

Sonderdruck: Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie, Saarbrücken 1973.
**NOTWENDIGKEIT UND MÖGLICHKEIT EINER RAUM- UND
KLIMAGERECHTEREN FASSUNG DER
"TECHNISCHEN ANLEITUNG ZUR REINHALTUNG DER LUFT" (TA LUFT)**

W. WEISCHET

Abstract

1. Operations in checking up any SO₂-immission of the atmosphere in certain areas have to take into account the regional distribution of settlements and open land. 2. Mean immission data for the whole year, so far used as the only criterion, have to be splitted into values from large weather situations with normal atmospheric turbulent exchange and such with reduced atmospheric turbulent exchange. 3. In SW-Germany the existence of a temperature inversion must be considered as a significant reason for reduced atmospheric turbulent exchange. In the Ruhr-District, however, a sufficient correlation between high SO₂-concentration and a temperature inversion could not be found. 4. Analyzing the temporal occurrence of SO₂-pollution in Essen, e.g., in relation to synoptic processes three characteristic large weather situations with characteristic SO₂-immission situations could be found.

Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich auf einige Unzulänglichkeiten in der Erhebung und der Auswertung der SO₂-Immissionen sowie auf Vorschläge zur Verbesserung im Hinblick darauf, erstens die wahren Belastungsbedingungen in ihrer räumlichen und zeitlichen Differenzierung deutlicher sowie zweitens und vor allem die ursächliche Verbindung von Immissionsbedingungen und Wettergeschehen durchschaubarer zu machen.

Erhebungs- und Auswertungsmethode von SO₂-Messungen sind niedergelegt in den "Allgemeinen Verwaltungsvorschriften über genehmigungsbedürftige Anlagen nach Par. 16 der Gewerbeordnung", genannt "Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft" oder kurz "TA Luft", herausgegeben vom Bundesminister des Innern am 8.9.1964. Die Vorschriften befinden sich seit einiger Zeit zwar in der Diskussion und Überarbeitung, sind aber immer noch in der Fassung von 1964 verbindlich und werden also auch so gehandhabt.

Zum Verständnis der kritischen Auseinandersetzung müssen zunächst die betreffenden Anweisungen in der TA Luft stichwortartig referiert werden.

1. Ermittlung der Schwefeldioxidgrundbelastung nach der TA Luft

Bei der Ermittlung der Grundbelastung grosser Gebiete ist eine Messstellendichte von 1 Messstelle pro 1 km² zugrunde zu legen. Die Lage der Messstellen kann durch die Schnittpunkte der Gitterlinien auf den Messtischblättern festgelegt werden. 4 Messstellennetze mit je einer Messstelle pro 4 km² werden so überlagert, dass eine Messstellendichte von einer Messstelle pro km² entsteht. Abweichungen der Beobachtungsorte von den Schnittpunkten der Gitterlinien aus Gründen schwieriger Geländeverhältnisse z.B. dürfen 200 m nicht übersteigen.

Jedes Messstellennetz wird innerhalb eines Jahres 26 mal ausgemessen, am ersten Messtag die Beobachtungsstellen des ersten, am zweiten die des zweiten, am dritten die des dritten und am vierten die des vierten Beobachtungsnetzes.

Die Messungen werden mit einem Messwagen ausgeführt, der mit einem Gasanalytator ausgerüstet ist. (Meist das sog. Wösthoff-Gerät). Die Messdauer an jedem Punkt beträgt 10 Minuten. 26 Beobachtungen an jedem Messpunkt in einem Jahr bedeutet, dass die Messungen am gleichen Ort jeweils nach Ablauf von zwei Wochen wiederholt werden müssen. Die Messtage werden grundsätzlich vor Beginn der Messungen unabhängig von der Wetterlage festgelegt.

In besonderen Fällen kann der Beurteilungszeitraum auf ein halbes Jahr verkürzt werden, wobei die jeweilige Beobachtungsperiode entweder die Monate Februar bis Juli oder die Monate August bis Januar umfassen muss. Damit bei dieser Verkürzung der Messperiode die Zahl der Messungen insgesamt erhalten bleibt, müssen in diesem Falle die Messungen am gleichen Ort nicht jede zweite, sondern jede Woche wiederholt werden.

Hinsichtlich einer witterungs- und klimabezogenen Auswertung der Erhebungen hat das Verfahren von vorneherein natürlich die Unzulänglichkeit, dass keine kontinuierliche Beurteilung der Immissionsentwicklung im Zusammenhang mit dem meteorologischen Geschehen möglich ist, da jeweils zeitliche Informationslücken auftreten. In dieser Hinsicht ist sogar das zweite Verfahren, nämlich die Einschränkung der Beobachtungsperiode auf ein halbes Jahr vorzuziehen, da durch die dichtere Abfolge der Beobachtungen die Lücken sich auf jeweils 3 Tage gegenüber 10 Tagen bei ganzjähriger Beobachtungsperiode reduzieren.

Nicht selten legen die mit der Feststellung der Messwerte beauftragten Landesinstitute von den 4 nacheinander zu beobachtenden Messstellenetzen jeweils zwei zusammen. Dadurch vergrössern sich die Lücken auf jeweils 5 Tage. Da aber gleichzeitig die Raumdichte der Beobachtungen und damit die Information über örtliche Differenzierungen grösser wird, hat dieses Verfahren durchaus seine Vorteile. Ob man nämlich im zeitlichen Ablauf 3- oder 5-Tage-Lücken überbrücken muss, macht keinen grossen Unterschied.

Die Auswertung der Messungen erfolgt nach der TA Luft so, dass am Ende zwei Kennwerte angegeben werden: der sog. I 1-Wert, auch Langzeitwert der Grundbelastung, und der I 2-Wert oder Kurzzeitwert der Grundbelastung.

Der I 1-Wert ist im Prinzip der raumzeitliche Mittelwert über alle Messwerte der Messperiode plus einem Zuschlag, der den Mittelwert so absichert, dass er nur mit einer Wahrscheinlichkeit von 2.5% überschritten werden kann, wenn anstelle der zeitlich begrenzten Erhebungsperiode eine fortlaufende Messung über lange Zeiten treten würde. Die Grösse des Zuschlages hängt im einzelnen von der Standardabweichung der Einzelwerte ab, die der Grösse nach über dem Mittelwert liegen. In absoluten Werten ist er klein.

Der I 2-Wert soll nach Definition der TA Luft jene Konzentration angeben, die einmal eine halbe Stunde lang in einer Zeitspanne von zwei Stunden auftreten kann. Seiner Natur nach stellt der I 2-Wert die je nach der Driftrichtung von Abgasfahnen in ihrem räumlichen Vorkommen und ihrer zeitlichen Frequenz sehr stark wechselnde Kurzzeitkonzentration unter dem direkten Einfluss von Abgasen bestimmter Quellen dar.

Worauf es hier ankommt, ist die Feststellung, dass er keine Kenngrösse für hohe Immissionen sein kann, die z.B. bei austauscharmen Wetterlagen über einen vollen Tag oder sogar über mehrere Tage anhalten können. Das ergibt sich auch klar aus folgender bemerkenswerter Anweisung der TA Luft: "Messergebnisse, die während ganztägiger Inversionswetterlagen ermittelt wurden, sind unter Berücksichtigung

einer meteorologischen Beurteilung auszuschneiden". Was mit den auszuschneidenden Daten geschehen oder wie die meteorologische Beurteilung aussehen soll, darüber gibt es keine Anweisung.

Soviel über das von der TA Luft vorgeschriebene Verfahren zur Evaluierung der Grundbelastung mit SO_2 .

Wir können feststellen, dass am Ende kurz und bündig zwei Werte mitgeteilt werden, der eine für die langzeitliche Dauerbelastung, der andere für die Kurzzeitbelastung. Beide sollen im zeitlichen Mittel für das ganze Erhebungsgebiet gelten.

Diese Werte spielen dann in den Entscheidungen der Behörden eine wichtige Rolle, da mit ihrer Hilfe der lufthygienische Zustand eines Gebietes beurteilt wird. In der TA Luft ist festgelegt, dass der Immissionsgrenzwert für Schwefeldioxid eingehalten ist, wenn der I 1-Wert für die Dauerbelastung kleiner als 0.4 mg/m^3 , der I 2-Wert für Kurzzeitbelastung kleiner als 0.75 mg/m^3 ist. Neuere Bestrebungen gehen zwar dahin, die Grenzwerte herabzusetzen, doch berührt das die folgenden grundsätzlichen Betrachtungen nicht.

Nun, jemand, der einen zur Evaluierung vorgegebenen Ausschnitt der Erdoberfläche nicht einfach als Fläche, als Gebiet, ansieht, sondern in seiner geographischen Struktur als Lebensraum des Menschen zu betrachten gewohnt ist, der auch über die Wirklichkeit der lufthygienischen Bedingungen im Ablauf der Zeit mehr wissen möchte und der schliesslich auch verstehen möchte, wie diese Bedingungen im Zusammenhang von topographischen Gegebenheiten und atmosphärischen Vorgängen zustande kommen, der wird sich mit dem Verfahren nicht zufrieden geben.

Im Prinzip muss a) eine regional differenzierende und b) eine witterungsbezogen analysierende Aufschlüsselung der Messdaten vorgenommen werden. Die verschleiernden Mittelwerte müssen aufgelöst werden, wobei das Wort "verschleiernd" rein im naturwissenschaftlichen Bezug zu verstehen ist.

Anhand von Beobachtungsmaterial, das einerseits in Form einer halbjährigen Erhebung durch das Landesinstitut für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin in Karlsruhe (1973) erbracht wurde und das andererseits in Form von Tagesmitteln für einige Stationen von der Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz des Landes Nordrhein-Westfalen freundlicherweise zur Verfügung gestellt wurde, sollen Gesichtspunkte einer raum- und klimagerechteren Auswertung dargelegt werden.

2. Raumbezogene Analyse von SO_2 -Messungen

Zunächst das Problem einer raumgerechteren Analyse, welches also auf die unterschiedlichen Bedingungen im Messgebiet Rücksicht nimmt. Es präsentiert sich vor allen Dingen in Gebieten, die zwar zur Zeit noch als ländliche Räume anzusprechen sind, aber am Rande von städtisch-industriellen Ballungsräumen liegen und in absehbarer Zeit einer Siedlungsverdichtung bei gleichzeitiger Industrialisierung entgegensehen oder gar mit dem Problem der Installation eines Grosselektrowerkes konfrontiert werden. Am Beispiel des Gebietes um Marbach am Neckar sollen die auftretenden Fragen an Hand konkreter Messdaten behandelt werden (vergl. Abb. 1).

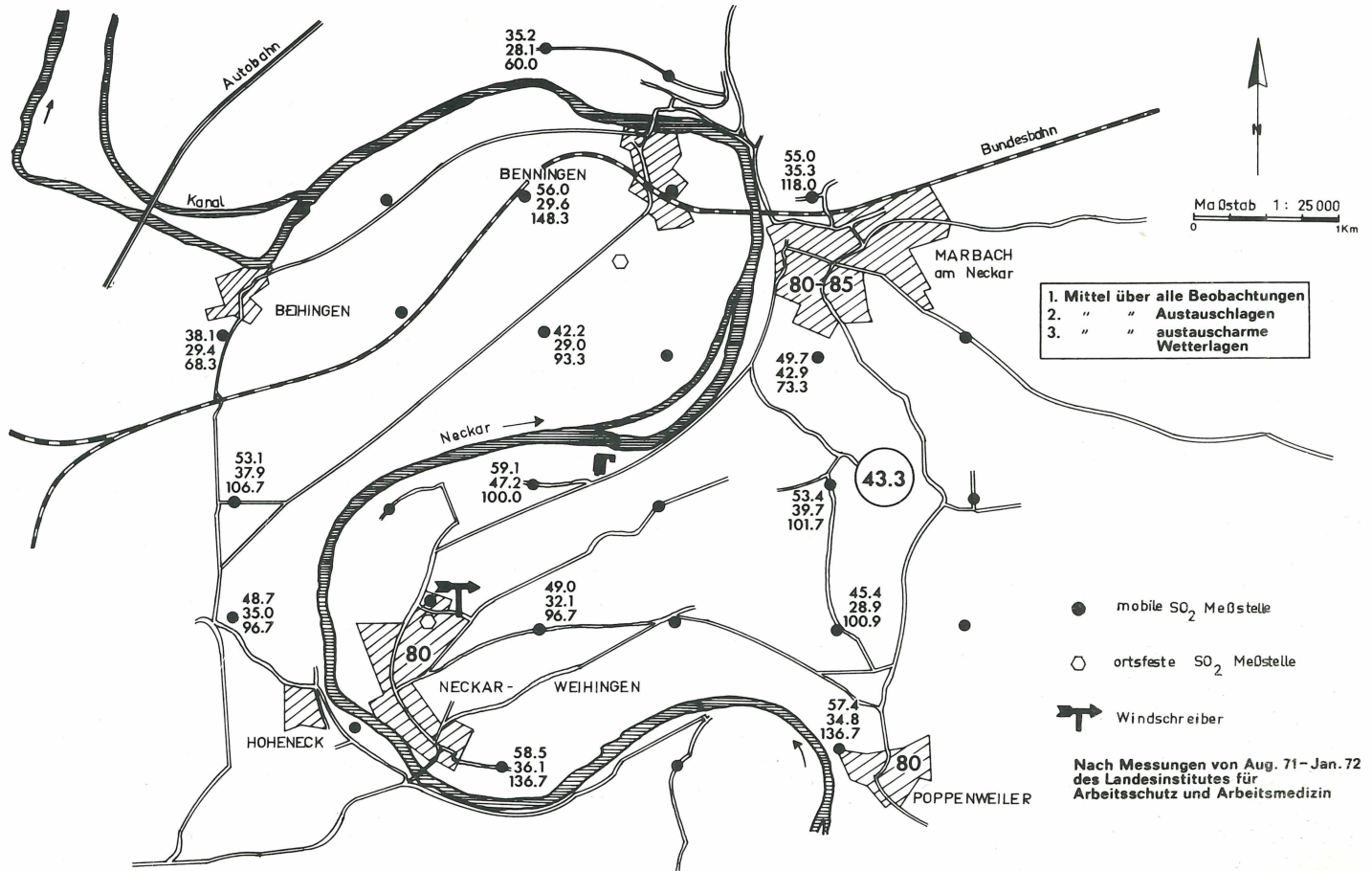


Abb. 1: Aufnahme der SO₂-Grundbelastung im Gebiet Marbach am Neckar. Die Werte sind in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ als Halbjahresmittel über alle Wetterlagen sowie getrennt für Austauschwetterlagen und austauscharme Wetterlagen angegeben.

Die Festlegung der Messpunkte nach den Richtlinien der TA Luft hat die Konsequenz, dass nur insgesamt 6 der 28 Messpunkte allenfalls als am Rande von Siedlungen liegend qualifiziert werden können, also in Situationen, in welchen durch die aufgelockerte Bebauung und den Einfluss von zwischengeschalteten Grünflächen, Bäumen und Gärten erfahrungsgemäss der SO_2 -Gehalt der Luft wesentlich gegenüber den dichter verbauten Siedlungskernen reduziert wird. 22 Messpunkte liegen im Bereich der landwirtschaftlichen Nutzflächen zwischen den Gemeinden. Das Innere der Siedlungen wird nicht erfasst. Hier lebt aber der grössere Teil der Bewohner. Ein raum-zeitlicher Mittelwert über das ganze Gebiet ergibt also sicher nicht jene mittlere Grundbelastung, welcher die Bevölkerung normalerweise ausgesetzt ist.

Ziel der Datenauswertung muss sein, eine sachgerechte Abschätzung der für die Siedlungen anzunehmenden Immissionswerte vorzunehmen. Dazu dient zunächst ein Vergleich der Siedlungsrand- mit den Freilandwerten. In der Übersicht der Abb. 1 sind in der ersten Zeile die Mittelwerte für alle Messpunkte angegeben. Aus ihnen lässt sich auf der einen Seite ein räumlicher Durchschnittswert für das Freiland errechnen, wobei allerdings darauf geachtet werden muss, dass die hohen Ausnahmewerte ausgeschieden werden, die als Folge direkten Abgaseinflusses vom bereits bestehenden Kraftwerk herrühren. Aus den anderen für das Freiland repräsentativen Werten ergibt sich ein Freilandmittel von $43.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Im Vergleich dazu betragen die Siedlungsrandwerte vom Nordrand von Marbach 55.0, vom Westrand von Neckarweihingen 58.5 und vom Westrand Poppenweiler 57.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Zunächst ergibt sich also schon eine deutliche Zunahme vom Freiland zu den Rändern der Siedlungen hin, und zwar um Werte von 11.7 bis 15.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, immerhin mehr als 25% des Freilandmittelwertes.

Für die Extrapolation von den Randwerten zu den im Kern der Siedlung zu erwartenden geben die Messreihen selbst keinen Anhaltspunkt. Für diesen Fall muss man auf Erfahrungen an anderen Orten zurückgreifen. So ergibt beispielsweise eine Untersuchung, die in Freiburg durchgeführt worden ist, dass der Mittelwert der SO_2 -Belastung vom Stadtrand zu den Vorstadtbezirken um rund 50%, zum Stadtzentrum um 100% zunimmt. Für Marbach und Neckarweihingen wird man näherungsweise die Baukörperstruktur und -ausdehnung annehmen können, wie sie in den Freiburger Vorstädten herrscht, so dass man zu den Siedlungsrandwerten grössenordnungsmässig einen Zuschlag von 50% zu addieren hätte. Dann ergeben sich für das Innere der dichter verbauten grösseren Siedlungen des Erhebungsgebietes im Mittel über alle erfassten Wetterlagen SO_2 -Konzentrationen von 80–85 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Das ist fast das Doppelte des arithmetischen Gebietsmittels von 47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Nun ist natürlich eine solche Extrapolation zugegebenermassen nicht sehr befriedigend. Um dem abzuhelpen, bleibt nur die **Forderung**, dass über die von der "TA Luft" vorgeschriebene, am Gitternetz der Messtischblätter orientierte Anlage des Messstellennetzes hinaus wenigstens zusätzliche Messpunkte an repräsentativen Stellen innerhalb der Siedlungen einzubeziehen sind.

Im Vorgriff auf nachher noch ausführlicher zu behandelnde witterungsbezogene Kenngrössen seien noch die anderen Werte in dieser Übersicht kurz besprochen. Es sind unterschieden die Mittelwerte an den jeweiligen Messstationen für sog. Austauschwetterlagen und für austauscharme Wetterlagen. Wegen der begrenzten Dauer der Messperiode gehen in die Mittelbildung für die austauscharmen Wetterlagen natürlich nur relativ wenige Werte ein. Es sind 6 von insgesamt 26. Das bedeutet einen gewissen Vorbehalt für die statistische Sicherheit der Werte. Aber die Wertedifferenz

ist doch so eindeutig, dass sich klare Aussagen machen lassen. Für die Siedlungsrän-
der von Poppenweiler, Neckarweiningen und Marbach ergeben sich für austausch-
arme Wetterlagen Mittelwerte von 136, 136 bzw. $118 \mu\text{g}/\text{m}^3$, während in der glei-
chen Zeit im Freiland der Umgebung nur 100, 96 und $73 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auftreten. Der Un-
terschied ist mit 36, 40 bzw. $45 \mu\text{g}$ ungefähr dreimal grösser als bei den voraus bereits
errechneten Mittelwerten über alle erfassten Wetterlagen der gesamten Messperiode.
Man muss annehmen, dass auch das Gefälle vom Rand der Siedlungen zum Kern hin
bei Inversionswetterlagen grösser ist als bei Austauschwetterlagen. Belässt man es
trotzdem bei einem Extrapolationszuschlag von 50% der Randwerte, so erhält man
als Mindestaussage, dass bei austauscharmen Hochdruckwetterlagen im Inneren der
Siedlungen mit einer Grundbelastung von 150 bis $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gerechnet werden muss.

Das sind nun schon Werte, die an die Hälfte des gesetzlich festgesetzten Grenz-
wertes für Langfristbelastungen herankommen, und es hängt deren Bewertung davon
ab, wie lange solche austauscharmen Wetterlagen anhalten können. Nach dem Pro-
blem der regionalen Differenzierung der SO_2 -Belastung stellt sich nunmehr das Pro-
blem der zeitlichen Veränderlichkeit, was praktisch einer Analyse der Immissionsbe-
dingungen in Abhängigkeit von den meteorologischen, d.h. also den Wetter- oder
Witterungsbedingungen gleichkommt.

