

## Maritime Wirtschaft & Logistik Simulation eines Inland-Hubs

Fact Sheet

| Juni 2023



Bild von Thomas auf Pixabay

Fast jeder fünfte Arbeitsplatz im Bundesland Bremen ist mittelbar oder unmittelbar von den Häfen abhängig. Die dazugehörigen Hinterlandverbindungen und die Umschlagsknoten stellen eine wichtige Infrastruktur für die Maritime Wirtschaft & Logistik im Bundesland Bremen dar. Insbesondere mit zunehmenden Extremwetterereignissen betrifft der globale Klimawandel die sensiblen Wertschöpfungs- und Transportketten. Ein geeignetes Mittel gegen Starkregen, Stürme und Hitzewellen sind gezielte Klimaanpassungsmaßnahmen. Die hier untersuchten kooperativen Anpassungsmaßnahmen bilden darin eine Besonderheit, da hier mehrere Akteure gemeinsam agieren, um die Resilienz gegenüber Störungen zu steigern.

Der vorgestellte Ansatz ist ein im Hinterland liegendes Terminal, ein sogenannter Inland-Hub, der stark mit dem Seehafen kooperiert. Transporte zwischen dem Seehafen und dem Inland-Hub können konsolidiert werden, was den verstärkten Einsatz auch von größeren Binnenschiffen (Feederschiffen) und Zügen ermöglicht. Im Falle von Extremwetterereignissen soll der Inland-Hub als zentrale Instanz Auswirkungen von Störungen auffangen oder vermindern. Im Rahmen einer Simulation wurde mit einem Modell eines Inland-Hubs geprüft, ob die Nachhaltigkeit und die Resilienz im Falle von wetterbedingten Verkehrsträgerausfällen in Folge des Klimawandels verbessert werden können.

### **Inland-Hub kurz & knapp**

**Ein Inland-Hub** trägt dazu bei, Containertransporte vom und zum Seehafen **nachhaltiger** zu machen. Lkw-Transporte werden zugunsten von Bahn und Binnenschiff reduziert.

**Die Resilienz der Lieferketten** kann gesteigert werden, da im Falle von Störungen z. B. durch Extremwetterereignisse die Container intelligent auf zur Verfügung stehende Verkehrsträger verteilt werden können.

**Die Effizienz des Seehafens** wird gesteigert, da Container schon am Inland-Hub konsolidiert und sinnvoll neu zusammengestellt werden. Rangierfahrten und Zwischenlagerung werden vermieden. **Auf Änderungen kann kurzfristiger reagiert werden.**

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

Rainer Müller, Matthias Dreyer  
und Berit Böttger  
Institut für Seeverkehrswirtschaft  
und Logistik

GEFÖRDEBT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



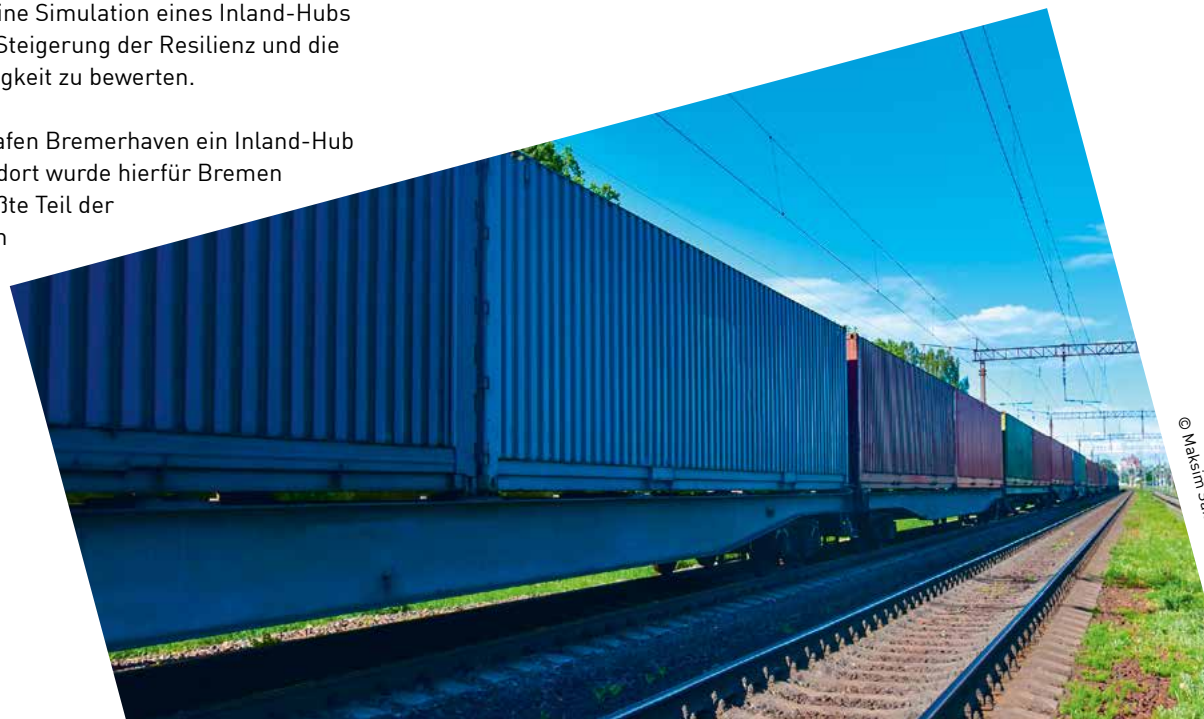
# Mit einem Inland-Hub zu mehr Klimaresilienz

