

8600 Dübendorf

EMPA No. 22 900

EIDG. AMT FUER UMWELTSCHUTZ

Eidgenössische Polizeiabteilung
Abteilung Strassenverkehr . B E R N
Dokumentation / Bibliothek

Belastung der Umgebung von Hochleistungsstrassen
durch Abgase aus Motorfahrzeugen

- "Messkampagne Niederbipp" -

1. Zweck und Umfang der Untersuchung

Im Rahmen eines Untersuchungsprogramms über die Belastung der Umgebung von Hochleistungsstrassen durch Abgase von Motorfahrzeugen war das Immissionsangebot bei einem Strassenstück festzustellen, das durch ein ebenes Gelände führt und bei dem sich die Emissionen ungehindert ausbreiten können.

2. Vorgehen

21 Allgemeines

Motorfahrzeuge emittieren eine ganze Anzahl von Luftfremdstoffen; teils sind es Gase, teils sind sie staubförmig. Bei solchem Sachverhalt liegt der Gedanke nahe, die Lösung der gestellten Aufgabe erfordere die immissionsseitige Messung jeder einzelnen Komponente dieses Substanzgemischs. Eine solche detaillierte Bearbeitung war aber in diesem Fall nicht vonnöten; denn bei den hier gegebenen Distanzen zwischen Emissions- und Immissionsort kann, was die gasförmigen Auspuffanteile betrifft, die anteilmässige Zusammensetzung der Immission jener der Emission gleichgesetzt werden.¹⁾ Dies bedeutet: falls die Emissionscharakteristik bekannt ist, lassen sich bei Kenntnis der Immissionsbelastung durch ein Gas auch die Immissionsangebote der andern Auspuffkomponenten ableiten. Dieses Analogieverfahren ist aber nicht kurzerhand bei jedem beliebigen Verkehrsgeschehen anwendbar, sondern nur bei uniformen Emissionssituationen.

Beim Strassenverkehr sind zwei Emittentengruppen ganz unterschiedlicher Emissionscharakteristik zu unterscheiden:

1) Dies gilt nur für die bei Emissions-/Immissions-Situationen des Strassenverkehrs vorliegenden geringen Distanzen und einzig für die gasförmigen Anteile des Auspuffs. Beim Schwebestaub sind Rückschlüsse von der Emission auf die Immission nur mit Vorbehalten, bei polydispersen Stauben hingegen kaum mehr möglich. - Aus diesem Grund wurde denn auch bei der hier beschriebenen Untersuchung die Immissionsbelastung durch Schweb- und Grobstaub gemessen.

Fahrzeuge mit Benzin- und solche mit Dieselmotoren. Im weiteren sind innerhalb dieser beiden Gruppen die Emissionen auch noch von der Fahrweise abhängig. Die oben geforderte uniforme Emissionssituation ist also dann gegeben, wenn zwei Bedingungen erfüllt sind: einmal eine Einheitlichkeit in der Motorenart und zum zweiten, eine gleichmässige Fahrweise. Der ersten Anforderung wurde so nachgekommen, dass nur an Wochenenden - d.h. bei Verkehr mit vorherrschendem Anteil an Benzinmotoren - gemessen wurde; die zweitgenannte Bedingung nach gleichmässiger Fahrweise darf beim Verkehrsgeschehen auf einem ebenen Stück einer Autobahn als hinlänglich erfüllt angesehen werden.

22 Untersuchungsdispositiv

221 Messobjekte

Als Leitsubstanzen zur Beschreibung der Immissionsverhältnisse wurden gewählt:

- für die gasförmigen Luftfremdstoffe das Kohlenmonoxid
- für die staubförmigen Schadstoffe
 - einmal: der aus der Luft aussedimentierende Grobstaub als Kennwert für die Oberflächenverschmutzung (sog. Staubniederschlag) sowie dessen Anteil an Bleiverbindungen;
 - weiter; der Fein- oder Schwebestaub.

