

DIN ISO 21748

ICS 17.020

**Leitfaden zur Verwendung der Schätzwerte der Wiederholpräzision, der Vergleichpräzision und der Richtigkeit beim Schätzen der Messunsicherheit (ISO 21748:2010);
Text Deutsch und Englisch**

Guidance for the use of repeatability, reproducibility and trueness estimates in measurement uncertainty estimation (ISO 21748:2010);
Text in German and English

Lignes directrices relatives à l'utilisation d'estimations de la répétabilité, de la reproductibilité et de la justesse dans l'évaluation de l'incertitude de mesure (ISO 21748:2010);
Texte en allemand et anglais

Gesamtumfang 89 Seiten

Normenausschuss Qualitätsmanagement, Statistik und Zertifizierungsgrundlagen (NQSZ) im DIN

Inhalt

Contents

	Seite
Nationales Vorwort	5
Nationaler Anhang NA (informativ)	
Literaturhinweise	6
Einleitung	8
1 Anwendungsbereich	10
2 Begriffe	10
3 Symbole	18
4 Kurzbeschreibung	24
4.1 Einzelergebnisse und Leistungsfähigkeit des Messprozesses	24
4.2 Anwendbarkeit von Daten der Vergleichpräzision	24
4.3 Grundlegende Gleichungen für das statistische Modell	24
4.4 Wiederholpräzisionsdaten	26
5 Bestimmen der Unsicherheit unter Verwendung von Schätzwerten der Wiederholpräzision, der Vergleichpräzision und der Richtigkeit	28
5.1 Verfahren zum Bestimmen der Messunsicherheit	28
5.2 Unterschiede zwischen erwarteter und tatsächlicher Präzision	28
6 Nachweisen der Relevanz von Verfahrenleistungsdaten für die Messergebnisse aus einem bestimmten Messprozess	28
6.1 Allgemeines	28
6.2 Darlegen der Beherrschung der Laborkomponente der systematischen Abweichung	30
6.2.1 Allgemeine Anforderungen	30
6.2.2 Verfahren für den Nachweis der Beherrschung der Laborkomponente der systematischen Abweichung	30
6.2.3 Erkennen einer signifikanten Laborkomponente bei der systematischen Abweichung	36
6.3 Verifizieren der Wiederholpräzision	36
6.4 Fortlaufende Verifizierung der Leistungsfähigkeit	36

	Page
Introduction	9
1 Scope	11
2 Terms and definitions	11
3 Symbols	19
4 Principles	25
4.1 Individual results and measurement process performance	25
4.2 Applicability of reproducibility data	25
4.3 Basic equations for the statistical model	25
4.4 Repeatability data	27
5 Evaluating uncertainty using repeatability, reproducibility and trueness estimates	29
5.1 Procedure for evaluating measurement uncertainty	29
5.2 Differences between expected and actual precision	29
6 Establishing the relevance of method performance data to measurement results from a particular measurement process	29
6.1 General	29
6.2 Demonstrating control of the laboratory component of bias	31
6.2.1 General requirements	31
6.2.2 Methods of demonstrating control of the laboratory component of bias	31
6.2.3 Detection of significant laboratory component of bias	37
6.3 Verification of repeatability	37
6.4 Continued verification of performance	37

7	Den Untersuchungseinheiten Aussagekraft verleihen	38	7	Establishing relevance to the test item	39
7.1	Allgemeines	38	7.1	General	39
7.2	Probenahme	38	7.2	Sampling	39
7.2.1	Einbeziehung des Prozesses der Probenahme	38	7.2.1	Inclusion of sampling process	39
7.2.2	Inhomogenität	38	7.2.2	Inhomogeneity	39
7.3	Probenaufbereitung und Vorbehandlung	38	7.3	Sample preparation and pre- treatment	39
7.4	Änderungen bei der Art der Untersuchungseinheit	38	7.4	Changes in test-item type	39
7.5	Streuung der Unsicherheit mit dem Niveau der Messgröße	40	7.5	Variation of uncertainty with level of response	41
7.5.1	Korrigieren von s_R	40	7.5.1	Adjusting s_R	41
7.5.2	Änderungen bei anderen Beiträgen zur Unsicherheit	40	7.5.2	Changes in other contributions to uncertainty	41
8	Zusätzliche Faktoren	42	8	Additional factors	43
9	Allgemeiner Ausdruck für die kombinierte Standardunsicherheit	42	9	General expression for combined standard uncertainty	43
10	Auf Ringversuchsdaten beruhende Unsicherheitsbilanzen	44	10	Uncertainty budgets based on collaborative study data	45
11	Bestimmung der Unsicherheit für ein kombiniertes Ergebnis	46	11	Evaluation of uncertainty for a combined result	47
12	Darstellung von Informationen über Unsicherheit	48	12	Expression of uncertainty information	49
12.1	Allgemeine Darstellung	48	12.1	General expression	49
12.2	Wahl des Erweiterungsfaktors	48	12.2	Choice of coverage factor	49
12.2.1	Allgemeines	48	12.2.1	General	49
12.2.2	Gewünschtes Vertrauensniveau	48	12.2.2	Level of confidence desired	49
12.2.3	Mit dem Schätzwert verbundene Anzahl der Freiheitsgrade	48	12.2.3	Degrees of freedom associated with the estimate	49
13	Vergleich von Kennzahlen für die Verfahrensleistung mit Unsicherheitsdaten	50	13	Comparison of method performance figures and uncertainty data	51
13.1	Grundlegende Annahmen für den Vergleich	50	13.1	Basic assumptions for comparison	51
13.2	Verfahren für den Vergleich	50	13.2	Comparison procedure	51
13.3	Gründe für Unterschiede	52	13.3	Reasons for differences	53
Anhang A (informativ) Ansätze zur Schätzung der Unsicherheit			Annex A (informative) Approaches to uncertainty estimation		
A.1	Der GUM-Ansatz	54	A.1	The GUM approach	55
A.2	Ansatz mittels Ringversuch	56	A.2	Collaborative study approach	57
A.2.1	Grundmodell	56	A.2.1	Basic model	57
A.2.2	Einbeziehen von Richtigkeitsdaten	58	A.2.2	Incorporating trueness data	59
A.2.3	Weitere Effekte — Das kombinierte Modell	60	A.2.3	Other effects — The combined model ..	61
A.3	Charakteristika beider Ansätze	62	A.3	Relationship between approaches	63
Anhang B (informativ) Experimentelle Bestimmung der Unsicherheit			Annex B (informative) Experimental uncertainty evaluation		
B.1	Praktisches Verfahren zur Schätzung von Empfindlichkeitskoeffizienten	64	B.1	Practical procedure for estimating sensitivity coefficients	65
B.2	Einfaches Verfahren zur Bestimmung der auf einem Zufallseffekt beruhenden Unsicherheit	64	B.2	Simple procedure for evaluating uncertainty due to a random effect	65

Anhang C (informativ) Beispiele von	
Berechnungen der Unsicherheit	66
C.1 Messung von Kohlenmonoxid (CO)	
in Kfz-Abgasen	66
C.1.1 Einleitung	66
C.1.2 Ringversuchsdaten	66
C.1.3 Lenkung der systematischen	
Abweichung	66
C.1.4 Präzision	68
C.1.5 Bedeutung der	
Untersuchungseinheiten	68
C.1.6 Schätzwert für die Unsicherheit	68
C.2 Bestimmung der Fleischeinwaage	68
C.2.1 Einleitung	68
C.2.2 Grundlegende Gleichungen	68
C.2.3 Experimentelle Schritte zur	
Bestimmung der Fleischeinwaage	70
C.2.4 Komponenten der Unsicherheit	70
C.2.5 Bestimmen von Komponenten der	
Unsicherheit	70
C.2.6 Kombinierte Unsicherheit	74
C.3 Unsicherheit für das AOAC-	
Verfahren 990.12: Anzahl aerober	
Keime	74
C.3.1 Einleitung	74
C.3.2 Daten des Ringversuchs	74
C.3.3 Beherrschung der systematischen	
Abweichung	76
C.3.4 Beherrschung der Präzision	76
C.3.5 Den Untersuchungseinheiten	
Aussagekraft verleihen	78
C.3.6 Kombinierte Standardunsicherheit	78
C.3.7 Erweiterte Unsicherheit	78
C.3.8 Weitere Betrachtungen	78
C.4 Unsicherheit bei der Bestimmung	
des Rohfasergehalts	80
C.4.1 Einleitung	80
C.4.2 Berechnung der Faserkonzentration	80
C.4.3 Daten des Ringversuchs	80
C.4.4 Beherrschung der systematischen	
Abweichung	82
C.4.5 Beherrschung der Präzision	82
C.4.6 Streuung der Unsicherheit mit dem	
Niveau der Messgröße	82
C.4.7 Weitere Faktoren	84
C.4.8 Kombinierte Standardunsicherheit	84
C.4.9 Erweiterte Unsicherheit	84
Literaturhinweise	88

