

KrefeldKlimaNeutral 2035

Anhang: Klimafolgenkosten

Düsseldorf/ Darmstadt, 24. Oktober 2023

Auftraggeberin:

Stadt Krefeld

Geschäftsbereich VI – Stabsstelle Klimaschutz und Nachhaltigkeit

Von-der-Leyen-Platz 1

47798 Krefeld

Auftragnehmer:

einsfünf Beratungsgesellschaft mbH

Kaiser-Wilhelm-Ring 1

40545 Düsseldorf

Fon +49 (0) 211 598961-10

info@einsfuenf.de

www.einsfuenf.de

Dipl.-Ing., M.Sc. Andre Wilk

B.Sc. Juliana Hautz

INFRASTRUKTUR & UMWELT

Professor Böhm und Partner

Julius-Reiber-Straße 17

D-64293 Darmstadt

Fon +49 (0) 61 51 / 81 30-0

Fax +49 (0) 61 51 / 81 30-20

mail@iu-info.de

Dipl.-Ing. Hans-Jürgen Gräff

Inhalt

Inhalt	3
1. Einleitung	4
2. Wirtschaftliche Auswirkungen des Klimawandels auf Krefeld	5
2.1. Einfluss Kommune	7
2.2. Öffentliche Gesundheit	7
2.3. Arbeitsproduktivität	7
2.4. Infrastruktur	7
2.5. Energieverbrauch	8
2.6. Weitere Kosten	9
3. Weitere Betrachtungsweisen	9
3.1. DIW	9
3.2. Prognos	9
3.3. GWS	9
3.4. Umweltbundesamt	10
4. Fazit	11
Literaturverzeichnis	12

1. Einleitung

Als Folge des Klimawandels wird in den nächsten Jahrzehnten mit Temperaturanstiegen und extremen Wetterereignissen wie Stürmen, Starkniederschlägen, Hochwasserereignissen oder Dürren zu rechnen sein (IPCC, 2023). Im Juni 2021 war Krefeld sowohl von Hitzewellen und einer Trockenperiode als auch von starken Niederschlägen, die zu Überflutungen führten, betroffen (KBK, 2022).

Dies führt zu erheblichen wirtschaftlichen und sozialen Kosten des Klimawandels. Großstädte und Ballungsräume sind aufgrund der Bildung von Wärmeinseln und der höheren Bevölkerungsdichte stärker von ökonomischen Verlusten durch Klimafolgen betroffen als ländliche Regionen. Insbesondere Regionen mit warmem Klima entlang der Rheinschiene, wozu auch Krefeld zählt, haben in Zukunft einen besonders starken Anstieg von heißen Tagen und Tropennächten zu erwarten (PIK, 2022). Schätzungen zufolge könnten die ökonomischen Verluste in Städten bis zum Jahr 2100 2,6-fach höher ausfallen als auf dem Land. Die am schwersten betroffenen Ballungsräume könnten sogar Einbußen ihres Bruttoeinkommens von bis zu 10,9 Prozent erleiden (Estrada, Botzen, & Tol, 2017).

Daher ist es wichtig, wesentlich stärker in den Klimaschutz und in die Klimafolgenanpassung zu investieren, da die Kosten umso höher werden, desto später damit begonnen wird. Dies verdeutlicht auch Abbildung 2, welche die Beziehung zwischen der globalen Durchschnittstemperatur und den Kosten des Klimawandels zeigt.

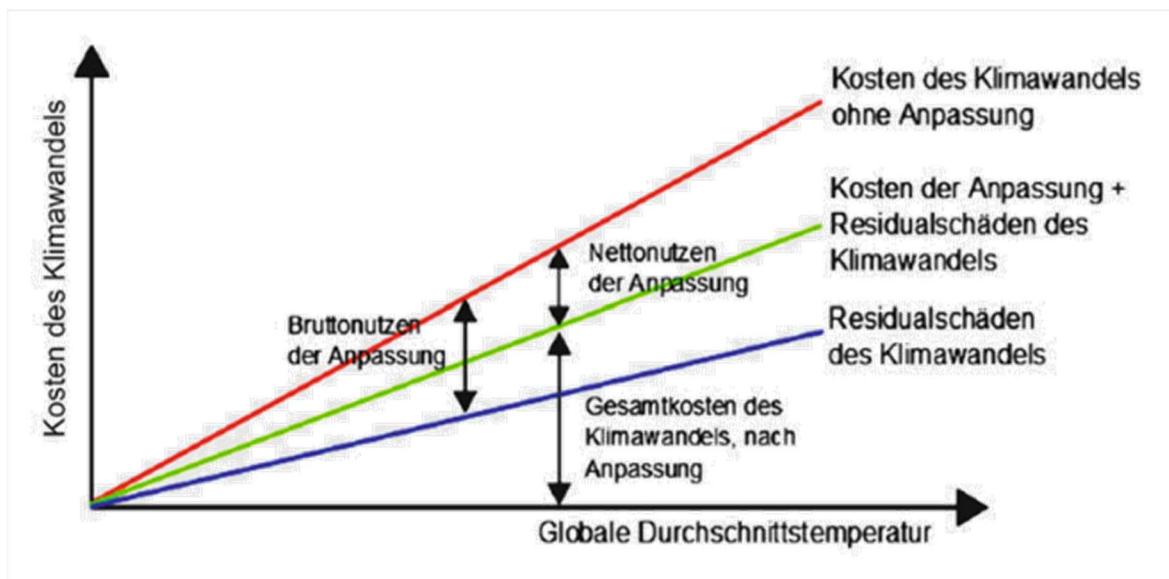


Abbildung 1 Kosten des Klimawandels (Klepper, et al., 2017)

