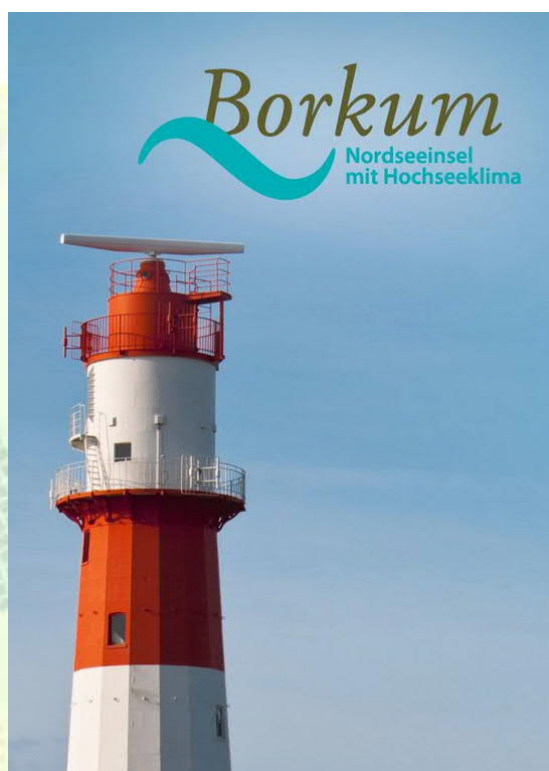


CO₂-Bilanz Borkum



Berichtsjahr 2019

Stadt Borkum

Jürgen Akkermann - Bürgermeister

Neue Straße 1

26757 Borkum

Nordseeheilbad Borkum GmbH

Göran Sell – Geschäftsführer

Ansprechpartner: Axel Held - Prokurist

Goethestraße 1

26757 Borkum

Erstellt durch: NettCon Energy GmbH

Bergmannstraße 26

26789 Leer

0491 – 99752370

info@nettcon.de

www.nettcon.de

Projektteam

Christian Dühmann

Johannes Fuchs

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
1. Einleitung.....	6
2. Methodik der Bilanzierung	7
3. CO ₂ -Bilanz	10
3.1 Energiebilanz.....	10
3.2 CO ₂ -Bilanz – bundesweiter Strom-Mix	12
3.3 CO ₂ -Bilanz – regionaler Strom-Mix.....	14
4. Zusammenfassung und Ausblick.....	17
Epilog: Rechenexempel.....	18
Literatur.....	22

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Witterungsbereinigter Endenergieverbrauch nach Verbrauchergruppen	12
Abb. 2: Emissionen nach Verursacher – witterungsbereinigt	14
Abb. 3: Emissionen nach Verursacher in t CO ₂ -Äquivalent	16
Abb. 4: Ersatz durch Wasserstoff – in Fußballfeldern	18
Abb. 5: Ersatz durch Wärmepumpen – in Fußballfeldern	19
Abb. 6: Flächenanteile Borkum 2030 – mit PV-Freiflächen	19
Abb. 7: Karte – Flächenbedarfe PV auf Borkum	20
Abb. 8: Verhältnis Flächenbedarfe Renaturierung Moor und Aufforstung Wald zur Kompensation der CO ₂ -Äquivalente	21
Abb. 9: Einsatzbereiche sauberen Wasserstoffs	21

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Datengrundlagen CO ₂ -äquivalente Emissionsfaktoren	8
Tabelle 2: Auf Borkum 2019 erzeugte Strommengen + berechnete CO ₂ -Emissionen mit regionalem Strom-Mix und CO ₂ -Faktor	9
Tabelle 3: nicht-witterungsbereinigter Endenergieverbrauch nach Verbrauchergruppen	11
Tabelle 4: Witterungsbereinigter Energieverbrauch nach Verbrauchergruppen	11
Tabelle 5: Emissionen (bundesweit) nach Verursacher – nicht witterungsbereinigt	13
Tabelle 6: Emissionen (bundesweit) nach Verursacher – witterungsbereinigt	13
Tabelle 7: Emissionen (regional) nach Verursacher – nicht witterungsbereinigt	15
Tabelle 8: Emissionen (regional) nach Verursacher – witterungsbereinigt	15

Vorwort

Der Ausbau der erneuerbaren Energien ist eine tragende Säule der Energiewende. Der Beitrag erneuerbarer Energien zur globalen Energieversorgung wächst. Neben politischen rechtlichen und wirtschaftlichen Faktoren beeinflusst insbesondere die Akzeptanz in der Bevölkerung die Nachhaltigkeitsbestrebungen. Diese sind unmittelbar abhängig vom „Mittragen“ und dem Engagement der Bevölkerung. Bisher ist hier ein gewisses Desinteresse bzw. Unwissenheit im Hinblick auf die Energiewende erkennbar. Hier setzt das Projekt SAVE an. Das Hauptziel des SAVE-Projekts ist es, die Unterstützung für und die Beteiligung von Bürgern und Unternehmen an der Energiewende zu erhöhen. Save greift die „(zwischen)menschlichen“ Herausforderungen auf und trägt dazu bei, dass die Energiewende als Gesamtsystem zwischen Bevölkerung, Wirtschaft und Gebietskörperschaften respektive Politik (besser) funktioniert. Der Fokus des Projektes liegt dabei auf dem Ausbau von erneuerbaren Energien und den Wasserstoffanwendungen.

Eines der erklärten Ziele von SAVE ist es, Bevölkerung, Wirtschaft und Politik zu sensibilisieren und vernetzen, um Akzeptanz der Bevölkerung bzgl. Nachhaltigkeitsbestrebungen zu steigern. Hieran knüpft die Maßnahme, Kommunen mit Instrumenten zur Klimabilanzierung bei der Verbesserung der Akzeptanz von erneuerbaren Energien zu unterstützen, an.

Die vorliegende CO₂-Bilanz für die Insel Borkum wurde im Rahmen des Projektes SAVE – samen voor de energietransitie¹ erstellt und kann als eine Umsetzungsmaßnahme verstanden werden, die wesentlich zur Erreichung zu dem weiter oben angeführten Projektziel beiträgt.

¹ Das Projekt SAVE wird im Rahmen des INTERREG V A Programms Deutschland-Niederland mit Mitteln des Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE) sowie durch nationale Kofinanzierung aus Deutschland und den Niederlanden gefördert.

1. Einleitung

Borkum ist mit rund 30,7 km² die westlichste und zugleich größte der sieben bewohnten ostfriesischen Inseln. Die durchschnittliche Höhe der Insel über dem Meeresspiegel beträgt 6m ü. NN. 92 Prozent der Inselfläche gehören zum Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer, der seit 2009 den Titel „UNESCO Weltnaturerbe“ trägt. Die aktuelle Einwohnerzahl liegt bei 5.300 Einwohnern (Stand 2022).

