



EnhancES
The IMECOGIP Toolbox



Kartieren, modellieren, bewerten und stärken Ökosystemleistungen in der Planung von Grüner Infrastruktur

EnhancES ist eine GIS-gestützte Toolbox zur Ermittlung und Quantifizierung von Ökosystemleistungen

- ? Was sind Ökosystemleistungen?
- ? Was leistet EnhancES?
- ? In welchen Gebieten (thematisch/räumlich) können Sie EnhancES einsetzen?
- ? Wie ist EnhancES aufgebaut und wie funktioniert EnhancES?
- ? Welche Datenanforderungen bestehen?
- ? Welchen Mehrwert besitzt EnhancES für die Analyse und Planung?

EnhancES wird im Rahmen von IMECOGIP entwickelt, einem Projekt, das vom Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt gefördert wird (04/2019-6/2027; FKZ 01LE1805A-B2) in der Förderlinie "Forschung für Nachhaltige Entwicklung" (FONA) im Förderschwerpunkt „Nachhaltige Entwicklung urbaner Regionen“ (SURE).

IMECOGIP = Implementierung des Ökosystemleistungskonzepts in die Planung Grüner Infrastruktur zur Stärkung der Resilienz der Metropole Ruhr und chinesischer Megacities. Projektpartner sind das Geographische Institut der Ruhr-Universität Bochum und ILS Research, Dortmund.

Was sind Ökosystemleistungen?

Ökosystemleistungen sind die grundlegenden Leistungen der Natur für das Leben, Wirtschaften und die Kultur des Menschen. Im Unterschied zu endlichen Ressourcen wie Metalle, Kohle oder Erdgas sind Ökosystemleistungen solche Leistungen, die die Natur fortwährend und nachhaltig zum Nutzen und Wohle der Menschen erbringt. Ökosystemleistungen treten räumlich in unterschiedlicher Stärke und Kombination auf. Das macht ihre Bestimmung so herausfordernd. Ökosystemleistungen werden in drei Kategorien unterteilt:

Versorgungsleistungen



Regulationsleistungen

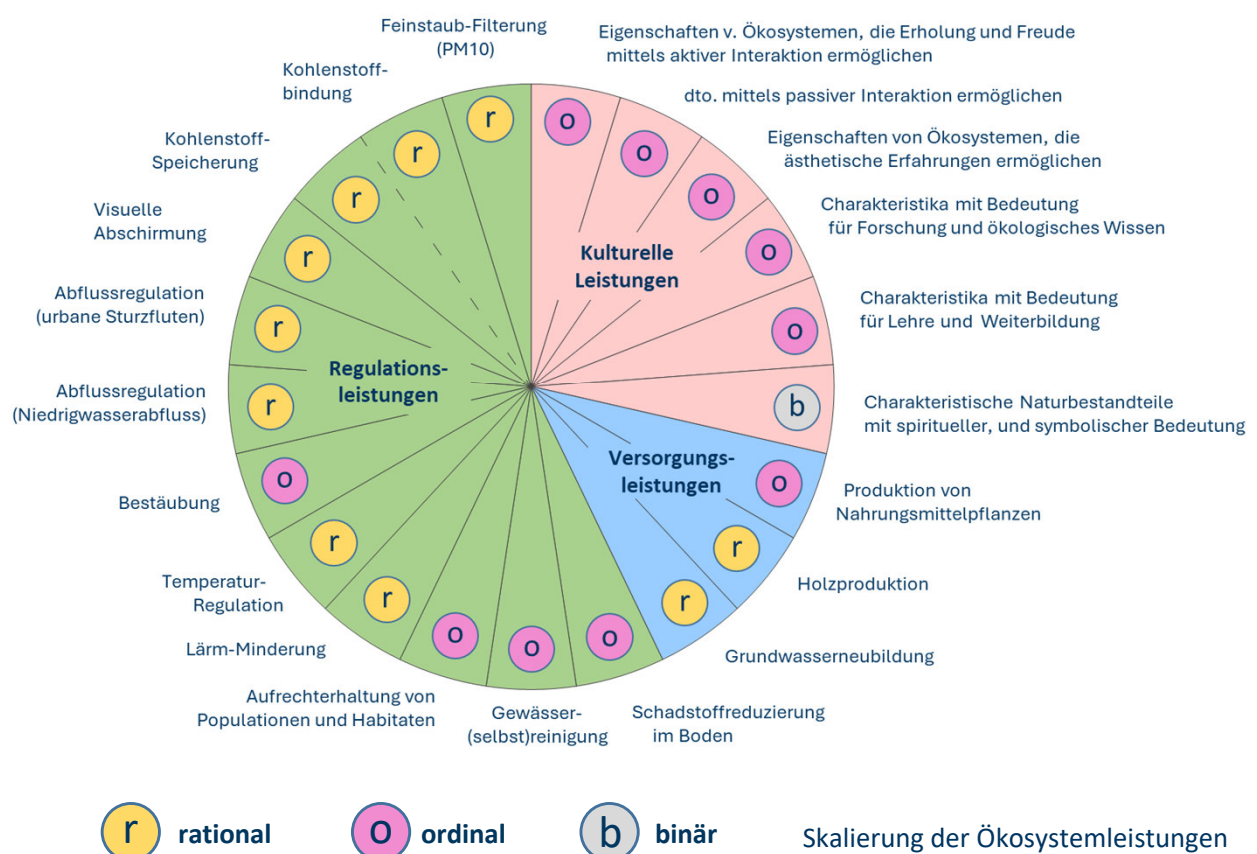


Kulturelle Leistungen



Was ist EnhancES? Was leistet EnhancES?

EnhancES ist eine open-source Toolbox für das Geoinformationssystem QGIS zur Quantifizierung und Modellierung von Ökosystemleistungen. Auf Basis vorhandener Geodaten (z.B. Landnutzung/Landbedeckung, Bodeninformationen) können Anwenderinnen und Anwender Tools für bis zu zwanzig verschiedene Ökosystemleistungen ausführen.

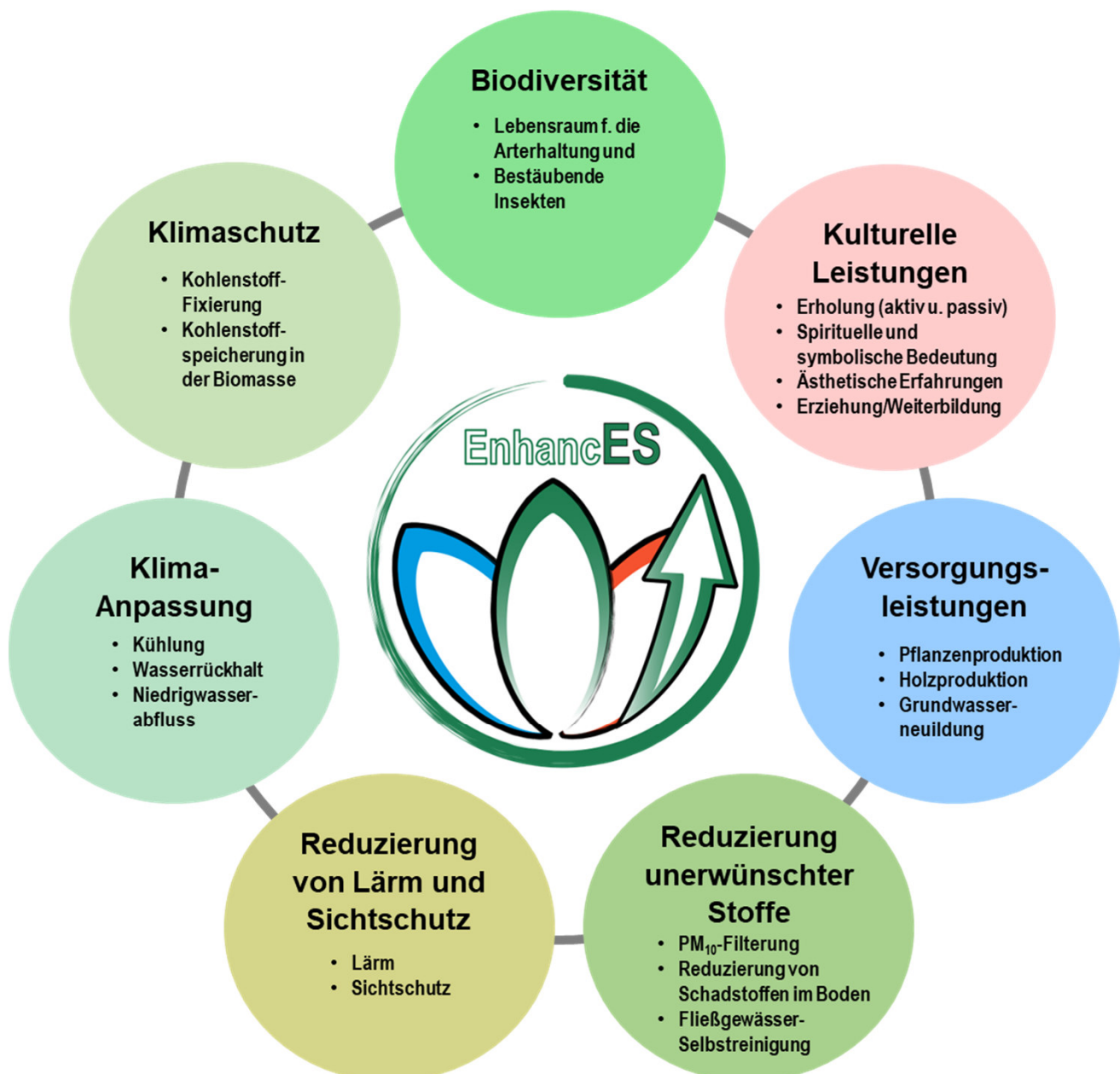


EnhancES adressiert gesellschaftliche Herausforderungen und Einsatzbereiche in der Stadt- und Grünplanung - Naturbasierte Lösungen

