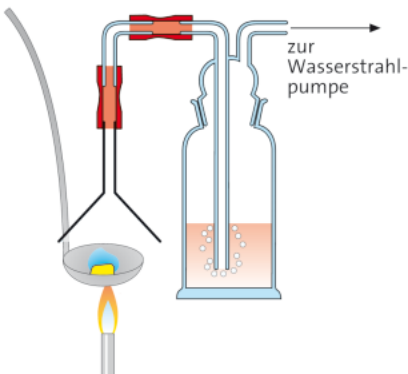




**B1** Silvesterfeuerwerk: Kurz nach dem Jahreswechsel ist die Staubmenge in der Luft mehr als 100-mal größer als im Jahresdurchschnitt.



**B2** Natürliche und anthropogene<sup>1</sup> Quellen für Luftschadstoffe. **A:** Welche Gase treten bei Vulkanausbrüchen und bei Geysiren aus?



**B3** Skizze zu LV3. **A:** Welcher Schadstoff wird durch die Verfärbung der Lösung nachgewiesen?

<sup>1</sup> von *anthropos* (griech.) = Mensch und von *genea* (griech.) = Abstammung;  
<sup>2</sup> ohne Verunreinigungen mit Parafuchsin

## Wenn die Luft zum Schneiden ist

Mit Freunden feiern, Bleigießen und ein Feuerwerk um Mitternacht – so begrüßen wir das neue Jahr. Danach ist die Luft „zum Schneiden“. Was beschreibt man mit diesem Ausdruck? In welchen Situationen sprechen wir von Luft, die man sprichwörtlich „schneiden“ kann?



### Versuche

**V1** Befestige auf der Öffnung eines Bechers einen Klebestreifen so, dass die klebende Seite nach oben zeigt. Stelle mehrere solcher Becher an verschiedenen Orten auf. Untersuche die Klebestreifen nach einer bestimmten Zeit auf unterschiedliche Staubmengen und Staubkorngrößen. Nimm auch eine Lupe zu Hilfe.

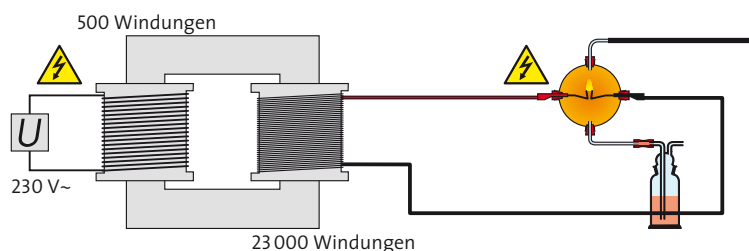
**V2** Reibe einen aufgeblasenen Ballon mit einem Wolllappen und halte den Ballon in die Nähe einer kurz zuvor ausgeblasenen Kerze. Beobachte den Kerzenrauch.

**LV3 Abzug!** Eine Portion Schwefel wird in der Brennerflamme entzündet. Die Verbrennungsprodukte werden wie in B3 angedeutet durch Fuchsin-Lösung (0,01 g Fuchsin in 100 mL Wasser) gesogen. Der Versuch wird a) mit verschiedenen Erdölfraktionen (z. B. Benzin\* und Diesel), b) mit Braunkohle und c) mit Butangas\* (Feuerzeug) wiederholt. Vor jedem Versuch muss die Fuchsin<sup>2</sup>-Lösung erneuert werden.

**LV4** Mithilfe eines Transformators (500 Windungen und 23 000 Windungen) wird die Netzspannung von 230 V auf ca. 10 000 V angehoben (B4). Zwischen den Hörnerelektroden wird in einem Glaskolben ca. 15 s lang ein Dauerblitz erzeugt. Nach dem Ausschalten des Transformators wird die Luft im Kolben mit Indikatorpapier und mit Schnellteststreifen oder mit SALTZMANN-Lösung auf Stickstoffdioxid\* untersucht.

### Auswertung

- Protokolliere deine Versuchsergebnisse zu V1. Notiere die Messbedingungen möglichst genau (z. B. Ort der Messung, Zeitraum, Verkehrslage).
- Durch Reiben mit dem Wolllappen wurde der Ballon in V2 elektrisch aufgeladen. Erkläre, inwiefern V2 eine Möglichkeit zeigt, Abgase aus Kraftwerken zu entstauben. Nenne Erscheinungen, bei denen sich elektrostatische Aufladung ähnlich auswirkt.
- Welche weiteren Produkte können bei den Verbrennungen aus LV3 direkt beobachtet werden?
- Bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe entstehen hauptsächlich Kohlenstoffdioxid und Wasser. Wie könnte man bei LV3 Kohlenstoffdioxid nachweisen (*Hinweis:* vgl. S. 35)? Ändere dazu die Versuchsvorschrift ab und führe den Versuch dann durch.
- Informiere dich über die Gefahren für unsere Gesundheit, die von Schwefeldioxid und von Stickstoffoxiden ausgehen.



**B4** Hochspannungstransformator und Versuchsvorrichtung zu LV4

## Schadstoffe in der Luft

Die Luft ist kurz nach dem Abbrennen von Feuerwerk voller Rauch und somit „schlecht zum Atmen“. Über die Luftqualität beschwerten wir uns aber auch dann, wenn ein Raum ungelüftet oder voller Zigarettenrauch ist.

