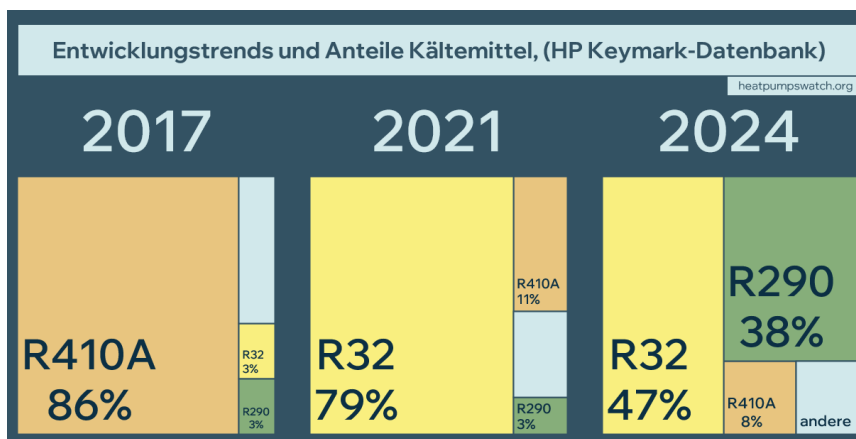


## 18-TEILIGE SERIE WÄRMEPUMPEN: DEINE FRAGEN JETZT BEANTWORTET

16/18

### Kältemittel

Autor: Dr.-Ing. Marek Miara, erschienen am 10.03.2026



1

Das Kältemittel zirkuliert in jeder Wärmepumpe und vollzieht den eigentlichen Wärmetransport – eine technisch unverzichtbare Komponente, die sich in den letzten Jahrzehnten grundlegend gewandelt hat: von ozonschädlichen FCKWs über klimawirksame HFKWs bis hin zu natürlichen Alternativen wie Propan. Welches Kältemittel zum Einsatz kommt, beeinflusst Effizienz, Klimabilanz und Sicherheit – und ist damit relevanter für die Kaufentscheidung, als es auf den ersten Blick scheint.

Eine Wärmepumpe besteht aus vier Komponenten: Verdampfer, Verdichter, Verflüssiger und Expansionsventil. Die Substanz, die durch alle vier zirkuliert und den eigentlichen Wärmetransport vollzieht, ist das Kältemittel.

Bestimmte Kältemittel haben sich in der Vergangenheit als ökologisch problematisch erwiesen und globale Regulierungsprozesse ausgelöst – aber auch gezeigt, dass die Branche zur Anpassung fähig ist. Der erzwungene Abschied von den ozonzerstörenden FCKW in den 1990er Jahren ist eines der wenigen Beispiele, bei denen ein globaler Regulierungseingriff messbar gewirkt hat: Die Ozonschicht erholt sich nachweislich.<sup>1</sup> Heute steht erneut ein Wechsel an.

## Was ein Kältemittel leistet

Das Kältemittel ist der Stoff, der in einer Wärmepumpe zirkuliert und den Wärmetransport ermöglicht. Entscheidend ist dabei sein Siedepunkt: Wasser verdampft bei 100 Grad Celsius – andere Stoffe bereits bei minus 40 Grad oder darunter. Genau das macht sie zu Kältemitteln.

Wenn eine Flüssigkeit verdampft, nimmt sie Wärme aus ihrer Umgebung auf. Ein Kältemittel mit einem tiefen Siedepunkt kann selbst aus kalter Außenluft noch Wärme aufnehmen – Außenluft von minus zehn Grad ist für ein solches Kältemittel warm genug, um den Phasenübergang auszulösen. Im Verdampfer nimmt das flüssige Kältemittel diese Wärme auf und verdampft. Der Verdichter erhöht den Druck des Gases und damit seine Temperatur. Im Verflüssiger gibt es die Wärme an das Heizungswasser ab und wird wieder flüssig. Das Expansionsventil senkt schließlich den Druck, kühlt das Kältemittel ab – und der Kreislauf beginnt von vorn.

*Das Kältemittel ist der Stoff, der die Wärme der Wärmequelle aufnimmt und sie an das Heizungswasser abgibt*

## Eine kurze Geschichte der Kältemittel

Kältemittel haben in der Regel einen chemisch komplexen Namen und dazu eine Kurzbezeichnung, die mit dem Buchstaben R beginnt – für Refrigerant, englisch für Kältemittel. R410A, R32, R290: Diese Bezeichnungen folgen einem genormten System, das Auskunft über die chemische Zusammensetzung gibt. Im Alltag reicht es, die Kurzbezeichnung zu kennen – sie steht auf dem Typenschild jeder Wärmepumpe und ist die Grundlage aller regulatorischen Anforderungen.

