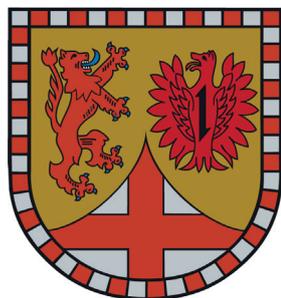




LEITFADEN ENERGIEBEWUSSTES BAUEN



Umwelt-Campus
Birkenfeld

H O C H
S C H U L E
T R I E R

ZENAPA

Funded by



01

CO₂-NEUTRALITÄT
Seite 6

02

ENERGIEEFFIZIENZ
Seite 7

03

GEBÄUDEHÜLLE
Seite 10

04

HAUSTECHNIK
Seite 15

05

ELEKTROFAHRZEUG -
AUS STROM WIRD MOBILITÄT
Seite 33

06

PRAXISTIPPS FÜR
ENERGETISCHES WOHNEN
Seite 36

LIEBE BAUHERRINNEN UND BAUHERREN,

Diese Informationsbroschüre soll Ihnen wichtige Hinweise zu einem möglichst klimaneutralen Bauen geben. Es werden grundlegende Technologien und generelle Themen, wie die Energieeffizienz und CO₂-Neutralität, aufbereitet. Das Ziel ist es, Ihnen aufzuzeigen, dass klimafreundliches Bauen kein teures Zukunftsprojekt ist. Rechtliche Vorgaben, wie sie zum Beispiel aus der Energieeinsparverordnung kommen, sowie Förderprogramme sind Mittel, um ein möglichst energieeffizientes Bauen anzuregen. Die Ansprüche an die Energieeffizienz von Neubauten sind in Deutschland durch gesetzliche Vorgaben bereits hoch, jedoch kann durch zusätzliche Investitionen noch über diese rechtlichen Vorgaben hinausgegangen werden, um sowohl für die Umwelt und gegen den Klimawandel als auch für die eigenen laufenden Kosten langfristig Verbesserungen zu erzielen.

Der Klimawandel entsteht durch eine Anreicherung der Erdatmosphäre mit Treibhausgasen. Durch eine Vielzahl von menschlichen Prozessen werden Treibhausgase freigesetzt. Das einflussreichste Treibhausgas ist Kohlendioxid (CO₂), welches bei fast allen Verbrennungsprozessen freigesetzt wird, da hierbei langfristig gebundener Kohlenstoff entweicht. Kohle, Erdgas und Erdöl sind die wesentlichen Energieträger, die durch Verbrennung CO₂ in die Atmosphäre abgeben. Sämtliche Treibhausgase (hierzu zählen neben Kohlendioxid insbesondere Methan CH₄ sowie Distickstoffmonoxid N₂O) verändern die Atmosphäre dahingehend, dass sie den natürlichen Treibhauseffekt der Atmosphäre verstärken. Diese Erwärmung der Erdoberfläche hat einen großen Einfluss auf viele verschiedene Ökosysteme der Erde, wie die Ozeane oder die Polarkappen. Die globale Temperatur ist seit 1880 bereits um 1 °C angestiegen, große Teile der Eiskappen sind bereits geschmolzen und der Meeresspiegel steigt pro Jahr bereits um circa 3,2 Millimeter an. Auch ungewöhnlich intensive und lange Dürreperioden, wie sie im Sommer 2018 vorkamen, und weitere Extremwetterereignisse können dem fortschreitenden Klimawandel zugeschrieben werden.

Die Nationalparkgemeinde Rhaunen hat sich den Klimazielen der Bundesregierung bereits früh verschrieben, zusätzlich orientiert sich die Gemeinde am energie- und klimapolitischen Leitbild der Nationalparkverbandsgemeinde Rhaunen für eine nachhaltige und ressourcenbewusste Entwicklung (mehr Infos zum Leitfaden und den Zielen der Verbandsgemeinde auf der Website www.vg-rhaunen.de). Zusätzlich ist die Ortsgemeinde Rhaunen Teil der Zenapa Mustderkommune im EU-Life Projekt Zenapa. ZENAPA steht für „Zero Emission Nature Protection Areas“. Dabei handelt es sich um ein EU-Projekt, welches die CO₂-Neutralität in sogenannten „Großschutzgebieten“ (GSG) fördert. Solche Großschutzgebiete sind unter anderem der Nationalpark Hunsrück-Hochwald, das Biosphärenreservoir Bliesgau oder das Biosphärenreservoir Pfälzerwald. Besonders Sie als Bauherrinnen und Bauherren können Ihren Beitrag zur CO₂-Neutralität und gegen die globale Erwärmung leisten, indem sie im privaten Bereich die Emissionen von Kohlendioxid und anderen Treibhausgasen minimieren.

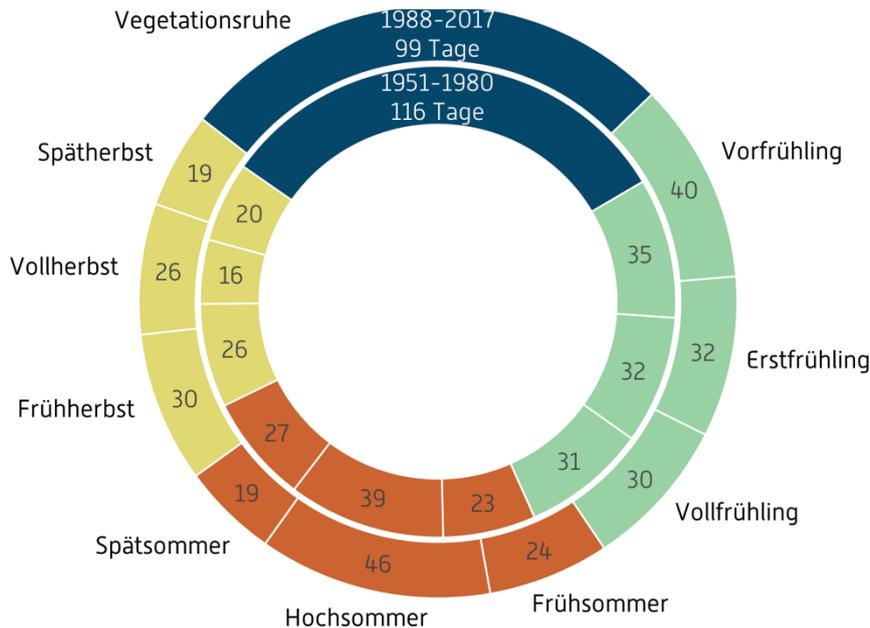


Abbildung 1:
Phänologische Uhr für Rheinland-Pfalz. Dargestellt sind die einzelnen Phasen der Jahreszeiten im Zeitraum 1951 bis 1980 (innerer Ring) und die Verschiebung der Jahreszeiten durch den Klimawandel im Zeitraum 1988 bis 2017. Datenquelle: Deutscher Wetterdienst.

Ein Niedrigemissionsneubau ist eine sinnvolle Investition in eine nachhaltige, klimafreundliche Zukunft. Deswegen gibt Ihnen dieser Ratgeber Hinweise, um die drei zentralen Bereiche des privaten Energiesektors - Wärme, Strom und Verkehr - zu optimieren, um direkte und indirekte Treibhausgasemissionen zu minimieren.

Im Wärmesektor wird thematisiert, wie beim Bau mit intelligenter Planung von Rohbau und Dämmung der Wärmebedarf stark verringert werden kann. Außerdem werden moderne Heizungstechniken vorgestellt, wodurch der Wärmebedarf effizient und nachhaltig gedeckt werden kann.

Im Stromsektor wird darauf eingegangen, wie mit Maßnahmen der Energieeffizienz und intelligenter Gerätesteuerung der Strombedarf reduziert werden kann. Außerdem wird vorgestellt, wie sich bereits etablierte Technologien wie eine Photovoltaikanlage in Verbindung mit Batteriespeichern der Strombedarf äußerst nachhaltig, aber auch wirtschaftlich sinnvoll gedeckt werden kann.

Im Bereich der Mobilität wird auf die Elektromobilität als Alternative zu fossil betriebenen Fahrzeugen vorgestellt und wie man beim Hausbau Vorbereitungen treffen kann, um in Zukunft ein Elektroauto privat bequem nutzen zu können.

Im Zuge von steigenden Rohstoffpreisen für fossile Brennstoffe, insbesondere für Privatpersonen, sind Investitionen in Energieeffizienz und erneuerbare Energien langfristig wirtschaftlich rentabel. Ohne Investitionen in entsprechende Technologien im Neubausektor sind die regionalen, nationalen und schließlich globalen Klimaschutzziele nicht zu erreichen. Zudem sind bereits heute Investitionen in regenerative und energieeffiziente Technologien günstiger als die Investition in fossile Technologien, sodass Eigenheimbesitzer beim Einsatz dieser erneuerbaren Technologien Geld sparen können.

CO₂-NEUTRALITÄT

CO₂ UND TREIBHAUSGASE

Kohlenstoffdioxid (CO₂) ist eines der wichtigsten Spurengase in der Atmosphäre, welches zum Treibhauseffekt beiträgt. Es wird in sehr großen Mengen bei von Menschen durchgeführten Prozessen aller Art freigesetzt und hat deshalb einen wesentlichen Einfluss auf das Klima. Alle Treibhausgase tragen zum Klimawandel bei, indem sie in der Atmosphäre verbleiben und von der Erde reflektiertes Sonnenlicht in Form von Wärmestrahlung zurück zur Erde werfen. So tragen die Treibhausgase dazu bei, dass sich die Atmosphäre der Erde aufwärmt. Jeder Verbrennungsprozess, wie er in den meisten Fahrzeugen, Heizungen oder konventionellen Kraftwerken stattfindet, erzeugt als Nebenprodukt Kohlenstoffdioxid.

CO₂-Neutralität bedeutet, dass in einem Prozess kein CO₂ freigesetzt wird. Um seinen negativen Einfluss auf das Klima so gering wie möglich zu halten, sollte versucht werden, die CO₂-Neutralität in so vielen Prozessen wie möglich anzustreben. Die Sektoren, in denen die Treibhausgasemissionen reduziert werden müssen, sind der Verkehr, die Wärmeversorgung und der Strom. Mit Hilfe von erneuerbaren Energien und anderen alternativen Technologien wie Elektromobilität oder Wärmepumpen, können in diesen Bereichen viel CO₂ und weitere Treibhausgase eingespart werden.



Abbildung 2:
Klimaneutrale Energieerzeugung in der
Nationalparkregion Hunsrück-Hochwald.

