

Genauigkeit (Richtigkeit und Präzision) von Messverfahren und Messergebnissen

Teil 3: Präzisionsmaße eines vereinheitlichten Messverfahrens unter Zwischenbedingungen
(ISO 5725-3:1994 einschließlich Technisches Korrigendum 1:2001)

DIN
ISO 5725-3

ICS 17.020

Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results – Part 3: Intermediate measures of the precision of a standard measurement method
(ISO 5725-3:1994 including Technical Corrigendum 1:2001)

Exactitude (justesse et fidélité) des résultats et méthodes de mesure – Partie 3: Mesures intermédiaires de la fidélité d'une méthode de mesure normalisée
(ISO 5725-3:1994, Rectificatif Technique 1:2001 inclus)

Die Internationale Norm ISO 5725-3:1994-12-15 „Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results — Part 3: Intermediate measures of the precision of a standard measurement method“ einschließlich Technisches Korrigendum 1:2001 ist unverändert in diese Deutsche Norm übernommen worden.

Nationales Vorwort

Die Internationale Norm ISO 5725 wurde vom Technischen Komitee 69 „Anwendung statistischer Methoden“ der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet. Die 2. Ausgabe 1986 wurde in der nachfolgenden 3. Ausgabe 1994 in sechs Teile unterteilt. In diesen sind die Teilaspekte zum Gesamtkomplex „Genauigkeit (Richtigkeit und Präzision) von Messverfahren und Messergebnissen“ einzeln dargestellt. Die deutschen Übersetzungen sind vom Normenausschuss Qualitätsmanagement, Statistik und Zertifizierungsgrundlagen (NQSZ) im DIN erstellt worden. Das Vorwort in jedem der sechs Teile gibt Auskunft über die jeweils behandelten Teilkomplexe.

Die Normen der Reihe DIN ISO 5725 befassen sich mit der Ermittlung und Anwendung von Präzisions- und Richtigkeitsmaßen eines vereinheitlichten Messverfahrens mittels Ringversuchen. Die Genauigkeit eines Messverfahrens wird dadurch beschrieben, dass sowohl ein Richtigkeits- als auch ein Präzisionsmaß gemeinsam angegeben werden. Nach DIN 55350-13 ist Präzision die qualitative Bezeichnung für das Ausmaß der gegenseitigen Annäherung voneinander unabhängiger Ermittlungsergebnisse bei mehrfacher Anwendung eines vereinheitlichten Messverfahrens unter vorgegebenen Bedingungen. Nach derselben Norm ist Richtigkeit die qualitative Bezeichnung für das Ausmaß der Annäherung des Erwartungswertes des Ermittlungsergebnisses an den Bezugswert, wobei dieser je nach Festlegung oder Vereinbarung der wahren oder der richtige Wert sein kann. Der Erwartungswert ist dabei als gedanklich feststellbarer Wert das mittlere Ergebnis bei unablässig wiederholter Anwendung des vereinheitlichten Messverfahrens.

Die Normen der Reihe DIN ISO 5725 sind nur auf kontinuierliche Merkmale anwendbar (siehe 1.2).

Als Maß für die Richtigkeit wird die Differenz zwischen einem Schätzwert für den Erwartungswert und dem gewählten Bezugswert benutzt. Die Differenz zwischen Erwartungswert und Bezugswert nennt man auch „bias“. Im Deutschen wird dieses Maß für die Richtigkeit als „systematische Abweichungskomponente“ bezeichnet, um sie von einzelnen systematischen Abweichungen zu unterscheiden.

Fortsetzung Seite 2 bis 65

Normenausschuss Qualitätsmanagement, Statistik und Zertifizierungsgrundlagen (NQSZ)
im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

Maße für die Präzision eines vereinheitlichten Messverfahrens sind im Allgemeinen die Standardabweichungen der unter Wiederholbedingungen, Zwischenbedingungen oder Vergleichbedingungen gewonnenen Messwerte. Aus dem Präzisionsmaß Standardabweichung kann man auch die früher häufig benutzten speziellen Präzisionsmaße Wiederholgrenze r und Vergleichgrenze R als „kritische Differenzbeträge“ berechnen. Diese sind im Vergleich mit den Standardabweichungen um einen angebbaren Faktor größere Beträge, unter denen oder höchstens gleich denen der Betrag der Differenz zweier Einzelergebnisse (gemessen unter den betreffenden Bedingungen) mit einer vorgegebenen Wahrscheinlichkeit P erwartet werden kann. Für diese Wahrscheinlichkeit wird bei Abwesenheit anderer Festlegungen oder Vereinbarungen $P = 95\%$ eingesetzt. Der genannte Faktor hängt von der gewählten oder vorgegebenen Wahrscheinlichkeit ab und hat bei $P = 95\%$ den Zahlenwert 2,8¹⁾. Dem Anwender der Norm (beispielsweise einem Normenausschuss) ist es nach wie vor prinzipiell freigestellt, ob er als Präzisionsmaße eines vereinheitlichten Messverfahrens

- Wiederholstandardabweichung, Zwischenstandardabweichung und Vergleichstandardabweichung oder
- Wiederholgrenze, Zwischengrenze und Vergleichgrenze

angibt. Empfohlen wird, nur die im vorausgehenden ersten Anstrich genannten Größen zu verwenden.

Nicht jeder für ein betrachtetes vereinheitlichtes Messverfahren durchgeführte Ringversuch führt zu den gleichen Werten der Richtigkeitsmaße bzw. der Präzisionsmaße. Diese Ergebnisse sind nämlich Zufallsergebnisse.

Überdies können die Anzahl der beteiligten Labors und die Anzahl der Ermittlungen im Labor unterschiedlich sein. Die ermittelten Werte der Richtigkeitsmaße bzw. der Präzisionsmaße sind also Schätzwerte. Für einen Industrie- oder Wirtschaftssektor oder für ein Fachgebiet können für sie jedoch verbindliche Grenzwerte eingeführt werden, falls es erforderlich ist. Das kann beispielsweise aus juristischen Gründen nötig sein.

In den Normen der Reihe DIN ISO 5725 werden außer den eingangs für Präzision und Richtigkeit genannten die folgenden Begriffe benutzt:

- Ringversuch = Versuch unter Beteiligung mehrerer Labors, z. B. zur Ermittlung der Präzision oder der Richtigkeit eines Messverfahrens nach dieser Normenreihe (siehe auch DIN ISO 5725-1:1997-11, 3.22).