Der Tourismus ist für Borkum mit Abstand der wichtigste Wirtschaftsfaktor. So beherbergt die Insel als anerkanntes Nordseeheilbad jährlich rund 300.000 Übernachtungsgäste mit ca. 2,5 Mio. Übernachtungen (Stand 2022). Der Besucherstrom ist mittel- und unmittelbar für das touristische Gewerbe aber auch nahezu für alle Firmen des Handels und Handwerks essentielle Geschäftsgrundlage.

Die Anreise nach Borkum kann via Fähre oder Flugzeug erfolgen. Fährverbindung bestehen mehrmals täglich von Emden und Eemshaven in den Niederlanden. Die Möglichkeit zur Mitnahme des PKWs ist hierbei gegeben, Borkum ist keine autofreie Insel. Die Flugzeit mit dem Flugzeug von Emden nach Borkum beträgt 15 Minuten. Neben einer Inselbahn gibt es auf Borkum Busse zur Beförderung des öffentlichen Personennahverkehrs.

Die Nordseeheilbad Borkum GmbH ist eine hundertprozentige Tochtergesellschaft der Stadt Borkum. In dem Unternehmen sind alle kommunalen wirtschaftlichen Aktivitäten gebündelt: Betrieb der öffentlichen touristischen Einrichtungen (Tourist-Information, Gezeitenland ~ Wasser & Wellness, Nordsee Aquarium, Veranstaltungshaus „Kulturinsel“, die „Spielinsel“ für die Kleinen), Bewirtschaftung des gesamten Strandes sowie der strandnahen Infrastrukturen (Promenade, Kurhalle am Meer, Pavillon mit Kurmusik „Musik & Meer“), Vermarktung der Insel im Rahmen der Marken- und Öffentlichkeitsarbeit, Versorgung der Insel mit Strom, Wasser und Wärme, Betrieb des Nordsee Windport Borkum sowie des Inselflugplatzes. Mit mehr als 150 Mitarbeitenden ist die Nordseeheilbad Borkum GmbH der größte Arbeitgeber auf der Insel.

Die Stadtwerke Borkum als Eigenbetrieb der Stadt Borkum sind Teil der Nordseeheilbad GmbH und erbringen als kommunaler Dienstleister vorrangig für die Bereiche Energieversorgung, Versorgung mit Trinkwasser und Wärmeversorgung entsprechende Leistungen. Dies in einem wettbewerbsorientierten und stark regulatorisch geprägten Umfeld. In den vorgenannten Geschäftsfeldern erfolgen die Infrastrukturleistungen der Stadtwerke Borkum innerhalb eines Gebietsmonopols. Darüber hinaus sind die Stadtwerke Borkum Betreiberin des örtlichen Flugplatzes sowie Anbieterin eines Car-Sharing Modells.

Als Versorgungsunternehmen inmitten des UNESCO-Weltnaturerbes Wattenmeer fühlen sich die Stadtwerke dem Klimaschutz verpflichtet und setzen auf die Erzeugung regenerativer Energie sowie auf einen vermehrten Einsatz umweltfreundlicher Mobilität. Dennoch entstehen durch den Geschäftsbetrieb Emissionen klimarelevanter Gase.

Treibhausgase sind ein wesentlicher Treiber des globalen Klimawandels. Mit der Absicht in 2030 nicht nur die eigenen Betriebe, sondern die gesamte Insel klimaneutral zu stellen, leisten die Nordseeheilbad GmbH einen wesentlichen Beitrag für die Ziele einer nachhaltigen Entwicklung der Vereinten Nationen. Als kommunales Unternehmen möchten die Stadtwerke Borkum eine Vorreiterrolle einnehmen. Deswegen ist im Lebensraumkonzept der Insel Borkum Klimawandel auch als ein zentrales Handlungsfeld verankert.

2. Methodik der Bilanzierung

Energie- und Treibhausgas (THG)-Bilanzen sind die Grundlage für ein quantitatives Monitoring und Controlling bei Kommunen. Ihnen kommt somit eine zentrale Bedeutung beim Klimaschutz von Kommunen zu. Eine Aufschlüsselung nach unterschiedlichen Energieträgern und Verbrauchern ermöglicht, entsprechende Entwicklungen in Energieeinsatz und THG-Emissionen aufzuzeigen und darüber zielführende Maßnahmen zur Reduzierung einzuleiten und umzusetzen. Die angewandte Methodik der nachfolgenden Bilanzierung ist an die Bilanzierungssystematik Kommunal (BISKO) des IFEUs (Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg) angelehnt. Somit ist eine Vergleichbarkeit zum kommunalen Bilanzierungstool „Klimaschutz-Planer“ gewährleistet bzw. eine zukünftige Fortschreibung der CO₂-Bilanz mittels Software nach BISKO-Standard möglich².

Für die Bestimmung der CO₂-Bilanz wurden nachfolgende CO₂-äquivalente Emissionsfaktoren herangezogen. Damit ist gewährleistet, dass allen klimaschädlichen Emissionen Rechnung getragen und eine Vergleichbarkeit hergestellt wird.

² Für die Erstellung der vorliegenden Bilanz wurde keine Bilanzierungssoftware verwendet.

Emissionsquelle	Emissionsfaktor	Einheit	Referenz	Beschreibung
Erdgas	0,247	t/MWh	GEMIS 4.94 GEMIS 5.0	Emissionsfaktor End-energie Wärme
Strom (bundesweiter Strommix)	0,416	t/MWh	Umweltbundesamt	
Strom (Territoriale Erzeugung)	0,106	t/MWh	GEMIS 4.94 GEMIS 5.0	Berechnung aus Anteilen der verschiedenen Stromerzeuger im Territorium
Strom (Territorialmix)	0,348	t/MWh	Umweltbundesamt GEMIS 4.94 GEMIS 5.0	Berechnung aus Anteil Bundesstrommix und Anteil territoriale Erzeugung
Diesel	0,311	t/MWh	IFEU 2019, KEA BW	Berechnung aus Anteilen fossilem Diesel und Biodiesel
Benzin	0,312	t/MWh	IFEU 2019, KEA BW	Berechnung aus Anteilen fossilem Benzin und Biobenzin
Flüssiggas	0,276	t/MWh	GEMIS 4.94 Gemis 4.95	Emissionsfaktor End-energie Wärme
AVGas (Flugbenzin)	0,258	t/MWh	IPCC Datenbank 2006	
Kerosin	0,269	t/MWh	IPCC Datenbank 2006	

Tabelle 1: Datengrundlagen CO₂-äquivalente Emissionsfaktoren

Territorialbilanz

Der (End-)Energieverbrauch wird nach dem Territorialprinzip ermittelt und somit ab Entnahmestelle erfasst. Das bedeutet, dass alle Emissionen innerhalb des betrachteten Territoriums, Borkum, berücksichtigt werden³. Dieses Prinzip ist auch gängiger Ansatz bei der Bilanzierung auf Landes-, Bundes- und internationaler Ebene. Somit werden alle anfallenden Verbräuche auf Borkum auf der Ebene der Endenergie berücksichtigt und den entsprechenden Verbrauchssektoren zugeordnet. Über spezifische Emissionsfaktoren werden die THG-Emissionen ermittelt. Graue

³ D.h., dass aufgrund der Territorialbilanz Vorketten keine Berücksichtigung erfahren haben. Die Vorkette muss am Ort der Erzeugung berücksichtigt werden.