RECHNERISCHE CO₂-NEUTRALITÄT

Ein Prozess kann auch CO₂-neutral sein, obwohl dabei CO₂ freigesetzt wird, wenn vorher an anderer Stelle die gleiche Menge an CO₂ gebunden wird. So setzt Biomasse bei der Verbrennung zwar CO₂ frei, dieses wurde jedoch vorher von den Pflanzen der Atmosphäre entnommen. Es sollte also darauf geachtet werden, möglichst wenige langfristige Kohlenstoffspeicher, wie Kohle oder Erdöl, zu nutzen. Ein Haus mit Holzpellets zu beheizen ist somit rechnerisch CO₂-neutral, obwohl beim Verbrennungsprozess CO₂ freigesetzt wird.

FAZIT

Der Klimawandel ist wissenschaftlich außerordentlich gut verstanden, jedoch bedarf es weiterer Forschung, um sämtliche Einflussgrößen noch besser einordnen zu können. Allerdings ist abzusehen, dass der Klimawandel viele negative Folgen mit sich bringen wird – erste Auswirkungen sind schon bereits heute zu erkennen. Um seinen persönlichen Einfluss auf den Klimawandel zu minimieren, sollte also versucht werden, CO₂-Neutralität überall dort anzustreben, wo es möglich ist.

ENERGIEEFFIZIENZ

Energieeffizienz ist im Rahmen der Energiewende zu einem zentralen Thema geworden. Energieeffizienz bedeutet, einen Prozess mit möglichst geringem Energieaufwand bei gleichbleibender Qualität der Energienutzung durchzuführen. Einen Fokus auf Energieeffizienz zu setzen führt also dazu, dass der Energieverbrauch sinkt, wodurch die Energiekosten stark gesenkt werden können.

KLIMAZIELE DER BUNDESREPUBLIK

Die Bundesrepublik hat sich Klimaschutzziele gesetzt, welche bis 2050 umgesetzt werden sollen. Unter anderem sollen die Treibhausgasemissionen, im Vergleich zu 1990, um mindestens 80% gesenkt werden. Außerdem soll der Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch mindestens 60% betragen. Dies bezieht sich nicht nur auf den Stromverbrauch, sondern betrifft auch die Sektoren Verkehr und Wärme. Außerdem soll der Primärenergieverbrauch gegenüber 2008 um 50% verringert werden. Vor allem beim Senken des Primärenergieverbrauchs können Energieeffizienzmaßnahmen eine große Rolle spielen.

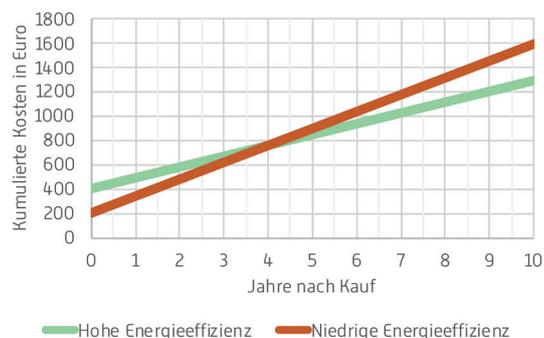
ENERGIEEFFIZIENZKLASSEN

Das Überprüfen der Energieeffizienz ist besonders bei Elektrogeräten sehr einfach, da bei diesen stets eine Energieeffizienzklasse als Hilfe bei der Kaufentscheidung angegeben wird. Die Energieeffizienzklassen beschreiben, wie viel Energie im Vergleich zu einem Referenzmodell verbraucht wird. Geräte werden hierbei in Klassen von A bis G eingeteilt, wobei A am energieeffizientesten ist und G in dieser Hinsicht am schlechtesten. Da die Werte für die Referenzmodelle seit der Einführung der Klassen im Jahr 1998 oft gleichgeblie-

ben sind, mussten weitere Klassen eingeführt werden, da die Energieeffizienz in vielen Bereichen sehr große Fortschritte gemacht hat. Deshalb wurden für einige Gerätetypen auch noch die Klassen A+, A++ und A+++ eingeführt. In den nächsten Jahren sollen die Energieverbrauchskennzeichnungen jedoch überarbeitet werden, damit die Klassen A bis G gelten.

WIRTSCHAFTLICHKEIT

Geräte mit einer hohen Energieeffizienzklasse kosten in der Anschaffung häufig mehr im Vergleich zu anderen Geräten. Langfristig gesehen rentieren sich energieeffiziente Geräte jedoch, da die laufenden Kosten stark gesenkt werden.



FAZIT

Beim Kauf von Geräten auf die Energieeffizienz zu achten, ist aufgrund der Einteilung in Klassen sehr einfach und deshalb eine gute Möglichkeit, die Energiekosten langfristig zu verringern und damit die Umwelt zu schonen.

ENERGIEEINSPARVERORDNUNG EnEV

Die Energieeinsparverordnung trat 2002 in Kraft und wurde seitdem von der Bundesregierung einige Male erneuert. Sie ist ein wichtiges Mittel, um die von der Bundesrepublik gesetzten Klimaziele insbesondere im Bereich des Gebäudeenergieverbrauchs umzusetzen. Dafür soll schrittweise ein klimaneutraler Gebäudebestand bis 2050 erreicht werden.

Mit Einführung der EnEV wurden die Vorschriften für Heizungsanlagen (Heizungsanlagenverordnung (HeizAnlV)) mit denen zur Wärmedämmung (Wärmeschutzverordnung (WSchV)) kombiniert, weshalb nun die Anlagentechnik in der Energieeffizienzbilanz berücksichtigt wird. Das bedeutet, dass in der Energieeffizienzbilanz eine ineffiziente Heizung durch eine gute Dämmung ausgeglichen werden kann und umgekehrt.

Durch die zahlreichen Neufassungen der EnEV wurden die Anforderungen stets angepasst, um die Klimaschutzziele erreichen zu können. Dazu werden diese Anforderungen regelmäßig verschärft. Zudem wurde die EnEV um neue Anforderungen und Geltungsbereiche erweitert.

ENERGIESTANDARDS

Durch die Energiestandards werden Gebäude nach ihrem flächenbezogenen, jährlichen Energiebedarf in verschiedenen Kategorien unterteilt. Dafür werden sie mit einem theoretischen Referenzgebäude verglichen. Dieses Referenzgebäude besitzt die gleiche Geometrie, Nutzfläche und Ausrichtung, jedoch wird es mit den Referenzbauteilen der aktuellen EnEV berechnet. Die verschiedenen Effizienzhausklassen (40, 40 Plus, 55, 70, 100, Passivhaus, Nullenergiehaus oder Plusenergiehaus) geben an, welcher prozentuale Anteil des Primärenergiebedarfs des Referenzhauses im betrachteten Gebäude verbraucht wird. Bei den Klassen 40, 55, 70 und 100 bezieht sich die Zahl jeweils auf den prozentualen Wert an Primärenergie, den das Haus im Vergleich zum Referenzhaus benötigt. Die Energiestandards 40, 40 Plus und 55 werden durch Kredite der KfW-Bank gestaffelt gefördert.

Ein Passivhaus darf einen Heizwärmebedarf von 15 kWh/(m²·a) bei einer Heizlast von 10 kWh/(m²·a) nicht überschreiten. Bei Nullenergiehäusern handelt es sich um Häuser, die bilanziell über das Jahr gesehen so viel Energie produzieren wie sie verbrauchen. Die Energieproduktion erfolgt hierbei durch Technologien wie Solarthermie oder Photovoltaikanlagen. Plusenergiehäuser produzieren über das Jahr gesehen sogar mehr Energie als sie verbrauchen.

GEBÄUDEHÜLLE

ROHBAU

Der Rohbau eines Bauwerks beschreibt dessen Außen- und Innenwände sowie das Dach und das Fundament. Es werden noch keine Fassaden oder Dämmvorrichtungen berücksichtigt. Dennoch ist der Rohbau eines Gebäudes bei der Energieeffizienz und dem Energieverbrauch eines Gebäudes sehr wichtig.

Viele Punkte, welche bei der Planung des Rohbaus entschieden werden, müssen auch aus energetischer Sicht betrachtet werden. Dies betrifft zum Beispiel die Raumaufteilung, die Anzahl und Position von Fenstern und die Dachform sowie die Ausrichtung des Gebäudes. Aber auch die Frage, ob ein Keller nötig ist, sollte energetisch betrachtet werden, da ein Keller große Energieverluste verursachen kann. Indem kompakt gebaut wird und Wärmebrücken (Bereiche mit größeren Wärmeverlusten durch Ecken/Kanten oder durch Materialübergänge) vermieden werden, kann eine gute Grundlage für eine optimierte Gebäudedämmung gelegt werden. Auch sollte darauf geachtet werden, dass die Außenfläche des Gebäudes im Verhältnis zu seinem Volumen möglichst klein ist, um Wärmeverluste über die Fassade zu minimieren.

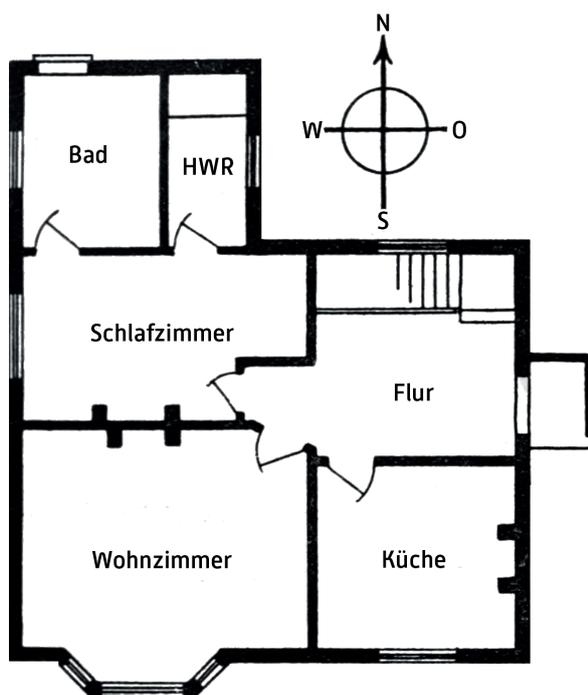


Abbildung 4:
Wohnräume (Küche, Esszimmer, Wohnzimmer) sollten auf der Südseite eines Gebäudes liegen. Schlafzimmer sollten sich im nördlichen Teil befinden, da diese Räume eine niedrigere Temperatur aufweisen sollten.

