

ITE

Institut für die Transformation
des Energiesystems

Alternativen zu Ölheizungen: Wege zu umweltfreundlichem Heizen

Gunther Gehlert, Marlies Wiegand, Frank Schiller

Schriftenreihe Interdisziplinäre Energieforschung des ITE

Heft Nr. 1

Alternativen zu Ölheizungen:

Wege zu umweltfreundlichem Heizen

Abstract

Building owners are facing the challenge to modernise their old heating systems in environmentally friendly ways. In Germany, the buildings heating regulation defines the phase-out of heating oil based systems. This raises the question how exactly to modernise existing systems in a climate-friendly and cost-efficient way. We introduce different technological options and calculate their installation and operation costs for individual houses. We do so independently of existing subsidies. We look at small CHP, heat pumps, wood and pellet boilers, district heating installment as well as synthetic gas produced with green electricity. Further effects from insulation are calculated. As a result, we show that several proven technological pathways to reduce carbon emissions as well as operating costs exist. Several measures repay in less than a decade even without public subsidies.

Impressum

Fachhochschule Westküste
Institut für die Transformation des Energiesystems (ITE)
Markt 18 | 25746 Heide | + 49 481 123769-0 | ite@fh-westkueste.de

Schriftenreihe Interdisziplinäre Energieforschung des ITE
ISSN 2748-0070 (Online) | ISSN 2748-0062 (Print)
Heft Nr. 1 | 05 - 2021 | DOI <https://doi.org//10.48591/f3f1-1q35>

Verfasserinnen und Verfasser: Prof. Dr.-Ing. Gunther Gehlert (gehlert@fh-westkueste.de),
Marlies Wiegand, Dr. Frank Schiller

Gestaltung: Karsten Neumann, Marlies Wiegand
Korrektur: Carsten Friede

Publikationen als pdf: www.fh-westkueste.de/ite

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

Inhaltsverzeichnis

1	Motivation	1
2	CO₂-neutrales Heizen	1
3	Notwendige Einsparung beim Austausch des Wärmeerzeugers	1
4	Einsparpotentiale durch alternative Technologien	3
4.1	Mini-BHKW	3
4.2	Wärmepumpen	3
4.3	Holz- und Pelletkessel	4
4.4	Nah- und Fernwärme	4
4.5	Synthetisches Erdgas aus grünem Strom	5
5	Einsparpotentiale durch Gebäudedämmung	5
6	Kosten der Modernisierungsmaßnahmen	6
7	Kombinierte Modernisierungsmaßnahmen	6
8	Fazit	7

1 | Motivation

Ob mit oder ohne Brennwertnutzung: Die Tage der mit fossilem Heizöl befeuerten Heizung („Ölheizung“) sind gezählt. Mit Inkrafttreten des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) gilt nach §72 ein Betriebsverbot für vor 1991 in Betrieb genommene und mit einem flüssigen oder festen Brennstoff beschickte Heizkessel [1]. Ab 1991 in Betrieb genommene Heizkessel dürfen nur bis zum Ablauf von 30 Jahren seit Aufstellung betrieben werden. Ab 2026 dürfen Ölkessel nur noch unter sehr eingeschränkten Bedingungen neu in Betrieb genommen werden. Der Wärmebedarf muss anteilig durch erneuerbare Energien gedeckt werden.

Mit dem Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050 (kurz: Klimapaket) [2] wurde eine Austauschprämie für Ölheizungen beschlossen, die nach der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) [3] gewährt wird und auch den Austausch zugunsten einer effizienteren Ölheizung unterstützt.

Diese Subvention fossiler Energieerzeugung - wenige Jahre vor dem endgültigen Verbot der Neuinbetriebnahme - steht in der Kritik. Das vorliegende Merkblatt klärt Verbraucherinnen und Verbraucher unabhängig von politischen Förderinstrumenten über die Gebäude- und Heizungsmodernisierung sowie notwendige CO₂-Einsparungen auf. Für eine Beratung zu Fördermöglichkeiten wird empfohlen, die Verbraucherzentrale zu konsultieren.

