Perspektiven für Häuser, Wohnungen, Büros, Gewerbe und Handel (nicht nur) in Marburg

---

Energetische Sanierungen von Bestandsimmobilien und Nutzung regenerativer Energien

---

Eine Handreichung für Hausbesitzer, Mieter und im Klimaschutz Engagierte

von Axel Erdmann

Januar 2022

Ein besonderer Dank für kritische Begleitung geht an
Dr. Katharina Waack-Erdmann,
Claus und Gerlinde Nintzel,
Maik Schöniger und Sören Baumgart

Inhalt

0 Kurzfassung: 4

1 Klimaerwärmung und Klimaschutz 7

2 Problem: Haushalte 9

3 Baualtersklassen in Deutschland 12

4 Gebäudebestand nach Wohngebäuden und Wohneinheiten 14

5 Perspektiven für Einfamilienhäuser, Doppelhäuser, Reihenhäuser und kleineren Mehrfamilienhäuser ab Baujahr 1979 16

6 Maßnahmen zur Umstellung auf regenerative Energien, und Bestimmung des Transmissionswärmeverlustes ... 18

6.1 Dämmung 20

6.2 Wärmepumpe 22

6.3 Flächenheizungen 27

6.4 Lüftung mit Wärmerückgewinnung 30

6.5 Photovoltaik 33

7 Alles viel zu teuer? 36

8 Checkliste für ein persönliches Energiekonzept 40

0 Kurzfassung:

Fossile CO_2-Emissionen sind zu mehr als 80% die Ursache der sogenannten Klimakrise und der damit einhergehenden weltweiten Klimatemperaturerhöhung.

Das Marburger Stadtparlament hat am 28.6.2019 den Klimanotstand erklärt und sich zum Ziel gesetzt, bis 2030 klimaneutral zu sein.

Die fossilen CO_2-Emissionen in Deutschland entstehen zu einem großen Teil durch die Heizungen von Häusern und Wohnungen.[1] Der Sektor Wohnen ist für fast ein Drittel des Endenergieverbrauchs verantwortlich.[2] Um den Klimawandel zu begrenzen, müssen die fossilen Heizsysteme umgehend stillgelegt und so schnell wie möglich gegen regenerative Heizsysteme ausgetauscht werden.

---

[1] Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Deutschland veröffentlicht vom Umweltbundesamt, https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwww.umweltbundesamt.de%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Fmedien%2F361%2Fdokumente%2F2021-01-12_em_entwicklung_in_d_thg_sektoren_v1.0_0.xlsx&wdOrigin=BROWSELINK , Daten Sektorgrafik , abgerufen am 21.1.2022

[2] Umweltbundesamt https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/384/bilder/2_abb_eev-sektoren_2022-01-17.png Abgerufen am 21.1.2022

Die Nutzung regenerativer Energien im Sektor Wohnen/ Gebäude setzt aber einen grundsätzlichen Systemwechsel mit Blick auf die Heiztechnik voraus. Dabei muss sich auch die Vorstellung ändern: von „einfach warm durch hohe Temperaturen“ hin zu der Vorstellung, dass Energieverluste eines Gebäudes ausgeglichen werden müssen.

Dabei werden zukünftig die nachfolgenden fünf Elemente für die heiztechnische Ausstattung aller Häuser wesentlich sein:

- **Dämmung**

(möglichst Außendämmung; wenn Denkmalschutz, Architektur etc. es notwendig erscheinen lassen, ist auch eine Innendämmung der Außenwände heute kein ernsthaftes Problem mehr.)

- **Wärmepumpe**

(möglichst mit Propan als Kältemittel, Entscheidung über die Primärwärmequelle [Luft, Erde oder Wasser] ist wichtig.)

- **Flächenheizungen**

(Fußboden-, Wand- oder Deckenheizung; bei Dämmung nicht unbedingt erforderlich, jedoch steigt die Effizienz der Wärmpumpe dadurch noch einmal deutlich.)

- **Lüftung**

(möglichst eine zentrale Be- und Entlüftung)

- **Photovoltaik**

(so viel wie möglich)

Entgegen der weitverbreiteten Meinung ist die Nutzung regenerativer Energietechnik bereits heute die preiswerteste Art, Gebäude zu beheizen.[3]

[3] Siehe unten Abschnitt: Alles viel zu teuer?

1 Klimaerwärmung und Klimaschutz

Die Klimaerwärmung und die Bemühungen diese zu begrenzen, erfordern, dass vor allem keine fossilen CO_2-Emissionen mehr entstehen sollen und deshalb alle Verbrennungsprozesse von Kohle, Erdöl und Erdgas eingestellt werden müssen.

Seit der Industriellen Revolution sind insbesondere Häuser und Wohnungen in immer höherem Ausmaß zunächst mit Kohle und seit dem Ende des zweiten Weltkrieges vermehrt mit Öl und Gas beheizt worden.

Mehr als 16% der fossilen CO_2-Emissionen in Deutschland gehen auf den Bereich des Wohnens zurück.[4] Dabei liegt der Anteil des Energiebedarfs der Privathaushalte für Wärme bei über 70%.

---

[4] Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Deutschland veröffentlicht vom Umweltbundesamt, https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwww.umweltbundesamt.de%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Fmedien%2F361%2Fdokumente%2F2021-01-12_em_entwicklung_in_d_thg_sektoren_v1.0_0.xlsx&wdOrigin=BROWSELINK , Daten Sektorgrafik , abgerufen am 21.1.2022

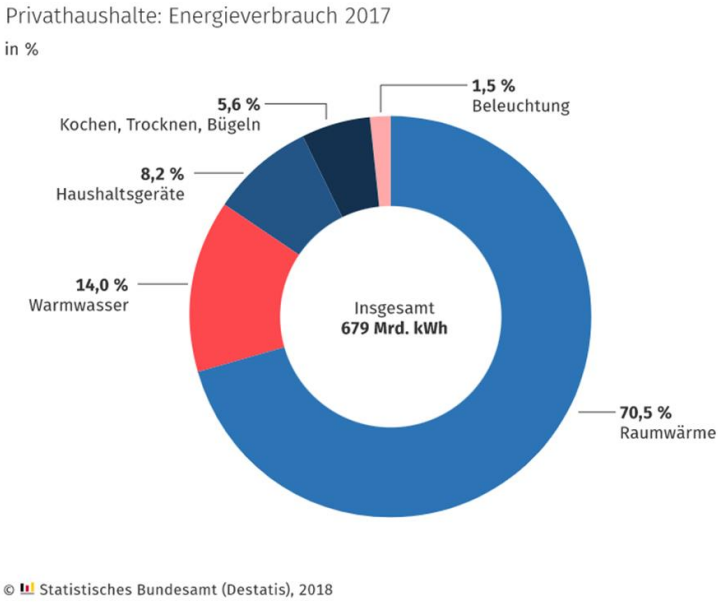

Abbildung 1: Energieverbrauch von Privathaushalten im Jahr 2017, Quelle: https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2018/10/PD18_378_85.html

Die Grafik des Statistischen Bundesamtes verdeutlicht, dass eine Reduktion des energetischen Aufwands für die Raumwärme das größte Einsparpotenzial in den privaten Haushalten hat.

