

Genauigkeit (Richtigkeit und Präzision) von Messverfahren und Messergebnissen

Teil 4: Grundlegende Methoden für die Ermittlung der Richtigkeit eines vereinheitlichten Messverfahrens (ISO 5725-4:1994)

DIN

ISO 5725-4

ICS 17.020

Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results — Part 4: Basic methods for the determination of the trueness of a standard measurement method (ISO 5725-4:1994)

Exactitude (justesse et fidélité) des résultats et méthodes de mesure — Partie 4: Méthodes de base pour la détermination de la justesse d'une méthode de mesure normalisée (ISO 5725-4:1994)

Die Internationale Norm ISO 5725-4:1994-12-15 „Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results — Part 4: Basic methods for the determination of the trueness of a standard measurement method“ 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 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 wahre 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 wird auch „bias“ genannt. Im Deutschen wird dieses Maß für die Richtigkeit als „systematische Abweichungskomponente“ bezeichnet, um sie von einzelnen systematischen Abweichungen zu unterscheiden.

Maße für die Präzision eines vereinheitlichten Messverfahrens sind im Allgemeinen die Standardabweichungen der unter Wiederholbedingungen, Zwischenbedingungen oder Vergleichbedingungen gewonnenen Messwerte. Aus dem Präzisionsmaß Standardabweichung können auch die früher häufig benutzten speziellen Präzisionsmaße Wiederholgrenze r und Vergleichgrenze R als „kritische Differenzbeträge“ berechnet werden. Diese sind im Vergleich mit den Standardabweichungen um einen angebbaren

Fortsetzung Seite 2 bis 57

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



Documents

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 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.
- 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 enthalten die Normen der Reihe Empfehlungen. Branchenspezifisch kann eine feste Anzahl oder Mindestanzahl von Labors, Merkmalsniveaus und von Wiederholmessungen je 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 Richtigkeitswerten aus voneinander unabhängigen Ermittlungsergebnissen an identischen Untersuchungsobjekten. Dabei werden zwei in der Praxis wichtige Fälle der Ermittlung der systematischen Abweichungskomponente behandelt:

Der erste Fall betrifft ein vereinheitlichtes Messverfahren. Die bei ihm zu ermittelnde systematische Abweichungskomponente ist Ergebnis eines Ringversuchs. Dessen Unterschiede zum Ringversuch zur Ermittlung von Präzisionswerten werden erläutert.

Der zweite Fall betrifft die systematische Abweichungskomponente eines einzelnen Labors, das ein vereinheitlichtes Messverfahren anwendet. In beiden Fällen sind Regeln für die Feststellung signifikanter oder nicht signifikanter systematischer Abweichungskomponenten dargelegt. Besonderer Wert ist auf die

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.

Darstellung der Bedeutung von Referenzmaterialien sowie der zugehörigen anerkannten Bezugswerte gelegt. Ohne deren Vorhandensein kann nämlich keine Aussage zur Richtigkeit getroffen werden.

Schließlich werden wie in den anderen Teilen auch in diesem Teil die statistische Analyse und der Bericht an das Versuchsgremium und dessen Entscheidungen behandelt. In informativen Anhängen werden einerseits Beispiele gegeben, andererseits die im Hauptteil der Norm gegebenen Gleichungen mit deren Ableitungen näher erläutert.

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 4: Grundlegende Methoden für die Ermittlung der Richtigkeit eines vereinheitlichten Messverfahrens

Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich	12
2 Normative Verweisungen	12
3 Begriffe	14
4 Ermittlung der systematischen Abweichungskomponente eines vereinheitlichten Messverfahrens durch einen Ringversuch	14
4.1 Das statistische Modell	14
4.2 Anforderungen an Referenzmaterial	14
4.3 Überlegungen zum Versuchsplan im Hinblick auf das Schätzen der systematischen Abweichungskomponente	16
4.4 Verweise auf ISO 5725-1 und ISO 5725-2	16
4.5 Erforderliche Anzahl von Labors	16
4.6 Statistische Bewertung	18
4.7 Auslegung der Ergebnisse der statistischen Bewertung	18
5 Ermittlung der systematischen Abweichungskomponente eines einzelnen, ein vereinheitlichtes Messverfahren anwendenden Labors	20
5.1 Ausführung des Versuchs	20
5.2 Verweise auf ISO 5725-1 und ISO 5725-2	22
5.3 Anzahl von Ermittlungsergebnissen	22
5.4 Auswahl von Referenzmaterialien	22
5.5 Statistische Analyse	22
6 Der Bericht an das Versuchsgremium und dessen Entscheidungen	24
6.1 Bericht durch die statistische Fachkraft	24
6.2 Entscheidungen durch das Versuchsgremium	24
7 Anwendung von Richtigkeitswerten	24
Anhänge	
Anhang A (normativ)	
Formelzeichen und Abkürzungen in ISO 5725	26

