

# Kaum noch Verwendung ozonschichtschädigender Stoffe in Rheinland-Pfalz

Von Jörg Breitenfeld

Die Verwendung bestimmter ozonschichtschädigender und klimawirksamer Stoffe ist in Rheinland-Pfalz stark reduziert worden. Demgegenüber nahm die Verwendung von Ersatzstoffen zu. Der größte Teil davon wird im verarbeitenden Gewerbe, vor allem in der chemischen Industrie, verwendet. Sie werden überwiegend als Treibmittel bei der Herstellung von Kunst- und Schaumstoffen oder Aerosolen sowie als Kältemittel genutzt.

### Montrealer Protokoll sieht Schutz der Ozonschicht vor

Die stratosphärische Ozonschicht stellt den Schutzschild der Erde gegen die Ultraviolettstrahlung der Sonne dar. Insbesondere durch die Freisetzung von Fluorchlorkohlenwasserstoffen (FCKW) wird das Ozon in der Stratosphäre zerstört. Diese Stoffe waren aufgrund ihrer chemischen Eigenschaften geschätzt, da sie im Regelfall nicht brennbar, ungiftig, reaktionsträge und sehr stabil sind. Sie eignen sich damit z. B. hervorragend als Treibmittel für Sprühdosen.

Ausstieg aus der Produktion und Verwendung ozonschichtschädigender Stoffe verbindlich beschlossen

Um die Ozonschicht zu schützen, wurde im September 1987 das Montrealer Protokoll über Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen, beschlossen.<sup>1)</sup> Es regelt völkerrechtlich verbindlich den Ausstieg aus der Produktion und Verwendung von

ozonschichtschädigenden Stoffen. Der im Montrealer Protokoll vorgesehene Zeitplan wurde zwischenzeitlich mehrfach verschärft, da neue Technologien für den Ersatz der ozonschichtschädigenden Stoffe früher als vorgesehen zur Verfügung standen. Ergänzend wurden auch weitere Stoffe in die Regelungen aufgenommen.

Die im Montrealer Protokoll getroffenen Vereinbarungen wurden von der Europäischen Union rechtsverbindlich in Verordnungen umgesetzt. Die derzeit gültigen Regelungen enthält die Verordnung (EG) Nr. 2037/2000 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. Juni 2000 über Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen. Die dort genannten Stoffe werden unter dem Begriff „geregelter Stoffe“ zusammengefasst.

### Ersatzstoffe teilweise klimawirksam

Um den im Montrealer Protokoll vereinbarten Verzicht auf den Einsatz ozonschichtschädigender Stoffe erreichen zu können, werden Ersatzstoffe wie Fluorkohlenwasserstoffe

Kyoto-Protokoll fordert u. a. Reduzierung von Fluorkohlenwasserstoffen

<sup>1)</sup> Das Montrealer Protokoll wurde im September 1987 von 25 Regierungen und der Kommission der Europäischen Gemeinschaft unterzeichnet und ist das wichtigste internationale Instrument zum Schutz der Ozonschicht. Mit dem Ratifikations-Gesetz vom November 1988 erlangten die dort formulierten Reduktionspflichten Rechtsverbindlichkeit in der Bundesrepublik Deutschland. (Quelle: [www.umweltbundesamt.de/uba-daten/daten/fckw/halone.htm](http://www.umweltbundesamt.de/uba-daten/daten/fckw/halone.htm); Stand 24.02.2006).

(FKW) eingesetzt. Frei von Chloratomen zerstören sie zwar nicht die Ozonschicht, tragen andererseits aber zum Treibhauseffekt bei und gelten somit als klimawirksam. Mit der Verabschiedung des Kyoto-Protokolls 1997<sup>2)</sup> wurde eine Reduzierung der Treibhausgas-Emissionen beschlossen. Danach dürfen auch die voll- und teilhalogenierten Fluorkohlenwasserstoffe nur noch für eine begrenzte Zeitspanne eingesetzt werden.

Um den Ausstieg aus Herstellung und Verwendung bestimmter ozonschichtschädigender und klimawirksamer Stoffe in Deutschland quantitativ darstellen zu können, wird in Deutschland seit dem Berichtsjahr 1996 jährlich eine entsprechende Erhebung durchgeführt. Sie richtet sich an Unternehmen, die bestimmte ozonschichtschädigende Stoffe herstellen, ein- oder ausführen bzw. ozonschichtschädigende und/oder klimawirksame Stoffe in Mengen von mehr als 50 kg pro Stoff und Jahr zur Herstellung, Instandhaltung oder Reinigung von Erzeugnissen verwenden.

