



# ENERGIE- UND RESSOURCEN- BERICHT 2023

Berichtszeitraum  
2014 - 2023



# THM-RESSOURCENBERICHT WORLD

# INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. Vorwort	5
2. Technische Hochschule Mittelhessen	6
2.1 Die Hochschule im Überblick	6
2.2 Grundlagen und Erläuterungen zu diesem Bericht	8
2.3 Die Hochschule in Zahlen	10
3. ECO <sub>2</sub> -Projekt	13
3.1 Kooperationen mit Fachbereichen	15
3.2 Energiemanagement/Energieerfassung	15
3.3 Betriebsanalyse und Betriebsoptimierung	15
3.4 Ausbau erneuerbarer Energien	17
4. Verbrauchsermittlung und Auswertungen	19
4.1 Strom	20
4.2 Wasser	22
4.3 Wärme	23
4.4 Kälte	25
4.5 CO <sub>2</sub> -Emissionen	26
5. Stoffströme	29
5.1 Abfallaufkommen	29
5.2 Verteilung der einzelnen Abfälle im Jahr 2023	30
6. Mobilität	31
6.1 Kraftstoffverbrauch von Fahrzeugen des Fuhrparkes der Hochschule	31
6.2 Flugkilometer	32
7. Zur Wirtschaftlichkeit	34
8. Ziele, Anregungen, Maßnahmen	36
9. Ausgewählte Literaturangaben und Links	38

# 1. Vorwort

Liebe Leserinnen und Leser,

die Welt um uns herum steht weiterhin nicht still und so stand auch das Jahr 2023 wieder im Zeichen herausfordernder geopolitischer Ereignisse, die auch unsere Hochschule beeinflusst haben. Umso wichtiger sind daher vor dem Hintergrund ökologischer und ökonomischer Herausforderungen ambitionierte Maßnahmen zur Begrenzung des Klimawandels.

Hier möchten wir als Technische Hochschule Mittelhessen (THM) einen Beitrag leisten, der umso wichtiger ist, als in vielen Bereichen die Weltgemeinschaft den vereinbarten Klimaschutzzielen hinterherhinkt. Die THM mit ihrer zweifachen Verantwortung als Bildungsstätte und Gebäudebetreiber, mit ihren Campusarealen als Reallabore und der hochschuleigenen Interdisziplinarität der Fachgebiete bietet ein großes Innovations- und Vorbildpotenzial für die Entwicklung und Erprobung zukunftsweisender Energiekonzepte. Die Optimierung der Gebäudebestände erfordert eine große technische Bandbreite innovativer Lösungen. Zudem findet ihre Umsetzung in der Hochschullandschaft zwischen Lehre und Forschung einen idealen Resonanzboden für die Multiplikation von Maßnahmen.

Wesentlicher Bestandteil bei der Entwicklung und Umsetzung ressourcenschonender Konzepte ist unser ECO<sub>2</sub>-Projekt, ein vom Hessischen Ministerium für Wissenschaft und Kunst seit Jahren gefördertes Projekt zur „Entwicklung eines Energiekonzeptes für eine CO<sub>2</sub>-neutrale Hochschule - THM goes green“. Das Projekt steht im Einklang mit dem Projekt einer CO<sub>2</sub>-neutralen Landesverwaltung, mit dem die Hessische Landesregierung bis zum Jahr 2030 CO<sub>2</sub>-Neutralität für alle Liegenschaften anstrebt. Zusammenfassend wollen wir die Transformation zu einer nachhaltigen Wirtschaft und Gesellschaft aktiv vorantreiben. Wir sind überzeugt, dass wir mit unserem strategischen Rahmen und den gesetzten Prioritäten wirksam zum Wandel beitragen können, basierend auf den Werten der Hochschule, den ingenieurtechnischen und wissenschaftlichen Kenntnissen und unserer Leidenschaft für innovative Technologien. Letzteres gepaart mit engagierten Mitarbeitern und hochschulinternen und externen Projektpartnern ist dabei unser Schlüssel zum Erfolg.

Seit 2018 berichten wir inzwischen über Maßnahmen und die dabei erzielten Erfolge, sind also heute zeitlich in etwa die Hälfte der Strecke bis zur geplanten CO<sub>2</sub>-Neutralität im Jahr 2030 gegangen, und sind stolz auf unsere Fortschritte. Die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen im Rahmen des Gebäudebetriebs sind im Vergleich zum Jahr 2016 inzwischen auf ca. 42 % gesunken. Und wir halten weiter an unserem Ziel fest, die CO<sub>2</sub>-Emissionen kontinuierlich weiter zu reduzieren. Highlights in 2023 waren u.a. die Realisation der Abwasserwärmenutzungsanlage in Gießen (gefördert aus dem EU-REACT-Programm) sowie die Zusage für ein aus 19 Teilprojekten bestehendes Förderprojekt des HMWK zum Ausbau bzw. Erneuerung von PV- und TGA-Anlagen, die 2024 und 2025 umgesetzt werden.

Über diese und weitere Aktivitäten berichten wir im vorliegenden Energie- und Ressourcenbericht (ERB). Der „ERB 2023“ dient sowohl der Dokumentation als auch der Wirkungsmessung und stellt die Entwicklungen und Ergebnisse vor, die bisher erreicht wurden. Eine systematische und übersichtliche Darstellung der Analysen, Projekte und Aktivitäten soll zum Verständnis und zur Akzeptanz von klimarelevanten und energetisch-wirtschaftlichen Fragestellungen beitragen. Dazu werden Verbrauchs- und Stoffstromdaten aus den Bereichen Energie, Papier, Mobilität und Dienstreisen, Abfallentsorgung etc. erhoben und über Kennzahlenbildung und Vergleichsbetrachtungen Maßnahmen für eine nachhaltige Entwicklung abgeleitet. Sie haben das Ziel, den Umgang mit Materialien und Energieträgern, die Betriebsführung und den Gebäudebestand nachhaltig, energieeffizient und CO<sub>2</sub>-reduziert zu entwickeln.

Dem gesamten ECO<sub>2</sub>-Team sowie allen Mitarbeitenden, die zum Gelingen beigetragen haben, danke ich an dieser Stelle herzlich.

Ich wünsche Ihnen eine aufschlussreiche und interessante Lektüre dieses Berichts. Und wenn Sie Fragen haben, auf die der Bericht keine Antworten gibt, sprechen Sie uns bitte an.

Dr. Jochen Stengel (Juni 2024)



## 2. Technische Hochschule Mittelhessen

### 2.1 Die Hochschule im Überblick

Die technische Hochschule ist ein attraktiver Studienstandort in Gießen, Friedberg und Wetzlar, im Herzen Mittelhessens. Das Studienangebot unserer Hochschule ist innovativ und praxisorientiert.

Die Hochschule hat eine lange Tradition, die bis in die Jahre 1838 in Gießen und 1901 in Friedberg zurückblickt. Im Jahre 2000 startete Studium Plus in Wetzlar und ist mit 6 Außenstellen in Deutschland heute der großen Anbieter dualer Studiengänge.

In Gießen und Friedberg sind in 80 Studiengängen ca. 15.000 Studierende in den Fachbereichen Bauwesen, Elektro- und Informationstechnik, Maschinenbau und Energietechnik, Life Science Engineering, Gesundheit, Mathematik, Naturwissenschaften und Informatik, Wirtschaft, Management & Kommunikation, Informationstechnik-Elektrotechnik-Mechatronik, Maschinenbau-Mechatronik und Materialtechnologie, Mathematik-Naturwissenschaften-Datenverarbeitung sowie Wirtschaftsingenieurwesen eingeschrieben (siehe Abschnitt 2.3).



Bild 1: B10 in Gießen

Viele der Studierenden nutzen die Möglichkeit eines Auslandsemesters, die von der THM mit organisiert und betreut werden. Mit dem Grundstudium an der THM erreicht der Studierende den international anerkannten ersten akademischen Grad des Bachelors. Die Aufbaustudienangebote bieten die Möglichkeit der erweiterten Qualifikation und führen zum Abschluss Master.

Die Studienstruktur entspricht dem international üblichen Standard European Credit Transfer. Die THM ist damit Vorreiter in Deutschland. Das European Credit Transfer System, kurz ECTS, ermöglicht einzelne Module im Ausland zu belegen. Etwa 140 Partnerhochschulen weltweit stehen unseren Studierenden dafür zur Auswahl. Als weltoffene Hochschule studieren mehr als 2.900 (Stand Sommersemester 2021) junge Menschen aus verschiedenen Nationen an unseren Standorten.



Bild 2: Gebäude C1 in Friedberg

Das Leitbild der THM ist geprägt von Motivation, Qualität, Agilität und Vielfalt. Mit ihrem Verhaltenskodex stellt sich die Technische Hochschule gegen jede Art von Diskriminierung und verpflichtet sich Chancen und Bildungsgerechtigkeit zu fördern.

Sehr große Unterstützung finden alle Studierenden in der Zusammenarbeit mit vielen unterschiedlichen Unternehmen in der Region sowie dem Forschungscampus Mittelhessen, einer Kooperation zwischen der Justus-Liebig-Universität, der Philipps Universität Marburg und der THM.



Bild 3: Zur Geschichte der Technischen Hochschule Mittelhessen [Quelle: Webseite THM]

## 2.2 Grundlagen und Erläuterungen zu diesem Bericht

Der Energie- und Ressourcenbericht wurde auf Basis der nachfolgend genannten Randbedingungen erstellt:

- a) Der Bericht beinhaltet ausschließlich Betrachtungen zu den beiden Standorten Gießen und Friedberg.
- b) Ziel dieses Berichts ist es, unter Berücksichtigung der ermittelten Zahlen weitere Einsparmöglichkeiten in Bezug auf den Ressourcenverbrauch aufzuzeigen.
- c) Studierende: die Anzahl der Studierenden wird zum Stichtag 1.12. eines jeden Kalenderjahres ermittelt. Die Summe enthält Beurlaubte, Doppeltimmatriulierte und auch Programmstudierende. Die Vergleichbarkeit zu ähnlichen Betrachtungen und Zahlenwerken in Hessen ist konsistent.
- d) Anzahl der Mitarbeitenden: es werden alle Mitarbeitende zum Stichtag 1.12. des Jahres als Vollzeit-Äquivalente ermittelt. Aus praktikablen Abwägungen werden Honorarprofessorinnen und -professoren, studentische Hilfskräfte, Aushilfskräfte, wissenschaftliche Hilfskräfte und Lehrbeauftragte nicht berücksichtigt.
- e) Die Anzahl der Personen, z.B. zur Ermittlung spezifischer Kennwerte in Abschnitt 4, ergibt sich aus der Summe der Studierenden und Mitarbeitenden analog zu Punkt c) und Punkt d).
- f) Die Netto-Grundflächen NF 1-9 werden zum Stand 31.12. des jeweiligen Jahres ermittelt, incl. aller Mietflächen. Sie beinhalten alle Nutzungseinheiten sowie die technischen Funktions- und Verkehrsflächen.
- g) Der Kraftstoffverbrauch der THM berücksichtigt nur den durch Dienstfahrzeuge und kraftstoffbetriebene Arbeitsgeräte eingesetzten Treibstoff. Der Kraftstoffverbrauch von Mietwagen wird ebenso wenig erfasst wie Fahrten mit privaten PKW zu Dienstzwecken oder den Ladestrom von E-Fahrzeugen.
- h) Bei den ermittelten Flugkilometern handelt es sich um Flugdistanzen für Dienstreisen aller THM-Mitarbeitenden und Studierenden, sofern sie in einem Beschäftigungsverhältnis zur THM standen. Mitreisende Studierende werden also nicht erfasst. Ebenso sind durch Dritte finanzierte Flüge nicht berücksichtigt.
- i) Der Wasser- und Energieverbrauch wird durch unterschiedliche Nutzungen in den Gebäuden beeinflusst, z.B. durch Labore in den Gebäuden A10 und C10 und, im Gegensatz dazu, reine Büro- und Verwaltungsgebäude wie z.B. B10 und B11.
- j) Der Stromverbrauch der Hochschule wurde für alle Gebäude ermittelt, sowohl für Bestandsgebäude als auch für angemietete Flächen. Alle weiteren Verbrauchszahlen beziehen sich nur auf die Bestandsgebäude. Niederschlagswasser wurde nicht berücksichtigt.
- k) Zur Ermittlung des Gesamt-CO<sub>2</sub>-Ausstoßes der Hochschule sind Emissionsfaktoren der HIS-Studien der jeweiligen Jahre angewendet worden und nur hochschulbezogene Verbraucher einbezogen. Die Faktoren können sich von Jahr zu Jahr verändern.
- l) Um den CO<sub>2</sub>-Ausstoß bei Flugreisen aufzuzeigen (in separater Darstellung) wurde der Emissionsfaktor 0,211 kg pro Personenkilometer bei 77 % Auslastung angewendet, der vom Institut für Energie- und Umweltforschung in Heidelberg ermittelt wurde (Tremont-Transport-Emission Model)
- m) Die witterungsbereinigten Werte von Wärme und Erdgas wurden mit den Gradtagszahlen der Wetterstation Fritzlar und dem Institut für Wohnen und Umwelt (IWU) erstellt. Ab 2021 werden die Daten der Wetterstation in Wettenberg verwendet.
- n) Alle Diagramme mit spezifischen Kennwerten sind orange dargestellt.

### Witterungsbereinigung:

Die Heizenergieverbräuche werden i.a. witterungsbereinigt berechnet, um den Einfluss der Witterung auf den Verbrauch rechnerisch zu beseitigen und unterschiedlich kalte oder milde Jahre vergleichbar zu machen. Hierzu werden die Heizgradtage des jeweiligen Jahres ins Verhältnis zum langjährigen Mittel der Heizgradtage gesetzt, wie die Tabelle 1 veranschaulicht. Die Verbräuche der jeweiligen Jahre werden anschließend durch den so berechneten Faktor dividiert.



	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
<b>Verhältnis Gradtagszahl G20/15 zu langjährigem Mittel</b>	0,92	0,98	0,98	0,98	0,92	0,95	0,90	1,00	1,15	1,18

Tabelle 1: Verhältnis der Gradtagszahlen für den Standort Fritzlar, ab 2021 Wettenberg/Gießen  
 [Quelle: <https://www.iwu.de/publikationen/fachinformationen/energiebilanzen/>]

Bei einem Faktor „kleiner als eins“ liegt eine geringere Gradtagszahl vor, als es im langjährigen Mittel der Fall war. Somit musste weniger geheizt werden als im langjährigen Mittel und die tatsächlich angefallenen Verbräuche werden entsprechend nach oben korrigiert.

Damit die Vergleichbarkeit zu der von der HIS im Rahmen des Energie-Benchmarkings ermittelten CO<sub>2</sub>-Bilanz [17] gegeben ist, werden im Gegensatz zu den vorhergehenden Berichten die Verbräuche in Abschnitt 4.5 nicht witterungsbereinigt ausgewiesen.

### CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren:

Bei der Bilanzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen wird zwischen direkten und indirekten Emissionen unterschieden. Bei den direkten Emissionen werden nur die klimaschädlichen Treibhausgase berücksichtigt, die am Ort der Energieumwandlung auftreten. Wird zusätzlich der Energieaufwand für die Gewinnung, die Bereitstellung und den Transport des Energieträgers berücksichtigt, spricht man von indirekten Emissionen, die zusätzlich in vor- oder nachgelagerten Prozessen auftreten.

Für diesen Bericht werden die indirekten Emissionen zugrunde gelegt. Somit wird der Photovoltaik-Strom beispielsweise nicht mit 0 g/kWh angenommen, auch wenn vor Ort mit der Sonnenenergie scheinbar keine schädlichen Klimagase emittieren. Der Wert wird mit 26 g/kWh angegeben, da auch die entstandenen Emissionen bei der Herstellung der Photovoltaikanlage berücksichtigt werden und auf die in der Lebensdauer erzeugte Energiemenge umgelegt werden.

Da nicht ausschließlich CO<sub>2</sub> emittiert wird, sondern auch andere klimaschädliche Gase wie beispielsweise Methan, werden alle Emissionen vereinfacht auf CO<sub>2</sub>-Äquivalente umgerechnet.

Zur Berechnung der absoluten CO<sub>2</sub>-Emissionen wurden die Emissionsfaktoren gemäß folgender Tabelle verwendet:

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
<b>Strom-Mix</b>	580	558	558	558	499	499	499	499	358	358
<b>Ökostrom</b>	39	39	39	39	39	39	37	37	37	37
<b>Photovoltaik-Strom</b>	40	40	40	40	40	40	26	26	26	26
<b>Fernwärme</b>	211	260	260	260	175	175	175	175	175	175
<b>Fernkälte</b>	430	430	430	430	292	292	206	206	206	206
<b>Erdgas / BHKW- Strom</b>	252	255	255	255	252	252	238	238	238	238
<b>Benzin</b>	2.901	2.500	2.500	2.500	2.664	2.664	2.600	2.600	2.600	2.600
<b>Diesel</b>	2.996	3.090	3.090	3.090	3.090	3.090	2.898	2.898	2.898	2.898
<b>Erdgas CNG</b>	2.745	3.300	3.300	3.300	3.758	3.758	3.688	3.688	3.688	3.688

Tabelle 2: CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren in g/kWh und g/l bei den Kraftstoffen und g/kg bei Gas / Stand 06.2023

Die Faktoren basieren auf den Angaben der CO<sub>2</sub>-Bilanz hessischer Hochschulen der HIS-HE (HIS-Institut für Hochschulentwicklung e.V.). Angaben von den Energieversorgern wurden dort teilweise noch mit den Emissionen der Vorketten versehen. Ansonsten beruhen die Angaben auf den von GEMIS (Globales Emissionsmodell integrierter Systeme) genutzten Emissionsfaktoren.

Analog zur HIS werden Wärme und Erdgasverbräuche witterungsbereinigt ermittelt und ausgewiesen, weil dadurch eine bessere Vergleichbarkeit zwischen den Jahresverbräuchen gegeben ist. Bei der Ermittlung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes wird jedoch keine Witterungsbereinigung berücksichtigt.

## 2.3 Die Hochschule in Zahlen

Ziel der Erfassung und Zusammenstellung von unterschiedlichen Ressourcen ist es, die vorhandenen Daten zu bewerten. Diese Bewertung erfolgt auf unterschiedlichen Wegen, z.B. durch einen Vergleich mit anderen Ergebnissen oder durch einen Abgleich mit Zielvorgaben u.ä.

Dazu sind Kennzahlen zu ermitteln, mit deren Hilfe sowohl eine Bewertung als auch ein Controlling stattfinden kann. Die richtige Auswertung und Interpretation dieser Kennwerte ist also entscheidend auch für zukünftige Entscheidungen und Maßnahmen.

Im Folgenden sind einige wesentliche Bezugsdaten zusammengestellt, die auf Basis der unter 2.2 genannten Angaben und Randbedingungen ermittelt wurden.

