Deutsche Umwelthilfe

# Wie alte Kühlschränke das Klima anheizen

## Hintergrundpapier der Deutschen Umwelthilfe

Hintergrundpapier | Stand: 2.6.2016

# Einleitung

Die Deutsche Umwelthilfe (DUH) ist ein unabhängiger Umwelt- und Verbraucherschutzverband und engagiert sich im Themenbereich Kreislaufwirtschaft seit vielen Jahren für die Sammlung und umweltgerechte Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten. Ein Schwerpunkt unserer Arbeit liegt hierbei insbesondere auf Kühlgeräten, deren Entsorgung aufgrund enthaltener Treibhausgase problematisch ist. Wie hoch die Gefahr für das Klima durch unsachgemäß entsorgte Kühlgeräte genau ist und was Deutschland unternehmen muss, um diese Gefahr zu beseitigen, wird in diesem Hintergrundpapier dargestellt.

**Verwendete Abkürzungen**

| | |
|---|---|
| CLC | Europäisches Komitee für elektrotechnische Normung (CENELEC) |
| $CO_2$ | Kohlenstoffdioxid |
| DIN | Deutsches Institut für Normung |
| DUH | Deutsche Umwelthilfe e. V. |
| EERA | European Electronics Recyclers Association |
| ElektroG | Elektro- und Elektronikgerätegesetz |
| EN | Europäische Norm |
| FCKW | Fluorchlorkohlenwasserstoffe |
| H-FCKW | teilhalogenierte Fluorchlorkohlenwasserstoffe |
| HFKW | teilfluorierte Kohlenwasserstoffe |
| IPCC | Intergovernmental Panel on Climate Change |
| KW | Kohlenwasserstoffe |
| PKW | Personenkraftwagen |
| R11 | Trichlorfluormethan ($CCl_3F$) |
| R12 | Dichloridfluormethan ($CCl_2F_2$) |
| TA Luft | Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft |
| TS | Technische Spezifikation |
| UBA | Umweltbundesamt |

# Ausgangslage: Warum sind Kühlschränke eine Gefahr für das Klima?

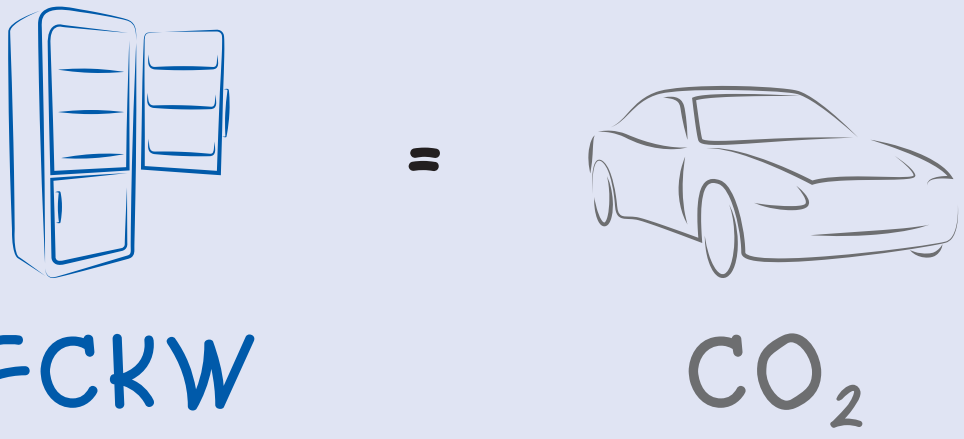
Noch immer enthalten etwa die Hälfte der in Deutschland zur Entsorgung anfallenden Haushaltskühlgeräte voll- und teilhalogenierte Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW und H-FCKW) sowie andere fluorierte Substanzen (z.B. HFKW)[1] als Kältemittel im Kühlkreislauf oder als Treibmittel in der Isolierung. Werden diese Gase in die Atmosphäre freigesetzt, tragen sie in besonderem Maße zum Abbau der Ozonschicht bei und beschleunigen, wegen ihrer sehr hohen Klimawirksamkeit von bis zu 10.200 $CO_2$-Äquivalenten[2], die Klimaerwärmung.

