

## ■ Einführung

Luft gehört zu den Lebensgrundlagen von Menschen, Tieren und Pflanzen. Der Mensch atmet ständig und überall die ihn umgebende Luft ungefiltert ein. Der Schutz und die Verbesserung unserer Atemluft ist daher eine der vordringlichsten Aufgaben des Umweltschutzes.

"Ideale" Luft ist ein Gemisch verschiedener Gase mit den Hauptbestandteilen

- Stickstoff N<sub>2</sub> - 78Vol%,
- Sauerstoff O<sub>2</sub> - 21 Vol%,
- Kohlendioxid CO<sub>2</sub> - 0,03 Vol% und
- Edelgase - etwa 1 Vol%.

Neben diesen Bestandteilen sind in der Luft noch Gase mit schwankenden Anteilen, z. B. Wasserdampf und Spurengase, enthalten.

## Luftverunreinigungen

Die ideale Zusammensetzung der Luft ist durch eine Vielzahl von Stoffen verändert, die man allgemein als Luftverunreinigungen bezeichnet. Wenn es zu schädigenden Wirkungen von Luftverunreinigungen kommt, spricht man auch von Luftschadstoffen.

Die Luftverunreinigungen gehen von natürlichen Quellen (z. B. Vulkane) und von anthropogenen Quellen (z. B. Industrie, Kfz-Verkehr, Landwirtschaft) aus. Dieses "Aussenden" von Luftverunreinigungen wird als Emission bezeichnet.

Unter Immission versteht man den Anteil des emittierten Schadstoffes, der den Einwirkungsort erreicht und dann dort auf Menschen, Tiere, Pflanzen und Gegenstände einwirken kann.

Die Deposition ist die Ablagerung von Luftverunreinigungen auf Oberflächen (Staub).

Der Zusammenhang zwischen Emission, Immission und Deposition ist komplex. Die räumliche Verteilung der Luftverunreinigungen, ihre Ablagerung oder physikalisch-chemische Umwandlung in andere Stoffe werden durch eine Vielzahl von Faktoren (Wetter, Gelände, Bebauung, Bewuchs) beeinflusst. Besonders starken Änderungen sind die Immissionen durch das jeweilige Wetter (Windrichtung, Temperatur, Niederschlag...) unterworfen.

## Wirkungen von Luftverunreinigungen

Die Luftverunreinigungen können aufgrund ihrer physikalischen und chemischen Eigenschaften schädliche Wirkungen hervorrufen.

- Wirkungen auf die menschliche Gesundheit

Ob und in welchem Ausmaß die menschliche Gesundheit durch Luftschadstoffe geschädigt wird, ist von vielen Faktoren abhängig. Dazu gehören die Wirkung und die Konzentration des Stoffes, die Kombinationswirkung mit anderen Schadstoffen (Synergismen), das "Ausgesetztsein" (Exposition) des einzelnen Menschen gegenüber den Schadstoffen sowie seine Krankheitsbereitschaft (Disposition), die wiederum von der körperlichen und seelischen Verfassung, dem Alter und der Lebensweise abhängt.

So beeinträchtigen die Reizgase Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Ozon besonders die Atemwegs- und Lungenfunktionen. Kohlenmonoxid behindert die Sauerstoffversorgung des Gewebes. Staub belastet die Atmungsorgane und verstärkt die Wirkung anderer Schadstoffe, wie z. B. Schwefeldioxid. Darüber hinaus sind einige Staubinhaltsstoffe, wie Blei, Cadmium und Arsen, stark giftig (Veränderungen des Blutbildes, Lungen-, Leber- und Nierenschädigungen, Schädigungen des zentralen Nervensystems) oder krebserregend. Für viele Kohlenwasserstoffe wurde eine krebserregende Wirkung nachgewiesen, so z. B. für Benzol.

