

DIN ISO 28902-3

Diese Norm ist Bestandteil des VDI/DIN-Handbuches Reinhaltung der Luft, Band 1b.

ICS 07.060

**Luftqualität –
Umweltmeteorologie –
Teil 3: Bodengebundene Fernmessung des Windes mittels
Dauerstrich-Doppler-Lidar (ISO 28902-3:2018)**

Air quality –
Environmental meteorology –
Part 3: Ground-based remote sensing of wind by continuous-wave Doppler lidar
(ISO 28902-3:2018)

Qualité de l'air –
Météorologie de l'environnement –
Partie 3: Télédétection du vent par lidar Doppler à ondes contenues basé au sol
(ISO 28902-3:2018)

Gesamtumfang 26 Seiten

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

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort.....	3
Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich.....	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Grundlagen des heterodynem Doppler-Lidars	9
4.1 Übersicht.....	9
4.2 Überlagerungsempfang.....	10
4.3 Spektralanalyse.....	13
4.3.1 CW-Lidarsignalverarbeitung.....	13
4.3.2 Ein Beispiel für ein Verfahren zur Abschätzung der Windgeschwindigkeit.....	14
4.4 Zielgrößen	15
4.5 Quellen für Rauschen und Unsicherheiten	15
4.5.1 Schottrauschen am lokalen Oszillator.....	15
4.5.2 Empfängerrauschen.....	15
4.5.3 Relatives Intensitätsrauschen (RIN)	16
4.5.4 Speckle.....	16
4.5.5 Laserfrequenz	16
4.6 Entfernungsbestimmung	16
4.7 Bekannte Einschränkungen.....	17
5 Systemspezifikationen und Prüfungen.....	18
5.1 Systemspezifikationen.....	18
5.1.1 Laserwellenlänge.....	18
5.1.2 Sender-/Empfängercharakteristika	18
5.1.3 Ausrichtungscharakteristika des Systems	19
5.2 Leistungskennzahlen	19
5.3 Präzision und Verfügbarkeit von Messungen	20
5.3.1 Messgenauigkeit der Radialgeschwindigkeit.....	20
5.3.2 Datenverfügbarkeit	20
5.3.3 Maximale operationelle Reichweite	20
5.4 Prüfverfahren	21
5.4.1 Allgemeines	21
5.4.2 Festzielecho	21
5.4.3 Beurteilung der Genauigkeit durch Vergleichsversuche mit anderen Geräten	21
5.4.4 Validierung der maximalen Reichweite.....	23
6 Messplanung und Installationsanweisungen	23
6.1 Anforderungen an den Einsatzort	23
6.2 Grenzbedingungen für den allgemeinen Betrieb.....	24
6.3 Wartung und Funktionsprüfung	24
6.3.1 Allgemeines	24
6.3.2 Wartung	24
6.3.3 Funktionsprüfung.....	24
6.3.4 Unsicherheit	25
Literaturhinweise.....	26

Nationales Vorwort

ISO 28902-3 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 146 „Luftbeschaffenheit“, Unterkomitee SC 5 „Meteorologie“, in der Arbeitsgruppe WG 6 „Lidar“ erarbeitet. Die Obmannschaft und das Sekretariat liegen bei Deutschland. An der Erstellung dieser Norm waren die deutschen Experten des Unterausschusses NA 134-02-01-22 UA „Bodengebundene Fernmessung meteorologischer Parameter“ des Fachbereiches II „Umweltmeteorologie“ der VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) – Normenausschuss maßgeblich beteiligt.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. DIN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Themen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Eine Erläuterung zum freiwilligen Charakter von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen, sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT) berücksichtigt, enthält der folgende Link: www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 146, *Air quality*, Unterkomitee SC 5, *Meteorology* ausgearbeitet.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 28902 ist auf der ISO-Internetseite abrufbar.

Jegliches Feedback oder Fragen zu diesem Dokument sollten an die nationale Normenorganisation des Benutzers gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Organisationen ist zu finden unter www.iso.org/members.html.

