

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Kontrolle und Verbesserung der Qualität von
Prozessdaten und deren Unsicherheiten mittels
Ausgleichsrechnung bei Betriebs- und
Abnahmemessungen

VDI 2048

Blatt 1 / Part 1

Control and quality improvement of process data
and their uncertainties by means of correction
calculation for operation and acceptance tests

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

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 Formelzeichen, Abkürzungen und Indizes	4
3 Grundlegendes Konzept	6
3.1 Besonderheiten bei Betriebs-, Kontroll- und Abnahmemessungen	6
3.2 Erfassung und Verarbeitung von Unsicherheiten	8
3.3 Qualitätskontrolle und optimale Nutzung der erfassten Messwerte	11
3.4 Vergleich mit zugesicherten/einzu- haltenden oder erwarteten Eigenschaften	12
3.5 Planung und Vorbereitung	12
4 Physikalische Grundlagen	14
4.1 Allgemeines	14
4.2 Messgrößen	14
4.3 Nicht gemessene Größen	17
5 Statistische Grundlagen	17
5.1 Messgröße als Zufallsvariable	17
5.2 Varianzen und Kovarianzen	25
5.3 Verteilungsfunktion, Wahrscheinlich- keitsdichte und Konfidenzintervall	26
5.4 Fortpflanzung von Unsicherheiten	28
5.5 Konfidenzintervall einer Ergebnisgröße	31
5.6 Praktischer Ablauf der Auswertung	33
5.7 Ermittlung von Schätzwerten der Messunsicherheit	34
6 Qualitätskontrolle und Verbesserung der Messwerte mittels Ausgleichsrechnung	50
6.1 Einführung der Nebenbedingungen	51
6.2 Qualitätsbeurteilung und Erkennen grober Fehler	54
6.3 Rechenvorschriften	58
6.4 Mehrfachmessung derselben Größe	65

Contents	Page
Preliminary note	3
Introduction	3
1 Scope	4
2 Symbols, abbreviations, and indices	4
3 Underlying concept	6
3.1 Special aspects of operation, control and acceptance tests	6
3.2 Recording and processing of uncertainties	8
3.3 Quality control and optimal utilisation of the obtained measured values	11
3.4 Comparison with assured/required or expected properties	12
3.5 Planning and preparation	12
4 Physical principles	14
4.1 General	14
4.2 Measured variables	14
4.3 Non-measured variables	17
5 Statistical principles	17
5.1 Measured variables as random variables	17
5.2 Variances and covariances	25
5.3 Distribution function, probability density and confidence interval	26
5.4 Propagation of uncertainties	28
5.5 Confidence interval of an outcome quantity	31
5.6 Practical evaluation procedure	33
5.7 Obtaining estimated values of measurement uncertainties	34
6 Quality control and improvement of the measured values by means of a correction calculation	50
6.1 Introducing auxiliary conditions	51
6.2 Quality assessment and identifying serious errors	54
6.3 Calculation rules	58
6.4 Repeated measurement of the same variable	65

VDI-Gesellschaft Energie und Umwelt (GEU)

Fachbereich Energiewandlung und -anwendung

VDI-Handbuch Energietechnik

VDI-Handbuch Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen, Band 1: Bewertung/Stoffwerte
VDI/VDE-Handbuch Prozessmesstechnik und Strukturanalyse

Inhalt	Seite
7 Prüfung von zugesicherten oder erwarteten Eigenschaften	66
7.1 Allgemeine Wahrscheinlichkeitsbetrachtung beim Vergleich zugesicherter Eigenschaften	66
7.2 Verwendung des vollständigen Ergebnisses für den Vergleich zugesicherter Eigenschaften unter Abnahmebedingungen	68
7.3 Spezielle Wahrscheinlichkeitsbetrachtung beim Vergleich unter den Bedingungen der zugesicherten Eigenschaften	68
7.4 Verwendung des vollständigen Ergebnisses für den Vergleich der zugesicherten Eigenschaft mit festen Werten.....	71
7.5 Umrechnung auf Bedingungen der zugesicherten Eigenschaften	72
8 Messunsicherheit von Differenzmessungen	73
9 Hilfsgrößen und nicht gemessene Größen	76
9.1 Hilfsgrößen	76
9.2 Nicht gemessene Größen	77
10 Einflüsse auf die Unsicherheit der Ergebnisgrößen	78
10.1 Nebenbedingungen	78
10.2 Erfasste Messgrößen	80
10.3 Beurteilung des Einflusses von Schätzwerten	81
11 Verwendung von Ungleichungen	81
11.1 Feste obere Schranke	81
11.2 Feste untere Schranke	82
Anhang A Beispiel.....	83
Anhang B Kriterienkatalog für die Zertifizierung nach VDI 2048	96
Schrifttum	99

Contents	Page
7 Examination of assured and expected properties	66
7.1 General probability considerations when comparing assured properties	66
7.2 Using the complete result when comparing assured properties under acceptance conditions	68
7.3 Special probability consideration in a comparison under the conditions of the assured properties	68
7.4 Using the complete result for comparing the assured property with fixed values	71
7.5 Conversion to conditions of the assured properties	72
8 Uncertainty of difference measurements	73
9 Auxiliary variables and non-measured variables	76
9.1 Auxiliary variables.....	76
9.2 Non-measured variables	77
10 Factors affecting the uncertainty of the result variables	78
10.1 Auxiliary conditions	78
10.2 Registered measured variables.....	80
10.3 Assessing the effect of estimated values	81
11 Using inequalities	81
11.1 Fixed upper limit	81
11.2 Fixed lower limit	82
Annex A Example	83
Annex B Criteria catalogue for certification in accordance with VDI 2048	96
Bibliography	99