3. Witterungsbezogene Analyse der Immissionsbedingungen

Nach den Anweisungen der TA Luft ist ausser der Kenngrösse für die mittlere grösste
Belastung, die innerhalb eines Zweistundenintervalles jeweils eine halbe Stunde
vorkommen kann (I 2-Wert), die mittlere Dauerbelastung (I 1-Wert) zu errechnen,
die als zeitlicher Mittelwert für alle atmosphärischen Zustände im Jahresverlauf mit
Ausnahme der ganztägigen Inversionslagen gelten soll. Dies muss unbefriedigend
sein, zumal in der TA Luft nichts darüber gesagt wird, was mit den ausgeschiedenen
Messwerten für ganztägige Inversionslagen zu geschehen hat. Was nützt dem Men-
schen als lebendem Organismus z.B. der günstigste Jahresmittelwert als Hinweis auf
im Durchschnitt erfreuliche lufthygienische Bedingungen, wenn in die Mittelwert-
bildung 2 oder 3 von 52 Wochen eingegangen sind, in denen er es trotzdem vor SO_2 -
Belastung nicht aushalten kann.

Man muss also im Interesse der Kenntnis von der Immissionsrealität und des Ver-
ständnisses ihres Zustandekommens den zeitlichen Mittelwert in die ihm zugrunde
liegenden genetisch einheitlichen Wertekollektive auflösen.

Ein Verfahren dazu ist natürlich um so unbefriedigender, je grösser die vorher er-
wähnten, vom Aufnahmeverfahren her vorgegebenen Informationslücken sind. Es
seien deshalb zunächst fortlaufende, lückenlose Reihen von Tagesmittelwerten der
 SO_2 -Konzentration für Stationen des Rheinisch-Westfälischen Industriegebietes her-
angezogen, die von der Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz in
Nordrhein-Westfalen zur Verfügung gestellt wurden. In der Abb. 2 sind die Tages-
mittelwerte der SO_2 -Konzentration für Essen-Mitte für die Jahre 1964 und 1965
sowie 1971 und 1972 aufgetragen. In dieser Art der relativ dicht gezeichneten Punkt-
folge zeigen die Werte hinsichtlich einer witterungsabhängigen Auflösung noch wenig
Struktur. Zwei Fakten sind aber ganz klar. Das erste Faktum betrifft die hier vorge-
tragene Ableitung zwar nicht direkt, doch sei es der Wichtigkeit halber nicht über-
sehen. Es handelt sich darum, dass der ganzjährige Belastungslevel zwischen den Jah-
ren 1964/65 und 1971/72 in bemerkenswerter Weise abgesenkt worden ist. Man

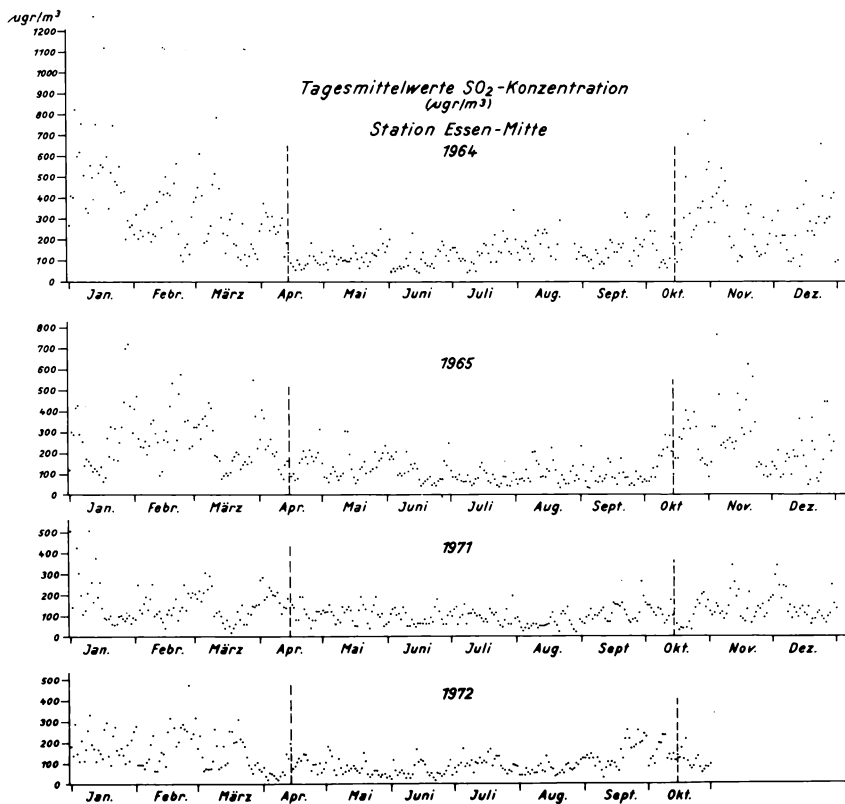


Abb. 2: Tagesmittelwerte der SO₂-Konzentration (µg/m³) in Essen für die Jahre 1964/65, 1971 und 1972. Die gerissenen Linien grenzen Halbjahresabschnitte ein, welche, anders als die in der TA Luft vorgeschriebenen, ungefähr gleichgewichtig im Hinblick auf den Einfluss der Heizperiode sind.

kann mit Befriedigung feststellen, dass nach der Mitte der 60-er Jahre durch die technischen Massnahmen zur Verbesserung der lufthygienischen Bedingungen im Ruhrgebiet erfolgreiche Arbeit geleistet worden ist.

Das zweite Faktum betrifft das Problem einer sachgemässen Terminfestlegung für Stichprobenmessreihen. Man sieht aus der Darstellung, dass es zwei klar gegeneinander abgesetzte Perioden unterschiedlicher Grundbelastung im Jahresverlauf gibt: das Sommerhalbjahr und das Winterhalbjahr mit markanten End- bzw. Anfangsterminen Mitte April bzw. Mitte Oktober, wobei der April-Termin schärfer von Jahr zu Jahr fixiert, der Oktober-Termin zeitlich variabler scheint.

Nun, das ist nichts Neues und war bei der Abfassung der TA Luft 1964 ebenso bekannt wie auch die Ursache der beiden Immissionsjahreszeiten, nämlich der Einfluss der winterlichen Heizperiode. Aber ist auch die Folgerung aus Ursache und Faktum richtig, welche von den Behörden gezogen wurde und die ihren Niederschlag in den technischen Anweisungen gefunden hat? Dort wird nämlich für die besonderen Fälle, dass bei Immissionsmessungen zur Ermittlung der Grundbelastung der Beobach-

tungszeitraum auf ein halbes Jahr verkürzt wird (was in der Praxis häufig vorkommt), als Beobachtungsperiode entweder die Zeitspanne Februar bis Juli oder August bis Januar vorgeschrieben. M.E. wird das der Sache nicht gerecht.

Erstens sind die beiden Alternativperioden nämlich nicht gleichgewichtig hinsichtlich des Einflusses der Heizperiode. Zwischen Februar und Juli gehen nur $2\frac{1}{2}$ Monate, zwischen August und Januar $3\frac{1}{2}$ Monate in die Auswertung ein.

BUCK, IXFELD & KÜLSKE (1973) stellen in einer Mitteilung über die Ergebnisse der Schwefeldioxyd-Immissionsmessungen im Messjahr 1971/72 fest, dass die Periode mit erhöhten Immissionen von Anfang Oktober 1971 bis gegen Ende März 1972 dauerte. Bei dieser Situation wird die Ungleichgewichtigkeit in halbjährigen Beobachtungsperioden, die nach Anweisung der TA Luft angesetzt werden, noch gravierender, da in den vorgeschriebenen Messabschnitt Februar bis Juli ja nur 2 Monate von der Heizperiode eingehen, während in der August-Januar-Periode 4 enthalten sind.

Die Konsequenz aus diesen Betrachtungen ist also die Frage, warum man die in der TA Luft festgesetzten Perioden nicht um einen halben Monat verschiebt, also auf die Zeiträume 16. Januar bis 15. Juli bzw. 16. Juli bis 15. Januar festsetzt? Dann ist wenigstens schon die Wahrscheinlichkeit grösser, dass für die beiden Alternativperioden auch halbwegs gleiche Bedingungen angenommen werden können.

Ein zweites, grundsätzliches Bedenken bleibt aber dabei auch weiterhin bestehen. Eine statistische Grundregel besagt, dass man Wertekollektive mit klar erkennbarer genetischer Differenzierung nicht zu übergreifenden statistischen Kenngrössen verarbeiten soll. Das Endergebnis ist nämlich sonst mangelndes Repräsentationsvermögen des errechneten Mittelwertes sowohl als auch aller von diesem Mittelwert abhängigen anderen Rechengrössen wie die mittlere und extreme Abweichung z.B. Gerade aber das wird gemacht und erreicht, wenn Kenngrössen wie der Dauerbelastungswert (I 1-Wert) ebenso wie die Kurzzeitbelastung (I 2-Wert) mit Hilfe eines zeitlichen Mittelwertes über die gesamte Beobachtungsperiode errechnet werden.

Als ersten Schritt einer Offenlegung der Immissionswirklichkeit sollten I 1- und I 2-Wert für Sommerperiode und Heizperiode getrennt kalkuliert werden, selbst wenn man wegen der Reduktion der jeweiligen Wertekollektive bei der statistischen Genauigkeit der Rechengrössen die zweite Stelle hinter dem Komma verliert. Sommer- und Heizperiode unterscheiden sich im Jahresverlauf so deutlich, dass es nicht schwer fallen sollte, den jeweiligen Anfangs- und Endtermin eindeutig festzulegen.

Für ein Verständnis des Zustandekommens der jeweiligen Immissionsbedingungen in Abhängigkeit von Witterungs- oder Wettersituationen taugen aber auch diese statistischen Grössen aus langzeitigen Kollektiven nicht, selbst wenn diese wenigstens im Hinblick auf die Heizperiode einheitliche Bedingungen aufweisen. Es muss eine Analyse der Einzelmessreihen der Immissionswerte im Hinblick auf ihre Abhängigkeit vom Witterungs- und Wettergeschehen erfolgen, das während der Beobachtungszeiten in den betreffenden Räumen ablief. Das vor allem auch deshalb, um die zitierte merkwürdige Anweisung in der TA Luft kritisch würdigen zu können, nach der die Messergebnisse, die während ganztägiger Inversionswetterlagen ermittelt wurden, unter Berücksichtigung einer meteorologischen Beurteilung auszuscheiden sind.