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

Part 4:

Basic methods for the determination of the trueness of a standard measurement method

Contents

	Page
1 Scope	13
2 Normative references	13
3 Definitions	15
4 Determination of the bias of a standard measurement method by an interlaboratory experiment	15
4.1 The statistical model	15
4.2 Reference material requirements	15
4.3 Experimental design considerations when estimating the bias of a measurement method	17
4.4 Cross-references to ISO 5725-1 and ISO 5725-2	17
4.5 Required number of laboratories	17
4.6 Statistical evaluation	19
4.7 Interpretation of the results of the statistical evaluation	19
5 Determination of the laboratory bias of one laboratory using a standard measurement method	21
5.1 Carrying out the experiment	21
5.2 Cross-references to ISO 5725-1 and ISO 5725-2	23
5.3 Number of test results	23
5.4 Choice of reference materials	23
5.5 Statistical analysis	23
6 The report to, and the decisions to be taken by, the panel	25
6.1 Report by the statistical expert	25
6.2 Decisions by the panel	25
7 Utilization of trueness data	25

Annexes

A Symbols and abbreviations used in ISO 5725	27
--	----

	Seite
Anhang B (informativ)	
Beispiele für einen Richtigkeitsversuch	30
B.1 Beschreibung des Versuchs	30
B.2 Schätzung der Präzision	30
B.3 Schätzung der Richtigkeit	30
B.4 Weitere Auswertung	32
Anhang C (informativ)	
Ableitung von Gleichungen	52
C.1 Gleichungen (5) und (6) (siehe Abschnitt 4.5)	52
C.2 Gleichungen (19) und (20) (siehe Abschnitt 5.3)	54
Anhang D (informativ)	
Literaturhinweise	56

B	Example of an accuracy experiment	31
B.1	Description of the experiment	31
B.2	Precision assessment	31
B.3	Trueness assessment	31
B.4	Further analysis	33
C	Derivation of equations	53
C.1	Equations (5) and (6) (see 4.5)	53
C.2	Equations (19) and (20) (see 5.3)	55
D	Bibliography	57

Vorwort

Die ISO (Internationale Organisation für Normung) ist die weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedskörperschaften). Die Erarbeitung Internationaler Normen obliegt den Technischen Komitees der ISO. Jede Mitgliedskörperschaft, 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 Mitgliedskörperschaften zur Abstimmung vorgelegt. Die Veröffentlichung als Internationale Norm erfordert Zustimmung von mindestens 75 % der abstimmenden Mitgliedskörperschaften.

Die Internationale Norm ISO 5725-4 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.

Der Anhang A ist normativer Bestandteil dieses Teils von ISO 5725. Die Anhänge B bis D 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 5725-4 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 and reproducibility conditions).

Annex A forms an integral part of this part of ISO 5725. Annexes B, C and D 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 wurden 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 Die Richtigkeit eines (vereinheitlichten) Messverfahrens ist von Interesse, wenn es möglich ist, für das zu messende Merkmal einen wahren Wert zu gewinnen. Obwohl für einige Messverfahren der wahre Wert unbekannt sein kann, könnte es möglich sein, einen anerkannten Bezugswert für das zu messende Merkmal zu haben, beispielsweise wenn geeignete Referenzmaterialien verfügbar sind, oder wenn der anerkannte Bezugswert durch Bezugnahme auf ein anderes Messverfahren oder durch Herstellen einer Probe mit bekanntem Merkmalswert festgestellt werden kann. Die Richtigkeit des Messverfahrens kann durch Vergleichen des anerkannten Bezugswerts mit dem Wertenniveau der Ergebnisse bei Anwendung des Messverfahrens ermittelt werden. Richtigkeit wird üblicherweise in Form einer systematischen Abweichungskomponente ausgedrückt. Eine systematische Abweichungskomponente kann beispielsweise im Fall einer chemischen Analyse entstehen, wenn das Messverfahren die vollständige Extraktion eines Elements verfehlt, oder wenn das Vorhandensein eines Elements die Ermittlung eines anderen beeinflusst.