Annex C (informative) Examples of	
uncertainty calculations	67
C.1 Measurement of carbon monoxide	
(CO) in automobile emissions	67
C.1.1 Introduction	67
C.1.2 Collaborative study data	67
C.1.3 Control of bias	67
C.1.4 Precision	69
C.1.5 Relevance of test items	69
C.1.6 Uncertainty estimate	69
C.2 Determination of meat content	69
C.2.1 Introduction	69
C.2.2 Basic equations	69
C.2.3 Experimental steps in meat-content	
determination	71
C.2.4 Uncertainty components	71
C.2.5 Evaluating uncertainty components	71
C.2.6 Combined uncertainty	75
C.3 Uncertainty for AOAC method	
990.12: Aerobic Plate Count	75
C.3.1 Introduction	75
C.3.2 Collaborative study data	75
C.3.3 Control of bias	77
C.3.4 Control of precision	77
C.3.5 Establishing relevance to the test	
item	79
C.3.6 Combined standard uncertainty	79
C.3.7 Expanded uncertainty	79
C.3.8 Additional considerations	79
C.4 Uncertainty for crude fibre	
determination	81
C.4.1 Introduction	81
C.4.2 Calculation of fibre concentration	81
C.4.3 Collaborative study data	81
C.4.4 Control of bias	83
C.4.5 Control of precision	83
C.4.6 Variation of uncertainty with level of	
response	83
C.4.7 Additional factors	85
C.4.8 Combined standard uncertainty	85
C.4.9 Expanded uncertainty	85
Bibliography	88

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (ISO 21748:2010) wurde vom Internationalen Technischen Komitee ISO/TC 69 „Application of statistical methods“, Unterkomitee SC 6 „Measurement methods and results“ erarbeitet, dessen Sekretariat von JISC (Japan) gehalten wird.

Für die deutsche Mitarbeit ist der Arbeitsausschuss NA 147-00-02 AA „Angewandte Statistik“ im Normenausschuss Qualitätsmanagement, Statistik und Zertifizierungsgrundlagen“ (NQSZ) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. zuständig.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. Das DIN [und/oder die DKE] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Zu den im Inhalt zitierten Internationalen Normen und Dokumenten wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 3534-1	siehe	DIN ISO 3534-1
ISO 3534-2	siehe	DIN ISO 3534-2
ISO 5725-1:1994	siehe	DIN ISO 5725-1
ISO 5725-2:1994	siehe	DIN ISO 5725-2
ISO 5725-3:1994	siehe	DIN ISO 5725-3
ISO 5725-4:1994	siehe	DIN ISO 5725-4
ISO 5725-5:1998	siehe	DIN ISO 5725-5
ISO 5725-6:1994	siehe	DIN ISO 5725-6
ISO 10576-1	siehe	DIN ISO 10576-1
ISO 11648	siehe	DIN ISO 11648-1
ISO 19011	siehe	DIN EN ISO 19011
ISO/IEC 17025	siehe	DIN EN ISO/IEC 17025
ISO/IEC 17043	siehe	DIN EN ISO/IEC 17043

Die Norm ISO 8258:1991 *Shewhart control charts* wurde durch die ISO 7870-2:2013 *Control charts — Part 2: Shewhart control charts* ersetzt.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN ISO 3534-1, *Statistik — Begriffe und Formelzeichen — Teil 1: Wahrscheinlichkeit und allgemeine statistische Begriffe*

DIN ISO 3534-2, *Statistik — Begriffe und Formelzeichen — Teil 2: Angewandte Statistik*

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 Ermittlung der Wiederhol- und Vergleichpräzision eines vereinheitlichten Messverfahrens*

DIN ISO 5725-3, *Genauigkeit (Richtigkeit und Präzision) von Messverfahren und Messergebnissen — Teil 3: Präzisionsmaße eines vereinheitlichten Messverfahrens unter Zwischenbedingungen*

DIN ISO 5725-4, *Genauigkeit (Richtigkeit und Präzision) von Messverfahren und Messergebnissen — Teil 4: Grundlegende Methoden für die Ermittlung der Richtigkeit eines vereinheitlichten Messverfahrens*

DIN ISO 5725-5, *Genauigkeit (Richtigkeit und Präzision) von Messverfahren und Messergebnissen — Teil 5: Alternative Methoden für die Ermittlung der Präzision eines vereinheitlichten Messverfahrens*

DIN ISO 5725-6, *Genauigkeit (Richtigkeit und Präzision) von Messverfahren und Messergebnissen — Teil 6: Anwendung von Genauigkeitswerten in der Praxis*

DIN ISO 10576-1, *Statistische Verfahren — Leitfaden für die Beurteilung der Konformität mit vorgegebenen Anforderungen — Teil 1: Allgemeine Grundsätze*

DIN ISO 11648-1, *Statistische Aspekte der Probenahme von Massengütern — Teil 1: Allgemeine Grundlagen*

DIN EN ISO 19011, *Leitfaden zur Auditierung von Managementsystemen*

DIN EN ISO/IEC 17025, *Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien*

DIN EN ISO/IEC 17043, *Konformitätsbewertung — Allgemeine Anforderungen an Eignungsprüfungen*

— Leerseite —

Leitfaden zur Verwendung der Schätzwerte der Wiederholpräzision, der Vergleichpräzision und der Richtigkeit beim Schätzen der Messunsicherheit

Einleitung

Die Kenntnis der mit Messergebnissen verbundenen Unsicherheit ist für die Interpretation der Ergebnisse unerlässlich. Ohne quantitative Bewertungen der Unsicherheit ist es unmöglich zu entscheiden, ob beobachtete Unterschiede zwischen Ergebnissen mehr als die Versuchsstreuung wiedergeben, ob Untersuchungseinheiten die Spezifikationen erfüllen oder ob Rechtsvorschriften, die auf Grenzwerte Bezug nehmen, verletzt worden sind. Ohne Informationen über die Unsicherheit besteht ein Risiko zur Fehlinterpretation der Ergebnisse. Falsche Entscheidungen, die auf solch einer Basis getroffen werden, können in der Industrie zu unnötigen Ausgaben führen, zu unangenehmer strafrechtlicher Verfolgung sowie zu nachteiligen gesundheitlichen oder sozialen Auswirkungen.

Von Labors, die unter dem ISO/IEC 17025 Akkreditierungssystem und unter ähnlichen Systemen arbeiten, wird demzufolge gefordert, die Messunsicherheit von Mess- und Ermittlungsergebnissen zahlenmäßig zu bestimmen und die Unsicherheit auszuweisen, wo dies von Bedeutung ist. Der von ISO/IEC als ISO/IEC Guide 98-3:2008 veröffentlichte *Guide to the expression of uncertainty in measurement* (GUM) beschreibt ein weithin anerkanntes Standard-Vorgehen. Allerdings setzt er voraus, dass ein Modell des Messprozesses vorliegt. Ein sehr weiter Bereich von Standard-Ermittlungsverfahren basiert jedoch auf Ringversuchen gemäß ISO 5725-2:1994. Diese Internationale Norm stellt eine geeignete und wirtschaftliche Methodik bereit zur Schätzung der Unsicherheit, die mit den Ergebnissen dieser Verfahren verbunden ist, welche in vollem Umfang mit den maßgeblichen Grundsätzen des GUM übereinstimmt, während sie zugleich die Verfahrenskenngrößen des Ringversuchs berücksichtigt.

Der in dieser Internationalen Norm verwendete allgemeine Lösungsweg erfordert, dass

- Schätzwerte für Wiederholpräzision, Vergleichpräzision und Richtigkeit des verwendeten Verfahrens, die aus Ringversuchen gemäß ISO 5725-2:1994 stammen, aus veröffentlichten Informationen über das verwendete Ermittlungsverfahren vorliegen. Diese liefern Schätzwerte für die Varianzkomponenten „innerhalb der Labors“ und „zwischen den Labors“, zusammen mit einem Schätzwert für die Unsicherheit, die mit der Richtigkeit des Verfahrens verbunden ist;
- das Labor durch Untersuchung seiner eigenen systematischen Abweichung und Präzision bestätigt, dass seine Umsetzung des Ermittlungsverfahrens mit der festgelegten Leistung des Ermittlungsverfahrens vereinbar ist. Damit wird bestätigt, dass die veröffentlichten Daten auf die vom Labor erhaltenen Ergebnisse anwendbar sind;
- alle Einflüsse auf die Messergebnisse erkannt werden, die nicht durch den Ringversuch angemessen abgedeckt sind, und dass die mit den Ergebnissen verbundene Varianz, die von diesen Effekten stammen könnte, quantifiziert wird.

Ein Schätzwert für die Unsicherheit ergibt sich auf die von GUM festgelegte Art und Weise mittels Kombination der relevanten Varianzkomponenten.

Das generelle Prinzip der Verwendung von Daten der Vergleichpräzision bei der Bestimmung der Unsicherheit wird manchmal auch als Top-Down-Ansatz bezeichnet.

Die aus einem Ringversuch erhaltene Streuung der Ergebnisse wird oft auch sinnvollerweise mit Schätzwerten für die Messunsicherheit verglichen, die sich bei Verwendung der GUM-Verfahren ergeben - als ein Test für das volle Verständnis des Verfahrens. Solche Vergleiche sind noch wirksamer, wenn es eine konsistente Methodik zur Schätzung des Wertes desselben Parameters unter Verwendung der Daten aus einem Ringversuch gibt.

Guidance for the use of repeatability, reproducibility and trueness estimates in measurement uncertainty estimation

Introduction

Knowledge of the uncertainty associated with measurement results is essential to the interpretation of the results. Without quantitative assessments of uncertainty, it is impossible to decide whether observed differences between results reflect more than experimental variability, whether test items comply with specifications, or whether laws based on limits have been broken. Without information on uncertainty, there is a risk of misinterpretation of results. Incorrect decisions taken on such a basis may result in unnecessary expenditure in industry, incorrect prosecution in law, or adverse health or social consequences.

Laboratories operating under ISO/IEC 17025 accreditation and related systems are accordingly required to evaluate measurement uncertainty for measurement and test results and report the uncertainty where relevant. The *Guide to the expression of uncertainty in measurement* (GUM), published by ISO/IEC as ISO/IEC Guide 98-3:2008, is a widely adopted standard approach. However, it applies to situations where a model of the measurement process is available. A very wide range of standard test methods is, however, subjected to collaborative study in accordance with ISO 5725-2:1994. This International Standard provides an appropriate and economic methodology for estimating uncertainty associated with the results of these methods, which complies fully with the relevant principles of the GUM, whilst taking account of method performance data obtained by collaborative study.

The general approach used in this International Standard requires that

- estimates of the repeatability, reproducibility and trueness of the method in use, obtained by collaborative study as described in ISO 5725-2:1994, be available from published information about the test method in use. These provide estimates of the intra- and inter-laboratory components of variance, together with an estimate of uncertainty associated with the trueness of the method;
- the laboratory confirms that its implementation of the test method is consistent with the established performance of the test method by checking its own bias and precision. This confirms that the published data are applicable to the results obtained by the laboratory;
- any influences on the measurement results that were not adequately covered by the collaborative study be identified and the variance associated with the results that could arise from these effects be quantified.

An uncertainty estimate is made by combining the relevant variance estimates in the manner prescribed by the GUM.

The general principle of using reproducibility data in uncertainty evaluation is sometimes called a “top-down” approach.

The dispersion of results obtained in a collaborative study is often also usefully compared with measurement uncertainty estimates obtained using GUM procedures as a test of full understanding of the method. Such comparisons will be more effective given a consistent methodology for estimating the same parameter using collaborative study data.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm gibt Anleitung für

- die Bestimmung von Messunsicherheiten bei Verwendung von Daten, die aus Untersuchungen stammen, die nach ISO 5725-2:1994 durchgeführt wurden;
- den Vergleich von Ergebnissen aus einem Ringversuch mit der Messunsicherheit (MU, en: *measurement uncertainty*), die sich bei der Anwendung formaler Grundsätze der Unsicherheitsfortpflanzung ergibt (siehe Abschnitt 13).

ISO 5725-3:1994 bietet zusätzliche Modelle für Untersuchungen der Präzision unter Zwischenbedingungen. Wenn auch der gleiche allgemeine Ansatz für die Anwendung solcher erweiterten Modelle genutzt werden kann, ist die Bestimmung der Unsicherheit bei Anwendung dieser Modelle nicht in der vorliegenden Internationalen Norm enthalten.

Diese Internationale Norm ist in allen Mess- und Ermittlungsfachgebieten anwendbar, in denen eine mit einem Ergebnis verbundene Unsicherheit bestimmt werden muss.

Diese Internationale Norm beschreibt nicht die Verwendung von Wiederholpräzisionsdaten, wenn Daten der Vergleichpräzision fehlen.

Diese Internationale Norm geht davon aus, dass erkannte nicht vernachlässigbare systematische Effekte korrigiert werden, entweder durch eine numerische Korrektur als Teil des Messverfahrens oder durch Untersuchung und Behebung der Ursache des Effektes.

Die Empfehlungen in dieser Internationalen Norm dienen in erster Linie als Anleitung. Es wird zugestanden, dass, obwohl die gegebenen Empfehlungen für viele Zwecke tatsächlich einen geeigneten Ansatz zur Bestimmung der Unsicherheit bilden, es auch möglich ist, andere geeignete Ansätze zu verwenden.

Im Allgemeinen gelten die für Messergebnisse, -verfahren und -prozesse in dieser Internationalen Norm gegebenen Empfehlungen ebenso für Ermittlungsergebnisse, -verfahren und -prozesse.

2 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe. Zusätzlich wird auf „Zwischenbedingungen der Präzision“ (en: *intermediate precision conditions*) Bezug genommen, die im Detail in ISO 5725-3:1994 behandelt werden.

2.1 systematische Abweichung
Differenz zwischen dem Erwartungswert eines Ermittlungsergebnisses oder eines Messergebnisses und dem wahren Wert

ANMERKUNG 1 Die systematische Abweichung ist der gesamte systematische Fehler im Gegensatz zum zufälligen Fehler. Eine oder mehrere Komponenten des systematischen Fehlers können zu der systematischen Abweichung beitragen. Eine größere systematische Differenz zum wahren Wert äußert sich durch einen größeren Wert der systematischen Abweichung.

ANMERKUNG 2 Die systematische Abweichung eines Messinstruments (Richtigkeitsfehler) wird normalerweise geschätzt durch Berechnung des mittleren Anzeigefehlers aus einer hinreichenden Anzahl von Wiederholungsmessungen. Der Anzeigefehler ist „die Anzeige eines Messinstrumentes minus dem wahren Wert der zugehörigen Eingangsgröße“.

ANMERKUNG 3 In der Praxis wird der wahre Wert durch den akzeptierten Bezugswert ersetzt.

[ISO 3534-2:2006, Definition 3.3.2]

1 Scope

The International Standard gives guidance for

- evaluation of measurement uncertainties using data obtained from studies conducted in accordance with ISO 5725-2:1994;
- comparison of collaborative study results with measurement uncertainty (MU) obtained using formal principles of uncertainty propagation (see Clause 13).

ISO 5725-3:1994 provides additional models for studies of intermediate precision. However, while the same general approach may be applied to the use of such extended models, uncertainty evaluation using these models is not incorporated in the present International Standard.

This International Standard is applicable in all measurement and test fields where an uncertainty associated with a result has to be determined.

This International Standard does not describe the application of repeatability data in the absence of reproducibility data.

This International Standard assumes that recognized, non-negligible systematic effects are corrected, either by applying a numerical correction as part of the method of measurement, or by investigation and removal of the cause of the effect.

The recommendations in this International Standard are primarily for guidance. It is recognized that while the recommendations presented do form a valid approach to the evaluation of uncertainty for many purposes, it is also possible to adopt other suitable approaches.

In general, references to measurement results, methods and processes in this International Standard are normally understood to apply also to testing results, methods and processes.

2 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply. In addition, reference is made to “intermediate precision conditions”, which are discussed in detail in ISO 5725-3:1994.

2.1

bias

difference between the expectation of a test result or measurement result and a true value

NOTE 1 Bias is the total systematic error as contrasted to random error. There may be one or more systematic error components contributing to the bias. A larger systematic difference from the true value is reflected by a larger bias value.

NOTE 2 The bias of a measuring instrument is normally estimated by averaging the error of indication over an appropriate number of repeated measurements. The error of indication is the “indication of a measuring instrument minus a true value of the corresponding input quantity”.

NOTE 3 In practice, the accepted reference value is substituted for the true value.

[ISO 3534-2:2006, definition 3.3.2]

2.2

kombinierte Standardunsicherheit

$u(y)$

Standardunsicherheit eines Messergebnisses, wenn dieses Ergebnis aus den Werten einer Anzahl anderer Größen gewonnen wird, welche gleich der positiven Quadratwurzel einer Summe von Gliedern ist, wobei die Glieder Varianzen oder Kovarianzen dieser anderen Größen sind, gewichtet danach, wie das Messergebnis mit Änderungen dieser Größen variiert

[ISO/IEC Guide 98-3:2008, Definition 2.3.4]

2.3

Erweiterungsfaktor

k

Zahlenfaktor, mit dem die kombinierte Standardunsicherheit multipliziert wird, um eine erweiterte Messunsicherheit zu erhalten

ANMERKUNG Ein Erweiterungsfaktor k liegt typisch im Bereich 2 bis 3.

[ISO/IEC Guide 98-3:2008, Definition 2.3.6]

2.4

erweiterte Unsicherheit

U

Kenngroße, die einen Bereich um das Messergebnis kennzeichnet, von dem erwartet werden kann, dass er einen großen Anteil der Verteilung der Werte umfasst, die der Messgröße vernünftigerweise zugeordnet werden könnten

ANMERKUNG 1 Der Anteil kann als Überdeckungswahrscheinlichkeit oder als Vertrauensniveau des Bereiches angesehen werden.

ANMERKUNG 2 Um dem durch die erweiterte Messunsicherheit gekennzeichneten Bereich ein spezielles Vertrauensniveau zuzuordnen, sind explizite oder implizite Annahmen über die Wahrscheinlichkeitsverteilung erforderlich, die durch das Messergebnis und dessen kombinierte Standardunsicherheit charakterisiert wird. Das Vertrauensniveau, das diesem Bereich zugeordnet werden kann, kann nur in dem Maße bekannt sein, wie solche Annahmen gerechtfertigt sind.

ANMERKUNG 3 Die erweiterte Messunsicherheit wird in Abschnitt 5 der Empfehlung INC-1 (1980) *Gesamtunsicherheit* genannt.

[ISO/IEC Guide 98-3:2008, Definition 2.3.5]

2.5

Präzision

Grad der Übereinstimmung zwischen voneinander unabhängigen Ergebnissen, die unter vorgegebenen Bedingungen ermittelt wurden

ANMERKUNG 1 Die Präzision hängt nur von der Verteilung der zufälligen Fehler ab. Sie bezieht sich nicht auf den wahren Wert oder den angegebenen Wert.

ANMERKUNG 2 Das Maß für die Präzision wird im Allgemeinen als Unpräzision ausgedrückt, die berechnet wird als Standardabweichung des Ermittlungsergebnisses oder des Messergebnisses. Eine kleinere Präzision äußert sich durch eine größere Standardabweichung.

ANMERKUNG 3 Quantitative Maße für die Präzision hängen entscheidend von den vereinbarten Bedingungen ab. Wiederholbedingungen und Vergleichbedingungen sind besondere Sätze von äußerst genau vereinbarten Bedingungen.

[ISO 3534-2:2006, Definition 3.3.4]

2.2**combined standard uncertainty** $u(y)$

standard uncertainty of the result of a measurement when that result is obtained from the values of a number of other quantities, equal to the positive square root of a sum of terms, the terms being the variances or covariances of these other quantities weighted according to how the measurement result varies with changes in these quantities

[ISO/IEC Guide 98-3:2008, definition 2.3.4]

2.3**coverage factor** k

numerical factor used as a multiplier of the combined standard uncertainty in order to obtain an expanded uncertainty

NOTE A coverage factor, k , is typically in the range 2 to 3.

[ISO/IEC Guide 98-3:2008, definition 2.3.6]

2.4**expanded uncertainty** U

quantity defining an interval about a result of a measurement expected to encompass a large fraction of the distribution of values that could reasonably be attributed to the measurand

NOTE 1 The fraction may be regarded as the coverage probability or level of confidence of the interval.

NOTE 2 To associate a specific level of confidence with the interval defined by the expanded uncertainty requires explicit or implicit assumptions regarding the probability distribution characterized by the measurement result and its combined standard uncertainty. The level of confidence that may be attributed to this interval can be known only to the extent to which such assumptions can be justified.

NOTE 3 Expanded uncertainty is termed overall uncertainty in paragraph 5 of Recommendation INC-1 (1980).

[ISO/IEC Guide 98-3:2008, definition 2.3.5]

2.5**precision**

closeness of agreement between independent test/measurement results obtained under stipulated conditions

NOTE 1 Precision depends only on the distribution of random errors and does not relate to the true value or the specified value.

NOTE 2 The measure of precision is usually expressed in terms of imprecision and computed as a standard deviation of the test results or measurement results. Less precision is reflected by a larger standard deviation.

NOTE 3 Quantitative measures of precision depend critically on the stipulated conditions. Repeatability conditions and reproducibility conditions are particular sets of extreme stipulated conditions.

[ISO 3534-2:2006, definition 3.3.4]

2.6

Wiederholpräzision

Präzision unter Wiederholbedingungen

ANMERKUNG Die Wiederholpräzision kann zahlenmäßig ausgedrückt werden durch Merkmale für die Streuung der Ergebnisse.

[ISO 3534-2:2006, Definition 3.3.5]

2.7

Wiederholbedingungen

Beobachtungsbedingungen, bei denen voneinander unabhängige Ergebnisse nach demselben Verfahren an identischen Untersuchungseinheiten in demselben Laboratorium von demselben Bearbeiter mit derselben Geräteausrüstung innerhalb einer kurzen Zeitspanne ermittelt werden

ANMERKUNG Die Wiederholbedingungen umfassen:

- dasselbe Messverfahren oder Ermittlungsverfahren;
- denselben Bearbeiter;
- dieselbe Geräteausrüstung, die unter denselben Bedingungen benutzt wird;
- denselben Ort;
- die Wiederholung innerhalb einer kurzen Zeitspanne.

[ISO 3534-2:2006, Definition 3.3.6]

2.8

Wiederholstandardabweichung

Standardabweichung von Ermittlungsergebnissen oder Messergebnissen, die unter Wiederholbedingungen ermittelt werden

ANMERKUNG 1 Die Wiederholstandardabweichung ist ein Maß für die Streuung der Verteilung der Ermittlungs- oder der Messergebnisse unter Wiederholbedingungen.

ANMERKUNG 2 In gleicher Weise können „Wiederholvarianz“ und „Wiederholvariationskoeffizient“ definiert werden; diese können als Maße für die Streuung der Ermittlungs- oder der Messergebnisse unter Wiederholbedingungen benutzt werden.

[ISO 3534-2:2006, Definition 3.3.7]

2.9

Vergleichpräzision

Präzision unter Vergleichbedingungen

ANMERKUNG 1 Die Vergleichpräzision kann zahlenmäßig ausgedrückt werden durch die Merkmale für die Dispersion der Ergebnisse.

ANMERKUNG 2 Unter Ergebnissen werden üblicherweise korrigierte Ergebnisse verstanden.

[ISO 3534-2:2006, Definition 3.3.10]

2.10

Vergleichbedingungen

Beobachtungsbedingungen, bei denen voneinander unabhängige Ergebnisse erhalten werden, die mit demselben Verfahren an identischen Untersuchungseinheiten in verschiedenen Laboratorien von verschiedenen Bearbeitern mit verschiedener Geräteausrüstung gewonnen wurden

[ISO 3534-2:2006, Definition 3.3.11]

2.6**repeatability**

precision under repeatability conditions

NOTE Repeatability can be expressed quantitatively in terms of the dispersion characteristics of the results.

[ISO 3534-2:2006, definition 3.3.5]

2.7**repeatability conditions**

observation conditions where independent test/measurement results are obtained with the same method on identical test/measurement items in the same test or measuring facility by the same operator using the same equipment within short intervals of time

NOTE Repeatability conditions include:

- the same measurement procedure or test procedure;
- the same operator;
- the same measuring or test equipment used under the same conditions;
- the same location;
- repetition over a short period of time.

[ISO 3534-2:2006, definition 3.3.6]

2.8**repeatability standard deviation**

standard deviation of test results or measurement results obtained under repeatability conditions

NOTE 1 It is a measure of the dispersion of the distribution of test or measurement results under repeatability conditions.

NOTE 2 Similarly, “repeatability variance” and “repeatability coefficient of variation” can be defined and used as measures of the dispersion of test or measurement results under repeatability conditions.

[ISO 3534-2:2006, definition 3.3.7]

2.9**reproducibility**

precision under reproducibility conditions

NOTE 1 Reproducibility can be expressed quantitatively in terms of the dispersion characteristics of the results.

NOTE 2 Results are usually understood to be corrected results.

[ISO 3534-2:2006, definition 3.3.10]

2.10**reproducibility conditions**

observation conditions where independent test/measurement results are obtained with the same method on identical test/measurement items in different test or measurement facilities with different operators using different equipment

[ISO 3534-2:2006, definition 3.3.11]

2.11

Vergleichstandardabweichung

Standardabweichung von Ermittlungsergebnissen oder Messergebnissen, die unter Vergleichbedingungen erhalten wurden

ANMERKUNG 1 Die Vergleichstandardabweichung ist ein Maß für die Streuung der Verteilung der Ermittlungs- oder der Messergebnisse unter Vergleichbedingungen.

ANMERKUNG 2 In gleicher Weise können „Vergleichvarianz“ und „Vergleichvariationskoeffizient“ definiert werden; diese können als Maße für die Streuung der Ermittlungs- oder der Messergebnisse unter Wiederholbedingungen benutzt werden.

[ISO 3534-2:2006, Definition 3.3.12]

2.12

Standardunsicherheit

$u(x_i)$

als Standardabweichung ausgedrückte Unsicherheit des Ergebnisses einer Messung

[ISO/IEC Guide 98-3:2008, Definition 2.3.1]

2.13

Richtigkeit

Grad der Übereinstimmung zwischen dem mathematischen Erwartungswert eines Ermittlungsergebnisses oder eines Messergebnisses und dem wahren Wert

ANMERKUNG 1 Als Maß für die Richtigkeit wird im Allgemeinen die systematische Abweichung gewählt.

ANMERKUNG 2 Die Richtigkeit wird gelegentlich als „Genauigkeit des Mittelwertes“ bezeichnet. Dieser Sprachgebrauch wird nicht empfohlen.

ANMERKUNG 3 In der Praxis wird der wahre Wert durch den akzeptierten Bezugswert ersetzt.

[ISO 3534-2:2006, Definition 3.3.3]

2.14

Unsicherheit

〈Messtechnik〉 dem Messergebnis zugeordneter Parameter, der die Streuung der Werte kennzeichnet, die vernünftigerweise der Messgröße zugeordnet werden könnte

ANMERKUNG 1 Der Parameter ist beispielsweise eine Standardabweichung (oder ein gegebenes Vielfaches davon) oder die halbe Weite eines Bereiches, der ein festgelegtes Vertrauensniveau hat.

ANMERKUNG 2 Messunsicherheit enthält im Allgemeinen viele Komponenten. Einige dieser Komponenten können aus der statistischen Verteilung der Ergebnisse einer Messreihe ermittelt und durch empirische Standardabweichungen gekennzeichnet werden. Die anderen Komponenten, die ebenfalls durch Standardabweichungen charakterisiert werden können, werden aus angenommenen Wahrscheinlichkeitsverteilungen ermittelt, die sich auf Erfahrung oder andere Information gründen.

ANMERKUNG 3 Es wird vorausgesetzt, dass das Messergebnis der beste Schätzwert für den Wert der Messgröße ist, und dass alle Komponenten der Unsicherheit zur Streuung beitragen, eingeschlossen diejenigen, welche von systematischen Einwirkungen herrühren, z. B. solche, die von Korrekturen und Bezugsnormen stammen.

[ISO/IEC Guide 98-3:2008, Definition 2.2.3]

2.11**reproducibility standard deviation**

standard deviation of test results or measurement results obtained under reproducibility conditions

NOTE 1 It is a measure of the dispersion of the distribution of test or measurement results under reproducibility conditions.

NOTE 2 Similarly, “reproducibility variance” and “reproducibility coefficient of variation” can be defined and used as measures of the dispersion of test or measurement results under reproducibility conditions.

[ISO 3534-2:2006, definition 3.3.12]

2.12**standard uncertainty**

$u(x_i)$

uncertainty of the result of a measurement expressed as a standard deviation

[ISO/IEC Guide 98-3:2008, definition 2.3.1]

2.13**trueiness**

closeness of agreement between the expectation of a test result or a measurement result and a true value

NOTE 1 The measure of trueiness is usually expressed in terms of bias.

NOTE 2 Trueiness is sometimes referred to as “accuracy of the mean”. This usage is not recommended.

NOTE 3 In practice, the accepted reference value is substituted for the true value.

[ISO 3534-2:2006, definition 3.3.3]

2.14**uncertainty**

⟨measurement⟩ parameter, associated with the result of a measurement, that characterizes the dispersion of the values that could reasonably be attributed to the measurand

NOTE 1 The parameter may be, for example, a standard deviation (or a given multiple of it), or the half-width of an interval having a stated level of confidence.

NOTE 2 Uncertainty of measurement comprises, in general, many components. Some of these components may be evaluated from the statistical distribution of the results of a series of measurements and can be characterized by experimental standard deviations. Other components, which also can be characterized by standard deviations, are evaluated from assumed probability distributions based on experience or other information.

NOTE 3 It is understood that the result of the measurement is the best estimate of the value of the measurand, and that all components of uncertainty, including those arising from systematic effects such as components associated with corrections and reference standards, contribute to the dispersion.

[ISO/IEC Guide 98-3:2008, definition 2.2.3]

2.15

Unsicherheitsbilanz

Liste von Quellen der Unsicherheit und ihrer zugehörigen Standardunsicherheiten, zusammengestellt in Hinblick auf die Bestimmung einer kombinierten Standardunsicherheit, die mit einem Messergebnis verbunden ist

ANMERKUNG Die Liste enthält oft zusätzliche Informationen, wie etwa Empfindlichkeitskoeffizienten (Veränderung des Ergebnisses durch die Änderung einer Größe, die das Ergebnis beeinflusst), Anzahl der Freiheitsgrade für jede Standardunsicherheit sowie eine Kennzeichnung der Mittel zur Bestimmung jeder Standardunsicherheit in Form von Ermittlungsmethode A oder Ermittlungsmethode B (siehe ISO/IEC Guide 98-3:2008).

3 Symbole

a	Koeffizient, der in der empirischen Beziehung $\hat{s}_R = a + bm$ den Achsenabschnitt bezeichnet
B	durch das Labor bedingter Anteil der systematischen Abweichung
b	Koeffizient, der in der empirischen Beziehung $\hat{s}_R = a + bm$ die Steigung bezeichnet
c	Koeffizient in der empirischen Beziehung $\hat{s}_R = cm^d$
c_i	Empfindlichkeitskoeffizient $\partial y / \partial x_i$
d	Koeffizient, der in der empirischen Beziehung $\hat{s}_R = cm^d$ den Exponenten bezeichnet
e	Zufallsabweichung unter Wiederholbedingungen
k	als Multiplikator für die kombinierte Standardunsicherheit u verwendeter numerischer Faktor, um eine erweiterte Unsicherheit U zu erhalten
l	Nummer des Labors
m	Erwartungswert der Messergebnisse
N	Anzahl der Beiträge, die in die Berechnung der kombinierten Unsicherheit eingehen
n'	Anzahl der Beiträge, die zusätzlich zu den Daten des Ringversuchs in die Berechnung der kombinierten Unsicherheit eingehen
n_l	Anzahl der Wiederholungen durch Labor l bei der Untersuchung eines anerkannten Referenzmaterials
n_r	Anzahl der wiederholten Messungen
p	Anzahl der Labors
Q	Anzahl der Untersuchungseinheiten aus einem größeren Los
q	Anzahl der durch Vereinbarung festgelegten Werte bei einem Ringversuch
r_{ij}	Korrelationskoeffizient von x_i und x_j , im Intervall -1 bis $+1$
s_b	als Standardabweichung ausgedrückte Varianzkomponente „zwischen den Gruppen“
s_b^2	Varianzkomponente „zwischen den Gruppen“
s_D	geschätzte oder experimentelle Standardabweichung von Ergebnissen, die sich durch wiederholte Messung eines Referenzmaterials ergibt, das zum Prüfen der Beherrschung der systematischen Abweichung verwendet wird
s_{inh}	mit der Inhomogenität der Probe verbundene Unsicherheit

2.15**uncertainty budget**

list of sources of uncertainty and their associated standard uncertainties, compiled with a view to evaluating a combined standard uncertainty associated with a measurement result

NOTE The list often includes additional information such as sensitivity coefficients (change of result with change in a quantity affecting the result), degrees of freedom for each standard uncertainty, and an identification of the means of evaluating each standard uncertainty in terms of a Type A or Type B evaluation (see ISO/IEC Guide 98-3:2008).

3 Symbols

a	coefficient indicating an intercept in the empirical relationship $\hat{s}_R = a + bm$
B	laboratory component of bias
b	coefficient indicating a slope in the empirical relationship $\hat{s}_R = a + bm$
c	coefficient in the empirical relationship $\hat{s}_R = cm^d$
c_i	sensitivity coefficient $\partial y / \partial x_i$
d	coefficient indicating an exponent in the empirical relationship $\hat{s}_R = cm^d$
e	random error under repeatability conditions
k	numerical factor used as a multiplier of the combined standard uncertainty u in order to obtain an expanded uncertainty U
l	laboratory number
m	mean value of the measurements
N	number of contributions included in combined uncertainty calculations
n'	number of contributions incorporated in combined uncertainty calculations in addition to collaborative study data
n_l	number of replicates by laboratory l in the study of a certified reference material
n_r	number of replicate measurements
p	number of laboratories
Q	number of test items from a larger batch
q	number of assigned values by consensus during a collaborative study
r_{ij}	correlation coefficient between x_i and x_j , in the interval -1 to $+1$
s_b	between-group component of variance expressed as a standard deviation
s_b^2	between-group component of variance
s_D	estimated, or experimental, standard deviation of results obtained by repeated measurement on a reference material used for checking control of bias
s_{inh}	uncertainty associated with the inhomogeneity of the sample

- s_{inh}^2 mit der Inhomogenität der Probe verbundene Varianzkomponente
- s_l geschätzte Wiederholstandardabweichung mit ν_l Freiheitsgraden für Labor l bei der Verifizierung der Wiederholpräzision
- s_L experimentelle oder geschätzte Standardabweichung zwischen den Labors
- $\hat{s}_L$ korrigierter Schätzwert der mit B verbundenen Standardabweichung, wobei s_L vom Niveau der Messgröße abhängig ist
- s_L^2 geschätzte Varianz von B
- s_r Schätzwert der Standardabweichung „innerhalb der Labors“; die geschätzte Standardabweichung für e
- s'_r korrigierter Schätzwert für die Standardabweichung „innerhalb der Labors“, wobei der Beitrag vom Niveau der Messgröße abhängig ist
- s_r^2 geschätzte Varianz von e
- s_R geschätzte Vergleichstandardabweichung
- s'_R Schätzwert der Vergleichstandardabweichung, korrigiert um den Laborschätzwert der Wiederholstandardabweichung
- $\hat{s}_R$ korrigierter Schätzwert der Vergleichstandardabweichung, berechnet mithilfe eines empirischen Modells, wobei die Beiträge vom Niveau der Messgröße abhängig sind
- s_w Schätzwert der Standardabweichung „innerhalb eines Labors“ aus Wiederholungen oder anderen Untersuchungen zur Wiederholpräzision
- s_w^2 geschätzte Varianzkomponente „innerhalb einer Gruppe“ (oft eine Varianzkomponente „innerhalb eines Labors“)
- $s_{\hat{\delta}}$ geschätzte Standardabweichung der systematischen Abweichung $\hat{\delta}$ in einem Ringversuch
- $s(\Delta_y)$ Labor-Standardabweichung von Differenzen bei einem Vergleich eines Routineverfahrens mit einem vorgegebenen Verfahren oder mit durch Vereinbarung festgelegten Werten
- $u(\hat{\delta})$ mit δ verbundene Unsicherheit, die auf der Unsicherheit bei der Schätzung von δ durch Messung eines Messnormals oder eines Referenzmaterials mit zertifiziertem Wert $\hat{\mu}$ beruht
- $u(\hat{\mu})$ mit dem anerkannten Wert $\hat{\mu}$ verbundene Unsicherheit
- $u(x_i)$ mit dem Eingabewert x_i verbundene Unsicherheit; auch die mit x'_i verbundene Unsicherheit, wenn sich x_i und x'_i nur um eine Konstante unterscheiden
- $u(y)$ zu y gehörige kombinierte Standardunsicherheit, wobei $u(y) = \sqrt{\sum_{i=1,n} c_i^2 u^2(x_i)}$
- $u_i(y)$ Beitrag zur kombinierten Unsicherheit von y , der dem Wert x_i zugeordnet ist. Für die oben angegebene Definition von $u(y)$ ist $u_i(y) = c_i u(x_i)$.
- $u(y_i)$ mit dem Ergebnis oder einem festgelegten Wert y_i verbundene kombinierte Standardunsicherheit
- $u(Y)$ kombinierte Unsicherheit des Ergebnisses $Y = f(y_1, y_2, \dots)$, wobei $u(Y) = \sqrt{\sum_i [c_i u(y_i)]^2}$
- $u^2(y)$ als Varianz ausgedrückte kombinierte Standardunsicherheit von y
- u_{inh} auf der Inhomogenität der Probe beruhende Unsicherheit

s_{inh}^2	component of variance associated with the inhomogeneity of the sample
s_l	estimated repeatability standard deviation with ν_l degrees of freedom for laboratory l during verification of repeatability
s_L	experimental or estimated inter-laboratory standard deviation
$\hat{s}_L$	adjusted estimate of standard deviation associated with B where s_L is dependent on the response
s_L^2	estimated variance of B
s_r	estimate of intra-laboratory standard deviation; the estimated standard deviation for e
s'_r	adjusted estimate of intra-laboratory standard deviation, where the contribution is dependent on the response
s_r^2	estimated variance of e
s_R	estimated reproducibility standard deviation
s_R	estimate of the reproducibility standard deviation adjusted for laboratory estimate of repeatability standard deviation
$\hat{s}_R$	adjusted estimate of reproducibility standard deviation calculated from an empirical model, where the contributions are dependent on the response
s_W	estimate of intra-laboratory standard deviation derived from replicates or other repeatability studies
s_W^2	estimated intra-group component of variance (often an intra-laboratory component of variance)
$s_{\hat{\delta}}$	estimated standard deviation of bias $\hat{\delta}$ measured in a collaborative study
$s(\Delta_y)$	laboratory standard deviation of differences during a comparison of a routine method with a definitive method or with values assigned by consensus
$u(\hat{\delta})$	uncertainty associated with δ due to the uncertainty of estimating δ by measuring a reference measurement standard or reference material with certified value $\hat{\mu}$
$u(\hat{\mu})$	uncertainty associated with the certified value $\hat{\mu}$
$u(x_i)$	uncertainty associated with the input value x_i ; also uncertainty associated with x'_i where x_i and x'_i differ only by a constant
$u(y)$	combined standard uncertainty associated with y where $u(y) = \sqrt{\sum_{i=1,n} c_i^2 u^2(x_i)}$
$u_i(y)$	contribution to combined uncertainty in y associated with the value x_i . In terms of the definition of $u(y)$ above, $u_i(y) = c_i u(x_i)$
$u(y_i)$	combined standard uncertainty associated with result or assigned value y_i
$u(Y)$	combined uncertainty for the result $Y = f(y_1, y_2, \dots)$ where $u(Y) = \sqrt{\sum_i [c_i u(y_i)]^2}$
$u^2(y)$	combined standard uncertainty associated with y , expressed as a variance
u_{inh}	uncertainty associated with sample inhomogeneity

