

DIN ISO 17713-1

Diese Norm ist Bestandteil des VDI/DIN-Handbuches Reinhaltung der Luft, Band 1 B.
ICS 07.060

**Meteorologie –
Windmessungen –****Teil 1: Prüfverfahren in Windkanälen zur Ermittlung der Leistung von
Rotationsanemometern (ISO 17713-1:2007)**

Meteorology –

Wind measurements –

Part 1: Wind tunnel test methods for rotating anemometer performance
(ISO 17713-1:2007)

Météorologie –

Mesurages du vent –

Partie 1: Méthodes d'essai en soufflerie pour déterminer les caractéristiques d'un
anémomètre tournant (ISO 17713-1:2007)

Gesamtumfang 24 Seiten

Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN - Normenausschuss

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort	3
Nationaler Anhang NA (informativ) Literaturhinweise.....	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen.....	5
3 Begriffe	6
4 Symbole und Abkürzungen	6
5 Zusammenfassung des Prüfverfahrens	7
6 Dokumentation.....	10
7 Geräte.....	11
7.1 Messsystem.....	11
7.2 Registriertechniken	11
8 Prüfverfahren	12
8.1 Ansprechschwelle (U_0).....	12
8.2 Übertragungsfunktion ($\dot{U} = a + bR + \dots$).....	12
8.3 Längenkonstante (L_U).....	13
8.4 Antwortverhalten bei nicht-axialer Anströmung (Q_U) – Schalenstern-Anemometer	14
8.5 Antwortverhalten bei nicht-axialer Anströmung (Q_U) – Propeller-Anemometer mit Flügelrädern	14
8.6 Antwortverhalten bei nicht-axialer Anströmung (Q_U) – Propeller-Anemometer mit fester Achse	15
8.7 Abnahmeprüfungen.....	15
9 Qualität des Prüfverfahrens.....	15
9.1 Allgemeines.....	15
9.2 Windkanal	15
9.3 Wiederholpräzision.....	15
9.4 Unsicherheit	16
Anhang A (normativ) Standardprüfbedingungen in Windkanälen.....	17
Anhang B (informativ) Beispielformate für die Aufzeichnung von Daten eines Messlaufs	20
Literaturhinweise	24

Nationales Vorwort

Die Internationale Norm ISO 17713-1:2007 wurde vom Unterkomitee SC 5 „Meteorology“ des Technischen Komitees ISO/TC 146 „Air quality“ erarbeitet. An der Erstellung dieser Norm war der Fachbereich II „Umweltmeteorologie“ der Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss beteiligt.

Für die in diesem Dokument zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 5725-1	siehe DIN ISO 5725-1
ISO 5725-2	siehe DIN ISO 5725-2

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN ISO 5725-1, *Genauigkeit (Richtigkeit und Präzision) von Messverfahren und Messergebnissen — Teil 1: Allgemeine Grundlagen und Begriffe*

DIN ISO 5725-2, *Genauigkeit (Richtigkeit und Präzision) von Messverfahren und Messergebnissen — Teil 2: Grundlegende Methode für die Ermittlung der Wiederhol- und Vergleichpräzision eines vereinheitlichten Messverfahrens*

Meteorologie – Windmessungen —

Teil 1: Prüfverfahren in Windkanälen zur Ermittlung der Leistung von Rotationsanemometern

Einleitung

Schalenstern- und Propeller-Anemometer sind die am häufigsten eingesetzten meteorologischen Geräte zur Messung der mittleren Windgeschwindigkeit innerhalb der bodennahen Grenzschicht, jenes Teils der Atmosphäre, der wenige zehn Meter über der Erdoberfläche liegt. Einige Schalenstern- und Propeller-Anemometer sind für die Messung von Windgeschwindigkeiten von wenigen Zehnteln Meter je Sekunde geeignet, während andere Ausführungen Windgeschwindigkeiten von bis zu annähernd 100 m s^{-1} messen können. Diese Vielzweck-Anemometer kommen intensiv in der Meteorologie, in der Luftfahrt, im Umweltschutz, im Windenergiebereich und in einer Vielzahl anderer Anwendungsgebiete zum Einsatz.

