ICS 07.060, 13.040.01

VDI-RICHTLINIEN

April 2019

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE

Umweltmeteorologie
Wechselwirkungen zwischen Atmosphäre und Oberflächen
Berechnung der spektralen kurz- und der langwelligen Strahlung

Environmental meteorology
Interactions between atmosphere and surfaces
Calculation of spectral short-wave and long-wave radiation

VDI 3789

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

Vorbemerkung 3
Einleitung 3
1 Anwendungsbereich 4
2 Normative Verweise 8
3 Begriffe 8
4 Formelzeichen und Abkürzungen 11
5 Grundlage des Verfahrens 24
5.1 Maßeinheiten und Koordinatensysteme . . . 24
5.2 Energiebilanz 26
5.3 Strahlungsbilanz 27
5.4 Direkte und diffuse Sonnenstrahlung 27
5.5 Solare spektrale Bestrahlungsstärke 30
5.6 Wärmestrahlung 30
5.7 Wirksame Bestrahlungsstärken 32
5.8 Oberflächentemperatur 33
6 Spektrale Bestrahlungsstärken 33
6.1 Direkte spektrale Sonnenstrahlung 33
6.2 Diffuse spektrale Sonnenstrahlung 36
6.3 Reflektierte spektrale Globalstrahlung . . . 38
6.4 Spektrale Globalstrahlung 41
6.5 Wirksame spektrale Globalstrahlung 41
7 Bestrahlungsstärken 42
7.1 Direkte Sonnenstrahlung 42
7.2 Diffuse Sonnenstrahlung 42
7.3 Reflektierte Globalstrahlung 42
7.4 Globalstrahlung 42
7.5 Wirksame Globalstrahlung 42
8 Horizonterweiterungen und -einschränkungen sowie Abschattungen 43
8.1 Auswirkungen 43
8.2 Abschattungen 47

Contents Page

Preliminary note 3
Introduction 3
1 Scope 4
2 Normative references 8
3 Term and definitions 8
4 Symbols and abbreviations 11
5 Fundamentals of the method 24
5.1 Units and coordinate systems 24
5.2 Energy balance 26
5.3 Radiation balance 27
5.4 Direct and diffuse solar radiation 27
5.5 Solar spectral irradiance 30
5.6 Thermal radiation 30
5.7 Effective irradiance 32
5.8 Surface temperature 33
6 Spectral irradiance 33
6.1 Direct spectral solar radiation 33
6.2 Diffuse spectral solar radiation 36
6.3 Reflected spectral global radiation 38
6.4 Spectral global radiation 41
6.5 Effective spectral global radiation 41
7 Irradiance 42
7.1 Direct solar radiation 42
7.2 Diffuse solar radiation 42
7.3 Reflected global radiation 42
7.4 Global radiation 42
7.5 Effective global radiation 42
8 Horizon extensions and restrictions as well as shading 43
8.1 Effects 43
8.2 Shading 47

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

Fachbereich Umweltmeteorologie

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

Frühere Ausgaben: 09.16 Entwurf, deutsch; VDI 3789 Blatt 2:1994-10 und Blatt 3:2001-10

Former editions: 09/16 Draft, in German only; VDI 3789 Part 2:1994-10 and Part 3:2001-10

Zu beziehen durch / Available at Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin – Alle Rechte vorbehalten / All rights reserved (a) © Verein Deutscher Ingenieure e.V., Düsseldorf 2019

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

 Alle Rechte vorbehalten © Verein Deutscher Ingenieure e.V., Düsseldorf 2019

Inhalt Seite

9 Wärmestrahlung 47
9.1 Wärmestrahlung einer Körperoberfläche. 47
9.2 Wärmestrahlung der Atmosphäre 48
9.3 Berechnung der Wärmestrahlung bei teilbedecktem Himmel 50
9.4 Reflexion der Wärmestrahlung der Atmosphäre 51
9.5 Winkelverteilung der langwelligen Strahldichte der Atmosphäre 52
9.6 Wärmestrahlung auf eine beliebig orientierte Fläche 53

10 Strahlungsbilanz 56

Anhang A Datenbank. 57

Anhang B Wahre Ortszeit, Sonnenkoordinaten, Transmissionsgrade und relative optische Masse 60

Anhang C Eingangsdaten. 71

Anhang D Einzelheiten der Berechnung der diffusen spektralen Sonnenstrahlung 85

Anhang E Berechnung der Gegenstrahlung . . 96

Anhang F Spektraler Reflexionsgrad/Transmissionsgrad einiger Oberflächen . 103

Anhang G Albedo verschiedener Oberflächen . 106

Anhang H Effektiver langwelliger Emissionsgrad verschiedener Oberflächen . . 110

Anhang I Bestimmung des Faktors v 113

Anhang J Berechnung von Oberflächentemperaturen 114

Anhang K Anmerkungen zur Sensitivität . . . 119

Anhang L Validierung 137

Anhang M Rechenbeispiele. 158

Anhang N Hinweise auf Datensammlungen und Beobachtungsdaten. 159

Schrifttum 163

Contents Page

9 Thermal radiation 47
9.1 Thermal radiation of a body's surface . . 47
9.2 Thermal radiation of the atmosphere. . . 48
9.3 Calculating the thermal radiation for partly overcast sky 50
9.4 Reflection of the thermal radiation of the atmosphere 51
9.5 Angular distribution of the longwave radiance of the atmosphere. 52
9.6 Thermal radiation on an arbitrarily oriented surface 53

10 Radiation balance 56

Annex A Database 57

Annex B True local time, solar coordinates, transmittances, and relative optical mass 60

Annex C Input data. 71

Annex D Details of the calculation of the diffuse spectral solar radiation 85

Annex E Calculating the downward terrestrial radiation 96

Annex F Spectral reflectance/transmittance of some surfaces. 103

Annex G Albedo of various surfaces 106

Annex H Effective longwave emissivity of various surfaces. 110

Annex I Determining the factor v 113

Annex J Calculation of surface temperatures . 114

Annex K Comments on sensitivity 119

Annex L Validation. 137

Annex M Calculation examples. 158

Annex N Notes on databases and observation data 159

Bibliography 163