Die Ermittlung der Studierendenzahlen in Bild 4 erfolgt analog zu Abschnitt 2.2c:

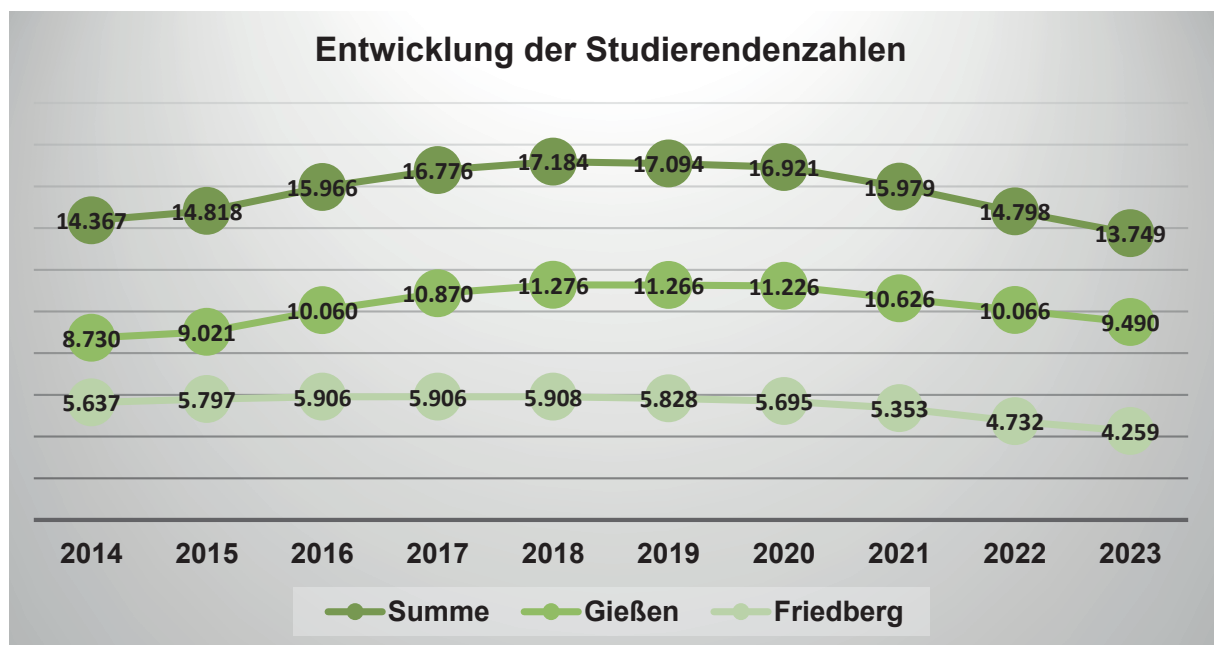


Bild 4: Studierendenzahlen an der THM

Die Zahl der Studierenden an der THM im Jahr 2023 ist im Vergleich zu den Höchstständen von ca. 17.000 in den Jahren 2018-2020 um etwa 14 % gesunken (Bild 4). Die Zahl der Beschäftigten 2023 (Vollzeit-Äquivalente) ist im Vergleich zum Vorjahr in etwa konstant geblieben (Bild 5).

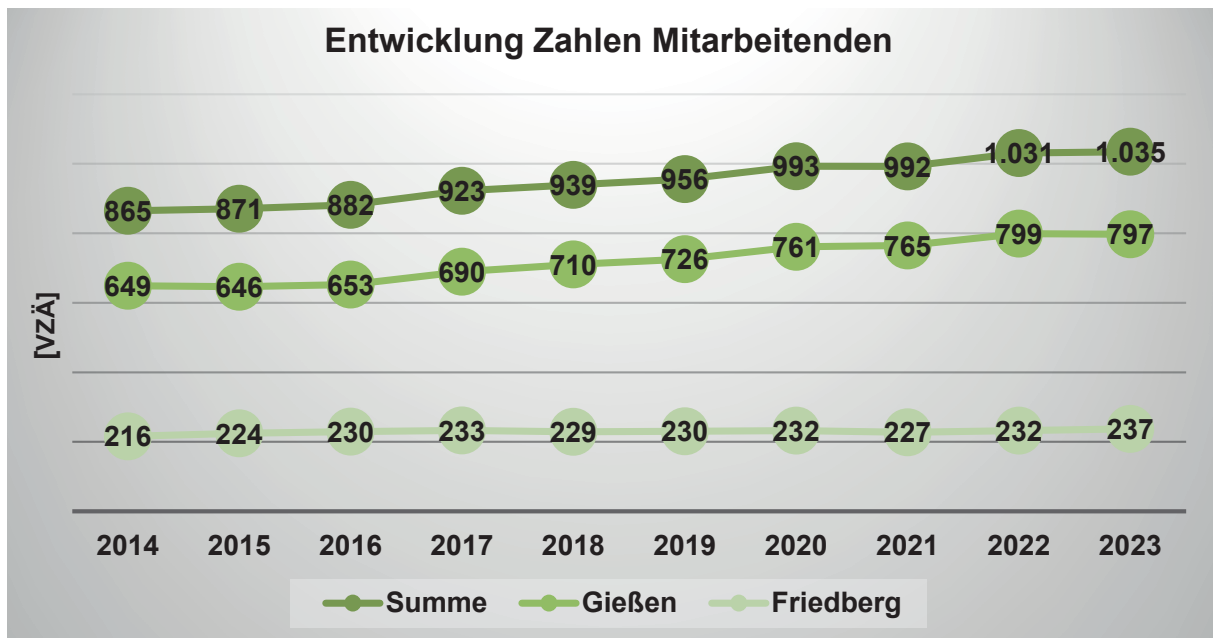


Bild 5: Zahl der Beschäftigten (Vollzeit-Äquivalente) an der THM Stand 01.12.2023

Für die Darstellungen der Beschäftigten-Zahlen wurden die Vollzeit-Äquivalente (VZÄ) zugrunde gelegt (siehe Abschnitt 2.2d). Die Aufteilung der Mitarbeitenden nach Standorten kann dabei nicht eindeutig ausgewiesen werden, da einige Mitarbeitende an beiden Standorten tätig sind. In nachfolgender Grafik sind sie einem Campus zugeordnet.

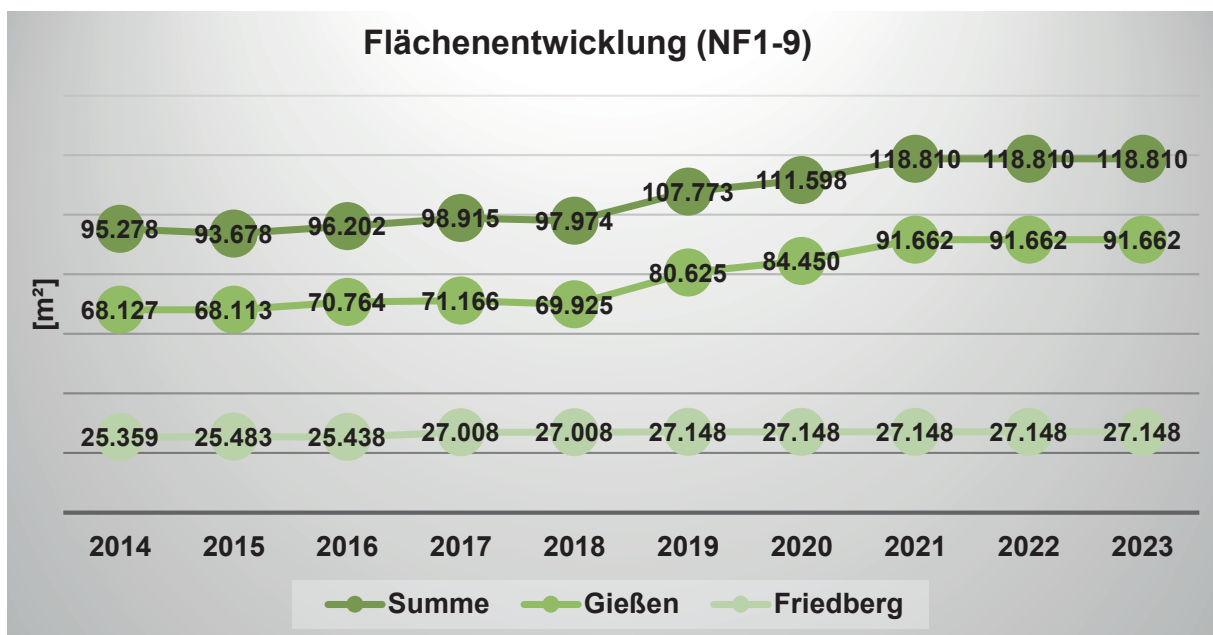


Bild 6: Entwicklung der nutzbaren Raumfläche NRF (NF1-9)

Im Jahr 2023 blieb die Gesamtfläche der THM in Gießen und Friedberg gegenüber dem Vorjahr unverändert. In den Jahren zuvor stieg die nutzbare Raumfläche durch die Fertigstellung und Übernahme mehrerer Neubauten am Standort Gießen (D13/D14/D15 als Labor- und Technologiezentrum (kurz LTZ), C11, E12/14) sowie im Jahr 2021 dem C15/C16 an, siehe Bild 6.

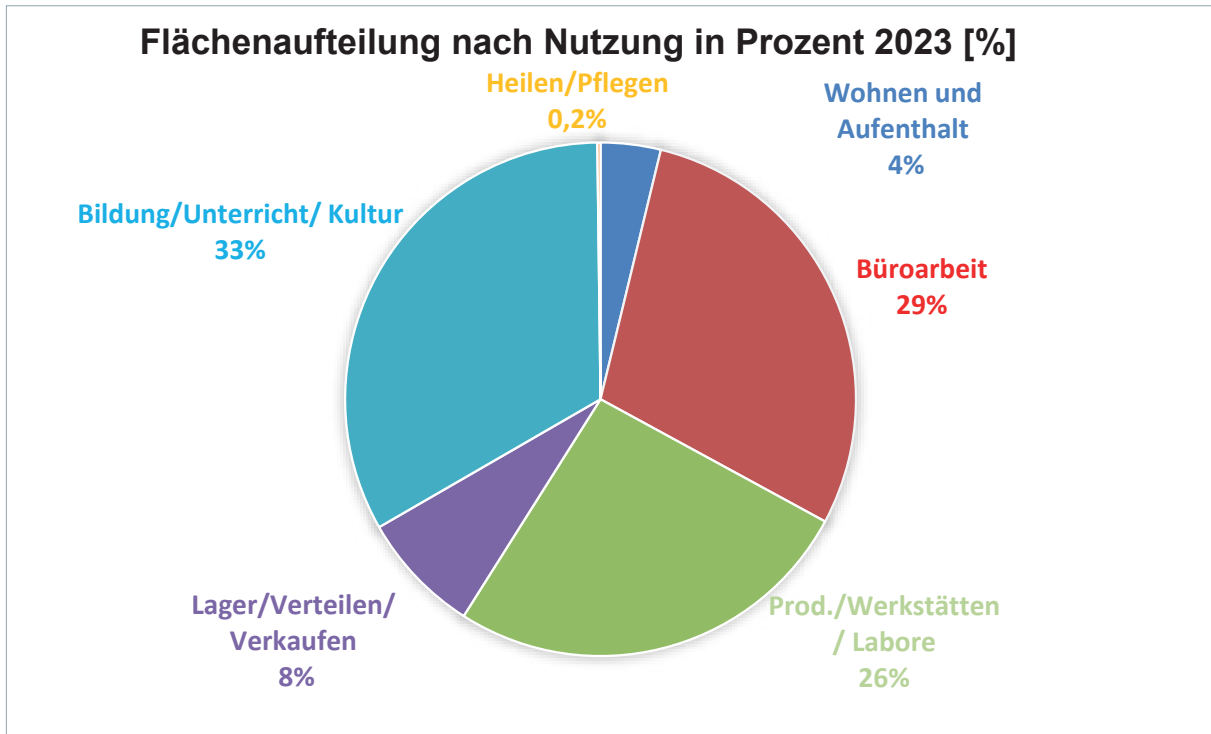


Bild 7: Prozentuale Flächenaufteilung im Jahr 2023, Stand 31.12. (NF 1-6)

Wie Bild 7 zu entnehmen ist, sind die drei größten Nutzungen an der THM mit ungefähr gleichen Flächenanteilen Unterrichtsräume, Labore/Werkstätten und Büroräume.

### 3. ECO<sub>2</sub>-Projekt

Im Jahr 2016 bis heute erhielt die THM Bewilligungsbescheide vom HMWK zum beantragten Projekt „Entwicklung eines Energiekonzeptes für eine CO<sub>2</sub>-neutrale Hochschule - THM goes green“. Die Mittel stammen aus der Innovations- und Strukturentwicklungsförderung, der Förderlinie zur Steigerung der Energieeffizienz im hessischen Hochschulbereich „Energieeffizienzkonzepte“.

Im Rahmen dieses Projekts wurde auf Grundlage eines zu erstellenden Datenclusters und einer Analyse ein erster Maßnahmenkatalog zur Reduzierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen in den Energiebereichen Strom- und Wärmeversorgung sowie den Bereichen Mobilität und Beschaffung entwickelt. Dabei soll das Konzept auch Ausgleichsmaßnahmen beschreiben für solche Bereiche der Hochschule, in denen eine Minimierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen nicht oder nicht im gewünschten Umfang möglich ist.

Ziel des Projektes ist es, den CO<sub>2</sub>-Ausstoß der Technischen Hochschule Mittelhessen deutlich zu senken und letztlich durch die Kombination und Anwendung unterschiedlichster Maßnahmen zukünftig einen CO<sub>2</sub>-neutralen Hochschulbetrieb zu realisieren.

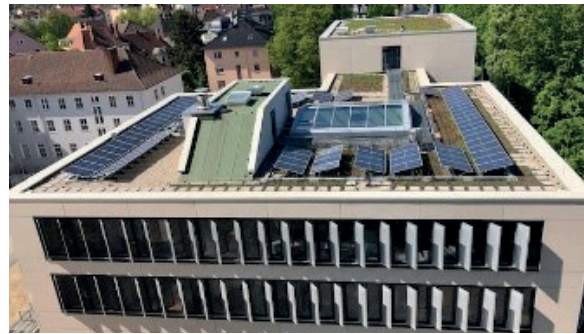
Damit leistet die Hochschule auch einen Beitrag zur Zielsetzung des Klimaneutralitäts-Projekts des Landes Hessen, die Landesverwaltung bis 2030 klimaneutral zu stellen.



Bild 8: ECO<sub>2</sub>-Projekt der THM

Folgende Maßnahmen und Projekte zum Klimaschutz wurden bereits realisiert \*):

- Anlagenoptimierung Gebäude D11, D16, LTZ (Lüftung)
- Pilotprojekt energetische Sanierung Gebäude A10
- Betriebsoptimierung Gebäude B21
- „ECOMMUTE“ CO<sub>2</sub>-neutrales Pendeln:
  - Ladestationen
- Photovoltaikanlagen, Ausbau erneuerbarer Energien
  - A5 mit 70 kWp
  - A20 mit 24 kWp
  - B1 mit 65 kWp
  - C11 mit 29 kWp
  - C15/C16 mit 78 kWp
  - D10/D11 mit 81 kWp
- Fassadensanierung A5 und A7
- Implementierung eines Energieerfassungssystems für den Campus Friedberg
- Hydraulischer Abgleich Campus C (C10, C13 und C14) und Einzelraumregelung (analog A10)
- LED Beleuchtung A21
- Hydraulischer Abgleich Campus Friedberg und Einzelraumregelung
- Abwasserwärmenutzungsanlage auf dem A- und C-Campus in Gießen

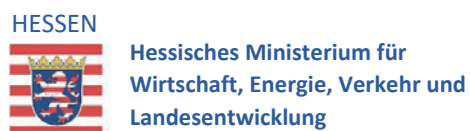


**Finanziert von der  
Europäischen Union**  
NextGenerationEU

Dieses Projekt wird aus Mitteln des Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung als Teil der Reaktion der EU auf die CO<sub>2</sub>-VID-19-Pandemie finanziert.

Detailliertere Informationen zu den Maßnahmen finden sich auch auf unserer Homepage unter:  
[go.thm.de/eco2](https://go.thm.de/eco2)

\*) Gefördert mit den Mitteln des Landes Hessen:





## 3.1 Kooperationen mit Fachbereichen

Die Idee des Campus-Labors, also die Zusammenarbeit zwischen dem ECO<sub>2</sub>-Projekt, verschiedenen Instituten der THM, Fachbereichen, dem Bau- und Facility Management für die Bereiche Neubauten und Gebäudebetrieb wurde wie in den vergangenen Jahren erfolgreich fortgesetzt.

Die THM als technische Hochschule kann aufgrund der zahlreich vorhandenen Fachexpertise hier besonders erfolgreich sein.

Darüber hinaus ist diese Form der übergreifenden Zusammenarbeit auch ein großer Gewinn für die Studierenden, die im Rahmen von Projekt-, Studien- oder Abschlussarbeiten sowohl theoretisch als auch praxisnah an unterschiedlichsten Nachhaltigkeitsthemen mitwirken und mitgestalten.

In Zukunft werden vermehrt Anlagen der THM als „Reallabor“ für die Fachbereiche der THM nutzbar gemacht. Hierzu zählt einerseits der Zugang zu den Anlagen und andererseits die zur Verfügungsstellung von Mess- und Betriebsdaten. Bei der Installation der Anlagen werden die Bedürfnisse der Fachbereiche berücksichtigt.

Besonders hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang das Reallabor „Abwasserwärmenutzungsanlage auf dem A- und C-Campus“ in Gießen. Im Jahr 2023 wurden von 26 Studierenden insgesamt 8 Themen bearbeitet mit Fragestellungen zur Wirtschaftlichkeit, der Ökobilanz, zur Datenerfassung und zum Kommunikationskonzept.

## 3.2 Energiemanagement/Energieerfassung

Bereits im Energie- und Ressourcenbericht 2019 wurde auf die Wichtigkeit der Energieerfassung und des Energiemanagements hingewiesen. Nach wie vor bildet das Energiemanagement der THM die Grundlage für energetische Optimierungen und die Überwachung von durchgeführten Maßnahmen.

Die Energieerfassung wird kontinuierlich erweitert und digitalisiert. Die THM hat insgesamt 352 Energiezähler. Derzeit werden noch ca. 100 Zähler von Hand monatlich abgelesen. Ziel ist es, alle Energie- und Wasserzähler digital zu erfassen und mindestens stündliche Werte aufzuzeichnen.

Dafür wurde an der THM ein LoRa-Netzwerk aufgebaut. LoRa steht für Long-Range, übersetzt große Reichweite. Die dafür benötigte Antenne wurde auf dem Dach des Gebäudes A10 installiert. Über das LoRa-Funkprotokoll kann die THM Zähler erreichen, die zuvor nicht an die automatische Erfassung angebunden waren, da der Aufwand einer Verdrahtung mittels M-Bus nicht im Verhältnis zum Nutzen gestanden hätte.

Das Projekt der Umstellung wird durch eine Studierende aus dem Fachbereich EI betreut. Es beinhaltet die Aufnahme der unterschiedlichen Zählertypen, die Untersuchung der unterschiedlichen Anbindungsoptionen und letztendlich auch die Umsetzung von technischen Lösungen.

Die digitale Datenerfassung bietet zukünftig die Möglichkeit, stundenaktuelle Auswertungen zu erstellen. Ziel ist es, zu jeder Stunde zu wissen, wieviel Energie die THM tatsächlich verbraucht hat und wie hoch die CO<sub>2</sub>-Emissionen dazu sind.