ANMERKUNG Ein Ringversuch kann unterschiedliche Zwecke haben. Beispielsweise kann er nur auf Präzisionsmaße oder nur auf Richtigkeitsmaße oder auf beide ausgerichtet sein. Unterbegriffe zum Ringversuch für dessen unterschiedliche Ziele sind nicht erforderlich, werden aber benutzt.

- Labor = Stelle, die Prüfungen oder nur Ermittlungen ausführt.

ANMERKUNG Gelegentlich wird dieser Begriff auch im Sinn des Untersuchungsorts verwendet.

- Vereinheitlichtes Messverfahren: Siehe DIN ISO 5725-1:1997-11, 4.1.

ANMERKUNG Bisher wurde es „festgelegtes Messverfahren“ genannt.

Im Übrigen wird auf die Normen über Begriffe zu Qualitätsmanagement und Statistik der Normenreihen DIN 55350 und DIN 13303 hingewiesen.

Die vorliegende Normenreihe DIN ISO 5725 ist eine Rahmenregelung für zahlreiche Fachgebiete. Sie bedarf bei der Anwendung gegebenenfalls ergänzender Festlegungen, insbesondere zur Anzahl der am Ringversuch beteiligten Labors und zur Anzahl der Merkmalsniveaus und der Wiederholmessungen. Für beides enthält die Normenreihe Empfehlungen. Branchenspezifisch kann eine feste Anzahl oder Mindestanzahl von Labors, Merkmalsniveaus und von Wiederholmessungen pro Merkmalsniveau vorgegeben werden.

Die vorliegende Norm behandelt unter Anwendung der in DIN ISO 5725-1 dargelegten, für alle Normen der Reihe DIN ISO 5725 geltenden, allgemeinen Grundlagen und Begriffe, die Ermittlung von Präzisionswerten aus voneinander unabhängigen Ermittlungsergebnissen an identischen Untersuchungsobjekten unter Bedingungen, die zwischen Wiederholbedingungen und Vergleichbedingungen liegen. Dazu werden im Rahmen solcher Zwischenbedingungen zunächst vier spezielle Einflussfaktoren betrachtet, die bei Wiederholbedingungen alle konstant, bei Vergleichbedingungen jedoch im Allgemeinen alle verändert sind: Der Zeitabstand zwischen Einzel-Ermittlungen, die Kalibrierung der Geräteausrüstung, der Bearbeiter und die Geräteausrüstung selbst. Bei Zwischenbedingungen können einer oder mehrere dieser Einflussfaktoren unterschiedlich bzw. wechselnd sein. Methoden einer systematischen Kennzeichnung solcher

¹⁾ Dieser Faktor ergibt sich aus dem auf 2,0 gerundeten Quantil $u_{97,5\%} = 1,96$ sowie aus $\sqrt{n}$ mit $n = 2$. Aus deren Multiplikation folgt, für Zwecke der Schätzung hinreichend genau, der Faktor 2,8.

Einflussfaktoren und der jeweiligen Errechnungen der Präzisionsmaße unter den betreffenden Zwischenbedingungen werden erläutert. Es wird gezeigt, dass Zwischenbedingungen nicht nur zwischen unterschiedlichen Labors vorkommen, sondern auch innerhalb eines Labors möglich sind. Mehrere Zahlenbeispiele veranschaulichen die Darlegungen.

Besondere Erwähnung verdient hier auch die Übersetzung des „nested experiment“. Sie ist vorgezeichnet durch DIN 53803-4:1984-06, Probenahme — Statistische Grundlagen der Probenahme bei zweifacher Aufteilung nach zwei einander nachgeordneten Gesichtspunkten. Dort ist das „Schachtelmodell“ (englisch „nested design“; „hierarchical design“) mit seinen Grundlagen behandelt und als Begriff definiert. Die gelegentlich ebenfalls anzutreffende Übersetzung „Hierarchischer Versuch“ wird hier nicht nur aus Gründen der einheitlichen Übersetzung im Deutschen Normenwerk nicht gewählt, sondern auch deshalb, weil die „Verschachtelung“ der Einflussgrößen eine den Sachverhalt anschaulicher und nachdenkenswürdiger wiedergebender Ausdruck ist. Eine eingehende Beschreibung des Schachtelmodells findet man auch in Graf, U., Henning, H.J., Stange, K. und Wilrich, P.-Th., Formeln und Tabellen der angewandten mathematischen Statistik, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris Tokyo. Dritte, völlig neu bearbeitete Auflage von P.-Th. Wilrich und H.J. Henning 1987.

Die Norm DIN ISO 5725 wurde in DIN ISO 5725-1 bis DIN ISO 5725-6 aufgeteilt und erweitert. Diese Normen enthalten jetzt außer der bisher behandelten Ermittlung von Präzisionsmaßen auch

- die Ermittlung von Richtigkeitsmaßen;
- die Berücksichtigung von Zwischenbedingungen;
- den Vergleich von Labors;
- die Verwendung von Genauigkeitsmaßen in der Praxis;
- alternative Verfahren für die Ermittlung von Präzisionsmaßen.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN 13303-1:1982-05, *Stochastik — Wahrscheinlichkeitstheorie, Gemeinsame Grundbegriffe der mathematischen und der beschreibenden Statistik — Begriffe und Zeichen.*

DIN 13303-2:1982-11, *Stochastik — Mathematische Statistik — Begriffe und Zeichen.*

DIN 55350-12:1989-03, *Begriffe der Qualitätssicherung und Statistik — Merkmalsbezogene Begriffe.*

DIN 55350-13:1987-07, *Begriffe der Qualitätssicherung und Statistik — Begriffe zur Genauigkeit von Ermittlungsverfahren und Ermittlungsergebnissen.*

DIN 55350-14:1985-12, *Begriffe der Qualitätssicherung und Statistik — Begriffe der Probenahme.*

DIN 55350-15:1986-02, *Begriffe der Qualitätssicherung und Statistik — Begriffe zu Mustern.*

DIN 55350-17:1988-08, *Begriffe der Qualitätssicherung und Statistik — Begriffe der Qualitätsprüfungsarten.*

DIN 55350-21:1982-05, *Begriffe der Qualitätssicherung und Statistik — Begriffe der Statistik — Zufallsgrößen und Wahrscheinlichkeitsverteilungen.*

DIN 55350-22:1987-02, *Begriffe der Qualitätssicherung und Statistik — Begriffe der Statistik — Spezielle Wahrscheinlichkeitsverteilungen.*

DIN 55350-23:1983-04, *Begriffe der Qualitätssicherung und Statistik — Begriffe der Statistik — Beschreibende Statistik.*

DIN 55350-24:1982-11, *Begriffe der Qualitätssicherung und Statistik — Begriffe der Statistik — Schließende Statistik.*

