

co2online

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



**CLEVER ENTWICKELT.
ERFOLGREICH GESCHONT.**



MODERNE TECHNOLOGIEN FÜR DEN KLIMASCHUTZ



KLIMAZIELE

Die globale Erwärmung darf maximal zwei Grad Celsius betragen, um lebenswerte Bedingungen auf der Erde zu erhalten. Besser, es sind nur 1,5 Grad Celsius. Darauf haben sich die Staaten der Welt Ende 2015 in Paris verständigt.

In Deutschland sollen bis 2050 die Treibhausgas-Emissionen um bis zu 95 Prozent sinken (im Vergleich zu 1990).

Heute liefern erneuerbare Energien wie Sonne und Wind mehr als 33 Prozent des Stroms in Deutschland. Der Anteil soll bis 2025 auf bis zu 45 Prozent steigen. 2035 sollen es bis zu 60 Prozent sein.

Bis 2050 soll in Deutschland nur noch halb so viel Primärenergie verbraucht werden wie 2008. Allein der Wärmebedarf im Gebäudebestand soll bis 2020 um 20 Prozent sinken.

GRUSSWORT

Liebe Leserinnen und Leser,

die globale Temperaturerwärmung darf zwei Grad nicht überschreiten. Darauf haben sich die Staaten der Welt im ersten global verbindlichen Klimaabkommen der Geschichte verständigt. Jedes Land trägt auf seine Weise zu diesem Ziel bei. Wir in Deutschland haben für das Abkommen gekämpft und uns hierzulande das Ziel gesetzt, bis 2050 weitgehend auf Treibhausgasemissionen zu verzichten.

Ein Meilenstein auf diesem Weg ist der Klimaschutzplan 2050, den die Bundesregierung im November 2016 vorgelegt hat. Darin setzen wir unter anderem auf eine moderne Landwirtschaft, auf energieeffiziente Gebäude und auf Strom aus regenerativen Quellen, der auch für Wärme und Verkehr eingesetzt wird. Das bedeutet: Klimaschutz braucht Innovationen.

Zum Wohl unseres Klimas arbeiten wir an tief greifend neuen Strukturen. Um sie zu schaffen, werden heute und in naher Zukunft innovative und effiziente Technologien entwickelt oder bereits angewendet. Ich lade Sie ein, einige dieser Technologien kennenzulernen.

Klimaschutz hat viele Seiten. Blättern Sie weiter und lassen Sie sich motivieren, gemeinsam unsere Umwelt zu schützen.



Dr. Barbara Hendricks
Bundesministerin für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

noch 33 Jahre, dann könnte Deutschland fast vollständig mit erneuerbaren Energien versorgt werden und kaum noch klimaschädliches CO₂ freisetzen. Was das kosten würde? Manchmal mehr Bewusstsein im Alltag, manchmal Geld für eine lebenswerte Zukunft. Aber wie groß die Investition auch ist, günstiger als ein Leben mit den Folgen des Klimawandels ist sie allemal.

Es kann so einfach sein, die Umwelt vor Treibhausgasen zu bewahren: kein Standby am Fernseher, Fahrrad statt Auto fahren, Obst aus der Region kaufen. Im größeren Stil helfen moderne Technologien das Klima zu schützen. Manche kennen Sie vielleicht, die Wärmepumpe zum Beispiel. Von anderen lesen Sie auf den kommenden Seiten eventuell zum ersten Mal. Etwa von heizenden Eisspeichern oder von rollbaren Solarzellen.

Lassen Sie sich überraschen, wie wir in ganz unterschiedlichen Bereichen unseres Lebens auf moderne Klimaschutztechnologien setzen können. Eins haben sie alle gemeinsam: Um den Klimaschutz voranzubringen, müssen sie intelligent angewandt werden. Denn jede Technologie ist nur so gut wie ihre Nutzung. Das fängt mit Interesse an. Und das wollen wir wecken.

Wenn wir bewusst auf moderne Klimaschutztechnologien setzen, schaffen wir es, immer mehr auf CO₂ zu verzichten. So kommen wir dem Ziel ein bisschen näher, den Klimawandel zu stoppen. Worauf warten wir noch?



Tanja Loitz
Geschäftsführerin
co2online gGmbH

HEIZEN MIT WASSER UND EIS

Gefriert Wasser, wird ihm Wärme entzogen. So weit, so bekannt. Doch die dabei frei werdende Energiemenge ist beträchtlich: Gefrieren 126 Liter Wasser, wird ungefähr so viel Energie frei, wie in einem Liter Heizöl steckt. Diese Kristallisationsenergie kann zum Heizen genutzt werden – und was liegt näher, als zusätzlich mit dem entstehenden Eis zu kühlen?

Eis-Energiespeicher machen beides möglich und könnten neue Standards in der umweltschonenden Wärme- und Kälteversorgung setzen. Sie nutzen Wasser als klimafreundliches und kostengünstiges Speichermedium und beziehen gleichzeitig Energie aus regenerativen Quellen.

ENERGIE AUS WASSER, SONNE, LUFT UND ERDWÄRME

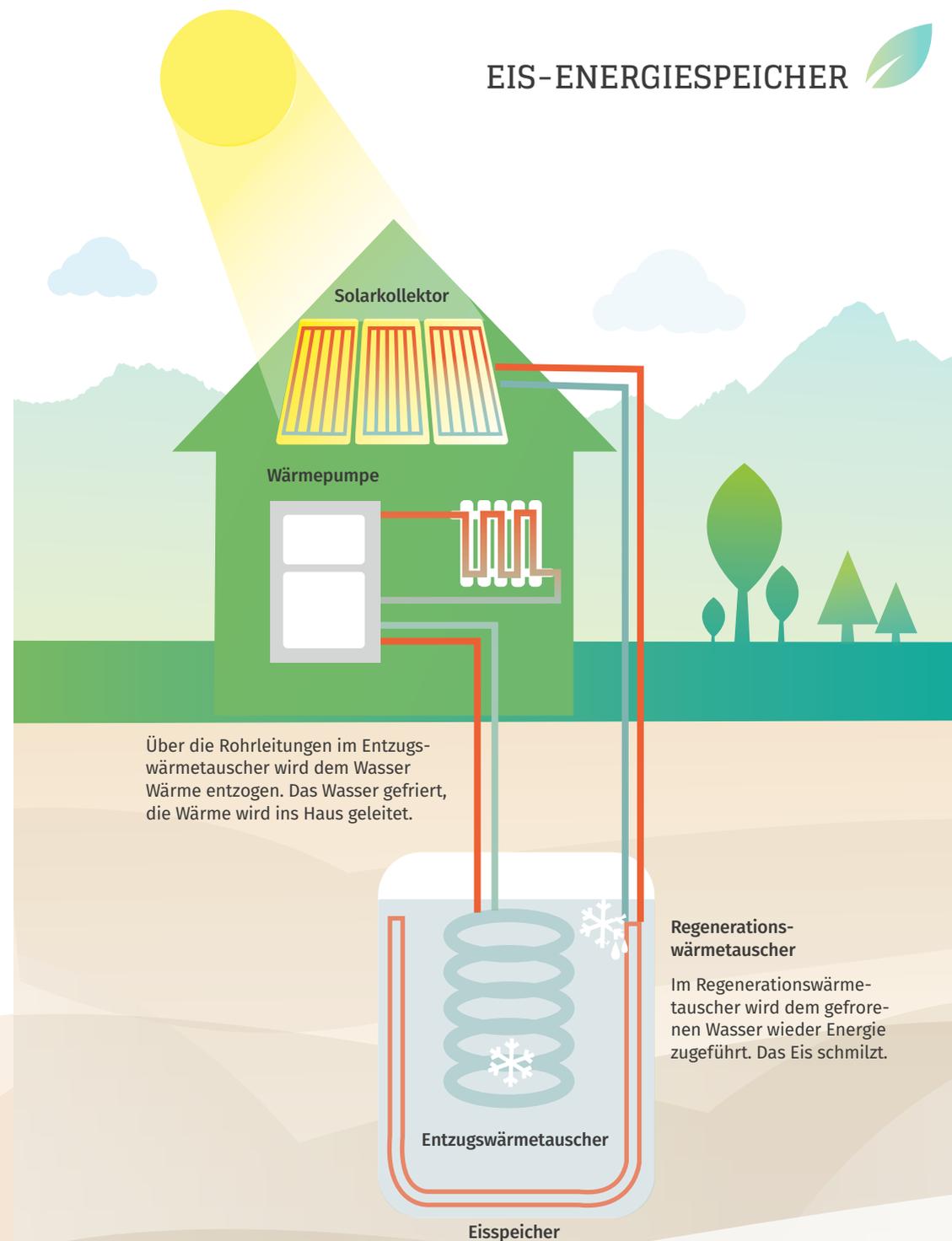
Ein Eis-Energiespeichersystem lagert Wasser in einem unterirdischen Tank bei null bis zehn Grad Celsius. Eine Sole- oder Wasserwärmepumpe entzieht dem Wasser Energie, sodass es gefriert. Die Energie wandelt ein sogenannter Entzugswärmetauscher in Wärme um. Nicht verwechseln: Nicht das Eis speichert die Energie, sondern das flüssige Wasser trägt sie in sich. Das Eis entsteht erst, nachdem die Energie freigesetzt wurde.

