



## Erdöl – Erdölprodukte und Umwelt



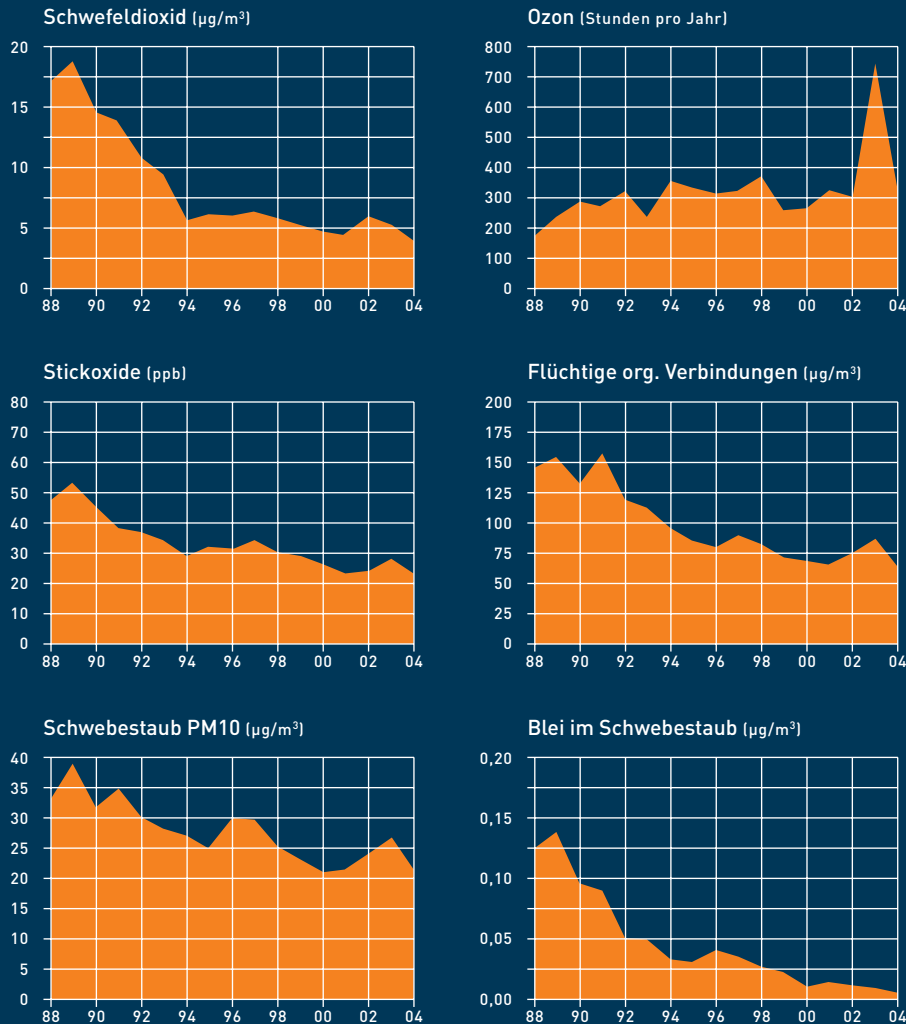
## Ein verantwortungsvoller Umgang mit Erdölprodukten

- Erdölprodukte sind aus unserem Alltag kaum mehr wegzudenken. Sie liefern Energie und bilden den Ausgangsstoff für unzählige Materialien und Produkte. Förderung, Raffination, Transport und Nutzung können jedoch die Umwelt mit Schadstoffen belasten. Diese Broschüre gibt Auskunft darüber, wie sich der Gebrauch von Erdölprodukten auf Boden, Wasser und Luft auswirkt und welche Massnahmen die Mineralölindustrie zum Schutz der Umwelt ergreift.

Entwicklung der Luftqualität in der Schweiz	4
Die wichtigsten Luftschadstoffe	6
Weitere Luftschadstoffe	10
Massnahmen für eine saubere Luft	12
Der Treibhauseffekt	16
Massnahmen zur Senkung der CO <sub>2</sub> -Emissionen	18
Boden- und Gewässerschutz	22
Boden- und wassergefährdende Stoffe	24
Umweltschutz in der Schweizer Mineralölindustrie	26

## Entwicklung der Luftqualität in der Schweiz

### Luftbelastung 1988–2004



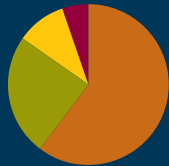
Der Zustand der Schweizer Luft wird seit Jahrzehnten sorgfältig beobachtet. Seit 1979 ist ein nationales Beobachtungsnetz für Luftschadstoffe (NABEL) in Betrieb, das Schadstoffe an 16 Standorten in der ganzen Schweiz misst. Diese Messdaten belegen, dass sich die Luftqualität in unserem Land in den letzten 25 Jahren stark verbessert hat – obschon in dieser Zeit der Autobestand um 80 % und der landesweite Energieverbrauch um annähernd 30 % gestiegen ist. Die Schadstoffemissionen sind insgesamt wieder auf den Stand von Mitte der sechziger Jahre gesunken.

Als die problematischsten Luftschadstoffe werden heute Stickoxide ( $\text{NO}_x$ ), Partikel und Ozon betrachtet. Die Stickoxid- und Schwebestaubkonzentrationen liegen heute deutlich unterhalb der Höchstwerte aus den siebziger und achtziger Jahren, doch sie sind weniger stark gesunken als andere Schadstoffe. Auch die Ozonbelastung ist trotz des Rückgangs wichtiger Vorläufersubstanzen nicht merklich gesunken. Bis Ende der achtziger Jahre war auch Schwefeldioxid ( $\text{SO}_2$ ) in der Schweiz als Hauptbestandteil des sauren Regens berüchtigt. Heute ist dieser Schadstoff dank einer schrittweise erfolgten, drastischen Verringerung des Schwefelgehalts in Brenn- und Treibstoffen in den Hintergrund gerückt. Die gemessenen Konzentrationen liegen seit Beginn der neunziger Jahre stets weit unter dem Grenzwert. Auch die durch den Verbrauch fossiler Brenn- und Treibstoffe verursachte Kohlenwasserstoff- und Kohlenmonoxidbelastung ist heute auf ein sehr geringes Mass gesunken.

Dass diese Erfolge trotz der Verbrauchszunahme von Brenn- und Treibstoffen erzielt werden konnten, ist in erster Linie ein Resultat des Fortschritts in der Brenner- und Motorenindustrie und der stetigen Verbesserung der Qualität von Brenn- und Treibstoffen. Die Gesetzgeber haben diese Entwicklungen durch eine schrittweise Senkung der Emissionsgrenzwerte, das heisst der zulässigen Schadstoffkonzentration im Abgas oder in der Abluft, gefördert. In internationalen Abgasnormen wird festgelegt, wie viel Schadstoffe ein Fahrzeug maximal ausstossen darf. In der Schweiz gilt seit 2005 die Abgasnorm Euro 4. Etwa im Jahr 2010 wird die Einführung des Euro-5-Standards eine weitere Verschärfung bringen.



