Bergisch Gladbach, 28.04.2005

EINGEGANGEN
1-1031/7
29. April 2005

Grüne

An den Vorsitzenden
des Rates Herrn K. Orth
Rathaus Adenauerplatz 1
51465 Bergisch Gladbach

Betreff: Antrag zur Information des Rates über die Feinstaubproblematik

Sehr geehrter Herr Orth,

wir bitten Sie, folgenden Antrag auf die Tagesordnung des
Rates vom 19.05.2005 zu setzen:

Antrag:

Die Stadtverwaltung wir beauftragt, ein Hearing für Ratsmitglieder zum Thema "Feinstaub" zu veranstalten und zu diesem Zweck Fachleute als Referenten einzuladen.

Begründung:

Das "Dossier", das von Seiten der FDP an die Ratsfraktionen versandt wurde, weist einige gravierende Unvollständigkeiten auf:

1. Es wird nicht auf den sehr unterschiedlichen Charakter verschiedener Feinstaubemissionen und die daraus resultierenden Risiken eingegangen.
2. Es werden die Anteile der Emissionen verschiedener Emittenten gleich deren Anteilen an den humanen Immissionen in der Atemluft gesetzt.
3. Es wird nicht auf die Folgen von Inversionswetterlagen (im Raum Köln: 80 % der Nächte und 20 % der Tage) eingegangen.
4. Es wird unterstellt, dass von weither eingetragene Feinstäube den überwiegenden Anteil der Feinstäube in den Zentren der Region Köln ausmachen können.

Ein derartiger gedanklicher Umgang mit der Thematik lässt eine tief greifende Information der EntscheidungträgerInnen des Rates als sinnvoll erscheinen.

Mit freundlichen Grüßen

Anlagen:
1. "Dossier" der FDP
2. Sieben Seiten Informationsmaterial aus verschiedenen Quellen



Dr. Fischer/09.04.05

Feinstaub – Fakten und Bewertungen

1. Gegenstand der Diskussionen

1.1 Feinstaub in der Luft: Staubpartikel mit einer Größe gleich oder geringer als 10 µm (0,010 mm) aus beliebigen Quellen: Verbrennungsgasen, Industrieprozessen, Reifenabrieb; natürliche Staubquellen wie Pollen, Meersalz usw.. Kurzbezeichnung: PM 10.

1.2 Definition der Luft für die Grenzwert-Richtlinie der EU: Luft der Troposphäre mit Ausnahme der Luft an Arbeitsplätzen (!)

2. Forderungen der Weltgesundheitsorganisation und der Europäischen Union

2.1 WHO-Grenzbedingung: Die Feinstaubbelastung darf eine Konzentration von 50 µg/m³ höchstens an 14 Tagen jährlich überschreiten.

2.2 EU-Grenzbedingungen: Die Feinstaubbelastung darf im Jahresdurchschnitt nicht höher als 40 µg/m³ sein und darf 50 µg/m³ an nicht mehr als 35 Tagen überschreiten.

2.3 Raumbereich der EU-Grenzbedingungen:

- Bundesverkehrsministerium: Entscheidend ist die Einhaltung der Grenzbedingung PM 10 in Großräumen mit ca. 250.000 Menschen.
- Bundesverwaltungsgericht: Die Grenzbedingung PM 10 muss auch kleinräumig auf einem Grundstück eingehalten werden.

3. Staubquellen, Zusammensetzung und freigesetzte Mengen

3.1 Staubemission in Deutschland (alle Partikelgrößen), Angaben in 1000Tonnen pro Jahr

(Umweltbundesamt)	1965	1990	1995	2000
• Verbrennung		1.250	70	50
• Verkehr		60	50	40
• Gesamt	3.000	1.900	300	220

3.2 Rußemissionen auf deutschen Straßen in 1000Tonnen pro Jahr (Umweltbundesamt)

	1960	1980	2000	2020 (erwartet)
• LKW, Omnibusse	10	30	30	10
• Diesel-PKW	0	3	7	7

3.3 Quellen und Zusammensetzung von Feinstaub kleiner als 10 µm in % (Richtwerte)

Quellen (BMU, VDI)		Zusammensetzung (LUA, UBA)	
Industrieprozesse	32 - 35 %	sekundäre Aerosole	30 % *)
Haushalte, Kleinverbrauch	15 - 19 %	wassergeb. Silikate	25 % *)
Straßenverkehr	17 - 20 %	organische Stoffe	10 % *)
Kraftwerke, Fernheizungen	10 - 12 %	Ruß aus Verbrennung:	20 % *)
Sonstiger Verkehr	9 - 13 %	Ruß aus Verbrennung:	bis zu 50 % **)
Schüttgutumschläge	4 - 5 %	*) Landesumweltamt NRW	
Industriefeuerungen, Sonstige	4 - 8 %	**) Umweltbundesamt	

Die Angaben aus verschiedenen Quellen sind uneinheitlich und teilweise widersprüchlich.

4. Messung von Feinstaubbelastungen, Einflussfaktoren

4.1 In Deutschland wird aufgrund von EU-Vorgaben an mehr als 360 Stellen gemessen, in Städten bevorzugt dort, wo die höchsten Belastungen erwartet werden. Diese Vorgabe wird von den Behörden allerdings teilweise umgangen, z.B. in Köln (Grüngürtel).