Energien werden nicht bilanziert.⁴ Unter Berücksichtigung der Territorialbilanz fanden der Fährverkehr keine Berücksichtigung, da der Betreiber der Fähren seinen Firmensitz in Emden hat.

Eine Ausnahme bildet die CO₂-Bilanzierung für den Verkehr. Diese basiert auf der Anzahl zugelassener Fahrzeuge multipliziert mit durchschnittlicher Laufleistung multipliziert mit durchschnittlichem Verbrauch nach Antriebsart. Somit erfolgt sie nach dem Verursacherprinzip und stellt eine Abweichung vom Prinzip der Territorialbilanz dar⁵.

Ermittlung des CO₂-Faktors und des regionalen Strom-Mix

Für eine (zukünftige) Fortschreibung der CO₂-Bilanz ist neben des bundesweiten Strom-Mix auch die Verwendung eines regionalen Strom-Mix vorgesehen. Beim regionalen Strom-Mix wird vorausgesetzt, dass regional erzeugter Strom, auf der Insel Borkum erzeugt (regenerativ), auch regional verbraucht wird.

Für das Kalenderjahr 2019 beträgt der regionale Strom-Mix für die Insel Borkum 105 kg CO₂ pro MWh. Bei der Ermittlung des regionalen Strom-Mix wurden sämtliche anfallenden Strommengen aufaddiert und mit einem CO₂-Faktor der jeweiligen Energiequelle multipliziert. Daraus lässt sich die Gesamtheit der entstanden CO₂-Emissionen ermitteln und in Bezug zur erzeugten Strommenge setzen. Dies wird durch die nachfolgende Tabelle veranschaulicht.

Regionale (eigene) Stromerzeugung:			
Anlagentyp	jährliche Stromproduktion in MWh	CO ₂ Faktor in t CO ₂ /MWh	CO ₂ Äquivalent in t
Windkraftanlagen	11.490	0,01	115
PV-Anlagen	2.446	0,04	98
feste Biomasse	0	0,038	0
flüssige Biomasse	0	0,116	0
Biogas	0	0,13	0
Geothermie	0	0,192	0
Wasserkraft	0	0,003	0
BHKW's (Erdgas betrieben)	4.886	0,363	1.774
andere	0	0	0
Gesamt	18.823	/	1.987

Tabelle 2: Auf Borkum 2019 erzeugte Strommengen + berechnete CO₂-Emissionen mit regionalem Strom-Mix und CO₂-Faktor

⁴ Graue Energie beinhaltet Energie die zur Herstellung von Gütern benötigt wird.

⁵ Aufgrund der Territorialbilanz ist der Fährverkehr nicht inkludiert, da die Fährverbindung exterritorial ist.

Witterungsbereinigung

Für die Fortschreibung der CO₂-Bilanz ist die Vergleichbarkeit der Ausgangsbasis unerlässlich. Dafür müssen Schwankungen bei unterschiedlichen Witterungsbedingungen ausgeglichen werden. Hierzu wird für die Raumwärme bereitgestellte Energie eine Witterungsbereinigung vorgenommen. Der Klimafaktor für die Witterungsbereinigung im Kalenderjahr ist 0,92⁶

3. CO₂-Bilanz

3.1 Energiebilanz

In nachfolgender Tabelle werden die einzelnen Energieträger bzw. Verbrauchergruppen bilanziell aufgeführt^{7, 8}. Aus der Tabelle geht hervor, dass Erdgas mit einem Anteil von über 54% am Gesamtenergieverbrauch eine dominierende Rolle einnimmt. Danach folgt Strom mit etwas über 30%. Luftverkehr und Schienenverkehr als Verbrauchergruppe haben eine untergeordnete Relevanz. Mit etwas über 13,5% spielt der Straßenverkehr eine nicht zu vernachlässigende Rolle. Diese ist zum einen darauf zurückzuführen, dass Borkum nicht autofrei⁹ ist und zum anderen wie bereits unter 2.3 dargelegt, dass der Bereich Verkehr aus der Territorialbilanz herausgelöst und nach dem Verursacherprinzip erfasst wurde. Darüber hinaus verkehren auf Borkum Ver- und Entsorgungsfahrzeuge.

Für den Gesamtenergieverbrauch der Insel Borkum muss festgehalten werden, dass diese Werte auf der Tatsache basieren, dass Borkum eine touristische Destination ist. So verzeichnet Borkum bei 5.300 Einwohnern, wie schon in der Einleitung dargelegt, pro Jahr 300.000 Übernachtungsgäste mit ca. 2.500.000 Übernachtungen. Diese hohe Anzahl an Gästen und Übernachtungen unterliegt starken saisonalen Schwankungen, da in den heizintensiven Wintermonaten Borkum sowohl von Gästen als auch von Insulanern weniger stark frequentiert ist. Nachfolgend eine

⁶ Der Faktor 0,92 steht für die Gradtagszahl. Diese steht für Ort, Jahr sowie eine Innentemperatur von 20° als Sollwert und einen Heizgrenzwert von 15° für Bestandsgebäude. Es wird davon ausgegangen, dass der gesamte Erdgasverbrauch für Raumwärme benötigt wird (basierend auf der Annahme, dass Wärmebedarfe nur in Bestandswohngebäuden entstehen, da keine gewerblichen Einheiten auf Borkum existieren). Die räumliche Zuordnung erfolgte über die nächstgelegene Klimastation – Flugplatz Borkum.

⁷ Bilanz ist ohne kommunale Bilanzierungssoftware erstellt. Daher ist die Vergleichbarkeit zu dritten Kommunen nur eingeschränkt gewährleistet. So findet bspw. keine Aufschlüsselung oder auch Zuteilung der Verbräuche nach Sektoren wie Haushalte, Wirtschaft, Kommunen und Verkehr statt. Dennoch liefert die Bilanz eine Grundlage für eine interne Benchmark und ist somit fortschreibungsfähig. Mit einer ähnlichen Datenqualität und unter Einbezug einer Bilanzierungssoftware sind „vergleichbare“ Ergebnisse möglich.

⁸ Nichtleitungsgebundenen Energieträger fehlen.

⁹ Im Gegensatz zu anderen ostfriesischen Inseln.

Übersicht auf den Energieverbrauch nach Verbrauchergruppen und die prozentuale Verteilung. Daraus wird deutlich für welche Verbrauchergruppen der Klimafaktor Auswirkungen hat.

