

Nationales Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe (NABEL)

Bisherige Messungen – geplante Erweiterungen

R. Gehrig

EMPA, Abteilung Luftfremdstoffe, 8600 Dübendorf

Seit rund 6 Jahren wird in der Schweiz ein lufthygienisches Messnetz, das «Nationale Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe» (NABEL) betrieben. Im Auftrag des Bundesamts für Umweltschutz (BUS) werden die Messungen und Auswertungen von der Abteilung Luftfremdstoffe der Eidgenössischen Materialprüfungsanstalt (EMPA) durchgeführt.

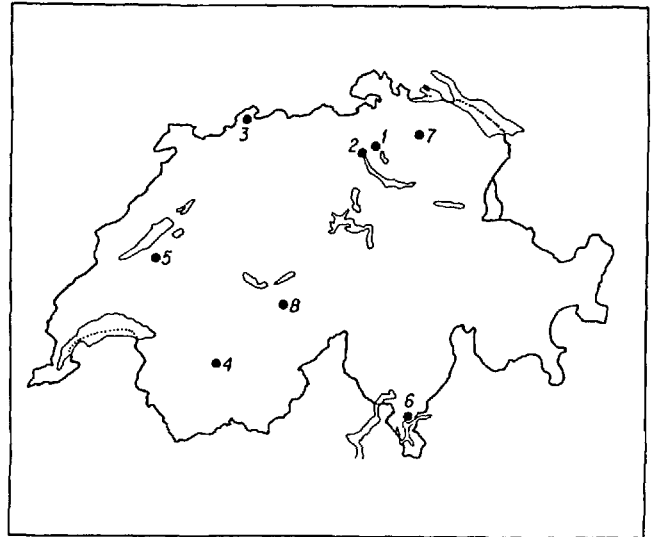
Mit dem NABEL wird der allgemeine Stand und die Entwicklung der Luftverschmutzung in der Schweiz erfasst und verfolgt. Dabei stehen grundsätzlich die gesamtschweizerischen Bedürfnisse im Vordergrund. Das Messnetz misst daher in erster Linie Luftschadstoffe von nationaler Bedeutung und Verbreitung und verzichtet auf die Erfassung lokaler Besonderheiten oder von Extremsituationen. Entsprechend diesem Grundkonzept befinden sich die Messstationen über die Schweiz verteilt an Standorten, welche eine typische Belastungssituation repräsentieren (Stadtzentrum, Stadtrand, Agglomeration, ländlich, hochalpin) und innerhalb der Situation jeweils an etwa durchschnittlich belasteter Stelle. So kann beispielsweise die NABEL-Station Zürich nicht etwa die lufthygienische Situation im Zentrum von Zürich beschreiben – hierzu wären viele Stationen notwendig –, sondern repräsentiert eine städtische Belastung, wie sie in vielen schweizerischen Städten in vergleichbarer Lage vorkommt. Gleiches gilt entsprechend für die anderen Stationen. Aus diesem Konzept folgt andererseits, dass an besonders exponierten Stellen Immissionen auftreten können, die wesentlich höher sind, als die im NABEL gemessenen Werte.

Da bei der Beurteilung von Immissionsmessungen meteorologische Parameter eine bedeutende Rolle spielen können, wurden die NABEL-Stationen wo möglich in der Nähe von Messstationen des automatischen Messnetzes der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt installiert. Dies erlaubt bei der Auswertung von lufthygienischen Daten meteorologisch-klimatische Aspekte mit zu berücksichtigen.

Figur 1 zeigt die Lage der NABEL-Stationen und gibt auch den Belastungstyp an. Tabelle 1 gibt einen Überblick über den Umfang des an jeder Station durchgeführten Messprogramms.