0.4 Zwei Messgrößen der Richtigkeit können von Interesse sein. Beide werden in diesem Teil von ISO 5725 betrachtet.

- a) Die systematische Abweichungskomponente des (vereinheitlichten) Messverfahrens: Falls eine Möglichkeit besteht, dass das (vereinheitlichte) Messverfahren eine systematische Abweichungskomponente verursachen kann, die immer wieder vorkommt, wo und wann immer die Messung ausgeführt wird, dann besteht Interesse an der Ermittlung der systematischen Abweichungskomponente des (vereinheitlichten) Messverfahrens (wie sie in ISO 5725-1 definiert ist). Dies verlangt einen sehr umfangreichen Versuch unter Teilnahme vieler Labors, wie er in ISO 5725-2 beschrieben ist.
- b) Die systematische Abweichungskomponente eines Labors: Messungen innerhalb eines einzelnen Labors können die systematische Abweichungskomponente eines Labors aufdecken (wie sie in ISO 5725-1 definiert ist). Wenn beabsichtigt wird, einen Versuch zu unternehmen, um die systematische Abweichungskomponente eines Labors zu schätzen, dann sollte klar sein, dass der Schätzwert ausschließlich für die Zeit des Versuchs gelten wird. Weiteres regelmäßiges Prüfen ist nötig, um zu zeigen, dass die systematische Abweichungskomponente eines Labors sich nicht verändert. Dafür kann das in ISO 5725-6 beschriebene Verfahren angewendet werden.

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 arithmetic mean 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 has not been repeated in this part of ISO 5725. ISO 5725-1 should be read in conjunction with all other parts of ISO 5725, including this part, because it gives the underlying definitions and general principles.

0.3 The "trueness" of a measurement method is of interest when it is possible to conceive of a true value for the property being measured. Although, for some measurement methods, the true value cannot be known exactly, it may be possible to have an accepted reference value for the property being measured; for example, if suitable reference materials are available, or if the accepted reference value can be established by reference to another measurement method or by preparation of a known sample. The trueness of the measurement method can be investigated by comparing the accepted reference value with the level of the results given by the measurement method. Trueness is normally expressed in terms of bias. Bias can arise, for example, in chemical analysis if the measurement method fails to extract all of an element, or if the presence of one element interferes with the determination of another.

0.4 Two measures of trueness may be of interest and both are considered in this part of ISO 5725.

- a) Bias of the measurement method: where there is a possibility that the measurement method may give rise to a bias, which persists wherever and whenever the measurement is done, then it is of interest to investigate the "bias of the measurement method" (as defined in ISO 5725-1). This requires an experiment involving many laboratories, very much as described in ISO 5725-2.
- b) Laboratory bias: measurements within a single laboratory can reveal the "laboratory bias" (as defined in ISO 5725-1). If it is proposed to undertake an experiment to estimate laboratory bias, then it should be realized that the estimate will be valid only at the time of the experiment. Further regular testing is required to show that the laboratory bias does not vary; the method described in ISO 5725-6 may be used for this.

1 Anwendungsbereich

1.1 Dieser Teil von ISO 5725 stellt bei der Anwendung eines (vereinheitlichten) Messverfahrens grundlegende Verfahren zum Schätzen der systematischen Abweichungskomponente eines (vereinheitlichten) Messverfahrens sowie der systematischen Abweichungskomponente eines Labors zur Verfügung.

1.2 Er befasst sich ausschließlich mit Messverfahren für kontinuierliche Merkmale, die als Ermittlungsergebnis einen einzigen Wert liefern, auch wenn dieser einzige Wert ein Rechenergebnis aus einer Reihe von Beobachtungen sein kann.

1.3 Damit die Messungen in der gleichen Weise ausgeführt werden, ist es wichtig, dass das Messverfahren vereinheitlicht worden ist. Alle Messungen sind entsprechend diesem vereinheitlichten Messverfahren auszuführen.

1.4 Werte von systematischen Abweichungskomponenten ergeben quantitative Schätzwerte zur Eignung eines (vereinheitlichten) Messverfahrens, das genaue (wahre) Ergebnis zu liefern. Wenn ein Wert für die systematische Abweichungskomponente eines (vereinheitlichten) Messverfahrens zusammen mit einem mittels dieses Verfahrens gewonnenen Ermittlungsergebnisses angegeben wird, weist dies darauf hin, dass das gleiche Merkmal (wiederholt) in genau der gleichen Weise gemessen wurde.