2 | CO₂-neutrales Heizen

Das Minderungsziel, den CO₂-Ausstoß zum Jahr 2050 um bis zu 95% gegenüber dem Jahr 1990 zu reduzieren, betrifft auch die Gebäudeheizung. Um die erforderliche Reduktion im Bereich Heizen zu erreichen, bestehen prinzipiell vier Möglichkeiten:

- Wärmebedarf des Hauses auf 'Nearly Zero' (quasi Null) senken (Passiv- oder Plus-Energiehaus)
- Feuerung mit nachwachsender Biomasse (Holz, Pellets, Algen-Öl)
- Heizen mit grünem Strom
- Regenerative Wärmequellen nutzen (Solar- und Geothermie)

Zudem sind Kombinationen dieser vier Möglichkeiten umsetzbar. So kann grüner Strom zur Herstellung synthetischer Brennstoffe verwendet werden. Diese können in konventionellen Kesseln oder Blockheizkraftwerken (BHKW) unter Freisetzung von CO₂ verbrannt werden. Diese Variante hat aufgrund ihrer geringen energetischen Effizienz und der potenziell hohen Herstellkosten des Brennstoffes geringe Aussichten, sich gegenüber den Optionen 1-4 durchzusetzen (siehe: [Abschnitt 4.5](#)).

Ölkessel sollen verboten werden. Haben wir überall eine geeignete Alternative, die unsere Bedürfnisse gleichermaßen befriedigt?

3 | Notwendige Einsparung beim Austausch des Wärmeerzeugers

Entgegen aktueller Werbung der Kesselindustrie [4] ist mit einer einfachen Erneuerung des alten Niedertemperatur-Ölkessels durch einen modernen Brennwert-Ölkessel wenig erreicht (ca. 6% Einsparung). Auch ein Wechsel zu anderen fossilen Brennstoffen wie Erdgas oder Flüssiggas spart mäßig bis wenig CO₂ ein (Erdgas: ca. 27%, Flüssiggas: ca. 13%). Ziel bei einer Erneuerung des Heizungssystems in Bestandsgebäuden sollte es sein, CO₂-Einsparungen zu erreichen, die ca. dem Mittelwert zwischen den Klimazielen von heute und denjenigen am Ende der Lebensdauer des neuen Wärmeerzeugers entsprechen (siehe [Abb. 1](#)).

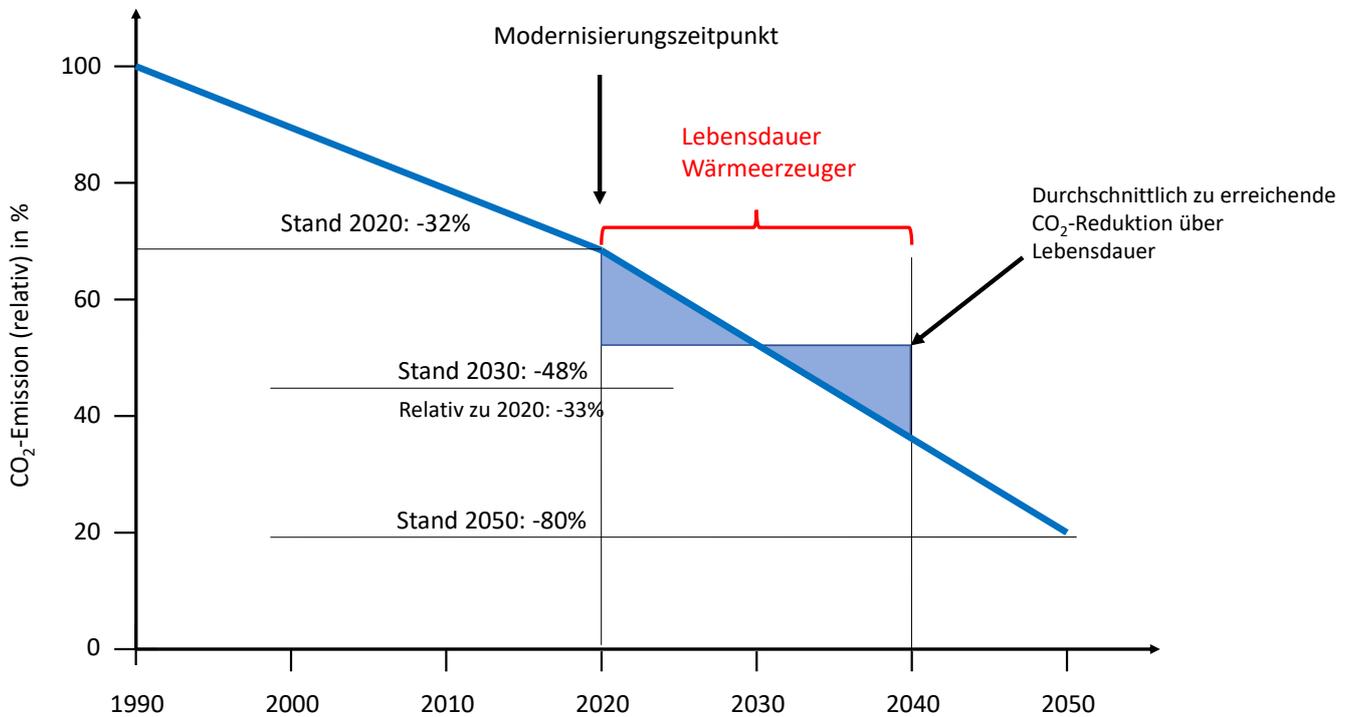


Abb. 1: Zeitpunkt der Heizungsmodernisierung und anzuwendendes CO₂-Mindesteinsparziel.