## Stickoxid



2005	in Tonnen	in %
Verkehr	66'400	60,3 %
Industrie/Gewerbe	27'000	24,5 %
Land-/Forstwirtschaft	11'000	10,0 %
Haushalt	5'760	5,2 %
Total	110'160	100,0 %

Quelle: BUWAL

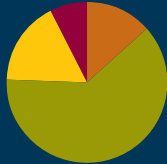


## Die wichtigsten Luftschadstoffe

- Wenn Erdölprodukte unter kontrollierten Bedingungen – etwa in einem Automotor oder im Brenner einer Heizung – verbrannt werden, setzen sie Energie frei, die auf vielfältige Art genutzt werden kann. Daneben gelangt aber immer auch eine gewisse Menge an Schadstoffen in die Luft. Luftschadstoffe entstehen während jedes Verbrennungsprozesses, teils aus Inhaltsstoffen des Brennstoffes, teils aus Bestandteilen der Umgebungsluft. Die Zusammensetzung des Brennstoffes und die Art des Verbrennungsprozesses sind für die Bildung dieser Stoffe daher gleichermassen entscheidend.
- Die Erdatmosphäre gleicht einem hochkomplizierten chemischen Labor. Hier werden die freigesetzten Schadstoffe vermischt, transportiert und zum Teil in neue Verbindungen umgewandelt. Man weiss heute ziemlich gut darüber Bescheid, was sich in der Atmosphäre abspielt, doch noch sind nicht alle Prozesse im Detail bekannt. Die folgenden Seiten geben einen Überblick über die wichtigsten Luftschadstoffe, die unter anderem bei der Verbrennung von Erdölprodukten entstehen.
- **Stickoxide (NO<sub>x</sub>)**  
Stickoxide [genauer: Stickstoffmonoxid NO und Stickstoffdioxid NO<sub>2</sub>] entstehen bei Verbrennungsprozessen jeder Art, sei es in Automotoren, bei Waldbränden oder in der Müllverbrennung. Sie bilden sich bei hohen Temperaturen durch Verbindung des Stickstoffs aus der Luft mit Sauerstoff. Die wichtigsten Verursacher in der Schweiz sind der Strassenverkehr, industrielle Feuerungs- und Kehrrechtverbrennungsanlagen sowie Heizungen. Erhöhte Stickoxidkonzentrationen schädigen die Atemwege, zudem tragen Stickoxide zur Bildung von Ozon und sauren Niederschlägen bei. Die weitere Senkung der Stickoxidemissionen ist eines der vorrangigen Umweltziele der Automobilindustrie. Mit dem mobilen De-NO<sub>x</sub>-Katalysator hat sie eine Technologie entwickelt, welche die Stickoxidemissionen des Strassenverkehrs in Zukunft deutlich vermindern sollte.



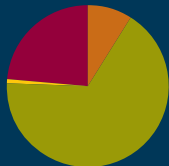
### Gesamtstaub



2005	in Tonnen	in %
Verkehr	2'390	13,4 %
Industrie/Gewerbe	11'100	62,4 %
Land-/Forstwirtschaft	2'980	16,8 %
Haushalt	1'310	7,4 %
<b>Total</b>	<b>17'780</b>	<b>100,0 %</b>



### Schwefeldioxid



2005	in Tonnen	in %
Verkehr	2'650	9,0 %
Industrie/Gewerbe	19'700	66,7 %
Land-/Forstwirtschaft	255	0,9 %
Haushalt	6'920	23,4 %
<b>Total</b>	<b>29'525</b>	<b>100,0 %</b>

Quelle: BUWAL



## Die wichtigsten Luftschadstoffe

### Partikel (PM10, PM2.5)

Partikel sind mikroskopisch kleine Festkörper unterschiedlicher Zusammensetzung. Sie können auf verschiedenste Arten entstehen: bei Produktionsprozessen in Industrie und Gewerbe, durch Abrieb und Aufwirbelung auf Strassen und Schienen oder bei Verbrennungsprozessen. Die Bezeichnung PM10 steht für Partikel («particulate matter») mit einem Durchmesser von weniger als 10 Mikrometern (1/100 Millimeter). Immer öfter wird auch die Grösseneinheit PM2.5 für Partikel mit einem Durchmesser von weniger als 2,5 Mikrometern verwendet. Solche Partikel sind klein genug, um in die Lunge zu gelangen, und können Atemwegs- und Kreislauferkrankungen auslösen. Je kleiner die Partikel, desto negativer wirken sie sich auf die menschliche Gesundheit aus. Ausschlaggebend für die Partikelbelastung ist daher weniger ihre Gesamtmasse als ihre Anzahl und Grössenverteilung. Moderne Partikelfilter vermögen sowohl Masse als auch Anzahl der von Fahrzeugmotoren ausgestossenen Partikel um über 99 % zu reduzieren.

### Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>)

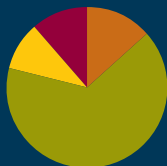
Schwefeldioxid entsteht bei der Verbrennung von schwefelhaltigen Stoffen. Es schädigt die Atemwege, vor allem aber bildet es den Hauptbestandteil des sauren Regens, der Vegetation und Bausubstanz angreift und in den achtziger und neunziger Jahren in vielen Teilen Europas grosse Schäden anrichtete. Schwefel ist ein natürlicher Bestandteil des Erdöls und ist je nach Entstehungsort in unterschiedlichen Mengen enthalten. Durch die Entfernung des Schwefels bei der Verarbeitung von Rohöl ist die Bildung von Schwefeldioxid in der Schweiz heute auf ein Minimum reduziert worden.

### Ozon (O<sub>3</sub>)

Ozon kommt in zwei verschiedenen Schichten der Atmosphäre vor. Während die Ozonschicht in der Stratosphäre die Erde vor schädlichen UV-Strahlen schützt, ist Ozon in Bodennähe ein gesundheitsschädigendes Reizgas. Ozon entsteht nicht beim Verbrennungsprozess selbst, sondern durch chemische Reaktionen in der Atmosphäre. Bei intensiver Sonneneinstrahlung kann sich so der bekannte Sommersmog bilden. Die wichtigsten Vorläuferstoffe für die Bildung von Ozon sind Stickoxide und Kohlenwasserstoffe. Eine Senkung dieser Emissionen wirkt daher auch der Ozonbildung entgegen.



### VOC ohne Methan



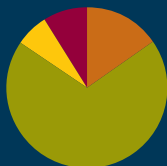
2005	in Tonnen	in %
Verkehr	23'000	13,6 %
Industrie/Gewerbe	111'000	65,5 %
Land-/Forstwirtschaft	16'300	9,6 %
Haushalt	19'100	11,3 %
<b>Total</b>	<b>169'400</b>	<b>100,0 %</b>

### Kohlenmonoxid



2005	in Tonnen	in %
Verkehr	187'000	50,7 %
Industrie/Gewerbe	55'700	15,1 %
Land-/Forstwirtschaft	52'400	14,2 %
Haushalt	73'600	20,0 %
<b>Total</b>	<b>368'700</b>	<b>100,0 %</b>

### Blei



2005	in Tonnen	in %
Verkehr	14	15,4 %
Industrie/Gewerbe	63	69,2 %
Land-/Forstwirtschaft	6	6,6 %
Haushalt	8	8,8 %
<b>Total</b>	<b>91</b>	<b>100,0 %</b>

Quelle: BUWAL

## Weitere Luftschadstoffe

### Kohlenwasserstoffe (HC), flüchtige organische Verbindungen (VOC)

Flüchtige Kohlenwasserstoffe gelangen in erster Linie durch die Verdampfung von Lösungs- und Reinigungsmitteln in Industrie, Gewerbe und Haushalten in die Luft. Ihr Spektrum reicht von unbedenklichen bis zu hochgiftigen Substanzen. Zudem fördern sie die Bildung von Ozon. Obwohl fossile Brenn- und Treibstoffe fast ausschliesslich aus Kohlenwasserstoffen bestehen, können diese zum allergrössten Teil bei normalen Umweltbedingungen nicht verdampfen. Lediglich Benzin enthält eine nennenswerte Menge leichtflüchtiger Verbindungen, die bei unsorgfältiger Lagerung in die Atmosphäre gelangen können. Der problematischste Inhaltsstoff ist das krebserregende Benzol. Auch bei der Verbrennung von Treibstoffen im Motor lässt sich nie völlig vermeiden, dass ein geringer Anteil der Kohlenwasserstoffe unverbrannt in die Atmosphäre gelangt. Dank der Einführung von Katalysatoren in Benzinfahrzeugen und Gasrückführung an Tankstellen sind die Benzol-Emissionen des Strassenverkehrs zwischen 1985 und 2000 um 80 % gesunken.