2

### Pionierzeit: Natürliche, aber gefährliche Stoffe

Die frühe Kältetechnik des 19. Jahrhunderts arbeitete mit natürlichen Stoffen: Ammoniak, Schwefeldioxid, Kohlendioxid. Diese Stoffe sind thermodynamisch leistungsfähig – Ammoniak wird bis heute in Industriekälteanlagen eingesetzt. Ihr Problem war die Gefährlichkeit: Ammoniak ist toxisch, Schwefeldioxid stark ätzend, und Kohlendioxid erfordert sehr hohe Betriebsdrücke.

### Der vermeintliche Durchbruch: FCKW

1930 präsentierte ein amerikanischer Chemiker auf einer Fachkonferenz einen neuen Stoff, der alles besser machen sollte. Er demonstrierte seine Harmlosigkeit, indem er eine Lungenfüllung davon einatmete und damit eine Kerze auslöschte. Die neu entwickelten synthetischen Kältemittel – damals unter dem Markennamen Freon bekannt – schienen die perfekte Lösung: chemisch stabil, nicht brennbar, nicht toxisch, technisch gut handhabbar.

Ihre chemische Stabilität wurde zum ökologischen Problem: Diese Stoffe steigen in die obere Atmosphäre auf und zerstören dort die Ozonschicht. In den 1970er Jahren wurde dieser Mechanismus wissenschaftlich nachgewiesen<sup>2</sup>, 1985 das wachsende Ozonloch über der Antarktis dokumentiert<sup>3</sup>. Das Montrealer Protokoll von 1987 ordnete den weltweiten Ausstieg an – heute gilt es als eines der wirksamsten Umweltabkommen der Geschichte.

*Die Geschichte der Kältemittel ist ein Hin und Her aus Umweltverträglichkeit und Sicherheit für den Menschen*

### Ozonfreundlich, aber klimaschädlich

Der Ersatz für die FCKW waren Stoffe, die kein Chlor mehr enthielten und die Ozonschicht nicht angreifen. Damit war das eine Problem gelöst – doch das nächste

folgte: Ihr Treibhauspotenzial ist erheblich. Ein verbreitetes Kältemittel dieser Generation, R410A, wirkt pro Kilogramm über 2.000-mal stärker als CO<sub>2</sub>. Diese Eigenschaft wurde erst nach breiter Einführung vollständig verstanden.

### Kältemittel im Vergleich: Klimawirkung und Regulierung

Das Ozonproblem der FCKW-Ära gilt heute als gelöst. Die entscheidende Kenngröße ist heute das Treibhauspotenzial – GWP, Global Warming Potential. Es beschreibt, wie stark ein Kilogramm eines Stoffs das Klima erwärmt, verglichen mit einem Kilogramm CO<sub>2</sub> über 100 Jahre. Die EU hat daraus Konsequenzen gezogen: Die F-Gase-Verordnung setzt einen GWP-Grenzwert von 150 für neue Wärmepumpen bis 12 kW ab 2027 fest<sup>4</sup>. R410A und R32 – die bisherigen Standardkältemittel – überschreiten diesen Wert deutlich. Bestandsanlagen dürfen weiterbetrieben werden.

Synthetische Kältemittel der neuesten Generation, sogenannte HFOs, haben sehr niedrige GWP-Werte und würden den Grenzwert erfüllen. Ihr Problem liegt anderswo: Sie zersetzen sich in der Atmosphäre zu Trifluoressigsäure TFA – ein Stoff, der extrem persistent und biologisch kaum abbaubar ist<sup>5</sup>. Wissenschaftliche Studien zeigen, dass dessen Konzentrationen in Regen, Böden und Trinkwasser irreversibel zunehmen<sup>6</sup>. Das Zulassungsfenster für HFOs könnte sich durch diese Debatte enger schließen, als ihre niedrigen GWP-Werte vermuten lassen.<sup>7</sup>

3

| Kältemittel   | GWP   | EU-Status ab 2027                    |
|---------------|-------|--------------------------------------|
| R410A         | 2.088 | Keine Neuzulassung in WP bis 12 kW   |
| R32           | 675   | Keine Neuzulassung in WP bis 12 kW   |
| HFOs          | 1–10  | Zulässig; TFA-Kontroverse            |
| R290 (Propan) | < 0,1 | Zulässig; erfüllt alle Anforderungen |

