

## Heizen mit Umfeldkompetenz!

2024-09-09 16:07

### Wärmepumpen als Wärmesammler auf dem Grundstück.

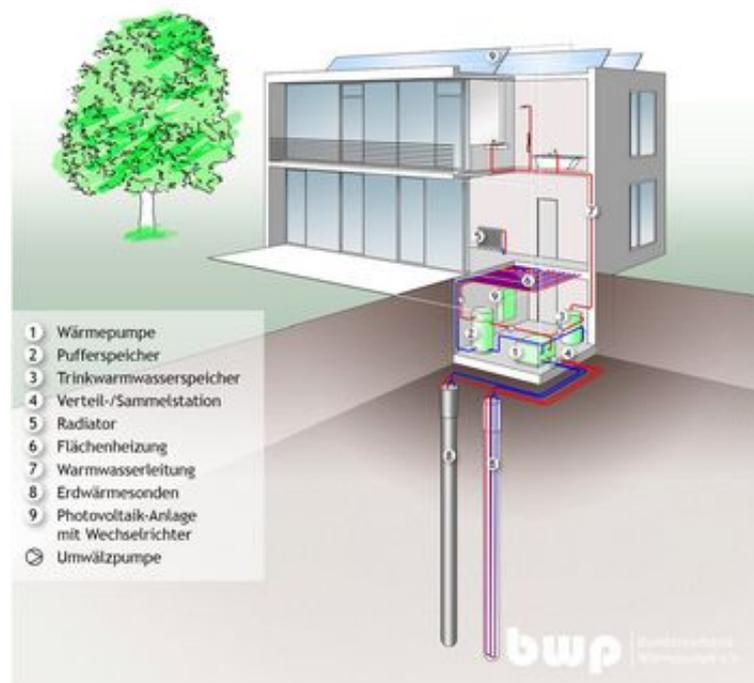


Nach dem [Bericht zur Narrenfreiheit](#) deutscher Ingenieurspolitik folgt hier ein Energiekonzept, das die fossile Energieversorgung mit Kraftwerksbindung endgültig hinter sich lässt. Stattdessen wird mit diesem Artikel ein neues Paradigma für die Heizungsplanung in der Nachhaltigkeitskultur vorgestellt. Dieses Paradigma verlässt die Leitungsbindung vom Gebäude zum Kraftwerk mit ineffizienter und umweltschädlicher Wärmeproduktion durch Kohle, Erdgas, Erdöl und Wasserstoff.

Die Erde ist schon warm genug! Wir sollten aufhören immer mehr Zeug zu verbrennen. Damit machen wir alles nur noch schlimmer. Verbrennung macht keinen Sinn, denn die Wärme landet da wo sie nicht gebraucht wird. In Schornsteinen und Heizkraftwerken mit ihren kilometerlangen Wärmeleitungen... Nun heißt es, die ohnehin vorhandene Umweltwärme ums Gebäude herum einzusammeln und nach innen zu verlagern. Wärmepumpen sind dazu hervorragende, effiziente Wärmesammler. Ihre natürlichen Elemente sind Erdwärme, Luft, Wasser und Sonne. Durch diesen Planungsgrundsatz sind fossile Leitungs-Energien endgültig Schnee, der gestern noch fiel.

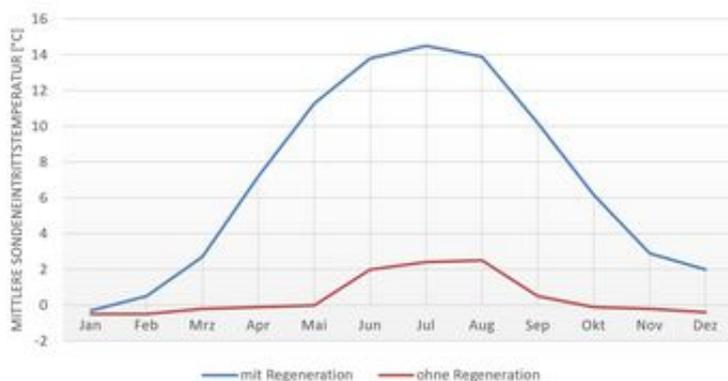


## Wärmepumpe mit Erdwärmesonden



In dieser Variante wird die Umweltwärme aus 30 Erdbohrungen (Sonden) mit einer Tiefe von 100 m um das Gebäude herum gewonnen.

Doch zusätzlich wird die Warmluft vom Dach als 2. Quelle hinzugezogen, um das Gebäude zu versorgen (siehe Variante 2 unten). Dazu werden 230 qm **PVT-Kollektoren** auf dem Dach installiert, die mit der PV-Anlage (Nr. 9 in Abb. links) zu einem Kollektor verbunden werden. Im Sommer wird zudem überschüssige Hitze über den Kollektor eingefangen und in die Erde geleitet. Es findet so eine "Aufladung" des Erdreichs in und um die Erdbohrungen herum statt. Durch diese saisonale Wärmespeicherung werden im Winter bei niedrigen Außentemperaturen die **Quellentemperaturen** aus den Erdbohrungen erhöht. Dies führt insgesamt zu einer hohen Effizienz der hier betriebenen Wärmepumpenanlage!



Die Anhebung der Temperatur in der Erdbohrung (Sonde) ist in der Abbildung links dargestellt. Die Regeneration (Speicherung) durch Sommerwärme im Boden im blauen Verlauf ist gegenüber dem natürlichen Erdreich in rot deutlich zu erkennen. Es ergibt sich eine positive Differenz in der Spitze der Erdtemperatur von 12° C! Das sind Welten in der Effizienz einer Wärmepumpe. Grundsätzlich kann man sagen: Das Erdreich ist ein relativ schlechter Wärmelieferant, aber ein hervorragender Wärmespeicher! Dieser Grundsatz spricht wie hier bei der Variante für die von Atum immer favorisierte Heizungsvariante der Geo-Solar. Die beiden Wärmepumpen inklusive **eXergiemaschine** erzeugen zusammen **100%**

**Erneuerbare Energien.** Die Jahresarbeitszahl (JAZ) der beiden Wärmepumpen zusammen liegt hier bei 4,94, d.h. dass über 1 Teil Strom das 3,94-fache (394 %) an Wärme entsteht.

