

Klaus-Dieter Clausnitzer, Karin Jahn

CO₂-Fußabdruck der Insel Juist

Ermittlung energiebezogener CO₂-Emissionen

Abschlussbericht

Auftraggeber

EWE AG (Oldenburg)

März 2010

Ansprechpartner:

Dr. Karin Jahn

Bremer Energie Institut

College Ring 2 / Research V

28759 Bremen

Tel.: +49 (0) 421 / 200 - 4887

Fax: +49 (0) 421 / 200 - 4877

Email: jahn@bremer-energie-institut.de

www.bremer-energie-institut.de

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	5
Abbildungsverzeichnis	6
Tabellenverzeichnis	7
Abkürzungsverzeichnis	8
1 Zusammenfassung	9
2 Hintergrund der Untersuchung	13
3 Methodik	15
3.1 Bilanzierungsverfahren des Bremer Energie Instituts	15
3.1.1 Daten Endenergieverbrauch	16
3.1.2 Bilanzgrenzen	18
3.1.3 Emissionsfaktoren	19
3.2 Bilanzierungsverfahren ECORegion	23
3.2.1 Eingangsdaten ECORegion.....	25
4 Ergebnisse	28
4.1 Endenergieverbrauch Insel Juist	28
4.2 CO ₂ -Bilanz ohne Vorketten (Quellenbilanz).....	31
4.3 CO ₂ -Bilanz mit Vorketten (Verursacherbilanz).....	33
4.4 Spezifische Energiekennzahlen Juist.....	36
Literatur	37
Anhang	39

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Endenergieverbrauch der Insel Juist 2008 nach Sektoren.....	11
Abbildung 1-2: Endenergieverbrauch der Insel Juist 2008 nach Energieträgern	11
Abbildung 3-1: Systematik der Berechnung der CO ₂ -Emissionen der Energieträger Wärme und Strom unter Berücksichtigung der KWK-Erzeugung	22
Abbildung 3-2: Gegenüberstellung IPCC-Methodik (Quellenbilanz) und LCA-Methodik (Bilanz mit Vorketten) am Beispiel Strom (Quelle: ECORegion 2007)	25
Abbildung 4-1: Endenergieverbrauch der Insel Juist nach Sektoren	28
Abbildung 4-2: Endenergie GHD-Sektor Juist 2008 nach Wirtschaftszweigen	29
Abbildung 4-3: Endenergieverbrauch Juist 2008 – Verkehrssektors nach Verkehrsmitteln.....	29
Abbildung 4-4: Endenergieverbrauch Juist 2008 nach Endenergieträgern.....	30
Abbildung 4-5: CO ₂ -Emissionen Juist 2008 (ohne Vorketten) nach Sektoren	31
Abbildung 4-6: CO ₂ -Emissionen Juist 2008 (ohne Vorketten) GHD-Sektor nach Wirtschaftszweigen.....	32
Abbildung 4-7: CO ₂ -Emissionen Juist 2008 (ohne Vorketten) nach Energieträgern ..	32
Abbildung 4-8: CO ₂ -Emissionen Juist 2008 (inkl. Vorketten) nach Sektoren	33
Abbildung 4-9: CO ₂ -Emissionen Juist 2008 (inkl. Vorketten) nach Energieträgern ...	34
Abbildung 4-10: CO ₂ -Emissionen Juist 2008 (Inkl. Vorketten) GHD-Sektor nach Wirtschaftszweigen.....	35

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1:	Zentrale Ergebnisse der CO ₂ -Bilanzierung	10
Tabelle 3-1:	Übersicht Eingangsdaten Methodik Bremer Energie Institut	16
Tabelle 3-2:	Berücksichtigte Emissionsquellen	19
Tabelle 3-3 :	Übersicht Emissionsfaktoren Bilanzierung Bremer Energie Institut...	21
Tabelle 3-4:	Übersicht zusätzlicher relevanter Daten für Berechnungen mit ECORegion	27
Tabelle A-1:	Kennzahlen des Referenzblockheizkraftwerks und Daten für BHKW- Anlage Juist	39
Tabelle A-2:	Endenergiebilanz Insel Juist 2008	40
Tabelle A-3:	CO ₂ -Emissionen Juist 2008 ohne Emissionen aus Vorketten	40
Tabelle A-4:	CO ₂ -Emissionen Juist 2008 inkl. Emissionen aus Vorketten	41

Abkürzungsverzeichnis

BHKW	Blockheizkraftwerk
GHD	Gewerbe/Handel/Dienstleistungen
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
LCA	Life Cycle Assessment (Lebenszyklusanalyse, auch: Ökobilanz)

1 Zusammenfassung

Die ostfriesische Nordseeinsel Juist ist geprägt durch den Tourismus. Er ist die Haupteinnahmequelle für die Inselbewohner. Das Nordseeheilbad Juist ist eine autofreie Insel, motorisierter Verkehr ist der Feuerwehr, dem Sanitätsdienst, den Ärzten sowie dem Betrieb des Flugplatzes vorbehalten.

Umwelt- und Naturschutz hat auf Juist einen hohen Stellenwert. Müllvermeidung und Mülltrennung sind schon lange eine Selbstverständlichkeit, und bereits im Jahr 1997 war Juist Preisträger im Bundeswettbewerb „Umweltfreundliche Fremdenverkehrsorte in Deutschland“. Bedingt durch den Klimawandel liegt der Schwerpunkt der aktuellen Juister Umweltpolitik auf der deutlichen Reduktion des CO₂-Ausstoßes. Die Gemeinde Juist plant gemeinsam mit dem Oldenburger Energieunternehmen EWE die Durchführung eines langfristig ausgelegten Klimaschutzprojektes. EWE ist als Grundversorger dazu in der Lage, hier entsprechende Daten zu liefern und die Juister Maßnahmen als kompetenter Partner zu unterstützen. Ansätze hierfür sind unter anderem der Bezug von Strom aus erneuerbaren Energiequellen, die Beheizung des Meerwasser-Erlebnisbades durch Sonnenenergie, die Solartrocknungsanlage für den Klärschlamm und die Umrüstung der öffentlichen Beleuchtung auf effiziente Leuchtmittel. Aktuell ist ein lokales Klimaschutzkonzept in Arbeit, welches auf Grundlage des Ist-Zustandes die Ziele für die nächsten Jahre festlegen soll. Vor diesem Hintergrund wurde das Bremer Energie Institut beauftragt, für das Startjahr 2008 eine CO₂-Startbilanz für die Insel Juist zu erstellen.

In die Bilanzierung wurden die Sektoren private Haushalte, Gewerbe/Handel/Dienstleistungen (GHD) und öffentliche Verwaltung auf Juist sowie der Verkehr einbezogen. Der GHD-Sektor wird dabei vom Tourismus dominiert, andere Wirtschaftszweige spielen eine untergeordnete Rolle. Im Falle des Verkehrs wurde eine räumliche Abgrenzung derart vorgenommen, dass der Linienverkehr (Schiffsverkehr + Luftverkehr) vom Festland von und zur Insel sowie die Ausflugsfahrten, die von Juist ausgehen, einbezogen wurde, nicht jedoch der individuelle Anreiseverkehr. Betrachtet wurden nur energiebezogene CO₂-Emissionen, Emissionen aus anderen Quellen wurden nicht betrachtet.

Die Bilanzierung wurde unter zwei Aspekten vorgenommen:

1. Wie viel CO₂ wurde in 2008 auf Juist emittiert?

Hierfür wurden die CO₂-Emissionen ohne die vorgelagerten Prozessketten ermittelt. (Direkte Emissionen / Quellenbilanz)

2. Wie viel CO₂-Emissionen werden durch den Energieverbrauch auf Juist verursacht?

In dieser sogenannten Verursacherbilanz werden auch die CO₂-Emissionen mit berücksichtigt, die durch Energieeinsatz bei der Bereitstellung der Endenergie an anderen Orten als Juist entstehen, z.B. durch Stromerzeugung in Kraftwerken auf dem Festland. (Direkte Emissionen + Emissionen der Vorketten, Verursacherbilanz)

In der vorliegenden Untersuchung wurden nur die reinen CO₂-Emissionen betrachtet. Weitere Treibhausgase wie z.B. Methan, wurden nicht einbezogen. Daher beziehen sich Angaben zu Emissionen im Folgenden immer nur auf die reinen CO₂-Emissionen, nicht auf CO₂-Äquivalente.

Die zentralen Ergebnisse sind in Tabelle 1-1 und in Abbildung 1-1 sowie Abbildung 1-2 dargestellt. (Details siehe Kapitel 4) Der Endenergieverbrauch betrug in 2008 insgesamt 64.480 MWh. Hiervon entfielen 57,9% auf den GHD-Sektor, 20,6% auf die privaten Haushalte, 10,6% auf die kommunale Verwaltung und 10,9% auf den Verkehr. (siehe Abbildung 1-1) Im Bereich der Beherbergungsbetriebe und der Gaststätten wurde fast die Hälfte der Endenergie genutzt. Dies unterstreicht die Bedeutung des Tourismus auch hinsichtlich des Energieverbrauchs der Insel Juist. Die in 2008 durch den Energieverbrauch auf Juist verursachten CO₂-Emissionen, betragen insgesamt 19.590 tCO₂.

Tabelle 1-1: Zentrale Ergebnisse der Energie- und CO₂-Bilanzierung

Endenergieverbrauch Juist 2008	64.480 MWh
CO ₂ -Emissionen inkl. vorgelagerter Prozessketten Insel Juist 2008 (Verursacherbilanz)	19.590 t CO ₂

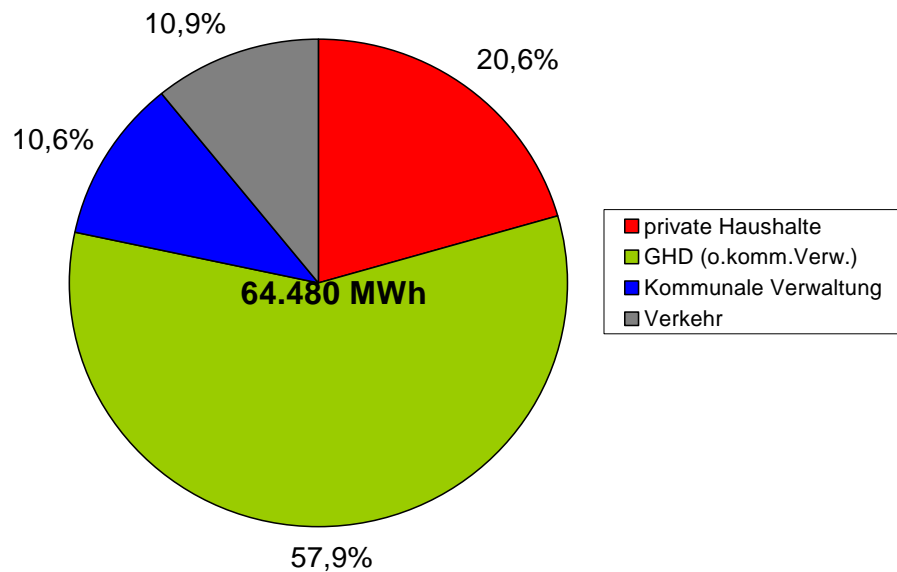


Abbildung 1-1: Endenergieverbrauch der Insel Juist 2008 nach Sektoren

Der Beitrag der verschiedenen Energieträger zur Energieversorgung der Insel Juist ist in Abbildung 1-2 dargestellt. Erdgas ist der dominante Energieträger in der Energieversorgung der Insel Juist mit einem Anteil von fast 65%, gefolgt von Strom mit 19,8%. Erneuerbare Energien haben auf Juist einen Anteil von fast 4% am Endenergieverbrauch.

