

Felix Austen

Diese Heizung kannst du guten Gewissens voll aufdrehen

11. Oktober 2017

Denn sie nimmt die Wärme einfach aus der Luft. Auch im Winter.

Stelle dir vor, du sitzt in einem Boot auf einem großen, klaren Bergsee, das Wasser ist kristallklar. Du hast Durst und willst einen Schluck trinken. Du hast 2 Optionen:

- > Du kannst ans andere Ende des Sees rudern, aussteigen und völlig verschwitzt und außer Puste in einer Gaststätte ein Glas Mineralwasser bestellen.
- > Oder du tauchst einfach deine beiden Hände ins kühle Nass und nimmst einen großen Schluck.

Warum einen riesigen Aufwand betreiben, um etwas herbeizuschaffen, das in unmittelbarer Umgebung im Überfluss vorhanden ist?

Genau das tun wir jetzt im Herbst, wenn morgens der erste Frost auf den letzten Blättern liegt und wir die Heizung wieder andrehen. Um Wärme in unsere Zimmer zu bringen, schaffen wir mit gigantischem Aufwand Energie in Form von Kohle, Öl oder Gas aus den letzten Ecken des Planeten heran – und heizen dabei auch das Klima mit.

Und das, obwohl wir regelrecht in einem See aus Wärme schwimmen, an dem wir uns einfach bedienen können. Ob im Boden unter unseren Füßen oder in der Luft, die wir atmen: Wärme ist überall. Und zwar nicht nur im Sommer, sondern sogar im tiefsten Winter bei -20 Grad Celsius. Denn leer ist der See aus Wärme erst, wenn der absolute Nullpunkt erreicht ist: Bei $-273,5$ Grad Celsius. ¹

Was wir brauchen, ist eine Wundermaschine, die die Wärme von außen nach innen schafft. Und die ist nicht nur längst erfunden, wir nutzen sie sogar schon täglich. Allerdings für einen anderen Zweck.

Die Wundermaschine Wärmepumpe

Eine kurze Bestandsaufnahme: Was wir brauchen, ist eine Maschine, die die Wärme, die draußen herumwabert, noch ein klein wenig anhebt ² und in unser Wohnzimmer trägt. Dabei soll sie möglichst wenig Energie verbrauchen, um möglichst viel Wärme zu verschieben – genau wie es uns mit 2 zur Kelle geformten Händen wenig Anstrengung kostet, das Wasser ins Boot zu heben. Die Energiequelle ist Strom, denn den gibt es in Zukunft sauber und günstig aus Wind- und Sonnenkraft.

Genau das leistet die Wärmepumpe. In den meisten Haushalten steht sie seit Jahrzehnten, ³ allerdings nicht als Heizung – sondern als Kühlschrank. Denn der macht auch nichts anderes, als Wärme von einem Ort an den anderen zu verschieben. Wenn du einen 20 Grad Celsius warmen Tofu reinlegst, zieht der Kühlschrank so lange Wärme aus dem Klumpen heraus, bis der Tofu auf 7 Grad Celsius abgekühlt ist. Die Wärme gibt er auf der Rückseite wieder ab, wo jeder Kühlschrank warm wird.

Das Besondere an der Wärmepumpe ist nicht, dass die Wärme von einem wärmeren Ort an einen kühleren fließt. Dafür sorgt die Natur schon selbst, etwa wenn du im Winter das Fenster öffnest und die Heizungsluft nach draußen strömt. Die Leistung der Wärmepumpe ist es vielmehr, Wärme an einem kühleren Ort wegzunehmen und sie an einem ohnehin wärmeren Ort noch obendrauf zu packen. Dem Tofu die letzten Grade zu

Felix Austen

Diese Heizung kannst du guten Gewissens voll aufdrehen

perspective-daily.de/article/365/crZEAukz

entreißen, obwohl er schon ziemlich kalt ist, und sie auf die Lamellen auf der Rückseite des Kühlschranks draufzupacken, obwohl diese schon 35 Grad Celsius warm sind. So macht sie den See aus Wärme, in dem wir schwimmen, nutzbar.

