

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 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.*

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>6</b>	<b>2 Terms and definitions . . . . .</b>	<b>6</b>
<b>3 Abkürzungen . . . . .</b>	<b>8</b>	<b>3 Abbreviations. . . . .</b>	<b>8</b>
<b>4 Grundlagen der Radarmessung . . . . .</b>	<b>9</b>	<b>4 Fundamentals of radar measurement. . . . .</b>	<b>9</b>
4.1 Messprinzip des Wetterraders. . . . .	9	4.1 Measuring principle of the weather radar . . . . .	9
4.2 Radargleichung . . . . .	9	4.2 Radar equation . . . . .	9
4.3 Rückstreuquerschnitt . . . . .	10	4.3 Backscattering cross-section . . . . .	10
4.4 Räumliche Auflösung . . . . .	11	4.4 Spatial resolution . . . . .	11
4.5 Zeitliche Auflösung . . . . .	11	4.5 Temporal resolution . . . . .	11
<b>5 Aufbau und Betrieb eines Wetterraders . . . . .</b>	<b>12</b>	<b>5 Construction and operation of a weather radar . . . . .</b>	<b>12</b>
5.1 Ausführungsformen. . . . .	12	5.1 Designs . . . . .	12
5.2 Komponenten des Wetterraders. . . . .	12	5.2 Components of weather radars . . . . .	12
5.3 Frequenzbänder . . . . .	19	5.3 Frequency bands . . . . .	19
5.4 Messplanung und Strategie . . . . .	20	5.4 Measurement planning and strategy . . . . .	20
<b>6 Messgrößen und Zielgrößen . . . . .</b>	<b>21</b>	<b>6 Measured variables and target variables . . . . .</b>	<b>21</b>
6.1 Messgrößen . . . . .	21	6.1 Measured variables . . . . .	21
6.2 Übersicht der Zielgrößen . . . . .	22	6.2 Overview of target variables . . . . .	22
6.3 Radarreflektivitätsfaktor . . . . .	22	6.3 Radar reflectivity factor . . . . .	22
6.4 Radialgeschwindigkeit . . . . .	23	6.4 Radial velocity . . . . .	23
6.5 Polarimetrische Zielgrößen . . . . .	23	6.5 Polarimetric target variables . . . . .	23
6.6 Unsicherheit des Radarreflektivitätsfaktors. . . . .	25	6.6 Reflectivity factor uncertainty . . . . .	25
<b>7 Niederschlagsbestimmung. . . . .</b>	<b>26</b>	<b>7 Determining the precipitation . . . . .</b>	<b>26</b>
7.1 Regenintensität . . . . .	26	7.1 Rain intensity . . . . .	26
7.2 Regentropfengrößenverteilung . . . . .	27	7.2 Raindrop size distribution . . . . .	27

Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss KRdL

Fachbereich Umweltmeteorologie

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

	Seite		Page
7.3	Form fallender Regentropfen . . . . .	7.3	Shape of falling raindrops . . . . .
7.4	Bestimmung der Regenintensität aus dem Reflektivitätsfaktor . . . . .	7.4	Determining rain intensity from the reflectivity factor . . . . .
7.5	Niederschlagsbestimmung mittels polarimetrischer Zielgrößen . . . . .	7.5	Determining the precipitation through polarimetric target variables . . . . .
7.6	Klassifikation von Hydrometeoren . . . . .	7.6	Classification of hydrometeors . . . . .
<b>8</b>	<b>Einflussgrößen auf die Niederschlagsbestimmung . . . . .</b>	<b>8</b>	<b>Variables affecting precipitation estimation . . . . .</b>
8.1	Übersicht . . . . .	8.1	Overview . . . . .
8.2	Radarkalibrierung . . . . .	8.2	Radar calibration . . . . .
8.3	Radom . . . . .	8.3	Radome . . . . .
8.4	Abschattung und ungleichmäßige Strahlfüllung . . . . .	8.4	Partial beam blockage and non-uniform beam filling . . . . .
8.5	Dämpfung . . . . .	8.5	Attenuation . . . . .
8.6	Strahlausbreitung . . . . .	8.6	Beam propagation . . . . .
8.7	Nicht meteorologische Echos . . . . .	8.7	Non-meteorological echoes . . . . .
8.8	Drift und Verdunstung . . . . .	8.8	Drift and evaporation . . . . .
8.9	Schmelzschicht . . . . .	8.9	Melting layer . . . . .
8.10	Zeitliche Auflösung . . . . .	8.10	Temporal resolution . . . . .
8.11	Elektromagnetische Störungen . . . . .	8.11	Electromagnetic disturbances . . . . .
<b>9</b>	<b>Qualitätssicherung . . . . .</b>	<b>9</b>	<b>Quality control . . . . .</b>
9.1	Einflussgrößen und ihre Berücksichtigung . . . . .	9.1	Factors and conditions affecting data quality and their consideration . . . . .
9.2	Qualitätsindizes . . . . .	9.2	Quality indices . . . . .
9.3	Wartung . . . . .	9.3	Maintenance . . . . .
<b>10</b>	<b>Koordinatentransformation und Kompositierung . . . . .</b>	<b>10</b>	<b>Coordinate transformation and compositing . . . . .</b>
10.1	Koordinatentransformation . . . . .	10.1	Coordinate transformation . . . . .
10.2	Kompositierung . . . . .	10.2	Compositing . . . . .
<b>11</b>	<b>Verbesserung der Niederschlags- bestimmung durch Kombination mit anderen Messverfahren . . . . .</b>	<b>11</b>	<b>Improving precipitation measurements through combination with other methods . . . . .</b>
11.1	Vor- und Nachteile der Radarmessung im Vergleich zur konventionellen Niederschlagsmessung . . . . .	11.1	Advantages and disadvantages of radar measurements compared with conventio- nal precipitation measurement methods . . . . .
11.2	Aneicherung . . . . .	11.2	Adjustment . . . . .
<b>12</b>	<b>Kürzestfristvorhersage (Nowcasting) . . . . .</b>	<b>12</b>	<b>Nowcasting . . . . .</b>
<b>13</b>	<b>Anwendungen und Anforderungen in der Wasserwirtschaft . . . . .</b>	<b>13</b>	<b>Applications and requirements in water management . . . . .</b>
13.1	Onlineanwendung von Radarniederschlagsdaten . . . . .	13.1	Online applications of radar precipitation data . . . . .
13.2	Offlineanwendungen von Radarniederschlagsdaten . . . . .	13.2	Offline applications of radar precipitation data . . . . .
<b>Anhang A</b>	<b>Mikro-Regenradar . . . . .</b>	<b>Annex A</b>	<b>Micro rain radar . . . . .</b>
A1	Anwendungsbereich . . . . .	A1	Application . . . . .
A2	Ausführung . . . . .	A2	Design . . . . .
A3	Messbeispiele . . . . .	A3	Measurement examples . . . . .
<b>Anhang B</b>	<b>Koordinatenumrechnung . . . . .</b>	<b>Annex B</b>	<b>Coordinate conversion . . . . .</b>
Schrifttum	. . . . .	Bibliography	. . . . .

## 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 VDI-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 VDI-Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter [www.vdi.de/3786](http://www.vdi.de/3786).

## Einleitung

Die Richtlinienreihe VDI 3786 ist in mehrere Blätter gegliedert, die Messmethoden für meteorologische Messgrößen behandeln. In der Richtlinie VDI 3786 Blatt 7 wird die konventionelle Messung von Niederschlag mit bodengebundenen Geräten behandelt. Während damit nur der Niederschlag am Ort des jeweiligen Messgeräts bestimmt wird, kann mit dem hier 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. Mit Radar werden Geräte bezeichnet, mit denen die Reflektion des 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 Regentropfenverteilung 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 sind (z. B. für Hochwasserwarnsysteme), durch konventionelle Messungen gestützt werden. Das Wetterradar ermöglicht aber die Erfassung von räumlich sehr fein strukturierten Nie-

## 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 can be accessed on the Internet at [www.vdi.de/3786](http://www.vdi.de/3786).

## Introduction

The series of standards VDI 3786 is divided into several parts that deal with measurement methods for meteorological variables. The standard VDI 3786 Part 7 covers conventional measurement of precipitation using ground-based instruments. Whereas this can only be used to determine the precipitation at the location of the relevant measuring system, the weather radar described here makes it possible to determine the spatial distribution of the precipitation over a larger area around the radar. The weather radar is, therefore, an essential tool for area-wide detection of precipitation.

The abbreviation “radar” is derived from radio detection and ranging. It refers to equipment used to detect the reflection of an emitted microwave beam from objects. A weather radar does not measure the precipitation – defined as mass flow through a horizontal unit area – directly. Instead, this needs to be derived with the help of empirical relationships from the radar reflectivity, and where possible by using additional measured polarimetric parameters. These empirical relationships depend on the raindrop size distribution at that particular time, which is known only within some uncertainty. Therefore, weather radar measurements are not a substitute for the conventional methods described in VDI 3786 Part 7; indeed, where higher accuracy is required in terms of quantitative precipitation estimation (e. g. for flood warning systems), they may need to be supported by conventional measurements. The weather radar, however, makes possible the detection of spatially very finely structured precipitation distributions, which cannot be achieved solely with conventional measurements.