

IMBT



B E Z

THG-Bilanz TU Graz 2017

Arbeitsgruppe Nachhaltiges Bauen
Institut für Materialprüfung und Baustofftechnologie
Technische Universität Graz
<https://agnhb.tugraz.at>

Alexander Passer
Stephan Maier

Dezember 2020
(Enthält Datenaktualisierung/-berichtigung August 2021)

Allgemeines

Der vorliegende Endbericht wurde im Rahmen des Auftrages der TU Graz erstellt und umfasst eine zusammenfassende inhaltliche Darstellung der Arbeiten.

Auftragsdaten

Auftraggeber:

OE 9504.0 – Rektorat der TU Graz

Rektor Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Dr.h.c.mult. Harald Kainz

Auftragsgegenstand:

Erstellung einer THG-Bilanz für das Jahr 2017 der Campusstandorte und campusexternen Anmietungen der TU Graz für die Bereiche Energieeinsatz (Elektrische Energie, Wärme und sonstige Treibstoffe), Mobilität, Materialeinsatz und Mensen sowie graue THG-Emissionen Neubau Gebäude.

Auftragszeitraum:

Oktober 2017 bis Dezember 2019 (Enthält überarbeitete Fassung Dezember 2020)

Projektleitung (PL) | Projektbearbeitung (PB):

OE 2060 Institut für Materialprüfung und Baustofftechnologie mit angeschlossener TVFA für Festigkeits- und Materialprüfung — Arbeitsgruppe Nachhaltiges Bauen

Assoc. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Alexander Passer, MSc. (PL)

Mag. Stephan Maier, PhD Bakk. (PB)

Endrit Hoxha, Dr. Master (PB)

Anatole Bao Dung Truong Nhu, (PB)

Kooperationspartner:

OE 9504.0 – Gebäude und Technik (GuT)

Technisches Facility Management

Dipl.-Ing. Gerhard Kelz und Dipl.-Ing. Siegfried Pabst

OE 7060 Institute of Interactive Systems and Data Science

Ass.Prof. Dipl.-Ing. Dr.phil. Günter Getzinger (ClimCalc)

OE 2090 Institut für Straßen- und Verkehrswesen (Pendlererhebung)

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Fellendorf

Alex van Dulmen BBE MSc

Jürgen Forstner

Datenpartner:

Außerdem möchte sich das Projektteam bei allen weiteren TU Graz OE Stellen (Assistenz des Rektors Statistik und Datenschutz, Finanzen und Rechnungswesen, Internationale Beziehungen und Mobilitätsprogramme, jeweilige Institute mit Dienstfahrzeugen, Einkaufsservice und ZID) und externen Organisationen (Fa. Harnisch, HTU Copyshops, Österreichische Mensen Betriebsgesellschaft mbH und E-Car-Sharing Family of Power) für die hilfreiche, konsequente und unkomplizierte Bereitstellung von Daten bedanken.

Vorwort

Der österreichische Sachstandsbericht zum Klimawandel 2014 (Austrian Assessment Report 2014, AAR14) (Kromp-Kolb, 2014), der auf dem vom Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) publizierten fünften Sachstandsbericht (Fifth Assessment Report, AR5) (IPCC, 2014) aufbaut, konnte eine breite Öffentlichkeitswirkung des Klimawandels in Österreich erzielen. Er folgert, dass die Temperatur im Zeitraum von 1880 bis heute im globalen Mittel um fast 1°C und in Österreich um nahezu 2°C gestiegen ist, wobei die Hälfte dieser Entwicklung erst seit 1980 eingetreten ist. Die anthropogenen Emissionen, messbar als Treibhausgase (THG) gelten überwiegend als Verursacher dieser Veränderung.

Der AAR14 folgert weiter, *„...erkenntnistheoretisch ist ein strenger Beweis für den anthropogenen Klimawandel nicht möglich, weil sich die Klimaforschung als eine empirische Wissenschaft versteht, die auf Beobachtung und Erfahrung gründet. Da die Theorie der Klimabeeinflussung durch den Menschen bereits seit über 30 Jahren der wissenschaftlichen Überprüfung unterworfen war, ist sie als wesentlich wahrscheinlicher einzuschätzen als andere vorgebrachte Hypothesen und es ist sachlich gerechtfertigt, sie weiteren Betrachtungen sowie auch Entscheidungen zugrunde zu legen...“* (Helga Kromp-Kolb, 2014, S. 20).

Nach dem AAR14 betragen die Treibhausgasemissionen (THGe) Österreichs im Jahr 2010 in Summe etwa 81 Mio. t CO₂-Äquivalente (THGe in CO₂e) oder 9,7 t CO₂e pro Kopf. Ergänzend zu diesen territorial-basierten Emissionen, kommen die konsumbasierten, sogenannten „grauen“ THG-Emissionen (d.h. THG-Emissionen außerhalb Österreichs in Vorprozessketten), hinzu.

Der Großteil der produktionsbedingten industriellen THG-Emissionen kommt aus dem Bereich der Herstellung von Grundmaterialien, wie z.B. Eisen/Stahl, Zement, etc. und ist damit insbesondere auch für das Bauwesen von besonderer Bedeutung. Neben diesen produktionsbedingten THG-Emissionen sind noch die Treibhausgasemissionen (THGe) aus Transport und Verkehr (gebäudeinduzierte Mobilität, also durch den Standort verursachte Mobilität) sowie die Betriebsenergie von Gebäuden ein wesentlicher Teil der gesamten THG- Emissionen.

Zur Einschränkung gefährlicher Auswirkungen des Klimawandels wurde eine Begrenzung des globalen Temperaturanstiegs auf 2°C (oder möglichst 1,5°C) — im Vergleich zur vorindustriellen Zeit — als notwendig beurteilt. Die bis dato getroffenen Zusagen werden von Expertinnen und Experten jedoch als bei weitem nicht ausreichend erachtet. Langfristig wäre eine nahezu vollständige Vermeidung von anthropogenen THG-Emissionen notwendig. Handlungsbedarf zur Reduktion von THG-Emissionen besteht in vielfältigen Bereichen. Eine Reduktion könnte durch die Umstellung der Energieversorgung und der Industrieprozesse, sowie durch die Unterlassung der Entwaldung sowie der Landnutzung und durch veränderte Lebensstile gelingen (vgl. Helga Kromp-Kolb, 2014).

Trotz eindringlicher Hinweise der Wissenschaft auf diese Veränderungen und deren möglichen Auswirkungen ist noch immer ein Anstieg der globalen Treibhausgasemissionen (THG) zu verzeichnen (Passer, 2016).

Das *Austrian Panel on Climate Change* (APCC) hat im Sachstandsbericht festgestellt, dass in Österreich Klimawandelanpassung und Klimaschutz nicht zu den obersten Prioritäten der Politik zählen - *„In manchen Diskussionen entstehe sogar der Eindruck, dieses Problem hätte mit Österreich wenig zu tun“* (Kromp-Kolb, Nakicenovic, et al., 2014).

Um diesen Herausforderungen und der Verantwortung im universitären Wirkungsbereich gerecht zu werden, ist die TU Graz Mitglied des CCCA (Climate Change Centre AUSTRIA) und der Allianz Nachhaltiger Universitäten in Österreich und engagiert sich seit geraumer Zeit in Forschung und Lehre

zu diesem Thema. Zur Bündelung der Kompetenzen im Bereich der Forschung wurde Sustainable Systems – als eines von fünf Fields of Expertise (FoE) an der TU Graz gegründet.

Im Bereich der Nachhaltigkeitsberichtserstattung kann auf die vergangenen Nachhaltigkeitsberichte der TU Graz (Narodoslawsky, 2006 und Narodoslawsky, Gruber, Reiter, Schrofler, & Tatzberger, 2016) verwiesen werden. In diesen Berichten wurden mehrere Bereiche der Nachhaltigkeit untersucht. Der letzte Bericht beinhaltet eine Analyse von Nachhaltigkeitsaspekten an der TU Graz hinsichtlich Nachhaltigkeit in der Forschungs- und Entwicklungstätigkeit, und akademischen Lehre, ökologischer und sozialer Nachhaltigkeit. Im Rahmen der Darstellung der ökologischen Nachhaltigkeit wurde eine ökologische Bewertung durchgeführt. Hinsichtlich der ökonomischen Nachhaltigkeit, wurde auf die parallel verfügbaren Jahresberichte und Rechnungsabschlüsse verwiesen, die die wirtschaftliche Situation der TU Graz abbilden.

