

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Umweltmeteorologie  
Bodengebundene Fernmessung  
des Niederschlags  
Weterradar  
Environmental meteorology  
Ground-based remote sensing of precipitation  
Weather radar

VDI 3786  
Blatt 20 / Part 20

Ausg. deutsch/englisch  
Issue German/English

*Der Entwurf dieser Richtlinie wurde mit Ankündigung im Bundesan-  
zeiger 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 authori-  
tative. No guarantee can be given with respect to the English  
translation.*

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorbemerkung.....	3	Preliminary note .....	3
Einleitung.....	3	Introduction .....	3
<b>1 Anwendungsbereich.....</b>	<b>5</b>	<b>1 Scope.....</b>	<b>5</b>
<b>2 Begriffe.....</b>	<b>7</b>	<b>2 Terms and definitions.....</b>	<b>7</b>
<b>3 Formelzeichen und Abkürzungen.....</b>	<b>9</b>	<b>3 Symbols and abbreviations.....</b>	<b>9</b>
<b>4 Grundlagen der Radarmessung.....</b>	<b>12</b>	<b>4 Basics of radar measurement.....</b>	<b>12</b>
4.1 Messprinzip des Wetterraders.....	12	4.1 Measurement principle of weather radar.....	12
4.2 Radargleichung.....	12	4.2 Radar equation.....	12
4.3 Rückstreuquerschnitt.....	13	4.3 Backscatter cross-section.....	13
4.4 Räumliche Auflösung.....	14	4.4 Spatial resolution.....	14
4.5 Zeitliche Auflösung.....	14	4.5 Temporal resolution.....	14
<b>5 Aufbau und Betrieb eines Wetterraders.....</b>	<b>14</b>	<b>5 Construction and operation of a weather radar.....</b>	<b>14</b>
5.1 Ausführungsformen.....	14	5.1 Designs.....	14
5.2 Komponenten des Wetterraders.....	15	5.2 Components of the weather radar.....	15
5.3 Frequenzbänder.....	23	5.3 Frequency bands.....	23
5.4 Messplanung und Strategie.....	24	5.4 Measurement planning and strategy.....	24
<b>6 Messgrößen und Zielgrößen.....</b>	<b>26</b>	<b>6 Measured variables and target values.....</b>	<b>26</b>
6.1 Messgrößen.....	26	6.1 Measured variables.....	26
6.2 Übersicht der Zielgrößen.....	26	6.2 Overview of target values.....	26
6.3 Radarreflektivitätsfaktor.....	27	6.3 Radar reflectivity factor.....	27
6.4 Radialgeschwindigkeit.....	28	6.4 Radial velocity.....	28
6.5 Polarimetrische Zielgrößen.....	28	6.5 Polarimetric target values.....	28
6.6 Unsicherheit des Radarreflektivitätsfaktors.....	30	6.6 Uncertainty of the radar reflectivity factor.....	30
<b>7 Niederschlagsbestimmung.....</b>	<b>31</b>	<b>7 Precipitation estimation.....</b>	<b>31</b>
7.1 Regenintensität.....	31	7.1 Rain intensity.....	31
7.2 Regentropfengrößenverteilung.....	32	7.2 Raindrop size distribution.....	32
7.3 Form fallender Regentropfen.....	32	7.3 Shape of falling raindrops.....	32
7.4 Bestimmung der Regenintensität aus dem Reflektivitätsfaktor.....	33	7.4 Determination of the rain intensity from the reflectivity factor.....	33
7.5 Niederschlagsbestimmung mittels polarimetrischer Zielgrößen.....	34	7.5 Precipitation estimation using polarimetric target values.....	34
7.6 Klassifikation von Hydrometeoren.....	37	7.6 Classification of hydrometeors.....	37

VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) – Normenausschuss  
Fachbereich Umweltmeteorologie