1.5 Dieser Teil von ISO 5725 kann nur dann angewendet werden, wenn ein anerkannter Bezugswert als richtiger Wert festgestellt werden kann, beispielsweise mittels Messnormalen oder geeigneten Referenzmaterialien oder durch Bezugnahme auf ein Referenz-Messverfahren oder durch Herstellung einer Probe mit bekanntem Merkmalswert.

Referenzmaterialien können sein entweder

- a) zertifizierte Referenzmaterialien; oder
- b) für den Versuchszweck hergestellte Materialien mit bekannten Merkmalen (Merkmalswerten); oder
- c) Materialien, deren Merkmale (Merkmalswerte) durch Messungen mittels eines alternativen Messverfahrens festgestellt wurden, dessen systematische Abweichungskomponente bekanntlich vernachlässigbar ist.

1.6 Dieser Teil von ISO 5725 betrachtet nur solche Fälle, bei denen es ausreicht, eine systematische Abweichungskomponente auf einem einzigen Merkmalsniveau zu schätzen. Er ist nicht anwendbar, wenn die systematische Abweichungskomponente bei der Messung des einen Merkmals durch das (Werte-) Niveau eines zweiten Merkmals beeinflusst ist (das bedeutet: er (dieser Teil von ISO 5725) betrachtet keine Einmischungen). Ein Vergleich der Richtigkeit zweier Messverfahren ist in ISO 5725-6 betrachtet.

ANMERKUNG 1 In diesem Teil von ISO 5725 wird eine systematische Abweichungskomponente ausschließlich für ein einziges Merkmalsniveau und für einen einzigen Zeitpunkt betrachtet. Deshalb wurde der Index j für das Merkmalsniveau durchgehend weggelassen.

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*.

1 Scope

1.1 This part of ISO 5725 provides basic methods for estimating the bias of a measurement method and the laboratory bias when a measurement method is applied.

1.2 It 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 In order that the measurements are made in the same way, it is important that the measurement method has been standardized. All measurements are to be carried out according to that standard method.

1.4 Bias values give quantitative estimates of the ability of a measurement method to give the correct (true) result. When a value for the bias of a measurement method is quoted, together with a test result obtained by that method, there is an implication that the same characteristic is being measured in exactly the same way.

1.5 This part of ISO 5725 can be applied only if the accepted reference value can be established as a conventional true value, for example by measurement standards or suitable reference materials or by refer-

ring to a reference measurement method or by preparation of a known sample.

Reference materials could be either

- a) certified reference materials;
- b) materials manufactured for the purpose of the experiment with known properties; or
- c) materials whose properties have been established by measurements using an alternative measurement method whose bias is known to be negligible.

1.6 This part of ISO 5725 considers only those cases where it is sufficient to estimate bias on one level at a time. It is not applicable if the bias in the measurement of one property is affected by the level of a second property (i.e. it does not consider interferences). Comparison of the trueness of two measurement methods is considered in ISO 5725-6.

NOTE 1 In this part of ISO 5725, bias is considered only at one level at a time. Therefore the index j for the level has been omitted throughout.

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

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Teils von ISO 5725 gelten die in ISO 3534-1 und ISO 5725-1 angegebenen Begriffe.

Die in (den Normen der Reihe) ISO 5725 angewendeten Formelzeichen sind im Anhang A angegeben.

4 Ermittlung der systematischen Abweichungskomponente eines vereinheitlichten Messverfahrens durch einen Ringversuch

4.1 Das statistische Modell

Im statistischen Grundmodell, wie es in 5.1 von ISO 5725-1:1994 beschrieben ist, darf der (arithmetische) Gesamtmittelwert m dargestellt werden durch

$$m = \mu + \delta \quad \dots (1)$$

wobei

μ der anerkannte Referenzwert des zu messenden Merkmals und

δ die systematische Abweichungskomponente des (vereinheitlichten) Messverfahrens ist.

Aus dem Modell wird damit

$$y = \mu + \delta + B + e \quad \dots (2)$$

Gleichung (2) wird benutzt, wenn δ von Interesse ist. Dabei ist B der Anteil des Labors an der systematischen Abweichungskomponente, also derjenige Anteil an einem Ermittlungsergebnis, der die Unterschiede zwischen den Labors darstellt.

Die systematische Abweichungskomponente eines Labors, Δ , ist gegeben durch

$$\Delta = \delta + B \quad \dots (3)$$

so dass das Modell wie folgt dargestellt werden kann

$$y = \mu + \Delta + e \quad \dots (4)$$

Gleichung (4) wird angewendet, wenn Δ interessiert.