222 Messort

Aufgrund der Zielsetzung der Untersuchung ergaben sich an den Messort an Anforderungen:

- hohe Verkehrsdichte
- nur unwesentliche Belastung durch andere Immissionen ¹⁾, z.B. durch weitere Strassen, Industrien, usw.
- Gelände beidseitig der Strasse eben und ohne Ausbreitungshindernisse für die Emissionen.

Neben diesen Anforderungen hatte der Messort noch folgenden Voraussetzungen zu genügen:

- gute Zufahrtsmöglichkeit
- Versorgung mit Elektrizität
- Einverständnis des Grundstückbesitzers ²⁾

Ein Ort, der diesen Kriterien weitgehend entsprach, fand sich bei der N1, zwischen Oensingen und Niederbipp (s. Bild 1).

1) Auf Bild 1 (Foto) ist beim Messort westlich der Autostrasse eine Grube ersichtlich. Diese diente während des Strassenbaus zum Abtransport von Kies. Mit der Fertigstellung der Strasse wurde die Grube stillgelegt und Betrieb gesetzt und seither nach und nach mit Aushub aufgefüllt. - Anzeichen von einer durch diese Grube auf die Messachse verursachte Staubbelastung haben sich nicht gezeigt.

2) Die hier beschriebenen Messungen wurden auf einem Grundstück des Herrn F. Stalder, Niederbipp, vorgenommen. Der Familie Stalder gilt für ihr Entgegenkommen bester Dank - und zwar nicht nur für ihre Grosszügigkeit gegenüber den mit dieser Untersuchung verbundenen Inkonvenienzen und Umtriebe, sondern auch für die stete Hilfsbereitschaft und Gastfreundschaft.

223 Verwendete Messgeräte

| Messgrösse | Messprinzip |
|--------------------|-----------------------|
| Gehalt der Luft an | |
| - Kohlenmonoxid | NDIR-Analyse |
| - Feinstaub | gravimetrisch |
| Staubniederschlag | BERGERHOFF-Gerät |
| Windrichtung und | mechanischer Wind- |
| -stärke | schreiber |
| Verkehrsfrequenz | sog. Induktionsdetek- |
| | toren, eingebaut in |
| | allen Fahrstreifen, |
| | nicht aber in den |
| | Standstreifen |

Neben den eben aufgezählten Verfahren wurden versuchsweise und vereinzelt auch noch Geräte zur Messung weiterer Luftfremdstoffe eingesetzt. Diese Arbeiten hatten aber nur orientierenden Charakter und dienten in erster Linie der Erprobung verschiedener Geräte im Feldeinsatz. Aus diesem Grund wird hier nicht darüber berichtet.

