

Entstehung, Wirkung und Bekämpfung von Luftverunreinigungen

Autor(en): Felix Leuppi
Quelle: Basler Stadtbuch
Jahr: 1980

<https://www.baslerstadtbuch.ch/.permalink/stadtbuch/a5511169-61f1-4c8e-8bab-05a0670195b3>

Nutzungsbedingungen

Die Online-Plattform www.baslerstadtbuch.ch ist ein Angebot der Christoph Merian Stiftung. Die auf dieser Plattform veröffentlichten Dokumente stehen für nichtkommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung gratis zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrücke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des vorherigen schriftlichen Einverständnisses der Christoph Merian Stiftung.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Die Online-Plattform [baslerstadtbuch.ch](http://www.baslerstadtbuch.ch) ist ein Service public der Christoph Merian Stiftung.

<http://www.cms-basel.ch>

<https://www.baslerstadtbuch.ch>

ENTSTEHUNG, WIRKUNG UND BEKÄMPFUNG VON LUFTVERUNREINIGUNGEN

Allgemeines

Für mich begann es vor 15 Jahren, als ich meine Tätigkeit als Leiter des neugeschaffenen Amtes für Lufthygiene des Kantons Basellandschaft aufnahm. Was Lufthygiene ist und bedeutet, habe ich im Laufe dieser Jahre durch die tägliche Konfrontation mit Forderungen und Wünschen aus allen Kreisen erlebt. Nicht ohne Stolz kann man behaupten, dass in dieser Zeit in der Region für die Luftreinhaltung von der Industrie und den Behörden grosse Anstrengungen unternommen wurden, um den Luftzustand zu verbessern. Am 6. Juni 1971 wurde vom Schweizervolk die Ergänzung der Bundesverfassung durch einen Artikel betreffend den Schutz des Menschen und seiner natürlichen Umwelt gegen schädliche oder lästige Einwirkungen mit einer Einmütigkeit beschlossen, die in ihren Zahlenproportionen von 1 222 931 Ja zu 96 359 Nein einmalig ist.

In dieser Zeit entstanden auch die Modewörter «Umweltschutz» und «Lebensqualität», die dann viele Politiker benutzten, um bei den Wählern als besonders weitsichtig zu gelten und den Eindruck zu erwecken, für deren Wohl mehr als andere besorgt zu sein.

Was ist seither passiert? Zur Zeit wird von den eidgenössischen Räten eine Botschaft des Bundesrates zu einem Umweltschutzgesetz

beraten. In einer Demokratie, in der das Volk bestimmt, dauert es eben lange, bis ein Kompromiss zwischen allen Beteiligten zustande kommt. Ich finde, das ist gut so, denn damit werden Gesetzeswerke geschaffen, die sich in der Praxis auch verwirklichen lassen.

Dass in Basel-Stadt und Baselland gesetzliche Regelungen für die Luftreinhaltung schon vor dem Bundesgesetz über den Umweltschutz in Kraft gesetzt wurden, kann nicht als «ungeduldiges Vorpellen» bezeichnet werden. Die Bekämpfung von Luftverunreinigungen wurde als dringende Aufgabe erkannt und duldet in unserer Region keinen Aufschub. Jedes Gramm Luftschadstoff, das von den Bewohnern vor dem Inkrafttreten des Bundesgesetzes durch kantonale Initiative ferngehalten werden konnte, bedeutet für Tausende weniger Belästigung z.B. durch schlechte Gerüche und auch Verminderung von materiellen Schäden.

Des weitern wurde von der Paritätischen Lufthygienekommission beider Basel dem Regierungsrat Basel-Stadt ein Massnahmenkatalog unterbreitet, in dem die wichtigsten Vorkehrungen, welche eine Verbesserung der Luftqualität bringen, zusammengefasst sind. Die Kommission liess sich vom Gedanken leiten, dass in der Region die Verunreinigungen der Luft nicht mehr zunehmen dürfen und,

wo immer sich die Möglichkeit bietet, bestehende Luftverschmutzungsquellen auszumerzen sind. Die Bekämpfung der Luftverunreinigung an der Quelle, das heisst die Emissionsminderung, ist das wirksamste Mittel für die Reinhaltung der Luft. Um dieses Ziel zu erreichen, wurde von der Regierung 1975 eine Verordnung über die Reinhaltung der Luft erlassen und eine entsprechende Amtsorganisation geschaffen. Darin werden für die Durchführung der Kontrollen, die Beratung der Emittenten und den Erlass der baupolizeilichen Verfügungen im Interesse der Luftreinhaltung als zuständig bezeichnet:

- a) das Maschinen- und Heizungsamt hinsichtlich Feuerungen mit definierten flüssigen, festen oder gasförmigen Brennstoffen,
- b) der Beauftragte für Lufthygiene hinsichtlich aller übrigen Einrichtungen usw.