## 3.3 Betriebsanalyse und Betriebsoptimierung

Für die Entwicklung von Maßnahmen zur Erhöhung der energiebezogenen Leistung ist die Betriebsdatenerhebung sowie die Energieerfassung von zentraler Bedeutung. Oftmals ist ein erhöhter Verbrauch das erste Anzeichen dafür, dass der Betrieb einer Anlage oder eines Gebäudes optimiert werden kann. Dazu werden die Betriebsdaten der Anlagen analysiert und daraus Betriebsoptimierungen entwickelt. Als Beispiel sei eine Heizungsanlage genannt. Jedes Gebäude an der THM verfügt über mindestens einen Wärmemengenzähler und einen Stromzähler. Ist der Verbrauch des Gebäudes auffällig hoch oder wird beispielsweise im Sommer geheizt, ist der nächste Schritt, eine Betriebsanalyse durchzuführen.

Als Beispiel möchten wir die Heizkreisregelung eines Heizkreises im Gebäude C10 vorstellen. Der Heizkreis Nordwest hat insgesamt 62 BACnet-Objekte in der Gebäudeautomation. Jedes Objekt kann z.B. ein Temperaturfühler, ein Temperaturregler, ein Zeitprogramm oder ein Anlagenschalter sein. Jedes Objekt hat wiederum unterschiedliche Parameter, die eingestellt werden können. Ein Regler hat z.B. eine Solltemperatur, eine Maximal- und Minimaltemperatur und verschiedene Regler Einstellungen, um den Regler an die Regelstrecke anzupassen.

Ein Heizkreis besteht in der Regel aus immer den gleichen Komponenten: Heizkreispumpe, Mischventil und Temperaturfühler für Vorlauf-, Rücklauf- und Außentemperatur. Grundsätzlich wird die Vorlauftemperatur in Abhängigkeit von der Außentemperatur geregelt, d.h. je kälter es draußen ist, desto wärmer ist die Vorlauftemperatur des Heizkreises.

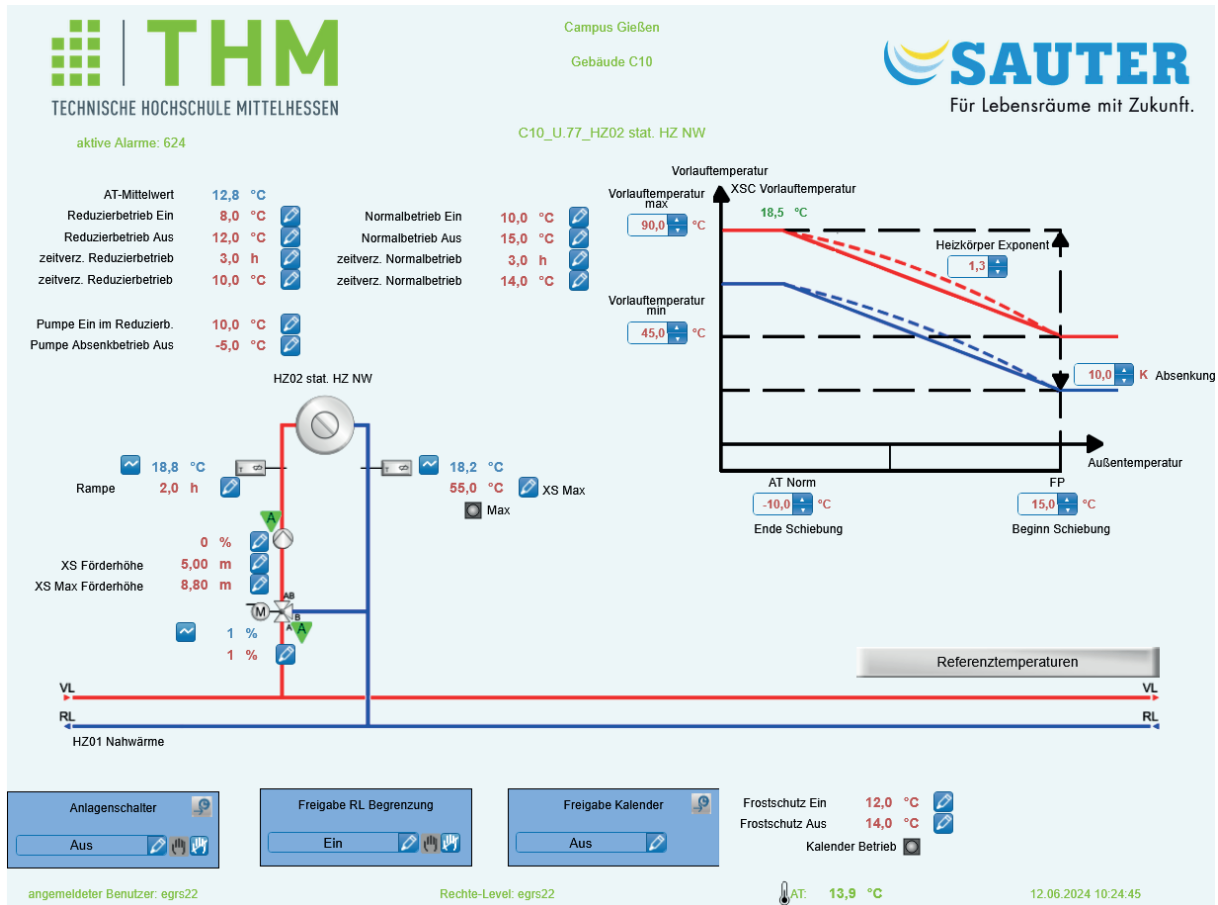


Bild 9: Heizkreis im Gebäude C10 Nordwestseite, exemplarische Darstellung der Gebäudeleittechnik

Zu dieser Abhängigkeit kommen noch Zeitprogramme hinzu. Nachts muss i.d.R. weniger geheizt werden als am Tag. Die Pumpe wird entsprechend des Bedarfes an- oder ausgeschaltet. Die Wassermenge wird wiederum an den tatsächlichen Bedarf über die Förderhöhe, d.h. den Förderdruck angepasst. Auch wenn es sich „nur“ um eine einfache Heizkreisregelung handelt, gibt es eine Vielzahl von Abhängigkeiten, die es zu untersuchen gibt. Das nachfolgende Bild zeigt die Heizkreisregelung, wie sie in der Gebäudeleittechnik dargestellt wird. Auf der linken Seite sind die Temperaturfühler, die Pumpe und das Regelventil zu sehen. Auf der rechten Seite die sogenannte Heizkurve. Über die Heizkurve wird ermittelt, bei welcher Außentemperatur, welche Vorlauftemperatur erreicht werden muss. Oberhalb des Heizkreises befinden sich verschiedene Schaltpunkte für das Zu- oder Abschalten der Heizungsanlage in Abhängigkeit von der Außentemperatur und der Betriebsmodi.

Für diesen Heizkreis wird nachfolgend der Zusammenhang zwischen Außentemperatur, Zeitprogramm und Pumpenbetrieb analysiert. Nachts soll die Heizkreispumpe ausgeschaltet sein, tagsüber ein aber nur für den Fall, dass es draußen auch kalt ist. Wir betrachten 4 Tage im Mai 2024, (Bild 10) eine typische Übergangszeit. Nachts und morgens ist es noch kalt und im Laufe des Tages ist die Außentemperatur so hoch, dass nicht mehr geheizt werden muss.

Auf dem nachfolgenden Diagramm werden zwei Datenreihen gezeigt, die erste ist die Außentemperatur und die zweite sind die Schaltpunkte der Heizkreispumpe. Es ist ein Zeitraum von vier Tagen dargestellt.

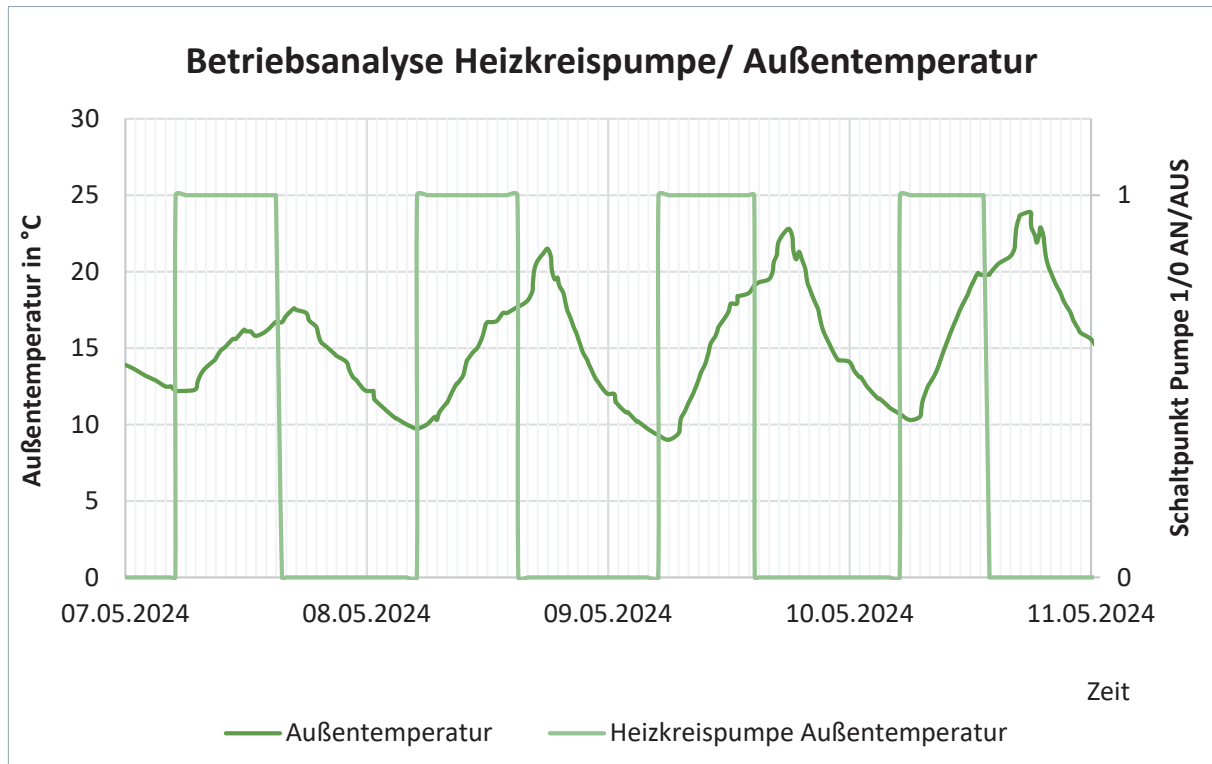


Bild 10: Betriebsanalyse Heizkreispumpe/ Außentemperatur am Beispiel des Gebäudes C10

Zu erkennen ist, dass die Pumpe nachts aus ist und morgens einschaltet. Im Verlauf der Tage wird die Pumpe zu einem immer späteren und wärmeren Zeitpunkt ausgeschaltet. D.h. am ersten Tag schaltet diese um 14:58 Uhr bei 16,7 °C aus und am letzten Tag um 13:54 bei 19,8 °C. Eingestellt ist jedoch ein sofortiges Ausschalten über 15 °C Außentemperatur oder ein zeitverzögertes Ausschalten von 3 Stunden über 14 °C. Eine Zeitspanne ist bei den betrachteten Tagen immer gleich: der Zeitraum zwischen einer Außentemperatur von 15 °C und dem Ausschalten der Pumpe. Dieser beträgt exakt 5 Stunden. Eine Nachfrage beim Hersteller ergab, dass die 5 Stunden fest programmiert wurden. Der Fehler wurde behoben und in der nächsten Heizsaison muss beobachtet werden, ob die Pumpenlaufzeiten und damit auch die Heizzeiten weiter reduziert werden konnten.

Das oben genannte Beispiel zeigt nur eine einzige Heizkreisregelung an der THM. Insgesamt gibt es pro Gebäude ca. 3-4 Heizkreise, bei denen der Betrieb analysiert werden müsste. Dazu kommen noch diverse Lüftungsanlagen, Einzelraumregelungen, Kälteanlagen etc. In Summe verfügt die THM derzeit über 90 Automationsstationen mit insgesamt 27.000 BACnet-Objekten.

### 3.4 Ausbau erneuerbarer Energien

2023 wurden die PV-Anlagen auf den Dächern von C15 und C16 in Betrieb genommen. Insgesamt haben beide Anlagen zusammen eine Leistung von 79 kWp. Auf dem Dach des Gebäudes C16 sind die Module nach Osten und Westen ausgerichtet, auf C15 nach Süden.



Bild 11: PV-Anlage C16

Die Besonderheit dieser Anlage ist die enge Kooperation mit dem Fachbereich ME, insbesondere dem Institut für Gebäudesystemtechnik und erneuerbare Energie (IGE). Das IGE betreibt im C15 das sogenannte „Energieautarke 3.OG“. Dazu gehören eine Wärmepumpe mit mehreren Wärmequellen, zwei thermische Speicher mit jeweils 2.500l, die beiden PV Anlagen auf den Dächern von C15 und C16 sowie ein elektrischer Energiespeicher mit 40 kWh im Keller des Gebäudes.

Zum Facility Management gibt es zahlreiche Schnittstellen: die Einbindung in das Heiz- und Kaltwassernetz, Anschluss an die Raumautomation und die übergeordnete Gebäudeautomation sowie die Netzwerkanbindung verschiedener Zähler und Geräte über ein vom Facility Management administriertes Netzwerk auf dem C-Campus. Das Ziel der entwickelten Anlagenkonfiguration ist die Untersuchung eines dezentralen und möglichst energieautarken Betriebs für die Beheizung, Kühlung und Stromversorgung des Gebäudes unter realen Bedingungen. Für die Studierenden bietet die Anlage eine einmalige Möglichkeit, alle Komponenten im Betrieb zu sehen und die Wechselwirkungen der Komponenten in unterschiedlichen Betriebszuständen zu erforschen.

Durch den kontinuierlichen Ausbau der Photovoltaikanlagen konnten im Jahr 2023 bereits etwa 234 MWh Solarstrom selbst erzeugt werden, wovon 97 % auch direkt auf dem Campus genutzt wurden (Bild 12).

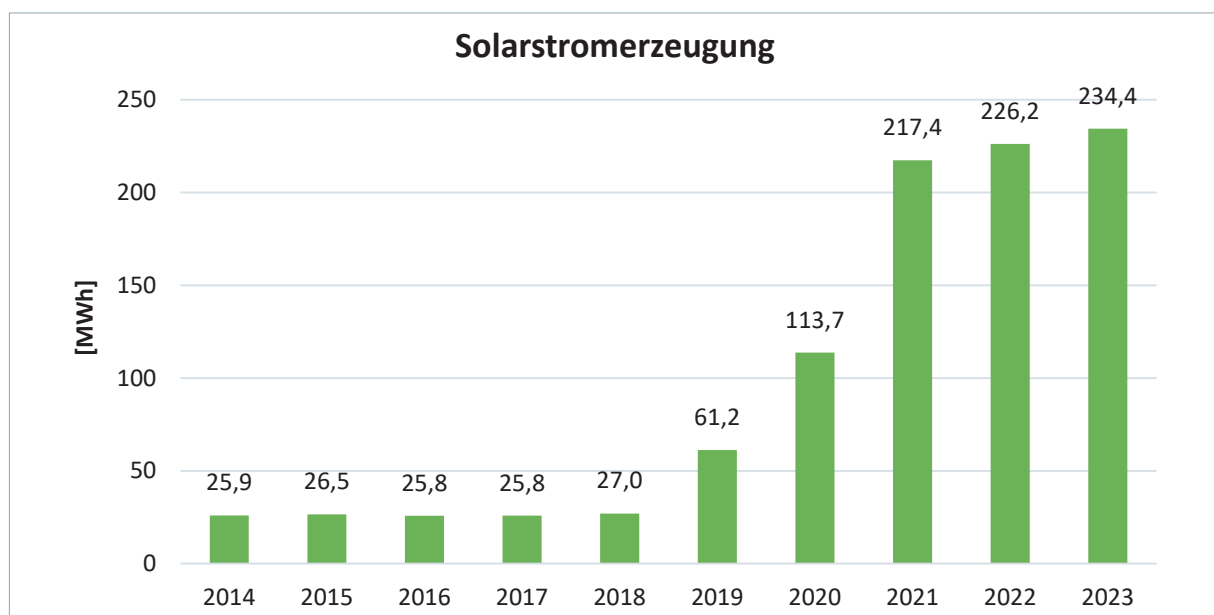


Bild 12: Eigenerzeugung Solarstrom

## 4. Verbrauchsermittlung und Auswertungen

Die Technische Hochschule Mittelhessen befindet sich seit ein paar Jahren in einer Phase der Konsolidierung. Dies zeigt sich sowohl an den Studierenden- und Beschäftigtenzahlen als auch an der Entwicklung der Gebäudeflächen.

Die THM steht im Einklang mit dem Projekt „CO<sub>2</sub>-neutrale Landesverwaltung Hessen“, für das die Hessische Landesverwaltung bis zum Jahr 2030 Klimaneutralität anstrebt.

Die Hochschule verfügte im Jahr 2023 in Gießen und Friedberg über einen Gebäudebestand von 63 Gebäuden. Davon wurden 19 Gebäude angemietet.

Das Alter der Gebäude geht bis auf das Jahr 1879 zurück. Der energetische Zustand stellt sich entsprechend differenziert dar und hat teilweise ein sehr großes Potenzial zur Senkung des Energieverbrauchs. Insbesondere die älteren Gebäude entsprechen nicht den Anforderungen der aktuellen Energieeinsparverordnung und dem Stand der Technik. Im Zuge der regelmäßigen Bauinstandhaltung werden Maßnahmen zur energetischen Sanierung ergriffen. Eine zielgerichtete Umsetzung vorhandener Energieeinsparpotenziale kann aber nicht im Rahmen der allgemeinen baulichen Instandhaltungsarbeiten durch FM geleistet werden.

Mit Hilfe von zusätzlichen Mitteln des Landes konnte die THM starten, ein betriebliches Nachhaltigkeitsmanagement aufzubauen, das die Anstrengungen zur Nachhaltigkeit im Betrieb der Hochschule konzipiert und koordiniert (siehe Abschnitt 3).

Voraussetzung und Grundlage für eine energieeffiziente, betriebskostenminimierende und CO<sub>2</sub>-reduzierte Gebäudebewirtschaftung ist ein energieeffizienter Gebäudebestand und ein erfolgreiches Energiecontrolling und -management.

Im Rahmen des Energiecontrollings beteiligt sich die THM bereits seit Jahren am Projekt zur CO<sub>2</sub>-Bilanzierung der hessischen Hochschulen, das im Auftrag des HMWK vom HIS-Institut für Hochschulentwicklung e.V. (HIS-HE) durchgeführt wird.

Neben nachhaltigen Gesichtspunkten in Bezug auf das Klima spielen auch wirtschaftliche eine treibende Rolle, denn bei Energieausgaben von über 2 Mio. € pro Jahr ergeben sich durch Verbrauchsreduktionen auch beträchtliche finanzielle Vorteile.

