

# TreesAI

---

## Ökosystembasierte Baumbewertung Berlin Mierendorff-Insel

April 2025



# Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung</b>	<b>2</b>
<b>1   Einführung</b>	<b>3</b>
<b>2   Konzeptueller Rahmen</b>	<b>6</b>
Identifizierung von Funktionen, Vorteilen und Logik-Ketten	6
Erfassung des ‘wirtschaftlichen Gesamtwerts’	8
<b>3   Methode</b>	<b>8</b>
Bewertungsansatz	8
Datenfluss und Dateneingaben	9
Bewertungsmethoden	12
Gesundheit und Wohlbefinden	13
Wassermanagement und Hochwasserschutz	16
Anpassung an den Klimawandel und dessen Abschwächung	17
Szenariobeschreibungen	20
<b>4   Zusammenfassung der Ergebnisse</b>	<b>22</b>
Aktuelle Struktur des Baumkronendachs: Ökosystemleistungen der Ausgangslage	22
Voraussichtlicher Verlust von Ökosystemleistungen durch die Straßenbahnentwicklung	24
Alternativrouten-Szenario	25
Szenariovergleich	26
<b>5   Diskussion</b>	<b>28</b>
Grenzen	29
<b>6   Schlussfolgerung</b>	<b>31</b>
Der wertvolle, vielschichtige Nutzen von Stadtbäumen	31
Handlungsempfehlungen	31
<b>Quellenverzeichnis</b>	<b>34</b>
<b>Anhang</b>	<b>36</b>
I. Überblick über verwendete Berechnungsinstrumente	36
II. Aufbau des Berechnungsmodells	37
III. Annahmen und Kontextparameter	38
IV. Über GI-VAL	40
V. Ergebnistabellen	42
<b>Kontakt</b>	<b>46</b>

# Zusammenfassung

Im Auftrag von The Nature Conservancy in Europe gGmbH und durchgeführt vom Trees-as-Infrastructure Team der gemeinnützigen Organisation Dark Matter Labs, gibt dieser Bericht einen Überblick über die wirtschaftliche Bewertung von Baumkronen-Szenarien. Das Hauptziel dieser Untersuchung ist es, den aktuellen ökonomischen Wert der Ökosystemleistungen zu bewerten, die durch den bestehenden Baumbestand entlang der Straßen entstehen, an denen der Bau der Straßenbahnlinie M10 (Abschnitt Turmstraße - S+U Jungfernheide) in der Mierendorff-Insel geplant ist. Diese Bewertung ist eine Antwort auf den festgestellten Bedarf an wirtschaftlichen Erkenntnissen über den Wert von Ökosystemleistungen und den potenziellen Verlust durch Entwicklungsaktivitäten, wobei die wirtschaftliche Analyse genutzt wird, um den bedeutenden Wert, der in Berlins Naturkapital steckt, herauszustellen.

*Unter Verwendung eines umfassenden Instruments zur Bewertung von Ökosystemen, quantifiziert diese Analyse die vielfältigen Vorteile von Straßenbäumen, die über die Ästhetik hinausgehen und die öffentliche Gesundheit, den Klimaschutz und die Klimaanpassung sowie das Wohlbefinden der Gemeinschaft unterstützen. Durch die Erfassung dieser Werte wollen wir den Entscheidungstragenden eine solide Grundlage für die Bewertung der mit der Stadtentwicklung verbundenen Kompromisse an die Hand geben.*

## Wesentliche Ergebnisse:

*Die folgenden Punkte veranschaulichen die geschätzten Werte und Auswirkungen von Straßenbäumen innerhalb eines 50-Meter-Pufferraums entlang der geplanten Haupttrasse der Straßenbahnlinie – insbesondere Osnabrücker Straße, Kaiserin-Augusta-Allee und Tegeler Weg. Diese Werte berücksichtigen die kombinierten Vorteile für Klimaregulierung, öffentliche Gesundheit und Wassermanagement:*

- **Aktueller Wert:** Straßenbäume im Untersuchungsgebiet entsprechen einem geschätzten Durchschnittswert von 29.440 Euro pro Baum über 10 Jahre.
- **Jährlicher Wert pro Baum:** Der durchschnittliche jährliche Wert pro Baum gemäß Ausgangslage beträgt 3.677 Euro.
- **Potenzieller Verlust von Baumkronen:** Der Bau der Straßenbahnlinie könnte realistischere Weise zum Verlust von etwa 1,4 Hektar Baumkronen führen, was einen geschätzten Wertverlust von 4,2 Millionen Euro über 10 Jahre bedeuten würde. Die größten Auswirkungen würden sich auf die Klimaregulierung beziehen, insbesondere den Beitrag zur Verringerung des städtischen Wärmeinseleffekts.
- **Auswirkungen auf Klimaanpassung und -minderung:** Der Verlust von Klimaschutzzvorteilen aufgrund einer geringeren Überdachung durch den Bau der Straßenbahnlinie könnte über einen Zeitraum von 10 Jahren circa 3,8 Mio. Euro kosten, insbesondere aufgrund der erhöhten Risiken durch Hitze.
- **Auswirkungen auf öffentliche Gesundheit:** Der Verlust von 1,4 Hektar Baumkronenbedeckung könnte über einen Zeitraum von 10 Jahren Kosten in Höhe von etwa 227.000 Euro für den Gesundheitssektor verursachen, berechnet unter Berücksichtigung der entgangenen Vorteile in Bezug auf Stressabbau, Verbesserung der psychischen Gesundheit und Beseitigung von Luftverschmutzung.
- **Optimistisches Szenario:** Auf der Grundlage eines technischen Gutachtens der BVG, das von einer Entfernung von nur 35 Bäumen ausgeht (entspricht 0,32 Hektar Baumkronenbedeckung), würden sich die wirtschaftlichen Auswirkungen auf 1,04 Millionen Euro über 10 Jahre beschränken.
- **Alternative Route für Straßenbahnerweiterung:** Eine alternative Route, die auf anderen, in den Vorplanungsunterlagen dargestellten Erweiterungsoptionen basiert, wurde ebenfalls in Betracht gezogen. Diese Alternativroute würde durch die Entfernung von 45 Bäumen zu einem Verlust von etwa 0,24 Hektar Baumkronen führen, was einen wesentlich geringeren Gesamtwertverlust von 0,3 Mio. EUR über 10 Jahre zur Folge hätte. Der geringere Wert pro Baum bei der Alternativroute ist auf die deutlich geringere Wohndichte und weniger Gebäude zurückzuführen.

# 1 | Einführung

Die geplante Verlängerung der Straßenbahnlinie M10 (Abschnitt Turmstraße - S+U Jungfernheide) auf der Mierendorff-Insel stellt ein bedeutendes städtisches Infrastrukturprojekt dar, das darauf abzielt, die Anbindung an den öffentlichen Verkehr zu verbessern und die Abhängigkeit vom Individualverkehr zu verringern. Der Bau der Straßenbahnlinie wird zwangsläufig Auswirkungen auf die derzeitige grüne Infrastruktur vor Ort haben, insbesondere auf die Baumreihen, die den Straßenraum säumen. Durch den Bau der neuen Straßenbahntrasse, der dazugehörigen Haltestelleninfrastruktur und der damit verbundenen Änderung von Teilen des Straßenverlaufs können Straßenbäume und weitere Vegetation durch Entfernung oder Störung des Wurzelbereichs direkt betroffen sein.

Der potenzielle Verlust der Baumkronen könnte weitreichende Folgen für das lokale Ökosystem haben. Bäume entlang dieser Straßen erbringen wichtige Ökosystemleistungen, wie die Kühlung der Umgebung, die Verbesserung der Luftqualität, die Regulierung des Regenwassers und die Verbesserung des Wohlbefindens der Anwohner. Eine baubedingte Verringerung der Baumkronen schmälert nicht nur diese Vorteile, sondern kann im Laufe der Zeit auch Kosten für die öffentliche Gesundheit und die Bemühungen zur Klimaanpassung verursachen.

Um die Vorteile der derzeitigen grünen Infrastruktur besser zu verstehen und umfassend zu bewerten und die potenziellen Verluste durch die Beseitigung von Bäumen zu quantifizieren, wurde Trees-as-Infrastructure beauftragt, sein Tool zur Bewertung von Ökosystemleistungen anzuwenden. Dieses Instrument, das zur Berechnung des Wertes von naturbasierten Lösungen entwickelt wurde, bietet einen Ansatz zur Bewältigung verschiedener ökologischer und gesellschaftlicher Herausforderungen in Städten, einschließlich Klimaanpassung und Verbesserung von Gesundheit und Wohlbefinden. Durch die Quantifizierung der wirtschaftlichen Auswirkungen des Verlusts von Ökosystemleistungen zielt diese Analyse darauf ab, eine fundierte Entscheidungsfindung zu unterstützen, bei der die städtische Entwicklung und die ökologische Erhaltung sorgfältig gegeneinander abgewogen werden. Diese Informationen können genutzt werden, um Gebühren für die Schädigung des Naturkapitals festzulegen, Ausgleichszahlungen für diejenigen zu bestimmen, die vom Verlust von Ökosystemleistungen betroffen sind, und die Bemühungen zur Schadensbegrenzung bei Entwicklungsprojekten zu optimieren, indem dem Schutz hochwertiger Ökosystemleistungen Priorität eingeräumt wird.

Für die Analyse wurden verschiedene Szenarien herangezogen, um die Bandbreite möglicher Auswirkungen zu bewerten. Diese umfassten das Ausgangslage Szenario (aktueller Zustand), ein optimistisches Szenario (geringere Anzahl an Baumfällungen auf Grundlage einer von der BVG in Auftrag gegebenen technischen Untersuchung) sowie ein realistisches Szenario (gefährdete Bäume basierend auf den in der Berliner Verordnung "Schutz von Bäumen bei Bauarbeiten im Straßenland" definierten Abständen). Darüber hinaus wurde auch eine alternative Trassenführung als mögliches Szenario berücksichtigt. Diese alternative Strecke, die auf anderen in den Unterlagen zur Vorplanung dargestellten Ausbauoptionen basiert, wird parallel zur Hauptvariante der Straßenbahnverlängerung bewertet, um eine vergleichende Analyse der potenziellen Umweltauswirkungen zu ermöglichen.

Der Bericht ist wie folgt gegliedert: In **Abschnitt 2** wird der konzeptionelle Rahmen dargelegt und der ökonomische Wert von Ökosystemleistungen, Naturkapital und die Relevanz naturbasierter Lösungen (NbS) in städtischen Umgebungen erläutert; **Abschnitt 3** beschreibt die Bewertungsmethodik, einschließlich der Instrumente und Datenquellen sowie des Prozesses der Datenerhebung und der Annahmen, die zur Quantifizierung der Werte von Ökosystemleistungen verwendet wurden, zusammen mit einem Überblick über die vier analysierten Auswirkungsszenarien; **Abschnitt 5** stellt die Ergebnisse vor und fasst die wirtschaftliche Bewertung von Ökosystemleistungen in den Bereichen Klimaanpassung, Gesundheit und Wassermanagement für jedes Szenario zusammen und enthält eine vergleichende Analyse. **Abschnitt 6** erörtert die Auswirkungen des Verlusts der Baumkronen, einschließlich der potenziellen Auswirkungen auf die öffentliche Gesundheit, die Klimaanpassung und andere gesellschaftliche Kosten, sowie etwaige Einschränkungen und Unsicherheiten in der Analyse. **Abschnitt 7** schließlich enthält Schlussfolgerungen, die die wichtigsten Ergebnisse zusammenfassen, Unsicherheiten aufzeigen und Empfehlungen für zukünftige Forschung und Strategien geben.



Karte 1. Lageplan mit Darstellung des Untersuchungsgebiets und des voraussichtlichen Verlaufs der Straßenbahnlinie (rot) sowie der in Betracht gezogenen Alternativroute (violett)

### Umfang und Grenzen

Diese Analyse bewertet den ökonomischen Wert der Ökosystemleistungen, die durch den bestehenden Baumbestand entlang der geplanten Verlängerung der Straßenbahnlinie M10 (Abschnitt Turmstraße - S+U Jungfernheide) erbracht werden. Der Umfang dieser Bewertung umfasst drei primäre Nutzenkategorien: Anpassung an den Klimawandel und dessen Abschwächung, Wassermanagement und Hochwasserschutz sowie Gesundheit und Wohlbefinden. Jede Kategorie umfasst spezifische Ökosystemleistungen, die auf der Grundlage verfügbarer Daten quantifiziert und monetarisiert werden. Der Umfang der Auswirkungen umfasst:

- **Anpassung an den Klimawandel und dessen Abschwächung:** Diese Kategorie berücksichtigt die Rolle der Baumkronen bei der Verringerung des Energieverbrauchs von Gebäuden für Heizzwecke, bei der Vermeidung der damit verbundenen Kohlenstoffemissionen, bei der Verringerung der Spitzentemperaturen an der Oberfläche und bei der Verringerung der hitzebedingten Sterblichkeit und der Krankenhauskosten. Sie umfasst auch die Kohlenstoffbindung durch Bäume.
- **Wassermanagement und Hochwasserschutz:** Diese Kategorie konzentriert sich auf die Vorteile von Baumkronen beim Auffangen, Speichern und Versickern von Regenwasser. Insbesondere werden die Energie- und Kohlenstoffeinsparungen quantifiziert, die sich aus der Verringerung der Regenwassermenge ergeben, die in die Mischwasserkanalisation gelangt.
- **Gesundheit und Wohlbefinden:** In dieser Kategorie werden die Einsparungen bei den Gesundheitskosten durch erhöhte körperliche Aktivität, eine geringere Sterblichkeit durch aktiven Verkehr und Einsparungen bei den Gesundheitskosten durch die Verbesserung der psychischen Gesundheit bewertet. Zusätzlich werden die Vorteile bei der Beseitigung von Luftverschmutzung für bestimmte Schadstoffe (NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, PM<sub>2.5</sub>) quantifiziert, die durch die Überdachung entfernt werden.

### Grenzen der Analyse:

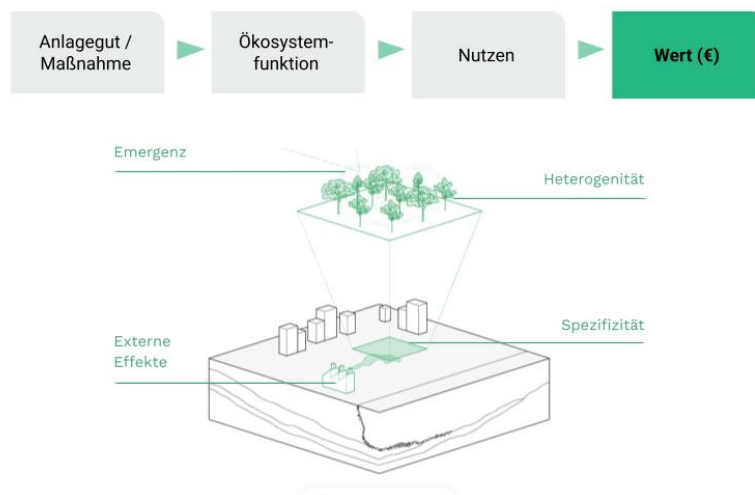
- **Ausgeschlossene Wirkungen:** Mehrere potenzielle Ökosystemleistungen werden aufgrund der begrenzten Datenverfügbarkeit oder der Komplexität der Quantifizierung ausgeschlossen. So werden beispielsweise indirekte soziale Vorteile, die Verbesserung der biologischen Vielfalt und ästhetische oder kulturelle Werte von Grünflächen in dieser Analyse nicht quantifiziert.
- **Datenlücken und Beschränkungen durch Schätzungen:** Bestimmte Werte, wie z. B. die Kühlung durch Beschattung und Evapotranspiration, die vermiedenen Kosten für die Abwasserbehandlung und die Kosteneinsparungen bei psychischen Erkrankungen, waren schwer genau zu quantifizieren.
- **Zeitliche und räumliche Grenzen:** Die Analyse geht von einer statischen Momentaufnahme des Nutzens aus und berücksichtigt keine potenziellen Veränderungen in der Leistungserbringung im Laufe der Zeit oder saisonale Schwankungen in der Bereitstellung von Ökosystemleistungen. Darüber hinaus werden die Auswirkungen für eine bestimmte Pufferzone (50 Meter) um die betroffenen Straßen herum geschätzt, was möglicherweise nicht die breiteren Auswirkungen auf die Nachbarschaft erfasst.

## 2 | Konzeptueller Rahmen

### Identifizierung von Funktionen, Vorteilen und Logik-Ketten

Die verwendeten Berechnungsinstrumente verwenden standardisierte Bewertungstechniken, um den potenziellen Nutzen grüner Infrastruktur in einem bestimmten Projektgebiet zu bewerten. Dieser Nutzen wird auf der Grundlage der Funktionen bewertet, die die grüne Infrastruktur je nach Typologie erfüllt oder unterstützt.

Abb. 1. Umwandlung von grünen Infrastrukturmaßnahmen in monetär bewerteten Nutzen



Ein wichtiger Schritt bei der Entwicklung der in diesem Bericht verwendeten Bewertungsinstrumente war die Identifizierung der spezifischen Funktionen, Vorteile und Auswirkungen grüner Infrastruktur. Um den Wert genau bewerten zu können, musste das Toolkit Beweise sammeln, die zeigen, wie das Vorhandensein, der Schutz oder der Verlust eines grünen Gutes - wie etwa die Entfernung von Bäumen - bestimmte Ergebnisse erzeugt oder die Resultate beeinflusst. Dieser Ansatz folgt einer Logikkette, die in der Projektbewertung weithin anerkannt ist, um die kausalen Zusammenhänge zwischen Maßnahmen, Ergebnissen, Resultaten und allgemeineren Auswirkungen auf Ziele wie die wirtschaftliche Entwicklung und das menschliche Wohlbefinden nachzuvollziehen.

Diese Methode hilft auch dabei, Beweislücken zu erkennen und sich auf Bereiche zu konzentrieren, in denen weitere Datenerhebungen oder Forschungsarbeiten erforderlich sind. Für Investitionen in grüne Infrastruktur, wie z. B. Maßnahmen zur Klimaanpassung, ist der Logikkettenansatz besonders nützlich, da er wissenschaftliche Erkenntnisse mit realen Ergebnissen verknüpft, einschließlich der potenziellen negativen Auswirkungen einer Verringerung der grünen Infrastruktur.

Im Rahmen dieser Arbeit haben wir Logikketten entwickelt, die auf den wesentlichen Funktionen grüner Infrastruktur basieren - wie z. B. die Bereitstellung von Bewegungsmöglichkeiten, Windschutz oder Kühlung durch Beschattung - und sich auf die identifizierten Nutzenkategorien beziehen. Jede Logikkette ist mit den entsprechenden Nutzenaspekten verknüpft; zur Bewertung der Ergebnisse wird ein Zeitraum von 10 Jahren zugrunde gelegt. Ein Überblick über diese Instrumente, einschließlich ihrer Ergebnisse und des angewandten Bewertungszeitraums, ist in Anhang 3 enthalten.

Abbildung 2 veranschaulicht **beispielhaft**, wie die Vergrößerung der Baumkronenbedeckung um 462 Hektar durch städtische Baumpflanzungs-Initiativen zu erheblichen Vorteilen führen kann, wie z. B. verbesserte Luftqualität, Kohlenstoffbindung und geringere Gesundheitsausgaben im Zusammenhang mit der

Luftreinigung. Dieses *Beispiel* verdeutlicht die Funktion grüner Infrastruktur, die sich daraus ergebenden Vorteile und das Potenzial zur Monetarisierung.

