

BAUPLANERISCHE AUSWIRKUNGEN EINER BEZUGSBEGRENZUNG

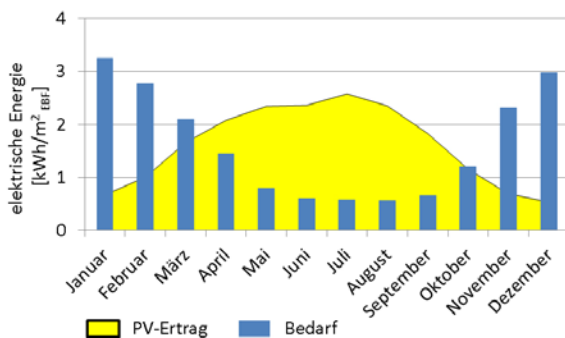
BEZUGSBEGRENZUNG BEI NULLENERGIEGEBÄUDEN

Die energetische Bilanzierung von Nullenergiegebäuden findet zumeist auf einer Jahresbasis statt. Diese Berechnungsgrundlage führt dazu, dass saisonale Unterschiede im Energiebedarf und in der Ertragslage erneuerbarer Energien unberücksichtigt bleiben. Für eine Energiewende ist allerdings die Energieversorgung während den Wintermonaten von zentraler Bedeutung. In diesem Zusammenhang stellt das alternative Bilanzierungskonzept mit einer Bezugsbegrenzung ein zielführendes Instrument dar. Es wird in vorliegendem Artikel exemplarisch aufgezeigt, mit welchen bauplanerischen Auswirkungen bei der Einführung einer Bezugsbegrenzung zu rechnen sind.

Claudio Menn; Fachhochschule Nordwestschweiz, Institut Energie am Bau, Muttenz

Einleitung

Im Zentrum der Anforderungen für Nullwärmeenergiegebäude steht die Deckung des jährlichen Energiebedarfs mit erneuerbaren Energien. Der übliche Bilanzierungsrahmen einer solchen Jahresnullbilanz umfasst den Energiebedarf für Heizung, Warmwasser, Lüftung und Kühlung (inklusive Hilfsbetriebe). In Figur 1 werden aus dem Vergleich des Energiebedarfs und der Photovoltaik- (PV-) Erträge eines beispielhaften, nullwärmeenergiekonformen Einfamilienhauses (EFH) grosse Differenzen während Sommer- sowie Wintermonaten ersichtlich. Im Hinblick auf eine Energiewende gilt es, die Energieeffizienz resp. den Anteil erneuerbarer Energien während den Wintermonaten zu erhöhen.



Figur 1: Lastgang für Heizung, Lüftung und WW eines Nullwärmeenergie Einfamilienhauses

Das Bilanzierungskonzept mit Bezugsbegrenzung greift diese Problematik der saisonalen Differenzen auf. Über eine monatliche Bilanzierung von Energiebedarf, PV-Ertrag und der Aufsummierung der Deckungslücken wird der zulässige Energiebezug in der Jahressumme begrenzt. Zudem befinden sich PV-Überschüsse ausserhalb des Bilanzierungsrahmens und werden nicht mehr dem Gebäude angerechnet.

Bauplanerische Auswirkungen

Mithilfe von Gebäudesimulationen werden bauplanerische Auswirkungen einer beispielhaften Bezugsbegrenzung (5 kWh/(m²_{EBF} a) ungewichtete Energie) ersichtlich. Als Vergleichsgrösse gilt die zuvor beschriebene Jahresnullwärmebilanz. Für je ein Einfamilienhaus (EFH) und ein Mehrfamilienhaus (MFH) wird diejenige auf die Energiebezugsfläche bezogene PV-Nennleistung berechnet, die zur Grenzwertreichung mindestens zu installieren ist. Die simulierten Wohngebäude basieren auf Daten realisierter, nach MINERGIE-A zertifizierter Objekte (Tabelle 1). Der Bilanzierungsrahmen umfasst den Energiebedarf für Heizung,

Warmwasser, Hilfsbetriebe und Lüftung.

Tabelle 1: Geometrie-Kenngrössen der simulierten Objekte.

	Einfamilienhaus	Mehrfamilienhaus
A_E [m ²]	187	1'082
A_{th}/A_E	2.29	1.45

Die Gebäudetechnik und der Heizwärmebedarf werden für das EFH sowie das MFH in fünf Varianten untersucht. Dabei wird der Heizwärmebedarf über das Verhältnis $Q_{h, Variante}/Q_{h, li, Norm}$ beschrieben. In einer Grundvariante wird von einem Wärmeschutzniveau von 90% des SIA Grenzwertes für Neubauten (SIA 380/1 2009) ausgegangen. Die Varianten mit verbessertem Wärmeschutz weisen Werte von 70% bzw. 50% des normativen Grenzwertes auf. Zudem werden mit einer Luft/Wasser- und Sole/Wasser- Wärmepumpe zwei unterschiedliche Wärmeerzeuger berücksichtigt. In Tabelle 2 sind die Varianten zusammengefasst.