Zur Bewertung und besseren Vergleichbarkeit werden die Verbräuche für Energie, Wasser, Abfälle und Treibhausgasemissionen in Bezug zur Anzahl der der Hochschule angehörenden Personen und zur Nettoraumfläche (NRF, ehemals Netto-Grundfläche NGF) der bewirtschafteten Gebäude gesetzt. Die NRF ist gemäß DIN 277 die Summe der nutzbaren Grundflächen eines Gebäudes. Die Gebäudeflächen und Energiedaten beziehen sich auf die eigenen Liegenschaften sowie Daueranmietungen. Kürzere und kleinere Anmietungen sind in diesem Bericht nicht erfasst, weil deren Nebenkosten bis zu zwei Jahre später abgerechnet werden und die An- und Abmietungen häufig unterjährig erfolgen, wodurch es zu Schwankungen bei der Kennzahlenbildung kommen würde.

Alle Verbrauchszahlen wurden nach bestem Wissen und Gewissen ermittelt und zusammengestellt, enthalten aber kleinere Unschärfen, die sich z.B. aus der nachträglichen Zusammenstellung der Zahlen für die Jahre 2014-2016 ergeben sowie aus kleineren Einflüssen von Sonderprojekten, beispielsweise in Bezug auf Baustrom, Bauwasser u.ä.



## 4.1 Strom

Die Bilanzierung der Energie erfolgt in Anlehnung an die CO<sub>2</sub>-Bilanz 2015 für hessische Hochschulen. Es wird unterschieden zwischen Energiefremdbezug, Energieeigenerzeugung mit einem Blockheizkraftwerk und Photovoltaikanlagen sowie der Energienutzung. Beim Energiefremdbezug handelt es sich um die eingekauften Energieformen Strom, Fernwärme, Fernkälte und Erdgas.

Nachfolgend ist der insgesamt verbrauchte Strom in den Gebäuden und Außenanlagen der THM dargestellt.

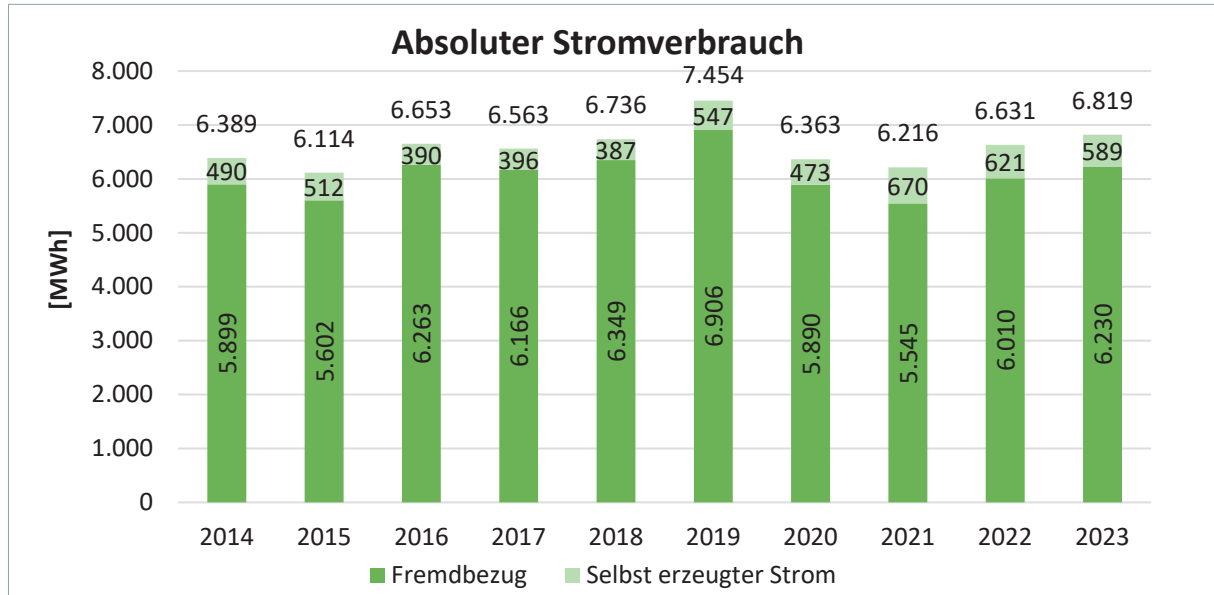


Bild 13: Stromverbrauch aus Fremdbezug und Verbrauch aus Selbsterzeugung (BHKW und PV) in MWh

Mit „selbst erzeugtem Strom“ ist die Energiemenge gemeint, die mittels Erdgas-BHKW und mehreren Photovoltaikanlagen erzeugt und auch selbst genutzt wurde. Im Jahr 2023 lag der erzeugte Photovoltaikstrom bei rund 234 MWh, siehe Abschnitt 3.4.

Der absolute Stromverbrauch der THM in 2023 betrug insgesamt 6.819 MWh. Abgesehen von den Corona Jahren liegt er auf dem mittleren Niveau von 2016 bis 2019, allerdings bei einem Flächenzuwachs in diesem Zeitraum von knapp 24 %.

Gegenüber der Vorcoronazeit 2019 ist eine deutliche Reduktion auf ca. 89 % zu verzeichnen. Hier werden die Auswirkungen der verschiedenen ressourcenschonenden Maßnahmen in den Bestandsgebäuden gut sichtbar, näheres hierzu siehe Abschnitt 3.

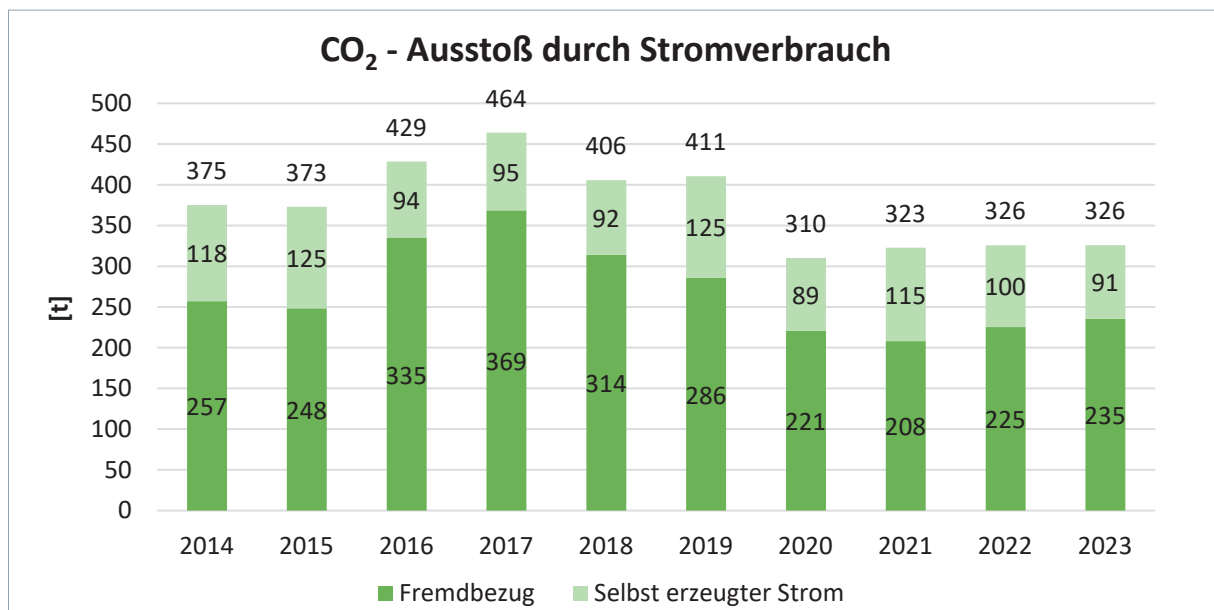


Bild 14: CO<sub>2</sub>-Ausstoß durch Stromverbrauch in Tonnen



Seit dem 01.01.2017 bezieht die THM im Rahmen des gemeinsamen Stromlieferungsvertrages des Landes Hessen zu 100 % Ökostrom.

Gleiches gilt seit dem 01.01.2020 auch für alle Mietobjekte am Standort Gießen. Somit wurde das Ziel erreicht, auch diese Stromverträge rechnerisch auf Ökostrom umzustellen.

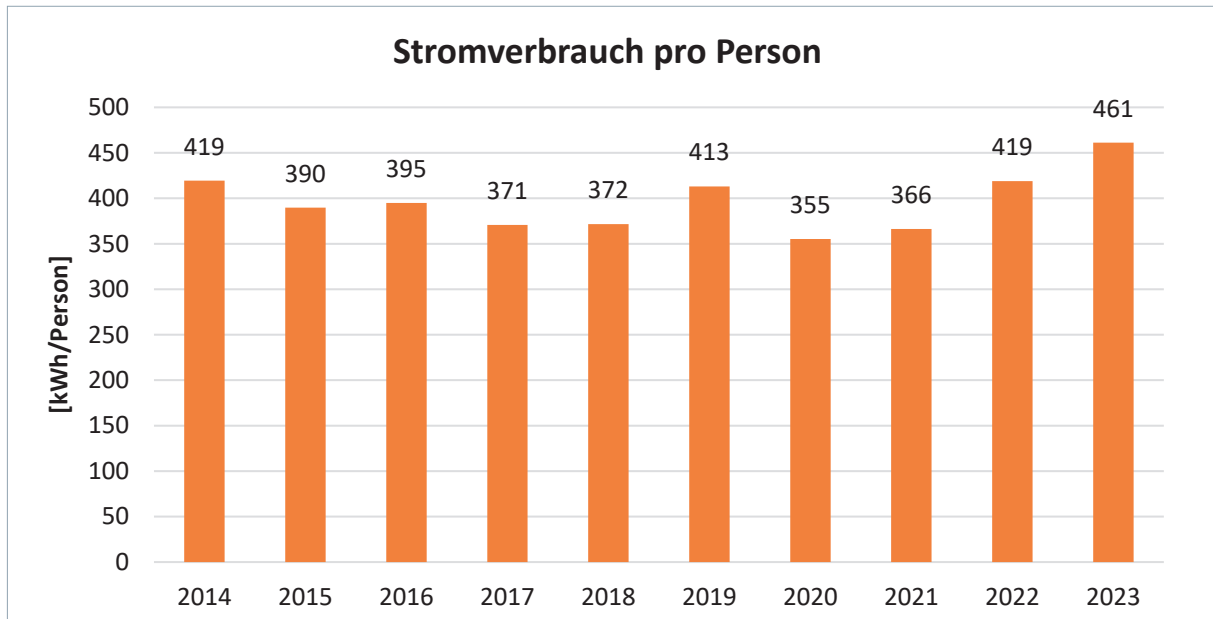


Bild 15: Personenbezogener Stromverbrauch

Ermittelt man den Pro-Kopf-Stromverbrauch an der THM (Bild 15), so zeigt sich durch den leichten Anstieg im absoluten Verbrauch seit 2020 bei gleichzeitig etwas sinkenden Studierendenzahlen ein höherer spezifischer Verbrauch.

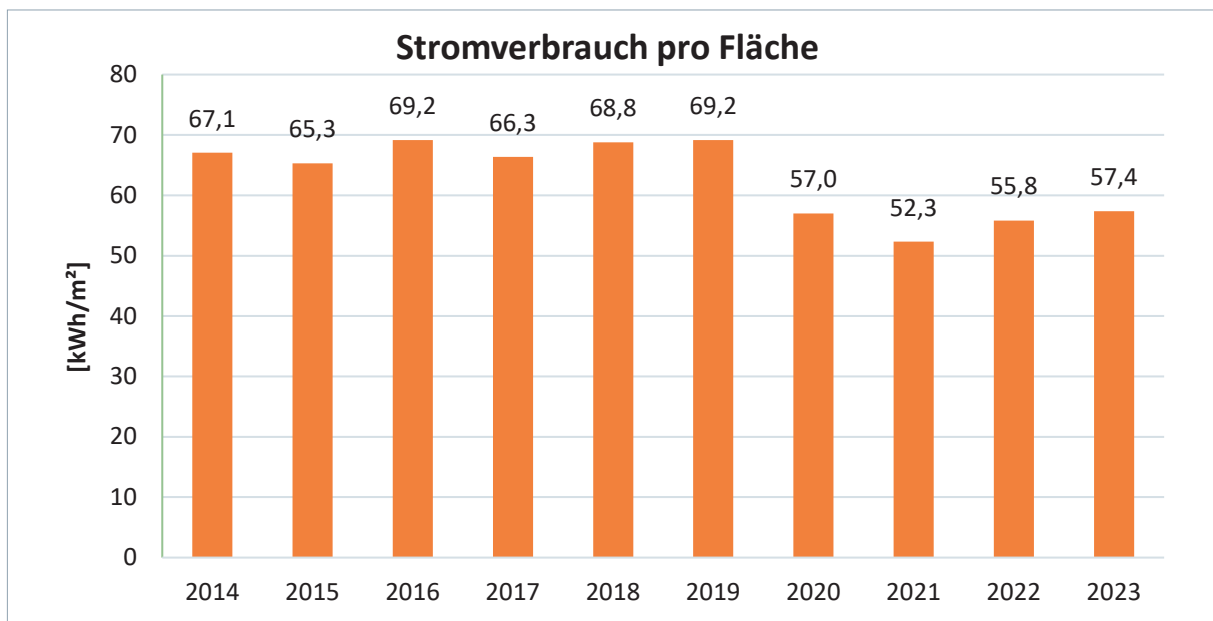


Bild 16: Flächenbezogener Stromverbrauch

Der spezifische Stromverbrauch bezogen auf die Fläche lag in den Jahren 2014-2019 in etwa konstant bei rund 67 kWh/m<sup>2</sup>, siehe Bild 16. Für 2021 ergab sich aufgrund der Flächenzunahme einerseits und des Corona-bedingt geringeren Verbrauchs andererseits ein ca. 22 % geringerer Wert, der in den Jahren 2022 und 2023 leicht angestiegen ist.

## 4.2 Wasser

Der Wasserverbrauch der THM weist in den Jahren 2016-2021 sowohl absolut als auch bezogen auf die Personenzahl eine deutlich fallende Tendenz auf. In 2020 und 2021 spielten die geringeren Gebäude-  
nutzungen eine signifikante Rolle. Der Anstieg in 2022 ist u.a. auf singuläre Verluste begründet.

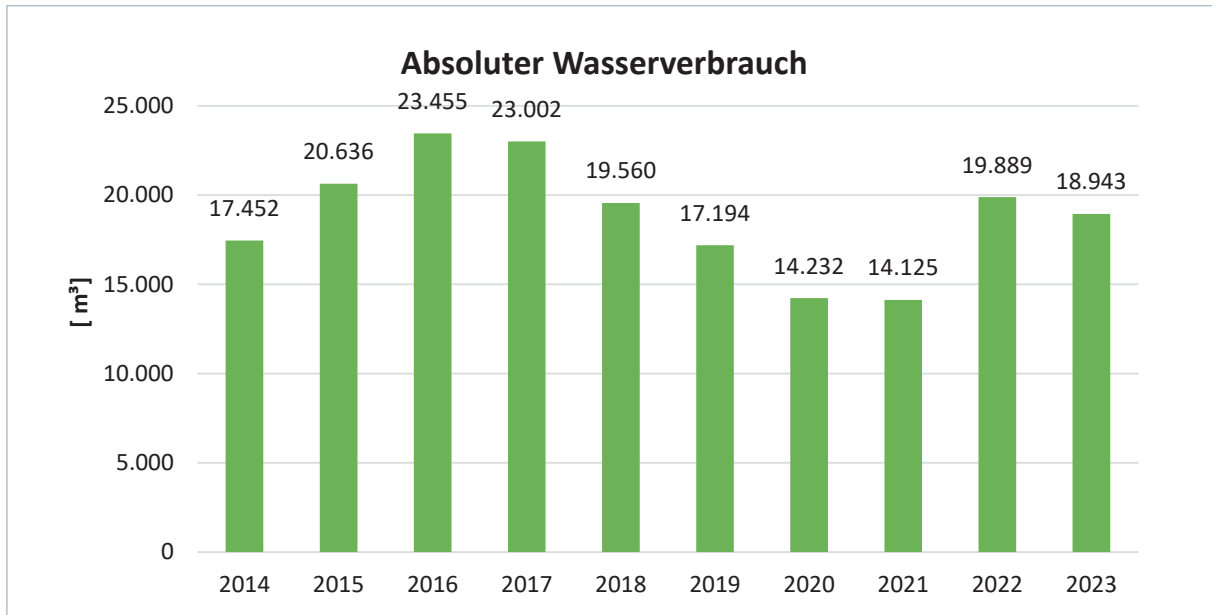


Bild 17: Wasserverbrauch

Die CO<sub>2</sub>-Bilanz für hessische Hochschulen der HIS-HE beinhaltet auch eine Gegenüberstellung der Wasserverbräuche der Hochschulen und ermöglicht es, den Verbrauch der THM einzuordnen. Bezogen auf die Studierendenzahl wurden im Jahr 2019 im landesweiten Mittel rund 5 m<sup>3</sup> Wasser pro Studierenden verbraucht.

Die THM liegt mit ca. 1,3 m<sup>3</sup> pro Studierenden deutlich unter dem hessischen Durchschnitt (vgl. Bild 18).

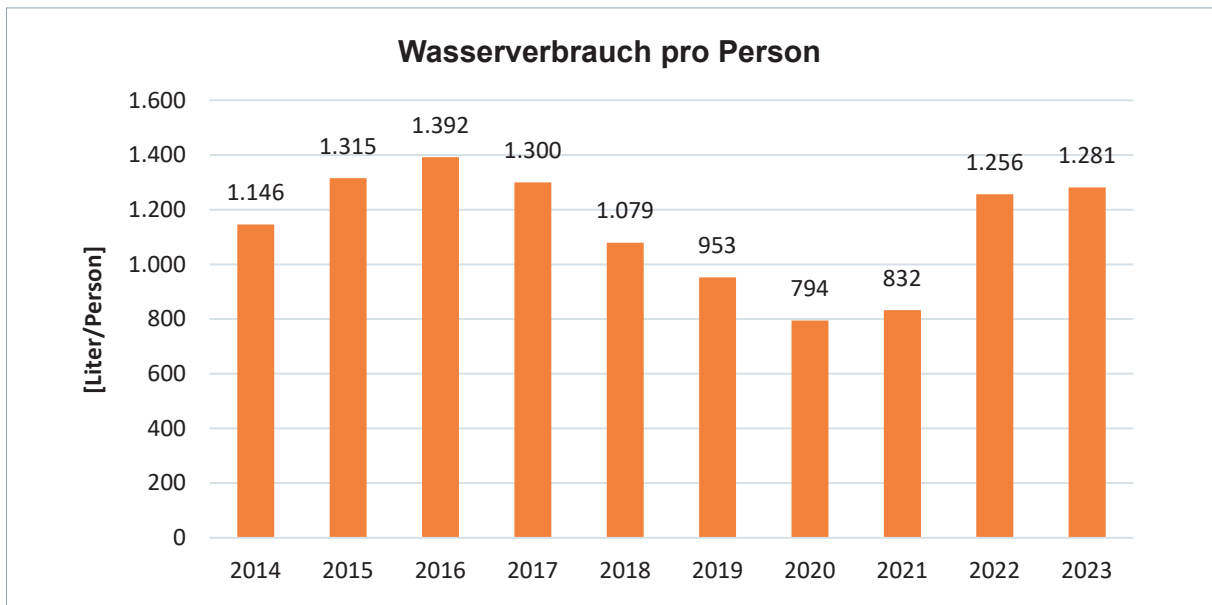


Bild 18: Personenbezogener Wasserverbrauch

## 4.3 Wärme

In diesem Abschnitt sind die Wärmemengen für die Jahre 2014 bis 2023 dargestellt. Sie gliedern sich in die Energieträger Fernwärme und Erdgas auf.