4.2 Anforderungen an Referenzmaterial

Wenn Referenzmaterialien benutzt werden, müssen die in 4.2.1 und 4.2.2 angegebenen Anforderungen erfüllt werden. Referenzmaterialien müssen homogen sein.

4.2.1 Auswahl von Referenzmaterialien

4.2.1.1 Das Referenzmaterial muss bekannte Merkmale (Merkmalswerte) haben, und zwar auf demjenigen Merkmalsniveau, das zu dem Merkmalsniveau passt, auf dem das vereinheitlichte Messverfahren angewendet wird, beispielsweise bezüglich einer Konzentration (eines Materialbestandteils). In einigen Fällen kann es von Bedeutung sein, in den Ringversuch eine Reihe von Referenzmaterialien einzubeziehen, jedes entsprechend einem anderen Merkmalsniveau, weil die systematische Abweichungskomponente des vereinheitlichten Messverfahrens auf den unterschiedlichen Merkmalsniveaus verschieden sein kann. Das Referenzmaterial sollte eine Matrix (Grundsubstanz) haben, die so nahe wie möglich bei derjenigen des Materials liegt, das mit dem vereinheitlichten Messverfahren untersucht werden soll, beispielsweise Kohlenstoff in Kohle oder Kohlenstoff in Stahl.

4.2.1.2 Die Menge des Referenzmaterials muss ausreichend für das gesamte Versuchsprogramm sein, eingeschlossen eine Reservemenge, sofern dies für nötig gehalten wird.

4.2.1.3 Wo immer möglich, sollte das Referenzmaterial während des gesamten Versuchsablaufs unveränderliche Merkmalswerte haben. Es gibt dazu die folgenden drei Fälle:

- Die Merkmalswerte sind unveränderlich: Vorsichtsmaßnahmen sind nicht nötig.
- Der zertifizierte Merkmalswert kann durch Lagerungsbedingungen beeinflusst sein: Der Behälter sollte in einer Weise aufbewahrt werden, wie es im Zertifikat beschrieben ist, und zwar sowohl vor als auch nach seiner Öffnung.
- Die Merkmalswerte verändern sich mit bekannter Geschwindigkeit: Dann wird mit dem Bezugswert ein Zertifikat geliefert, mit dem die Merkmalswerte für angegebene Zeitpunkte festgelegt werden.

4.2.1.4 Nicht in Betracht gezogen ist bei den hier angegebenen Verfahren der mögliche Unterschied zwischen dem zertifizierten Wert und dem wahren Wert des Referenzmaterials, wie er durch dessen Unsicherheit ausgedrückt wird (siehe ISO Guide 35).

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*.

3 Definitions

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

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

4 Determination of the bias of a standard measurement method by an interlaboratory experiment

4.1 The statistical model

In the basic model described in subclause 5.1 of ISO 5725-1:1994, the general mean m may be replaced by

$$m = \mu + \delta \quad \dots (1)$$

where

μ is the accepted reference value of the property being measured;

δ is the bias of the measurement method.

The model becomes

$$y = \mu + \delta + B + e \quad \dots (2)$$

Equation (2) is used when δ is of interest. Here B is the laboratory component of bias, i.e. the component in a test result representing the between-laboratory variation.

The laboratory bias, Δ , is given by

$$\Delta = \delta + B \quad \dots (3)$$

so the model may be written

$$y = \mu + \Delta + e \quad \dots (4)$$

Equation (4) is used when Δ is of interest.

4.2 Reference material requirements

If reference materials are used, the requirements given in 4.2.1 and 4.2.2 shall be satisfied. Reference materials shall be homogeneous.

4.2.1 Choice of reference materials

4.2.1.1 The reference material shall have known properties at the level appropriate to the level at which the standard measurement method is intended to be applied, e.g. concentration. In some cases it will be important to include, in the assessment experiment, a series of reference materials, each corresponding to a different level of the property, as the bias of the standard measurement method may be different at different levels. The reference material should have a matrix as close as possible to the matrix of the material to be subjected to the standard measurement method, e.g. carbon in coal or carbon in steel.

4.2.1.2 The quantity of the reference material shall be sufficient for the entire experimental programme, including some in reserve if this is considered necessary.

4.2.1.3 Wherever possible, the reference material should have stable properties throughout the experiment. There are three cases, as follows.

- The properties are stable: no precautions are necessary.
- The certified value of the property may be influenced by storage conditions: the container should be stored, both before and after its opening, in the way described on the certificate.
- The properties change at a known rate: there is a certificate supplied with the reference value to define the properties at specific times.