Tabelle 1: Kältemittel im Vergleich

### Propan (R290): Eigenschaften, Vorteile, Sicherheit

Propan ist ein natürlicher Kohlenwasserstoff, der seit Jahrzehnten in der Kältetechnik eingesetzt wird. Als Kältemittel wird es in hochreiner Form verwendet – mit einem Reinheitsgrad von über 99,5 Prozent, frei von Feuchtigkeit und anderen Kohlenwasserstoffen. Nur in dieser Qualität liefert es die thermodynamischen Eigenschaften, die eine Wärmepumpe für effizienten und sicheren Betrieb benötigt. Als Kältemittel in Wärmepumpen hat es einen entscheidenden Vorteil gegenüber den synthetischen Alternativen: Es wirkt praktisch nicht als Treibhausgas und erfüllt damit die ab 2027 geltenden EU-Anforderungen ohne Einschränkungen.

*Propan hat praktisch keinen Treibhauseffekt und erfüllt EU-Anforderungen.*

Thermodynamisch ist Propan gut geeignet. Es nimmt Wärme auch bei tiefen Außentemperaturen effizient auf und arbeitet bei moderaten Drücken. Studien zeigen, dass R290-Wärmepumpen im Heizbetrieb vergleichbare oder leicht bessere Effizienzwerte erzielen als Anlagen mit synthetischen Kältemitteln<sup>8,9,10</sup>. Ein praktisch relevanter Vorteil: Propan-Geräte erreichen im Durchschnitt maximale Vorlauftemperaturen von 70 °C, einzelne Modelle sogar bis 80 °C – deutlich mehr als R32- oder R410A-Anlagen mit typisch 60 °C. Das macht Propan-Wärmepumpen auch für ältere Gebäude mit höheren Heizsystemtemperaturen geeignet.<sup>11</sup>

*Die hohen Temperaturen, die mit Propan erreicht werden können, bieten sich besonders für ältere Gebäude an*

### Die Herausforderung: Brennbarkeit

Propan gehört nach der Europäischen Norm EN 378 zur Sicherheitsklasse A3 – höchste Brennbarkeit, geringe Toxizität. Das prägt die Konstruktion und Installation in mehrfacher Hinsicht.<sup>12</sup>

Propan-Wärmepumpen werden heute überwiegend als sogenannte Monoblock-Geräte gebaut: Das gesamte Kältemittelsystem – Verdichter, Wärmetauscher und alle Leitungen – befindet sich in einer einzigen Außeneinheit. Ins Gebäude führen nur Wasserleitungen. Das vereinfacht die Sicherheitsanforderungen erheblich, weil ein eventuelles Leck in der Außenluft sofort verdünnt wird und keine Konzentration im Innenraum entstehen kann.

*In einem Monoblock-Gerät befindet sich der gesamte Kältekreislauf außerhalb des Hauses. Das senkt die Gefahr durch Brennbarkeit noch weiter.*

Bei den sogenannten Split-Systemen, bei der Innen- und Außengerät durch Kältemittelleitungen verbunden sind – ist die Sicherstellung dieser Anforderungen aufwendiger. Die Kältemittelmenge, die im Gebäude eingesetzt werden darf, ist normativ begrenzt. Deshalb hat sich der Monoblock bei Propan-Wärmepumpen im Wohngebäudebereich als Standardkonzept durchgesetzt.

### Keine Angst, aber Respekt

Der Kältekreislauf einer Wärmepumpe ist ein hermetisch geschlossenes, fest installiertes System. Das Kältemittel zirkuliert darin dauerhaft ohne Kontakt zur Umgebung. Bewohner kommen damit zu keinem Zeitpunkt in Berührung.

Kältemittel in einer Wärmepumpe ist kein Verbrauchsstoff. Es wird nicht aufgebraucht, muss nicht nachgefüllt und bleibt unter normalen Betriebsbedingungen dauerhaft im System. Dies gilt für den Wohngebäudebereich – bei großen industriellen Kälteanlagen ist die Technik anders aufgebaut.

Zur Einordnung der Füllmengen: Eine handelsübliche Propanflasche für Grill oder Campingkocher enthält 5 bis 11 Kilogramm Gas. Die Kältemittelfüllmenge einer Wärmepumpe für ein Einfamilienhaus liegt typischerweise bei 0,5 bis 2,5 Kilogramm. Aktuelle Forschungsprojekte – und erste Serienprodukte – kommen bereits mit unter 150 Gramm aus.<sup>13</sup>

Propan ist zwar brennbar, aber entzündet sich in der Luft nur innerhalb eines bestimmten Konzentrationsfensters. Das ist aber nur dann relevant, wenn tatsächlich Gas ausströmt. Dafür müsste das hermetische System erst versagen, das Gas in ausreichender Konzentration in einem Raum ansammelt, und dann müsste noch eine Zündquelle hinzukommen. Für diesen Fall sind Wärmepumpen mit unterschiedlichen aktiven und passiven Sicherheitsmechanismen ausgestattet.

