



# Sonnenenergie

Solaranlagen im Minergie-Gebäude

## Inhalt

Mit der Sonne rechnen	4
Konzeptionelle Aspekte	6
Solarwärme	8
Warmwasser und Heizung	9
Solarstrom und Eigenverbrauch	10
Energiebilanz	11
Beispiele	12
Weitere Infos	14

## Impressum

### Herausgeber

Minergie Schweiz  
Swissolar

### Produktion

**Text:** Othmar Humm,  
Faktor Journalisten AG, Zürich  
**Grafik:** Christine Sidler und Noemi Bösch,  
Faktor Journalisten AG, Zürich  
**Druck:** Birkhäuser + GBC AG, Reinach

### Bildnachweis

**Titelbild:** Photovoltaikpanels bilden die  
Hülle der Umwelt Arena Spreitenbach,  
Foto: Umwelt Arena Spreitenbach;  
**Seite 7:** Dietrich Schwarz Architekten,  
Zürich; **Seite 9:** Swissolar; **Seite 12:**  
Alpina Hausbau GmbH, [www.studio22.at](http://www.studio22.at);  
**Seite 13:** Bosch & Heim Architekten AG,  
Chur



# Die Sonne passt ins Minergie-Haus

Woher sonst, wenn nicht von der Sonne, soll die Energie für eine nachhaltige Energieversorgung kommen? Denn Holzenergie, oberflächennahe Erdwärme, thermische Sonnenkollektoren und photovoltaische Solarzellen liefern – direkt oder indirekt – Sonnenenergie. Leistungsfähige und verlustarme Speichertechnologien sowie die Optimierung des Eigenverbrauchs sichern eine Energieversorgung rund um die Uhr mit Solarenergie. Das Minergie-Gebäude bietet dazu ideale Voraussetzungen.

# Mit der Sonne rechnen

Aus zwei Gründen passt Solarenergie gut ins Minergie-Gebäude. Erstens sind Wärme- und Strombedarf in diesen Häusern deutlich reduziert im Vergleich zur konventionellen Bauweise, zweitens sind tiefe Temperaturen in einem Minergie-Haus gut verwertbar. Denn Häuser dieser Bauart lassen sich mit Heiztemperaturen von 25 °C bis 45 °C erwärmen, also mit Temperaturen, bei denen solare Wärmeerträge gross sind. Die Nutzung von Sonnenenergie ist zur Erfüllung der Minergie-Anforderungen unverzichtbar – insbesondere der Minergie-Kennzahl (gewichteter Gesamtenergiebedarf für Heizung, Warmwasser, Beleuchtung, Geräte und allgemeine Gebäudetechnik). Zwischen 1000 kWh und 1600 kWh pro m<sup>2</sup> Erdoberfläche und pro Jahr beträgt die Sonneneinstrahlung in der Schweiz – je nach Standort. «Nebellagen» kommen auf 1000 kWh, alpine Standorte auf bis zu 50% mehr. Zum Vergleich: In Nizza erbringt die Sonne jährlich 1470 kWh/m<sup>2</sup>.

## Geeignete Technologien

Zur Beheizung respektive Wassererwärmung sind drei Methoden besonders geeignet: Direktgewinn, Solarwärme mit Kollektoren sowie Solarstrom mit Photovoltaik (Tabelle 1). Ob solarthermische oder photovoltaische Systeme gut in ein Minergie-Haus passen, hängt vom Gebäude und den Vorlieben der Bauherrschaft respektive der Hauseigentümerschaft ab. Die meisten Bauten sind so ausgelegt, dass Solarstrahlung über transparente Bauteile genutzt werden

kann. Dies birgt allerdings auch die Gefahr einer Überhitzung.

### Vier bewährte Kombinationen zur Nutzung von Sonnenenergie:

- Thermische Solaranlage sowie Wohnraumfeuerung mit Pellets für Raumwärme und Warmwasser (arbeiten mit gemeinsamem Wärmespeicher). Zertifikat Minergie-P (Einfamilienhäuser).
- Photovoltaische Solaranlage zur Erzeugung von Elektrizität sowie Wärmepumpe für Raumwärme und Warmwasser; zusätzlich: Lastmanagement und elektrischer Tagesspeicher zur Optimierung des Eigenverbrauches. Zertifikat Minergie-A (Einfamilienhäuser und Gewerbebauten).
- Thermische Solaranlage zur Vorwärmung des Warmwassers sowie Wärmepumpe für Raumwärme und Warmwasser. Zertifikat Minergie (Mehrfamilienhäuser, Schulhäuser).
- Thermische Solaranlage zur Wassererwärmung und fossiler Heizkessel für Raumwärme und Warmwasser. Zertifikat Minergie für Erneuerung (Ein- und Mehrfamilienhäuser, Gewerbebauten).