Nachdem sich die Allianz Nachhaltige Universitäten in Österreich (ANU) mit einer Arbeitsgruppe dem Thema THG-Emissionen (THGe) der österreichischen Universitäten gewidmet hat, ist die Idee entstanden, die in den vorangegangenen Nachhaltigkeitsberichten bereits existierenden THG-Emissionsbewertungen mit dem neu entwickelten THG-Bilanzierungs-Tool *ClimCalc* auf Basis der aktuellen Daten zu bilanzieren, um die Emissionswerte auch mit den anderen Universitäten vergleichbar zu machen.

Die Erfassung aller THGe in diesem Bericht baut auf der *Teilbilanz Modul Energieeinsatz 2012 – 2016* im Auftrag der OE Gebäude und Technik der TU Graz auf und wurde im Auftrag des Rektorates der TU Graz durchgeführt, um in einen Nachhaltigkeitsbericht einfließen zu können, um Empfehlungen zur Reduktion der THGe, sowie andere Maßnahmen im Sinne der Nachhaltigkeit, an der TU Graz ableiten zu können.

Kurzfassung

Ziel

Im Rahmen des Auftrags soll der Status-Quo der THG-Emissionen (THGe) der TU Graz für das Jahr 2017 erhoben werden, um in weiterer Folge ergänzende Energieziele für die TU Graz sowie konkrete, THGe Reduktionsmaßnahmen ableiten zu können.

Betrachtungsrahmen und Grundwerte Sachbilanz

Im Rahmen der Bilanzierung sollen die THG-Emissionen (THGe), in kg bzw. t CO₂-Äquivalenten (CO₂e) der wichtigsten Kategorien (**Energie**, **Mobilität**, **Materialeinsatz**, sowie **Nahrungsversorgung Mensa** an allen Standorten der TU Graz (**Campusstandorte** und **campusexterne Anmietungen**) ausgewertet werden.

Um die entsprechenden Bewertungsgrundlagen zu schaffen, wurden zu den einzelnen Kategorien detaillierte Unterkategorien sowie die dazugehörigen Sachbilanzen erstellt (siehe Abbildung 1).

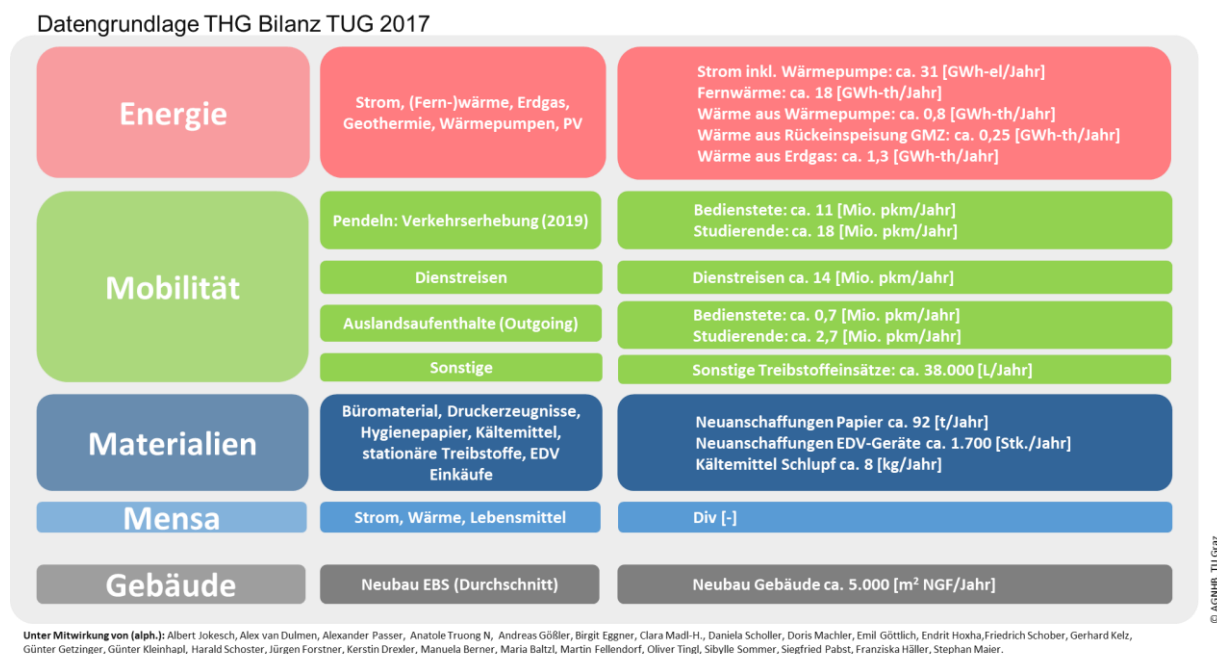


Abbildung 1: Betrachtete Systemkategorien und Datengrundlagen an allen Standorten der TU Graz für die ClimCalc_edu Bilanz (Energie, Mobilität, Materialien und Mensa) und Neubau Gebäude nach AGNHB SimaPro Bilanz, als Basis für die THG-Bilanz TU Graz 2017 umgesetzt im Jahr 2019.

Ergebnisse THG Bilanz 2017 (Gesamtbilanz LCI ohne Gebäude)

Die Ergebnisse der THG Bilanz 2017 zeigen Gesamtemissionen von etwa **27.500 THGe** in t CO₂e (Treibhausgasäquivalenten) für das Jahr 2017. Die meisten Emissionen an der TU Graz resultieren in Fernwärme, elektrische Energie (in diesem Bericht vereinfacht als „Strom“ bezeichnet), Neubau Gebäude und Dienstreisen. Mit rund 8.000 t CO₂e nimmt Strom den größten Anteil an den Gesamtemissionen ein, gefolgt von den Dienstreisen mit etwa 5.100 t CO₂e und Neubau Gebäude mit ebenfalls etwa 5.100 t CO₂e. Eine ähnlich hohe Emissionsmenge entsteht mit etwa 4.700 t CO₂e auch bei der Heizwärme (etwa 340 t CO₂e entfallen davon auf Wärme aus Erdgas). Pendeln Bedienstete (etwa 1.100 t CO₂e), Pendeln Studierende (etwa 1.200 t CO₂e) und Auslandsaufenthalte Studierende (etwa 1.100 t CO₂e) bewegen sich ebenfalls noch auf einem recht ähnlichen Niveau. Wobei sich die restlichen Kategorien Auslandsaufenthalte Bedienstete, IT-Geräte, Mensa, Papiereinsatz, Sonstige

Treibstoffe und Kältemittel in dieser Reihenfolge absteigend in Mengenbereichen von etwa 300 bis 30 t CO₂e bewegen. Insgesamt machen die restlichen Kategorien 1.200 t CO₂e aus.

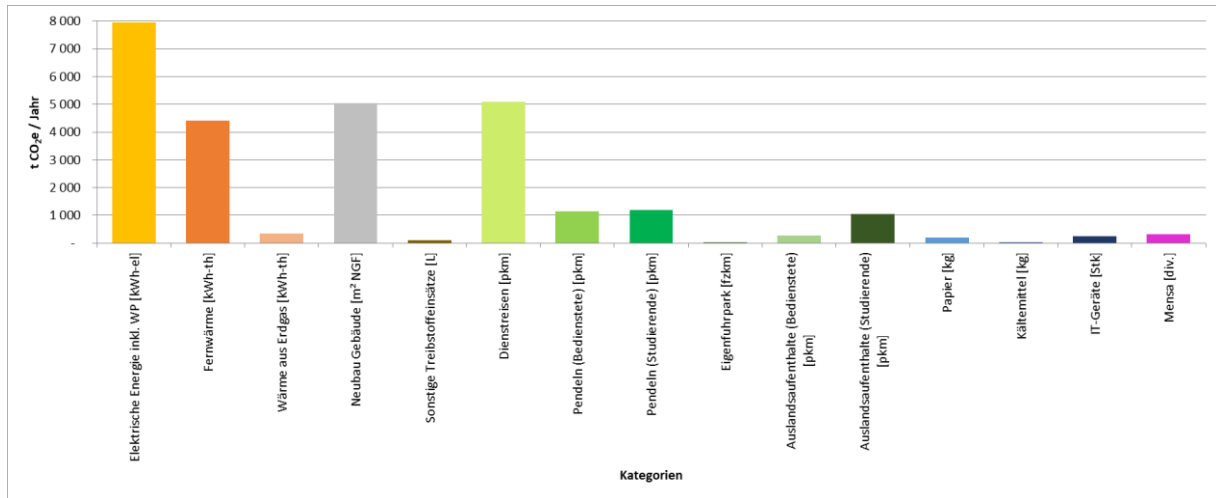


Abbildung 2: THG-Bilanz TU Graz 2017, CO₂-Äquivalente/Jahr für die einzelnen Kategorien an allen Standorten der TU Graz nach ClimCalc_edu Bilanz und Neubau Gebäude nach AGNHB SimaPro Bilanz, 2019.