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

Inhalt	Seite
<b>8 Einflussgrößen auf die Niederschlagsbestimmung</b> .....	38
8.1 Übersicht.....	38
8.2 Radom .....	43
8.3 Abschattung und ungleichmäßige Strahl­füllung .....	44
8.4 Dämpfung.....	45
8.5 Strahlausbreitung .....	46
8.6 Nicht meteorologische Echos .....	51
8.7 Drift und Verdunstung .....	52
8.8 Schmelzschicht.....	53
8.9 Zeitliche Auflösung .....	54
8.10 Elektromagnetische Störungen .....	55
<b>9 Qualitätssicherung</b> .....	55
9.1 Kalibrierung.....	57
9.2 Wartung.....	57
9.3 Inspektion des DWD.....	57
9.4 Wartung des DWD .....	59
9.5 Überwachung.....	59
9.6 Qualitätsindizes .....	60
<b>10 Koordinatentransformation und Kompositierung</b> .....	61
10.1 Koordinatentransformation.....	61
10.2 Kompositierung.....	61
<b>11 Verbesserung der Niederschlagsbestimmung durch Kombination mit anderen Messverfahren</b> .....	62
11.1 Vor- und Nachteile der Radarmessung im Vergleich zur konventionellen Niederschlagsmessung.....	62
11.2 Aneichung.....	63
<b>12 Kurzzeitfristvorhersage (Nowcasting)</b> .....	65
<b>13 Anwendungen und Anforderungen in der Wasserwirtschaft</b> .....	67
13.1 Onlineanwendungen von Radarniederschlagsdaten .....	68
13.2 Offlineanwendungen von Radarniederschlagsdaten .....	71
<b>14 Ressourcen und Werkzeuge zur Anwendung von Radarniederschlagsdaten</b> .....	74
14.1 Radardaten.....	74
14.2 Werkzeuge für die Verarbeitung von Radardaten.....	75
<b>Anhang Mikro-Regenradar</b> .....	77
A1 Zusammenfassung .....	77
A2 Anwendung.....	77
A3 Ausführung .....	78
A4 Messbeispiele.....	79
Schrifttum.....	83

Contents	Page
<b>8 Influencing factors on precipitation estimation</b> .....	38
8.1 Overview .....	38
8.2 Radome.....	43
8.3 Beam blockage and non-uniform beam filling .....	44
8.4 Attenuation .....	45
8.5 Beam propagation.....	46
8.6 Non-meteorological echoes .....	51
8.7 Drift and evaporation.....	52
8.8 Melting layer.....	53
8.9 Temporal resolution.....	54
8.10 Electromagnetic interference .....	55
<b>9 Quality assurance</b> .....	55
9.1 Calibration .....	57
9.2 Maintenance.....	57
9.3 Inspection at the DWD .....	57
9.4 Maintenance at the DWD.....	59
9.5 Monitoring.....	59
9.6 Quality indices .....	60
<b>10 Coordinate transformation and compositing</b> .....	61
10.1 Coordinate transformation .....	61
10.2 Compositing.....	61
<b>11 Improving precipitation estimation by combining with other measurement methods</b> .....	62
11.1 Advantages and disadvantages of radar measurements compared to conventional precipitation measurements .....	62
11.2 Adjustment.....	63
<b>12 Nowcasting</b> .....	65
<b>13 Applications and requirements in water management</b> .....	67
13.1 Online applications of radar precipitation data .....	68
13.2 Offline applications of radar precipitation data .....	71
<b>14 Resources and tools for the application of radar precipitation data</b> .....	74
14.1 Radar data .....	74
14.2 Tools for processing radar data .....	75
<b>Annex Micro rain radar</b> .....	77
A1 Summary.....	77
A2 Application .....	77
A3 Execution.....	78
A4 Measurement examples.....	79
Bibliography.....	83

## Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen ([www.vdi.de/richtlinien](http://www.vdi.de/richtlinien)), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Eine Liste der aktuell verfügbaren und in Bearbeitung befindlichen Blätter dieser Richtlinienreihe sowie gegebenenfalls zusätzliche Informationen sind im Internet abrufbar unter [www.vdi.de/3786](http://www.vdi.de/3786).

## Einleitung

Die Richtlinienreihe VDI 3786 behandelt verschiedene Messmethoden für meteorologische Messgrößen. In der Richtlinie VDI 3786 Blatt 7 wird beispielsweise die konventionelle Messung von Niederschlag mit bodengebundenen Geräten behandelt. Während damit ausschließlich der Niederschlag am Ort des jeweiligen Messgeräts bestimmt wird, kann mit dem in dieser Richtlinie beschriebenen Wetterradar die räumliche Verteilung des Niederschlags in einem größeren Umkreis um das Radar erfasst werden. Das Wetterradar stellt damit ein wesentliches Instrument für die flächendeckende Erfassung von Niederschlägen dar.