Abgesehen davon, dass nicht klar ist, was es bedeuten soll, "unter Berücksichtigung einer meteorologischen Beurteilung", findet sich keine Anweisung, was mit den ausgeschiedenen Werten geschehen soll. Sie einfach wegzulassen, geht ja wohl

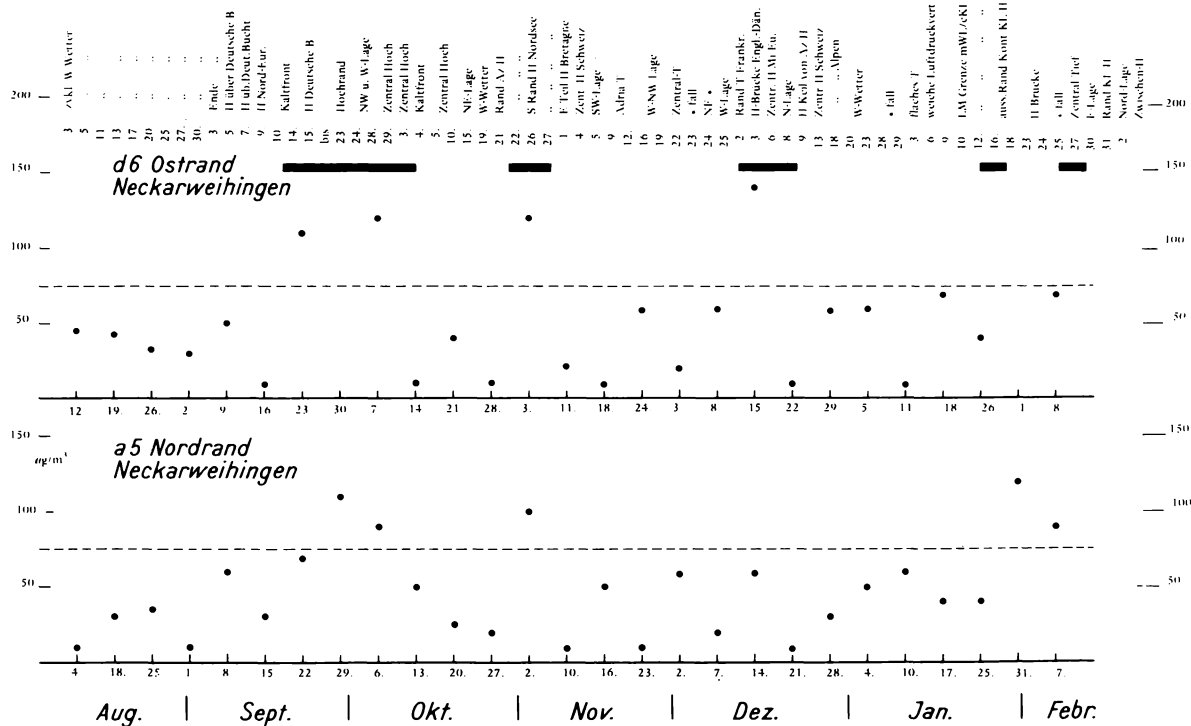


Abb. 3: Korrelation einer Halbjahresmessreihe (August 1971 bis Februar 1972) der SO_2 -Konzentration bei Neckarweihingen mit den zugehörigen Wetterlagen. Die Balkenlinie bezeichnet die Zeitabschnitte mit antizyklonalem Inversionswetter.

nicht an, da sie nach allgemeiner Beurteilung jene hohe Belastungswerte bringen, die über mehrere Tage anhalten und im Extremfall sogar zu Katastrophensituationen führen können. Überhaupt muss in Anbetracht der Rolle, welche der Begriff der Inversionswetterlagen in allen technischen Untersuchungsanweisungen und behördlichen Argumentationen spielt, einmal untersucht werden, ob denn die Inversionslagen in allen Gebieten der Bundesrepublik wirklich die kritischen Wetterlagen sind, für die man sie hinsichtlich des Auftretens kritischer Immissionsbedingungen allgemein hält. Der Klimatologe wird aus der Kenntnis der witterungsklimatischen Unterschiede zwischen dem Südwesten und Nordwesten Deutschlands z.B. wenigstens die Aufforderung zu einer differenzierenden Betrachtungsweise herleiten. Detailliertere Auskunft wird der Vergleich der witterungsbezogenen Analyse von Immissionsmessreihen im Neckarland einerseits und im Ruhrgebiet andererseits geben.

In der Abb. 3 sind die zwischen August 1971 und Februar 1972 bei Neckarweihingen gemessenen SO_2 -Konzentrationen in ihrer zeitlichen Abfolge aufgetragen und daneben die synoptischen Situationen (in Abkürzungen) angegeben, die während der Messtage und gegebenenfalls auch in den durch Messungen nicht abgedeckten Zwischenzeiten für den Neckarraum massgebend waren.

Das Analysenverfahren wurde so durchgeführt, dass aus den täglichen Wetterberichten des Deutschen Wetterdienstes anhand der Boden- und Höhenwetterkarten die synoptische Situation und ausserdem für die Hochdrucklagen aus den Daten der aerologischen Aufstiege in Stuttgart die vertikale Temperaturverteilung in den untersten Schichten der Atmosphäre rekonstruiert wurde.

Betrachtet man die Werteverteilung der SO_2 -Konzentration zunächst einmal unabhängig von der Wetterlage als Punktwolken für sich, so heben sich deutlich zwei Wertegruppen in zwei voneinander geschiedenen Niveaus ab. Das eine liegt zwischen 10 und $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ausgezeichnet durch grosse Häufigkeit der Daten und nur lockeren Synchronverlauf zwischen den Werten der beiden zeitlich um einen Tag verschobenen Messreihen. Die andere Gruppe liegt im Niveau zwischen 90 oder 100 und $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$, die Werte sind wesentlich seltener, treten aber in den beiden Reihen jeweils in den gleichen Zeitabschnitten auf.

Der Vergleich mit den zugehörigen Wetterlagen weist die häufigeren Werte des Basisniveaus als normale Grundbelastung den Austauschwetterlagen mit unterschiedlicher Austauschstärke zu, während diejenigen des höheren Niveaus die stärkere Belastung bei austauscharmen Hochdruck-(Inversions-)Wetterlagen repräsentieren. Das zeitliche Auftreten der letzteren ist durch die schwarzen Balken hervorgehoben. Zusammen mit der Analyse der vertikalen Temperaturverteilung kann man feststellen, dass die hohen Immissionswerte tatsächlich regelmässig mit Hochdruckwetterlagen verbunden sind. Man darf nicht übersehen, dass diese Aussage wegen des Wochenabstandes der Messungen und der damit verbundenen zwischenzeitlichen Informationslücken mit einigen Vorbehalten zu versehen ist. Da mir aber zur Zeit keine anderen Wertereihen zur Verfügung stehen und da auch keine Ausnahme von der Regel zu finden war, muss man dieses Ergebnis, als vorläufig zwar, zunächst einmal so in Rechnung stellen.

Wenn man nun noch die Andauer der in Südwestdeutschland auftretenden Inversionswetterlagen berücksichtigt, so wird man sagen müssen, dass die für austauscharme Hochdruckwetterperioden charakteristischen Immissionswerte ihrem Charakter nach Mittelfristwerte sind, die über Zeitperioden von einigen Tagen bis zu mehr als 2 Wochen im Extremfall anhalten können.

Abb. 4: Korrelation der Tagesmittelwerte der SO₂-Konzentration vom Winterhalbjahr 1971/72 an der Station Essen-Mitte mit den zugehörigen synoptischen Bedingungen

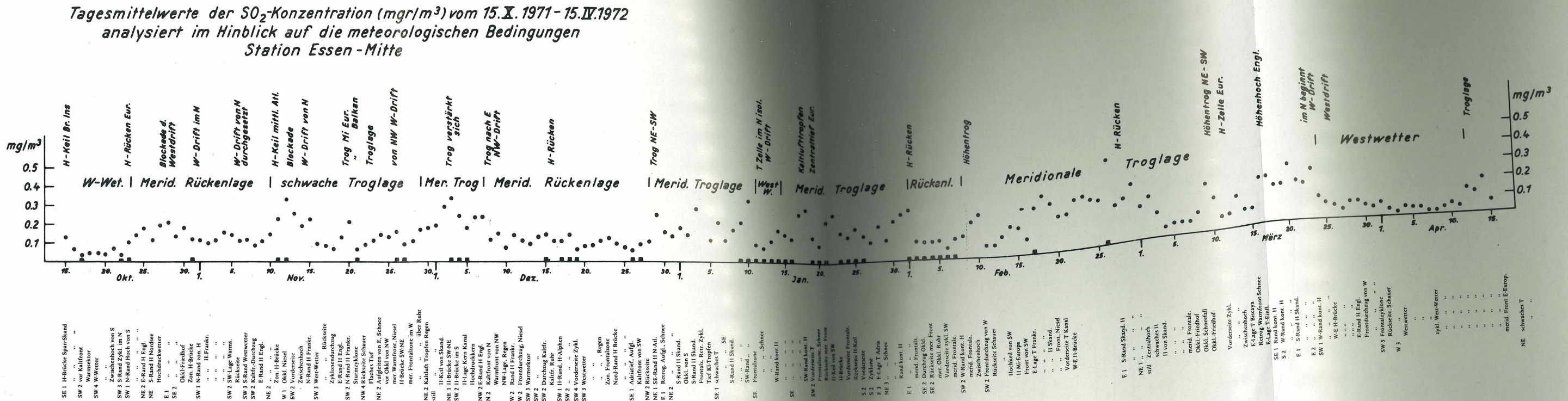


Abb. 4 zeigt das gleiche Verfahren der Korrelation von Immissionsbedingungen und zugehörigen synoptischen Situationen für das Ruhrgebiet. Bei den dafür von der Landesanstalt in Nordrhein-Westfalen zur Verfügung gestellten Tagesmittelwerten liefert der Computerausdruck die Unterscheidung Inversionstag oder nicht gleich mit. Auf der Grundlinie sind die Inversionstage entsprechend diesen Angaben markiert und man kann zunächst überprüfen, ob die für das Neckarbecken festgestellte gute Übereinstimmung zwischen Perioden hoher Immission und Inversionswetterlagen auch für das Ruhrgebiet als gültig angenommen werden kann.