Einleitung

Lidarsysteme (en: „light detection and ranging“) – steht im Anwendungsbereich dieses Dokuments für Lidarsysteme in der Atmosphäre – haben sich in der Praxis als wertvolle Systeme zur Fernerkundung von Luftverunreinigungen in verschiedenen meteorologischen Parametern wie Wind, Wolken, Aerosolen und Gasen bewährt. Umfassende optische und physikalische Eigenschaften der abgetasteten Ziele, wie Größenverteilung, chemische Zusammensetzung, Partikelform, Gaskonzentration und optische Eigenschaften der Atmosphäre, wie Sicht, Extinktion und Rückstreuung können unter Verwendung von Lidarsystemen bestimmt werden. Atmosphärische Ziele, wie die oben genannten, können räumlich entlang ihrer Strahlachse aufgelöst werden, z. B. indem der Dauerstrichstrahl auf den gewählten spezifischen Bereich gerichtet wird. Da elektromagnetische Strahlung zur Sondierung von Zielen benutzt wird, sind die Messungen berührungslos und in beliebige Richtungen möglich. Lidarsysteme ergänzen somit die konventionelle In-situ-Messtechnik. Sie sind für eine große Anzahl von Anwendungen geeignet, die mit In-situ-Verfahren oder punktförmig messenden Verfahren nicht angemessen gelöst werden können.

Es gibt mehrere Verfahren, um zur Bestimmung des atmosphärischen Windes Lidarsysteme zu verwenden. Die vier üblicherweise eingesetzten Verfahren sind heterodyn gepulster Doppler-Lidar (siehe ISO 28902-2:2017^[1]), heterodyner Dauerstrich-Doppler-Windlidar, Direktempfang-Doppler-Windlidar und Resonanz-Doppler-Windlidar (häufig verwendet für Messungen der mesosphärischen Natrium-Schicht). Für weitere Informationen wird auf die Literaturhinweise [2] und [3] verwiesen.

Dieses Dokument beschreibt die Verwendung von heterodynen Dauerstrich Doppler-Lidarsystemen.

1 Anwendungsbereich

In diesem Dokument werden die Anforderungen und Leistungsprüfverfahren an die monostatische heterodyne Dauerstrich(CW)-Doppler-Lidartechnik festgelegt und die Vorteile und Grenzen des Verfahrens beschrieben. Der Begriff „Doppler-Lidar“, der in dieser Norm verwendet wird, gilt nur für monostatische heterodyne CW-Lidarsysteme, die Windmessungen über die Streuung von Laserlicht durch Aerosole in der Atmosphäre ermitteln. Dieses Dokument beschreibt die Bestimmung der Strahlachsen-Windgeschwindigkeit (Radialwindgeschwindigkeit).

ANMERKUNG Die Ableitung des Windvektors aus einzelnen Strahlachsenmessungen wird in diesem Dokument nicht beschrieben, da dies für eine bestimmte Wind-Lidarkonfiguration äußerst spezifisch ist. Ein Beispiel für die Ermittlung des Windvektors ist unter ISO 28902-2:2017, Anhang B zu finden.

Dieses Dokument behandelt nicht die Ermittlung des Windvektors.

Diese Internationale Norm kann für folgende Anwendungsbereiche eingesetzt werden:

- Wetterberatung, z. B. für Flüge, Flughafensicherheit, Marineeinsätze, Ölplattformen;
- Windkraftausbeute, z. B. Anlagenbewertung, Bestimmung der Leistungskennlinien;
- Routinemessungen von Windprofilen an meteorologischen Stationen;
- Überwachung der Luftverschmutzungsausbreitung;
- industrielles Risikomanagement (direkte Datenüberwachung oder durch Aufnahme in die mikroskaligen Strömungsmodelle);
- Austauschprozesse (Treibhausgasemissionen).

Dieses Dokument wendet sich an Hersteller von monostatischen CW-Doppler-Lidarsystemen sowie an Institute, die die Konformität der Systeme prüfen und zertifizieren. Des Weiteren stellt dieses Dokument Empfehlungen für die Anwender zur angemessenen Nutzung dieser Messgeräte bereit.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 61400 12-1:2017, *Wind energy generation systems — Teil 12-1: Power performance measurements of electricity producing wind turbines*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>

3.1**Datenverfügbarkeit**

Verhältnis der tatsächlich betrachteten Messdaten mit einer vordefinierten Datenqualität und der Anzahl der erwarteten Messdaten innerhalb eines vorgegebenen Messzeitraums

Anmerkung 1 zum Begriff: In der Windindustrie wird dieser Begriff gemeinhin auf gemittelte Messungen eines genormten Zeitraums von 10 Minuten angewendet.

