

# Auf dem Weg zu CO2-neutralen Gebäuden

**Helmut F.O. Müller**

Green Building R&D GmbH, [helmut.mueller@greenbuilding-rd.com](mailto:helmut.mueller@greenbuilding-rd.com)  
[www.greenbuilding-rd.com](http://www.greenbuilding-rd.com)

## Einleitung

Es geht hier um die klimaschädlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen des Gebäudebetriebs, wie Heizen, Kühlen, Lüften, Beleuchten etc. Wenn man den gesamten Lebenszyklus von Gebäuden mit Herstellung, Betrieb, Wartung, Instandhaltung und Rückbau betrachtet, dann wird es bestenfalls Gebäude mit nahezu null CO<sub>2</sub>-Emission geben [1]. Wird allein der Energieverbrauch für den Gebäudebetrieb berücksichtigt, kann die Bilanz von Verbrauch und Gewinn erneuerbarer Energien (z.B. Solarzellen auf dem Dach) rechnerisch null sein. Der World Green Building Council [2] spricht auch von „Netto-Null-CO<sub>2</sub>-Gebäuden“, weil Solarstromüberschüsse im Sommer ins Netz eingespeist werden und mit Solarunterdeckungen im Winter verrechnet werden. Die Gebäuderichtlinie der Europäischen Union [3] definiert entsprechend „nahezu Null-Energie-Häuser“. An zwei Beispielen wird gezeigt, dass sie wirtschaftlich realisiert werden können, wenn in einer integrierten Planung passive und aktive Maßnahmen der Energieeffizienz mit der Versorgung durch erneuerbare Energien optimal kombiniert werden.

Zwei Neubau-Beispiele zeigen unterschiedliche Möglichkeiten, dem Ziel möglichst nahe zu kommen: Das 2020 fertiggestellte Wohnquartier „Siebengebirgsterrassen“ mit 160 Mietwohnungen in Bonn-Bad Godesberg (Bauherr SOKA-BAU, Architekten Planquadrat) und der in Planung befindliche „Future Office Campus“ in Borken mit ca. 20.000 m<sup>2</sup> Nutzfläche (Architekten Manuel Thesing und Peter Böhm).

## Beispiel „Siebengebirgsterrassen Bonn“

Die kompakte, fünfgeschossige Bauweise (Abb. 1) berücksichtigt passive Maßnahmen zur Reduzierung des Energiebedarfs, wie Wärmeschutz und Dichtigkeit der Hülle, wärmespeichernde Innenbauteile sowie Orientierung und Entwurf der Fenster für Solarheizung in der kalten, Sonnenschutz in der warmen Jahreszeit und Tageslichtbeleuchtung. Abb. 2 zeigt exemplarisch die Besonnungsdauer der optimierten Gebäude- und Fensteranordnung am 17. Januar.

Die Energieversorgung der Wohnungen erfolgt über ein durch Biomethan betriebenes Blockheizkraftwerk (BHKW), das Strom und Wärme erzeugt. Biomethan ist über das öffentliche Gasnetz zu beziehen. Der erzeugte Strom wird ins öffentliche Netz eingespeist, die Wärme über ein Nahwärmenetz den Wohngebäuden zugeführt. Der Primärenergieverbrauch für Heizung, Warmwasser und Lüftung wird, je nach Gebäudetyp, auf 13 bis 20 kWh/(m<sup>2</sup>a) gesenkt. Abb. 3 zeigt, dass der Verbrauch deutlich unter dem gesetzlichen Grenzwert der Energie-Einsparverordnung (EnEV) von 75 kWh/(m<sup>2</sup>a) und der von der Stadt Bonn vorgeschriebenen Reduzierung auf 55% (KfW55) liegt. Während die Primärenergie die klimaschädlichen CO<sub>2</sub>-

Emissionen der Energiegewinnung berücksichtigt, zeigt die Endenergie in Abb. 2 die vom Nutzer verbrauchte (und zu bezahlende) Menge. Auch dieser Wert ist im Vergleich zu untersuchten Varianten, wie z.B. Holzpellets, niedrig und mieterfreundlich. Wirtschaftlichkeitsberechnungen zeigten, dass die Investitionskosten angesichts der außerordentlich niedrigen Energieverbräuche und -kosten auffallend niedrig sind. Nahezu Null-Energie Häuser müssen also nicht teurer als konventionelle Gebäude sein; es kommt auf eine sachverständige Planung an.

### **Beispiel „Future Office Campus“**

Der in Planung befindliche Bürobau liegt in einem nicht erschlossenen Gebiet außerhalb der Stadt. Das Gebäude ist vom Boden abgehoben und organisch geformt, um den Einfluss auf die grüne Landschaft zu minimieren (Abb. 4 und 5). Die Dachfläche des zweigeschossigen Baus ist in Relation zur Nutzfläche groß und wird darum für die Integration einer Photovoltaikanlage genutzt (Abb.6 und 7). Der gewonnene Solarstrom deckt rechnerisch den gesamten Jahresenergiebedarf von 85,8 kWh/(m<sup>2</sup>a) einschließlich Elektrogeräten, wenn etwa 70% der Dachfläche mit Solarzellen belegt sind (Abb. 8). Das entspricht einem ca. 6 m breiten Streifen vom Dachrand.

Anstatt die sommerlichen Solarstromüberschüsse ins öffentliche Netz einzuspeisen, wird hier die Speicherung des Stroms vor Ort und eine Wiedernutzung in strahlungsarmen Zeiten untersucht. Für die saisonale Langzeitspeicherung wird der Solarstrom über Elektrolyse in Wasserstoff gewandelt. Kurzzeitspeicherung, z.B. Tag/Nacht, erfolgt über Batterien. In strahlungsarmen Zeiten des Winters erzeugen mit Wasserstoff betriebene Brennstoffzellen Strom und Wärme, wie in Abb. 9 dargestellt. Wenn Wärmepumpen für die Gebäudeheizung eingesetzt werden, kann deren Energiebedarf in etwa durch die Brennstoffzellen gedeckt werden, wie Abb. 10 zeigt. Die Technologie von Wasserstofferzeugung (Elektrolyse), Speicherung und Wiederverwendung (Brennstoffzelle) ist erprobt [5, 6, 7], lediglich die Anwendung für ein Bauquartier mit der erforderlichen Steuerung für das Energiemanagement ist neu.

### **Schlussfolgerungen**

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Gebäudebetriebs können durch unterschiedliche Lösungen deutlich bis auf nahezu null gesenkt werden, wie die zwei Beispiele zeigen. Das Grundprinzip besteht in einer optimalen Kombination von bekannten passiven und aktiven Maßnahmen für Energieeffizienz sowie einer Versorgung mit erneuerbaren Energien. Diese kann entweder zentral über grünen Strom oder grünes Gas aus dem öffentlichen Netz erfolgen, wie im ersten Beispiel, oder dezentral über Erzeugung und Speicherung von Solarstrom, wie im zweiten Beispiel. Die Lösungen sind wirtschaftlich, wenn bekannte Technologien für größere Baugebiete eingesetzt werden. Innovative Entwicklungen der Erzeugung und Speicherung von grünem Wasserstoff vor Ort sind technisch machbar und effizient. Eine konsequente Weiterentwicklung und Anwendung der beschriebenen Technologien wird schon bald CO<sub>2</sub>-neutral betriebene Gebäude ermöglichen.

## Quellen

- [1] Helen Carruters: What is “Carbon Neutral” Building? Light House Sustainable Building Centre Society, Vancouver (2013), <http://www3.cec.org/islandora-gb/islandora/object/islandora:1112/datastream/OBJ-EN/view>
- [2] World Green Building Council: What is Net Zero? <https://www.worldgbc.org/advancing-net-zero/what-net-zero>
- [3] European Commission: Energy Performance of Buildings Directive (consolidated version 2019). [https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/nearly-zero-energy-buildings\\_de#](https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/nearly-zero-energy-buildings_de#).
- [4] Hans Jürgen Schmitz, Samanta Strunz: Energiekonzept „Wohnquartier SOKA-Bonn“. e<sup>2</sup> Energieberatung GmbH. (12.2013).
- [5] Hydrogen Office opens in Scotland. Fuel cells Bulletin 2011(2): 9-10.
- [6] Toshiba Energy Systems Solutions Corporation. Hydrogen-based Autonomous Energy Supply System. (H2One™). URL: <https://www.toshiba-energy.com/rn/hydrogen/product/h2one.htm> .
- [7] hps Home Power Solutions. <https://www.homepowersolutions.de/produkt>.
- [8] Markus Jentsch, Nicole Meyer: Integriertes, dezentrales Wasserstoffsystem zur Erreichung einer nahezu klimaneutralen Büroliegenschaft auf Basis von Solarenergie und Wärme aus der Umgebungsluft. Bauhaus-Universität Weimar. (11.2020).

## Abbildungen



Abb. 1: Ansicht des Wohnungsbauprojektes „Siebengebirgsterrassen“ in Bonn.

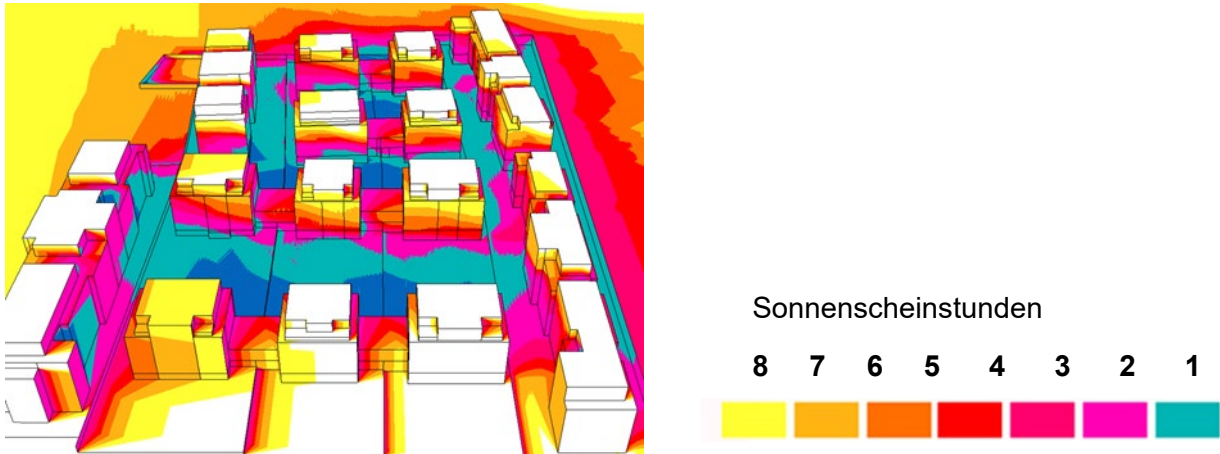


Abb. 2: Besonnungsstunden der Gebäude in Bonn am 17. Januar [4]

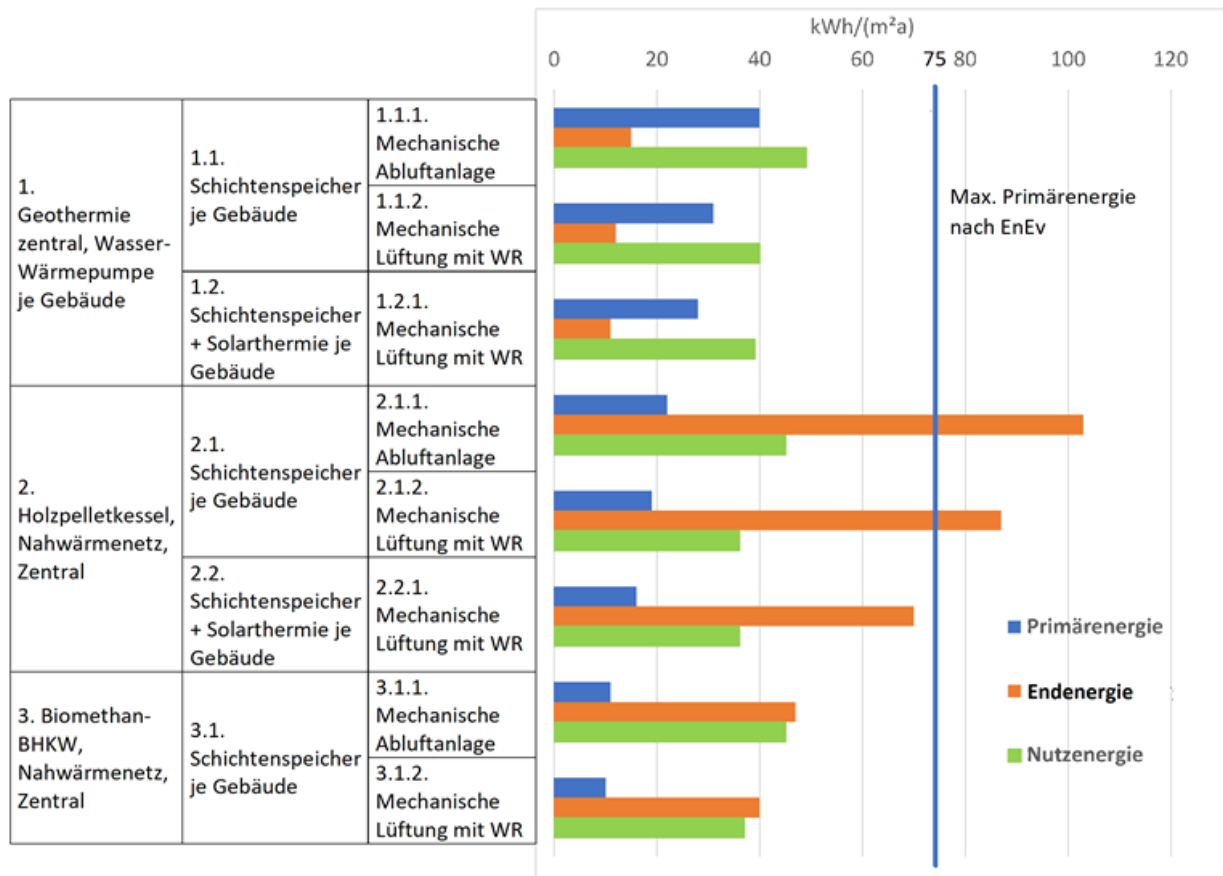


Abb. 3: Varianten der technischen Gebäudeausrüstung und Energieversorgung [4]





Abb. 4: Lageplan des Bürocampus mit durchgehender Landschaft und darüber schwebendem Gebäude [Architekten M. Thesing, P. Böhm]



Abb. 5: Ansicht des Gebäudes auf Stützen und freiem Erdgeschoss [Architekten M. Thesing, P. Böhm]



Abb. 6: Grundriss 1. und 2. Obergeschoss [Architekten M. Thesing, P. Böhm]



Abb. 7: Dachaufsicht mit Photovoltaik-Paneelen [Architekten M. Thesing, P. Böhm]

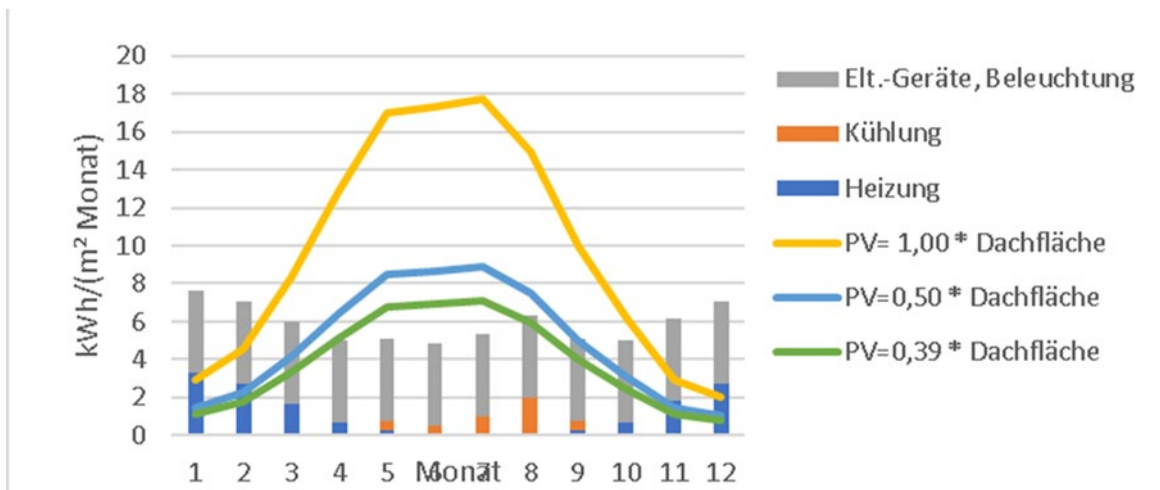


Abb. 8: Energiebedarf und PV-Solarstrom pro Monat und m² Nutzfläche

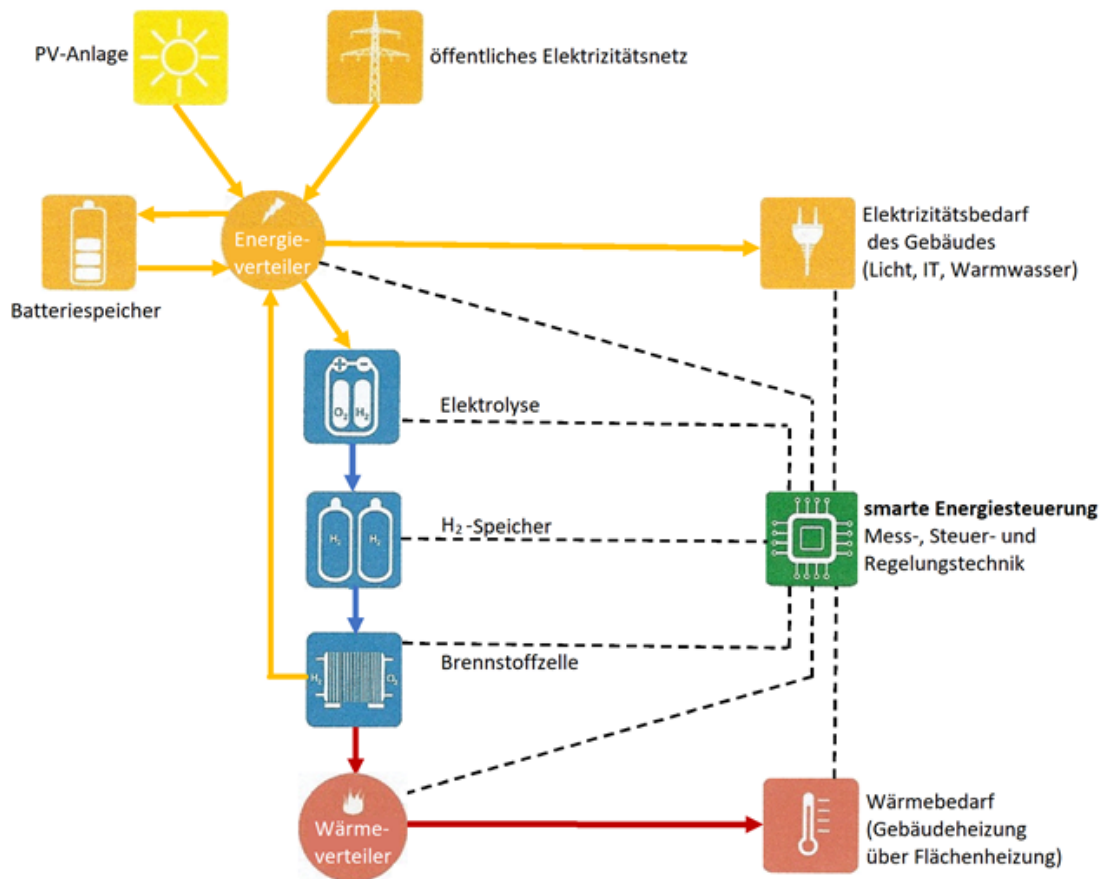


Abb. 9: Systemdarstellung des Ansatzes für ein nahezu klimaneutrales Bürogebäude in Strom und Wärme [8]

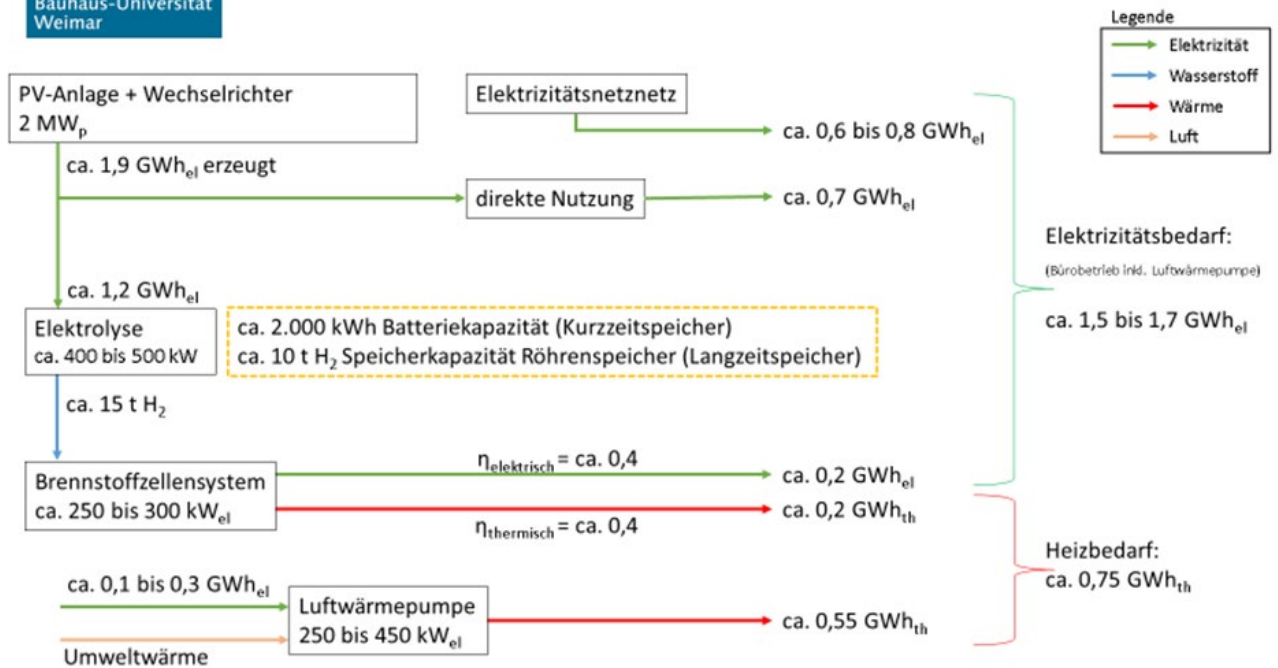


Abb. 10: Schema zur ersten Überschlagsrechnung der Erzeugung und direkten Nutzung von Photovoltaikstrom sowie der Speicherung überschüssigen Solarstroms durch Batterien (Kurzzeit) und Wasserstoff (Langzeit), wobei der Batterie vor allem eine Funktion zur Stabilisierung der Elektrolyse zukommt. Systemdarstellung des Ansatzes für ein nahezu klimaneutrales Bürogebäude in Strom und Wärme [8]