

EMMERICH WEISS:

✓ METEOROLOGISCHE STUDIE ÜBER „INDUSTRIEWINDE“ IN LINZ/DONAU

Mit vier Tabellen

Besonders in einer Industriestadt emittieren aus den verschiedensten Verunreinigungsquellen luftfremde Stoffe in die freie Atmosphäre. In ihr werden sie sodann einer Reihe von chemischen und physikalischen Prozessen unterworfen und können, durch meteorologische Einflüsse wieder in die bodennahe Biosphäre gebracht, auf Lebewesen schädlich einwirken oder Sachwerte mindern. Diese Immission wird weitgehend durch den Wind beeinflusst. Er vermag mit seiner Stärke oft die Schadstoffe über weite Strecken zu verfrachten, aber auch durch seine Böigkeit ihre Konzentration zu verdünnen. Die Windrichtung wieder bestimmt, ob die Abgasfahnen ein gewisses Gebiet überstreichen oder von ihm abgehalten bleiben.

Diese unmittelbare Windabhängigkeit der Immission macht es verständlich, daß auch in Linz von verschiedener Seite folgende Frage aufgeworfen wird: „Wäre es nicht möglich, den Grad der Luftverschmutzung innerhalb des Stadtgebietes dadurch niedriger zu halten, daß man bei Winden aus dem Gebiet der Großindustrie deren Produktion entsprechend drosselt?“ — Die Antwort wird letztlich durch betriebstechnische und wirtschaftliche Überlegungen bestimmt sein. So würde man z. B. den Produktionsverlust für die Dauer der „Industriewinde“ entweder hinnehmen oder während der Zeit der gegenläufigen Luftbewegung durch erhöhte Betriebsintensität wieder wettmachen müssen. Dies fordert aber größere Anlagen, die nur zeitweilig mit dieser Vollast fahren und somit den Keim der Unrentabilität in sich tragen. Außerdem werden durch einen solchen Lösungsversuch auch neue Anrainerprobleme aufgeworfen, denn die Immissionsbelastung, die bisher nach der natürlichen Windrichtungshäufigkeit auf die Nachbarschaft verteilt war, wird nun, wenn auch in anderen

Aus dem Gesundheitsamt des Magistrates Linz, Klimauntersuchungsstelle
Amtsleiter: Senatsrat Dr. Josef Kammesberger

Intensitätsstufen in eine bevorzugte Richtung gelenkt. Zum Vorteil der einen, zum Nachteil der anderen Seite.

Es soll aber nicht Aufgabe dieser Zeilen sein, die Vielseitigkeit der Fragestellung zu diskutieren, sondern die Antwort durch eine meteorologische Studie über die Dauer der Winde aus gleichbleibender Richtung zu erleichtern. Es zeigt sich nämlich, daß hierfür die Kenntnis der in der Klimatologie üblichen sogenannten Windverteilung allein nicht genügt. Sie würde gemäß Tabelle 1 zum Ausdruck bringen, daß z. B. durchschnittlich in 13 Prozent der Zeit eines Jahres im Raum Linz Windstille (Calme) herrscht. Daß weiter mit 21 Prozent Häufigkeit Ostwinde, mit 7 Prozent Südost-, mit 6 Prozent Nordostwinde auftreten, das wäre zusammen aus dem Industriesektor der relativ hohe Prozentsatz von 34 Prozent „Industriewind“, wenn so in der Folge die Luftströmung benannt sein möge, die die Abgase der Großindustrie in die Stadt treibt. Oder überschlagsweise auch für einen mittleren Monat angenommen und gröber in Tagen ausgesprochen, daß im Monat an rund zehn Tagen mit Industriewind zu rechnen ist. Diese Häufigkeitsangabe sagt aber nichts darüber aus, ob die zehn Tage in ihren monatlichen Vorkommen irgendeine Gruppierung bevorzugen, die zwischen den theoretisch möglichen Grenzen eines geballten oder gleichmäßig gestreuten Auftretens liegen. Gerade aber diese Frage wird den Betriebstechniker für seine Steuerungsvorhaben interessieren, wie lange nämlich die Perioden der günstigen oder ungünstigen Windrichtungen dauern und wie oft er somit in seinen Produktionsablauf eingreifen müßte.

