

Vergleichende Metrologie spanischer und römischer Münzen der römischen Republik aufgrund einer neuen Theorie

J. HILDEBRANDT

STATISTIK UND METROLOGIE

Seit Beginn der wissenschaftlichen antiken Numismatik im letzten Jahrhundert werden die Münzen aus Funden und alten Sammlungen gewogen.

Dabei wird versucht, aus den Gewichten einer Münzsorte auf metrologische Gesetzmäßigkeiten zu schließen. Man erhält so Zugang zu den antiken Gewichtssystemen, zur alten Geldwirtschaft, sowie zur Chronologie und zur Exegese antiker Schriftquellen. So sehr man die Bedeutung dieses Zweiges der antiken Numismatik erkannte, stehen jedoch seiner Nutzung bis in die jüngste Zeit erhebliche methodische Schwierigkeiten entgegen. Das liegt nicht nur an dem auch heute noch verbreiteten Mangel an Kenntnissen der Methoden der Statistik. Haben wir es doch beim Umgang mit den auf uns gekommenen Münzen mit den Stichproben großer Grundgesamtheiten zu tun, die nur über die Statistik zugänglich sind. Einen Problemkreis eigener Art bilden für die antiken Münzen die durch den Herstellungsprozeß, die Abnutzung im Geldumlauf und den Entzug aus dem Geldumlauf, wie z. B., die Hortung, bedingten Faktoren.

Zitiert sei Th. Mommsen, 1860,¹ der u. a. über die Funde von Oliva, Cazlona und Liria arbeitete: «Aber die Numismatiker, namentlich die mit dem Alterthume sich beschäftigenden, scheinen immer noch nicht einsehen zu wollen, dass Schrot und Korn bei der Werthmünze mindestens ebenso wichtige Eigenschaften sind wie Bild und Schrift». Der Erstbearbeiter der Fundmünzen von Numantia E.J. Haeblerlin schrieb bereits 1910:² «Mit der Ermittlung des Durchschnittsgewichts allein aber wäre noch wenig gewonnen, sofern dadurch nicht festzustellen wäre, unter welches anderweit bereits nachgewiesene Gewichts - bzw. Währungssystem die betreffende Schwergeldsorte zu subsumieren sei. Hier also muß die Metrologie zu Hülfe kommen.» Trotz dieser frühen Zielsetzung stellt P. Grierson³ als Präsident der Royal Numismatic Society 1963 grundlegend zur Berechnung von Münzgewichten fest: «One can even, if one is mathematically minded, go on, by means of alarming formulae, to calculate such things as mean deviation, standard deviation, and coefficient of variation. Is any or all of this worth doing, or are we just engaged in the agreeable task of pulling the wool over the eyes of our fellow numismatists?» Und weiter: «But in general the numismatist must rely less on statistics than on his own judgement, and be guided by the nature of the material he is using and the objects he wishes to attain». M.H. Crawford stimmt dieser Auffassung zu und hat in seinem inzwischen zum Standard-Katalog avancierten Werk «Roman Republican Coinage», 1974 auf eine statistische Bearbeitung seines immensen Materials fast völlig verzichtet.

Desto überragender aber ist das numismatisch-statistische Werk von Leandre Villaronga i Garriga – nicht nur für die Numismatik Spaniens, sondern in seiner Methodik für die gesamte antike Numismatik. Dieses Werk ist besonders auch deshalb hervorzuheben, weil es nicht selten von unberechtigter Kritik getroffen wird. In der Besprechung der Monographie «Les Monedes Ibèriques de Tàrraco» von Leandre Villaronga, 1983 durch T.P.A. Hillgarth⁴ findet sich nach einer gerechten Würdigung des Buches die Meinung: «There is a danger of spurious accuracy in a series where weights often vary enormously in coins of the same issue and, while statistical methods are important, they should not be overemphasized».

Statistische Methodik findet ihre Anwendungsgrenzen nicht in einer Überschätzung, die ihr von Unwissenden oft fälschlich nachgesagt wird. Die Grenzen werden von der Mathematik als einer exakten Wissenschaft gesetzt, die frei ist von Meinungen und Vorbehalten. In der Statistik gilt es nicht, zu glauben, sondern mit ihrer fehlerfreien Anwendung aus einem vorhandenen Material das

1. Th. Mommsen. Geschichte des römischen Münzwesens. 1860, XVIII.

2. E. J. Haeblerlin. Aes grave. 1910. VII.

3. The President's Address, NC, 1963, I.

4. T.P.A. Hillgarth. NC 145, 1985, 274.

Maximum an darin verborgenen Informationen zu gewinnen. Das große Verdienst von Leandre Villaronga ist es, bei der jungen Generation spanischer Numismatiker dafür Selbstverständnis geweckt zu haben.

