

UmweltWissen

Umweltmedium Luft

Technische Prozesse verschmutzten bereits in mittelalterlichen Städten die Luft. Schon damals versuchte man, das Färben, Gerben oder Verbrennen räumlich von der Wohnumwelt zu trennen. Allerdings führten diese Prozesse damals nur lokal zu starken Belastungen. Mit der Industrialisierung nahm die Luftverschmutzung zu. Immer mehr Emittenten – z.B. Fabriken, Hausbrand oder Kfz – beeinträchtigten die Luftqualität und infolge hoher Kamine wurden die Schadstoffe auch weiträumiger transportiert (s. Abb. 1). Heute sind selbst Regionen fernab der Verursacher betroffen. Daher trat der Gedanke der Vorsorge immer mehr ins Blickfeld.

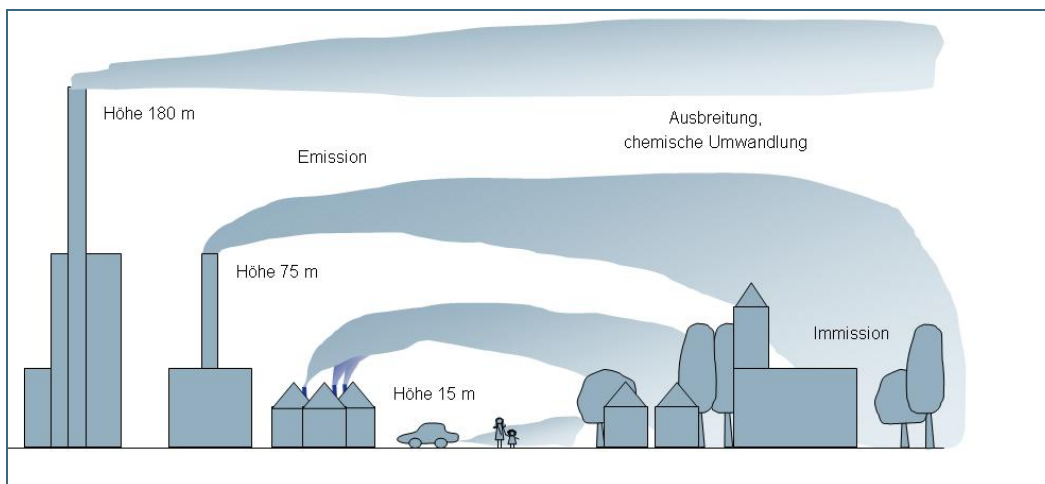


Abb. 1: Quellen und Wege von Luftverunreinigungen. Quelle: Baumbach 1990, eigene Darstellung

1 Luft und Luftqualität

Die Bezeichnung **reine** Luft wird häufig verwendet, um Luft weit entfernt von Industrie- und Ballungsgebieten zu charakterisieren. In erster Näherung kann man dies für die Luft vor 1850 sagen – zumindest fernab der z. T. starken örtlichen Belastungen. Allerdings sind auch die natürlichen Quellen und Prozesse, die die Zusammensetzung der reinen Luft bestimmen, nicht konstant.

Luft ist nicht nur ein Gasgemisch. Sie enthält meist auch feste Substanzen in Form kleiner Partikel, die als atmosphärisches Aerosol bezeichnet werden. Außerdem enthält Luft auch Wasserdampf, der an Partikeln zu Wolken, Nebel oder Regen kondensiert.

Hauptbestandteile der Luft sind Stickstoff und Sauerstoff (s. Tabelle 1), die zusammen rund 99 % des Volumens ausmachen und in ihrer Konzentration kaum variieren.

Daneben kommen in sehr geringen Anteilen Spurenstoffe vor, die die Qualität der Luft bestimmen: Meeres-, Land-, Stadt- oder Waldluft unterscheiden sich vor allem in ihrem Gehalt an Spurenstoffen.

Neben den Spurenstoffen enthält Luft auch unerwünschte Stoffe. Diese Luftschadstoffe können für Mensch und Natur schädlich sein. Nicht immer können wir diese Schadstoffe riechen oder spüren und oft sind ihre Auswirkungen auch erst langfristig feststellbar.

Tab. 1: Größenordnung der Konzentration verschiedener Luftbestandteile (wenn nicht anders angegeben in Volumen-%, bezogen auf die trockene Luft). Quelle: Möller 2003

Bestandteil	Substanz / Phase	Konzentrationen
Hauptbestandteile	Stickstoff	78 %
	Sauerstoff	21 %
	Edelgase	0,9 %
Nebenbestandteile	Wasserdampf	0,001 – 0,02 % der feuchten
	Kohlendioxid	Atmosphäre 0,035 %
Wolkenwasser	Flüssigwasser	10^{-4} %
	Gelöste Spezies	$\geq 10^{-4}$ Massen-% bzgl. Wolkenwasser
Niederschlagswasser	Gelöste Spezies	$\leq 10^{-4}$ Massen-% bzgl. Regenwasser
Spurengase	Methan	$1,6 \cdot 10^{-4}$ %
	SO ₂ , NO _x	10^{-9} – 10^{-5} %
	VOC (NMVOC)	10^{-8} – 10^{-6} %
Aerosolpartikel (d < 1 µm)	Kontinental	10^{-8} % (50 µg m ⁻³)
	Maritim	10^{-10} % (< 10 µg m ⁻³)
Radikale	OH, HO ₂ , NO ₃	$\leq 10^{-13}$ %

2 Luftschadstoffe

2.1 Quellen

Zur Luftverschmutzung tragen viele verschiedene Emittenten bei, v. a. Industrieanlagen, Verkehr und Hausbrand (s. Tabelle 2, S. 3). Z.B. verursacht der Verkehr in Deutschland rund 64 % der NO_x-, 23 % der NMVOC-, 85 % der Benzol- und 95 % der Rußemission (Stand 1999).

