

WHITE PAPER

KOSTENSPARENDES UND RESSOURCENEFFIZIENTES BAUEN MIT DEM BFV ALL ELECTRIC HOUSE



All Electric House: wirtschaftliche Konzepte für die Wärmewende mit hoher Energieautarkie - Strom und Wärme vom eigenen Dach

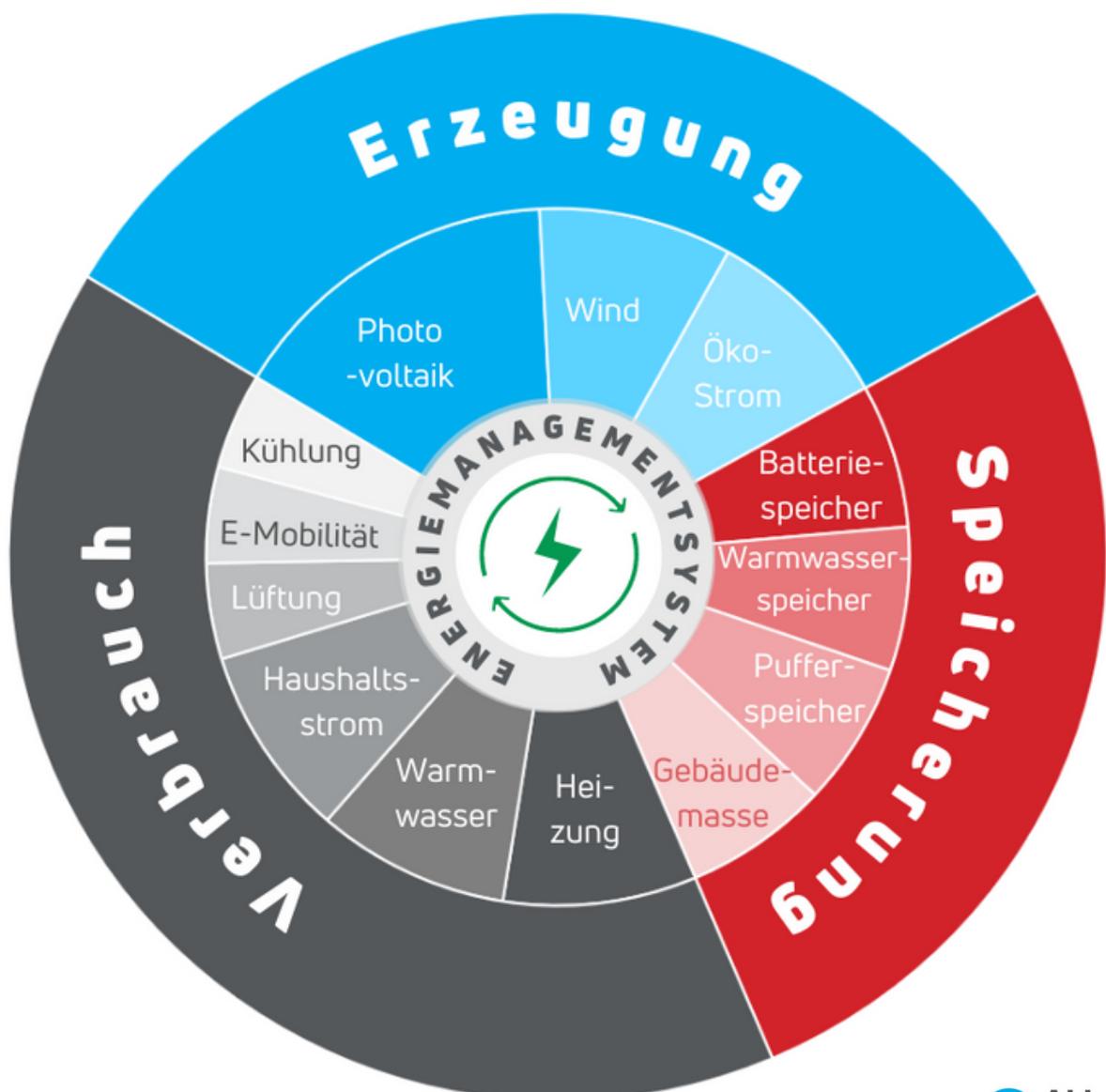
All Electric House

Für den BVF definiert sich das *All Electric House* darüber, dass die einzige Quelle für die Energie Strom ist. Über den Verbrauch des Haushaltstroms hinaus erfolgt sowohl die Wärmeversorgung, als auch die Warmwasserbereitung über Strom, der zu einem hohen Anteil aus erneuerbaren Energien erzeugt wird.

Grundsätzlich sollten für ein „*All Electric House*“ mehr als 65 % des Heizwärme- und Warmwasserbedarf über eine gebäudeeigene PV Anlage gedeckt sein.

Ein „*All Electric House*“ ist also unabhängig von jeglichen fossilen Brennstoffen.

Strom ist das alles verbindende Element für die gesamte Gebäudetechnik.





Netzdienlichkeit

Die **Sektorkopplung** (Elektrizität, Wärme, Kälte und Mobilität) stellt die Konsequenz aus der stromgeführten Nutzung von erneuerbaren Energien dar und fasst alle Komponenten eines Energiesystems zusammen. Die Nutzung von