Häufig werden gesundheitliche Schädigungen erst nach längeren Einwirkungszeiten sichtbar. Akute Beeinträchtigungen werden meist durch besonders hohe Schadstoffkonzentrationen ausgelöst (Beispiel: Ozonkonzentrationen im Sommer).

- Wirkungen auf Pflanzen und Materialien

Die in Niederschlägen gelösten bzw. umgewandelten Luftverunreinigungen - insbesondere Schwefel- und Stickoxide - verursachen als "saurer Regen" erhebliche Schäden an Pflanzen (u.a. Wachstumsstörungen, verminderte Widerstandskraft gegenüber Schädlingen) sowie Materialien (Betonschäden, Schäden an Sandsteinfassaden). Außerdem verändern sie die chemischen Verhältnisse in Böden (Versauerung), was negativ auf die Pflanzen zurückwirkt (erschwerter Flüssigkeitsaufnahme, erschwertes Wurzelwachstum).

Erhöhte Ozonkonzentrationen wirken auf direktem Wege über die Spaltöffnungen pflanzenschädigend. Sie führen zur Zerstörung des Chlorophylls. Ertragseinbußen in der Landwirtschaft sind möglich.

Ozon wird in Verbindung mit anderen Schadstoffen und Stressfaktoren (saurer Boden, Trockenperioden) für Waldschäden verantwortlich ge-

macht, die sich nicht mehr nur durch die klassischen Luftschadstoffe (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>) erklären lassen.

Einige Luftschadstoffe - vor allem Schwermetalle, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe und Dioxine - reichern sich in Pflanzen an, gelangen dadurch in die Nahrungskette und können auch auf diesem Wege zur Gesundheitsbelastung der Menschen beitragen.

- Wirkungen auf die globale Atmosphäre

Über die lokalen Auswirkungen hinaus führen Luftverunreinigungen zu Veränderungen in der Atmosphäre, die global wirksam werden.

Die Reduktion der stratosphärischen Ozonschicht ("Ozonloch") wird vor allem durch Fluorkohlenwasserstoffe verursacht. Die daraus resultierende Erhöhung der UV-Strahlung führt zu Gesundheitsgefahren für alle Lebewesen (Hautkrebs, Erblindungen) und führt ebenso zu materiellen Schäden (schnellere Materialalterung).

Das Einbringen und damit die Erhöhung der Konzentration von "Treibhausgasen" (Kohlendioxid, Methan...) durch menschliches Handeln in die Atmosphäre führt zu einer zunehmenden Erwärmung der Atmosphäre (der normale erwünschte Treibhauseffekt der Atmosphäre wird verstärkt). Die sich abzeichnenden negativen Wirkungen sind noch nicht voll zu überblicken (für Sachsen siehe Kapitel Stadtklima), aber auch in Europa wird es Änderungen geben. So ist damit zu rechnen, dass sich der Trend der Abnahme von Niederschlägen in Südeuropa weiter fortsetzt, was jetzt schon am Beispiel Siziliens gut zu beobachten ist. Extreme Wetterereignisse (Starkniederschläge, Stürme) werden zunehmen (höherer Energieeintrag in die Atmosphäre aufgrund erhöhter Oberflächentemperaturen der Weltmeere). In vielen Gebieten, in denen die Trinkwasserversorgung heute kein Problem darstellt, sind zukünftig Schwierigkeiten zu erwarten (z. B. auch im Alpenraum nach dem vollständigen Abschmelzen der Gletscher - gegenwärtige Prognose etwa 2100). Was das für die Lebensgrundlagen der jeweils betroffenen Bevölkerung bedeutet, ist zu ahnen, kann aber an dieser Stelle nicht weiter behandelt werden.

## Erhebungen der Luftqualität

- Emissionssituation

Zur Beurteilung der Emissionssituation werden beim Landesamt für Umwelt und Geologie (LfUG) "Emissi-

onskataster" geführt. Diese Kataster enthalten Angaben zu Art, Menge, Austrittsbedingungen sowie räumlicher und zeitlicher Verteilung der Emissionen.

