



**Messen. Steuern.
Optimieren.**

Planen und Betreiben für mehr Energieeffizienz

Inhalt

Ganzheitlich planen, optimal betreiben	3
Energiesystem Gebäude	4
Produktion und Verbrauch	6
Grossverbraucherin E-Mobilität	8
Nutzen für Eigentümerschaften und Netz	10
PV als Teil des Gesamtsystems	12
Monitoring im Gebäude	14
Monitoring+	16
Minergie-Betrieb	17
Minergie-Betrieb schlägt Brücken	18
Effizient dank Minergie-Betrieb	19
Sonnenstrom im Smart Home	20
Komfort dank Automation	21
Weitere Infos	22

Impressum

Herausgeber

Verein Minergie

Veröffentlichung

2021, Überarbeitung Mai 2025

Produktion

Konzept und Text: Sabine von Stockar,
Maximilian Schaffrinna, Irina Zindel
und Marcel Habegger (Update),
Verein Minergie, Basel

Redaktion: Sandra Aeberhard,
Faktor Journalisten AG, Zürich

Grafik: Christine Sidler und Noemi Bösch,
Faktor Journalisten AG, Zürich

Druck: Steudler Press AG, Basel

Bildnachweis

Titelbild: MFH Grabenweg, Möriken,
Foto: Setz Architektur AG; **Seite 7:**
BE Netz AG; **Seite 9:** Plug'n Roll; **Seite 19:**
NeoVac; **Seite 20:** iNeedContent GmbH;
Seite 21: Wegmüller|Briggen Architektur AG



Ganzheitlich planen, optimal betreiben

Gebäude sollen nicht nur gut geplant, sondern auch gut betrieben werden. Sie spielen für die Dekarbonisierung eine entscheidende Rolle. Zum Beispiel ersetzen Wärmepumpen Ölheizungen und Ladestationen am Gebäude Tankstellen. Effizient gebaut, verbrauchen Gebäude dennoch weniger Energie und werden dank Photovoltaikanlagen zu Stromproduzenten. Das Ziel ist, möglichst wenig Kilowattstunden zu verbrauchen, viel erneuerbaren PV-Strom zu produzieren und eine Harmonisierung von Produktion und Verbrauch zu erreichen. Richtig geplant bedeutet: besser betreiben mit Vorteilen für Nutzende und Klima. Der Energiebedarf, die CO₂-Emissionen und die Energiekosten sinken, während der Komfort erhöht werden kann.

Energiesystem Gebäude

Gebäude spielen auf dem Weg zur Klimaneutralität eine wichtige Rolle. Sie sind zunehmend energieeffizienter und durch Photovoltaikanlagen auf dem Dach oder an der Fassade werden sie zum Kraftwerk. Die Energieperspektiven 2050+ des Bundesamtes für Energie sehen vor, dass bis 2050 rund 34 TWh elektrische Energie durch Photovoltaik (PV) bereitgestellt werden sollen – ein Zubau um Faktor 13

gegenüber 2020. Gleichzeitig verbrauchen Gebäude immer mehr Strom: Wärmepumpen ersetzen Öl- oder Gasheizungen und Elektroautos laden in der Garage. Damit die Schweiz das Netto-Null-Ziel erreichen kann, muss das Energiepotenzial der Gebäude optimal genutzt werden. Diese werden möglichst viel erneuerbare Elektrizität produzieren und sie effizient vor Ort verbrauchen.

Gebäude tragen massgeblich zur Energiewende bei

Energie effizient nutzen: Durch eine optimale Dämmung und effiziente Gebäudetechnik spart ein Gebäude Energie. Ein kontinuierliches Monitoring und die Optimierung sorgen für richtige Einstellungen. **Minergie-Gebäude sind bezüglich Dämmung und Haustechnik optimiert.**

Erneuerbaren Strom produzieren: Der Zubau von Photovoltaikanlagen birgt in der Schweiz das grösste Potenzial für die Produktion von erneuerbarem Strom. Aussenflächen von Gebäuden bieten sich dafür geradezu an: Es werden keine Grünflächen verbaut und der Strom wird dort produziert, wo er genutzt wird. **Minergie-Neubauten decken ihren Stromverbrauch teilweise selbst.**

Solarstrom für das Laden von Elektroautos bereitstellen: Die Substitution von benzin- und dieselbetriebenen Fahrzeugen durch Elektroautos ist ein zentrales Element der Dekarbonisierung. Werden sie mit erneuerbarem Strom vom Dach geladen, verbessert sich ihre Umweltbilanz deutlich. **Minergie-Gebäude sind klimafreundliche Ladestationen.**

Wenig CO₂ emittieren: Anstelle von Öl- oder Gasheizungen kommen Holzfeuerungen, Wärmepumpen oder Fernwärme zum Einsatz. Über 80% der Neubauten sind heute bereits mit einer Wärmepumpe ausgestattet, für deren Betrieb idealerweise erneuerbarer Strom genutzt wird. **Die Wärmeerzeugung im Minergie-Gebäude ist fossilfrei.**

Eigenverbrauch und Netzstabilität erhöhen: Ein optimiertes Gebäude weist einen hohen Eigenverbrauch auf und bezieht nur wenig Strom aus dem Netz. Optimalerweise benötigt es weniger teils CO₂-belasteten Netzstrom (vor allem im Winter) und trägt zur Entschärfung von Leistungsspitzen im Stromnetz bei. **Minergie-Gebäude sind verbrauchsoptimiert und fördern den Eigenverbrauch.**

Gebäude produzieren und verbrauchen mehr elektrische Energie

Rahmenbedingungen

Abkehr von nuklearer und fossiler Energie
Stromproduktion sinkt

Ersatz von fossilen Energieträgern mit Strom
Strombedarf steigt

Erneuerbare Energieproduktion muss stark ausgebaut und produzierte Energie effizient genutzt werden

Massnahmen am Gebäude

Effizienzgewinne durch Bauweise und Haustechnik

Harmonisierung Produktion und Verbrauch

PV-Zubau an Gebäuden

Mehrwert

Eigentümerschaften und Nutzende
Tiefere Energiekosten und Komfortoptimierung

Klima und Umwelt
Tiefer Energieverbrauch, kaum CO₂-Emissionen im Betrieb und hohe Effizienz

Energieeffiziente Gebäude, die eigenen Strom produzieren und optimal einsetzen, sind Teil der Lösung. Sie bringen Mehrwerte für Eigentümerschaften und das Klima.

Effizienz und Komfort im Minergie-Gebäude

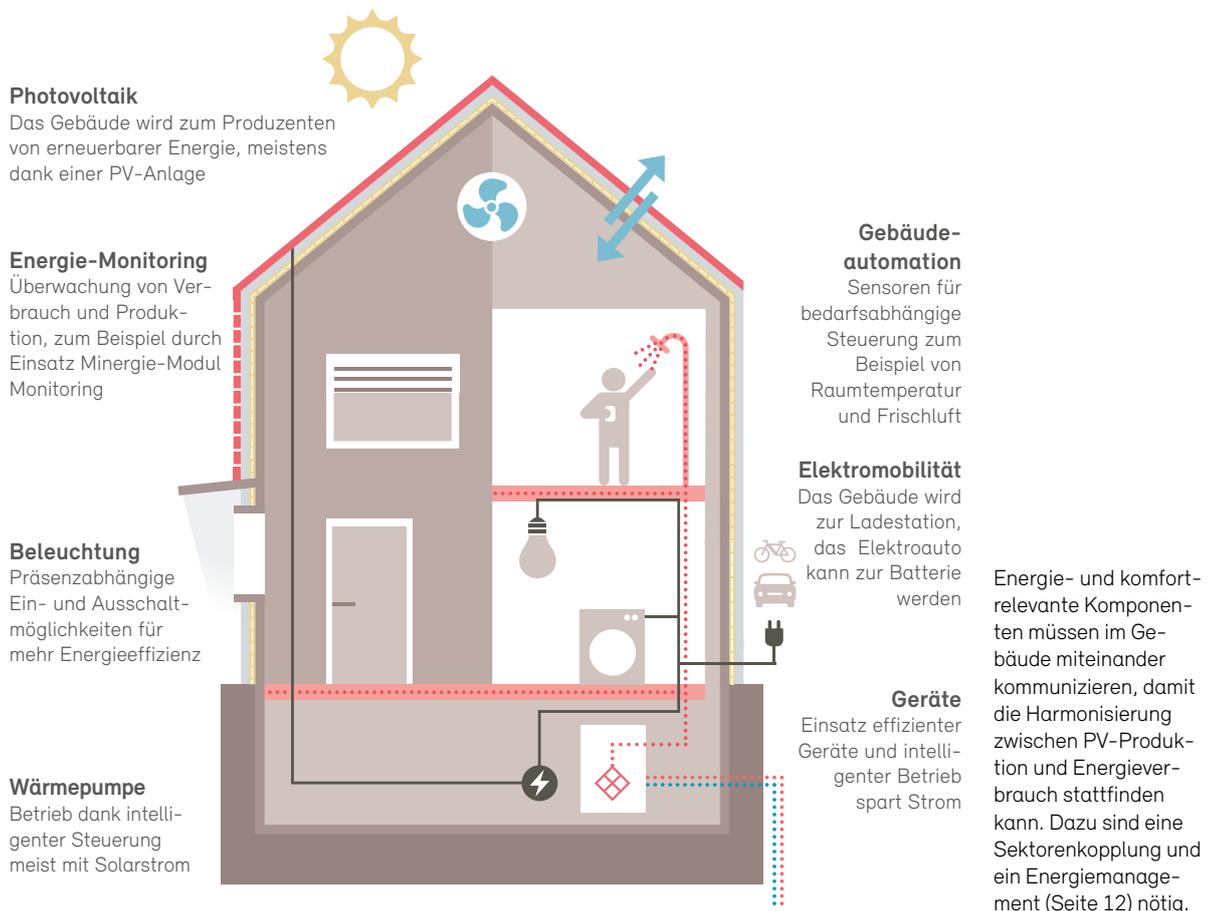
Mit einer optimalen Gebäudehülle, effizienter Haustechnik und erstklassigen Geräten ist der Betrieb eines Minergie-Gebäudes auf einen tiefen Energiebedarf ausgelegt. Um diesen zu decken, produzieren PV-Module auf dem Dach oder an der Fassade Elektrizität. Ein intelligentes Gesamtkonzept koppelt die verschiedenen Sektoren im Gebäude (siehe Kasten) und eine optimierte Steuerung der Gebäudetechnik sorgt für einen energieeffizienten Betrieb. Werden Gebäudeautomationselemente wie Lüftung und Raumtemperatur ebenfalls gekoppelt, sorgt das Gesamtkonzept zudem für massgeschneiderten Komfort. Ein Monitoringsystem

sorgt für eine kontinuierliche Überwachung und Optimierung des Energieverbrauchs im Betrieb.