Typischerweise enthält ein FCKW-haltiges Kühlgerät 126 g des Kältemittels R12 im Kühlkreislauf und 316 g des Treibmittels R11 in der PUR-Schaum-Isolierung[3]. In 100 Jahren trägt ein Gramm des Kältemittels R12 10.200-mal und ein Gramm des Treibmittels R11 4.660-mal so viel zum Treibhauseffekt bei, wie ein Gramm $CO_2$[4]. In der Summe gefährden die in einem FCKW-haltigen Kühlgerät enthaltenen Treibhausgase das Klima so stark, wie 2.800 kg $CO_2$. Nimmt man eine jährliche Fahrleistung von 15.000 km und einen Benzinverbrauch von 7 Litern auf 100 km an, so entspricht dies dem $CO_2$-Ausstoß eines Mittelklasse-PKWs in einem Jahr (Abbildung 1).

Seit dem Jahr 1995 sind FCKW in Kühlgeräten verboten[5]. Stattdessen enthalten neuere Kühlgeräte für das Klima unschädlichere Kohlenwasserstoffverbindungen (KW), wie Isobutan oder Cyclopentan als Kälte- oder Treibmittel. Bei einer durchschnittlichen Lebensdauer der Kühlgeräte von 15 bis 20 Jahren[6], sind jedoch noch immer etwa die Hälfte der ausgedienten Geräte FCKW-haltig. Pro Jahr werden in Deutschland etwa 3 Millionen alte Kühlschränke

## Was hat die Entsorgung meines Kühlschranks mit Klimaschutz zu tun?

Die im Kühlmittel und der Isolierung enthaltenen FCKW eines Kühlschranks haben ein Treibhauspotential von 2.800 kg $CO_2$. Das entspricht dem $CO_2$-Ausstoß eines Mittelklasse-Fahrzeugs in einem Jahr.*




* Bei 7 Litern Benzin auf 100 km und einer Fahrleistung von 15.000 km

*Abbildung 1*

und Gefriertruhen ausgemustert[7]. Darunter sind etwa 1,5 Millionen FCKW-haltige Geräte, die zusammen ein Klimabelastungspotenzial von 4 Millionen Tonnen $CO_2$ aufweisen. Dies entspricht derselben Menge $CO_2$, die 360.000 Deutsche in einem Jahr verursachen (ein Deutscher verursacht im Durchschnitt etwa 11 Tonnen $CO_2$ im Jahr für Heizung, Strom, Fortbewegung, Konsum und Ernährung) (Abbildung 2).

- Noch immer enthält etwa die Hälfte der ausgedienten Kühlgeräte FCKW.
- Insgesamt haben die in Deutschland ausgemusterten Kühlgeräte ein Klimabelastungspotenzial von 4 Millionen Tonnen $CO_2$.

## Das Problem: Wie gelangen FCKW aus alten Kühlgeräten in die Atmosphäre?

Bürger können alte Kühlgeräte beim Händler zurückgeben oder zum kommunalen Wertstoffhof bringen. Nach dem Elektro- und Elektronikgerätegesetz (ElektroG) sind die Hersteller der Geräte entspre-

**Wie entsorge ich meinen Kühlschrank richtig?**

Ausgediente Kühlschränke gehören auf den örtlichen Wertstoffhof oder zurück zum Verkäufer. Eine Entsorgung in der Natur oder am Straßenrand ist illegal und schädlich für Klima und Umwelt. Gibt es eine kommunale Sperrmüllsammlung, sollte man die Geräte erst kurz vor der Abholung hinaus stellen. Andernfalls könnten die eisen- und kupferhaltigen Kompressoren von Schrottsammlern illegal entfernt werden. Die geraubten Kompressoren werden nicht ordnungsgemäß behandelt, wobei die enthaltenen Treibhausgase in die Atmosphäre entweichen. Außerdem besteht die Gefahr, dass ganze Geräte mitgenommen und ins Ausland verkauft werden. Der Export FCKW-haltiger Kühlgeräte ist verboten, da deren umweltgerechte Entsorgung außerhalb der Europäischen Union nicht sichergestellt werden kann.