## Variante 2: Luftabsorber PVT mit Spitzenlast-Gaskessel

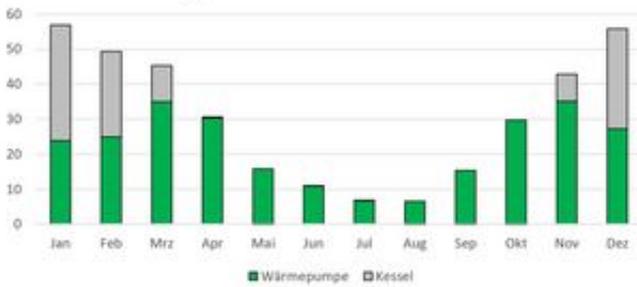


©Consolar Solare Energiesysteme GmbH

Bei dieser Variante wird die Umweltwärme über PVT (siehe Variante 1) als Primäre Wärmequelle gewonnen. Da bei sehr niedrigen Außentemperaturen (ab  $-2^{\circ}\text{C}$ ) die Leistung der Wärmepumpe aufgrund sinkender Quelltemperaturen abnimmt, wird sukzessive die Spitzenlast dann über einen Erdgas- oder Wasserstoffkessel (in Teil-parallelem Betrieb) gedeckt.

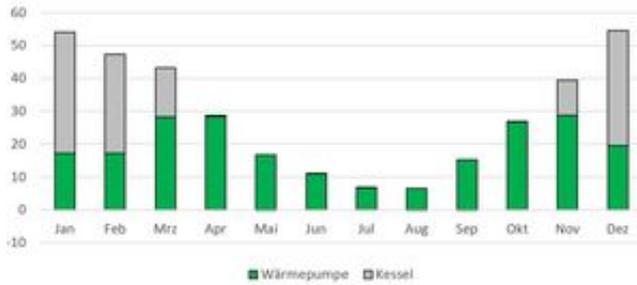
Bei dieser Variante wurden zwei Szenarien betrachtet: Bei Szenario 1 wird das komplette Dach der Liegenschaft mit PVT-Solarabsorbern belegt (76 Stück bei 460 qm Dachfläche). Bei der anderen Variante nur die Hälfte (38 Stück bei 230 qm Dachfläche wie in Variante 1). In den folgenden Diagrammen sieht man die Bereitstellung der Wärme über das Jahr durch die Wärmepumpe. Hierbei werden bei voller Belegung **72 % der EE-Wärme** durch eine Wärmepumpe gedeckt, bei halber immerhin **62% EE**. Die JAZ der Wärmepumpe liegt hier bei halber Belegung bei 4,48, d.h. dass über 1 Teil Strom entsteht das 3,48-fache (348 %) an nutzbarer Gebäudewärme. Die System-Gesamteffizienz von WP und Erdgas-Spitzenlastkessel (SJAZ) liegt bei 1,8, da hier noch relativ viel Erdgasanteil vorhanden ist.

Abgegebene Wärme an das Gebäude



In dem nachfolgenden Diagramm wird eine Variante 2b mit der halben Belegung dargestellt.

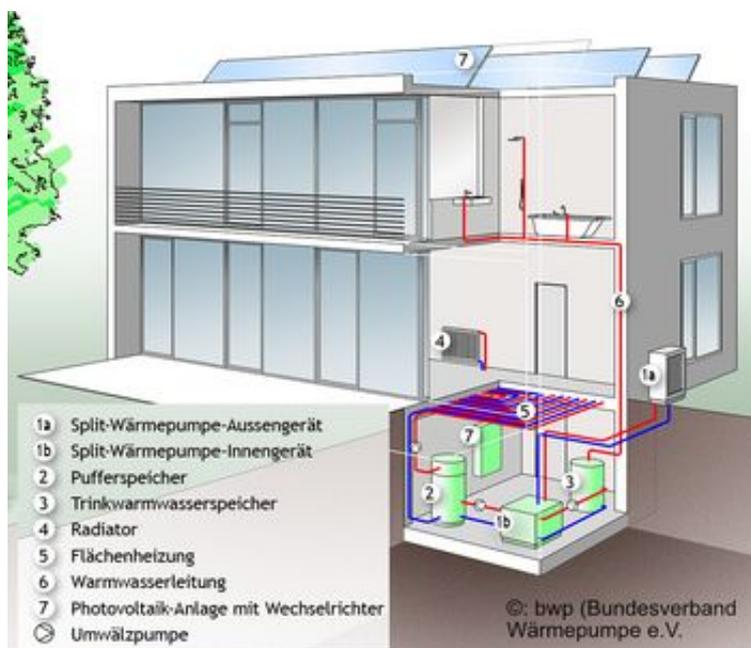
Abgegebene Wärme an das Gebäude



Die Variante mit Luftabsorbern kann auch zu einem späteren Zeitpunkt um ein Geothermiefeld wie bei Variante 1 ergänzt werden, um so die Effizienz der Heizungsanlage durch Quelltemperaturanhebung und durch Deckung von Spitzenlasten im Winter weiter zu optimieren.