## ■ Kooperative Klimaanpassungsmaßnahme Inland-Hub

Im Rahmen der ersten Phase des Projekts BREsilient wurde deutlich, dass bei einem Ausfall eines Verkehrsträgers durch ein Extremwetterereignis ein koordinierter Ansatz fehlt, um die verbleibenden Kapazitäten sinnvoll zu nutzen. Dies hat zur Folge, dass die verfügbaren Verkehrsträger hinsichtlich der Priorität der Container ineffizient eingesetzt und viele Container auf den Lkw verladen werden. Außerdem werden auch im Regelfall verstärkt Lkw eingesetzt, da Binnenschiffe und Züge oftmals nur eingeschränkt verfügbar sind. Um diese Verkehrsträger zu stärken und um die Resilienz gegenüber Klimawandelfolgen zu verbessern, wurde als kooperative Anpassungsmaßnahme das Konzept Inland-Hub identifiziert. Im Rahmen der Umsetzungsphase von BREsilient wurde eine Simulation eines Inland-Hubs implementiert, um die Steigerung der Resilienz und die Stärkung der Nachhaltigkeit zu bewerten.

Bremerhaven durch Bremen fließt. Seehafen und Inland-Hub kooperieren eng und Container von/nach Bremerhaven werden vorrangig über den Inland-Hub transportiert. Durch einen verstärkten Einsatz von Zügen und Binnenschiffen zwischen Inland-Hub und Seehafen können die Lkw-Verkehre eingeschränkt werden. Dadurch werden weniger Transportkilometer mit Lkw durchgeführt und die Schadstoffemissionen werden gesenkt, was insgesamt die Nachhaltigkeit verbessert. Dazu kann die Effizienz bei der Abfertigung an den Terminals gesteigert werden, indem z. B. alle Züge jeweils nur ein einziges Terminal (terminalreine Beladung) anfahren und Binnenschiffe mit höherer Kapazität eingesetzt werden.

Hierbei wird dem Seehafen Bremerhaven ein Inland-Hub vorgeschaltet. Als Standort wurde hierfür Bremen ausgewählt, da der größte Teil der Containerverkehre nach