Nicht witterungsbereinigt:

Verbrauchergruppe	Energieverbrauch in MWh	Anteile in %
Erdgasbezug	135.488	52,09
Strombezug	85.407	32,84
Luftverkehr	1.081	0,41
Straßenverkehr	37.627	14,47
Schienenverkehr	502	0,19
Gesamt	260.105	100,00

Tabelle 3: nicht-witterungsbereinigter Endenergieverbrauch nach Verbrauchergruppen

Witterungsbereinigt:

Verbrauchergruppe	Energieverbrauch in MWh	Anteile in %
Erdgasbezug	147.270	54,17
Strombezug	85.407	31,41
Luftverkehr	1.081	0,40
Straßenverkehr	37.627	13,84 ¹⁰
Schienenverkehr	502	0,18
Gesamt	271.887	100,00

Tabelle 4: Witterungsbereinigter Endenergieverbrauch nach Verbrauchergruppen

Wie sich die Verbrauchergruppen graphisch verteilen, verdeutlicht die nachfolgende Abbildung.

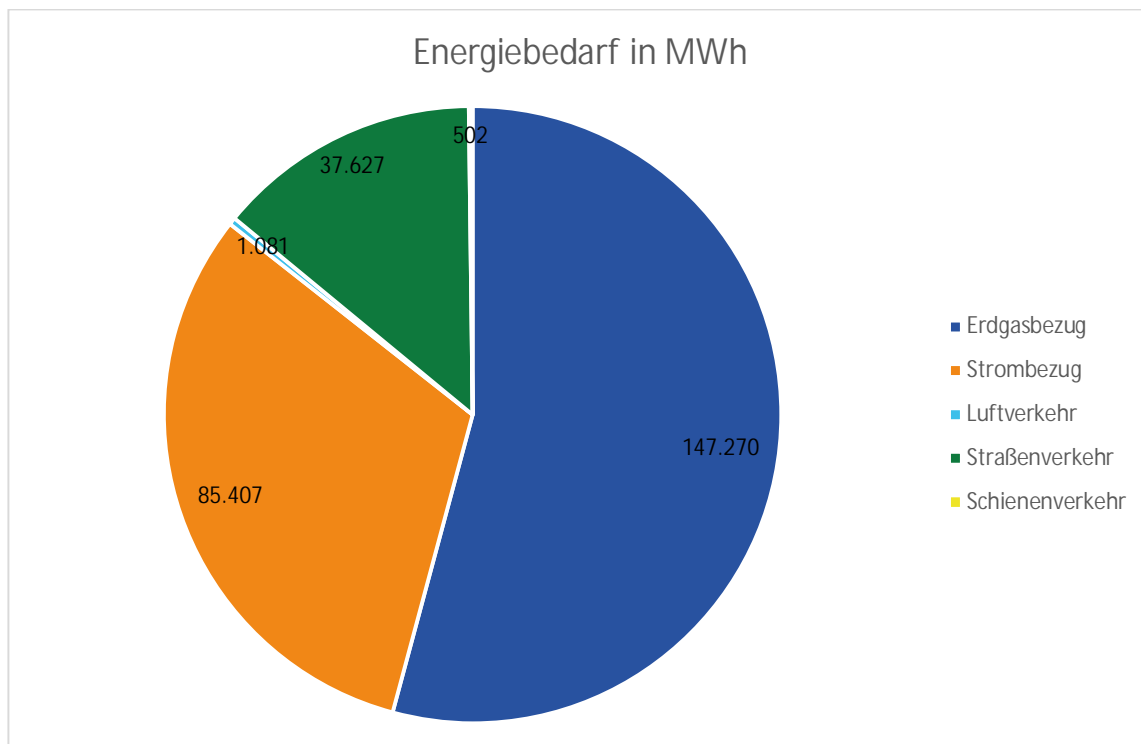


Abb. 1: Witterungsbereinigter Endenergieverbrauch nach Verbrauchergruppen

3.2 CO₂-Bilanz – bundesweiter Strom-Mix

Auf der Insel Borkum wurden im Jahr 2019 79.014 t CO₂ emittiert. Gleichzeitig wurden 275.159 MWh/a an Energie verbraucht. Vor der Witterungsbereinigung hat Strom mit ca. 45% den größten Anteil an CO₂-Emissionen, gefolgt von Gas mit ca. 40%. Die prozentualen Anteile der beiden Hauptenergieträger an der gesamten CO₂-Freisetzung korreliert nur bedingt mit denen des Endenergieverbrauches auf der Insel. Beim Straßenverkehr ist zwischen CO₂-Freisetzung und Endenergieverbrauch eine Korrelation zu erkennen.

Nicht witterungsbereinigt:

Überblick aller Emissionen nach Verursacher		
Emissionsarten	CO2 Äquivalent in t	Anteile in %
Wärmebedarf ¹¹	31.315	39,63
Bezug aus deutschem Strommix	35.529	44,97
Luftverkehr	288	0,36
Straßenverkehr	11.726	14,84
Schienenverkehr	156	0,20
Gesamt	79.014	100,00

Tabelle 5: Emissionen nach Verursacher – nicht witterungsbereinigt

Nach der Witterungsbereinigung wird der Wärmebedarf wieder zum größten Emittenten von CO₂-Emissionen, was auch dem Verhältnis im Endenergieverbrauch entspricht.

Witterungsbereinigt:

Überblick aller Emissionen nach Verursacher		
Emissionsarten	CO2 Äquivalent in t	Anteile in %
Wärmebedarf	35.315	42,54
Bezug aus deutschem Strommix	35.529	42,80
Luftverkehr	288	0,35
Straßenverkehr	11.726	14,12
Schienenverkehr	156	0,19
Gesamt	83.014	100,00

Tabelle 6: Emissionen nach Verursacher – witterungsbereinigt

¹¹ Siehe auch FN 5: Wärmebedarf wurde nur mit Erdgasbezug berechnet (leitungsgebundenen Energieträger sind nicht inkludiert)

In der Betrachtung der CO₂-Emissionen nach Verursacher (Abbildungen 3 und 4) wird deutlich, dass die beiden Verursacher Wärmebedarf und Strom mit ca. 85% den größten Anteil an CO₂-Emissionen ausmachen. Hier wird sich perspektivisch zeigen, inwiefern energetische Maßnahmen zur Reduzierung von CO₂-Emissionen greifen und ob diese Einsparungen durch größeren touristischen Zuspruch (Zunahme Inlandstourismus wegen Corona) auf Borkum wieder nivelliert werden.