Tabelle 2: Wohngebäudevarianten (EFH und MFH).

Gebäudevariante	% $Q_{h, li}$	WP	Standort
1	90%	LWP	Olten
2	70%	LWP	Olten
3	50%	LWP	Olten
4	70%	SWP	Olten
5	50%	SWP	Olten

LWP: Luft/Wasser-Wärmepumpe, SWP: Sole/Wasser-Wärmepumpe

Die Ausrichtung und Neigung von PV-Anlagen werden anhand von 4 verschiedenen PV-Varianten untersucht. Diese sind in Tabelle 3 aufgeführt.

Tabelle 3: PV-Varianten der simulierten Objekte.

PV-Variante	Ausrichtung	Neigung
1	Westen	30°
2	Süden	30°
3	Süden	45°
4	Süden	90°

Für eine bessere Vergleichbarkeit bleiben der Gebäudestandort und die Gebäudegeometrie über alle Varianten unverändert. In Figur 2 und Figur 3 sind die Simulationsergebnisse zusammengefasst.

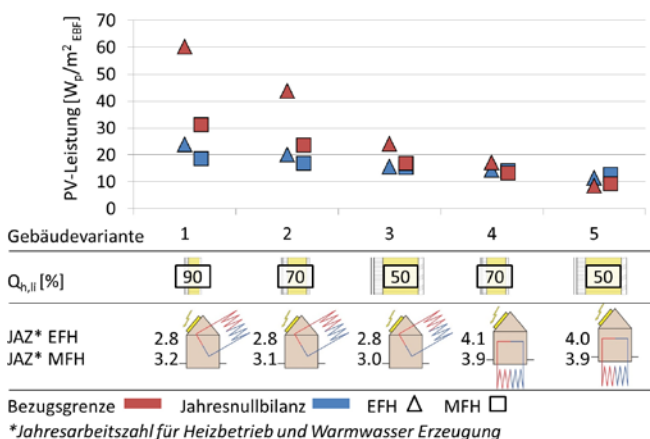
Dämmung und Wärmeerzeuger

EFH

Für die erste EFH-Gebäudevariante ist zur Einhaltung der angenommenen Bezugsgrenze von $5 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{EBF}} \text{ a})$ eine PV-Anlage mit mindestens $60 \text{ W}_p/\text{m}^2_{\text{EBF}}$ notwendig (Figur 2). Im Vergleich zur Jahresnullbilanz (notwendige Anlagengrösse $24 \text{ W}_p/\text{m}^2_{\text{EBF}}$) muss die PV-Leistung damit mehr als verdoppelt werden. Der Unterschied ist auf den relativ grossen Heizwärmebedarf zurückzuführen. Bei einer Jahresnullbilanz entsteht während der Heizperiode eine Deckungslücke von über $12 \text{ kWh}/\text{m}^2_{\text{EBF}}$, die mit PV-Überschüssen aus dem Sommer verrechnet werden.

In der Gebäudevariante 2 und 3 wird der Wärmeschutz verbessert (Figur 2). Dadurch verringert sich die Deckungslücke und die zur Erreichung der Bezugsgrenzung notwendige PV-Leistung kann entsprechend reduziert werden ($44 \text{ resp. } 24 \text{ W}_p/\text{m}^2_{\text{EBF}}$).

Aus dem Vergleich der EFH-Gebäudevariante 2 und 4 mit identischer Dämmung wird ersichtlich, dass mit einer SWP eine deutlich kleinere PV-Anlage zur Erreichung der Bezugsgrenzung notwendig ist ($44 \text{ vs. } 14 \text{ W}_p/\text{m}^2_{\text{EBF}}$) (Figur 2). Dies ist auf die höhere Jahresarbeitszahl (JAZ) der SWP von 4.1 gegenüber der JAZ von 2.8 für die LWP zurückzuführen. In der Gebäudevariante 5 wird das Wärmeschutzniveau weiter erhöht und die zur Erreichung der Bezugsgrenze notwendige PV-Leistung ($9 \text{ W}_p/\text{m}^2_{\text{EBF}}$) unterschreitet diejenige für die Jahresnullbilanz ($11 \text{ W}_p/\text{m}^2_{\text{EBF}}$). Ursächlich dafür sind das hohe Wärmeschutzniveau und die effiziente SWP (JAZ: 4.0).