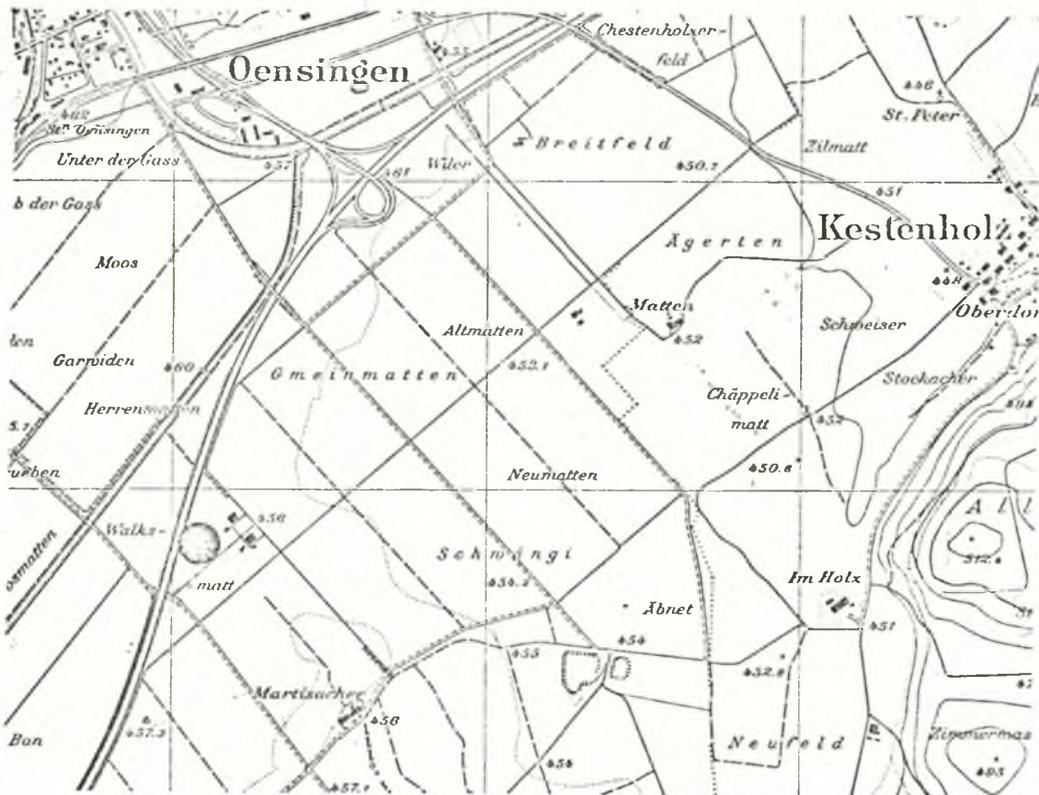
224 Anordnung der Messgeräte

siehe Bild 2



Messort 

(SWISSAIR-Foto)



Messort 

(Ausschnitt aus LK Blatt 1108)

M. 1 : 25 000

Bild 1
Lage des Messorts

BILD 2

ANORDNUNG DER MESSSTELLEN

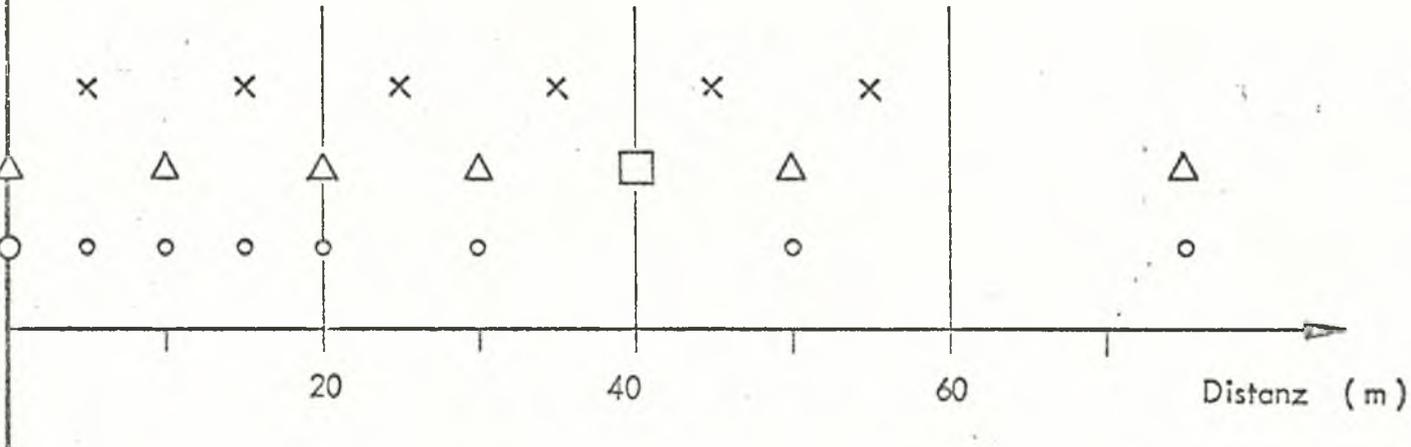
- Messstellen: X Staubniederschlag
△ Schwebestaub
□ Wind
○ Kohlenoxid

Richtung
Zürich



Achse Verkehrszählung

"Mess-
stelle 0"



3. Ergebnisse

31 Immissionsangebot an Kohlenmonoxid

311 Datenmaterial

Halbstundenmittel, erhoben an drei Wochenenden (Freitag-Abend bis Sonntag-Abend) im August und September 1973.

