



University of Applied Sciences

HOCHSCHULE
EMDEN-LEER

Treibhausgasbilanz der Hochschule Emden/Leer

Praxisbericht von
Hauke Hoops – 7014010
Sustainable Energy Systems

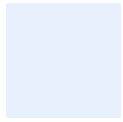
Praxisphase an der Hochschule Emden/Leer
im Bereich des Gebäudemanagements
vom 01.07.2023 bis 30.09.2023

Prüfer: Prof. Dr. -Ing. Iván Herráez
Betreuer: Dipl. -Ing. Andreas Poppinga



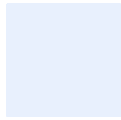
Inhalt

Inhalt	ii
Abbildungsverzeichnis	iii
Tabellenverzeichnis	4
Abkürzungsverzeichnis	5
1 Einleitung	6
2 Energie- und Treibhausgasbilanz	7
2.1 Energetische Infrastruktur	7
2.2 Daten und Fakten zur Universität	8
2.3 Treibhausgasbilanz	9
2.3.1 Systemgrenzen	9
2.3.2 Datengüte	10
2.3.3 Energiebilanz	11
2.3.3.1 Gasverbrauch	11
2.3.3.2 Stromverbrauch	13
2.3.3.3 Indikatoren Vergleich zu anderen Hochschulen	14
2.3.4 Alltagsmobilität	16
2.3.5 Fuhrpark	18
2.3.6 Abfall	18
2.3.7 Wasser	19
2.3.8 Beschaffungen und Material	20
2.3.9 Emissionen	20
3 Zusammenfassung	24
4 Literaturverzeichnis	25
5 Anhang	27



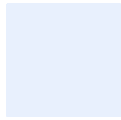
Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Jährlicher Gasverbrauch von 2017 bis 2022	11
Abbildung 2: Witterungsbereinigter spezifischer Gasverbrauch für Wärme über die Jahre 2020 bis 2022	12
Abbildung 3: Gesamtstromverbrauch in den Jahren 2017 bis 2022 aufgeteilt nach Stromquelle	13
Abbildung 4: Stromverbrauch pro Hochschulangehörigen an den Standorten Leer und Emden	13
Abbildung 5: Spezifischer Energieverbrauch pro Hochschulangehörigen an verschiedenen Hochschulen und Universitäten	15
Abbildung 6: Spezifischer Energieverbrauch pro qm an verschiedenen Hochschulen und Universitäten	16
Abbildung 7: CO ₂ -Emissionen über die Jahre 2020 bis 2022 dargestellt nach ihrem Scope	22
Abbildung 8: CO ₂ -Emissionen über die Jahre 2020 bis 2022 dargestellt nach ihrem Sektor	23
Abbildung 9: Gesamtemissionen aufgeteilt nach Sektoren an der Hochschule Emden/Leer für die Jahre 2020 bis 2022	30



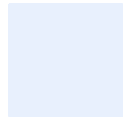
Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Studierende, Angestellte und Größe der Hochschule Emden/Leer	8
Tabelle 2: Datenquelle und Datengüte für die Verbräuche der Hochschule Emden/Leer	10
Tabelle 3: Statistiken und Zahlen zum Energieverbrauch verschiedener niedersächsischer Universitäten und Hochschulen	14
Tabelle 4: Abstandsverteilung des Wohnortes zum Studienort für Studierende und Angestellte	17
Tabelle 5: Gefahrene Kilometer und Emissionen des Fuhrparks	18
Tabelle 6: Abfallart und Menge am Campus Emden	19
Tabelle 7: Trink- und Abwasser an der Hochschule Emden/Leer	19
Tabelle 8: Papierverbrauch an der Hochschule Emden/Leer über die Jahre 2020 bis 2022	20
Tabelle 9: CO ₂ -Äquivalenzfaktor verschiedener Quellen	20
Tabelle 10: Stromerzeugung in kWh von den verschiedenen Quellen über die Jahre 2017 bis 2022	27
Tabelle 11: Gasverbrauch in kWh über die Jahre 2017 bis 2022	27
Tabelle 12: Berechnung des Gasverbrauchs für Wärme mithilfe der Carnot-Methode [kWh]	28
Tabelle 13: Witterungsbereinigter Gasverbrauch für Wärme über die Jahre 2020 bis 2022	29
Tabelle 14: Witterungsbereinigter Wärmebedarf über die Jahre 2020 bis 2022	29



Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
THG	Treibhausgase sind nach dem Kyoto-Protokoll definiert als CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, F-Gase
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CO ₂ -Äq.	Kohlenstoffdioxid Äquivalent wird als Vereinfachung für alle Treibhausgase verwendet
BHKW	Blockheizkraftwerk
PV	Photovoltaik
WKA	Windkraftanlage
kg / t	Gewichtseinheit (Kilogramm / Tonne)
kW / MW	Leistungseinheit (Kilowatt/Megawatt)
kWh /MWh	Energieeinheiten (Kilowattstunde / Megawattstunde)
Pkm	Personenkilometer sind eine Kennzahl für die Transportleistung von Personen



1 Einleitung

Die Herausforderungen des 21. Jahrhunderts erfordern eine verstärkte Aufmerksamkeit für Umweltschutz und Nachhaltigkeit. Angesichts der globalen Erderwärmung in Höhe von bereits 1,1°C spielt die Reduzierung von Treibhausgasemissionen eine zentrale Rolle in den Bemühungen, das Pariser Klimaschutzabkommen einzuhalten und unseren Planeten für kommende Generationen zu erhalten (Deutsche IPCC-Koordinierungsstelle, 2023). Im Kontext dieser Notwendigkeit wurden bereits auf Bundes- und Landesebene Gesetze beschlossen, die Ziele für die Reduktion von Treibhausgasemissionen feststellen. Besonders Liegenschaften des Landes werden darin besonders herausgestellt. Die Hochschule Emden Leer ist eine Bildungseinrichtung des Landes Niedersachsen und ist somit zur Reduzierung von Emissionen verpflichtet. Der erste Schritt ist dabei die bisherigen Emissionen in Form einer Treibhausgasbilanz zu erstellen.

Die Treibhausgasbilanz einer Institution, wie der Hochschule Emden Leer, umfasst eine umfassende Bewertung der Menge an Treibhausgasen, die durch die verschiedenen Aktivitäten und Prozesse der Hochschule freigesetzt werden. Hierzu zählen nicht nur die direkten Emissionen aus Heizungs- und Energieanlagen, sondern auch indirekte Faktoren wie die Beschaffung von Ressourcen, die Mobilität von Studierenden und Mitarbeitenden sowie der Energieverbrauch in der gesamten Hochschulinfrastruktur. Eine transparente und umfassende Treibhausgasbilanzierung ermöglicht es der Hochschule, den eigenen ökologischen Fußabdruck zu verstehen und gezielte Maßnahmen zur Emissionsreduktion zu planen.

Die Treibhausgasbilanz ist nur ein weiterer Schritt in einem langfristigen Prozess zur Förderung einer nachhaltigen und umweltbewussten Hochschulkultur. Sie legt den Grundstein für die Entwicklung eines integrierten Klimaschutzkonzepts, welches durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) an der Hochschule gefördert wird.



2 Energie- und Treibhausgasbilanz

In diesem Kapitel wird der Gesamtzustand der Hochschule Emden/Leer im Hinblick auf die verursachten CO₂-Emissionen und deren Quellen analysiert. Zunächst erfolgt eine Beschreibung der vorhandenen Infrastruktur, bevor die Energie- und Treibhausgasbilanz erstellt wird. Die Aussagen der Treibhausgas-Bilanz stützen sich auf Daten aus den Jahren 2020 bis 2022, wobei besonders das Jahr 2022 im Fokus steht. In diesem Jahr sind die pandemiebedingten Veränderungen im Vergleich zu den Vorjahren weniger stark ausgeprägt. Gleichzeitig bieten die aktuellen Daten die Möglichkeit, kontinuierliche Veränderungen im Verhalten der Studierenden, Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sowie der Professorinnen und Professoren hinsichtlich mobiler Arbeit oder Online-Lehre angemessen zu berücksichtigen.

2.1 Energetische Infrastruktur

Die Hochschule Emden/Leer besitzt einen Campus am Standort Emden und zwei Campusse am Standort Leer. Diese sind zum einen der Maritime Campus und zum anderen der Business Campus Leer.

Neben einem Netzanschluss für Strom, Wasser und Gas hat der Campus Emden auch eigene Erzeugungsanlagen, welche Strom produzieren. Bereits seit Mitte der 1990er Jahre ist eine Windkraftanlage am Campus Emden mit einer Leistung von 100 kW vorhanden und auch eine Photovoltaikanlage mit 40kWp Gesamtleistung ist seit dem Sommer 2018 installiert. Ein Ausbau der Photovoltaik auf insgesamt knapp 500kW Leistung auf den Dächern der Gebäude in Emden ist für das Jahr 2023 vorgesehen. Am Maritimen Campus in Leer ist ebenfalls die Errichtung von Photovoltaikanlagen in der Planung, sodass auch dort zeitnah mit einer Reduzierung des Strom-Netzbezuges gerechnet werden kann.