Figur 2 Gegenüberstellung Bezugsgrenze und Jahresnullbilanz bei 5 verschiedenen Gebäudevariationen

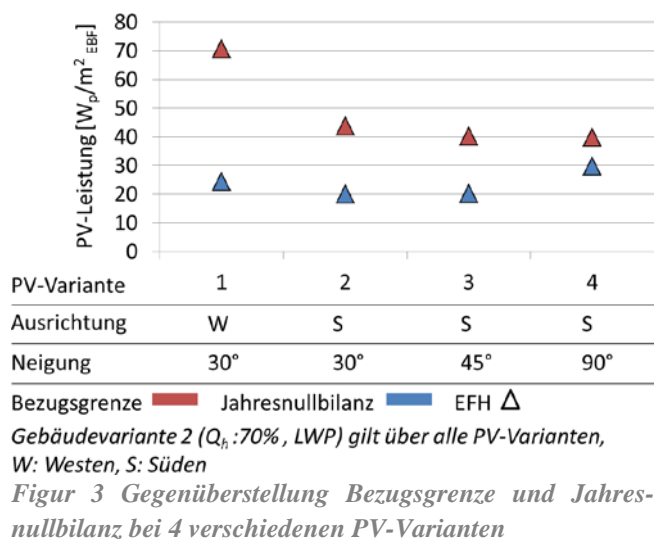
MFH

Die MFH-Gebäudevarianten weisen im Vergleich zum EFH generell eine tiefer liegende notwendige spezifische PV-Leistung zur Erreichung der Bezugsgrenzung auf (Figur 2). Der Grenzwert zum jährlichen Heizwärmebedarf liegt für das MFH gemäss der Norm SIA 380/1 (2009) unterhalb vom EFH. Aus diesem Grund ist bei den meisten MFH-Gebäudevarianten eine kleinere PV-Anlage zulässig, als dies bei der entsprechenden EFH-Variante der Fall ist.

Ausrichtung und Neigung von PV-Anlagen

Die spezifische Leistung einer nach Westen ausgerichteter und 30° geneigter PV-Anlage beträgt mindestens $71 \text{ W}_p/\text{m}^2_{\text{EBF}}$ zur Einhaltung der Bezugsgrenzung (PV-Variante 1 in Figur 3). Bei südlicher Ausrichtung ist hierzu eine um 38% kleiner dimensionierte PV-Anlage ausreichend (PV-Variante 2: $44 \text{ W}_p/\text{m}^2_{\text{EBF}}$). Wird bei gleichbleibender Ausrichtung der Neigungswinkel von 30° auf 45° bzw. 90° erhöht, kann die PV-Leistung weiter reduziert werden (PV-Varianten 3,4: $40 \text{ W}_p/\text{m}^2_{\text{EBF}}$).

Für die Einhaltung der Bezugsgrenzung sind generell Deckungslücken während der Heizperiode massgebend. Eine südlich ausgerichtete und stärker geneigte PV-Anlage (inkl. fassadeintegrierte Module) ist aufgrund einer vorteilhaften Ertragslage während dieser Monate die optimale Variante. Demgegenüber sind zur Erreichung einer Jahresnullbilanz (Figur 3 blaue Markierung) die gesamthaften PV-Erträge entscheidend. Somit stellen 30° bzw. 45° geneigte und südlich ausgerichtete Anlagen geeignete Varianten dar (PV-Variante 2: $20 \text{ W}_p/\text{m}^2_{\text{EBF}}$).



Schlussbemerkung

Mit dem Ziel eine Bezugsgrenze ($5 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{EBF}} \text{ a})$) einzuhalten, gewinnen in der Bauplanung der Energiebedarf und die PV-Ertragslage während der Wintermonate an Bedeutung. Dabei können bedarfsreduzierende Massnahmen, wie z.B. ein verbesserter Wärmeschutz sowie eine effizientere Wärmepumpe zielführend sein. Zudem sind Massnahmen geeignet, die die PV-Erträge im Winter erhöhen und folglich Deckungslücken während der Heizperiode mindern (z.B. südliche Ausrichtung und stärkere Neigung). Für Wohngebäude mit gutem Wärmeschutz ($Q_h \leq 70\% Q_{h,li}$) bzw. effizienter SWP sind die Deckungslücken ausreichend klein und der Unterschied zur Jahresnullbilanz vernachlässigbar.

Aus der Gebäudesimulation wird ersichtlich, dass das Konzept einer Bezugsgrenzung generell der Vorgabe aus den MuKE n 2014 zur Eigenstromerzeugung von mindestens $10 \text{ W}/\text{m}^2_{\text{EBF}}$ gerecht wird. Ausgenommen davon sind Wohnge-

bäude mit einem sehr tiefen Energiebedarf (z.B. Gebäudevariante 5).

Die Bezugsbegrenzung sorgt dafür, dass die Differenz zwischen Energiebedarf und PV-Erträgen während den Wintermonaten nicht unbeschränkt zunimmt. Diese Deckelung ist hinsichtlich einer Energiewende wünschenswert und das Konzept somit ein zielführendes Instrument. Allerdings wird zur Grenzwertreicherung nicht in jedem Fall die maximal nutzbare Fläche von Wohngebäuden mit PV belegt. Aus diesem Grund ist eine Bezugsbegrenzung für die Potentialaus-schöpfung von freien PV-Kapazitäten im Schweizer Gebäudepark nur bedingt wirksam.