

## Kosten und Nutzen von grünen Klimaanpassungsmaßnahmen in Bremen: **Kosten-Nutzen-Analysen als Entscheidungshilfe für Politik und Verwaltung**

Fact Sheet

| Juli 2020



© sithiphong/Shutterstock.com

Die Klimaanpassungsstrategie für Bremen und Bremerhaven<sup>[1]</sup> aus dem Jahr 2018 definiert zahlreiche Schlüsselmaßnahmen, um den Folgen des Klimawandels zu begegnen. Das Instrument der erweiterten Kosten-Nutzen-Analyse ermittelt in einem transparenten Prozess die positiven und negativen Effekte ausgewählter Anpassungsmaßnahmen. Dabei werden die Nutzen unter Einbeziehung nicht-marktlicher Umwelteffekte, so genannter Ökosystemleistungen, den Kosten in einem vergleichbaren monetären Wertmaßstab gegenübergestellt. Über eine regionalökonomische Analyse werden außerdem regionale Wertschöpfungs- und Beschäfti-

gungseffekte untersucht, die durch die Maßnahmenumsetzung generiert werden. Beide Analysen ermöglichen Aussagen über die ökonomischen Vorteile von Anpassungsmaßnahmen aus gesellschaftlicher Perspektive. Sie leisten damit einen Beitrag zur Entscheidungsfindung bei der Umsetzung der Klimaanpassungsstrategie. In diesem übergeordneten Rahmen-Fact Sheet werden die Grundannahmen und das Vorgehen sowie die Gesamtergebnisse der erweiterten Kosten-Nutzen-Analyse und der regionalwirtschaftlichen Analyse für alle untersuchten Anpassungsmaßnahmen vorgestellt. Weitere Fact Sheets erläutern die Effekte einzelner Anpassungsmaßnahmen im Detail.

### ■ **Kosten-Nutzen-Analyse von Klimaanpassungsmaßnahmen kurz & knapp**

**Klimaanpassungsmaßnahmen** wie die Begrünung von Dach- und Freiflächen und die Pflanzung zusätzlicher Straßenbäume haben vielfältige Nutzen, wie beispielsweise die Regulation des Wasserhaushaltes, die Verbesserung des Stadtbildes, die Bereitstellung von Lebensraum oder die Erhöhung der Aufenthaltsqualität.

**Für zwei betrachtete Umsetzungsszenarien** bis 2030 werden in einer gesamtwirtschaftlichen Kosten-Nutzen-Analyse die Nutzen in monetären Einheiten ermittelt und den Kosten der Maßnahmenumsetzung bis zum Jahr 2050 gegenübergestellt.

**Bei der Umsetzung** aller untersuchten Maßnahmen würde sich bis 2050 im moderaten Szenario ein Nettotonnen von ca. 76 Mio. € ergeben, im ambitionierten Umsetzungsszenario von ca. 174 Mio. €. Der Nutzen wäre in beiden Szenarien fast doppelt so hoch wie die Kosten.

**Darüber hinaus führt die moderate Maßnahmenumsetzung** zu Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekten für das Land Bremen in Höhe von bis zu 2,7 Mio. € pro Jahr bis 2030.

**Für Bremen ist die Umsetzung der Klimaanpassungsmaßnahmen** daher ökonomisch vorteilhaft und führt darüber hinaus zu einer Erhöhung der gesellschaftlichen Wohlfahrt.

#### **Autor/innen:**

Dr. Alexandra Dehnhardt,  
Malte Welling,  
Dr. Steven Salecki,  
Josephin Wagner,  
Institut für ökologische  
Wirtschaftsforschung (IÖW)

GEFÖRDELT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



# Kosten und Nutzen erfassen: Annahmen und Vorgehen

## Konkretisierung und Bewertung von Anpassungsmaßnahmen

In einer **Workshop-Reihe** mit Verwaltungs- und Praxisakteuren wurden Schlüsselmaßnahmen der Klimaanpassung für die Stadt Bremen ausgewählt und eine mögliche Konkretisierung sowie ein jeweils möglicher Umfang der Klimaanpassungsmaßnahmen für zwei verschiedene Umsetzungsszenarien gemeinsam festgelegt.