Inhaltsverzeichnis

Allgemeines..... 2

Auftragsdaten 2

Vorwort..... 3

Kurzfassung..... 5

Inhaltsverzeichnis 7

THG–Bilanz..... 8

Hintergrund 8

 Methoden- und Toolbeschreibung..... 8

 Herangehensweise und Systemgrenze..... 9

Sachbilanzen TU Graz 201711

 Bilanzbezogene Abgrenzungen12

THG Bilanz TU Graz 201714

 Fokus Energieeinsatz15

 Abschließende Bemerkungen und Empfehlungen.....17

 Ausblick.....18

Literaturverzeichnis.....19

Abbildungsverzeichnis.....20

THG-Bilanz

Hintergrund

Die Vereinten Nationen (UN) haben mit der COP21 und schließlich mit den Sustainable Development Goals (SDG) einen breiten Rahmen in Form von generellen Schwerpunkten für nachhaltige Entwicklung definiert, welcher von fast allen Staaten der Welt (UN-Mitgliedsstaaten) ratifiziert wurde (UNEP, 2015). Der Weltklimarat (IPCC) veröffentlicht Anhaltspunkte zu Klimaveränderungen (gemessene und prognostizierte Temperaturerhöhungen über kritische Schwellenwerte hinaus), die es ermöglichen globale Grenzwerte für Treibhausgasemissionen (THGe) festzulegen (IPCC, 2013). Heruntergebrochen auf die EU und Österreich (APCC) (Kromp-Kolb, Nakicenovic, et al., 2014) wurden die Klima- und Energieziele bis zu den Jahren 2020 (The European Commission, 2014) und 2030 (European Commission, 2014) festgelegt. Bis zum Jahr 2030 setzt sich die EU zum Ziel 40% der Treibhausgasemissionen gegenüber dem Niveau von 1990, mindestens einen Anteil von 27% an erneuerbaren Energieverbrauch und mindestens 27% Energieeinsparung gegenüber dem Business-as-usual-Szenario zu erreichen. In Österreich wurde auf Bundesebene im Jahr 2018 die Klima- und Energiestrategie beschlossen (Klima- und Energiestrategie Österreich, 2018). Ein Ziel der österreichischen Klimastrategie ist die Treibhausgasemissionen (THGe) in Österreich um 36% gegenüber dem Jahr 2015 zu reduzieren. Auf regionaler Ebene wurden für die Steiermark spezifische Ziele in der Klima- und Energiestrategie Steiermark (KES 2030) festgelegt (Klima- und Energiestrategie Steiermark, 2017).

Methoden- und Toolbeschreibung

Das tool *ClimCalc_edu* der *Allianz nachhaltiger Universitäten Österreich* ermöglicht eine an die üblichen Anforderungen einer Universität angepasste, THGe-Bilanzierung (BOKU, AAU, & Umweltbundesamt, 2018). Die Ermittlung der THGe orientiert sich an der Definition der Lebenszyklusanalyse basierend auf den Grundlagen der ISO 14040 (CEN, 2009). Abbildung 3 zeigt die im verwendeten THGe-Bilanz tool definierten Module. Betrachtete Systemkategorien und CO₂-Äquivalente für Strom und Fernwärme an den TU Graz Campusstandorte und campusexterne Anmietungen nach *ClimCalc_edu* Bilanz (Energie, Mobilität, Materialien und Mensa), 2018, als Basis für die THG-Bilanz TU Graz 2017 umgesetzt im Jahr 2019.

Die in dieser THG-Bilanzierung verwendeten THGe (in CO₂e) basieren auf der vom Bundesministerium für Österreich angepassten GEMIS- und der Ecoinvent-Datenbank (Umweltbundesamt, 2017). Der Datenstand der Emissionsfaktoren basiert auf dem Jahr 2014. Für Strom wurden hier 280 g CO₂e / kWh-el laut dem österreichischen Strommix ohne UZ46-Zertifizierung und für Fernwärme 393 g CO₂e / kWh-th laut dem Grazer Fernwärmemix herangezogen. Für die Berechnung der THG-Bilanz TU Graz 2017 wurden die im Zeitraum der Berichterstattung letztgültigen Emissionsfaktoren für das Jahr 2017 verwendet (Umweltbundesamt, 2017).

Methode Climcalc

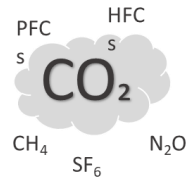


Abbildung 3: Betrachtete Systemkategorien und CO₂-Äquivalente für Strom und Fernwärme an den TU Graz Campusstandorte und campusexterne Anmietungen nach ClimCalc_edu Bilanz (Energie, Mobilität, Materialien und Mensa), 2018, als Basis für die THG-Bilanz TU Graz 2017 umgesetzt im Jahr 2019.

Herangehensweise und Systemgrenze

Dieser Bericht baut auf der THG-Bilanz TU Graz 2012 - 2016 Fokus: Modul stationärer Energieeinsatz (Elektrische Energie und Wärme) an den Campusstandorten aus dem Jahr 2018 auf. Dabei wurden anhand der Kategorisierung des THGe-tools die Systemkategorien diskutiert und die jeweiligen CO₂-Äquivalente in THGe den einzelnen Unterkategorien (u.a. Fernwärme, Strom, Dienstreisen, Pendeln, Papier, etc.) zugeordnet und bilanziert.

Die THGe-Bilanz Modul stationärer Energieeinsatz wurden für alle Standorte der TU Graz vorgenommen. Das beinhaltet die Erfassung aller Campusstandorte der TU Graz (siehe Abbildung 4):