### Kohlenmonoxid (CO)

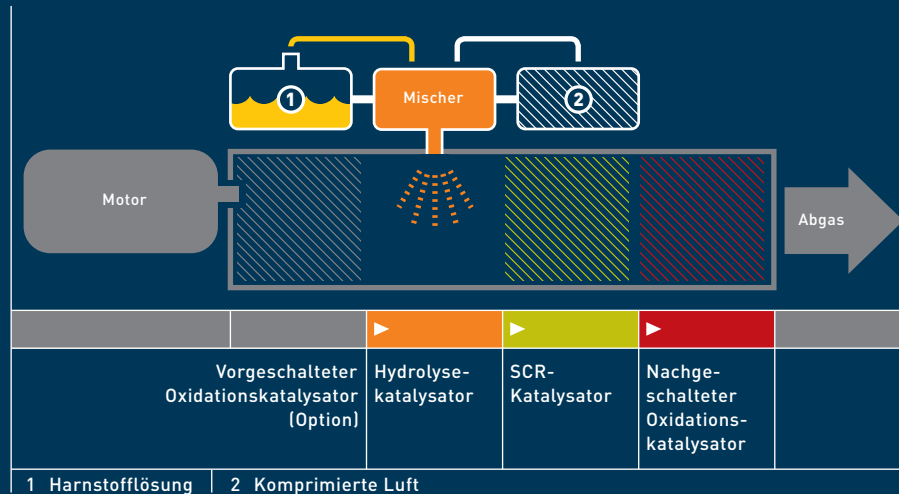
Kohlenmonoxid ist ein giftiges Gas, das bei unvollständigen Verbrennungen unter ungenügender Sauerstoffzufuhr entsteht. Optimierte Verbrennungsprozesse sowie die Einführung des Dreiwegekatalysators haben diese Emissionen in den Industrieländern auf ein Minimum sinken lassen.

### Blei

Zur Erhöhung der Klopffestigkeit wurde das Benzin früher mit Blei versetzt. Dieses Schwermetall gelangt über die Abgase in die Luft, reichert sich in der Nahrungskette an und beeinträchtigt Blutbildung und Nervensystem. Auch der in den achtziger Jahren eingeführte Dreiwegekatalysator reagiert äusserst empfindlich auf Blei. Aus diesen Gründen ist das Blei schrittweise aus dem Schweizer Benzin entfernt worden. Seit dem Jahr 2000 ist verbleites Benzin in ganz Europa verboten, weltweit ist sein Verkauf stark rückläufig. Die Umweltbelastung durch Blei ist in der Schweiz heute auf vernachlässigbare Werte gesunken.



### Stickoxidreduktion mittels SCR-Technik (s. dazu Seite 14, 2. Absatz)

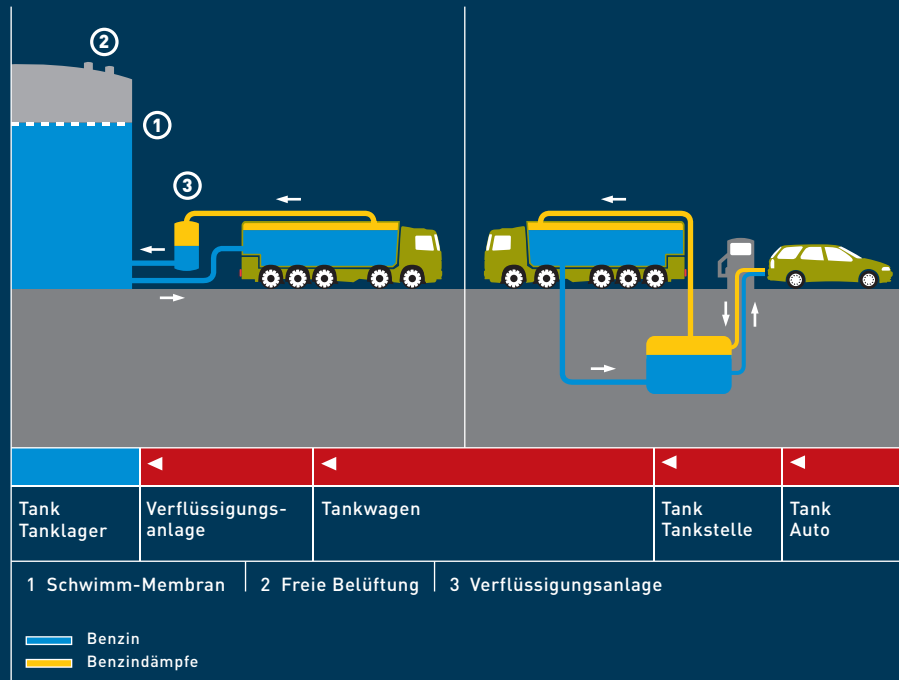


## Massnahmen für eine saubere Luft

- Da sowohl die Zusammensetzung des Brennstoffs als auch die Auslegung des Verbrennungsprozesses die Bildung von Luftschadstoffen beeinflusst, müssen Treibstoff- und Motorenentwickler für die Verminderung der Emissionen eng zusammenarbeiten.
- **Schwefelfreie Treibstoffe, schwefelarmes Heizöl**  
Die drastische Senkung des Schwefelgehalts von Treibstoffen hat das Problem der SO<sub>2</sub>-Belastung in der Schweiz praktisch gelöst. Die zunehmende Verbreitung schwefelfreier Treibstoffe kommt der Luftqualität aber auch in anderer Hinsicht entgegen: Dank ihnen können Fahrzeuge heute mit modernen Abgas-Nachbehandlungssystemen ausgerüstet werden, welche eine Vielzahl anderer Schadstoffe sehr effizient aus dem Abgas entfernen. Da Schwefel diese Systeme schädigt, wird er heute in der Raffinerie nahezu vollständig aus den Treibstoffen entfernt. Seit 2005 trägt eine Lenkungsabgabe auf schwefelhaltige Treibstoffe dazu bei, dass die Schweizer Mineralölindustrie praktisch ausschliesslich Treibstoffe mit einem Schwefelgehalt von weniger als 10 mg/kg (10 ppm) importiert. Eine ähnliche Entwicklung findet beim Heizöl statt. In den letzten Jahren wurde der Schwefelgehalt von maximal 2'000 ppm auf heute 50–500 ppm (Öko-Qualitäten) gesenkt.
- **Innermotorische Massnahmen und Abgasnachbehandlung**  
Nach der Senkung der SO<sub>2</sub>-, CO- und HC-Emissionen konzentrieren sich die Automobil- und die Brennerindustrie heute in erster Linie auf die weitere Reduktion von Stickoxiden und Partikeln. Dies kann grundsätzlich auf zwei Wegen geschehen: durch eine verbesserte Steuerung der Verbrennung («innermotorische Massnahmen») oder durch die nachträgliche Entfernung der Schadstoffe aus dem Abgas (Katalysatoren und Filter). Zu den innermotorischen Massnahmen zählt die Abgasrückführung. Das Zurückleiten von Abgas in den Motor bewirkt, dass die Betriebstemperatur im Motor und dadurch auch der NO<sub>x</sub>-Ausstoss sinken. Auch bei Heizölbrennern lässt sich die NO<sub>x</sub>-Bildung durch eine geschickte Konstruktion verringern. Die so genannten Low-NO<sub>x</sub>-Brenner geniessen in der Schweiz schon seit Jahren starke Verbreitung.
- Auch Techniken zur Abgasnachbehandlung stehen in wachsender Zahl zur Verfügung. Ein Standard ist heute der Dreiwegekatalysator, über den alle seit 1986 in der Schweiz zugelassenen Benzinfahrzeuge verfügen. Er reduziert die HC- und CO-Emissionen um über 90 % und den NO<sub>x</sub>-Ausstoss um über 85 %. Dieselmotoren eignen sich nicht für seinen Einsatz, verfügen aber vielfach über einfache Oxidationskatalysatoren, welche die HC- und die CO-Emissionen in geringerem Ausmass senken.