Um immer wieder gefrieren zu können, schmilzt das Eis dank Sonnenenergie aus Solarkollektoren auf dem Dach. Wenn die Sonne nicht scheint, nutzt der Eispeicher die Energie der Luft über sogenannte kombinierte Solar-Luftabsorber. Außerdem schützt die natürliche Erdwärme den Speicher vor dem Auskühlen, hält die Temperatur darin aber konstant niedrig.

CO₂-EMISSIONEN FAST BEI NULL

Das Kühlen mit Eis-Energiespeichern funktioniert relativ einfach. In die Heizkörper oder die Fußbodenheizung wird kaltes Wasser aus dem Eisspeicher gepumpt. Sowohl beim Heizen als auch beim Kühlen liegt die CO₂-Emission fast bei null.

EIS-ENERGIESPEICHER



ABWÄRME NUTZEN

Sobald Energie umgewandelt wird, entsteht Wärme, die in die Umgebung entweicht. Selbst modernste Großkraftwerke erreichen einen Wirkungsgrad von maximal 50 Prozent. Der Rest der zugeführten Energie geht als Abwärme verloren – außer, sie wird bewusst genutzt.

Um Energieverluste zu senken, verwenden verschiedene Technologien Abwärme als Energieressource. Etabliert hat sich etwa die Wärmerückgewinnung in Lüftungsanlagen. Sie überträgt die thermische Energie der Abluft auf die Zuluft und temperiert diese. Doch die Entwicklungen gehen weiter. Beispiele dafür sind das sogenannte Organic Rankine Cycle (ORC) und Server-Heizungen.

ORC: STROM AUCH BEI NIEDRIGEN TEMPERATUREN

ORC-Anlagen nutzen Abwärme schon bei niedrigen Temperaturen. Sie erzeugen aus Abwärme Strom, und das bei Temperaturen weit unter denen herkömmlicher Kraftwerke. Das Prinzip ist das einer Dampfmaschine. Aber statt Wasser verdampfen in ORC-Anlagen organische Arbeitsmedien, die schon bei niedrigen Temperaturen sieden. Das kann zum Beispiel Ammoniak sein.

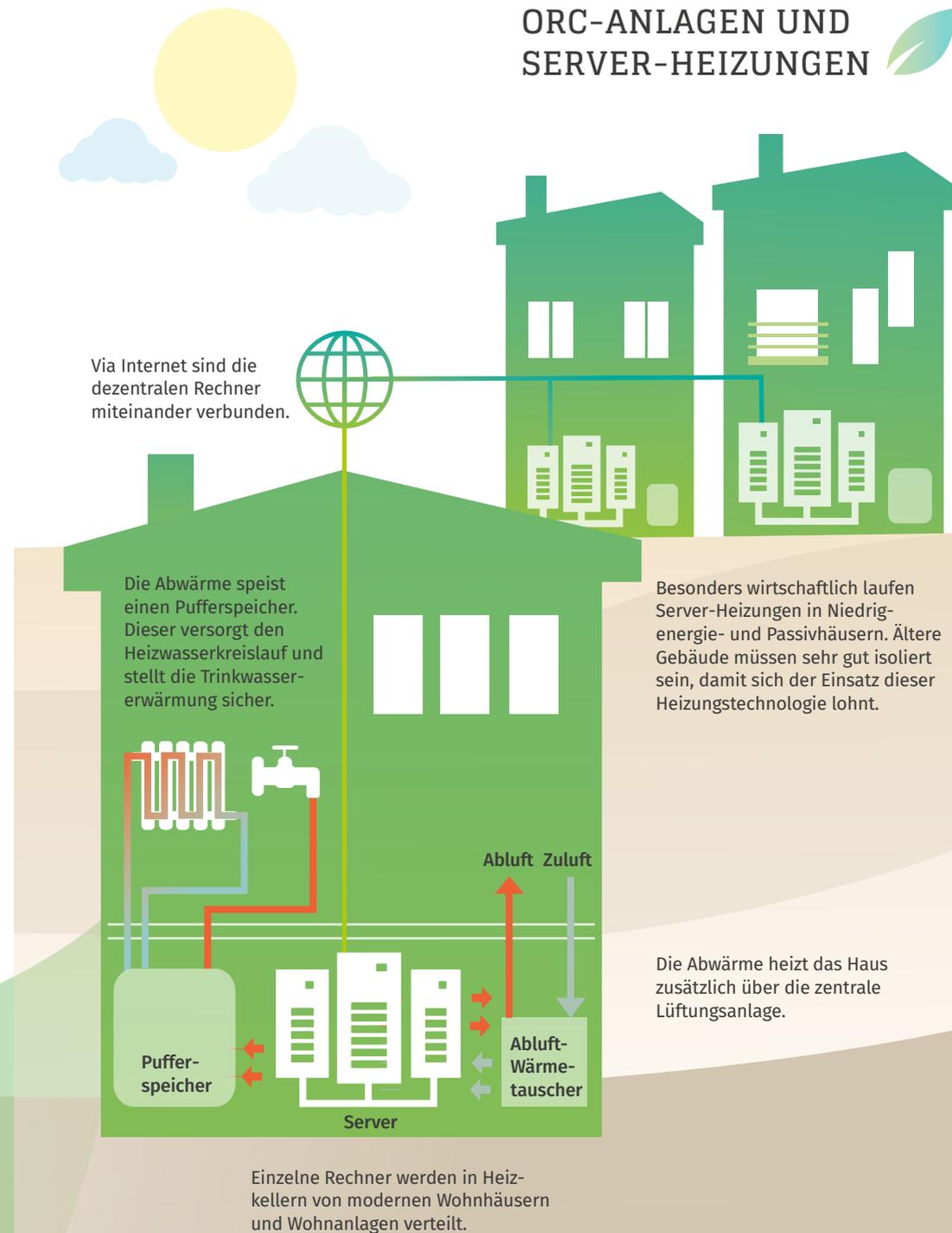
HEIZEN MIT DER CLOUD

Selbst Prozessorwärme, die in Computern entsteht, kann als Abwärme fürs Heizen genutzt werden. Anstatt Tausende Server in einem Raum zu kühlen, versorgen sie moderne Gebäude mit Wärme, etwa in Neubausiedlungen mit geringem Energiebedarf. Dafür werden die Rechner in Wohnanlagen verteilt. Über das Internet sind sie miteinander verbunden und funktionieren gemeinsam als virtuelles Rechenzentrum.

GUT FÜRS KLIMA, GUT FÜR DIE UMWELT

Abwärme zu vergeuden kann sogar schädlich sein. Zum Beispiel in Flüssen: Die Wassertemperatur steigt und das Ökosystem Fluss ändert sich. Das zeigt: Abwärme zu nutzen schont nicht nur das Klima, sondern schützt auch die Umwelt.

ORC-ANLAGEN UND SERVER-HEIZUNGEN



WÄRME VON UNTEN

Tief in der Erde brodelt es. Rund 99 Prozent der Erdmasse sind heißer als 1.000 Grad Celsius. Allein unter der Fläche der Bundesrepublik steckt in drei bis sieben Kilometern Tiefe genug Wärme, um Deutschland rechnerisch 10.000 Jahre lang zu beheizen.

Wärmepumpen nutzen diese Umweltwärme und heizen damit zum Beispiel Gebäude. Neben Erdwärme können sie auch mit Wärme aus Grundwasser oder aus der Luft arbeiten. Die verschiedenen Arten der Wärmepumpe haben unter anderem gemeinsam, dass sie Strom benötigen. Je mehr davon in Deutschland aus regenerativen Quellen stammt, desto mehr tragen sie zusätzlich zum Klimaschutz bei.