Steigt die Temperatur an, nehmen auch die Kosten zu. Zudem stellt die Grafik die Kosten des Klimawandels mit und ohne Anpassung sowie den Nutzen der Anpassung dar. Ohne Anpassung an den Klimawandel sind die Kosten deutlich höher als die Residualschäden des Klimawandels und die Kosten einer Anpassung zusammen.

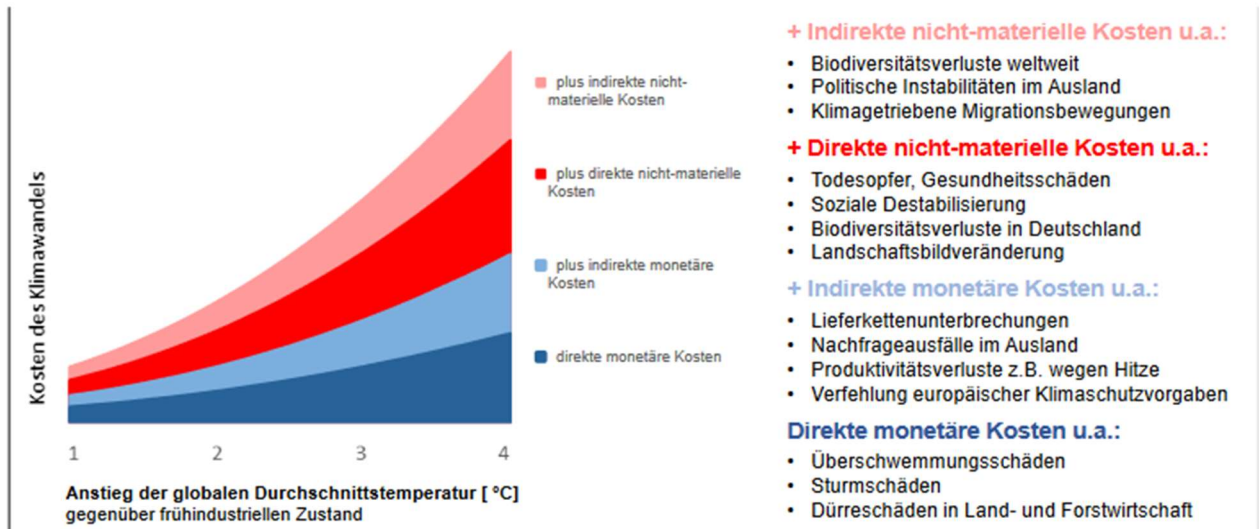


Abbildung 2 Direkte und indirekte monetäre und nicht-materielle Kosten des Klimawandels in Abhängigkeit vom Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur (IÖW, 2021)

Im Folgenden werden die Ebenen mit hohen Auswirkungen detaillierter beschrieben.

2. Wirtschaftliche Auswirkungen des Klimawandels auf Krefeld

Die Bestimmung der Kosten und die Bewertung der wirtschaftlichen Auswirkungen des Klimawandels und möglicher Anpassungsmaßnahmen sind komplex und mit zahlreichen Unsicherheiten verbunden. Die Änderung des Klimas wird maßgeblich von der Menge der emittierten Treibhausgasemissionen bestimmt. Regional können die Klimaveränderungen stark variieren. Neben den direkten Effekten des Klimawandels gibt es auch indirekte Effekte, die sich aus wirtschaftlichen Rückkopplungseffekten ergeben. Diese indirekten Kosten sind mit weiteren Unsicherheiten und Ungewissheiten verbunden und schwer quantifizierbar, weshalb der Fokus hier vor allem auf die direkten Auswirkungen des Klimawandels in Krefeld gelegt wird. Dennoch sei hier darauf hingewiesen, dass die indirekten Kosten des Klimawandels das Potential haben, insbesondere auch in Deutschland, die direkten monetären Kosten zu übersteigen (Hirschfeld, Schulze, Hock, Trenczek, & Flaute, 2021).

Weitere Herausforderungen einer Abschätzung von Kosten des Klimawandels ergeben sich aus nicht direkt quantifizierbaren Kosten. Dazu zählen soziale, das Wohlbefinden der Menschen betreffende Kosten, wie der Verlust von Lebensqualität oder Todesfälle. Kosten auf unterschiedlichen Zeitskalen stellen insofern eine Herausforderung dar, als dass Annahmen über Auswirkungen des Klimawandels in der fernen Zukunft nicht vor dem Hintergrund der dann vorherrschenden wirtschaftlichen Situation getroffen werden können (Klepper, et al., 2017).