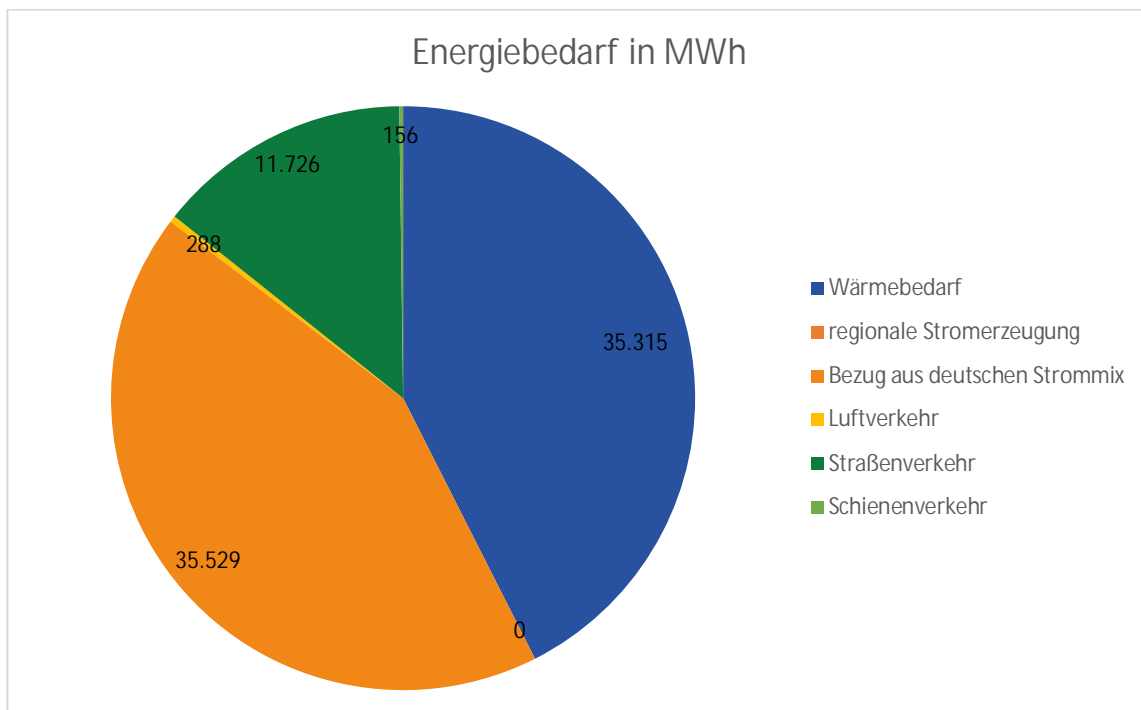


Abb. 2: Emissionen nach Verursacher – witterungsbereinigt

Die CO₂-Emissionen betragen für das Jahr 2019 15,8 t/a pro Einwohner. Damit befindet sich der Wert für Borkum über dem Bundesdurchschnitt welcher für das Jahr 2019 bei 7,9 t/a liegt¹². Der doppelt so hohe pro-Kopf-Verbrauch auf der Insel Borkum im Vergleich zum Bundesdurchschnitt ist durch bedingten pro-Kopf-Zuwachs durch Touristen über den Jahresverlauf zu erklären.

3.3 CO₂-Bilanz – regionaler Strom-Mix

In den regionalen Strom-Mix fließt der Beitrag der Stromerzeugung aus vor Ort produzierten (erneuerbaren) Energien auf Borkum mit ein enthält einen höheren Anteil an regenerativen oder auch erneuerbaren Energien. Dies spiegelt sich auch in der Summe der CO₂-Emissionen wider. So

¹² Statista 2022

zeigt sich bei der Betrachtung der CO₂-Bilanz des regionalen Strom-Mix eine Reduzierung der CO₂-Emissionen um 9904 t/a was einer Reduzierung von annähernd 12% gegenüber der Verwendung des bundesweiten Strommix bedeutet.

Nicht witterungsbereinigt:

Überblick aller Emissionen nach Verursacher		
Emissionsarten	CO2 Äquivalent in t	Anteile in %
Wärmebedarf	31.315	42,83
regionale Stromerzeugung	1.987	2,72
Bezug aus deutschem Strommix	27.638	37,80
Luftverkehr	288	0,39
Straßenverkehr	11.726	16,04
Schienenverkehr	156	0,21
Gesamt	73.110	100,00

Tabelle 7: Emissionen nach Verursacher – nicht witterungsbereinigt

Witterungsbereinigt:

Überblick aller Emissionen nach Verursacher		
Emissionsarten	CO2 Äquivalent in t	Anteile in %
Wärmebedarf	35.315	45,78
regionale Stromerzeugung	2.184	2,83
Bezug aus deutschem Strommix	27.473	35,61
Luftverkehr	288	0,38
Straßenverkehr	11.726	15,20
Schienenverkehr	156	0,20
Gesamt	77.142	100,00

Tabelle 8: Emissionen nach Verursacher – witterungsbereinigt

Im regionalen Strom-Mix (witterungsbereinigt) beruht die Anteilsveränderung gegenüber dem Bundestrom-Mix darauf, dass die Strombereitstellung mit der Einberechnung des regionalen Strommix einen geringeren Emissionsfaktor hat, als mit dem Emissionsfaktor für den Bundesstrom-Mix. Vergleich hierzu auch Kapitel 3.2.

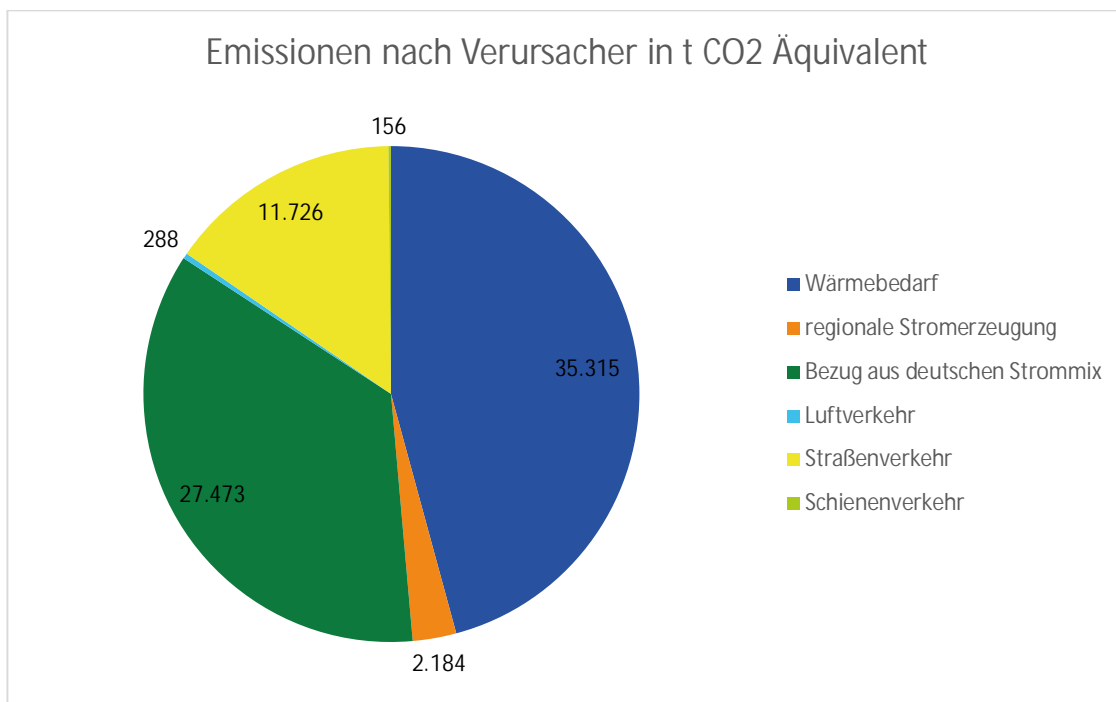


Abb. 3: Emissionen nach Verursacher in t CO₂-Äquivalent (witterungsbereinigt)