Der Erdgasverbrauch fällt zum Großteil als Heizmedium an, der Anteil der Laborgase ist vergleichsweise gering und kann nicht separat ausgewiesen werden. Auch das BHKW in Friedberg wird mit Erdgas betrieben. Über Kraft-Wärme-Kopplung wird sowohl Strom als auch Wärme erzeugt. Der hier dargestellte Wärmeverbrauch ergibt sich aus der Erdgasmenge abzüglich der erzeugten Strommenge.

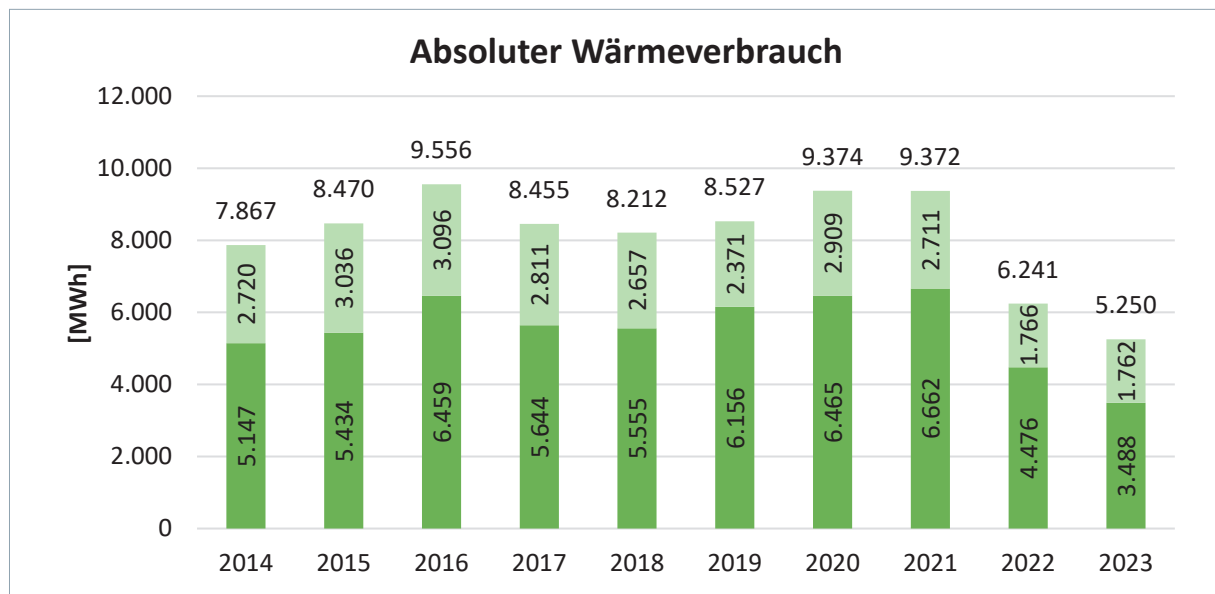


Bild 19: Witterungsbereinigte Wärmeverbräuche

Wie Bild 19 verdeutlicht, wird der Großteil der Wärmeenergie aus Fernwärme am Campus Gießen gedeckt. Der Erdgasanteil resultiert im Wesentlichen aus dem Verbrauch des Blockheizkraftwerks am Standort Friedberg.

Der Gesamtwärmeverbrauch lag im Jahr 2023 bei 5.250 MWh und damit deutlich niedriger als in den Jahren zuvor.

Dies hatte hauptsächlich zwei Gründe: zum einen zeigen sich hier die Auswirkungen aus energetischen Maßnahmen, die kontinuierlich den Verbrauch senken. Zum anderen wurden im Winter 2023 einschneidende Maßnahmen getroffen, um eine deutschlandweite Energiekrise zu verhindern. Insbesondere wurde die Schließzeit der Hochschule verlängert und damit die Heiztage reduziert und parallel wurden die Raumtemperaturen auf ein regelkonformes Minimum abgesenkt. Einen Teileinfluss auf den niedrigen Wärmeverbrauch hat sich auch die Inbetriebnahme der Abwasserwärmenutzungsanlage, deren großes Potential aber erst im gesamten Jahr 2024 ersichtlich werden wird.

Dies alles führte dazu, dass (nicht witterungsbereinigt) im Vergleich zum Jahr 2021 nur noch 56 % an Wärme verbraucht wurde.

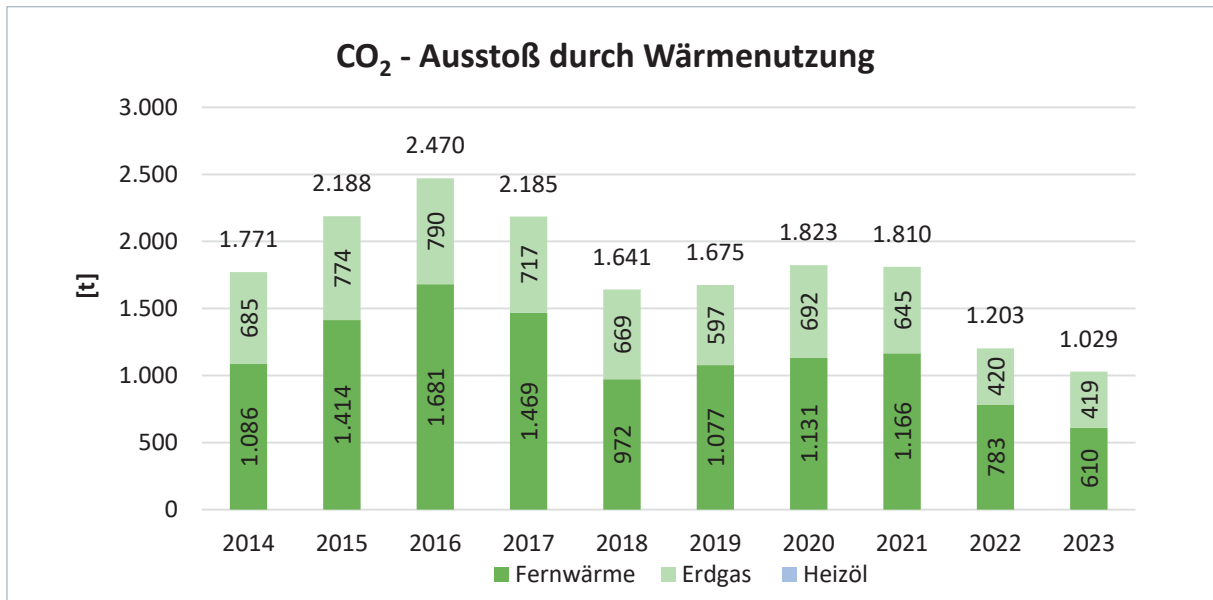


Bild 20: CO<sub>2</sub>-Ausstoß durch witterungsbereinigte Wärmenutzung

Im Jahr 2023 entstanden 1.029 t CO<sub>2</sub> durch den Wärmeverbrauch an den Campus-Arealen Gießen und Friedberg.

Im Gegensatz zur Ermittlung des gesamten CO<sub>2</sub>-Ausstoßes, der in Analogie zu HIS-Studien nicht witterungsbereinigt ermittelt wird (siehe Abschnitt 4.5), sind die CO<sub>2</sub>-Werte in Bild 20 witterungsbereinigt berechnet, damit eine bessere Vergleichbarkeit zwischen den einzelnen Jahren gegeben ist.

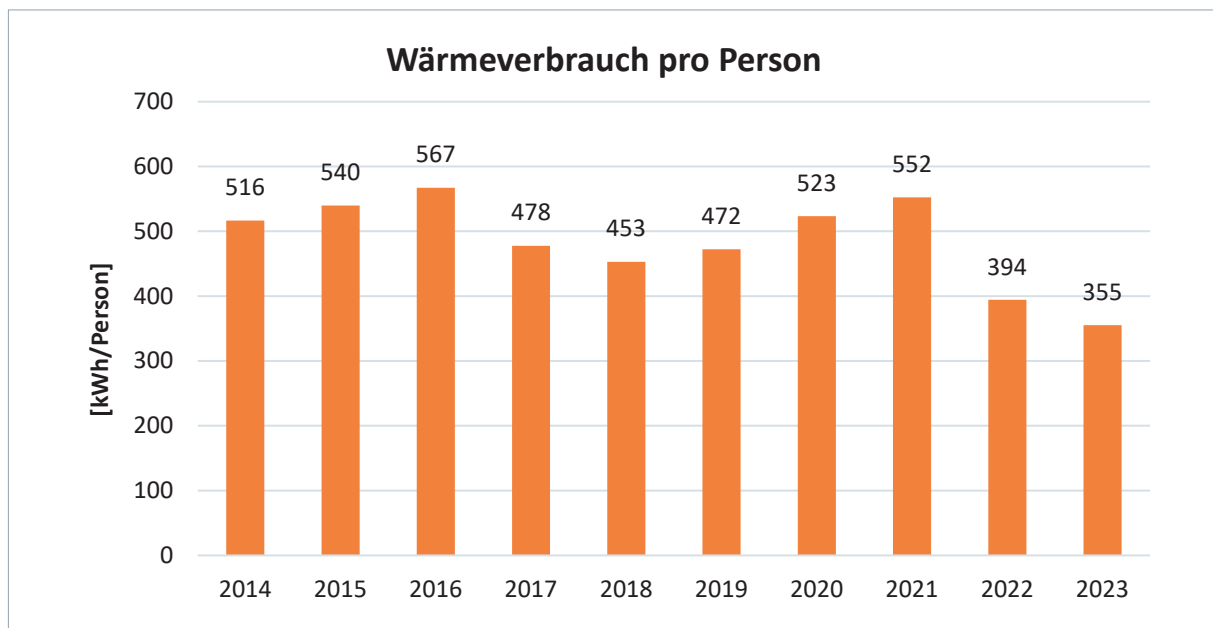


Bild 21: Personenbezogener Wärmeverbrauch

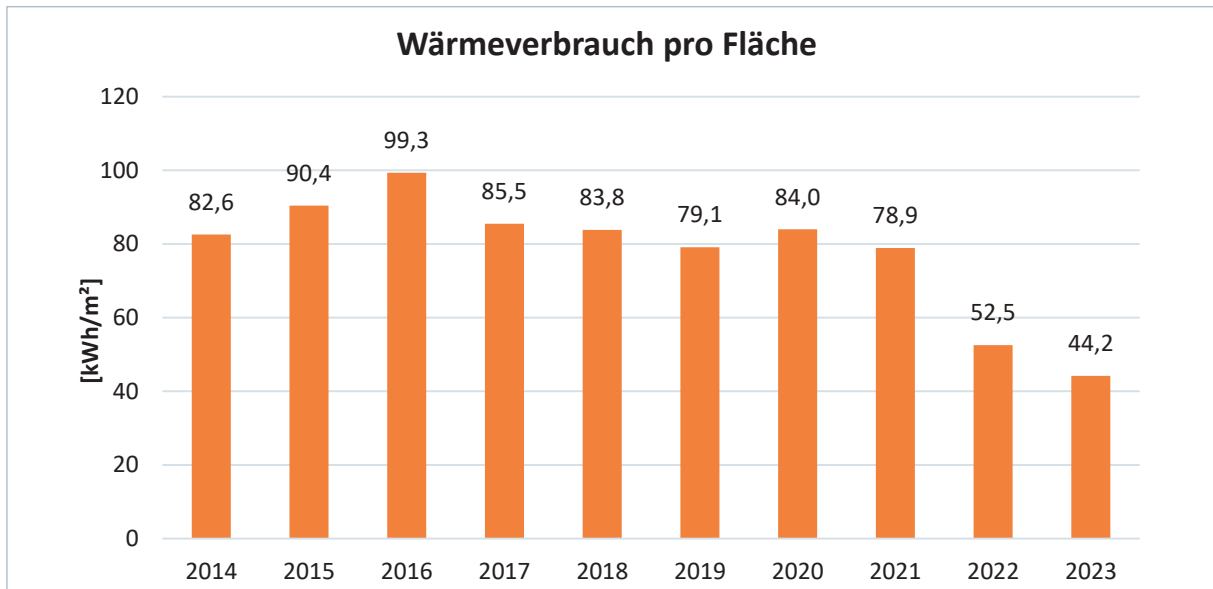


Bild 22: Flächenbezogener Wärmeverbrauch

Die spezifischen Kennzahlen für die Wärmenutzung in Bild 21 und Bild 22 für den personenbezogenen bzw. flächenbezogenen Verbrauch ergeben für das Jahr 2023 folgerichtig wenig Überraschendes, denn aufgrund des absolut niedrigeren Wärmeverbrauchs sinken auch die spezifischen Verbräuche deutlich.

## 4.4 Kälte

Der Kälteverbrauch teilt sich in lokale Kälte (Herstellung mit Kältemaschinen mittels Strom) und einem Fremdbezug von Fernkälte auf. Der Energieverbrauch der lokalen Kälte wird aufgrund der vielen dezentralen Anlagen nicht erfasst. Er ist jedoch in den Kennzahlen für Strom integriert.

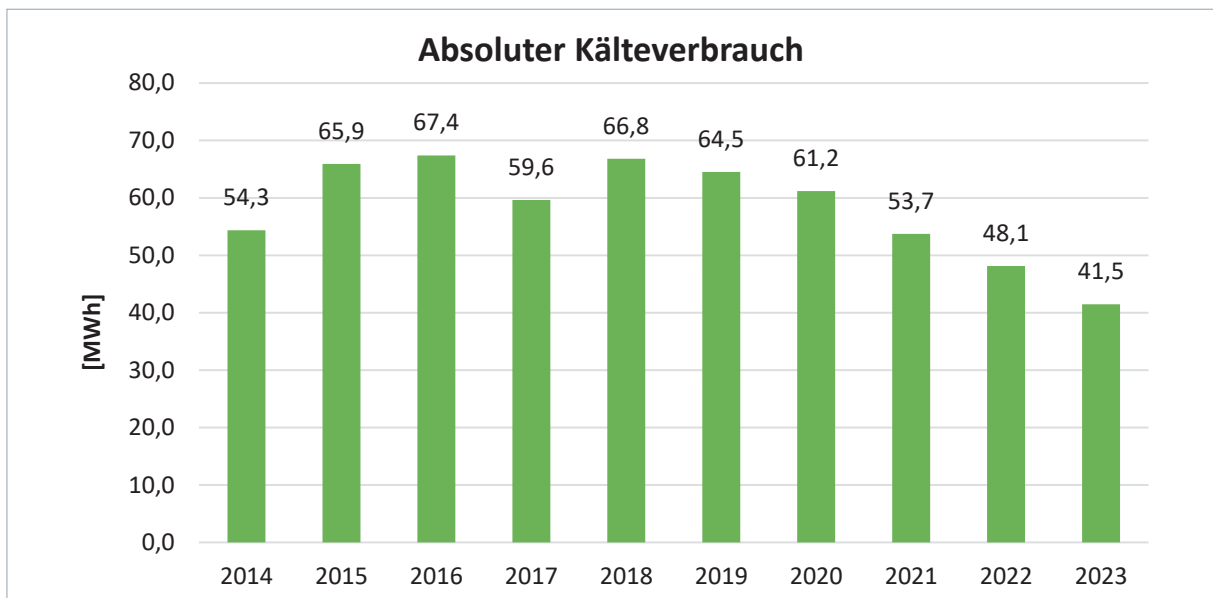


Bild 23: Kälteverbrauch aus Fremdbezug

Die Fernkälte wird regional von den Stadtwerken über ein Energieversorgungsnetz (analog zum Fernwärmenetz) zur Verfügung gestellt. Hergestellt wird die Kälte überwiegend aus Fernwärme durch die Nutzung des Absorptionskälte-Prinzips. Dies ist ein besonders umweltschonender Prozess, da bei der Herstellung der Fernwärme bereits über Kraft-Wärme-Kopplung Strom erzeugt wurde und zur Erzeugung der Kälte anschließend die Abwärme effektiv genutzt wird.

Der in Bild 23 dargestellte (Fern-) Kälteverbrauch ergibt sich ausschließlich im Gebäude B14 und zeigt im Betrachtungszeitraum einen kontinuierlich abnehmenden Verlauf. Der daraus resultierende CO<sub>2</sub>-Ausstoß ist vergleichsweise klein und wird nicht separat dargestellt.

## 4.5 CO<sub>2</sub>-Emissionen

Seit 2009 erstellt die HIS-HE jährlich CO<sub>2</sub>-Bilanzen für alle hessischen Hochschulen und ermöglicht damit vergleichende Aussagen darüber, welche Klimaauswirkungen durch den Gebäudebetrieb an den verschiedenen hessischen Hochschulen entstehen. In diesem Energie- und Ressourcenbericht werden bei der Ermittlung der gesamten CO<sub>2</sub>-Äquivalente die gleichen Grundlagen wie in den HIS-HE-Benchmarking-Berichten verwendet (vgl. Abschnitt 2.2). Der wesentliche Unterschied zu den voran gegangenen Kapiteln besteht darin, dass die Wärmeverbräuche hier nicht witterungsbereinigt ermittelt wurden.

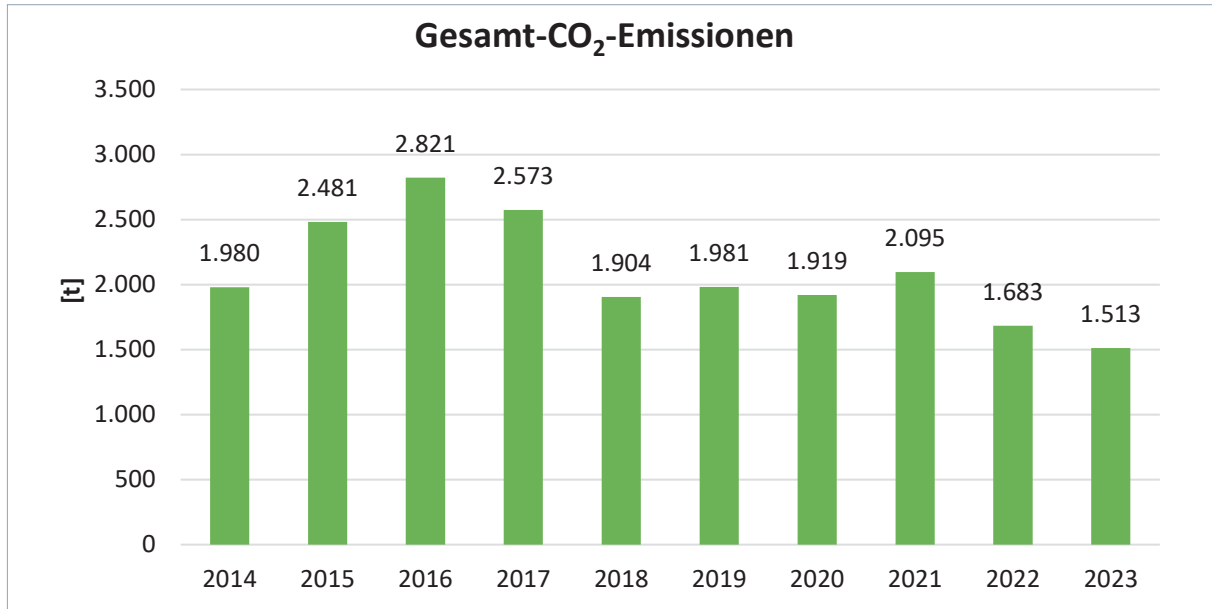


Bild 24: CO<sub>2</sub>-Emissionen an der THM durch Strom-, Wärme- und Kältenutzung sowie Kraftstoffe, nicht witterungsbereinigt

Für die ebenfalls CO<sub>2</sub>-relevanten Fahrten bei Exkursionen, An- und Abreisen von Hochschulangehörigen sowie Dienstreisen mit Mietwagen oder Bahn liegen bisher kaum gesonderte Daten vor. Auch deshalb sind diese nicht in der Bilanzierung enthalten.

