

# EINFÜHRUNG: LUFTQUALITÄT

## — HINTERGRUND

Die Qualität der Luft wird durch zahlreiche Faktoren bestimmt, die in der Gesamtschau ein komplexes Problem ergeben. Unter Luftqualität verstehen wir das Maß, wie weit die Luft an einem bestimmten Ort schadstofffrei ist. Luftschadstoffe sind Substanzen, die in der Atmosphäre in Konzentrationen über das normale Hintergrundniveau hinaus vorkommen und eine messbare Auswirkung auf Menschen, Tiere und Pflanzen haben können.

concaawe

## Häufig vorkommende Luftschad- stoffe

---

Luftschadstoffe sind Substanzen, die in der Atmosphäre in Konzentrationen über das normale Maß hinaus vorkommen und damit eine messbare Auswirkung auf Menschen, Tiere und Pflanzen haben können. Sie stammen aus zahlreichen und höchst unterschiedlichen Quellen sowohl natürlicher als auch anthropogener Art. Zu den häufig vorkommenden Luftverunreinigungen gehören:

- **Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>):** ist ein farbloses, nicht entflammbares Gas. Gelangt SO<sub>2</sub> in die Atmosphäre, so wird es in andere Verbindungen umgewandelt, hauptsächlich Sulfate, die eine wichtige Vorläufersubstanz für sekundären Feinstaub bilden. Die wichtigste menschliche Quelle für SO<sub>2</sub> stellt das Abgas aus der Verbrennung von schwefelhaltigen fossilen Brennstoffen (wie Kohle, Heizöl) und Biomasse dar. In der Natur wird SO<sub>2</sub> bei vulkanischen Aktivitäten produziert.
- **Stickoxide (NO<sub>x</sub>):** NO<sub>x</sub> ist der generische Begriff für Mischungen von Stickstoff(II)oxid (Stickstoffmonoxid, NO) und Stickstoff(IV)oxid (Stickstoffdioxid, NO<sub>2</sub>). NO<sub>x</sub> wird durch Verbrennungsprozesse erzeugt. Der größte Teil der Stickoxide wird als NO emittiert, welches dann mit Ozon reagiert und in NO<sub>2</sub> umgewandelt wird. NO<sub>2</sub> ist ein orangefarbenes bis rötlichbraunes Gas. Bei Tageslicht zerfällt NO<sub>2</sub> wieder in NO, wodurch der Anteil der Stickoxide in der Umgebungsluft sehr variabel ist. Grenzwerte der Luftqualität bestehen für NO<sub>2</sub>, aber nicht für NO oder NO<sub>x</sub>. Zu den natürlichen Quellen für NO<sub>2</sub> gehören Waldbrände und Blitze, zu den anthropogenen Quellen die Verbrennung von fossilen Brennstoffen und Biomasse. Stickstoffemissionen sind eine wichtige Vorläufersubstanz von sekundärem Feinstaub.

- **Feinstaub:** Feinstaub (particulate matter, PM) wird anhand der Partikelgröße klassifiziert. Als wichtigste Kategorien gelten: gesamte suspendierte Partikel (=Staub): PM10 (Durchmesser unter 10 µm), PM<sub>2,5</sub> (Durchmesser unter 2,5 µm) sowie ultrafeine Partikel (Durchmesser unter 0,1 µm). Feinstaub wird als „primär“ bezeichnet, wenn er als feste Partikel direkt in die Luft abgegeben wird, und als „sekundär“, wenn er durch chemische Reaktionen von Gasen in der Atmosphäre gebildet wird. Als Quellen für Schwebestoffe gelten Straßenstaub, Landwirtschaft, Autoabgase, die Verbrennung von Holz, Rauch von Waldbränden und die Industrie. Sekundäre Schwebestoffe sind ein wichtiger Bestandteil der PM<sub>2,5</sub>, die sich aus NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> und Ammoniak (NH<sub>3</sub>) bilden können.
- **Kohlenmonoxid (CO):** CO ist ein farb- und geruchsloses Gas. Es entsteht bei der unvollständigen Verbrennung, bei der Verbrennung von fossilen Brennstoffen, bei Industrieprozessen und aus natürlichen Quellen wie z.B. Waldbränden.
- **Flüchtige organische Verbindungen:** Das sind organische Verbindungen, deren Zusammensetzung eine Verdunstung unter normalen atmosphärischen Bedingungen ermöglicht. Dazu gehören u.a. Benzen, Ethylenglykol und Formaldehyd. Sie sind die primären Vorläufer für die Bildung von bodennahem Ozon und Feinstaub, den Hauptbestandteilen von Smog. Ihre Quellen sind entweder natürlich (wie z.B. Vegetation) oder anthropogen (z.B. Chemieindustrie und Verbrennung von fossilen Brennstoffen). Natürliche Quellen für flüchtige organische Verbindungen wie z.B. Wälder, Graslandschaften und Sümpfe werden als viel umfangreicher eingeschätzt als anthropogene Quellen.
- **Ozon (O<sub>3</sub>):** Ozon wird nicht direkt an die Luft abgegeben, sondern entsteht durch chemische Reaktionen zwischen Stickoxiden und flüchtigen organischen Verbindungen bei Sonnenlicht. Ozon tritt natürlich auf und ist eine wichtige Chemikalie in der oberen Atmosphärenschicht, wo es die UV-Strahlung blockiert, kann aber in Bodennähe schädlich sein.
- **Ammoniak (NH<sub>3</sub>):** Ammoniak ist stark reaktiv und verbleibt daher nicht lange in der Atmosphäre. NH<sub>3</sub> wird über große Gebiete emittiert. Ammoniak bildet Ammoniumsulfat und Ammoniumnitrat, die beide als Hauptbestandteile des sekundären Feinstaubes gelten. Ca. 94% der NH<sub>3</sub>-Emissionen in Europa stammen von der Landwirtschaft<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Europäische Umweltagentur 2017. Air pollution from agriculture: ammonia exceeds emission limits in 2015. EEA, 2017.

