



Monitoringkonzept Klimabonus

Autor: Christian Gelleri

Stand: 28. Januar 2025

1 MONITORING BEIM KLIMABONUS

Im Modul II des Klimabonus wurden die Treibhausgas-Minderungsziele wie folgt geplant:

Projektregion	Projektjahr			Einsparung (t)
	1	2	3	
BUND	1.023	1.904	2.705	5.631
Burgwald	1.893	4.212	6.420	12.526
Chiemgauer	1.767	3.728	4.661	10.156
JANUN	1.058	1.731	2.307	5.096
monneta	1.109	2.139	3.202	6.450
Einsparung (t)	6.850	13.715	19.295	39.860

Zur Zielerreichung der im Zusammenhang mit dem Monitoring stehenden Meilensteine wurde eine Arbeitsgruppe „Monitoring“ eingerichtet, die sich regelmäßig mindestens alle zwei Monate austauscht. Die Verbundpartner tragen die erzielten Treibhausgas-Minderungen quartalsweise zusammen. Erfolge, Hürden und Anpassungen werden gemeinsam diskutiert.

Im nachfolgenden Monitoringkonzept für die Region Chiemgau wird beispielhaft dargestellt, wie CO₂-Ziele für wesentliche Projektpartner bestimmt werden und wie Maßnahmen des Klimabonus berechnet und bepreist werden.

2 MONITORING IM CHIEMGAU

2.1 Ziel der CO₂-Reduktion bestimmen

Das Klimabonus-Projekt hat sich als Reallabor eine Minderung von knapp vierzig Megatonnen CO₂ zum Ziel gesetzt, davon zehn Megatonnen in der Region Chiemgau. Die Minderungsbemühungen ordnen sich ein in die nationale Klimaschutzinitiative, die zu den Zielen des Klimaschutzgesetzes beitragen. Die Bundesrepublik Deutschland hat sich für das Jahr 2045 die Klimaneutralität zum Ziel gesetzt. Dies wurde im Klimaschutzgesetz verankert¹. Die Zielerreichung wird jedes Jahr von einem Expertenrat überprüft. Dieser untersucht die Sektoren Energie, Verkehr, Gebäude, Landwirtschaft und Industrie und kam für das Jahr 2021 zu dem Ergebnis, dass drei Sektoren das Ziel erfüllen, die Sektoren Verkehr und Gebäude jedoch nicht (Henning et al., 2023, S. 69). In der letzten Fassung des Klimaschutzgesetzes von 2024 kommt es nur noch auf die Erreichung der Gesamtziele an.

Der IPCC betont die Risiken, die mit einer Erwärmung um 1,5 Grad Celsius und mehr einhergeht (IPCC, 2018). Die Begrenzung der Erwärmung verringert somit das Risiko von negativen Auswirkungen für Mensch und Umwelt (Höhne et

¹ zuletzt in der Fassung vom 17. Juli 2024

al., 2019). Im Abkommen von Paris ist eine Begrenzung auf eine maximale Erwärmung von 2 Grad vereinbart, jedoch soll das Maximum von 1,5 Grad Celsius angestrebt werden (UNFCCC, 2015). Der Sachverständigenrat für Umweltfragen der Bundesregierung empfiehlt, an der 1,5-Grad-Grenze festzuhalten, da nur so das Risiko beherrschbar gehalten werden kann (Hornberg et al., 2022). Da die 1,5-Grad-Marke bereits überschritten ist, gibt es keinen „Pfad“, sondern nur den sofortigen Stopp aller Emissionen.

Darstellen lässt sich ein 1,75-Grad-Ziel mit einer 65-prozentigen Wahrscheinlichkeit. Dies würde die Risiken deutlich erhöhen (Peukert, 2022). Das 1,75-Grad-Ziel wäre noch mit dem Pariser Abkommen vereinbar ist (Hornberg et al., 2022). Der Sachverständigenrat für Umweltrat stellt ein Berechnungstool bereit, um die neuesten Daten abrufen zu können²:

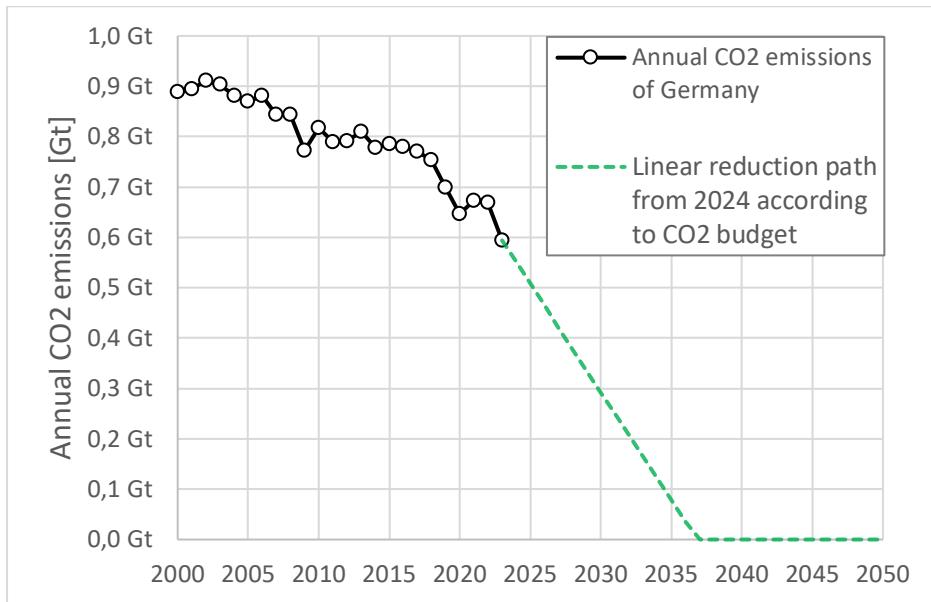


Abbildung 3: Lineare Reduktionsstrecke Deutschlands, Grafik aus Excel-Tool des Sachverständigenrats

In Abbildung 4 sind auf der linken Achse die CO2-Emissionen der Bundesrepublik Deutschland in Einheiten in Gigatonnen CO2-Äquivalenten abgebildet. Nach Angaben des Sachverständigenrats zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung stehen Deutschland noch 3,8 Gigatonnen für die Zeit ab 2024 zur Verfügung. Bei einem Jahresverbrauch von 0,6 Gigatonnen reicht dieses verbleibende Budget nicht lange. Auf Basis des Basisjahrs 2021 legt der Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung ein lineares Reduktionsziel von 20 Prozent bezogen auf das Basisjahr 2023 fest.

Wenn also Firmen, Städte, Vereine und Privathaushalte Ziele festlegen, müsste auch bei diesen Einzeleinheiten als Teil des Gesamtstaates das Ziel sein, in Kongruenz mit diesem Ziel zu kommen.

Das Reallabor des Klimabonus orientiert sich an den wissenschaftlich notwendigen Zielen und sucht in der Methodik nach Reduktionsmaßnahmen mit möglichst großen Hebeln, um die Klimaneutralität möglichst schnell zu erreichen. Wir folgen damit der Idee einer gesellschaftlichen Koalition lokalstaatlichen, zivilgesellschaftlichen und wirtschaftlichen Akteuren, um eine ökologische Transformation einzuleiten (Bachinger, 2012, S. 50; Wright, 2017, S. 494).

² https://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/06_Hintergrundinformationen/2024_2028/2024_11_CO2_Budgetkalkulator.html

Die Beteiligten Akteure können anhand von CO₂-Rechnern und Fragebögen zu Treibhausgasemissionen ein Selbstmonitoring durchführen. Über die Plattform des Klimabonus werden einzelnen Maßnahmen vorgestellt, die Potenziale für das Reduzieren von Emissionen aufzeigen.

3 ANALYSE VON EINZELNEN TREIBHAUSGAS-MINDERUNGSMAßNAHMEN

Im Folgenden werden die ausgewählten Klimaschutzmaßnahmen in detaillierter Form dargelegt. Die nachfolgende Tabellenübersicht präsentiert eine Zusammenstellung der ausgewählten Klimaschutzmaßnahmen und stellt diese in Relation zur Ausgangssituation und dem angestrebten Zielzustand. Die jährliche Einsparung wird in Tonnen CO₂-Äquivalenten ausgewiesen und mit der erwarteten Nutzungsdauer der Maßnahme multipliziert. In der Konsequenz lässt sich der gesamte CO₂-Minderungseffekt ermitteln. Die Kennzeichnung der Bereiche dient der Bezugnahme auf die einzelnen Kategorien des ökologischen Fußabdrucks von Privatpersonen.

3.1 Fotovoltaikanlagen und Balkonkraftwerke

Photovoltaikanlagen bieten ein sehr großes und skalierbares Potenzial zur CO₂-Emissionsreduktion (IPCC, 2023, S. 69). Das Umweltbundesamt berechnet regelmäßig die CO₂-Emissionsvermeidungswerte, die sich aus der Verdrängung fossiler Energieträger durch die Installation erneuerbarer Energien ergeben (Lauf et al., 2021, 2022; Memmler et al., 2017). Darüber hinaus trägt die Substitution fossiler Energieträger durch Photovoltaik dazu bei, dass weniger Schadstoffe emittiert werden (Lauf et al., 2023, S. 56):

	brutto vermiedene Emissionen [t]	verursachte Emissionen [t]	netto vermiedene Emissionen [t]	Netto- Vermeidungs- faktor [g/kWh]
CO₂-Äq.	45.038.196	3.410.967	41.627.228	690,29
CO ₂	42.044.908	3.155.579	38.889.329	644,89
CH ₄	99.366	8.179	91.188	1,51
N ₂ O	796	100	697	0,01
SO₂-Äq.	47.877	6.873	41.004	0,68
SO ₂	17.942	3.632	14.311	0,24
NO _x	43.010	4.657	38.352	0,64
Staub	1.463	1.925	-462	-0,01
CO	10.207	73.625	-63.417	-1,05
NMVOC	2.899	323	2.576	0,04

Abbildung 1: CO₂-Emissionsbilanz Photovoltaik, Datentabelle aus Lauf et. Al. 2023

Die Abbildung 57 stellt die verursachten Emissionen der Photovoltaik den vermiedenen Emissionen gegenüber. Daraus ergeben sich die Netto-Einsparungen. Es wird bei der Berechnung des Umweltbundesamtes berücksichtigt, dass die Herstellung und der Betrieb von Photovoltaikanlagen 56 Gramm CO₂ pro Kilowattstunde verbrauchen (Wirth, S. 48). Eine weitere Studie beziffert die CO₂-Emissionen für Photovoltaikanlagen zwischen 26 und 60 Gramm je kWh (Milousi et al., 2019, S. 20). Die Herstellung wird effizienter werden, je mehr erneuerbare Energien für die Bereitstellung der Rohstoffe und die Produktion der Anlagen eingesetzt werden. Viele Solarhersteller weisen in ihren Nachhaltigkeitsberichten auf entsprechende Bemühungen hin, da die Kunden in dieser Hinsicht sensibilisiert sind³. Die äquivalenten CO₂-Nettoeinsparungen der Photovoltaik werden 2023 mit 690,29 Gramm angegeben, ein Jahr zuvor waren es 684 Gramm

³ Ein Beispiel ist die Firma Canadian Solar mit weltweiten Produktionsstandorten (www.canadiansolar.com).