## Benzinrückführung an Tankstellen

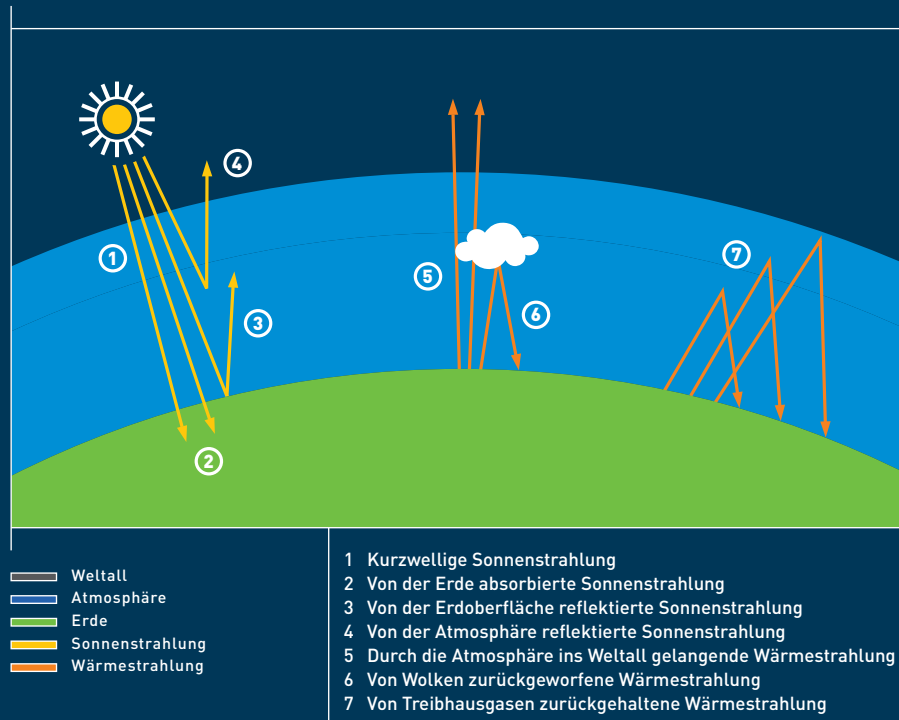


## Massnahmen für eine saubere Luft

- Auch Partikelfilter finden zunehmend Verbreitung. Die besten dieser Systeme reduzieren den Partikelgehalt der Abgase um über 99%. Das macht diese Lösung vor allem für Dieselfahrzeuge interessant, die dank ihres sparsamen Motors zwar weniger CO<sub>2</sub> ausstossen, aber höhere Partikel- und NO<sub>x</sub>-Emissionen aufweisen als Benzinfahrzeuge. Viele Nutzfahrzeuge und eine stetig steigende Zahl von Diesel-Personenwagen werden heute serienmässig mit Filtern ausgerüstet.
- Neben der Reduktion der Partikel hat die Verringerung der NO<sub>x</sub>-Emissionen höchste Priorität. In Europa setzt die Fahrzeugindustrie in erster Linie auf die SCR-Technik («Selective Catalytic Reduction»). Dabei werden die Stickoxide im Abgasstrom mit Hilfe von Ammoniak in harmlosen Luftstickstoff verwandelt. Die Technik, die bei stationären Grossmotoren bereits seit Jahren angewendet wird, soll in Zukunft vermehrt auch bei Nutzfahrzeugen zum Einsatz kommen. Bei der Umsetzung dieser Lösung ist auch die Mineralölindustrie gefordert, die das im SCR-Katalysator benötigte Ammoniak in Form einer ungiftigen Urea-Lösung über das Tankstellennetz zur Verfügung stellen wird.
- Benzindampfrückführung an Tankstellen**  
 Obschon Luftschadstoffe vor allem bei der Verbrennung von Treibstoffen im Motor gebildet werden, darf auch die Verdampfung von flüchtigen Kohlenwasserstoffen während Lagerung und Umschlag nicht vernachlässigt werden. Der empfindlichste Punkt in der Versorgungskette mit Benzin ist in dieser Hinsicht die Tankstelle: Sowohl bei der Anlieferung des Treibstoffs als auch beim Tanken an der Zapfsäule können giftige Benzindämpfe in die Luft gelangen. Um dies zu verhindern, sind alle Schweizer Tankstellen mit einem System zur Benzindampfrückführung ausgerüstet. Weder während der Belieferung der Tankstelle noch während des Tankens steht der Treibstoff im Kontakt mit der Aussenluft. Der Camion, der die Tankstelle mit Benzin versorgt, nimmt über einen zweiten Schlauch die mit Benzindämpfen gesättigte Luft aus dem Lager-tank auf und führt sie bei der nächsten Beladung ins Tanklager oder die Raffinerie zurück. Die aktiven Gasrückführsysteme an den Zapfhähnen sorgen dafür, dass die Kunden, auch während sie ihr Auto betanken, keine schädlichen Dämpfe einatmen müssen. Diese Systeme leisten einen wichtigen Beitrag zum Schutz von Umwelt und Gesundheit.



## Die Erdatmosphäre und der Treibhauseffekt



## Der Treibhauseffekt

Neben Luftschadstoffen gelangen bei der Verbrennung von Erdölprodukten auch Treibhausgase in die Atmosphäre. Die allermeisten Treibhausgase sind keine Schadstoffe, sondern natürliche und notwendige Bestandteile der Atmosphäre, die jedoch zu einem weltweiten Problem werden können, wenn das natürliche Gleichgewicht gestört wird.

### Der Treibhauseffekt kurz erklärt

Ohne den natürlichen Treibhauseffekt gliche die Erde einem riesigen Tiefkühler mit durchschnittlichen Temperaturen von etwa minus 18 Grad Celsius. Die Treibhausgase sorgen dafür, dass die von der Erdoberfläche zurückgestrahlte Sonnenenergie nicht vollständig ins All entweicht, sondern in der Atmosphäre gefangen bleibt. Dank dieses Effekts herrschen auf der Erde lebensfreundliche Temperaturen. Zahlreiche wissenschaftliche Studien deuten darauf hin, dass das atmosphärische Gleichgewicht seit Beginn der Industrialisierung durch menschliche Aktivitäten beeinflusst worden ist. Die Konzentration wichtiger Treibhausgase in der Atmosphäre ist messbar angestiegen. Die Mehrheit der Wissenschaftler ist sich heute darin einig, dass dies langfristige Auswirkungen auf das Klima zeigen wird.