Daneben gibt es auch natürliche Quellen für Luftschadstoffe. Durch menschliche Einflüsse werden deren Emissionen häufig verstärkt, z.B. durch Entwässerung von Niedermooren, Nassreisenaubau oder intensive Tierhaltung.

Natürliche Quellen von Luftschadstoffen

- Nadelwälder: Terpene
- Vulkane: SO₂, H₂S, NO_x, Staub, CO₂
- Wüsten, Trockengebiete: Staub
- Gewitter: NO_x
- Niedermoore: CO₂-Freisetzung bei der Torfzersetzung
- Reisfelder: CH₄-Freisetzung bei der Einstauung
- Wiederkäuer: im Pansen entsteht CH₄
- Tierhaltung: NH₃-Freisetzung aus den Exkrementen

Tab. 2: Quellen und Entstehungsprozesse verschiedener Luftschadstoffe

Luftschadstoffe	Haupt-Emittenten	Ursache
Ammoniak (NH₃)	Landwirtschaft; Verkehr; Kraftwerke mit NO _x -Abscheidung	Lagerung und Verteilung von Wirtschaftsdüngern; Katalysator; „NH ₃ -Schlupf“
Flüchtige organische Verbindungen (VOC)	Kleinverbraucher (Lösemittel); Verkehr; Druck-, Lackierindustrie (Lösemittel); Chemische Industrie; Erdölverarbeitung	Einsatz von Lösemitteln, v. a. in Lacken und Farben; Ottomotor; Verdampfungsverluste
Kohlenmonoxid (CO)	Verkehr; Feuerungsanlagen (Industrie, Gewerbe, Energieerzeugung, private Haushalte); Eisen-, Stahlindustrie	Unvollständige Verbrennung bei Sauerstoff-Mangel, v.a. bei Ottomotoren
Ozonzerstörende Substanzen (z.B. FCKW)	Klimaanlagen; Kleinverbraucher; Verkehr	Einsatz von Kühlmitteln in Klima- und Kälteanlagen
Photooxidantien (z. B. Ozon, O₃)	Entstehung aus Vorläufersubstanzen (VOC, NO _x)	Natürliche und anthropogene Emission von Vorläufersubstanzen (VOC, NO _x)
Schwefeldioxid (SO₂)	Feuerungsanlagen (Industrie, Gewerbe, Energieerzeugung, private Haushalte)	Verbrennung von schwefelhaltigen Brennstoffen (Steinkohle, Braunkohle, Heizöl)
Staub (z.B. Feinstaub¹)	Feuerungsanlagen (Industrie, Gewerbe, Energieerzeugung, private Haushalte); Metallherstellung und -verarbeitung; Aufbereitung fester Brennstoffe; Anlagen im Bereich Bau, Steine, Erden, Verkehr	Verbrennungsvorgänge; mechanische Prozesse, Abrieb von Fahrbahnen und Reifen; Aufwirbelung von Straßen; Lagerung und Umschlag staubender Güter; großräumige Verfrachtungen
Stickstoffoxide (NO_x, NO, NO₂)	Verkehr; Feuerungsanlagen (Industrie, Gewerbe, Energieerzeugung, private Haushalte)	Verbrennungsvorgänge unter Luftzutritt bei höheren Temperaturen
Treibhausgase (CO₂, CH₄ u. a.)	Feuerungsanlagen (Industrie, Gewerbe, Energieerzeugung, private Haushalte); Mülldeponien	CO ₂ : Verbrennungsvorgänge CH ₄ : anaerobe Vergärung, z.B. Hausmülldeponien, Tierhaltung

2.2 Wirkungen

In erster Linie ist nicht die Konzentration eines Schadstoffs von Bedeutung, sondern vielmehr sein Wirkungspotenzial. Dabei können Luftschadstoffe eine Vielzahl von Prozessen beeinflussen (s. Tabelle 3). Beispiele hierfür sind:

- Veränderung von chemischen Prozessen und damit zugleich der Lebensumstände für die Bewohner von Ökosystemen. So führen Nährstoffanreicherung oder Versauerung in Ökosystemen z. T. zu drastischen Veränderung der Artenzusammensetzung (s. Publikation ► [Ammoniak und Ammonium](#)).

¹ Feinstaub wird nach seiner Partikel-Größe eingeteilt (PM, particulate matter). Man unterscheidet PM₁₀, PM_{2,5} und PM₁. In der Fraktion PM₁₀ werden Partikel erfasst, die einen größenselektierenden Lufteinlass passieren, der für Teilchen mit einem aerodynamischen Durchmesser von 10 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50% aufweist (nach ISO 7708). D.h., 50 % der Teilchen über 10 µm werden herausgefiltert. PM_{2,5} bzw. PM₁ sind analog für Partikel < 2,5 bzw. < 1 µm definiert.

- Auch die Prozesse in der Atmosphäre werden von den Luftschadstoffen stark verändert (s. Publikationen ► [Treibhausgase](#), ► [FCKW und FCKW-Ersatzstoffe](#), ► [Klimaänderungen](#), ► [Ozonschicht und Ozonloch](#)).
- Viele Schadstoffe haben auch gesundheitliche Relevanz (s. z.B. Publikation ► [Bodennahes Ozon](#)).

