

Paper-ID: VGI_194906



Legales und internationales Meter in Österreich und deren Beziehung zu den älteren Maßeinheiten

Richard Krauland ¹

¹ *Wien*

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen **37** (1–3), S. 30–42

1949

Bib_TE_X:

```
@ARTICLE{Krauland_VGI_194906,  
  Title = {Legales und internationales Meter in {"0}sterreich und deren  
    Beziehung zu den {"a}lteren Ma{\ss}einheiten},  
  Author = {Krauland, Richard},  
  Journal = {"0}sterreichische Zeitschrift f{"u}r Vermessungswesen},  
  Pages = {30--42},  
  Number = {1--3},  
  Year = {1949},  
  Volume = {37}  
}
```



Legales und internationales Meter in Österreich und deren Beziehung zu den älteren Maßeinheiten

Von Dipl.-Ing. Richard K r a u l a n d, Wien

(Veröffentlichung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen)

Es ist eine fast selbstverständliche Tatsache, daß sich das metrische Maßsystem nur langsam durchsetzte. Gerade ein bereits höher entwickeltes Vermessungswesen erwies sich wiederholt als Hemmschuh bei der praktischen Annahme des theoretisch voll gewürdigten Meters. Auch entwickelte sich das metrische Maßsystem nur sehr langsam und diese historische Entwicklung spiegelt sich in den geodätischen Grundlagen der meisten Kulturstaaten wieder. Die wichtigste Folge dieser Entwicklung ist die notwendige Unterscheidung eines älteren Meters von dem jüngeren, „internationalen Meter“. Es ist das große Verdienst Helmersts, den zahlenmäßigen Unterschied dieser beiden Einheiten im letzten Jahrzehnt des vorigen Jahrhunderts aufgedeckt zu haben. Denn die ältere, seither als „legales Meter“ bezeichnete Maßeinheit war schon tief verwurzelt und die notwendige Unterscheidung vom internationalen Meter hat einige Verwirrung angerichtet. Auch in das österreichische Vermessungswesen hatte das legale Meter Eingang gefunden; hier haben es aber günstige Umstände ermöglicht, die Unterscheidung des Meters fallen zu lassen.

Die Schilderung der Beziehung zwischen legalem und internationalem Meter sowie die besondere Berücksichtigung der österreichischen Verhältnisse machen es notwendig, auch auf das altfranzösische und altösterreichische Maßsystem einzugehen.

Das altfranzösische Maßsystem war bis zum Zeitpunkt der Einführung des internationalen Meters in die geodätische Praxis, d. h. bis in die letzten Jahrzehnte des 19. Jahrhunderts, von großer wissenschaftlicher und praktischer Bedeutung. Es war nicht nur der Ausgangspunkt für die Festsetzung der Grundlagen des metrischen Systems, sondern es hat auch bei den Pendelbeobachtungen und bei den geodätischen Messungen in verschiedenen europäischen Staaten Anwendung gefunden.

Die Einheit des altfranzösischen Maßsystems war die Pariser Toise, auch Peru-Toise genannt, deren Urmaß durch einen eisernen Maßstab dargestellt wurde. Sie wurde über Verfügung des Königs Ludwig XIV. im Jahre 1766 als Normalmaß in Frankreich eingeführt. Die Toise war in 6 Pariser Fuß oder 72 Pariser Zoll oder 864 Pariser Linien eingeteilt. Der Maßstab hatte bei 13° R oder $16^{\circ}25'$ C seine wahre Länge.

Die Wiener Sternwarte erhielt im Jahre 1760 aus Paris zum Gebrauch bei der von Pater Liesganig auszuführenden Gradmessung eine von Canivet angefertigte Kopie der Peru-Toise. Diese Canivet-Toise war ebenfalls ein Eisenstab.

In den ersten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts wurde eine Anzahl direkter Kopien der Toise du Perou anderen Staaten übergeben, um gleichfalls bei den

Gradmessungsarbeiten Verwendung zu finden. Diese Kopien sind vielfach als Urmaße für die Längeneinheit der Basismessapparate gewählt worden. Sie galten um die Mitte des vorigen Jahrhunderts als die eigentlichen Träger der altfranzösischen Maßeinheit, da die Unversehrtheit der Peru-Toise nur bis etwa 1840 verbürgt werden kann. Die Peru-Toise kam später in Vergessenheit; sie ist nicht immer sachgemäß aufbewahrt worden; es waren wiederholt Gerüchte über eine gewaltsame Behandlung des Maßstabes im Umlauf. Einige Zeit war es sogar zweifelhaft, ob der im Jahre 1854 neu gereinigte, jetzt als Peru-Toise anerkannte Maßstab wirklich der ursprüngliche oder nur eine Kopie ist.

Er konnte daher für Maßstabvergleiche nicht mehr in Betracht kommen. Vorteilhaft wirkte es sich aber aus, daß man in der Lage war, die frühere Länge der Peru-Toise nach den direkten Kopien wieder herzuleiten. Von diesen Kopien waren die wichtigsten:

1. Die Dänische Toise von Lenoir, im Jahre 1819 von Mathieu gleich der Peru-Toise gefunden.
2. Die Dorpater (russische) Toise von Fortin, im Jahre 1821 von Arago für richtig erklärt.
3. Die Dänische Toise von Fortin, ebenfalls im Jahre 1821 von Arago für richtig erklärt.
4. Die Königsberger (Bessel'sche) Toise von Fortin, nach einem Zertifikat von Arago und Zahrtmann vom Jahre 1823 um $1/1278$ Linie kürzer als die Peru-Toise.
5. Die Dänische Toise von Gambey, von Arago, Mathieu und Nyegaard im Jahre 1831 um $0\cdot000\ 21$ Linien länger gefunden als die Peru-Toise.

Die Zuverlässigkeit dieser Bestimmungen scheint nicht sehr groß gewesen zu sein. Bessel verglich im Jahre 1835 die drei letztgenannten Toisen untereinander und stellte Abweichungen bis zu $0\cdot007$ Pariser Linien gegen die Angaben der Pariser Zertifikate fest. Er hat daher angenommen, daß die nach ihm benannte Toise um $0\cdot000\ 8$ Pariser Linien kürzer ist als die Peru-Toise. Die Bessel'sche Toise hat die Grundlage für das preußische Maßsystem, für die Maßvergleiche des Bessel'schen Basismessapparates und für die Preußische Landesaufnahme geliefert. Von den nach ihr angefertigten Maßstäben haben die von Baumann hergestellten Stäbe Nr. 9, 10 und 11 Bedeutung gewonnen.

Bei den Gradmessungsarbeiten des 19. Jahrhunderts, deren Ergebnis für die geodätische Praxis die Feststellung des Bessel'schen und Clark'schen Ellipsoides war, leisteten die direkten Kopien der Peru-Toise und die nach ihnen hergestellten Toisenmaßstäbe wertvolle Dienste. Namhafte Geodäten wie Bessel, Bayer, Struwe, Clarke, Schreiber und Förster haben in den Jahren 1828 bis 1878 zu diesem Zweck Vergleiche der Toisenmaßstäbe untereinander vorgenommen.

Der englische Oberst Clarke hat 1863 bis 1865 eine Anzahl von Normalmaßstäben aus Frankreich, Belgien, Preußen, Rußland, Indien, Australien und England mit größter Sorgfalt untersucht; darunter befanden sich auch die Baumann'schen Kopien der Bessel-Toise Nr. 10 und 11, ferner eine Kopie der

nach der Dorpater Toise hergestellten russischen Doppeltoise und die englische Normaltoise. Clarke unterzog seine Vergleichsbestimmungen mit den von Struwe und Bayer ermittelten Vergleichsergebnissen einer Ausgleichung, die sehr günstige Resultate lieferte. Der Ausgleich ergab, daß die Bessel'sche und russische Toise sehr gut übereinstimmten. Diese Tatsache wurde später durch den Ausgleich von Peters bestätigt.

Prof. Peters hat in seiner Veröffentlichung „Zur Geschichte und Kritik der Toisenmaßstäbe“, Berlin 1885, 14 Toisenmaßstäbe verschiedener Länder diskutiert und hiebei die Ergebnisse von 28, in den Jahren 1828 bis 1878 vorgenommenen Vergleichen dieser Maßstäbe einer Ausgleichung unterzogen. Die nach dem Ausgleich übriggebliebenen Fehler bewegten sich bei einem mittleren Fehler von $\pm 1.2\mu$ zwischen -1.3μ und $+2.6\mu$. Wie bereits erwähnt, ließ das Ergebnis wieder die sehr gute Übereinstimmung zwischen den zwei wichtigsten Kopien der Peru-Toise, der Bessel'schen und der russischen, erkennen.

Auf Grund der fünf, direkt mit der Peru-Toise verglichenen Toisenmaßstäbe ermittelte Peters die Länge der Peru-Toise wie folgt:

		Nach d. Ausgleich von Peters in Par. Linien	Reduktion auf die Peru-Toise	Länge der Peru-Toise	
1. Bessel-Toise	1823	863'999 2	+ 0'000 8	864'000 0	
2. Russische Toise	1821	864'000 1	0'000 0	864'000 1	
3. Dän. Toise v. L. 1819		864'060 1	0'000 0	864'060 1	
4. Dän. Toise v. F. 1821		864'002 4	0'000 0	864'002 4	} 863'998 6
5. Dän. Toise v. G. 1831		863'994 9	- 0'000 2	863'994 7	

Wenn nun der Wert unter 3. wegen seiner großen Abweichung ausgeschaltet und der Mittelwert aus 4. und 5. berücksichtigt wird, so dürfte man berechtigt sein, mit großer Sicherheit festzustellen, daß die Länge der Peru-Toise in jener der Bessel'schen und russischen Toise erhalten geblieben ist.

Das 1791 in Frankreich neu eingeführte Maßsystem bestimmte als Einheit das Meter, das möglichst genau der zehnmillionste Teil des Erdmeridianquadranten sein sollte. Nach vorübergehender Anwendung eines provisorischen Meters von 443'44 Pariser Linien wurde auf Grund der Delambre'schen Gradmessung zwischen Dünkirchen und Barcelona das definitive Meter laut Gesetz vom 10. Dezember 1799 mit 443'296 Pariser Linien festgesetzt. Materiell wurde das Meter durch einen Platinstab dargestellt, dessen Länge bei 0° gleich dem 443'296:864 ten Teil derjenigen Länge sein sollte, welche die Pariser Toise bei 13° R hatte. Dieser Platinstab, dessen Querschnitt ein Rechteck von 25 mm Breite und 4 mm Höhe ist, wurde nach dem Ort seiner Aufbewahrung in Paris „Archivmeter“ genannt. Das Archivmeter hat aber nie die wahre Bedeutung eines Urmaßes erlangt. Vielmehr blieb bis zur internationalen Meterkonvention die Toise vermöge des sogenannten legalen Verhältnisses $864 : 443'296 = 1.949\ 036\ 31$, nach dem in der Folgezeit die Umrechnung von Toisen in Meter

fast durchwegs vorgenommen wurde, der eigentliche Träger auch des metrischen Systems.

Es ist daher heute an sich gar nicht mehr so wichtig zu wissen, inwieweit bei der Herstellung des Archivmeters, das ja bloß ein gesetzlich bestimmter Teil der Peru-Toise sein sollte, das legale Verhältnis wirklich eingehalten worden ist. Tatsächlich kann dies auch nicht mehr sicher festgestellt werden, Man ist nicht einmal in der Lage, aus den über die Konstruktion vorliegenden näheren Angaben mit einiger Sicherheit den Betrag der Fehlergrenze abzuschätzen, innerhalb dessen die Abweichung des wirklichen Verhältnisses der Längen jener zwei Urmaßstäbe von dem legalen sich gehalten hat.

Wahrscheinlich ist die Frage negativ zu beantworten. Sicher ist jedenfalls, daß das aus der Bessel'schen Toise = 863·999 2 Pariser Linien nach dem legalen Verhältnis abgeleitete „legale Meter“, das bis 1944 die Längeneinheit der preußischen Landesaufnahme darstellte, sich um 13 μ vom internationalen Meter unterscheidet, während letzteres in seiner Länge fast vollständig mit dem älteren Archivmeter übereinstimmt. Wiewohl dieser Sachverhalt, den wir später noch näher auszuführen haben, erst 1892 von Helmert klargestellt wurde, wollen wir der klareren Unterscheidung halber schon von jetzt ab das ältere, durch 443·296 Pariser Linien definierte Meter als legales Meter bezeichnen. Es ist also: 1 Pariser Toise = 1·949 0363 1 legale Meter.

Wenn auch die wissenschaftliche Welt die Vorteile des metrischen Maßsystems anerkannte, so fand letzteres doch nur allmähliche Verbreitung. Im Jahre 1803 wurde es in Italien, 1821 in Belgien und Holland, 1836 in Griechenland, 1859 in Spanien und 1868 in Deutschland eingeführt.

Österreich kam schon frühzeitig mit dem metrischen Maßsystem in Berührung. In den durch den Pariser Frieden vom Jahre 1814 und die Wiener Kongreßakte vom Jahre 1815 Österreich einverleibten südlichen Provinzen, und zwar im lombardisch-venetianischen Königreiche, in Illyrien und Dalmatien, waren von der ehemaligen französischen Regierung bereits metrische Maße und Gewichte im öffentlichen Dienste eingeführt worden. Da diese Maßnahme auch nach 1815 in den genannten Provinzen beibehalten wurde, so gab dies Veranlassung zur Einleitung von Verhandlungen zum Zwecke der allgemeinen Einführung des metrischen Maß- und Gewichtssystems in Österreich. Diese Verhandlungen gestalteten sich sehr langwierig. Ein im Jahre 1825 abgegebenes Gutachten der für diesen Zweck aufgestellten Kommission war für die Einführung der metrischen Maße und Gewichte nicht günstig. Die Verhandlungen verliefen schließlich resultatlos und es gelangte in den Jahren 1855 bis 1857 das niederösterreichische Maß, die Wiener Klafter, durch kaiserliche Verordnung zur allgemeinen Anwendung in Österreich-Ungarn. Erst mit dem Gesetze vom 23. Juli 1871 wurde die Einführung metrischer Maße und Gewichte in den im Reichsrate vertretenen Königreichen und Ländern angeordnet.

Die Länge der Wiener Klafter wurde mit dem Patente der Kaiserin Maria Theresia vom 14. Juli 1756 festgesetzt. Vier Jahre später ließ Liesganig die Länge der Wiener Klafter auf den Maßstab der Canivet-Toise auftragen. Bei der Be-

stimmung der Stangenlängen des österreichischen Basismeßapparates im Jahre 1810 gab man der Toise den Vorzug, da die Endpunkte des Klaftermaßes auf dem Maßstab der Canivet-Toise durch den öfteren Gebrauch beim Abnehmen des Maßes etwas gelitten hatten. Die auf der Canivet-Toise aufgetragene Länge der Wiener Klafter wurde im Jahre 1813 auf den im Wiener k. k. polytechnischen Institute befindlichen, von Voigtländer konstruierten Komparator übertragen und die so erhaltene Länge nach amtlicher Konstatierung der Übereinstimmung der beiden Maße durch das Dekret der niederösterreichischen Landesregierung vom 20. April 1816 als gesetzliche Wiener Klafter erklärt. Liesganig hat in seinem Werke „*Dimensio graduum meridiani Vieniensis et Hungarici*“ 1770 auf Grund der ihm zur Verfügung gestandenen Canivet-Toise die Länge der Pariser Toise mit 1'072 64 Wiener Klafter angegeben. Auf diese Verhältniszahl wird später noch Bezug genommen werden.

Die Meßstangen des österreichischen Basismeßapparates, die je zwei Toisen lang waren, sind im Jahre 1810 mit der Canivet-Toise verglichen worden. Vom Jahre 1840 an geschah der Vergleich der Meßstangen im Wiener Klaftermaß, und zwar nach dem im k. k. polytechnischen Institute in Wien aufbewahrten Prototyp der Wiener Klafter. Da im Jahre 1840 die Endflächen der Stangen präziser gestaltet wurden und sämtliche Meßstangen eine Verkürzung erfahren hatten, war der Vergleich des Jahres 1810 gegenstandslos geworden. Die weiteren Vergleiche sind in den Jahren 1849 und 1850 von Prof. Stampfer vorgenommen worden.

Die in Wiener Klafter ausgedrückten Vergleichsergebnisse des Jahres 1850 waren sodann bis zum endgültigen vom internationalen Bureau für Maße und Gewichte in den Jahren 1893 und 1894 vorgenommenen Vergleiche der Basismeßstangen in Geltung.

Um einerseits eine Vergleichung der auf dem Metermaß basierenden Ergebnisse der Katastralvermessung in den der österreichischen Monarchie 1815 einverleibten südlichen Provinzen mit den Resultaten der im Klaftermaß durchgeführten Katastralaufnahme der übrigen österreichischen Länder zu ermöglichen, anderseits den Anschluß der Triangulierungen der Nachbarstaaten, die teils das Metermaß zur Grundlage hatten, teils durch Reduktion auf dieses Maß rückführbar waren, an die österreichische Militärtriangulierung vornehmen zu können, wurden über Anregung des Militär-Geographischen Instituts in Wien und der Katastralbehörden etwa um 1825 Maßnahmen getroffen, um das Verhältnis der Länge der Wiener Klafter zu jener des Meters mit größtmöglicher Genauigkeit zu bestimmen. Zur Verfügung standen folgende Behelfe:

- a) Die Liesganig'sche Vergleichung der Wiener Klafter mit der Canivet-Toise und
- b) zwei im Jahre 1814 aus Paris bezogene, vom Mechaniker Lenoir angefertigte Maßstäbe, und zwar des Meters und der halben Toise.

Diese Behelfe konnten jedoch in bezug auf ihre Genauigkeit nicht als einwandfrei gelten; die Liesganig'sche Vergleichung nicht, weil schon die mechanischen Hilfsmittel, deren er sich dabei bediente, zu unvollkommen

waren; die beiden französischen Maßstäbe nicht, weil man gefunden hatte, daß ihre Länge eine verschiedene war, je nachdem diese längs der unteren oder der oberen Fläche gemessen wurde und man nicht wußte, längs welcher der beiden Flächen die wahre Länge zu messen sei.

Auch der in den Jahren 1833 bis 1835 in Paris vorgenommene Vergleich eines auf das sorgfältigste angefertigten, von Prof. Stampfer in letzter Hand bearbeiteten Maßstabes von der Länge einer halben Klafter mit einer Kopie des Archivmeters zeitigte kein die damalige Fachwelt befriedigendes Resultat. Nach dem Pariser Zertifikat ergab sich die Länge der Wiener Klafter bei einer Vergleichstemperatur von $14^{\circ}50$ C mit

$$1 \text{ Wiener Klafter} = 1\cdot896\ 1963 \text{ Meter.}$$

Prof. Stampfer stellte bei der Kritik dieses Ergebnisses u. a. fest, daß man in Paris die Reduktion der Längen auf die Normaltemperatur der Maßstäbe übersehen hatte; denn der Wiener Maßstab hatte bei $15^{\circ}60$ R, der Meterstab hingegen bei 0° seine wahre Länge. Nach Vornahme der Reduktion ermittelte Stampfer als Ergebnis des Pariser Vergleiches

$$1 \text{ Wiener Klafter} = 1\cdot896\ 536 \text{ Meter,}$$

ein Resultat, das sehr nahe an den endgültigen Wert der Beziehung zwischen Wiener Klafter und internationalem Meter heranreicht, nämlich

$$1 \text{ Wiener Klafter} = 1\cdot896\ 5091\ 7 \text{ internationale Meter.}$$

Dies ist auf die fast vollständige Gleichheit des Archivmeters und des internationalen Meters zurückzuführen. Stampfer konnte jedoch damals dieses nicht wissen und hielt das verbesserte Ergebnis für ungeeignet, da er auf Grund seiner eigenen Vergleiche zu folgendem Resultat gelangt war:

$$1 \text{ Wiener Klafter} = 1\cdot896\ 6657 \text{ Meter.}$$

Er stützte sich bei der Ermittlung dieser Beziehung vornehmlich auf eine Ableitung aus der auf dem Komparator von Voigtländer aufgetragenen Toise, einer Kopie der Canivet-Toise; die Umrechnung in Meter erfolgte auf Grund des legalen Verhältnisses.

Aus Anlaß der in den Jahren 1848 und 1849 ausgeführten österreichisch-russischen Verbindungstriangulierung wurde an die russische Hauptsternwarte in Pulkowa ein eiserner Maßstab gesandt, der die Länge der Wiener Klafter und der Canivet-Toise durch feine Punkte bezeichnet enthielt; weiters war ein Zertifikat beigegeben, das die Ergebnisse der Vergleichung dieser zwei Maße mit der legalen Wiener Klafter enthielt. Der russische Staatsrat Struwe verglich nun diese zwei Längen mit dem russischen Normaltoisenstab *N*, der Normalstange der russischen Gradmessung, die seinerzeit nach der russischen Toise von Fortin angefertigt worden war. Die Länge der letzteren war nach dem Zertifikat vom Jahre 1821 gleich jener der Peru-Toise gefunden worden.

Das Schlußresultat des Struwe'schen Vergleiches war nun folgendes:

1. Die gesetzliche Wiener Klafter = $840\cdot70370 \pm 0\cdot000\ 38$ Pariser Linien der Peru-Toise bei einer Temperatur von 13° R beider Maßstäbe oder 1 Pariser Toise = $1\cdot027\ 7104\ 8$ Wiener Klafter.

2. Die auf der Kopie der Wiener Klafter verzeichnete Toise = $863\cdot91726 \pm 0\cdot000\ 35$ Pariser Linien bei einer Temperatur von 13° R beider Stäbe. Verwandelt man die Angabe unter Ziffer 1) mit Zuhilfenahme des legalen Verhältnisses in Meter, so findet man

$$\begin{aligned} 1 \text{ Wiener Klafter} &= 1\cdot896\ 484 \text{ legale Meter oder} \\ 1 \text{ Meter (legal)} &= 0\cdot527\ 2916 \text{ Wiener Klafter.} \end{aligned}$$

Durch diese zwei Gleichungen wurde im Gesetz vom 23. Juli 1871 die Beziehung zwischen Wiener Klafter und Meter festgesetzt. Im Werke „Die österreichischen Maße und Gewichte am 1. Jänner 1873 und das metrische System“ von Maximilian Edlen von Leber, Wien 1873, ist der Umwandlungsfaktor Klafter in Meter mit

$$1\cdot896\ 483\ 843$$

angegeben. Diese Zahl ist der auf 9 Dezimalstellen berechnete reziproke Wert des mit 7 Dezimalstellen angegebenen Verwandlungsfaktors Meter in Wiener Klafter. Die Verschiedenheit des von Prof. Stampfer mit $1\cdot896\ 6657$ ermittelten Faktors erklärt sich hauptsächlich aus der Beschaffenheit der dem Stampfer'schen Vergleich zu Grunde gelegten Canivet-Toise, die nach Struwe um $0\cdot083$ Pariser Linien zu kurz war, denn das Längenverhältnis der Canivet-Toise zur Wiener Klafter ergibt sich nach dem Struwe'schen Vergleich mit $863\cdot91726 : 840\cdot70370 = 1\cdot027\ 6120\ 6$, demnach fälschlich:

$$\begin{aligned} 1 \text{ Toise} &= 1\cdot027\ 6120\ 6 \text{ Wiener Klafter} = 1\cdot949\ 0363\ 1 \text{ Meter,} \\ 1 \text{ Wiener Klafter} &= 1\cdot896\ 6655 \text{ Meter.} \end{aligned}$$

Dieser Umstand erklärt auch die Tatsache, daß die Liesganig'sche Verhältniszahl der Toise zur Wiener Klafter ($1\cdot02764$) zu klein ausgefallen ist, da Liesganig auch nur die Canivet-Toise benützen konnte.

Frankreich wurde lange Zeit hindurch als der allein berechtigte Hüter des metrischen Systems angesehen. Indessen zeigte es sich, daß die Urmaße in Paris nicht mit der ihrer Wichtigkeit entsprechenden Sorgfalt aufbewahrt und behandelt wurden. Die zu verschiedenen Zeiten von ihnen abgeleiteten Kopien stimmten untereinander nicht mit hinreichender Genauigkeit überein. So stand zu befürchten, daß bald eine allgemeine Unsicherheit in den metrischen Maßen platzgreifen würde. Diesen Zuständen machte die am 20. Mai 1875 zu Paris abgeschlossene, internationale Meterkonvention ein Ende. Die den modernen wissenschaftlichen Anforderungen nicht mehr entsprechenden Urmaße wurden ihrer Bedeutung entkleidet; an ihre Stelle traten neue internationale Urmaße, bei denen auch schon durch die Wahl des Stoffes, einer Legierung von 90 Teilen Platin und 10 Teilen Iridium und bei dem Meter außerdem durch die Form des Querschnittes eine bessere Gewähr für ihre dauernde Richtigkeit gegeben war. Die französische Aufsicht wurde durch eine ständige internationale Kontrolle ersetzt, und zwar erfolgte die Verwaltung des metrischen Systems durch drei Stellen verschiedener Rangordnung. Aufbewahrung und Benützung der Prototype waren einem wissenschaftlichen Institute, dem internationalen Bureau für Maße und Gewichte, überwiesen, das seinen Sitz im Pavillon de Breteuil in Sèvres bei Paris hatte. Das Bureau unterstand der ausschließlichen Leitung

und Aufsicht eines aus den bedeutendsten Fachleuten zusammengesetzten Komitees für Maße und Gewichte, das seinerseits unter die Autorität einer aus Delegierten aller vertragschließenden Regierungen bestehenden Generalkonferenz für Maße und Gewichte gestellt war.

Es wurden 30 Metermaßstäbe, möglichst gleich lang wie das Archivmeter, hergestellt. Aus diesen Stäben wurde jener Stab ausgewählt und zum internationalen Prototyp *M* erklärt, der hinsichtlich der Länge am besten mit dem Archivmeter übereinstimmte; dies war der Stab Nr. 6. Seine Beziehung zum Archivmeter (*A*) lautete:

$$M = A - 0.03 \mu \text{ (praktisch genommen gleich lang).}$$

Durch die im September 1889 in Paris zusammengetretene erste Generalkonferenz des internationalen Maß- und Gewichtskomitees wurde dieses in Breteuil aufbewahrte Meterprototyp mit der Bezeichnung *M* als „internationales Meter“ sanktioniert.

Die Verteilung der übrigen Meterprototypen an die der Meterkonvention angehörenden Staaten geschah durch das Los. Zu jeder Kopie wurde ein Zertifikat ausgestellt, das die Gleichung dieses „nationalen Prototypes“ innerhalb eines wahrscheinlichen Fehlers von 0.1 und 0.2 μ angab. Österreich fielen die Stäbe 15 und 19 zu.

Das Gesetz vom 23. Juli 1871 erhielt im Jahre 1893 eine neue Fassung. Der Artikel I definierte das internationale Meter gleich der „Entfernung der Mittelstriche der auf dem im Bureau international des poids et mesures in Breteuil (Paris) aufbewahrten Prototype *M* aufgetragenen Strichgruppen in der durch Längsstriche bezeichneten Achse und bei Null Grad gemessen“. Die Bindung an die Pariser Toise wurde gänzlich fallen gelassen. Im Hinblick auf die Gleichheit von Archivmeter und internationalem Meter kann man also sagen, daß das Meter in seinen zwei Urmaßstäben keine Änderung erfahren hat. Geändert hat sich nur seine Definition.

Zu den Obliegenheiten des internationalen Bureaus für Maße und Gewichte gehörte auch die Vergleichung der in den verschiedenen Staaten angewandten Maßeinheiten und der geodätischen Meßstangen mit dem internationalen Meter. So wurden in den Jahren 1890/91 die Bessel'sche Toise und der Baumann'sche Maßstab Nr. 9 mit dem internationalen Meter verglichen. Helmert berechnete in seiner Veröffentlichung „Die Europäische Längengradmessung in 52° Breite von Greenwich bis Warschau, 1893“ die Beziehung zwischen der Peru-Toise und dem internationalen Meter. Er ging von den Clarke'schen Ausgleichsergebnissen aus, ergänzte diese hinsichtlich des Baumann'schen Maßstabes Nr. 9 und brachte die in Pariser Linien ausgedrückten Werte von acht Toisenmaßstäben mit den in internationalen Metern ausgedrückten Längen dieser Stäbe in Gegenüberstellung. Die entsprechenden Endwerte für die Bessel'sche Toise und den Maßstab Nr. 9 lauteten:

	Ergänzt System Clarke	Bestimmung in Breteuil
Bessel'sche Toise	863'999 23 Pariser Linien	1'949 0605 intern. Meter
Maßstab Nr. 9	864'002 30 „ „	1'949 0674 „ „

Die Korrektion des Verwandlungslogarithmus von Toisen in Meter, der nach dem legalen Verhältnis $864:443\cdot296$ gleich $0\cdot289\ 8199\ 3$ ist, ergab sich mit 58 Einheiten der 7. logarithmischen Stelle, wobei Helmert die Unsicherheit dieser Korrektion mit ein paar Einheiten der genannten Stelle annahm. Der Verwandlungslogarithmus von Toisen in internationale Meter ist demnach gleich $0\cdot289\ 8257\ 3$ oder

1 Pariser Toise = $1\cdot949\ 0623\ 4$ internationale Meter, nach dem legalen Verhältnis jedoch 1 Pariser Toise = $1\cdot949\ 0363\ 1$ legale Meter.

Daraus folgt

1 legales Meter = $1\cdot000\ 013\ 355$ internationales Meter.

Hält man nun an der zuvor als wahrscheinlich angenommenen Feststellung fest, nach der die zur Zeit der Herstellung des Archivmeters bestandene Länge der Pariser Toise in jener der Bessel'schen und russischen Toise erhalten geblieben ist, so dürfte auch die Annahme berechtigt sein, daß bei der Konstruktion des Archivmeters das legale Verhältnis der Toise zum Meter wahrscheinlich nicht eingehalten wurde.

Demnach ergaben alle Umrechnungen in Meter, die über die Pariser Toise unter Anwendung des legalen Verhältnisses vorgenommen worden waren, Maßzahlen in legalen Metern.

Wie tritt nun das legale Meter in Erscheinung?

Bessel hat im Jahre 1841 die Dimensionen des nach ihm benannten Erdellipsoids in Toisen berechnet. Die Umrechnung dieser Dimensionen in Meter geschah nach dem legalen Verhältnis. Es sind daher die in der Literatur angegebenen Dimensionen des Bessel'schen Erdellipsoides sowie die diesbezüglichen Tabellenwerte, wie sie von den Landesvermessungen der verschiedenen Staaten benützt werden, auf das legale Metermaß bezogen. Auch der österreichischen Landesvermessung liegt das Bessel'sche Erdellipsoid mit Maßzahlen in legalen Metern zugrunde.

Die Längeneinheit des Dreiecksnetzes 1. Ordnung jedoch, dessen geographische Koordinaten in dem Werk „Die Ergebnisse der Triangulierungen des Militärgeographischen Institutes in Wien, 1901 und 1902“ veröffentlicht worden sind, somit die Längeneinheit der auf diesem Dreiecksnetze aufgebauten österreichischen Landesvermessung, ist das internationale Meter, denn die Meßstangen des österreichischen Basismeßapparates sind in den Jahren 1893 und 1894 im internationalen Bureau für Maße und Gewichte mit dem internationalen Meter verglichen worden; auf Grund der so ermittelten Stangenlängen ist die definitive Berechnung der Längen der sieben Grundlinien, die dem Dreiecksnetz 1. Ordnung der österreichisch-ungarischen Landesvermessung zugrunde gelegt worden waren, vorgenommen worden. Die in internationalen Metern gegebenen Seiten wurden sodann mit den Azimuten, vom Fundamentalpunkt Hermannskogel ausgehend, auf das Bessel'sche Ellipsoid übertragen. Das Dreiecksnetz als solches ist auf dem Ellipsoid richtig dargestellt, jedoch die Längeneinheit des Dreiecksnetzes stimmt mit jener des Ellipsoides nicht überein; letztere ist größer als die erstere. Bei der Berechnung der geographischen

Koordinaten wurde dieser Umstand nicht zur Kenntnis genommen und so verfahren, als ob die Seiten des Dreiecksnetzes und die Dimensionen des Ellipsoids in derselben Längeneinheit ausgedrückt wären. Dies hatte zur Folge, daß die Unterschiede der geographischen Koordinaten der trig. Punkte gegenüber dem Fundamentalpunkt Hermannskogel im Norden der ehemaligen Monarchie um 0·12—, im Süden um 0·29 Breitensekunden und im Osten um 0·47—, im Westen um 0·31 Längensekunden zu groß ausgefallen sind.

Durch die Einführung eines kleineren, dem Bessel'schen ähnlichen Ellipsoids, dessen Achsen in internationalen Metern durch dieselben Maßzahlen wie in legalen Metern ausgedrückt sind, würde erreicht werden, daß die Längeneinheiten des Dreiecksnetzes und des Ellipsoids einheitlich werden und die geographischen Koordinaten richtig angegeben sind. Dieses Ellipsoid hätte sodann die Dimensionen:

$$a = 6.377.397.155 \text{ 00 internationale Meter}$$

$$b = 6.356.078.963 \text{ 25 - „ „ „}$$

Die Längeneinheit der in den Jahren 1817 bis 1861 und 1867 bis 1869 durchgeführten österreichischen Katastervermessung war die Wiener Klafter. Die nach dem Jahre 1871 vorgenommene Umrechnung der Ergebnisse der Katastraltriangulierung in Meter geschah mit Zuhilfenahme des Umwandlungsfaktors

$$1 \text{ Wiener Klafter} = 1.896 \text{ 484 Meter (legal).}$$

Wie bereits früher erwähnt wurde, ist dieser Faktor unter Zuhilfenahme des legalen Verhältnisses zustande gekommen. Aus diesem Grunde sind die in Meter angegebenen Koordinaten der trigonometrischen Katasterpunkte, bezogen auf die Nullpunkte St. Stephan, Gusterberg, Innsbruck, Krimberg und Schöckl, sowie die in der Polygonal- und Meßtischinstruktion angeführten Koordinaten der Randlinien der Katasteraufnahmssektionen streng genommen auf das legale Metermaß bezogen. Auch nach Einführung des internationalen Meters wurden in Österreich die im Gesetz vom Jahre 1871 festgesetzten Umwandlungsfaktoren zwischen Wiener Klafter und Meter beibehalten.

Auf Seite 84 und 85 des XXIII. Bandes der Astronomisch-geodätischen Arbeiten des ehemaligen Militärgeographischen Institutes in Wien befindet sich eine Übersicht, in deren 4. Spalte die mit den Breteuil'schen Konstanten ermittelten und in internationalen Metern angegebenen Längen der siebenzehn dem Dreiecksnetz 1. Ordnung der ehemaligen österr.-ungar. Monarchie zugrunde liegenden Grundlinien angeführt sind; in der 10. Spalte sind die mit den Stampfer'schen Konstanten ermittelten, ebenfalls in Metern angegebenen Längen von 10 Grundlinien ausgewiesen. Die entsprechenden Werte der beiden Spalten weichen nahezu systematisch voneinander ab. Die Abweichung beträgt im Mittel 15·8 mm pro 1 km. Die Maßzahlen der 4. Spalte (internat. Meter) sind größer als jene der 10. Spalte. Die Stampfer'schen Konstanten stammen, wie bereits erwähnt, aus dem Jahre 1850 und bezogen sich auf die Wiener Klafter; die Umrechnung in Meter geschah mit Zuhilfenahme der Gleichung:

$$1 \text{ Wiener Klafter} = 1.896 \text{ 483 84 Meter (legal).}$$

Deshalb sind die Maßzahlen der 10. Spalte als in legalen Metern gegeben anzusehen.

Die Beziehung zwischen Wiener Klafter und internationalem Meter ergibt sich einmal aus dem Produkt

$$1\cdot896\ 483\ 843 \times 1\cdot000\ 013\ 355 \text{ mit}$$

1 Wiener Klafter = 1·896 509 17 internationale Meter, ein zweitesmal aus der Gegenüberstellung der mit den Breteuil'schen Konstanten ermittelten, in internationalen Metern gegebenen und der entsprechenden, mit den Stampfer'schen Konstanten errechneten, in Wiener Klaftern ausgedrückten Stangenlängen des österreichischen Basismessapparates.

Die Vergleichswerte lauten:

Stangen Nr.	Länge bei 13° R in		Verwandlungsfaktor Wiener Klafter in internat. Meter
	Wiener Klafter	internat. Meter	
„ I	2·057 575 478	3·902 230 265	1·896 518 65
„ II	2·057 535 217	3·902 125 711	1·896 504 94
„ III	2·057 599 415	3·902 244 917	1·896 503 71
„ IV	2·057 534 715	3·902 157 131	1·896 520 68
		Mittel gegen	1·896 512 00 1·896 509 17
		△	2·8 Mikron

Der Unterschied der beiden Werte muß mit Rücksicht auf die große Streuung der 4 Einzelwerte der 2. Berechnung als klein bezeichnet werden.

Diesen Umständen zufolge sind die Ergebnisse der verschiedenen österreichischen Vermessungsoperete teils in legalen, teils in internationalen Metern gegeben, und zwar der alten

Katastervermessung und der auf ihr beruhenden Operate

in legalen Metern,

des Dreiecksnetzes 1. Ordnung und

der Neutriangulierung

in internationalen Metern,

der Katastralneuvermessung, dargestellt in

Gauß-Krüger-Projektion

in internationalen Metern,

der ungarischen Katastervermessung, dargestellt

in stereographischer oder Zylinderprojektion

in Wiener Klaftern,

durch deren Umrechnung in das Gauß-Krüger-System

in internationalen Metern.

Der Unterschied zwischen legalem und internationalem Meter, d. s. 13·4 mm pro 1 km oder 1/75.000 der Länge, wurde, wie bereits erwähnt, in den Operaten der österreichischen Landesvermessung nicht zur Kenntnis genommen, denn die Operate der alten Katastervermessung waren im Zeitpunkt der Einführung des internationalen Meters (1893) bereits seit langem fertiggestellt und auf das Metermaß (legal) bezogen. Die nachträgliche Einführung einer anderen Metereinheit (international) hätte eine große Verwirrung in den Ergeb-

nissen der alten Katastervermessung angerichtet. Der Grundstückvermessung ist durch die Nichtberücksichtigung dieses Unterschiedes kein Nachteil erwachsen, da 1:75.000stel der Länge bei der Detailvermessung nicht fühlbar wird. Im trigonometrischen Netze jedoch dürfte dieser Unterschied nicht vernachlässigt werden, da die Genauigkeit der trigonometrischen Punktbestimmung mit 1/100.000 bis 1/200.000 angenommen werden muß, also um vieles höher als 1/75.100 ist. Doch hatte die Neutriangulierung Österreichs 1893 noch gar nicht begonnen. Sie wurde in der Folgezeit auf ganz modernen Grundlagen aufgebaut, die mit jenen der alten Katastervermessung gar keinen Zusammenhang hatten. Als Längeneinheit wurde das internationale Meter von vorneherein gewählt. So erklärt sich der Umstand, daß der Unterschied zwischen legalem und internationalem Meter in den österreichischen Vermessungsoperaten sich nicht fühlbar macht.

Ganz anders lagen die diesbezüglichen Verhältnisse im Deutschen Reich. Das Deutsche Dreiecksnetz wurde auf einem in den Jahren 1869 bis 1895 in Nordwestdeutschland gemessenen Netzteil (Schreiber'scher Westen) unter Zugrundelegung des Bessel'schen Ellipsoids aufgebaut. Die Längeneinheit dieses Netzteiles war das legale Meter. Glücklicherweise erwies sich aber der Netzmaßstab um rund 50 Einheiten der 7. Dezimale der Seitenlogarithmen zu groß. Es konnte daher 1944 ohne die geringste Änderung in den Maßzahlen, also durch eine reine Festsetzung, der Übergang zum internationalen Meter und damit auch zum verkleinerten Bessel'schen Ellipsoid vorgenommen werden.

Weiters sei noch angeführt, daß die in der Literatur angegebene Achsenlänge des Clarke'schen Ellipsoids

$$a = 6\cdot378\,249\,m$$

gleichfalls auf das legale Metermaß bezogen ist.

Zusammenstellung der Umwandlungsfaktoren:

1 Pariser Toise = 864 : 443·296 legale Meter	= 1·949 0363 1 legale Meter
1 Pariser Toise =	= 1·949 0623 4 internat. Meter
1 Pariser Toise =	= 1·027 7104 8 Wiener Klafter
1 legales Meter =	= 1·000 0133 55 internat. Meter
1 legales Meter =	= 0·527 2916 Wiener Klafter
1 Wiener Klafter (nach dem Gesetz von 1871)	= 1·896 484 legale Meter
1 Wiener Klafter (nach Leber)	= 1·896 4838 43 legale Meter
1 Wiener Klafter (nicht gebräuchlich)	= 1·896 5091 7 internat. Meter

Literaturverzeichnis

1. F. C. W. S t r u w e: „Arc du meridian de 25° 20' entre danube et la mer glaciale“, I. Band, Petersburg, 1860.
2. F. C. W. S t r u w e: „Vergleichungen der Wiener Maße mit mehreren auf der kaiserl. russischen Hauptsternwarte zu Pulkowa befindlichen Maßeinheiten“; Sitzungsberichte der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Klasse der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Wien, XLIV. Band, II. Abt., 1861, Seite 7—26. Nachtrag zu vorstehendem Aufsatz. Von M. Karl v. Littrow.
3. Maximilian Edler v o n L e b e r: „Die österreichischen Maße und Gewichte am 1. Jänner 1873 und das metrische System“. Wien, 1873.

4. Zeitschrift für Vermessungswesen, VI/1877, Seiten 278—290: „Internationale Meterkonvention“.
5. C. F. W. Peters: „Zur Geschichte und Kritik der Toisen-Maßstäbe. Ein Beitrag zur definitiven Einordnung der auf das altfranzösische System begründeten Messungen in das metrische System“. Metronomische Beiträge Nr. 5. Herausgegeben von der kaiserl. Normal-Eichungs-Kommission, Berlin, 1885.
6. Mitteilungen des k. u. k. Militär-Geographischen Institutes, 1887 und 1888.
7. F. R. Helmer t: „Die Längengradmessung in 52^o Breite von Greenwich bis Warschau“, I. Band, Berlin, 1893.
8. Travaux et memoires du bureau international des poids et mesures, 1897, X, 1895, XI, 1902/XII.
9. G. Bigourdan: „Le systeme metrique des poids et mesures“, 1901.
10. Dr. Hans Löschner: „Geschichte der Längen- und Flächenmaße mit besonderer Berücksichtigung der österreichischen Verhältnisse“. Österreichische Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst, Jahrgang XVIII-1912, Seite 770, 793, 812.
11. A. Broch: „Das Normalmaß der österreichischen Katastralvermessung vom Jahre 1817, dessen Vergleichung mit dem Meter und die damaligen Bestrebungen betreffend die Einführung des Metermaßes in Österreich“. Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen, XI/1913.
12. Die Astronomisch-Geodätischen Arbeiten des k. u. k. Militär-Geographischen Institutes in Wien, XXIII. Band, 1915.
13. Reichsamt für Landesaufnahme, Trigonometrische Abteilung: „Dreiecks- und Höhenmessung“, 1940.
14. Jordan-Egger t: Handbuch der Vermessungskunde, III. Band.
15. K. Ledersteger: „Die Kompensation des Maßstabfehlers des Reichsdreiecknetzes“. Nachrichten aus dem Reichsvermessungsdienst, 1944/3.
16. K. Ledersteger: „Theoretische und numerische Studien zur genäherten Ableitung eines bestanschließenden Ellipsoides für Europa“, Wien, 1947. Aus den Sitzungsberichten der Akademie der Wissenschaften in Wien, Mathem.-naturwissensch. Klasse, Abteilung IIa, 156. Bd., 9. und 10. Heft.

Über die Bestimmung der Größe des Vermessungsbereiches der Niederen Geodäsie

Von F. Hauer, Wien

1

Die Größe des Vermessungsbereiches der Niederen Geodäsie wird durch Flächenstücke der Erdoberfläche gegeben, innerhalb deren die Erdoberfläche für Lagemessungen noch als Ebene betrachtet werden kann. Genauer ausgedrückt: es soll das Maß der Verzerrungen, wenn eine Ebene an Stelle der Erdkugel gesetzt wird, nicht größer sein, als die bei der Ausmessung, bzw. Darstellung dieses Bereiches auftretenden unvermeidlichen Messungsfehler. Aus dieser Definition heraus wurde nun die Größe des Bereiches mehrfach bestimmt. Jordan ¹⁾ gibt hierfür die Fläche von 1 Quadratmeile = 55 km² an; Nábauer ²⁾ glaubt, daß relative Längenverzerrungen von 1/50.000 vermieden

¹⁾ W. Jordan, Handbuch der Vermessungskunde, II. Bd., 3. Aufl., Stuttgart 1888, S. 2; ebenso in allen folgenden Auflagen.

²⁾ M. Nábauer, Vermessungskunde, 2. Aufl., Berlin 1932, S. 1.