Energiespeichern dient dem Ausgleich von Stromangebot und Stromnachfrage und ist von essentieller Bedeutung. Intelligente Stromnetze verbinden über moderne Kommunikationstechnik Stromerzeuger, Speicher und Verbraucher mit dem Ziel, ein stabiles Stromnetz zu erhalten. Die Ausgangslage ist, dass die Stromversorgung mehr und mehr auf erneuerbaren Energien basiert.

Systemrelevanz erhalten die Bereiche, die a) Strom abnehmen und b) Strom speichern und c) sich ggf. auch (stundenweise) abnabeln lassen, um Lastspitzen im Netz zu vermeiden oder Überschüsse aufzufangen.

Das *All Electric House* ist daher zukunftsweisend und unterstützt ideal die Energiewende: Es hat einen hohen Autarkiegrad, es kann zusätzlich Überschüsse aus dem Netz aufnehmen, den Energiebedarf aus dem Netz bei Bedarf reduzieren, Energie in das Netz einspeisen und so Teil des Smart Grids (intelligentes Stromnetz) werden.

Heizungssysteme

Je nach Größe des Hauses und den vorliegenden Rahmenbedingungen kommt als Heizsystem im *BVF All Electric House* entweder eine elektrische Flächenheizung oder eine wasserbasierte Flächenheizung in Kombination mit einer Wärmepumpe zum Einsatz.

