



---

## Ergebnisprotokoll zum Expertenworkshop

# Etablierung von effizienten Wärmepumpen mit natürlichen Kältemitteln in verschiedenen Anwendungssektoren

**Wann?** am 4. April 2019 von 13 bis 16 Uhr

**Wo?** Deutsche Umwelthilfe e.V. / Hackescher Markt 4 / 10178 Berlin  
Eingang: Neue Promenade 3 (Dachgeschoss)

---

### Vorstellung des Projektes und Ziel des Expertenworkshops

Mit dem Projekt „Förderung von nicht halogenierten Kältemitteln im Lebensmitteleinzelhandel und in Wärmepumpen“ möchte die Deutsche Umwelthilfe nachhaltige Kälte- und Wärmetechnologien auf der Basis natürlicher Kältemittel vorantreiben, um Treibhausgasemissionen in diesen Sektoren zu reduzieren. Das Projekt wird durch die Nationale Klimaschutzinitiative des Bundesumweltministeriums gefördert. Der Schwerpunkt des Vorhabens soll auf Anwendungen liegen, in denen effiziente Alternativen zu chemischen Kältemitteln vorhanden sind und die das größte Minderungspotenzial aufweisen. Dies gilt für den Einsatz nachhaltiger Kältetechnik im Lebensmitteleinzelhandel sowie im Bereich der Wärmeerzeugung mittels Wärmepumpen.

Gegenstand dieses Expertenworkshops war die Etablierung nachhaltiger Wärmepumpen mit natürlichen Kältemitteln. Derzeit werden Wärmepumpen mit natürlichen Kältemitteln nur zu ca. 5% eingesetzt. Die Gründe hierfür wurden in dem Expertenworkshop diskutiert und Handlungsempfehlungen erarbeitet. Neben dem Thema Effizienz wurden auch Aspekte wie technische Anforderungen, Flexibilität sowie die Anforderungen der Deutschen Chemikalienklimaschutz- bzw. der F-Gas-Verordnung betrachtet. Der Teilnehmerkreis setzte sich aus Experten, Herstellern, Behörden und Anwendern zusammen.

### Auswirkungen des HFKW Phase-Downs auf den Hauswärmepumpenmarkt

Eine aktuelle Studie der Oekorecherche GmbH befasst sich mit der aktuellen Umsetzung der F-Gas-Verordnung in Deutschland und mit der Entwicklung der Verwendung von (natürlichen) Alternativen zu HFKW Kältemitteln in den letzten Jahren in der Kälte- und Klimatechnik. Die Studie betrachtet, in welchen Anwendungsbereichen in den nächsten Jahren mit einer HFKW-Knappheit zu rechnen ist und ob der HFKW-Phase-Down mit verfügbaren Alternativen in Deutschland realisierbar ist?

Hierzu wird der Kältemittelverbrauch in verschiedenen Sektoren betrachtet und verschiedene Szenarien getroffen. Für den Sektor der Haushaltswärmepumpen wurden Annahmen getroffen, dass die Füllmenge

## Etablierung von effizienten Wärmepumpen mit natürlichen Kältemitteln

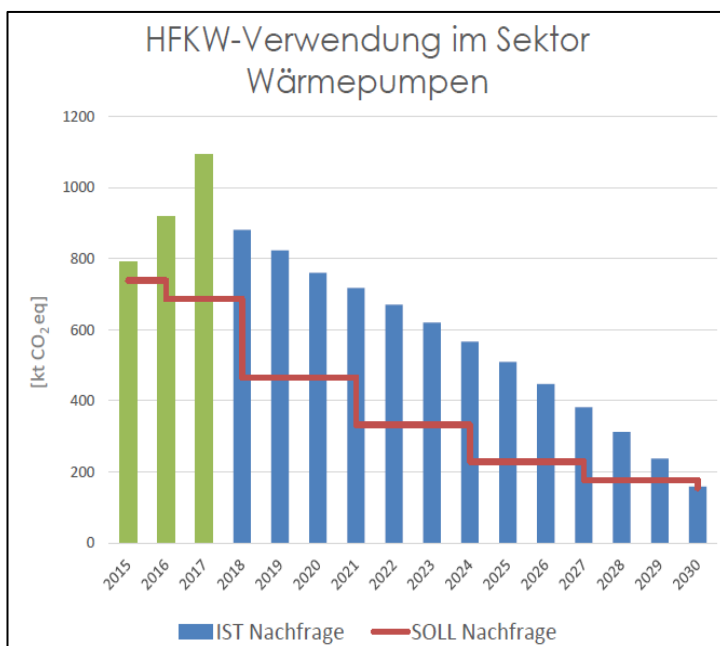
im Schnitt 2,5kg beträgt und das ein sektorales Wachstum von 130% in den Jahren 2015 bis 2030 erreicht wird. Die Installation von Neuanlagen betragen 2015 rund 57.000 und 2030 rund 115.000. Die durchschnittliche Lebensdauer einer Anlage wird mit 15 Jahre veranschlagt.