Die Klimauntersuchungsstelle des Gesundheitsamtes der Landeshauptstadt Linz hat daher die kontinuierliche Windregistrierung eines ganzen Jahres, vom 1. Jänner bis 31. Dezember 1964, hinsichtlich der ununterbrochenen Dauer der Winde aus den acht Himmelsrichtungen Nord (N), Nordost (NE), Ost (E) usw. bis Nordwest (NW) nach folgenden Gesichtspunkten ausgewertet:

1. Obgleich besonders im Einzelfall die Luftströmung innerhalb des Linzer Beckens in ihrer Richtung von der des Freigeländes der anschließenden Welser Heide erheblich abweichen kann, wurde als Meßplatz der Flughafen Linz/Hörsching gewählt. Eine spätere Korrektur kann diesen Umstand berücksichtigen, jetzt sollte ein Einblick in die Struktur der Luftbewegung möglichst ohne Geländestörung gewonnen werden. Auch existiert nun von Hörsching eine zehnjährige Windregistrierung von 1956 bis 1965

aus einer Höhe von 20 Metern über Flachgrund, welchem Niveau der Windgeschwindigkeit die Theoretiker für die Berechnung von Abgasverlagerungen eine besondere Bedeutung zumessen.

2. Es liegt in der Natur des Windes, daß er sowohl in seiner Stärke als auch in seiner Richtung ständig schwankt. Für die Beurteilung der Dauer eines Windes aus einer bestimmten Richtung war es daher zweckmäßig, über kurze Zeitabschnitte (zehn Minuten) die Richtungsschwankungen zu mitteln und diesen Wert zur Benennung dem passenden Himmelssektor zuzuordnen. Demnach wird z. B. ein Ostwind von drei Stunden Dauer dann als solcher bezeichnet, wenn die Folge seiner zehnminütigen Mittelwerte für diese Zeit innerhalb des Himmelssektors Ost verbleibt. Die Registrierungen zeigen nun, daß längere Perioden solch reiner Windrichtung selten vorkommen, häufiger jedoch Fälle auftreten, bei denen die mittlere Windrichtung kurzfristig aus ihrem Nennbereich herausschwingt. Dadurch wird die Immission in einem von dieser Luftströmung überstrichenen Gebiet nur unwesentlich beeinflusst. Erst wenn die pendelnde Abweichung öfter auftritt und länger andauert, verursacht die inzwischen eingeschobene Frischluft eine Verdünnung der Schadstoffkonzentration und bei größeren Rhythmen eine vollkommene Lufterneuerung des betreffenden Raumes. Die nachfolgende Klassifikation der Windrichtungsdauer toleriert nur ein vorübergehendes Ausbrechen der mittleren Windrichtung bis zu einer halben Stunde, welcher Wert unter Bedacht auf die räumliche Ausdehnung des Linzer Beckens und die für die statistische Auszählung gewählten niedrigen Windstärken bis zu sechs Metern pro Sekunde bestimmt wurde.
3. Die Windstärke ist in der Statistik insofern berücksichtigt, als Windflauten mit Geschwindigkeiten von 0 bis 0,5 m/sec, der üblichen Gepflogenheit in der Klimatologie folgend, als Windstillen oder Calmen bewertet wurden und die weitere Klassierung in acht Windrichtungen nach zwei Stärkegruppen, 0,5 bis 3 m/sec bzw. 0,5 bis 6 m/sec erfolgte.
4. Die Wahl der Dauerstufen für die verschiedenen Windrichtungen wurde mit 3, 6, 12, 24, 36, 48 und mehr Stunden willkürlich festgelegt.