Das **moderate Szenario** umfasst einen Maßnahmenumfang, der im Rahmen der Umsetzung der Klimaanpassungsstrategie als sinnvoll und sehr wahrscheinlich realisierbar angesehen wird. Das **ambitionierte Szenario** umfasst einen Maßnahmenumfang, der ehrgeiziger ist und eine darüber hinaus gehende Erschließung der Potenziale im betrachteten Maßnahmenbereich zugrunde legt. Beide Szenarien beziehen sich auf einen Umsetzungszeitraum bis zum Jahr 2030.

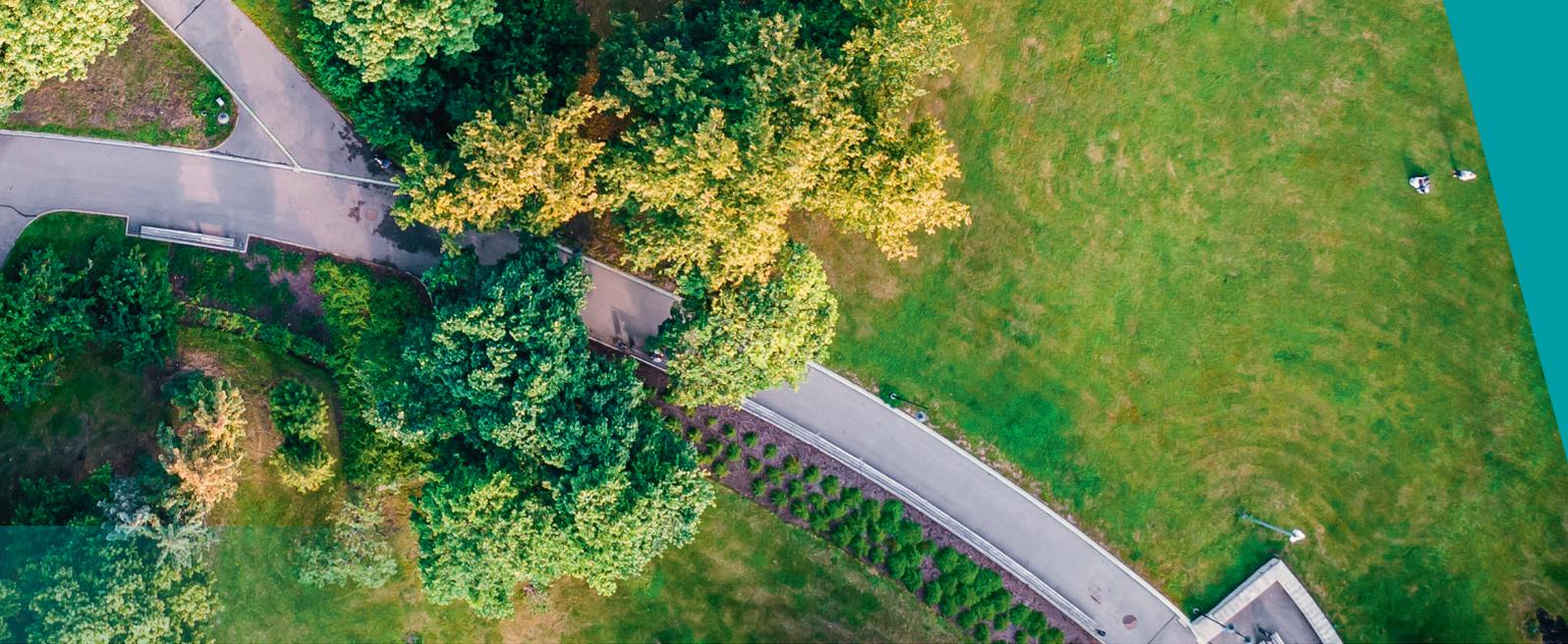
Ausgewählte **Effekte** der betrachteten Maßnahmen in den unterschiedlichen Wirkungsbereichen wurden zunächst in **biophysischen Einheiten quantifiziert**: beispielsweise die CO<sub>2</sub>-Bindung in Kilogramm je Straßenbaum oder pro Quadratmeter begrünter Flächen oder der Wasserrückhalt von begrünten Dächern in Kubikmetern pro Quadratmeter. Hier wurden vor allem Daten vergleichbarer Studien herangezogen. Die tatsächlichen Werte können im Einzelfall abweichen. Um diese Unsicherheit und die Spannweite möglicher Effekte abzubilden, wurden jeweils Annahmen zu Minimal-, Mittel- und Maximalwerten getroffen.