# n der Logistik



Bild von Jaroslaw Blauk auf Pixabay

## ■ Simulationsmodell

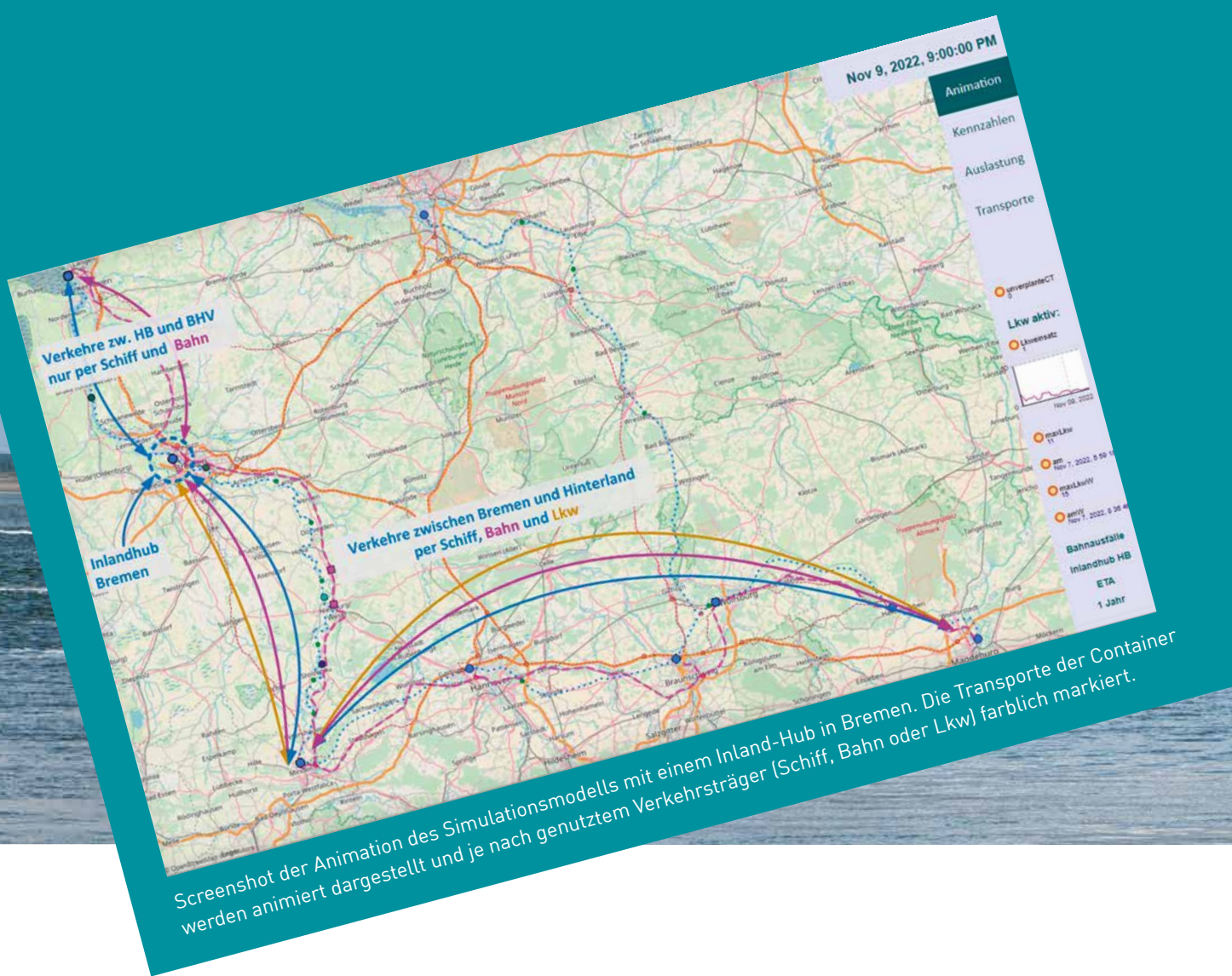
In dem verwendeten Simulationsmodell wurde festgelegt, dass Container zwischen dem Inland-Hub in Bremen und Bremerhaven im Regelfall per Bahn oder Binnenschiff transportiert werden, um die Lkw-Transporte nördlich des Hubs zu vermindern. Nur bei zeitlichen Restriktionen des Containers im Falle eines wetterbedingten Verkehrsträgerausfalls darf auch ein Lkw eingesetzt werden. Um diese zusätzlichen Mengen zwischen Bremen und Bremerhaven mit alternativen Verkehrsträgern bewältigen zu können, müssen sowohl die Bahn- als auch die Binnenschiffskapazitäten erhöht werden. Deshalb wurden im Modell sowohl mehr Züge als auch Feederschiffe für den zusätzlichen Transportbedarf auf der Schiene bzw. auf dem Wasser eingesetzt.

Die Simulation verarbeitet verschiedene Daten, u. a. zeitliche Vorgaben (geplante Ankunftszeit am Ziel) und Prioritäten von Containern (Einordnung des Logistikdienstleisters, z. B. nach Wert, Empfindlichkeit, Dringlichkeit der Ladung), Schleusen- und Rangierzeiten sowie die Umschlagsgeschwindigkeit in den Häfen und berücksichtigt die unterschiedliche Behandlung von Leer- und Vollcontainern (Leercontainer sind in der Handhabung flexibel, Vollcontainer unterliegen einer zeitlichen Bindung). Die verwendeten Daten stammen aus dem Güterverkehrsmodell des ISL. Diesem wurden Informationen zum Binnenschiffverkehrsverkehr, zu Hafen- und Schleusenbeschränkungen sowie zum Containertransport zwischen dem Seehafen Bremerhaven und dem Bremerhavener Einzugsgebiet im Jahr 2021 entnommen.