- Campus Alte Technik
- Campus Neue Technik
- Campus TU Inffeldgasse

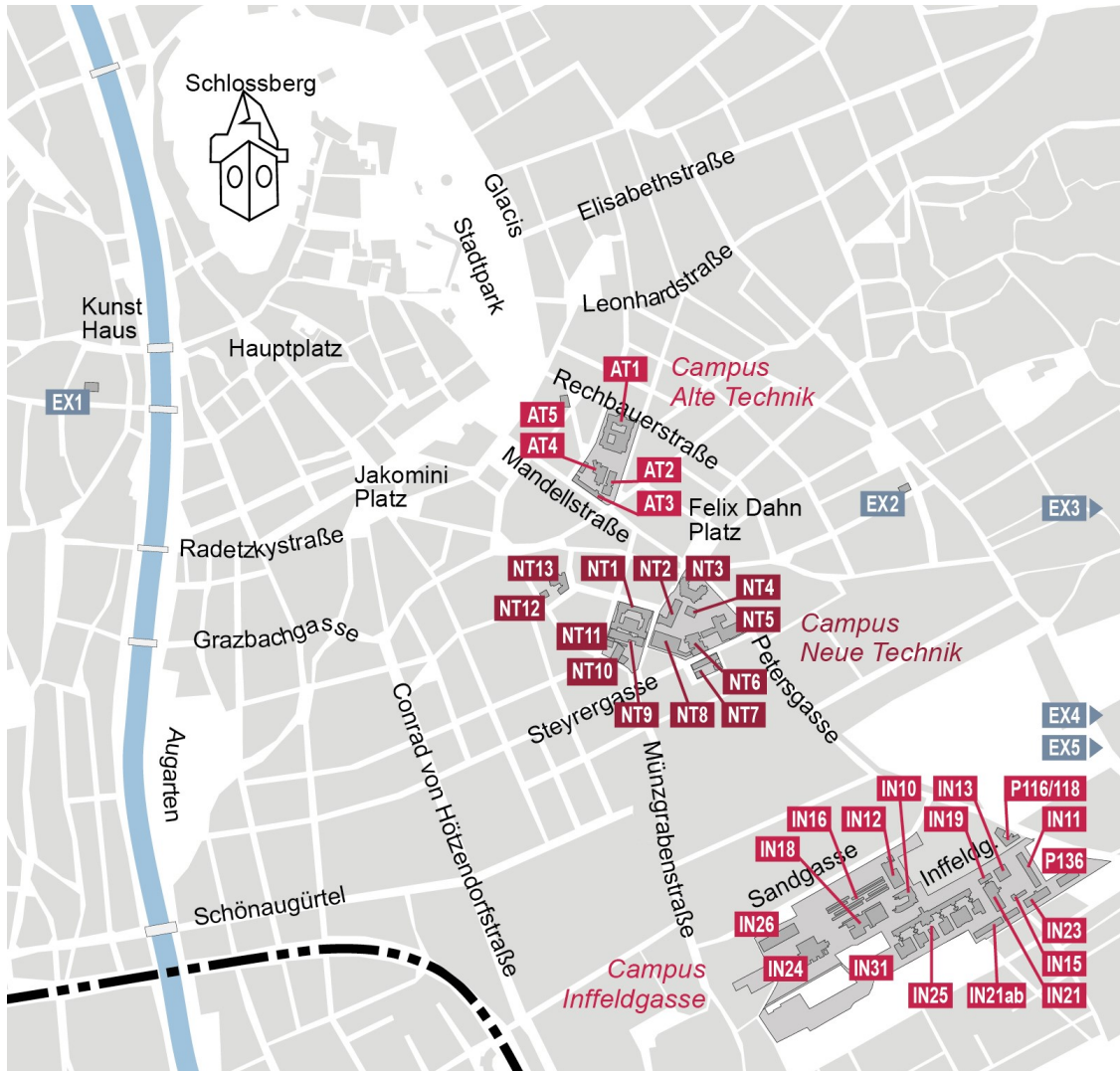


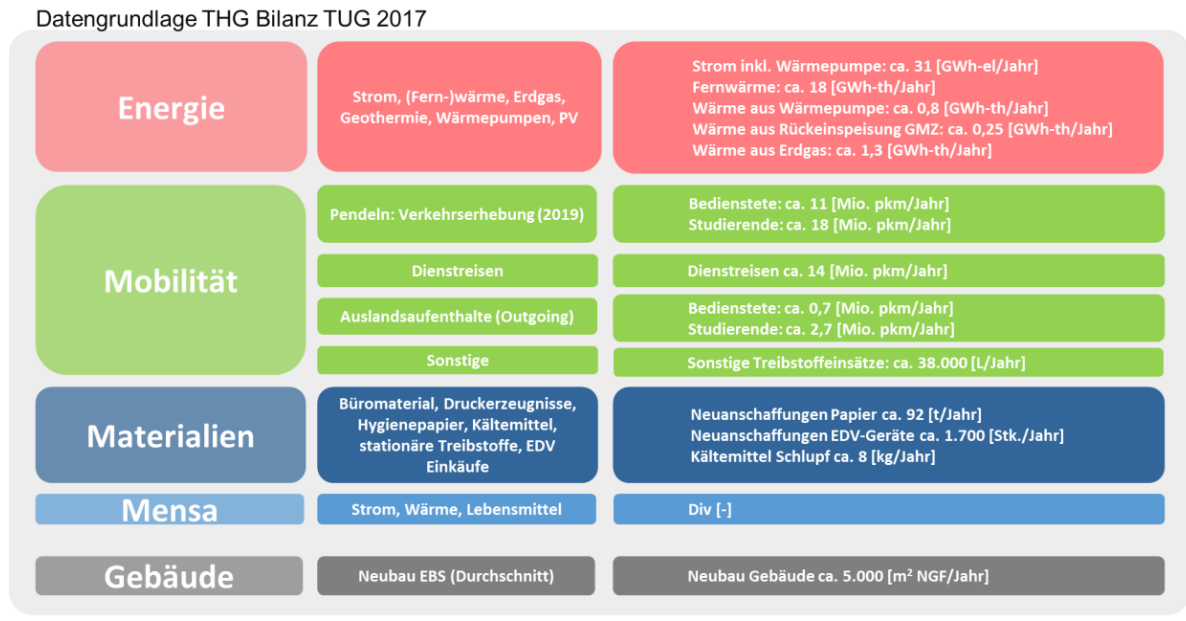
Abbildung 4: Hauptstandorte der TU Graz, 2018, Quelle: TU Graz 2019.

Außerdem wurden neben den Campusstandorten auch alle und campusexterne Anmietungen der TU Graz erfasst:

- Plüddemanngasse
- Lustbühelstraße
- Münzgrabenstraße
- Mandellstraße
- Petersgasse
- Belgiergasse
- Hilmteichstraße
- Kronesgasse
- Wastiangasse
- Krenngasse
- Waagner-Biro-Straße

Sachbilanzen TU Graz 2017

Für die Berechnung der THG Bilanz TU Graz 2017 wurden alle Systemkategorien, wie sie im *ClimCalc* Tool definiert sind, berücksichtigt und die Sachbilanzen für die einzelnen Unterkategorien, wie sie in Abbildung 5 dargestellt sind, erstellt. Die Werte zu den Sachbilanzen konnten, mit Ausnahme der Pendlerkilometer, für das Jahr 2017 von den verantwortlichen Organisationseinheiten der TU Graz sowie der jeweiligen Firmen bereitgestellt werden.



Unter Mitwirkung von (alph.): Albert Jokesch, Alex van Dulmen, Alexander Passer, Anatole Truong N, Andreas Göbller, Birgit Egner, Clara Madl-H., Daniela Scholler, Doris Machler, Emil Göttlich, Endrit Hoxha, Friedrich Schober, Gerhard Keltz, Günter Getzinger, Günter Kleinhapl, Harald Schoster, Jürgen Forstner, Kerstin Drexler, Manuela Berner, Maria Baltz, Martin Fellendorf, Oliver Tingl, Sibylle Sommer, Siegfried Pabst, Franziska Häller, Stephan Maier.

Abbildung 5: Betrachtete Systemkategorien und Datengrundlagen an allen Standorten der TU Graz für die ClimCalc_edu Bilanz (Energie, Mobilität, Materialien und Mensa) und Neubau Gebäude nach AGNHB SimaPro Bilanz, als Basis für die THG-Bilanz TU Graz 2017 umgesetzt im Jahr 2019.

Für die Ermittlung der Pendlerkilometer wurde im Jahr 2019 über das Institut für Straßen- und Verkehrswesen der TU Graz eine eigene Pendlererhebung unter Bediensteten und Studierenden durchgeführt (lt. Pendlererhebung TU Graz Bedienstete und Studierende, Institut für Straßen- und Verkehrswesen, 2019). Damit sich die Daten realistisch zu den Daten aus den anderen Kategorien fügen, wurden die Pendlerkilometer auf die Bediensteten- (3.324 Köpfe) inkl.¹ COMET Beteiligungen nach gesellschaftsrechtlicher Beteiligungshöhe (385 Köpfe) und Studierendenzahlen (16.816 Köpfe) des Jahres 2017 umgelegt. Die Rahmenbedingungen dazu wurden auf Basis der für das THG-Bilanzierungsjahr gültigen Wissensbilanz 2017 berücksichtigt (siehe Abbildung 6).

¹ Damit wurden 3.324 Bedienstete [Köpfe] weitere 385 COMET Beteiligungen [Köpfe] addiert, was zusammen 3.709 der TU Graz zurechenbares Personal ergibt. Dies wurde der Berechnung der Treibhausgasbilanz zugrundegelegt und im Wesentlichen für die Erstellung der Penderlerhebung sowie der Kennzahlen herangezogen.

1 Intellektuelles Vermögen

1.A HUMANKAPITAL

1.A.1 PERSONAL

Personalkategorie	Köpfe			Jahres-vollzeitäquivalente ¹⁶		
	Frauen	Männer	Gesamt	Frauen	Männer	Gesamt
2017 Wissenschaftl. u. künstl. Personal gesamt ¹	487	1.852	2.339	264,4	1.121,1	1.385,5
ProfessorInnen ²	9	111	120	8,9	106,6	115,5
Äquivalente zu ProfessorInnen ³	9	106	115	9,5	104,3	113,9
darunter DozentInnen ⁴	4	65	69	3,9	66,5	70,4
darunter Assoziierte ProfessorInnen (KV) ⁵	5	41	46	5,6	37,8	43,5
wissenschaftliche u. künstlerische MitarbeiterInnen ⁶	469	1.635	2.104	246,0	910,2	1.156,2
darunter AssistenzprofessorInnen (KV) ⁷	13	30	43	11,5	32,3	43,9
darunter UniversitätsassistentInnen (KV) auf Laufbahnstelle gemäß § 13b Abs. 3 UG ⁸	3	2	5	1,8	1,8	3,6
darunter über F&E-Projekte drittfundierte MitarbeiterInnen ⁹	179	725	904	124,2	530,4	654,5
Allgemeines Personal gesamt ¹¹	521	466	987	415,8	418,3	834,2
darunter über F&E-Projekte drittfund. allgem. Pers. ¹²	122	188	310	76,1	152,9	229,0
Insgesamt¹⁵	1.008	2.316	3.324	680,3	1.539,5	2.219,7

Abbildung 6: Wissensbilanz 2017, Quelle: Wissensbilanz 2017 – Vom Universitätsrat der TU Graz genehmigt am 26.04.2018, als Basis für die THG-Bilanz TU Graz 2017 umgesetzt im Jahr 2019.