Die monetäre Bewertung der betrachteten positiven Wirkungen basierte auf unterschiedlichen **ökonomischen Bewertungsansätzen**.<sup>[2]</sup> Mit Hilfe von **Schadenskosten**, d. h. den Kosten, die der Gesellschaft aufgrund von Umwelt- und Gesundheitsschäden entstehen, wurde der Nutzen eines Rückhalts von Treibhausgasen und einer Verbesserung der Luftqualität erfasst. Die Bewertung der positiven Wirkungen eines erhöhten Wasserrückhalts erfolgte mit Hilfe des **Ersatzkostenansatzes**. Hier werden Kosten für technische Alternativen, die denselben Effekt auf den Wasserrückhalt haben wie eine naturnahe Fläche, als Anhaltspunkt für den Wert dieser Maßnahmen angesehen. Die gesellschaftliche Wertschätzung der Grünmaßnahmen im Hinblick auf das Stadtbild und die Lebensraumfunktion wurde im Rahmen einer **Bevölkerungsumfrage** durch eine hypothetische Zahlungsbereitschaft der Bürger/innen für bestimmte Umweltgüter ermittelt.

Für die Ermittlung der einmaligen **Investitionskosten** sowie der jährlich anfallenden **Pflegekosten** der Klimaanpassungsmaßnahmen (in € je Einheit) wurden verfügbare Literatur- und Bauplanungsdaten verwendet und als Minimal-, Mittel- und Maximalwert in die Kosten-Nutzen-Analyse eingebunden.

Alle **ökonomischen Effekte**, d. h. die einmaligen und laufenden Kosten und Nutzen, wurden über einen **Zeitraum von 30 Jahren bis zum Jahre 2050** berücksichtigt und bewertet. Investitionskosten fallen vor allem in den ersten 10 Jahren an, die laufenden Kosten sowie die Nutzen entstehen hingegen kontinuierlich bis zum Ende des Betrachtungszeitraums. Teilweise setzen die positiven Effekte sogar erst zu einem späteren Zeitpunkt ein, beispielsweise die CO<sub>2</sub>-Bindung in Straßenbäumen. Mit Hilfe der **Diskontierung** (siehe gelber Kasten auf Seite 4) werden alle gegenwärtig und zukünftig anfallenden Kosten und Nutzen auf einen Gegenwartszeitpunkt bezogen und so vergleichbar gemacht. Auf dieser Grundlage kann der gesamtwirtschaftliche **Nettonutzen** einer Maßnahmenumsetzung ermittelt werden.