Dieser Teil der ISO 17713 dient der Festlegung einer weltweit einheitlichen Reihe von Prüfverfahren zur Bestimmung der Leistung von Schalenstern- und Propeller-Anemometern. Dieser Teil der ISO 17713 versetzt den Endnutzer in die Lage, verschiedene Hersteller und verschiedene Modelle von Schalenstern- und Propeller-Anemometern zu vergleichen und deren Eignung für bestimmte Anwendungen festzustellen.

1 Anwendungsbereich

1.1 Dieser Teil der ISO 17713 legt Prüfverfahren zur Bestimmung der Kenngrößen von Rotationsanemometern, insbesondere von Schalenstern-Anemometern und Propeller-Anemometern in Windkanälen fest.

1.2 Dieser Teil der ISO 17713 legt eine Abnahmeprüfung und eindeutige Verfahren zur Messung der Ansprechschwelle, der Längenkonstante, der Übertragungsfunktion und des Antwortverhaltens bei nicht-axialer Anströmung eines Rotationsanemometers in einem Windkanal fest.

Bei der Übertragung von Ergebnissen aus diesen Verfahren auf die Strömung in der Atmosphäre ist zu beachten, dass die Anemometerleistung in der freien Atmosphäre von der im Windkanal abweichen kann.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. 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).

ISO 5725-1, *Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results — Part 1: General principles and definitions*

ISO 5725-2, *Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results — Part 2: Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe. Siehe auch [1], [2] und [3].

3.1

Längenkonstante

(L_U)

Strecke, welche die Luft nach einem sprunghaften Anstieg der Windgeschwindigkeit zurücklegt, während das Schalenrad oder der Propeller des Anemometers den Wert $(1 - 1/e)$ bzw. 63 % der stationären Geschwindigkeit erreicht

3.2

Antwortverhalten bei nicht-axialer Anströmung

(Q_U)

Verhältnis zwischen der angezeigten Windgeschwindigkeit (U_θ) bei unterschiedlichen Einfallswinkeln (θ) und dem Produkt aus der angezeigten Windgeschwindigkeit (U_i) bei einem Einfallswinkel von null und dem Kosinus des Einfallswinkels (θ). Dieses Verhältnis (Q_U) vergleicht das tatsächliche Antwortverhalten bei nicht-axialer Anströmung mit einem echten Kosinus-Antwortverhalten

3.3

Ansprechschwelle

(U_0)

niedrigste Windgeschwindigkeit, bei der ein Rotationsanemometer in normaler Betriebsposition sich zu drehen beginnt, die Umdrehung beibehält und ein messbares Signal liefert

ANMERKUNG Bei Standardaufstellungen wird die Rotationsachse von Schalenstern-Anemometern senkrecht zum Luftstrom ausgerichtet. Bei Propeller-Anemometern wird die Rotationsachse parallel zum Luftstrom ausgerichtet.

3.4

Übertragungsfunktion

Verhältnis zwischen Windgeschwindigkeit im Windkanal und der über die Drehzahl des Anemometers gemessenen Windgeschwindigkeit innerhalb des festgelegten Arbeitsbereiches des Anemometers: ($\hat{U} = a + bR + \dots$)

4 Symbole und Abkürzungen

a	Nullpunktverschiebung (Meter je Sekunde)
b	Geräteempfindlichkeit oder Kalibrierkonstante (Meter je Umdrehung)
D_P	Windweg (Meter) je Ausgangsimpuls für Anemometer mit Impuls-Ausgangssignal
$^\circ$	Symbol für Winkelgrade
e	Basis des natürlichen Logarithmus
L	mittlere Längenkonstante (Meter) bei 5 m s^{-1} und 10 m s^{-1}
L_U	Längenkonstante (Meter) bei Windgeschwindigkeit im Windkanal U (Meter je Sekunde)
M_{RU}	Messauflösung der Windgeschwindigkeit, d. h. das kleinste aufgezeichnete Geschwindigkeitsinkrement (Meter je Sekunde) des Anemometers
Q_U	Antwortverhalten bei nicht-axialer Anströmung bei Windgeschwindigkeit U im Windkanal (Meter je Sekunde)
r	Wellenumdrehung