CO₂ (Lauf et al., 2022, S. 53). Je höher der Anteil der erneuerbaren Energien sein wird, desto kleiner wird der Verdrängungseffekt werden.

Der Ertrag pro Kilowattstunde Peak beträgt bei Photovoltaikanlagen in Deutschland bei optimaler Südausrichtung durchschnittlich 1.053 Kilowattstunden (Heesen et al., 2022, S. 16). Das Bundesland Bayern liegt sechs Prozent über dem Durchschnitt (Heesen et al., 2022, S. 15). Es wird mit einem Sicherheitsabschlag ein Durchschnittswert von 1.000 Kilowattstunden pro installierter Kilowatt Leistung angenommen.

Über die prognostizierte Lebensdauer einer Photovoltaikanlage von 20 Jahren ergibt sich eine Gesamtreduktion von 13,68 für 2022 und 13,8 Tonnen CO₂ für 2023 pro installierter Kilowatt-Leistung. Bei 803 Euro pro Tonne CO₂ werden Schäden in Höhe von 11.081 Euro vermieden.

Nach Angaben lokaler Anbieter liegen die Kosten für die Installation einer Kilowattstunde für Aufdachanlagen mit einer Spitzenleistung von bis zu 20 Kilowatt derzeit bei rund 1.200 Euro pro Kilowattstunde⁴. Die Erzeugungskosten für eine Kilowattstunde liegen bei sechs Cent. In den meisten Szenarien lohnen sich Photovoltaikanlagen vor allem dann, wenn die Größe der Anlage dem Eigenverbrauch entspricht (Schopfer et al., 2018, S. 239).

Mit der zusätzlichen Anschaffung eines Batteriespeichers kann der Autarkiegrad deutlich auf bis zu 85 Prozent des Eigenbedarfs erhöht werden, was sich aber nur lohnt, wenn die Kosten für die Batterien nicht höher als 750 Euro pro Kilowatt Peak-Leistung sind (Schopfer et al., 2018, S. 239). Die aktuellen Marktpreise liegen unterhalb dieser Marke⁵. Die Erzeugungskosten liegen mit Speicherbatterie bei 8,5 Cent pro Kilowattstunde. Die Tendenz ist weiter sinkend, da vor allem in den Bereichen Photovoltaik und Batteriespeicher hohe Skalierungseffekte erwartet werden können (Mandys et al., 2023, S. 9).

Bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einer Photovoltaikanlage ist das Verhältnis der Eigennutzung des erzeugten Stroms und der Einspeisung zu betrachten. Eine Studie zu Photovoltaikanlagen weist eine Eigennutzungsrate von 43 Prozent aus (Baraskar et al., 2024, S. 1). Bei 28 Cent führt das zu ersparten Kosten in Höhe von 120,40 Euro pro Jahr oder 2.408 Euro über die gesamte Nutzungsdauer. Weiterhin werden 57 Prozent des erzeugten Solarstroms ins Netz eingespeist. Seit August 2024 wird die Einspeisung bei Selbstnutzern mit 8,1 Cent pro Kilowattstunde vergütet, das sind 46,17 Euro pro Jahr und 923,40 Euro über die planmäßige Nutzungsdauer.

In Deutschland wird eine Einspeisevergütung gezahlt, welche die Kosten der zusätzlich installierten Kilowattleistung über die gesamte Lebensdauer der Anlage deckt. Sofern für die Investition Kreditzinsen zu entrichten sind, ist eine zusätzliche Investition nicht rentabel, wenn lediglich die Einspeisevergütung gezahlt wird (Schopfer et al., 2018, S. 239). In Kombination mit dem Eigenverbrauch ist eine Investition in den meisten Fällen rentabel. Unter Berücksichtigung zukünftig zu erwartender Energiebedarfe, wie beispielsweise dem Laden eines Elektroautos oder dem Betrieb einer Wärmepumpe, kann die Installation einer größeren Anlage sinnvoll sein.

Eine Möglichkeit zur Nutzung von Photovoltaik stellen Steckersolargeräte oder umgangssprachlich „Balkonkraftwerke“ dar, deren Installation sich durch eine hohe Einfachheit auszeichnet. Seit der Verabschiedung des Solarpakets I im April 2024 ist die Installation von Steckersolargeräten mit einer Leistung von 800 Watt zulässig. Unter Berücksichtigung einer Nutzungsdauer von 20 Jahren lässt sich eine Reduktion von rund 11 Tonnen CO₂ ableiten. Dies entspricht einer Vermeidung von Schäden in einer Höhe von 8.833 Euro. Balkonkraftwerke sind bereits ab wenigen hundert Euro anschlussfähig erhältlich. Die Amortisationszeit ist mit wenigen Jahren im Vergleich zu größeren Photovoltaikanlagen, die nach Süden ausgerichtet sind und über eine geringe Verschattung verfügen, außerordentlich kurz. Bei einem Strompreis

⁴ Eine aktuelle Markterhebung zeigt im August 2024 einen Wert von 1.200 Euro pro Kilowattstunde für eine Anlage (<https://gruenes.haus/photovoltaik-preisentwicklung/>), aberufen am 17. August 2024)

⁵ Der Chiemgauer-Anbieter gr-solar.de hat am 17. August einen 5-kW-Batteriespeicher für 460 Euro pro kW angeboten. Wenn die Installation im Zuge einer Neuinstallation einer Photovoltaik-Anlage erfolgt, fallen kaum weitere Installationskosten für die Batterie an.

von 28 Cent pro Kilowattstunde und einer Nutzung von 50 Prozent des erzeugten Stroms ist die Amortisation der Investition nach drei Jahren zu erwarten. Auch unter Berücksichtigung der Ost- und Westausrichtung sowie teilweiser Verschattungen ist eine Wirtschaftlichkeit gegeben, wenngleich eine Amortisation über einen längeren Zeitraum zu erwarten ist.

Photovoltaikanlagen sind aus wirtschaftlicher Sicht sehr rentabel und führen zu sehr hohen CO₂ Einsparungen. Solange fossile Energien verdrängt werden und kein Mehrverbrauch entsteht, ist die Umstellung auf erneuerbare Energien gleichbedeutend mit der Stärkung des ökologischen und ökonomischen Kapitals. Auch das soziale und kulturelle Kapital wird gestärkt, weil das Gespräch über die persönliche Nutzung von Solarstrom das technische Wissen erhöht und ein Gemeinschaftsgefühl entsteht, dass Energie dezentral erzeugt werden kann. Das verteilt die Verfügungsmacht über Energie und stärkt das Vertrauen in das „Regionalkapital“. Offen bleibt die Frage, wie die Wertschöpfung der Herstellung der Komponenten einer Photovoltaikanlage regionalisiert werden kann. Wichtig ist jedoch, dass die Produktionskapazitäten, die es weltweit gibt, dazu genutzt werden, um die Energiewende möglichst schnell voranzubringen. Im Jahr 2024 liegen die Produktionskapazitäten bei fast einem Terrawatt, davon werden jedoch nur die Hälfte installiert⁶.

Die Agentur für Erneuerbare Energie führt einmal jährlich eine repräsentative Umfrage zur Akzeptanz der erneuerbaren Energien durch. 2023 befürworteten 81 Prozent der Befragten die stärkere Nutzung erneuerbarer Energien⁷. Bei den einzelnen Arten der Energieerzeugung hat die Photovoltaik die höchste Akzeptanz in der Bevölkerung. Dennoch zögern viele und hier sind die Begründungen sehr interessant:

⁶ <https://www.pv-magazine.com/2023/09/14/a-terawatt-of-solar-module-capacity-expected-within-16-months/>

⁷ <https://unendlich-viel-energie.de/presse/pressemitteilungen/erneuerbare-energien-in-deutschland-zwischen-akzeptanz-und-unsicherheit>

Gründe gegen eine Solaranlage

Was spricht aus Ihrer Sicht gegen eine Balkon- oder Dach-Solaranlage?*



*Befragte, die keine Balkon- oder Dach-Solaranlage anschaffen wollen; n=675, bzw. 67% aller Befragten.

*Mehrfachantworten möglich

Quelle: Umfrage von YouGov im Auftrag der Agentur für Erneuerbare Energien, n=1.012; Stand: 11/2023
 © 2023 Agentur für Erneuerbare Energien e.V.