4.2 Der Verkehr wird von zahlreichen Autoren als Ursache für örtliche erhöhte Feinstaubbelastungen angesehen. Diese Aussage wird von Messungen nur eingeschränkt bestätigt.

4.3 Beherrschenden Einfluss hat die Witterung, z.B. Staub bindende Feuchtigkeit oder Wind. Aufgrund des Windes ist der Feinstaubanteil aus dem Umland örtlich häufig dominierend.

4.4 Eine weitere wichtigen Einflussgröße ist die Topografie (Tal- und Hochlagen)

4. Medizinische Wirkungen

5.1 Schädigungsmechanismen durch Feinstaub:

- Lungenschäden: Verstärkung von Asthma, Krebs (?).
- Herz- Kreislaufschäden: Herzinfarkte bei Vorschädigung.
- Sonstige: Langzeitwirkungen bei gesunden Menschen wissenschaftlich nicht belegt.

5.2 Vermutete Schadensauswirkungen durch Feinstaub:

- EU-Angabe (Datenbasis aus anderen Weltregionen): Zusätzlich 65.000 Tote pro Jahr.
- Berechnung deutscher Forschungsinstitute: Zusätzlich bis zu 19.000 Toten pro Jahr.
- Die Berechnungsbasis (Statistik) ist vielfach umstritten. Vertreter des Umweltbundesamtes halten die Berechnung von zusätzlichen Toten für unseriös und falsch.

6. Schlussfolgerungen, Bewertungen

6.1 Schlussfolgerungen zur Staub- und Feinstaubbelastung:

- Die Gesamt-Staubemissionen in Deutschland sind aufgrund der Maßnahmen zur Luftreinhaltung, einschließlich der besonderen Aufwendungen nach der Wiedervereinigung, in den letzten 40 Jahren um den Faktor 17 auf etwa 6% zurückgegangen.
- Der Straßenverkehr trägt mit etwa 20 % zur Feinstaubbelastung bei. Messungen an viel befahrenen Straßen ergaben teilweise einen höheren Russanteil am Feinstaub.
- Diesel-PKW haben an der Feinstaubbelastung (Ruß) aus dem Verkehrsbereich einen Anteil von 20 bis 30 %. Das entspricht etwa 5 bis 10% der Gesamtbelastung mit Feinstaub. Örtlich liegt der Anteil von PKW-Feinstaub möglicherweise bei 15%.

6.2 Vergleichende Feinstaubbelastung in geschlossenen Räumen:

- Der Rauch von 3 bis 5 Zigaretten erzeugt in einem normal großen Raum mehrere 100 (bis zu 1000) µg/m³ Feinstaub und damit das 10-20fache des EU-Grenzwertes.

6.3 Politische Bewertung:

- Die EU-Richtlinie von 1999 gründet nur unzureichend auf Gesundheitsschädigungen.
- Die Umsetzung der Richtlinie bis Anfang 2005 wurde von allen politisch Verantwortlichen in Deutschland ignoriert. Die derzeitige Diskussion war vermeidbar.
- Rußfilter in Diesel-PKW mindern die Feinstaubbelastung in Städten nur wenig. In LKW ist die Wirkung größer. PKW-Fahrverbote in Städten sind weitgehend unwirksam.
- Die Steuerbegünstigung von Dieselkraftstoff sollte zukünftig hinterfragt werden.
- Insgesamt ist die derzeitige politische Diskussion „virtuell", weil sie auf die politische Wirkung, nicht jedoch auf Wirksamkeit ausgerichtet ist. Die Diesel-PKW werden insoweit politisch als „Prügelknaben" missbraucht.
- Es ist unerklärlich, dass die massive Verbesserung der Luftqualität in Deutschland in den letzten 40 Jahren (- 94%) bei der politischen Diskussion unberücksichtigt bleibt.

Anlage 2:

1. Schwebstaub

1.1. Vorkommen:

Staubemissionen werden überwiegend durch Verbrennungsprozesse verursacht. Der Anteil der Grobstäube hat in den letzten Jahren erheblich abgenommen. Unter den heutigen Bedingungen werden fast ausschließlich Schwebstäube (=Feinstaube mit Partikelgröße unter 10 um) emittiert, deren Gesundheitsgefährdung wegen ihrer toxischen Inhaltsstoffe zunehmend an Bedeutung gewinnt.

1.2. Allgemeine Wirkungen:

Die Zusammensetzung dieser partikelförmigen Luftverunreinigungen besteht aus einem sehr komplexen Gemisch vieler Einzelsubstanzen. Neben anorganischen Bestandteilen wie Siliciumverbindungen, Schwermetallen, Arsen, Fluoriden usw. enthalten sie auch organische Bestandteile wie polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), Phenole, chlorierte Kohlenwasserstoffe, Aldehyde, Carbonsäuren, Ruß- und Kohlepartikel. Im atmosphärischen Feinstaub sind also nahezu alle Luftschadstoffe vertreten.

