

Eine neue Herausforderung für Kommunen und Unternehmen

Anpassung an die Folgen des Klimawandels in Gewerbegebieten

Bestandsgewerbegebiete müssen an die Folgen des Klimawandels angepasst werden, um zukunftsfähig zu bleiben. Maßnahmen der Klimawandelanpassung bringen Vorteile für Unternehmen und Kommunen gleichermaßen. Hierzu wurde ein neues Kosten-Nutzen-Tool zur ökonomischen Bewertung von Anpassungsmaßnahmen entwickelt und ein Beratungsprozess in drei Bestandsgewerbegebieten getestet.

Von Maic Verbücheln, Robert Böhnke, Christian Raffer und Vera Bartolović

Die durchschnittlichen Lufttemperaturen in Deutschland liegen derzeit knapp 2 Kelvin über den Temperaturen 100 Jahre zuvor (DKK 2021). Die steigenden Durchschnittstemperaturen bedeuten dabei konkret: häufigere und intensivere Hitzewellen, Zunahme von (lokalen) Starkregenereignissen und zugleich die Zunahme von Trockenperioden (ebenda). Der Klimawandel erhöht die Wahrscheinlichkeit von Starkniederschlägen, wie sie im Sommer 2021 vorgekommen sind, bis um das Neunfache (DWD 2021). Die Folgen des Klimawandels haben schon heute spürbare Auswirkungen auf Mensch und Natur, Städte und Gemeinden, Unternehmen und Infrastrukturen (Zacharias und Koppe 2015). Die Auswirkungen können regional oder landesweit zu erheblichen materiellen und immateriellen Schäden führen. Die weltweiten Klimawandelschäden werden allein für 2021 mit bis zu 250 Mrd. EUR beziffert (RND 2022; UBA 2020). Wie groß die Schäden und damit verbundenen Einschränkungen sind, hängt insbesondere von der Anpassungsfähigkeit bestehender Systeme und Infrastrukturen ab. Mit entsprechenden Anpassungsmaßnahmen können Schäden reduziert werden (UBA 2020).

Klimawandel im Gewerbegebiet als Motor der Transformation

Knapp 20% der Siedlungsfläche in Deutschland entfallen auf Industrie- und Gewerbeflächen (Destatis 2020). Diese sind durch einen hohen Anteil von Rangier-, Lager- und Parkflächen geprägt und weisen mit über 60% einen hohen Versiegelungsgrad auf (IÖR 2015). Der Anteil von unversiegelten Flächen

sowie Grünflächen ist sehr gering, was die Vulnerabilität der Standorte gegenüber Hitze- und Starkregenereignissen stark erhöht. Hinzu kommen erhebliche Luftbelastungen durch Emissionen von Produktionsbetrieben, Verkehrsaufkommen sowie Lärmbelastungen – auch für angrenzende Wohnquartiere. Für Unternehmen sind die Klimaveränderungen eine zentrale Herausforderung (UBA 2021a und UBA 2021b). Attraktive Standorte gewinnen für viele Unternehmen an Relevanz mit Blick auf die Gewinnung von Fachkräften und im Kontext des Wettbewerbs (Benden et al. 2012). Für Gewerbegebiete liegen daher in der Anpassung an die Folgen des Klimawandels erhebliche Chancen. Für Kommunen und ihre Wirtschaftsförderungen bedeutet das, Gewerbegebiete in ihrer Nutzung und Gestaltung zu diversifizieren (Wagner-Endres 2021) und damit auch gesamtstädtisch Entwicklungsimpulse zu setzen (BBSR 2019).

Ziele

Mit dem gemeinsam vom Deutschen Institut für Urbanistik (Difu) und EPC – Projektgesellschaft für Klima, Nachhaltigkeit, Kommunikation durchgeführten Projekt *KLIMA.PROFIT* wurde die Problematik des Klimawandels mit Blick auf die Herausforderungen in Gewerbegebieten aufgegriffen. Auf Basis von Fallstudien wurden in den Städten Dortmund, Bochum und Duisburg in enger Kooperation mit den Kommunen und Unternehmen vor Ort die Herausforderungen des Klimawandels identifiziert und Maßnahmen zur Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen diskutiert und analysiert. Neben der Entwicklung von Potenzialanalysen wurde ein Fokus auf Kosten-Nutzen-Analysen gelegt. Das Projekt wurde Ende 2021 abgeschlossen.

Methodik und Umsetzung

In engem Austausch mit den Kommunen, Wirtschaftsförderungen und lokalen Unternehmen wurde zunächst die lokale Situation in den drei Gewerbegebieten analysiert. Im Mittelpunkt standen dabei die Betroffenheiten der Unternehmen durch klimawandelbedingte Wetterereignisse und deren Auswirkungen auf das unternehmerische Handeln. Gestützt wurden diese qualitativen Erkenntnisse durch jeweils gebietspezifische Vulnerabilitätsanalysen, um aktuelle und zukünftige Gefährdungspotenziale der Standorte gegenüber den Folgen des Klimawandels besser einschätzen und gegenüber den Unternehmen kommunizieren zu können. Mit besonders Betroffenen und am Projekt interessierten Unternehmen wur-

„Für Gewerbegebiete liegen in der Anpassung an die Folgen des Klimawandels erhebliche Chancen.“

den Handlungsempfehlungen zur Klimaanpassung diskutiert und die Wirkungen der Maßnahmen modelliert. Für ausgewählte Maßnahmen wurden beispielhaft Kosten-Nutzen-Analysen zur ökonomischen Bewertung von Anpassungsmaßnahmen auf Ebene der Unternehmen durchgeführt.