Sektorenkopplung: Wärme, Elektrizität und Mobilität vernetzen

Unter Sektorenkopplung versteht man die Vernetzung der in der Energie- und Bauwirtschaft bisher oft unabhängig voneinander betrachteten Sektoren Elektrizität, Wärme- und Kälteversorgung sowie Mobilität. Ziel ist ein flexibles Gesamtsystem mit einem tiefen Energieverbrauch, gegenseitigem Austausch und der Nutzung vorhandener Speicher. Da alle Sektoren eng mit dem Gebäude verknüpft sind, ist es empfehlenswert, diese Kopplung bereits früh in der Planung zu berücksichtigen. Die Sektorenkopplung ist ein wichtiger Schritt auf dem Weg zur Dekarbonisierung und zu mehr Energieeffizienz.

Komponenten im Minergie-Gebäude zusammen denken



Produktion und Verbrauch

Produktion und Verbrauch rücken örtlich am Gebäude zusammen und müssen zeitlich harmonisiert werden. Doch ist die Produktion von PV-Strom wetter- und tageszeitabhängig. Eine produktionsabhängige Verbrauchssteuerung steigert die Effizienz im Betrieb und die Wirtschaftlichkeit der PV-Anlage. Wird viel Energie lokal genutzt, vermindern sich auch die Übertragungsverluste (Seite 10).

Abstimmen mit EMS

Ein Energiemanagementsystem (EMS) koordiniert Produktion und Verbrauch, indem es Informationen der Produzenten und Verbraucher im Gebäude sammelt und Steuerbefehle erteilt. Um diese Kommunikation zu ermöglichen, müssen Energieerzeugung und Energieverbrauch in Echtzeit erfasst werden. Wird etwa ein Überschuss ins Netz eingespeist, geht die Wärmepumpe in Betrieb. Falls hingegen

die Ansprüche an die Raumtemperatur dies erfordern, muss sich die Wärmepumpe auch bedarfsabhängig zuschalten, um den Komfort zu gewährleisten. Ein Monitoring (Seite 14) ermöglicht die Überwachung der Steuerung im Betrieb.

Energiespeicher im Gebäude

Ein energieeffizienter Gebäudebetrieb mit erneuerbarem Strom kann durch verschiedene Formen der Energiespeicherung unterstützt werden (Tabelle unten). Thermische Speicher für Trinkwasser können dann aufgeladen und sogar «überladen» werden, wenn die Sonne scheint. Zusätzliches Speicherpotenzial birgt das Gebäude selbst, da massive Bauteile wie Betondecken oder Aussenwände sehr träge auf Temperaturschwankungen reagieren.¹ Der Vorteil dieser Speicher ist, dass sie keine Zusatzkosten nach sich ziehen.

¹ Eine massive Bauweise verursacht allerdings in der Erstellung einen höheren Verbrauch an grauer Energie als eine Leichtbauweise.

Übersicht Speichermöglichkeiten am Gebäude

Dauer	Typ	Kapazität	X Tagesbedarf Strom einer Familie	Zusatzkosten zu Gebäude, Grössenordnung	Anzahl Ladezyklen	Bemerkungen
Tagesspeicher oder Kurzzeit-speicher	Batterien (Lithium, stationär)	10 kWh	1	1300 Fr./kWh	5000	+ hohe Energiedichte, robust
	Batteriespeicher E-Mobil (Lithium, fahrend)	20 bis 80 kWh	2 bis 8	~ 10 000 Fr. für bidirektionale Ladestation	5000	+ Fahrzeug ohnehin vorhanden, grosse Energiemengen und Leistungen möglich – noch nicht verbreitet
	Salzbatterien (stationär)	10 kWh	1	1700 Fr./kWh	5000	+ sicher und sauber – höherer Platzbedarf, (noch) teuer
	Gebäudemasse (+/-3 K)	ca. 60 kWh	~ 6	keine	unbegrenzt	+ sowieso vorhanden – abhängig von Bauweise
	Warmwasserspeicher 150 bis 300 Liter	10 bis 25 kWh	1 bis 2	keine	unbegrenzt	+ sowieso vorhanden
Saison-speicher	Regeneration Erdsondenfeld	70 000 kWh	7000	2000 – 10 000 Fr. (ohne Sondenfeld und Wärmequelle)	unbegrenzt	+ Erdsonde kann länger und effizienter genutzt werden
	Eisspeicher 30 m ³	3000 kWh	300	60 000 Fr.	unbegrenzt	+ effizientes Heizen und Kühlen – noch wenig verbreitet
	Wasserstoff in Druckgasflaschen	1500 kWh	150	100 000 Fr.	k. A.	+ liefert auch elektrische Energie, Aufladung durch PV on-site – noch wenig verbreitet, teuer
	Solare Grosswärmespeicher 20 m ³	1500 kWh	150	35 000 Fr. (ohne Raumkosten)	unbegrenzt	+ robuste Technologie – grosser Platzbedarf

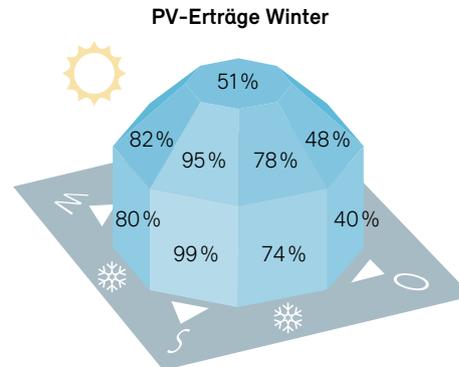
Zu beachten: Elektrische Energie kann nicht direkt mit thermischer Energie verglichen werden, da sie hochwertiger ist (reine «Exergie») als die thermische.

Heimspeicherbatterien können elektrische Energie direkt speichern. Sie werden idealerweise eingesetzt, um überschüssige Energie einzuspeichern und Leistungsspitzen zu reduzieren. Elektroautos dienen mittelfristig als «fahrende» Batteriespeicher – die Batterie kann auch für den Betrieb des Gebäudes genutzt werden (Vehicle-to-home). All diese Speichermöglichkeiten eignen sich allerdings nur als Kurzzeitspeicher. Zudem verursachen Speicher Zusatzinvestitionen und graue Energie. Ob und welche Speicher sinnvoll und wirtschaftlich sind, muss projektspezifisch abgeklärt werden.

Saisonale Optimierung

Saisonale Speicher, die Energie über Wochen und Monate speichern, sind noch wenig verbreitet. Diese saisonale Optimierung ist wichtig, weil im Winter der Strombedarf höher ist und die Wasserkraftwerke weniger Strom produzieren. Das führt dazu, dass Strom aus Kohle- und Gaskraftwerken importiert werden muss und der Strommix in der Schweiz eine schlechtere CO₂-Bilanz aufweist. Bei Gebäuden handelt es sich um thermische Speicherformen wie Erdsondenregeneration, Eisspeicher oder solare Grosswärmespeicher (Tabelle Seite 6).

Eine saisonale Optimierung kann auch verbrauchsseitig stattfinden: Heute sind PV-Anlagen in der Regel auf einen maximalen Jahresertrag ausgerichtet. Doch ist vor allem im Winter der Bedarf sehr hoch. Nebst grösseren Anlagen können beispielsweise steilere Neigungswinkel der Dachpanels oder eine Einkleidung der Fassade mit PV-Modulen die Eigenbedarfsdeckung erhöhen. Eine steilere Modulordnung vermeidet in höheren Lagen den Ertragsausfall durch Schneeeindeckung. Auch die Tagesoptimierung muss mitgedacht werden: Die Energie sollte dann verbraucht werden, wenn die PV-Anlage viel produziert. Bei Wohnbauten kann es daher sinnvoll sein, die Anlage so auszurichten, dass morgens (Ost) und abends (West) mehr Energie produziert wird. Bei Zweckbauten mit hohen Tagesverbräuchen kann eine Ausrichtung auf maximalen Ertrag (Süd) sinnvoll sein.



PV-Ertragspotenzial im Winter für Standort Bern: 100% entspricht dem Maximalertrag bei Südausrichtung und 65° Neigung. Im Gegensatz zum maximalen Jahresertrag bei 45° Südausrichtung sind für die Winterproduktion steilere Winkel vorteilhaft.



Für mehr erneuerbare Stromproduktion und einen maximalen Ertrag im Winter sollen eine steilere Neigung und das Fassadenpotenzial geprüft werden. Dabei sollte auf Beschattung der Nebengebäude geachtet werden.