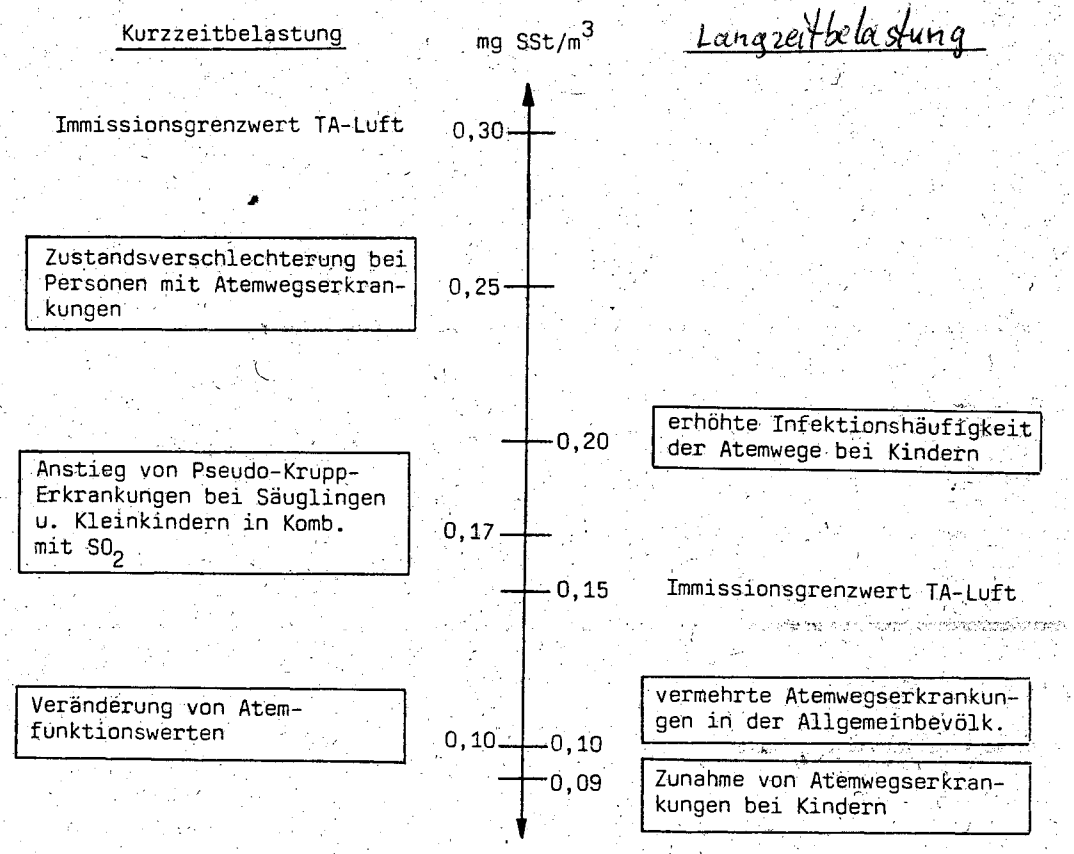
Bestandteile des Schwebstaubes in Stadtgebieten
(unvollständig)

anorganische B.	organische B.
- Siliciumverbindungen	- aliphatische KW
- Schwefel- und Stickstoffverbindungen	- polyzyklische aromatische KW (PAK)
- Metalle	- aliphatische Carbonsäuren
Eisen, Blei, Zink, Mangan,	- aromatische Carbonsäuren
Cadmium, Chrom, Nickel,	- Phenole
Vanadium	- zyklische Ketone und Chinone
- Arsen, Selen, Fluoride	- chlorierte Kohlenwasserstoffe
	(z.B. DDT, Lindan, Dioxine)
	- weitere: Ruß
	Kohlepartikel u.a.

Die besondere Gefährdung besteht darin, daß der Schwebstaub eine Vielzahl wirkungsrelevanter Einzelkomponenten enthält, die in den oberen Atemwegen nicht zurückgehalten werden und deshalb lungengängig sind. Sind die Reinigungsmechanismen der Atemwege - z. B. die Flimmerhärchen der Bronchialschleimhaut - durch andere Luftschadstoffe wie Schwefeldioxid und Stickoxide geschädigt, wird der schädigende Effekt des Schwebstaubes erheblich verstärkt.
Risikogruppen wie Kleinkinder, Personen mit Atemwegserkrankungen und alte Menschen sind besonders gefährdet.

1.3. Akute und chronische Wirkungen:

Durch Schwebstaub können akute und chronische Atemwegserkrankungen verursacht werden.
Die entsprechenden Werte können der Abbildung entnommen werden, in die zum Vergleich ebenfalls die Immissionsgrenzwerte der TA-Luft eingetragen wurden.



1.4. Kombinationswirkungen:

Die Zusammensetzung des Schwebstaubes beinhaltet eine Menge möglicher Kombinationswirkungen. Im einzelnen ist noch ungeklärt, welche Inhaltsstoffe des Schwebstaubes welche Effekte erzielen. Deswegen wird Schwebstaub als ein Gesamtgemisch bewertet.

Durch verschiedene Untersuchungen ist bekannt, daß die Reizwirkung von Schwebstaub sich in Zusammenhang mit SO2 potenziert. Diese Kombinationswirkung wird in der Belastungsbewertung beider Schadstoffe berücksichtigt.
Für eine Kombinationswirkung von NO2 mit Schwebstaub und SO2 gibt es ebenfalls Hinweise.