Messresultate

Die Messungen des NABEL werden jeweils einmal jährlich an der EMPA ausgewertet, die Resultate vom BUS kommentiert und in einem Bericht herausgegeben. Diese Berichte sind für jeden Interessierten zugänglich und können vom BUS angefordert werden. Im Rahmen dieser kurzen Darstellung kann aus der



Figur 1. Situationsplan NABEL:

Messstationen:

- Nr. 1 Dübendorf (Agglomeration)
- 2 Zürich (Stadtzentrum)
- 3 Basel (Stadtrand)
- 4 Sion (ländlich)
- 5 Payerne (ländlich)
- 6 Lugano (Stadtzentrum)
- 7 Tänikon (ländlich)
- 8 Jungfraujoch (hochalpin)

| | Dü | Zü | Ba | Si | Pa | Lu | Tä | Ju |
|-------------------------------|----|----|-------------------|----|----|-------------|----|----|
| Schwefeldioxid | x | x | x | x | x | x | x | x |
| Stickoxide | x | x | x | x | x | x | x | x |
| Ozon | x | x | x | x | x | | x | x |
| Kohlenmonoxid | x | x | x | | | | | |
| Schwebstaub | x | x | x | x | x | x | x | x |
| Staubniederschlag | x | x | x | x | x | x | x | x |
| Regenanalysen | x | | | | x | | | x |
| x im Messprogramm der Station | | | | | | | | |
| Dü = Dübendorf | | | Zü = Zürich | | | Ba = Basel | | |
| Si = Sion | | | Pa = Payerne | | | Lu = Lugano | | |
| Tä = Tänikon | | | Ju = Jungfraujoch | | | | | |

Tabelle 1. NABEL-Messprogramm (Stand Oktober 1985)

Fülle von Daten nur ein auf wenige Zahlen konzentrierter Überblick gegeben werden. In den Tabellen 2 und 3 werden die an den einzelnen Stationen ermittelten Jahresmittelwerte und 95%-Werte ausgewählter Schadstoffe den entsprechenden Langzeit- und Kurzzeitgrenzwerten der Luftreinhalteverordnung (Entwurf 1984) gegenübergestellt. Zum Teil massive Überschreitungen der Grenzwerte müssen bei den gasförmigen Schadstoffen Schwefeldioxid (SO₂), Stickstoffdioxid (NO₂) und Ozon (O₃) festgestellt werden. Dabei muss nochmals in Erinnerung gerufen werden, dass im NABEL nicht an extrem belasteten Stellen gemessen wird, was mit andern Worten heisst, dass mancherorts mit noch deutlich höheren Immissionen gerechnet werden muss.

| | SO ₂ µg/m ³ | NO ₂ µg/m ³ | Schwebstaub µg/m ³ | Staubniederschlag mg/m ² /Tag |
|---------------|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|---|
| Dübendorf | 27 | 52 | 46 | 69 |
| Zürich | 47 | 58 | 49 | 112 |
| Basel | 34 | 46 | 48 | 93 |
| Sion | 11 | 29 | 42 | 77 |
| Payerne | 9 | | 38 | 77 |
| Lugano | 58 | 45 | 53 | 136 |
| Tänikon | 9 | | 38 | 62 |
| Jungfraujoch | 2 | | 6 | 27 |
| Grenzwert LRV | 30 | 40 | 70 | 200 |

Tabelle 2. NABEL 1980(81)–1984
Durchschnittliche Jahresmittelwerte

LRV = Luftreinhalteverordnung (Entwurf 1984)

| | SO ₂ µg/m ³ | NO ₂ µg/m ³ | O ₃ µg/m ³ | Schwebstaub µg/m ³ |
|---------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| Dübendorf | 105 | 123 | 100–150 | 107 |
| Zürich | 167 | 118 | 80–100 | 109 |
| Basel | 106 | 104 | 120–200 | 109 |
| Sion | 37 | 70 | 120–200 | 90 |
| Payerne | | | | 83 |
| Lugano | 166 | 104 | | 110 |
| Tänikon | | | | 96 |
| Grenzwert LRV | 100 | 120 | 80 | 150 |

Tabelle 3. NABEL 1980(81)–1984
95%-Werte (durchschnittlich)

LRV = Luftreinhalteverordnung (Entwurf 1984)
SO₂/NO₂ 95%-Werte der Halbstundenmittel eines Jahres
Schwebstaub 95%-Werte der Tagesmittel eines Jahres
O₃ 95%-Werte der Halbstundenmittel eines Monats;
angegeben sind typische Bereiche in den Sommermonaten

Die Zahlen unterstreichen auch die Dringlichkeit der vom Bund vorgesehenen und zum Teil schon realisierten Massnahmen gegen die Luftverschmutzung, wie beispielsweise die Senkung des Schwefelgehalts im Heizöl, verschärfte Abgasbestimmungen für Motorfahrzeuge und rigide Emissionsbegrenzungen bei Industriebetrieben. Ob diesen Massnahmen der gewünschte Erfolg beschieden sein wird, wird aus den zukünftigen Daten des NABEL abzulesen sein, wobei das Messnetz in diesem Zusammenhang als Instrument der Erfolgskontrolle dient.