## Wie schädlich sind die jährlich in Deutschland entsorgten Kühlgeräte für das Klima?

Jedes Jahr fallen in Deutschland 3 Millionen Kühlgeräte zur Entsorgung an. Noch immer enthält etwa die Hälfte der Kühlgeräte FCKW-haltige Kühl- und Schäumungsmittel. Zusammengerechnet haben diese ein Treibhauspotenzial von 4 Millionen Tonnen $CO_2$. Das entspricht derselben Menge $CO_2$, die 360.000 Deutsche in einem Jahr verursachen.*

**3.000.000** Alt-Kühlgeräte = **360.000** $CO_2$-Fußabdrücke

*Bei einem durchschnittlichen jährlichen $CO_2$-Fußabdruck pro Person von 11 Tonnen $CO_2$

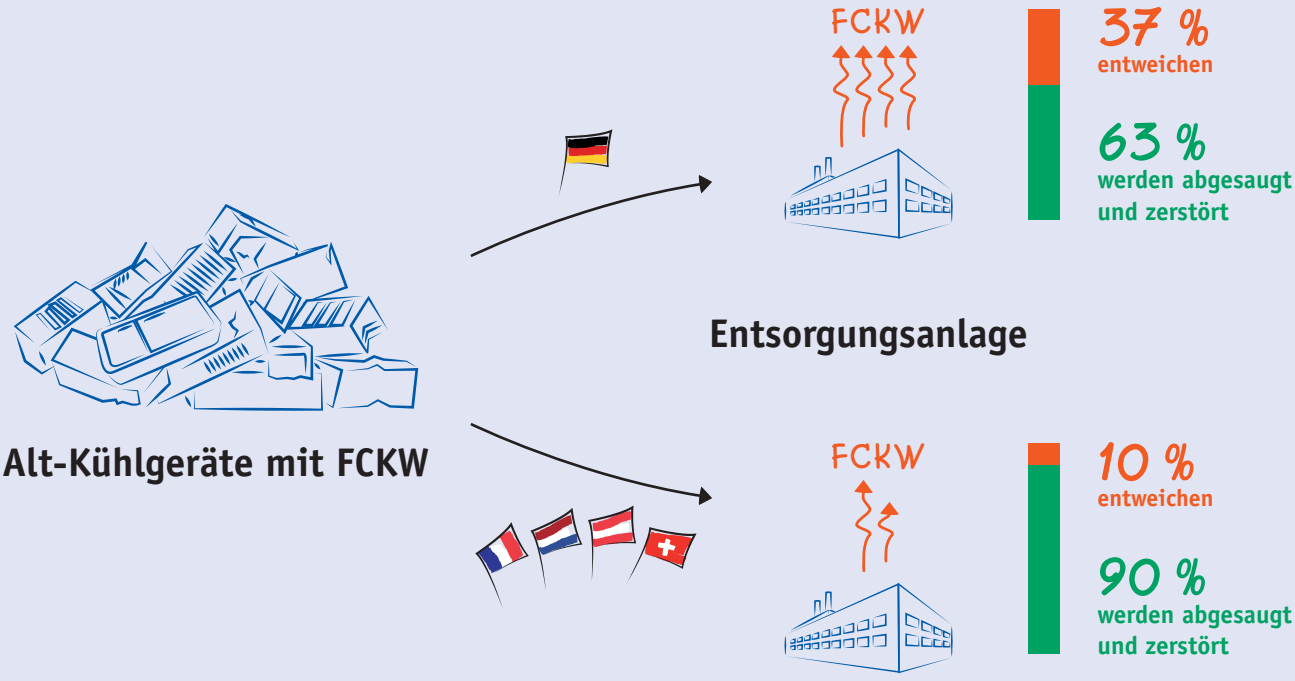
*Abbildung 2*

chend ihrem Marktanteil zur Entsorgung der Altgeräte verpflichtet. Mit der Entsorgung werden Kühlgeräte-Behandlungsanlagen beauftragt, die enthaltene Schadstoffe aus den Geräten entfernen und Wertstoffe zurückgewinnen. In Deutschland stellt jedoch gerade dieser offizielle Entsorgungsweg ein Problem dar, da FCKW in den Recyclinganlagen häufig nur unzureichend entnommen werden. Dies bestätigt das Umweltbundesamt[8] und eine Untersuchung im Auftrag des Zentralverbands Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V. (ZVEI)[9]. Dass Kühlgeräte entgegen gesetzlichen Bestimmungen und schlimmstenfalls in offenen Schredderanlagen entsorgt werden, zeigen Hinweise aus der Branche, Beobachtungen der DUH und Recherchen des Wirtschaftsmagazins Capital[10]. Eine auf Zahlen der Bundesländer basierende Berechnung der DUH ergab, dass in Deutschland im Jahr 2012 nur 63 % der FCKW ordnungsgemäß aus den Kühlgeräten entnommen wurden. Die restlichen 37 % der Treibhausgase wurden in die Umwelt freigesetzt und belasteten das Klima so stark wie 1,5 Millionen Tonnen $CO_2$ (Abbildung 3).