Fallstudiengebiete

Für das Projekt wurden die folgenden drei Gewerbegebiete ausgewählt:

- Bochum, Gewerbegebiet Wattenscheid Ost und Hansastraße
- Dortmund, Gewerbegebiet Dorstfeld West
- Duisburg, Gewerbegebiet Kaßlerfeld

Die drei Standorte sind Bestandsgewerbegebiete, die einen Branchenmix mit produzierenden Betrieben und Handelsun-

ternehmen aufweisen. Alle untersuchten Gewerbegebiete besitzen eine direkte Wohnbebauung in angrenzender Lage. Für die drei Gewerbegebiete wurden Vulnerabilitätsanalysen durchgeführt, um genauere Hinweise zu Klimawandelfolgen generieren und notwendige Maßnahmen ableiten zu können. Der Schwerpunkt der durchgeführten Untersuchung lag vor allem auf Hitze und Starkregenereignissen. Karten zu Fließwegen und Oberflächentemperaturen wurden entwickelt. Diese Analysen waren sehr hilfreich für die Ansprache der Unternehmen.

Auf Grundlage der Analysen und gemeinsamen Gespräche mit den Kommunen (Umweltämter, Wirtschaftsförderung) und lokalen Unternehmen konnten Betroffenheiten der Klimawandelfolgen der Gewerbegebiete insgesamt wie auch standortspezifisch identifiziert werden. Darauf aufbauend wurden gemeinsam mit den Unternehmen folgende Anpassungsmaßnahmen entwickelt.

Wenn Hitze zu Produktionsausfällen führt

Die Betroffenheit einer Firma resultiert aus einem hohen Versiegelungsgrad auf dem Gelände. Insbesondere bei Hitzeperioden wurde eine hohe Hitzebelastung der Mitarbeitenden sowie eingeschränkte Frischluftzufuhr für die Gebäudelüftung festgestellt. Produktionsprozesse im Gebäude stellen eine zusätzliche Wärmequelle dar. Bei sommerlichen Hitzeperioden sind bei einem Ausfall der Kühlung Produktionsausfälle nicht auszuschließen. Hier wurde Handlungsbedarf gesehen, weshalb u. a. eine Fassadenbegrünung diskutiert wurde. Bei der

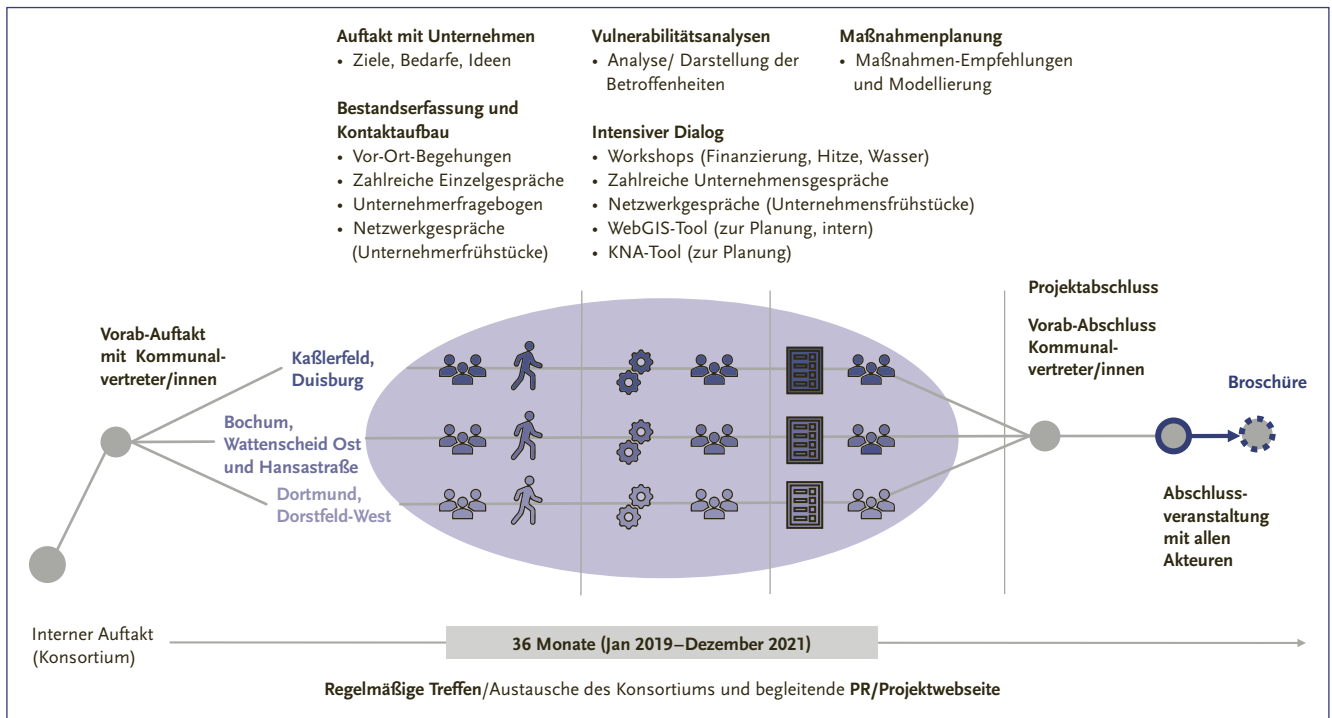


Abbildung 1: Übersicht zum Vorgehen im Projekt KlimaProfit

Quelle: EPC/Difu

Beratung wurden zwei unterschiedliche Begrünungsszenarien gewählt: Variante 1 war die Begrünung onlyGreen mit 30 cm Ivy (*Hedera helix*) und Variante 2 war eine optimierte Fassadenbegrünung mit 30 cm Funkia (*Hosta*) sowie 15 cm Substrataufbau (01NAS2).