4. Zusammenfassung und Ausblick

Die CO₂-Bilanz der Insel Borkum wurde erstmalig mit Daten für das Jahr 2019 erstellt und hat gezeigt, dass Wärme- und Strombedarf auf Borkum die größten CO₂-Emittenten sind. Zusammen machen sie ca. 83% der CO₂-Emissionen aus. Den größten Anteil am Energieverbrauch hat Erdgas mit 43%¹³. Trotz der begrenzten Möglichkeiten den MIV auf der Insel zu nutzen, sind in Borkum Fahrzeuge auf Privathaushalte zugelassen. Da die Verkehrsleistungen für Borkum mit dem Bundesschnitt berechnet wurden, trägt der Sektor Verkehr dazu bei, dass durch Verkehr verursachte CO₂-Emissionen mit ca. 16%¹⁴ eine nicht unerhebliche Rolle einnehmen.

Die Gesamtemissionen belaufen sich beim bundesweiten Strom-Mix auf 83.823 und beim regionalen Strommix auf 77.950 CO₂-Äquivalente in t. Daraus leitet sich ab, dass der Anteil des bezogenen Stroms, der durch die regionalen Erzeuger gedeckt wird, regenerativer ist als der Anteil aus dem Bundesschnitt und sich deshalb positiv auf die Emissionen auswirkt und den Emissionsfaktor für Strom verringert.

Borkum weist gegenüber dem Bundesdurchschnitt einen überdurchschnittlichen Energieverbrauch auf. So betragen die CO₂-Emissionen für das Jahr 2019 15,8 t/a pro Einwohner. Damit ist der Wert an pro-Kopf-Emission für Borkum doppelt so hoch, wie der Bundesdurchschnitt welcher für das Jahr 2019 bei 7,9 t/a liegt¹⁵. Der doppelt so hohe pro-Kopf-Verbrauch auf Borkum im Vergleich zum Bundesdurchschnitt ist durch den (saisonalen) pro-Kopf-Zuwachs durch Touristen über den Jahresverlauf zu erklären. Im Jahresmittel erhöhen die touristischen Besuche die Bevölkerung Borkums um mehr als das Doppelte. Es ist auch davon auszugehen, dass sich über Sanierungsmaßnahmen im Bereich Gaststätten und Beherbergungsbetriebe entsprechende CO₂-Einsparungen erzielen lassen könnten.

Weiterhin kann die CO₂-Bilanzierung des Jahres 2019 als Basis- oder auch Referenzjahr für zukünftige CO₂-Bilanzierungen dienen. Ein Vergleich CO₂-Bilanzen mit dem Basisjahr 2019 kann dabei helfen, Tendenzen oder Trends in ihrer Entwicklung frühzeitig zu erkennen und beurteilen zu können. So kann perspektivisch ein Vergleich der Berichtsjahre (rückwirkend) genaue Kenntnis über die Wirkung emissionsmindernder und emissionssteigernder Aktivitäten liefern. Hierfür müsste eine regelmäßige (jährliche) Gegenüberstellung der CO₂-Bilanzen und entsprechender Emissionswerte erfolgen. Aus den vorhandenen Daten können Kennzahlen abgeleitet werden, die im Hinblick auf den technischen Hintergrund die wirtschaftlichen Auswirkungen für zukünftige Investitionen als Entscheidungsinstrument dienen würden.

¹³ Hier ist leider keine Aussage möglich, auf welche Sektoren der Verbrauch entfällt.

¹⁴ Nahezu 100% der durch den Sektor Verkehr verursachten Emissionen entfallen dabei auf den Bereich Straßenverkehr.

¹⁵ Statista 2022

Der zukünftige zeitliche Verlauf wird zeigen, ob die angedachten Maßnahmen einen entsprechenden Abwärtstrend der CO₂-Emissionen sichtbar werden lassen. Die Bilanzwerte sind witterungsbereinigt und den Emissionen der gemessenen Berichtswerte gegenübergestellt.

Eine Fortschreibung der CO₂-Bilanz ist vorgesehen. Gerade auch unter Berücksichtigung des Lebensraumkonzeptes der Insel Borkum ist davon auszugehen, dass die Anzahl an regenerativen Energielagen zukünftig noch steigen wird und somit auch der Verbrauch des vor Ort produzierten Stroms. Es ist zu erwarten, dass in der Zukunft deutlich geringere CO₂-Emissionen (absolut und pro Kopf) entstehen werden. Vor diesem Hintergrund wird es sinnvoll sein, den Vergleich zwischen bundeweitem und regionalem Strom-Mix fortzuführen.

Epilog: Rechenexempel

Basierend auf der Übersicht aus Kapitel 3.2 – Übersicht Emissionen nach Verursacher und deren CO₂-Äquivalente in t (witterungsbereinigt) – zur besseren Veranschaulichung nachfolgend ein paar plakative (Rechen-)Beispiele zum Anstoß für weiterführende oder auch zukünftige Diskussionen. Die Rechenbeispiele sollen für jeden nachvollziehbar aufzeigen, welche Anstrengung es bedarf, den Gesamtenergieverbrauch durch eigene Energieproduktion zu kompensieren und welche Flächenbedarfe damit einhergehen würden.

Für die nachfolgenden Graphiken wurde eine rein bilanzielle Betrachtung herangezogen, d.h. es ist eine Summenbetrachtung vorgenommen worden, die für eine weiche Autarkie steht. Hierfür wurden die Energieverbräuche aus der Bilanz in den erforderlichen Stromeinsatz für CO₂-neutrale Energieerträge (Schritt der Elektrifizierung) umgewandelt, um daraus im Anschluss die Flächenbedarfe für PV¹⁶ in Fußballfeldern abzubilden.

Für Borkum bedeutet das: Zur Deckung des Gesamtenergiebedarfs wäre eine PV-Fläche von 267 Fußballfeldern erforderlich.