Vielfältige strombasierte Optionen

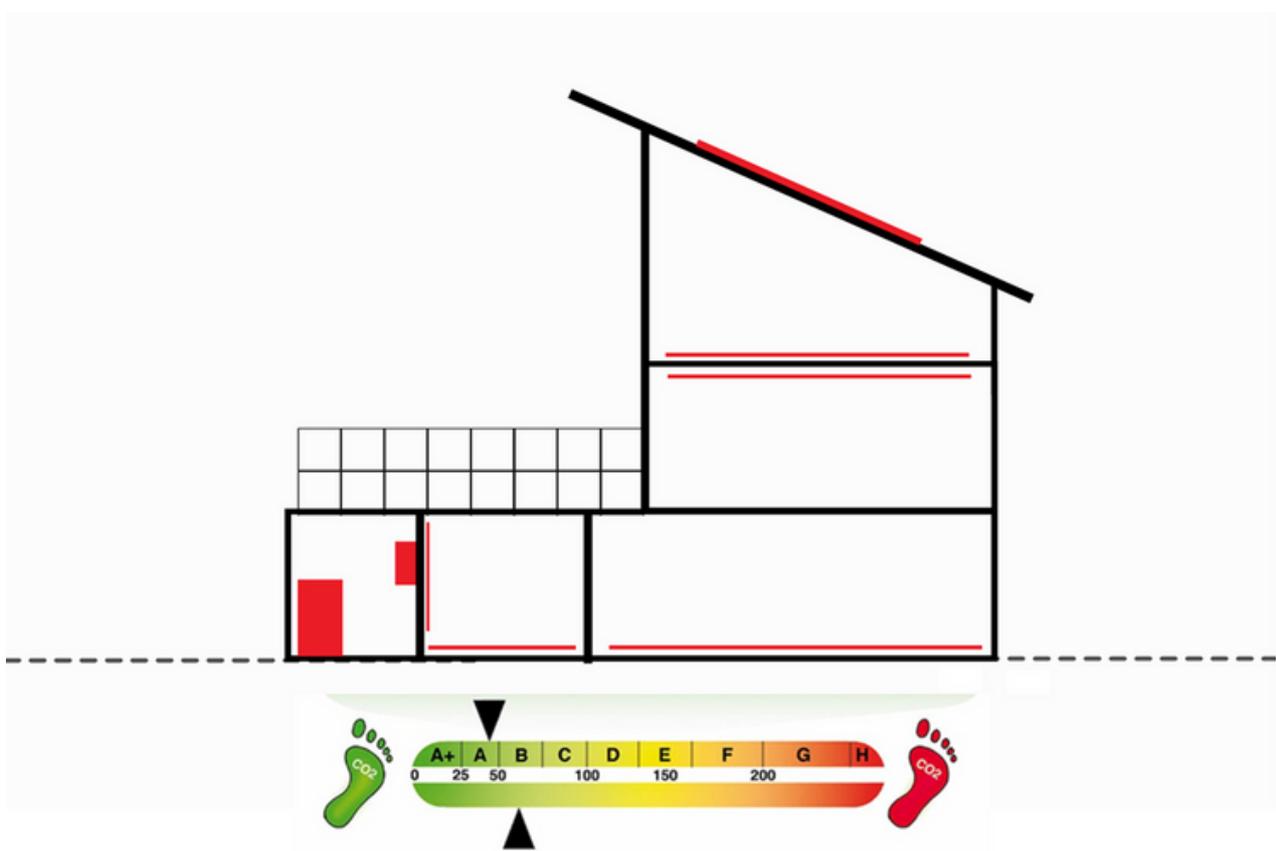
Die Zusammenstellung der weiteren Haustechnik-Komponenten bezüglich des Heizsystems oder der Warmwasserbereitung kann unterschiedlich gewählt werden und steht neben den individuellen Wünschen und Gewohnheiten der Bewohner auch in Abhängigkeit zur Hausgröße und dem Effizienzstandard des Gebäudes.

Im Folgenden werden die erforderlichen bzw. möglichen Komponenten näher beschrieben. Der BVF möchte damit eine Auswahlhilfe/-übersicht geben, welche Gesamtlösung bei den jeweiligen Rahmenbedingung für ein Gebäude in Frage kommen und sinnvoll sind.

Dämmstandards

Grundvoraussetzung ist eine gute Dämmung bei einem *All Electric House*. Der BfE empfiehlt die Effizienzhausklasse 55 für die energetische Sanierung von Gebäuden und die Effizienzhausklasse 40 bei Neubauten.

Der Heizwärmebedarf sollte bei maximal 40 kWh/m² pro Jahr liegen.





Erzeugung

Für die Strom-Erzeugung ist eine PV-Anlage maßgeblich. Die Bandbreite reicht von einem gewissen Autarkiegrad bis zur Erwirtschaftung von Überschüssen (65% bis über 150% bezogen auf den Heizwärme- und Warmwasserbedarf). Für das BVF All Electric House ist es empfehlenswert, eine möglichst große Dimensionierung der PV-Anlage zu wählen, idealerweise über 10kWp für ein Einfamilienhaus.

Alternativ kann, je nach Region, auch eine hauseigene Windkraftanlage zum Einsatz kommen.