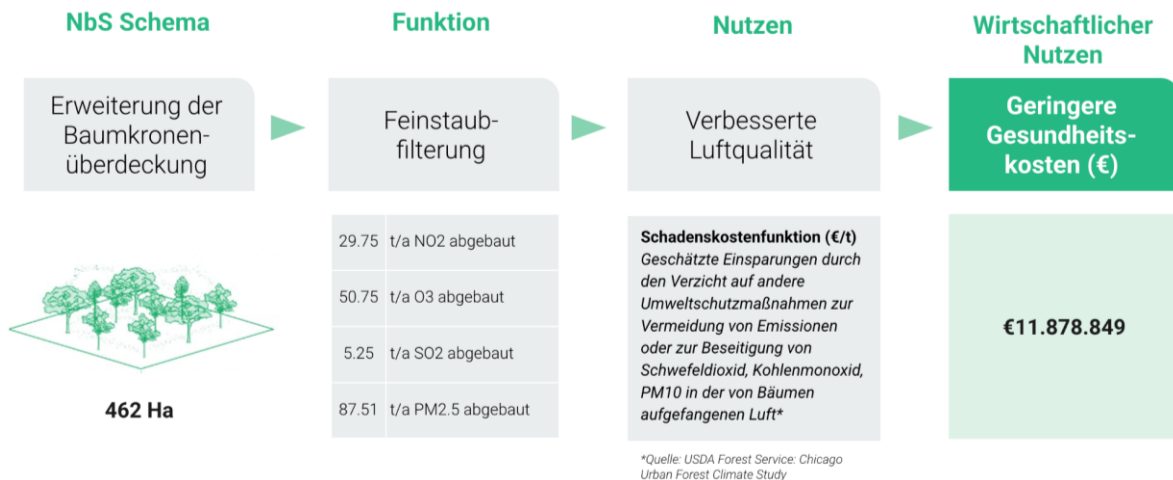


Abb. 2: Schematisches Diagramm, das die Zunahme des Bewuchses mit Baumkronen und die Verringerung der Gesundheitskosten durch die Beseitigung von Luftverschmutzung zeigt

[Anhang I](#) bietet einen Überblick über die im Toolkit angebotenen Instrumente, basierend auf den in den drei Nutzengruppen erfassten Funktionen der Baumkronen. In der Tabelle sind die Ergebnisse der einzelnen Instrumente und ein empfohlener Zeitrahmen für die Bewertung von Wert und Ertrag aufgeführt.

Das Instrument berechnet den Nettogegenwartswert (NPV) grüner Infrastrukturanlagen, der ihren aktuellen Wert unter Berücksichtigung aller Nettovorteile während ihrer Lebensdauer darstellt. Der Nettogegenwartswert ist die Summe des Gegenwartswerts und der abgezinsten künftigen Ströme des Nettonutzens, der mit einer grünen Infrastrukturanlage verbunden ist. Um dies zu berechnen, wird ein Abzinsungssatz auf künftige Vorteile und Kosten angewandt, der sie auf ihren gegenwärtigen Gegenwartswert reduziert und eine umfassende Bewertung des langfristigen Wertes ermöglicht.

Bei den monetarisierbaren Vorteilen erkennt das Toolkit zwei Arten von wirtschaftlichem Wert an:

- **Beitrag zur Bruttowertschöpfung:** Dies spiegelt die direkten Beiträge zur Wirtschaft wider, wie z. B. Gewinnsteigerungen, Kosteneinsparungen oder Gehaltserhöhungen, die zur Bruttowertschöpfung (BWS) beitragen.
- **Andere wirtschaftliche Vorteile:** Hierunter fallen Beiträge zum breiteren wirtschaftlichen Kontext, wie z. B. der Wert einer verbesserten Gesundheit oder die Wertschätzung der Gesellschaft für die biologische Vielfalt - Bereiche, in denen keine direkten Marktpreise existieren.

Es ist wichtig zu beachten, dass diese Monetarisierung nur indikativ ist; sie erfasst nicht die gesamte Sensitivität oder Bandbreite möglicher Werte. Aufgrund von Einschränkungen bei der Definition von Bandbreiten unterliegen alle von diesem Toolkit generierten Werte einem ungefähren Variationsfaktor von **10-30 %**, abhängig vom Grad der Unsicherheit in den Bewertungsschätzungen, die mit der Weiterentwicklung der Evidenzbasis und der Methodik besser verfeinert werden können.

## Erfassung des ‘wirtschaftlichen Gesamtwerts’

Es ist wichtig zu erkennen, dass nicht alle Vorteile in Geldwerten ausgedrückt werden können und sollten. Es gibt zwar zahlreiche Belege für die verschiedenen Vorteile, die mit hochwertigen Grünflächen verbunden sind, aber für viele dieser Vorteile gibt es keine wissenschaftlich zuverlässigen Bewertungsmethoden, und der

Nachweis eines direkten Kausalzusammenhangs zwischen grüner Infrastruktur und bestimmten Vorteilen bleibt in vielen Szenarien eine Herausforderung. Diese Einschränkung bedeutet, dass bestimmte Vorteile zwar quantifiziert und monetarisiert werden können, andere jedoch qualitativ anerkannt werden müssen, um den breiteren intrinsischen Wert der Natur widerzuspiegeln, der über die messbaren wirtschaftlichen Auswirkungen hinausgeht.

So haben Studien zwar eine positive Korrelation zwischen Umweltqualität und Wirtschaftswachstum aufgezeigt - wie etwa die Entscheidung von Unternehmen, sich aufgrund von Grünflächen in der Nähe anzusiedeln -, doch ist es schwierig, diese Beziehung genau zu quantifizieren. Fragen wie „Wie viel grüne Infrastruktur ist genug?“ oder „Wie beeinflussen andere Faktoren wie Verkehrsverbindungen oder qualifizierte Arbeitskräfte diese Entscheidung?“ verdeutlichen die Komplexität dieser Wechselwirkungen. Ein einfaches Bewertungsinstrument kann nicht alle diese Nuancen erfassen, und es sind detailliertere, spezialisierte Methoden erforderlich, um bestimmte Auswirkungen genau und präzise zu bewerten.

Das in dieser Analyse verwendete Toolkit soll nicht jeden Nutzen erfassen, sondern vielmehr eine erste Einschätzung der potenziellen Auswirkungen liefern..

## 3 | Methode

### Bewertungsansatz

Der in dieser Analyse vorgeschlagene Bewertungsansatz nutzt Methoden des Werttransfers, um den ökonomischen Wert von Ökosystemleistungen zu schätzen, die durch den Verlust des Kronendachs beeinträchtigt werden. Die Wertübertragung beinhaltet die Anwendung von Forschungsergebnissen aus bestehenden Primärstudien an bestimmten Standorten, um Wohlfahrtswerte für verschiedene Standorte zu schätzen. Die Effektivität des Werttransfers hängt von der Verfügbarkeit relevanter primärer Bewertungen ab, so dass ein erster Schritt in dieser Analyse darin bestand, die vorhandene Literatur über die Werte von Ökosystemleistungen zu überprüfen. Wir wenden zwei Arten von Wertübertragungsmethoden an: Übertragung von Einheitswert und Übertragung von Wertfunktionen.

- **Wertübertragung pro Einheit (Unit Value Transfer):** Bei dieser Methode werden Werte für Ökosystemleistungen von einem Referenzstandort verwendet (ausgedrückt als Wert pro Einheit, typischerweise pro Fläche oder pro Person) und auf die Merkmale des neuen Standorts hochskaliert. Wenn beispielsweise in einer Studie der Wert der Luftqualitätsverbesserung pro Hektar an einem Referenzstandort geschätzt wird, kann dieser Wert auf die Gesamthektarzahl der Überdachung an dem neuen Standort angewendet werden. Es können Anpassungen vorgenommen werden, um Unterschiede zwischen dem Referenzstandort und dem neuen Standort zu berücksichtigen, wie z. B. unterschiedliche Einkommensniveaus oder lokale wirtschaftliche Bedingungen.
- **Wertfunktionstransfer (Value Function Transfer):** Bei dieser Methode wird eine Wertfunktion angewandt - eine Gleichung, die von einem Untersuchungsstandort abgeleitet wird und den Wert einer Ökosystemleistung mit bestimmten Merkmalen verknüpft, wie z. B. der Art des Ökosystems, der Anzahl der Nutznießer oder lokalen wirtschaftlichen Variablen. Anstatt einen einfachen Einheitswert zu verwenden, passt dieser Ansatz die Bewertung an die spezifischen Merkmale des neuen Standorts an und ist somit besser an Unterschiede in Ökosystem- oder Bevölkerungsmerkmalen anpassbar.

In dieser Analyse wird der wirtschaftliche Wert anhand verschiedener Bewertungsmethoden berechnet, darunter Marktpreise (z. B. Kohlenstoffgutschriften), vermiedene Schäden (z. B. Vorteile der Klimaregulierung) und Ersatzkosten (z. B. Verbesserung der Wasserqualität). Zur Unterstützung dieser Berechnungen verwenden wir etablierte Instrumente und Rahmenwerke, darunter GI-VAL, BEST und InVEST. Unser wichtigstes Instrument, GI-VAL, dient als Grundlage für die Berechnungen. GI-VAL wurde ursprünglich von The Mersey Forest in

Zusammenarbeit mit zehn anderen Organisationen zwischen 2008 und 2010 entwickelt und ist ein Excel-basiertes Tool, das Ökosystemleistungen in wirtschaftliche Werte umrechnet, indem es verschiedene kontextuelle und standortspezifische Faktoren berücksichtigt. Diese Anpassungsfähigkeit macht GI-VAL besonders geeignet für Anwendungen auf verschiedenen Ebenen in städtischen Gebieten und ermöglicht die Integration von Ergebnissen anderer Modellierungstools für Ökosystemleistungen.

## Datenfluss & Dateneingaben

Das Instrument verwendet drei Kategorien von Eingaben, um wirtschaftliche Bewertungen durchzuführen: Eingaben für das Baumkronendach-Szenario, Eingaben für den Kontext und Annahmen.

### **Eingaben für das Baumkronendach-Szenario**

Diese Eingaben sind die zentralen unabhängigen Variablen, die die zu bewertenden Szenarien der Grünen Infrastruktur definieren. Sie umfassen verschiedene Elemente, die sich direkt auf die wirtschaftlichen Ergebnisse der Szenarien auswirken.

Beispiele für NbS-Szenario-Inputs sind: *Hektar (ha) neu geschaffener Grünflächen, Umfang der Pflegeaktivitäten (Beschneidung und Ausdünnung), Hektar (ha) Zunahme der Überdachung, Implementierung von nachhaltigen Entwässerungssystemen (SuDS), Einrichtung neuer Wander- und Fahrradwege.*

### **Kontexteingaben:**

Die Kontexteingaben versorgen das Tool mit Daten, die spezifisch für Berlin oder den betreffenden Bezirk sind, und ermöglichen eine maßgeschneiderte wirtschaftliche Bewertung, die die lokalen Bedingungen berücksichtigt. Diese halbgesteuerten Variablen umfassen verschiedene Kontextfaktoren, die es dem Tool ermöglichen, die einzigartigen Merkmale und die Dynamik der Stadt oder des Bezirks zu berücksichtigen und eine genauere wirtschaftliche Bewertung zu gewährleisten. Weitere Einzelheiten finden Sie in [Anhang III Annahmen und Kontextparameter](#)

Beispiele für Kontext-Inputs sind: *Anzahl der Haushalte im Umkreis von 50 Metern um das Untersuchungsgebiet, Gesamtzahl der Nutzer von Grünflächen pro Jahr, durchschnittlicher Preis für Wohneigentum in dem Gebiet, lokales Klima und Wettermuster, demografische Informationen (Bevölkerung, Altersverteilung, Einkommensniveau).*

### **Annahmen:**

Annahmen sind zusätzliche kontrollierte Inputs, die spezifisch für Berlin sein können oder aus Literatur und Forschung abgeleitet werden können. Während einige Annahmen verallgemeinert werden können, ist es für eine größere Genauigkeit vorzuziehen, über deutschlandspezifische Daten zu verfügen. Annahmen helfen, die wirtschaftliche Bewertung zu verfeinern, indem sie kritische Datenpunkte einbeziehen, die möglicherweise nicht direkt verfügbar sind, aber für eine umfassende Bewertung notwendig sind.

Beispiele für Annahmen sind: *Jährlicher Verbrauch von Klimaanlagen Prozentsatz der gepflanzten Laubbäume in der Stadt Marktwert für Kohlenstoff, Energie und Wasser in der Region*

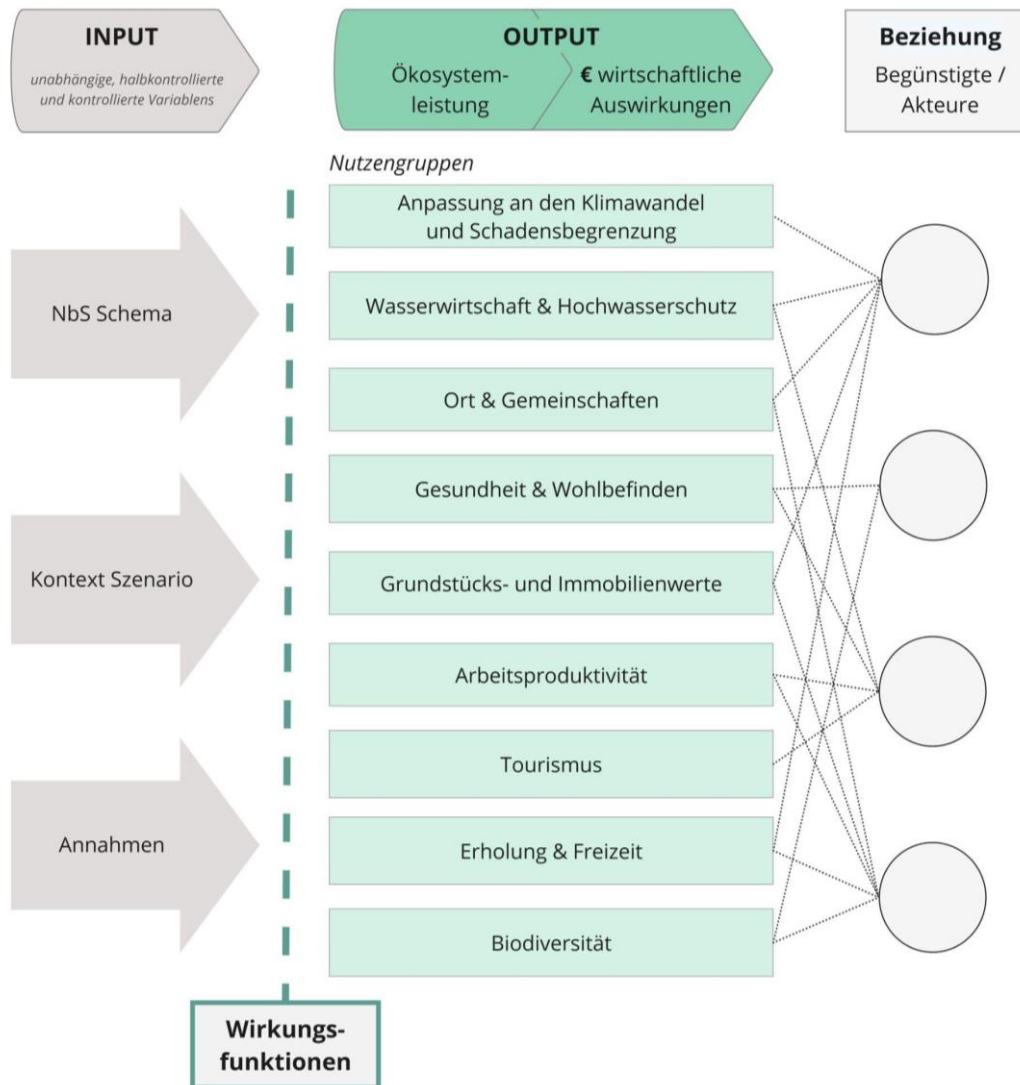


Fig 3. In einem Datenrahmen werden Inputdaten verwendet, um Wirkungsfunktionen in den verschiedenen Nutzengruppen zusammenzustellen. Die Ergebnisse werden sowohl in Form von Ökosystemleistungen als auch in wirtschaftlichen Auswirkungen angegeben, die dann mit den begünstigten Akteuren verknüpft werden können.

Das oben stehende Diagramm zeigt die gesamte Bandbreite der Nutzengruppen, die unser Ökosystem-Bewertungsinstrument bewerten kann, und deckt ein breites Spektrum an Ökosystemleistungen und deren wirtschaftliche Auswirkungen ab. Für diese Analyse haben wir uns jedoch ausschließlich auf die Nutzengruppen konzentriert, die für den öffentlichen Kontext am relevantesten sind, um Studien zur Entwicklung der Straßenbahnlinie zu begleiten. Konkret haben wir die **Anpassung an den Klimawandel und dessen Abschwächung**, die **Wasserbewirtschaftung, die Hochwasserentlastung** sowie **Gesundheit und Wohlbefinden** bewertet.

Andere Nutzengruppen, wie z. B. **Grundstücks- und Immobilienwerte** und **Arbeitsproduktivität**, sind zwar von erheblichem Wert, wirken sich aber in erster Linie auf private Begünstigte aus und sind daher für dieses öffentliche Infrastrukturprojekt weniger relevant. Indem wir uns auf die Leistungen für die Allgemeinheit beschränken, richten wir die Analyse auf die Ökosystemleistungen aus, die einen direkten und umfassenden Nutzen für die Gemeinschaft bieten und den wirtschaftlichen und sozialen Wert der Erhaltung der Baumkronen im Projektgebiet im Zusammenhang mit der Entwicklung der öffentlichen Verkehrsinfrastruktur belegen.

### **Datenerhebung:**

Was die Datenerhebung betrifft, so erfordert unsere Methode lokale Daten, um eine höhere Genauigkeit zu erzielen als Modelle, die auf weltweit verfügbaren Daten basieren. Unsere Kolleg:innen bei The Nature Conservancy haben uns bei der Erhebung lokaler Daten wie sozioökonomischer und demografischer Daten, Geodaten, Umwelt- und Wetterdaten unterstützt. Die meisten Daten haben wir aus der Berliner Online-Datenbank Geodatensuche bezogen, mit einigen ergänzenden Datenquellen. Nähere Angaben zu den verwendeten Eingabewerten, der jeweiligen Berechnungsmethode und der Datenquelle sind in einer Tabelle in [Anhang III Annahmen und Kontextparameter](#)

# Bewertungsmethoden

Der Wert von Stadtbäumen und Naturgütern kann sowohl anhand der Risikominderung als auch anhand ihres Nutzens berechnet werden. Es gibt eine Reihe von ökonomischen Techniken zur Schätzung des Nutzens von Naturgütern in Geldwert; die in dieser Analyse angewandten Techniken sind in der nachstehenden Tabelle aufgeführt.