Bilanzbezogene Abgrenzungen

Für die Erstellung der Sachbilanz für die THG-Bilanz TU Graz 2017 wurde die Kategorie Energie hinsichtlich der beiden Unterkategorien elektrische Energie (nachfolgend vereinfacht als „Strom“ bezeichnet) und Wärme genauer aufgeschlüsselt, um in einem weiteren Schritt schließlich die Treibhausgasemissionen bilanziell korrekt abgegrenzt darstellen zu können.

Der gesamte Stromeinsatz der TU Graz betrug im Jahr 2017 inklusive Mensen insgesamt 31.014 MWh-el. An den Campusstandorten wurden exklusive Mensen, Elektromobilität und Wärmepumpen 29.548 MWh-el eingesetzt. Der Strom, der für die Wärmebereitstellung durch Wärmepumpen eingesetzt wurde (379 MWh-el), ist von der Endnutzung her der Wärmeerzeugung zuzurechnen. Auch der Strom, der an TU Graz internen Elektroladestationen (etwa 150 MWh-el²) und von den Mensen an den Campus Neue Technik und Campus Inffeldgasse der TU Graz konsumiert wurde (225 MWh-el), wurde herausgerechnet und den Kategorien Mobilität und Mensen zugeordnet. Denn es war im Bilanzjahr möglich, dass auch externe Elektroautosbesitzer tanken können und die Mensen werden von einem externen Betreiber betrieben.

Strom, der an den campusexternen Anmietungen der TU Graz verwendet wurde (580 MWh-el) beinhaltet eine Stromheizung für die 117 MWh-el angefallen sind.

² Dieser Wert beruht auf einer ersten groben Abschätzung, weil für eine laufende und genaue Datenaufnahme erst sukzessive Zähler aufgestellt werden.

Die PV-Anlagen an den Campusstandorten der TU Graz generierten 132 MWh-el Strom, der zu 100% von der TU Graz selbst verbraucht wird (siehe Abbildung 7).

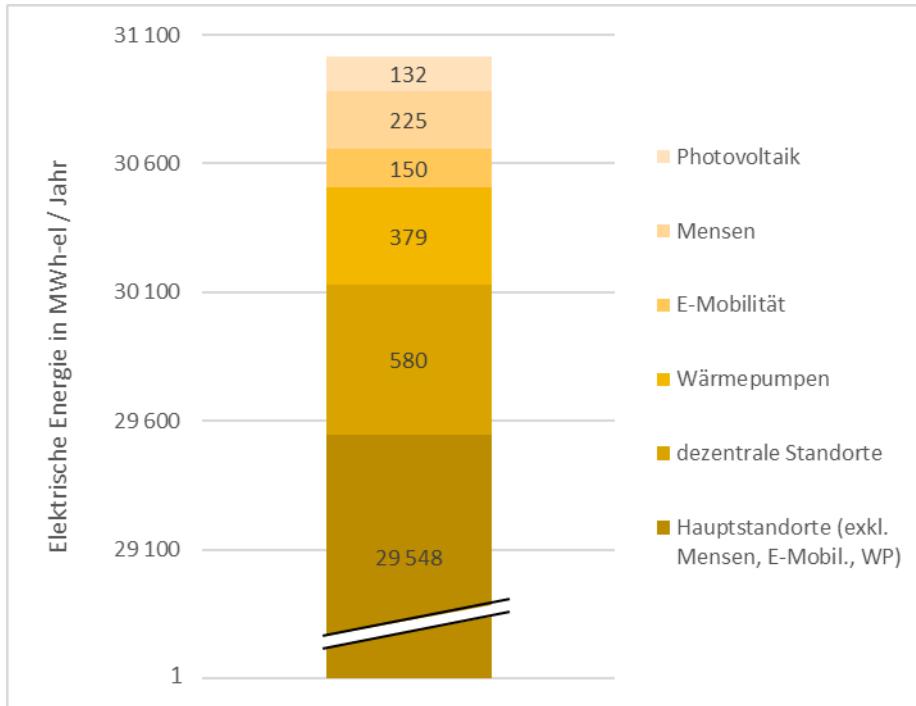


Abbildung 7: THG-Bilanz TU Graz 2017, Elektrische Energie („Strom“) in MWh-el pro Jahr nach einzelnen Verbrauchern und Eigenproduktion (Photovoltaik), absolut.

Der Gesamtverbrauch der TU Graz hinsichtlich Wärme betrug im Jahr 2017 über 19.856 MWh-th. Für eine Darstellung der Unterkategorien wurden die einzelnen Wärmeverbraucher sowie Wärmequellen dargestellt. An den Campusstandorten betrug der Wärmeverbrauch exklusive Mensen in etwa 17.469 MWh-th, an den campusexternen Anmietungen 1.508 MWh-th und die Mensen benötigten 66 MWh-th.

Die Wärmerückgewinnung im Forschungsbereich Großmotorenzentrum (GMZ) (14 MWh-th) und die Umgebungswärme von den Geothermie-Wärmepumpen (800 MWh-th) wurde hier extra ausgewiesen. Die rekuperierte Abwärme aus dem Großmotorenzentrum (GMZ) wurde zu 100% von den Verbrauchern am TU Graz Standort Inffeldgasse genutzt.

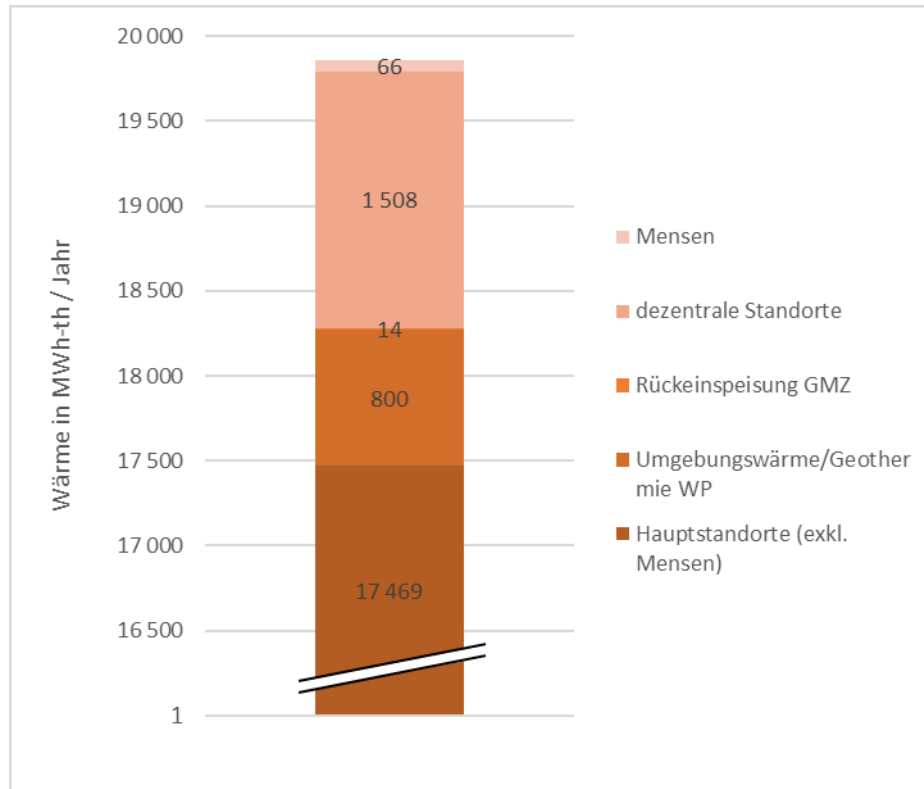


Abbildung 8: THG-Bilanz TU Graz 2017, Wärme in MWh-th pro Jahr nach einzelnen Verbrauchern und Wärmequellen, absolut.