Abbildung 2: Akzeptanzumfrage "Gründe gegen eine Solaranlage", Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien

Nur sechs Prozent lehnen eine eigene Photovoltaikanlage grundsätzlich ab. 28 Prozent sehen bei sich keine geeignete Installationsmöglichkeit. 31 Prozent sehen bei sich keine Zuständigkeit, weiteren 12 Prozent fehlen Informationen, das sind zusammen 43 Prozent, bei denen durch Bildung und Information Möglichkeiten einer Installation aufgezeigt werden können. Weitere 12 Prozent sehen kein Hindernis für eine Installation. Damit kommen 94 Prozent der Einfamilienhäuser und 55 Prozent der Wohnungen für eine Installation einer Photovoltaikanlage in Frage. Allein am Sitz der Geschäftsstelle des Klimabonus in der Kreisstadt Traunstein liegt das Potenzial bei 2.158 Anlagen bei Einfamilienhäusern und weiteren 5.000 Wohnungen (Bayerisches Landesamt für Statistik, 2023). Installiert sind bislang 1.083 Photovoltaikanlagen im privaten Bereich meist auf Dächern von Einfamilienhäusern⁸, das sind fast 50 Prozent. 166 Steckersolargeräte waren im Stadtgebiet installiert, somit hatten nur 3,3 Prozent der Wohnungen ein Balkonkraftwerk. Die Agentur für Erneuerbare Energien hat in der Akzeptanzumfrage zur Anschaffung eines Balkonkraftwerks gefragt⁹:

⁸ Auswertung des Marktstammdatenregisters am 6. Oktober 2024 mit dem Filter für Solare Strahlungsenergie und der Postleitzahl „83278“ für Traunstein und in der exportierten Tabelle gefiltert nach „natürliche Personen“. Weitere 194 Anlagen sind von gewerblichen Anbietern installiert.

⁹ <https://unendlich-viel-energie.de/mediathek/grafiken/aee-akzeptanzumfrage-2023>

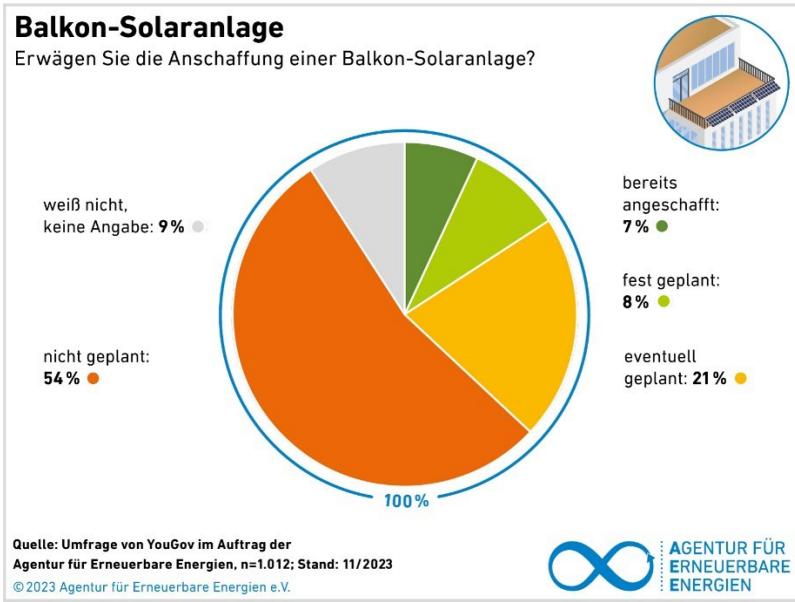


Abbildung 3: Planung zu Balkon-Solaranlagen; Quelle: Grafik von Agentur für Erneuerbare Energien

In der Umfrage gaben sieben Prozent an, dass sie ein Balkon-Solargerät installiert hätten. Laut einer Studie der THW Berlin wurde eine Dunkelziffer von etwa 50 Prozent bei der Anmeldung beim Marktstammdatenregister ermittelt. Daher dürfte die Anzahl der Balkonkraftwerke in Traunstein doppelt so hoch liegen (etwa 350). Daraus ergibt sich ein Potenzial von 4.650 Steckersolargeräten allein in der Stadt Traunstein.

Durch eine Mischung von Information, Bildung und finanzieller Anreiz kann es gelingen, die Anzahl der installierten Geräte deutlich zu steigern. Auch die Potenziale der Aufdach-Photovoltaik-Anlagen sind noch nicht ausgereizt. Daher können Informationen und Anreize des Klimabonus genutzt werden, um die Photovoltaik noch stärker ins Bewusstsein zu rücken.

3.2 Ökostrom

Mit Ökostrom lassen sich 1.800 Kilogramm CO₂ pro Jahr und Haushalt vermeiden (Tews et al., 2020, S. 9). Dieser Wert muss aufgrund von Veränderungen im Strommix und im Energieverbrauch überprüft werden. Im Durchschnitt verbraucht eine Person im Jahr 2022 1.438 Kilowattstunden, bei einem Emissionsfaktor für den heimischen Strommix von 434 Gramm CO₂ pro Kilowattstunde (Icha et al., 2023, S. 11; Umweltbundesamt, 2023). Das entspricht 624 Kilogramm CO₂ pro Person. In Deutschland leben durchschnittlich 2,03 Personen in einem Haushalt (Destatis, 2023). Der durchschnittliche Verbrauch eines Haushalts im Jahr 2022 liegt demnach bei 1.267 Kilogramm CO₂. Wer den Vertrag wechselt, bleibt in der Regel dauerhaft in einem Ökostromvertrag. In der Arbeitshilfe werden zehn Jahre für gebäudetechnische Maßnahmen angegeben (Tews et al., 2020). Eigene Erfahrungen mit Ökostromkunden deuten auf eine durchschnittliche Laufzeit von acht Jahren hin, so dass der konservativere Wert verwendet wird. Die Differenz zwischen Ökostromverträgen und Stromverträgen mit konventionellem Strommix beträgt im Durchschnitt rund 2 Cent pro Kilowattstunde.

Die vertragliche Vereinbarung von Ökostrom ist das passende Gegenstück zur Erzeugung von erneuerbaren Energien. Wo ein Angebot geschaffen wird, muss auch die Nachfrage stimmen. Die CO₂-Einsparung wird sowohl auf der Nachfrageseite als auch auf der Angebotsseite in voller Höhe berücksichtigt. Dies ist eine Ungenauigkeit, die prinzipiell zu Doppelzählungen führen kann. Dies wird vermieden, indem die Angebots- und Nachfrageseite verglichen werden und nur der größere Teil in die Summe eingeht.

3.3 Nachhaltiges Dämmen

Die Dämmung von Gebäuden birgt ein großes Potenzial zur Senkung des Energieverbrauchs. Wenn Dämmstoffe aus wiederverwerteten Rohstoffen hergestellt werden, können die Materialien später leichter und mit weniger Emissionen recycelt werden (Reinhardt et al., 2019). Insbesondere in Kombination mit Dämmung und alternativen Heizsystemen wie Wärmepumpen kann die Effizienz der Heizung um das Zehnfache gesteigert werden (Kaandorp et al., 2022, S. 10). Eine Dämmung spart etwa 30 Prozent, eine Wärmepumpe sogar bis zu 50 Prozent (Lennerts et al., 2021, S. 154–155).

Die durchschnittliche Wohnfläche in Deutschland wird mit 95 Quadratmetern angenommen (Krieger et al., 2022, S. 263). Die häufigste Heizungsart für die Raumheizung in Deutschland ist Erdgas mit einem Anteil von 41,4 Prozent (Destatis, 2022). Der durchschnittliche Gasverbrauch liegt bei 149 Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr (Steinfeldt & Weißbach, 2022). Erdgas benötigt 201 Gramm pro Kilowattstunde (Jurich, 2016, S. 47). Eine typische Wohneinheit verbraucht 14.155 Kilowattstunden Erdgas und emittiert 2.845 Kilogramm CO₂.

Mit einer Dämmung im gesamten Haus lassen sich 30 Prozent einsparen. Eine mit Erdgas beheizte Wohnung emittiert 29,95 Kilogramm CO₂ pro Quadratmeter. Bei einer Einsparung von 30 Prozent werden 8,98 Kilogramm CO₂ pro Quadratmeter Wohnfläche eingespart (Lennerts et al., 2021, S. 154–155; Reinhardt et al., 2019, S. 149). Für die Wohneinheit mit 95 Quadratmetern werden 200 Quadratmeter Außenfläche angesetzt. Die Einsparung beträgt 855 Kilogramm CO₂.

Dämmstoffe zeichnen sich durch eine hohe Haltbarkeit aus; entsprechend wird von einer Lebensdauer von 25 Jahren ausgegangen (Tews et al., 2020, S. 14). Über die gesamte Nutzungsdauer ergibt sich eine Einsparung von 21,38 Tonnen. Die Schadensvermeidung beläuft sich auf 17.168 Euro pro Wohnung.

Der Einbau der Dämmmaterialien erfordert für das Material und die Dienstleistung CO₂-Aufwände. In einer Kurzstudie des VDI wurden verschiedenen Dämmmaterialien verglichen. Mineralische und fossilbasierte Dämmstoffe verbrauchen zwischen 14 und 68 kg CO₂ pro Quadratmeter (Becker & Pichlmeier, 2016, S. 26). Im Fall von „Styropor“ (EPS) entsteht für eine Wohnung ein Aufwand von 2,4 Tonnen CO₂, die die Klimabilanz schmälern. Es dauert etwa drei Jahre, bis sich der Aufwand energetisch amortisiert. Besonders problematisch ist, dass kurzfristig durch die Produktion große Mengen Treibhausgase freigesetzt werden. Der Schaden durch die Klimagase aus der Verwendung von EPS ist mit 1.600 Euro zu bewerten.

Bei nachhaltigen Dämmstoffen sieht die Ökobilanz deutlich besser aus. Eine Holzfaserdämmplatte bindet dauerhaft zwischen 43 und 136 kg CO₂ pro Quadratmeter. Bei Verwendung von Universalplatten werden in einem Haus vier Tonnen CO₂ gebunden. Der Einsatz von nachwachsenden Dämmstoffen führt somit zu einer zusätzlichen Schadensvermeidung von 3.212 Euro.

Auf der Kostenseite kommt es darauf an, ob die Maßnahme durch eine Fachfirma durchgeführt wird oder ob Eigenleistungen eingesetzt werden können. Ein Malermeister schätzt die Kosten für die fachgerechte Ausführung pro Quadratmeter Dämmung der Außenflächen mit fossilen Rohstoffen auf 160 Euro und mit nachwachsenden Rohstoffen auf 200 Euro (E-Mail vom 14. März 2023). Daraus ergeben sich Kosten von 40.000 Euro, wenn nachhaltige Dämmstoffe verwendet werden¹⁰. Eine weniger nachhaltige Dämmung würde 32.000 Euro kosten.