Die Daten werden nach Quellengruppen erhoben und in 1 x 1 km-Rasterflächen geführt. Einzelheiten dazu findet man in den jährlichen Emissionsberichten des LfUG (<http://www.umwelt.sachsen.de/lfug>)

#### ■ Immissionssituation

Aufgrund des engen Zusammenhangs zwischen Emission und Immission und der Abhängigkeit der Ausbreitung von den meteorologischen Bedingungen kann sich die Immissionssituation ständig ändern, sowohl innerhalb kürzester Zeiträume (Tagesgang) als auch über längere Perioden (Jahresgang). Die Schadstoffbelastung muss deshalb fortlaufend überwacht werden, um gesicherte Aussagen über die Luftqualität zu erhalten.

Die Luftschadstoffkonzentrationen werden in Dresden an drei Messstationen des sächsischen Immissionsmessnetzes, das vom LfUG betrieben wird, kontinuierlich registriert. Die Station am Herzogingarten befindet sich in größerer Entfernung von Hauptverkehrsstraßen und erfasst eine typische Innenstadtbelastung. Die Messstationen vor dem Bahnhof Neustadt und an der Bergstrasse registrieren Belastungen, die durch den Straßenverkehr verursacht werden. Zusätzlich gibt eine weitere Messstation in Radebeul-Wahnsdorf Aufschluss über die Luftqualität in den nördlichen Randbereichen von Dresden. Die Messergebnisse werden in den jährlichen Berichten des LfUG veröffentlicht /LfUG 1991.../. Die aktuellen Messergebnisse können im Internet jederzeit abgerufen werden (<http://www.umwelt.sachsen.de/lfug>).

Die Ergebnisse der kontinuierlich arbeitenden Messstellen sind aufgrund der räumlichen Inhomogenität der Schadstoffbelastung nicht auf das gesamte Stadtgebiet übertragbar. Da die Aufstellung von Dauermessstationen in einem dichteren Netz aus Kostengründen nicht möglich ist, werden diese Messungen durch Modellrechnungen ergänzt

Dabei werden die Immissionskenngrößen, ausgehend von den Emissionen, durch Simulation der Ausbreitungs- und Umwandlungsvorgänge berechnet und an den vorhandenen Messstellen geeicht. Durch diese Methode sind im Vergleich zu flächendeckenden Messungen relativ einfache stadtweite Aussagen möglich. Diese Methode kommt auch zur Anwendung, um die Auswirkungen von

Planungen sowohl im großräumigen Maßstab (Verkehrskonzept) als auch bei Einzelvorhaben (Straßen, Industrieanlagen, Gewerbegebiete) zu prognostizieren.

### Beurteilungskriterien

Zur Beurteilung der Luftqualität werden aus den gemessenen Immissionswerten Kenngrößen gebildet. Zur Beurteilung der Langzeitbelastung wird der Jahresmittelwert gebildet. Von Interesse ist auch die Kurzzeit- oder Spitzenbelastung. Je nach Schadstoff werden Tagesmittelwerte oder Stundenmittelwerte betrachtet. Diese Kenngrößen werden dann mit Grenzwerten (verbindlich per Gesetz festgelegt) und Leitwerten (unverbindlich-wissenschaftliche Empfehlung) verglichen. Beispiel für Grenzwerte: Der Jahresmittelwert für Stickoxide darf im Jahre 2010  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nicht überschreiten, der 1-Stundenmittelwert von  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  darf höchstens 18 mal im Jahre überschritten werden. Die Grenzwerte haben jedoch nur den Anspruch, einen Schutz vor Gesundheitsgefahren oder erheblichen Belästigungen des Wohlbefindens zu gewährleisten, wobei ein Restrisiko für besonders empfindliche Personengruppen nicht auszuschließen ist. Es sollte daher immer eine Minimierung der Luftverunreinigungen bzw. eine deutliche Unterschreitung der Grenzwerte angestrebt werden. Werden gebietsweise Überschreitungen der Grenzwerte festgestellt, sind besondere Schutzmaßnahmen und Emissionsminderungen vorzunehmen. Vorgeschieden sind Aktionspläne, um die Dauer von aktuellen Überschreitungen zu begrenzen und Luftreinhaltepläne, um sich abzeichnende Überschreitungen längerfristig zu verhindern.