1.5. Belastungsbewertung:

Belastungsstufe	Kurzzeitbelastung	Langzeitbelastung	
0	< 0,10	< 0,05	mg/cbm
I	0,10-0,16	0,05-0,09	"
II	> 0,16	> 0,09	"

1.6. Fazit: Der EU-Grenzwert von 0,05 mg/m³ (= 50 µg/m³) entspricht genau den Empfehlungen dieser Studie!
(Das Umwelt-Bundesamt [illegible])

-3-

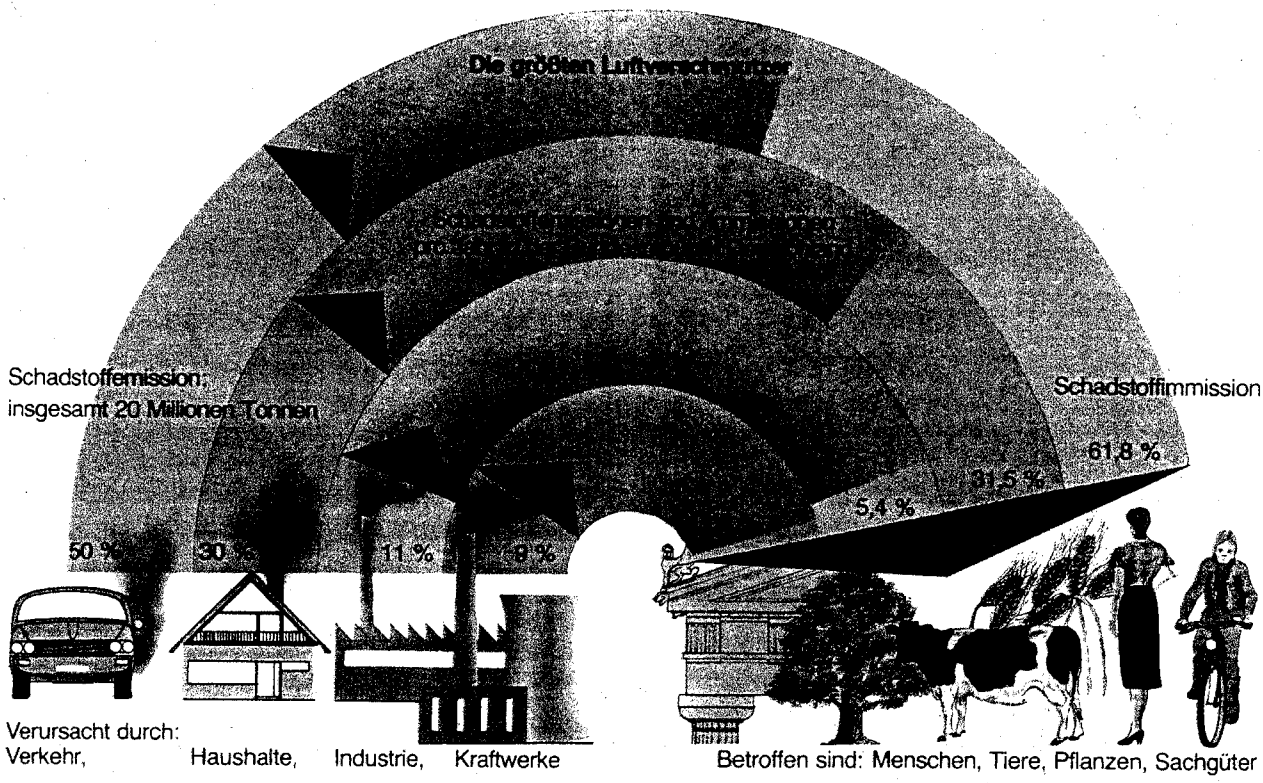


Abb. 91.1: Schwefeldioxidemissionen und -immissionen im Ruhrgebiet. Unter »Emission« versteht man das Ausstoßen von Schadstoffen, unter »Immission« die Aufnahme von Schadstoffen. Die größten Luftverschmutzer sind Kraftfahrzeuge, Haushalte, Industrieanlagen und Kraftwerke. Bei hohen Kaminen werden die Schadstoffe vom Wind über größere Räume verteilt, gehen also z. T. außerhalb des Ruhrgebiets nieder. Dadurch steigt der relative Anteil der Immissionen durch Verkehr und Hausbrand im Emissionsgebiet.

5.5.3 Die Belastung der Luft

Der Mensch macht täglich etwa 26 000 Atemzüge. Dies zeigt augenfällig, welche große gesundheitliche Bedeutung die Luftverschmutzung hat. Die hauptsächlichen Luftverunreiniger sind der Verkehr, die Industrie, die Kraftwerke und die Haushaltheizung. Über die Herkunft, den prozentualen Anteil und die Wirkung der wichtigsten *Immissionen* (Aufnahme von Schadstoffen aus der Luft) gibt die Abbildung 91.1 Auskunft.

Die über Ballungsgebieten häufig sich bildenden Dunstglocken absorbieren einen Teil der Sonnenstrahlung und besonders stark deren Ultraviolett-Anteil. Mangel an UV-Strahlen führt durch Herabsetzung der keimtötenden Wirkung zu erhöhter Infektionsgefährdung und setzt auch die Bildung von Vitamin D in der Haut herab.