Mit Blick auf die Kältemittelwahl wurden folgende Marktdurchdringungsraten nach Recherchen und Fachgesprächen der Öko-Recherche GmbH errechnet:

Verwendete Kältemittel in Wärmepumpen	Marktdurchdringungsraten bei Neuanlagen [%]					
	GWP	2015	2018	2020	2025	2030
R410A	2088	40	45	35	0	0
R407C	1774	54	40	20	0	0
R134a	1430	6	6	0	0	0
R513A	631	0	0	2	5	3
R466A	733	0	0	0	2	2
R32	675	0	<1	20	30	12
R454C (R455A/R454B)	148/466	0	0	12	35	50
R290	3	0	7	10	25	30
R744	1	0	< 1	< 1	3	3

Quelle: Öko-Recherche GmbH 2019

Überdies wird in der Studie auch der Vergleich der Soll- und Ist Szenarios bezüglich des zukünftigen HFKW-Verbrauchs betrachtet. So wurde im IST-Szenario in den Jahren 2015 bis 2017 ein Anstieg um 138% auf 1.093 t CO<sub>2</sub>eq der eingesetzten Kältemittel verzeichnet. Projiziert wird ab dem Jahr 2018 eine stetige Verringerung der äquivalenten Verwendungsmengen – jedoch ist eine Erreichung der Zielquote erst im Jahr 2030 zu erwarten. Sollte der HFKW Phase Down bis zum Jahr 2030 in diesem Sektor eingehalten werden, so ist in der Summe eine Einsparung von 3.784kt CO<sub>2</sub>eq notwendig.



Quelle: eigene Berechnung (Ökorecherche 2019)

**Etablierung von effizienten Wärmepumpen mit natürlichen Kältemitteln**Herausforderungen der F-Gase-Verordnung für die Wärmepumpenbranche

Wärmepumpen sind im akkuraten Zustand hermetisch dicht (Leckage ca. 1% p.a. inkl. Totalverluste). Aufwendige Tests in der Fabrikation stellen dies sicher. Bei einem Servicefall wird das Kältemittel meist wiederverwendet oder entnommen und einer Aufbereitung zugeführt. Am Ende der Lebensdauer der Wärmepumpe wird das Kältemittel entnommen und recycelt bzw. aufbereitet und wiederverwendet oder ggfs. fachgerecht entsorgt (zerstört). Der Kältemittelbedarf der WP-Branche fällt fast ausschließlich in der Fertigung an. Die üblichen Füllmengen liegen bei rund 2 bis 6kg.

Mit dem Phase-Down wurde genau der Effekt erzielt, den die Branche erwartet hat. Kältemittel mit hohem GWP (global warming potential) wurden ca. 400-500% teurer. Durch diese Preiserhöhung des Phase-Downs liegen die Kosten der Kältemittelchargen für eine 3 kg Wärmepumpen nun im unteren dreistelligen Euro Bereich. Durch die Preiserhöhung sowie die Verknappung von Kältemitteln entsteht ein Handlungsdruck zur Verwendung von alternativen Kältemitteln mit geringerem GWP, einer Präferenz für die Klassen low (GWP<750) und very low (GWP<150). Die Aufbereitung der Kältemittel ist weitestgehend der wirtschaftliche Standard. Der Anteil von wiederverwendeten und aufbereiteten Kältemitteln liegt vermutlich unter 10-20 %. Bei Serviceeinsätzen im Feld wird oft recyceltes Kältemittel verwendet – bei Neuen ist auch das Kältemittel zumeist neu.

Bezüglich der Klimabilanz gegenüber konventionellen Heizsystemen hat die Wärmepumpe eine ca. 40 prozentige CO<sub>2</sub>-Einsparung – gegenüber Gaskessel sogar bis zu 55%. Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass Wärmepumpen – egal mit welchem Kältemittel – geringere CO<sub>2</sub> Emissionen aufweisen. Zukünftig interessant erscheinen nur Kältemittel der Kategorie A2l und A3. Hier findet man die Zielkonflikte: Effizienz und Sicherheit. Bei der Verwendung brennbarer Kältemittel werden neue Sicherheitskonzepte unabdingbar sein – hierzu sind Investitionen der Hersteller notwendig, da z.B. das Personal geschult werden muss. Welche genaue Richtung in der Wahl der Kältemittelklasse eingeschlagen wird, hängt hierbei von den jeweiligen Unternehmen ab.