THG Bilanz TU Graz 2017

Auf Basis der Mengenbilanzen aus den Sachbilanzdaten wurden die Treibhausgasemissionen der TU Graz errechnet. Die Gesamtemissionen der TU Graz für das Jahr 2017 betragen inkl. Mensa insgesamt fast **27.500 t CO₂e**.

Die größten Anteile an den Gesamtemissionen der TU Graz haben Strom mit 8.000 t CO₂e (Treibhausgasäquivalenten), Dienstreisen mit etwa 5.100 t CO₂e, Neubauten mit etwa 5.100 t CO₂e und Wärme mit etwa 4.700 t CO₂e.

Auf einem recht hohen Niveau bewegen sich außerdem noch Pendeln Bedienstete (etwa 1.100 t CO₂e), Pendeln Studierende (etwa 1.200 t CO₂e) und Auslandsaufenthalte Studierende (etwa 1.100 t CO₂e).

Wobei sich die restlichen Kategorien Auslandsaufenthalte Bedienstete, IT-Geräte, Mensa, Papiereinsatz, Sonstige Treibstoffe und Kältemittel absteigend in Mengenbereichen von etwa 300 bis 30 t CO₂e bewegen. Insgesamt machen die restlichen Kategorien 1.200 t CO₂e aus.

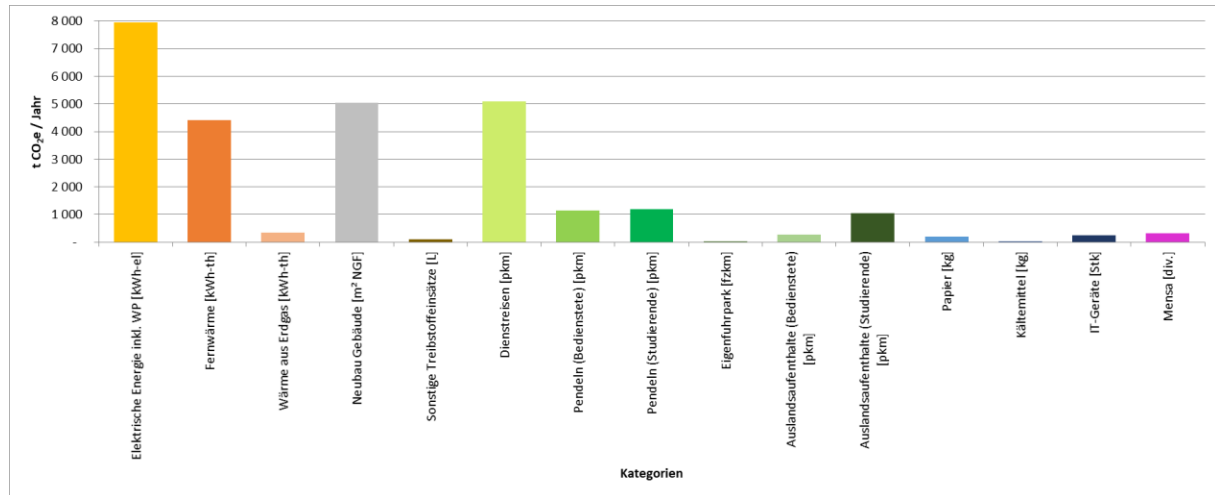


Abbildung 9: THG-Bilanz TU Graz 2017, CO₂-Äquivalente für die einzelnen Kategorien an den TU Graz Campusstandorten nach ClimCalc_edu Bilanz und Neubau Gebäude nach AGNHB SimaPro Bilanz, 2019.

Im Vergleich zur Teilbilanz Modul Energieeinsatz 2012 – 2016 haben sich bei der Übernahme der aktualisierten Emissionsfaktoren 2017 gegenüber 2016 vor allem beim Strom ohne Zertifizierung Auswirkungen ergeben, wo sich der Emissionsfaktor von 0,28 kg CO₂e/kWh (2016) auf 0,2573 kg CO₂e/kWh (2017) (-8%) und bei der von Energie Graz bereitgestellten Fernwärme von 0,3932 kg CO₂e/kWh auf 0,2483 kg CO₂e/kWh (2017) (-37%) verkleinert hat.

Fokus Energieeinsatz

Differenziert in einzelne Verbraucher fällt der Großteil der THGe beim Strom erwartungsgemäß auf die Campusstandorte (7.600 t CO₂e/Jahr), weil sich dort auch die meisten Gebäudenutzungsflächen der TU Graz befinden. An den campusexternen Anmietungen fallen weitere 150 t CO₂e/Jahr an.

Die THGe der TU Graz eigenen Stromerzeugung aus Photovoltaik (10 t CO₂e/Jahr) sind gegenüber den anderen Kategorien, die Strom lt. Strommix der TU Graz aus dem Netz beziehen (257 kg CO₂e/MWh-el), nur etwa ein Viertel so groß (60 kg CO₂e/MWh-el).

Die Wärmepumpen verursachen durch ihren Strombedarf 100 t CO₂e. Pro erzeugter MWh-th sind die THGe jedoch geringer, als die in Graz durch Fernwärme bzw. Erdgas bereitgestellte Wärme. Bei der Mensa fallen 60 t CO₂e und an den E-Tankstellen 40 t CO₂e an. Mit etwa 125 kg CO₂e/MWh-Gesamtenergie macht das etwa die Hälfte der THGe gegenüber Fernwärme mit etwa 248 kg CO₂e/MWh bzw. Wärme aus Erdgas mit 270 kg CO₂e/MWh aus.

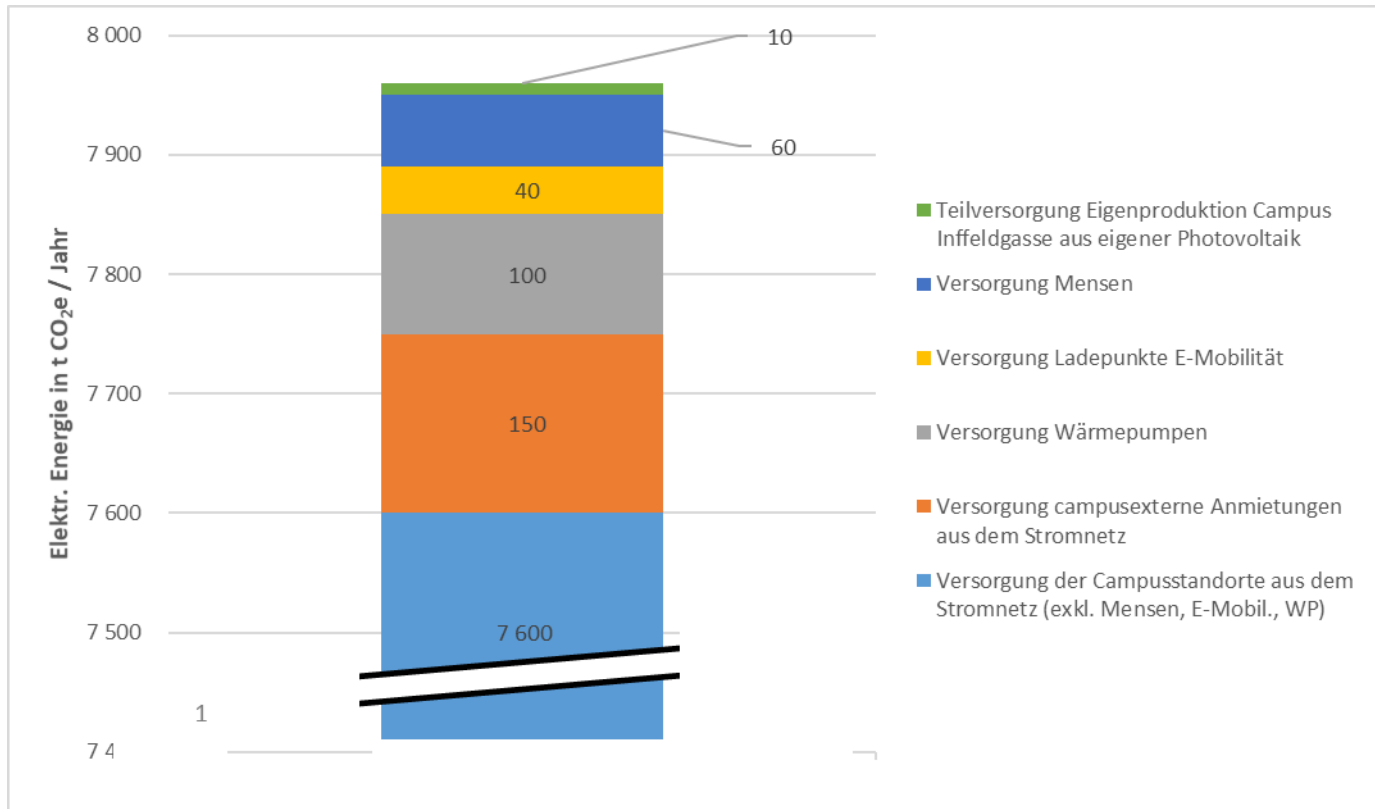


Abbildung 10: THG-Bilanz TU Graz 2017, CO₂-Äquivalente für Elektrische Energie nach Kategorien nach ClimCalc_edu Bilanz, 2019.