Bewertungsmethode						
NbS Nutzen	Markpreise	Netto-Faktoreinkommen	Vermiedene Schäden	Ersatzwert	Erklärte Präferenzen	Wert-transfer
	Nutzen, der direkt auf den Märkten zu beobachten ist	Erlöse aus einem vermarkteten Gut mit einem Nutzen-Input abzüglich der Kosten für andere Inputs	Durch Ökosystemleistungen vermiedene Schadenskosten	Schätzung der Kosten für den Ersatz eines NbS durch eine technische Lösung	Befragen Sie die Menschen in Umfragen nach ihrer Bereitschaft, für eine NbS-Leistung zu zahlen	Verwendung von Ergebnissen aus bestehenden Studien für ähnliche NbS-Typologien
<b>Klimaregulierung</b>	✓		✓			✓
<b>Schutz vor Wind</b>	✓		✓	✓		✓
<b>Reduzierter städtischer Wärmeinseleffekt</b>			✓	✓		✓
<b>Kohlenstoffbindung</b>	✓		✓			✓
<b>Regenwasser-management</b>	✓		✓	✓		✓
<b>Steigerung der körperlichen Aktivität</b>			✓	✓		✓
<b>Unterstützung psychische Gesundheit</b>			✓	✓		✓
<b>Abbau von Luftverschmutzung</b>	✓		✓			✓

Tabelle 1. Anwendbare Bewertungsmethoden pro Baumnutzen

Die Verringerung des städtischen Wärmeinseleffekts hat zwar auch Vorteile für die öffentliche Gesundheit, wie z. B. die Verringerung hitzebedingter Krankheiten und der Sterblichkeit, aber um Doppelzählungen zu vermeiden, wurde sie unter *Anpassung an den Klimawandel und dessen Abschwächung* kategorisiert, um ihren ökologischen Wert zu betonen und die entscheidende Rolle von Bäumen in städtischen Klimastrategien hervorzuheben. Im folgenden Abschnitt werden die drei Hauptnutzengruppen, die für diese Bewertung berücksichtigt wurden, näher erläutert.

## Vorteile für Gesundheit & Wohlbefinden

Bäume spielen eine wichtige Rolle bei der Förderung der körperlichen und geistigen Gesundheit und sind somit ein unverzichtbarer Bestandteil eines gesunden städtischen Ökosystems. Sie verbessern die Luftqualität, regulieren die Temperaturen und steigern das psychische Wohlbefinden und tragen damit wesentlich zur Lebensqualität der Bewohner bei. Bei der Planung von Stadtentwicklungsprojekten, die die Entfernung von Bäumen erfordern, müssen die damit verbundenen Verluste für die öffentliche Gesundheit unbedingt berücksichtigt werden. Unser Modell konzentriert sich zwar auf die Quantifizierung von drei Schlüsselfunktionen - Verbesserung der Luftqualität, Temperaturregulierung und psychische Gesundheit -, erfasst aber nicht das gesamte Spektrum der gesundheitlichen Vorteile von Bäumen. Dennoch bietet es wertvolle Erkenntnisse für die Entscheidungsfindung und unterstreicht die Bedeutung der Erhaltung des städtischen Grüns.

### Bereitstellung von attraktiven Bewegungsmöglichkeiten

Körperliche Betätigung im Freien bietet zahlreiche gesundheitliche Vorteile, darunter eine verbesserte Herz- und Lungenkapazität, erhöhte Muskelkraft, Gewichtsreduzierung und eine verbesserte allgemeine Fitness. Eine Studie von **Barton & Rogerson (2017)** untersuchte die Auswirkungen grüner Infrastruktur auf die körperliche Aktivität und stellte fest, dass Straßen mit mehr Baumkronen mit einer höheren Geh- und Radfahrquote verbunden sind. Sie argumentieren, dass von Bäumen gesäumte Straßen nicht nur die Luftqualität verbessern, sondern auch eine einladendere Umgebung schaffen, die die Menschen dazu ermutigt, sich im Freien zu bewegen.

Es gibt immer mehr Belege für die erheblichen Kosteneinsparungen, die sich aus Investitionen in körperliche Aktivität ergeben können. Untersuchungen des **National Institute for Health and Care Excellence (NICE, 2006)** im Vereinigten Königreich legen beispielsweise nahe, dass „Kurzinterventionen für körperliche Aktivität zwischen 20 und 440 Pfund pro qualitätsbereinigtem Lebensjahr (QALY) kosten - und damit deutlich unter dem Schwellenwert von 30.000 Pfund für die Kosteneffizienz liegen, was sie zu einem außergewöhnlichen Preis-Leistungs-Verhältnis macht.“

Studien, die in den USA vom Center for Disease Control and Prevention (CDC) durchgeführt wurden, zeigen die steigenden Gesundheitskosten durch Bewegungsmangel, insbesondere bei älteren Frauen. Im Vereinigten Königreich trägt Bewegungsmangel jährlich zu 35 000 Todesfällen bei, die hauptsächlich auf Herz-Kreislauf-Erkrankungen zurückzuführen sind. Das Gesundheitsministerium schätzt die Kosten der Inaktivität auf 8,2 Milliarden Pfund pro Jahr, einschließlich der Kosten für die Gesundheitsversorgung und den Produktivitätsverlust. Eine Steigerung der körperlichen Aktivität um 10 % könnte jährlich 500 Millionen Pfund einsparen und 6.000 Todesfälle verhindern.

### Gesundheitskosten der Inaktivität

Inaktivität trägt erheblich zu den Gesundheitskosten bei:

- **Koronare Herzkrankheit (KHK):** 3,5 Milliarden Pfund pro Jahr.
- **Behandlung von Schlaganfällen:** 2,8 Milliarden Pfund jährlich.
- **Diabetes:** 3,5 Milliarden Pfund jährlich, wobei die Kosten in den nächsten 20 Jahren aufgrund von Fettleibigkeit voraussichtlich um 15 % steigen werden.

Die wichtigsten Bewertungsmethoden für die Abschätzung des gesundheitlichen Nutzens von körperlicher Aktivität sind die in der **WebTag Guidance Note 3.14.1 des Verkehrsministeriums** beschriebenen, die Projekte für Fußgänger und Radfahrer bewertet. Dieses Instrument modelliert die Anzahl der vermeidbaren Todesfälle im Zusammenhang mit erhöhter körperlicher Aktivität unter Verwendung **des Health Economic Assessment Tool for Cycling (HEAT, 2007) der Weltgesundheitsorganisation**. Untersuchungen von **Andersen et al. (2000)** auf der Grundlage der Kopenhagener Herzstudie ergaben, dass Personen, die drei Stunden pro Woche Rad fahren, ihr

Gesamtmortalitätsrisiko im Vergleich zu Nicht-Radfahrern um 28 % senken, selbst wenn andere Arten der körperlichen Betätigung berücksichtigt werden.

### **Vorteile für die psychische Gesundheit:**

In der heutigen, sich rasch urbanisierenden Welt, in der immer mehr Menschen in dicht besiedelten Städten leben, wird der Kontakt zur Natur zunehmend eingeschränkt. Es ist wissenschaftlich erwiesen, dass der Kontakt mit der Natur - sei es durch aktive Teilnahme oder passives Beobachten - die gesundheitlichen Ergebnisse erheblich verbessern kann. Der Aufenthalt inmitten von Bäumen und Wäldern wirkt beruhigend, reduziert den Stresspegel, senkt den Cortisolspiegel (das Stresshormon) und steigert das allgemeine Wohlbefinden. Patienten, die von ihrem Krankenhauszimmer aus einen Blick auf Gärten oder Grünflächen haben, erholen sich beispielsweise schneller, nehmen weniger Schmerzmittel ein und berichten über weniger Komplikationen als Patienten ohne einen solchen Blick (Shah et al., 2013).

Selbst der passive Kontakt mit der Natur kann erhebliche gesundheitliche Vorteile mit sich bringen. Allein der Blick aus dem Fenster auf einen Baum oder eine Wiese wird beispielsweise mit einer Verbesserung der psychischen (Pretty et al., 2005) und körperlichen Gesundheit in Verbindung gebracht (Ulrich, 1984). Mourato et al. (2010) führen dies weiter aus und betonen, dass der Blick auf eine Grünfläche von der Wohnung aus das emotionale Wohlbefinden um 5 % und den allgemeinen gesundheitsbezogenen Nutzenwert (Health Utility Score) um etwa 2 % verbessern kann.

Diese Vorteile lassen sich grob in eine Verringerung der Sterblichkeit und Morbidität einteilen und umfassen sowohl Verbesserungen der körperlichen als auch der geistigen Gesundheit. Zur Quantifizierung des Nutzens für das emotionale Wohlbefinden wurden Werte wie im UK National Ecosystem Assessment (2011) oder Fields in Trust (2018) verwendet, um diesen Auswirkungen monetäre Schätzungen zuzuordnen. Weitere Informationen zur Methodik, die zur Berechnung dieser Vorteile in unserem Tool verwendet wurde, finden Sie in der UK National Ecosystem Assessment: Synthesis of the Key Findings (UK National Ecosystem Assessment, 2011), [siehe Weblink](#).

### **Verbesserung der Luftqualität:**

Bäume wirken als natürliche Filter und spielen eine entscheidende Rolle bei der Bindung von Luftschadstoffen, einschließlich Feinstaub (PM10), der erhebliche Gesundheitsrisiken wie Herzerkrankungen, Asthma und Lungenkrebs birgt. Bäume entfernen neben Kohlendioxid auch andere schädliche Schadstoffe wie Ozon, Stickstoffdioxid, Kohlenmonoxid und Schwefeldioxid.

Städtische Straßenbäume spielen eine wichtige Rolle bei der Verbesserung der Luftqualität, indem sie Schadstoffe filtern und Feinstaub reduzieren. Untersuchungen zeigen, dass große, gesunde Bäume jährlich erhebliche Mengen an Luftverschmutzung beseitigen können. So können Bäume mit einem Durchmesser von mehr als 77 cm etwa 1,4 kg Schadstoffe pro Jahr abbauen, was etwa 70 Mal mehr ist als bei kleineren Bäumen mit einem Durchmesser von weniger als 8 cm (Nowak, 1994). Bemerkenswert ist, dass ein großer Teil der Bäume im untersuchten Gebiet zu diesen größeren Baumgrößen gehört, was ihr erhebliches Potenzial zur Verbesserung der Luftqualität unterstreicht.

Unser Bewertungsinstrument für die Verbesserung der Luftqualität verwendet etablierte britische Schadenskostenwerte für jeden Schadstoff, die auf den aktuellen Kontrollstrategien basieren. Die Schadenskosten bieten eine gesellschaftliche Bewertung der Auswirkungen, die mit kleinen Änderungen der Schadstoffemissionen verbunden sind. Diese Werte stammen aus der [Defra Air Quality Economic Analysis Guidance \(Defra, 2023\)](#), die das Verfahren zur Berücksichtigung der Auswirkungen auf die Luftqualität bei der Politikgestaltung und Projektplanung umreißt. In Großbritannien entspricht die Sterblichkeitsbelastung durch Luftverschmutzung (eine Mischung aus Feinstaub (PM2.5) und Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>)) 29.000-43.000 Todesfällen pro Jahr in typischen Altersgruppen.

Die Auswirkungen der Luftqualität sind folgende:

- Die menschliche Gesundheit: Luftverschmutzung trägt zu Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen bei.
- Produktivität: Schlechte Luftqualität kann die Leistung der Arbeitskräfte beeinträchtigen.
- Wohlbefinden: Saubere Luft fördert die allgemeine geistige und körperliche Gesundheit.
- Die Umwelt: Luftschadstoffe schädigen Ökosysteme und die Artenvielfalt.

Da für Deutschland keine gleichwertige Bewertung ermittelt werden konnte, haben wir die britischen Schadenskostenwerte in Euro umgerechnet, um eine ungefähre Schätzung für den deutschen Kontext zu erhalten.

Baumkronenfunktion	Berechnungsansatz	Nutzeneinheit	Eingangsdaten	Referenz
Bereitstellung von attraktiven Bewegungsmöglichkeiten	Geringere Sterblichkeit durch vermehrtes Gehen und Radfahren	gerettete Leben pro Jahr	- Schätzung des Anteils der lokalen Bevölkerung, der sich körperlich betätigt (zu Fuß oder mit dem Fahrrad)	Webtag-Leitfaden 3.14.1 beschreibt die Methodik zur Berechnung der Zahl der vermeidbaren Todesfälle
Linderung von Stress und psychischen Erkrankungen	Einsparungen bei den Gesundheitskosten durch psychische Störungen	Anzahl der Patienten	- Geschätzte Anzahl der Erwachsenen, die vom Haus aus einen direkten Blick auf eine Grünfläche haben	Fields in Trust (2018)
Verbesserung der Luftqualität	Staatliche Einsparungen durch verbesserte Luftqualität	t/Jahr NO2 abgebaut	- % immergrün und laubabwerfend  - Jährliche Durchschnittskonzentrationen von Schadstoffen	USDA Forstdienst: Chicagoer Stadtwald-Klimastudie
		t/Jahr O3 abgebaut		
		t/Jahr SO2 abgebaut		
		t/Jahr PM2.5 abgebaut		

Tabelle 2. Für die Berechnungen zur Anpassung an den Klimawandel und dessen Abschwächung verwendete Instrumente und wichtige Quellen

## Wasserwirtschaft & Hochwasserschutz

### Einsparung von Energie und Kohlenstoffemissionen durch weniger Regenwasser, das in die Mischwasserkanalisation gelangt

Dieses Tool wurde entwickelt, um die Auswirkungen der Vegetation auf die Verringerung der in die Mischwasserkanalisation eindringenden Niederschlagsmenge zu bewerten. Es nutzt Daten der Forstverwaltung über die Evapotranspiration und die Auffangraten für verschiedene Bodenbedeckungen, wie Nadelbäume, Laubbäume und Grasland. Die Wasserrückhaltung in den Böden wird jedoch nicht berücksichtigt, da diese stark von der Bodenart, der Speicherkapazität und der bereits vorhandenen Feuchtigkeit abhängt.

Bäume und Wiesen spielen eine entscheidende Rolle bei der Bewältigung von Regenwasser an der Quelle, indem sie sowohl die Abflussmenge als auch die Spitzenabflussraten, die in die Regenwasserkanalisation gelangen, verringern. Dies trägt dazu bei, örtlich begrenzte Überschwemmungen zu verringern, die Wasserqualität zu verbessern und die Belastung der Entwässerungsinfrastruktur zu reduzieren. Wichtig ist auch, dass durch die Verringerung des Oberflächenwassers, das in die Mischwasserkanäle gelangt, die Betriebskosten für die Wasseraufbereitung, einschließlich des Energieverbrauchs, gesenkt werden. Im weltweiten Durchschnitt verbrauchen Wasserversorgungsunternehmen etwa **0,6 bis 1,0 kWh pro m<sup>3</sup>** behandelten Abwassers ([Water Science and](#)

[Technology, 2023](#)), was die Energieeinsparungen verdeutlicht, die sich aus reduzierten Regenwasserströmen ergeben können.

Das Tool verwendet ein Oberflächenabflussmodell, das auf dem **Ansatz des US Soil Conservation Service (SCS) (1972)** basiert. Mit dieser Methode wird berechnet, wie viel Niederschlag aufgrund von Prozessen wie dem Auffangen durch die Vegetation, der Versickerung im Boden oder der Speicherung auf Oberflächen daran gehindert wird, zu einem Oberflächenabfluss zu werden. Der verbleibende Niederschlag wird dann als Oberflächenabfluss klassifiziert.

Der Ansatz kombiniert theoretische Grundsätze mit empirischen Erkenntnissen aus Studien über kleine Wassereinzugsgebiete in den USA. Es weist den verschiedenen Oberflächentypen „Kurvencodierungen“ zu, die auf ihren hydrologischen Eigenschaften und der Bodenfeuchtigkeit der vorangegangenen fünf Tage basieren. Oberflächen, die eher undurchlässig sind (z. B. gepflasterte oder versiegelte Flächen), erhalten höhere Kurvencodierungen, was auf ein größeres Abflusspotenzial hinweist. Im Gegensatz dazu erhalten durchlässige Flächen (z. B. begrünte Flächen) niedrigere Kurvencodierungen, was auf einen geringeren Abfluss hinweist. Eine kombinierte Kurvencodierung für ein bestimmtes Gebiet kann dann durch Gewichtung der einzelnen Kurvencodierungen entsprechend dem Anteil der Fläche, die sie abdecken, berechnet werden.

Baumkronenfunktion	Berechnungsansatz	Nutzeneinheit	Zeitraumen	Eingangsdaten	Referenz
Abfangen, Speichern und Versickern von Regenwasser	Einsparung von Energie und Kohlenstoffemissionen durch Verringerung der in die Mischwasserkanäle eingeleiteten Regenwassermenge	- L/Jahr über die Kanalisation abgeleitetes Wasser - Energieeinsparungen (kWh/Jahr) - Kohlenstoffeinsparungen (tCO <sub>2</sub> e/Jahr)	30 Jahre	- Landnutzung und Art der Bodenbedeckung - Nadelbäume, Laubbäume, Grasland. - Durchschnittliche tägliche Niederschlagsmenge - Wasseraufbereitungskosten (Energie und Kohlenstoff)	Universität Manchester im Rahmen des ASCCUE-Projekts (Gill, 2006; Gill et al, 2007)

Tabelle 3. Für das Wassermanagement verwendete Instrumente und Quellen

## Anpassung an den Klimawandel und dessen Abschwächung

Bäume und andere Vegetation dienen als natürliche Kühlsysteme und Schutzbarrieren, nachhaltige Entwässerungssysteme und beeinflussen die Bewältigung extremer Wetterereignisse im städtischen Umfeld. Dies wiederum verbessert die Lebensqualität von Städten und Gemeinden und verringert gleichzeitig den Energiebedarf für Heiz- und Kühlprozesse. Darüber hinaus spielen diese grünen Elemente während ihres Wachstums eine entscheidende Rolle bei der Kohlenstoffaufnahme, wobei die Böden als Kohlenstoffspeicher fungieren.

### Schutz vor Wind

Windschutz durch Bäume kann den Heizenergiebedarf erheblich senken, indem er die Windgeschwindigkeit verlangsamt, als natürlicher Windschutz wirkt und den Wärmeverlust von Gebäuden im Winter minimiert. Eine optimal positionierte Baumreihe in Bezug auf die vorherrschenden Winde und Sonneneinstrahlung kann beispielsweise bis zu 15 % der Heizenergie für Bürogebäude einsparen und gleichzeitig den Komfort für Fußgänger verbessern (Molla, 2015; Liu & Harris, 2008).

Die *Chicago Urban Forest Study* ergab, dass ein einziger ausgewachsener Baum, der ein Wohngebäude vor Wind schützt, die Heizkosten um etwa 1,3 % senken kann. In der Studie wurden die Energieeinsparungen auf der Grundlage des lokalen Klimas, der Baumart und des Reifegrads, der Nähe des Gebäudes, des Isolationsniveaus und der Auswirkungen auf die Gebäudetemperaturen berechnet. Obwohl das Klima in Chicago extremer ist, sind

die durchschnittlichen saisonalen Temperaturen ähnlich wie in Deutschland, so dass die Ergebnisse weitgehend übertragbar sind.