Um die Belastung unserer Atemluft durch den Hauptverschmutzungsstoff Schwefeldioxid in unserer Region exakt kennenzulernen, wurde 1976 vom Basler Grossen Rat und vom Baselbieter Landrat der Errichtung eines Immissionsmessnetzes in der Region zugestimmt. Die Messungen geben den interessierten Kreisen und überdies der ganzen Bevölkerung fortwährend darüber Aufschluss, wo wir in lufthygienischer Beziehung – zum mindesten hinsichtlich der Belastung durch Schwefeldioxid – stehen. Es ist vorgesehen, diese Messstationen weiter auszubauen und andere wichtige Luftschadstoffe in die Messungen einzubeziehen.

Die Luftverunreinigung und ihre Quellen

Die Verunreinigung der Luft ist unter drei Aspekten zu betrachten:

- Die Verunreinigung der Atmosphäre in ihrer Gesamtheit (globales Problem);
- die regionalen Verunreinigungen;
- Die örtlichen Verunreinigungen.

Für die Verunreinigung der Gesamtatmosphäre fällt in erster Linie das bei fast allen Verbrennungsprozessen in sehr grossen Mengen anfallende Kohlendioxid ins Gewicht. Im Gegensatz zu andern Verunreinigungen in der Luft wird es nur zum Teil im Lauf der Zeit aus der Atmosphäre entfernt. Der Kohlendioxid-Pegel ist seit Ende des vorigen Jahrhunderts von etwa 290 cm^3/m^3 Luft bis heute auf etwa 330 cm^3/m^3 Luft angestiegen. Örtlich – zum Beispiel in Ballungsgebieten – wird dieser Wert zum Teil wesentlich überschritten. Die jährliche Anstiegsrate liegt derzeit bei etwa 1 cm^3/m^3 Luft. Die Meteorologen sagen voraus, dass mit dem Ansteigen des Kohlendioxidgehaltes in der Luft infolge verminderter Durchlässigkeit der Atmosphäre für die langwellige, von der Erde reflektierte Infrarotstrahlung ein Anstieg der Temperatur an der Erdoberfläche eintreten werde. Das könnte zur Folge haben, dass durch ausgedehntes Abschmelzen des Polareises weite Küstengebiete durch den Anstieg des Meeresspiegels unter Wasser gesetzt würden. Infolge des Temperaturanstiegs würde jedoch auch eine vermehrte Wasserverdampfung stattfinden, was zu ausgedehnteren Wolkendecken führen müsste. Da diese zu einem wesentlichen Teil die Sonnenstrahlung reflektieren, könnte es aber auch zur Entstehung eines neuen Gleichgewichtes führen. Doch man kommt immer mehr zu der Überzeugung, dass sich der Wolken-Rückkopplungseffekt wahrscheinlich nur schwach auswirken wird und daher ein globaler Temperaturanstieg bei heutigem Kohlendioxidanfall unvermeidlich ist.

Die Verunreinigung der Luft in der Region Basel rührt hauptsächlich von der Verwendung fossiler Brenn- und Treibstoffe her. Grossräumig der wichtigste Luftschadstoff ist dabei das Schwefeldioxid (SO_2), das durch die Verbrennung des in Erdöl und Kohle enthal-

tenen Schwefels entsteht. Ausserdem gelangen in unterschiedlichen Mengen Stickstoffoxide, unvollständig verbrannte und verdunstete Kohlenwasserstoffe, Kohlenoxide sowie Russ und Staub in die Luft. Durch die Verarbeitung von geruchsintensiven Stoffen in der chemischen Industrie treten manchmal bis in die Wohngebiete belästigende Gerüche auf. Diese Luftfremdstoffe sind aber meistens weniger schädlich als Schwefeldioxid und Stickoxid in der Luft, die von Menschen in der vorhandenen Konzentration nicht wahrgenommen werden können. Der Geruch eines Stoffes sagt nichts aus über dessen Schädlichkeit für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bauwerke.

Luftfremdstoffe können aus Regionen, in denen die Luft stark verunreinigt ist, über sehr grosse Entfernungen verfrachtet werden. Im Süden von Skandinavien wurde in den letzten Jahren ein Ansteigen des Schwefeldioxidgehaltes der Luft beobachtet, das nicht von der Emission örtlicher Quellen stammen kann, sondern wahrscheinlich aus grösseren europäischen Industriegebieten herrührt. Durch das Ausregnen des Schwefeldioxids erhöhte sich in gewissen Binnengewässern dieser nördlichen Staaten der Säuregehalt des Wassers, was zu einer Verminderung der Fischbestände führte. Auch natürliche Luftverunreinigungen können über weite Distanzen transportiert werden. So kann aufgewirbelter Sand aus der Sahara auch über die Alpen gelangen und in unseren Gebieten abgelagert werden.