NUR EIN VIERTEL AUF DEM STAND DER TECHNIK

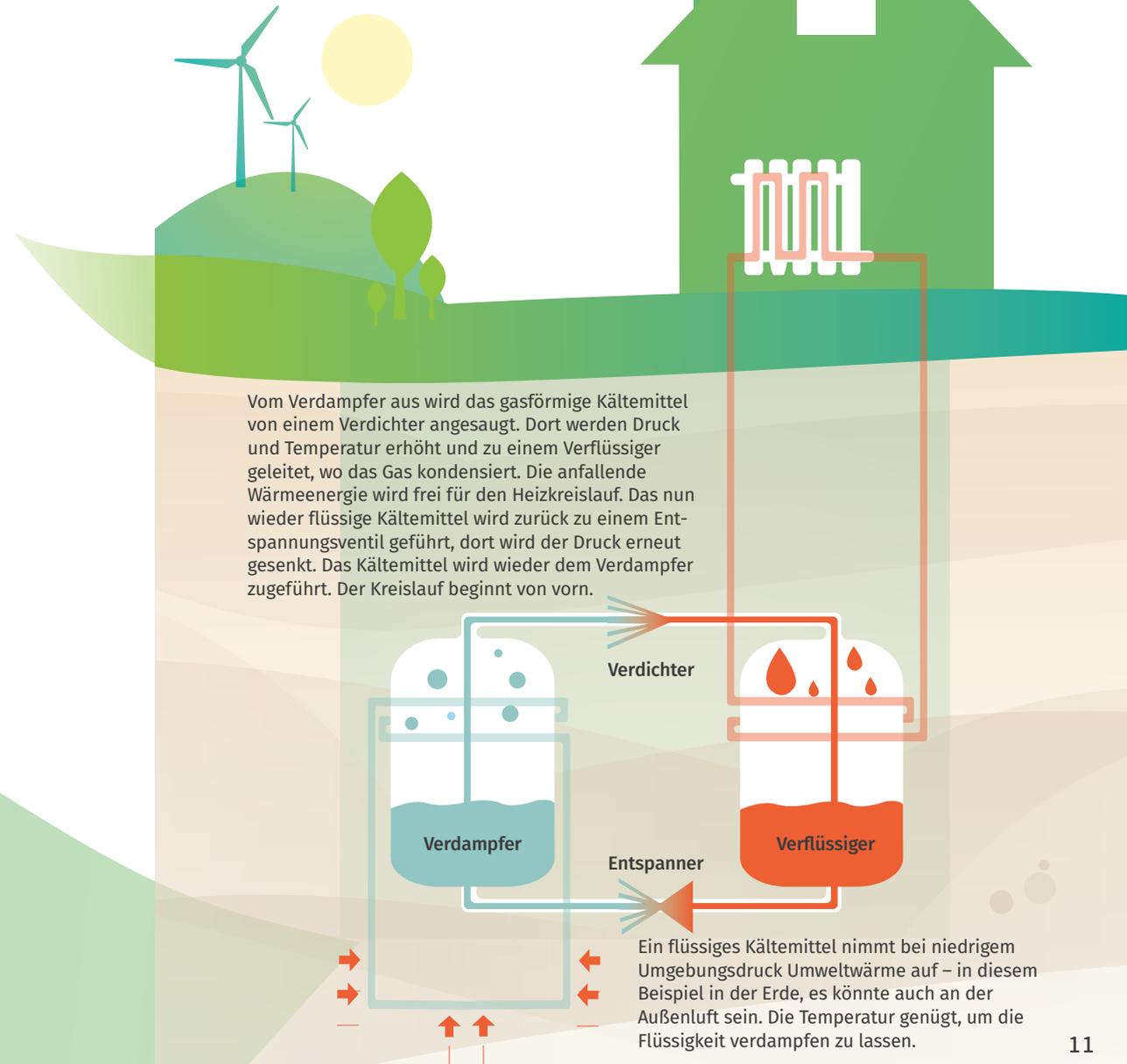
Das erkennen auch immer mehr Hausbesitzer und Wohnungseigentümer. 2015 stieg laut Arbeitsgruppe Erneuerbare-Energien-Statistik (AGEE-Stat) der Anteil der erneuerbaren Energien am Wärmeverbrauch in Deutschland bereits auf 13,3 Prozent. Im Jahr 2000 waren es noch rund vier Prozent. Aber laut Bundesverband der Deutschen Heizungsindustrie (BDH) entspricht nur etwa ein Viertel der in Deutschland installierten Heizungsanlagen dem Stand der Technik. Das Potenzial für den Klimaschutz ist also da, die Technologie auch. Wieso länger fossile Energien verheizen? Immerhin gibt es bei etwa der Hälfte aller Gebäude in Deutschland in den nächsten 20 Jahren Modernisierungsbedarf.

DAS PRINZIP „POWER-TO-X“

Die Wärmepumpe ist ein Paradebeispiel dafür, erneuerbaren Strom für mehr als nur die Versorgung mit Elektrizität zu nutzen und fossile Energieträger zu ersetzen. Die Rede ist von „Power-to-X“, in diesem Fall „Power-to-Heat“. In der Industrie kommt Power-to-Heat auch in Elektrodenkesseln zum Einsatz, in denen Elektroden Salzwasser erhitzen. Auch so wird aus erneuerbarem Strom direkt Wärme. Weitere Beispiele sind „Power-to-Gas“ (etwa bei der Herstellung von Wasserstoff) oder „Power-to-Liquid“ (etwa bei der Herstellung von Flüssiggas).

WÄRMEPUMPE

Im Prinzip funktionieren Wärmepumpen wie Kühlschränke, nur umgekehrt: Wärme wird aufgenommen (beim Kühlschrank im Kühlraum, bei der Wärmepumpe etwa im Erdreich) und wieder abgegeben (beim Kühlschrank auf dessen Rückseite, bei der Wärmepumpe etwa über die Heizung).



WÄRME VON OBEN

In weniger als einer halben Stunde schickt die Sonne so viel Energie zur Erde, dass damit rechnerisch der Energiebedarf der Menschen ein Jahr lang gedeckt werden könnte. Diese enorme Energiemenge machen sich Solarthermieanlagen zunutze, um Gebäude zu beheizen. Sie können in so gut wie jedem Eigenheim in die bestehende Gebäudetechnik integriert werden.

30 PROZENT DES JÄHRLICHEN WÄRMEBEDARFS DECKEN

Nötig dafür sind Solarkollektoren auf dem Dach und ein passendes Heizsystem im Gebäude. Auf dem Dach eines typischen Einfamilienhauses reicht eine Fläche von sieben bis zwölf Quadratmetern aus, damit eine solarthermische Anlage 30 Prozent des jährlichen Wärmebedarfs decken kann. Nur wenn die Sonnenenergie nicht ausreicht, wird das herkömmliche Heizgerät zugeschaltet. Oft kann im Sommer aber auf konventionelle Heizsysteme verzichtet werden.

ZWEI MILLIONEN TONNEN WENIGER CO₂ IM JAHR 2015

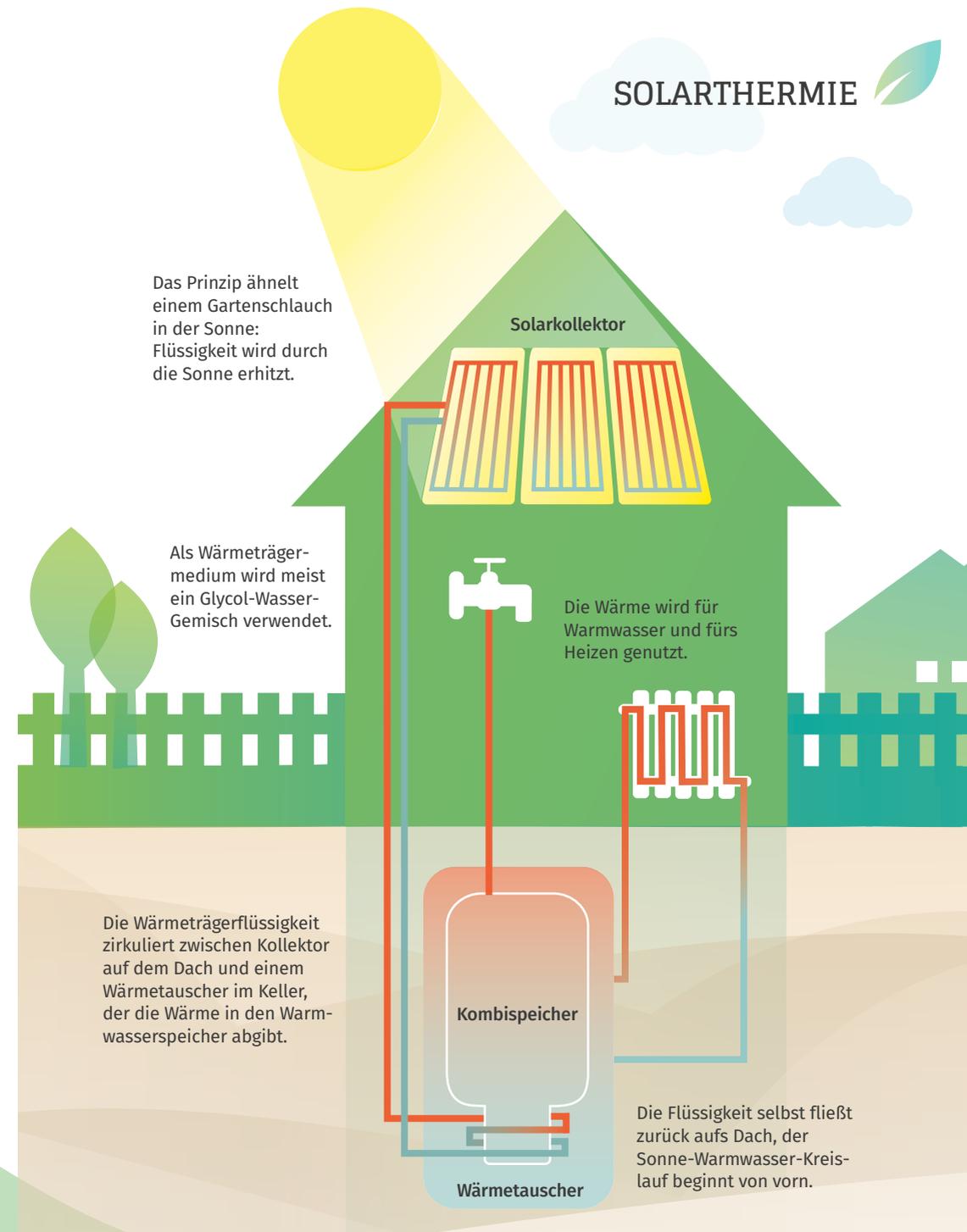
Ende 2015 waren in Deutschland 2,15 Millionen solarthermische Anlagen installiert und sparten rund zwei Millionen Tonnen CO₂. Die installierte Kollektorfläche war mit 19 Millionen Quadratkilometern so groß wie 95 Landebahnen des Frankfurter Flughafens. Das klingt viel, könnte aber mehr sein. Denn obwohl in Deutschland die Sonne ausreichend scheint, kommt Solarthermie nur bei etwa zehn Prozent der Heizanlagen für Häuser und Wohnungen zum Einsatz.