Dadurch kann langfristig auf den Energieträger Gas bzw. Wasserstoff verzichtet werden. (Über die große Energie-Ineffizienz und hohen Kosten bei Wasserstoff wird weiter unten Bezug genommen.) Da wie in Variante 1 beschrieben für eine solare Regeneration der Erdsonden die halbe Belegung des Daches ausreichend ist, schlägt der Autor vor auch bei der Entscheidung für diese Variante mit einer halben Belegung zu planen, um ein späteres Geothermiefeld ergänzen zu können. Mit einer Belegung mit PVT über die gesamte Dachfläche wäre dann die PVT später weit überdimensioniert.

### Variante 3: Luft-Wasser-Wärmepumpe mit Gaskessel



Bei dieser Variante wird die Wärme primär über zwei **Split-Wärmepumpen-Innengeräte** (Nr. 1b der Grafik links) bereitgestellt. Um die Schall-Emissionen deutlich zu reduzieren, werden die notwendigen **Split-Außengeräte** (Nr. 1a der Grafik) nicht direkt am Gebäude, sondern auf dem Dach installiert. Eine hybride Ausführung ist wie bei Variante 2 oben beschrieben notwendig, um bei tiefen Außentemperaturen ab  $-7^{\circ}\text{C}$  genug Wärme im Gebäude zu produzieren. Dazu wird ein Erdgas- oder Wasserstoffkessel erforderlich. Der Deckungsgrad der Wärmepumpe beträgt hier jedoch **86 % der insgesamt notwendigen Wärme**. Die JAZ der Wärmepumpe liegt deshalb auch bei sehr guten 3,81, d.h. dass bei 1 Teil Strom das 2,81-fache (281%) an Wärme über die Wärmepumpe entsteht. Die System-Gesamteffizienz von WP und Spitzenlastkessel (SJAZ) liegt dann bei 2,2.

Um auch hier einen verbrennungsfreien Betrieb zu ermöglichen, kann der Gasbrenner später gegen zwei **eXergiemaschinen** ausgetauscht werden. Dazu müssten neben der 40 kW Maschine für Warmwasser wie in der Variante 1 (Geo-Solar) zusätzlich noch eine weitere eX-Maschine mit 120 kW zum Einsatz kommen. Da letztgenannte den Hub für die Heizungsseite bei tiefen Außentemperaturen sicherstellt, müsste zusätzlich ein 4-Wege-Mischer verbaut werden. So könnte die SJAZ von 2,2 deutlich erhöht werden.

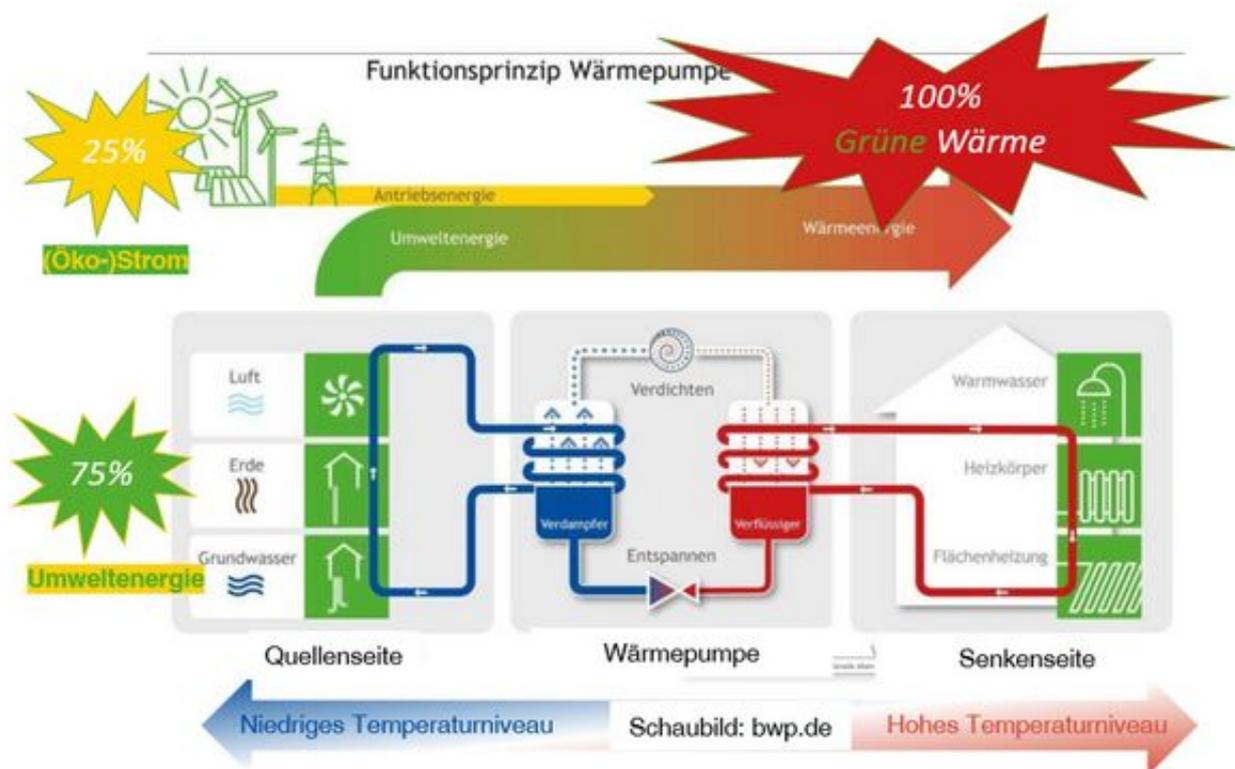
## Direktverstromung in Wärmepumpen gehört die Zukunft