Örtliche Verunreinigungen in den bodennahen Luftschichten sind meist in einem beschränkten Bereich sehr viel konzentrierter als die gleiche globale Verunreinigung durch den gleichen Stoff oder der regionale Durchschnitt. In städtischen Strassenschluchten ist die Belastung durch Luftschadstoffe hauptsächlich dem Autoverkehr zuzuschreiben. Da der Schadstoffausstoss in niedriger Höhe er-

folgt, hat der Strassenverkehr einen überdurchschnittlichen Anteil an der Gesamluftverschmutzung in Atemhöhe. Er liefert über 90% des in der Luft enthaltenen Kohlenmonoxids, über 90% der Stickoxide und über 75% der Kohlenwasserstoffverbindungen sowie zusätzlich bleihaltige Stäube und Russ. Für den Schwefeldioxidgehalt der Luft in Wohngebieten verursacht der Hausbrand wegen der geringen Ableithöhe den Hauptanteil, obschon von allen Industriekaminen zusammen in Basel etwa ebensoviel Schwefeldioxid ausgestossen wird. Abgase aus hohen Kaminen verdünnen sich vieltausendfach, bis sie auf Bodenhöhe gelangen. Durch die Ersetzung eines grossen Teils von Heizöl in den Heizzentralen der Industrie und in den städtischen Fernheizzentralen durch Erdgas und durch Ableitung der Rauchgase durch hohe Kamine kommt Basel, im Verhältnis zu seiner Grösse und Industriekonzentration, in den Genuss einer relativ niedrigen Schwefeldioxidbelastung. Dabei wirkt sich lufthygienisch besonders günstig der Ersatz der vielen Einzelheizungen durch die Fernwärmeversorgung aus. Dazu ist zu ergänzen, dass Gasheizungen bei gleicher Heizleistung etwa gleichviel Stickoxide – die bei jeder Verbrennung entstehen – wie Öl- und Kohlefeuerungen emittieren. Der Staub- und Russauswurf von Gasheizungen ist jedoch vernachlässigbar klein. Ein Viertel des in die Schweiz importierten Erdgases wird in der Region Basel verbraucht. In der chemischen Industrie und im Fernheizwerk Basel-Stadt werden allein durch die Substitution von Heizöl «schwer» durch Erdgas jährlich mindestens 3500 Tonnen Schwefeldioxid weniger an die Luft abgegeben.

Massnahmen zur Luftreinhaltung

Als eindrückliches Beispiel sei die Ölfeuerungskontrolle erwähnt. Mit dieser konnte der



Anteil der lufthygienisch schlecht einregulierten Ölfeuerungen von anfänglich 40% auf heute ca. 10% gesenkt werden. Neben der starken Herabsetzung der Luftverschmutzung wirkte sich diese Massnahme zugleich als Energiesparmassnahme aus, denn saubere Verbrennungen benötigen weniger Öl für die gleiche Heizleistung.

Mit der Ölfeuerungskontrolle konnten ferner in den Wohngebieten der unangenehme Geruch durch stinkende Feuerungsabgase und die starken Russablagerungen mit Erfolg bekämpft werden. Auch nach diesen Anfangserfolgen ist die Ölfeuerungskontrolle weiterhin ein wichtiges Instrument für die Reinhaltung der Luft.

Verglichen mit den Heizölen ist der Verbrauch fester Brennstoffe wie Holz und Kohle in Basel gegenwärtig noch gering.

Für grössere Heiz- und Abfallstoffverbrennungsanlagen sowie auch für Produktionsanlagen werden definierte Auswurfbegrenzungen vorgeschrieben. Dies führt meist zum Einbau von Entstaubungssystemen und in einzelnen Anlagen zusätzlich zur Auswaschung der gebildeten gasförmigen Luftschadstoffe. Um bei Verbrennungsanlagen die in grossen Mengen anfallenden Rauchgase auf unbedenkliche Konzentrationen in Bodennähe zu verdünnen, werden durch entsprechende Ausbreitungsberechnungen die dazu nötigen Kaminhöhen bestimmt.

Die Sicherheit und der Umweltschutz sind Themen, die bei jeder Diskussion über gewerbliche und industrielle Tätigkeit im Vordergrund stehen. Besonders bei den Produktionsabläufen in der chemischen Industrie ist

äusserste Sorgfalt erforderlich, will man eine Gefährdung oder Belästigung des Menschen in seiner natürlichen Umwelt ausschliessen. Durch die grosse Eigenverantwortlichkeit und das gut geschulte Kader für ökologische Fragen in der chemischen Industrie der Region ist es gelungen, auch im Bereiche der Luftreinhaltung einen guten Stand zu erreichen. Die üblen Gerüche aus chemischen Prozessen sind in der Umgebung sehr stark vermindert worden. Da Basels Anziehungskraft als Wohnort nachgerade eine Existenzfrage für den Stadtkanton bedeutet, trägt jede Senkung von bestehenden Immissionen zur Hebung der Wohnqualität in der Stadt bei.

