

# Bestimmung von Ausbreitungsklassen für Ausbreitungsrechnungen

Gabriele Rau<sup>a</sup>, Werner Knauder<sup>a</sup>, Erwin Petz<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG), Wien

## 1. Ausbreitungsklassen

Ausbreitungsklassen stellen eine Möglichkeit dar, die Ausbreitungsverhältnisse an einem Ort für die Verwendung in Ausbreitungsrechnungen zu parametrisieren.

Derzeit sind in Österreich verschiedene Arten von Ausbreitungsklassen in Verwendung:

**Klug-Manier-Klassen:** I (sehr stabil), II (stabil), III/1 (neutral), III/2 (neutral), IV (labil), V (sehr labil)  
 Verwendet für LASAT, AUSTAL

**ON-Klassen nach ÖNORM M 9440:** 2 (sehr labil), 3 (labil), 4 (neutral), 5 (leicht stabil), 6 (stabil), 7 (sehr stabil)  
 Verwendet für ON-Gauss, AODM, IMMI

**P-G-Klassen** (Pasquill-Gifford Stabilitäts-Kategorien): A (sehr labil), B (labil), C (leicht labil), D (neutral), E (leicht stabil), F (stabil)  
 Verwendet für ADAS, (GRAL)

Bestimmungsmethoden:		
ON-Klassen	Nach ÖNORM M9440	Strahlungsindex (über <b>Bewölkung</b> )
		Temperaturgradient
	Aus Obukhov-Stabilitätsparameter	Strahlungsbilanz
KM-Klassen	VDI 3782 Blatt 1	<b>Bewölkung</b>
	KTA 1508 (Diffusionskategorie)	Temperaturgradient oder Strahlungsbilanz
	Aus Obukhov-Stabilitätsparameter	Nach TA-Luft
		Nach LASAT
P-G-Klassen	Nach EPA (2000)	Tagsüber Globalstrahlung, nachts vertikaler Temperaturgradient
	Zuordnung aus ON-Klassen	A=2, B=2, C=3, D=4, E=6, F=7 (5 wird nicht verwendet)

Strahlungsbilanzen und Temperaturgradienten gehören nicht zur Standardausstattung von Wetterstationen, daher erfolgt die Bestimmung von Ausbreitungsklassen häufig über die Verwendung der Bewölkung. Die Zahl der mit menschlichen Wetterbeobachtern besetzten Stationen nimmt jedoch stetig ab, wodurch auch die Verfügbarkeit von auf Augenbeobachtung basierenden Bewölkungsdatensätzen zurückgeht. Im Rahmen des vom BMWFW finanzierten Projekts UMWELT-ÜMeMe wird untersucht, ob moderne Geräte (z.B. Ceilometer) diese Lücke schließen können.

## 2. Bewölkung: Beobachtung vs. Messung



Abb. 1: Beobachtung (grün) vs. Messung (orange)

Während ein menschlicher Beobachter (Abb. 1) die am gesamten sichtbaren Himmel vorhandene Bewölkung berücksichtigt (grün), erfasst das Ceilometer nur das direkt über dem Gerät liegende Wolkenvolumen (orange) als Zeitreihe.

Aus der Auszählung über eine längere Zeit (z.B. eine Stunde) kann auf die Wolkenmenge geschlossen werden. Diese Ableitung wird im Gerät durch den Sky-Condition-Algorithmus des Geräteherstellers (Vaisala) in mehreren Schichten durchgeführt. Bei homogener Wolkenverteilung und raschem Wolkengang funktioniert diese Methode gut.

Bei stationären Situationen oder orographischer Bewölkung können jedoch große Unterschiede auftreten. An den Flughäfen (Meßnetz der ACG) werden die Daten mehrerer Ceilometer kombiniert, um den Effekt der rein punktuellen Messung zu vermindern.

Im Gegensatz zur Bewölkungsbeobachtung liefern Ceilometer deutlich öfter 0/8 und 8/8, während die mittleren Bedeckungsgrade seltener auftreten (Abb. 2).