Bei einer unsachgemäßen Behandlung alter Kühlgeräte kann es an vielen Stellen zur Freisetzung von FCKW kommen. Wichtig ist, dass bereits bei der Erfassung der Geräte auf dem Wertstoffhof und beim anschließenden Transport sorgsam mit den Geräten umgegangen wird. Ein Abwerfen von Geräten mit dem Gabelstapler in den Container ist genauso zu vermeiden, wie ein Quetschen der Geräte oder ein Abkippen des Containers. Durch solche Gewalteinwirkungen können die schwarzen Kühlschlangen des Verflüssigers auf der Geräterückseite einen Schaden nehmen und Kältemittel freisetzen. In den Entsorgungsanlagen ist bei der Entnahme der Kältemittel aus dem Kühlkreislauf, der sogenannten Trockenlegung oder Stufe 1 Behandlung, darauf zu achten, dass die Entnahmegeräte nicht undicht sind und dass sie das enthaltene Kältemittel vollständig entfernen. Die Entnahme der Treibmittel, die sogenannte Stufe 2, erfolgt in einem Schredder, der die Korpusse zerkleinert und dabei die Metalle und Kunststoffe vom Isoliermaterial trennt. Beim Schreddern des Kühlgerätekörpers entweichen Klimagase, weshalb der Vorgang abgekapselt durchgeführt werden muss. Auch bei der Beschickung des Schredders mit Korpussen und der Ausschleusung der Output-Stoffe, sollte durch Doppelschleusen verhindert werden, dass Klimagase entweichen. Die Isoliermaterialien (in der Regel PUR-Schaum) sollten in einer Porenentgasung gemahlen und in einer anschließenden Matrixentgasung erwärmt werden, damit die im Isoliermaterial enthaltenen FCKW und KW vollständig entfernt werden. Werden diese Schritte nicht oder nicht korrekt durchgeführt, enthält der ausgeschleuste PUR-Schaum

## Wie gut ist Deutschland bei der Zerstörung von Treibhausgasen aus alten Kühlschränken?

In Deutschland werden nur 63 %* der in Kühlschränken enthaltenen FCKW bei der Entsorgung zerstört. 37 % der Treibhausgase entweichen in die Atmosphäre. Dort belasten sie das Klima so stark wie 1,5 Millionen Tonnen $CO_2$. Dagegen entnehmen Anlagen in Frankreich, den Niederlanden, der Schweiz und Österreich 90 % oder mehr der Treibhausgase aus alten Kühlgeräten.




*Berechnet anhand einer Umfrage der DUH unter den deutschen Bundesländern im Jahr 2012.

*Abbildung 3*

Reste an FCKW, die anschließend in die Umwelt austreten. Die in der Poren- und Matrixentgasung freigesetzten FCKW werden über ein Kryokondensationsverfahren oder mit Hilfe von Aktivkohlefiltern aus der Prozessluft entfernt und einem Hochtemperaturofen zur Zerstörung zugeleitet. Die Wirksamkeit der FCKW- und KW-Abtrennung ist kontinuierlich zu überprüfen, um Restgehalte im Abgas zu vermeiden (Abbildung 4).

- In Deutschland werden nur etwa 63 % der Treibhausgase in alten Kühlgeräten aufgefangen und zerstört.
- Achtloser Umgang mit Kühlgeräten, eine unvollständige Kälte- und Treibmittelentnahme und undichte Anlagenprozesse bewirken die meisten FCKW-Emissionen.

## Die Lösung: Warum europäische Entsorgungsstandards notwendig sind

Die Ursache für die unsachgemäße Entsorgungspraxis in Deutschland sind veraltete gesetzliche Vorgaben, die eine umweltgerechte Kühlgerätebehandlung nicht sicherstellen. In der Folge ist der deutsche Kühlgeräte-Entsorgungsmarkt durch einen harten Preiswettbewerb gekennzeichnet, der Qualitätsargumente unberücksichtigt lässt[11]. Im Elektro- und Elektronikgerätegesetz (ElektroG) ist festgelegt, dass Kühlgeräte nach dem Stand der Technik behandelt werden müssen und alle enthaltenen Kälte- und Treibmittel zu entfernen und einer Beseitigung oder Verwertung zuzuführen sind. Der Stand der Technik bei der Kühlgeräteentsorgung wird in