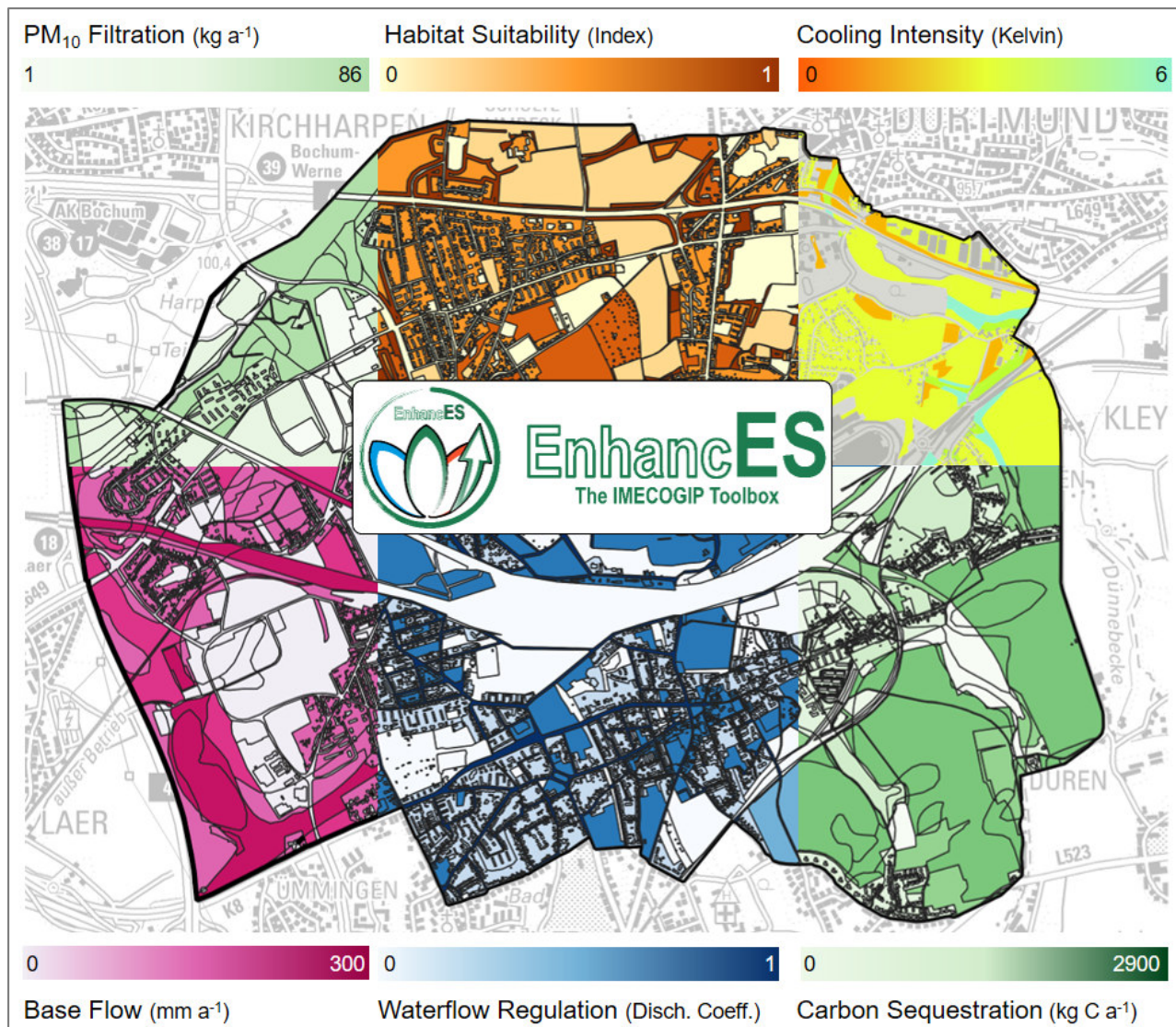
Der Beitrag von Ökosystemleistungen und EnhancES

Zahlreiche gesellschaftliche Herausforderungen erfordern Lösungen, zu denen die gezielte Stärkung von Ökosystemleistungen beiträgt. In solchen Fällen spricht man von Naturbasierten Lösungen (*nature based solutions*). EnhancES unterstützt die Planung naturbasierter Lösungen, indem EnhancES die Wirkung von Maßnahmen zur Stärkung der grün-blauen Infrastruktur auf die Ökosystemleistungen quantitativ abschätzt. Es können sowohl bereits umgesetzte als auch geplante Maßnahmen bewertet werden.

Ökosystemleistungen lassen sich thematisch gruppieren. Für die Bewertung des eigenen Gebietes kann aus einem Pool an Ökosystemleistungen ausgewählt werden – passend zur individuellen Fragestellung und zum Untersuchungsgebiet.



Ökosystemleistungen auf der Karte und als Datenbanktabelle

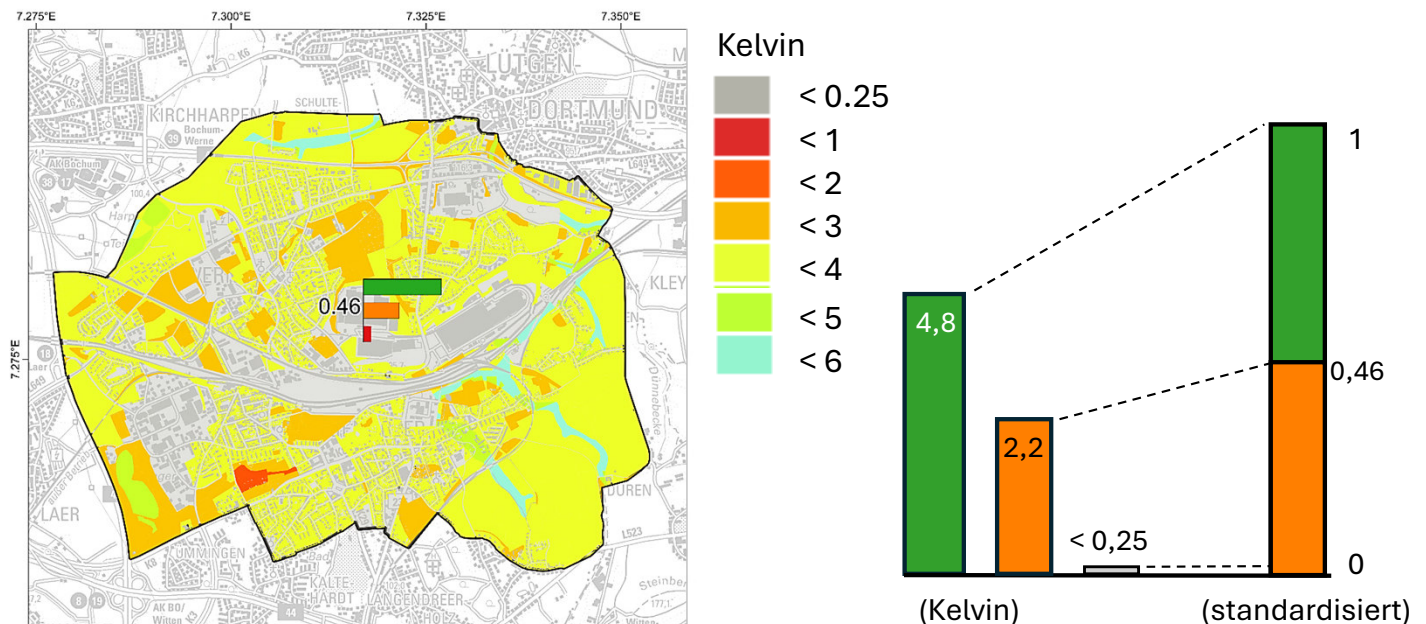


EnhanceES stellt die Bewertungen zum einen in thematischen Bildschirmschirmkarten und zum anderen in Tabellen dar. Die räumliche Darstellung erscheint unmittelbar nach dem Durchlauf eines jeden Tools auf dem Bildschirm. Für alle Ökosystemleistungen sind Farben und Legenden voreingestellt. Die Karten zeigen für die Nutzungs- oder Biotop-Einheiten die Intensität der Ökosystemleistungen in je eigener Farbgebung. Für Details können die *user* die Attributtabelle (s. Beispieltabelle rechts) einsehen, sie ggf. in QGIS oder einem Tabellenkalkulationsprogramm weiterverarbeiten.

Nr. und LANUV-Code	LANUV-Biototyp	Bestäubung (Habitat-eignung)	Fläche (m ²)
1 / FD0	stehendes Kleingewässer	0,05	144
2 / VA0	asphaltierte Straßen	0,1	6379
27 / Sgr	Siedlungsflächen mit Gründach	0,8	1534
69 / SB	Wohnbauflächen	0,1	98
70 / SBg	Wohnbauflächen Garten	0,6	143
599 / HM4d	Vielschnittrasen	0,3	271
667 / BA1	flächiges Kleingehölz, vorw. heimische Baumarten	0,9	22.307
668 / BF	Baumgruppen, -reihen	0,9	153

Ökosystemleistungen bewerten und vergleichbar machen durch Standardisierung

Das Beispiel Temperaturregulation



Die Abkühlung wird in der Einheit Kelvin angegeben, was der üblichen Einheit Grad Celsius (°C) entspricht. Das ist - vereinfacht ausgedrückt - auf die Temperatur der Luft bezogen.

Standardisierung von Ökosystemleistungswerten:

Ist die Ökosystemleistung meines Gebietes hoch oder niedrig („gut“ oder „schlecht“?)

EnhancES veranschaulicht als Balkendiagramm den standardisierten Wert für die Ökosystemleistung des gesamten Gebietes in Relation zu einem theoretischen Optimum. Gerade bei Ökosystemleistungen, die in physikalischen Maßeinheiten (z. B. g Kohlenstoff pro m² oder Temperaturabweichung in Kelvin) vorliegen, ist das hilfreich. Die Standardisierung ordnet der absoluten Zahl einen relativen Wert auf einer Skala von 0 bis 1 zu:

0 bedeutet keine Leistung und 1 eine Leistung in höchster Intensität. Im Beispiel entspräche eine theoretisch denkbare Abkühlung von 4,8 Kelvin dem Optimum von 1. Sie wäre erreicht, wenn das Gebiet vollständig bewaldet wäre. Die modellierte tatsächliche Abkühlung beträgt aber 2,7 Kelvin; das entspricht einem standardisierten Wert von 0,46.