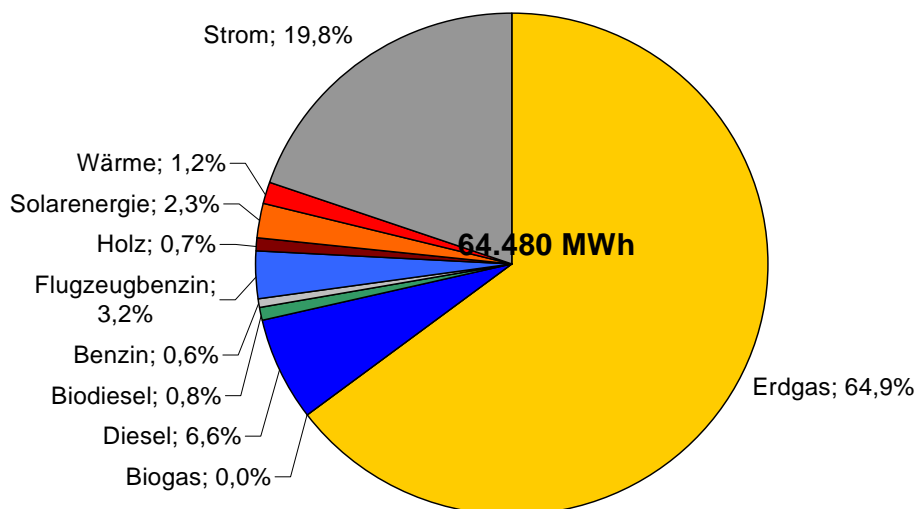


Abbildung 1-2: Endenergieverbrauch der Insel Juist 2008 nach Energieträgern

Für den Vergleich mit anderen Urlaubsregionen sind der durchschnittliche Endenergieverbrauch und die durchschnittlichen CO₂-Emissionen je Übernachtung interessante Kennzahlen. In 2008 kamen nach Juist 89.015 Gäste mit insgesamt 589.664 Übernachtungen. Verteilt man die auf Juist in 2008 in den tourismusbezogenen Wirtschaftszweigen (Beherbergungsbetriebe, Gaststätten, Freizeiteinrichtungen) genutzte Endenergie und die dadurch verursachten CO₂-Emissionen (inkl. Vorketten) auf die Zahl der Übernachtungen, so entfallen auf jede Übernachtung ein Endenergieverbrauch von 60 kWh und CO₂-Emissionen von 19 kgCO₂. Berücksichtigt man, dass jeder Gast auch noch vom Festland auf die Insel gelangen muss und nimmt die Emissionen des Verkehrs hinzu, so beträgt der durchschnittliche Endenergieverbrauch pro Gastaufenthalt 474 kWh. Jeder Gastaufenthalt verursachte damit CO₂-Emissionen von 145 kgCO₂.

Die Verteilung der gesamten Endenergie der touristisch geprägten Wirtschaftszweige auf die Übernachtungs- bzw. Gästezahl entspricht zwar nicht der Realität, da auch die Einwohner von Juist die entsprechenden Einrichtungen nutzen. Man erhält aber angesichts der Dominanz des Tourismuszweiges auf der Insel eine aussagefähige Orientierungsgröße.

2 Hintergrund der Untersuchung

Juist ist als Nordseeinsel und als Urlaubsdestination mindestens in zweifacher Weise vom Klimawandel betroffen:

Als Nordseeinsel ist Juist z. B. durch den Anstieg des Meeresspiegels und durch vermehrte Sturmfluten bedroht.

Als Urlaubsdestination ist Juist stark vom Klima abhängig. Klimaveränderungen können hier zu Änderungen im Verhalten der Urlauber führen.

Vor diesem Hintergrund befasst sich die Insel Juist als beliebter deutscher Urlaubsort mit der Frage, welche energienutzungsbedingten CO₂-Emissionen durch ihre Bewohner und Gäste hervorgerufen werden und wie diese Effekte auf Umwelt und Klima reduziert werden können.

Die ostfriesische Insel Juist ist geprägt durch den Tourismus. Er ist die Haupteinnahmequelle für die Inselbewohner. Das Nordseeheilbad Juist ist eine autofreie Insel, motorisierter Verkehr ist der Feuerwehr, dem Sanitätsdienst, den Ärzten sowie dem Betrieb des Flugplatzes vorbehalten.

Umwelt- und Naturschutz haben auf Juist einen hohen Stellenwert. Müllvermeidung und Mülltrennung sind schon lange eine Selbstverständlichkeit, und bereits im Jahr 1997 war Juist Preisträger im Bundeswettbewerb „Umweltfreundliche Fremdenverkehrsorte in Deutschland“. Bedingt durch den Klimawandel liegt der Schwerpunkt der aktuellen Juister Umweltpolitik auf der deutlichen Reduktion des CO₂-Ausstoßes. Die Gemeinde Juist plant gemeinsam mit dem Oldenburger Energieunternehmen EWE die Durchführung eines langfristig ausgelegten Klimaschutzprojektes. EWE ist als Grundversorger dazu in der Lage, hier entsprechende Daten zu liefern und die Juister Maßnahmen als kompetenter Partner zu unterstützen. Juist hat hierbei bereits einige Umsetzungserfolge beim Klima schonenden Umgang mit Energieressourcen und dem Einsatz regenerativer Energien vorzuweisen. So wird beispielsweise seit 2007 das Beckenwasser des Meerwasser-Erlebnisbades mit Hilfe einer Solarabsorberanlage beheizt und eine Luftkollektoranlage unterstützt die Erwärmung der Raumluft. Im Klärwerk wird der Klärschlamm durch eine Solartrocknungsanlage getrocknet und so in der Masse reduziert. Darüber hinaus deckt die Inselgemeinde ihren Strombedarf mit Strom aus erneuerbaren Energiequellen und setzt für die Beleuchtung effiziente Leuchtmittel ein.

Im neu erstellten touristischen Leitbild der Inselgemeinde Juist ist die Nachhaltigkeit, sowie Maßnahmen gegen den Klimawandel ebenso wie die Anpassung an den Klimawandel als eine von fünf Säulen verankert. Das Projekt „Juist auf dem Weg zur klimafreundlichen Insel“ wird somit von der gesamten Inselbevölkerung getragen. Der Inselgemeinde ist in diesem Zusammenhang völlig bewusst, dass eine Reduktion der CO₂-

Emissionen nur gemeinsam mit den Bürgern bzw. touristischen Anbietern und den Gästen erfolgreich geschehen kann.

Vor diesem Hintergrund wurde das Bremer Energie Institut beauftragt, für das Startjahr 2008 eine CO₂-Startbilanz („CO₂-Fußabdruck“) für die Insel Juist durch ein transparentes Verfahren zu erstellen. Dieser CO₂-Fußabdruck bildet den derzeitigen Istzustand der energiebedingten CO₂-Emissionen der Insel ab. EWE hatte hierfür bereits erste Überlegungen angestellt. Basierend auf diesen Vorarbeiten werden nun die energiebezogenen CO₂-Emissionen der Insel Juist abgeschätzt.

Im Vordergrund der Untersuchung steht die Ermittlung der energiebezogenen CO₂-Emissionen der Insel im Jahre 2008.¹ In diesem Zusammenhang wird auch die Frage des Bilanzierungsverfahrens untersucht. Dieses soll eine fundierte und nachvollziehbare Aussage zu den CO₂-Emissionen ermöglichen, für die Fortschreibung der Emissionsbilanz in den Folgejahren geeignet sein und die Option offen halten, die CO₂-Bilanz der Insel Juist mit denen anderer Regionen zu vergleichen. Von Seiten des Auftraggebers wird hierfür die Bilanzierungsplattform ECORegion² favorisiert, die von der Deutschen Energieagentur und dem Klima-Bündnis der europäischen Städte für die Erstellung von Energie- und CO₂-Bilanzen für Kommunen empfohlen wird.

Für die Bewertung dieses Verfahren hinsichtlich der zuvor genannten Kriterien wird zunächst eine eigene Bilanzierung der energiebedingten CO₂-Emissionen vorgenommen und diese Methodik sowie die gewählten Ansätze, z.B. für Emissionsfaktoren, mit denjenigen der ECORegion-Methode verglichen. [ECOSPEED 2009]

Der vorliegende Berichtsentwurf enthält nur eine vorläufige, nicht jedoch eine abschließende Bewertung des Bilanzierungsverfahrens ECORegion, da dessen Module für das Bezugsjahr 2008 erst Ende März verfügbar sein werden. Der abschließende Vergleich der Verfahren wird nachgereicht, sobald die Bilanzierung des Jahres 2008 mit ECORegion möglich ist, d.h. etwa Ende März / Anfang April.

¹ Emissionen aus anderen Quellen wurden nicht in die Betrachtung einbezogen.

² ECORegion ist eine Online-Plattform der Firma ECOSPEED AG zur Bilanzierungs- und Simulation des Energieverbrauchs von Regionen sowie der damit verbundenen CO₂-Emissionen. [ECOSPEED 2009]

3 Methodik

3.1 Bilanzierungsverfahren des Bremer Energie Instituts

Die im Folgenden vorgestellte Bilanzierung für das Jahr 2008 bezieht sich ausschließlich auf energiebezogene CO₂-Emissionen; Emissionen aus anderen Quellen wurden nicht einbezogen. Zudem wurden nur die reinen CO₂-Emissionen betrachtet, es wurden keine weiteren Treibhausgase berücksichtigt.

Für die Erstellung des CO₂-Fußabdrucks der Insel Juist wird dabei nach den Sektoren private Haushalte, Gewerbe/Handel/Dienstleistungen (GHD) und öffentliche Verwaltung auf Juist sowie Verkehr unterschieden.³ Zudem wird nach den für Juist relevanten Endenergieträgern Erdgas, Biogas, Strom, Holz, Solarenergie⁴, Diesel, Benzin und Kerosin differenziert.

Für die CO₂-Emissionen werden zwei Bilanzen erstellt:

- Bilanzierung der **direkten CO₂-Emissionen**, d.h. Vorketten werden nicht berücksichtigt und somit tragen erneuerbare Energien (Solarenergie und Holz im Fall von Juist) sowie Strom keine CO₂-Emissionen bei.
- Bilanzierung **der CO₂-Emissionen unter Berücksichtigung der Vorketten**. In dieser Bilanz weisen auch der außerhalb der Region erzeugte Strom und die erneuerbaren Energien CO₂-Emissionen auf, da bei dieser Methode auch die für die Produktion der Anlagen entstandenen Emissionen und der Erzeugung des Brennstoffes, z.B. Holz und Biodiesel, berücksichtigt werden (Umlage auf die Nutzungsdauer).

Eine Übersicht über die Eingangsdaten für die Bilanzierung, die im Folgenden noch eingehender erläutert werden, zeigt Tabelle 3-1. Auf die räumliche Abgrenzung wird in Kapitel 3.1.2 ausführlicher eingegangen.

³ Diese Aufteilung entspricht der in ECORegion getroffenen Gliederung.

⁴ Der Beitrag der thermischen Solarenergie geht direkt in die Endenergiebilanz ein. Die Stromerzeugung aus Photovoltaikanlagen ist in der Endenergiebilanz im Strom enthalten.

Tabelle 3-1: Übersicht Eingangsdaten Methodik Bremer Energie Institut

Energieträger / Kennzahl	Quelle
Erdgasverbrauch Juist	EWE Netz GmbH 2009a (Netzdaten)
Biogasverbrauch Juist	EWE AG 2009b
Stromverbrauch Juist	EWE Netz GmbH 2009a (Netzdaten)
Kerosinverbrauch Juist	Juist 2009
Diesolverbrauch Juist	Juist 2009
Benzinverbrauch Juist	Juist 2009
Holz	BSM 2009
Solarenergie	Büscher 2010, BäderBau 2008, Juist 2009

3.1.1 Daten Endenergieverbrauch

Bei der EWE Netz GmbH liegen Transportmengen für den Endenergieverbrauch Erdgas und Strom für die Sektoren private Haushalte und GHD sowie Angaben zum gelieferten Anteil Biogas. [EWE Netz GmbH 2009a] Zudem wurden von EWE auch Angaben über die Erdgasmenge, die für Wärmelieferungen der EWE an Kunden eingesetzt wurden, bereit gestellt. Da bei dieser Wärmeerzeugung auch Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen eingesetzt werden, muss eine Aufteilung dieser Erdgasmenge auf die Produkte Wärme und Strom erfolgen. (zur Methode der Berechnung der CO₂-Emissionen der Endenergien Wärme und Strom und der dabei relevanten CO₂-Emissionsfaktoren siehe unten und Kapitel 3.1.3)

EWE ist Grundversorger der Insel Juist. Neben den Stromlieferungen vom Festland trägt auch der auf Juist selbst erzeugt Strom aus Photovoltaikanlagen und erdgasbetriebenen Blockheizkraftwerken, der in das Netz eingespeist wird, zur Stromversorgung der Insel bei. [EWE Netz GmbH 2010a] Nach dem bisherigen Informationsstand wird der auf Juist erzeugte Strom auch auf der Insel verbraucht. [EWE 2010b]. Demnach ist, neben dem Bezug vom Festland, auch der auf Juist erzeugte Strom dem Verbrauch der Insel zuzurechnen.

