
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden  
Telefon: +49 351 2612-0  
Telefax: +49 351 2612-1099  
E-Mail: lfulg@smul.sachsen.de  
www.lfulg.sachsen.de

**Autor:**

Karl Eckert, Dr. Uwe Ferber  
STADTLAND GmbH  
Pfaffendorfer Str. 26 / 04104 Leipzig  
Telefon: +49 341 4807026  
E-Mail: info@stadtland.eu

**Redaktion:**

Bernd Siemer  
Abteilung Wasser, Boden, Wertstoffe / Referat Boden, Altlasten  
Halsbrücker Str. 31A / 09599 Freiberg  
Telefon: +49 3731 294-2816  
E-Mail: Bernd.Siemer@smul.sachsen.de

**Fotos:**

STADTLAND

**Redaktionsschluss:**

28.07.2020

**Hinweis:**

Die Broschüre steht nicht als Printmedium zur Verfügung, kann aber als PDF-Datei unter <https://publikationen.sachsen.de> heruntergeladen werden.

**Verteilerhinweis**

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben.

Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.

Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung.

Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung.

*Täglich für  
ein gutes Leben.*

[www.lfulg.sachsen.de](http://www.lfulg.sachsen.de)