Grossverbraucherin E-Mobilität

Die Zulassungen von Elektroautos haben in den vergangenen Jahren exponentiell zugenommen. Diese Elektrofahrzeuge müssen aufgeladen werden. Rund 90% der Ladevorgänge finden am Gebäude statt. Elektroautos sind vor allem dann CO₂-arm, wenn sie mit erneuerbarem Strom geladen werden. Da Autos die meiste Zeit herumstehen, ist es sinnvoll, Wohn- und Zweckgebäude (Arbeitsplatz) mit Ladestationen auszurüsten. So lassen sich die Fahrzeuge unter der Woche und

am Wochenende tagsüber bequem dann laden, wenn die PV-Anlage erneuerbaren Strom produziert.

Sonnenstrom laden

Für das Management elektrischer Energie im Gebäude ist die Elektromobilität relevant: Sie benötigt nämlich zusätzlich je nach Fahrverhalten etwa 50% der für Heizung, Warmwasser und Strom im Gebäude verbrauchten Energie. Damit Strom vom eigenen Dach verwendet werden kann, müssen die Elektroladestationen Lasten optimieren können und in das Energiemanagement des Gebäudes eingebunden sein.

Eckdaten Elektroautos

Verbrauch	16 bis 30 kWh/100 km
Batteriegrösse	20 bis 100 kWh
Reichweite	200 bis 500 km pro Vollladung
Ladeleistungen	typischerweise 11 kW

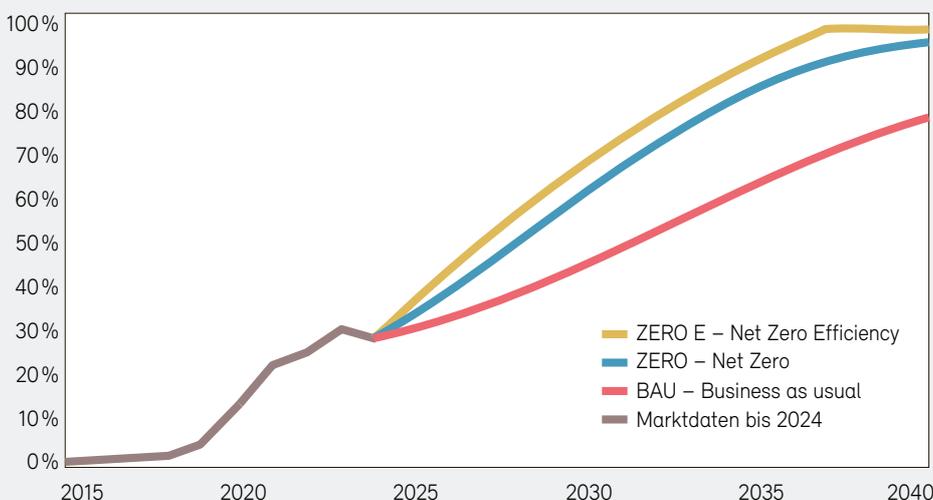
Der Verbrauch ist vom Fahrverhalten und vom Auto abhängig. Die aufgeführte Grösse der PV-Anlage wird dann benötigt, wenn das Auto nicht auswärts geladen wird.

Stromverbrauch Elektroauto

Fahrverhalten	Benötigte Energie	Grösse PV-Anlage
Gelegenheitsfahrer mit Mittelklassewagen (5000 km/Jahr)	1000 kWh/Jahr (zusätzlich zu 6000 kWh/Jahr für Verbrauch im EFH mit WP)	ca. 8 m ² mehr PV-Fläche (ca. 1 kWp)
Pendler mit Oberklassewagen (25 000 km/Jahr)	6200 kWh/Jahr (zusätzlich zu 6000 kWh/Jahr für Verbrauch im EFH mit WP)	ca. 50 m ² mehr PV-Fläche (ca. 7 kWp)

Prognose Entwicklung Elektromobilität bis 2040

Anteile BEV, PHEV und FCEV am Neuwagenmarkt



Entwicklung der Elektrofahrzeuge bis 2040 in drei Szenarien. Bei den Daten bis 2024 handelt es sich um Realdaten, die weitere Entwicklung ist eine Prognose. Demnach werden die Neuzulassungen von Steckerfahrzeugen bis 2040 bei nahezu 100% liegen. Quelle: EBP, 2021, angepasst durch Minergie.

BEV	Battery Electric Vehicle: batterieelektrisches Auto – vollelektrifiziert, mit Stecker
PHEV	Plug-In Hybrid Electric Vehicle: Hybridelektroauto – teilelektrifiziert, mit Stecker
FCEV	Fuel Cell Electric Vehicle: Brennstoffzellenelektroauto – vollelektrifiziert, kein Stecker, Energieträger Wasserstoff

Elektroladestationen planen

Damit die Infrastruktur mit der Entwicklung der Elektromobilität Schritt halten kann, lohnt es sich, die Ladestationen oder die Vorbereitungen für deren Ausbau von Anfang an mitzuplanen und ins Energiemanagementsystem zu integrieren. Ladestationen am Gebäude müssen in der Regel nicht schnell laden können (niedrige Leistung), da das Auto längere Zeit geparkt bleibt. Sie sollten aber in Ausnahmefällen in der Lage sein, mehr Leistung zu beziehen (zum Beispiel gegen Aufpreis). Schnellladungen sind für unterwegs sinnvoll.

Informationen zur Dimensionierung des Hausanschlusses und zur Ausrüstung des Gebäudes mit Elektroladestationen gibt das Merkblatt SIA 2060.

Checkliste für die Planung

- In jedem Fall Leerrohre und Platzreserven für potenzielle Anschlüsse vorsehen.
- Verkabelung und Absicherung richtig dimensionieren. Ab zwei Ladestationen Lastmanagement vorsehen, um Lastspitzen zu vermeiden.
- Hausanschluss entsprechend auf die optimierten Lasten auslegen.
- Ladestation muss in das Energiemanagementsystem des Gebäudes eingebunden werden können (kompatible Schnittstelle).
- In Mehrfamilienhäusern geeignetes Abrechnungssystem vorsehen.
- Prüfen, ob die Ladestationen Prioritäten berücksichtigen sollen (Notfallladen).
- Zuleitung zur Ladestation möglichst kurz halten und so dimensionieren, dass bei maximaler Belastung kein wesentlicher Spannungsabfall auf der Leitung entsteht.
- Eine sinnvolle Höhe für die Ladestation beträgt zwischen 100 und 150 cm ab Boden.
- Bei Parkplätzen im Freien wird empfohlen, ein Schutzdach zu installieren (direkte Sonneneinstrahlung und Regen vermeiden).
- Gehwege oder passierbare Bereiche zwischen Elektrofahrzeug und Anschlusspunkt vermeiden, um Stolpergefahr durch Kabel zu verhindern.
- Elektrofahrzeuge verfügen üblicherweise über Kabel von 3 bis 5 m Länge. Eine Halterung für das Ladekabel erleichtert die Nutzung der Ladeinfrastruktur.



Gut geplante Ladestationen sind in der Garage problemlos montierbar. Die Kombination mit einem Lastmanagement, das den PV-Strom vom eigenen Dach priorisiert, sorgt für eine CO₂-arme Mobilität.

Nutzen für Eigentümerschaften und Netz

Ein möglichst hoher Eigenverbrauch respektive Autarkiegrad durch die Abstimmung der einzelnen Komponenten spart Kosten im Betrieb. Dies, weil der selbst produzierte Strom günstiger ist als der Netzstrom. Hinzu kommt, dass die Energieversorger den ins Netz eingespeisten Strom bei einer Überproduktion zu einem sehr tiefen Tarif vergüten. Der Eigenverbrauch ist daher deutlich wirtschaftlicher als eine Rückspeisung. Eine Eigenverbrauchsoptimierung und Maximierung des Autarkiegrads sorgen dafür, dass Elektrizität dann verbraucht wird, wenn die PV-Anlage auf dem Dach oder an der Fassade viel produziert. Dieser wirtschaftliche Vorteil wiegt die höheren Investitionskosten auf.

Zusammenschluss zum Eigenverbrauch

Um den produzierten Solarstrom möglichst lokal zu verbrauchen, können sich die betroffenen Parteien zusammenschließen und organisieren, zum Beispiel als Zusammenschluss zum Eigenverbrauch (ZEV). Ein solcher Zusammenschluss bringt für die Beteiligten auch einen wirtschaftlichen Mehrwert.

Strom vom Dach ist günstiger als Netzstrom

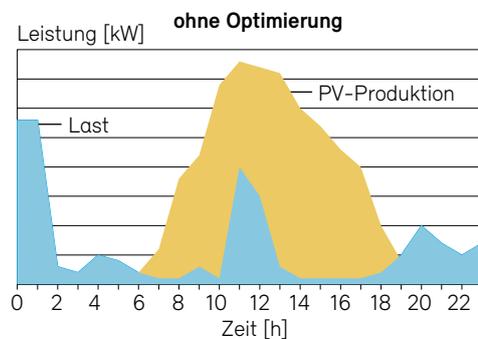
Geht man von einem durchschnittlichen Installationspreis einer PV-Anlage von 2000 Fr./kWp und einem Jahresertrag von 800 kWh/kWp aus, ergeben sich über eine Lebensdauer von 25 Jahren Stromgestehungskosten von 11 Rp./kWh. Der Preis für Netzstrom in einem Haushalt beträgt dagegen inklusive Übertragungskosten und Abgaben ca. 20 Rp./kWh. Jede kWh, die von der PV-Anlage auf dem Dach produziert und vor Ort verbraucht wird, spart also in diesem Rechenbeispiel 9 Rp.

