

**Zeitschrift:** Jahresbericht / Gesellschaft Pro Vindonissa  
**Herausgeber:** Gesellschaft Pro Vindonissa  
**Band:** - (1991)

**Artikel:** Der Vindonissa-Fuss : zu den römischen Fussmassen des Vindonissa-Museums  
**Autor:** Heinz, Werner  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-280512>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 24.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Der Vindonissa-Fuss Zu den römischen Fussmassen des Vindonissa-Museums

Werner Heinz

Am 15. November 1991 ergab sich die willkommene Gelegenheit zu einem längeren Gespräch mit René Hänggi, dem Leiter des Vindonissa-Museums, über Fragen der Metrologie antiker Bauten, intendierte Harmonie in der Architektur und der Bauplanung zugrunde gelegte Fussmasse. Im Verlauf dieses längeren Austausches fragte R. Hänggi mich, ob ich nicht Interesse hätte, die Fussmasse des Vindonissa-Museums einer gründlichen Betrachtung zu unterziehen. Diese Bitte kam dem eigenen Anliegen und dem unserer Tübinger Projektgruppe «Masse – Musik – Mathematik»<sup>1</sup> in ausgezeichnete Weise entgegen. Denn am Anfang jedes architektonischen Planens steht das Mass, aus dem heraus ein Bau entwickelt wird<sup>2</sup>. Die Kenntnis antiker Fussmasse und deren statistische Bearbeitung sind aufgrund der jüngsten Forschungen auf dem Gebiet der historischen Metrologie ohnehin Voraussetzung für jegliche Art der Bauforschung.

Es zeigte sich bald, dass weitere Masse über die seinerzeit von L. Frölich<sup>3</sup> publizierten im Bestand des Museums vorliegen. Eines dieser Masse (Inventar 4180) ist leider verschollen. Acht weitere Fussmasse – unter ihnen zwei, die bereits Frölich behandelt hat – konnten vermessen und ausgewertet werden. In diesen Zeilen ist also von insgesamt neun Fussmassen die Rede, von denen drei bereits der Öffentlichkeit vorgestellt wurden. Einer dieser drei Massstäbe ist derzeit nicht mehr greifbar. Es konnte aber in die Bearbeitung einbezogen werden, weil die Nachprüfung eine recht gute Genauigkeit der Angaben Frölichs ergab.

Die Bearbeitung der antiken Massstäbe fand ihren ersten Niederschlag in einem Vortrag des Verfassers am 7. Mai 1992 mit anschliessender «Taufe» des bisherigen «?-Mass», das in der Literatur mithin bereits geführt wurde<sup>4</sup>, und dessen Umbenennung in «Vindonissa-Fuss»<sup>5</sup>. R. Hänggi bin ich zu grossem Dank verpflichtet für die vertrauensvolle Überlassung der Fussmasse zur Publikation! In diesen Dank einschliessen möchte ich Frau C. Holliger und die Herren B. Meister und Th. Hartmann für unterstützende Arbeit an den Objekten sowie für Fotos und Zeichnungen!

## Was ist ein Mass?

Dinge, die dem Menschen alltäglich sind, hinterfragt er in der Regel nicht mehr. Somit ist auch die Antwort auf diese Frage so selbstverständlich nicht, wie es im ersten Augenblick scheinen könnte. Gemeinhin assoziiert man mit dem Begriff «Mass» zunächst eine Längenangabe. Aber auch Flächen werden in Massen angegeben. Bei den Hohlmassen schliesslich bewegen wir uns in der dritten Dimension.

Allen Massen gemeinsam ist, dass sie eine *Norm* repräsentieren. Messen heisst *Vergleichen* mit einer definierten, also genormten Grösse. Für den Vorgang des Messens, also den Vergleich mit der Norm, ist es dabei unwichtig, ob z. B. eine Landvermessung ansteht oder die Prüfung des Luftdrucks oder die Messung elektrischen Widerstandes.

Als weiteres, ganz alltägliches Beispiel lässt sich etwa die Temperaturmessung anfügen. In welchem Bereich auch immer wir eine gegebene Grösse mit einer Norm vergleichen – die Liste der Beispiele liesse sich vermehren –, ist letztlich unbedeutend angesichts der Überlegung, dass der Mensch mit der Übermittlung einer Massangabe sich eine Vorstellung vom Gegenstand machen und Vergleiche anstellen kann. So lernt schon das Schulkind, dass neun Hektar Land grösser sind als 18 Quadratmeter.

Diese Gedanken setzen voraus, dass eine Norm nicht nur für einen einzelnen Menschen bestimmt sein kann. Normen gibt es nur in einer *übergeordneten Sozialstruktur*. Für die Antike mag man dabei an einzelne Länder denken, was sicher richtig ist. Nun verlangt aber grenzübergreifender Handel, dass Normen hüben und drüben kompatibel sind. Diese Überlegung letztlich führt zu der bereits angeschnittenen Frage der inneren, der mathematischen Zusammenhänge der Masse untereinander: ihrer Kohärenz<sup>2</sup>.

Wenn wir Messen als Vergleich mit einer Norm verstehen, ist damit bereits ausgedrückt, dass das «Massnehmen», das Messen, nie ein absoluter Vorgang ist. Wenn es auch für viele Arten von Messungen inzwischen sehr präzise Instrumente gibt, haftet einer Messung dennoch ein Unsicherheitsfaktor an. Wenn irgend möglich, sollte eine Messung

<sup>1</sup> Gründer und Leiter der Projektgruppe ist R. C. A. Rottländer, Tübingen.

<sup>2</sup> K. Hecht (Zum römischen Fuss, in: Abh. d. Braunschweigischen Wiss. Ges. 30, 1979, 107ff.) leitet die antiken Masse aus dem Bau selber ab. Diese Methode ist insofern nicht korrekt, als die mathematische Behandlung antiker Längenmasse gezeigt hat, dass sie untereinander kohärent sind, also nicht beliebig neue Längen definiert werden können. Dazu R. C. A. Rottländer, Antike Längenmasse (1979) 29ff. – Ders., Zur Entwurfskonstruktion des ersten Bauabschnitts des Theaters von Epidauros, in: Ordo et Mensura. I. Interdisziplinärer Kongress für historische Metrologie vom 7. bis 10. September 1989 im Städt. Museum Simeonstift Trier (1991) 132ff., bes. 151.

<sup>3</sup> L. Frölich, Über römische Fussmasse, in: Anzeiger f. Schweiz. Altertumskunde NF 9, 1907, 39ff.

<sup>4</sup> R. C. A. Rottländer, Eine neu aufgefundene antike Masseinheit auf dem metrologischen Relief von Salamis, in: Jahresh. d. Österr. Arch. Instituts 61, 1991, 63ff., bes. Tabelle S. 66.

<sup>5</sup> Zum Ereignis s. Brugger Tagblatt vom 9. Mai 1992. Für die festliche Ausrichtung dieses Abends möchte ich der Gesellschaft Pro Vindonissa mit ihrem Präsidenten Hugo W. Doppler und allen Mitarbeitern des Museums meinen herzlichen Dank sagen!

– beispielsweise die Messung an einem antiken Fussmass – mehrfach und mit verschiedenen Instrumenten durchgeführt werden. Das Ergebnis ist dann ein berechneter *Mittelwert*, der als solcher bereits eine *statistische Grösse* ist. Um diesen Mittelwert streuen die Werte. Diese Streuung wird von geeigneten Rechnern ermittelt als *Standardabweichung* (oder mittlere quadratische Abweichung), das Mass also für die Abweichung vom Mittelwert. Um zu prüfen, ob die gegebenen Masse nahe genug beieinander liegen oder nicht, wird eine weitere statistische Grösse eingeführt: der *Variationskoeffizient (VK)*. Der VK ist also ein Mass für die Güte. Er wird wie folgt ermittelt:

$$\text{VK} = \text{Standardabweichung} / \text{Mittelwert} \times 100.$$

Das Ergebnis wird in Prozenten angezeigt.

Als weiteres mathematisches Instrumentarium sei die *Fehlerrechnung*<sup>6</sup> benannt und auch hier kurz aufgeführt, da vermutlich nicht jeder Leser dieser Zeitschrift damit vertraut ist. In der Fehlerrechnung werden der Soll- und Istwert miteinander verglichen und in Beziehung gesetzt. Das Ergebnis lässt sich in Prozenten ablesen. Die Formel lautet:

$$\text{Fehler} = (\text{Soll} - \text{Ist}) \times 100 / \text{Soll}.$$

### *Vitruv und die Masse*

«Ebenso hat man die Massberechnungen, die bei allen Bauwerken notwendig zu sein scheinen, von den Gliedern des Körpers entlehnt, wie Finger, Palm (Hand), Fuss, Elle»<sup>7</sup>. Dies ist nur einer der Hinweise in dieser wichtigen Quelle über antike Architektur auf die Ableitung der Masse aus den Bezeichnungen der menschlichen Körperteile. Nach einigen Einlassungen über vollkommene Zahlen («Als vollkommene Zahl aber haben die Alten die Zahl 10 bestimmt denn sie ist an den Händen durch die Zahl der Finger gefunden» in Buch 3, 1, 5; hingegen 3, 1, 6: «Die Mathematiker jedoch behaupten im Widerspruch dazu, vollkommen sei die Zahl 6») findet sich sogleich wieder der Bezug zwischen Zahlen und dem menschlichen Körper: «Nicht weniger haben sie auch deshalb die Zahl 6 zur vollkommenen Zahl erklärt, weil der Fuss des Menschen der sechste Teil der Höhe ist... und weil sie bemerkt haben, dass auch die Elle aus 6 Palm und 24 Fingern besteht»<sup>8</sup>. Vitruv geht dann noch auf die «vollkommenste» Zahl 16 ein als Addition der beiden «vollkommenen» Zahlen 10 und 6. Dieser Gedanke sei bestätigt «durch den Fuss. Zieht man nämlich von der Elle zwei Palm ab, so bleibt ein Fuss von 4 Palm, eine Palm aber hat 4 Finger. So ergibt sich, dass ein Fuss 16 Finger hat und ein Kupferdenar ebensoviele As»<sup>9</sup>. Bewundernswert einfach leitet Vitruv die Masse ab und stellt Zusammenhänge her. Letztlich geht es aber nicht darum, dass «der Mensch das Mass aller Dinge sei», sondern um harmonische Beziehungen des menschlichen Körpers, die auf ein Bauwerk zu übertragen seien. Vitruv 3, 1, 9: «Wenn man sich also darüber einig ist, dass die Zahlenordnung von den Gliedern des Menschen hergeleitet ist und dass zwischen den einzelnen Gliedern und der Gesamterscheinung des Körpers eine entsprechende, auf einem Grundmass (*modulus*) beruhende Symmetrie besteht,

bleibt nur übrig, dass wir denjenigen Anerkennung zollen, die beim Bau der Tempel der unsterblichen Götter die Glieder ihrer Bauwerke so geordnet haben, dass mit Hilfe von Proportionen und Symmetrie deren Gliederungen im Einzelnen wie im Ganzen zu einander passend geschaffen wurden.» Die Symmetrie wird von Vitruv selber definiert als «der sich aus den Gliedern des Bauwerks selbst ergebende Einklang und die auf einem berechneten Teil (*modulus*) beruhende Wechselbeziehung der einzelnen Teile für sich gesondert zur Gestalt des Bauwerks als Ganzem»<sup>10</sup>.