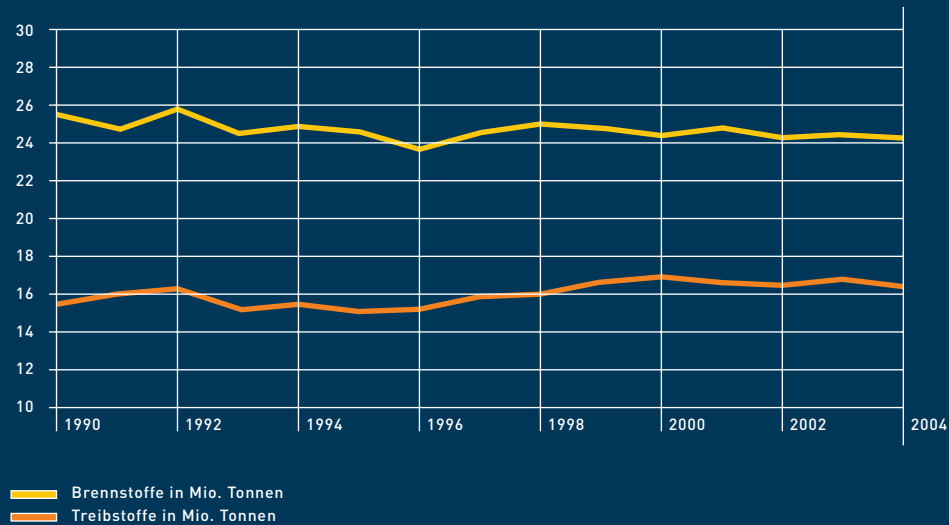
### CO<sub>2</sub> und andere Treibhausgase

Die wichtigsten Treibhausgase sind Wasserdampf, Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Methan, Ozon, Lachgas (N<sub>2</sub>O) und eine Anzahl industriell hergestellter Stoffe. Von all diesen Verbindungen ist CO<sub>2</sub> keineswegs das stärkste Treibhausgas, doch da es in den grössten Mengen in die Atmosphäre gelangt, wird ihm zu Recht am meisten Bedeutung beigemessen.

CO<sub>2</sub> wird bei jeder Art von Verbrennung, aber auch bei der Atmung von Menschen und Tieren freigesetzt. Pflanzen nehmen ihrerseits CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre auf. Die Ozeane und die Wälder bilden neben der Atmosphäre die grössten CO<sub>2</sub>-Speicher der Welt. Durch menschliche Aktivitäten – vor allem die Nutzung fossiler Energieträger und die Abholzung grosser Wälder in den Tropen – hat sich die CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre im Verlauf der letzten 250 Jahre um rund ein Drittel erhöht.

## Massnahmen zur Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Schweiz: stabile bis leicht sinkende Tendenz



Während Luftschadstoffe mit lokalen Massnahmen angepackt werden können, bedarf die Reduktion der Treibhausgase globaler Lösungen. Vor diesem Hintergrund entstand das im Februar 2005 in Kraft getretene Kyoto-Protokoll. Das internationale Übereinkommen verfolgt das Ziel, den Treibhausgasausstoss der Industriestaaten in den Jahren 2008–2012 um 5,2% unter den Stand von 1990 zu senken. Für die Schweiz gilt wie für die EU ein Reduktionsziel von 8%.

### CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Schweiz

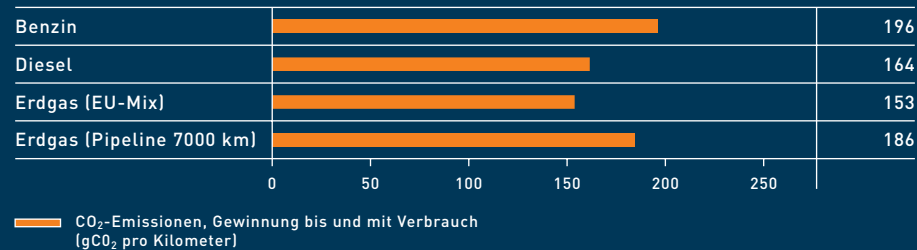
Die Schweiz trägt gerade einmal 0,2% zu den weltweit von Menschen verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen bei. Im Jahr 2003 betrug die Schweizer CO<sub>2</sub>-Emissionen insgesamt 41,1 Millionen Tonnen, etwa gleich viel wie im Jahr 1990. Davon entfielen 16,7 Millionen Tonnen auf den Verkehrs- und 24,4 Millionen Tonnen auf den Wärmebereich. Das im Jahr 2000 erlassene CO<sub>2</sub>-Gesetz fordert bis ins Jahr 2010 eine Senkung der CO<sub>2</sub>-Gesamtemissionen auf 10% unter den Stand von 1990 (Verkehrsbereich 8%, Wärmebereich 15%). Um dieses Ziel zu erreichen, gibt es ein ganzes Bündel von Massnahmen (Klimarappen, freiwillige Verbrauchsreduktionen in den Unternehmen, Senkung des spezifischen Treibstoffverbrauchs usw.).

### Verschiedene Wege zur CO<sub>2</sub>-Einsparung

Dass bei der Verbrennung fossiler Energieträger wie Erdöl, Erdgas und Kohle CO<sub>2</sub> freigesetzt wird, lässt sich grundsätzlich nicht vermeiden. In Grossanlagen wie Ölkraftwerken kann dieses CO<sub>2</sub> mit erheblichem Aufwand eingefangen und weiterverwendet oder gespeichert werden. Wirkungsvoller ist es aber, die Emissionen von Beginn weg zu senken. Dies kann entweder durch die Steigerung der Energieeffizienz von Anlagen und Prozessen oder durch eine Erweiterung des Brenn- und Treibstoffangebots um Alternativen mit geringeren CO<sub>2</sub>-Emissionen geschehen. Selbstverständlich können auch die Konsumenten durch ihr Verhalten zur CO<sub>2</sub>-Einsparung beitragen; etwa indem sie verbrauchsarme Fahrzeuge wählen (die Energie-Etikette gibt darüber Auskunft), eine treibstoffsparende Fahrweise (Eco-Drive) anwenden und ihr Fahrzeug auf sinnvolle Weise nutzen.