## Wirkung, Umfang, Nutzen und Kosten von Anpassungsmaßnahmen

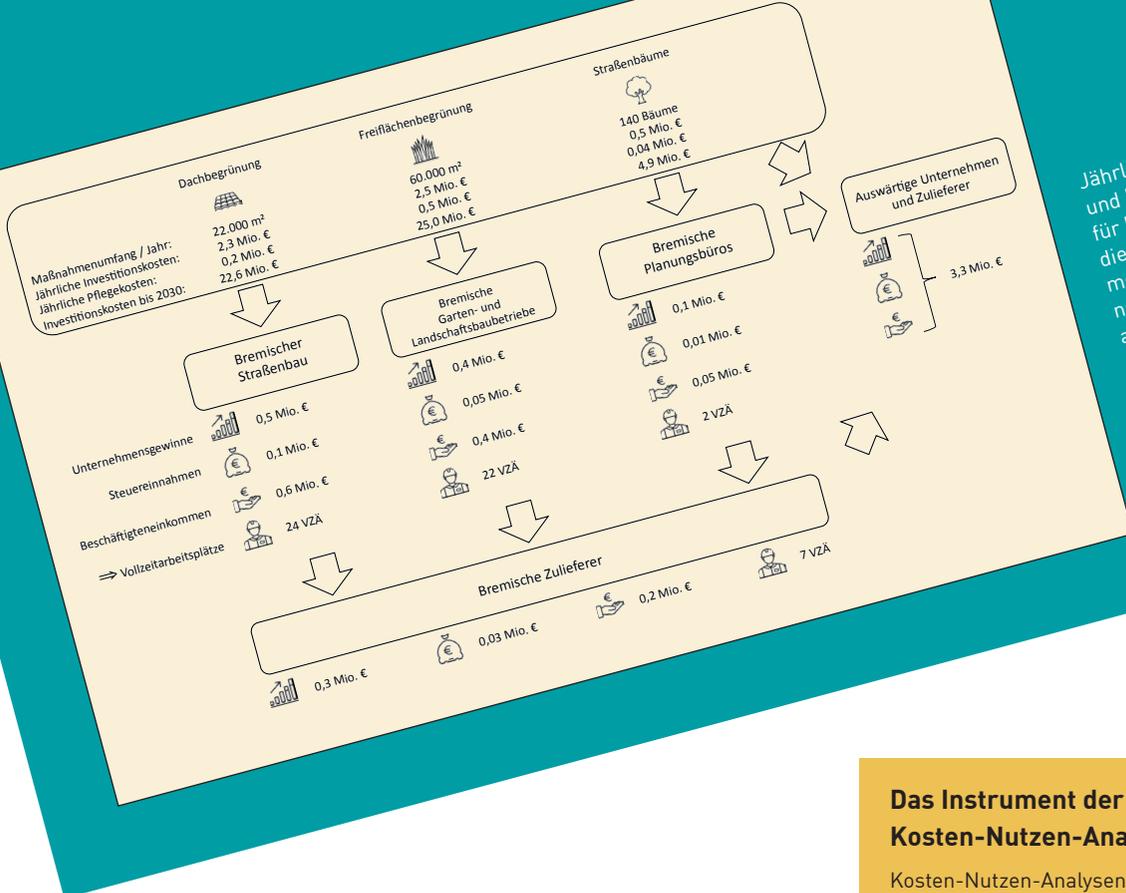
Betrachtete Maßnahme	Positive Wirkung	Umfang bis 2030	Nutzen bis 2050*	Investitions- & Pflegekosten bis 2050*
<b>Straßenbäume</b>  	<b>1) Rückhalt von Treibhausgasen</b> <b>2) Verbesserung der Luftqualität</b> <b>3) Wirkungen auf Stadtbild und Lebensraum</b>  <b>Weitere hier nicht monetär bewertete Effekte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verbesserung des Stadtklimas</li> <li>- Kühlungswirkung in Hitzeperioden</li> <li>- Gesundheitseffekte</li> </ul>	Moderates Szenario: ca. 1.400 zusätzliche Straßenbäume (~140 pro Jahr)	1) ~ 306.000 € 2) ~ 614.000 € 3) ~ 48,8 Mio. €  <b>~ 49,7 Mio. €</b>	<b>~ 6,5 Mio. €</b>
		Ambitioniertes Szenario: 3.500 zusätzliche Straßenbäume (~350 pro Jahr)	1) ~ 766.000 € 2) ~ 1,5 Mio. € 3) ~ 122 Mio. €  <b>~ 124,3 Mio. €</b>	<b>~ 16,1 Mio. €</b>
<b>Extensive oder intensive Dachbegrünung</b>  	<b>1) Rückhalt von Treibhausgasen</b> <b>2) Verbesserung der Luftqualität</b> <b>3) Wirkungen auf Stadtbild und Lebensraum</b> <b>4) Wasserrückhalt bei Starkregenereignissen</b>  <b>Weitere hier nicht monetär bewertete Effekte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verbesserung des Stadtklimas</li> <li>- Kühlungswirkung in Hitzeperioden</li> <li>- Rückhalt von Schadstoffen aus Regenwasser</li> </ul>	Moderates Szenario: ca. 220.000 m <sup>2</sup> zusätzliche Gründächer (~22.000 m <sup>2</sup> pro Jahr)	1) ~ 162.000 € 2) ~ 1,1 Mio. € 3) ~ 36,2 Mio. € 4) ~ 2,5 Mio. €  <b>~ 40,1 Mio. €</b>	<b>~ 31,1 Mio. €</b>
		Ambitioniertes Szenario: ca. 440.000 m <sup>2</sup> zusätzliche Gründächer (~44.000 m <sup>2</sup> pro Jahr)	1) ~ 324.000 € 2) ~ 2,2 Mio. € 3) ~ 72,5 Mio. € 4) ~ 5 Mio. €  <b>~ 80,2 Mio. €</b>	<b>~ 62,3 Mio. €</b>
<b>Begrünung privater Freiflächen</b>  	<b>Weitere hier nicht monetär bewertete Effekte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verbesserung des Stadtklimas</li> <li>- Kühlungswirkung in Hitzeperioden</li> <li>- Rückhalt von Schadstoffen aus Regenwasser</li> </ul>	Moderates Szenario: ca. 600.000 m <sup>2</sup> zusätzliche Freiflächenbegrünung (~ca. 60.000 m <sup>2</sup> pro Jahr)	1) ~ 1,9 Mio. € 2) ~ 3,2 Mio. € 3) ~ 51 Mio. € 4) ~ 14,8 Mio. €  <b>~ 71 Mio. €</b>	<b>~ 47,1 Mio. €</b>
		Ambitioniertes Szenario: ca. 1.190.000 m <sup>2</sup> zusätzliche Freiflächenbegrünung (~ca. 119.000 m <sup>2</sup> pro Jahr)	1) ~ 3,9 Mio. € 2) ~ 6,4 Mio. € 3) ~ 102,1 Mio. € 4) ~ 29,6 Mio. €  <b>~ 142,1 Mio. €</b>	<b>~ 94,3 Mio. €</b>