Die überragende Bedeutung von Energieeffizienz und Erneuerbare Energien (EEEE) in (Wohn-) Gebäuden sind mittlerweile überall anerkannt. Bisher galten sie nur als Mittel zum Zweck, die Klimakrise einzudämmen. Mittlerweile sind sie jedoch auch ein bedeutender Wirtschafts- und Sicherheitsfaktor. Denn nach dem Abebben der politischen Schockwellen des russischen Angriffskrieges mit anschließender Erdgaskrise im 1. Quartal 2022 wurde klar, dass die fossilen Energieimporte für die deutsche Gesellschaft und Wirtschaft teuer und sehr riskant sind. Durch die Zunahme von (Erdgas-) Verteilungskämpfen wurde die Energieabhängigkeit von fossilen Brennstoffen zu einem handfesten Risiko. Deshalb gab der Forschungsverbund Erneuerbare Energien (FVEE) im Jahr 2023 die Devise [\[hier\]](#) vor, ein resilientes Energiesystem in Deutschland zu installieren, das die Angreifbarkeit und Abhängigkeit hierzulande aufgrund multipler Krisen auch in der Zukunft deutlich reduziert. Rohstoff- und Energieimporte sollten

dazu erheblich verringert werden!

Als eine der Antworten darauf soll nach dem aktualisierten Energiekonzept des Bundes zum EEG 2023 statt 65 %, nun [hier](#) bereits 80 % des Stroms aus EE, z.B. Wind und Sonne sicher hier in Deutschland produziert werden. Kein Kraftwerkspark erfüllt die heutigen Bedingungen von Bezahlbarkeit, Nachhaltigkeit und Resilienz besser als Solar- und Windstrom. Solar-PV ist die günstigste Art Strom zu produzieren - auch in Deutschland. Im ersten Quartal 2024 wurde bereits eine Strom-Bedarfs-Deckung von 60 % aus Ökostrom in Deutschland erreicht. Gleichzeitig sank der Strom [hier](#) von konventionellen Quellen um 25,4 %. Ökostrom ist spätestens seit 2022 zum alles überragenden Energieträger auch für Gebäude geworden. Und diesen Strom nutzen wir jetzt für unsere Gebäudeenergie!



Der Strom sollte wie in den drei Varianten oben direkt in Wärmepumpen zur Erzeugung von Wärme (und Kälte) in die Gebäude fließen und aus (Kosten-)Effizienzgründen nicht den Umweg über die Umwandlung in Wasserstoff ( $H_2$ ) für Fernwärmenetze (Option 1) oder  $H_2$ -Netzgebiete (Option 2) in der kommunalen Wärmeplanung (KWP) [hier](#) gehen. Technologisch sind Wärmepumpen ausgereift und den Optionen 1 und 2 deutlich überlegen. Das zeigt auch das Funktionsschema von Wärmepumpen oben. Ein Warten auf die Ergebnisse der KWP bis 2026 ist kontraproduktiv, da wertvolle Zeit verloren geht, in der die aktuell günstigen Fördergelder der KfW aufgrund zunehmend leerer Haushaltskassen und den enormen volkswirtschaftlichen Kosten der Energiewende tendenziell zurückgehen werden.

Dass in den Gebäuden seit 2022 die Entwicklung hin zu 100 % Grüne Wärme endgültig angekommen ist zeigt ein Blick auf den Immobilienmarkt. Die hohe Inflationsrate seit 2022 und die damit verbundene Erhöhung des Leitzinses in der EU führte zur Verteuerung von Immobiliendarlehen. Dies führte nicht nur dazu, dass die Preise für Immobilien allgemein nachgaben, sondern wirkte sich vor allem auf die ungenügend energetisch sanierten Bestandsgebäude aus. Denn besonders die haben ja mit hohen Gaspreisen im Unterhalt zu kämpfen, was sich in niedrigen Gebäude-Verkaufspreisen [hier](#) ausdrückt: „Objekte der Energieeffizienzklasse D bis H gaben 2023 stärker im Preis nach als solche mit einer

höheren Energieeffizienz (rund -10%).“

Es spricht viel dafür, dass diese Preisentwicklung nicht mehr umkehrbar ist.

Die KfW hat auch bei der Förderung von Heizungsanlagen auf die übergeordneten Veränderungen reagiert. Gasheizungen werden gar nicht mehr gefördert. Auch das neue GEG 2023 gibt den Eigentümern seit Anfang des Jahres vor, aus fossilen Brennstoffen auszusteigen.



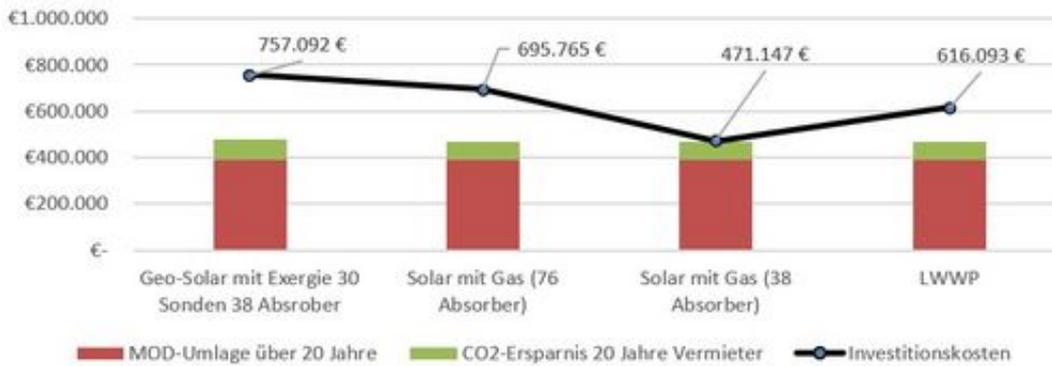
Dieser Um- bzw. Ausstieg aus fossilen Energien ist trotz der hohen Förderung für Wärmepumpen durch die KfW [\[hier\]](#) zwischen 30 und 70 % immer noch hoch, etwa um den Faktor 5 teurer gegenüber der fossilen Ära.