Wenn du jetzt weiterliest, erfährst du genau, wie die Wundermaschine tickt. Oder hast du keine Lust auf die physikalischen Details und willst sofort wissen, warum die Wärmepumpe ein wichtiges Puzzlestück im Kampf gegen den Klimawandel ist? Dann klicke Du kannst jederzeit über die Aktionsleiste unten rechts zwischen beiden Versionen wechseln.

So trickst die Pumpe die Naturgesetze aus

Um zu verstehen, wie die Wärmepumpe funktioniert, müssen wir ein wenig tiefer in die Physik eintauchen und uns an ein paar Grundgesetze erinnern:

- > Energie hat viele Gesichter, eines davon ist Wärme. Andere Energieformen sind zum Beispiel chemische Energie, wie sie in Batterien oder Benzin gespeichert ist, oder elektrische Energie, Strom. Man kann Energie von einer in die andere Form wandeln, bei der Wandlung geht jedoch immer ein wenig »verloren«^{*4}.
- > Die Natur ist eigentlich um Ausgleich bemüht: Sind 2 Gegenstände oder Massekörper unterschiedlich warm und haben Kontakt^{*5} zueinander, fließt die Wärme vom wärmeren zum kälteren, bis sie sich beide in der Mitte treffen. Deshalb ist deine Teetasse nach einer halben Stunde so kalt wie die Zimmertemperatur.

Felix Austen

Diese Heizung kannst du guten Gewissens voll aufdrehen

perspective-daily.de/article/365/crZEAukz

- > Wenn man eine Flüssigkeit erwärmt, verdampft sie an einem bestimmten Punkt, Wasser zum Beispiel bei 100 Grad Celsius. Das ist der *Siedepunkt*. Bei der Erwärmung bis zu diesem Punkt nimmt das Wasser immer mehr Energie auf, die in Wärme gewandelt wird. Wenn es die 100 Grad Celsius erreicht, wechselt es vom flüssigen in den gasförmigen Zustand. Für diesen Wechsel braucht das Wasser nochmals zusätzlich Energie, die allein für das »Abheben« der Wasserteilchen gebraucht wird. 1 Kilogramm 100 Grad Celsius heißer Wasserdampf hat also mehr Energie als 1 Kilogramm 100 Grad Celsius heißes Wasser. Dieser Energieunterschied heißt *latente Wärme* – obwohl sie streng genommen keinen Temperaturunterschied ausmacht.
- > Die Temperatur, bei der eine Flüssigkeit verdampft und die *latente Wärme* in sich aufnimmt, also der Siedepunkt, hängt vom Druck ab, der herrscht. Der liegt auf Meereshöhe bei etwa einem Bar. Je niedriger der Druck ist, desto niedriger liegt aber auch der Siedepunkt. Deshalb kocht Wasser auf dem Gipfel des Mount Everest, wo der Luftdruck ^{*6} sehr niedrig ist, auch schon bei 70 Grad Celsius.

Mit diesem Wissen können wir uns die Wärmepumpe genauer ansehen und Schritt für Schritt nachvollziehen, wie eine speziell gemischte Flüssigkeit, das sogenannte *Kältemittel*, die Wärme aus der Umgebung aufnimmt und im Innern wieder freisetzt:

- > Bei niedrigem Druck, also ziemlich *entspannt*, umfließt das Kältemittel in der Wärmepumpe ein Rohr des äußeren Kreislaufs, das die Temperatur der Außenluft ^{*7} hat. Die Kombination aus Druck und Kältemittel ist genau so gewählt, ^{*8} dass das Rohr etwas wärmer ist als der Siedepunkt des Kältemittels. Die Folge: Das Kältemittel verdampft, sobald es mit dem Rohr in Kontakt tritt, wie ein Tropfen Wasser, der auf einer heißen Herdplatte tanzt. Wie wir aus unserer kleinen Physik-Lektion wissen, nimmt es dabei die Energie als *latente Wärme* auf, die aus der Umgebung stammt.