Einen beachtlichen Schritt auf dem Wege zur Problemlösung, der jedoch wenig Resonanz fand, setzte J.W. Müller⁵ 1977. Er betrachtete den Gewichtsverlust, den frisch geprägte Münzen während ihrer Umlaufzeit im Geldverkehr infolge Abnutzung erfahren, als stochastisch und zeitabhängig. Er verwendete dafür aus der theoretischen Physik das Modell der Diffusion idealer Gase bei der Brown'schen Molekularbewegung. Die Differentialgleichung, die er nach Wiener und Levy hierfür aufstellte, enthält als Konstanten die Zentralfmomente, die eine Gauss'sche Normalverteilung der Münzgewichte definieren. Für das Integral der Differentialgleichung erhält er nur unter der Bedingung, daß die Streuung dieser Normalverteilung null ist, eine vom Anwender akzeptable Lösung. Mit anderen Worten, man erhält aus dem Mittelwert (la media) der Gewichte einer Münzsorte, so wie sie uns heute zugänglich sind, durch Addition eines nach J.W. Müller berechneten Abnutzungswertes das gesuchte Sortengewicht der prägefrischen Münzen.

Der breiten Anwendung der Müller'schen Methode steht jedoch die von ihm gesetzte Lösungsbedingung im Wege. Die Gewichte der heute von uns gewogenen Münzen einer Sorte müssen statistisch betrachtet einer symmetrischen Verteilung folgen. Nur dann egalisieren sich die Abweichungen vom Mittelwert der einzelnen Münzgewichte nach oben und unten, und ihre Summe wird null. Die Schiefe (Skewness) dieser Verteilung ist dann ebenfalls null, und die Verteilung ist symmetrisch. In der numismatischen Praxis ist diese Bedingung aber nur äußerst selten erfüllt. Die Gewichte fast aller Münzsorten bilden asymmetrische, schiefe Verteilungen mit einer mehr oder weniger von null abweichenden Schiefe.

ASYMMETRISCHE VERTEILUNG - URSACHE UND TRANSFORMATION

Jahrelange eigene Arbeiten zu diesem Problem haben nunmehr ergeben, die Schiefe der Verteilungen der Münzgewichte in unseren Stichproben ist nicht etwa ein rein rechnerisches Mißgeschick. Es zeigt sich, die Sortengewichte der Silbermünzen sind meist linksschief verteilt. Also ist die Symmetrie der Gewichtsverteilung durch relativ zu viele leichtgewichtige Münzen gestört. Wurden die «übergewichtigen» Münzen vom rechten, dem oberen Teil der Verteilung vielleicht dem Münzumlaufl entnommen oder ihm gar nicht erst zugeführt? Die Sortengewichte der Aes-Münzen hingegen sind meist rechtsschief verteilt. Also ist die Symmetrie der Gewichtsverteilung durch relativ zu viele schwergewichtige Münzen gestört.

5. J. W. Müller, RN VI/19, 190, 1977.

Vielleicht spricht das für die größere Beliebtheit der «untergewichtigen» Aes-Münzen vom linken, dem unteren Teil der Verteilung als Wegbereiter der Scheidemünzen (fiduciary coins, monedas fraccionarias). Das kann aber nur vermutet werden. Die Lösung des Problems muß letztlich mathematisch sein.

Nach J.W. Müller ist der abnutzungsbedingte Gewichtsverlust der Münzen stochastisch verteilt. Ich gehe weiter und stelle fest. Stochastisch verteilt sind nur die Abnutzungsereignisse, der zufallsbedingte Umgang, der mit jeder einzelnen Münze der großen Menge der Münzen einer Sorte geschieht. Unabhängig von diesen Zufälligkeiten ist das Ausmaß der Abnutzung zusätzlich vom Primärgewicht, dem frischen Prägewicht jeder Münze abhängig. Dieses Primärgewicht legt auch die Größe der Oberfläche einer Münze fest. Das Primärgewicht ist eine implizite Größe für den abnutzungsbedingten Gewichtsverlust. Aus dem Gewichtsverlust resultiert das Sekundärgewicht einer Münze, das wir heute auf der Waage bestimmen können. Auf die mathematische Formulierung dieses Vorgangs, die an anderer Stelle erfolgen wird, sei hier verzichtet. Aus den Sekundärgewichten der einzelnen Münzen einer Sorte, einer Stichprobe, resultiert, wie oben angegeben, eine schiefe Verteilung mit einer Schiefe größer oder kleiner als null. Diese Verteilung wird transformiert zu einer symmetrischen Verteilung mit der Schiefe null. Dazu wird die schiefe Verteilung zu einer symmetrischen Verteilung gestutzt: Jedes Einzelgewicht wird ersetzt durch den Logarithmus der Differenz dieses Einzelgewichts zu einer numerischen Größe, die außerhalb der Verteilung liegt. Diese numerische Größe, die Parallaxe-Konstante, C_p ist für alle Einzelgewichte der Stichprobe gleich. Sie ist so zu wählen, daß sich mit ihr rechnerisch die Schiefe der neuen Verteilung der Größe Null nähert. Die Näherung, die erreicht werden muß, hängt von der gewünschten Genauigkeit des Rechenvorgangs ab. Antike Münzgewichte werden sinnvollerweise auf Centigramm, 0.01 g genau dokumentiert. Daher müssen die numerischen Werte für die zulässige Schiefe in der Größenordnung von 1×10^{-5} liegen. Zum Vergleich liegen die Werte in der Schiefe-Tabelle bei L. Villaronga⁶ in der Größenordnung von 1×10^{-4} . Dieser sehr erhebliche Gewinn an Präzision bezieht sich auf die Primärgewichte aller in der numismatischen Praxis vorkommenden Stichproben von Münzsorten. Mit dieser Genauigkeit lassen sich nunmehr auch die für ein Münzsystem so wichtigen Standardgewichte berechnen, die bisher nur abgeschätzt werden konnten.