Der Einfachheit halber schätzt ein Toolkit, das von amerikanischen und britischen Studien übernommen wurde, durchschnittliche Energieeinsparungen von **3 % für die Heizung von Wohngebäuden** und **8 % für gewerbliche Gebäude**, wenn Bäume Windschutz bieten. Dies führt zu einem geringeren Energieverbrauch, Kosteneinsparungen und niedrigeren CO<sub>2</sub>-Emissionen. Der monetäre Wert der Kohlenstoffeinsparungen kann anhand des deutschen Rahmens für die Kohlenstoffbepreisung geschätzt werden, der sich an den Richtlinien für nicht gehandelte Sektoren orientiert. Bei einem Kohlenstoffpreis von 70 Euro pro Tonne CO<sub>2</sub>e (inflationbereinigt ab 2020) bieten diese Einsparungen zusätzliche ökologische und finanzielle Vorteile.

Obwohl eine standortspezifische Modellierung die genauesten Zahlen liefern würde, bietet der vereinfachte Ansatz auf der Grundlage der Ergebnisse der Chicago-Studie eine praktische Lösung für die Abschätzung der Auswirkungen von Windschutzanlagen in Deutschland. Bei der Anwendung dieser Schätzungen müssen die lokalen klimatischen und baulichen Bedingungen berücksichtigt werden.

### Verringerung des städtischen Wärmeinseleffekts

Studien haben gezeigt, dass eine Veränderung des Gleichgewichts zwischen „grüner“ und „grauer“ Infrastruktur die sommerlichen Spitzentemperaturen erheblich beeinflussen kann. Bäume und Grünflächen spielen eine entscheidende Rolle bei der Kühlung städtischer Gebiete durch Evapotranspiration und Beschattung, bei der Verbesserung des thermischen Komforts während Hitzewellen und bei der Stärkung der Widerstandsfähigkeit gegenüber künftigen Klimarisiken. Obwohl die wirtschaftlichen Auswirkungen des UHI nur in begrenztem Umfang erforscht sind, können Modelle die Verringerung der sommerlichen Oberflächentemperaturen und die damit verbundenen Vorteile abschätzen, wie z. B. die jährlich geretteten Leben aufgrund der geringeren hitzebedingten Sterblichkeit und die geringeren Gesundheitskosten für hitzebedingte Krankheiten.

Evapotranspiration und Beschattung durch Bäume und Vegetation reduzieren die städtische Hitze, verbessern den menschlichen Komfort, verringern das Risiko eines Hitzschlags und senken die Energiekosten für die Gebäudekühlung (Wang & Akbari, 2016; Heaviside et al., 2017). So wurde beispielsweise ein Anstieg der Grünflächen um 20 % mit einem Rückgang der hitzebedingten Sterblichkeit um 9 % in Verbindung gebracht (Choi et al., 2022).

In Städten kann die Zahl der Todesfälle, die auf heiße Tage zurückzuführen sind, mit der Methode des *zurechenbaren Anteils* berechnet werden, bei der hitzebedingte Todesfälle auf der Grundlage des kumulativen relativen Risikos bei Temperaturen über 30 °C bewertet werden (Gasparrini & Leone, 2014). Durch die Anwendung räumlich expliziter städtischer Klimamodelle können Schätzungen der reduzierten jährlichen hitzebedingten Sterblichkeit auf der Grundlage der Bevölkerungsverteilung, der aktuellen und reduzierten heißen Tage und der Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen berechnet werden. In einer Studie wurden diese Verringerungen beispielsweise über einen Zeitraum von 50 Jahren fortgeschrieben, was die langfristigen Vorteile einer stärkeren Begrünung der Städte verdeutlicht.

Der gesellschaftliche Wert einer Verringerung der hitzebedingten Sterblichkeit lässt sich mit dem Ansatz des Wertes eines statistischen Lebens (Value of a Statistical Life, VSL) schätzen, der den wirtschaftlichen Wert der geretteten Leben quantifiziert.

### **Speicherung und Bindung von Kohlenstoff**

Stadtbäume spielen eine wichtige Rolle als Kohlenstoffsinken, indem sie Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) aus der Atmosphäre binden und speichern. Die Rate der Kohlenstoffbindung hängt von mehreren Faktoren ab, darunter die Art der Vegetation, die lokalen Klimabedingungen und die Bewirtschaftungspraktiken wie Pflanzung, Pflege und Ernte. Das Modell verwendet in der Regel Durchschnittswerte, die diesen Variablen Rechnung tragen.

So können beispielsweise bewirtschaftete Nadelwälder über den gesamten Lebenszyklus, von der Pflanzung bis zur Ernte, **jährlich etwa 2,5 Tonnen Kohlenstoff pro Hektar** binden. Städtische Grünflächen, Straßenbäume und Gründächer tragen ebenfalls zur Kohlenstoffbindung und -speicherung bei. Im Prinzip ist es möglich, sowohl

den gesamten gespeicherten Kohlenstoff als auch die jährliche Speicherrate zu schätzen, aber dies wird oft durch zwei Hauptprobleme eingeschränkt:

1. Ein Mangel an detaillierten Daten über die Art und Menge der grünen Infrastruktur, obwohl Luftaufnahmen helfen können, die Gesamtbedeckung der Grünflächen zu beurteilen.
2. Begrenzte verfügbare Werte für die Kohlenstoffbindung für bestimmte Arten von grüner Infrastruktur, wie z. B. öffentliche Parks.

Die Kohlenstoffbindungsraten variieren erheblich zwischen den verschiedenen Arten von grüner Infrastruktur. So ist beispielsweise die jährliche Kohlenstoffbindung durch Grasflächen im Vergleich zu Wäldern und Forsten relativ gering.

### **Schutz von Kohlenstoffspeichern**

Die Erhaltung des in den Böden gespeicherten Kohlenstoffs ist ebenso wichtig. Die Kohlenstoffspeicherung im Boden hängt von Faktoren wie Bodentyp, Zustand und Landnutzung ab. Wenn Landnutzungsänderungen vorgeschlagen werden, sollte der Schutz bestehender Kohlenstoffspeicher Priorität haben. Allerdings ist die Datengrundlage für die Abschätzung der Kohlenstoffspeicherkapazität verschiedener Arten von grüner Infrastruktur nach wie vor unvollständig, was eine solide Bewertung erschwert.

Baumkronenfunktion	Berechnungsansatz	Nutzeneinheit	Zeitraumen	Eingangsdaten	Referenz
<b>Schutz vor Wind</b>	Verringerung des Energieverbrauchs von Gebäuden und Vermeidung von Kohlenstoffemissionen für die Heizung	- kWh/Jahr eingesparte Energie - kg CO <sub>2</sub> /Jahr nicht emittiert	10 Jahre	- Baumbestand im Südwesten innerhalb von 10 m von Gebäuden. - Größe der Bäume. - Nummern von Wohngebäuden und Geschäftsgebäuden	Anwendung der Studie von Chicago 1994. Für die Schätzung wurden 3% Energieeinsparungen für jedes Wohngebäude <10m von Bäumen entfernt verwendet.
<b>Verringerung des städtischen Wärmeineffekts</b>	Geringere sommerliche Spitzentemperaturen an der Oberfläche	°C Reduzierung der Oberflächen-temperatur	-	- Zusammensetzung der Baumarten - Verdunstungsanteil	Johnson, D., See, L., Oswald, S. M., Prokop, G., & Krisztin, T. (2021). A cost-benefit analysis of implementing urban heat island adaptation measures in small- and medium-sized cities in Austria. <i>Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science</i> , 48(8), 2326-2345. <a href="https://doi.org/10.1177/2399808320974689">https://doi.org/10.1177/2399808320974689</a>
	Geringere hitzebedingte Sterblichkeit	gerettete Leben pro Jahr	10 Jahre	- Value of a Statistical Life (VSL) - Faktor für eine stärkere Überdachung zur Verringerung der heißen Tage	
	Geringere Krankenhauskosten durch hitzebedingte Morbidität	Patiententage pro Jahr	10 Jahre	- Durchschnittlicher Krankenhaustag pro Aufnahme wegen hitzebedingter Erkrankungen - Kosten pro Krankenhaustag (Daten des örtlichen Gesundheitsamtes)	
<b>Speicherung und Bindung von Kohlenstoff</b>	Von Bäumen gespeicherter Kohlenstoff	kgCO <sub>2</sub> e gebunden	50 Jahre	- Baumkronenüberdachung (ha) - Zusammensetzung der Baumarten	Anwendung der Schätzung der Forestry Commission. Umrechnung auf nicht gehandelten Kohlenstoffpreis.

Tabelle 4. Verwendete Instrumente und wichtige Quellen für Schutz vor Wind, Verringerung des städtischen Wärmeineffekts und Speicherung und Bindung von Kohlenstoff

## Szenariobeschreibungen

Um die wirtschaftlichen Auswirkungen verschiedener Baumkronenstrukturen zu vergleichen, wurde das Modell verwendet, um den Nutzen der Ausgangslage und dreier anderer Szenarien zu berechnen. Die Szenarien wurden in Zusammenarbeit mit TNC in Übereinstimmung mit den Vermessungskarten und in Anlehnung an die Berliner Umweltvorschriften definiert. Diese sind im Folgenden aufgeführt:

- **Ausgangslage Szenario:** Ökosystemleistungswert aller Bäume innerhalb eines 50-Meter-Pufferbereichs entlang der geplanten Haupttrasse der Straßenbahnlinie, insbesondere Osnabrücker Straße, Kaiserin-Augusta-Allee und Tegeler Weg. Dies stellt die aktuelle Kronenstruktur rund um die Haupttrasse dar und dient als Referenzpunkt für den Vergleich.
- **A - “Optimistisches” Szenario:** Wert der Ökosystemleistungen von Bäumen, die nach einem von den Berliner Verkehrsbetrieben (BVG) in Auftrag gegebenen technischen Gutachten gefällt werden sollen.
- **B - “Realistisches” Szenario:** Wert der Ökosystemleistungen aller Bäume, die gemäß der Vorlage [Schutz von Bäumen bei Bauarbeiten im Straßenland](#) als fällungsgefährdet gelten oder deren langfristiges Überleben durch Schädigungen im Wurzelbereich gefährdet ist, wenn sie sich innerhalb des Baugebiets befinden oder sich ihr Kronendurchmesserbereich mit dem Baugebiet überschneidet.<sup>1</sup>
- **C - “Alternativrouten Szenario”:** Wert der Ökosystemleistungen aller Bäume, die entlang einer Alternativroute als fällungsgefährdet gelten, basierend auf den Antragsunterlagen der Vorplanung und den Umweltvorschriften. Die Alternativtrasse, die aus dem [zusammenfassenden Bericht für den Korridor U-Bahnhof Turmstraße - Mierendorffplatz - Bahnhof Jungfernheide](#) stammt, verläuft entlang der Gaußstraße und der Olbersstraße. Alle Bäume, deren Kronen sich innerhalb des Bauzonenspuffers überschneiden, gelten als „gefährdet“.<sup>2</sup>

Drei Hauptvariablen werden für die Modellierung der Bewertung der Ökosystemleistungen dieser verschiedenen Szenarien benötigt: die Anzahl der Bäume, der Überschildungsgrad und die durchlässige Bodenbedeckung. In der folgenden Tabelle sind die für die einzelnen Szenarien verwendeten Werte aufgeführt.

Szenario	Anzahl von Bäumen	Baumkronenbedeckung (ha)
<b>Ausgangslage Szenario</b>	357	2.56
<b>A - “Optimistisches” Szenario</b>	-35	-0.32
<b>B - “Realistisches” Szenario</b>	-131	-1.38
<b>C - “Alternativrouten-Szenario”</b>	-45	0.24

Tabelle 5. Vergleich der Szenarien in Bezug auf die Anzahl der Bäume und die Baumkronenabdeckung

Bei der Festlegung von Szenario B und Szenario C haben wir die gefährdeten Bäume nach den Vorgaben in der Vorlage [Schutz von Bäumen bei Bauarbeiten im Straßenland](#) betrachtet.<sup>3</sup> Die folgenden Eckpunkte sind relevant:

<sup>1</sup> Diese Informationen stammen aus den [Online-Dokumenten der aktuellen Vorplanung des Ausbaus der M10 auf der Mierendorffinsel](#). Lagepläne zeigen den genauen Umfang der Bauarbeiten im Straßenbereich und den Kronendurchmesser einzelner Straßenbäume.

<sup>2</sup> Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt, [Straßenbahnverlängerung über den U-Bahnhof Turmstraße hinaus; Zusammenfassender Bericht für den Korridor U-Bahnhof Turmstraße - Mierendorffplatz - Bahnhof Jungfernheide](#). (Seite 11).

<sup>3</sup> Diese Informationen stammen aus den [Online-Dokumenten der aktuellen Vorplanung des Ausbaus der M10 im MI-Viertel](#). Die Lagepläne zeigen den genauen Umfang der Bauarbeiten im Straßenbereich und den Kronendurchmesser der einzelnen Straßenbäume.

1. **Geschützter Kronenbereich:** Innerhalb des geschützten Kronenbereichs eines Baumes sind generell keine Ausgrabungen erlaubt. Dieser Bereich ist definiert als die Tropflinie des Baumes (wo der Kronenrand auf den Boden trifft) plus weitere 1,5 Meter. Bei säulenförmigen Bäumen erhöht sich dieser Abstand auf 5 Meter.
2. **Mindestabstand:** Wenn es sich nicht vermeiden lässt, in der Nähe eines Baumes zu arbeiten, muss ein Mindestabstand von 2,5 Metern zwischen dem Baumstamm und dem Rand der Baugrube eingehalten werden.
3. **Wurzelschutz:** Der Wurzelbereich ist besonders empfindlich, und bei Arbeiten in diesem Bereich muss mit größter Sorgfalt vorgegangen werden. Um Schäden zu vermeiden, dürfen keine Materialien, Maschinen oder andere Gegenstände im Wurzelbereich des Baumes gelagert werden.
4. **Schutz der Stämme und Kronen:** Auch der Stamm und die Krone des Baumes müssen während der Bauarbeiten vor mechanischen Beschädigungen geschützt werden. Der Schwenkradius der Maschinen muss berücksichtigt werden, um ein Anschlagen des Baumes zu vermeiden.

Diese Richtlinien stellen sicher, dass Bäume, die durch das Berliner Straßengesetz und andere Umweltvorschriften geschützt sind, durch die Bauarbeiten nicht beschädigt werden. Verstöße gegen diese Vorschriften können Sanktionen nach sich ziehen, darunter Geldstrafen und Baustopps.

Für die Abschätzung der Bauzone für das Alternativrouten-Szenario haben wir, da keine detaillierten technischen Zeichnungen vorlagen, die für Kaiserin-Augusta-Allee in Auftrag gegebene technische Untersuchung als Referenz verwendet. Daraus ergab sich ein Bauzonepuffer von 4 Metern, der in Abbildung 4 dargestellt ist.

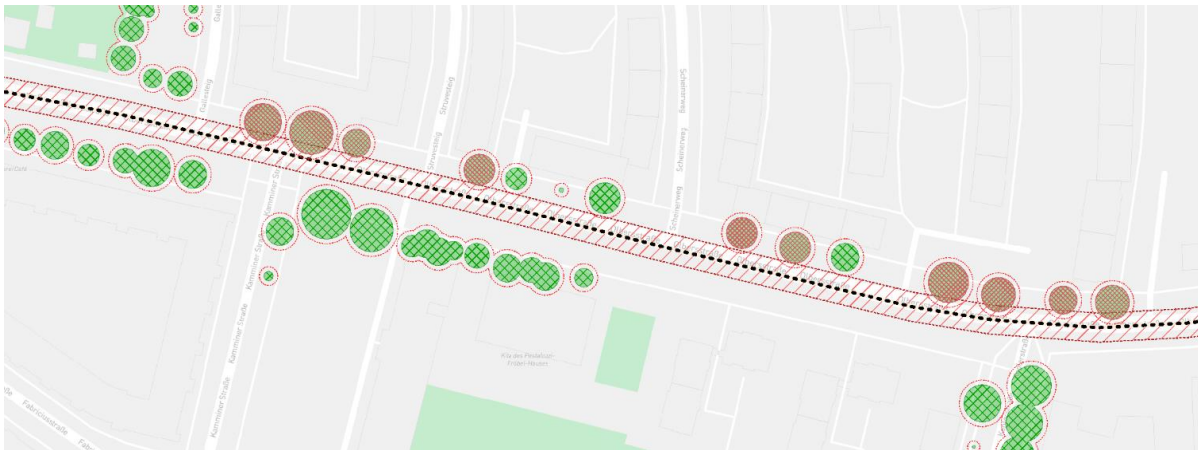
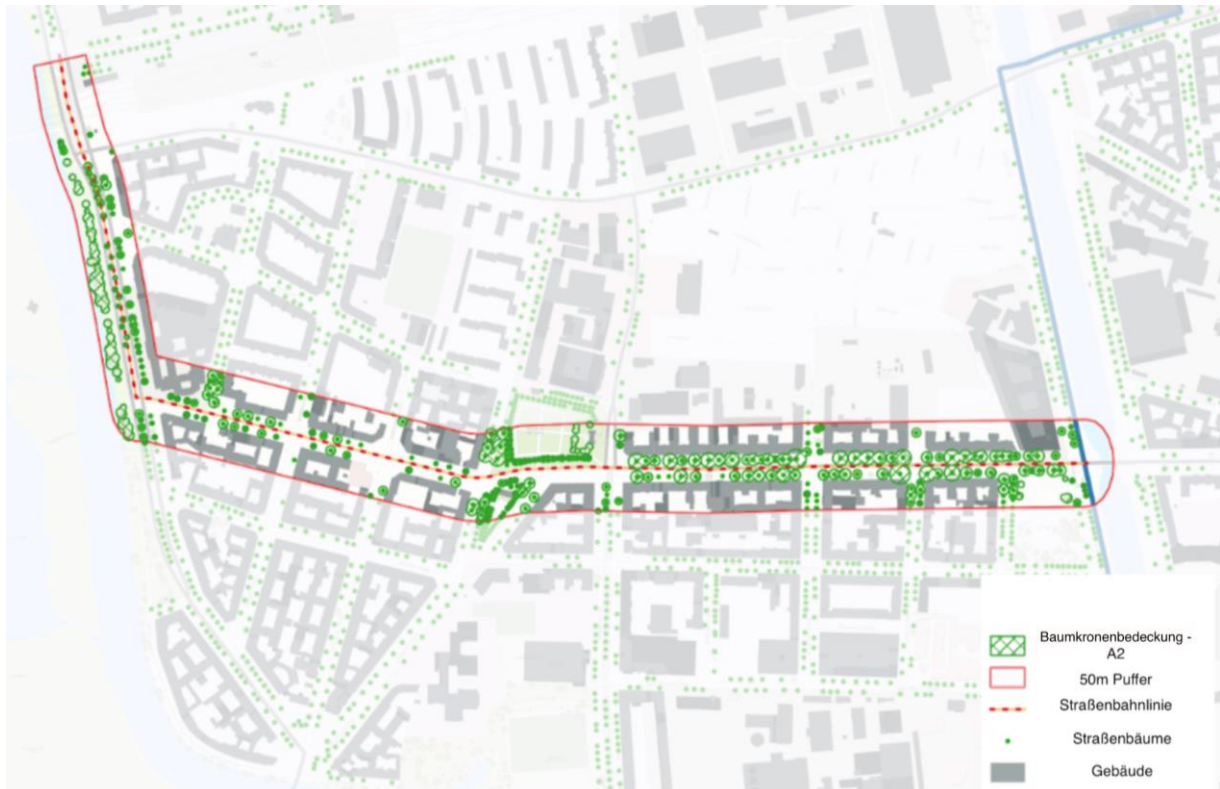


Abb. 4 Lageplan mit einer Detailansicht der alternativen Trasse für die Straßenbahnverlängerung. Ein Puffer von 1,5 m um die Baumkronen wird gemäß der Vorlage "Schutz von Bäumen bei Bauarbeiten im Straßenland" berücksichtigt und ist als rote gestrichelte Linie dargestellt. Die schwarze gestrichelte Linie stellt die vorgeschlagene Straßenbahntrasse dar, wobei ein Puffer von 4 m als rote Raute dargestellt ist, um die potenzielle Bauzone anzuzeigen. Bäume, deren Baumkronenpuffer sich mit der Bauzone überschneiden, sind als „gefährdet“ gekennzeichnet und durch eine rote Schraffur hervorgehoben.