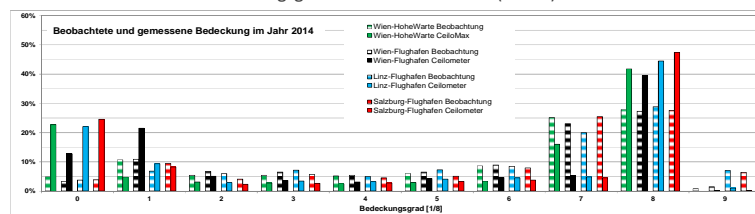


Abb. 2: Häufigkeit von beobachtetem und gemessenem Bedeckungsgrad im Jahr 2014 an der Hohen Warte (ein Ceilometer) und an den Flughäfen Wien, Linz und Salzburg (jeweils mehrere Ceilometer)

## 3. Auswirkung auf Ausbreitungsklassen

Für die Bestimmung von Ausbreitungsklassen werden Bewölkungsklassen gebildet:

- Klug-Manier-Klassen: Nachts 0/8 bis 6/8 sowie 7/8 bis 8/8; tagsüber 0/8 bis 2/8, 3/8 bis 5/8 und 6/8 bis 8/8.
- ÖNORM-Klassen: Nachts 0/8 bis 3/8, 4/8 bis 7/8 sowie 8/8; tagsüber 0/8 bis 4/8, 5/8 bis 7/8 sowie 8/8.

Durch diese teils recht grobe Einteilung wird der Einfluss der in Abb. 2 aufgezeigten Unterschiede im Bedeckungsgrad auf die Ausbreitungsklassenermittlung stark reduziert. Bei den Klug-Manier-Klassen werden die durch das Ceilometer stärker betonten Bedeckungsgrade 0 und 8 mit den benachbarten Bedeckungsgraden zusammengefasst. Anders ist es bei der Bestimmung nach ÖNORM, hier ist aufgrund der Alleinstellung von 8/8 mit größeren Auswirkungen zu rechnen als bei der Bestimmung der Klug-Manier-Klassen. Dies zeigt sich in den Gleichzeitigkeitsauszählungen, bei denen die Summe der gleichzeitig identisch bestimmten ON-Klassen (Abb. 4 und 6) etwas geringer ist als die Summe der gleichzeitig identisch bestimmten Klug-Manier-Klassen (Abb. 3 und 5).

Klug-Manier-Klassen Großenzersdorf		Schwechat Beobachtung (Synopsi)		Schwechat Ceilometer		Hohenwarte Ceilometer	
2014	1	2	3	4	5	6	7
I	157	18	1	0	0	0	0
II	15	179	15	1	0	0	0
III/1	1	5	340	9	0	0	0
III/2	0	0	25	309	4	0	0
IV	0	0	2	22	52	1	0
V	0	0	1	6	11	29	0

88 labiler, 866 gleich, 46 stabiler

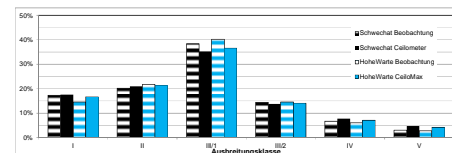


Abb. 3: KM-Klassen in Großenzersdorf, bestimmt mit beobachteter Bewölkung (Schwechat-schwarz, ZAMG-blau) und gemessener Bewölkung (Schwechat, ZAMG). Links ... Gleichzeitigkeit (in %), rechts ... Häufigkeitsverteilung (%)

ON-Klassen Großenzersdorf		Schwechat Beobachtung (Synopsi)		Schwechat Ceilometer		Hohenwarte Ceilometer	
2014	1	2	3	4	5	6	7
I	2	3	4	0	0	0	0
II	51	18	10	0	0	0	0
III	1	36	35	0	0	0	0
IV	1	12	485	13	12	0	0
V	0	0	18	46	1	0	0
VI	0	0	0	20	86	4	0
VII	0	0	1	0	26	64	0

85 labiler, 822 gleich, 93 stabiler

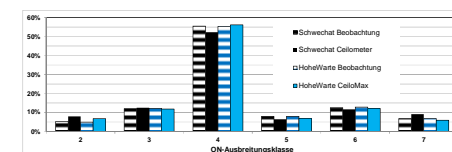


Abb. 4: ON-Klassen in Großenzersdorf, bestimmt mit beobachteter Bewölkung (Schwechat-schwarz, ZAMG-blau) und gemessener Bewölkung (Schwechat, ZAMG). Links ... Gleichzeitigkeit (in %), rechts ... Häufigkeitsverteilung (%)