¹⁰ Anhand einer Rechnung für eine energetische Sanierung im Rahmen des Traunsteiner Förderprogramms erweisen sich die Angaben als valide: Die Dämmung eines Altbau mit Holzweichfaserplatten an den Wänden und Einblasdämmung im Dach kostete 204 Euro pro Quadratmeter.4

Die Dämmung senkt die Heizkosten. Bei einem Gaspreis von 10 Cent pro Kilowattstunde und einer Einsparung von 4.247 Kilowattstunden pro Jahr ergibt sich eine jährliche Einsparung von 424,70 Euro pro Jahr. Weiterhin verbessert sich der Wohnkomfort.

Die Nettokosten belaufen sich auf ca. 30.000 Euro. Diese Differenz ist einer der Hauptgründe, warum die Sanierungsrate bei 1 % pro Jahr stagniert (Jugel et al., 2021, S. 110). Mit finanziellen Anreizen versucht der Staat, Hauseigentümer zur energetischen Sanierung zu bewegen. Im Jahr 2023 beträgt der Fördersatz des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausführkontrolle (BAFA), das mit der Abwicklung des Förderprogramms des Bundes beauftragt ist, 15 Prozent der Bruttoinvestition. Bei 40.000 Euro beträgt der Zuschuss 6.000 Euro und die Nettokosten sinken auf 24.000 Euro.

Energetische Dämmungen sind selten und werden häufig im Zusammenhang mit einem Dachgeschossausbau oder einer aufgrund des Gebäudealters unumgänglichen Sanierung durchgeführt. Bei Eigenleistungen gibt es auch Beispiele, bei denen die Materialkosten bei einigen Tausend Euro und damit die Kosten pro Quadratmeter unter 20 Euro liegen.

Oft wird übersehen, dass es Bereiche gibt, die sich recht günstig dämmen lassen, wenn auf überhöhte Dämmstärken und aufwendige Außenwanddämmungen verzichtet wird (Lennerts et al., 2021, S. 173).

3.4 Wärmepumpen

Eine technische Effizienzmaßnahme in der Bestandssanierung ist der Einbau einer Wärmepumpe. Ausgangspunkt ist wiederum eine Beheizung mit den zuvor berechneten 14.155 kWh Erdgas. In der Praxis wird das individuelle Einsparpotential für Wohnungen durch einen Energieberater ermittelt. Die Ergebnisse hängen von verschiedenen Faktoren ab. Wärmepumpen zeichnen sich durch einen hohen Wirkungsgrad bei der Umwandlung von Kälte in Wärme und umgekehrt aus. Während es bei Gasheizungen Abwärmeverluste gibt, verwandelt eine Wärmepumpe ein Kilowatt Strom in mehrere Kilowattstunden Wärme. Dieser Multiplikator wird durch die Jahresarbeitszahl beschrieben, der einen Durchschnittswert für das ganze Jahr darstellt. Das Fraunhofer-Institut stellt in verschiedenen Studien eine steigende Effizienz bei Wärmepumpen fest. Lag die Jahresarbeitszahl der Wärmepumpen im Jahr 2009 beim Einbau in Bestandsbauten noch bei 2,6, stieg diese bis 2019 auf 3,1 (Bürger et al., 2024, S. 20) und erreichte 2022 3,3¹¹. Der Unterschied zu einer neuen Gas-Brennwerttherme ergibt sich aus der Jahresarbeitszahl und den Abgasverlusten. Für eine durchschnittliche Wohnung (95 Quadratmeter) werden 43 Kilowattstunden Strom pro Quadratmeter benötigt (Steinfeldt & Weißbach, 2022). Dies entspricht 4.085 kWh Strom für die gleiche Wohneinheit. Im Vergleich zur Erdgasheizung arbeitet eine Außenluft-Wärmepumpe 3,5-mal effizienter. Da es für Gasheizungen natürliche Grenzen für die Optimierung der Abgasverluste gibt, gibt es für Wärmepumpen noch Potenzial nach oben.

Unter Berücksichtigung des Haushaltsstrommixes ergibt sich eine Einsparung von 1.773 Kilogramm CO2 pro Jahr oder 38 Prozent gegenüber einer Gasheizung. Die Lebensdauer einer Wärmepumpe wird in der Arbeitshilfe des BMWK mit 15 Jahren angegeben (BMWK, 2024, S. 27).

Über die angenommene Lebensdauer einer Wärmepumpenheizung summieren sich die Einsparungen auf 26,6 Tonnen CO2. Die Herstellung, Installation, Lieferung und Entsorgung einer Wärmepumpe ist mit 1,43 Tonnen CO2 aufwendiger als die Herstellung eines Gaskessels, der nur 0,13 Tonnen CO2 benötigt. (Lapere & Fedorova, 2023, S. 84). Die Nettoeinsparung beträgt 25,3 Tonnen CO2.

Die Installation von Wärmepumpen erfordert in der Regel auch Anpassungen des Rohrsystems, des Warmwasserspeichers und der Hydraulik. Die Kosten für den Austausch einer Gasheizung werden mit einer Spanne zwischen 8.000 und 15.500

¹¹ Das Fraunhofer-Institut führt Wärmepumpenfeldtests durch, der letzte Zwischenbericht nennt 3,3, einsehbar unter <https://www.ise.fraunhofer.de/de/presse-und-medien/news/2024/waermepumpenfeldtest-zwischenergebnisse-bestetigen-effizienten-betrieb-auch-im-altbau.html> (Abruf am 17. August 2024)

Euro geschätzt¹². Für Wärmepumpen wird je nach Typ der doppelte bis dreifache Aufwand gerechnet (Bürger et al., 2024, S. 23). Für Außenluft-Wärmepumpen wird eine Spanne von 24.300 bis 29.850 Euro geschätzt¹³. Ein Vergleich der Mittelwerte (27.075,- und 11.750,-) ergibt Mehrkosten für Wärmepumpen in Höhe von 15.325 Euro.

Die jährlichen Heizkosten sinken von 1.415 Euro bei einer Gasheizung auf 1.161 Euro bei einer Wärmepumpenanlage (bei 28 Cent pro Kilowattstunde). Über einen Zeitraum von 15 Jahren werden 3.810 Euro eingespart. Zusätzlich werden CO₂-Schadenskosten in Höhe von 20.312 Euro vermieden. Die Bundesregierung bezuschusst den Einbau von Wärmepumpen im Rahmen des neuen Gebäudeenergiegesetztes mit Förderanteilen von 30 bis 70 Prozent der Kosten (BMWK, 2023). Unter der Annahme einer 50-Prozent-Förderung beträgt die Förderung beim oben ermittelten Durchschnittswert 13.537 Euro. Die Mehrkosten sinken auf 1.788 Euro. Eine Wärmepumpe amortisiert sich damit nach sieben Jahren.

Noch nicht berücksichtigt ist der Anstieg der CO₂-Abgabe. Weiterhin gibt es die Möglichkeit, den Betrieb einer Wärmepumpe mit weiteren Maßnahmen zu kombinieren. Wer parallel eine Photovoltaikanlage mit Batteriespeicher installiert, kann etwa 36 Prozent des Strombedarfs der Wärmepumpe decken (Baraskar et al., 2024, S. 13). Damit ist eine Selbstversorgung im Umfang von 1.471 Kilowattstunden möglich. Da die Selbstversorgungsvariante nur 8,5 Cent pro Kilowattstunde kostet, können gegenüber dem Strombezug beim Energieversorger 19,5 Cent gespart werden. Die Einsparung liegt bei 287 Euro pro Jahr oder 4.305 Euro in 15 Jahren. Wenn keine Installation einer Photovoltaik-Anlage möglich ist, können auch spezielle Wärmepumpentarife gebucht werden.

Unter Berücksichtigung des staatlichen Zuschusses ist die Anschaffung einer Wärmepumpe bereits gegenwärtig rentabel. Die hohen Investitionskosten sowie der im Vergleich geringe monetäre Ertrag führen jedoch bei vielen zu einer gewissen Zurückhaltung. Des Weiteren ist eine politische Debatte rund um das Gebäudeenergiegesetz zu verzeichnen, welche dem Ansehen von Wärmepumpen erheblich geschadet hat und zu einem Rückgang der Absatzzahlen geführt hat (EHPA, 2024). Die Förderung von Wärmepumpen als Einzelmaßnahmen ist bereits ausreichend gefördert, jedoch könnte es für Kommunen Sinn machen, kombinierte Maßnahmen zu fördern.

3.5 Einbau von elektronischen Thermostaten

Elektronische Thermostate haben den Vorteil, dass sie die Raumtemperatur präzise steuern. Sie gehören zum Bereich der privaten Energiemanagement-Systeme (Tuomela et al., 2021). Es können An- und Abwesenheitszeiten definiert werden. So ist es beispielsweise üblich, in Räumen, in denen keine Personen anwesend sind, nachts auf Abwesenheit zu stellen. Neuere Modelle können sich beim Lüften automatisch abschalten. Die Wirksamkeit der Maßnahme ist relativ hoch, mit Einsparungen bis zu 30 Prozent (Tuomela et al., 2021, S. 4). Eine weitere Studie simuliert in Ein- und Mehrfamilienhäusern Anwesenheitszeiten und Lüftungsverhalten der Bewohner und berücksichtigt auch das Baujahr und die Bauweise. Die Einsparungen fallen sehr unterschiedlich aus und erreichen bis zu 26 Prozent (Schlitzberger, 2016). Eine Studie des Fraunhofer-Instituts beziffert die Einsparpotenziale auf Basis einer Meta-Auswertung von fünf Studien zwischen 8 und 19 Prozent (Kersken et al., 2018, S. 285). In der Arbeitshilfe des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz wird ein Einsparwert von 425 Kilogramm Kohlenstoffdioxid angegeben (Tews et al., 2020, S. 10). In Bezug auf die zuvor berechnete Wohnung mit Erdgasheizung entspricht dies einer Reduktion um 15 Prozent. In einem von der Stiftung Warentest durchgeführten Praxistest mit verschiedenen Geräten in einem unsanierten Bestandsbau wurde ein Einsparungswert von acht Prozent ermittelt (Stiftung Warentest, 2023, S. 43). Wird der konservativere Einpasungswert mit 228 kg CO₂ zugrundegelegt, kann innerhalb der durchschnittlichen Nutzungsdauer von 15 Jahren ein CO₂-Schaden in Höhe von 2.740 Euro vermieden werden.