4.2.1.4 The possible difference between the certified value and the true value expressed by the uncertainty of the reference material (see ISO Guide 35) is not taken into account in the methods given here.

4.2.2 Prüfung und Verteilung von Referenzmaterial

Falls die Einheit des Referenzmaterials vor ihrer Verteilung unterteilt wird, muss dies zur Vermeidung der Einschleppung einer zusätzlichen Abweichung mit Sorgfalt ausgeführt werden. Einschlägige Internationale Normen zur Probenunterteilung sollten zu Rate gezogen werden. Für die Verteilung sollten die Einheiten zufallsmäßig ausgewählt werden. Wenn der Messprozess zerstörungsfrei ist, besteht die Möglichkeit, allen am Ringversuch beteiligten Labors dieselbe Einheit des Referenzmaterials zu geben. Dies wird allerdings den zeitlichen Rahmen des Ringversuchs ausweiten.

4.3 Überlegungen zum Versuchsplan im Hinblick auf das Schätzen der systematischen Abweichungskomponente eines (vereinheitlichten) Messverfahrens

4.3.1 Das Ziel des Versuches ist es, die Größe der systematischen Abweichungskomponente des (vereinheitlichten) Messverfahrens zu schätzen sowie zu ermitteln, ob sie statistisch signifikant ist. Wenn sich herausstellt, dass die systematische Abweichungskomponente statistisch nicht signifikant ist, dann ist es das Ziel, die Größe der maximal möglichen systematischen Abweichungskomponente zu ermitteln, die mit einer festgelegten Wahrscheinlichkeit durch die Ermittlungsergebnisse des Versuchs unentdeckt bleiben könnte.

4.3.2 Die Anlage des Versuchs ist fast die gleiche wie für einen Präzisionsversuch, wie er in 4.1 von ISO 5725-2:1994 beschrieben ist. Die Unterschiede sind:

- a) Es gibt eine Zusatzanforderung, einen anerkannten Bezugswert anzuwenden und
- b) die Anzahl beteiligter Labors und die Anzahl von Ermittlungsergebnissen muss auch die in 4.5 angegebenen Anforderungen erfüllen.

4.4 Verweise auf ISO 5725-1 und ISO 5725-2

Abschnitt 6 von ISO 5725-1:1994 sowie die Abschnitte 5 und 6 von ISO 5725-2:1994 gelten. Beim Lesen der Teile 1 und 2 im vorliegenden Zusammenhang sollte „Richtigkeit“ an die Stelle von „Präzision“ oder, sofern zutreffend, an die Stelle von „Wiederholpräzision und Vergleichpräzision“ gesetzt werden.

4.5 Erforderliche Anzahl von Labors

Die Anzahl der Labors und die Anzahl der für jedes Merkmalsniveau geforderten Ermittlungsergebnisse bedingen sich gegenseitig. Die Anzahl der zu beteiligenden Labors ist in 6.3 von ISO 5725-1:1994 behandelt. Eine Anleitung zur Entscheidung, wie viele es sein sollten, ist nachfolgend gegeben.

Um in der Lage zu sein, mit den Ermittlungsergebnissen eines Ringversuchs mit einer hohen Wahrscheinlichkeit (siehe Anhang C) eine vorab festgelegte Größe einer systematischen Abweichungskomponente zu entdecken, muss die Mindest-Anzahl der Labors, p , und der Ermittlungsergebnisse, n , die folgende Gleichung erfüllen:

$$A\sigma_R \leq \frac{\delta_m}{1,84} \quad \dots (5)$$

wobei

δ_m die vorab festgelegte Größe der systematischen Abweichungskomponente ist, die der Versuchsleiter aus den Ermittlungsergebnissen zu entdecken wünscht;

σ_R die Vergleichstandardabweichung des vereinheitlichten Messverfahrens ist.

A ist eine Funktion von p und n und gegeben durch

$$A = 1,96 \sqrt{\frac{n(\gamma^2 - 1) + 1}{\gamma^2 pn}} \quad \dots (6)$$

wobei

$$\gamma = \sigma_R / \sigma_r \quad \dots (7)$$

Werte von A sind in Tabelle 1 angegeben.

