Zur Geschichte der internationalen Mass- und Gewichtsbüreau's und der neuen Prototype des Meters und des Kilogramms

Autor(en): **Ris, F.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Bern**

Band (Jahr): **- (1890)**

Heft 1244-1264

PDF erstellt am: **27.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-319037

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

F. Ris.

Zur Geschichte
des
internationalen Mass- und Gewichtsbüreau's
und der
neuen Prototype des Meters und des Kilogramms.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 15. Februar 1890.)

Wie Ihnen wohl allen bekannt sein wird, ist im abgelaufenen Jahre eine grosse Arbeit von hoher wissenschaftlicher und technischer Bedeutung zum Abschluss gelangt, nämlich die Erstellung einheitlicher Prototype des Meters und des Kilogramms. Dieses wichtige Ereigniss verdient auch im Schoosse unserer Gesellschaft besprochen zu werden; ich glaube das am Zweckmässigsten thun zu können, indem ich Ihnen einen Ueberblick zu geben versuche über die verschiedenen und mannigfaltigen Bestrebungen und Vorarbeiten, welche endlich zur Errichtung des internationalen Mass- und Gewichtsbüreaus und zur Construction der Prototype führten. Gestatten Sie mir zunächst Ihnen über die Entstehung des metrischen Systems überhaupt einige Daten in Erinnerung zu rufen.

Am 8. Mai 1790 erliess die französische Nationalversammlung ein Dekret, in welchem der König ersucht wurde, die Regierung Grossbritanniens zu veranlassen, gemeinsam mit der Nationalversammlung, zur Fixirung einer natürlichen Mass- und Gewichtseinheit mitzuwirken, wobei nach dem Vorschlag Bouguer's die Länge des Secundenpendels in der Breite von 45° gewählt werden sollte. Der König sanctionirte dieses Dekret am 22. August 1790.

Eine von der französischen Académie des Sciences ernannte Commission bestehend aus Borda, Lagrange, Laplace, Monge und Condorcet, welche die Frage einer neuen Längeneinheit untersuchen sollte, erstattete unterm 19. März 1791 Bericht, in welchem vorgeschlagen wird, als eigentliche Längeneinheit den vierten Theil des Aequators oder eines Meridians zu nehmen und $^1/_{10,000,000}$ dieser Länge als gebräuchliche Einheit einzuführen. Da die Messung eines Meridianbogens mit grösserer Sicherheit auszuführen sei, als die Messung eines Bogens des Aequators, und da jedes Volk seinen Me-

ridian habe, während nur wenige Staaten am Aequator liegen, so wurde $^1/_{10,000,000}$ des Erdmeridian-Quadranten als Einheit gewählt, und die Nationalversammlung erliess am 26. März 1791 ein Dekret, welches die vorgeschlagene Längeneinheit adoptirte und welches am 30. März die königliche Sanction erhielt. Die Gelehrten Delambre und Méchain wurden nun beauftragt den Meridianbogen zwischen Dünkirchen und Barcelona zu messen, und am 10. Juni 1792 erliess der König noch eine Proklamation zum Schutze der vorzunehmenden Arbeiten.

Der Nationalconvent mochte den Schluss der Arbeiten nicht abwarten, denn schon am 18. Germinal III (7. April 1795) erliess er ein Gesetz, wonach die neue Masseinheit bereits eingeführt wurde, bevor man noch deren Länge genau kannte. Hiebei wurde die Länge des zukünftigen Meters angenommen zu 3′ 11‴, 44 der Toise von Peru. Diese neuen Masse sollten noch nicht obligatorisch sein, die Bürger werden aber eingeladen, einen Beweis ihrer Anhänglichkeit an die Einheit und Untheilbarkeit der Republik zu geben, indem sie sich schon von nun an der neuen Masse in ihren Rechnungen und in Kauf und Verkauf bedienten.

Das Gesetz verlangt ferner, dass ein einziges Urmass erstellt werden solle, und zwar ein Platinstab, auf welchem die genaue Länge des Meters abgetragen werden solle (sur laquelle sera tracé le mètre etc.), während das spätere Urmass ein Platinstab ist, dessen Endflächen die Länge des Meters bestimmen.

Frankreich beabsichtigte aber nicht nur für sich selbst ein neues Mass- und Gewichtssystem einzuführen, sondern dasselbe sollte auch allen andern Staaten zugänglich sein, und es beschloss die französische Regierung, die vorläufigen Arbeiten einer internationalen Commission zu unterbreiten, welche sich im Anfang des Jahres VII (Herbst 1798) vereinigen sollte. Die Commission bestand aber nur aus Abgeordneten von Sardinien, Toscana, Spanien, Dänemark und der batavischen, römischen, cisalpinischen, ligurischen und helvetischen Republik. Die Commission, an deren Arbeiten der helvetische Abgeordnete Tralles hervorragenden Antheil nahm, verificirte die Arbeiten der französischen Kommissäre und stellte die Länge des Meters fest auf 443‴,295936 der Toise von Peru (statt wie früher 443‴,44), wobei die Abplattung der Erde zu $^1/_{334}$ angenommen wurde, während dieselbe nach Bessel $^1/_{299}$ ist. Es darf hier wohl erwähnt werden, dass schon Delambre die Ansicht aussprach, dass die festgesetzte Länge des Meters um 0‴,032 zu kurz sei.

Durch das Gesetz vom 19. Brumaire VIII (10. Dezember 1799) wurde die Länge des Meters definitiv festgesetzt zu 3′—11‴,296; ferner wurden die unterm 4. Messidor im Gesetzgebenden Körper deponirten Masse eines Meters und eines Kilogramms aus Platin als definitive Urmasse anerkannt. (Es sind das diejenigen Masse, welche später als mètre und kilogramme des archives bezeichnet worden sind.) Endlich wurde beschlossen, um in der Nachwelt die Erinnerung an den Zeitpunkt, in welchem das metrische System zu seiner Vollendung gelangte, aufrecht zu erhalten, eine Medaille zu schlagen mit der Inschrift: «A tous les temps, à tous les peuples», während der Revers lautete: «République française, an VIII»*).

Copien des Meters und des Kilogramms, allerdings in sehr geringer Ausführung, wurden an befreundete Staaten abgegeben, und so besitzt die eidgen. Eichstätte noch heute einen Endmeter aus Eisen und ein Kilogramm aus Messing, welche im Jahre 1836 als Hauptgrundlagen der schweizerischen Mass- und Gewichtsordnung erklärt wurden.

Wie bei allen tief in die Gewohnheiten des täglichen Lebens einschneidenden Neuerungen musste es wohl lange gehen, bis das neue System sich einleben konnte. Sogar in Frankreich wurden im Jahr 1812 neben den eigentlichen gesetzlichen Massen noch andere Masse gestattet, z. B. 1′ = 1/3 m, 1 Elle von 1,2 dm; fortgesetzte Halbirungen des Liters, 1 ℔ = 500 g etc. und erst durch das Gesetz vom 4. Juli 1837 wurde bestimmt, dass vom 1. Januar 1840 an in Frankreich keine andern Masse gestattet werden, als die metrischen.

Wenn schon im Geburtsland des Meters die Ausbreitung dieses neuen Systems so langsame Fortschritte machte, so darf es uns nicht wundern, dass auch in andern Ländern die Einführung desselben auf bedeutende Schwierigkeiten stiess. Wir können hier nicht eintreten auf alle die Anstrengungen, die da und dort gemacht wurden, das neue System anzunehmen. Es sei mir indess gestattet, der höchst interessanten Abhandlung des Herrn Prof. Dr. Förster in Berlin: «Ueber gemeinsames Mass und Gewicht und den Pariservertrag vom 20. Mai 1875» folgende kurze Notizen über die Einführung in

*) Ausdrücklich sei betont, dass die Mitwirkung der fremden Gelehrten erst stattfand, als die eigentlichen Arbeiten beendigt waren. Die internationale Kommission hat also an der Herstellung des Meters nicht directen Antheil genommen, sondern ihre Aufgabe beschränkte sich auf die Controlle der bereits ausgeführten Arbeiten.

Deutschland zu entnehmen. (In Beziehung auf die Schweiz verweise auf meinen Artikel im Schweizerischen Volkswirthschaftslexicon unter Mass und Gewicht.)

Schon im Jahr 1861 einigte sich eine Commission von Sachverständigen, welche in Frankfurt zusammentrat, dahin, es sei in Deutschland das metrische System zu adoptiren. Preussen, das schon früher unter Bessel sein Mass- und Gewichtswesen besser geordnet hatte, erhob jedoch Widerspruch. Als dann in Folge der Ereignisse von 1866 der preussische Staat mehrere neue Provinzen erhielt, wurde die preussische Verwaltung geneigter, gemeinsam für alle Theile des neuen Staates das metrische System einzuführen. So entstand die Mass- und Gewichtsordnung des norddeutschen Bundes vom 17. August 1868, durch welche dann das metrische System, wenigstens in Nord-Deutschland, angenommen wurde, freilich auch noch mit Beibehaltung der fortgesetzten Halbirung des Liters, während in der neuen Mass- und Gewichtsordnung vom Jahr 1884 für das deutsche Reich auch diese fallen gelassen wurde.

Der wichtigste Punkt bei Aufstellung einer neuen Mass- und Gewichtsordnung ist wohl die Erstellung genauer Urmasse und deren Copien. Die meisten Staaten waren natürlich auf die französischen Urmasse angewiesen und daher wurden im Laufe der Zeit eine Reihe von Vergleichungen mit denselben und namentlich mit dem Meter ausgeführt. (Abordnung der Professoren Wild und Mousson nach Paris 1863 und 1864). Diese Copien waren aber durchaus nicht alle gleichwerthig, auch die Construction und Aufbewahrung des französischen Meters liess zu wünschen übrig, und so sagt Förster: «Die Folgen jener Sorglosigkeit haben sich bei der weitern Copirung solcher Copien lawinenartig gehäuft und bewirkt, dass, wenn einmal Normalmeter von verschiedenen Ländern unter einander zur Vergleichung kamen, dieselben häufig bis zu Zehntheilen des Millimeters abweichend befunden wurden.»

Bei der stets grösser werdenden Verbreitung des metrischen Systems musste daher der Gedanke an einheitliche Vorkehren zur Herstellung gleicher Urmasse nahe treten. Schon im Jahr 1867 verlangte Generallieutenant Dr. Bayer in Berlin in einer der Berliner Akademie der Wissenschaften übergebenen Abhandlung die Herstellung einer europäischen Institution, welche mit der Aufbewahrung eines gemeinschaftlichen Urmasses, sowie mit der beglaubigten Ausgabe von Copien desselben beauftragt werden sollte.

Im Herbst 1867 trat dann die zweite General-Conferenz der europäischen Gradmessung zusammen, und hier war es vor allem der Schweizer-Abgeordnete Dr. *Ad. Hirsch*, Director der Sternwarte in Neuenburg, welcher folgende Resolutionen befürwortete, die dann auch in der angegebenen Fassung angenommen wurden.

1. Die schon vor 3 Jahren anerkannte Nothwendigkeit der Versleichungen der bei der Gradmessung in Betracht kommenden Mass-Stäbe und Messtangen ist von Neuem hervorzuheben und zu deren Ausführung die Herstellung zweier Comparatoren, eines für Masstäbe und eines andern für Messtangen zu fordern, welche geeignet sein müssen, sämmtliche Masstäbe, sowohl Strich- als Endmasse zu vergleichen und die absoluten Ausdehnungs-Coefficienten derselben zu bestimmen.

2. Mit Aufstellung der bei den Massvergleichungen und bei der Construction der Comparatoren zu befolgenden Principien ist eine Special-Commission zu betrauen; die zu diesem Zweck vor 3 Jahren ernannte Commission (Bayer, Dove, Repsold) ist durch mindestens 6 den verschiedenen, bei der europäischen Gradmessung betheiligten Staaten angehörige Mitglieder zu verstärken und die permanente Commission ist beauftragt, diese neuen Mitglieder zu bezeichnen.

3. Die Commission empfiehlt der Conferenz nähere Untersuchungen über die mit der Zeit eintretende Veränderlichkeit der Ausdehnungs-Coefficienten der Masstäbe und deren eventuelle Berücksichtigung bei der Herstellung der neuen Urmasse.

4. Es ist im Interesse der Wissenschaft überhaupt und der Geodäsie insbesondere wünschenswerth, dass ein und dasselbe Mass- und Gewichtssystem mit Decimaltheilung in Europa angenommen werde.

5. Da unter den möglicherweise in Betracht kommenden Massen der Meter die grösste Wahrscheinlichkeit der Annahme für sich hat, so spricht sich die Conferenz für die Wahl des metrischen Systems aus.

6. Es wird empfohlen, das Metersystem, wo es eingeführt wird, ohne Änderung mit consequenter Durchführung der Decimaltheilung anzunehmen. Die Einführung des metrischen Fusses ist namentlich zu widerrathen.

7. Um für alle Zeiten und für alle Länder Europa's eine gemeinschaftliche Masseinheit so genau und unveränderlich als möglich zu definiren, hält die Conferenz die Herstellung eines neuen europäischen Normal-Meters für wünschenswerth. Die Länge dieses europäischen Meters sollte sich von der des ursprünglichen französischen mètre

des archives so wenig als möglich unterscheiden, und muss mit demselben auf das Genaueste verglichen werden. Bei Herstellung eines neuen Urmeters ist auf die leichte Ausführbarkeit der nothwendigen Vergleichungen besondere Rücksicht zu nehmen.

8. Die Herstellung des neuen Normalmeters, sowie die Anfertigung und Vergleichung der für die verschiedenen Länder bestimmten Copien würden am besten von einer internationalen Commission besorgt werden, in welcher die betheiligten Staaten vertreten wären.

9. Die Conferenz erklärt die Gründung eines europäischen internationalen Büreau's für Masse und Gewichte für wünschenswerth.

10. Die Conferenz stellt es den Bevollmächtigten anheim, obige Beschlüsse ihren hohen Regierungen zur Kenntniss zu bringen, und die permanente Commission wird beauftragt, deren Ausführung möglichst zu fördern.

Durch Annahme dieser Beschlüsse war der erste Schritt zur Gründung des internationalen Instituts gethan.

Das Journal officiel de l'empire français enthält in der Nummer vom 2. September 1869 einen Bericht des Landwirthschafts- und Handelsministeriums an den Kaiser. In demselben wird zunächst erwähnt, dass das Conservatoire des arts et métiers mit den nöthigen Apparaten ausgerüstet worden sei, um genaue wissenschaftliche Vergleichungen von Massen vorzunehmen. Die Gelehrten sprechen sich mehr und mehr zu Gunsten des metrischen Systems aus, und die Anzahl der Staaten, welche dasselbe bei sich einführen, wird stets grösser. Gelehrte verschiedener Länder seien in den letzten Jahren abgeordnet worden, um Vergleichungen mit den französischen Massen vorzunehmen. Der Aufbewahrung der französischen Urmasse wurde eine grössere Sorgfalt gewidmet; die Masse des Conservatoire, welche allein noch zu den Vergleichungen fremder Masse benützt werden sollen, wurden durch eine Special-Commission mit den Archivmassen genau verglichen. Die verschiedenen Weltausstellungen haben dazu beigetragen, das metrische System mehr und mehr bekannt zu machen, so dass schon in einem grossen Theile Europa's die Mehrzahl der Gelehrten und der Ingenieure dasselbe anwenden, obschon es nicht gesetzlich eingeführt sei. Hierauf werden die oben erwähnten Beschlüsse der internationalen geodätischen Commission mitgetheilt.

Eine ähnliche Eingabe ist auch von Seite der Akademie von St. Petersburg eingelangt. Ferner wird darauf hingewiesen, dass die englische Commission des étalons in ihrem Bericht darauf aufmerksam

gemacht habe, dass es nöthig sei, gesetzgeberische Massnahmen zu treffen, um die Einführung der metrischen Masse und Gewichte zu erleichtern, dass zu diesem Zweck genaue Copien der ursprünglichen französischen Masse hergestellt werden sollten, und dass weitere Copien zu erstellen seien, welche den Localbehörden zur Disposition zu stellen seien. Endlich wird noch erwähnt, dass auch die Regierung von Britisch-Indien schon im Jahr 1867 in einem längern Bericht gewünscht habe, eine genau verificirte Serie von metrischen Massen und Gewichten zu erhalten.

Alle diese Eingaben beweisen:

1. Die Vortheile des metrischen Systems.

2. Die Zweckmässigkeit auch für fremde Staaten, das metrische System anzunehmen oder dessen Gebrauch zu gestatten.

3. Die Nothwendigkeit für diese fremden Staaten, sich genaue Copien (étalons secondaires) der Urmasse zu verschaffen, welche nach genauer wissenschaftlicher Vergleichung dazu dienen können, in jedem Land den Gebrauch des metrischen Systems zu verallgemeinern.

Diese Übereinstimmung so vieler Gelehrten aller Stände, die allgemeine Huldigung, welche dem metrischen System gezollt wird, musste die Aufmerksamkeit der kaiserlichen Regierung erregen, und es wurde daher im Jahr 1868 eine Commission unter dem Präsidium von Marschall Vaillant niedergesetzt, welche berathen sollte, wie den Wünschen der fremden Regierungen Rechnung getragen werden könne, indem man Frankreich zugleich den Theil der Thätigkeit und der Initiative lasse, welcher ihm gebührt. Die Commission empfiehlt dem Kaiser, folgende Beschlüsse zu adoptiren:

1. Es soll vom Archivmeter eine legale Copie eines Strichmeters gemacht werden.

2. Diese Copie soll durch eine französische Commission, welcher Abgesandte der fremden Mächte beigegeben werden, ausgeführt werden.

3. Es soll eine Commission schon jetzt ernannt werden, welche sich mit den Vorarbeiten zu beschäftigen habe.

Endlich wird noch darauf hingewiesen, dass auch bei den ersten Arbeiten, welche mitten in den damaligen Stürmen ausgeführt worden seien, ausländische Gelehrte mitgewirkt hätten, und dass es heute bei dem allgemeinen Friedenszustand umsomehr angezeigt sei, auch Gelehrte aller derjenigen Länder, welche den Wunsch hätten, daran Theil zu nehmen, zu allen Studien und Beschlüssen beizuziehen, um so das nothwendige Zutrauen in die Genauigkeit der Copien der bis-

herigen Urmasse zu erwecken, während diese letztern die einzigen und unveränderlichen Urmasse bleiben sollen. Das Ministerium glaubt endlich, dass die Mittel des Conservatoire des arts et métiers, wo die Arbeiten concentrirt werden sollen, hinreichen werden, um diese wichtige Arbeit mit aller wünschbaren Genauigkeit und Schnelligkeit zu machen. Hierauf wurden die Vorschläge für die Commission gemacht und der Kaiser ersucht, die fremden Regierungen, welche wünschen solche Copien zu erhalten, einzuladen, ihre Delegirten zu den Arbeiten zu bezeichnen.

Man sieht aus diesem Bericht, dass die französische Regierung damals nur beabsichtigte, Copien des Meters herstellen zu lassen, und dass die alten Masse als solche in Kraft bleiben sollten. Die Regierung sowie die französischen Gelehrten waren jedenfalls noch weit entfernt, an die Errichtung eines internationalen Mass- und Gewichtsbüreau zu denken, sondern nur an eine bescheidene Mitwirkung fremder Gelehrten.

Wie die grosse Umwälzung von 1789 kommen musste, um auf dem Gebiet des Mass- und Gewichtswesens regenerirend zu wirken, so mussten vielleicht auch andere Stürme eintreten, um die Schöpfung eines so wichtigen Instituts zu ermöglichen.

Die französischen Mitglieder der internationalen Meter-Commission vereinigten sich zum ersten Mal am 9. November 1869 unter dem Vorsitz des Herrn Mathieu im Conservatoire des arts et métiers und beschäftigten sich in einer Reihe von Sitzungen mit verschiedenen Studien. Vor allem wurden die beiden Urmasse des Meters und des Kilogramms einer nähern Besichtigung unterzogen, um sich von dem Zustande derselben zu überzeugen. Während das Platinkilogramm zu keinen Aussetzungen Veranlassung gab, constatirten die Mitglieder, dass die eine Endfläche des Meters in der Nähe der Mitte eine kleine Einsenkung zeige, von welcher sie glaubten, dass dieselbe von Anfang an bestanden habe, während später Professor Wild aus Petersburg annahm, dass diese Einsenkung von den Contacten eines Comparators herrühre. Die Dimensionen des métre des archives sind: Breite 25 mm, Dicke 4,05 mm.

In Betreff des neuen Urmasses des Meters werden folgende Vorschläge angenommen: Der neue Meter soll ein Strichmass sein von genügendem Querschnitt, und sein Ausdehnungs-Coefficient soll möglichst nahe demjenigen des alten Meters gleichkommen. Nachdem verschiedene Materialien besprochen worden waren, einigte sich die Section

dahin, dass der Meter aus reinem Platin mit 10 % Iridium bestehen solle, wodurch eine bedeutend grössere Stärke erreicht werde, als bei reinem Platin.

Fizeau beschäftigte sich besonders mit der Bestimmung der Ausdehnungs - Coefficienten verschiedener Bruchstücke aus reinem Platin und Platin-Iridium und findet den Ausdehnungs-Coefficienten von durch St. Claire Deville hergestelltem Platin-Iridium zu 0,0000088, nachdem aber das Metall gewalzt und nachher ausgeglüht worden war, zu 0,000008911, während der Ausdehnungs-Coefficient des Platins, aus welchem der Archivmeter hergestellt ist, zu 0,00000865 angenommen wurde, so dass die Uebereinstimmung als genügend erachtet werden konnte.

Nachdem die französische Section noch eine Reihe von Untersuchungen über die zur Disposition stehenden Comparatoren ausgeführt und die Herstellung neuer Comparatoren besprochen hatte, wobei betont worden war, dass die Vergleichung des neuen Meters mit dem alten nur auf optischem Wege erfolgen dürfe, wurde endlich noch der Wunsch formulirt, dass der Archivmeter zum Ausgangspunkt gewählt werden möge, d. h. dass die ursprüngliche Definition des Meters ($^1/_{10,000,000}$ des Erdquadranten) fallen gelassen werde und die durch den mètre des archives repräsentirte Länge als wahrer Meter betrachtet werde.

Die *internationale Meter-Commission* versammelte sich zum ersten Mal am 8. August 1870. Vertreten waren an derselben 14 europäische und 8 amerikanische Staaten, nämlich: Oesterreich, Ungarn, Spanien, Kirchenstaat, Frankreich, Grossbritannien, Griechenland, Portugal, Russland, Norwegen, Schweden, Schweiz, Türkei, Italien, Columbia, Vereinigte Staaten, Ecuador, Peru, Chili, Venezuela, San Salvador, Nicaragua. Ausserdem hatten folgende Staaten ihre Repräsentanten bereits ernannt, konnten aber wegen der damaligen Ereignisse an der Conferenz nicht theilnehmen: Bayern, Belgien, Niederlande, Preussen, der Norddeutsche Bund und Württemberg.

Ungeachtet der kriegerischen Ereignisse hielt die Commission 6 Sitzungen ab vom 8. bis 13. August. Auf den Antrag von Struve, Director der Sternwarte in Pulkowa, wurde einstimmig folgender Beschluss gefasst:

«In Betracht der gegenwärtigen Umstände glaubt die internationale Meter-Commission, im wohlverstandenen Interesse ihrer Mission, jede definitive Beschlussfassung auf einen späteren günstigeren Zeitpunkt verschieben zu sollen.

Unterdessen soll die jetzige Session benützt werden, um unter dem Titel von Vorstudien die Grundzüge zu discutiren, nach welchen das neue Urmass des Meters construirt werden solle.

Die Commission ersucht die französische Regierung, dieselbe wieder zu berufen, sobald die Umstände es erlauben werden, und sie spricht den Wunsch aus, dass ihr Programm in dem Sinne erweitert werde, dass es auch alle Massnahmen umfasse, welche geeignet seien, dem metrischen System einen wahrhaft internationalen Charakter zu geben, und dass die neuen Prototype den Anforderungen des gegenwärtigen Standes der Wissenschaft entsprechen.»

Der letzte Passus hatte Veranlassung gegeben zu der Befürchtung, dass möglicher Weise die bisherige Länge des Meters nicht als Ausgangspunkt für den neuen Meter gewählt werden möchte. Der schweiz. Delegirte Dr. Hirsch in Neuenburg begründete in längerer Ausführung, dass die Zeit der Naturmasse vorbei sei, und dass wohl kein Gelehrter mehr daran denken würde, das neue Mass wieder aus den Dimensionen der Erde abzuleiten. Die Fundamentaleinheit könne nicht theoretisch definirt werden, sondern müsse durch eine materielle Länge, ein Urmass, dargestellt sein. Aber dieses Prototyp soll nach den Forderungen der Wissenschaft hergestellt werden, wobei es selbstverständlich sei, dass das neue Urmass mit dem alten möglichst übereinstimme.

Die Commission konnte unter den damaligen Verhältnissen nicht anders, als den vorgeschlagenen Antrag annehmen. Immerhin wurden sowohl in Beziehung auf die Construction des Meters als des Kilogramms eine Reihe von Beschlüssen gefasst, die aber nicht als verbindliche gelten konnten, sondern nur als Anträge an eine spätere Commission aufzufassen sind. Wir beschäftigen uns hier daher nicht näher mit denselben. Immerhin glaube ich doch folgende Punkte von allgemeinem Interesse hervorheben zu sollen.

Während einige Mitglieder der Ansicht waren, man sollte jetzt schon bestimmen, dass das Kilogramm direct von dem Archivkilogramm abgeleitet werde, machte Professor Wild namentlich auf die grossen Differenzen aufmerksam zwischen dem Gewicht des Kilogramms und dem Gewicht eines Kubik-Decimeters Wasser, die bis zu 300 mg betragen könne, was durch Miller bestritten wird, welcher höchstens eine Differenz von 11 mg annimmt.

Von Interesse mag noch sein zu erwähnen, dass in Beziehung auf das Material der Prototype auch auf die wenige Jahre vorher bei

uns gefundenen grossen Krystalle von Rauchtopas hingewiesen wurde, welche sich vielleicht zur Herstellung von Längenmassen ($^1/_2$ m.) und Gewichten eignen würden. So sind die früheren schweizerischen Urgewichte (das Urgewicht selbst und 2 Copien desselben, von denen die erste am eidgenössischen Polytechnikum in Zürich, die zweite auf der eidgenössischen Eichstätte in Bern aufbewahrt wird) Bergkrystallpfunde, welche in den Jahren 1865 bis 1867 durch Professor Wild, dem ersten Direktor der eidgenössischen Eichstätte, bestimmt wurden. Diese Gewichte haben in der That die Eigenschaft, unveränderlich zu sein, wie der Vortragende bei seinen Gewichtsvergleichungen im Jahr 1880 aufs Neue constatiren konnte.

Es macht auf Denjenigen, der die Verhandlungen dieser ersten Session der internationalen Meter-Commission liest, und sieht, mit welchem Fleiss und mit welchem Ernst diese so wichtigen Fragen der Metrologie besprochen wurden, einen eigenthümlichen Eindruck, wenn er daran denkt, von welchen kriegerischen Ereignissen diese Discussion begleitet wurde. Zwei Tage vor der Eröffnung der Session waren die Schlachten von Wörth und Spicheren geschlagen, die deutsche Armee rückte unaufhaltsam vor, Paris selbst in grosser Aufregung und dazwischen die wissenschaftliche Arbeit, bestimmt alle Völker auf dem Gebiete des Mass- und Gewichtswesens zu einigen.

Bevor die Commission ihre Sitzungen vertagte, wurde beschlossen, ein Comité des recherches préparatoires zu bilden, und als Mitglieder desselben wurden bezeichnet:

Die Mitglieder der französischen Section, ferner Airy, assistirt durch Chisholm aus England, Wrede (Schweden), Wild (Russland), Hirsch (Schweiz), Ibañez (Spanien), Steinheil (Bayern), Förster (Norddeutscher Bund), Lang (Östreich), Hilgard (Vereinigte Staaten von Nordamerika), mit der Einladung an alle übrigen Mitglieder der Commission, den Berathungen ebenfalls beizuwohnen. —

Die Ereignisse liessen die weitere Verfolgung dieser Fragen längere Zeit ruhen. Erst am 1. December 1871 trat die französische Section wieder zu einer Sitzung zusammen, um die Vorstudien wieder aufzunehmen. In wöchentlichen Sitzungen wurden namentlich folgende Punkte erörtert:

Zunächst machte Tresca Studien über die Art und Weise, wie die Striche auf Platin-Iridium am zweckmässigsten angebracht werden können. Er glaubt, eine matte Politur einer spiegelnden Politur vorziehen zu sollen, weil bei einer matt polirten Fläche die Striche

deutlicher seien. Die Striche sollen mit Diamant gezogen werden. Eingehende Versuche werden gemacht über die von Fizeau vorgeschlagene Methode der Vergleichung von Endmetern auf optischem Weg. Ebenso wird das Material, aus welchem die Prototype hergestellt werden sollen, eingehend studirt, da Zweifel ausgesprochen worden waren über die Homogeneität von Stäben aus Platin-Iridium. Endlich wurden auch noch Vorbereitungen getroffen zur Herstellung geeigneter Comparatoren, die in besondern Räumen, deren Temperatur während längerer Zeit constant erhalten werden kann, aufgestellt werden sollen.

Vom 2. bis 14. April 1872 finden 11 Sitzungen des *Comité des recherches préparatoires* statt. Aus den Verhandlungen hebe ich hervor die Mittheilungen von Fizeau über die Ausdehnungs-Coefficienten von edlen Metallen. Während Bayer bei einer Reihe von Metallen constatirt hatte, dass dieselben sich in Folge von molecularen Bewegungen im Laufe der Zeit ändern, wodurch Änderungen der Ausdehnungs-Coefficienten entstehen, welche bei Längenmassen von fataler Wirkung wären, bewies Fizeau aus seinen Untersuchungen, dass derartige Veränderungen nur vorkämen bei denjenigen Metallen, welche wie Zink, Zinn und andere, nach verschiedenen Richtungen ungleiche Ausdehnung besitzen, was bei den Krystallen des regulären Systems und also auch bei den edeln Metallen nicht der Fall ist. Die vorerwähnten Befürchtungen seien daher völlig unbegründet.

Indem ich hier die eigentlichen Beschlüsse übergehe, glaube ich dagegen noch Folgendes aus den interessanten Discussionen herausgreifen zu sollen.

Auf Veranlassung von Chisholm berichtet Fizeau über die sehr merkwürdigen Eigenschaften des Beryll, welcher im hexagonalen System krystallisirt. Dieser Körper zeigt eine sehr geringe Ausdehnung, die in der Richtung der Hauptaxe negativ ist, in einer dazu senkrechten Richtung dagegen positiv. Fizeau bestimmte die beiden Ausdehnungs-Coefficienten in der Richtung der Axe zu — 0,00000134, senkrecht dazu zu + 0,00000104. Wenn man daher einen Stab in der Richtung von 48° 32′ 30″ gegen die Hauptaxe schneiden würde, so müsste derselbe bei allen Temperaturen die gleiche Länge besitzen. Fizeau konnte wirklich constatiren, dass bei einem unter 54° 44′ gegen die Axe geschnittenen Stück die Länge sich nur unmerklich veränderte. Er glaubte, es sollte wohl möglich sein, Stücke von 20 cm Länge zu erhalten.

Die *internationale Meter-Commission* versammelte sich zu ihrer zweiten Session am 24. September 1872. (Dauer bis 12. October 1872). Vertreten waren an derselben 18 europäische und 9 amerikanische Staaten. Die Beschlüsse dieser Commission sind für die Arbeiten des spätern internationalen Comites massgebend, und es lohnt sich desshalb, etwas näher auf einzelne derselben einzugehen.

Was zunächst die Frage der Abstimmungen betrifft, so wurde bestimmt, dass im Allgemeinen jeder Anwesende eine Stimme habe, und dass die Abstimmungen offen geschehen sollen. Wenn 2 Mitglieder es verlangen, so soll die Abstimmung unter Namensaufruf erfolgen. Wenn aber 3, verschiedenen Staaten angehörende Mitglieder eine Abstimmung nach Staaten verlangen, so hat dieselbe in der Weise zu geschehen, dass die Vertreter derjenigen Staaten, welche mehr als 20 Millionen Einwohner zählen, 3 Stimmen (Deutschland, Grossbritannien, Spanien, Vereinigte Staaten von Nordamerika, Frankreich, Italien, Russland und Türkei), diejenigen der Staaten mit einer Bevölkerungszahl von 10 – 20 Millionen 2 Stimmen (Östreich und Ungarn) und diejenigen der kleinern Staaten (unter 10 Millionen) 1 Stimme haben (Argentinien, Belgien, Chili, Columbia, Dänemark, Ecuador, Griechenland, Niederlande, Peru, San Salvador, Päpstlicher Stuhl, Schweiz, Urugay, Venezuela, Schweden, Norwegen). Bei allen Abstimmungen kam aber nur das einfache Handmehr zur Anwendung.

Zur Vorberathung der verschiedenen Fragen wurden 11 Commissionen gewählt, welche meist sehr eingehende Referate abgefasst haben. Im Ganzen wurden 40 Resolutionen gefasst, von denen 21 auf die Construction und Vergleichung des Meters, 12 auf das Kilogramm Bezug haben, während 7 sich mit der weitern Vollziehung befassen. Es würde zu weit führen, hier alle die Resolutionen mitzutheilen, welche sich zum Theil auf die Vorarbeiten des Comité des recherches préparatoires stützen; es mag genügen, die Hauptpunkte zu erwähnen.

a. *in Beziehung auf den Meter:*

Der Meter soll vom früheren Archivmeter abgeleitet und als Strichmass ausgeführt werden, welches bei 0° die richtige Länge haben soll. Derselbe soll aus Platin-Iridium (90 % Pt und 10 % Ir) bestehen und die verschiedenen Meter, deren Zahl von der Commission noch zu bestimmen ist, sollen aus einem einzigen Gussstück hergestellt werden. Die Stäbe sollen vor ihrer Vollendung während mehrerer Tage auf eine möglichst hohe Temperatur gebracht werden. Die

Länge der Stäbe soll 102 cm betragen und den von Tresca vorgeschlagenen Querschnitt erhalten. Für diejenigen Staaten, welche es wünschen, sollen auch Endmeter hergestellt werden, welche denselben aber etwas stärkern Querschnitt haben, ihre Endflächen sollen durch sphärische Flächen von 1 m Radius gebildet werden. Jedem Meter sollen 2 auf's Sorgfältigste mit dem Luftthermometer verglichene Thermometer beigegeben werden. Der Ausdehnungs-Coefficient des Platin-Iridium, welches zur Construction der Meter verwendet wird, soll mit Hülfe der Fizeau'schen Methode bestimmt, ausserdem sollen diese Coefficienten auch aus der absoluten Ausdehnung der Meter selbst abgeleitet werden. Die bezüglichen Messungen sollen mindestens bei 5 verschiedenen Temperaturen, welche zwischen 0 und 40° liegen, ausgeführt werden. Die relativen Vergleichungen der einzelnen Prototype unter sich sollen mindestens bei 3 verchiedenen Temperaturen stattfinden. Zur Ausführung der Vergleichungen sollen zwei Comparatoren construirt werden: einer mit Längsverschiebung zum Ziehen der Striche und einer mit Transversalverschiebung der Stäbe zu den Vergleichungen. Die Vergleichungen haben zu geschehen sowohl in einer Flüssigkeit, als in Luft; doch soll der Archivmeter vor Schluss der Arbeiten in keine Flüssigkeit getaucht werden.

Aus einzelnen Berichten, sowie aus der allgemeinen Discussion ist wohl Folgendes besonders erwähnenswerth. Die Endflächen des Archivmeters wurden nochmals auf's Sorgfältigste studirt; mit Hülfe von microscopischen Untersuchungen, sowie durch microscopische Betrachtungen der Spiegelbilder von Spinnefaden konnte constatirt werden, dass die Endflächen jedenfalls äusserst geringe Änderungen im Laufe der Zeit erfahren hätten. Da es ausserdem nicht darauf ankomme, die ursprüngliche Länge des Meters in aller Vollkommenheit wiederherzustellen, sondern da es genügen werde, wenn die Länge des Prototyps innerhalb der Fehlergrenzen liege, welche auch bei Herstellung der verschiedenen Copien des Archivmeters aufgetreten waren, und welche auf 2 oder 3 μ geschätzt wurden, so muss nur verlangt werden, dass die neue Länge bis auf diesen Werth genau bestimmt wird, und die Commission ist der bestimmten Ansicht, dass das leicht zu erreichen sei, und dass also nichts befürchten lasse, dass die neue Bestimmung des Meters von der früheren wesentlich abweichen werde. Immerhin schlägt sie vor, in dieser Beziehung noch neue Studien zu machen.

In Bezug auf das *Material,* aus welchem die Meter hergestellt

werden sollen, hat der Chemiker Sainte-Claire-Deville in seinem vorzüglichen und klaren Bericht folgende Anforderungen gestellt:

1. Der Stoff soll nicht oxydirbar sein, unempfindlich gegen den Einfluss von Ozon, Schwefel, Chlor, Ammoniak, Wasser, Salzlösungen und sogar gegen einzelne Säuren und alkalische Verbindungen. Er soll der Rothglühhitze Widerstand leisten, und in derselben keine Veränderung irgend welcher Art erleiden.

2. Das Material muss eine grosse Härte haben, der Elasticitäts-Coefficient muss gross genug sein, damit eine bleibende Formveränderung nur unter dem Einfluss der stärksten Kräfte eintrete. Die Cohäsion soll bedeutend sein.

3. Wenn der Stoff amorph ist, so soll er nicht von selbst krystallinisch werden, ist er dagegen krystallinisch, so muss er im regulären System krystallisiren und darf seine Krystallform nicht ändern. Endlich soll er auch nicht oder doch nur wenig magnetisch sein, damit er keiner andern Kraft als der Schwerkraft unterworfen ist. Der Ausdehnungs-Coefficient soll möglichst klein sein. Da die Stäbe alle aus dem gleichen Stoff bestehen sollen, so muss derselbe völlige Homogeneität besitzen, damit alle Stäbe unter sich vollständig gleich sind; wird daher beschlossen, die Stäbe aus einem Metall herzustellen, so müssen dieselben alle aus ein und derselben Masse genommen werden, welche durch und durch homogen sein muss. Nachdem nun verschiedene Legirungen besprochen worden, untersucht Deville die vorgeschlagene Legirung von Platin und Iridium und findet folgende Vorzüge:

1. Die beiden Metalle krystallisiren im regulären System; sie haben dieselbe Dichte 21,15.

2. Die Legirungen derselben zu 10,20 und 30 % Iridium besitzen immer noch dieselbe Dichte; es findet also bei der Mischung gar keine Contraction statt, und es ist daher auch nicht zu befürchten, dass während des Schmelzens eine Trennung der Metalle stattfinde, so dass die ganze Masse völlig homogen sei, was directe Versuche bereits bewiesen haben.

3. Von allen Metallen (mit Ausnahme von Osmium und Arsenik) haben die beiden Metalle den kleinsten Ausdehnungs-Coefficienten, und derjenige der Legirung ist fast genau derselbe, wie der des Archivmeters. Der Ausdehnungs-Coefficient der Legirung ist ausserdem weitaus am genauesten bekannt, in Folge der vielfachen Versuche Fizeau's, und derselbe hat sich als absolut unveränderlich erwiesen.

4. Die Legirung besitzt eine grosse Härte und Festigkeit; der Elasticitätsmodul ist bedeutend, wie durch die Versuche von Tresca bewiesen wurde. Mit Diamant lassen sich sehr schöne Striche ziehen.

5. Wenn die Menge des Iridiums richtig gewählt wird, so lässt sich das Material leicht schmieden, und es lassen sich also die grössten Blöcke in jede beliebige Form bringen.

6. Platin und Iridium lassen sich verhältnissmässig leicht rein darstellen und in genügenden Mengen erhalten.

7. Die Legirung ist ebenso leicht schmelzbar, wie reines Platin,

8. Eine Analyse der Legirung ist mit Sicherheit auszuführen.

Wild hegt noch einige Zweifel in Betreff der vorerwähnten Eigenschaften und wünscht, dass noch einige weitere Untersuchungen gemacht werden; sollten seine Zweifel in Beziehung auf die Unveränderlichkeit der Legirung sich später als gerechtfertigt herausstellen so wünscht er, dass jedem Stab ein Stab aus Bergkrystall beigegeben werde (von z. B. 1 dm Länge).

Bezüglich der *Form der Meter* ist daran zu erinnern, dass, während in frühern Zeiten die Striche, welche eine Länge begrenzen sollen, auf der Oberfläche des Stabes angebracht waren, schon seit einer Reihe von Jahren vorgezogen wurde, die Striche auf der neutralen Fläche anzubringen, damit bei kleinen Durchbiegungen, wie sie beim Auflegen eines Stabes vorkommen, die Entfernung der Striche unverändert dieselbe Länge zeige. So bestehen z. B. das Urmass und die beiden Copien des Schweizerfusses aus etwas mehr als 3′ langen prismatischen Stäben, welche in der Entfernung von 3′ Höhlungen besitzen, welche bis auf die Mitte des Stabes hinabreichen und dort, also in der neutralen Ebene, eingelassene Goldstifte tragen, auf denen die Striche angebracht sind. Die Commission entschied sich auch hier dafür, dass die Striche auf der neutralen Ebene angebracht würden. Tresca hatte über die Form der Stäbe eingehende Studien gemacht. Bei der Construction der neuen Prototype handelte es sich um ein kostbares Material, es war also auch die Frage der Materialersparniss von ziemlicher Bedeutung, daneben soll aber der Stab die nöthige Starrheit und Unbiegsamkeit besitzen. Da es wünschbar ist, dass der Stab in beiden Lagen, wenn er auf seiner eigentlichen Grundfläche oder der Oberfläche aufruht, dieselbe Starrheit zeige, so kann nur ein Querschnitt gewählt werden, welcher von einem quadratischen abgeleitet ist. Ausserdem ist es endlich wünschbar, dass die Form des Stabes derart sei, dass er rasch die Temperatur der Um-

gebung annehme (zu welchem Zweck Wrede Stäbe in der Form von Röhren construirt hatte). Wie wichtig auch diese Bedingung ist, geht daraus hervor, dass eine Temperatur-Differenz von $0^0,01$ einer Längen-Differenz (bei Platin) von beinahe 0,1 μ entspricht. Tresca glaubte in der frühern Methode, nur einzelne Stellen der neutralen Fläche sichtbar zu machen, nicht unbedeutende Uebelstände zu finden, was ihn veranlasste zu verlangen, dass die ganze Fläche offen daliege. Diese Betrachtungen führten ihn dazu, die Profile in der Form eines H und eines X näher zu studiren, und aus den Resultaten seiner Studien überzeugte er sich, dass die Form eines X die zweckmässigste sei. Die von ihm vorgeschlagenen Dimensionen sind Höhe = Breite des Stabes 20 mm; das Profil soll so gewählt sein, dass die neutrale Fläche in halber Höhe liegt und eine Breite von 4 mm hat. Die oberen Schenkel haben überall eine Dicke von 3 mm; um den Schwerpunkt genau in halbe Höhe zu bringen, müssen die untern Schenkel etwas reducirt werden und erhalten nur eine Dicke von 2,723 mm; die untere Mittelfläche erhält so eine Breite von ca. 7 mm (genauer 6,954 mm). Die Fläche des Querschnitts ist somit 150,9 mm^2, d. h. 1,5 mal grösser als der Querschnitt des Archivmeters, woraus das Gewicht eines Stabes von 102 cm Länge folgt zu 3,255 kg, also im Maximum zu 3,40 kg. Aus den verschiedenen Formen, welche man dem Profil eines Stabes geben kann, berechnet Tresca die Grösse des Pfeils desjenigen Bogens, den ein Stab bildet, der an seinen Endpunkten unterstützt ist und der sich unter dem Einfluss einer Last P biegt, nach der Formel $f = \frac{5}{192} \frac{P.\ l^3}{2\ E.\ I.}$, wo l die Länge, E = Elasticitätsmoment, I das Trägheitsmoment ist. Der umgekehrte Werth $\frac{1}{f}$ kann als Mass der Starrheit betrachtet werden $\frac{1}{f} = \frac{192}{5} . \frac{2\ E.\ I.}{Pl^3}$. Wird der Stab nur dem Einfluss seines eigenen Gewichts überlassen, so ist $P = S\ \delta$, wo S = Fläche des Querschnitts und δ das Gewicht eines Stabes von der Länge l und der Fläche 1 ist. Dann ist das Starrheitsmass $\frac{1}{f} = \frac{192}{5} . \frac{2.\ E.}{l^3\ \delta} . \frac{I}{S}$, d. h. die Starrheit des Stabes ist proportional dem Quotienten aus dem Trägheitsmoment in die Fläche des Querschnitts. Daraus ergeben sich folgende Vergleichungen (vide folgende Tabelle), woraus hervorgeht, dass der gewählte Querschnitt im Vergleich zur Masse wirklich die günstigsten Verhältnisse zeigt.

Querschnitt	Fläche S mm²	Trägheitsmoment I	$\frac{I}{S}$		
Rechteck von 25 mm Breite und 4 mm Höhe) (Archivmeter)	$100.\ 10^{-6}$	$0{,}113.10^{-9}$	$1{,}33.10^{-2}$	=	1.
Quadrat von 20 mm Seite	400.	13,333.	33,33	=	25,00
H von 20 mm Höhe	167,08	5,522.	33,05	=	24,79
X von 20 mm Höhe	150,92	5,213.	34,53	=	25,90

Wird der Stab bei den Vergleichungen auf zwei Cylinder gestellt, damit er sich leicht ausdehnen und die Temperatur sofort annehmen kann, und ist die Distanz der beiden Cylinder nach den Untersuchungen Bessels = 0,559380 der Gesammtlänge, so berechnet Tresca den Pfeil zu 8,63 μ. Bei einer so minimen Biegung darf also wohl unbedenklich angenommen werden, dass eine Aenderung der Länge zwischen den auf der neutralen Fläche gezogenen Strichen unmerklich ist.

Für die Endmeter wird das gleiche Profil vorgeschlagen, nur mit dem Unterschied, dass die Form vollständig symmetrisch sei, damit die Endflächen auch in der Mitte der Höhe liegen. Zur grösseren Sicherheit wird die Dicke des horizontalen Mittelstücks zu 4 statt zu 3 mm angenommen.

Ein fernerer Vorzug des vorgeschlagenen Profils besteht darin, dass die Thermometer, welche bei der Vergleichung auf den Stäben liegen, fast vollständig von dem Metall des Stabes eingeschlossen sind, wodurch die Temperatur des Stabes sicherer angegeben werden muss. Endlich wird noch darauf aufmerksam gemacht, dass die Bearbeitung keine übergrossen Schwierigkeiten darbiete, da die Stäbe gehobelt werden können, was nicht der Fall wäre, wenn nur einzelne Theile der neutralen Fläche offen daliegen würden.

b. In Beziehung auf das Kilogramm wurden folgende Beschlüsse gefasst: In Erwägung, dass die einfache Beziehung zwischen Gewicht und Volumeneinheit durch das bisherige Kilogramm für die Bedürfnisse der Industrie und sogar für die gewöhnlichen Bedürfnisse der Wissenschaft hinreichend genau hergestellt sei, dass es für die Wissenschaft vollständig genügend sei, wenn eine möglichst vollkommene Bestimmung dieses Verhältnisses gemacht werde, und in Berücksichtigung der Schwierigkeiten, welche eine Aenderung der Gewichtseinheit nach sich ziehen würde, wird beschlossen, dass das neue

Kilogramm aus dem alten in seinem gegenwärtigen Zustand abgeleitet werde.

Die wahre Gewichtseinheit ist das Gewicht des internationalen Kilogramms im luftleeren Raum. Das Material desselben ist das nämliche wie das des Meters; seine Masse soll vollständig homogen sein; seine Form ist die des Archivkilogramms, d. h. ein Cylinder von gleicher Höhe und Durchmesser, dessen Kanten leicht abgerundet sind. Das Gewicht eines Kubik-Decimeters Wasser soll durch die internationale Commission bestimmt werden. Die Volumina aller Kilogramme sollen durch hydrostatische Wägungen ermittelt werden, doch darf das Archivkilogramm vor Beendigung aller Operationen weder in Wasser noch in den leeren Raum gebracht werden.

Jedes Kilogramm soll mit dem Archivkilogramm in der Luft verglichen werden und ebenso sollen alle Kilogramme, sowohl im lufterfüllten als im luftleeren Raum mit dem neuen internationalen Kilogramm verglichen werden.

Auch hier ist wieder der vollständige und klare Bericht von Deville hervorzuheben betreffend Material und Form des Kilogramms. Er verlangt: 1. dass der Stoff ebenso unveränderlich sei, wie derjenige des Meters. 2. Derselbe soll möglichst wenig Luft verdrängen, d. h. möglichst dicht sein. 3. Der Stoff, aus dem das Kilogramm bestehen soll, muss hart, elastisch und schmiedbar sein. Endlich sei es wünschbar, dass der Stoff möglichst wenig von dem des Archivkilogramms differire. Nachdem er in Beziehung auf die verlangten Eigenschaften eine Reihe von Stoffen, welche hier in Frage kommen können, besprochen, beweist er an der Hand eigener und anderer Untersuchungen, dass wieder Platin-Iridium der geeignete Stoff sei. Von andern Stoffen, deren Eigenschaften er untersucht, wird uns im Besondern der Bergkrystall interessiren, und Deville findet folgende Nachtheile desselben. Seine Dichte, 2,650, ist zu klein; das Volumen eines Bergkrystall-Kilogramms würde 377,8 cm^3 betragen gegen 48,65 bei Platin. Nun ergeben sich aber bei Wägungen in der Luft, wegen der allfälligen Veränderungen derselben in Beziehung auf Temperatur, Druck und Feuchtigkeit, leicht Unsicherheiten, namentlich auch weil Quarz ein schlechter Leiter der Wärme ist; im Fernern wird Quarz auch durch Reibung elektrisch, was leicht andere Nachtheile haben kann. Wild entgegnet ihm hierauf, dass Quarz den grossen Vortheil hätte, ungefähr gleiches Volumen zu haben, wie die in neuerer Zeit häufiger angewendeten Gewichte von Glas oder Porcellan, ausserdem zeichne sich Quarz durch weit grössere Härte aus.

In Beziehung auf reines Platin theilt Deville noch Folgendes mit. Es ist bekannt, dass Palladium eine beträchtliche Menge von Wasserstoff aufzunehmen im Stande ist. Auch reines Platin besitzt bei hoher Temperatur die Eigenschaft Wasserstoff und in bedeutend geringerem Mass Stickstoff zu absorbiren. Um auch in dieser Beziehung sicher zu gehen, hat die französische Section einen Platin-Iridium-Würfel an die Kathode eines Voltameters gebracht, und es wurde auch nicht die geringste Wasserstoffaufnahme beobachtet. Endlich theilt er aus Versuchen von Stas mit, dass weder Alkohol, noch Wasser, noch die Erwärmung bis zu Temperaturen von 250—350° noch endlich die Erwärmung bis zur Rothglühhitze (sofern das Platin gegen directen Eingriff der Flamme geschützt ist) von irgend welchem Einfluss gewesen sind.

In Beziehung auf die Ausführung der Arbeiten werden folgende Beschlüsse gefasst:

In Berücksichtigung, dass die Einheit im Mass- und Gewichtswesen nur dann erhalten werden kann, wenn alle Staaten, welche das metrische System angenommen haben, auch identische Prototype besitzen, wird beschlossen, dass so viele identische Prototype des Meters und des Kilogramms angefertigt werden sollen, als die betreffenden Staaten verlangen; alle diese Prototype sollen auf's genaueste verglichen werden, und aus allen Prototypen des Meters und des Kilogramms soll je eines als eigentliches Urmass ausgewählt werden, auf welche die übrigen zu beziehen sind.

Die Herstellung der neuen Masse, das Ziehen der Striche auf den Metern, die Vergleichung der neuen Prototype mit denjenigen des Archivs werden der französischen Section anvertraut unter der Mithülfe eines permanenten Comités, welches aus der Mitte der Commission gewählt und aus 12 verschiedenen Staaten angehörenden Mitgliedern bestehen soll.

Die Commission bringt der französischen Regierung zur Kenntniss, dass es im höchsten Grade wünschbar sei, in Paris ein internationales Mass- und Gewichtsbüreau zu gründen, welches als neutrales Institut betrachtet, auf gemeinsame Kosten unterhalten und unter dem permanenten Comité und der internationalen Commission stehen würde. Die Aufgaben desselben werden näher präcisirt. Die französische Regierung wird ersucht, diesen Wunsch der Commission den verschiedenen Staaten zu übermitteln.

Endlich wird noch beschlossen, dass dem internationalen Meter 4 identische Meter beigegeben werden, dass diese Stäbe so aufbewahrt werden sollen, dass sie den geringsten Temperaturschwankungen ausgesetzt sind und dass entsprechende Stäbe aus Quarz oder Beryll angefertigt werden. Die französische Regierung wird zum Schlusse ersucht, zu geeigneter Zeit eine der frühern französischen Grundlinien zu messen.

Nachdem noch das 12-gliedrige Comité permanent gewählt worden war, in welchem man mehrere Mitglieder vermisst, welche sich in hervorragender Weise an den Berathungen betheiligt hatten, wurde die denkwürdige Session geschlossen.

Aus den einlässlichen Sitzungsprotokollen der Commission könnte leicht geschlossen werden, dass die Berathungen zumeist im Frieden stattgefunden hätten. Das scheint auch der Fall gewesen zu sein, bei allen rein wissenschaftlichen Fragen. Die Berathungen über die Fragen, wem die eigentlichen fundamentalen Arbeiten zu übertragen seien, und ganz besonders über die Errichtung eines internationalen Büreaus waren dagegen oft sehr stürmisch. Aus den im eidgenössischen Archiv befindlichen Acten geht hervor, dass im Schoosse der Commission zwei Parteien sich befehdeten. Die französischen Mitglieder und mit ihnen verschiedene andere Abgeordnete, z. B. die diplomatischen Vertreter der mittel- und südamerikanischen Republiken, waren bestrebt, Frankreich das Uebergewicht zu sichern, zu welchem Zweck die Errichtung eines internationalen Instituts möglichst verhindert, oder wenigstens die demselben zuzuweisenden Aufgaben möglichst beschränkt werden sollten. Auf der andern Seite waren es die Delegirten aus Deutschland, Östreich, Russland, Italien und der Schweiz, welche fest hielten an dem Gedanken, dass, wenn ein einheitliches Mäss- und Gewichtssystem angestrebt werde, auch die Grundlagen desselben, die Urmasse, nur durch gemeinsame Arbeit hergestellt werden müssen. Dabei anerkannten aber diese Mitglieder doch voll und ganz an, dass Frankreich, dem wir ja das metrische System verdanken, eine Präponderanz zukommen müsse, wesshalb auch der französischen Section gewisse wichtige Arbeiten übertragen wurden und von vornherein in Aussicht genommen war, dass der Sitz des Instituts in Paris sein solle. Wie gross aber das Misstrauen gegen die damaligen französischen Mitglieder der Commission war, geht z. B. auch daraus hervor, dass von Seite einiger Mitglieder die Frage allen Ernstes ventilirt wurde, ob nicht für den Fall, dass keine befriedigende Uebereinkunft erzielt würde, das internationale Mass- und Gewichtsbüreau in der Schweiz

seinen Sitz haben könnte. Erst der Einwirkung des Präsidenten der französischen Republik auf die französischen Delegirten ist es gelungen, dieselben zu bestimmen, auf die Propositionen der übrigen Mitglieder einzutreten, indem er das Interesse, das Centrum für Mass und Gewicht in Frankreich zu erhalten, höher stellte, als die Interessen des Conservatoire des arts et métiers. Immerhin gelang es den französischen Delegirten, die Delegirten der Schweiz und Italiens, welche ebenfalls auf der Liste der Mitglieder standen, welche das permanente Comité bilden sollten, zu eliminiren.

Das *permanente Comité,* welches General Ibañez zum Präsidenten und Bosscha zum Secretär gewählt hatte, versammelte sich, gemäss den gefassten Beschlüssen zweimal, vom 1. bis 10. Oclober 1873 und 6. bis 17. October 1874. An den Sitzungen desselben nahmen indessen die Vertreter von Deutschland, Östreich und Russland nicht Theil, weil sie von ihren Regierungen hiezu nicht autorisirt wurden, bis die Frage der Errichtung eines internationalen Büreau's entschieden sei. Andere Regierungen (worunter auch die schweizerische) weigerten sich, Bestellungen auf Prototype zu machen, ebenfalls bis nach dem Entscheid der erwähnten Frage. Es sollte dadurch auf die französische Section sowohl, wie auf die französische Regierung ein Druck ausgeübt werden, um endlich diese wichtige Frage zum Abschluss zu bringen. Zwar hatte schon im Anfang des Jahres 1873 die französische Regierung eine bezügliche Mittheilung an die Staaten erlassen, worin z. B. die Kosten der Errichtung eines internationalen Büreaus auf 500,000 Fr. angegeben wurden; allein die Sache blieb wieder liegen, so dass das permanente Comité sich an die französische Regierung wandte mit dem Ersuchen um Einberufung der internationalen diplomatischen Conferenz. Die französische Regierung adressirte im December 1873 neuerdings eine Anfrage an die Regierungen, und dennoch blieb auch diessmal die Frage liegen, so dass das permanente Comité sich genöthigt sah, sich nochmals an die französische Regierung zu wenden. Der Antrag von General Ibañez, der von dem Comité unverändert (allerdings nicht einstimmig) angenommen wurde, lautet:

«In Berücksichtigung der grossen Anzahl günstiger Antworten, welche von den interessirten Staaten bezüglich der Abhaltung einer diplomatischen Conferenz eingelangt sind, und welche die Aufgabe haben sollte, das Comité in den Stand zu setzen, die ihm obliegenden Aufgaben zu erfüllen; in Berücksichtigung, dass bei dem vorge-

schrittenen Stand der Arbeiten der französischen Section dieselbe die Mitwirkung des Comités nicht mehr nöthig habe, welche sich von nun an darauf beschränken sollte, die wissenschaftlichen Untersuchungen auszuführen, die ihm von der Commission anvertraut worden sind, beschliesst:

1. Das Büreau wird beauftragt, sich an die französische Regierung zu wenden mit dem Gesuch, in möglichst kurzer Frist die diplomatische Conferenz nach Paris einzuberufen.

2. Nach dem Schluss dieser Session wird das Comité sich nicht wieder versammeln, bis es Kenntniss von den Beschlüssen der diplomatischen Conferenz erhalten hat, nachdem dieselben von den betheiligten Regierungen sanctionirt worden sind.

3. Das Büreau wird der französischen Section und den Mitgliedern der internationalen Meter-Conferenz Kenntniss von diesem Beschluss geben.»

Die französische Section hatte sich nämlich in der Zwischenzeit mit aller Energie an die Arbeit gemacht. Schon am 6. Mai 1873 wurde in Gegenwart des Präsidenten der Republik eine erste Legirung von Platin-Iridium hergestellt im Gewicht von 10 kg, welche zur Anfertigung von Metern diente und welche verschiedenen Studien und Untersuchungen unterworfen wurde. Von grösserem Interesse sind die von Broch und Tresca in der Sitzung vom 30. September 1873 mitgetheilten Untersuchungen über den Molecularzustand der Stäbe. Zu diesem Zweck wurde ein Stab an den Enden unterstützt und in der Mitte belastet (mit im Ganzen 8,05 kg), wobei die Grösse der Einsenkung bei verschiedener Belastung durch Kathetometer bestimmt wurde. Der Stab wurde dann während 8 Stunden in lebhafter Rothglühhitze erhalten und hierauf wieder den gleichen Versuchen unterworfen. Es wurde constatirt, dass die Einbiegungen genau denselben Werth erreichten, dass also der Elasticitäts-Coefficient unverändert geblieben war, woraus der Schluss gezogen wurde, dass die so angefertigten Stäbe in einem vollständigen Zustande des molecularen Gleichgewichts sich befänden, der auch späterhin keine Veränderungen mehr erleiden würde.

Nun wurden alle Vorbereitungen zu dem grossen Guss von 250 Kilogramm getroffen, welcher am 13. Mai 1874 in Gegenwart mehrerer Mitglieder der internationalen Commission vorgenommen wurde. Bekanntlich erwies später die chemische Analyse, dass das gewonnene Metall nicht die nöthige und verlangte Reinheit besitze, um zu den

Prototypen des Meters verwendet zu werden. Aus späteren Analysen und Untersuchungen geht nämlich hervor, dass die Legirung circa 3 % fremde Stoffe enthalte, worunter $2^1/_2$ % flüchtige und oxydirbare Stoffe, und dass die Dichte variire zwischen 21,09 und 21,01 statt 21,55 des reinen Platin-Iridiums. Diese grossen Mängel, worunter auch der zu geringer Homogeneität sind wohl vielleicht dem Umstand zuzuschreiben, dass die französische Section mit einer gewissen Hast arbeitete. Sie wollte die Arbeiten soweit als möglich fördern, um so das drohende internationale Büreau, welches in ihren Augen für die französischen Gelehrten etwas Demüthigendes hatte, vielleicht unnöthig zu machen. Der energischen Initiative des Generals Ibañez, sowie dem Fernbleiben verschiedener Commissäre ist es wohl zu danken, dass endlich die diplomatische Conferenz einberufen wurde.

Die *diplomatische Meter-Conferenz* wurde am 1. April 1875 eröffnet. An derselben nahmen theil 15 europäische Staaten (Deutschland, Oesterreich-Ungarn, Belgien, Dänemark, Spanien, Frankreich, Grossbritannien, Griechenland, Italien, Niederlande, Portugal, Russland, Schweden und Norwegen, Schweiz, Türkei) und 5 amerikanische Staaten (Brasilien, Argentinien, Vereinigte Staaten von Nord-Amerika, Peru, Venezuela). Ausser den diplomatischen Vertretern hatten die meisten Staaten wissenschaftliche Delegirte abgeordnet. In der ersten Sitzung wurde auf den Antrag des schweizerischen Vertreters, Herrn Minister Dr. Kern, beschlossen eine Commission, bestehend aus sämmtlichen Special-Delegirten zur Vorberathung der verschiedenen Anträge zu bilden.

In der allgemeinen Umfrage, die in der ersten Sitzung der Special-Delegirten (11. März) gehalten wurde, erklärten 5 (Deutschland, Spanien, Italien, Russland und die Schweiz) von ihren Regierungen autorisirt zu sein, für die Errichtung eines internationalen Instituts stimmen zu können. 4 Delegirte (Grossbritannien, Griechenland, Niederlande und Peru) haben die entgegengesetzte Instruction erhalten und 6 Staaten hatten keine bestimmte Instruction ertheilt. Der Präsident der Commission Dumas erklärte im Namen seiner Regierung, dass sich dieselbe der Ansicht anschliessen werde, welche in der Commission die Oberhand erhalte. Auf den Vorschlag des Präsidenten sollen die verschiedenen Gruppen zunächst besonders berathen nnd sich auf bestimmte Vorschläge einigen.

In der folgenden Sitzung (9. März) lagen die beiden Projecte vor. Das erste, welches auf Gründung eines internationalen Instituts

abzielt, war unterzeichnet von den Vertretern der schon oben erwähnten Staaten und ausserdem von den Vertretern von Oesterreich-Ungarn und den Vereinigten Staaten von Nordamerika (7 Vertreter).

Das zweite Project war unterzeichnet von Holland, Dänemark, Grossbritannien, Peru, Portugal, Schweden, also von 6 Staaten. Nach diesem Projekt wurde ein permanentes Comité vorgesehen, welchem für die Zeitdauer der Arbeiten ein besonderes Local zur Verfügung stehen sollte. Die internationalen Prototype sollten in einem besondern Dépôt aufbewahrt werden, welches als neutral erklärt und zu welchem drei Vertreter des diplomatischen Corps in Paris die Schlüssel hätten. Dem Dépôt sollte ein Director vorstehen, welchem das nöthige Personal (Buchhalter, Mechaniker und Abwart) beigegeben würde. Die Aufgabe des Comité hätte nur darin bestanden, von Zeit zu Zeit und in ängern Zwischenräumen die internationalen Prototype zu verificiren. Die Vergleichungen der Prototype sollten durch den Director geschehen, welcher zu diesen Arbeiten nur Copien der internationalen Prototype hätte benützen dürfen. Das zweite Projekt wollte also die Erstellung der neuen Urmasse ganz dem Conservatoire des arts et métiers überlassen, und von der Gründung einer permanenten wissenschaftlichen Institution, welchem die Lösung aller metrologischen Fragen obliegen sollte, völlig abstrahiren. Der eifrigste Verfechter dieses Projectes war der Delegirte Holland's (Bosscha), ausserdem General Morin, der Vorsteher des Conservatoire, welcher Portugal vertrat.

Der Präsident der Commission versuchte vergeblich, die Anhänger der beiden Projekte dazu zu bestimmen, sich auf ein einziges Projekt zu vereinigen. Eine Special-Commission von 3 Mitgliedern wurde zwar beauftragt, wenn möglich ein solches Project auszuarbeiten, aber die Ansichten waren zu sehr verschieden. Beide Gruppen arbeiteten neue Projecte aus, und die Anhänger der zweiten Gruppe gingen so weit, ein internationales Institut vorzuschlagen, welchem aber nur die Arbeit der ersten Vergleichung der Prototype zugewiesen worden wäre, während in einem besondern Artikel vorgesehen worden war, dass diejenigen Staaten, welche nach Abschluss der Arbeiten ein bleibendes metrologisches und internationales Institut beibehalten wollen, unter sich eine Separat-Convention zu diesem Zweck abschliessen können. Eine weitere Verständigung war von den Anhängern der beiden Projekte nicht zu erwarten. Da ergriff in der 6ten Sitzung vom 23. März auch der Präsident Dumas das Wort, während bisher die französischen Delegirten sich an der Discussion nicht betheiligt hatten (mit Aus-

nahme von Morin, dem Vertreter Portugals). Er theilte mit, dass seine Regierung, in Berücksichtigung des eminenten wissenschaftlichen Characters des metrischen Systems, welches sowohl im Interesse der Völker, die dasselbe adoptirten, als im Interesse der Wissenschaft stets auf der höchsten Stufe der Vollkommenheit zu erhalten sei, der Ansicht sei, dass das zu gründende Institut ein wissenschaftliches Institut ersten Ranges sein müsse. Dasselbe müsse bleibend sein, um nicht blos die bereits angefangenen Arbeiten vollenden zu können, sondern um auch alle diejenigen Arbeiten auszuführen, welche die Ausbreitung des metrischen Systems und die Fortschritte der metrologischen Wissenschaft verlange. Damit dasselbe auch wirklich den gestellten Anforderungen entsprechen könne, müsse dieses Institut international und neutral sein. Die französische Regierung erkläre sich daher als Anhänger des ersten Projectes.

Die beiden Projecte wurden nun der diplomatischen Conferenz unterbreitet, nachdem noch die Vertreter Belgiens, Frankreichs und Schwedens und Norwegens dem ersten Project zugestimmt hatten.

In der Conferenz referirte Dumas in ausgezeichneter Weise über die Berathungen der Special-Delegirten, indem er nach einem kurzen historischen Rückblick die beiden Projecte eingehend beleuchtete und die Vortheile des ersten Projectes klarlegte. Bei der Abstimmung ergab sich, dass 14 Staaten (ausser den früher genannten noch Brasilien, Argentinien, Peru und Venezuela) dem ersten Projecte zustimmten, und nur 2 Staaten (Holland und Grossbritannien) dem 2ten Project, während 4 Staaten (Dänemark, Griechenland, Portugal und die Türkei) sich das Protocoll offen behielten. Die Convention wurde unterzeichnet am 20. Mai 1875 durch 17 Staaten, indem nachträglich sich derselben noch anschlossen Dänemark, Portugal und die Türkei, während Brasilien später die Convention nicht ratificirte, so dass 16 Staaten schliesslich derselben beitraten.

Damit war die Gründung des internationalen Mass- und Gewichtsbüreaus beschlossene Sache, und um ja keine Zeit zu verlieren, wurde das in der Convention vorgesehene internationale Comité (bestehend aus 14 Delegirten) eingeladen, sofort in Function zu treten.

Es darf wohl hier hervorgehoben werden, welchen Antheil die Schweiz an der Gründung des internationalen Büreaus hat. Nicht nur hat der schweizerische Delegirte, Prof. Ad. Hirsch, im Jahr 1867 an der internationalen geodätischen Conferenz den eigentlichen Anstoss zur Gründung eines solchen Instituts gegeben, sondern er hat auch in den

verschiedenen Commissionen mit Energie, Geschick und grosser Wärme seine Ansichten vertheidigt. Er durfte um so fester für den internationalen Gedanken eintreten, als er sich in vollständiger Uebereinstimmung wusste mit dem hohen schweizerischen Bundesrathe, von welchem er die nöthigen Instructionen erhalten hatte. Aber auch der diplomatische Vertreter der Schweiz, Minister Dr. Kern, hat in die Verhandlungen mit starker Hand eingegriffen; in schwierigen und kritischen Momenten war er es, der die Geister wieder zu beruhigen und zu einigen suchte, und er hat sich dadurch wesentliche Verdienste um die Meter-Convention erworben. Das wurde denn auch von den Anhängern des ersten Projectes anerkannt, und dieser Anerkennung wurde Ausdruck gegeben in einer die Gefühle wärmsten Dankes aussprechenden Adresse, welche von den Special-Delegirten von Deutschland, Östreich, Belgien, Spanien, Italien, Norwegen, Russland und der Schweiz unterzeichnet ist.

Fügen wir hier noch bei, dass seither folgende Staaten der Meter-Convention vom 20. Mai 1875 beitraten: Serbien (1879), Rumänien (1882), Grossbritannien (1884) und Japan (1885), so dass gegenwärtig die Convention zwischen 20 Staaten (resp. 22, wenn Östreich-Ungarn und Schweden und Norwegen getrennt gezählt werden) abgeschlossen ist.

Die Grundzüge der Convention sind folgende:

Es wird auf gemeinsame Kosten in Paris ein internationales Mass- und Gewichtsbüreau errichtet, welches unter der Direktion eines internationalen Comités und unter der General-Conferenz für Mass und Gewicht steht, welche durch Delegirte aller beigetretenen Staaten gebildet wird. Präsident dieser Conferenz ist der jeweilige Präsident der Academie der Wissenschaften in Paris. Das Büreau hat folgende Aufgaben:

1. Die Vergleichungen der neuen Prototype des Meters und des Kilogramms.

2. Die Aufbewahrung der internationalen Prototype.

3. Die periodische Vergleichung der nationalen mit den internationalen Prototypen und der zugehörenden Normalthermometer.

4. Die Vergleichung der neuen Prototype mit den Urmassen derjenigen Länder, welche das metrische System nicht adoptirt haben.

5. Die Vergleichung der geodätischen Masstäbe.

6. Die Vergleichung solcher Präzisionsmasse, deren Vergleichung gewünscht wird, sei es durch Regierungen oder durch gelehrte Gesellschaften, sei es durch private Gelehrte.

Das Büreau besteht aus einem Director, 2 Adjuncten und den nöthigen Gehülfen. Die Prototype werden im internationalen Büreau deponirt und nur das internationale Comité hat Zutritt zu dem Dépôt. Die Kosten werden auf die beigetretenen Staaten vertheilt nach einer Scala, welche sich auf die Bevölkerungsziffer gründet. Neu beitretende Staaten haben einen vom Comité zu bestimmenden Beitrag zu leisten, welcher verwendet werden soll zum Unterhalt des wissenschaftlichen Materials.

Nach dem angehängten Reglement sollen die Kosten für den Bau und die Instrumente die Summe von Fr. 400,000 nicht übersteigen. Für die erste Periode, d. h. bis zur Ablieferung der Prototype beträgt das jährliche Budget Fr. 75,000, darf aber auf Fr. 100,000 gebracht werden, welche Summe auch bisher stets gewährt wurde. Für die folgende Periode soll das Budget auf Fr. 50,000 gebracht werden; nach dem Beschlusse der letzten General-Conferenz wird die erste Periode ihr Ende erst mit dem Jahr 1892 erreichen, weil die Endmeter noch nicht abgeliefert und diverse Nachbestellungen auf Prototype eingelangt sind. Es sollen ferner Unterhandlungen angebahnt werden, um auch in Zukunft das Budget auf Fr. 75,000 setzen zu können.

Die General-Conferenz soll sich wenigstens alle 6 Jahre einmal versammeln; in derselben hat jeder Staat 1 Stimme. — Das internationale Comité besteht aus 14 Mitgliedern, welche verschiedenen Staaten angehören, Präsident, Secretär und Director müssen ebenfalls verschiedenen Staaten angehören; im Falle von Vakanzen ergänzt sich das Comité selbst. Die Kosten werden in der Weise bestritten, dass die Bevölkerungszahl in Millionen mit der Zahl 3 multiplizirt wird für diejenigen Staaten, bei welchen das metrische System obligatorisch, mit der Zahl 2 für diejenigen, bei welchen dasselbe facultativ ist und mit der Zahl 1 für alle übrigen Staaten.

Das *internationale Comité* trat sofort in Function; es bestand aus den 12 Mitgliedern des frühern permanenten Comités und den 2 Mitgliedern, welche bei der Wahl des letztern am meisten Stimmen auf sich vereinigt hatten (Hirsch und Govi). Zum Präsidenten wurde General Ibañez, zum Secretär Hirsch gewählt. Das Comité trat seither alle Jahre zu einer Session zusammen, hatte aber namentlich im Anfang mit vielen Schwierigkeiten zu kämpfen. Um den Umfang seiner Arbeiten besser zu übersehen, und um Wiederholungen zu vermeiden, scheint es mir angemessen zu sein, die einzelnen Arbeiten nicht mehr

chronologisch aufzuzählen, sondern dieselben nach Materien geordnet zu besprechen.

A. *Personelles:*

Um einen ständigen Vertreter in Paris zu haben, wurde schon in der ersten Session beschlossen, ein Mitglied provisorisch mit den Functionen eines Directors zu betrauen, und die Wahl fiel auf den italienischen Delegirten Govi, welcher im folgenden Jahr definitiv zum Director des Büreau gewählt wurde, aber schon auf Ende 1877 wieder seine Demission erklärte. An seine Stelle trat provisorisch unser Landsmann Dr. Pernet, welcher vorher schon dem Institut wesentliche Dienste geleistet hatte; als Schweizer konnte er aber nicht, neben Dr. Hirsch als Secretär, definitiv gewählt werden. Es wurde daher im Jahr 1878 der Abgeordnete aus Norwegen, Dr. O. Broch, zum Director ernannt, welcher im Februar 1879 sein Amt antrat. Es würde hier zu weit führen, die Verdienste dieses Mannes alle aufzuzählen. Schon durch seine frühern Arbeiten, namentlich in Verbindung mit Stas, hatte er sich das Zutrauen seiner Collegen in vollem Masse erworben. Unter seiner Leitung wurden die Hauptarbeiten mit Energie an die Hand genommen und gefördert. Es sollte ihm leider nicht vergönnt sein, den Schluss der Arbeiten zu erleben. Er starb am 5. Februar 1889. Zu seinem Nachfolger wurde der bisherige erste Adjunkt, Dr. Benoît gewählt, welcher seit Beginn der Arbeiten dem Institut angehört hatte und sich wesentliche Verdienste namentlich auf dem Gebiete der Bestimmung der Ausdehnungs-Coefficienten verschiedener Körper und besonders der Prototype erworben hat.

Unter den Adjuncten und Mitarbeitern finden wir ausser Pernet noch die Schweizer Dr. Chappuis und Dr. Guillaume, welche beide schon längere Zeit dem Bureau angehören, und von denen der erstere nun zum ersten Adjuncten befördert worden ist.

B. *Gebäude und Einrichtungen.*

Nachdem Untersuchungen über die Festigkeit und die geologische Beschaffenheit des Bodens stattgefunden hatten, einigte sich das Comité dahin, den von der französischen Regierung angebotenen Platz des sogenannten Pavillon de Breteuil anzunehmen. Derselbe liegt im äussersten Südwesten des Parks von St. Cloud in der Nähe von Sèvres, am Ostabhang eines kleinen Hügels, und umfasst 2,51 ha. Auf diesem Platz befanden sich zur Zeit der Übernahme nur noch die Ruinen der frühern Gebäulichkeiten, welche bei Anlass der Belagerungen von Paris zerstört worden waren.

Es wurde nun beschlossen, an Stelle des alten Pavillons ein Gebäude zu errichten, welches nebst einem grossen Sitzungssaal und den verschiedenen Büreaux die Wohnung des Directors und der Adjuncten enthalten soll, zu welchem Zweck ausserdem ein kleineres Dependenzgebäude eingerichtet wurde. Das eigentliche Observatorium wurde auf der Westseite des Platzes errichtet. Dasselbe enthält eine Reihe geräumiger Säle, in welchen die Beobachtungsinstrumente auf besonders fundirten Pfeilern angebracht sind. Ausser den Beobachtungssälen, welche sämmtlich von oben ihr Licht erhalten, befinden sich im Gebäude noch mehrere Zimmer zu den gewöhnlichen physicalischen Arbeiten; eines derselben wurde speciell zu den Untersuchungen über das Luftthermometer und zu den Vergleichungen desselben mit dem Quecksilberthermometer eingerichtet. Die Ausführung sämmtlicher Bauten wurden dem Architekten Bouchot übertragen für eine Devissumme von Fr. 322,800, und die Arbeiten sollten am 1. Juni 1877 beendigt sein. Während des Baues, der ohnediess bedeutend verzögert wurde, zeigte es sich, dass in Folge verschiedener Umstände, worunter auch Krankheit des Architekten, die vom Comité aufgestellten Vorschriften nicht genügend beobachtet wurden, so dass sich das Comité im Jahre 1878 genöthigt sah, einen andern Architekten beizuziehen. Um einem langwierigen Process zu entgehen, einigte sich das Comité mit dem Architekten dahin, den Bau im damaligen Zustand zu übernehmen unter Reduction der ursprünglichen Devissumme um Fr. 26,910. —. Die weitere Arbeit übernahm nun der Neuenburger Architekt Perrier, welcher dem Comité als Berather zur Seite gestanden war, um die Summe von Fr. 84,000. — und führte dieselbe auch glücklich zu Ende. — Während der Session von 1878 wurden die Einrichtungen von einer Special-Commission eingehend besichtigt; sie sprach ihre vollständige Zufriedenheit über den Bau aus, so dass das Comité die Annahme der Gebäude unter bestem Dank an den Architekten, sowie an den provisorischen Director Pernet erklären konnte. Die Beobachtungssäle haben eine Höhe von 5 Meter, sind 9 Meter lang und 5 Meter breit.

Gleichzeitig mit dem eigentlichen Bau wurde auch die Frage der Heizung resp. Abkühlung der Beobachtungsäle erörtert und ausgeführt. Man glaubte sich damals auf die Erfahrungen der Normal-Aichungs-Commission in Berlin stützen zu sollen, und hielt es als unerlässlich, die Temperatur der Säle soviel wie möglich constant zu erhalten. Es wurden daher die Mauern der Säle mit doppelten Zinkwänden bekleidet,

zwischen welchen Luft circuliren sollte. Die bezüglichen Arbeiten wurden von Raoul Pictet & Cie. in Genf ausgeführt.

Die erste Anlage bestand aus einer Dampfmaschine von 6 Pferden, einer Kälteerzeugungsmaschine, um entweder zur Abkühlung der Luft oder zur Herstellung von Eis zu dienen (20 Kilogramm per Stunde); ferner 2 Ventilatoren für kalte und warme Luft u. s. w. Nachdem es sich herausgestellt hatte, dass die Circulation von Luft in den Zwischenräumen ungenügend sei, um den gewünschten Effect zu erzielen, entschloss man sich, hiezu Wasser zu verwenden, was eine theilweise Veränderung der Wände nöthig machte. Die Resultate waren sehr zufriedenstellend. So war es z. B. möglich, die Temperatur eines Saales an allen Stellen desselben in einigen Stunden von $+ 27^0$ auf $+ 6^0$ abzukühlen und diese Temperatur dauernd zu erhalten. Es war ferner möglich, in zwei aneinanderstossenden Sälen, im einen die Temperatur auf $+ 20$ bis $+ 30^0$ zu erhöhen, während sie im andern Saal auf nahezu $+ 1^0$ erniedrigt werden konnte. Diese Temperaturen konnten während längerer Zeit bis auf $0{,}1^0$ constant erhalten werden. Leider zeigten sich verschiedene Uebelstände, worunter der wichtigste, dass Heizung oder Abkühlung sehr kostspielig waren, so dass man in den letzten Jahren davon abgesehen hat, die Einrichtung noch ferner zu benützen, wohl auch ferner aus Rücksicht auf die Gesundheit der Beobachter.

Endlich ist noch zu erwähnen, dass auch ein mechanisches Atelier für die Bedürfnisse des Büreau errichtet wurde.

C. Instrumente. Eine Hauptsorge des Comité war die Beschaffung der nöthigen Instrumente, welche einer besonderen Commission zur Vorberathung anvertraut war. Einem im 10. Bericht an die Regierungen der Vertragsstaaten über das Jahr 1886 enthaltenen, vollständigen Inventar entnehme ich folgende Angaben.

Das Institut besitzt 5 Längen-Comparatoren, nämlich:

1. Einen Comparator zur Vergleichung von Strichmetern unter sich. (Comparator Brunner).
2. Einen Comparator, System Wrede, zur Bestimmung der absoluten Ausdehnungs-Coefficienten von Strichmetern.
3. Einen Universal-Comparator, welcher zur Vergleichung von Stäben verschiedener Länge bis zu 2^m und zur Untersuchung von Theilungen dient. (Geschenk von M. Bischoffsheim in Paris).
4. Einen geodätischen Comparator, welcher zur Vergleichung von geodätischen Stäben bis zu 4^m Länge dient. Der Kasten,

in welchem die zu untersuchenden Stäbe liegen und welcher mit Wasser gefüllt wird, kann mit Hülfe einer Dynamomaschine bewegt werden, und diese speist gleichzeitig die electrischen Glühlampen zur Beleuchtung der Stäbe.

5. Ein Comparator zur Vergleichung von Endmetern (System Steinheil).

An *Wagen* besitzt das Büreau eine reiche Auswahl, darunter sind besonders zu erwähnen die nach dem System Arzberger von Rupprecht in Wien construirten Kilogrammwagen, bei welchen Vorrichtungen vorhanden sind, um aus einer Distanz von circa 4 ^{m} die Wage zu arretiren oder spielen zu lassen und die Gewichte auf den Schalen zu vertauschen. wobei also stets die Gauss'sche Methode der doppelten Wägung in Anwendung kommt. Ausserdem besitzt das Büreau eine Bunge'sche Kilogrammwage für die Wägungen im luftleeren Raum, ferner eine hydrostatische Wage von 2 kg Tragkraft und eine Anzahl kleiner Wagen, nebst den zugehörenden Normalbarometer, Thermometer und Hygrometer.

Von andern wichtigen Instrumenten müssen besonders noch erwähnt werden: der Fizeau'sche Apparat zur Bestimmung von Ausdehnungscoefficienten und ein Luftthermometer mit einem Reservoir von Platin-Iridium, welches etwas mehr als 1 l Luft hält. Mehrere dieser vorerwähnten Apparate sind in den «Travaux et mémoires du Bureau international», von welchen bis jetzt 6 Bände erschienen sind, näher beschrieben. Der Gesammtwerth des ganzen Inventars beläuft sich 1886 auf Fr. 237,745. 38. Es geht wohl schon aus diesen kurzen Andeutungen hervor, welch reiches Material in der kurzen Zeit von circa 10 Jahren aufgestellt wurde, wozu eben die Gründung eines internationalen Institutes nöthig war, da ein einzelner Staat wohl nicht im Stande gewesen wäre, derartige Opfer nur für die Zwecke der Metrologie zu bringen.

D. Prototype. Neben dem sorgfältigen Studium der vorerwähnten Apparate war die Hauptaufgabe des Comité und des Büreau die Mithülfe bei Herstellung der Prototype und die Vergleichung derselben. Hier waren die Schwierigkeiten ganz ausserordentliche, und es bedurfte der ganzen Energie der Mitglieder des Comité, um dieselben glücklich zu überwinden.

Wie schon früher erwähnt, hatte die franz. Section im Jahr 1874 einen grossen Block von Platin-Iridium im Gesammtgewicht von 250 kg hergestellt und begonnen, daraus eine Anzahl von Metern

herzustellen. Leider hatte sich das permanente Comité verleiten lassen, voreilig und ohne genaue Untersuchungen in chemischer und physicalischer Hinsicht angestellt zu haben, zu erklären, dass es den Prozess der Fabrication der Meter als vollständig gelungen betrachte, und dass es über die Eigenschaft der Stoffe völlig befriedigt sei. — So glaubte die französische Section nun ungesäumt die weiteren Arbeiten der Herstellung der Meter fortsetzen zu können. Zwar hatte Deville schon am 19. November 1874 der französischen Section mitgetheilt, dass die Dichte der Legirung zu gering sei und dass dieselbe nicht unbeträchtliche Mengen von Ruthenium und Eisen enthalte; er hatte aber auch angegeben, dass durch nochmaliges Schmelzen bei genügendem Luftzutritt diese beiden Metalle durch Oxydation entfernt werden könnten.

Durch die Sitzungsprotocolle hatte das internationale Comité Kenntniss von dieser Thatsache erhalten, und es beschloss daher auf den Antrag von Wild schon am 24. April 1875, der französischen Section mitzutheilen, dass die Vergleichung der Prototype unter keinen Umständen vor dem Frühjahr 1877 begonnen werden könne, und dass daher Zeit genug bleibe zum genauen Studium der Legirung, sowohl in Beziehung auf die physicalischen Eigenschaften derselben als auf deren chemische Zusammensetzung. Da trotz dieser Mittheilung die Arbeiten fortgesetzt wurden, so stützte sich das Comité auf die Zusatzbestimmungen der Convention, wonach dasselbe bei den Arbeiten der französischen Section mitzuwirken habe, und wünschte daher von derselben einen Bericht über den Stand der Arbeiten zu erhalten. Ferner ersuchte es um Zusendung zweier Stäbe im gegenwärtigen Zustande nebst 2 kleineren Stücken der Legirung (29. April 1876). Die Antwort des Vice-Präsidenten der französischen Section (General Morin, Mitglied des internationalen Comité) lautete, dass dieselbe es an der nöthigen Vorsicht fehlen lassen würde, wenn sie 2 Meter, welche vielleicht zu ganz speziellen Versuchen dienen würden, herausgäbe. Dieser förmliche Widerstand veranlasste das Comité, nachdem dasselbe noch einen Bericht von Deville über die chemische Zusammensetzung der Legirung verlangt und erhalten hatte, die ganze Angelegenheit der französischen Regierung zu unterbreiten. Obschon dieselbe bestimmte Weisungen ertheilte, beharrte die französische Section, resp. deren Vice-Präsident auf ihrem Widerstand. Es ist hier nicht am Platz, alle die weiteren Schreiben, welche noch gewechselt wurden, zu erwähnen.

Das Comite erhielt endlich die gewünschten Stäbe, sowie Stücke

der Legirung und beauftragte die Mitglieder Stas, Broch und Govi, im Verein mit Mitgliedern der französischen Section genaue Analysen und Untersuchungen der Legirung vorzunehmen. Eine weitere Folge der erwähnten Misshelligkeiten und des Einschreitens der Regierung war die Reorganisation der Section française, zu deren Präsidenten Dumas, Secretär der Academie der Wissenschaften, berufen wurde. Das Resultat der eingehenden Studien und Untersuchungen der Legirung war der Art, dass das Comité im October 1877 der französischen Regierung die Mittheilung machte, dass die Legirung von 1874 zu mangelhaft sei, um zu den Prototypen verwendet zu werden. Die bisherigen bedeutenden Arbeiten der französischen Section in Beziehung auf die Herstellung der Prototype wurden dadurch zum grössten Theil werthlos. Immerhin wurde später beschlossen, denjenigen Staaten, welche es wünschen sollten, Prototype des Meters aus der Legirung von 1874 zu liefern. Von diesen Metern gelangten bei der letztjährigen General-Conferenz 3 zur Austheilung.

Nachdem so eine Reihe von Jahren verflossen war, während welcher die Erstellung der Prototype keine Fortschritte machte, gelangten die Arbeiten nach dem im Jahr 1880 erfolgten Tod Morin's in ein anderes Stadium. Im Jahr 1881 wird eine Special-Commission bestehend aus Broch, Förster und Stas vom internationalen Comité, und Dumas, Cornu und Tresca von der Section française mit der Vergleichung eines neuen *X*-Stabes mit dem Archivmeter betraut. Die Vergleichungen wurden im Conservatoire des arts et métiers ausgeführt und zwar bei den Temperaturen 17,°82, 15,°46, 10,°03 und 4,°67, und die wahre Länge des provisorischen Meters bei 0° bestimmt zu 1 m + 0,006 mm. Ebenso war eine gemischte Commission (Broch, Stas, Dumas, Mouchez, Deville) mit der Vergleichung eines provisorischen Kilogramm-Etalons beauftragt worden, welche im Observatorium stattfand, und am 26. April 1882 wurden die beiden vorläufigen Prototype dem internationalen Büreau übergeben. Damit war das internationale Büreau im Besitz von authentischen Copien des Meters und des Kilogramms, welche nun zu allen weitern Arbeiten dienen konnten. Im gleichen Jahr wurde dem Comité Kenntniss gegeben von dem zwischen dem französischen Handels-Ministerium und der Firma Johnson, Matthey & Co. in London abgeschlossenen Vertrag betreffend die Lieferung von 30 Metern und 40 Kilogrammen aus reinem Platin-Iridium. Um die Reinheit der Legirung zu controlliren, ist in dem Vertrag bestimmt, dass auf je 20 kg der zur Mischung zu verwen-

denden Metalle je 2 Muster abzugeben seien an die Herren Stas und Debray, um von diesen genau analysirt zu werden, ebenso auch auf je 20 kg der Mischung. Die Länge der Stäbe wurde auf 1,20 m bestimmt, und an beiden Enden sollten dann nachher Stücke abgetrennt werden, um zu Dichtebestimmungen und zur Bestimmung des Ausdehnungs-Coefficienten verwendet zu werden. Die Massen der Kilogramme sollten ein Gewicht von 1,15 bis 1,2 kg haben. Die Preise wurden festgesetzt auf 2000 Fr. per kg (Stäbe und Kilogramme), ferner auf 2500 Fr. für die Erstellung jedes Stabes und 150 Fr. für die Erstellung jedes Kilogramms. Im Jahr 1884 lieferte die genannte Firma die 40 kg ab, von denselben wurden 5 beliebig ausgewählt zur Bestimmung der Dichte (um sich von der Homogeneität der Massen zu überzeugen); die Dichten waren

	21,5468
	5472
	5457
	5461
	5457
Mittel	21,5463,

d. h. nur ganz unwesentlich von einander verschieden. Die Analysen von Stas und Debray ergaben ebenfalls sehr befriedigende Resultate. Einige der Kilogramme zeigten aber bei den weitern Bearbeitungen Fehler, so dass 9 derselben zurückgegeben werden mussten. Die Arbeit des Polirens und Adjustirens wurde dem Mechaniker Collot übertragen, welcher sich zu diesem Zweck im internationalen Büreau selbst etablirte, so dass es möglich war, den Fortgang der Adjustirung stets zu controlliren. Als äusserste Fehlergrenze für die Gewichte wurde vom Comité $\pm$ 0,2 mg bestimmt, eine Grenze, welche dann freilich später etwas erweitert wurde. Von jedem einzelnen Gewicht wurde das specifische Gewicht genau ermittelt, dasselbe variirt bei den 40 kg zwischen 21,541 und 21,550.

Die Vergleichungen der einzelnen Kilogramme unter sich und mit dem provisorischen Prototyp geschah in folgender Weise: Je 2 Kilogramme wurden unter sich vier Mal verglichen und zwar auf einer der Rupprecht'schen Wagen. Eine solche vollständige Vergleichung nahm stets einen Tag in Anspruch, da man nach jeder Öffnung des Wagekastens längere Zeit warten musste, bis die Temperaturen wieder ausgeglichen waren. Die sämmtlichen 40 Kilogramme, denen noch 2 früher gelieferte Kilogramme beigefügt wurden, wurden in 6 Gruppen zu 7 Kilogrammen und in 7 Gruppen zu 6 Kilogrammen

getheilt, so dass jedes Kilogramm in 2 Gruppen vorkam. Die 7 resp. 6 Kilogramme einer Gruppe wurden nun in allen möglichen Combinationen unter sich verglichen, und endlich wurde jedes Kilogramm noch mit dem provisorischen Prototyp verglichen und die Abweichungen der einzelnen Kilogramme aus allen Vergleichungen abgeleitet. Die Wägungen wurden im lufterfüllten Raum vorgenommen unter Reduction der Wägungen auf den luftleeren Raum. Man erkennt leicht, wie gross die Arbeit der Vergleichung war. Durch die Bestimmung, dass die Arbeiten in einzelnen Gruppen ausgeführt werden sollten, hatte man eine beständige Controlle, und da jedes Kilogramm in 2 Gruppen vorkam, so sind auf diese Weise gleichsam alle Kilogramme untereinander verglichen worden, und es haben daher alle Prototype unter sich gleichen Werth, wenn sie auch nicht alle die gleiche Abweichung vom internationalen Kilogramm zeigen, da es ja nur darauf ankommt, diese Abweichung mit hinreichender Schärfe zu kennen. Nach dem Resultate aller dieser Arbeiten glaubte das Comité den wahrscheinlichen Fehler der resultirenden Abweichungen auf $\pm$ 0,005 mg setzen zu dürfen.

Unter diesen 40 kg wurde das Kilogramm Nr. 1, dessen Abweichung vom Archivkilogramm am kleinsten war, d. h. nur $+$ 0,002 mg betrug, als internationales Prototyp des Kilogramms gewählt und von der General-Conferenz sanctionirt.

Bedeutend mehr Arbeit machte die Herstellung der *Meter*. Im Jahr 1885 wurden dem Comité die ersten 4 Meter, so wie sie aus den Händen des Constructeurs hervorgegangen waren, vorgelegt; dieselben waren aus den Abfällen der für die Kilogramme verwendeten Masse hergestellt worden.

Die grössten Schwierigkeiten bereitete die Herstellung des reinen Iridiums. Schon um die geringere Menge zu erhalten, deren man zur Anfertigung der Kilogramme bedurft hatte, war ein volles Jahr nöthig gewesen. Diese Schwierigkeiten wuchsen mit der grösseren Menge des erforderlichen Materials bedeutend an, und namentlich war es schwer, die letzten Spuren von Eisen und Rhodium zu entfernen. Nicht weniger als 11 aufeinanderfolgende Analysen waren nothwendig, bis endlich im October 1885 das Resultat der Analyse ein befriedigendes war. Die Legirung wurde im März 1886 gemacht, nachdem nach Vorschrift 2 Güsse bereits stattgefunden hatten. Um ja völlige Homogeneität zu sichern, hatte Matthey nach dem zweiten Guss die ganze Legirung in 5 gleiche Theile getheilt, von denen Bruchstücke der

chemischen Analyse unterworfen wurden. Jeder Theil wurde nun wieder in 3 gleiche Stücke zerschnitten, und nun wurde aus jedem der ursprünglichen 5 Theile je ein Stück genommen und diese 5 Stücke in einem Guss vereinigt. Die Barren wurden nun geschmiedet, dann zu quadratischen Stäben ausgewalzt, und durch weitere passende Walzen suchte man sich dem gewünschten Querschnitt zu nähern. Nachdem die Stäbe möglichst gerade gerichtet waren, kamen sie in die Hobelmaschine, um ihre definitive Form zu erhalten. Die letzten Stäbe konnten Anfangs des Jahres 1887 abgeliefert werden.

Unterdessen hatte das Comité Versuche gemacht über die Art und Weise, wie die Striche anzubringen seien. Es entschied sich dafür, an jedem Ende der Meter eine kleine längliche Fläche spiegelblank poliren und auf derselben die Striche anbringen zu lassen. Ausser den Strichen, welche die Länge des Meters bestimmen, wurden zu beiden Seiten derselben in der Entfernung von circa $^1/_2$ mm noch je ein Strich gezogen. Die Arbeit wurde durch Ingenieur G. Tresca im Conservatoire des arts et métiers ausgeführt. Die Striche wurden auf dem hiezu bestimmten Comparator mit Längsverschiebung mit Hülfe eines Diamantstichels ausgeführt und zwar die Striche aller Meter mit demselben Diamanten. Da ausserdem die Striche sämmtlich auf gleiche Weise gezogen wurden (mit Hülfe eines genau adjustirten Gewichts), so erhielten die Striche aller Meter gleiche Breite, welche zwischen 6 und 8 μ variirt. Die beiden Längsstriche, durch welche die Axe des Stabes bestimmt wird, sind etwas breiter.

Die Operationen im internationalen Büreau begannen mit der Bestimmung des Ausdehnungs-Coefficienten eines beliebig gewählten Stabes Nr. 6; die absolute Ausdehnung wurde bei 40 verschiedenen Temperaturen zwischen 0^0 und 38^0 bestimmt, mit Hülfe eines andern Stabes, dessen Temperatur auf $18^0,1$ constant erhalten wurde. Es ergab sich der Ausdehnungs-Coefficient zu $0,000008593 + 1,22\,t$. Die Bestimmung desselben Coefficienten mit Hülfe des Fizeau'schen Apparates zwischen 0 und $+ 85^0$ ergab $0,000008608 + 2,17\,t$, also das Mittel $0,000008600 + 1,70\,t$.

Zur Controlle wurden nun noch eine Reihe relativer Bestimmungen gemacht, indem man den Stab mit 4 weitern Stäben verglich, deren Coefficient früher genau ermittelt worden war. Wird die Verlängerung des Stabes Nr. 6 berechnet, erstens nach den directen Bestimmungen und zweitens nach den Vergleichungen mit den 4 Stäben, so erhält man

	direct	indirect
	μ	μ
0 bis 5°	43,04	43,00
— 10	86,17	86,11
— 15	129,38	129,33
— 20	172,68	172,64
— 25	216,06	216,05
— 30	259,53	259,56
— 35	303,08	303,20

und es findet demnach eine schöne Uebereinstimmung statt, so dass schliesslich der Ausdehnungs-Coefficient zu 0,000008600 + 1,70 t adoptirt wurde, wenn die Temperatur bezogen wird auf die Quecksilberthermometer in Hartglas. Auf die Angaben des Wasserstoffthermometers reducirt ergibt sich derselbe zu 0,000008651 + 1,00 T.

Die Ausdehnung aller übrigen Stäbe wurde ermittelt durch indirecte Vergleichung mit dem Stab Nr. 6 bei 8 verschiedenen Temperaturen, nämlich bei circa 0, 11, 22, 33, 38, 27, 16, 5°. Die Coefficienten variiren zwischen 0,000008581 und 0,000008623, sind also alle nahezu gleich.

Die Vergleichungen der sämmtlichen 30 Stäbe wurden in ähnlicher Weise vorgenommen, wie es oben bei den Kilogrammen angegeben wurde. Die Stäbe wurden in 5 Gruppen zu 6 und 6 Gruppen zu 5 abgetheilt, und die Stäbe einer einzelnen Gruppe in allen möglichen Combinationen unter sich, alle ausserdem mit dem provisorischen Prototyp verglichen. Aus den Vergleichungen ergab sich, dass der Stab Nr. 6, welcher zur Bestimmung der absoluten Ausdehnung gewählt worden war, zufälliger Weise derjenige war, welcher dem Archivmeter am nächsten kam (die Abweichung ist eine ganz unbedeutende und beträgt höchstens 0,1 μ), und es wurde daher dieser Stab als neues internationales Meterprototyp bestimmt.

Da nach den frühern Beschlüssen jeder Stab mit dem internationalen Prototyp direct verglichen werden musste, so mussten alle Stäbe, welche noch nicht mit Nr. 6 verglichen waren, neuerdings mit demselben verglichen werden. Aus allen diesen Vergleichungen wurden endlich die wahren Werthe der einzelnen Stäbe abgeleitet. Ausserdem wurden von einer Anzahl von Stäben die Endstücke einer Bestimmung der Ausdehnung durch den Fizeau'schen Apparat unterworfen. Endlich wurden noch die Entfernungen der Hülfsstriche bei jedem Stab ermittelt, so dass jedes Prototyp nicht nur die wahre

Länge des Meters ergibt, sondern ausserdem noch 2 genau bestimmte Millimeter enthält.

Der mittlere Fehler der Abweichungen wurde vom Comité nach den Rechnungsresultaten bestimmt auf $\pm$ 0,0002 mm. Die grösste Abweichung vom wahren Werth des Meters beträgt 0,0028 mm.

Gestützt auf die hievor mitgetheilten Resultate konnte das Comité den Zusammentritt der internationalen Meter-Conferenz auf letzten Herbst veranlassen. Dieselbe wurde am 24. Sept. 1889 durch den Minister des Auswärtigen Herrn Spuller eröffnet, welcher mit Recht seine Eröffnungsrede mit der frühern Inschrift der Metermedaille schliessen konnte: «A tous les temps, à tous les peuples»; war doch an der Versammlung auch das ferne Japan vertreten. Die Conferenz war von 18 Staaten beschickt (nur Peru, Serbien, die Türkei und Venezuela waren nicht vertreten). Die Schweiz war vertreten durch Minister Lardy, Dr. Hirsch und den Berichterstatter. Die Conferenz hatte hauptsächlich den Zweck, die neuen Prototype zu sanctioniren. Den Mitgliedern war vorher ein kurzer Bericht über die Arbeiten übergeben worden. Die Sanction erfolgte einstimmig.

Durch diese Sanction wurden Meter Nr. 6 und Kilogramm Nr. 1 als die eigentlichen Urmasse des Meters und des Kilogramms bezeichnet, deren Länge bei 0° und deren Gewicht im leeren Raum nun die für die Zukunft allein massgebenden Masse sind. Die bisherigen Urmasse der Archive haben ihre frühere Bedeutung verloren und haben daher gewissermassen nur noch einen historischen Werth. Es steht wohl ausser Zweifel, dass auch Holland, welches in den Jahren 1879/80 zwei Platin-Iridiumstäbe mit dem Archivmeter direct vergleichen liess, die neuen internationalen Prototype anerkennen wird. Ausserdem besitzen aber eine grosse Anzahl von Staaten Prototype des Meters und des Kilogramms, welche alle unter sich und mit den eigentlichen Urmassen verglichen und deren Abweichungen mit grösstmöglichster Schärfe bestimmt sind, so dass es nicht mehr vorkommen kann, dass Normalmeter aus verschiedenen Ländern von einander abweichen, wie es früher der Fall war. Die Kosten der Prototype belaufen sich für den Meter auf Fr. 10173. — und für das Kilogramm auf Fr. 3105. —

Unsere historische Darstellung wäre aber eine unvollständige, wenn nicht noch der *thermometrischen Arbeiten* Erwähnung gethan würde. In der That, wenn die Länge der Meter bis auf 0,2 μ verbürgt sein soll, so muss die Temperatur mindestens bis auf 0°,02 genau bekannt sein. Es wurden daher von Anfang an gründliche

Studien zunächst über Quecksilberthermometer ausgeführt, in erster Linie durch Dr. Pernet, welcher sich schon vorher eingehend mit den Untersuchungen von Thermometern befasst hatte, dann durch die Adjunkten Marek und Benoit und endlich durch Chappuis und Guillaume. Die Untersuchungen erstreckten sich zunächst auf die Bestimmung der Fixpunkte und die Methoden, den Einfluss der Veränderungen derselben zur Bestimmung der Temperatur zu eliminiren. Diese Veränderlichkeit der Lage der Fixpunkte ist längst bekannt, auch bei alten Thermometern beobachtete man noch immer ein stetiges, wenn auch langsames Steigen des Nullpunktes. Aber erst durch eingehende Untersuchungen der neuern Zeit wurde deutlich nachgewiesen, dass das Material des Glases, aus welchem das Thermometer besteht, von wesentlichem Einfluss ist. Namentlich wurde gefunden, dass diejenigen Glassorten, welche Kalium und Natrium in nahezu gleichen Mengen enthalten, bedeutend grössere Variationen, und auch eine bedeutendere Depression des Nullpunktes unmittelbar nach einer Siedepunktsbestimmung zeigen, als Glassorten, welche nur das eine oder andere dieser Metalle vorwiegend enthalten. Es sind in dieser Beziehung nicht bloss Studien in Breteuil gemacht worden, sondern ebenso in Berlin durch Wiebe und Weber und in Jena durch Abbe und Schott. Das sogenannte Jenaer Normalglas, welches in Deutschland in neuerer Zeit zur Construction von Thermometern verwendet wird, enthält nach Wiebe

Kieselsäure	67,5	Theile
Natron	14	„
Kali	—	„
Zinkoxyd	7	„
Kalk	7	„
Thonerde	2,5	„
Borsäure	2	„
	100	Theile

Das französische Hartglas, wie dasselbe von Tonnelot verwendet wird und welches zu den vom internationalen Büreau ausgegebenen Thermometern dient, enthält

Kieselsäure	71,5	Theile
Schweflige Säure	0,7	„
Aluminium	1,4	„
Kalk	14,5	„
Soda	11,0	„
Potasche	0,4	„
	99,5	Theile

Beide stimmen darin überein, dass sie Kalium gar nicht oder nur in verschwindend kleinen Mengen enthalten.

Die mannigfaltigsten Untersuchungen, welche im Büreau international mit Thermometern von Tonnelot angestellt wurden, haben ergeben, dass man bei richtiger Behandlung und gründlicher Untersuchung solcher Instrumente im Stande ist, Temperaturen bis auf die Genauigkeit von einigen Tausendstel Grad zu ermitteln. Die Depression des Nullpunktes unmittelbar nach Bestimmung des Siedepunktes beträgt kaum $0^0,1$, während dieselbe bei bleihaltigen Gläsern bis auf $0^0,3$ bis $0^0,4$ ansteigt. Allerdings erfordert die Vorprüfung eine bedeutende Zeit, und es wurde daher auch im Büreau eine specielle Section für Thermometrie eingerichtet, welche nach dem Weggang von Dr. Pernet durch Dr. Guillaume geleitet wurde.

Die Thermometer wurden zunächst sorgfältigst calibrirt, durch Abtrennen von Quecksilberfaden verschiedener Länge, welche mühsame und zeitraubende Arbeit meist von Assistentinnen ausgeführt wurde. Die Zahl der Ablesungen für eine vollständige Calibrirung beträgt 956. Der Calibrirung ging stets noch voran eine Untersuchung der Theilung, welche eine durchaus gleichmässige sein soll. Aus den nach den Methoden von Marek und Thiesen berechneten Resultaten der Calibrirung wurden auf graphischem Weg die Zwischenwerthe von 0,1 zu $0,1^0$ abgeleitet.

Für jedes Thermometer wurde ferner der Einfluss der Pression bestimmt, wobei zu unterscheiden sind der äussere und der innere Druck. Der Einfluss der Variationen des äussern Druckes wurde ermittelt, indem man das ganze Thermometer in eine Röhre brachte, welche abwechselnd mit der äussern Luft und mit einem Recipienten einer Luftpumpe in Verbindung gesetzt werden konnte, wobei als Normaldruck derjenige von 760 mm angenommen wurde. Nach den Untersuchungen Guillaume's ist der Pressions-Coefficient für 1 mm Quecksilbersäule bei den Tonnelot'schen Thermometern $0^0,00010$ bis $0^0,00013$. — Der innere Druck besteht aus dem Druck der Quecksilbersäule, wird also um so grösser, je höher die zu bestimmende Temperatur ist. Bei den Thermometern, welche den internationalen Prototypen beigegeben wurden, beträgt die Pression bei 100^0 ungefähr $0^0,07$. Der Pressions-Coefficient für innern Druck kann aus demjenigen für äussern Druck durch Rechnung abgeleitet werden.

Von grosser Wichtigkeit ist die Bestimmung des Fundamentalabstandes. Für die nationalen Thermometer wurde diese Bestimmung

5 Mal ausgeführt und zwar so viel als möglich während eines Zeitraumes von mehreren Monaten. Zu diesem Zweck wird der Siedepunkt und unmittelbar darauf der Eispunkt bestimmt. Die einzelnen Bestimmungen stimmen untereinander sehr gut überein, und der Fehler des Mittels wurde auf $\pm 0{,}001$ bis $\pm 0{,}002$ bestimmt. Da für alle durch das Büreau studirten Thermometer die genauen Reductionstafeln mitgetheilt werden, so können mit solchen Thermometern die Temperaturen mit Sicherheit ermittelt werden, und dieselben sind mindestens auf $0{,}01^0$ verbürgt.

Bekanntlich dehnt sich das Quecksilber nicht regelmässig aus. Offenbar sollte 1^0 0,01 der Temperaturerhöhung vom Eispunkt zum Siedepunkt entsprechen; theilt man daher bei einem genau cylindrischen Quecksilberthermometer den Abstand zwischen 0 und 100 in 100 genau gleiche Theile, so müssen die Theile etwas abweichend von 1^0 sein. Aus diesem Grund hat man bei physikalischen Messungen schon lange angefangen, Luftthermometer zu verwenden. Das internationale Büreau beschäftigte sich denn auch sehr eingehend mit der Untersuchung von Luftthermometern. Zu diesem Zweck wurden verschiedene Gase in absolut reinem Zustand in das Reservoir des Luftthermometers bestehend aus einem langen Gefäss von Platin-Iridium gebracht, dessen Volumen etwas grösser als 1 l war und die Temperaturen unter Berücksichtigung der nöthigen Correctionen mit Hülfe eines Manometers ermittelt.

Es ergab sich, dass die verschiedenen Gase sich nicht gleich verhalten, dass die Ausdehnung der Kohlensäure der Ausdehnung des Quecksilbers am nächsten komme, während Stickstoff und noch mehr Wasserstoff sich mehr von demselben entfernen. Die grössten Abweichungen betragen für Kohlensäure bei 35^0 — $0^0{,}049$, für Stickstoff bei 40^0 — 0,097 und für Wasserstoff bei 40^0 — $0^0{,}107$. Da nun angenommen werden darf, dass die Ausdehnung derjenigen Gase, welche am weitesten von ihrem flüssigen Zustand entfernt sind, am regelmässigsten sei, und sich am ehesten der oben definirten absoluten Thermometerscala nähern, so fasste das Comité schon am 15. October 1887 den Beschluss:

Als normale Thermometerscala wird für die Arbeiten des internationalen Büreau angenommen die 100theilige Scala des Wasserstoffthermometers, dessen Fixpunkte sind die Temperatur des reinen schmelzenden Eises und diejenige der Dämpfe von destillirtem siedendem Wasser unter dem Normaldruck einer Atmosphäre, wenn der

Wasserstoff unter einem anfänglichen Druck von 1 m Quecksilbersäule oder 1,3158 des Normaldruckes steht.

In Folge dieses Beschlusses wurden die nöthigen Reductionstafeln erstellt, welche gestatten, die Angaben eines genau studirten Quecksilberthermometers aus Hartglas auf die angenommene Normalthermometerscala zu reduciren. Gestützt auf diese ausführlichen Arbeiten und um dieselben auch auf anderm Gebiete zu verwerthen, wandte sich im Jahr 1888 das internationale meteorologische Comité an das internationale Comité für Mass und Gewicht mit dem Gesuch, die nöthigen Einrichtungen zu treffen, damit auch die Normalthermometer aus Alkohol, welche den meteorologischen Centralbureaux der verschiedenen Staaten gehören, mit dem Wasserstoffthermometer verglichen werden können bis zu —70°. Dadurch würde es möglich, auch in der Meteorologie genau vergleichbare Resultate zu erhalten, was gegenwärtig unmöglich ist. Das Comité beschloss, auf den Wunsch des meteorologischen Comité einzugehen, und es werden nun wohl bald auch genau bestimmte Thermometer für diese Temperaturen zu erhalten sein.

Aus dieser kurzen historischen Uebersicht, in welcher selbstverständlich nur die wichtigsten Beschlüsse und Arbeiten berücksichtigt werden konnten, geht wohl zur Evidenz hervor, dass die Errichtung eines internationalen Büreaus für Mass und Gewicht von sehr hoher Bedeutung war. Nicht nur verdanken wir demselben auf das Sorgfältigste construirte Urmasse, welche unter einander so genau, als es der heutige Stand der Wissenschaft und der Technik gestattet, mit den eigentlichen Urmassen sowohl als unter sich verglichen sind, sondern das internationale Büreau hat sich auch bedeutende Verdienste erworben um die Wissenschaft überhaupt, durch die so eingehenden Studien auf dem Gebiete der Thermometrie. Wir bewundern die unermüdliche Arbeitskraft derjenigen, welchen die so mühsamen und anstrengenden Arbeiten der Vergleichungen anvertraut waren und welche sie mit so grossem Erfolg zu Ende führten. Aber nicht blos den eigentlichen Beobachtern gebührt unser Dank, sondern ebensosehr den Mitgliedern des Comité, sowie den Mitgliedern der französischen Section, welche nicht etwa blos den Sitzungen beiwohnten, sondern auch zu Hause sich mit den verschiedensten Fragen beschäftigten, dieselben auf's Sorgfältigste studirten, und über viele besondere schriftliche Mittheilungen verfassten, welche von dem hohen wissenschaftlichen Interesse zeugen, welches die Verfasser allen diesen Fragen dar-

brachten. Und endlich sind die Verdienste des Präsidenten und Secretärs des Comité, General Ibañez und Dr. Hirsch, besonders hervorzuheben, welche von Anfang an und in den schwierigsten Zeiten dem Comité ihre so wichtigen Dienste leisteten und durch ihre Umsicht, ihre Energie, ihr Festhalten an dem, was sie als nothwendig im Interesse der Wissenschaft erkannt, sehr viel dazu beigetragen haben, die Arbeiten zu fördern.

Hoffen wir, dass auch die Schweiz bald durch Erstellung des so nothwendigen Baues für die Eichstätte in der Lage sei, von den Prototypen Nutzen zu ziehen.