Mit ständig weiteren Anstrengungen erreicht die lufthygienisch saubere Fabrik einen Standard, von dem ein Abweichen nicht mehr toleriert werden kann und darf. Erfahrungsgemäss ist es nicht sinnvoll, wenn der Staat und dessen Behörden versuchen, jede Kleinigkeit in so komplizierten Betrieben, wie sie die chemische Industrie umfasst, durch Gesetze und Verordnungen zu regeln. Dafür fehlt dem Staat die Kenntnis, und er könnte damit zum Hemmschuh für die Weiterentwicklung werden. Optimale Lösungen können nur verwirklicht werden, wenn der Staat das Machbare verlangt und die Rahmenbedingungen festlegt, um vorbildliche Leistungen und Lösungen in diesem Bereich zu erwirken. Das setzt allerdings voraus, dass die behördlichen Fachorgane die technischen Möglichkeiten kennen, bestehende Mängel aufdecken und die nötigen Sanierungen durchsetzen können. Auch hier gilt: «Vertrauen ist gut, Kontrolle ist besser.»

Immissionsgrenzwerte

Die Verunreinigung der Atmosphäre mit Fremdstoffen erfordert eine Festlegung von maximalen Immissionswerten, damit die All-

Wohn- und Industriezonen sind in Basel eng ineinander verzahnt. Oben: Um 1927 dominieren Rauchsclote. Unten: Heute beherrschen Hochhäuser und Hochkamine die Industrielandschaft.

gemeinheit oder Nachbarschaft von Emittenten vor Gefahren, Nachteilen oder Belästigungen geschützt werden kann. Als Grundlage für die Festlegung von begrenzenden Immissionswerten dienen «maximale Immissionskonzentrationen» (das heisst auf Menschen, Tiere, Pflanzen und andere Sachen einwirkende Luftverunreinigungen) und «maximale Emissionsraten» (das heisst von einer Anlage ausgehende Luftfremdstoffe). Diese Richtwerte zielen darauf ab, eine Gesundheitsschädigung von Menschen, insbesondere von Kindern, Alten und Kranken, selbst bei langfristiger Einwirkung zu vermeiden und einen Schutz vor Schädigungen von Tieren, Pflanzen und Sachwerten zu gewährleisten.

Mit fortschreitenden Erkenntnissen über die Wirkung von Luftverunreinigungen sind die festgelegten Werte zu überprüfen und gegebenenfalls neu festzusetzen.

Die Einwirkungen von Luftschadstoffen auf unsere Umwelt

Über die hauptsächlichsten Luftschadstoffe sind weltweit sehr viele Untersuchungen gemacht worden in bezug auf:

- Eigenschaften und Entstehung;
- Toxische Wirkungen auf Mensch und Tier;
- Wirkungen auf Pflanzen;
- Wirkungen auf Materialien;
- Verteilung in der Atmosphäre und Verfrachtung über weite Distanzen;
- Reaktionen in der Atmosphäre usw.

Es würde den Rahmen dieses Aufsatzes sprengen, auch nur summarisch auf all dies einzugehen. Ich beschränke mich darauf, von einzelnen Arbeiten, die in der Schweiz durchgeführt wurden, zu berichten.

Einwirkungen auf Menschen

Die Aussagefähigkeit von toxikologischen Untersuchungen, das heisst von Untersu-

chungen über die Relation zwischen Erkrankungs- oder Todehäufigkeit und der Konzentration von Schadstoffen in der Luft, leidet an der Schwierigkeit, vergleichbare Menschengruppen zu finden, um andere Einwirkungen auszuschliessen, die ebenfalls eine Krankheitsentwicklung einleiten können, so zum Beispiel Geschlecht, Alter, Beruf und individuelle Lebensgewohnheiten, wie Essen, Trinken und vor allem Rauchen, das selbst Luftverunreinigungen erzeugt, ferner auch noch Klimaeinflüsse usw. Dies alles macht begreiflich, wie schwierig es ist, mögliche Zusammenhänge zwischen Luftverunreinigungen – wie sie zur Zeit in der Schweiz bestehen – und Erkrankungen aussagekräftig zu erforschen und nachzuweisen. Dazu ist zu ergänzen, dass

Die Schäden an der Elisabethenkirche wurden zumeist durch Rostsprennung verursacht, aber auch durch verunreinigte Luft (hier am linken Pfeiler eines Turmfensters).



an Atemweg- und Kreislaufkrankheiten leidende Menschen bei feucht-schwülen Wetterlagen zusätzlich Beschwerden bekommen.