2 Problem: Haushalte

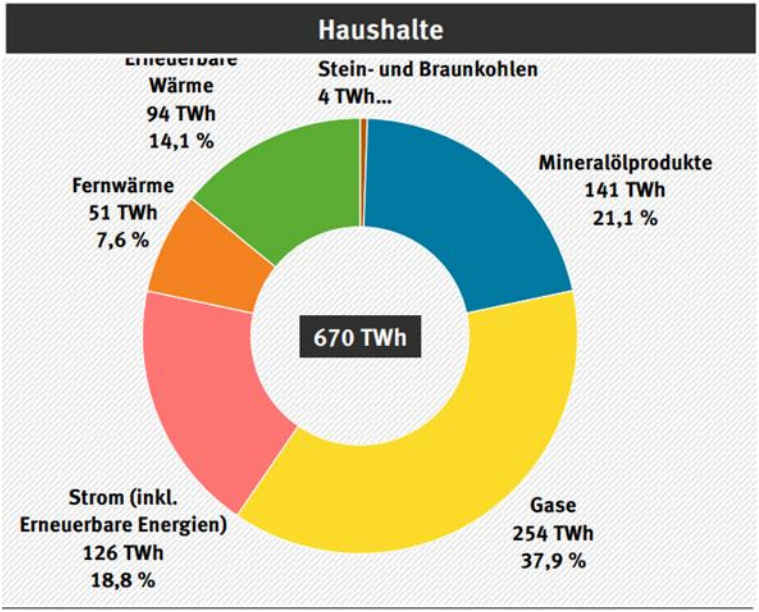

Abbildung 2: Endenergieverbrauch 2020 nach Sektoren und Energieträgern für Haushalte, Quelle: Umweltbundesamt auf Basis AG Energiebilanzen, Auswertungstabellen zur Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland, Stand 09/2021 https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/384/bilder/dateien/4_abb_eev-sektoren-et_2022-01-17.pdf, abgerufen am 7.2.2022

Darüber hinaus macht das Umweltbundesamt deutlich, dass der größte Anteil direkter fossiler Energienutzung in den Haushalten für Heizzwecke verwendet wird. Rechnet man die indirekte fossile Energienutzung in den Bereichen

Fernwärme[5] und Strom hinzu, wird die Herkulesaufgabe der Dekarbonisierung im Sektor Wohnen deutlich.

Zunächst kann bereits durch eine Effizienzsteigerung (Dämmung) der Häuser der energetische Aufwand um bis zu 75% gesenkt werden.[6]

Darüber hinaus kann der energetische Aufwand durch die Elektrifizierung des Sektors Wohnen mit Hilfe von effizienten Wärmepumpen und unter Einbeziehung von Photovoltaik gegenüber einer fossile Energie nutzenden Brennwerttherme noch einmal um bis zu 75% gesenkt werden.[7] Sobald die öffentliche Stromproduktion ohne fossile CO_2-Emissionen auskommt, wäre der Sektor Wohnen de facto dekarbonisiert.

Auch die Produktion von Fernwärme muss innerhalb weniger Jahre dekarbonisiert werden. Beispielsweise haben die Städte Wien, München, Hamburg u. v. a bereits vor

---

[5] Beim Brennstoffeinsatz für Fernwärme und Stromerzeugung (KWK) wird nur 6% regenerative Biomasse und beim Brennstoffeinsatz in Heizwerken für Fernwärme wird nur 1% Biomasse verwendet. Zitiert nach AGFW 2020 in DENAGEBÄUDEREPORT 2022 S.47, https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2021/dena-Gebaeudereport_2022.pdf , abgerufen am 18.1.2022

[6] Siehe weiter unten im Abschnitt: Gebäudebestand nach Wohngebäuden und Wohneinheiten

[7] WÄRMEPUMPEN IM GEBÄUDEBESTAND, Hans-Martin Henning, Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Berliner Energietage 2021, S14

etwa 5 Jahren diese Umstellung auf den Weg gebracht und beziehen die notwendige Energie im Wesentlichen aus Tiefengeothermie mit Unterstützung von Großwärmepumpen. Wichtig ist hierbei die Regeneration der thermischen Quellen über die Sommermonate mit Hilfe von thermischen Solaranlagen.

3 Baualtersklassen in Deutschland

Die Übersicht über die vielfältigen Baualtersklassen macht deutlich, dass etwa 60% aller Gebäude Einfamilienhäuser und Reihenhäuser sind, die in der Regel privat verantwortet werden.

Die übrigen größeren Mehrfamilienhäuser und Hochhäuser werden in der Regel von Baugenossenschaften, Immobilienkonzernen oder Immobilienfonds betrieben.

Bild 7: Deutsche Gebäudetypologie – Häufigkeit von Gebäudetypen unterschiedlichen Baualters

Gebäudetypen*	Baualtersklassen: vor 1918 (A)	vor 1918 (B)	1919 - 1948 (C)	1949 - 1957 (D)	1958 - 1968 (E)	1969 - 1978 (F)	1979 - 1983 (G)	1984 - 1994 (H)	1995 - 2001 (I)	2002 - 2006 (J)	Summe	Anteil
EFH												
Wohnfläche in Tsd. m²	81.503	148.776	168.937	174.251	235.409	223.135	112.631	236.441	255.280	103.208	1.739.571	*52%*
Anz. Wohneinh. in Tsd.	916	1.707	2.010	1.915	2.274	1.867	936	2.055	1.994	671	16.345	*42%*
RH												
Wohnfläche in Tsd. m²		14.543	31.450	21.993	35.996	61.478	24.503	32.951	33.366	11.675	267.955	*8%*
Anz. Wohneinh. in Tsd.		145	326	231	348	517	202	281	285	83	2.418	*6%*
MFH												
Wohnfläche in Tsd. m²	31.974	109.337	135.827	117.051	149.881	122.930	61.044	118.019	154.740	24.267	1.025.070	*31%*
Anz. Wohneinh. in Tsd.	462	1.501	2.034	1.912	2.210	1.677	821	1.712	2.240	296	14.865	*38%*
GMH												
Wohnfläche in Tsd. m²		31.549	10.160	38.936	47.501	46.124					174.270	*5%*
Anz. Wohneinh. in Tsd.		448	169	703	784	697					2.801	*7%*
HH												
Wohnfläche in Tsd. m²					12.617	12.988					25.605	*1%*
Anz. Wohneinh. in Tsd.					198	198					396	*1%*
MFH NBL												
Wohnfläche in Tsd. m²				14.324	24.418						38.742	*1%*
Anz. Wohneinh. in Tsd.				329	408						737	*2%*
GMH NBL												
Wohnfläche in Tsd. m²						22.976	19.899	17.977			60.852	*2%*
Anz. Wohneinh. in Tsd.						390	336	305			1.031	*3%*
HH NBL												
Wohnfläche in Tsd. m²						16.823	4.230				21.053	*1%*
Anz. Wohneinh. in Tsd.						310	67				377	*1%*
Wohnfläche in Tsd. m²	113.477	304.205	346.374	366.555	505.822	506.454	222.307	405.388	443.386	139.150	3.353.118	
Anteil	*3%*	*9%*	*10%*	*11%*	*15%*	*15%*	*7%*	*12%*	*13%*	*4%*		
Anz. Wohneinh. in Tsd.	1.378	3.801	4.539	5.090	6.222	5.656	2.362	4.353	4.519	1.050	38.970	
Anteil	*4%*	*10%*	*12%*	*13%*	*16%*	*15%*	*6%*	*11%*	*12%*	*3%*		

*) EFH = Einfamilienhaus, RH = Reihenhaus, MFH = Mehrfamilienhaus, GMH = großes Mehrfamilienhaus, HH = Hochhaus, NBL = neue Bundesländer

Abbildung 3: Energieeffizienz im Wohngebäudebestand – Eine Studie im Auftrag des Verbandes der Südwestdeutschen Wohnungswirtschaft e.V. (VdW südwest) S17, Quelle

https://www.iwu.de/fileadmin/publikationen/gebaeudebestand/2007_IWU_LogaEtAl_Querschnittsbericht-Energieeffizienz-im-Wohngeb%C3%A4udebestand.pdf

Je nach Baujahr und Bautyp können im Zusammenhang der heiztechnischen Systemumstellung auf regenerative Energien die weiter unten folgenden einzelnen notwendigen energetischen Sanierungsmaßnahmen in unterschiedlicher zeitlicher Reihenfolge realisiert werden.

4 Gebäudebestand nach Wohngebäuden und Wohneinheiten

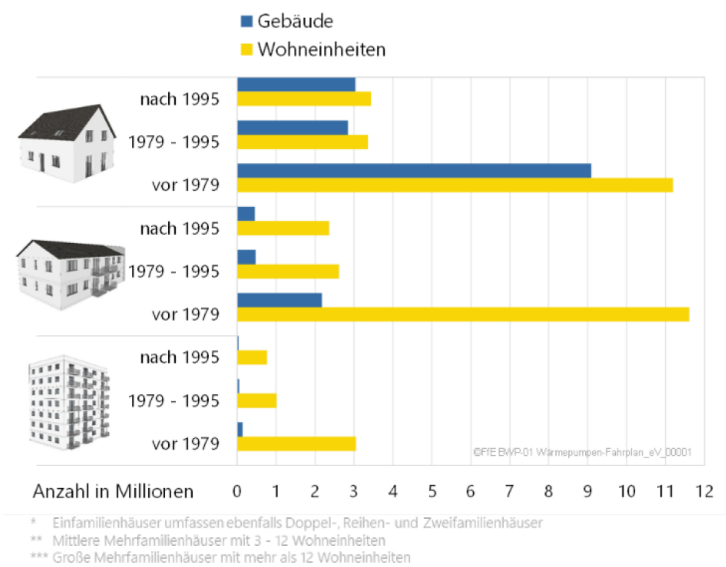

Abbildung 4: Gebäudebestand nach Wohngebäuden und Wohneinheiten in Deutschland, Quelle: Roadmap Wärmepumpe – Der Weg zur Dekarbonisierung des Gebäudesektors, Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e. V., Berlin, 29.04.2021 S.11

Für die jeweiligen Gebäude ist der Wärmeschutz wie folgt anzunehmen.[8]

---

[8]Zusammenfassung unter: https://de.wikipedia.org/wiki/Energiestandard vom 17.1.2022 , 17:32 Uhr

Wärmeschutzverordnung 1977 maximal 250 kWhm²a
Wärmeschutzverordnung 1982 maximal 150 kWhm²a
Wärmeschutzverordnung 1995 maximal 100 kWhm²a
Wärmeschutzverordnung 2002 maximal 70 kWhm²a
Energieeinsparverordnung 2004 maximal 60 kWhm²a (KfW 60)
Energieeinsparverordnung 2004 maximal 40 kWhm²a (KfW 40)
Passivhaus maximal 15 kWhm²a

Hieraus lässt sich einerseits schließen, dass bei einer energetischen Sanierung eines Hauses, welches vor 1977 gebaut wurde, in der Regel Wärmebedarfsverringerung bzw. Energieeinsparpotenziale von bis zu 90% zu erwarten sind.

Zum Zweiten ist ersichtlich, dass Häuser, die nach 1995 gebaut wurden, relativ einfach auf Wärmepumpentechnologie umzustellen sind, da der energetische Aufwand unter 100 kWh/m²a liegt. Dafür braucht man in etwa 116 W Heizleistung der Wärmepumpe/m².[9] sowie eventuell eine Vergrößerung der Radiatoren-Heizkörper, wenn keine Fußbodenheizung vorhanden ist.[10]

---

[9] https://waermepumpe-bwp.de/waermepumpe-wieviel-kw-pro-m2/ Abgerufen am 22.1.2022

[10] Siehe Abschnitt: 3. Flächenheizungen

5 Perspektiven für Einfamilienhäuser, Doppelhäuser, Reihenhäuser und kleinere Mehrfamilienhäuser ab Baujahr 1979

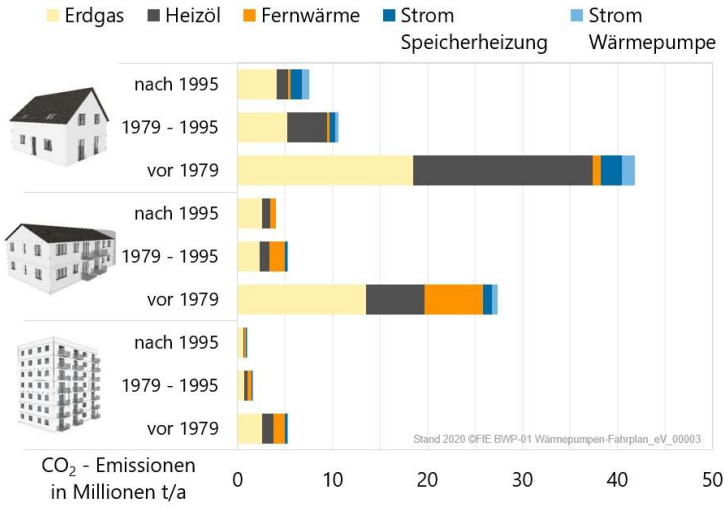

Abbildung 5: Gebäudebestand nach Wohngebäuden und Wohneinheiten in Deutschland, Quelle: Grundlagenstudie Wärmepumpen-Fahrplan, Prof. Dr.-Ing Wolfgang Mauch, 24.03.2021 Folie 6, https://www.waermepumpe.de/fileadmin/user_upload/waermepumpe/01_Verband/Webinare/BWP_24.03.2021_Vortrag_FfE.pdf abgerufen am 7.2.2022

Bis 2020 waren 80% aller Heizungen, die neu gebaut oder ausgetauscht wurden, Heizsysteme mit fossilen Energieträgern, nur 20% entfielen auf Wärmepumpen oder Biomasseheizungen. Selbst im Neubausektor wurden noch

zu etwa 50% Heizungssysteme mit fossilen Energieträgern verbaut.[11]

Der Bundesverband Wärmepumpen hat Nachfolgendes berechnet:

In der Aufbereitung der Energiebedarfe der einzelnen Gebäudekategorien wird deutlich, dass die Umstellung der Einfamilienhäuser und kleineren Mehrfamilienhäuser durch Wärmepumpen mit durchschnittlich 12 kW thermischer Leistung erfolgen kann. Rechnet man diesen Standardfall auf 2 Mio. Wärmepumpen hoch, so könnten bis zum Jahr 2025 bereits über 35 TWh erneuerbare Energien (Umweltwärme, Geothermie) zur Gebäudebeheizung nutzbar gemacht werden. Unter der Annahme, dass jeweils zur Hälfte Heizöl und Erdgas ersetzt werden, lassen sich so bis 2025 ca. 14 Mio. Tonnen CO_2 einsparen. Diese CO_2-Einsparung wächst in den folgenden Jahren durch den Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung noch an.[12]

Zusammenfassend lässt sich bis hierher sagen, dass eine Dekarbonisierung des Sektors Wohnen nicht nur notwendig, sondern auch technisch machbar ist.