Der Fokus der Quantifizierung der wirtschaftlichen Folgen wird hier auf „Hitze“ und „Starkregen“ gesetzt. Zur Darstellung der Veränderungen des Klimas und den damit verbundenen Auswirkungen wird das RCP 8.5 Szenario des IPCC¹ betrachtet, ein Trend-Szenario, das die Auswirkungen zeigt, wenn keine weiteren Maßnahmen getroffen werden („weiter-so-wie-bisher“). Die Emissionen

¹ Der Zwischenstaatliche Sachverständigenrat für Klimaänderungen (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) ist ein wissenschaftliches Gremium, das aktuelle Informationen der weltweiten Klimaforschung sammelt und bewertet. Der IPCC präsentiert regelmäßig in Berichten und Stellungnahmen seine Einschätzungen zu den Folgen des Klimawandels auf Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft sowie Strategien zur Reaktion darauf. Seine Arbeiten dienen auch als Grundlage für die internationalen Klimaverhandlungen. (BMZ)

nehmen weiter zu und es wird im globalen Mittel ein Temperaturanstieg von 3,3 bis 5,4°C bis zum Jahr 2100 angenommen (Schwalm, Glendon, & Duffy, 2020).

Tabelle 1 Klimadaten Krefeld – Ist-Aufnahme und Prognosen der Szenarien RCP 4.5 und RCP 8.5; nach (PIK, 2022)²

Parameter	Referenz- zeitraum	RCP 4.5		RCP 8.5	
	1981-2010	2021-2050	2071-2100	2021-2050	2071-2100
Mittlere Tagestemperatur [in °C]	10,9	11,6	12,6	11,8	14,1
Anzahl heißer Tage	5,0	11,1	15,0	9,4	27,9
Anzahl von Frosttagen	44,0	26,5	22,2	26,8	10,8
<u>Klimatische Wasserbilanz [in mm]</u>	40,6	57,2	68,1	63,1	105,7
• Sommer	-95,8	-94,7	-111,8	-115,4	-153,2
• Winter	52,8	50,9	63	53,2	75,7
Anzahl Tage mit Starkniederschlägen	3,0	3,5	3,5	3,5	4,5

Vergleicht man die Klimadaten (s.

Tabelle 1) des Referenzzeitraums (1981-2010) mit denen des RCP 8.5 Szenarios für die nahe (2021-2050) und ferne Zukunft (2071-2100) miteinander, wird deutlich, dass die Temperaturen steigen werden. Dabei nehmen die heißen Tage (Tage, an denen die Tageshöchsttemperatur von 30 °C ($t_{\max} \geq 30 \text{ °C}$) erreicht oder überschritten wird) zu und die Frosttage ab. Zudem gibt es einen Wandel der klimatischen Wasserbilanz. Trotz insgesamt steigender Niederschläge werden die Sommer trockener; die Winter werden feuchter. Ohne verstärkte Klimaschutzaktivitäten könnte die Anzahl der heißen Tage in der fernen Zukunft fast sechs Mal so hoch sein im Vergleich zum Referenzzeitraum. Die Sommer werden um etwa 60 % trockener.

Es wird deutlich, dass Krefeld im Trend-Szenario („weiter-wie-bisher“) stark von den Folgen des Klimawandels betroffen sein wird. Die Auswirkungen sind vielfältig und betreffen verschiedenste Sektoren. In **Fehler! Ungültiger Eigenverweis auf Textmarke.** werden beispielhaft Kosten für Sektoren, die besonders von Klimaeffekten wie vermehrte Niederschläge und Hitzewellen betroffen sein werden, gezeigt. Diese Bereiche werden anhand eines Risikoportfolios auf ihre Eintrittswahrscheinlichkeit und die Auswirkungen eines eventuellen Schadens untersucht.

Tabelle 2 Klimawandel-bezogene Betroffenheiten im Stadtgebiet Krefeld

Betroffenheit	Direkte Kosten für Krefeld pro Jahr	Kosten für die Verwaltung
Öffentliche Gesundheit	1 Mio. € [1]	- Zusätz. 5% Kosten zur Instandhaltung - Zusätzlich 10% Versorgungskosten
Arbeitsproduktivität	37 Mio. € [2]	- Abnahme der Produktivität um 0,44 % bis 2030 - Abnahme um 0,6 % (RCP 4,5) bis 2100 bzw. um 1,13 % (RCP 8,5)
Infrastruktur	19 Mio. € [3]	- Zusätzliche Kosten zur Straßeninstandhaltung bei geschätzten 10 % - Abnahme der Verkehrsleistung auf dem Rhein um 9% aufgrund eines sinkenden Wasserpegels

[1] Bezogen auf Daten des Hitzesommers 2003

[2] Abnahme der BWS (8.417 Mio. €, Stand 2019) um 0,44 % bis 2030

[3] Bezogen auf Studie des DIW 2007

² Das Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) treibt die integrierte Forschung für globale Nachhaltigkeit und für eine sichere und gerechte Klimazukunft voran und liefert wissenschaftliche Beratung für politische Entscheidungen. (PIK)

2.1. Einfluss Kommune

Das Bundesumweltamt hat in einer Studie den Einfluss von Kommunen auf die Reduktion der THG-Emissionen anhand von 38 ausgewählten Maßnahmen betrachtet. Das Ergebnis zeigt, dass Kommunen in Summe Einfluss auf ein Siebtel aller in Deutschland ausgestoßenen THG-Emissionen haben. Betrachtet man die durch kommunale Aktivitäten adressierten Emissionen, so können diese um etwa 1/3 reduziert werden.