Für die Stromerzeugung aus BHKW-Anlagen liegt nur die Angabe zum eingespeisten Strom vor und die Angabe zum Brennstoff (Erdgas), nicht jedoch die der KWK-Erzeugung zuzuordnende Wärmemenge. Daher wurde anhand der eingespeisten Strommenge die Größe der BHKW-Anlage abgeschätzt und mit den Kennzahlen einer

BHKW-Referenzanlage die entsprechende Wärmeerzeugung ermittelt. Die Kennzahlen der BHKW-Referenzanlage sind Tabelle A-1 im Anhang zu entnehmen.⁵

Erdgas ist der dominante Energieträger bei der Wärmeerzeugung auf Juist. Ölheizungen sind nach Auskunft des Bezirksschornsteinmeisters nicht anzutreffen, und Holz spielt nur als Zusatzheizung eine Rolle. [BSM 2009] Die Angaben zum Einsatz von Holz basieren auf einer Erhebung des Bezirksschornsteinfegermeisters zu Feuerungsanlagen, die andere Energieträger als Erdgas einsetzen. [BSM 2009] Bei den Feuerungsanlagen auf Juist, die mit Holz betrieben werden, handelt es sich ausnahmslos um Zusatzheizungen.⁶ Für diese wurde angenommen, dass sie alle im Bereich der privaten Haushalte zu finden sind. Weiterhin wurde für Anlagen bis 8 kW ein durchschnittlicher Holzeinsatz pro Anlage von 2 Raummetern angesetzt. Für größere Anlagen wurde die doppelte Menge angesetzt.⁷

Solarenergie wird als Endenergie nur im Bereich des Erlebnisbades Juist genutzt.⁸ Hier kommen eine Kombination aus Solarabsorberanlage und Wärmepumpen sowie ein Luftkollektorfeld zum Einsatz. [Büscher 2010] [BäderBau 2008] Die durch diese Anlage bereit gestellte Energie ist in der CO₂-Bilanz ohne Vorkette CO₂-frei, jedoch nicht bei Berücksichtigung der Vorketten.⁹ Für die Kombination aus Solaranlage und Wärmepumpe, die für die Beckenerwärmung eingesetzt wird, liegen Angaben zum Energieertrag in [Büscher 2010] vor. Der Beitrag der Luftkollektoranlage wurde anhand von Kennwerten aus [BINE 2002] mit 700 kWh/m²Kollektorfläche abgeschätzt.

In geringem Umfang werden im GHD-Sektor auch Diesel und Benzin eingesetzt. Dies ist im Wesentlichen auf den Einsatz von Arbeitsgeräten zurückzuführen. Angaben zum Verbrauch wurden von der Verwaltung Juist bereit gestellt. [Juist 2009]

⁵ Zur Methode der Berechnung der CO₂-Emissionen der Endenergien Wärme und Strom siehe Kapitel 3.1.3.

⁶ Bei 31 von insgesamt 136 Feuerstellen wurden sowohl Holz als auch Briketts als Brennstoffe angegeben. In der vorliegenden Untersuchung wurde dennoch davon ausgegangen, dass alle Feuerstellen nur mit Holz betrieben werden.

⁷ Die Feuerungsanlage mit der größten Leistung hat 11,5 kW.

⁸ Die Erhebung durch [BSM, 2009] lieferte keine Hinweise auf thermische Solaranlagen in anderen Gebäuden. Energie aus solarthermischen Anlagen ist nur relevant für die CO₂-Bilanz mit Vorketten, da bei dieser Methode auch die für die Produktion der Anlagen entstandenen Emissionen berücksichtigt werden (Umlage auf die Nutzungsdauer). Für eine genaue Erfassung möglicherweise vorhandener Kleinanlagen müsste ggfs. noch eine gesonderte Erhebung erfolgen.

⁹ In diesem Fall wurden für die Bewertung der CO₂-Emissionen der Vorkette nur die Solaranlage sowie – über die Strombilanz der Insel – der für die Wärmepumpe eingesetzte Strom berücksichtigt. Aufgrund unzureichender Datenlage konnten dagegen die bei der Herstellung der Wärmepumpe anfallenden CO₂-Emissionen nicht einbezogen werden. Diese sind jedoch im Hinblick auf das Gesamtergebnis vernachlässigbar.

Der Verkehrssektor wird im Falle der Insel Juist durch den Fährverkehr dominiert, gefolgt vom Flugverkehr. Naturgemäß spielt der motorisierte Individualverkehr auf einer autofreien Insel eine untergeordnete Rolle.¹⁰ Verbrauchsdaten für den Verkehrssektor wurden von der Verwaltung Juist recherchiert und dem Bremer Energie Institut zur Verfügung gestellt. [Juist, 2009] Im Fall des Treibstoffes Diesel ist bei der Berechnung der CO₂-Emissionen zu berücksichtigen, dass dieser eine Beimischung von Biodiesel enthält. In der vorliegenden Untersuchung wird angenommen, dass dieser Anteil der Beimischung derjenigen des Bundesdurchschnitts entspricht. [BMW 2010] [AGEE 2009]

3.1.2 Bilanzgrenzen

Die **räumliche Abgrenzung** spielt im Verkehrssektor eine wesentliche Rolle. Für die Bilanzierung der CO₂-Emissionen werden hierfür folgende Verkehrsanteile einbezogen:

- Kraftfahrzeugverkehr auf der Insel
- Linienverkehr (Flug- und Fährverkehr) von und zur Insel
- Ausflugsfahrten von Juist aus („Wappen von Juist“)

Nicht in die Bilanzierung einbezogen wurden

- Individueller Flugverkehr
- Individueller Schiffsverkehr
- An- und Abreiseverkehr auf dem Festland
- Ausflugsfahrten von anderen Inseln nach Juist

Hinsichtlich der **berücksichtigten Emissionen** beschränkt sich die Bilanzierung auf

- energiebezogene Emissionen
Emissionen, die nicht energiebezogen sind und produktbezogene Emissionen, die außerhalb von Juist entstehen, z.B. für die Herstellung von Nahrungsmitteln, bleiben unberücksichtigt.
- CO₂-Emissionen, keine anderen Treibhausgase

Die Bilanzierung der CO₂-Emissionen erfolgt zum einen ohne Betrachtung der Vorketten (nur direkte Emissionen auf Juist: Quellenbilanz), zum anderen unter Berücksichti-

¹⁰ Im Fall von Juist verfügen nur die Feuerwehr, der Sanitätsdienst, zwei Ärzte sowie der Flughafen über Kraftfahrzeuge mit Verbrennungsmotoren.

gung der CO₂-Emissionen aufgrund des energetischen Verbrauchs in den Vorketten. Diese zweite Bilanzierung wird für Juist als Verursacherbilanz aufgestellt. Das bedeutet, dass der Endenergieverbrauch auf der Insel mit CO₂-Emissionsfaktoren bewertet wird, auch wenn die Endenergie zur Insel geliefert wird und dort keine direkten Emissionen erzeugt. Dies gilt insbesondere für den zur Insel gelieferten Strom.

Die in den beiden Bilanzvarianten berücksichtigten Emissionsquellen sind in Tabelle 3-2 zusammengestellt.

Tabelle 3-2: Berücksichtigte Emissionsquellen

CO ₂ -Emissionen ohne Vorkette (VK) (Quellenbilanz)	CO ₂ -Emissionen mit Vorkette (VK) (Verursacherbilanz)
CO ₂ -Emissionen auf der Insel	CO ₂ -Emissionen durch Verbrauch auf der Insel
= Erdgas + Wärmelieferung + Stromeigenerzeugung (BHKW auf Juist) + Verkehr auf der Insel + Arbeitsgeräte auf d. Insel + Fährverkehr vom und zum Festland + Ausflugsfahrten von Juist aus (Wappen von Juist) + Flugverkehr vom und zum Festland	= Erdgas + Wärmelieferung + Stromlieferung + Stromeigenerzeugung (PV und BHKW auf Juist) + Verkehr auf der Insel + Arbeitsgeräte auf d. Insel + Fährverkehr vom und zum Festland + Ausflugsfahrten von Juist aus (Wappen von Juist) + Flugverkehr vom und zum Festland + Holzfeuerung + Solarthermie

3.1.3 Emissionsfaktoren

Bei den Emissionsfaktoren muss man nach der Art der Bilanzierung unterscheiden. Da in dieser Untersuchung zwei Arten der Bilanzierung vorgenommen werden sollen – ohne und mit Berücksichtigung der CO₂-Emissionen aus Energieverbrauch in den Vorketten (siehe Kapitel 3.1), ist für jeden Endenergieträger je nach Bilanzierungsart ein anderer spezifischer CO₂-Emissionsfaktor anzusetzen.

Die Emissionsfaktoren sind keine „Naturkonstanten“, sondern hängen zum einen vom Energieträger, zum anderen aber auch von der technischen Anlage, in der dieser genutzt wird ab.¹¹ In der vorliegenden Untersuchung wurden keine Emissionsfaktoren für Einzelanlagen angesetzt, sondern bundesdeutsche Durchschnittswerte. Diese beinhalten dann einen Mix von Erzeugungsanlagen, der sich im Laufe der Zeit durchaus verändern kann.¹² Im Fall der Bilanzierung ohne Vorketten werden nur die vor Ort wirklich entstehenden Emissionen betrachtet. Strom ist bei dieser Bilanzierungsmethode CO₂-frei. Dasselbe gilt definitionsgemäß für erneuerbare Energie.¹³

Bezieht man die Vorketten in die Betrachtung mit ein, werden auch die Emissionen berücksichtigt, die durch Energieeinsatz für die Herstellung bzw. Bereitstellung der Endenergie und die genutzte Anlagentechnik entstehen. Der größte Unterschied zwischen den CO₂-Emissionsfaktoren der beiden Bilanzierungsmethoden tritt dabei beim Strom auf. Dieser ist in der Betrachtung ohne Vorketten emissionsfrei, durch die Einbeziehung der Vorketten jedoch mit hohen CO₂-Emissionen belastet. Auch für die CO₂-Emissionsfaktoren mit Vorkette gilt, dass sie von den Kennwerten der technischen Anlagen abhängen. Stammt z.B. in einem Jahr ein hoher Anteil des Stroms in Deutschland aus Windkraftanlagen und Kernkraftwerken, ist der CO₂-Emissionsfaktor für Strom geringer als in einem Jahr, in dem der Anteil des Stroms aus fossilen Kraftwerken höher war.¹⁴

In der vorliegenden Untersuchung wurde bislang der Bezug von Strom aus erneuerbaren Energiequellen noch nicht berücksichtigt, da hierzu keine vollständigen Angaben vorlagen.

¹¹ So sind z.B. die Anteile an emittiertem CO₂ und CO bei Heizungsanlagen abhängig vom Heizungstyp und unterscheiden sich beispielsweise für Niedertemperatur- und Brennwertkessel.

¹² Der bundesdeutsche Anlagenmix muss nicht zwangsweise mit dem der betrachteten Region übereinstimmen. Jedoch würde die Ermittlung regionsspezifischer Emissionsfaktoren eine aufwändige Detailanalyse der vorhandenen Anlagentechnik erfordern. Auch wäre der Vergleich mit anderen Regionen nur noch bedingt aussagekräftig, wenn regionale Emissionsfaktoren angesetzt würden.

