

Strom und Wärme selbst erzeugen

Schritt für Schritt zum
autarken Haus

JOHANNES SPRUTH

verbraucherzentrale

13

Das Ziel: Ein energieautarkes Haus



Inhalt

33 Strom selbst erzeugen

- | | | |
|--|--|---|
| 6 Zu diesem Buch | 33 Strom selbst erzeugen | 95 Wärme selbst erzeugen |
| 8 Die wichtigsten Fragen und Antworten | 33 Selbstversorgung mit Strom | 95 Überlegungen zur Wirtschaftlichkeit |
| 13 Das Ziel: Ein energieautarkes Haus | 37 Photovoltaikanlagen – Strom von der Sonne | 96 Nutzung von Sonnenwärme: Kollektoranlagen |
| 13 Was ist Energieautarkie? | 51 Kleinwindanlagen | 115 Strom zu Wärme |
| 17 Haustypen und Baustandards – kurz erklärt | 61 Stromspeicher | 129 Wärmepumpen |
| 22 Die Beispielhaushalte | 73 Smarthome | 153 Biomasse nutzen: Scheitholz und Pellets |
| 23 Welchen Strom- und Wärmebedarf haben wir? | 74 Langzeitspeicher – die Sommersonne speichern | 166 Lösungen koppeln: gemeinsam geht's besser |
| | 78 Mikro- und Nano-Blockheizkraftwerke – die stromerzeugende Heizung | 166 Thermische Solaranlage plus Holzheizung |
| | | 174 Wärmepumpe plus Solarthermie |



- 184 Wärmepumpe plus Photovoltaik
- 195 Erdwärmepumpe plus thermische Solaranlage plus Photovoltaik
- 206 Hybridwärmepumpe
- 210 Brennwertkessel
- 215 Neubau- und Altbau-förderung

219 Wege zum energieautarken Haus

- 219 Beispiele für energieautarke Häuser
- 234 Steine aus dem Weg räumen: Energiedienstleistung statt Energieeinsatz
- 235 Stromanwendungen
- 240 Wärmeanwendungen

259 Anhang

- 259 Glossar
- 263 Wichtige Adressen, Literatur
- 265 Adressen der Verbraucherzentralen
- 266 Stichwortverzeichnis
- 270 Bildnachweis
- 272 Impressum

Das Ziel: Ein energieautarkes Haus

Machen Sie Ihr Haus so energieautark wie möglich: Anhand von drei Beispielhaushalten stellen wir Ihnen Energiekonzepte für Ihren eigenen Weg zur Energieautarkie vor. Denn jeder Baustandard hat unterschiedliche energieautarke Dimensionen und bestimmte Vor- und Nachteile. Zum Einstieg in Ihre individuelle Planung werden Sie als ersten Schritt Ihren Energieverbrauch konkret einschätzen – denn so können Sie Ihren Weg zum energieautarken Haus besser planen und realisieren.

Was ist Energieautarkie?

Wenn Sie ihr eigenes Haus mit Strom und Wärme allein aus den auf dem Grundstück vorhandenen Energiequellen versorgen können, nennt man dies **Energieautarkie**. Diesem Ziel möglichst nahe zu kommen, dafür sprechen gute Gründe. Denn eine Eigenversorgung ist finanziell attraktiv, gut für die Umwelt und macht Sie unabhängig von großen Versorgungsunternehmen.

Welche Möglichkeiten gibt es nun für Ein- und Zweifamilienhäuser, Strom und Wärme selbst zu erzeugen? Mittlerweile kann man energieautarke Häuser „von der Stange“ (→ Seite 220) kaufen. Diese Neubauten sind meist mit großen Photovoltaikanlagen und/oder thermischen Solaranlagen, Wärmepumpen und Stromspeichern ausgestattet. Doch was tun, wenn man in einer „alten Hütte“ wohnt? Deutschland ist schon gebaut: Etwa drei Viertel aller Gebäude wurden



HINTERGRUND

Energieautarke Orte

Bereits in den 1970er-Jahren wurde „Energieautarkie“ zum Beispiel im „Centre for alternative Technology“ in Wales großgeschrieben. Das Centre hatte sich mithilfe von Eigenstromerzeugung komplett von der öffentlichen Netzversorgung abgekoppelt. Mehrere Häuser und Gewerbebetriebe in einem alten Schiefersteinbruch werden seitdem allein über eigene Wasserkraft, Windenergie und Photovoltaikanlagen mit Strom versorgt. Mittlerweile gibt es knapp 200 energieautarke Dörfer in Deutschland. Mit regenerativen Energien – insbesondere Biogas – wird der Wärme- und Strombedarf gedeckt, und oft kann sogar noch Strom und Wärme an das Umland abgegeben werden.

www.cat.org.uk

<https://bioenergiedorf.fnr.de/>

vor der ersten Wärmeschutzverordnung von 1977 errichtet. Aber auch für viele dieser „Bestandsgebäude“ gibt es Möglichkeiten einer energieautarken Versorgung. Wir stellen sie in den folgenden Kapiteln ausführlich und mit vielen Beispielen vor.

Wenn Sie ein Ein- oder Zweifamilienhaus besitzen, gibt es **drei gute Gründe**,



BEISPIEL

Energiekosten steigen

In einem unsanierten Einfamilienhaus, Baujahr 1962, leben vier Personen. Auf ein Jahr gesehen benötigt der Haushalt circa 20.000 Kilowattstunden Wärmeenergie und zusätzlich circa 4.000 Kilowattstunden Strom. Das bedeutete im Jahr 1998 Energiekosten von rund 1.400 Euro. 2015 lagen die Kosten bereits bei etwa 2.500 Euro und 2023 werden es vermutlich 4.000 Euro werden. Damit arbeiten Durchschnittsverdiener heutzutage über einen Monat lang nur für die Energiekosten. Wäre es da nicht sinnvoller, dieses Geld für energetische Maßnahmen im eigenen Haus zu investieren?

sich von der allgemeinen Energieversorgung abzukoppeln und die auf das Grundstück fallende Sonnenenergie in allen ihren Formen wie Sonnenstrahlung, Wind und Biomasse zu nutzen:

1. Sonnenenergie ist kostengünstig

Sonnenenergie steht allen kostenlos zur Verfügung, für Energielieferungen müssen Sie hingegen bezahlen. Zwar ist der Ölpreis mittlerweile wieder etwas gesunken und es gab 2023 eine Deckelung des Gaspreises bei



Abb. 1: Preisentwicklung bei Holzpellets, Heizöl und Erdgas

12 Cent pro Kilowattstunde (ct/kWh), deutlich sichtbar ist jedoch ein Anstieg der Energiekosten.

2. Sonnenenergie ist umwelt- und klimaschonend

Werden fossile Energieträger (Öl, Gas) verbrannt oder wird Strom im Kohlekraftwerk erzeugt, entsteht Kohlendioxid (CO_2). Der CO_2 -Gehalt in der Atmosphäre nimmt zu. Aus wissenschaftlicher Sicht ist das der entscheidende Faktor für den fortschreitenden Klimawandel: Satellitendaten zeigen, dass die Masse des Grönlandeises jedes Jahr um circa 270 Milliarden Tonnen schmilzt (Stand 17.03.2022). Laut der Weltorganisation für Meteorologie (WMO) waren die Jahre 2011 bis 2023 weltweit gesehen die bisher wärmsten Jahre mit vielen extremen Wetterereignissen. Und die CO_2 -Konzentration – als einer der Auslöser – überschritt im Frühjahr 2015 erstmals die Grenze von 400 parts per million (ppm).