Felix Austen

Diese Heizung kannst du guten Gewissens voll aufdrehen

perspective-daily.de/article/365/crZEAukz

- > Dieses energiereiche Gas fließt jetzt mit der *latenten Wärme* im Gepäck in den Verdichter. Dieser ist im Prinzip ein Kompressor, das heißt, er setzt das Gas unter Druck. Mit dem Druck steigt, wie wir wissen, auch der Siedepunkt.
- > Jetzt strömt das Gas um ein Rohr des Heizkreislaufes, durch das das Heizungswasser fließt. Dieses Rohr ist zwar wesentlich wärmer als die Außentemperatur – aber immer noch kühler als der Siedepunkt des unter Druck stehenden Gases. Deshalb kondensiert das Kältemittel am Rohr, die Gasteilchen setzen sich also ab und werden wieder flüssig. Dabei geben sie ihr Paket, die *latente Wärme*, wieder ab – und wärmen damit den Heizkreislauf. Die in Schritt 1 aus der Umgebung aufgenommene Wärme ist also in die Heizung gewandert.
- > Nun muss der Pumpenkreislauf nur noch geschlossen werden: Dafür wird dem jetzt wieder flüssigen Kältemittel mehr Platz gegeben. Ganz *entspannt* fließt es zurück zu Schritt 1, der Kreislauf ist geschlossen – und das Ganze kann von vorn beginnen.

Ganz wichtig: Das einzige Element der Wärmepumpe, das Strom verbraucht, ist der Verdichter. Er besorgt nur den Transport der Wärme, die schon vor der Türe ist.

Die Wärmepumpe – der Tesla unter den Heizungen?

Für hippe, wohlhabende Kalifornier mit grünem Gewissen gehört es heute zum guten Ton, einen Tesla ^{#1} in der Auffahrt, eine Fotovoltaikanlage auf dem Dach und einen Solarspeicher im Keller ^{#2} zu haben. Wer aber würde auf die Idee kommen, sich als Statussymbol eine neue Heizung einzubauen? Eben. Ist in der Politik, den Medien und unter den Bürgern die Rede von der Energiewende, wird die Wärme meistens vergessen.

Felix Austen

Diese Heizung kannst du guten Gewissens voll aufdrehen

perspective-daily.de/article/365/crZEAukz

Zur Erinnerung: Fast 90% ^{#3} der Energie, die in Haushalten verbraucht wird, entfällt auf die Erzeugung von Wärme. Während wir bei der Stromerzeugung schon 1/3 mit erneuerbaren Quellen bestreiten, sind es bei der Wärme erst 15,6% ^{#4} – und der Wert stagniert seit Jahren.

Bei der Mobilität sehen die Zahlen im Moment zwar noch schlechter aus. Das hat aber auch damit zu tun, dass beim Heizen traditionell Biomasse eine größere Rolle spielt, also Holz und Biogas. Entscheidend ist, dass sich weder bei der Mobilität noch bei der Wärme groß etwas geändert hat in den letzten Jahren. Und in der Debatte um Elektroautos ist im Gegensatz zur Wärmepumpe ordentlich Dampf – auch weil Firmen wie Tesla ^{#5} den deutschen Autobauern ordentlich einheizen.

Dabei kann die Wärmepumpe für die Wärmewende dieselbe Rolle spielen wie das E-Auto für die Verkehrswende.