Um das Simulationsmodell zu validieren, wurde ein Ist-Szenario aufgebaut, das der heutigen Konfiguration ohne Inland-Hub entspricht. Die Ergebnisse aus der Simulation wurden mit der Realität verglichen. Anschließend wurde das Szenario um den Inland-Hub erweitert und ermittelt, wie viele zusätzliche Züge und Feederschiffe benötigt würden, um die erforderlichen Mengen ohne den Einsatz von Lkw transportieren zu können. Um auch saisonale Schwankungen zu berücksichtigen, wurden die Verkehrsströme für ein ganzes Jahr berechnet. Zur Untersuchung der Resilienz wurden in einem Simulationsjahr mehrere Extremwetterereignisse simuliert, die zu einem Ausfall der Bahn führen. In diesem Fall müssen die zu transportierenden Container auf das Binnenschiff umgebucht werden, um den Engpass auszugleichen. Dabei kann es vorkommen, dass nicht alle Container ihre zeitlichen Vorgaben einhalten können. Nur in diesem Fall darf der Lkw für einen Transport eingesetzt werden.



istockphoto.com



Screenshot der Animation des Simulationsmodells mit einem Inland-Hub in Bremen. Die Transporte der Container werden animiert dargestellt und je nach genutztem Verkehrsträger (Schiff, Bahn oder Lkw) farblich markiert.

## Ergebnisse der Simulation

Die Simulation bildet nur einen Ausschnitt der Realität ab, zeigt aber bereits, dass die Einrichtung eines Inland-Hubs Vorteile in Nachhaltigkeit und Effizienz bietet. Aufgrund der Verlagerung von Straßentransporten auf Schiene und Binnenwasserstraße wird die Nachhaltigkeit durch die Senkung der Schadstoffemissionen verbessert. Die Effizienz wird dadurch

gesteigert, dass mit dem Einsatz großer Feederschiffe sich der Umschlag großer Containermengen im Gegensatz zur Handhabung kleiner Transportmittel deutlich vereinfacht. Außerdem werden am Inland-Hub immer terminalreine Züge mit voller Länge (Ganzzüge) zusammengestellt, sodass zusätzliche Rangierfahrten im Hafen vermieden werden.

Im Fall eines Extremwetterereignisses erfüllt der Inland-Hub seinen Beitrag zur Resilienz, indem die Störung der Logistikketten und daraus resultierende Auswirkungen minimiert werden. Bei einem Ausfall der Bahn können die Bahncontainer entsprechend der zeitlichen Vorgaben umverteilt werden, so dass gerade Container mit hoher Priorität ihre zeitlichen Vorgaben einhalten können.



Bild von Hands of my tagel Michael Garcia auf Pixabay

## Die Simulationsergebnisse zeigen:

- **Bahn und Binnenschiff** werden durch die Einrichtung eines Inland-Hubs **gestärkt**.
- Die **Containertransporte werden nachhaltiger**, indem durch die Verteilung der Transportmengen auf weniger Einzelfahrzeuge **Schadstoffemissionen gesenkt** werden.
- Das System erweist sich im Falle eines Bahn-Ausfalls als **resilient**, da die Container auf die anderen Verkehrsträger umverteilt werden können. Ein Ausfall der Binnenschiffsverbindung zwischen Bremen und Bremerhaven wurde nicht untersucht, da ein Ausfall der stark erweiterten Binnenschiffsverbindungen zwischen Bremen und Bremerhaven mit Feederschiffen nicht kompensiert werden kann.

## Unabhängig von der Simulation werden mit einem Inland-Hub folgende Effekte hinsichtlich der Effizienz der Logistikketten erzielt:

- Durch die Konsolidierung der Container im Inland-Hub können **Züge** Richtung Bremerhaven **terminalrein beladen** und Rangiervorgänge im Hafen vermieden werden.
- Beim Seehafen-Terminal kann der Umschlagsprozess optimiert werden, da der **Umschlag an der Seeseite ohne aufwändige Zwischenlagerung** erfolgen kann.
- Durch die **Bereitstellung von Daten** zwischen Seehafen und Inland-Hub kann die Planung verbessert werden und besser auf kurzfristige Änderungen reagiert werden.