Statistische Erhebung zur Evaluierung

Info

Ozonschichtschädigende Stoffe

Zu den ozonschichtschädigenden Stoffen gehören die im Anhang I der Verordnung (EG) Nr. 2037/2000 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. Juni 2000 über Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen, genannten chemischen Verbindungen. Sie werden auch als **geregelt**e Stoffe bezeichnet und in acht Gruppen unterteilt:

- Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW)
- andere teilhalogenierte Fluorchlorkohlenwasserstoffe
- Halone
- Tetrachlorkohlenstoff
- 1,1,1-Trichlorethan
- Methylbromid
- teilhalogenierte Fluorbromkohlenwasserstoffe
- teilhalogenierte Fluorchlorkohlenwasserstoffe (H-FCKW)

Klimawirksame Stoffe

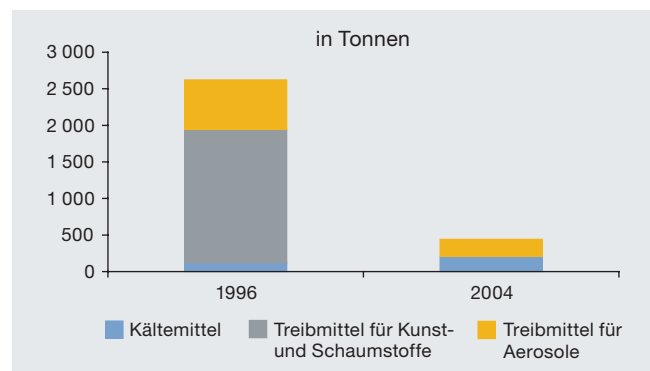
Als klimawirksame Stoffe wurden in den statistischen Erhebungen von 1996 bis 2004 nur voll- oder teilhalogenierte aliphatische Fluorkohlenwasserstoffe (FKW, H-FKW) mit bis zu sieben Kohlenstoffatomen erfasst.

Deutlich weniger schädliche Stoffe

Die Verwendung bestimmter ozonschichtschädigender und klimawirksamer Stoffe ist zwischen 1996 und 2004 von 2 631 t auf 449 t deutlich reduziert worden. Sie wurden früher überwiegend als Treibmittel bei der Herstellung von Aerosolen, Kunst- und Schaumstoffen oder als Kältemittel eingesetzt. Ihre Verwendung als Treibmittel wurde von 2 504 t im Jahr 1996 auf weniger als ein Zehntel reduziert (234 t). Heute werden sie ausschließlich zur Herstellung von Aerosolen genutzt. Der Einsatz als Kälte-

Seit der ersten Erhebung 1996 Reduktion um 83%

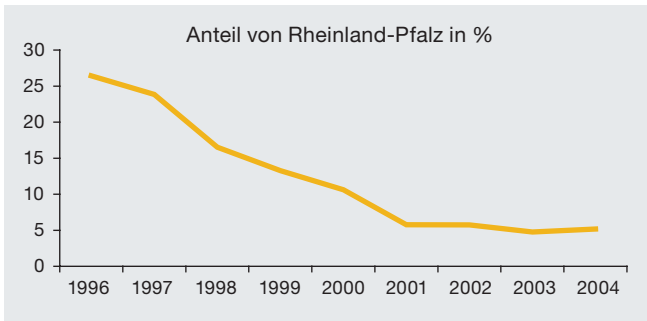
S 1 Ausgewählte Arten der Verwendung bestimmter ozonschichtschädigender und klimawirksamer Stoffe 1996 und 2004



2) Das Protokoll von Kyoto wurde von den Vertragsstaaten der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (UN) von 1992 auf ihrer dritten Konferenz im Dezember 1997 in der gleichnamigen japanischen Stadt verabschiedet. Zur Konkretisierung ihrer Verpflichtungen zum Schutz des globalen Klimas einigten sich die Industriestaaten darin erstmals auf eine überprüfbare Reduktion ihrer Treibhausgasemissionen. (Quelle: [http://www.weltalmanach.de/stichwort/stichwort\\_kyoto.html](http://www.weltalmanach.de/stichwort/stichwort_kyoto.html); Stand: 24.2.2006).