## 4 | Zusammenfassung der Ergebnisse

### Aktuelle Struktur des Baumkronendachs: Ökosystemleistung der Ausgangslage



Karte 2. Lageplan mit Darstellung des Untersuchungsgebiets, der voraussichtlichen Entwicklung der Straßenbahnlinie und der Überdachung innerhalb des 50-m-Puffers.

Nach unserer Bewertung wird der Nettogegenwartswert (NPV) der bestehenden Baumkronendeckung innerhalb des 50-Meter-Pufferbereichs entlang der geplanten Hauptverlängerung der Straßenbahnlinie – insbesondere Osnabrücker Straße, Kaiserin-Augusta-Allee und Tegeler Weg – auf rund 10,5 Millionen Euro geschätzt. Dieser Wert wird anhand der Nutzengruppen „Anpassung an den Klimawandel und dessen Minderung“, „Wassermanagement und Hochwasserschutz“ sowie „Gesundheit und Wohlbefinden“ berechnet. Jede Nutzengruppe trägt durch verschiedene quantifizierte Ökosystemleistungen zum Gesamtwert bei, wie unten beschrieben:

#### **Anpassung an den Klimawandel und dessen Abschwächung (ca. 7,6 Mio. Euro)**

- **Windschutz** – Zu den Vorteilen in dieser Kategorie gehören geringere Heizenergiekosten, die durch die windschützende Wirkung von Bäumen mit einer Höhe von über 10 Metern entstehen. Im Untersuchungsgebiet trägt die derzeitige Baumstruktur über einen Zeitraum von 10 Jahren durch den geringeren Heizenergieverbrauch von Wohn- und Geschäftsgebäuden zu einem Bruttowert von etwa 366.910 Euro bei. Darüber hinaus werden die vermiedenen Kohlenstoffemissionen aus diesem reduzierten Energieverbrauch auf 544.330 Euro geschätzt.
- **Verringerung des städtischen Wärmeinseleffekts** – In dieser Bewertung wurden zwei Instrumente verwendet, um den monetären Wert der verringerten Spitzentemperaturen im Sommer aufgrund der

Beschattungs- und Evapotranspirationswirkung von Bäumen zu berechnen. Zu den Vorteilen gehören die vermiedene gesundheitsbedingte Sterblichkeit (geschätzt auf 6,1 Mio. Euro) sowie geringere Krankenhauskosten aufgrund hitzebedingter Morbidität (525.000 Euro), beides über einen Zeitraum von 10 Jahren.

- **Kohlenstoffbindung** – Der Nutzen der Kohlenstoffbindung durch Bäume im Untersuchungsgebiet ergibt sich aus ihrer Fähigkeit, CO<sub>2</sub> aufzunehmen und zu speichern. In dieser Bewertung banden die Bäume etwa 701 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalent pro Jahr, was einem jährlichen Wert von 2.764 Euro entspricht. Über einen Zeitraum von 10 Jahren ergibt sich ein Bruttowert von 24.520 Euro.

#### **Wassermanagement und Hochwasserschutz (ca. 160.000 Euro)**

- **Abfangen, Speichern und Versickern von Regenwasser** – Straßenbäume können das in die Kanalisation eindringende Regenwasservolumen erheblich reduzieren, was zu Energie- und Kohlenstoffeinsparungen führt. Im Untersuchungsgebiet werden jährlich etwa 77.814.213 Liter Wasser abgeleitet, was zu Energieeinsparungen von 68.865,58 kWh pro Jahr führt, entsprechend einem Wert von 13.677 Euro. Darüber hinaus führt diese Reduzierung zu jährlichen Kohlenstoffeinsparungen von 27,34 t CO<sub>2</sub>-Äquivalenten, was 5.390 Euro pro Jahr entspricht. Über einen Zeitraum von 10 Jahren ergibt dies einen kombinierten Bruttowert von 164.000 Euro.

#### **Gesundheit und Wohlbefinden (ca. 2,7 Mio. Euro)**

- **Bereitstellung attraktiver Bewegungsmöglichkeiten** – Das Vorhandensein von Bäumen und Grünflächen erhöht die Attraktivität des Gehens und Radfahrens und trägt so zur Verringerung der Sterblichkeit durch körperliche Aktivität bei. Im Untersuchungsgebiet entspricht dieser Nutzen etwa einem geretteten Menschenleben alle 10 Jahre, was einem Bruttowert von 2,5 Mio. Euro über diesen Zeitraum entspricht.
- **Linderung von Stress und psychischen Erkrankungen** – Haushalte mit Blick auf natürliche Elemente verbessern nachweislich die psychische Gesundheit, reduzieren Stress und lindern psychische Erkrankungen. Im Untersuchungsgebiet profitieren jährlich etwa 599 Menschen von diesen Verbesserungen, was zu Einsparungen bei den Gesundheitskosten in Höhe von 120.500 Euro pro Jahr führt. Über einen Zeitraum von 10 Jahren entspricht dies einem Bruttowert von 211.000 Euro.
- **Verringerung der Luftverschmutzung** – Das Untersuchungsgebiet liegt an Straßen mit mäßigem Autoverkehr, wo das Vorhandensein von Bäumen eine entscheidende Rolle bei der Abmilderung der negativen Auswirkungen von Fahrzeugemissionen spielt. Bäume verbessern die Luftqualität schätzungsweise um 0,01 t/Jahr NO<sub>2</sub>, 0,03 t/Jahr O<sub>3</sub>, 0,00 t/Jahr SO<sub>2</sub> und 0,07 t/Jahr PM<sub>2,5</sub>. Diese Dienstleistung hat einen jährlichen Wert von 8.980 Euro, mit einem kumulierten Bruttowert von 80.000 Euro über 10 Jahre.

# Voraussichtlicher Verlust von Ökosystemleistungen durch die Straßenbahnentwicklung

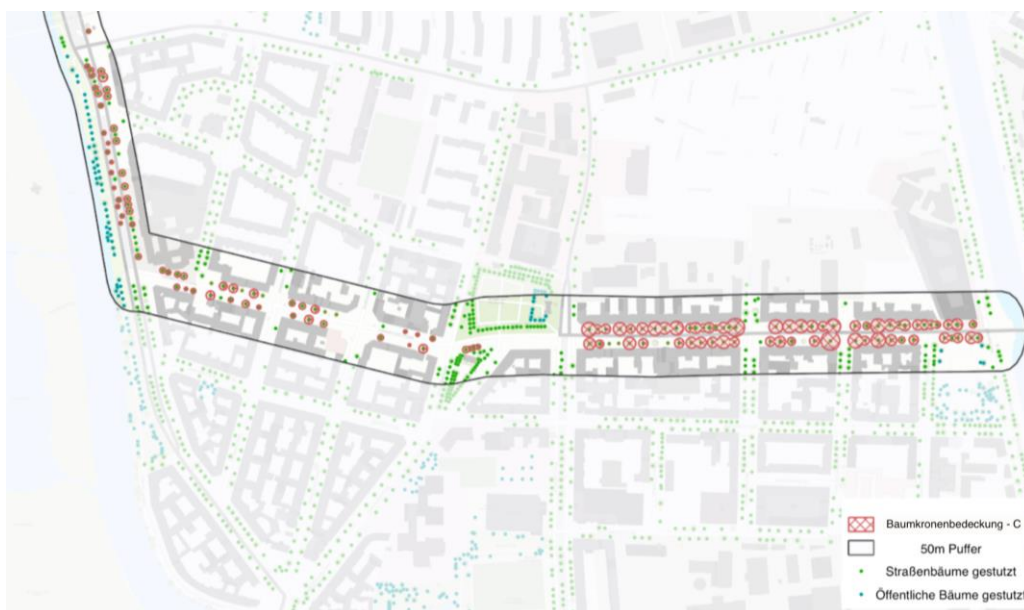
Zur Bewertung potenzieller Verluste von Ökosystemleistungen durch den Straßenbahnausbau wurden zwei Szenarien analysiert: Ein „optimistisches Szenario“ (siehe Karte 3) geht davon aus, dass nur die im technischen Gutachten der Verkehrsbetriebe benannten Bäume gefällt werden. Ein „realistisches Szenario“ (siehe Karte 4) berücksichtigt gemäß der Richtlinie [Schutz von Bäumen bei Bauarbeiten im Straßenland](#) zusätzliche Baumverluste. Beide Szenarien liefern eine fundierte Einschätzung möglicher Umweltauswirkungen des geplanten Straßenbahnausbaus.

## Optimistisches Szenario



Karte 3. Lageplan, der die erwartete Entwicklung der Straßenbahnlinie und die Baumkronenüberdeckung zeigt, die in einem optimistischen Szenario innerhalb des 50 m-Puffers verloren gehen würde.

## Realistisches Szenario

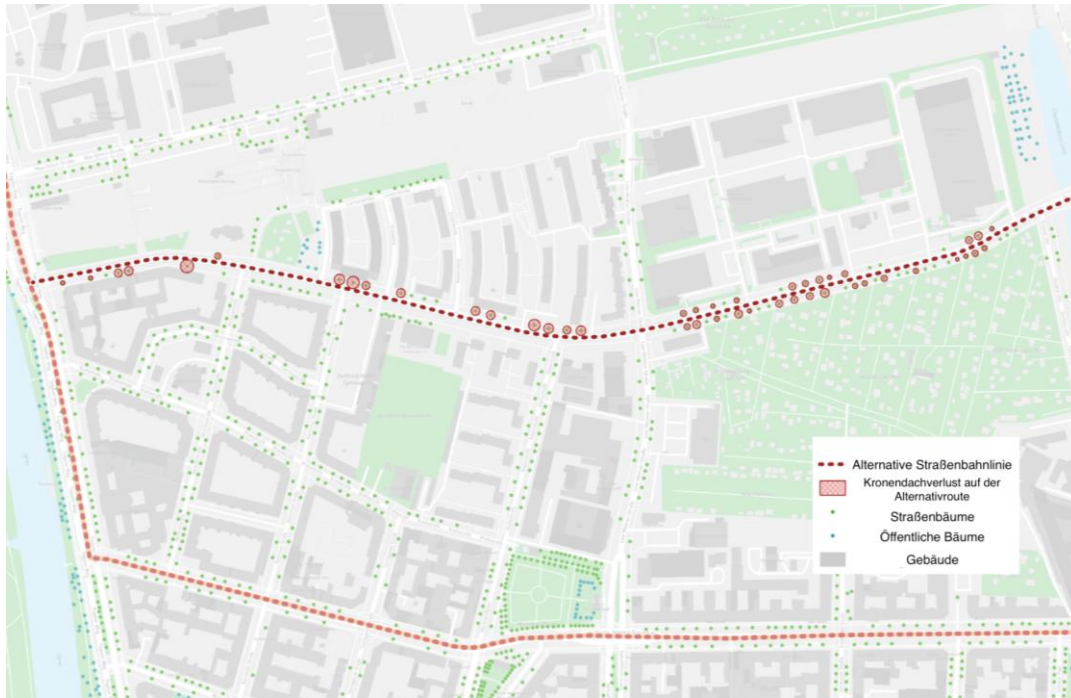


Karte 4. Lageplan, der die voraussichtliche Entwicklung der Straßenbahnlinie und die Baumkronenüberdeckung zeigt, die in einem realistischen Szenario innerhalb des 50-m-Puffers verloren gehen würde.

Im **optimistischen Szenario** beläuft sich der geschätzte wirtschaftliche **Gesamtverlust** durch die Entfernung der ermittelten 35 Straßenbäume auf circa **1,0 Mio. Euro über 10 Jahre**. Diese Bewertung umfasst die drei kritischen Nutzenkategorien, die in unserem Modell berücksichtigt wurden: Anpassung an den Klimawandel und dessen Abschwächung, Wassermanagement und Hochwasserschutz sowie Gesundheit und Wohlbefinden.

Im **realistischen Szenario**, bei dem 131 Bäume gefährdet würden, da sich ihre Wurzeln oder Kronen mit dem ausgewiesenen Bauauswirkungsbereich überschneiden, schätzt die wirtschaftliche Bewertung den **Gesamtverlust** an Ökosystemleistungen auf circa **4,2 Mio. Euro über 10 Jahre**.

## Alternativrouten-Szenario



Karte 5. Lageplan mit einer alternativen Trasse für den Ausbau der Straßenbahnlinie und der Überdachung, die bei diesem alternativen Szenario verloren zu gehen droht. Map 5. Site Plan showing an alternative route for the tram line development and canopy cover considered to be at risk of being lost in this alternative scenario.

Im Vergleich würde bei einer **alternativen Route** für den Ausbau der Straßenbahn, die durch die Gaußstraße und die Olbersstraße verläuft, die Entfernung von etwa 45 Bäumen erforderlich. Der geschätzte wirtschaftliche **Gesamtverlust** an Ökosystemleistungen beläuft sich in diesem Szenario auf etwa **0,3 Mio. Euro über 10 Jahre** - das entspricht rund 70 % weniger als im optimistischen Szenario und 93 % weniger im realistischen Szenario. Die detaillierte Aufteilung des Verlusts im Szenario der Alternativroute auf die drei zentralen Nutzenkategorien ergibt sich wie folgt:

- 0,23 Mio. Euro Verlust im Bereich der *Anpassung an den Klimawandel und dessen Abschwächung*
- 0,02 Mio. Euro Verlust bezüglich des *Wassermanagements und Hochwasserschutzes*
- 0,07 Mio. Euro Verlust in Bezug auf *Gesundheit und Wohlbefinden*

Um diese Größen in die verschiedenen Berechnungsinstrumente einzuordnen, können Sie unser [Interaktives Dashboard](#) oder [Anhang V](#) nutzen.

	Ausgangslage	Szenario A “Optimistisch”	Szenario B “Realistisch”	Szenario C “Alternativroute”
	357 Bäume = 2,6ha Baumkronen- überdeckung	-35 Bäume = -0,32 ha Baumkronen- überdeckung	-131 Bäume = -1,4 ha Baumkronen- überdeckung	-45 Bäume = -0,24 ha Baumkronen- überdeckung
	<i>Ökosystemwert über 10 Jahre von allen bestehenden Bäumen innerhalb eines 50-m-Pufferbereichs entlang der Hauptverlängerung der Straßenbahnlinie (Osnabrücker Straße, Kaiserin-Augusta-Allee und Tegeler Weg).</i>	<i>Ökosystemwert über 10 Jahre von Bäumen, die gemäß einem technischen Gutachten gefällt werden sollen</i>	<i>Ökosystemwert über 10 Jahre von allen Bäumen, bei denen die Gefahr besteht, dass sie gefällt werden, wenn die Krone das Baugebiet überlappt</i>	<i>Ökosystemwert über 10 Jahre von allen Bäumen, die als fällungsgefährdet für die Alternativroute gelten</i>
<b>~ Total</b>	<b>€ 10,5 Mio.</b>	<b>- € 1,0 Mio.</b>	<b>-€ 4,2 Mio.</b>	<b>- € 0,3 Mio.</b>
<b>Anpassung an den Klimawandel</b>	€ 7600 Tsd.	- € 940 Tsd.	- € 3850 Tsd.	- € 220 Tsd.
<b>Wasser- management</b>	€ 164 Tsd.	- € 15 Tsd.	- € 76 Tsd.	- € 17 Tsd.
<b>Gesundheit &amp; Wohlbefinden</b>	€ 2730 Tsd.	- € 81 Tsd.	- € 227 Tsd.	- € 35 Tsd.
 <b>Wert pro Baum über 10 Jahre</b>	<b>€ 29 Tsd.</b>	<b>€ 30 Tsd.</b>	<b>€ 32 Tsd.</b>	<b>€ 6 Tsd.</b>

## Szenariovergleich

Tabelle 5. Zusammenfassung der Ergebnisse

Die obenstehende Tabelle zeigt einen Vergleich der Ökosystemdienstleistungen für vier Szenarien über einen Zeitraum von 10 Jahren, die auf der Grundlage verschiedener Niveaus des Verlusts an Baumkronen aufgrund des geplanten Straßenbahnausbaus berechnet wurden.

Das **optimistische Szenario**, das die Verkehrsbetriebe in ihrer technischen Studie in Betracht ziehen, ist sicherlich vorzuziehen, da durch die Fällung von nur 35 statt 131 Bäumen über einen Zeitraum von 10 Jahren etwa **3 Mio. Euro** an direkten oder indirekten Kosten im Zusammenhang mit der Klimaregulierung, der Wasserwirtschaft und der öffentlichen Gesundheit eingespart werden könnten.

Es ist jedoch wichtig zu erkennen, dass bei Befolgung der Vorgabe [Schutz von Bäumen bei Bauarbeiten im Straßenland](#), die strengere Vorgaben zum Schutz bestehender Bäume umfasst, ein deutlich höherer Verlust an Ökosystemleistungen einkalkuliert werden sollte. Die Studie zeigt, dass im spezifischen Kontext entlang von Kaiserin-Augusta Allee, Osnabrücker Straße und Tegeler Weg jeder gefällte Baum zu einem **Verlust an Ökosystemleistungen in Höhe von 30.000 Euro** in den drei betrachteten Nutzergruppen führen würde. Im Vergleich zu 35 Bäumen im optimistischen Szenario hätten die realistischen 131 Baumfällungen weitaus größere wirtschaftliche Konsequenzen.

Im **realistischen Szenario** wird davon ausgegangen, dass 131 Bäume aufgrund von Wurzeln oder Kronen, die mit dem Baugebiet überlappen, gefällt werden müssten. Dies würde den wirtschaftlichen Gesamtverlust an Ökosystemdienstleistungen im Vergleich zum optimistischen Szenario über 10 Jahre um 3,1 Mio. Euro erhöhen.