Tab. 3: Ökologische Bedeutung verschiedener Luftschadstoffe und ihre Wirkung auf die Gesundheit

Luftschadstoffe	Ökologische Bedeutung	Wirkungen auf die Gesundheit
Ammoniak (NH₃)	Nährstoff-Eintrag in Ökosysteme, Versauerung	Indirekt: Feinstaub-Vorläufer
Flüchtige organische Verbindungen (VOC)		Indirekt: Vorläufer für Photooxidantien
Kohlenmonoxid (CO)		Im Blut Bindung von CO anstelle von Sauerstoff
Ozonerstörende Substanzen (z.B. FCKW)	Zerstörung der stratosphärischen Ozonschicht, Treibhauseffekt	Durch Zunahme der UV-Strahlung: Hautkrebs, Grauer Star
Photooxidantien (z.B. Ozon, O₃)	Direkte Schädigung von Pflanzen ²	Reizung der Lunge (Photochemischer Smog)
Schwefeldioxid (SO₂)	Versauerung, direkte Schädigung von Pflanzen	Reizung der Lunge (Smog) Indirekt: Feinstaub-Vorläufer
Staub (z.B. Feinstaub)		Feinstaub dringt bis in die Lungenbläschen; toxische Schadstoffe an der Oberfläche (Schwermetalle, PAK u. a.), problematisch bei Verkehrsemissionen (Dieselruß)
Stickstoffoxide (NO_x, NO, NO₂)	Versauerung, Nährstoff-Eintrag in Ökosysteme	Indirekt: Vorläufer für Photooxidantien und Feinstaub
Treibhausgase (CO₂, CH₄ u. a.)	Treibhauseffekt, CO ₂ -Aufnahme von Pflanzen und Tieren	

Der Vielzahl an Luftschadstoffen entspricht eine Vielzahl möglicher Wirkungen, die hier nur im Überblick behandelt werden können. Ergänzend empfehlen wir Ihnen außerdem unsere Publikation ► [Luftschadstoffe – Wirkungen auf Ökosysteme](#).

3 Ausbreitung von Schadstoffen

Die Ausbreitung von Schadstoffen hängt v. a. davon ab, wie stark die unteren Schichten der Atmosphäre durchmischt werden. Dies wiederum ist abhängig von der thermischen Schichtung (s. Abschnitt 3.1) und vom Wind (s. Abschnitt 3.2). Unter ungünstigen Bedingungen kann es zu einer starken Anreicherung von Schadstoffen kommen, z.B. in Ballungsgebieten bei Inversionswetterlagen oder bei ungünstigen Windverhältnissen.

² Ozon ist die weltweit wichtigste phytotoxische Immissionskomponente.

3.1 Temperatur-Schichtung der unteren Atmosphäre

Warme Luft ist bei gleichem Druck weniger dicht und damit leichter als kalte Luft. Daher steigt warme Luft auf und kühlt sich dabei entsprechend den Gesetzen der Thermodynamik ab. Je nach Temperatur (und damit auch: je nach Dichte) der Luft in höheren Schichten wird der Luftaustausch verstärkt oder behindert:

Bei **Inversionen** ist die Luft innerhalb der sog. Inversionsschicht oben wärmer als unten. Damit verbunden ist ein eingeschränkter Luftaustausch innerhalb dieser Schicht – besonders bei geringer Windgeschwindigkeit. Dabei kann die Inversionsschicht am Boden oder in der Höhe zu finden sein. Je nach dem spricht man von Boden- oder Höheninversion (s. Abb. 2).

