ICS 07.060, 13.040.01

VDI-RICHTLINIEN

Mai 2010
May 2010

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE

Umweltmeteorologie
Bodengebundene Fernmessung der Temperatur
Radioakustische Sondierungssysteme (RASS)

Environmental meteorology
Ground-based remote sensing of temperature
Radio-acoustic sounding systems (RASS)

VDI 3786

Blatt 18 / Part 18

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

Frühere Ausgabe: 02.09 Entwurf, deutsch
Former edition: 02/09 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 2010

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



Inhalt Seite

Vorbemerkung . . . 3
Einleitung . . . 3
1 Anwendungsbereich . . . 4
2 Formelzeichen . . . 5
3 Abkürzungen . . . 9
4 Grundlagen des RASS . . . 10
4.1 Einführung . . . 10
4.2 Zusammenhang zwischen Temperatur und Schallgeschwindigkeit . . . 11
4.3 Reflexion von Radarwellen an akustischen Wellen . . . 14
4.4 Doppler-RASS . . . 17
4.5 Bragg-RASS . . . 19
4.6 Trennung von Radialwind und Schallgeschwindigkeit . . . 21
4.7 Erfassen vertikaler Temperaturprofile . . . 21
4.8 Verbesserung der Messgenauigkeit von RASS-Verfahren . . . 23
4.9 Erfassen von Windprofilen aus dem RASS-Signal . . . 24
4.10 Erfassen von Turbulenzprofilen aus dem RASS-Signal . . . 26
4.11 Höhenauflösung . . . 26
4.12 Reichweite . . . 29
4.13 Signalanalyse . . . 31
4.14 Antennenkonfigurationen . . . 32
5 Verfahrensmerkmale . . . 33
5.1 Messgrößen . . . 33
5.2 Zielgrößen . . . 33

Contents Page

Preliminary note . . . 3
Introduction . . . 3
1 Scope . . . 4
2 Symbols . . . 5
3 Abbreviations . . . 9
4 RASS fundamentals . . . 10
4.1 Introduction . . . 10
4.2 Relationship between temperature and sound velocity . . . 11
4.3 Reflection of radar waves from acoustic waves . . . 14
4.4 Doppler RASS . . . 17
4.5 Bragg RASS . . . 19
4.6 Separation of the radial wind from the sound velocity . . . 21
4.7 Determination of vertical temperature profiles . . . 21
4.8 Improvement of RASS precision . . . 23
4.9 Determination of wind profiles from the RASS signal . . . 24
4.10 Determination of turbulence profiles from the RASS signal . . . 26
4.11 Height resolution . . . 26
4.12 Maximum range . . . 29
4.13 Signal analysis . . . 31
4.14 Antenna configurations . . . 32
5 Characteristics of the method . . . 33
5.1 Measurement variables . . . 33
5.2 Target variables . . . 33

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 2010

Seite

5.3 Hilfsgrößen . . . 34
5.4 Definition der Verfahrenskenngrößen . . 34

6 Geräteausführungen . . . 37

7 Messplanung und Anforderungen an den Einsatzort . . . 39

8 Messbeispiele . . . 39
8.1 Temperaturprofile . . . 39
8.2 Kombinierte Wind- und Temperaturmessung . . . 41
8.3 Grenzschicht und Turbulenz. . . . 41

9 Qualitätssicherung und Systemüberwachung . . . 48
9.1 Automatische Qualitätsprüfung, statistische Filterung. . . . 48
9.2 Systemüberwachung. . . . 48

10 Verfahrenskenngrößen ausgewählter Geräte . . . 49
10.1 Auswahlkriterien für verschiedene RASS-Ausführungen . . . 49
10.2 Vergleichsmessungen . . . 50
10.3 Verfügbarkeit . . . 52

11 Wartung und Störungen . . . 52

Anhang A Definition von Genauigkeitskenngrößen. . . . 55

Anhang B Signalanalyse . . . 57
B1 Doppler-RASS . . . 57
B2 Bragg-RASS . . . 57
B3 Auszug aus VDI 3786 Blatt 17 WPR. . . 57

Anhang C Temperatur- und Feuchteabhängigkeit der Schallabsorption. . . . 62

Schrifttum . . . 63

Page

5.3 Auxiliary variables . . . 34
5.4 Definition of performane characteristics . 34

6 Equipment design . . . 37

7 Planning of RASS measurements and site requirements . . . 39

8 Selected RASS measurements . . . 39
8.1 Temperature profiles . . . 39
8.2 Combined measurements of wind and temperature . . . 41
8.3 Boundary layer and turbulence . . . 41

9 Quality assurance and system surveillance . . . 48
9.1 Automated data quality check, statistical filtering . . . 48
9.2 System surveillance . . . 48

10 Performance characteristics of selected systems . . . 49
10.1 Selection criteria for different RASS implementations . . . 49
10.2 Comparison measurements . . . 50
10.3 Availability . . . 52

11 Maintenance and interferences . . . 52

Annex A Definition of accuracy characteristics . . . 55

Annex B Signal analysis . . . 57
B1 Doppler RASS . . . 57
B2 Bragg RASS . . . 57
B3 Extract from VDI 3786 Part 17 WPR. . 57

Annex C Dependence of atmospheric acoustic absorption on temperature and humidity . . . 62

Bibliography . . . 63