Fassen wir zusammen. Aus den Texten Vitruvs erhellt ein klares Bild dessen, was ein Fuss ist, welche Unterteilungen ihn ausmachen und wie sich Fuss und (gewöhnliche) Elle zueinander verhalten. Allerdings spricht Vitruv nur von der Unterteilung in *digiti* (Finger), nicht von der in *unciae* (Zoll). Der Mensch als von Natur aus harmonisches Wesen ist Vorbild für die Architektur, die ebenso harmonisch – wir können auch sagen: schön – gestaltet werden soll. Eines erfährt der Leser jedoch nicht aus dieser antiken Quelle: die Tatsache nämlich, dass es zu gleicher Zeit unterschiedlich lange Fussmasse im römischen Reich gab. Eine Auswahl findet sich im Vindonissa-Museum in Brugg (Abb. 1).

### *Die Fussmasse des Vindonissa-Museums*

Bevor die Fussmasse hier im einzelnen vorgestellt werden, bedarf es einiger Vorbemerkungen. Da die Funde in unterschiedlichem Zustand erhalten sind, müssen auch die Methoden der Bearbeitung ungleich sein. Einen vollständig erhaltenen Massstab kann man zumeist ohne besondere Schwierigkeiten mehrmals vermessen. Die Ergebnisse werden aufgeschrieben und der oben beschriebenen sta-

Abb. 1: Die Fussmasse im Vindonissa-Museum Brugg. Links aus Holz zwei Exemplare des *pes Romanus*, oben zwei des punischen Fusses. Die übrigen vier Massstäbe repräsentieren den Vindonissa-Fuss.

<sup>6</sup> Nach Abschluss des Manuskriptes erschien die Arbeit von Hermann Büsing, zur Genauigkeit der Skalen einiger römischer Zollstöcke (Kölner Jahrbuch für Vor- und Frühgeschichte 24, 1991, 271ff.), auf den mich freundlicherweise Frau St. Martin-Kircher aufmerksam machte.

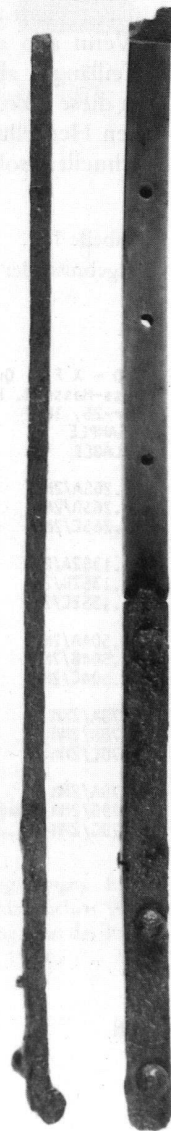
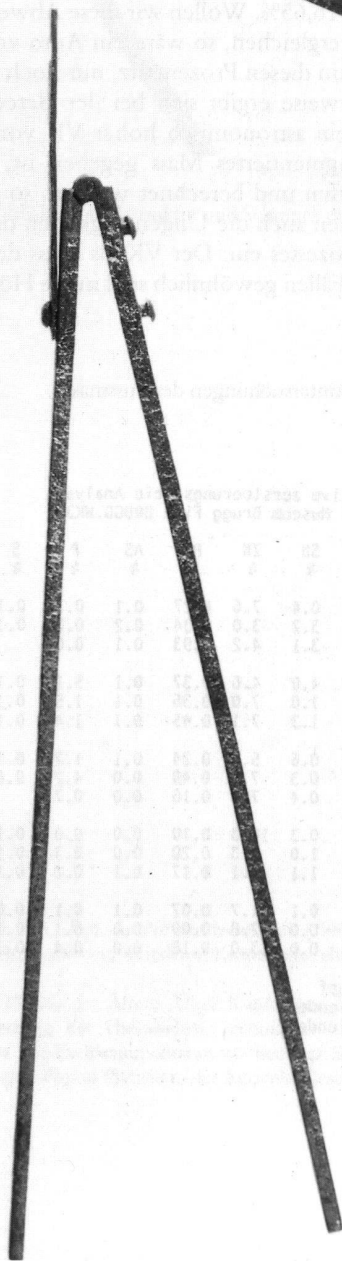
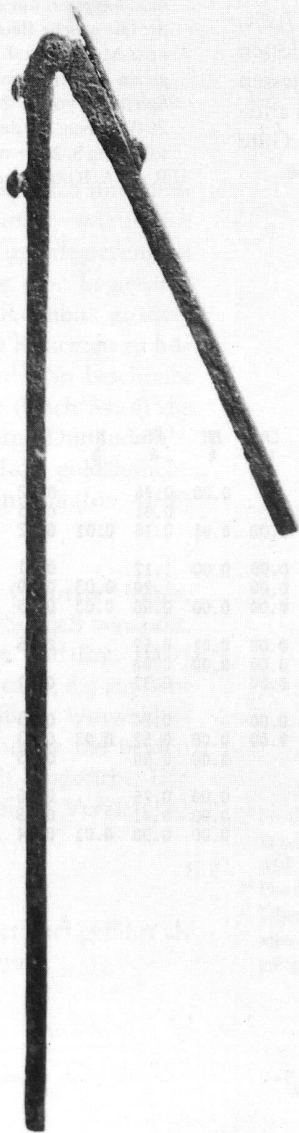
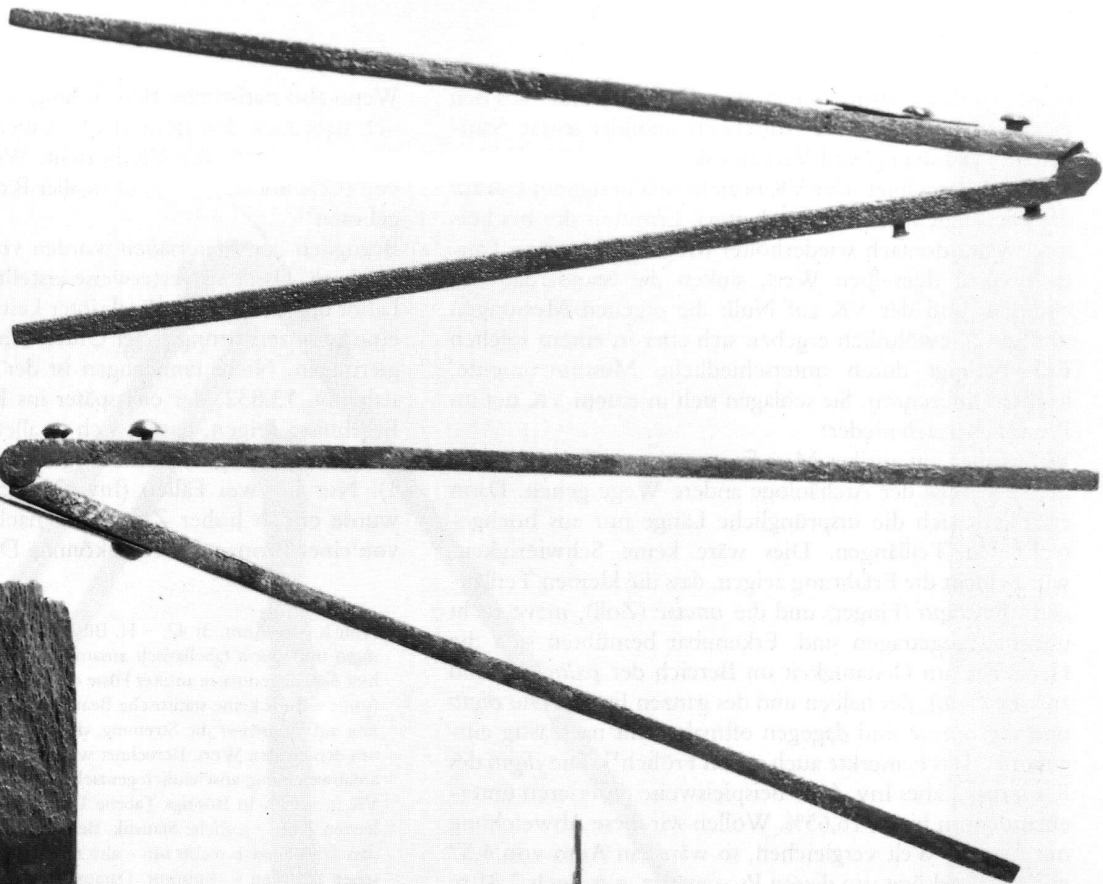
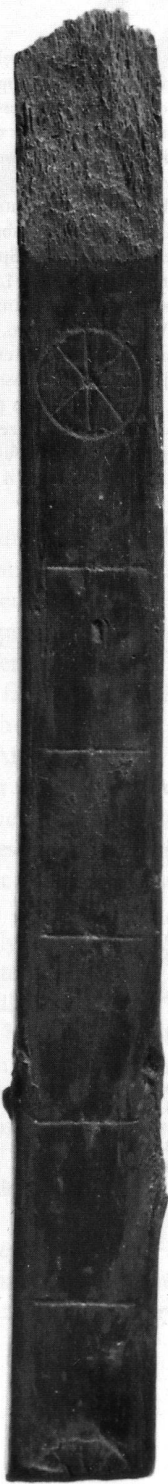
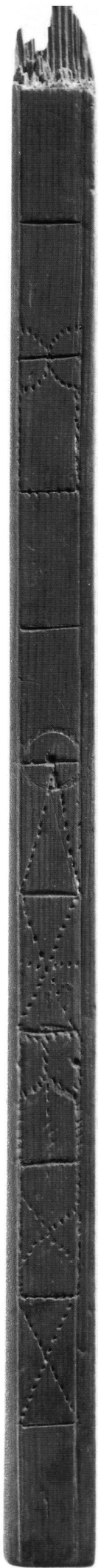
H. Büsing untersucht in dieser Arbeit fünf verschiedene Klappmassstäbe. Anliegen des Autors ist es, die Massstäbe «auf die Genauigkeit ihrer Skalen hin zu befragen, um zu klären, mit welcher Präzision es denn in der Antike überhaupt möglich war, Masse zu nehmen» (S. 271). Angesichts der Aufgabenstellung ruft es jedoch Unverständnis hervor, wenn der Autor «stets dasselbe starre Metall-Lineal mit oberseitig eingraviertem Millimeterskala verwendet» (S. 271) und nicht etwa eine Schiebellehre (die wurde ihm in Dresden zur Verfügung gestellt). Ausserdem sind Büsings Messungen keiner Fehlerrechnung unterzogen, obwohl er «individuelle Abweichungen» (S. 271) beim Ablesen kennt. Da ein Bearbeiter antiker Messwerkzeuge nicht immer den gleichen Fehler, wenn er die Strecke *a* wiederholt von rechts nach links und von links nach rechts abmisst, ist – wenn schon nach der Präzision der Fussmasse gefragt wird – eine Fehlerrechnung unerlässlich.