Die Ergebnisse der Modellierungen zeigten, dass je nach Parametrisierung die Kühlwirkungen recht unterschiedlich ausfallen (K.PLAN 2021). Die maximale Kühlwirkung während einer viertägigen Hitzeperiode für die Variante onlyGreen beträgt gerade einmal 0,35 K an der Südfassade. Mit einer optimierten Fassadenbegrünung (01NAS2) lassen sich Kühleffekte bis über 1,8 K erreichen. Die weitaus höheren Abkühlungseffekte der optimierten Fassadenbegrünung sind auf den Substrataufbau mit einer optimierten Wasserversorgung zurückzuführen. Damit wird eine deutlich erhöhte Evapotranspiration ermöglicht, welche für die Höhe des Kühlpotenzials ausschlaggebend ist. Je länger eine Hitzeperiode andauert, desto höher ist die absolute Kühlwirkung der Fassadenbegrünung bei ausreichender Wasserversorgung. Die vergleichende Betrachtung der Varianten zeigt, dass die Kühlwirkung der Fassadenbegrünung an der Südfassade am höchsten und bis in den nördlichen Gebäudeteil hinein wirksam ist.

Die entscheidenden Faktoren für die Kühlwirkung sind somit:

- Substrataufbau und Wasserversorgung
- Exposition der begrünten Fassade
- Dauer und Lufttemperatur der Hitzeperiode
- Innerer Gebäudeaufbau

Wenn Starkregen meinen Standort überflutet

Das Firmengelände wie auch weitere Betriebsgelände entlang einer Straße waren schon mehrfach infolge von Starkregenereignissen überflutet. Die Überflutung erfolgt in diesem Senkenbereich durch Wassereintritt vom Straßenraum. Zusätzlich kann anfallendes Wasser durch einen Rückstau in der Kanalisation nicht vom Firmengelände abfließen, weshalb bereits Pumpen installiert wurden. Für die Diskussion mit dem Unternehmen wurden die Ergebnisse der Fließwege- und Senkenanalyse genutzt.

Um kurzfristig Schäden durch auftretende Überflutungen zu minimieren, erschien es sinnvoll, entlang der Straße Maßnahmen umzusetzen. Dies sind einerseits die Schaffung von Speichermöglichkeiten auf dem Firmengelände selbst als Zwi-

schenspeicher auf dem Dach und/oder auf den Betriebsflächen. Damit kann das vor Ort anfallende Niederschlagswasser zurückgehalten werden, um direkte Schäden und Rückstau aus dem überlasteten Kanal zu verringern. Des Weiteren hilft eine temporäre Abschottung der Zufahrten, beispielsweise durch Schleusentore. Große Effekte auf den Regenrückhalt hätte die Schaffung von großflächigen Zwischenspeicherungen auf oder unter Flächen entlang der ausgewiesenen Fließwege. Diese Maßnahmen sind aber nur in Kooperation mit mehreren Unternehmen und der Stadt Duisburg vorstellbar. Erschwerend kann hinzukommen, dass die für die Zwischenspeicherung infrage kommenden Flächen möglicherweise im Besitz von Unternehmen sind, die weniger betroffen sein werden als die am Tiefpunkt der Senke gelegenen.

Wie gemeinsame Anpassungsmaßnahmen mehr bewirken

Im Gewerbegebiet in Bochum wurde das Thema Hitze im Umfeld von mehreren Betrieben als Herausforderung identifiziert (u. a. Glasbaufirma und Großbäckerei). Auch die mikro-