- > **Keine direkten Emissionen:** Wärmepumpen brauchen weder Öl noch andere schmutzige Energieträger. Sie setzen Energie so um, wie sie in Zukunft dank Wind- und Sonnenkraft sauber zur Verfügung steht, nämlich in Form von Strom. ^{#6} Das heißt: Potenziell keine Emissionen, keine Verluste, keine Rohstoffprobleme. ^{*9}
- > **Wirkungsgrad:** Eine Wärmepumpe setzt die Energie extrem effizient ein, ganz ähnlich wie ein E-Auto. Das wandelt weit über 90% des Stroms in Bewegung um, während ein Verbrenner den Großteil der Energie als Wärme aus dem Auspuff bläst. Die Wärmepumpe ist noch effektiver: Mit jeder Kilowattstunde Strom, die sie schluckt, bringt sie bis zu 4,5 Kilowattstunden Wärme ins Haus. ^{*10}

Mehr Wärmepumpen für ein besseres (Raum-)Klima

Wärmepumpen können ein wichtiger Teil der Lösung sein, wenn Deutschland seine Klimaschutzziele bis zum Jahr 2030 noch erreichen will. Zu diesem Ergebnis kommt die Studie ^{#7} »Wärmewende 2030« des

Felix Austen

Diese Heizung kannst du guten Gewissens voll aufdrehen

perspective-daily.de/article/365/crZEAukz

Thinktanks Agora Energiewende. ^{#8} Darin berechnen die Wissenschaftler, wie sich die Heizungen in Deutschland verändern müssen, damit die CO₂-Emissionen in diesem Bereich bis 2030 um 25% im Vergleich zu 2015 sinken.

Ihr Ergebnis: Im idealen Szenario muss die Zahl der Wärmepumpen in Deutschland von aktuell rund 70.000 Stück bis 2030 auf rund 5–6 Millionen anwachsen und zum Großteil Ölheizungen ersetzen. ^{#11} Bei der derzeitigen Sanierungsrate landen wir jedoch eher bei 2 Millionen Wärmepumpen, schätzen die Macher der Studie.

Der Bundesverband der Deutschen Heizungsindustrie ist allerdings skeptisch, ^{#9} ob dieses Ziel erreicht werden kann. Für viele der Hausbesitzer mit Ölheizung sei unklar, wie sie auf eine Wärmepumpe umstellen sollten. Denn ob die Wärmepumpe ihre Stärken ausspielen kann, hängt von einigen Faktoren ab.

Woran es hakt und was jetzt hilft

Dass die Wärmepumpe noch nicht weiter verbreitet ist und das auch künftig nicht ganz so schnell gehen könnte, hat Gründe. Was den Ausbau bisher hemmt und wie es weiter vorangeht:

- > **Wärmedämmung hilft:** Wärmepumpen funktionieren dann am besten, wenn der Temperaturunterschied zwischen dem äußeren und inneren Kreislauf möglichst gering ist. Das ist vor allem bei gut isolierten Häusern der Fall, weil die Heizung hier nicht so heiß werden muss, um den Raum zu erwärmen. Deshalb lohnt sich der Einbau bei älteren Gebäuden oft nur, wenn die Außenwände gleichzeitig wärmegeklämt werden. Die Dämmung ist aber nicht günstig, nicht immer möglich – und ästhetisch nicht immer erwünscht. Für den Klimaschutz führt aber kaum ein Weg daran vorbei, da sich so viel Energie einsparen lässt.

Felix Austen

Diese Heizung kannst du guten Gewissens voll aufdrehen

perspective-daily.de/article/365/crZEAukz

- > **Neubauten sind im Vorteil:** Neubauten sind in der Regel nach modernen Energiestandards gebaut, gut isoliert und eignen sich deshalb für den Einsatz von Wärmepumpen. Und es gibt noch einen Grund, warum die Technik hier öfter zum Einsatz kommen kann: Beim Hausbau stehen die Bagger ohnehin vor der Tür, es lohnt sich also eher, als Wärmequelle das Erdreich zu verwenden und Rohre unter der Erde zu verlegen. Das ist aufwendiger und teurer, ^{#12} funktioniert als Wärmequelle aber noch besser, als wenn man die Außenluft anzapft.
- > **Heizungen werden alt:** Die Sanierungsrate von Heizungen in Deutschland liegt bei rund 1%. ^{#10} Das heißt, dass 1% aller Heizungen pro Jahr erneuert wird. Das heißt aber auch: Bis wir in dem Tempo alle im Betrieb befindlichen Heizungen erneuert haben, vergehen 100 Jahre. Viel zu lang für die Klimaziele. Deshalb will die Regierung die Rate auf 2% verdoppeln – bislang ohne Erfolg. Mehr Anreize könnten helfen, zum Beispiel indem Brennstoffe höher belastet oder Förderprogramme wie das der Kreditanstalt für Wiederaufbau ^{#11} ausgebaut werden.
- > **Heizungsmarkt ist konservativ:** Viele Hausbesitzer wissen nichts von Wärmepumpen, wenn sie ihre Heizung austauschen wollen. Das ist nicht weiter schlimm, das Problem ist aber, dass auch nicht alle Heizungsinstallateure gut über die Technik Bescheid wissen. Dann wird im Zweifel lieber zu einem altbekannten Gaskessel gegriffen, anstatt die neuere, komplexere Wärmepumpe in Betracht zu ziehen. Es braucht also auch Aufklärung auf allen Seiten. Helfen könnte dabei, dass in Deutschland viel an der Verbesserung von Wärmepumpen geforscht wird ^{#12} und auch die Deutschen Heizungshersteller schon viele Modelle auf dem Markt ^{#13} haben. Diese Nähe zwischen Händlern und Herstellern stärkt das Vertrauen in die Geräte.

So hoch die deutschen Ambitionen im Klimaschutz auch sein mögen, die Wärmewende hat das Land bisher verschlafen. Dabei schwimmen wir in einem See aus kostenloser, klimaneutraler Wärme. Zeit, uns daran zu bedienen.

Felix Austen

Diese Heizung kannst du guten Gewissens voll aufdrehen

perspective-daily.de/article/365/crZEAukz

Dieser Beitrag ist Teil des Projekts »Die Lösungen liegen in Deutschland«. Darin stellen die »Global Ideas« der Deutschen Welle und Perspective Daily im Vorlauf zur 23. Klimakonferenz im November 2017 in Bonn gemeinsam in 3 Etappen Lösungen zur Bewältigung des Klimawandels vor.

Etappe 1: »Wärmewende in Deutschland – Diese Heizung kannst du guten Gewissens voll aufdrehen« auf Perspective Daily sowie »Smart Solutions – Intelligente Technik treibt die Energiewende in Deutschland voran« bei Global Ideas.

Etappe 2: »Grüne Start-up-Szene – Diese deutschen Start-ups machen unser Leben einfacher« auf Perspective Daily sowie »Geo-Engineering – Ist es eine gute Idee, das Klima zu manipulieren?« bei Global Ideas.

Etappe 3: »Vegane Ersatzprodukte – Wir schlachten 5 Mythen über falsches Fleisch« auf Perspective Daily sowie »Sojaanbau in Deutschland – Darum bekommen wir die Sojabohne in Deutschland künftig öfter zu Gesicht« bei Global Ideas.

Felix Austen

Diese Heizung kannst du guten Gewissens voll aufdrehen
perspective-daily.de/article/365/crZEAukz

Zusätzliche Informationen

- *1 Warum hat der Nullpunkt eigentlich $-273,5$ Grad Celsius und nicht 0 Grad Celsius? Das liegt daran, dass der Schwede Anders Celsius noch nicht sehr viel wusste über die Temperatur, als er im 18. Jahrhundert die Temperaturskala festlegte. Für ihn waren der Gefrier- und der Siedepunkt von Wasser die Fixpunkte – deshalb versah er sie mit 0 Grad Celsius und 100 Grad Celsius.