## CO<sub>2</sub>-Emissionen bei Fahrzeugen nach Treibstoffart



Quelle: Concawe Well-to-Wheels-Report 2004

## Massnahmen zur Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen

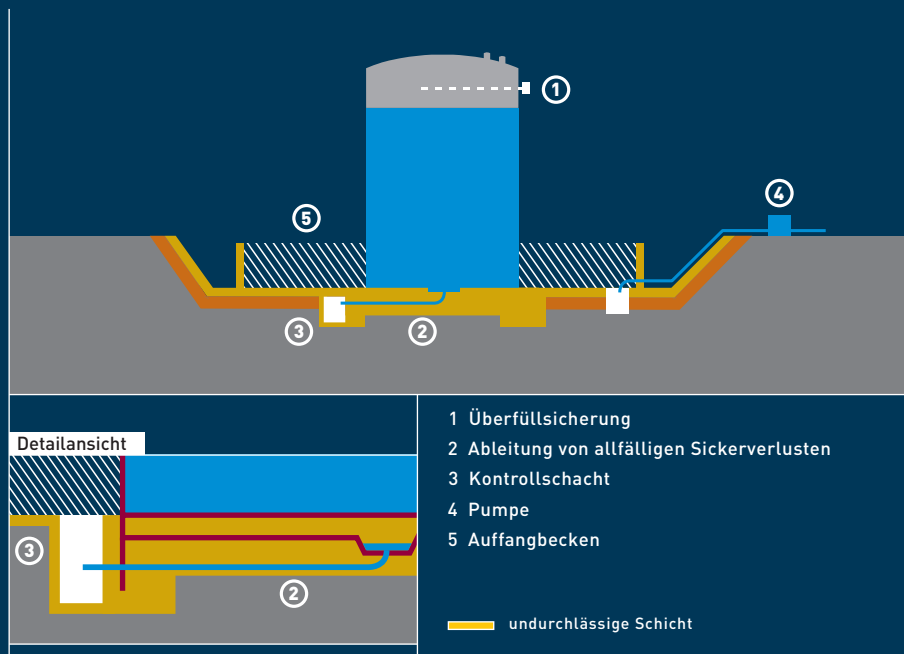
- Vor allem im Wärmebereich besteht ein grosses Potential zur CO<sub>2</sub>-Reduktion. Schon mit einfachen baulichen Massnahmen wie einer besseren Gebäudeisolation lässt sich eine beachtliche Menge an Heizenergie einsparen.
- **Weniger CO<sub>2</sub> dank mehr Effizienz**

Die Automobilindustrie ist bestrebt, den Energieverbrauch ihrer Neuentwicklungen stets weiter zu senken. Sparsame Fahrzeuge benötigen weniger Treibstoff und stossen dadurch auch weniger CO<sub>2</sub> aus. Moderne Dieselmotoren und Benzinmotoren mit Direkteinspritzung sind deutlich verbrauchsärmer als herkömmliche Benzinmotoren. Wenn solche Fahrzeuge mit wirksamen Abgasmachbehandlungssystemen zur Verringerung der Partikel- und Stickoxidemissionen ausgerüstet sind, leisten sie einen sinnvollen Beitrag zur Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen.
- Durch eine effizientere Auslegung der Produktionsprozesse kann auch in Industrie- und Gewerbebetrieben Energie und damit CO<sub>2</sub> gespart werden.
- **Alternative Brenn- und Treibstoffe**

Es ist äusserst unwahrscheinlich, dass die Menschheit in naher Zukunft einen vollständigen Ersatz für die fossilen Brenn- und Treibstoffe finden wird. Möglich und sinnvoll ist dagegen eine Erweiterung des heutigen Brenn- und Treibstoffspektrums um Alternativen mit einer günstigen CO<sub>2</sub>-Bilanz. Aus Pflanzen gewonnene Biotreibstoffe wie Ethanol oder Rapsmethylester (RME) beispielsweise vermögen das bei der Verbrennung freigesetzte CO<sub>2</sub> zu einem grossen Teil durch die Einbindung von CO<sub>2</sub> in die nachwachsenden Pflanzen zu kompensieren. Solche Treibstoffe können entweder in ihrer reinen Form oder, für eine flächendeckende Verteilung, als Beimischung zu herkömmlichen Treibstoffen verwendet werden. Die bestehende Logistik der Mineralölindustrie bietet sich auch für die Verteilung solcher Treibstoffalternativen an. Bei den Brennstoffen ist in erster Linie an die Entwicklung der Brennstoffzelle zu denken, die auch auf fossiler Basis betrieben werden kann.



Tankanlage mit Sicherungssystemen



## Boden- und Gewässerschutz

Während die Luft vor allem durch Schadstoffe aus der Verbrennung von Erdölprodukten belastet wird, entstehen Verschmutzungen von Boden und Gewässern meistens bei der Lagerung und dem Transport der Produkte. Erdölprodukte sind keine naturfremden Stoffe – sie sind aus den Überresten von Kleinstlebewesen entstanden, die im Verlauf von Jahrmillionen durch physikalische und chemische Prozesse in den heutigen Energieträger umgewandelt worden sind. Erdöl ist grundsätzlich biologisch abbaubar, doch genau wie seine Entstehung kann auch seine Zersetzung je nach Umweltbedingungen eine lange Zeit in Anspruch nehmen. Zudem sind einige der in Erdölprodukten enthaltenen Verbindungen schädlich für Mensch und Umwelt.

### Sicherheit bei Transport und Lagerung

Dank strenger Sicherheitsbestimmungen für den Transport von Erdölprodukten kommt es in der Schweiz höchst selten zu Unfällen, die zu einer Verschmutzung von Boden und Wasser mit Erdölprodukten führen könnten. Gefahrguttransporte auf Schiene und Strasse unterliegen den Bestimmungen für den Transport gefährlicher Güter. Bahnpersonal und Tankwagenchauffeure werden für den Umgang mit Erdölprodukten speziell geschult.

Auch die Sicherheit von Tanks und Tankanlagen erfordert ständige Aufmerksamkeit. Im Unterschied zu vielen anderen Ländern sind in der Schweiz alle erdverlegten Tankanlagen neueren Datums mit Doppelwänden versehen. Auffangwannen, Leckanzeigesysteme und Füllsicherungen bieten zusätzliche Sicherheit und gewährleisten, dass im schlimmsten Fall ein Leck rasch festgestellt und der Schaden eingegrenzt werden kann. Heute ereignet sich in der Schweiz im jährlichen Durchschnitt nur ein Unfall auf 10'000 Tankanlagen. Regelmässige Untersuchungen des Grundwassers zeigen, dass nirgends bedenkliche Konzentrationen von Benzininhaltsstoffen wie z.B. Aromaten auftreten.

### Altlasten

Trotz aller Sorgfalt können die Böden vor allem an älteren Standorten Verschmutzungen aus früheren Zeiten aufweisen. Der Umgang mit solchen Standorten wird in der Schweizer Altlastenverordnung geregelt. Die Kantone sind verpflichtet, alle belasteten Standorte in Altlastenkatastern zu erfassen und wenn nötig ihre Sanierung zu veranlassen.