Die Kosten für den Einbau von Thermostaten in einer typischen Bestandswohnung werden von der Stiftung Warentest mit 350 bis 710 Euro für ein als gut bewertetes Gerät angegeben (Stiftung Warentest, 2023, S. 44). Unter Berücksichtigung

¹² Internetrecherchen weisen auf Kosten zwischen 9.000 und 15.500 Euro hin, Beispiel: <https://www.thermondo.de/info/rat/vergleich/kosten-neue-heizung/> (Abruf am 17. August 2024).

¹³ <https://gruenes.haus/waermepumpe-kosten/>

einer möglichen Einsparung von acht Prozent lässt sich eine jährliche Kosteneinsparung von 113 Euro ermitteln. Die Amortisationszeit beläuft sich bei durchschnittlichen Investitionskosten von 530 Euro auf einen Zeitraum von knapp fünf Jahren.

Da auf Bundesebene keine entsprechenden Förderprogramme existieren, könnte die Förderung dieser Maßnahme im Rahmen des Klimabonus aufgrund ihrer hohen Effektivität eine vielversprechende Option darstellen.

3.6 Fahrradfahren

Bisher wurden Maßnahmen im Wohnungs- und Gebäudebereich in Betracht gezogen. Ein weiterer großer CO₂ Emittent ist der Verkehrssektor, der für mehr als 20 Prozent der Emissionen verantwortlich ist, von denen die meisten auf die private Nutzung von Personenkraftwagen zurückzuführen sind (Mariana Vilaça et al., S. 1). In Deutschland hinkt jedoch vor allem der Verkehrssektor den Kohlenstoffreduktionszielen hinterher (Henning et al., 2023, S. 68). Eine wirksame Maßnahme wäre es, Strecken bis zu 10 Kilometern nicht mit dem Auto, sondern mit dem Fahrrad zurückzulegen. Autos stoßen im Durchschnitt etwa 2 Tonnen CO₂ aus. Da der Weg zur Arbeit einer der Hauptzwecke eines Autos ist, könnten 167 Kilogramm CO₂ eingespart werden (Tews et al., 2020, S. 11). Das Radfahren erfordert eine Investition in ein Fahrrad oder Pedelec, spart aber gleichzeitig Benzinkosten und Verschleiß des eigenen Autos. Bei einer angenommenen Fahrleistung von 2.200 Kilometern an 100 Arbeitstagen ergibt sich eine jährliche Ersparnis von 500 Euro. Das bedeutet, dass die Reduzierung der CO₂-Emissionen mit einer Reduzierung der privaten Kosten einhergeht.

Bei einer angenommenen Nutzungsdauer von 10 Jahren beträgt die Schadensvermeidung für 1,67 Tonnen 1.341 Euro. Bei einem angenommenen Anschaffungspreis für ein Pedelec von 3.000 Euro und einer Einsparung von 5.000 Euro in 10 Jahren geht die Vermeidung von Umweltschäden mit einer finanziellen Einsparung von 2.000 Euro einher.

3.7 Carsharing anstelle eines eigenen Pkws

Die gemeinsame Nutzung einzelner Personenkraftwagen spart Ressourcen für die Produktion von Fahrzeugen (Mariana Vilaça et al.). Carsharing ersetzt etwa neun private Pkw (Kolleck, 2021, S. 1). Gleichzeitig motiviert Carsharing die Menschen aufgrund der kilometerabhängigen Kosten, Alternativen wie Fahrräder, öffentliche Verkehrsmittel und Fahrgemeinschaften zu nutzen. Die durchschnittlichen Einsparungen liegen bei 280 Kilogramm CO₂ pro Jahr und Person (Tews et al., 2020, S. 11). Das Bemerkenswerte am Carsharing ist, dass es bei normaler Fahrleistung eine Menge Kosten spart. Je nach Fahrzeugtyp können zwischen 555 und 1069 Euro pro Monat an privaten Kosten und zwischen 390 und 439 Euro an gesellschaftlichen Kosten eingespart werden (Gössling et al., 2022, S. 4). Die gesellschaftlichen Kosten beinhalten Schäden durch CO₂-Emissionen in Höhe von 225 Euro pro Jahr. Am Beispiel des Kleinwagens Opel Corsa werden die gesellschaftlichen Kosten veranschaulicht (Gössling et al., 2022):

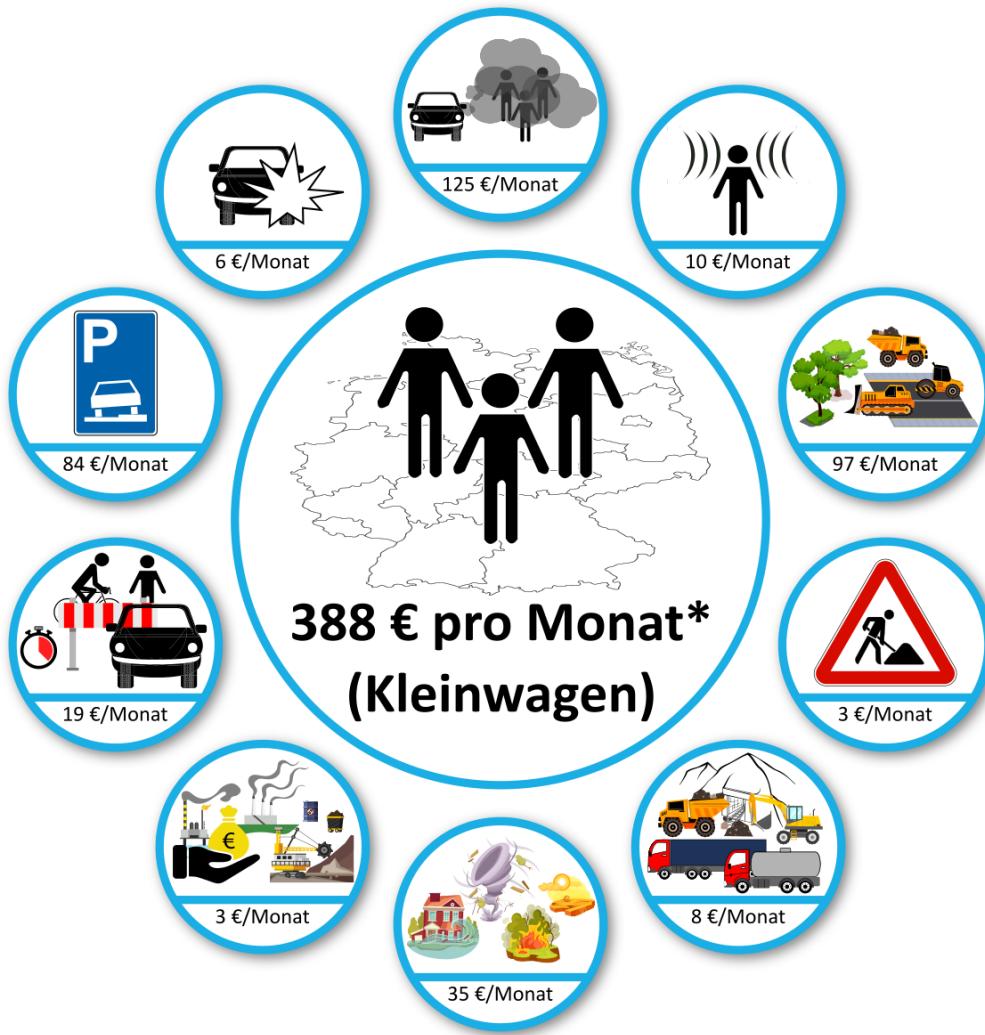


Abbildung 4: Gesellschaftliche Kosten eines Kleinwagens, Grafik: Maik Schöniger / Klimabonus e. V.

Bei der nachfolgenden Erläuterung wurden die auf der Webseite des Klimabonus bereitgestellten Legenden-Erläuterungen herangezogen¹⁴. Der oberste Kreis veranschaulicht die Luftverschmutzung, welche Umweltschäden, Erkrankungen und eine erhöhte Sterblichkeit zur Folge hat. Die daraus resultierenden Kosten werden mit 125 Euro pro Monat bewertet. Die Lärmbelastung, welche durch den motorisierten Individualverkehr verursacht wird, führt zu Folgekosten in Höhe von 10 Euro pro Monat. Die Bewertung von Eingriffen in die Natur durch Umnutzung und Versiegelung von Landflächen erfolgt mit einem Betrag von 97 Euro pro Monat. Die Inanspruchnahme der Infrastruktur bedingt einen kontinuierlichen Bedarf an Reparatur- und Erneuerungsmaßnahmen, welcher mit einem monetären Gegenwert von drei Euro pro Monat zu veranschlagen ist. Der Ressourcenbedarf sowie die damit verbundenen Transporte werden mit einem monetären Gegenwert von acht Euro pro Monat angesetzt. Die Umweltkosten, welche durch den Klimawandel entstehen, werden für das Fahrzeug sowie dessen Nutzung mit einem Betrag von 35 Euro pro Monat veranschlagt. Für die Herstellung des Fahrzeugs ergeben eigene Berechnungen 25 Euro pro Monat. Dieser Teil wird im Falle des Carsharings vermieden. Subventionen für fossile Rohstoffe kosten der Gesellschaft 3 Euro im Monat, dazu zählt zum Beispiel die Entfernungspauschale und das Dienstwagenprivileg. 19 Euro pro Monat fallen im Zuge von Barriereeffekten an, die anderen Verkehrsteilnehmenden durch Autos entstehen. Dazu gehören Unfallrisiken,

¹⁴ <https://www.klimabonus.info/autobesitz> (ausgearbeitet von Maik Schöniger, Mitarbeiter im Klimabonus-Projekt)

Verspätungen und Behinderungen. Die Nutzung kostenfreier Stellplatzflächen an mehreren Standorten kosten 84 Euro pro Monat, da diese sehr oft kostenfrei oder kostengünstig von der Gesellschaft zur Verfügung gestellt werden. Für Carsharing-Autos ist nur ein Zehntel der Stellplatzfläche erforderlich. Weitere Kosten entstehen durch Unfallfolgekosten (6 Euro pro Monat), die nicht ausgeglichen werden, weil dies in der Rechtsordnung nicht vorgesehen ist (z. B. Trauer, Schmerz, Lebenszeitverkürzung) oder weil Folgekosten nicht oder nicht in vollem Umfang übernommen werden.