Die bis heute grösste Smog-Katastrophe erlebte London im Jahre 1952. 4000 zusätzliche Todesfälle wurden in der Agglomeration London registriert. Die meisten der betroffenen Menschen starben an Atemweg-, Lungen- und Blutgefässerkrankungen. Praktisch alle von ihnen hatten bereits an Herz-, Kreislauf- und Lungenerkrankungen gelitten. Zudem waren es meist ältere Leute. Während der kritischen Zeit wurden hohe Russkonzentrationen neben $4 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$ Luft als Tagesmittelwerte gemessen. In Basel und Umgebung wurde für 1978 als höchstes Tagesmittel $0,25 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$ gemessen und für 1979 $0,27 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$, das heisst 14- bis 16mal niedrigere Werte.

Die Hauptursache der Luftwegerkrankungen scheint unter verschiedenen Verschmutzungskomponenten der Russ zu sein. Russ spielt eine entscheidende Rolle als Träger von Schwefeldioxid und Schwefeltrioxid. Schwefeldioxid vermag als Gas in stark verdünnter Form die tieferen Luftwege nicht zu erreichen, sondern löst sich restlos in der Feuchtigkeit der Schleimhaut von Nase, Rachen und Luftröhre. Haftet es jedoch an kleinsten Russpartikeln, so kann es mit diesen bis in die feinsten Lungengewebe gelangen.

Das Gesundheitsinspektorat der Stadt Zürich unter der Leitung von W. Hess hat die Belastung der Stadtluft durch Motorfahrzeuge näher untersucht. Dabei wurde unter anderem auch mit Hilfe des Gerichtsmedizinischen Institutes der Universität Bern die Gefährdung des Menschen durch Kohlenmonoxid im Strassenverkehr und am Arbeitsplatz untersucht. Der Kohlenmonoxidgehalt des Blutes kann als gutes Mass für das Eindringen von Kohlenmonoxid in den Körper, wo es als

Blutgift wirkt, betrachtet werden. Bei chronischer Einwirkung von Kohlenmonoxid treten deutliche Vergiftungserscheinungen bei einer Kohlenmonoxid-Hämoglobin-Konzentration (CO-Hb-Konz.) von über 15–20% ein. Das CO gehört unter anderen Verbindungen zu den wichtigsten luftverunreinigenden Stoffen, die von benzinbetriebenen Motorfahrzeugen ausgestossen werden.

Für die Untersuchungen wurden 34 Verkehrspolizisten der Stadt Zürich ausgewählt. Aus allen Untersuchungen ergaben sich folgende Mittelwerte:

	Nichtraucher 18 Polizisten	Raucher 16 Polizisten
	CO-Hb- Konz. im Blut	CO-Hb- Konz. im Blut
Mittelwert unmittelbar vor dem Verkehrsdienst	3,2%	7,6%
Mittelwert unmittelbar nach dem Verkehrsdienst	3,6%	7,6%

Der durchschnittliche CO-Hb-Gehalt beträgt somit bei Rauchern über das Doppelte des Kohlenmonoxidspiegels der Nichtraucher. Der Wert des CO-Gehaltes im Blut ist dabei umso grösser, je grösser der Tabakverbrauch ist. Bei einzelnen Rauchern hat sich der CO-Gehalt im Blut während der zweistündigen Arbeit, das heisst während zwei Stunden Rauchverbot im Verkehrsdienst, gesenkt. Die Untersuchung hat auch gezeigt, dass von einer chronischen Vergiftung durch CO bei Polizisten durch die Verkehrsbelastung nicht die Rede sein kann. Vielmehr könnte man sagen:

«Wer raucht, sitzt hinter dem Auspuff von Autos!»

Einwirkungen auf Pflanzen

Dr. Th. Keller und Dr. J.B. Bucher haben an der Eidgenössischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Birmenstorf, die Einwirkungen niedriger Schwefeldioxid-Konzentrationen auf Waldbäume in mehrwöchigen Begasungsversuchen untersucht. Diese Versuche zeigten auf, dass an einzelnen Baumarten unter Begasung mit sehr niedrigen Schwefeldioxid-Konzentrationen neben den sichtbaren Schädigungen (Nekrosen) auch nicht sichtbare, starke Beeinträchtigungen für das Wachstum der Bäume erfolgten. Dabei konnte festgestellt werden, dass die Kohlendioxid-Aufnahme (das heisst Photosyntheseleistung) sehr stark abnahm, schon bevor sichtbare Schäden auftraten. Das hatte zur Folge, dass die Nadeln von Fichten kürzer wurden und der Jahrringbau zurückging, also das Baumwachstum bzw. die Holzproduktion verringert wurde. So wurden beispielsweise bei 8wöchiger Begasung mit einer Konzentration von 0,55 mg Schwefeldioxid in 1 m³ Luft die Kohlendioxidaufnahme um 50% herabgesetzt und ein erstes Auftreten leichter Nekrosen festgestellt. Dass an und für sich unerkennbar geschädigte Bäume auch nach mehreren Jahren, etwa durch extreme Frost- und Trockenperioden, als Spätfolge der schwefeldioxidbedingten Vitalitätsschwächung eingehen können, ist mit Gewissheit anzunehmen.