Das Ergebnis der Auszählung ist auszugsweise in Tabelle 2 für Winde der Stärken 0,5 bis 6 m/sec wiedergegeben. Erwartungsgemäß bevorzugt auch die Winde von ununterbrochener längerer Dauer

die im nördlichen Alpenvorland üblichen Hauptwindrichtungen aus West (W) und Ost (E) so wie sie die allgemeine Windrichtungsverteilung (Tabelle 1) ausdrückt. Wir erkennen aus den Jahreswerten der Tabelle 2, daß Winde aller ausgezählten Dauerstufen nur bei West bzw. Ost vorkommen, daß in diesem Meßjahr nur ein einziges Mal bei Südwest ein Wind von 24 Stunden verzeichnet wurde und alle übrigen Windrichtungen nur mit den niedrigen Dauerstufen drei oder sechs, bestenfalls zwölf Stunden vertreten sind.

In den Monatswerten spiegeln sich, obwohl die Häufigkeitszahlen bei einem einzigen Meßjahr für eine schlüssige Aussage zu gering sind, allgemeine Züge unserer Witterungsabläufe wider. So finden wir bei den Westwinden das häufigste Vorkommen der größeren Dauerstufen im Frühjahr und Sommer, das Minimum im auslaufenden Hochwinter. Der Wechsel zwischen den maritimen Kaltlufteinbrüchen und den nebeligen Beruhigungsabschnitten im Herbst läßt auch den Häufigkeitsgang der länger andauernden Westwinde stark schwanken.

Eine Eigenart der Ostwinde ist es wieder, in den kühleren Jahreszeiten das Vorkommen der höheren Dauerstufen zu beleben. Die Jahreswerte in Tabelle 2 zeigen unter Ost nach einem Sinken der Häufigkeit von 48 Fällen der dreistündigen Perioden zu fünf- der 36stündigen, ein neuerliches Ansteigen auf 15 Fälle in der Stufe 48.

Wegen der im Osten und Südosten der Stadt Linz vorgelagerten Großindustrie lassen sich die Luftströmungen aus den Richtungen NE, E, SE, als Industrierwinde zusammenfassen, deren Häufigkeitsverlauf nach Dauerstufen und zwei Gruppen von Windstärken (0,5 bis 3 m/sec bzw. 0,5 bis 6 m/sec) in Abbildung 1 bzw. Tabelle 3 dargestellt ist. Beide Windgruppen zeigen in ihrem Vorkommen mit zunehmender Dauer einen zuerst steilen, dann flacher abfallenden Kurvenzug. Während die schwächeren Winde ab der Stufe „36“ überhaupt nicht mehr auftreten, wird bei den stärkeren Winden an Stufe „24“ der Abfall gehemmt und bei Stufe „48“ die Kurve sogar noch einmal angehoben. (Für die Darstellung in Abbildung 2 wurden die 15 Fälle der Dauerstufe „48 Stunden und mehr“ weiter aufgeschlüsselt in 11 Vorkommen mit 52 Stunden und 4 mit 60 Stunden.)

Unter diesem Verhalten der Kurvenzüge dürfte sich der Tagesgang der bodennahen Winde verbergen. Dieser läßt nämlich als Folge der Tageserwärmung und der damit verbundenen Energieumsätze

innerhalb der bodennahen Grenzschicht der Atmosphäre die schwachen Bodenwinde tagsüber auffrischen und nach Sonnenuntergang in ihrer Intensität wieder abflauen. Nur eine an sich schon lebhaftere Luftströmung vermag die nächtliche Ebbe zu überwinden und hält dann auch 24 Stunden oder 48 Stunden und länger an.