---

[11] https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2021/dena-Gebaeudereport_2022.pdf S.26-27

[12] Roadmap Wärmepumpe – Der Weg zur Dekarbonisierung des Gebäudesektors, Bundesverband Wärmepumpen, Berlin, 29.04.2021, S12

6 Maßnahmen zur Umstellung auf regenerative Energien und Bestimmung des Transmissionswärmeverlustes

Die Heizleistung sowie die Auslegung der Heizungsanlage hängen zuerst an dem Energiebedarf eines Hauses / einer Wohnung. Aufgrund des unterschiedlichen Temperaturniveaus zwischen Innenseite und Außenseite eines Hauses verliert ein Gebäude im Winterhalbjahr abhängig von der Temperaturdifferenz Energie. Es gibt zwei Wege diesen energetischen Bedarf zu ermitteln, der dann „nachgeheizt“ werden muss.

Der erste und einfache Weg besteht darin, den jährlichen Energieverbrauch festzustellen.

Als Grundlage hierfür dient die Jahresabrechnung für Öl bzw. Gas.

In der Gasrechnung wird bereits der tatsächliche energetische Jahresverbrauch in kWh ausgewiesen. Bei Ölrechnungen werden meist die getankten und damit verbrauchten Liter Öl angegeben. Wenn man die ermittelte Literzahl mit dem Heizwert von 9,9 kWh/L[13] multipliziert,

[13] U.a. Merkblatt zur Ermittlung des Gesamtenergieverbrauchs, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle 2020, S. 6,

erhält man ebenfalls den energetischen Jahresverbrauch des Hauses / der Wohnung in kWh.

Teilt man den Jahresverbrauch durch die Fläche des Wohnraums, so erhält man den vergleichbaren Richtwert über den jährlichen Energiebedarf eines Gebäudes in Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr (kWh/m²a).

Alternativ kann man sich den Energieausweis vom Vermieter geben lassen, der ebenfalls diese Werte ausweist.

Die zweite Möglichkeit ist, eine aufwändige Wärmeberechnung durchzuführen, wie sie für die Erlangung einer Baugenehmigung benötigt wird.

Als Faustregel gilt, dass in allen Gebäuden unter 100 kWh/m²a Energieverbrauch umgehend das bestehende „fossile“ Heizsystem durch ein Wärmepumpensystem ersetzt werden kann. Unter Umständen muss ein selektiver Heizkörpertausch vorgenommen werden, um eventuell die niedrigere Vorlauftemperatur auszugleichen.

Wenn der Energieverbrauch über 100 kWh/m²a liegt, sollte zunächst der Energieverbrauch durch Dämmmaßnahmen gesenkt werden. Dazu mehr im folgenden Abschnitt.

---

file:///C:/Users/axele/Downloads/ea_ermittlung_gesamtenergieverbrauch%20(1).pdf abgerufen am 22.1.2022

6.1 Dämmung

Für den Fall, dass der Energiebedarf des eigenen Zuhauses über 100 kWh/m²a liegt, sollte eine Dämmung des Gebäudes erfolgen. Es ist schon lange bekannt, welches Einsparpotenzial unterschiedliche Maßnahmen erreichen.

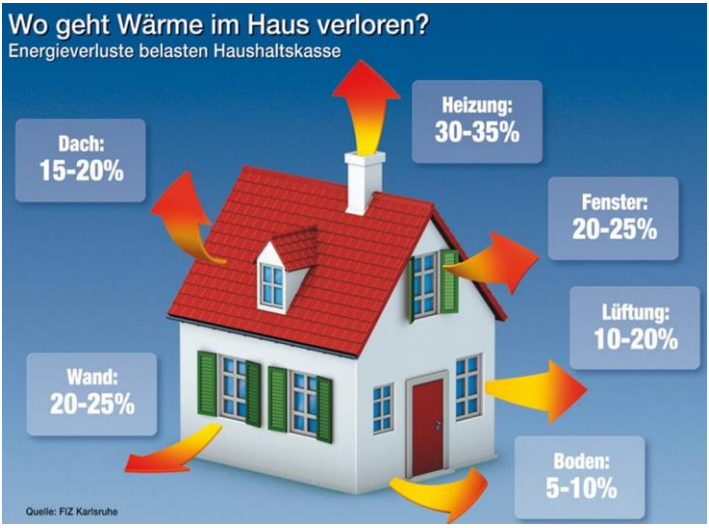

Abbildung 6: Wärmeverluste im Einfamilienhaus mit einem Baujahr vor 1995, Quelle: https://www.baulinks.de/webplugin/2010/1212.php4

Dreierlei kommt dabei grundsätzlich in Betracht:

1. Bereits seit 2002 muss bei einem Eigentümerwechsel geprüft werden, ob das Dach isoliert werden muss. Dabei gibt es zwei Varianten. Handelt es sich um ein sogenanntes Kaltdach, wird die oberste Geschossdecke gedämmt. Handelt es sich um ein geschlossenes

und/oder ausbaufähiges Dach, wird in der Regel eine Dachsparrendämmung vorgenommen. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Dachbalken und die übrige Holzkonstruktion dauerhaft vor stehender Feuchtigkeit geschützt sind.
Durch Dachdämmungen sind Energieeinsparungen von bis zu 20% möglich.

2. Austausch von alten Fenstern und Eingangstüren gegen moderne Dreifachverglasung.
   Auch hier sind 20%-25% Energieeinsparung möglich.
3. Die Isolierung der Außenwände geschieht im einfachsten Fall durch zusätzliche Dämmmaterialien, welche im Anschluss verputzt werden. Alternativ gibt es auch diverse Dämmputze. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, eine Dämmung durch eine vorgehängte Fassadenphotovoltaikanlage zu erreichen.
   Sollte aus Denkmalschutzgründen oder anderen technischen Gründen eine Außendämmung nicht möglich sein, kann man nach fachlicher Beratung eine Innendämmung vornehmen und mit Hilfe von Dämmputz, Lehm und anderen Dämmmaterialien den Energiebedarf deutlich senken. Unter Umständen ist es sinnvoll, in diesem Fall direkt eine Wandheizung oder Heizsockelleisten zu installieren, die das Material des Mauerwerkes dauerhaft trocken halten und damit den Wärmedurchgangswiderstand der Mauer deutlich erhöhen. Zugleich verlängert sich hierdurch die Lebensdauer der Konstruktion. Auch hier sind Energieeinsparungen von bis zu 25% zu erreichen.