Im Dezember 2016 wurde ein Blockheizkraftwerk (BHKW) zur Wärme- und Stromgewinnung aus Erdgas in Betrieb genommen. Mit seiner elektrischen Leistung von 101 kW und Wärmeleistung von etwa 114 kW trägt es erheblich zur Grundlastdeckung der Hochschule am Campus Emden bei.

Ein wichtiger Teil dieser Arbeit wurde durch die Sammlung der Erzeugungs- und Verbrauchsdaten in einer Datenbank ermöglicht. Dabei werden neben der erzeugten Leistung auch Wetterdaten und gebäudespezifische Verbrauchsleistungen gespeichert.

2.2 Daten und Fakten zur Universität

Um zunächst eine Übersicht über die Hochschule zu geben, werden zunächst einige grundlegenden Daten in Tabelle 1 aufgezeigt.

Tabelle 1: Studierende, Angestellte und Größe der Hochschule Emden/Leer

	2020		2021		2022	
<i>Studierende</i> ¹	3.989		4.121		3.883	
<i>davon in</i>	Emden: 3675	Leer: 314	Emden: 3806	Leer: 315	Emden: 3571	Leer: 312
<i>Angestellte VZÄ</i> ²	396,36		409,68		406,15	
<i>davon in</i>	Emden: 354,44	Leer: 41,92	Emden: 366,35	Leer: 43,33	Emden: 363,19	Leer: 42,96
<i>Energiebezugsfläche</i> ³	45.276,06 m ²					
<i>davon in</i>	Emden: 40.842,56 m ²			Leer: 4.433,5 m ²		

¹Quelle: „Amtliche Studierenden Statistik“: SoSe2020 bis SoSe2022

² Quelle: Personaldaten zum Stichtag 31.12. – VZÄ: Vollzeitäquivalente – Standortbasierte Daten für den Standort Leer beruhen auf Hochrechnungen aus dem Jahr 2021 und setzten sich zusammen aus: Angestellte für den Fachbereich Seefahrt und Maritime Wissenschaften (29,13) + Anteil in der Organisation (8,2) + Anteil des Fachbereichs Wirtschaft (6)

³ Für Campus Emden Maritime Campus Leer anhand Bauplänen errechnet (Netto-Raumfläche Emden: 55.425 m², Abgezogen Keller und Dachböden: 14.583 m²; Maritime Campus Leer: 2992,5 m²) und für Business Campus Leer aus Mietverträgen abgelesen (1441 m²)



2.3 Treibhausgasbilanz

Im nachfolgenden Kapitel wird die Treibhausgasbilanz der Fachhochschule für die Jahre 2020 bis 2022 dargestellt. Dabei werden erst die Systemgrenzen aufgezeigt (Kapitel 2.3.1), dann die Datengüte (Kapitel 2.3.2) und die gesammelten Daten gezeigt (Kapitel 2.3.3 bis 2.3.8) und anschließend die daraus resultierenden Emissionen (Kapitel 2.3.9) dargestellt.

2.3.1 Systemgrenzen

Die Energie- und Treibhausgasbilanz der Hochschule Emden/Leer bildet den Ausgangspunkt für das Integrierte Klimaschutzkonzept und die entwickelten Potenziale und Maßnahmen. Durchgeführt wird die Treibhausgasbilanz nach dem internationalen Standard des GHG Protocols (*Greenhouse Gas Protocol*, dt. „Treibhausgasprotokoll“).

Es werden drei "Scopes" (Scope 1, Scope 2 und Scope 3) definiert, um direkte und indirekte Emissionen zu unterscheiden und die Berichterstattung von Treibhausgasen transparenter zu machen. Scope 1 umfasst direkte Emissionen durch Primärenergieverbrauch, die vom Unternehmen selbst kontrolliert werden. Scope 2 bezieht sich auf indirekte Emissionen, die durch einen Energiebezug entstehen. Scope 3 deckt alle anderen indirekten Emissionen ab, die durch Aktivitäten des Unternehmens verursacht werden, aber nicht von ihm kontrolliert werden.

Die Hochschule Emden/Leer verfügt neben den drei Campussen auch über zusätzlich angemietete Verwaltungs- und Lehrräume, welche in den Vergleichsjahren eine Gesamtfläche zwischen 912 bis 1.019 m² umfasst. Diese werden im weiteren Verlauf aufgrund mangelnder Datenlage nicht betrachtet. (unter dem Punkt „Sonstige“ zusammengefasst.)

Alle Gebäude besitzen mindestens einen Stromanschluss und einen Gasanschluss. Scope 1 betrachtet die direkten Emissionen vom BHKW und den vorhandenen Gasthermen ebenso, wie die Emissionen von den vorhandenen PKWs.

Für Scope 2 wird der Strombezug der eigenen Liegenschaften aufgelistet und mit den Emissionsfaktoren des Bundesstrommixes multipliziert.

Für Scope 3 werden alle Emissionsquellen betrachtet, für die Daten vorliegend sind. Mögliche Bereiche dafür sind Alltagsmobilität, Dienstreisen, Abfall, Trink- und Abwasser und Materialkonsum an der Hochschule Emden/Leer.

Ein weiterer Bereich wäre noch die Hochschulgastronomie. Diese unterliegt jedoch dem Studentenwerk Oldenburg und wird im Umfang der Treibhausgasbilanz der Hochschule nicht erfasst.

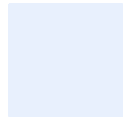
2.3.2 Datengüte

Zur Bestimmung der Datengüte empfiehlt es sich, das Vorgehen aus dem „Praxisleitfaden für Kommunalen Klimaschutz“ zu verwenden. Dabei sollte für jeden Energieträger und den entsprechenden Verbrauch eine Datengüte festgelegt werden. Die Zuteilung der Datengüte basiert auf der Datenquelle und erfolgt nach folgenden Kriterien:

- Datengüte A (Hochwertige Primärdaten der Hochschule)
- Datengüte B (Hochrechnung basierend auf hochwertigen Primärdaten der Hochschule)
- Datengüte C (Regionale Kennwerte und Statistiken)
- Datengüte D (Bundesweite Kennzahlen)

Tabelle 2: Datenquelle und Datengüte für die Verbräuche der Hochschule Emden/Leer

Datenquelle	Inhalt	Datengüte
Energieversorger	Netzbezug von Strom und Gas	A
Eigene Erhebung	Energieerzeugung von PV, WKA, BHKW	A
Umfrage der Hochschule	Entfernung von Wohnort und Wohnsitz von Hochschulangehörigen	B
Fahrtenbücher	Anzahl gefahrener Kilometer der Dienstflotte	A
Grundversorger	Restmüll, Abwasser, Trinkwasser	A
Hochschulrechenzentrum	Papierverbrauch	A,B



2.3.3 Energiebilanz

Die Hochschule Emden/Leer bezieht Energie in Form von Strom und Gas. Des Weiteren produziert die Hochschule Emden/Leer am Campus Emden mithilfe von einem BHKW, einer Windkraftanlage und einer Photovoltaik-Anlage Strom. Im folgenden Kapitel werden die Energieflüsse aufgezeigt.

2.3.3.1 Gasverbrauch

In Abbildung 1 wird der Gasverbrauch der Jahre 2020 bis 2022 für den Campus Emden und für den Maritimen Campus Leer dargestellt. Für den Business Campus Leer liegen keine Verbrauchsdaten vor.