BEISPIEL

CO_2 -Belastung

Ein typischer Vierpersonenhaushalt verursacht durch Gasheizung und Stromverbrauch eine CO_2 -Belastung von etwa 6,8 bis 9,8 Tonnen jährlich. Mit Ölheizung wären es 8,2 bis 12 Tonnen. Die durchschnittliche CO_2 -Belastung beträgt in Deutschland circa 10 Tonnen pro Person jährlich, aus Energieeinsatz in der Wohnung, Nahrungsmitteln, Mobilität und Konsumgütern. Bei vier Personen sind es demnach etwa 40 Tonnen. Durch verringerten Energieeinsatz allein lassen sich etwa 5 bis 10 Tonnen CO_2 jährlich einsparen, demnach bis zu einem Viertel der CO_2 -Belastung dieses Haushalts. Darüber hinaus entstehen bei der Verbrennung je nach Energieträger Schwefeldioxid- und Stickoxidemissionen, die bei der Nutzung der Sonnenenergie ebenfalls entfallen.

 GUT ZU WISSEN

Parts per Million

Das Maß **ppm (parts per million)** gibt das Mischungsverhältnis an, die Konzentration, hier von Kohlendioxid (CO_2) in Luft. Wie das Prozent ein Hundertstel bedeutet und das Promille ein Tausendstel, ist das ppm ein Millionstel. 400 ppm wären also ein Verhältnis von 0,04 Prozent CO_2 in Luft. Noch in den 1960er-Jahren lag dieser Wert unter 320 ppm. Je höher die CO_2 -Konzentration ist, desto mehr steigt die Durchschnittstemperatur durch den Treibhauseffekt an: Sonnenstrahlung kann die Atmosphäre durchdringen und die Erde erwärmen, aber das CO_2 hält die Wärmestrahlung zurück. Es gibt Kipppunkte, die unbedingt vermieden werden sollten: Wenn zum Beispiel der Permafrostboden in Sibirien auftaut, würden in einer gefährlichen Kettenreaktion weitere Treibhausgase freigesetzt. Klimawissenschaftler vermuten, dass dies spätestens bei einer weltweiten Erwärmung um 2 °C geschieht, wovon bisher bereits über 1 °C erreicht wurden.

Auch Deutschland hat die Folgen des Klimawandels zu spüren bekommen: mit zerstörerischen Stürmen wie Kyrill und Lothar, der

 GUT ZU WISSEN

Energieverbrauch senken

Energieautarkie ist leichter zu erreichen, wenn der Energieverbrauch niedrig ist. Insbesondere Maßnahmen an der Gebäudehülle – Wände, Fenster, Türen, Dach – helfen, Ihren Energiebedarf zu senken. (Mehr dazu in der Fachliteratur, Hinweise ab Seite 263 und im Kapitel „Wege zum energieautarken Haus“ ab Seite 234) Noch besser, weil konkreter, kann auch eine Energieberatung der Verbraucherzentrale sein – möglichst vor Ort in Ihrer Immobilie. Mehr dazu unter www.verbraucherzentrale-energieberatung.de

verheerenden Flutkatastrophe an der Ahr und in der Eifel und mit Hitzewellen. Der Ausweg ist die Abkehr von herkömmlichen Energieträgern hin zur Nutzung erneuerbarer Energien. Der Schritt zum energieautarken Haus ist also auch der Schritt zur privaten Energiewende und zum Klimaschutz.

3. Sonnenenergie macht Sie unabhängig von großen Versorgungsunternehmen

Im November 2005 gab es im Münsterland ein Schneechaos: Unter der Last von Schnee und Eis knickten reihenweise die Strommasten ein. Einige Orte waren tagelang von der

Stromversorgung abgeschnitten: Heizungsanlagen, Kühlgeräte, Elektroherde und die Kommunikationstechnik fielen aus und es gab keine elektrische Beleuchtung mehr. Ähnliches könnte auch in Ihrem vollelektrifizierten Haushalt geschehen, brähe die Stromversorgung zusammen. Auch der Ukraine-Krieg hat uns wieder die Verletzlichkeit der Energieversorgung vor Augen geführt. Da wäre es doch beruhigend, eine Eigenstromversorgung mit Notstromfunktion zu besitzen.

Der Weg zum energieautarken Haus ist nicht einfach. Um Ihnen den Übergang leichter zu machen, werden in den folgenden Kapiteln Lösungen beschrieben, die Sie dafür einsetzen können – mit ihren Vor- und Nachteilen, den Kosten und ihrem Nutzen.

Haustypen und Baustandards – kurz erklärt

Es gibt eine Reihe von Begriffen, die den energetischen Standard eines Hauses beschreiben. Doch was ist darunter zu verstehen? Gibt es klare Festlegungen oder handelt es sich eher um Werbebegriffe?

Die Wärmeschutzverordnung von 1977 brachte erstmals klare Vorgaben – zunächst nur für den Neubau. Diese Vorgaben wurden stufenweise bis 1995 verschärft. Daneben traten mit den Heizungsanlagenverordnun-

gen Anforderungen an die Heizungssysteme in Kraft (Abb. 2). 2002 verschmolzen die Wärmeschutzverordnung und die Heizungsanlagenverordnung zur Energieeinsparverordnung (EnEV). Hinzu kommen laufend EU-Vorgaben, die ins nationale Recht übernommen werden müssen. So erfolgten mehrere Anpassungen der EnEV bis zur EnEV 2014. Zusätzlich gab es das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) und das Energieeinsparungsgesetz (EnEG).

2020 wurden diese drei Gesetze im Gebäudeenergiegesetz (GEG) vereint. Der Neubaustandard war damit das Niedrigstenergiegebäude (Nearly Zero Energy Building, NZEB, deutsch: Nahezu-Nullenergiehaus), wie es die EU fordert. Stand 2023 wurde der Neubaustandard erneut angehoben, bis auf das Effizienzhaus 55 (→ Seite 20). Es ist unsicher, ob es zur weiteren Verschärfung auf das Effizienzhaus 40 kommen wird, da bei

GUT ZU WISSEN

Primärenergie

Ihr **spezifischer Primärenergiebedarf** für Heizwärme ist der Wärmeverbrauch pro Quadratmeter einschließlich aller Gewinnungs-, Transport- und Umwandlungsverluste von der Öl- oder Gasquelle oder der Kohlemine übers Kraftwerk bis zum Haus.