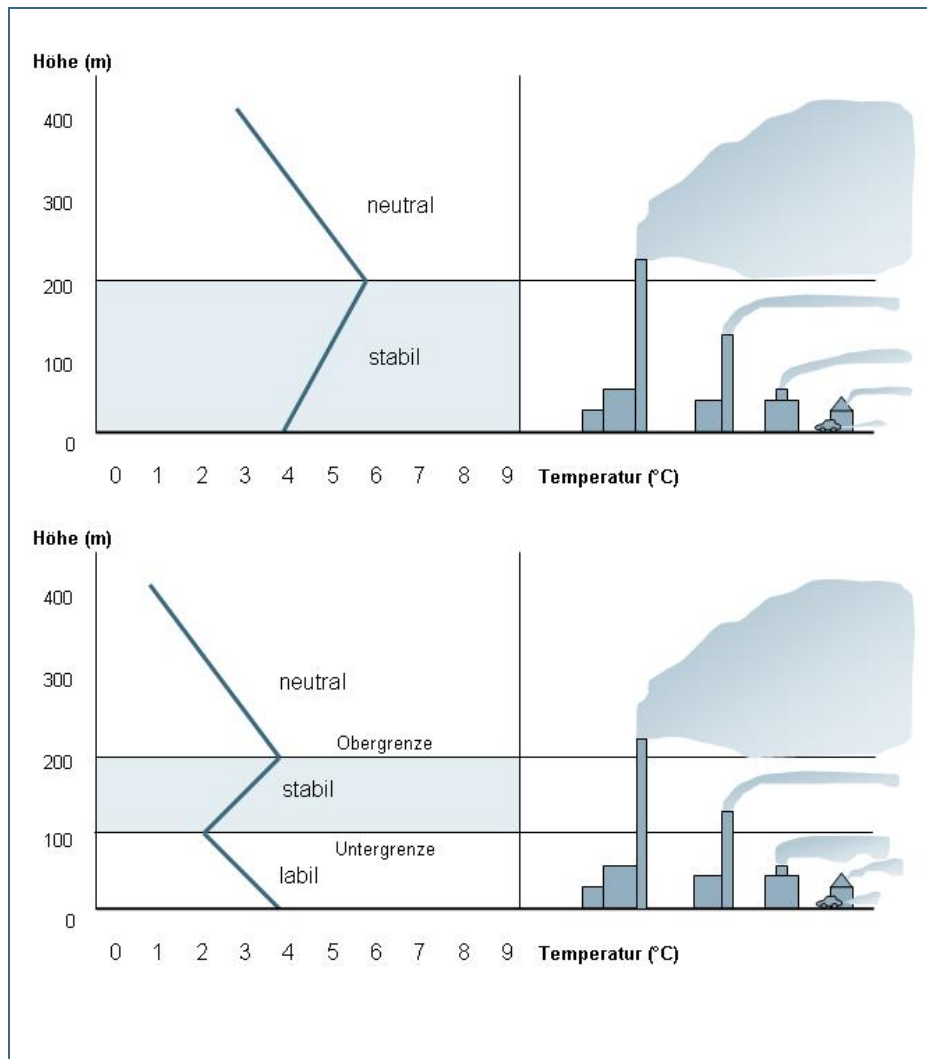


Abb. 2: Einfluss von Inversionen auf die Schadstoffausbreitung. Oberes Teilbild: **Bodeninversion**, unteres Teilbild: **Höheninversion**

Quelle: Baumbach 1990, eigene Darstellung

Bodeninversion: Innerhalb der Inversion ist der vertikale Luftaustausch stark eingeschränkt. Bodennah emittierte Schadgase werden nicht mehr abtransportiert und verdünnt. So kommt es zu Schadstoffanreicherungen in Bodennähe. In größerer Höhe freigesetzte Emissionen können in diesem Fall zunächst nicht zum Boden gelangen.

Höheninversion: Der vertikale Luftaustausch wird nur nach oben hin behindert. Daher werden die Schadstoffe in der unteren Schicht angereichert.

Großräumige und länger anhaltende Inversionen können in industriellen Ballungsgebieten zu Smog-situationen führen. Anhaltende Inversionen treten vor allem im Herbst und Winter auf.

Labile Schichtungen herrschen vor, wenn aufsteigende Luft – trotz der Abkühlung während des Aufstiegs – in kältere Schichten gelangt und weiter aufsteigt. Dann ist ein vertikaler Luftaustausch möglich und Schadstoffe werden abtransportiert.

Bei einer **neutralen Schichtung** wird der vertikale Luftaustausch weder behindert noch verstärkt, da sich Temperatur und Dichte der aufsteigenden Luft genauso wie in der Umgebungsluft verändern.

Eine **stabile Schichtung** besteht, wenn die aufsteigende Luft kälter und damit schwerer wird als die Umgebungsluft und wieder absinkt. Dann ist der vertikale Luftaustausch, und damit der Abtransport der Schadstoffe gehemmt.

Mit hohen **Kaminen** kann man Anreicherungen in Bodennähe vermeiden (s. Abb. 2). Dabei gilt: Je höher die Emissionsquelle ist, desto besser werden die Abgase verdünnt und desto geringer ist die Konzentration dort, wo die Schadstoffe ankommen (Immission, s. Abb. 1, S. 1). Gleichzeitig werden die Schadstoffe jedoch weiträumig transportiert, so dass auch fernab von Emittenten die Luftbelastung steigt. Darauf wurde man erst aufmerksam, als in skandinavischen Seen sehr geringe pH-Werte gemessen wurden, die auf den Eintrag von Säurebildnern aus weit entfernten Quellen zurückgeführt werden konnten. Ein anderes Beispiel ist die Schädigung von Waldökosystemen in den Kammlagen der Mittelgebirge.

3.2 Wind und Verwirbelungen

Wind entsteht, wenn sich die Luft erwärmt und aufsteigt: Dann sinkt am Boden der Luftdruck, während er in der Höhe steigt. Diese Druckunterschiede werden durch Luftströmungen aus anderen Gebieten ausgeglichen. So entstehen Windsysteme wie:

- Land- und Seewindsystem: Tagsüber erwärmt sich die Luft über dem Land stärker als über dem Wasser. Daher fließt tagsüber bodennah Luft vom Meer zum Land, während in der Höhe Luft vom Land zum Meer strömt. Nachts ist diese Zirkulation umgekehrt.
- Berg- und Talwindsystem: An Berghängen wird die Luft tagsüber stärker erwärmt und nachts stärker abgekühlt als im Tal. Daher strömt tagsüber Luft hangaufwärts und aus der Ebene in die Täler hinein, nachts bildet sich ein umgekehrtes Windsystem.
- Stadt- und Landwindsystem: Im Mittel ist eine Großstadt um 1 – 2 °C wärmer als die freie Umgebung, wobei dieser Unterschied an sonnigen Tagen erheblich größer sein kann. Bei Schönwetter und allgemein schwacher Luftbewegung kann sich ein entsprechendes Windsystem ausbilden.

Der Wind verweht die Luftschadstoffe. Dabei werden die Schadstoffe in der Luft verdünnt, und zwar umso stärker, je höher die Windgeschwindigkeit und je stärker die Turbulenzen sind (s. Abb. 3).

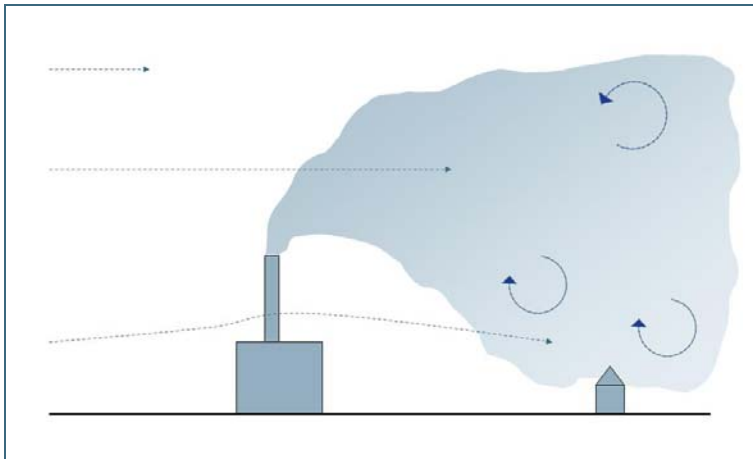


Abb. 3: Ausbreitung von Rauchfahnen bei turbulentem Wind. → Windrichtung, Quelle: Baumbach 1990, eigene Darstellung

Die **Turbulenz** ist neben der Windgeschwindigkeit ein wesentlicher Faktor für die Verdünnung der Luftschadstoffe. Die Verwirbelung ist besonders stark bei:

- Hindernissen, z.B. Geländestufen (s. Abb. 4),
- hoher Bodenrauigkeit (z. B. Pflanzenbewuchs, Straßenschluchten)
- labilen thermischen Schichtungen (s. Abschnitt 3.1).