<sup>7</sup> Vitruv 3, 1, 5. Übersetzung nach C. Fensterbusch.

<sup>8</sup> Vitruv 3, 1, 7.

<sup>9</sup> Vitruv 3, 1, 8. Fensterbuschs Übersetzung des Begriffs *digitus* als Zoll wurde hier korrigiert.

<sup>10</sup> Vitruv 1, 2, 4. Die anhaltende Diskussion um die Begriffe Vitruvianischer Ästhetik muss an dieser Stelle nicht referiert werden.



tistischen Bearbeitung unterzogen. Es werden also aus den eigenen Messungen der Mittelwert gebildet sowie Standardabweichungen und Variationskoeffizient VK als Mass der Güte berechnet. Der VK bezieht sich in diesem Fall auf die Messungen des Sachbearbeiters. Ermittelt der bei beispielsweise dreifach wiederholter Messung derselben Länge dreimal denselben Wert, sinken die Standardabweichungen und der VK auf Null: die eigenen Messungen sind gut. Gewöhnlich ergeben sich aber in einem solchen Fall, bedingt durch unterschiedliche Messinstrumente, leichte Differenzen. Sie schlagen sich in einem VK tief im Promillebereich nieder.

Wenn aber ein antikes Mass fragmentiert auf uns gekommen ist, muss der Archäologe andere Wege gehen. Dann erschliesst sich die ursprüngliche Länge nur aus hochgerechneten Teillängen. Dies wäre keine Schwierigkeit, würde nicht die Erfahrung zeigen, dass die kleinen Teillängen, die *digiti* (Finger) und die *unciae* (Zoll), meist recht ungenau abgetragen sind. Erkennbar bemühten sich die Hersteller um Genauigkeit im Bereich der *palmae* (Hand zu vier *digiti*), des halben und des ganzen Fusses. Die *digiti* und die *unciae* sind dagegen oftmals recht nachlässig eingepunzt. Das bemerkte auch schon Frölich<sup>11</sup>. Die *digiti* des Klappmassstabes Inv. 4179 beispielsweise differieren untereinander um bis zu 16,65%. Wollen wir diese Abweichung mit unserer Welt vergleichen, so wäre ein Auto von 4,57 m Länge, gekürzt um diesen Prozentsatz, nur noch 3,81 m lang. Notwendigerweise ergibt sich bei der Berechnung dieser *digiti* auch ein astronomisch hoher VK von 7,2%. Wenn also ein fragmentiertes Mass gegeben ist, dessen Teillängen abgegriffen und berechnet werden, so fließen in diese Kalkulationen auch die Ungenauigkeiten des antiken Herstellungsprozesses ein. Der VK als Mass der Güte schnell in solchen Fällen gewöhnlich steil in die Höhe.

Wenn also statistische Berechnungen vorliegen, muss man sich stets auch den Befund vor Augen halten, um zu wissen, worauf sich der VK bezieht. Werden Fehlergrenzen von 0,2% überschritten, ist in aller Regel höchste Vorsicht geboten<sup>12</sup>.

Bezüglich der *Materialien* wurden verschiedene Analysen gefahren. Dankenswerterweise erstellte das Geochemische Labor der Universität Basel unter Leitung von W. B. Stern eine Serie zerstörungsfreier Untersuchungen der Kupferlegierungen. Nicht einbezogen ist der fragmentierte Massstab Inv. 13.832, der erst später ins Blickfeld rückte. Die Ergebnisse zeigen, dass es sich in allen Fällen um zinkreiche und auffällig bleiarmer Legierungen handelt (Tabelle 1). Nur in zwei Fällen (Inv. 23.265 und Inv. 31.1352) wurde ein so hoher Zinngehalt nachgewiesen, dass man von einer Bronze sprechen könnte. Da aber bei beiden In-

<sup>11</sup> Frölich (wie Anm. 3) 42. – H. Büsing (s. Anm. 6) stellt die Länge der *digiti* und *uncia* tabellarisch zusammen. Das Ausgangsmaterial – also hier die Längenmasse antiker Füsse oder ihrer Teile – ist nicht homogen (sonst wäre ja keine statistische Bearbeitung nötig); es weist eine Streuung auf. Je grösser die Streuung, desto mehr tanzt das Zahlenmaterial um den idealen Wert. Berechnet wird diese Streuung durch die Standardabweichung, anschaulich gemacht durch den Variationskoeffizienten VK (s. oben). In Büsings Tabelle 1 (S. 284) fehlt – abgesehen von der letzten Zeile – jegliche Statistik. Berechnet man die Spalten, zeigt sich, dass der VK nach rechts hin – also mit zunehmender Länge der gemessenen Strecken – abnimmt. Daraus folgt, dass der einzelne *digitus* am ungenauesten aufgetragen ist (der Vk liegt hier bei 6,73%), das Halbmass hingegen mit einem Vk von nur 0,22% am besten getroffen wurde. Die gleiche Beobachtung trifft ja auch auf die Fussmasse im Vindonissa-Museum und andere (Büsing S. 284) die Werte prozentual angegeben werden müssen, zumal die absoluten Differenzen eben nicht im Spielraum von + 2 mm «unabhängig von der Größe der Strecke» (S. 284) bleiben: bei den *digiti* in Tab.1 variieren sie um 4 mm, bei Ostia – so Büsing S. 284 – um 6 mm!

<sup>12</sup> R. C. A. Rottländer, Antike Längenmasse (1979) 29.

Tabelle 1.  
Ergebnisse der Metalluntersuchungen der Fussmasse.

E D - X F A Qualitative zerstörungsfreie Analysen		Fuss-Masse R. Haenggi Museum Brugg File BRUGG.WK3																		
Mar-25, 1992																				
SAMPLE LABEL	CU %	SN %	ZN %	PB %	AS %	P %	S %	CR %	MN %	FE %	HI %	AG %	CD %	SD %	AU %	HG %	BI %	PD %	MO %	CO
23.265A/2MM	90.3	0.4	7.6	0.27	0.1	0.3	0.1		0.00	0.76		0.02		0.04	0.03	0.01				0.00
23.265B/2MM	92.2	3.2	3.0	0.34	0.2	0.2	0.1			0.51		0.05	0.00	0.20	0.04	0.01			0.00	
23.265C/2MM	90.6	3.1	4.2	0.93	0.1	0.0		0.00	0.01	0.16	0.01	0.12		0.46	0.02		0.02	0.01	0.19	
31.1352A/2MM	84.4	4.0	4.6	0.37	0.1	5.1	0.1	0.00	0.00	1.12		0.11		0.10	0.03				0.00	
31.1352B/2MM	88.5	1.0	7.0	0.36	0.1	1.5	0.1	0.00		1.20	0.03	0.10	0.00	0.11	0.03				0.02	
31.1352C/2MM	88.3	1.3	7.1	0.45	0.1	1.4	0.1	0.00	0.00	0.96	0.03	0.15	0.00	0.13	0.04					
36.504A/2MM	91.3	0.6	5.8	0.24	0.1	1.2	0.1	0.00	0.01	0.52		0.05	0.00	0.05	0.06				0.01	0.02
36.504B/2MM	86.3	0.3	7.9	0.49	0.0	4.2	0.0	0.00	0.00	0.68				0.01					0.01	
36.504C/2MM	90.5	0.4	7.8	0.16	0.0	0.7		0.00		0.37		0.01	0.00	0.03	0.05					0.04
4178A/2MM	88.8	0.3	10.3	0.10	0.0	0.0	0.1	0.00		0.24		0.03	0.00	0.11	0.04					
4178B/2MM	88.3	1.0	9.3	0.20	0.0	0.3	0.1	0.00	0.00	0.52	0.03	0.03	0.00	0.09	0.08				0.01	
4178C/2MM	88.5	1.1	9.1	0.17	0.1	0.2	0.1		0.00	0.56		0.05		0.13	0.04	0.01				
4179A/2MM	87.5	0.1	11.7	0.07	0.1	0.1	0.0		0.00	0.25		0.06	0.00	0.10	0.03				0.00	
4179B/2MM	86.4	0.0	12.8	0.09	0.0	0.1	0.1		0.00	0.41		0.05		0.07	0.04				0.01	
4179C/2MM	85.0	0.0	13.0	0.18	0.0	0.4	0.3		0.00	0.90	0.01	0.04		0.06						
A	Nietkopf																			
B	Buegclende 1																			
C	Buegclende 2																			



Abb. 2: Beschaffenheit der Oberflächen. Hier drei Beispiele des Vindonissa-Fusses.

ventaren bezüglich des Zinngehaltes keine auch nur annähernde Homogenität gegeben ist, wird man – wie in den anderen Fällen auch – die zinkhaltige Kupferlegierung als *Messing* ansprechen müssen. Messing ist eine Legierung, die erst in der ausgehenden römischen Republik grössere Verbreitung fand, um dann in der frühen Kaiserzeit zu höherem Ansehen als Bronze zu gelangen<sup>13</sup>. So beschreibt Plinius der Ältere in seiner Naturkunde (Buch 34, 4) die Verwendung von Messing in Sesterzen und Dupondien<sup>14</sup>. Grund für diese Wertschätzung ist wohl die goldähnliche Farbe des Messing, die zumindest in einem Fall (Inv. 4178) noch sehr gut zu erkennen ist (Abb. 2).

