

AUGSTER MUSEUMSHEFTE 6



ALFRED MUTZ

Römische Waagen und Gewichte  
aus Augst und Kaiseraugst



AUGSTER MUSEUMSHEFTE 6

ALFRED MUTZ

Römische Waagen und Gewichte  
aus Augst und Kaiseraugst

Augst 1983

Zum Umschlagbild:

Darstellung einer grossen Waage auf dem Grabstein eines Augster Kaufmanns, gefunden 1803 im römischen Gräberfeld an der Ausfallstrasse nach Basel. In der linken Waagschale liegt ein grosses Steingewicht, in der rechten wahrscheinlich ein Stapel schwerer Eisenbarren. Breite des Kalksteinreliefs: 77 cm (Inv. Nr. 1894.477).






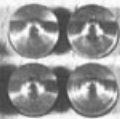

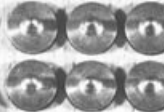



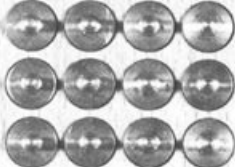


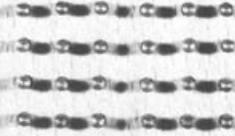
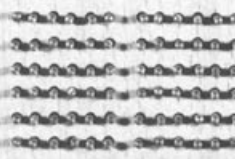
Zum rückseitigen Umschlagbild (Augst, Waage 6) vgl. S. 40ff. und Abb. 28-30.

ISBN 3 7151 1006 6

Herausgeber: Amt für Museen und Archäologie des Kantons Basel-Landschaft  
Redaktion: A. R. Furger  
Druck: Max Muff AG Pratteln  
© 1983 Römermuseum Augst

# Inhalt

Einleitung . . . . .	5
Darstellung einiger Waagentypen verschiedener Bauart und Herkunft . . .	10
Waagen aus Augst und Kaiseraugst . . . . .	26
Gewichte aus Augst und Kaiseraugst . . . . .	46
Schlussbetrachtung . . . . .	60
Anmerkungen und Literaturhinweise . . . . .	62
Abbildungsnachweis . . . . .	64

		Libra	Gramm
		$\frac{1}{12}$	= 1 Uncia 27,288
		$\frac{1}{24}$	= 1 Semuncia 13,644 (2 Semunciae = 1 Uncia)
		$\frac{1}{48}$	= 1 Sicilicus 6,822 (4 Sicilici = 1 Uncia)
		$\frac{1}{72}$	= 1 Sextula 4,584 (6 Sextulae = 1 Uncia)
		$\frac{1}{96}$	= 1 Drachma 3,411 (8 Drachmae = 1 Uncia)
		$\frac{1}{144}$	= 1 Dimidia-Sextula 2,274 (12 Dimidia-Sextulae = 1 Uncia)
		$\frac{1}{288}$	= 1 Scripulum 1,137 (12 Scripuli = 1 Semuncia)
		$\frac{1}{576}$	= 1 Obolus 0,568 (24 Oboli = 1 Semuncia)
		$\frac{1}{1728}$	= 1 Siliqua 0,189 (72 Siliquae = 1 Semuncia; 1 Siliqua = $\frac{1}{5}$ Obolus)

Kolonne 1

Kolonne 2

Kolonne 3

# Einleitung

*Falsche Waage ist dem Herrn ein Greuel und richtiges Gewicht sein Wohlgefallen.*

*Sprüche 11, 1*

*Die Erfindung aber, vermittelt der Gewichte der Schnellwaagen und anderer Waagen das Gewicht zu prüfen, schützt das Leben vor Übervorteilung durch Mindergewicht.*

*Vitruv 10, 2*

Diese biblischen und römischen Sinnsprüche, vor Jahrtausenden geschrieben, wollten schon damals ihren Zeitgenossen die klare Bedeutung und die Verpflichtung zum gerechten Wägen und Messen in deren Bewusstsein bringen. Wegen der gewaltigen Erweiterung des Messwesens auf allen Gebieten des menschlichen Lebens ist dieses zwar umfang- und wortreicher geworden, doch die klassische Prägnanz hat es verloren<sup>1)</sup>.

Aus vielen Quellen der Literatur, aus Funden von Instrumenten sowie aus Bau- und Landvermessungen ist klar zu erkennen, dass die Römer über ein sehr gut entwickeltes Messwesen verfügten. Die Einheiten für Längen-, Hohl- und Flächenmasse, für Münzwerte und für das Gewicht waren genau festgelegt. Auf knappe Art umschreibt H.-J. v. Alberti die Bedeutung, die die Römer dem Messwesen beigemessen haben<sup>2)</sup>:

*„Die Römer haben die griechischen Masse (um 300 v. Chr.) vielfach in Gebrauch genommen; sie besaßen aber in ihren Mass- und Gewichtssystemen auch eigene Masse, die sie mit grösserer Sorgfalt hüteten als das leichtlebige Volk der Hellenen die seinen. Normalstäbe wurden als heilige Grundmasse, z.B. auf dem Kapitol, aufbewahrt und Kopien davon in Bauwerken eingehauen. Auf dem Kapitol soll es vier solcher Masse für den Fuss gegeben haben, die zum Teil sehr gute Übereinstimmung zeigten und im Mittel etwa 0,2959 m betragen haben.*

*Abb. 1* Neuzzeitliche Modelle römischer Gewichtseinheiten zur Darstellung des antiken Gewichtssystems.

Kolonnen 1 und 2: Gewichtssatz von 1 *libra* bis 1 *uncia* mit eingestempeltem lateinischen Namen und Grammgewicht (vgl. Tab. 1).

Kolonne 3: Gewichtssätze von 1 *uncia* bis 1 *siliqua*. Eine Gruppe gleicher Steine ergibt zusammen jeweils das Gewicht einer *uncia* (über dem dicken Querstrich) bzw. einer *semuncia* (unter dem dicken Querstrich; vgl. Tab. 2).

*Das römische Fussmass besass eine zweifache Teilung, die ältere italische in 12 unciae und die bei den Technikern gebräuchliche Teilung in 16 digiti.»*

Eingehender und mit zahlreichen antiken Schriftstellen versehen stellte F. Hultsch<sup>3)</sup> in seinem grossen Werk das römische Messwesen dar. Auf die Gliederung der einzelnen Systeme, die im Zusammenhang mit dieser Schrift stehen, wird später noch genauer eingegangen. Beredte Belege für das hochentwickelte römische Messwesen sind zunächst die in vielen Museen gezeigten einfachen und auch zusammenklappbaren Massstäbe. In den Händen aller Handwerker leisteten sie unentbehrliche Hilfe. Den Strassenbauern und den Ingenieuren<sup>4)</sup> für die grossen Wasserleitungen standen die *groma* (für rechtwinklige Landvermessungen) und der *chorobates* (das Nivellierinstrument) zur Verfügung. Daneben waren, wie viele Fundstücke zu belegen vermögen, erstaunlich vielseitige und raffinierte Mess-Visiergeräte in Gebrauch. Gemeint sind die Pentagon-Dodekaeder, wie sie in jüngster Zeit A. Weiss<sup>5)</sup> als solche dargestellt hat.

Nach diesem knappen Exkurs in das römische Messwesen wenden wir uns zunächst einigen Funden aus Augst und Kaiseraugst zu. Waagen und Gewichte sind daraus ein wichtiges Teilgebiet. Um diese Darlegungen ausweiten und abrunden zu können, sind auch Beispiele von andern Fundorten einbezogen worden.

Es sind nur wenige Jahre mehr als ein Jahrhundert, seit in der Schweiz (1874) das metrische System für Mass und Gewicht gesetzlich festgelegt worden ist. Damit wurde dem Wirrwarr der zahlreichen kantonalen, regionalen und städtischen Mass-, Gewichts- und Münzeinheiten ein Ende gesetzt. Der in unserem Land damals noch stärker wirkende Föderalismus verhinderte, dass es nicht schon früher zu der neuen Regelung kam. Das metrische System, eine Frucht der Französischen Revolution, war bereits im letzten Jahrzehnt des 18. Jahrhunderts geschaffen und wurde schon zu Anfang des 19. Jahrhunderts in Frankreich eingeführt. Durch das ganze Mittelalter hindurch bestand jedoch in allen Ländern ein unüberschaubares Dickicht der verschiedenen Masseinheiten. Nur eine umständliche Umrechnung ermöglichte einen Vergleich der unterschiedlichen Grössen und Werte.

In der Rückschau sind erst in der Zeit des Römischen Reiches klarere und einheitlichere Verhältnisse in dieser Beziehung anzutreffen. Diese bezogen sich sowohl auf das Messen wie auch auf das Wägen. Im Zusammenhang mit den besprochenen Gewichten wird lediglich auf das *Gewichtssystem* eingegangen. Die Tabelle 1 zeigt mit aller Deutlichkeit die klare Struktur des Systems und wie raffiniert dieses aufgebaut war.



Die Grundlage der Ordnung war die *libra*, das römische Pfund. Eine grössere Einheit, wie sie bei den Längenmassen bekannt war, gab es nicht. Dagegen zeigt Tabelle 1 deren feine Aufgliederung: Die erste Kolonne enthält die Gliederung in Zwölftel des Pfundes. Weil aber für feinere Differenzierungen in den niedrigen Gewichten von 2 zu 1 *unciae* bzw. *uncia* der Sprung – in heutigen Massen ausgedrückt – von 54,58 zu 27,28 Gramm zu gross gewesen wäre, wurde dort die glatte Zwölferteilung verlassen und dazwischen  $\frac{1}{8}$  *libra* eingeschoben. Dieser Mittelwert halbierte die relativ grosse Differenz von 2 zu 1

Tabelle 1: Die römische Gewichtseinheit *libra* und ihre Unterteilung<sup>6)</sup>

<i>libra</i>		Gramm
1	libra (= 12 unciae)	327,45
$\frac{11}{12}$	deunx (= 11 unciae)	300,16
$\frac{5}{6}$	dextrans (= 10 unciae)	272,88
$\frac{3}{4}$	dodrans (= 9 unciae)	245,59
$\frac{2}{3}$	bes (= 8 unciae)	218,30
$\frac{7}{12}$	septunx (= 7 unciae)	191,02
$\frac{6}{12}$	semis (= 6 unciae)	163,73
$\frac{5}{12}$	quincunx (= 5 unciae)	136,44
$\frac{4}{12}$	triens (= 4 unciae)	109,15
$\frac{3}{12}$	quadrans (= 3 unciae)	81,86
$\frac{2}{12}$	sextans (= 2 unciae)	54,58
$\frac{1}{8}$	sesuncia (= $1\frac{1}{2}$ unciae)	40,93
$\frac{1}{12}$	uncia (= 1 uncia)	27,28

Tabelle 2: Die römische Gewichtseinheit *uncia* und ihre Unterteilung<sup>6)</sup>

<i>libra</i>		Gramm
$\frac{1}{12}$	uncia = 1 x 12	27,28
$\frac{1}{24}$	semuncia = 2 x 12	13,64
$\frac{1}{48}$	sicilicus = 4 x 12	6,82
$\frac{1}{72}$	sextula = 6 x 12	4,55
$\frac{1}{96}$	drachma = 8 x 12	3,41
$\frac{1}{144}$	dimidiasextula = 12 x 12	2,27
$\frac{1}{288}$	scripulum = 24 x 12	1,14
$\frac{1}{576}$	obolus = 48 x 12	0,568
$\frac{1}{1728}$	siliqua = 3 x 48 oder 144 x 12 oder 12 x 12 x 12 = 12 <sup>3</sup>	0,189

*unciae* – ein Verfahren, das in der feineren Unterteilung der *uncia* noch deutlicher zum Ausdruck kommt. Erst dadurch konnte das ausgeklügelte Duodezimalsystem entstehen. Aus der Tabelle 2 lässt sich dieses ablesen.

Weil zwischen  $\frac{1}{48}$  und  $\frac{1}{96}$  – letzterer Wert ist wieder die Halbierung des vorausgegangenen Bruches – ein  $\frac{1}{72}$  eingeschoben wurde, und die folgenden Unterteilungen von da aus weitergeführt werden, ergibt sich am Schluss der Skala bei der kleinsten Einheit ein  $\frac{1}{1728}$ . Das ist die dritte Potenz von  $12 = 12^3$ . Dieser abschliessende Wert wird jedoch nur durch die Dreiteilung des vorangegangenen *obolus* =  $\frac{1}{576} : 3$  erreicht. Würde der  $\frac{1}{72}$  in der Skala nicht eingeschoben und nach der vorausgegangenen Weise die Brüche einfach weiter halbiert, so käme kein logischer Abschluss des Gewichtssystems zustande.

Zu dieser Betrachtung über römische Waagen und Gewichte gehört notwendigerweise auch eine Darstellung der *Längenmasse*. Es mag auf den ersten Blick überraschen, dass in der römischen Zivilisation zwei unterschiedliche Massensysteme existierten, die allerdings auf der gleichen Grundlage, dem *pes (as)*,

Tabelle 3: Der römische Fuss nach der Duodezimalteilung

<i>pes</i> (Fuss)		Millimeter
$\frac{1}{48}$	sicilicus	6,2
$\frac{1}{24}$	semuncia	12,3
$\frac{1}{12}$	uncia	24,6
$\frac{1}{8}$	sesuncia	36,9
$\frac{1}{6}$	sextans	49,3
$\frac{1}{4}$	quadrans	73,9
$\frac{1}{3}$	triens	98,6
$\frac{2}{12}$	quincunx	123,2
$\frac{1}{2}$	semis, semi-pes	147,9
$\frac{7}{12}$	septunx	172,5
$\frac{2}{3}$	bes	197,1
$\frac{3}{4}$	dodrans	221,8
$\frac{5}{6}$	dextrans	246,4
$\frac{11}{12}$	deunx	271,1
1	<i>pes (as)</i>	295,7
2	dupondius	591,4
$2\frac{1}{2}$	<i>pes sestertius</i>	739,3

basierten. Diese Zweiteilung kam verschiedenen Bedürfnissen entgegen: In der Duodezimalteilung ist der Fuss (*pes*) in 12 *unciae*, die wiederum unterteilt wurden, gegliedert. Dagegen war das architektonische Mass, auch als technischer Fuss bezeichnet, in 16 *digiti* eingeteilt, wobei vier *digiti* ein *palmus* ergeben. Demnach zerfiel ein technischer Fuss in 4 *palmi* zu je 4 *digiti*, der seine praktische Bewährung im Bauwesen gefunden hatte, weil der Maurer (*lapidarius*) einfache Messungen am Bau direkt mit den Händen vornehmen konnte: Ein *palmus* entspricht vier Fingern, ohne den Daumen.

Bei den Bezeichnungen der Fussunterteilungen (Tabelle 3) muss auffallen, dass diese genau jenen entsprechen, die wir schon aus der Gliederung der *libra* kennen (Tabelle 1). Es stellt sich hier die etwas gewagte Frage, ob in dieser Übereinstimmung nicht schon ein Ansatz zu einer gemeinsamen Wurzel erblickt werden kann, wie sie im metrischen System existiert. In diesem gehen doch Dezimeter, Kilogramm und Liter auf die gleiche Grundlage zurück.

Die Gegenüberstellung der beiden Skalen (Tabellen 3 und 4) zeigt, wie differenziert die Römer die Messkunst zu handhaben vermochten.

Tabelle 4: Die architektonischen Masse

<i>digiti</i>		Millimeter
1	= 1/16 pes (Fuss)	18,48
2		36,96
3		55,4
4	= 1 palmus	73,9
5		92,4
6		110,9
7		129,4
8	= 2 palmi	147,9
9		166,3
10		184,8
11		203,3
12	= 3 palmi	221,8
13		240,2
14		258,7
15		277,2
16	= 4 palmi = 1 pes	295,7
20	= 1 palmipes	369,6
24	= 1 cubitus	443,6

## Darstellungen einiger Waagentypen verschiedener Bauart und Herkunft

Waagen sind leicht bewegliche und empfindliche Einrichtungen. Sie müssen so sein, anders könnten sie den ihnen zgedachten Aufgaben nicht gerecht werden. Immer wieder haben findige Köpfe verschiedene Konstruktionen erdnen, die es ermöglichten, die Waagen den unterschiedlichsten Gütern und Aufgaben anzupassen. Dabei kam immer das gleiche physikalische Prinzip zur Anwendung und hatte stets dem gleichen Zwecke zu dienen, nämlich mit Hilfe eines gleicharmigen oder ungleicharmigen Instrumentes das Gleichgewicht zwischen Ware und genormtem, d.h. festgelegtem Gewicht herzustellen.

Daher kann es nicht uninteressant sein, vor der Betrachtung einiger Waagen aus dem Augster Boden auch solche anderer Herkunft beizuziehen. Die Abbildungen sollen den Exkurs bereichern.

In der Werkstatt eines römischen Kupferschmiedes hängt über dem Meister eine Waage, die für sein Unternehmen von grosser Wichtigkeit ist (Abb. 2).



Abb. 2 Römische Kupferschmiede. Umzeichnung eines Steinreliefs im Museo Nazionale, Neapel. Massstab 1:5.

Nach H. Blümner<sup>7)</sup> lässt sich dies so erklären: «...Kupferschmiede und Messingarbeiter, die nicht beköstigt und nicht im Taglohn, sondern nach dem Gewicht des verarbeiteten Metalls bezahlt werden...». Dieser Handwerker (*aerarius*) ist mit dem Besitz und Gebrauch einer Waage gegenüber andern Berufsgruppen wirtschaftlich bevorzugt.

Ähnliche Verhältnisse dürften in einem andern Berufe, beim Goldschläger (*brattearius*), bestanden haben, denn auch ein solcher ist mit einer Waage dargestellt (Abb. 3). Gold kann wegen seiner hohen Duktilität (Verformbarkeit) sehr dünn ausgeschlagen werden. Blattgold, nur wenige Tausendstel Millimeter dick, war für Vergoldungen schon den Aegyptern bekannt.



Abb. 3 AVRIFEX BRATTIAR(ius): Goldschläger mit Hammer und Amboss. Marmorrelief im Vatikanmuseum, Rom (Fundort unbekannt). Masstab 1:6.