Die kommunalen Einflussmöglichkeiten auf die Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen wurden in vier Einflussbereiche geclustert und jeweils durch die Effektivität des Einflusses abgestuft (hoch – mittel – gering). Im Einflussbereich Verbrechen und Vorbild hat die Kommune hohen bis mittleren Einfluss, abhängig von den Maßnahmen. Besonders hoch ist der Einfluss auf Gebäude und Fuhrpark sowie auf Infrastruktur und Beschaffung. Im Bereich Versorgen und Anbieten hat die Kommune ebenfalls hohen bis mittleren Einfluss, beispielsweise durch die Dekarbonisierung der Energieversorgung oder durch einen Ausbau der Radinfrastruktur. Im Bereich Regulieren hat die Kommune hohen Einfluss, beispielsweise in der Bauleit- und Flächennutzungsplanung, der Bebauungsplanung sowie der Parkraumbewirtschaftung. Durch Beraten und Motivieren nimmt die Kommune mittleren bis geringen Einfluss auf die Reduktion der Emissionen (Umweltbundesamt, 2022).

2.2. Öffentliche Gesundheit

Die Altersstruktur der Bevölkerung ist im Hinblick auf Kosten für die öffentliche Gesundheit von wesentlicher Bedeutung. Mit einem steigenden Durchschnittsalter nimmt auch die Zahl der vulnerablen Bevölkerungsgruppe zu, wodurch es zu einer Zunahme von hitzebedingten Erkrankungen und Sterbefällen kommt³. Durch hitzebedingte Krankenhauseinweisungen könnten sich in der fernen Zukunft etwa 1 Mio. € zusätzliche Gesundheitskosten jährlich für Krefeld ergeben (Klepper, et al., 2017). Weitere gesundheitliche Folgen des Klimawandels umfassen einen möglichen Anstieg von Infektionen und Allergien sowie Schädigungen durch Ultraviolettlicht und Unfälle durch Extremwetterereignisse. Diese sind noch nicht in die Berechnung miteingeflossen (RKI, 2010).

2.3. Arbeitsproduktivität

Mit steigenden Temperaturen nehmen die Arbeitsproduktivität der Bevölkerung und damit die volkswirtschaftlichen Einnahmen ab. Im Mittel wird von einer Abnahme der Arbeitsproduktivität um 10 % bei einem Temperaturanstieg auf 30 °C ausgegangen. Verschiedene Wirtschaftssektoren sind unterschiedlich betroffen. Insbesondere sind die Land- und Forstwirtschaft, der Bau- und Erdbebausektor sowie die Energieversorgung beeinträchtigt (Klepper, et al., 2017).

Bezogen auf die Bruttowertschöpfung (BWS), erhält man für die nahe Zukunft eine Reduktion der BWS von 0,4 % im RCP 8.5. Bezogen auf die gesamte Bruttowertschöpfung Krefelds (2019) wäre das ein jährlicher Verlust von etwa 33,7 Mio. € in der nahen Zukunft. In der fernen Zukunft fällt der Wert aufgrund einer steigenden Zahl der Hitzetage größer aus. Der Verlust betrüge jährlich 94,3 Mio. € bzw. 1,13 %.

2.4. Infrastruktur

Auswirkungen auf die Verkehrsinfrastruktur bedeuten mögliche Einschränkungen sowohl für Privatpersonen als auch für den Logistiksektor. Von Hitze und Starkregenereignissen betroffen sind

³ Im Bereich höherer Temperaturen kann mit einem Anstieg der Mortalität von ein bis sechs Prozent pro Grad Celsius gerechnet werden. Für Deutschland werden vom RKI für den Zeitraum von 2071 bis 2100 jährlich 5.000 bis 8.000 zusätzliche Todesfälle durch Hitzestress prognostiziert. Dies würde eine Mortalitätserhöhung um etwa ein Prozent bedeuten, wenn man eine jährliche Zahl von 800.000 Todesfällen zugrunde legt (RKI, 2010). Betrachtet man das Beispiel des Hitzesommers 2003, so starben allein in Deutschland rund 7.000 Menschen aufgrund von hitzebedingten Belastungen (Koppe & Jendritzky, 2014).

das etwa 880 km lange Straßennetz des Stadtgebiets (KBK, 2022) sowie die wichtigen Verkehrsanbindungen A57, A44, die vier Bundesstraßen um Krefeld sowie das Schienennetz. Starkregenereignisse und dadurch entstehende Überschwemmungen können Straßen und Gleise einerseits kurzfristig blockieren und andererseits dauerhafte Schäden an der Verkehrsinfrastruktur verursachen. Als Beispiel kann das Hochwasserereignis im Sommer 2021 genannt werden, dass eine monatelange Sperrung der A61, Reparaturkosten von 30 bis 40 Millionen Euro sowie vermehrte Staus zur Folge hatte (WDR, 2021). Temperaturen können Material- und Strukturschäden sowie Verformungen an Straßenbelägen und Schienen zur Folge haben. Außerdem kann Hitze in Fahrzeugen zur Minderung der Gesundheit und Konzentration der Fahrer beitragen, was ein erhöhtes Unfallrisiko mit sich ziehen kann. Positiv zu bewerten ist der Rückgang der Frosttage, da Straßenbelagsschäden durch Schnee, Eis und Frost abnehmen können. Jedoch kann ein häufigerer Wechsel von Frost- und Nicht-Frosttagen verstärkte Belastungen der Straßendecke und des Schienennetzes bewirken.