Ein Beispiel: Der Heizkessel eines im Jahr 1990 erbauten Einfamilienhauses sollte 2020 noch ersetzt werden. Es wird überlegt, einen moderneren, aber dennoch mit einem fossilen Brennstoff befeuerten Kessel einzubauen. Der CO₂-Ausstoß wird durch diese Modernisierung um ca. 32% reduziert sein (verglichen mit dem Baujahr 1990). Das erscheint auf den ersten Blick eine hohe Einsparung zu sein. Im Jahr 2030 soll jedoch schon eine deutlich höhere Reduktion, nämlich um ca. 48% und im Jahr 2050 um mind. 80% erreicht werden.

Angenommen, der neue Wärmeerzeuger hat eine mittlere Nutzungsdauer von 20 Jahren, bevor erneut modernisiert wird. Dann müsste mit der Modernisierung eine CO₂-Einsparung von 48% erwirkt werden (siehe Abb. 1). Diese 48% bleiben über die Lebensdauer unverändert (wie in Abb. 1

an der horizontalen Linie zu erkennen ist). In der Zeit zwischen 2020 und 2030 führt die Modernisierungsmaßnahme zu einer höheren Einsparung, als nach den aktuellen Zielen der Bundesrepublik verlangt wird. In der ersten Hälfte der Nutzungsdauer wird gewissermaßen eine 'CO₂-Gutschrift' aufgebaut. In der Zeit nach 2030 reicht die Einsparung durch die 2020 durchgeführte Modernisierungsmaßnahme jedoch nicht mehr aus. Somit wird die vor 2030 aufgebaute 'CO₂-Gutschrift' bis zum Ende der Lebensdauer abgeschmolzen.

Als erstes Fazit kann festgestellt werden, dass weder ein Austausch des Ölkessels noch ein Umstieg auf einen anderen fossilen Brennstoff (Erdgas) allein ausreicht, um adäquate CO₂-Einsparungen für die gesamte Lebensdauer zu erreichen.

Aufgrund des langen Investitionszyklus wird heute bereits für die Klimaziele von 2050 saniert.

In den folgenden Abschnitten sollen Alternativen sowohl für Einzel- als auch für kombinierte Maßnahmen (z.B. in Verbindung mit Wärmeschutzmaßnahmen) aufgezeigt werden.

4 | Einsparpotentiale durch alternative Technologien

4.1 | Mini-BHKW

Ein Blockheizkraftwerk (BHKW) erzeugt mithilfe von Erdgas oder Biogas simultan Strom und Wärme. Für die zusätzliche Stromproduktion muss insgesamt mehr Brennstoff verbrannt werden als für die alleinige Heizung notwendig wäre. Somit benötigen BHKW mehr (fossilen) Brennstoff mit entsprechend höherem CO₂-Ausstoß. Für den produzierten Strom kann aber eine CO₂-Gutschrift gegengerechnet werden, solange der CO₂-Emissionsfaktor für zentral bereit gestellten Strom höher ist als derjenige für den im BHKW erzeugten Strom. In Zukunft liegt genau hier das Problem: Der Strom-Mix in Deutschland wird immer grüner, so dass schon mittelfristig damit zu rechnen ist, dass BHKW-Strom einen höheren spezifischen CO₂-Ausstoß haben wird als der Strom aus dem Stromnetz. Darüber hinaus profitieren BHKW gegenwärtig noch von der hohen Preisdifferenz zwischen Strom und Gas/Öl (aktuell ca. Faktor 5). Die CO₂-Bepreisung nähert Strom- und Brennstoffpreise jedoch schrittweise an, so dass die Wirtschaftlichkeit in Zukunft auch in dieser Hinsicht sinken wird.

4.2 | Wärmepumpen

Eine elektrische Wärmepumpe stellt im Vergleich zum verbrauchten Strom ein Vielfaches an Heizwärme bereit, da sie Umweltwärme aus dem Boden oder der Luft nutzbar

macht. Diese hohe Effizienz der Wärmeerzeugung ist auch notwendig, weil der Strompreis aktuell ca. fünfmal so hoch ist wie ein üblicher Wärmepreis.