Betrachtet man zunächst den Anfang der winterlichen Heizperiode des Jahres 1971/72, so zeigen sich zwar manche Übereinstimmungen zwischen Inversionswetterlagen und relativ hohen Immissionswerten, beispielsweise am 11. und 12. November oder am 3. und 4. Dezember. Aber in den entscheidenden, länger anhaltenden Inversionsperioden des Dezembers, Januars und Februars kann man beim besten Willen keine positive Korrelation zwischen Inversionslage und hohen Immissionswerten herauslesen. Ganz im Gegenteil: in der Zeit zwischen dem 12. und 16. Januar und dem 2. und 8. Februar fallen kontinuierliche Inversionslagen mit bemerkenswert niedrigen Immissionswerten zusammen, am 19. und 26. Dezember gar treten Minimalwerte der Immissionen an sog. Inversionstagen auf. Demgegenüber wird eine Reihe von überdurchschnittlich oder gar extrem hohen Immissionswerten unabhängig von Inversionstagen registriert. Beispiele sind der 2. Dezember, der 29. Dezember, die hohe Immissionsperiode um den 5. Januar, die Extremwerte vom 17., 18. und 22. Januar, die ausgerechnet in den Lücken zwischen den Inversionstagen auftreten. Für andere Zeitabschnitte kann man das gleiche feststellen, wie im einzelnen noch dazulegen sein wird.

Man muss zunächst einmal aus diesem einfachen Vergleich die Folgerung ziehen, dass für Nordrhein-Westfalen keine strenge Korrelation zwischen Inversionslagen und hohen Immissionswerten vorhanden ist, dass ganz im Gegenteil zahlreiche Extremwerte der Immissionen gerade ohne Inversionswetterlagen erreicht werden.

Will man über die genetischen Zusammenhänge mehr erfahren, so muss ein fortlaufender Vergleich zwischen Immissions- und Witterungsentwicklung durchgeführt werden. Das soll zunächst am Beispiel des Winterhalbjahres 1964/65 geschehen, da damals die Immissionswerte noch höher, die Schwankungen drastischer waren, so dass die Differenzierung zwischen den einzelnen Witterungsperioden noch markanter ist als im Winter 1971/72, auf den später allerdings noch einmal zurückzukommen sein wird (s. Abb. 5).

In dem Schema ist unten die Bodenströmung nach Richtung und Stärke und für jeden Tag eine kurze Charakterisierung der Bodenwetterlage, bezogen auf das Ruhrgebiet, angegeben, während über der Punktfolge der Immissionswerte wichtige Stationen im Ablauf der Höhenströmungsbedingungen über dem für die Grosswetterlagen Mitteleuropas entscheidenden Ausschnitt vom mittleren Atlantik bis nach Osteuropa und vom Mittelmeergebiet bis nach Skandinavien aufgetragen sind. Schliesslich ist der Witterungsablauf in seine verschiedenen Grosswetterabschnitte eingeteilt worden. Klassifikation und Nomenklatur der Grosswetterlagen entsprechen den von F. BAUR (1963) entwickelten Grundtypen der Zirkulation in der nördlichen ektropischen Westwinddrift.

Es wäre natürlich unsinnig, wollte man nun die synoptische Analyse in den Details Periode für Periode abhandeln. Es kann in der Hauptsache nur darauf ankommen, die wichtigsten Ergebnisse herauszustellen und die entsprechenden Schlussfolgerungen

gen anzuschliessen. Gleichwohl muss man aber ein Stück weit die Wetterlagenanalyse verfolgen, um erstens die Klassifikationskriterien kennenzulernen und zweitens die Veränderungen von einer bezeichnenden Grosswetterlage zur anderen zu verstehen.

Der Verlauf der Immissionswerte zu Anfang des Analysenzeitraumes zeigt einige Charakteristika, die synoptisch erklärt werden müssen. Die Immissionswerte steigen vom 18. zum 21. Oktober ganz markant von 0.15 über 0.3 bis 0.7 mg/m^3 , also bis auf eine Höhe an, die für Tagesmittelwerte sehr bedenklich ist, da damit schon fast der Halbstundengrenzwert I-2 von 0.75 mg/m^3 erreicht wird. Als Inversionstag ist der 21. Oktober mit seinen extremen Immissionen bemerkenswerterweise nicht ausgezeichnet. Nach dem Anstieg gehen zwar die Werte etwas zurück, um aber am 29., 30. und 31. Oktober wieder hohe Ausnahmewerte zu erreichen. In der ganzen Zeit bis zum 10. November bleiben das mittlere Niveau und die Streubreite der Immissionswerte relativ hoch. Dann erfolgt am 11. November ein markanter Rückgang auf ungefähr die gleichen Werte, wie sie auch vor dem 18. Oktober vorhanden waren.

Dieser markante Wechsel zwischen unterschiedlichen Immissionsperioden ist die Folge eines bezeichnenden Wechsels in der Grosswetterlage: Am 17. und 18. Oktober vollzieht sich über dem Ostatlantik ein Vorstoss des subtropischen Höhenhochs nach Norden. Es bildet sich ein sog. Höhenhochdruckkeil. Dadurch wird die Höhenströmung weiter ostwärts auf nördliche Richtungen umgestellt, so dass ein Kaltluftvorstoss auf der Ostseite des Höhenhochdruckkeils über Europa erfolgt.

Mit diesem Kaltluftvorstoss dehnt sich das polare Höhentief keilförmig nach Süden aus und es entsteht neben dem Hochdruckkeil eine Tiefdruckfurche. Damit ist aus der normalerweise vorhandenen zonalen Westströmung eine meridionale Höhenströmung geworden mit starker Nordkomponente westlich der Achse der Tiefdruckfurche und starker Südkomponente ostwärts der Achse der Tiefdruckfurche. Am 21. Oktober wird innerhalb des Vorstosses des Subtrophenhochs ein isoliertes selbständi-

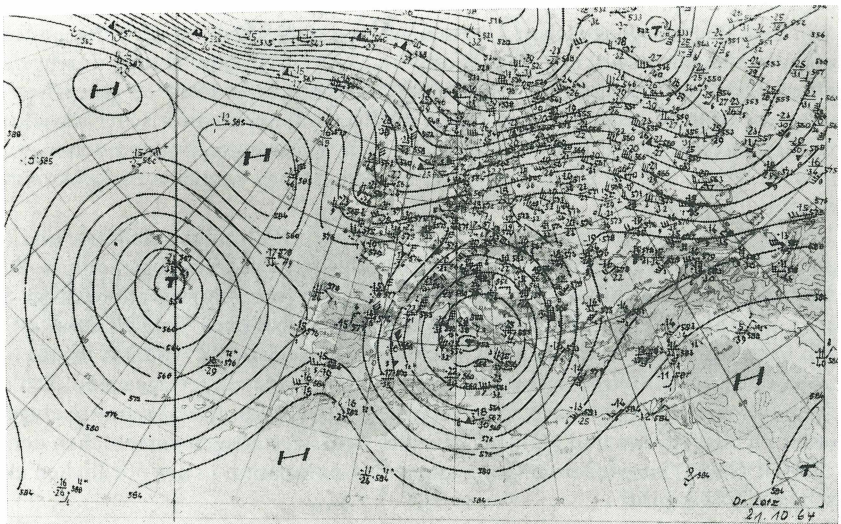


Abb. 6: Absolute Topographie 500 mb am 21.10.1964 zwischen mittlerem Atlantik und Ost-europa.

ges Höhenhoch über dem Atlantik abgespalten und damit die Westdrift endgültig blockiert (s. Abb. 6). Diese bemerkenswerte Situation der Höhenströmung wird als Blockadesituation (blocking action) bezeichnet. Über dem Meridionalausschnitt von Europa ist gleichzeitig im Süden ein geschlossenes Tiefdruckgebiet vorhanden, so dass in der Höhe über Mitteleuropa eine östliche Höhenströmung anstelle der normalen Westströmung getreten ist.

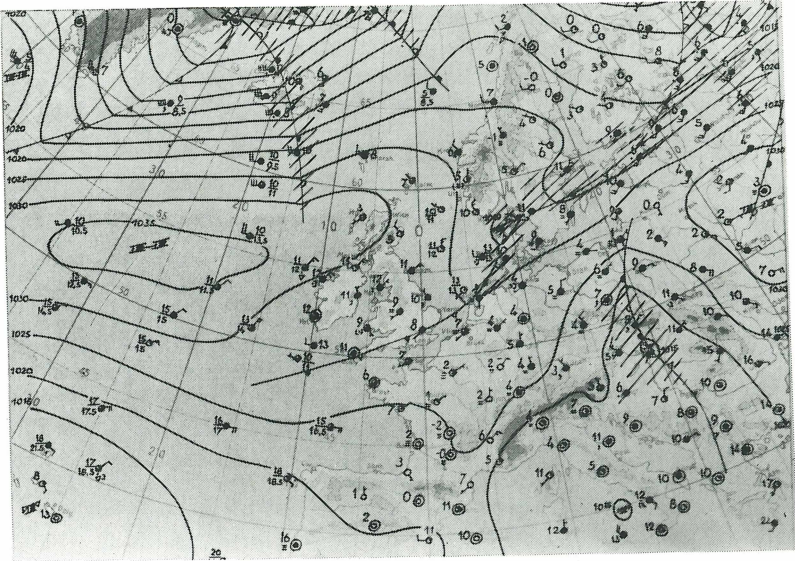


Abb. 7: Bodenwetterkarte vom 21.10.1964.

Die zugehörige Bodenwetterkarte vom 21. Oktober (s. Abb. 7) zeigt die weit nach Norden abgedrängte zyklonale Westwindzone, das inverse Druckgefälle über der Biskaya und dem westlich anschließenden Atlantischen Ozean sowie ein Tief und eine ungefähr meridional verlaufende Frontalzone über Südost- und Osteuropa. Mitteleuropa liegt unter der in der Höhe von Süden her über das östliche Mitteleuropa herumgeführten Mittelmeerwarmluft. Die aufgleitenden feuchten Warmluftmassen bilden eine dichte und hochreichende Schichtbewölkung. Entsprechend der geringen Luftdruckunterschiede herrscht windschwaches Wetter mit vorherrschenden Ostkomponenten. Es wurde schon gesagt, dass nach der Datenaufbereitung der Landesanstalt der 21. Oktober nicht als Inversionstag gilt. Es handelt sich zweifellos auch um keine klassische Inversionswetterlage. Trotzdem tritt der extrem hohe Tagesmittelwert der SO_2 -Belastung auf. Charakteristisch ist allerdings der schnelle Rückgang am nächsten Tag auf eine mittlere Belastung.