## Wie kommt es zu FCKW-Emissionen bei der Entsorgung alter Kühlgeräte?

FCKW-Emissionen treten auf bei…

1. unsachgemäßem Transport, etwa durch Quetschen oder Kippen der Geräte bei der Anlieferung,
2. der Entnahme der Kältemittel, etwa durch undichte Leitungen oder Auffangtanks,
3. den demontierten Kompressoren, durch unvollständig entnommene Kältemittel,
4. der Beschickung des Schredders, durch fehlende Doppelschleusen oder undichte Beschickungskabinen
5. den Austrittsöffnungen der Output-Stoffe,
6. den Output-Stoffen, durch Restgehalte von FCKW im PUR-Schaum und Anhaftungen von PUR-Schaum an den Metallen und Kunststoffen,
7. mangelhafter Abgasreinigung,
8. und undichten Anlagenteilen.

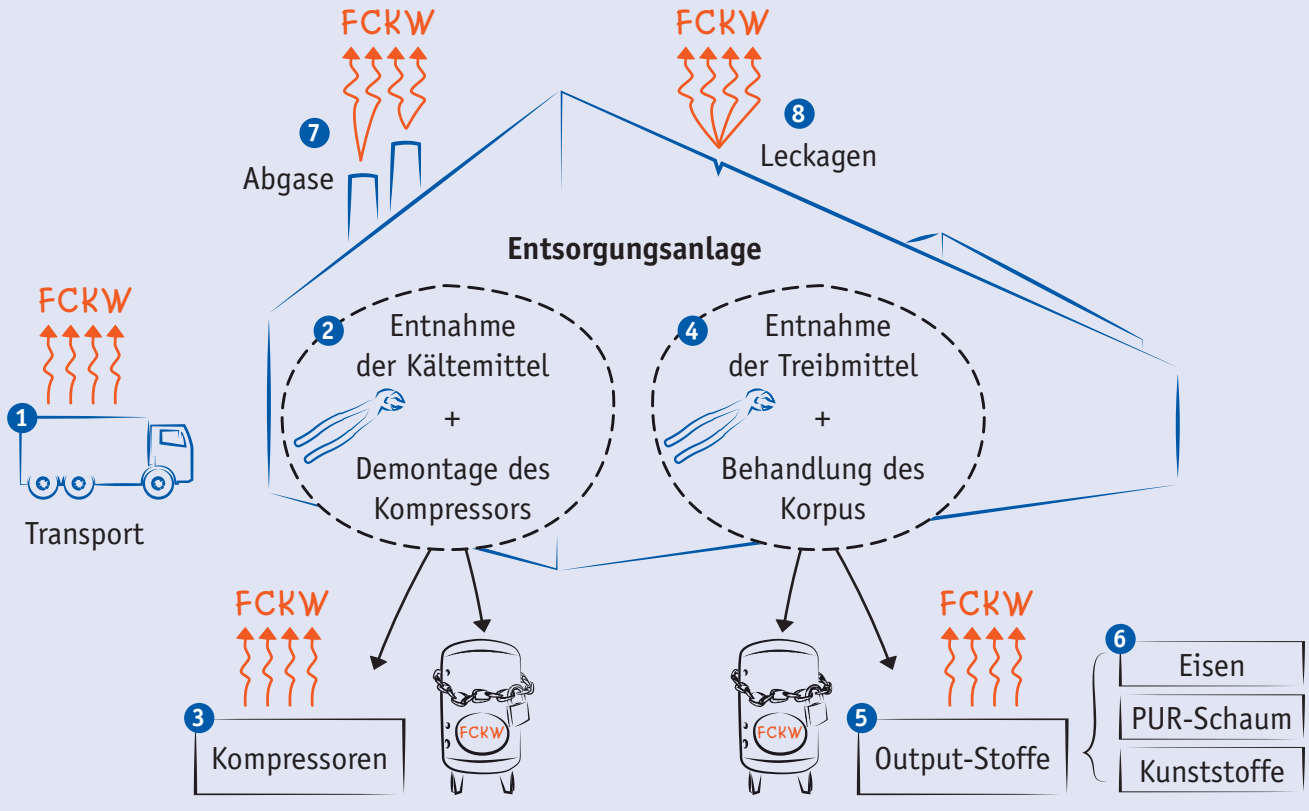



*Abbildung 4*

Deutschland durch die Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft) vorgegeben. Diese datiert auf den 24. Juli 2002 und wurde seit 13 Jahren nicht geändert. Nach der TA Luft wird lediglich einmal im Jahr in einer angekündigten Prüfung festgestellt, ob die Entsorgungsanlage bei 100 Kühlgeräten 90 % der Kältemittel entnehmen kann und ob die Anlage zum Zeitpunkt der Prüfung keine undichten Stellen aufweist. Außerdem werden Grenzwerte für FCKW im Abgas und in den Output-Stoffen festgelegt. Diese Vorgaben entsprechen jedoch nicht dem tatsächlichen Stand der Technik und können eine umweltgerechte Kühlgerätebehandlung in der Praxis nicht gewährleisten.