Die Holzanalysen werden dem Labor für Quartäre Hölzer, Langnau, unter der Leitung von W. H. Schoch verdankt. In beiden Fällen (Inv. 13.709, alt: 1006 und Inv. 1007) handelt es sich um Eibenholz (*Taxus baccata*), das aus dem Stamm geschnitten wurde. Unterschiedliche Umweltbedingungen haben im Laufe der Jahrhunderte die beiden Massstäbe aus Eibenholz unterschiedlich eingefärbt. Die Holzstruktur (wie natürlich auch die reiche Verzierung) zeigt sich in der Detailaufnahme (Abb. 3).

#### Gruppe 1: Der Vindonissa-Fuss

Dieses Fussmass wurde bisher in der Literatur<sup>4</sup> geführt als ?-Mass. Es hat einen Bestwert von 292,5 mm.

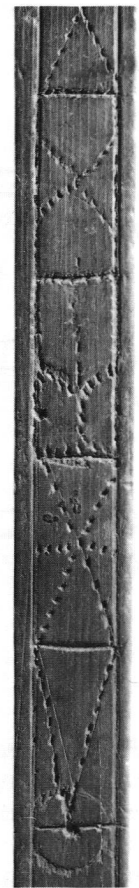


Abb. 3: Blick auf Holzstruktur und Schmuck des Masses Inv. 1007.

<sup>13</sup> So z. B. P. C. Bol, *Antike Bronzetechnik* (1985) 9ff., bes. 17. – Detaillierte Hinweise bei J. Riederer, *Kunstwerke chemisch betrachtet* (1981) 33ff.

<sup>14</sup> Dazu: Plinius der Ältere. *Über Kupfer und Kupferlegierungen*. Eine Übersetzung der chemischen, technischen und medizinischen Abschnitte mit Fachkommentaren aus heutiger Sicht, hrsg. von der Projektgruppe Plinius (Schriften der Agricola-Gesellschaft, 1985).

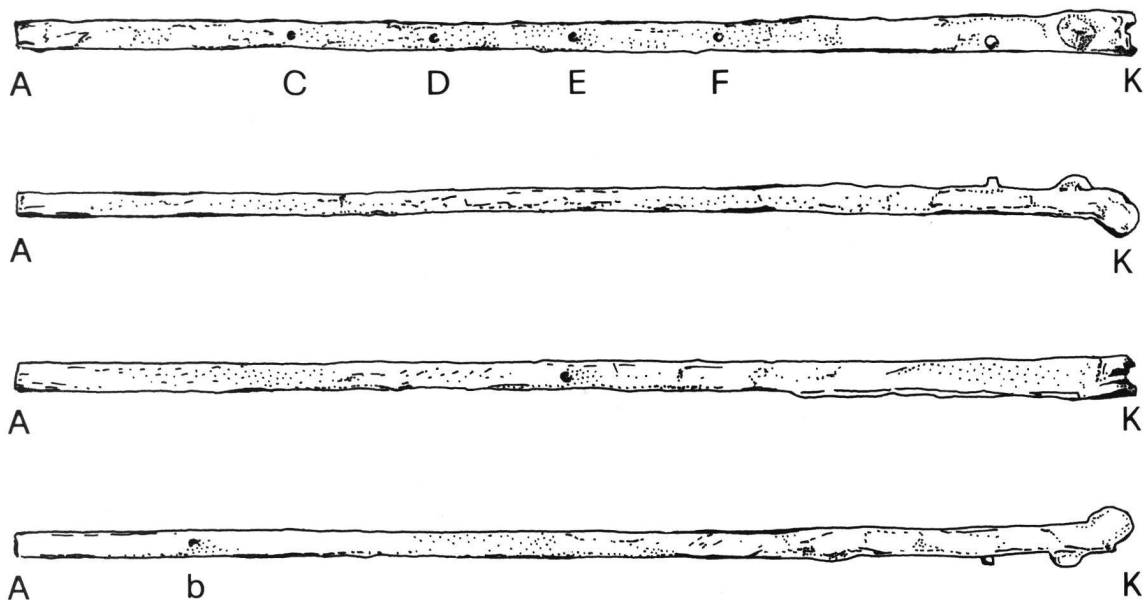


Abb. 4: Inv. 13.832. Vindonissa-Fuss. M. 1:1.

*Fragmentierter Klappmassstab, Inv. 13.832. Abb. 4.*

Material: Kupferlegierung. Erhalten: Eine Hälfte mit Ansatz des Scharniers und «den Resten der zwei Knöpfe, in die das Stellvorrichtung-Bronzeplättchen eingriff» (so das Inventarblatt). Einteilung in *digiti* (Oberseite), *unciae* (eine Seitenfläche; die gegenüberliegende ist frei) und *palmae* (Unterseite) noch erkennbar, wenn auch nicht allenthalben ablesbar.

Fundort: unbekannt.

Länge über alles: 148,5 mm

Antikes Fussmass, errechnet aus drei verschiedenen Werten für die *palma* und dem halben Fuss:

146,19 mm plus/minus 1,37 mm; VK = 0,94%

Das ergibt hochgerechnet einen Fuss von 292,38 mm, der sich statistisch nicht mehr vom Vindonissa-Fuss unterscheidet.

*Klappmassstab, Inv. 4178. Abb. 5.*

Massstab aus Messing. Sehr gute Erhaltung. Oberfläche zwar angegriffen, aber noch hell glänzend. Spiel im Scharnier. Gelenk sowie Feststellplättchen beweglich. Ein Nietbolzen hält die Arretierung, zwei fangen sie auf. Unter der Arretierung keine Markierungen.

Eingepunzte Masse: auf der Oberseite *digiti* (die Mitten durch doppelte Punkte markiert), Unterseite *palmae*, auf einer Seite *unciae*; vierte Seite frei.

Fundort: Schutthügel.

Frölich (1907) S. 40: «... der andere ... 3,4 mm breit».

Abgreifbare Länge bei offener Arretierung und zusammengedrücktem Scharnier: 292,58 mm plus/minus 0,02 mm; VK = 0,008%.

Wird die Arretierung geschlossen, drückt sich das Scharnier etwas auseinander. Es ergibt sich als Länge:

292,87 mm plus/minus 0,05 mm; VK 0,016%.

Dieses Mass deckt sich genau mit der Angabe Frölichs (S. 41) von 292,8 mm.

*Klappmassstab, Inv. 23.265. Abb. 6.*

Massstab aus Messing. Oberfläche z. T. stark korrodiert, im abgebrochenen Arm auch partiell erodiert. Scharnier beschädigt. Markierungspunkte «noch grossenteils zu sehen» (Inventarblatt). Der beschädigte Arm ist genau im Punkt der Markierung der *palma* weggebrochen: Punze in der Stirnfläche des Bruchs noch zu sehen. Angabe der *digiti* und der *unciae* wie bei den beiden vorstehenden Massen.

Fundort: Schutthügelgrabung; Datum: 26. Juni 1923.

Das Inventarblatt verzeichnet eine abgreifbare Länge von 221 mm. (Dieses Mass wird übernommen; um den Massstab zu schützen, habe ich ihn nicht noch einmal der Prozedur der Gesamtmessung unterzogen.)

Das antike Fussmass ergibt sich aus dem Halbmass, das ermittelt wurde mit 146,1 mm. Der ganze Fuss belief sich somit auf 292,2 mm.