¹³ Das gilt auch für Biomasse, obwohl bei deren Nutzung durchaus CO₂-Emissionen vor Ort entstehen. Jedoch wird dabei nicht mehr CO₂-abgegeben als zuvor durch das Wachstum der Biomasse gebunden wurde.

¹⁴ Ein offizieller CO₂-Emissionsfaktor für den deutschen Strommix 2008 lag zum Zeitpunkt der Berichtserstellung noch nicht vor. Daher wurde in diese Untersuchung der bundesdurchschnittliche CO₂-Emissionsfaktor für Strom des Jahres 2007 angesetzt (624 g/kWh). Im Jahr 2006 lag der Strom-CO₂-Emissionsfaktor dagegen bei 590 g/kWh. [UBA2010] Der BDEW hat im September 2009 Durchschnittswerte der Stromerzeugung der allgemeinen Versorgung ergänzt um die privaten Einspeisungen in Höhe von 506 g/kWh bekannt gegeben. Dieser Wert wurde von offizieller Seite noch nicht bestätigt und daher für die Rechnung nicht herangezogen. [BDEW 2009]

In der nachfolgenden Tabelle sind die in dieser Studie angesetzten Emissionsfaktoren zusammen gestellt. Es handelt sich dabei überwiegend um Durchschnittswerte für Deutschland, die Publikationen des Umweltbundesamtes entnommen wurden. Für einige Emissionsfaktoren wurden andere Quellen herangezogen.

Tabelle 3-3 : Übersicht Emissionsfaktoren Bilanzierung Bremer Energie Institut

Emissionsfaktor	spez. CO ₂ -Emission in t/MWh	Quelle
Emissionen ohne Vorketten		
Erdgas	0,202	UBA, NIR 2009
Biogas	0	UBA 2009
Diesel	0,266	UBA, NIR 2009
Biodiesel	0	UBA 2009
Benzin	0,259	UBA, NIR 2009
Kerosin	0,264	UBA, NIR 2009
Holz	0	UBA 2009
Solarenergie	0	UBA 2009
Photovoltaik	0	UBA 2009
Emissionen mit Vorketten		
Strom	0,624	UBA 2010
Erdgas	0,227	UBA, GEMIS 2009
Biogas	0,015	GEMIS 4.5
Diesel	0,309	Öko-Institut 2007
Biodiesel	0,087	ECOREGION 2007
Benzin	0,325	Öko-Institut 2007
Kerosin	0,284	ECOREGION 2007
Holz	0,010	GEMIS 4.5
Solarenergie	0,025	GEMIS 4.5
Photovoltaik	0,064	UBA 2009

Wird ein Kraftwerk auch zur Wärmebereitstellung betrieben, d.h. im Kraft-Wärme-Kopplungsbetrieb (KWK-Betrieb) gefahren, müssen die durch das Kraftwerk verursachten CO₂-Emissionen auf die Produkte „Strom“ und „Wärme“ aufgeteilt werden. Eine detaillierte Berücksichtigung dieser Aufteilung ist möglich, wenn für die Erzeugungsanlagen die jeweiligen Strom- und Wärmewirkungsgrade bekannt sind.

Für die Aufteilung der CO₂-Emissionen von KWK-Anlagen auf die Produkte Wärme und Strom wurden unterschiedliche Methoden entwickelt.¹⁵ Für die vorliegenden Berechnungen wurde der Ansatz der Aufteilung der CO₂-Emissionen auf die beiden Koppelprodukte Strom und Wärme gewählt.¹⁶ Dabei werden die CO₂-Emissionen z.B. proportional im Verhältnis der erzeugten Kilowattstunden an Strom und Wärme aufgeteilt. Die Systematik der Zuordnung der CO₂-Emissionen für die Endenergien Wärme und Strom, für deren Erzeugung verschiedenen Energieträger bzw. Anlagen eingesetzt werden, ist in Abbildung 3-1 dargestellt.

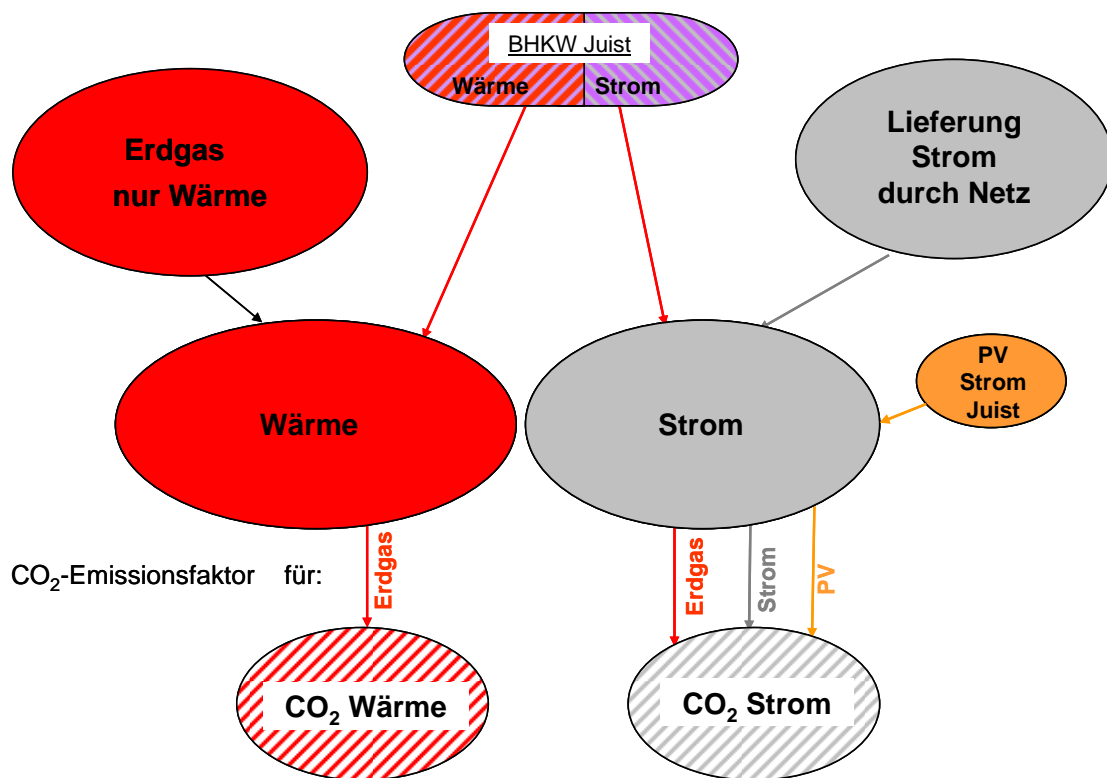


Abbildung 3-1: Systematik der Berechnung der CO₂-Emissionen der Energieträger Wärme und Strom unter Berücksichtigung der KWK-Erzeugung (Quelle: eigene Darstellung)

¹⁵ siehe hierzu z.B. BKWK 2005

¹⁶ Es wird dabei von einer wärmegeführten KWK-Anlage ausgegangen. Im vorliegenden Fall hätten Unterschiede zu einer stromgeführten Anlage jedoch nur geringfügige Auswirkungen auf das Ergebnis.

Die von der EWE Netz GmbH zur Verfügung gestellten Angaben zur Stromeinspeisung aus Blockheizkraftwerken (BHKW) lassen den Schluss zu, dass es sich auf Juist um eine kleine Einzelanlage handelt. Für diese Anlage liegen jedoch keine spezifischen Daten vor. Auch fehlen Angaben zum Erdgaseinsatz und zur erzeugten Strommenge. Daher wurde anhand der eingespeisten Strommenge die Größe der BHKW-Anlage abgeschätzt und mit den Kennzahlen einer BHKW-Referenzanlage die entsprechende Wärmeerzeugung ermittelt. Die Kennzahlen der BHKW-Referenzanlage sowie die für die Wärme- und Stromerzeugung auf Juist abgeschätzten Energiemengen sind Tabelle A-1 im Anhang zu entnehmen. Die Emissionen der so dem BHKW zugeordneten Erdgasmenge werden dann entsprechend der in Kapitel 3.1.3 dargestellten Methodik auf die produzierte Wärme und Strom verteilt.¹⁷

3.2 Bilanzierungsverfahren ECORegion

ECORegion ist eine Online-Plattform der Firma ECOSPEED AG zur Bilanzierungs- und Simulation des Energieverbrauchs von Regionen sowie der damit verbundenen CO₂-Emissionen. [ECOSPEED 2009] Dabei versteht man unter "Regionen" Kommunen, Städte oder Bundesländer. Bilanziert werden können Endenergieverbräuche und Emissionen nach den Sektoren private Haushalte, Wirtschaft und Verkehr. Mittels der von Juist genutzten Version ECORegion Smart können folgende Bilanzen erstellt werden:

- 1. Endenergiebilanz
- 2. Energiebilanz des Lebenszyklus (Life Cycle Assessment - LCA)
- 3. CO₂-Bilanz ohne Vorketten
- 4. CO₂-Bilanz mit Vorketten (LCA)

In anderen Versionen sind auch die Bilanzierung anderer Treibhausgase, die Erfassung nicht-energetischer Emissionen und die Erstellung von Simulationsrechnungen möglich.

¹⁷ Aus Blockheizkraftwerken auf Juist wurden in 2008 23,5 MWh in das Stromnetz eingespeist. Es ist nicht bekannt, aus welchen Anlagen diese Einspeisung stammt und ob neben den von der EWE in Kraft-Wärme-Kopplung betriebenen Wärmelieferungsanlagen weitere KWK-Anlagen einspeisen. Es ist daher prinzipiell möglich, dass die Stromgutschrift nicht nur den von der EWE betriebenen Anlagen zuzuordnen wäre, wie dies erfolgte. Dies ist allerdings kaum wahrscheinlich, da die geringe Strommenge auf eine einzelne Kleinanlage hindeutet. Zudem wäre die Zuordnung der CO₂-Emissionen zu bestimmten Anlagen bei der Betrachtung der gesamten Insel nicht von Belang, sondern nur bei einer anlagenscharfen Untersuchung von Bedeutung. Letztere ist aber nicht Gegenstand der vorliegenden Studie.

Bei der Bilanzierung mit ECORegion Smart werden folgende Wirtschaftsbereiche berücksichtigt

- private Haushalte
- Wirtschaft
- Verkehr und
- Kommunale Verwaltung

Die Endenergiebilanz der Region sowie die CO₂-Bilanz ohne Vorketten werden entsprechend der IPCC-Methodik erstellt. Es handelt sich dabei um Quellenbilanzen, die nur die in der Region entstehenden Emissionen beinhalten, nicht aber den Energieverbrauch der Vorketten außerhalb der Region sowie die dabei entstehenden CO₂-Emissionen.

Für die Ermittlung der Endenergie- und CO₂-Bilanz gemäß LCA-Methodik werden zusätzlich der Energieverbrauch und die daraus resultierenden CO₂-Emissionen während der Produktion und der Verteilung der Energieträger außerhalb der eigenen Region einbezogen. Die Emissionen von Produkten und Dienstleistungen werden auch hier nicht berücksichtigt. Die Anteile der Vorkette werden mit sogenannten LCA-Faktoren berechnet. Diese Faktoren beinhalten die gesamten Energieaufwendungen der Vorkette, auch die Energie, die für Produktion und die Verteilung eines Endenergieträgers notwendig ist. Die LCA-Methode wird auch als Verursacherbilanz bezeichnet.

Den Unterschied zwischen den beiden Vorgehensweisen verdeutlicht ebenfalls Abbildung 3-2.: Während die IPCC-Methode nur die Emissionen auf dem (dunkelblauen) Territorium einbezieht, enthält die LCA-Bilanz zusätzlich die (energiebedingten) Emissionen, die durch die Bereitstellung der Endenergie außerhalb (Welt) anfallen.