## S 2

### Verwendung potenziell emissionsrelevanter Stoffe in Deutschland 1996–2004



mittel, der sowohl die Erstfüllung als auch die Instandhaltung von bestehenden Anlagen umfasst, nahm von 120 t im Jahr 1996 auf 209 t in 2004 zu.

Rheinland-pfälzischer Anteil am Bundeswert deutlich gesunken

In Rheinland-Pfalz beträgt der Anteil von Stoffen, die als Zwischenprodukt zur Herstellung anderer Produkte bestimmt sind und in deren Produktionsprozess vollständig umgewandelt werden, nur 0,3% der Gesamtmenge, so dass im Weiteren auf eine gesonderte Betrachtung verzichtet wird. Aber auch die verbleibende Menge ist erst dann emissionsrelevant, wenn sie tatsächlich freigesetzt wird. Solange sie in geschlossenen Systemen, wie z. B. Kühlkreisläufen, verbleibt, ist sie für die Umwelt unschädlich. Sie wird deshalb auch als „potenziell emissionsrelevant“ bezeichnet.

Bundesweit wurden 2004 fast 45 000 t ozonschichtschädigende und klimawirksame Stoffe verwendet, von denen allerdings mehr als zwei Drittel als Ausgangsstoffe für andere chemische Erzeugnisse eingesetzt wurden. Die potenziell emissionswirksame Menge betrug damit nur rund 9 000 t. Auf Rheinland-Pfalz entfiel ein Anteil von 5%. Im Jahr 1996 stammte noch über ein Viertel der potenziell emissionswirksamen Stoffe aus rheinland-pfälzischen Unternehmen.

### Ozonabbaupotenzial um 99% reduziert

Die Anstrengungen der Wirtschaft zur Reduktion der ozonschichtschädigenden Stoffe zeigen sich noch deutlicher, wenn das Ozonabbaupotenzial (ODP) betrachtet wird. Die mit den ODP-Werten gewichteten Stoffmengen betragen 1996 noch 800 t. Bis zum Jahr 2004 fiel der Wert auf 3 t. Damit ist das Ziel, die Verwendung von ozonschichtschädigenden Stoffen einzustellen, so gut wie erreicht.

Kaum noch Verwendung ozonschichtschädigender Stoffe

Dem zweiten Umweltziel, die Verwendung von bestimmten klimawirksamen Stoffen zu reduzieren, um der globalen Erwärmung entgegenzuwirken, ist man ebenfalls ein gutes Stück näher gekommen. Im Jahr 1996 betrug das Global Warming Potential (GWP) der hier betrachteten Stoffe in Rhein-

## Info

### Ozone Depletion Potential (ODP)

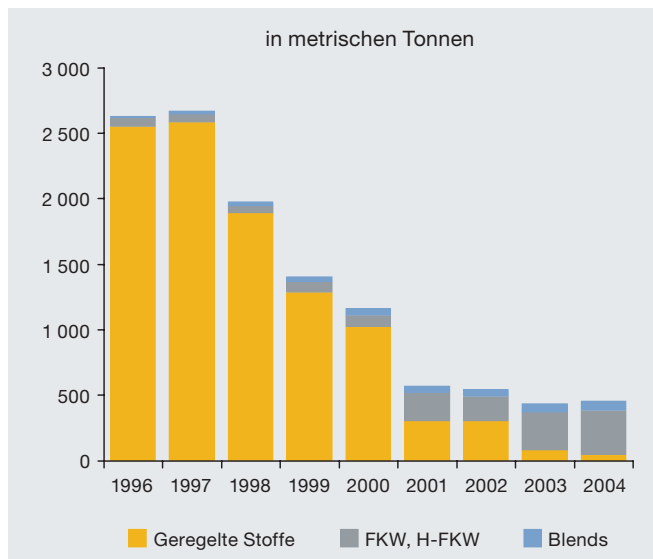
Um das unterschiedliche Ozonabbaupotenzial der Stoffe ermitteln zu können, wird das Ozone Depletion Potential berechnet. Dieser Wert gibt das Ozonabbaupotenzial relativ zu dem des Fluorchlorkohlenwasserstoffs Trichlorfluormethan (R 11) an, dessen Wert mit 1,0 definiert wird. So beträgt z. B. der ODP-Wert für den teilhalogenierten Fluorchlorkohlenwasserstoff Chlordifluormethan (R 22) nur 0,055.