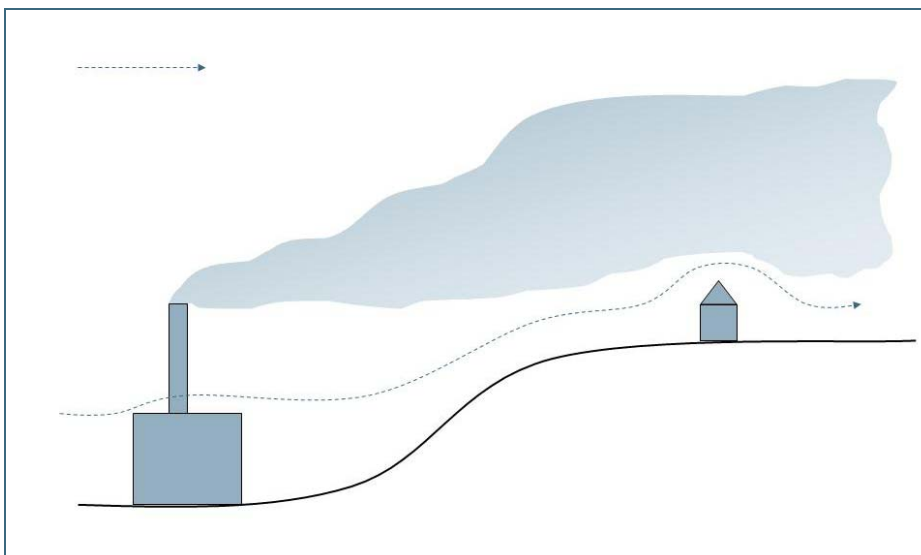


Abb. 4: Einfluss von Geländestufen auf die Ausbreitung von Rauchfahnen. → Windrichtung, Quelle: Baumbach (1990), eigene Darstellung

Auch **Gebäude** können die Schadstoffausbreitung entscheidend beeinflussen, wobei Gebäudeform und -größe eine entscheidende Rolle spielen. Im Windschatten eines Gebäudes entstehen Verwirbelungen, die die Schadstoffe zu Boden drücken und dort anreichern. Sind die Kamine zu niedrig und ragen nicht aus der Eigenturbulenzzone des Gebäudes heraus, kann es zu hohen Schadstoffbelastungen in Bodennähe kommen (s. Abb. 5).

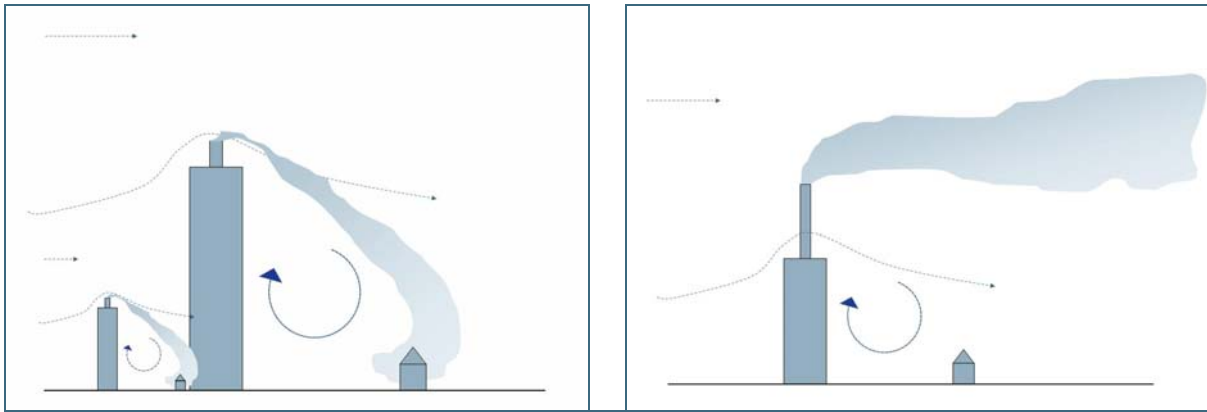


Abb. 5: Ausbreitung von Rauchfahnen. Links: Rauchfahne im Leewirbel hinter einem Gebäude. Rechts: Vermeidung der Einströmung von Rauch in den Leewirbel durch einen hohen Kamin. → Windrichtung. Quelle: Baumbach 1990, eigene Darstellung

Durch den engen Wechsel von großen Gebäuden und Straßenschluchten ist die Oberfläche einer Stadt relativ rau. Zudem gibt die Stadt sehr viel Wärme ab. Daher ist der turbulente Austausch über einer Großstadt sehr viel stärker als über freiem Gelände.

3.3 Ablagerung von Schadstoffen

Wo die Schadstoffe zur Wirkung kommen, hängt von der Art des Schadstoffes ab: Je nach Korngröße werden z.B. Stäube in unterschiedlicher Entfernung vom Emittenten abgelagert (trockene Deposition). Schadstoffe, die sich in Wasser lösen, werden mit dem Niederschlag ausgewaschen oder z.B. von Bäumen mit dem Nebel „ausgekämmt“ (nasse Deposition).