U	erweiterte Unsicherheit, gleich dem k -fachen der Standardunsicherheit u
$U(y)$	erweiterte Unsicherheit von y , wobei $U(y) = ku(y)$ ist, worin k ein Erweiterungsfaktor ist
x_i	Wert des i -ten Eingabewertes bei der Ermittlung eines Ergebnisses
x'_i	Abweichung des i -ten Eingabewertes vom Nennwert x
Y	kombiniertes Ergebnis als eine Funktion anderer Ergebnisse y_i
y_i	Ergebnis aus einem vorgegebenen Verfahren für die Untersuchungseinheit i bei einem Vergleich von Verfahren, oder festgesetzter Wert bei einem Vergleich mit durch Vereinbarung festgelegten Werten
$\hat{y}_i$	Ergebnis für Untersuchungseinheit i aus dem Routine-Ermittlungsverfahren bei einem Verfahrensvergleich
y_0	festgelegter Wert für eine Eignungsprüfung
Δ	systematische Abweichung des Labors
Δ_l	Schätzwert für die systematische Abweichung des Labors l , gleich dem Erwartungswert m des Labors minus dem anerkannten Wert $\hat{\mu}$
$\overline{\Delta}_y$	arithmetischer Mittelwert der systematischen Abweichung eines Labors bei einem Vergleich eines Routineverfahrens mit einem vorgegebenen Verfahren oder mit Konsens-Werten
δ	dem verwendeten Messverfahren innewohnende systematische Abweichung
$\hat{\delta}$	geschätzte oder gemessene systematische Abweichung
μ	unbekannter Erwartungswert des idealen Ergebnisses
$\hat{\mu}$	anerkannter Wert eines Referenzmaterials
σ_0	Standardabweichung bei der Eignungsprüfung
σ_D	wahrer Wert der Standardabweichung von Ergebnissen, die sich durch wiederholte Messung eines Referenzmaterials ergibt, das zur Überprüfung der Beherrschung der systematischen Abweichung verwendet wird
σ_L	Standardabweichung „zwischen den Labors“; Standardabweichung von B
σ_L^2	Varianz von B ; Varianz „zwischen den Labors“
σ_r	Standardabweichung „innerhalb der Labors“; Standardabweichung von e
σ_r^2	Varianz von e ; Varianz „innerhalb der Labors“
σ_w	Standardabweichung „innerhalb der Gruppe“
σ_{w0}	für angemessene Leistung erforderliche Standardabweichung (siehe ISO Guide 33)
ν_{eff}	tatsächliche Anzahl der Freiheitsgrade der Standardabweichung eines Ergebnisses y_i oder der Unsicherheit, die mit einem Ergebnis y_i verbunden ist
ν_i	Anzahl der Freiheitsgrade des i -ten Beitrags zur Unsicherheit
ν_l	Anzahl der Freiheitsgrade, die mit dem Schätzwert s_l der Standardabweichung für Labor l bei der Verifizierung der Wiederholpräzision verbunden ist

U	expanded uncertainty, equal to k times the standard uncertainty u
$U(y)$	expanded uncertainty in y where $U(y) = ku(y)$, where k is a coverage factor
x_i	value of the i th input quantity in the determination of a result
x'_i	deviation of the i th input value from the nominal value of x
Y	combined result formed as a function of other results y_i
y_i	result for test item i from the definitive method during a comparison of methods or assigned value in a comparison with values assigned by consensus
$\hat{y}_i$	result for test item i from the routine test method during a comparison of methods
y_0	assigned value for proficiency testing
Δ	laboratory bias
Δ_l	estimate of bias of laboratory l , equal to the laboratory mean, m , minus the certified value, $\hat{\mu}$
$\overline{\Delta}_y$	mean laboratory bias during a comparison of a routine method with a definitive method or with values assigned by consensus
δ	bias intrinsic to the measurement method in use
$\hat{\delta}$	estimated or measured bias
μ	unknown expectation of the ideal result
$\hat{\mu}$	certified value of a reference material
σ_0	standard deviation for proficiency testing
σ_D	true value of the standard deviation of results obtained by repeated measurement on a reference material used for checking control of bias
σ_L	inter-laboratory standard deviation; standard deviation of B
σ_L^2	variance of B ; inter-laboratory variance
σ_r	intra-laboratory standard deviation; standard deviation of e
σ_r^2	variance of e ; intra-laboratory variance
σ_w	within-group standard deviation
σ_{w0}	standard deviation required for adequate performance (see ISO Guide 33)
ν_{eff}	effective degrees of freedom for the standard deviation of, or uncertainty associated with, a result y_i
ν_i	degrees of freedom associated with the i th contribution to uncertainty
ν_l	degrees of freedom associated with an estimate s_l of the standard deviation for laboratory l during verification of repeatability

4 Kurzbeschreibung

4.1 Einzelergebnisse und Leistungsfähigkeit des Messprozesses

4.1.1 Messunsicherheit bezieht sich auf Einzelergebnisse. Wiederholpräzision, Vergleichpräzision und systematische Abweichung beziehen sich dagegen auf die Leistungsfähigkeit eines Mess- oder Ermittlungsprozesses. Für Untersuchungen auf der Basis aller Teile von ISO 5725 wird der Mess- oder Ermittlungsprozess ein einziges Messverfahren sein, das von allen an der Untersuchung beteiligten Labors verwendet wird. Es ist zu beachten, dass für die Zwecke dieser Internationalen Norm angenommen wird, dass die Messmethode in der Form eines einzigen, in allen Einzelheiten festgelegten Messverfahrens angewendet wird (so, wie in ISO/IEC Guide 99:2007, 2.6, festgelegt). In dieser Internationalen Norm wird stillschweigend unterstellt, dass Prozessleistungsdaten, die aus Untersuchungen der Verfahrensleistung abgeleitet sind, maßgeblich sind für alle individuellen Messergebnisse, die von dem Prozess stammen. Es wird sich herausstellen, dass diese Annahme Unterstützungsbelege in Form geeigneter Qualitätslenkungs- und -sicherungsdaten für den Messprozess erfordert (Abschnitt 6).

4.1.2 Es wird sich weiter unten zeigen, dass möglicherweise zusätzlich Unterschiede zwischen einzelnen Untersuchungseinheiten berücksichtigt werden müssen, aber, mit dem Vorbehalt, dass es bei einem wohldefinierten und beherrschten Messprozess nicht notwendig ist, individuelle und detaillierte Untersuchungen der Unsicherheit für jede Untersuchungseinheit durchzuführen.

4.2 Anwendbarkeit von Daten der Vergleichpräzision

Die Anwendung dieser Internationalen Norm beruht auf zwei Grundsätzen.

- Erstens, die in einem Ringversuch erhaltene Vergleichpräzision-Standardabweichung ist eine zulässige Basis für die Ermittlung der Messunsicherheit (siehe A.2.1).
- Zweitens, im Ringversuch nicht überwachte Effekte müssen nachweisbar vernachlässigbar oder ausdrücklich einkalkuliert sein. Das letztere Prinzip wird durch eine Erweiterung des für den Ringversuch verwendeten Basismodells realisiert (siehe A.2.3).

4.3 Grundlegende Gleichungen für das statistische Modell

4.3.1 Das statistische Modell, auf dem diese Internationale Norm beruht, ist in Gleichung (1) angegeben:

$$y = \mu + \delta + B + \sum c_i x'_i + e \quad (1)$$

Dabei ist

- y Messergebnis, von dem angenommen wird, dass es nach einer geeigneten Funktion berechnet ist;
- μ (unbekannter) Erwartungswert des idealen Ergebnisses;
- δ dem Messverfahren innewohnende systematische Abweichung;
- B durch das Labor bedingter Anteil der systematischen Abweichung;
- x'_i Abweichung vom Nennwert x_i ;
- c_i Empfindlichkeitskoeffizient, gleich $\partial y / \partial x_i$;
- e Zufallsabweichung unter Wiederholbedingungen.

Von B und e wird angenommen, dass sie normalverteilt sind mit den Varianzen σ_L^2 bzw. σ_r^2 . Diese Ausdrücke bilden das in ISO 5725-2:1994 für die Auswertung von Daten aus Ringversuchen verwendete Modell.