6.2 Wärmepumpe

Schon seit vielen Jahren ist die Wärmepumpentechnologie die wichtigste Möglichkeit ohne fossile Energien zu heizen.

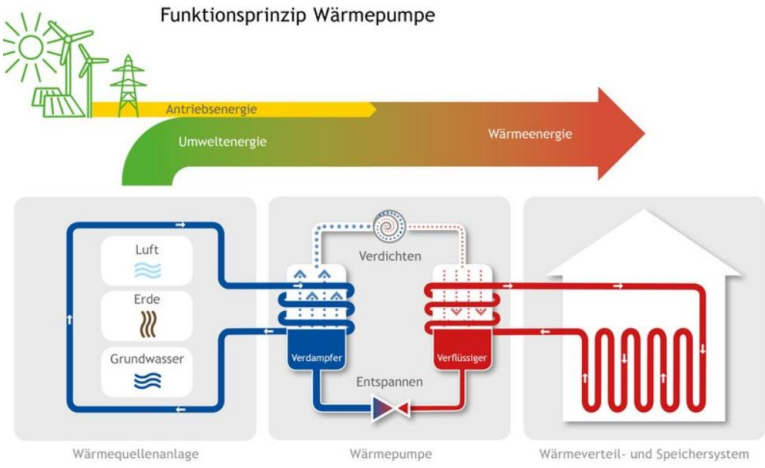

Abbildung 7 Funktionsprinzip einer Wärmepumpe, Quelle: Bundesverband Wärmepumpe https://www.waermepumpe.de/fileadmin/_processed_/7/d/csm_Infografik_WP_Funktion_RGB_2744ab4894.jpg

Das Funktionsprinzip ist einfach und bekannt: In jedem Haushalt findet sich ein Kühlschrank. Darin werden Lebensmittel kühl gehalten und die aus den Lebensmitteln entzogene Energie wird als Abwärme meist auf der Rückseite des Kühlschrankes in den Raum abgegeben.

Die Wärmepumpe arbeitet genau umgekehrt: Umweltwärme mit scheinbar niedrigem Temperaturniveau

aus Luft, Erde oder Grundwasser wird mit Hilfe elektrischer Betriebsenergie durch Verdichten und Entspannen eines Kältemittels auf ein höheres Temperaturniveau gebracht.

Dadurch kann die notwendige Energie in ein zu beheizendes Gebäude eingebracht werden.

Im Prinzip werden Luft, Erde oder Grundwasser abgekühlt und mit der freiwerdenden Energie wird das Gebäude beheizt.

Je nach Standort ist zunächst die Primärwärmequelle: Luft, Erde Wasser, festzulegen und auf Ergiebigkeit zu prüfen.

Zum Zweiten sollte das Heizsystem so ausgelegt sein, dass die Vorlauftemperaturen möglichst unter 45 °C liegen. Eine Flächenheizung benötigt je nach Außentemperatur nur 25 bis 30 °C Vorlauftemperatur.

Der Grund hierfür liegt darin, dass die Effizienz einer Wärmepumpe im Wesentlichen von der Temperaturdifferenz zwischen der Primärquelle und der Heizungsvorlauftemperatur abhängt.

Eine Wärmepumpe mit Erdwärme und Fußbodenheizung hat heute oftmals bereits eine Effizienz von 7. Das heißt, mit 1 kWh Strom werden 7 kWh Wärme produziert. Selbst eine Luftwärmepumpe kommt heute auf eine Effizienz von 4,5. Diese Zahl wird mit der Abkürzung COP versehen. COP bedeutet Coefficient of Performance (Leistungszahl).[14]

Darüber hinaus wird oftmals durch die sogenannte Jahresarbeitszahl eines Heizsystems mit Wärmepumpe als das Verhältnis zwischen zugeführter elektrischer Energie und tatsächlich erzeugter thermischer Energie über die Dauer eines Jahres beschrieben.

Bei der Anschaffung einer Wärmepumpe sollte man darauf achten, dass diese Propan (R290) als Betriebsmittel enthält. Dieses Kältemittel ist im Gegensatz zu den bisher üblichen Kältemitteln deutlich weniger klimaschädlich, wenn es versehentlich in die Umwelt entweichen sollte.

Neben der Effizienz bietet die Wärmepumpe noch weitere Vorteile. In den Sommermonaten kann sie „rückwärts laufen“, d.h. man kann sie über die Heizflächen oder eine zentrale Lüftungsanlage zur Kühlung verwenden. Sie wirkt

---

[14] COP beschreibt die Effizienz einer Wärmepumpe unter definierten Bedingungen. Dabei wird die eingesetzte elektrische Betriebsenergie ins Verhältnis gesetzt zur erzeugten thermischen Energie bei einer bestimmten Temperaturdifferenz zwischen Primärquelle und Sekundärkreislauf der Wärmepumpe (In der Regel der Heizkreislauf oder der Warmwasserkreislauf.)

dann wie ein Kühlschrank. Dabei reicht es in der Regel, die sogenannte „Naturkühlung“ zu nutzen, bei der nur die Umwälzpumpen des Heizungssystems eingesetzt werden, damit die Fußbodenheizung so über einen Wärmetauscher die Sole und schließlich das Erdreich erwärmt. Dadurch kann die Wärmeenergie, welche im Winter entzogen wurde über die Sommermonate dem Erdreich weitestgehend wieder zugeführt werden.

Wer die Möglichkeit hat, eine Photovoltaikanlage an seinem Haus zu integrieren, kann einen großen Teil des notwendigen Betriebsstroms für ca. 10 Cent/kWh selber nutzen.

Sollten in dem Bestandsbau zunächst noch Radiatoren-Heizkörper genutzt werden, so ist das in den meisten Fällen kein Problem. Ein nachträgliches Umrüsten auf Wand- oder Fußbodenheizung ist jedoch empfehlenswert, da dies die Effizienz der Wärmepumpen von 3,5 auf 7 erhöht.

Im gut durchdachten Gesamtkonzept eines modernen fossilfreien Heizsystems mit integrierter Photovoltaik liegen die Verbrauchskosten für Strom einer Wärmepumpe bei unter 2 Cent/kWh Wärme. Das ist bereits heute deutlich weniger als die Kosten für Heizungen mit fossilen

Energieträgern, die für Gas ca. 12 Cent/kWh und für Öl ca. 10 Cent/kWh betragen (Preisstand Januar 2022).[15]

Hinzu kommt, dass Wärmepumpen praktisch wartungsfrei laufen, und Gas- sowie Ölheizungen einen hohen Bedarf an Wartungskosten, Schornsteinfegergebühren und TÜV-Prüfungskosten für den Öltank verursachen.