Grundsätzlich können in ECORegion die LCA-Faktoren frei gewählt werden. Empfohlen wird von Seiten ECORegion die Wahl nationaler oder internationaler LCA-Faktoren, um die Vergleichbarkeit und Transparenz über alle Nutzer zu gewährleisten.¹⁸

¹⁸ ECORegion nutzt die LCA-Werte der ecoinvent-Datenbank, die LCA-Faktoren für ganz Europa bietet. Es ist aber möglich, weitere LCA-Faktoren (z.B. ifeu, ISPRA, GEMIS) in ECORegion zu implementieren. [E-COSPEED 2009]

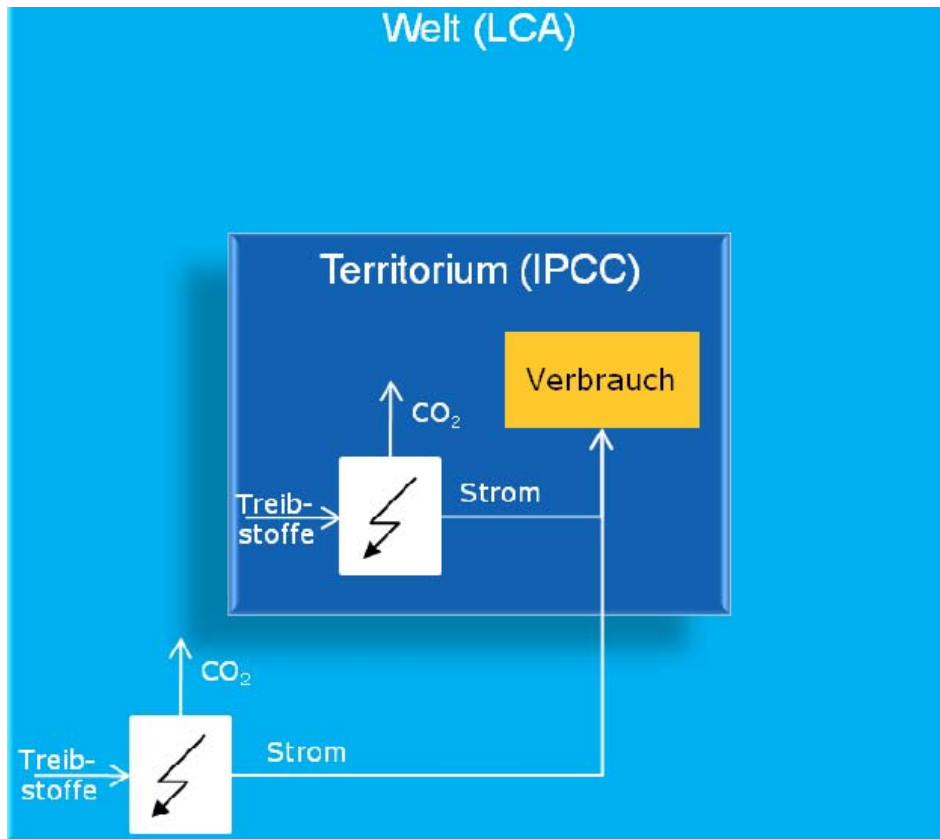


Abbildung 3-2: Gegenüberstellung IPCC-Methodik (Quellenbilanz) und LCA-Methodik (Bilanz mit Vorketten) am Beispiel Strom (Quelle: ECORegion 2007)

3.2.1 Eingangsdaten ECORegion

ECORegion bietet je nach Datenlage mehrere Möglichkeiten zur Erstellung einer CO₂-Bilanz an. Zum einen können auf der Basis von Angaben zu

- Bevölkerung
- Gebäudebestand
- Beschäftigtenzahlen in verschiedenen Wirtschaftszweigen sowie
- Zahl zugelassener Fahrzeuge und
- Fahrleistungen

unter Zugrundelegung von spezifischen Endenergieverbrauchswerten und Annahmen zu den spezifischen Emissionen der Endenergieträger bzw. Transportmittel die Endenergieverbrauchs- und die CO₂-Bilanzen berechnet werden. Bei den spezifischen Emissionen werden in ECORegion nationale Durchschnittswerte angesetzt. Es besteht

jedoch auch die Möglichkeit, individuelle Daten anzugeben. (siehe vorangegangenes Kapitel)

Andererseits ist es auch möglich, direkt Endenergieverbrauchsdaten einzugeben, sofern hierzu Angaben vorliegen. Dies gilt zumindest für den Bereich der privaten Haushalte und die Wirtschaftszweige. Für den Verkehr ist auch bei dieser Vorgehensweise die Eingabe der Zahl der zugelassenen Kraftfahrzeuge nach Typen (z.B. Motorräder, PKW, Linienbus, LKW, etc.) und der entsprechenden Fahrleistungen erforderlich. Die Bewertung der Emissionen der Endenergieträger erfolgt dann, wie oben geschildert, wiederum mit den spezifischen Emissionswerten je Energieeinheit.

Da für Juist für alle Sektoren Angaben zum Endenergieverbrauch vorliegen und dieser nicht anhand von Einwohnerzahl, Gebäudedaten und Verkehrsaufkommen abgeschätzt werden muss, sollte bei der Berechnung mit ECORegion der zweite Weg gewählt werden. Das daraus resultierende Ergebnis fällt dann genauer aus als eines, das auf Energiekennzahlen basiert, die nur bedingt die Realität in der Region wieder geben. Die relevanten Eingangsdaten, die – über die in Tabelle 3-1 aufgelisteten Daten hinaus – für die Berechnung der CO₂-Emissionen der Insel Juist mittels ECORegion erforderlich sind, sind in Tabelle 3-4 zusammengestellt. Dabei sind unter der Rubrik „Eingabe in jedem Fall erforderlich“ diejenigen Daten zusammengefasst, die – unabhängig von der gewählten Vorgehensweise (Nutzung vorhandener Endenergieverbrauchsdaten oder Berechnung anhand spezifischer Werte) – immer in der in Tabelle 3-4 genannte Form einzugeben sind. LCA- und Emissionsfaktoren wurden nicht in die Tabelle aufgenommen, da für diese bereits Voreinstellungen in ECORegion vorhanden sind (nationale Durchschnittswerte). Eingaben durch Bearbeiter sind hier nur erforderlich, wenn von diesen Faktoren abgewichen werden soll.

Ein Vergleich zwischen den aus ECORegion resultierenden Ergebnissen für die Endenergie- und CO₂-Emissionsbilanz der Insel Juist für 2008 und eine abschließende Bewertung des Bilanzierungsverfahrens ECORegion ist erst möglich, wenn die ECORegion-Module für das Bezugsjahr 2008 verfügbar sind. Dies wird erst Ende März / Anfang April der Fall sein. Es lässt sich jedoch bereits jetzt feststellen, dass die vom Bremer Energie Institut für die Bilanzierung gewählten Methodik prinzipiell mit der Vorgehensweise in ECORegion zur Erstellung der Endenergie- und CO₂-Bilanz ohne Vorketten sowie der CO₂-Bilanz mit Vorketten übereinstimmt. Jedoch wurde vom Bremer Energie Institut keine Bilanz der Endenergie gemäß LCA-Methode erstellt. Geringe Abweichungen aufgrund kleiner Unterschiede zwischen den vom Bremer Energie Institut genutzten und den in ECORegion angesetzten spezifischen Emissionsfaktoren auftreten. Dies kann erst nach der Bereitstellung der Module für das Jahr 2008 abschließend beurteilt werden.

Tabelle 3-4: Übersicht zusätzlicher relevanter Daten für Berechnungen mit ECO-Region

Eingangsdaten für Berechnung ECORegion	Detaillierungsgrad - 1. Stufe	Detaillierungsgrad - 2. Stufe
Eingabe in jedem Fall erforderlich		
Zahl zugelassener Fahrzeuge	Motorräder, PKW, Sattelschlepper	-- /
Fahrleistung	Nach Verkehrsarten Personennahverkehr Personenfernverkehr Straßengüterverkehr Übriger Güterverkehr	jeweils nach Verkehrsmittel PKW, Motorrad, Linienbus, Straßen-/U-Bahn, Schienennahverkehr/S-Bahn Flugverkehr, Schienenpersonenverkehr, Personenschiffahrt Nutzfahrzeuge Schienengüterverkehr, Schiffsgüterverkehr
Eingaben nur bei fehlenden Angaben zum Endenergieverbrauch erforderlich		
Einwohner		
Beschäftigte	Nach 16 Wirtschaftszweigen	
Nur erforderlich bei Verwendung von Angaben zum Endenergieverbrauch		
Prozentuale Anteil am Endenergieverbrauch „Gebäude/ Dienstleistungen“	Private Haushalte, Wirtschaft, Kommunale Verwaltung	

4 Ergebnisse

4.1 Endenergieverbrauch Insel Juist

Auf der Basis der in Kapitel 3.1.1 vorgestellten Daten wurde der Endenergieverbrauch der Insel Juist für das Bezugsjahr 2008 ermittelt. Der Endenergieverbrauch der Insel Juist betrug demnach in 2008 64.4860 MWh. (siehe auch Tabelle A-2, Anhang)

Hiervon entfielen fast 58% auf den Bereich Gewerbe/Handel/Dienstleistungen (GHD), gut 20,6% auf die privaten Haushalte, 10,6% auf die kommunale Verwaltung und 10,9% auf den Verkehr. (siehe Abbildung 4-1).

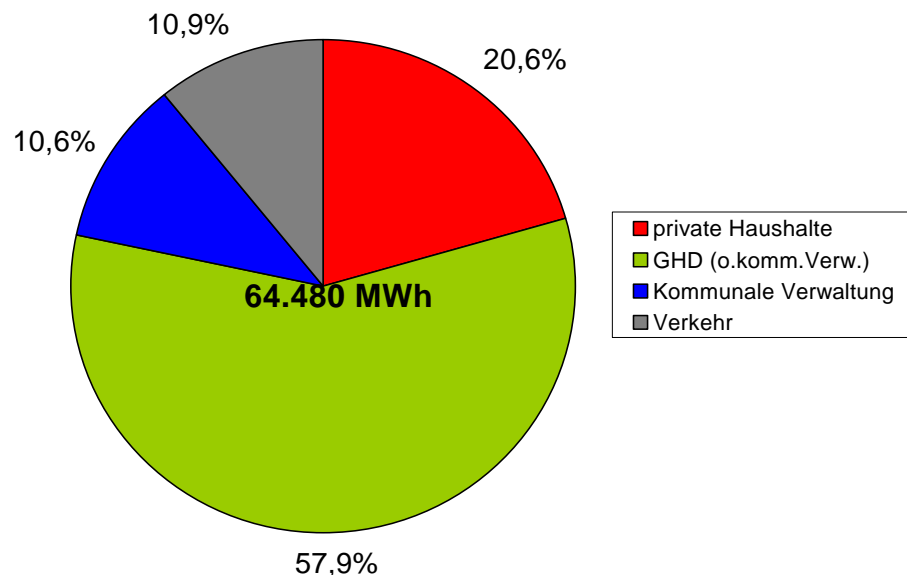


Abbildung 4-1: Endenergieverbrauch der Insel Juist nach Sektoren

Erwartungsgemäß tragen die Beherbergungsbetriebe mit einem Anteil von 78,4% den überwiegenden Teil zum Endenergieverbrauch des GHD-Sektors bei. (siehe Abbildung 4-2) Betrachtet man die Sektoren, die direkt mit dem Tourismus verbunden sind, d.h. Beherbergungsbetriebe, Gaststätten und Freizeiteinrichtungen, so entfallen auf diese 35.112 MWh bzw. 94% des Endenergieverbrauchs im GHD-Sektor. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass diese Aufteilung des GHD-Sektors in Wirtschaftszweige mit geringen Unsicherheiten behaftet ist, da sie auf einer Tarifzuordnung basiert, die nicht zwingend die heutige Nutzung der Gebäude widerspiegeln muss.