Eine Wärmepumpe ist jedoch nicht für jedes Haus gleichermaßen geeignet. Für einen effizienten und wirtschaftlichen Betrieb ist ein hoher Dämmstandard sowie idealerweise das Vorhandensein einer Fußbodenheizung oder andere Flächenheizung empfehlenswert. Bei Einsatz von Luftwärmepumpen sollte die Region keine regelmäßigen sehr kalten Winterperioden haben (wie zum Beispiel im bayrischen Wald). Sole-Wasser-Wärmepumpen, die ihre Umweltenergie aus Erdsonden oder Flächenkollektoren beziehen, sind zwar im Betrieb effizienter, in der Anschaffung jedoch teurer.

Eine Sole-Wärmepumpe mit einer Jahresarbeitszahl von 3,0 (d. h. die eingesetzten Strommenge liefert das Dreifache an Wärme) würde derzeit eine CO₂-Einsparung von ca. 40% im Vergleich zu einem aktuellen Ölkessel bewirken (angenommen wird hier der bundesweit durchschnittliche CO₂-Ausstoß von 505 g/kWh Strominlandsverbrauch [5]). Weist das lokale Stromversorgungsunternehmen (wie z. B. die Stadtwerke Itzehoe) einen geringeren CO₂-Ausstoß nach (SW Itzehoe: 230 g/kWh), dann kann selbst mit einer weniger effizienten Luft-Wärmepumpe (z. B. Jahresarbeitszahl 2,0) eine CO₂-Reduktion von bis zu 60% gegenüber dem Ölkessel erreicht werden. Dies verdeutlicht den Vorteil von Wärmepumpen: Wird der Strom grüner, so wird auch die mit Strom erzeugte Wärme grüner. Heizkosten werden jedoch mit einer Luftwärmepumpe nicht unbedingt eingespart (vgl. Tab. 3).

Wird der Strom grüner, so wird auch die mit Strom erzeugte Wärme grüner.

4.3 | Holz- und Pelletkessel

Pflanzen entziehen der Atmosphäre durch ihr Wachstum CO₂. Pflanzliche Biomasse, wie zum Beispiel Holz, bietet als Brennstoff deshalb eine ausgeglichene CO₂-Bilanz, ist also prinzipiell als grün anzusehen. Vor der Nutzung wird jedoch eine gewisse Energiemenge für Herstellung, Transport und Trocknung aufgewendet. Deshalb wird bei der Umstellung auf einen Pelletkessel mit einer CO₂-Reduktion von leicht über 80% gerechnet. Um eine flächendeckende Wärmeversorgung mit Holz oder Pellets zu ermöglichen, reicht die regional nachwachsende Menge nicht aus. Im Bundesland Schleswig-Holstein könnten zum Beispiel mit dem gesamten jährlich an Straßen anfallenden Knickschnittholz nur ca. 1 bis 2% des Wärmebedarfes gedeckt werden. Würde der Anteil von Pelletkesseln den einstelligen Prozentanteil übersteigen, könnte in Schleswig-Holstein sogar die Preisstabilität der Pellets gefährdet sein.

Deutlich besser ist die Situation im ländlichen Bereich in Bezug auf Holzkessel (auch Vergaserkessel): Wenn das eigene Grundstück ausreichende Holzreserven aufweist, kann auf diese Weise umweltfreundlich und kostengünstig geheizt werden (eine Faustformel: ca. 4.000 kg/a können knapp 10.000 kWh Wärme bereitstellen).

4.4 | Nah- und Fernwärme

Wärmenetze versorgen ein Quartier über eine Wärmeversorgungszentrale, für die verschiedene Energieträger eingesetzt werden können. Die Vor- oder Nachteile einer zentralen Wärmeversorgung hängen stark von den Randbedingungen ab, weshalb an dieser Stelle nur die allgemeinen Vor- und Nachteile dargestellt werden.

Nachteile:

1. Wärmeleitungen sind für das Versorgungsunternehmen ein hoher Investitionsaufwand. Diese Leitungen sind i.d.R. sehr lang, sind oft in der Erde verlegt, haben große Durchmesser und sind aufwändig gedämmt.
2. Die langen Leitungen haben Wärmeverluste, die (wenn möglich) durch eine effizientere Wärmeerzeugung aufgefangen werden müssen.
3. Nah- oder Fernwärmeleitungen müssen aktiv durchströmt werden. Hierfür sind zusätzliche Pumpen notwendig, was zu einem gewissen erhöhten Energieaufwand führt.

Die mit den Nachteilen verbundenen Kosten werden auf die Kundschaft umgelegt.