Unter anderem veranlassten auch die Erkenntnisse aus diesen Versuchen die Eidgenössische Kommission für Lufthygiene in Beratung mit dem Bundesamt für Umweltschutz, im Jahre 1979 die tolerierbaren Immissionsgrenzwerte für Schwefeldioxid, die als Empfehlungen veröffentlicht werden, um fast das 10fache von 0,51 mg SO₂/m³ der alten

Empfehlung aus dem Jahre 1964 auf 0,06 mg SO₂/m³ zu senken. Dies ist ein Beispiel dafür, wie die Immissionsgrenzwerte im Hinblick auf die Sicherung der Gesundheit von Menschen, Tieren und Pflanzen laufend dem neuesten Erkenntnisstand angepasst werden.

Einwirkungen auf Materialien

Die wissenschaftliche Untersuchung der Wirkung von Luftverunreinigungen auf Materialien der verschiedensten Art befindet sich erst am Anfang. Dabei stehen die Wirkungen langanhaltender geringer Konzentrationen auf Bauwerke im Vordergrund. Bei der Vielfalt der Baustoffe – Steine, Mörtel, Fugenmassen, Holz, Metalle, Beton, Farben, Kunststoffe, Gummi, Keramik, Glas – und der Luftverunreinigungs-komponenten ist es nicht verwunderlich, dass die Wirkungsmechanismen bei festgestellten Schäden noch lange nicht vollständig ermittelt wurden.

In der öffentlichen Diskussion spielen die Wirkungen von Luftverunreinigungen auf Kunstwerke eine erhebliche Rolle. Für den Zusammenhang zwischen dem rapiden Zerfall, etwa des Basler Münsters aus dem Mittelalter, aber auch von Bauten aus neuerer Zeit, die bis zu Beginn dieses Jahrhunderts kaum Alterungsspuren zeigten, gibt es genügend Beweise. Die Schäden an Kunstwerken gehen auf langjährige Einwirkung mehr oder weniger hoher Schadstoffkonzentrationen – vor allem anorganischer Gase, wie Schwefeldioxid, Stickoxide und Salzsäure – zurück. Beobachtete Schäden an Steinplastiken in Gebieten abseits von Ballungszentren lassen den Schluss zu, dass schon sehr geringe Mengen von Schwefeldioxid bei genügend langer Einwirkungszeit zur Zerstörung der Kunstwerke genügen. Schwefeldioxid ist relativ leicht wasserlöslich, wobei schweflige Säure entsteht. Diese Umsetzung findet ebenfalls wegen der

Luftfeuchtigkeit statt. Schweflige Säure ist eine äusserst aggressive Komponente. Neben den Schwefeldioxid-Immissions- und Pegelmessungen untersucht das Amt für Lufthygiene Baselland die Korrosionswirkung der Luft auf Eisen. Die an 12 verschiedenen Standorten ausgesetzten Proben zeigten stark unterschiedliche, durch Korrosion bedingte Materialverluste. Selbstverständlich ist das Rosten des Eisens nicht allein dem Schwefeldioxidgehalt der Luft zuzuschreiben. Es sind auch noch folgende in der Luft enthaltene Stoffe daran beteiligt:

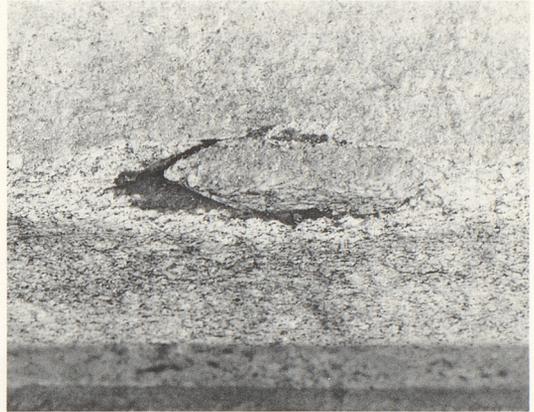
- Kohlendioxid aus Heizung und Verkehr;
 - Stickoxide aus Heizung, Verkehr und Industrie;
 - Salzsäure aus Müllverbrennung und Industrie;
 - Ozon aus Natur und photochemischer Reaktion in der Luft mit nitrosen Gasen usw.
- In unserer Region ist das Schwefeldioxid der Hauptverursacher der Materialschäden. Die folgende Tabelle zeigt eine auffallende Korrelation zwischen SO_2 -Pegelwerten und Korrosionsverlusten bei Eisen.