DIN EN ISO 9000:2000-12, *Qualitätsmanagementsysteme – Grundlagen und Begriffe.*

Deutsche Übersetzung

Genauigkeit (Richtigkeit und Präzision) von Messverfahren und
Messergebnissen –

Teil 3: Präzisionsmaße eines vereinheitlichten Messverfahrens unter
Zwischenbedingungen

Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich	16
2 Normative Verweisungen	18
3 Begriffe	18
4 Allgemeine Anforderungen	18
5 Wichtige Einflussfaktoren	18
6 Statistisches Modell	20
6.1 Grundmodell	20
6.2 Gesamtmittelwert m	20
6.3 Größe B	22
6.4 Größen $B_0, B_{(1)}, B_{(2)},$ usw.	22
6.5 Zufällige Abweichung e	24
7 Auswahl von Messbedingungen	24
8 Untersuchung und Analyse von Präzisionsmaßen unter Zwischenbedingungen innerhalb eines Labors	26
8.1 Einfachstes Verfahren	26
8.2 Ein alternatives Verfahren	26
8.3 Auswirkung der Messbedingungen auf das angegebene Schlussergebnis ..	28
9 Untersuchung und Analyse von Präzisionsmaßen unter Zwischenbedingungen bei einem Ringversuch	28
9.1 Zugrunde liegende Voraussetzungen	28
9.2 Einfachstes Verfahren	28
9.3 Geschachtelte Versuche	28
9.4 Vollständig geschachtelter Versuch	30
9.5 Abgestuft geschachtelter Versuch	32
9.6 Zuordnung von Einflussgrößen bei einem geschachtelten Versuchsplan	32
9.7 Vergleich des geschachtelten Versuchs mit dem in ISO 5725-2 vorgegebenen Verfahren	32
9.8 Vergleich von vollständig geschachtelten und abgestuft geschachtelten Versuchsplänen	32

Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results —

Part 3:

Intermediate measures of the precision of a standard measurement method

Contents

	Page
1 Scope	17
2 Normative references	19
3 Definitions	19
4 General requirement	19
5 Important factors	19
6 Statistical model	21
6.1 Basic model	21
6.2 General mean, m	21
6.3 Term B	23
6.4 Terms B_0 , $B_{(1)}$, $B_{(2)}$, etc.	23
6.5 Error term, e	25
7 Choice of measurement conditions	25
8 Within-laboratory study and analysis of intermediate precision measures	27
8.1 Simplest approach	27
8.2 An alternative method	27
8.3 Effect of the measurement conditions on the final quoted result	29
9 Interlaboratory study and analysis of intermediate precision measures	29
9.1 Underlying assumptions	29
9.2 Simplest approach	29
9.3 Nested experiments	29
9.4 Fully-nested experiment	31
9.5 Staggered-nested experiment	33
9.6 Allocation of factors in a nested experimental design	33
9.7 Comparison of the nested design with the procedure given in ISO 5725-2	33
9.8 Comparison of fully-nested and staggered-nested experimental designs	33



Anhänge

Anhang A (normativ)

Formelzeichen und Abkürzungen in ISO 5725	34
---	----

Anhang B (normativ)

Varianzanalyse bei vollständig geschachtelten Versuchen	38
B.1 Vollständig geschachtelter Versuch mit drei Einflussfaktoren	38
B.2 Vollständig geschachtelter Versuch mit vier Einflussfaktoren	40

Anhang C (normativ)

Varianzanalyse bei abgestuft geschachtelten Versuchen	44
C.1 Abgestuft geschachtelter Versuch mit drei Einflussfaktoren	44
C.2 Abgestuft geschachtelter Versuch mit vier Einflussfaktoren	46
C.3 Abgestuft geschachtelter Versuch mit fünf Einflussfaktoren	48
C.4 Abgestuft geschachtelter Versuch mit sechs Einflussfaktoren	50

Anhang D (informativ)

Beispiele für die statistische Auswertung von Ringversuchen unter Zwischenbedingungen	52
D.1 Beispiel 1: Gewinnung der Zwischenstandardabweichung $s_{I(TO)}$ innerhalb eines speziellen Labors auf einem einzelnen Merkmals- niveau (verändert bezüglich Zeitabstand + Bearbeiter)	52
D.2 Beispiel 2: Gewinnung der Zwischenstandardabweichung durch einen bezüglich Zeitabstand veränderten Ringversuch	54

Anhang E (informativ)

Literaturhinweise	64
-------------------------	----

	Page
Annexes	
A Symbols and abbreviations used in ISO 5725	35
B Analysis of variance for fully-nested experiments	39
B.1 Three-factor fully-nested experiment	39
B.2 Four-factor fully-nested experiment	41
C Analysis of variance for staggered-nested experiments	45
C.1 Three-factor staggered-nested experiment	45
C.2 Four-factor staggered-nested experiment	47
C.3 Five-factor staggered-nested experiment	49
C.4 Six-factor staggered-nested experiment	51
D Examples of the statistical analysis of intermediate precision experiments	53
D.1 Example 1 — Obtaining the [time + operator]-different intermediate precision standard deviation, $s_{I(TO)}$, within a specific laboratory at a particular level of the test	53
D.2 Example 2 — Obtaining the time-different intermediate precision standard deviation by interlaboratory experiment	55
E Bibliography	65

Vorwort

Die ISO (Internationale Organisation für Normung) ist die weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitglieds Körperschaften). Die Erarbeitung Internationaler Normen obliegt den Technischen Komitees der ISO. Jede Mitglieds Körperschaft, die sich für ein Thema interessiert, für das ein Technisches Komitee eingesetzt wurde, ist berechtigt, in diesem Komitee mitzuarbeiten. Internationale (staatliche und nichtstaatliche) Organisationen, die mit der ISO in Verbindung stehen, sind an den Arbeiten ebenfalls beteiligt. Die ISO arbeitet in allen Angelegenheiten der elektrotechnischen Normung eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die von den Technischen Komitees verabschiedeten internationalen Norm-Entwürfe werden den Mitglieds Körperschaften zur Abstimmung vorgelegt. Die Veröffentlichung als Internationale Norm erfordert Zustimmung von mindestens 75 % der abstimmenden Mitglieds Körperschaften.

Die Internationale Norm ISO 5725-3 wurde durch das Technische Komitee ISO/TC 69, *Anwendung statistischer Methoden*, Unterkomitee SC 6, *Messmethoden und Messergebnisse*, erarbeitet.

ISO 5725 besteht unter dem Haupttitel „*Genauigkeit (Richtigkeit und Präzision) von Messverfahren und Messergebnissen*“ aus den folgenden Teilen:

- Teil 1: Allgemeine Grundlagen und Begriffe
- Teil 2: Grundlegende Methode für die Ermittlung der Wiederhol- und Vergleichpräzision eines vereinheitlichten Messverfahrens
- Teil 3: Präzisionsmaße eines vereinheitlichten Messverfahrens unter Zwischenbedingungen
- Teil 4: Grundlegende Methoden für die Ermittlung der Richtigkeit eines vereinheitlichten Messverfahrens
- Teil 5: Alternative Methoden für die Ermittlung der Präzision eines vereinheitlichten Messverfahrens
- Teil 6: Anwendung von Genauigkeitswerten in der Praxis

Die Teile 1 bis 6 von ISO 5725 ersetzen gemeinsam die Norm ISO 5725:1986 und machen diese ungültig, welche erweitert wurde, um Richtigkeit (ergänzend zu Präzision) sowie Zwischenbedingungen (ergänzend zu Wiederhol- und Vergleichbedingungen) abzudecken.

Die Anhänge A bis C sind normative Bestandteile dieses Teils von ISO 5725. Die Anhänge D und E sind informativ.

Foreword

ISO (the International Organization for Standardization) is a worldwide federation of national standards bodies (ISO member bodies). The work of preparing International Standards is normally carried out through ISO technical committees. Each member body interested in a subject for which a technical committee has been established has the right to be represented on that committee. International organizations, governmental and non-governmental, in liaison with ISO, also take part in the work. ISO collaborates closely with the International Electrotechnical Commission (IEC) on all matters of electrotechnical standardization.

Draft International Standards adopted by the technical committees are circulated to the member bodies for voting. Publication as an International Standard requires approval by at least 75 % of the member bodies casting a vote.

International Standard ISO 5725-3 was prepared by Technical Committee ISO/TC 69, *Applications of statistical methods*, Subcommittee SC 6, *Measurement methods and results*.

ISO 5725 consists of the following parts, under the general title *Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results*:

- *Part 1: General principles and definitions*
- *Part 2: Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method*
- *Part 3: Intermediate measures of the precision of a standard measurement method*
- *Part 4: Basic methods for the determination of the trueness of a standard measurement method*
- *Part 5: Alternative methods for the determination of the precision of a standard measurement method*
- *Part 6: Use in practice of accuracy values*

Parts 1 to 6 of ISO 5725 together cancel and replace ISO 5725:1986, which has been extended to cover trueness (in addition to precision) and intermediate precision conditions (in addition to repeatability conditions and reproducibility conditions).

Annexes A, B and C form an integral part of this part of ISO 5725. Annexes D and E are for information only.

Einleitung

0.1 ISO 5725 benutzt die beiden Ausdrücke „Richtigkeit“ und „Präzision“, um die Genauigkeit eines Messverfahrens zu beschreiben. „Richtigkeit“ bezieht sich auf das Ausmaß der Annäherung zwischen dem arithmetischen Mittelwert einer großen Anzahl von Ermittlungsergebnissen und dem wahren oder dem richtigen Wert. „Präzision“ bezieht sich auf das Ausmaß der gegenseitigen Annäherung von Ermittlungsergebnissen.

0.2 Allgemeine Überlegungen zu diesen Größen sind in ISO 5725-1 angegeben. Sie werden deshalb hier nicht wiederholt. Es wird betont, dass ISO 5725-1 zusammen mit allen anderen Teilen von ISO 5725 gelesen werden sollte (eingeschlossen diesen Teil 3), weil dort die grundlegenden Definitionen und allgemeinen Prinzipien erläutert sind.

0.3 Viele unterschiedliche Einflussfaktoren können (abgesehen von Unterschieden zwischen vermeintlich identischen Proben) zur Schwankung von Ergebnissen aus der Anwendung eines Messverfahrens beitragen; dazu gehören

- a) der Bearbeiter;
- b) die verwendeten Geräte;
- c) die Kalibrierung der Geräte;
- d) die Umgebung (Temperatur, Feuchte; Luftverschmutzung, usw.);
- e) die Charge eines Reagenz;
- f) der Zeitabstand zwischen Messungen.

Die Schwankung zwischen (den Ergebnissen von) Messungen, die durch verschiedene Bearbeiter und/oder mit verschiedenen Geräteausrüstungen gewonnen sind, wird meist größer sein, als die Schwankung zwischen (den Ergebnissen von) Messungen, die in kurzem Zeitabstand durch einen einzigen Bearbeiter unter Verwendung derselben Geräteausrüstung gewonnen werden.

0.4 Zwei Bedingungen, „Wiederholbedingung“ und „Vergleichbedingung“ genannt, sind als notwendig für die (Ermittlung der) Präzision befunden worden und, für viele praktische Fälle, hilfreich zur Beschreibung der Streuung eines Messverfahrens. Unter Wiederholbedingungen werden die Einflussfaktoren a) bis f) in Abschnitt 0.3 als Konstanten betrachtet, die nicht zur Schwankung beitragen, während sie unter Vergleichbedingungen verändert sind und zur Schwankung der Ermittlungsergebnisse beitragen. Demnach sind Wiederholbedingungen und Vergleichbedingungen zwei Extrembedingungen für die (Ermittlung der) Präzision. Die ersten beschreiben das Minimum und die zweiten das Maximum der Schwankung von Ermittlungsergebnissen. Auch Zwischenbedingungen zwischen diesen beiden Extrembedingungen für die (Ermittlung der) Präzision sind vorstellbar, nämlich wenn einer oder mehrere der unter a) bis f) genannten Einflussfaktoren unterschiedlich sein dürfen. Diese Zwischenbedingungen werden unter genau festgelegten Umständen angewendet.

Die Präzision wird üblicherweise in Form von Standardabweichungen ausgedrückt.

Introduction

0.1 ISO 5725 uses two terms "trueness" and "precision" to describe the accuracy of a measurement method. "Trueness" refers to the closeness of agreement between the average value of a large number of test results and the true or accepted reference value. "Precision" refers to the closeness of agreement between test results.

0.2 General consideration of these quantities is given in ISO 5725-1 and so is not repeated here. It is stressed that ISO 5725-1 should be read in conjunction with all other parts of ISO 5725 because the underlying definitions and general principles are given there.

0.3 Many different factors (apart from variations between supposedly identical specimens) may contribute to the variability of results from a measurement method, including:

- a) the operator;
- b) the equipment used;
- c) the calibration of the equipment;
- d) the environment (temperature, humidity, air pollution, etc.);
- e) the batch of a reagent;
- f) the time elapsed between measurements.