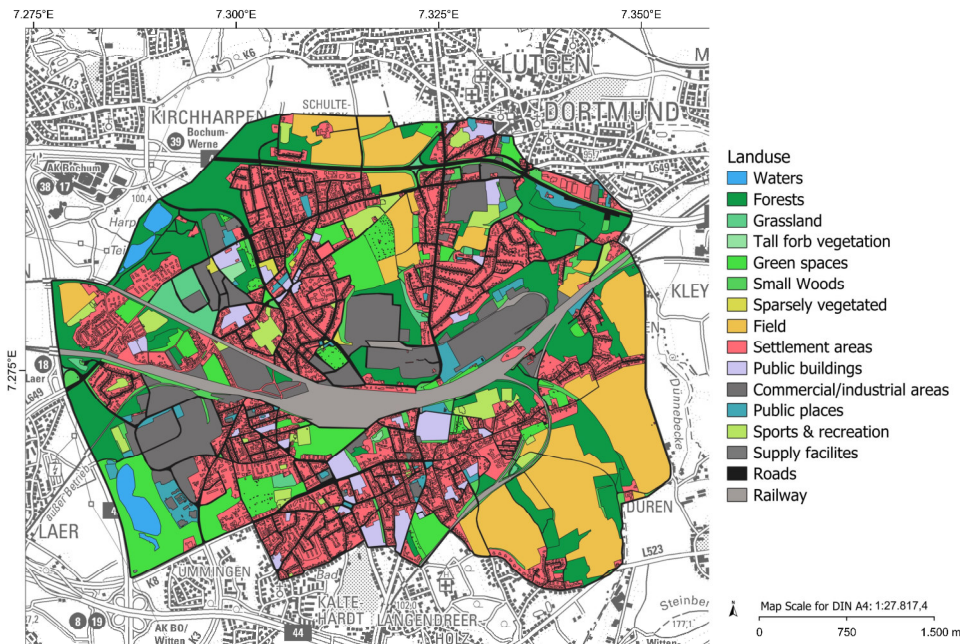
Vergleich von Ökosystemleistungen

Welche Ökosystemleistungen meines Gebietes sind besonders günstig oder ungünstig?

Z. B.: Kühlung oder Grundwasserneubildung? Liegen die Ökosystemleistungen in physikalischen Einheiten vor, ist der Vergleich schwierig. Durch die Standardisierung werden unterschiedliche Ökosystemleistungen eines Gebietes vergleichbar. Genauso können wir die gleiche Ökosystemleistung aus verschiedenen Gebieten oder für verschiedene Pläne desselben Gebietes miteinander vergleichen.

Einige Beispiele sehen Sie in den Abschnitten „Anwendungen“ auf den Seiten 12ff.

Welche Daten benötigt EnhancES ?



Landnutzungen / Biotoptypen

optional für einige Ökosystemleistungen:

- a) Gebäudeflächen („Hausumringe“)
- b) Bodendaten
- c) Niederschlag, Temperatur während Hitzeperioden, Verdunstung (FAO Grasreferenz-Verdunstung, ETo)
- d) PM₁₀-Konzentration

Landnutzung / Biototyp

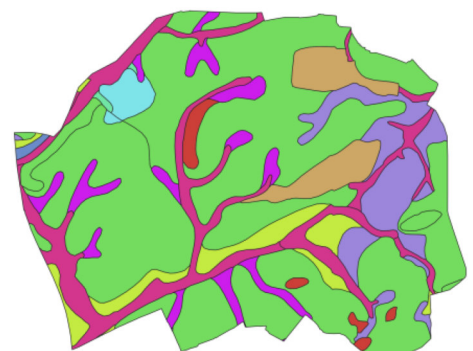
Für EnhancES unverzichtbar sind die Landnutzungen oder Biotoptypen, die als Vektordaten in Polygonen flächenscharf vorliegen. Sie enthalten die für jede einzelne Fläche die Codes entsprechend der hierarchisch aufgebauten Biotoptypen-Klassifikation des Landesamts für Natur, Umwelt und Klima NRW (LANUV 2013). Die Klassen sind für die meisten Landschaften Mitteleuropas mit Ausnahme des alpinen Raums und der Küste verwendbar. Sie können bei Bedarf angepasst und ergänzt werden.

Zahlreiche Kommunen verfügen über solche digitalen Geodaten, die unverändert in EnhancES eingeladen werden. Verwendet man andere öffentlich zugängliche Datensätze, wie zum Beispiel die des Urban Atlas der EU, die Regionale Flächennutzungskartierung des Regionalverbands Ruhr, so stehen Tools bereit, um die in diesen Datenbeständen verwendeten Klassifikationen in den Biotoptypenschlüssel zu übersetzen und damit für EnhancES nutzbar zu machen. Das gilt auch für den Datensatz ESA WorldCover, der die gesamte Landfläche der Erde abbildet. Eine Übersetzung aus dem ATKIS-Datensatz ist in Bearbeitung.

Liegen eigene oder davon abweichende Kartierungen in GIS-lesbarem Format vor, muss darauf geachtet werden, dass die Codes in die LANUV-Klassifikation übersetzt werden. Die Codes sind der Schlüssel für die Zuordnung der Parameter, die in EnhancES vorinstalliert sind und auf die EnhancES zurückgreift.

Boden

Für einige Ökosystemleistungen sind Bodendaten erforderlich (Niedrigwasserabfluss; Grundwasserneubildung, Anbau von Ernährungspflanzen, Grundwasserschutz) oder empfohlen (Temperatur-Regulation). In NRW ist EnhancES kompatibel mit der BK50 des Geologischen Dienstes NRW. Alternativ können die *user* standortspezifische Werte für Bodenmächtigkeit (Bodentiefe), nutzbare Feldkapazität, Kationenaustauschkapazität Grundwasserstand eingeben.



Wie arbeitet EnhancES? Der Workflow

Einlesen der Daten über eine Eingabemaske

EnhancES liest die Geodaten und die ergänzenden Klimadaten des Untersuchungs- oder Plangebiets ein. Sie können die Dateien zum Beispiel über *drag-and-drop* in eine Maske einladen.

Pre-Processing (Vorverarbeitung)

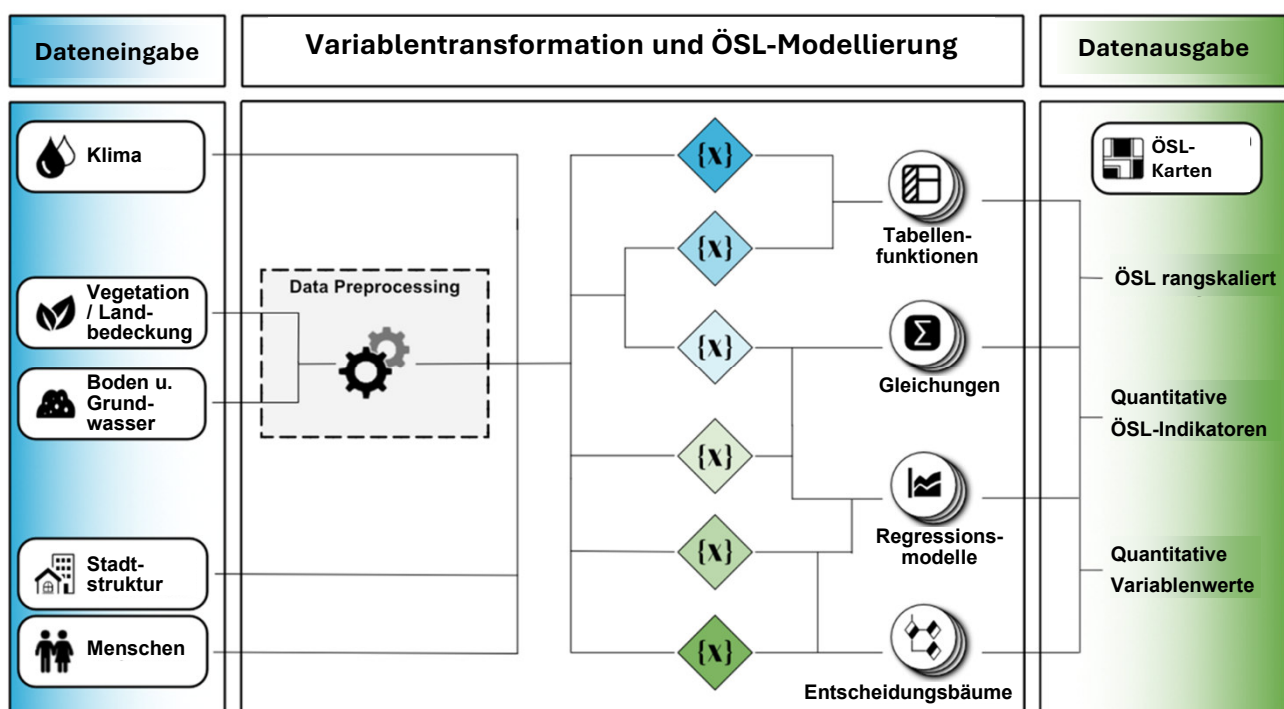
Anschließend führen Sie das Pre-Processing-Tool aus. Wenn Sie nicht auf voreingestellte Konstanten für Klima und Boden zurückgreifen ergänzen Sie auch diese Felder der Eingabemaske. Das Pre-Processing-Tool erzeugt eine Geodatendatei, die alle Geometrien der Flächen, die bewertet werden sollen, enthält. Alle Einzelflächen enthalten die Landnutzungs-Biotoptypen-Codes und ggf. Bodendaten, auf die die Ökosystemleistungstools zugreifen. Ergebnisse aller Tools können temporär oder permanent gespeichert werden.

Ökosystemleistungen berechnen (Tools)

Die Ökosystemleistungen berechnen Sie getrennt nacheinander, d. h. jede Ökosystemleistung mit einem eigenen Tool. Für die Berechnung verwendet EnhancES dank der eindeutigen Landnutzungs-Biotoptypen-Codes Parameter, die in bereitgestellten ökosystemleistungsspezifischen Tabellen gespeichert sind. Software-technisch liegen die Tools als sog. „model3“-Dateien vor.

Ausgabedateien ansehen und prüfen

Jeder Durchlauf wird abgeschlossen durch die automatische Anzeige der Ergebniskarte auf dem Bildschirm mit voreingestellter Legende. Auch das Balkendiagramm mit der standardisierten Bewertung des gesamten Gebietes ist sofort sichtbar. Technisch gesehen sind die Ergebnisse zwei QGIS-Layer und können getrennt aus- und eingeschaltet werden. Ihnen zugeordnet sind die beiden Attributtabelle, die für alle Flächen bzw. die Gesamtfläche alle Variablenwerte enthalten. Die Attributtabelle können zur weiteren Bearbeitung in andere Programme exportiert werden. Beide Layer sind wegen der empfohlenen Ergebnisprüfung zunächst als temporäre, nicht dauerhaft gespeicherte Dateien gespeichert. Diese Einstellung wird in der Eingabemaske geändert.