Eigenverbrauch, Autarkie und Lastspitzen optimieren

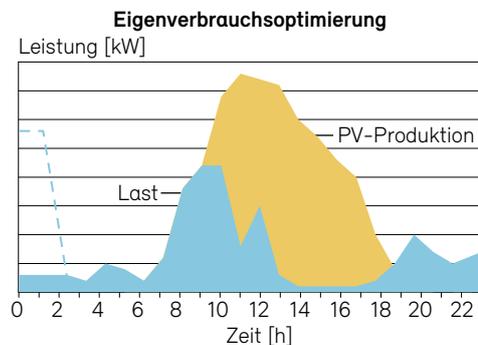
Die Eigenverbrauchsoptimierung zielt darauf ab, möglichst viel selbst produzierte Elektrizität zeitgleich zur Produktion vor Ort zu verbrauchen. Dies geschieht, indem die Verbraucher dann zugeschaltet werden, wenn die Produktion höher ist als der Bedarf.

Der Autarkiegrad bildet das Verhältnis zwischen Eigenverbrauch und totalem Energieverbrauch des Gebäudes ab. Ihn zu optimieren, ist in jedem Fall sinnvoll, weil er einem verschwenderischen Energieverbrauch entgegenwirkt.

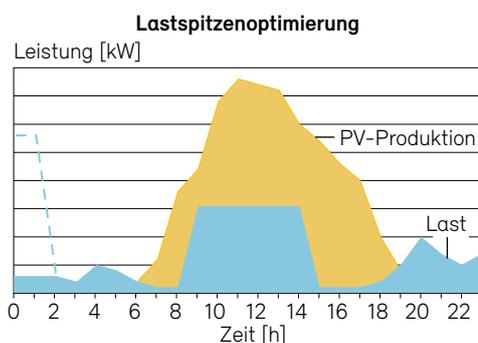
Eine Lastspitzenoptimierung hat zum Ziel, Netzbezug und Netzurückspeisung zeitlich so zu verschieben, dass die Spitzen möglichst tief sind. Dadurch können Netzanschluss- und Leistungskosten minimiert werden. Diese Anwendung ist heute vor allem für Landwirtschafts- und Gewerbebetriebe interessant, die einen leistungsabhängigen Strompreis bezahlen. Es gibt allerdings bereits erste Netzgebiete, in denen auch Wohnbauten dynamische Stromtarife erhalten.



Hoher Netzbezug in der Nacht, viel ungenutzter PV-Strom am Tag.



Tiefer Netzbezug in der Nacht, hoher Eigenverbrauch mit Lastspitzen.



Tiefer Netzbezug und geringere Einspeisespitze bei konstanter Verbraucherleistung während PV-Produktionsspitze.

Massgeschneiderter Komfort

Die Optimierung der Energieflüsse im Gebäude hat nicht nur finanzielle und energetische Vorteile. Das intelligente Energiemanagement kann mit einer Einbindung der Gebäudeautomation für massgeschneiderten Wohnkomfort sorgen. So lassen sich beispielsweise die Raumtemperatur und der Luftaustausch automatisch regeln und auf die Bedürfnisse der Nutzenden abstimmen.

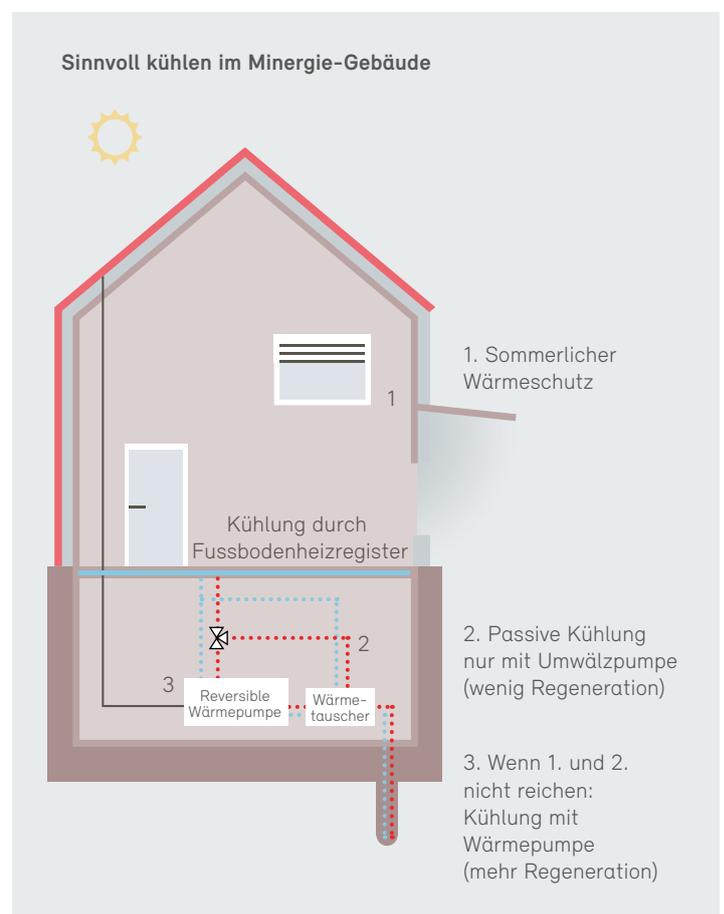
Kühlen mit PV-Strom

Aufgrund der heisser werdenden Sommer ist die Kühlung von Büro- oder Wohnbauten immer gefragter. In Wohngebäuden, die über einen guten sommerlichen Wärmeschutz verfügen, sind Klimaanlage in der Regel nicht nötig. Dennoch kommen vermehrt auch Kühlsysteme zum Einsatz, etwa bei Wohngebäuden mit einem hohen Glasanteil in der Fassade. Diese lassen sich idealerweise mit den Erdsonden einer Wärmepumpe passiv kühlen. Dabei wird die niedrige Temperatur des Erdreichs oder des Grundwassers lediglich mittels des Betriebs einer Umwälzpumpe genutzt. Das Erdreich wird durch den Temperaturexchange leicht regeneriert. Aktive Kühlsysteme gilt es in das energetische Gesamtsystem des Gebäudes einzubinden. Photovoltaikanlagen und aktive Kühlsysteme sind eine sinnvolle Kombination: Mit der Intensität der Solarstrahlung steigt parallel zum Überhitzungsrisiko auch der PV-Ertrag. Erfolgt die aktive Kühlung mit einer reversiblen Wärmepumpe, dient dies zudem zur aktiven Regeneration des Erdreichs im Umfeld einer Erdsonde – was die Effizienz der Wärmepumpe im Winter steigert. Bei Zweckbauten ist der Kühlbedarf in der Regel stark von der Nutzung abhängig. Da diese am Tag am höchsten ist, kann der PV-Strom ebenfalls für die Kühlproduktion verwendet werden.

Stabiles Stromnetz

Mit der steigenden PV-Produktion auf dem Dach und an der Fassade wandelt sich das Verhältnis von Gebäude und Stromnetz vom reinen Bezugsverhältnis zu einem Bezugs-Liefer-Verhältnis. Das Gebäude wird zum «Prosumer». Dieser Austausch von elektrischer Energie zwischen Gebäude und Stromnetz birgt neue Herausforderungen im Umgang mit Spitzenlasten. PV-Anlagen produzieren an einem sonnigen Tag über Mittag viel Elektrizität, was bei einem starken Ausbau der PV-Produktion zu grossen Überschüssen führen kann. Ein hoher, optimierter Eigenverbrauch sowie eine zeitliche Verschiebung des Verbrauchs hin zu Zeiten mit hoher Produktion sorgt dafür, dass die Übertragungskapazität des Stromnetzes ausreicht und die gesamte produzierte Energie sinnvoll genutzt werden kann.

Massnahmen, die ohne (1.) oder mit nur geringem (2.) Energieeinsatz wirken, sind einer aktiven Kühlung mit einer Kältemaschine (3.) vorzuziehen. Wird Energie benötigt, soll das System so gesteuert werden, dass mit Sonnenstrom gekühlt wird.



PV als Teil des Gesamtsystems

Eine gute Dämmung, eine effiziente Haustechnik, ein effektiver sommerlicher Wärmeschutz und ein kontinuierlicher Luftaustausch bilden das Fundament eines Minergie-Gebäudes: Dieses bietet den Nutzenden Schutz und Komfort bei einem tiefen Energieverbrauch. Um die Energie vom eigenen Dach möglichst effizient zu nutzen, sollte dieses Fundament über ein Energiemanagementsystem mit der Photovoltaikanlage verbunden werden. Dadurch wird der Abgleich zwischen Produktion und Verbrauch optimiert. Bereits bei der Planung lassen sich die Stufen der Einbindung definieren.