Die von der Europäischen Gemeinschaft festgelegten Grenzwerte für Luftschadstoffe sind in Deutschland/ in der TA Luft /TA-Luft, 2002/ und in der 22. BImSchV /22. BImSchV, 2002/ in nationales Recht umgesetzt.

Die 22. Bundes-Immissionsschutzverordnung setzt Immissionsgrenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid, Partikel (PM10) < 10  $\mu\text{m}$  Durchmesser, Benzol, Kohlenmonoxid, und Blei fest, die nicht überschritten werden dürfen. Darüber hinaus legt die 22. BImSchV Schwellenwerte für Ozon fest, bei deren Überschreiten die Bevölkerung zu unterrichten ist.

Die TA Luft wendet diese Grenzwerte neben weiteren Festlegungen zur lufthygienischen Beurteilung auf nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz genehmigungsbedürftige Anlagen an. Die Einhaltung dieser Werte ist notwendige Voraussetzung für die Genehmigungsfähigkeit derartiger Anlagen.

### Luftqualität in Dresden

Dresden hat den Vorteil, dass es als Großstadt trotz seiner Tallage noch vergleichsweise günstige klimatische Verhältnisse für den Luftaustausch und damit auch für die Ausbreitung und Verdünnung der emittierten Luftverunreinigungen aufweist. Im Kapitel "Klima" wird auf diese stadtklimatischen Bedingungen näher eingegangen.

Die Luftqualität hat sich in Dresden nach 1990 sehr günstig entwickelt. Die Konzentrationen von Schwefeldioxid, Staub, Kohlenmonoxid und Benzol sind stark zurückgegangen. Die Ursachen sind im Rückgang der Industrieproduktion, in der Sanierung weiter bestehender Betriebe, im großflächigem Rückgang von Kohlefeuerungen und auch in der Verbesserung der Kfz-Technik zu sehen. Die letzte Smogvorwarnstufe gab es Anfang 1993 in Dresden. Auf Grund der eingetretenen Verbesserungen gehört das obere Elbtal nicht mehr zu den ausgewiesenen Smoggebieten.

Folgende Probleme gibt es noch:

Bei Stickoxiden hat dieser Rückgang auf Grund des stark gestiegenen Kfz-Verkehrs bisher nicht stattgefunden. Die ab 2010 einzuhaltenden Grenzwerte werden an vielbefahrenen Straßen derzeit noch überschritten. Der Grenzwert für den Tagesmittelwert bei PM10 (Staubteilchen < 10  $\mu\text{m}$ ) wird ab 2005 überschritten. Deswegen wird zur Zeit für beide Luftschadstoffe eine Aktions- und Luftreinhalteplanung erarbeitet, die noch 2006 veröffentlicht und in Kraft treten soll (Stand September 2006). Durch die Arbeiten an der Luftreinhalteplanung haben sich folgende Erkenntnisse erhärtet:

Der Kfz-Verkehr gehört sowohl bei PM10 wie auch bei Stickstoffdioxid zu den Hauptverursachern im Stadtgebiet

Ohne Einschränkungen beim Kfz-Verkehr werden sich die aktuellen Grenzwerte nicht einhalten lassen

Bei PM10 gibt darüber hinaus einen großen Ferntransportanteil. Für die Verringerung dieses Anteils sind europaweite Anstrengungen erforderlich.