Hier liegt eine riesige Chance: Etwa drei Millionen Wärmeerzeuger gelten nach Schätzungen des BDH als veraltet und ineffizient. Daher gilt: Wenn alte Anlagen ohnehin ausgetauscht werden müssen, warum nicht gleich auch moderne Solarthermieanlagen einsetzen?

SOLARANLAGE IST NICHT SOLARANLAGE

Zwar nutzen alle Solaranlagen die Energie der Sonne. Aber manche erzeugen daraus Strom (Photovoltaik, diese wird weiter hinten beschrieben), andere heizen damit (Solarthermie).

SOLARTHERMIE



DÄMMEN MIT DEM NICHTS

In den Gebäuden in Deutschland schlummert ein riesiges Energiesparpotenzial: Auf sie entfällt hierzulande mehr als ein Drittel des Energieverbrauchs, vor allem für Heizung, Warmwasser, Lüftung und Kühlung. Dämmen hilft, diesen Energieverbrauch deutlich zu senken. Die Gelegenheit ist günstig, denn viele der über 19 Millionen Wohnhäuser im Land sind teil- oder unsaniert. Dasselbe gilt für über drei Millionen Nichtwohngebäude. Warum also nicht das Klima schonen und gleich energetisch sanieren?

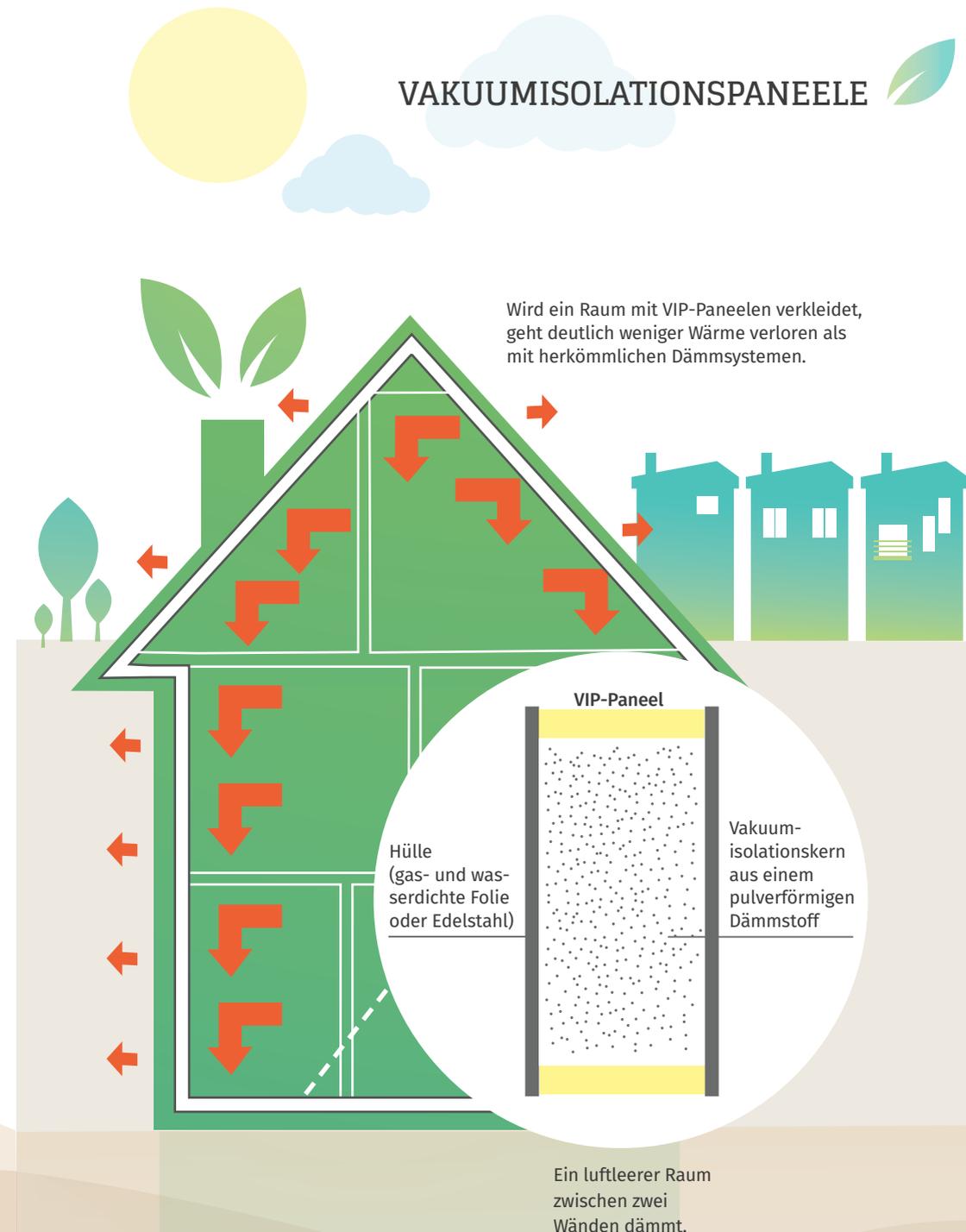
MODERN DÄMMEN AUCH IN ALTEN GEBÄUDEN

Bei Modernisierungen und in Altbauten, die womöglich denkmalgeschützt sind, ist die Wärmedämmung eine Herausforderung. Alte Häuser nachträglich außen zu dämmen ist oft nicht möglich. Helfen können Vakuumisulationspaneele, kurz VIP-Paneele. Sie dämmen im Rauminneren und funktionieren ähnlich wie die Wand einer Thermoskanne: mit einem luftleeren Raum zwischen zwei Wänden.

... NUR FÜNF- BIS ZEHNFACH STÄRKER

VIP-Paneele bestehen aus einem extrem feinporigen Pulver aus Kieselsäure. Ihre Hülle kann entweder eine spezielle gas- und wasserdichte Folie oder Edelstahl sein. Das Vakuum in den Paneelen dämmt fünf- bis zehnfach so stark wie herkömmliche Dämmsysteme. Das spart enorm Platz. Denn zwei Zentimeter dicke Paneele haben die gleiche Wirkung wie herkömmliche, bis zu 20 Zentimeter dicke Dämmplatten.

VAKUUMISOLATIONS-PANEELE



KÜHL HEIZEN

Moderne Heizanlagen benötigen in gut gedämmten Häusern heutzutage weniger Energie als früher. Während herkömmliche Heizsysteme mit Vorlauf-temperaturen von 60 bis 70 Grad Celsius arbeiten, kommen moderne Anlagen in entsprechend gedämmten Gebäuden oft mit der Hälfte aus – sogar im Winter. Kurzum: Heizkonzepte werden neu gedacht, und mit ihnen werden ganze Wohnquartiere energieeffizienter.

Je mehr Gebäude energetisch saniert oder gebaut werden, desto häufiger kann fürs Heizen Fernwärme mit niedrigeren Temperaturen eingesetzt werden. Transportiert wird diese „kühle“ Fernwärme in sogenannten Nieder-temperaturnetzen.