## Boden- und wassergefährdende Stoffe

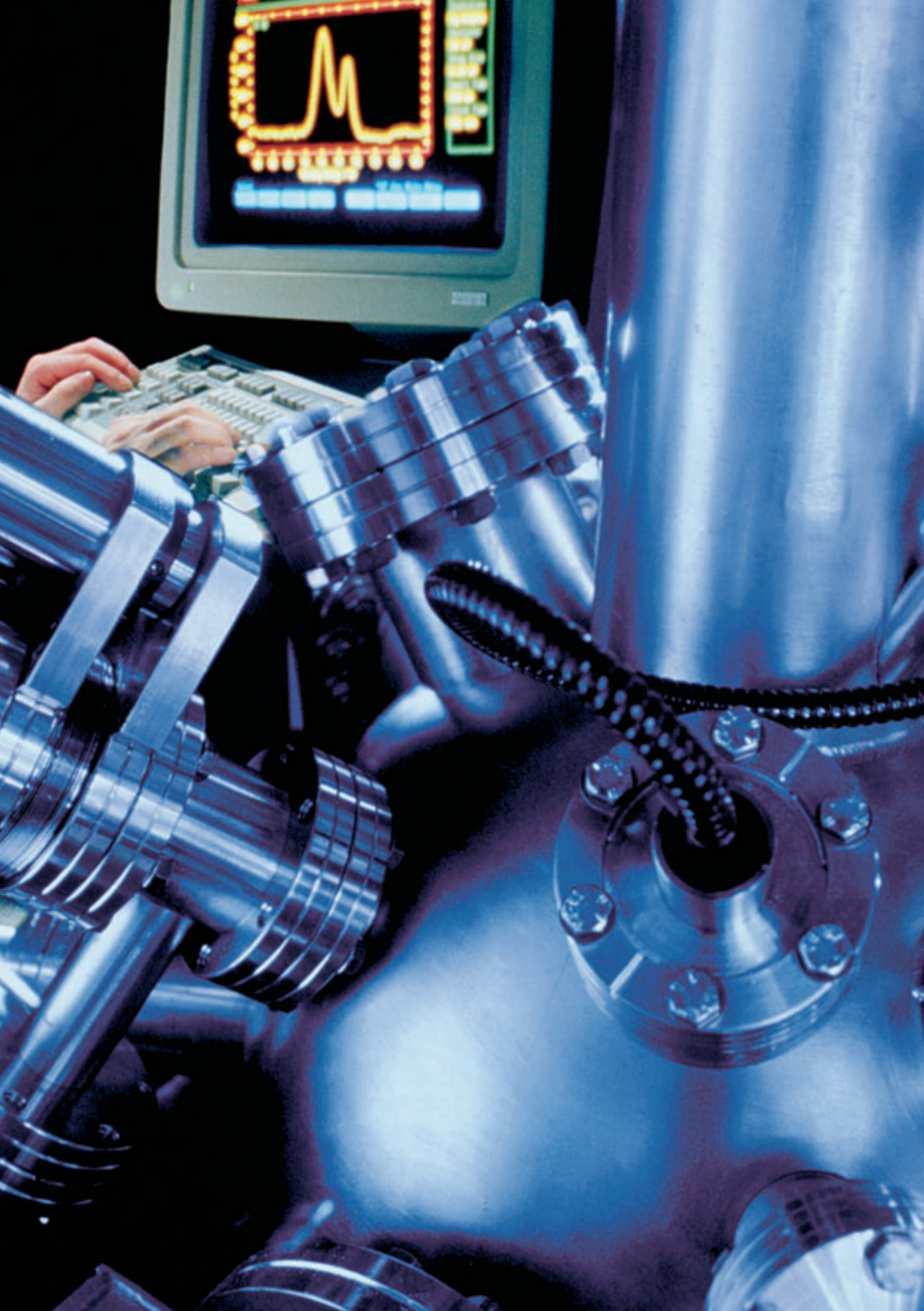
### ■ Aromaten

Aromaten sind ringförmige Kohlenwasserstoffe, die einen natürlichen Bestandteil des Erdöls bilden. Dank ihrer hohen Oktanzahl verleihen sie dem Benzin eine verbesserte Klopfestigkeit. Die sehr gut wasserlöslichen Verbindungen breiten sich bei Unfällen jedoch besonders rasch im Grundwasser aus. Einige dieser Stoffe sind zudem stark giftig. Zum Schutz von Mensch und Umwelt ist der Aromatengehalt von Benzin daher auf höchstens 35 % und der Anteil an krebserregendem Benzol auf 1 % begrenzt. Das nationale Grundwasser-Beobachtungsnetz hat 2004 keine bedenkliche Verschmutzung mit Aromaten aufgezeigt.

### ■ Methyl-tert-butylether (MTBE)

MTBE zeichnet sich durch eine besonders hohe Oktanzahl aus und wird dem Benzin zur Erhöhung der Klopfestigkeit beigemischt. Das sauerstoffreiche MTBE fördert ausserdem die vollständige Verbrennung im Motor, was den Ausstoss unverbrannter Kohlenwasserstoffe und damit die Ozonbildung verringert. Im Kampf gegen Luftverschmutzung und Sommersmog wurde das Motorenbenzin in verschiedenen US-Staaten bis vor wenigen Jahren mit teils beträchtlichen Mengen von MTBE versetzt. In der Schweiz wird MTBE in deutlich geringerem Ausmass verwendet. 2004 enthielt das Bleifrei-95-Benzin durchschnittlich 3,7 % MTBE und die viel weniger verkaufte Bleifrei-98-Qualität 10,7 %.

- Neben seinen günstigen Eigenschaften besitzt MTBE auch eine Reihe von Nachteilen. Es löst sich äusserst gut in Wasser und wird im Boden und Grundwasser nur langsam biologisch abgebaut. Wegen seines intensiven Geruchs sind schon geringe Konzentrationen im Trinkwasser wahrnehmbar. Hohe MTBE-Konzentrationen im Benzin und leckanfällige, einfachwandige Tankräume haben in den US-Staaten Kalifornien und Maine zu derart gravierenden Trinkwasserproblemen geführt, dass der Einsatz von MTBE dort seit 2003 untersagt ist. Dank der besseren Tankbauweise und dem zurückhaltenderen Umgang mit MTBE konnten diese Probleme in der Schweiz vermieden werden. Ein Verbot von MTBE drängt sich daher laut dem Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) nicht auf, zumal der MTBE-Gehalt des Schweizer Benzins ohnehin eine sinkende Tendenz aufweist.