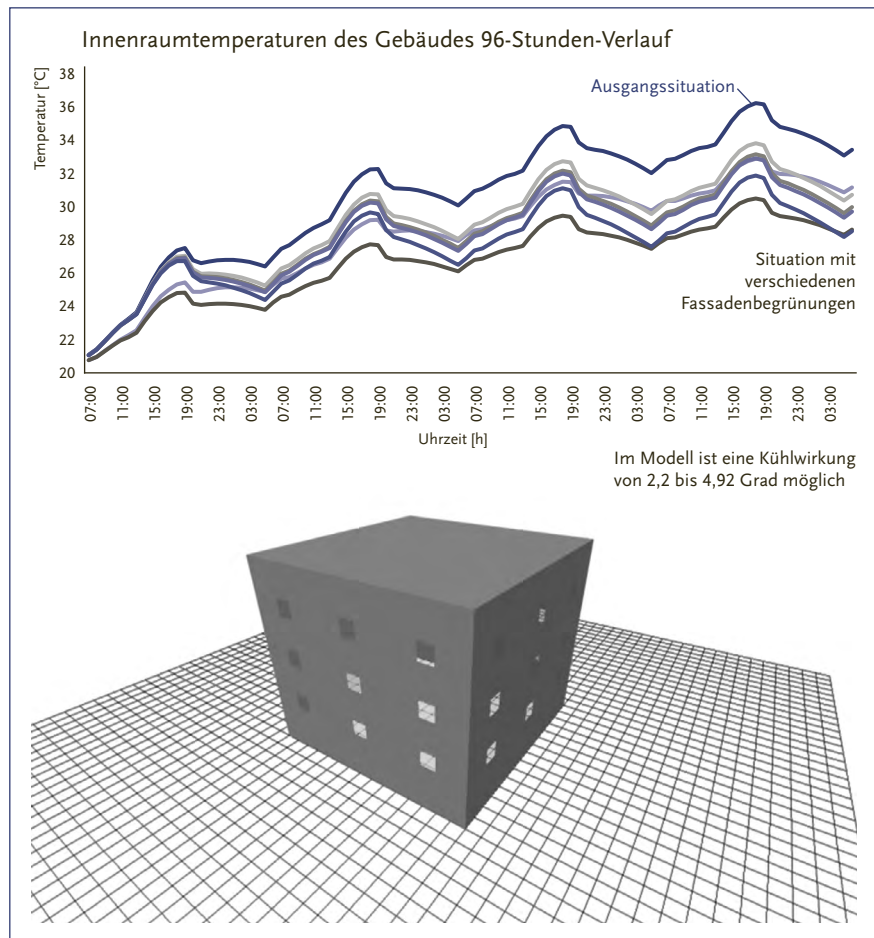


Abbildung 2: Innenraumtemperatur und Fassadenbegrünung – Modellberechnungen

Quelle: K-Plan, Bochum

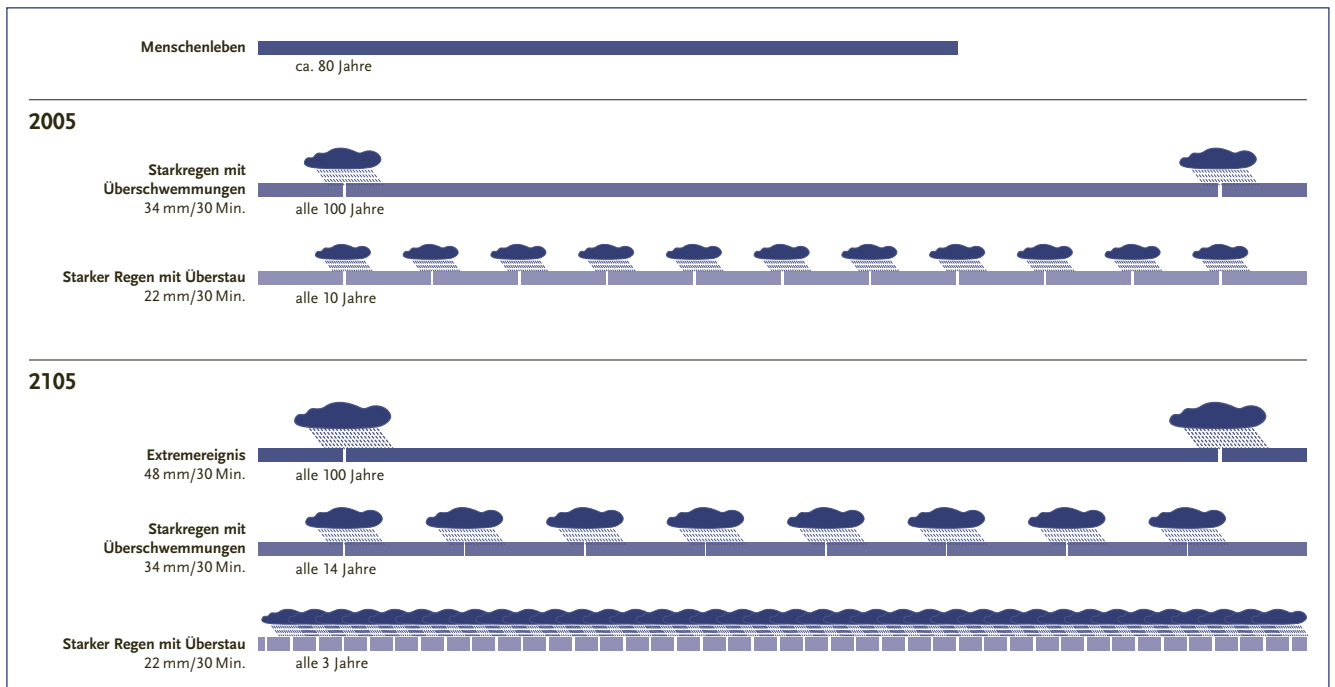


Abbildung 3: Prognose künftige Starkregenereignisse

Quelle: Forschungsinstitut für Wasser- und Abfallwirtschaft an der RWTH Aachen (FiW e. V.)

skaligen Analysen zeigten erhöhte Temperaturen in dem Gebiet an. Um die Temperaturen zu senken, wurden vor allem eine optimierte Begrünung und eine Änderung der Materialfarben diskutiert und die möglichen Temperatursenkungen durch umgesetzte Maßnahmen berechnet (z. B. Bäume, Dachbegrünungen, helle Betonpflaster).