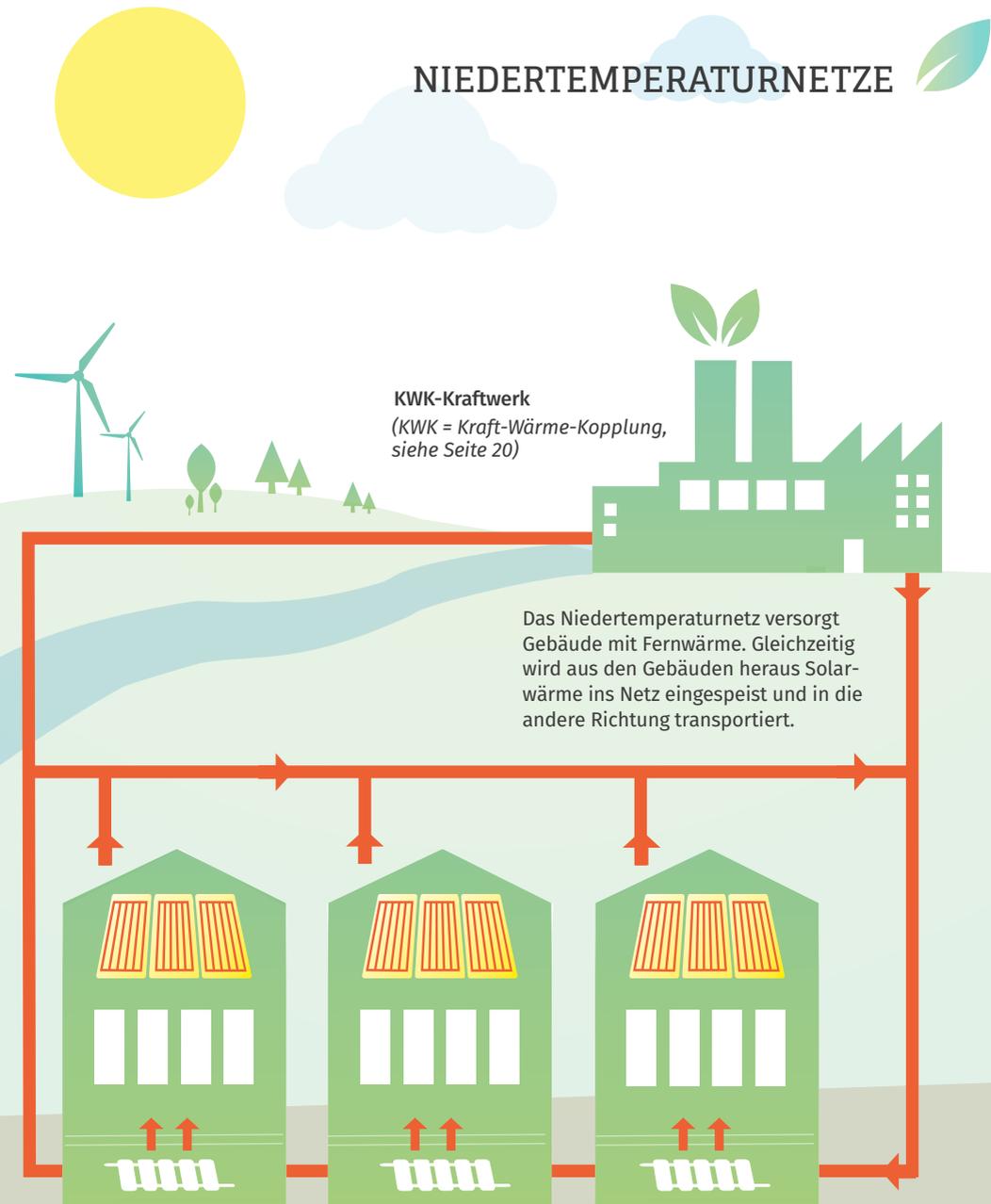
FERNWÄRME AUCH FÜR KLEINTEILIGE GEBIETE

Niedertemperaturnetze können Fernwärme auch in kleinteilige Wohngebiete transportieren, die dafür bislang nicht infrage kamen. Das klappt allerdings nur in Häusern, die modernen Niedrigenergiestandards entsprechen. Zudem funktionieren sie in zwei Richtungen: Sie transportieren Wärme vom Kraftwerk zu Verbrauchern und nehmen umgekehrt auch Wärme von ihnen auf. Denn immer mehr Wohneigentümer produzieren selbst Energie, zum Beispiel mit einer solarthermischen Anlage auf dem Dach. Diese Energie nutzen die Erzeuger entweder selbst oder speisen sie ins Netz ein.

75 PROZENT ENERGIE SPAREN

Dass sich Niedertemperaturnetze und neue Heizkonzepte auch in der Praxis bewähren, zeigt ein Testprojekt in Berlin. Darin wurden 1.000 Neubauwohnungen aus einem Niedertemperaturnetz mit Fernwärme versorgt. Das Ergebnis: Der Heizenergieverbrauch in den Gebäuden ist um bis zu 75 Prozent gesunken.

NIEDERTEMPERATURNETZE



Die Gebäude werden über Niedertemperaturheizungen mit Wärme versorgt. Das sind zum Beispiel Fußbodenheizungen, die mit vergleichsweise wenig Energie auskommen. Das Temperaturniveau kann mit Wärmepumpen auch erhöht werden, beispielsweise für Warmwasser.

EIN H FÜR FAST ALLES

Manche sagen, er sei das „Öl der Zukunft“: Wasserstoff. Ein Kilogramm davon enthält mehr Energie als 2,5 Kilo Benzin. Verbindet sich Wasserstoff mit Sauerstoff, wird Energie frei – und übrig bleibt Wasser, das man trinken kann. Hinzu kommt: Im Gegensatz zu Öl ist Wasserstoff nahezu unbegrenzt vorhanden. Die Chancen für den Klimaschutz liegen auf der Hand.

HEIZEN, FAHREN, SPEICHERN, TRANSPORTIEREN

Ein Beispiel für den Einsatz von Wasserstoff zum Heizen ist die Brennstoffzellen-Heizung (siehe Seite 20). Eine Brennstoffzelle kann aber auch den Motor eines Elektrofahrzeugs antreiben. Zudem wird Wasserstoff immer wichtiger, wenn Solar- und Windkraftanlagen mehr Strom erzeugen, als verbraucht werden kann. Aber anstatt etwa Windräder bei stärkeren Böen abzuschalten, kann Wasserstoff den überschüssig erzeugten Windstrom speichern. Anders als Batterien schafft er das hervorragend mehrere Monate lang und gibt die Energie flexibel ab, sobald sie gebraucht wird. Das kann an verschiedenen Orten geschehen, denn unter hohem Druck oder flüssig ist Wasserstoff gut zu transportieren. Sogar vorhandene Erdgasnetze könnten für den Transport genutzt werden.

BESSER FÜRS KLIMA: BIO- STATT ERDGAS

Ganz ohne CO₂ funktionieren Wasserstofftechnologien allerdings nicht. Heutzutage wird Wasserstoff nämlich noch zu 90 Prozent aus Erdgas gewonnen. Biogas kann den CO₂-Ausstoß senken.

WIE GEWINNT MAN WASSERSTOFF?

Wasserstoff kommt in vielen chemischen Verbindungen vor, zum Beispiel in Wasser und Methan. Um ihn aus der Verbindung zu lösen, gibt es unterschiedliche Methoden. Zu den bekanntesten Verfahren gehört die Elektrolyse: Sie erzeugt mithilfe von Strom Wasserstoff und Sauerstoff.

ENERGIETRÄGER WASSERSTOFF (H)

H kann überschüssigen erneuerbaren Strom speichern.

H kann Elektrofahrzeuge antreiben.

H kann Energie für Gebäude bereitstellen – vor Ort und ohne Transportverluste. Gewonnen wird die Energie zum Beispiel in der Brennstoffzellen-Heizung (siehe Seite 20).

In der Brennstoffzelle wird mit Wasserstoff und Sauerstoff Strom erzeugt (umgekehrt ist es bei der Elektrolyse: Hier wird mithilfe von Strom Wasserstoff und Sauerstoff gewonnen).

H reagiert mit Sauerstoff zu Wasser und Energie wird frei; konkret: In der Brennstoffzelle erzeugen Wasserstoff und Sauerstoff an einer Membran in einer sogenannten „kalten Verbrennung“ Elektrizität. Dabei entsteht auch Wärme. Das Abgas ist Wasserdampf.

Brennstoffzelle

WÄRME VOR ORT

In einem Gerät nicht größer als ein Gefrierschrank verbirgt sich eine effiziente Art, eine Wohnung oder ein Haus zu heizen und gleichzeitig Strom zu erzeugen: die Brennstoffzellen-Heizung. Darin verbinden sich Wasserstoff und Sauerstoff zu Wasser und Energie wird frei. Diese wird mehrfach genutzt, sowohl zur Stromerzeugung als auch zum Heizen. Weil die Energie dort entsteht, wo sie gebraucht wird, entfallen außerdem Transportverluste. Das alles macht Brennstoffzellen-Heizungen äußerst energieeffizient und schadstoffarm.