### Ziele des kommunalen Immissionsschutzes

Das Ziel des kommunalen Immissionsschutzes besteht darin durch eine entsprechende Stadtplanung für eine Absenkung des Emissionspotentials zu sorgen. Stichworte sind hier, Stadt der kurzen Wege, Förderung des ÖPNV's, des Radverkehrs, eine fußgängerfreundlichen Stadt, Verringerung des Kfz-Verkehrs in der Innenstadt., Erhaltung der Belüftungskorridore, Beibehaltung einer vergleichsweise locker bebauten Stadtzentrum... Langfristiges Ziel ist das Erreichen einer „gesunden“ Luftqualität mit Schadstoffkonzentrationen

nen weit unter den gesetzlichen Grenzwerten.

Nahziele sind die Fertigstellung der aktuellen Luftreinhalteplanung und die Umsetzung möglichst wirkungsvoller Maßnahmen, um möglichst bald wieder die gesetzlichen Vorgaben bei Staub(PM10) zu erfüllen und bis 2010 eine Einhaltung der dann gültigen Grenzwerte für Stickstoffdioxid sicher zu stellen.

Die Stadt ist dabei neben den oben genannten Gestaltungsmöglichkeiten auch auf das Handeln des Bundesgesetzgebers angewiesen (Abgasvorschriften für KFZ, Industrie und Privathaushalte, Verlagerung von Schwertransporten auf die Schiene...). Wenn sich hier keine progressive Entwicklung in Gang kommt, werden die städtische Ziele schwer zu erreichen sein.

## Literatur

- Freistaat Sachsen, Landesamt für Umwelt und Geologie (LfUG), Jahresberichte zur Immissionssituation, Dresden 1991 ....
- Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN, Lufthygiene und Klima - Ein Handbuch zur Stadt- und Regionalplanung, Düsseldorf 1993.
- Kommission Reinhaltung der Luft im VDI, Stadtklima und Luftreinhaltung - Ein wissenschaftliches Handbuch für die Praxis in der Umweltplanung, Düsseldorf 1988.
- Kühling, W., Peters, H.-J., Die Bewertung der Luftqualität bei Umweltverträglichkeitsprüfungen (Bewertungsmaßstäbe und Standards zur Konkretisierung einer wirksamen Umweltvorsorge), Dortmund 1995.
- Landeshauptstadt Dresden, Dezernat Umwelt und Kommunalwirtschaft, Umweltbericht 1996, Dresden 1997.
- Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI), Beurteilungsmaßstäbe zur Begrenzung des Krebsrisikos durch Luftverunreinigungen, Abschlussbericht der Arbeitsgruppe "Krebsrisiko durch Luftverunreinigungen", Düsseldorf 1992.
- 22.BImSchV - Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Immissionswerte - 22. BImSchV) vom 11.09.2002, BGBl. S. 3626..
- Europäische Gemeinschaft (EG): Richtlinie 2000/69/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. November 2000 über Grenzwerte für Benzol und Kohlenmonoxid in der Luft, Amtsblatt EG Nr. L 313 vom 13.12.2000, S. 0012.
- Richtlinie 1999/30/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. April 1999 über Grenzwerte für Schwefeldioxid Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft, Amtsblatt EG Nr. L 163 vom 29.06.1999, S. 0041.
- Richtlinie 2002/3/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Februar 2002 über den Ozongehalt der Luft der Luft, Amtsblatt EG Nr. L 67 S. 14.
- Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN (VDI/DIN), VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Richtlinie 2310, Blätter 1 bis 37, Düsseldorf 1974 bis 2000.

## Gesetze / Richtlinien

- Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 26.09.2002, BGBl. S. 3830..
- Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) Vom 24. Juli 2002 GMBL. vom 30. Juli 2002, Heft 25 bis 29, S. 511 bis 605.

Verantwortlicher Bearbeiter:  
Volker Dietz  
Landeshauptstadt Dresden,  
Umweltamt