Hierarchie der Landnutzungs-/Biotoptypen (~ 600 Typen; hier verkürzt, vereinfacht nach LANUV 2013)

Ein hierarchischer Schlüssel dient dazu, die Ökosystemleistungen für Karten und Pläne in unterschiedlichen Maßstäben und mit unterschiedlichem Detaillierungsgrad zu bewerten (Übersichtskartierung / Entwurfsplanung bis zu parzellenscharfen Flächen). Der Schlüssel erlaubt Bewertungen auf der Grundlage sehr allgemein bezeichneter Einheiten (Siedlung, Grünland, Acker, Wald etc.) oder sehr viel differenzierte Angaben von Biotoptypen nach LANUV (2013, z. T. ergänzt) mit bis zu vier Hierarchie-Ebenen. Allen rund 600 in EnhanceES voreingestellten Biotoptypen sind Parameter zugeordnet, die für die Berechnungen der verschiedenen Tools nötig sind.

Siedlungsflächen	Bebauung	Blockbebauung
		Blockrandbebauung
		Reihenhausbebauung mit Gründach
		Villen mit parkartigen Gärten
		Reihenhausbebauung Garten
	Flächen der blau-grünen Infrastruktur	Sport- und Freizeitanlagen (m. Pflanzen)
		Trittrasen, Rasenplatz, Parkrasen, Sportrasen
		Parkteich, Zierteich, Gartenteich
		Friedhöfe
		Kleingartenanlagen, Grabeland
	Baumgruppe, -reihe	Baumreihe
		Baumgruppe
		Einzelbaum
		Obstbaum
	Kleingehölze	Siedlungsgehölz
		Verkehrsgehölz
		Gebüsche
	Verkehrstrassen	Verkehrsstraße
		Wohn-, Erschließungsstr.
		Rain, Straßenränder
		Gleisanlagen
Grünland u.a.		Fettwiese
		Nass- und Feuchtweide
		Kleinseggenriede, Binsensümpfe
Äcker u.a.		Acker
		staudenreiche Ackerbrache
		Ackerschonstreifen (keine Nutzung)
Wälder	Buchenwälder	Buchenwald
		Eichen-Buchenmischwald
		Buchenmischwald m. heimischen Laubbaumarten
		Buchenmischwald m. nicht heimischen Laubbaumarten
	Eichenwälder	Eichenwald
		Buchen-Eichenmischwald
	Fichtenwälder	
Aufforstung, Pionierwald		
Waldmantel		

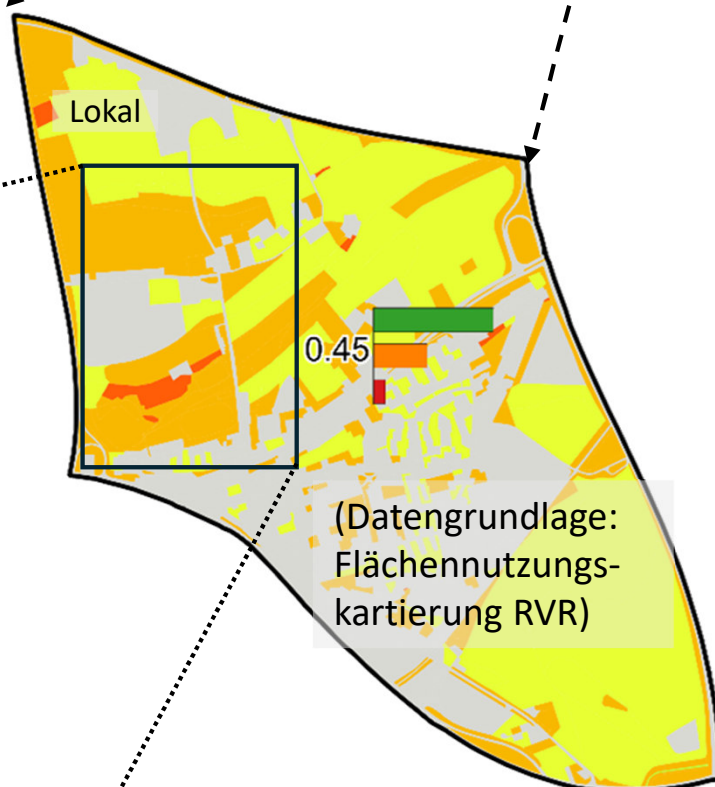
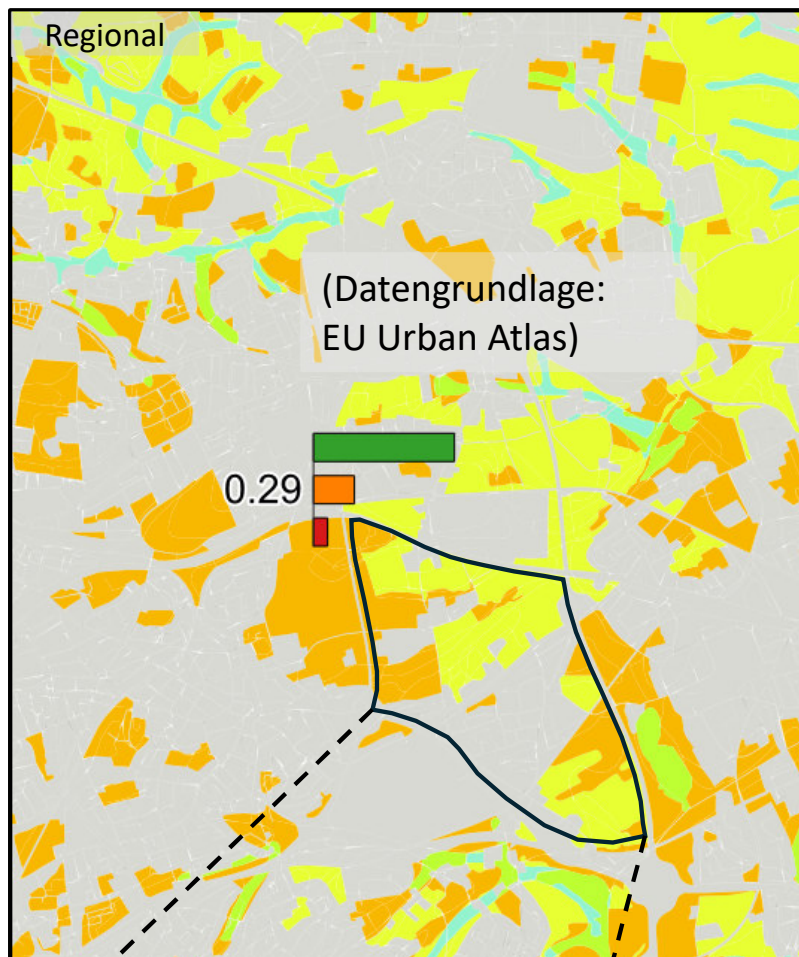
Analysen auf verschiedenen Maßstäben und mit verschiedenen (online) allgemein verfügbaren Geodatenätzen

am Beispiel der Kühlungsintensität [Kelvin]:



Maßstab und Differenzierung der Ausgangsdaten beeinflussen das Bewertungsergebnis:

- Die räumliche Auflösung nimmt zu.
- Mit zunehmender Klassifikations-tiefe der Ausgangsdaten steigt die Anzahl der resultierenden Bewertungsklassen.



(Datengrundlage: Stadtbiotopkartierung und Hausumringe, Geobasis NRW)

Die Ökosystemleistungen auf einen Blick

Erläuterung auf der Basis der allgemeinen Beschreibungen in Haines-Young & Potschin (2018)		CICESv5.1 - Code
Versorgungsleistungen		
Kulturpflanzen für Ernährungszwecke	... bewertet den Standort (Landschaft, Boden, Klima, Naturgefahren), wiederholt und nachhaltig essbare Pflanzen hervorzubringen (Wertigkeit in Relation zur regional am besten bewerteten Fläche)	1.1.1.1
Holzproduktion	... schätzt den jährlichen Zugewinn an Kohlenstoff, der im Holz von Wäldern und Forsten ($\text{g C m}^{-2} \text{a}^{-1}$)	1.1.1.2
Grundwasser-neubildung	... bewertet die Menge der jährlichen Grundwasserneubildung (mm a^{-1}) von Boden-Biotop-Einheiten, die als Trinkwasser oder für andere Zwecke genutzt werden kann	4.2.2.1 u. 4.2.2.3
Regulationsleistungen		
Feinstaubfilterung (PM_{10})	... berechnet, wie viel Feinstaub mit einem Durchmesser $< 10 \mu\text{m}$ durch die Vegetationsoberfläche aufgenommen wird ($\text{kg ha}^{-1} \text{a}^{-1}$)	2.1.1.2
Kohlenstoffbindung und Kohlenstoff-speicherung	... (Nettoprimärproduktion) modelliert, wieviel C aus CO_2 ($\text{g C m}^{-2} \text{a}^{-1}$) die Biotope aus der Atmosphäre aufnehmen	2.1.1.2
	... gibt Aufschluss darüber, wie viel Kohlenstoff (g C m^{-2}) in der oberirdischen Biomasse gespeichert ist.	keine ÖSL
Visuelle Abschirmung	... berechnet den Prozentsatz eines Pufferbereichs, in dem ein oder mehrere unansehnliche Objekte die durch höhere Vegetation verdeckt werden	2.1.2.3
Oberflächenabfluss-regulation	... gibt die Fähigkeit räumlicher Einheiten an, den Abfluss eines einzelnen Starkregenereignisses aufzufangen (Abflusskoeffizient)	2.2.2.1a
Niedrigwasserabfluss	... ermittelt die jährliche Grundwasserneubildung (mm a^{-1}) von Boden-Biotop-Einheiten, die zum Basisabfluss von Fließgewässern beiträgt	2.2.1.3; äquivalent zu 4.2.2.1 u. 4.2.2.3
Bestäubung	... modelliert die Fähigkeit von Biotopen, Bestäuber zu unterstützen (nach der Reihenfolge geordnet)	2.2.2.1
Temperatur-Regulation	... modelliert die Kühlungsintensität (Kelvin oder kWh) von urbanen Grünflächen (Boden-Biotop-Einheiten) während einer nutzerdefinierten Hitzewelle im Vergleich zu versiegelten Oberflächen	2.2.6.2
Lärminderung	... gibt die Fähigkeit von Biotopen an, Lärm zu reduzieren, der von einer nutzerdefinierten Quelle stammt (nach der Wertigkeit geordnet)	2.1.2.2
Erhaltung von Populationen Lebensräumen	... schätzt die Fähigkeit von Biotoptypen ein, die Brutpopulation von Vögeln als Indikatorarten zu erhalten (nach der Wertigkeit geordnet)	2.2.2.3
Fließgewässer-Selbstreinigung	... bewertet die Fähigkeit von Fließgewässern, Schadstoffe abzubauen aufgrund der Fließgewässerstrukturen u. Ufervegetation	2.2.5.1
Abbau von Schadstoffen im Boden	... gibt die Fähigkeit der Böden an, Schadstoffe durch Pufferung und Filterung zu binden und damit das Grundwasser zu schützen (nach der Wertigkeit geordnet)	5.1.1.3