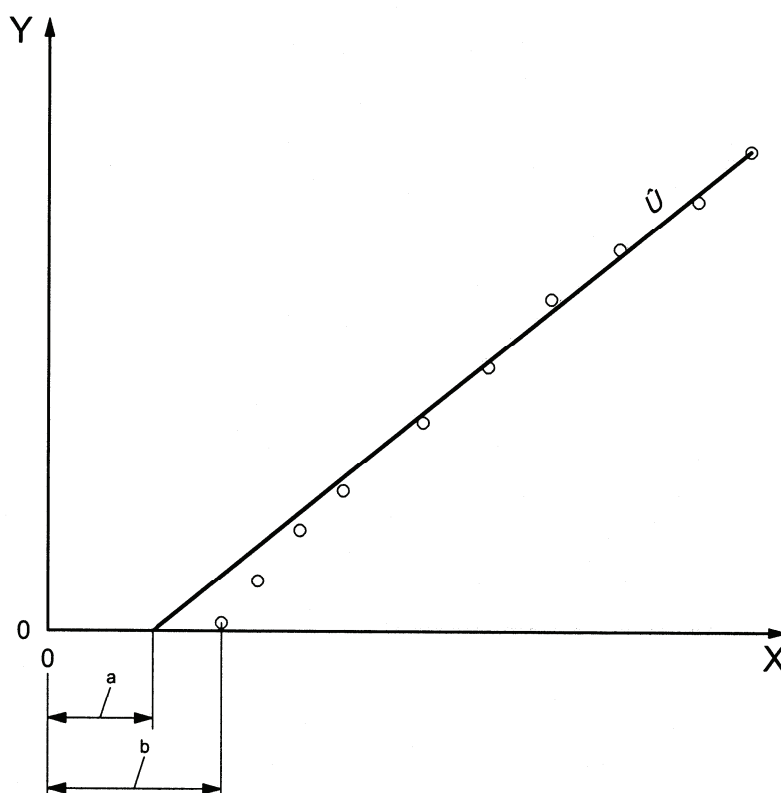
R	Drehzahl (Umdrehungen je Sekunde, r s^{-1})
t	Zeit (Sekunden)
t_f	Zeit (Sekunden) bis zur Erreichung von 74 % der stationären Geschwindigkeit (U_f) des Anemometers (Meter je Sekunde)
t_i	Zeit (Sekunden) bis zur Erreichung von 30 % der stationären Geschwindigkeit (U_f) des Anemometers (Meter je Sekunde)
T	Messzeitintervall (Sekunden)
T_R	zeitliche Auflösung einer Messung (Sekunden)
U	Windgeschwindigkeit im Windkanal (Meter je Sekunde, m s^{-1})
$\hat{U}$	aus der Anemometer-Übertragungsfunktion abgeleitete Windgeschwindigkeit (Meter je Sekunde)
U_f	durch das Anemometer angezeigte Windgeschwindigkeit bei stationärer Anströmung des Anemometers (Meter je Sekunde)
U_i	durch das Anemometer angezeigte Windgeschwindigkeit bei Normalposition im Windkanal (Meter je Sekunde)
$U_{\max}$	maximale Betriebsgeschwindigkeit des Anemometers (Meter je Sekunde)
$U_{\min}$	minimale Betriebsgeschwindigkeit des Anemometers (Meter je Sekunde)
U_t	unmittelbar angezeigte Windgeschwindigkeit (Meter je Sekunde) zum Zeitpunkt t
U_0	Ansprechschwelle (Meter je Sekunde)
U_θ	angegebene Windgeschwindigkeit (Meter je Sekunde) des Anemometers bei Anströmwinkel zur Anemometerachse (θ)
θ	Anströmwinkel zur Anemometerachse (Grad)
θ_s	kritischer Anströmwinkel zur Anemometerachse für feststehende Achsenpropeller-Anemometer (Grad)
τ	Einstellzeit des Anemometers (Sekunden) zur Erreichung der stationären Geschwindigkeit U_f