Die Treibhausgase Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) und Methan (CH<sub>4</sub>) werden für gewöhnlich nicht als Luftschadstoffe betrachtet, obwohl sie manchmal fälschlicherweise so bezeichnet werden.

Die Begriffe „Emission“ und „Konzentration“ werden gelegentlich miteinander verwechselt. Eine Emission ist die Menge an Luftschadstoffen, die von einer bestimmten Quelle innerhalb eines bestimmten Zeitraumes in die Atmosphäre abgegeben wird und wird allgemein als Masse pro Zeiteinheit (z.B. kg/h) ausgedrückt. Eine Konzentration ist dagegen die Menge an Luftschadstoffen in der Umgebungsluft pro Volumeneinheit und wird als Masse pro Volumen (z.B. µg/m<sup>3</sup>) ausgedrückt. Der Begriff Umgebungsluftkonzentration drückt den Wert der Luftqualität aus, mit dem der vorgeschriebene Grenzwert der Luftqualität verglichen werden kann. In Europa wurden Grenzwerte für die Luftqualität zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegt und in der EU-Richtlinie über Luftqualität und saubere Luft für Europa veröffentlicht<sup>2</sup>.

Die Art einer Emissionsquelle (was, wie viel, wann und wie oft, bis zu welcher Höhe wird freigesetzt) beeinflusst zusammen mit der Wetterlage, dem Klima, der Entfernung von der Quelle und dem Gelände die Konzentration der Luftqualität. Der Zusammenhang zwischen Emission und Umgebungskonzentration ist daher nicht eindeutig festzustellen. Im Allgemeinen beläuft sich die Konzentration eines Schadstoffes in der Umgebungsluft auf die Summe zahlreicher beteiligter Quellen. Eine Reduzierung der Emissionen um einen bestimmten Prozentsatz verringert nicht notwendigerweise die Umgebungsluftkonzentrationen um die gleiche Menge. Aus diesem Grund müssen Ausstoßkontrollstrategien an lokale Bedingungen angepasst werden und es ist eine internationale Zusammenarbeit erforderlich, um Hintergrundkonzentrationen zu beeinflussen.

## Luftqualitäts- emission und Konzentration der Um- gebungsluftqua- lität

<sup>2</sup> Richtlinie 2008/50/EG über Luftqualität und saubere Luft für Europa: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CLEX:32008L0050&from=EN>.

## Dispersion und Deposition

<sup>3</sup> Webseite der Europäischen Umweltagentur "Dispersal of air pollutants": <https://www.eea.europa.eu/publications/2599XXX/page005.html>.

Dispersion bedeutet die Verteilung der Luftschadstoffe in der Atmosphäre, während mit der Deposition die Ablagerung auf Land- und Wasseroberflächen direkt (trockene Deposition) und durch Regen (nasse Deposition) gemeint ist. Umfang und Muster der Dispersion hängen stark von Umweltbedingungen wie Wetter und Meteorologie ab. So kann beispielsweise bei einer Inversionslage, wenn eine Schicht kühler Luft in Bodennähe durch eine Schicht wärmerer Luft darüber eingeschlossen ist, die Luft nicht aufsteigen und die Konzentration der Schadstoffe in Bodennähe erhöht sich (siehe nachstehende Abbildung).

Im Allgemeinen fördern höhere Temperaturen, schwache Winde und Niederschlagsmangel chemische Reaktionen in der Atmosphäre und können zu einer schlechten Luftqualität führen. Der Verteilung der Luftschadstoffe wird auch durch lokale und regionale Geländeeigenschaften, die Höhe und Art der Emissionsquellen sowie Gebäude und andere Strukturen im Umfeld beeinflusst<sup>3</sup>.



## Bewertungsmethoden

Bei der Einhaltung von Luftqualitätsregeln geht es darum, wie sehr eine Schadstoffkonzentration in der Umgebungsluft dem Grenzwert entspricht. Für die Bewertung der Luftqualität werden gewöhnlich zwei Methoden verwendet: Monitoring der Umgebungsluftqualität und Dispersionsmodellierung.