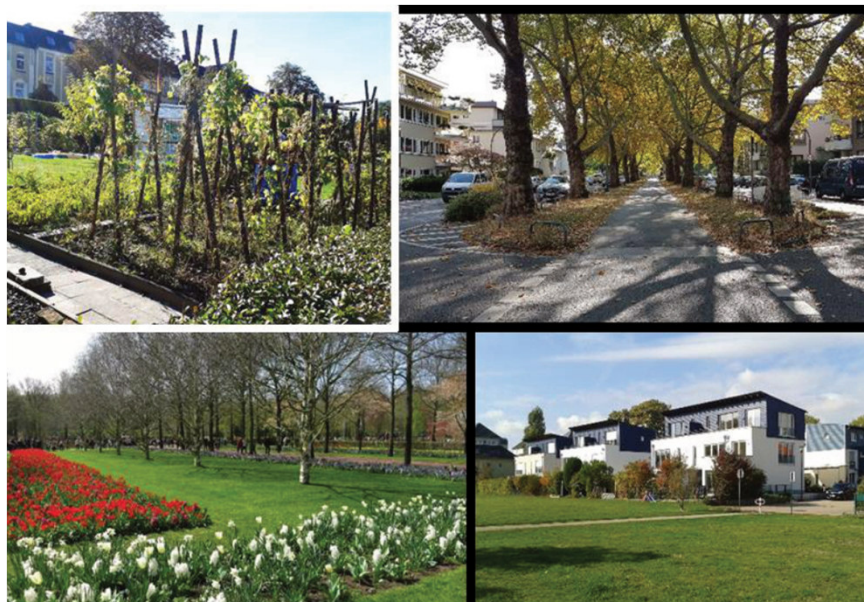
Die Ökosystemleistungen auf einen Blick



Erläuterung auf der Basis der allgemeinen Beschreibungen in Haines-Young & Potschin (2018)		CICESv5.1 - Code
Kulturelle Leistungen		
Erholung durch aktive Interaktion mit der Natur	... bewertet abgegrenzte Gebiete wie Parks, die Eigenschaften von Biotopen und technischer Infrastruktur so vereinen, dass sie durch aktive oder immersive Interaktion mit der Natur Erholung ermöglichen und so die Gesundheit fördern (Wertigkeit in Relation zur regional am besten bewerteten Fläche)	3.1.1.1
Erholung durch passive Interaktion mit der Natur	... bewertet abgegrenzte Gebiete wie Parks, die Eigenschaften von Biotopen und technischer Infrastruktur so vereinen, dass sie durch passive und beobachtende Interaktion mit der Natur Erholung ermöglichen und so die Gesundheit fördern (Wertigkeit in Relation zur regional am besten bewerteten Fläche)	3.1.1.2
Charakteristische Naturbestandteile mit Bedeutung für Lehre und Weiterbildung sowie für Forschung und ökologisches Wissen	... bewertet natürliche und gestaltete Umgebungen, die Merkmale von Biotopen aufweisen und gegebenenfalls mit technischer Infrastruktur (z. B. Schulgärten oder Botanische Gärten) kombiniert sind, damit sie gezielt für Bildung und Information genutzt werden, um Wissen zu vermitteln, Bildungsprozesse zu unterstützen oder der Wissensgewinnung und zur Unterstützung der Forschung dienen (nach der Wertigkeit geordnet).	3.1.2.1 und 3.1.2.2
Charakteristische Naturbestandteile mit spiritueller und symbolischer Bedeutung	... bewertet komplexe Gebiete, die Merkmale natürlicher Biotope aufweisen und gegebenenfalls mit technischer Infrastruktur so kombiniert sind, dass sie Elemente der Natur mit symbolischer oder spiritueller Bedeutung enthalten und die kulturelle Identität sowie das kulturelle Erbe fördern (binäre Skala mit Ja/Nein).	3.1.2.3, 3.2.1.1 und 6.2.2.1
Ästhetische Erfahrungen	... bewertet abgegrenzte Gebiete wie Parks, die Eigenschaften von Biotopen und technischer Infrastruktur so vereinen, dass sie ästhetische Erfahrungen ermöglichen (Wertigkeit in Relation zur regional am besten bewerteten Fläche)	3.1.2.4

Die für EnhancES ausgewählten Ökosystemleistungen umfassen wesentliche Leistungen der Natur in urbanen und peri-urbanen Stadtlandschaften, die das Wohlbefinden und die Gesundheit der Menschen fördern.

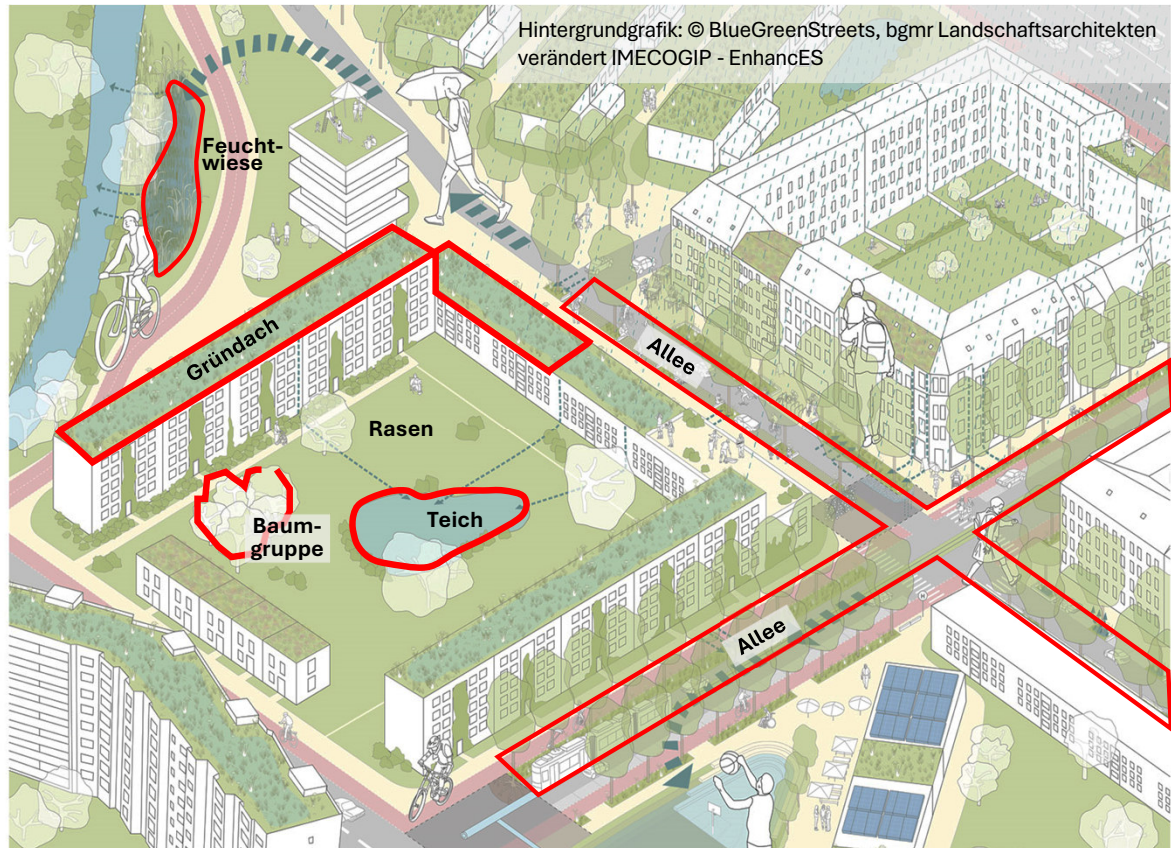
EnhancES ermöglicht, Ökosystemleistungen zu messen und zu vergleichen, um sie zu stärken, z. B. durch gezielte Maßnahmen zur Aufwertung der Grünen Infrastruktur.



Anwendung 1:

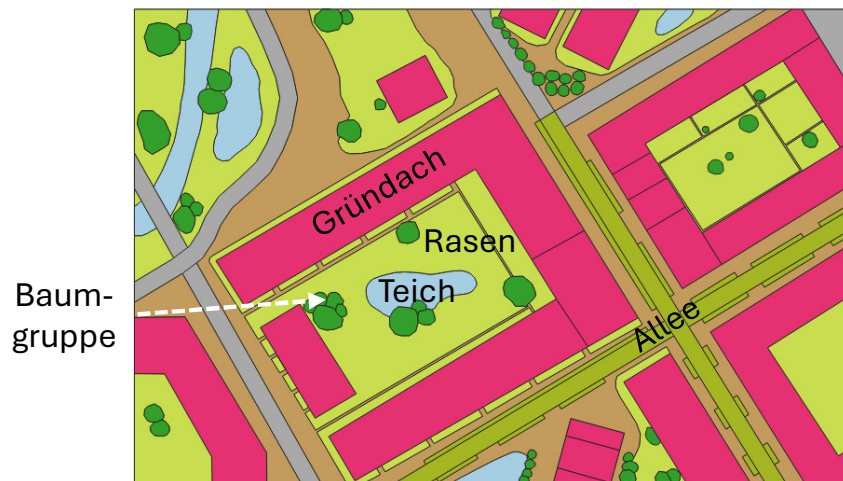
Wohnumfeld-Verbesserung durch grüne Infrastruktur

Welche Auswirkungen auf die Ökosystemleistungen sind zu erwarten?