Beim Netzbezug empfehlen wir den Einsatz von Ökostrom.

Dimensionierung der PV Anlage

Für Gebäude mit sehr guter Dämmung der Gebäudehülle mit max. 40 kWh/m²Jahr HWB, bezogen auf das Standortklima.

Die Größe der Photovoltaikanlage ist abhängig von der beheizten Fläche und vom Heizwärmebedarf.

Hier die empfohlenen Dimensionierungsfaktoren sowie ein Rechenbeispiel.

HWB	Faktor [kWp/m ² Wohnnutzfläche]
>45-50	0,1
>40-45	0,08
>35-40	0,07
>30-35	0,06
>25-30	0,05
<=25	0,04

Beispiel:

150m² Wohnnutzfläche, HWB 40 kWh/m²Jahr:

Mindestleistung PV=150 x 0,08 = 12kWp



Speicherung

Der **Akku eines E-Fahrzeuges** bietet sich zusätzlich an, überschüssigen Strom aus der PV-Anlage zu speichern, unter der Voraussetzung, dass das Fahrzeug während der Sonnenstunden am Haus ist.

Beim Einsatz von Wallboxen und E-Fahrzeugen, die das bidirektionale Laden unterstützen, kann der Strom bei Bedarf auch wieder **vom E-Fahrzeug zurück in den Haushalt** fließen.

Batteriespeicher

Ein Batteriespeicher kann für den **zeitversetzten Verbrauch** im Bereich Heizwärme, Warmwasser, Haushaltsstrom oder E-Mobilität genutzt werden. Der Stromspeicher sollte passend zur PV-Anlage dimensioniert sein.

Als Faustformel kann man für die Speicherkapazität in Kilowattstunden das 0,8 bis 1,5 fache der PV-Leistung (kWp) ansetzen.

Energiespeicherung über Warmwasserspeicher

Bei *All Electric Houses* bietet sich über einen **Warmwasserspeicher** (Boiler oder auch Pufferspeicher) mit elektrischem Heizstab die Möglichkeit, überschüssigen Strom aus der PV-Anlage mittels erwärmtem Wasser zu speichern. Dieser ist idealerweise stufenlos mit Überschusserkennung gekoppelt.

Ebenso ist auch eine **Brauchwasserwärmepumpe** mit integriertem Speicher in der Lage, Energie in Form von Warmwasser zu speichern.

Eine weitere Möglichkeit, die durch die PV-Anlage erzeugte Energie zu speichern, stellen **Pufferspeicher** dar. Diese können bei der Nutzung einer wasserbasierten Flächenheizung mit Wärmepumpe zum Einsatz kommen.



Gebäudeteile/-masse als Speicher

Durch die Flächenheizung werden **Bauteile, wie zum Beispiel der Fußboden mit Estrich**, auch als Wärmespeicher aktiviert und geben die Wärme zeitversetzt ab.

Zudem nimmt der gesamte **Baukörper** des Gebäudes Wärme auf und gibt diese ebenfalls zeitversetzt wieder ab.

Bei der Nutzung von Heizstromtarifen können dadurch die evtl. Netzabschaltzeiten (max. 2 h in Folge) ausgeglichen werden.

Nutzung der Batteriespeicher von E-Fahrzeugen

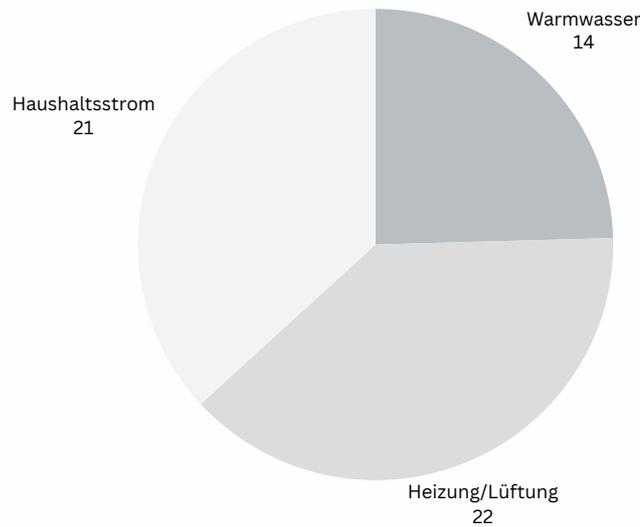
Ein Batteriespeicher kann für den **zeitversetzten Verbrauch** im Bereich Heizwärme, Warmwasser, Haushaltsstrom oder E-Mobilität genutzt werden. Der Stromspeicher sollte passend zur PV-Anlage dimensioniert sein.