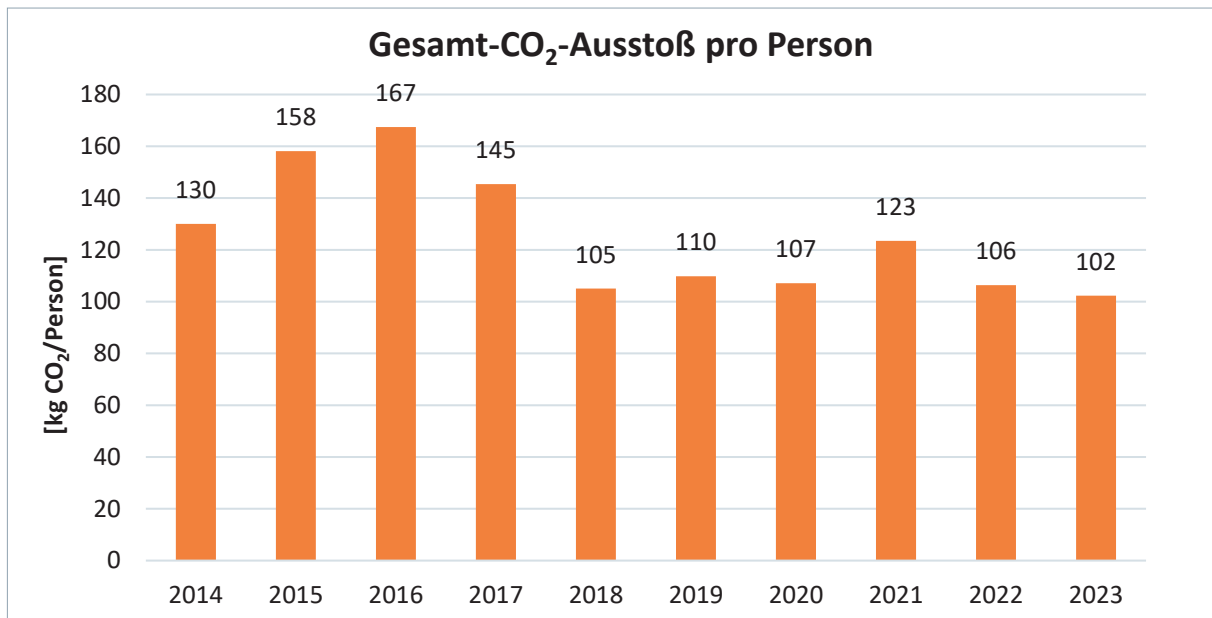


Bild 25: Personenbezogener CO<sub>2</sub>-Ausstoß ohne Witterungskorrektur

In Bild 25 und Bild 26 sind die Entwicklungen der personen- und flächenbezogenen Kennzahlen dargestellt, auch diese unterliegen den Einflüssen der Witterung.

Der gesamte CO<sub>2</sub>-Ausstoß im Gebäudebereich sinkt mit Ausnahme eines zwischenzeitlichen Anstiegs im Jahr 2021 seit dem Jahr 2016 von 167 kg/Person auf 102 kg/Person im Jahr 2023 (Bild 25).



Ein Vergleich mit den Ergebnissen mit dem HIS-Bericht macht in Bezug auf die personenbezogene Kennzahl keinen Sinn, da die Vergleichswerte aller Hochschulen in Hessen sehr stark differieren. Im Mittel lag die Kennzahl dort bei ca. 450 kg/Person für das Jahr 2021 und somit deutlich über dem der THM.

In Bezug auf die Fläche lag der spezifische Mittelwert der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus o.g. HIS-Studie für das Jahr 2021 für alle hessischen Hochschulen im Mittel bei 26,2 kg/m<sup>2</sup> - bei der THM dagegen gemäß Bild 26 im Jahr 2023 nur bei 12,7 kg/m<sup>2</sup>.

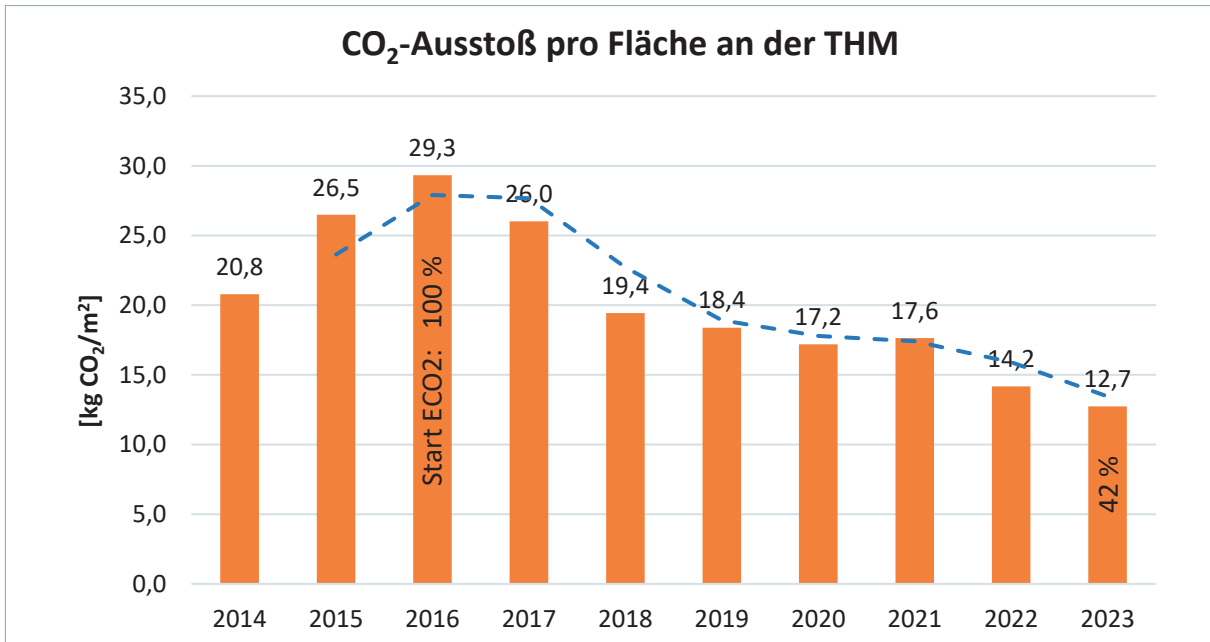


Bild 26: Flächenbezogener CO<sub>2</sub>-Ausstoß, nicht witterungsbereinigt

Im Vergleich zum Jahr 2016 mit dem höchsten spezifischen CO<sub>2</sub>-Ausstoß bezogen auf die Fläche in Höhe von 29,3 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalenten ist der CO<sub>2</sub>-Ausstoß im Jahr 2023 auf nur noch 42 % erfreulich stark zurückgegangen.

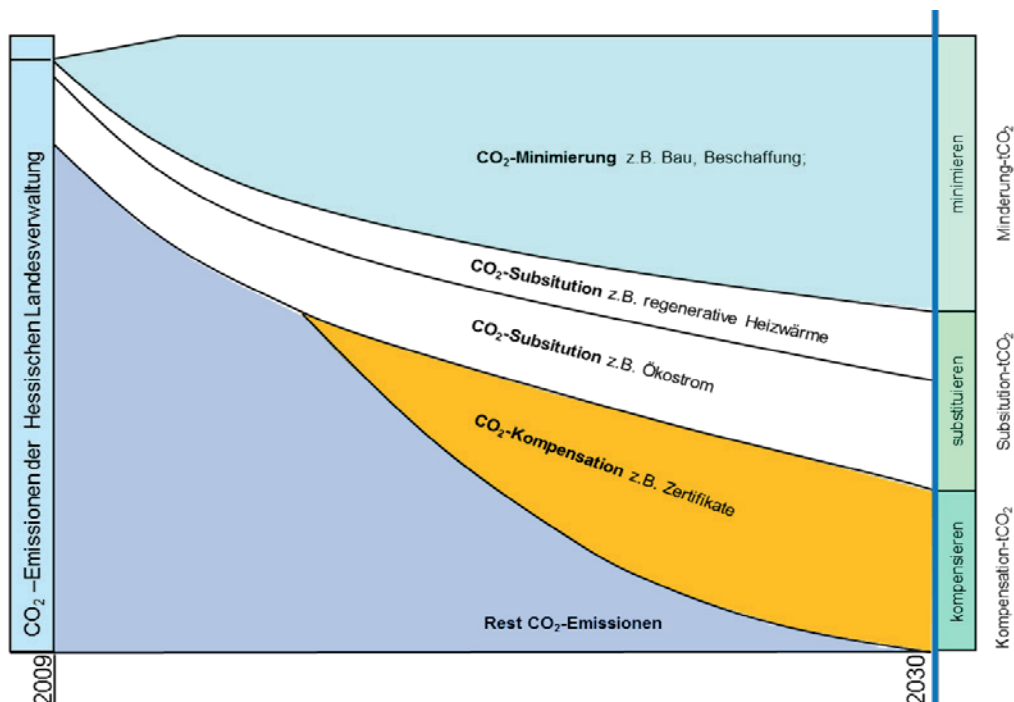


Bild 27: Minimieren, Substituieren und Kompensieren von CO<sub>2</sub>-Emissionen: Integraler Ansatz im Projekt „CO<sub>2</sub>-neutrale Landesverwaltung“ Hessen [Quelle: Hessisches Ministerium der Finanzen, <https://co2.hessen-nachhaltig.de/strategie.html>]

Die Reduktion des Energieverbrauchs ist nur ein Bestandteil auf dem Weg zu einer CO<sub>2</sub>-neutralen Landesverwaltung. Wobei das Minimierungsgebot sehr ernst verfolgt wird und bereits zahlreiche Einzelmaßnahmen im Verlauf des Projekts durchgeführt wurden. Für das Jahr 2022/2023 ist bereits die Inbetriebnahme einer Abwasserwärmenutzungsanlage an der THM geplant, die den CO<sub>2</sub>-Ausstoß zukünftig weiter reduzieren wird.

Das Land Hessen hat für das Projekt „CO<sub>2</sub>-neutrale Landesverwaltung“ drei wesentliche Handlungsfelder identifiziert, diese lauten: Minimieren, Substituieren und Kompensieren von CO<sub>2</sub>-Emissionen. Wesentlich dabei ist die postulierte Prämisse: Minimierung vor Substitution vor Kompensation (s. Bild 27).

- Minimieren: Energieverbrauch reduzieren und bei gleichem Energieträger eine Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen erzielen (z.B. technische oder organisatorische Maßnahmen).
- Substituieren: bei gleichem Energieverbrauch Energieträger nutzen, die weniger CO<sub>2</sub>-Emissionen verursachen (z.B. Kauf von Ökostrom seit dem Jahr 2010). Grundsätzlich ist auch heute noch der Bezug von Ökostrom als Mittel zur CO<sub>2</sub>-Reduzierung kritisch zu hinterfragen, da nur dann ein globaler Effekt erzielt werden kann, wenn tatsächlich regenerativ erzeugter Strom konventionell erzeugten Strom ersetzt und nicht – wie in einigen Fällen durchaus geschehen – damit nur Tauschgeschäfte zwischen Ländern mit beispielsweise einem hohen Anteil von Strom aus Wasserkraft (z.B. Norwegen) mit solchen mit einem hohen Anteil an konventionellem Strom (z.B. aus Deutschland) erfolgen.
- Kompensieren: für selbst verursachte CO<sub>2</sub>-Emissionen an anderer Stelle eine CO<sub>2</sub>-Senke schaffen (z.B. Kauf von Zertifikaten). Mit Hilfe von Klimazertifikaten besteht die Möglichkeit, den Ausstoß des Anteils von Treibhausgasen, der sich z.B. im Land Hessen nicht mehr vermeiden lässt, an einem anderen Ort (der Welt) zu verhindern, indem z. B. in anderen weniger wohlhabenden Ländern erneuerbare Energien als Ersatz für ursprünglich vorgesehene fossile Kraftwerke eingesetzt oder in Deutschland Moore vernäht werden. Durch den Kauf von Klimazertifikaten können solche Projekte finanziell unterstützt werden und kompensieren (global betrachtet) die eigenen Emissionen.

# 5. Stoffströme

## 5.1 Abfallaufkommen

Die fachgerechte Entsorgung von gefährlichem und ungefährlichem Abfall wird von der Hochschule gemäß den gesetzlichen Vorgaben durchgeführt. Darüber hinaus werden alle Angehörigen der Hochschule dazu angehalten, mit Abfällen verantwortungsvoll umzugehen und die Menge an Abfall im Alltag zu reduzieren.

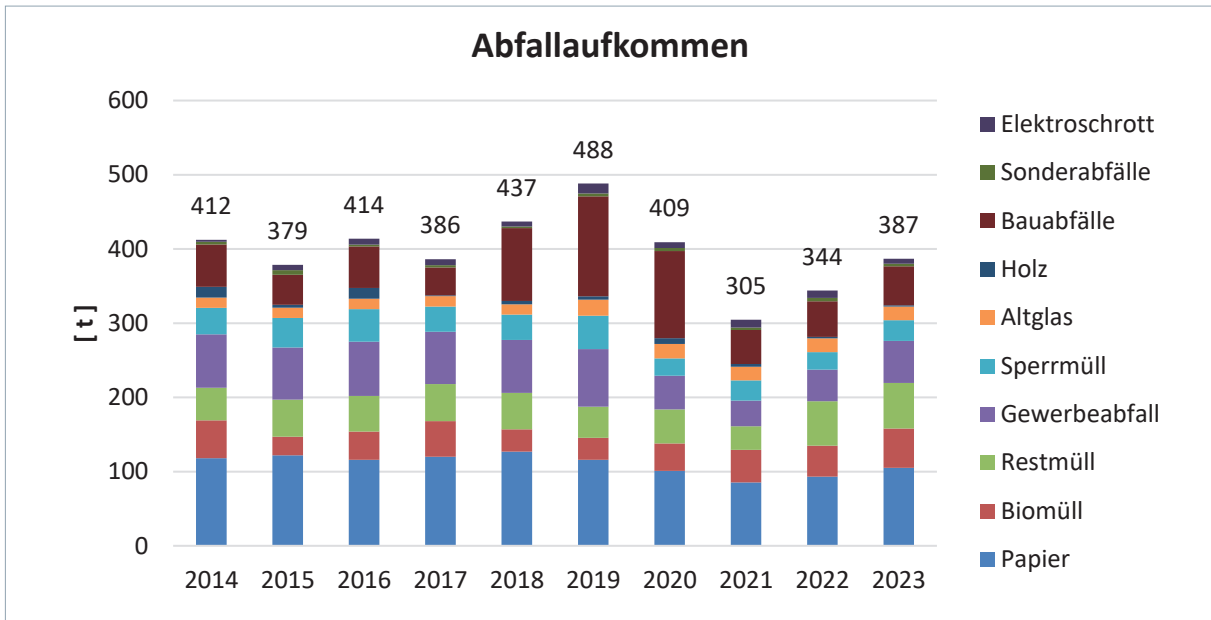


Bild 28: Abfallaufkommen an der THM gegliedert in verschiedene Sparten

Seit 2014 liegt das gesamte Abfallaufkommen im Mittel bei ziemlich genau 400 Tonnen pro Jahr. Der Hauptgrund für die jährlichen Schwankungen liegen überwiegend in der Zu- und Abnahme des jeweils angefallenen Bauschutts begründet.

Dass die Abfallmenge in den Jahren 2020 und 2021 deutlich gesunken ist, erklärt sich durch eine geringere Präsenz aufgrund der Covid-19-Pandemie sowie weniger große Bauvorhaben.