Vorteile:

1. Die zentrale Wärmeerzeugung ist bzgl. der spezifischen Investitionskosten deutlich günstiger (ein großer Heizkessel kostet weniger als viele kleine).
2. Die zentrale Wärmeerzeugung ist auch bzgl. der Energiekosten günstiger, da große Mengen im Jahr eingekauft werden, was zu günstigeren Brennstoffkosten führt.
3. Das Versorgungsunternehmen kann bei geänderten Randbedingungen i.d.R. schneller reagieren und seine Wärmeerzeuger auch vorm Ablauf der geplanten Nutzungsdauer austauschen bzw. modernisieren.
4. Das Versorgungsunternehmen hat mehr Möglichkeiten, die CO₂-Emissionen zu verringern (z. B. durch Nutzung industrieller Abwärme, Solar- oder Geothermie).

5. Die Hausübergabestation ist weitgehend wartungsfrei. Kosten für Schornsteinfeger:in entfallen.

Im Fazit bedeutet dies, dass der Anschluss an ein Nah- oder Fernwärmenetz viel Potenzial bietet, sofern die prinzipbedingten Nachteile durch intelligente Lösungen gemindert werden.

4.5 | Synthetisches Erdgas aus grünem Strom

Chemisch betrachtet ist synthetisches Erdgas derselbe Stoff wie fossiles Erdgas. Dadurch kann es in bestehenden Erdgaskesseln genutzt werden. Die Wandlung von Strom in synthetisches Erdgas erfolgt in folgenden zwei Schritten:

1. Elektrolyse von Wasser zur Herstellung von Wasserstoff
2. Methanisierung von CO oder CO₂ aus nicht fossiler Herkunft.

Beide Wandlungsstufen sind verlustbehaftet: Bei der Elektrolyse und Methanisierung kann optimistisch jeweils mit ca. 20% Verlusten gerechnet werden. Ohne Nutzung der Nebenprodukte Abwärme und Sauerstoff kommen demnach nur 64% der Energie im synthetischen Erdgas an ($0,8 \times 0,8 = 0,64$). Bei voller Nutzung der Nebenprodukte (Abwärme) und der Verbrennung für Heizwärme entspricht diese Variante i. W. der Direktheizung mit Strom, die prinzipbedingt der Wärmepumpe unterlegen ist. Somit ist das Heizen mit synthetischem Erdgas nicht sinnvoll und wird sich wirtschaftlich kaum durchsetzen können. Wasserstoff kann jedoch für die Mobilität weiterhin interessant sein (aufgrund der hohen Energiedichte, hohen Reichweite und des geringen Gewichts des Energiespeichers).

5 | Einsparpotentiale durch Gebäudedämmung

Aufgrund der Vielzahl an Gebäudetypen wird hier eine beispielhafte Berechnung für ein Einfamilienhaus durchgeführt (Ergebnisse in Tab. 1). Trotz dieser Einschränkung können einige allgemeine Punkte hervorgehoben werden:

1. Dachdämmung, neue Fenster und Türen sowie Kerndämmung sind auch als Einzelmaßnahmen umsetzbar, so dass statt einer großen Investition mehrere kleinere getätigt werden können.
2. Als Einzelmaßnahmen bieten Dach- und Kerndämmung die höchsten Einsparpotenziale. Hier ist anzumerken, dass bei der Dachdämmung davon ausgegangen wird, dass vorher schon die oberste Geschossdecke gesetzeskonform gedämmt war. Für den Fall einer ungedämmten obersten Geschossdecke ist das Einsparpotenzial der Dachdämmung noch erheblich höher.
3. Durch den geringen Flächenanteil bietet der Austausch von Fenstern und Türen ein vergleichsweise geringes Einsparpotenzial.
4. Bemerkenswert ist, dass die Summe zulässiger Einzelmaßnahmen (Dach- und Kerndämmung, Austausch von Fenstern und Türen, ggf. Verfüllen des Luftspaltes unter dem Fußboden) insgesamt ein sehr hohes Einsparpotenzial bietet. Das Einsparpotenzial der Pos. 6 wäre hier mit der Pos. 8 (Neubau) zu vergleichen, die Unterschiede sind gering.
5. Bei Bestandsbauten mit Betonfußböden und ohne Keller lassen sich nach

Synthetisches Erdgas ist im Vergleich zur Versorgung mit einer Wärmepumpe nicht konkurrenzfähig.

Tab. 1: Einsparpotenziale für ein Beispiel-Einfamilienhaus.