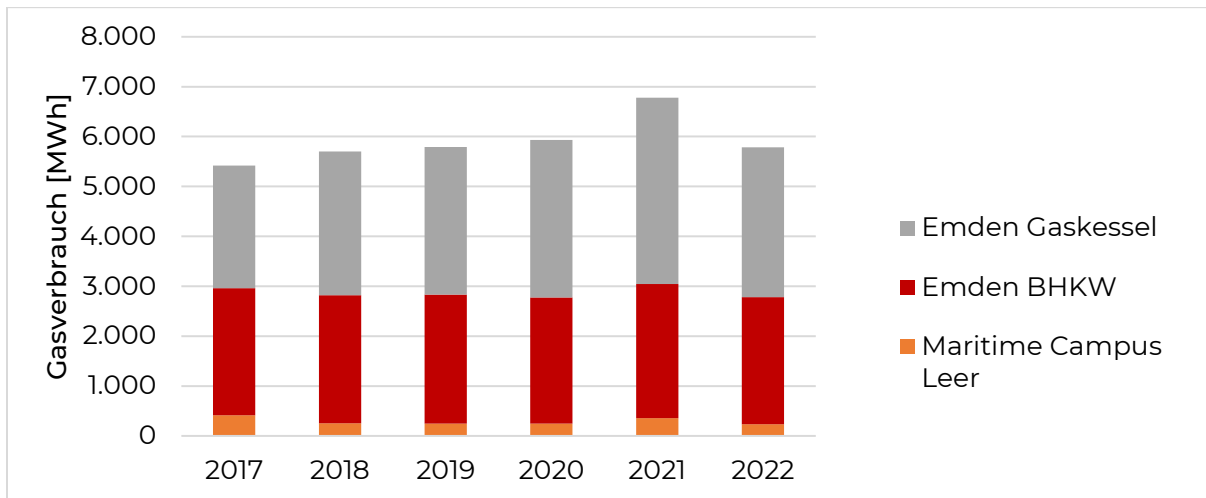


Abbildung 1: Jährlicher Gasverbrauch von 2017 bis 2022

Zu erkennen ist, dass das Gas zum größten Teil am Campus Emden bezogen wird (gemittelt 95%). Der Campus macht aber mit 40.842 m² Energiebezugsfläche auch 93% der Fläche aus. Der spezifische Verbrauch liegt am Campus Emden somit gemittelt bei 137 kWh/(m²*a) und am Campus Leer bei 98 kWh/(m²*a). Am Campus Emden gibt es ein BHKW, welches neben Wärme auch Strom produziert. Teilt man mithilfe der Carnot-Methode den Anteil des Gases auf Strom- und Wärmeproduktion auf, ergibt sich ein neuer Gasverbrauch für die Wärmeproduktion am Campus Emden. Der witterungsbereinigte, spezifische Gasverbrauch pro m² Energiebezugsfläche für Wärmeproduktion ist in Abbildung 3 dargestellt.

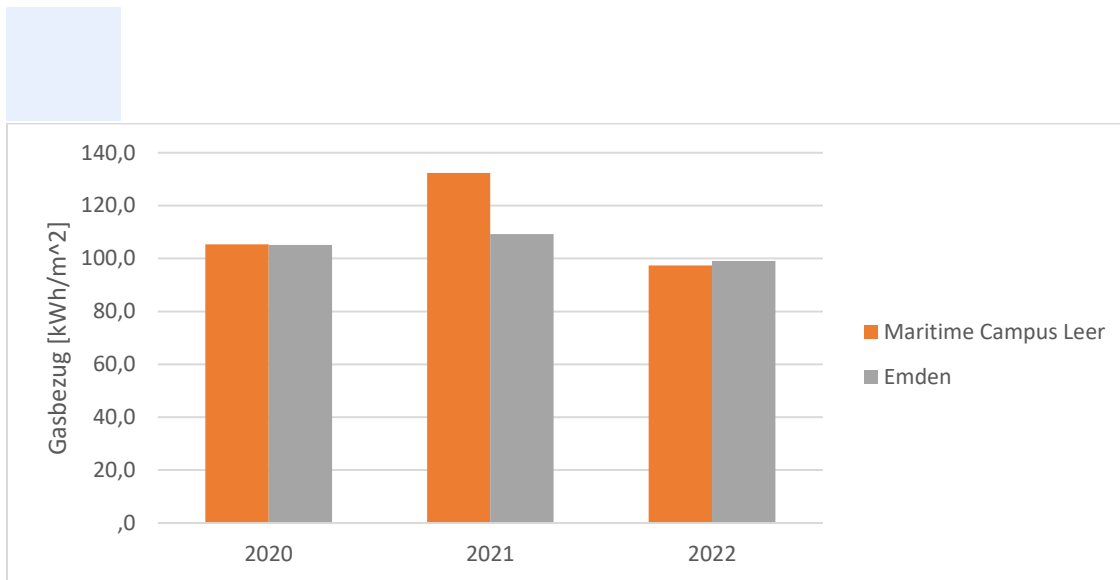
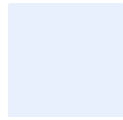


Abbildung 2: Witterungsbereinigter spezifischer Gasverbrauch für Wärme über die Jahre 2020 bis 2022

Sowohl am Campus Emden als auch am Campus Leer ist der Gasverbrauch über die drei Jahre zunächst gestiegen und daraufhin unter das Niveau von 2020 gefallen. Das Mittel über die drei Jahre beträgt für den Campus in Emden 105 kWh/(m²*a) und für den Standort in Leer 112 kWh/(m²*a). Zum Vergleich dazu gibt es vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz der Bundesrepublik Deutschland Energieverbrauchskennwerte für Nichtwohngebäude. Dabei haben Hochschulen einen Teilenergiekennwert von 66,5 kWh/(m²*a). Dieser ist je nach Größe des Gebäudes mit einem Faktor zu multiplizieren. Am Standort Leer beträgt dieser Faktor 1,0805. Somit liegt der spezifische Gebäudeenergiekennwert mit 71,85 kWh/(m²*a) leicht unter dem realen Verbrauch von 112 kWh/(m²*a). Für den Campus Emden beträgt der Faktor aufgrund der größeren Fläche 0,73 und der Verbrauchenergiekennwert liegt mit 48,7 kWh/(m²*a) deutlich unter dem realen Verbrauchswert.



2.3.3.2 Stromverbrauch

Der absolute Stromverbrauch für die beiden Standorte ist in Abbildung 3 zu sehen.

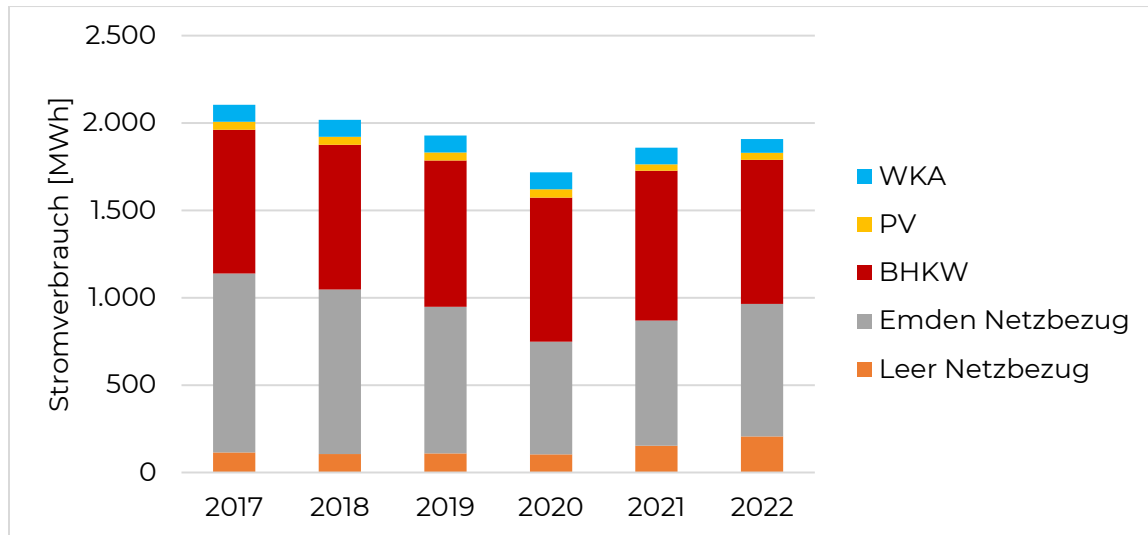


Abbildung 3: Gesamtstromverbrauch in den Jahren 2017 bis 2022 aufgeteilt nach Stromquelle

Insgesamt liegt der Stromverbrauch am Campus Emden anteilig bei 92%. Es ist zu erkennen, dass etwa die Hälfte des Stroms durch das Blockheizkraftwerk erzeugt wird. Die Photovoltaik-Anlage produziert mit 36.000 bis 46.000 kWh etwa 2-3% und die Windkraftanlage produziert zwischen 77.000 und 97.000 kWh etwa 5-6% des Gesamtstromverbrauchs. Die verbleibenden 40-45% werden durch Strombezug des Netzes gedeckt.

In Abbildung 4 werden die spezifischen Stromverbräuche pro Person gezeigt.