## Mögliche weitere Schritte vor einer Umsetzung eines Inland-Hubs:

- **Ermittlung eines geeigneten Standortes** für den Inland-Hub in Bremen (ggf. erweiterbar) mit ausreichender Anbindung an Straße, Schiene und Wasserstraße mit Umschlagmöglichkeiten und Aufnahmekapazität der Infrastruktur sowie ausreichend Flächen für eine Zwischenlagerung der Container.
- Untersuchung für den Hafen Bremerhaven, ob **ausreichend Liegeplätze und Containerkräne** für die Abfertigung der zusätzlichen Feederschiffe vorhanden sind. Überprüfung, ob die Container (an der Seeseite) zwischengelagert werden können und eine Erhöhung des Bahnumschlags in der erforderlichen Größenordnung möglich ist.
- Um die Wirtschaftlichkeit des Ansatzes zu prüfen wäre eine **Kosten-/Nutzenanalyse** durchzuführen.

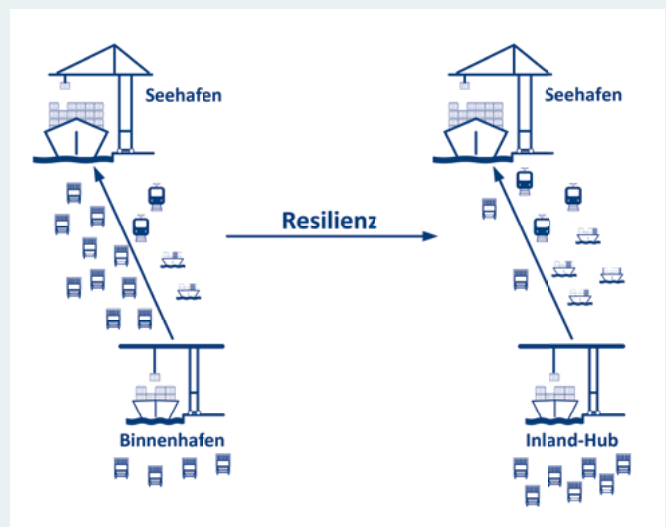
## Nutzbarkeit des Simulationsmodells:

Simulationsmodelle sind abstrakte, vereinfachte Abbildungen der Realität, können aber, bei entsprechender Validierung mit der Realität, für strategische Planungen genutzt werden. Das Simulationsmodell ist nicht nur für die beschriebene Seehafen/Inland-Hub Kombination nutzbar, sondern kann bei entsprechender Anpassung auch für Untersuchungen anderer Konstellationen eingesetzt werden. Dazu muss das Layout erfasst und z. B. Eingabedaten für Verkehrsnetze, Verkehrsträger, Schleusen, Umschlagsdauern und Geschwindigkeiten eingebunden werden. Besonderheiten einer neuen Konstellation müssen vor der Nutzung ggf. in das Modell implementiert werden.

## Vorteile eines Inland-Hubs

Container werden zwischen dem Seehafen und dem Hinterland per Lkw, Bahn oder Binnenschiff transportiert. Aus zeitlichen Gründen werden bei Transporten zwischen See- und Binnenhafen sehr häufig Lkw eingesetzt. Auch aus dem Hinterland kommen zahlreiche Lkw, die den Seehafen als Direktverkehr erreichen und umgekehrt. Aus Gründen der Nachhaltigkeit sind Überlegungen notwendig, wie der Verkehr von der Straße auf Bahn und Binnenschiff umgelagert werden kann.

Ein dem Seehafen vorgeschalteter Inland-Hub würde die Verkehrsträger Bahn und Binnenschiff stärken. Er zeichnet sich dadurch aus, dass er stark mit dem Seehafen kooperiert. Ein Inland-Hub bietet Vorteile hinsichtlich Effizienz und Nachhaltigkeit: Die Verkehre zum Seehafen werden durch den Inland-Hub gebündelt und effizienter abgewickelt. Straßentransporte zum Seehafen werden verringert und stattdessen am Inland-Hub konsolidiert. Durch den dadurch verstärkten Einsatz von Binnenschiff und Bahn zwischen Seehafen und Inland-Hub werden die Schadstoffemissionen gesenkt. Anhand bestehender Inland-Hubs ist zu erkennen,



dass ein Seehafen bei Kapazitätsengpässen entlastet wird, die Bahnabfertigung durch die Zusammenstellung terminalreiner Ganzzüge beschleunigt sowie Prozesse durch einen Datenaustausch optimiert werden.

Weitere Informationen und Links:  
[kurzelinks.de/bresilient-publikationen](https://kurzelinks.de/bresilient-publikationen)



## Kontakt und Infos

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

Referat Anpassung an den Klimawandel  
Projektleitung Dr. Lucia Herbeck

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

### Verbundleitung:

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



### Verbundpartner:



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



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



Finanziert von der  
Europäischen Union  
NextGenerationEU