Sollte der Einsatz von Wärmepumpen nicht möglich sein, dann stellt der Einbau einer Pelletheizung eine Alternative dar. Aufgrund der Tatsache, dass die verfügbare Menge an nachhaltig produzierbaren Holzpellets begrenzt ist, stellt eine Pelletheizung im Vergleich zu einer Wärmepumpe jedoch immer nur die zweite Wahl dar, weil gegenwärtig der Pelletbedarf für die bereits bestehenden Anlagen noch durch eine nachhaltige Pelletproduktion aus heimischen Wäldern bzw. aus Reststoffen der Sägewerke gedeckt werden kann, aber sie wird immer nur für einen Teil aller Gebäude ausreichen.[16]

---

[15] https://www.bdew.de/media/documents/220124_BDEW-Gaspreisanalyse_Januar_2022_24.01.2022_final_YTK8Nlb.pdf abgerufen am 28.1.2022

[16] Ens Dörschel, Der Deutsche und europäische Pelletmarkt, 2015, S.14. https://www.forumue.de/wp-content/uploads/2016/03/5_Doerschel_Pelletmarkt_1302_2015.pdf abgerufen am 22.1.2022

6.3 Flächenheizungen

In den meisten Wohnungen sind Radiatoren-Heizkörper verbaut, die auf Grund ihrer geringen Oberfläche eine hohe Vorlauftemperatur benötigen, um die nötige Heizleistung zur Verfügung zu stellen. Meist erfolgt hier die Wärmeübergabe durch Konvektion und Strahlung.

Vergrößert man die Heizfläche, kann die gleiche Heizleistung bei deutlich niedrigerer Vorlauftemperatur erreicht werden.

Flächenheizungen mit niedrigen Vorlauftemperaturen wirken im Wesentlichen über Strahlung. Die ersten Fußbodenheizungen waren zu klein ausgelegt oder mussten wegen hoher Energieverluste des Gebäudes zu viel Energie bereitstellen, sodass Fußbodenoberflächentemperaturen von über 28 °C vorherrschten. Einerseits wurde das z.B. im Badbereich als angenehm empfunden, andererseits führten der sehr warme Fußböden u.a. zu Beinbeschwerden.

Hinzu kommt, dass die Vorlauftemperaturen der traditionell genutzten Heizungen meist ca. 20 bis 30% über dem notwendigen Maß liegen, denn dann hat es der Nutzer in jedem Fall warm und er beschwert sich weder beim Vermieter noch beim Installateur. Die richtige Einstellung der Heizung stellt somit eine weitere Optimierungsmöglichkeit dar.

Vor einer energetischen Sanierung sollte deshalb zunächst entweder eine neue Berechnung der benötigten Heizenergie und Vorlauftemperatur erfolgen oder aber der Bewohner sollte die Heizleistung seiner Heizung bei kalter Außentemperatur solange drosseln, bis er den subjektiven Punkt seines Wärmegefühls bei vollkommen aufgedrehten Heizkörpern hat.

Die Heizkurve und die Parallelverschiebung können in jedem Gerät angepasst werden. Anleitungen findet man beim jeweiligen Hersteller der Heizung.

Am Ende wird die richtige Temperatur allein durch die Außentemperatur gesteuert und der energetische Aufwand ist am niedrigsten.

Die so ermittelte Vorlauftemperatur der Heizung lässt sich deutlich noch weiter senken, wenn man alte Heizkörper durch moderne Plattenheizkörper (eventuell mit Lüftungsunterstützung für sehr kalte Außentemperaturen) tauscht und durch einen hydraulischen Abgleich richtig einbindet und nutzt.[17]

In den allermeisten Fällen kommt man mit diesen Maßnahmen bereits zu einer Vorlauftemperatur unter 45°C

---

[17] Näheres zum hydraulischen Abgleich findet man zum Beispiel unter: https://de.wikipedia.org/wiki/Hydraulischer_Abgleich abgerufen am 22.1.2022

und kann die fossile Heiztechnologie einfach durch eine Wärmepumpe ersetzen.

Sobald eine Grundsanierung eines Hauses ansteht (alle 40 bis 80 Jahre), kann dann die Radiatoren-Heizung durch Fußboden-, Wand- oder Deckenheizungen ersetzt werden.

Dadurch sinkt dann die notwendige Heizungsvorlauftemperatur und die Effizienz der Wärmepumpe steigt deutlich an.

Das Ziel aller oben beschriebenen Maßnahmen ist es, möglichst schnell die fossilen Heizsysteme durch Wärmepumpen zu ersetzen und eventuell erst im Laufe der Zeit ein hocheffizientes Wärmepumpensystem zu erhalten, das sehr preiswert die notwendige Energie zur Verfügung stellt.

6.4 Lüftung mit Wärmerückgewinnung

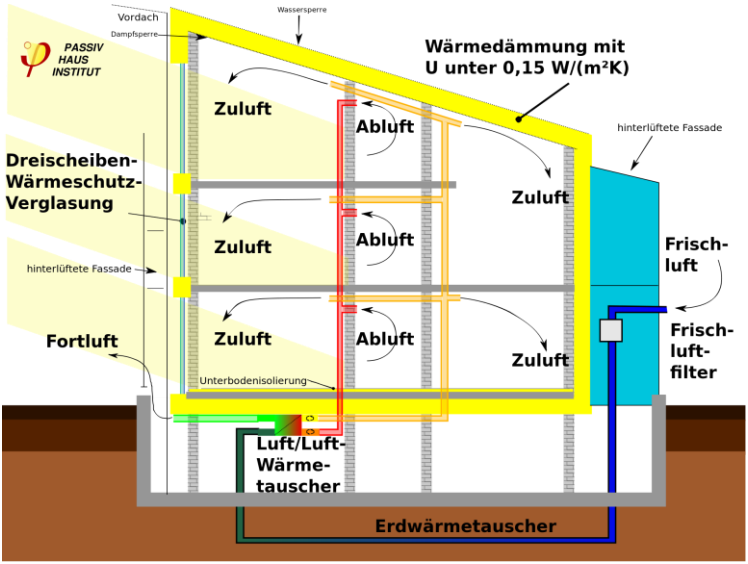

Abbildung 8: Querschnitt eines Passivhauses mit Lüftung, Quelle: Von Passivhaus_querschn_de.png: Passivhaus Institutderivative work: MartinThoma (talk) - Passivhaus_querschn_de.pngLogo aus de:Datei:Passivhausinstitut logo.svgFile:Nuvola weather snow.svg Diese W3C-unbestimmte Vektorgrafik wurde mit Inkscape erstellt ., CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=10423079

Erstens hat das Passivhausinstitut in Darmstadt für die Errichtung von Passivhäusern eine Belüftung des Hauses vorgeschrieben, damit ein regelmäßiger Luftaustausch die durch die Atemluft der Bewohner und die durch Warmwasser (Duschen und Kochen) entstehende Feuchtigkeit austragen kann.

Zum Zweiten sinkt der Energieverbrauch im gedämmten Gebäude noch einmal um fast 40%, wenn eine zentrale Be-

und Entlüftung eingesetzt wird, statt durch konventionelles Fenster-Öffnen die Wärme „hinauszulüften“.

Zum Dritten wird ganz nebenbei durch den regelmäßigen Luftaustausch vorbeugender Gesundheitsschutz möglich, da mögliche krankmachende Virenkonzentrationen in der Umgebungsluft in der Regel gar nicht erst entstehen.

Diese Vorgaben zum Passivhaus sind inzwischen auch Voraussetzung jeder neuen Baugenehmigung. Auch ein Lüftungskonzept muss nachgewiesen werden.

