ICS 07.060, 13.040.01

VDI-RICHTLINIEN

Juli 2015
July 2015

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE

Umweltmeteorologie
Bodengebundene Fernmessung des Windvektors und der Vertikalstruktur der Grenzschicht
Dopplersodar

Environmental meteorology
Ground-based remote sensing of the wind vector and the vertical structure of the boundary layer
Doppler sodar

VDI 3786

Blatt 11 / Part 11

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

Frühere Ausgaben: 01.94; 01.14 Entwurf, deutsch
Former editions: 01/94; 01/14 Draft, in German only

Zu beziehen durch / Available at Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin – Alle Rechte vorbehalten / All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure e.V., Düsseldorf 2015

Vervielfältigung – auch für innerbetriebliche Zwecke – nicht gestattet / Reproduction – even for internal use – not permitted

Der Entwurf dieser Richtlinie wurde mit Ankündigung im Bundesanzeiger einem öffentlichen Einspruchsverfahren unterworfen.
Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The draft of this standard has been subject to public scrutiny after announcement in the Bundesanzeiger (Federal Gazette).
The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

BESTÄTIGT VDI zuletzt 2024

Inhalt Seite

Vorbemerkung 2
Einleitung 3
1 Anwendungsbereich 4
2 Normative Verweise 5
3 Begriffe 6
4 Formelzeichen 6
5 Grundlagen der Sodarmessung 9
5.1 Ausbreitungsbedingungen für Schallwellen in der Atmosphäre 9
5.2 Sodargleichung 11
5.3 Strahlbildung 12
5.4 Dopplereffekt 14
5.5 Signalanalyse 16
5.6 Doppler-Beam-Swinging-Verfahren (DBS) 17
5.7 Messvolumen und Homogenitätsannahme 19
5.8 Höhenzuordnung und Höhenauflösung . . 20
5.9 Reichweite 21
5.10 Zeitauflösung 23
5.11 Genauigkeit und Auflösung der Geschwindigkeit 23
6 Verfahrensmerkmale 26
6.1 Messgrößen 26
6.2 Zielgrößen 26
6.3 Hilfsgrößen 27
6.4 Mittelung 27
6.5 Definition der Verfahrenskenngrößen 28

Contents Page

Preliminary note 2
Introduction 3
1 Scope 4
2 Normative references 5
3 Terms and definitions 6
4 Symbols 6
5 Fundamental principles of sodar measurements 9
5.1 Propagation conditions for sound waves in the atmosphere 9
5.2 Sodar equation 11
5.3 Beam formation 12
5.4 Doppler effect 14
5.5 Signal analysis 16
5.6 Doppler beam swinging technique (DBS) 17
5.7 Measured volume and homogeneity assumption 19
5.8 Height determination and height resolution 20
5.9 Range 21
5.10 Temporal resolution 23
5.11 Accuracy and velocity resolution 23
6 Characteristics of the method 26
6.1 Measured variables 26
6.2 Target values 26
6.3 Auxiliary quantities 27
6.4 Averaging 27
6.5 Definition of method parameters 28

Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss KRdL

Fachbereich Umweltmeteorologie

VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 1b: Umweltmeteorologie

 Alle Rechte vorbehalten © Verein Deutscher Ingenieure e.V., Düsseldorf 2015

Seite

7 Systemausführungen . . . 31
7.1 Aktiver, akustischer Teil der Sodarantennen . . . 32
7.2 Passiver, akustischer Teil der Sodarantennen . . . 33

8 Messplanung und Anforderungen an den Einsatzort . . . 33

9 Qualitätssicherung und Auswertung . . . 36
9.1 Standortbewertung . . . 36
9.2 Systemüberwachung und -störungen . . . 37
9.3 Datenprüfungen . . . 37
9.4 Wartung . . . 38
9.5 Auswertung . . . 38

10 Verfahrenskenngrößen ausgewählter Systeme . . . 39
10.1 Systemklassifizierungen . . . 39
10.2 Vergleichstests . . . 39
10.3 Konventionsreichweite . . . 40

11 Messbeispiele . . . 40
11.1 Windprofil . . . 40
11.2 Turbulenz . . . 40
11.3 Mischungsschichthöhe . . . 42
11.4 Chinook . . . 43
11.5 Windenergie . . . 44
11.6 Berg- und Talwind . . . 44
11.7 Land- und Seewind . . . 47

Anhang A Berechnung der Dopplerverschiebung 49

Anhang B Temperatur- und Feuchteabhängigkeit der Schallabsorption . . . 52

Schrifttum . . . 53

Seite

7 System designs . . . 31
7.1 Active acoustic part of the sodar antenna . . . 32
7.2 Passive acoustic part of sodar antennas . . . 33

8 Measurement planning and requirements relating to the operating site . . . 33

9 Quality assurance and evaluation . . . 36
9.1 Site evaluation . . . 36
9.2 System monitoring and interference . . . 37
9.3 Data auditing . . . 37
9.4 Maintenance . . . 38
9.5 Analysis . . . 38

10 Characteristics of selected systems . . . 39
10.1 System classification . . . 39
10.2 Comparative tests . . . 39
10.3 Standardised range . . . 40

11 Measurement examples . . . 40
11.1 Wind profile . . . 40
11.2 Turbulence . . . 40
11.3 Mixing layer height . . . 42
11.4 Chinook . . . 43
11.5 Wind energy . . . 44
11.6 Mountain wind and valley wind . . . 44
11.7 Land breeze and sea breeze . . . 47

Annex A Doppler shift calculation . . . 49

Annex B Temperature- and humidity-dependence of sound absorption . . . 52

Bibliography . . . 53