The variability between measurements performed by different operators and/or with different equipment will usually be greater than the variability between measurements carried out within a short interval of time by a single operator using the same equipment.

0.4 Two conditions of precision, termed repeatability and reproducibility conditions, have been found necessary and, for many practical cases, useful for describing the variability of a measurement method. Under repeatability conditions, factors a) to f) in 0.3 are considered constants and do not contribute to the variability, while under reproducibility conditions they vary and do contribute to the variability of the test results. Thus repeatability and reproducibility conditions are the two extremes of precision, the first describing the minimum and the second the maximum variability in results. Intermediate conditions between these two extreme conditions of precision are also conceivable, when one or more of factors

0.5 Dieser Teil von ISO 5725 richtet sich auf Präzisionsmaße eines Messverfahrens unter Zwischenbedingungen. Solche Maße werden Zwischenmaße genannt, weil ihr Wert zwischen den beiden extremen Maßen der Präzision eines Messverfahrens liegt, also zwischen Wiederholstandardabweichung und Vergleichstandardabweichung.

Um die Notwendigkeit solcher Präzisionsmaße unter Zwischenbedingungen zu veranschaulichen, betrachte man die Arbeitsweise eines heutigen Labors in einem Produktionsbetrieb. Dieser hat beispielsweise ein dreischichtiges Arbeitssystem eingerichtet, wobei Messungen von verschiedenen Bearbeitern mit verschiedenen Geräteausrüstungen ausgeführt werden. Bearbeiter und Geräteausrüstung sind somit diejenigen Einflussfaktoren, die zur Schwankung der Ermittlungsergebnisse beitragen. Diese Einflussfaktoren müssen bei der Beurteilung der Präzision des Messverfahrens in Betracht gezogen werden.

0.6 Die Präzisionsmaße unter Zwischenbedingungen, die in diesem Teil von ISO 5725 festgelegt sind, erweisen sich in erster Linie als nützlich, wenn deren Schätzung Teil eines Verfahrens ist, dessen Zweck Entwicklung, Vereinheitlichung oder Überwachung eines Messverfahrens innerhalb eines Labors ist. Diese Präzisionsmaße können auch in einem speziell geplanten Ringversuch geschätzt werden. Deren Interpretation und Anwendung verlangt dann allerdings Umsicht, und zwar aus Gründen, die in den Abschnitten 1.3 und 9.1 erklärt sind.

0.7 Die vier häufigsten Einflussfaktoren für die Präzision eines Messverfahrens sind:

- a) **Zeitabstand:** Ob das Zeitintervall zwischen aufeinanderfolgenden Messungen kurz oder lang ist;
- b) **Kalibrierung:** Ob dieselbe Geräteausrüstung zwischen aufeinanderfolgenden Gruppen von Messungen neu kalibriert oder nicht neu kalibriert wurde;
- c) **Bearbeiter:** Ob derselbe oder verschiedene Bearbeiter die aufeinanderfolgenden Messungen durchführen;
- d) **Geräteausrüstung:** Ob für die Messungen dieselben oder verschiedene Geräteausrüstungen angewendet werden (oder dieselben oder verschiedene Chargen von Reagenzien).

0.8 Zur Berücksichtigung von Unterschieden in den Messbedingungen (Zeitabstand, Kalibrierung, Bearbeiter und Geräteausrüstung) innerhalb eines Labors ist es daher vorteilhaft, die folgenden bezüglich eines M -Faktors ($M = 1, 2, 3$ oder 4) unterschiedlichen Zwischenbedingungen (für die Ermittlung) der Präzision einzuführen.

- a) $M = 1$: nur einer der vier Einflussfaktoren ist unterschiedlich;
- b) $M = 2$: zwei der vier Einflussfaktoren sind unterschiedlich;
- c) $M = 3$: drei der vier Einflussfaktoren sind unterschiedlich;
- d) $M = 4$: alle vier Einflussfaktoren sind unterschiedlich.

Unterschiedliche Zwischenbedingungen führen zu verschiedenen Standardabweichungen unter Zwischenbedingungen $s_{I()}$, wobei die speziellen Bedingungen (die nicht als konstant betrachtet werden können) in den Klammern stehen. Z.B. ist $s_{I(TO)}$ die Standardabweichung unter bezüglich Zeitabstand (T) und Bearbeiter (O) veränderten Zwischenbedingungen.

a) to f) are allowed to vary, and are used in certain specified circumstances.

Precision is normally expressed in terms of standard deviations.

0.5 This part of ISO 5725 focuses on intermediate precision measures of a measurement method. Such measures are called intermediate as their magnitude lies between the two extreme measures of the precision of a measurement method: repeatability and reproducibility standard deviations.

To illustrate the need for such intermediate precision measures, consider the operation of a present-day laboratory connected with a production plant involving, for example, a three-shift working system where measurements are made by different operators on different equipment. Operators and equipment are then some of the factors that contribute to the variability in the test results. These factors need to be taken into account when assessing the precision of the measurement method.

0.6 The intermediate precision measures defined in this part of ISO 5725 are primarily useful when their estimation is part of a procedure that aims at developing, standardizing, or controlling a measurement method within a laboratory. These measures can also be estimated in a specially designed interlaboratory study, but their interpretation and application then requires caution for reasons explained in 1.3 and 9.1.

0.7 The four factors most likely to influence the precision of a measurement method are the following.

- a) **Time:** whether the time interval between successive measurements is short or long.
- b) **Calibration:** whether the same equipment is or is not recalibrated between successive groups of measurements.
- c) **Operator:** whether the same or different operators carry out the successive measurements.
- d) **Equipment:** whether the same or different equipment (or the same or different batches of reagents) is used in the measurements.

0.8 It is, therefore, advantageous to introduce the following M -factor-different intermediate precision conditions ($M = 1, 2, 3$ or 4) to take account of changes in measurement conditions (time, calibration, operator and equipment) within a laboratory.

- a) $M = 1$: only one of the four factors is different;
- b) $M = 2$: two of the four factors are different;
- c) $M = 3$: three of the four factors are different;
- d) $M = 4$: all four factors are different.

Different intermediate precision conditions lead to different intermediate precision standard deviations denoted by $s_{()}$, where the specific conditions are listed within the parentheses. For example, $s_{(TO)}$ is the inter-

0.9 Für Messungen unter Zwischenbedingungen sind einer oder mehrere der im Abschnitt 0.7 aufgeführten Einflussfaktoren verändert. Unter Wiederholbedingungen werden diese Einflussfaktoren als konstant vorausgesetzt.