Hinsichtlich der Wärme ergibt sich ein ähnliches Bild, wie beim Strom. An den Campusstandorten fallen die meisten THGe an (4.400 t CO₂e/Jahr), an den campusexternen Anmietungen 340 t CO₂e/Jahr und bei den Mensen 20 t CO₂e/Jahr. Für die Rückeinspeisung der GMZ und genutzte Umgebungswärme für die Wärmepumpen werden keine THGe verrechnet.

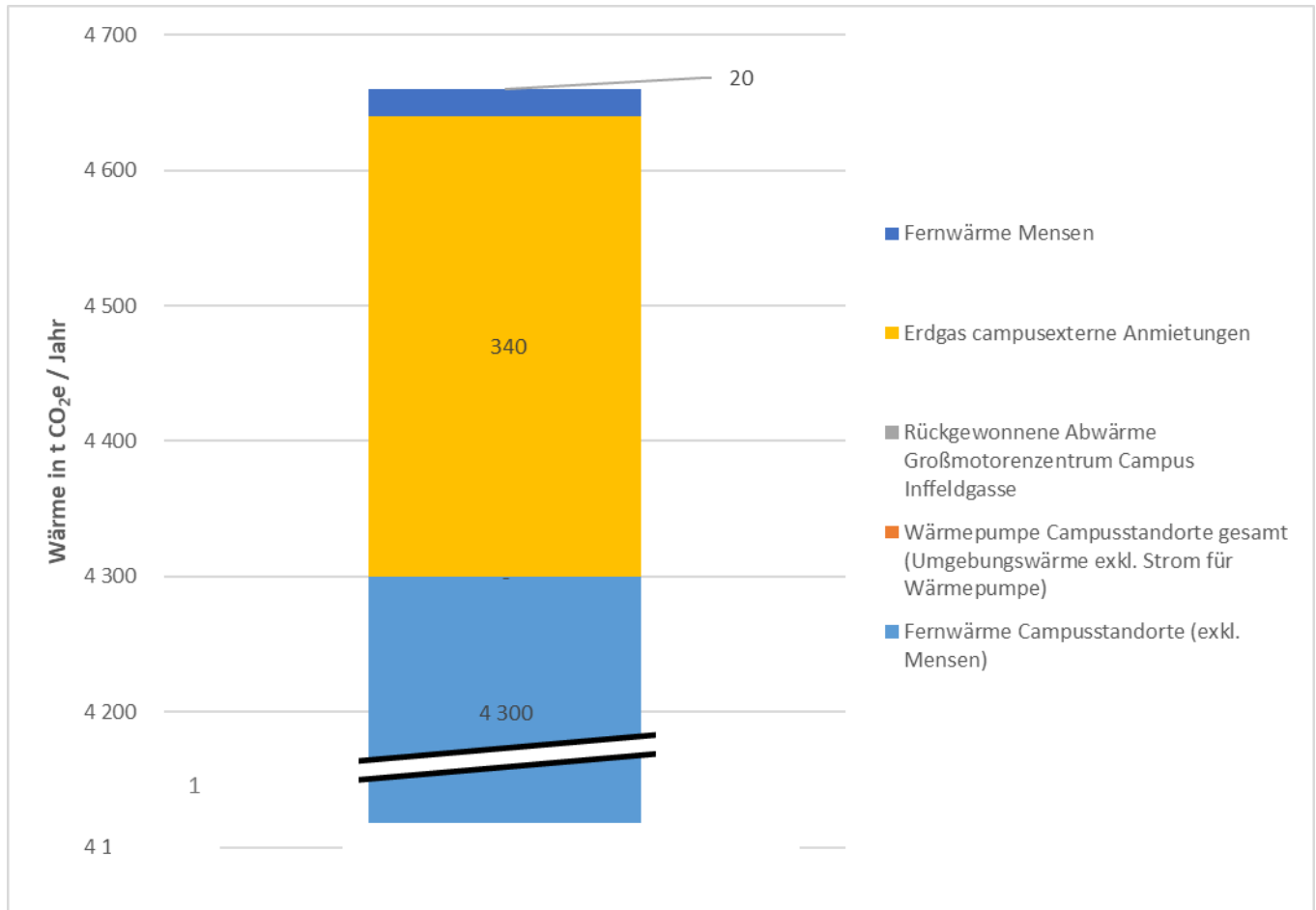


Abbildung 11: THG-Bilanz TU Graz 2017, CO₂-Äquivalente für Wärme nach Kategorien nach ClimCalc_edu Bilanz, 2019.

Abschließende Bemerkungen und Empfehlungen

Die TU Graz verwendet zurzeit einen bilanzierten 100% „erneuerbaren“ Strommix. Das bedeutet, dass dieser Strommix nur über den Zertifikatshandel ausschließlich erneuerbar ist, in der Realität kann eine 100% auf erneuerbaren basierende Stromherkunft und umweltverträgliche und nachhaltige Strombereitstellung in Österreich jedoch nur mit dem Umweltzeichen UZ46 für Grünen Strom garantiert werden (Raneburger & Peter, 2018). Ein Wechsel zu einem UZ46-zertifizierten Anbieter würde für die TU Graz große Einsparungen (etwa 94%!) an Treibhausgasemissionen in CO₂-Äquivalenten (CO₂e) bedeuten.

Seitens der Wärmebereitstellung ist die TU Graz, durch die fast ausschließlich aus Fernwärme bereitgestellte Energie, an Entscheidungen der Bundesimmobiliengesellschaft (BIG) und der Entwicklungen im Energieträgermix der Fernwärmeversorgung seitens der Energie Graz und Energie Steiermark gebunden. Gegenüber der letzten Bilanz *THG-Bilanz TU Graz 2012 - 2016 Fokus: Modul stationärer Energieeinsatz (Elektrische Energie und Wärme) an den Campusstandorten* (die sich auf die dafür gültigen Emissionswerte aus dem Jahr 2015 bezieht) ist die Fernwärme Graz für das Treibhausgasbilanzjahr 2017 in den neuen Emissionsfaktoren um 37% niedriger bewertet worden, was auf einen mittlerweile gestiegenen Anteil erneuerbarer Energieträger für die Bereitstellung der Fernwärme schließen lässt (Anmerkung: mittlerweile wurde u.a. die Abwärmenutzung der Papierfabrik Sappi in Gratkorn eingekoppelt sowie Solarthermieanlagen u.a. innovative Lösungen in die Fernwärme

Graz integriert). Teilweise sind neue TU Graz Bauten auch mit Erdwärmefensonden und Wärmepumpen versorgt (Campus Inffeldgasse).