#### Was zusammen gehört

Die Versorgung von Minergie-Bauten mit Solarenergie liegt sehr präzise auf dem Zielpfad der Energiestrategie 2050. Diese Strategie haben die Stimmbürgerinnen und Stimmbürger im Frühjahr 2017 angenommen. Das deutliche Resultat ist kein Zufall: Photovoltaikanlagen zur Stromerzeugung und Batterien zur Speicherung von Strom sind heute viel kostengünstiger als noch vor einigen Jahren. Gleiches gilt für die E-Mobilität – für Elektroauto und E-Bike, die ebenfalls als Speicher dienen können. Damit kommt zusammen, was zusammen gehört.

**Tabelle 1: Energie der Sonne kommt ins Haus – drei bewährte Varianten**

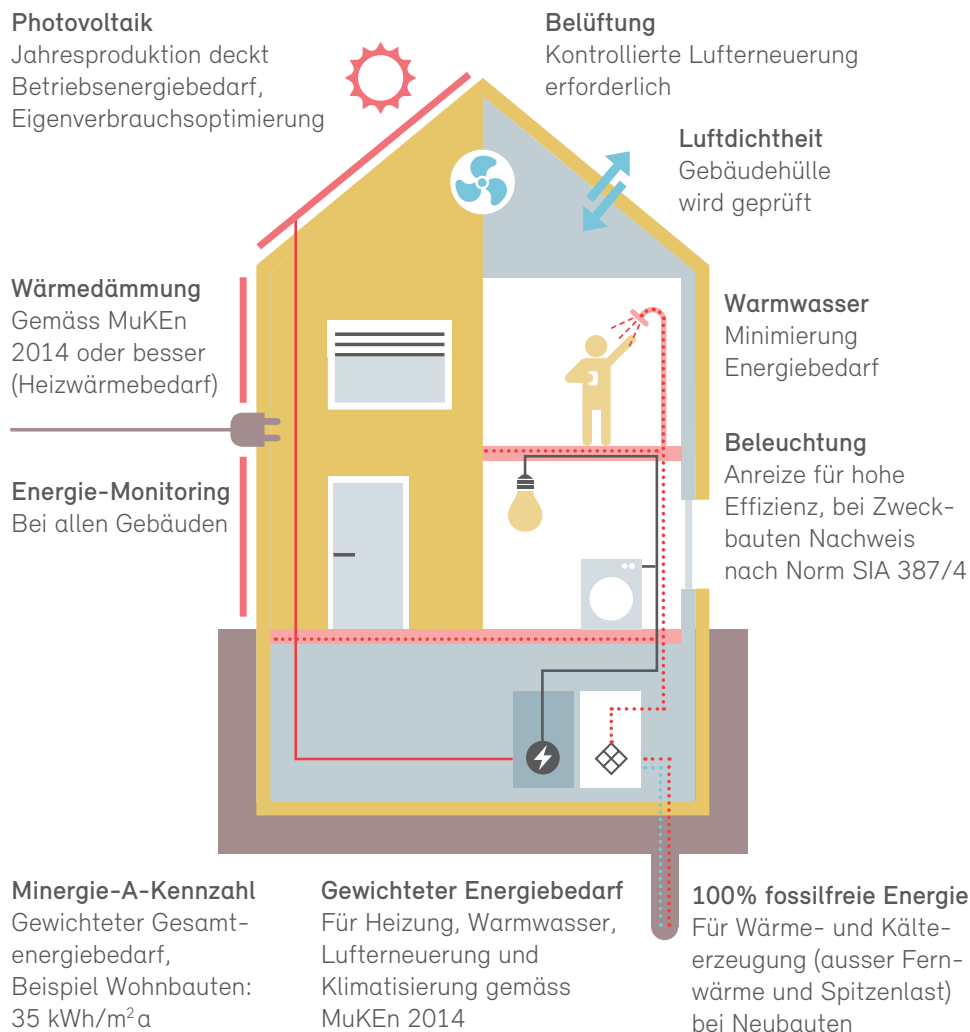
Direktgewinn durch Fenster	Solarwärme mit Kollektoren	Solarstrom mit Photovoltaik
Solarstrahlung durchdringt Verglasung der Fenster.	Solarstrahlung heizt zirkulierendes Wasser auf.	Solarstrahlung erzeugt in PV-Modulen Elektrizität.
Gebäudesubstanz und Einrichtungen bieten Speichermasse.	Pufferspeicher und Erdreich (über Sonden) speichern Wärme.	Batterien speichern Elektrizität. Überschussstrom kann ins Netz eingespeist werden.
	Hybride Kollektoren erzeugen Elektrizität und Wärme.	

## Integrale Planung

Das Gebäude bildet die Basis für die Planung einer Solaranlage. Die haustechnische Ausrüstung, vor allem die Wärmeerzeugung zur Deckung der Grundlast eines Gebäudes, ist präzise auf das Gebäude abgestimmt. Die Solaranlagen passen bezüglich Technologie und Dimensionierung zum Gebäude, zur Grundlast-Wärmeerzeugung und zum gewählten Minergie-Standard. Bei den drei Baustandards Minergie, Minergie-P und Minergie-A ist Sonnenenergie integraler Teil des Konzepts. Unterschiedlich sind die solaren Anteile zur Deckung des Energiebedarfs. Der Baustandard Minergie basiert auf ei-

nem Gebäude entsprechend dem Energiegesetz (MuKE 2014); dies gilt auch für Minergie-A, mit dem Unterschied zu Minergie, dass der gewichtete Energiebedarf für Heizung, Warmwasser, Lüfterneuerung und Klimatisierung vollständig mit Solarenergie gedeckt wird. Daraus ergibt sich ein Plusenergiehaus. Bei Minergie deckt die Sonne nur einen Anteil dieses Bedarfs. Minergie-P setzt eine stärker gedämmte Gebäudehülle voraus. Der dadurch deutlich tiefere Energiebedarf wird teilweise mit Solarenergie gedeckt (Niedrigenergiehaus). Alle Baustandards von Minergie haben die direkte Nutzung von Solarstrahlung durch Verglasungen gemeinsam.