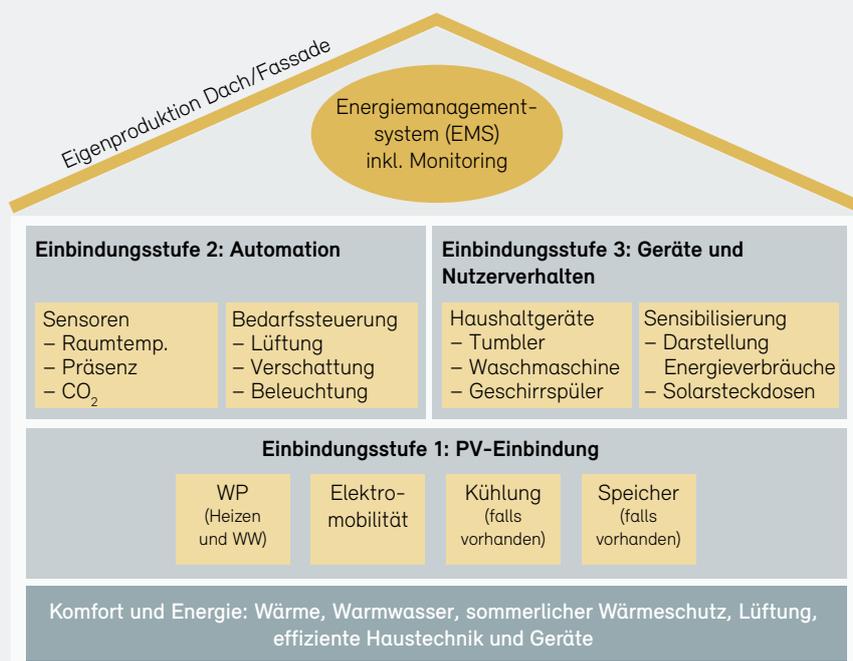
Nutzende sensibilisieren

Auch das richtige Nutzerverhalten trägt zur Energieeffizienz eines Gebäudes bei. Sichtbare Echtzeit-Energieverbräuche oder Solarsteckdosen, die nur bei Sonnenstromüberschuss geführt werden, sensibilisieren Bewohnerinnen und Bewohner. Sie zeigen auf, wann Sonnenenergie genutzt werden kann.

Stufen der Einbindung

- **Einbindungsstufe 1** besteht in der Verbindung der intensiven Stromanwendungen wie Wärmepumpe für Heizung und Brauchwarmwasser, Elektrofahrzeug und falls vorhanden der aktiven Kühlung oder einer Hausbatterie mit der PV-Anlage.
- In **Einbindungsstufe 2** kommt die Gebäudeautomation dazu. Automatisierte Abwesenheitsschaltungen ermöglichen beispielsweise Energieeinsparungen im Wärme- und Beleuchtungsbereich und sorgen gleichzeitig für erhöhten Wohn- und Bedienungskomfort.
- **Einbindungsstufe 3** umfasst weitere, weniger intensive Stromanwendungen. In Wohnbauten sind dies beispielsweise Haushaltsgeräte, wovon Waschmaschine und Tumbler die flexibelsten und stromintensivsten sind. In Zweckbauten können dies Klimageräte oder die Nutzung von Prozessenergie sein.

Abstimmung von PV und Stromanwendungen dank EMS



Bei der Planung muss definiert werden, welche Einbindungsstufe angestrebt wird. Das Energiemanagementsystem (EMS) fungiert als Schaltzentrale und steuert die verschiedenen Anwendungen zur Harmonisierung zwischen PV-Produktion und Verbrauch. Diese sind nicht zwingend aufeinander aufbauend, sondern können einzeln integriert werden.

Optimierung auf Gebäudetyp und Bedürfnis abstimmen

Welche Einbindungsstufen geplant und wie sie kombiniert werden sollen, ist vom Gebäude, dessen Grösse und Komplexität sowie vom vorgesehenen Betrieb abhängig. Zudem spielen die Bedürfnisse von Bauherrschaft und Nutzenden eine wichtige Rolle.

Wohnbauten

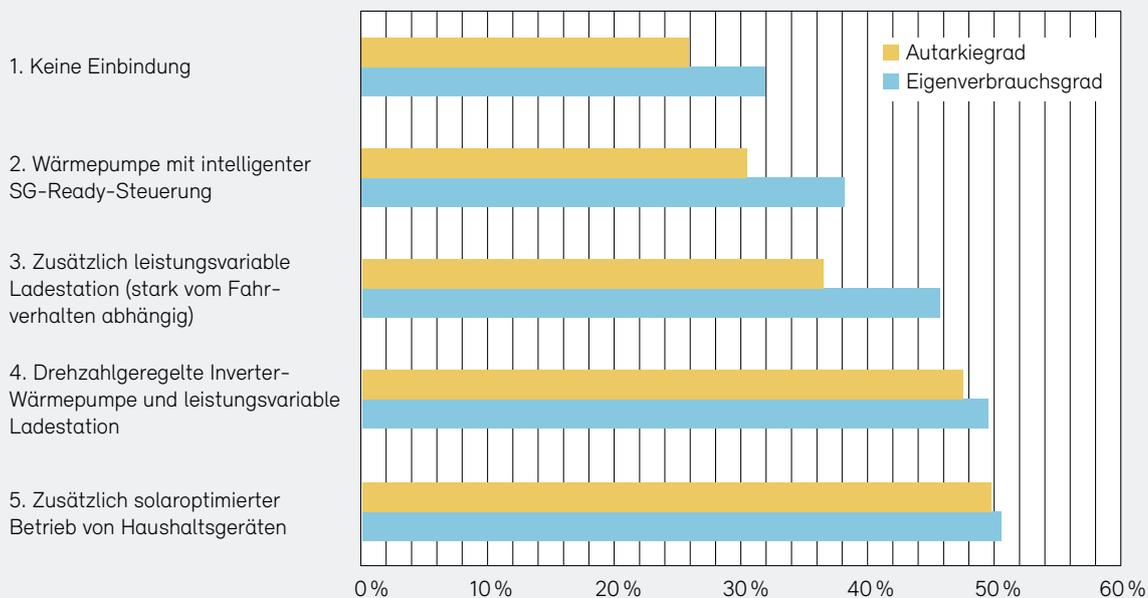
Für Wohnbauten ist aufgrund des hohen energetischen Nutzens auf jeden Fall die Umsetzung der Einbindungsstufe 1, also der Einbindung der PV-Anlage mit den grossen Stromverbrauchern wie Wärmepumpe und Elektrofahrzeug, empfehlenswert. Die Einbindung von Elementen der Stufe 2 wie Temperatursensoren sollte im Einzelfall geprüft werden. Elemente der Einbindungsstufe 3 können nach Bedarf ergänzt werden. Bei grösseren Wohnbau-

ten wie auch bei Zweckbauten ist überdies ein automatisiertes Gesamtsystem sinnvoll, das alle relevanten Gebäude-technik-Komponenten intelligent miteinander verbindet.

Zweckbauten

Zweckbauten haben sehr spezifische Anforderungen und sind oft in einem grossen Mass automatisiert und geregelt. Sie sind meist tagsüber in Betrieb und erzielen dadurch einen hohen Eigenverbrauch. Während die Einbindung grosser Elektrizitätsverbraucher in den meisten Fällen sinnvoll ist, muss die Integration weiterer Verbraucher sorgfältig evaluiert werden. Überdies sollen Planende auch hier darauf achten, integrierbare Systeme einzusetzen, die miteinander kommunizieren.

Eigenverbrauchs- und Autarkiegrad in Abhängigkeit der intelligenten Einbindung (Simulation mit Polysun)



Gebäude: EFH, Minergie, 150 m² EBF, Fussbodenheizung
 PV-Anlage: 9 kWp, 30° Süd
 Lastprofil: Familie mit Kindern, 5000 kWh/a
 Wärmeerzeugung: Heizen und Warmwasser mit Luft-Wärmepumpe 10 kW
 Thermische Speicher: 600 l Pufferspeicher, 300 l Warmwasserspeicher; Inverter-WP mit 1200 l Kombispeicher
 Elektromobil: Mittelklasse 60 kWh Kapazität, 11 kW Ladestation, Fahrleistung 9800 km im Jahr
 Solarer Gerätebetrieb: 200 kWh mehr Eigenverbrauch durch gezielte Solarstromnutzung

Richtwerte für Eigenverbrauchs- und Autarkiegrade in Abhängigkeit der eingebundenen Gerätegruppen. Es handelt sich hier um ein Beispielgebäude mit PV-Anlage. Werden alle Geräte eingebunden, erhöht sich der Autarkiegrad auf 50% (Potenzial der thermischen Gebäudemasse nicht berücksichtigt).

Monitoring im Gebäude

Ein effizientes Energiemanagement erfordert eine kontinuierliche Überwachung der Energieproduktion und des Energieverbrauchs. Nur so lassen sich Störungen oder Ineffizienzen frühzeitig erkennen und beheben. Dies spart Betriebskosten und verlängert die Lebensdauer der Gebäudetechnik. Ein modernes Monitoringsystem zeichnet Betriebs- und Zählerdaten im Gebäude automatisiert auf und bereitet diese für die Nutzenden auf.

Fachpersonen werten die gesammelten Daten systematisch aus und interpretieren sie. Dadurch lassen sich Handlungsempfehlungen zur Optimierung des Gebäudebetriebs ableiten und eine Effizienzsteigerung erzielen. Auch weitere Synergien, beispielsweise durch einen Zusammenschluss zum Eigenverbrauch (ZEV), werden ersichtlich. Überdies können die Daten zur vereinfachten Energiekostenabrechnung dienen.

Einige zertifizierte Anbieter ermöglichen Zusatzfunktionen, die über das reine Monitoring hinausgehen und weitere Bedürfnisse abdecken (siehe Grafik Seite 12):

– **Komfort-Monitoring:** Neben den Energiemessungen werden komfortrelevante Parameter wie CO₂-Gehalt, Raumtemperatur und relative Luftfeuchtigkeit erfasst und ausgewertet.

– **Energiemanagementsystem (EMS):** Diese Funktion geht über das Messen hinaus und ermöglicht eine gezielte Steuerung der Verbraucher. Geprüfte Funktionen unterstützen das Lastmanagement und die Optimierung des Eigenverbrauchs.

Ein professionelles Monitoringsystem verbessert nicht nur die Energieeffizienz, es steigert auch den Wohnkomfort und erhöht die Betriebssicherheit.