Von der Vision ...

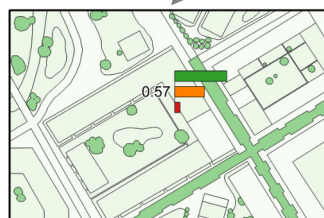
... über
Karten mit
kodierten
Biotopen ...



... zu den
Ökosystem-
leistungen



Bestäubung



Kohlenstoff-
fixierung

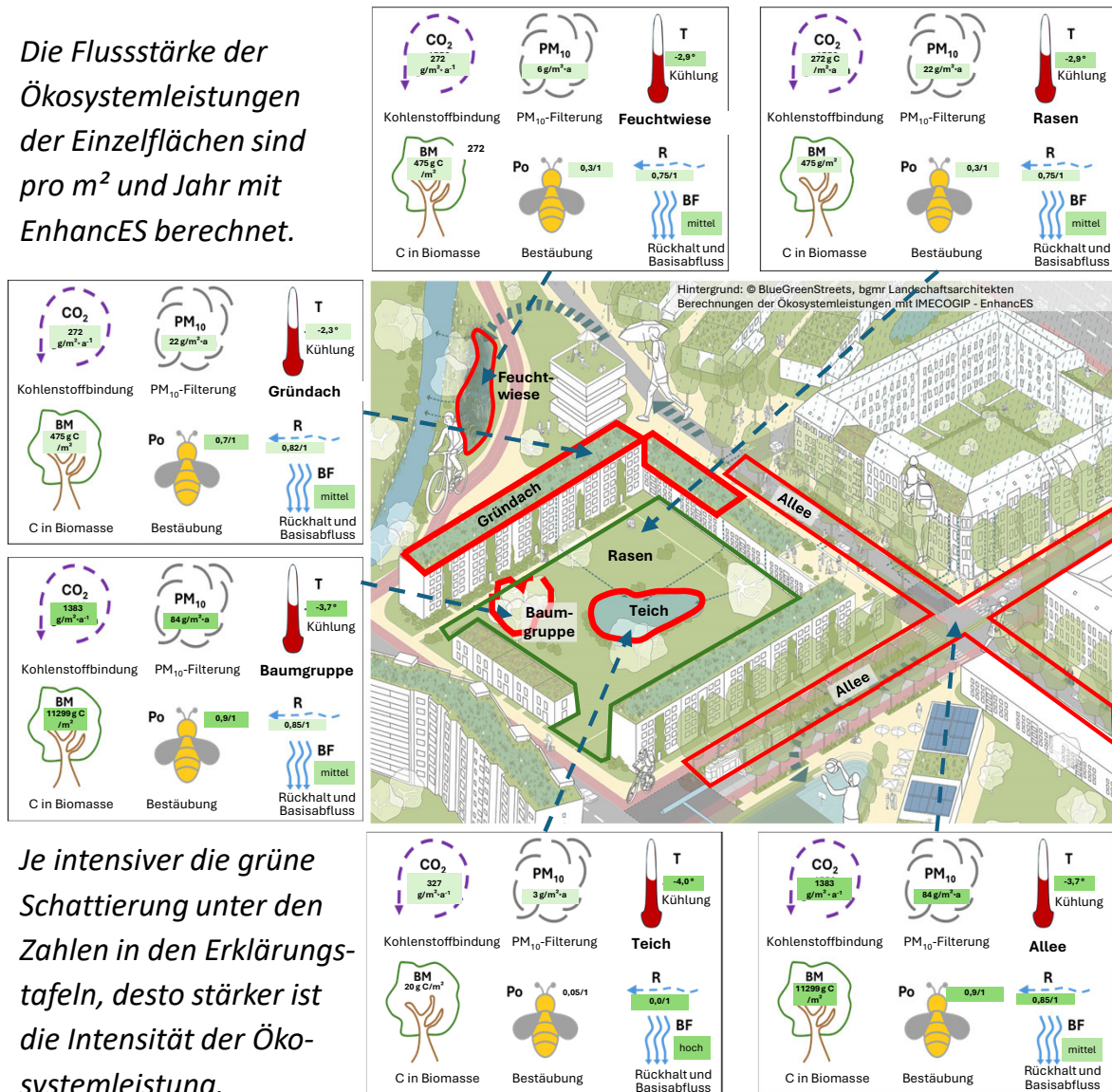


Oberflächen-
wasser-Rückhalt

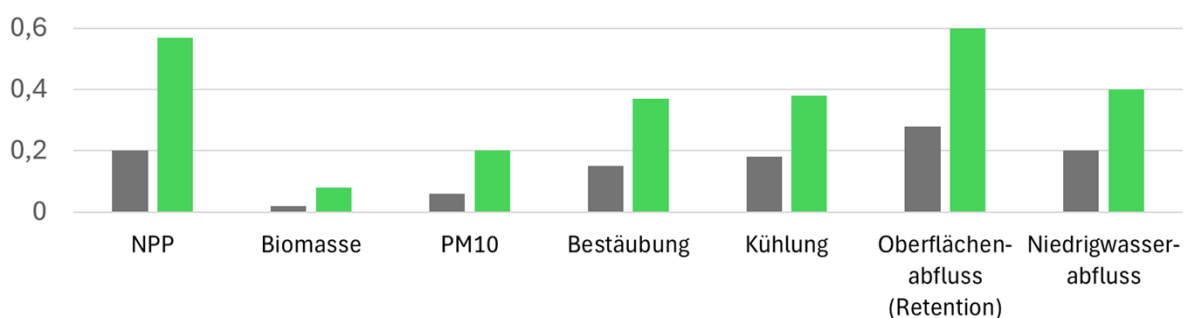
Visualisierung und Vorher-Nachher-Vergleich

EnhancES berechnet die Ökosystemleistungen für jede Einzelfläche in physikalischen Einheiten (z. B. mm/a) oder als Verhältniszahlen (z. B. 0,6/1). Exemplarisch zeigt die Abbildung (unten) einige grün-blaue Flächen (rot umrandet).

Die Flussstärke der Ökosystemleistungen der Einzelflächen sind pro m² und Jahr mit EnhancES berechnet.

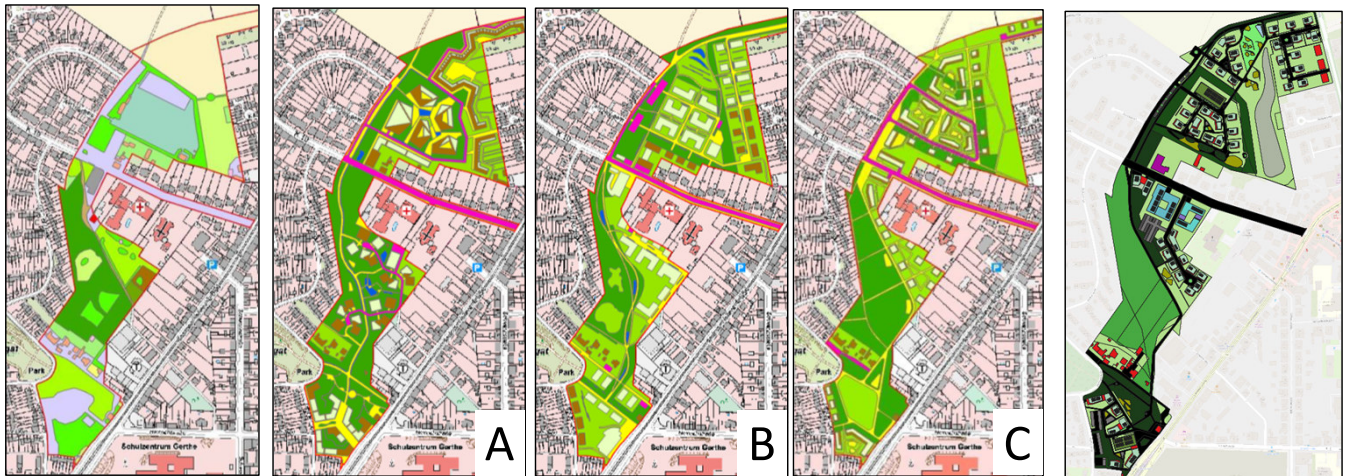


Die standardisierten Werte für Biomasse und sechs Ökosystemleistungen lassen die Steigerungen erkennen, die möglich sind, wenn alle Maßnahmen realisiert werden.



Anwendung 2:

