

Treibhausgasbilanzierung von Universitäten

Bedeutung der Bilanzierung von Gebäuden am Beispiel der Technischen Universität Graz

In der Treibhausgasbilanz (THG-Bilanz) von Universitäten sind die Emissionen von Universitätsgebäuden, sogenannte graue Emissionen, bis dato nicht inbegriffen. Dabei tragen sie, wie das Beispiel des Electronic Based Systems Center an der Technischen Universität Graz (TUG) zeigt, zu rund 18 Prozent der gesamten jährlichen THG-Emissionen der TUG bei. Bei der jährlichen THG-Bilanz und den THG-Reduktionszielen sind sie deshalb miteinzubeziehen.

Alexander Passer, Dominik Maierhofer, Endrit Hoxha, Günter Getzinger, Thomas Lindenthal



The carbon footprint of universities. Importance of buildings' footprint using the example of Graz University of Technology GAIA 29/3 (2020): 203–205 | **Keywords:** Austria, Building Life Cycle Assessment (LCA), carbon footprint, climate protection, Electronic Based Systems Center, Graz University of Technology, greenhouse gas emissions (GHG emissions), university building

Zu den Aktivitäten des Nachhaltigkeitsbeirats der Technischen Universität Graz (TUG)¹ gehört die regelmäßige Bilanzierung der Treibhausgasemissionen (THG-Bilanz), die als Bezugsbasis und Kontrollinstrument für Maßnahmen dient, um die TUG bis zum Jahr 2030 weitestgehend klimaneutral auszurichten. Zur Erreichung der Ziele wurde die Arbeitsgruppe *Nachhaltiges Bauen*² 2017 beauftragt, alle Standorte der TUG bezüglich des Energieverbrauchs für Strom, Heizung und Mobilität, des Treibstoff- und Materialeinsatzes sowie der Mensen in einer THG-Bilanz zu bewerten (Passer und Maier 2020, Getzinger et al. 2019). Die THG-Emissionen lagen 2017 insgesamt bei etwa 21 500 Tonnen CO₂-Äquivalente pro Jahr. In der Bilanzierung sind allerdings die „grauen“ THG-Emissionen aus der Gebäudeerrichtung aufgrund der Berechnungsmethodik nach *Climcalc*³ nicht enthalten, weshalb diese im gegenständlichen Beitrag erläutert werden.


Electronic Based Systems Center als Referenzgebäude

Weil der Gebäudesektor insgesamt für fast 40 Prozent der THG-Emissionen verantwortlich ist⁴ und für Universitätsgebäude kaum Studien existieren (Röck et al. 2020), wurde eine detaillierte Bilanzierung eines Referenzgebäudes vorgenommen: dem neu errichteten Electronic Based Systems Center (EBS)⁵, dessen Baumethode mit Stahlbeton und Wärmedämmverbundsystem sowie Heizung/Kühlung mittels Wärmepumpe dem State of the Art entspricht. Es ist repräsentativ für Forschungs- und Laborgebäude an der TUG.


Life Cycle Assessment

Um die Umweltauswirkungen des Referenzgebäudes zu ermitteln, wurde eine Ökobilanz (*Life Cycle Assessment*) nach EN 15978 (CEN/TC 350 2011) durchgeführt. Die Systemgrenze umfasst die nach ÖNORM B1801 definierten Bereiche „Bauwerk-Rohbau“ und „Bauwerk-Ausbau“ so-

wie die Gebäudetechnischen Anlagen (HVAC) und elektrischen Installationen, wobei die beiden Letzteren in „Bauwerk-Technik“ einzugliedern sind. Als Bezugseinheit wird Quadratmeter (Nettogeschossfläche, NGF) verwendet. Die betrachteten

Assoc. Prof. DI Dr. Alexander Passer |
alexander.passer@tugraz.at
 <https://orcid.org/0000-0001-8773-8507>

DI Dominik Maierhofer

M. Sc. PhD Endrit Hoxha
 <https://orcid.org/0000-0002-1510-9266>

alle: Technische Universität Graz | Arbeitsgruppe Nachhaltiges Bauen | Graz | Österreich

Ass.-Prof. DI Dr. Günter Getzinger | Technische Universität Graz | STS – Science, Technology and Society Unit/ISDS | Graz | Österreich

Dr. Thomas Lindenthal | Universität für Bodenkultur Wien (BOKU) | Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit | Wien | Österreich