Durch **Niederschläge** wird z.B. Staub aus der Luft ausgewaschen. Aber auch wasserlösliche Gase (z.B. SO_2) können sich in den Wassertropfen lösen und zwar um so mehr, je feiner die Tropfen, d.h. je größer damit die gesamte Oberfläche ist und je langsamer die Tropfen fallen. Am meisten Schadstoffe werden so z.B. in den Wassertröpfchen einer Hochnebellage gelöst, deutlich weniger dagegen in den großen und rasch fallenden Tropfen eines Gewitters. Andere Gase – wie CO – werden dagegen vom Wasser nicht beeinflusst.

Weitere Informationen hierzu finden Sie in unserer Publikation ► [Luftschadstoffe – Wirkungen auf Ökosysteme](#).

4 Aktuelle Luftbelastung und Trends

Luftschadstoffe entstammen einer Vielzahl von Quellen und entstehen durch eine Vielzahl von Prozessen. Zudem beeinflussen chemische Umwandlungen in der Atmosphäre und z.T. weiträumige Lufttransporte die Höhe und Art der Belastung vor Ort (Immissionen). Daher sind auch die Trends der Immissionen für die verschiedenen Schadstoffe nicht einheitlich (s. Tabelle 4).

Mit verschiedenen Grenz- und Leitwerten versucht man, dieser Komplexität gerecht zu werden. Diese Werte sind in mehreren rechtlichen Vorschriften und Verordnungen niedergelegt (s. Abschnitt 5):

- Kurzfristige Werte (z.B. 1 h) geben Spitzenbelastungen an. Sie dienen dem Schutz vor akuten Schäden, z.B. Lungenreizung bei SO_2 . Z.T. wird zusätzlich festgelegt, wie oft der Grenzwert im Jahr überschritten werden darf.
- Mittelfristige Werte (z.B. 8 h, 24 h)
- Langfristige Werte (z.B. Jahresmittelwerte) dienen neben dem Gesundheitsschutz meist dem Schutz von Ökosystemen, die langfristig vor einem zu starken Eintrag von Fremdstoffen geschützt werden sollen.

Tab. 4: Trend und aktuelle Situation für verschiedene Luftschadstoffe sowie Gründe für die Veränderungen und weitere Minderungspotenziale. Aktuelle Messwerte unter: ► www.lfu.bayern.de/luft/daten/index.htm

Luftschadstoffe	Trend	Aktuelle Situation in Bayern (LÜB, 2003)	Gründe für die Veränderung	Weitere Minderungspotenziale	Anmerkungen
Benzol (C₆H₆)	Rückgang	Max. Jahresmittelwert 2,8 µg/m ³	Kfz-Katalysator (1985), Reduktion des Benzolgehalts im Otto-Kraftstoff seit Mitte der 90er Jahre	Minderung des Aromatengehaltes in Benzin	Verkehrsspezifische Komponente, v. a. im Nahbereich verkehrsreicher Straßen, schwach ausgeprägter Jahresgang
Feinstaub (PM₁₀)	Verkehrsnah meist rückläufige Tendenz in den letzten 5 Jahren	Jahresmittelwerte 25-35 µg/m ³ , an verkehrsbelasteten Innenstadtstraßen teils deutlich über 40 µg/m ³ , häufig noch Überschreitungen der künftigen EG-Grenzwerte	Motortechnik mit höherem Wirkungsgrad; Einführung schwefelarmen bzw. -freien Kraftstoffs (2000 bzw. 2003)	Rußfilter bei Dieselfahrzeugen; Geschwindigkeitsbeschränkungen; Pkw-substituierende Verkehrskonzepte in Innerorts-bereichen	Stark schwankende Immissionsbelastung, kein erkennbarer Jahresgang, großräumige Belastungsstruktur, Schwerpunkte an verkehrsnahen Messstationen
Kohlenmonoxid (CO)	Rückgang	Jahresmittel 0,4-0,7 mg/m ³ , max. 0,9 mg/m ³ , max. Halbstundenmittelwert 9,9 mg/m ³	Motortechnik mit höherem Wirkungsgrad, Kfz-Katalysator (1985)		Leitschadstoff für verkehrsbedingte Belastungen
Ozon (O₃)	Uneinheitlich, überwiegend steigend, Spitzenwerte abnehmend (mit Ausnahme des Jahrhundert-sommers 2003)	Informationsschwelle an 21 Tagen überschritten (Jahrhundert-sommer)	NO _x -und VOC-Emissionen, Sonneneinstrahlung	Verringerung der Vorläufersubstanzen (VOC, NO _x)	Sehr starker Einfluss des Wetters (hohe Werte im Sommer, bes. im Jahrhundert-sommer 2003), große regionale Unterschiede in der durchschnittlichen Belastung
Schwefeldioxid (SO₂)	Starker Rückgang	Jahresmittelwerte 3-5 µg/m ³	Rauchgasentschwefelung (Großfeuerungsanlagen-Verordnung 1983)		Heute kein vorrangiges Problem mehr

Tab. 4 Fortsetzung:

Luftschadstoffe	Trend	Aktuelle Situation in Bayern (LÜB, 2003)	Gründe für die Veränderung	Weitere Minderungs-potenziale	Anmerkungen
Stickstoffdioxid (NO₂)	Uneinheitlich	Jahresmittelwerte meist 30-40 µg/m ³ , jedoch an verkehrsbelasteten Straßen in Innenstädten z.T. deutlich über 40 µg/m ³ , selten Überschreitungen des 1h-Grenzwerts der 22. BImSchV	Rauchgasentstickung (Großfeuerungsanlagen-Verordnung 1983), innerorts nimmt die mittlere Ozonbelastung zu	Schärfere Beschränkung der Emissionen von Feuerungsanlagen und v. a. von Diesel-Kfz	Schwerpunkt nahe bei verkehrsreichen Straßen in Ballungsräumen
Stickstoffmonoxid (NO)	Abnahme	Jahresmittelwerte in ländlichen Regionen unter 10 µg/m ³ , in städtischen Bereichen 20-40 µg/m ³ , an verkehrsbelasteten Innenstadtstraßen bis knapp 90 µg/m ³	Rauchgasentstickung (Großfeuerungsanlagen-Verordnung 1983), Kfz-Katalysator (1985)		Höchste Konzentration an straßen-nahen Messstationen in Ballungsräumen sowie in größeren Städten

5 Rechtliche Regelungen zur Luftreinhaltung

In der Luftreinhaltung lassen sich nachhaltige Erfolge nicht allein durch nationale Regelungen erzielen, denn die Luftverschmutzung stellt auch ein grenzüberschreitendes Problem dar.

Deshalb bedarf es einer intensiven internationalen Zusammenarbeit auf regionaler und globaler Ebene. Basis dieser Zusammenarbeit ist das Übereinkommen zur weiträumigen grenzüberschreitenden Luftverunreinigung (CLRTAP). Darauf aufbauend wurden in den letzten Jahren weitere Übereinkommen zur Luftreinhaltung verabschiedet und in den beteiligten Ländern z. T. bereits ratifiziert.

Protokolle zur Luftreinhaltung

- Erstes und zweites Schwefelprotokoll (Helsinki 1985, Oslo 1994)
- Stickstoffdioxidprotokoll (Sofia 1988)
- VOC-Protokoll (Genf 1991)
- Schwermetallprotokoll (Aarhus 1998)
- POPs-Protokoll (persistent organic pollutants, Aarhus 1998)
- Multieffektprotokoll (Protokoll zur Verringerung von Versauerung, Eutrophierung und bodennahem Ozon, Göteborg 1999)
- Kyoto-Protokoll für Treibhausgase (1997, s. Publikation [Klimaschutzpolitik](#)).

Die **Luftqualitäts-Rahmenrichtlinie** der EU wurde 1996 erlassen. Sie verfolgt das Ziel, eine über Immissionswerte definierte Luftqualität sicherzustellen und zu überwachen. Diese Rahmenrichtlinie wird durch sogenannte Tochterrichtlinien für bestimmte Luftschadstoffe konkretisiert. Inzwischen wurden bereits drei Tochterrichtlinien erlassen, eine weitere ist in Vorbereitung.

Die **IVU-Richtlinie** der EU aus dem Jahr 1996 „Integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung“ legt die medienübergreifende Integration fest:

Bei allen emissionsmindernden Maßnahmen muss darauf geachtet werden, dass sich die Belastungen nicht auf ein anderes Medium verschieben.

Um die Anforderungen dieser Richtlinie zu erfüllen, organisiert die Europäische Kommission einen Informationsaustausch zwischen den Mitgliedsstaaten und der Industrie über die besten verfügbaren Techniken („Sevilla-Prozess“). Aus dieser Zusammenarbeit entstehen die sog. BVT- oder BAT-Merkblätter (BVT – beste verfügbare Technik, BAT – best available technology). Diese Merkblätter sind in endgültiger Fassung bzw. als Entwürfe im Internet abrufbar: ► www.eippcb.jrc.es bzw. ► www.bvt.umweltbundesamt.de/.

Die IVU-Richtlinie wurde 2001 in Deutschland durch das sogenannte **Artikelgesetz** in nationales Recht umgesetzt. Durch dieses Gesetz erfolgte eine Anpassung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes und der entsprechenden Verordnungen.

Das **Bundes-Immissionsschutzgesetz** (BImSchG) setzt diese EU-Regelungen in deutsches Recht um. Danach müssen genehmigungsbedürftige Anlagen so errichtet und betrieben werden, dass schädliche Umwelteinwirkungen und sonstige Gefahren, erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit und für die Nachbarschaft nicht hervorgerufen werden können.

Das BImSchG wird durch zahlreiche Verordnungen ergänzt und konkretisiert. In diesen Verordnungen sind z.B. Grenz- und Leitwerte zur Beurteilung der Luftqualität niedergelegt. Ergänzend stehen auch Leitwerte der WHO zur Verfügung

Wichtige Grenz- und Leitwerte für Luftverschmutzungen sind enthalten in:

- 22. BImSchV
- EG-Richtlinien zur Luftqualität
- TA Luft
- VDI-Richtlinie 2310
- WHO-Leitwerte

Die **Technische Anleitung Luft** (TA Luft) konkretisiert die Anforderungen des BImSchG, indem sie konkrete Vorgaben für die immissionsschutzrechtliche Beurteilung von genehmigungsbedürftigen Anlagen macht. Der Immissionsteil enthält Vorschriften und Grenzwerte zum Schutz der Nachbarschaft und der Umwelt vor Schadstoffbelastungen. Neben Grenzwerten sind auch Abstandsregelungen zur Wohnbebauung enthalten, um Belästigungen durch Gerüche zu vermeiden. Der Emissionsteil enthält insbesondere Grenzwerte für die Emissionen verschiedener Schadstoffe und bauliche sowie organisatorische Anforderungen zur Emissionsminderung.