Flächennutzungs- und Bebauungsplanung hier: Vergleich von Planvarianten

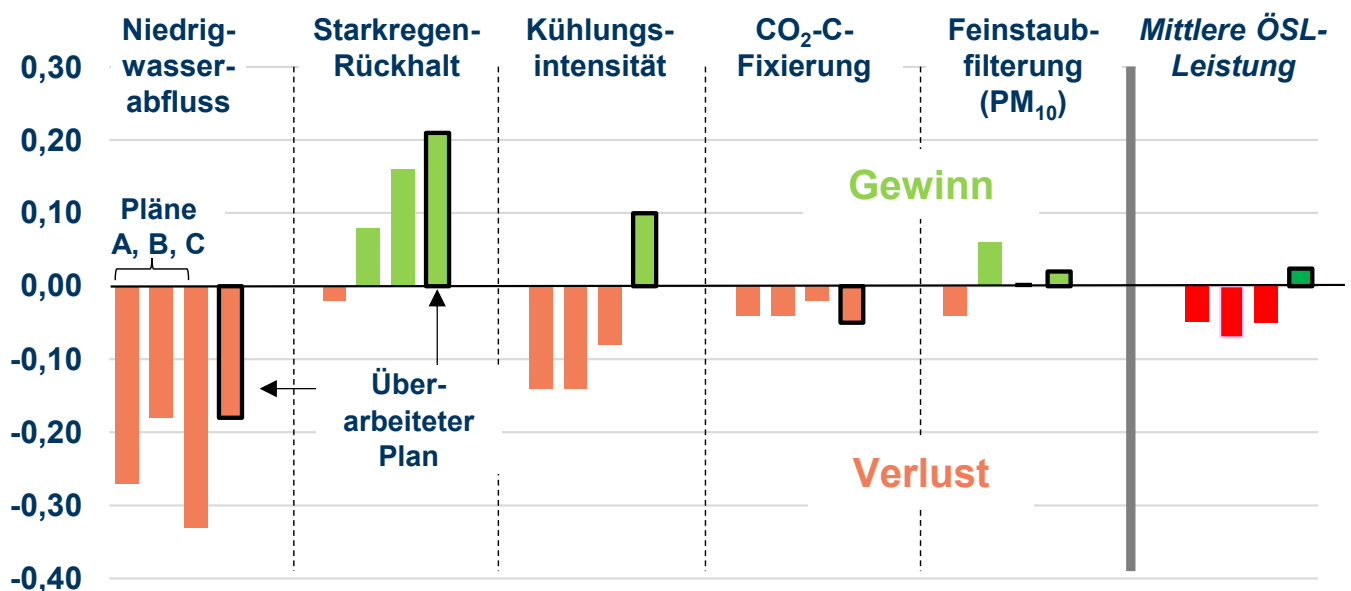


**Ausgangs-
zustand**

Planentwürfe A, B u. C

**überarbeiteter
Plan**

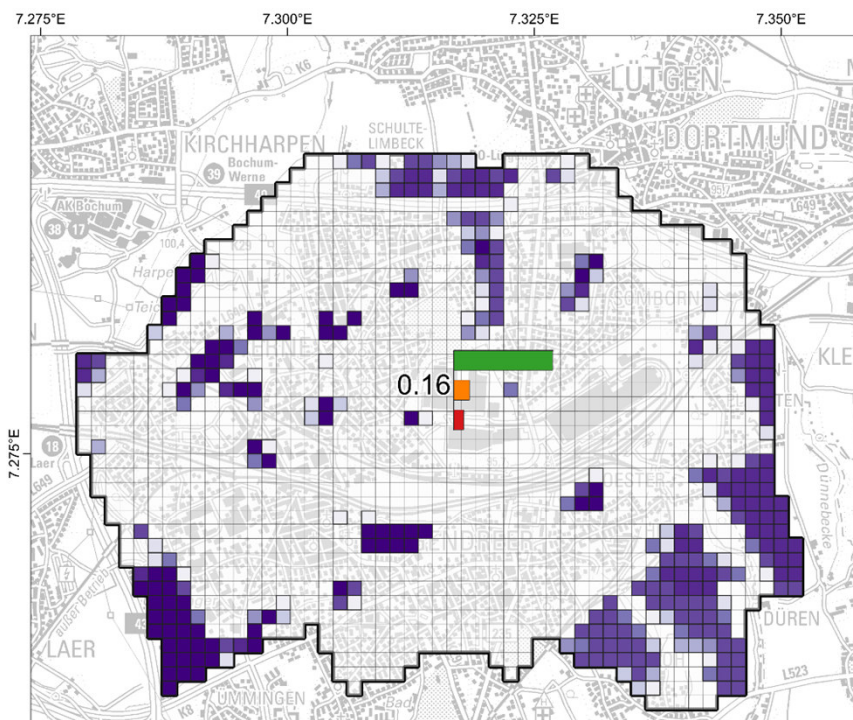
Eine gemischt genutzte Fläche (s. Abb. links) soll zu einem Wohngebiet entwickelt werden. Als Ergebnis einer Mehrfachbeauftragung lagen drei Entwurfsplanungen vor sowie ein anschließend überarbeiteter Plan. Welcher Plan versprach die besten Ökosystemleistungen im Vergleich zum Ausgangszustand der Fläche?



Die Säulen zeigen die standardisierten Werte für fünf Ökosystemleistungen jeweils für die Pläne A-C sowie für den überarbeiteten Plan. Gewinne im Vergleich zum Ausgangszustand sind als grüne, nach oben zeigende Säulen, Verluste als rote, nach unten weisende Säulen dargestellt. Die erwartbaren Auswirkungen der Pläne auf die Ökosystemleistungen variieren stark. Ohne Gewichtung der Ökosystemleistungen würde der überarbeitete Plan sogar im Mittel einen Gewinn an Ökosystemleistungen versprechen.

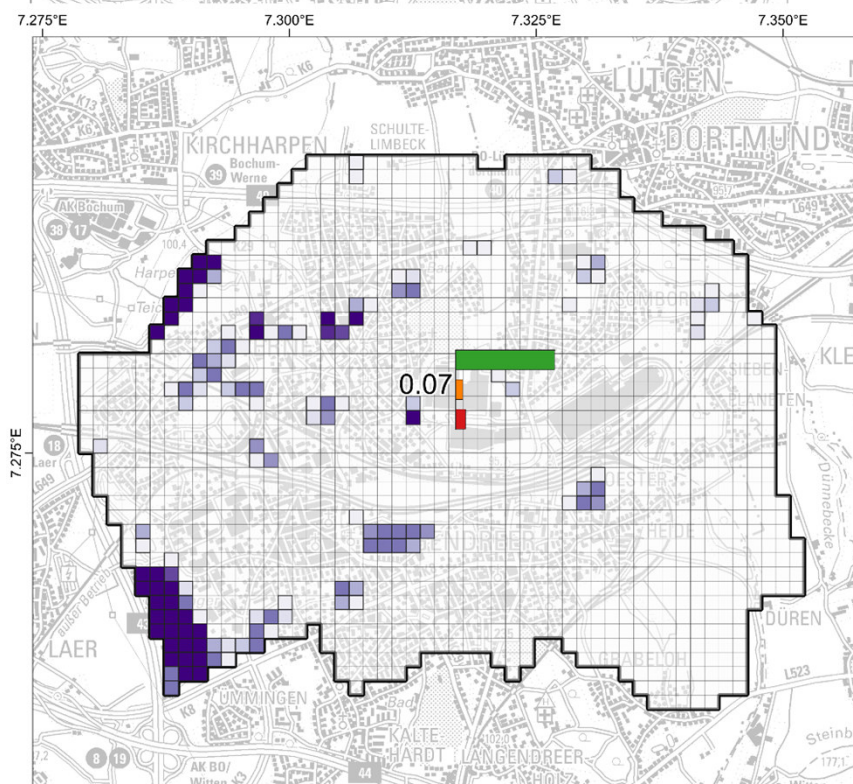
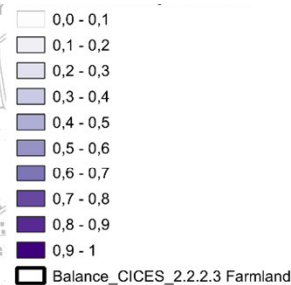
Anwendung 3: Unterstützung der Biodiversitäts-Strategien

Auf allen Planungsebenen, von der EU bis zu den Kommunen, werden Biodiversitätsstrategien erarbeitet und fortgeschrieben. In Städten sollten solche Lebensräume erhalten, wiederhergestellt oder neu geschaffen werden, die für die Biodiversität und für gefährdete Arten wertvoll sind. Das EnhancES-Tool „Erhaltung von Populationen und Lebensräumen“ basiert auf Ensemble-Artverbreitungsmodellen. Es bewertet die Eignung für fünf Vogelgruppen, sog. Gilden mit spezifischen Anforderungen an ihre Lebensräume: Vögel, die auf landwirtschaftlichen Flächen vorkommen, solche, die an Offenland gebunden sind, synanthropische Arten, Wasser- und Waldarten. Synanthropische Arten sind solche, die in enger Beziehung zum Menschen in städtischen Gebieten leben.“



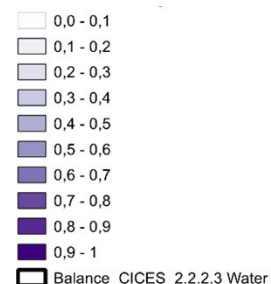
Die Karte links zeigt die Eignung für landwirtschaftliche Gilden, während die untere Karte die Eignung für die Wasservogel-Gilde abbildet.

Vögel auf landwirtschaftlichen Flächen

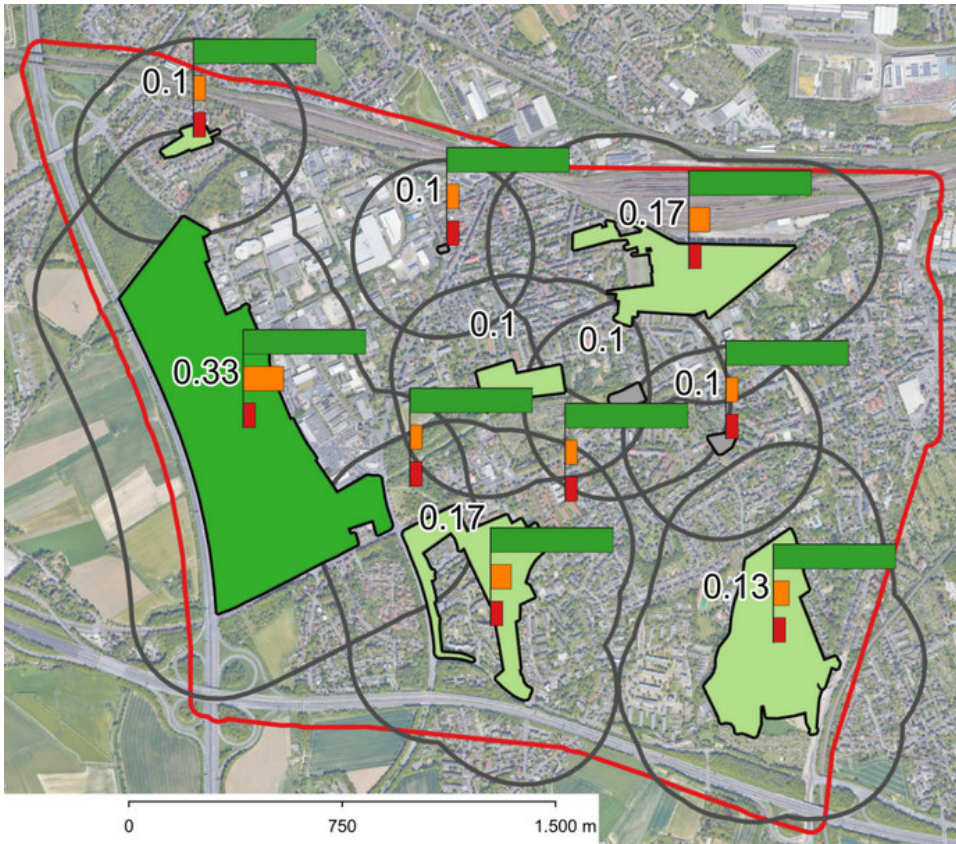


Jede 10 x 10 m große Rasterzelle hat einen relativen Eignungswert, der anhand der Farbe in der Legende bestimmt werden kann.