Das **Alternativrouten-Szenario** weist zwar nur eine minimal niedrigere Baumkronenabdeckung im Vergleich zu Szenario A auf, führt jedoch zu signifikant geringeren wirtschaftlichen Auswirkungen auf die Ökosystemleistungen. Dies ist in erster Linie auf mehrere Schlüsselfaktoren zurückzuführen, die den Wert der Bäume und ihrer Leistungen beeinflussen:

1. **Baumgröße:** Die Bäume im Gebiet der Alternativroute sind im Allgemeinen kleiner und tragen im Vergleich zu den größeren Bäumen in den anderen Szenarien weniger zum Gesamtnutzen der Ökosystemleistungen bei. Kleinere Bäume bieten oft einen geringeren Nutzen für die Klimaregulierung, die Gesundheit und das Wassermanagement, da sie weniger in der Lage sind, Kohlenstoff zu binden, den Wind abzuschirmen, Kühlung zu bieten, die Luft zu reinigen und Wasser zu absorbieren.
2. **Zusammensetzung der Flächennutzung:** Die Alternativroute verläuft durch Gebiete mit weniger Wohnhaushalten und mehr Geschäftsgebäuden, wodurch der Klimaregulationswert pro Baum geringer ausfällt. Infolgedessen ist der Gesamtverlust an Ökosystemleistungen in diesem Szenario geringer als in Gebieten mit dichter Wohnbebauung, in denen Bäume größeren Nutzen bieten.
3. **Nähe zu Wohngebieten:** Die Alternativroute der Straßenbahntrasse betrifft ein Gebiet mit weniger Einwohner innerhalb des 50-Meter-Puffers, wie in **Karte 6** dargestellt. In Gebieten mit höherer Bevölkerungsdichte bieten Bäume mehr wertvolle Vorteile, insbesondere in Bezug auf die Verbesserung der Luftqualität, den Stressabbau und die Förderung der psychischen Gesundheit. Weniger Einwohner im Gebiet der Alternativroute bedeuten, dass der Nutzen für die Gesundheit und das Wohlbefinden geringer ist, was zu einem geringeren Gesamtverlust beiträgt.



Karte 6. Diese Karte zeigt die Verteilung der Wohnbevölkerung entlang der Straßenbahnlinienoptionen, wobei eine höhere Konzentration von Einwohnern in der Nähe der Kaiserin-Augusta Allee hervorgehoben wird

## 5 | Diskussion

Die Ergebnisse des Szenarienvergleichs liefern wichtige Erkenntnisse über die potenziellen Auswirkungen der geplanten Straßenbahnerweiterung. Jedes Szenario verdeutlicht die Wechselwirkungen zwischen ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Aspekten und verdeutlicht die komplexe Dynamik, die bei der Bewältigung von städtischer Resilienz und Nachhaltigkeit eine Bedeutung hat.

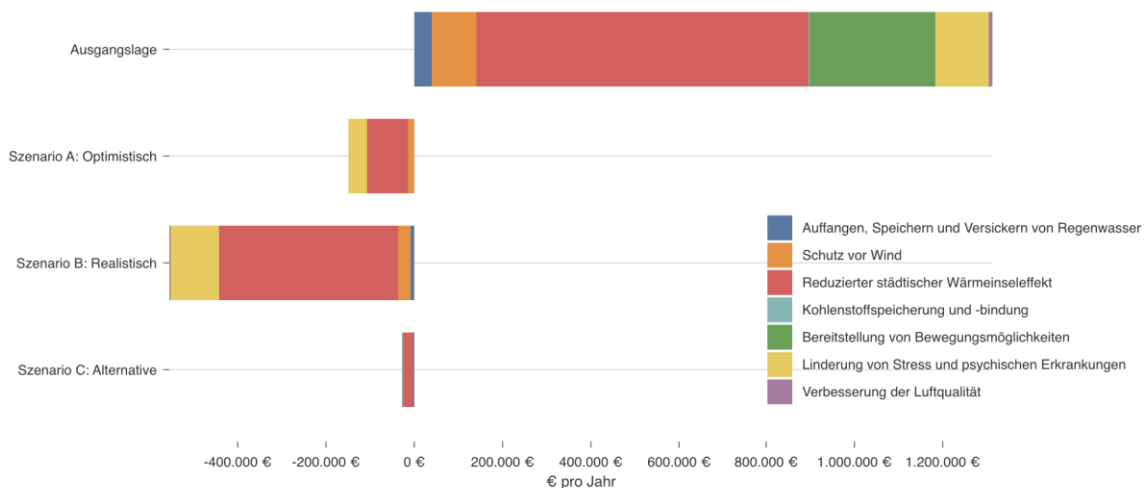


Diagramm 1. Balkendiagramm aus dem [Interaktiven Dashboard](#), in dem die Werte der verschiedenen Ökosystemfunktionen pro Szenario verglichen werden.

Die wichtigste Schlussfolgerung aus der Analyse ist die Notwendigkeit integrierter, systembasierter Ansätze, die konkurrierende Prioritäten ausgleichen. So können beispielsweise bei Bewertungen, die sich ausschließlich auf Wirtschaftswachstum und öffentlichen Verkehr konzentrieren, wichtige soziale und ökologische Faktoren übersehen werden, was zu Ungleichgewichten bei der Gerechtigkeit oder der Klimaregulierung führt.

Bei der Betrachtung alternativer Entwicklungsszenarien schenken ÖPNV-Agenturen und -Planer den Umweltauswirkungen oft nicht genügend Aufmerksamkeit, etwa wenn es darum geht, wie sich die Anzahl der gefällten Bäume auf andere strategische Ziele der Stadtplanung auswirkt, etwa auf die Förderung der biologischen Vielfalt, die Verbesserung der Luftqualität oder die Steigerung des Wohlbefindens der Bevölkerung. Die Ergebnisse unterstreichen insbesondere die Bedeutung von:

- **Klimaresilienz:** Angesichts des zunehmenden Drucks, dem Städte durch den Klimawandel ausgesetzt sind, ist die Integration der Klimaresilienz in die Stadtplanung nicht mehr optional, sondern eine Notwendigkeit. Szenarien, die eine anpassungsfähige Infrastruktur und grüne Lösungen in den Vordergrund stellen, bieten einen klareren Weg zur Minderung von Klimarisiken, insbesondere von Hitzewellen, Überschwemmungen und extremen Wetterereignissen.
- **Öffentliche Gesundheit:** Die Ergebnisse unterstreichen die entscheidende Rolle von städtischen Grünflächen bei der Verbesserung der öffentlichen Gesundheit. Es hat sich gezeigt, dass der Zugang zur Natur Stress abbaut, körperliche Aktivität fördert und psychische Probleme mildert. Städtische Gebiete mit mehr grüner Infrastruktur unterstützen auch einen aktiven Lebensstil, was zu einer Verbesserung der körperlichen Gesundheit und des allgemeinen Wohlbefindens führt.
- **Wirtschaftliche Nachhaltigkeit:** Die langfristigen wirtschaftlichen Auswirkungen der Szenarien A, B und C, bei denen Bäume gefällt werden, müssen sorgfältig geprüft werden. Diese könnten zu erheblichen direkten und indirekten Kostensteigerungen in Form von höheren Gesundheitskosten, Energieausgaben und

Klimaanpassungsmaßnahmen führen. Darüber hinaus unterstreicht die Analyse, wie wichtig es ist, bei der Prüfung von Entwicklungsplänen über standardisierte und leicht quantifizierbare Kennzahlen hinauszugehen. Wenn nur die Anzahl der gefälltten Bäume betrachtet wird, ohne qualitative Aspekte wie die Größe des Baumes, die Art oder den Standort des Baumes zu berücksichtigen, kann dies manchmal zu einem engen Fokus führen, anstatt ein tieferes, ganzheitlicheres Verständnis der Auswirkungen zu erreichen.

## Grenzen

Obwohl dieses Modell die wirtschaftlichen Auswirkungen von Ökosystemleistungen, die durch naturbasierte Lösungen (NbS) erbracht werden, berechnen kann und ein wertvolles Instrument für die Entscheidungsfindung und die Entwicklung von Strategien darstellt, sollte es im Bewusstsein seiner Grenzen eingesetzt werden. - Einige dieser Einschränkungen sind:

- **Verfügbarkeit und Qualität der Daten:** Die Genauigkeit des Modells hängt in hohem Maße von der Verfügbarkeit und Qualität der für die Eingabe verwendeten Daten ab. Unvollständige oder ungenaue Daten können zu verzerrten Ergebnissen führen und den wirtschaftlichen Wert von Ökosystemleistungen unter- oder überschätzen.
- **Vereinfachung und Verallgemeinerung:** : Wie die meisten Modelle zur Bewertung von Ökosystemleistungen vereinfacht auch dieses Instrument häufig komplexe natürliche Systeme und erfasst daher nicht die Feinheiten spezifischer Ökosysteme. Diese Vereinfachung führt zu einem Mangel an Präzision und berücksichtigt nicht die lokalen Unterschiede bei den Ökosystemleistungen (z. B. aufgrund der Nähe zu Gebäuden usw.).
- **Annahme der Kontinuität:** Dieses Modell geht von einer linearen Beziehung zwischen Ökosystemleistungen und ihrem Nutzen aus. In der Realität können Ökosystemleistungen jedoch Schwellenwerte oder Kippunkte aufweisen, bei deren Überschreiten ihr Nutzen abnimmt oder zusammenbricht.
- **Marktgestützte Bewertung:** Für viele Ökosystemleistungen, wie z. B. die Kohlenstoffbindung und die Luftreinigung, gibt es im städtischen Umfeld keine klar definierten Märkte oder Preise. Zwar tragen alle Pflanzen zur Kohlenstoffspeicherung bei, aber die Kohlenstoffgutschriften, die von einzelnen Straßenbäumen oder kleinen Bodendeckern erzeugt werden, sind bei isolierter Betrachtung sehr begrenzt. Die Bewertung dieser Leistungen erfordert Annahmen und Näherungswerte, die zu Unsicherheiten in den Ergebnissen führen können.
- **Dynamische und nicht-lineare Natur von Ökosystemen:** Ökosysteme sind dynamisch und können nichtlineare Reaktionen auf Veränderungen zeigen. Modelle können Schwierigkeiten haben, diese Komplexität zu erfassen, insbesondere bei der Prognose langfristiger Auswirkungen von Eingriffen.
- **Ökonomische Diskontierung:** Die Abzinsung künftiger Leistungen auf den Gegenwartswert ist eine gängige Praxis bei der wirtschaftlichen Bewertung, kann aber langfristige Leistungen unterbewerten, insbesondere bei Ökosystemleistungen, die über längere Zeiträume hinweg einen Wert darstellen.
- **Externe Faktoren:** Wirtschaftliche Bewertungsmodelle berücksichtigen oft keine externen Faktoren wie Klimawandel, politische Veränderungen oder technologische Fortschritte, die den Wert von Ökosystemleistungen erheblich beeinflussen können.
- **Soziale und kulturelle Werte:** Diese Modelle berücksichtigen möglicherweise nicht in vollem Umfang die vielfältigen sozialen und kulturellen Werte, die mit Ökosystemen verbunden sind, und übersehen möglicherweise die Bedeutung dieser Werte für Gemeinschaften.
- **Fehlender Nutzen aufgrund begrenzter Forschung:** In der Gruppe der Vorteile der Klimaanpassung und -minderung fehlt noch immer eine Berechnung des wirtschaftlichen Nutzens einer Verringerung des Wärmeinseleffekts. Es gibt noch eine wissenschaftliche Forschungslücke bei der Herstellung von

Zusammenhängen zwischen Temperaturerhöhungen und ihren Auswirkungen auf die Wirtschaftstätigkeit, gemessen an der Bruttowertschöpfung.

- Soziale Anfälligkeitsfaktoren:** Das Modell berücksichtigt derzeit keine sozialen Anfälligkeitsfaktoren, die für die Bewertung der unterschiedlichen Risiken, denen verschiedene Gemeinschaften im Zusammenhang mit Umweltveränderungen ausgesetzt sind, entscheidend sind. Anfällige Bevölkerungsgruppen, wie einkommensschwache oder ältere Menschen, können unverhältnismäßig stark von klimabedingten Risiken betroffen sein, was das Modell in seinen Berechnungen noch nicht berücksichtigt. Karte 7 veranschaulicht die Nähe älterer Einwohner (über 70 Jahre) zum potenziellen Verlust von Baumkronen entlang der Straßenbahntrasse. Dieses Versäumnis schränkt die Fähigkeit des Modells ein, die Vorteile von Ökosystemleistungen für diese gefährdeten Gemeinschaften vollständig zu bewerten.



Karte

7. Diese Karte zeigt die Verteilung älterer Einwohner:innen entlang der etwaigen Routen der Straßenbahnerweiterung.

## 6 | Schlussfolgerung

### Der wertvolle, vielschichtige Nutzen von Stadtbäumen

Städtische Baumkronen liefern wertvolle Informationen über die vielfältigen Vorteile der Natur in Städten. Die wirtschaftliche Bewertung von Bäumen verdeutlicht ihren umfangreichen Beitrag zur Klimaregulierung, zur öffentlichen Gesundheit und zum Wassermanagement. Ein Vergleich der Ausgangsbedingungen mit den Kosten durch Baumbeseitigung in verschiedenen Szenarien – optimistisch, realistisch und bei einer alternativen Route – hebt die finanziellen und ökologischen Folgen des Baumverlusts auf einer systemischen Ebene hervor.

Das Beispiel der geplanten Straßenbahnverlängerung im Bezirk zeigt:

- Verkehrswende, Verdichtung und Klimaanpassung müssen als integrierte Maßnahmen betrachtet werden.

- Bestehende Finanzierungs- und Regulierungsmodelle berücksichtigen selten die langfristigen Kosten des Ökosystemverlusts.
- Kompensationsmechanismen werden zu wenig berücksichtigt und decken nicht ausreichend die von Baumverlust betroffenen Bereiche ab.
- Neue Bewertungsmethoden für Ökosysteme können zur Entwicklung von Naturkapitalmodellen beitragen, die Investitionen ermöglichen und Klimaschutz, Gesundheit sowie Stadtentwicklung miteinander verbinden.

Diese Studie unterstreicht den entscheidenden sozioökonomischen und ökologischen Wert von Bäumen für die nachhaltige Stadtentwicklung. Durch die Einbeziehung der Modellierung grüner Infrastruktur in die Stadtplanung und die rechtlichen Rahmenbedingungen könnte das Bezirksamt die langfristigen Vorteile von Bäumen und natürlichen Ökosystemen berücksichtigen und sichern. Da städtisches Wachstum, Klimaresistenz und Umweltschutz immer stärker miteinander verknüpft werden, muss die Bewertung von Ökosystemleistungen in der Entscheidungsfindung eine zentrale Rolle spielen.

## Handlungsempfehlungen

### Für die Bezirksämter:

- **Unterstützen Sie ganzheitliche Stadtentwicklung:** Übernehmen Sie eine Vorreiterrolle bei der Gestaltung von Mobilitäts-, Energie-, Natur-, Arbeits- und Wohnsystemen als vernetzte, regenerative Strukturen, um einen integrierten Ansatz für städtisches Wachstum, öffentliche Gesundheit und Resilienz zu ermöglichen.
- **Fördern Sie regulatorische Experimente:**
  - Initiieren Sie Pilotprojekte zur Anpassung bestehender Gesetze in Reallaboren, um Innovationen in kommunalen Unternehmen zu ermöglichen.
  - Engagieren Sie sich für regulatorische Anpassungen, die den vollen wirtschaftlichen Wert von Ökosystemleistungen anerkennen und einpreisen, etwa durch: i) die Überarbeitung der Baumschutzverordnung, ii) die konsequente Priorisierung räumlich naher Ausgleichsmaßnahmen und iii) eine restriktive Handhabung des Ökokontos.
  - Erproben Sie neue Finanzierungsmodelle, um verschiedene Interessengruppen zu ermutigen, in die Ökosystemleistungen bestehender grüner Infrastruktur zu investieren.

### Für kommunale Unternehmen und den Privatsektor:

- **Testen Sie neue Betriebsmodelle:**
  - Arbeiten Sie zusammen, um blau-grüne Infrastrukturen als öffentliches Gemeingut aufzubauen, das durch *Commons-Public-Private Partnerschaften* finanziert, verwaltet und gepflegt wird.
  - Stärken Sie gemeinschaftsorientierte Ökonomien: Unterstützen Sie Kooperationsmodelle, die die gemeinsame Verantwortung für städtische Grünflächen fördern.

### Für zivilgesellschaftliche Organisationen (z. B. Klima-AG, DorfwerkStadt e.V.):

- **Engagieren Sie sich in der Interessenvertretung und im Aufbau von Partnerschaften:**
  - Agieren Sie als Brücke zwischen dem öffentlichen und privaten Sektor, einschließlich kommunale Unternehmen, um sich für grüne Infrastruktur und Ökosystemleistungen in städtischen Planungsprozessen einzusetzen.
  - Spielen Sie eine Schlüsselrolle in der Einbindung der Bevölkerung und der Bildung: Helfen Sie, ökologisches Bewusstsein in lokale Planungsinitiativen zu integrieren.

### Für Regulierungsbehörden und politische Entscheidungstragende:

- **Denken Sie die Finanzierung neu:**
  - Richten Sie generationenübergreifende Fonds ein, um finanzielle Anreize für Unternehmen zu schaffen, die Praktiken anwenden, die langfristige sozio-ökologische Vorteile bringen.

- Integrieren Sie datengestützte Bewertung in politische Rahmenwerke: Diese sollten Ökosystemleistungen genau darstellen und dabei räumliche Empfindlichkeiten berücksichtigen.
- Erproben Sie langfristige Investitionsmodelle: Zum Beispiel durch unbefristete Anleihen (perpetual bonds), um nachhaltige Finanzierungsströme für grüne Infrastruktur zu schaffen, damit ökologische und soziale Auswirkungen über längere Zeiträume berücksichtigt werden können.

Durch starkes zivilgesellschaftliches Engagement und ressortübergreifende Zusammenarbeit hat das **Bezirksamt Charlottenburg-Wilmersdorf** in Partnerschaft mit der **Klima-AG (DorfwerkStadt e.V.)**, den **städtischen Unternehmen** und dem **Senat** eine einzigartige Gelegenheit, auf der Mierendorff- Insel Pionierarbeit zu leisten:

Durch die Erprobung innovativer Verwaltungs- und Finanzierungsmodelle könnte diese Initiative zu einer Neuausrichtung der kommunalen Haushaltsplanung führen, bei der langfristige ökologische, soziale und wirtschaftliche Nachhaltigkeit im Vordergrund steht.