BAUWEISE

Beim Thema Rohbau spielt die Art des Mauerwerks bzw. des Holzfachwerks eine wesentliche Rolle, die Art des verbauten Materials und dessen Struktur ist hierbei entscheidend. Klassischerweise werden Häuser in Deutschland in Massivbauweise, also aus Stein und Beton, gebaut. Eine Alternative ist der Leichtbau beziehungsweise Holzbau, eine moderne Fachwerkart. Hierbei kann der Raum zwischen den Streben genutzt werden, um die Dämmung anzubringen, wodurch die Wandstärke im Vergleich zur Massivbauweise geringer ausgelegt werden kann. Die Frage, mit welchen Materialien der Neubau errichtet werden soll, sollte Bauherrinnen und Bauherren bereits in den frühen Planungsphasen, gemeinsam mit dem Architekten und dem Bauträger, beantworten.

DACH

Nach der EnEV kann eine geschlossene Dachdämmung dafür sorgen, dass zwischen den Außenwänden und dem Dach auftretende Wärmebrücken minimiert werden. Eine Dämmung sollte möglichst an der Decke des obersten Stockwerkes liegen.

Das Dach lässt sich darüber hinaus nutzen, um mittels einer Photovoltaikanlage Strom oder einer Solarthermieanlage Wärme zu erzeugen. Auf Flachdächern müssen die Paneele dieser Anlagen aufgeständert werden, auf einem Satteldach können die Paneele parallel zum Dach montiert werden.

GEBÄUDEAUSRICHTUNG UND FENSTER

Gebäude sollten möglichst nach Süden ausgerichtet sein, um den Wärmeeintrag durch Sonnenlicht zu maximieren. Mithilfe einer Fensterfront an der Südseite des Hauses kann vor allem an sonnigen Wintertagen der Heiz- und Beleuchtungsbedarf während der Sonnenstunden merklich reduziert werden. Um zu hohen Temperaturen in der Sommerzeit entgegen zu wirken, sollte eine Abwägung zwischen Fensterfläche und Fassadenfläche gefunden werden. Bei der Raumaufteilung sollte versucht werden, Nutzräume, wie Bäder oder Lagerräume, und kühl zu haltende Räume wie Schlafzimmer möglichst in den nördlichen Teil oder in innenliegende Bereiche des Gebäudes zu legen. Wohnräume, wie Esszimmer, Wohnzimmer oder die Küche, sollten möglichst in den südlichen Teil des Hauses gelegt werden, da diese Räume in der Regel am meisten beheizt werden.

DÄMMUNG

Die Dämmung kann der Schlüssel zu einem energieeffizienten Haus sein. Es ist zu beachten, dass auf zusätzliche Dämmung verzichtet werden kann, wenn das Wandmaterial ausreichende Dämmeigenschaften besitzt. Die Aufgabe einer Dämmsicht ist, den Wärmeaustausch des Hauses mit der Umgebung und dem Erdreich zu minimieren. Im Winter soll die Dämmung das Haus vor Wärmeverlusten und im Sommer vor einer zu großen Wärmezufuhr schützen. Moderne Häuser müssen nach der EnEV mit einer lückenlosen Dämmung ausgestattet sein. Der reduzierte Wärmeverlust durch die Dämmung wirkt sich positiv auf die benötigte Heiz- und Kühlleistung aus, was die laufenden Kosten im Vergleich zu Gebäuden mit veralteter Dämmung stark verringert.

Abbildung 5:
Thermographische Aufnahme eines Hauses zur Identifikation von Bereichen mit Wärmeverlusten.
(Foto: Lutz Weidner. Lizenz: CC BY-SA 3.0 https://de.wikipedia.org/wiki/Thermografie#/media/Datei:Ungedaemmte_Aussenwand.jpg)



AUSSEN- UND INNENWANDDÄMMUNG

Generell gibt es zwei verschiedene Dämmarten: Innen- und Außendämmung. Die Außendämmung bietet gegenüber der Innendämmung zwei wesentliche Vorteile: Durch die Außendämmung kann eine lückenlose Dämmung des Baukörpers ermöglicht werden, wodurch Wärmebrücken in ihrer Häufigkeit und Intensität minimiert werden können. Der zweite Vorteil ist, dass sich durch Außendämmung der Taupunkt des Wassers in der Luft außerhalb des Raumes befindet. Dadurch kann das Auftreten von feuchten Stellen an der Wand deutlich reduziert werden. Bei der Innendämmung wird das Dämmmaterial an der Innenseite der Fassade angebracht.

DÄMMSTOFFE AUF DEM MARKT

Auf dem Markt gibt es zahlreiche verschiedene Dämmstoffe aus unterschiedlichen Materialien, welche in drei Kategorien unterteilt werden können. Zum einen gibt es chemische Dämmstoffe, wie Styropor oder Phenolharz, mineralische Dämmstoffe, wie Glaswolle und Mineralwolle, sowie nachhaltige, pflanzliche Stoffe wie Hanffasern oder Holzwolle. Der Wärmedurchgangskoeffizient eines Materials beschreibt, wie viel Wärmeenergie durch das Material in Abhängigkeit vom Temperaturunterschied und der Dicke des Materials gelangen kann. Der Wärmedurchgangskoeffizient des Materials sollte so klein wie möglich sein. So weisen zum Beispiel Holzfaserplatten einen Wärmedurchgangskoeffizient von $0,040-0,055 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ oder Glaswolle einen Durchgangskoeffizienten von $0,035 - 0,050 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ auf.

TIPP

Ökologische Dämmstoffe werden aus nachwachsenden Rohstoffen oder Recyclingmaterial hergestellt und sind somit nachhaltiger als chemische oder mineralische Dämmstoffe.



Abbildung 6:

Wärmedämmung durch den Naturstoff Zellulose.

(Foto: Riisipuuro. Lizenz: CC BY-SA 3.0 https://de.wikipedia.org/wiki/Dämmstoff#/media/Datei:Paper_insulation.jpg)

WÄRMEBRÜCKEN

Unter Wärmebrücken werden Bereiche in der Gebäudehülle verstanden, die stofflich oder geometrisch bedingt einen erhöhten Wärmeaustausch verursachen. Typische Wärmebrücken sind Übergänge zu Fenster und Türen, Fassadenkanten, Materialwechsel im Mauerwerk oder unzureichend gedämmte Bereiche. Wärmebrücken führen nicht nur zum Wärmeverlust, sondern auch die Wohnqualität kann unter Wärmebrücken leiden. Durch unterschiedliche Oberflächentemperaturen kann es auch bei geschlossenen Fenstern und Türen zu unbehaglichen Luftzügen kommen. Im schlimmsten Fall können Wärmebrücken zu Tauwasserbildung im Innenraum führen. Solche feuchten Stellen begünstigen Schimmelbildung. Wärmebrücken sind unvermeidbar, jedoch kann durch bewusste Planung deren Auftreten und ihre Auswirkungen minimiert werden.



Abbildung 7:
Bildung von Tauwasser und Schimmelbildung durch Feuchtigkeit..

LÜFTUNGSANLAGEN – FRISCHE LUFT IM GESAMTEN HAUS

Durch die von der EnEV vorgeschriebene Dämmung sind moderne Häuser weitestgehend luftundurchlässig. Eine Lüftungsanlage kann somit benötigt werden, um einen kontinuierlichen Luftaustausch im Haus und damit auch Wasserdampftransport zu ermöglichen. Lüftungsanlagen können darüber hinaus in Kombination mit Wärmepumpen oder Wärmetauschern eingesetzt werden, um kühle Zuluft im Winter

durch Wärmenutzung aus der warmen Abluft vorzuwärmen. Dadurch können diese Anlagen im Vergleich zur konventionellen Fensterlüftung Wärmeenergie sparen beziehungsweise aus der Abluft zurückgewinnen. Ein weiterer Vorteil liegt in der Kontinuität der Anlagen, sie tauschen regelmäßig die Raumluft und stellen dadurch eine durchgehend gute Luftqualität sicher.

HAUSTECHNIK

PELLETHEIZUNG – AUS HOLZ WIRD WÄRME

Eine Holzpellettheizung ist eine Zentralheizung, die mit Holzpellets, einen nachwachsenden Rohstoff, CO₂-neutral verbrennt. Die Pellets bestehen aus Abfallprodukten wie Sägemehl, Hobelspänen oder Waldrestholz aus der Forstwirtschaft, die bei der Holzverarbeitung entstehen. Dank der modernen maschinellen Verpressung sind die Holzpellets 1 bis 3 cm groß und weisen mit einem Heizwert von 4,8 kWh pro Kilogramm eine hohe Energiedichte auf. Die Holzpellets werden in der Regel in Kellerräumen oder Erdtanks gelagert, welche ein Fassungsvermögen je nach Wärmebedarf von mehreren 10 Kubikmetern besitzen. Die Tanks werden typischerweise einmal pro Jahr von einem Lieferanten befüllt.

FUNKTIONSWEISE

Die Holzpellets werden mithilfe einer Förderschnecke in den Heizkessel eingefahren und verbrannt. Die Steuerungs- und Regelungstechnik der Förderschnecke sowie des Heizkessels funktioniert hierbei vollkommen automatisch und sind daher als Zentralheizung sehr gut geeignet. Die Heizleistung der Pellettheizung wird dabei über die zugeführte Menge an Holzpellets gesteuert. Dies ermöglicht eine genaue Wärmeregulierung je nach Bedarf des Gebäudes. Moderne Pelletzentralheizungen erreichen heutzutage einen hohen Wirkungsgrad von über 90 %. Beim Verbrennen der Pellets im Heizkessel fällt zudem nur wenig Asche an. Die anfallende Asche kann, wenn sie vollständig erkaltet ist, mit dem normalen Hausmüll entsorgt werden.

Abbildung 8:

Holzpellettheizung in einem Einfamilienhaus.

[Foto: Florian Gerlach. Lizenz: CC BY-SA 3.0. https://de.wikipedia.org/wiki/Pellettheizung#/media/Datei:Pelletkessel_in_Wohnhaus.JPG]



AUSLEGUNG DER PELLETHEIZUNG

Damit sich die Investition in eine Pelletheizung bei einem neugebauten Einfamilienhaus mit einer durchschnittlichen Wohnfläche von 150 Quadratmeter rechnet, muss die Anlage optimal dimensioniert werden. Der eingebaute Heizkessel hat hierbei eine typische Heizleistung zwischen 6 bis 9 Kilowatt, dies errechnet sich aus der benötigten Leistung von 40 bis 60 Watt pro Quadratmeter (W/m^2) bei Neubauten multipliziert mit der Wohnfläche. Die Investitionskosten für den Einbau liegen bei einer modernen Pelletheizung inklusive Heizkessel und Erdtank bei ca. 12.000 bis 23.000 €. Im Vergleich zu anderen Heizsystemen mit einer Holzfeuerungstechnik sind die Kosten für die Wartung, welche durch eine Fachfirma durchgeführt wird, sowie die Kosten für den Schornsteinfeger gering und belaufen sich auf typischerweise etwa 200 bis 300 Euro pro Jahr. Außerdem sind gegenüber Öl- oder Gasheizungen, welche häufig geringere Anschaffungskosten aufweisen, die Betriebskosten der Anlage deutlich geringer. Daher rentiert sich eine Pelletheizung über einen längeren Zeitraum nicht nur ökologisch, sondern auch wirtschaftlich. Zudem weist eine Pelletheizung bilanziell keine Treibhausgasemissionen auf.