Im Idealfall sollte die Auswahl der Kombination aus der Anzahl der Labors und der Anzahl wiederholter Ermittlungsergebnisse je Labor die durch Gleichung (5) beschriebene Anforderung mit dem durch den Versuchsleiter vorab festgelegten Wert von δ_m erfüllen. Aus praktischen Gründen ist allerdings die Wahl der Anzahl der Labors üblicherweise ein Kompromiss zwischen der Verfügbarkeit von Mitteln und dem Wunsch nach Reduzierung des Wertes von δ_m auf ein zufriedenstellendes Niveau. Wenn die Vergleichpräzision des (vereinheitlichten) Messverfahrens schlecht ist, dann wird es nicht möglich sein, einen hohen Grad von Sicherheit bei der Schätzung der systematischen Abweichungskomponente zu erreichen. Wenn σ_R größer als σ_r , also γ größer als 1 ist, was oft zutrifft, kann mit mehr als $n=2$ Ermittlungsergebnissen je Labor und je Merkmalsniveau wenig erreicht werden.

4.2.2 Check and distribution of the reference material

Where sub-division of the unit of the reference material occurs prior to distribution, it shall be performed with care to avoid the introduction of any additional error. Relevant International Standards on sample division should be consulted. The units should be selected on a random basis for distribution. If the measurement process is non-destructive, it is possible to give all the laboratories in the interlaboratory experiment the same unit of reference material, but this will extend the time-frame of the experiment.

4.3 Experimental design considerations when estimating the bias of a measurement method

4.3.1 The objective of the experiment is to estimate the magnitude of the bias of the measurement method and to determine if it is statistically significant. If the bias is found to be statistically insignificant, then the objective is to determine the magnitude of the maximum bias that would, with a certain probability, remain undetected by the results of the experiment.

4.3.2 The layout of the experiment is almost the same as that for a precision experiment, as described in subclause 4.1 of ISO 5725-2:1994. The differences are

- a) there is an additional requirement to use an accepted reference value, and
- b) the number of participating laboratories and the number of test results shall also satisfy the requirements given in 4.5.

4.4 Cross-references to ISO 5725-1 and ISO 5725-2

Clause 6 of ISO 5725-1:1994 and clauses 5 and 6 of ISO 5725-2:1994 apply. When reading parts 1 and 2 in this context, "trueness" should be inserted in place of "precision" or "repeatability and reproducibility" as appropriate.

4.5 Required number of laboratories

The number of laboratories and the number of test results required at each level are interdependent. The

number of laboratories to be used is discussed in subclause 6.3 of ISO 5725-1:1994. A guide to deciding how many is given below.

In order for the results of an experiment to be able to detect with a high probability (see annex C) a predetermined magnitude of bias, the minimum number of laboratories, p , and test results, n , shall satisfy the following equation:

$$A\sigma_R \leq \frac{\delta_m}{1,84} \quad \dots (5)$$

where

δ_m is the predetermined magnitude of bias that the experimenter wishes to detect from the results of the experiment;

σ_R is the reproducibility standard deviation of the measurement method.

A is a function of p and n and is given by

$$A = 1,96 \sqrt{\frac{n(\gamma^2 - 1) + 1}{\gamma^2 pn}} \quad \dots (6)$$

where

$$\gamma = \sigma_R / \sigma_r \quad \dots (7)$$

Values of A are given in table 1.

Ideally, the choice of the combination of the number of laboratories and the number of replicate test results per laboratory should satisfy the requirement described by equation (5), with the δ_m value predetermined by the experimenter. However, for practical reasons, the choice of the number of laboratories is usually a compromise between the availability of resources and the desire to reduce the value of δ_m to a satisfactory level. If the reproducibility of the measurement method is poor, then it will not be practical to achieve a high degree of certainty in the estimate of the bias. When σ_R is larger than σ_r (i.e. γ is larger than 1) as is often the case, little is to be gained by obtaining more than $n = 2$ test results per laboratory per level.

Tabelle 1 — Werte (A) zur Veranschaulichung der Unsicherheit bei der Schätzung der systematischen Abweichungskomponente des (vereinheitlichten) Messverfahrens

p	$\gamma = 1$			$\gamma = 2$			$\gamma = 5$		
	$n = 2$	$n = 3$	$n = 4$	$n = 2$	$n = 3$	$n = 4$	$n = 2$	$n = 3$	$n = 4$
5	0,62	0,51	0,44	0,82	0,80	0,79	0,87	0,86	0,86
10	0,44	0,36	0,31	0,58	0,57	0,56	0,61	0,61	0,61
15	0,36	0,29	0,25	0,47	0,46	0,46	0,50	0,50	0,50
20	0,31	0,25	0,22	0,41	0,40	0,40	0,43	0,43	0,43
25	0,28	0,23	0,20	0,37	0,36	0,35	0,39	0,39	0,39
30	0,25	0,21	0,18	0,33	0,33	0,32	0,35	0,35	0,35
35	0,23	0,19	0,17	0,31	0,30	0,30	0,33	0,33	0,33
40	0,22	0,18	0,15	0,29	0,28	0,28	0,31	0,31	0,31