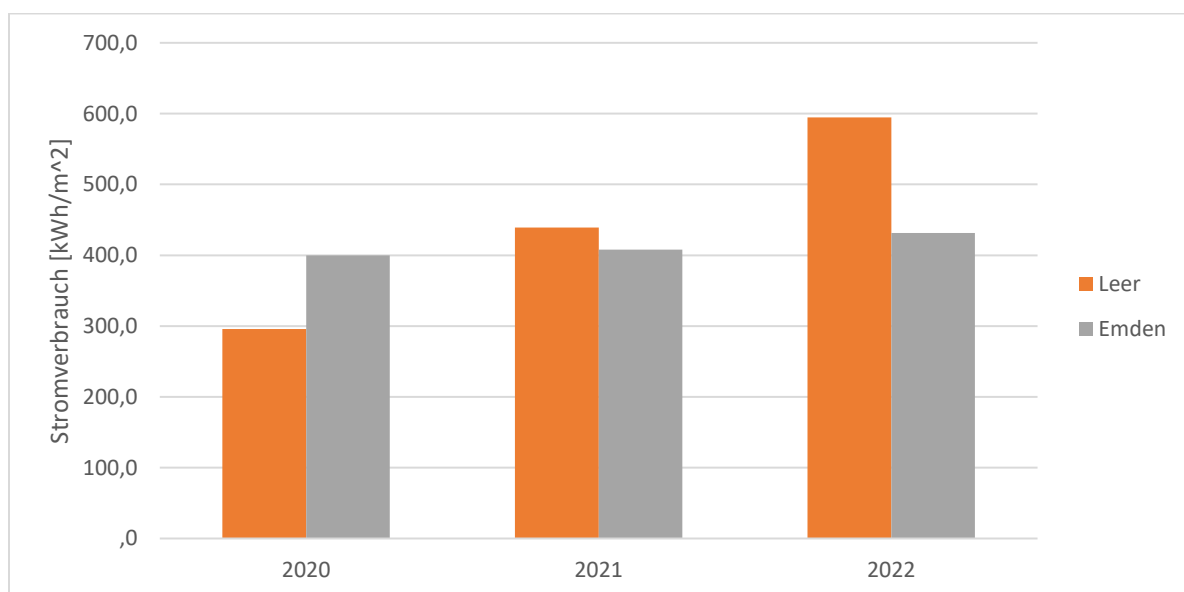


Abbildung 4: Stromverbrauch pro Hochschulangehörigen an den Standorten Leer und Emden

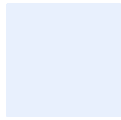
Sowohl am Campus in Emden als auch am Standort in Leer steigt der Stromverbrauch pro Kopf an. In Leer hat sich der Stromverbrauch etwa verdoppelt. Der spezifische Stromverbrauch pro m² liegt in Emden im Mittel bei 41 kWh/m² und in Leer bei 35 kWh/m².

2.3.3.3 Indikatoren Vergleich zu anderen Hochschulen

Um eine angemessene Bewertung vorzunehmen, ist es sinnvoll, einen Vergleich zu anderen Hochschulen herzustellen, was im folgenden Abschnitt erläutert wird.

Tabelle 3: Statistiken und Zahlen zum Energieverbrauch verschiedener niedersächsischer Universitäten und Hochschulen

	Jahr	Hochschul- angehörige	Fläche in m ²	Strom MWh	Wärme MWh	Quelle
Hochschule Emden/Leer	2022	4.289	45.276	1907	4.316	-
Technische Universität Braunschweig	2021	23.970	400.000	25.000	32.000	(Betrieb, 2023)
Georg-August- Universität Göttingen	2020	35.000	600.000	45.600	60.600	(Werkbericht Gebäudemanagement, 2021)
Leibniz Universität Hannover	2021	34.636	347.928	50.449	52.537	(Integriertes Klimaschutzkonzept 2023)
Leuphana Universität Lüneburg	2020	10.918	59.334	2.397	6.823	(Nachhaltigkeitsbericht 2022)
Universität Vechta	2019	5.411	22.217	1.100	3.000	(Nachhaltigkeitsbericht 2020)
Hochschule Osnabrück	2018	15.562	k.A.	7.485	14.255	(Klimaschutzbericht 2019)
Carl von Ossietzky Universität Oldenburg	2020	18.712	k.A.	17.369	29.109	(Integriertes Klimaschutzkonzept, 2022)



Die Universitäten und Hochschulen variieren stark in ihren Studierenden- und Mitarbeiterzahlen sowie in ihren Profilen und Gebäudetypologien und Fachbereichen. In Tabelle 3 sind die Größen- und Verbrauchswerte niedersächsischer Hochschulen und Universitäten zu sehen.

Die Vergleichswerte dienen daher eher als Orientierung, um die Hochschule Emden/Leer im Kontext anderer Hochschulen einzuordnen, anstatt als echter Bewertungsmaßstab zu dienen. Die betrachteten Werte basieren oft auf verschiedenen Datenquellen, was zu weiteren Ungenauigkeiten führt. Zum Beispiel wurde der Wärmeverbrauch bei den Universitäten unterschiedlich angegeben. Einige verwendeten den Wärmeverbrauch andere den Gasverbrauch für die Wärmebereitstellung.

Auch bleibt zum Teil unklar, welche Art von Fläche für die spezifischen Energieverbrauchswerte herangezogen wurde. Im Fall der Hochschule Emden/Leer ist die Energiebezugsfläche die maßgebende Größe.

Folglich sind in Abbildung 5 die spezifischen Verbräuche pro Hochschulangehörigen und in Abbildung 6 die spezifischen Verbräuche pro Quadratmeter dargestellt.

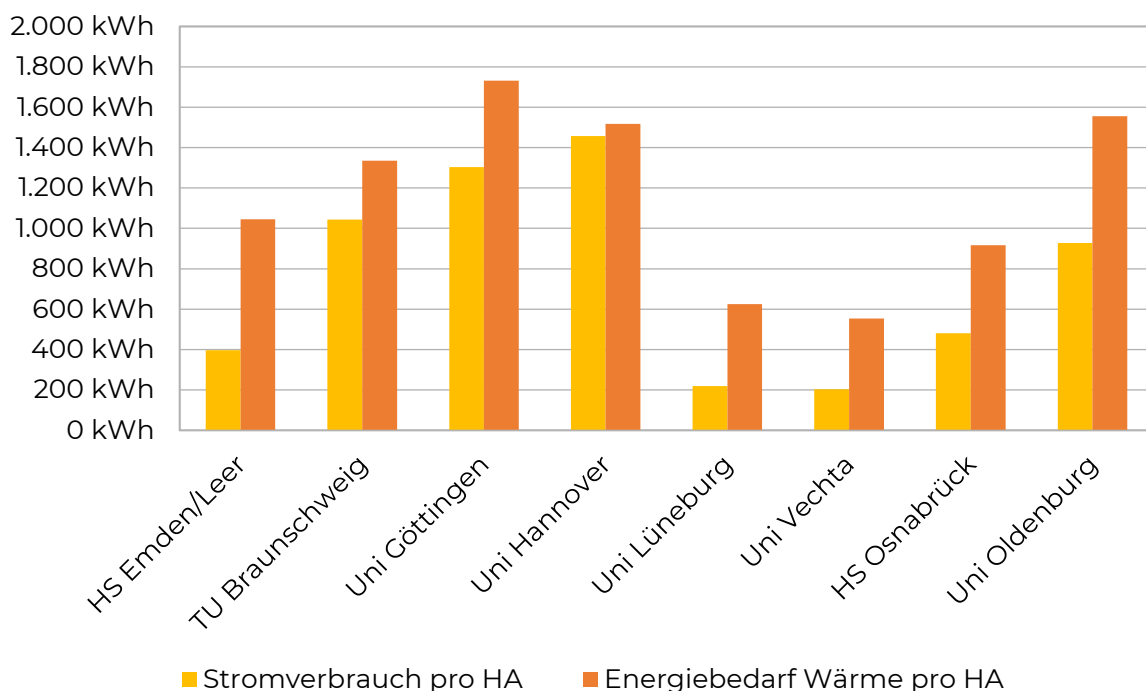


Abbildung 5: Spezifischer Energieverbrauch pro Hochschulangehörigen an verschiedenen Hochschulen und Universitäten