Bei korrekt installierten und gewarteten Anlagen ist eine gefährliche Situation sehr unwahrscheinlich. Es sind keine erhöhten Unfallraten bei R290-Anlagen gegenüber Systemen mit nicht brennbaren Kältemitteln bekannt.

Was die Brennbarkeit verlangt, ist keine besondere Vorsicht im Betrieb notwendig, sondern Sorgfalt bei der Installation und Wartung. Beide müssen von zertifiziertem Fachpersonal durchgeführt werden – das ist gesetzlich vorgeschrieben und unterscheidet sich nicht zu anderen Kältemitteln.

Zum Verständnis: In Millionen europäischer Haushalte stehen Gasheizungen, die im Normalbetrieb täglich Erdgas verbrennen – einem Stoff, der ebenfalls brennbar ist und zudem flüchtig und geruchslos wäre, wenn kein Warnstoff zugemischt würde. Propan in einer Wärmepumpe wird dagegen nie verbrannt und nie freigesetzt. Technisch sind diese beiden Risiken nicht vergleichbar.

*Bei korrekter  
Installation und  
Wartung sind  
Propan-Geräte  
nicht riskanter als  
Wärmepumpen  
mit anderen  
Kältemitteln*

## Der Markt im Wandel: Was Zertifizierungsdaten zeigen

Marktdaten zeigen, wie schnell sich die Branche tatsächlich bewegt. Eine Auswertung von 2.443 Wärmepumpenmodellen aus dem europäischen Zertifizierungsregister zeigt ein klares Bild der Kältemittel-Transition: Noch 2016/17 setzten über 80 Prozent der neu zertifizierten Wärmepumpen auf R410A. Ab 2018 begann R32 R410A zu verdrängen und erreichte 2021 einen Spitzenanteil von 79 Prozent. Seitdem vollzieht sich eine zweite Welle: Propan stieg ab 2022 kontinuierlich an und kam bei den Neuzertifizierungen 2024 bereits auf 38 Prozent.

Ein weiterer Trend verbunden mit den thermodynamischen Eigenschaften des Propan: Die maximalen Vorlauftemperaturen der zertifizierten Modelle sind seit 2017 von durchschnittlich 57 °C auf 62 °C gestiegen – als Ursache liegt in der zunehmenden Verbreitung von Propan. Das Kältemittel beeinflusst damit weniger das Effizienzniveau als das Einsatzspektrum: Wärmepumpen werden durch den Wechsel zu R290 für mehr Gebäude zugänglich.

## Was das für Käufer einer Wärmepumpe bedeutet

Das Kältemittel muss keine Kaufentscheidung sein – kann es aber werden. Jede heute zugelassene Wärmepumpe wird die nächsten 20 Jahre problemlos laufen können. Eine Entscheidung für Propan ist dabei generell eine gute und zukunftssichere Wahl.

Propan-Anlagen erfüllen die ab 2027 geltenden EU-Anforderungen ohne Anpassung. Anlagen mit anderen zugelassenen Kältemitteln bleiben regulatorisch zulässig, solange sie im Betrieb sind. Europäische Hersteller haben ihre Produktlinien mit natürlichen Kältemitteln inzwischen weitgehend aufgebaut; viele Anbieter – besonders aus asiatischen Ländern – befinden sich noch im Übergang.

Propan-Systeme kosten derzeit rund 10 bis 15 Prozent mehr als gleichwertige Geräte mit synthetischen Kältemitteln – bedingt durch aufwändigere Sicherheitskomponenten.<sup>14</sup> Diese Systeme entwickeln sich jedoch rasch zum Standard, die Sicherheitstechnik ist ausgereift, und die Preisunterschiede werden in den kommenden Jahren nicht mehr ins Gewicht fallen.

## Zusammenfassung

Die Geschichte der Kältemittel ist eine Geschichte des Lernens: Neue Stoffe lösten reale Probleme – und brachten neue Hindernisse mit sich, auf die die Wissenschaft und Regulierungsbehörden reagiert haben. Die Branche kehrt heute, mit den Sicherheitsstandards und der Fertigungspräzision des 21. Jahrhunderts, zu natürlichen Kältemitteln zurück, die bereits am Anfang der Kältetechnik standen.