Erweiterungen des Messnetzes

War das NABEL ursprünglich in erster Linie als langfristiges Beobachtungsinstrument für das Bundesamt für Umweltschutz konzipiert, so zeigt in jüngster Zeit eine Flut von Anfragen ein grosses Interesse von Kantonen, Gemeinden und Privaten an einem rascheren und detaillierteren Zugriff zu NABEL-Dateien. Die Befriedigung dieser veränderten Benutzerwünsche bedingt in erster Linie eine Anpassung der Datenerfassung und -übertragung in und aus den Stationen sowie eine Reorganisation der Datenbank mit dem Ziel, einen einfachen Zugriff auf Dateien zu ermöglichen.

Neu dazukommen werden im Laufe dieses und des nächsten Jahres drei sogenannte Waldstationen in Wettingen (Lägeren), Davos und Alptal bei Einsiedeln. Im Rahmen des Nationalen Forschungsprogrammes «Waldschäden und Luftverschmutzung in der Schweiz» wird das Messprogramm dieser Stationen neben den von der EMPA betreuten lufthygienischen Messungen umfangreiche meteorologische und biologische Untersuchungen verschiedenster Forschergruppen umfassen. Obwohl es sich hierbei also nicht um NABEL-Stationen im herkömmlichen Sinne handelt und das Projekt zeitlich auf vier Jahre limitiert ist, ist es vorgesehen, die lufthygienischen Daten dieser Stationen in die NABEL-Dateien einzubauen.

Ein weiterer Ausbau des Messnetzes mit Verbesserungen und Erweiterungen der Messprogramme an den bestehenden Stationen sowie neuen Stationen an Orten mit bislang noch nicht berücksichtigten Belastungssituationen ist geplant und wünschenswert, dürfte jedoch erst in einigen Jahren zu verwirklichen sein. Limitierend für das Tempo der Entwicklung des NABEL ist nicht zuletzt die angespannte Personalsituation des Bundes. Angesichts der Dringlichkeit des Vorhabens sowie des breiten öffentlichen Interesses ist jedoch zu hoffen, dass diese Schwierigkeiten überwunden werden können.

Zusammenfassung

Seit rund 6 Jahren misst das Nationale Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe (NABEL) an 8 unterschiedlich belasteten Standorten in der Schweiz (Dübendorf, Zürich, Basel, Sion, Payerne, Lugano, Tänikon, Jungfraujoch) die wichtigsten Luftschadstoffe (Schwefeldioxid, Stickoxide, Ozon, Kohlenmonoxid, Schwebstaub, Staubniederschlag, Regen). Die von der Luftreinhalteverordnung vorgesehenen Immissionsgrenzwerte werden für Schwefeldioxid,

Stickstoffdioxid und Ozon zum Teil massiv überschritten, obwohl das Messnetz keinesfalls an extremen, sondern eher durchschnittlich belasteten Standorten arbeitet.

Gegenwärtig wird das Messnetz ergänzt durch zwei bis drei Waldstationen, welche im Rahmen eines Nationalfondsprogrammes zur Erforschung der Ursachen der Waldschäden aufgebaut werden. Für kommende Jahre sind zudem Verbesserungen und Erweiterungen der Messprogramme an den bestehenden Stationen vorgesehen, sowie die Errichtung neuer Stationen zur Erfassung bisher noch nicht oder zu wenig berücksichtigter Belastungssituationen in der Schweiz.

Résumé

NABEL, mesures effectuées jusqu'ici, extensions prévues

Depuis environ 6 ans, le réseau national d'observation des polluants atmosphériques (NABEL) mesure les principaux polluants atmosphériques (dioxyde de soufre, oxydes d'azote, ozone, monoxyde de carbone, poussière en suspension, retombées de poussière, précipitations) en 8 lieux de niveaux de pollution différents de la Suisse (Dübendorf, Zurich, Bâle, Sion, Payerne, Lugano, Tänikon, Jungfrauoch). Les limites d'immissions prévues par l'Ordonnance fédérale sur la lutte contre la pollution atmosphérique pour le dioxyde de soufre, le dioxyde d'azote et l'ozone sont en partie massivement dépassées et ceci bien que les sites retenus pour ce réseau ne soient aucunement représentatifs de situations extrêmes mais bien plutôt de situations moyennes.