Österreich-Konsortium GAIA (*Allianz Nachhaltige Universitäten in Österreich*):
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Anke Bockreis | Universität Innsbruck | Institut für Infrastruktur |
Technikerstr. 13 | 6020 Innsbruck | Österreich |
+43 512 50762117 | anke.bockreis@uibk.ac.at

1 www.tugraz.at/tu-graz/organisationsstruktur/beiraete/nachhaltigkeitsbeirat

2 <https://agnhb.tugraz.at>

3 <http://nachhaltigeuniversitaeten.at/arbeitsgruppen/co2-neutrale-universitaeten>

4 <https://gd.ccca.ac.at>

5 www.tugraz.at/sites/ebs/home

© 2020 A. Passer et al.; licensee oekom verlag.
This Open Access article is published under the terms of the Creative Commons Attribution License CC BY 4.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>).
<https://doi.org/10.14512/gaia.29.3.15>

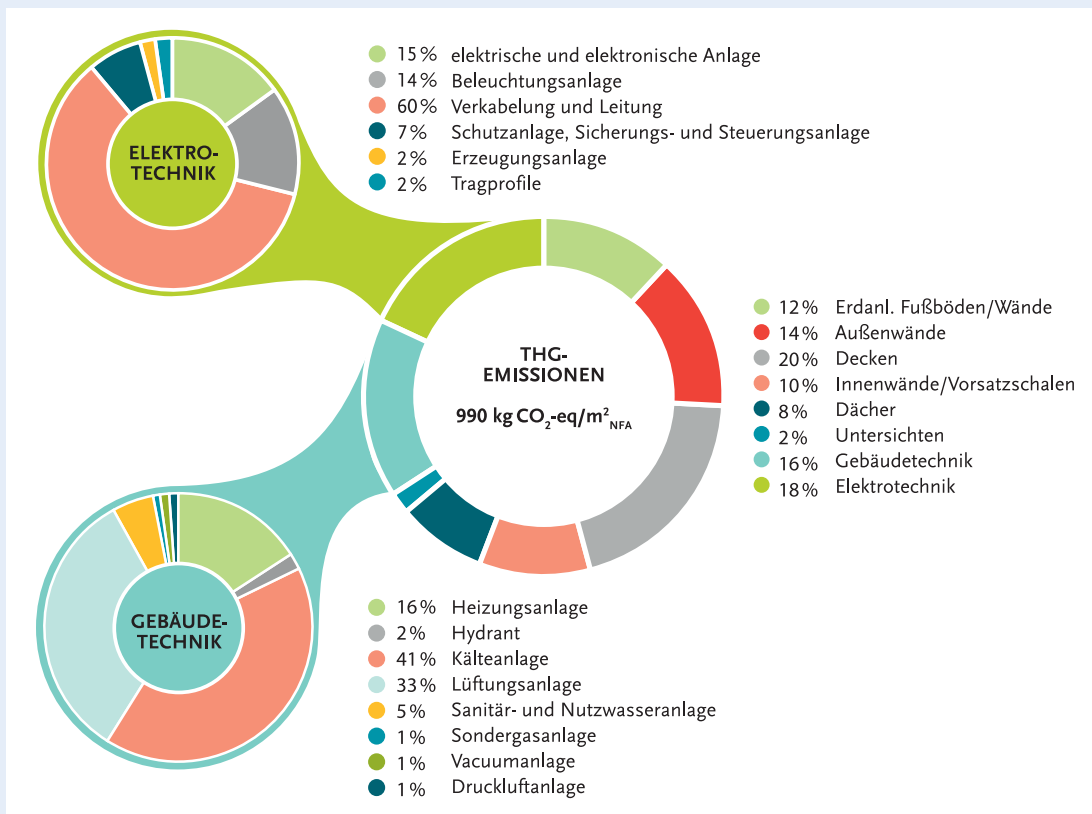


ABBILDUNG 1:
Verteilung der Treibhausgasemissionen des Referenzgebäudes („graue Emissionen“) am Electronic Based Systems Center der Technischen Universität Graz.

relativen Anteil der THG-Emissionen für die Bereiche „Bauwerk-Rohbau“ und „Bauwerk-Ausbau“, die beiden kleineren Kreise links beschreiben die THG-Emissionen der Elemente in den Kategorien Gebäude- und Elektrotechnik.