Der nächste Extremwert fällt mit dem Inversionstag am 29. Oktober zusammen. Die Bodenwetterkarte zeigt sehr schön, dass Mitteleuropa in den Randbereich des kontinentalen Hochs einbezogen worden ist. Es herrschen schwache südöstliche Luftströmungen. Das kontinentale Hoch ist so zustande gekommen, dass der Höhenhochdruckrücken auf der Ostseite des Trogges im Norden herumgeschwenkt ist und das kräftige dynamisch Bodenhoch über der Ostsee bedingt.

Wenn also bei allgemeiner Trogsteuerung die Ostflanke des Trogges mit dem ent-

sprechenden dynamischen Hoch etwas nach Westen verlagert wird, so gerät Mitteleuropa in den Einfluss eines kontinentalen Hochs. Die Folge davon sind absinkende Luftbewegung und entsprechend hohe Immissionswerte.

Der umgekehrte Fall tritt dann ein, wenn der Trog sich etwas nach Osten verlagert, somit Mitteleuropa unter die nördliche oder nordwestliche Höhenströmung gerät. Dann werden die relativ niedrigen Immissionswerte registriert, die allerdings nie so klein werden, dass sie in das Niveau jener Werteverteilung kommen, die der Westwetterlage entspricht, die nach der Troglage ab 11. November bestimmend wird.

Am 11. November sinken die Immissionswerte unter die 0.2 mg-Grenze. Sie bleiben in diesem Niveau bis zum 25. November, kurzfristig unterbrochen in der Zeit zwischen dem 19. und 22. November.

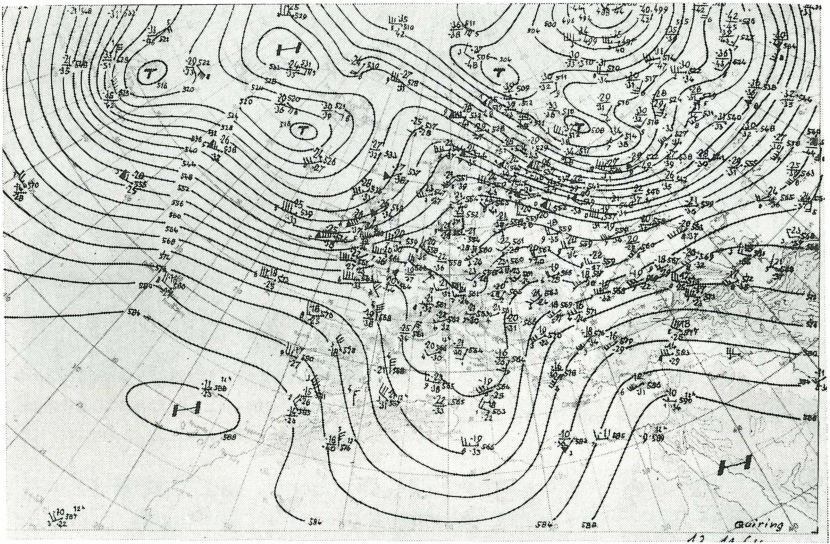


Abb. 8: Absolute Topographie 500 mb vom 12.11.1964.

Nun, was ist während dieser Zeit in der Atmosphäre vor sich gegangen? Die Höhenwetterkarte vom 12. November (s. Abb. 8) zeigt, dass in der Höhe der 500-mb-Fläche über dem nördlichen Mitteleuropa die westliche Höhendrift wieder in Gang gekommen ist. Es ist zwar noch eine sackförmige Ausstülpung der Höhenisobaren vorhanden. Entscheidend ist aber, dass diese in der Nähe der deutschen Küste von durchgehenden Isopotentialen abgelöst wird und dass über dem Atlantik auch kein Hochdruckkeil besteht. Die Bodenwetterkarte des gleichen Tages (s. Abb. 9) gibt ein eindeutiges Bild beginnender zyklonaler Westwetterlage.

Die Weiterentwicklung in den beiden Karten vom 16. November macht deutlich, dass sich in der Höhe die Westdrift wesentlich verstärkt und weiter nach Süden durchgesetzt hat. In den tieferen Atmosphärenschichten wandern die Frontalzyklonen vom Atlantik her über England nach Osten auf den Kontinent. Relativ kräftige westliche Winde sorgen dafür, dass im Ruhrgebiet der Austausch sehr verstärkt wird und die Immissionsbelastung das niedrigste Niveau hat, welches überhaupt dort in diesen Jahren erreicht werden konnte.

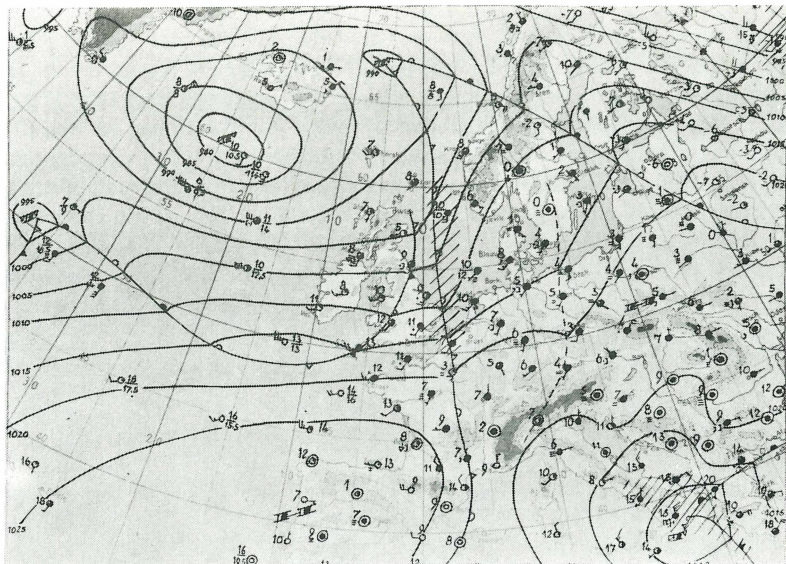


Abb. 9: Bodenwetterkarte vom 12.11.1964.

Der Anstieg der Immissionswerte vom 19. bis 22. November auf ein Niveau, das so ungefähr in der Mitte der Werte liegt, die während der voraufgegangenen meridionalen Troglage aufgetreten waren, ist charakteristischer Bestandteil der Westwetterperiode. Nach Durchzug der sog. ersten Zyklonenfamilie stellt sich nämlich häufig im Zusammenhang mit einem Kaltlufteinbruch ein Anbau eines Zwischenhochs an den Ausläufer des von Südwesten heranreichenden Subtropenhochs ein, wie dies die

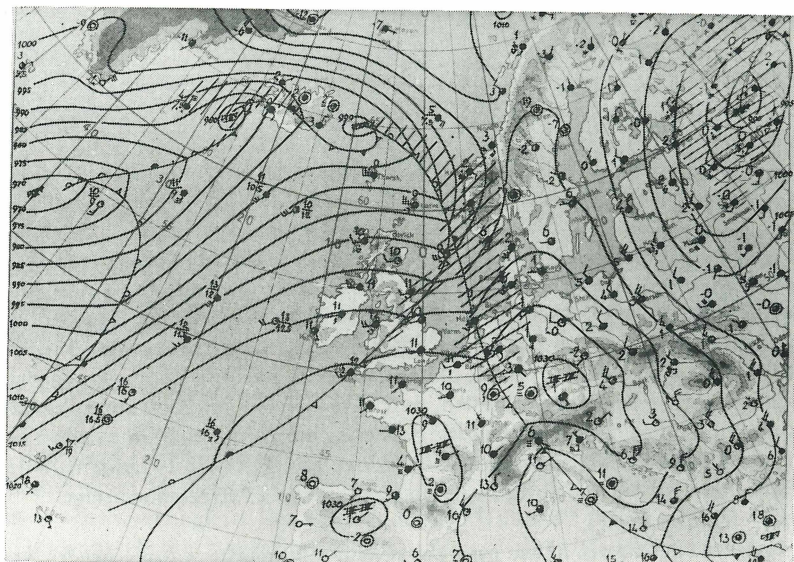


Abb. 10: Bodenwetterkarte vom 19.11.1964.

Wetterlage vom 19. November (s. Abb. 10) deutlich zeigt. Es tritt vorübergehende Abschwächung des Windes, möglicherweise auch geringfügiges Absinken mit Inversionsbildung auf. Wichtig ist aber, dass die Bodenströmung weiterhin von Westen und in der Höhe auch eine kräftige Höhenströmung vom Ozean her auf den Kontinent kommt (s. Abb. 11). Es können sich unter diesen Umständen einfach keine extrem hohen Immissionsbedingungen ausbilden weil die Durchlüftung in der Höhe auch gewährleistet bleibt wenn sich in Bodennähe vorübergehend ein Hochdruckgebiet einstellt.

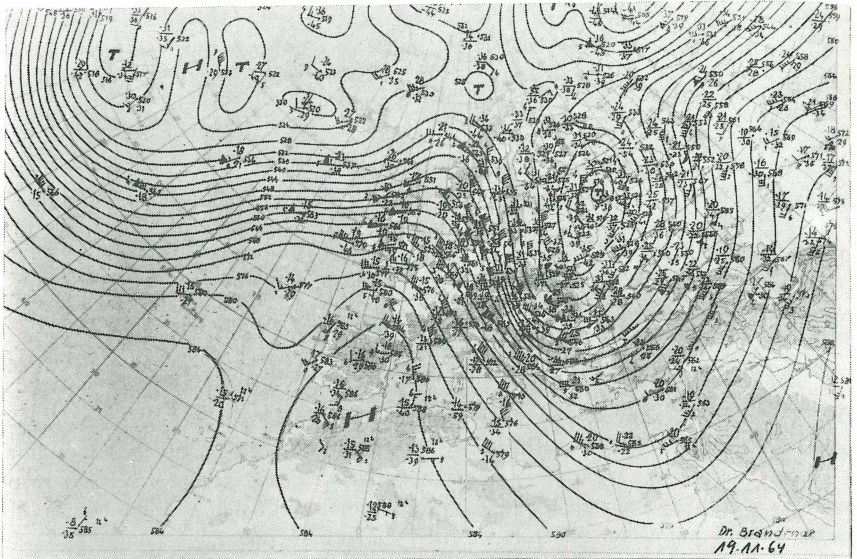


Abb. 11: Absolute Topographie 500 mb 19.11.1964.