### Global Warming Potential (GWP)

Zur Beschreibung der Klimawirksamkeit der einzelnen Stoffe wird das so genannte Global Warming Potential verwendet. Der GWP-Wert setzt das stoffspezifische Treibhauspotenzial in Beziehung zu dem Treibhauspotenzial von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), welches gleich eins (GWP = 1) gesetzt wird. Beispielsweise hat 1 (metrische) Tonne des Stoffes 1,1,1,2-Tetrafluorethan (R 134a) mit einem GWP-Wert von 1 300 das Treibhauspotenzial von 1 300 (metrischen) Tonnen CO<sub>2</sub>.

S 3

Verwendung bestimmter ozonschichtschädigender und klimawirksamer Stoffe 1996–2004 nach Stoffgruppen



land-Pfalz 9 Mill. t. Dieser Wert ist bis 2004 auf 0,7 Mill. t gesunken.

**Fluorkohlenwasserstoffe gewinnen an Bedeutung**

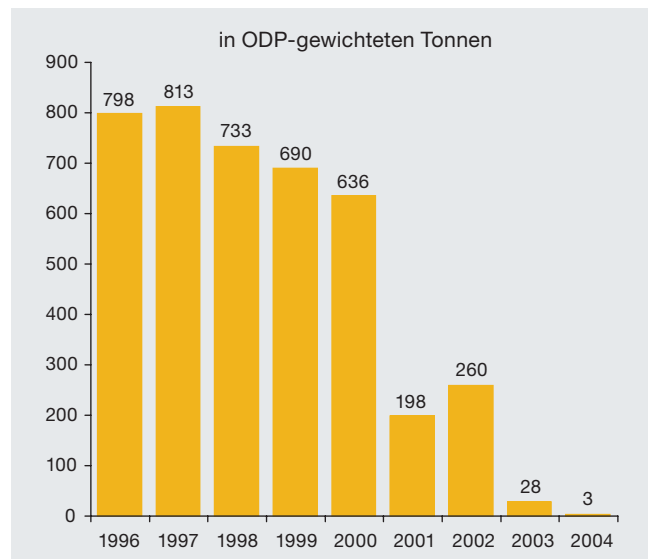
Bei den ozonschichtschädigenden und klimawirksamen Stoffen werden geregelte Stoffe, voll- und teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe sowie Blends unterschieden. Letztere sind Gemische oder Zubereitungen, die mindestens einen ozonschichtschädigenden und/oder klimawirksamen Stoff enthalten.

Anteil der Fluorkohlenwasserstoffe erhöhte sich auf 75%

Infolge der technologischen Entwicklung hat sich im Zeitablauf die Bedeutung der einzelnen Stoffgruppen verändert. Wurden 1996 fast nur geregelte Stoffe (97%) eingesetzt, so sank deren Anteil bis 2004 auf etwa 8%. Im Gegenzug erhöhte sich der Anteil voll- und teilhalogenierter Fluorkohlenwasserstoffe auf gut drei Viertel der verwendeten Stoffe. Die Blends erreichten 2004 einen Anteil von 16%.

S 4

Ozonabbaupotenzial der geregelten Stoffe 1996–2004



**Chemische Industrie verwendet deutlich weniger ozonschichtschädigende und klimawirksame Stoffe**

89% der Gesamtmenge ozonschichtschädigender und klimawirksamer Stoffe wurden im Jahr 2004 im verarbeitenden Gewerbe verwendet. Entfiel auf die chemische Industrie 1996 noch ein Anteil von 95% an der gesamten Menge, so reduzierte sich dieser Wert bis zum Jahr 2004 auf 54%. Überwiegend werden die Stoffe für die Herstellung von Aerosolen verwendet. Bei der Produktion von Kunst- und Schaumstoffen wird heute überwiegend Kohlendioxid als Treibmittel eingesetzt.