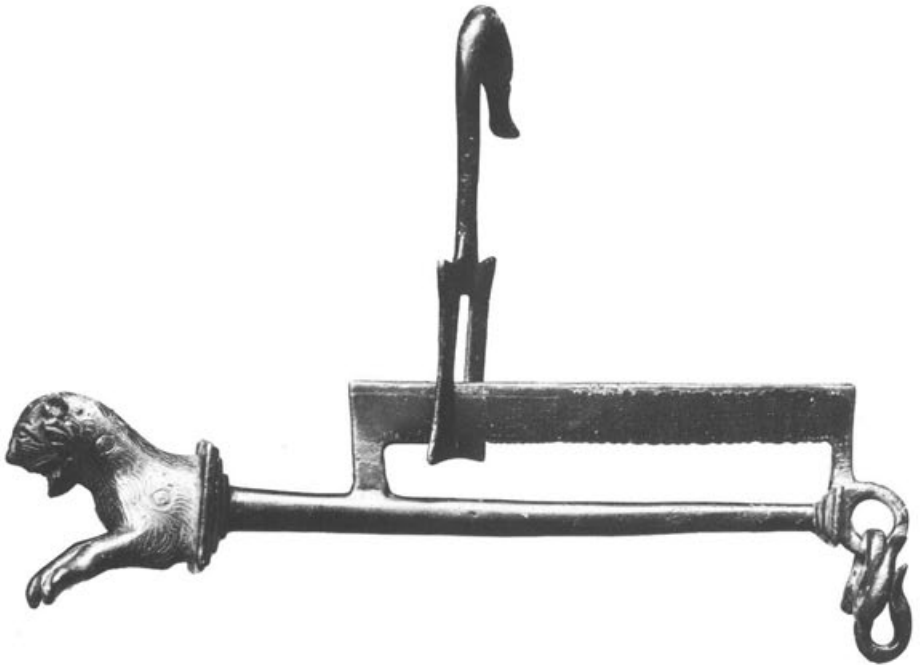


Abb. 4 Originelle Waage von einfachem Prinzip mit geringem Wiege- und Genauigkeitsbereich. Staatliche Museen/ Antikenabteilung, Berlin. Ohne Massstab.

Eine weitere, in Stein gehauene Darstellung einer Waage befindet sich auf einem Grabrelief in Capua, bekanntgeworden als «Kaufmann mit dem Anschreibebuch vor der grossen Waage»<sup>8)</sup>.

Bestechend bei einer Waage in Berlin ist deren lapidare Einfachheit (Abb. 4). Ein Pantherkopf wirkt als Gewicht und auf der andern Seite findet sich der Haken zum Aufhängen der Last. Durch Verschieben des Drehpunktes kann das Gleichgewicht erreicht und auf der Skala das so gefundene Gewicht abgelesen werden.

Nach dem gleichen Prinzip ist eine improvisierte Waage konstruiert (Abb. 5): Eine Bronzekasserolle wurde – mit im geschlitzten Stiel verschiebbarem Aufhängepunkt – zu einer Waage umgebaut. Am Stielende hängt das feste, gleichbleibende Gegengewicht. So kann eine solche Waage sowohl für Flüssigkeiten als auch für Schüttgut (Körner) benützt werden. Die Waagentypen



Abb. 5 Diese Flüssigkeitswaage ist eine Improvisation, hergestellt aus einer römischen Kasserolle. Rechts: Detailansicht mit der Skala und dem festen Gewicht (Kopf des Handelsgottes Merkur), die keinen grossen Wiegebereich umfassen. Museo Nazionale, Neapel. Massstab etwa 1:5 (Gesamtansicht links).

dieser Bauart haben wegen ihren festen Proportionen nur einen beschränkten Wiegebereich. Vorteilhafter sind die weiter unten beschriebenen Waagen mit mehreren veränderlichen Drehpunkten:

Abbildung 6 zeigt das Bruchstück eines eisernen Waagebalkens mit *zwei* Aufhängepunkten. Dadurch wird die Kapazität des Instrumentes verdoppelt, weil sich die Drehpunkte anpassen lassen. Bei dieser Konstruktion war es jedoch nötig, für jeden der beiden Aufhängepunkte eine eigene Skala anzubringen. Der Dreifachhaken links konnte in jeder Hängung senkrecht nach unten fallen. Am abgebrochenen und am noch vorhandenen Zinken wurden für die Schale je zwei Ketten eingehängt. Am dritten, im Bild nach vorne weisenden Haken wurden Waren befestigt (z.B. Säcke, Netze, Fleisch), ohne die Schale für den Wiegevorgang benutzen zu müssen. Bemerkenswert an dieser Bauart ist, dass dieses rund 35 cm lange Stück mitsamt den beiden Ösen hohl gegossen wurde.

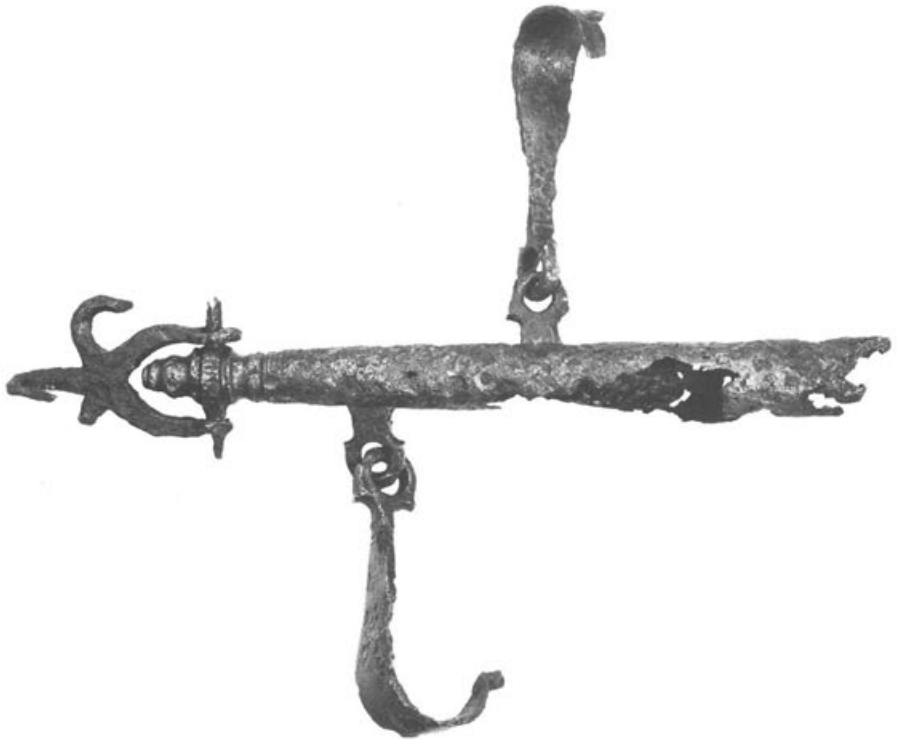


Abb. 6 Bruchstück einer eisernen Waage. Die Aufnahme zeigt den Hohl-guss des Waagebalkens mit den Aufhängeösen und dem drehbaren Haken für die Schalenketten (links). Fundort unbekannt (Landesmuseum Trier). Massstab 1:3.

Abbildung 7 bringt von einer andern Schnellwaage die Vorder- und Seitenansichten des grossen Schiebegewichtes. Es zeigt eine schöne Merkurbüste, die gleichsam aus einer Fensteröffnung blickt. Der Merkurstab ist abgebrochen, weshalb das heutige Gewicht von 3630 g einst höher gewesen sein muss. Der Durchmesser der Scheibe beträgt 210 mm und die Gesamthöhe sogar 420 mm. Nimmt man für das ursprüngliche Gewicht 12 *librae* (3929 g) an, so dürfte die Differenz von 299 g in den abgebrochenen Teilen zu finden sein. Dieses Schiebegewicht gehörte sicher zu einer sehr grossen Waage, von der leider nichts Näheres bekannt ist. Ungewöhnlich ist auch, dass der Merkur nicht nach vorn gegen den Benutzer der Waage, sondern in der Richtung des Waagebalkens blickt.





*Abb. 7* Laufgewicht mit Darstellung des Handelsgottes Merkur (von vorne und von der Seite). Am Ring sind Abnutzungsspuren zu erkennen, die durch das Verschieben auf dem Waagebalken entstanden sind. Das Gewicht wird wohl zu einer Prunkwaage gehört haben. Aus Wimpfen am Neckar (Museum Heilbronn). Massstab 1:3.

A

B



Abb. 8 Kalksteinrelief auf der Schmalseite eines Grabquaders mit Händler und Waage. Diese ist am Aufhängepunkt A befestigt. Ohne die Sicherung B würde der Waagebalken sehr schnelle (und gefährliche) Ausschläge machen. Aus Neumagen an der Mosel (Landesmuseum Trier). Ohne Massstab.

Ein Steinrelief aus Neumagen (Abb. 8) zeigt eine in mehr als einer Beziehung interessante Szene. Der Wiegemeister bedient eine grosse Schnellwaage mit zwei Aufhängepunkten. Da ein schweres, verseiltes Bündel gewogen werden soll, ist die Waage an der hinteren Aufhängung (A in Abb. 8) befestigt. Dadurch muss das vordere Balkenende bei der Belastung einen grossen Ausschlag machen. Um Unfälle zu vermeiden, steckt das Balkenende in einer bronzenen Begrenzung, die nur noch ein kleines Spiel ermöglicht (B in Abb. 8). Der Wiegemeister bedient nun seine Waage einhändig und zur Demonstration seiner Sicherheit hält er seine Linke unter der Schürze.

#### EINE RÖMISCHE SCHNELLWAAGE AUS OSTERBURKEN (Abb. 9 und 10)

Dieses kleine, aber gut erhaltene Exemplar bietet Gelegenheit, diesen Typ mit *drei* Aufhängepunkten näher zu beschreiben: Mit den beiden aus Drahtgliedern gebildeten Ketten, die an den Enden mit je einem Haken versehen sind, sind in Bündel gefasste Güter (Wolle, Felle usw.) gewogen worden. Derartige Waagen ermöglichten die Ausdehnung des Wiegebereiches um das Dreifache am gleichen Instrument. Diese konstruktive Lösung ist ebenso einfach wie frappierend. Sie beruht darauf, dass an drei verschiedenen Seiten des im Querschnitt quadratischen Waagebalkens Drehpunkte mit Haltehaken versetzt angeordnet sind. Dadurch wird die Gesamtlänge des Waagebalkens nach drei verschiedenen Verhältnissen aufgeteilt. Hinzu kommt eine Verdrehung des längeren Skalenteiles um  $45^\circ$  gegenüber dem kürzeren des Waagebalkens. Auf diese Weise ist stets bei jedem Aufhängepunkt eine Kante des Skalenteiles oben: Dies ermöglicht dem Laufgewicht, exakt auf der Kante zu «reiten» und in Kerben gut einzurasten. Die Skaleneinteilung ist für den Benützer in dieser Stellung bequem abzulesen.

Zur genaueren Untersuchung bot dieses Exemplar aus Osterburken den Vorteil, dass es, einschliesslich dem Gewicht, noch sehr gut erhalten ist. Leider sind die Skalen nicht gut lesbar, so dass ich durch effektive Wägungen in den Stellungen A und B (Abb. 10, oben und Mitte) die folgenden Resultate ermittelte. In der Stellung C (Abb. 10, unten) wagte ich nicht, das nötige Maximalgewicht von 17 Kilogramm dem Original anzuhängen. Das Resultat ist rechnerisch ermittelt. Die drei Skalenbereiche gliedern sich wie folgt (vgl. Abb. 10):

Stellung:		Wägebereich
A	Gleichgewicht	bis 4 librae (1309,8 g)
B	$3\frac{1}{2}$ librae (1146,1 g)	bis 16 librae (5239,2 g)
C	15 librae (4911,7 g)	bis 52 librae (17027,4 g)

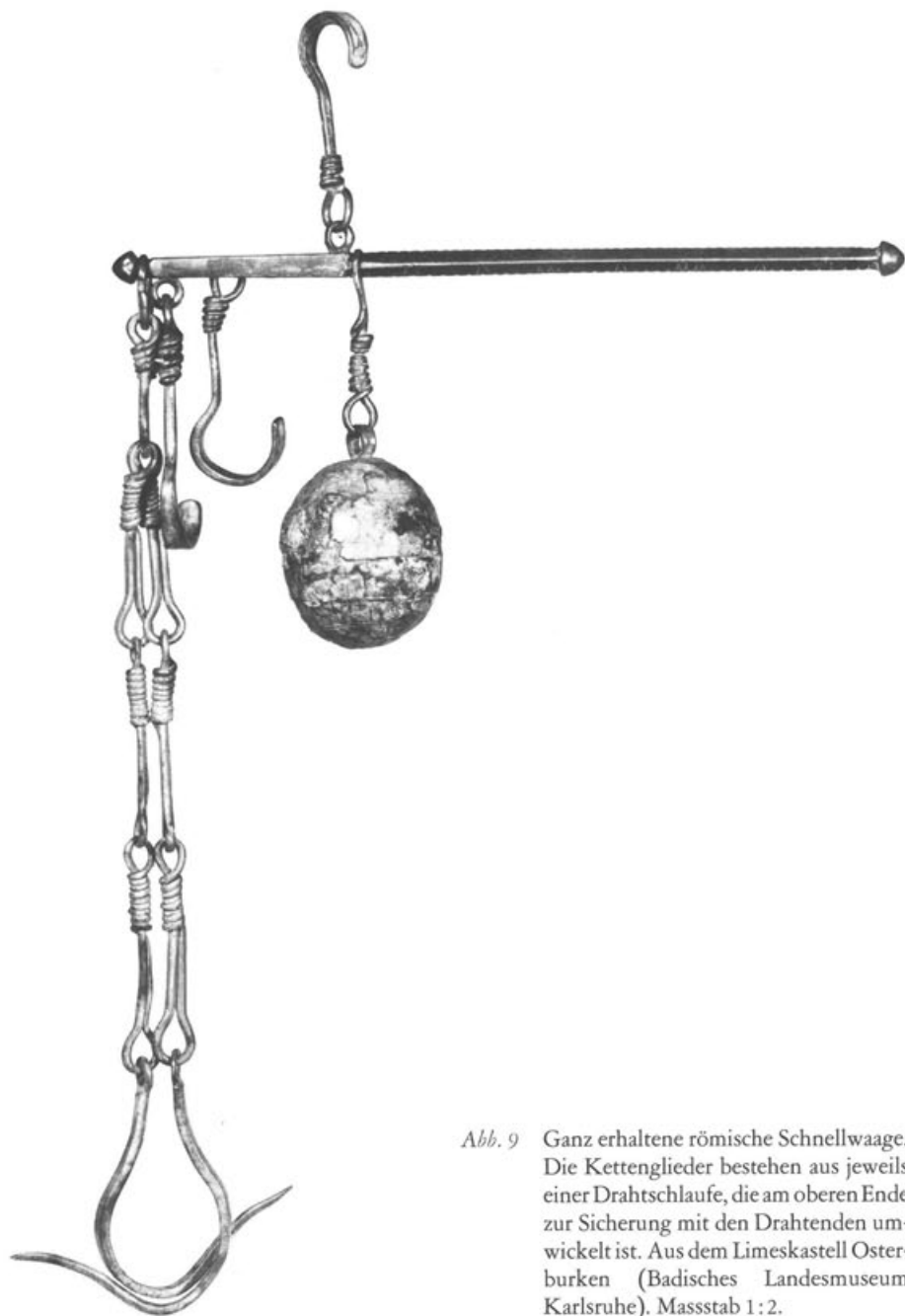


Abb. 9 Ganz erhaltene römische Schnellwaage. Die Kettenglieder bestehen aus jeweils einer Drahtschleife, die am oberen Ende zur Sicherung mit den Drahtenden umwickelt ist. Aus dem Limeskastell Osterburken (Badisches Landesmuseum Karlsruhe). Massstab 1:2.

Aus dieser Übersicht geht klar hervor, dass die drei Skalenbereiche sich stets überschneiden. Mit anderen Worten: Das Maximum bei Stellung A ist grösser als das Minimum bei Stellung B und dasjenige von Stellung B wiederum grösser als das von Stellung C. Zwischen dem Gleichgewicht bei Stellung A und dem Maximum bei Stellung C gibt es keinen Betrag, der nicht hätte gewogen werden können. Diese kleine Waage hat die enorme Kapazität von 0 bis 52 librae (0 bis 17 kg)!

Das Laufgewicht dieser Waage wiegt heute 510 Gramm (Abb. 9). Nimmt man als ursprüngliches Gewicht 20 *unciae* (545,76 g) an, so entsteht eine Differenz von 36,76 g, die durch die Beschädigungen an der Umhüllung und Korrosionsverluste erklärt werden kann. Die 20 *unciae* können in 12 + 8 aufgeteilt werden, womit das Gewicht aus einer *libra* (= 12 *unciae*) und einem *bes* (= 8 *unciae*), zusammen also  $1\frac{2}{3}$  *librae* bestanden hätte.

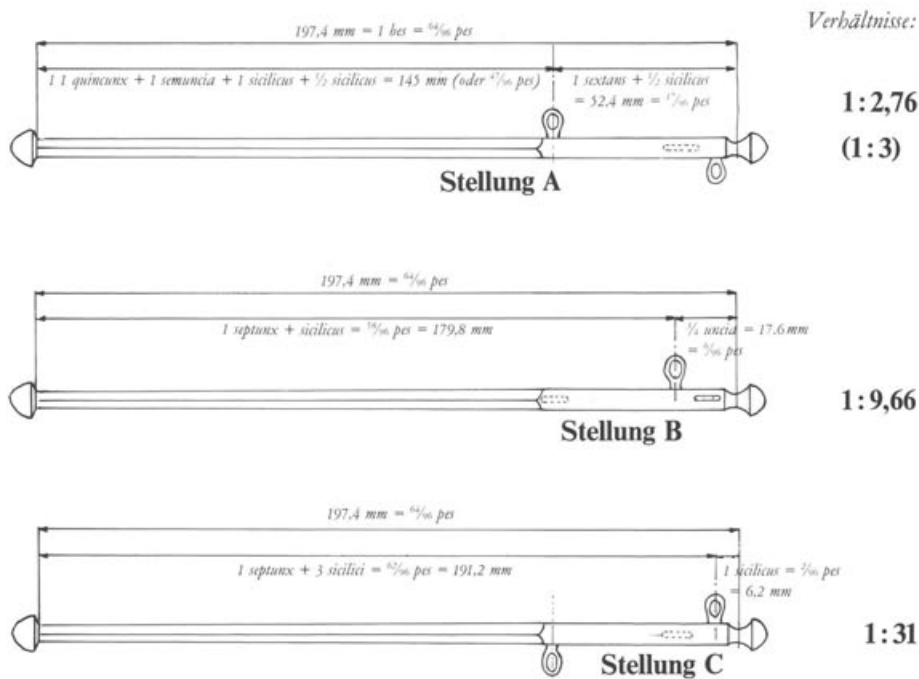


Abb. 10 Kleine römische Schnellwaage aus Osterburken (Abb. 9). Schematische Darstellung des Waagebalkens mit Ausmessungen nach den römischen und metrischen Einheiten. Beachte die starken Veränderungen der Hebelverhältnisse.

Die Überlegung, die rational denkenden Römer hätten beide Arten ihrer Masssysteme (Tab. 3 und 4) nicht ohne Planung für ihre Waagen verwendet, war Anlass zu versuchen, ob sich nicht präzise Streckenverhältnisse an den Waagebalken würden finden lassen. Wegen ihres guten Erhaltungszustandes bot sich das Osterburkener Exemplar dazu an.