¹⁶ Reiner Modulflächenbedarf

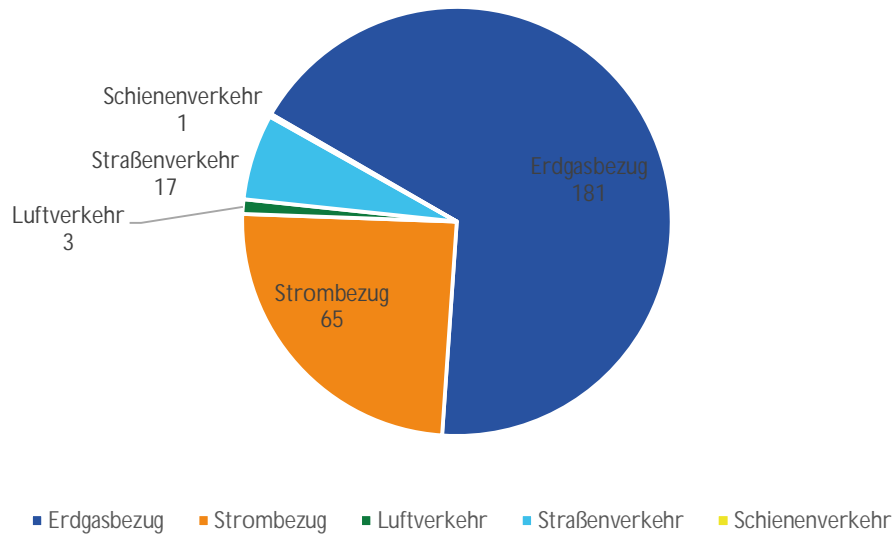


Abb. 4: Anzahl Fußballfelder für die einzelnen Sektoren in PV, wenn: Wasserstoff als Substitut für Wärme erzeugt wird, der Straßenverkehr zu 100% elektrifiziert wird, im Luftverkehr E-Fuels eingesetzt werden und der der Schienenverkehr durch Wasserstoffensatz realisiert wird.

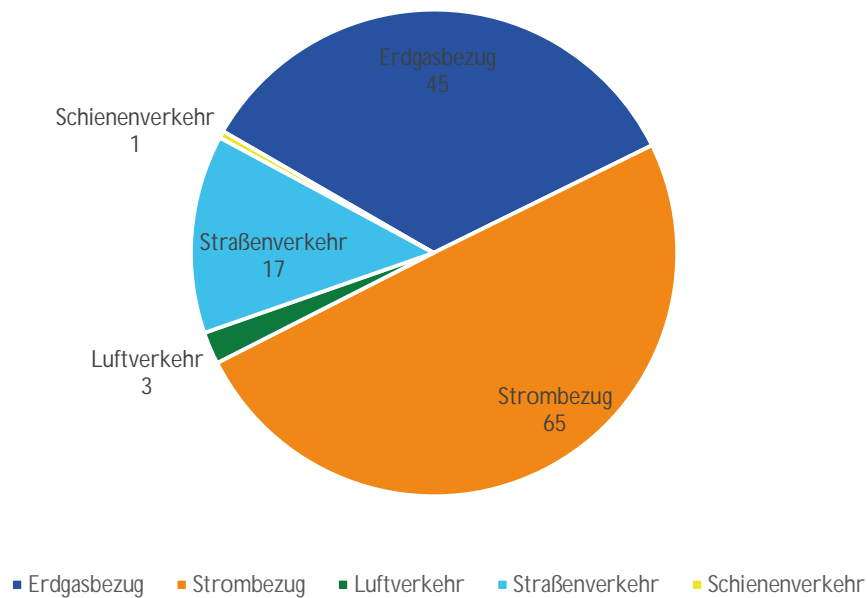


Abb. 5: Anzahl Fußballfelder für die einzelnen Sektoren in PV, wenn: Wärmepumpen (COP 2,5) als Substitut für Erdgasbezug eingesetzt werden der Straßenverkehr zu 100% elektrifiziert wird, im Luftverkehr E-Fuels eingesetzt werden und der der Schienenverkehr durch Wasserstoffensatz realisiert wird.

Flächenanteile Borkum 2030 - mit PV-Freiflächen

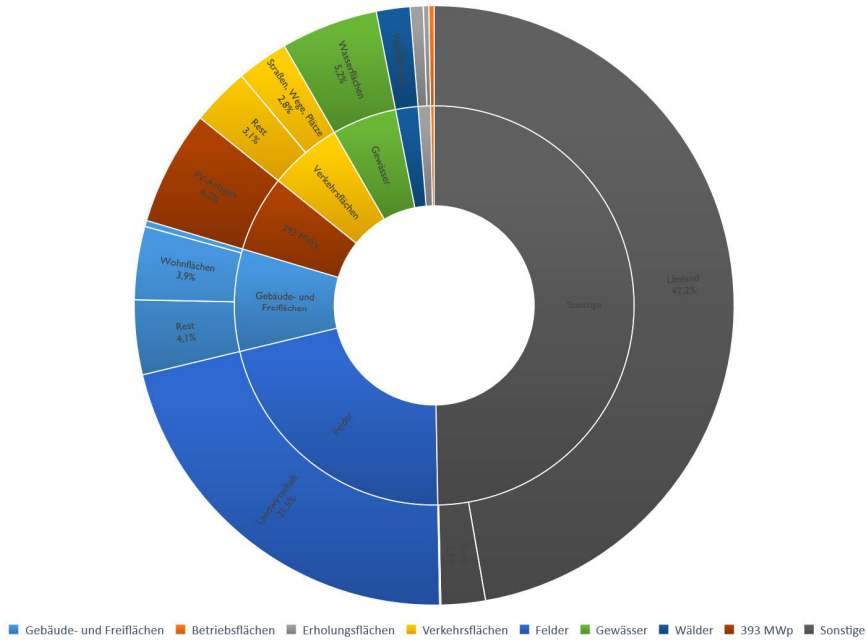


Abb. 6: Flächenanteile (gesamte Insel) Borkum 2030 – mit PV-Freiflächen bei Wasserstoffproduktion zur Wärmeversorgung