# Quellenverzeichnis

- Australian Water Association. (2018). Benchmarking energy use for wastewater treatment plants. *AWA e-Journal*.
- B\$ST - Fields in Trust. (2018). *Revaluing parks and green spaces: Measuring their economic and wellbeing value to individuals*.
- Choi, Y., Lee, H., Lee, W., & Kim, S. (2022). Impact of increasing green space as a heat adaptation strategy on heat-related mortality in the urban areas of South Korea. *Science of The Total Environment*, 806, 150504.
- Defra. (2018). *Air quality statistics in the UK 2018*.
- Department for Transport. (2010). *Guidance on the appraisal of walking and cycling schemes, TAG Unit 3.14.1*. Transport Analysis Guidance (TAG). <https://www.dft.gov.uk/webtag/documents/expert/pdf/unit3.14.1.pdf>
- Forestry Commission. (2005). *Water use by trees*. Forestry Commission, April 2005.
- Forestry Commission. (2018). *Woodland Carbon Code: Carbon Lookup Tables (Version 2.0)*. Retrieved from Forestry Commission website.
- Gill, S. E. (2006). *Climate change and urban greenspace* (Doctoral dissertation, University of Manchester).
- Gill, S. E., Handley, J. F., Ennos, A. R., & Pauleit, S. (2007). Adapting cities for climate change: The role of the green infrastructure. *Built Environment*, 33(1), 115–133.
- Grahn, P., & Stigsdotter, U. (2003). Landscape planning and stress. *Cycling England's Cycling Demonstration Towns Cost of Life* (Source: DFT, 2007).
- Heaviside, C., Macintyre, H., & Vardoulakis, S. (2017). The Urban Heat Island: Implications for health in a changing environment. *Public Health*, 161, 127–134.
- Johnson, D., See, L., Oswald, S. M., Prokop, G., & Krisztin, T. (2021). A cost–benefit analysis of implementing urban heat island adaptation measures in small- and medium-sized cities in Austria. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 48(8), 2326–2345. <https://doi.org/10.1177/2399808320974689>
- Johnson, D., See, L., Oswald, S. M., Prokop, G., & Krisztin, T. (2021). Urban heat island adaptation in Austria: Assessing the effectiveness of green roofs. *Urban Climate*, 36, 100791.
- Liu, Y., & Harris, D. J. (2008). Effects of shelterbelt trees on reducing heating-energy consumption of office buildings in Scotland. *Applied Energy*, 85(2–3), 115–127.
- Lovett, G. M. (1994). Atmospheric deposition of nutrients and pollutants in North America: An ecological perspective. *Ecological Applications*, 4, 629e650.
- McPherson, E. G., Nowak, D. J., & Rowntree, R. A. (Eds.). (1994). *Chicago's urban forest ecosystem: Results of the Chicago Urban Forest Climate Project* (General Technical Report NE-186). U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station.
- Molla, M. B. (2015). The value of urban green infrastructure in climate change mitigation: A discourse analysis concerning the urban green spaces in Addis Ababa, Ethiopia. *Urban Forestry & Urban Greening*, 14(3), 964–972.
- National Institute for Health & Clinical Excellence (2008), Public health guidance note 8,
- Nowak, D. J., Hoehn, R. E., Crane, D. E., Stevens, J. C., Walton, J. T., & Bond, J. (2008). A ground-based method of assessing urban forest structure and ecosystem services. *Arboriculture & Urban Forestry*, 34(6), 347e358.

The Mersey Forest. (2011). *Building natural value for sustainable economic development: The Green Infrastructure Valuation Toolkit User Guide*. Retrieved from [www.merseyforest.org.uk/files/GI-Val\\_UserGuide\\_Feb2011.pdf](http://www.merseyforest.org.uk/files/GI-Val_UserGuide_Feb2011.pdf).

The Mersey Forest. (2022). *North West economic benefits of green infrastructure: Investigating the economic benefits of green infrastructure in North West England*. Forest Research. <https://cdn.forestresearch.gov.uk/2022/02/nweeconomicbenefitsofgiinvestigating.pdf>

The University of Manchester in the ASCCUE project. (2006). *Application to Greater Manchester* (Gill, 2006; Gill et al., 2007).

Van Zanten, B. T., et al. (2023). Assessing the benefits and costs of nature-based solutions for climate resilience: A guideline for project developers. *Open Knowledge Repository, World Bank*. Retrieved from [openknowledge.worldbank.org/entities/publication/9ed5cb4b-78dc-42a4-b914-23d71cef24a2](https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/9ed5cb4b-78dc-42a4-b914-23d71cef24a2).

Wang, F., & Akbari, H. (2016). The effects of street tree planting on Urban Heat Island mitigation in Montreal. *Sustainable Cities and Society*, 27, 122–128.

# Anhang

## I. Überblick über verwendete Berechnungsinstrumente

Nutzengruppe	Funktion	Bewertungsmethode
<b>Anpassung an den Klimawandel und dessen Abschwächung</b>	Schutz vor Wind	1.1 Geringerer Energieverbrauch des Gebäudes für Heizung
		1.2 Vermeidete Kohlendioxidemissionen durch Energieeinsparungen beim Heizen von Gebäuden
		1.3 Vermeidung von Schäden durch Wind & Stürme
	Verringerung der städtischen Wärmeinsel-Effekte	1.4 Verringerung der sommerlichen Spitzentemperaturen an der Oberfläche
	Kühlung durch Beschattung und Evapotranspiration	1.5 Geringerer Energieverbrauch für die Kühlung
		1.6 Vermeidete Kohlenstoffemissionen durch Energieeinsparungen bei der Kühlung von Gebäuden
	Kohlenstoffspeicherung und -bindung	1.7 Von Bäumen gespeicherter Kohlenstoff
		1.8 Durch andere Landnutzungsänderungen gebundener Kohlenstoff
<b>Wassermanagement und Hochwasserschutz</b>	Abfangen, Speichern und Versickern von Regenwasser	2.1 Einsparung von Energie und Kohlenstoff- emissionen durch Verringerung der in die Mischwasserkanäle eingeleiteten Regenwassermenge
		2.2 Geringere Kosten für die Abwasserbehandlung für private und gewerbliche Kunden
		2.3 Vermeidete Kosten der traditionellen Entwässerungsinfrastruktur
<b>Gesundheit und Wohlbefinden</b>	Bereitstellung attraktiver Möglichkeiten für Bewegung	4.1 Einsparungen bei den Gesundheitskosten durch mehr körperliche Aktivität
		4.2 Reduzierte Sterblichkeit infolge vermehrter Bewegung (Gehen und Radfahren)
	Linderung von Stress und psychischen Erkrankungen	4.3 Einsparungen bei den Gesundheitskosten aufgrund psychischer Störungen
	Verkürzung der Heilungszeit	4.4 Einsparungen bei den Gesundheitskosten durch weniger stationäre Aufenthalte
	Luftverschmutzung abbauen	4.5 Geringere Sterblichkeit durch Atemwegserkrankungen
		4.6 Reduzierung der Luftverschmutzung

Tabelle 6. Bei der Bewertung der Baum-Ökosystemleistungen berücksichtigte Instrumente

## II. Aufbau des Berechnungsmodells

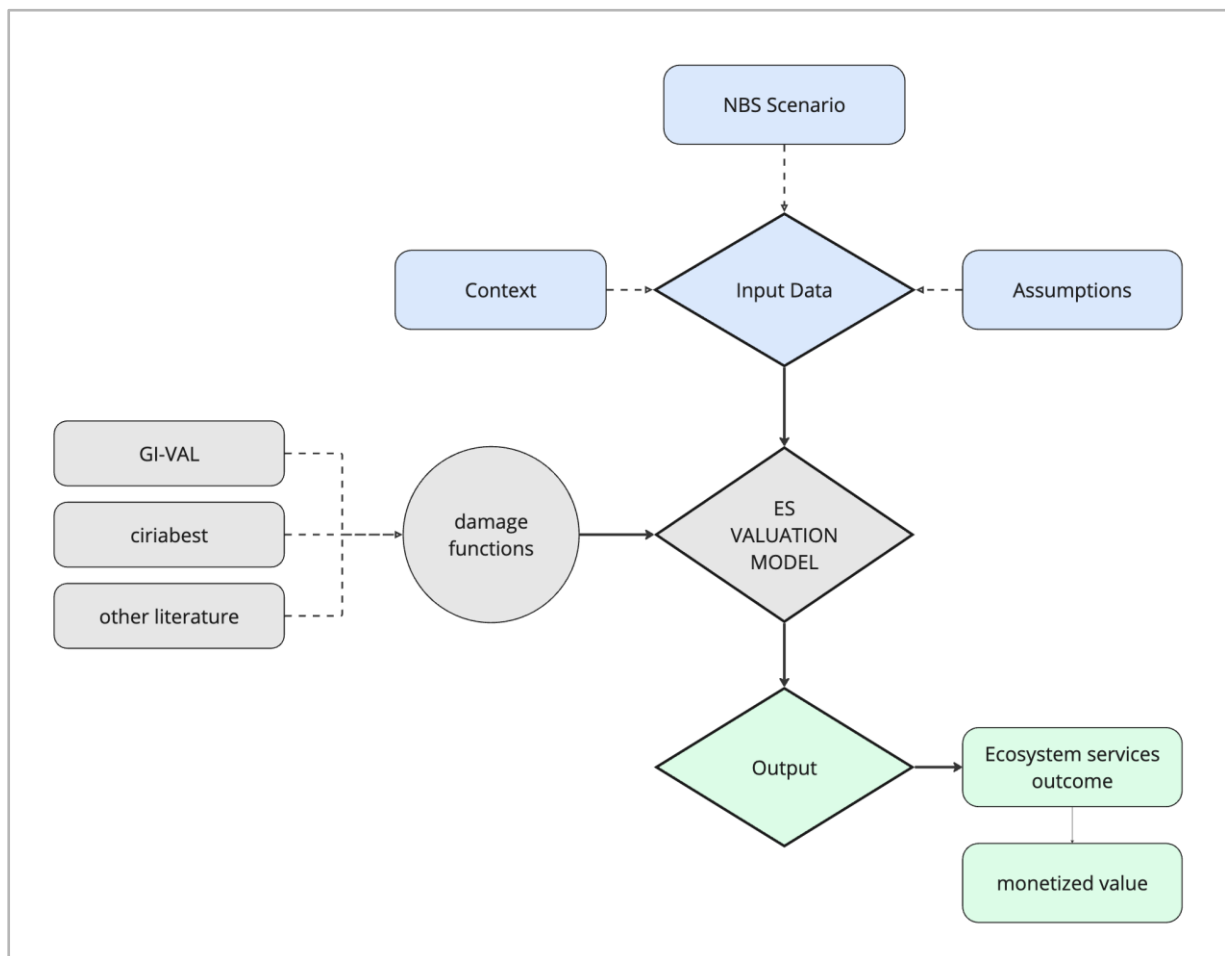


Abb. 5. Diagramm zur Veranschaulichung des Datenflusses im ES-Bewertungsmodell.

Das Modell verarbeitet drei Arten von Eingabedaten:

1. **NBS-Szenario** - Gibt die Anzahl der Bäume und ihre Merkmale an.
2. **Kontextdaten** - Umfasst ökologische und sozioökonomische Faktoren, wie z. B. die Anzahl der Einwohner oder Unternehmen in dem Gebiet.
3. **Annahmen** - Kontrollierte Variablen, die spezifisch für Berlin sein können oder aus Forschung und Literatur abgeleitet sind.

Diese Eingaben werden mithilfe von **Schadensfunktionen** - mathematischen Modellen aus bestehenden Instrumenten und der Literatur - analysiert, um die **Ergebnisse der Ökosystemleistungen** und ihre **monetären Werte** zu quantifizieren.

### III. Annahmen und Kontextparameter

Values library						
1. CLIMATE CHANGE ADAPTATION AND MITIGATION	Value			Units	Date	Source
	Low	Mid	High			
Max surface temperature and evaporative fraction		$T=22.3(1/(EF+0.53))+2.2*EF+0.9$			2006/2010	curve fitted to data from Dr Susannah Gill
Average Berlin household energy consumption (electricity)	2,100	3,750	5,400	kWh/yr	2021	<a href="#">Environmental Economic Accounting Electricity consumption of households by household size</a>
Average German household energy consumption (gas)	12,000	16,000	20,000	kWh/yr	2021	<a href="https://www.destatis.de/EN/Themes/Society-Environment/Environment/Material-Energy-Flows/Tables/energy-consumption-households.html#fussnote-3-59934">https://www.destatis.de/EN/Themes/Society-Environment/Environment/Material-Energy-Flows/Tables/energy-consumption-households.html#fussnote-3-59934</a>
Average German small commercial users (e.g., small shops, offices) energy consumption (gas)	30,000	40,000	50,000	kWh/yr	2021	<a href="#">Press - Bundesnetzagentur publishes gas supply figures for 2023</a>
Average German medium-sized commercial users (e.g., restaurants, small manufacturing) energy consumption (gas)	100,000	300,000	500,000	kWh/yr	2021	<a href="#">Press - Bundesnetzagentur publishes gas supply figures for 2023</a>
CO2e emission factor of grid electricity		0.397		kgCO2e/kWh	2024	Emtoe - <a href="https://www.nowtricity.com/country/germany/">https://www.nowtricity.com/country/germany/</a>
CO2e emission factor of natural gas		0.257		kg/kWh	2024	German BSKO calculation method factors: <a href="https://www.klimaschutz.de/sites/default/files/mediathek/dokumente/Agentur_Methodenpapier_BSKO_2023-24.pdf">https://www.klimaschutz.de/sites/default/files/mediathek/dokumente/Agentur_Methodenpapier_BSKO_2023-24.pdf</a>
Domestic electricity price		32.0		cent/kWh	2024	<a href="#">Stromkosten 2024 - Aktuelle Kosten &amp; Prognose   Wegatech</a>
Domestic gas price		12.0		cent/kWh	2024	<a href="#">Expert commission proposes gas price relief of 90 billion euros by 2024 for German consumers   Clean Energy Wire</a>
Commercial electricity price		19.86		cent/kWh	2024	<a href="#">Cost of Home Utilities in Germany 2024: Electricity, Gas, Heating, Water</a>
Commercial gas price		2.30		cent/kWh	2024	<a href="#">Expert commission proposes gas price relief of 90 billion euros by 2024 for German consumers   Clean Energy Wire</a>
Average energy savings (heating) domestic		3%		%	2010	EPA (2017) – Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL) & Sacramento Municipal Utility District (SMUD) Studies
Average energy savings (heating and cooling) commercial		8%		%	2010	EPA (2017) – Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL) & Sacramento Municipal Utility District (SMUD) Studies
Average efficiency, air conditioning		33%		%	2006	Evaluating Green Roof Energy Performance - Jeffrey Sonne, Ashrae Journal 2006
Cooling energy reduction associated to Trees in front of building in Cfb climate		3%		%	2018	C.P. Skelhorn, S. Lindley, G. Levermore 'Urban greening and the UHI: seasonal trade-offs in heating and cooling energy consumption in Manchester, UK'
Average German household energy consumption for cooling		3000.0		kWh/yr		Destatis (2018). Federal Statistical Office of Germany. Electricity consumption of households by household size. Retrieved from <a href="https://www.destatis.de/EN/Themes/Society-Environment/Environment/Material-Energy-Flows/Tables/electricity">https://www.destatis.de/EN/Themes/Society-Environment/Environment/Material-Energy-Flows/Tables/electricity</a>
Social value of carbon (traded)		82.0		€/tCO2e	2022	<a href="#">EU Carbon Market: 2023 State of the EU ETS Report   EcoAct</a>
Social value of carbon (non-traded)	126.0	197.0	378	€/tCO2e	2020	German Environment Agency <a href="https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2023-03-16_methodological-convention-3-1_value-factors_2020_bf.pdf">https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2023-03-16_methodological-convention-3-1_value-factors_2020_bf.pdf</a>

# Values library

1. CLIMATE CHANGE ADAPTATION AND MITIGATION	Value			Units	Date	Source
	Low	Mid	High			
Carbon sequestered when land is converted from improved grassland or other land use to semi-natural grassland		11.6		tCO <sub>2</sub> e/ha/yr	2010	De Deyn, G.B., Shiel, R.S., Ostle, N.J., McNamara, N.P., Oakley, S., Young, I., Freeman, C., Fenner, N., Quirk, H., Bardgett, R.D. 2010. Additional carbon sequestration benefits of grassland diversity restoration. Journal of Applied Ecology. doi: 10.1111/j.1365-2664.2010.01925.x.
Carbon sequestered when land is converted from arable to wetland	8.1		16.9	tCO <sub>2</sub> e/ha/yr	2007	Dawson, J.J.C., Smith, P. 2007. Carbon losses from soil and its consequences for land-use management. Science of the Total Environment, 382, 165-190.
Carbon sequestered when land is converted from grassland to wetland	2.4		14.3	tCO <sub>2</sub> e/ha/yr	2007	Dawson, J.J.C., Smith, P. 2007. Carbon losses from soil and its consequences for land-use management. Science of the Total Environment, 382, 165-190.
Factor for increased canopy cover to reduced hot days	0.05	0.08	0.10			If every 10% increase in canopy cover leads to about a 1-2 day reduction <a href="https://www.epa.gov/heatislands/using-trees-and-vegetation-reduce-heat-islands">https://www.epa.gov/heatislands/using-trees-and-vegetation-reduce-heat-islands</a>
Average day spent in hospital per admission on heat-related illness	1.00	3.00	5.00			<a href="#">Cause-Specific Risk of Hospital Admission Related to Extreme Heat in Older Adults - PMC</a>
Cost per hospital day (local health department data)		1,200		€	2023	<a href="#">Lets Go Germany - Healthcare Costs in Germany</a>
Gross Regional Product (GRP) per capita		40,600		€	2023	<a href="https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_German_states_by_GDP_per_capita">https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_German_states_by_GDP_per_capita</a>
Average monthly wage		4,105		€	2022	<a href="#">Lets Go Germany - Healthcare Costs in Germany</a>
2. WATER MANAGEMENT AND FLOOD ALLEVIATION	Value			Units	Date	Source
	Low	Mid	High			
Water industry energy use for wastewater treatment	403	885	1367	kWh/Megalitre	2016	<a href="#">Water E-journal - Benchmarking energy use for wastewater treatment plants</a> for Australia
CO <sub>2</sub> e emission factor of grid electricity		0.397		kgCO <sub>2</sub> e/kWh	2024	Emtoe - <a href="https://www.nowtricity.com/country/germany/">https://www.nowtricity.com/country/germany/</a>
Commercial electricity price		19.86		p/kWh	2024	<a href="#">Cost of Home Utilities in Germany 2024: Electricity, Gas, Heating, Water</a>
Social value of carbon (traded)	126.0	197.0	378	€/tCO <sub>2</sub> e	2020	German Environment Agency <a href="https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2023-03-16_methodological-convention-3-1_value-factors_2020_bf.pdf">https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2023-03-16_methodological-convention-3-1_value-factors_2020_bf.pdf</a>
Annual rainfall in Berlin	539	578.5	618	mm	1991-2020	<a href="#">Long-term Mean Precipitation Distribution 1991 - 2020 - Berlin.de</a>
4. HEALTH AND WELLBEING	Value			Units	Date	Source
	Low	Mid	High			
Value of a Statistical Life (VSL)		4,300,000.00		€	2022	European Commission DG MOVE, "Handbook on the external costs of transport," 2019 [Online]. Available: <a href="https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/9781f65f-8448-11ea-bf12-01aa75ed71a1">https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/9781f65f-8448-11ea-bf12-01aa75ed71a1</a>
Average number of people per household		1.83			2022	<a href="#">Number of people per household continues to fall in Germany</a>

# Values library

1. CLIMATE CHANGE ADAPTATION AND MITIGATION	Value			Units	Date	Source
	Low	Mid	High			
Percentage of residents significantly influenced by tree shade in their choice to walk on certain streets	10%	15%	20%	%		Educated assumptions based on the following researches: Horváthová, E., et al. "The Value of the Shading Function of Urban Trees: A Replacement Cost Approach." Urban Forestry & Urban Greening, 62 (2021). & Zhang, Xiaohan, et al. "A Human-centered Approach for Calculating the Shade Benefits of Street Trees Considering Pedestrian Mobility." Journal of Digital Landscape Architecture, 9-2024, pp. 542-551.
Mean % of Berlin pop aged 15-64 who dies each year from all causes		1.9%				Federal Statistical Office, Wiesbaden 2024
Total Deaths in Germany adults from 15 - 65		1,028,206			2023	Federal Statistical Office, Wiesbaden 2024
Total adult population in Germany from 15 - 65		54,620,000			2023	Federal Statistical Office, Wiesbaden 2024