An diesem Rundumblick auf die Folgewirkungen von Konsumverhalten wird deutlich, dass der Fokus auf Treibhausgase nur ein kleiner Ausschnitt darstellt. Dieser für sich genommen begründet bereits die Nutzung von Carsharing-Angeboten. Wenn man jedoch die gesamten privaten und gesellschaftlichen Kosten berücksichtigt, macht der Ansatz des Teilens für die Gesellschaft sehr viel Sinn. Nutzt eine Person ein Leben lang ein Auto, fallen im Kleinwagen-Beispiel Gesamtkosten in Höhe von 599.082 Euro an (Gössling et al., 2022, S. 6). Das Lebenszeit-Einkommen von Arbeitern und Angestellten liegt im gleichen Zeitraum zwischen 0,99 und 1,86 Mio. Euro (Gössling et al., 2022, S. 3). In der untersten Einkommensgruppe werden im Vollkostenansatz etwa 60 Prozent des Einkommens nur für den Kleinwagen aufgewandt. Durch die Verlagerung der gesellschaftlichen Kosten auf Dritte sinkt die direkte Belastung für die untere Einkommensgruppe auf ein Drittel.

Die hier vorgestellte Mikrobetrachtung verdeutlicht das grundlegende Dilemma im Verkehrssektor. Es werden immense Ressourcen aufgewendet, um den Status quo des individuellen Autoverkehrs zu erhalten. Gleichzeitig stehen diese Ressourcen für den Umbau der Verkehrssysteme nicht zur Verfügung. Ein Klimabonus, der für die CO₂-Einsparung gewährt wird, kann die individuellen Entscheidungen, die bereits heute vor dem Hintergrund der hohen finanziellen Kosten, die für das Auto selbst anfallen, als gerechtfertigt betrachtet werden, erleichtern. Eine weitere Möglichkeit zur Intensivierung des gesellschaftlichen Einflusses wäre das Streichen von Subventionen.

3.8 Reparatur von Konsumgütern und Fahrrädern

In der wissenschaftlichen Literatur finden sich Untersuchungen, die sich mit den Emissionseinsparungen durch Repair Cafés befassen. Dabei werden die in Repair Cafés durchgeführten Reparaturen elektrischer Kleingeräte in Listen erfasst (Privett, 2018, S. 53). Diesbezüglich sei auf die folgende Quelle verwiesen: Bei einem Neukauf der Geräte entstehen CO₂-Emissionen, welche durch eine Reparatur vermieden werden können. Die durchschnittliche Vermeidung von CO₂ pro Gerät beträgt 24 Kilogramm (Privett, 2018, S. 76). In der angeführten Studie werden die Restnutzungsdauer sowie die Erfolgsquote der Reparatur berücksichtigt.

Ein ähnliches Bild zeigt sich bei der Instandsetzung von Fahrrädern, welche nachweislich die Nutzungsdauer eines Fahrrads verlängern. Im Lebenszyklus eines Fahrrads werden durch die Neuproduktion etwa 198 Kilogramm CO₂ emittiert (Roy et al., 2019, S. 7). Diesbezüglich sei auf die angeführte Literatur verwiesen. Eine jährliche Wartung und gegebenenfalls eine Reparatur dienen der Verlängerung der Nutzungsdauer eines Fahrrads.

3.9 Neuanschaffung eines Kühlschranks

Der Austausch eines alten Kühlschranks kann zu einer Reduktion der CO₂-Emissionen um 140 Kilogramm pro Jahr führen (Tews et al., 2020, S. 9). Innerhalb eines Zeitraums von zehn Jahren werden Emissionen von 1,4 Tonnen Kohlenstoffdioxid sowie Schäden in einer Höhe von 952 Euro pro Tonne vermieden. Die Zielgruppe umfasst Personen, die aufgrund des fortgeschrittenen Alters des bestehenden Geräts ohnehin die Anschaffung eines neuen Geräts planen. Gemäß Umfragen streben 1,9 Prozent der Befragten aufgrund des fortgeschrittenen Alters einen Neukauf an (Gaßner et al., S. 56). Die zweite Gruppe umfasst Personen, die einen ineffizienten Kühlschrank besitzen und aufgrund von Sensibilisierung und Informationsvermittlung bereit sind, ein Gerät mit hoher Effizienz zu erwerben. Es ist von entscheidender Bedeutung, dass das alte Gerät nicht mehr verwendet wird und einer ordnungsgemäßen Entsorgung zugeführt wird. Aufgrund der hohen Kosten für einen energieeffizienten Kühlschrank ist davon auszugehen, dass die zweite Gruppe eine Ausnahme bleiben wird.

Die angebotene Modellpalette unterliegt einer hohen Dynamik hinsichtlich ihrer Veränderung. Für die Berechnung der Einsparungen können Informationsplattformen herangezogen werden, wobei im vorliegenden Fall die Plattform "co2online" genutzt wurde (www.co2online.de). Ein Vergleich der Energieeffizienz eines alten Kühlschranks mit der eines neuen Modells zeigt, dass sich eine jährliche Einsparung von 240 Kilowattstunden ergibt. Bei einem Strompreis von 28 Cent pro Kilowattstunde belaufen sich die Einsparungen auf 67 Euro pro Jahr bzw. 670 Euro über die erwartete Lebensdauer eines Kühlschranks. Demgegenüber steht eine einmalige Investition von 600 Euro für die Anschaffung eines neuen Kühlschranks.

3.10 Reparatur von Kleidung / Jeans

In Kooperation mit dem Klimabonus wurde das Projekt "Jeanslazarett" von Elke Boehringer initiiert, die zudem am Chiemgauer-Projekt sowie am Klimabonus-Projekt mitwirkt. Die Konzeption basiert auf der Idee, durch einen achtsamen Umgang mit den Textilien sowie die Reparatur von geringfügigen Beschädigungen die Nutzungsdauer von Jeanshosen zu verlängern. Die Reparatur lohnt sich schon dadurch, dass die Anschaffungskosten für ein neues Konsumgut vermieden werden. Der Preis für eine neue Jeans wird anhand von Katalogpreisen auf durchschnittlich 100 Euro geschätzt.

Die Produktion einer Jeans ist mit der Emission von 33,4 Kilogramm des Treibhausgases Kohlenstoffdioxid verbunden (Levi Strauss & Co., 2015, S. 17). Durch eine Reparatur wird eine Lebenszeitverlängerung von einem Drittel angenommen, was der Vermeidung von 11,1 Kilogramm CO₂-Emissionen entspricht. Die Schadensvermeidungskosten belaufen sich auf 8,91 Euro. Als Anreiz zur Förderung klimafreundlichen Verhaltens wurde ein Klimabonus vereinbart. Die Auszahlung des vereinbarten Betrags erfolgt durch das Jeanslazarett, sobald die durchgeführte Reparatur als erfolgreich zu verzeichnen ist.

3.11 Biologisches Reinigungsmittel

Laut einer Lebenszyklusanalyse belaufen sich die Kohlenstoffemissionen, die ein biologisches Reinigungsmittel verursacht, auf 420 Gramm CO₂ pro Liter (ClimatePartner, 2020); im Vergleich dazu verursacht ein herkömmlicher Reiniger durchschnittlich 3.180 Gramm¹⁵. Die Vermeidung beträgt 2,76 Kilogramm CO₂ pro Liter. Dadurch wird ein Schaden von 2,22 Euro pro Liter vermieden. In der Kooperation mit der Christoph Fischer GmbH wurde ein Klimabonus als Belohnung festgelegt.

3.12 Biologische, saisonale und regionale Lebensmittel

Im Netzwerk der Chiemgauer Regionalwährung sind eine Reihe von Annahmestellen aktiv, die biologische, regionale und saisonale Lebensmittel anbieten. Der Einzelkauf lässt sich schwer operationalisieren. Daher kommt für die Entwicklung einer Belohnungsaktion eine quantifizierbare größere Menge in Frage, wie sie zum Beispiel mit Gemüsekistenabonnements möglich ist. Im Falle einer solidarischen Landwirtschaft buchen die Interessenten einen Ernteanteil für eine Saison. Damit erfolgt eine Festlegung im Voraus für eine haushaltsübliche Menge von Gemüse. Der Vorteil für die Erzeuger liegt darin, dass sich die privaten Haushalte verpflichten, die geernteten Mengen abzunehmen und zu verarbeiten. Die Abonnenten profitieren im Fall von guten Ernteerträgen von größeren Liefermengen, sind jedoch auch im Zugzwang, das Gemüse zu essen. Sie lernen durch ihre Teilnahme an der solidarischen Landwirtschaft neue Gemüsesorten kennen und essen durch die Regelmäßigkeit der Lieferung mehr Gemüse (Wilkins et al., 2015, S. 2396). Bei wetterbedingten Ausfällen sind die Einnahmen durch den festen Monatspreis garantiert.

Bei den CO₂-Effekten fällt ein höherer Gemüseanteil mit 120 kg CO₂ am stärksten ins Gewicht, wenn dadurch der Fleischkonsum verringert wird (Tews et al., 2020, S. 12). Wird Obst und Gemüse saisonal konsumiert, können pro Person weitere 30 kg CO₂ gemindert werden. Der regionale Bezug von Lebensmitteln führt zu einer Einsparung von

¹⁵ Abruf am 26. Mai 2024 von der App „ClimateWe“.

durchschnittlich sechs Prozent der Emissionen (Sandström et al., 2018, S. 51). Unter der Voraussetzung, dass die Gemüsekiste etwa ein Fünftel der konsumierten Lebensmittel repräsentiert, lässt sich eine Reduktion der Treibhausgasemissionen um etwa 20 kg CO₂ ableiten, sofern die Transportwege verkürzt werden. Die Gesamtminde rung beläuft sich folglich auf 170 kg CO₂. Eine ähnliche Bilanz lässt sich bei einer ganzjährigen Bestellung einer Gemüsekiste bei einem Direktvermarkter beobachten¹⁶.