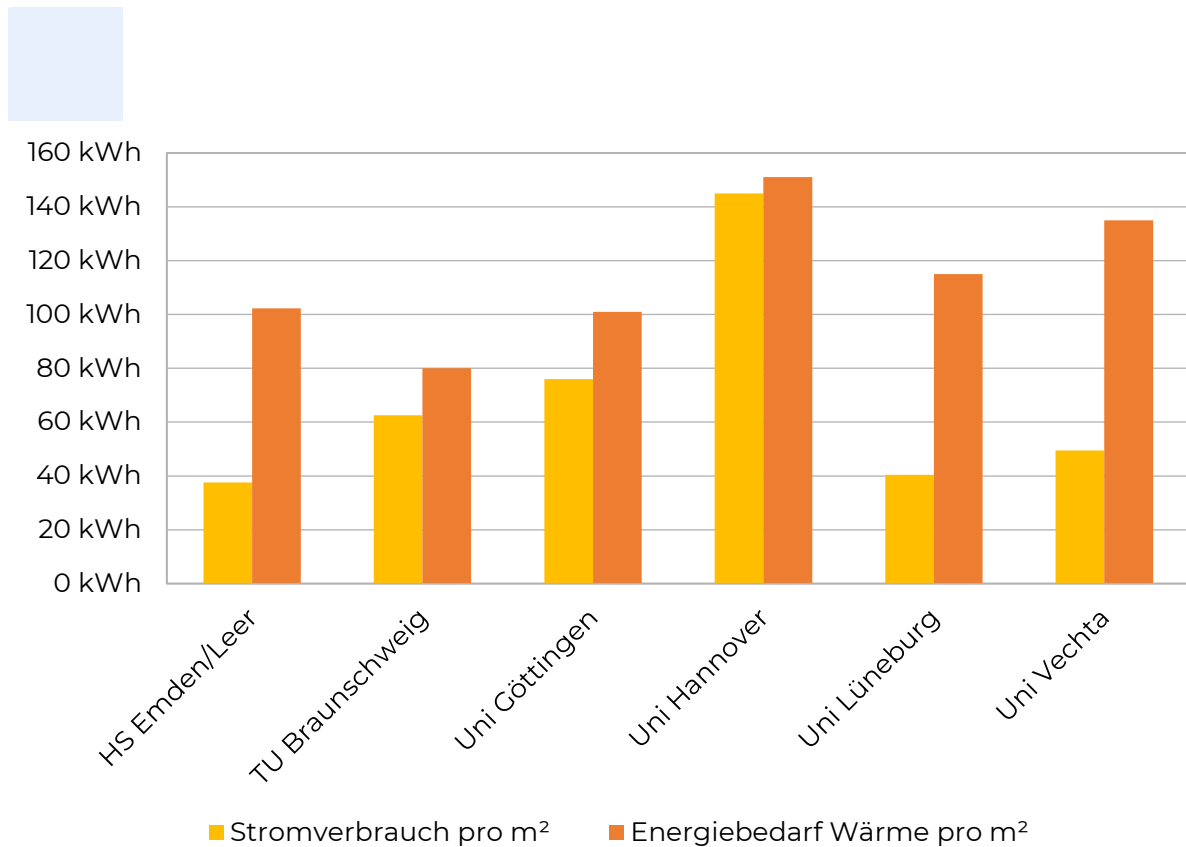


Abbildung 6: Spezifischer Energieverbrauch pro qm an verschiedenen Hochschulen und Universitäten

Insgesamt variieren die spezifischen Verbräuche wie vorher angenommen deutlich. Die Hochschule Emden/Leer liegt besonders beim Verbrauch pro Fläche an der ersten Stelle für den spezifischen Stromverbrauch von den hier verglichenen Hochschulen. Für den spezifischen Verbrauch pro Hochschulangehörigen liegt die Hochschule Emden/Leer in der besseren Hälfte mit dem doppelten Verbrauch des Spitzenreiters Universität Vechta. Dies lässt sich darauf zurückführen, dass diese etwa dieselbe Anzahl an Hochschulangehörigen aufweist aber nur etwa die Hälfte der Fläche. Ähnliches gilt für die Universität Lüneburg. Hier gibt es nur etwas mehr Fläche als an der Hochschule Emden/Leer, jedoch gibt es etwa die doppelte Menge an Hochschulangehörigen.

2.3.4 Alltagsmobilität

Besonders in ländlichen Regionen, in denen öffentliche Verkehrsanbindungen oft weniger dicht sind und die Alltagsmobilität häufig auf individuellen Verkehrsmitteln basiert, sind die Auswirkungen auf die Treibhausgasbilanz deutlich spürbar.

Die Hochschule Emden/Leer, die in einer solchen ländlichen Region angesiedelt ist, steht vor der Herausforderung, die Umweltauswirkungen

ihrer Alltagsmobilität zu bewerten und nachhaltige Lösungen zu finden. Die An- und Abreise der Studierenden, Dozierenden und Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sowie die innerstädtische Mobilität haben direkte Auswirkungen auf die Treibhausgasbilanz der Hochschule und prägen ihr Bild als nachhaltige Institution.

Aus der allgemeinen Studierendenbefragung über das Verkehrsverhalten aus dem Frühjahr 2023 ging hervor, dass etwa 59,89% der Studierenden während des Semesters am Studienort wohnen. Die Entfernung des Wohnorts für die, die außerhalb des Studienortes wohnen, und die daraus resultierenden zu fahrenden Kilometer sind in Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4: Abstandsverteilung des Wohnortes zum Studienort für Studierende und Angestellte

Entfernung	Häufigkeit		Studierende	Km/Tag	Angestellte	km/Tag
	in %					
Am Studienort	59,89		2326	0	243	0
0-20 km	3,23		126	2.512	13	263
21-50 km	18,98		737	51.581	77	5.395
51-100 km	14,23		553	82.898	58	8.671
100 – 300 km	3,02		117	46.892	12	4.905
>300 km	0,65		25	15.072	3	1.577

Die Anzahl an Personen stehen dabei nicht für die Anzahl der Umfrageteilnehmenden, sondern sind auf die 4289 Hochschulangehörigen im Jahr 2022 hochgerechnet. Zu beachten ist dabei, dass die Zielgruppe der Umfrage Studierende ab dem 2. Semester sind und dass diese Zahlen für die Angestellten übernommen wurden.

Insgesamt werden also an jedem Tag, wo eine Hochschulpräsenz für Studierende erforderlich ist, 198.954 km zurückgelegt und an jedem Tag für Angestellte 20.810 km. Es wird angenommen, dass Studierende im Durchschnitt dreimal pro Woche zur Hochschule kommen und die Vorlesungen in 30 Wochen des Jahres stattfinden. Zusammen mit 20

schriftlichen Prüfungen ergeben sich 110 Tage pro Jahr. Angestellte hingegen werden aufgrund von Urlaub, mobilem Arbeiten und Feiertagen mit 184 Arbeitstagen vor Ort berechnet.

Im Jahr 2022 ergibt sich somit eine Gesamtfahrstrecke von 23.809.286 km, was einer durchschnittlichen Fahrstrecke von 5551 km pro Person und Jahr entspricht. Da die Jahre 2020 und 2021 massiv von den Maßnahmen zur Pandemiebekämpfung beeinflusst waren und es noch keine Umfragewerte aus der gesamten Studierendenschaft gibt, werden hier keine Aussagen über das Verkehrsverhalten in der Zeit getroffen.

2.3.5 Fuhrpark

Die Hochschule besitzt sieben Personenkraftwagen. Für das Jahr 2022 wurden über die Zählerstände die gefahrenen Kilometer von fünf Personenkraftwägen begutachtet und in Tabelle 5 zusammengefasst.

Tabelle 5: Gefahrene Kilometer und Emissionen des Fuhrparks

Auto	Spezifische CO ₂ -Emissionen [g/km]	Kilometer [km]	Direkte CO ₂ -Emissionen [kg]
E-Passat B8	30	10.019	301
Audi A6	164	15.516	2.545
Passat B8	120	21.325	2559
ID 3	0	1.871	0
Bulli LuB	185	8.370	1.548

2.3.6 Abfall

An der Hochschule Emden/Leer werden zu großen Teilen Papier- und Restmüll verursacht. Allerdings fallen auch erhebliche Mengen an Chemikalienabfälle sowie geringe Mengen von Elektroschrott, Batterien, Glas, Tonerkartuschen, Styropor, Sperrmüll, Textilreste, Altöl, Leuchtmittel und verschiedene Metalle an.

Der Restmüll wird am Campus Emden in acht Restmüllcontainern mit einem Fassungsvermögen von je 1.100 Litern wöchentlich vom Abfallwirtschaftsbetrieb der Stadt Emden abgeholt. Papiermüll wird ebenfalls in neun dieser Container gesammelt und daraufhin wöchentlich abgeholt.

Die Mengen für den Restmüll im Jahr 2020 wurden gewogen und betragen 19.515 kg. Für andere Stoffreste ergeben sich die Mengen aus Tabelle 6.

Tabelle 6: Abfallart und Menge am Campus Emden

Abfallart	Menge	Kommentar
Restmüll	2020: 19.515 kg 2021: 19.010 kg 2022: 20.790 kg	Wert aus Restmüllwiegung
Papier	19.250 kg	Zahlen aus dem IproL Projekt „Abfallanalyse“ (2018). Die Daten stammen aus einer E-Mail von Uwe Hampel (4.12.2017).
Chemieabfälle	1.800 kg	
Metall	756 kg	

2.3.7 Wasser

In diesem Kapitel wird der Trinkwasserverbrauch der Hochschule Emden Leer erfasst. Der Trinkwasserverbrauch gleicht dabei dem produzierten Abwasser, da es keinen separaten Zähler für das Abwasser gibt.

Für Emden gibt es aufgrund eines defekten Zählers nur plausible Daten bis zum Jahr 2020. Die Daten für das Jahr 2021 werden dem Jahr 2020 gleichgesetzt und für das Jahr 2022 wird der Wert aus dem letzten Jahr vor Corona (2019) gleichgesetzt.

Tabelle 7: Trink- und Abwasser an der Hochschule Emden/Leer

Jahr	2020	2021	2022
Emden [m ³]	5.118	5.118	7.209
Leer [m ³]	267	429	639

2.3.8 Beschaffungen und Material

Für den Bereich der Beschaffungen ist es schwierig genauere Daten zu bekommen, da kleine Einkäufe bis 1.000€ dezentral erledigt werden können und es für größere Einkäufe keine Daten über die Treibhausgasemissionen der Beschaffungen gibt. Daten über den Papierverbrauch an den Druckern der Hochschule sind in Tabelle 8 dargestellt.