Wie aus der Zeichnung mit den Massangaben in römischen Einheiten hervorgeht (Abb. 10), ist diese Waage genau nach dem *uncia*-Fuss gebaut. Allein die nutzbare Gesamtlänge entspricht einem *bes* (=  $\frac{2}{3}$  *pes* bzw. 8 *unciae*). Die Ausmessung des Skalenteiles A gliedert sich in eine Addierung von Masseneinheiten, die in ihrem Total den Betrag von  $\frac{47}{96}$  *pes* oder 145 mm ergibt. Um die genauen Verhältnisse ermitteln zu können, musste beim vorliegenden Beispiel mit diesen Grössen gerechnet werden: Aus dem Ergebnis ist ersichtlich, dass  $\frac{1}{2}$  *sicilicus* (also  $\frac{1}{96}$  *pes*) bis zu einem vollen *semis* fehlt (es wird noch auf diesen Umstand eingegangen; vgl. auch Tabelle 3). Erst die Umwandlung aller Längen in 96-stel *pes* ermöglichte eine klare Berechnung der Verhältnisse in den Waagebalken. Die Division der linksseitigen Einheiten durch jene auf der Rechten der Aufhängepunkte lieferten die in der Zeichnung (Abb. 10) vermerkten Verhältnisse.

Verwandelt man nun diese in Dezimalbrüchen ausgedrückten Verhältnisse in gemeine Brüche, so ergibt sich daraus eine sehr interessante Einsicht:

Stellung A	Stellung B	Stellung C
1:2,76	1:9,66	1:31
1:2 $\frac{3}{4}$	1:9 $\frac{2}{3}$	
1:2 $\frac{9}{12}$	1:9 $\frac{8}{12}$	
1:3 $\frac{3}{12}$	1:11 $\frac{6}{12}$	1:37 $\frac{2}{12}$
33:116		116:372
= 0,28		= 0,31

In der obersten Reihe stehen die Verhältnisse in Dezimalbrüchen, darunter folgt deren Umwandlung in gemeine Brüche, in der folgenden Zeile sind diese gleichnamig gemacht und in der vierten sind auch die ganzen Zahlen in die Brüche einbezogen. Erst diese ermöglichten nun einen direkten Vergleich. Daraus ist zu ersehen, dass sich die Stellungen A zu B verhalten wie 1:0,28 und die Stellungen B zu C wie 1:0,31. Es fällt dabei auf, wie nahe diese beiden Werte beisammen sind.

Kommen wir wieder auf die oben erwähnte Differenz von  $\frac{1}{96}$ -stel *pes* in der Stellung A zurück: Würde man diesen Betrag dem linken Waagebalken mit

$\frac{47}{96}$  pes anfügen, so hätte dieser eine Länge von  $\frac{48}{96}$  pes, was einem Verhältnis von 1:3 entsprechen würde ( $3 = \frac{36}{12}$ ). Daraus ergäbe sich folgende Gegenüberstellung:

Stellung A (Variation)	Stellung B	Stellung C
$1 : \frac{36}{12}$	$1 : \frac{116}{12}$	$1 : \frac{372}{12}$
$36 : 116$ = 0,31		$116 : 372$ = 0,31

Aus dieser Variation ergibt sich ein genaues und überraschendes Resultat, da sich nun die Stellungen A zu B wie B zu C verhalten. Daraus kann der Schluss gezogen werden, dass im Verhältnis bei Stellung A, so wie es tatsächlich ist, sich bei der Herstellung der Waage ein Fehler eingeschlichen hatte, indem die Aufhängeöse für die Stellung A um den Betrag von  $\frac{1}{2}$  *silicicus* zu weit nach links versetzt worden war. Dieser Fehler konnte indes auf die Genauigkeit der Waage keinen Einfluss ausüben, weil die Eichungen empirisch (in praktischen Versuchen) vorgenommen sind.

Ein weiterer Schluss, der aus diesem Ergebnis gezogen werden kann, ist der, dass solche hohe Genauigkeitsgrade, sowohl in Hinblick auf die Proportionen zwischen den Stellungen A:B wie auch A(Variation):B nur auf vorangegangenen Berechnungen fussen können. Es ist ausgeschlossen, dass solche überraschende und klare Ergebnisse dem Zufall zugeschrieben werden können.

#### EINE KLEINE SCHNELLWAAGE AUS JALAME BEI HAIFA (Abb. 11)

Kurze Erwähnung verdient eine kleine Schnellwaage, die 1966 in Israel gefunden wurde<sup>9)</sup>. Das in drei Teile zerbrochene Exemplar ist von derselben Bauart mit drei Aufhängepunkten wie das beschriebene Stück aus Osterburken (Abb. 9). Die drei Drahtschlaufen, an denen die Waage gehalten werden kann, sind für den Daumen der linken Hand geschaffen.

Auch diese kleine Waage ist nach dem *uncia*-Fuss konzipiert. Aus der Umrechnung auf diese Masse ergab sich, dass die Unterteilungen auf *silicici* aufgehen. Die Details können Abbildung 11 entnommen werden. Beim Aufhängepunkt C ist zu bemerken, dass bei diesem kleinen Betrag, um auf die Gleichnamigkeit des Bruches zu gelangen, in Drittel-*silicici* aufgelöst werden musste. Auch bei diesen Skalen, die sich wiederum überdecken, gibt es kein Zwischengewicht, das nicht gewogen werden könnte. Führt man die Rechenoperation durch, wie sie am obigen Beispiel gezeigt worden ist, so resultiert daraus, dass sich Stellung A zu Stellung B verhält wie 1:4 und B zu C wie 1:3.

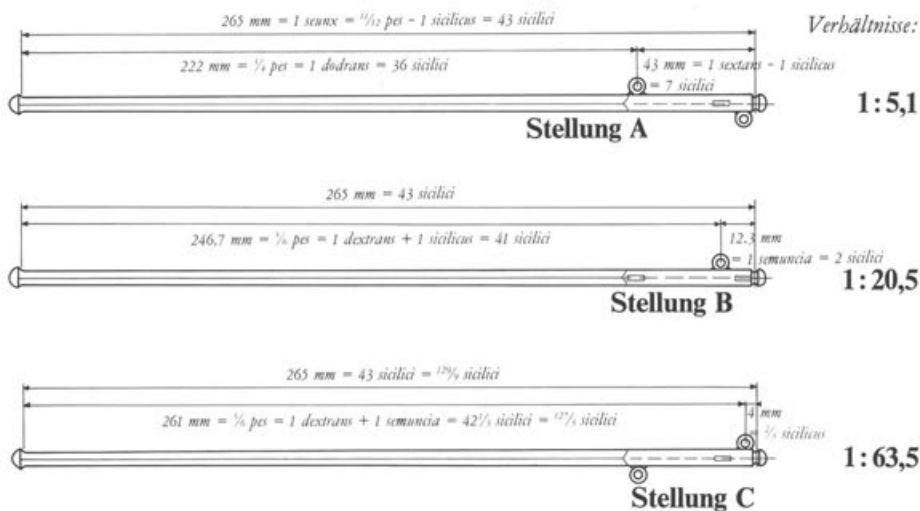


Abb. 11 Kleine römische Schnellwaage aus Jalame bei Haifa (Israel). Vgl. Kommentar zu Abb. 10.



Abb. 12 Grosse römische Schnellwaage aus dem Kunsthandel (Abb. 13). Vgl. Anmerkung 10 und Kommentar zu Abb. 10.



## EINE GROSSE SCHNELLWAAGE (Abb. 12 und 13)

Für diese Arbeit stand mir auch eine aus dem Kunsthandel erworbene Schnellwaage zur Verfügung<sup>10)</sup>. Sie ist nach der bekannten Art gebaut und sehr gut erhalten. Lediglich das Laufgewicht zeigt Spuren von Korrosion und Abnutzung. An drei Stellen sind mit kleinen Vertiefungen griechische Wörter eingeschlagen. Eines davon bezeichnet den Besitzer: DOMITIANOS. Ebenso sind die Markierungen mit griechischen Buchstaben gekennzeichnet<sup>11)</sup>.

Eine gleich gebaute und ausgestattete Waage befindet sich im Berliner Antikmuseum, nur trägt diese andere Skaleneinteilungen und hat kein Schiebegewicht<sup>12)</sup>.

Das Römisch-Germanische Zentralmuseum in Mainz besitzt ebenfalls eine derartige Waage. Auch diese weist nicht die gleichen Wiegebereiche auf und ausserdem fehlt auch hier das Schiebegewicht<sup>13)</sup>. Die Kette besteht nur (noch) aus wenigen Gliedern. Die Waage trägt ebenfalls einen mit griechischen Buchstaben eingepunkteten Namen: THEODOROU.

Aus der Machart und den Details zu schliessen, könnten diese drei Waagen aus der gleichen Werkstatt stammen.

Aus Abbildung 12 sind wiederum die genauen Abmessungen des Waagebalkens zu entnehmen. Alle drei Skalen auf dem Balken lassen sich in Einheiten des *uncia*-Fusses ausmessen. Bei den Stellungen B und C sind es sogar jeweils ganze *uncia*-Werte. Die Verhältnisse der kurzen zu den langen Balkenstrecken zerfallen in 1:3,25 bei Stellung A, 1:8 bei B und 1:17 bei C.

Der gute Erhaltungszustand erlaubt auch ein einwandfreies Urteil über die praktisch-handwerkliche Ausführung dieser Waage (Abb. 13). Alle Einzelteile sind mit einer erstaunlichen Sorgfalt und Genauigkeit ausgeführt. Die Ketten sind aus starkem Bronzedraht von 4,5 bis 5 mm Durchmesser gebildet, wobei die einen Enden der Glieder um 90° gegen die andern verdreht sind. Beide hängen in einem langen, sich nach unten verjüngenden Bügel, der seinerseits die Verlängerung der Tragöse bildet. Diese konstruktive Lösung ermöglicht dem Wiegegut, in allen drei Stellungen senkrecht zu hängen. Die starken Haken an den Ketten zeigen, dass auch diese Waage für den Handel mit Ballen und gebündelten Waren gebraucht worden ist. Das Schiebegewicht wiegt heute 698 g. In römisches Gewicht umgewandelt ergibt sich  $2\frac{1}{6}$  *librae*. Das sind 2 *librae* (= 654,9 g) und 2 *unciae* (= 54,58 g; zusammen 709,48 g). Die Differenz von 11 g zwischen theoretischem und gewogenem Gewicht ist durch Verluste erklärbar.

Der bereits erwähnte gute Erhaltungszustand machte es möglich, die Waage in allen drei Bereichen mit modernen Gewichten zu prüfen. Es ergaben sich folgende Zahlen:

Skala A	0	-	2100 Gramm
Skala B	2000	-	6300 Gramm
Skala C	6000	-	14700 Gramm



*Abb. 13* Grosse, stark gebaute Waage aus dem Kunsthandel (vgl. Anm. 10 und Abb. 12). Zur besseren Darstellung ist die Kette gespreizt und zeigt die kräftigen und spitzen Haken. Masstab 1:4.

Auch hier können wir wieder die gewohnte Feststellung machen, dass die Minima stets unter den Maxima der vorausgegangenen Skalen liegen.

Anders verhalten sich dagegen diese Zahlen, wenn in ihnen Vielfache der bekannten römischen *librae* von 327,45 g gesucht werden. Es bedurfte einer langen Zeit, um zu einem – wie ich glaube – plausiblen Ergebnis zu gelangen. Nimmt man als Gewichtseinheit die byzantinische *libra* von 320 Gramm<sup>14)</sup>, so ergeben sich daraus folgende Werte:

Skala A 0 – 6½ *librae*

Skala B 6¼ – 19¾ *librae*

Skala C 18¾ – 46 *librae*

Diesen Werten ist beizufügen, dass sie leicht abgerundet sind, was aber die Verhältnisse kaum beeinflussen kann. In frühbyzantinischer Zeit, vom 6. bis 9. Jahrhundert, waren Gewichte zwischen 319 und 324 g in Gebrauch, weshalb bei diesen geringfügigen Unterschieden mit dem Wert von 320 g gerechnet werden kann. Dabei ist auch die enorme Vielfalt der antiken Gewichte zu berücksichtigen. Hinzu kommt auch der an der Waage festgestellte Umstand, dass deren Eichung nicht durch eine grosse Präzision hervorsteht, wobei noch die Vermutung aufkommt, es seien darin noch absichtliche «Fehler» eingeflossen.

## Waagen aus Augst und Kaiseraugst

Trotz der langen und intensiven Besiedlung der Stadt *Augusta Rauricorum* und des *Castrum Rauracense*, in denen vielfältiges Gewerbe tätig war und lebhafter Handel getrieben wurde, ist es eigentlich verwunderlich, dass hier bis heute nur wenige Waagen gefunden worden sind. Es sind z.Z. lediglich acht ganze Waagen und einige weitere kleine Bruchstücke aus Augst und Kaiseraugst bekannt. Darunter finden wir – wie könnte es anders sein – Waagen verschiedener Bauart und unterschiedlicher Grössen.

### WAAGE 1 (Abb. 14–16)

Inv. Nr. 63.5102, aus Kaiseraugst AG, Äussere Reben.

Unter den Augster Stücken befindet sich – ausser zwei losen, kleinen Waagebalken (Waage 7 = Inv. Nr. 24.439; Waage 8 = Inv. Nr. 24.440) – nur eine einigermassen ganz erhaltene *gleicharmige Waage*. Sie war nicht für schwere Gewichte

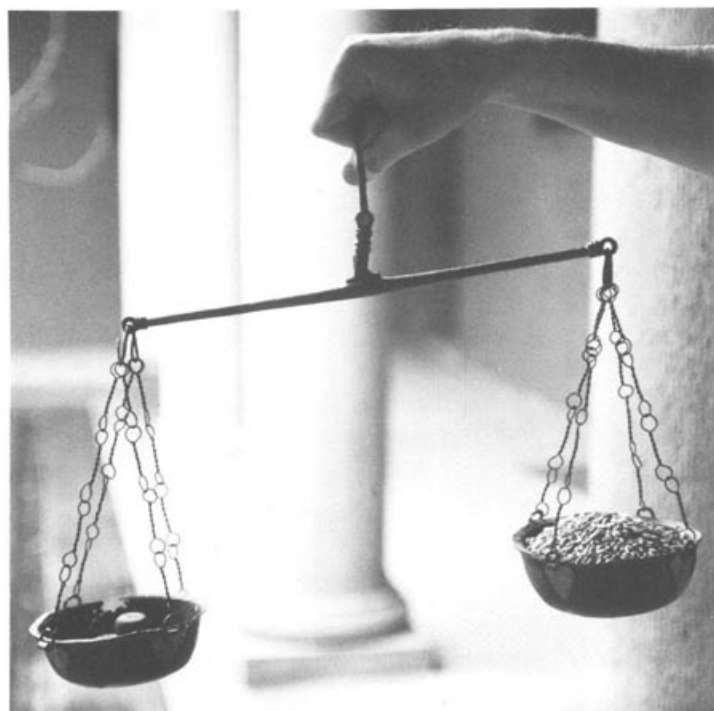


Abb. 14 Augst, Waage 1. Massstab etwa 1:5.

geeignet, denn sie ist mit einem Haltebügel für den Daumen und zwei Schalen mit nur etwa 12 cm Durchmesser versehen. Weil diese sehr stark restauriert sind, können sie nicht näher auf ihren einstigen Zustand untersucht und beschrieben werden. Auch die zweimal vier Ketten sind neu und nur ein Doppelbügel für die Aufhängung der Ketten ist antik. Dagegen ergab die Ausmessung des Waagebalkens aus Bronze einen interessanten Einblick in deren Konstruktion. Der schlanke Balken hat eine Gesamtlänge von 329 mm, was fast genau 18 *digiti* entspricht. Dieses Mass kann nicht verwundern, denn die rechte Seite misst von der Waagen- zur Ösenmitte genau 157 mm ( $8\frac{1}{2}$  *digiti*). Dagegen ist die gleiche Strecke auf der andern Seite um 2 mm länger. Diese Ungleichheit ist verständlich, weil der Balken gegossen worden ist. Dabei kann eine so kleine Verschiebung leicht vorkommen, denn der geringe Fehler entspricht nur  $\frac{1}{9}$  *digitus*. Ausserdem muss dieser halbiert werden, um die tatsächliche Differenz zu kennen, denn eine Abweichung von der Achse verdoppelt sich. Auf der oberen Seite der als rechter Arm bezeichneten Waag-



Abb. 15 Augst, Waage 1. Detail vom rechtsseitigen Balkenarm mit den Markierungen, die zum besseren Erkennen weiss ausgelegt sind. Massstab 1:2.

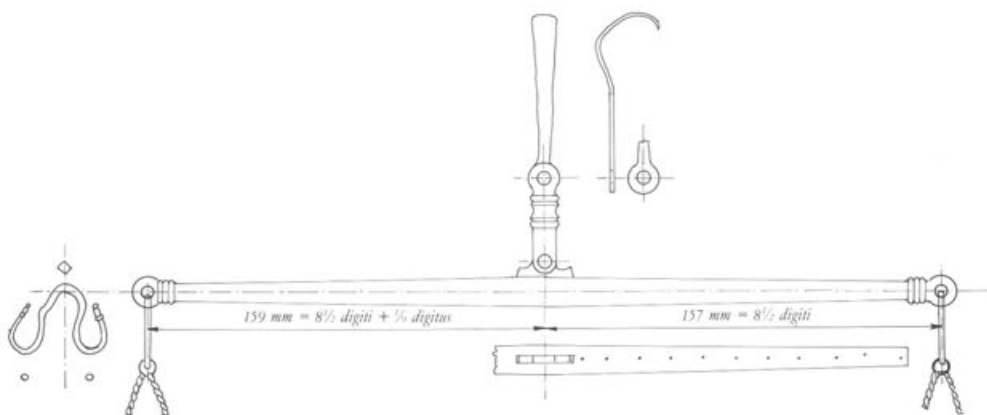


Abb. 16 Augst, Waage 1. Aus der Zeichnung geht die einfache Konstruktion dieser Waage hervor. Sie zeigt die Aufhängung für die (nicht gezeichneten) Schalen, wie auch die Markierungen auf dem rechtsseitigen Balken. Massstab 1:3.

hälfte sind auf der ganzen Länge in regelmässigen Abständen elf kleine Vertiefungen festzustellen (Abb. 15). Der Sinn dieser Markierungen kann der sein, dass mit kleinen Reitern das Gleichgewicht hergestellt und auch Tarierungen vorgenommen werden konnten. Da diese Waage in der Hand gehalten worden ist, ist der Griff an zwei Punkten beweglich, was die Handhabung erleichterte.

#### WAAGE 2 (Abb. 17–19)

Inv. Nr. 78.21400, aus Kaiseraugst AG, Äussere Reben (aus dem Areal mit Glasmelzöfen, vergesellschaftet mit Funden des späten 1. bis 3. Jh. n. Chr.).