Es wurde festgestellt, dass eine Umsetzung von aufeinander abgestimmten Maßnahmenbündeln für die Reduktion der Lufttemperaturen im Umfeld von Gewerbebetrieben wirkungsvoller sein dürfte als die Umsetzung von Einzelmaßnahmen. Dabei sind Aspekte wie der Erhalt der Belüftung bei der Auswahl beispielsweise von Baumstandorten zu berücksichtigen. Maßnahmen am Gebäude selbst, wie Dach- und Fassadenbegrünungen, haben nur sehr geringe Auswirkungen auf das Gebäudeumfeld. Wenn Dachbegrünungen jedoch fast flächendeckend umgesetzt werden, sind die Abkühlungseffekte auch in der weiteren Umgebung nachweisbar. Den größten Effekt auf die Lufttemperaturen am Tag haben Veränderungen der Oberflächenbeläge beziehungsweise Oberflächenfarben. Hier kann durch eine geringere Wärmeaufnahme die Aufheizung wirkungsvoll reduziert werden. Bei der Betrachtung von einzelnen Flurstücken kann der Temperaturrückgang bis zu 2 Kelvin betragen.

Kosten-Nutzen-Analyse von Anpassungsmaßnahmen

Um die Rentabilität von Einzelprojekten zur Klimaanpassung für die betroffenen Unternehmen nachvollziehbar zu machen, wurden ökonomische Kosten-Nutzen-Analysen durchgeführt (Rosen 1995; Peng/Song 2018). Dafür mussten vorab

Annahmen getroffen werden. Um die Preissteigerung abzubilden, wurde von einer jährlichen Inflation von 2% ausgegangen, dem Zielwert der Europäischen Zentralbank (EZB 2021). Für die Diskontierung wurden jeweils zwei Szenarien gerechnet. Ein Hochzinsszenario mit einem jahresdurchschnittlichen Zins von 5% über die gesamte Projektlaufzeit und ein Niedrigzinsszenario mit einem jahresdurchschnittlichen Zins von 0%. Diese Grenzwerte wurden aus der Entwicklung der Renditen zehnjähriger Staatsanleihen der Bundesrepublik seit dem Jahr 2000 abgeleitet (OECD 2022). Für die marktgenaue Bewertung anfänglicher Investitionskosten, aber auch künftiger Unterhalts- und Rückbaukosten sowie realistischer Maßnahmenlaufzeiten wurden jeweils Interviews mit Fachverbänden und -betrieben geführt.

Die größte Schwierigkeit bei der Durchführung der Kosten-Nutzen-Analysen ergab sich in der monetären Bewertung künftiger Nutzen. Anders als bei herkömmlichen produktiven Investitionen führen bauliche Änderungen zur Anpassung an den Klimawandel eher nicht zu direkt ersichtlichen finanziellen Rückflüssen, da sie – anders als eine zusätzliche Maschine – die Produktionskapazität nicht direkt beeinflussen. Die finanziellen Rückflüsse sind vielmehr indirekt und entstehen zum Beispiel durch eine Kühlung der Innenraumtemperatur oder durch eingesparte Niederschlagsgebühren. Wesentlich für die Kosten-Nutzen-Analysen waren zudem potenzielle Schäden, die durch die Anpassungsmaßnahme verhindert werden sollten. Dabei handelt es sich um Schäden, die bei Extremwetterereignissen in der Vergangenheit bereits angefallen sind oder die akut drohen und für die Unternehmensvertreter daher monetäre Bewertungen vornehmen konnten. Da die Häufigkeit die-

ser Schäden von der Häufigkeit künftiger Extremwetterereignisse abhängt, wurden diese für das Projektgebiet Nordrhein-Westfalen entweder aus der bestehenden Literatur abgeleitet oder mithilfe von Daten des Deutschen Wetterdienstes prognostiziert. All jene Nutzen der Anpassungsmaßnahme, die sich nicht unmittelbar in monetäre Werte übersetzen ließen, blieben bei der Kosten-Nutzen-Analyse zunächst außen vor, wurden jedoch qualitativ diskutiert.

Ergebnisse der Kosten-Nutzen-Analysen

Im Folgenden wird ein Beispiel für Kosten-Nutzen-Analysen von Klimaanpassungsmaßnahmen auf Unternehmensebene vorgestellt. Das unausgesprochene Alternativszenario ist jeweils der Verzicht auf die Maßnahme. In keinem Fall wurden nicht monetarisierbare Nutzen berücksichtigt. Auch potenzielle Fördermittel wurden nicht in die Kostenschätzungen mit einbezogen.

Im Gewerbegebiet in Duisburg wurde eine potenzielle Klimaanpassungsmaßnahme für ein Unternehmen mithilfe einer Kosten-Nutzen-Analyse bewertet, die dem Klimarisiko Starkregen zuzuordnen ist. Nach Gesprächen mit dem Unternehmen und mit Fachfirmen wurde als Anpassungsmaßnahme die Anbringung eines Klappschotts sowie Rückstausicherungen für die Kanalanlüsse auf dem Betriebsgelände geplant. Als Projektlaufzeit wurden 30 Jahre angenommen. Um die Nachvollziehbarkeit der Bewertung zu erhöhen, wurde der jahresdurchschnittliche Schaden berechnet, der durch die Maßnahme verhindert werden müsste, um die Investition aus ökonomischer Sicht rentabel zu machen.