4.6 Statistische Bewertung

Die Ermittlungsergebnisse müssen wie in ISO 5725-2 beschrieben verarbeitet werden. Insbesondere wenn Ausreißer-Werte entdeckt werden, müssen alle nötigen Schritte unternommen werden, um die Gründe zu finden, warum sie gewonnen worden sind, eingeschlossen die erneute Beurteilung der Angemessenheit des anerkannten Bezugswertes.

4.7 Auslegung der Ergebnisse der statistischen Bewertung

4.7.1 Prüfung der Präzision

Die Präzision des (vereinheitlichten) Messverfahrens wird in Form von s_r (Schätzwert der Wiederholstandardabweichung) und s_R (Schätzwert der Vergleichstandardabweichung) ausgedrückt. Gleichungen (8) bis (10) gehen von einer gleichen Anzahl (n) von Ermittlungsergebnissen in jedem Labor aus. Wenn das nicht zutrifft, sollten die betreffenden in ISO 5725-2 angegebenen Gleichungen zur Berechnung von s_r und s_R angewendet werden.

4.7.1.1 Der Schätzwert s_r^2 der Wiederholvarianz für p teilnehmende Labors wird errechnet als

$$s_r^2 = \frac{1}{p} \sum_{i=1}^p s_i^2 \quad \dots (8)$$

$$s_i^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n (y_{ik} - \bar{y}_i)^2 \quad \dots (9)$$

$$\bar{y}_i = \sum_{k=1}^n y_{ik} \quad \dots (10)$$

wobei s_i^2 und $\bar{y}_i$ die Varianz beziehungsweise der (arithmetische) Mittelwert aus n Ermittlungsergebnissen y_{ik} sind, gewonnen im Labor i .

Cochran's Test, wie in ISO 5725-2 beschrieben, muss auf die Varianzen s_i^2 angewendet werden, um zu verifizieren, dass keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianzen innerhalb eines Labors vorkommen. Mandel's graphische Darstellungen von h

und k , wie in ISO 5725-2 beschrieben, sollten ebenfalls herangezogen werden für eine gründlichere Ermittlung potentieller Ausreißer.

Wenn die Wiederholstandardabweichung des vereinheitlichten Messverfahrens nicht vorab gemäß ISO 5725-2 ermittelt wurde, dann wird s_r als bester Schätzwert dafür betrachtet. Wenn die Wiederholstandardabweichung des vereinheitlichten Messverfahrens, σ_r , gemäß ISO 5725-2 ermittelt worden ist, dann kann s_r^2 durch Errechnung des folgenden Verhältnisses geprüft werden

$$C = s_r^2 / \sigma_r^2 \quad \dots (11)$$

Die Prüfgröße C wird verglichen mit dem kritischen Wert

$$C_{\text{krit}} = \chi_{(1-\alpha)}^2(v)/v$$

wobei $\chi_{(1-\alpha)}^2(v)$ das $(1-\alpha)$ -Quantil der χ^2 -Verteilung mit $v = [p(n-1)]$ Freiheitsgraden ist. Soweit nicht anders festgelegt, wird $\alpha = 0,05$ gesetzt.

a) Wenn $C \leq C_{\text{krit}}$; ist s_r^2 nicht signifikant größer als σ_r^2 .

b) Wenn $C > C_{\text{krit}}$; ist s_r^2 signifikant größer als σ_r^2 .

Im erstgenannten Fall wird die Wiederholstandardabweichung, σ_r , für die Prüfung der systematischen Abweichungskomponente des (vereinheitlichten) Messverfahrens angewendet. Im letztgenannten Fall ist es nötig, die Ursachen für die Diskrepanz herauszufinden und möglicherweise vor dem Weitermachen den Versuch zu wiederholen.

4.7.1.2 Der Schätzwert der Wiederholvarianz für die p teilnehmenden Labors, s_R^2 , wird ermittelt als

$$s_R^2 = \frac{1}{p-1} \sum_{i=1}^p (\bar{y}_i - \bar{y})^2 + \left(1 - \frac{1}{n}\right) s_r^2 \quad \dots (12)$$