Module im Lebenszyklus des Gebäudes (auf Basis des Modularitätsprinzips nach EN15978) sind die Herstellungsphase (Modul A1–A3), die Bauprozessphase (Modul A4–A5), der Austausch von Bauelementen (Modul B4), der Energieverbrauch im Betrieb (Modul B6), der Wasserverbrauch im Betrieb (Modul B7) sowie in der Entsorgungsphase der Transport (Modul C2), die Abfallbehandlung (Modul C3) und die Abfallbeseitigung (Modul C4). Das funktionale Äquivalent wurde in Anlehnung an das Projekt *PEF4Buildings* definiert und ist ein 4204,20 Quadratmeter NGF umfassendes Bürogebäude mit speziellen elektronischen Laboreinrichtungen, inklusive haustechnischen und elektrischen Installationen, untersucht über einen Betrachtungszeitraum von 50 Jahren.

Ergebnisse der Ökobilanz

Der betriebliche Energiebedarf in Modul B6 unter Anwendung eines durchschnittlichen österreichischen Energiemixes (siehe Ecoinvent 3.5⁶) weist mit etwa 82 Prozent den größten Anteil an den Umweltauswirkungen auf (es wurde ein statischer

Energiemix⁶ für 50 Jahre angesetzt). Die Höhe des Energieverbrauchs des Gebäudes wurde aufgrund der Angaben der Planung (maximale Auslegung) berücksichtigt, die in Summe 289 Kilowattstunden pro Quadratmeter NGF im Jahr ergeben. Der Energieverbrauch setzt sich dabei zusammen aus rund 97 Prozent elektrischer Energie und rund drei Prozent Fernwärme.

Die grauen THG-Emissionen des Gebäudes betragen knapp eine Tonne CO₂-Äquivalente pro Quadratmeter NGF (Abbildung 1). Den größten Beitrag dazu liefern aus einer Top-down-Sicht auf das Gebäude die nach *ÖNORM B 1801-1:2015/201* definierten Bereiche „Bauwerk-Rohbau“ und „Bauwerk-Ausbau“ mit 66 Prozent, darunter wiederum die Decken mit etwa 20 Prozent (Abbildung 1, großer Kreis). Die Haustechnikanlagen und Elektroinstallationen, die meist nicht in die Ökobilanz von Gebäuden einbezogen werden (Passer et al. 2012), weisen einen signifikanten Anteil an den grauen THG-Emissionen mit jeweils etwa 16 Prozent oder 18 Prozent (in Summe 34 Prozent) auf (Abbildung 1, kleine Kreise). Der rechte große Kreis zeigt den

Gebäudetreibhausgasemissionen in der Ökobilanz einer Universität

Aufgrund der geplanten Bauaktivitäten der TUG – innerhalb der nächsten zehn Jahre circa 50000 Quadratmeter NGF an neuen Gebäuden – würden mit der derzeitigen Bauweise weitere 50000 Tonnen CO₂-Äquivalente THG emittiert. Setzt man die Ergebnisse der grauen THG-Emissionen des Referenzgebäudes in den Kontext der jährlichen THG-Bilanz und geht man von einer durchschnittlichen jährlichen Neubaurate von 5000 Quadratmeter NGF aus, ergeben die grauen Emissionen der Gebäude vereinfacht 5000 Tonnen CO₂-Äquivalente und sind somit für einen relativen Anteil von rund 18 Prozent an den gesamten jährlichen THG-Emissionen der TUG verantwortlich (Abbildung 2). Daher ist es dringend notwendig, entsprechende Maß-

⁶ <https://www.ecoinvent.org>

⁷ Der österreichische Energiemix heute – wie, gemäß gängigen Konventionen, auch für diese Studie herangezogen – ist nach wie vor abhängig von Importen aus Nachbarländern, die einen signifikanten Anteil an nicht erneuerbaren Energien enthalten.

nahmen auch zur Minderung der potenziellen zusätzlichen grauen THG-Emissionen zu erarbeiten.