Im Verkehrsbereich werden nahezu zwei Drittel der Endenergie für die Schifffahrt aufgewendet, fast 30% für den Luftverkehr und nur 5,3 % für die wenigen Fahrzeuge auf

der Insel. (siehe Abbildung 4–3) Diese Verteilung ist nicht überraschend, da Juist bis auf einige Versorgungsfahrzeuge autofrei ist.

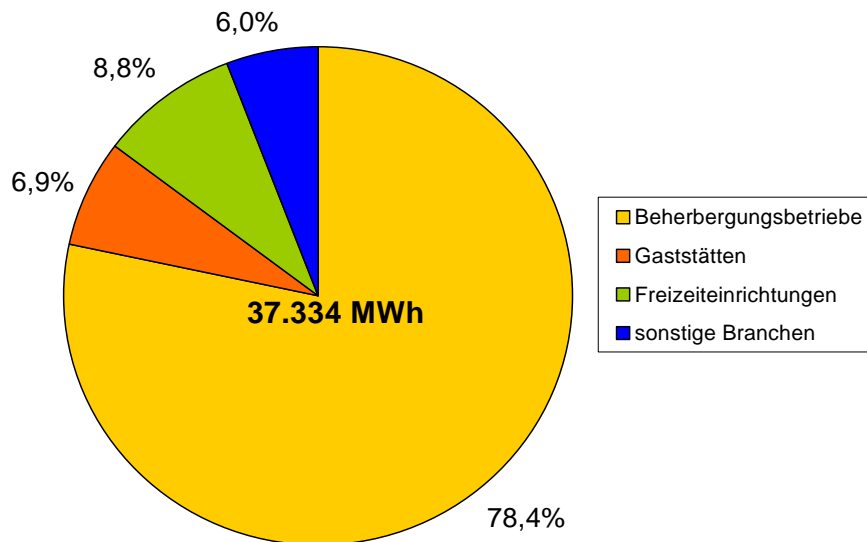


Abbildung 4–2: Endenergie GHD–Sektor Juist 2008 nach Wirtschaftszweigen

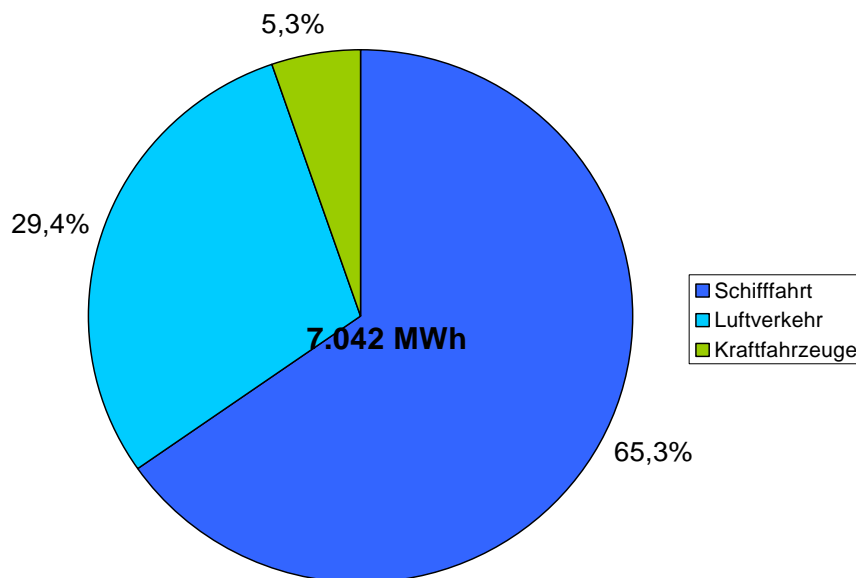


Abbildung 4–3: Endenergieverbrauch Juist 2008 – Verkehrssektors nach Verkehrsmitteln

Betrachtet man den Beitrag der verschiedenen Endenergieträger, so ergibt sich die in Abbildung 4-4 gezeigte Verteilung. Erdgas hat demnach mit fast zwei Dritteln (64,9%) den größten Anteil am Endenergieverbrauch der Insel Juist, gefolgt von Strom (19,8%), Diesel (6,6%) und Flugzeugbenzin (3,2%). Erneuerbare Energien tragen knapp 4% zum Endenergieverbrauch bei. Der Stromverbrauch setzt sich dabei zusammen aus der Summe der durch das Netz nach Juist gelieferten Menge und der auf Juist erzeugten Strommenge.¹⁹

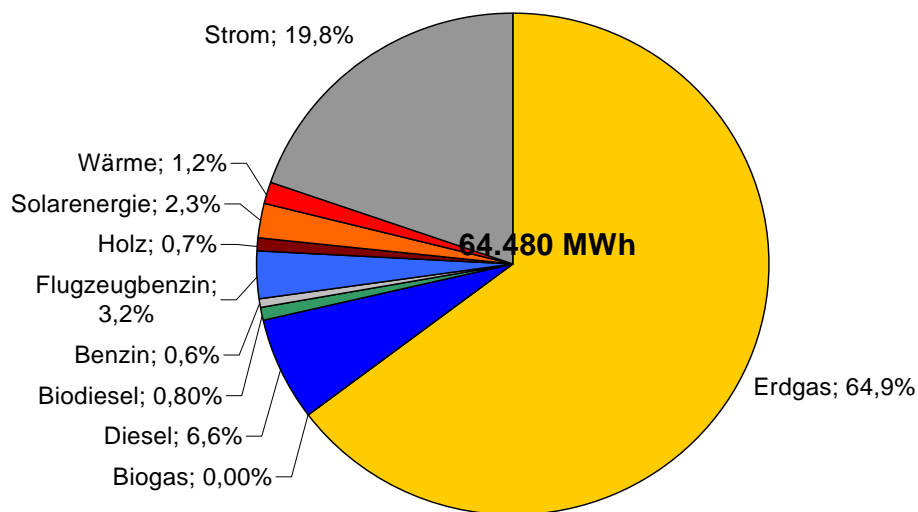


Abbildung 4-4: Endenergieverbrauch Juist 2008 nach Endenergieträgern

¹⁹ Auf Juist wurden in 2008 23.532 kWh aus Blockheizkraftwerken und 25.918 kWh aus Photovoltaikanlagen in das Netz eingespeist.

4.2 CO₂-Bilanz ohne Vorketten (Quellenbilanz)

Mit den in Kapitel 4.1 dargestellten Ergebnissen für den Endenergieverbrauch wurde entsprechend der in Kapitel 3.1 erläuterten Methodik die CO₂-Bilanz ohne Berücksichtigung der Vorketten, d.h. die Quellenbilanz, erstellt. Diese umfasst die Emissionen auf Juist sowie die Emissionen des Verkehrs von und nach Juist (siehe auch Kapitel 3.1.2)

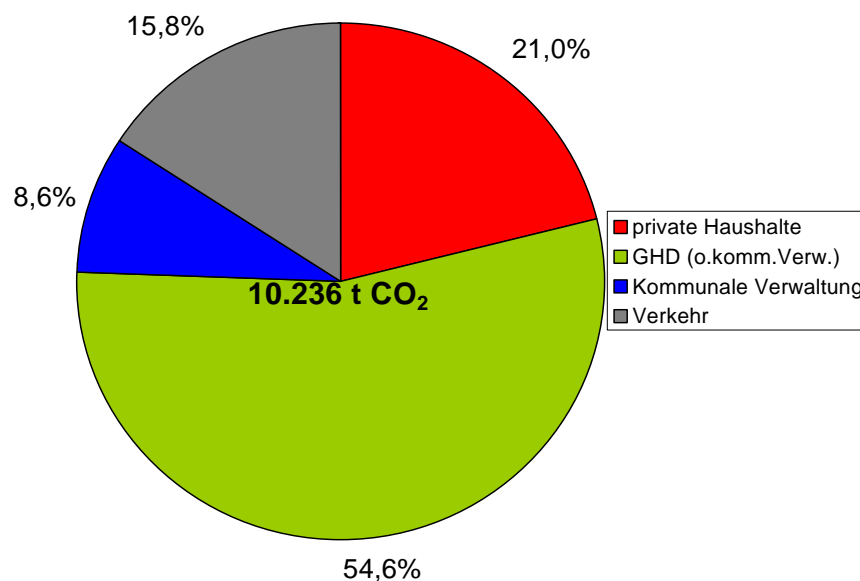


Abbildung 4-5: CO₂-Emissionen Juist 2008 (ohne Vorketten) nach Sektoren

In 2008 betragen die direkten CO₂-Emissionen 10.236 t CO₂.²⁰ (siehe auch Tabelle A-3 im Anhang) Die Verteilung der CO₂-Emissionen ohne Vorketten auf die Sektoren spiegelt im Wesentlichen die Verteilung des Endenergieverbrauchs auf die Sektoren wider mit dem GHD-Sektor als bedeutendstem Emittenten mit einem Anteil von 5.586 tCO₂ bzw. 54,6% an den direkten Emissionen, gefolgt von den privaten Haushalten (21%) und dem Verkehrsbereich (15,8%). Der Anteil der kommunalen Verwaltung lag etwas unter 9%. (vergleiche Abbildung 4-1 und Abbildung 4-5)

Betrachtet man die direkten CO₂-Emissionen des GHD-Sektors, ergibt sich das in Abbildung 4-6 gezeigte Bild. Über 80% der direkten Emissionen entfallen auf die Beherbergungsbetriebe.

²⁰ Es handelt sich hierbei nur um reine CO₂-Emissionen. Andere Treibhausgase wurden in dieser Studie nicht betrachtet.

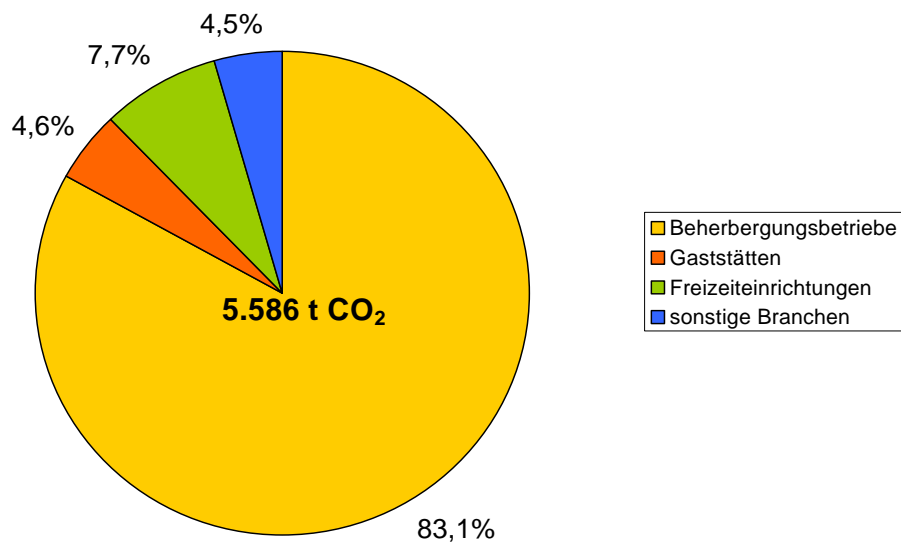


Abbildung 4-6: CO₂-Emissionen Juni 2008 (ohne Vorketten) GHD-Sektor nach Wirtschaftszweigen

Entsprechend ihrem Anteil am Endenergieverbrauch haben die tourismusbezogenen Wirtschaftszweige (Beherbergungsbetriebe + Gaststätten + Freizeiteinrichtungen) auch bei den direkten CO₂-Emissionen mit mehr als 95% den größten Anteil an den direkten CO₂-Emissionen des GHD-Sektors.