Besonders gefährlich ist der in industrie- und verkehrsreichen Ballungsgebieten drohende *Smog*, eine Mischung aus Rauch (smoke) und Nebel (fog). Smog kann bei winterlichen Hochdruckwetterlagen auftreten, wenn entgegen der üblichen Luftschichtung warme Luft über einer schweren Kaltluftschicht lagert, so daß kein Luftaustausch nach oben stattfinden kann. Dann reichern sich die Schadstoffe der Abgase aus Autos, Heizungen und Industriekaminen stark an und man beobachtet zugleich eine auffallend erhöhte Sterblichkeit in den betroffenen Gebieten. Ein Überschreiten der für den Schadstoff festgelegten Grenzwert in der Luft führt deshalb zu »Smogalarm«: Einschränkung oder Verbot des Autoverkehrs und der Industrieproduktion für die Dauer der ungünstigen Wetterlage. Strittig ist, ob die derzeitigen Grenzwerte für die Auslösung des Smogalarms nicht niedriger angesetzt werden müssen, damit Gesundheitsschäden vermieden werden.

Sehr stark ist die Gesundheit durch Tabakrauch in der Atemluft gefährdet; er schädigt auch den, der selbst nicht raucht (s. auch S. 164).

Die Luftverschmutzung muß am Ort des Entstehens bekämpft werden; Entgiften der Motorenabgase (s. Abb. 92.1), Kontrolle und Verbesserung der Verbrennungsvorgänge in den Heizungsanlagen, Filtereinrichtungen zum Auffangen von Stäuben und schädlichen Abgasen der Industrie. Schutzpflanzungen von Hecken und Gehölzen filtern die Luft von Schmutzteilchen (Abb. 92.2). Ansammlung von Schadstoffen in der Luft des Stadtkerns begegnet man durch von der Bebauung ausgesparte Frischluftschneisen. Aus hohen Kaminen führt der Wind die Schadstoffe zwar vom Emissionsort weg, doch gehen sie dann andernorts mit den Niederschlägen wieder zur Erde nieder.

Besonders empfindlich gegen Luftverschmutzung sind die auch im Winter grünen Nadelbäume. Wenn der Anteil an Schwefeldioxid, Stickoxiden und



Abb. 92.1: Die Konzentration der Luftverunreinigungen ist am stärksten in »Kinderhöhe« (g/t = Gramm pro Tonne Luft).

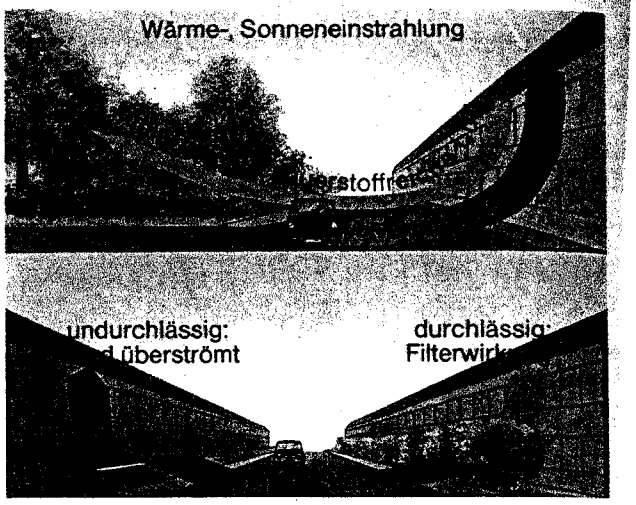


Abb. 92.2: Die günstige Wirkung von Grünanlagen im Stadtgebiet. Bäume, Sträucher und Grasflächen reinigen die Luft von Staubteilchen und schädlichen Abgasen, dämpfen den Lärm, entnehmen der Luft durch Photosynthese CO_2 und geben O_2 zurück. Die Wasserverdunstung der Pflanzen feuchtet die Luft an. An heißen, windstillen Tagen entsteht durch die Grünanlagen eine Luftzirkulation, die verunreinigte Luft aus den Häusermassen abführt und Frischluft zuführt. Eine Schutzhecke zwischen Häusern und Straße filtert einen beträchtlichen Teil der Staubteilchen (Bleistaub, Gummiabrieb) vom Straßenverkehr aus. Die im Laub gebundenen Schadstoffe gelangen durch Regen und Laubfall ins Erdreich. Eine kompakte Mauer wird dagegen von der Schadstoffe führenden Luft einfach überströmt.

Chlorverbindungen in den Abgasen nicht drastisch verringert wird, drohen unseren Wäldern durch absterbende Bäume verheerende Schäden. Wegen der weiten Verfrachtung der Schadstoffe durch Windströmung müssen sich alle Länder an der Beseitigung der Luftverschmutzung beteiligen.

Im folgenden einige Angaben über Herkunft und Wirkung wichtiger Schadstoffe in der Luft:

Schwefeldioxid (SO_2) entsteht bei der Verbrennung von Kohle und Erdöl. Durch Oxidation von S zu SO_2 und SO_3 bildet sich mit dem Wasserdampf der Luft Schwefelsäure, die mit dem Regen niederfällt (saurer Regen):

$$2\,SO_2 + O_2 + 2\,H_2O \rightarrow 2\,H_2SO_4$$

$$H_2SO_4 + CaCO_3 \rightarrow CaSO_4 + H_2O + CO_2$$

Die Schwefelsäure setzt Kalk in Mauersteinen und Putz zu Gips um, der ein größeres Volumen beansprucht und sich leichter in Wasser löst als Kalk. Dies führt zu Zersetzung von Steinen und Mauerwerk (z.B. Kölner Dom, Akropolis von Athen). Die Schwefelsäure zersetzt auch Metallteile.