Das ist so zu erklären, dass es bei der Heizungsplanung auf der neuen, grünen Seite der Energiewende um eine **ganzheitliche Veränderung geht, die das ganze System Gebäude** betrifft und nicht wie vorher auf der alten, schmutzigen Seite des Energiezeitalters nur um den Austausch des alten gegen einen neuen Gas- oder Erdölkessels.

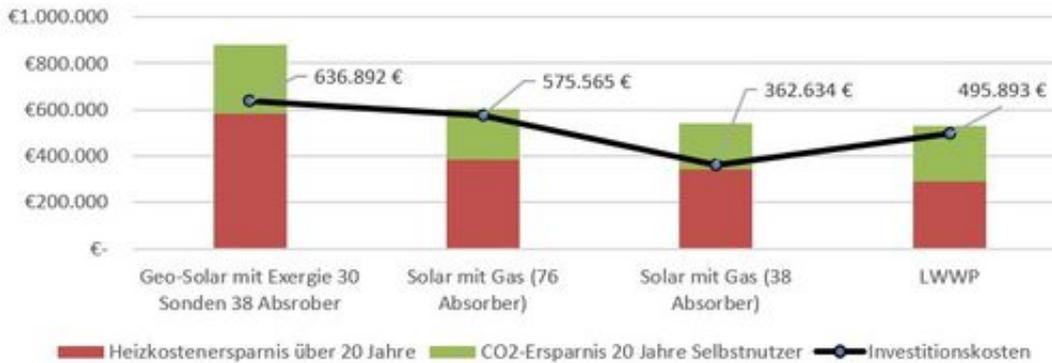
Während vorher Ressourcen heiß verbrannt wurden, wird nun niederschwellige, erneuerbare Wärme gesammelt und verlagert.

Aus diesen Umständen ergibt sich aus dem umfangreichen Heizungsumbau für das Gebäude in Berlin-Mitte folgendes Gesamtbild der untersuchten Varianten (oben aus Sicht des Vermieters; unten aus Sicht des Selbstnutzers):

### Invest vs. Return: Vermieter



### Invest vs. Return: Selbstnutzer



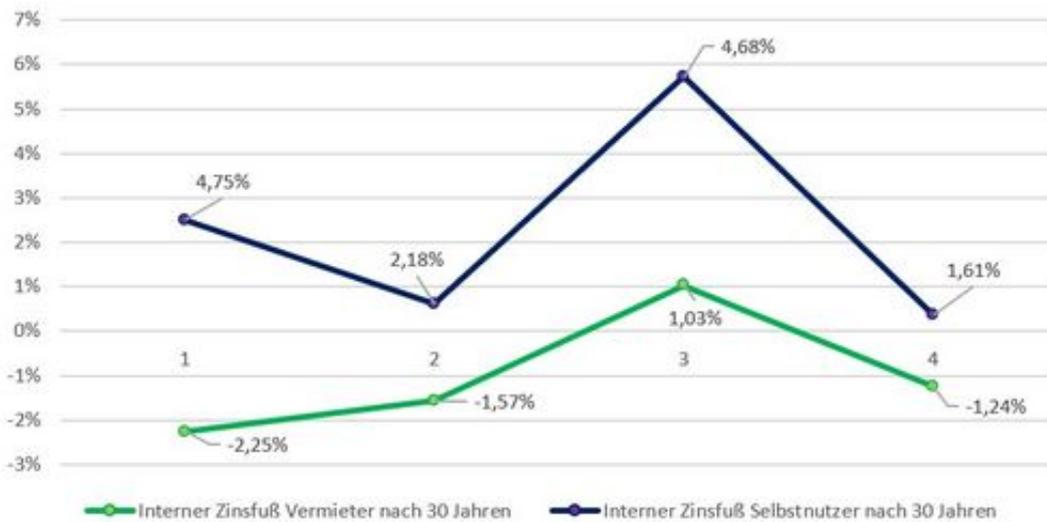
In den beiden Diagrammen ist zu erkennen, dass der Return on Invest bei den selbstnutzenden Eigentümern höher ist als bei den Vermietern. Dieser Unterschied hat drei Gründe:

1. Geringere Investitionskosten durch höhere Förderung der KfW (Vermieter bekommen 30%; Selbstnutzer 50% der Bruttokosten)
2. Höhere CO<sub>2</sub>-Ersparnis, da 100 % der CO<sub>2</sub> Kosten nur vom selbstnutzenden Eigentümer getragen werden. Im vermieteten Wohnraum werden diese Kosten geteilt (s.u.)
3. Die Heizkostensparnis ist für den Selbstnutzer größer als der Return durch die MOD-Umlage (s.u.)

Nach den Grafiken zu schließen ist die Investition nach 20 Jahren für die WEG durch die KfW Förderung, die CO<sub>2</sub> Kosteneinsparungen, die nach GEG maximal möglichen Modernisierungsumlage von 50 ct/m<sup>2</sup> Wohnfläche (Vermieter) und die Heizkosteneinsparung (Selbstnutzer) zumindest bei der Variante **Solar mit Gas 38 für den Vermieter neutral**, bei **Selbstnutzern hingegen bei allen Varianten positiv** zu bewerten.

Dieser Umstand ist auch in der Betrachtung auf der Grafik zum internen Zinsfuß zu erkennen. Bei den Vermietern zeigt nur die Variante mit **PVT-Kollektoren** (Solar mit Gas 38) ohne Geothermie einen positiven Zinsfuß.