Als **Faustformel** kann man für die Speicherkapazität in Kilowattstunden das 0,8 bis 1,5 fache der PV-Leistung (kWp) ansetzen.



Verbrauch

Im *All Electric House* zählen die Heizung und Warmwasserbereitung neben dem Haushaltstrom zu den Hauptverbrauchern.



Verbrauchsanteile EH 40

mit Trinkwasserwärmepumpe mit WW, Heizung, HH Strom, Lüftung und Batteriespeicher
(Quelle: siehe ITG Studie 2022)

Deckungsanteile PV:

Deckungsanteil PV an TGA (Heizung/WW/Lüftung)	45%
Deckungsanteil PV an HH	57%

Die Beheizung in diesem Beispiel erfolgt über eine **elektrische Flächenheizung**, die in Boden, Wand oder Decke verlegt werden kann.

Die elektrische **Warmwasserbereitung** kann alternativ über eine Trinkwasserwärmepumpe oder einen elektrischen Heizstab mit Warmwasserspeicher realisiert werden.

Auch Durchlauferhitzer sind denkbar, sie weisen aber keine gute Kopplung zur Erzeugung auf und sollten daher nur in Einzelfällen (z.B. Handwaschbecken im Gäste WC) zum Einsatz kommen.



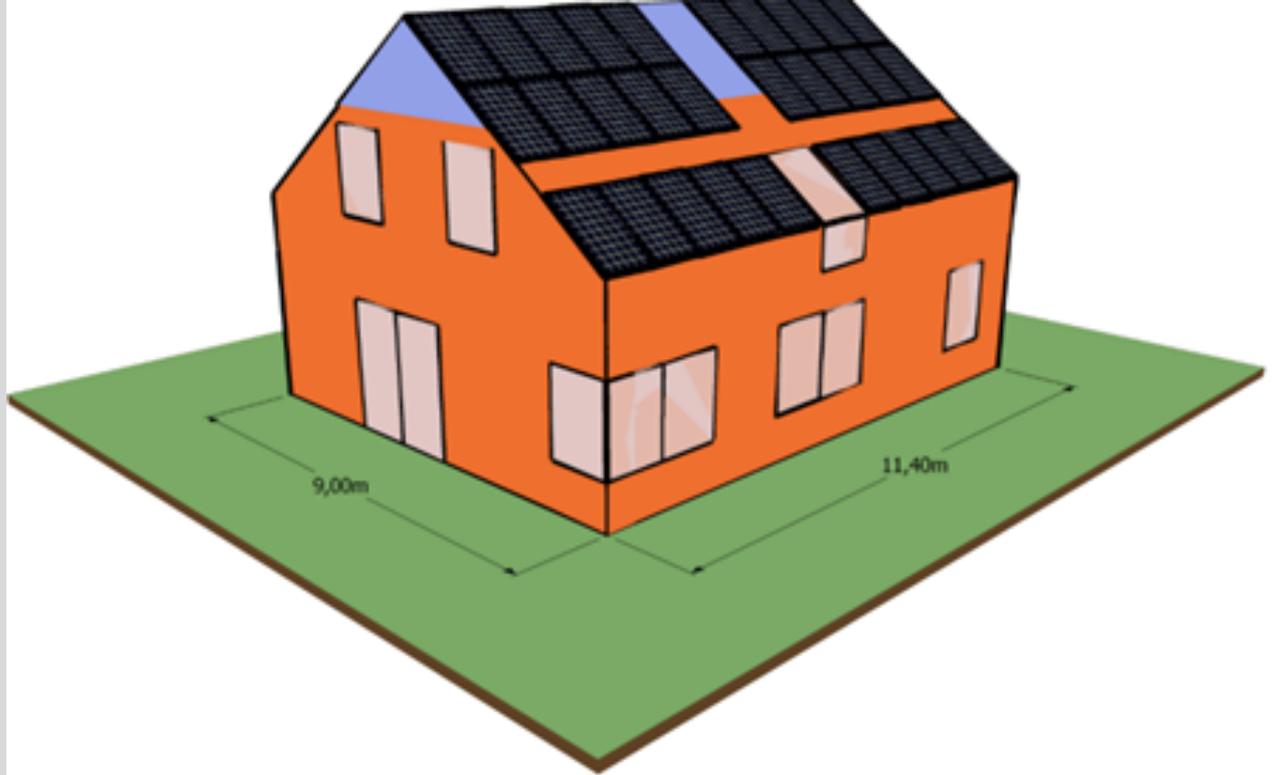
Alternativ kann im *All Electric House* ein **wasserbasierendes Flächenheizungssystem mit Wärmepumpe** zum Einsatz kommen. Dieses bietet im Sommer auch die **Möglichkeit der energieeffizienten Flächenkühlung** ohne zusätzliche Klimaanlage. Je nach klimatischen Bedingungen kann eine zusätzliche Entfeuchtung sinnvoll sein.