## Mit Minergie-A und Sonnenenergie ins Plus



# Konzeptionelle Aspekte

Die Baustandards von Minergie sind zu den Energiegesetzen der Kantone supplementär. Die präzise Abstimmung auf die gesetzlichen Vorgaben erleichtert das Verständnis von Minergie und die Planung von Minergie-Bauten.

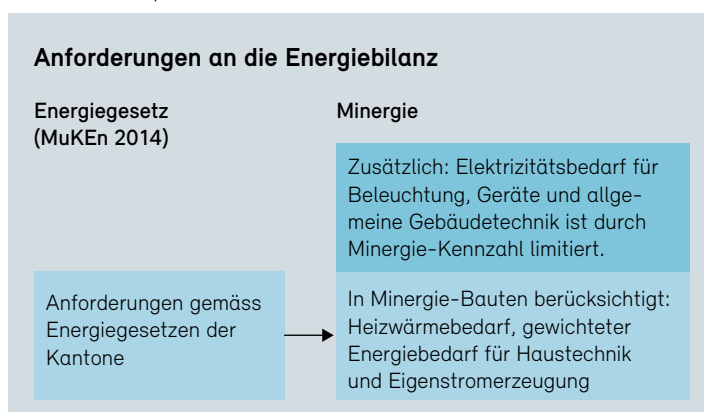
## Beispiel Neubauten

Die Anforderungen an den Heizwärmebedarf, den gewichteten Energiebedarf für Heizung, Warmwasser, Lüftung und Klimatisierung sowie die Pflicht zur Eigenstromerzeugung sind Teil der Energiegesetze und deshalb auch integrale Anforderungen von Minergie. Ausnahmen bilden nur der Heizwärmebedarf von Minergie-P-Bauten und die höhere Eigenstromerzeugung von Minergie-A-Häusern. Ergänzend dazu gelten die Minergie-Kennzahlen, differenziert für Minergie, Minergie-P und Minergie-A. Die Systemwahl für die Eigenstromerzeugung gemäss Energiegesetz kann richtungsweisend sein für zusätzliche Massnahmen, die zur Erreichung eines Minergie-Baustandards notwendig sind. Beispiel: Mit einer PV-Anlage zur Solarstromerzeugung lassen sich die gesetzlichen Anforderungen erfüllen und – mit einer grösseren installierten Leistung – der Baustandard Minergie-A erreichen. Die Grenzkosten sind gering, der zusätzliche Nutzen ist aber sehr gross.

## Varianten der Installation

Sofern Neigung und Orientierung stimmen, passen Solaranlagen auf Dächer und Fassaden sowie in Freiräume (Tabelle 2). Bei geneigten Dächern sollte der Neigungswinkel von Dachfläche und Gewinnfläche identisch sein. Bei Flachdächern ist eine Aufständering nötig, sofern nicht eine dachparallele Gewinnfläche gewählt wird (Nachteil: Bedeckung durch Schnee im Winter und stärkere Verschmutzung). Röhrenkollektoren lassen sich auch auf Flachdächern mit geneigten Absorbern installieren.

Energiegesetz und Minergie sind kompatibel.



**Tabelle 2: Solaranlagen – Varianten der Installation**

Neubau nach Minergie	Gesamterneuerung nach Minergie mit neuem Dach respektive neuer Fassade	Spätere Nachrüstung eines Minergie-Gebäudes
Indachanlage, Flachdachanlage (Aufdach-Bauweise)		Aufdachanlage (auch auf Flachdach)
In die Fassade integrierte Anlage		Auf die bestehende Fassade montiert
Anlagen in Garten oder auf angrenzendem Nebengebäude		



## Thermische Sonnenkollektoren oder Photovoltaik-Anlage?

Das breite Angebot an Produkten zur Gewinnung von Solarenergie macht es Hauseigentümerschaften und Planungsteams nicht einfach, geeignete Lösungen zu finden. Dies gilt auch für die Frage: Solarthermie oder PV? Hinweise können die Ausrüstung eines Gebäudes und das Mobilitätsverhalten geben. Falls für ein Haus eine Wärmepumpe und ein Lastmanagementsystem geplant sind und die Bewohner ein Elektroauto oder E-Bikes

nutzen, bildet eine Photovoltaik-Anlage eine ideale Ergänzung. Daraus ergibt sich ein «All Electric House». Für Minergie-A-Bauten sind PV-Anlagen Programm. Sonnenkollektoren passen gut in Häuser mit Stückholz- und Pelletsheizungen, weil in deren Haustechnik häufig ein Wärmespeicher vorgesehen ist. Auch in Gebäuden mit fossilen Heizkesseln, die nach Minergie erneuert wurden, können thermische Kollektoren eine gute Ergänzung sein und sind in den energetischen Nachweisen anrechenbar.