Nach diesem so gewonnenen Einblick in die lokale Windstruktur des Linzer Raumes bieten sich nun zur Lösung der eingangs gestellten Frage zwei Wege an, von denen einer hier nicht weiter verfolgt werden soll, nämlich der über eine Windprognose. Die Vorhersage der Richtung und Dauer schwacher Luftbewegungen gehört zu den schwierigsten meteorologischen Problemen und es ist mit Sicherheit anzunehmen, daß sie für ein Steuerungsvorhaben in der Industrie keine befriedigende Unterlage bietet. Aussichtsreicher scheint ein anderer Weg zu sein, und zwar der über die Beharrungstendenz des Wetters und seiner Elemente. Das heißt, mittels eines Sondermeßgerätes wird das Auftreten des Industriewindes gemäß seiner oben zitierten Definitionsbedingungen registriert und nach Abwarten einer vereinbarten „Vorlaufzeit“ der Steuervorgang ausgelöst. Die Produktionsdrosselung bleibt dann solange aufrecht, bis nicht nur der Wind wieder aus dem Industriesektor herausgeschwenkt ist, sondern auch noch eine ebenfalls festzulegende „Nachlaufzeit“ verstrichen ist. Vor- und Nachlaufzeiten haben die Aufgabe, die Beharrungstendenz der Windrichtung festzustellen, um eine vorzeitige und zu oftmalige Betriebsumschaltung zu verhindern. Die Dauer dieser Zeitläufe müßten Betriebstechniker und Hygieniker festlegen.

Im folgenden sei nun ein Steuerungsbeispiel mit einer Vorlaufzeit von sechs und einer Nachlaufzeit von drei Stunden frei gewählt und die Meßwerte des Versuchsjahres 1964 zugrunde gelegt. Aus der Tabelle 2 würde dann die Zeile mit der Dauerstufe drei bis sechs Stunden herausfallen, und für die Stufe 6 bis 12 Stunden sei aus Abbildung 1 nach der graphischen Methode der flächengleichen Abschnittsdreiecke eine mittlere Dauer von neun Stunden abgeschätzt, für die Stufe 12 bis 24 Stunden eine solche von 17 Stunden usw. (siehe Tabelle 4). In dieser Tabelle sind auch für die Dauerstufen die Drosselzeiten ausgeworfen, errechnet nach der einfachen Beziehung: die mittlere Dauer minus der Vorlaufzeit plus der Nachlaufzeit ergibt die effektive Dauer des Einzelfalles und multipliziert mit der Zahl der Fälle folgert sich die Drosselzeit.

In der letzten Spalte ist pro Dauerstufe noch die Zeit der Immissionsbelastung für die Stadt angeführt. In diese Werte gehen die Zeiten der Stufe 3 sowie die Vorlaufzeiten der Industriewinde ein.

Hätte man nach solcher Art während des Jahres 1964 den Steuerungsvorgang betrieben, so wäre durch 233 Schaltvorgänge die Produktion zu 28 Prozent der Zeit des Jahres gedrosselt worden, während die Stadt für die Dauer von 14 Prozent den Industriewind als Immissionsbelastung hätte ertragen müssen.

Ein verhältnismäßig hoher Ausfallsatz war ja schon nach der allgemeinen Windrichtungsverteilung (Tabelle 1) zu vermuten, die die Industriewinde aller Stärkegrade mit 33,8 Prozent angibt. Für die Praxis wird aber noch ein weiterer Erhöhungszuschlag anzusetzen sein, da sich auch die Windflauten im ähnlichen Sinne wie die Industriewinde auf die Immission auswirken. Die Auszählung im Jahre 1964 hat gezeigt, daß rund 60 bis 70 Prozent der Calmen zwischen den Luftströmungsrichtungen des Ostsektors eingebettet liegen, besonders die von längerer Dauer.

Umgekehrt könnte der Prozentsatz der Industriedrosselung dadurch verkleinert werden, daß man den Einzugssektor der Industriewinde einengt, oder die Windstärke von der bisher angenommenen oberen Grenze von 6 m/sec absenkt, oder längere Vorlaufzeiten wählt. Des weiteren ist bislang die thermische Schichtung der unteren Atmosphäre nicht berücksichtigt worden.

Gerade die Existenz niederer Temperaturumkehrschichten, sogenannte Inversionen, deren Ausbildung und Beständigkeit in der kühlen Jahreszeit begünstigt wird, nimmt erheblich daran Anteil, ob die Schadstoffe in einer Luftströmung auch eine beachtenswerte Immission verursachen. Man könnte daher die Inversionsmeßstelle am Pöstlingberg ebenfalls als Steuerungselement mit einbeziehen und nicht zuletzt die Immissionsmeßstellen der bestehenden Fernüberwachungsanlage der Klimauntersuchungsstelle.