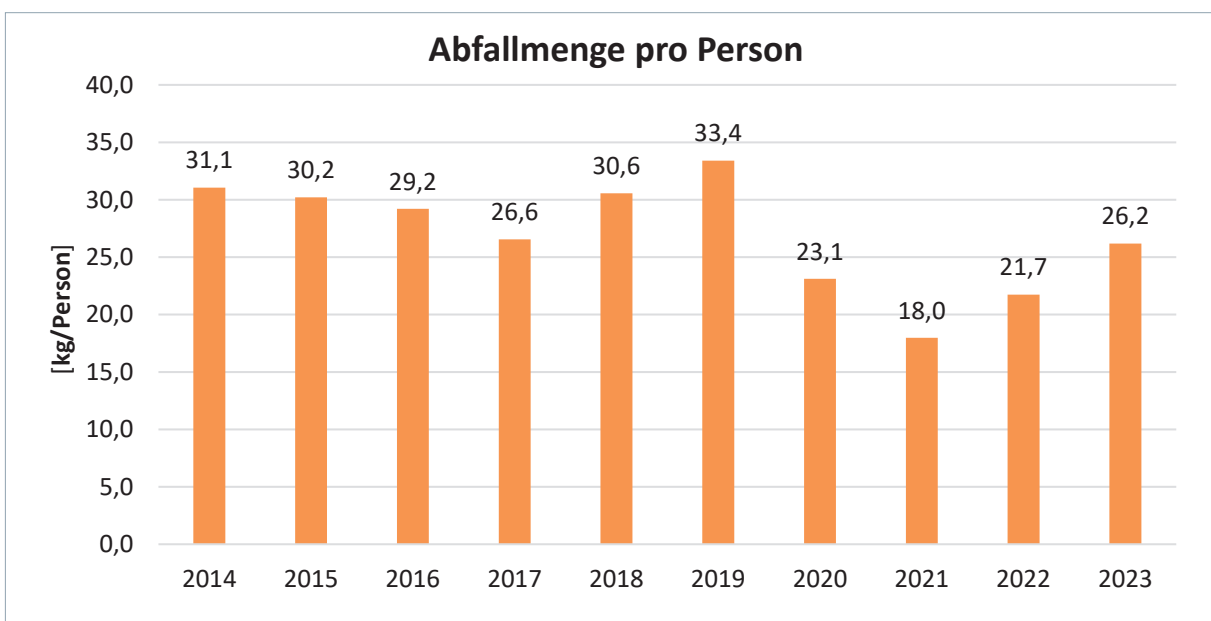


Bild 29: Personenbezogene Abfallmenge

## 5.2 Verteilung der einzelnen Abfälle im Jahr 2023

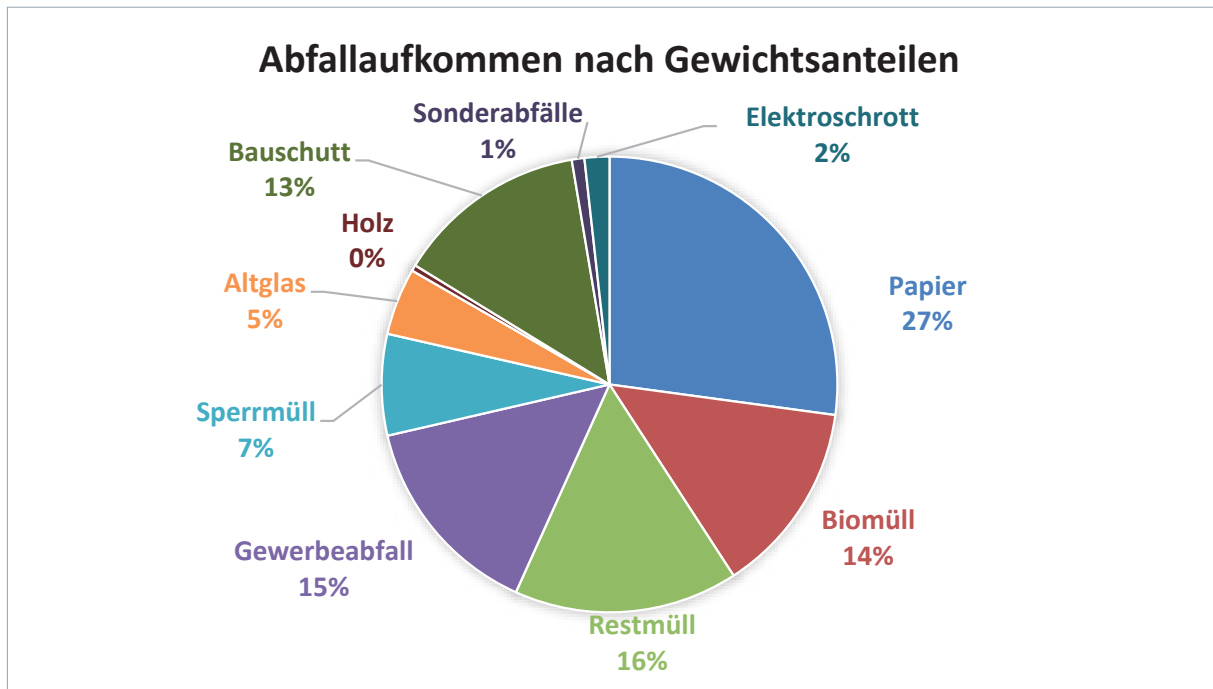


Bild 30: Abfall nach Gewichtsanteilen für das Jahr 2023

## 6. Mobilität

### 6.1 Kraftstoffverbrauch von Fahrzeugen des Fuhrparkes der Hochschule

Die Technische Hochschule Mittelhessen hat einen eigenen Fuhrpark mit verschiedenen Kraftfahrzeugen, die für Dienstfahrten und für verschiedene Arbeiten vor Ort zum Einsatz kommen. Der Fuhrpark wird überwiegend mit Dieselmotoren betrieben. Elektromobilität ist bei den Fahrzeugen bisher kaum vorhanden bzw. im Einsatz, Erdgas (CNG) hingegen schon. Der Verbrauch ist nachfolgend aufgeschlüsselt:

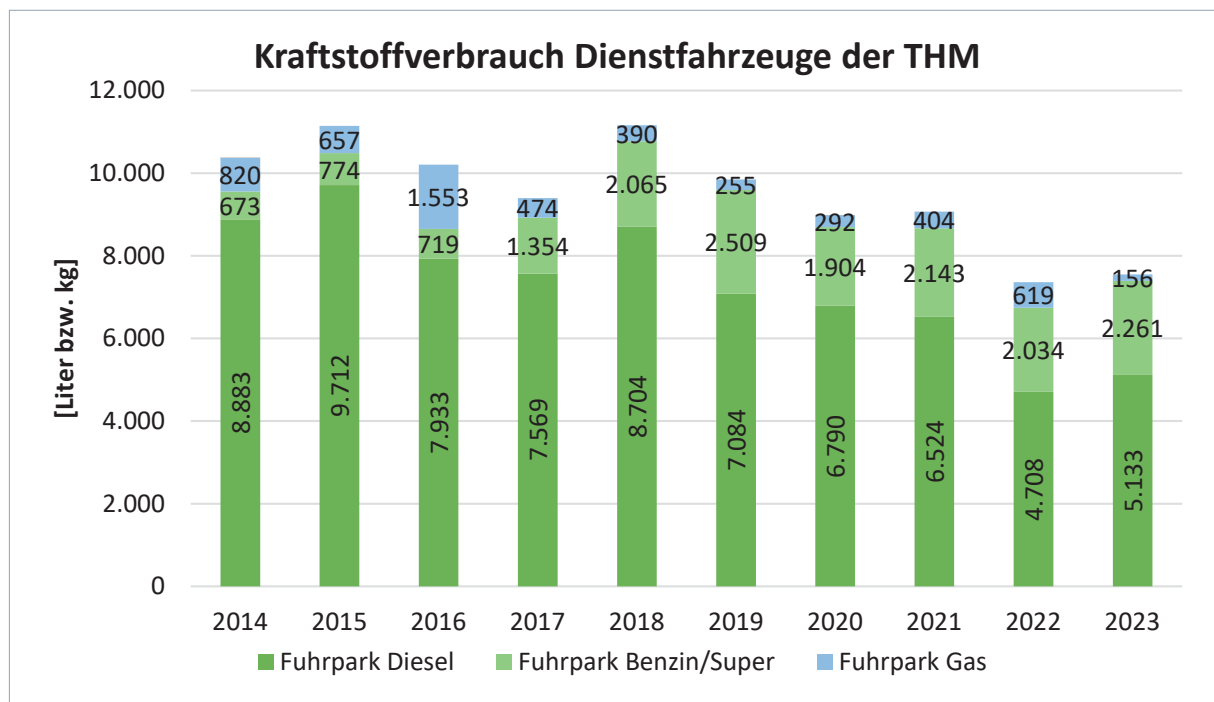


Bild 31: Kraftstoffverbrauch der THM

Der infolge der Mobilität resultierende CO<sub>2</sub>-Ausstoß ist um eine vielfaches größer als derjenige aus dem Gebäudebetrieb, wenn man die Fahrten der Studierenden und Mitarbeitenden zur THM und wieder nach Hause mit einbeziehen würde.

Es liegen zwar erste tendenzielle Abschätzungen aus einzelnen Bereichen vor, eine Gesamtbetrachtung kann aber erst zukünftig erstellt werden, da die dafür notwendige Datenbasis erst noch aufgestellt werden muss.

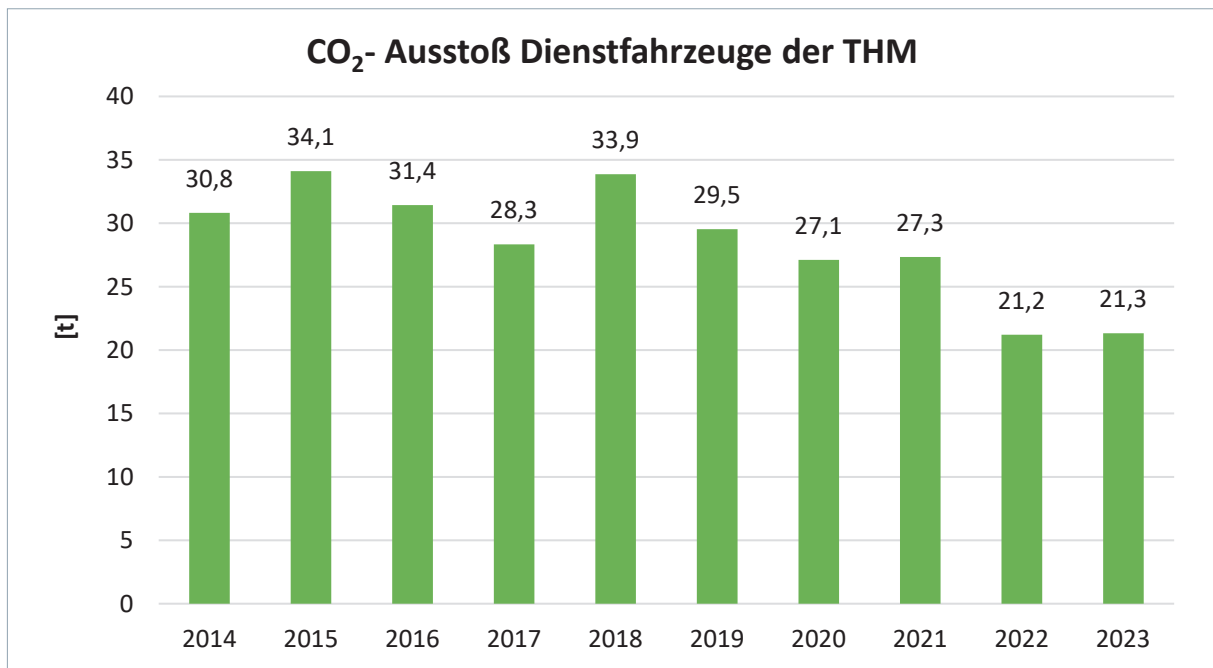


Bild 32: CO<sub>2</sub>-Ausstoß durch den Fuhrpark der THM

Seit Beginn des Jahres 2020 erwirbt das Land Hessen Emissionsrechte in Höhe von 60.000 Tonnen pro Jahr. Damit sind Mitarbeitende der hessischen Landesverwaltung auf Dienstreisen zukünftig CO<sub>2</sub>-neutral unterwegs. Dennoch werden von der Hochschule Bestrebungen angestellt, die gefahrenen Kilometer zu reduzieren. Ein erster Schritt sind drei Lasten-Pedelecs, die im Jahr 2020 angeschafft wurden und zu einer Reduzierung von motorisiert gefahrenen Kurzstrecken zwischen den verschiedenen Hochschulgebäuden führen sollen.

## 6.2 Flugkilometer

Die Zusammenstellung der geflogenen Kilometer dient ausschließlich zur Information. Die Daten und die verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen werden nicht weiter ausgewertet. Aber auch hier greift ab 2020 die CO<sub>2</sub>-Kompensation durch das Land Hessen, sowie der Wegfall von Dienstreisen ins Ausland während der Pandemie

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Kurzstrecke (bis 463 km)	20	14	45	39	40	43	9	0	6	12
Mittelstrecke (bis 3.700 km)	256	248	323	489	452	454	22	10	286	361
Langstrecke (über 3.700 km)	658	756	886	965	701	1.125	212	13	687	767
<b>Flugkilometer gesamt</b>	<b>933</b>	<b>1.019</b>	<b>1.254</b>	<b>1.492</b>	<b>1.194</b>	<b>1.622</b>	<b>243</b>	<b>23</b>	<b>980</b>	<b>1.140</b>
CO <sub>2</sub> -Emission [t]	252	275	339	403	322	342	51	5	207	240

Tabelle 3: Flugdistanzen von THM-Angehörigen in tausend Kilometern



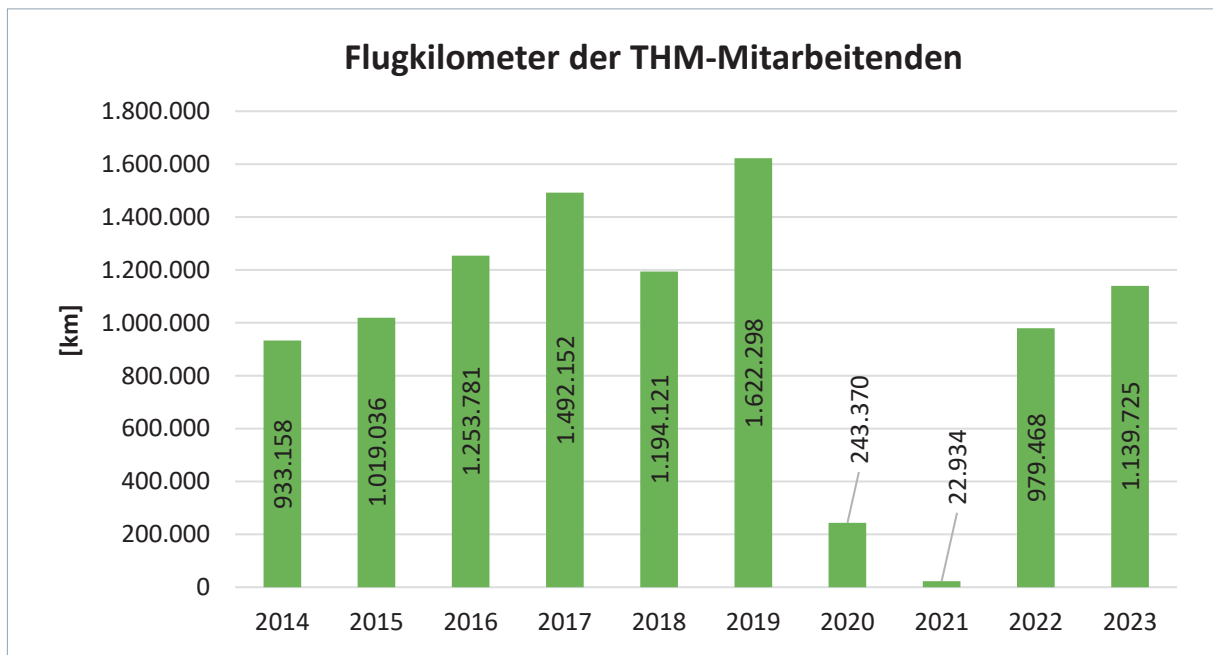


Bild 33: Flugkilometer aller THM-Angehörigen

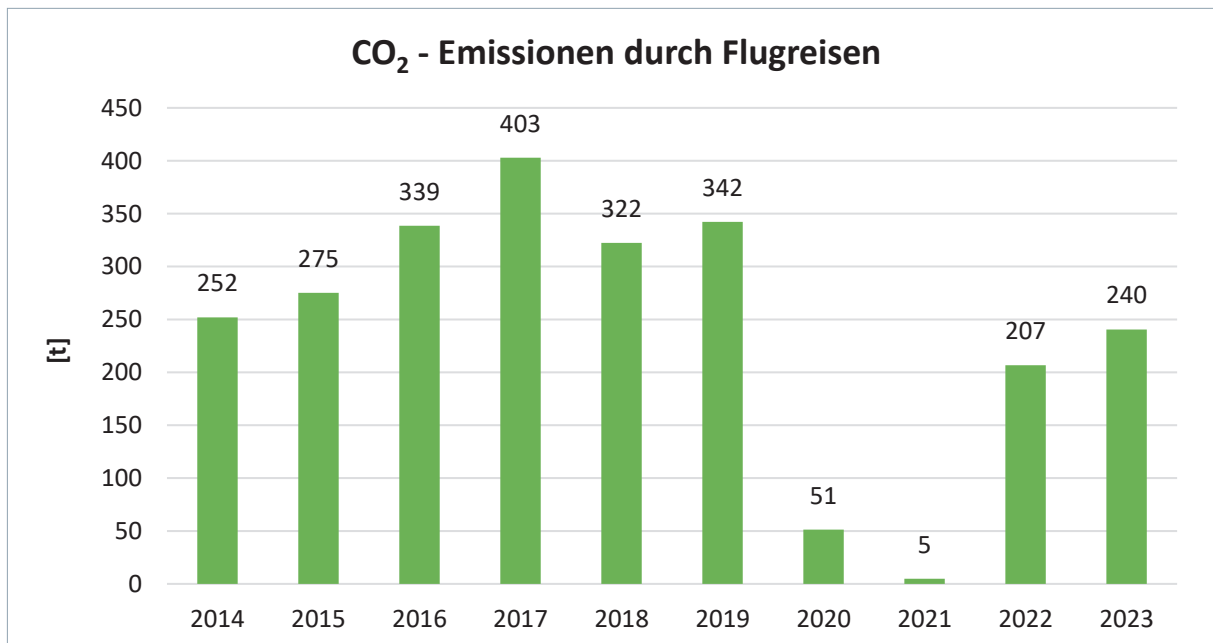


Bild 34: CO<sub>2</sub>-Ausstoß durch Flugreisen

Die in Bild 34 ausgewerteten CO<sub>2</sub>-Zahlen wurden mittels eines Durchschnittswertes vom Institut für Energie- und Umweltforschung in Heidelberg ermittelt. Der Emissionsfaktor bei Flugreisen wird beeinflusst durch Passagierzahlen, Flugzeugtyp, Frachtaufkommen und Buchungsklasse. Größere Entfernungen werden in höheren Luftschichten zurückgelegt und somit der Treibhauseffekt begünstigt. Pandemiebedingt sind im Jahr 2021 noch weniger Flüge durchgeführt worden als im Vorjahr. 2023 haben die Flugreisen wieder zugenommen.

## 7. Zur Wirtschaftlichkeit

An der THM wurde im Rahmen des ECO<sub>2</sub>-Projekts in den letzten Jahren ein EPIA-Katalog entwickelt und stetig fortgeführt (EPIA: Energy Performance Improvement Action, Maßnahmen zur Verbesserung der energiebezogenen Leistung). Den einzelnen Maßnahmen werden die entsprechenden geschätzten (bzw. abgerechneten) Kosten sowie der zu erwartenden (bzw. gemessenen) Einsparungen zugeordnet.

Zu den umgesetzten Maßnahmen gehörten insbesondere mehrere Photovoltaik-Anlagen (siehe Kapitel 3.4), die Errichtung der Abwassernutzungsanlage und verschiedenste Betriebsoptimierungen.