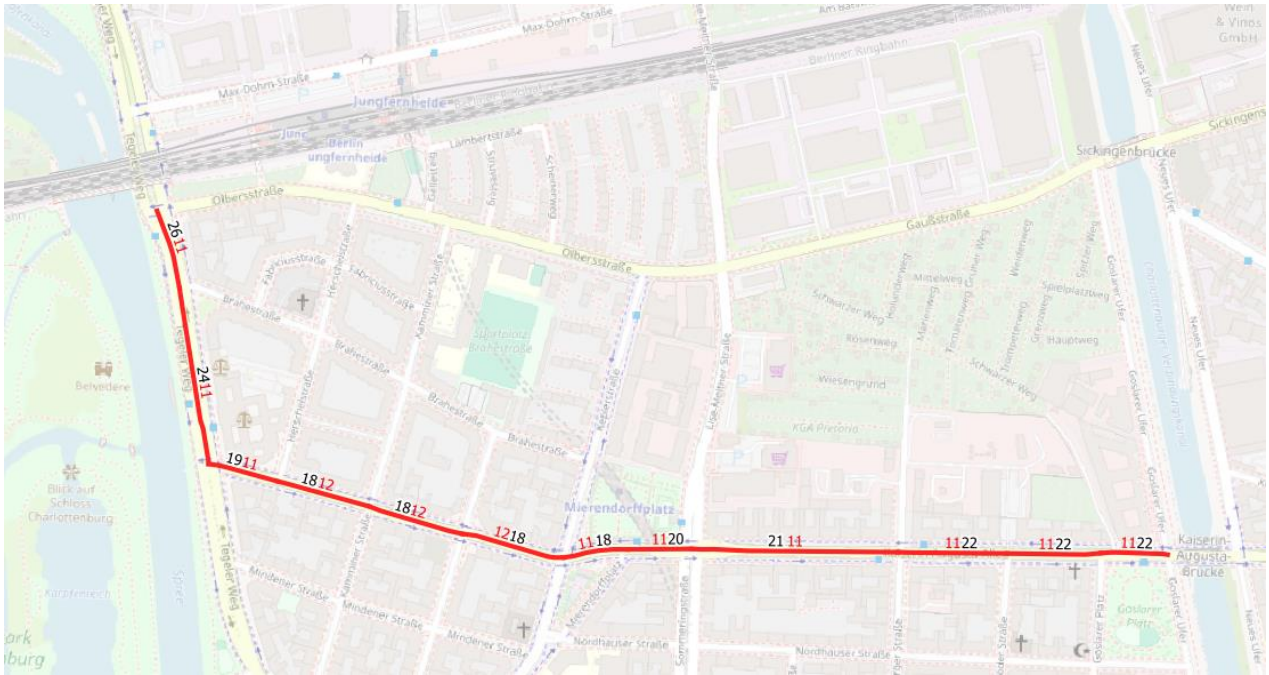
Tabelle 7: Annahmen und Kontextparameter

## Daten zur Luftschadstoffkonzentration

Die Daten zur Messung der durchschnittlichen Luftschadstoffkonzentration am Standort wurden im direkten Kontakt mit Dr. Andreas Kerschbaumer, Jasper Bertheau und Efthalia Nulis (Berliner Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt) ermittelt.

Jahresmittelwert 2023	Tegeler Weg von Olbersstraße bis Brahestraße	Tegeler Weg von Brahestraße bis Osna-brücker Straße	Osna-brücker Straße von Tegeler Weg bis Herschelstraße	Osna-brücker Straße von Herschelstraße bis Mierendorffplatz	Mierendorffplatz von Mierendorffplatz/K eplerstraße bis Mierendorffplatz/M ierendorffstraße	Mierendorffplatz von Mierendorffplatz/Mierendorffstraße bis Sömmeringstraße	Kaiserin-Augusta-Allee von Sömmeringstraße bis Ilsenburger Straße	Kaiserin-Augusta-Allee von Ilsenburger Straße bis Goslaer Ufer
NO2	26	24	19	18	18	20	21	22
PM2,5	11	11	11	12	11	11	11	11

Tabelle 8: Hyperlokale Daten zur Luftverschmutzung



Karte 8: Die roten Zahlen sind die PM<sub>2,5</sub>-Jahresdurchschnittswerte für 2023, die schwarzen Zahlen sind die NO<sub>2</sub>-Jahresdurchschnittswerte für 2023.

## IV. Über GI-VAL

Vor der Freigabe des Toolkits in seiner derzeitigen Prototypform wurde ein breites Spektrum an Rückmeldungen von Wirtschaftsfachleuten, potenziellen Nutzern und Fachleuten aus den verschiedenen vom Projekt abgedeckten Themenbereichen eingeholt. Das Peer-Review wurde im März 2010 mit Wirtschaftsexperten durchgeführt:

- Andy McNab und Petrina Rowcroft von Scott Wilson, beauftragt von CABE
- Simon Kyte, Senior Economist, Greater London Authority

Feldtests des Toolkits mit einer Vielzahl von potenziellen Nutzern, die derzeit große grüne Infrastrukturprojekte verwalten, darunter das Red Rose Forest Team, das Newlands Project Team (Forestry Commission), Cheshire West and Chester Council, Trafford Council und Rochdale Council.

Dem [GI-VALs-Toolkit](#) fehlen derzeit spezifische Anleitungen für den Umgang mit Unsicherheiten, die sowohl dem wissenschaftlichen Verständnis der Funktionen grüner Infrastruktur als auch den Unsicherheiten im Zusammenhang mit zukünftigen Entwicklungen, wie dem Klimawandel, innewohnen. Bei jeder quantitativen Bewertung müssen diese Unsicherheiten unbedingt berücksichtigt werden. Dies kann erreicht werden, indem man untere und obere Grenzwerte einbezieht, wenn es Anhaltspunkte für Wertebereiche gibt, oder indem man Sensitivitätsanalysen durchführt, um zu zeigen, wie die Nutzenschätzungen schwanken, wenn sich die zugrunde liegenden Annahmen ändern.

Darüber hinaus unterscheidet das Toolkit nicht zwischen wirtschaftlichen Auswirkungen, die sich auf das Wirtschaftswachstum beziehen, und dem wirtschaftlichen Wert, der den Wohlfahrtsnutzen in Geldwerten quantifiziert. Es wird auch nicht zwischen absoluten und relativen Auswirkungen unterschieden. Nichtsdestotrotz versucht das Toolkit, die Vorteile in diejenigen zu kategorisieren, die sich auf die Bruttowertschöpfung beziehen, diejenigen mit breiteren wirtschaftlichen Auswirkungen und die restlichen Vorteile, die zwar nicht monetär bewertet, aber quantifiziert oder beschrieben werden können. Dieser Ansatz ermöglicht es den Projekten, den Gesamtnutzen als Grundlage für einen vorläufigen Vergleich mit dem Projektkapital und den voraussichtlichen Wartungskosten zu schätzen.

Darüber hinaus fehlt dem Toolkit eine Anleitung zur Abgrenzung des projektspezifischen Nutzens vom Nutzen, der unabhängig vom Projekt entstanden wäre. Bei der Verwendung des Toolkits zur Bewertung der Auswirkungen einer Investition in grüne Infrastruktur sollten sich die Nutzer bewusst sein, dass diese Vorteile als Bruttonutzen zu behandeln sind und nicht unbedingt auf eine Zusätzlichkeit hinweisen.

Der Rechner des Toolkits verwendet in erster Linie den Werttransferansatz, der eine wirtschaftliche Bewertung aus einer anderen ableitet. Diese Methode ist kompliziert und erfordert eine sorgfältige Berücksichtigung der Unterschiede zwischen den beiden Kontexten. Es ist zwar ratsam, dass ein Werttransfer, der den Standards einer „vom Finanzministerium akzeptierten Kosten-Nutzen-Analyse“ entspricht, in der Regel die Beteiligung eines Wirtschaftswissenschaftlers erfordert, doch können auch einfachere Werttransfers geeignet sein, vorausgesetzt, die zugrunde liegenden Annahmen werden transparent dargelegt und es wird klargestellt, dass das Endergebnis indikativ ist, wie im gesamten Toolkit-Rechner konsequent empfohlen wird. Als zusätzliche Orientierungshilfe stehen die Wertübertragungsrichtlinien des Defra als Ressource zur Verfügung.

## V. Ergebnistabellen

*Tabelle 9: Ergebnisse Ausgangslage-Szenario*

BENEFITS			BENEFIT QUANTIFICATION		BENEFIT VALUATION				
Benefits groups	Functions	Tools	Amounts per year		€ per year	GVA	Indirect value	timeframe	Total
1. Climate Change Adaptation & Mitigation	Shelter from wind	1.1 Reduced building energy consumption for heating	1,166,560	kWh/yr energy saved	€42,625	€366,906		10 yrs	€7,608,822
		1.2 Avoided carbon emissions from building energy saving for heating	311,371	kgCO2/yr not emitted	€61,340		€544,329	10 yrs	
	Reduction of urban heat island effect	1.4 Reduced peak summer surface temperatures	-0.9	°C in surf. temperature reduction	€0			tbd	
		1.4.1 Reduced Heat-Related Mortality	0.2	lives saved per yr	€692,819		€6,148,048	10 yrs	
	1.4.2 Reduced Hospital Costs from Heat-Related Morbidity	16	patient days per yr	€59,164		€525,015	10 yrs		
Carbon storage & sequestration	1.7 Carbon sequestered by trees	701.43	kgCO2e sequestered	€2,764		€24,524	10 yrs		
2. Water management & Flood Alleviation	Interception, storage and infiltration of rainwater	2.1 Energy and carbon emissions savings from reduced stormwater volume entering combined sewers	77,814,213	L/yr water diverted from sewers	€19,063			10 yrs	€164,085
			68865.58	kWh/yr energy saved	€13,677	€117,725		10 yrs	
			27.34	tCO2e/yr carbon saved	€5,386		€46,360	10 yrs	
4. Health & Well-being	Provision of attractive opportunities for exercise	4.2 Reduced mortality from increased walking and cycling	0.07	lives saved per yr	€286,158	n.a.	€2,446,937	10 yrs	€2,737,656
	Stress and mental illness alleviation	4.3 Health cost savings from improved mental health from view to green from household	333	number of people	€120,546	n.a.	€211,027	10 yrs	
	Air pollution removal	4.6 Reduced air pollution	0.01	t/yr of NO2 removed			n.a.	10 yrs	
			0.03	t/yr of O3 removed	€8,980	€79,692			
			0.00	t/yr of SO2 removed					
0.07	t/yr of PM2.5 removed								
					€1,312,521 total yearly value			<b>TOTAL value (10 yrs)</b>	€10,510,563
					€3,677 yearly per tree			<b>per tree</b>	€29,441

Tabelle 10: Ergebnisse Szenario A - "Optimistisch"

BENEFITS			BENEFIT QUANTIFICATION		BENEFIT VALUATION				
Benefits groups	Functions	Tools	Amounts per year		€ per year	GVA	Indirect value	timeframe	Total
<b>1. Climate Change Adaptation &amp; Mitigation</b>	Shelter from wind	1.1 Reduced building energy consumption for heating	-82,400	kWh/yr energy saved	-€7,129	-€61,364		10 yrs	<b>-€939,055</b>
		1.2 Avoided carbon emissions from building energy saving for heating	-17,965	kgCO2/yr not emitted	-€4,931		-€43,760	10 yrs	
	Reduction of urban heat island effect	1.4 Reduced peak summer surface temperatures	0.8	°C in surf. temperature reduction				tbd	
		1.4.1 Reduced Heat-Related Mortality	0	lives saved per yr	-€86,264		-€765,506	10 yrs	
		1.4.2 Reduced Hospital Costs from Heat-Related Morbidity	-6	patient days per yr	-€7,367		-€65,371	10 yrs	
Carbon storage and sequestration	1.7 Carbon sequestered by trees	-87	kgCO2e sequestered	-€344		-€3,054	10 yrs		
<b>2. Water management &amp; Flood Alleviation</b>	Interception, storage and infiltration of rainwater	2.1 Energy and carbon emissions savings from reduced stormwater volume entering combined sewers	-6,939,182	L/yr water diverted from sewers	- not quantified -			10 yrs	<b>-€14,632</b>
			-6141.18	kWh/yr energy saved	-€1,220	-€10,498		10 yrs	
			-2.44	tCO2e/yr carbon saved	-€480		-€4,134	10 yrs	
<b>4. Health &amp; Well-being</b>	Stress and mental illness alleviation	4.3 Health cost savings from mental health disorders	-207.00	number of patients	-€41,630	n.a.	-€72,877	10 yrs	<b>-€81,458</b>
	Air pollution removal	4.6 Reduced air pollution	-0.002	t/yr of NO2 removed				10 yrs	
			-0.004	t/yr of O3 removed					
		0.000	t/yr of SO2 removed	-€967	-€8,581	n.a.			
	4.6 Reduced air pollution	-0.009	t/yr of PM2.5 removed						
					<b>-€150,332</b>	total yearly loss	<b>TOTAL value (10 yrs)</b>	<b>-€1,035,145</b>	
					<b>€4,295</b>	yearly per tree	<b>per tree</b>	<b>€29,576</b>	

Tabelle 11: Ergebnisse Szenario B - "Realistisch"

BENEFITS			BENEFIT QUANTIFICATION		BENEFIT VALUATION				
Benefits groups	Functions	Tools	Amounts per year		€ per year	GVA	Indirect value	timeframe	Total
<b>1. Climate Change Adaptation &amp; Mitigation</b>	Shelter from wind	1.1 Reduced building energy consumption for heating	-184,000	kWh/yr energy saved	-€16,907	-€145,530		10 yrs	<b>-€3,856,015</b>
		1.2 Avoided carbon emissions from building energy saving for heating	-42,239	kgCO2/yr not emitted	-€11,594		-€102,885	10 yrs	
	Reduction of urban heat island effect	1.4 Reduced peak summer surface temperatures	0.8	°C in surf. temperature reduction				tbd	
		1.4.1 Reduced Heat-Related Mortality	0	lives saved per yr	-€373,181		-€3,311,595	10 yrs	
		1.4.2 Reduced Hospital Costs from Heat-Related Morbidity	-27	patient days per yr	-€31,868		-€282,795	10 yrs	
Carbon storage and sequestration	1.7 Carbon sequestered by trees	-378	kgCO2e sequestered	-€1,489		-€13,210	10 yrs		
<b>2. Water management &amp; Flood Alleviation</b>	Interception, storage and infiltration of rainwater	2.1 Energy and carbon emissions savings from reduced stormwater volume entering combined sewers	-35,419,864	L/yr water diverted from sewers	- not quantified -			10 yrs	<b>-€76,326</b>
			-31346.58	kWh/yr energy saved	-€6,362	-€54,761		10 yrs	
			-12.44	tCO2e/yr carbon saved	-€2,505		-€21,565	10 yrs	
<b>4. Health &amp; Well-being</b>	Stress and mental illness alleviation	4.3 Health cost savings from mental health disorders	-540.00	number of patients	-€108,600	n.a.	-€190,114	10 yrs	<b>-€227,235</b>
	Air pollution removal	4.6 Reduced air pollution	-0.011	t/yr of NO2 removed				10 yrs	
			-0.021	t/yr of O3 removed					
			-0.001	t/yr of SO2 removed	-€4,183	-€37,121	n.a.		
		-0.043	t/yr of PM2.5 removed						
					<b>-€556,689</b>	total yearly loss		<b>TOTAL value (10 yrs)</b>	<b>-€4,159,576</b>
					<b>€4,250</b>	yearly per tree		<b>per tree</b>	<b>€31,752</b>

Tabelle 12: Ergebnisse Szenario C - "Alternativroute"

BENEFITS			BENEFIT QUANTIFICATION		BENEFIT VALUATION				
Benefits groups	Functions	Tools	Amounts per year		€ per year	GVA	Indirect value	timeframe	Total
<b>1. Climate Change Adaptation &amp; Mitigation</b>	Shelter from wind	1.1 Reduced building energy consumption for heating	-184,000	kWh/yr energy saved	-€896	-€7,712		10 yrs	<b>-€221,325</b>
		1.2 Avoided carbon emissions from building energy saving for heating	-42,239	kgCO2/yr not emitted	-€640		-€5,679	10 yrs	
	Reduction of urban heat island effect	1.4 Reduced peak summer surface temperatures	0.8	°C in surf. temperature reduction				tbd	
		1.4.1 Reduced Heat-Related Mortality	0	lives saved per yr	-€21,348		-€189,440	10 yrs	
		1.4.2 Reduced Hospital Costs from Heat-Related Morbidity	-27	patient days per yr	-€1,823		-€16,177	10 yrs	
	Carbon storage and sequestration	1.7 Carbon sequestered by trees	-378	kgCO2e sequestered	-€261		-€2,317	10 yrs	
<b>2. Water management &amp; Flood Alleviation</b>	Interception, storage and infiltration of rainwater	2.1 Energy and carbon emissions savings from reduced stormwater volume entering combined sewers	-35,419,864	L/yr water diverted from sewers	- not quantified -			10 yrs	<b>-€17,277</b>
			-31346.58	kWh/yr energy saved	-€1,440	-€12,396		10 yrs	
			-12.44	tCO2e/yr carbon saved	-€567		-€4,881	10 yrs	
<b>4. Health &amp; Well-being</b>	Stress and mental illness alleviation	4.3 Health cost savings from mental health disorders	-540.00	number of patients	-€16,290	n.a.	-€28,517	10 yrs	<b>-€35,027</b>
	Air pollution removal	4.6 Reduced air pollution	-0.011	t/yr of NO2 removed				10 yrs	
			-0.021	t/yr of O3 removed					
			-0.001	t/yr of SO2 removed	-€734	-€6,510	n.a.		
		-0.043	t/yr of PM2.5 removed						
					<b>-€43,999</b> total yearly loss			<b>TOTAL value (10 yrs)</b>	<b>-€273,629</b>
					<b>€978</b> yearly per tree			<b>per tree</b>	<b>€6,081</b>

## Auftrag



### **Bezirksamt Charlottenburg-Wilmersdorf von Berlin**

Abteilung Ordnung, Umwelt, Straßen und Grünflächen – Umwelt- und Naturschutzamt Rudolf-Mosse-Straße 9  
14197 Berlin

[ulrich.heink@charlottenburg-wilmersdorf.de](mailto:ulrich.heink@charlottenburg-wilmersdorf.de)

[www.berlin.de/ba-charlottenburg-wilmersdorf](http://www.berlin.de/ba-charlottenburg-wilmersdorf)



### **The Nature Conservancy in Europe gGmbH**

Schiffbauerdamm 8

10117 Berlin

[jamie.chan@tnc.org](mailto:jamie.chan@tnc.org)

<https://www.nature.org/>

## Lokaler Partner



### **DorfwerkStadt e.V.**

Mierendorffstraße 6

10589 Berlin

[andrea.isermann-kuehn@dorfwerkstadt.de](mailto:andrea.isermann-kuehn@dorfwerkstadt.de)

<https://dorfwerkstadt.de/>

## Umsetzungspartner

**Trees-as-Infrastructure** (TreesAI) ist eine Initiative der Non-Profit-Organisation Dark Matter Labs

Dark Matter Laboratories Limited

217 Mare Street

London, E8 3QE

[treesai@darkmatterlabs.org](mailto:treesai@darkmatterlabs.org)

<https://darkmatterlabs.org/>