Abb. 2: Entwicklung des energiesparenden Bauens

Neubauten die Pflicht zu 65 Prozent erneuerbarer Energie ab 2024 besteht – bei Altbauten spätestens 2028. In Abb. 2 sind diese Anforderungen an baulichen Wärmeschutz und Haustechnik für eine Doppelhaushälfte (Referenzhaus → Seite 20) in einen spezifischen Primärenergiebedarf für Heizwärme umgerechnet worden. Die oberste, stufige Linie zeigt die gesetzlichen Vorgaben.

Es gab und gibt Gebäudestandards, die über das Maß der jeweiligen Verordnung hinausgehen (→ Abb. 2, untere Linie „Forschung/Demovorhaben“). Zunächst kam in den späten 1980er-Jahren, angeregt durch den Baustandard in den skandinavischen Ländern, der Begriff des **Niedrigenergiehauses** auf, das einen erheblich verbesserten Wärmeschutz gegenüber dem damaligen Baustandard und außerdem häufig den Einbau von Wohnungslüftungsanlagen aufwies. Allerdings wurde oft auch irreführend mit dem Begriff Niedrigenergiehaus geworben, obwohl kein Niedrigenergiehaus drinsteckte. Es gibt hier leider keine rechtsverbindliche Definition.

Passivhaus

Ist der bauliche Wärmeschutz so sehr verbessert, dass die benötigte Heizwärme über passive Sonneneinstrahlung durch die Fenster und Zuheizen in der Lüftungsanlage gedeckt wird, spricht man von einem **Passivhaus**. Ein klassisches Heizsystem ist nicht mehr erforderlich. Ein Passivhaus funktioniert jedoch nur, wenn bestimmte bauphysikalische Bedingungen eingehalten werden, was in der Planungsphase mit speziellen Softwareprogrammen überprüft wird. Für die Realisierung eines Passivhauses kommt es auf eine sorgfältige Ausführung in der Bauphase und die passende Auswahl der Komponenten an.

Nullenergie- oder Plusenergiehaus

Ein Passivhaus ist zwar noch kein energieautarkes Haus, doch dank seines geringen Energiebedarfs sind die Ausgangsbedingungen günstig. Wird nun zusätzlich zur passiven Sonnenenergienutzung aktive Technik eingebaut, zum Beispiel Solarkollektoren und Photovoltaikanlagen, so kann der Stan-



HINTERGRUND

Anforderungen an ein Passivhaus

- Heizlast höchstens 10 Watt pro Quadratmeter (W/m^2)
- Heizwärme höchstens 15 Kilowattstunden pro Quadratmeter (kWh/m^2) jährlich
- Luftdichtheit besser als 0,6 Luftwechsel pro Stunde
- Primärenergie für Heizung, Warmwasser, Stromanwendungen höchstens 120 Kilowattstunden pro Quadratmeter (kWh/m^2) jährlich
- Nachzuweisen über die Software: Passivhaus-Projektierungs-Paket

Erfüllung der Anforderungen

- Sehr gute Wärmedämmung bis ins Detail, um Wärmebrücken zu vermeiden

- Dreifachwärmeschutzverglasung in gedämmten Fensterrahmen
- Lückenlose, luftdichte Ausführung
- Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung
- Effiziente Elektrogeräte

Näheres erfahren Sie beim Passivhaus-Institut unter www.passiv.de. Dort erhalten Sie auch Listen von zertifizierten Bauelementen wie etwa Holzleichtbauwände, Fenster oder Wärmepumpen sowohl für den Neubau als auch für die Altbausanierung. Bei der Auswahl der Elemente sollten Sie auf diese Zertifizierung achten.

dard eines **Nullenergie-** oder **Plusenergiehauses** erreicht werden. Bei dieser Klassifizierung wird der gesamte Energieverbrauch eines Jahres mit der im gesamten Jahr erzielten Sonnenenergienutzung verglichen. Ist beides gleich, so handelt es sich um ein Nullenergiehaus.

Wird mehr Sonnenenergie gewonnen, als das Haus benötigt, so wirkt das Plusenergiehaus als Kraftwerk.

Zuzeiten einer hohen Einspeisevergütung war es wirtschaftlich attraktiv, eine sehr große Photovoltaikanlage zu installieren und damit die Mehrkosten der aktiven Technik zu decken. Nach Einbrüchen bei der Einspeisevergütung ist dies mit den neuen Bedingungen im EEG (→ Seite 41) wieder sinnvoll geworden. Nach wie vor wird aber angestrebt, einen besseren Standard als das Passivhaus zu erzielen. Die bundesweite

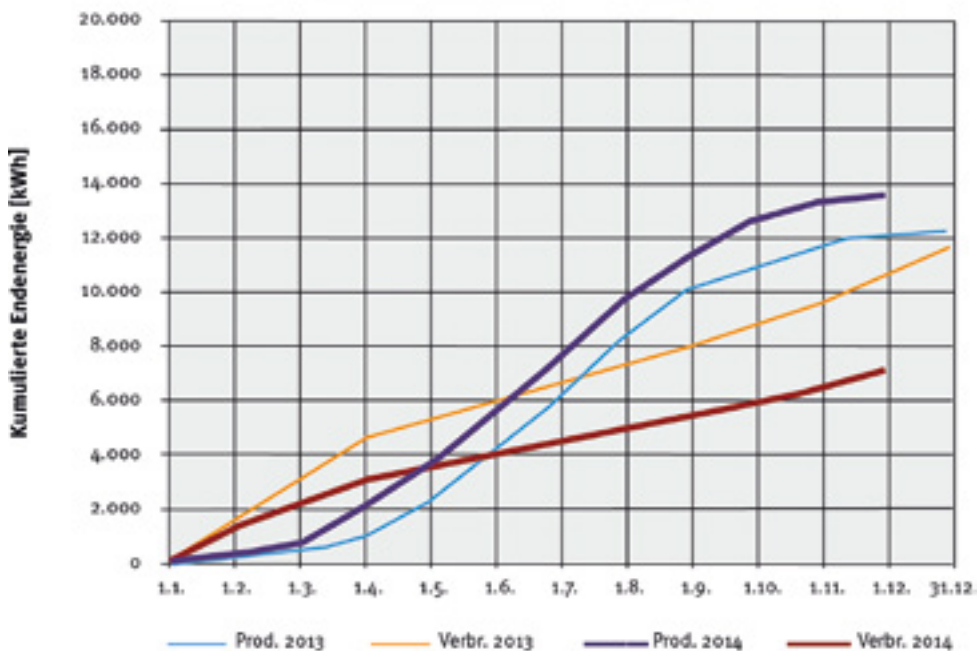


Abb. 3: Jahrgang von Energieproduktion und Energieverbrauch beim Effizienzhaus plus des Bundesumweltministeriums

Forschungsinitiative „Effizienzhaus Plus“ betreut etliche Projekte in Deutschland: www.forschungsinitiative.de/effizienzhaus-plus

Abb. 3 zeigt, wie sich bei einem Plusenergiehaus in 2 Jahren Produktion und Verbrauch entwickelt haben. Es ist deutlich zu sehen, dass zu Beginn des Jahres die Solarproduktion den Verbrauch nicht decken kann. Erst einige Monate später schneiden sich die Kurven, gegen Ende des Jahres wurde mehr produziert als verbraucht. Es handelt sich demnach um ein **Plusenergiehaus in der Jahresbilanz**, aber nicht um ein **energieautarkes Haus**. Denn der Anschluss

ans Stromnetz ist nötig: Im Winter wird Strom bezogen und im Sommer der Überschuss eingespeist.