Diese *ungleicharmige Schnellwaage* mit zwei Aufhängepunkten aus Bronze ist, wie auch die Waage 3 (Abb. 20–22), von einer besonderen Bauart, die jenem eisernen Bruchstück im Rheinischen Landesmuseum Trier (Abb. 6) nahesteht. Die Waagebalken sind in ihrer ganzen Länge hohl gegossen. Der Hohlraum reicht bis zum Endstück mit Ösen und führt sogar zwischen den Doppellappen für die Aufhängung hindurch (Abb. 18a). Vom giesstechnischen Standpunkt aus ist dies als eine hervorragende Leistung zu betrachten. Leider war diese Waage in zwei Teile zerbrochen, was aber andererseits die Schwierigkeit des Hohlgusses illustriert: Nach Abbildung 18b ist die Wandung sehr ungleich. An der schwächsten Stelle misst sie weniger als 1 mm. Diesem Umstand dürfte auch der Bruch zuzuschreiben sein.

In der Zeichnung (Abb. 19) sind die Verhältnisse der Aufhängepunkte dargestellt. Ganz eindeutig ist auch diese Waage nach dem architektonischen Masse gebaut. Die kurze Strecke vom Aufhängepunkt bis zur Öse beträgt 3 *digiti* (55,44 mm). Die beiden Aufhängepunkte liegen 5 *digiti* auseinander, so dass die Gesamtstrecke 8 *digiti* beträgt. Merkwürdigerweise ist das Verhältnis der beiden Zahlen 3 und 5 dem Goldenen Schnitt angenähert.

Auch diese Waage war für den Handgebrauch konzipiert, denn an jedem Aufhängepunkt findet sich ein schön geformter Haken, dessen Form jener des Daumens genau angepasst ist (Abb. 18c). Durch seitliche dreikantige Rippen wurden diese noch verstärkt.

Noch auf eine weitere interessante handwerkliche Lösung im Bau dieser Waage muss hingewiesen werden: Es betrifft dies die Verbindung des Waagebalkens zum Haken. Damit der haltende Daumen die gleiche Richtung wie der Waagebalken einnehmen konnte, wurde eine besondere Verbindung angewendet. Zwischen den beiden Lappen bei den Aufhängepunkten wird ein schmaler Ring von einem eisernen Stift gehalten. Durch diesen wurde ein anderer Ring von besonderer Machart durchgeführt (Abb. 18d). Dadurch erhielt der Haken

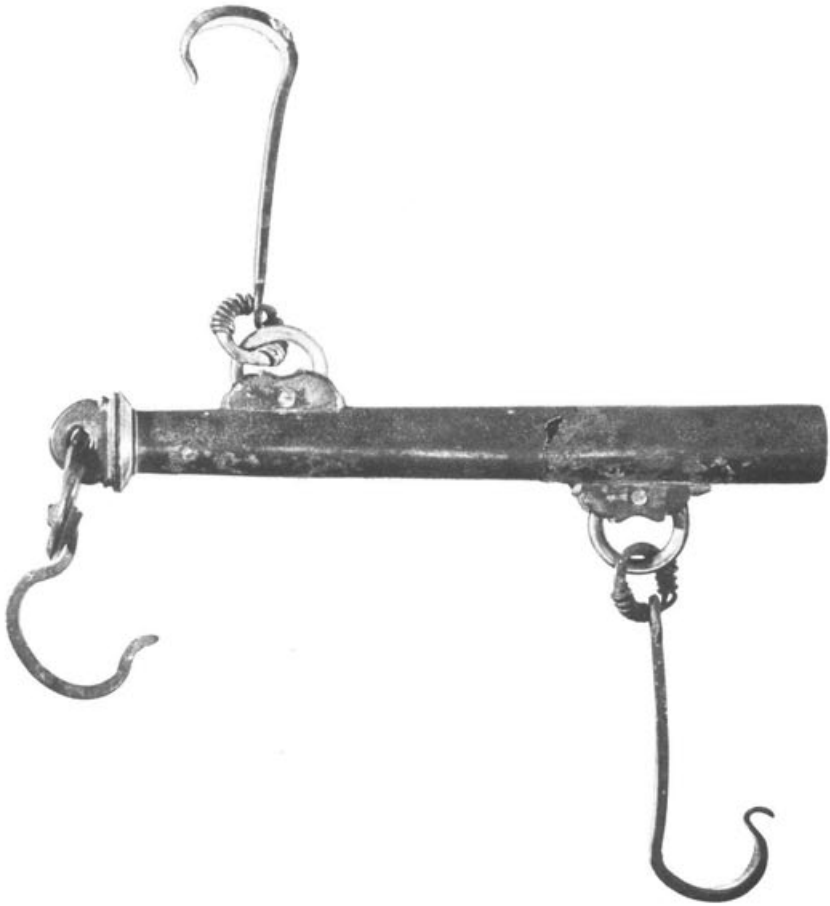


Abb. 17 Augst, Waage 2. Gesamtansicht der erhaltenen Bronzeteile (mit geringfügigen modernen Ergänzungen). Rechts muss man sich als Fortsetzung den hölzernen (nicht erhaltenen) Waagebalken vorstellen; am Haken ganz links war einst die Schale mit Ketten befestigt. Massstab 1:2.

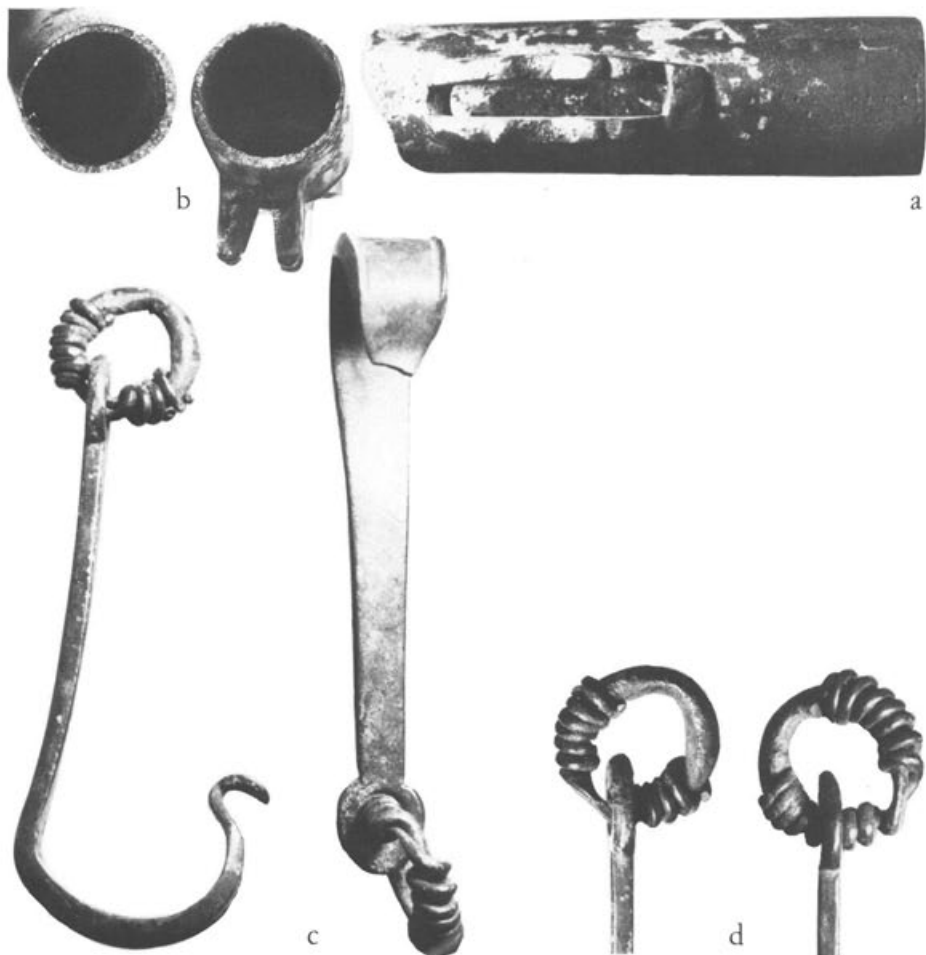


Abb. 18 Augst, Waage 2. Verschiedene Details (Massstab 1:1):

- a: Blick auf den hohl gegossenen Waagebalken. Der Innenraum ist zwischen den beiden Lappen sichtbar, die zur Befestigung des Aufhängehakens dienen.
- b: Aufsicht auf die Bruchränder der beiden Waagebalkenteile. Einerseits ist zu beachten, wie unterschiedlich die Wandstärken sind, andererseits ist leicht die Gussstruktur der Bronze zu sehen.
- c: Die beiden Tragbügel: elegant geformt, in der Rundung durch Rippen verstärkt, genau für den Daumen passend.
- d: Die besondere Machart der Verbindungsringe zwischen Waagebalken und Tragbügel: Der Querschnitt bildet unten einen Vierkant, damit der andere Ring auf der oberen Kante, die als Schneide wirkt, balancieren kann. Die Enden des Drahtes sind rund geformt, die gegengleich durch die Ösen geführt und dann um diesen geschlungen wurden.



die erforderliche Richtung. Dieser Ring ist aus einem vierkantigen Draht hergestellt, dessen beide Enden kreisrund auslaufen. Die runden Enden wurden von beiden Seiten durch die Öse des Hakens geführt und auf den anderen Seiten wie ein Wendel um den Draht geschlungen. Damit wurde nicht nur eine solide Verbindung erreicht, sondern eine Verlötung wurde umgangen.

Ein Teil des Doppelhakens, der durch die Öse am Ende des Waagebalkens geführt ist, ist abgebrochen. An jeder der beiden Schlaufen endeten einst zwei Ketten, die ihrerseits eine Schale trugen. Ausserdem ist noch ein weiterer Haken vorhanden, der zum Aufhängen eines Sackes oder Netzes gebraucht werden konnte. Solche Haken finden sich oft an Schnellwaagen; sie erleichtern deren Gebrauch, denn ihr Gewicht ist bereits tariert.

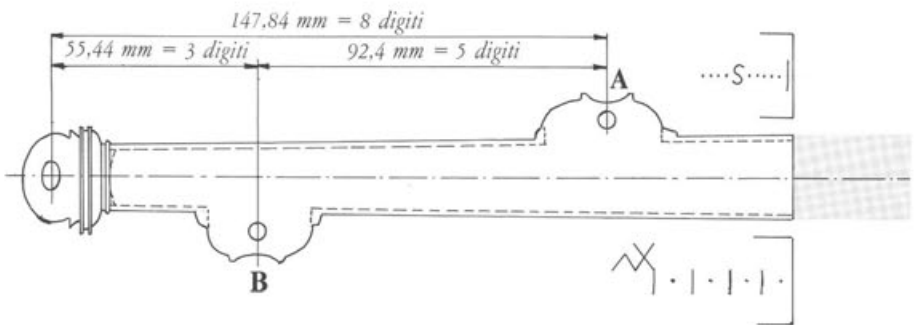


Abb. 19 Augst, Waage 2. Zeichnung des Waagebalkens mit den eingetragenen Abständen der Aufhängepunkte und der antiken Beschriftung der beiden Skalen. Grauraster: hölzerner, nicht erhaltener Teil des Waagebalkens. Massstab 1 : 2.

### WAAGE 3 (Abb. 20–22)

Inv. Nr. 58.2231, aus Augst BL, Insula 24.

Aus älterem Bestand besitzt das Römermuseum in Augst eine zweite ungleich-armige Schnellwaage. Überraschend war es feststellen zu können, dass diese ganz genau der oben besprochenen Waage 2 entspricht. Sie ist etwas leichter gebaut. Der gegossene Abschluss des hölzernen Waagebalkens ist im Gegensatz zur Waage 2 noch vorhanden (Abb. 21b). Am bronzenen, ebenfalls hohlen Hauptteil mit den Lappenpaaren für die Aufhängung sind am Ende (oben und unten) noch Markierungen der Skalen vorhanden (Abb. 22).

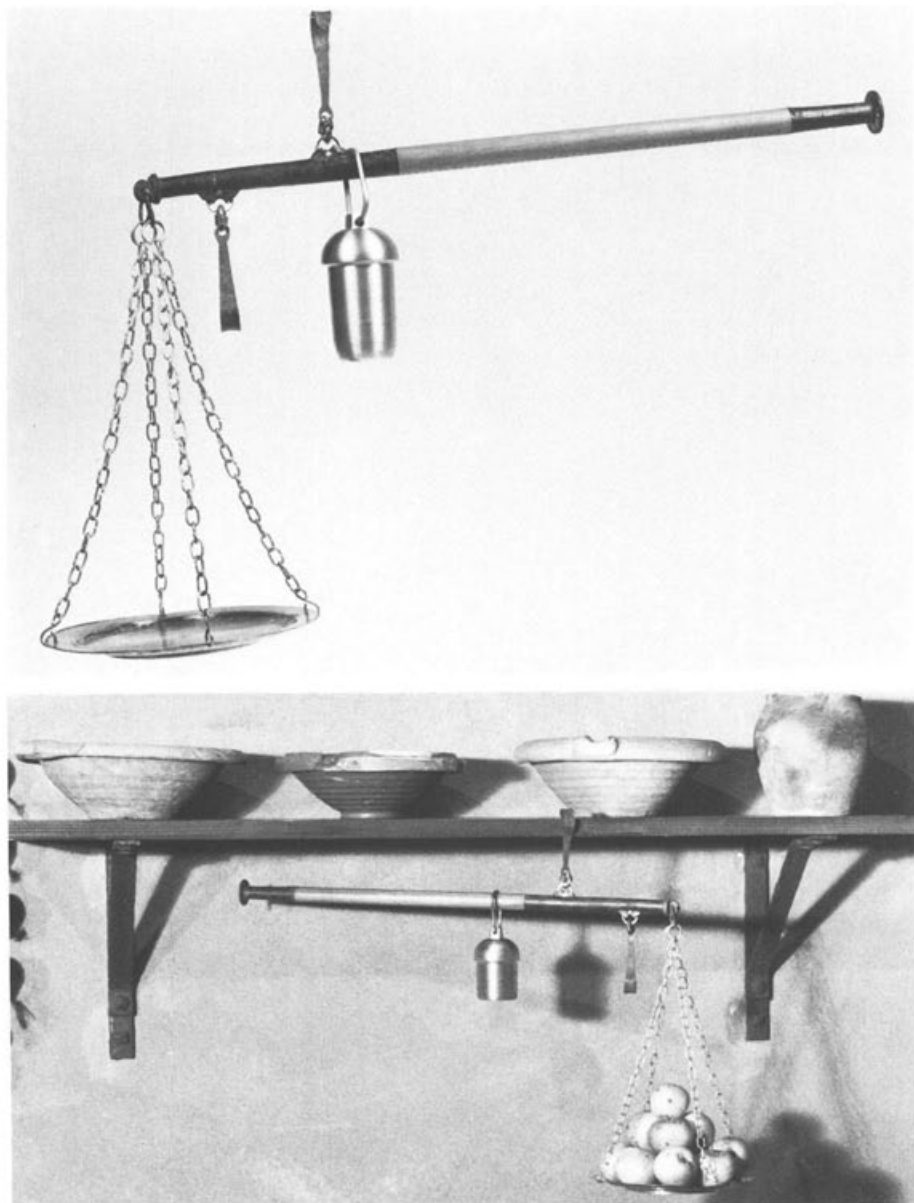


Abb. 20 Augst, Waage 3. Die aus antiken (Abb. 21) und modernen Teilen gebrauchsfähig zusammengesetzte Schnellwaage. Oben: Massstab etwa 1 : 6, unten: in der Küche des Römerhauses «in Gebrauch».

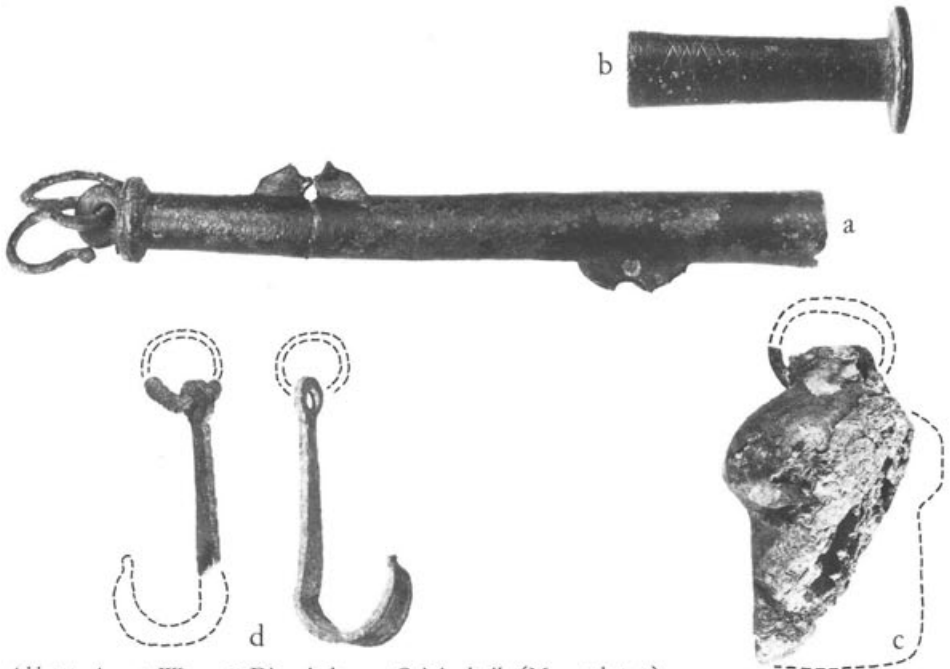
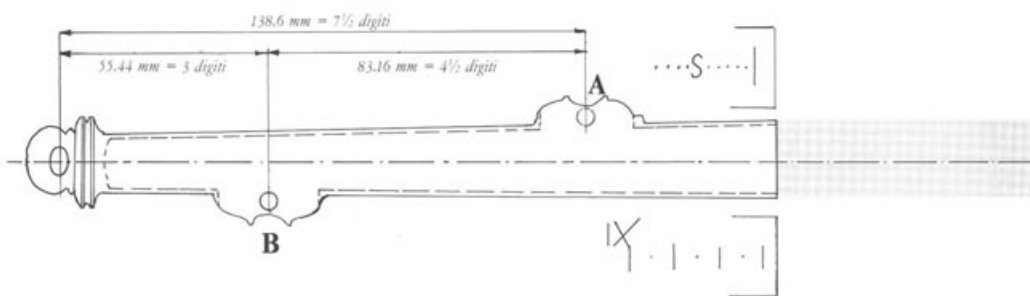


Abb. 21 Augst, Waage 3. Die erhaltenen Originalteile (Masstab 1:2):  
 a: Das lange Ende des hohl gegessenen Waagebalkens.  
 b: Das kurze Ende des Waagebalkens.  
 c: Schiebegewicht (ähnlich Gewicht 8, Abb. 31,8).  
 d: Die beiden Tragbügel.

Auch dieses Exemplar wurde nach dem technischen Fuss gebaut, denn die Abstände der Drehpunkte gehen in *digiti* auf. Allerdings beträgt hier der Abstand zwischen den Aufhängepunkten A und B einen halben *digitus* weniger als bei der oben beschriebenen Waage 2. In beiden Bronzeteilen der Waage 3 steckten noch kleine verkohlte Holzstücke die belegen, dass das Zwischenstück aus einem gedrehten Holzstab bestand (botanische Bestimmung durch S. Jacomet: Pomoideae, d.h. Apfel- oder Birnbaum). Bei der Waage 2 fehlt das zugehörige Gewicht; bei Waage 3 ist es noch als Bruchstück vorhanden (Abb. 21c). Beide Waagen stimmen in allen erhaltenen Details vollkommen überein, so dass sie wahrscheinlich in der *gleichen Werkstätte* hergestellt wurden. Da sie mit Daumenhaken ausgestattet sind und einst einen langen hölzernen Balkenteil hatten, gehörten diese leichten Waagen vielleicht wandernden Händlern.



