

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Umweltmeteorologie
Meteorologische Messungen
Grundlagen

VDI 3786
Blatt 1
Entwurf

Environmental meteorology
Meteorological measurements
Fundamentals

*Einsprüche bis 28.2.1991 an
Verein Deutscher Ingenieure
VDI-Kommission Reinhaltung der Luft
Graf-Recke-Straße 84
4000 Düsseldorf 1*

Inhalt	Seite		Seite
Vorbemerkung	2	9 Datenarchivierung	16
1 Einleitung	2	9.1 Aufbewahrungsfristen	16
1.1 Zeitliche und räumliche Variation me- teorologischer Größen	3	9.2 Materialien	16
1.2 Beispiel für die räumliche Verteilung einer meteorologischen Größe: Das Windfeld	5	9.3 Datensicherung	16
2 Meßplanung	6	10 Statistische Bearbeitung meteorologischer Meßergebnisse	17
2.1 Allgemeine Forderungen	6	11 Verfahrenskenngrößen und Betriebsverhal- ten	17
2.2 Beispiele	6	11.1 Meßbereich	17
3 Grundlagen meteorologischer Meßverfahren	10	11.2 Untere Erfassungsgrenze	17
4 Auswahl und Aufstellung von Meßgeräten .	11	11.3 Meßunsicherheit	17
4.1 Auswahl	11	11.4 Fehlergrenze	18
4.2 Aufstellung	11	11.5 Empfindlichkeit	18
5 Registriergeräte und Datenübermittlung . .	12	11.6 Auflösung	18
5.1 Registriergeräte und Datenspeicher . .	12	11.7 Selektivität, Störeinflüsse	18
5.2 Datenübermittlung	13	11.8 Stabilität	18
5.3 Auflösung der Meßsignale	14	11.9 Vorlaufzeit	18
6 Verschlüsselung von Daten	14	11.10 Totzeit	18
7 Datenaufbereitung	15	11.11 Einstellzeit, Zeitkonstante	18
8 Auswerten und Beurteilen der Meßdaten . .	15	12 Kalibrieren	18
		13 Wartung	19
		Schrifttum	19
		Anhang 1 Datenprüfung	20
		Anhang 2 Tabelle der Student-Faktoren	20

VDI-Kommission Reinhaltung der Luft
Ausschuß Meteorologische Messungen

Vorbemerkung

Durch die Richtlinienreihe VDI 3786 „Umweltmeteorologie; Meteorologische Messungen“ [1] soll die Standardisierung der Meßverfahren (z.T. auch Beobachtungsmethoden) einschließlich der Kalibrierung, Registrierung und Auswertung sowie der Geräteaufstellung und Wartung erreicht werden. Die Richtlinienreihe richtet sich insbesondere an Meßtechniker, Ingenieure und andere Fachleute ohne spezielle meteorologische Ausbildung sowie an die Hersteller von meteorologischen Meßgeräten.

In der vorliegenden Richtlinie soll eine Übersicht über allgemeine Probleme bei meteorologischen Messungen gegeben und meteorologisches Basiswissen für meßtechnische Zwecke vermittelt werden. In den Folgeblättern werden Meßgrößen (z.B. Wind, Temperatur, Niederschlag usw.), Meßverfahren (z.B. Vertikalsondierungen) und Meßsysteme (z.B. agrarmeteorologische Wetterstation), aber auch Beobachtungsverfahren im einzelnen behandelt [1].

1 Einleitung

Für zahlreiche umweltrelevante Fragestellungen in der Luftreinhaltung, Energiewirtschaft, Heizungs- und Klimatechnik, Wasser-, Land-, Forst- und Bauwirtschaft, im Verkehrswesen, in der Stadt- und Regionalplanung sowie zur Steuerung wetterabhängiger Abläufe ist die Kenntnis der räumlichen Verteilung und zeitlichen Variation der meteorologischen Einflußgrößen erforderlich. Die notwendigen Daten werden durch Messungen und Beobachtungen in der bodennahen Atmosphäre, in der troposphärischen Mischungsschicht oder auch im höheren, von der Bodenreibung unbeeinflussten Atmosphärenbereich ermittelt. Dabei handelt es sich im allgemeinen um folgende meteorologischen Größen:

- Windgeschwindigkeit und -richtung
- Lufttemperatur
- Luftfeuchte
- Luftdruck
- Niederschlag
- solare und terrestrische Strahlung
- Lufttrübung

Durch großräumige Luftbewegungen, die von regionalen und lokalen Windsystemen überlagert sein können, wird z.B. der Transport von Luftverunreinigungen bestimmt. Welches System an einem Standort dominiert, ist abhängig von der Topographie, der Landnutzung und der Wetterlage. Die für die einzelnen Entfernungsbereiche wesentlichen meteorologischen Einflußgrößen können wie folgt zugeordnet werden (Tabelle 1):

Tabelle 1. Beispiele für atmosphärische Bewegungsvorgänge

Entfernungsbereich	Beispiel	Wesentliche meteorologische Einflußgrößen
0 bis etwa 100 m	Umströmung von Gebäuden, Strömung in Straßen	Windgeschwindigkeit und -richtung
0,1 bis etwa 20 km	Ausbreitung im Nahbereich; Stadt-Umland-, Berg-Tal- und Land-See-Windzirkulation	Windgeschwindigkeit und -richtung, Temperaturverteilung, Niederschlag, Bewölkung
20 bis 1000 km	großräumige Luftbewegung über alle Arten der Topographie	wie oben sowie die großräumige Druckverteilung

Meteorologische Messungen sind u.a. zu folgenden Fragestellungen notwendig:

- Bewertung von Spurenstoffimmissionsmessungen (Trendanalysen, Vergleiche mit anderen Erhebungsgebieten, Planung von Industrieanlagen, Stadt- und Regionalplanung)
- Bereitstellung von meteorologischen Eingangsdaten für Modellrechnungen zu Ausbreitung und Transport von Luftverunreinigungen (Immissionsprognose, Strahlenbelastung, Luftreinhaltepläne, Störfälle, Smogsituationen, Umweltverträglichkeitsprüfung, Katastrophenschutz)
- Bewertung von Lärmimmissionen
- Feststellung und Beurteilung des lokalen Klimas und seines Einflusses auf Mensch, Tier, Pflanze und Material (z.B. Stadtklima, Kurortklima)
- Agrarmeteorologische Beurteilung von Pflanzenbeständen und Böden (Bestandsführung, Schädlingsbekämpfung, Ertragsprognosen)

Die Bewertung und Interpretation von Immissionsmessungen ist nur mit *gleichzeitig* gewonnenen meteorologischen Daten möglich. Die Interpretation von Meßdaten sowohl meteorologischer Größen als auch von Spurenstoffimmissionen ist nicht Gegenstand dieser Richtlinie. Sie bedarf spezieller Kenntnisse in Meteorologie und verwandten Gebieten und soll daher von Fachleuten durchgeführt werden.

Die vertikale Struktur der unteren Atmosphäre, die für das lokale Klima, den Transport und die Verdünnung von Luftverunreinigungen, aber auch für die Ausbreitung von Schall von großer Bedeutung ist, läßt sich durch Kombination des Vertikalprofils des Windvektors mit verschiedenen meteorologischen Parametern beschreiben, z.B. mit

- dem Vertikalprofil der Lufttemperatur, ggf. auch der Luftfeuchte,
- der Streuung der vertikalen Windgeschwindigkeit,
- der Strahlungsbilanz und der Bodenrauigkeit,
- dem Gesamtbedeckungsgrad, dem Bedeckungsgrad durch die unteren Wolken, der Höhe der Wolkenuntergrenze, der Sonnenhöhe und der Bodenrauigkeit,
- der Mischungsschichthöhe.

Die Kenntnis der solaren Strahlung sowie der Luftfeuchte und -temperatur kann auch für die Abschätzung von chemischen Umwandlungen von Luftverunreinigungen Bedeutung haben.

Zur Abschätzung der nassen Deposition (Auswaschen und Ausregnen von Luftverunreinigungen) ist die Messung des Niederschlags (Art, Menge und Zeit) erforderlich.

Die Messung der Lufttrübung gibt – nach Berücksichtigung des Feuchteinflusses – Informationen über die Luftqualität.

1.1 Zeitliche und räumliche Variation meteorologischer Größen

Alle meteorologischen Größen unterliegen kurzfristigen zeitlichen Schwankungen im Bereich von Sekunden bis zu mehreren Minuten oder Stunden. Als ein Beispiel hierfür ist in Bild 1 der zeitliche Verlauf der Lufttemperatur für mehr als 30 Minuten dargestellt.

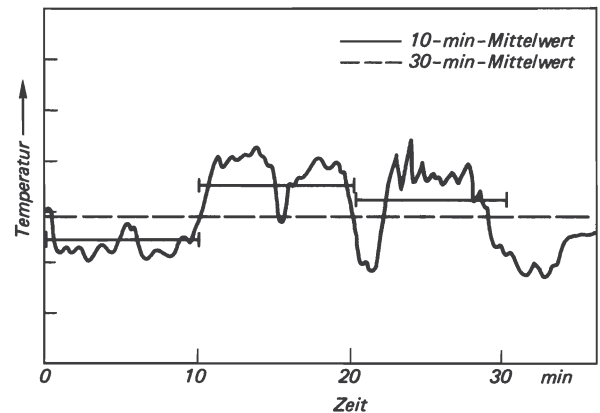


Bild 1. Schwankungen der Lufttemperatur, gemessen mit einem empfindlichen Meßgerät

Diese kurzfristigen Schwankungen von meteorologischen Größen werden durch die Turbulenz der Atmosphäre hervorgerufen. Die Turbulenzmessung und ihre Anwendung wird in der Richtlinie VDI 3786 Blatt 12 [1] behandelt. Bei den meisten meß-

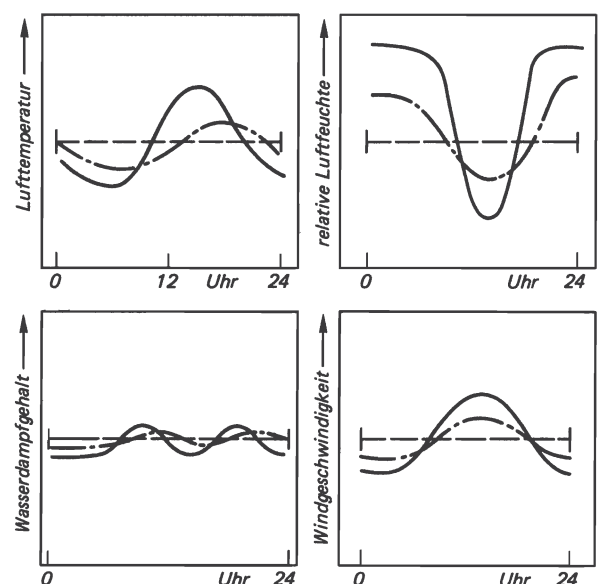


Bild 2. Beispiele für Tagesgänge basierend auf 30-min-Mittelwerten, gemessen in Bodennähe

- wolkenlos
- - - bewölkt
- - - Tagesmittelwert