Kohlenstoffmonooxid (CO) entsteht bei unvollständiger Verbrennung in Kraftfahrzeugen und Heizungen. Es verbindet sich mit Hämoglobin und blockiert den Sauerstoff-Transport, deshalb schon bei geringen Konzentrationen Beeinträchtigung der Organfunktionen.

Stickoxide (NO, NO_2) entstehen bei allen Verbrennungsvorgängen, hauptsächlich beim Kraftverkehr und beim Heizen. Wirken oxidierend und können mit Wasserdampf Salpetersäure bilden. Stickoxide schädigen die Atmungsorgane und sind Nervengifte.

Stäube entstehen aus Flugasche der Kamine oder bei industrieller Verarbeitung von Stoffen. Sie enthalten giftige Metalle (Quecksilber, Cadmium, Blei), Ruß, Gummiabrieb, Asbest u.a. Schädigen Augen, Atmungsorgane (Staublunge, Krebsgefahr) und Haut (Ausschläge).

Kohlenstoffhydride (z.B. Benzpyren) entstehen bei unvollständiger Verbrennung in Kraftfahrzeugen und Heizungen. Können Erbschäden und Krebs erzeugen.

Chlor-Fluorkohlenstoffhydride werden als Treibmittel in Sprühdosen verwendet. Vermutlich zerstörende Wirkung auf die Ozonschicht der oberen Atmosphäre, welche die von der Sonne kommende starke und deshalb schädliche UV-Strahlung größtenteils von der Erde abhält.

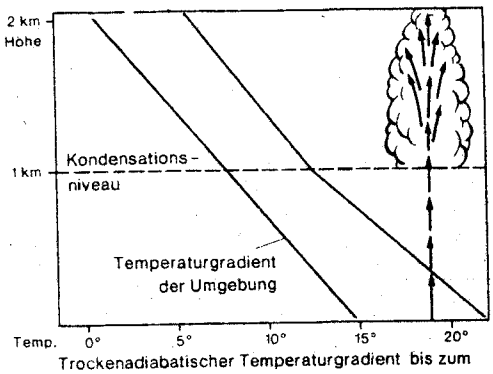
Schwefeldioxid, Stickoxide und Stäube mindern die Produktionsleistung von Nutztieren und den Zuwachs bei Pflanzen, und erhöhen deren Anfälligkeit gegen Schädlinge und Frost. Vor allem die Schadgase werden von den vorherrschenden Luftströmungen oft Hunderte, ja Tausende von Kilometern weit verfrachtet. So ist jeden Winter in der Arktisluft eine hohe Schwefeldioxid-Menge nachweisbar, die von den Industriezentren Nordamerikas und Japans stammt. Saure Niederschläge (z.B. in Skandinavien und Mitteleuropa) säuern den Boden und das Wasser der Seen in den Urgesteinsregionen an, soweit dort der Kalk zur Neutralisierung fehlt.

Kohlenstoffdioxid-Anreicherung in der Atmosphäre. Der Kohlenstoffdioxid-Gehalt der Atmosphäre hat sich im letzten Jahrhundert von 0,029 % auf gegenwärtig 0,033 % erhöht und steigt weiter an. Eine der Ursachen ist die Verbrennung von Kohle, Erdöl und Erdgas. Diese Energieträger sind im Verlauf der Erdgeschichte in einem Zeitraum von mehr als 500 Millionen Jahren durch Photosynthese entstanden. Nun verbraucht sie der Mensch in wenigen hundert Jahren. Für den Kohlenstoffdioxid-Anstieg mitverantwortlich ist auch die weltweite Abholzung großer Waldgebiete. Wälder nehmen durch Photosynthese viel Kohlenstoffdioxid aus der Luft und legen es in der Biomasse der Vegetation, aber auch des Bodenhumus fest. Daher enthalten Wälder etwa 90 % des gesamten Kohlenstoffs der Vegetation unserer Erde. Seit 1950 werden im Durchschnitt jährlich fast 1 % der riesigen tropischen Wälder geschlagen. An die Stelle des langzeitigen Kohlenstoff-Speichers Wald treten landwirtschaftlich genutzte Gebiete. Die Photosynthese der Nutzpflanzen und damit die in ihnen gebundene Menge Kohlenstoffdioxid ist weit geringer als derjenige der Wälder.