Ausblick

- Ab dem Jahr 2015 bis zum Jahr 2030 ist hinsichtlich Neubauten gegenüber einer Stagnation in der Vorperiode mit einer Trendumkehr zu rechnen, weil die TU Graz massiv ausbaut. So werden im Schnitt der Jahr 2015 bis 2030 etwa 5.000 m² Nettogeschoßfläche Neubauten dazukommen (Prognosen Daten Klimastrategie TU Graz, Gebäude und Technik, 2019). Weitere Neubauten werden aufgrund der effizienten Gebäudebauweise mit ähnlichen Geothermie-Wärmepumpensystemen statt Fernwärme betrieben werden. Das in der THG Bilanz TUG 2017 verwendete tool *ClimCalc_edu* der *Allianz nachhaltiger Universitäten Österreich* ermöglicht keine Bewertung von Gebäuden. Die intensive Bautätigkeit der nächsten Jahre und ökologischen Betrachtungen dazu haben gezeigt, dass hier wesentliche Emissionen vernachlässigt werden. Aus diesem Grund wird dringend empfohlen die Emissionskategorie *Gebäude* bzw. *Gebäude Neubauten* in der Treibhausgasbilanzierung von Universitäten zusätzlich mit aufzunehmen.
- Im Jahr 2020 wird im Rahmen der laufenden Leistungsperiode der *Nachhaltigkeitsbericht TU Graz 2020* erstellt.
- Die TU Graz stellt sich gesellschaftlichen Herausforderungen im Sinne der sozialen, ökonomischen und ökologischen Nachhaltigkeit. Aufbauend auf den Ergebnissen der *THG-Bilanz TU Graz 2017* verpflichtet sich eine die TU Graz zur „Strategie zur Klimaneutralität 2030+“, in der sie einen klaren Fahrplan zur Erreichung der Klimaziele definiert. Als erste Initiativen wurden ein *Positionspapier der Allianz zur Errichtung von nachhaltigen Universitätsgebäuden* und die Umsetzung eines umfassenden *Entwicklungsprojektes Innovation district TUG* beschlossen.

Literaturverzeichnis

- BBG. (2018). *Bundesbeschaffung-Vertragsinfo 2017-2018*.
- BOKU, AAU, & Umweltbundesamt. (2018). ClimCalc. Retrieved from <http://climcalc.boku.ac.at>
- Bundesministerium. (2016). *Leistungsvereinbarungen 2016-2018*.
- CEN. (2009). ÖN EN ISO 14040 2009, Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework.pdf. Vienna: ASI.
- European Commission. (2014). *A policy framework for climate and energy in the period from 2020 to 2030*. <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy/2030-energy-strategy>.
<https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Gebäude und Technik TU Graz*. (2018). Retrieved from <https://www.tugraz.at/tugraz/organisationsstruktur/serviceeinrichtungen-und-stabsstellen/gebaeude-und-technik/>
- IPCC. (2013). IPCC Fifth Assessment Report (AR5). *IPCC*, s. 10-12.
- IPCC. (2014). Climate Change 2014 Synthesis Report. *IPCC Fifth Assessment Report (AR5)*, 31.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324>
- Klima- und Energiestrategie Österreich*. (2018). Retrieved from http://gemeindegund.at/website2016/wp-content/uploads/2018/04/mission2030_klima-und-energiestrategie.pdf
- Klima- und Energiestrategie Steiermark*. (2017).
- Kromp-Kolb, H. (2014). österreichischer Sachstandsbericht Klimawandel 2014. *GAIA*, 23(4), 363–365.
<https://doi.org/10.14512/gaia.23.4.17>
- Kromp-Kolb, H., Lindenthal, T., Bohunovsky, L., & Weiger, T. (2014). Handbuch zur Erstellung von Nachhaltigkeitskonzepten für Universitäten. Retrieved from http://nachhaltigeuniversitaeten.at/wp-content/uploads/2014/06/Handbuch_Nachhaltigkeitskonzept-Allianz-NH-Univ_1406.pdf
- Kromp-Kolb, H., Nakicenovic, N., Steininger, K., Morawetz, L., Gobiet, A., Formayer, H., ... Schneider, J. (2014). *Österreichischer Sachstandsbericht Klimawandel 2014 Austrian Assessment Report 2014 (AAR14)*. Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften. Retrieved from <http://hw.oeaw.ac.at/7699-2>
- Narodoslawsky, M. (2006). *Nachhaltigkeitsbericht TU Graz 2005/06*. Graz.
- Narodoslawsky, M., Gruber, T., Reiter, K., Schrofler, L., & Tatzberger, I. (2016). *Nachhaltigkeitsbericht TU Graz 2011/12 bis 2015/16*. Graz. Retrieved from https://www.tugraz.at/fileadmin/user_upload/tugrazInternal/TU_Graz/Universitaet/TU_Graz_kompakt/Nachhaltigkeitsbericht_TU_Graz_2016.pdf
- Pabst, S., & Kelz, G. (2016a). *EMH-Energiemanagementhandbuch, Managementhandbuch Energie*.
- Pabst, S., & Kelz, G. (2016b). *Energiemanagementhandbuch Energie V03*.
- Passer, A. (2016). Zur Operationalisierung der Nachhaltigkeit im Bauwesen: unter besonderer Berücksichtigung der Nachhaltigkeitsbewertung von Bauprodukten und Gebäuden. Graz: Graz University of Technology, Austria. Retrieved from <http://ub.tugraz.at>
- Raneburger, J., & Peter, A. (2018). *Richtlinie UZ46 - Grüner Strom*. Retrieved from <https://www.umweltzeichen.at/cms/de/produkte/gruene-energie/content.html>
- The European Commission. (2014). The 2020 climate and energy package. *The European Commission*. Retrieved from http://ec.europa.eu/clima/policies/package/index_en.htm
- Umweltbundesamt. (2017). GEMIS - Globales Emissions-Modell integrierter Systeme.
- UNEP. (2015). COP21. Retrieved from <http://www.cop21paris.org>
- Wissensbilanz 2017*. (2018). Graz. Retrieved from https://www.tugraz.at/fileadmin/public/Studierende_und_Bedienstete/Information/TU_Graz/Wissensbilanzen/Wissensbilanz_TU_Graz_2017.pdf
- Zettl, R., Lindenthal, T., & Judith, B. (2017). Umweltmanagement an Universitäten. *Environmental*

Management at Universities, 26(3), 288–290. Retrieved from http://nachhaltigeuniversitaeten.at/wp-content/uploads/2014/06/GAIA_3_2017_Umweltmanagement_an_Universitaeten_Fortschritte_Zettl_Lindenthal_Biedermann.pdf

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Betrachtete Systemkategorien und Datengrundlagen an allen Standorten der TU Graz für die ClimCalc_edu Bilanz (Energie, Mobilität, Materialien und Mensa), als Basis für die THG-Bilanz TU Graz 2017 umgesetzt im Jahr 2019.	5
Abbildung 2: THG-Bilanz TU Graz 2017, CO ₂ -Äquivalente/Jahr für die einzelnen Kategorien an allen Standorten der TU Graz nach ClimCalc_edu Bilanz, 2019.	6
Abbildung 3: Betrachtete Systemkategorien und CO ₂ -Äquivalente für Strom und Fernwärme an den TU Graz Haupt- und Nebenstandorten nach ClimCalc_edu Bilanz (Energie, Mobilität, Materialien und Mensa), 2018, als Basis für die THG-Bilanz TU Graz 2017 umgesetzt im Jahr 2019.	9
Abbildung 4: Hauptstandorte der TU Graz, 2018, Quelle: TU Graz 2019.	10
Abbildung 5: Betrachtete Systemkategorien und Datengrundlagen an allen Standorten der TU Graz für die ClimCalc_edu Bilanz (Energie, Mobilität, Materialien und Mensa), als Basis für die THG-Bilanz TU Graz 2017 umgesetzt im Jahr 2019.	11
Abbildung 6: Wissensbilanz 2017, Quelle: Wissensbilanz 2017 – Vom Universitätsrat der TU Graz genehmigt am 26.04.2018, als Basis für die THG-Bilanz TU Graz 2017 umgesetzt im Jahr 2019.	12
Abbildung 7: THG-Bilanz TU Graz 2017, Elektrische Energie („Strom“) in MWh-el pro Jahr nach einzelnen Verbrauchern und Eigenproduktion (Photovoltaik), absolut.	13
Abbildung 8: THG-Bilanz TU Graz 2017, Wärme in MWh-th pro Jahr nach einzelnen Verbrauchern und Wärmequellen, absolut.	14
Abbildung 9: THG-Bilanz TU Graz 2017, CO ₂ -Äquivalente für die einzelnen Kategorien an den TU Graz Hauptstandorten nach ClimCalc_edu Bilanz und Neubau Gebäude nach AGNHB SimaPro Bilanz, 2019.	15
Abbildung 10: THG-Bilanz TU Graz 2017, CO ₂ -Äquivalente für Elektrische Energie nach Kategorien nach ClimCalc_edu Bilanz, 2019.	16
Abbildung 11: THG-Bilanz TU Graz 2017, CO ₂ -Äquivalente für Wärme nach Kategorien nach ClimCalc_edu Bilanz, 2019.	17