Nr.	Maßnahme	Einsparpotenziale
1	Dachdämmung	23 bis 27%
2	Neue Fenster/Türen	6 bis 7%
3	Kerndämmung 5cm	23 bis 25%
4	Kernd. und Fenster/Türen	27 bis 30%
5	Kernd. Fenster/Türen Fußboden verfüllt	bis 48%
6	Pos. 5 und Dachdämmung	bis 74%
7	Haus nach EnEV ohne Fußboden	bis 67%
8	Haus nach EnEV	bis 85%

EnEV Potenziale gemäß Pos. 7 erreichen. Einsparungen gem. Pos. 8 beziehen sich auf einen Neubau.

Unter Einbeziehen des Austausches der Ölheizung lässt sich feststellen, dass es einer Hausbesitzerin oder einem Hausbesitzer durchaus möglich ist, in Kombination mit einer Wärmeschutz-Maßnahme CO₂-Einsparungen herbeizuführen, welche mit den Klimazielen der deutschen Bundesregierung im Einklang stehen.

6 | Kosten der Modernisierungsmaßnahmen

Für die Kosten der Modernisierungsmaßnahmen wurden Schätzwerte verwendet (aus [6] und [7]). Die Rechnungen beziehen sich auf das oben genannte Beispielhaus. Zusätzlich wurden über die Google® Shopping-Seite Materialkosten für die Dachdämmung als Heimwerker-Maßnahme ermittelt [8]. Das Material ist hier Mineralwolle „Isover“, 160mm, Dampfbremsfolie und zugehöriges Klebeband, OSB-Platten sowie „Spax“-Schrauben. Eine Übersicht über die ermittelten Kosten gibt Tab. 2.

7 | Kombinierte Modernisierungsmaßnahmen

Modernisierungsmaßnahmen lassen sich kombinieren (siehe: Tab. 3 mit Beispielrechnungen für typische Einfamilienhäuser, vgl. Abschnitt 5). Die Modernisierungsmaßnahmen lassen sich mithilfe von staatlichen Förderprogrammen oft noch deutlich wirtschaftlicher darstellen.

Bei einer Umstellung auf einen Erdgas-Brennwertkessel plus solarthermischer Trinkwassererwärmung lassen sich für ein Budget von ca. 15.000 € ca. 35% CO₂ und ca. 15% bis 20% Heizkosten einsparen. Wenn statt der Installation einer Solarthermieanlage eine Dachdämmung in Eigenleistung realisiert wird, sind für ein ähnliches Budget deutlich höhere Einsparungen zu erzielen (50% - 55% CO₂; 35% - 40% Heizkosten). Wird über die Dachdämmung hinaus noch eine Kerndämmung vorgenommen, so sind mit einem Erdgaskessel CO₂-Einsparungen bis zu 70% und Heizkosteneinsparungen bis zu 60% möglich. Für eine Umstellung auf eine Wärmepumpe müssen im Haus bestimmte Randbedingungen erfüllt werden, damit sich das Heizen nicht stark verteuert. Anhand des Beispiels Luft-Wärmepumpe in Zeile 3 wird deutlich, dass trotz guter

Dach- und Kerndämmung bieten die höchsten Einsparpotenziale.

Tab. 2: Kostenabschätzung für Modernisierungsmaßnahmen im Bereich Wärmeschutz und auf der technischen Seite.

Maßnahme	Geschätzte Kosten in €
Wärmeschutzmaßnahmen	
Kerndämmung	3.700
Dachdämmung (Eigenleistung)	5.500
Dachdämmung (Dienstleistung)	14.700
Vollwärmeschutz Fassade	21.300
Fenster/Türen	11.400
Fußboden verfüllen	2.300
Dämmung Kellerdecke	8.000
Technische Maßnahmen	
Gasbrennwertgerät	9.600
Solarthermie Trinkwasser	5.000
Luft-Wärmepumpe	12.000
Wärmepumpe Erdkollektor	17.000
Wärmepumpe Erdsonde	25.000

CO₂-Einsparung (in einem Versorgungsgebiet mit hohem regenerativem Stromanteil) auch Mehrkosten für das Heizen entstehen können. Sobald jedoch zusätzliche Dämmmaßnahmen vorgenommen werden, können damit Vorlauftemperaturen gesenkt und Jahresarbeitszahlen (JAZ) erhöht werden. Das führt nicht nur zu ähnlich hohen CO₂-Einsparungen wie bei dem Erdgaskessel und gleichen Dämmmaßnahmen, sondern auch zu nur leicht niedrigeren Kosteneinsparungen (vgl. Zeilen 5 und 6 in Tab. 3).