Klug-Manier-Klassen Linz		Hörsching Beobachtung (Synopsi)		Hörsching Ceilometer		Linz Ceilometer	
2014	1	2	3	4	5	6	7
I	252	21	0	0	0	0	0
II	40	314	11	0	0	0	0
III/1	1	4	80	1	0	0	0
III/2	0	0	1	72	7	0	0
IV	0	0	0	11	119	10	0
V	0	0	0	2	9	45	0

68 labiler, 882 gleich, 50 stabiler

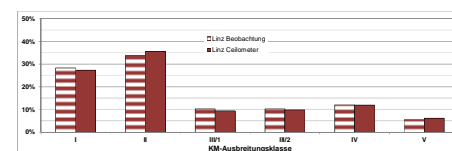


Abb. 5: KM-Klasse in Linz, bestimmt mit beobachteter Bewölkung (Hörsching) und gemessener Bewölkung (Hörsching). Links ... Gleichzeitigkeit (in %), rechts ... Häufigkeitsverteilung (%)

ON-Klassen Linz		Hörsching Beobachtung (Synopsi)		Hörsching Ceilometer		Linz Ceilometer	
2014	1	2	3	4	5	6	7
I	105	39	5	0	0	0	0
II	5	116	15	0	0	0	0
III	4	60	330	9	35	1	0
IV	0	0	1	5	0	0	0
V	0	0	21	3	85	8	0
VI	0	0	19	1	45	94	0

106 labiler, 735 gleich, 159 stabiler

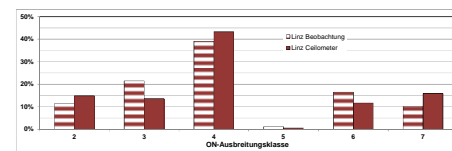


Abb. 6: ON-Klassen in Linz, bestimmt mit beobachteter Bewölkung (Hörsching) und gemessener Bewölkung (Hörsching). Links ... Gleichzeitigkeit (in %), rechts ... Häufigkeitsverteilung (%)

## 4. Ausblick

Die bisher gewonnenen Ergebnisse werden noch für weitere Ceilometer-Standorte untersucht, insbesondere solche, die in komplexer Orographie liegen.

Auch aus Satellitendaten können Bewölkungsinformationen gewonnen werden. Die Eignung dieser Daten für die Ausbreitungsklassenbestimmung (analog zur Vorgangsweise des DWD) soll im Rahmen des Projekts ebenfalls untersucht werden.

### Quellen:

- AustroControl (2015): Bewölkungsdatensätze der Flughäfen Schwechat, Hörsching und Salzburg für das Jahr 2014

Weiterführende Literatur zu den Bestimmungsmethoden:

- \*KTA 1508 (2006): Instrumentierung zur Ermittlung der Ausbreitung radioaktiver Stoffe in der Atmosphäre. Sicherheitstechnische Regel des KTA, Fassung 11/06.
- \*ÖNORM M 9440 (1992/96): Ausbreitung von luftverunreinigenden Stoffen in der Atmosphäre; Berechnung von Immissionskonzentrationen und Ermittlung von Schornsteinhöhen. Österreichisches Normungsinstitut, Fachnormenausschuss 139 – Luftreinhaltung.
- \*Stengel, M., Kniffka, A., Meirink, J. F., Lockhoff, M., Tan, J., Hollmann, R., 2014: CLAAS: the CM SAF cloud property data set using SEVIRI, Atmos. Chem. Phys., 14, 4297-4311, doi:10.5194/acp-14-4297-2014.
- \*VDI 3782 Blatt 1, 2009: Umweltmeteorologie – Atmosphärische Ausbreitungsmodelle – Gauß'sches Fadenmodell zur Bestimmung von Immissionskonzentrationen.
- \*VDI 3783 Blatt 1, 1987: Ausbreitung von Luftverunreinigungen in der Atmosphäre – Ausbreitung von stoffbedingten Freisetzung – Sicherheitsanalyse.

Die Arbeiten finden im Rahmen des vom BMWFW finanzierten Forschungsprojekts Umwelt-ÜMeMe statt.