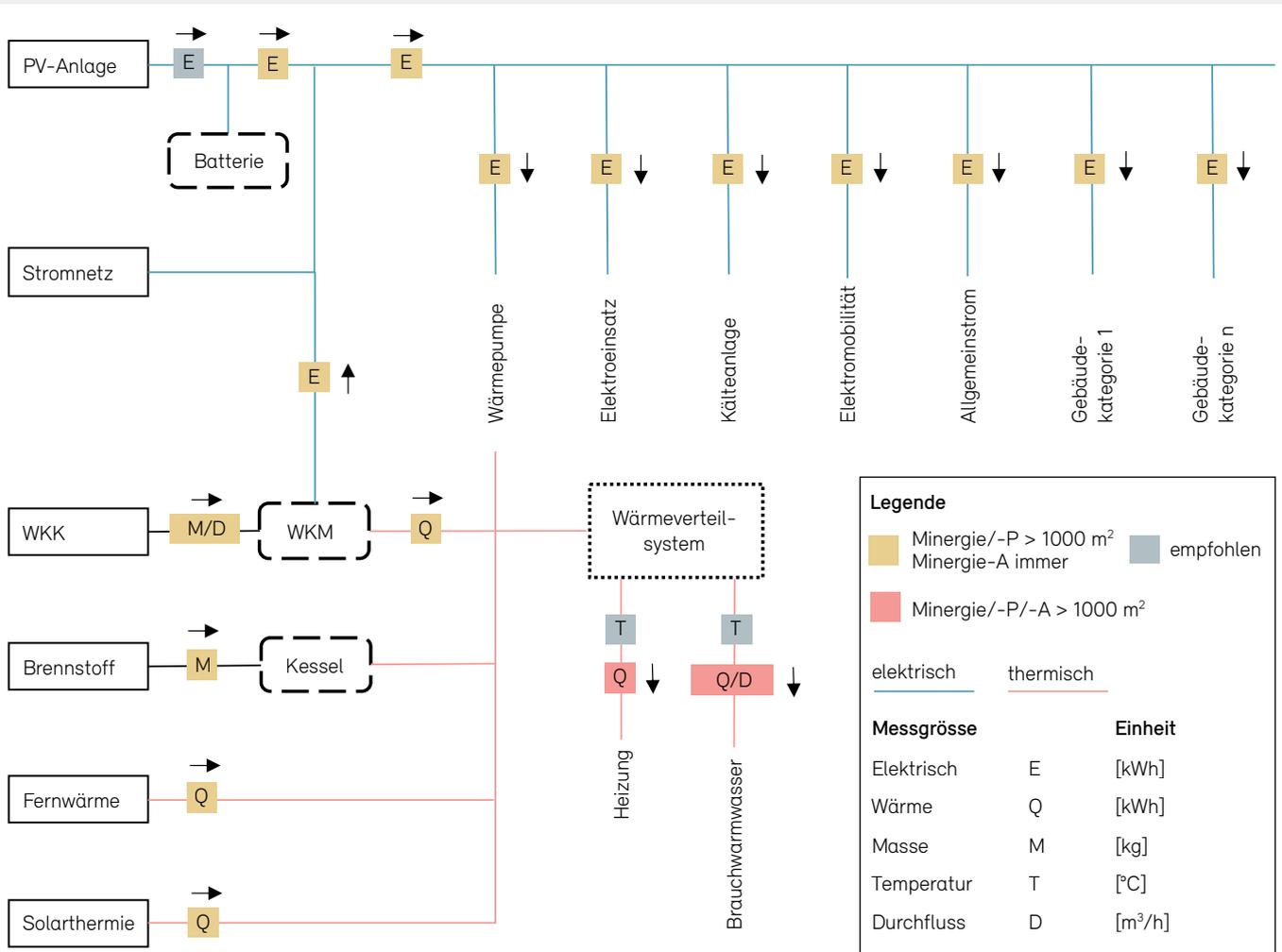
Monitoring bei Minergie

Minergie-Gebäude sollen nicht nur gut geplant, sondern auch gut betrieben werden. Deshalb gilt bei Minergie für grössere Gebäude seit 2017 eine Monitoring-Pflicht. Die von Minergie definierten Pflichtmesspunkte stellen das Mindestmass an Daten für eine fundierte Analyse des Gebäudebetriebs dar (siehe Seite 15).

Seit 2021 gibt es ein Minergie-Modul Monitoring, das Anbietenden im Markt eine Zertifizierung ermöglicht. Zertifizierte Firmen erfassen nicht nur die Pflichtmesspunkte, sondern erfüllen auch weitere Anforderungen hinsichtlich Datenerfassung, -verarbeitung und -aufbereitung. Zudem verfügen sie über eine Schnittstelle zur Monitoring-Datenbank von Minergie. Diese erlaubt die automatische Zusatzauswertung Monitoring+, bei der geplante und gemessene Werte verglichen werden. Eine einfache grafische Auswertung im Ampelsystem zeigt den energetischen Zustand des Gebäudes und ob allenfalls Optimierungsmassnahmen nötig sind.

Diese Datenpunkte müssen bei einem Monitoring nach Minergie erfasst werden, sofern sie vorhanden sind. Das Schema kann als Leitlinie beim Erstellen von Messkonzepten dienen. Alle nicht vorhandenen Datenpunkte können gestrichen werden.

Datenpunkte Minergie-Monitoring



Monitoring+

Beim Monitoring+ werden Plan- und Messdaten von Minergie-Gebäuden automatisch verglichen. Die Auswertung dient als einfaches und automatisiertes Erkennungssystem und zeigt auf, ob die Gebäudetechnik gut funktioniert und die Einstellungen auf die Bedürfnisse abgestimmt sind.

Zertifizierte Monitoring-Module verfügen über eine Schnittstelle zur Minergie-Monitoring-Datenbank, was eine automatische Auswertung der Plan- und Messdaten ermöglicht. Die gebäudespezifischen Plandaten stammen aus dem Minergie-Nachweis.

Die Daten werden analysiert und bei Bedarf korrigiert. Durch Angaben zur Nutzung des Gebäudes können Korrekturfaktoren gebildet werden, um Abweichungen vom Normverhalten und von den Standardwetterdaten zu berücksichtigen. Ein Vergleich mit den Plandaten für die wichtigsten Kenngrößen im Gebäude ermöglicht eine Einordnung der Werte.

Fehleinstellungen erkennen

Die Auswertung wird auf der Label-Plattform und optional auch auf den Plattformen der Monitoring-Anbietenden für berechnete Nutzende bereitgestellt. Sie erfolgt in einfach verständlicher Form anhand einer Gegenüberstellung der Jahreswerte und einer kurzen Interpretation. Ziel ist es, einen schnellen Gesamtüberblick zu erhalten und grobe Fehleinstellungen frühzeitig zu identifizieren. Bei starken Abweichungen kann so gezielt nach den Ursachen gesucht und der Gebäudebetrieb weiter optimiert werden. Zertifizierte Modulanbietende verfügen über zeitlich hochaufgelöste und präzise Messdaten, auf deren Basis eine vollständige Betriebsoptimierung gemacht werden kann.

Eine Beispielauswertung aus der Label-Plattform. Pro Gebäude gibt es 10 bis 15 Auswertungen in dieser Form.

Vergleich von Plan- und Messwerten: Beispiel Auswertung Monitoring+

Gesamter elektrischer Verbrauch

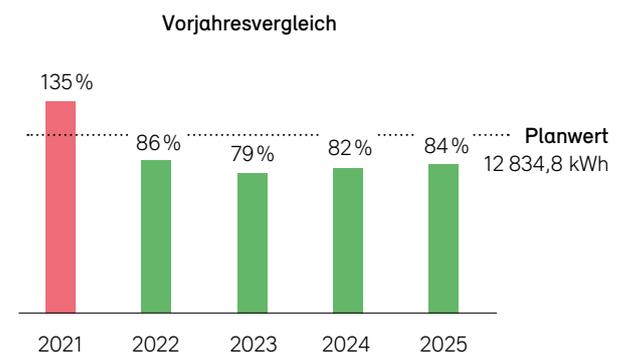
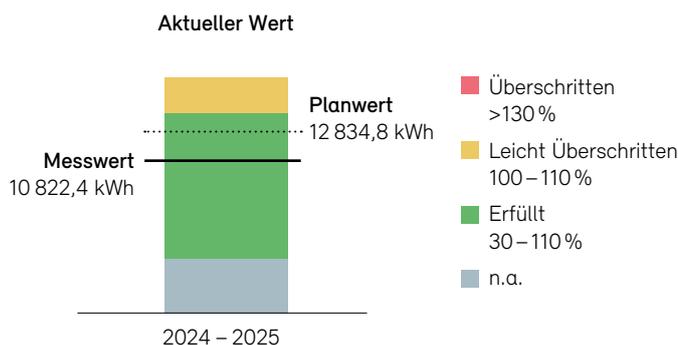
Erfüllt
10 822,4 kWh

Bewertung

Der elektrische Gesamtverbrauch liegt im geplanten Bereich oder sogar darunter. Das bedeutet, dass Ihr Gebäude gut betrieben wird und derzeit keine Handlung nötig ist.

Beschreibung

Der elektrische Gesamtverbrauch ist die Summe des elektrischen Verbrauchs (Beleuchtung, Geräte, Gebäudetechnik), der für den Betrieb des Gebäudes benötigt wurde.



Minergie-Betrieb

Die Minergie-Baustandards sorgen dafür, dass Gebäude besser geplant und gebaut werden. Minergie-Betrieb stellt durch die Überprüfung der gemessenen Energiedaten sicher, dass die Energieeffizienz gewährleistet ist. Durch eine systematische Auswertung der Betriebsdaten wird sichergestellt, dass die gebäudetechnischen Systeme effizient arbeiten und Optimierungspotenziale genutzt werden.