### Interner Zinsfuß nach 30 Jahren



Man sollte jedoch bei der wirtschaftlichen Bewertung der Maßnahmen vorsichtig sein. Eigentlich sind sie aus der Zeit gefallen! Denn bei allen Varianten wurde die Werterhaltung der Gebäude nicht berücksichtigt. Ein *Weiter-So* mit fossilen Brennstoffen führt wie oben beschrieben zu einem Wertverfall am Markt. Vor allem nimmt jedoch unsere Weltwirtschaft massiven Schaden durch die Klimagas-Emissionen, wie eine jüngst veröffentlichte Studie [\[hier\]](#) beweist. Demnach kostet uns der Klimawandel jetzt schon 19 % (oder 38 Billionen US-Dollar) des weltweiten Wirtschaftseinkommens bis 2050! Die Kosten durch Umweltschäden übersteigen die Kosten für Klimaschutz um das 6-fache.

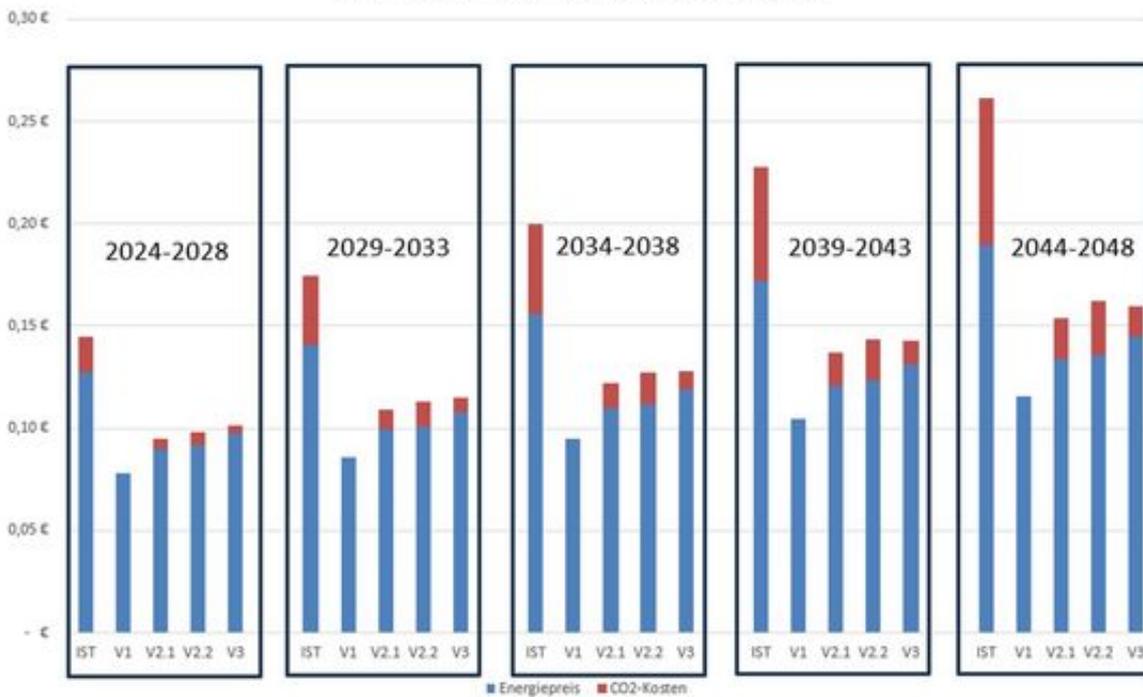
Diese bisher als Externalitäten schlampig vernachlässigten Katastrophen da draußen, stellen unser Wert- und Wachstumsverständnis auf den Kopf! Der Abschied vom Gestern mit seinen alten Leitbildern ist notwendig wie wir [\[hier\]](#) bereits in einem Blogbeitrag im Jahr 2022 schrieben. Um kulturelle und wirtschaftliche Veränderungen richtig rahmen zu können, ist die Atum Mitglied in der Gemeinwohlökonomie [\[hier\]](#) geworden. Nur mit diesem Fokus unter Einbezug von externen Kosten können wir u.a. Maßnahmen zum Klimaschutz auch in der Heizungsplanung wie hier richtig bewerten.



Wenn wie beim Gebäude oben der bestehende Erdgaskessel von 1998 sehr bald defekt ist und ausgetauscht wird, muss die neue Heizung nach **GEG 2023 bzw. Wärmeplanungsgesetz mindestens 65 % Erneuerbare Energien** ab 2026 liefern. Die Investitionskosten zur Erzeugung dieser Basislieferung von 65 % EE muss also auf jeden Fall erfolgen, ein fossil-schwarzes Heizungssystem ist aufgrund der Gesetzeslage gar nicht mehr möglich. Folglich müssten die Kosten für 65 % EE als Sowieso-Kosten oben in den Varianten abgezogen werden.

Da es jedoch unterschiedliche Technologien gibt, 65 % EE in den Gebäuden sicherzustellen, können sie aktuell nicht erfasst und von den Gesamtkosten abgezogen werden. Man könnte z.B. die Gesamtkosten von 471.147 € für die Variante Solar mit Gas (38 Absorber) für alle anderen Varianten als Sowieso-Kosten abziehen, da die Technik 63 % EE erzeugt. Wenn man dies täte, kämen auch dadurch völlig andere Ergebnisse zum Return-on-Invest zu stande. Die Anlagen amortisierten sich dann innerhalb weniger Jahre.