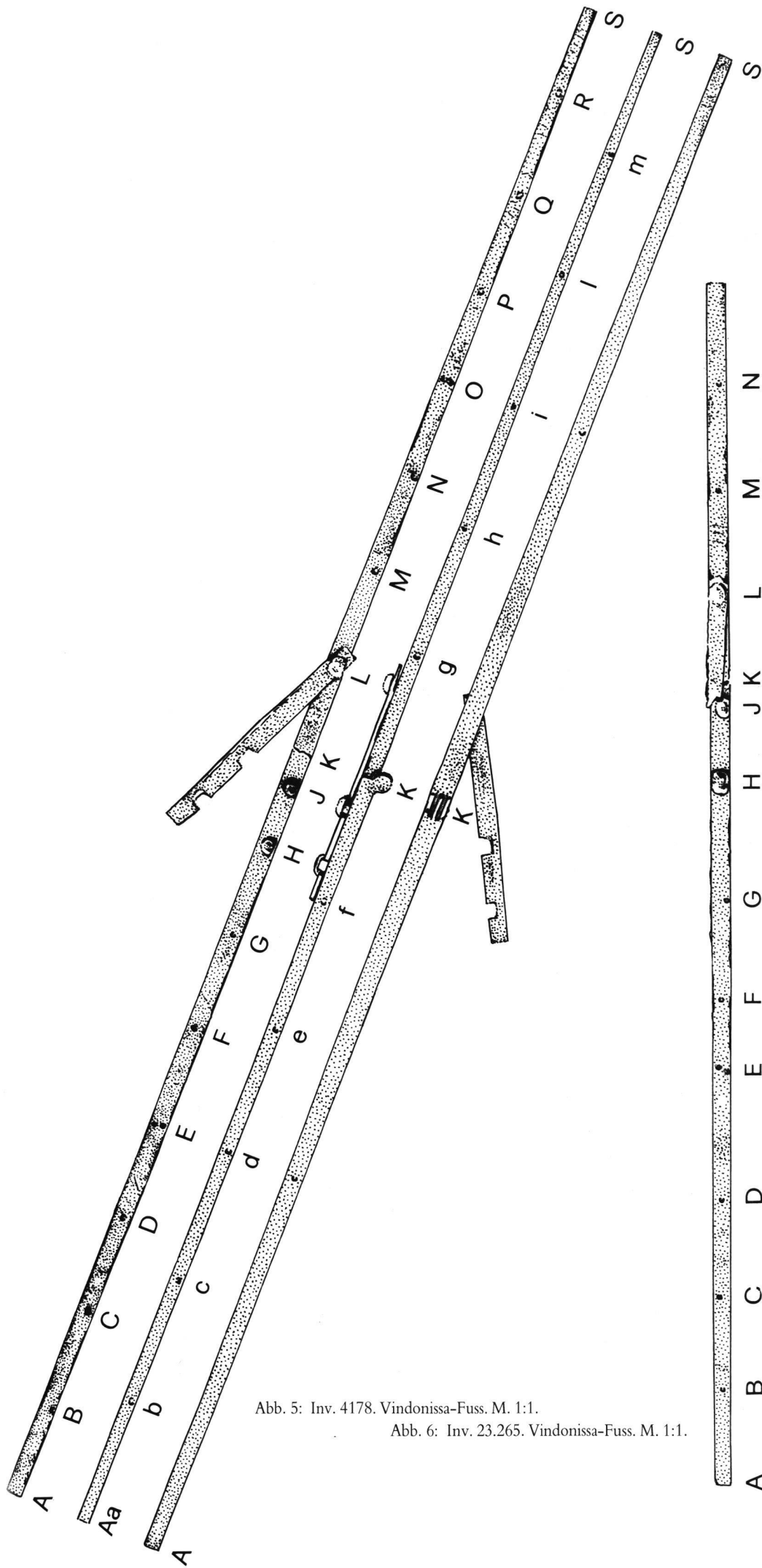
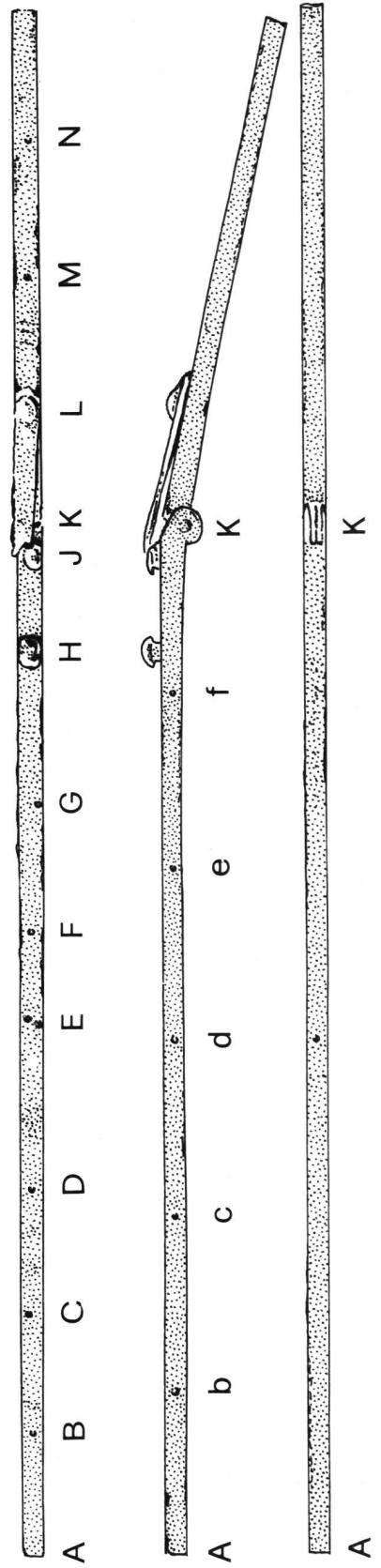


Abb. 5: Inv. 4178. Vindonissa-Fuss. M. 1:1.

Abb. 6: Inv. 23.265. Vindonissa-Fuss. M. 1:1.



*Fragmentierter Klappmassstab, Inv. 36.504. Abb. 7.*

Masstab aus Bein mit Scharnier aus Messing. Arretierung geschlossen und in dieser Stellung korrodiert; nicht mehr beweglich. Weitere Metallbeschläge verloren. Bruch bei dem Nietbolzen, der als Drehpunkt für die Arretierung diente (in der Zeichnung rechts). Bei der Grabung scheint noch mehr vorhanden gewesen zu sein, denn im Inventarblatt heisst es: «Masstab aus Bein, mit Bronzescharnier, Verlängerungsklammer und Verstärkung des Endes, 3 Fragmente, von dem einen Arm fehlt der grösste Teil. Die Unterteilg. des Masstabes ist mit kl. Löchlein angegeben. Breise, 5.X. K 23; -1.20». Es scheint also das Endstück des längeren Armes samt Verbinder neuzeitlich verloren zu sein. – Das Metall hat an den Auflagen den Knochen stark grün gefärbt; die Verfärbung strahlt über die unmittelbare Kontaktzone aus. Bearbeitet sind Ober- und Unterseite. Die Oberseite ist in *digiti* eingeteilt, von denen die beiden rechts und links der Mitte ablesbar sind (Abb. 7 oben). Die Markierungen sind durch Bohrungen gesetzt. Das Bohrloch für die *palma* geht durch, wohingegen die *digiti* durch Bohrungen an der Oberfläche angezeigt sind.

Fundort: unbekannt.

Abgreifbare Gesamtlänge: ca. 151,5 mm (wegen des Bruchs schwierig zu bestimmen).

Das antike Fussmass zu finden ist bei so wenigen messbaren Strecken schwierig. Herangezogen wurde hier die *palma*, wobei  $\frac{1}{4}$  *palma* = 1 *digitus* ist, und die beiden erkennbaren *digiti*. Die Rechnung ergibt für den *digitus* den Wert  $([72,5 / 4] + 18,1 + 18,3) / 3 = 18,175$  mm plus/minus 0,09 mm; VK = 0,49%.

Aus dem Mittelwert errechnet sich ein Fuss von 290, 8 mm. Gegenüber dem Bestwert von 292,5 mm ist das beinerne Klappmass Inv. 36.504 mit einem Fehler von 0,58% behaftet. Da in der Gegend von 290–291 mm kein anderes antikes Mass angesiedelt ist, handelt es sich bei diesem Fussmass aufgrund der Nachprüfung der wenigen ablesbaren Masse um einen etwas zu kurzen Vindonissa-Fuss.

#### *Gruppe 2: Der punische Fuss*

Dieses seinerzeit in Karthago gebräuchliche Fussmass hat einen Bestwert von 294,1 mm.

#### *Klappmassstab, Inv. 4179. Abb. 8*

Gut erhaltener Masstab aus Messing. Das Metall schimmert besonders unter der Arretierung noch sehr hell, fast golden. Ansonsten ist die Oberfläche dunkler, aber gut erhalten. Kaum Ausblühungen. Scharnier und Arretierung beweglich; Arretierung leicht verbogen.

Einrichtung des Masses mit *digiti*, *unciae* und *palmae* wie bei den bisher besprochenen metallenen Massen.

Fundort: Schutthügel.

Frölich (1907) 40: «Der eine, etwas kräftiger...».

Das abgreifbare Gesamtmass ist zugleich auch das antike Mass. Es wurde ermittelt aus sieben mit unterschiedlichen Instrumenten durchgeführten Messungen bei zusammengesobenem Scharnier. Die Länge bemisst sich wie folgt: 294,69 mm plus/minus 0,19 mm; VK 0,06%.

Gegenüber dem Bestwert des punischen Fusses von 294,1 mm weicht dieses Fussmass um 0,2% nach oben ab.

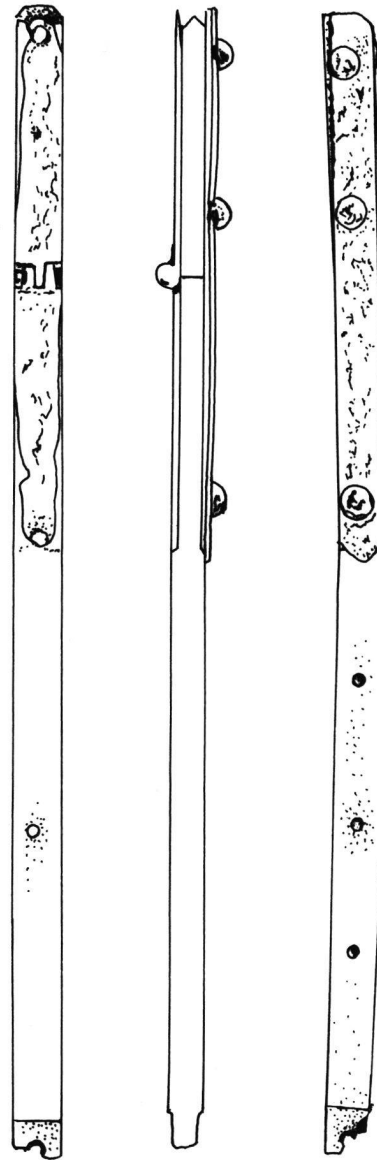


Abb. 7: Inv. 36.504. Vindonissa-Fuss. M. 1:1.

Die hier ermittelten Werte decken sich wiederum bestens mit denen von Frölich aus dem Anfang unseres Jahrhunderts (1907, S. 41): nach seinen Angaben misst der Fuss Inv. 4179 genau 294,8 mm.

#### *Klappmassstab, Inv. 4180. Keine Abbildung.*

Beinerne Masstab, heute verschollen. Beschreibung nach Frölich<sup>15</sup>: «Der dritte Masstab ist aus Bein gearbeitet mit Bronzegarnituren (Abb. 8, oben). Er ist aber defekt. Am einen Ende ist ein zirka 4,8 cm langes Stück abgebrochen, und er hat auch sonst noch schadhafte Stellen.» Und weiter: «Der unversehrte Schenkel trägt am äussern Ende einen Bronzestiefel; die beiden innern Enden sind beim Scharnier ebenfalls mit Bronzegarnituren versehen. Das Scharnier funktioniert auch an diesem Stück noch ganz gut; dagegen ist die Stellvorrichtung auf der Oberseite, de-

<sup>15</sup> Frölich (wie Anm. 3) 40 und 41.



Abb. 8: Inv. 4179. Punischer Fuss. M. 1:1.

ren Überreste noch deutlich erkennbar sind, beschädigt. Im Gegensatz zu den Bronzestücken besaß er nur die Viereinteilung auf der untern (innern) und die 12<sup>er</sup> auf der obern Fläche.»

Fundort: Schutthügel.