Messstation	Pegelwert mg SO_2 /100 Std. Jahresmittel	Eisenverlust in g/m^2 und Tag Jahresmittel
MuttENZ	5,1	0,31
Bruderholz	4,9	0,26
Augst	3,2	0,19
Rünenberg	2,5	0,08

Aus dieser Tabelle geht klar hervor, dass eine direkte Beziehung zwischen den Schwefeldioxid-Pegelwerten und dem Korrosionsverlust besteht.

Verfrachtungen

Die Komplexität der Zusammenhänge zwischen Entstehungs- und Einwirkungsort von



Durch verunreinigte Luft angefressene granitene Treppe vor der Johanneskirche.

Luftschadstoffen zeigt folgendes auf: Die Emissionsrate an Schwefeldioxid beträgt für MuttENZ ca. 600 t/Jahr und für Rünenberg ca. 4 t/Jahr. Der Pegelwert für den Schwefeldioxidgehalt in der Luft ist für Rünenberg aber nicht 150mal kleiner, sondern nur 4mal. Durch verschiedene Parameter, wie Austrittshöhe und Austrittsgeschwindigkeit der Schadstoffe, Wetterverhältnisse, Geländegestaltung usw., treten grosse Luftschadstoff-Verfrachtungen auf. Als Ergebnis davon werden in schwach belasteten Gebieten höhere Konzentrationen gemessen, als aufgrund der Emissionsraten zu erwarten wären.

Vergleich der Schwefeldioxidmessungen in der Region mit Immissionsgrenzwerten und mit den Messergebnissen von anderen Orten

Das Bundesamt für Umweltschutz hat im August 1979 Empfehlungen zur Messung und Beurteilung von Schwefeldioxid-Immissionen veröffentlicht. In diesen Empfehlungen werden folgende Schwefeldioxid-Konzentrationen genannt, die nicht überschritten werden sollten:

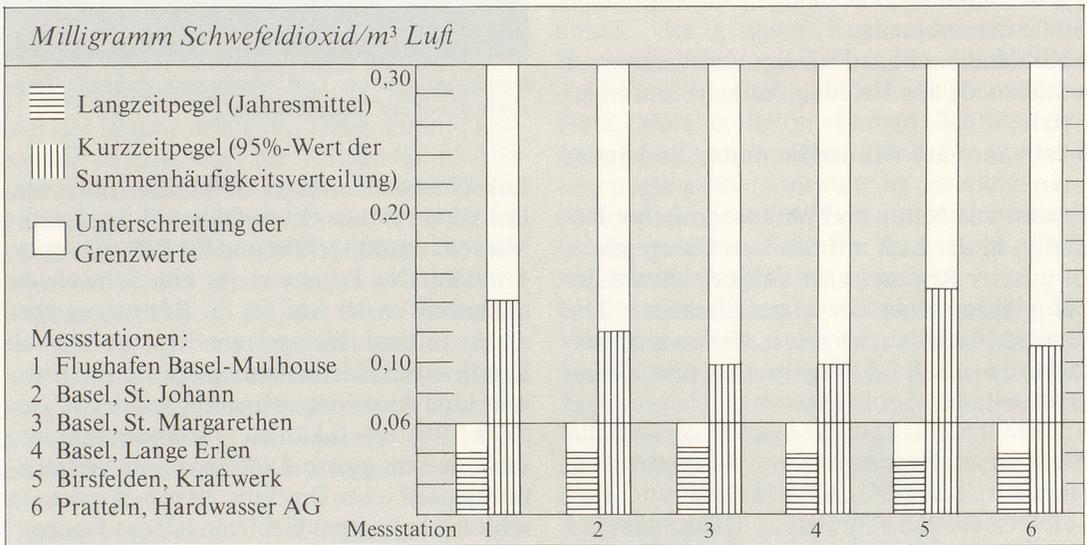
Langzeitpegel: 0,06 mg SO₂/m³ (Jahresmittelwert: arithmetisches Mittel aller Halbstundenwerte einer Messstelle)

Kurzzeitpegel: 0,30 mg SO₂/m³ (95%-Wert der Summenhäufigkeitsverteilung aller Halbstundenwerte einer Messstelle). Dieser 95%-Wert ist bei der lufthygienischen Beurteilung von Immissionswerten ein Mass für das Auftreten von kurzzeitigen Spitzenbelastungen. Die Summenhäufigkeitsverteilung sagt aus, wieviele Prozent aller Halbstundenmittelwer-

te eine bestimmte Konzentration nicht überschreiten.

Nach dem Stand der Wissenschaft und der Erfahrung kann angenommen werden, dass bei Immissionsbelastungen unterhalb dieser kritischen Werte eine Umweltgefährdung in der Regel nicht zu befürchten ist.

Im nachfolgenden Diagramm sind die Resultate der Schwefeldioxid-Immissionsmessungen im Jahre 1979 im Vergleich zu den beschriebenen Grenzwerten dargestellt:



Der vom Bundesamt für Umweltschutz empfohlene Grenzwert für den Langzeitpegel (Jahresmittel) für Schwefeldioxid-Immissionen wird bei den 6 Messstationen des Messnetzes je nach Station zu 60–75% erreicht.