Aus diesem Messwertkollektiv wurden jene Immissionswerte herausgezogen, bei denen hohe Verkehrsdichten vorlagen und während welchen die Messachse durch die Emissionen exponiert war (sog. Lee-Situationen).

Im einzelnen waren die dazu benutzten Kriterien:

- Verkehrsfrequenz (alle 4 Fahrstreifen) : mehr als 600 Fahrzeuge je halbe Stunde
- Windrichtung : Wind aus Sektoren N, W und S
- Windstärke : grösser 0,8 m/s

Insgesamt 142 Messsituationen (Halbstundenmittel) genügten diesen Anforderungen und zeigten zusammengefasst folgendes

312 Ergebnis

Messort: bankettseitiger Rand des Standstreifens (Mess-Stelle 0 in Bild 2)

| gemessenes Immissionsangebot [cm ³ /m ³] | Anteil im Messwertkollektiv [%] |
|--|--------------------------------------|
| grösser als 10 | 0 |
| 5 - 10 | 10 |
| kleiner als 5 | 90 |
| <hr/> | |
| 100 | |

Mittel aus allen Messungen : weniger als 3 cm³/m³

Bei den übrigen Mess-Stellen (siehe Bild 2), im Distanz-
bereich von 5 - 75 m vom Rand des Standstreifens, waren die
Belastungen durchwegs noch tiefer als bei "Mess-Stelle 0" -
sie lagen somit dort in einem Bereich solcher Messunsicher-
heit, dass eine detailliertere Auswertung des Datenmaterials,
z.B. das Prüfen auf das Vorhandensein von Korrelationen
zwischen Belastung, Entfernung und Verkehrsfrequenz, nicht
mehr möglich bzw. nicht mehr statthaft war.

32 Immissionsangebote an partikulären Luftfremdstoffen

321 Immissionsangebote an Fein- oder Schwebestaub

3211 Datenmaterial

24 Proben zu Messzeitintervallen von 5 und 8 Stunden, erhoben
an vier Messtagen an zwei Wochenenden im September 1973.
Während den Probenahmen herrschte schönes Wetter vor.

3212 Ergebnis

| Abstand von Strasse 1) [m] | Immissionsangebot [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | | | | |
|------------------------------------|--|-----|----|-----|-----|
| | Messtag-Nr. | | | | D |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 0 | 110 | 70 | 90 | 145 | 105 |
| 10 | 105 | 90 | 55 | 150 | 100 |
| 20 | k.M. | 100 | 85 | 150 | 110 |
| 30 | 105 | 105 | 85 | 140 | 110 |
| 50 | 100 | 105 | 85 | 135 | 105 |
| 75 | 100 | 80 | 85 | 135 | 100 |

| Verkehr [FZ/30 min] | 1 | 2 | 3 | 4 |
|------------------------|------|-----|-----|------|
| | 1064 | 916 | 459 | 1233 |

Es bedeuten

1) vom bankettseitigen Rand des Standstreifens

D Durchschnitt

k.M. keine Messung

322 Immissionsangebot an Sedimentstaub (sog. Staubniederschlag)

3221 Datenmaterial

Je Messort (siehe Bild 2) elf Niederschlagsproben (Messzeitintervalle, meist zwei, vereinzelt auch drei Wochen) erhoben von Anfang Juni bis Mitte November 1974..

3222 Ergebnis

Siehe Bild 3

323 Immissionsangebot an Sedimenten von Bleiverbindungen ¹⁾

3231 Datenmaterial

Sammelproben aus den Staubniederschlägen, je Messort also ein Durchschnitt über 24 Wochen.