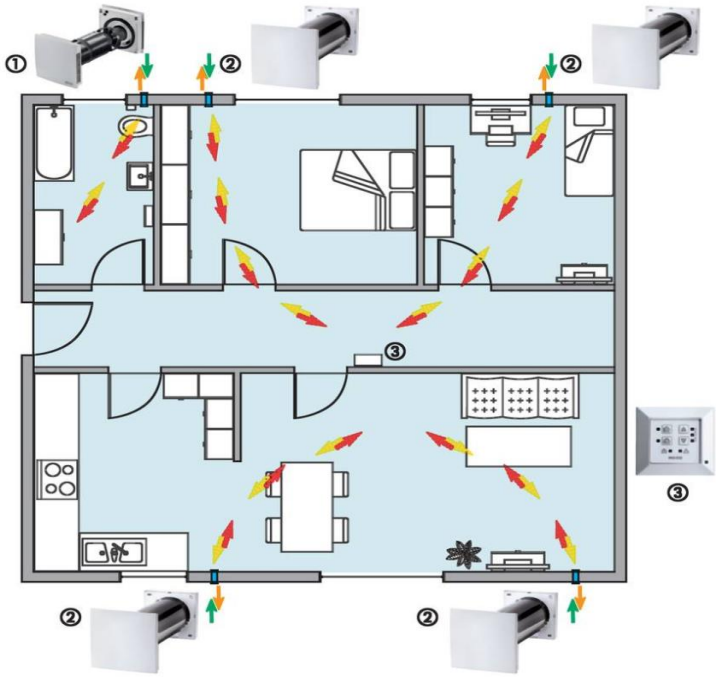

Abbildung 9: Beispiel einer dezentralen Lüftungsanlage, Quelle: https://www.haustec.de/sites/default/files/styles/content__default/public/2020-09/maico_kombiloesung-pp-45-mit-ppb-30_1.jpg.webp?itok=VsNoXWyg

Dezentrale Lüftungssysteme sind im Bestandbau zunächst scheinbar „billiger“, sie haben jedoch zwei entscheidende Nachteile.

1. die Lüftungsgeräte sind dauerhaft deutlich hörbar.
2. das System kann einen kompletten Luftaustausch nicht in kurzer Zeit realisieren, da sich die Lüftungsrichtung im Minutentakt ändert.

6.5 Photovoltaik

Unter Photovoltaik versteht man die direkte Erzeugung von elektrischem Strom durch Sonneneinstrahlung. Photovoltaik hat sich inzwischen zur wichtigsten solaren Energiequelle im Wohnungsbau entwickelt.

Gegenwärtig liegt die elektrische Leistung bei ca. 200 W/m². Das heißt mit einer Photovoltaikanlage von 50 m² Dachfläche kann man bis zu 10 kW Strom erzeugen. Im Jahresdurchschnitt sind dies ca. 10000 kWh.

Viele Jahre galt es als eine der wichtigsten Voraussetzungen, dass das Dach nach Süden ausgerichtet ist. Inzwischen hat sich herausgestellt, dass eine Ost/West-Dachanlage eine viel gleichmäßigere Stromversorgung über Tag liefert und die Erträge nahezu gleich hoch sind.

Zukünftig wird es zusätzlich vermehrt Fassadenphotovoltaik geben, mit deren Hilfe insbesondere in den Wintermonaten ein höherer Ertrag möglich wird.

Mit Hilfe einer Batterie sind inzwischen in der Stromversorgung 70% Autarkie möglich. Die Gestehungskosten einer kWh für Dachphotovoltaikanlagen liegen bei ca. 10 Cent/kWh.

Bei Einsatz einer Batterie liegen die Kosten des über die Batterie genutzten Stroms allerdings in der Regel über 30

Cent/kWh (bezogen auf den energetischen Umsatz der Batterie).

Photovoltaikanlagen sind aber insgesamt eine dauerhaft günstige Möglichkeit, Sonnenenergie vor Ort zu nutzen und dadurch auch zugleich unabhängiger von externer Energieversorgung zu werden.

Weiterhin sinkt der persönliche CO_2-Fußabdruck durch die Verbindung von Wärmepumpe und Photovoltaik gegenüber einer fossilen Heizungsanlage um bis zu 95%. (Mit Hilfe von zugekauftem regenerativ erzeugtem „Reststrom“ um 100%.)

Angemerkt sei, dass es bereits heute möglich ist, mit Hilfe von Wasserstoff, der aus dem Strom der Photovoltaikanlage produziert wird, 100% Autarkie zu erreichen.[18]

Photovoltaische Dachanlagen sollten möglichst nicht nur auf den Eigenverbrauch hin optimiert werden, sondern auf größtmögliche Erträge. Erstens kann dann der benötigte Haushalts- und Wärmepumpen-Strom, sowie die elektrische Energie auch für die Mobilität selbst im Winterhalbjahr gewonnen werden. Überschüssiger Strom dient für die öffentlichen energetischen Aufgaben wie Bus- und Schienenverkehr sowie Industrie, und vor allem zur

---

[18] https://www.homepowersolutions.de/produkt/ abgerufen am 22.1.2022

Energiespeicherung für Dunkel- und Flautenzeiten in Batterie- und Wasserstoffspeichern.

7 Alles viel zu teuer?

Wie oft wird im Geheimen von Vielen diese Frage gestellt!

Zum einen taucht diese Frage auf, weil Häuser oftmals als unvergänglich betrachtet werden. Aber auch Häuser haben eine „wirtschaftliche Lebenszeit“. Etwa alle 40 bis 60 Jahre ist eine vollständige Rundumerneuerung (Grundsanierung) notwendig. Das heißt, dass die Hauseigentümer jährlich etwa 1,5% bis 3% des Neubauwertes eines Hauses zur langfristigen Instandhaltung und Erhaltung ihres Gebäudes zurücklegen sollten.

Zum anderen wird die Frage meistens von Menschen gestellt, die die Tragweite des Klimawandels nicht ermessen können und meinen, ihr eigener selbstverständlicher Gebrauch von fossilen Energieträgern sei ihr gutes Recht, das sie sich verdient hätten.

Nur ein Beispiel von endlos vielen: Am 03.07.2016 veröffentlichte die Zeitung: „Welt“ den Artikel: *So teuer wird das Verbot von Gas- und Ölheizungen*.[19] Ziel des

---

[19] So teuer wird das Verbot von Gas- und Ölheizungen. Veröffentlicht am 03.07.2016 | Lesedauer: 6 Minuten, Michael FabriciusLeitender Redakteur Immobilien Zeitung Welt 3.7.2016, https://www.welt.de/finanzen/immobilien/article156760633/So-teuer-wird-das-Verbot-von-Gas-und-Oelheizungen.html

Artikels war es, die Energiewende als unbezahlbar zu zerreden.

