

Prom. Nr. 4296

**Methodik und Durchführung
von
Staubniederschlagsmessungen**

Abhandlung
zur Erlangung
der Würde eines Doktors der Naturwissenschaften

der
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN
HOCHSCHULE ZÜRICH

vorgelegt von

Arnold Deuber

dipl. Ing.-Chem. ETH

geboren am 11. Dez. 1934

von Zürich und Osterfingen (Kt. Schaffhausen)

Angenommen auf Antrag von

Prof. Dr. E. Grandjean/Referent

PD Dr. B. Böhlen/Korreferent

MIZ-Verlag, Zürich

1969

6. Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Als Beitrag zur Charakterisierung der Luftverunreinigungssituation in Zürich wurde während 2 Jahren der Staubbiederschlag an 15 Meßstellen auf Dächern gemessen. Vorgängig und z.T. parallel wurden Versuche zur Methodik der Staubbiederschlagsmessungen durchgeführt. Sie ergaben:

1. Für die Staubbiederschlagsmessung im Freien ist die Haftfolienmethode weniger geeignet als Auffangmethoden.
2. Von den Auffangmethoden erwies sich die Topfsammelmethode am günstigsten; für unsere Messungen wurde das Bergerhoffgerät als Meßgerät gewählt.
3. Das Bergerhoff-Gerät erfaßt Teile aller Phasen der Luftverunreinigung. Schwefel- und Stickoxide finden sich in Form von Sulfat- bzw. Nitrat-ion im Gerät.
4. Die Flüssigkeitsmenge im Auffangglas beeinflußt den wasserlöslichen Anteil des Staubbiederschlages in der Größenordnung von 10-15 %. Exposition der Geräte ohne jegliche Flüssigkeitsvorlage ist ungünstig; als Zusatzflüssigkeit ist 2-Methoxy-äthanol sehr geeignet.
5. Die Aufstellung der Geräte am Boden erwies sich als kaum durchführbar, die Aufstellung auf Dächern dagegen als sehr günstig. Die Aufstellhöhe der Geräte über der Dachfläche muß mindestens 1,5 m betragen; bei niedrigeren Aufstellhöhen wird die Sedimentation des Staubbiederschlages beeinflußt.
6. Die Aufstellposition der Geräte auf dem Dach spielt unter unseren Verhältnissen keine Rolle, auch wenn Kamine auf dem Dach münden.
7. Anhand theoretischer Überlegungen wird eine Methode zur Ermittlung der minimal nötigen Anzahl Meßgeräte pro Meßstelle vorgeschlagen; diese Anzahl betrug bei unseren Versuchen 3.
8. Als Meßperiode wurde 1 Monat gewählt.

Die Durchführung der Messungen erfolgte vom Juni 1965 bis Mai 1967 in einem Meßnetz von 15 Meßstellen in Zürich. Parallel dazu wurden im Klotener Ried nördlich des Flughafens Vergleichsmessungen unter ländlichen Verhältnissen durchgeführt. Zusätzlich waren vom August 1965 bis August 1966 5 Meßstellen in Baden in Betrieb.

Die Resultate ergeben folgendes Bild:

1. Zürich besitzt einen relativ niedrigen Sedimentstaubpegel von ca. $3 \text{ g/m}^2\text{Mt.}$; im Klotener Ried entspricht der Staubpegel mit ca. $2 \text{ g/m}^2\text{Mt.}$ den üblichen Verhältnissen auf dem Land. Baden zeigt trotz großem Industrievolumen nur einen unwesentlich höheren Staubpegel als Zürich.
2. Der Verlauf der Monatswerte über das Jahr korreliert gut zwischen Zürich und Baden; beide Städte zeigen im Winter etwas höheren Staubpegel als im Sommer, während das Klotener Ried Maxima im Sommer und Minima im Winter besitzt. Diese Befunde entsprechen den Angaben anderer Autoren über ausländische Verhältnisse.
3. Trotz der geringen Absoluthöhe des Sedimentstaubpegels konnten innerhalb von Zürich zwischen den einzelnen Meßstellen und zwischen verschiedenen Zonen signifikante Unterschiede festgestellt werden, die mit der Bevölkerungsdichte an den betreffenden Orten parallel gehen. Die Industrie trägt in Zürich sehr wenig zum Sedimentstaubpegel bei.
4. Außer für den pH-Wert ist der monatliche Verlauf der Meßwerte in Zürich im ersten und zweiten Meßjahr sehr ähnlich; es kann daraus ein Jahresgang abgeleitet werden.
5. Die Meßwerte sind in der Regel lognormal verteilt. Ausnahmen sind der Nitrat-Anteil und der pH-Wert, die nicht in eine Normalverteilung transformiert werden konnten.

6. Die Hypothese, daß der Sulfat-Anteil durch die Heittigkeit beeinflußt wird, konnte statistisch stark gesichert werden. Für den pH-Wert konnte dieselbe Hypothese anhand der Sommer-Winter-Unterschiede ebenfalls bestätigt werden, nicht aber in der Faktorenanalyse.
7. Die Hypothese, daß der Nitrat-Anteil ein Maß für die Luftverunreinigung durch Motorfahrzeuge bildet, mußte verworfen werden. Das gefundene Nitrat stellt den natürlichen Gehalt im Regenwasser dar; es korreliert in der Faktorenanalyse als einziger Meßwert mit den Niederschlägen. Ein starker Unterschied zwischen Sommer und Winter kommt dadurch zustande, daß das Regenwasser im Sommer viel mehr Nitrat enthält als im Winter, weil die atmosphärischen Stickoxide durch luftelektrische und photochemische Vorgänge gebildet werden.
8. Zur Aufklärung der Zusammenhänge mit den meteorologischen Daten und der Meßwerte untereinander erwies sich die Faktorenanalyse als sehr geeignete Methode. Es konnten 3 Faktoren gefunden werden:
 - a) ein Jahreszeitenfaktor
 - b) ein Wetterlagenfaktor, der als wichtigste Komponente die Niederschläge enthält und nur für den Nitrat-Anteil eine Rolle spielt
 - c) ein von den meteorologischen Daten unabhängiger weiterer Immissionsfaktor
9. Im Gegensatz zu Angaben für andere Städte spielen die Niederschläge in Zürich für den Sedimentstaubpegel keine Rolle. Auch die Inversionen, die sonst als einer der wichtigsten meteorologischen Einflüsse angesehen werden, spielten während unserer Meßzeit nur eine untergeordnete Rolle.