An Wasserflächen gebundene Vögel



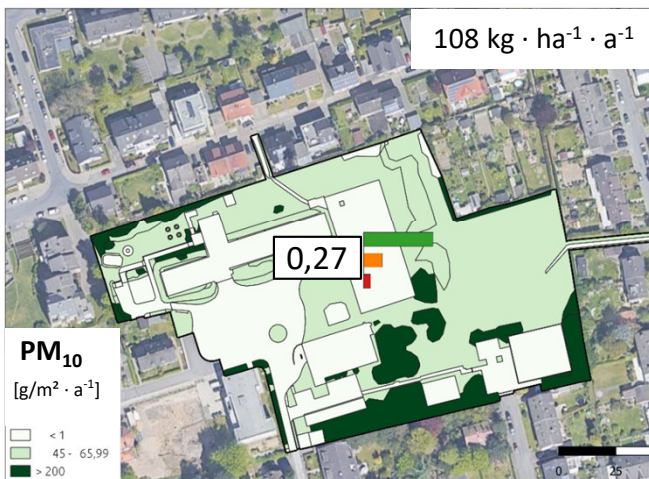
Anwendung 4: Kulturelle Ökosystemleistungen in Grünflächen und Parks



Die Grünflächen unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Biotopstrukturen und der technischen Infrastruktur sowie nach der Anzahl potenzieller Nutzer:innen im Einzugsbereich.

Die Karte zeigt die relative Leistung der Parks, durch aktive Interaktion der Menschen mit der Natur zur Erholung beizutragen. Die orangefarbenen Balken und Zahlen stellen das Verhältnis des jeweiligen Grünfläche zu dem Park dar, der in den Städten Bochum und Gelsenkirchen die höchste Punktzahl erzielte.

Anwendung 5: Feinstaubfilterung für einen Schulhof



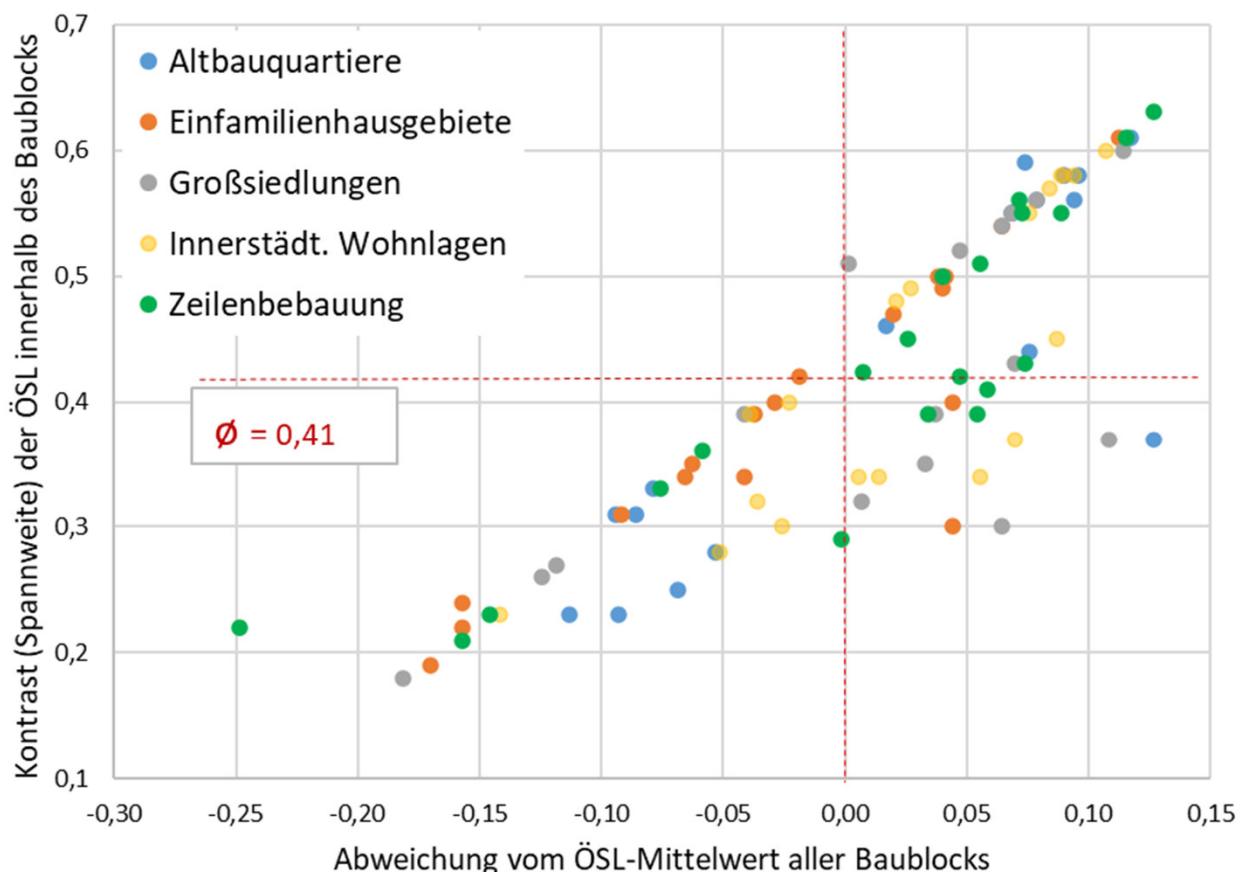
Für eine Stadtverwaltung prüften wir die Auswirkung einer Schulhof-Umgestaltung auf die Bereitstellung von Ökosystemleistungen. Die Abbildung links zeigt die Feinstaubfilterung unter der gegenwärtigen Situation. Die dunkelgrünen Flächen repräsentieren i. W. die Strauch- und Baumvegetation. Die zukünftige Anreicherung mit zusätzlicher Vegetation auf der Abbildung rechts lässt eine Steigerung der PM_{10} -Filterung von vormals 108 kg/ha und Jahr auf 150 kg/ha und Jahr erwarten. Zudem ermöglicht die EnhanceES quantitative Aussagen über die Veränderung weiterer Ökosystemleistungen. So kann der Schulhof unter ökologischen Aspekten optimiert werden.

Anwendung 6: Strategische Stadterneuerungs-Planung Wo besteht Handlungsbedarf? Erfolge nachweisen!

Zu einer lebenswerten Stadt gehören attraktive Wohngebiete. Bei Förderanträgen zur Stadterneuerung sind neben anderen Aspekten ökologische Verbesserungen durch Grüne Infrastruktur wichtig und nachzuweisen. Für die Analyse der Stärken und Schwächen bieten sich Wohnblocks als Untersuchungseinheiten an. Die Analyse von 115 Wohnblocks unterschiedlicher Baustruktur aus dem mittleren Ruhrgebiet zeigt z. B. deutliche Variationen der mittleren Ökosystemleistungen (x-Achse) und der Differenzen zwischen den höchsten und niedrigsten Ökosystemleistungswerten (Kontraste) innerhalb der Baublocks (y-Achse). Es sind in wenigen Fällen klare Unterscheidungen nach Baustrukturtypen erkennbar.

Eine solche Darstellungsmethode kann folgende Fragen beantworten bzw. folgendem Zweck dienen:

- In welchen Baublocks besteht Verbesserungsbedarf?
- Welche Veränderungen haben kürzlich durchgeführte Erneuerungsmaßnahmen gebracht?
- Während des Planungsprozesses der Stadterneuerung lassen sich die erwartbaren ökologischen Verbesserungen durch Grüne Infrastruktur darstellen und optimieren.



Es wurden folgende Regulationsleistungen berücksichtigt: Feinstaubfilterung (PM10), Kohlenstoffbindung und -speicherung, Starkregen-Rückhalt, Niedrigwasserabfluss, Lebensraumeignung für bestäubende Insekten, Temperaturregulation.

Die Einsatzgebiete von EnhancES

- Analysieren/erfassen bewerten Sie Stärken und Schwächen der Ökosystemleistungen im gesamten Siedlungsraum. Bewerten Sie räumliche Ungleichheiten.
- Analysieren und stellen Sie argumentativ heraus, was Gewinne oder Verluste an Schutzgütern der Landschaft und an Grüner Infrastruktur für die Bereitstellung der Ökosystemleistungen bedeuten.
- Entwickeln Sie für Ihre Stadt oder Region spezifische Ökosystemleistungsstandards.
- Ergänzen Sie bisherige Anforderungen des Naturschutzes um weitere Nachhaltigkeits-Indikatoren, die Ihnen die Toolbox liefert.
- Vergleichen und optimieren Sie die Ökosystemleistungen von Planvarianten.
- Planen Sie naturbasierte Lösungen auf der Grundlage von Ökosystemleistungen.
- Verbessern und erweitern Sie Beteiligungsprozesse, indem für informierte Bürger Ökosystemleistungen transparent präsentiert werden.
- Untermauern Sie Förderanträge für Stadterneuerung und Grüne Infrastruktur durch quantifizierte Ökosystemleistungen.



Die Vorteile von EnhancES

- Alle Bewertungen finden in einer Open-Source QGIS-Umgebung statt.
- Die Ein- und Ausgabe geschieht ohne Systembrüche über Geodaten.
- Etliche Tools modellieren ökologische Wirkungszusammenhänge von Boden-Wasser-Vegetationskomplexen.
- Vorinstallierte Landnutzungs-/Biotop- und Bodenklassifizierungen für Deutschland und insbesondere NRW.
- EnhancES funktioniert mit online-verfügbaren Geodaten (Landnutzung, Biotope, Böden).
- EnhancES ist quelloffen für eigene Änderungen (Landnutzung, Biotope, Böden).
- Skalierbar, d. h. anpassbar an verschiedene räumliche Maßstäbe
- Anwenderfreundliche kurze Tooldurchläufe.

Software, Handbuch, Methodendokumentation, Literatur, Erklärvideos



<https://www.geographie.ruhr-uni-bochum.de/physik/imecogip.html.de>

imecogip@rub.de
Prof. Dr. Harald Zepp



In der Implementierungsphase bieten wir für kostenlose Schulungen für öffentliche Dienststellen an. Schreiben sie uns.