## Umweltschutz in der Schweizer Mineralölindustrie

### ■ Qualität und Sicherheit

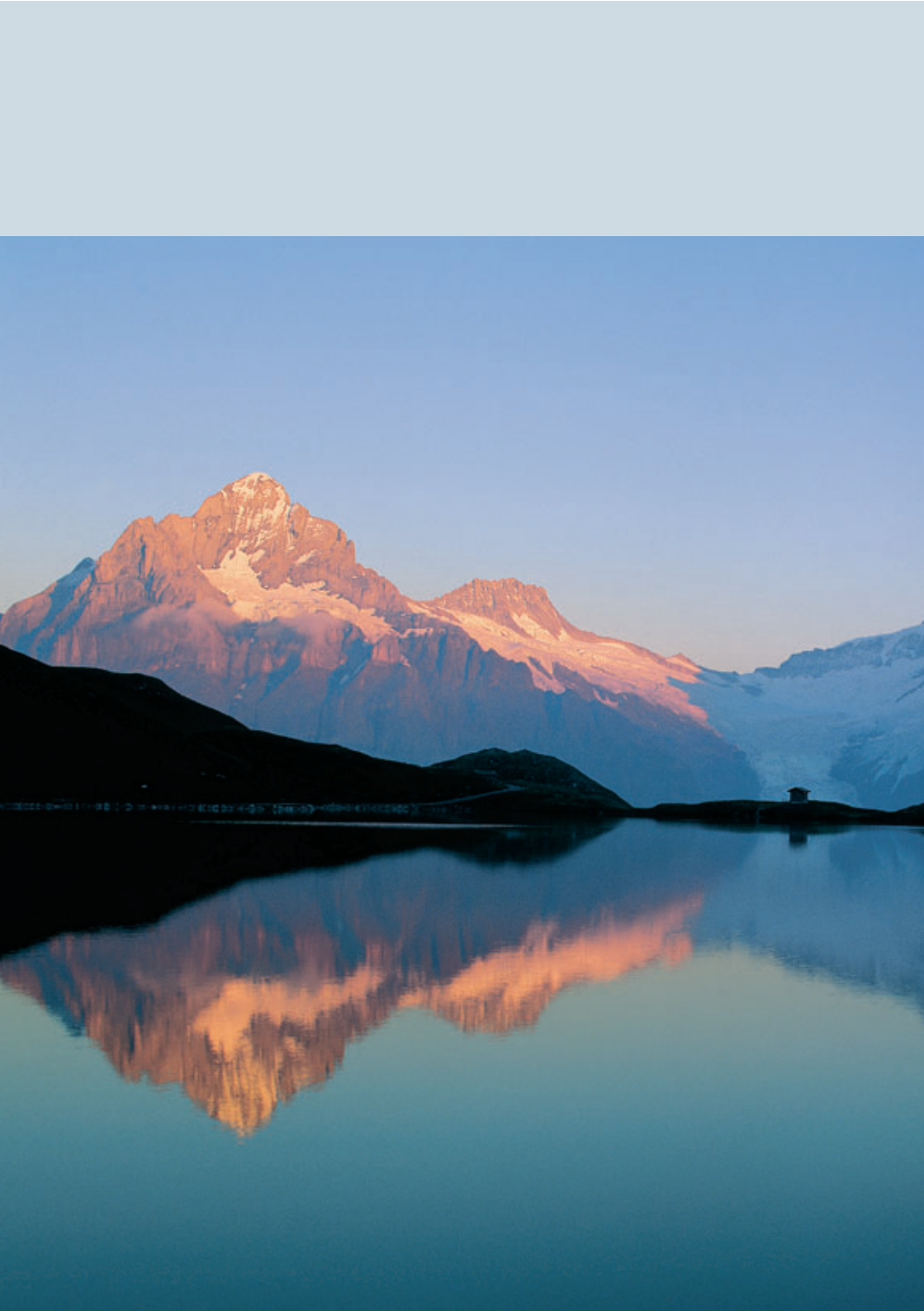
Qualität und Sicherheit haben beim Geschäft der Importeure, Raffineure und Brenn- und Treibstoffhändler höchste Priorität. Nur eine strikte Qualitätskontrolle kann gewährleisten, dass die Konsumentinnen und Konsumenten stets einwandfreie Produkte erhalten, welche allen gesetzlichen Vorgaben gerecht werden und die Auswirkungen auf Mensch und Umwelt so gering wie möglich halten. Gesundheitsgefährdende Inhaltsstoffe versucht man durch unbedenkliche Alternativen zu ersetzen, wo immer Logistik, Gesetzeslage und Kosten dies erlauben. In Raffinerien, Tanklagern und Tankstellen wird die strikte Einhaltung der geltenden Sicherheitsbestimmungen durchgesetzt und auf eine genügende Aus- und Weiterbildung des Personals geachtet.

- Wichtige Fortschritte wie die Einführung einer Lenkungsabgabe zur beschleunigten Verbreitung schwefeldreier Treibstoffe konnten nur dank der Kooperation von Bund und Mineralölindustrie rasch und erfolgreich realisiert werden. Auch in anderen Umweltbereichen, etwa dem Umgang mit Altlasten, arbeitet die Mineralölindustrie mit den Behörden zusammen.

### ■ Forschung im Dienst der Umwelt

Im Jahr 1996 rief die Schweizer Mineralölindustrie den Forschungsfonds der Erdöl-Vereinigung (FEV) ins Leben. Dieser Fonds fördert Projekte, welche die Qualität, Effizienz und Umweltverträglichkeit der Anwendung von Erdölprodukten erhöhen. Zwischen 1996 und 2004 hat der FEV rund 30 Forschungsprojekte von Fachhochschulen, Universitäten und privaten Firmen unterstützt, ohne dabei die wissenschaftliche Freiheit der Forschenden einzuschränken.

- So vielfältig wie die Anwendungsmöglichkeiten für Erdölprodukte sind auch die Projekte des Forschungsfonds. Die Untersuchung des Einsatzes von RME-Diesel-Mischungen in Stadtbussen hat darin ebenso Platz wie die Entwicklung eines schwimmenden Ölreservoirs zur Minimierung der Auswirkung von Tankerunfällen oder der Bau einer heizölbetriebenen Brennstoffzelle. Mit diesem Engagement unterstützt die Mineralölindustrie nicht nur den Umweltschutz, sondern auch den Forschungs- und Produktionsstandort Schweiz.



## Umweltschutz in der Schweizer Mineralölindustrie

### ■ **Klimaschutz: Flexible Mechanismen nutzen**

Die Fortschritte bei der Reduktion vieler klassischer Luft- und Wasserschadstoffe rücken das CO<sub>2</sub>-Problem immer mehr in den Vordergrund. Es gibt durchaus Möglichkeiten, den CO<sub>2</sub>-Ausstoss zu verringern. Sie alle sind jedoch alles andere als billig. In der Schweiz kostet die Reduktion einer Tonne CO<sub>2</sub> zwischen 180 und 370 Franken. In anderen Teilen der Welt ist das Einsparpotential deutlich höher, so dass sich der gleiche Effekt dort mit Kosten von 10 bis 20 Franken erzielen lässt. Dies bedeutet keineswegs, dass die Schweiz nichts zur Senkung ihrer CO<sub>2</sub>-Emissionen unternehmen sollte. Doch es zeigt, dass man mit einem internationalen Ansatz deutlich mehr erreichen kann.

- Das Kyoto-Protokoll trägt dieser Tatsache mit einer Reihe von marktwirtschaftlichen Instrumenten Rechnung. Die so genannten Flexiblen Mechanismen erlauben es, einen Teil der angestrebten Einsparungen durch kosteneffiziente Massnahmen im Ausland zu erbringen. Mit ihrem Klimarappen-Vorstoss hat die Mineralölwirtschaft erreicht, dass die Diskussion rund um die Flexiblen Mechanismen des Kyoto-Protokolls auch in der Schweiz in Gang gekommen ist. Der Klimarappen wird Ende 2005 umgesetzt.

### ■ **Weitere Senkung der Treibhausgase und der Luftschadstoffe**

In den letzten 30 Jahren ist es in der Schweiz gelungen, die bei der Verwendung von Erdölprodukten entstehenden Schadstoffemissionen teilweise massiv zu verringern. Einige Problemstoffe wie Blei, Kohlenmonoxid oder Schwefeldioxid wurden nahezu vollständig beseitigt, bei den meisten anderen hat bereits eine Trendwende stattgefunden. Das nächste Ziel muss sein, alle Emissionen auf einen Wert zu senken, der als unbedenklich für Mensch und Umwelt eingestuft wird. Die bereits erzielten Erfolge zeigen, dass ein beachtliches Potential für technische Verbesserungen besteht. Ein konstruktiver Dialog zwischen Behörden, Industrie, Wissenschaft und Öffentlichkeit ist der Grundstein für weitere Fortschritte.

## Die Welt des Erdöls – eine Schriftenreihe der Erdöl-Vereinigung

- Die Erdöl-Vereinigung (EV) als Branchenverband der Schweizer Mineralölindustrie bietet Informationen zu allen Fragen rund um Transport, Verarbeitung und Einsatz von Erdölprodukten.

Zusätzliche Exemplare dieser Broschüre, Broschüren zu weiteren Themen sowie das Verzeichnis der gesamten Schriftenreihe können bei der Erdöl-Vereinigung bezogen werden.

### ■ **Herausgeber**

Erdöl-Vereinigung, Löwenstrasse 25, 8001 Zürich  
Tel. 044 218 50 10, Fax 044 218 50 11, [info@swissoil.ch](mailto:info@swissoil.ch), [www.swissoil.ch](http://www.swissoil.ch)  
1. Auflage 2005

### **Copyright**

Der Inhalt dieser Broschüre darf unter Quellenangabe weiterverwendet werden.