Im Ergebnis (siehe Abbildung 4) zeigt sich, dass der jahresdurchschnittliche Schaden – je nach Zinsszenario – zwischen circa 1.900 EUR und 3.200 EUR liegt. Dieser Korridor kommt zunächst ohne Annahmen über die künftige Häufigkeit von Starkregenereignissen aus und ermöglicht es dem Unternehmen, auf Basis vergangener jahresdurchschnittlicher Schäden die Rentabilität der Maßnahme zu bewerten.

Kritische Diskussion von Maßnahmen zur Klimaanpassung

Kosten-Nutzen-Analysen können für Unternehmen eine wichtige Informationsquelle sein, um die Rentabilität einer Klimaanpassungsinvestition zu bewerten. Gleichzeitig wurden jedoch die Limitationen des Werkzeuges deutlich. Zunächst hängt die Validität der Ergebnisse von verschiedenen Kriterien ab:

- Verlässliche Kostendaten
- Korrekte Annahmen über die Durchführbarkeit
- Verlässliche Nutzendaten

Die Durchführung einer validen Kosten-Nutzen-Analyse von einzelunternehmerischen Klimaanpassungsmaßnahmen erfordert einen Analyseaufwand. Da die Häufigkeit und Auswirkung künftiger Extremwetterereignisse stark von regional- und lokalklimatischen Spezifika abhängen, sind auch standardisierte Berechnungstools in ihrer Aussagekraft limitiert. Hinzu kommt, dass die Analyse immer ein Blick in die Zukunft ist, der hinsichtlich Zins-, Preis- und Klimaentwicklung zwangsläufig mit Unsicherheiten behaftet ist. Und zu guter Letzt ist die Monetarisierung von schwer in Geldeinheiten zu fassenden Nutzen wie etwa dem Hinzugewinn von Ökosystemdienstleistungen oder der Steigerung der Aufenthaltsqualität von Mitarbeiter/innen ein bis dato ungelöstes Problem. Solcher Nutzen kann im besten Fall subjektiv abgewogen werden und sollte daher Rückgriff auf die Präferenzen der Betroffenen nehmen. Hier kämen Multikriterienanalysen (Schwaiger et al. 2018) infrage, die jedoch für einzelunternehmerische Ent-

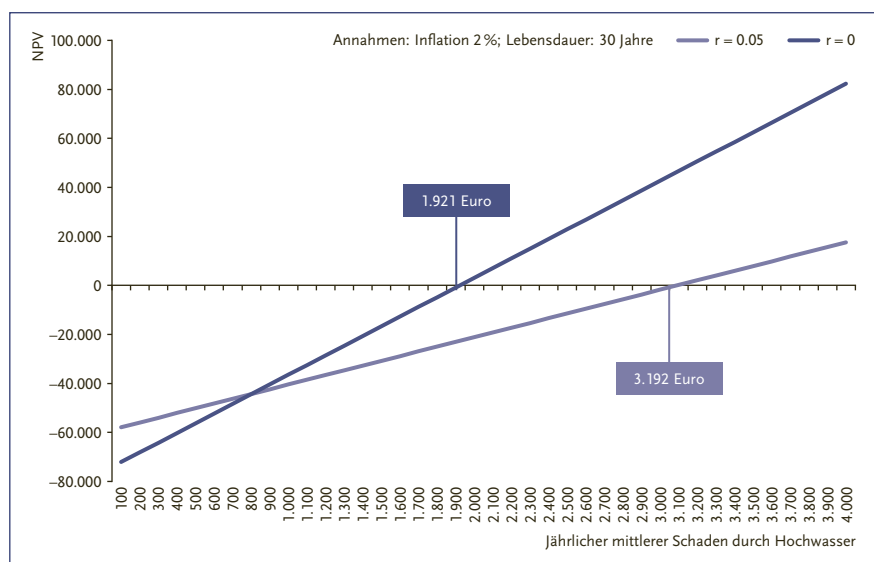


Abbildung 4: Nettokapitalwert für den Einbau eines Klappschotts und Rückstausicherung für zwei Zinsszenarien am Beispiel einer Firma

Quelle: Difu

„Die Anpassung von Bestands-gewerbegebieten an die Folgen des Klimawandels ist eine Aufgabe von Unternehmen und Kommune gleichermaßen.“

„Kosten-Nutzen-Analysen können für Unternehmen eine wichtige Informationsquelle sein, um die Rentabilität einer Klimaanpassungs-investition zu bewerten.“

scheidungen, gerade bei kleinen und mittleren Unternehmen, zu aufwendig erscheinen.

Schritte zur Klimaanpassung in Bestands-gewerbegebieten

Die Anpassung von Bestands-gewerbegebieten an die Folgen des Klimawandels ist eine Aufgabe von Unternehmen und Kommune gleichermaßen. Dabei geht es einerseits darum, bereits eingetretene Folgen wie Überflutungen nach Starkregenereignissen und damit verbundene Schäden abzumildern. Andererseits geht es darum, das Schadenspotenzial mit Blick auf prognostizierte Klimawandelfolgen zu reduzieren. Die Maßnahmen können dabei von kleinräumigen und kurzfristig umzusetzenden Entsiegelungen bis hin zu Schaffung von dezentralen Versickerungsflächen mit Aufenthaltsqualität reichen. Dabei gilt gleichermaßen für Kommunen und Unternehmen: Klimaanpassung ist ein kontinuierlicher Prozess (siehe Abbildung 5).