Warum sollte trotz leicht höherer Investition und leicht niedrigeren Einsparungen (Stand heute) eine Wärmepumpe in Erwägung gezogen werden? Die Antwort liefert Zeile 7 in Tab. 3: bei grünem Strom werden noch deutlich höhere CO₂-Einsparungen erzielt (ca. 85%). Außerdem lenkt die CO₂-Bepreisung die zukünftigen Energiekosten

derart, dass fossile Brennstoffe teurer und grüner Strom billiger werden. Anhand der Zeilen 7, 8 und 9 in Tab. 3 wird deutlich, dass mit Dach- und Kerndämmung sowie mit einer Wärmepumpe das Haus über das Jahr 2050 hinaus den Anforderungen für CO₂-Einsparungen genügen kann.

8 | Fazit

Im Ergebnis dieser beispielhaften Rechnungen zeigt sich: Um beim Heizen zukünftig die Klimaziele zu erreichen, reicht ein einfacher Austausch des Heizkessels gegen einen effizienteren **nicht** aus. Ein Wechsel auf Erdgas würde die größten Einsparungen bewirken, allerdings sind diese zum einen nicht ausreichend bis 2050, und zum anderen steht Erdgas nur in größeren Gemeinden leitungsgebunden zur Verfügung.

Für Gebäude in ländlichen Regionen sind als

verfügbare Brennstoffe nur Holzprodukte, Heizöl oder Flüssiggas vorhanden. Sollen Einsparungen einzig durch den Umstieg auf einen anderen Brennstoff erreicht werden, kommt, mit den oben genannten Einschränkungen, nur der Umstieg auf oder die verstärkte Verwendung von Holzbrennstoffen in Frage.

Der Einbau einer Wärmepumpe ist als alleinige Maßnahme und ohne Berücksichtigung von Zuschüssen aktuell nicht immer wirtschaftlich. Der Umstieg auf eine Wärmepumpe ist gerade in Bezug auf Sole-Wasser-Wärmepumpen mit Erdarbeiten verbunden und somit teuer. Kosteneinsparungen für das Heizen werden ohne zusätzliche Wärmeschutzmaßnahmen kaum zu erzielen sein. Insbesondere in Häusern mit Hochtemperatur-Heizkörpern ist der Einsatz problematisch. Sollte das Haus jedoch bereits über eine Fußboden- oder andere Flächenheizung verfügen, so lassen sich mit dem Wechsel zu einer Wärmepumpe hohe CO₂-Einsparungen erreichen. Diese Einsparungen steigen in Zukunft, wenn der Strommix grüner wird.

Der Einsatz von BHKW (Kraft-Wärme-Kopplung) ist bisher vor allem in größeren Immobilien wirtschaftlich und hat auch (bisher) zu CO₂-Einsparungen geführt, da für den selbst produzierten Strom CO₂-Gutschriften gewährt werden.

Die derzeit gute Wirtschaftlichkeit fußt auf der gegenwärtig noch großen Differenz zwischen Strom- und Erdgaspreis. Perspektivisch werden aber bei BHKW die CO₂-Einsparungen geringer werden. Sie werden sich sogar in einen Mehrausstoß umkehren, sobald der Strommix in Deutschland einen bestimmten Emissionsfaktor unterschritten hat (ca. 200g CO₂/kWh). Somit ist der Umstieg auf BHKW aus heutiger Sicht nicht mehr zu empfehlen, zumal durch die CO₂-Bepreisung die Preisdifferenz zwischen Strom und Gas schrumpfen dürfte.

Kombinierte Maßnahmen (z.B. Dach- und Kerndämmung **und** Umstieg auf einen Gas-Brennwertkessel bzw. Wärmepumpe) bringen nicht nur deutliche CO₂-Einsparungen mit sich, sondern bewirken darüber hinaus auch deutliche Einsparungen bei den Heizkosten. Damit ergeben sich für kombinierte Maßnahmen akzeptable Amortisationszeiten (Förderprogramme noch nicht eingerechnet).

In einigen Gemeinden kann der Anschluss an ein Nah- oder Fernwärmenetz sofort zu hohen CO₂-Einsparungen führen. Dies ist vor allem von den eingesetzten Wärmeträgern abhängig. Es ist empfehlenswert, den Primärenergiefaktor und den Emissionsfaktor beim örtlichen Unternehmen zu erfragen.

Der Austausch eines alten fossil betriebenen Kessels gegen einen neuen ist zu wenig. Kombinierte Maßnahmen sind zu empfehlen.

Tab. 3: Nutzen und Kosten kombinierter Modernisierungsmaßnahmen.