KOMBINATION MIT EINER SOLARTHERMIEANLAGE

Die Pelletheizung ist aufgrund ihrer Flexibilität gut mit einer Solarthermieanlage, welche die Sonnenenergie zur Wassererhitzung nutzt, kombinierbar. Die Solarthermieanlage kann hierbei zur Warmwassererzeugung oder Warmwasser- und Heizungsunterstützung, vor allem in den Sommermonaten, genutzt werden. Durch diese Kombination kann der nachwachsende Brennstoff Holz eingespart, die Wirtschaftlichkeit des Hei-

zungssystems verbessert und der Rohstoff anderweitig verwendet werden. sodass sich nicht nur Umweltbilanz des Heizungssystems verbessert, sondern vor allem die Wirtschaftlichkeit zusätzlich gesteigert wird. Außerdem kann das benötigte Volumen des Pellettanks durch diese Kombination aus Solarthermieanlage und Pelletheizung reduziert werden. Daher ist eine Nutzung der Synergien von Solarthermie und Pelletheizungen für Neubauten, besonders Einfamilienhäusern, ideal geeignet.

FÖRDERUNG

Die Umweltfreundlichkeit und hohe Energieeffizienz haben den Gesetzgeber dazu veranlasst, lukrative Förderprogramme für eine Pelletheizung aufzulegen. Die Förderprogramme finden Sie auf der Webseite beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA). Die Pelletheizkessel mit einer Leistung zwischen 5 bis 100 Kilowatt werden beispielsweise mit einer Basisförderung mindestens 3.000 Euro subventioniert. Außerdem werden Kombinationen zwischen Solarthermie und Pelletheizungen noch einmal gesondert gefördert. Eine Kombination mit einer Solarthermieanlage zur Warmwassererzeugung wird mit 500 Euro subventioniert, eine Kombination zur Warmwasser- und Heizungsunterstützung sogar mit pauschal 2.000 Euro. Außerdem bietet die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) zinsgünstige Kredite an, die bei der Hausbank beantragen werden können.

FAZIT

Die Holzpellettheizung ist eine nahezu CO₂-neutrale Zentralheizung mit einem nachwachsenden Brennstoff und in Kombination mit einer Solarthermieanlage für Neubauten gut geeignet.

INFOBOX

PELLETHEIZUNG – AUS HOLZ WIRD WÄRME

STANDARDBEDINGUNGEN: Durchschnittliche 4-köpfige
Familie, Neubau

Die Pelletheizung im Keller nutzt Holzpellets, um diese zu verbrennen, um damit warmes Wasser und Raumwärme für die eigenen vier Wände zu produzieren.

WÄRMEPUMPE:

KOSTENEINSPARUNG: ca. 300 € pro Jahr (Vergleich
zur Öl- und Gasheizung)

EMISSIONSREDUKTION: ca. 2.100 kg Kohlendioxide-
missionen pro Jahr (Vergleich
zur Öl- und Gasheizung)

FÖRDERUNG: Basisförderung mindestens
3.000 Euro, Kombinations-
förderung mit Solarthermie
möglich



Abbildung 9:
Wasser-Luft-Wärmepumpenheizung in einem Einfamilienhaus
[Foto: Simon Erhard. Lizenz: GNU Free Documentation License, Version 1.2. Link: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Umgebungsluft-wärmepumpenheizung.jpg>]



WÄRMEPUMPEN – MIT STROM EFFIZIENT HEIZEN

Wärmepumpen verwenden elektrischen Strom, um Wärme zu erzeugen. Indem sie Wärme aus der Umwelt nutzen, sind sie sehr effizient und können eine Einheit Strom in mehr als drei Einheiten Wärme umwandeln. Die so erzeugte Wärme kann auch genutzt werden, um den Warmwasserbedarf im Haus zu decken. So können im Vergleich zu konventionellen Heizungstechniken Emissionen und Heizkosten stark verringert werden.

ARTEN VON WÄRMEPUMPEN

Wärmepumpen werden danach unterschieden, welche Wärmequelle sie nutzen. Die gängigsten Typen nutzen die Außenluft, Abluft aus dem Haus, Erdwärme oder das Grundwasser. Wärmepumpen werden entsprechend ihrer Leistungszahl beurteilt. Dabei gibt die Leistungszahl das Verhältnis aus abgegebener Heizwärme zur eingesetzten elektrischen Antriebsleistung der Wärmepumpe an. Typischerweise erreichen moderne Wärmepumpenheizungen eine Leistungszahl von 3 bis 5, d. h. aus 1 kWh Strom können 3 bis 5 kWh Heizwärme erzeugt werden. Außenluftwärmepumpen sind technisch am ein-

fachsten umzusetzen und sind in der Anschaffung am günstigsten. Dafür arbeiten sie vor allem im Winter wegen der geringen Außentemperaturen jedoch mit einem geringeren Wirkungsgrad als die anderen Typen von Wärmepumpen.

Abluftwärmepumpen nutzen die Wärme aus einem zentralen Lüftungssystem, welche normalerweise beim Lüften verloren geht. Da die Abluft im ganzen Jahr eine konstant hohe Temperatur hat, können sie sehr effizient arbeiten.

Erdwärmepumpen bedienen sich des natürlichen Temperaturniveaus der Erde. Da dieses auch im Winter relativ konstant bleibt, können Erdwärmepumpen ganzjährig effizient arbeiten. Bei Erdwärmepumpen wird zwischen Erdwärmekollektoren und Erdwärmesonden unterschieden.

Erdwärmekollektoren arbeiten relativ oberflächennah auf einer Tiefe von ungefähr 1,5 Metern. Hierfür wird, ähnlich wie bei einer Fußbodenheizung, ein waagerechtes Rohrsystem in Schlangen verlegt. Als Faustregel gilt, dass die Kollektorfläche ungefähr ein- einhalbmal so groß wie die zu beheizende Fläche sein sollte.

Erdwärmesonden nutzen, dass tieferliegende Erdschichten ganzjährig ein hohes Temperaturniveau haben. Deswegen entnehmen sie die Wärme aus einer Tiefe von circa 100 Metern. Erdwärmesonden arbeiten wegen des konstant höheren Temperaturniveaus effizienter und erfordern kein großflächiges



Abbildung 10:
Verlegung von Rohrregistern
eines Erdwärmeflächenkollektors.
(Foto: PBaumchen. Lizenz: CC
BY-SA 3.0 <https://de.wikipedia.org/wiki/Erdwärmekollektor#/media/Datei:Flaechenkollektor-Waermepumpe.jpg>)

Rohrsystem, allerdings sind Bohrungen in eine solche Tiefe kostenaufwendig und nicht an jedem Standort technisch und rechtlich durchführbar.

Grundwasserwärmepumpen können ganzjährig sehr effizient arbeiten, weil das Grundwasser auch im Winter nie unter eine Temperatur von 10°C fällt. Hierfür werden zwei Schächte zum Grundwasser ausgehoben. Durch den einen Schacht wird das Grundwasser zur Oberfläche gepumpt, damit dort ein Teil ihrer Wärme entnommen werden kann. Der zweite Schacht dient zur Rückführung des Wassers. Grundwasserwärmepumpen arbeiten häufig noch effizienter als andere Wärmepumpenarten, sind jedoch nicht an jedem Standort möglich.

RECHTLICHE RAHMENBEDINGUNGEN

Vor dem Bau einer Wärmepumpe muss darauf geachtet werden, dass die nötigen Genehmigungen eingeholt werden, welche regional unterschiedlich sein können. Dies betrifft vor allem Wärmepumpen, für welche Bohrungen in das Erdreich nötig sind. Wenn das Grundwasser genutzt werden soll, muss zusätzlich eine Genehmigung der unteren Wasserbehörde vorliegen. In der Regel kümmert sich das Planungs- oder das Bohrunternehmen um die Genehmigungen, jedoch ist der/die Bauherr/in dafür verantwortlich, dass diese vorliegen.

AUSLEGUNG

Das genaue Auslegen der Leistung einer Wärmepumpe hängt von vielen individuellen Faktoren ab, welche berücksichtigt werden müssen. Der Wärmebedarf des Gebäudes spielt eine wichtige Rolle, aber auch, ob zusätzlich Warmwasser aufbereitet werden soll. Zusätzlich müssen eventuell Sperrzeiten der Energieversorgungsunternehmen berücksichtigt werden. Die genaue Auslegung wird durch den Heizungsplaner durchgeführt.

OPTIMALE BETRIEBSBEDINGUNGEN

Eine Wärmepumpe arbeitet am besten, wenn der Temperaturunterschied zwischen dem Wärmereservoir und der Vorlauftemperatur der Heizung möglichst gering ist. Um die Vorlauftemperatur der Heizung niedrig zu halten, empfiehlt sich deshalb die Verwendung von Flächenheizungen. Auch gute Dämmeigenschaften des Hauses sorgen dafür, dass die Vorlauftemperatur der Heizung niedrig gehalten werden kann.

WÄRMEPUMPE ZUM KÜHLEN

Viele moderne Wärmepumpen können in ihrer Funktion umgekehrt werden. Das heißt, dass sie nicht nur in der kalten Jahreshälfte zum Heizen genutzt werden können, sondern auch im Sommer zum Kühlen. Auch hierbei arbeiten sie sehr effizient und können so Klimaanlage ersetzen.

RENTABILITÄT UND FÖRDERUNGSMÖGLICHKEITEN

Im Neubau wird die Installation von Wärmepumpen nur bei äußerst effizienten Anlagen vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) im Rahmen einer Innovationsförderung gefördert. Auch ohne Förderung amortisiert sich eine Wärmepumpe meist in ungefähr zehn Jahren. Durch die Kombination der Wärmepumpe mit einer Photovoltaikanlage kann die Wirtschaftlichkeit erhöht werden, da die Wärmepumpe dann mit günstigem PV-Strom betrieben werden kann.

