

## Das richtige Maß

# Ressourcen sparen durch eine lebenszyklusoptimierte TGA-Planung

Der Einsatz Technischer Gebäudeausrüstung (TGA) birgt in vielen Fällen ein Potenzial zur Einsparung natürlicher Ressourcen. So kann eine sorgfältig geplante TGA tatsächlich den Energieverbrauch in der Betriebsphase eines Gebäudes minimieren und sich positiv auf dessen Lebensdauer auswirken. Eine Verschwendung von Ressourcen tritt hingegen durch die Überdimensionierung von Anlagen und einen fehlerhaften Betrieb auf.



Quelle: VDI ZRE

Eine gut geplante, unaufwändige und robuste Gebäudetechnik ist oft weniger anfällig für Betriebsfehler und Ausfälle.

Deutschlandweit wurden laut Umweltbundesamt im Jahr 2021 etwa 31,8 % des Endenergieverbrauchs für die Bereitstellung von Raumwärme aufgewendet. Etwa 5 % wurden zudem für die Erzeugung von Warmwasser benötigt. Insgesamt lag der Endenergieverbrauch für Gebäude bei

mehr als 3.110 PJ. Zum Vergleich: Im Jahr 2008 belief sich dieser Wert auf 3.454 PJ /1/. Das entspricht einer Einsparung von etwa 10 %. Dieser Rückgang des Endenergieverbrauchs ist laut Umweltbundesamt vor allem auf gestiegene energetische Standards bei Neubauten und die Sanierung von Altbauten zurückzuführen /1/. Doch trotzdem bleiben die Einsparungen hinter den Erwartungen der Bundesregierung zurück: Deren erklärtes Ziel war es im Jahr 2010, bis 2020 doppelt so viel Energie im Gebäudebereich einzusparen. Die Ursachen für das Verfehlen des Ziels sind vielfältig. Wurden nicht genügend

Altbauten saniert? Verbrauchten Personen in energieeffizienten Neubauten durch den finanziellen Rebound-Effekt am Ende doch nur unwesentlich weniger Energie? Liegt es an der Zunahme der Wohnfläche pro Person zwischen 2010 und 2021 um durchschnittlich 2,7 m<sup>2</sup>/3/? Oder führten Betriebsfehler der technischen Gebäudeausrüstung zu Energieverschwendung?

Klar ist: Die alleinige Betrachtung der Einsparung beim Endenergiebedarf von Gebäuden lässt die Ressourcenaufwendungen unberücksichtigt, die zur Einsparung geführt haben. Ebenso fehlt die Abschät-



### Autor

Mario Wiest, M.Sc. Bauingenieurwesen, Technologieberater im VDI Zentrum Ressourceneffizienz mit Fokus auf Ressourceneffizienz im Bauwesen

zung, welche Ressourcen aufgrund der umgesetzten Maßnahmen zukünftig benötigt werden.

Hier kann die Methode der Ökobilanzierung ansetzen und Abhilfe schaffen.

### Ökobilanzierung zur Bewertung des Ressourcenverbrauchs von TGA

Die Ökobilanzierung bzw. Lebenszyklusanalyse betrachtet neben den betrieblichen Energieeinsparungen auch den Ressourcenaufwand für Rohstoffgewinnung, Transporte, Herstellung von Produkten und deren Entsorgung. Anhand verschiedener Umweltindikatoren können Maßnahmen ganzheitlich untersucht und Variantenvergleiche durchgeführt werden, um so die ressourcenschonendste Lösung zu finden. Grundsätze und Rahmenbedingungen der Ökobilanz beschreibt die DIN EN ISO 14040 /4/. Anforderungen und Anleitungen sind Gegenstand der ISO 14044 /5/. Basierend auf der Ökobilanz und anderen Umweltdaten beinhaltet die DIN EN 15978 eine Berechnungsmethode für die Bewertung der umweltbezogenen Qualität von Gebäuden /6/. Ein Indikator, der neben dem Primärenergiebedarf aktuell im Fokus steht, ist das globale Erwärmungspotenzial (GWP, global warming potential in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten).

Der Anteil des Bauwerks selbst an den Gebäude-Lebenszyklus-Emissionen liegt im Schnitt zwischen 25 und 40 % /8/. Die restlichen Emissionen werden während der Nutzung verursacht. Fallen die betrieblichen Emissionen sehr gering aus, liegt der Anteil der so genannten grauen Emissionen häufig sogar bei 50 % /8/.