Bei allen *All Electric House*-Konzepten kommt ein energieeffizientes Lüftungssystem mit Wärmerückgewinnung zum Tragen.

Die Elektromobilität ist eine weitere optionale Komponente des *All Electric House*. Die **Wallbox** zur Aufladung der E-Fahrzeuge lässt sich jederzeit in das Gesamtkonzept integrieren.

Energiemanagement-Systeme helfen dabei, Verbraucher möglichst bei Sonnenschein laufen zu lassen.

Stufenlose netzkonforme **Leistungssteller** regeln die Energieverteilung für die Warmwasserbereitung und die Heizung.



Referenzhaus aus ITG Studie 2022

Kenndaten:	Freistehendes Einfamilienhaus Neubau 150 m ² , EH 40
Wohnfläche:	150 m ²
Erzeugernutzwärmebedarf:	45 kW/m ² pro Jahr

Erzeugernutzwärmebedarf (Definition: Erzeugernutzwärmebedarf gemäß DIN V 18599 stellt diejenige Menge an Wärme dar, die das Gebäude für Heizung und Trinkwassererwärmung benötigt. Es handelt sich also nicht um die Endenergiemenge eines bestimmten Energieträgers und auch nicht um den Stromverbrauch des Gebäudes.)

Technische Ausstattung

- Elektrische Flächenheizung
- PV-Anlage (Fläche 49,5 qm, 9,0 kWp) mit Stromspeicher (9,0 kWh)
- Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung
- Trinkwasserwärmepumpe (TW-WP) zur Bereitung des Warmwassers

Bilanziell liegt die Stromerzeugung des Gebäudes mit 7.320 kWh über dem gesamten Stromverbrauch des Gebäudes für Heizung, Warmwasser und Lüftung von 6.743 kWh, da der Haushaltsstrom laut GEG nicht dem Energieverbrauch des Gebäudes zugerechnet wird. Damit kann ein Teil des zusätzlich benötigten Stroms für Haushaltstrom oder E-Mobilität bereits durch die Eigenerzeugung gedeckt werden.

Das GEG Referenzhaus im Mindeststandard (basierend aus Gas Brennwertheizung) weist eine CO₂ Emission von 2,5 Tonnen pro Jahr auf. Bezogen auf den CO₂ Fußabdruck dieses All Electric Gebäudes für Heizung, Warmwasser, Lüftung nach GEG ergibt sich bilanziell eine Reduktion auf 0 Tonnen pro Jahr. Damit liegt das All Electric House um 2,5 Tonnen oder 100% besser und liefert einen bedeutenden Beitrag zur CO₂ Reduktion.