Damit ist wieder der eingangs angeschnittene Problemkreis aufgeworfen. Ihn leichter diskutieren zu können, sollte die Aufgabe dieser mehr kinematischen Studie über die Industriewinde von Linz sein.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Emmerich Weiß
Wetterdienstleiter am Fliegerhorst Hörsching
4063 Hörsching

Tabelle 1: Windverteilung Hörsching/Linz

Jahr	m/sec	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	calme	Summe
1956	2,7	10	40	161	77	4	86	318	146	256	1098
1957	2,8	29	69	217	75	12	104	283	137	169	1095
1958	3,1	23	57	209	101	11	114	287	182	111	1095
1959	2,9	29	86	238	115	9	89	262	145	122	1095
1960	2,9	25	71	304	57	15	95	313	121	97	1098
1961	2,9	33	63	257	43	14	98	370	97	123	1098
1962	2,9	34	50	196	57	23	133	344	124	114	1075
1963	2,8	30	69	237	106	24	96	282	109	142	1095
1964	2,8	17	69	237	74	12	142	291	110	146	1098
1965	2,7	22	84	207	47	22	133	343	113	124	1095
Summe	28,3	252	658	2263	752	146	1090	3093	1284	1404	10942
Mittel	2,83	25,2	65,8	226,3	75,2	14,6	109,0	309,3	128,4	140,4	1094,2
Prozent		2,2	6,0	20,6	7,2	1,3	9,9	28,2	11,7	12,9	100 %
1964 %		1,7	6,2	21,6	6,7	1,1	12,9	26,5	10,0	13,3	100 %

Tabelle 2: Mehrstündige Dauer der Winde aus den acht Himmelsrichtungen in Linz/Hörsching vom 1. Jänner bis 31. Dezember 1964

Stunden	N						NE						E					
	3	6	12	24	36	48	3	6	12	24	36	48	3	6	12	24	36	48
Jänner	3	—	—	—	—	—	3	1	—	—	—	—	3	2	3	1	—	1
Februar	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	4	5	4	1	—	2
März	2	—	—	—	—	—	4	2	—	—	—	—	8	5	2	3	2	2
April	2	3	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	5	6	1	4	—	—
Mai	1	1	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	5	6	—	2	—	2
Juni	3	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	4	4	3	—	3	—
Juli	6	3	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	2	2	3	1	—	—
August	2	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	2	6	3	3	—	—
September	—	—	—	—	—	—	3	1	—	—	—	—	3	2	4	1	—	2
Oktober	3	—	—	—	—	—	2	2	—	—	—	—	5	5	5	1	—	2
November	2	—	—	—	—	—	3	1	—	—	—	—	5	2	—	—	—	2
Dezember	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	2	1	2	3	—	2
J a h r	25	8	—	—	—	—	24	11	—	—	—	—	48	46	30	20	5	15

Stunden	SE						S						SW					
	3	6	12	24	36	48	3	6	12	24	36	48	3	6	12	24	36	48
Jänner	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	4	4	—	—	—	—
Februar	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
März	5	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	3	3	—	—	—	—
April	4	1	—	—	—	—	3	1	—	—	—	—	5	5	2	—	—	—
Mai	1	1	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	3	2	1	—	—	—
Juni	1	1	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	2	2	—	—	—	—
Juli	3	—	—	—	—	—	6	1	—	—	—	—	3	3	—	1	—	—
August	2	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	6	4	3	—	—	—
September	5	—	1	—	—	—	3	1	—	—	—	—	4	2	1	—	—	—
Oktober	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	7	2	—	—	—
November	—	—	1	—	—	—	2	—	—	—	—	—	4	2	—	—	—	—
Dezember	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	1	—	—	—	—
J a h r	27	5	3	—	—	—	23	4	—	—	—	—	42	35	9	1	—	—