Um die Freisetzung von Treibhausgasen bei der Behandlung von alten Kühlgeräten zu unterbinden, sind moderne gesetzliche Standards und wirksame Kontrollen der Entsorgungsanlagen nötig. Hierzu wurde vom Europäischen Komitee für elektrotechnische Normung (CENELEC) unter Einbeziehung der Hersteller und Entsorger die Europäische Norm EN 50574 mit ihrer Technischen Spezifikation CLC/TS 50574-2 entwickelt. In Deutschland sind sie als DIN-Norm DIN EN 50574 und DIN CLC/TS 50574-2 verfügbar. Die derzeit bei CENELEC in der Entwicklung befindlichen Normen EN 50625-2-3 und CLC/TS 50625-3-4 basieren auf einem EU-Mandat zur Unterstützung der Richtlinie 2012/19/EU über Elektro- und Elektronik-Altgeräte und greifen die Normen EN 50574 und CLC/TS 50574-2 inhaltlich weitestgehend auf. Diese europäischen Entsorgungsstandards beschreiben den Stand der Technik für eine umweltgerechte Kühlgerätebehandlung. Sie schaffen europaweit einheitliche Bedingungen und überwinden die aufgrund unterschiedlicher nationaler Standards entstandenen bürokratischen Hemmnisse.

Ausschlaggebend für ihre ökologische Vorbildfunktion ist die Vorgabe einer Mengenstrombilanz, mit der sich die Menge der behandelten Kühlgeräte ins Verhältnis zu den zurückgewonnenen Kälte- und Treibmitteln setzen lässt. Die Mengenstrombilanz in Kombination mit vorgegebenen Mindestentnahmemengen für FCKW und KW ermöglicht eine effektive Kontrolle der Leistungsfähigkeit einer Anlage nicht nur zum Zeitpunkt einer Überprüfung, sondern über das gesamte Jahr hinweg (Abbildung 5).

Europaweit arbeiten bereits viele Kühlgeräte-Behandlungsanlagen nach den europäischen Standards EN 50574 und CLC/TS 50574-2. In Frankreich und den Niederlanden sind die Standards gesetzlich verpflichtend vorgeschrieben und in Österreich, Luxemburg, Irland oder der Schweiz werden sie durch die nationalen Rücknahmesysteme für Elektroaltgeräte verbindlich vorgegeben. Die derzeit

## Wie wirksam sind die deutschen Entsorgungsvorschriften und wie kann man sie verbessern?

Das bisherige deutsche Regelwerk zur Kühlgeräte-Entsorgung – die TA Luft – enthält keine Vorgaben für eine wirksame Kontrolle von Entsorgungsanlagen. Der europäische Entsorgungsstandard EN 50574 ist viel weiter. Er schreibt verbindliche Mengenstrombilanzen vor, mit denen sich Input und Output einer Anlage vergleichen lassen. Er enthält auch konkrete Entnahmewerte für das in Kühlgeräten enthaltene FCKW – so weiß jeder, wie viel der Treibhausgase aus den Geräten herauszuholen sind.

| | TA Luft | EN 50574 |
|---|---|---|
| Jährlicher Leistungstest der Kältemittel-Entnahme | ✓ | ✓ |
| Jährlicher Leistungstest der Treibmittel-Entnahme | ✗ | ✓ |
| Überwachung des täglichen Anlagenbetriebs | ✗ | ✓ |
| Genaue Input- und Outputerfassung | ✗ | ✓ |
| Feststellung der entnommenen Treibhausgase | ✗ | ✓ |
| Vorgegebene FCKW-Entnahmewerte | ✗ | ✓ |

*Abbildung 5*

**Welche Anforderungen stellen die europäischen Entsorgungsstandards EN 50574 und CLC/TS 50574-2 an die Entsorgung von Kühlgeräten?**

### Genaue Input- und Outputerfassung aller Materialströme

Eine Mengenstrombilanz setzt die Menge und Art der behandelten Kühlgeräte ins Verhältnis zur Menge der erzeugten Output-Stoffe. Sie ist die Grundlage für ein erfolgreiches, nachvollziehbares und transparentes Monitoring der entnommenen Treibmittelmengen und ermöglicht eine Evaluierung der Anlagenleistung über das Jahr hinweg.