Mit der Westwetterlage und der meridionalen Troglage sind schon zwei von den drei Grosswetterlagen erfasst, die nach der durchgeführten Analyse der Winterhalbjahre 1964/65 sowie 1971/72 die winterlichen Immissionsbedingungen und vor allen Dingen die Abfolge der nachher zu besprechenden Abschnitte charakteristischer Immissionslagen ursächlich steuern.

Zum Nachweis, dass die extremen Werte der SO_2 -Belastung vor allem an meridionale Troglagen bei blockierter Westwinddrift gebunden sind, und dass es gar nicht so sehr darauf ankommt, dass Inversionsbedingungen unter dem Einfluss einer Hochdrucklage herrschen, seien noch die synoptischen Situationen für die Tage mit den extrem hohen Konzentrationswerten besprochen¹. Der Extremwert am 23. Dezember mit fast $700 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird erreicht, ohne dass der Tag als Inversionstag registriert ist. Trotzdem muss man aber feststellen, dass er mit einem gewissen antizyklonalen Einfluss verbunden ist. Entscheidend ist, dass es sich um ein Hoch im Nordosten handelt, das wiederum mit einer markanten Blockierung der Westwinddrift in der Höhe verbunden ist, wie die absolute Topographie vom 23. Dezember zeigt.

1. Wetterlagen, die nicht durch Abbildungen belegt sind, können in den entsprechenden Wetterberichten des Deutschen Wetterdienstes nachgeschlagen werden.

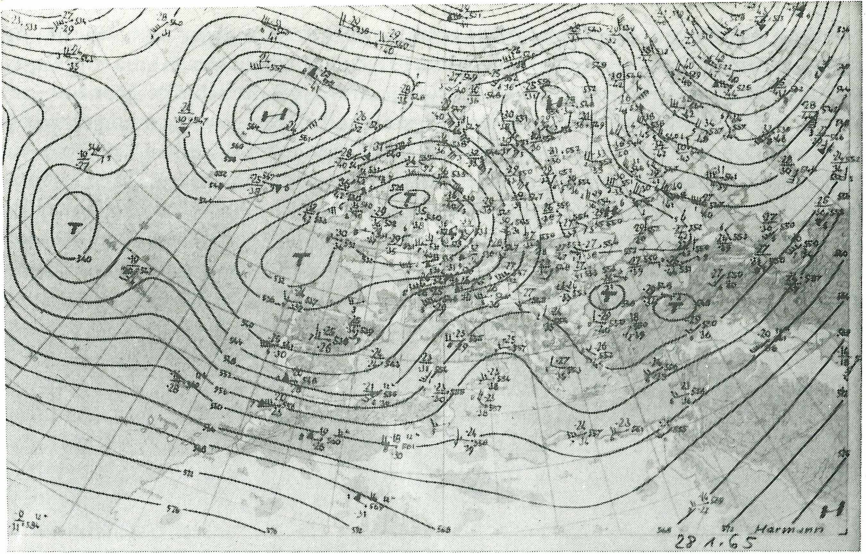


Abb. 12: Absolute Topographie 500 mb 28.1.1965.

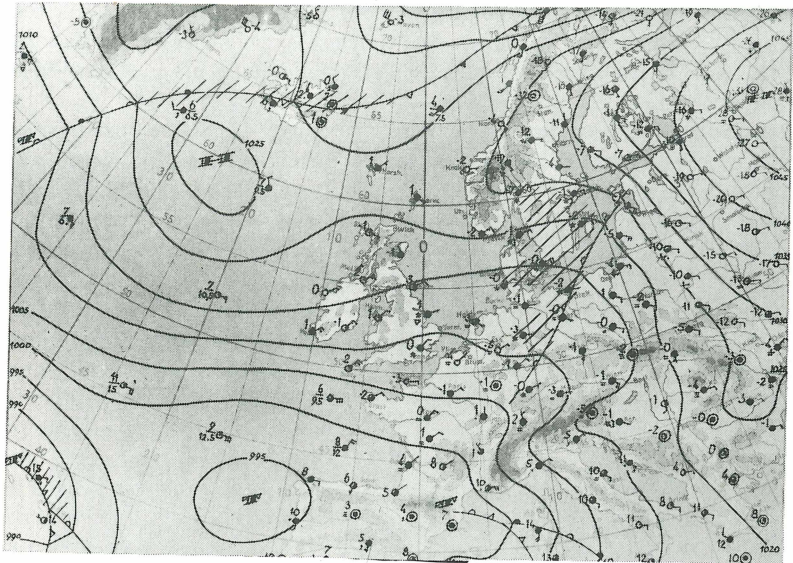


Abb. 13: Bodenwetterkarte vom 28.1.1965.

Bei den überhaupt höchsten Immissionswerten des betrachteten Zeitraumes ist bei der Situation am 28. Januar von Hochdruckeinfluss in der synoptischen Situation nichts zu sehen, wengleich der 28. und der 29. Januar als Inversionstage registriert sind. Das wahrscheinlich sogar mit Recht, und zwar aus folgendem Grunde: die absolute Topographie vom 28. Januar (s. Abb. 12) belegt wieder die Blockade der West-

drift und den Herantransport subtropischer Luft über Osteuropa nach Norden. In der zugehörigen Bodenwetterkarte (s. Abb. 13) ist das Aufgleiten auf die vorgelagerte Kaltluft über Deutschland deutlich zu erkennen. Die eingezeichnete Front ist eine retrogale Warmfront, die also nicht von Westen nach Osten, sondern umgekehrt verlagert wird und bei der sich das Aufgleiten von Osten her vollzieht. Über Deutschland kann sich dabei eine Aufgleitinversion mit dem gleichen austauschreduzierenden Effekt herausbilden, die eine dynamische Absinkinversion hervorruft. Hier sieht man, dass eine Inversionswetterlage nicht auch eine Hochdruckwetterlage sein muss und ausserdem wiederum, dass der entscheidende immissionsverstärkende meteorologische Vorgang die Blockade der Westdrift und die Umkehrung der normalen Zugbewegung von Luftmassen und -fronten ist.

Die Wetterlage für die nächste Extremsituation am 24. Februar ist ebenfalls kein Hochdruck- oder Inversionswetter. Bei oberflächlicher Betrachtung der Bodenwetterkarte könnte man sogar annehmen, dass die an dem Tage durchziehende Wellenstörung über Nordwestdeutschland Teil einer Westwetterlage ist. Dagegen stehen das grosse atlantische Hoch und die Tiefdruckfurche über Südeuropa, wodurch zum Ausdruck gebracht wird, dass über dem mitteleuropäischen Raum noch eine östliche Höhenströmung herrscht. Auch der Bodenwind ist im Ruhrgebiet noch aus nordöstlichen Richtungen. Die Höhenwetterkarte dazu zeigt wieder deutlich das blockierende Hoch im Westen der Britischen Inseln und einen gewaltigen Trog über dem Baltikum mit einem Ausläufer nach Südwesten bis nach Frankreich und Spanien.

Soviel über die Bedeutung der Troglagen. Zum Schluss dieser Betrachtung sei noch die dritte Grosswetterlage aufgezeigt, welche charakteristische Immissionsabschnitte hervorruft, die sich sowohl von denjenigen der Trog- als auch der Westwetterlage unterscheiden.

Am 29. und 30. März werden relativ hohe Tagesmittel der SO_2 -Konzentration registriert, wobei die absoluten Werte aber nur bei ungefähr 0.5 mg/m^3 liegen, also noch weit unter den vorhin angezogenen Extremwerten bleiben. Beide Tage sind

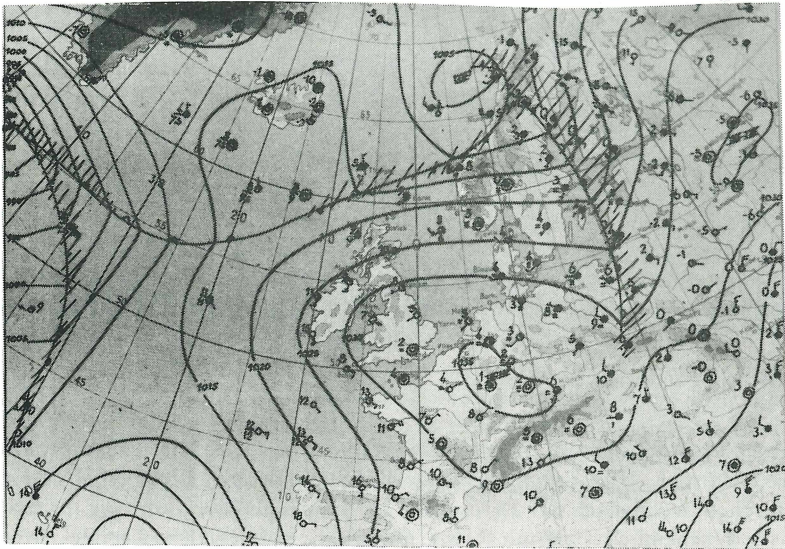


Abb. 14: Bodenwetterkarte vom 29.3.1965.

nicht als Inversionstage ausgezeichnet. Das ist um so erstaunlicher, als die Bodenwetterkarte vom 28. März (s. Abb. 14) eine wohlausgebildete Antizyklone über Mitteleuropa zeigt, für die Absinkinversionen charakteristisch sind. Die Zyklogen des Westweters ziehen weit im Norden über den Nordatlantik nach Nordosteuropa. Das zentrale mitteleuropäische Hoch kommt dadurch zustande, dass sich der Vorstoss des subtropischen Hochs diesmal nicht über dem Ostatlantik, sondern über West- und Mitteleuropa vollzog. In der Höhenwetterkarte (s. Abb. 15) ist deutlich die abgeschnittene Hochdruckzelle mit Kern über dem Kanal zu sehen. Das bedeutet über dem mitteleuropäischen und osteuropäischen Gebiet eine nördliche Höhenströmung und in den bodennahen Luftschichten weitgehende Windruhe.