Netzbetreiber bieten häufig vergünstigte Heizstromtarife an, wodurch die Wärmepumpe mit günstigerem Strom betrieben werden kann. Dies ist allerdings mit sogenannten „Sperrzeiten“ verbunden, in welchen die Wärmepumpe vom Strom getrennt wird. Diese Sperrzeiten sind begrenzt, damit die Wärmepumpe nicht zu lange ausfällt. Dennoch müssen die Sperrzeiten bei der Planung berücksichtigt werden, damit stets eine Beheizung möglich ist. Hierfür empfiehlt sich zum einen eine Fußbodenheizung, da diese Wärme länger speichert. Zusätzlich können Pufferspeicher in Form von Warmwassertanks Wärme langfristig speichern, um diese abzugeben, wenn die Heizung vom Strom getrennt ist. Beim Auslegen der Leistung der Wärmepumpe sollten diese Sperrzeiten berücksichtigt werden, da die Wärmepumpe vor und nach einer Sperrzeit mehr Leistung aufbringen muss, wodurch unter Umständen eine Wärmepumpe mit höherer Leistung nötig werden kann.

FAZIT

Wärmepumpen sind eine äußerst effiziente und kostengünstige Möglichkeit zu heizen. Aufgrund der hohen Effizienz sind Wärmepumpen klimafreundlich und nachhaltig. Wird die Wärmepumpe mit Ökostrom betrieben, so ist diese Art der Wärmeerzeugung klimaneutral.

INFOBOX

WÄRMEPUMPEN – MIT STROMEFFIZIENT HEIZEN

STANDARDBEDINGUNGEN: Durchschnittliche 4-köpfige
Familie, Neubau

Wärmepumpen nutzen elektrischen Strom zur Heizwärmeerzeugung, um Umgebungswärme zum effizienten Heizen nutzbar zu machen.

WÄRMEPUMPE:

KOSTENEINSPARUNG: bis zu 50 %

EMISSIONSREDUKTION: ca. 2.620 kg Kohlendioxid-
emissionen pro Jahr

FÖRDERUNG: für äußerst effiziente Anlagen
Förderung durch BAFA-Inno-
vationsförderung



Abbildung 11:
Solarthermische Kollektoren auf
einem Einfamilienhaus.
(Foto: ChNPP, Lizenz: CC BY-SA
3.0. [https://de.wikipedia.org/
wiki/Sonnenkollektor#/media/
Datei:Sonnenkollektoren.jpg](https://de.wikipedia.org/wiki/Sonnenkollektor#/media/Datei:Sonnenkollektoren.jpg))

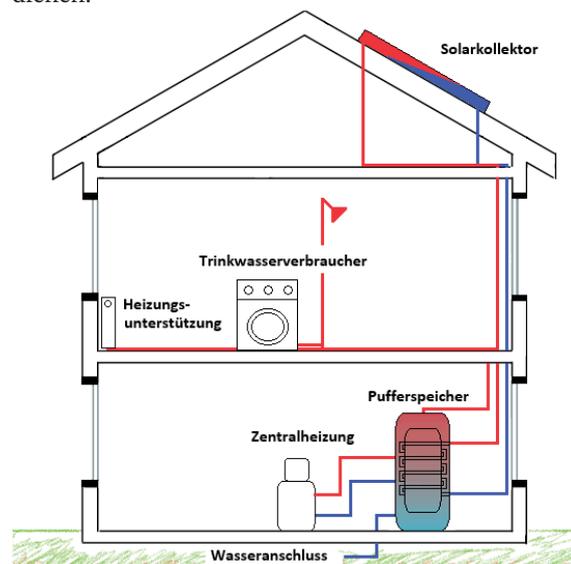
SOLARTHERMIE – AUS SONNE WIRD WÄRME

Solarthermieanlagen, welche unter anderem auf dem Hausdach installiert werden, nutzen die Sonneneinstrahlung als einen kostenlosen Rohstoff, um Wärme für den Haushalt zu erzeugen. Da das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) vorschreibt, dass mindestens 15% des Wärmebedarfs aus erneuerbaren Energien bezogen werden muss, sodass Solarthermieanlagen einen wesentlichen Beitrag zur regenerativen Wärmeerzeugung leisten können. Aber auch ohne die rechtlichen Vorschriften ist Solarthermie sehr attraktiv, um die Energiekosten und die Treibhausgasemissionen langfristig zu senken.

FUNKTIONSPRINZIP

Eine Solarthermieanlage wandelt Sonnenlicht mit Hilfe einer Flüssigkeit in nutzbare Wärme um. Die Solarkollektoren auf dem Dach absorbieren die Sonnenstrahlen und erhitzen eine durchströmende Flüssigkeit, welche eine Temperatur von bis zu 120 °Celsius erreichen kann. Die erhitzte Flüssigkeit, welche in der Regel aus einem Wassergemisch in Verbindung mit einem umweltverträglichen Frostschutzmittel besteht, wird über ein Rohrleitungssystem mithilfe einer effizienten Kreiselpumpe in den Pufferspeicher

gepumpt. Der Pufferspeicher, welcher als Wärmetauscher dient, nimmt hierbei die Wärme der Flüssigkeit auf und erhitzt das Trink- und Heizungswasser im Speicher. Die erkaltete Solarflüssigkeit wird im Anschluss wieder zum Solarkollektor auf dem Dach gepumpt und durch die Sonnenenergie wieder erhitzt, dadurch entsteht ein in sich geschlossener Kreislauf. Die Steuerungs- und Regelungstechnik der Kreiselpumpe läuft hierbei vollkommen automatisch ab. Die Solarthermieanlage kann entweder nur für die Erwärmung von Trinkwasser verwendet werden, oder zusätzlich zur Unterstützung für die Zentralheizung dienen.



AUSLEGUNG FÜR WARMWASSERUNTERSTÜTZUNG

Der Wärmebedarf von Trinkwasser ist über das Jahr gesehen relativ konstant und kann bei optimal dimensionierter Anlage hohe Einsparungen erzielen. Eine typische Anlage in Neubauten zur Warmwasseraufbereitung für einen 4-Personen-Haushalt besteht aus 2-3 Solarkollektoren (2,4 m² je Kollektor) sowie einem Pufferspeicher mit einem Volumen von 300- 400 Litern. Die Investitionskosten belaufen sich auf etwa 6.000 bis 7.000 Euro. Die Amortisationszeit liegt bei etwa 14 bis 15 Jahren bei einer Solarthermieanlage mit einer Lebenszeit von mindestens 20 bis 25 Jahren.

AUSLEGUNG FÜR WARMWASSER- UND HEIZUNGSUNTERSTÜTZUNG

Eine optimale Solarthermieanlage zur Kombination aus Warmwasser- und Heizungsunterstützung übernimmt nicht nur die tägliche Trinkwassererwärmung, sondern auch den Heizbedarf in den Monaten zwischen April und September. Eine typische Anlage in Neubauten zur Warmwasser- und Heizungsunterstützung für einen 4-Personen-Haushalt besteht aus 3-4 Solarkollektoren sowie einem Pufferspeicher mit einem Volumen von 500-600 Litern. Die Investi-

tionskosten zur Kombination aus Warmwasser- und Heizungsunterstützung betragen zwischen 8.000 bis 12.000 Euro. Die Amortisationszeit liegt bei etwa 16 bis 17 Jahren.

FÖRDERUNG

Die Informationen zu den Förderprogrammen sind kostenlos auf der Webseite des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrollen (BAFA) zu finden. Bei Anlagen zur Warmwasser- und Heizungsunterstützung erhalten sie beispielsweise für die Erstinstallation Ihrer Solarkollektoren mindestens 2.000 Euro. Außerdem bietet die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) zinsgünstige Kredite an, die bei der Hausbank beantragt werden können.

FAZIT

Die Solarthermieanlage ist eine lohnende Investition, um die kontinuierlich steigenden Energiekosten zu senken und ist beispielsweise mit einer Holzpelletheizung als Zentralheizung oder einer Wärmepumpe gut kombinierbar. Zudem weist eine Solarthermieanlage keine Treibhausgasemissionen auf und trägt so zum Klimaschutz bei.

INFOBOX

SOLARTHERMIE – AUS SONNE WIRD WÄRME

STANDARDBEDINGUNGEN: Durchschnittliche 4-köpfige
Familie, Neubau

Die Solarthermiekollektoren auf dem Dach nutzen Sonneneinstrahlung zur Erhitzung von Wasser für den täglichen Bedarf.

WÄRMEPUMPE:

KOSTENEINSPARUNG: ca. 140 € pro Jahr

EMISSIONSREDUKTION: ca. 1200 kg Kohlendioxidemissionen pro Jahr

FÖRDERUNG: 140 € pro Quadratmeter Kollektorfläche (mindestens 2.000 €)

BLOCKHEIZKRAFTWERK (BHKW) – AUS BRENNSTOFF WIRD STROM UND WÄRME

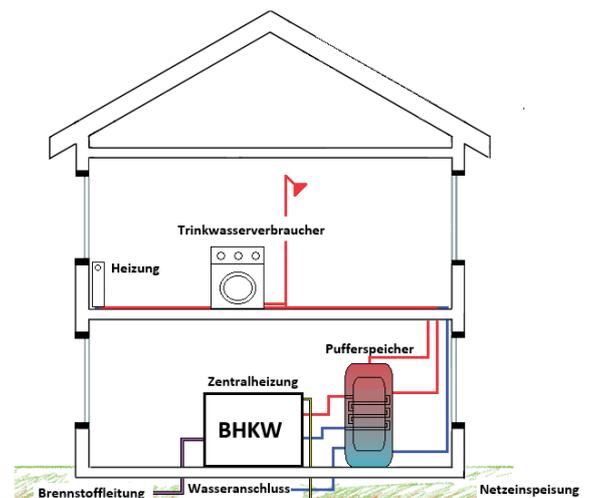
SCHEMA EINES BLOCKHEIZKRAFTWERKS (BHKW)

Ein Blockheizkraftwerk (BHKW) nutzt das Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung, das bedeutet die gleichzeitige Erzeugung von Strom und Wärme durch Verbrennung eines festen, flüssigen oder gasförmigen Brennstoffs. Die bei der Kraft-Wärme-Kopplung anfallende Wärme wird innerhalb des Gebäudes für die Heizung und Trinkwassererwärmung verwendet, der produzierte Strom dient zur Eigenversorgung oder wird mit einer Vergütung nach dem Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz (KWKG) in das öffentliche Stromnetz eingespeist. Durch die gekoppelte Nutzung von Strom und Wärme lassen sich mit einem Blockheizkraftwerk gegenüber der getrennten Erzeugung von Strom und Wärme deutlich höhere Gesamtwirkungsgrade erreichen und bei optimaler Auslegung langfristig Kosten reduzieren. Die Technologie der Kraft-Wärme-Kopplung kann sowohl in Heizkraftwerken in Verbindung mit Nahwärmenetzen als auch in Wohngebäuden in Form von Mini-Blockheizkraftwerken zum Einsatz kommen.