4 Principles

4.1 Individual results and measurement process performance

4.1.1 Measurement uncertainty relates to individual results. Repeatability, reproducibility and bias, by contrast, relate to the performance of a measurement or testing *process*. For studies under all parts of ISO 5725, the measurement or testing process will be a single measurement method, used by all laboratories taking part in the study. Note that for the purposes of this International Standard, the measurement method is assumed to be implemented in the form of a single detailed measurement procedure (as defined in ISO/IEC Guide 99:2007, 2.6). It is implicit in this International Standard that process-performance figures derived from method-performance studies are relevant to all individual measurement results produced by the process. It will be seen that this assumption requires supporting evidence in the form of appropriate quality control and assurance data for the measurement process (Clause 6).

4.1.2 It will be seen below that differences between individual test items may additionally need to be taken into account, but, with that caveat, it is unnecessary to undertake individual and detailed uncertainty studies for every test item for a well-characterized and stable measurement process.

4.2 Applicability of reproducibility data

The application of this International Standard is based on two principles.

- First, the reproducibility standard deviation obtained in a collaborative study is a valid basis for measurement uncertainty evaluation (see A.2.1).
- Second, effects not observed within the context of the collaborative study must be demonstrably negligible or explicitly allowed for. The latter principle is implemented by an extension of the basic model used for collaborative study (see A.2.3).

4.3 Basic equations for the statistical model

4.3.1 The statistical model on which this International Standard is based is formulated as in Equation (1):

$$y = \mu + \delta + B + \sum c_i x'_i + e \quad (1)$$

where

- y is the measurement result, assumed to be calculated from an appropriate function;
- μ is the (unknown) expectation of ideal results;
- δ is a term representing bias intrinsic to the measurement method;
- B is the laboratory component of bias;
- x'_i is the deviation from the nominal value of x_i ;
- c_i is the sensitivity coefficient, equal to $\partial y / \partial x_i$;
- e is the random error term under repeatability conditions.

B and e are assumed to be normally distributed, with variances of σ_L^2 and σ_r^2 , respectively. These terms form the model used in ISO 5725-2:1994 for the analysis of collaborative study data.

Da die beobachteten Standardabweichungen der systematischen Abweichung δ des Verfahrens, der systematischen Abweichung B des Labors und der Zufallsabweichung e übergreifende Maßzahlen der Streuung unter den Bedingungen des Ringversuchs sind, erfolgt die Summation $\sum c_i x'_i$ über diejenigen Effekte, die *anderen* Abweichungen unterliegen, als jenen, die von δ , B , oder e abgedeckt sind, und demzufolge liefert die Summation eine Methode für die Berücksichtigung von Effekten von Tätigkeiten, die nicht im Rahmen eines Ringversuchs ausgeführt werden.

Beispiele solcher Tätigkeiten umfassen das Folgende:

- a) Vorbereitung der Untersuchungseinheit, die in der Praxis für jede Untersuchungseinheit durchgeführt wird, im Fall eines Ringversuchs aber vor dem Verteilen durchgeführt wird;
- b) Effekte durch Teilprobenahme in der Praxis, wenn Untersuchungseinheiten für einen Ringversuch, so wie es üblich ist, vor dem Versuch homogenisiert werden. Von den x'_i wird angenommen, dass sie normalverteilt sind mit Erwartungswert null und Varianz $u^2(x_i)$.

Die detaillierte Begründung für dieses Modell wird in Anhang A zur Information angegeben.

ANMERKUNG Abweichung (en: error) wird allgemein definiert als der Unterschied zwischen einem Referenzwert und einem Ergebnis. Im GUM wird „Abweichung“ (ein einzelner Wert) klar unterschieden von „Unsicherheit“ (der Streuung von Werten). Bei der Schätzung der Unsicherheit ist es jedoch wichtig, die Streuung aufgrund von Zufallseffekten zu beschreiben und diese in einem detaillierten Modell zu berücksichtigen. Für den vorliegenden Zweck wird dies durch Berücksichtigung von „Abweichungstermen“ mit Erwartungswert null wie in Gleichung (1) erreicht.

4.3.2 Wenn das durch Gleichung (1) beschriebene Modell vorliegt, kann die mit einer Beobachtung verbundene Unsicherheit $u(y)$ mithilfe von Gleichung (2) geschätzt werden.

$$u^2(y) = u^2(\hat{\delta}) + s_L^2 + \sum c_i^2 u^2(x_i) + s_r^2 \quad (2)$$

Dabei ist

s_L^2 geschätzte Varianz von B ;

s_r^2 geschätzte Varianz von e ;

$u(\hat{\delta})$ mit δ verbundene Unsicherheit, die auf der Unsicherheit der Schätzung von δ durch Messung eines Messnormals oder Referenzmaterials mit anerkanntem Wert $\hat{\mu}$ beruht;

$u(x_i)$ mit x'_i verbundene Unsicherheit.

Wenn die Vergleichsstandardabweichung s_R gegeben ist durch $s_R^2 = s_L^2 + s_r^2$ dann kann s_R^2 für $s_L^2 + s_r^2$ gesetzt werden, und Gleichung (2) vereinfacht sich zu Gleichung (3):

$$u^2(y) = u^2(\hat{\delta}) + s_R^2 + \sum c_i^2 u^2(x_i) \quad (3)$$

4.4 Wiederholpräzisionsdaten

Es wird sich zeigen, dass Wiederholpräzisionsdaten in dieser Internationalen Norm vor allem für die Überprüfung der Präzision genutzt werden, was in Verbindung mit anderen Ermittlungen bestätigt, dass ein bestimmtes Labor Vergleichspräzisions- und Richtigkeitsdaten bei seinen Schätzungen der Unsicherheit verwenden darf. Wiederholpräzisionsdaten werden auch bei der Berechnung der Vergleichspräzisionskomponente der Unsicherheit (siehe 6.3 und Abschnitt 10) verwendet.

Since the observed standard deviations of method bias, δ , laboratory bias, B , and random error, e , are overall measures of dispersion under the conditions of the collaborative study, the summation $\sum c_i x'_i$ is over those effects subject to deviations *other* than those incorporated in δ , B , or e , and the summation accordingly provides a method for incorporating effects of operations that are not carried out in the course of a collaborative study.

Examples of such operations include the following:

- a) preparation of test item carried out in practice for each test item, but carried out prior to circulation in the case of the collaborative study;
- b) effects of sub-sampling in practice when test items subjected to collaborative study were, as is common, homogenized prior to the study. The x'_i are assumed to be normally distributed with expectation zero and variance $u^2(x_i)$.

The rationale for this model is presented in detail in Annex A for information.

NOTE Error is generally defined as the difference between a reference value and a result. In the GUM, “error” (a value) is clearly differentiated from “uncertainty” (a dispersion of values). In uncertainty estimation, however, it is important to characterize the dispersion due to random effects and to include them in an explicit model. For the present purpose, this is achieved by including “error terms” with zero expectation as in Equation (1) above.

4.3.2 Given the model described by Equation (1), the uncertainty $u(y)$ associated with an observation can be estimated using Equation (2).

$$u^2(y) = u^2(\hat{\delta}) + s_L^2 + \sum c_i^2 u^2(x_i) + s_r^2 \quad (2)$$

where

s_L^2 is the estimated variance of B ;

s_r^2 is the estimated variance of e ;

$u(\hat{\delta})$ is the uncertainty associated with δ due to the uncertainty of estimating δ by measuring a reference measurement standard or reference material with certified value $\hat{\mu}$;

$u(x_i)$ is the uncertainty associated with x'_i .

Given that the reproducibility standard deviation s_R is given by $s_R^2 = s_L^2 + s_r^2$, s_R^2 can be substituted for $s_L^2 + s_r^2$ and Equation (2) reduces to Equation (3):

$$u^2(y) = u^2(\hat{\delta}) + s_R^2 + \sum c_i^2 u^2(x_i) \quad (3)$$

4.4 Repeatability data

It will be seen that repeatability data are used in this International Standard primarily as a check of precision, which, in conjunction with other tests, confirms that a particular laboratory may apply reproducibility and trueness data in its estimates of uncertainty. Repeatability data are also employed in the calculation of the reproducibility component of uncertainty (see 6.3 and Clause 10).