Tabelle 8: Papierverbrauch an der Hochschule Emden/Leer über die Jahre 2020 bis 2022

Jahr	2020	2021	2022
Papierverbrauch an Druckern	550.496 Seiten	327.845 Seiten	437.657 Seiten
Verwaltung	100.000 Blätter	100.000 Blätter	100.000 Blätter

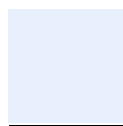
Ein weiterer wichtiger Punkt, welchen man gut Auffassen könnte ist die IT (Laptops, Monitore, PCs) und Möbel. Es ist geplant diese Daten für die nächsten Jahre aufzufassen.

2.3.9 Emissionen

Aus den Verbrauchswerten, die in den vorherigen Kapiteln aufgelistet wurden, können mithilfe von den CO₂-Äquivalenzfaktoren aus Tabelle 9 die Treibhausgasemissionen berechnet werden.

Tabelle 9: CO₂-Äquivalenzfaktor verschiedener Quellen

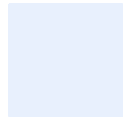
Emissionsquelle	CO ₂ - Äquivalenzfaktor			Quelle
	Summe direkt und indirekt	Direkt	Indirekt (Vorkette)	
Erdgas	246,8 g CO ₂ /kWh	201,9 g CO ₂ /kWh	44,9 CO ₂ /kWh	g (Memmler, Lauf, & Schneider, 2018)
Strom Netzbezug:				
2020	432 g CO ₂ /kWh	377 g CO ₂ /kWh	55 g CO ₂ /kWh	(Icha & Lauf, 2023)
2021	475 g CO ₂ /kWh	418 g CO ₂ /kWh	57 g CO ₂ /kWh	
2022	498 g CO ₂ /kWh	442 g CO ₂ /kWh	56 g CO ₂ /kWh	



Strom PV	53 g CO ₂ /kWh	0 g CO ₂ /kWh	53 g CO ₂ /kWh	(Hengstler, et al., 2021)
Strom WKA	10,9 g CO ₂ /kWh	0 g CO ₂ /kWh	10,9 g CO ₂ /kWh	
PKW-Fahrten	162 g CO ₂ /Pkm	-	-	(Allekotte, Althaus, Biemann, Knörr, & Sutter, 2021)
Restmüll	370 g CO ₂ /kg	-	-	(ProBas, 2005)
Abwasser	0,274 kg CO ₂ /m ³	-	-	
Altpapier	-93 g CO ₂ /kg	-	-	(Bundesförderung für Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft - Zuschuss, 2023)
Chemieabfall	2 kg CO ₂ /kg	-	-	
Recycling (Stahl)	-1,26 kg CO ₂ /kg	-	-	
Trinkwasser	0,33 kg CO ₂ /m ³	-	-	
Papier	4,84 kg CO ₂ /1000 Seiten	-	-	(IPR, 2022)

Dabei wird in direkte und indirekte CO₂-Emissionen unterschieden. Die direkten Emissionen sind jene, die unmittelbar durch die Aktivitäten der Universität und ihrer Mitarbeiter*innen sowie Studierenden im Zusammenhang mit ihren Tätigkeiten an der Hochschule verursacht werden. Diese Emissionen entstehen vor Ort und sind direkt auf die universitären Abläufe und den Campusbetrieb zurückzuführen. Indirekte Emissionen werden besonders für die Emissionen bei der Energiebereitstellung betrachtet. Dabei handelt es sich um Emissionen, die durch die Produktion und Bereitstellung bereits zuvor entstanden sind.

Auffallend sind auch die negativen Werte bei der Stahl- und Papierentsorgung. Diese kommen zustande, weil bei der Nutzung dieser Materialien weniger Treibhausgasemissionen entstehen, als würden neue Materialien verwendet werden. So spart die Nutzung von Altpapier etwa 15% ein (Umweltbundesamt, 2022) und die Nutzung von altem Metall bis zu 58% (EuRIC AISBL – Recycling: Bridging Circular Economy & Climate Policy). Zudem kommt hinzu, dass es für die Hochschule einen Anreiz gibt die Recyclingquote zu erhöhen, um die Bilanz zu verbessern.



Aufgrund fehlender Informationen wird davon ausgegangen, dass alle Fahrten der Angestellten und Studierenden, die außerhalb wohnen, mit dem PKW durchgeführt werden. Dabei wird in der Quelle ein durchschnittlicher Wert von 1,6 Personen pro PKW angenommen. Eine weitere Annahme ist, dass alle Fahrten, die innerhalb des Wohnorts durchgeführt wurden klimaneutral mit dem Fahrrad oder zu Fuß zurückgelegt wurden.

Die Gesamtemissionen sind in nachfolgenden Abbildungen einmal nach ihren Scopes dargestellt und einmal nach ihrem Sektor dargestellt. Im Anhang ist auch eine Tabellarische Übersicht aller Emissionen zu finden.

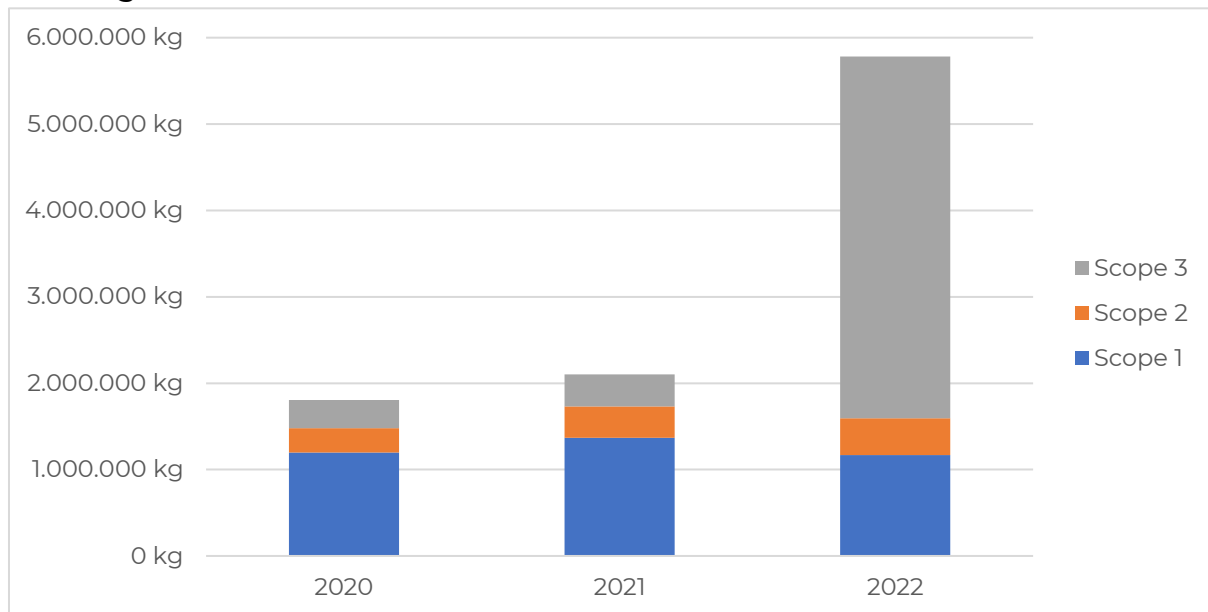


Abbildung 7: CO₂-Emissionen über die Jahre 2020 bis 2022 dargestellt nach ihrem Scope

Die Hauptemissionen für das Jahr 2020 und 2021 liegen mit zwei Dritteln der Emissionen im Bereich von Scope 1. Dies ist vor allem auf der Verbrennung von Erdgas zurückzuführen. Diese Aktivität alleine macht mehr als 1.000 t CO₂-Äq. pro Jahr aus. Scope 2 und 3 machen im Vergleich dazu einen geringeren Anteil an den Gesamtemissionen aus.

Im Jahr 2022 stimmt dies nicht mehr, denn durch den Einbezug der Alltagsmobilität in Scope 3 macht dieser mit mehr als 4.000 t CO₂-Äq. fast drei Viertel der Emissionen aus.

Die Größenordnungen der einzelnen Sektoren sind in Abbildung 8 zu sehen.