Die Abkürzung „Radar“ leitet sich von „radio detection and ranging“ ab. Als „Radar“ werden Geräte bezeichnet, mit denen die Reflexion eines ausgesandten Mikrowellenstrahls an Körpern erfasst wird. Dadurch wird mit dem Wetterradar nicht direkt der Niederschlag – definiert als Massenfluss durch eine horizontale Einheitsfläche – gemessen. Vielmehr muss der Niederschlag mithilfe empirischer Beziehungen aus der Radarreflektivität und gegebenenfalls zusätzlich gemessenen polarimetrischen Parametern abgeleitet werden. Diese empirischen Beziehungen hängen von der aktuellen Regentropfengrößenverteilung ab, die nur innerhalb einer gewissen Bandbreite bekannt ist. Daher sind Wetterradarmessungen kein Ersatz für die in VDI 3786 Blatt 7 beschriebenen konventionellen Verfahren, sondern sie müssen sogar, falls höhere Genauigkeitsanforderungen an die erfasste Niederschlagsmenge gestellt werden (z.B. für Hochwasserwarnsysteme), durch konventionelle Messungen gestützt werden. Das Wetterradar ermöglicht aber

## Preliminary note

The content of this standard has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the standard VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this standard without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions ([www.vdi.de/richtlinien](http://www.vdi.de/richtlinien)) specified in the VDI Notices.

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this standard.

A catalogue of all available parts of this series of standards and those in preparation as well as further information, if applicable, can be accessed on the Internet at [www.vdi.de/3786](http://www.vdi.de/3786).

## Introduction

The series of standards VDI 3786 deals with various measurement methods for meteorological parameters. Standard VDI 3786 Part 7, for example, deals with the conventional measurement of precipitation using ground-based instruments. While this only determines the precipitation at the location of the respective measurement device, the weather radar described in this standard can be used to record the spatial distribution of precipitation in a larger radius around the radar. The weather radar is therefore an essential instrument for the area-wide detection of precipitation.

The abbreviation “radar” is derived from “radio detection and ranging”. Radar is the designation given to instruments that detect the reflection of an emitted microwave beam from bodies. This means that weather radar does not directly measure precipitation defined as a mass flow through a horizontal unit area. Instead, the precipitation shall be derived from the radar reflectivity and any additionally measured polarimetric parameters using empirical relationships. These empirical relationships depend on the current raindrop size distribution, which is only known within a certain range. Therefore, weather radar measurements are not a substitute for the conventional methods described in VDI 3786 Part 7 but shall even be supported by conventional measurements if higher accuracy requirements are placed on the amount of precipitation recorded (e.g., for flood warning systems). However, weather radar enables to record precipitation distributions with a very fine spatial structure, which is not possible with conventional measurements alone. This means that radar

die Erfassung von räumlich sehr fein strukturierten Niederschlagsverteilungen, was mit konventionellen Messungen allein nicht erreichbar ist. Damit stellt die Radarmessung auch räumlich detaillierte Informationen für die Zwecke der Luftreinhaltung (Auswaschung aus der Atmosphäre) zur Verfügung. Die Erfassung von Niederschlag mit Wetterradar ist die älteste nicht militärische Anwendung seit Erfindung des Radars im Zweiten Weltkrieg.

Für Nebenanwendungen, wie die Interpretation von Clear-Air-Echos und die Bestimmung von Windprofilen aus der Dopplerverschiebung, wird auf ISO 23032 über die bodengebundene Fernmessung des Windvektors mittels Wind-Profil-Radar verwiesen.

Sicherheitstechnische Probleme werden nicht behandelt. Hier wird auf einschlägige Normen und gesetzliche Vorgaben verwiesen:

Die 26. BImSchV beschreibt Anforderungen für die Errichtung und den Betrieb von Hoch- und Niederfrequenzanlagen zum Schutz gegen schädliche Umwelteinwirkungen durch elektromagnetische Felder.