Länge lt. Frölich: «... er dürfte zirka 294 mm lang gewesen sein.» 294 mm lassen sich nicht mehr von 294,1 mm unterscheiden; die relative Abweichung beträgt 0,034%.

*Klappmassstab, Inv.31.1352. Abb. 9.*

Massstab aus Messing, meistens gut erhalten. Die Oberfläche zeigt nur wenige Ausblühungen. Das Blech, das einst der Arretierung diente, ist gebrochen und offensichtlich unbeweglich. Scharnier beweglich; ein Glied weggebrochen.

Das Mass weicht in mehrerer Hinsicht von den anderen Metallmassen ab. Zum einen dienen auf der Oberseite drei Nietbolzen (und nicht nur zwei) der Feststellung. Zum anderen sind ausnahmsweise alle vier Seiten mit Messmarken versehen: Zusätzlich zur üblichen Einteilung ist die vierte Seite (unten in Abb. 9) mit doppelten *digiti* versehen. Zum dritten läuft die Einteilung der *digiti* auf der Oberseite bis unter die Arretierung. Viertens sind die Messmarken grundsätzlich doppelt gepunzt ausser bei den *palmae*. Fünftens schliesslich trägt die Innenseite bei A weitere Markierungen, die schwer zu verstehen sind; wahrscheinlich handelt es sich um ungenau gesetzte Markierungen für den doppelten, den einfachen und den halben *digitus*.

Die *unciae* sind spiegelbildlich eingepunzt.

Die *digiti* weichen um mehr als 28% untereinander ab.

Fundort: Windisch. Eintrag auf dem Inventarblatt: «Geschenkt von Herrn Spillmann in Windisch, gefunden beim Baumsetzen hinter einer Scheune K.P.1244. (29.VII.31).»

Die Gesamtlänge, identisch mit dem antiken Mass, wurde ermittelt bei zusammengesobenem Scharnier. Sie misst: 294,47 mm plus/minus 0,024 mm; VK 0,008%.

Vom Sollwert = 294,1 mm weicht dieser Fuss um 0,13% nach oben ab.

### Gruppe 3: Der *pes Romanus*

Dieses Fussmass, von dem verhältnismässig viele Exemplare bekannt geworden sind, beläuft sich auf einen Bestwert von 296,2 m<sup>16</sup>.

*Feststehender Massstab, Inv. 13.709. Abb. 10.*

Dieses Mass wird lt. Beschriftung auch geführt unter Inv. 1006. Das ist falsch, denn unter dieser Nummer werden «2 aufeinander genietet dünne Stücklein Bronzeblech» geführt.

Es handelt sich um einen fragmentierten Massstab aus Eichenholz. Leichte Stauchungen, die das äussere Bild beeinträchtigen, scheinen aus dem Altertum herzuführen. Offensichtlich war bei der Ausgrabung noch mehr erhalten. Zitat Inventarblatt: «Breite 20 mm; Dicke 12 mm. Auf 165 mm vollständig, von da an bis 248 mm nur noch in Splittern erhalten. Länger als 248 mm war er schon im Altertum nicht, das heisst er war schon damals bei 248 mm abgeschnitten worden, vermutlich weil er zerbrochen war, wurde dann aber beim Ausgraben durch einen Pickelhieb arg gekürzt.» Der Ansatz der Bruchfläche, im Inventarblatt

bei 165 mm lokalisiert, scheint noch heute dieselbe zu sein. Die heutige Länge beträgt aber nur noch 199,7 mm. Wo und wann die restlichen 48,3 mm Holz abhanden kamen, entzieht sich meiner Kenntnis.

Nur die Oberseite trägt Massangaben. Es sind *unciae*. Das antike Mass erschliesst sich am besten aus dem Halbmass AG (Abb. 10). Dass es sich um die Mitte des Massstabes handelt, geht bereits daraus hervor, dass sich eine feine Markierungslinie durch G bis auf der Rückseite fortsetzt. Die Messungen des Halbmasses auf Vorder- und Rückseite zeigen folgendes Ergebnis:

AG = 148,05 mm plus/minus 0,35 mm; VK 0,24%.

Dieses Mass ergibt hochgerechnet einen Fuss von 296,1 mm. Er unterscheidet sich statistisch nicht mehr vom Bestwert des *pes Romanus*: der Fehler liegt bei 0,0337%.

<sup>16</sup> Mittlerweile hat R.C.A. Rottländer, Tübingen, mehr als 280 vormetrische Masseinheiten erfasst und sie in Zusammenarbeit mit Mathematikern (vgl. oben Anm. 1) statistisch ausgewertet (s.o. Anm. 4; weitere Arbeiten in Druck in *Ordo et Mensura*. II). D.h., dass der punische Fuss mit einem Bestwert von 294,1 mm und der *pes Romanus* mit 296,2 mm in ihren Peaks – durch den Student-Test errechnet sich deren Trennung mit einer Wahrscheinlichkeit von mehr als 99% – eindeutig geschieden sind. Die Fussmassen sind weder angewachsen noch muss man sich für das eine oder andere als gültige Norm entscheiden, wie H. Büsing (s. Anm. 6) S. 284 Anm. 34 meint.

Büsing (S. 285) postuliert einen «Ur-Fuss», «wahrscheinlich in Rom». Diese Forderung leitet er aus seinen Tabellen ab, die allerdings eine statistische Auswertung beinhaltet. Es ist die letzte Zeile, betitelt: «gemittelt». Da aus dem Text nicht hervorgeht, was hier gemittelt wurde und nach welchem Verfahren, gleichwohl aber weiterreichende Schlüsse auf einen Urfuss gezogen werden, die auf diesen Zeilen «gemittelt» und den Zeilen «ideal» beruhen, war eine Nachfrage nötig. Am 01.09.92 teilte mir B. Schnhoff, Bochum, freundlicherweise mit, dass er die unterste Zeile erstellt habe aus den jeweils oben in der Spalte stehenden Werten nach dem statistischen Verfahren der linearen Regression. Bei genauer Betrachtung der Tabellen ist diese Information sehr wichtig. Die Tabelle 1 verzeichnet in der Zeile «ideal» für drei *digit* den Wert 57,5 mm. Richtig ist hingegen der Wert von 55,2 mm (18,4 mm × 3 = 55,2 mm). Gleichermassen ist der entsprechende Wert in Spalte 4 falsch berechnet (74,3 mm statt 73,6 mm). Hier handelt es sich nicht um Schreibfehler oder Zahlendreher. Denn in den gleichen Spalten 3 und 4 findet sich in der untersten Zeile «gemittelt» eine genau vergleichbare Abweichung. Ist es undenkbar, dass hier für den Vergleich der «gemittelten Werte mit den idealen Werten» (S. 285) die Multiplikation der Zahl 18,4 mit 3 resp. 4 aus dem Ruder gelaufen ist, um den Urfuss in Rom (?) zu postulieren?

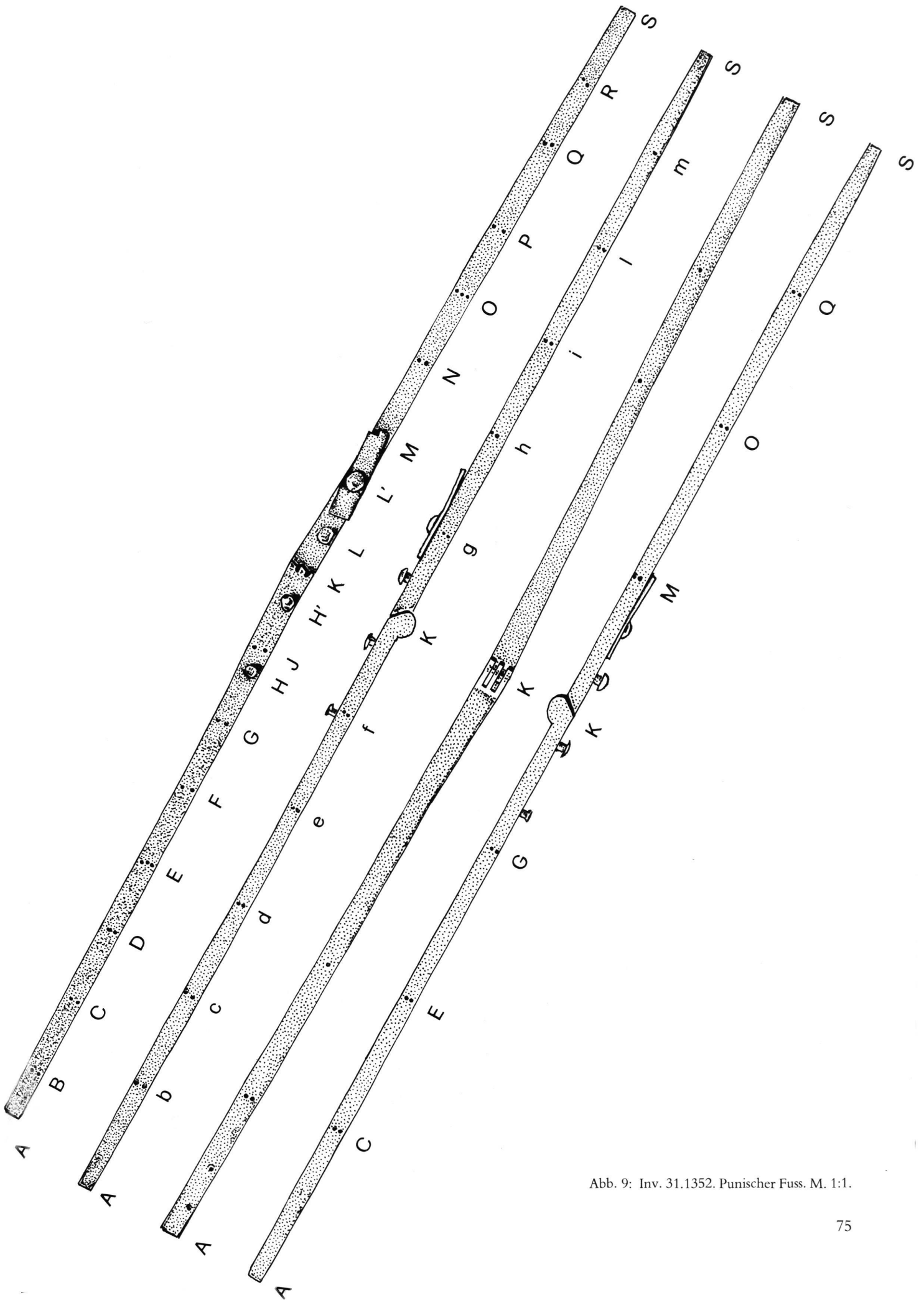


Abb. 9: Inv. 31.1352. Punischer Fuss. M. 1:1.

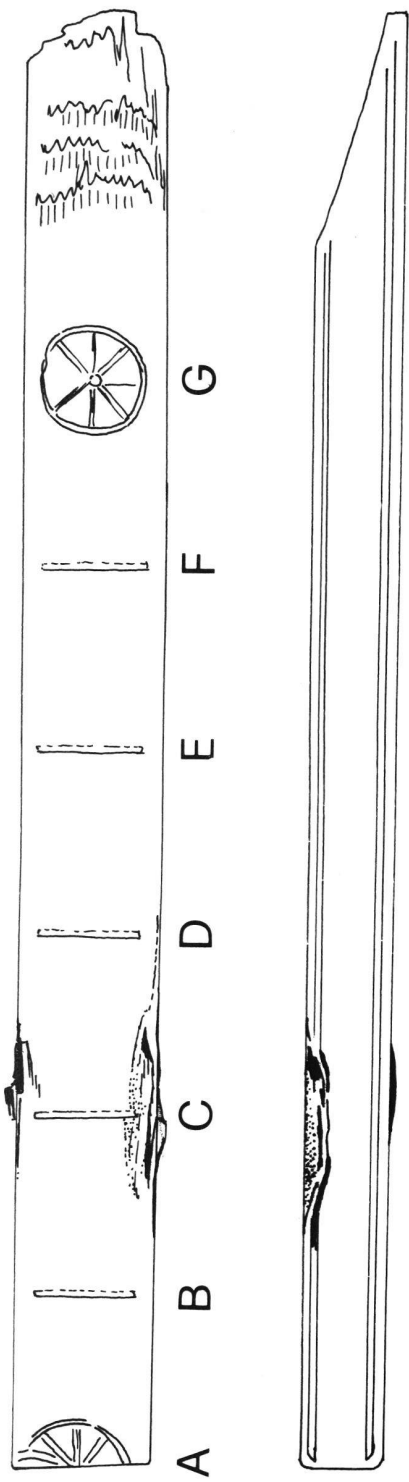


Abb. 10: Inv. 13.709. *pes Romanus*. M. 1:1.

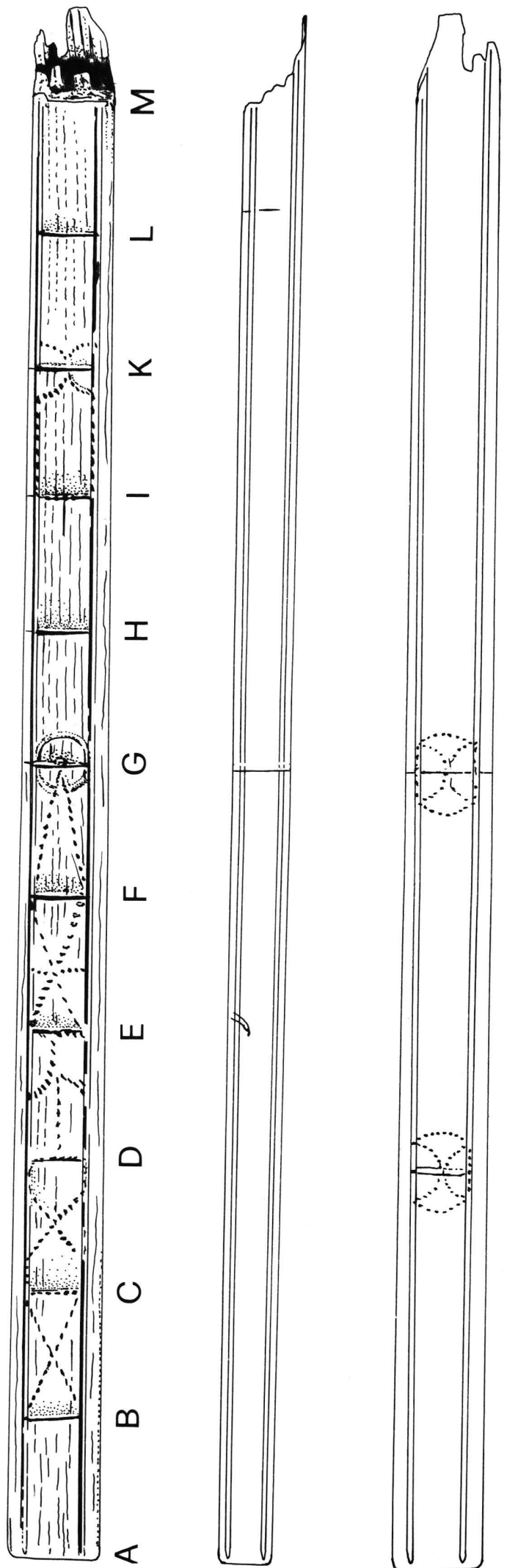


Abb. 11: Inv. 1007. *pes Romanus*. M. 1:1.

*Feststehender Massstab, Inv. 1007. Abb. 11.*

Diese Inventarnummer steht auf dem Massstab, aber sie kann nicht stimmen. Denn unter Inv. 1007 wird ein «massives Anhängsel aus Bronze, einen Frauenkopf darstellend» geführt. Der reich verzierte Massstab aus Eibenholz hat eine seiner ehemals 12 *unciae* teilweise verloren. Der halbe Fuss und zwei der vier *palmae* sind auf der Rückseite noch einmal markiert (Abb. 11). Die Verzierungen auf der Oberseite sind nicht zufällig. Sie bedeuten den Abtrag einer halben *uncia* BC und CD (ungenau in EF) und einer drittel *uncia* im Feld DE. Die Sorgfalt der Arbeit erhellt auch aus Abbildung 3.

Fundort: unbekannt.

Das antike Mass ergibt sich auch hier am besten aus dem Halbmass AG der Oberseite:

AG = 148,05 mm plus/minus 0,07 mm; VK 0,048%.

Die Abweichung zum Bestwert von 296,2 mm liegt gleich hoch wie beim vorstehend besprochenen Massstab, nämlich bei 0,0337%. Aber auch die Strecken AM und AL mit 11 resp. 10 *unciae* ergeben gemittelt und hochgerechnet einen Fuss von 296,06 mm mit einer Abweichung vom Bestwert von lediglich 0,047%.

Damit sind die Fussmasse des Vindonissa-Museums vorgestellt. Die einzelnen Längen der *digiti* zu notieren wäre möglich, da sie ja ausgemessen sind. Es erscheint aber in diesem Rahmen wenig sinnvoll, da zumindest derzeit keine Aussage aus den unsauber gesetzten Markierungen abgeleitet werden kann. Eine andere Frage wird nun aber umso dringlicher: Wie kommt es, dass es verschiedene Fussmasse gibt, die zudem auch noch so dicht beieinander liegen?

#### *Zur Kohärenz der Masse*

Wie R. C. A. Rottländer schon vor Jahren nachgewiesen hat<sup>17</sup>, hängen die antiken Längenmasse alle miteinander zusammen. Aus der im Tempel von Nippur gefundenen Elle mit einer Länge von 518,4 mm entwickeln sich alle späteren Masse. Die Nippur-Elle als Mass des vierten Jahrtausends v. Chr. hängt ihrerseits wieder grössenmässig mit dem noch älteren Megalithischen Yard (Länge: 829,4 mm) des 6. Jts. zusammen:

16 Nippur-Ellen = 10 Megalithische Yard.

Die Nippur-Elle (NE) selber war in 30 *digiti* aufgeteilt:

(1 NE zu) 518,4 mm / 30 = 17,28 mm.

Fasst man die NE in der bestehenden Länge von 518,4 mm als grosse Elle zu 28 *digiti* auf (so geschehen in der frühen ägyptischen Königszeit), ergibt sich folgende Rechnung:

518,4 mm / 28 = 18,51 mm.

Dieser neu gewonnene *digitus* möge die Basis eines Fussmasses zu 16 *digiti* sein. Rechnung:

18,51 mm × 16 = 296,2 mm.

Dieses Mass ist bekannt und oben auch schon erwähnt: Es ist der *pes Romanus*! Fügen wir diesem Fuss zwei *digiti* hinzu, erhalten wir als neue Länge

296,2 mm + 2 × 18,51 mm = 333,2 mm.

Das ist nichts anderes als der in unseren Gegenden verbreitete Drusianische Fuss; dieselbe Länge hat im Mittelmeerraum der Kretisch-Ägäetische Fuss.

Mit dem *pes Romanus* ist über die Diagonale des Quadrates die Ägyptische Königselle verbunden. Da dieser Bereich aber nicht die Fussmasse im Vindonissa-Museum berührt, sei dieser Gedanke hier nicht weiter ausgeführt<sup>18</sup>.

Um den punischen Fuss zu verstehen, müssen wir zurückgreifen auf die NE und ihren *digitus* von 17,28 mm. Eine Länge von 96 dieser *digiti* (= 6 Fuss) wurde in der Zeit des Gudea von Lagasch offensichtlich als 5 *pygon* aufgefasst, also als 5 Einheiten zu je 20 *digiti*. Das bedeutet, dass eine gegebene Länge von 96 *digiti* der NE zu diesem Zeitpunkt als 100 *digiti* interpretiert wurden<sup>19</sup>. Der so neu geschaffene *digitus* ist kürzer: er misst 16,59 mm. Der zugehörige «ideale» Gudeafuss berechnet sich zu

16,59 mm × 16 = 265,4 mm.

Bei dieser Festsetzung blieb es aber nicht. Denn Versuche, die aus dem babylonischen Raum bekannt geworden sind, das Längenmass der Doppelelle (also 2 × 30 *digiti*) als Sekundenpendel einzusetzen, erwiesen den *digitus* des «idealen» Gudeafusses von 16,59 mm als etwas zu lang. Somit wurde das «ideale» Fussmass um knapp 0,3% gekürzt. Es entstand der «reale» Gudeafuss von 264,6 mm.

Aus diesem «realen» Gudeafuss entwickelte sich u. a. der punische Fuss. Um die Rechnung zu verstehen, muss man sich vor Augen halten, dass verschiedene gegebene Längen immer wieder als andere Längen aufgefasst wurden. So kann z. B. ein 16-*digitus*-Fuss als einer zu 18 *digiti* gelesen werden; der einzelne *digitus* wird dann kürzer. Oder man kann zum Fuss die *pygon*, die Einheit zu 20 *digiti*, bilden. Das geschah auch hier:

264,6 mm / 18 × 20 = 294,0 mm.

Der punische Fuss misst in seinem Bestwert 294,1 mm. Seinerseits war er wieder eingeteilt in 16 *digiti* zu je 18,38 mm.

Über die Ableitung des Vindonissa-Fusses berichtet R. C. A. Rottländer im folgenden Artikel ausführlich.

#### *Anwendung des Vindonissa-Fusses*

Selbstredend fanden die Masse Anwendung in allen Gebieten des Lebens. Ob es sich dabei um Normierung von Töpferwaren<sup>20</sup> oder um Architekturen<sup>21</sup> handelt: überall wurde gemessen. So auch bei der Herstellung von Tischen. Ein sehr schönes Beispiel findet sich im Augster Museum. Es ist ein gedrehter Sandsteintisch<sup>22</sup>, der an seiner Unterseite mit verschiedenen Profillinien versehen ist (Abb. 12). Dank der genauen Aufzeichnungen von A. Mutz ist ersichtlich, dass alle Masse sauber in Einheiten des Vindonissa-Fusses ausgedrückt werden können:

<sup>17</sup> Rottländer (wie Anm. 12) 29ff. Ders. hier im Band.

<sup>18</sup> A.a.O. 30ff.

<sup>19</sup> Rottländer (Anm. 11) 43.

<sup>20</sup> Z. B.: H. Holzhausen – R. C. A. Rottländer, Standardization of provincial Roman pottery. IV. The origins of standardization, in: *Archaeometry* 12,2 (1970) 189ff.

<sup>21</sup> Z. B.: W. Heinz, «...mensurarum rationes, quae in omnibus operibus videntur necessariae esse...». Die geniale Architektur des römischen Heilbades von Badenweiler, in: *Arch. Nachr. aus Baden H.* 45, 1991, 13ff. – Ders., Das antike Theater von Augst: Untersuchungen zur Metrologie, in: *Jahresh. d. Österr. Arch. Instituts* 1993 (im Druck).

<sup>22</sup> A. Mutz, Ein gedrehter Sandsteintisch aus Augst, in: *JbAK* 6, 1986, 171ff.

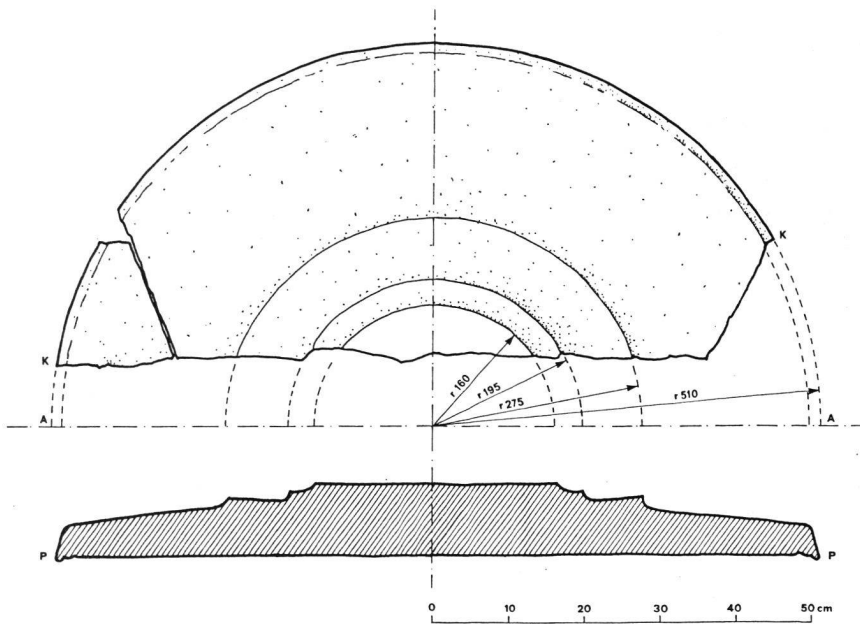


Abb. 12: Gedrehter Sandsteintisch aus Augst, Unterseite und Schnitt (nach Mutz, JbAK 6, 1986, 176, Abb. 6).

Durchmesser zu 1020 mm = 3,5VindF;	Fehler 0,37 %;
Radius zu 160 mm = 8,75dig VindF;	Fehler 0,031%;
Radius zu 195 mm = 10 $\frac{2}{3}$ dig VindF;	Fehler 0,013%;
Radius zu 257 mm = 15dig VindF;	Fehler 0,29 %.

Ein weiteres Beispiel sei genannt. Kürzlich untersuchte A. R. Furger eine ganze Serie von Vorhängeschlossern<sup>23</sup>. Er stellte die Frage nach römischen Normgrößen. Wie die einleitenden Bemerkungen unserer Untersuchung zeigen, ist diese Fragestellung überaus wichtig. Es sind Normgrößen, die verwendet wurden. Aber es ist nicht immer der *pes Romanus*, wie Furger meinte. Nun ist es für jeden, der sich nicht viel mit der antiken Metrologie befasst, schwierig zu wissen, dass ausser dem römischen Fuss auch noch andere Fusslängen gleichzeitig in Gebrauch waren. Wendet man diese Masse auf Furgers Tabellen an mit der Frage, bei welchem der antiken Fussmasse der kleinste Fehler vorliegt, so ergibt sich bei der Betrachtung einer kleinen Statistik von 35 Vorhängeschlossern folgendes Ergebnis:

Gesamtzahl:	35 = 100,00%
davon der <i>pes Romanus</i> als Masse:	18 = 51,43%
und der Vindonissa-Fuss als Masse:	5 = 14,29%

Alle weiteren Zahlen werden kleiner. Nach dem *pes Romanus* steht also bei der Herstellung der Vorhängeschlösser (die übrigens aus weiten Teilen des Imperiums zusammengetragen sind) der Vindonissa-Fuss an zweiter Stelle!

#### Nachleben des Vindonissa-Fusses

Viele antike Masse wurden getreu durch die nachantiken Zeiten tradiert. Darauf weist auch R. C. A. Rottländer im nachfolgenden Artikel hin. Immer wieder stösst man auf mittelalterliche oder neuzeitliche Masse, die einem ptolemäischen Fuss entnommen sind. So findet sich in Rhein-

felden an dem Haus «Zum Massstab» ein Mass mit zwei Skalen, deren obere metrisch, deren untere in Unzen zu 25,4 mm eingeteilt ist. 12 dieser Unzen ergeben einen Fuss von 304,8 mm. Dies ist erkennbar der 16-*digiti*-Fuss der Grossen Ptolemäischen Elle zu 28 *digiti*, dessen Bestwert bei 304,6 mm liegt. Dieses Fussmass hat sich bis heute gehalten: Es ist der englische Fuss, der mithin eine mehr als zweitausendjährige Tradition verkörpert. So wundert es denn auch nicht, dass das Rheinfelder Mass zwei Reissnadeln aufweist. Es ist ein Tuchmass, dafür gedacht, englische Stoffe und deren Masse metrisch erfassen zu können.

In ähnlicher Weise hat sich auch das Vindonissa-Fussmass erhalten. In Assisi, der Stadt des Heiligen Franz, finden sich am Turm des Palazzo del Popolo (neben dem antiken Minerva-Tempel) etliche Masse (Abb. 13). Es sind Längen- und Ziegelmasse, teils beschriftet für Wolle, Seide usw. Ausweislich der beigegebenen Inschrift datieren diese Masse in das Jahr 1349. Das Metallmass links oben, durch Kerben in drei gleiche Teile geteilt, misst in seiner ganzen Länge 512 mm. Fassen wir dieses Mass einmal als grosse Elle auf, so gilt folgende Rechnung:

$$512 \text{ mm} / 28 = 18,28571 \text{ mm.}$$

Dies ist ein berechneter Wert, der dem *digitus* des Vindonissa-Fusses mit 18,28 mm sehr nahe kommt. Die Prüfung berechnet sich so:

$$18,28 \text{ mm} \times 28 = 511,84 \text{ mm.}$$

511,84 mm und 512 mm unterscheiden sich statistisch nicht mehr; der Fehler liegt bei 0,03%. Das bedeutet, dass dieses Mass des 14. Jhs. in Assisi ganz getreu den Vindonissa-Fuss wiedergibt! Es ist ein einzelnes Mass in seiner Gesamtlänge, also nicht eine Teilstrecke oder anderes. Daher

<sup>23</sup> A. R. Furger – W. Hürbin – S. Falchi, Eiserne Vorhängeschlösser aus Augusta Raurica. Untersuchungen zu ihrem Aufbau und ein Rekonstruktionsversuch, in: JbAK 11, 1990, 153ff.



Abb. 13: Assisi (Italien). Mittelalterliche Masse am Turm des Palazzo del Popolo. Das metallene Mass links oben ist die grosse Elle zum Vindonissa-Fuss.

ist es zweifelsfrei, dass hier tatsächlich eine etwa dreizehnhundertjährige Tradition auf den Bruchteil eines Millimeters eingehalten wurde.

Zu ähnlich aufregenden Ergebnissen führt ja auch die Betrachtung der Berner Fusses in Rottländers anschliessendem Artikel. Der Vindonissa-Fuss wird getreu über das Mittelalter hinaus bis in die Neuzeit tradiert!

Es ist ein Glücksfall, dass im Vindonissa-Museum gleich vier Exemplare jenes Fussmasses ruhen, das bislang nur als ?-Mass bekannt war. Die reichhaltige Anwendung dieses Masses in der Antike und die klar erkennbare Kontinuität über das Mittelalter bis in die Neuzeit lassen es geraten erscheinen, dem ?-Mass einen würdigen Namen zu geben: das Vindonissa-Fussmass.

#### Abbildungsnachweis

Abb. 1–3: Fotos Th. Hartmann, Brugg.

Abb. 4–11: Zeichnungen B. Meister, Brugg.

Abb. 12: Nach A. Mutz, JbAK 6, 1986, 176, Abb. 6.

Abb. 13: Foto: Verfasser.