Actuellement ce réseau de mesure est en voie d'être complété par deux ou trois stations situées en forêt qui vont être installées dans le cadre du programme national de recherche sur les causes du dépérissement des forêts. Pour ces prochaines années, il est aussi prévu d'améliorer et d'étendre le programme de mesure des stations existantes ainsi que d'installer de nouvelles stations de mesure pour recueillir des données sur des situations de pollution atmosphérique pas ou encore trop peu étudiées en Suisse.

Abstract

NABEL, Immission data and planned extensions of the network

Since 6 years a Swiss national immission monitoring network measures several air pollutants (sulfur dioxide, nitrogen oxides, ozone, carbon monoxide, suspended particulates, particle deposition and precipitations) at 8 sites with different pollution levels (Dübendorf, Zürich, Basel, Sion, Payerne, Lugano, Tänikon, Jungfrauoch). The immission concentrations of sulfur dioxide, nitrogen dioxide and ozone exceed the limit values proposed by federal legislation at several sites, though the monitoring stations are not located at sites with extreme exposure.

At present the network is extended for two or three new stations in forests as a part of a Swiss research programme concerning air pollution and forest damages. A further extension of the NABEL will comprise improvements of the measuring programme at the existing stations as well as new stations.

Bildung und Verfrachtung von Ozon und anderen Photooxidantien

W. Moser Atmosphärenphysik ETH,
Hönggerberg HPP, CH-8093 Zürich

Begriffserklärung: Photooxidantien, Photosmog

Photochemische Oxidantien, kurz *Photooxidantien*, werden durch *sonnenlichtinduzierte* Oxidationsvorgänge in der Atmosphäre aus Vorläufersubstanzen gebildet. Die Vorläufersubstanzen sind vielfach selbst Luftfremdstoffe, die als Spurengase z. B. durch Verbrennungsprozesse (hauptsächlich fossiler Brennstoffe wie Erdöl, Kohle aber auch gegenwärtiger Biomasse wie Holz) direkt in die Atmosphäre emittiert werden. Da auch sie schon auf Mensch, Tier und Pflanzen schädigend wirken können, nennt man sie primäre Schadstoffe. Photooxidantien sind demzufolge sekundäre Luftschadstoffe; durch ihre oft stark oxidierende Wirkung sind sie in manchen Fällen reaktionsfreudiger, aggressiver und somit schädlicher als die primären Schadstoffe NO, CO, C_xH_y, SO₂, etc.

Der *Photosmog* wird durch das Vorhandensein von sekundären Luftschadstoffen, die durch sonnenlichtinduzierte chemische, sogenannte photochemische Reaktionen entstehen, charakterisiert. Bekanntester Vertreter der Photooxidantien im Photosmog ist Ozon (O₃). Andere, hier speziell erwähnte sind Peroxiace-

tylnitrat (PAN) und Formaldehyd (HCHO). Für die Beurteilung des Ausmasses von Photosmog ist die Zunahme (Bildungsfaktor) einzelner Photooxidantien gegenüber Reinluftverhältnissen von massgebender Bedeutung. In dieser Beziehung ist PAN der beste Indikator für Photosmog. PAN kommt zwar nach neueren wissenschaftlichen Erkenntnissen und Vermutungen (Sing and Hanst 1981) auch in unver- schmutzter troposphärischer Luft vor, aber bloss in sehr geringen Mischungsverhältnissen von ca. 0.2–1 ppbv. Dafür wird es im Verhältnis zum Ozon bis zu einem Faktor 10 stärker gebildet. Denn Ozon in der Troposphäre besitzt bereits eine bedeutende natürliche Quelle in der Stratosphäre, der eigentlichen Ozon- schicht, woher durch grossräumige Transportvorgänge ozonreiche Luftmassen durch die Tropopause in die Troposphäre eindringen. Das führt im Sommer in mittleren Breiten zusammen mit dem in Reinluftver- hältnissen sonst herrschenden photostationären chemischen Gleichgewicht zwischen NO, NO₂ und O₃, und mit weiteren homogenen photochemischen Gaspha- senprozessen zu Ozonmischungsverhältnissen in