3232 Ergebnis

Siehe Bild 3

4. Zusammenfassung

Der Problemstellung und dem Tätigkeitsbereich der EMPA entsprechend werden hier die Untersuchungsergebnisse lediglich aus der Sicht des Analytikers diskutiert. Insbesondere wird auf eine Bewertung der Daten hinsichtlich allfälliger Immissionsrisiken verzichtet, da solches nicht in die Kompetenz unserer Anstalt fällt.

Beim Immissionsangebot an gasförmigen Auspuffkomponenten - hier am Beispiel des Kohlenmonoxids studiert - fällt der rasche Abfall der Luftbelastung in schon kurzer Distanz vom

1) angegeben als metallisches Blei

BILD 3

NIEDERSCHLAG VON STAUB $[\text{mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})]$ UND VON
BLEIVERBINDUNGEN $[\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})]$ IN ABHÄNGIGKEIT
VON DER DISTANZ VON DER AUTOBAHN

Niederschlag

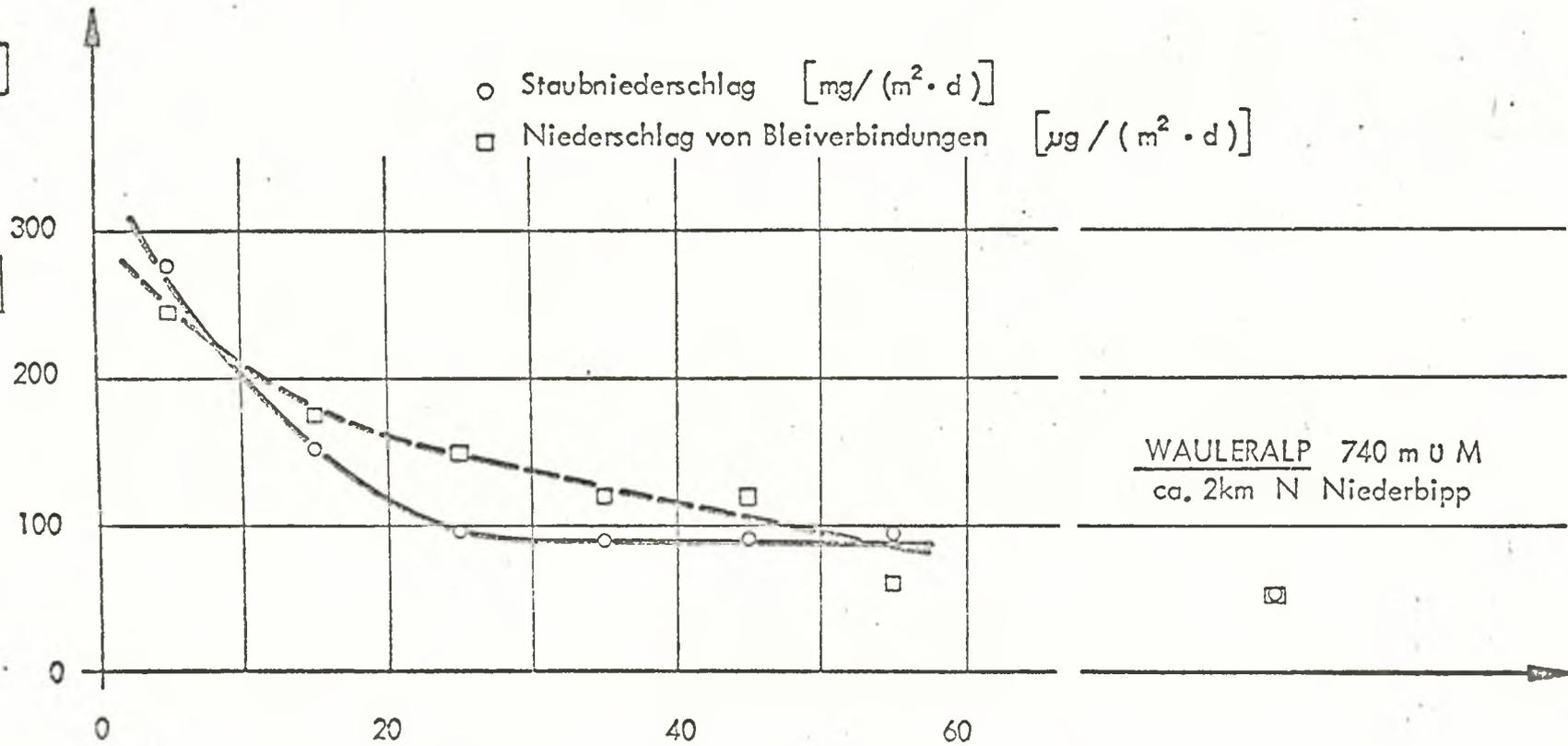
$[\text{mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})]$

