

# Umweltschonendes Recycling von Kühlgeräten

## Umweltschutz durch FCKW-Rückgewinnung

Die fachgerechte Entsorgung von alten oder defekten Kühlschränken und Gefriertruhen ist für den Schutz der Umwelt von erheblicher Bedeutung. Vor allem muss verhindert werden, dass Schadstoffe wie Kompressoröl, Quecksilber oder Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) in den Boden, das Grundwasser oder die Luft gelangen. Wirksame Maßnahmen dagegen sind sehr kostenintensiv. Andererseits enthalten die Geräte aber auch einen hohen Anteil an wertvollen Materialien wie Kupfer, Aluminium und Eisen sowie weniger wertvolle Stoffe wie Glas, Kunststoffe oder Polyurethan. Sie lassen sich wiederverwerten und erzielen beim Verkauf so hohe Erlöse, dass moderne Kühlschrank-Recyclinganlagen trotz der strengen Umweltauflagen gewinnbringend betrieben werden können.

### Recycling

Die Verarbeitung der Kühlgeräte erfolgt in zwei Schritten: Zunächst werden die Kältekompressoren ausgebaut, in ihnen enthaltenes Öl und Kältemittel werden abgesaugt. Bei sorgsamem Vorgehen lassen sich diese Stoffe ohne größere Verluste auffangen. Technisch ist das relativ einfach, da diese Schadstoffe in flüssiger Form anfallen.

Im zweiten Schritt werden die entleerten Kühlgeräte in einem Shredder zerkleinert. Die wiederverwendbaren Materialien durchlaufen anschließend verschiedene Trennverfahren, aus denen sie nahezu sortenrein herauskommen. Beim Zerkleinerungsprozess entstehen aber auch gasförmige Schadstoffe. Insbesondere bei alten Kühlgeräten, deren Isolierschicht bei der Herstellung mit FCKW als Treibmittel aufgeschäumt wurde, entweichen diese Gase, wenn sich beim Shreddern die Schaumporen öffnen.

Da diese Stoffe die Umwelt erheblich gefährden, müssen die schädlichen Gase und Dämpfe aufgefangen und in eine Abgasreinigungsanlage geleitet werden. Die Wirksamkeit der Emissionsvermeidung hängt dabei wesentlich von der Ausführung des Shredders, seiner Abdichtungen und Materialschleusen sowie von der Rückgewinnungsrate der Abgasreinigungsanlage ab.

### Abgasreinigung

Für die Abgasreinigung hat Messer das DuoCondex-Verfahren entwickelt. Hierbei wird der Abgasstrom durch spezielle, mit flüssigem Stickstoff gekühlte Kondensatoren geleitet. Wegen der extremen Kälte des flüssigen Stickstoffs (minus 196 Grad Celsius) frieren die Schadstoffe in den Kondensatoren aus und lassen sich so vom Abgasstrom trennen. Wenn die Kondensatoren zugefroren sind, werden sie erwärmt. Dabei schmelzen die Schadstoffe und gelangen in flüssiger Form in einen Transportbehälter und werden anschließend entsorgt.

Der flüssige Stickstoff, mit welchem die Kondensatoren einer DuoCondex-Anlage gekühlt werden, verdampft in den Apparaten und verlässt die Anlage in gasförmigem Zustand. Das Gas kann dann leicht in den Shredder geleitet werden, wo es als Schutzgas fungiert und die Gefahr von Bränden und Explosionen nahezu ausschließt. Dies ist erforderlich, weil zunehmend auch pentangeschäumte Kühlgeräte verarbeitet werden. Pentangeschäumte Isolationswerkstoffe sind umweltfreundlich und ersetzen heute die FCKW-Materialien. Deshalb nimmt der Recyclinganteil dieser Geräte ständig zu. Pentan ist allerdings entzündlich und erfordert einen wirksamen Brand- und Explosionsschutz.

Die Ablösung der FCKW-Kühlschränke durch Geräte mit pentangeschäumter Isolierung ist ein entscheidender Schritt für den Umweltschutz. Trotzdem liegt der Anteil der FCKW-Geräte im Recycling heute oft noch über 80 Prozent, erst im Jahr 2020 wird er vermutlich unter zehn Prozent absinken. Das FCKW schädigt die Ozonschicht der Atmosphäre, und es trägt zur globalen Erwärmung des Klimas (Treibhauseffekt) bei. Folgender Vergleich soll veranschaulichen, in welchem Ausmaß ein einziger nicht ordnungsgemäß verwerteter FCKW-Kühlschrank die Klimaerwärmung beeinflusst (Zahlen gerundet):

|                               | <b>Eine Emission von 2.000 kg CO<sub>2</sub> entspricht:</b> | <b>Finanzielle Bewertung:</b>                         |
|-------------------------------|--|---|
| FCKW-Gehalt eines Kühlgerätes | 500 Gramm(Kompressor + Isolationsschaum)                     | Recycling-Kosten pro Kühlgerät = etwa 10 bis 15 Euro  |
| Haushaltsstrom                | 2.900 kWh  | Jahresbedarf eines kleinen Privathaushalts = 600 Euro |

|              |           |                               |
|--------------|-----------|-------------------------------|
| privater PKW | 14.000 km | Kraftstoffkosten = 1.200 Euro |
|--------------|-----------|-------------------------------|