Neue Kältemittel bedingen meist auch Änderungen an den Kältekreisen. Hierfür sind entsprechende von den Komponentenherstellern freigegebene Komponenten für den Einsatz in Wärmepumpen zu qualifizieren und einzusetzen. Die Entwicklung entsprechender Komponenten ist (zeit-) aufwendig. Durch den Umgang mit Substanzen einer anderen Sicherheitsgruppe muss die Risikoanalyse beginnend ab der Fertigung über den Betrieb bis zum Rückbau angepasst und Sicherheitskonzepte für den Umgang mit entflammenden Substanzen eingeführt werden. Dabei sind die gültigen Regelwerke (z.B. Betriebssicherheitsverordnung, TRBS, TRGS, Bauvorschriften) zu beachten. Fachpartner müssen für die Handhabung von Anlagen mit alternativen, entzündlichen Kältemitteln qualifiziert werden, z.B. durch Schulungen nach EN 13313 (Kälteanlagen und Wärmepumpen - Sachkunde von Personal).

Werden innenaufgestellte Wärmepumpen mit A2L-, A2- oder A3-Kältemitteln betrieben, sind die baulichen Anforderungen zu beachten und entsprechende Sicherheitskonzepte zu erstellen. Die Einhaltung der Anforderungen an Aufstellbedingungen bezüglich Raumgröße und Sicherheitseinrichtungen sind bei Innenaufstellung mit entsprechenden Mehrkosten verbunden. Bei neuen Produkten mit alternativen/entzündlichen Kältemitteln sind entsprechende Hinweise in den Installationsanleitungen zu ergänzen, z.B. hinsichtlich Raumgrößenbeschränkungen bezogen auf die Kältemittelfüllmenge.

**Etablierung von effizienten Wärmepumpen mit natürlichen Kältemitteln**Wärmepumpen mit natürlichen Kältemitteln aus Herstellersicht

Die Entscheidung des Unternehmens AIT für die Serienproduktion von Propanwärmepumpen ist begründet auf vielen Faktoren: Hierzu gehören die hohen Vorlauftemperaturen von 70°C, die lange Verfügbarkeit des Kältemittels sowie dessen geringes Erderwärmungspotenzial (GWP 3).

Jedoch kann Propan nur in Wärmepumpen für den Außeneinsatz genutzt werden.

Für die Entwicklung der Wärmepumpen mit R290 war keine besondere Konstruktion außer dem Wärmetauscher sowie der Dichtung des Schaltkastens notwendig, welches nur zu marginal höheren Kosten führte. Auch wurden ausschließlich für das Kältemittel R290-zugelassene Komponenten eingesetzt. Es wurde ein Sicherheitskonzept erarbeitet und verifiziert und somit konnte R290 in einer Serienfertigung eingesetzt werden. Hierbei ist das Training der Kunden, der Services und der Produktion verpflichtend – so wie bei jedem anderen Kältemittel auch. Die hierfür entstehenden zusätzlichen Kosten sind vertretbar im Vergleich zu anderen Kältemitteln. Auch sind zur Erzielung hoher Vorlauftemperaturen weniger Komponenten nötig als bei EVI-Technologien.

Jedoch machen existierende Standards eine Innenaufstellung aufwendig beim Einsatz von A3-Kältemitteln (z.B. EN 378, EN 60335-2-40) – wie z.B. bei der Aufstellfläche: Die EN 378 schreibt hier bei 1kg R290 eine Raumgröße von 175m<sup>2</sup> vor. Die USA berücksichtigen A3 – Kältemittel sogar nicht. In Europa ist auf Grund von Standards eine Innenaufstellung ohne zusätzliche Sicherheitsanforderungen nicht erlaubt, außer durch die Installation von Sensorik und ausreichender Zwangslüftung. Meist sehen Kunden auf Grund von Mehrkosten (rund 500€) davon ab. Vielfach entscheiden sich die Kunden dann für die Installation von Heizungsgeräten mit fossilen Brennstoffen mit hohen Laufzeiten. Auch ist zu erkennen, dass konventionelle Heizsysteme (Gas/Öl) immer wieder repariert und nicht ausgetauscht werden. Der Sanierungstau, ein veraltetes Ordnungsrecht sowie das EEWärmeG sorgen in der Praxis eher zur Reparatur als zum Heizungstausch.