Die BEMFV ist die Verordnung über das Nachweisverfahren zur Begrenzung elektromagnetischer Felder.

Die Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) trifft in DGUV Regel 103-013 und DGUV Vorschrift 15 Festlegungen über zulässige Werte, Mess- und Bewertungsverfahren und Sonderfestlegungen für spezielle Anlagen in Bezug auf elektromagnetische Felder.

Die Norm DIN EN 50413\*VDE 0848-1 beschreibt Mess- und Berechnungsverfahren der Exposition von Personen in elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern.

Zusätzlich sind zum Betrieb von Radarsystemen die nationalen Frequenzzulassungsvorschriften zu beachten (in Deutschland: Telekommunikationsgesetz (TKG); Gesetz über Funkanlagen und Telekommunikationsendeinrichtungen (FunkAnlG); Frequenzplan (FreqP); Verwaltungsvorschrift für Radare und Navigationssysteme (VVRadNav); Schnittstellenbeschreibung für Radaranlagen zur Beobachtung des Wetters (SSB OR-N 009)).

Da Wetterradaranlagen über mechanisch bewegte Antennen verfügen (Ausnahme: Mikro-Regenradar), muss ihre Konformität mit der Richtlinie 2006/42/EG (Maschinenrichtlinie) erklärt werden. Aufgrund der elektrotechnischen Ausstattung müssen die Schutzziele der Richtlinie 2014/35/EU (Niederspannungsrichtlinie) eingehalten werden. Die

measurements also provide spatially detailed information for the purposes of air pollution control (leaching from the atmosphere). The detection of precipitation with weather radar is the oldest non-military application since the invention of radar in the Second World War.

For secondary applications, such as the interpretation of clear-air echoes and the determination of wind profiles from the Doppler shift, reference is made to ISO 23032 on ground-based remote measurement of the wind vector using wind profile radar.

Safety-related problems are not dealt with. Reference is made here to the relevant standards and legal requirements:

The 26. BImSchV (26<sup>th</sup> Ordinance Implementing the Federal Immission Control Act) describes requirements for the installation and operation of high and low frequency systems for protection against harmful environmental effects caused by electromagnetic fields.

The BEMFV (Notification of the recast Ordinance on Electromagnetic Fields) is the regulation on the detection procedure for limiting electromagnetic fields.

In DGUV Rule 103-013 and DGUV Regulation 15, the German Social Accident Insurance (DGUV) specifies permissible values, measurement and assessment methods, and special provisions for special installations with regard to electromagnetic fields.

The standard DIN EN 50413\*VDE 0848-1 describes measurement and calculation methods for the exposure of persons to electric, magnetic, and electromagnetic fields.

In addition, the national frequency authorisation regulations shall be observed when operating radar systems (in Germany: Telecommunications Act (TKG); Radio Equipment and Telecommunications Terminal Equipment Act (FunkAnlG); Frequency Plan (FreqP); Administrative Regulation for Radars and Navigation Systems (VVRadNav); Interface Description for Radar Systems for Observing the Weather (SSB OR-N 009)).

As weather radar systems have mechanically moving antennas (exception: micro rain radar), their conformity with the Directive 2006/42/EC (Machinery Directive) shall be declared. Due to the electrical equipment, the protection objectives of Directive 2014/35/EU (Low Voltage Directive) shall be complied with. The standards require, among

Richtlinien verlangen unter anderem eine Risikoanalyse gemäß der Normen DIN EN ISO 12100 und DIN EN ISO 13849-1.

Da ein Radar ein Funkgerät ist, muss auch die Richtlinie 2014/53/EU (Funkanlagen-Richtlinie, RED) eingehalten werden. Für Wetterradargeräte im S-, C- und X-Band liegen die harmonisierten Normen EN 303347-1, -2 und -3 vor.

## 1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie beschreibt die Sondierung der Atmosphäre mit bodengebundenen Wetterradarsystemen mit Wellenlängen zwischen 3 cm und 10 cm. Diese Radarsysteme sind zur flächendeckenden Erfassung von Niederschlag und anderen Zielen bis zu mehreren 1000 m Höhe über Grund geeignet. Zusätzlich wird im Anhang die vertikale Sondierung mit einem Mikro-Regenradar beschrieben.