BIS ZU 50 PROZENT WENIGER CO₂

Brennstoffzellen-Heizungen setzen bis zu 50 Prozent weniger CO₂ frei als Gas-Brennwertgeräte. Den Wasserstoff für die Reaktion erzeugen sie selbst, die meisten Geräte beziehen ihn heutzutage aus Erdgas. Das ist effektiv, denn fast der gesamte Energiegehalt des Erdgases wird genutzt. Der Gesamtwirkungsgrad von Brennstoffzellen-Heizungen erreicht fast 100 Prozent.

Aber es geht auch noch klimaschonender. Kommt Biogas statt Erdgas zum Einsatz, lässt sich die Klimabilanz von Brennstoffzellen-Heizungen weiter verbessern.

KLEINE ZELLEN, GROSSE WIRKUNG

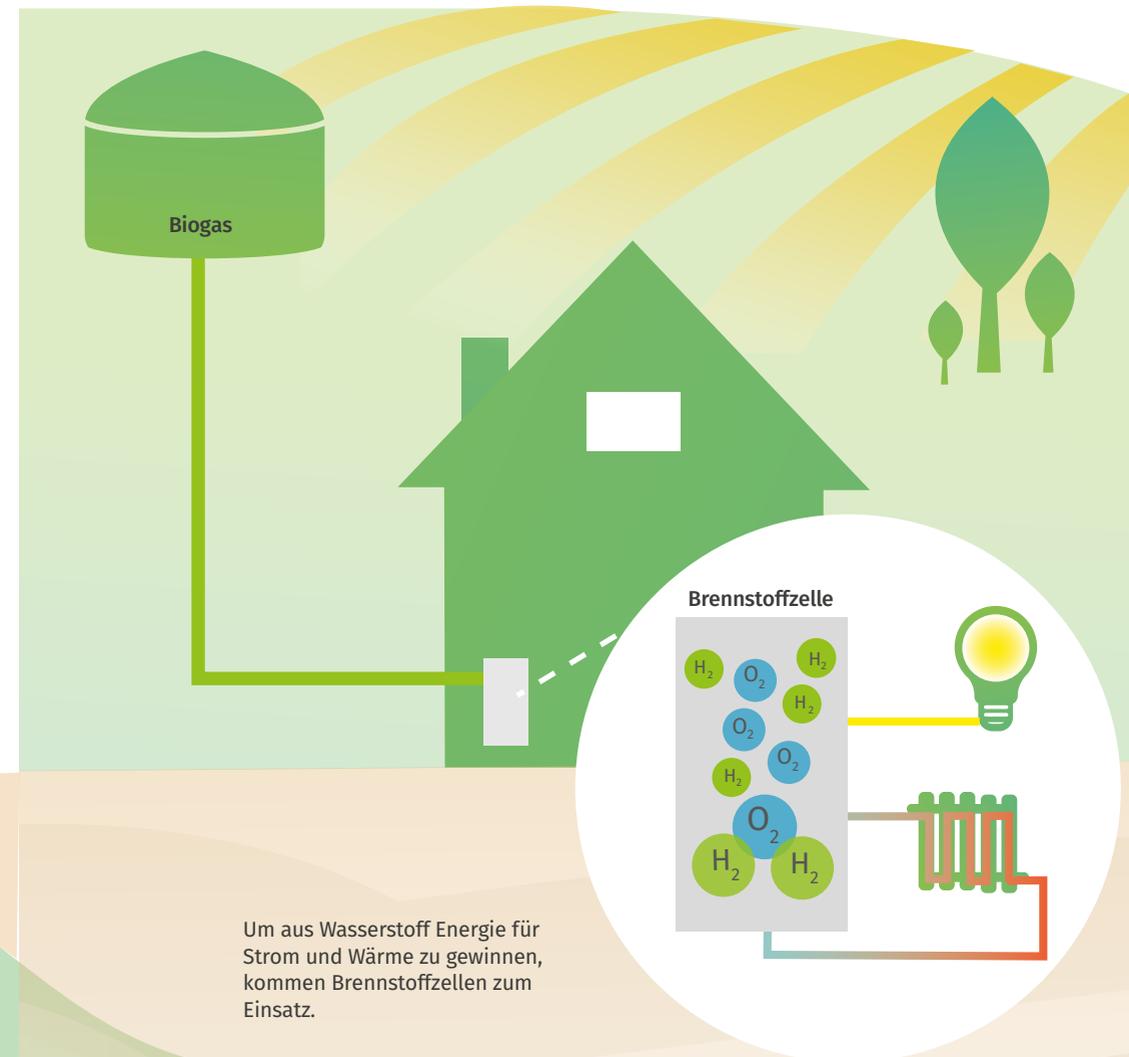
Weil Brennstoffzellen unterschiedlich groß sein können, liefern sie Energie für sehr unterschiedliche Zwecke – sei es zu Hause, in der Industrie oder unterwegs. Mikrobrennstoffzellen können zum Beispiel als Akku im Laptop funktionieren. In der Größe einer Briefmarke sind sie aber auch klein genug, um Smartphones mit Strom zu versorgen.

DAS STECKT DAHINTER: KWK

Brennstoffzellen-Heizungen funktionieren nach dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung, kurz KWK. Die Idee ist, dass ein Brennstoff sowohl zur Strom- als auch zur Wärmegewinnung genutzt wird. Wärme verpufft also nicht als Abfallprodukt der Stromerzeugung – und das hilft, den CO₂-Ausstoß insgesamt zu senken. Ein anderes Beispiel ist die Brennwerttechnik. Sie nutzt sowohl die Energie eines Brennstoffes als auch die Energie im Wasserdampf, der bei der Verbrennung entsteht.

BRENNSTOFFZELLEN-HEIZUNGEN

Wird statt Erdgas Biogas eingesetzt, lässt sich die Klimabilanz von Brennstoffzellen-Heizungen weiter verbessern.



Um aus Wasserstoff Energie für Strom und Wärme zu gewinnen, kommen Brennstoffzellen zum Einsatz.

SOLARSTROM VON DER ROLLE

Moderne Photovoltaik macht es möglich, flexible Solarzellen ähnlich wie Papier rollenweise herzustellen. Die Rede ist von organischer Photovoltaik, kurz OPV. Die Solarzellen sind nicht nur beweglich, sondern in der Produktion auch deutlich umweltfreundlicher als herkömmliche Solarzellen. Das spart CO₂ und sorgt für klimafreundlichen Strom.

ENERGIE LIEFERNDE KLEIDUNGSSTÜCKE UND SOLARPANEELE ZUM AUFROLLEN

Organische Solarzellen funktionieren im Prinzip wie die bekannten anorganischen Halbleiter auf Silizium-Basis. Neu ist, dass bei OPV halbleitende Kunststoffe auf Kohlenstoffbasis, sogenannte Polymere, eingesetzt werden.