Erst über ein Jahrhundert später kam Lord Kelvin auf die Idee, den kältesten möglichen Punkt mit 0 Kelvin zu bezeichnen. In der Physik wird heute die Kelvin-Skala verwendet.

- *2 Die Wärme ist eben auch an einem kalten Wintertag vorhanden. Sie muss aber von beispielsweise -10 Grad Celsius auf 25 Grad Celsius »angehoben« werden, damit unsere Heizkörper warm werden. Wie das genau funktioniert, dazu später mehr.
- *3 Die ersten Skizzen sind fast 200 Jahr alt und stammen vom französischen Physiker Nicolas Léonard Sadi Carnot.
- *4 Genau genommen kann sie nicht verloren gehen, denn nach dem Energieerhaltungssatz kann Energie weder erzeugt noch vernichtet, sondern lediglich in andere Energieformen gewandelt werden. »Verloren« bedeutet bei der Wandlung, dass ein Teil der Energie in eine Form gewandelt wird, mit der wir nichts anfangen können. Ein gutes Beispiel ist die Glühbirne: Mit ihr wollen wir Strom in elektromagnetische Strahlung, also Licht wandeln. Wie jeder weiß, wird eine Glühbirne aber nicht nur hell, sondern auch warm. Ein Großteil der Energie, die wir als Strom einsetzen, geht also als Wärme »verloren«, weil sie nicht dem gewünschten Effekt dient, unser Zimmer zu beleuchten.

Felix Austen

Diese Heizung kannst du guten Gewissens voll aufdrehen

perspective-daily.de/article/365/crZEAukz

- *5 Wärme fließt am besten, wenn die Gegenstände engen Kontakt haben. Deshalb sollten Herd und Topf am besten beide ziemlich flach sein. Die Thermoskanne dagegen zeigt, dass ohne Kontakt, also mit einer Vakuumschicht, auch kaum Wärme abfließt.
- *6 Wie der Name schon verrät, entsteht der Druck durch das Gewicht all der Luft, die über uns schwebt. Auf dem Mount Everest ist natürlich wesentlich weniger Luft über uns, da wir uns rund 8.000 Meter näher am Ende der Atmosphäre befinden. Wir müssen dort also weniger Luft »tragen«.
- *7 Prinzipiell sind als Außenquelle die Luft, die Erde, aber auch nahegelegene Gewässer geeignet, zum Beispiel für Häuser, die an einem See liegen. Der Vorteil bei Gewässern und Erde ist, dass hier die Temperatur konstanter ist und die Wärme durch den direkten Kontakt schneller aufgenommen werden kann. Der Nachteil: Die Wärmepumpe ist viel aufwendiger und teurer im Bau.
- *8 Durch verschiedene Zusatzstoffe lassen sich Kältemittel mischen, die genau die gewünschten Eigenschaften haben. Ein sehr geeignetes Mittel für Kühlschränke sind die Fluorkohlenwasserstoffe – bekannt als FCKW. Diese Gase zerstören allerdings die für uns wichtige Ozonschicht in der Atmosphäre, weshalb ihr Einsatz in den 1990er-Jahren fast weltweit verboten wurde.
- *9 Heute stammt unser Strom natürlich noch zu großen Teilen aus Kohlekraftwerken, weshalb diese Bilanz momentan noch nicht gilt. Je größer der Anteil der Erneuerbaren aber wird, desto besser die Bilanz der Wärmepumpe. Mit einem grünen Stromtarif oder selbst produziertem Solarstrom lässt sich die Bilanz aber auch ganz schnell selbst bereinigen.
- *10 Bezieht man in die Rechnung mit ein, dass in einem Kohlekraftwerk ein großer Teil der Energie verloren geht, der in der Kohle steckt, so erreicht man immerhin, dass das rund 1,6-Fache der Kohleenergie als Wärme im Haus landet.