Kohlenstoffdioxid läßt zwar die von der Sonne kommende kürzerwellige Strahlung (Licht) durch, hält jedoch die von der Erde reflektierte Wärmestrahlung in der Atmosphäre zurück. Die Wirkung ist also ähnlich wie bei einem Treibhausglas. Man befürchtet eine Erwärmung der Erde mit noch unklaren klimatischen Folgen (möglicherweise Ausdehnung der Trockengebiete und Rückgang der land-

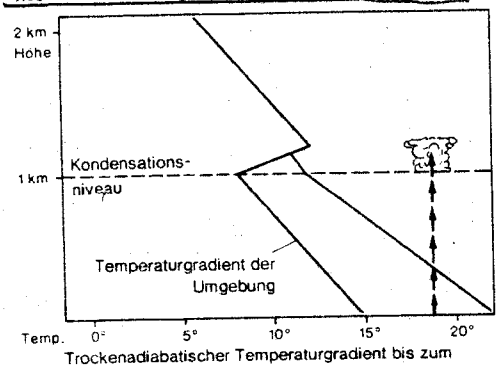
hemm; Inversionswetterlagen als Hinweis für hohe Schadstoffkonzentrationen in der Luft

(I)



Trockenadiabatischer Temperaturgradient bis zum Kondensationsniveau, dann feuchtadiabatischer

Abb. 16a Schemat. Darstellung des feuchtadiabatischen Luftaufstiegs (feuchtlabile Luftschichtung)



Trockenadiabatischer Temperaturgradient bis zum Kondensationsniveau, dann feuchtadiabatischer

Abb. 16b Schematische Darstellung des feuchtadiabatischen Luftaufstiegs bei einer Inversion (feuchtstabile Luftschichtung)

(II)

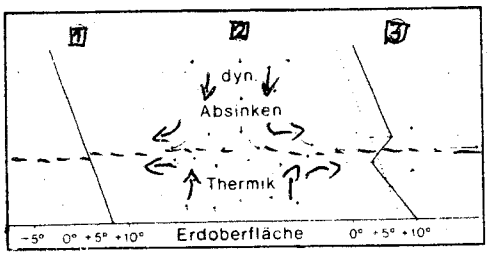


Abb. 17 Schema der Strömungsverhältnisse bei der Bildung einer Absinkinversion

(III)

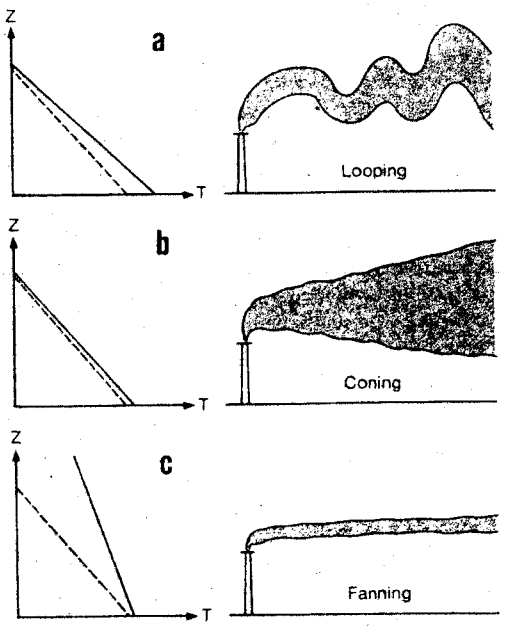


Abb. 18 Temperaturschichtung und Gestalt einer Rauchfahne (H. Reuter). Die ausgezogenen Linien im linken Teil der Darstellung zeigen den vertikalen Temperaturverlauf, die strichlinierten den trockenadiabatischen Temperaturgradienten. Bei labiler Schichtung mäandriert die Rauchfahne stark (a), bei indifferenter breitet sie sich mit waagerechter Achse kegelförmig aus (b), bei stabiler bleibt sie schmal in fast gleicher Höhe (c).

Literatur:

Weischet 1977, S. 154—176 (Vertikale Luftbewegungen und ihre Konsequenzen); Battan 1979, S. 24—35 (Vertikale Luftbewegungen von trockener und feuchter Luft).

(IV)

5.4 Inversionen. Der vertikale Temperaturgradient schwankt mit Ort und Zeit. Es kann sogar zu einer **Temperaturumkehr** kommen, d. h., daß die Temperatur in mehr oder weniger mächtigen Luftschichten mit der Höhe abnimmt. Eine solche Schicht ist z. B. die die Troposphäre begrenzende ↑Tropopause. Aber auch innerhalb der Troposphäre kommen solche Schichten mit Temperaturumkehr vor. Diese Temperaturumkehr, aber auch eine Schicht mit einer solchen, nennt man **Inversion.**

Inversionen sind von besonderer Bedeutung für den vertikalen Luftaustausch. Aufsteigende Luftströmungen werden in ihnen gebremst und gestoppt. Inversionen bilden damit Sperrschichten. Über Industriegebieten oder großen Städten führen Inversionen oft zu einer Dunstglocke (Smog), da Rauch und Abgase sich unter ihr sammeln.

5.4.1 Bodeninversionen entstehen bei starker nächtlicher Ausstrahlung. Sie erreichen meist nur wenige Zehner von Metern und sind oft durch eine Nebelschicht gekennzeichnet. In Gebirgen sammelt sich häufig in Tälern oder Becken von den Bergen abfließende Kaltluft. Auch hier ist eine Nebelschicht kennzeichnend, deren obere Grenze die Grenze der Inversionsschicht markiert. An Sommertagen löst sich diese Nebeldecke am Vormittag schnell auf. Im Winter kann sie jedoch den ganzen Tag über liegenbleiben, so daß, während die Berggipfel besonnt sind, die Täler von Wolken verhüllt bleiben.

