

DIN V 19218:2008-01 (D)

Durchflussmessung von Fluiden - Verfahren zur Unsicherheitsermittlung (ISO 5168:2005, modifiziert)

Inhalt	Seite
Vorwort	2
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Formelzeichen und Abkürzungen.....	8
4.1 Formelzeichen	8
4.2 Indizes	12
5 Unsicherheitsermittlung in einem Messprozess.....	13
6 Ermittlungsmethode A der Messunsicherheit.....	14
6.1 Allgemeines	14
6.2 Rechenverfahren	14
7 Ermittlungsmethode B der Messunsicherheit.....	15
7.1 Allgemeines	15
7.2 Rechenverfahren	15
7.3 Rechteckverteilung	15
7.4 Normalverteilung	16
7.5 Dreieckverteilung	16
7.6 Bimodalverteilung	16
7.7 Zuweisen einer Wahrscheinlichkeitsverteilung	16
7.8 Unsymmetrische Wahrscheinlichkeitsverteilungen	17
8 Empfindlichkeiten.....	17
8.1 Allgemeines	17
8.2 Analytische Ermittlung	17
8.3 Numerische Ermittlung.....	18
9 Kombination von Unsicherheiten	19
10 Angabe von Ergebnissen	19
10.1 Erweiterte Unsicherheit	19
10.2 Unsicherheitsbilanz.....	20
Anhang A (normativ) Schrittweises Verfahren zur Unsicherheitsberechnung	22
A.1 Absolute oder relative Unsicherheit.....	22
A.2 Mathematische Beziehung	22
A.3 Standardunsicherheit.....	22
A.3.1 Allgemeines	22
A.3.2 Ermittlungsmethode A — Standardabweichung des Mittelwerts aus wiederholten Messungen.....	22
A.3.3 Ermittlungsmethode B — Subjektive Schätzung und Erfahrung.....	22
A.4 Empfindlichkeiten.....	23
A.4.1 Allgemeines	23
A.4.2 Absolut	23
A.4.3 Relativ.....	23
A.5 Kombinierte Standardunsicherheit	23
A.5.1 Allgemeines	23
A.5.2 Absolut	23
A.5.3 Relativ.....	23

A.6	Nicht verlässliche Eingangsgrößen.....	24
A.7	Erweiterte Unsicherheit.....	24
A.8	Angabe von Ergebnissen.....	24
Anhang B (normativ) Wahrscheinlichkeitsverteilungen		25
Anhang C (normativ) Erweiterungsfaktoren		27
Anhang D (informativ) Statistische Grundregeln für Ermittlungsmethode A der Unsicherheit.....		29
D.1	Mittelwert \bar{x} eines Datensatzes	29
D.2	Empirische Standardabweichung s eines Datensatzes.....	29
D.3	Anzahl ν der einer Varianz oder Standardabweichung einer Stichprobe zu Grunde liegenden Freiheitsgrade	30
D.4	Auf der empirischen Standardabweichung basierende Standardunsicherheit $u_{\bar{x}}$ eines Stichprobenmittelwerts.....	30
D.5	Auf der Standardabweichung aus früher gewonnenen Kenntnissen basierende Standardunsicherheit $u_{\bar{x}}$ eines Stichprobenmittelwerts.....	30
D.6	Auf der Standardabweichung aus früher gewonnenen Kenntnissen basierende Standardunsicherheit u_{sm} eines Einzelwerts	30
D.7	Aus mehreren Datensätzen kombinierte Standardabweichung s_{po}	31
D.8	Anzahl ν_{po} der einer kombinierten Standardabweichung zu Grunde liegenden Freiheitsgrade	32
D.9	Auf der Standardabweichung eines Datensatzes basierende erweiterte Unsicherheit $U_{\bar{x}}$ eines Stichprobenmittelwerts.....	32
D.10	Auf der Standardabweichung aus früher gewonnenen Kenntnissen basierende erweiterte Unsicherheit $U_{\bar{x}}$ eines Stichprobenmittelwerts.....	32
D.11	Erweiterte Unsicherheit U_{sm} eines Einzelwerts für diesen Fall aus D.10	32
D.12	Statistischer Anteilbereich für Einzelmessungen	32
D.13	Erkennen von Ausreißern	34
D.14	Berechnungsbeispiele	35
D.14.1	Mittelwert, Varianz, Standardabweichung, Anzahl der Freiheitsgrade, Variationskoeffizient.....	35
D.14.2	Auf der Standardabweichung basierende Standard- und erweiterte Unsicherheit eines Mittelwerts	35
D.14.3	Standard- und erweiterte Unsicherheit eines Einzelwerts	36
D.14.4	Aus mehreren Datensätzen kombinierte Standardabweichung	36
D.14.5	Auf der Standardabweichung aus früher gewonnenen Kenntnissen basierende erweiterte Unsicherheit eines Stichprobenmittelwerts.....	37
D.14.6	Statistischer Anteilbereich für Einzelwerte.....	38
D.14.7	Verwerfen von Ausreißern	39
Anhang E (informativ) Messunsicherheitsquellen		41
E.1	Kategorien von Messunsicherheitsquellen	41
E.2	Kalibrierunsicherheit.....	41
E.3	Datenerfassungsunsicherheit	41
E.4	Datenverarbeitungsunsicherheit.....	42
E.5	Messmethodenbedingte Unsicherheit.....	42
Anhang F (informativ) Korrelierte Eingangsgrößen		43
Anhang G (informativ) Beispiele.....		45
G.1	Beispiel 1 — Eine kalibrierte Düse für kritische Strömung wird zur Messung des Massendurchflusses von Luft benutzt	45
G.1.1	Das mathematische Modell.....	45
G.1.2	Beitragende Varianzen	45
G.2	Beispiel 2 — Vergleich zweier mit demselben Messgerät gemessenen Durchflüsse	48
G.2.1	Allgemeines.....	48
G.2.2	Mathematisches Modell	48
G.2.3	Beitragende Varianzen	50
G.2.4	Messunsicherheit der Dichte.....	50
G.2.5	Unsicherheit der Messwerte des Druckmessgerätes	51