6 Fazit

Luft ist allgegenwärtig und lebensnotwendig. Ihre Qualität wird durch eine Vielzahl von Schadstoffen beeinträchtigt. Die bisherigen Maßnahmen haben bereits zu einer wesentlichen Verbesserung der Luftqualität beigetragen. Dennoch bestehen auch weiterhin einige Belastungsschwerpunkte, die i.d.R. verkehrsbezogen sind. An diesen Belastungsschwerpunkten ist eine Verbesserung der Situation dringend erforderlich.

Der Einzelne kann auf vielfältige Weise zur Verringerung der Luftbelastung beitragen: An erster Stelle ist hier das Energiesparen zu nennen, sowohl im Bereich Mobilität als auch im Bereich Raumwärme und Haushalt. Zudem ist die Wahl des Energieträgers von Bedeutung und auch durch die Nutzung von Wind- oder Sonnenenergie kann der Ausstoß von Luftschadstoffen vermindert werden. Daneben spielt durchaus auch die Verwendung alltäglicher Produkte wie Lacke oder Farben eine Rolle.

Weitere Informationen finden Sie in den Publikationen ► [Cleverer Umweltschutz - Energiesparen](#), ► [Information über Abgase des Kraftfahrzeugverkehrs](#) und in der Broschüre ► [Heizen mit Holz in Kamin- und Kachelöfen](#).

7 Literatur

BAUMBACH G. (1990): Luftreinhaltung. Springer, Berlin u. a.

MÖLLER D. (2003): Luft. Chemie, Physik, Biologie, Reinhaltung, Recht. De Gruyter, Berlin, New York

UMWELTBUNDESAMT (2003): Umweltdaten Deutschland 2002

WUNDERLICH O. (1994): Reinhaltung der Luft. unveröffentlicht

Richtlinien und gesetzliche Regelungen

Richtlinie 96/61/EG vom 24.09.1996 über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung, ABl. Nr. L 257/26 (IVU-Richtlinie)

Richtlinie 96/62/EG vom 27.09.1996 über die Beurteilung und Kontrolle der Luftqualität, ABl. Nr. L 296/55 (Luftqualitäts-Rahmenrichtlinie)

Richtlinie 2001/81/EG vom 23.10.2001 über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe, ABl. Nr. L 309/22 (NEC-Richtlinie)

Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) i.d.F. der Bek. vom 26.09.2002, BGBl. I S.3830, g. am 06.01.2004, BGBl. I S.2, 15

Gesetz zur Umsetzung der UVP-Änderungsrichtlinie, der IVU-Richtlinie und weiterer EG-Richtlinien zum Umweltschutz vom 27.7.2001 (Artikelgesetz), BGBl. I S. 1950

Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft vom 11.09.2002 (22. BImSchV), zuletzt geändert mit Verordnung vom 13. Juli 2004 (BGBl. I S. 1612)

Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft vom 24.07.2002 (TA Luft), GMBI. I S.511

Weitere Verordnungen unter: ► www.lfu.bayern.de/luft/index.htm

Internet

Aktuelle Messwerte: ► www.lfu.bayern.de/luft/lueb/index.htm

Beste verfügbare Technik: ► www.eippcb.jrc.es, ► www.bvt.umweltbundesamt.de/

LfU-Publikationen

► [Information über Abgase des Kraftfahrzeugverkehrs](#)

► [Heizen mit Holz in Kamin- und Kachelöfen](#)

► [Informationen über Ozon](#)

Publikationen des Infozentrums UmweltWissen

► [Ammoniak und Ammonium](#)

► [Bodennahes Ozon](#)

► [Cleverer Umweltschutz - Energiesparen](#)

► [Erdwärme](#)

► [FCKW und FCKW-Ersatzstoffe](#)

► [Klimawandel – Warum ändert sich unser Klima?](#)

► [Klimaschutzpolitik](#)

► [Luftschadstoffe – Wirkungen auf Ökosysteme](#)

► [Ozonschicht und Ozonloch](#)

► [Sonnenenergie](#)

► [Erneuerbare Energien – Linkliste](#)

► [Treibhausgase](#)

8 Ansprechpartner

Für Einzelfallberatungen bei konkreten Anliegen zum Umwelt- und Gesundheitsschutz vor Ort oder in Ihrer Nachbarschaft sind in der Regel Ihr Landratsamt bzw. Ihre Stadt- oder Gemeindeverwaltung zuständig. Bitte fragen Sie dort nach dem passenden Ansprechpartner.

Private Anfragen an das Bayerische Landesamt für Umwelt richten Sie bitte an unser Bürgerbüro:

E-Mail: oeffentlichkeitsarbeit@lfu.bayern.de

Fragen und Anregungen zu Inhalten, Redaktion und Themenwahl der Publikationen von UmweltWissen sowie Anfragen bezüglich Recherche und Erstellung von Materialien für die Umweltbildung/-beratung richten Sie bitte an:

UmweltWissen am Bayerischen Landesamt für Umwelt:

Telefon: 0821 / 9071 – 5671

E-Mail: umweltwissen@lfu.bayern.de

Internet: www.lfu.bayern.de/umweltwissen

Impressum:

Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg

Telefon: (08 21) 90 71-0

Telefax: (08 21) 90 71-55 56

E-Mail: poststelle@lfu.bayern.de

Internet: www.lfu.bayern.de

Bearbeitung:

UmweltWissen, Ref. 12:
Birgit Haas, Peter Miehle

Stand:

August 2008

Autorin (2004): Dr. Katharina Stroh (LfU)
Aktualisierung der Links 03/11

Sie haben diese Veröffentlichung auf Papier, wollen aber auf die verlinkten Inhalte zugreifen?

Die jeweils aktuellste Ausgabe finden Sie im Internet unter:

▶ www.lfu.bayern.de/umweltwissen/doc/uw_68_umweltmedium_luft.pdf oder

▶ www.lfu.bayern.de: UmweltWissen > Luft.