Felix Austen

Diese Heizung kannst du guten Gewissens voll aufdrehen

perspective-daily.de/article/365/crZEAukz

- *11** Im Szenario der Agora Energiewende werden 25% der Heizungen Wärmepumpen sein, 40% Gasheizungen und 20% Fernwärmeheizungen. Auch Fernwärme und Gasheizungen können wesentlich umweltfreundlicher arbeiten als alte Ölheizungen. Gasheizungen können auch bei weniger gut isolierten Häusern oder bei anderen Anforderungen zum Einsatz kommen. Fernwärme kann ebenfalls sehr umweltfreundlich sein, ist häufig aber nur in Ballungsgebieten verfügbar.
- *12** Die Kosten für eine Wärmepumpe schwanken je nach Medium (also Erde, Luft oder Wasser), Größe des Hauses und anderen Faktoren stark. Als grobe Orientierung kann man zwischen 8.000 und 14.000 Euro für ein durchschnittliches Einfamilienhaus kalkulieren. Da die Heizkosten in der Regel aber fallen, macht sich die Investition nach einigen Jahren bezahlt.

Felix Austen

Diese Heizung kannst du guten Gewissens voll aufdrehen

perspective-daily.de/article/365/crZEAukz

Quellen und weiterführende Links

- #1 Han Langeslag und ich erklären hier, dass der Verbrenner dem
 Elektromotor völlig unterlegen ist
<https://perspective-daily.de/article/189>

- #2 Ich habe den Geschäftsführer eines Solarspeicher-Start-ups interviewt
 <https://perspective-daily.de/article/94>

- #3 Das Umweltbundesamt schlüsselt den Verbrauch genauer auf (2017)
 <http://www.umweltbundesamt.de/daten/private-haushalte-konsum/energieverbrauch-privater-haushalte>

- #4 Das Umweltbundesamt über den Stand der Energiewende (2021)
 <http://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen#statusquo>

- #5 Han Langeslag und ich haben gezeigt, dass der Wechsel zu E-Autos am
 Ende ganz schnell gehen kann
<https://perspective-daily.de/article/195>

- #6 Hier erkläre ich, wie Strom in Zukunft unser Energiesystem dominiert
 <https://perspective-daily.de/article/55>

- #7 Studie »Wärmewende 2030« der Agora Energiewende (2017)
 <https://www.agora-energiewende.de/de/themen/-agothem-/Produkt/produkt/370/W%C3%A4rmewende+2030/>

Felix Austen

Diese Heizung kannst du guten Gewissens voll aufdrehen
perspective-daily.de/article/365/crZEAukz

- #8** Auf der Website der Agora Energiewende gibt es viel über die Energiewende
- zu entdecken
<https://www.agora-energiewende.de/de/>
- #9** 5 Millionen Wärmepumpen hält der BDH für unrealistisch (2017)
 <http://www.bdh-koeln.de/presse/pressemitteilungen/artikel/03/2017/klimaschutz-braucht-realitaetssinn.html>
- #10** Bericht zur Energetischen Sanierung der deutschen Netzentur (2017)
 <https://www.dena.de/de/newsroom/meldungen/2017/dena-gebaeuderport-sanierungsrate-weiterhin-viel-zu-gering/>
- #11** Der Bundesverband Wärmepumpe informiert über Fördertöpfe
- <https://www.waermepumpe.de/waermepumpe/foerderung/>
- #12** Das Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme in Freiburg etwa
- betreibt Spitzenforschung auf diesem Gebiet
<https://www.ise.fraunhofer.de/de/geschaeftsfelder/gebaeudeenergie-technik/waerme-und-kaelteversorgung/elektrische-und-thermische-waermepumpen.html>
- #13** Liste von Wärmepumpenherstellern mit vielen deutschen Vertretern
- <https://ihre-waermepumpe.de/waermepumpe-hersteller.html>

Felix Austen

Diese Heizung kannst du guten Gewissens voll aufdrehen
perspective-daily.de/article/365/crZEAukz