Die Schritte sind dabei nicht zwingend nacheinander abzuarbeiten, sondern sinnvoll miteinander zu verzahnen. Für Kommunen existieren vonseiten des Bundes und der Länder Förderprogramme zur Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen sowie zur Erarbeitung von Klimaanpassungskonzepten.

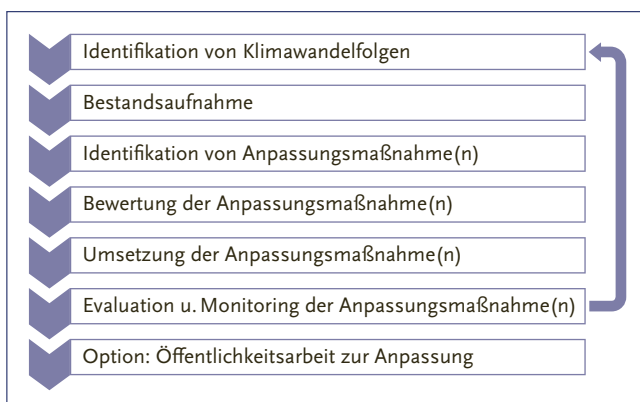


Abbildung 5: Klimaanpassung als kontinuierlicher Prozess

Quelle: eigene Darstellung

Fazit

Die Anpassung an die Folgen des Klimawandels ist eine Aufgabe für alle staatlichen und privaten Akteure. Neue Gewerbegebiete werden bereits vielfach klimaneutral und klimaangepasst entwickelt. Jedoch besteht vor allem bei Bestands-gewerbegebieten ein besonderer Anpassungsdruck – auch mit Blick auf die Wettbewerbs- und Zukunftsfähigkeit der Standorte. Für Unternehmen bietet sich dabei nicht nur die Chance, sich frühzeitig auf die Veränderungen einzustellen und Schäden zu vermeiden, sondern gleichsam die Qualitäten des Standortes zu verbessern. Die Motivation der Unternehmen für dieses Thema ist dabei stark abhängig von der eigenen Betroffenheit. Das verdeutlicht einmal mehr die zentrale Rolle der Kommune beziehungsweise von Gebietsnetzwerken bei der Sensibilisierung von Unternehmen. Unternehmen, deren Gebäude durch Starkregenereignisse beschädigt wurden oder aufgrund von Hitzewellen ihre Produktion stoppen mussten, kennen die betriebswirtschaftlichen Kosten der Folgen des Klimawandels sehr genau. Mit dem Kosten-Nutzen-Tool konnte ein Werkzeug entwickelt werden, mit dem Unternehmen die Rentabilität von Anpassungsmaßnahmen darstellen können. Hierfür ist eine begleitende Modellierung von Anpassungsmaßnahmen hilfreich, da pauschale Aussagen zur Wirkung von Anpassungsmaßnahmen eventuell nicht den gewünschten Effekt der Schadensreduzierung haben. Festzuhalten ist, dass die Beratung und der Austausch mit den Unternehmen essenziell für eine erfolgreiche Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen in Gewerbegebieten sind. Ein standardisierter Beratungsprozess würde den Unternehmen und Kommunen sicherlich helfen, um den Herausforderungen des Klimawandels zu begegnen.

Anmerkung

Klimaanpassung, Klimawandelanpassung und Anpassungsmaßnahmen werden in diesem Beitrag jeweils synonym für die Anpassung an die Folgen des Klimawandels verwendet.

Literatur

- BBSR (2019): Nachhaltige Weiterentwicklung von Gewerbegebieten. Ergebnisbericht zum ExWoSt-Forschungsfeld. Bonn, Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung.
- Benden, J./Riegel, C./Trum, A./Theißen, A. (2012): Gewerbeflächen im Klimawandel – Leitfaden zum Umgang mit Klimatrends und Extremwetter. <http://www1.isb.rwth-aachen.de/klimaix/downloads/KlimaixLeitfadenDownload.pdf>
- Destatis (2020): Fläche für Siedlung nach Nutzungsarten in Deutschland www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Flaechennutzung/Tabellen/siedlungsflaeche.html;jsessionid=ACB770CD325B1EF1B95601FF8C37683B.live722
- DKK (2021): Was wir heute übers Klima wissen. Basisfakten zum Klimawandel, die in der Wissenschaft unumstritten sind. www.deutsches-klima-konsortium.de/fileadmin/user_upload/pdfs/Publikationen_DKK/basisfakten-klimawandel.pdf
- DWD (2021): Klimawandel machte die Starkregenfälle wahrscheinlicher, die zu Überschwemmungen in Westeuropa führten, Attributionsstudie.