Die Berücksichtigung der TGA erfolgt bei diesen Berechnungen in vereinfachter Form. Das führt dazu, dass die grauen Emissionen der technischen Komponenten in der Regel zu gering eingeschätzt werden. Vor allem im Zuge des Neubaus von Nichtwohngebäuden können graue TGA-Emissionen jedoch hoch ausfallen, trotz des geringen Anteils der TGA von lediglich einem bis 4 % an der Gebäudemasse. Studien der Universität von Turin zeigen, dass bei Bürogebäuden die TGA zwischen 20 und 30 % der Lebenszyklusemissionen ausmachen kann /9/. Das ist besonders auf kurzlebige Heizungs-, Lüftungs- und Klima-Systeme zurückzuführen, die aus emissionsintensiven Materialien (Metalle und Kunststoffe) gefertigt sind /9/. Mit zunehmendem Technisierungsgrad von Gebäuden ist davon

### Rebound-Effekte

... beschreiben die aus einer Produktivitätssteigerung resultierende steigende Nachfrage. Finanzielle Rebound-Effekte treten z. B. dann auf, wenn Effizienzmaßnahmen zu einer Kostenreduktion führen und sich daraufhin höhere Komfortansprüche bei den Endverbrauchenden entwickeln /2/.

### Graue Emissionen

... bezeichnen die Treibhausgasemissionen, die aus dem Rohstoffabbau, der Herstellung von Baustoffen und Komponenten, der Errichtung und Wartung von Bauwerken sowie der Entsorgung resultieren /7/.

auszugehen, dass der Anteil der TGA an den grauen Emissionen weiter steigen wird /8/.

Der Aufwand für eine exakte lebenszyklusumfassende Analyse des Ressourcenverbrauchs der TGA ist hoch. Aus diesem Grund besteht zum Beispiel bei der Erstellung einer Ökobilanzierung im Rahmen der Zertifizierung durch die Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) die Möglichkeit, nur die Umweltwirkungen der Heiz- und Kühlsysteme sowie der zentralen Lüftungsanlagen zu berechnen. Rohre, Leitungen, Schächte und sonstige technische Gebäudeausrüstung können anschließend über einen pauschalen Zuschlag von 20 % berücksichtigt werden /10/.

### Gesteigerte Ressourceneffizienz durch BIM in der Gebäudetechnik


Um einer Unterschätzung der grauen Emissionen der TGA vorzubeugen, kann auf die so genannte BIM-Methode (Building Information Modeling) zurückgegriffen werden. BIM ermöglicht es, die Lebenszyklusanalyse umfänglicher, effizienter und exakter durchzuführen. Dadurch kann beispielsweise bei der Neuplanung von Gebäuden ermittelt werden, inwieweit der Einsatz von TGA zur Einsparung von Treibhausgasemissionen beiträgt. Im Zusammenhang mit dem Ressourcenverbrauch im Bauwesen besteht zudem das Potenzial, durch die Anwendung der BIM-Methode erhebliche Mengen (Primär-)

Ressourcen einzusparen. So können potenzielle Umweltauswirkungen im Zuge der Modellierung in Echtzeit mitverfolgt, Einsparpotenziale identifiziert und konkrete Maßnahmen definiert werden /11/. Grundlage hierfür ist das Vorliegen einer fundierten Datenbasis in Form von Umweltproduktdeklarationen (EPD, environmental product declaration). In Deutschland stehen mit der ÖKOBAUDAT, bereitgestellt vom Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB), und der IBU.dat des Instituts für Bauen und Umwelt e. V. zwei kostenlose Datenbanken zur Verfügung.