4 EINEN FREIWILLIGEN CAP UND TRADE-MECHANISMUS ETABLIEREN

Auf der einen Seite können sich Akteure einer Region zu einem Treibhausgas-Minderungspfad verpflichten. Dies kommt zum Beispiel durch einen Klimaplan der Stadt Traunstein zum Ausdruck, die bis zum Jahr 2040 klimaneutral werden möchte (Stadt Traunstein, 2021). Auch Firmen und Privatpersonen können sich selbst verpflichten.

Soweit es nicht möglich ist, den eigenen CO₂-Fußabdruck in Übereinstimmung mit dem 1,5-Grad-Ziel zu bringen, können Ausgleichszahlungen erfolgen, die dazu dienen, nach Möglichkeiten im sozialen Umfeld zu suchen, die CO₂-Reduktion vorzunehmen. Für die oben identifizierten Maßnahmen könnten durch die freiwilligen Zahlungen Gelder bereitgestellt werden, die einen Anreiz bieten, die Klimaschutzmaßnahmen durchzuführen. Durch die Belohnungen entsteht eine wechselseitige Dynamik des Reduktions. Den eigenen Bemühungen zur Reduktion werden mit Anreizen zur Reduktion flankiert.

Das partizipative Element des Reallabors berücksichtigt die subjektiven Präferenzen der Teilnehmenden. Die Angebote werden differenziert, damit eine Wahlfreiheit entsteht. Zugleich entsteht eine Preisdifferenzierung. Aufwendige Natursenkenprojekte werden zu höheren Preisen angeboten werden als kostengünstige Effizienzmaßnahmen. Belohnungen für Klimaschutzmaßnahmen im Bereich der Suffizienz und der Konsistenz bekommen in einem ganzheitlichen Konzept eine hohe Priorität eingeräumt. Ein wichtiger Aspekt ist die Regionalisierung der Angebote. Ein lokales Natursenkenprojekt spricht die Anwohner besonders an. Im Chiemgauer Klimafonds werden verschiedene Reduktionsmaßnahmen wie Balkonkraftwerke, elektrische Thermostate, Reparaturansätze, Carsharing und Dämmmaßnahmen gebündelt. Damit folgt der Klimabonus den Empfehlungen des Umweltbundesamtes, freiwillige Kompensationsprojekte zu regionalisieren (Wolters et al., 2018, S. 29) und den Einkommensverhältnissen vor Ort anzupassen (Bünger & Matthey, 2020). Durch eine klare, transparente und nachvollziehbare Methodik der Reduktionsmaßnahmen und eine lokale Verankerung wird Greenwashing-Aktionen entgegengewirkt (Wolters et al., 2015, S. 50).

In der Kooperation mit der Stadt Traunstein wurden Maßnahmen mit besonders großen Effekten ausgewählt, darunter ein Förderprogramm für Photovoltaik für Hauseigentümer und Mietergemeinschaften. Im Zuge der Erarbeitung dieses Artikels wurden Dämmungen mit nachhaltigen Materialien in ein Programm zur energetischen Sanierung ergänzt. Dieses beinhaltet auch die Installation von Solarthermieanlagen. Letztlich sind die Kompensationsgelder Spendenzahlungen, die das Bewusstsein für das wichtige Ziel der Klimaneutralität im öffentlichen Diskurs verankern und Einkommen dem Konsumkreislauf entziehen und dadurch einerseits CO₂-Schäden vermeiden und zusätzlich CO₂-Einsparungen finanzieren (Wolters et al., 2015, S. 50). Die Höhe der Anreize des Klimabonus hängt davon ab, wieviel Geld gespendet wird. Im Reallabor wurde zunächst mit kleinen Anreizen gestartet und in Aktionen höhere Belohnungen ausprobiert.

5 HINDERNISSE

Zu den Grundpfeilern der Umsetzung eines Klimabonusprogramms gehören mangelnde Informationen und die Negativität rund um den Klimaschutz, die viele Menschen zögern lässt, zu handeln. Das führt dazu, dass die Menschen trotzanhaltend

¹⁶ Mitarbeiterin Elke Boehringer hat dazu Daten bei dem Biogemüsehof Lecker erhoben und es kommen ähnliche Bezugsmengen wie für die Gemüsekiste der Solidarischen Landwirtschaft Chiemgau heraus.

hohem Verbrauch und daraus resultierenden hohen Emissionen ihren Alltag fortsetzen. Darüber hinaus werden Programme zur Belohnung der Reduzierung von Treibhausgasemissionen als intransparent und ineffektiv empfunden.

Ein stärkerer Fokus auf positive Beispiele für die Reduktion von Treibhausgasemissionen, die mit Klimaprämiens belohnt wurden, könnte der negativen Wahrnehmung des Klimaschutzes entgegenwirken. Der Klimabonus informiert mit seinen vielfältigen Anreizen. Die Bürgerinnen und Bürger erfahren oft zufällig von Klimaboni, weil sie zum Beispiel ein Reinigungsmittel gekauft haben, das den CO₂-Ausstoß um drei Viertel reduziert und damit belohnt wird. Die Einfachheit und Zugänglichkeit dieser Aktionen kann die Verbraucher dazu motivieren, sich mehr über Möglichkeiten zur Emissionsreduzierung und zur Kompensation dafür zu informieren.

6 TRANSPARENZ

Auf der Webseite www.klimabonus.info sind alle Belohnungsaktionen beschrieben, die in diesem Monitoringkonzept mit detaillierten Quellenangaben analysiert und berechnet werden. Die regionalisierten Klimafonds enthalten eine Beschreibung, wie der Fonds funktioniert und welche Maßnahmen mit eingezahlten Geldern durchgeführt werden. Alle Einzahlungen sind in den Stilllegungsregistern der Fonds aufgelistet. Alle Auszahlungen werden im Verwendungsregister aufgeführt. In den Allgemeinen Geschäftsbedingungen ist festgelegt, dass die Belohnten ihre CO₂-Menge exklusiv an den Klimabonus e. V. übertragen, das heißt nicht nochmal an Dritte vermarkten. Auch eine Doppelförderung wird ausgeschlossen zum Beispiel bei Steckersolargeräten, wenn zum Beispiel eine Kommune bereits eine Förderung zugesprochen hat. Eine Doppelförderung von Dämmungen kommt in Frage, wenn die BAFA eine generelle Förderung für Dämmungen auszahlt, der Fonds den Aspekt der nachhaltigen Dämmung zusätzlich fördert. Es wird an dieser Stelle ein zusätzlicher Anreiz geschaffen. Ebenso ist eine Doppelförderung denkbar, wenn die erste Förderung über einen längeren Zeitraum erfolgt (Einspeisevergütung) und der Anreiz auf die Erstinvestition zielt.

Der Klimabonus e. V. sorgt als gemeinnütziger Verein auch für Transparenz gegenüber dem Finanzamt, wenn es um die Darlegung des Satzungszwecks geht. Dazu gehört der regionale Emissionshandel zur CO₂-Minderung und damit dem Ziel des Klimaschutzes dient.

7 LITERATURVERZEICHNIS

- Bachinger, M. (2012). *Stakeholder Value in Regionalentwicklungsprozessen*. Gabler Verlag. <https://doi.org/10.1007/978-3-8349-4033-9>
- Baraskar, S., Günther, D., Wapler, J. & Lämmle, M. (2024). Analysis of the performance and operation of a photovoltaic-battery heat pump system based on field measurement data. *Solar Energy Advances*, 4, Artikel 100047. <https://doi.org/10.1016/j.seja.2023.100047>
- Bayerisches Landesamt für Statistik. (2023, 13. August). *Gebäude- und Wohnungsbestand*. <http://statistikdaten.bayern.de>
- Becker, N. & Pichlmeier, F. (2016). *VDI ZRE Kurzanalyse Nr. 7: Ressourceneffizienz der Dämmstoffe im Hochbau* (VDI ZRE Publikationen Nr. 7). VDI Zentrum Ressourceneffizienz.
- BMWK. (2023, 19. April). *Bundesregierung einigt sich auf neues Förderkonzept für erneuerbares Heizen* [Pressemitteilung]. <https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/pressemitteilungen/Webs/BMWSB/DE/2023/04/geg-foerderkonzept.html>
- BMWK. (2024). *Arbeitshilfe zur Ermittlung der Treibhausgasminderung*. BMWK. <https://www.klimaschutz.de/de/service/meldungen/nki-arbeitshilfe-zum-download-ermittlung-der-treibhausgasminderung>
- Bünger, B. & Matthey, A. (2020). *Methodenkonvention 3.1 zur Ermittlung von Umweltkosten: Kostensätze*. Umweltbundesamt. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/methodenkonvention-umweltkosten>