Propan vereint thermodynamische Eignung, minimale Klimawirkung und globale Verfügbarkeit. Die Brennbarkeit ist durch jahrzehntelange Erfahrung in der Kältetechnik konstruktiv beherrschbar. Entscheidend dabei ist, dass der Kältekreis hermetisch geschlossen ist – das ist die wichtigste Eigenschaft des Systems: kein Kontakt, kein Eingriff, kein Wartungsaufwand für Bewohner. Die F-Gase-Verordnung setzt den regulatorischen Rahmen: Ab 2027 sind in Neuanlagen nur noch Kältemittel unter GWP 150 zulässig. Der Markt bewegt sich bereits in diese Richtung.

Eines verdient abschließend Klarstellung: Jede Wärmepumpe mit einem heute zugelassenen Kältemittel ist in ihrer ökologischen Gesamtbilanz einem Gaskessel weit überlegen. Das Kältemittel trägt zur Klimabilanz in einem kleinen Ausmaß bei – der entscheidende Faktor ist der Strom, mit dem die Wärmepumpe betrieben wird. Dessen Klimawirkung sinkt mit jedem Prozentpunkt erneuerbarer Energie im Netz.

## 6

<sup>1</sup> World Meteorological Organization (WMO) (2025): WMO Ozone Bulletin 2025. Veröffentlicht September 2025. Online verfügbar unter: <https://wmo.int>

<sup>2</sup> Molina, M. J.; Rowland, F. S. (1974): Stratospheric sink for chlorofluoromethanes: chlorine atom-catalysed destruction of ozone. *Nature* 249, 810–812. DOI: 10.1038/249810a0

<sup>3</sup> Farman, J. C.; Gardiner, B. G.; Shanklin, J. D. (1985): Large losses of total ozone in Antarctica reveal seasonal ClO<sub>x</sub>/NO<sub>x</sub> interaction. *Nature* 315, 207–210. DOI: 10.1038/315207a0

<sup>4</sup> Europäisches Parlament / Rat der EU (2024): Verordnung (EU) 2024/573 über fluorierte Treibhausgase (F-Gase-Verordnung). Amtsblatt der EU, 7. Februar 2024.

<sup>5</sup> Holland, R. et al. (2021): Investigation of the production of trifluoroacetic acid from HFC-134a and HFO-1234yf using a global 3D chemical transport model. *ACS Earth and Space Chemistry* 5(4), 849–857. DOI: 10.1021/acsearthspacechem.0c00355

<sup>6</sup> Arp, H. P. H.; Gredelj, A.; Glüge, J.; Scheringer, M.; Cousins, I. T. (2024): The global threat from the irreversible accumulation of trifluoroacetic acid (TFA). *Environmental Science & Technology* 58(45), 19925–19935. DOI: 10.1021/acs.est.4c06189

<sup>7</sup> Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) (2024): Antrag auf Einstufung von Trifluoressigsäure (TFA) als reproduktionstoxisch bei ECHA. Berlin, 2024.

<sup>8</sup> Lee, A.; Cheng, S. (2023): A comparative study of R134a and propane (R290) as refrigerants in heat pump water heaters. *Journal of Energy and Power Technology* 5(3), 029. DOI: 10.21926/jept.2303029

<sup>9</sup> Experimental study on the performance of R290 air-water heat pump with vapor injection for cold climate. Proceedings of the 26th IIR International Congress of Refrigeration, Paris, August 2023. IIR Fridoc 147440.

---

<sup>10</sup> Zhu, Y. et al. (2025): Recent advances on performance enhancement of propane heat pump for heating applications. Energy 311, 133423. DOI: 10.1016/j.energy.2024.133423

<sup>11</sup> Lämmle, M.; Tomás, L. (2025): Datenbasierte Auswertung der technischen Kenndaten von zertifizierten Wärmepumpen. In: HLH – Lüftung, Heizung, Klima, Haustechnik, Bd. 76, Nr. 04, S. 26–31. Hochschule Offenburg.

<sup>12</sup> EN 378-1 bis 378-4 (2016/2021): Kälteanlagen und Wärmepumpen – Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen. CEN.

<sup>13</sup> Schnabel, L. et al. (2024): LC150 – Entwicklung eines kältemittelreduzierten Wärmepumpen-Moduls mit Propan. Fraunhofer ISE, Freiburg.

<sup>14</sup> Bundesverband Wärmepumpe (BWP) (2025): Kältemittel in Wärmepumpen – Marktübersicht und Ausblick. Berlin: BWP.