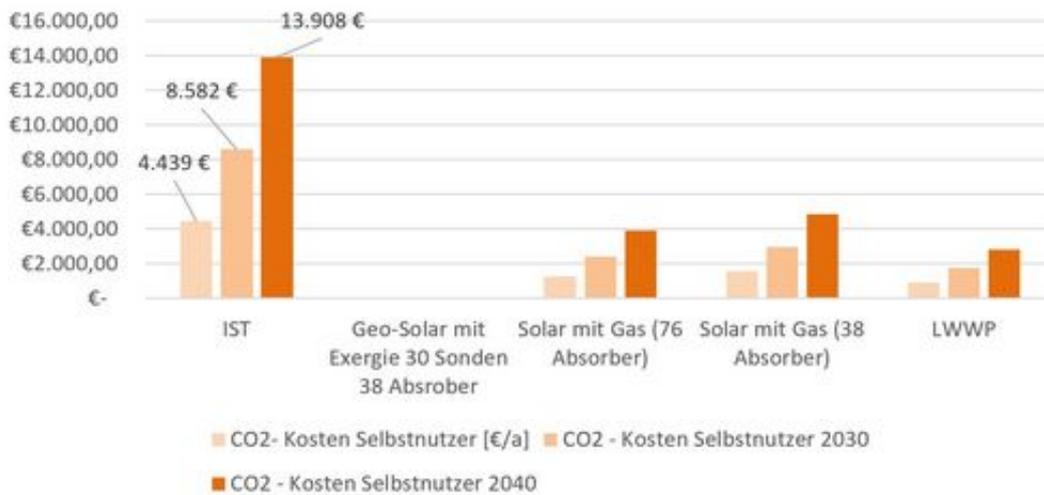
Wärmepreis im 5-Jahresmittel (IST vs. Varianten)



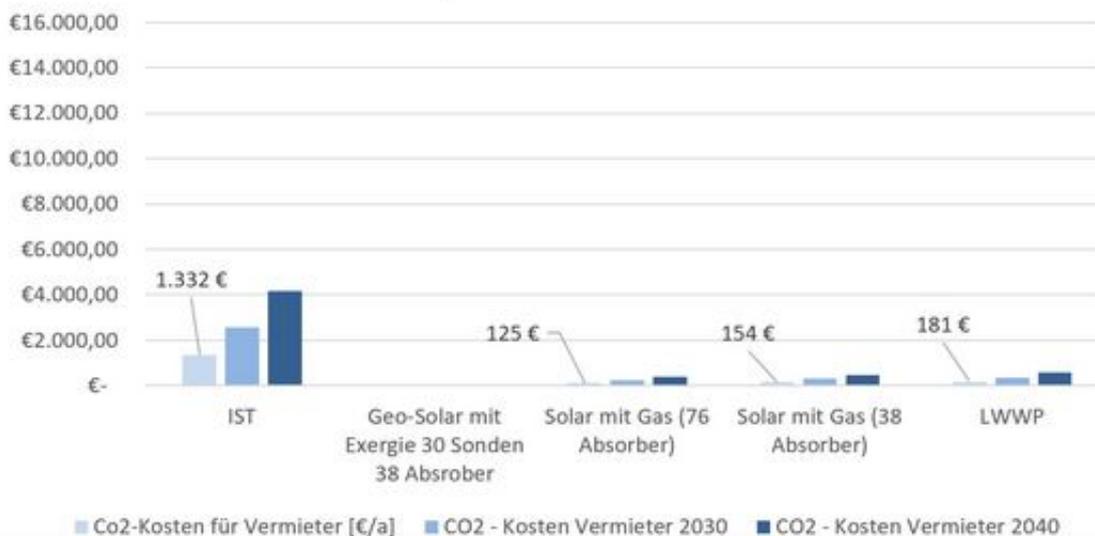
Ein Umbau bzw. Anschluss des Gebäudes an die Berliner Fernwärme wäre zwar nach Auskunft des Betreibers BEW (ehemals Vattenfall Fernwärme) möglich, kann jedoch aus Sicht der Atum nicht als Variante für Sowieso-Kosten dienen. Denn: Aktuell fließen [hier](#) im Wärmenetz in Berlin 95% fossile Energien. Das Risiko zur Nicht-Einhaltung des gesetzlichen Transformationsplans mit strengen Emissionsminderungszielen bei der Fernwärme von min. 60 % bis 2030 hält der Verfasser durch die Gefahr von Kostenexplosionen beim Umbau des Kraftwerksparkes für seine Kunden für nicht vertretbar. Zudem wird der Wärmepreis viel zu hoch sein. Statt sich solchen Risiken auszusetzen sollten stabil niedrige Wärme- und CO2-Kosten durch gebäudezentrale Wärmepumpen angestrebt werden, was die Übersicht zum Wärmepreis im 5-Jahresmittel oben eindrücklich unter Beweis stellt.

Trotz massiver Widerstände und populistischer Berichterstattung wie [hier](#) überall im Land gegen das Heizungsgesetz wird das GEG eher noch verschärft, da die EU im Zuge des Green Deals („Fit for 55“) und Ihrer "Building Directive" [hier](#) die Minderungsziele für Treibhausgase bis 2030 von bisher -43% gerade erst auf -65% im Vergleich zu 1990 nachgeschärft hat. Alle neuen Gebäude in der EU müssen demnach bis spätestens 2030 emissionsfrei gebaut werden. Bis 2039 muss der Bestand nachziehen. Deutschland folgt diesen Minderungszielen im Grundsatz mit der Novellierung des Klimaschutzgesetzes [hier](#). Doch Deutschland ist im Zugzwang, da es die Ziele zur EU-Klimaschutzverordnung (ESR) nach den neuesten Prognosen des Umweltbundesamtes vom März 2024 bis 2030 [hier](#) deutlich um 126 Mio. Tonnen Treibhausgasemissionen verfehlen wird. Das bedeutet CO<sub>2</sub>-Strafzahlungen in Höhe von bis zu 20 Mrd. Euro an die EU bis 2030. Dies zeigt eine gute Zusammenfassung der Problemlage [hier](#).