KfW-Effizienzhaus

Die KfW orientiert ihre Effizienzhaus-Förderungen an Baustandards. Sie hat zu diesem Zweck die **KfW-Effizienzhäuser** definiert. Im jeweils gültigen GEG ist der Neubaustandard festgelegt, der sich am sogenannten Referenzhaus orientiert, einem Gebäude mit den Abmessungen des jeweiligen Neubaus, aber vorgegebenen Werten für Dämmwerte und Haustechnik. Die Zahl im Namen des Effizienzhauses gibt nun an, inwieweit die

Neubau- oder Sanierungsplanung den Primärenergieverbrauch des Referenzhauses erreicht.

Wenn Sie also Ihr Haus so sanieren wollen, dass es zu einem „Effizienzhaus 85“ wird, müssen Sie nachweisen, dass Ihr zukünftiger Primärenergieverbrauch höchstens 85 Prozent vom Verbrauch eines entsprechenden Referenzhauses beträgt. Außerdem gibt es Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz.

→ TIPP

Die **Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)** ist die Förderbank des Bundes. Sie vergibt für energiesparendes Bauen und Sanieren zinsgünstige Kredite mit Tilgungszuschüssen.

Gefördert werden **Effizienzhäuser**. Die Definition der Effizienzhäuser, die damit zusammenhängende aktuelle Förderhöhe und die Beschreibung des Antragsverfahrens finden Sie auf

www.kfw.de/beg

Zur Neubauförderung → Seite 215. Die Förderung von Einzelmaßnahmen bei Altbauten erfolgt als Zuschussförderung mit festen Sätzen über das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) – unter www.bafa.de/beg und die KfW (→ Seite 215).



HINTERGRUND

Baustandards – auf einen Blick

Neubau: Die Anforderungen des jeweils aktuellen Gebäudeenergiegesetzes (GEG) müssen eingehalten werden. GEG 2023: Heizwärme unter 40 Kilowattstunden pro Quadratmeter.

Niedrigenergiehaus: Kein definierter Standard, Heizwärme etwa 50 bis 70 Kilowattstunden pro Quadratmeter

Passivhaus: Definierter Standard mit zugehörigem Softwareprogramm, Heizwärme unter 15 Kilowattstunden pro Quadratmeter

Nullenergiehaus: Im Jahresdurchschnitt erzeugen die aktiven Komponenten des Hauses so viel Wärme und Strom, wie im Haus benötigt wird.

Nullheizenergiehaus: Die Bilanz wird lediglich auf die Heizwärme bezogen.

Plusenergiehaus: Das Haus ist im Jahresdurchschnitt ein Kraftwerk und erzeugt mehr, als es braucht.

Effizienzhaus Plus: Bundesweite Forschungsinitiative für Plusenergiehäuser mit definierten Bedingungen.

KfW-Effizienzhäuser: Von der Förderbank KfW definierter Standard, der sich am Referenzhaus orientiert.

Die Beispielhaushalte

Bei einer Energieberatung (→ Seite 240) wird darauf geachtet, dass die vorgeschlagenen Maßnahmen möglichst gut zu Ihrer Ausgangslage passen. Denn jedes Haus ist anders, jeder Haushalt auch.

Drei Beispielhaushalte begleiten Sie durch dieses Buch. Die drei unterschiedlichen Ausgangslagen und die dazu passenden Planungen machen die verschiedenen Techniken auf dem Weg zur Energieautarkie anschaulich, mit Varianten und Angaben zu Kosten, Nutzen, Autarkiegrad und Umweltentlastung.

Welcher Haushalt entspricht Ihrer eigenen Situation am ehesten? Suchen Sie sich den zu Ihrem Strom- und Wärmeverbrauch passenden Beispielhaushalt aus. Abweichungen zu Ihrer Ausgangslage können Sie in den **interaktiven Tabellen** (Download → Seite 7) berücksichtigen.

Der Autarkiegrad der vorgestellten Varianten wird in einem oder mehreren Symbolen deutlich: Die Zahlen in blauen Kreisen zeigen den Wert der Stromautarkie und diejenigen in roten Kreisen den Wert der Gesamtautarkie, bezogen auf Strom und Wärme.

Haushalt A – unsanierter Altbau

Haushalt A besteht aus zwei Personen, die in einem Einfamilienhaus mit 120 Quadratmetern Wohnfläche leben. Die 30 Jahre alte

Ölheizung übernimmt auch die Warmwasserversorgung. Nun soll das Gebäude energetisch saniert werden, jedoch sind keine Wärmedämmmaßnahmen vorgesehen.

Die A's möchten jetzt investieren, um in Zukunft mit möglichst geringen Energiekosten leben zu können.

Haushalt B – sanierter Altbau

Die B's sind eine junge, vierköpfige Familie. Vor Kurzem haben sie ein Einfamilienhaus mit 140 Quadratmetern Wohnfläche erworben. Im Zuge des Umbaus wird die Außenfassade gedämmt und neue Fenster werden eingebaut. Ein Kühlgerät und eine Waschmaschine sollen neu angeschafft werden.

Die B's wollen ihre Umweltbelastung möglichst gering halten, um ihren Kindern eine lebenswerte Welt zu erhalten.

Haushalt C – Neubau als Passivhaus

Die C's bauen ein Passivhaus (→ Seite 19) mit 120 Quadratmetern Wohnfläche, das sie zunächst zu zweit bewohnen werden. Eventueller Familienzuwachs, zwei Kinder, wurde mit eingeplant. Dank stromsparender Geräte und sparsamer Nutzung ist ihr Strombedarf relativ niedrig.

Allerdings benötigt die Haustechnik Strom, insbesondere die Lüftungsanlage. Einen Stromausfall wollen die C's durch Eigenstromerzeugung daher möglichst vermeiden.

Welchen Strom- und Wärmebedarf haben wir?

Ohne Strom funktioniert kein Haushalt. Und Wärme – ob zum Heizen, Duschen, Baden oder Spülen – ist unverzichtbar. Doch wie viel Strom, Gas, Öl oder Holz benötigen Sie zurzeit? Im Folgenden zeigen wir Ihnen, wie Sie Ihren individuellen Strom- und Wärmeverbrauch einschätzen können. Das Ergebnis ist eine wichtige Grundlage für Ihre Pläne zur „Eigenversorgung“.

In den Medien wird meist die „Energiewende“ mit einer „Stromwende“ gleichgesetzt. Doch Abbildung 4 zeigt, dass im Bun-



Abb. 4: Anteile der Verbrauchssektoren am durchschnittlichen Energieverbrauch deutscher Haushalte 2021 (eigene Berechnung nach Daten des UBA 2023)

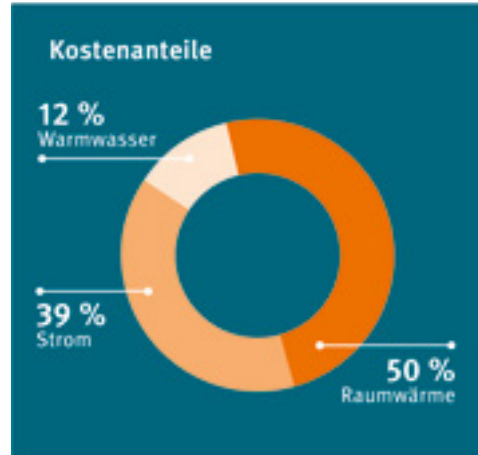


Abb. 5: Legt man Preise zugrunde, ist der kostenmäßige Anteil von Strom am Energieverbrauch noch höher.

desdurchschnitt die Haushalte wesentlich mehr Energie für Wärme (Heizung und Warmwasser) als für Strom aufwenden. Eine „Wärmewende“ ist daher unbedingt nötig. Eine „Stromwende“ ist damit aber noch nicht vom Tisch, denn Strom ist vergleichsweise teuer und wird es auch bleiben.

Strom kostet gut dreimal so viel wie die Wärmeenergieträger Gas oder Öl (Preise berücksichtigen die **Energiepreisdeckel**). Da Strom so wertvoll ist, ist es sehr viel wirtschaftlicher, für die Erzeugung erneuerbare Energien einzusetzen, als bei der Wärme. So decken erneuerbare Energien bundesweit beim Strom mittlerweile knapp 57 Prozent

 GUT ZU WISSEN

Stromtarife

In den meisten Haushalten wird der gesamte Stromverbrauch nach einem Tarif abgerechnet, das heißt, es gibt einen Arbeitspreis pro Kilowattstunde und einen Grundpreis pro Jahr, die sich allerdings bei Preisanpassungen während eines Jahres ändern können.

Gibt es nun beispielsweise eine Nachtspeicherheizung oder eine Wärmepumpe, so kann der Strom dafür über einen **Sondertarif** günstiger bezogen werden. Dann gibt es zwei Möglichkeiten: Der gesamte Haushaltsstrom und der Sondertarifstrom werden über einen Zähler abgerechnet. Oder es gibt zwei getrennte Zähler: einen

für den Haushalt und einen für die Sonderabnehmer, beispielsweise für die Nachtspeicherheizung. Der Elektrizitätsversorger legt fest, wann der Sondertarif, der **Niedertarif**, kurz **NT-Tarif**, gilt. In diesen Zeiten wird ein Signal an den Rundsteuerempfänger im Verteilerkasten gegeben und so der Strom über den NT-Zähler geleitet. Oder es wird bei einheitlicher Messung mit einem **Zweitartfzähler** das NT-Zählwerk eingeschaltet. Außerhalb der Freigabezeiten läuft der Strom über den Haushaltszähler beziehungsweise das Hochtarif-Zählwerk und wird nach dem **Hochtarif**, kurz **HT-Tarif**, abgerechnet.

(Stand 2023), bei der Wärme jedoch nur gut 17 Prozent (Stand 2022) ab. Das führt zu Überlegungen, Strom für Wärmezwecke einzusetzen – was vor einigen Jahren noch als größte Umweltsünde galt. Wichtig zu wissen ist auch, dass die Einsparung von Strom eine erheblich größere CO₂-Einsparung ergibt als diejenige von Brennstoffen. So müssten Sie gut 2,3 Kilowattstunden Gas einsparen, um dieselbe Umweltentlastung zu erzielen wie durch eine eingesparte Kilowattstunde Strom (bei derzeitigem Strommix).

So bewerten Sie Ihren Stromverbrauch

In Ihrer Stromrechnung – meist auf der zweiten Seite – finden Sie einen Kasten mit Angaben zum Jahres- und Vorjahresverbrauch in Kilowattstunden (kWh) mit den zugehörigen Tagen. Wenn hier etwas zwischen 360 und 370 Tagen steht, so können Sie den Verbrauchswert ohne Umrechnung nutzen. Bei größerer Abweichung rechnen Sie folgendermaßen: Ihr **Jahresverbrauch** ist dann der angegebene Verbrauch mal 365, geteilt durch die angegebenen Tage.

Gebäudetyp	Warmwasser	Personen im Haushalt	Verbrauch in Kilowattstunden (kWh) pro Jahr						
			gering						sehr hoch
			A	B	C	D	E	F	G
Haus	ohne Strom	1 Person	bis 1.400	bis 1.800	bis 2.200	bis 2.600	bis 3.400	bis 4.500	über 4.500
		2 Personen	bis 2.000	bis 2.500	bis 2.800	bis 3.100	bis 3.500	bis 4.300	über 4.300
		3 Personen	bis 2.500	bis 3.000	bis 3.500	bis 3.900	bis 4.400	bis 5.200	über 5.200
		4 Personen	bis 2.800	bis 3.500	bis 3.900	bis 4.300	bis 5.000	bis 6.000	über 6.000
	mit Strom	1 Person	bis 1.500	bis 2.000	bis 2.500	bis 3.000	bis 4.000	bis 5.500	über 5.500
		2 Personen	bis 2.400	bis 2.900	bis 3.300	bis 3.800	bis 4.500	bis 6.000	über 6.000
		3 Personen	bis 3.000	bis 3.600	bis 4.100	bis 5.000	bis 6.000	bis 7.500	über 7.500
		4 Personen	bis 3.500	bis 4.200	bis 5.000	bis 5.700	bis 7.000	bis 8.900	über 8.900

Abb. 6: Klassifizierung des Stromverbrauchs bei Ein- und Zweifamilienhäusern nach Daten des Stromspiegels Deutschland 2022/23

Haben Sie einen **Eintarifzähler**? Dann gibt Ihnen Abb. 6, die auf mittleren Werten der bundesdeutschen Haushalte beruht, eine erste Einschätzung Ihres Stromverbrauchs. Sie können diese Bewertung auch online durchführen (www.stromspiegel.de). Hat es keine größeren Veränderungen in der Geräteausrüstung und in der Bewohnerzahl während der letzten Jahre gegeben? Dann bilden Sie den Mittelwert der Jahresverbräuche der letzten zwei bis vier Jahresrechnungen. Haben Sie Neugeräte angeschafft oder sind nun mehr oder weniger Personen in Ihrem Haushalt? Dann nehmen Sie nur den aktuellen Verbrauch.

Einen Zweitzähler müssen Sie nicht berücksichtigen, wenn darüber kein Haushaltsstrom, sondern zum Beispiel nur die Nachtspeicherheizung abgerechnet wird.

Bei einem **Zweitarifzähler** wird es komplizierter; denn in diesem Fall wird ein Teil des Haushaltsstromverbrauchs mit dem NT-Tarif abgerechnet (dies ist meist bei

Nachtspeicherheizungen der Fall). Es hängt von Ihrer Nutzung ab, wie groß dieser Anteil ausfällt. Einige Energieversorger setzen einen Anteil von 15 bis 25 Prozent des HT-Verbrauchs zusätzlich als Haushaltsstromverbrauch an. Diesen „korrigierten“ Wert für den Haushaltsstromverbrauch finden Sie dann in Ihrer Rechnung und können damit in der Abbildung 6 die Einschätzung vornehmen. Ansonsten addieren Sie etwa ein Fünftel Ihres HT-Verbrauchs zum HT-Verbrauch und bewerten auf dieser Grundlage Ihren Haushaltsstromverbrauch. Falls Sie allerdings Ihre Haushaltsgroßgeräte gezielt in der NT-Freigabezeit einsetzen, sollten Sie den HT-Verbrauch um ein gutes Viertel des HT-Verbrauchs erhöhen.

So ermitteln Sie Ihren Heizenergiebedarf

Wenn Sie wissen, wie viel Energie Sie für Heizung und Warmwasser aufwenden, lassen sich der bauliche Wärmeschutz – Wände, Dach, Fenster, Türen etc. – und die Heiztech-

 BEISPIEL 1

Stromverbrauch

Ein Paar lebt im eigenen Haus. Ihre letzte Anschaffung war vor drei Jahren ein energiesparender Kühlschrank. Das Paar kann daher davon ausgehen, dass die Verbrauchsschwankungen im Wesentlichen auf Wettereinflüssen beruhen. Eine Mitteilung über den Verbrauch in den letzten drei Jahren weist dies aus: Rechnung 2020:

2.577 Kilowattstunden in 360 Tagen,

Rechnung 2021:

2.365 Kilowattstunden in 366 Tagen,

Rechnung 2022:

2.800 Kilowattstunden in 380 Tagen.

Die Verbrauchswerte von 2020 und 2021 können direkt als Jahresverbräuche dienen. Für das Jahr 2022 ergibt die Umrechnung: $2.800 \text{ kWh} \cdot 365 \text{ Tage} \div 380 \text{ Tage} = 2.689 \text{ kWh}$. Der Mittelwert beträgt somit 2.544 Kilowattstunden jährlich.

Das Paar bereitet sein Warmwasser mit einer Gastherme. Es sucht nun in der Tabelle (Abb. 6) im oberen Teil (Warmwasser ohne Strom) bei zwei Personen seinen Jahresverbrauch. Dieser liegt nur knapp über 2.500 Kilowattstunden in Klasse B und ist demnach gering.

 BEISPIEL 2

Stromverbrauch

Ein Paar mit Kind lebt seit einem Jahr im neu erworbenen Haus mit Nachtspeicherheizung und elektrischer Warmwasserbereitung. Ihre letzte Jahresrechnung lautet nach Ablesewerten des Zweitarfzählers: Sie bezogen Strom, 15.566 Kilowattstunden zum Niedertarif (NT) und 2.560 Kilowattstunden zum Hochtarif (HT).

Für die Abrechnung zieht der Energieversorger 15 Prozent des HT-Stroms vom NT-Strom ab und es werden 15.182 Kilowattstunden nach NT-Tarif und 2.944 Kilowattstunden nach HT-Tarif berechnet.

Die drei achten darauf, Waschmaschine und Trockner nur während der Freigabezeit des NT-Tarifs einzuschalten. Sie nutzen somit mehr NT-Strom für ihren Haushalt, als der Versorger erwartet. Zur Korrektur wird deswegen ein Viertel des HT-Verbrauchs zum Haushaltsstromverbrauch addiert, sodass sich ein Verbrauch von 3.200 Kilowattstunden pro Jahr ergibt.

Im unteren Teil der Tabelle (Warmwasser mit Strom, Abb. 6) reicht Klasse B für drei Personen bis 3.600 Kilowattstunden jährlich. Ihr Verbrauch ist kleiner und demnach „gering“.

nik insgesamt einschätzen. Heiztechnik und Wärmeschutz getrennt voneinander in ihrer Effizienz zu bewerten, ist nur im Rahmen einer Vor-Ort-Energieberatung (→ Seite 240) möglich.

Ihr Endenergie-Verbrauch

Ihren Heizenergiebedarf ermitteln Sie zunächst, indem Sie den Endenergie-Verbrauch bestimmen. Sie können dies online mithilfe der **interaktiven Tabelle 1** (Download → Seite 7) vornehmen.

Endenergie ist die an der Grundstücksgrenze abgenommene Energiemenge an Öl, Gas, Strom und Holz. Energieverluste beim Transport und der Gewinnung werden nicht berücksichtigt. Bei allen Energieträgern wird die maximal enthaltene Energiemenge, also der Brennwert berücksichtigt (siehe Hintergrund → Seite 28).

Bei einer reinen **Gas- oder Stromheizung** ist die Ermittlung der Verbrauchswerte einfach: Hier finden Sie den Verbrauch in Kilowattstunden in Ihrer Energierechnung. Bei Sondertarifen für Nachtspeicherheizung oder Wärmepumpe beachten Sie bitte die Anmerkungen zur Umrechnung des Haushaltsstroms (→ Seite 25) Sie ziehen in diesem Fall von der Gesamtstrommenge (HT und NT zusammengerechnet) den korrigierten Wert für den Haushaltsstrom ab.

Bei einer **Ölheizung** berücksichtigen Sie stets, dass nicht unbedingt vollgetankt

wurde. Der Jahresverbrauch ergibt sich dann aus der Rest-Ölmenge zu Beginn des Jahres zuzüglich aller in diesem Jahr getankten Mengen abzüglich der am Jahresende vorhandenen Restmenge.

So können Sie auch den Verbrauch über mehrere Jahre ermitteln und dann durch die Zahl der Jahre teilen:

Die Ölmenge in Litern mal 10,6 ergibt dann näherungsweise Ihren Verbrauch in Kilowattstunden Endenergie.

Wird Ihr Haus durch mehrere unterschiedliche Energieträger mit Wärme versorgt, so werden diese Endenergie-Angaben zusammengezählt.

Ein Beispiel: Das Erdgeschoss hängt an einer alten Ölheizung, im Obergeschoss ist eine Gastherme installiert und im Anbau eine Elektro-Nachtspeicherheizung. Dann addieren Sie den Gas- und NT-Stromverbrauch und rechnen die aus dem Ölverbrauch in Litern umgerechnete Öl-Endenergie dazu.

Ein Sonderfall ist das **Heizen mit Holz**. Sie können die Holzmenge in Raummetern in die daraus gewonnene Heizenergie in Kilowattstunden umrechnen: 1 Raummeter entspricht 1.650 bis 2.100, im Mittel 1.880 Kilowattstunden. Diese Spannweite beruht auf einer unterschiedlichen Qualität und dem Trocknungsgrad des Holzes. Kaufen Sie Ihr Holz als Schüttraummeter, so nehmen Sie diesen Wert mal 0,6 und erhalten die Raummeter.



HINTERGRUND

Heizwert und Brennwert

Öl und Gas bestehen hauptsächlich aus Kohlenstoff und Wasserstoff. Die allgemein nutzbare Energie dieser Brennstoffe heißt **Heizwert**. Bei der Verbrennung entstehen Abgase, die Kohlendioxid (CO_2) und auch Wasserdampf enthalten. Und in diesem Wasserdampf steckt viel Energie. Alte Heizkessel konnten diese zusätzliche Energie nicht nutzen. Brennwertgeräte können es (→ Seite 210). Wird zusätzlich die im Abgas enthaltene Wärme des Wasserdampfs genutzt, so erhält man den **Brennwert**. Je höher der Anteil des Wasserstoffs im Brennstoff ist, umso mehr Wasserdampf entsteht und umso größer ist der Unterschied zwischen Brennwert und Heizwert. Bei Erd- oder Biogas liegt der Brennwert um 11 Prozent, bei Heizöl um 6 Prozent über dem Heizwert. Früher wurden die Wirkungsgrade von Heizkesseln auf den Heizwert bezogen,

was zu skurrilen Angaben wie zum Beispiel 104 Prozent Wirkungsgrad für einen Brennwertkessel führte. In Bezug auf den Brennwert liegt dieser Wirkungsgrad jedoch bei knapp 94 Prozent.

Nach neuen Bestimmungen werden Wirkungsgrade grundsätzlich auf den Brennwert bezogen, so auch in diesem Buch. Und Ökodesign sowie Label-Richtlinien für Wärmeerzeuger führen eine jahreszeitbedingte Raumheizungs-Energieeffizienz ein. Dabei wird für fossile Brennstoffe grundsätzlich der obere Heizwert (= Brennwert) als Bezugsgröße verwendet. Bei Verbrennungsgeräten kann kein Wert über 100 Prozent erreicht werden. Auch bei der Holzverbrennung (→ Seite 153) entsteht Wasserdampf, dessen Wärme in Brennwertkesseln genutzt wird.

Ein Beispiel: Sie verfeuern zusätzlich 4 Raummeter Holz in einem Kaminofen. Dann rechnen Sie zu der bereits ermittelten Heizenergie 6.600 bis 8.400 Kilowattstunden, im Mittel 7.520 Kilowattstunden hinzu.

Ihr Endenergie-Kennwert

Um unterschiedlich große Häuser vergleichen zu können, wird der **Endenergie-Kennwert** betrachtet. Wie etwa beim Auto der Kraftstoffverbrauch auf 100 Kilometer, so wird hier der Heizenergieverbrauch auf die beheizte Fläche umgelegt. Der

Endenergie-Kennwert erinnert an die Energiekennzahl des Energieausweises. Allerdings liegen beiden Werten unterschiedliche Berechnungsverfahren zugrunde, sodass sie nicht vergleichbar sind. Ihren eigenen Endenergie-Kennwert bewerten Sie anhand der Grafik in Abb. 7.

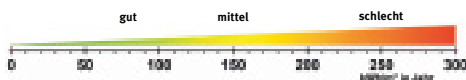


Abb. 7: Bewertung des Endenergie-Kennwerts

Bewertung Endenergie-Kennwert (in kWh pro Jahr)						
WOHNFLÄCHE (m ²)	BEWERTUNG	PERSONEN, DIE AUS DER HEIZUNGSANLAGE MIT WARMWASSER VERSORGT WERDEN				
		0	1	2	3	4
80	gut	6400	7700	8500	9300	10100
	mittel	12000	15300	16100	16900	17700
	schlecht	20000	25800	26600	27400	28200
100	gut	8000	9300	10100	10900	11700
	mittel	15000	18300	19100	19900	20700
	schlecht	25000	30800	31600	32400	33200
120	gut	9600	10900	11700	12500	13300
	mittel	18000	21300	22100	22900	23700
	schlecht	30000	35800	36600	37400	38200
140	gut	11200	12500	13300	14100	14900
	mittel	21000	24300	25100	25900	26700
	schlecht	35000	40800	41600	42400	43200

Abb. 8: Mit den Werten aus dieser Tabelle können Sie Ihren Endenergieverbrauch grob einschätzen.

Zur Bewertung nutzen Sie die **interaktive Tabelle 1** (Download → Seite 7). Dort können Sie mehrere Energieträger eingeben und die Warmwasserbereitungsverluste werden anhand Ihres Warmwassersystems eingeschätzt. Für überschlägige Abschätzungen reicht jedoch die Tabelle oben zur Bewertung des Endenergie-Kennwerts aus. Diese Tabelle berücksichtigt es, wenn in der Heizenergiemenge auch die Warmwasserbereitung enthalten ist, wie etwa bei einer Gastherme, einem Ölkessel mit Speicher oder auch einer Gasheizung mit separatem Gas-Durchlauferhitzer.

Wird bei Ihnen das Wasser mit einem Elektro-Durchlauferhitzer erwärmt, wählen Sie als Personenzahl „null“. Und so finden Sie Ihre Bewertung: Wählen Sie zunächst die Zei-

len, die Ihrer Wohnfläche am nächsten kommen. Suchen Sie dann in der Spalte mit der zutreffenden Personenzahl den Endenergieverbrauch, der Ihrem Verbrauch am nächsten kommt. Der Bewertung „gut“ entspricht zum Beispiel ein Endenergie-Kennwert von 80 Kilowattstunden pro Quadratmeter jährlich, bei „mittel“ sind es 150 und bei „schlecht“ 250 Kilowattstunden pro Quadratmeter jährlich.

Stichwortverzeichnis



A

- AC-Kopplung 64
- Altbau
 - saniert 22
 - unsaniert 22
- Amortisationszeit 259
- Anpassungsfaktor 31
- Arbeitszahl (AZ) 130
- Autarkiegrad 259
- Autarkiesymbole 7

B

- BAFA-Förderung
 - Altbausanierung 215
 - Blockheizkraftwerk 83
 - Energieberatung 240
- Batterie 62
 - effektive Kapazität 64
 - Entladetiefe 64
 - Lebensdauer 64
 - nominale Kapazität 64
 - Speicherkapazität 64
 - Wirkungsgrad 63
 - Zyklus 63
- Bauamt 50
- Beaufort-Skala 53
- BEG-Förderung 215
 - Holzheizung 156
 - Holzöfen 156
 - Wärmepumpe 141
- Beispielhaushalte 22
- Beleuchtung, Strom sparen 237

- Betriebskosten pro Jahr 44
- BHKW-Anlage 80
- Biomasse 153
- Bivalente Anlage 139
- Blauer Wasserstoff 215, 217, 259
- Blockheizkraftwerk 78 ff
 - modulierendes 79, 85
- Brauchwassererwärmung 97
- Brauchwasserwärmepumpe 140
- Brennstoffzelle 79, 85
- Brennwert 28
- Brennwertkessel 210
- BSW-Speicherpass 72
- Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) 21
- Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) 215
- Bürgerenergieanlage 60