Das sanierte Gebäude der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) ist mit einer 750 m<sup>2</sup> grossen PV-Anlage ausgerüstet und nach Minergie-A-ECO zertifiziert.

**Tabelle 3: Grundsatzentscheide bezüglich Baustandard und Technologie**

<b>Minergie</b>	Kriterien für die Wahl: Individuelle Wünsche und Neigungen der Auftraggeberschaft, Baustandard und Ausrüstung der Gebäude, insbesondere für die Wärmeerzeugung, Mobilitätsverhalten der Bewohner, Neubau oder Erneuerung, Raumangebot für die Haustechnik, Verfügbarkeit geeigneter Dach- und Fassadenflächen	<b>Thermische Solaranlage</b>
<b>Minergie-P</b>		<b>Photovoltaik-Anlage</b>
<b>Minergie-A</b>		

# Solarwärme

## Minergie-Nachweis

Der vom Nachweis-Tool errechnete Ertrag von Solaranlagen basiert auf Standardwerten des Instituts für Solartechnik an der Hochschule für Technik Rapperswil. Für Solaranlagen zur Wassererwärmung sind Solarerträge bis zu einem Deckungsgrad von 80 % anrechenbar. Bei Anlagen zur Wassererwärmung und Heizungsunterstützung kommen Erträge bis zu einem Deckungsgrad von 70 % in 1. Priorität der Wassererwärmung zu. Der übrige Solarertrag wird der Heizung zugeordnet, wobei lediglich Erträge bis zu einem Deckungsgrad von insgesamt 80 % für Heizungsunterstützung und Wassererwärmung anrechenbar sind.

Sofern für die Berechnung des Solarertrags ein anerkanntes Programm zur Anwendung gelangt, sind diese Werte massgebend. Daraus ergibt sich im Nachweis-Tool der Deckungsgrad. Der Gewichtungsfaktor von Solarwärme beträgt 1.

## Regeneration des Erdreiches

Viele Minergie-Bauten werden über Wärmepumpen mit Wärme versorgt. Dient dabei das Erdreich als Quelle, könnte eine Regeneration des Erdsondenumfeldes sinnvoll sein. Dies gilt besonders bei Erdsondenfeldern, die knapp dimensioniert sind oder bei Bauten, deren beheizte Nutzfläche erweitert wurde und dadurch höhere Entzugsleistungen im Erdreich wirksam sind. Die Regeneration hat mit nicht anderweitig nutzbarer Abwärme oder mit Solarwärme zu erfolgen. Temperaturen zwischen 15 °C und 30 °C sind für eine Regeneration ausreichend. Damit ergibt sich eine interessante Nutzung von Niedertemperatur-Solarwärme. Auch die Kühlung von Wohn- und Arbeitsräumen über die Bodenheizung und die Erdsonde ermöglicht einen Regenerationseffekt im Erdreich. Der Eintrag von Wärmechargen mit Temperaturen über 40 °C ins Erdreich ist nicht zulässig. Mit einer spezifischen Kollektorfläche von 0,1 m<sup>2</sup> je Meter Sondenlänge ergibt sich eine dauerhafte Regenerationslösung. Der Richtwert bezieht sich auf unverglaste und hybride Kollektoren, bei Einsatz von verglasten Flach- und Röhrenkollektoren hat die Direktnutzung des Solarertrags in der Regel Priorität, die Regeneration des Erdreiches erfolgt nachgeordnet, vor allem bei tieferen Temperaturen (Abbildung).

### Wertigkeit der Solarenergie

Solarenergie soll entsprechend ihrer Wertigkeit im Minergie-Haus genutzt werden:

- Temperaturen von 30 °C bis 60 °C für Wassererwärmung (geeignet: verglaste Flach- oder Röhrenkollektoren)
- Temperaturen von 25 °C bis 50 °C für Raumwärme (geeignet: verglaste Flach- oder Röhrenkollektoren)
- Temperaturen von 0 °C bis 30 °C für die Regeneration von Erdwärmesonden und als Quelle von Wärmepumpen (geeignet: unverglaste Kollektoren)

#### Verglaste Sonnenkollektoren

- Flachkollektoren
- Röhrenkollektoren

bei Überschuss

Erzeugung von Raumwärme, Wassererwärmung

Regeneration von Erdwärmesonden, Wärmequelle für Wärmepumpen

#### Unverglaste Sonnenkollektoren

- Metall-Absorber «Solardach»
- Kunststoff-Absorber «EPDM»
- Hybride Kollektoren «PVT»