Anstelle der von J.W. Müller angegebenen Zentralmomente, der Momente um den Ursprung des Koordinatensystems der Normalverteilung, verwende ich die k-Statistiken von R.A. Fisher,⁷ die für kleine Stichproben bessere Schätzwerte der entsprechenden Momente liefern.

Selbstverständlich ist der sehr erhebliche Rechenaufwand nur mit Hilfe der elektronischen Datenverarbeitung durchführbar. Es mußte eine völlig neue Soft-

6. L. Villaronga, *Estadística aplicada a la Numismática*, 1985, 121.

7. vgl. P. Ihm, *Statistik in der Archäologie*, *archaeophysika* 9, 115, 1978.

ware hierzu geschaffen werden. W. Boehmer⁸ hat für diese Problematik das System NUMIS. F 77 auf der Basis von Fortran 77 bis zur Anwendungsreife entwickelt. Im Anwendungsteil wird die neue Methode an Beispielen demonstriert.

BEISPIELE ZUR ANWENDUNG DER METHODE

Im Folgenden sind die angegebenen Mittelwerte mit ihren Streuungen jeweils numerischer Ausdruck für das mittlere Gewicht der Münzen der Stichprobe einer Münzsorte. Die Streuung ist die mit Studen's t multiplizierte Mittelwertstreuung (error típico de la media) im Vertrauensbereich 0.05 (95%) für einseitiges t. Auf die Angabe des Umfangs der Stichprobe (n, número de elementos) kann verzichtet werden, da die Größe n bereits in der Streuung impliziert ist. Die mit Streuung angegebenen Mittelwerte sind Primärgewichte, Sortengewichte. Das Sortengewicht ist das Primärgewicht (Gewicht der frischen Prägung, pesos de monedas no usadas y antes de desgaste) einer Münzsorte. Das Standardgewicht (Münzfuß) ist ein Bestandteil des metrologischen theoretischen Systems der Gewichte und Münzeinheiten, der Nominales. Es ist stets der ohne Streuung angegebene Wert. Ihm wird das jeweilige Sortengewicht zugeordnet. Oft liegt das Sortengewicht etwas unter dem Standardgewicht, da die Sorten bereits in der Antike in geringem Maße und an einzelnen Münzen nicht feststellbar subaerar geprägt wurden.⁹ Besonders bei Silbermünzen kann das aus einer Stichprobe errechnete Sortengewicht aber auch über dem Standardgewicht liegen, da es praktisch nicht gelingt, eine Verteilung genau mit der Schiefe Null zu berechnen. Die geringste Abweichung der Schiefe von Null ergibt aber bereits ein erhöhtes Sortengewicht.

VERGLEICH VON GEWICHTEN EINER MÜNZSORTE

Aus einer Stichprobe lassen sich von der Münzsorte kese,¹⁰ Villaronga: Emission 2, Inventar 4, Vives 31-3 errechnen.

Sekundärgewicht der Stichprobe	17.24 ± 0.73 g,	Schiefe	> 1.0 x 10 ⁻¹
Villaronga, Primärgew. (+5%-Methode)	18.11 ± 0.73 g,	Schiefe	> 1.0 x 10 ⁻¹
Primärgewicht nach Müller	18.29 ± 0.62 g,	Schiefe	- 2.5 x 10 ⁻¹
neue Methode, Primärgew. 1. Näherung	17.64 ± 0.81 g,	Schiefe	5.6 x 10 ⁻³
neue Methode, Primärgew. 2. Näherung	17.40 ± 0.75 g,	Schiefe	- 4.7 x 10 ⁻⁵

8. W. Boehmer bereitet die Publikation des Programmpakets numis. F77 z. Zt. vor.

9. siehe hierzu H. J. Hildebradt, Chiron 9, 113, 1979.

10. L. Villaronga, Les monedas ibèriques de Tàrraco. 1983, 141.

Das Sortengewicht, das Mittelgewicht mit der geringsten Schiefe (der größten Symmetrie) in der Normalverteilung ist 17.40 ± 0.75 g. Es gehört zu einem Standardgewicht von 17.411 g, das weiter unten noch definiert wird. Die Abweichung beträgt nur 0.06% in diesem Beispiel. Mit den Primärgewichten von Villaronga und nach Müller könnte man annehmen, daß Standardgewicht betrüge $18.192 \text{ g} = 2$ ägyptische Kite. Dabei würde man aber die relativ große Schiefe übersehen und damit einen schwerwiegenden Fehler begehen. Oft erst bei einer Schiefe unter 1×10^{-4} ist die Abweichung von der Symmetrie der Normalverteilung so gering, daß sie keinen Einfluß mehr auf die vorgegebene Genauigkeit des Sortengewichts hat. Dazu ein weiteres Beispiel:

iltirta, Villaronga:¹¹ Serie 6, Inventar 34

Sekundärgewicht der Stichprobe	11.61 ± 0.19 g,	Schiefe	3.5×10^{-1}
Villaronga, Primärgew. (=5% -Methode)	12.19 ± 0.19 g,	Schiefe	3.5×10^{-1}
Primärgewicht nach Müller	12.35 ± 0.16 g,	Schiefe	3.5×10^{-1}
neue Methode, Primärgew. 1. Näherung	11.75 ± 0.20 g,	Schiefe	7.9×10^{-3}
neue Methode, Primärgew. 2. Näherung	11.55 ± 0.20 g,	Schiefe	8.0×10^{-5}
Standardgewicht = 1 Chalkos	11.370 g,	Schiefe	0.0
vom Denar 4.548 g =	1 Semiunze vom Pfund 272.880 g		

Die Schiefe, das Symmetriemaß einer Verteilung von Münzgewichten entscheidet über die Güte einer Stichprobe. Mittelgewichte von Stichproben aus Münzsorten, bei denen nicht zugleich vom Bearbeiter als Gütekontrolle die Schiefe berechnet wurde, sind ungeeignet Sortengewichte zu berechnen und Standardgewichte festzulegen. Ebenso sind alle Stichproben mit Schiefen herkömmlicher Größenordnung (größer als 1×10^{-3}) nicht repräsentativ für die Münzsorte, aus der sie stammen. Sie müssen zuvor nach der hier dargestellten neuen Methode transformiert werden.

Ohne Transformation sind die herkömmlichen Stichproben aber auch nicht konsistent. Die errechneten Mittelwerte sind gegenüber Erweiterungen oder Einengungen durch Hinzufügen oder Herausnehmen von weiteren Münzgewichten derselben Sorte nicht beständig, sondern verändern sich mit diesen Änderungen. Die neue Methode dagegen führt bei hinreichend kleiner Schiefe, bei genügend großer Symmetrie auch bei eingreifenden Veränderungen an der Stichprobe selbst immer wieder zum gleichen Sortengewicht. Tatsächlich fallen bei der Schiefe = 0, bei völliger Symmetrie das modifizierte Sekundärgewicht und das errechnete Primärgewicht (Sortengewicht) ineinander. Sie sind identisch unter dieser Bedingung. Dazu folgendes Beispiel:

ikalkunskan, Villaronga: Serie 7; Vives 66-10

11. L. Villaronga, Las monedas ibericas de Ilerda, 1978.

	<i>Sekundärgewicht</i>	<i>Sortengewicht</i>	<i>Schiefe</i>
Villaronga, 5%-Methode	13.79 g	14.52 g	?
Methode nach Müller	13.79 g	15.22 g	8.8×10^{-1}
neue Methode, 1. Näherung	13.3198 g	13.6205 g	-1.4×10^{-2}
neue Methode, 2. Näherung	13.3231 g	13.3259 g	1.3×10^{-8}
Standardgewicht	13.644 g	13.644 g	0.0
= 1 Semiunze vom Pfund 327.456 g			

Die aus der neuen Abnutzungstheorie von Münzen im Geldumlauf entwickelte neue Methode der Berechnung von Sortengewichten wird damit von einer Methode zur Berechnung der Münzabnutzung zu einem Näherungsverfahren der Modifikation von Stichproben der Münzgewichte mit dem Ziel die Schiefe ihrer Verteilung gegen Null streben zu lassen.¹²

STANDARDGEWICHTE RÖMISCHER UND SPANISCHER DENARE

Der 211 v. Chr. eingeführte römische Denar mit dem Standardgewicht von 4.548 g ist mit seinem metrologischen System hinlänglich bekannt.

Vielleicht bedingt durch die Schwierigkeiten des zweiten punischen Krieges aber wurde niemals wirklich ein Denar mit diesem Sortengewicht geprägt. Wie sich zeigte, wichen die Sortengewichte der Prägungen immer stärker vom Standardgewicht ab und das metrologische System verlief zunehmend. In den spanischen Provinzen Roms hatten während des zweiten punischen Krieges Standardgewicht und Sortengewicht der Silbermünzen in Geldumlauf und Handel keine praktische Bedeutung. Maßgebend war das Hacksilber, wie jetzt gezeigt werden konnte.¹³ So, wie der Denar von 4.548 g $1/72$ des römischen Pfundes von 327.456 g bildet, ist der Denar von 3.790 g $1/72$ des römischen Pfundes von 272.880 g. Beide Denare stehen wie ihre Pfunde zueinander im Verhältnis von 5/6. Römische Denare mit einem Standardgewicht von 3.790 g treten im Zeitraum ab 179- 170 v. Chr. zuerst vereinzelt auf, so Crawford, Cr. 159/2. Mit dem Wiederbeginn einer regelmäßigen Denarprägung ab 157 v. Chr. wurden 20 Jahre lang bis 138 v. Chr. römische Denare einheitlich in diesem Standardgewicht geprägt. Auch unter den spanischen Denaren finden sich, wie gezeigt werden wird, Sortengewichte, die dieses Standardgewicht von 3.790 g bestätigen.

Standardgewicht Denar 155-137 v. Chr.: 3.790 g = $1/72$ Pfund von 272.880 g

12. Auf die mathematische Darstellung wird aus Gründen allgemeinen Verständnisses an dieser Stelle verzichtet.

13. H. J. Hildebrandt, *Madri der Mitteilungen* 34, im Druck.

<i>v.Chr</i>	<i>römische Denare</i>	
179-170	Cr. 159/2	3.82 ± 0.03 g
155	Cr. 200/1	3.80 ± 0.07 g
150	Cr. 206/1	3.76 ± 0.05 g
147	Cr. 217/1	3.81 ± 0.05 g

<i>v. Chr.</i>	<i>römische Denare</i>	
141	Cr. 226/1	3.78 ± 0.06 g
140	Cr. 228/2	3.81 ± 0.02 g
139	Cr. 230/1	3.78 ± 0.07 g
138	Cr. 233/1	3.79 ± 0.07 g

Ab 137 v. Chr. wurden Denare in diesem Standardgewicht einheitlich nicht mehr fabriziert. An seine Stelle trat für lange Zeit das Standardgewicht von 3.869 g. Dieser zeitlich prägnant festgelegte Wechsel bildet eine Marke, die bei genauer Bestimmung der jeweiligen Sortengewichte eine Zuordnung der Denare in eine Prägezeit vor 137 v. Chr. oder nach 138 v. Chr. ermöglicht.

Standardgewicht Denar ab 137 v. Chr.: 3.869 g

<i>v.Chr</i>	<i>römische Denare</i>	
137	Cr. 234/1	3.89 ± 0.03 g
137	Cr. 235/1a-c	3.88 ± 0.02 g
137	Cr. 236/1a-f	3.87 ± 0.01 g
136	Cr. 238/1	3.86 ± 0.01 g

<i>v. Chr.</i>	<i>römische Denare</i>	
135	Cr. 242/1	3.85 ± 0.03 g
134	Cr. 245/1	3.89 ± 0.02 g
133	Cr. 247/1	3.87 ± 0.03 g
132	Cr. 249/1	3.88 ± 0.02 g

Dieses Standardgewicht entsteht aus dem Denar von 3.790 g durch Gewichtserhöhung um einen Chalkos = $1/48$ Denar = 0.079 g:

$$1 \text{ Denar } 3.790 \text{ g} + 1 \text{ Chalkos } 0.079 \text{ g} = 1 \text{ Denar } 3.869 \text{ g}$$

Gewichtsveränderungen nach oben odern unten um den definierten Betrag eines Kleingewichts des gleichen metrologischen System waren im antiken Münzwesen üblich. Es kann hier jedoch nicht näher darauf eingegangen werden.

Wie die folgenden Beispiele zeigen, wurde das Standardgewicht von 3.869 g. für den römischen Denar bis 70 v. Chr. beibehalten:

<i>v.Chr</i>	<i>römische Denare</i>	
125	Cr. 269/1	3.90 ± 0.02 g
120	Cr. 280/1	3.86 ± 0.02 g
115/114	Cr. 287/1	3.87 ± 0.01 g
110/109	Cr. 300/1	3.87 ± 0.01 g
105	Cr. 316/1	3.88 ± 0.01 g
100	Cr. 319/1	3.89 ± 0.02 g

<i>v. Chr.</i>	<i>römische Denare</i>	
95	Cr. 327/1	3.87 ± 0.01 g
90	Cr. 340/1	3.90 ± 0.02 g
85	Cr. 352/1 a-c	3.85 ± 0.01 g
80	Cr. 379/1	3.86 ± 0.02 g
75	Cr. 391/3	3.87 ± 0.05 g
71	Cr. 401/1	3.89 ± 0.03 g

Erst nach 70 v. Chr. waren die Sortengewichte wieder größeren Schwankungen unterworfen:

<i>v.Chr</i>	<i>römische Denare</i>	
64	Cr. 412/1	3.91 ± 0.01 g
60	Cr. 420/1a	3.90 ± 0.04 g

<i>v. Chr.</i>	<i>römische Denare</i>	
54	Cr. 434/2	3.89 ± 0.04 g
49	Cr. 440/1	3.96 ± 0.03 g

<i>v. Chr.</i>	<i>römische Denare</i>		<i>v. Chr.</i>	<i>römische Denare</i>	
60	Cr. 420/2a, b	3.98 ± 0.04 g	45	Cr. 474/1 a	3.86 ± 0.07 g
54	Cr. 434/1	3.78 ± 0.09 g	39	Cr. 532/1	3.64 ± 0.18 g
				= Vives 136-1	

Will man die spanischen Denare in diese Ordnung eingliedern, so sind neben den hier zu bearbeitenden metrologischen Beweisen selbstverständlich die Evidenzen der Münzfunde und die zur Zeit noch überbewerteten stilistischen¹⁴ Differenzen mit zu berücksichtigen. Die Beispiele der folgenden Übersicht haben daher argumentativen Charakter:

Standardgewicht Denar 155-138 v. Chr.: 3.790 g = 1/72 Pfund von 272.880 g

<i>spanische Denare</i>			
iltirtasalirban	Vill. 7.	Vives 26-2	3.78 ± 0.03 g
ausesken	Vill. 18.	Vives 22-1,2	3.82 ± 0.06 g
ikalkusken	Vill. I	Vives 66-1	3.81 ± 0.06 g
ikalkunsken	Vill. IV	Vives 66-2	3.80 ± 0.03 g
arekor-atas	Vill. 681.-684.	Vives 41-1	3.81 ± 0.06 g
sesars	Vill. 477.-478	Vives 43-1	3.79 ± 0.07 g

Standardgewicht Denar 137-70 v. Chr.: 3.869 g

<i>spanische Denare</i>			
kese	Vill. 17-5	Vives 31-11	3.89 ± 0.03 g
ikalkusken	Vill. II	SNG Cop 245	3.87 ± 0.04 g
ikalkusken	Vill. III	SNG Tübingen 104	3.86 ± 0.05 g
sekaisa	Vill. 575	Vives 65-1	3.89 ± 0.06 g
bolskan	Vill. I	Jenkins I	3.93 ± 0.04 g
bolskan	Vill. II, III	Jenkins II, III	3.89 ± 0.02 g
oilaunes	Vill. 694., 695	Vives 41-4	3.88 ± 0.08 g

Standardgewicht Denar, nach 70 v. Chr., wechselnd. Die folgende Gliederung spanischer Denare ist in dieser Gruppe metrologisch, nicht chronologisch ausgerichtet:

Standardgewicht 4.027 g = 3.790 g-Denar + 3 Chalkoi

belikiom	Vill. 496	Vives 44-1	4.07 ± 0.12 g
konterbia	Vill. 586	Vives 39-1,2	4.03 ± 0.02 g

14. Z. B. hairstyling zur chronologischen Beweisführung.

Standardgewicht Denar 3.790 g

bolskan	Vill. Prae-Palenzuela und Palenzuela		3.78 ± 0.05 g
arekoratas	Vill. 685.-688	Vives 40-1-, 11	3.82 ± 0.04 g
arsaos	Vill. 525.-527.	Vives 47-1,2	3.81 ± 0.06 g
bentian	Vill. 515.-517.	Vives 44-1	3.81 ± 0.11 g

Standardgewicht 3.711 g = 3.790 g-Denar - 1 Chalkos

ikalkunsken	Vill. V	Vives 66-3,4	3.72 ± 0.05 g
baskunes	Vill. 510.-514.	Vives 45-1,2	3.72 ± 0.05 g

Standardgewicht 3.533 g = 3.790 g-Denar - 3 Chalkoi

sekbirikes	Vill. 689.-693.	Vives 37-1	3.54 ± 0.06 g
turiasu	Vill. 518.-521.	Vives 51-7	3.54 ± 0.06 g

METROLOGISCHE BEZIEHUNGEN ZWISCHEN SILBER- UND AES-MÜNZEN

Bisher gelang es meist nicht Beziehungen zwischen den Standard- und Sortengewichten spanischer Münzen unterschiedlichen Metalls aufzuzeigen, da die erforderliche Genauigkeit dieser Gewichte nicht vorlag. Die neue Methode ermöglicht es nunmehr, das gesamte System der Metrologie zu erarbeiten. Hier kann das nur in wenigen Beispielen erfolgen.

Bekanntlich wurden 211 v. Chr. dem Denar zu 4.548 g 10 As zu je 54.567 g gleichgesetzt. Das Silber/Aes-Verhältnis betrug 1/120. Dem bereits oben vorgeführten Denar zu 3.790 g als 1/72 des Pfundes zu 272.880 g entsprechen 10 As zu je 22.740 g. 12 dieser Asse bilden ein Pfund von 272.880 g. Wie die folgende Aufstellung zeigt, ist dieses Standardgewicht bereits seit dem 5. Jh. v. Chr. in Gebrauch für Aes-Münzen:

Standardgewicht		22.740 g
Himera, Hemilitron, SNG Cop. 313	445-430 v. Chr.	22.68 ± 0.83 g
Aegypten, Ptolemaios II. - VIII.	285-116 v. Chr.	22.65 ± 0.33 g
Messana, Mamertiner, SNG Mün. 685	278-270 v. Chr.	22.84 ± 0.90 g
Karthago, SNG Cop. 255.	241-221 v. Chr.	23.14 ± 0.72 g
Rom. ex Luceria, Apulia, Cr. 97/22a	ab 211 v. Chr.	22.41 ± 0.90 g
Kese, Vill. 3, V. 31-1		22.55 ± 2.23 g
ausesken, Vill. 290, V. 22-3, 4, 5		22.70 ± 0.71 g
areikoratikos, Vill. 672, V. 40-2		22.69 ± 1.97 g
arse, Vill. VIII, II, V. 17-2		22.74 ± 1.05 g
saiti, Vill. 787, v. 20-1		22.74 ± 1.00 g

Das Hemilitron von Himera zeigt als Reversmotiv 6 Punkte wie bei einem Würfel. 1 Hemilitron zu 22.740 g = 6 As. Damit hat 1 As = 3.79 g.

Das Standardgewicht des Denars von 3.790 g findet sich also hier bereits sehr früh als Standardgewicht für Aes.

Beginnend 141 v. Chr. und zuletzt 125 v. Chr. wurden römische Denare mit dem Wertzeichen XVI versehen. Davor trugen sie das Wertzeichen X. Es stand für 10 Sextantalasse von je 54.576 g als Gegenwert für 1 Denar von 4.548 g mit dem Silber/Aes-Verhältnis von 1/120. Analog dazu wird das Wertzeichen 16 so interpretiert, daß nunmehr 16 Asse auf einen Denar kommen. Es mußten daher bezogen auf den 4.548 g-Denar 34.110 g-Asse oder bezogen auf den 3.790 g-Denar 28.425 g-Asse aus den Jahren 141- 125 v. Chr. existieren. Es gibt diese Asse aber nur aus wesentlich früherer Zeit. Asse wurden in Rom von 141 v. Chr. bis 114 v. Chr. gar nicht geprägt.

Soll ein Anachronismus vermieden werden, so müssen für die Interpretation die Semisses, Trientes und Quadrantes dieser Zeit herangezogen werden. Sie aber führen auf ein As von 17.055 g. 16 dieser Asse ergeben ein Pfund von 272.88 g. von dem 1/72 in Silber den Denar bis vor 137 v. Chr. von 3.790 g mit dem Zeichen 16 ergeben. Von 137-125 v. Chr. tritt an dessen Stelle, wie oben bereits nachgewiesen wurde, der Denar von 3.869 g. Das zugeordnete As hat ein Standardgewicht von 17.411 g. Das Denarzeichen 16 kann also nur so gedeutet werden, daß von dem zu den Denaren gehörigen Aes 16 Asses auf ein Pfund von anfänglich 272.88 g, ab 137 v. Chr. auf ein Pfund von 278.565 g kamen. Ein As von z.B. 17.055 g und damit auch ein Semis von 8.528 g sind also durchaus römisch und müssen nicht a priori in vorrömische Zeit gesetzt werden. Ein in Rom nicht ausgegebenes As von 17.411 g wurde mit dem zugehörigen Semis von 8.705 g im spanischen Kesse geprägt. Der Denar von Kesse in einem Sortengewicht von 3.89 ± 0.03 g und einem Standardgewicht von 3.869 g paßt metrologisch unter Anpassung an die römische Situation sehr gut zu diesem As. Stilistische Unterschiede müssen jedoch eingeräumt werden.

Weitere Asse dieses Standardgewichtes, jedoch ohne Verbindung zu Silbermünzen, wurden in Kastilo und OBULCO geprägt.

Aes-Münzen zur Denar-Wertmarke 16

<i>Ort</i>	<i>v. Chr.</i>	<i>katalog</i>	<i>Sortengewicht</i>	<i>Standardgewicht</i>	
Rom	141-137	Cr. 226/2-235/2	Sm 8.63 $\pm$ 0.44 g	As	17.055 g
Kese	ab 137	Vill. 4	As 17.40 $\pm$ 0.75 g	As	17.411 g
Kesc	ab 137	Vill. 5	Sm 8.76 $\pm$ 0.84 g	As	17.411 g
Rom	135	Cr. 242/2	Sm 8.63 $\pm$ 0.62 g	As	17.411 g
Rom	135	Cr. 241/2	Sm 8.79 $\pm$ 0.49 g	As	17.411 g
Rom	130	Cr. 257/2	Sm 8.82 $\pm$ 0.58 g	As	17.411 g
Rom	128	Cr. 262/2	Sm 8.61 $\pm$ 0.57 g	As	17.411 g

<i>Ort</i>	<i>v. Chr.</i>	<i>katalog</i>		<i>Sortengewicht</i>		<i>Standardgewicht</i>
Rom	127	Cr. 263/3a, b	Sm	8.62 ± 0.46 g	As	17.411 g
Rom	126	Cr. 267/2	Sm	8.84 ± 0.84 g	As	17.411 g
Rom	125	Cr. 269/2	Sm	8.72 ± 0.99 g	As	17.411 g

In einem metrologischen System stehen die Standardgewichte in einer exakten Proportion zueinander, die per definitionem frei ist von Abweichungen. Aes ist zur Zeit der Münzprägung im römischen Spanien ein Metall von geringerem Wert. Die Prägung erfolgte daher al marco.¹⁵ Dabei wurden Abweichungen der Sortengewichte von mehreren Prozent geduldet, seien sie nun gewollt oder zufällig entstanden. Diese Abweichungen lassen sich jetzt quantitativ nachweisen, wenn zu der betreffenden Aes-Münzsorte eine parallele Silber-Münzsorte existiert.

Dabei wird aus dem präziseren Standardgewicht der Silbermünzen über die jeweils zutreffende Proportion das gesuchte Standardgewicht der Aes-Münzsorte abgeleitet. Dieses wird dann mit dem Sortengewicht verglichen und daraus die antike Prägegenauigkeit errechnet. Als Beispiel sollen Sorten- und Standardgewichte einiger Chalkoi bereits oben besprochener Denare hinsichtlich ihrer Abweichung voneinander verglichen werden. Zu jedem Grundnominal aus Silber gehört ein Chalkos aus Aes. Der Chalkos ist in Silber 1/48 einer Drachme oder eines Denars. Multipliziert mit dem Aes/Silber-Verhältnis von z.B. 120 erhält man den Aes-Chalkos.

So hat der Chalkos zum Denar von 4.548 g ein Gewicht von 11.370 g, der Chalkos zum Denar von 3.790 g hat ein Gewicht von 9.475 g und der Chalkos zum Denar von 3.869 g hat ein Gewicht von 9.673 g.

spanische Chalkoi, Abweichungen Sortengewicht / Standardgewicht

<i>Sorten</i>	<i>Denar</i>		<i>Chalkos</i>	<i>Deviation</i>
arekor-atas	Vives 41-1		Vives 41-4,5	
	3.81 ± 0.06 g	3.790 g	9.68 ± 0.41 g / 9.475 g	+ 2.2 %
arekoratas	Vives 40-10, 11		Vives 40-12	
	3.82 ± 0.04 g	3.790 g	9.60 ± 0.42 g / 9.475 g	1.3%
bentian	Vives 44-1		Vives 44-4, 5, 6	
	3.81 ± 0.11 g	3.790 g	9.31 ± 0.46 g / 9.475 g	-1.7%
ikalkusken	Villaronga II		Villaronga 2	
	3.87 ± 0.04 g	3.869 g	9.39 ± 0.29 g / 9.673 g	-2.9 %
konterbia	Vives 39-1,2		Vives 39-3	
	4.03 ± 0.02 g	4.027 g	9.89 ± 0.20 g / 10.068 g	-1.8 %
sekobirikes	Vives 37-1		Vives 37-3	
	3.54 ± 0.06 g	3.533 g	9.73 ± 0.40 g / 8.833 g	+ 10.2 %
turiasu	Vives 51-7		Vives 51-9	
	3.54 ± 0.06 g	3.533 g	9.75 ± 0.52 g / 8.833 g	+ 10.2 %

¹⁵ Siehe hierzu H. J. Hildebrandt. Zitat 9.

Für sekobirikes und turiasu ergibt sich hieraus, daß die Chalkoi nicht am realen Standardgewicht der Denare, sondern am Standardgewicht der römischen Denare bis 70 v. Chr. von 3.869 g orientiert sind.

ZAHLENANGABEN AUF SPANISCHEN MÜNZEN

Einige spanische Münzen zeigen Inschriften, die als Zahlen gelesen werden, L. Villaronga.¹⁶ Das betrifft besonders Asse von untikesken mit der Angabe 15. So sollen 15 Asse ein römisches Pfund von 327.456 g bilden. Die Sortengewichte der Münzen müßten diese Annahme bestätigen können.

Standardgewicht der Asse von untikesken mit Wertzahl 15

<i>Katalog</i>	<i>Sortengewicht</i>	<i>Katalog</i>	<i>Sortengewicht</i>
Vill. 2,13	As 20.68 ± 1.05 g	Vill. 8,39	As 21.02 ± 0.44 g
Vill. 3,15	As 24.18 ± 3.05 g	Vill. 9,42	As 21.12 ± 0.58 g
Vill. 5,25	As 20.68 ± 0.60 g	Vill. 9,45	As 21.31 ± 1.50 g

Standardgewicht: 1 As 21.830 g x 15 = 1 röm. Pfund 327.456 g

Im Bereich der Genauigkeit, die in der Antike von Aes-Prägungen zu erwarten ist, bestätigen die Sortengewichte das durch die Wertangabe 15 vorgegebene Standardgewicht.

Insgesamt bestätigen die hier angeführten Beispiele die Richtigkeit der neuen Methode zur Berechnung von Sortengewichten antiker Münzsorten.

Die Präzision der damit erzielten Ergebnisse und die uneingeschränkte Anwendbarkeit übertrifft alle bisherigen Methoden sehr erheblich. Alle früher mit anderen Methoden erzielten Ergebnisse müssen nunmehr revidiert werden.

Der Erfolg im Anwendungsbereich der numismatischen Metrologie beruht auf der Entwicklung einer neuen Theorie, die den Vorgang der durch den Geldumlauf verursachten Münzabnutzung gewichtsmäßig vollständig und exakt beschreibt.

ZUSAMMENFASSUNG

Eine neue Theorie über den Gewichtsverlust von Münzen während des Geldumlaufs wird zum allgemeinen Verständniss auf eine nicht mathematische Weise dargestellt. Das daraus hergeleitete Anwendungsverfahren zur Berechnung von Sortengewichten aus Stichproben von Münzsorten wird aufgezeigt.

16. L. Villaronga, Numismática antigua de Hispania, 1979, 75f.

Der Gewichtsverlust von Münzen durch den Gebrauch ist stochastisch. Er ist zusätzlich abhängig vom Ausgangsgewicht der Münzen. Die durch diese Abhängigkeit verursachte Abweichung der Münzgewichte von einer statistischen Normalverteilung, die Schiefe oder Skewness wird durch ein Näherungsverfahren mit implizitem Lösungsansatz transformiert. Mittels elektronischer Datenverarbeitung und einer neu entwickelten Software, Numis. F77 auf der Basis von Fortran 77 werden dadurch die Werte für die Schiefe bis unter $\pm \times 10^{-5}$ gegen Null minimiert. Das Verfahren ist gegenüber Veränderungen der Stichproben konsistent. Die an Beispielen mit römischen und spanischen Münzen aus der Zeit der römischen Republik erzielten Ergebnisse sind besonders präzise. Die errechneten Sortengewichte liefern Informationen, die metrologisch und chronologisch wesentliche Änderungen des bisherigen Wissens von den Münzsystemen dieser Zeit nach sich ziehen.