Devi Effizienzreihen Häuser in Clarholz

Kenndaten:	6 Doppelhaushälften EH 40 plus
Baujahr:	2019
Ort:	Clarholz bei Gütersloh
Heizlast:	je Wohneinheit 3.600 kW/h p.a.

Technische Ausstattung

- Elektrische Flächenheizung (100 W/m²)
- PV-Anlage
- Dezentrale Lüftung
- Durchlauferhitzer zur Warmwasserbereitung

Als Elektrische Flächenheizung wurde hier das DEVI Heizmattensystem (Glasfaser Gitternetz) unter dem Estrich verlegt. Der Estrich fungiert als Teilspeicher, der die von den Matten erzeugte Wärme aufnimmt und konstant abgibt.
=> Wirkungsgrad wird optimiert.

Die Heizlast der Häuser liegt bei 40-60 W/m².
=> Maximal-Leistung der Flächenheizung von 100 W/m² muss im Regelbetrieb nicht ausgeschöpft werden und steht lediglich als Puffer für Ausnahmesituationen zur Verfügung.

Nach mittlerweile zwei Heizperioden ziehen Bauherren und Mieterein positives Fazit: Die Heizkosten bewegten sich bei fast allen Mietparteien auf einem durchweg niedrigen Niveau von lediglich circa 100 Euro je Heizmonat.

Kalkuliert man die Einspeisevergütungen für den abseits der Heizperiode gelieferten Solarstrom ein, sind die Häuser sogar energetisch kosten- und CO²-neutral.



Einfamilienhaus in Oberösterreich

Kenndaten:	Einfamilienhaus, Niedrigenergiehaus
Wohnfläche:	150 m ²
Baujahr:	2020
Ort:	Oberösterreich
Baubudget:	< 100.000 Euro
Heizwärmebedarf:	ca. 50 kWh/m ²

Technische Ausstattung

- Elektrische Flächenheizung
- PV-Anlage (10,98 kWp Photovoltaiknetz gekoppelt, südorientiert, 45° Neigung)
- Warmwasserspeicher mit Heizstab (300 l)
- Anlagensteuerung über AC•THOR (my PV) (ermöglicht stufenlose Regelung für Warmwasserbereitung und Raumheizung)

Die dreiköpfige Familie zahlt nur 750 Euro (ohne MwSt) an Jahresbetriebskosten für Strom, Warmwasser und Raumwärme. Der Netzbezug war mit 7.658 kWh sehr gering, obwohl die Familie mit dem Strom auch heizt und das Warmwasser aufbereitet. Zudem wurden im Abrechnungszeitraum rund 6.700 kWh in das öffentliche Stromnetz gespeist.

Funktionsweise:

Der my-PV Power Meter analysiert die Stromflüsse der PV-Anlage. Mittels Ethernet-Schnittstelle übermittelt er die Informationen überschüssiger Leistungen an den PV-Power-Manager. Dadurch wird stets nur jene Energie zur Wärmeerzeugung verwendet, die gerade zur Verfügung steht. Es kommt daher zu keinerlei Einspeisung in das Stromnetz: Der PV-Eigennutzungsgrad wird maximiert, das öffentliche Niederspannungsnetz entlastet.

Disclaimer:

Die in dieser Broschüre genannten relevanten Normen und Arbeitsblätter sind auf dem Stand Januar 2024.

Urheberrechtshinweis:

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Entnahme von Abbildungen, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Weg und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, erhalten.

Falls nicht anders angegeben alle Bilder Quelle: BVF



**Bundesverband Flächenheizungen
und Flächenkühlungen e.V.**

Wandweg 1 · 44149 Dortmund

Telefon: +49 231 618 121 30

Telefax: +49 231 618 121 32