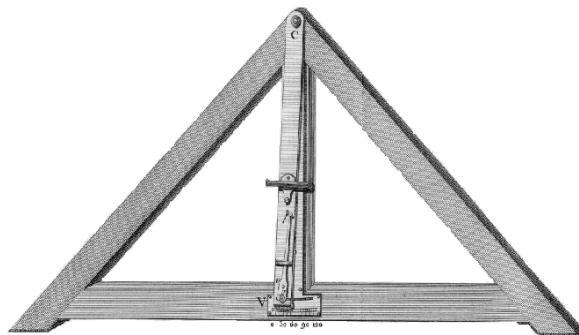


Das Maß aller Dinge

Das Meter, die Revolution und die Wissenschaft



Festlegung der definitiven Länge des Meters

19. Frimaire An VIII – 10. Dezember 1799

REGENSBURG 1999



© Lehrstuhl für Wissenschaftsgeschichte, Universität Regensburg,
93040 Regensburg, Tel. 0941-9433661

[<christoph.meinel@psk.uni-regensburg.de>](mailto:christoph.meinel@psk.uni-regensburg.de)
http://www.uni-regensburg.de/Fakultaeten/phil_Fak_I/Philosophie/Wissenschaftsgeschichte/index.html

VORWORT

Das Meter war das Maß der Revolution, und es war in der Tat ein revolutionäres Maß. Es beanspruchte universale Geltung und verlangte zentrale Kontrolle. Es war das Maß aller Maße. Nicht ohne Grund hat man sich seinem Diktat so lange widersetzt. Denn wer das Maß besitzt, besitzt die Macht.

Die verwirrende Zahl von Maßen und Gewichten früherer Zeiten ist bekannt. Eine neuere Untersuchung zählt im Frankreich des 18. Jahrhunderts 800 verschiedene Einheiten mit insgesamt einer Viertelmillion lokaler Varianten. Unterschiedliche Dinge wurden mit unterschiedlichem Maß gemessen, und auch die einzelnen Städte, Zünfte, Grundherren und Amtspersonen benutzten je eigene Maße. Das Geflecht von Herrschaft und Pacht, von Privileg und Pfründe im Ancien Régime war mit der Vielzahl lokaler Maße aufs engste verknüpft. Diese bezeichneten nicht eine abstrakte Quantität, sondern bezogen sich auf eine bestimmte Meßlatte oder Gefäß und auf die Autorität, die den Wert garantierte. Der Vorgang des Messens erhielt damit politische, soziale, ökonomische, materielle und rituelle Dimensionen. Wo Tuch und Schnur, Abstand und Wegstrecke, Hafer und Weizen mit unterschiedlichem Maß gemessen wurden, spiegelte sich darin die Ordnung der Zünfte und Stände und die Ungleichheit der Untertanen.

In modernen Gesellschaften werden Meßstandards von Experten gesetzt, von der Wissenschaft kontrolliert und von Legislative und Bürokratie garantiert. In vormodernen Gesellschaften sind es lokale Autoritäten, die Maße festsetzen und kontrollieren, und in ihren Maßsystemen reproduziert sich die ständische Ordnung. Wirtschaft und Handel, dazu die zentrale Verwaltung, waren die entscheidenden Triebkräfte der Vereinheitlichung. Doch sie allein hätten bestenfalls die Ausbreitung und Durchsetzung der Pariser Einheiten bewirken können.

Das metrische System hingegen war eine Kopfgeburt, die freie Schöpfung von Intellektuellen wie Condorcet, dem Philosophen des Fortschritts, Monge, dem Geometer und Gründer der École Polytechnique, Borda, dem Marineingenieur und Hydrographen, Lagrange, dem genialen Mathematiker, Méchain und Delambre, den Astronomen, oder Lavoisier, dem Chemiker, der unter der Guillotine starb. Das neue Maß, das den Gelehrten vorschwebte, sollte von keiner anderen Autorität autorisiert sein als von Natur und Vernunft, und es sollte ein einheitliches Maßsystem sein, kein Nebeneinander unverbundener Einheiten für Längen und Massen und Volumina. Dazu sollte es eine dezimale Metrik besitzen und eine systematische Nomenklatur für Teile und Vielfache.

Das metrische System ist ein Produkt der Französischen Revolution, die den überkommenen Autoritäten die Legitimation entzogen hatte und, an Natur und Vernunft appellierend, das Prinzip der Égalité zu verwirklichen suchte. Das kosmisch begründete und wissenschaftlich präzisierte metrische System schien

als einziges geeignet, ein für allemal Schluß zu machen mit territorialen und ständischen Unterschieden. An ihre Stelle trat die universale Herrschaft des abstrakten, durch die Natur selbst autorisierten Prinzips.

Der Triumph des Meters war ein Triumph der Wissenschaft. Kein anderes Projekt der Revolutionszeit ist mit solcher Konsequenz und Beharrlichkeit verfolgt worden – nahezu unbeirrt von den politischen Umwälzungen, den rasch wechselnden Autoritäten und Zuständigkeiten. Initiiert von der Académie des Sciences, überlebte das Projekt deren Untergang, überstand das Ende der Monarchie, überdauerte Terror und Krieg: ein Sieg des Pascalschen «*Esprit de géométrie*» im Angesicht der Anarchie ringsumher. In der Geometrie der Guillotine: Rechteck, Dreieck und Kreis, hatte die Forderung der Sansculottes nach *Égalité* ihre Fratze gezeigt. Am Ende jedoch fand sie zurück zu einem republikanischen Maß: dem Meter.

Der Triumph des Meters war aber auch ein Triumph des Instrumentenbaues. Bordas Cercle répétiteur, dessen Iterationsverfahren menschliche Ablesefehler kompensierte und Winkelmessungen von bis dahin nicht bekannter Präzision erlaubte, wurde zum Symbol der neuen, instrumentellen Vernunft.

Nicht zuletzt war der Triumph des Meters das Resultat einer völlig neuartigen Konstellation von Wissenschaft, Technik und Politik, wie sie sich erstmals in der Geschichte während der Französischen Revolution herausgebildet hat, und die seither zur Signatur der Moderne gehört.

Ein einzigartiges Zeugnis jener Zeit steht seit Anfang des 19. Jahrhunderts in Regensburg. Die historische Instrumentensammlung der Universität besitzt, von einem der hervorragendsten Pariser Instrumentenbauer konstruiert, einen Bordaschen Repetitionskreis, der bei der Vermessung des Meridians zwischen Dünkirchen und Barcelona verwandt worden ist, derjenigen Expedition also, deren Resultat die definitive Festlegung des Meterstandards war. Vor 200 Jahren, am 10. Dezember 1799, dem 19. Frimaire des Jahres VIII im Revolutionskalender und genau einen Monat nach jenem 18. Brumaire, an dem Napoleon das Directoire stürzte und sich zum Ersten Konsul machte, erhielt der «*mètre définitif*» Gesetzeskraft.

In der Kepler-Gedenkstätte der Museen der Stadt Regensburg wird aus diesem Anlaß der Versuch unternommen, mit einer kleinen Ausstellung den historischen Kontext dieses Datums zu rekonstruieren. Martin Schneider, Sandra Wilde und Peter Germann-Bauer sei an dieser Stelle für ihr Mittun gedankt. Wenn uns gelungen ist, an einem scheinbar so geschichtslosen Gegenstand wie dem Meter die historische Dimension moderner Wissenschaft deutlich zu machen – und dabei zugleich ein wenig von der Faszination der Wissenschafts- und Instrumentengeschichte zu vermitteln – dann hat die Ausstellung ihren Zweck erfüllt.

Christoph Meinel

DAS METER, DIE REVOLUTION UND DIE WISSENSCHAFT

Seit dem Ende des 17. Jahrhunderts hat es nicht an Versuchen gefehlt, die traditionelle Vielfalt der Maße und Gewichte durch ein einheitliches System zu ersetzen. Es bedurfte erst der Französischen Revolution und der Erschütterung aller überkommenen Ordnungen, um dieses Ziel zu vollenden.

Die Forderung nach einem universalen Maßsystem geht auf das Jahr 1789 zurück. Die zahllosen Maße und Gewichte des Ancien Régime durch ein einheitliches, rationales und zentral kontrolliertes System zu ersetzen, gehörte von Anfang an zu den Forderungen der Revolution. Am 15. März 1790 befaßte sich die Assemblée Nationale erstmals mit dieser Frage. Der Kontext war ein politischer: die Aufhebung grundherrschaftlicher Rechte. Die Forderung nach *Égalité* galt dem politischen wie dem gewöhnlichen Maß.

Am 8. Mai 1790 hatte die Nationalversammlung verlangt, die Maße und Gewichte in ganz Frankreich zu vereinheitlichen. Damit waren die politischen Weichen gestellt. Auslöser war ein Bericht der Académie des Sciences gewesen, vorgebracht von Charles-Maurice de Talleyrand, Bischof von Autun und Präsident der Nationalversammlung. Zugleich wurde der König aufgefordert, mit den ausländischen Mächten in Verbindung zu treten, damit die Reform universale Geltung erlangen könne. Tatsächlich schien es für kurze Zeit, als wäre England zu einem gemeinsamen Vorgehen zu bewegen. Auch Thomas Jefferson, Gesandter der Vereinigten Staaten in Paris, hatte Interesse bekundet.

Doch es waren nicht die politische Seite und auch nicht die Wirtschaft, sondern die Wissenschaftler der Académie des Sciences, die die Sache vorantrieben. Zu deren Mitgliedern zählten die hervorragendsten Mathematiker, Physiker und Chemiker eines Jahrhunderts, in dem Frankreich die Vorreiterrolle in der Entwicklung der Wissenschaften übernommen hatte. Die Académie gab dem Thema höchste Priorität. Denn es bot ihr die Chance, sich vom Odium des Ancien Régime zu befreien und ihr enormes intellektuelles Potential dem Geist der Revolution zur Verfügung zu stellen. Das Frankreich der Revolution ist dasjenige Land, in dem die moderne Konstellation von Politik, Wirtschaft und wissenschaftlicher Expertise erstmals Gestalt gewann.

Der 1790 gebildeten Commission des Poids et Mesures gehörten Jean-Charles Chevalier de Borda, Joseph Louis de Lagrange, Pierre Simon Marquis de Laplace, Gaspard Monge und Marie-Jean Antoine Nicolas Marquis de Condorcet an. Nach ihrem Willen durfte das neue Maßsystem nicht auf einem der nationalen oder lokalen Systeme basieren, wollte man den rein wissenschaftlichen Anspruch der Maß- und Gewichtsreform und den Primat der Wissenschaft wahren. Die Basis der Reform mußte daher universal sein, und was war universaler als die Maße und Gesetze der Natur? Hatten doch schon die Philosophen der Aufklärung gelehrt, daß das Vernünftige das Vernünftige und das Natürliche das Natürliche sei.

Seit dem ausgehenden 17. Jahrhundert war verschiedentlich vorgeschlagen worden, die Länge des Sekundenpendels (ca. 0,995 m) als Standard zu wählen. Dies hätte immerhin die Autorität der Newtonschen Physik hinter sich gehabt. Doch da die Länge des Pendels vom Ort abhängt, hätte man sich auf einen Bezugspunkt einigen müssen. Der Vorschlag, den 45. Breitengrad, der durch Bordeaux läuft, zu wählen, nahm der Idee das Universale und hätte den Standard zu einem französischen Lokalereignis herabgewürdigt. So entschied man, als Maß den zehnmillionsten Teil des Viertelme-

ridians zwischen Pol und Äquator zu nehmen. Natürlich war nicht daran zu denken, diese Entfernung komplett zu ver messen. Stattdessen mußte eine Teilstrecke im wegsamen Teil Europas durch Triangulation bestimmt und die Länge des Meridians daraus berechnet werden. Die Wahl fiel auf den Längengrad, der auf einer Strecke von etwa 1070 km von Dünkirchen bis Barcelona läuft, Paris durchquert und dessen ungefähre Dimension man aus der französischen Lappland- und Peruexpedition von 1735–1745 bereits kannte. Die beiden Astronomen Delambre und Méchain erhielten den Auftrag, die nötigen Messungen im Felde mit größter Sorgfalt auszuführen. Am 24. Juni 1792 brachen die beiden mit ihren Instrumenten und Gehilfen von Paris aus auf, der eine nach Norden, der andere nach Süden.

Doch was zunächst als relativ einfaches geometrisches Problem erschien, erwies sich in der Praxis als ungeheuer diffizil. Die arbeitsteilige Zusammenarbeit von Wissenschaftlern und Technikern ganz unterschiedlicher Fachrichtungen, der Aufwand an Logistik und Koordination, der notwendige Abgleich mit den Interessen von Politik und Verwaltung, all dies macht deutlich, daß Forschung hier eine neue Dimension erreichte. Die Mitgliederliste der Commission Temporaire des Poids et Mesures umfaßte die prominentesten Vertreter der französischen Mathematik, Natur- und Ingenieurwissenschaft: Jean-Charles de Borda, Mathurin-Jacques Brisson, Charles Augustin Coulomb, Jean Darcet, René-Just Haüy, Joseph Louis Lagrange, Pierre-Simon de Laplace, Louis Lefèvre-Gineau, Pierre-François Méchain und Gaspard-François de Prony. Auch Gaspard Monge und Claude-Louis Berthollet hatten der Kommission zunächst angehört, waren aber ausgeschieden, um an Napoleons Ägyptenfeldzug teilzunehmen. Der finanzielle Aufwand, den das Projekt am Ende verschlang, war dreimal so groß wie der Etat der gesamten Académie.

Hinzu kamen die wechselnden Kompetenzen der unterschiedlichen, zwischen 1789 und 1815 rasch aufeinander folgenden Körperschaften, die mit der Maß- und Gewichtsreform befaßt waren. Die Akademie, die zunächst die Initiative ergriffen hatte, wurde 1793 als Repräsentantin des Ancien Régime aufgelöst, die mit der Aufgabe betraute Commission Temporaire des Poids et Mesures zeitweilig suspendiert. Von ihren führenden Köpfen wurde Jean-Baptiste Delambre kurzfristig ausgeschlossen, Condorcet nahm sich im Gefängnis das Leben, und Antoine Laurent Lavoisier starb unter der Guillotine. Das Gesetz vom 18. Germinal des Jahres III (7. April 1795, → Kat.-Nr. 7) wandelte die Commission Temporaire um in eine Agence Temporaire des Poids et Mesures, die nur noch aus drei Mitgliedern, nämlich Adrien-Marie Legendre, Charles-Étienne de Coquebert und François Gattey bestand. Ihre Aufgabe galt der praktischen Durchsetzung des metrischen Systems, während die technische Bestimmung und Herstellung der Eichmaße kleinen Expertengruppen übertragen war. 1796 wurde die Agence dann wieder aufgelöst, und ihre Aufgabe fiel an das Innenministerium, das sich zur administrativen Umsetzung der Unterstützung durch die Départements bediente. Die abschließende wissenschaftliche Bewertung und Annahme des Meterstandards schließlich lag in den Händen einer internationalen Expertenkommision, die das Außenministerium zu diesem Zweck einberufen hatte.

Die äußeren Wirrnisse der politisch bewegten Zeit taten ein übriges, die Aufgabe zu erschweren: Unsicher waren die Wege durch die ehemaligen Schlachtfelder des Nordens oder durch die Unwegsamkeit der Pyrenäen. Mehrfach wurden die Meßtrupps als flüchtige Aristokraten verdächtigt, als Spione verhaftet oder von herumziehender Soldateska bedroht. Auch lagen viele der Kirchtürme, die als Meßpunkte bei der Triangulation dienten, in Schutt und Asche, weil man an das begehrte Glockenmetall

hatte gelangen wollen. So wurde, was anfangs als Sache weniger Monate erschien, zu einem Abenteuer von fast sieben Jahren.

Als die Ausmessung des Meridians sich endlich dem Ende näherte, beschloß im Januar 1798 die Erste Klasse des Institut National, die Nachfolgerin der Académie des Sciences, eine internationale Konferenz einzuberufen. Auf dieser sollte das metrische System endgültig durchgesetzt werden. Daß sich damit zugleich auch der Führungsanspruch Frankreichs in Fragen der Wissenschaft demonstrieren ließ, war ein willkommener Nebeneffekt. Am 9. Juni 1798 lud Talleyrand, inzwischen französischer Außenminister, befreundete und neutrale Staaten zur Teilnahme ein. Die Vertreter der Batavischen Republik, der Cisalpinen Republik, Dänemarks, Spaniens, der Helvetischen Republik, der Ligurischen Republik, des Königreichs von Sardinien, der Römischen Republik und der Toskana trafen im September 1798 in Paris ein – zur vermutlich ersten internationalen wissenschaftlichen Konferenz überhaupt.

Aus den Mitgliedern der Commission des Poids et Mesures des Institut National, den Expertengruppen, die für spezielle Probleme zuständig gewesen waren, und den ausländischen Wissenschaftlern bildete man drei gemeinsame Kommissionen. Die eine sollte das Problem der Temperaturabhängigkeit des Längenstandards lösen, die andere die Triangulationsrechnungen überprüfen, die dritte schließlich den Gewichtsstandard festsetzen. Als Termin war der 5. Oktober 1798 bestimmt. Doch Méchain und Delambre quälten sich noch mit einer Unsicherheit von 3 Bogensekunden für die Breite von Barcelona und hatten deshalb beschlossen, die Basis des gesamten Triangulationsprojekts noch einmal von neuem zu vermessen. Am 26. November schließlich kehrten die beiden nach Paris zurück, und zwei Tage später fand das erste gemeinsame Treffen der internationalen Expertenrunde statt. Dutzende weitere folgten.

Mehr als sechs Monate später, am 17. Juni 1799, legten die Wissenschaftler ihre Ergebnisse der Ersten Klasse des Institut National vor. Da sich Frankreich noch mitten Krieg befand, vermeidet man bewußt jeden politischen Akzent, ließ die beteiligten Wissenschaftler als «confrères» ohne Rücksicht auf ihre Nationalität in alphabetischer Reihenfolge auftreten und betraute einen Schweizer und einen Holländer mit dem offiziellen Bericht. Die neue Länge des Meters war nun zu 3 pieds und 11,296 lignes der «Toise de Pérou» bestimmt, d.h. als bestimmter Teil jenes ehrwürdigen Längenstandards, den die Académie des Sciences als Ergebnis der ersten Expedition 1740 hatte anfertigen lassen. So verband das neue Maß nicht nur die Wissenschaftler der Völker, sondern schlug auch den Bogen vom Directoire zum Ancien Régime und von der neuesten analytischen Geometrie zur Newtonschen Physik. Denn die Expedition nach Lappland und Peru hatte damals keinen anderen Zweck gehabt als den, die Gültigkeit des Gravitationsgesetzes und die Abplattung der Pole zu beweisen.

Welche herausragende Rolle dabei den wissenschaftlichen Präzisionsinstrumenten zukam, wurde zum Schluß noch einmal symbolisch sichtbar: Etienne Lenoir, der geniale Instrumentenbauer, der für Borda den Repetitionskreis, das wichtigste Meßinstrument der Triangulation, konstruiert hatte, bekam die ehrenvolle Aufgabe, am 4. Messidor des Jahres VII (22. Juni 1799) die aus Platin gefertigten Prototypen des Urmeters und des Urkilogramms dem Conseil des Cinq-Cents und dem Conseil des Anciens in einer öffentlichen Zeremonie vorzulegen. Das Gesetz vom 19. Frimaire des Jahres VIII (10. Dezember 1799) gab den von den Wissenschaftlern bestimmten Werten des metrischen Systems schließlich offiziellen Charakter.

1. Längenmaße des Ancien Régime

Premier Tableau: Mesures de Longueur (Copie)
 Archives Départementales des Deux-Sèvres
 aus: 1789–1840 La mise en place (1989), S. 48

Von 1798 bis 1801 arbeiteten Kommissionen in allen Départements, um alle regional benutzten Maße zu erfassen und mit dem neuen Meterstandard zu vergleichen. Im Département Deux-Sèvres z.B. wurden die Flächenmaße aus 50 Gemeinden, die Längenmaße aus 31 Gemeinden und die Hohlmaße aus 49 Gemeinden erhoben. Dabei zeigte sich, daß 15 verschiedene Landmaße, 12 verschiedene Längenmaße, 10 verschiedene Flüssigkeitsmaße, 13 Getreidemaße und 10 Gewichtsmaße im Gebrauch waren. Jedes davon besaß zahllose lokale Zahlenwerte, die sich – innerhalb eines einzigen Départements! – z.B. beim boisseau (einem Kornmaß) wie 1:4, bei der boisselée (einem Landmaß) wie 1:6 verhalten konnten.

Die Tabelle stammt aus dem Abschlußbericht der Kommission und zeigt die metrischen Werte für die gewöhnlichen Längenmaße toise, aulne und verge (1 toise = 6 pieds zu je 12 pouces; 1 aulne = 30 pouces weniger als eine toise; 1 verge = 12 pieds).

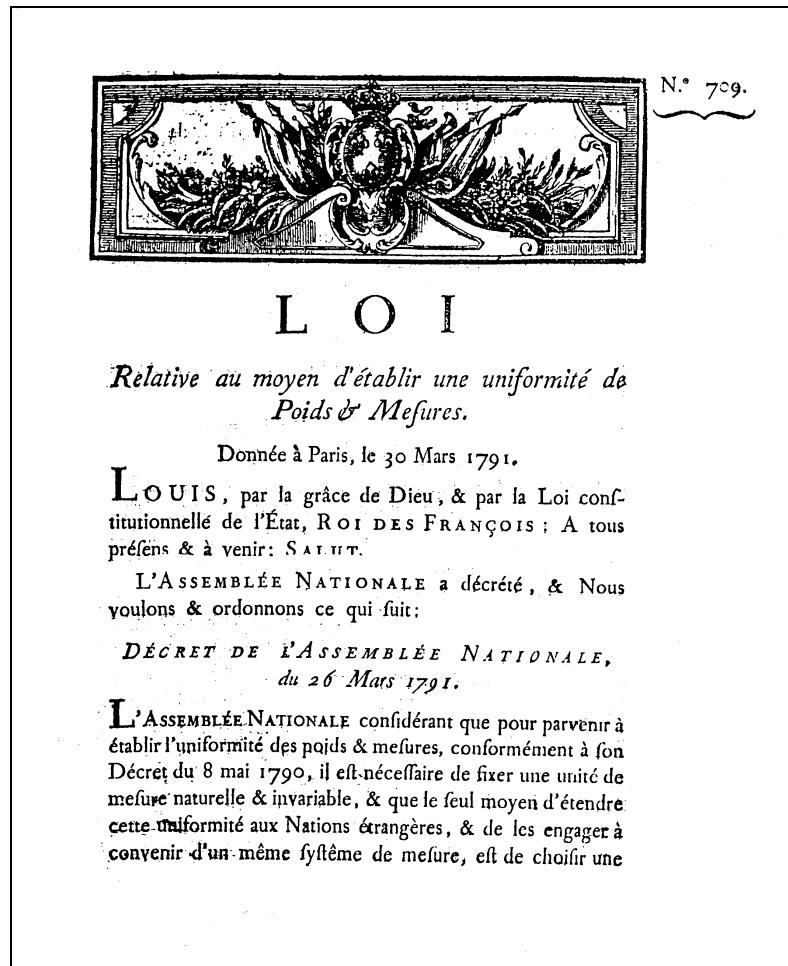
1. Tableau Mesures de Longueur			
Nom des Anciennes mesures	Nom des Communes où elles sont en usage	Leur Valeur En Mètres	Observation
Toise ordinaire		1, 95	La toise est de 6 pieds, 12 pouces, 1080 de centimètres.
Toise particulière pour le mesurage des biens d'échange	Niort	2, 05	Cette toise est composée de 10 pieds égaux à 90 centimètres de longueur, soit le tiers de 30 pieds.
Verge		3, 90	La verge est de 12 pieds égaux.
Aulne		1, 19	Comme à Paris.
Toise	Montpon	1, 95	
Aulne		1, 19	
Toise	Échire	1, 95	
Aulne		1, 19	
Toise	Amblou	1, 95	Comme à Niort et à Paris.
Aulne		1, 19	
Toise	Argenton-l'Anglais	1, 95	
Aulne		1, 19	
Toise	Chiché	1, 95	
Aulne		1, 19	
Toise	Bressuire	1, 95	Comme à Niort et à Paris.
Aulne		1, 19	
Toise	Le Long, Villerie	1, 95	Comme à Paris.
Aulne		1, 19	
Toise	Le Maïcent	1, 95	
Aulne		1, 19	
Toise	Viron	1, 95	
Aulne		1, 19	
Toise	Rabecq	1, 95	
Aulne		1, 19	
Toise	Orizé	1, 95	Comme à Niort et à Paris.
Aulne		1, 19	
Toise	Melle	1, 95	
Aulne		1, 19	
Toise	Saint-Pauville	1, 95	
Aulne		1, 19	
Toise	Champdeniers	1, 95	
Aulne		1, 19	

2. une unité de mesure naturelle & invariable

Loi relative au moyen d'établir une uniformité de Poids et Mesures. Paris:
 Imprimerie Royale, 1791
 Archives Départementales des Deux-Sèvres
 aus: 1789–1840 La mise en place (1989), S. 37–38.

Der Beschuß der Assemblée Nationale vom 26. März 1791, von Louis XVI am 30. März in Kraft gesetzt, führte als neue und universale Maßeinheit den zehnmillionsten Teil des Viertelbogens eines Erdmeridians ein und beauftragte zu diesem Zweck die Académie des Sciences, den Meridian von Dunkirchen bis Barcelona aufs genaueste zu vermessen. Denn das neue Maß sollte universal und international sein: „die einzige Möglichkeit, diese Gleichförmigkeit auf ausländische Nationen auszudehnen und

diese zur Teilnahme an einem gemeinsamen Maßsystem zu bewegen, besteht darin, eine Einheit zu wählen, die so festgesetzt wird, daß darin nichts Zufälliges und nichts auf ein bestimmtes Volk der Erde Beschränktes liegt.“



Am 10. April 1791 bildete die Académie die Commission Temporaire des Poids et Mesures. Die Astronomen Jean-Dominique Cassini ('Cassini IV') und Pierre Méchain sowie der Mathematiker Adrien-Marie Legendre wurden mit der Durchführung der Triangulation beauftragt, die Mathematiker Gaspard Monge und Jean-Baptiste Meusnier (1792 durch Jean-Baptiste Joseph Delambre ersetzt), mit der Vermessung der Basis.

3. *Observatoire de Paris, um 1800*

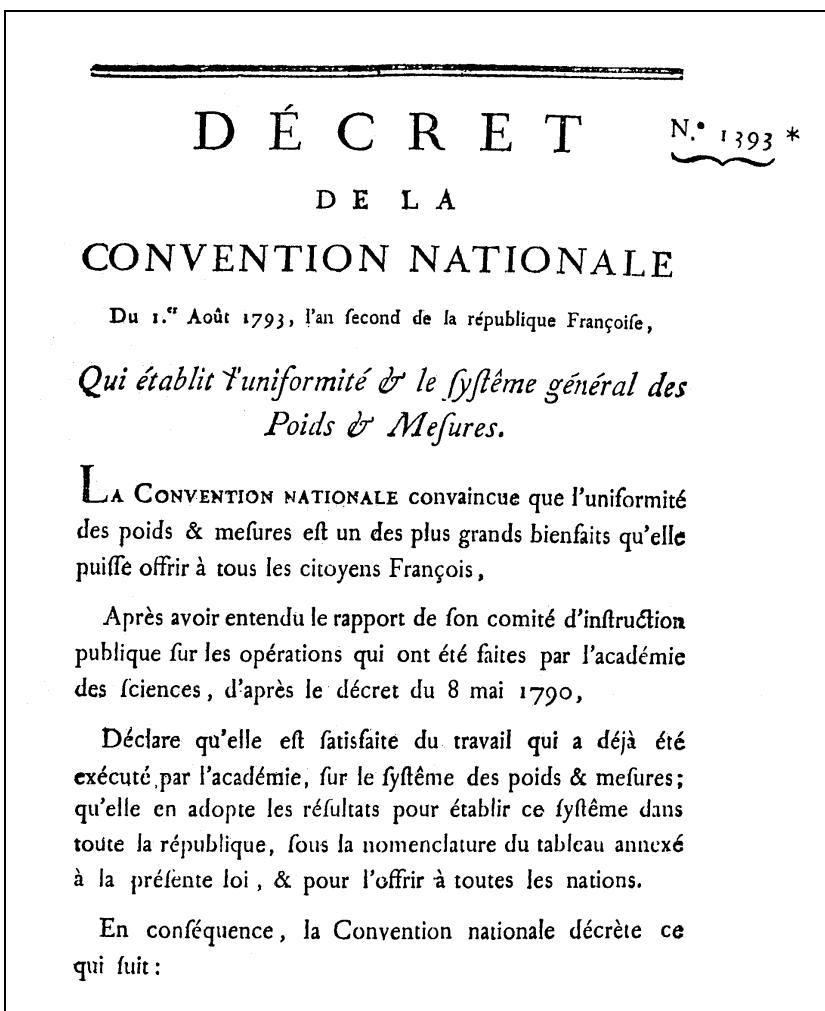
Ölgemälde unbekannter Herkunft
aus: Dhombres (1989), S. 144

Das 1672 errichtete Observatorium von Paris gehörte ursprünglich zur Académie des Sciences. Neben Greenwich war es das wichtigste astronomische und nautische Forschungszentrum der Welt. 1676 hatte Ole Rømer hier an den Jupitermonden die Lichtgeschwindigkeit bestimmt. Nach der Auflösung der Académie wurde das Obser-

vatoire am 25. Juni 1795 dem Bureau des Longitudes unterstellt und Charles Messier, Delambre, Méchain und Alexis Bouvard zu Direktoren berufen. Vor dem eher monumentalen als zweckmäßigen Bau sieht man einen freistehenden Refraktor und die erhöhte Plattform, die für den optischen Telegraphen und als Meßpunkt der Triangulation diente.

4. *le mètre provisoire*

Décret de la Convention Nationale, 1. August 1793, Jahr II der Republik
Archives Départementales des Deux-Sèvres
aus: 1789–1840 La mise en place (1989), S. 34



In der „Überzeugung, daß die Einheit der Gewichte und Maße eine der größten Wohltaten sei, die sie den Bürgern Frankreichs erweisen könne,“ führte der Nationalkonvent zum 1. Juli 1794 den von der Académie des Sciences vorgeschlagenen ‘provisorischen’ Meterstandard mit Gesetzeskraft ein, um das neue Maß zugleich „allen Nationen darzubieten.“ Die neue Längeneinheit wurde «mètre» genannt und definiert als der zehnmillionste Teil des Viertelmeridians. Ihm wurde der vorläufige Wert von 3 pieds und 11,44 lignes Pariser Maßes gegeben. Zugrundegelegt waren die 1740 bei

der ersten Bestimmung des Pariser Meridians erhaltenen Werte. Zugleich benennt das Dekret die Vielfachen und Teile des Meters: «millaire» (1000 m), «décimètre» (0,1 m), «centimètre» und «millimètre».

Ferner werden die davon abgeleiteten Hohlmaße «pinte» (Kubikdezimeter, von 1795 an: «litre») und «cade» (Kubikmeter) sowie die Gewichtseinheit «grave» (die Masse von einem Kubikdezimeter Wasser; von 1795 an: «kilogramme») mit «décigrave», «centigrave», «gravet» (von 1795 an: «gramme»), «decigravet» und «centigravet» bestimmt, dazu das «bar» oder «millier» (die Masse eines Kubikmeters Wasser).

L'aventure du mètre (1989), S. 34–36.

5. *Jean-Baptiste Joseph Delambre (1749–1822)*

Aquatinta unbekannter
Herkunft
aus: Les savants en
Révolution (1989), S. 111



Geboren in Amiens und aus einfachen Verhältnissen stammend, wurde Delambre 1780 Assistent von Joseph Jérôme de Lalande am Collège de France in Paris. Seine astronomische Karriere begann 1786 mit der Beobachtung einer Merkurpassage. 1790 erhielt er den Preis der Académie des Sciences für die Bahnberechnung des 1781 entdeckten Planeten Uranus. Später folgten Tafelwerke für Sonne, Saturn und die Jupitersatelliten. Unter dem Konsulat und dem Empire war Delambre Generalinspekteur des Erziehungswesens und trat nach Waterloo in den Conseil Royal de l'Instruction Publique ein. Mitglied der Académie seit 1792, war Delambre mit Méchain für die Vermessung des Meridians verantwortlich, wobei ihm die Redaktion des Abschlußberichts (→ Kat.-Nr. 8) zufiel. Von 1803 an war er Secrétaire perpétuel der Ersten Klasse des Institut National und von 1805 bis 1815 Nachfolger Lalandes am Collège de France. In den letzten Jahren seines Lebens schrieb er eine siebenbändige Geschichte der Astronomie.

I. Bernard Cohen, in: Dictionary of Scientific Biography, Bd 4 (1973), S. 14–18. – Joseph Caulle, „Delambre – sa participation à la détermination du mètre,“ Recueil des Publications de la Société Havraise d'Études

diverses 103 (1936), 143–157. – Ein Gemälde von Corenne [?] im Observatoire de Paris, in: Guedj (1988), S. 47.



6. *Pierre-François-André Méchain (1744–1804)*

Aquatinta unbekannter Herkunft aus: *Les savants en Révolution* (1989), S. 111

In Laon geboren, absolvierte Méchain die École des Ponts et Chaussées und wurde durch Vermittlung Joseph Jérôme de Lalandes Hydrograph und Astronom im kartographischen Büro der Marine in Versailles. Mitglied der Académie des Sciences seit 1781, hatte er mit dem Astronomen Jean-Dominique Cassini und dem Mathematiker

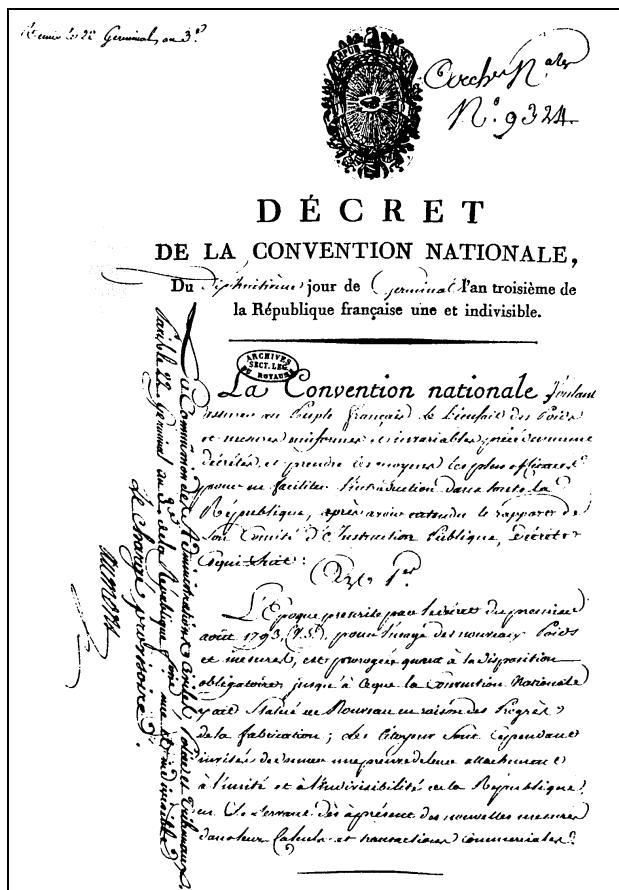
Adrien Marie Le Gendre, Examinateur an der École Polytechnique, die exakte Position der Observatorien von Paris und Greenwich bestimmt. Auch die Entdeckung von Nebeln und die Bahnberechnung von Kometen gehen auf ihn zurück. Die Revolution bot ihm dann das Projekt seines Lebens: die Vermessung des südlichen Teils der «méridienne» zwischen Rodez und Barcelona. 1793 durch einen Unfall verletzt, mußte er die noch ausstehenden Messungen vollenden, während Frankreich und Spanien sich im Kriegszustand befanden. Nach Paris zurückgekehrt, wurde Méchain Direktor des Observatoire. 1803 brach er jedoch wieder auf, um noch einige Messungen in Spanien zu wiederholen. Obwohl der Meterstandard inzwischen festgelegt war, wollte Méchain, ein Fanatiker der Präzision, die Vermessung des Meridians bis Palma de Mallorca fortführen, um noch höhere Genauigkeit zu erzielen. Am 20. September 1804 starb er in Castillon de la Plana auf den Balearen.

Owen Gingerich, in: *Dictionary of Scientific Biography*, Bd 9 (1975), S. 250–252. – Joseph Laissus, „Un astronome français en Espagne: Pierre-François-André Méchain, 1744–1804,“ in: *Comptes Rendus du 94^e Congrès National des Sociétés Savantes*, Peau 1969, *Sciences* 1 (1970), 37–59. – Das Observatoire de Paris besitzt ein nicht publiziertes Portrait von Méchain in Öl.

7. *Le système metrique, 7. April 1795*

Procès-verbaux de la Convention Nationale, 18 germinal an III
Archives Nationales, Sect. Leg. du Royaume
aus: *L'aventure du mètre* (1989), S. 34

Die «Loi organique du système metrique» verlangte die konsequente Dezimalteilung aller Maße und Gewichte und ermahnte die Bürger, ausschließlich das neue System zu verwenden. Artikel 2 bestimmte die Anfertigung eines Eichmeters aus Platin, der von Experten mit größtmöglicher Sorgfalt herzustellen und samt der zugehörigen wissenschaftlichen Dokumentation bei der gesetzgebenden Versammlung zu hinterlegen sei, damit der Standard jederzeit verifiziert werden könne.



Artikel 5 regelte abschließend die Nomenklatur der vom Meter abgeleiteten Größen Ar (10 x 10 m), Ster (Kubikmeter, für Holz), Liter und Gramm und schrieb vor, die neuen Einheiten zur besseren Unterscheidung «par le surnom de républicaines» – republikanische Maße zu nennen.

L'aventure du mètre (1989), S. 34–36.

8. *Base du système métrique décimal*

Base du système métrique décimal, ou mesure de l'arc du méridien compris entre les parallèles de Dunkerque et Barcelone ... par MM. Méchain et Delambre. Paris: Baudouin, 1806–1810
 3 Bde; 182 + 551 S., 8 Taf.; XXIV + 844 S., 11 Taf.; 16 + 704 + 62 S., 9 Taf.; 27 x 20 cm
 Hofbibliothek Aschaffenburg (Sign. F 69)

Vom Juni 1792 bis Anfang 1799 waren Méchain und Delambre unterwegs, um die Triangulation für die Berechnung des Meridianbogens auszuführen, und bis 1807 dauerte die Auswertung der gesammelten Daten. Die besten Mathematiker, Astronomen, Kartographen und Physiker Frankreichs waren an diesem gewaltigen Unternehmen beteiligt, dessen Budget dreimal so groß war wie das der 1793 aufgelösten Académie. Was die Messungen angeht, war Delambre, assistiert von Citoyen Bellet, einem Schüler Lenoirs, für die 380000 toises des Abschnitts von Dünkirchen bis Rodez verantwortlich, Méchain, von Citoyen Tranchot unterstützt, für den südlichen Teil, die 170000 toises von Rodez bis Barcelona. In den Wirren der Revolution suchten sie nach dem Maß aller Dinge. Am 17. Juni 1799 endlich lag der Abschlußbericht der internationalen Expertenkommission der Ersten Klasse des Institut vor.

BASE
DU SYSTÈME MÈTRIQUE DÉCIMAL,
OU
MESURE DE L'ARC DU MÉRIDIEN
COMPRIS ENTRE LES PARALLÈLES
DE DUNKERQUE ET BARCELONE,
EXÉCUTÉE EN 1792 ET ANNÉES SUIVANTES,
PAR MM. MÉCHAIN ET DELAMBRE.

Rédigée par M. Delambre, secrétaire perpétuel de l'Institut pour les sciences mathématiques, membre du bureau des longitudes, des sociétés royales de Londres, d'Upsal et de Copenhague, des académies de Berlin et de Suède, de la société Italienne et de celle de Göttingue, et membre de la Légion d'honneur.

SUITE DES MÉMOIRES DE L'INSTITUT.

TOME PREMIER.

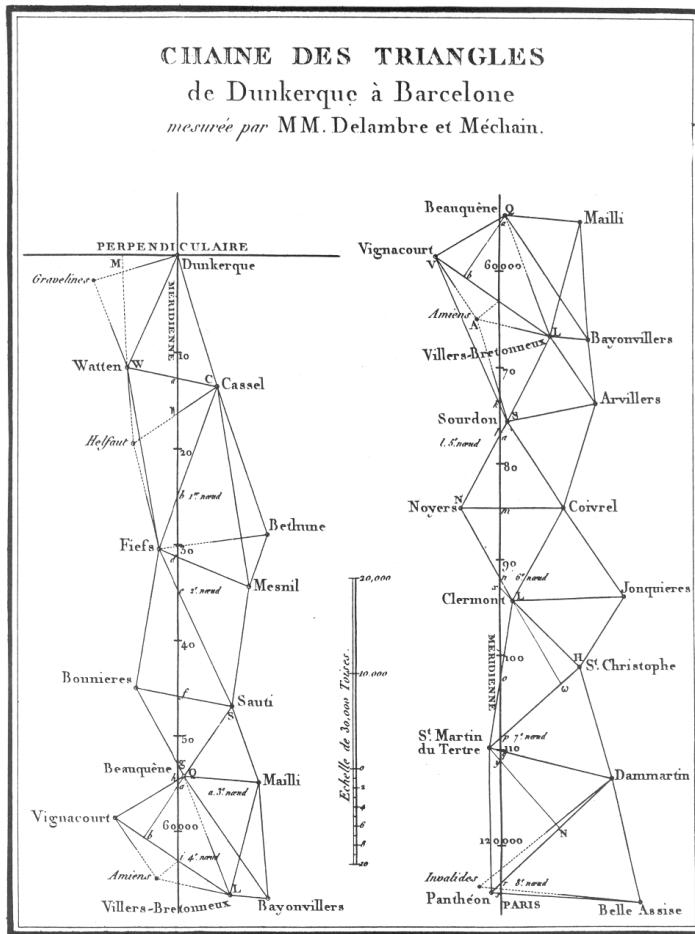
PARIS.

BAUDOUIN, IMPRIMEUR DE L'INSTITUT NATIONAL.
COURCIER, libraire pour les mathématiques, quai des Augustins, n° 57.

JANVIER 1806.

In drei mächtigen und aufwendig gedruckten, in Paris in rotes Leder gebundenen Quartbänden sind die Ergebnisse der geodätischen Vermessung niedergelegt, aus der sich der exakte Zahlenwert für den Meterstandard ergab. Band I enthält die Meßwerte von Dünkirchen bis zum Las Agujas-Gipfel bei Barcelona, S. 1–288 von Delambre, S. 289–510 von Méchain erhoben. Band II umfaßt die Vermessung der beiden Basisstrecken bei Melun und bei Perpignan, eine Beschreibung der Instrumente, zahllose einzelne Beobachtungsdaten und auf fast 200 Seiten die vollständige Berechnung der Dreiecke. Der im November 1810 erschienene Band III enthält die von Adrien-Marie Legendre, Johann Georg Tralles, Jan Hendrik van Swinden und Lalande durchgeführte Berechnung des Meridianbogens unter Berücksichtigung der Abplattung der Erde, die Berechnung der exakten Werte für Meter und Kilogramm, eine Diskussion der dabei aufgetretenen methodischen Probleme, ferner Berichte und amtliche Korrespondenz der Kommissionsmitglieder sowie schließlich den amtlichen Bericht über die Hinterlegung sämtlicher Originalmanuskripte im Observatoire am 5. August 1807.

Nachdem Méchain 1804 gestorben war, lag die Redaktion des Werks ganz in den Händen Delambres. Méchains Plan, die Triangulation bis zu den Balearen fortzuführen, um noch höhere Genauigkeit zu erzielen, wurde 1806 von Jean-Baptiste Biot und François Arago im Auftrag des Bureau des Longitudes vollendet.



9. Eine Kette von Dreiecken

Chaine des triangles ... mesurée par MM. Delambre et Méchain
bez.: Gravé par E. Collin
aus: Base du système métrique, Bd I (1806), Taf. IV

Die Wahl des Meridians, der von Dünkirchen bis Montjouy bei Barcelona reicht, durch Paris läuft und $9 \frac{2}{3}$ Grad, d.h. mehr als ein Zehntel des zu bestimmenden Viertelbogens, ausmacht, hatte pragmatische Gründe. Denn dieser Längengrad führte durch überwiegend gut erschlossenes Gelände, war fast vollständig von Frankreich kontrolliert, und die Endpunkte lagen auf gleichem, nämlich Meeresniveau. Die symbolische Dimension dieser Wahl wird freilich deutlich, indem als Pariser Bezugspunkte das Panthéon und die Invalides gewählt sind.

Bezugsbasis war eine Strecke von etwa 6000 toises (11,7 km) bei Melun im Südosten von Paris, die durch direkte Längenmessung aufs genaueste bestimmt werden mußte. Um die Ergebnisse der Triangulation zu kontrollieren, wählte man eine Vergleichsbasis bei Perpignan. Um von den gemessenen Werten auf die wahre Länge des Meridians zu kommen, mußte schließlich noch die Abplattung der Erdkugel in Rechnung gestellt werden. Damit ergab sich die Länge des Meridianbogens vom Nordpol bis zum Äquator zu 5130740 toises – eine Differenz von 0,03% gegenüber den 5132430 toises des provisorischen Meterstandards von 1793.

10. Kompaß, 1850

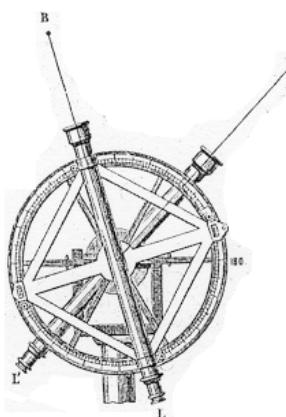
Kompaß, Messinggehäuse in Holzkästchen 3 x 14 x 14 cm
unbez.;
Universität Regensburg, Historische Instrumentensammlung (Inv.-Nr. 026580200)

Die traditionelle 360°-Teilung, die dieser deutsche Kompaß zeigt, war in der Französischen Revolution durch eine dezimale 400°-Teilung ersetzt worden, bei der jeder Bogengrad in 100 Bogenminuten zu je 100 Bogensekunden unterteilt war. Den Kompaß hat das Lyzeum in Regensburg vom hiesigen „Mechanicus und Opticus“ Ferdinand Schellbach am 6. November 1850 zum Preis von 4 Gulden 30 Kreuzer bezogen.

11. Triumph der Präzision

Bordakreis mit Details; Kupferstich; 22,5 x 42 cm
bez.: Dessiné par J. Roubo l'ainé, Gravé par E. Collin
aus: Base du système mètrique, Bd II (1807), Taf. VIII

Geodätische Messungen wurden zunächst mit Sextanten oder ähnlichen Geräten zur einfachen Winkelmessung ausgeführt. Zur Erhöhung der Meßgenauigkeit hatte der Göttinger Astronom Tobias Mayer um 1752 ein Repetitionsverfahren vorgeschlagen. Zur Bestimmung des Winkels zwischen zwei Punkten A und B werden zwei mechanisch verbundene Visierfernrohre zunächst parallel auf A ausgerichtet. Dann wird das untere Fernrohr arretiert und das obere auf B eingestellt. Zwischen beiden Achsen liegt nun der gesuchte Winkel. Doch statt diesen direkt abzulesen, werden beide Fernrohre in ihrer Stellung fixiert und gemeinsam zurückgedreht, so daß das obere Fernrohr wieder auf A weist. Anschließend wird das untere fixiert und das obere wieder auf B ausgerichtet. Der zwischen den Fernrohrachsen gebildete Winkel ist nun doppelt so groß wie der gesuchte Winkel AB. Mit jeder Wiederholung des Meßvorgangs wird der zu messende Wert dazuaddiert, und wenn man am Ende den Mittelwert bildet, mitteln sich subjektive Visier- und mechanische Gangfehler heraus.



Der französische Marineingenieur Jean-Charles Borda und der geniale Feinmechaniker Etienne Lenoir bauten nach diesem Prinzip 1784 den ersten Repetitionskreis. Die Genauigkeit des Instruments war so hoch, daß die Abweichung auch nach 90 Triangulationen nicht mehr als 5 Bogensekunden betrug. Der sog. Bordakreis wurde daher zum wichtigsten Instrument bei der Bestimmung des Meridians und geradezu zum Symbol der neuen, instrumentellen Vernunft und ihrer Suche nach Präzision.

Base du système mètrique, Bd II (1807), S. 160–186. – Maurice Daumas, Les instruments scientifiques aux XVIIe et XVIIIe siècles, Paris 1953, S. 242–247 und 365–368. – Paolo Brenni, „L’industria degli strumenti scientifici in Francia nel XVIII e XIX secolo,“ in: Gli strumenti, hrsg. von Gerard L’E. Turner (Storia delle scienze, Bd 1), Torino 1991, S. 453–454. – Enrico Miotti, „I cerchi moltiplicatori all’ Osservatorio di Brera,“ in: Atti della Sezione di Storia della Fisica del LXXIII Congresso della SIF, Napoli 1987, S. 279–294.

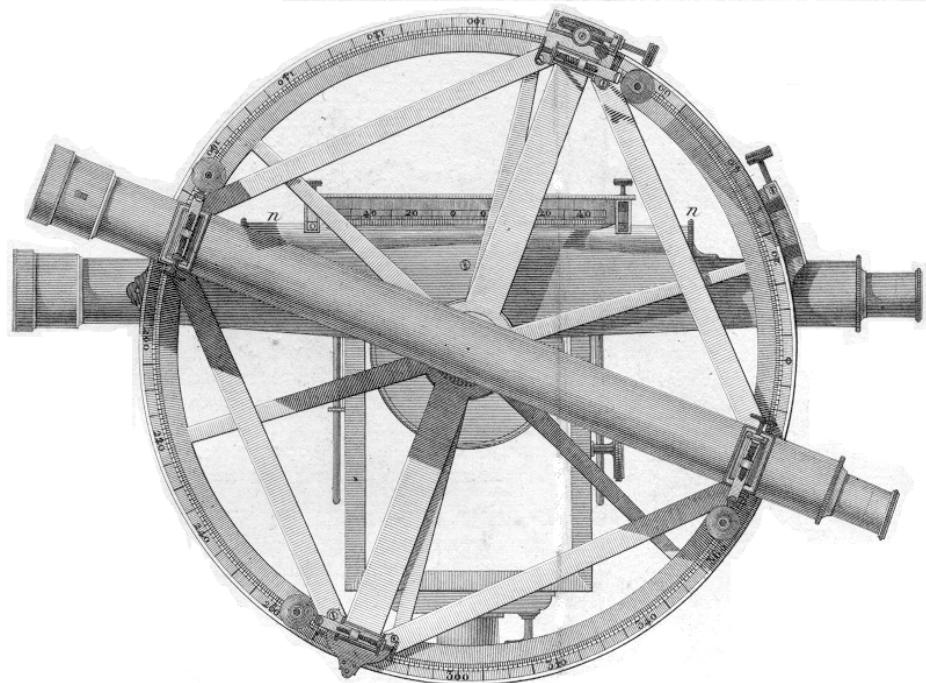


Fig. 1.



Fig. 2.

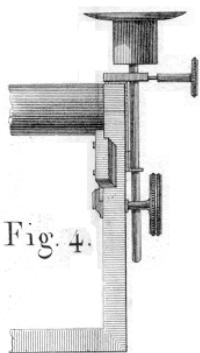
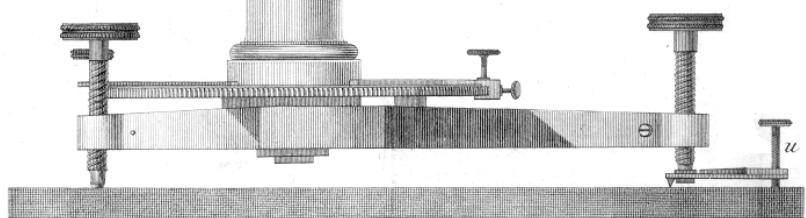


Fig. 4.



Bordakreis mit Details (Ausschnitt)
bez.: Dessiné par J. Roubo l'ainé, Gravé par E. Collin
aus: Base du système mètrique, Bd II (1807), Taf. VIII

12. *Jean-Charles Borda (1733–1799)*

Chevalier – später Citoyen – Jean-Charles de Borda, bietet das Beispiel der rasanten Karriere eines technischen Experten, wie sie typisch ist für das revolutionäre Frankreich. Ingenieur, Hydro- und Geograph, Erfinder und Professor, ist er eine der markantesten Figuren der französischen Marine der Aufklärungszeit.

In Dax geboren, wurde Borda bei den Jesuiten von La Flèche erzogen und absolvierte die École Royale du Génie de Mézières als Militäringenieur. 1767 trat er in die Kriegsmarine ein. 1771 beauftragte ihn die Académie, auf der Fregatte «Flore» die Präzision der neuen, von Pierre Leroy und Ferdinand Berthoud gebauten Chronometer zu überprüfen. Die Reise führte in die Antillen und zu den Kanarischen Inseln, und Borda nutzte sie zu topographischen und kartographischen Studien. 1778/79 nahm er auf französischer Seite am Amerikanischen Unabhängigkeitskrieg teil.

1783 zum Direktor der École du Génie Maritime bestellt, widmete Borda sich der Hydrodynamik und konstruktiven Verbesserungen im Schiffbau. Als Divisionschef im Ministerium war er an der Reform der Marineverwaltung beteiligt. Unbehelligt von den politischen Umwälzungen seiner Zeit, war er Mitglied der Académie des Sciences, der Académie de Marine, des Bureau des Longitudes und des Institut National. 1790 berief ihn die Académie in die Commission des Poids et Mesures, deren einflußreichstes Mitglied er werden sollte. Von Borda stammt der Vorschlag, das neue Maß auf den Meridian zu beziehen und den von ihm entwickelten Repetitionskreis bei der Vermessung zu verwenden. Als Mitglied der internationalen Expertengruppe bestimmte er gemeinsam mit Jean-Dominique Cassini die Länge des Sekundenpendels.

C. Stewart Gillmor, in: Dictionary of Scientific Biography, Bd 2 (1972), S. 299–399. – Jean Mascart, *La vie et les travaux du Chevalier Jean-Charles de Borda* (Annales de l'Université de Lyon, n.s., 2, Droit Lettres, fasc. 33), Lyon/Paris 1919.

13. *Repetitionskreis, vor 1800*

Messing, Stahl und Eisen; 150 x 81 x 75 cm
bezeichnet: Fortin à Paris
Universität Regensburg, Historische Instrumentensammlung (Inv. 020834500)

Der Instrumentenbauer Nicolas Fortin, der mit Lavoisier zusammenarbeitet hatte, der Commission Temporaire des Poids et Mesures angehörte und 1799 das Urkilo gramm aus Platin fertigen durfte, lieferte die besten Cercles répétiteurs. Gegenüber seinen Vorfahren zeichnet sich der Fortinsche Repetitionskreis durch ein zierlicheres, doch schwingungsärmeres Dreibeinstativ aus. Dessen Füße lassen sich mit großen, in 400 Teile geteilten Stellschrauben (davon eine später ergänzt) justieren. Die schlanke Zentralsäule steht auf einem in der Verstrebung des Dreifußes befindlichen Lager und lässt sich mit Hilfe eines Planetenrades, das einen in 400 Teile geteilten Zahnkranz treibt, um die Längsachse drehen.

Der Hauptkreis (\varnothing 428 mm oder 15 Pariser Zoll) ist in 1/10-Schritten in die 400 Grade des neuen metrischen Winkelmaßes geteilt. Zu beiden Seiten sind identische achromatische Fernrohre von jeweils 525 mm Länge mit Blende und justierbarem Fadenkreuz angebracht. Das dem Stativ zugewandte Fernrohr ist auf einem drehbaren Messingbalken montiert; das äußere Fernrohr sitzt auf einem verstrebten Kreuz, das in die periphere Führungsrille des Hauptkreises greift.

Mit raffiniert kombinierten okularseitigen Stellschrauben lassen sich die beiden Fernrohre auf ihren jeweiligen Kreisen sowie gegeneinander arretieren. Die Verdrehung der fixierten Fernrohre und des Hauptkreises erfolgt über eine Endlossschraube, die in den Zahnkranz am Gegengewicht des Hauptkreises greift. Auf dessen Achse ruht eine graduierte Röhrenlibelle zur Kontrolle der vertikalen Position des Meßkreises. Feineinstellung und Arretierung erfolgen von unten durch Trieb und Klemmschrauben. Mit vier nummerierten einfachen Mikroskopen lassen sich die Meßwinkel an silbernen Nonien vom Hauptkreis ablesen. Durch die gleichzeitige Ablesung an mehreren Stellen werden mechanische und Ablesefehler kompensiert.

Für geodätische Messungen läßt sich der obere Teil des Instruments um 90° in die Horizontale kippen. Die Justierung erfolgt über Endlosschraube und Schneckengang und einen in 100 Grade geteilten Viertelkreis.

Das Schicksal des Regensburger Repetitionskreises läßt sich recht gut zurückverfolgen. Vermutlich 1808 hat ihn Fürstprimas Karl von Dalberg für den Regensburger Naturforscher Placidus Heinrich für 4000 Francs in Paris kaufen lassen. Es handelte sich dabei um dasjenige Instrument, das Delambre und Méchain eine Zeitlang bei der Vermessung des Meridians eingesetzt hatten, nachdem einer ihrer von Lenoir gebauten Repetitionskreise beschädigt worden war. In Regensburg hat Placidus Heinrich das Gerät in den Jahren 1811–1820 zur exakten Ermittlung der Polhöhe des Observatoriums im sog. Placidusturm benutzt. 1836 verbesserte Ferdinand von Schmöger, der Nachfolger Heinrichs als Professor der Naturkunde am Lyzeum, dessen Ergebnisse durch erneute Messung.

Im Inventar der Regensburger Sternwarte von 1858 ist der Repetitionskreis mit einem Zeitwert von 1900 Gulden, im Inventar von 1892 mit 2000 Mark verzeichnet. Er war immer das wertvollste Einzelstück der Sammlung. Und obgleich in französischen und italienischen Sammlungen einige Bordakreise aus der Zeit um 1800 nachgewiesen sind, scheint das Regensburger Exemplar das einzige erhaltene zu sein, daß sich direkt mit der Vermessung des Meridians durch Delambre und Méchain in Verbindung bringen läßt!

Ferdinand von Schmöger, *Die Sternwarte zu Regensburg (Programm zum feierlichen Schlusse des Studienjahres 1836/37 in den königlichen Studienanstalten zu Regensburg)*, Regensburg 1837. – Maurice Dau-mas, *Les instruments scientifiques aux XVIIe et XVIIIe siècles*, Paris 1953, S. 242–247 und 365–368.

14. Das republikanische Maß

Commission des Poids et Mesures, *Instruction sur les nouvelles mesures*, Paris 1801
aus: *L'aventure du mètre* (1989), S. 8

Mit Gesetz vom 19. Frimaire des Jahres VIII der Republik (10. Dezember 1799) wurde die ‘definitive’ Länge des Meters festgelegt und das davon abgeleitete Kilogramm zur gesetzlichen Gewichtseinheit bestimmt. Etienne Lenoir, der mit Borda den Repetitionskreis entwickelt hatte, erhielt den Auftrag, aus 40 kg reinem Platin, für dessen Qualität der Pariser Goldschmied Janety garantierte, in jeweils vier Exemplaren das Urmeter, «mètre des archives», als rechteckigen Stab zu fertigen. Nicolas Fortin, der für seine Präzisionswaagen berühmt war und von dem der Regensburger Repetitionskreis stammt, fertigte das Urkilogramm in Gestalt eines Platinzyinders von gleicher Höhe und Durchmesser. Als konkrete Repräsentationen des abstrakten und kosmolo-

gisch begündeten Meterkonzepts wurden die «mètres des archives» zur praktischen und gesetzlichen Basis des metrischen Systems.

Die Einführung des neuen Systems erwies sich jedoch als unerwartet schwierig. Bereits das Dekret des Nationalkonvents vom 1. August 1793 (→ Kat.-Nr. 4) hatte die Académie verpflichtet, eine Gebrauchsanweisung für jedermann zu erstellen. Im Jahr darauf – die Académie war inzwischen aufgelöst – brachte die Commission des Poids et Mesures zu diesem Zweck eine Instruction heraus, die auf 224 Seiten, 14 Tafeln und 3 Plänen die neuen Maße und die Umrechnung der alten erklärte. Die Instruction wurde in allen Départements nachgedruckt und erlebte bis 1815 zahlreiche Neuauflagen, die in Zehntausenden von Exemplaren verteilt wurden. Die einer Pariser Ausgabe von 1801 beigegebene Tafel im Maßstab 1:1 zeigt Metermaße aus Holz und Metall.

Die Präfekten der Départements waren verpflichtet, für die ausschließliche Verwendung der „republikanischen“ Maße zu sorgen, doch ergaben sich dabei sowohl praktische Schwierigkeiten als auch erhebliche Vorbehalte. Selbst die zentralen Behörden wollten sich nicht recht an das neue Maß gewöhnen. Überliefert ist, daß das Pariser Bureau des Poids et Mesures einen Satz Eichmaße an die Zweigstelle in Saint-Étienne schickte und die Sendung mit der alten Gewichtsangabe «60 livres» versah.

Auch Handel und Produktion konnten die geschäftsüblichen Abmessungen und Sortierungen der Waren nicht rasch genug auf das metrische System umstellen. Als guter Rat und Kontrolle nicht fruchten, wurden 1805 die Bürgermeister verpflichtet, die noch vorhandenen älteren Eichmaße zu beschlagnahmen und von Amts wegen zu vernichten. Ihr Material sollte zugunsten der Gemeinde verkauft werden, um vom Erlös neue Eichmaße zu beschaffen. Doch am 12. Februar 1812 machte ein kaiserliches Dekret die Bemühungen vorerst zunichte. Zwar blieb es beim gesetzlich fixierten Meter und Kilogramm; doch im normalen Geschäftsverkehr durften toise, pied, aulne, boisseau, livre, once und gros wieder benutzt werden.

Alder (1994). – Alder (1995).

15. *À tous les temps – à tous les peuples*

Medaille von 1840, Ø ca. 7 cm
bez.: SVMPT P.M. GONON LVGDVN PENIN INV. ET F.
aus: L'aventure du mètre (1989), S. 58

Was die Revolution begonnen hatte, vollendete die Monarchie. Mit Datum vom 4. Juli 1837 setzte der Bürgerkönig Louis Philippe vom 1. April 1840 an die obligatorische Verwendung des metrischen Systems in Frankreich durch. Bereits im Gesetz vom 19. Frimaire des Jahres VIII (10. Dezember 1799), das die definitive Länge des Meters festgelegt hatte, war in Artikel 4 bestimmt, daß zur Erinnerung eine Medaille geschlagen werden solle, die auf der Vorderseite die Aufschrift «À tous les temps, à tous les peuples» und auf der Rückseite «République française an VIII» tragen solle.

Tatsächlich jedoch wurde diese Medaille erst nach der endgültigen Durchsetzung des metrischen Systems realisiert. Von Pierre-Marie Gonon in Lyon finanziert, folgte der Entwurf Marius Penins von 1840 den Vorgaben des Gesetzes von 1799.



Die Medaille zeigt auf der Vorderseite unter der Umschrift «À TOUS LES TEMPS – À TOUS LES PEUPLES» die Allegorie Frankreichs mit Meterstab und Kilogramm in den Händen, auf einem mit «CINQ CENTIMÈTRES» beschrifteten Maßstab stehend, darunter der Text: «CONVENTION NATIONALE / LE LOI DU 11 THERMIDOR AN I DE LA RÉPUBLIQUE / LOUIS PHILIPPE 1. ROI DES FRANÇAIS / 1 JANVIER 1840 USAGE EXCLUSIF / DES MESURES DÉCIMALES / LOI DU 4 JUILLET 1837». Unter der Umschrift «UNITÉ DES MESURES» zeigt die Rückseite – Jean-Baptiste Regnaults bekanntes Gemälde «La liberté ou la mort» von 1794 zitierend – den geflügelten Genius Frankreichs über der zum Polarstern geneigten Erdkugel. Mit dem Stechzirkel vermisst er den Viertelmeridian, in der Linken ein Schriftband «DIX MILLIONIÈME DU QUART DU MÉRIDIEN».

Bigourdan (1901), S. 179–180. – Motais de Narbonne (1988).

16. *Regensburger Maß- und Gewichtsreform, 1808*

Placidus Heinrich, Bestimmung der Maasse und Gewichte des Fürstenthums Regensburg, Regensburg: Heinrich Friedrich Augustin, 1808; XVI + 175 S.; neuer Pappeinband; 20 x 13 cm
Universitätsbibliothek Regensburg (00/ND 8800 H469)

Der Astronom und Experimentalphysiker Placidus Heinrich schlägt die Brücke zwischen Regensburg und Paris. 1808 hatte ihm Fürstprimas Karl-Theodor von Dalberg den Fortinschen Repetitionskreis (→ Kat.-Nr. 13) für die hiesige Sternwarte beschafft. Vom 20. Dezember 1809 bis zum 12. März 1810 war Heinrich dann mit Dalberg nach Frankreich unterwegs. Den gesamten Januar und Februar 1810 hielten sich beide in Paris auf, und Heinrich traf hier mit den Wissenschaftlern des Institut National zusammen. Spätestens dort dürfte er die aktuelle Diskussion um das metrische System kennengelernt haben.

Im April 1806 erteilte Dalberg Heinrich den Auftrag, die Regensburger Maße und Gewichte zu untersuchen, mit den auswärtigen zu vergleichen und Eichnormen zu entwickeln. Denn in dieser Hinsicht lag vieles im argen. So war vom gebräuchlichsten Längenmaß, dem Fuß, damals keine andere Norm aufzutreiben „als diejenige, welche am Rathhouse öffentlich ausgestellt, und gleich einem Etalon in die Mauer eingelas-

sen ist; eine rohe, keiner genauen Ausmessung fähige Arbeit, aus der sich höchstens so viel ergab, dass es der Rheinländische Fuss seyn sollte, mit welchem aber kein einziger Werkschuh oder Zollstab der hiesigen Maurer, Schreiner, Zimmerleute u. dergl. genau passte“ (S. 33).

Wie verworren die Verhältnisse waren, ist heute kaum noch nachzuvollziehen. Ordnung in die Visiereimer und Köpfel und Ahme und Metzen, in die Kram- und Silber- und Kronen- und Dukatengewichte mit all ihren lokalen Unterschieden zu bringen, erforderte Literatur- und Archivstudien, den Vergleich mit den noch in Gebrauch befindlichen Eichmaßen des 16. und 17. Jahrhunderts und nicht zuletzt einiges experimentelles Geschick.

Bei aller Sympathie des Verfassers für das metrische System – „ein System, das man nur zu verstehen braucht, um es lieb zu gewinnen“ – ließ es die Dalbergische Reform damit bewenden, das Überkommene behutsam zu rationalisieren. „Uebrigens dürfte der Wunsch eines allgemeinen Maass- und Gewichtssystems unter allen civilisierten Nationen ein frommer Wunsch bleiben“, schließt Heinrich die Vorrede der kleinen Schrift.

17. *Placidus Heinrich (1758–1825)*

Photographie der 2. Hälfte des 19. Jhdts nach unbekannter Vorlage; oval 14,5 x 11 cm
bez.: „Geistlicher Rat P. Dr. Placidus Heinrich, v. 1811–21 Lycealprofessor der Mathemat.,
Astron., Physik und Chemie hier, † 1823 als Domkapitular in Regensburg“
Universität Regensburg, Historische Instrumentensammlung

Placidus (Joseph) Heinrich war der bedeutendste Regensburger Experimentalforscher der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts. Seine Interessen galten der Optik, der Meteorologie und der Metrologie. 1758 in Schierling, Niederbayern, geboren, besuchte Heinrich das Gymnasium der Alten Kapelle in Regensburg. 1775 trat er ins Reichsstift St. Emmeram ein und wurde 1782 zum Priester geweiht. 1791 ging er als Professor für Naturlehre und Mathematik an die Universität Ingolstadt, kehrte aber 1798 als Inspektor des Studienseminars nach St. Emmeram zurück. Von 1811 bis 1821 war er Professor für Physik und Astronomie am Königlich-Bayerischen Lyzeum. Der sog. Placidusturm im fürstlichen Hofgarten diente ihm als astronomisch-meteorologisches Observatorium.

Das Hüftbild in Dreiviertelansicht nach links zeigt Heinrich in schwarzer Ordenstracht mit Haube, die Arme vor der Brust. Neben ihm auf dem Tisch ein Spiegeloktant aus der Augsburger Werkstatt des bedeutenden, in Regensburg geborenen Instrumentenbauers Georg Friedrich Brander: ein Gerät für astronomische und geodätische Winkelmessungen, das sich heute im Deutschen Museum befindet.

Ein ähnliches, doch detailärmeres Ölbild befindet sich im Besitz der Universität Regensburg (Inv. 051806600); eine Variante, bei der Heinrich ein geschlossenes Buch in der Linken hält, ist im Historischen Museum der Stadt Regensburg.

Ludwig Hartmann, „Der Physiker und Astronom P. Placidus Heinrich von St. Emmeram in Regensburg, 1758–1825,“ Studien und Mitteilungen zur Geschichte des Benediktiner-Ordens 47 (1929), 157–182 und 316–351. – Ferdinand von Schmöger, Erinnerungen an Placidus Heinrich, Regensburg 1825.

18. *Stangenzirkel, 1818*

Holz, Messing, Stahl; 7 x 72 x 1,2 cm

Universität Regensburg, Historische Instrumentensammlung (Inv. 026599300)

Im Zusammenhang mit der Reform der Regensburger Maße (→ Kat.-Nr. 16) hat sich Placidus Heinrich nach Angaben des Gothaer Vermessungsingenieurs und Astronomen Franz Xaver von Zach den Prototyp dieses Geräts bauen lassen: einen 17 Pariser Zoll langen Messingstab mit in 100 Teilen geteilter Mikrometerschraube. Unter Zuhilfenahme einer Lupe und bei Vermeidung aller Temperaturschwankungen ließ sich damit noch 1/9744 Zoll (entsprechend 1/375 mm) ablesen.

Die vorliegende Ausführung mit Holzstab und einfacherem Mikrometer wurde 1818 zum Preis von 11 Gulden aus den Mechanischen Werkstätten von Joseph von Utzschneider, Joseph Liebherr und C.J. Werner in München bezogen und dürfte als Demonstrationsmodell gedient haben. Auf einem fünfkantigen Holzstab laufen zwei messingne Fünfkanthülsen, von denen die eine über die Gesamtlänge des Stabes verschiebbar, die andere an dessen Ende von einer Mikrometerschraube (mit 20 Teilstichen) geführt ist. Beide Hülsen lassen sich mit einer Rändelschraube fixieren und tragen scharfe Stahlnadeln, mit denen Strecken abgegriffen und übertragen werden können.

Placidus Heinrich, Bestimmung der Maasse und Gewichte des Fürstenthums Regensburg, Regensburg 1808, S. 7–8. – Verzeichniss derjenigen Werkzeuge, welche in der mechanischen Werkstätte Utzschneider, Liebherr et Werner ... in München verfertigt werden, München 1816, Nr. 29.

19. *Gramm-Gewichtssatz, 1819*

Vergoldete Messinggewichte in Schatulle; 2 x 9,9 x 3,2 cm

bez.: 10, 5, 2 GRAM

Universität Regensburg, Historische Instrumentensammlung (Inv. 026483000)

In Bayern wurde die Umrechnung des metrischen Systems in lokale Einheiten 1806 offiziell publiziert. Während die Wissenschaft die neuen Maße recht bald übernahm, dauerte es im bürgerlichen Verkehr wesentlich länger. 1860 setzte der Deutsche Bund eine Kommission ein, die wegen der Rivalität der Bundesländer sich auf keines der deutschen Maße einigen konnte, sondern stattdessen empfahl, das französische metrische Systems zu übernehmen. Von 1868 an galten im Norddeutschen Bund die neuen Maße und Gewichte; Bayern hat das metrische System am 1. Januar 1872 amtlich eingeführt.

Fünf Grammgewichte (die 1- und ½-Gramm-Stücke fehlen) liegen in einem lederbezogenen, mit Samt ausgeschlagenen Holzkästchen mit vergolder Zierleiste und Schließe, Hirsch und Blumenmotiv im blindgeprägten Deckel.

„Verhältnis des bayerischen Maßes und Gewichtes gegen das französische Maß und Gewicht,“ in: Königlich-Bayerisches Regierungsblatt 10 (5. März 1806), S. 80.

20. Das Maß aller Dinge

Denis Guedj, Die Geburt des Meters: Oder wie die beiden Astronomen Jean-Baptiste Delambre und Pierre Méchain aus dem Geist der Aufklärung in den Wirren der Französischen Revolution das Maß aller Dinge fanden (Ullstein-Buch, 35815). Berlin: Ullstein 1998

Die romanhafte Darstellung des französischen Mathematikers und Wissenschaftshistorikers erschien 1987 unter dem Titel «La Meridienne 1792–1797» in Paris, auf deutsch 1991 im Campus-Verlag Frankfurt am Main. Eine frühe literarische Verarbeitung des Themas findet sich übrigens in Jules Vernes 1872 erschienem Roman «Aventures de trois Russes et de trois Anglais dans l’Afrique australe».

EPILOG

Über den Meterstandard wacht heute das Bureau International des Poids et Mesures (CIPM) in Sèvres. Seine Aufgabe beruht auf der Internationalen Meterkonvention, die am 20. Mai 1875 von 17 Staaten unterzeichnet wurde. Heute gehören ihr 48 Staaten, darunter die wichtigsten Industriestaaten an.

Doch anders als zur Zeit der Französischen Revolution ist das Meter gegenwärtig nicht mehr durch die Dimensionen des Erdballs definiert, noch gesetzlich an die Länge des «mètre des archives», des 1799 von Lenoir gefertigen Maßstabs, gebunden. Auch das Urmeter, das die Internationale Meterkonvention seit 1875 im Pavillon de Breteuil in Sèvres pietätvoll verwahrt, hat längst ausgedient. Mit Einführung des Internationalen Einheitensystems (SI) im Jahre 1960 wurde die Länge des Meters definiert als das 1650763,73fache der Vakuumwellenlänge des vom Kryptonisotop 86 ausgesandten Lichts. Seit 1983 hat die Conférence Générale des Poids et Mesures das Meter zugleich definiert als diejenige Wegstrecke, die das Licht im Vakuum in 1/299792458 Sekunde zurücklegt.

Man ist heute in der Lage, die Länge des Meters bis auf 10^{-19} m genau zu bestimmen, und es ist möglich, daß es in der nahen Zukunft ein gemeinsames Maß für Sekunde und Meter geben wird. Gleichwohl bleibt jede neue Definition des Meters innerhalb der jeweiligen Meßgenauigkeit mit allen vorausgegangenen kompatibel – und damit auch mit jener ersten Definition des Gesetzes vom 19. Frimaire des Jahres VIII der Französischen Republik.

1789 – 1875

- 1789 Juni 27 Die Académie des Sciences beauftragt Borda, Lagrange, Monge und Condorcet, einen Vorschlag zur Vereinheitlichung der Maße und Gewichte zu erarbeiten.
- 1790 Mai 8 (11 thermidor I) Die Assemblée Constituante beschließt über den von der Académie eingebrachten Entwurf eines neuen Maßsystems.
- 1790 August 22 Die Départements werden aufgefordert, über die lokal gebräuchlichen Maße und Gewichte zu berichten.
- 1791 März 26/30 Das «mètre» wird Basis des neuen Maßsystems und als zehnmillionster Teil eines Viertels des Erdmeridians definiert.
- 1792 Juni Delambre und Méchain beginnen mit der Triangulation des Meridians zwischen Dünkirchen und Barcelona.
- 1793 August 1 Die Convention Nationale bestimmt den ‘provisorischen’ Meterstandard vom 1. Juli 1794 an zur gesetzlichen Norm.
- 1795 April 7 (18 germinal III) Mit der «Loi organique du système métrique» wird die Dezimalteilung aller Maße vorgeschrieben und auf das Meter als Basisseinheit bezogen.
- 1798 Januar 27 Die obsoleten Längen-, Volum- und Gewichtsmaße sind bei den Behörden abzuliefern.
- 1798 November 28 Die vom Außenministerium einberufene internationale Expertenkommission nimmt ihre Arbeit auf.
- 1799 Juni 22 (4 messidor VII) Die Prototypen des Urmeters und Urkilogramms werden den gesetzgebenden Körperschaften präsentiert und im Nationalarchiv deponiert.
- 1799 Dezember 10 (19. frimaire VIII) Per Gesetz wird die ‘definitive’ Länge des Meters festgelegt und das Kilogramm zur legalen Gewichtseinheit bestimmt.
- 1801 September 23 Im amtlichen und Geschäftsverkehr darf nur noch das neue Maßsystem verwendet werden.
- 1802 April 26 Départements und Kommunen haben die Verwendung des neuen Maßsystems durchzusetzen.
- 1803 April 7 Das Consulat führt den «franc germinal» als die dem metrischen System entsprechende Münzeinheit ein.
- 1805 Februar 24 Die Bürgermeister werden angewiesen, die alten Maßstäbe, Hohlmaße und Gewichtssätze einzuziehen und unbrauchbar zu machen.
- 1812 Februar 12 Ein kaiserliches Dekret gesteht den Gebrauch der früheren Maße zur Bezeichnung der ungefähr entsprechenden metrischen Einheiten zu.
- 1816 Februar 21 Louis XVIII macht die Dezimalisierung rückgängig.
- 1837 Juli 4 Die Julimonarchie untersagt die Verwendung anderer Maßsysteme als der 1790 und 1801 vorgeschriebenen und macht vom 1. Januar 1840 an die Verwendung des metrischen Systems in Frankreich obligatorisch.
- 1870 Einberufung der Commission Internationale du Mètre nach Paris; die Verhandlungen werden nach Ende des Deutsch-Französischen Kriegs 1872 wieder aufgenommen.
- 1875 Mai 20 17 Staaten unterzeichnen die Meterkonvention, das Bureau International des Poids et Mesures in Sèvres nimmt seine Arbeit auf.

LITERATUR

Ken Alder, „The metric revolution: A social history of the metric system in France,“ *Proceedings of the Annual Meeting of the Western Society for French History* 21 (1994), 95–105

Ken Alder, „Revolution to measure: The political economy of the metric system in France,“ in: *The Values of Precision*, hrsg. von M. Norton Wise, Princeton 1995, S. 39–71

Les arts et métiers en Révolution, hrsg. vom Musée National des Techniques C.N.A.M., Paris 1988

L'aventure du mètre, hrsg. vom Musée National des Techniques C.N.A.M., Paris 1989

Base du système métrique décimal, ou mesure de l'arc du méridien compris entre les parallèles de Dunkerque et Barcelone ... par MM. Méchain et Delambre. Paris 1806–1810

G. Bigourdan, *Le système métrique des poids et mesures*, Paris 1901

Maurice Crosland (Hrsg.), *Science in France in the Revolutionary Era described by Thomas Bugge*, Cambridge/Mass. 1969

Maurice Crosland, „The congress on definitive metric standards, 1798–1799: The first international scientific conference?“ *Isis* 60 (1969), 226–231

Maurice Crosland, „'Nature' and measurement in eighteenth-century France,“ *Studies on Voltaire and the Eighteenth Century* 87 (1972), 277–309

Maurice Crosland, *Science under Control: The French Academy of Sciences, 1795–1914*, Cambridge 1992

Suzanne Débarbat und Antonio E. Ten (Hrsg.), *Mètre et système métrique*, Paris/Valencia 1993

Suzanne Débarbat, „Fixation de la longueur définitive due mètre,“ in: *Célébrations nationales*, hrsg. vom Ministère de la Culture et de la Communication, Direction des Archives de France, Paris 1999, S. 145–147

Nicole Dhombres, *Les savants en Révolution, 1789–1799*, Paris 1989

Gelehrtes Regensburg – Stadt der Wissenschaft: Stätten der Forschung im Wandel der Zeit, hrsg. von der Universität Regensburg, Regensburg 1995

Denis Guedj, *La méridienne*, Paris 1987; dt. u.d.T. *Die Geburt des Meters: Oder wie die beiden Astronomen Jean-Baptiste Delambre und Pierre Méchain aus dem Geist der Aufklärung in den Wirren der Französischen Revolution das Maß aller Dinge fanden* (Ullstein-Buch, 35815), Berlin 1998

Denis Guedj, *La Révolution des savants*, Paris 1988

Jean Claude Hocquet, „Une révolution dans la Révolution: Quelques motifs de la création du système métrique décimal,“ in: *L'espace et le temps reconstruits: La Révolution Française, une révolution des mentalités et des cultures*, Aix en Provence 1990, S. 97–108

Jean-Jacques Levallois, „La méridienne de Dunkerque à Barcelone et la détermination du mètre, 1792–1799: La lettre et l'esprit,“ in: *Scientifiques et sociétés pendant la Révolution et l'Empire (Actes du 114^e Congrès National des Sociétés Savantes)*, Paris 1990, S. 423–440

Anne-Marie Motais de Narbonne und Josette Alexandre, *Une mesure révolutionnaire: le mètre*, Paris 1988

Sylvie Provost, „Le cercle de Borda et la carte des îles Canaries,“ *Musée des Arts et Métiers: La Revue* 17 (Dez. 1996), 21–31

1789–1840: La mise en place du système métrique: L'exemple des Deux-Sèvres, Niort 1989