5 Zusammenfassung des Prüfverfahrens

5.1 Für dieses Prüfverfahren wird ein im Anhang A beschriebener Windkanal benötigt. Weitergehende Hinweise zu Windkanal-Prüfungen sind den Literaturhinweisen zu entnehmen [7, 10, 12, 13].

5.2 Die Ansprechschwelle (U_0) wird durch die Messung der geringsten Geschwindigkeit bestimmt, bei der sich ein Rotationsanemometer in seiner normalen Betriebsposition zu drehen beginnt, die Drehung beibehält und ein messbares Signal liefert. Die Achse eines Propeller-Anemometers wird parallel zur Richtung des Luftstromes ausgerichtet, beim Schalenstern-Anemometer wird die Achse senkrecht zur Richtung des Luftstromes ausgerichtet.

5.3 Die Übertragungsfunktion ($\hat{U} = a + bR + \dots$) [1, 6] wird durch die Messung der Drehzahl oder des Ausgangssignals des Anemometers bei verschiedenen Windgeschwindigkeiten innerhalb des angegebenen Nutzungsbereiches bestimmt. Im Bereich von Windgeschwindigkeiten, bei denen das Verhalten des Anemometers nicht-linear (nahe der Schwelle) ist, werden Messungen bei mindestens fünf verschiedenen Geschwindigkeiten durchgeführt. Messungen bei mindestens fünf zusätzlichen Geschwindigkeiten werden innerhalb des Arbeitsbereiches des Anemometers und des Windkanals, aber oberhalb des nicht-linearen Schwellenbereiches aufgezeichnet (siehe Bild 1). Wenn der Arbeitsbereich sich weiter in den nicht-linearen Hochgeschwindigkeitsbereich ausdehnt, sollten in diesem Bereich zusätzliche Messungen durchgeführt werden, um ein geeignetes Polynom bestimmen zu können. Mindestens drei Probenreihen sind bei jeder Geschwindigkeit aufzunehmen. Die Werte für a und b werden durch die Methode der kleinsten Fehlerquadrate bestimmt, ausgehend von den einzelnen bei jeder Geschwindigkeit durchgeführten Messungen.



Legende

X Windkanalgeschwindigkeit U , in Meter je Sekunde

Y Drehzahl R , in Umdrehungen je Sekunde

^a Nullpunktverschiebung, in Meter je Sekunde

^b Ansprechschwelle U_0 , in Meter je Sekunde

Bild 1 — Typische Kalibrierkurve eines Anemometers

Die Übertragungsfunktion kann bei bestimmten Anwendungsbereichen und bestimmten Anemometer-Bauarten an eine lineare Beziehung angenähert werden. Die Funktion kann bei niedrigen (üblicherweise $2 U_0$ bis $5 U_0$) und höheren Windgeschwindigkeiten im Windkanal nicht-linear verlaufen. $\hat{U}$ ist die erwartete Windgeschwindigkeit in Meter je Sekunde, a und b sind die Konstanten des Polynoms. Über b hinausgehende Konstanten wären im linearen Fall gleich null. Im Falle der Linearität wird die Konstante a normalerweise als Nullpunktverschiebung bezeichnet (in Meter je Sekunde), die Konstante b bezeichnet die Geräteempfindlichkeit (in Meter je Sekunde) für jede Umdrehung des Schalenstern- oder Propeller-Anemometers, und R ist die Drehzahl (in Umdrehungen je Sekunde). Es sollte beachtet werden, dass die Nullpunktverschiebung nicht mit der Ansprechschwelle gleichzusetzen ist. Bei einigen sehr empfindlichen Anemo-