Auch die Nutzung von Brennstoffzellen stellt eine Art der Kraft-Wärme-Kopplung dar. Die Brennstoffzellensysteme erzeugen aus Wasser oder Erdgas Wasserstoff, der in der Brennstoffzelle mit Sauerstoff zu Wasser verbunden wird. Die freigewordene Energie wird zur Strom- und Wärmeerzeugung genutzt.

AUSLEGUNG EINES BLOCKHEIZKRAFTWERKS (BHKW)

Damit sich die Investition in ein Blockheizkraftwerk (BHKW) rechnet, müssen Wärme- und Strombedarf optimal auf das neugebaute Einfamilienhaus ausgelegt werden. Die Investitionskosten in ein BHKW für ein Einfamilienhaus betragen rund 7.000 bis 12.000 Euro bei einem elektrischen Leistungsspektrum des Blockheizkraftwerks zwischen ca. 2-5 Kilowatt. Die anfallenden Betriebskosten, bestehend aus den Rohstoffkosten (Erdgas, Flüssiggas oder Holzpellets) sowie Wartungskosten durch eine Fachfirma belaufen sich auf ungefähr 1.350 Euro pro Jahr, bei einem durchschnittlichen Einfamilienhaus mit einem jährlichen Strombedarf von 4.000 kWh und einem jährlichen Heizbedarf von 7.500 kWh bei Neubauten.



FÖRDERUNG

Das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) fördert die Anschaffung eines Blockheizkraftwerks mit einem Basiszuschuss von 2.200 bis 2.900 Euro bei einem elektrischen Leistungsspektrum zwischen 2 und 5 Kilowatt. Da sich dieser Investitionszuschuss durch eine zusätzliche Bonusförderung erhöhen kann, sind entsprechende Angaben zur tatsächlichen Förderhöhe eines BHKWs auf der Webseite des zuständigen Bundesamtes zu finden. Da die Anschaffungskosten trotz der Fördermittel in der Regel verhältnismäßig hoch sind, lohnt sich oftmals ein Zusammenschluss mehrerer kleiner Verbraucher (Ein- und Zweifamilienhäuser) zu einem großen Verbraucher, sodass das Blockheizkraftwerk (BHKW) besser ausgelastet werden kann. Die gemeinsame Nutzung eines Energiesystems lässt sich am besten über ein eigenes BHKW-Contracting realisieren. Häufig bieten regionale Energieversorger entsprechende Modelle für diese BHKW-Nutzung.

BHKW-CONTRACTING

Das BHKW-Contracting wird zwischen mindestens zwei Vertragspartnern vereinbart, dem Energiedienstleister (Contractor) und dem Energieabnehmer (Contracting-Nehmer). Der Energiedienstleister übernimmt die Planung, Finanzierung, Errichtung sowie die Wartung des Blockheizkraftwerkes und stellt die Energie dem Energieabnehmer zur Verfügung. Häufig lohnt sich BHKW-Contracting nur für Ein- oder Zweifamilienhäuser, wenn gleich mehrere Gebäude einer Wohnsiedlung mit einem zentralen Blockheizkraftwerk mit Strom und/ oder Wärmeenergie versorgt werden. Dabei können mehrere Hausbesitzer z. B. in Form einer Genossenschaft als Contractor auftreten. Grundsätzlich legt der Contractor einen Festpreis für die Lieferung von Strom und Wärme über die Nutzungsdauer von 10 bis 20 Jahren in dem Vertrag fest. Der Festpreis ergibt sich aus den Energiekosten zuzüglich der Umlage der Anschaffungskosten des Blockheizkraftwerkes. Der Contracting-Nehmer kann ein modernes und effizientes BHKW nutzen, ohne sich um Planung, Installation und Wartung zu kümmern.

INFOBOX

BLOCKHEIZKRAFTWERK (BHKW) – AUS BRENN- STOFF WIRD STROM UND WÄRME

STANDARDBEDINGUNGEN: Durchschnittliche 4-köpfige
Familie, Neubau

Das Blockheizkraftwerk (BHKW) im Keller nutzt einen Brenn-
stoff, um mit Hilfe der Kraft-Wärme-Kopplung Strom und
Wärme zu produzieren.

WÄRMEPUMPE:

KOSTENEINSPARUNG: ca. 250 € pro Jahr

EMISSIONSREDUKTION: ca. 2.000 kg Kohlendioxid-
emissionen pro Jahr

FÖRDERUNG: 2.200 bis 2.900 € + Bonusför-
derung, günstige Finanzierung
durch KfW-Kredit



PHOTOVOLTAIK – AUS SONNE WIRD STROM

Photovoltaikanlagen nutzen Sonnenlicht, um elektrischen Strom zu produzieren. Da bei diesem Prozess keine Emissionen freigesetzt werden, stellen sie eine nachhaltige Alternative zu konventionellen Stromerzeugern dar. Deshalb sind PV-Anlagen essenziell, um möglichst klimaneutral zu wohnen. Da auch kleine PV-Anlagen wirtschaftlich sinnvoll sind, kann zusätzlich von geringeren Stromkosten profitiert werden. Abzugrenzen ist die Photovoltaik hierbei von der Solarthermie, welche das Sonnenlicht nutzt, um Warmwasser zu erzeugen.

AUSRICHTUNG DER PV-ANLAGE

Damit sich eine PV-Anlage rentiert, sollte darauf geachtet werden, dass sie möglichst viel Sonnenlicht absorbiert. Darum sollten die PV-Module auf dem Dach in einem geeigneten Winkel von 25 bis 35° geneigt werden. Bei Dächern mit Neigung lässt sich dies in der Regel durch direkte Montage auf das Dach erreichen, bei Flachdächern werden die PV-Module durch Gestelle im geeigneten Winkel aufgeständert. Außerdem sind PV-Anlagen auf Dächern mit Südausrichtung auf die Fläche bezogen am ertragreichsten. Allerdings sind auch Anlagen auf Dächern mit Ost-West Ausrichtung wirtschaftlich sinnvoll zu betreiben. Ein Vorteil hierbei

ist, dass PV-Anlagen mit Ost-West Ausrichtung eine ausgeglichene Stromproduktion über den Tag erreichen. Dank des ausgeglichenen Tagesgangprofils kann der erzeugte Strom besser selbst verbraucht werden.

EIGENVERBRAUCH DES ERZEUGTEN STROMS

Den von der PV-Anlage produzierten Strom selbst zu verbrauchen, ist heutzutage wirtschaftlich sinnvoller als die Einspeisung ins Netz. Dies liegt daran, dass die Einspeisevergütung für den produzierten Strom in der Vergangenheit verringert wurde. Da jedoch der Strompreis für Haushaltskunden auch stetig gestiegen ist und PV-Anlagen immer günstiger wurden, hat sich der Eigenstromverbrauch als äußerst attraktive Alternative zur Stromversorgung erwiesen. Stromspeicher können eine sinnvolle Ergänzung zu einer PV-Anlage sein, um den Eigenstromverbrauch zu optimieren. Überschüssiger Strom kann weiterhin ins Netz eingespeist werden, um die Einspeisevergütung zu erhalten.

AUSLEGUNG DER PV-ANLAGE

Da der Eigenverbrauch des PV-Stroms deutlich rentabler ist, sollte bei der Auslegung der Leistung der Anlage darauf geachtet werden, dass die Anlage dem Stromverbrauch im Haus möglichst angepasst ist. Für eine durchschnittliche vierköpfige Familie wird von



Abbildung 12:
Photovoltaikanlage auf
einem Einfamilienhaus.

einem Stromverbrauch von rund 4.000 kWh im Jahr ausgegangen. Eine Photovoltaikanlage produziert pro Jahr in Deutschland zwischen 900 und 1.000 kWh pro Kilowatt installierter Leistung (dies entspricht drei bis vier PV-Modulen). Der Flächenbedarf bei einer dachparallelen Montage beträgt ca. sechs Quadratmeter pro Kilowatt. Rund 30 bis 50 Prozent des PV-Strom können eigenverbraucht werden, der überschüssige Strom wird in das öffentliche Stromnetz eingespeist und vergütet. Ein Batteriespeicher oder stromintensive Anlagen wie eine Wärmepumpe sollten zusätzlich bei der Auslegung bedacht werden, um die Wirtschaftlichkeit zu optimieren.

BATTERIESPEICHER

Batteriespeicher sind eine gute Möglichkeit, um den Eigenstromverbrauch zu erhöhen. Da der von einer PV-Anlage produzierte Strom nicht immer dann verbraucht werden kann, wenn er erzeugt wird, wird insbesondere im Sommer ein Teil des produzierten Stromes ins Netz eingespeist. Mithilfe einer Batterie kann dieser Strom stattdessen gespeichert werden, um ihn später selbst zu verbrauchen, wenn die PV-Anlage nicht mehr ausreichend Strom produziert, um den Bedarf zu decken. Allerdings sind Batteriespeicher in der Anschaffung noch sehr kostenintensiv, weshalb die Rentabilitätszeit einer Anlage mit Speicher häufig höher ist.

RENTABILITÄT

Bei einer guten Eigenverbrauchsquote rechnet sich eine PV-Anlage ohne Batteriespeicher in der Regel schon nach 10-12 Jahren. Da einer PV-Anlage eine Lebenszeit von 20-25 Jahren zugesprochen wird, können Besitzer einer PV-Dachanlage auf lange Sicht vom PV-Strom profitieren. PV-Anlagen mit Batteriespeicher amortisieren sich in der Regel erst einige Jahre später als Anlagen ohne Speicher. Allerdings sind die Profite der Anlage nach der Amortisation meist umso höher, da der Eigenverbrauch maximiert wird. Falls davon ausgegangen wird, dass die Strompreise weiter steigen, rentiert sich eine PV-Anlage sogar noch schneller, da so die Einsparung gegenüber dem Netzstrompreis noch größer wird.

FAZIT

Photovoltaikanlagen sind sowohl technisch als auch ökologisch eine sinnvolle Investition. Die Anlage rentiert sich innerhalb von rund zehn Jahren. Außerdem ist eine Photovoltaikanlage emissionsfrei, sodass die Anlage einen wesentlichen Beitrag zum Klimaschutz leisten kann.