Foto: Dr. Lucia Herbeck

Foto: Bernd Schneider

© Shcherbakov Ilya/Shutterstock.com

\*] Es wurden jeweils die mittleren Werte zugrunde gelegt. Alle Kosten und Nutzen sind mit einer Diskontrate von 1 % auf den Gegenwartszeitpunkt diskontiert.



Jährliche Wertschöpfungseffekte und Beschäftigungseffekte für Bremen und die Region, die sich aus den Kosten eines moderaten Umsetzungsszenarios untersuchter Klimaanpassungsmaßnahmen in Bremen bis 2030 ergeben. Es profitieren v. a. bremische Unternehmen des Straßenbaus, des Garten- und Landschaftsbaus, Planungsbüros sowie verschiedene weitere Zuliefererunternehmen.

## Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte für Bremen und Umgebung

Die Kosten der Klimaanpassungsmaßnahmen stellen für die durchführenden Unternehmen **Umsätze** dar, mit denen sie **Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte** generieren. Wertschöpfungseffekte werden in den Bestandteilen **Beschäftigteneinkommen, Unternehmensgewinne** und **Steuereinnahmen** bemessen. Beschäftigungseffekte werden als **Vollzeitarbeitsplätze** bemessen.

Die Maßnahmenkosten gehen als Eingangsgrößen in ein regionales, statisches, geschlossenes Input-Output-Modell ein, um die regionalwirtschaftlichen Effekte zu ermitteln. Das Modell berücksichtigt sämtliche **Verflechtungen der regionalen Wirtschaftszweige** untereinander und die daraus entstehenden Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte für die gesamte regionale Wirtschaft.

Durch die Begrünungsmaßnahmen und die fortlaufenden Grünpflegekosten können **insgesamt ca. 2,7 Mio. € jährlicher Wertschöpfung** für das Land Bremen ausgelöst **sowie ca. 55 Vollzeit-Arbeitsplätze** geschaffen werden.

Mit einem Anteil von 50 % entfällt die Hälfte der Wertschöpfungseffekte auf **Beschäftigteneinkommen**, die wiederum mit Arbeitsplätzen verbunden sind.

Bei den direkt an der Maßnahmenumsetzung beteiligten Wirtschaftszweigen profitieren vor allem der **bremische Straßenbau** mit 1,2 Mio. € jährlicher Wertschöpfung und 24 Vollzeit-Arbeitsplätzen sowie **bremische Garten- und Landschaftsbaubetriebe** mit 0,8 Mio. € jährlicher Wertschöpfung und 22 Vollzeit-Arbeitsplätzen.