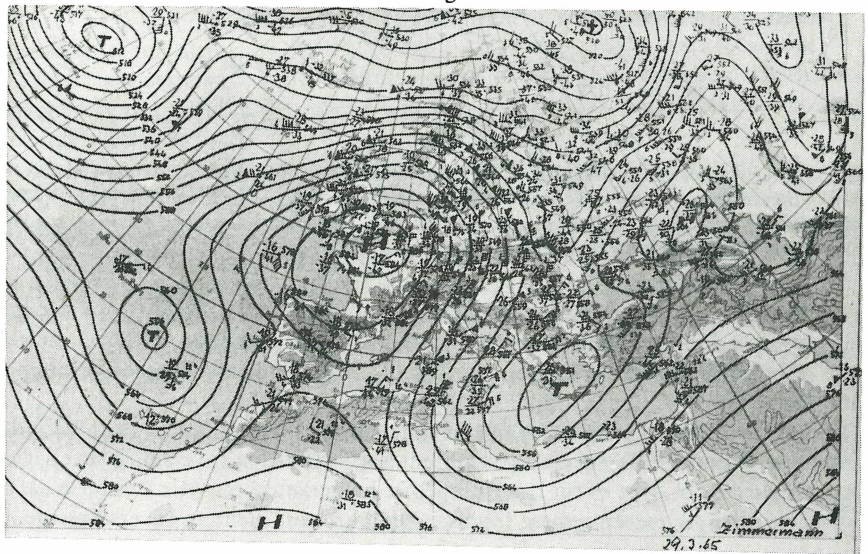


Abb. 15: Absolute Topographie 500 mb vom 29.3.1965.

Nun stellt diese Situation der Höhenströmung eine Extremlage insofern dar, als die Hochdruckzelle schon erstens isoliert ist und zweitens sehr weit nach Nordwesten reicht. Normalerweise ist in ähnlichen Fällen, die häufig im Winter 1971/72 aufgetreten sind, ein Hochdruckkeil vorhanden, so wie er im vorliegenden Wetterablauf am 28. März über Nordafrika und Südspanien ausgebildet ist. Nur dass dann dieser Keil weiter nach Norden, ungefähr bis in die Höhe der Alpen, reicht. Diese Grosswetterlage wird als meridionale Rückenlage bezeichnet. Für die allgemeine Zirkulation hat das zur Folge, dass die zyklonalen Störungen zunächst über Westeuropa nach Nordwesten und dann im Norden um das mitteleuropäische Gebiet herumgesteuert werden. Über Mitteleuropa kann sich vorübergehend eine Antizyklone ausbilden, jedoch ist immer mit dem Einfluss der im Norden vorbeziehenden Wellenstörungen und deren Frontensystemen zu rechnen. Die allgemeine Luftströmung bleibt über Mitteleuropa vorwiegend aus südwestlicher Richtung, so dass in Maßen der normale Austausch der Westwinddrift erhalten bleibt. Demzufolge sind die Immissionswerte, die bei meridionalen Rückenlagen auftreten, auch nie so hoch wie bei meridionalen Troglagen. Sie bringen ein Immissionsniveau mit sich, welches

praktisch zwischen demjenigen der Westwetterlagen und demjenigen der Troglagen liegt.

SO₂-Immissionsbedingungen für Essen
aufgeteilt nach Großwetterlagen der Winterhalbjahre 1964/65 und 1971/72

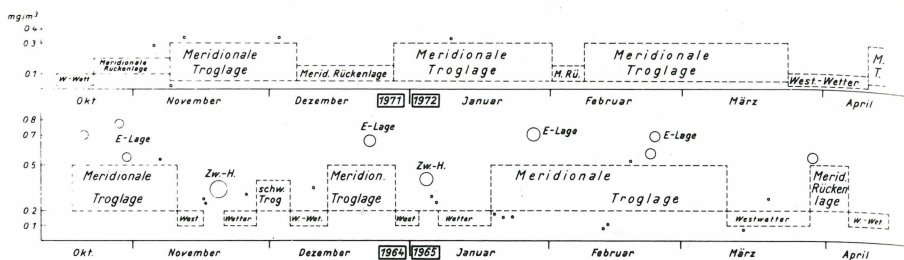


Abb. 16: SO₂-Immissionsbedingungen für Essen, aufgeteilt in Werteblocke entsprechend der jeweilig herrschenden Grosswetterlage in den Winterhalbjahren 1964/65 und 1971/72. Die SO₂-Tagesmittelwerte aus den Punktfolgen der Fig. 4 und 5, die ausserhalb der schematisierten Werteblocke liegen, sind durch kleine Kreise angegeben.

Die Ergebnisse der wetterlagenbezogenen Analyse des zeitlichen Ablaufs der Immissionsbedingungen in den Winterhalbjahren 1964/65 und 1971/72 lassen sich unter Verwendung der Darstellung in Abb. 16 in folgenden Feststellungen zusammenfassen:

1. Während für das Neckarbecken eine regelhafte Übereinstimmung von Perioden ausnehmend grosser SO₂-Konzentration mit antizyklonalen Inversionswetterlagen charakteristisch ist, gibt es für das Ruhrgebiet bemerkenswert viele Beispiele dafür, dass hohe oder gar extrem grosse Immissionen durchaus nicht an Inversionstage, erst recht nicht an Hochdruckwetterlagen gebunden sind, sondern gelegentlich sogar bei ausgesprochenen Tiefdrucklagen auftreten.

2. Viel entscheidender als Inversionen sind für das Zustandekommen extremer Konzentrationswerte im Ruhrgebiet länger anhaltende Ostkomponenten der Luftströmung in den unteren Teilen der Atmosphäre.

3. Diese länger anhaltende bodennahe Luftströmung aus östlichen Richtungen ist ursächlich verbunden mit meridionaler Trogsteuerung über Europa, wobei in besonders ungünstigen Immissionsfällen eine Blockade der Westwinddrift über dem östlichen Atlantik vorausgeht.

4. Witterungsabschnitte mit meridionaler Trogsteuerung zeichnen sich, über ihre ganze Andauer betrachtet, durch grosse interdiurne Veränderlichkeit der Konzentrationswerte bei grosser Streubreite um einen überdurchschnittlich hohen Immissionslevel aus. Das ist verständlich als Folge geringer zonaler Lage- oder Formveränderungen des Höhentrogens mit der Konsequenz, dass sich über dem Ruhrgebiet ein Wechsel der Strömungsrichtung zwischen mehr nördlichen und nordwestlichen Komponenten im Einflussbereich des Westteiles des Troges und mehr südlichen und östlichen Komponenten unter der Einwirkung des östlichen Trogteiles vollzieht.

5. Zonale Westdrift in der Höhe und das vom Atlantik heranziehende zyklonale Westwetter haben wegen der Strömungsrichtung aus Westen, den normalerweise relativ hohen Windgeschwindigkeiten, der mit den durchziehenden Fronten und Luft-

massen verbundenen Niederschläge und der hohen Turbulenz bei labil geschichteten Luftmassen die grösste Austauschwirkung und liefern die niedrigsten, von Tag zu Tag nur wenig veränderlichen Immissionswerte.

6. Zwischenhochlagen im Westwetter liefern nur mässig hohe Konzentrationswerte weil der Hochdruckeinfluss von Südwesten her kommt und so im Ruhrgebiet eine westliche Strömungsrichtung in den bodennahen Luftschichten erhalten bleibt.

7. Nur mässig hohe SO_2 -Konzentrationen kommen auch bei meridionalen Rückenlagen vor, obwohl gerade diese Wetterlage echtes antizyklonales Inversionswetter in den tieferen Atmosphärenschichten bewirkt. Dass trotz der Inversion keine Extremwerte der SO_2 -Konzentration auftreten, liegt wohl daran, dass über den untersten Luftschichten und mit zunehmender Höhe stärker werdend südwestliche Drift-richtung erhalten bleibt.

8. Es ist bemerkenswert, wie lückenlos sich die zeitliche Abfolge gut abgrenzbarer Werteblocke mit charakteristischen Punktwolken der SO_2 -Konzentration mit den genannten drei Grosswetterlagen in Zusammenhang bringen lässt.

9. Aus diesen Feststellungen, vor allem aus der zuletzt genannten, lässt sich nun für eine den witterungsklimatischen Bedingungen in Mitteleuropa besser gerecht werdende Anwendung der Technischen Anleitungen die Konsequenz ziehen, dass die Kennwerte für die SO_2 -Immissionsbedingungen nicht nur auf Immissionsjahreszeiten, sondern weitergehend sogar auf bestimmte Grosswetterlagenabschnitte bezogen werden können und sollen. Kennwerte sind erstens der Immissionslevel, zweitens die Streubreite und drittens die Höchstwerte. Sie stehen bei solcher Betrachtung in ursächlichem Bezug zu den atmosphärischen Vorgängen bei den betreffenden Wetterlagen. Der ursächliche Bezug seinerseits bietet dann auch die Voraussetzung für die Prognostizierbarkeit der zu erwartenden Immissionen im Zusammenhang mit den jeweiligen synoptischen Prognosen unterschiedlich langer Vorhersagezeiten.

LITERATUR

- BAUR, F. (1947): Musterbeispiele europäischer Grosswetterlagen, Wiesbaden.
BAUR, F. (1963): Grosswetterkunde und langfristige Wettervorhersage. Frankfurt.
BUCK, M., H. IXFELD & S. KÜLSKE (1973): Immissionsüberwachung im Lande Nordrhein-Westfalen. Neunte Mitteilung über die Ergebnisse der kontinuierlichen SO_2 -Immissionsmessungen für die Zeit von November 1971 bis Oktober 1972. *Schriftenreihe der Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz des Landes NRW*. 26: 41–49, Essen.
Bundesminister des Innern (1964): Allgemeine Verwaltungsvorschriften über genehmigungsbedürftige Anlagen nach Par. 16 der Gewerbeordnung (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft) vom 8. September 1964. Bonn.
Landesinstitut für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (1972): Ermittlung der SO_2 -Grundbelastung in der Umgebung der Dampfkraftwerkes Marbach der Energieversorgung Schwaben AG in der Zeit vom 4.8.1971–8.2.1972. Karlsruhe.
Deutscher Wetterdienst, Zentralamt (1964/65, 1971/72): Täglicher Wetterbericht, Offenbach a.M.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. WOLFGANG WEISCHET, 78 Freiburg, Geographischen Institut I der Universität.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie](#)

Jahr/Year: 1974

Band/Volume: [3_1974](#)

Autor(en)/Author(s): Weischet Wolfgang

Artikel/Article: [Notwendigkeit und Möglichkeit einer Raum- und klimagerechteren Fassung der "Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft" \(TA Luft\) 329-349](#)