### Grenzwerte für FCKW und KW in den Output-Stoffen

Eine Austragung von FCKW und KW mit den erzeugten Materialien ist, soweit technisch möglich, zu vermeiden. Der europäische Standard EN 50574 legt hierzu folgende Grenzwerte für die zurückgewonnenen Materialien fest:

- Öl darf nicht mehr als 0,2 % Kältemittel enthalten
- PUR-Schaum darf nicht mehr als 0,2 % Treibmittel enthalten
- Metallen darf nicht mehr als 0,3 % PUR-Schaum anhaften
- Kunststoffen darf nicht mehr als 0,5 % PUR-Schaum anhaften

Aus Sicht der Deutschen Umwelthilfe ist eine Absenkung des erlaubten Kältemittelgehalts im zurückgewonnenen Öl und des Resttreibmittelgehalts im PUR-Schaum auf 0,1 % notwendig. Dieser Grenzwert ist auf die Gesamtmenge zurückgewonnenen PUR-Schaums zu beziehen. Andernfalls würde eine stoffliche Verwertung im Vergleich zu einer thermischen Verwertung benachteiligt. Zudem kann eine Zerstörung der FCKW in regulären Abfall-Verbrennungsanlagen nicht sichergestellt werden.

### Feststellung der entnommenen FCKW und KW

Um Aussagen über die Leistungsfähigkeit der Kälte- und Treibmittelentnahme treffen zu können, ist es erforderlich, die in den Sammelbehältern erfassten Mengen an FCKW und KW exakt festzustellen. Daher schreibt der Standard EN 50574 eine Bestimmung des Wassergehalts und des Verhältnisses von FCKW zu KW vor. Auch bei einer der FCKW- und KW-Entnahme direkt nachgelagerten Verbrennung, den sogenannten Stufe-3-Anlagen, sind die zur Verbrennung geführten FCKW und KW nachzuweisen.

### Vorgegebene FCKW- und KW-Entnahmewerte

Die Vorgabe von konkreten FCKW- und KW-Entnahmewerten ist eines der Kernelemente der europäischen Entsorgungsnormen und ermöglicht eine einfache Überprüfung der Anlagenleistung, sowohl bei der betrieblichen Eigenüberwachung, als auch bei einer Fremdprüfung. Nur solch einfach zu kontrollierende Vorgaben ermöglichen den Vollzugsbehörden ein effektives Einschreiten bei Anlagen, die FCKW und KW nicht nach dem Stand der Technik zurückgewinnen.

### Überwachung des täglichen Anlagenbetriebs

Die für jeden Sammelbehälter festgestellte Menge an zurückgewonnenen Kälte- und Treibmitteln und der tägliche Durchsatz behandelter Kühlgeräte sind zu dokumentieren. Der Anlagenbetreiber hat die Menge der zurückgewonnenen Kälte- und Treibmittel im Zuge einer wöchentlichen Evaluierung des täglichen Monitorings mit den in der Technischen Spezifikation CLC/TS 50574-2 festgelegten Erwartungswerten abzugleichen und bei Nichterreichung der Erwartungswerte Gegenmaßnahmen zu ergreifen.

### Jährlicher Leistungstest der Kälte- und Treibmittelentnahme

In einem jährlichen Leistungstest wird für 100 FCKW-haltige Kühlgeräte die Wirksamkeit der Kältemittelentnahme überprüft. Hierbei darf die Summe der zurückgewonnenen Kältemittel nicht unter 90 % der laut Typenschildern enthaltenen Menge an Kältemitteln liegen. Die Wirksamkeit der Treibmittelentnahme ist in einem jährlichen Leistungstest mit 1.000 Kühlgeräten nachzuweisen. Hierbei darf die Summe der zurückgewonnenen Treibmittel (FCKW und KW) nicht unter 90 % der zu erwartenden Menge an Treibmitteln liegen. Die jährlichen Leistungstests erfolgen unangekündigt und unter normalen Betriebsbedingungen. Bei der Durchführung der Leistungstests ist sicherzustellen, dass der Durchsatz der Anlage, die Eingangskombination der Geräteklassen und das Mengenverhältnis von FCKW-haltigen und FCKW-freien Kühlgeräten nicht mehr als 10 % von der im Zuge des täglichen Monitorings festgestellten durchschnittlichen Betriebsleistung abweicht.