In weiteren **bremischen Zuliefererunternehmen** aus anderen Wirtschaftszweigen werden eine jährliche Wertschöpfung in Höhe von ca. 0,5 Mio. € generiert und ca. 7 Vollzeitarbeitsplätze geschaffen.

## Das Instrument der erweiterten Kosten-Nutzen-Analyse

Kosten-Nutzen-Analysen vergleichen in systematischer Weise die positiven und negativen Effekte von alternativen Projekten oder Politiken in monetären Einheiten und ermitteln damit deren Beitrag zur gesellschaftlichen Wohlfahrt. Durch die Anwendung umweltökonomischer Bewertungsmethoden werden auch Effekte auf Umweltgüter einbezogen, die als öffentliche Güter nicht über Märkte gehandelt werden.<sup>[4]</sup>

### Grundsätze der Kosten-Nutzen-Analyse

- Die Abwägung erfolgt aus **gesellschaftlicher**, d. h. **gesamtwirtschaftlicher** Perspektive.
- Es werden immer **Veränderungen** infolge einer Politik oder eines Projektes betrachtet: hier die Effekte der Klimaanpassungsmaßnahmen für ein moderates und ein ambitioniertes Umsetzungsszenario bis 2050.
- Künftig anfallende Kosten und Nutzen werden in ökonomischen Analysen im Vergleich zu heutigen Zahlungsströmen weniger stark gewichtet, d. h. **diskontiert**. Mit Hilfe der **Diskontierung** werden alle anfallenden Kosten und Nutzen auf einen Gegenwartszeitpunkt bezogen und als **Nettogegenwartswert (NGW)** ausgedrückt. Das Umweltbundesamt empfiehlt die standardmäßige Verwendung einer Diskontrate von 1 %.<sup>[3]</sup>
- Aus der Summe der diskontierten Nutzen abzüglich der Summe der diskontierten Kosten wird der **Nettonutzen** ermittelt.<sup>[4]</sup> Das **Nutzen-Kosten-Verhältnis** ist der Quotient zwischen diskontierten Gesamtnutzen und diskontierten Gesamtkosten.
- Wesentliche Eingangsparameter der Analyse werden im Rahmen einer **Sensitivitätsanalyse** variiert, um der Unsicherheit der Annahmen Rechnung zu tragen und die Robustheit des Ergebnisses zu ermitteln.

Die Alternative mit dem höchsten Nettonutzen ist aus gesamtwirtschaftlicher Sicht die **effizienteste**. Neben anderen Kriterien, wie die **Akzeptanz** oder **Umsetzbarkeit** von Anpassungsmaßnahmen, ist dies eine entscheidungsunterstützende Information für die strategische Planung im politisch-administrativen Prozess bei der Umsetzung der Bremer Klimaanpassungsstrategie.<sup>[1]</sup> Diese sollte im Einzelfall durch Detailplanungen ergänzt werden.

In weiteren **Fact Sheets** werden die Kosten und Nutzen für die Bremer Klimaanpassungsmaßnahmen **Straßenbäume** sowie **Dach- und Freiflächenbegrünung** im Detail dargestellt.

■ **Die Umsetzung der betrachteten Klimaanpassungsmaßnahmen wäre für Bremen ökonomisch vorteilhaft.** Im moderaten Szenario würde sich ein gesamtwirtschaftlicher Nettonutzen von ca. 76 Mio. € ergeben, im ambitionierten Szenario von ca. 174 Mio. €. Das Nutzen-Kosten-Verhältnis liegt im Mittel bei etwa 1,9.

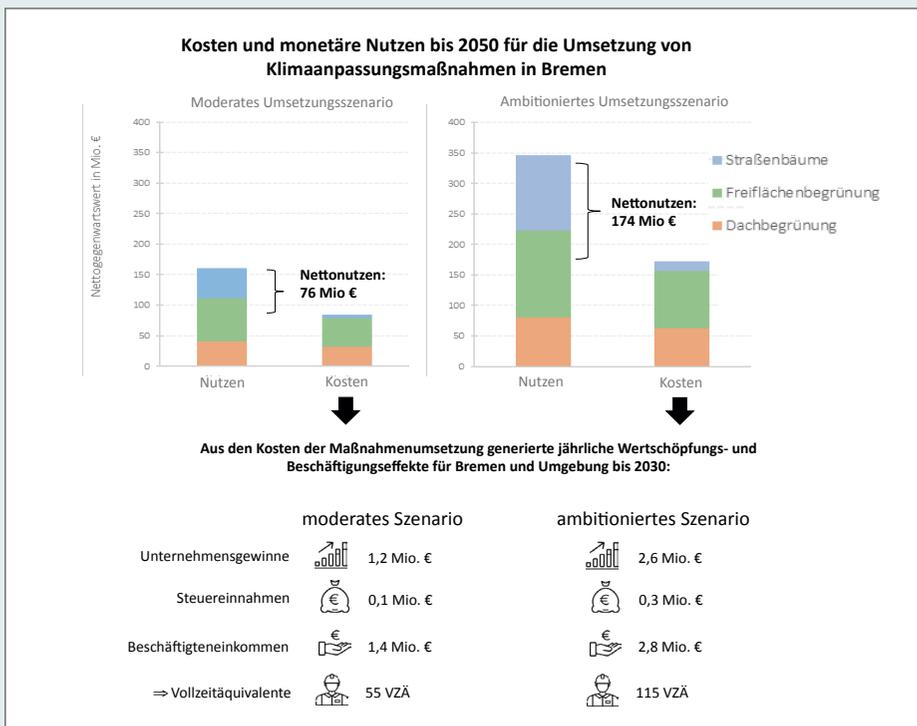
■ **Im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse wurde gezeigt, dass die Gesamtergebnisse robust sind.**

- Werden die Annahmen zu maximalen Gesamtkosten und minimalen Gesamtnutzen zugrunde gelegt, ergäbe sich im moderaten Szenario ein gesamtwirtschaftlicher Nettonutzen von ca. 1,8 Mio. € und im ambitionierten Szenario von ca. 20,7 Mio. €. Das Nutzen-Kosten-Verhältnis würde auf knapp über 1 sinken.
- Die Verwendung einer Diskontrate von 3 % statt 1 % würde bei Zugrundelegung jeweils der mittleren Kosten- und Nutzenannahmen zu einem Nutzen-Kosten-Verhältnis von etwa 1,7 führen.

■ **Zusätzlich ergeben sich im moderaten Umsetzungsszenario jährliche Wertschöpfungseffekte für das Land Bremen in Höhe von 2,7 Mio. € (im ambitionierten Szenario 5,6 Mio. €).** Diese regionalwirtschaftlichen Effekte fließen nicht als Nutzenbestandteil in die gesamtwirtschaftliche Kosten-Nutzen-Analyse ein, da sie an anderer Stelle anfallen.

- Mit ca. 1,3 Mio. € (2,5 Mio. €) jährlicher Wertschöpfung und 26 (51) Vollzeit-Arbeitsplätzen nimmt die Freiflächenbegrünung den größten Teil der wirtschaftlichen Effekte ein, gefolgt von der Dachbegrünung mit 1,3 Mio. € (2,4 Mio. €) jährlicher Wertschöpfung und 24 (48) Vollzeit-Arbeitsplätzen.
- Die Stadtgemeinden Bremen und Bremerhaven können jährlich kommunale Steuereinnahmen in Höhe von ca. 70.000 € (310.000 €) erwarten.
- Die Wertschöpfungseffekte durch die Begrünungsmaßnahmen können im moderaten Umsetzungsszenario zu ca. 0,008 % (0,017 %) zur Bruttowertschöpfung (BWS) des Landes Bremen beitragen (Niveau BWS: 2017).

■ **Die hier dargestellten Ergebnisse beziehen nur ausgewählte Ökosystemleistungen mit ein.** Bei einer detaillierteren Betrachtung einzelner Maßnahmen und Einbeziehung weiterer Effekte kann sich das Nutzen-Kosten-Verhältnis anders darstellen. Die Frage der Verteilung der Kosten und Nutzen und der Kostenträgerschaft wird hier nicht berücksichtigt.