5.4.2 Absinkinversionen entstehen in ↑Hochdruckgebieten. Die in deren Kern absinkende und sich adiabatisch erwärmende Luft muß mit Annäherung an den Boden aus der vertikalen in eine mehr und mehr horizontale Richtung umbiegen. Dies geschieht meist schon in etwa 1000 bis 2000 m Höhe, da von dem durch Sonnenstrahlung erhitzten Boden erwärmte Luft turbulent aufsteigt und die Absinkbewegung frühzeitig bremst (Abb. 17). Schließlich können sich noch Inversionen durch Aufgleiten wärmerer Luft über kälterer (↑Warmfront) ergeben.

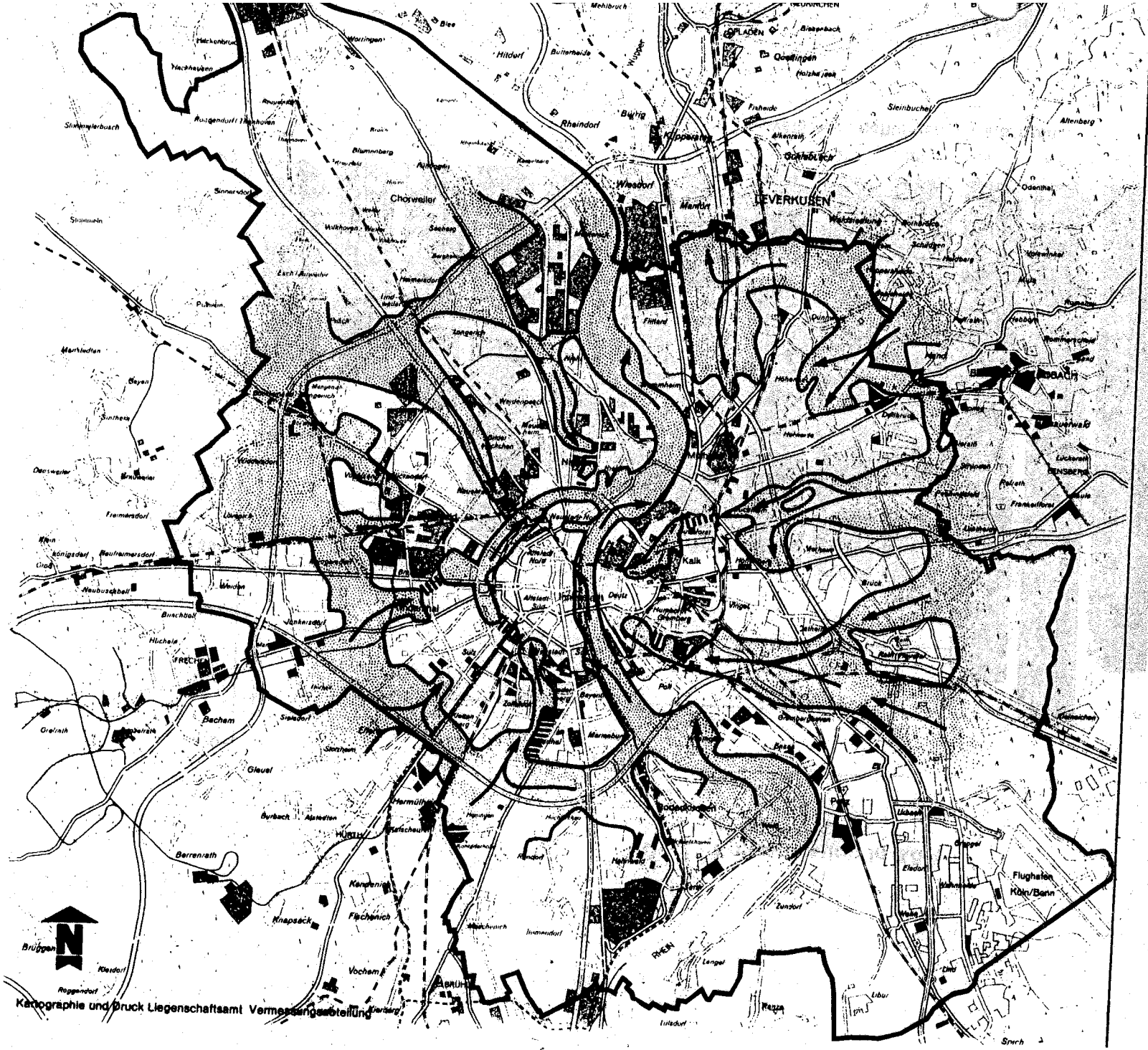


Abb. 4

Stadtklima in Köln

Ventilationszonen in Grünzügen

aus: Stadtentwicklungsplanung Gesamtkonzept

LEGENDE

→ Richtung der Flurwinde zur Belüftung der Stadt

▨ Bereiche mit wünschenswerter Verbesserung der Ventilation

▩ von Bebauung weitgehend freizuhaltende Freiräume

Stadt Köln

Der Oberstadtdirektor

Amt für Umweltschutz

Transport und Transformation von Emissionen in Bergisch Gladbach

Beisp.: Di., 5.12.89 (in Anlehnung an die Abbildung der Bayer AG im Heft: „Umweltschutz - Ideen, Entwicklungen, Ergebnisse", 3. Aufl., Dez. 1988, S. 120)