Auch **Feinstaub**, bei dem die Staubpartikel kleiner als 10 µm und damit unsichtbar sind, ist schädlich für die Gesundheit. Der Staubgehalt der Luft wird an Messstationen vor allem an stark befahrenen Straßen gemessen. Überschreiten die Werte zu oft einen festgelegten Grenzwert, so muss die Stadt Maßnahmen ergreifen und z. B. den Verkehr auf dieser Strecke begrenzen. Seit 2008 haben große Städte sogenannte Umweltzonen eingerichtet, in denen nur Fahrzeuge mit einer Feinstaubplakette (B5) fahren dürfen. Diese Plaketten werden an Fahrzeuge mit **Abgaskatalysator** (vgl. S. 80) und Dieselfahrzeuge mit eingebautem **Rußpartikelfilter** ausgegeben. Auch bei industriellen Prozessen, z. B. bei der Stromgewinnung in Kohlekraftwerken, fallen große Staubmengen an. Der Staub wird allerdings zum größten Teil durch **Elektrofilter** aus den Rauchgasen entfernt (V2).

Neben Feinstaub belästigen uns auch andere Schadstoffe, die in die Luft abgegeben werden. Solche freigesetzten Schadstoffe bezeichnet man als **Emissionen**<sup>3</sup>. Die dann auf den Menschen, die Tiere und die Umwelt einwirkenden Schadstoffe nennt man **Immissionen**<sup>4</sup>.

In den siebziger und achtziger Jahren des 20. Jahrhunderts wurden Industrie und Verkehr als Hauptverursacher für die hohen Werte an schädlichem **Schwefeldioxid**, **Stickstoffoxiden** und **Ozon** (vgl. S. 66) verantwortlich gemacht. Trotz Zunahme des Verkehrs und der Stromerzeugung gehen seit dem Jahr 1975 die Emissionen an Luftschadstoffen in Deutschland und Westeuropa zurück (B7).

Die deutliche Abnahme der Emissionen in der Industrie ist darauf zurückzuführen, dass Schwefeldioxid und Stickstoffoxide aus den Rauchgasen durch chemische Umwandlungen entfernt werden, durch **Entschwefelung** und **Entstickung**. Aus Schwefeldioxid kann Gips gewonnen und als Baumaterial verwendet werden. Stickstoffoxide werden zu elementarem Stickstoff umgewandelt.

Die Menge an Schadstoffen in den Abgasen von Fahrzeugen wird durch schwefelarme Kraftstoffe und den **Autoabgaskatalysator** reduziert. In den Autoabgasen ist auch das farblose, geruchlose und giftige Gas **Kohlenstoffmonooxid** enthalten, dessen Menge bei der zweijährlichen Abgasuntersuchung (AU) für Fahrzeuge kontrolliert wird. Da Kohlenstoffmonooxid schon bei einem Anteil von 0,1% in der Atemluft tödlich wirkt, muss ein sehr niedriger Grenzwert eingehalten werden.

Für alle Luftschadstoffe konnte eine Abnahme erreicht und nachgewiesen werden (B7). Es darf aber nicht vergessen werden, dass es neben den **anthropogenen** (vgl. Fußnote, S. 62) auch **natürliche Quellen** für Luftschadstoffe gibt. So werden z. B. durch Vulkanausbrüche und Geysire große Mengen an Schwefeldioxid, Chlorwasserstoff und anderen Gasen in die Atmosphäre freigesetzt.

Wenn es bei Gewittern blitzt, bilden sich **Stickstoffoxide** wie in der Versuchsanordnung aus LV4. Allerdings ist die Menge an Stickstoffoxiden aus anthropogenen Quellen v. a. aus Autoabgasen doppelt so groß wie die aus natürlichen Quellen.

### Aufgaben

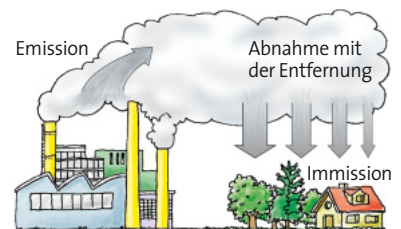
**A1** Warum werden manchmal auch in Regionen mit geringem Verkehrsaufkommen erhöhte Werte für Luftschadstoffe gemessen?

**A2** Auf *Chemie 2000+ Online* findest du viele interessante Links, z. B. zum Umweltbundesamt. Informiere dich über die aktuellen Messwerte der Luftschadstoffe deiner Stadt bzw. einer größeren Stadt deiner Region.

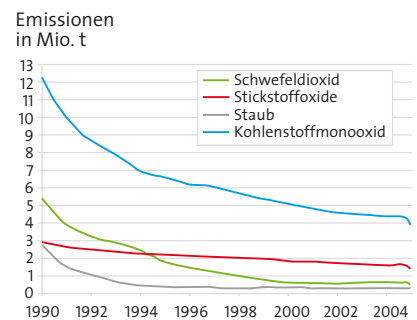


**B5** Vor allem Dieselfahrzeuge stoßen große Mengen an Feinstaub aus, deshalb gibt es Umweltzonen mit Fahrbeschränkungen.

**A:** In welchen Städten sind solche Zonen zu finden?



**B6** Zusammenhang zwischen Emissionen und Immissionen. **A:** Erläutere diesen Zusammenhang.



**B7** Entwicklung der Emissionen von 1990 bis 2005 in Deutschland. **A:** Warum sind in dem Diagramm die Daten erst ab 1990 dargestellt? Kannst du einige Entwicklungen der Emissionen erklären?

<sup>3</sup> von *emissio* (lat.) = Aussendung;

<sup>4</sup> von *immittere* (lat.) = hineinsenden

### Fachbegriffe

anthropogene Schadstoffe, Emissionen, Immissionen, Feinstaub, Stickstoffoxide, Kohlenstoffmonooxid, Abgaskatalysator (für Autoabgase), Rußpartikelfilter, Elektrofilter, Entschwefelung und Entstickung (von Rauchgasen)