Stunden	W						NW						CALME					
	3	6	12	24	36	48	3	6	12	24	36	48	3	6	12	24	36	48
Jänner	9	5	3	1	—	—	3	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—
Februar	7	3	3	—	—	—	2	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
März	5	3	2	—	—	—	2	—	—	—	—	—	4	2	—	—	—	—
April	2	6	5	—	1	1	7	3	—	—	—	—	1	4	1	—	—	—
Mai	2	2	5	1	1	1	2	1	—	—	—	—	5	5	3	—	—	—
Juni	1	2	3	4	1	2	2	1	—	—	—	—	3	5	2	—	—	—
Juli	6	4	2	2	3	—	5	1	—	—	—	—	4	9	3	—	—	—
August	3	3	5	1	1	2	2	5	—	—	—	—	6	7	—	—	—	—
September	1	5	2	—	—	2	1	2	—	—	—	—	13	4	1	—	—	—
Oktober	4	2	4	2	1	—	3	—	1	—	—	—	2	5	1	1	—	—
November	1	4	3	3	—	2	1	1	—	—	—	—	5	2	2	1	—	—
Dezember	3	4	1	2	2	1	1	1	—	—	—	—	4	3	4	2	1	—
J a h r	44	43	38	16	10	11	31	15	1	—	—	—	53	46	17	4	1	—

Tabelle 3: Industrierwinde (aus NE, E und SE) Hörsching/Linz vom 1. Jänner bis 31. Dezember 1964

Stunden	Stärke: 0,5 bis 3 m/sec						Stunden	Stärke: 0,5 bis 6 m/sec					
	3	6	12	24	36	48		3	6	12	24	36	48 u. mehr
Jänner	4	—	—	—	—	—	Jänner	7	3	3	1	—	1
Februar	2	2	—	1	—	—	Februar	5	6	4	1	—	2
März	13	4	2	1	1	—	März	17	8	2	3	2	2
April	7	8	—	2	—	—	April	10	8	1	4	—	—
Mai	10	4	—	2	—	—	Mai	8	7	—	2	—	2
Juni	6	6	3	1	—	—	Juni	5	7	3	—	3	—
Juli	6	1	3	1	—	—	Juli	9	2	3	1	—	—
August	12	6	4	—	—	—	August	5	6	3	3	—	—
September	15	4	3	—	—	—	September	11	3	5	1	—	2
Oktober	14	4	3	—	—	—	Oktober	10	7	5	1	—	2
November	3	6	1	—	—	—	November	8	3	1	—	—	2
Dezember	6	5	3	1	—	—	Dezember	4	2	3	3	—	2
Jahr	98	50	22	9	1	—	Jahr	99	62	33	20	5	15
										davon: 11 mit 52 Stunden 4 mit 60 Stunden			

Tabelle 4: Beziehung zwischen der Dauer der Industrierwinde und der Drossel- bzw. Immissionszeit (1964)

Dauerstufen Stunden	mittlere Dauer Stunden	Vorlauf Stunden	Nachlauf Stunden	eff. Dauer Stunden	Vorkommen Zahl der Fälle	Drosselzeit Stunden	Immissionszeit Stunden
3 – 6	4,5	–	–	4,5	98	–	441
6 – 12	9	– 6	+ 3	6	62	372	372
12 – 24	17	– 6	+ 3	14	33	462	198
24 – 36	30,5	– 6	+ 3	27,5	20	550	120
36 – 48	42	– 6	+ 3	39	5	195	30
48 – 60	54,5	– 6	+ 3	51,5	11	566	66
60 und mehr	60	– 6	+ 3	57	4	228	24
					233	2373	1251
						= 27 % i. J.	= 14 % i. J.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Naturkundliches Jahrbuch der Stadt Linz \(Linz\)](#)

Jahr/Year: 1969

Band/Volume: [15](#)

Autor(en)/Author(s): Weiß Emmerich

Artikel/Article: [Meteorologische Studie über "Industriewinde" in Linz/Donau 7-16](#)