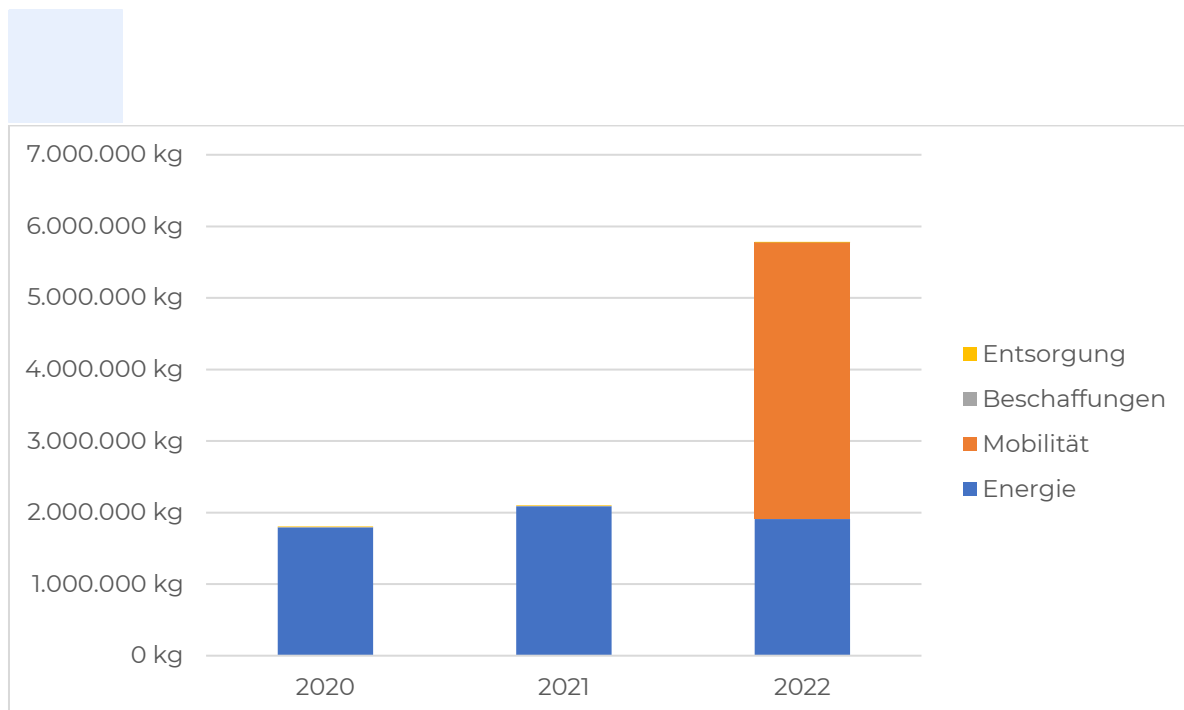
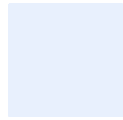


Abbildung 8: CO₂-Emissionen über die Jahre 2020 bis 2022 dargestellt nach ihrem Sektor

In dieser Grafik wird der Einfluss des Sektors Mobilität deutlich. Durch die fehlenden Daten aus dem Sektor für die Jahre 2020 und 2021 kommen die Emissionen fast ausschließlich aus dem Bereich der Energie. Durch den Einbezug der Mobilität für das Jahr 2022, ist der Bereich der Mobilität mit etwa zwei Drittel der Emissionen der Größte. Auch auffällig ist der bedeutend kleine Anteil für den Bereich der Entsorgungen und Beschaffungen, welcher auf dieser Grafik kaum zu erkennen ist.

Für das Jahr 2020 ergibt sich somit ein Gesamtverbrauch von 1.755 t CO₂-Äq. 2.044 t CO₂-Äq. ergeben für das Jahr 2021 und 5.718 t CO₂-Äq. sind durch die Hochschule im Jahr 2022 in die Luft emittiert worden. Pro Hochschulmitglied ergibt sich demnach eine Treibhausgasbilanz von 400 kg CO₂-Äq. für das Jahr 2020, 451 kg CO₂-Äq. im Jahr 2021 und 1.333 kg CO₂-Äq. für das Jahr 2022.



3 Zusammenfassung

Die vorliegende Treibhausgasbilanz analysiert die Emissionsquellen und -mengen an der Hochschule Emden/Leer mit einem besonderen Fokus auf den Energiesektor und den Mobilitätssektor. Die Hochschule strebt an, ihre Klimabilanz zu verbessern und einen Beitrag zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen zu leisten.

Die Ergebnisse der Treibhausgasbilanz verdeutlichen, dass der Energiesektor eine maßgebliche Quelle für Emissionen ist, insbesondere durch den Gasverbrauch für Gebäudebeheizung und Strombezug. Die Verwendung nicht-erneuerbarer Energiequellen trägt zu den Treibhausgasemissionen bei, und hier besteht das Potenzial für gezielte Energieeffizienzmaßnahmen und den Einsatz erneuerbarer Energien.

Hinsichtlich des Mobilitätssektors ergeben sich besondere Gegebenheiten für die Hochschule Emden/Leer. Hierbei hat die Hochschule nur begrenzten Einfluss auf die Mobilität von Studierenden, Mitarbeitern und Besuchern. Die Emissionen aus diesem Sektor, die hauptsächlich durch motorisierten Verkehr verursacht werden, erfordern eine vertiefte Analyse und weitere Informationen. Die Hochschule sucht aktiv nach Lösungen und Möglichkeiten, um den Einfluss auf den Mobilitätssektor zu verstehen und zu minimieren.

Angesichts dieser Ergebnisse erkennt die Hochschule die Bedeutung einer umfassenden Strategie zur Emissionsreduzierung im Energiesektor. Gleichzeitig strebt sie an, mehr Informationen über den Mobilitätssektor zu sammeln, um in Zukunft gezielte Maßnahmen zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen in diesem Bereich zu entwickeln. Die Hochschule Emden/Leer bekräftigt ihr Engagement für Nachhaltigkeit und strebt danach, als Vorreiter für klimafreundliche Maßnahmen im Hochschulumfeld zu agieren.



4 Literaturverzeichnis

- Allekotte, Althaus, Biemann, Knörr, & Sutter. (03 2021). *Umweltfreundlich mobil!* Abgerufen am 07 2023 von <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/umweltfreundlich-mobil>
- Bundesförderung für Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft - Zuschuss. (01. 05 2023). *Informationsblatt CO2-Faktoren*. Von https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/eew_infoblatt_co2_faktoren_2023.html abgerufen
- Carl von Ossietzky Universität Oldenburg. (19. 11 2022). *Integriertes Klimaschutzkonzept*. Abgerufen am 07 2023 von https://uol.de/fileadmin/user_upload/uni/profil/klima/Integriertes_Klimaschutzkonzept_Universitaet_Oldenburg_Langfassung_v2.pdf?v=1681215753
- Deutsche IPCC-Koordinierungsstelle. (11. 06 2023). *Synthesebericht zum sechsten IPCC-Sachstandsbericht (AR6)*. Abgerufen am 08 2023 von https://www.de-ipcc.de/media/content/Hauptaussagen_AR6-SYR.pdf
- EuRIC AISBL – Recycling: Bridging Circular Economy & Climate Policy. (kein Datum). *Fakten Metallrecycling*. Abgerufen am 07 2023 von https://www.bvse.de/dateien2020/2-PDF/06-Publikationen/04-Broschueren/0608-EuRIC_Metal_Recycling_Factsheet_GER_002.pdf
- Georg-August-Universität Göttingen. (11 2021). *Werkbericht Gebäudemanagement*. Abgerufen am 07 2023 von <https://www.uni-goettingen.de/de/document/download/1be75b847019340e9c31e6411e0f6109.pdf> Werkbericht_2019-2020_final.pdf
- Hengstler, J., Russ, M., Stoffregen, A., Hendrich, A., Weidner, S., Held, M., & Briem, A.-K. (27. 05 2021). *Aktualisierung und Bewertung der Ökobilanzen von Windenergie- und Photovoltaikanlagen unter Berücksichtigung aktueller Technologieentwicklungen*. Von https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-05-06_cc_35-2021_oekobilanzen_windenergie_photovoltaik.pdf abgerufen
- Hochschule Osnabrück. (2020). *Klimaschutzbericht 2019*. Abgerufen am 07 2023 von https://www.hs-osnabrueck.de/fileadmin/HSOS/Wir/Wir_stellen_uns_vor/Wir_in_der_Gesellschaft/Klimaschutz/Hochschule-Osnabrueck_Klimaschutzbericht-2019.pdf
- Icha, P., & Lauf, T. (Mai 2023). *Entwicklung der spezifischen Treibhausgas-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 - 2022*. Von <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/entwicklung-der-spezifischen-treibhausgas-9> abgerufen