Durch vermehrte Schäden an der Verkehrsinfrastruktur wird der Lebenszyklus der Straßen verkürzt, wodurch die Sanierungskosten steigen. Hier wird ein Anstieg der Instandhaltungskosten von 10 % erwartet (eigene Annahme).

Der Rheinhafen Krefeld als viertgrößter öffentlicher Binnenhafen in NRW prägt den Logistiksektor der Stadt (Hafen Krefeld GmbH & Co. KG, 2022). Veränderungen in Temperatur- und Niederschlagsmengen sind aufgrund sich ändernder Wasserpegel für die Binnenschifffahrt relevant. Die Folge von Niedrigwasser sind sinkende Transportkapazitäten, entsprechend steigende Stückkosten sowie ein Bedarf an größerer Lagerhaltung bei den Unternehmen. Im Hitzesommer 2003 sank die Verkehrsleistung auf dem Rhein um 9%. Dagegen führen lange Regenperioden im Winter oder Starkregenereignisse zu hohen Wasserständen, welche durch eine erhöhte Strömungsgeschwindigkeit ein Sicherheitsrisiko für den Schifftransport darstellen (Marscheider, Schäfer, & Rotter, 2013). Verzögerungen und Ausfälle im Gütertransport und damit die Unterbrechung von Logistikketten sind die Folge. Es entstehen Folgekosten für den Bedarf an zusätzlicher Lagerung oder Lieferverzögerung (StMUG, 2012).

Der Handel ist in Krefeld der zweitstärkste Wirtschaftszweig bezogen auf die Anzahl der Beschäftigten (WFG Wirtschaftsförderungsgesellschaft Krefeld mbH, 2022). Da etwa 35 % der Logistikkosten eines Handelsunternehmens für Transport aufgewendet werden (Marscheider, Schäfer, & Rotter, 2013), führt eine eingeschränkte Verkehrsinfrastruktur zu hohen wirtschaftlichen Verlusten und einer Vielzahl an betroffenen Beschäftigten.

Auch die soziale Infrastruktur ist von einem hohen Risiko betroffen, da es zu Störungen von Funktionsweisen wichtiger sozialer Infrastrukturen kommt, z.B. höhere Auslastung der Krankenhäuser, erhöhte gesundheitliche Belastung in Gemeinschafts- und Pflegeeinrichtungen, Schließungen von Einrichtungen aufgrund von Schäden.

Wasserversorgung und Entwässerung unterliegen einem mittleren Risiko, da zum einen der Wasserbedarf durch höhere Temperaturen ansteigt. Zum anderen müssen die Wasserversorgungssysteme höhere Anforderungen erfüllen. Außerdem kann es durch einen häufigen Wechsel von Trockenphasen und Starkregenereignissen zu Schäden und Beeinträchtigungen des Kanalsystems kommen.

2.5. Energieverbrauch

Es wird davon ausgegangen, dass sich der Trend steigender Energiekosten in Zukunft weiter fortsetzen wird. Wie genau der Verlauf aussehen wird, ist in der aktuellen Situation nicht kalkulierbar (bdew, 2022).

Zudem kann die Energieinfrastruktur durch Extremwetterauswirkungen beeinträchtigt werden, was zu einer weiteren Erhöhung der Energiekosten führen kann. Das Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) geht davon aus, dass sich für manche energieintensiven Branchen der Energiekostenanteil auf bis zu 85 % der Gesamtkosten erhöhen soll (DIW, 2007). Die Schwerpunkte der in Krefeld ansässigen Industrieunternehmen liegen in den energieintensiven Bereichen der chemischen Industrie und Metallindustrie. Die Herstellung chemischer Erzeugnisse erwirtschaftete im Jahr 2019 40 % des Gesamtumsatzes des verarbeitenden Gewerbes (8,5 Mrd. €), die Metallerzeugung und -bearbeitung machten über 13 % aus (IT.NRW - Landesdatenbank, 2019). Diese wirtschaftlich umsatzstarken Branchen sind besonders von steigenden Energiekosten betroffen. Sollten die Produktionsleistungen und damit die Gewerbeerträge sinken, so würden auch die Steuereinnahmen der Stadt Krefeld sinken.

2.6. Weitere Kosten

Neben den genannten Bereichen gibt es weitere vom Klimawandel betroffene Sektoren, auf die hier jedoch nicht explizit eingegangen wird. Dazu zählen Stadtgesellschaft, Tourismus, Biodiversität und Ökosysteme.

An Gebäuden und Baumaterialien wird es aufgrund von Hitzeeinwirkung, Wassereintritt und Sturmereignissen zu Schäden kommen.