Erreichen die Auswertungen im Monitoring+ die Stufe «Grün», bedeutet dies, dass die Gebäudetechnik wie geplant funktioniert. Werden hingegen grosse Abweichungen festgestellt (Monitoring+ Stufe «Rot») ist eine gezielte Analyse und Betriebsoptimierung erforderlich, um Ineffizienzen oder Fehlfunktionen zu beheben. Minergie-Gebäude, deren Monitoring+ auf «Grün» steht und die nur minimale Abweichungen zwischen Plan- und Messdaten aufweisen, erhalten mit wenigen zusätzlichen Nachweisen das Zertifikat Minergie-Betrieb. Dieses ist drei Jahre gültig, danach wird eine Rezertifizierung empfohlen. Das Zertifikat bestätigt den effizienten Betrieb, hat jedoch keinen Einfluss auf den zertifizierten Minergie-Baustandard.

Energetische Betriebsoptimierung

Wenn die Analyse zeigt, dass das Gebäude noch nicht optimal betrieben wird, muss eine energetische Betriebsoptimierung durchgeführt werden. Minergie überprüft dabei ausschliesslich das gemessene Endergebnis.

Lässt sich nach einer Betriebsoptimierung eine Verbesserung nachweisen und werden die Soll-Werte erreicht, wird das definitive Zertifikat Minergie-Betrieb ausgestellt. Neben dem kontinuierlichen Monitoring wird zudem empfohlen, die Zertifizierung alle drei bis fünf Jahre zu erneuern, um den effizienten Betrieb des Gebäudes dauerhaft sicherzustellen.

Wie erhalte ich das Zertifikat Minergie-Betrieb?

Gebäude mit Monitoring-Modul	Gebäude ohne Monitoring-Modul
<ul style="list-style-type: none">- Einbau Minergie-Modul Monitoring- Die Monitoring+-Auswertungen bilden die Grundlage für die Bewertung.- Diese Auswertungen werden validiert und mit Angaben zur tatsächlichen Nutzung abgeglichen.- Einige Zusatzanforderungen ergänzen die automatische Analyse.- Der Aufwand für den Nachweis und die Gebühren bleiben gering, da vieles automatisiert abläuft.	<ul style="list-style-type: none">- Sensoren zur Messung der Systemtemperaturen an der Wärmeerzeugung und Wärmeverteilung müssen installiert werden.- Der Energiebezug für die Wärmeerzeugung wird durch Verbrauchsdaten oder Abrechnungen überprüft und mit dem Planwert aus Monitoring+ verglichen.- Zusätzliche Anforderungen ergänzen die Beurteilung.- Der Nachweis erfordert etwas mehr Aufwand als bei Gebäuden mit Monitoring-Modul, wodurch auch die Gebühren höher ausfallen.

Minergie-Betrieb schlägt Brücken

Eine gute Planung und eine korrekte Inbetriebnahme der Gebäudetechnikanlagen sind entscheidend für einen effizienten Betrieb. Anschliessend muss der Betrieb kontinuierlich überwacht und optimiert werden. Dabei ist es wichtig, dass die Inbetriebnahme nicht mit Standardwerten, sondern mit den spezifisch festgelegten Parametern aus der Planung erfolgt. Die Einregulierung und Optimierung sollten von Anfang an mit eingeplant werden – insbesondere bei Systemen mit saisonalem Verhalten, da beispielsweise eine Heizung im Sommer nicht korrekt eingestellt werden kann.

Zunächst sollten die einzelnen Anlagen separat eingestellt und später in das Gesamtsystem integriert werden, um eine übergreifende Optimierung zu ermöglichen. Die Systeme sollten über einen längeren Zeitraum beobachtet und nachjustiert werden. Ein automatisches Monitoring bietet dabei wertvolle Unterstützung. Darüber hinaus ist es essenziell, Betreibende und Endnutzende in die Bedienung des Systems einzuweisen, um eine fehlerhafte Nutzung zu vermeiden. Minergie-Betrieb unterstützt dabei als

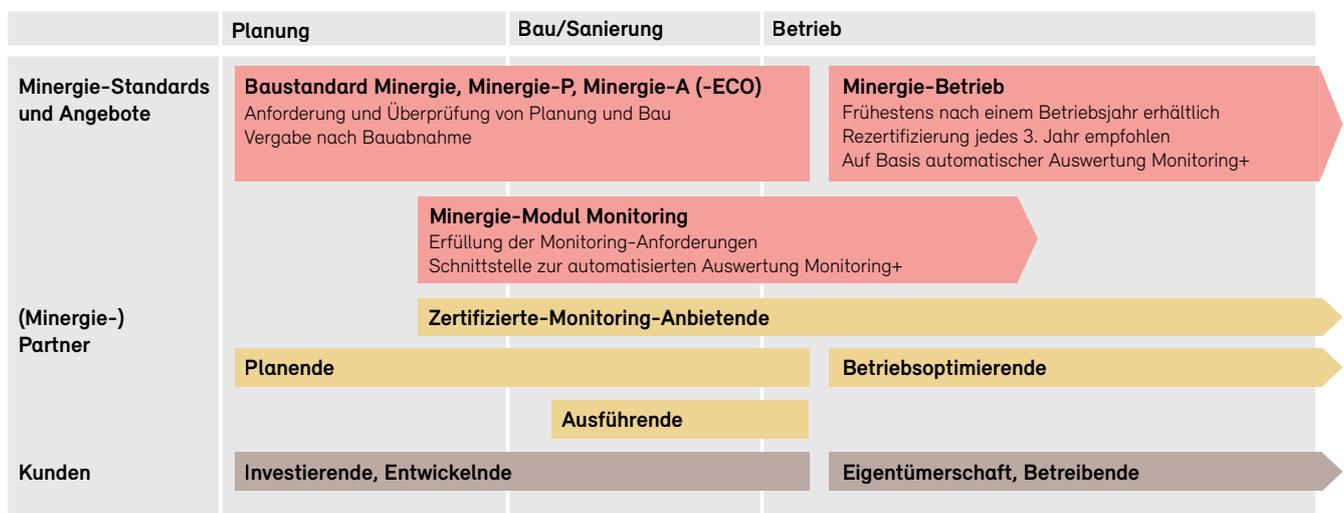
unabhängiges Instrument zur Qualitätssicherung und schlägt eine Brücke zwischen Planung und Betrieb, indem es Optimierungspotenziale sichtbar macht und deren Nutzung ermöglicht.

Die Grafik zeigt das Zusammenspiel der verschiedenen Akteure im Lebenszyklus eines Gebäudes. Die automatische Auswertung Monitoring+ kann in der Garantiezeit wertvolle Hinweise auf Optimierungsmöglichkeiten bieten.

Vorgehen bei einer Betriebsoptimierung

1. Überblick verschaffen durch Monitoring+-Auswertung und Sichtung der automatisierten Monitoring-Daten.
2. Genauere Analyse der Monitoring-Daten mit besonderem Fokus auf Auffälligkeiten.
3. Falls nötig, weitere relevante Parameter wie Vorlauftemperaturen temporär messen und Bewohnende befragen.
4. Analyse der gesammelten Daten und Identifikation von Optimierungspotenzialen.
5. Entwicklung konkreter Massnahmen zur Optimierung.
6. Anpassung der Einstellungen gemäss den identifizierten Optimierungsmassnahmen.
7. Erfolgskontrolle durch Monitoring sowie gegebenenfalls weitere Feinjustierungen.

Minergie-Betrieb schlägt Brücken



Effizient dank Minergie-Betrieb

Objekt
2 MFH, 900 + 936 m²

Architekt
Michael Wichser + Partner AG, Dübendorf

Optimierer
NeoVac, Dübendorf

Standard
Minergie-P
ZH-818-P/ZH-819-P
Minergie-Betrieb,
Mai 2025

Areal mit zwei MFH in Russikon

Die zwei Mehrfamilienhäuser mit insgesamt 1836 m² Energiebezugsfläche sind nach Minergie-P zertifiziert. Die Wärme- produktion wird über eine gemeinsame Heizzentrale via Erdsonden-Wärmepumpe realisiert. Die Gebäude verfügen über eine PV-Anlage mit einer Leistung von insgesamt 33 kWp und nutzen den Solarstrom mit einem Zusammenschluss zum Eigenverbrauch (ZEV) gemeinsam.

Das Energie-Monitoring wird durch NeoVac realisiert, das Energiemanagement findet in Partnerschaft mit Solarmanager statt. Eingebunden sind dabei die PV-Anlage, die gemeinsame Wärmeerzeugung und die Elektroladestationen. Nach dem ersten Betriebsjahr führte NeoVac eine Betriebsoptimierung vor Ort durch. Dabei wurden die Einstellungen der Gebäudetechnik und des Energiemanagementsystem weiter optimiert.

Aufgrund der Ergebnisse wurde die Heizkurve angepasst und der Energieverbrauch gesenkt. Weil häufiges Takten vermieden wird, erhöht sich die Lebensdauer der Wärmepumpe. Zudem wurde der Eigenverbrauchsgrad mit Solarstrom weiter verbessert. Das bedeutet: weniger Energieverbrauch und geringere Nebenkosten. Das Zertifikat Minergie-Betrieb stellt sicher, dass das Potenzial des Gebäudes in Bezug auf Energieeffizienz im Betrieb ausgeschöpft ist. Es bietet Orientierung und eine unabhängige Qualitätssicherung.