### Integrale Planung für ressourcenschonende Bauwerke

Auch die Zusammenarbeit von Fachleuten aus unterschiedlichen Bereichen direkt zu Beginn der Bauplanung ermöglicht eine umfassende Berücksichtigung des gesamten Gebäudelebenszyklus im Planungsprozess mit BIM. Auf diese Weise können Wechselwirkungen zwischen Bauwerk und TGA identifiziert und schrittweise optimiert werden /12/. Im Sinne der Ressourcenschonung ist ein „minimalisiertes Technikkonzept, das auf passive Maßnahmen, Selbstregelungseffekte, lokale Energienutzung und Vermeidung von Redundanzen setzt und geringere Komforteinbußen zugunsten eines wartungsarmen und unkomplizierten Betriebs akzeptiert“ /13/, anzustreben. Energieeinsparungen im Betrieb können zum Beispiel mittels kompakter Gebäudeform, optimierter Anordnung der Fenster und Orientierung des Gebäudes zur Sonne erzielt werden. Weitere passive Maßnahmen sind unter anderem die natürliche Belüftung, die Gebäudebegrünung und die Verdunstungskühlung (adiabatische Abluftkühlung).

Zusätzlich ermöglicht die enge Zusammenarbeit im Rahmen von BIM eine Optimierung der TGA-Planung hinsichtlich der Kreislauffähigkeit. Erhöhte negative Umweltauswirkungen resultieren insbesondere aus kurzen Nutzungsdauern der TGA-Komponenten im Lebenszyklus eines Gebäudes. Eine adaptierbare bzw. demontagefreundliche Planung ermöglicht die potenzielle Wieder- bzw. Weiterverwendung und kann damit natürliche Ressourcen einsparen. Hierbei ist unter anderem auf eine gute Zugänglichkeit und den Transport der technischen Komponenten innerhalb des Gebäudes zu achten. Bestenfalls sind nur einfache bau-

liche Maßnahmen für den Austausch der Komponenten erforderlich /14/. Neben der kreislaufgerechten TGA-Planung sind die herstellenden Unternehmen selbst gefragt, kreislaufgerechte Produkte zu entwickeln und entsprechende Geschäftsmodelle, bspw. das Remanufacturing von rückgebauten Komponenten oder Leasing-Modelle anzubieten. 

## Literatur

- /1/ Umweltbundesamt (2023): Indikator: Energieverbrauch für Gebäude [online]. Umweltbundesamt (UBA), 8. Februar 2023 [abgerufen am: 16.05.2023], verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/umweltindikatoren/indikator-energieverbrauch-fuer-gebäude#welche-bedeutung-hat-der-indikator>
- /2/ Santarius, T. (2012): Der Rebound-Effekt: über die unerwünschten Folgen der erwünschten Energieeffizienz. Working Paper [online]. Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, Wuppertal. Impulse zur Wachstumswende [abgerufen am: 16.05.2023], verfügbar unter: <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:wup4-opus-42193>
- /3/ Statistisches Bundesamt (2022): Wohnfläche je Einwohner in Wohnungen bis 2021 [online]. Statista, 29. Juli 2022 [abgerufen am: 17.05.2023], verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/36495/umfrage/wohnflaeche-je-einwohner-in-deutschland-von-1989-bis-2004/>
- /4/ DIN EN ISO 14040:2021-02: Umweltmanagement – Ökobilanz – Grundsätze und Rahmenbedingungen, Beuth Verlag GmbH, Berlin.
- /5/ ISO 14044: 2006-07: Umweltmanagement – Ökobilanz – Anforderungen und Anleitungen, Beuth Verlag GmbH, Berlin.
- /6/ DIN EN 15978: 2012-10: Nachhaltigkeit von Bauwerken – Bewertung der umweltbezogenen Qualität von Gebäuden – Berechnungsmethode, Beuth Verlag GmbH, Berlin.