stattfindende Überarbeitung der TA Luft bietet die Chance, durch eine Aufnahme der europäischen Entsorgungsstandards EN 50574 und CLC/TS 50574-2 wirksame Qualitätsanforderungen an die Kühlgerätebehandlung in ein deutsches Regelwerk zu integrieren. Als Verwaltungsvorschrift ist die TA Luft allerdings nur begrenzt für Altanlagen gültig. Daher ist in einem zweiten Schritt die Festlegung der Standards in einer Verordnung mit weitergehenden Anforderungen an die Behandlung von Elektroaltgeräten nach § 24 ElektroG notwendig.

- Die deutschen Vorgaben zur Kühlgeräteentsorgung in der TA Luft entsprechen nicht dem Stand der Technik und können die Emission von Treibhausgasen nicht wirksam begrenzen.
- Die europäischen Entsorgungsstandards EN 50574 und CLC/TS 50574-2 müssen auch in Deutschland gesetzlich festgelegt werden, um eine umweltgerechte Kühlgerätebehandlung zu gewährleisten.

## Zusammenfassung

Ausgediente Kühlgeräte enthalten häufig noch immer Treibhausgase wie FCKW, deren Entnahme und Zerstörung bei der Kühlgeräteentsorgung das oberste Ziel ist. In Deutschland stellen die Vorgaben zur Kühlgeräteentsorgung im ElektroG und der TA Luft eine umweltgerechte Behandlung der Kühlgeräte jedoch nicht sicher. Die europäischen Entsorgungsstandards EN 50572 und CLC/TS 50574-2 oder deren Nachfolgenormen EN 50625-2-3 und CLC/TS 50625-3-4 müssen auch in Deutschland gesetzlich festgelegt werden, um eine Entnahme und Zerstörung der in Kühlgeräten enthaltenen Treibhausgase nach dem Stand der Technik zu gewährleisten.

**Tipp:**

Besuchen Sie unsere Homepage für mehr Informationen über unsere Arbeit für eine umweltfreundlichere Kühlgeräteentsorgung: www.duh.de/5271.html

*Endnoten:*

1 *Im Folgenden als „FCKW" zusammengefasst.*
2 *IPCC, Climate Change 2013: The Physical Science Basis.*
3 *Berechnet anhand DIN CLC/TS 50574-2.*
4 *IPCC, Climate Change 2013: The Physical Science Basis.*
5 *FCKW-Halon-Verbotsverordnung vom 6. Mai 1991*
6 *UBA Ratgeber 2009: Kühlgeräte Mit FCKW Immer Ein Problem.*
7 *UBA Ratgeber 2009: Kühlgeräte Mit FCKW Immer Ein Problem.*
8 *UBA Ratgeber 2009: Kühlgeräte Mit FCKW Immer Ein Problem.*
9 *Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V. (IUTA) 2011: Bericht zum Feldversuch an ausgewählten genehmigten Recyclinganlagen in Deutschland zur Ermittlung der zurückgewonnenen FCKW/HFKW Mengen aus dem heutigen Kältegerätemix (SG2) im Regelbetrieb.*
10 *Capital 09/2008: Klimaskandal: Deutschland stümpert bei FCKW-Entsorgung.*
11 *EERA 2015: Kritische Anmerkungen der EERA zum aktuellen Gesetzentwurf ElektroG2.*

*Fotos und Grafiken: © DUH*

Deutsche Umwelthilfe

**Deutsche Umwelthilfe e.V.**

Bundesgeschäftsstelle Radolfzell

Fritz-Reichle-Ring 4
78315 Radolfzell
Tel.: 07732 9995-0
Fax: 07732 9995-77

E-Mail: info@duh.de
www.duh.de

Bundesgeschäftsstelle Berlin

Hackescher Markt 4
Eingang: Neue Promenade 3
10178 Berlin
Tel.: 030 2400867-0
Fax: 030 2400867-19

E-Mail: berlin@duh.de
www.duh.de

Ansprechpartner

Thomas Fischer
Leiter Kreislaufwirtschaft
Tel.: 030 2400867-43
Mobil: 0151 18256692
E-Mail: fischer@duh.de

Philipp Sommer
Referent für Kreislaufwirtschaft
Tel.: 030 2400867-462
E-Mail: sommer@duh.de