Die beiden Mehrfamilienhäuser im Hundbühl in Russikon gehören zu den ersten mit einem Zertifikat Minergie-Betrieb. Bereits in der ersten Betriebsphase konnten wichtige Optimierungen umgesetzt werden.

Anlagedaten 2024

Jahresproduktion	29 379 kWh
Eigenverbrauch	24 530 kWh
Eigenverbrauchsrate	83 %
Autarkiegrad	28 %



Optimierungsmassnahmen	Potenzial
Feinjustierung der Heizkurve und Heizgrenze	Weniger Wärmeverbrauch
Optimierte Einstellungen am Elektroeinsatz, damit dieser nicht mit Netzstrom betrieben wird	Weniger (Netz-)Stromverbrauch
Freecooling so eingestellt, dass erst ab 21 °C statt ab 19 °C in Betrieb	Weniger Stromverbrauch (Umwälzpumpe)
Takten der Wärmepumpe vermeiden	Weniger Stromverbrauch und längere Lebensdauer
Erhöhen der Einschalttemperaturdifferenz bei Warmwasserladung von 5 K auf 8 K	Längere Lebensdauer

Sonnenstrom im Smart Home

Objekt Einfamilienhaus Muri AG

EFH, 310 m² EBF

Architekt

Setz Architektur AG,
Rapperswil

Optimierer

www.solarmanager.ch

Standard

Minergie, AG-2743

Das Einfamilienhaus mit 310 m² EBF ist nach Minergie zertifiziert und verfügt über eine PV-Anlage mit 18 kWp. Als Home-Automationssystem wird KNX in Kombination mit OpenHAB verwendet. Diese ermöglichen Smart-Home-Funktionen wie Szenen oder Abwesenheitssimulation. Energetisch relevant ist insbesondere die bedarfsgerechte Beschattung. Für die optimale Verwendung des lokal produzierten PV-Stroms wird das Energiemanagementsystem Solar Manager verwendet. Durch die Integration der Einbindungsstufen 1 bis 3 sind sowohl Wärme, E-Mobilität, Gebäudeautomation als auch Geräte optimal mit der PV-Produktion abgestimmt.

Aufgrund des Solar Managers müssen sich die Bewohnenden nicht selbst um die optimale Verwendung des PV-Stroms kümmern. Der Komfort ist zudem jederzeit sichergestellt.

Anlagedaten 2020

Jahresproduktion	18 450 kWh
Eigenverbrauch	5700 kWh
Eigenverbrauchsrate	31 %
Autarkiegrad	52 %



Einbindung in Gesamtkonzept mittels EMS	Vorteil
Einbindungsstufe 1	
Heizenergie und Warmwasserproduktion mittels Wärmepumpe mit dynamischer Sollwertverschiebung	Die Wärmepumpe wird automatisch eingeschaltet, wenn die PV-Anlage Elektrizität produziert.
Kühlung: Passive Kühlung (Freecooling) im Sommer sowie Regeneration der Erdsonde	Dynamische Sollwert-Schiebung überhöht und senkt Temperatur von Warmwasser und Gebäude. Gebäude und Boiler dienen als Speicher.
Gebäudemasse wird gezielt als Speicher genutzt.	Niedrigerer Strombezug vor allem in Übergangszeit, wenn mit PV-Produktion Energie im Gebäude gespeichert wird.
Intelligenter Heizstab im Warmwasser-Boiler	PV-optimierte Legionellenschaltung. Zusammen mit Wärmepumpe kann mit höheren Temperaturen mehr Energie gespeichert werden, ohne die Wärmepumpe zu belasten.
Elektromobilität: Ladestation Elektromobilität Alfen Eve Pro (mit Phasenabschaltung), dynamisch ansteuerbar	Lastspitzen werden vermieden. Ausschliesslich PV-Strom für Auto. Dank der durch Solar Manager gesteuerten Phasenabschaltung ist Laden ab 1,4 kW möglich.
Einbindungsstufe 2	
Lüftung mit Wärmerückgewinnung wird bedarfsgesteuert.	Bedarfsabhängige frische Raumluft gewährleistet den Komfort.
Storensteuerung: Bedarfsgesteuert nach Sonneneinstrahlung und Jahreszeit. Im Winter offen für die passive Heizung des Gebäudes. Ab einer Raumtemperatur von 24 °C schliessen die Storen. Im Sommer geschlossen, um Überhitzung zu vermeiden.	Passive Solargewinne entlasten die Wärmepumpe (weniger Energieverbrauch), besserer Wärmeschutz und Komfort im Sommer.
Einbindungsstufe 3	
Energieoptimierung Waschmaschine, Tumbler, Geschirrspüler (gesteuert über Smart Plug)	Geräte werden dann eingeschaltet, wenn PV-Strom produziert wird.
Überwachung	
Monitoring	Die Energiedaten werden überwacht resp. geregelt.

Komfort dank Automation

Objekt
Doppeleinfamilienhaus
480 m² EBF

Architekt
Wegmüller | Briggen
Architektur AG,
Hünibach

Optimierer
Elektrolink AG,
Frutigen
Smart Energy Link AG,
Bern

Standard
Minergie-P, BE-506-P

Doppeleinfamilienhaus Hilterfingen BE

Beim Doppeleinfamilienhaus Hilterfingen mit 480 m² EBF handelt es sich um ein Minergie-P-Gebäude. Zur Wärme-
produktion für Heizung und Warmwasser wird eine Wärmepumpe eingesetzt. Auf dem Dach ist eine Photovoltaikanlage mit 12 kWp installiert, die jährlich rund 11 MWh Energie produziert. Die Einbindung von Wärme, Speicher, E-Mobilität sowie Geräten sorgt für einen hohen Eigenverbrauch. Dazu trägt auch eine Gebäudeautomation mit Energiedatenerfassung bei. Die beiden Wohnparteien bilden einen Zusammenschluss zum Eigenverbrauch (ZEV).

Anlagedaten 2020

Jahresproduktion	11 000 kWh
Eigenverbrauch	3800 kWh
Gesamtverbrauch	16 100 kWh
Eigenverbrauchsrate	34 %
Autarkiegrad	24 %



Dank dem Sonnenschutz, der über ein Energiemanagementsystem gesteuert ist, weist das Gebäude auch im Sommer angenehme Raumtemperaturen auf.

Einbindung in Gesamtkonzept mittels EMS	Vorteil
Einbindungsstufe 1 Heizenergie und Warmwasserproduktion mittels Wärmepumpe	Wärmepumpe wird automatisch eingeschaltet, wenn die PV-Anlage Elektrizität produziert.
Einbindungsstufe 2 Sensoren für die Gebäudeautomation: Wetterstation auf dem Dach zur Wind-, Niederschlags- und Temperaturerfassung Smarte manuelle Optimierungskomponenten: - Taster zum Umschalten der Heizung zwischen Komfort und Standby - Taster zur Einstellung der Soll-Raumtemperatur - Lüftungstaster mit Wahlmöglichkeit anwesend oder abwesend Einfache Komfortsteuerung: - Jalousiesteuerungstaster in jedem Zimmer - Präsenz- und CO ₂ -abhängige Regelung der Komfortlüftung mit KNX-Raumbediengerät auf jedem Stockwerk Sicherheit: - Videogegensprechanlage mit 3 Aussen- und 2 Innensprechstellen - Fingerscanner für Zutrittskontrolle	Aussenliegende Storen werden bedarfsgerecht eingesetzt und bei Schlechtwetter wieder eingefahren. Betrieb ohne Nutzen wird vermieden sowie einfache Energieeinsparung ohne Komforteinbusse. Automatische passive Wärmegewinnung im Winter, Hitzeschutz im Sommer, automatische Frischluftsteuerung für optimalen Komfort. Bei Abwesenheit wird durch die Sicherheitskomponenten im Gesamtsystem Schutz vor ungebetenen Gästen geboten.
Überwachung Monitoring: Visualisierung auf PC und Smartphone via Browser, jederzeit Zugriff auf Energie- und Betriebsdaten und Befehle für Gebäudeautomation auch von ausser Haus auslösbar	Energiedaten resp. Gebäudeautomationsfunktionen werden überwacht.

Weitere Infos

Minergie

Minergie ist seit 1998 der Schweizer Standard für Komfort, Effizienz und Klimaschutz. Das Qualitätslabel für Neubauten und Modernisierungen umfasst alle Gebäudekategorien. Im Zentrum steht der Komfort. Ermöglicht wird dieser Komfort durch eine hochwertige Gebäudehülle, eine systematische Lüfterneuerung, einen überdurchschnittlichen Hitzeschutz und eine umfassende Qualitätssicherung. Minergie-Bauten zeichnen sich zudem durch einen sehr geringen Energiebedarf, einen maximalen Anteil an erneuerbaren Energien und geringe Treibhausgasemissionen in Erstellung und Betrieb aus.

Minergie
Bäumleingasse 22
4051 Basel
061 205 25 50
info@minergie.ch
minergie.ch

Fachpublikationen

Erfahren Sie mehr zu verschiedenen fachspezifischen Themen in folgenden Publikationen:

- Kühlen mit PV – Optionale Haustechnik für das Minergie-Gebäude
- Sommerlicher Wärmeschutz – Klimakomfort im Minergie-Gebäude
- Besser planen, besser bauen – Optimieren mit Minergie



Alle Minergie-Publikationen finden Sie unter: minergie.ch/fachpublikationen

Websites



Minergie-Modul Monitoring:
minergie.ch/module



Monitoring+:
minergie.ch/monitoring

Minergie

Bäumleingasse 22
4051 Basel

061 205 25 50
info@minergie.ch

minergie.ch

Mit Unterstützung von



Die Minergie Leadingpartner



Publikations-Partner