INFOBOX

PHOTOVOLTAIK – AUS SONNE WIRD STROM

STANDARDBEDINGUNGEN: Durchschnittliche 4-köpfige
Familie, Neubau

Die Photovoltaikanlage auf dem Dach nutzen Sonneneinstrahlung, um elektrischen Strom zu produzieren, welcher selbst verbraucht oder ins Netz eingespeist werden kann.

WÄRMEPUMPE:

KOSTENEINSPARUNG: ca. 600 € pro Jahr

EMISSIONSREDUKTION: ca. 2.500 kg Kohlendioxid-
emissionen pro Jahr

FÖRDERUNG: keine, günstige Finanzierung
durch KfW-Kredit

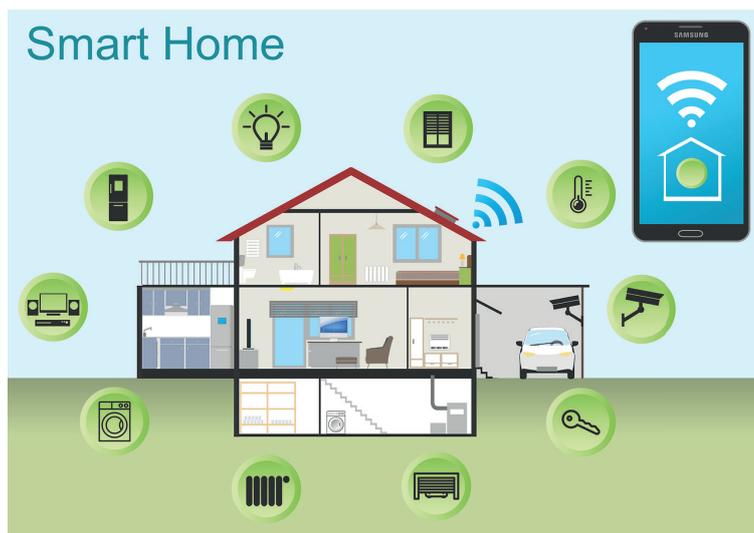


Abbildung 13:
Vernetzung von Geräten in
einem Einfamilienhaus zu
einem Smart Home.
(Foto: Pixabay)

SMART HOME

Smart Home bezeichnet einen Haushalt, in dem verschiedene Geräte miteinander vernetzt sind, um durch Automatisierung und intelligente Steuerung dieser Geräte die Lebensqualität der Nutzer zu erhöhen und Prozesse einfacher sowie effizienter zu gestalten. Hier liegt auch Potenzial, um Energiekosten einzusparen. Als Steuerungseinheit dienen in Smart Homes häufig Smartphones oder Tablets.

tigen. In Kombination mit Sensoren an den Fenstern kann die intelligente Heizungssteuerung auch Wärmeverluste beim Lüften minimieren, indem die Heizung automatisch herunter regelt, wenn ein Fenster zum Lüften geöffnet wird.

INTELLIGENTE HEIZUNGSSTEUERUNG

Intelligente Heizungsthermostate sorgen dafür, dass die Heizung über ein Smartphone gesteuert werden kann. Dadurch kann die Heizung zum Beispiel heruntergeregelt werden, wenn niemand im Haus ist, um Heizkosten einzusparen. Die Heizung kann dann über das Smartphone wieder hochgeregelt werden, bevor jemand das Haus betritt. Intelligente Heizungssteuerung sorgt auch dafür, dass Heizpläne (Absenkung der Heiztemperatur über Nacht oder während des Arbeitstages, Einschalten der Heizung vor dem Aufstehen oder dem Nachhause kommen) über das Smartphone eingerichtet werden können. Außerdem können einige intelligente Heizungssysteme einen Heizungsplan selbst anlegen, indem sie das Nutzerverhalten der Bewohner analysieren oder die Wettervorhersagen berücksich-

INTELLIGENTE GERÄTESTEUERUNG

Smart-Home-Systeme ermöglichen es, Elektrogeräte automatisch zu steuern, wodurch Energiekosten eingespart werden können. In der Regel schalten sich viele Elektrogeräte nie ganz ab, wenn man sie ausschaltet. Sie wechseln stattdessen in einen Stand-By-Modus, wodurch sie permanent weiter Strom verbrauchen. Dies betrifft zum Beispiel Geräte wie Fernseher oder Musikanlagen. Mit Hilfe von Smart-Home-Systemen in Verbindung mit intelligenten Steckdosen kann dafür gesorgt werden, dass ein Gerät nur dann läuft, wenn es auch gebraucht wird, indem sie entweder ferngesteuert oder über eine Zeitschaltung vom Strom getrennt werden. Smart Home Systeme sorgen auch dafür, dass von unterwegs aus überprüft werden kann, ob aus Versehen noch ein Elektrogerät oder die Beleuchtung eingeschaltet ist, wenn das Haus verlassen wird. Ist dies der Fall, kann bequem über ein Smartphone jedes verbundene Gerät ausgeschaltet werden.

SMART HOME IM NEUBAU

Wenn ein Smart-Home-System im Haus eingerichtet werden soll, ist es ratsam, dies bei der Verlegung der Kabel im Haus mit einzuplanen. In der Regel erfolgt die Kommunikation der Geräte über ein Funknetz (WLAN oder spezielle Funkkommunikationsprotokolle). Eine Verkabelung der Geräte ist meist nicht mehr notwendig, lediglich eine vollständige Abdeckung des Hauses mit WLAN ist Voraussetzung.

SMART METER

Eine mit Smart Home sehr eng verflochtene Thematik ist Smart Metering. Smart Meter sind „intelligente“ Zähleinrichtungen. Diese können dabei in verschiedenen Verbrauchssektoren arbeiten, wie bei der Strom-, Wasser- oder Gaszählung. Im Unterschied zu klassischen Zählern arbeiten Smart Meter digital und liefern deutlich umfangreichere Daten zu den Verbräuchen. Diese Daten können auf Smartphones oder Tablets über eine App anschaulich visualisiert werden. Zusätzlich können Smart Meter nicht nur Daten senden, sondern auch empfangen. Deshalb sind Smart Meter immer dann nötig, wenn ein Haushalt nicht nur ein Verbraucher, sondern auch ein Produzent, wie zum Beispiel Betreiber einer PV-Anlage, ist. Für den Hausbesitzer bietet sich der Vorteil, dass der Stromverbrauch sehr detailliert visualisiert wird, sodass eventuelle unerwünschte Stromfresser leichter identifiziert werden können. Außerdem wird es wahrscheinlich zukünftig möglich sein, über den Energieversorger zeitabhängige Strompreise zu beziehen, die über den Smart Meter abgerechnet werden. Im Bereich der Stromzähler sollen Smart Meter im Zuge der Energiewende in den nächsten Jahren flächendeckend eingeführt werden und für Betreiber von PV-Anlagen werden sie vom örtlichen Netzbetreiber bereits standardmäßig eingebaut.



Abbildung 14:
Intelligenter Stromzähler
[Smart Meter] zur Erfassung
des Stromverbrauchs.
(Foto: EVB Energie AG, Lizenz: CC
BY-SA 3.0. https://de.wikipedia.org/wiki/Intelligenter_Zähler#/media/Datei:Intelligenter_zae_hler_-_Smart_meter.jpg)

FAZIT

Smart-Home-Systeme und Smart Meter sind moderne Technologien, welche in Zukunft das Leben des Menschen verändern könnten. Sie kombinieren eine Erhöhung der Lebensqualität durch Automatisierung und intelligente Steuerung der Geräte mit Einsparmöglichkeiten in verschiedenen Bereichen des privaten Lebens.

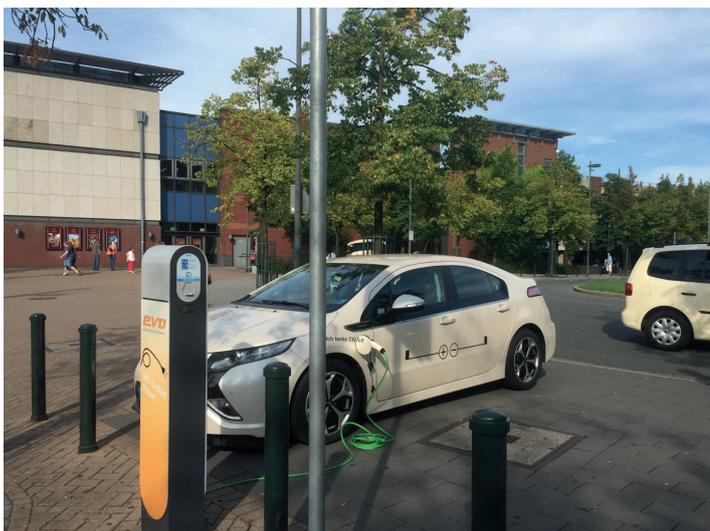


Abbildung 15:
Betankung eines
Elektroautos an einer
öffentlichen Ladestation.

ELEKTROFAHRZEUG – AUS STROM WIRD MOBILITÄT

Motorisierter Individualverkehr ist aus dem Alltag nicht mehr weg zu denken. Vor allem im ländlichen Raum, wo der öffentliche Nahverkehr häufig schlecht ausgebaut ist, gibt es keine Alternativen zum eigenen Personenkraftwagen (PKW). Da benzin- und dieselbetriebene Kraftfahrzeuge jedoch große Emissionen an Treibhausgasen und anderen Schadstoffen verursachen, sind alternative Antriebsmöglichkeiten notwendig, um die Klimaschutzziele zu erreichen. Hier rückt insbesondere die Elektromobilität in den Fokus, besonders wenn der Strom für die Elektrofahrzeuge aus erneuerbaren Energiequellen stammt.

KOSTEN EINES ELEKTROAUTOS

Ein Elektroauto ist aufgrund der geringen Stückzahl an produzierten Fahrzeugen in der Anschaffung heute noch teuer als konventionell betriebene Fahrzeuge mit vergleichbarer Größe und Ausstattung. Allerdings ist davon auszugehen, dass der Anschaffungspreis langfristig unter den von konventionell betriebenen Kraftfahrzeugen fällt. Die günstigsten Kleinwagen-Modelle im Elektromobilitätssektor auf dem deutschen Automarkt liegen derzeit bei rund 19.000 Euro in der einfachsten

Ausstattungsvariante. Allerdings gibt es auch schon heute einen stetig wachsenden Markt an gebrauchten Elektroautos. Die Wartungskosten sind bei einem Elektroauto in der Regel rund ein Drittel geringer als bei Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren, dies macht vor allem Gebrauchtwagen noch einmal attraktiver.