## Legende

Ein nicht fachgerecht entsorgtes FCKW-Kühlgerät verursacht den gleichen Beitrag zum Treibhauseffekt wie der jährliche Strombedarf eines kleinen Privathaushaltes oder die Jahresfahrleistung eines privaten PKW. Eine Photovoltaik-Anlage auf dem Dach eines Einfamilienhauses müsste ein Jahr lang Strom erzeugen, um den durch die Emissionen eines einzigen nicht entsorgten FCKW-Kühlschranks verursachten Umweltschaden zu kompensieren.

## Gesamtprozess

Die Prozesskette vom Abstellen eines Kühlschranks am Straßenrand bis zu seiner vollständigen Zerlegung im Recyclingbetrieb hat etliche Schwachpunkte, bei denen durch unsachgemäße Handhabung FCKW entweichen können. Deshalb wird die insgesamt technisch mögliche FCKW-Rückgewinnungsrate von 90 Prozent bei weitem nicht erreicht - tatsächlich liegt diese häufig sogar unter 50 Prozent. Die größten „Sünder“ sind die Schrottdiebe, die die Kompressoren der zur Abholung bereitgestellten Kühlgeräte herausschneiden, sodass die im Kältemittel enthaltenen FCKW direkt entweichen. Bei Transport und Lagerung entstehen FCKW-Verluste durch mechanische Beschädigung der Schaumisolierung sowie durch eindringendes Regenwasser, welches den Schaum aufweicht. Der nächste potenzielle Schwachpunkt ist die Absauganlage für die Kompressoren. Hier kann bei unsachgemäßem Anschließen der Geräte FCKW austreten. Beim Shredder ist die Gasführung schwierig, da die Kühlgeräte in die Maschine eingebracht und die Materialien über Schleusen ausgetragen werden müssen. Die Abdichtung des Shredders und seiner Eintrags- und Austragssysteme ist technisch sehr anspruchsvoll, insbesondere wegen der hohen mechanischen Beanspruchung sowie der Einflüsse durch Temperatur, Feuchtigkeit und Staub.

FCKW-Reste befinden sich oft auch in dem ausgetragenen PU-Schaum, wenn dieser nicht vollständig aufgeschlossen wurde. Außerdem enthält das Material matrixgebundene FCKW, die in einem speziellen Nachbehandlungsschritt durch Druck- und Temperaturerhöhung aus dem Polyurethan gelöst und dann parallel zum Abgas aus dem Shredder der Abluftreinigung zugeführt werden müssen.

Das Abluftreinigungsverfahren selbst ist ebenfalls eine potenzielle FCKW-Verlustquelle. Bei modernen Anlagen ist dieser Prozess allerdings so weit entwickelt, dass sich die FCKW-Verluste kaum noch verringern lassen. Wird hier beispielsweise eine DuoCondex-Anlage eingesetzt, erreicht man am Reingasaustritt Rest-FCKW-Beladungen von unter 20 Milligramm je Kubikmeter gemäß den behördlichen Auflagen (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft / TA-Luft). Dieser extrem strenge Grenzwert schreibt vor, dass der FCKW-Verlust in der Abluftreinigung unter 0,1 Prozent bleibt.

Beim Kühlgeräte-Recycling gibt es also viele technische und organisatorische Möglichkeiten, um die FCKW-Verluste deutlich zu reduzieren. Mit vergleichsweise geringem zusätzlichen finanziellen Aufwand lässt sich ein deutlicher Klimaschutz-Effekt erreichen.

<https://newsroom.messergroup.com/de/umweltschonendes-recycling-von-kuehlgeraeten/>

## Kontakte

|  |  |
|--|--|
| <b>Diana Buss</b><br>Senior Vice President, Corporate Communications<br><a href="mailto:diana.buss@messergroup.com">diana.buss@messergroup.com</a><br>+49 2151 7811-251<br>+49 173 5405045 | <b>Angela Giesen</b><br>Manager Communications<br><a href="mailto:angela.giesen@messergroup.com">angela.giesen@messergroup.com</a><br>+49 2151 7811-331<br>+49 174 3281184 |
|--|--|