

# Sind Hochhäuser als Nullenergiegebäude machbar?

Monika Hall, Achim Geissler, Fachhochschule Nordwestschweiz, Institut Energie am Bau, St. Jakob Strasse 84, CH-4132 Muttenz, Tel.: +41 (0) 61 47 64 561, monika.hall@fhnw.ch

## 1 Ausgangslage

Für Einfamilienhäuser und kleine Mehrfamiliengebäude reicht in der Regel der Platz für eine entsprechend grosse Photovoltaikanlage auf dem Dach aus, um in der Jahresbilanz den Gesamtenergiebedarf durch den Photovoltaikertrag zu decken. Es stellt sich die Frage, ob grosse Gebäude, d.h. Gebäude bis zu 40 Stockwerken, mit langgestrecktem bzw. quadratischem Grundriss genügend Fläche für Photovoltaik zur Verfügung stellen können, so dass eine Nullbilanz für die gesamte Gebäudetechnik (HWLK-Nullbilanz "Nullwärmeenergiegebäude") oder den Gesamtenergiebedarf des Gebäudes (GEB-Nullbilanz "Nullenergiegebäude") im Jahr erreicht werden kann.

Für vier Basismodelle, je zwei Mehrfamilienhäuser und Verwaltungsbauten, werden die Auswirkungen verschiedener Parameter auf die Nullbilanz analysiert. Es werden folgende Parameter bei den vier Basisvarianten variiert: Klimastation, Dämmstandard, Wärmeerzeuger, Verteil- und Speicherverluste von Heizung/Warmwasser, Energiebedarf für Geräte und Beleuchtung, Abstand und Höhe der Nachbargebäude, Ausrichtung des Gebäudes, Eigenverschattung durch vorgelagerte Balkone, Grösse der nutzbaren PV-Flächen und Systemwirkungsgrad der Photovoltaikanlage.

Die getroffenen Basisannahmen sind ambitioniert, aber nicht unrealistisch, wie der Vergleich mit realisierten Mehrfamilienhäusern in Zürich, Romanshorn und Chiasso zeigt.

## 2 Resultate

Die Ergebnisdarstellung erfolgt auf Stufe Primärenergie, gewichtet mit den nationalen Schweizer Gewichtungsfaktoren. Die Ergebnisse der Studie können wie folgt zusammengefasst werden [1, 2]:

- Die HWLK-Nullbilanz kann bis auf eine Ausnahme für alle untersuchten Varianten für Gebäude mit bis zu 40 Stockwerken erreicht werden. In der Regel ist hierzu nur Photovoltaik auf dem Dach, der Südfassade und ggf. noch in Teilbereichen an einer weiteren Fassade notwendig.
- Ausgehend von einem niedrigen Heizwärmebedarf ist der Haushaltsstrombedarf bzw. die Effizienz von Geräten und Beleuchtung in Kombination mit der Höhe des erzielbaren PV-Ertrags entscheidend dafür, ob eine GEB-Nullbilanz eingehalten werden kann.
- Ein weiterer wichtiger Parameter ist der Wärmeerzeuger. Mit den aktuell gültigen nationalen Gewichtungsfaktoren und typischen Nutzungsgraden/Jahresarbeitszahlen kann die GEB-Nullbilanz für die grösste Anzahl an Stockwerken mit Fernwärme erreicht werden. Bei einer Erdsonden-Wärmepumpe führt die Kombination aus niedriger

Jahresarbeitszahl für Warmwasser und einem hohen Warmwasserbedarf bei Wohngebäuden zu einer ungünstigeren Bilanz. Im Vergleich zu Fernwärme und Wärmepumpe ist die mögliche Anzahl an Stockwerken, für die eine GEB-Nullbilanz mit einer Gasfeuerung erzielt werden kann, deutlich geringer.

- Je höher das Gebäude ist, desto geringer ist erwartungsgemäss der Einfluss durch die Verschattung durch tiefere Nachbargebäude.
- Die Kompaktheit des Gebäudes spielt eine untergeordnete Rolle.
- Mit zunehmender Anzahl an Stockwerken sinkt der Anteil des PV-Ertrags vom Dach gegenüber dem PV-Gesamtertrag. Dies hat zur Folge, dass
  - die Ertragskurve mit zunehmender Anzahl an Stockwerken abflacht und die Erreichbarkeit der Nullbilanz sensibler auf kleine Änderungen im Bedarf bzw. im PV-Ertrag wird. Die Anzahl Stockwerke, für die eine Nullbilanz erreichbar ist, wird dadurch stark beeinflusst.
  - höhere Gebäude effizienter betrieben werden müssen, als niedrige.
  - bei niedrigen Gebäuden der PV-Ertrag vom Dach relevant ist. Bei hohen Gebäuden spielt er eher eine untergeordnete Rolle und die Fassaden bringen den grössten Anteil. Dies hat zur Folge, dass bei sehr hohen Gebäuden der PV-Ertrag eines Stockwerks ungefähr dem Bedarf eines Stockwerks entsprechen muss, um eine GEB-Nullbilanz zu erreichen.

Die PER-Kennwerte werden beispielhaft für ein langgestrecktes Mehrfamilienhaus mit 40 Stockwerken und unterschiedlichen Wärmeerzeugern berechnet (Tabelle 1). Nur mit einer Wärmepumpe kann eine Klassifizierung nach Passivhaus erreicht werden.

	PER-Kennwert		Passivhaus-Klassifizierung
	kWh <sub>PER</sub> /(m <sup>2</sup> a)	kWh <sub>PER</sub> /(m <sup>2</sup> <sub>Grund</sub> a)	
Gasfeuerung	99	1550	-
Fernwärme	79		-
Wärmepumpe	41		Plus

Tabelle 1: PER-Kennwerte und Klassifizierung für ein langgestrecktes Mehrfamilienhaus mit 40 Stockwerken (6 Wohnungen pro Stockwerk, Grundfläche: 684 m<sup>2</sup>).

Die Parameterstudie zeigt, dass grosse Gebäude nicht nur als Passivhaus klassifiziert werden können, sondern schon heute nicht nur als Nullwärmeenergiegebäude sondern auch als Nullenergiegebäuden möglich sind. Künftige Fortschritte bei der Geräteeffizienz und in der PV-Technik vereinfachen das Erreichen einer "Null".

### 3 Quellenverzeichnis

- [1] Hall. M., Geissler A.: Möglichkeiten und Grenzen von grossen Nullenergiegebäuden. BFE-Schlussbericht 2015, [www.iebau.ch](http://www.iebau.ch)
- [2] Hall. M., Geissler A.: Möglichkeiten und Grenzen von grossen Nullenergiegebäuden. Bauphysik 2016, Vol. 38, Heft 1, S. 38-49