Trockenheit führt in der Forst- und Landwirtschaft zu einem höheren Bewässerungsaufwand und einer erhöhten Brandgefahr. Durch Starkregen und Sturm sind weitere Schäden zu erwarten. Auch Grünflächen haben aufgrund des Anstiegs der Trocken- und Hitzeperioden einen erhöhten Bewässerungsbedarf. Zudem nimmt die Attraktivität als Freizeit- und Erholungsort ab.

3. Weitere Betrachtungsweisen

3.1. Prognos

Eine Prognos-Studie (Prognos, 2023), die sich mit den Klimafolgekosten für Deutschland befasst, beziffert die jährlichen durchschnittlichen Schäden in Deutschland seit 2000 mit 6,6 Milliarden Euro. Heruntergebrochen auf Krefeld (nach der Einwohnerzahl) wären das 18 Millionen Euro pro Jahr. Die Kosten sind jedoch insbesondere in den letzten Jahren angestiegen, sodass höhere Schäden in der Zukunft erwartbar sind. Allein die beiden Hitzesommer 2018 und 2019 sowie die Flut 2021 haben zusammen mehr als 80 Milliarden Euro gekostet. Die Autoren der Studie wiesen darauf hin, dass dies Untergrenzen seien, da die Abgrenzung zwischen üblichen Extremwetterschäden und durch die Klimakrise verstärkte nicht einfach sei. Zudem gebe es Schäden wie etwa den Verlust an Biodiversität, der sich nicht in Geld umrechnen ließe. Ein Großteil der Schäden sei durch Extremwetterereignisse entstanden, für die der Einfluss des voranschreitenden Klimawandels klar belegt sei.

3.2. Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung (GWS)

Eine Studie der Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung (GWS) (Flaute, Reuschel, & Stöver, 2022) untersucht die volkswirtschaftlichen Folgekosten des Klimawandels anhand einer Szenarioanalyse bis 2050. Je nach unterstellter zukünftiger Entwicklung des Klimawandels (schwach, mittel, stark) liegen die zu erwartenden kumulierten Folgekosten für Deutschland für den Zeitraum von 2022 bis 2050 mindestens zwischen 280 Mrd. Euro und 900 Mrd. Euro (heruntergebrochen auf Krefeld 764 Mio. und 2,45 Mrd. Euro; pro Jahr im Durchschnitt 27 bzw. 87,5 Mio. Euro), gemessen an den kumulierten Änderungen des realen BIP. Anders ausgedrückt würden sich die durchschnittlichen jährlichen Kosten der Extremereignisse der letzten 20 Jahre bis 2050 jährlich um das anderthalb bis fünffache erhöhen. Für das Jahr 2050 bedeutet dies einen Verlust im BIP von 0,6 % bis 1,8 %. Dieser

Verlust ist so hoch, dass die Wirtschaft nicht weiter wachsen, sondern im Gegenteil, selbst bei schwachem Klimawandel ohne Anpassung schrumpfen wird.

3.3. DIW

Dass der Klimawandel hohe Folgekosten mit sich zieht, ist nicht neu. Bereits 2007 wurde dieses Thema in einer Studie des Deutschen Instituts der Wirtschaftsforschung (DIW) untersucht. Darin werden für Deutschland schon bis zum Jahr 2050 Mehrkosten von rund 330 Mrd. Euro durch Klimaschäden und knapp 300 Mrd. Euro wegen erhöhter Energiekosten beziffert (DIW, 2007). Bezieht man diese Zahlen auf das BIP Krefelds, wären es 733 Mio. Euro durch Klimaschäden und 666 Mio. Euro aufgrund erhöhter Energiekosten. Das wären jährlich ca. 32,5 Mio. €.

3.4. Umweltbundesamt

Eine weitere Betrachtungsweise ist die Berechnung gesellschaftlicher Kosten von Umweltbelastungen nach der Methodenkonvention des Umweltbundesamtes. Hierbei werden Umweltkosten (Schadenskosten), die der Gesellschaft durch Treibhausgasemissionen und dem daraus resultierenden Klimawandel entstehen, ermittelt. Umweltkosten sind zum Beispiel Kosten durch umweltbedingte Gesundheits- und Materialschäden, Ernteauffälle, Schäden an Ökosystemen oder auch Reparatur-/Instandhaltungskosten für Gebäude und Infrastrukturen, die durch Extremwetterereignisse geschädigt werden⁴.

Für das Jahr 2020 liegen die Umweltkosten bei 195 €/tCO_{2eq} bei einer Höhergewichtung der Wohlfahrt heutiger gegenüber zukünftigen Generationen und eines Kostensatzes von 680 €/tCO_{2eq} bei einer Gleichgewichtung der Wohlfahrt heutiger und zukünftiger Generationen⁵. Empfohlen werden die 195 €/tCO_{2eq}. Mit der Zeit nehmen die Kosten linear zu, sodass für 2030 Kostensätze in Höhe von 215 €/tCO_{2eq} und für 2050 von 250 €/tCO_{2eq} angegeben werden (UBA, 2020).