## CO<sub>2</sub>-Kosten Selbstnutzer

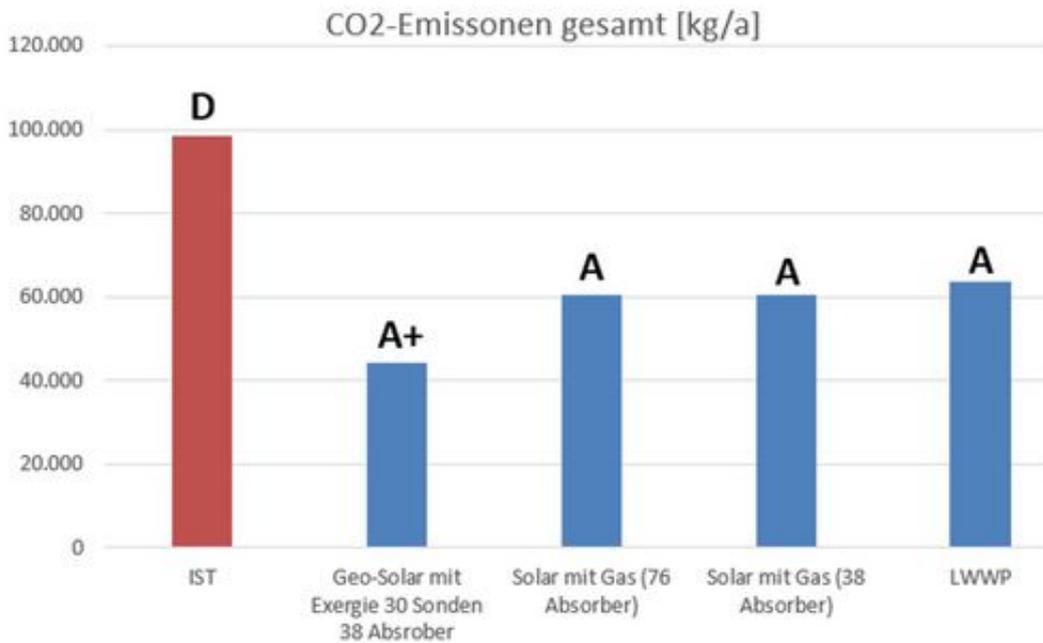


## CO<sub>2</sub>-Kosten Vermieter



Durch den neuen Emissionshandel für Gebäude (ETS2) werden [hier](#) die Kosten durch CO<sub>2</sub> Verschmutzung von heute 45 Euro pro Tonne bis 2030 wohl auf über 120 Euro ansteigen. Jährlich werden sie danach weiter um mindestens 5% von der EU verknappt, weshalb der Preis im gleichen Zeitraum auch um 5 % steigt. Auf dieser Teuerung basieren alle wirtschaftlichen Berechnungen der oben vorgestellten Heizungsvarianten. Eine aktuelle Studie [hier](#) geht sogar von einem weitaus stärkeren Kostenanstieg von CO<sub>2</sub> über den ETS2 aus. Demnach könnte sich das Heizen eines Einfamilienhauses pro Jahr um 5.000 € verteuern.

Oben sind der Teil der Kosten für (1) die Vermieter\*Innen aufgezeigt, die [hier](#) durch das Kohlendioxidkostenaufteilungsgesetz (CO<sub>2</sub>KostAufG) nicht nur von den Mieter\*Innen bezahlt werden. Die Grafik darunter zeigt die Kosten für die (2) selbstnutzenden Eigentümer\*Innen. Sie sind VOR und direkt NACH dem Heizungsaustausch mit 45 €/t berechnet, sowie für die Annahmen der Jahre 2030 (121 €/t) und 2040 (198 €/t). Dass die CO<sub>2</sub>-Kosten für das Gebäude zukünftig bei allen Varianten keine große Rolle mehr spielen werden zeigt auch die abschließende Grafik unten. Hier werden neben den jährlichen Emissionen in kg auch die Buchstabenklasse zur Energieeffizienz gemäss einem Energieausweis nach GEG 2023 benannt:



Aus Sicht des Verfassers wird vor allem die Anhaftung von Kohlenstoff durch CO<sub>2</sub> an den Energieträgern wie Kohle, Erdgas, Erdöl, Strom, etc. über ihre Verbreitung auf der grünen Seite der Energiewende entscheiden. Aus diesem Grund wird im zweiten Teil dieses Beitrages noch detailliert auf die Hintergründe zum Atum- CO<sub>2</sub>-Kosten-Ansatzes eingegangen. Zudem folgt dann eine kritische Einschätzung zum Thema Wasserstoff im Gebäudesektor. Bis dahin verbleibe ich mit freundlichen, schönen Grüßen!

Ihr

Benjamin Holtz

Aus dem Atum-Netzwerk arbeitete Herr Cedric Nuffer von [IB Nuffer](#) eng mit der Atum zusammen. Herr Nuffer übernahm die Simulation über POLYSUN. Die Grafiken oben sind aus der Arbeit von Herrn Nuffer dazu entnommen.

(Das Projekt wurde mit technischer Unterstützung der Waterkotte GmbH und varmecco GmbH & Co.KG (Wärmepumpen) und der MEFA Befestigungs- und Montagesysteme GmbH (PVT-Module) und GSA Analytisches Laboratorium GmbH (Geothermie) realisiert.)

## Kommentare

Kommentar von Dr. Sylke Holtz | 2024-09-23

Jetzt muss ich dem Verfasser erst mal ein großes Lob aussprechen, dass er sich einem so großen Problem gestellt und dieses erstaunlich gut bewerkstelligt hat mit seiner Crew.

Auch als älterer Mensch blutet einem das Herz, wenn man diese Zerstörung der Umwelt, ja, der Erde mit ansehen muß!

Besonders freut mich, dass dieses Projekt in Berlin stattfindet; da wird es bestimmt -viele? - Nachahmer geben. Ich hoffe das jedenfalls. In diesem Sinne wäre das Abschauen - Nachahmen - jedenfalls sehr erfreulich!

Weiter so!! - Für uns alle!

**Einen Kommentar schreiben**