Maßnahmenkombinationen	CO ₂ -Einsparung	Heizkostensparnis	Investkosten [€]	Amortisationszeit [Jahre]
Erdgas-Brennwertkessel; solarthermische Trinkwasserbereitung; Energiekosten Brennstoff: 0,07€/kWh	35 - 37%	15 - 20%	ca. 15.000	16 - 17
Sole-Wärmepumpe (Erdkollektor, JAZ=3,8); vorhandene Fußbodenheizung; CO ₂ -Emissionsfaktor Strom 505 g/kWh; Wärmepumpentarif 0,22€/kWh	55 - 60%	ca. 35%	ca. 17.000	8,5 - 9,5
Luft-Wärmepumpe (JAZ=2,2), hoher regenerativer Anteil im Strommix (CO ₂ -Emissionsfaktor Strom = 230 g/kWh); Heizkörper im Haus; Wärmepumpentarif 0,22€/kWh	65 - 70%	Mehrkosten von ca. 15%	ca. 12.000	keine
Erdgas-Brennwertkessel; Dachdämmung	50 - 55% (40 - 45% ^a)	35 - 40%	ca. 24.500 (ca. 15.500 ^b)	11 - 12 (7 - 8 ^b)
Erdgas-Brennwertkessel; Dach- und Kerndämmung	65 - 70% (60 - 65% ^a)	ca. 60%	ca. 29.000 (ca. 18.000 ^b)	8,5 - 9,5 (5,5 - 6 ^b)
Luft-Wärmepumpe (JAZ=2,5); Dach- und Kerndämmung; Heizkörper im Haus; CO ₂ -Emissionsfaktor Strom: 505 g/kWh; Wärmepumpentarif 0,22€/kWh	65 - 70%	50 - 55%	ca. 30.000	10 - 11
Luft-Wärmepumpe (JAZ=2,5); Dach- und Kerndämmung; hoher regenerativer Anteil im Strommix (CO ₂ -Emissionsfaktor Strom = 230 g/kWh); Heizkörper im Haus; Wärmepumpentarif 0,22€/kWh	ca. 85%	50 - 55%	ca. 30.000	10 - 11
Sole-Wärmepumpe (Erdkollektor, JAZ=3,8); Dach- und Kerndämmung; vorhandene Fußbodenheizung; CO ₂ -Emissionsfaktor Strom = 505 g/kWh; Wärmepumpentarif 0,22€/kWh	ca. 80%	ca. 70%	ca. 35.000	9 - 10
Sole-Wärmepumpe (Erdkollektor, JAZ=3,8); Dach- und Kerndämmung; hoher regenerativer Anteil im Strommix (CO ₂ -Emissionsfaktor Strom = 230 g/kWh); vorhandene Fußbodenheizung; Wärmepumpentarif 0,22€/kWh	ca. 90%	ca. 70%	ca. 35.000	9 - 10

^abei Flüssiggas | ^bmit Eigenleistung

Literatur

- [1] BMI. Gebäudeenergiegesetz, 2020. URL <https://www.bmi.bund.de/DE/themen/bauen-wohnen/bauen/energieeffizientes-bauen-sanieren/energieausweise/gebäudeenergiegesetz-node.html>. Abgerufen am 02.02.2021.
- [2] BMU. Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050, 2019. URL <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/975226/1679914/e01d6bd855f09bf05cf7498e06d0a3ff/2019-10-09-klima-massnahmen-data.pdf>. Abgerufen am 02.02.2021.
- [3] BMWi. Richtlinien zur Bundesförderung für effiziente Gebäude, 2020. URL <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/bundesfoerderung-fuer-effiziente-gebaeude-beg.html>. Abgerufen am 02.02.2021.
- [4] Institut für Wärme und Mobilität. Ölheizung erneuern, 2021. URL <https://www.zukunftsheizen.de/energie-sparen/oelheizung-erneuern.html>. Abgerufen am 02.02.2021.
- [5] Entwicklung der Treibhausgase Kohlendioxid, Methan, Distickstoffoxid, 2020. URL <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland#entwicklung-der-treibhausgase-kohlendioxid-methan-distickstoffoxid>. Abgerufen am 02.02.2021.
- [6] Bosch Thermotechnik GmbH. In 4 Schritten zu Ihrer optimalen Sanierung. URL <https://application.effizienzhaus-online.de/sanierungsrechner/>. Abgerufen am 02.02.2021.
- [7] Baugorilla IT e.U. Sanierungskosten und Renovierungskosten berechnen, 2020. URL <https://baugorilla.com/sanierungskosten-renovierungskosten#Sanierungskosten-Fassade>. Abgerufen am 02.02.2021.
- [8] Google. Shopping. URL www.google.de. Abgerufen am 02.02.2021.