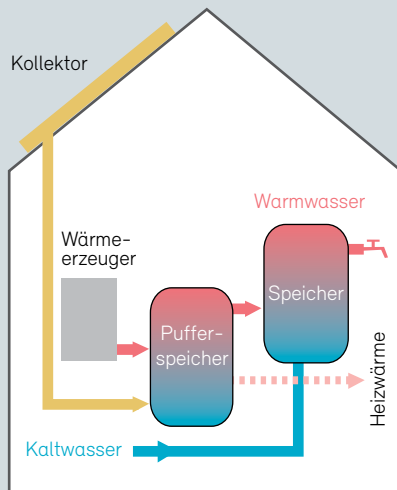
Erzeugung von Niedertemperaturwärme und Wasservorwärmung



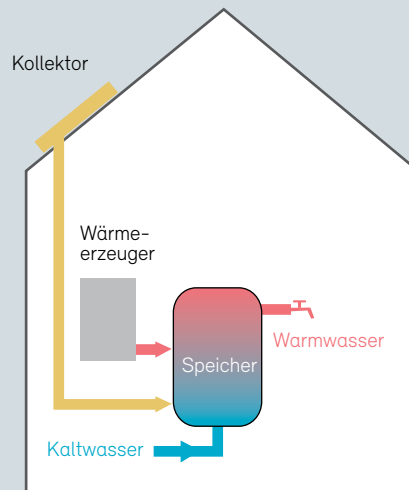
# Warmwasser und Heizung

Ein grosser Teil des Wärmebedarfs für Raumheizung und Warmwasser lässt sich mit thermischen Sonnenkollektoren decken. In Minergie-Nachweisen sind Deckungsgrade bis 80% zulässig. Voraus-

setzung sind technische Wärmespeicher, um strahlungsarme Tage zu überbrücken. Eine Alternative dazu ist die Sonnenkollektoranlage, die ausschliesslich der Wasssererwärmung dient.



Thermische Solaranlage zur Wassererwärmung und Heizungsunterstützung mit Warmwasserbehälter und technischem Wärmespeicher («Pufferspeicher»).



Einfache thermische Kollektoranlage zur Wassererwärmung mit Warmwasserbehälter; geringe Speicherverluste; kein Mehrbedarf an Installationsraum. (Quelle: EnergieSchweiz)

Thermische Sonnenkollektoren eignen sich gut zur teilweisen Deckung des Wärmebedarfs für Warmwasser und Heizung.



# Solarstrom und Eigenverbrauch

## Optimierung Eigenverbrauch

Eine möglichst hohe Eigennutzung von Strom aus einer Photovoltaik-Anlage ist wirtschaftlich interessant. Dadurch entfallen Netznutzungsgebühren, die bei einer Einspeisung und einem späteren Bezug von Strom verrechnet werden. Dem Eigenverbrauch kommt auch ein erheblicher volkswirtschaftlicher Nutzen zu, weil dadurch das Elektrizitätsnetz und die öffentliche Speicherinfrastruktur entlastet werden.

Als **Eigenverbrauch** wird jener Anteil an der Solarstromproduktion bezeichnet, der direkt genutzt wird, also ohne Einspeisung ins Elektrizitätsnetz. Die Speicherung in einer Batterie gilt als Teil des Eigenverbrauchs. Der Eigenverbrauch sind die Anteile 1 und 2 im Verhältnis zur gesamten Solarstromproduktion mit den Anteilen 1, 2 und 3 (Abbildung unten).

Drei Massnahmen sind für die Erhöhung des Eigenverbrauchs sehr wirksam:

- Batterie als Tagesspeicher für Strom
- Lastmanagement zur Steuerung des Geräteeinsatzes
- Das EDV-Tool «PVopti» ermittelt den Eigenbedarf ([www.minergie.ch](http://www.minergie.ch)).

## Autarkie und Deckungsgrad

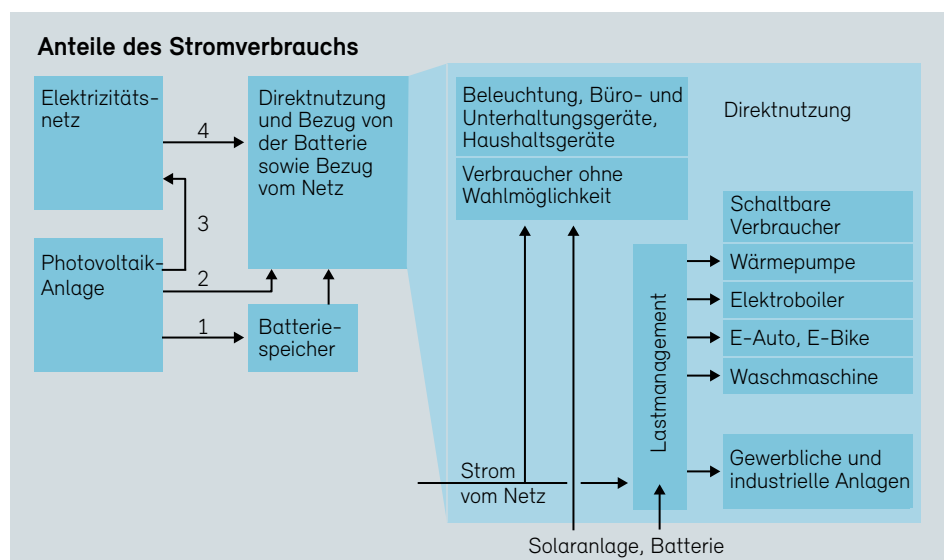
Der **Autarkiegrad** eines Gebäudes ergibt sich aus dem Verhältnis von Eigenverbrauch und dem gesamten Stromverbrauch: Die Anteile 1 und 2 in Bezug zum Gesamtverbrauch mit den Anteilen 1, 2 und 4.