3.2**angezeigte Entfernungsauflösung**

räumliches Intervall zwischen den Zentren von zwei aufeinanderfolgenden Entfernungsmessungen

3.3**effektive Entfernungsauflösung**

anwendungsbezogene Größe zur Beschreibung eines integrierten Entfernungsintervalls, für das die Zielgröße mit einer definierten Unsicherheit bereitgestellt wird

[QUELLE: ISO 28902-1:2012, 3.14, geändert – Das Beispiel wurde entfernt]

3.4**effektive zeitliche Auflösung**

anwendungsbezogene Größe zur Beschreibung eines integrierten Zeitintervalls, für das die Zielgröße mit einer definierten Unsicherheit bereitgestellt wird

[QUELLE: ISO 28902-1:2012, 3.12, geändert – Das Symbol und das Beispiel wurden entfernt.]

3.5**Extinktionskoeffizient**

α

Maß für die Lufttrübung, ausgedrückt als natürlicher Logarithmus des Verhältnisses von einfallender Lichtintensität zu transmittierter Lichtintensität, je Einheit Lichtweglänge

[QUELLE: ISO 28902-1:2012, 3.10]

3.6**Integrationszeit**

benötigte Zeit, um einen unabhängigen Wert der Strahlachsen-Windgeschwindigkeit abzuleiten

3.7**maximale Erfassungsreichweite**

R_{MaxA}

maximale Entfernung, bei der das Lidarsignal aufgenommen und verarbeitet werden kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Dies hängt vor allem von der Laserwellenlänge und der Transmitteraperturgröße sowie in gewissem Maße von den Erfassungspunkten und der Abtastfrequenz ab.

3.8**geringste Erfassungsreichweite**

R_{MinA}

geringste Reichweite aus der das Lidarsignal aufgenommen und verarbeitet werden kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Falls die geringste Erfassungsreichweite nicht angegeben ist, wird sie mit Null angenommen. Sie kann sich von Null unterscheiden, wenn der Empfang während der Pulsaussendung „blind“ ist.

3.9

maximale Reichweite zur Ableitung der Windgeschwindigkeit

R_{MaxO}

maximale Entfernung, bei der eine Windgeschwindigkeit gesichert vom Lidarsignal abgeleitet werden kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Die maximale Reichweite zur Ableitung der Windgeschwindigkeit ist kleiner oder gleich der maximalen Erfassungsreichweite.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die maximale Reichweite zur Ableitung der Windgeschwindigkeit ist entlang einer für die Anwendung definierten Achse festgelegt. Sie wird vertikal für vertikal ausgerichtete Wind-Profiler gemessen. Sie wird horizontal für abtastende Lidargeräte gemessen, die in der Lage sind, in der gesamten Hemisphäre zu messen.

Anmerkung 3 zum Begriff: Die maximale Reichweite zur Ableitung der Windgeschwindigkeit hängt von den Lidarparametern aber auch von den atmosphärischen Bedingungen und insbesondere vom Extinktionskoeffizienten ab.

3.10

Messdauer

Zeitintervall zwischen der ersten und der letzten Messung

[QUELLE: ISO 28902-2:2017, 3.10]

3.11

kleinste Reichweite zur Ableitung der Windgeschwindigkeit

R_{MinO}

kleinste Reichweite, bei der eine gesicherte Windgeschwindigkeit von dem Lidarsignal abgeleitet werden kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Die kleinste Reichweite zur Ableitung der Windgeschwindigkeit wird auch als „Blindreichweite“ bezeichnet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Bei Dauerstrich-Lidaren wird die kleinste Reichweite durch die am nächsten liegende Position des Fokus bestimmt, die vom optischen Sender-Empfängersystem erreicht werden kann.

3.12

physikalische Entfernungsauflösung

Breite [Halbwertsbreite(FHWM)] der Entfernungsgewichtungsfunktion

[QUELLE: ISO 28902-2:2017, 3.12]

3.13

Abtastlänge

Breite [Halbwertsbreite(FHWM)] der räumlichen Gewichtungsfunktion, die die Region im Raum auswählt, die zur Windgeschwindigkeitsberechnung beiträgt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Abtastlänge bezieht sich auf die Mitte der Messentfernung.

3.14

Entfernungsauflösung

gerätebezogene Größe zur Beschreibung des kürzesten Entfernungsintervalls, über das unabhängige Signalinformationen empfangen werden können

[QUELLE: ISO 28902-1:2012, 3.13]

3.15

Entfernungsgewichtungsfunktion

Gewichtungsfunktion der Radialwindgeschwindigkeit entlang der Strahlachse

[QUELLE: ISO 28902-2:2017, 3.15]