- /7/ Bechmann, R.; Blandini, L. (2021): Dekarbonisierung und Ressourceneffizienz im Bauwesen: Ansätze für den Hochbau aus Forschung und Praxis. In: Nachhaltigkeit, Ressourceneffizienz und Klimaschutz. Konstruktive Lösungen für das Planen und Bauen Aktueller Stand der Technik, S. 148–158.
- /8/ Braune, A.; Ekhvaia, L.; Quante, K. (2021): Benchmarks für die Treibhausgasemissionen der Gebäudekonstruktion – Ergebnisse einer Studie mit 50 Gebäuden, Stuttgart [abgerufen am: 01.11.2022], verfügbar unter: [https://static.dgnb.de/fileadmin/dgnb-ev/de/themen/Klimaschutz/Toolbox/102021\\_Studie-Benchmarks-fuer-die-Treibhausgasemissionen-der-Gebäudekonstruktion.pdf?m=1633093306&](https://static.dgnb.de/fileadmin/dgnb-ev/de/themen/Klimaschutz/Toolbox/102021_Studie-Benchmarks-fuer-die-Treibhausgasemissionen-der-Gebäudekonstruktion.pdf?m=1633093306&)
- /9/ Forth, K.; Höper, J.; Veselka, J.; Theißen, S.; Borrmann, A. (2022): Towards life cycle assessment of technical building services in early design phases using building information modelling [online]. In: Proceedings of the 2022 European Conference on Computing in Construction. Rhodes, Greece: University of Turin, verfügbar unter: [https://ec-3.org/publications/conference/paper/?id=EC32022\\_178](https://ec-3.org/publications/conference/paper/?id=EC32022_178)
- /10/ Lambertz, M.; Theißen, S.; Höper, J.; Wimmer, R. (2019): Importance of building services in ecological building assessments. In: E3S Web of Conferences, 111, 3061. E3S Web of Conferences [abgerufen am: 12.05.2022]. doi:10.1051/e3sconf/201911103061
- /11/ Braun, A.; Feirabend, S.; Garufi, D.; Weidner, S. (2023): Ressourceneffizienz durch Building Information Modeling – Anforderungen und Potenziale [online], Berlin [abgerufen am: 21.03.2023], verfügbar unter: <https://www.ressource-deutschland.de/service/publikationen/detailseite/broschuereressourceneffizienz-durch-building-information-modeling/>
- /12/ Theißen, S.; Pelzer, B.; Höper, J.; Drzymalla, J.; Claudius, F.; Bergmann, P.; Meins-Becker, A. (2022): Open BIM-based LCA of HVAC and circularity assessment using the Madaster platform. CLIMA 2022 Conference, <https://doi.org/10.34641/clima.2022.18>
- /13/ Brischke, L.-A.; Zimmermann, P.; Bierwirth, A.; Buschka, M. (2023): Unterstützung von Suffizienzansätzen im Gebäudebereich [online]. ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg; BTU Cottbus-Senftenberg; Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, Berlin [abgerufen am: 26.05.2023], verfügbar unter: <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2023/bbsr-online-09-2023.html;jsessionid=3C82EC5F70E58FA37965AC06E4D8C6A7.live11292>
- /14/ DGNB (2023): DGNB System – Kriterienkatalog Gebäude Neubau Version 2023 [online]. Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen – DGNB e.V., Stuttgart [abgerufen am: 26.05.2023], verfügbar unter: <https://www.dgnb-system.de/de/gebäude/neubau/version-2023/index.php>

## Angebote des VDI Zentrum Ressourceneffizienz zum Thema



Das VDI Zentrum Ressourceneffizienz bündelt mit der Kurzanalyse Nr. 28 „Potenziale der Technischen Gebäudeausrüstung und ihrer Automation zur Steigerung der Ressourceneffizienz“ Informationen dazu, wie TGA den Verbrauch von Energieressourcen im Gebäudebetrieb nachhaltig minimieren kann.

Mit dem Ressourcencheck „Recyclinggerechtes Konstruieren im Bauwesen“ lassen sich anhand verschiedener Fragestellungen eigene Potenziale zum recyclinggerechten Bauen analysieren, um mithilfe von unterschiedlichen Strategien und Werkzeugen eine kreislaufgerechte Planung umzusetzen.

Die Broschüre „Ressourceneffizienz durch Building Information Modeling“ beschreibt darüber hinaus Anforderungen an die neue Methodik und digitalen Modelle und weist auf die damit einhergehenden Potenziale hin. Praxisbeispiele zeigen zudem konkret, wie sich Ressourcen durch BIM einsparen lassen.



# Einfach. Sicher. Wirtschaftlich. Wassermanagement mit SCHELL SWS.

Das innovative Wassermanagement-System SWS ermöglicht die Vernetzung und Steuerung elektronischer Armaturen in öffentlichen, halböffentlichen oder gewerblich genutzten Gebäuden. Und wenn Sie möchten, können Sie mit dem Online-Service SMART.SWS auch von jedem Ort der Welt aus auf alle Liegenschaften und Armaturen zugreifen. Das bedeutet durchdachte Unterstützung beim hygienischen Betrieb der Trinkwasser-Installation.

Jetzt SWS entdecken.  
Mehr unter [www.schell.eu](http://www.schell.eu)