G.2.6	Kombinierte Unsicherheit des Durchflussverhältnisses Φ_F	52
		Seite
G.3	Beispiel 3 — Berechnung der durch eine Blende verursachten Unsicherheit der Durchflussmessung	54
G.3.1	Allgemeines	54
G.3.2	Das mathematische Modell	55
G.3.3	Beitragende Varianzen	56
G.3.4	Unsicherheit des Rohrdurchmessers $d_{p,0}$	58
G.3.5	Unsicherheit des Durchmessers $d_{o,0}$ der Blendenöffnung	58
G.3.6	Unsicherheit der Temperatur $T_{0,x}$	58
G.3.7	Unsicherheit der Fluidtemperatur T_{op}	59
G.3.8	Unsicherheit der Dichte ρ	59
G.3.9	Unsicherheit der Druckdifferenz Δp	59
G.3.10	Unsicherheit des thermischen Längenausdehnungskoeffizienten λ	59
G.3.11	Unsicherheit der Viskosität μ des Fluids	59
G.3.12	Unsicherheit der Reader-Harris-Gallagher-Gleichung (1998)	60
G.3.13	Kombinierte Standardunsicherheit des Durchflusses	60
G.4	Beispiel 4 — Berechnung der Durchfluss-Messunsicherheit bei Netzmessungen mit einem Messflügel	61
G.4.1	Das mathematische Modell	61
G.4.2	Beitragende Varianzen	61
G.4.3	Kombinierte Unsicherheit	63
G.5	Beispiel 5 — Berechnung der Durchfluss-Messunsicherheit bei einer Rinne mit Wehr	63
G.5.1	Das mathematische Modell	63
G.5.2	Beitragende Varianzen	64
Anhang H (informativ)	Kalibrierung eines Durchflussmessgerätes in einer Kalibriereinrichtung	66
H.1	Allgemeines	66
H.2	Unsicherheit der Kalibriereinrichtung	66
H.3	Benutzung der Kalibriereinrichtung	66
H.3.1	Allgemeines	66
H.3.2	Kalibrierung bei verschiedenen Durchflüssen mit n Messungen je Durchfluss	67
Anhang I (informativ)	Unsicherheiten nach den Ermittlungsmethoden A und B, entsprechend den Unsicherheitsbeiträgen aus „zufälligen“ und „systematischen“ Quellen	70
Anhang J (informativ)	Besondere Bedingungen bei der Benutzung zweier oder mehrerer parallel geschalteter Durchflussmessgeräte	71
Anhang K (informativ)	Alternative Methoden zur Unsicherheitsberechnung	73
Literaturhinweise	74