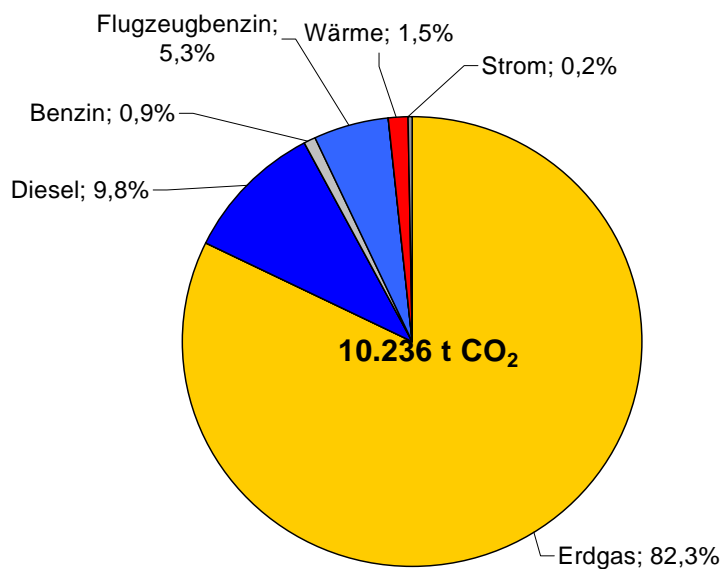


Abbildung 4-7: CO₂-Emissionen Juni 2008 (ohne Vorketten) nach Energieträgern

Betrachtet man den Beitrag der Endenergieträger zu den direkten CO₂-Emissionen, so entfallen mehr als 82% der Emissionen auf den Endenergieträger Erdgas. Dies übersteigt deutlich den Anteil des Erdgases am Endenergieverbrauch 2008 (64,9%, siehe Abbildung 4-2). Das ist darauf zurückzuführen, dass der auf Juist verbrauchte Strom fast keine direkten Emissionen in der betrachteten Region verursacht. Nur der KWK-Strom, für dessen Erzeugung Erdgas in BHKW-Anlagen auf Juist eingesetzt wird, schlägt sich in der Quellenbilanz mit einem Beitrag von 0,2% in der direkten CO₂-Emissionsbilanz nieder. Dementsprechend hoch ist damit der prozentuale Anteil des Erdgases an den direkten CO₂-Emissionen auf Juist.

4.3 CO₂-Bilanz mit Vorketten (Verursacherbilanz)

Der Energieverbrauch der Insel Juist verursacht nicht nur auf Juist selbst energiebezogene Emissionen, sondern löst durch die Bereitstellung und Lieferung der Endenergie auch andernorts CO₂-Emissionen aus. Dies wird durch die CO₂-Bilanz mit Vorketten berücksichtigt. Die dort verwendeten spezifischen CO₂-Emissionsfaktoren der Endenergieträger beinhalten auch die energiebezogenen CO₂-Emissionen der vorgelagerten Prozessketten wie Gewinnung des Energieträgers und Herstellung der hierfür erforderlichen Anlagentechnik. (siehe auch Kapitel 3.1.3).

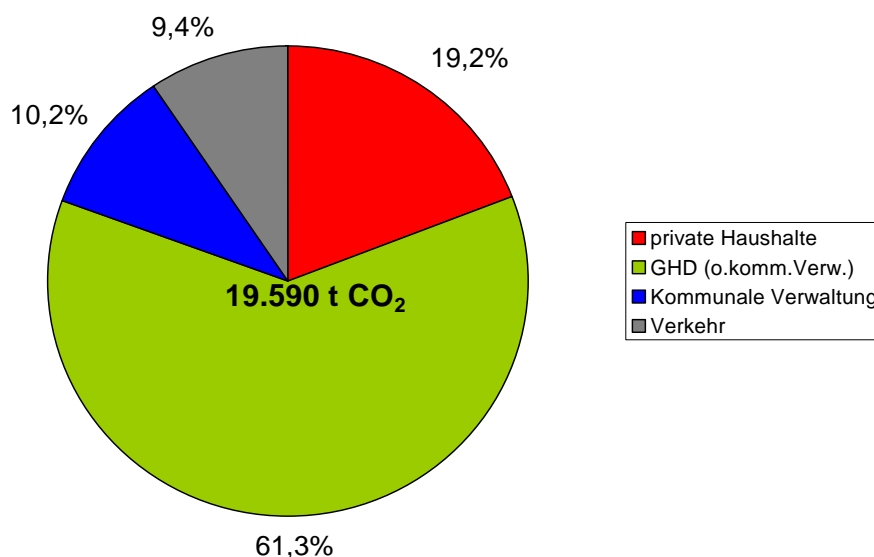


Abbildung 4-8: CO₂-Emissionen Juist 2008 (inkl. Vorketten) nach Sektoren

Die CO₂-Bilanz mit Berücksichtigung der Vorketten weist somit deutlich höhere CO₂-Emissionen auf als die Bilanz der direkten CO₂-Emissionen aus Kapitel 4.2.: In 2008 beliefen sich die durch den Verbrauch auf Juist und den Verkehr von und nach Juist

verursachten CO₂-Emissionen (Verursacherbilanz) auf insgesamt 19.590 t CO₂. Dies ist fast doppelt so viel wie die direkten CO₂-Emissionen der Quellenbilanz in Höhe von 10.236 t CO₂. (vergleiche Abbildung 4-5)

Der Unterschied zwischen diesen beiden Bilanzierungsarten wird besonders deutlich, wenn man die Zuordnung der CO₂-Emissionen inkl. Vorketten zu den Endenergieträgern in Abbildung 4-9 betrachtet und mit Abbildung 4-7 vergleicht.

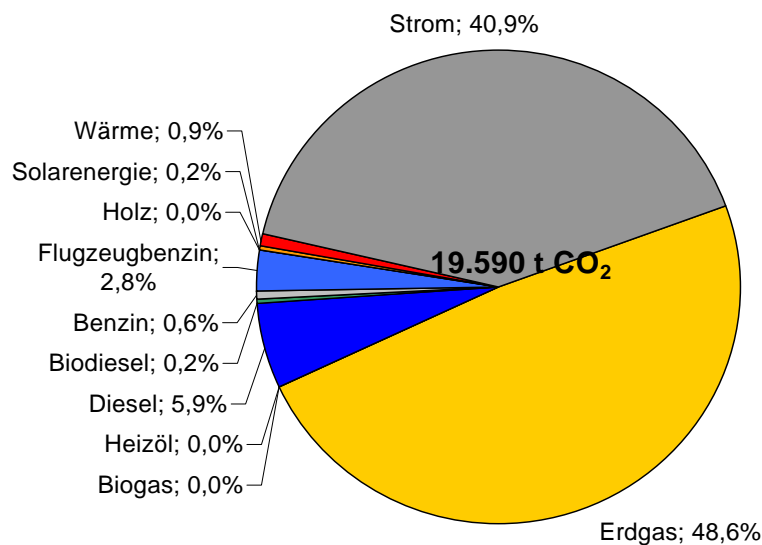


Abbildung 4-9: CO₂-Emissionen Juist 2008 (inkl. Vorketten) nach Energieträgern

In der Bilanz inkl. Vorketten liegt der Anteil des Erdgases nur bei 48,6%, während die direkten CO₂-Emissionen zu 82,3% auf Erdgas entfallen. Dies ist im Wesentlichen durch die unterschiedliche Bewertung der CO₂-Emissionen der Stromnutzung in der Quellen- und der Verursacherbilanz bedingt. Strom ist in der Quellenbilanz (nahezu) emissionsfrei (siehe Abbildung 4-5). In der Verursacherbilanz ist er dagegen für 40,9% der CO₂-Emissionen verantwortlich (siehe Abbildung 4-9), da seine Erzeugung mit hohem Energieaufwand insbesondere in den fossilen Kraftwerken verbunden ist.

Ein Aspekt der noch nicht in der Verursacherbilanz berücksichtigt werden konnte, ist der Bezug von Strom aus erneuerbaren Energiequellen. Zwar ist bekannt, dass die Gemeinde Juist ihren Strombedarf komplett durch Strom aus erneuerbaren Energiequellen deckt. Zu den anderen Verbrauchern auf der Insel liegen jedoch hierzu bislang keine Erkenntnisse vor.²¹

²¹ Der Anteil des auf Juist regenerativ erzeugten Stroms ist gering (< 0,5%). Bezug von Strom aus erneuerbaren Energiequellen konnte wegen unvollständiger Daten nicht berücksichtigt werden, sollte aber in Zukunft nach Möglichkeit berücksichtigt werden.

Der Beitrag der erneuerbaren Energien zu den CO₂-Emissionen liegt trotz Berücksichtigung der Emissionen in den Vorketten für Juist in 2008 nur bei 0,4%.

Betrachtet man die CO₂-Emissionen (inkl. Vorketten) durch Energieverbrauch im GHD-Sektor, so ergibt sich das in Abbildung 4-10 dargestellte Bild. Die durch den Energieverbrauch im GHD-Sektor verursachten Emissionen beliefen sich in 2008 auf 12.013 tCO₂. Den größten Anteil haben wiederum die Beherbergungsbetriebe. Ihr prozentualer Anteil ist aber geringer als bei der Bilanzierung ohne Vorketten, Dagegen weisen Gaststätten und sonstige Branchen bei Berücksichtigung der Vorketten doppelt so hohe prozentuale Anteile an den CO₂-Emissionen des GHD-Sektors auf wie in der Quellenbilanz (ohne Vorketten). Ursache hierfür ist der hohe Beitrag des (in der Quellenbilanz fast emissionsfreien) Stromes zur Versorgung dieser Wirtschaftszweige: Beherbergungsbetriebe: 50,5%, sonstige Branchen: 45%.²²

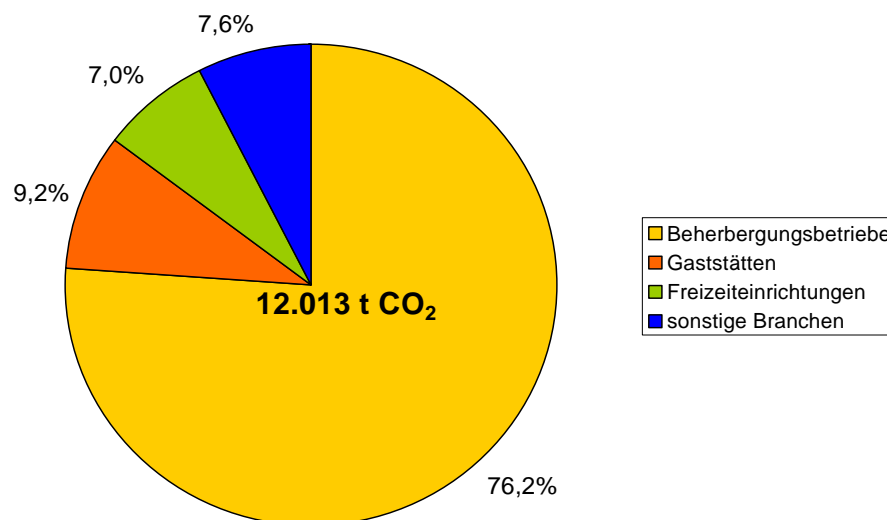


Abbildung 4-10: CO₂-Emissionen Juist 2008 (Inkl. Vorketten) GHD-Sektor nach Wirtschaftszweigen

²² Bei den sonstigen Branchen dominiert nach Auskunft von EWE der Einzelhandel.

4.4 Spezifische Energiekennzahlen Juist

Für den Vergleich mit anderen Urlaubsregionen sind der durchschnittliche Endenergieverbrauch und die durchschnittlichen CO₂-Emissionen je Übernachtung interessante Kennzahlen. In 2008 kamen 104.933 Gäste nach Juist und es wurden insgesamt 952790 Übernachtungen verzeichnet.²³ Verteilt man die auf Juist in 2008 in den tourismusbezogenen Wirtschaftszweigen (Beherbergungsbetriebe, Gaststätten, Freizeiteinrichtungen) genutzte Endenergie und die dadurch verursachten CO₂-Emissionen (inkl. Vorketten) auf die Zahl der Übernachtung, so entfallen auf jede Übernachtung ein Endenergieverbrauch von 37 kWh und CO₂-Emissionen von 12 kg CO₂. Berücksichtigt man, dass jeder Gast auch noch vom Festland auf die Insel gelangen muss und nimmt die Emissionen des Verkehrs hinzu, so beträgt der durchschnittliche Endenergieverbrauch pro Gastaufenthalt 402 kWh bei einer durchschnittlichen Aufenthaltsdauer von 9 Tagen. Jeder Gastaufenthalt verursachte damit CO₂-Emissionen von 123 kg CO₂.