Das hauptsächlich beschriebene Einsatzgebiet ist die quantitative Niederschlagsmessung. Durch die flächendeckende Erfassung von Niederschlagsgebieten ergibt sich eine Reihe wichtiger Anwendungen. Eine populäre qualitative Anwendung ist die Echtzeitdarstellung von Niederschlagsgebieten und die Verbreitung dieser Darstellungen, z.B. auf verschiedenen Internetportalen, die allen zugänglich sind. Zahlreiche professionelle Anwender nutzen die Daten des Radarnetzes und gegebenenfalls auch ergänzender spezieller Radarstationen zur Erfassung der Niederschlagsverteilung, wobei hier oft großer Wert auf eine detaillierte quantitative Erfassung gelegt wird. Aus diesem Grund behandelt diese Richtlinie auch nicht nur die reine Messtechnik, sondern auch die Verfahrensschritte für die Vorbereitung der Daten für unterschiedliche Anwendungen, wie:

- Meteorologie
- Luft- und Schifffahrt
- Güter- und Personenverkehr
- Katastrophenschutz
- Landwirtschaft
- Wasserwirtschaft (inklusive Siedlungswasserwirtschaft und Badegewässer)
- Unterstützung zur Durchführung von Messkampagnen
- Versicherungs- und allgemeine Wirtschaft
- Sportveranstaltungen
- Gastronomie
- Baustellenwarnung

Am Beispiel der Wasserwirtschaft werden folgende praxisrelevante Anwendungen und deren Anforderungen ausführlich in Abschnitt 13 beschrieben:

other things, a risk analysis in accordance with the standards DIN EN ISO 12100 and DIN EN ISO 13849-1.

As a radar is a radio device, the Directive 2014/53/EU (Radio Equipment Directive, RED) shall also be followed. The harmonised standards EN 303347-1, -2, and -3 are available for weather radar instruments in S-, C-, and X-band.

## 1 Scope

This standard describes the sounding of the atmosphere with ground-based weather radar systems with wavelengths between 3 cm and 10 cm. These radar systems are suitable for area-wide detection of precipitation and other targets up to several 1000 m above ground level. In addition, vertical sounding with a micro rain radar is described in the Annex.

The main field of application described is quantitative precipitation measurements. The comprehensive coverage of precipitation areas results in a number of important applications. A popular qualitative application is the real-time visualisation of precipitation areas and the dissemination of these visualisations, e.g., on various internet portals that are accessible to everyone. Numerous professional users utilise the data from the radar network and, where appropriate, supplementary special radar stations to record the precipitation distribution, whereby great importance is often attached to detailed quantitative recording. For this reason, this standard not only deals with the pure measurement technology, but also the procedural steps for preparing the data for various applications, such as:

- meteorology
- aviation and shipping
- freight and passenger transport
- civil protection
- agriculture
- water management (including urban water management and bathing waters)
- support for the implementation of measurement campaigns
- insurance and general economy
- sports events
- gastronomy
- construction site warning

Using the example of water management, the following practical applications and their requirements are described in detail in Section 13:

- Kanalnetzsteuerung
- Kläranlagensteuerung
- Meldedienste
- Talsperrensteuerung
- Hochwassermanagement
- Niederschlagsklimatologie
- Nachweis und Bemessung von Bauwerken
- Kalibrierung hydrologischer Modelle
- Ereignisdokumentation und -analyse

Darüber hinaus bietet das Wetterradar weitere Einsatzmöglichkeiten:

- Kurzzeitvorhersage des Niederschlags (sogenanntes „Nowcasting“, siehe Abschnitt 12)
- Wettermodellierung und -vorhersage: Radardaten werden unter anderem für die Verifikation meteorologischer Modelle, für die Verbesserung meteorologischer Vorhersagen durch Assimilation von Radardaten in Wettermodelle und für die Verifikation weiterer Verfahren zur Messung des Niederschlags (z.B. per Satellit) verwendet.
- Meteorologische Prozessstudien: Radardaten werden auch für die Erweiterung meteorologischer Wissens genutzt, z.B. zur Untersuchung der Entwicklung konvektiver Zellen, großräumig-langfristige Daten zur Analyse der regionalen Größe und räumlicher Verteilung von Niederschlägen (Niederschlagsklimatologie), großräumige (auch qualitative) Daten für synoptische Analysen.
- Luftreinhaltung (BImSchG), atmosphärische Ausbreitungsrechnung: Die Modellierung der nassen Deposition in der atmosphärischen Ausbreitungsrechnung wird häufig auf Grundlage der Niederschlagsintensität parametrisiert. Das Lagrangesche Partikelmodell von VDI 3945 Blatt 3 erlaubt es, durch das Wetterradar erfasste, räumlich fein strukturierte Niederschlagsverteilungen auszuwerten, um fein strukturierte Felder der nassen Deposition zu berechnen.
- Aeroökologie: Neben meteorologischen Informationen enthalten Radarechos regelmäßig Signale von anderen Quellen, z.B. von in der Luft befindlichen Vögeln, Fledermäusen und Arthropoden. Um das Verständnis biologischer Prozesse dieser Lebewesen zu verbessern, können auch Radardaten zur Beobachtung und Überwachung der Tiere einzeln, als kleine Gruppen oder kollektive Ensembles (z.B. Insektenschwärme) wertvoll genutzt werden.

Auf die vier letztgenannten Listenpunkte wird in dieser Richtlinie nicht eingegangen.

- sewer network control
- wastewater treatment plant control
- reporting services
- dam control
- flood management
- precipitation climatology
- verification and dimensioning of structures
- calibration of hydrological models
- event documentation and analysis

The weather radar also offers other possible applications:

- nowcasting of precipitation (see Section 12)
- Weather modelling and forecasting: Radar data is used, among other things, to verify meteorological models, to improve meteorological forecasts by assimilating radar data into weather models and to verify other methods for measuring precipitation (e.g., by satellite).
- Meteorological process studies: Radar data are also used to expand meteorological knowledge, e.g. to investigate the development of convective precipitation cells, large-scale long-term data to analyse the regional size and spatial distribution of precipitation (precipitation climatology), large-scale (also qualitative) data for synoptic analyses.
- Air pollution control (BImSchG), atmospheric dispersion modelling: The modelling of wet deposition in atmospheric dispersion modelling is often parameterised on the basis of precipitation intensity. The Lagrangian particle model of the standard VDI 3945 Part 3 makes it possible to analyse high resolution precipitation fields recorded by weather radar in order to calculate high resolution fields of wet deposition.
- Aeroecology: In addition to meteorological information, radar echoes regularly contain signals from other sources, e.g., birds, bats, and arthropods in the air. In order to improve our understanding of the biological processes of these creatures, radar data can also be used to observe and monitor animals individually, in small groups or as collective ensembles (e.g., insect swarms).

The latter four list items are not addressed in this standard.

In Abschnitt 14 werden Quellen zur Produktbeschreibung (zum Download) und zu Verarbeitungswerkzeugen bereitgestellt.

Diese Richtlinie beschreibt keine Sondierung auf beweglichen Plattformen (Flugzeuge, Schiffe), die derzeit nur im Bereich der Forschung und der Sicherheit auf See von Bedeutung sind. Ebenso werden Verfahren der Wettervorhersage, die in Kombination mit numerischen Wettervorhersagemodellen betrieben werden, nicht behandelt.

Wolken und Nebel sind aufgrund ihres geringen Reflektivitätsfaktors mit einem Standard-Wetterradar nur in den seltensten Fällen sichtbar. Für die Beobachtung von Wolken werden vorzugsweise Radarsysteme mit einer Wellenlänge im Millimeterbereich eingesetzt. Diese Geräte werden hier ebenfalls nicht beschrieben.

Section 14 provides internet sources for downloading product descriptions and processing tools.

This standard does not describe sounding on mobile platforms (aircraft, ships), which are currently only relevant in the field of research and safety at sea. Similarly, weather forecasting methods that are operated in combination with numerical weather prediction models are not covered.

Clouds and fog are rarely visible on a standard weather radar due to their low reflectivity factor. Radar systems with a wavelength in the millimetre range are preferably used for observing clouds.