Die unter Wiederholbedingungen gewonnene Standardabweichung von Ermittlungsergebnissen ist im Allgemeinen kleiner als die unter Zwischenbedingungen gewonnene. Im Allgemeinen kann bei chemischen Analysen die Standardabweichung unter Zwischenbedingungen zwei- oder dreimal so groß wie unter Wiederholbedingungen sein. Sie sollte jedoch die Vergleichstandardabweichung nicht überschreiten.

Beispielsweise ergab ein Ringversuch unter Teilnahme von 35 Labors bei der Ermittlung von Kupfer in Kupfererz, dass die Standardabweichung unter bezüglich nur eines Einflussfaktors unterschiedlichen Zwischenbedingungen (gleiche Bearbeiter und Gerätausrüstungen, aber unterschiedliche Zeitabstände) 1,5mal größer war als unter Wiederholbedingungen, und zwar sowohl beim Messverfahren der Elektrogravimetrie als auch beim Messverfahren der $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -Titration.

mediate precision standard deviation with different times (T) and operators (O).

0.9 For measurements under intermediate precision conditions, one or more of the factors listed in 0.7 is or are different. Under repeatability conditions, those factors are assumed to be constant.

The standard deviation of test results obtained under repeatability conditions is generally less than that obtained under the conditions for intermediate precision conditions. Generally in chemical analysis, the standard deviation under intermediate precision conditions may be two or three times as large as that under repeatability conditions. It should not, of course, exceed the reproducibility standard deviation.

As an example, in the determination of copper in copper ore, a collaborative experiment among 35 laboratories revealed that the standard deviation under one-factor-different intermediate precision conditions (operator and equipment the same but time different) was 1,5 times larger than that under repeatability conditions, both for the electrolytic gravimetry and $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ titration methods.

1 Anwendungsbereich

1.1 Dieser Teil von ISO 5725 legt vier Präzisionsmaße unter Zwischenbedingungen aufgrund von Unterschieden in den Ermittlungsbedingungen (Zeitabstand, Kalibrierung, Bearbeiter und Geräteausrüstung) innerhalb eines Labors fest. Diese Präzisionsmaße unter Zwischenbedingungen können durch einen Versuch innerhalb eines speziellen Labors oder durch einen Ringversuch festgestellt werden.

Außerdem

- a) diskutiert dieser Teil von ISO 5725 die Bedeutungen der Definitionen der Präzisionsmaße unter Zwischenbedingungen;
- b) gibt dieser Teil von ISO 5725 eine Anleitung für die Interpretation und Anwendung der Schätzwerte für die Präzisionsmaße unter Zwischenbedingungen in praktischen Fällen;
- c) verzichtet dieser Teil von ISO 5725 auf eine Bereitstellung irgendwelcher Maße der zufälligen Abweichungen bei der Schätzung der Präzisionsmaße unter Zwischenbedingungen;
- d) verzichtet dieser Teil von ISO 5725 zwar auf die Ermittlung der Richtigkeit des Messverfahrens selbst, diskutiert aber die Zusammenhänge zwischen Richtigkeit und Ermittlungsbedingungen.

1.2 Dieser Teil von ISO 5725 behandelt ausschließlich Messverfahren, die Messwerte auf einer kontinuierlichen Skala liefern und als Ergebnis einen einzelnen Wert angeben, wobei dieser einzelne Wert allerdings auch das Ergebnis einer Errechnung aus einer Reihe von Ermittlungen sein kann.

1.3 Das Wesentliche der Ermittlung dieser Präzisionsmaße unter Zwischenbedingungen ist, dass sie die Eignung des Messverfahrens quantifizieren, Ermittlungsergebnisse unter festgelegten Bedingungen zu wiederholen.

1.4 Die in diesem Teil von ISO 5725 entwickelten statistischen Verfahren beruhen auf der Voraussetzung, dass man Informationen zusammenführen kann, die aus „praktisch gleichen“ Messbedingungen stammen. Ziel ist dabei die Gewinnung einer genaueren Kenntnis über die Präzisionsmaße unter Zwischenbedingungen. Diese Voraussetzung ist erfüllt, solange das, wovon behauptet wird, es sei „praktisch gleich“, auch tatsächlich „praktisch gleich“ ist. Es ist jedoch sehr schwierig, diese Voraussetzung zu erfüllen, wenn Präzisionsmaße unter Zwischenbedingungen aufgrund eines Ringversuch geschätzt werden. Es ist beispielsweise sehr schwierig, die Wirkung (der Einflussfaktoren) „Zeitabstand“ und „Bearbeiter“ für alle Labors so zu überwachen, dass sie „praktisch gleich“ sind, so dass das Zusammenführen von Informationen aus verschiedenen Labors sinnvoll ist. Bei der Anwendung von Ermittlungsergebnissen aus Ringversuchen für Präzisionsmaße unter Zwischenbedingungen ist deshalb Vorsicht geboten. Untersuchungen innerhalb

eines Labors beruhen ebenfalls auf dieser Voraussetzung. Es ist jedoch bei solchen Untersuchungen eher zu erwarten, dass diese Voraussetzung erfüllt wird, weil die Überwachung und die Kenntnis der tatsächlichen Wirkung eines Einflussfaktors für den Auswerter besser zugänglich ist.

1.5 Neben den in diesem Teil von ISO 5725 beschriebenen Techniken gibt es noch andere, um Präzisionsmaße unter Zwischenbedingungen innerhalb eines Labors zu schätzen und zu verifizieren, z. B. Qualitätsregelkarten (siehe ISO 5725-6). Dieser Teil von ISO 5725 erhebt nicht den Anspruch, den einzigen Ansatz für die Schätzung von Präzisionsmaßen unter Zwischenbedingungen innerhalb eines speziellen Labors zu beschreiben.

ANMERKUNG 1 Dieser Teil von ISO 5725 verweist auf Versuchspläne nach Art der geschachtelten Pläne (Schachtelmodell). Einige grundlegende Informationen sind in den Anhängen B und C gegeben. Weitere Hinweise auf dieses Gebiet finden sich in den Literaturhinweisen des Anhangs E.

1 Scope

1.1 This part of ISO 5725 specifies four intermediate precision measures due to changes in observation conditions (time, calibration, operator and equipment) within a laboratory. These intermediate measures can be established by an experiment within a specific laboratory or by an interlaboratory experiment.

Furthermore, this part of ISO 5725

- a) discusses the implications of the definitions of intermediate precision measures;
- b) presents guidance on the interpretation and application of the estimates of intermediate precision measures in practical situations;
- c) does not provide any measure of the errors in estimating intermediate precision measures;
- d) does not concern itself with determining the trueness of the measurement method itself, but does discuss the connections between trueness and measurement conditions.