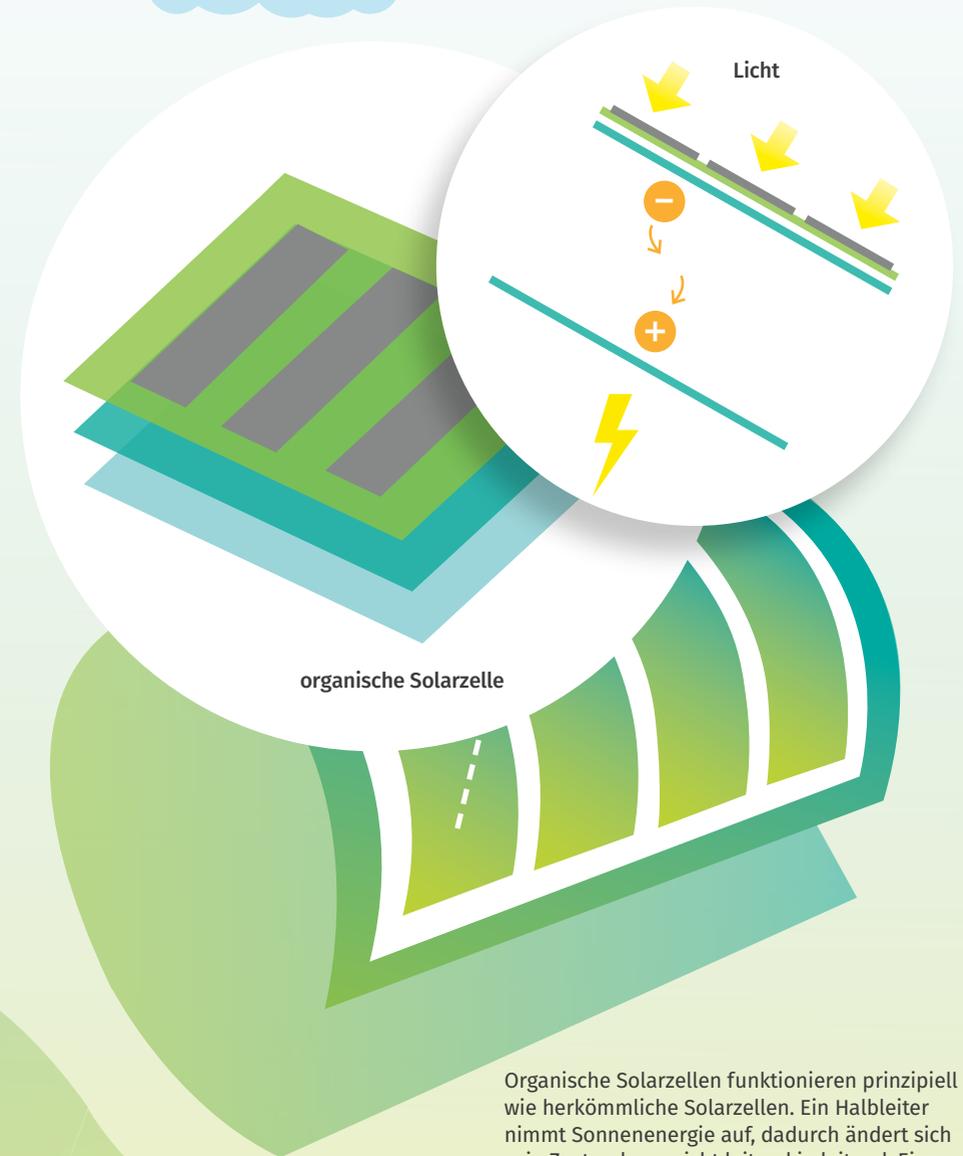
Organische Solarzellen liefern auch dann Solarstrom, wenn die Beleuchtung schwach ist oder schwankt. Sie versprechen Erfolge für mehr erneuerbare Energien in ganz neuen Anwendungsgebieten. Da die Solarzellen flexibel sind, können sie zum Beispiel in Kleidungsstücke genäht werden. Auch fürs Aufladen von Smartphones oder für Solarstrom in Gebäuden ist die Technologie vielversprechend.

AUF DEM WEG ZUR HOCHLEISTUNGS-OPV

Noch ist OPV nicht mit Silizium-Solarzellen wettbewerbsfähig. Die Wirkungsgrade liegen unter den rund 20 Prozent der herkömmlichen Photovoltaik. Jedoch arbeiten Forscher an Hochleistungs-OPV-Zellen, die beispielsweise in Serie geschaltet sind.



ORGANISCHE PHOTOVOLTAIK



Organische Solarzellen funktionieren prinzipiell wie herkömmliche Solarzellen. Ein Halbleiter nimmt Sonnenenergie auf, dadurch ändert sich sein Zustand von nicht leitend in leitend. Eine Doppelschicht aus Halbleitern gibt abwechselnd Elektronen ab und nimmt sie wieder auf. Es fließt Strom. „Organisch“ bedeutet lediglich, dass Kohlenstoffverbindungen eingesetzt werden.

XS-WIND

Höher, größer und leistungsstärker: 1980 waren Windkraftanlagen im Schnitt noch 30 Meter hoch. Heute sind es hundert Meter und mehr, und moderne Großwindkraft kann mittlerweile das 60-Fache leisten als damals. Aber nicht immer müssen Rotordurchmesser so lang sein wie Passagierschiffe. Klimaschutz dank Windenergie geht auch ein paar Nummern kleiner.

KILOWATT STATT MULTIMEGAWATT

Mit Kleinwindkraftanlagen können Verbraucher selbst Strom produzieren, zum Beispiel auf dem Hausdach oder im Garten. Der Rotordurchmesser der „Kleinen“ ist oft kaum größer als eine Satellitenschüssel, ihre Nennleistung beträgt häufig weniger als drei Kilowatt (kW). Nachts können Kleinwindkraftanlagen Photovoltaikanlagen oder Batteriespeicher ergänzen, um Strom zu erzeugen – nicht nur für Gebäude, sondern auch für Sendemasten, Meeresbojen oder Hochseeschiffe. Das macht Kleinwindkraftanlagen zu einem zentralen Bestandteil einer autarken Energieversorgung und gleichzeitig schonen sie das Klima.

20.000 KLEINE, 26.000 GROSSE

2015 waren schätzungsweise rund 20.000 Kleinwindkraftanlagen in Deutschland installiert. Zum Vergleich: Im selben Jahr gab es hierzulande rund 26.000 große Anlagen, sowohl zu Lande als auch auf dem Meer. Wie viele kleine Anlagen es genau sind, ist aber nicht zu sagen. Denn die Installation wird erst seit 2014 statistisch erfasst. Das zeigt, dass die Nutzung von Kleinwindkraftanlagen in Deutschland noch am Anfang steht. In der Großwindkraft dagegen ist Deutschland weltweit führend.

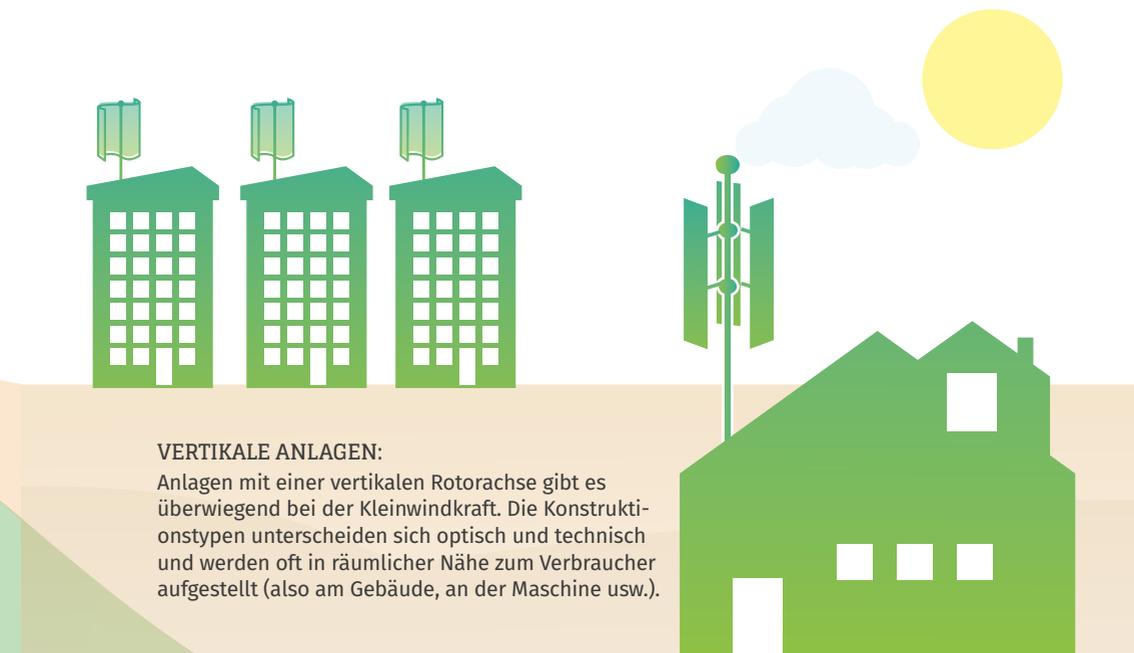
AB WANN GELTEN WINDKRAFTANLAGEN ALS „KLEIN“?

Es gibt keine exakte Definition, ab wann eine Kleinwindkraftanlage als solche gilt. Oft werden Windkraftanlagen mit einer Leistung von weniger als 3 kW zur sogenannten „Mikro-Windkraft“ gezählt. Bei einer Leistung von etwa 3 bis 30 kW spricht man von „Kleinwindkraft“. Zum Vergleich: Die größten modernen Offshore-Windkraftanlagen erreichen Nennleistungen von bis zu 8 Megawatt (MW).

KLEINWINDKRAFT



HORIZONTALE ANLAGEN:
Viele große und kleine Windkraftanlagen haben eine horizontale Rotorachse.



VERTIKALE ANLAGEN:
Anlagen mit einer vertikalen Rotorachse gibt es überwiegend bei der Kleinwindkraft. Die Konstruktionstypen unterscheiden sich optisch und technisch und werden oft in räumlicher Nähe zum Verbraucher aufgestellt (also am Gebäude, an der Maschine usw.).

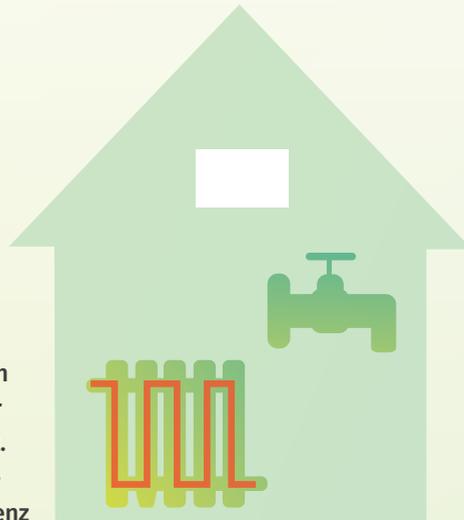


SEKTORKOPPLUNG



32,3 PROZENT
des Jahresstromverbrauchs in
Deutschland deckten im Jahr 2016
die erneuerbaren Energien. 2025
sollen es bis zu 45 Prozent sein.