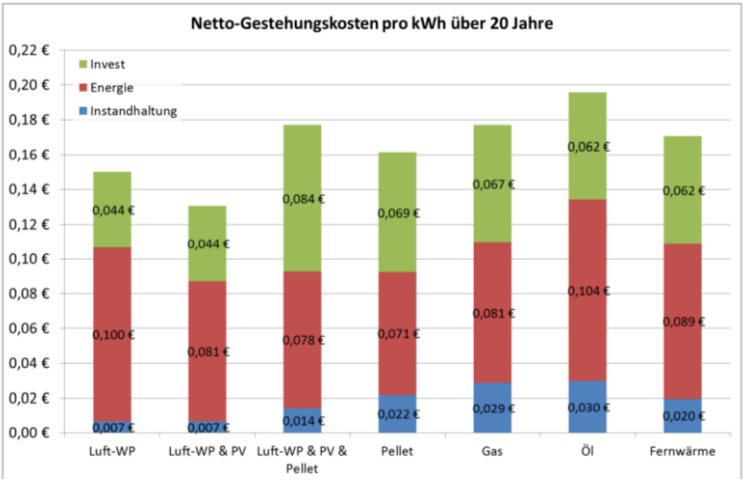

Abbildung 10: Netto-Gestehungskosten pro kWh Wärmeenergie für verschiedene Heizsysteme über einen Zeitraum von 20 Jahren; es werden die jährlichen Brennstoffkosten sowie Wartungs- und Instandhaltungskosten berücksichtigt, es werden 30% des PV-Stroms genutzt; Quelle: https://www.unw-ulm.de/wp-content/uploads/2018/09/AxIOME_BAR_Bericht_Gestehungskosten.pdf

Doch Untersuchungen der Universität Ulm[20] und von vielen weiteren zeigen, dass die konsequente Nutzung regenerativer Energien die dauerhaft preiswerteste Möglichkeit darstellt.

Abhängig von den Transmissionswärmeverlusten des Gebäudes, der Größe der Flächenheizung, der Ergiebigkeit

[20] https://www.unw-ulm.de/wp-content/uploads/2018/09/AxIOME_BAR_Bericht_Gestehungskosten.pdf S.9

der Primärquelle und den COP-Werten der Wärmepumpe können die Energiekosten sogar weniger als 2 Cent/kWh betragen, was deutlich günstiger ist, als bei allen anderen Heizungstechnologien.

Die gesamten Investitionskosten einer alle 5 Maßnahmen umfassenden energetischen Sanierung liegen zwischen 500 und 1500€/m².[21]

Teilsanierungen kosten (ohne Zuschüsse) etwa:

- Photovoltaik: 10.000 bis 25.000 €
- Wärmepumpe: 10.000 bis 25.000 €
- Dämmung: 40.000 bis 80.000 €
- Lüftung: 10.000 bis 20.000 €
- Flächenheizungen 10.000 bis 40.000 €

Deshalb hat die Bundesregierung ein Zuschussprogramm aufgelegt, welches auf den ersten Blick sehr komplex und verwirrend wirkt. Auf den zweiten Blick wird jedoch deutlich, dass der Gesetzgeber versucht hat, den unterschiedlichen Baualtersklassen gerecht zu werden. Die Zuschüsse betragen teilweise bis zu 55% der gesamten Kosten.

---

[21] Forschungsprojekt „Klimaschutzkonzept 2050 kommunale Gebäude“ (FKZ: 03KSF034) Flensburg, November 2015, https://www.uni-flensburg.de/fileadmin/content/abteilungen/industrial/dokumente/downloads/veroeffentlichungen/forschungsergebnisse/k-2050-kg-endbericht.pdf

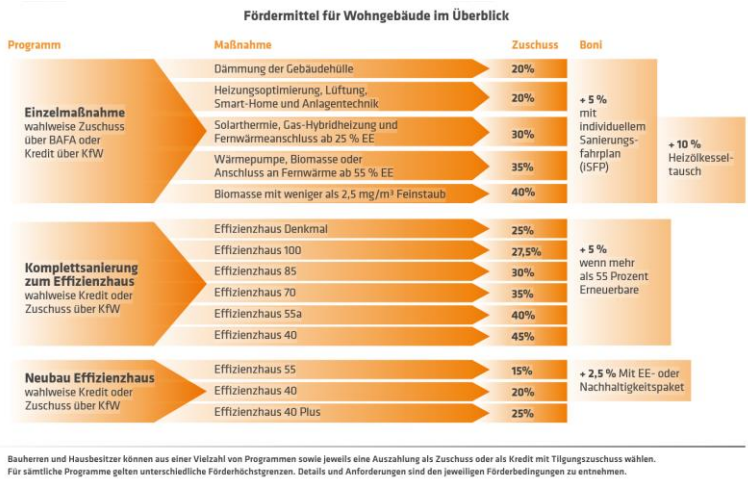

Abbildung 11:Fördermittel für Wohngebäude im Überblick (ENERGIEDEPESCHE INFORMATIONEN FÜR ENERGIEVERBRAUCHER, Oktober 2021, Ausgabe 4/2021, S 26), Quelle: https://www.energieverbraucher.de/de/site__1100/?contId=18660&contShow=18660#con-18660

https://www.ibp.fraunhofer.de/content/dam/ibp/ibp-neu/de/dokumente/publikationen/eer/bericht-energetische-gebaeudesanierung-deutschland-teil1.pdf

8 Checkliste für ein persönliches Energiekonzept

Für Hauseigentümer und Mieter

1. Bestandsaufnahme

- Mein jährlicher Energieverbrauch für die Heizung
- Vorlauftemperatur der Heizung bei -15° C Außentemperatur
- Vorlauftemperatur der Heizung bei 0 °C Außentemperatur
- Ist die Vorlauftemperatur der Heizung auf den persönlichen Wärmebedarf eingestellt?
- Ist ein hydraulischer Abgleich erfolgt?
- Wie hoch ist der Energiebedarf pro m² im Jahr?

2. Was ist zu tun?

- Wenn der Energieverbrauch unter 100 kWh/m²a liegt und die Vorlauftemperatur unter 45°C liegt, kann umgehend das fossile Heizungssystem durch eine Wärmepumpe ausgetauscht werden.
- Liegt die Vorlauftemperatur über 45°C sollte ein Austausch alter Heizkörper stattfinden. Entweder gelingt es durch neue geeignete Heizkörper die notwendige Heizleistung mit niedriger Vorlauftemperatur in den jeweiligen Räumen zu erreichen oder es müssen Flächenheizungen wie Fußboden-, Wand-, Sockel- oder Deckenheizungen eingebaut werden. Dann kann das fossile Heizsystem durch eine Wärmepumpe ausgetauscht werden.
- Liegt der Energieverbrauch über 100 kWh/m²a sollte dieser zunächst über geeignete Dämmmaßnahmen gesenkt werden.

3. Prüfen, ob die 5 wichtigsten Maßnahmen als Zielkonzept geplant bzw. umgesetzt werden:

- Dämmung (1. Dachdämmung, 2. Kellerdeckendämmung 3. Fassade mit Fenster)
- Wärmepumpe
- Flächenheizungen
- Lüftung
- Photovoltaik

Kontakt für Beratung und Unterstützung in Marburg

https://klimaschutz.marburg-biedenkopf.de/privatperson/beratungsangebot/energieberatung/verbraucherzentrale/anfrage-vz-energieberatung.html

oder

Fachdienst Umwelt Klima und Naturschutz, Fairer Handel,
Software-Center 5a
35037 Marburg

Telefon: +49 6421 201-1405, Telefax: +49 6421 201-1406,
E-Mail: Klimaschutz@marburg-stadt.de