1.2 This part of ISO 5725 is concerned exclusively with measurement methods which yield measurements on a continuous scale and give a single value as the test result, although the single value may be

the outcome of a calculation from a set of observations.

1.3 The essence of the determination of these intermediate precision measures is that they measure the ability of the measurement method to repeat test results under the defined conditions.

1.4 The statistical methods developed in this part of ISO 5725 rely on the premise that one can pool information from "similar" measurement conditions to obtain more accurate information on the intermediate precision measures. This premise is a powerful one as long as what is claimed as "similar" is indeed "similar". But it is very difficult for this premise to hold when intermediate precision measures are estimated from an interlaboratory study. For example, controlling the effect of "time" or of "operator" across laboratories in such a way that they are "similar", so that pooling information from different laboratories makes sense, is very difficult. Thus, using results from interlaboratory studies on intermediate precision measures requires caution. Within-laboratory studies also rely on this premise, but in such studies it is more likely to be realistic, because the control and knowledge of the actual effect of a factor is then more within reach of the analyst.

1.5 There exist other techniques besides the ones described in this part of ISO 5725 to estimate and to verify intermediate precision measures within a lab-

2 Normative Verweisungen

Die folgenden normativen Dokumente enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil dieses Teils von ISO 5725 sind. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Internationalen Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig. Alle Normen unterliegen der Überarbeitung. Vertragspartner, deren Vereinbarungen auf diesem Teil von ISO 5725 basieren, werden gebeten, die Möglichkeit zu prüfen, ob die jeweils neuesten Ausgaben der im folgenden genannten Normen angewendet werden können. Die Mitglieder von IEC und ISO führen Verzeichnisse der gegenwärtig gültigen Internationalen Normen.

ISO 3534-1:1993, *Statistik — Begriffe und Formelzeichen — Teil 1: Wahrscheinlichkeit und allgemeine statistische Begriffe*.

ISO 5725-1:1994, *Genauigkeit (Richtigkeit und Präzision) von Messverfahren und Messergebnissen — Teil 1: Allgemeine Grundlagen und Begriffe*.

ISO 5725-2:1994, *Genauigkeit (Richtigkeit und Präzision) von Messverfahren und Messergebnissen — Teil 2: Grundlegende Methode für die Ermittlung der Wiederhol- und Vergleichpräzision eines vereinheitlichten Messverfahrens*.

ISO/IEC Guide 33:1989 ^{N1)}, *Anwendung von zertifizierten Referenzmaterialien*.

ISO/IEC Guide 35:1989, *Zertifizierung von Referenzmaterialien — Allgemeine und statistische Grundlagen*.

3 Begriffe

Für diesen Teil von ISO 5725 gelten die in ISO 3534-1 und ISO 5725-1 angegebenen Begriffe.

Die in (der Normenreihe) ISO 5725 angewendeten Formelzeichen sind im Anhang A angegeben.

4 Allgemeine Anforderungen

Damit die Ermittlungen in derselben Weise ausgeführt werden, muss das Messverfahren vereinheitlicht worden sein. Alle Ermittlungen, die zu einem Versuch innerhalb eines speziellen Labors oder zu einem Ringversuch gehören, müssen gemäß diesem vereinheitlichten Messverfahren ausgeführt werden.

5 Wichtige Einflussfaktoren

5.1 Vier Einflussfaktoren bei den Messbedingungen innerhalb eines Labors werden als hauptsächliche Einflussfaktoren auf die Schwankung (der Ergebnisse) von Ermittlungen angesehen: Zeitabstand, Kalibrierung, Bearbeiter und Geräteausstattung (siehe Tabelle 1).

5.2 „Ermittlungen, ausgeführt zur gleichen Zeit“ bedeutet: Sie werden innerhalb einer Zeitspanne durchgeführt, die so kurz wie möglich ist, damit Unterschiede in den Bedingungen minimiert werden, wie etwa Umweltbedingungen, deren Unverändertsein nicht immer sichergestellt werden kann. „Ermittlungen, ausgeführt zu verschiedenen Zeiten“ bedeutet: Sie werden über lange Zeitspannen hinweg ausgeführt, was Auswirkungen infolge von Veränderungen der Umweltbedingungen einschließen kann.

Tabelle 1 — Vier wichtige Einflussfaktoren und ihre Zustände

Einflussfaktor	Ermittlungsbedingungen innerhalb eines Labors	
	Zustand 1 (konstant)	Zustand 2 (verändert)
Zeitabstand	Ermittlungen werden ausgeführt in derselben (kurzen) Zeitspanne	Ermittlungen werden ausgeführt zu unterschiedlichen Zeitpunkten (in einer längeren Zeitspanne)
Kalibrierung	Keine Kalibrierung zwischen Ermittlungen	Zwischen den Ermittlungen wird eine Kalibrierung ausgeführt
Bearbeiter	Derselbe Bearbeiter	Verschiedene Bearbeiter
Geräteausrüstung	Dieselbe Geräteausrüstung ohne zwischenzeitliche Kalibrierung	Unterschiedliche Geräteausrüstungen

N1) Nationale Fußnote: Ersetzt durch Ausgabe 2000.

oratory, for example, control charts (see ISO 5725-6). This part of ISO 5725 does not claim to describe the only approach to the estimation of intermediate precision measures within a specific laboratory.

NOTE 1 This part of ISO 5725 refers to designs of experiments such as nested designs. Some basic information is given in annexes B and C. Other references in this area are given in annex E.

2 Normative references

The following standards contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of ISO 5725. At the time of publication, the editions indicated were valid. All standards are subject to revision, and parties to agreements based on this part of ISO 5725 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the standards indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

ISO 3534-1:1993, *Statistics — Vocabulary and symbols — Part 1: Probability and general statistical terms*.

ISO 5725-1:1994, *Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results — Part 1: General principles and definitions*.

ISO 5725-2:1994, *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*.

ISO Guide 33:1989, *Uses of certified reference materials*.

ISO Guide 35:1989, *Certification of reference materials — General and statistical principles*.

3 Definitions

For the purposes of this part of ISO 5725, the definitions given in ISO 3534-1 and ISO 5725-1 apply.

The symbols used in ISO 5725 are given in annex A.

4 General requirement

In order that the measurements are made in the same way, the measurement method shall have been standardized. All measurements forming part of an experiment within a specific laboratory or of an inter-laboratory experiment shall be carried out according to that standard.

5 Important factors

5.1 Four factors (time, calibration, operator and equipment) in the measurement conditions within a laboratory are considered to make the main contributions to the variability of measurements (see table 1).

5.2 "Measurements made at the same time" include those conducted in as short a time as feasible in order to minimize changes in conditions, such as environmental conditions, which cannot always be guaranteed constant. "Measurements made at different times", that is those carried out at long intervals of time, may include effects due to changes in environmental conditions.

Table 1 — Four important factors and their states

Factor	Measurement conditions within a laboratory	
	State 1 (same)	State 2 (different)
Time	Measurements made at the same time	Measurements made at different times
Calibration	No calibration between measurements	Calibration carried out between measurements
Operator	Same operator	Different operators
Equipment	Same equipment without recalibration	Different equipment

5.3 „Kalibrierung“ meint hier nicht eine Kalibrierung, die durch das (vereinheitlichte) Messverfahren für die Gewinnung eines Ermittlungsergebnisses als wesentlicher Bestandteil verlangt ist. Sie bezieht sich auf den Kalibrierungsprozess, der in einem Labor in regelmäßigen Abständen zwischen Serien von Ermittlungen (an der Geräteausrüstung) ausgeführt wird.

5.4 Bei einigen Ermittlungsverfahren kann der „Bearbeiter“ in Wirklichkeit eine Gruppe von Bearbeitern sein, wobei jeder Bearbeiter einen speziellen Teil des Verfahrens ausführt. In einem solchen Fall sollte die Gruppe als der Bearbeiter angesehen werden. Jede Veränderung bei den Gruppenmitgliedern oder in der Zuteilung von Aufgaben innerhalb der Gruppe sollte als Bereitstellung eines anderen „Bearbeiters“ berücksichtigt werden.

5.5 Die „Geräteausrüstung“ ist in Wirklichkeit oft eine Reihe von Geräten. Jede Veränderung irgend einer wesentlichen Komponente sollte als Bereitstellung einer anderen Geräteausrüstung berücksichtigt werden. Was eine wesentliche Komponente ausmacht, dafür sollte die allgemeine Auffassung maßgebend sein. Eine Auswechslung eines Thermometers würde als wesentliche Komponente betrachtet werden, die Verwendung eines leicht unterschiedlichen Gefäßes zur Aufnahme eines Wasserbades hingegen würde als unwesentlich zu betrachten sein. Eine Änderung einer Charge eines Reagenz sollte als wesentliche Komponente betrachtet werden. Sie kann zu einer anderen „Geräteausrüstung“ oder zu einer erneuten Kalibrierung führen, sofern eine solche Änderung (einer Reagenz-Charge) eine Kalibrierung zur Folge hat.

5.6 Unter Wiederholbedingungen befinden sich alle vier Einflussfaktoren im Zustand 1 der Tabelle 1 (sie sind konstant). Unter Zwischenbedingungen befinden sich ein oder mehrere Einflussfaktoren im Zustand 2 der Tabelle 1 (sie sind verändert). Sie sind als „Präzisionsbedingungen mit M veränderten Faktoren“ festgelegt. Dabei ist M die Anzahl der Einflussfaktoren im Zustand 2 (der Tabelle 1). Unter Vergleichbedingungen werden die Ermittlungsergebnisse durch verschiedene Labors gewonnen. Demzufolge befinden sich nicht nur alle vier Einflussfaktoren im Zustand 2, sondern es bestehen auch zusätzliche Wirkungen aufgrund der Unterschiede zwischen den Labors bezüglich Handhabung und Wartung in den Labors, bezüglich des allgemeinen Schulungsniveaus der Bearbeiter, bezüglich Stabilität und Prüfung von Ermittlungsergebnissen usw.

5.7 Gelten für die Ermittlung von Präzisionsmaßen Zwischenbedingungen mit M veränderten Einflussfaktoren, dann muss mittels Indizes angegeben werden, welche Einflussfaktoren sich im Zustand 2 der Tabelle 1 befinden, z. B.

- Zwischenstandardabweichung $s_{I(T)}$ bei verändertem Zeitabstand;

- Zwischenstandardabweichung $s_{I(C)}$ bei Kalibrierung zwischen den Ermittlungen;
- Zwischenstandardabweichung $s_{I(O)}$ bei wechselndem Bearbeiter;
- Zwischenstandardabweichung $s_{I(TO)}$ bei verändertem Zeitabstand und wechselndem Bearbeiter;
- Zwischenstandardabweichung $s_{I(TOE)}$ bei verändertem Zeitabstand, wechselndem Bearbeiter und veränderter Geräteausrüstung;
- und viele andere in entsprechender Schreibweise.

6 Statistisches Modell

6.1 Grundmodell

Zur Schätzung der Genauigkeit (Richtigkeit und Präzision) eines Messverfahrens ist es zweckmäßig, anzunehmen, dass jedes einzelne Messergebnis y die Summe von drei Komponenten ist:

$$y = m + B + e \quad \dots (1)$$

Dabei ist für das jeweils untersuchte Material

- m der Gesamtmittelwert (Erwartungswert);
- B die systematische Abweichungskomponente des Labors unter Wiederholbedingungen;
- e die zufällige Abweichung, die bei jeder Messung unter Wiederholbedingungen vorkommt.

Im Folgenden werden jede dieser Komponenten sowie die Ausweitungen dieses Grundmodells besprochen.

6.2 Gesamtmittelwert m

6.2.1 Der Gesamtmittelwert, m , ist der über alle Ermittlungsergebnisse gezogene Mittelwert. Der bei einem Ringversuch (siehe ISO 5725-2) gewonnene Wert von m hängt ausschließlich vom „wahren Wert“ und vom Messverfahren ab, nicht aber vom Labor, von der Geräteausrüstung, vom Bearbeiter oder vom Zeitabstand zwischen zwei gewonnenen Ermittlungsergebnissen. Der Gesamtmittelwert des einzelnen gemessenen Materials wird das „Merkmalsniveau des Versuchs“ genannt. Beispielsweise werden Proben unterschiedlicher Reinheit eines chemischen Stoffes oder verschiedene Materialien (z. B. verschiedene Stahlsorten) unterschiedlichen Merkmalsniveaus entsprechen.

In vielen Situationen ist die Vorstellung von einem wahren Wertes μ zutreffend, wie etwa die wahre Konzentration einer Lösung, die titriert wurde. Das Merkmalsniveau m ist nicht in jedem Fall gleich dem wahren Wert μ ; die Differenz $(m - \mu)$ wird „systematische Abweichungskomponente des Messverfahrens“ genannt.

In einigen Situationen ist das Merkmalsniveau des Versuchs ausschließlich durch das Messverfahren