Mittlere Schätzung der Nutzen und Kosten für das moderate und das ambitionierte Umsetzungsszenario betrachteter Klimaanpassungsmaßnahmen in Bremen. Die Maßnahmen werden von 2021 bis 2030 umgesetzt, Nutzen und Kosten werden bis 2050 berücksichtigt.

Die investierten Kosten führen zu den im unteren Teil dargestellten regionalen Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekten bis 2030.

Literaturverzeichnis unter  
<https://bresilient.de/publikationen/>



## Kontakt und Infos

### Die Senatorin für Klimaschutz, Umwelt, Mobilität, Stadtentwicklung und Wohnungsbau

Referat Umweltinnovationen &  
Anpassung an den Klimawandel  
Projektleitung Dr. Lucia Herbeck

An der Reeperbahn 2  
28217 Bremen  
[kontakt@bresilient.de](mailto:kontakt@bresilient.de)  
[www.bresilient.de](http://www.bresilient.de)

# BRESILIENT

## KLIMAFOLGEN KENNEN UND VORBEREITUNGEN TREFFEN

### Das Projekt BRESilient

Extremwetterereignisse wie Starkregen oder Hochwasser beeinflussen Bremen als Lebens- und Wirtschaftsstandort künftig immer mehr. Diesen Folgen des Klimawandels gemeinsam vorzubeugen – das ist das Ziel von BRESilient. Das Forschungsprojekt knüpft an die 2018 verabschiedete Bremer Klimaanpassungsstrategie an, die konkrete Schlüsselmaßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel für Bremen und Bremerhaven benennt.

Das Projekt „BRESilient – Klimaresiliente Zukunftsstadt Bremen“ bündelt Kompetenzen aus Forschung, Verwaltung und Praxis, um auf lokaler Ebene Handlungsbedarfe zu identifizieren. Unter Einbezug des Wissens derer, die es betrifft – Menschen, Unternehmen und Verbände vor Ort – werden in vier Modellbereichen gemeinsam Strategien und konkrete Maßnahmen für die Anpassung an den Klimawandel entwickelt. BRESilient wird von der Senatorin für Klimaschutz, Umwelt, Mobilität, Stadtentwicklung und Wohnungsbau geleitet und vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert.

Weitere Infos zum Projekt unter  
[www.bresilient.de](http://www.bresilient.de)

### Verbundleitung:

Die Senatorin für Klimaschutz,  
Umwelt, Mobilität, Stadtentwicklung  
und Wohnungsbau



### Verbundpartner:



**Literaturverzeichnis BRESilient-Fact Sheet „Kosten-Nutzen-Analyse als Entscheidungshilfe“**

- [1] Der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr (2018): Klimaanpassungsstrategie Bremen. Bremerhaven, <https://www.bauumwelt.bremen.de/info/klimaanpassungsstrategie>.
- [2] Naturkapital Deutschland – TEEB DE (2012): Der Wert der Natur für Wirtschaft und Gesellschaft – Eine Einführung. München, ifuplan; Leipzig, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ; Bonn, Bundesamt für Naturschutz.  
Naturkapital Deutschland – TEEB DE (2016): Ökosystemleistungen in der Stadt – Gesundheit schützen und Lebensqualität erhöhen. Hrsg. von Ingo Kowarik, Robert Bartz und Miriam Brenck. Technische Universität Berlin, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ. Berlin, Leipzig.
- [3] Bünger, B., Matthey, A. (2018): Methodenkonvention 3.0 zur Ermittlung von Umweltkosten – Methodische Grundlagen. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.  
<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/methodenkonvention-30-zur-ermittlung-von-0>.
- [4] Hanley, N., Shogren, J., White, B. (2019): Introduction to Environmental Economics. Oxford University Press, Oxford.

## VERBUNDLEITUNG

Die Senatorin für Klimaschutz,  
Umwelt, Mobilität, Stadtentwicklung  
und Wohnungsbau

Freie  
Hansestadt  
Bremen

## VERBUNDPARTNER

 **i|ö|w**  
INSTITUT FÜR ÖKOLOGISCHE  
WIRTSCHAFTSFORSCHUNG

**ISL**

**universität** OLDENBURG

GEFÖRDERT VOM

 Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung