

Bulletin OIML n° 78  
21<sup>e</sup> Année — Mars 1980  
Trimestriel

# BULLETIN

DE

# L'ORGANISATION

# INTERNATIONALE

DE MÉTROLOGIE LÉGALE

## Organe de Liaison entre les Etats-membres



BUREAU INTERNATIONAL DE METROLOGIE LEGALE  
11, Rue Turgot — 75009 PARIS — France



# **BULLETIN**

de

## **L'ORGANISATION INTERNATIONALE de MÉTROLOGIE LÉGALE**

### **SOMMAIRE**

Pages

|                                                                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| B.I.M.L. — A propos de 1980<br>par S.A. THULIN .....                                                                         | 2  |
| REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE ALLEMANDE — Betrachtungen über Fehlergrenzen von<br>Wägestücken<br>par U. POERSCH et L. MÜLLER ..... | 3  |
| ETATS-UNIS d'AMERIQUE — The present and future of legal metrology in the U.S.A. ....                                         | 15 |
| I — Measurement assurance — The future of legal metrology, par A.O. McCOUBREY                                                | 15 |
| II — Traceability in the U.S.A. : An evolving concept, par B.C. BELANGER .....                                               | 21 |
| FRANCE — Enseignement de la métrologie légale en France .....                                                                | 26 |
| GRANDE-BRETAGNE — The measurement of length starting from square one<br>par P.J. CAMPION .....                               | 30 |

### **INFORMATIONS**

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| Le Code de Normes établi par GATT .....                                 | 37 |
| The agreement « Technical Barriers to Trade » established by GATT ..... | 39 |
| Membres du Comité : Japon - République Unie de Tanzanie .....           | 41 |
| Prochaines réunions .....                                               | 42 |

### **DOCUMENTATION**

|                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Centre de Documentation : Documents reçus au cours du 1 <sup>er</sup> trimestre 1980 ..... | 44 |
| Recommandations Internationales : liste complète à jour .....                              | 49 |
| Etats membres de l'Organisation Internationale de Métrologie Légale .....                  | 52 |
| Membres actuels du Comité International de Métrologie Légale .....                         | 59 |

Abonnement annuel : Europe : 65 F-français  
Autres pays : 80 F-français  
Chèques postaux : Paris-8 046-24 X  
Banque de France, Banque Centrale, Paris : n° 5 051-7

BUREAU INTERNATIONAL DE METROLOGIE LEGALE  
11, Rue Turgot — 75009 Paris — France  
Tél. 878-12-82 et 285-27-11 Le Directeur : Mr B. ATHANÉ  
TELEX : 660870 SVP SERV.-code 1103

## A PROPOS de 1980

*For the 20th anniversary of the Bulletin of OIML we have changed its shape to conform with the international paper standard size A 4 and operated some typographical changes with aim of making it more legible trusting our kind contributors will do their best for the clarity of the text.*

*All reports of technical meetings cannot be published but extracts will be given in cases of broad interest.*

*Articles will generally be proceeded by an English summary.*

*Any further suggestions about presentation and content are most welcome.*

Le Bulletin de l'OIML fête ses 20 ans. Devenu majeur, nous avons pensé qu'il ne doit plus être obligé de porter culotte courte. Nous l'avons par conséquent allongé de façon à l'intégrer à la famille des formats normalisés, en l'occurrence A 4 en espérant que cela ne crée pas de casse-tête pour les bibliothécaires et amateurs de reliures.

Pour lui permettre d'être lu plus facilement, nous avons également apporté quelques modifications typographiques et pour le reste, nous comptons sur nos aimables auteurs d'articles pour faire rayonner la clarté du texte.

Sur le plan rédactionnel, il nous est de plus en plus difficile de faire paraître en temps utile tous les comptes rendus des réunions techniques. Cependant, lorsque le contenu d'un rapport nous semble intéresser un plus large public, y compris nos abonnés non-membres, nous essayons d'en publier les extraits essentiels.

La langue officielle de l'Organisation étant le français, nous pensons qu'il est néanmoins utile de fournir des résumés en anglais des articles paraissant en français ou dans d'autres langues.

La rédaction ne considère pas la présentation de ce numéro comme immuable et elle serait heureuse de recevoir toute suggestion sur la forme et le contenu du Bulletin.

A. T.

REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE ALLEMANDE

## BETRACHTUNGEN über FEHLERGRENZEN von WÄGESTÜCKEN

Ulrike POERSCH und Lothar MÜLLER

Amt für Standardisierung, Messwesen und Warenprüfung

*RESUME — Les auteurs proposent de réduire et d'harmoniser les classes de précision des poids utilisés pour la vérification et pour l'usage courant de façon à obtenir un total de 5 classes pour lesquelles les tolérances de deux classes voisines sont en rapport de 1:5 au lieu de 1:3,3 selon OIML R120. Les classes correspondant à  $E_1$  et  $F_2$  restent inchangées.*

*SUMMARY — The authors suggest to reduce and to harmonize the precision classes of weights for verification and common use so as to obtain 5 classes for which the errors between two adjacent classes are in ratio of 1:5 instead of 1:3.3 according to OIML R120. The classes corresponding to  $E_1$  and  $F_2$  remain unchanged.*

### 0. Einleitung

Der zunehmende internationale Warenaustausch wird durch international abgestimmte Vorschriften zur Massebestimmung und zur Prüfung von Massemeßmitteln erleichtert. Mit der fortschreitenden Entwicklung der Meßgeräte werden auch in der Massemeßtechnik neue oder rationellere Prüfverfahren bzw. Prüfmittel entsprechend den spezifischen Anwendungsbedingungen erprobt. Dabei ergeben sich z. B. durch die Mechanisierung des Prüfungsvorgangs neue praktikable Nennmassebereiche der Masse-normale.

Deshalb ist es zweckmäßig, die Vorschriften international zu vereinheitlichen und für den interessierenden Massebereich nach einheitlichen Gesichtspunkten zu suchen. Allgemeine Regeln der Metrologie, wie z. B. die Fehlerdefinition oder die Gestaltung von Genauigkeitsklassensystemen, sollten dabei berücksichtigt werden.

In mehreren internationalen Organisationen (RGW (\*), OIML) wurden bisher sowohl Vorschriften für verschiedene Waagen als auch für verschiedene Bereiche der Wägestücke bearbeitet. In der Vergangenheit hat jedes der metrologischen Gremien besondere Klassensysteme zur Staffellung der Meßmittel nach ihrer Genauigkeit für jeden Teilbereich erarbeitet. Dabei wurden die nationalen Belange (z. B. Forderungen der Hersteller, Verbreitung der Normale im Land, wirtschaftliche Entwicklung) der einzelnen Mitgliedsländer berücksichtigt.

---

(\*) Rat für gegenseitige Wirtschaftshilfe.

Unterdessen ist eine Annäherung der unterschiedlichen Klassensysteme im RGW im Rahmen des Prüfschemas Masse durch teilweise Übernahme der OIML-Empfehlungen durchgeführt worden (siehe dazu Abschnitt 1.). Zum gegenwärtigen Zeitpunkt hat sich nicht nur der Gesichtspunkt der Vereinheitlichung der Normative einer Meßgröße durchgesetzt, sondern auch der Standpunkt, zwischen den verschiedenen Meßgrößen gemeinsame, grundlegende Merkmale zu suchen und für die Bearbeitung von Normativen festzulegen.

Im folgenden wird unter den o. g. Aspekten eine kritische Betrachtung der internationalen Normative für Wägestücke, sowohl der bestätigten als auch der im Projektstadium befindlichen, durchgeführt. Dabei soll insbesondere auch ihre Anwendung zur Weitergabe der Einheit im Massebereich 1 mg bis 150 t Nennmasse aller Genauigkeitsklassen und zur Prüfung von Waagen betrachtet werden. Als Ergebnis wird ein neuer Vorschlag für Fehlergrenzen auf der Basis einer Neukonzeption der Klasseneinteilung im genannten Massebereich vorgestellt und begründet.

## 1. Diskussion des gegenwärtigen Standes der Normative

Von der Ständigen Kommission für Standardisierung des RGW wurden 1971 die RS (\*) 3119-71, RS 3120-71 und RS 3122-71 angenommen. Nach diesen Empfehlungen werden Wägestücke mit einer Nennmasse bis 50 kg in 5 Genauigkeitsklassen und Wägestücke über 50 kg in 2 Genauigkeitsklassen eingeteilt. Für Eichfahrzeuge wurde noch keine RS erarbeitet. Sie sind aber im « Prüfschema für Wägestücke und Waagen », das eine Übersicht über alle Meßmittel auf dem Gebiet der Massemeßtechnik gibt, enthalten.

Von der OIML wurden für Wägestücke mit einer Nennmasse bis 50 kg 1968 die Empfehlung Nr. 1 und die Empfehlung Nr. 2 für die Klasse der mittleren Genauigkeit, 1972 die Empfehlung Nr. 20, die 5 Genauigkeitsklassen umfaßt und 1976 eine Empfehlung Nr. 47, für Wägestücke mit größeren Nennmassen (50 kg bis 5 t), die 4 Genauigkeitsklassen beinhaltet, angenommen. Empfehlungen für ein Prüfschema Masse und für Eichfahrzeuge gibt es in der OIML noch nicht.

Alle diese Empfehlungen enthalten unterschiedliche Systeme von Genauigkeitsklassen für verschiedene Teilbereiche der Nennmassen von Wägestücken. In den nationalen Vorschriftenwerken einzelner Länder wurden diese Klassensysteme teilweise ergänzt, so wurde z. B. bei Wägestücken bis 50 kg noch eine ungenauere Klasse, in Frankreich die Klasse M<sub>3</sub> und in der DDR die Klasse 6, hinzugefügt.

Im Jahre 1977 wurde auf der Grundlage der RS des RGW und unter Berücksichtigung der OIML-Empfehlungen ein RGW-Standard für Wägestücke bis 50 kg erarbeitet.

Dieser Standard beinhaltet insgesamt 7 Genauigkeitsklassen, für Normalwägestücke die Klassen Ia, I, II, III und IV (die beiden Klassen M<sub>2</sub> und M<sub>3</sub> der OIML-Empfehlung wurden nicht übernommen) und für Arbeitswägestücke die Klassen 1, 2, 3, 4, 5 und 6 (die genaueste Klasse der OIML-Empfehlung fehlt).

Die Fehlergrenzen dieser Klassen stimmen mit den Fehlergrenzen der Klassen E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, M<sub>1</sub> und M<sub>2</sub> der OIML-Empfehlungen und der Klasse M<sub>3</sub> der französischen Vorschriften überein (siehe Bild 1).

---

(\*) RS — Rekomendazija standartizacii (russ.) — Standardisierungsempfehlung.

Vorteilhaft an diesen Klassensystemen sind

- die Erfassung des Bereiches von der genauesten Klasse Ia bzw. E<sub>1</sub> (mit 0,0005 ‰ Fehlergrenze für den oberen Nennmassebereich), die zur Weitergabe der Einheit entsprechend der Verbreitung im Lande und zur Prüfung von Waagen der Genauigkeitsklasse 1 mit weniger als 20 g Höchstlast verwendet wird und der ungenauesten Klasse 6 bzw. M<sub>3</sub> (mit 0,5 ‰ Fehlergrenze für den oberen Nennmassebereich), die im wesentlichen zur Prüfung aller industriellen Wägeeinrichtungen und Waagen vorgesehen ist,
- der Verlauf der Klassen Ia bis IV-4 (\*) bzw. E<sub>1</sub> bis M<sub>1</sub>, da sie parallel sind und ihr Anstieg jeweils innerhalb von 2 Bereichen weitestgehend konstant ist. Oberhalb von 50 g Nennmasse können die Fehlergrenzen in konstanten relativen Werten ausgedrückt werden. Damit könnte man bei einer entsprechenden Auswahl der Benennung die Fehlergrenzen einer ganzen Klasse auf Grund ihrer Bezeichnung errechnen,
- die gleichmäßige Stufung der Genauigkeitsklassen mit einem etwa konstanten Faktor von Klasse zu Klasse.

Ungünstig erscheinen

- der sehr kleine Faktor bei der Stufung der Genauigkeitsklassen von 1 : 3. Dieser Faktor sollte als untere Grenze für das Verhältnis von Normal zu Prüfling gelten. Da er aber nicht in jedem Falle ausreichend ist, sollte bei Festlegungen in Normativen mehr Sicherheit vorgesehen werden.  
Bedingt durch den kleinen Stufungsfaktor wird die Anzahl der Genauigkeitsklassen für den vorgegebenen Bereich unnötig hoch. Eine größere Anzahl von Genauigkeitsklassen erfordert einen höheren ökonomischen Aufwand bei der Herstellung, Justierung und Prüfung der Normale. Bei Wägestücken über 50 kg Nennmasse erhöht sich außerdem noch der Transportaufwand (Anmerkung : Bedingt durch diesen kleinen Stufungsfaktor wird die jeweilige Genauigkeitsklasse nicht an die nächst höhere, sondern an die übernächste angeschlossen, so daß etwa ein Faktor 10 auftritt),
- die Differenzierung zwischen Normal- und Arbeitswägestücken. Diese unterscheiden sich nur durch ihre Anwendung ; sie sind sowohl hinsichtlich technischer als auch meßtechnischer Forderungen gleich. Deshalb ist eine so differenzierte Festlegung der Genauigkeitsklassen nicht erforderlich,
- die ungenügende Übereinstimmung mit den Klassensystemen für Wägestücke über 50 kg und die ungenügende Abgrenzung der Klassensysteme der Teilbereiche. Dadurch kommt es z. B. vor, daß ein 50-kg-Wägestück in zwei Vorschriften (bzw. Klassensystemen) mit teilweise unterschiedlichen zulässigen Fehlern vorhanden ist (OIML-Empfehlung Nr. 47 für Wägestücke von 50 kg bis 5 t und OIML-Empfehlung Nr. 20),
- der Verlauf der Fehlergrenzen der beiden ungenauesten Klassen, da er nicht stetig und nicht parallel zu den übrigen Klassen des Systems ist,
- der Bereich der Genauigkeitsklassen für Wägestücke über 50 kg von weniger als einer Zehnerpotenz.  
Dieser Bereich ist zu klein ; eine Ergänzung des Klassensystems ist in der OIML-Empfehlung besonders in Richtung genauerer Klassen und im RGW-Standard besonders in Richtung ungenauerer Klassen notwendig,
- die Situation bei Fehlergrenzen für Eichfahrzeuge. Hierfür existieren weder in der OIML noch im RGW konkrete Vorstellungen.

---

(\*) (Normalwägestücke der IV. Klasse und Arbeitswägestücke Klasse 4).

## 2. Vorschlag für eine neue Konzeption

### 2.1. Allgemeine Anforderungen an Klassensysteme

Aus den praktischen Erfahrungen und theoretischen Erwägungen erscheint die Erarbeitung einer Konzeption von Genauigkeitsklassensystemen für Wägestücke erforderlich.

An moderne Genauigkeitsklassensysteme werden heute in der Meßtechnik allgemein folgende Anforderungen gestellt :

- Erfassung des gesamten Genauigkeitsbereiches vom höchsten erforderlichen Normal bis zum ungenauesten industriellen Arbeitsmeßmittel.
- Festlegung der Anzahl der Übertragungsstufen (Klassen), entsprechend den ökonomischen Gegebenheiten (Verbreitung der Meßmittel in der Volkswirtschaft, Ausdehnung des Prüfnetzes) und den meßtechnischen Erfordernissen (Meßbereich und Genauigkeit eines Meßmittels). Zwischen den Klassen sollen annähernd konstante Übertragungsfaktoren (Klassenfaktoren) zur Übertragung der Einheit bestehen.
- Festlegung eines parallelen Verlaufs der Fehlergrenzen der einzelnen Klassen in den Bereichen, in denen kein konstanter relativer Fehler realisiert werden kann.
- Festlegung von leichtverständlichen und aussagekräftigen Klassenbezeichnungen, zu denen bestimmte Bereiche mit konstanten relativen Fehlern gehören.  
(Bei der Festlegung der Klassenbezeichnungen sind nach Möglichkeit Vorzugszahlenreihen zu berücksichtigen).
- Übereinstimmung aller Genauigkeitsklassensysteme der einzelnen Teilbereiche, d. h. die Fehlergrenzen der Wägestücke von 100 kg bis 5 t müssen sowohl an das Fehlergrenzensystem für Wägestücke mit Nennmassen bis 50 kg als auch an das Fehlergrenzensystem für Eichfahrzeuge von 10 t bis 150 t Nennmasse angepaßt sein.
- Erweiterungsfähigkeit des Klassensystems sowohl in bezug auf den Massebereich als auch auf die Anzahl der Genauigkeitsklassen.

Die angeführte Reihenfolge der Forderungen bedeutet keine allgemeingültige Wichtung.

Allgemeine Hinweise für das Verfahren der Standardisierung der Fehlergrenzen, für Festlegungen von Reihen der Genauigkeitsklassen sowie über die Kennzeichnung derselben sind in OIML-R1 34 angegeben. Für die Festlegungen in speziellen Vorschriften verschiedener Meßgrößen müssen die besonderen Bedingungen der jeweiligen Meßgröße berücksichtigt werden. So wird z. B. als Klassenfaktor (Stufensprung) für die Einordnung von Volumenzählern in Genauigkeitsklassen der Faktor 4 (Verhältnis der Genauigkeitsklasse vom übergeordneten zum zu prüfenden Normal  $KI_{\text{Normal}}/KI_{\text{Prüfling}} = 0,25$ ) angegeben [1]. Für die Klasseneinteilung der Kolbenmanometer wurde eine Reihe (0,02 ; 0,05 ; 0,1 ; 0,2) zugrunde gelegt und begründet [2].

Zur Festlegung der Klasseneinteilung für Wägestücke müssen folgende Bedingungen berücksichtigt werden :

- Für die zur Prüfung von Industrie- und Handelswaagen benötigten Normale genügt ein relativer Fehler in der Größenordnung von  $5 \cdot 10^{-4}$ , wenn unter der Berücksichtigung der Fehlereinflüsse von Normal, Waage, Abnutzung des Normals und der Fehlergrenze ein Mindestverhältnis zwischen Normal (Wägestück) und Prüfling (Waage) von 1 : 3 vorgesehen wird (\*). Die ökonomische Bedeutung dieser

(\*) Dabei erfolgt die Prüfung der Wägestücke der Genauigkeitsklasse 1 mit Angabe des Fehlers, der Wägestücke der übrigen Genauigkeitsklassen auf Einhaltung der Fehlergrenzen.

ungenauesten Klasse wurde bereits in [3] in einer tabellarischen Übersicht nachgewiesen.

- Die genaueste Klasse in der Größenordnung von  $5 \cdot 10^{-7}$  wird durch verschiedene Anwendungsbereiche in der Forschung und die relativ hohen Genauigkeitsforderungen in den vom Bezugspunkt Kilogramm entfernten Massebereichen (Mikrogrammbereich aber auch Tonnenbereich) z. B. in der Chemieindustrie bei der Herstellung von synthetischen Fasern (Wägen von Faserbündeln mit ca.  $0,5 \mu\text{g}$  Nennmasse) festgelegt.
- Die Forderungen nach einer konstanten relativen Fehlergrenze im Bereich von 1 mg bis 50 kg wurden bereits vor Jahren von Berci theoretisch untersucht, um den praktischen Vorteil der Fehlerberechnung von beliebigen Massen eines Wägestücksatzes auszunutzen. Im Ergebnis entstand ein Genauigkeitsklassensystem für den Bereich von 1 mg bis 1 kg, dem die Fehlerberechnungen jedes beliebigen Wägestückes eines Satzes nach dem quadratischen Fehlerfortpflanzungsgesetz zugrunde gelegt wurde. Es ergab sich ein linearer Anstieg für alle Klassen, allerdings ohne konstanten relativen Fehler [4].

Die o. g. Forderung ist aber bei der Prüfung der Massennormale der hohen Genauigkeitsklassen nur schwer zu realisieren, da sich der relative Fehler innerhalb einer Klasse bei jeder Dekade vom Bezugspunkt weg erhöht (siehe Bild 2). Aus der Darstellung ist ersichtlich, daß der relative Fehler des Primärnormals wesentlich kleiner ist als die übrigen erreichbaren Meßunsicherheiten (bei einer statistischen Sicherheit von  $P = 95 \%$ ). Dabei sind im Bild nur die zufälligen Fehleranteile der Waagen, die aus der Standardabweichung berechnet wurden, enthalten. Der zufällige Fehler des Normals sowie die zufälligen oder nicht erfaßbaren systematischen Fehler des Meßverfahrens und der Meßbedingungen wurden nicht berücksichtigt, d. h. beidseitig vom Bezugspunkt 1 kg fällt die Kurve wesentlich stärker ab als die im Bild dargestellte. Die Vertrauensgrenze des arithmetischen Mittels  $s_G^*$  beim Masseanschluß wird nach folgender Gleichung berechnet :

$$s_G^* = \sqrt{\Theta_N^2 + s^{*2} + \sum_{i=1}^N \Theta_{Bi}^2}; \text{ dabei ist} \quad (1)$$

$$\Theta_N = \pm K \sqrt{\sum_{i=1}^N \Theta_i^2} \text{ — Grenze des nichterfaßbaren Fehlers des Normals}$$

(K-Koeffizient der Abhängigkeit des Fehlers bei gleicher Verteilung) ; für  $P = 99 \%$  ergibt sich  $K = 1,4$  (2)

$$s^* = \sqrt{s_W^2 + s_B^2} \text{ — Standardabweichung der zufälligen Fehler der Waage und der Prüfbedingungen} \quad (3)$$

$$\Theta_B = \sum_{i=1}^N \frac{\partial F}{\partial y_i} \Delta y_i \text{ — Standardabweichung der nichterfaßten systematischen Fehler der Prüfbedingungen.} \quad (4)$$

Weiterhin sind für die 3 Teilbereiche die neuen Genauigkeitsklassen angegeben. Es ist deutlich zu erkennen, daß ein konstanter relativer Fehler von  $0,0005 \text{ ‰}$  (Linie L1 im Bild 2) bis in den Milligrammbereich technisch nicht realisierbar ist, und daß die Einhaltung dieser Forderung in den höherlastigen Teilbereichen ebenfalls mit großen technischen Problemen verbunden ist.

Im Bild 2 sind zwei Bereiche gekennzeichnet :

- Der Bereich I gibt an, welche Genauigkeitsreserven in bezug auf die angegebene Meßunsicherheit des 1-kg-Normals vorhanden sind, die jedoch wegen technischer Grenzen (Reproduzierbarkeit der Waagen, Erfassung des Luftauftriebes infolge variabler Luftzusammensetzung und Luftdichte) auch zukünftig kaum ausgenutzt werden können.
- Der Bereich II kennzeichnet die Möglichkeit der Verbesserung der Genauigkeit des 1-kg-Normals. Dieser Wert der Meßunsicherheit des 1-kg-Normals ist wegen der wesentlich höheren Anteile der weiteren Fehlereinflüsse, z. B. von magnetischen und elektrostatischen Fremdfeldern im Mikrogrammbereich und der H<sub>2</sub>O-Adsorptionsschicht, magnetische Fremdfelder und Luftauftriebsbestimmung im Tonnenbereich ohne großen Einfluß auf die Massebestimmung, da die gegenwärtig erreichbare Meßunsicherheit nach 3 Dekaden vernachlässigbar wird. Deshalb ist es sinnvoll, den Nennmassebereich 1 mg bis 50 kg zu unterteilen ; der obere Bereich umfaßt 100 g bis 50 kg mit konstantem relativen Fehler, der untere Bereich erstreckt sich von 1 mg bis 100 g mit einem kontinuierlichen Anstieg.

Bei dieser Darstellung ergibt sich eine weitere theoretische Betrachtung bei einer konsequenten Orientierung auf einen konstanten relativen Fehlergrenzenverlauf. Man führt die konstanten relativen Fehlergrenzen aller Klassen bis an die zur Zeit technisch realisierbare Grenze. Dann erfolgt ein kurzer Abfall bis zur nächsten Genauigkeitsklasse (Bild 3). Dieser Gedanke bietet sich insbesondere bei der Anwendung eines Klassensystems für Wägestücksätze an. Bei einem Satz Wägestücke stellt der Bereich mit konstantem relativem Fehler den Hauptmeßbereich und der restliche Teil den Nebenmeßbereich dar.

- Anwendung der Wägestücke zur Prüfung von Waagen. Nach dieser Betrachtung zu Bild 3 wird ein weiteres Problem sichtbar, wenn man die Anwendung der Wägestücke zur Prüfung der Waagen berücksichtigt. Es wird dann z. B. der Fall eintreten, daß Waagen der Genauigkeitsklasse 1 mit Wägestücken der Genauigkeitsklasse 6 oder 7 geprüft werden müßten ; das bedeutet, es ist kein Zusammenhang zwischen der Klassierung der Wägestücke und der der Waagen vorhanden. Dieser Zusammenhang sollte aber bei der praktischen Anwendung möglichst gewährleistet sein. Dabei muß eingeschätzt werden, daß das Primat der Klasseneinteilung bei den Waagen liegt, da sich die Wägestücke im Gegensatz zu den Waagen beliebig justieren lassen. Aus diesem Grunde muß der im Bild 3 dargestellte Gedanke zur Klasseneinteilung der Wägestücke zumindest gegenwärtig abgelehnt werden. Ob die vorhandene Klasseneinteilung und der Fehlergrenzenverlauf z. B. bei nicht-automatischen Waagen langfristig zufriedenstellend ist, soll hier nicht diskutiert werden.
- Benennung der Klassen mit einer fehlerbezogenen Wertangabe ist wegen des Umfanges von drei Zehnerpotenzen relativ kompliziert. Die Festlegung der einzelnen Klassen erfolgt nach einer geometrischen Reihe ; die Probleme dieser Festlegung sind in [5] dargestellt. Dabei ist der angegebene relative Fehler höher anzunehmen als der real vorhandene Wert, der wegen der Rundung im Einzelfalle häufig von dem entsprechenden relativen Fehlerwert abweicht. Ausgewählt wurde eine Reihe in Anlehnung an R 20/15.
- Bei der Festlegung eines konstanten Klassenfaktors (Stufensprung) über einen Bereich von drei Zehnerpotenzen müssen folgende Aspekte berücksichtigt werden : Wird ein großer Faktor gewählt, z. B. 10, so müssen relativ kurze Prüfzeiten und ein hoher Prüfaufwand vorgesehen werden ; wird der Faktor klein gewählt, z. B. 3, ergeben sich viele Klassen, bei deren Anschluß der Fehler des Normals teilweise mit berücksichtigt werden muß.

Außerdem soll jede Klasse an die nächst genauere angeschlossen werden.

Unter diesen Bedingungen wurde zur qualitativen Festlegung des Klassenfaktors eine Abschätzung der auftretenden Meßunsicherheiten nach Gleichung (1) unter Berücksichtigung des variablen Einflusses der Meßbedingungen durchgeführt. Das beinhaltet auch, daß innerhalb einer Genauigkeitsklasse unterschiedliche Meßprobleme auftreten. So ist z. B. bei der Klasse 1 im Milligrammbereich der Einfluß von Luftströmungen, Luftverunreinigungen, Fremdschwingungen, magnetischen Störfeldern, elektrostatischer Aufladung sowie der Schwereanomalie u. a. dominierend, während im Bereich über 1 kg bis zum Tonnenbereich der Klasse 3 insbesondere die Fehlereinflüsse bei der Luftauftriebskorrektur von unterschiedlichen Werkstoffen und die Änderung der H<sub>2</sub>O-Adsorptionsschicht in Abhängigkeit von Werkstoff, Oberflächengüte und der ungünstigen und großen Flächen (im Verhältnis zur minimalen Oberfläche eines Zylinders mit quadratischem Querschnitt) vorherrschen. In den Klassen 4 und 5 stellt der mechanische Abrieb und die Verschmutzung sowie Korrosion entsprechend den Anwendungsbedingungen den wichtigsten Fehlereinfluß dar. Bei der Abschätzung des Klassenfaktors ergab sich annähernd ein Optimum zwischen 4 und 5 wobei die Anzahl der Messungen nicht berücksichtigt wurde. Der sich rechnerisch bei der Anzahl von 4 Stufen bei drei Zehnerpotenzen ergebende Faktor ist 5,6. Bei der praktischen Anwendung eines Klassenfaktors 5 wurden in der Vergangenheit positive Ergebnisse erzielt. Dieses Ergebnis steht auch nicht im Widerspruch zur Faustregel der Längenmeßtechnik [6], die besagt, daß die Meßunsicherheit des Normals nicht mehr als 1/10 bis höchstens 1/5 der zu messenden Toleranz betragen soll.

Aus den genannten Gründen wird dem komplexen Klassensystem ein Faktor (Stufensprung) von etwa 5 zugrunde gelegt. Eine exakte mathematische Darstellung der Probleme ist für einen späteren Zeitpunkt vorgesehen.

## 2.2. Das neue Fehlergrenzensystem

Um den aufgezeigten Anforderungen an ein Klassensystem für Wägestücke gerecht zu werden, wurde im ASMW eine Konzeption erarbeitet. In dieser Konzeption wird versucht, einen Kompromiß zwischen den als notwendig erkannten Anforderungen an ein Genauigkeitsklassensystem und den bestehenden internationalen Normativen für Wägestücke zu erarbeiten.

Dabei werden die Nennmassebereiche der Wägestücke entsprechend ihrem Hauptverwendungszweck in 3 Teilbereiche untergliedert :

1. Teilbereich : Wägestücke mit Nennmassen von 1 mg bis 50 kg
2. Teilbereich : Wägestücke mit Nennmassen von 100 kg bis 5 t
3. Teilbereich : Eichfahrzeuge mit Nennmassen von 10 t bis 150 t.

Für jeden dieser 3 Teilbereiche wird ein getrenntes Klassensystem, das mit den übrigen beiden abgestimmt ist, erarbeitet. Auf dieser Basis werden die Fehlergrenzen festgelegt (siehe Bild 4 und 5). Im Bild 5 sind alle 3 Teilbereiche grafisch dargestellt. Der nichtdefinierte Verlauf der Fehlergrenzen zwischen den Teilbereichen wurde zur besseren Abgrenzung eingeführt, um die unterschiedlichen spezifischen Probleme in den einzelnen Teilbereichen hervorzuheben. Im 1. Teilbereich, also bei Wägestücken mit einer Nennmasse bis 50 kg, wird der Bereich über den sich die Genauigkeitsklassen, wie im RGW-Standard und den entsprechenden OIML-Empfehlungen angegeben, beibehalten ; ebenso der stetige und parallele Verlauf der genaueren Klassen.

Der Klassenfaktor (Stufensprung) von Klasse zu Klasse wird auf mindestens 1 : 5 vergrößert, indem zweimal zwei Klassen zusammengelegt werden. Die Klassen E<sub>2</sub> und F<sub>1</sub> werden zur Klasse 2 zusammengefaßt, die Klassen M<sub>1</sub> und M<sub>2</sub> zur Klasse 4, dabei wird der Verlauf der Klasse 4 parallel zur Klasse M<sub>1</sub> gewählt, um einen stetigen Verlauf zu erreichen. Die Klasse M<sub>3</sub> wird als Klasse 5 im oberen Bereich beibehalten, im unteren Bereich parallel zu den übrigen Klassen festgelegt. Die Klassen E<sub>1</sub> und

F<sub>2</sub> werden als Klassen 1 bzw. 3 beibehalten. Durch diese Zusammenfassung wird die Anzahl der Klassen verringert. Es ergeben sich 5 Genauigkeitsklassen mit einem ungefähr konstanten Klassenfaktor. Im oberen Bereich haben die relativen Fehlergrenzen aller Genauigkeitsklassen einen konstanten Wert, und zwar die

$$\text{Klasse 1} = 0,0005 \text{ ‰}$$

$$\text{Klasse 2} = 0,0025 \text{ ‰}$$

$$\text{Klasse 3} = 0,015 \text{ ‰}$$

$$\text{Klasse 4} = 0,1 \text{ ‰}$$

$$\text{Klasse 5} = 0,5 \text{ ‰}$$

Im unteren Bereich verlaufen die Fehlergrenzen etwas flacher, d. h. mit abnehmender Nennmasse steigt der Wert der relativen Fehlergrenzen an.

Im zweiten Teilbereich, für Wägestücke von 100 kg bis 5 t, werden drei Genauigkeitsklassen festgelegt, deren relative Fehlergrenzen konstanten Werten für

$$\text{Klasse 3} = 0,015 \text{ ‰}$$

$$\text{Klasse 4} = 0,1 \text{ ‰}$$

$$\text{Klasse 5} = 0,5 \text{ ‰}$$

entsprechen. Die mittlere Klasse mit 0,1 ‰ Fehlergrenze wird entsprechend den RGW- und OIML-Empfehlungen beibehalten. Die beiden anderen Klassen erweitern den Gesamtbereich der Genauigkeitsklassen gegenüber den genannten internationalen Empfehlungen. Bei der Festlegung der Fehlergrenzen werden folgende Gesichtspunkte berücksichtigt :

- Besondere Anforderungen bei der Prüfung spezieller Waagen mit hoher Auflösung bis maximal 60 000 Skalenteilen, die einem Eichskalenwert in der Größenordnung von  $5 \cdot 10^{-5}$  entsprechen. Unter den obengenannten Bedingungen ist zur Prüfung ein Normal mit einem zulässigen Fehler von 0,015 ‰ erforderlich.
- Ökonomische Aspekte bei der Fertigung und Abnutzung der Wägestücke zur Prüfung der Vielzahl von Waagen mit sehr geringer Auflösung bis maximal 500 Skalenteile, die einen Eichskalenwert von etwa  $2 \cdot 10^{-3}$  besitzen und ein Normal mit zulässigem Fehler von 0,5 ‰ erfordern.

Für den dritten Teilbereich, Eichfahrzeuge mit einer Nennmasse von 10 t bis 150 t, sind zwei Genauigkeitsklassen, und zwar

$$\text{Klasse 5} = 0,5 \text{ ‰}$$

$$\text{Klasse 6} = 2,5 \text{ ‰}$$

vorgesehen. In diesem Teilbereich ist bisher wegen der national unterschiedlichen ökonomischen Aspekte eine Einigung nur schwer zu erzielen gewesen.

In der DDR wird ein Eichfahrzeug (mit Wägestücken bis 2,5 t Nennmasse) als Referenznormal höherer Genauigkeit beglaubigt, alle anderen Eichfahrzeuge werden an dieses Normal angeschlossen. Es besteht aber auch die Möglichkeit, alle Eichfahrzeuge jedesmal mit höherlastigen Wägestücken zu prüfen, dafür ist dann nur eine Genauigkeitsklasse für Eichfahrzeuge erforderlich.

Zukünftig ist generell bei der Prüfung von höherlastigen Waagen mit gravierenden Veränderungen bei der Weitergabe der Masseinheit durch Anwendung neuer Prüfverfahren ohne Normalmassen, z.B. hydraulische Kraftmeßeinrichtungen, zu rechnen, die ein Umdenken erfordern. Die Einführung solcher Verfahren in der Praxis ist aber nicht vor 1980 zu erwarten, wobei sich die Anwendung zunächst wahrscheinlich auf neue Waagen beschränken wird.

### 3. Abschließende Bemerkungen

In der vorliegenden Arbeit wird praktischen Erfordernissen entsprechend ein Vorschlag eines komplexen Fehlergrenzensystems für Massenormale dargestellt. Dabei werden nicht nur massespezifische Belange, sondern auch allgemeingültige meßtechnische Aspekte berücksichtigt. Die Notwendigkeit dieser Überlegungen ist insbesondere deshalb gegeben, da von den metrologischen Gremien derartige zusammenfassende Gedanken nicht bekannt sind (siehe auch Abschnitt 1). Die Konzeption wurde auf der ökonomische Basis der DDR-Wirtschaft unter Einbeziehung der gegenwärtig vorhandenen OIML- und RGW-Normative als Diskussionsgrundlage mit dem Ziel erarbeitet, die Vorteile der bestehenden Normative zu nutzen und die an verschiedenen Punkten vorhandenen Probleme zu lösen.

#### Literaturverzeichnis

- [1] PÖSCHEL, W., SPERLING, I. Sicherung der Genauigkeit der Prüfung von Volumenzählern durch ein System gestaffelter Normale — Feingerätetechnik, 26. Heft 3, 1977, S. 139.
- [2] PIPPIG, E., LIPPMANN, H. Kolbenmanometer — Grundgleichung, Messunsicherheit, Klasseneinteilung — Feingerätetechnik, 25. Heft 1, 1976, S. 27-31.
- [3] TRAMUS, M.J. Commentaire de la réglementation des instruments de pesage — Revue de Métrologie pratique et légale, Nr. 8, 1975, S. 554-564.
- [4] BERČI, Z. Error tolerances in routine weighing — Technology Tutor, Vol. 1, Nr. 5, 1971, S. 27-29.
- [5] GEEWALD, R., GÜNTHER, O. Zur Problematik der Größenstufung — Standardisierung und Qualität, 22. Heft 8, Nov. 1976, S. 329-334.
- [6] HULTSCH, E. Otto Eppenstein — Pionier des wissenschaftlichen Gerätebaues — Feingerätetechnik, 27. Heft 1, 1978, S. 2-3.

#### Angaben der RGW — und OIML — Normative

RGW-RS 3119-71 : Normalwägestücke bis 50 kg Nennmasse.  
 RGW-RS 3120-71 : Normalwägestücke über 50 kg Nennmasse.  
 RGW-RS 3122-71 : Arbeitswägestücke bis 50 kg Nennmasse.  
 RGW-St : Wägestücke mit einer Masse bis 50 kg.  
 RGW-MS : Metrologie — Massemessmittel, Prüfschema.  
 OIML-RI 1 : Zylindrische Wägestücke von 1 g bis 10 kg (mittlere Genauigkeit).  
 OIML-RI 2 : Wägestücke in Blockform von 5 kg bis 50 kg (mittlere Genauigkeit).  
 OIML-RI 20 : Wägestücke der Genauigkeitsklassen E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> von 50 kg bis 1 mg.  
 OIML-RI 47 : Massenormale für die Prüfung hochlastiger Waagen.  
 OIML-RI 34 : Genauigkeitsklassen für Messmittel.

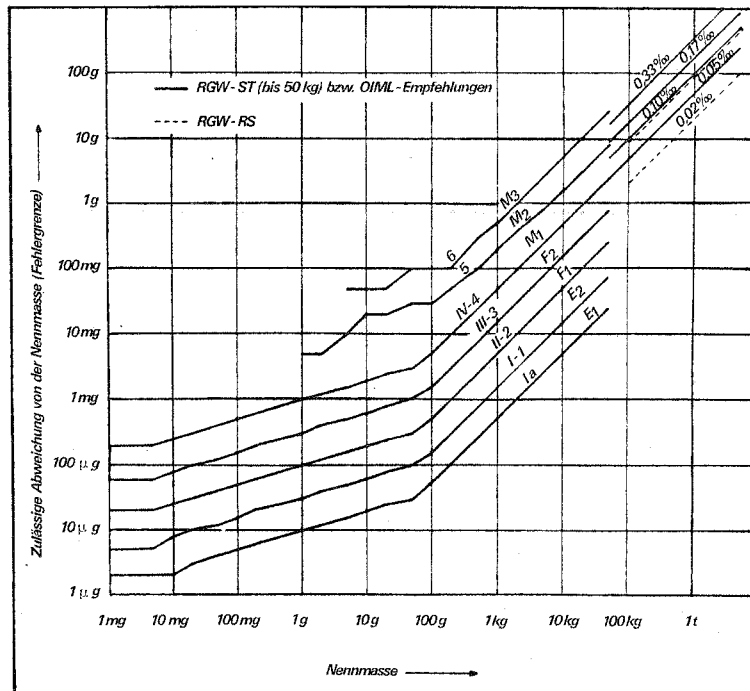


Bild 1

Fehlergrenzensysteme für Wägestücke entsprechend RGW-ST, RGW-RS und OIML-Empfehlungen.

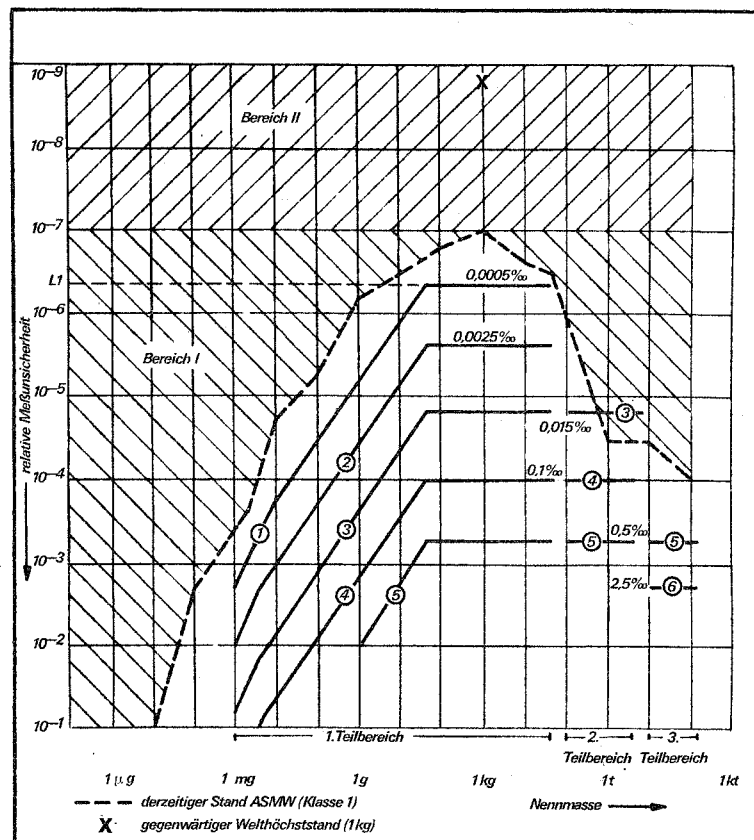


Bild 2

Meßunsicherheiten bei der Darstellung der Masseskala, Einordnung des neuen Fehlergrenzensystems.

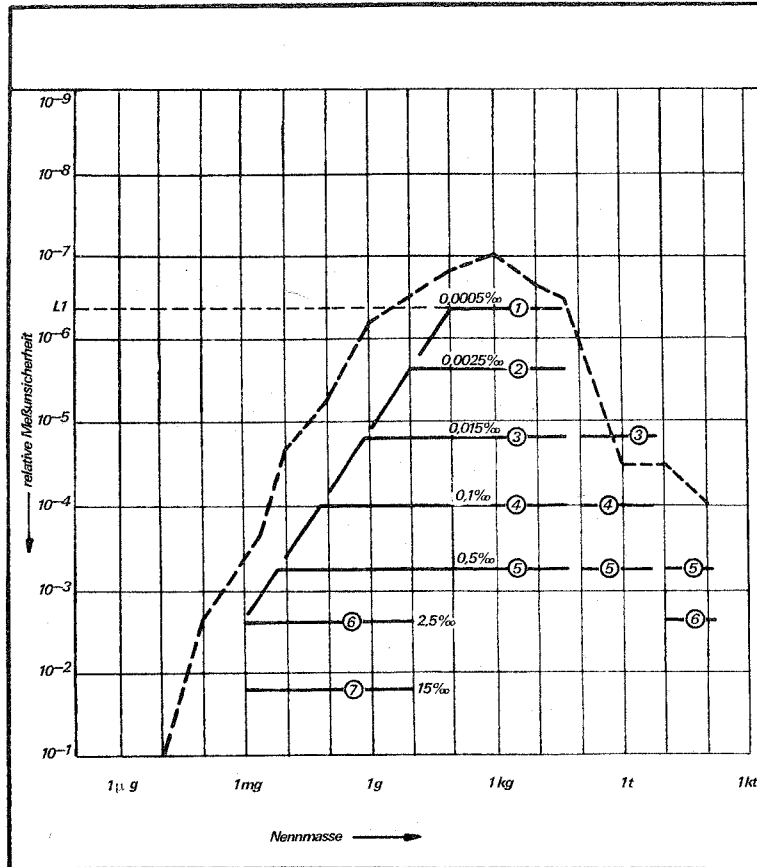


Bild 3

Darstellung einer theoretisch möglichen Klasseneinteilung im Massebereich von 1 mg bis 150 t.

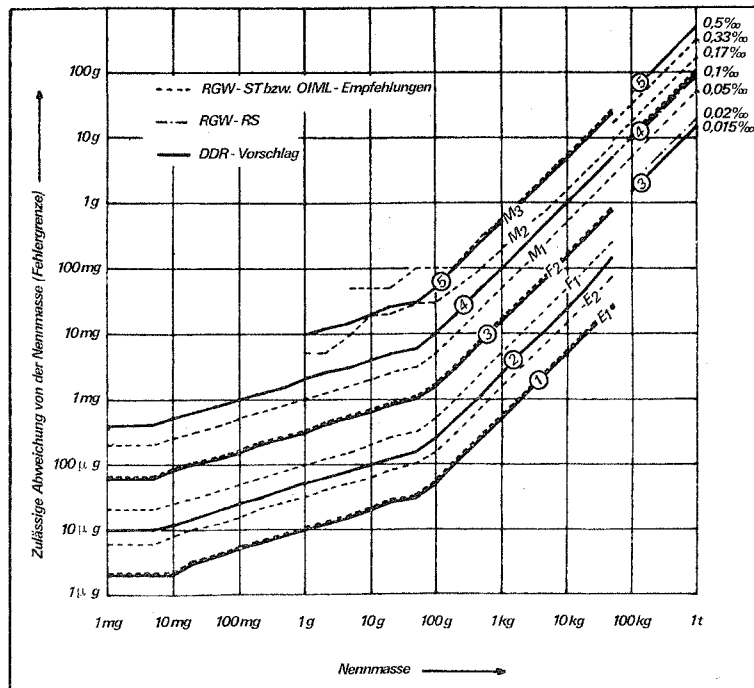


Bild 4

Fehlergrenzensysteme für Wägestücke entsprechend RGW-ST, RGW-RS, OIML-Empfehlungen und DDR-Vorschlag

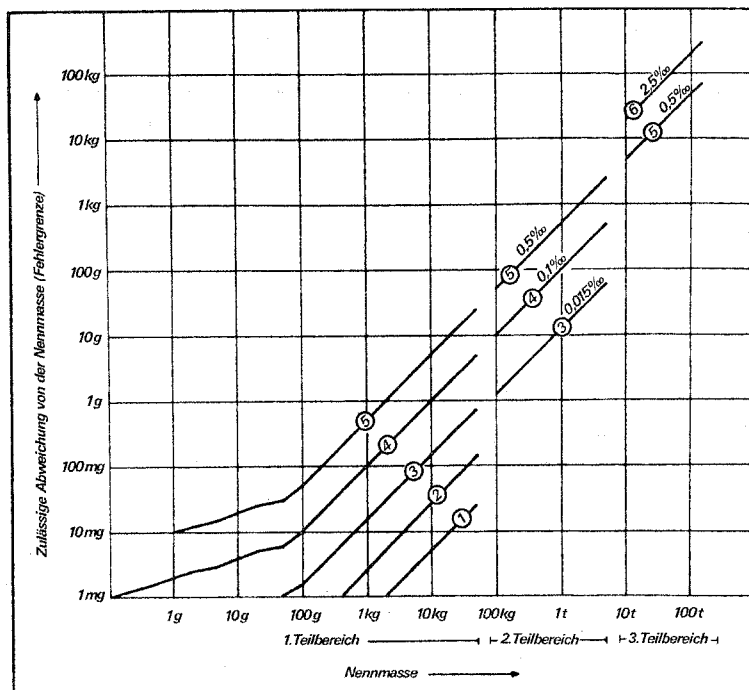


Bild 5

Fehlergrenzensysteme für Wägestücke entsprechend DDR-Vorschlag.

\*  
\*\*

## ETATS-UNIS D'AMERIQUE

# The PRESENT and FUTURE of LEGAL METROLOGY in the UNITED STATES of AMERICA

*In view of the forthcoming 6th International Conference of OIML to be held in Washington in June 1980 the BML has found it appropriate to give some highlights on actual trends of legal metrology in the host country.*

*Unlike most other nations where central government authorities are responsible for legal metrology programmes, the USA relies on a decentralized system where legal requirements are established by the fifty States with strong national coordination of such programmes through the National Conference on Weights and Measures — an organisation of State and local legal metrology officials sponsored by the National Bureau of Standards.*

*Traditionally legal metrology in the USA covers mainly the quantities of mass, length and volume. However as will be seen below from the first paper presented by Dr Arthur O. McCOUBREY at the 63rd National Conference on Weights and Measures in 1978, these concepts may change to include more comprehensive requirements. Voluntary programmes of metrology assurance are already operating under the leadership of NBS as explained in the second part « Traceability in USA : An evolving concept » by Dr Brian C. BELANGER. The latter article is composed of extracts from a paper published in ASTM Standardization News, Volume 8, Number 1, January 1980.*

## I — MEASUREMENT ASSURANCE — THE FUTURE OF LEGAL METROLOGY

by **Dr. Arthur O. McCOUBREY**

Associate Director for Measurement Services, National Measurement Laboratory,  
National Bureau of Standards

### The Changing Nature of Legal Metrology

Legal metrology is defined to be that part of metrology which deals with measurement units, methods and instruments in relation to the mandatory technical and legal requirements which have the object of ensuring a public guarantee of security and of the appropriate accuracy of measurements.

The scope of legal metrology varies widely from nation to nation depending upon the role of government and the role of private institutions in the economy.

Responsibility for the administration of legal metrology also varies, reflecting the differences in the structure of government. In the United States, the Constitution,

in Article I-Section 8, endows the Congress with the limited power to « fix the Standard of Weights and Measures ». This is done by the realization and conservation of National Standards at the National Bureau of Standards. The Tenth Amendment to the Constitution reserves to the States all the powers not specifically delegated to the Federal Government.

As one result of this provision, the responsibility for deciding what lies within the realm of legal metrology and the related administration of legal metrology is, as you know well, the business of each of the individual State governments. Thus, our system of legal metrology is a distributed system with no formal statutory requirement for centralization.

Machinery in the form of this National Conference on Weights and Measures has evolved to harmonize the independent actions of State governments through consensus procedures. The remarkable success of this process is a tribute to those who have participated in the National Conference throughout the past 73 years.

The traditional scope of legal metrology in the United States has been primarily focused upon equity in the exchange of goods with particular emphasis upon the retail marketplace. While we have legislation dealing with the economics of bulk distribution in intrastate and interstate commerce, the mandatory requirements placed upon measurements and measuring devices in this area seem to be less far reaching and pervasive.

Equity in such commerce is often realized through the private contractual arrangements between the parties engaged in business and the results seem to be reasonably adequate. In any case, I am not aware of intensive demands for reform.

In contrast to many nations, we, in the United States, do not have legislation which places mandatory requirements upon engineering metrology as it relates to industrial quality control ; instead we rely upon the enlightened response of our private enterprise to the forces of the marketplace. In this case, too, the results seem to be adequate and I am not aware of any experience elsewhere which demonstrates that a highly structured legal system of engineering metrology is necessary to quality control, at least in the case of healthy private enterprise.

## **The Changing Dimensions of Legal Metrology**

While the traditional role of legal metrology as the basis for equity in the marketplace has been well established in the United States, it is not generally recognized that a wide range of new legislative acts place demanding mandatory requirements upon measurements. These are the regulations that relate to health, public safety, safety in the workplace, and the protection of the environment.

The formulation and promulgation of such legislation is in the hands of a number of special, but familiar, Federal agencies, some State government agencies, and in many important cases, local government agencies.

These regulations are measurement intensive. The responsibility for enforcement, in some cases, is assigned to special Federal agencies for important and well recognized reasons. However, in many other cases, the burden of enforcement falls upon State and local governments.

Our capabilities at all levels of government for providing a basis for adequate measurement accuracy in these new and important areas falls short of the legislated need. In fact, our institutionalized metrology services do not extend into these areas to a sufficient degree.

## **A Broader Concept of Measurement Assurance**

While legal metrology throughout the United States and in other countries tends to focus upon the enforcement of controls affecting the devices used for measurements, it is important to remind ourselves that the purpose of such controls is assurance, for those who require it, that measurements necessary to fair transactions in the marketplace are adequate.

In the larger context, the purpose of legal metrology should be the assurance that measurements required for all regulated activities in our society are adequate for the intended purpose.

In our country, we have always valued the principle that the necessary functions of government, that is the necessary regulation of our activities, should be accomplished with a minimum cost in terms of administrative procedures and public expense. Indeed, all of you are well aware of the increasingly high priority assigned to this principle by the voting taxpayers at the present time.

With this in mind, I want to emphasize the importance of measurement assurance as the significant objective for our efforts to meet future needs in the expanding world of legal metrology. In this connection, there are important opportunities for innovation, not only involving the use of advancing technologies, but also involving the use of more systematic procedures.

Today, I cannot go into all of the detailed aspects or the deeper considerations of Measurement Assurance as a principle focus for metrology services. However, I want to emphasize that the results of any steps we take to directly determine the quality of measurements at the point of use will not only reflect the properties of the devices used in making the measurements. They also reflect the quality of the methods used and they reflect the possibly adverse effects of the conditions prevailing during measurements.

Measurement Assurance Programs also provide evidence of the adequacy of all of the steps involved in the realization of traceability to National Reference Standards.

Moreover, the results of Measurement Assurance Programs, when properly analyzed and fed back into the measurement system, provide a basis for internally generated self correcting actions when significant departures from adequate performance exist. You will recognize that information feedback to reduce imperfections in response is a principle well known to the designers of active systems.

## **Opportunities for More Effective Services**

Recognizing that legal metrology is increasing in scope and that there may be important benefits to be realized from Measurement Assurance Programs which look beyond the traditional administration of controls on the properties of measuring devices, it is important to think about the possibilities and opportunities for the implied increases in capabilities for metrology service delivery.

In principle, one might expect that new demands for accurate measurements traceable to National Reference Standards all be satisfied by increased services from NBS. This is not realistic. Indeed, it might be hoped that government, either at the Federal level or the State level, would put in place a complete institutional network to provide for each new measurement need growing out of each new regulation directed toward the environment, toward public safety, and other urgent needs.

We all know that this is also not realistic and we must seek new ways to extend and adapt the capabilities of our existing institutions utilizing, as much as possible, the resources we have.

Personally, I am convinced that, in the United States, our best opportunities for increased measurement quality on a national scale are to be found within the metrology laboratories of States.

The first step in a response to the new demands for legal metrology is an increased technical capability easily accessible to those who have responsibility for enforcement. Thus, in these terms, the case can be made for broadened technical capabilities in State metrology laboratories. In addition, the case can be made for new liaisons between these laboratories and the agencies having administrative responsibilities in new measurement intensive fields.

I would hope, therefore, that we can look forward to the time when the skills to be found in State metrology laboratories will extend well beyond those which relate to the measurement of such basic quantities as mass, length, and volume and extend into the measurement of :

- temperature
- pressure
- acoustic radiation
- ionizing radiation
- optical radiation

and the various forms of electromagnetic radiations which are subject to increasing regulatory attention because of their potential for adverse effects. These skills might also be increased beyond existing levels in the area of chemical measurements which relate to the safety of the workplace and which relate to the quality of the environment. Many new tools and techniques of analysis should be available to enforcement officials throughout the country if the needs are to be adequately met.

### **Collateral Benefits**

If and when the capabilities in State metrology laboratories broaden to meet the needs of expanding legal metrology, it will also become possible to provide for traceability to National Reference Standards as required to meet many of the needs of industry indigenous to States in a much more satisfactory manner than that now possible.

To an increasing extent, it is becoming impractical for industrial firms to seek service directly from NBS. There is clearly a larger role possible for State metrology laboratories as essential elements of the National Measurement System.

At the present time, I know of several States which very effectively support industrial needs for calibrations in the case of mass and volume. There would be a very considerable benefit to industrial quality control if frequently needed calibration services, traceable to NBS, were also available on a reasonably proximate basis in the case of :

- dimensional quantities
- electrical quantities
- electromagnetic quantities
- acoustic quantities
- radiation quantities
- materials characterization

Developments along this line would make it possible to concentrate NBS resources more effectively upon essential metrology research, and upon the quality of traceability services for the State metrology laboratories, and upon the need for the more unusual levels of measurement accuracy in special cases of engineering metrology.

## **Opportunities for Regional Interstate Action**

It is not realistic to expect that the Metrology Laboratories of all the 50 States should each have the same range of capabilities covering all the requirements of commercial metrology, regulatory metrology, and engineering metrology. This would constitute an unnecessary duplication of effort and an unwise use of limited resources.

Moreover, it is important to recognize that the needs of different States vary. While all States may have a common need for capabilities in basic marketplace metrology, the needs for traceability in regulatory metrology depend upon the particular regulatory responsibilities prevailing ; and the needs for traceability in engineering metrology depend upon the characteristics of indigenous industry.

Thus, it may be expected that the capabilities within different State metrology laboratories should evolve along different lines with emphasis reflecting priorities.

With this in mind, it would seem desirable to look forward to close cooperative arrangements among the metrology laboratories of neighboring States which would minimize duplication of effort.

In effect, it would be desirable for extended capabilities to develop on a regional basis taking advantage of the special capabilities which might exist or which might be appropriately developed in individual State laboratories.

Indeed, each of the State members of a regional consortium might provide pivotal capabilities in different technical areas. In any case, the prudent use of resources demands consideration of cooperative arrangements and economies of scale.

I might point out that States have combined forces effectively on a regional basis in order to address specific urgent problems. In particular, I have in mind, for example, the Southern States Energy Board and the Western Interstate Energy Board. There are also other important regional action groups at the State level that address a number of common needs.

## **Inter-institutional Collaboration**

While I am on the subject of cooperation, I also want to emphasize the importance of possibilities for inter-institutional collaborations which take advantage of special capabilities that are in short supply and difficult to acquire.

In view of the increasing technical complexity of the broadening metrology needs of the future, I have in mind the universities throughout our country, and, I also have in mind private industry.

As some of you may know, at NBS we have, for several years, had a very productive joint program with the University of Colorado, which is concerned with basic research in the field of metrology. This cooperation is a major factor contributing to the recognition of the United States as the country most productive in metrology research in the world. We also have other cooperative arrangements with universities, all of which are very productive.

I suggest that opportunities also exist for State metrology laboratories to take advantage of the outstanding technical capabilities of nearby universities, particularly in the engineering disciplines. I point out that these possibilities are potentially synergistic, considering the importance of metrology in the curriculum of industrial engineering education. Indeed, some universities and technical schools have already recognized such opportunities in their search for greater social relevance.

## **Initiative**

If we are to realize greater capability throughout our National Measurement System in order to solve the increasingly complex metrology problems of the future it is essential that initiative must be developed at critical points.

I suggest that State metrology laboratories individually and in concert are in a key position to come forward with well conceived problem solving proposals. I recognize that the present climate is not favorable to new allocations of tax revenues. Indeed, we all face constraints in this connection.

Nevertheless, the resources which will be available to all of us will depend upon the quality and ingenuity of our initiatives, their relevance to urgent needs, and their intimate coupling to those who are responsible for practical problem solving in the field.

It is not sufficient for the Federal government, in general, or for NBS, in particular, to take the initiative in bringing forth the new capabilities required for modern measurement intensive problems.

We can make a much more convincing case for the benefits to be realized by adding our NBS support to initiatives which are rooted near the points of need reflecting the broadest possible base of application.

With this in mind, I emphasize again the importance of well conceived regional action. In this regard, it seems logical to me that this National Conference on Weights and Measures might consider appropriate steps to focus upon the changing role of State metrology laboratories with the view to plan and propose new competencies such as those I have mentioned. You have, over the years, brought the NCWM to a position of prominence as an effective forum for problem solving. I urge you now to consider using this forum to bring together the varied Government, industry, and educational interests necessary to evolve a larger and more effective role for your metrology laboratories. I would welcome the opportunity to work with you in this endeavor.

## II. — TRACEABILITY IN THE U.S.A. : AN EVOLVING CONCEPT

by Brian C. BELANGER

Chief of the NBS Office of Measurement Services

Many individuals have struggled to formulate a universally acceptable definition of traceability. To indicate the variety of approaches, several examples of definitions from various sources are cited below (without attribution or comment as to which the author finds acceptable).

### Four Possible Definitions of Traceability

1. Traceability is the ability to demonstrate conclusively that a particular instrument or artifact standard (\*) either has been calibrated by NBS at accepted intervals or has been calibrated against another standard in a chain or echelon of calibrations ultimately leading to a calibration performed by NBS.

2. Traceability to designated standards (national, international, or well-characterized reference standards based upon fundamental constants of nature) is an attribute of some measurements. Measurements have traceability to the designated standards if and only if scientifically rigorous evidence is produced on a continuing basis to show that the measurement process is producing measurement results (data) for which the total measurement uncertainty relative to national or other designated standards is quantified.

3. Traceability means the ability to relate individual measurement results to national standards or nationally accepted measurement systems through an unbroken chain of comparisons.

4. Traceability implies a capability to quantitatively express the results of a measurement in terms of units that are realized on the basis of accepted reference standards, usually national standards.

While it is apparent that there are similarities in these alternative definitions for the apparently elusive concept of traceability, it is perhaps more interesting to note the inherent differences and their implications. Definition 1 focuses on an unbroken chain of calibrations of instruments or standards, with the chain ending at NBS, while Definition 2 does not even mention calibrations explicitly. A comparison of Definition 1 with Definition 2 provides perhaps the clearest exposition of two contrasting views of traceability, the first stressing characteristics of measuring instruments or standards while the second stresses requirements related to quantifying measurement uncertainty. The one regards accuracy as a property of an instrument, while the other focuses on the quality of the measurements themselves. The implications of these two points of view should become clearer as this discussion continues.

It is important to stress at the outset that the resolution of the issue of whether or not particular system for realizing traceability is effective depends entirely on what one assumes to be the real intent of traceability. This author believes **the real intent of traceability is to ensure measurements of adequate accuracy.**

The expression **legal metrology** refers to certain measurement control activities carried out by governments. In the United States, the recognized purpose of legal metrology is to ensure equity in the marketplace. The checking of grocery store

---

(\*) It is unfortunate that the word « standard » is used in English to refer to both measurement or artifact standards (such as a prototype kilogram) and to voluntary consensus or « paper » standards (such as ASTM standards). In this article both types of standards are discussed ; it should be clear from the context which is meant.

scales, gasoline pumps, farm milk tanks, and the like is performed by officials of state and local governments. In many other countries legal metrology encompasses a much broader scope, and the authority is usually centralized. In either case the responsible officials take great pains to see that the working standards used are consistent with national standards.

The NBS Office of Weights and Measures seeks to promote uniform practices and measurement accuracy among the 50 states. The International Organization of Legal Metrology (OIML), to which the United States belongs, seeks to establish uniformity in legal metrology internationally. While one would find that nearly all U.S. agencies involved with weights and measures can provide evidence that their measurements are accurate relative to NBS standards, it is interesting to note that the actual word « traceability » seldom if ever appears in legal metrology documents.

Scientists and engineers who publish data in archival journals should be concerned about making the experimental data as accurate as possible so that other scientists and engineers could use them with confidence or duplicate it. Most scientists do not document measurement traceability to national standards, since there is little incentive for them to do so. By contrast, a contractor who faces economic consequences for not meeting traceability requirements will act accordingly. In view of the importance of measurement accuracy in science and technology it is surprising how few scientists take the time and effort to systematically develop an uncertainty statement for their data.

## Achieving Traceability to NBS

Some people have wrongly assumed that calibrations of artifacts by NBS is the only way to achieve traceability to NBS. In fact, traceability to NBS can be achieved in a variety of ways ; commonly used techniques for this include :

- NBS calibration of standards or instruments [3] — This, the most traditional method for the realization of traceability to NBS, must be supplemented by additional quality assurance procedures where accuracy is paramount. NBS calibrates several thousand items in the course of a typical year for roughly 1000 different organizations (industry, other federal agencies, state and local governments, universities, and so on).
- Standard Reference Materials [4] — SRMs prepared and sold by NBS support a wide variety of measurement accuracy requirements. These well-characterized reference materials are widely used in chemistry, biology, medicine, and environmental science, and a surprising number of physical measurements can also be supported by SRMs. To cite an example, it is quite possible that at some future date line width standards for the integrated circuit industry will be available in the form of SRMs. Just as mere possession of an NBS-calibrated standard is not sufficient to ensure good measurements, so must proper quality control measures be employed with SRMs if measurements of a high level of accuracy are to be obtained. NBS currently has nearly 1000 SRMs available.
- Measurement Assurance Programs [1], [2] — NBS has eight MAP (\*) services available, as indicated in our catalog of services [3]. New programs in other areas are under development. MAPs provide a high level of confidence that the participant's measurement system is producing, in real time, measurements that are as accurate as claimed. NBS provides each participating laboratory with a test report, thereby documenting its measurement uncertainty. MAPs provide an effective measurement

---

(\*) A MAP is a measurement quality assurance program that allows one to demonstrate that the total measurement uncertainty, including both random error and systematic error relative to national or other designated standards, is quantified and sufficiently small to meet the requirements of the measurement process. NBS currently advertises the availability of MAP services for eight measurement quantities : mass, resistance, capacitance, DC voltage, voltage ratio, laser power and energy, electric energy, and temperature [3].

quality control mechanism for laboratories that calibrate standards similar to the MAP transfer standards provided by NBS. For other types of measurements, the organization should develop on-line measurement assurance programs of its own, as a number of industrial and government facilities have done.

- Other techniques — NBS disseminates time and frequency information by several techniques, including radio stations WWV and WWVB, television signals, and an experimental satellite service.

One sometimes hears the terms primary (or direct) or secondary (indirect) traceability. If one has an artifact directly calibrated by NBS and uses it properly, or if one uses an NBS SRM properly, one has evidence of primary traceability to NBS. If one obtains a calibration from a laboratory whose standards are in turn calibrated by NBS, this is secondary traceability. Similarly, secondary traceability might be claimed by someone using a reference material purchased from an organization that uses NBS SRMs to verify its measurement process on a regular basis.

Some regard the ability to claim primary or direct traceability to NBS as a status symbol. It should be recognized that NBS does not have the personnel to calibrate every reference artifact used in the United States. With traceability requirements proliferating, it seems inevitable that NBS must look for do-it-yourself approaches to traceability and must encourage the development of dispersed institutional capabilities, both in the private sector and in government, for providing secondary traceability.

NBS is often asked such questions as, « If I have my device calibrated by A and A has his device calibrated by B and B has her device calibrated by NBS, have I achieved traceability ? ». By now the reader should have enough insight to appreciate why such questions are difficult to answer. The answer in a legalistic sense hinges on another practical question : « Is your auditor or contract monitor satisfied with your measurement capability ? ». Traceability, like beauty, may be in the eye of the beholder.

When one adopts a definition like the second one given at the beginning of this article, an important question is, « Can you demonstrate that the uncertainty of your measurements is sufficiently well known and sufficiently small to meet all of your requirements ? ». If the answer is no, or « I don't know », then corrective action should be taken.

The total uncertainty associated with any measurement consists of the random error (variability within the laboratory) and the systematic error (bias or offset) of that laboratory relative to national or other standards. Most traditional approaches to traceability, whether they involve calibrations or SRMs, tend to focus only on systematic error. Since total measurement uncertainty generally determines whether or not the measurements are adequate, it should be the basis for a rigorous approach to measurement quality assurance. Thus, requirements that specify measurement uncertainty explicitly are preferable to those that only call for traceability to NBS, implying the traditional interpretation of traceability.

An occasional but real problem for the metrology community is illustrated by the hypothetical example of a manufacturing firm that claims traceability to NBS for its products but doesn't tell the customers that the traceability claim is based on one calibration of an artifact by NBS in 1932, and that the artifact has been lost for the past 15 years. NBS has no police powers to redress such abuses (nor do we desire to be given such powers). The Federal Trade Commission or Department of Justice might well hesitate to prosecute such companies for false advertising, since the meaning of the term traceability is obviously subject to varying interpretations.

The question is sometimes asked, « If I have accurate measurements relative to national standards but can't prove it to anyone, do I have traceability ? ». By Definition 2, if you have traceability, you automatically have the means to prove it to the satisfaction of any knowledgeable technical person.

## NBS Advice on Traceability

As requirements for traceability to NBS proliferate, NBS is being deluged with inquiries from individuals and organizations demanding to know, « What must I do to be traceable to NBS to satisfy the requirements of this or that regulation or the terms of this or that contract ? ». (Often the question begins, « What is the minimum I must do... »). When such requests are received, NBS tries to be helpful by providing references to technical papers describing good measurement practices and information on measurement services provided by NBS, other government organizations, and private firms. We advise the person making the inquiry that NBS cannot legally say whether or not a given practice is adequate since this must ultimately be the auditor or inspector's decision. If a regulator and someone being regulated disagree on a compliance issue related to measurement, NBS may be willing to mediate if both parties agree. However, NBS maintains that final determination of compliance or noncompliance is not legally our responsibility. Nevertheless, we do believe that it is important that NBS be involved in discussions within the metrology community and the voluntary standards community concerning the meaning of traceability and its achievement.

One key function of NBS is to maintain the basic SI units and to provide access to these and many derived units of interest to the technical community through a variety of measurement services. Occasionally someone will require traceability to NBS for a measurement for which we do not maintain standards or provide measurement services. When this occurs, it may create considerable confusion until all concerned parties recognize that direct traceability to national standards cannot be achieved where national standards do not exist. Since there are literally thousands of derived units and an even larger number of measuring instruments and standards associated with those units, at any given time NBS can only provide calibration services for a selected number of items. The services offered by NBS are those deemed most necessary to support current technology. As technology changes, NBS services also change, and NBS often initiates new calibration services and terminates those that are seldom used.

In most cases where it is necessary to achieve traceability to national standards for a highly derived unit, it is possible to do so through a « bootstrap » or indirect process. For example, NBS does not calibrate speedometers, but our services provide access to the metre and the second so that the user can in principle accurately measure velocity by employing good metrology practices. By quantifying the uncertainty of velocity measurements in a scientifically rigorous manner and demonstrating their accuracy on a continuing basis, traceability (as per Definition 2) can be achieved in spite of the unavailability of NBS speedometer calibrations.

One can also apply the discussion in this article to issues of traceability to international standards. By international agreement, the artifact kilogram kept at the International Bureau of Weights and Measures near Paris, France, is defined as exactly one kilogram. Since the United States and most other large countries have nearly identical copies of this kilogram, measurements of mass around the world are compatible and it can be said that they have traceability to the international standard for mass.

The issue becomes more complex for derived quantities like mechanical vibration or microwave power. For such measurements there is no international analog to the kilogram in France. From time to time international comparisons of certain derived units do take place on a bilateral basis ; where this has occurred, one has an estimate of the possible systematic errors between countries. There is at present no comprehensive worldwide system for ensuring measurement uniformity. One cannot today go to any country in the world, have an item calibrated by its national standards laboratory, and thereby determine its uncertainty relative to U.S. national standards. NBS is now exploring with other national laboratories, on a limited basis,

what would have to be done (both politically and technically) to achieve international reciprocal recognition of calibrations or other measurement services.

It is clear that NBS cannot calibrate every measuring instrument and standard used in the United States. The capability for accurate measurements and calibrations must be distributed throughout the country among the private sector and government organizations that need it. For instance at one time NBS calibrated nearly every fever thermometer sold in the United States. When the state of the art for temperature measurements in U.S. industry had progressed to the point where it was clear that industry had the capability to protect public safety by manufacturing thermometers that were adequate for their intended application, and when suitable consensus standards became available, NBS phased out such calibrations. We now limit our calibrations of thermometers to those standard thermometers needed to verify the continuing accuracy of temperature measurement in domestic standards laboratories.

NBS intentionally limits its services, first, to those special measurement services at the highest levels of accuracy that provide a means to quantify bias relative to national standards, and second, to services where NBS has some specialized expertise that does not exist elsewhere. We make every attempt to avoid competing with private sector calibration laboratories by duplicating their offerings.

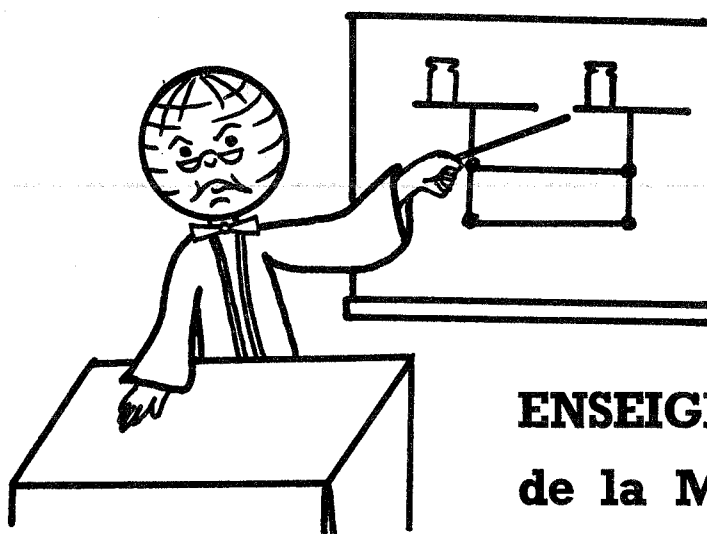
A challenging area for future NBS attention is the subject of traceability for automated test equipment (ATE) and dynamic measurements. For complex computer-based equipment it is not enough to ensure that the built-in reference standards are accurately calibrated at regular intervals. If the adequacy of the software and interfaces is not completely verified, the system may be producing inaccurate measurements even though documentation can be produced to show that the standards incorporated in the ATE system are « traceable ».

The concept of traceability seems to be evolving in the direction of measurement as opposed to standards traceability, and this is as it should be. The author has discussed the concept of traceability with many of the NBS staff and a number of knowledgeable people outside NBS, and has found a strong consensus that something along the lines of Definition 2 is much preferred over the other possibilities. Definitions 3 and 4 may be considered to occupy an intermediate position between Definitions 1 and 2.

NBS sees its role as continuing to provide ways for people to uncover biases or offsets in their measurement systems relative to national standards. We also see a responsibility to provide technical information on good metrology practices, recommended definitions of terms, and the like — in other words, to do what we can to encourage good practice and uniformity in the field of metrology. We intend to explore opportunities for developing new measurement assurance programs in technical areas of broad interest and making such programs available to laboratories throughout the United States.

## References

- [1] CAMERON, J.M., « Measurement Assurance », NBS Internal Report 77-1240, National Bureau of Standards, Washington, D.C., April 1977 (available from the Office of Measurement Services).
- [2] BELANGER, B.C. and KIEFFER, L.J., « Regional Measurement Assurance Programs for Physical Measurements », paper delivered at IMEKO 8 Conference, Moscow, U.S.S.R., 21-27 May 1979 (preprints available from the Office of Measurement Services).
- [3] « Calibration and Related Measurement Services of the National Bureau of Standards », NBS Special Publication 250. National Bureau of Standards, Washington, D.C. (available from the Office of Measurement Services).
- [4] « Catalog of NBS Standard Reference Materials », NBS Special Publication 260, National Bureau of Standards, Washington, D.C., 1975-76 (available from the Office of Standard Reference Materials).



## **ENSEIGNEMENT de la MÉTROLOGIE**

*Le Bureau effectue une enquête auprès de tous ses Etats Membres afin de réunir des informations concernant les modalités d'enseignement de la métrologie en général et, plus particulièrement, de formation et de perfectionnement des Agents des Services de Métrologie Légale.*

*La synthèse des renseignements obtenus sera utilisée par le Secrétariat-Rapporteur OIML SP.25.Sr.5 : « Enseignement de la Métrologie », (responsable : Royaume du Maroc), qui constitue l'un des organes de travail du Secrétariat-Pilote OIML SP.25 : « Pays en voie de développement », (responsable : BIML).*

*Cette enquête a également pour but très important de recenser les possibilités qu'offrent certains de nos Etats-membres pour la formation et le recyclage de fonctionnaires d'autres pays.*

## **IX — ENSEIGNEMENT de la MÉTROLOGIE LÉGALE en FRANCE**

La métrologie est partie intégrante de la physique, au point qu'on ne peut imaginer un enseignement de cette dernière qui ne s'y référerait pas. Elle est aussi devenue une technique industrielle importante touchant à tous les secteurs de fabrication. Il en résulte que l'enseignement de la métrologie se retrouve sous de multiples formes à tous les niveaux de l'instruction et dans presque toutes les branches du savoir.

C'est pourquoi le présent article se bornera à décrire l'enseignement en France de la métrologie légale, — qui peut se définir comme traitant des interventions de l'Etat en matière métrologique —, et plus précisément à présenter l'école supérieure de métrologie, dont le rôle est la formation des fonctionnaires du service des instruments de mesure, chargés d'établir et d'appliquer la réglementation de l'Etat dans ce domaine.

## **A — Le service des instruments de mesure**

L'intervention du service des instruments de mesure s'étend, en France, aux opérations métrologiques à caractère contradictoire (telles que les transactions commerciales, les recouvrements de taxes, etc...), aux instruments de mesure détenus dans les lieux ouverts au public, aux instruments de mesure utilisés pour préserver la santé ou la sécurité publiques et d'une manière générale chaque fois que des intérêts vitaux ou économiques de la nation sont en cause.

Le service des instruments de mesure possède une structure décentralisée dont l'échelon opérationnel est le bureau de contrôle départemental. Les bureaux, au nombre d'une centaine, dépendent du chef du service par l'intermédiaire de dix circonscriptions métrologiques. De plus, le chef du service est assisté d'un échelon central d'étude et d'essais très étoffé, près duquel se situe également l'école supérieure de métrologie.

Pour accomplir ses diverses missions, le service des instruments de mesure s'appuie principalement sur trois catégories de personnels assermentés, qui reçoivent à cette fin un enseignement spécifique à l'école supérieure de métrologie :

- les ingénieurs des instruments de mesure qui, pour ceux qui sont en fonction dans le service, assurent la direction du service et de ses divers organes (circonscriptions métrologiques, sections techniques, etc...),
- les ingénieurs des travaux métrologiques qui, d'une part secondent les ingénieurs des instruments de mesure dans les services centraux, d'autre part assurent la responsabilité de l'exécution du contrôle dans les bureaux de contrôle,
- les techniciens de la métrologie qui sont chargés, sous la direction des ingénieurs des travaux métrologiques, de l'exécution des vérifications et des contrôles métrologiques.

## **B — L'école supérieure de métrologie**

Confronté à une évolution vers une complexité croissante des instruments à contrôler et une technicité accrue de ses interventions, le service des instruments de mesure doit exiger de son personnel une qualification technique d'ingénieur ou de technicien que l'école supérieure de métrologie est chargée de leur apporter. Cette dernière comporte trois degrés d'enseignement correspondant aux trois catégories de personnels assermentés.

### **1) L'enseignement du 3e degré : les ingénieurs des instruments de mesure**

Les ingénieurs des instruments de mesure sont recrutés, soit sur titre à la sortie de l'école polytechnique, soit par concours réservé à des candidats possédant certains diplômes, soit par concours interne réservé aux ingénieurs des travaux métrologiques.

En raison de leur faible nombre, et du très haut niveau d'enseignement requis, l'école supérieure de métrologie n'assure pas directement leur formation. Ils sont répartis dans diverses autres grandes écoles, telles que l'école nationale supérieure des télécommunications, l'école supérieure d'électricité, l'école nationale supérieure des mines de Paris, l'école nationale des ponts et chaussées, l'école nationale des statistiques et des études économiques, etc... où, pendant deux ans, ils acquièrent la spécialisation correspondante. Le service, confronté lui-même à une grande variété de tâches, dispose de cette manière d'un corps d'ingénieurs hautement qualifiés et de formation très diversifiée.

Ces ingénieurs doivent ensuite s'initier à la métrologie légale et s'y spécialiser, ce qu'ils font directement au contact des réalités, au sein des sections techniques du service des instruments de mesure. Cette formation pratique peut être complétée par des stages légers à l'école supérieure de métrologie.

## **2) L'enseignement du 2e degré : les ingénieurs des travaux métrologiques**

Les ingénieurs des travaux métrologiques sont recrutés par concours du même niveau que les concours d'entrée aux autres grandes écoles scientifiques et techniques (mathématiques spéciales, ce qui exige deux années d'études après le baccalauréat), ou par concours interne réservé à des techniciens de l'Etat.

La durée des études à l'école supérieure de métrologie est de trois ans.

La première année comporte essentiellement un complément de formation théorique, destiné à préparer les élèves à l'enseignement de seconde année et à leur donner les bases nécessaires à la compréhension des multiples phénomènes auxquels ils seront confrontés ensuite à travers les instruments de mesure soumis à leur contrôle. Cet enseignement comprend quelques compléments de mathématiques, des statistiques, de la résistance des matériaux, de la thermodynamique, de la mécanique des fluides, de l'électronique, de l'automatique, de l'informatique, de l'électrotechnique, de l'optique, de la physique nucléaire, de l'acoustique, de la chimie et quelques matières générales : droit, économie, expression orale, dessin et technologie, ainsi qu'une initiation à la pratique de l'anglais parlé.

La deuxième année est consacrée, avec quelques compléments de droit (législation propre à la métrologie légale), de statistiques, d'électronique, d'automatique et d'informatique, aux matières spécialisées du contrôle des instruments de mesure : métrologie générale, pesage conditionnement (des préemballages), mesures géométriques, mesurage des liquides et des gaz, jaugeages, mesure de l'énergie électrique, mesures diverses, mesures de précision. Une partie du programme, appelée à se développer, est dévolue à la gestion de la qualité, ainsi qu'à la qualification des produits industriels. L'enseignement de l'anglais est poursuivi en deuxième année.

L'enseignement de deuxième année, davantage orienté vers les applications aux tâches du service, comporte un grand nombre de travaux pratiques, dont une partie est réalisée au sein du service des instruments de mesure, mais dont un certain nombre se déroule dans les laboratoires et ateliers des constructeurs des instruments de mesure, ce qui a pour avantage de faire travailler les élèves, d'une part dans des conditions proches des contrôles réels, d'autre part sur des matériels qui intègrent constamment les progrès techniques les plus récents.

Pendant la troisième année, les élèves effectuent un ou plusieurs stages pratiques (en section technique du service des instruments de mesure, en bureau de contrôle, en laboratoire, etc...), pendant lesquels ils se familiarisent avec les réalités des tâches dévolues au service et y appliquent les connaissances théoriques acquises. Ils doivent également, pendant cette troisième année, effectuer une étude personnelle sur un sujet précis qui débouche sur la rédaction d'un mémoire. La soutenance de celui-ci en fin d'année donne lieu à l'attribution du titre d'ingénieur diplômé de l'école supérieure de métrologie.

## **3) L'enseignement du 1er degré : les techniciens de la métrologie**

Les techniciens de la métrologie sont recrutés par concours dont le niveau est celui des classes terminales scientifiques de l'enseignement secondaire, quelques places étant réservées à la promotion interne.

La durée du stage des techniciens de la métrologie est de dix-huit mois qui se répartissent en six mois de cours théoriques à l'école supérieure de métrologie et un an de stage pratique dans un bureau de contrôle.

L'enseignement dispensé à l'école pendant les six premiers mois est essentiellement orienté vers l'acquisition des connaissances et des techniques qui seront nécessaires aux élèves lorsqu'il devront, plus tard, effectuer les contrôles dévolus au service des instruments de mesure. Il aborde un domaine technique (description des appareils, des méthodes d'étalonnage et de contrôle, etc...) et un domaine administratif (droit pénal, législation économique, règlements techniques). Cet enseignement est agrémenté d'un grand nombre de travaux pratiques, effectués très souvent chez les constructeurs d'instruments de mesure.

Le stage en bureau de contrôle permet aux élèves de voir appliquer, puis d'appliquer eux-mêmes les connaissances théoriques acquises, de se confronter avec les difficultés rencontrées sur le terrain, et d'acquérir peu à peu l'assurance nécessaire à leurs fonctions futures. Ce stage est sanctionné par un examen.

### **C — Accueil d'élèves étrangers à l'école supérieure de métrologie**

Les cours étant donnés en français, les étrangers ne peuvent être admis à l'école supérieure de métrologie que s'ils comprennent et parlent cette langue. Ils doivent de plus répondre aux conditions suivantes :

- être âgés d'au moins dix-huit ans,
- être présentés par leur gouvernement,
- justifier d'un niveau de connaissances équivalant à celui exigé pour les élèves français.

Ce niveau de connaissances est celui des classes terminales scientifiques de l'enseignement secondaire pour le premier degré (techniciens de la métrologie), du diplôme d'études universitaires générales (section sciences) pour le deuxième degré (ingénieurs des travaux métrologiques).

Il faut noter que l'école supérieure de métrologie n'accueille pas d'élève étranger au niveau du 3<sup>e</sup> degré (ingénieurs des instruments de mesure), du fait que la scolarité s'y déroule pour l'essentiel dans d'autres grandes écoles.

Les ressortissants étrangers sont pour le moment accueillis à titre d'auditeurs libres. Ils sont cependant soumis aux mêmes enseignements et stages que les élèves français, ainsi qu'aux mêmes contrôles. Ils reçoivent en fin de scolarité une attestation sur laquelle sont mentionnés les résultats obtenus.

Il est envisagé (le texte est en préparation et devrait aboutir dans deux ou trois ans) d'admettre des candidats étrangers comme élèves, à titre étranger, au deuxième degré (ingénieurs des travaux métrologiques).

Ils devront pour cela avoir satisfait au concours d'entrée (ou éventuellement posséder des diplômes suffisants pour être admis sur titres), et pourront, s'ils satisfont au règlement des études, se voir décerner le diplôme de l'école.

**R. SEITE**

Directeur

de l'Ecole Supérieure de Métrologie  
96, rue de Varenne - 75700 Paris - FRANCE

**GRANDE-BRETAGNE**

## **The MEASUREMENT of LENGTH STARTING from SQUARE ONE**

by **Dr. P.J. CAMPION**

Deputy Director, National Physical Laboratory, U.K.

*SUMMARY — This paper which was presented at a recent review meeting of the Asia-Pacific Commonwealth Regional Metrology Programme in New Zealand starts by examining the needs for length metrology in a country with little or no engineering industry and ends with the needs of industrialized countries with more sophisticated engineering base. It postulates three phases or levels of capability although a fourth is possible, examines broadly the equipment accommodation and environmental needs and offers global cost figures for each level.*

Many developing countries are embarking on programmes to ensure that the necessary measurement standards are available to service their industries and commerce. The need for such standards arises in its most elementary form in domestic trade ; the housewife asks for a metre of cloth and expects to receive a metre no matter where or when she makes her purchase. But measurement standards are also a very necessary adjunct to industry ; parts made in one factory must fit those made in another factory. As the industrial base of a developing country grows so must the standards infra-structure grow with it. Hence there is at the present time more than a passing interest on the part of developing countries in establishing a central laboratory to undertake the role of a « standards bureau ». However this takes both time and money. In practical terms it takes, starting from scratch, at least 5 years and probably very much more to build and to equip a suitable laboratory, to train the staff and to establish confidence in its work. Furthermore the benefits of such an investment are not easily quantifiable in terms comprehensible to accountants and administrators. The benefits are none the less very real ; most national standards laboratories in developed countries can cite a few instances where a measurement standard has been clearly — even dramatically — demonstrated to all and sundry to be vitally necessary. But for the most part it has to be accepted that the benefits of standards are widely dispersed throughout society and are therefore difficult to assess. In the main the provision of a standards infra-structure is regarded as a responsibility of government in much the same way as is, for example, the maintenance of law and order and the defence of the country.

The objective of this paper is to discuss the outline requirements needed to make appropriate measurements in one of the most fundamental quantities, length and the principal quantities associated with it. « Appropriate » is used here in the sense of appropriate technology and carries the implication that the needs for length measurement will vary from country. For example, in a country with little or no engineering

industry but with produce such as coir or textiles to export, the need for length measurement is determined largely by trading considerations and buildings and equipment to meet these requirements can be specified. This is perhaps the simplest possible requirement and will be considered as Phase I below. But most countries have some engineering industry and all aspire to increase their industrial base. Length measurement in manufacturing industry tends to be more demanding in terms of accuracy than that for trade but the degree of sophistication necessary depends very much on the engineering requirements. Thus Phases II and III, also considered in this paper, will deal with progressively more extensive and elaborate requirements.

Thus, perhaps one of the most difficult problems to which a developing country must address itself in considering a standards laboratory is to make a realistic estimate of the needs of its industry on, say, a 5 to 10 year time scale. At best the developed world can pass on its experience, accumulated over a period of a hundred or more years since the industrial revolution, and give guidance on what not to do as much as on what has been found to be successful. This experience however must always be interpreted in the light of the requirements and circumstances of any particular country.

## **Phase I**

Let us first begin by considering the equipment and building required for trade purposes only. To be sure this is hardly likely to be the sole requirement in any real life situation but it is nevertheless a useful mental exercise.

### **Equipment, phase I**

The work involves the checking of rigid line standards such as bars up to, say, 1 m and flexible tapes up to, say 25 m, both of which will be used by inspectors in the field to ensure that traders' measures are acceptable for legal metrology. For the first a comparator is necessary whilst for the second a tape bench equipped with tensioning devices and perhaps two travelling microscopes is needed. At a minimum two one metre bars would be required, one for the national standard and the other as a working standard ; bars of smaller length, eg 50 cm and 5 cm, might be useful additions. The first metre bar can be sent, for checking, at appropriate intervals, to a laboratory which has facilities for relating length measurements to the international definition of the metre. The working standard can, at perhaps more frequent intervals, be compared with the national standard and hence a simple hierarchical structure can be established which is directly traceable to the internationally accepted unit of length. The reason for having two metre bars is simply one of precaution ; the more any standard device or instrument is used the more likely it is to become damaged. Thus it is good metrological practice to have a little-used device or instrument in reserve whilst the workload of day to day calibration is carried out by the use of a working standard.

The accuracy demanded for trade purposes is such that a standard and comparison technique giving a combined uncertainty of  $\pm 0.02$  mm on a length of 1 m would be adequate and would enable metre measures to be readily checked to a tolerance of 0.2 mm which corresponds to the OIML class I specification.

For measures up to 25 m two good quality tapes would be required and would be treated in an analogous way. Again an uncertainty of standard plus comparison of, say,  $\pm 0.2$  mm at 25 m would be adequate and, again, would be consistent with certification to the highest OIML specification. But, as we shall see below, it is more difficult to make measurements with an uncertainty of  $1:10^5$  at these long lengths than it is for, say, 1 m or less.

### Laboratory characteristics, phase I

It is important to realize that the environment in which dimensional measurements are made is as crucial as the equipment used to perform the measurements. For example temperature affects the workpieces, the standard and the measuring instrument, and in order to define a length a temperature must be specified. In Europe, North America and Australia/New Zealand this temperature is 20°C ; for warmer countries a higher specified temperature may be needed if measurements are to be made with convenience and economy. In setting up a measurement laboratory it is therefore important to decide upon a suitable « standard » temperature at which to work. The accuracy to which the environmental temperature must be controlled depends upon the nature of the work. On the principle that like is compared against like (e.g. a steel rule is compared against a steel working standard) the uncertainties for a Phase I type facility are such that no great degree of temperature control of the laboratory environment is necessary but it is important to have temperature stability in order that both components in a comparison are at the same temperature when the measurement is made. This implies that the thermal capacity of the laboratory building should be large, i.e. thick walls and no windows or, better still, a basement.

Nevertheless if, in tropical conditions, temperature control is installed for reasons of human comfort rather than technological necessity it is important that fluctuations in temperature introduced by relatively simple air conditioning systems should be taken into consideration. Let us illustrate this by considering two environments for the comparison of an inspector's tape against a working standard tape. The first environment is a basement laboratory in which the temperature is not controlled but varies only very slowly throughout a working day. Let us for sake of argument assume that it changes from 25°C to 30°C in this time. Provided that the tape and the standard have been « soaked » in the environment for some time previously we can assume that their temperature will follow that of the environment with little or no time lag. However the important point is that, to the accuracy required, the temperature of both tape and standard can be assumed to be identical. Thus a valid comparison can be made and the results can be corrected to a standard temperature (if this is different from the temperature at which the standard was certified) with some confidence. Let us now consider the second environment, viz an above-ground laboratory having an air conditioning system typically used for offices and domestic purposes. This system maintains a **mean** temperature of, say, 27°C but with fluctuations as large as perhaps  $\pm 2^\circ\text{C}$  over a period of a few tens of minutes. Further, because such a system maintains control by circulating air (non-laminar flow) there may well be spatial variations of temperature of the same magnitude. Under these conditions it is perhaps not so certain that the temperatures of the tape and the standard are everywhere the same to within less than 1°C as implied by an uncertainty of  $\pm 0.2$  mm in 25 m. Equally, if a correction to a standard temperature has to be made, there must be some uncertainty in assuming the environmental temperature to be that of the tape and standard. And clearly both sources of uncertainty are aggravated if one is faced with a comparison of two dissimilar materials.

No attempt is made to estimate the cost of the building since this depends critically on local conditions. But an order of magnitude estimate can be made of the capital cost of equipment mentioned above and this amounts to between £3000 and £4000.

### Phase II

Turning now to an « appropriate » standards laboratory suitable to back up a typical engineering industrial base we find that the laboratory will need two classes of equipment :

- (a) National reference standards, traceable (as in Phase I) to international primary standards, and with which the laboratory will monitor and maintain performance of its working equipment.
- (b) Working equipment for its direct service to industry. This will need to accommodate two main categories of work :
  - (i) The calibration of measuring instruments and tools, e.g. micrometers, test indicators, angle measuring devices, as used in factories.
  - (ii) The measurement of gauges, i.e. artefacts of various forms, e.g. screw thread gauges, plain and tapered cylindrical gauges, used in factories for the direct checking of components or as local factory standards for use with shop floor measuring instruments.

### Equipment, phase II

For length work up to 100 mm the primary need is for a set of gauge blocks, while for lengths above 100 mm, up to say 1 m, length bars are recommended. In addition a surface table and a displacement transducer would be advantageous, for example, for the calibration of vernier height gauges.

For checking external and internal diameter measuring instruments gauge blocks can be employed. However for internal diameter measurements it is necessary to have two sets of matched gauge blocks. Alternatively one may rely on sets of external cylindrical standards and setting rings. For checking simple angle measuring equipment such as levels and clinometers a sine bar or sine table is desirable.

In order to compare one gauge block with another a mechanical comparator is required together with an optical flat to check the flatness of the measuring faces. The comparator itself can be used to test for the parallelism of the measuring faces although a simple Fizeau-type interferometer enables such tests to be made more quickly. A single axis measuring machine is required for checking length bar against length bar.

Although a bench micrometer can be used for measuring external diameter of both plain and screw gauges, the need to accommodate internal measurements demands the provision of a universal diameter measuring machine ; such machines can cover both external and internal measurements on both plain and threaded components, and can also be used to check gap gauges.

For screw thread work, a floating carriage effective diameter measuring machine will be needed, together with a pitch measuring machine and an optical projector for measuring flank angle. A small comparator for checking thread measuring cylinders would be useful.

The measurement of external taper gauges is a sufficiently common requirement to warrant provision of a taper diameter measuring machine.

**The reference standards** for maintaining the equipment mentioned above should, at minimum, include the following items which, as for Phase I, should be authenticated from time to time by a laboratory having a proven capability to relate length measurements to the international system :

A set of Reference Grade gauge blocks (BS 4311) (\*)

A set of Reference Grade length bars (BS 5317)

A set of external and internal diameter standards

A precision polygon, a set of angle gauges and an autocollimator for checking the angle measuring equipment.

---

(\*) An alternative specification for suitable gauge blocks can be found in OIML International Recommendation 30 (Class AA or A).

It is worth noting that the availability of a polygon and an autocollimator would enable factory rotary tables and dividing heads to be calibrated.

### **Laboratory characteristics, phase II**

The general principles regarding environmental temperature control have been discussed under Phase I. Since the accuracies demanded in a Phase II type facility are somewhat greater than those for a Phase I type facility even more attention must be paid to this aspect. For example one might reasonably expect to achieve accuracies of 0.2  $\mu\text{m}$  on a 100 mm gauge block and 2  $\mu\text{m}$  on a 1 m length bar. For general gauge work in which like materials are to be compared a long term variation of  $\pm 2^\circ\text{C}$  is tolerable but since, in a Phase II type facility one is likely to be faced with comparing dissimilar materials (e.g. tungsten carbide blocks against steel blocks), a variation of  $\pm 1^\circ\text{C}$  is a more desirable aim. What is most important is to avoid sudden fluctuations in temperature with time and sharp temperature gradients over the working space.

To avoid rusting of ferrous components at temperatures in the region of  $20^\circ\text{C}$ - $27^\circ\text{C}$ , relative humidity should not exceed about 65 %, but this need not be controlled to better than  $\pm 5$  % RH. Dirt is an enemy of precision measurement. In temperate climates and for work at the level considered in this phase dust control procedures need not be stringent. A normal « good housekeeping » standard of cleanliness should suffice if measuring contacts and work surfaces are, as is customary, wiped immediately before use. Clearly any make-up air to the air conditioning system should be filtered and tacky mats provided at doorways. But in dry climates dust can become a serious problem such that a system of air locks and positive pressure may have to be considered.

In so far as vibration can affect the performance of measuring instruments in a Phase II type facility, (and to a lesser extent in a Phase I type facility as well) the planning of a measurement laboratory should take this into account ; the floor structure should be solid and the laboratory sited away from sources of vibration, e.g. heavy machinery. In particular, vibration transmitted to the laboratory from the air conditioning plant can be troublesome if the latter is not suitably insulated from the former. A tolerable level of vibration would not exceed a peak to peak displacement of 0.25  $\mu\text{m}$  up to a frequency of, say, 200 Hz. If, by force of circumstances, one is faced with undesirable vibrations sensitive instruments can be isolated by the use of antivibration pads or vibration-isolation tables. But in metrology, as in medicine, prevention is better than cure.

As before, in considering the cost of a standards laboratory for this category of work no estimate has been made of the building costs but that of the equipment mentioned in this phase amounts to about £ 60,000 to £ 70,000.

### **Phase III**

We now go one stage further and consider a laboratory which covers a considerable range of measurements, including the checking of manufactured components, and perhaps aims at a somewhat better accuracy.

#### **Equipment, phase III**

As regards higher accuracy, we have spoken earlier of calibrating gauge blocks against reference standards using a comparator, but a more advanced laboratory would need to have an interferometer for measuring its reference blocks in terms of secondary wavelength standards. By this means one might, typically, achieve an ac-

curacy of 0.1  $\mu\text{m}$  on a 100 mm gauge block. We have mentioned diameter measurement of cylinders ; their roundness must also be considered. Whereas at lower accuracies something can be achieved with simple equipment, e.g. Vee-blocks and a dial gauge or electronic transducer on a surface plate, higher accuracy work will require specialised equipment, for example a « Talyrond » or similar instrument.

Roundness is just one example of geometric form, as opposed to a single dimension. Straightness and flatness are perhaps the most elementary examples of form measurement. Here again, over small lengths or areas (say up to 100 mm representative dimensions) much can be done with simple equipment ; a good knife-edge applied directly to a surface against an illuminated background can provide a sensitivity of about 1  $\mu\text{m}$ . For greater lengths and areas techniques using auto-collimators or spirit levels can be used, but for speed and convenience electronic levels, or instruments using optical interference effects, become appropriate.

The checking of manufactured components introduces a wide range of needs, including the measurement of lengths, diameters, roundness, straightness, squareness, but extending to the often more difficult procedures of measuring the relative positions of component features, e.g. the distance of one bore axis from another bore axis, or the angular relationship between a bore axis and some datum surface. Much of the equipment relevant to Phase II is applicable, indeed, basic to such measurements, but for both convenience and enhanced accuracy further equipment is desirable. There might well be a need for a 3-axis measuring machine with an accuracy within 1  $\mu\text{m}$  in each axis. Specific choice of such equipment depends much on the size of the work to be accommodated ; large machines are available, but a capacity represented roughly by a 0.5 m cube would cover a substantial range of general purpose work. For angle measurements one would consider the provision of a small rotary table (say about 150 mm diameter) accurate to within 1 arc second and a larger table (say about 0.5 m diameter) accurate to about 2 arc seconds.

Accurate measurement of surface texture may well be a need in the more advanced laboratory, and here specialised equipment such as the « Talysurf » or similar instrument is required.

### **Laboratory characteristics, phase III**

Because of the close relationship between temperature and length considerably better temperature control is needed for these more advanced measurements ; the standard temperature should be maintained within at least  $\pm 1^\circ\text{C}$  and not vary by more than  $0.5^\circ\text{C}$  per hour. Temperature gradients and short-term fluctuations in the working space of a particular instrument, e.g. a gauge-block interferometer, a single or 3-axis measuring machine, may need to be kept within  $0.1^\circ\text{C}$  or better. At this level one must consider the effect of radiant energy even from the fluorescent lights. For example, two otherwise similar objects, one having a dark surface and the other a reflective one, can differ by as much as  $0.1^\circ\text{C}$  due to the difference in absorption of energy from a nearby light. Again, the close presence of the metrologist himself (generating say 100 watts), and in particular his hands, can influence the temperature of artefacts in the working space. Thus to achieve a constant and uniform temperature at the  $0.1^\circ\text{C}$  level it is usually necessary to enclose the working space of instruments such as interferometers etc.

The demands placed upon a more advanced laboratory can be so varied that one can do no more than exemplify, as above, some basic provisions as a foundation for expansion in directions dictated by experience. Equipment of the kind mentioned above itself varies much in its detailed specifications, and its cost varies correspondingly, but we are talking, in general terms, about items which may, individually, be in the £ 10,000 to £ 100,000 price range. It is therefore easy to envisage an expenditure of £ 500,000 on equipment in making an effective base for a Phase III laboratory. As in previous phases no estimate has been given for the cost of the laboratory building itself. However it will be clear from the above that not only will

this laboratory need to be considerably larger in order to accomodate more equipment but because of the demanding environmental characteristics the cost will be increased more than proportionately.

## Conclusions

The reader will note that no mention has been made of equipment for realizing the unit of length from the international definition. Even had a Phase IV-type facility been considered it is doubtful whether such equipment would have been recommended at this particular point in time. The reason is simple : at the present the international definition is in terms of the wavelength of a particular radiation of  $\text{Kr}^{86}$  but within the next few years the unit may be redefined in terms of the unit of time and a specified value for the velocity of light in vacuo. Techniques will be needed to translate this new definition into a practical measurement of length and these will involve a chain of frequency comparisons from that of the caesium clock down through various infra-red and sub-millimetre lasers into the optical region. Such systems are only now in the experimental stage but clearly it would be inadvisable to opt for a  $\text{Kr}^{86}$  lamp at the moment. On the other hand there is as yet no alternative system that can be formally recommended.

Throughout this paper the laboratory has been given as much emphasis as the equipment it should contain. While some of the more essential characteristics of such a laboratory have been mentioned the reader is referred to a more extensive document [1] for further details. Finally one should make the point that, if funds are limited, it is undoubtedly a wise policy to weight the investment towards a suitable laboratory rather than extensive equipment on the ground that it would be relatively easy to upgrade the equipment at some future date, but rather difficult (and therefore expensive) to improve the environment provided by the laboratory. Thus one might design, for example, a laboratory for Phase II operation but equip it, at least in the first instance, for Phase I type work.

## Reference

- [1] Recommendations for the design and equipping of engineering metrology laboratories. NPL Report MOM 22, 1977.

## Le CODE de NORMES ÉTABLI par GATT

*Plusieurs membres nous ont signalé l'influence que peut avoir sur les travaux de l'OIML le récent accord établi par GATT (General Agreement on Tariffs and Trade) et qui actuellement est soumis pour ratification individuelle par les pays contractants du GATT et par la Communauté économique européenne.*

*Le texte intégral de cet accord, qui a déjà paru dans plusieurs publications spécialisées, peut être obtenu des autorités nationales compétentes, sinon directement de*

GATT  
154, rue de Lausanne  
1211 Genève 21  
Suisse

*Ce texte étant assez long, nous nous limitons à reproduire ci-dessous quelques extraits des parties intéressant directement les activités de l'OIML.*

### Règlements techniques et normes

— — —  
2.1. Les Parties feront en sorte que les règlements techniques et les normes ne soient ni élaborés, ni adoptés, ni appliqués en vue de créer des obstacles au commerce international. En outre, en ce qui concerne ces règlements techniques ou normes, elles appliqueront aux produits importés en provenance du territoire de toute Partie un traitement non moins favorable que celui qui est appliqué aux produits similaires d'origine nationale et aux produits similaires originaires de tout autre pays. Elles feront en sorte également que ni les règlements techniques ou normes proprement dits, ni leur application, n'aient pour effet de créer des obstacles non nécessaires au commerce international.

2.2. Lorsque des règlements techniques ou des normes sont requis et que des normes internationales pertinentes existent ou sont sur le point d'être mises en forme finale, les Parties utiliseront ces normes internationales ou leurs éléments pertinents comme base des règlements techniques ou des normes, sauf dans les cas où, comme il sera dûment expliqué si demande en est faite, ces normes internationales ou ces éléments seront inappropriés pour les Parties concernées, par exemple pour les raisons suivantes : impératifs de la sécurité nationale, prévention de pratiques de nature à induire en erreur, protection de la santé ou de la sécurité des personnes, de la vie ou de la santé des animaux, préservation des végétaux, protection de l'environnement, facteurs climatiques ou autres facteurs géographiques fondamentaux, problèmes technologiques fondamentaux.

2.3. Afin d'harmoniser entre elles le plus largement possible leurs règlements techniques ou leurs normes, les Parties participeront pleinement, dans les limites de leurs ressources, à l'élaboration, par les organismes internationaux à activité normative compétents, de normes internationales concernant les produits pour lesquels elles ont adopté, ou prévoient d'adopter, des règlements techniques ou des normes.

2.4. Toutes les fois que cela sera approprié, les Parties définiront les règlements techniques ou les normes en fonction des propriétés d'emploi du produit plutôt que de sa conception ou de ses caractéristiques descriptives.

— — —

## **Conformité aux règlements techniques et normes**

— — —

5.2. Toutefois, afin de faciliter la détermination de la conformité à des règlements techniques ou à des normes dans les cas où une telle assurance positive est exigée, les Parties feront en sorte, toutes les fois que cela sera possible, que les institutions de leur gouvernement central acceptent les résultats d'essais, les certificats ou marques de conformité émanant d'organismes compétents du ressort territorial d'autres Parties, ou se satisfassent de l'autocertification de producteurs établis sur le territoire d'autres Parties, même lorsque les méthodes d'essai différeront des leurs, à la condition qu'elles aient la certitude que les méthodes utilisées sur le territoire de la Partie exportatrice fournissent un moyen suffisant de déterminer la conformité aux règlements techniques ou aux normes applicables. Il est reconnu que des consultations préalables pourraient être nécessaires pour arriver à un accord mutuellement satisfaisant au sujet de l'autocertification, des méthodes d'essai et résultats d'essais, et des certificats ou marques de conformité utilisés sur le territoire de la Partie exportatrice, en particulier dans le cas des denrées périssables et autres produits susceptibles d'altération pendant le transport.

5.3. Les Parties feront en sorte que les méthodes d'essai et les procédures administratives appliquées par les institutions du gouvernement central soient de nature à permettre autant que possible dans la pratique la mise en œuvre des dispositions de l'article 5, paragraphe 2.

— — —

## **Systèmes de certification**

— — —

9.1. Dans les cas où une assurance positive de conformité à un règlement technique ou à une norme est exigée d'une autre source que le fournisseur, les Parties, toutes les fois que cela sera possible dans la pratique, élaboreront des systèmes internationaux de certification et en deviendront membres ou y participeront.

— — —

## **Information et assistance**

— — —

12.3. Dans l'élaboration et l'application de règlements techniques, de normes, de méthodes d'essai ou de systèmes de certification, les Parties tiendront compte des besoins spéciaux du développement, des finances et du commerce des pays en voie de développement, pour faire en sorte que ces règlements techniques, normes, méthodes d'essai et systèmes de certification, ainsi que la détermination de la conformité aux règlements techniques et aux normes, ne créent pas d'obstacles non nécessaires aux exportations des pays en voie de développement.

— — —

## **The AGREEMENT "TECHNICAL BARRIERS to TRADE" ESTABLISHED by GATT**

*Several members have drawn our attention to a recent document established by GATT (General Agreement on Tariffs and Trade) which is presently submitted for individual signature by the GATT contracting countries and by the European economic community.*

*The full text of this agreement has already been reproduced in some specialized publications and may be obtained from the competent national body or directly from*

*GATT  
154, rue de Lausanne  
1211 Geneva 21  
Switzerland*

*As the complete document is rather long we are limiting ourselves to reproduce below a few extracts which are of particular interest to the OIML activities.*

### **Technical regulations and standards**

— — —  
2.1. Parties shall ensure that technical regulations and standards are not prepared, adopted or applied with a view to creating obstacles to international trade. Furthermore, products imported from the territory of any Party shall be accorded treatment no less favourable than that accorded to like products of national origin and to like products originating in any other country in relation to such technical regulations or standards. They shall likewise ensure that neither technical regulations nor standards themselves nor their application have the effect of creating unnecessary obstacles to international trade.

2.2. Where technical regulations or standards are required and relevant international standards exist or their completion is imminent, Parties shall use them, or the relevant parts of them, as a basis for the technical regulations or standards except where, as duly explained upon request, such international standards or relevant parts are inappropriate for the Parties concerned, for *inter alia* such reasons as national security requirements ; the prevention of deceptive practices ; protection for human health or safety, animal or plant life or health, or the environment ; fundamental climatic or other geographical factors ; fundamental technological problems.

2.3. With a view to harmonizing technical regulations or standards on as wide a basis as possible, Parties shall play a full part within the limits of their resources in the preparation by appropriate international standardizing bodies of international standards for products for which they either have adopted, or expect to adopt, technical regulations or standards.

2.4. Wherever appropriate, Parties shall specify technical regulations and standards in terms of performance rather than design or descriptive characteristics.

— — —

## **Conformity with technical regulations and standards**

— — —

5.2. However, in order to facilitate the determination of conformity with technical regulations and standards where such positive assurance is required, Parties shall ensure whenever possible, that their central government bodies : accept test results, certificates or marks of conformity issued by relevant bodies in the territories of other Parties ; or rely upon self-certification by producers in the territories of other Parties ; even when the test methods differ from their own, provided they are satisfied that the methods employed in the territory of the exporting Party provide a sufficient means of determining conformity with the relevant technical regulations or standards. It is recognized that prior consultations may be necessary in order to arrive at a mutually satisfactory understanding regarding self-certification, test methods and results, and certificates or marks of conformity employed in the territory of the exporting Party, in particular in the case of perishable products or of other products which are liable to deteriorate in transit.

5.3. Parties shall ensure that test methods and administrative procedures used by central government bodies are such as to permit, so far as practicable, the implementation of the provisions in Article 5.2.

— — —

## **Certification systems**

— — —

9.1. Where a positive assurance, other than by the supplier, of conformity with a technical regulation or standard is required, Parties shall, wherever practicable, formulate international certification systems and become members thereof or participate therein.

— — —

## **Information and assistance**

— — —

12.3. Parties shall, in the preparation and application of technical regulations, standards, test methods and certification systems, take account of the special development, financial and trade needs of developing countries, with a view to ensuring that such technical regulations, standards, test methods and certification systems and the determination of conformity with technical regulations and standards do not create unnecessary obstacles to exports from developing countries.

— — —

## INFORMATIONS

### MEMBRES DU COMITE

**JAPON** — Par la voie de son Ambassade en France, le Gouvernement du Japon nous a informé de la désignation de Monsieur Michio KAWATA, nouveau Directeur du National Research Laboratory of Metrology, en tant que Représentant de son Pays au Comité International de Métrologie Légale en remplacement de Monsieur Y. SAKURAI. Il nous reste à remercier chaleureusement Monsieur SAKURAI pour l'aide fructueuse qu'il a bien voulu nous accorder depuis 1973 et à souhaiter à son successeur, Monsieur KAWATA, la meilleure des bienvenues parmi nous.

**REPUBLIQUE UNIE DE TANZANIE** — Les Autorités Gouvernementales ont désigné Monsieur Michael KABALO, Principal Inspector, Weights and Measures, pour représenter la République Unie de Tanzanie au Comité International de Métrologie Légale. Que Monsieur M. KABALO reçoive parmi nous la meilleure des bienvenues et par avance nous le remercions de l'aide utile qu'il voudra bien nous accorder.

### ACTIVITES REGIONALES

**AMERIQUE DU SUD** — Signalons avec quelque retard la fondation du Sistema Interamericana de Metrologia (SIM) lors d'une conférence qui a eu lieu à Buenos Aires du 4 au 6 septembre 1979 et à laquelle Mr S.A. THULIN du BIML a été aimablement invité en tant que conférencier. Le Sistema Interamericana de Metrologia s'est fixé pour but de faciliter l'échange de l'information métrologique entre ses pays-membres, aider à la formation du personnel, assurer la compatibilité des résultats de mesurages effectués dans ses différents laboratoires et coopérer avec la CGPM et l'OIML.

Cette organisation régionale groupe actuellement les pays suivants : Argentine, Brésil, Bolivie, Chili, Colombie, Costa Rica, Guatemala, Mexique, Panama, Paraguay, Pérou, Uruguay et Venezuela. Le Président élu est le Professeur R. STEINBERG de l'Instituto Nacional de Tecnologia Industrial (Argentine) et le Vice-président est le Dr ARMENIO LOBO DA CUNHA FILHO (Brésil), alors que le Secrétaire général est notre nouveau membre du Comité, Mr l'Ingénieur A. PEREZ GUANCHEZ (Venezuela). Notre ancien membre du Comité, Mr RAMON DE COLUBI CHANEZ, ainsi que Mr STEFFEN PEISER du N.B.S., ont joué un rôle important dans le travail préparatoire à la création du SIM (dont les initiales ne doivent pas être confondues avec celles du Service français des Instruments de Mesure).

Une des premières tâches du SIM sera de traduire le Vocabulaire de métrologie légale français en espagnol.

**PAYS ARABES** — L'organisation régionale Arab Organization for Standardization and Metrology (ASMO), qui groupe 18 pays arabes, nous a fait savoir que son nouveau secrétaire général est Mr le Dr MOHAMMED ZAFER AL-SAWAF (Syrie). Les secrétaires généraux adjoints sont Mr ABDALLA M. FADLALLA (Soudan) et Mr le Dr ADNAN H. AWNI (Iraq). Le siège du secrétariat de l'ASMO est actuellement à Amman, Jordanie.

**ASIE-OCEAN PACIFIQUE** — Le programme régional de métrologie institué par le Commonwealth Science Council (CSC) a organisé une réunion exploratoire à Wellington, Nouvelle-Zélande, du 29 octobre au 9 novembre 1979. L'OIML était représentée par H.L.K. GOONETILLEKE, membre du CIML, Sri Lanka, et par Mr le Dr P.J. CAMPION, sous-directeur du NPL, Grande-Bretagne. A la suite de cette réunion des contacts ont été pris entre le CSC et le BIML en vue de renforcer la collaboration réciproque.

## PROCHAINES REUNIONS

|              | Groupes de travail                                                                                                             | Dates                        | Lieux                      |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------|
|              | Groupe ad hoc Marque OIML                                                                                                      | 19-21 mars 1980              | B.I.M.L.                   |
| SP 23 - Sr 1 | Caractéristiques métrologiques des étalons et des dispositifs d'étalonnage et terminologie                                     | 24-28 mars 1980              | B.I.M.L.                   |
| SP 23 - Sr 2 | Règles pour la détermination, la conservation et l'utilisation des étalons et des dispositifs d'étalonnage                     |                              |                            |
| SP 23 - Sr 3 | Documentation recommandée pour les étalons et dispositifs d'étalonnage                                                         |                              |                            |
| SP 23 - Sr 4 | Méthodes pour l'attestation des dispositifs de vérification                                                                    |                              |                            |
| SP 23 - Sr 5 | Principes d'établissement des schémas de hiérarchie                                                                            |                              |                            |
| SP 22 - Sr 6 | Principes permettant d'assurer l'efficacité du contrôle métrologique                                                           | 31 mars -<br>2 avril 1980    | B.I.M.L.                   |
| SP 22 - Sr 1 | Domaines d'utilisation et nomenclature des instruments soumis à la vérification                                                | 2-3 avril 1980               | B.I.M.L.                   |
| SP 26 - Sr 4 | Instruments de mesure bio-électriques                                                                                          | 31 mars -<br>4 avril 1980    | KISLOVODSK<br>U.R.S.S.     |
| SP 21 - Sr 1 | Caractéristiques métrologiques normalisées des instruments de mesurage lors du mesurage des quantités constantes dans le temps | 21-25 avril 1980             | TALLINN<br>U.R.S.S.        |
| SP 21 - Sr 2 | Caractéristiques métrologiques normalisées des instruments de mesurage lors du mesurage des quantités variables dans le temps  |                              |                            |
| SP 7 - Sr 8  | Cellules de pesée                                                                                                              | 6-9 mai 1980<br>(provisoire) | LONDRES<br>GRANDE-BRETAGNE |
| SP 12 - Sr 8 | Compteurs d'énergie thermique                                                                                                  | 20-22 mai 1980               | MUNICH<br>R.F. D'ALLEMAGNE |
| SP 21 - Sr 4 | Caractéristiques métrologiques normalisées des systèmes de mesurage                                                            | 22-26 sept 1980              | VILNIUS<br>U.R.S.S.        |
| SP 21 - Sr 5 | Méthodes du contrôle des caractéristiques métrologiques des instruments de mesurage                                            |                              |                            |
| SP 2 - Sr 2  | Unités                                                                                                                         | 23-25 sept 1980              | VIENNE<br>AUTRICHE         |

|              |                                                                                    |                              |                                  |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| SP 27        | Principes généraux de l'utilisation des matières de référence en métrologie légale | 20-25 oct 1980               | TBILISSI<br>U.R.S.S.             |
| SP 27 - Sr 1 | Terminologie                                                                       |                              |                                  |
| SP 27 - Sr 3 | Propriétés métrologiques des matières de référence et leur normalisation           |                              |                                  |
| SP 27 - Sr 5 | Principes d'utilisation des matières de référence.                                 | oct 1980<br>(provisoire)     | BRAUNSCHWEIG<br>R.F. D'ALLEMAGNE |
| SP 5         | Mesurage des volumes de liquides                                                   |                              |                                  |
| SP 5 - Sr 13 | Compteurs de liquides autres que l'eau à chambres mesureuses et à turbine          |                              |                                  |
| SP 1 - Sr 1  | Vocabulaire de Métrologie légale. Termes fondamentaux                              | oct 1980<br>(provisoire)     | VARSOVIE<br>POLOGNE              |
| SP 31        | Enseignement de la métrologie                                                      | 24-28 nov 1980               | TACHKENT<br>U.R.S.S.             |
| SP 12 - Sr 1 | Terminologie (températures et énergie calorifique)                                 | courant 1980<br>(provisoire) | GRANDE-BRETAGNE                  |
| SP 19 - Sr 2 | Machines d'essai des matériaux                                                     | fin 1980<br>(provisoire)     | _____                            |

|                                                                         |                 |                                        |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------|
| Sixième Conférence Internationale de Métrologie Légale .....            | 16-20 juin 1980 | WASHINGTON<br>ETATS-UNIS<br>D'AMERIQUE |
| Dix-septième Réunion du Comité International de Métrologie Légale ..... | 16 juin 1980    | WASHINGTON<br>ETATS-UNIS<br>D'AMERIQUE |

## **CENTRE de DOCUMENTATION**

### **Documents reçus au cours du 1er trimestre 1980**

#### **ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'EDUCATION, LA SCIENCE ET LA CULTURE — UNESCO**

Final Report of the UNESCO Regional Seminar on Metrology and Legal Metrology (Organised by UNESCO in co-operation with the International Organisation for Legal Metrology and the Weights and Measures Division of the Department of Price Control, Colombo, Sri Lanka, 4-9 December 1978)

#### **ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION — ISO**

##### **Secrétariat**

Répertoire des organismes internationaux à activités normatives. 2e édition, 1979

##### **ISO/TC 28, Produits pétroliers et lubrifiants**

ISO 4259-1979 : Produits pétroliers — Détermination et application des valeurs de fidélité relatives aux méthodes d'essai (Fr. et Ang.)

##### **ISO/TC 48, Verrerie de laboratoire et appareils connexes**

ISO 4788-1980 : Verrerie de laboratoire — Eprouvettes graduées cylindriques (Fr. et Ang.)

##### **ISO/TC 158, Analyse des gaz**

ISO 6349-1979 : Analyse des gaz — Préparation des mélanges de gaz pour étalonnage — Méthode par perméation (Fr. et Ang.)

#### **CONSEIL D'ASSISTANCE ECONOMIQUE MUTUELLE — SEV**

##### **Secrétariat**

Metodica de la pronosticacion conjunta del desarrollo de la ciencia y la tecnica por los paises miembros del CAME interesados (Moscu, 1975)

S'orhik informacij o dejatel'nosti organov SEV v 1977 g. (Moskva — 1978)

S'orhik informacij o dejatel'nosti organov SEV v 1978 g. (Moskva — 1979)

#### **COMMONWEALTH SCIENCE COUNCIL — CSC**

##### **Commonwealth Secretariat**

CSC (78) SQC-2: Project Group Meeting on Quality Control and Enforcement of Standards — Resource Material (10-16 May, 1978 — Accra, Ghana), August 1978

CSC (78) SQC-3 : Commonwealth Regional Programme on Standardization and Quality Control — Report of the First Meeting of the Steering Committee (15-19 January, 1979 — Nairobi, Kenya), May 1979

CSC (79) SQC-4 : Commonwealth Regional Programme on Standardization and Quality Control — Report of the Second Meeting of the Steering Committee (23-27 July, 1979 — Blantyre, Malawi), August 1979

CSC (78) MS-3 : Commonwealth Regional Metrology Programme — Report on the First Meeting of the Steering Committee held at Kuala Lumpur, Malaysia : 4-6 July, 1978 (August 1978)

CSC (79) MS-4 : Commonwealth Regional (Asia/Pacific) Metrology Programme — Report on the Second Meeting of the Steering Committee (28-30 March, 1979 — Colombo, Sri Lanka 28-30 March 1979), April 1979

CSC (79) MS-5 : Regional (Asia/Pacific) Metrology Programme — Directory of Calibration Facilities compiled by S.E. Belliss and J.H. Buckingham, Lower Hutt, New Zealand — August 1979

CSC (79) MS-6 : Commonwealth Regional Metrology Programme — Report on the First Review Meeting, 29 October — 9 November 1979, Wellington, New Zealand, Volume I, December 1979

#### INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIATION UNITS AND MEASUREMENTS — ICRU

ICRU Report 30 : Quantitative Concepts and Dosimetry in Radiobiology (April 15, 1979)

ICRU Report 31 : Average Energy Required to Produce an Ion Pair (1st May 1979)

#### INTERNATIONAL FEDERATION OF CLINICAL CHEMISTRY — IFCC

The International Federation of CLINICAL CHEMISTRY, Jan. 1980

#### ETATS-UNIS D'AMERIQUE

National Committee for Clinical Laboratory Standards  
1978 Annual Report

#### ARGENTINE/SIM

Acta de la reunion de Constitucion del Sistema Interamericana de Metrologia — Buenos Aires, 3 de Setiembre de 1979

#### AUTRICHE

Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen

Amtsblatt für das Eichwesen : Nr 5 à 8/1979

Verordnung und Erläuterungen vom 29-6-1979 mit der Bewertungsfunktionen für objektive Schallpegelmessungen samt dem Bezugswert festgelegt werden

Verordnung und Erläuterungen vom 29-6-1979 mit der Eichvorschriften für Gewichtsstücke der Genauigkeitsklassen E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> und M<sub>1</sub> erlassen werden

Verordnung und Erläuterungen vom 29-6-1979, mit der Eichvorschriften für Gewichtsstücke der Genauigkeitsklasse M<sub>2</sub> erlassen werden

Verordnung und Erläuterungen vom 4-7-1979 mit der Eichvorschriften für einfache Längenmessmaschinen für nicht dehnbares Messgut erlassen werden

Beschaffenheit der Abfertigungsstellen für die Eichung von Messwandlern vom 9-7-1979

Verordnung vom 19-7-1979 mit der Eichvorschriften für gradnierte medizinische Spritzen geändert werden

Mitteilung Nr 37 über das Zeitsignal des Bundesamtes für Eich — und Vermessungswesen (BEV)

## BELGIQUE

Ministère des Affaires Economiques

N° 3.CM/75.606 du 21-2-1979 : Circulaire concernant les instruments de pesage destinés à la vente directe au public

N° 3.CM/75.607 du 22-6-1979 : Circulaire : Instruments de pesage. Limite de portée d'indication

## BOTSWANA

Department of Weights and Measures

Report on the Weights and Measures Administration for the Period 1st April 1977 to 31st March, 1979 — Gaborone, May, 1979

## BRESIL

Instituto Nacional de Pesos e Medidas

Sistema Internacional de Unidades (SI) 1979 — 2e édition

## CANADA

Douanes et Accise — Division du Laboratoire et des Services Scientifiques  
Canadian System of Alcoholometry, July 1979

## FRANCE

Réglementation

Arrêté n° 78-101/P du 5-10-1978 sur la publicité des prix et les conditions de vente de l'essence auto et du supercarburant

Arrêtés du 18-5-1979 relatifs aux volumes nets, préemballés, en vue de la vente au détail des :

- Bières
- Vinaigres
- Vins, vins mousseux et vins pétillants

Circulaire SIM n° 79.1.01.330.0.0 du 31-5-1979 concernant les modalités d'application du décret n° 78-166 du 31-1-1978 et de l'arrêté du 20-10-1978 relatifs au contrôle métrologique de certains préemballages.

Décret n° 79-437 du 5-6-1979 relatif aux organismes consultatifs et aux sanctions des infractions aux articles 1 et 2 de la loi n° 78-23 du 10-1-1978 sur la protection et l'information des consommateurs

Décret n° 79-593 du 6-7-1979 modifiant le décret du 28-12-1935 relatif aux compteurs d'énergie électrique

Arrêté du 3-8-1979 sur les chronotachygraphes

Décret n° 79-694 du 8-8-1979 relatif aux fraudes et falsifications sur les produits de cacao et de chocolat

Arrêté du 9-8-1979 sur les dates de péremption des denrées animales

Décret n° 79-726 du 22-8-1979 sur la détermination de l'alcool pur soumis aux droits indirects

Arrêté du 22-8-1979 sur les inscriptions relatives à la date limite d'utilisation et à l'identification du lot des préemballages

Décret n° 79-763 du 30-8-1979 réglementant la catégorie d'instrument de mesurage : mesures de longueur

Arrêté du 24-9-1979 : Dispositions relatives à la construction, à l'approbation C.E.E. de type et à la vérification primitive C.E.E. des compteurs d'énergie électrique

Arrêté du 6-12-1979 relatif à l'importation et à l'exportation des instruments de mesure

Décret n° 79-1232 du 31-12-1979 modifiant le code de la construction et de l'habitation et relatif à la répartition des frais de chauffage dans les immeubles collectifs

Décret n° 80-17 du 17-1-1980 réglementant la catégorie d'instruments de mesure : ensembles de mesurage volumétrique des carburants pour véhicules routiers

Bureau National de Métrologie

La Mesure : un atout pour l'industrie, 1980

Conservatoire National des Arts et Métiers/Institut National de Métrologie Travaux — tome 1

#### ROYAUME-UNI DE GRANDE-BRETAGNE ET D'IRLANDE DU NORD

Metrology, Quality Assurance and Standards Division

Statutory Instruments 1979 N° 1342 : Fees and Charges — The Measuring Instruments (EEC Requirements) (Fees) Regulations 1979

S.I. 1979 N° 1359 : Weights and Measures — The Weights and Measures (Local Standards : Periods of Validity) Regulations 1979

S.I. 1979 N° 1459 : Weights and Measures — The Measuring Instruments (EEC Requirements) (Amendment N° 3) Regulations 1979

S.I. 1979 N° 1605 : Weights and Measures — The Measuring Instruments (Liquid Fuel and Lubricants) Regulations 1979

S.I. 1979 N° 1612 : Weights and Measures — The Weights and Measures (Amendment) Regulations 1979

S.I. 1979 N° 1719 : Weights and Measures — The Working Standards and Testing Equipment (Testing and Adjustment) (Amendment) Regulations 1979

S.I. 1979 N° 1720 : Weights and Measures — The Measuring Equipment (Liquid Fuel delivered from Road Tankers) Regulations 1979

Schedule of testing fees operative from 1 Oct. 1979

SWM 268 (Jan. 1980) : Testing Equipment : reference meters

National Physical Laboratory

Nouveau périodique reçu

NPL News depuis N° 342 Summer 1979

The National Library of Wales

Annual Report 1978-79 (Aberystwyth, 1979)

#### JAPON

National Research Laboratory of Metrology

Outline of the National Research Laboratory of Metrology, 1978

#### PAYS-BAS

Dienst van het IJkwezen

IJkwetgeving I

Aanvulling 24 (Novembre 1979)

## POLOGNE

Polski Komitet Normalizacji i Miar

Dziennik Normalizacji i Miar : Nr 15 à 21/1979

Zarządzenie :

Nr 76 z dnia 3-8-1979 r. w sprawie ustalenia przepisów ogólnych o wagach prostodzwigniowych handlowych zwyczajnych

Nr 77 z dnia 9-8-1979 r. w sprawie ustalenia przepisów o pomiarowych zbiornikach transportowych zainstalowanych na jednostkach pływających

Nr 101 z dnia 15-8-1979 r. w sprawie ustalenia przepisów o wagach dużej dokładności

Instrukcje :

Nr 5 z dnia 9-8-1979 r. o wzorcowaniu pomiarowych zbiorników transportowych zainstalowanych na jednostkach pływających

Nr 6 z dnia 15-8-1979 r. o sprawdzaniu wag dużej dokładności

Nr 7 z dnia 29-8-1979 r. o sprawdzaniu piknometrów kontrolnych do pomiaru gęstości cieczy

Nr 8 z dnia 15-10-1979 r. o sprawdzaniu kontrolnych dawkomierzy terapeutycznych promieniowania X

Nr 9 z dnia 15-10-1979 r. o sprawdzaniu kontrolnych zamkniętych źródeł promieniowania gamma stosowanych w pomiarach aktywności źródeł promieniotwórczych

Katalog Norm branżowych : BN-1978, dodatek

## SUEDE

Statens Provningsanstalts

SPFS 1979 : 14 LM : J 02 : Föreskrift om ändring i övergångsföreskrifter för mätdon godkända av Kungl Mynt-och Justeringsverket, mm (SPFS 1978 : 26) den 17-12-1979

## U.R.S.S.

Gosudarstvennyj Komitet Standartov Soveta Ministrov SSSR

State system for ensuring the uniformity of measurements :

Gost 8.078-79 : State special standard and all-union verification schedule of the equipment for means of measuring temperature in the range  $1,5 \div 4,2$  K

Gost 8.346-79 : Steel horizontal tanks. Methods and means for verification

Gost 8.353-79 : Standard rigid length measures of the 1st accuracy order and working length measures of the 0 accuracy class to 1 m. Methods and means for verification

Gost 8.356-79 : All-Union Verification Schedule for means of measuring surface density and thickness of sheet tape materials

Gost 8.358-79 : Method of making measurements of relative permittivity and dielectric loss tangent in the frequency range of 0.2 to 1 GHz

Gost 8.359-79 : Gauge callipers with reading arrangement. Methods and means for verification

Gost 8.360-79 : The outfit of accessories for the plane-parallel gauge blocks of length. Methods and means of calibration

Gost 8.361-79 : Technique of measuring by the velocity at a single point of a pipe cross-section

Gost 8.362-79 : Coating thickness measurement. Terms and definitions.

# RECOMMANDATIONS INTERNATIONALES

de la

## CONFERENCE INTERNATIONALE DE METROLOGIE LEGALE

| R.I. N°                                                                                                             | Secrétariats                 | Année d'édition |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------|
| — Vocabulaire de métrologie légale (termes fondamentaux) (édition bilingue français/anglais)                        | Pologne                      | 1978            |
| 1 — Poids cylindriques de 1 gramme à 10 kilogrammes (de la classe de précision moyenne)                             | Belgique                     | 1973            |
| 2 — Poids parallélépipédiques de 5 à 50 kilogrammes (de la classe de précision moyenne)                             | Belgique                     | 1973            |
| 3 — Réglementation métrologique des instruments de pesage à fonctionnement non automatique                          | R.F. d'Allemagne et France   | 1978            |
| 4 — Fioles jaugées (à un trait) en verre                                                                            | Gde-Bretagne                 | 1970            |
| 5 — Compteurs de volume de liquides (autres que l'eau) à chambres mesureuses                                        | R.F. d'Allemagne et France   | 1970            |
| 6 — Prescriptions générales pour les compteurs de volume de gaz                                                     | Pays-Bas et R.F. d'Allemagne | 1978            |
| 7 — Thermomètres médicaux à mercure, en verre, avec dispositif à maximum                                            | R.F. d'Allemagne             | 1978            |
| 8 — Méthode étalon de travail destinée à la vérification des instruments de mesurage du degré d'humidité des grains | R.F. d'Allemagne             | 1970            |
| 9 — Vérification et étalonnage des blocs de référence de dureté Brinell                                             | Autriche                     | 1970            |
| 10 — de dureté Vickers                                                                                              |                              |                 |
| 11 — de dureté Rockwell B                                                                                           |                              |                 |
| 12 — de dureté Rockwell C                                                                                           |                              |                 |
| 13 — Symbole de correspondance                                                                                      | B.I.M.L.                     | 1970            |
| 14 — Saccharimètres polarimétriques                                                                                 | R.F. d'Allemagne             | 1978            |
| 15 — Instruments de mesure de la masse à l'hectolitre des céréales                                                  | R.F. d'Allemagne             | 1970            |
| 16 — Manomètres des instruments de mesure de la tension artérielle                                                  | Autriche                     | 1970            |

|                                                                                                                                                                                            |                            |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|------|
| 17 — Manomètres - manovacuumètres - vacuumètres « indicateurs » à éléments récepteurs élastiques à indications directes par aiguille et échelle graduée (catégorie instruments de travail) | U.R.S.S.                   | 1970 |
| 18 — Pyromètres optiques à filament disparaissant                                                                                                                                          | U.R.S.S.                   | 1970 |
| 19 — Manomètres - manovacuumètres - vacuumètres « enregistreurs » à éléments récepteurs élastiques à enregistrements directs par style et diagramme (catégorie instruments de travail)     | U.R.S.S.                   | 1970 |
| 20 — Poids des classes de précision E <sub>1</sub> E <sub>2</sub> F <sub>1</sub> F <sub>2</sub> M <sub>1</sub> de 50 kg à 1 mg                                                             | Belgique                   | 1973 |
| 21 — Taximètres                                                                                                                                                                            | R.F. d'Allemagne           | 1973 |
| 22 — Alcoométrie                                                                                                                                                                           | France                     | 1973 |
| — Tables alcoométriques                                                                                                                                                                    | France                     | 1975 |
| 23 — Manomètres pour pneumatiques                                                                                                                                                          | U.R.S.S.                   | 1973 |
| 24 — Mètre étalon rigide pour Agents de vérification                                                                                                                                       | Inde                       | 1973 |
| 25 — Poids étalons pour Agents de vérification                                                                                                                                             | Inde                       | 1977 |
| 26 — Seringues médicales                                                                                                                                                                   | Autriche                   | 1973 |
| 27 — Compteurs de volume de liquides autres que l'eau<br>— Dispositifs complémentaires                                                                                                     | R.F. d'Allemagne et France | 1973 |
| 28 — Réglementation « technique » des instruments de pesage à fonctionnement non-automatique                                                                                               | R.F. d'Allemagne et France | 1973 |
| 29 — Mesures de capacité de service                                                                                                                                                        | Suisse                     | 1973 |
| 30 — Mesures de longueur à bouts plans                                                                                                                                                     | U.R.S.S.                   | 1973 |
| 31 — Compteurs de volume de gaz à parois déformables                                                                                                                                       | Pays-Bas                   | 1973 |
| 32 — Compteurs de volume de gaz à pistons rotatifs et compteurs de volume de gaz à turbine                                                                                                 | R.F. d'Allemagne           | 1973 |
| 33 — Valeur conventionnelle du résultat des pesées dans l'air                                                                                                                              | B.I.M.L.                   | 1973 |
| 34 — Classes de précision des instruments de mesurage                                                                                                                                      | U.R.S.S.                   | 1974 |
| 35 — Mesures matérialisées de longueur pour usages généraux                                                                                                                                | Belgique et Hongrie        | 1977 |
| 36 — Vérification des pénétrateurs des machines d'essai de dureté                                                                                                                          | Autriche                   | 1977 |
| 37 — Vérification des machines d'essai de dureté système Brinell                                                                                                                           | Autriche                   | 1977 |
| 38 — Vérification des machines d'essai de dureté système Vickers                                                                                                                           | Autriche                   | 1977 |
| 39 — Vérification des machines d'essai de dureté système Rockwell B,F,T — C,A,N                                                                                                            | Autriche                   | 1977 |
| 40 — Pipettes étalons pour Agents de vérification                                                                                                                                          | Inde                       | 1977 |
| 41 — Burettes étalons pour Agents de vérification                                                                                                                                          | Inde                       | 1977 |

|                                                                                |                            |      |
|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|------|
| 42 — Poinçons de métal pour Agents de vérification                             | Inde                       | 1977 |
| 43 — Fioles étalons graduées en verre pour Agents de vérification              | Inde                       | 1977 |
| 44 — Alcoomètres et aréomètres pour alcool                                     | France                     | 1977 |
| 45 — Tonneaux et futailles                                                     | Autriche                   | 1977 |
| 46 — Compteurs d'énergie électrique active à branchement direct                | France                     | 1978 |
| 47 — Poids étalons pour le contrôle des instruments de pesage de portée élevée | R.F. d'Allemagne et France | 1978 |
| 48 — Lampes à ruban de tungstène pour l'étalonnage des pyromètres optiques     | U.R.S.S.                   | 1978 |
| 49 — Compteurs d'eau (destinés au mesurage de l'eau froide)                    | Gde-Bretagne               | 1977 |

## DOCUMENTS INTERNATIONAUX

adoptés par le

Comité International de Métrologie Légale

D.I. N°

|                                                      |      |      |
|------------------------------------------------------|------|------|
| 1 — Loi de métrologie                                | BIML | 1975 |
| 2 — Unités de mesure légales                         | BIML | 1978 |
| 3 — Qualification légale des instruments de mesurage | BIML | 1979 |

Note — Recommandations internationales et Documents internationaux peuvent être acquis au Bureau International de Métrologie Légale, 11, rue Turgot, 75009 PARIS.

# ORGANISATION INTERNATIONALE DE MÉTROLOGIE LÉGALE

BUREAU INTERNATIONAL DE MÉTROLOGIE LÉGALE  
11, RUE TURGOT — 75009 PARIS — FRANCE

## ETATS MEMBRES

|                                                        |                       |
|--------------------------------------------------------|-----------------------|
| ALGERIE                                                | INDONESIE             |
| REPUBLIQUE FEDERALE D'ALLEMAGNE                        | IRLANDE               |
| REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE ALLEMANDE                      | ISRAEL                |
| ETATS-UNIS D'AMERIQUE                                  | ITALIE                |
| REPUBLIQUE ARABE D'EGYPTE                              | JAPON                 |
| AUSTRALIE                                              | LIBAN                 |
| AUTRICHE                                               | MAROC                 |
| BELGIQUE                                               | MONACO                |
| BULGARIE                                               | NORVEGE               |
| CAMEROUN                                               | PAKISTAN              |
| CHYPRE                                                 | PAYS-BAS              |
| REP. DE COREE                                          | POLOGNE               |
| REP. POP. DEM. DE COREE                                | ROUMANIE              |
| CUBA                                                   | SRI LANKA             |
| DANEMARK                                               | SUEDE                 |
| ESPAGNE                                                | SUISSE                |
| ETHIOPIE                                               | REP. UNIE DE TANZANIE |
| FINLANDE                                               | TCHECOSLOVAQUIE       |
| FRANCE                                                 | TUNISIE               |
| ROYAUME-UNI de GRANDE-BRETAGNE<br>et d'IRLANDE du NORD | U.R.S.S.              |
| GRECE                                                  | VENEZUELA             |
| GUINEE                                                 | YUGOSLAVIE            |
| HONGRIE                                                |                       |
| INDE                                                   |                       |

## MEMBRES CORRESPONDANTS

Albanie - Botswana - Colombie - Equateur - Fidji - Ile Maurice - Irak - Jamaïque - Jordanie  
Luxembourg - Mali - Nepal - Nouvelle-Zélande - Panama - Philippines - Portugal - Syrie - Turquie

# ORGANISATION INTERNATIONALE DE MÉTROLOGIE LÉGALE

BUREAU INTERNATIONAL DE MÉTROLOGIE LÉGALE

11, RUE TURGOT — 75009 PARIS — FRANCE

## MEMBRES

du

## COMITE INTERNATIONAL de METROLOGIE LEGALE

### ALGERIE

(à désigner par son Gouvernement)

### REPUBLIQUE FEDERALE D'ALLEMAGNE

Mr W. MUHE  
Chef des Bureaux Technico-Scientifiques,  
Physikalisch-Technische Bundesanstalt,  
Bundesallee 100  
3300 BRAUNSCHWEIG.

### REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE ALLEMANDE

Mr H.W. LIERS  
Directeur de la Métrologie Légale,  
Amt für Standardisierung, Messwesen  
und Warenprüfung,  
Hauptabteilung Gesetzliche Metrologie,  
Wallstrasse 16  
1026 BERLIN.

### ETATS-UNIS D'AMERIQUE

Mr A.O. McCOUBREY  
Associate Director for Measurement Services,  
National Measurement Laboratory,  
Building 221, Room A 363,  
National Bureau of Standards  
WASHINGTON, D.C. 20234.

### REPUBLIQUE ARABE D'EGYPTE

Mr F.A. SOBHY  
Président,  
Egyptian Organization for standardization,  
2 Latin America Street, Garden City  
CAIRO.

### AUSTRALIE

Mr T.J. PETRY  
Executive Director  
National Standards Commission,  
P.O. Box 282  
NORTH RYDE, N.S.W. 2113.

### AUTRICHE

Mr F. ROTTER  
Chef de la Section de métrologie légale,  
Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen,  
16, Arltgasse 35  
1163 WIEN.

### BELGIQUE

Madame M.L. HENRION  
Ingénieur en Chef  
Directeur du Service Belge de la Métrologie,  
1795 Chaussée de Haecht  
B. 1130 BRUXELLES.

### BULGARIE

Mr P. ZLATAREV  
Vice-Président, Comité d'Etat de Normalisation  
auprès du Conseil des Ministres  
de la Rép. Pop. de Bulgarie  
P.O. Box 11  
1000 SOFIA.

### CAMEROUN

Mr E. NDOUGOU  
Directeur du Service des Poids et Mesures  
Direction des Prix et des Poids et Mesures  
Boîte postale 493  
DOUALA.

### CHYPRE

Mr S. PHYLAKTIS  
Senior Officer,  
Research and Industrial Development  
Ministry of Commerce and Industry,  
NICOSIA.

### REP. DE COREE

Mr Hong-Ki BAE  
Chief of Metrology Division  
Bureau of Extension Services  
Industrial Advancement Administration  
Ministry of Industry and Commerce  
SEOUL.

**REP. POPULAIRE DEMOCRATIQUE DE COREE**

Mr HO SU GYONG  
Director, Central Metrological Institute,  
Metrological Committee  
Committee of the Science and Technology  
of the State of the D.P.R. of Korea  
Sosong guyok Ryonmod dong  
PYONGYANG.

**CUBA**

Mr J. OCEGUERA  
Directeur, Instituto Nacional  
de Investigaciones Metrologicas (INIMET)  
Comité Estatal de Normalizacion.  
5ta No 306 entre C y D — Vedado,  
HABANA 4.

**DANEMARK**

Mr E. REPSTORFF HOLTVEG  
Directeur, Justervæsenet,  
Amager Boulevard 115  
DK 2300 KØBENHAVN S.

**ESPAGNE**

Mr R. RIVAS  
Comision nacional de Metrologia y Metrotecnica  
3 calle del General Ibanez Ibero  
MADRID-3.

**ETHIOPIE**

Mr NEGUSSIE ABEBE  
Metrologist and Head of Weights  
and Measures Section,  
Ethiopian Standards Institution,  
P.O. Box 2310  
ADDIS ABABA.

**FINLANDE**

Mr P. KIVALO  
Chief Director, Technical Inspectorate.  
Box 204 — Lönnratinkatu, 37  
SF 00181 HELSINKI 18.

**FRANCE**

Mr P. AUBERT  
Chef du Service des Instruments de Mesure  
Ministère de l'Industrie  
2, Rue Jules-César  
75012 PARIS.

**ROYAUME UNI DE GRANDE-BRETAGNE  
ET D'IRLANDE DU NORD**

Mr G. SOUCH  
Director of Legal Metrology Branch.  
Metrology, Quality Assurance  
and Standards Division,  
Department of Trade  
26, Chapter Street  
LONDON SW1P 4NS.

**GRECE**

(à désigner par son Gouvernement)

**GUINEE**

Mr B. CONDE  
Directeur du Service National  
de Métrologie Légale,  
Ministère du Commerce Intérieur  
CONAKRY.

**HONGRIE**

Mr S. GOR NAGY  
Président, Országos Mérésügyi Hivatal,  
Németvölgyi-út 37/39  
H 1124 BUDAPEST.

**INDE**

(à désigner par son Gouvernement)

**INDONESIE**

Mr SOEPARTO  
Direktur Metrologi,  
Departemen Perdagangan, dan Koperasi  
Jalan Pasteur 27  
BANDUNG.

**IRLANDE**

Mr J.E. CUNNINGHAM  
Principal Officer,  
Department of Industry, Commerce and Energy  
Frederik Building, Setanta Centre,  
South Frederik Street  
DUBLIN 2.

**ISRAEL**

(à désigner par son Gouvernement)

**ITALIE**

Mr C. AMODEO  
Capo dell'Ufficio Centrale Metrico,  
Via Antonio Bosio, 15  
00161 ROMA.

**JAPON**

Mr M. KAWATA  
Director,  
National Research Laboratory of Metrology  
1-4, 1-Chome, Umezono, Sakura-Mura, Niihari-Gun  
IBARAKI 305.

**LIBAN**

Mr M. HEDARI  
Chef du Service des Poids et Mesures,  
Ministère de l'Economie et du Commerce,  
Rue Al-Sourati, imm. Assaf  
RAS-BEYROUTH.

**MAROC**

Mr M. BENKIRANE  
Chef de la Division de la Métrologie Légale  
Direction du Commerce Intérieur,  
Ministère du Commerce et de l'Industrie.  
RABAT.

**MONACO**

Mr A. VATRICAN  
Secrétaire Général,  
Centre Scientifique de Monaco  
16, Boulevard de Suisse  
MONTE CARLO.

**NORVEGE**

Mr K. BIRKELAND  
Directeur, Justerdirektoratet,  
Postbox 6832 ST. Olavs Plass  
OSLO 1.

**PAKISTAN**

Mr A. QAIYUM  
Director/Dy. Secretary, Weights  
and Measures Cell  
Ministry of Industries,  
House n° 28, Street n° 18, F-7/2,  
ISLAMABAD.

**PAYS-BAS**

Mr A.J. van MALE  
Directeur en Chef,  
Dienst van het IJkwezen. Hoofddirectie.  
Schoemakerstraat 97, Delft. — Postbus 654  
2600 AR DELFT.

**POLOGNE**

Mr T. PODGORSKI  
Président Adjoint,  
Polski Komitet Normalizacji i Miar,  
ul. Elektoralna 2  
00-139 WARSZAWA.

**ROUMANIE**

Mr I. ISCRULESCU  
Directeur, Institutul National de Metrologie,  
Sos Vitan-Birzesti nr. 11  
BUCAREST 5.

**REP. DEM. SOCIALISTE DE SRI LANKA**

Mr H.L.K. GOONETILLEKE  
Deputy Warden of the Standards,  
Price Control Department,  
Weights and Measures Division.  
Park Road  
COLOMBO 5.

**SUEDE**

Mr R. OHLON  
Ingénieur en Chef, Statens Provvningsanstalt,  
P.O. BOX 857  
S-501 15 BORAS.

**SUISSE**

Mr A. PERLSTAIN  
Directeur, Office Fédéral de Métrologie,  
Lindenweg 50  
3084 WABERN/BE.

**REPUBLIQUE UNIE DE TANZANIE**

Mr M. KABALO  
Principal Inspector, Weights & Measures  
B.O. Box 313  
DAR ES SALAAM.

**TCHECOSLOVAQUIE**

Mr T. HILL  
Président, Urad pro normalizaci a mereni,  
Václavské náměstí c.19  
113 47 PRAHA 1 — NOVE MESTO.

**TUNISIE**

Mr F. MERDASSI  
Sous-Directeur des Prix  
et du Contrôle Economique,  
Ministère du Commerce,  
Direction des Prix et du Commerce Intérieur,  
1, rue d'Irak  
TUNIS.

**U.R.S.S.**

Mr L.K. ISSAEV  
Chef du Département de Métrologie,  
Gosstandart,  
Leninsky Prospect 9  
117049 MOSCOU.

**VENEZUELA**

Mr A. PEREZ GUANCHEZ  
Directeur,  
Servicio Nacional de Metrologia Legal  
Ministerio de Fomento,  
Av. Javier Ustariz, Edif. Parque Residencial  
Urb. San Bernardino  
CARACAS.

**YUGOSLAVIE**

Mr S. SPIRIDONOVIC  
Directeur Adjoint,  
Bureau fédéral des mesures et métaux précieux,  
Mike Alasa 14  
11000 BEOGRAD.

## PRESIDENCE

Président ..... A.J. van MALE, Pays-Bas  
1er Vice-Président  
2e Vice-Président

## CONSEIL DE LA PRESIDENCE

|                                                            |                                 |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| A.J. van MALE, Pays-Bas, Président.                        |                                 |
| V/Président                                                | V/Président                     |
| W. MUHE, Rép. Féd. d'Allemagne                             | H.W. LIERS, Rép. Dém. Allemande |
| A.O. MCCOUBREY, Etats-Unis d'Amérique                      | P. AUBERT, France               |
| G. SOUCH, Grande-Bretagne                                  | H.L.K. GOONETILLEKE, Sri Lanka  |
| A. PERLSTAIN, Suisse                                       |                                 |
| le Directeur du Bureau international de métrologie légale. |                                 |

## BUREAU INTERNATIONAL DE METROLOGIE LEGALE

|                      |                |
|----------------------|----------------|
| Directeur            | B. ATHANE.     |
| Adjoint au Directeur | Z. REFEROWSKI. |
| Adjoint au Directeur | S.A. THULIN.   |
| Ingénieur            | B. AFEICHE.    |
| Administrateur       | Ph. LECLERCQ.  |

## MEMBRES D'HONNEUR

|                                    |                                          |
|------------------------------------|------------------------------------------|
| † Z. RAUSZER, Pologne              | — premier Président du Comité provisoire |
| † A. DOLIMIER, France              |                                          |
| † C. KARGACIN, Yougoslavie         | } — Membres du Comité provisoire         |
| † N.P. NIELSEN, Danemark           |                                          |
| † M. JACOB, Belgique               | — Premier Président du Comité            |
| J. STULLA-GOTZ, Autriche           | — Président du Comité                    |
| G.D. BOURDOUN, U.R.S.S.            | — Vice-Président du Comité               |
| † R. VIEWEG, Rép. Féd. d'Allemagne | — Membre du Conseil de la Présidence     |
| † J. OBALSKI, Pologne              |                                          |
| H. KONIG, Suisse                   | — Vice-Président du Comité               |
| H. MOSER, Rép. Féd. d'Allemagne    | — Membre du Conseil de la Présidence     |
| F. VIAUD, France                   | — Membre du Conseil de la Présidence     |
| † J.A. de ARTIGAS, Espagne         | — Membre du Comité                       |
| M.D.V. COSTAMAGNA                  | — Premier Directeur du Bureau            |
| † V.B. MAINKAR, Inde               | — Membre du Conseil de la Présidence     |
| P. HONTI, Hongrie                  | — Vice-Président du Comité               |