ENTSCHEIDENDE BAUTEILE EINES ELEKTROFAHRZEUGS

Der Elektromotor und die Leistungselektronik, welche beispielsweise das Akkumanagement übernimmt, sind Verschleiß gegenüber äußerst resistent. Das entscheidende Verschleißteil bei einem Elektroauto ist die Batterie. Die Batterie eines modernen Elektroautos hat eine Lebensdauer von etwa zehn Jahren. Die Reichweite moderner Elektrofahrzeuge beträgt heutzutage bereits mehrere hundert Kilometer und ist damit vollkommen alltagstauglich. Insbesondere bei der typischen Nutzung des Autos beträgt die tägliche Fahrtstrecke weniger als 100 km. Zudem wird die Infrastruktur an Ladesäulen kontinuierlich ausgebaut, sodass Besitzer von Elektrofahrzeugen problemlos auch unterwegs das Auto laden können.

Abbildung 16:
Betankung eines
Elektroautos an einer
öffentlichen Ladestation.



HAUSANSCHLUSS MIT LADESTATION

Das Elektroauto sollte nach Möglichkeit über eine spezielle Ladestation geladen werden, da die Ladezeit ansonsten bei einer normalen Steckdose über 12 Stunden betragen kann. Abhängig von der Leistung der Ladestationen für das Elektroauto werden dafür unterschiedliche Stromanschlüsse benötigt. Die Ladestation mit einer Leistung von 11 kW Leistung benötigt beispielsweise einen 400-Volt-Drehstromanschluss mit einer 16-Ampere-Sicherung. Um die Ladezeit zu begrenzen, sind 11-kW-Ladestationen für Privathaushalte weit verbreitet. Darüber ist für Ein- und Mehrfamilienhäuser der Einbau von stärkeren Ladestationen mit 22 kW Leistung möglich. Die Investitionskosten für eine Ladestation oder Wallbox liegen zwischen 500 bis 2.000 Euro. Jedoch ist zu beachten, dass zur Erreichung der Ladeleistung von 22 kW ein entsprechend starker Hausanschluss ans Stromnetz notwendig ist. Bei Neubauten ist daher die Kontaktaufnahme mit dem regionalen Stromnetzbetreiber notwendig, da die spätere Umrüstung durch das Öffnen der Straßendecke hohe Kosten verursachen kann. Die Investition in einen für die Elektromobilität ausreichend dimensionierten Hausanschluss ist deshalb sinnvoll, da die Elektromobilität der Schlüssel für eine klimafreundliche Mobilität der Zukunft darstellt.

Das Elektroauto bietet die Möglichkeit, zur Verbesserung der Klimabilanz, zu Hause von einer Photovoltaikanlage auf dem eigenen Dache direkt geladen zu werden. So kann der PV-Strom im eigenen Elektrofahrzeug gespeichert und die Wirtschaftlichkeit der PV-Anlage gesteigert werden.

FÖRDERUNG

Die Informationen zu den Förderprogrammen beispielsweise der Umweltprämie sind kostenlos auf der Webseite des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrollen (BAFA) zu finden. Die Umweltprämie beträgt für Elektroneufahrzeuge derzeit 4.000 Euro, bei Elektroautos unter einem Listenpreis von 60.000 Euro. Außerdem sind alle neuen Elektrofahrzeuge mit einer Zulassung vor dem 31.12.2020 von der Kraftfahrzeugsteuer für 10 Jahre befreit. Zusätzliche Anreiz- und Förderprogramme für Ladestationen sind auf Landes-, Kreis- und Kommunalebene verfügbar, allerdings mit der Einschränkung dass die Ladestation öffentlich zugänglich sein müssen, daher sind diese für Privathaushalte ungeeignet.

FAZIT

Ein Elektrofahrzeug, welches mit Strom aus erneuerbaren Energiequellen geladen wird, ist eine gute Möglichkeit den Individualverkehr CO₂-neutral und umweltfreundlich zu gestalten. Derzeit sind Anschaffungskosten im Vergleich zum Auto mit Verbrennungsmotor noch größer, dies wird sich in den nächsten Jahren durch steigende Nachfrage jedoch aller Voraussicht nach grundlegend ändern.

INFOBOX

ELEKTROFAHRZEUG – AUS STROM WIRD MOBILITÄT

STANDARDBEDINGUNGEN: Durchschnittliche 4-köpfige
Familie, Fahrstrecke 15.000
Kilometer pro Jahr

Das Elektrofahrzeug nutzt elektrischen Strom, um abgasfreie
und umweltfreundliche Mobilität heute sowie in der Zukunft
zu ermöglichen.

ELEKTROFAHRZEUG:

KOSTENEINSPARUNG: ca. 150 € pro Jahr

EMISSIONSREDUKTION: ca. 1.810 kg Kohlendioxid-
emissionen pro Jahr
(bei Grünstrom)

FÖRDERUNG: 4.000 €, 10 Jahre
Kraftfahrzeugsteuerfrei

PRAXISTIPPS FÜR ENERGETISCHES WOHNEN

FÖRDERUNG

Die Informationen zu den Förderprogrammen für energetisches Wohnen finden Sie kostenlos auf der Webseite des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausführungskontrollen (BAFA), der Verbraucherzentrale des Landes Rheinland-Pfalz und bei städtischen oder kommunalen Baubehörden. Beachten sie hierbei, dass die Förderung beispielsweise von Heizungsanlagen zeitlich begrenzt oder der jeweilige Fördertopf gedeckelt ist. Außerdem ist der Zeitpunkt für den Antrag auf Förderung wichtig, hierbei unterscheidet man in Beantragung-, Einbau- oder Inbetriebnahmezeitpunkt. Des Weiteren bietet die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) sowie Investitions- und Strukturbank Rheinland-Pfalz zinsgünstige Kredite an.

LÜFTEN

Gebäude müssen regelmäßig gelüftet werden, nicht nur damit die Raumluft frisch bleibt, sondern auch, um Luftfeuchtigkeit aus dem Haus zu fördern. Besonders in Bädern kann durch dauerhaft zu hohe Luftfeuchtigkeit Schimmel entstehend, aber auch die Schlafräume sind wegen der Abgabe von Wasser während des Schlafs gefährdet. Viele moderne Häuser sind mit Lüftungsanlagen ausgestattet, welche das Lüften im Hintergrund unbemerkt erledigen. Sollte keine Lüftungsanlage installiert sein oder wenn besonders stark gelüftet werden muss, sollte immer „stoß-“ gelüftet werden. Das heißt die Fenster und Türen zu öffnen, so dass nach wenigen Minuten genügend Frischluft im Raum ist. Fenster dauerhaft „auf Kipp“ zu stellen, ist vor allem in der

kalten Jahreshälfte äußerst ineffizient und sorgt für einen stark erhöhten Heizaufwand durch Auskühlen der Wände und Fassaden. Durch die geringe Öffnungsfläche ist der Luftaustausch im Raum sehr verlangsamt, aber durch die Öffnung kann viel Wärme entweichen, welche durch das Heizsystem wieder geführt werden muss.

KAUF VON HEIZBRENNSTOFFEN

Der Brennstoff ist meist dann am günstigsten, wenn dieser azyklisch gekauft wird. Deshalb empfiehlt es sich, den Brennstoffvorrat beispielsweise für Holzpellets nach der Heizperiode oder im Sommer anzulegen.

PHOTOVOLTAIK – VERSCHATTUNG

Bei Photovoltaikanlagen ist es wichtig, auf die Verschattungssituation zu achten. Wenn auch nur ein kleiner Teil eines Moduls verschattet ist, sinkt der Energieertrag der gesamten Anlage stark. Häufige Verschattungsquellen sind unter anderem Satellitenschüsseln, Kamine oder Bäume in der Nähe der Anlage.

PHOTOVOLTAIK – QUALITÄTSSICHERUNG

Photovoltaikanlagen sind in Bezug auf den Wartungsaufwand äußerst benutzerfreundlich und erfordern keinen hohen Aufwand. Durch Verschmutzung,

Beschädigungen oder Verschattung kann die Leistung jedoch eingeschränkt werden. Damit so keine großen Ausfallzeiten entstehen, können PV-Anlagen bequem digital überwacht werden. So kann über das Internet oder eine App überprüft werden, ob die Anlage, abhängig von den Witterungsbedingungen, ausreichend Strom produziert. Viele Überwachungssysteme können auch Alarmmeldungen abgeben, wenn Grenzwerte unterschritten werden oder Geräte einen Defekt haben.

PHOTOVOLTAIK – EIGENVERBRAUCH

Da PV-Strom am besten selbst verbraucht wird, kann man sie sehr gut mit anderen Technologien kombinieren, welche den PV-Strom verwenden können. Ein gutes Beispiel hierfür sind Wärmepumpen. Diese nutzen Strom, welchen aus der PV-Anlage entnommen wird, zur Heizwärmeerzeugung.

Auch Smart Home Systeme arbeiten gut in Kombination mit PV-Anlagen, weil so Elektrogeräte, wie Waschmaschinen, ferngesteuert werden können, damit sie dann arbeiten, wenn die PV-Anlage den meisten Strom produziert.

LED-LAMPEN

LED-Beleuchtung ist die sparsamste Methode, um ein Haus zu beleuchten. Bei gleicher Helligkeit wie herkömmliche Leuchtmittel haben LED-Lampen eine deutlich höhere Lebensdauer und verbrauchen weniger Strom.

ANSPRECHPERSONEN

Christoph Benkendorff

Nationalparkverbandsgemeinde Herrstein-Rhaunen
Fachbereich 2, Bauliche Infrastruktur

Brühlstraße 16
55756 Herrstein

www.vg-hr.de

Prof. Dr. Henrik te Heesen

Hochschule Trier, Umwelt-Campus Birkenfeld
Institut für Betriebs- und Technologiemanagement (IBT)

Campusallee
55768 Hoppstädten-Weiersbach

www.umwelt-campus.de/ibt

WEITERE INFORMATIONEN

Nationalparkverbandsgemeinde Herrstein-Rhaunen:

www.vg-hr.de

Energieagentur Rheinland-Pfalz:

www.energieagentur.rlp.de

KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau):

www.kfw.de

Verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz:

www.verbraucherzentrale-rlp.de

IMPRESSUM

Herausgeber

Ortsgemeinde Rhaunen

Redaktion und Gestaltungskonzept

Umwelt-Campus Birkenfeld

Ortsgemeinde Rhaunen

Klimaschutzmanager

Kontakt

Ortsgemeinde Rhaunen

E-Mail: ortsbuergemeister@rhaunen.de

www.rhaunen.de

Nationalparkverbandsgemeinde Herrstein-Rhaunen

E-Mail: info@vg-herrstein.de

www.vg-hr.de

Druck

XXX

Auflage

100 Stück

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck nur
mit Genehmigung des Herausgebers.