Der Kurzzeitpegel (95%-Wert der Summenhäufigkeit) als Mass für Spitzenwerte beträgt je nach Station 33–50% des Grenzwertes.

Als weiterer Vergleich sind in der nachfolgenden Tabelle die Messresultate der Region Basel und andere in städtischen Agglomerationen gemessene Schwefeldioxid-Immissionen

aufgeführt. Alle Zahlenwerte beziehen sich auf das Jahr 1979:

	Langzeitpegel (Jahresmittel)	Kurzzeitpegel (95%-Wert)
	mg SO ₂ /m ³	mg SO ₂ /m ³
Basel (6 Messstellen)	0,04	0,10–0,15
Stuttgart (2 Messstellen)	0,04–0,05	0,12–0,17

Freiburg BRD (1 Messstelle am Rande der Stadt)	0,04	0,11
Zürich (1 Messstelle, Nähe ETH)	0,08	0,23
Karlsruhe (3 Messstellen)	0,06–0,07	0,20–0,23
Mannheim (3 Messstellen)	0,08–0,12	0,23–0,33

Aus den Vergleichszahlen ist deutlich ersichtlich, dass die Schwefeldioxid-Belastung der Basler Luft geringer war als in anderen städtischen Agglomerationen.

Auch bei einer sogenannten «austauscharmen Wetterlage», wie sie Mitte Januar 1979 grossräumig auftrat, blieb der Schwefeldioxid-Gehalt der Luft in der Region Basel relativ tief. Eine austauscharme Wetterlage ist dadurch charakterisiert, dass in den unteren Luftschichten die Temperatur der Luft mit der Höhe zunimmt, statt – wie normal – abnimmt. Dadurch wird der vertikale Austausch von Luftmassen behindert, was zu einer Anreicherung der Luftfremdstoffe in den unteren Luftschichten führt.

Im Ruhrgebiet wurde am 17. Januar 1980 in mehreren Städten die 1. Stufe des Smog-Alerts ausgelöst, da die Schwefeldioxid-Konzentration, als Mittelwert über 3 Stunden, über $0,80 \text{ mg/m}^3$ lag (Duisburg: $0,85 \text{ mg/m}^3$, Bottrop: $0,94 \text{ mg/m}^3$, Oberhausen: $1,10 \text{ mg/m}^3$). Auch in Berlin wurde zweimal Smog-Alarm ausgelöst. In Süddeutschland wurden, bedingt durch die meteorologischen Verhältnisse, ebenfalls erhöhte Schwefeldioxid-Konzentrationen (3-Stunden-Mittelwerte) gemessen, und zwar:

in Karlsruhe Eggenstein	am 15. Jan.	$0,54 \text{ mg/m}^3$
in Stuttgart (Marktplatz)	am 15. Jan.	$0,48 \text{ mg/m}^3$
in Karlsruhe Mitte	am 17. Jan.	$0,42 \text{ mg/m}^3$
in Karlsruhe West	am 17. Jan.	$0,59 \text{ mg/m}^3$

In der Agglomeration Basel wurden während der gleichen Zeitperiode folgende Schwefeldioxid-Konzentrationen gemessen (jeweils höchstes 3-Stundenmittel jeder Messstation):

Lange Erlen	am 15. Jan.	$0,19 \text{ mg/m}^3$
Birsfelden	am 15. Jan.	$0,20 \text{ mg/m}^3$
Flughafen	am 15. Jan.	$0,36 \text{ mg/m}^3$
St. Johann	am 16. Jan.	$0,15 \text{ mg/m}^3$
Pratteln	am 16. Jan.	$0,24 \text{ mg/m}^3$

Der relativ hohe Wert beim Flughafen wurde bei schwachem Ostwind gemessen. Dort wurde die belastete Luft von der Stadt Richtung Flugplatz verfrachtet. Diese Station liegt bei Ostwind in der Zone, wo die Luftfremdstoffe auch aus den Hochkaminen in der Stadt in stark verdünnter Konzentration auf Bodenhöhe gelangen.

Die oben aufgeführten Zahlen beweisen, dass die Schwefeldioxid-Konzentration in der Region Basel auch bei ungünstigen Verhältnissen nicht übermässig stark ansteigt.

Aus den ausgewählten Beispielen und Erläuterungen geht hervor, wie vielfältig die Zusammenhänge sind, die sich aus der Belastung der Luft mit Schadstoffen und aus deren lokaler und weiträumiger Verteilung ergeben. Ebenso vielschichtig sind die Massnahmen zur Verbesserung der Luftqualität.

Nebenbei bemerkt: Wissen Sie, dass der Mensch in jeder Minute seines Erdendaseins etwa 10 Liter saubere Luft lebensnotwendig braucht?