Tabelle 3 Kostensätze für Umweltkosten

	Klimafolgekosten in €/t CO _{2eq}		
	2020	2030	2050
1 % reine Zeitpräferenzrate	195	215	250
0 % reine Zeitpräferenzrate	680	700	765

Die Kostensätze machen deutlich, welchen Nutzen Umweltschutz für die Gesellschaft hat und welche Kosten der Gesellschaft durch unterlassenen Umweltschutz entstehen. Sie ermöglichen eine bessere Abschätzung der Folgen von gesetzlichen Regelungen und öffentlichen Investitionen sowie der Ausgestaltung von ökonomischen Instrumenten. In dem Sinne bezeichnen vermiedene Umweltkosten jene Kosten, die aufgrund von Umwelt- und Klimaschutz nicht anfallen.

Zur Berechnung der Umweltkosten für Krefeld werden die Emissionen des Basisjahres mit dem jeweiligen Kostensatz multipliziert. Für das Jahr 2021 ergeben sich daher Kosten in Höhe von knapp 307 Millionen Euro. Bei einem weiter-wie-bisher-Szenario nehmen die Kosten bei gleichbleibenden Emissionen aufgrund der steigenden Kostensätze kontinuierlich zu. Von 2021 bis 2035 ergeben sich Umweltkosten in Höhe von 4,6 Mrd. Euro.

⁴ Weiterführende Informationen zu Umweltkosten sind der Methodenkonvention 3.0 zur Ermittlung von Umweltkosten - Methodische Grundlagen zu entnehmen. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/methodenkonvention-30-zur-ermittlung-von-0>

⁵ Bei Verwendung einer reinen Zeitpräferenzrate (RZPR) von 0% werden heutige und zukünftige Schäden gleichgewichtet. Bei Verwendung einer reinen Zeitpräferenzrate von 1% werden Schäden, die der nächsten Generation (in 30 Jahren) entstehen, nur zu 74%, die der übernächsten Generation (in 60 Jahren) entstehenden Schäden nur zu 55% berücksichtigt. Die Gewichtung mit RZPR=1% lässt sich als Proxy für praktische Politikrelevanz verwenden.

Unter der Annahme, dass zwischen 2035 und 2050 pro Jahr jeweils die gleiche Menge an Emissionen wie im Jahr 2021 emittiert werden, ergeben sich von 2021 bis 2050 kumulierte Kosten in Höhe von 10,5 Mrd. Euro. Das wären im Durchschnitt ca. 350 Mio. € jährlich.

4. Fazit

Durch die Folgen des Klimawandels sind immense Mehrkosten in verschiedenen Sektoren zu erwarten. Nach eigenen Berechnungen belaufen sich die jährlichen Kosten für die Sektoren öffentliche Gesundheit, Arbeitsproduktivität und Infrastruktur auf 57 Mio. Euro für die Stadt Krefeld. Da nur einige spezifische Indikatoren berücksichtigt werden, sind die dargestellten Zahlen als Untergrenze der tatsächlichen Verluste und Schäden zu verstehen. Zu beachten ist, dass es neben den direkten monetären Kosten auch indirekte und nicht materielle Kosten gibt, die bei einer ganzheitlichen Betrachtung miteinbezogen werden müssen (Vgl. Abbildung 2).

Prognos beziffert die jährlichen durchschnittlichen Schäden heruntergebrochen auf Krefeld mit 18 Millionen Euro pro Jahr, Tendenz steigend. Nach dem GWS belaufen sich die Kosten für Krefeld pro Jahr im Durchschnitt auf 27 bzw. 87,5 Mio. Euro. Die durch vorsorglichen Klimaschutz und Klimafolgenanpassung vermiedenen Umweltkosten nach dem UBA liegen mit mehr als 300 Mio. Euro deutlich über den anderen Schätzungen. Bei den Aussagen handelt es sich um Prognosen, die mit Unsicherheiten verbunden sind. Je nach Betrachtungsrahmen ergeben sich unterschiedliche Kosten. Alle Quellen beziffern jedoch jährliche Kosten im zwei bis dreistelligen Millionenbereich. Durch Klimaschutzmaßnahmen können Umweltkosten in Höhe von 18 bis über 350 Millionen Euro pro Jahr vermieden werden. Die zuvor genannten Klimafolgenkosten bis ins Jahr 2050 sowohl nach eigenen Berechnungen als auch nach dem Umweltbundesamt können zusammengefasst Tabelle 4 entnommen werden.

Die Kosten für die Klimaschutzmaßnahmen betragen gemäß KrKN 35 bis zur Klimaneutralität 2035 33,5 Mrd. Euro. Demgegenüber stehen die jährlichen Kosten von 57-300 Mio. Euro, die auch nach 2035 wirken werden, wenn keine Klimaneutralität erreicht wird. Obwohl die Investitionskosten sehr hoch sind, lohnt es sich langfristig, erhebliche Summen in den Klimaschutz vor Ort zu investieren.