- www.dwd.de/DE/presse/pressemitteilungen/DE/2021/20210824_attributionsstudie_starkregen_news.html
- EZB (2021): EZB-Rat verabschiedet neue geldpolitische Strategie. Pressemitteilung vom 8. Juli 2021. www.ecb.europa.eu/press/pr/date/2021/html/ecb.pr210708-dc78cc4b0d.de.html
- IÖR (2015): Monitor der Siedlungs- und Freiraumentwicklung (IÖR-Monitor) – Wie viel Fläche ist versiegelt, Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung e. V., Leipzig. www.ioer-monitor.de/ergebnisse/analyseergebnisse/bodenversiegelung/
- K.PLAN (2021): KLIMA.PROFIT, Unterstützung der Potenzialanalysen, Klimamodellierung, Unterstützung der Maßnahmenplanung und -bewertung für das Projekt KLIMA.PROFIT (unveröffentlichter Endbericht).
- OECD (2022): Long-term interest rates. <https://data.oecd.org/interest/long-term-interest-rates.htm>
- Peng, B./Song, J. (2018): A Case Study of Preliminary Cost-Benefit Analysis of Building Levees to Mitigate the Joint Effects of Sea Level Rise and Storm Surge. In: *Water* 10/2: 169.
- Rosen, H. (1995): *Public Finance*. Chicago, Irwin.
- RND (2022): 250 Milliarden Euro Schaden in einem Jahr: Der Klimawandel bekommt ein Preisschild. www.rnd.de/wirtschaft/klimawandel-150-milliarden-euro-schaden-im-jahr-2021-mehr-praevention-IGGAW2j24VBGHB26E3Lj275HA.html
- Schwaiger, E./Färber, B./Kühnen, L./Stagl, S./Svehla-Stix, S./Vogel, J./Weiß, M. (2018): Bewertung von Ökosystemleistungen – Methodenvergleich Kosten-Nutzen-Analyse und Multikriterienanalyse anhand einer Österreichischen Region. www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0670.pdf
- Umweltbundesamt (2021a): Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland – Teilbericht 4: Risiken und Anpassung im Cluster Infrastruktur, 23/2021. Dessau-Roßlau, Umweltbundesamt.
- Umweltbundesamt (2021b): Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland – Teilbericht 5: Risiken und Anpassung in den Clustern Wirtschaft und Gesundheit, 24/2021. Dessau-Roßlau, Umweltbundesamt.
- Umweltbundesamt (2020): Bewertung klimawandelgebundener Risiken: Schadenspotenziale und ökonomische Wirkung von Klimawandel und Anpassungsmaßnahmen. Abschlussbericht, Vorhaben „Behördenkooperation Klimawandel und -anpassung“ Teil 1, Texte 29/2020. Dessau-Roßlau, Umweltbundesamt.
- Wagner-Endres, S. et al. (2021): Innovationsfähigkeit der Wirtschaftsförderung. Akteure – Instrumente – Handlungsansätze. Gemeinschaftsstudie, Berlin (Difu-Sonderveröffentlichung), https://repository.difu.de/jspui/bitstream/difu/582355/1/Difu_SV_Innovative_Wifoe_Gesamt.pdf

- Zacharias, S./Koppe, C. (2015): Einfluss des Klimawandels auf die Biotropie des Wetters und die Gesundheit bzw. die Leistungsfähigkeit der Bevölkerung in Deutschland. www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/ug_06_2015_einfluss_des_klimawandels_auf_die_biotropie_des_wetters_0.pdf

AUTOR/INNEN + KONTAKT

Maic Verbücheln ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter und Projektleiter am Fachbereich Umwelt des Deutschen Instituts für Urbanistik. Seine Arbeitsschwerpunkte sind Ressourcen, Kommunale Abfallwirtschaft und Klimaschutz- und Anpassung.



Deutsches Institut für Urbanistik, Zimmerstraße 13–15, 10969 Berlin. E-Mail: verbuecheln@difu.de

Robert Böhnke ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter und Projektleiter am Fachbereich Umwelt des Deutschen Instituts für Urbanistik. Seine Arbeitsschwerpunkte sind Ressourcen und Immissionschutz.



Deutsches Institut für Urbanistik, Zimmerstraße 13–15, 10969 Berlin. E-Mail: boehnke@difu.de

Christian Raffer ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter und Projektleiter am Fachbereich Infrastruktur des Deutschen Instituts für Urbanistik. Seine Arbeitsschwerpunkte sind Wirtschaft, Finanzen und Nachhaltigkeitsindikatorik.



Deutsches Institut für Urbanistik, Zimmerstraße 13–15, 10969 Berlin. E-Mail: raffer@difu.de

Vera Bartolović ist Teamleiterin für Klimaschutz und Klimaanpassung bei EPC – Projektgesellschaft für Klima, Nachhaltigkeit, Kommunikation.



EPC – Projektgesellschaft für Klima, Nachhaltigkeit, Kommunikation, Potsdamer Platz 1, 10785 Berlin. E-Mail: bartolovic@e-p-c.de

GAIA Masters Student Paper Award

The international journal GAIA – Ecological Perspectives for Science and Society invites Masters students to participate in the **2023 GAIA Masters Student Paper Award.**

Submission guidelines and more information:

www.oekom.de/zeitschriften/gaia/student-paper-award

Deadline for submission: November 28, 2022.

The winner will be selected by an international jury and will be granted a prize money of EUR 1,500 endowed by the Selbach Umwelt Stiftung and Dialogik gGmbH, as well as a free one-year subscription to GAIA, including free online access. The winner may also be encouraged to submit his or her paper for publication in GAIA.

DIALOGIK
gemeinnützige Gesellschaft für Kommunikations- und Kooperationsforschung mbH

Selbach Umwelt Stiftung

GAIA