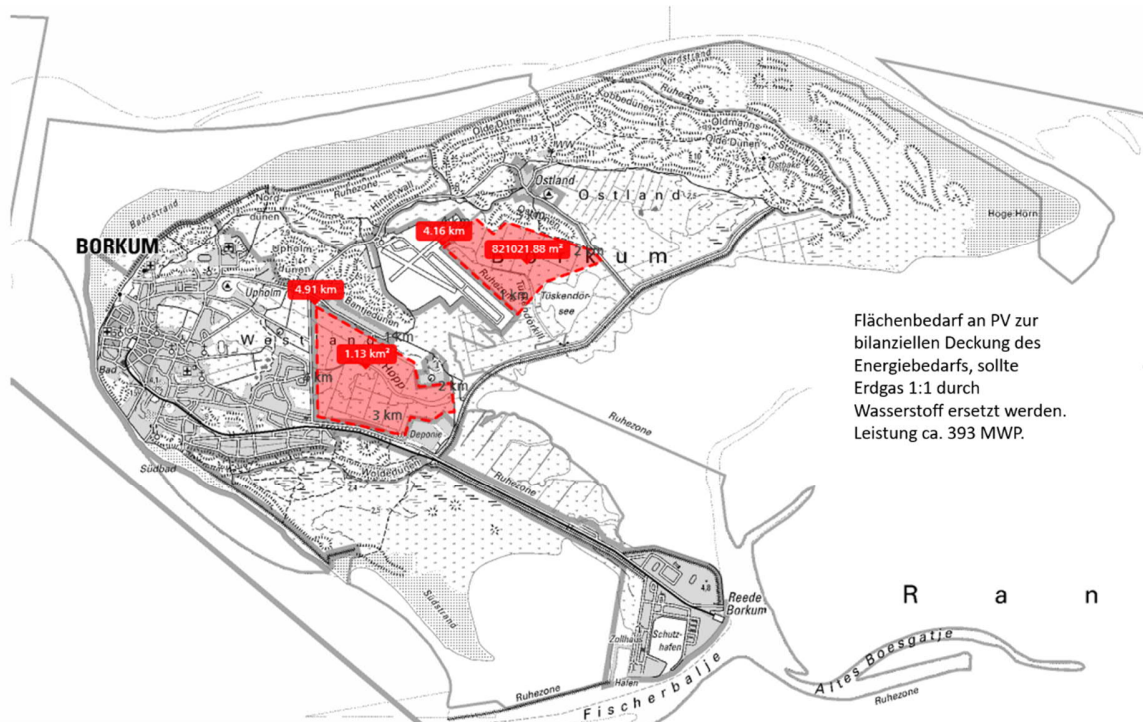
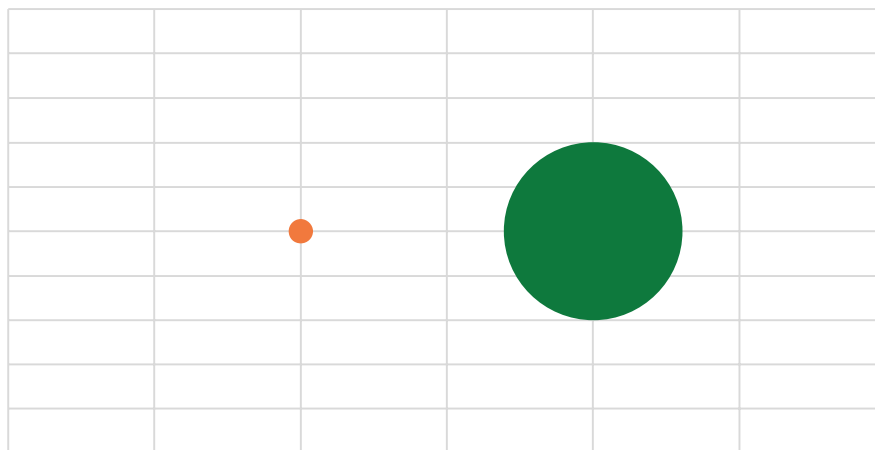


Abb. 7: Flächenbedarfe an PV nur zur bilanziellen Deckung des Energiebedarfs bei einem 1:1 Ersatz von Erdgas durch Wasserstoff

Bezugnehmend auf Abbildung 7 und die Flächenbedarfe an PV auf Borkum, verweist die nachfolgende Abbildung auf das Verhältnis der Flächenkompensation von CO₂-Äquivalenten durch Moor (Renaturierung) und Wald (Wiederaufforstung) für Borkum. Während für die Wiedervernässung von Mooren ca. 119 Hektar benötigt würden, bräuchte man für die Aufforstung von Wald ca. 6.386 Hektar. Dies entspricht einem Verhältnis von 1:54.



● Moorrenaturierung als Kompensation in ha ● Aufforstung als Kompensation in ha

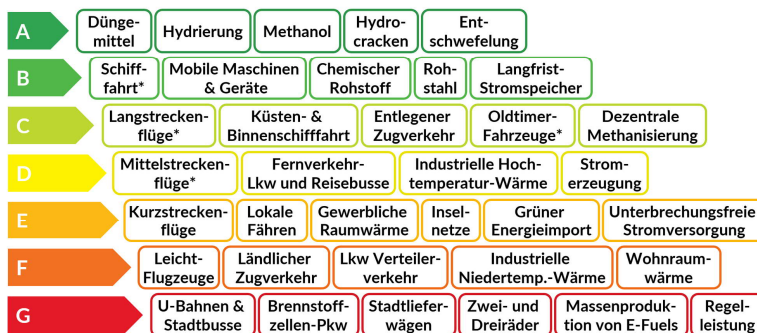
Abb. 8: Verhältnis Flächenbedarfe Renaturierung Moor und Aufforstung Wald zur Kompensation der CO₂-Äquivalente

Nach den plakativen Beispielen hinsichtlich der Flächenbedarfe auf Borkum für eine CO₂-Neutralität, folgt ergänzend noch eine Übersicht auf „sinnvolle“ Einsatzbereiche von Wasserstoff.

Einsatzbereiche sauberen Wasserstoffs

(Schätzungen, nach Michael Liebreich, 2021)

Alternativlos



Unwirtschaftlich

* Sehr wahrscheinlich in Form von mittels Wasserstoff erzeugten E-Fuels oder Ammoniak.

Abb. 9: Einsatzbereiche sauberen Wasserstoffs

Literatur

HBEFA – Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (2022): Datenbank:
<https://www.hbefa.net/d/> (letzter Zugriff: 13.06.2022).

IFEU – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (2019): BSKO. Bilanzierungs-Systematik Kommunal. Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor (Kurzfassung): https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/BSKO_Methodenpapier_kurz_ifeu_Nov19.pdf (letzter Zugriff: 02.06.2022).

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2006): Emission Factor Database (Energy → Fuel Combustion Activities → Transport → Civil Aviation → Domestic Aviation)
https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB/find_ef.php (letzter Zugriff: 02.06.2022).

KEA-BW – Klimaschutz- und Energieagentur des Landes Baden-Württemberg (2019): Emissionsfaktoren (CO₂-Äquivalent, t/MWh): <https://www.kea-bw.de/kommunaler-klimaschutz/angebote/co2-bilanzierung> (letzter Zugriff: 02.06.2022).

Kraftfahrt-Bundesamt (2022): Kurzbericht Inländerfahrleistung 2020:
https://www.kba.de/DE/Statistik/Kraftverkehr/VerkehrKilometer/vk_inlaenderfahrleistung/2020/2020_vk_kurzbericht.html?fromStatistic=3517388&fromStatistic=3517388&yearFilter=2020&yearFilter=2020 (letzter Zugriff: 13.06.2022).

Statista (2022): Entwicklung der Pro-Kopf-CO₂-Emissionen in Deutschland in den Jahren 1990 bis 2019: <https://de.statista.com/statistik/studie/id/6920/dokument/co2-emissionen-in-deutschland/> (letzter Zugriff: 08.06.2022).

UBA – Umweltbundesamt (2021): Entwicklungen der spezifischen Kohlenmonoxid-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 – 2020. Climate Change, Vol. 45: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-05-26_cc-45-2021_strommix_2021.pdf (letzter Zugriff: 02.06.2022).

UBA – Umweltbundesamt (2022): Verkehrsinfrastruktur und Fahrzeugbestand. PKW-Bestand nach ausgewählten Kraftstoffarten: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/verkehrsinfrastruktur-fahrzeugbestand#pkw-bestande-nach-kraftstoffart> (letzter Zugriff: 13.06.2022).

Unterstützt durch: / Mede mogelijk gemaakt door:



provincie Drenthe



provincie
 groningen

provinsje fryslân
 provincie fryslân 



www.deutschland-nederland.eu