Maßnahmen zur Senkung der Treibhausgasemissionen von Gebäuden

Im Hinblick auf die Verantwortung der Universitäten müssen Maßnahmen für die künftige Strategie der Gebäudelandschaft der Universitäten ergriffen werden. Die Autoren empfehlen, neben THG-Emissionen bei Gebäudebetrieb daher auch die grauen THG-Emissionen von Gebäuden in die Berechnung der THG-Bilanz einzubeziehen, um diesen wichtigen Anteil an THG-Emissionen an der TUG, aber auch an weiteren Allianz-Universitäten in Österreich zu ermitteln. Hinsichtlich der Minderung der Emissionen aus dem Betriebsenergiebedarf eröffnen sich folgende Optionen:

- Bewertung der THG-Reduktion bei Nutzung von UZ46⁸-zertifiziertem Strom,
- Bewertung des Potenzials und der THG-Reduktion von Photovoltaik oder Energienetzen auf Gebäuden oder auf dem Campus.

Um mögliche strategische Maßnahmen für zukünftige Bauaktivitäten an der TUG festzulegen, wird außerdem empfohlen, Optionen zur Minderung der grauen THG-Emissionen am Beispiel des Referenzgebäudes vertiefend zu prüfen beziehungsweise umzusetzen:

- THG-Optimierung bezüglich der statischen Struktur des Gebäudes,
- THG-Optimierung der Bauproduktwahl (Betonrezepturen⁹, Bewehrungsstahl etc.),
- THG-Optimierung hinsichtlich der Wahl/bevorzugter Einsatz alternativer Bauprodukte (zum Beispiel im Bauwerk-Ausbau),
- Optimierungen und Einsparungen hinsichtlich der Installationsdichte (Haustechnik).

Schritte zur Umsetzung werden in Abstimmung mit Rektorat und Nachhaltigkeitsbeirat der TUG erarbeitet werden. Im Rahmen der Roadmap 2030 soll die TUG damit einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung international gesetzter Nachhaltigkeits- und Klimaschutzziele leisten.

Schlussfolgerungen

Die Österreichische Universitätenkonferenz hat ein uniko-Manifest für Nachhaltigkeit veröffentlicht, in dem ein aktiver Beitrag zur verantwortungsvollen Ressourcennutzung auch für Universitätsbauten gefordert wird.¹⁰ Für den Bereich „Bauen“ wurde ergänzend von der Allianz ein Positionspapier zur Errichtung von nachhaltigen Uni-

versitätsgebäuden erarbeitet, das Forderungen und Grundsätze enthält, die bei allen künftigen Bauvorhaben in Zusammenarbeit mit dem österreichischen Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (BMBWF) und der Bundesimmobiliengesellschaft (BIG) umgesetzt werden sollen.¹¹ Die THG-Bilanzierung der grauen THG-Emissionen von Gebäuden kann hier einen wichtigen Impuls geben.

Literatur

Getzinger, G., D. Schmitz, S. Mohnke, D. Steinwender, T. Lindenthal. 2019. Treibhausgasbilanz von Universitäten in Österreich. Methode und Ergebnisse der Bilanzierung und Strategien zur Reduktion der Treibhausgasemissionen. *GAIA* 28/4: 389–391.

Passer, A., R. Deutsch, M. Scherz. 2018. Beton-LCA – Wie grün ist grau? *Bautechnik* 95/3: 250–262.

Passer, A., H. Kreiner, P. Maydl. 2012. Assessment of the environmental performance of buildings: A critical evaluation of the influence of technical building equipment on residential buildings. *International Journal of Life Cycle Assessment* 17/9: 1116–1130.

Passer, A., S. Maier. 2020. *THG-Bilanz TU Graz 2017*. Graz: TU Graz.

Röck, M. et. al. 2020. Embodied GHG emissions of buildings: The hidden challenge for effective climate change mitigation. *Applied Energy* 258: 114107.

8 UZ46-zertifizierter Strom besteht nur aus Strom aus den erneuerbaren Energiequellen Biomasse (fest, flüssig und gasförmig), Erdwärme, Sonne, Wasser und Wind, von Stromanbietern, die nur mit erneuerbarem Strom handeln.

9 Siehe dazu auch Passer et al. (2018).

10 www.uniko.ac.at/themen/hochschulsystem#O21707

11 http://nachhaltigeuniversitaeten.at/wp-content/uploads/2020/03/2020-01-23_Positionspapier_Nachhaltiges_Bauen.pdf

ABBILDUNG 2: Treibhausgasbilanz der TU Graz für 2017 – inklusive der „grauen“ Treibhausgasemissionen des Referenzgebäudes (graue Säule).