- 
- IPR, I. P. (2022). *Nachhaltigkeitsrechner*. Abgerufen am 09. 08 2023 von <https://www.papiernetz.de/informationen/nachhaltigkeitsrechner/>
- Leibniz Universität Hannover. (12 2022). *Integriertes Klimaschutzkonzept 2023*. Abgerufen am 07 2023 von https://www.uni-hannover.de/fileadmin/luh/content/webredaktion/universitaet/publikationen/klimaschutzkonzept/klimaschutzkonzept_2023.pdf
- Leuphana Universität Lüneburg. (04 2022). *Nachhaltigkeitsbericht 2022*. Abgerufen am 07 2023 von https://www.leuphana.de/fileadmin/user_upload/uniprojekte/Nachhaltigkeitsportal/Nachhaltigkeitsbericht/files/2022_Leuphana_Nachhaltigkeitsbericht.pdf
- Memmler, M., Lauf, T., & Schneider, S. (10 2018). *Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger 2017*. Von <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/emissionsbilanz-erneuerbarer-energietraeger-2017> abgerufen
- ProBas. (2005). *Prozessorientierte Basisdaten für Umweltmanagementsysteme*. Abgerufen am 07 2023 von <https://www.probas.umweltbundesamt.de/php/index.php>
- TU Braunschweig. (07 2023). *Betrieb*. Von <https://www.tu-braunschweig.de/nachhaltigkeit/betrieb> abgerufen
- Umweltbundesamt. (14. 02 2022). *Altpapier*. Abgerufen am 07 2023 von <https://www.umweltbundesamt.de/daten/ressourcen-abfall/verwertung-entsorgung-ausgewaehlter-abfallarten/altpapier#grafische-papiere>
- Universität Vechta. (18. 12 2020). *Nachhaltigkeitsbericht 2020*. Abgerufen am 07 2023 von https://www.uni-vechta.de/fileadmin/user_upload/Marketing_Kommunikation/Praesidium_-_Bekanntmachungen_und_Berichte/Nachhaltigkeitsbericht_2020_Universitaet_Vechta.pdf

5 Anhang

Tabelle 10: Stromerzeugung in kWh von den verschiedenen Quellen über die Jahre 2017 bis 2022

	Netzbezug Emden	Netzbezug Leer	PV	WKA	BHKW
2017	1.023.614	115.486	-	90.147*	1.845.214
2018	940.510	106.179	20.626*	90.147*	1.769.318
2019	840.164	108.749	41.253*	90.147*	1.676.307
2020	644.523	103.268	46.262	97.236	826.000
2021	715.087	153.771	36.324	95.328	858.162
2022	758.121	206.276	41.172	77.876	824.000

*) Geschätzte Werte

Tabelle 11: Gasverbrauch in kWh über die Jahre 2017 bis 2022

	Maritimer Campus	Gaskessel Emden	BHKW Emden
2017	416.876	2.457.650	2.542.359
2018	254.546	2.877.731	2.565.969
2019	244.719	2.958.592	2.588.678
2020	250.167	3.155.260	2.526.651
2021	356.901	3.737.780	2.686.210
2022	235.074	2.999.645	2.549.505

Carnot Methode zur Aufteilung des Gasverbrauchs für Wärme und Strom

1) Berechnung der äquivalenten Stromverlustkennziffer der Wärmeauskopplung nach Carnot β_c

$$\beta_c = 1 - \frac{T_{a,e,avg}}{T_{chp,mn}}$$

Dabei ist:

$T_{a,e,avg}$ durchschnittliche Luftaußentemperatur in Kelvin [K]

$T_{chp,mn}$ mittlere Temperatur aus Vorlauf und Rücklauf der Nutzwärme der KWK-Anlage in Kelvin [K]

Falls $T_{chp,mn}$ nicht vorliegt, darf laut AGFW FW 309 Teil 6 ersatzweise die mittlere Temperatur aus Vorlauf und Rücklauf der Wärmenetzeinspeisung verwendet werden. Bei einer Dampfversorgung gilt die Sättigungstemperatur des eingesetzten Dampfes als Mitteltemperatur.

Die mittlere Luftaußentemperatur beträgt in Emden 9°C (282,15 K) und die mittlere Temperatur aus Vorlauf und Rücklauf beträgt 59,8°C (332,95 K).

2) Berechnung des Exergiegehalts der gekoppelt erzeugten Wärme $E_{ex,Q}$

$$E_{ex,Q} = \beta_c * Q_{cm}$$

Dabei ist:

Q_{cm} gekoppelte Wärme

Tabelle 12: Berechnung des Gasverbrauchs für Wärme mithilfe der Carnot-Methode [kWh]

	Wärmeerzeugung BHKW	Exergie Wärme	Allokations- faktor	Gasverbrauch für Wärme
2020	914.395	139.514	0,144	365.094
2021	972.139	148.325	0,147	395.863
2022	922.666	140.776	0,146	372.013

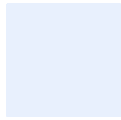


Tabelle 13: Witterungsbereinigter Gasverbrauch für Wärme über die Jahre 2020 bis 2022

	Klimafaktor Emden	Gasverbrauch für Wärme Emden	Klimafaktor Leer	Gasverbrauch für Wärme Leer
2020	1,22	4.294.832	1,26	315.210
2021	1,08	4.464.335	1,11	396.160
2022	1,20	4.045.990	1,24	291.492

Tabelle 14: Witterungsbereinigter Wärmebedarf über die Jahre 2020 bis 2022

	Klimafaktor Emden	Wärmebedarf Emden*	Klimafaktor Leer	Wärmebedarf Maritime Campus Leer*
2020	1,22	3.909.891	1,26	283.689
2021	1,08	4.060.654	1,11	356.544
2022	1,20	3.686.033	1,24	262.343

*Bei einem Gaskesselwirkungsgrad von 90%

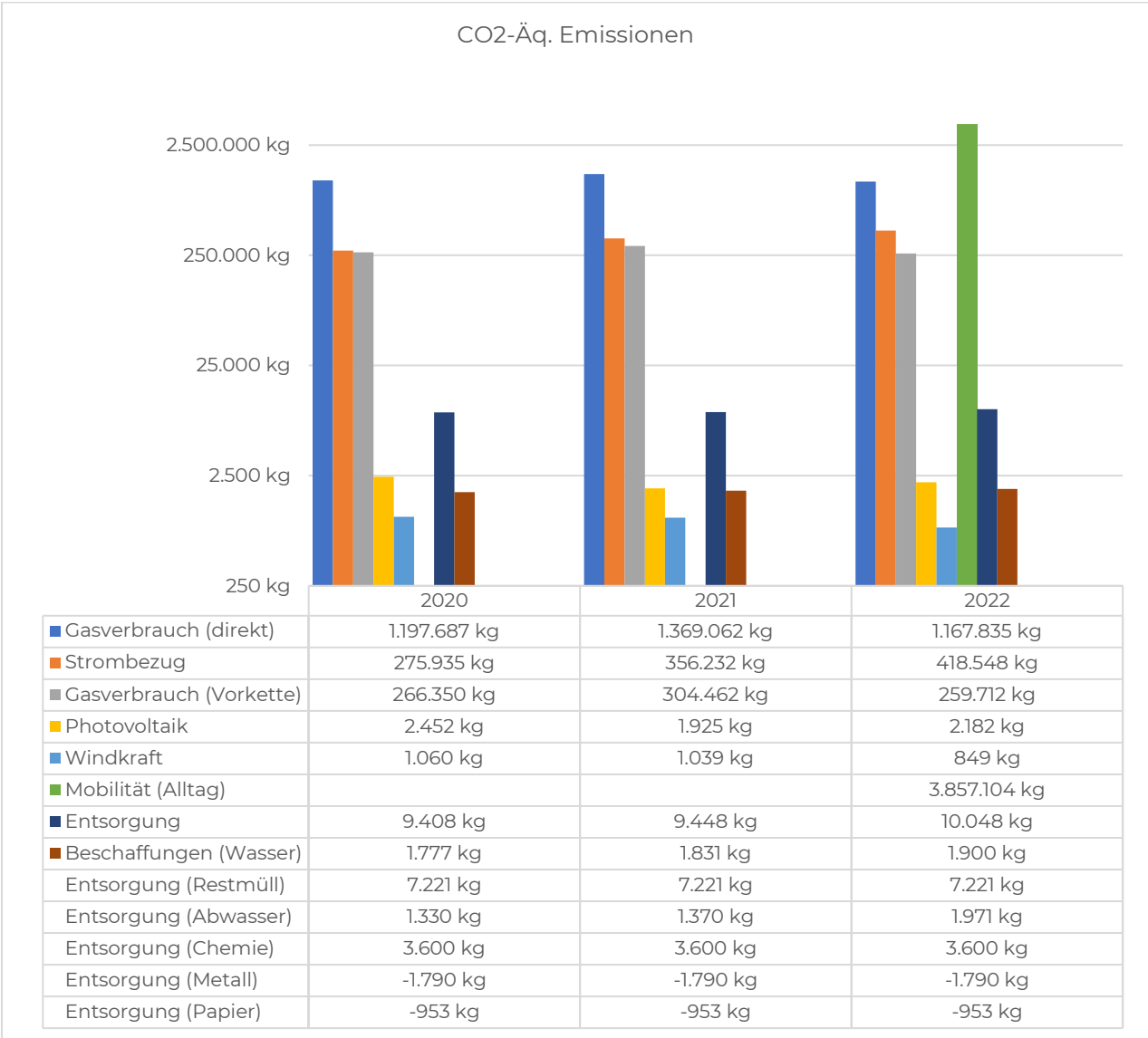
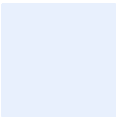


Abbildung 9: Gesamtemissionen aufgeteilt nach Sektoren an der Hochschule Emden/Leer für die Jahre 2020 bis 2022