Der **solare Deckungsgrad** setzt die gesamte Solarstromproduktion ins Verhältnis zum Gesamtverbrauch: Die Anteile 1, 2 und 3 in Bezug zu den Anteilen 1, 2 und 4.

## Lastmanagementsystem

Ein **Lastmanagementsystem (LMS)** erweist sich als sehr leistungsfähig zur Erhöhung des Eigenverbrauchs. Durch Differenzierung der Verbraucher in schaltbare Geräte und Fahrzeuge sowie in Verbraucher ohne diese Wahlmöglichkeit lassen sich über das LMS schaltbare Verbraucher zu- und abschalten, je nach Verfügbarkeit von Solarstrom. Besonders geeignet sind leistungsvariierte Wärmepumpen in Kombination mit einem technischen Wärmespeicher («Pufferspeicher»). Mit elektrischen Batterien lässt sich der Eigenverbrauch deutlich erhöhen.

Fazit: Geeignete Massnahmen können die Eigenverbrauchsquote verdoppeln, beispielsweise von 30 % auf 60 % bis 70 %.



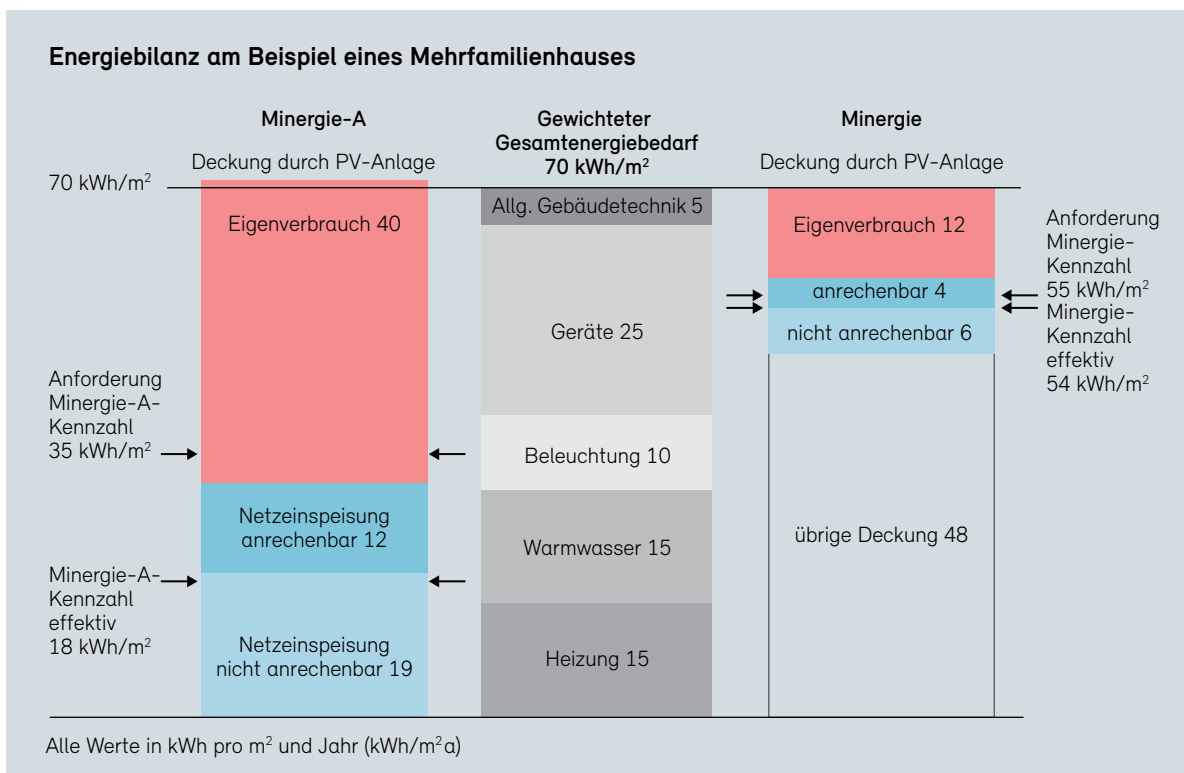
# Energiebilanz

Ein Achtfamilienhaus mit einer beheizten Wohnfläche von 1000 m<sup>2</sup> hat einen gewichteten Gesamtenergiebedarf von 70 000 kWh (70 kWh/m<sup>2</sup>, mittlere Säule in Abbildung unten). Die rechte Säule zeigt eine Lösung im Baustandard Minergie, deren Gesamtenergiebedarf zu knapp einem Viertel über die hauseigene Photovoltaikanlage gedeckt wird. Die mehr als dreimal grössere PV-Anlage auf dem Gebäude im Baustandard Minergie-A deckt den gesamten Energiebedarf (linke Säule). Da bei dieser Variante sogar ein Überschuss von 1 kWh/m<sup>2</sup> resultiert, handelt es sich um ein Plusenergiegebäude – 1000 kWh pro Jahr! Die im Übrigen baugleichen Gebäude-Varianten unterscheiden sich vor allem durch die Grösse der Solaranlage. Bei Minergie-A sind noch einige andere Vorgaben zu erfüllen, zum Beispiel eine auf Luftdichtheit geprüfte Gebäudehülle und ein Monitoring-System zur Dokumentation der Energiebilanz. Zur Bewertung der solarelektrischen Beiträge an die Deckung des Bedarfes sind drei Begriffe zu unterscheiden:

- **Eigenverbrauch:** Direkte Nutzung des solar produzierten Stroms. Die Berechnung des Eigenverbrauchs erfolgt nach einem standardisierten Verfahren (im Beispiel 40 respektive 12 kWh/m<sup>2</sup>).
- **Anrechenbarer Anteil an der Netzeinspeisung:** 40% der ans Netz abgegebenen Elektrizität ist für die Energiebilanz des Minergie-Hauses anrechenbar.