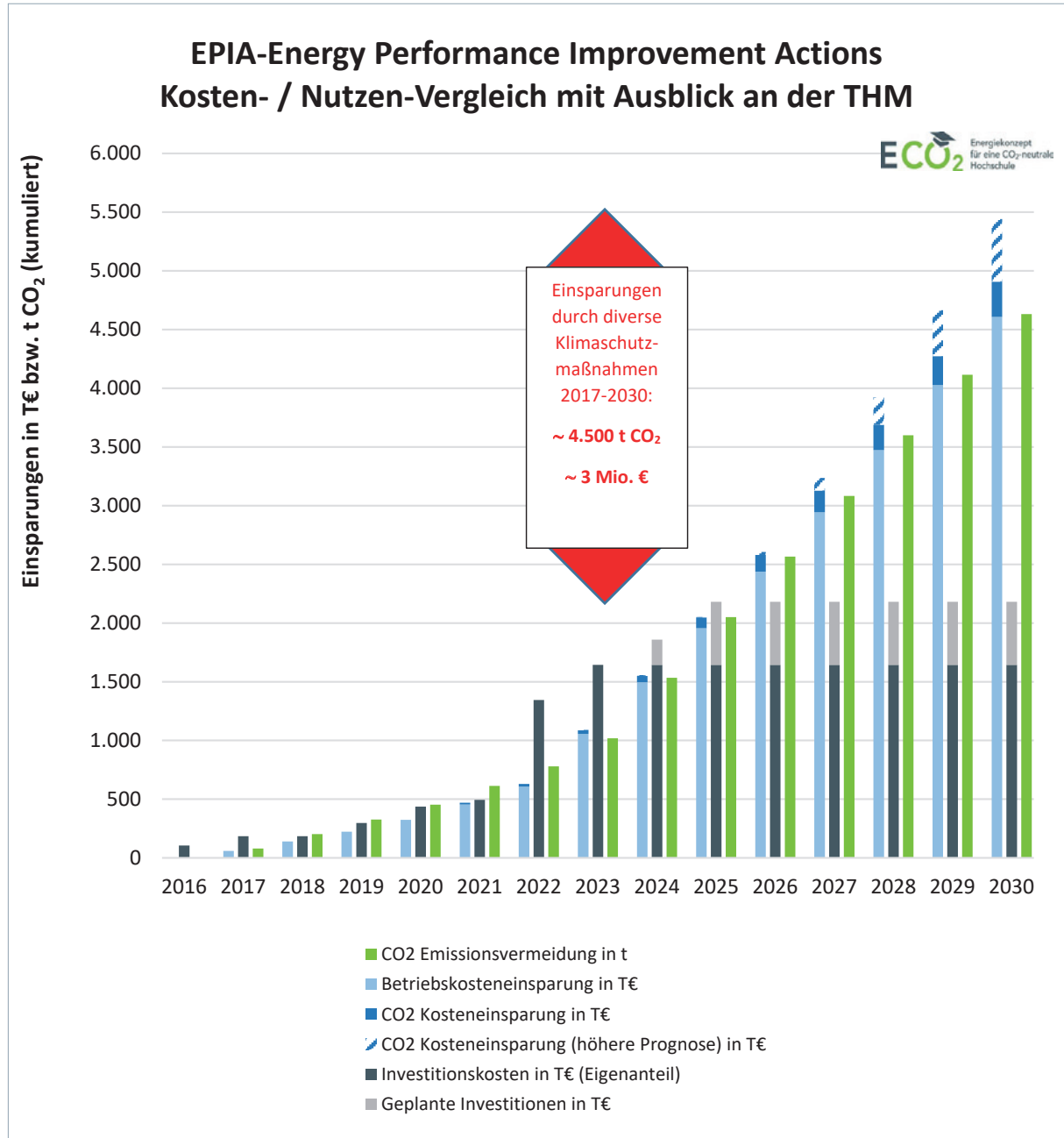


Bild 35: Kosten- Nutzen-Vergleich von bereits umgesetzten, aktuellen und geplanten Maßnahmen an der THM

Alle umgesetzten Maßnahmen tragen erheblich zur CO<sub>2</sub>-Emissionsvermeidung bei. Diese ist in Bild 35 kumuliert als grüne Säule dargestellt. Die Investitionskosten sind, ebenfalls kumuliert, als schwarze Säule abgebildet, die Energiekosten- sowie die CO<sub>2</sub>-Preis-Einsparungen sind als blaue Säulen gegenübergestellt.

Durch das Förderprogramm zum Ausbau der Photovoltaik und energetischen Optimierung der Technischen Gebäudeausrüstung (PV-TGA) im Hochschulbereich werden in den kommenden Jahren bis Ende 2025 insgesamt 21 Projekte an der THM gefördert vom HMWK. Der hohe Förderanteil begünstigt eine rasche Amortisationszeit der Maßnahmen. Die Maßnahmen werden allesamt einen erheblichen Anteil zu einem CO<sub>2</sub>-neutralen Betrieb der THM beitragen. Hierzu gehören u.a. die Sanierung der Heizzentrale in Friedberg und die Belegung sämtlicher Dächer mit PV. Die Projekte werden bis Ende 2025 umgesetzt.

Die der in Bild 35 zu Grunde liegenden Kalkulation beinhaltet u.a. eine Energiepreissteigerung von 3 % pro Jahr. Die CO<sub>2</sub>-Bepreisung orientiert sich an die Brennstoffemissionshandelsgesetz. Hier wird ein CO<sub>2</sub>-Preis bis Ende 2026 auf 55-65 €/t festgelegt. Ab 2027 wird ein neues Emissionshandelssystem in der EU eingeführt, das sogenannte ETS-2. Ab dann wird es keine Festpreise oder Preiskorridore geben. Lediglich die verfügbaren Emissionszertifikate werden reduziert, um dem Ziel einer 55%-gen Reduktion seit 1990 zu entsprechen. D.h. die Kosten für das Emittieren von CO<sub>2</sub>-werden immer höher, es sei denn, die Emissionen werden drastisch reduziert. Dann wären am Markt wieder viele Zertifikate verfügbar und der Preis sinkt. Wir rechnen bei unseren Maßnahmen mit einem CO<sub>2</sub>-Preis von 180 €/t im Jahr 2030.

## 8. Ziele, Anregungen, Maßnahmen

- Auf Basis diverser Vorarbeiten in den vergangenen Jahren gilt es, weitere Energieeinsparungen zur Steigerung der Energieeffizienz der Hochschule zu generieren. Der Energieverbrauch soll bezogen auf die bewirtschaftete Fläche und Personenzahl in den kommenden Jahren weiter gesenkt werden. Dadurch sinken auch die CO<sub>2</sub>-Emissionen.
- Ein Schwerpunkt zukünftiger Projekte ergibt sich u.a. aus der Analyse und Gegenüberstellung von Energiemengen und den korrespondierenden CO<sub>2</sub>-Emissionen, siehe Bild 36:

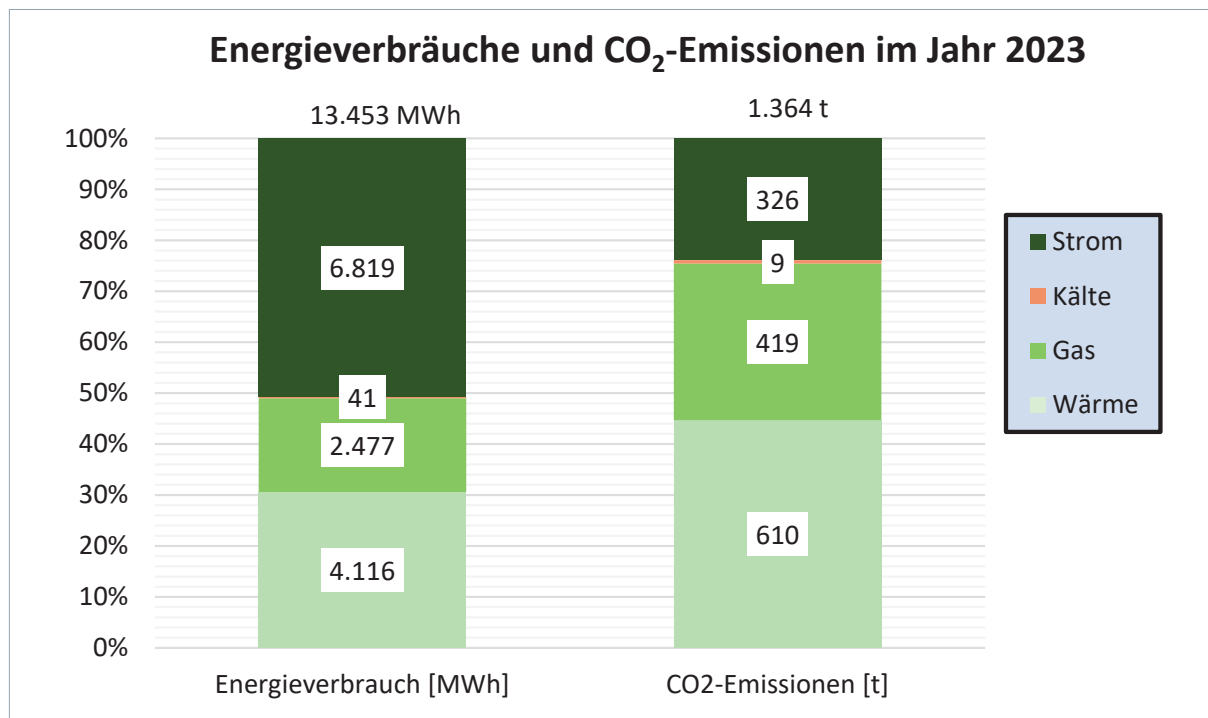


Bild 36: Energieverbräuche und CO<sub>2</sub>-Emissionen der THM im Jahr 2023 ohne Mobilität

- Danach beträgt der Stromanteil an der insgesamt verbrauchten Energiemenge ca. 51 %, aufgrund des Einsatzes von sog. Grünstrom ist er rechnerisch jedoch nur für 24 % der CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich. Umgekehrt verhält es sich beim Einfluss von Fernwärme und Gas, deren Energiemengenanteil im Jahr 2022 zusammen ca. 49 % beträgt, überproportional jedoch mit 76 % an den CO<sub>2</sub>-Emissionen zu Buche schlägt.
- Das Fortführen und die Weiterentwicklung des Energiekonzeptes für eine CO<sub>2</sub>-neutrale Hochschule soll konzeptionell vorangetrieben werden (Unterstützung aus dem Innovations- und Strukturentwicklungsbudget). Der Ausbau der Kooperation zwischen FM und einzelnen Fachbereichen beispielsweise im Rahmen von Projekt- oder Abschlussarbeiten sollte weiterhin unterstützend wirkend.
- Im Rahmen des ECO<sub>2</sub>-Projekts wurde sich mit der Schwachstellenanalyse der Gebäude beschäftigt und im Folgenden mit niedrig investiven Maßnahmen die Effizienz der Gebäude gesteigert. Zukünftig gilt es, auch energetische Gebäudesanierungen, wie z.B. aktuell beim Gebäude C10, mit der Sanierung der thermischen Hülle, umzusetzen. Durch die alleinigen Sanierungen der ungünstigsten Gebäude der THM, ließe sich der gebäudespezifische Verbrauch der gesamten THM um ca. 20 % reduzieren. Hinzu kommt der Ausbau von effizienten Heizungssystemen, allen voran Großwärmepumpen für die anteilige Wärmeversorgung über Nahwärmenetze. Durch diese Maßnahmen ließe sich der Gasverbrauch bis 2030 um ca. 90 % reduzieren und der Wärmeverbrauch sinkt um ca. 50 %. Für diese vorab untersuchten und hier grob skizzierten Maßnahmen würden kurzfristig insgesamt Mittel in Höhe von ca. 50 Mio. € benötigt. Würden alle Maßnahmen wie geplant umgesetzt, werden 2030 von den aktuell ca. 2.000 t CO<sub>2</sub>-Äquivalenten der THM noch ca. 700 t kompensiert werden müssen, siehe Bild 37. Im Vergleich zum Ausgangsjahr 2016 könnte so der CO<sub>2</sub>-Ausstoß durch den Gebäudebetrieb an der THM um über 75 % gesenkt werden.

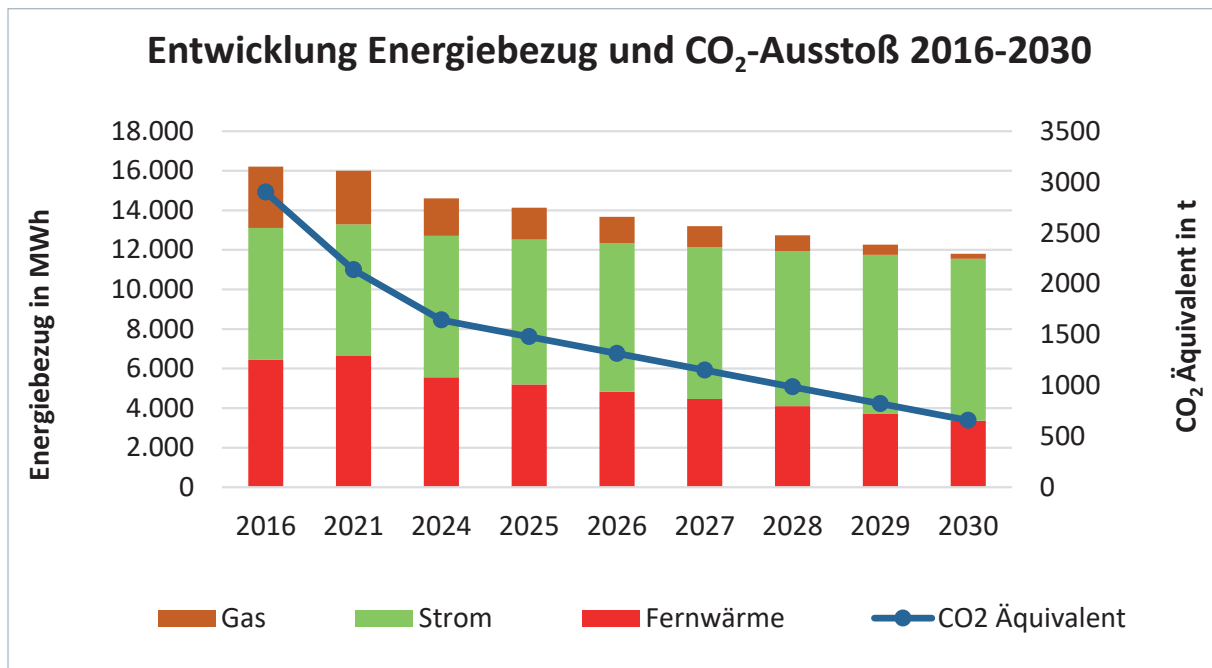


Bild 37: Mögliche Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2030

- Investitionen in den Gebäudebestand und die Anlagentechnik bergen ein großes Potential zur Reduktion der gebäudebezogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen. Bezogen auf die Kosten, hat der Ausbau der erneuerbaren Wärmeversorgung den größeren Nutzen. Ohne die Sanierung der Gebäude ist die Versorgung allerdings mäßig effizient und der Aufwand wird unnötig groß. Die energetische Sanierung der Gebäude sollte daher im Kontext der Instandhaltung weiterhin eine hohe Priorität haben und in die Energieversorgungskonzepte eingebettet werden.
- Zügiger Ausbau erneuerbarer Energien.
- Weitere Förderprojekte sollten genutzt werden, beispielsweise im Rahmen des Internationalen Klimaschutzplans.
- Gleiches gilt für Förderprojekte zur Beschaffung von Dienstfahrzeugen mit Elektroantrieb und die Errichtung von Ladeinfrastruktur durch das Hessische Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen (HMWEVW).
- E-Bike Lademöglichkeiten sollten ausgebaut und offensiver beworben werden.
- Es sollten mehr Maßnahmen ergriffen werden, um Studierende und Beschäftigte dazu zu bewegen, auf das eigene Auto zu verzichten. Gleichzeitig sollte das Radfahren zum und auf dem Campus gefördert werden. Eine Möglichkeit wäre auch eine Mitfahrservice-App zu entwickeln und zu etablieren.
- Die Einführung der Bahncard, so dass Strecken innerhalb Deutschlands nur noch mit der Bahn gefahren und nicht mehr geflogen werden, wäre wünschenswert.
- Onlinekonferenzen verringern die Anzahl von Dienstreisen.
- Eine Erhöhung der Biodiversität am Campus Friedberg und Gießen, ggfs. wieder in Zusammenarbeit mit NABU Deutschland soll erreicht werden.
- Das Abfallaufkommen soll trotz hoher Studierenden- und Mitarbeiterzahlen gesenkt werden. Auch eine Sensibilisierung zur Müllvermeidung ist nötig.
- Printmedien weiter reduzieren, hin zu E-Books und elektronischen Zeitschriften.
- Beim Einkauf von Büromaterial sollte mehr auf Umweltfreundlichkeit geachtet werden.
- Anteil von Recyclingpapier erhöhen und ökologisch zertifizierte Materialien verwenden, z.B. blauer Engel.
- Bei allen Investitionen und Beschaffungen sollten neben wirtschaftlichen Aspekten auch Umweltbelange in Betracht gezogen werden.
- Mit regelmäßigen Informations- und Schulungsangeboten fördert der Arbeits- und Gesundheitsschutz vorbeugende Maßnahmen zur Verhütung von Unfällen und Störfällen an der Hochschule.
- Nach dem Motto „Kleiner Aufwand - große Wirkung“ kann vergleichsweise einfach, unkompliziert und investitionsarm der Umweltschutz vorangetrieben werden, z.B. durch:
  - Earth Hour, z.B. das THM-Logo für 1h ausschalten
  - Stärkeres Engagement bei weiteren WWF Kampagnen
- Auch beim Merchandising auf Nachhaltigkeit achten - organic bzw. fair gehandelt.

## 9. Ausgewählte Literaturangaben und Links

Viele Ideen, Anregungen und Konzepte zum Thema Ressourceneffizienz finden sich in sehr großer Zahl ebenso veröffentlicht wie deren Ergebnisse, Betrachtungen zu Alternativen, Berichte etc.

Die folgende Aufzählung ist daher weder repräsentativ noch vollständig und dient nur zur vertieften Anregung:

- [1] [www.hessen-nachhaltig.de](http://www.hessen-nachhaltig.de)
- [2] <https://his-he.de/portale/nachhaltige-entwicklung/nachhaltigkeitsberichte>
- [3] [www.hochn.uni-hamburg.de](http://www.hochn.uni-hamburg.de)
- [4] [www.emas.de](http://www.emas.de)
- [5] [www.dgnb.de](http://www.dgnb.de)
- [6] <https://new.usgbc.org/leed>
- [7] Umwelterklärung 2022 der Wirtschaftsuniversität Wien
- [8] Mercedes Benz Group - Nachhaltigkeitsbericht 2023
- [9] Heidelberg Materials Geschäfts- und Nachhaltigkeitsbericht 2022 (Kennzahlen)
- [10] Uni Oldenburg Nachhaltigkeitsbericht 20/21
- [11] Umwelt-Erklärung HS Esslingen 2022
- [12] Hochschule RheinMain Nachhaltigkeitsbericht 2022
- [13] Uni Kassel 4. Nachhaltigkeitsbericht und Kennzahlen 2017-2022
- [14] Aktualisierte Umwelt Erklärung HS Heilbronn 2019
- [15] WSE: Energiebenchmarking Bericht der THM: Einsparpotentiale und Optimierungsmöglichkeiten (02/2013)
- [16] HIS: Energieeinsparung an hessischen Hochschulen (01/2018)
- [17] HIS: CO<sub>2</sub>-Bilanz 2021 der hessischen Hochschulen (06/2023)
- [18] hochn: Der hochschulspezifische Nachhaltigkeitskodex (2020)
- [19] Energiebericht 2018: Nachhaltigkeitsstrategie Hessen, CO<sub>2</sub>-neutrale Landesverwaltung für den staatlichen Hochbau und Gebäudebetrieb des Landes Hessen
- [20] Energiewende in Hessen Monitoring Bericht 2023
- [21] [www.netzwerk-n.org](http://www.netzwerk-n.org)

Der Energie- und Ressourcenbericht ist auf der Homepage der THM veröffentlicht unter:

- [22] [www.thm.de/site/hochschule/zentrale-bereiche/facility-management/energie-und-ressourcenbericht.html](http://www.thm.de/site/hochschule/zentrale-bereiche/facility-management/energie-und-ressourcenbericht.html)

# Impressum

**Herausgeber:**

Der Präsident der Technischen Hochschule Mittelhessen, Wiesenstraße 14, 35390 Gießen

**Konzeption:**

Facility Management, ECO<sub>2</sub>

**Redaktion:**

Facility Management

**Layout:**

Zentrale Studienberatung, Sachgebiet Medienkommunikation/ Jasmin Heinbächer

**Fotos:**

THM, Till Schürmann

**Druck:**

WIRmachenDRUCK GmbH

**Auflage:**

50

**Stand:**

Juni 2024



 **THM**