Die Besonderheit dieses Waagentyps und die vielen erkennbaren Details führten zur Absicht, wenigstens eine davon zu rekonstruieren, um sie im Museum anschaulicher zu präsentieren (Abb. 20): Um die Rekonstruktion ausführen zu können, mussten einige Bestandteile neu angefertigt werden. Die Haken entstanden nach Vorbild der erhaltenen Originalteile (Abb. 21d) in der Restaurierungswerkstätte des Römermuseums in Augst. Dagegen fertigte der Verfasser die Schale und Ketten, das Gewicht, den hölzernen Waagebalken mit den Skalen und die Verbindungsringe zwischen Waagebalken und Haken an. Diese Ringe verursachten wegen ihrer besonderen, sorgfältigen Machart einen nicht geringen Zeitaufwand. Als Vorbilder für die Rekonstruktionen dienten hier die Verbindungsringe von Waage 2 (Abb. 18d).

Die beiden erhaltenen Holzstücke der Waage 3 wiesen stirnseitig kleine konische Vertiefungen auf. Das sind deutliche Hinweise, dass der Stab zwischen Spitzen gedreht worden war.

Ein besonderes Problem entstand dadurch, weil weder das Laufgewicht noch die Schale mit den Ketten als Ganzes erhalten war. Um diese beiden Elemente, die sich ja im Gleichgewicht befinden müssen, bestimmen zu können, musste von den vorhandenen Skalenresten ausgegangen werden. Diese fanden sich sowohl auf dem Waagebalken wie auch auf dem Endstück. In Abbildung 22, rechts ist das Ende der zweiten Skala mit der deutlichen Markierung XXXX zu sehen. Diese beginnt auf der Unterseite des Waagebalkens mit IX (Abb. 22, links). Die erste Skala umfasst den Bereich 0 bis I (1 *libra*). Aufgrund dieser Skaleneinteilungen liessen sich die Gewichte der fehlenden Teile errechnen<sup>15)</sup>: Für die Schale samt Ketten ergab sich 1 *libra* plus 4 *unciae* (= 440 g) und für das Laufgewicht ein solches von 5 *librae* (= 1640 g). Die praktische Ausführung dieser beiden Bestandteile bestätigte ganz genau die errechneten Werte. Die nun aus antiken und modernen Teilen bestehende Schnellwaage (Abb. 20) befindet sich in der Ruhestellung genau im Gleichgewicht.

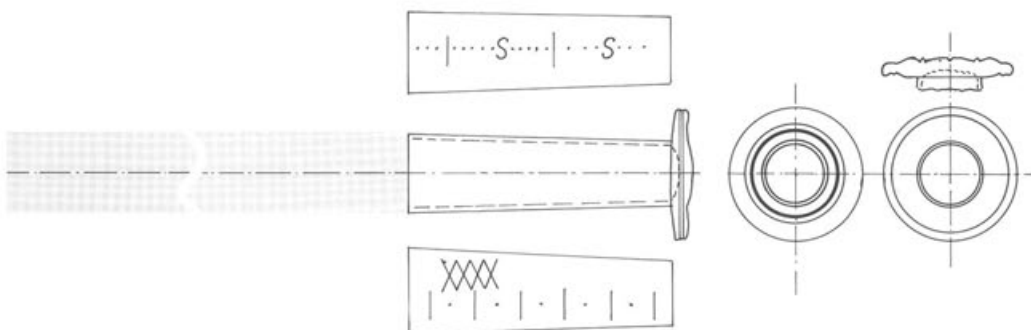


Abb. 22 Augst, Waage 3. Zeichnung der beiden Waagebalkenteile mit den eingetragenen Abständen der Aufhängepunkte und der antiken Beschriftung der beiden Skalen. Beachte die vielen Übereinstimmungen mit Waage 2 (Abb. 19). Grauraster: hölzerner, nicht erhaltener Teil des Waagebalkens. Massstab 1:2.

#### WAAGE 4 (Abb. 23 und 24)

Inv. Nr. 60.6745, aus Augst BL, Insula 31 (durch wenige Begleitfunde grob datiert: etwa 1. Jh. n. Chr.).

Neben diesen beiden fragmentarisch erhaltenen Waagen ist in Augst noch eine kleine, zierliche Schnellwaage erhalten geblieben. Sie ist 190 mm lang und bis auf das ergänzte Gewicht vollständig erhalten.

Ausser dem Waagebalken, der gegossen ist und am stärkeren Teil 5 x 5 mm misst, bestehen die übrigen Teile (die drei Tragschlaufen und die Kettenlieder) aus Draht. Dagegen sind die beiden Haken aus Bronze ausgeschmiedet. Dieser Typ mit Ketten und Haken muss sehr gebräuchlich und gewissen Gütern angepasst gewesen sein. Entsprechend den drei Aufhängepunkten weist auch die Waage 4 gleichviele Skalen auf:

Das kleine Instrument hatte keine grossen Wiegebereiche. Im Unterschied zu den vorher beschriebenen Waagen 2 und 3 ist diese genau nach dem *uncia*-Fuss konzipiert. In der schematischen Abbildung 24 ist die peinlich genaue Aufgliederung des Waagebalkens dargelegt. Selbst in diesem kleinen Instrument wird eine kategorische Ordnung durch die Skaleneinteilungen sichtbar und greifbar<sup>16</sup>).

Skala A	0	-	10 unciae
Skala B	10	-	35 unciae
Skala C	35	-	86 unciae (= 2,346 kg)

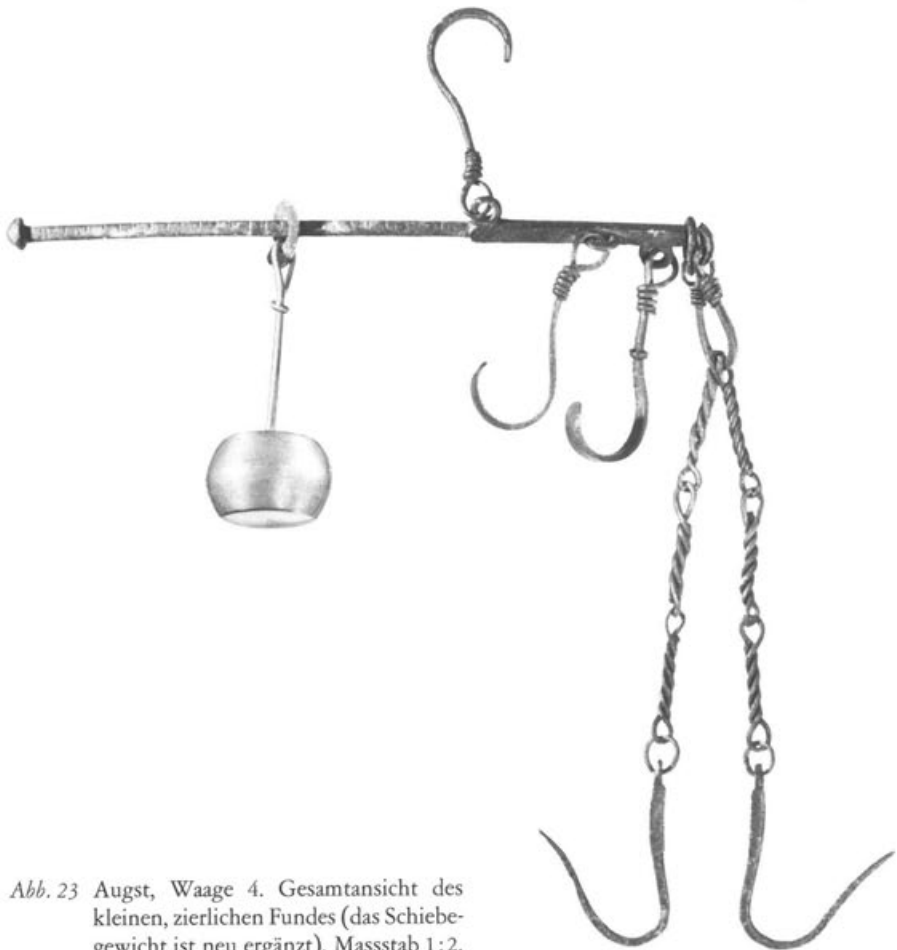


Abb. 23 Augst, Waage 4. Gesamtansicht des kleinen, zierlichen Fundes (das Schiebegewicht ist neu ergänzt). Massstab 1:2.

Wohl zeigen diese Skalen keine Überdeckungen, aber doch auch keine Lücken. Also konnten hier von 0 bis 86 *unciae* alle Zwischenwerte gewogen werden (86 *unciae* = 7 *librae* + 2 *unciae* oder 2,346 Kilogramm). Die kleine Waage mit einem Schiebegewicht von nur 5 *unciae* (= 1 *quincunx* bzw. 136,44 Gramm) konnte leicht versorgt werden und stand überall schnell zu Verfügung. Sie hat, wie ihre grossen Schwestern (Abb. 13), eine besondere Eigenheit, indem die Länge der Kette genau jener des Waagebalkens entspricht. In ihrer Kleinheit und Genauigkeit kann sie als eine besondere Leistung des römischen Waagenbauers bezeichnet werden.

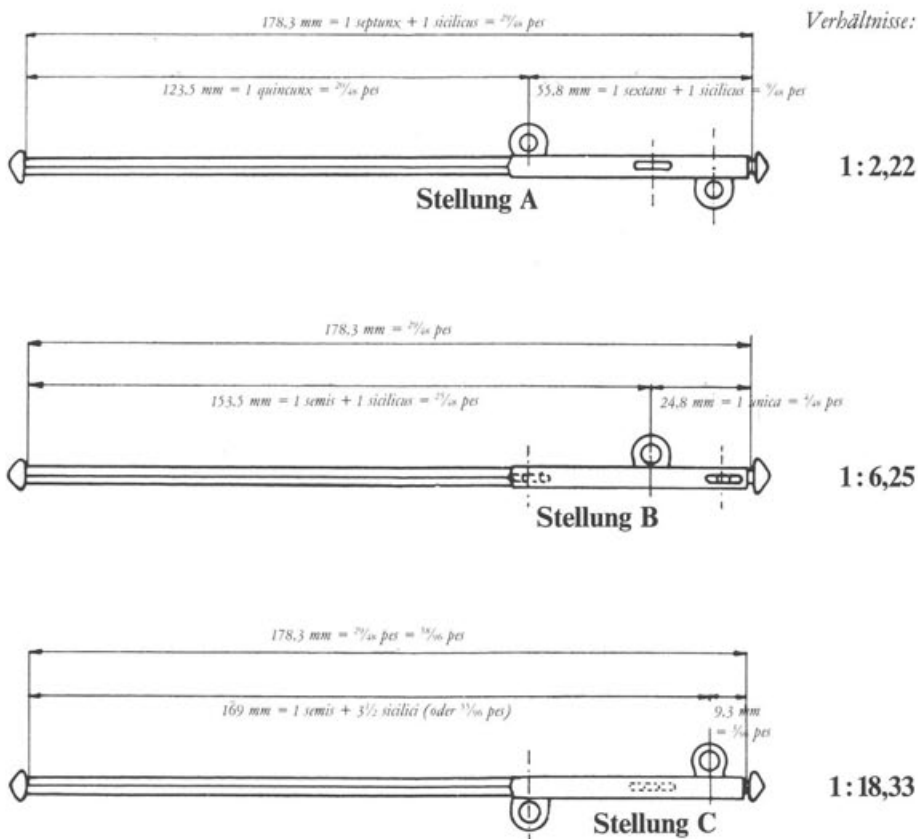


Abb. 24 Augst, Waage 4 (Abb. 23). Vgl. Kommentar zu Abb. 10.

## WAAGE 5 (Abb. 25–27)

Inv. Nr. 33.341/342, aus Augst BL, Hof des Primarschulhauses.

Im Verkaufsraum des «Römerhauses» hängt eine grosse, eiserne Schnellwaage, die seinerzeit zur Anschauung für die Besucher angefertigt worden war. Sie ist nicht frei entstanden: «Als Vorlage für die Rekonstruktion diente dem Verfasser der Rest eines Originals aus den Grabungen von Augusta Raurica. Dieses Fundstück besteht aus einem etwa 40 cm messenden, stark verrosteten, halben Waagebalken. An einem Ende weist es einen in zwei Ebenen drehbaren Haken auf (Abb. 25, links). Am vierkantigen Waagebalken ( $\varnothing$  etwa 15 x 15 mm) ist an drei Stellen je ein Lappenpaar sichtbar. Zwischen den Lappen ist eine deutliche Vertiefung, und in einem steckte noch ein über Eck gestellter kleiner Vierkantbolzen. Dieser, mit rund 3 mm Seitenlänge, diente als Schneide, auf deren Kante die Waage ins Gleichgewicht gebracht werden konnte. Die drei Aufhängestellen belegen zusammen mit dem drehbaren Haken, dass die Waage für drei verschiedene Wiegebereiche eingerichtet gewesen sein musste. Ausserdem konnte man noch erkennen, dass der Ansatz für den anderen, längeren Teil des Waagebalkens um eine Achtdrehung verdreht war. Dadurch wurde erreicht, dass für jede Aufhängelage des linksseitigen Waagebalkens auf der rechten Seite immer eine Kante des Vierkants nach oben kam. Auf diesen Kanten konnte das Laufgewicht «reiten», und die Skalen der Gewichtseinteilungen waren bequem ablesbar.»<sup>17)</sup>

Das beschriebene Hakengelenk kann – da es in zwei Ebenen drehbar ist – bereits als Vorläufer des Kardangelenkes betrachtet werden. An den seitlichen Haken (einer ist noch vorhanden) waren für die Waagschale je zwei Kettenstränge eingehängt. Der dritte stand im rechten Winkel zu diesen und diente, wie wir aus früheren Beschreibungen wissen (z.B. Abb. 6 und 17), zum Aufhängen von Wiegegut, das nicht auf die Schale gelegt werden konnte.

Die Waage 5 ist aus Eisen geschmiedet. Nach dem Ausschmieden der geforderten Länge war es wohl schwierig, am Stabende noch soviel Material zur Verfügung zu haben, um daraus die Abschlusskugel bilden zu können.

Schale und Ketten wurden für die Rekonstruktion (Abb. 26) einem pompejanischen Funde nachgebildet. Das Laufgewicht ist dagegen nach einem Augster Fundstück (Abb. 33) in Bronze gegossen und bis Erreichung des richtigen Gewichtes mit Blei ausgefüllt worden.

Für einen korrekten Nachbau der Waage 5 war es von grosser Wichtigkeit, die einstigen Zahlenverhältnisse zu kennen. Die Ausmessung der Distanzen der Aufhängepunkte in Millimeterbeträgen war nichtssagend. Erst die Übertragung in römische Masseinheiten ergab ein klares Bild der Verhältnisse.





Abb. 25 Augst, Waage 5. Die erhaltenen Originalteile aus Eisen und Bronze. Nach diesen wurde die Rekonstruktion für das Römerhaus in Augst (Abb. 26) hergestellt. Massstab 1:4.



Abb. 26 Augst, Rekonstruktion der Waage 5, wie sie im römischen Verkaufsraum im «Römerhaus» ausgestellt ist. Massstab etwa 1:8.

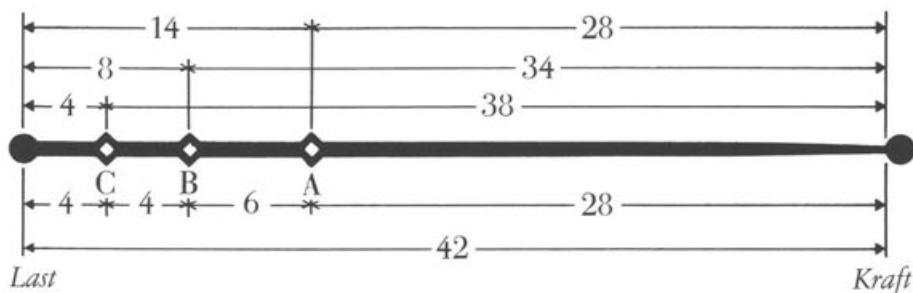


Abb. 27 Augst, Waage 5. Proportionen des rekonstruierten Waagebalkens (Abb. 26). Zahlen in *digiti* (1 *digitus* = 18,48 mm).

Die einzelnen Abstände entsprachen runden *digiti*-Beträgen, die in Abbildung 27 dargestellt sind. Für die Bestimmung der Länge des Skalenteiles des Waagebalkens wurde zunächst der doppelte Betrag von 14 *digiti* (also 28) angenommen. Aus den Summen resultiert die Zahl 42, die durch 6 geteilt 7 ergibt, welche sowohl in 14 wie auch in 28 enthalten ist. Beim Aufhängepunkt A ergibt sich damit bei den beiden Waagebalkenseiten ein Verhältnis von 1:2. Bei Stellung B ist dieses 8:34 *digiti* (oder 1:4,25) und bei Stellung C 4:38 *digiti* (1:9,5). Auf diese interessanten Zusammenhänge wird später noch näher eingegangen werden. Wie aber sahen die drei Skalen auf der neu hergestellten Waage aus? Die Skala A erstreckt sich vom Gleichgewicht (den Begriff Null kannten die Römer nicht) bis zu 12 *librae*. Bei Skala B betragen die Werte 9 bis 32 *librae* und schliesslich bei Skala C sogar von 31 bis 75 *librae*. Alle Skalen überdecken jeweils mit den Minima die Maxima der vorausgegangenen, so dass nirgends eine Lücke entstand. Vom Gleichgewicht bis zum Maximum von 75 *librae* konnte jeder Wert festgestellt werden. Zur Verdeutlichung folgende Aufstellung:

Skala A	0	-	12 <i>librae</i>
Skala B	9	-	32 <i>librae</i>
Skala C	31	-	75 <i>librae</i> (= 24,55 kg)

Die mit zwei oder drei Hebelübersetzungen gebauten Schnellwaagen ermöglichen also einen sehr ausgedehnten Wiegebereich, in diesem Falle von 0 bis 75 *librae* (0 bis 24,55 kg), ohne dass dafür ein langes umständliches Instrument nötig gewesen wäre. Nur durch das Umhängen, d.h. das Verändern der Hebelarme, wurde dies möglich, denn in jedem Falle gilt die klassische Formel «Kraftarm x Kraft = Lastarm x Last». Wie wir noch sehen werden, beherrschten die Römer dieses so nützliche physikalische Gesetz vollkommen.

#### WAAGE 6 (Abb. 28-30; 31, 5; rückseitiges Umschlagbild)

Inv. Nr. 62.6080 A, aus Augst BL, Insula 30 (durch Begleitfunde datiert: Mitte bis Ende 2. Jh. n. Chr.).

Als weitere aus Augster Boden geborgene Schnellwaage kann noch ein respektables Exemplar besprochen werden. Es ist aus Eisen geschmiedet, stark korrodiert, doch sorgfältig restauriert. Das verunmöglicht, verlässliche Bestimmungen vorzunehmen.

Erhalten ist der ganze 739 mm oder  $2\frac{1}{2}$  *pes* (= 40 *digiti*) messende Waagebalken. Auf die eine Hälfte mit den drei Aufhängepunkten entfallen 9 *digiti* und auf den langen Teil 31 *digiti*. Die Abstände der Aufhängepunkte betragen von A bis B  $4\frac{1}{2}$ , von A bis C  $6\frac{3}{4}$  und von diesem bis zum Balkenende noch

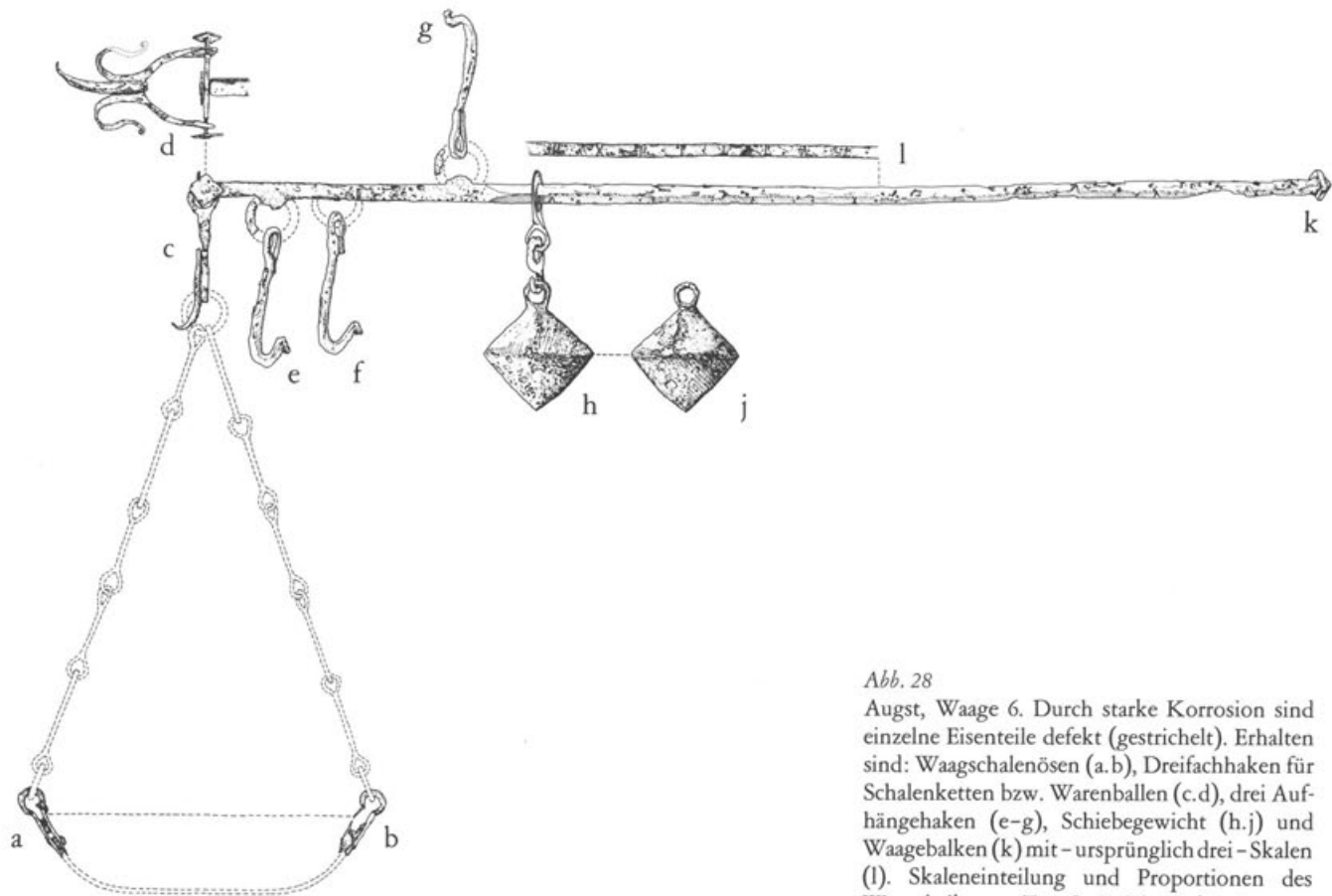


Abb. 28

Augst, Waage 6. Durch starke Korrosion sind einzelne Eisenteile defekt (gestrichelt). Erhalten sind: Waagschalensäsen (a, b), Dreifachhaken für Schalenketten bzw. Warenballen (c, d), drei Aufhängenhaken (e-g), Schiebegewicht (h, j) und Waagebalken (k) mit - ursprünglich drei - Skalen (l). Skaleneinteilung und Proportionen des Waagebalkens s. Text S. 42. Massstab 1 : 5.

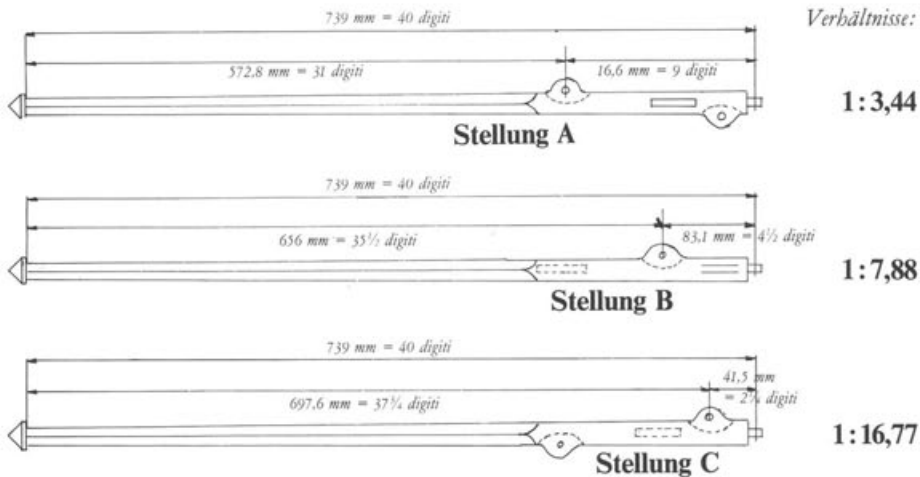


Abb. 29 Augst, Waage 6 (Abb. 28). Vgl. Kommentar zu Abb. 10.

$2\frac{1}{4}$  *digiti* (Abb. 29). Demnach ist diese Waage nach dem architektonischen Masssystem (*digiti*) gebaut. Von den Markierungen (Abb. 28, k.1) sind auf der Skala A keine Anhaltspunkte mehr vorhanden und auf Skala B nur noch wenige. Dagegen haben sich auf Skala C fast alle erhalten. Nach einer approximativen Berechnung der möglichen Gliederungen der drei Skalenbereiche kann folgende Aufstellung angegeben werden:

Skala A	0	-	5 librae
Skala B	4	-	14 librae
Skala C	13	-	32 librae (= 10,5 kg)

Auf der Skala A mit nur 5 Teilstrichen wäre eine genaue Auswägung in *unciae* möglich gewesen.

Die Waage 6 ist nach dem gleichen Masssystem wie die bereits beschriebene Waage 5 gebaut. Es lassen sich auch hier interessante schmiedetechnische Details beobachten. Dies gilt besonders für die Eintiefungen im Waagebalken und das Ausschmieden der Lappen, die für die Verbindungsringe zu den Aufhängehaken geschaffen wurden.

Beim Versuch, in den Abständen A-B, A-C und von A bis zum Balkenende eine rechnerische Ordnung zu finden, ergab sich ein überraschendes Resultat. Verwandelt man die oben genannten Abstände in Viertel (*digiti*), so zeigt sich folgende Gliederung:



Abb. 30 Augst, Schiebegewicht 5, von Waage 6 (Abb. 28h.j und 31,5). In der oberen Partie sind noch Reste der eisernen Originaloberfläche erhalten. Massstab 1:1.

$$9 \text{ digiti} = \frac{36}{4} \text{ digiti}$$

$$6\frac{3}{4} \text{ digiti} = \frac{27}{4} \text{ digiti}$$

$$4\frac{1}{2} \text{ digiti} = \frac{18}{4} \text{ digiti}$$

$$2\frac{1}{4} \text{ digiti} = \frac{9}{4} \text{ digiti}$$

Diese Zahlen stehen in einem klaren Verhältnis zueinander, da der Abstand von einem Zähler zum andern immer gleichviel, nämlich 9 beträgt. Ausserdem sind die Zähler 18 und 9 jeweils die Hälfte der grösseren Werte. Ein Ergebnis, das nur aus einer sorgfältigen Berechnung entstanden sein kann.

Besondere Erwähnung verdient noch das zur Waage 6 gehörende Schiebegewicht (Abb. 30): Es ist ebenfalls aus Eisen geschmiedet. Es fällt auf, dass in dessen Form der Durchmesser gleich der Höhe des Körpers ist. Es stossen zwei Kegel an den Basen gegeneinander. Diese Gestalt konnte man nur erreichen, indem man einen Eisenstab stark stauchte und anschliessend auf dem Amboss noch sauber fertig schmiedete. In Abbildung 30 ist oben rechts noch eine Partie der einst glatten Oberfläche erhalten. Das Gewicht zeigt auch an der durch die Korrosion ausgefressenen Partie die durch das starke Stauchen entstandene Struktur. Nach diesen Feststellungen ist diese Waage durch einen Schmied, vielleicht nach Anweisungen eines Waagenbauers, hergestellt worden.

In Tabelle 5 wird eine Übersicht über die oben beschriebenen Waagen geboten. Sie ist darauf angelegt, die Hebelverhältnisse der einzelnen Waagen, gleichgültig welchen Typs, miteinander zu vergleichen. Wie in den Zeichnungen (Abb. 10.11.12.24 und 29) gezeigt ist, wurde eine Verhältniszahl ermittelt, wobei die Länge des langen Hebelarmes durch jene des kurzen dividiert wurde. Wird dann der so gefundene Wert von Stellung A durch jenen von Stellung B und dieser wiederum durch jenen von Stellung C dividiert, erhält man einen sehr kleinen Wert (Tab. 5, Kolonne rechts). Vergleicht man diese Skalenproportionen mit jenen der anderen Waagen, so stellt man fest, dass zwischen diesen nur ganz geringe Differenzen bestehen (erst in der zweiten Stelle nach dem Komma).

Tabelle 5: Mathematik in einigen römischen Schnellwaagen

Waage	Mass-system	Skala	Hebel-verhältnis <sup>18)</sup>	Skalenbereiche (0 = Gleichgewicht)	Proportionen der Skalen zueinander <sup>19)</sup>
Augst, Waage 3 (Abb. 20-22)	<i>digiti</i>	A	1: 3,06	0 - 13	3,06 } A : B wie 1:0,33 9,16 }
		B	1: 9,16	9 - 44	
Augst, Waage 4 (Abb. 23-24)	<i>unciae</i>	A	1: 2,22	0 - 10	2,22 } A : B wie 1:0,35 6,25 } B : C wie 1:0,34 18,33 }
		B	1: 6,25	10 - 35	
		C	1: 18,33	35 - 86	
Augst, Waage 5 (Abb. 25-27)	<i>digiti</i>	A	1: 2,00	0 - 12	2,00 } A : B wie 1:0,47 4,25 } B : C wie 1:0,44 9,50 }
		B	1: 4,25	9 - 32	
		C	1: 9,50	31 - 75	
Augst, Waage 6 (Abb. 28-30)	<i>digiti</i>	A	1: 3,44	(keine Versuche)	3,44 } A : B wie 1:0,43 7,88 } B : C wie 1:0,46 16,77 }
		B	1: 7,88		
		C	1: 16,77		
Osterburken (Abb. 9-10)	<i>unciae</i>	A	1: 2,76	0 - 4	2,76 } A : B wie 1:0,28 9,66 } B : C wie 1:0,31 31,00 }
		B	1: 9,66	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> - 16	
		C	1: 31,00	15 - 52	
Jalame (Abb. 11)	<i>unciae</i>	A	1: 5,14	(keine Versuche)	5,14 } A : B wie 1:0,25 20,50 } B : C wie 1:0,32 63,50 }
		B	1: 20,50		
		C	1: 63,50		
Fundort unbekannt (Abb. 12-13)	<i>unciae</i>	A	1: 3,25	0 - 6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	3,25 } A : B wie 1:0,40 8,00 } B : C wie 1:0,47 17,00 }
		B	1: 8,00	6 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> - 19 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	
		C	1: 17,00	18 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> - 46	

Diese überraschende Nachbarschaft der Proportionen der Skalen zeigt doch ganz deutlich, dass eine dem Bau der Waagen vorausgegangene mathematische Berechnung zu Grunde liegt. Anders ist die fast genaue Übereinstimmung nicht zu erklären. Hinzu kommt noch eine rein praktisch-technologische Beobachtung: Betrachtet man bei den verschiedenen Konstruktionen der Schnellwaagen die konstruktive Ausführung der Lagen für die Aufhängungen, so ist zu ersehen, dass unterschiedliche Techniken zur Anwendung kamen. Sie können durch Schmieden, Giessen, Löten oder Nieten an ihren Stellen entstanden sein. In jedem Falle aber mussten deren Punkte im Voraus bestimmt werden, denn sie sind unverrückbar fest und könnten für eine eventuelle Korrektur des Balkenverhältnisses nicht mehr verändert werden. Das zeigt, wie fundiert der Waagenbau betrieben wurde. Dem steht aber die oft recht unsorgfältige Ausführung der Skalen entgegen. Dieser Mangel dürfte der empirischen Eichung zuzuschreiben sein. Selbst die genau gebauten römischen Waagen konnten keine Garantie für deren «richtige» Handhabung bieten. Zu meinem Ergötzen musste ich einmal in Neapel bei einem Strassenhändler erfahren, dass auch eine genaue Waage dem Käufer nicht dienlich ist, wenn sie in einem flinken Tempo bedient wird – sie kann so überhaupt nicht zum Spielen kommen. Also erhielt ich an Stelle des verlangten Kilos zwei ganze Orangen!

Die Tabelle 5 gewährt einen Einblick, wie eng in der römischen Kultur mathematisches Denken mit der praktischen handwerklichen Technik verflochten waren, auch wenn wir unsere Untersuchungen nur auf sieben Originalfunde abstützen können. Es entzieht sich meiner Kenntnis, wo und wie verbreitet im Römischen Reich die Waagen hergestellt worden sind. Sicher erforderte deren Bau gewiegte Spezialisten.

*Table 6:* Übersicht über die beschriebenen Gewichte 1 bis 14 aus Augst und Kaiseraugst. Nur in Bruchstücken erhaltene Exemplare und einige Neufunde sind nicht berücksichtigt (vgl. Abb. 31.37 und 38).

Nr.	Inventarnummer (RMA)	Form	∅ mm	Höhe mm	Material Mantel	Material Kern	gewogenes Gewicht (g)	nächstes römisches Gewicht (g)*	Differenz (g)
1	39.3838	Zylinder	35	33	Bronze	Messing	279,0	272,9 = 1 dextrans	+ 6,1
2	07.1449	Eichel	36	49	-	Bronze	314,7	327,5 = 1 libra	- 12,8
3	38.4166	Kugel	44	41	-	Blei	406,9	409,3 = 1 ¼ librae	- 2,4
4	07.1451	Kugel	50	48	-	Kupfer	646,2	655,0 = 2 librae	- 8,8
5	60.6080 A	Doppelkegel	70-73	72	-	Eisen	890,0	982,4 = 3 librae	- 92,4
6	A 1758	Büste	-	148	Bronze	Blei	1022,0	-	-
7	24.442	Eichel	58	69	Kupfer	Blei	1233,2	1309,8 = 4 librae	- 76,6
8	78.16784	Eichel	59	80	Bleibronze	Blei	1319,0	1309,8 = 4 librae	+ 9,2
9	74.8573	Tropfen	103	110	Eisen	Blei	4234,0	4584,3 = 14 librae	- 350,3
10	78.12341	Tonne	140-152	68	-	Sandstein	2160,0	2292,2 = 7 librae	- 132,2
11	68.1655	Tonne	100	72-78	-	Kalkstein	1250,0	1309,8 = 4 librae	- 59,8
12	59.6941	Tonne	68	48	-	Serpentinit	(169,9)	327,5 = 1 libra	(s. S. 56)
13	78.3915a	Tonne	33	17	Bronze	?	109,0	109,2 = 4 unciae	+ 0,2
14	61.9216	Tonne	24	16	Bleibronze	Blei	45,0	45,5 = 10 sextulae	- 0,5

\*Wägungen durch Firma Latscha-Waagen, Basel



## Gewichte aus Augst und Kaiseraugst

In die Systeme des Wägens und damit in den praktischen Gebrauch der römischen Schnellwaagen gehört die Beschreibung einer Auswahl von Augster Schiebegewichten, wie sie zu den Schnellwaagen als integrierte Bestandteile gehören. Ihre Verschiedenheit nach Form und Material haben den Verfasser angeregt, diese Gewichte von der *technologischen* Seite her zu untersuchen und zu beschreiben. Allein diese kleine Auswahl belegt die Mannigfaltigkeit der Formen und Grössen von römischen Schiebegewichten.

Zur Vereinfachung der Beschreibungen sind die wichtigsten Kriterien an den Gewichten in Tabelle 6 übersichtlich zusammengestellt. Die Nummern 1 bis 9 sind Schiebegewichte (nach Gewicht zunehmend geordnet) und die Nummern 10 bis 14 sind eigentliche Gewichts-«Steine» (nach Gewicht abnehmend geordnet).

Die Materialbestimmungen in Tabelle 6 werden W.B. Stern vom Geochemischen Labor des Mineralogisch-petrographischen Instituts der Universität Basel verdankt, der sie mit Hilfe der zerstörungsfreien Röntgenfluoreszenzanalyse (EDS-XRF) bestimmt hat. Dieses Verfahren liefert sehr rasch die gewünschten Resultate, jedoch nur in qualitativer Beziehung, nicht aber die exakten prozentualen Anteile der einzelnen Elemente. Neben den Hauptbestandteilen werden, wie meist bei antiken Metallegierungen, noch eine Reihe weiterer Beimengungen notiert. Daher sind in Tabelle 6 nur die vorherrschenden aufgeführt.

### GEWICHT 1 (Abb. 31,1 und 32)

Dieses kleine Gewicht ist in technologischer Hinsicht von besonderem Interesse, weil sein Kern noch von einem ganz dünnen Mantel umhüllt ist. Dabei besteht der Innenteil aus Kupfer und Zink (Messing) und der Mantel aus Kupfer und Zinn (Bronze). Der massive Kern ist gegossen. Bei der Beurteilung des Mantels, der aus einem Rohrstück besteht, stellen sich einige Probleme ein: Warum wurde wohl die im Neuzustand schönere Messingfarbe durch die dumpfere der Bronze überdeckt? Möglich wäre, dass das gegossene Stück nicht das vorgesehene Gewicht aufwies und dieses daher mit der bronzenen Umhüllung erhöht werden musste. So liesse sich auch das «Übergewicht» von 6,1 g erklären (Tab. 6). Die Umhüllung wog etwas mehr als eigentlich nötig gewesen wäre. Ursprünglich dürfte die Differenz noch mehr betragen haben, da etwas Material wegkorrodiert ist.



Abb. 31 Augst, Schiebegewichte 1 bis 9 von römischen Schnellwaagen. Beachte die Unterschiede in Grösse, Form und Herstellungsart. Materialien: 1 Bronze mit Messingkern, 2 Bronze, 3 Blei, 4 Kupfer, 5 Eisen, 6 Bronze mit Bleikern, 7 Kupfer mit Bleikern, 8 Bleibronze mit Bleikern, 9 Eisen mit Bleikern (vgl. Tab. 6). Massstab 1:2.

Am Mantel ist ein ausgeprägtes Merkmal vorhanden, das aussagt, dass dieser gedrückt wurde<sup>20</sup>). In Abbildung 31,1 sind die wenig über dem unteren Rande leicht aber deutlich eingedrückten Rillen zu erkennen. Da solche nur rotierend erzeugt werden konnten, ist daraus auf eine gute maschinelle Einrichtung zu schliessen. Die Rillen haben jedoch nur einen dekorativen Sinn (vgl. auch die Ausführungen zu Abb. 32).



a



b

Abb. 32 Augst, Gewicht 1 (Abb. 31,1), Details:

- a: Oberseite: Deutlich hebt sich die umgelegte Wandung über dem Kern vom inneren Teil ab. Massstab 3 : 2.
- b: Detail der Zylinderoberfläche: Die beiden rotierend hergestellten, sich scharf abhebenden Rillen sind gut zu erkennen. Sie sind auf das hier angewandte Druckverfahren zurückzuführen. Vergrössert.

#### GEWICHT 2 (Abb. 31,2)

Als eine schöne Eichel in naturalistischer Form präsentiert sich dieses Exemplar mit Frucht, Kämpchen und Zäpfchen. Die beinahe perfekte Rundheit des Körpers belegt, dass der obere und untere Teil gedreht worden sind. Der rund umlaufende Einstich am Rande des Kämpchens bestätigt dies. Durch die Öse war eine aus einem starken Draht gebogene Schlaufe gezogen, mit welcher das Gewicht am Waagebalken verschoben werden konnte. Unter- und Oberteil sind aus Bronze gegossen und der Hohlraum mit Blei ausgefüllt. Auf diese Weise konnte das Gewicht bequem justiert werden. Würde das Schiebeweight

ganz aus Bronze bestehen, so könnte dessen Volumen die festgestellten 314,7 g nicht erreichen, denn ihr spezifisches Gewicht beträgt 8,5, jenes von Blei dagegen 11,3. Ob die beiden Teile miteinander verlötet oder nur ineinander gepresst sind, kann nicht festgestellt werden.

#### GEWICHT 3 (Abb. 31,3)

Dass auch dieses Exemplar ein Schiebegewicht war, ist von der starken Abnützung der Öse abzuleiten. Die Kugel besteht in diesem Falle aus Blei, was auch durch die Nachrechnung des Volumens bestätigt wird. Da aber die Höhe der Kugel nicht ganz dem Durchmesser entspricht, ergibt sich eine Differenz zwischen dem gewogenen und dem errechneten Gewicht (56 g). Die Form konnte entweder gegossen oder geschmiedet werden.

#### GEWICHT 4 (Abb. 31,4)

Bei dieser zweiten Kugel, die aus Kupfer besteht, haben wir gleiche Verhältnisse wie beim Beispiel 3. Sie ist wiederum etwas weniger hoch als ihr Durchmesser. Das Gewicht, nach der genauen Formel errechnet, ergibt zum gewogenen Gewicht eine Differenz von nur 64 g. Da Kupfer, besonders im glühenden Zustande, leicht schmiedbar ist und die Oberfläche kleine Unregelmäßigkeiten aufweist, kann auch hier angenommen werden, sie sei geschmiedet worden.

#### GEWICHT 5 (Abb. 28,h,j; 30; 31,5)

Dieses eiserne Gewicht gehört zur erhaltenen Schnellwaage 6 und ist schon oben (Seite 43) beschrieben worden.

#### GEWICHT 6 (Abb. 31,6 und 33)

Schöne und sorgfältig gearbeitete Bronzestatuette, wahrscheinlich eine Göttin darstellend (Ceres?). Die Statuette wurde anscheinend erst nachträglich zu einem Schiebegewicht für eine Waage umgearbeitet, indem ein Eisenstift mit Öse grob durch den Kopf getrieben wurde<sup>21)</sup>. Dieser Fund diente bei der Rekonstruktion der eisernen Waage 5 fürs Römermuseum als Vorlage (Abb. 26).

#### GEWICHT 7 (Abb. 31,7)

Wohl sind an der starken Öse dieses ebenfalls eichelförmigen Gewichtes die Abnützungsspuren zu erkennen, doch steht der enge Durchlass nicht in einem richtigen Verhältnis zu den Abmessungen eines Waagebalkens, an dem das schwere Gewicht manipuliert werden musste. Der innere Hauptteil besteht aus Blei, welcher durch einen zweiteiligen Kupfermantel eingehüllt war. Am noch



*Abb. 33* Augst, Gewicht 6. Die Büste stellt eine römische Göttin dar (möglicherweise Ceres). Das Stück wurde erst nachträglich zu einem Schiebegewicht umfunktioniert. Eine Kopie davon dient heute im Augster Römerhaus als Teil der grossen Händlerwaage (Abb. 26). Massstab 1:1.

erhaltenen Oberteil ist gut die Zone sichtbar, an der die beiden Teile zusammen-  
gelötet waren, denn unter der Verkrustung sind Lötspuren vorhanden. Die  
grosse Gewichts-differenz von 76,6 g (Tab. 6) ist durch den fehlenden Mantelteil  
zu erklären.

#### GEWICHT 8 (Abb. 31,8 und 34)

Dieses – ebenfalls eichelförmige – Gewicht muss mit seinen 1319 g (= 4 *librae*)  
zu einer grösseren Waage gehört haben. Um es dennoch in handlicher Grösse  
zu halten, ist es mit einer schweren Bleifüllung versehen. Nach den Eindellungen  
auf der Oberfläche zu schliessen, kann der Bronzemantel nicht sehr dick sein,  
so dass für die Bleifüllung mehr Raum zur Verfügung stand. Von aussen beur-  
teilt, ist das «Näpfchen» mit dem durchbohrten Aufsatz gegossen. Durch das  
Loch war eine Drahtschleife gezogen, an welcher das Gewicht verschoben  
werden konnte. Der zylindrische Mantel dagegen ist aus relativ dünnem Material  
durch Treibarbeit hergestellt. Leider kann nicht festgestellt werden, ob die  
beiden Teile durch Löten oder mechanisch miteinander verbunden sind. Jeden-  
falls ist die Verbindung perfekt und solide. Die untere Zone ist nach innen  
gebördelt, wodurch das Blei einen zusätzlichen Halt erhielt (Abb. 34). Dass  
die Hülle aus zwei Teilen besteht, wurde durch die Röntgenfluoreszenzanalyse  
eindeutig bestätigt. So ist der Kopf («Näpfchen») eine Legierung aus Kupfer  
und Blei. Der Mantel besteht aus den gleichen Elementen, allerdings in unter-  
schiedlichen Verhältnissen. Die kleine Plusdifferenz von nur 9,2 g (Tab. 6) muss  
– dem guten Erhaltungszustande nach – bereits ursprünglich bestanden haben.



Abb. 34 Augst, Gewicht 8 (Abb. 31,8). Ansicht  
von schräg unten mit der gut erkenn-  
baren Bleifüllung. Am Mantel ist ferner  
eine kleine, runde Beschädigung sicht-  
bar, deren Tiefe die geringe Dicke des  
Bronzemantels zeigt. Massstab 1 : 1.

### GEWICHT 9 (Abb. 31,9; 35 und 36)

Das letzte der zu besprechenden Schiebegewichte ist nicht nur besonderer Art, es zeichnet sich auch im Vergleich mit den andern durch sein hohes Gewicht aus. Trotz der grossen Differenz von 350,3 g zwischen gewogenem Gewicht und vermutetem Normgewicht (14 *librae*; vgl. Tab. 6) ist dieser Wert aus zwei Gründen anzunehmen. Einmal wären 13 *librae* ein ungewöhnliches Normgewicht und zum andern ist der Unterschied von nur 22,85 g zwischen gewogenem Gewicht und 13 *librae* (4256,85 g) viel zu gering, als dass damit die starken Korrosionsverluste ausgeglichen werden könnten. Der Mantel dieses Gewichtes besteht nämlich aus Eisen. Am Oberteil fehlt nicht nur eine grosse Partie mitsamt der wohl kräftigen Schiebeöse, sondern auf der gesamten Oberfläche sind grosse Teile weggerostet. Eine Nachrechnung des verlorenen Volumens ist unmöglich. Andererseits gewährt dieser Zustand einen Einblick in die *Machart* des Gewichtes:

Der Mantel besteht, wie schon gesagt, aus Eisen, dessen Dicke etwa 3 mm betragen haben dürfte. Etwas über der halben Höhe des Mantels, auf seinem grössten Durchmesser, ist auf dem halben Umfang sehr deutlich eine Fuge zu beobachten. Er wurde daher aus zwei Teilen zusammengesetzt. Leider ist der Zustand derart, dass nicht festgestellt werden kann, wie die Verbindung der beiden Teile bewerkstelligt worden ist. An besser erhaltenen Bronzegefässen ist eine mechanische Verbindung zu beobachten<sup>22)</sup>, die mit grosser Wahrscheinlichkeit auch hier zur Anwendung gekommen sein könnte. Da die beiden dickwandigen Hälften des Mantels in glühendem Zustande eingetieft werden

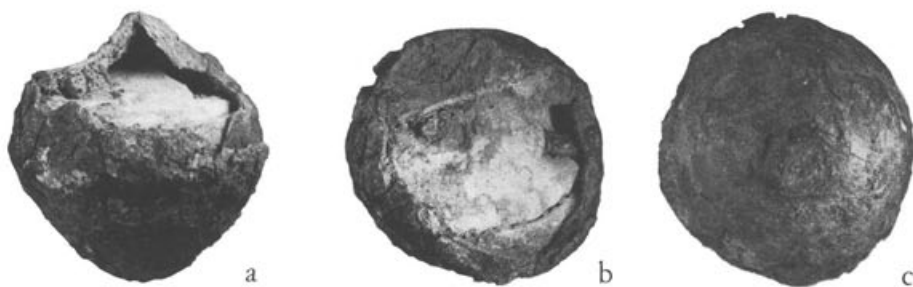


Abb. 35 Augst, Gewicht 9 (Abb. 31,9). Verschiedene Ansichten (Massstab 1:3):

- a: Seitenansicht: Der fehlende Teil der Eisenhaube gewährt einen Blick in den Hohlraum und auf die Bleifüllung.
- b: Ansicht von oben: Sichtbar sind ein Ende des eingegossenen Eisenstabes und die Trennlinien zwischen den einzelnen Eingüssen des Bleis.
- c: Unterseite: Im Zentrum eine Dunkelfärbung des Rostes, dort wo der senkrechte Eisenstab in den Mantel eingenetet ist (Abb. 36).

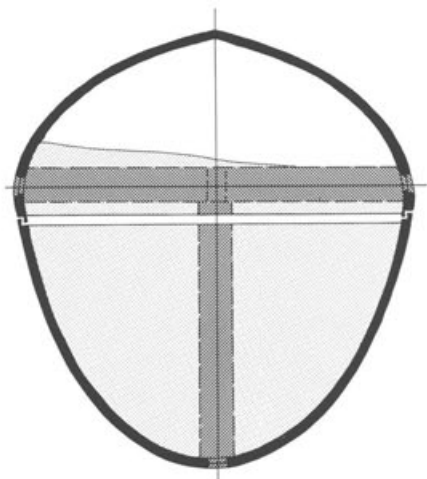


Abb. 36 Augst, Gewicht 9. Teilweise hypothetische Querschnittszeichnung durch den zweiteiligen eisernen Mantel (schwarz) mit der eingebauten T-förmigen Eisenstütze (schraffiert) und der Bleifüllung (grau). Massstab 1:2 (vgl. Abb. 31,9 und 35).

mussten, konnte auf diese Weise die nötige Rundheit für ein genaues Zusammenpassen nicht erreicht werden. Diese Anforderung liess sich auf der Drehbank leicht erzielen. Die Verbindungsart besteht darin, dass an den beiden gegeneinander stossenden Teilen in dem einen eine negative und im andern eine positive Vertiefung ausgedreht wird (Abb. 36). Nach dem Zusammenfügen sind dann die beiden Teile von aussen verhämmert worden, womit eine solide Verbindung zustande kam. Ausserdem ist zu beobachten, dass der Bleikern in zwei Eingüssen erfolgte, deren Trennfuge auf Abbildung 35b deutlich zu sehen ist.

Der Einblick in das grosse Schiebegewicht 9 gewährt noch eine weitere Erkenntnis in dessen Konstruktionsart: Diametral liegt, fast ganz von Blei umgeben, ein vierkantiger Eisenstab im oberen Teil des Mantels. Am andersfarbigen Rost sind die Stellen sichtbar, an denen er mit dem Mantel vernietet worden war. Was kann der Sinn dieser Verbindung sein? Der schwere Bleikern gibt sein Geheimnis nicht preis, da dieses Metall für Röntgenstrahlen undurchlässig ist und daher nicht ohne Zerstörung untersucht werden könnte. Es ist zu vermuten, dass von diesem Querstab eine T-förmige Verbindung (Abb. 36: schraffiert) nach unten führt und an der Spitze mit dem Mantel wiederum vernietet ist. Durch eine derartige Konstruktion wird erreicht, dass die Verbindungsfuge von der schweren Belastung entlastet ist, der sie ausgesetzt war. Die Fuge hatte ja nur den Zweck, die beiden Mantelteile auf einer schmalen Zone miteinander zu verbinden und konnte daher nicht ohne Risiko mit noch rund vier Kilogramm Gewicht belastet werden. Eine sehr gut durchdachte Bauweise wird somit deutlich, die den antiken Hersteller als einen tüchtigen und erfahrenen Handwerker erkennen lässt.



Die bisher beschriebenen Gewichte 1 bis 9 (Abb. 31) sind Schiebengewichte römischer Schnellwaagen. Die folgenden Beispiele 10 bis 14 (Abb. 37 und 38) stellen eine Auswahl von einfachen, losen Gewichten aus Augst dar, wie sie für gleicharmige Waagen (z.B. Abb. 14) verwendet wurden.

#### GEWICHT 10 (Abb. 37 und 38,10)

Flachrunder, leicht doppelkonischer Gewichtsstein aus rotem Sandstein. In der Mitte der Oberseite mit Blei ausgefüllte, rechteckige Vertiefung (Justierung?). Dicht daneben ist eine feine Ritzinschrift (Graffito) lesbar: VII (Abb. 38,10). Sie bezieht sich offensichtlich auf das ursprüngliche Gewicht von sieben römischen Pfund (7 *librae* = 2292,2 g). Die fehlenden 132,2 g (Differenz zwischen antiker Graffito-Angabe und heute gewogenem Gewicht; Tab. 6) sind nicht



Abb. 37 Augst, Einzelgewichte 10 bis 14, ausgelegt auf dem Schanktisch der Taberne im Römerhaus. Durchmesser des grössten Gewichtes: 15 cm (für Details vgl. Abb. 38).

erklärbar, da weder der Sandstein beschädigt ist noch Spuren eines (allfällig weggerosteten) Eisengriffes in der Bleifüllung sichtbar sind – steckt vielleicht eine Betrugsabsicht des Gewichtsbesitzers und Händlers dahinter?

#### GEWICHT 11 (Abb. 37 und 38,11)

Der handliche Kalkstein trägt auf der oberen Seite vier eingemeisselte, parallele Kerben, die auf ein Gewicht von vier *librae* hindeuten. Vier *librae* sind 1309,8 g, so dass sich auf das gewogene Gewicht von 1250 g eine Differenz von 59,8 ergibt (Tab. 6). Auch in diesem Falle können kaum Verluste durch Beschädigungen dafür verantwortlich gemacht werden.

#### GEWICHT 12 (Abb. 37 und 38,12)

Zur Hälfte erhaltenes Steingewicht aus grünlichem, netzartig durchzogenen Serpentin<sup>23</sup>). Die flachgedrückt-kugelige Form mit je kreisrunder Stand- bzw. Oberfläche ist sehr sorgfältig ausgeführt; die regelmässige Rundung lässt sogar an eine Herstellung auf der Stein-Drehbank denken. Die heute 169,9 g schwere Hälfte könnte sehr wohl zu einem einst 1 *libra* (327,5 g) wiegenden Gewichtsstein gehört haben.

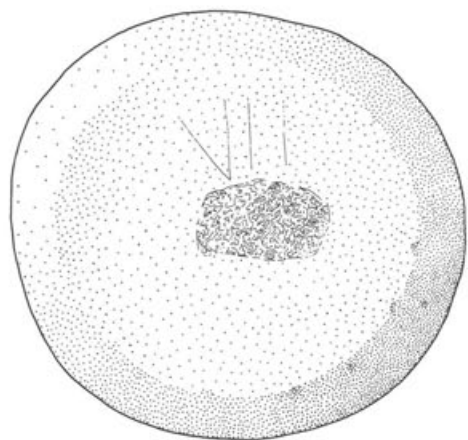
#### GEWICHT 13 (Abb. 37 und 38,13)

Das gegossene Bronzegewicht trägt auf einer flachen Seite vier kleine, im Quadrat angeordnete Vertiefungen (Abb. 38,13), die vier *unciae* andeuten könnten. Tatsächlich besteht zu diesem Wert von 109,1 g nur die minimalste Differenz von 0,2 g (Tab. 6).

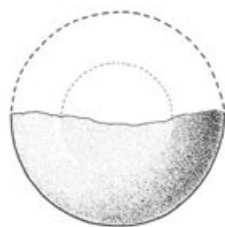
Mit diesem Gewicht zusammen wurde ein ganz ähnliches Exemplar gleicher Form und Machart gefunden, das ebenfalls vier kleine Vertiefungen auf der Oberfläche zeigt (Inv. Nr. 78.3915b). Mit 102,0 g ist es allerdings um 7,2 g untergewichtig.

Abb. 38 Augst, Einzelgewichte 10 bis 14 (Massstab 1:2,5):

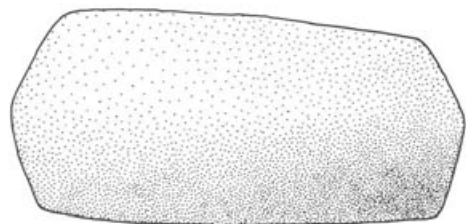
- 10: Roter Sandstein. Auf der Oberseite ist das schwach eingeritzte Graffito VII zu erkennen: sieben *librae*.
- 11: Kalkstein. Auf der Oberseite ist gut die antike Markierung IIII erhalten: vier *librae*.
- 12: Zur Hälfte erhaltenes Gewicht aus poliertem Serpentin (Grüngestein).
- 13: Bronzemantel mit Bleikern. Auf der Oberseite Gewichtsangabe mit vier kleinen Vertiefungen: vier *unciae*.
- 14: Kleinstes Gewicht, mit Bronzemantel und Bleikern. Auf der Oberseite als Markierung zwei grosse und eine kleine Vertiefung (vgl. Abb. 39).



10



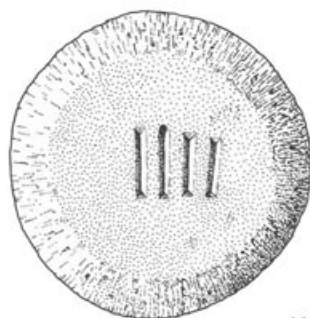
12



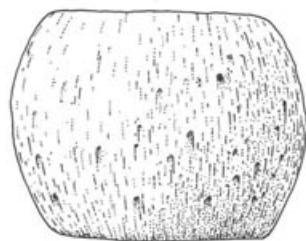
13



14



11



#### GEWICHT 14 (Abb. 37; 38,14 und 39)

Dieses kleinste Gewicht in unserer Serie gibt ein Rätsel auf: Auf einer Linie liegen wiederum drei kleine Vertiefungen (Abb. 38,14). Es wiegt 45 g und entspricht damit beinahe dem Werte von 10 *sextulae* (= 45,48 g). In diesem Falle kann der Sinn der drei Vertiefungen nicht gedeutet werden.

Die nähere Betrachtung des Gewichtes 14 gibt wenigstens in technologischer Hinsicht Aufschluss: Auf der Oberfläche mit den drei Punkten ist – von Auge kaum zu erkennen – eine feine Trennfuge sichtbar (Abb. 39). Die Oberflächenanalysen ergaben, dass Boden/Mantel und Deckel aus verschiedenen Legierungen bestehen. Beide weisen neben Kupfer einen hohen Bleigehalt auf. Die Oberflächen sind auch unterschiedlich korrodiert.

Wie sind nun diese Tatsachen (zwei Legierungen und ein eingesetzter Deckel) technologisch zu erklären? Der äussere Mantelteil ist ausgedreht worden, um in den entstandenen Hohlraum das spezifisch schwerere Blei einzubringen. Der genau passende runde Verschluss ist ein sprechender Beweis, dass die Einpassung des Deckels nur auf einer Drehbank vorgenommen werden konnte.

Der Gewichtskörper würde, wenn er lediglich aus Bronze bestünde, nur etwa 38 Gramm wiegen. Durch das Einbringen von Blei konnte er auf den erforderlichen Betrag von 45,48 g gebracht werden. Dies sind 10 *sextulae* (Tab. 2). Der am Original fehlende Betrag von lediglich 0,48 g kann bereits ursprünglich bestanden haben oder er ist durch die Korrosion verloren gegangen. Je nach der Verwendung dieses Gewichtes (z.B. für Medizin oder Münzen) war die – zweifellos angestrebte – Genauigkeit eine feste Bedingung an den Hersteller. Dieses kleine Beispiel ist wiederum ein klarer Beleg dafür, mit welcher Sorgfalt, Präzision und Verantwortungsgefühl die römischen Waagenbauer und Gewichtshersteller ihre Berufe ausübten.



Abb. 39 Augst, Gewicht 14. Detailaufnahme mit gut sichtbaren Markierungen und Fuge zwischen Bronzemantel und Bronze-  
deckel. Massstab 2 : 1.

Wenn diese kleine Auswahl (Gewichte 1 bis 14) auch aus Augst stammt, so ist damit keineswegs belegt, dass alle diese Gewichte auch dort entstanden seien. Man denke nur etwa an die Möglichkeit, dass manche Waagen notwendiges Gerät der Hermesjünger (Händler) darstellten und diese auf ihren Reisen begleiteten. Wie aber an unseren Beispielen dargelegt werden konnte, sind ihre Herstellungsweisen unterschiedlich. Betrachtet man diese nicht bloss als zufällige Nebensächlichkeiten, so öffnet sich dem Beurteiler ein imponierender Einblick in die vielfältigen Sparten der angewandten Arbeitstechniken. Allein aus diesem bescheidenen Ausschnitt erfährt man, wie die grundlegenden Bearbeitungsverfahren der Metallverarbeitung schon in der Römerzeit bekannt waren und mit erstaunlichem Können beherrscht worden sind. Man spürt direkt, dass diese Produkte Früchte einer langen Erfahrung sind. So betrachtet sind auch diese bescheidenen, kleinen Dinge aus dem gleichen Geiste entstanden wie die monumentalen Zeugnisse der römischen Technik, denn auch für deren Werden ging es nicht ohne geistige Anstrengung und Denken. Souveräne Schöpfungen manifestieren sich sowohl in den kleinen wie in den grossen Werken.

*«Auch im Kleinen wird Grosses sichtbar»*

## Schlussbetrachtung

Die in diesem Museumsheft vorgestellten römischen Waagen und Gewichte können in zeitlicher, geographischer und sachlicher Beziehung nur einen bescheidenen Ausschnitt aus der gesamten Messkunde sein. Wie intelligent und fein das römische Gewichtssystem aufgebaut war, vermögen Abbildung 1 und Tabelle 2 zu belegen. Die kleinste Einheit wird dort als eine *siliqua* ( $= \frac{1}{1728}$  *libra* = 0,189 g) ausgewiesen. Sie ist das Schlussergebnis einer langen Reihe von Brüchen, das nicht einmal auf geradem, direktem Wege erreicht werden konnte. Diesen kleinen Wert, mit seinem hohen Nenner, kann man sich kaum mehr praktisch vorstellen. In der modellmässigen Übersicht ist er in einem Messingstäbchen von 2 mm  $\varnothing$  und 7,5 mm Länge konkretisiert (Abb. 1, Kolonne 3 unten).

In vielen Abwandlungen hat sich das Duodezimalsystem über Jahrhunderte hinweg gehalten. Als dann die grosse Neuerung mit dem metrischen System kam, brauchte es viele Anstrengungen und eine lange Zeit, bis der gewohnte Umgang mit den alten Systemen auf allen Gebieten des menschlichen Lebens überwunden war. Die Weiterentwicklung des Duodezimalsystems, d.h. die gesuchte Anpassung an neue Erfordernisse, führte in eine ausweglose Situation, und die Verständigung über gültige und allseitig anerkannte Normen wurde immer schwieriger. Ganz besonders hinderlich machte sich dies bei feineren Untersuchungen in der Physik und der sich im 18. Jahrhundert immer schneller entwickelnden Chemie bemerkbar. Ergebnisse aus diesen Gebieten liessen sich nicht mehr über Landesgrenzen hinaus miteinander vergleichen. Von namhaften Gelehrten wurden die unterschiedlichsten Vorschläge zur Diskussion gestellt, um zu einer befriedigenden Lösung zu gelangen. Aber was war, was konnte überhaupt als «richtig» betrachtet werden? Den Anstoss, zu einem Weg aus dieser Sackgasse heraus zu kommen, machte im Jahre 1790 Talleyrand, damals Bischof von Autun, in der Nationalversammlung zu Paris. Eine grosse Kommission unter der Leitung der beiden Gelehrten Méchain (1744–1804) und Delambre (1749–1822) wurde beauftragt, eine neue Erdvermessung vorzunehmen. Das daraus resultierende Grundmass, der Meter, wurde als der zehnmillionste Teil des Erdquadranten, vom Pol bis zum Äquator, definiert. Ein Teil dieser grossen Strecke, von Dünkirchen bis Barcelona, wurde tatsächlich auf der Erde vermessen und am Himmel nachgerechnet. Das Ergebnis aus diesen Untersuchungen war – wenn auch mit kleineren Fehlern und Unrichtigkeiten behaftet – die Schaffung eines völlig neuen Masssystems.

Aus dem nunmehr festgelegten Längenmass wurden alle andern Grössen

(z.B. Kilo und Liter) abgeleitet. Damit wurde das heute weltweit geltende Dezimalsystem geschaffen.

Der Meter wurde in 1000 Millimeter und das Kilo in 1000 Gramm unterteilt. Doch die Entwicklung ging in schnellem Tempo weiter: Millimeter und Gramm wurden weiter verfeinert. Dem Techniker stehen heute Endmasse mit der Genauigkeit von Zehntausendstel-Millimeter und dem Chemiker Analysengewichte bis zu 0,000 0001 g zur Verfügung.

Längst ist aber auch die Zeit vorbei, in der lediglich Zeit, Länge, Gewicht und Raum gemessen wurden. Es ist heute an der Tagesordnung, auch den Schmutz in der Luft und im Wasser zu messen, die Geschwindigkeiten auf der Erde und im All in Zahlen und Begriffen festzuhalten. Drücke aller Art und die vorhandene und die fehlende Energie werden ebenfalls gemessen.

Alles will der Mensch mess- und daher vergleichbar kennen.

Und werden – ausserhalb des real Mess- und Wägbaren – nicht auch durch den Richter mit seinem Urteil Schuld und Sühne zugemessen? Es ist schon so, wie Peter Omm sein Buch betitelte: «Messkunst ordnet die Welt»<sup>24)</sup>.

Kehren wir wieder in die Antike zurück. Für den damaligen Menschen war eine *siliqua*, obwohl eine minimalste Grösse, eben noch «begreifbar». Trifft dies für uns moderne Menschen, die mit den abstrakten Grössen von einem Zehntausendstel-Millimeter oder einem 0,1 Mikrogramm umgehen, immer noch zu? Wohl kaum, aber sie sind für uns einfach nötig.

# Anmerkungen und Literaturhinweise

Die Publikationserlaubnis der Neufunde (seit 1968) aus Augst und Kaiseraugst wird der Grabungsleiterin, T. Tomasevic-Buck, verdankt.

- 1) Vgl. dazu z.B. Peter Omm, *Messkunst ordnet die Welt* (1963), 7: «Durch Messen erbaut man die Welt. Das sagte vor neunhundert Jahren ein weiser Araber. Ein Wort, das nach wenig klingt und das dennoch alles umfasst. Beinahe nichts ist möglich ohne das Mass und ohne die Geräte des Messens.  
Ordnung, Sicherheit und Recht ... berechnen, erschliessen und wirtschaftlich arbeiten ... mit dem Messen fängt alles an. Messen ist weit mehr als das Anwenden eines Metermasses. Die Zeit, das Gewicht, die Entfernung, die physikalischen Gesetze von Druck, Inhalt, Schwere, also auch die Vorsicht und die Zuverlässigkeit, die Geltung unserer Arbeit und die Dauer des Geschaffenen hängen von der Fertigkeit des Messens ab.  
Die Vorrangstellung des Messwesens in der menschlichen Gesellschaft ist unbestreitbar. Messen ist nicht nur der Handlangerdienst für Technik und Wirtschaft; Mass ist auch Gefühl für Kultur, Sinn für Beschränkung und Richtschnur der Wirtschaftlichkeit. Nichts soll und darf verschwendet und sinnlos vergeudet werden, solange beispielsweise in Teilen des südlichen Spaniens kühles Trinkwasser kostbarer ist als Wein oder in Abessinien Salz teurer als Kaffee. Die Kulturbedeutung des Messens wird leicht vergessen über dem rascher erkennbaren Alltagsgebrauch.»
- 2) Hans-Joachim v. Alberti, *Mass und Gewicht* (1957), 45.
- 3) Friedrich Hultsch, *Griechische und römische Metrologie* (1882, Nachdruck 1971), 74ff.
- 4) Fritz Kretschmer, *Bilddokumente römischer Technik* (1958), 11f. Abb. 9–12.
- 5) Amandus Weiss, *Zu den Anwendungsmöglichkeiten des Pentagon-Dodekaeders bei den Römern*. *Archäologisches Korrespondenzblatt* 3, 1975, 221ff.; vgl. auch Friedrich Kurzweil, *Das Pentagon-Dodekaeder des Museums Carnuntum und seine Zweckbestimmung*. *Carnuntum Jahrbuch 1956* (1957), 23ff.
- 6) Nach Hultsch (wie Anm. 3), 706 Tab. 13. Gliederungen mit Beziehungsstrichen vom Verfasser.
- 7) Hugo Blümner, *Die römischen Privataltertümer*. *Handbuch der klass. Altertumswissenschaft* 4/2/2 (1911<sup>3</sup>), 606.
- 8) Ulrich Karstedt, *Kulturgeschichte der römischen Kaiserzeit* (1958<sup>2</sup>), Abb. 49.
- 9) Ich habe Gladys D. Weinberg von der University of Missouri/Columbia (z.Z. im Hebrero College, Jerusalem) für die Publikationserlaubnis zu danken, sowie auch A. Eran, Jerusalem, für manche Anregungen.
- 10) Fundort unbekannt. Privatsammlung Fischer, Aarburg.
- 11) Der Kunsthändler bezeichnete die Waage als «römisch, 4.–6. Jh. n. Chr.». Darüber entstand eine Diskussion, ob dieses Exemplar als römisch anzusehen sei, und ob sie nicht eher als byzantinisch zu gelten habe. Wie Franz Maria Feldhaus (*Die Technik der Vorzeit, der geschichtlichen Zeit und der Naturvölker*, 1914, Nachdruck 1970, 1251) ausführt, werden



«ungleicharmige Laufgewichtswaagen meist römische Schnellwaagen genannt». Aristoteles gibt um 330 v. Chr. in seinen «Mechanischen Problemen» (Kap. 21) eine Theorie der Schnellwaage. So kann also auch diese Waage, wenigstens dem Typ nach, als römisch bezeichnet werden.

- 12) Fundort unbekannt. Vgl. K. Vierneisel (Hrsg.), Römisches im Antikenmuseum (1978), 87ff. Abb. 77.
- 13) Fundort unbekannt. Inv. Nr. 0.9406/7. Vgl. K. E. Haeberle, 10000 Jahre Waage. Hrsg. von den Bizerba-Werken, W. Kraut KG, Balingen (1967), 37 Abb. 19.
- 14) Erich Schilbach, Byzantinische Metrologie (1970), 171.174.
- 15) Ich danke an dieser Stelle dem Mathematiker Hans Brunner für seine Mithilfe.
- 16) Alfred Mutz, Über römische Mass- und Gewichtssysteme und ihre Anwendung bei Schnellwaagen. Basler Volkskalender 1965, 50ff., bes. 55f. Abb. 7.
- 17) Mutz (wie Anm. 16), 53. Zur Rekonstruktion vgl. auch Alfred Mutz, Eine römische Schnellwaage. Ur-Schweiz 20 (1956), 32ff.
- 18) Die Hebelverhältnisse sind in Dezimalbrüchen ausgedrückt, die selbstverständlich in der römischen Zeit nicht bekannt und daher auch nicht benutzt werden konnten. Sie haben hier einen doppelten Sinn, einmal um den heutigen Leser eine ihm gewohnte Lesart zu bieten, und zum andern bilden diese die Voraussetzung für die Schlussproportionen, wie sie der letzten Kolonne zu entnehmen sind. Erst diese zeigen die direkten Zusammenhänge der Skalen zueinander.
- 19) Um zu den Proportionen zu gelangen, wurden am Beispiel der Osterburkener Waage die Brüche gleichnamig gemacht. Zum gleichen Ergebnis gelangt man schneller, wenn die Zahlen der Hebelverhältnisse in Kolonne «Hebelverhältnis»  $A : B$  und  $B : C$  dividiert werden.
- 20) Alfred Mutz, Die Kunst des Metalldrehens bei den Römern (1972), 40ff. 166ff. – Ders., Historische Bemerkungen zum Metalldrücken. Humanismus und Technik 1977/2, 63ff.
- 21) Annemarie Kaufmann-Heinimann, Die römischen Bronzen der Schweiz 1. Augst und das Gebiet der Colonia Augusta Raurica (1977), 76f., Taf. 84–86.
- 22) Mutz 1972 (wie Anm. 20), 45f. 154ff.
- 23) Die petrographische Bestimmung wird M. Hänggi (Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität Basel) verdankt.
- 24) Vgl. Anm. 1.

# Abbildungsnachweis

*Umschlagbilder: Foto Ch. Matt*

- 1 *Modell A. Mutz, Foto E. Schulz*
- 2 *aus A. Neuburger, Die Technik des Altertums (1919), Abb. 37*
- 3 *Vatikanmuseum Rom, Inv. Nr. 753 (vgl. W. Amelung, Die Sculpturen des Vaticanischen Museums 2 (1908), 444f., Nr. 262a, Taf. 52)*
- 4 *Foto Staatliche Museen zu Berlin*
- 5 *Foto A. Mutz, Museo Nazionale Neapel, Inv. Nr. 74165*
- 6 *Foto Landesmuseum Trier, Inv. Nr. 2131*
- 7 *Foto Museum Heilbronn*
- 8 *Foto Landesmuseum Trier, Inv. Nr. 10032 (Umzeichnung: A. Rüsçh, Ein bemerkenswerter Fund aus Rottweil: »Spielbegrenzung« einer römischen Waage. Archäologische Nachrichten aus Baden 18 (1977), 30ff. Abb. 2; vgl. auch R. Schindler, Landesmuseum Trier. Führer durch die vorgeschichtliche und römische Abteilung (1970), 50, Abb. 151)*
- 9 *Foto Badisches Landesmuseum Karlsruhe (ausgestellt in der numismatischen Abteilung), Inv. Nr. C 1202*
- 10–12 *Zeichnung A. Mutz*
- 13 *Foto E. Bürgin*
- 14 *Foto Ch. Matt*
- 15 *Foto E. Bürgin*
- 16 *Zeichnung A. Mutz*
- 17 *Foto Ch. Matt*
- 18 *Foto E. Bürgin, A. Mutz*
- 19 *Zeichnung A. Mutz*
- 20–21 *Foto E. Bürgin, Ch. Matt*
- 22 *Zeichnung A. Mutz*
- 23 *Foto Ch. Matt*
- 24 *Zeichnung A. Mutz*
- 25 *Foto Ch. Matt*
- 26 *Foto E. Schulz*
- 27 *Zeichnung R. Bercher*
- 28 *Zeichnung H. Stebler*
- 29 *Zeichnung A. Mutz*
- 30 *Foto E. Bürgin*
- 31 *Foto E. Bürgin, Ch. Matt, O. Pilko*
- 32 *Foto E. Bürgin*
- 33 *Foto O. Pilko*
- 34 *Foto Ch. Matt*
- 35 *Foto A. Mutz*
- 36 *Entwurf A. Mutz, Zeichnung F. Hartmann*
- 37 *Foto Ch. Matt*
- 38 *Zeichnung F. Hartmann*
- 39 *Foto E. Bürgin*