Jahr	Kosten nach eigenen Berechnungen	Kosten nach Prognos	Kosten nach GWS	Kosten nach UBA
2021	57 Mio. €	18 Mio. €	27-87,5 Mio. €	307 Mio. €
2022-2035	798 Mio. €	252 Mio. €	378-1.225 Mio. €	4,3 Mrd. €
2036-2050	855 Mio. €	270 Mio. €	405-1.313 Mio. €	4,6 Mrd. €

Literaturverzeichnis

- bdew. (2022). *bdew - Energie.Wasser.Leben*. Von <https://www.bdew.de/energie/wasserstoff/flexible-herstellung-was-ist-wasserstoff-und-wie-wird-er-erzeugt/> abgerufen
- BMZ. (kein Datum). *BMZ*. Von <https://www.bmz.de/de/service/lexikon/> abgerufen
- bpb. (2013). *Kosten des Klimawandels*. Von <https://www.bpb.de/gesellschaft/umwelt/klimawandel/38487/kosten-des-klimawandels> abgerufen
- DIW. (2007). *Klimawandel kostet die deutsche Volkswirtschaft Milliarden*. Berlin.
- Dr. Flaute, M., Reuschel, S., & Dr. Stöver, B. (2022). *Volkswirtschaftliche Folgekosten durch Klimawandel: Szenarioanalyse bis 2050*. Osnabrück: GWS mbH.
- Estrada, F., Botzen, W. J., & Tol, R. S. (29. Mai 2017). A global economic assessment of city policies to reduce climate change impacts. *Nature Climate Change*, S. 403-406. Von <https://doi.org/10.1038/nclimate3301> abgerufen
- Hafen Krefeld GmbH & Co. KG. (2022). *Rheinhafen Krefeld*. Von <https://rheinhafen-krefeld.de/unternehmen/> abgerufen
- Hirschfeld, J., Schulze, N., Hock, A.-L., Trenczek, J., & Flaute, M. (2021). Kostendimensionen von Klimaschäden – eine systematische Kategorisierung. Berlin.
- IÖW. (2021). *Kostendimensionen von Klimaschäden – eine systematische Kategorisierung*. Berlin: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit.
- IPCC. (2023). *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Geneva, Switzerland: Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.).
- IT.NRW - Landesdatenbank. (2019). *Verarbeitendes Gewerbe*. Von [https://www.krefeld.de/c125765d003d65ce/files/betriebe_und_beschaeftigte_im_verarbeitenden_gewerbe.pdf/\\$file/betriebe_und_beschaeftigte_im_verarbeitenden_gewerbe.pdf?openelement](https://www.krefeld.de/c125765d003d65ce/files/betriebe_und_beschaeftigte_im_verarbeitenden_gewerbe.pdf/$file/betriebe_und_beschaeftigte_im_verarbeitenden_gewerbe.pdf?openelement) abgerufen
- KBK. (2022). *KBK*. Von <https://www.kbk-krefeld.de/> abgerufen
- Klepper, G., Rickels, W., Schenker, O., Schwarze, R., Bardt, H., & Biebeler, H. (2017). Kosten des Klimawandels und Auswirkungen auf die Wirtschaft. In G. Brasseur, D. Jacob, & S. Schuck-Zöller, *Klimawandel in Deutschland* (S. 253-258). Springer Spektrum.
- Koppe, C., & Jendritzky, G. (2014). Die Auswirkungen von thermischen Belastungen auf die Mortalität. In J. Lozán, H. Grassl, L. Karbe, & G. Jendritzky, *Warnsignal Klima: Gefahren für Pflanzen, Tiere und Menschen* (S. 149-153). Elektr. Veröffentlichung: Uni Hamburg.
- Marscheider, N., Schäfer, L., & Rotter, M. (2013). *Arbeitspapier zur Vorbereitung des Stakeholderdialogs zur Klimaanpassung*. Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft. (Januar 2013).
- PIK. (2022). *KlimafolgenOnline*. Von <https://www.klimafolgenonline.com/#> abgerufen
- PIK. (kein Datum). *Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung*. Von <https://www.pik-potsdam.de/de> abgerufen
- Prognos. (2023). *Bezifferung von Klimafolgekosten in Deutschland*.
- RKI. (2010). *Klimawandel und Gesundheit*. Berlin.
- Schwalm, C. R., Glendon, S., & Duffy, P. B. (2020). *RCP8.5 tracks cumulative CO2 emissions*. Los Angeles.
- SRU. (2022). *Wie viel CO₂ darf Deutschland maximal noch ausstoßen? Fragen und Antworten zum CO₂-Budget*. Berlin: Sachverständigenrat für Umweltfragen.
- SRU, S. f. (2020). *Pariser Klimaziele erreichen mit dem CO₂-Budget*. Berlin: Sachverständigenrat für Umweltfragen .
- statista. (2020). *Naturkatastrophen nehmen tendenziell zu*. Von <https://de.statista.com/infografik/21744/anzahl-der-relevanten-schadensereignisse/> abgerufen
- StMUG. (2012). *Folgen des Klimawandels*.
- UBA. (2020). *Methodenkonvention 3.1 zur Ermittlung von Umweltkosten*.
- Umweltbundesamt. (2022). *Klimaschutzpotenziale in Kommunen*.
- WDR. (2021). Nach Hochwasser: Wieder freie Fahrt auf der A61. *WDR*. Von <https://www1.wdr.de/nachrichten/rheinland/wieder-freie-fahrt-auf-der-a-61-100.html> abgerufen
- WFG Wirtschaftsförderungsgesellschaft Krefeld mbH. (2022). *Krefeld Business*. Von <https://www.krefeld-business.de/standort-medien/> abgerufen