Die Verteilung der gesamten Endenergie der touristisch geprägten Wirtschaftszweige auf die Übernachtungs- bzw. Gästezahl entspricht zwar nicht der Realität, da auch die Einwohner von Juist die entsprechenden Einrichtungen nutzen. Andererseits nutzen die Besucher der Insel auch Angebot der kommunalen Verwaltung und die Angebote der sonstigen Branchen, u.a. die des Einzelhandels. Die oben genannten Zahlen sind aber angesichts der Dominanz des Tourismuszweiges auf der Insel durch aussagefähige Orientierungsgrößen.

²³ In den Statistiken des Landesamtes für finden sich andere Zahlen: 89.015 Gäste und 589.664 Übernachtungen. Der Unterschied zu den von Juist erfassten Zahlen ist dadurch begründet, dass in der Statistik des LSKN nur Unterkünfte mit mehr als 9 Betten erfasst werden.

Literatur

- AGEE 2009 Erneuerbare Energien in Deutschland Das Wichtigste im Jahr 2008 auf einen Blick, Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energien – Statistik, April 2009
- BäderBau 2008 Meerwasser-Erlebnisbad Juist – Regenerative Energie auf dem Vormarsch, BäderBau 3/2008, S. 42–44
- BDEW 2009 Leitfaden „Stromkennzeichnung“, BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V
Download: [http://www.bdew.de/bdew.nsf/id/DE_Datenplattform_Stromkennzeichnung/\\$file/091103_Leitfaden%20SK%20%C3%9Cberarbeitung2009_03112009_bis%20BJ2009_Endfassung.pdf](http://www.bdew.de/bdew.nsf/id/DE_Datenplattform_Stromkennzeichnung/$file/091103_Leitfaden%20SK%20%C3%9Cberarbeitung2009_03112009_bis%20BJ2009_Endfassung.pdf)
Zugriff: 01.03.2010
- BINE 2002 Solare Luftsysteme, themeninfo II/02, BINE Informationsdienst, 2002
- BKWK 2005 Hinweise und Empfehlungen zur Ermittlung der spezifischen CO₂-Emissionen von aus KWK-Anlagen eingespeistem Strom im Rahmen der Stromkennzeichnungspflicht
Download:
http://www.bkwk.de/aktuelles/technik/Hinweise_Stromkennzeichnung.pdf, Zugriff: 08.02.2010
- BMWi 2010 Zahlen und Fakten – Energiedaten – Nationale und Internationale Entwicklung, Download:
<http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Energie/energiestatistiken.html>, Zugriff: 08.02.2010
- BSM, 2009 Bezirksschornsteinfegermeister Wolf, , Dezember 2009
- Büscher 2010 Energetische Sanierung des Meerwasserhallenbades Juist durch innovative Kombination von Solar- und Wärmepumpenanlagen, Büscher, C.-D., Wagenschein, D., Solar Energy Berlin, Februar 2010
- ECOREGION 2007 ECOREgion – Online-Plattform zur Bilanzierung- und Simulation für Energie und CO₂-Emissionen von Regionen, aktuellste spezifische Emissionsdaten: Jahr 2007

Literatur

- ECOSPEED 2009 ECORegion – Regionale Energie- und Treibhausgasbilanzierung, www.ecospeed.ch
- EWE Netz GmbH 2009a Netzdaten Strom-, Gas- und Wärmelieferung Insel Juist in 2008, persönliche Mitteilungen EWE, November 2009
- EWE Netz GmbH 2009b Daten zum Anteil BioErdgas10% an Lieferung Erdgas, persönliche Mitteilungen EWE, Dezember 2009
- EWE Netz GmbH 2010a Daten zur Netzeinspeisung aus EEG-Anlagen, Februar 2010
- EWE 2010b Bilanzierung Strombezug und Netzeinspeisung, persönliche Mitteilung EWE, Februar 2010
- GEMIS 4.5 Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme (GEMIS) Version 4.5
- Juist, 2009 Verbrauchsdaten Verkehr und Arbeitsgeräte, Verwaltung Juist, persönliche Mitteilungen, Dezember 2009
- LSKN 2010 Beherbergung im Reiseverkehr in Niedersachsen, LSKN-Online: Tabelle K7350001, Landesbetrieb für Statistik und Kommunikationstechnologie Niedersachsen Download: <http://www1.nls.niedersachsen.de/Statistik/html/mustertabelle.asp>, Zugriff: 04.02.2010
- Öko-Institut 2007 Endenergiebezogene Gesamtemissionen für Treibhausgase aus fossilen Energieträgern unter Einbeziehung der Bereitstellungsvorketten, Öko-Institut, August 2007
- Stehmeier, 2007 Stehmeier, D.: Struktur und Erneuerungsbedarf von Heizungsanlagen in Deutschland, in: Schornsteinfegerhandwerk 9/2007, S. 13-14
- UBA, NIR 2009 Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2007, Umweltbundesamt (UBA), April 2009
- UBA 2009 Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger – Durch Einsatz erneuerbarer Energien vermiedene Emissionen im Jahr 2007, Umweltbundesamt (UBA), Dezember 2009
- UBA 2010 Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix 1990–2007, Download: <http://www.umweltbundesamt.de/energie/archiv/co2-strommix.pdf>, Zugriff: 25.01.2010

Anhang

Tabelle A-1: Kennzahlen des Referenzblockheizkraftwerks und Daten für BHKW-Anlage Juist

	BHKW Referenzanlage	BHKW-Anlage Juist
Leistung	5,5 kW _{el}	unbekannt
Wirkungsgrad Stro- merzeugung	28%	wie Referenz
Wirkungsgrad Wär- meerzeugung	60%	wie Referenz
Gesamtwirkungsgrad	88%	wie Referenz
Stromerzeugung	22.000 kWh	23.500 kWh [EWE 2010a]
Wärmeerzeugung	48.000 kWh	51.343 kWh (Abschätzung)
Volllaststunden	4.000h	unbekannt
Gaseinsatz	79.500 kWh	85.036 kWh (Abschätzung)

Anhang

Sektor		Gase		Mineralöl				Holz	Solarenergie ***	Wärme	Strom ****	Summe
		Erdgas (Hu)	Biogas *	Diesel	Biodiesel **	Benzin	Flugzeugbenzin					
		(MWh)	(MWh)	(MWh)	(MWh)	(MWh)	(MWh)					
private Haushalte		10.462,7	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	474,7	0,0	200,1	2.114,8	13.254,0
Gewerbe/Handel/Dienstleistungen		31.350,5	0,0	106,9	13,1	6,1	0,0	0,0	1.487,8	538,6	10.679,1	44.182,1
davon	<i>Beherbergungsbetriebe</i>	22.726,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	276,6	6.270,0	29.272,5
	<i>Gaststätten</i>	1.209,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	64,5	1.299,6	2.573,1
	<i>Freizeiteinrichtungen</i>	2.144,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	570,3	0,0	551,3	3.266,3
	<i>Kommunale Verwaltung (o. Freizeiteinrichtungen)</i>	4.334,5	0,0	28,3	3,5	6,1	0,0	0,0	917,6	0,0	1.557,8	6.847,8
	<i>sonstige Branchen</i>	936,2	0,0	78,6	9,6	0,0	0,0	0,0	0,0	197,5	1.000,5	2.222,4
Verkehr		0,0	0,0	4.117,9	504,8	351,1	2.068,6	0,0	0,0	0,0	0,0	7.042,4
Summe		41.813,2	1,7	4.224,8	517,9	357,2	2.068,6	474,7	1.487,8	738,7	12.793,9	64.478,5

* Anteil in BioErdgas10

** Anteil gem. BMWI/AGEE 2008

*** Solarthermie + WP

**** inkl. Erzeugung auf Juist

Tabelle A-2: Endenergiebilanz Insel Juist 2008

Sektor		Gase		Mineralöl					Holz	Solarenergie ***	Wärme	Strom ****	Summe
		Erdgas	Biogas*	Heizöl	Diesel	Biodiesel **	Benzin	Flugzeugbenzin					
		(tCO ₂ /a)	(tCO ₂ /a)	(tCO ₂ /a)	(tCO ₂ /a)	(tCO ₂ /a)	(tCO ₂ /a)	(tCO ₂ /a)					
private Haushalte		2.108,9	0,0	0,0	0,0	0,000	0,0	0,0	0,0	40,3	4,6	2.153,9	
Gewerbe/Handel/Dienstleistungen		6.320,3	0,0	0,0	25,4	0,000	1,6	0,0	0,0	108,6	12,5	6.468,3	
davon	<i>Beherbergungsbetriebe</i>	4.581,6	0,0	0,0	0,0	0,000	0,0	0,0	0,0	55,8	6,4	4.643,7	
	<i>Gaststätten</i>	243,7	0,0	0,0	0,0	0,000	0,0	0,0	0,0	13,0	1,5	258,2	
	<i>Freizeiteinrichtungen</i>	432,4	0,0	0,0	0,0	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	432,4	
	<i>Kommunale Verwaltung (o. Freizeiteinrichtungen)</i>	873,8	0,0	0,0	6,7	0,000	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	882,1	
	<i>sonstige Branchen</i>	188,7	0,0	0,0	18,6	0,000	0,0	0,0	0,0	39,8	4,6	251,8	
Verkehr		0,0	0,0	0,0	977,2	0,000	91,0	545,9	0,0	0,0	0,0	1.614,1	
Summe		8.429,2	0,0	0,0	1.002,6	0,0	92,6	545,9	0,0	148,9	17,1	10.236,3	

* Anteil in BioErdgas10

** Anteil gem. BMWI/AGEE 2008

*** Solarthermie + WP

**** inkl. Erzeugung auf Juist

Tabelle A-3: CO₂-Emissionen Juist 2008 ohne Emissionen aus Vorketten

Sektor		Gase		Mineralöl					Holz	Solarenergie ***	Wärme	Strom ****	Summe
		Erdgas	Biogas *	Heizöl	Diesel	Biodiesel **	Benzin	Flugzeugbenzin					
		(tCO ₂ /a)	(tCO ₂ /a)	(tCO ₂ /a)	(tCO ₂ /a)	(tCO ₂ /a)	(tCO ₂ /a)	(tCO ₂ /a)	(tCO ₂ /a)	(tCO ₂ /a)	(tCO ₂ /a)	(tCO ₂ /a)	(tCO ₂ /a)
private Haushalte		2.380,1	0,0	0,0	0,0	0,000	0,0	0,0	4,9	0,0	45,5	1.325,2	3.755,8
Gewerbe/Handel/Dienstleistungen		7.133,1	0,0	0,0	29,4	1.015	2,0	0,0	0,0	37,2	122,5	6.679,3	14.004,6
davon	Beherbergungsbetriebe	5.170,8	0,0	0,0	0,0	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	62,9	3.920,5	9.154,2
	Gaststätten	275,1	0,0	0,0	0,0	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	14,7	812,8	1.102,6
	Freizeiteinrichtungen	488,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0,0	0,0	0,0	14,3	0,0	344,1	846,3
	Kommunale Verwaltung (o. Freizeiteinrichtungen)	986,2	0,0	0,0	7,8	0,269	2,0	0,0	0,0	22,9	0,0	972,3	1.991,5
	sonstige Branchen	213,0	0,0	0,0	21,6	0,747	0,0	0,0	0,0	0,0	44,9	629,6	909,9
Verkehr		0,0	0,0	0,0	1.133,5	39.122	114,0	545,9	0,0	0,0	0,0	0,0	1.832,4
Summe		9.513,3	0,0	0,0	1.162,9	40,1	115,9	545,9	4,9	37,2	168,1	8.004,4	19.592,8

* Anteil in BioErdgas10

** Anteil gem. BMWI/AGEE 2008

*** Solarthermie + WP

**** inkl. Erzeugung auf Juist

Tabelle A-4: CO₂-Emissionen Juist 2008 inkl. Emissionen aus Vorketten