- **Nicht anrechenbarer Anteil an der Netzeinspeisung:** Die übrigen 60% der Netzeinspeisung sind zwar Teil der Energiebilanz, für die Berechnung des gewichteten Energiebedarfs aber nicht anrechenbar.

In der Abbildung nicht dargestellt ist der Bedarf für die E-Mobilität, also der Stromverbrauch für das Elektroauto und das E-Bike. Diese umweltfreundlichen Verkehrsmittel passen zum Minergie-Haus, sind aber nicht Teil des Minergie-Nachweises.

Fazit: Die hauseigene Produktion von Solarenergie hat einen zentralen Stellenwert im Minergie-Haus.



# Beispiele



## Einfamilienhaus, Neubau, Baustandard Minergie-A (2017), Wärmepumpe und PV-Anlage

Aufgrund der massiven Bauweise des Einfamilienhauses ist ein technischer Speicher nicht nötig, da die Bausubstanz viel Speichermasse zur Verfügung stellt. Die hocheffizienten Geräte und Lichtquellen ermöglichen es, den rechnerischen Elektrizitätsbedarf um 15 % zu reduzieren. Das Gebäude ist zusätzlich mit einer Batterie, einem Lastmanagement zur Optimierung des Eigenverbrauchs und einem Monitoring-System ausgerüstet.

**Elektrizitätsbedarf** für Beleuchtung, Geräte und allgemeine Gebäudetechnik (ungewichtet): 4080 kWh/a (4800 kWh minus 15 %).

Beheizte Wohnfläche	200 m <sup>2</sup>
Heizwärmebedarf (36 kWh/m <sup>2</sup> )	7200 kWh
Energiebedarf für Heizung	2320 kWh
Wärmebedarf für Warmwasser 13,9 kWh/m <sup>2</sup>	2780 kWh
Energiebedarf für Warmwasser	1030 kWh
Energiebedarf für Heizung und Warmwasser	3350 kWh
<b>Gewichtete Energiewerte</b>	
Elektrizitätsbedarf	14 860 kWh
Installierte PV-Leistung	9,4 kWp
Ertrag PV-Anlage (gewichtet)	15 000 kWh
Eigenverbrauch 45 %	6750 kWh
Netzeinspeisung anrechenbar	3300 kWh
Gesamtenergiebedarf pro m <sup>2</sup> Energiebezugsfläche	4950 kWh 25 kWh/m <sup>2</sup>
Minergie-A-Kennzahl	35 kWh/m <sup>2</sup>

## Einfamilienhaus, Erneuerung, Baustandard Minergie (2017), Wärmepumpe, Pufferspeicher und PV-Anlage

Da im Wohnhaus nur eine geringe Speichermasse in der Bausubstanz wirksam ist, wurde ein technischer Wärmespeicher installiert. Das verlängert die Laufzeiten der Wärmepumpe und verhindert das «Takten» (häufiges Ein- und Ausschalten). Mit einer Leistung von 5 kWp deckt die PV-Anlage den Energiebedarf zu 40 %.

**Elektrizitätsbedarf** für Beleuchtung, Geräte und allgemeine Gebäudetechnik (ungewichtet): 800 kWh/a plus 20 kWh/m<sup>2</sup> EBF (3800 kWh).