- **Monitoring der Umgebungsluftqualität:** Die Überwachungsmethode misst das Schadstoffniveau in der Außenluft an einem bestimmten Ort für einen bestimmten Zeitraum. Die Situierung der Überwachungsstationen und die Art des verwendeten Monitors hängen vom Zweck der Überwachung ab. Monitore können

neben einer stark befahrenen Straße, in bewohnten Gebieten, an einem bestimmten Problemort oder von den Emissionsquellen entfernt zur Messung der Hintergrundverschmutzung aufgestellt werden. Überwachungsaktivitäten dienen auch häufig der Bewertung der Gefährdung von Menschen, weshalb Monitore auch in bewohnten Gebieten eingesetzt werden. Die richtige Positionierung der Monitore ist entscheidend, denn sie kann die gemessenen Werte stark beeinflussen. Aufgrund der saisonalen Auswirkungen des Wetters ist eine langfristige Überwachung sinnvoll, um Unterschiede in der Luftqualität über einen Zeitraum von mehreren Tagen, Monaten oder Jahren aufzuzeigen.

- **Dispersionsmodellierung:** Atmosphärische Dispersionsmodelle bieten eine mathematische Simulation der Verteilung von Schadstoffen in der Atmosphäre. Während ein Umgebungsmonitoring nur bestehende Emissionsquellen messen kann, sind Dispersionsmodelle ein wirksames Instrument zur Vorhersage der Auswirkung künftiger Emissionen sowie der Hinzufügung oder Reduzierung von Quellen auf die Luftqualität. Weiters können Dispersionsmodelle die Luftqualitätskonzentration in nicht überwachten Bereichen prognostizieren. Solche Modelle benötigen spezifische Inputs, um die Luftqualitätskonzentrationen vorherzusagen, darunter Details bezüglich der Emissionsquelle (Art, Höhe, Emissionsrate, Ausstoßgeschwindigkeit und -temperatur usw.), meteorologische Informationen und Daten zum Gelände. Die Vorhersagen des Modells sind nur so genau, als es die Inputs und Annahmen sind. Modellvergleiche und Validierungen sind wichtig, um zu überprüfen, ob die Vorhersagen gleichbleibend und vernünftig sind. Es gibt Dispersionsmodelle für verschiedene Anwendungen, wie z.B. Modelle für die Luftqualität auf einer nationalen oder urbanen Ebene, für einen Einzelindustriestandort oder eine Straße.

In Europa hat die Konzentration der Umweltluftverschmutzung in den letzten Jahren durch gezielte Maßnahmen und durchgeführte Emissionsreduktionen abgenommen. Trotzdem bleibt die Luftverschmutzung ein komplexes Problem, da Schadstoffe, die in einem Land freigesetzt werden, im Nachbarland zu erhöhten Konzentrationen führen können. Heute entstehen die meisten Luftverschmutzungsprobleme aus einer Kombination von lokalen und langfristigen Effekten. Kumulative Auswirkungen können durch eine internationale Zusammenarbeit zur Reduzierung der Gesamtemissionen gelindert werden.

## Hilfreiche Links

---

Die Europäische Umweltagentur veröffentlicht Fact Sheets zur Luftverschmutzung für die EU-28-Länder, in denen länderweise Emissionstrends und Zusammenfassungen der nationalen Luftqualitätssituation enthalten sind. Zu finden unter: <https://www.eea.europa.eu/themes/air/air-pollution-country-fact-sheets-2014/air-pollution-country-fact-sheets-2014>



Weitere Informationen und Fact Sheets unter [www.concawe.eu](http://www.concawe.eu)

### Über Concawe

Das Spektrum der Aktivitäten von Concawe hat sich mit der zunehmenden gesellschaftlichen Sorge über Umwelt-, Gesundheits- und Sicherheitsprobleme ausgeweitet. Diese Fragen umfassen nunmehr auch Bereiche wie Treibstoffqualität und Emissionen, Luftqualität, Wasserqualität, Bodenverschmutzung, Abfall, Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz, sparsamer Umgang mit Erdölprodukten und Leistungsvermögen von internationalen Ölleitungen.

**Unsere Mission umfasst die Durchführung von Forschungsprogrammen zur Erlangung unparteiischer wissenschaftlicher Daten zu folgenden Zwecken:**

- Verbesserung des wissenschaftlichen Verständnisses von Umwelt-, Gesundheits-, Sicherheits- und wirtschaftlichen Aspekten der Erdölverarbeitung sowie des Vertriebes und der nachhaltigen Nutzung verarbeiteter Produkte;
- Unterstützung bei der Entwicklung von kostenwirksamen Maßnahmen und Gesetzen durch EU-Institutionen und Mitgliedstaaten;
- Treffen von informierten Entscheidungen und kostenwirksame Einhaltung der Gesetze durch die Mitglieder der Vereinigung.

Concawe bemüht sich um Objektivität und wissenschaftliche Integrität. In der komplexen Welt der Umwelt- und Gesundheitswissenschaften versucht Concawe drei Schlüsselprinzipien aufrecht zu erhalten: solide Wissenschaft, Transparenz und Kostenwirksamkeit.