- Bürger, V., Braungardt, S. & Miara, M. (2024). *Durchbruch für die Wärmepumpe: Praxisoptionen für eine effiziente Wärmewende im Gebäudebestand*. https://www.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2022/2022-04_DE_Scaling_up_heat_pumps/A-EW_273_Waermepumpen_WEB.pdf
- ClimatePartner. (2020). *Product Carbon Footprint EM Mikrorein: Christoph Fischer GmbH EM-Chiemgau*.
- Destatis. (2022, 21. Juli). *Fakten zur Gasversorgung: Erdgas wichtigster Energieträger für Industrie und private Haushalte* [Pressemitteilung]. https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2022/07/PD22_N044_43.html
- Destatis. (2023, 30. März). *Haushalte nach Haushaltsgröße und Haushaltsmitgliedern* [Pressemitteilung]. <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Haushalte-Familien/Tabellen/1-2-privathaushalte-bundeslaender.html>
- EHPA. (2024). *Pump it Down: Why Heat Pump Sales Dropped in 2023*. EHPA. https://www.ehpa.org/wp-content/uploads/2024/04/Pump-it-down-why-heat-pump-sales-dropped-in-2023_EHPA_April-2024.pdf
- Gaßner, H.-P., Bohn, Alexander & Hess, C. *VuMA Touch Points 2020: Konsumenten punktgenau erreichen*. VuMA. VuMA Touch Points. https://www.vuma.de/fileadmin/user_upload/PDF/berichtsbaende/VuMA_Berichtsband_2020.pdf
- Gössling, S., Kees, J. & Litman, T. (2022). The lifetime cost of driving a car. *Ecological Economics*, 194, Artikel 107335. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.107335>
- Heesen, H. t., Herbort, V. & Rumpler, M. (2022). *Studie zum Ertrag von Photovoltaikdachanlagen 2020 in Deutschland*. https://www.umwelt-campus.de/fileadmin/Umwelt-Campus/User/HteHeesen/research/pv/Ertragsstudie_2020.pdf
- Henning, H.-M., Knopf, B., Bettzüge, M. O., Heimer, T. & Schlomann, B. (2023). *Prüfbericht zur Berechnung der deutschen Treibhausgasemissionen für das Jahr 2022: Prüfung und Bewertung der Emissionsdaten gemäß § 12 Abs. 1 Bundes-Klimaschutzgesetz*. Expertenrat für Klimafragen. www.expertenrat-klima.de
- Höhne, N., Emmrich, J., Fekete, H. & Kuramochi, T. (2019). *1,5 Grad: Was Deutschland tun muss*. https://newclimate.org/wp-content/uploads/2019/03/Deutschland_1.5_Web.pdf
- Hornberg, C., Kemfert, C., Dornack, C., Köck, W., Lucht, W., Settele, J. & Töller, A. E. (2022, 7. Juli). *Stellungnahme des Sachverständigenrats für Umweltfragen: Wie viel CO2 darf Deutschland maximal noch ausstoßen?* (Drucksache 20/2795).
- Icha, P., Lauf, T. & Kuhs, G. (2023). *Entwicklung der spezifischen Treibhausgas-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 - 2022* (Climate Change). Umweltbundesamt. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11740/publikationen/2023_05_23_climate_change_20-2023_strommix.pdf
- IPCC. (2018). *1,5°C globale Erwärmung*. IPCC. https://www.de-ipcc.de/media/content/SR1.5-SPM_de_181130.pdf
- IPCC. (2023). *Synthesis Report of the IPCC Sixth Assessment Report (AR6)*. IPCC.
- Jugel, C., Albicker, M., Bamberg, C., Battaglia, M., Brunken, E., Bründlinger, T., Dorfinger, P., Döring, A., Friese, J. & Gründig, D. u. a. (2021). *Abschlussbericht dena- Leitstudie Aufbruch_Klimaneutralitaet: Eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe*. https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2021/Abschlussbericht_dena-Leitstudie_Aufbruch_Klimaneutralitaet.pdf
- Jurich, K. (2016). *CO2-Emissionsfaktoren für fossile Brennstoffe*. <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/>
- Kaandorp, C., Miedema, T., Verhagen, J., van de Giesen, N. & Abraham, E. (2022). Reducing committed emissions of heating towards 2050: Analysis of scenarios for the insulation of buildings and the decarbonisation of electricity generation. *Applied Energy*, 325, Artikel 119759. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2022.119759>
- Kersken, M., Sinnesbichler, H. & Erhorn, H. (2018). Analyse der Einsparpotenziale durch Smarthome - und intelligente Heizungsregelungen. *Bauphysik*, 40(5), 276–285. <https://doi.org/10.1002/bapi.201800003>
- Kolleck, A. (2021). Does Car-Sharing Reduce Car Ownership? Empirical Evidence from Germany. *Sustainability*, 13(13), 7384. <https://doi.org/10.3390/su13137384>
- Krieger, S., Kortmann, K., Kott, K. & Schöneich, C. (2022). *Datenreport 2021: 7.1 Wohnen*. Destatis. https://www.destatis.de/DE/Service/Statistik-Campus/Datenreport/Downloads/datenreport-2021-kap-7.pdf?__blob=publicationFile

- Lauf, T., Memmler, M. & Schneider, S. (2021). *Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger: Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2020*. Umweltbundesamt. Climate Change. <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/emissionsbilanz-erneuerbarer-energietraeger>
- Lauf, T., Memmler, M. & Schneider, S. (2022). *Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger: Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2021* (Climate Change 50/2022). Umweltbundesamt.
- Lauf, T., Memmler, M. & Schneider, S. (2023). *Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger: Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2022* (Climate Change 49/2023).
- Lennerts, K., Kropp, T. & Zak, J. (2021). *Verantwortung übernehmen: Der Gebäudebereich auf dem Weg zur Klimaneutralität*. <https://zia-deutschland.de/wp-content/uploads/2021/12/Verantwortung-uebernehmen-Gutachten.pdf>
- Levi Strauss & Co. (2015). *The Life Cycle of a Jeans: Understanding the environmental impact of a pair of Levi's® 501® jeans*. <https://www.levistrauss.com/wp-content/uploads/2015/03/Full-LCA-Results-Deck-FINAL.pdf>
- Mandys, F., Chitnis, M. & Silva, S. R. P. (2023). Levelized cost estimates of solar photovoltaic electricity in the United Kingdom until 2035. *Patterns*, 4(5), Artikel 100735. <https://doi.org/10.1016/j.patter.2023.100735>
- Mariana Vilaça, Gonçalo Santos, Mónica S.A. Oliveira, Margarida C. Coelho & Gonçalo H.A. Correia. Life cycle assessment of shared and private use of automated and electric vehicles on interurban mobility.
- Memmler, M., Lauf, T., Wolf, K. & Schneider, S. (2017). *Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger: Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2016*. <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>
- Milousi, M., Souliotis, M., Arampatzis, G. & Papaefthimiou, S. (2019). Evaluating the Environmental Performance of Solar Energy Systems Through a Combined Life Cycle Assessment and Cost Analysis. *Sustainability*(11), Artikel 2539, 1–23. <https://doi.org/10.3390/su11092539>
- Peukert, H. (2022). *Klimaneutralität jetzt! Update 2022: Weltklimapolitik (COP 26 in Glasgow), der 6. IPCC-Bericht, Kritik des Ökomodernismus, der E-Mobilität und der europäischen und deutschen Klimapolitik seit 2021* (1. Auflage). Metropolis.
- Privett, S. (2018). *Potential impact of UK Repair Cafés on the mitigation of greenhouse gas emissions* [Master Thesis]. University of Surrey, Surrey. https://frc.cfsd.org.uk/wp-content/uploads/2019/11/Impact-of-UK-Repair-Cafe%CC%81s-on-GHG-emissions_v15_SP.pdf
- Reinhardt, J., Veith, C., Lempik, J., Knappe, F., Mellwig, P., Giegrich, J., Muchow, N., Schmitz, T. & Voß, I. (2019). *Ganzheitliche Bewertung von verschiedenen Dämmstoffalternativen*. ifeu.
- Roy, P., Miah, M. D. & Zafar, M. T. (2019). Environmental impacts of bicycle production in Bangladesh: a cradle-to-grave life cycle assessment approach. *SN Applied Sciences*, 1(7). <https://doi.org/10.1007/s42452-019-0721-z>
- Sandström, V., Valin, H., Krisztin, T., Havlík, P., Herrero, M. & Kastner, T. (2018). The role of trade in the greenhouse gas footprints of EU diets. *Global Food Security*, 19, 48–55. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2018.08.007>
- Schlitzberger, S. (2016). *Studie zum Energieeinsparpotenzial durch den Einsatz von elektronischen Thermostaten*. Verbraucherzentrale NRW e. V.
- Schopfer, S., Tiefenbeck, V. & Staake, T. (2018). Economic assessment of photovoltaic battery systems based on household load profiles. *Applied Energy*, 223, 229–248. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.03.185>
- Stadt Traunstein. (2021). *Klimaplan Traunstein: Klimaschutzkonzept*. <https://www.traunstein.de/media/7263/klimaplan-281021.pdf>
- Steinfeldt, A. & Weißbach, A. (2022). *Heizspiegel*. co2online.
- Stiftung Warentest (2023). Smarter heizen per Handy: Smarte Heizkörperthermostate. *Test*(9), 40–45.
- Tews, K., Schumacher, K., Eisenmann, L., Saupe, A. & Zacharias-Langhans, K. (2020). *Arbeitshilfe zur Ermittlung der Treibhausgasminderung*. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit. https://www.ptj.de/lw_resource/datapool/systemfiles/cbox/5425/live/lw_file/arbeitshilfe-ermittlung-thg-minderung.pdf
- Tuomela, S., Castro Tomé, M. de, Iivari, N. & Svento, R. (2021). Impacts of home energy management systems on electricity consumption. *Applied Energy*, 299, Artikel 117310. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.117310>
- Umweltbundesamt. (2023, 26. Mai). *Strom- und Gasverbrauch ab der zweiten Jahreshälfte 2022 gesunken* [Pressemitteilung]. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/strom-gasverbrauch-ab-der-zweiten-jahreshaelfte>

- UNFCCC. (2015, 12. Dezember). *Paris Agreement*. United Nations.
https://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/english_paris_agreement.pdf
- Wilkins, J. L., Farrell, T. J. & Rangarajan, A. (2015). Linking vegetable preferences, health and local food systems through community-supported agriculture. *Public health nutrition*, 18(13), 2392–2401.
<https://doi.org/10.1017/S1368980015000713>
- Wirth, H. *Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland*.
<https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/aktuelle-fakten-zur-photovoltaik-in-deutschland.pdf>
- Wolters, S., Nett, K. & Schindler, H. (2015). *Freiwillige Kompensationszahlungen und nachhaltige Lebensstile: Passt das zusammen?* Umweltbundesamt.
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_24_2015_freiwillige_kompensationszahlungen.pdf
- Wolters, S., Schaller, S. & Götz, M. (2018). *Freiwillige CO2-Kompensationen durch Klimaschutzprojekte*. Umweltbundesamt.
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/ratgeber_freiwillige_co2_kompensation_final_internet.pdf
- Wright, E. O. (2017). *Reale Utopien: Wege aus dem Kapitalismus* (M. Henninger, Übers.). Suhrkamp-Taschenbuch Wissenschaft: Bd. 2192. Suhrkamp.