Fast **90 PROZENT**
des Energieverbrauchs eines privaten
Haushalts in Deutschland werden für
Heizung und Warmwasser verwendet.
Deswegen spielt Wärme eine heraus-
ragende Rolle für mehr Energieeffizienz
und mehr Klimaschutz.



GEMEINSAM EFFIZIENTER

Geht es um erneuerbare Energien, denken viele an Strom. Dabei ist Strom nur einer von mehreren großen Energieverbrauchssektoren – neben Verkehr, Wärme und Kälte. Der Unterschied: Während beim Strom heute mehr als ein Drittel aus erneuerbaren Energien stammt, basieren die Wärme- und Kälteerzeugung sowie der Verkehr noch immer stark auf fossilen Energieträgern. Das soll sich ändern. Dabei hilft die Idee der Sektorkopplung.

MEHR ÖKOSTROM, WENIGER CO₂

Der Gedanke: Erneuerbare Energien sollen Strom für Verkehr, Wärme und Kälte bereitstellen. Denn Fahren, Heizen und Kühlen funktioniert immer häufiger auch mit Ökostrom anstatt mit Benzin und Öl, zum Beispiel mit Elektrofahrzeugen, Wärmepumpen, Brennstoffzellen und vielem mehr. Werden diese modernen Technologien angewendet, kann immer mehr auf fossile Energien verzichtet werden.

Sektoren werden also „gekoppelt“, und erneuerbarer Strom hilft beim CO₂-Sparen in anderen Bereichen. Eine sinnvolle Kopplung ist allerdings nur möglich, wenn die einzelnen Systeme konsequent übergreifend gedacht werden.



Rund **160 MILLIONEN**
Tonnen CO₂ verursacht der Verkehrssektor
jährlich in Deutschland. Das sind fast 20
Prozent der Gesamtemissionen. 95 Prozent
davon verursacht der Straßenverkehr.

UND AUSSER CO₂?

Geht es um den Klimawandel, reden alle von CO₂. Kein Wunder, denn Kohlendioxid ist das mit Abstand wichtigste Treibhausgas. Laut Umweltbundesamt hat sich der weltweite CO₂-Anstieg seit Mitte des 20. Jahrhunderts mehr als verdreifacht. Doch auch andere Treibhausgase spielen beim Klimawandel eine wichtige Rolle.

METHAN, LACHGAS UND F-GASE

Viele Treibhausgase entstehen in westlichen Industrienationen oder werden dort eingesetzt – zum Beispiel in der industrialisierten Landwirtschaft, in der Massentierhaltung und in chemischen Prozessen in der Industrie. In Deutschland entfielen laut Umweltbundesamt im Jahr 2014 bei der Freisetzung von Treibhausgasen 87,9 Prozent auf Kohlendioxid, 6,2 Prozent auf Methan, 4,3 Prozent auf Lachgas und 1,6 Prozent auf sogenannte F-Gase.

DER TREIBHAUSEFFEKT

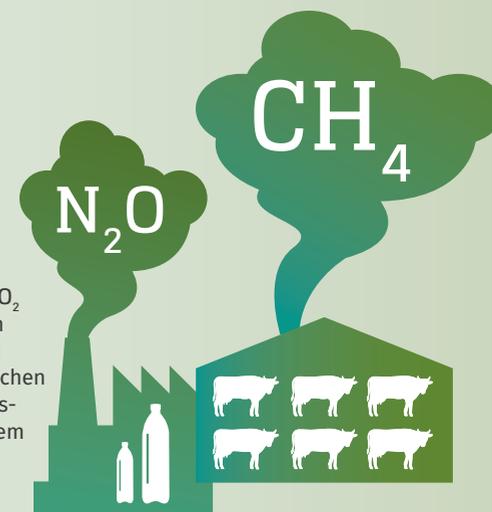
Gelangen Treibhausgase über ein natürliches Maß hinaus in die Atmosphäre, hat das große Auswirkungen. Die Gasteilchen absorbieren einen Teil der Wärme, die von der Erde ins All abgegeben wird. In der Folge wird die Erdatmosphäre wärmer, Gletscher schmelzen, der Wasserspiegel der Ozeane steigt. Überall beeinflusst der Klimawandel das Leben von Menschen, Tieren und Pflanzen. Mancherorts sind die Konsequenzen besonders drastisch: Inselstaaten sind vom Untergang bedroht, und in vielen Ländern lassen Dürren oder Überschwemmungen lebenswichtige Ernten ausfallen.

WEITERE TREIBHAUSGASE



CO₂ VERWEILT ETWA 120 JAHRE IN DER ATMOSPHERE
Kohlendioxid ist geruch- und farblos und entsteht hauptsächlich unter anderem bei der Verbrennung von Kohle, Erdöl und Erdgas.

25-MAL SO TREIBHAUSWIRKSAM WIE CO₂
Methan (CH₄) bleibt 9 bis 15 Jahre in der Atmosphäre. In Deutschland entsteht es insbesondere in der Massentierhaltung sowie in Klärwerken und Mülldeponien. Um den Methanaustritt zu verringern, kann das Gas beispielsweise für die Energiegewinnung aus Gülle eingesetzt werden.



FAST 300-MAL SO TREIBHAUSWIRKSAM WIE CO₂
Lachgas (N₂O) verweilt durchschnittlich 114 Jahre in der Atmosphäre. Es stammt aus Kunstdüngern und entsteht in der Massentierhaltung sowie in chemischen Prozessen, wie der Kunststoffindustrie. Um den Ausstoß von Lachgas zu senken, kommen unter anderem moderne Katalysator-Technologien zum Einsatz.



MEHR ALS TAUSEND MAL SO TREIBHAUSWIRKSAM WIE CO₂
F-Gase sind „fluorierte Treibhausgase“. Dazu zählen zum Beispiel wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe (HFKW), perfluorierte Kohlenwasserstoffe (FKW) und Schwefelhexafluorid (SF₆). Sie verweilen deutlich länger in der Atmosphäre als die anderen Treibhausgase und werden meist künstlich hergestellt, etwa als Kältemittel für Kälte- und Klimaanlage, für Kühl- und Löschmittel oder als Isoliergas für Schallschutzscheiben und Hochspannungs-Schaltanlagen. Damit F-Gase nicht in die Atmosphäre entweichen, sind Dichtigkeitsanforderungen und ein sachkundiger Einsatz vorgeschrieben. 2016 haben sich die Vereinten Nationen geeinigt, klimaschädliche Fluorkohlenwasserstoffe abzuschaffen.

WEITERE INFORMATIONEN

co2online engagiert sich als gemeinnützige Beratungsgesellschaft für Klimaschutz, Energiesparen und geringere Strom- und Heizkosten.

www.co2online.de

Die vom Bundesumweltministerium geförderte Klimaschutzkampagne informiert über Klimaschutz, Klimawandel und dessen Folgen.

www.klima-sucht-schutz.de/klimaschutz

Welche Klimaschutztechnologie passt zu meinem Gebäude? Welche Maßnahme lohnt sich für mich? Wo finde ich Förderprogramme und Experten für die Umsetzung? Antworten finden Sie individuell bei den Energiespar-Checks von co2online:

www.co2online.de/energiesparchecks

Das Energiesparkonto begleitet Sie dauerhaft beim Energiesparen, misst Ihre Effizienzerfolge und zeigt den Vergleich mit anderen Haushalten:

www.energiesparkonto.de

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit

www.bmub.bund.de

Umweltbundesamt

www.uba.de

IMPRESSUM

Herausgeber:

co2online gemeinnützige GmbH
Hochkirchstraße 9, 10829 Berlin
info@co2online.de

Konzept, Beratung und Redaktion:

Bernd-Oliver Käter
www.bok.berlin

Gestaltung, Illustration und Satz:

Anja Teßmann / Art Direction & Design Studio
www.anja-tessmann.de

Bildnachweise:

BMUB/Thomas Imo, www.co2online.de/Phil Dera,
www.istockphoto.com, www.shutterstock.com

Stand: März 2017

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier. Die CO₂-Emissionen des Drucks hat co2online kompensiert. Diese Veröffentlichung wird kostenlos abgegeben (solange der Vorrat reicht) und ist nicht für den Verkauf bestimmt. Die Erstellung dieser Broschüre wird durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit gefördert.



co2online



www.co2online.de 

 www.co2online.de/facebook

 www.co2online.de/twitter

co2online engagiert sich für Klimaschutz, Energiesparen und geringere Strom- und Heizkosten.