C

- CO₂-Konzentration 16
- COP *Siehe Wärmepumpe*
- CPC-Kollektor 102

D

- DC-Kopplung 64
- Direktverdampferanlage 131
- Drehstrom 34
- Drehstromgenerator 54
- Durchflussbegrenzer 244

E

- Effizienzhaus 20

Effizienzhaus Plus 20, 222
 Eigenverbrauch 68
 Eigenverbrauchsanteil 66
 Eintarifzähler 25
 Elektroauto 37
 Elektroheizstab 116
 Elektroheizung 123
 Endenergie-Kennwert 28
 Endenergie-Verbrauch 27
 energieautarkes Haus 13
 Energieautarkie 13, 14, 219, 259
 Energiedienstleistung 234
 Erdkollektor 134, 141
 Erdsonde 134
 Erdwärme 134
 Erdwärmepumpe 134, 177
 EU-Ökodesign-Richtlinie 211
 Exergie 117

F

Fernwärme 91
 FI-Schalter 34
 Flachdach, Modulaufstellung 39
 Flächenheizungen 150
 Flachkollektor 101
 fossile Energieträger 154
 Fußbodenheizung 150
 Frischwasserstation 99

G

Gas- oder Stromheizung 27
 Gebäudeenergiegesetz (GEG) 17, 217
 Gleichstrom 34
 Globalstrahlungskarte des Deutschen Wetter-
 dienstes 37
 Grabenkollektor 135
 Grundlast 35, 36

H

Heiz-Check 211
 Heizenergiebedarf 25
 Heizen mit Holz 153
 Heizungsanlage 99
 Heizungsunterstützungsanlage 99
 Heizungswärmepumpe 140, 185
 Heizwert 28
 Hochtarif 24
 Holzheizung 153, 166
 Holzöfen 156
 Holzpelletkessel 159
 Holzpellets 155
 Holz-Vergaserkessel 158
 HT-Tarif *siehe Hochtarif*
 Hybridkollektor 175
 Hybridsysteme 178
 Hybridwärmepumpe 206
 hydraulischer Abgleich 241

I

Inselnetz 42
 Invertertechnik 133

J

Jahresarbeitszahl (JAZ) 130
 Jahresreinerlös 48
 jährlicher Reinerlös 43

K

kalte Nahwärme 151
 Kaminofen 156
 KfW-Effizienzhaus 20
 KfW-Förderung

- energieeffiziente Gebäude 21
- energieeffiziente Neubauten 215
- erneuerbare Energien 50

 Kilowatt-Peak (kWp) 40

Kleinwindanlage 51

- Nennleistung 51
- Standort 52

Klimawandel 15, 154

Kosteneinsparung über 20 Jahre 44

Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) 20

Kühl- und Gefriergeräte, Strom sparen 239

Kurzzeitspeicher 62

L

Langzeit-Erdspeicher 176

Langzeitspeicher 74

Lastgang 33, 80

LED 237

Legionellen 99

Lithium-Ionen-Batterie 62

Luftkollektor 103

Luft-Wasser-Wärmepumpe 137

M

Menge des selbst genutzten Stroms 43

Mikro-Blockheizkraftwerk 78

Mikrowindenergieanlage 51

N

Nachhaltiges Gebäude 215

Nahwärme 91

Nano-Blockheizkraftwerk 78

netzoptimierte Speicherung 66

Niedertarif 24

Niedrigenergiehaus 18, 21

Notstromaggregat 78

Notstromversorgung 42

NT-Tarif *siehe Niedertarif*

Nullenergiehaus 18, 21

Nullheizenenergiehaus 21

O

Ölheizung 22, 27

P

Passivhaus 18, 21

Passivhaus-Neubau 22

Pelletlager 159

Photovoltaikanlage 37, 115, 184, 195

- Netzausfall 42

Photovoltaik mit Modulen

siehe Solarstromanlage

Plusenergiehaus 18, 21, 222

ppm, parts per million 16

Primärenergiebedarf, spezifischer 17

Pufferspeicher 80, 157

- BHKW 80
- Holzheizung 157
- Holzpelletkessel 157
- Holz-Vergaserkessel 157
- Solaranlage 98
- Wärmepumpe 132, 151

PVT-Kollektor 196

R

Redox-Flow-Batterie 75

Reinerlös 43

Rohrdämmung 243

Röhrenkollektor 101

S

Scheitholz 155

Scheitholzanlagen 157

Schieflast 34

Schrägdach, Modulaufstellung 39

Schwungmassenspeicher 62

SG-Ready 184

Smarthome 73

solarer Deckungsgrad 106

Solarkollektoranlagen 96
 Solarkreis 97
 Solarmodul 37, 38
 Solaroptimierer 39
 Solarspeicher 98
 Solarstromanlage 37, 96, 115, 184, 195
 – zur Miete 51
 Solarthermie *siehe thermische Solaranlage*
 Solar-Wärmepumpensystem 174
 Sole-Wasser-Wärmepumpe 130
 Sondertarif 24
 Sonnenenergie 14
 Sonnenhaus 106, 167, 219, 232
 Sonnenwärme 96
 Speicheranschluss 104
 Spülmaschine, Strom sparen 237
 Strom-Flatrate 191
 Stromsparen 235
 Stromspeicher 61, 62, 74
 Stromtarife 24
 Strom- und Wärmebedarf 23
 Stromverbrauch 24
 Systemjahresarbeitszahl (SJAZ) 176

T

thermische Solaranlage 96, 100, 104, 113, 166,
 174, 195
 Thermostatventil 240

U

Überströmleitung 243
 Umwälzpumpe 236
 Umweltbelastung durch CO₂ 44
 – Vierpersonenhaushalt 15

V

Volleinspeiseanlage 41, 43
 Volllaststunde 55, 84

W

Wärmebedarf 23, 95
 Wärmepumpe 129, 174
 – Arbeitszahl 130
 – Außenluftnutzung 137
 – Bivalenzpunkt 139
 – Brauchwassererwärmung 140
 – gasbetriebene 148
 – Heizkörpernutzung 138
 – Invertertechnik 133
 – Leistungszahl 130
 – Pufferspeicher 132, 151
 – Wärmequelle 129, 133
 – Wärmesenke 129
 Wärmepumpensondertarif 142
 Wärmepumpe plus Photovoltaik 184
 Wärmepumpe plus Solarthermie 174
 Wärmespeicher 98
 Wärmetauscher 262
 – BHKW 78
 – Fernwärme 91
 – Holzheizung 157
 – Solaranlage 97
 – Wärmepumpe 133
 Warmwasseranschluss 104
 Warmwasserbereitung 29, 116
 Warmwasserspeicher 98
 Waschmaschine, Strom sparen 237
 Wasserstoff 212
 Wasser-Wasser-Wärmepumpe 133
 Wechselrichter 37
 Wechselstrom 34
 Windmessung 52

Z

Zweiterarifzähler 24, 26