bzw.

$[\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})]$

○ Staubniederschlag $[\text{mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})]$

□ Niederschlag von Bleiverbindungen $[\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})]$



Distanz vom bankettseitigen Rand des Haltestreifens (m)

WAULERALP 740 m ü M
ca. 2km N Niederbipp

Auftrags-Nr. | Auftragsgeber: | Gezeichnet: | Datum: | Zeichnungsnummer

Fahrgeschehen auf. Bereits am bankettseitigen Rand des Standstreifens haben nämlich - und zwar selbst dann, wenn auf der Messachse besondere Belastungen zu erwarten waren (hohe Verkehrsdichte plus Lee-Situationen) - praktisch alle Immissionsangebote unterhalb von 5 cm^3 Kohlenmonoxid je m^3 Luft gelegen. In weiterer Entfernung von der Strasse, d.h. in Distanzen vom Rand des Standstreifens zwischen 5 und 75 m, waren die Immissionswerte so tief, dass sie sich mit den damals zur Verfügung gestandenen Feldmessgeräten nicht mehr zuverlässig genug auflösen liessen. - Diese hier gemachten Feststellungen decken sich mit den Erfahrungen der EMPA an ähnlichen Verkehrssituationen.

Bei den partikulären Luftfremdstoffen überrascht beim Feinstaub die gleichbleibende Belastung über die ganze Messachse, also über eine Distanz bis zu 75 m vom bankettseitigen Rand des Standstreifens. Dieser Befund widerspricht jeder Erwartung, ist doch hier - ähnlich wie bei den Gasen - ein Abfall des Immissionsangebots mit der Entfernung von der Quelle zu erwarten. Auch steht das hier festgestellte Resultat im Gegensatz zur bisherigen Erfahrung der EMPA, nach welcher die Belastung mit dem Abstand von der Strasse abklingt.

Angesichts dieser Diskrepanz zwischen theoretischer Erwartung und bisherigem Befund einerseits und den in "Niederbipp" festgestellten Werten andererseits ist, solange nicht weitere Messungen den Sachverhalt klargestellt haben, ein Interpretationsversuch der Messergebnisse heute noch nicht statthaft.

Aehnlich verhält es sich mit dem aus den Messresultaten ersichtlichen Zusammenhang zwischen Fahrzeugfrequenz und Höhe des Immissionsangebots. Zwar ist eine solche Korrelation aus theoretischen Erwägungen heraus durchaus vor auszusehen; indessen ist das vorliegende Datenmaterial noch zu klein, als dass daraus bereits jetzt weitgehende Schlussfolgerungen gezogen werden dürften.

Der Niederschlag an Gesamtstaub sowie die Belastung der Strassenumgebung durch aussedimentierte Bleiverbindungen zeigen beide den von der Theorie her zu erwartenden und bei bisherigen Untersuchungen auch festgestellten Verlauf, d.h. eine systematische Abnahme mit der Distanz von der Quelle.

Dübendorf, 2. Juli 1975

Eidg. Materialprüfungs- und Versuchsanstalt
Abteilung Luftfremdstoffe und Feuerung
Der Abteilungsvorstand

Juli