Beheizte Wohnfläche	150 m <sup>2</sup>
Heizwärmebedarf (75 kWh/m <sup>2</sup> )	11 250 kWh
Energiebedarf für Heizung	3630 kWh
Wärmebedarf für Warmwasser	2080 kWh
Energiebedarf für Warmwasser	770 kWh
Energiebedarf für Heizung und Warmwasser	4400 kWh
<b>Gewichtete Energiewerte</b>	
Elektrizitätsbedarf	16 400 kWh
Installierte PV-Leistung	5 kWp
Ertrag PV-Anlage (gewichtet)	8000 kWh
Eigenverbrauch 35 %	2800 kWh
Netzeinspeisung anrechenbar	2080 kWh
Gesamtenergiebedarf pro m <sup>2</sup> Energiebezugsfläche	11 520 kWh 76,8 kWh/m <sup>2</sup>
Minergie-Kennzahl	90 kWh/m <sup>2</sup>



Anzahl Wohnungen	5
Beheizte Wohnfläche	450 m <sup>2</sup>
Heizwärmebedarf (60 kWh/m <sup>2</sup> )	27 000 kWh
Wärmebedarf für Warmwasser 21 kWh/m <sup>2</sup>	9450 kWh
Summe Wärmebedarf	36 450 kWh
<b>Gewichtete Energiewerte</b>	
Energiebedarf für Wärme- erzeugung	45 800 kWh
Ertrag Sonnenkollektoranlage	17 000 kWh
Restbedarf Wärme	19 450 kWh
Energiebedarf Wärme ( $\eta$ 0,95)	20 470 kWh
Elektrizitätsbedarf	19 600 kWh
Gesamtenergiebedarf pro m <sup>2</sup> Energiebezugsfläche	40 070 kWh 89 kWh/m <sup>2</sup>
Minergie-Kennzahl	90 kWh/m <sup>2</sup>

### **Mehrfamilienhaus, Erneuerung, Bau- standard Minergie, Gaskessel und thermische Solaranlage**

Das Gebäude aus den 1950er-Jahren wurde mit neuen Fenstern ausgerüstet und in Dach und Fassade gedämmt. Der erst einige Jahre alte Kondensationskessel erzeugt aus Erdgas Raumwärme und Warmwasser. Der Heizkessel und die thermische Solaranlage arbeiten auf denselben Wärmespeicher, in dem auch der Warmwasserbehälter installiert ist. Die grosse solarthermische Anlage bedingt eine hohe Speicherkapazität.

**Elektrizitätsbedarf** für Beleuchtung, Geräte und allgemeine Gebäudetechnik: 800 kWh plus 20 kWh/m<sup>2</sup> (9800 kWh).

# Weitere Infos

## Minergie Schweiz

Minergie ist seit 1998 der Schweizer Standard für Komfort, Effizienz und Werterhalt. Auf [www.minergie.ch](http://www.minergie.ch) finden Sie weiterführende Informationen und Broschüren zu den Baustandards und Zusatzprodukten von Minergie.

Minergie Schweiz  
Bäumleingasse 22  
4051 Basel  
061 205 25 50  
[info@minergie.ch](mailto:info@minergie.ch)  
[www.minergie.ch](http://www.minergie.ch)

## Swissolar

Swissolar ist der Schweizerische Fachverband für Sonnenenergie. Er vertritt die Interessen von rund 650 Verbandsmitgliedern mit rund 6000 Arbeitsplätzen. Der Verband setzt sich für die vermehrte Nutzung von Solarenergie in der Schweiz ein, sei es in Form von Solarwärme für Warmwasser und Heizung, von Solarstrom oder durch Anwendung der Grundsätze des solaren Bauens.

Geschäftsstelle Swissolar  
Neugasse 6  
8005 Zürich  
044 250 88 33  
[info@swissolar.ch](mailto:info@swissolar.ch)  
[www.swissolar.ch](http://www.swissolar.ch)

## Fachpublikationen

Die Broschüre «Integrale Solararchitektur» von EnergieSchweiz zeigt ästhetisch herausragende Bauten.  
Download unter [www.energieschweiz.ch](http://www.energieschweiz.ch)  
→ Erneuerbare Energien → Solarenergie  
→ Publikationen.

Faktor 43 Photovoltaik: Das Themenheft zeigt den aktuellen Stand der Technik und stellt gute Beispiele aus der Praxis vor.  
[www.faktor.ch](http://www.faktor.ch)

Das Buch «Solararchitektur – Häuser mit solarem Direktgewinn» (2015; ISBN: 978-3-905711-39-4) bietet viel Hintergrundwissen. Zu bestellen bei:  
Faktor Verlag, Zürich,  
[info@faktor.ch](mailto:info@faktor.ch), [www.faktor.ch](http://www.faktor.ch).  
Kostenfreier Download unter [www.energieschweiz.ch](http://www.energieschweiz.ch) → Aus- & Weiterbildung → Bildungswege im Energiebereich → Publikationen.

## Websites

Weitere Informationen:

- [www.swissolar.ch](http://www.swissolar.ch) → Services → Shop/Downloads
- [www.bfe.admin.ch](http://www.bfe.admin.ch) → Themen → Erneuerbare Energien → Solarenergie
- [www.endk.ch](http://www.endk.ch) → Energiepolitik der Kantone → MuKE



**Minergie Schweiz**  
Bäumleingasse 22  
4051 Basel

061 205 25 50 (wochentags 9–17 Uhr)  
info@minergie.ch

[www.minergie.ch](http://www.minergie.ch)

Minergie-Leadingpartner



always the  
best climate

**zehnder**

Publikations-Partner

SWISSOLAR 

Mit Unterstützung von