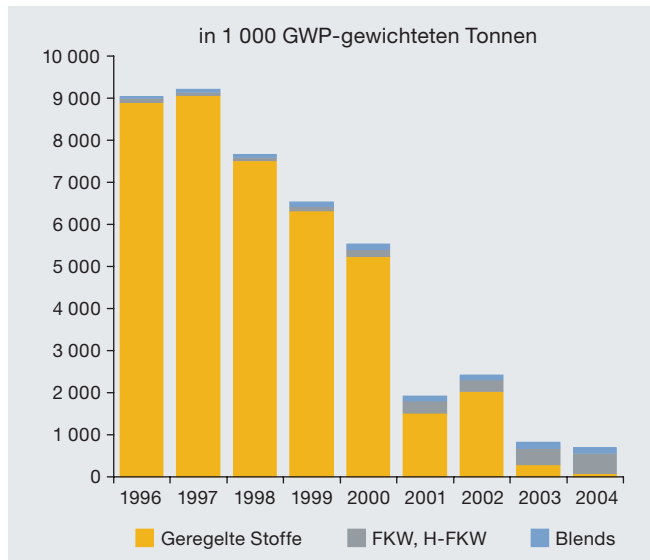
54% der Gesamtmenge von der chemischen Industrie verwendet

Der Maschinenbau setzte 2004 rund 151 t verschiedener ozonschichtschädigender und klimawirksamer Stoffe ein, hauptsächlich als Kältemittel bei der Herstellung kältetechnischer Anlagen.

Neben dem verarbeitenden Gewerbe nutzt auch das Baugewerbe ozonschichtschädigende und klimawirksame Stoffe bei der

S 5

## Treibhauspotenzial bestimmter ozonschichtschädigender und klimawirksamer Stoffe 1996–2004 nach Stoffgruppen



Installation und Wartung von Kühlanlagen. In diesem Wirtschaftszweig nahm die verwendete Menge im Zeitablauf zu; sie stieg von 24 t im Jahr 1996 auf derzeit 34 t. Auch bei der Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen ist ein Zuwachs von 10 t im Jahr 1996 auf zuletzt 15 t zu beobachten. Ursächlich für diese Entwicklung ist die zunehmende Verbreitung von Klimaanlage in Kraftfahrzeugen.

### 1,1,1,2-Tetrafluorethan heute mit Abstand wichtigster Einsatzstoff

Auf R 134a entfallen 75% der gesamten Menge

Die ozonschichtschädigenden und klimawirksamen Stoffe umfassen eine Vielzahl chemischer Verbindungen. In größeren Mengen finden jedoch nur wenige Stoffe Verwendung. Zwischen 1996 und 2004 hat sich 1,1,1,2-Tetrafluorethan (R 134a) als wichtigster Stoff durchgesetzt. Mittlerweile entfallen drei Viertel der Gesamtmenge auf diesen teilhalogenierten Fluorkohlenwasserstoff (337 t). Im Jahr 1996 betrug der Anteil erst 2,3%.

Die Dominanz dieses Stoffes geht nicht zuletzt auf seine vielfältigen Einsatzmöglichkeiten zurück. Als Ersatzstoff für verschiedene Fluorchlorkohlenwasserstoffe und teilhalogenierte Fluorchlorkohlenwasserstoffe wird er als Kältemittel wie auch als Treibmittel genutzt. R 134a hat in rheinland-pfälzischen Unternehmen vor allem bei der Aerosolherstellung Bedeutung (70%). Bundesweit wird der Stoff dagegen überwiegend als Kältemittel (82%), z. B. in Kfz-Klimaanlagen, eingesetzt.

Neben R 134a wird noch der Stoff R 22 (Chlordifluormethan) in größerer Menge verwendet (36 t). Dieser teilhalogenierte Fluorchlorkohlenwasserstoff darf nur noch bei der Instandhaltung und Wartung von Geräten eingesetzt werden, die vor dem 1. Januar 2000 in Verkehr gebracht wurden. Des Weiteren weisen noch zwei der als Ersatzstoffe verwendeten Blends, nämlich R 407C und R 404A, mit 32 t bzw. 27 t eine größere Verwendungsmenge auf. Beide Blends sind Gemische aus Fluorkohlenwasserstoffen, gelten nicht als ozonschichtschädigend und werden ausschließlich als Kühlmittel eingesetzt.

Jörg Breitenfeld, Diplom-Agraringenieur, leitet das Referat Landwirtschaft, Weinbau, Umwelt.