Für die Innenaufstellung von Wärmepumpen gibt es derzeit verschiedene Entwicklungen, so wird es – nicht zuletzt auf Grund des Phase Downs – zum Einsatz neuer Kältemittel kommen. Viele Kältemittel werden sich hierbei in der Sicherheitskategorie A2L (slightly flammable) befinden. Traditionell innen aufgestellte Geräte werden zukünftig auch außen aufgestellt (z.B. Sole-WP). Die aktuell existierenden Standards (z.B. IEC 60335-2-40) berücksichtigen neue Kältemittel nicht ausreichend und bedürfen einer Überarbeitung. Momentan liegt das Risiko der Einführung von Wärmepumpen mit neuen Kältemitteln bei den Herstellern. Von einigen Herstellern gibt es Beteiligungen an internationalen Projekten mit dem Ziel zukünftige Sicherheitsanforderungen für den Einsatz von A3-Kältemitteln praktikabel und sicher zu machen (<http://lifefront.eu/>) um die Füllmenge von aktuell 150 Gramm ohne Reduzierung von Sicherheitsstandards zu erhöhen. Nach wie vor spielt die Lautstärke der Geräte eine große Rolle und wird von den Kunden als wichtiges Kaufargument wahrgenommen. Innenlösungen sind meist leiser. In den Niederlanden, welche bis 2030 auf dem Wärmemarkt aus fossilen Brennstoffen aussteigen wollen, werden immer mehr Außeneinheiten auf das Dach verlegt.

In der Regel müssen neue Kältemittel in der Branche mit viel Aufwand eingeführt werden müssen – Hierzu bedarf es jedoch Zeit, die für die Entwicklung von neuen Generationen von effizienten Wärmepumpen nicht zur Verfügung steht. Viele Installateure sind verunsichert und verbauen bis zur endgültigen Verfügbarkeit Gas- Brennwertgeräte.

## Etablierung von effizienten Wärmepumpen mit natürlichen Kältemitteln

### Möglichkeiten der Förderung von natürlichen Kältemitteln in Wärmepumpen

Ein Ansatz zur Förderung nachhaltiger Wärmepumpen wäre die Förderung von natürlichen Kältemitteln – besonders im Innenbereich, um so die Zusatzkosten für Sicherheitsmaßnahmen auszugleichen. Ein weiterer Ansatz wäre eine Steuer auf fossile Energieträger zu erheben. Für die Attraktivität einer Wärmepumpe ist der momentan Strompreis zu hoch im Vergleich zum Gaspreis. Es müssen deutliche Einsparungen im Bereich der laufenden Kosten erreicht werden, da Komplettkosten der Anschaffung von rund 15.000 € bei einer Wärmepumpe einkalkuliert werden müssen.

Normen, Vorgaben, Richtlinien sind noch nicht weit entwickelt und bedingen einer Überarbeitung. Insofern natürliche und brennbare Kältemittel verstärkt eingesetzt werden sollten, müssen Hersteller auch ein verstärktes Risikomanagement betreiben. Darüber hinaus müssen die Richtlinien klarer und leichter verständlich sein, da diese für viele Hersteller zum Teil schwierig zu durchdringen sind.

Die Erfahrungen, die aus der IEC Norm 60335-2-89 zeigen, dass eine ungenügende Datenlage zu einer uneinheitlichen Forschungslage führen. Hierzu müssen dringend wissenschaftliche Grundlagen geschaffen werden. Eine nicht zu vernachlässigbare Sorge ist, dass die Diskussion um das verwendete Kältemittel die eigentliche Verwendung der Wärmepumpe diskreditiert. Dieses muss unbedingt vermieden werden. Eine grundlegende Diskussion ergibt sich durch die Frage der Schaffung eines fairen CO<sub>2</sub>-Preises ohne ärmere Einkommensschichten zu benachteiligen. Die Ausbildung, Schulungsangebote sowie der Service nachhaltiger Wärmepumpen mit brennbaren, natürlichen Kältemitteln müssen überdies verstärkt und weiter ausgebaut werden.

Mai 2019

Kontakt: Florian Koch / Deutsche Umwelthilfe e.V. / 030 2400867 733 / koch@duh.de

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz  
und nukleare Sicherheit



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages