

Römische Wasserhähne

Autor(en): **Kretzschmer, Fritz**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Jahrbuch der Schweizerischen Gesellschaft für Urgeschichte =
Annuaire de la Société suisse de préhistoire = Annuario della
Società svizzera di preistoria**

Band (Jahr): **48 (1960-1961)**

PDF erstellt am: **27.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-114702>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Römische Wasserhähne

Von Fritz Kretzschmer

Mit 8 Abbildungen und 6 Tafeln

Allgemeines

Alle römischen Absperrarmaturen sind Hähne aus Bronzeguß. Nicht, weil man keine Schieber oder Spindelventile hätte herstellen können. Gewiß, es wäre schwierig gewesen. Das war aber nicht der eigentliche Grund. Der Grund war der geringe Wasserdruck. Die Höhe der Zwischentürme (*castella divisoria* oder *dividicula*) (Tafel 9 B), die das Wasser an die Einzelverbraucher verteilten, überstieg kaum irgendwo 5–6 m. Diese Höhe erzeugt einen Wasserdruck von 0,5–0,6 kg/cm². Für so niedrigen Druck reichen Hähne aus. Schieber und Schraubventile sind unnötig. Das ist noch heute so. Auch wir verwenden für Niederdruck, insbesondere sogar für das schwer abdichtbare Gas, ja fast ausschließlich den einfacheren und billigeren Hahn.

Die Lichtweiten der bleiernen Wasserleitungsrohre waren genormt und damit auch die Anschlußweite der Armaturen. Sextus Julius Frontinus (um 100 n. Chr.) hat uns solch eine Normtabelle hinterlassen. Man nannte das damals *commentarius*. Die Römer fabrizierten Hähne von einer Lichtweite von 12 mm bis zu erstaunlichen Größen. In Ostia sieht man in der Hauptversorgungsleitung einen solchen von 300 mm. Ein wahres Ungetüm!

Die Fertigung

Die Armaturen waren billige Massenware. Man sparte nirgends damit. Abb. 8 und Tafel 10 A geben Zeugnis davon, wie freigebig man sie verwendete. Die Funde gehen in die Hunderte. Zweifellos wurde diese Massenware nicht von einzelnen Handwerkern, sondern in regelrechten Fabrikationsbetrieben hergestellt. Also ähnlich, wie der durch seine Fabrikbilder bekannte Großindustrielle und Brotfabrikant Eurysakes in Rom seine Brotfabrikation organisiert hatte. Allein schon Einrichtung und Ausrüstung einer Armaturenfabrik verlangten einen großkapitalistischen Rahmen. Gehörten doch dazu Bronzegießerei, Gußputzerei, Schmiede, Dreherei, Werkzeugmacherei und schließlich Löterei und Bleischweißerei. Das alles zusammen mit Materialeinkauf, Buchhaltung, Verkaufsbüro usw. mutet durchaus modern an, und man muß sich das auch so vorstellen, wenn auch die primitiven Drehbänke und Bohrvorrichtungen Fußantrieb hatten und mit heutigen Werkzeugmaschinen kaum Ähnlichkeit besaßen.

Die Normalkonstruktion

Die industrielle Massenfertigung hatte zu einem einheitlichen Konstruktionsschema geführt. Es war das gleiche im ganzen Römerreich und hielt sich unverändert von republikanischer Zeit bis zum Untergang des Imperiums. Wie in so vielen Dingen bricht die Kontinuität der antiken Technik mit dem Ende des Altertums und dem Aufkommen der fränkisch-germanischen Reiche plötzlich ab.

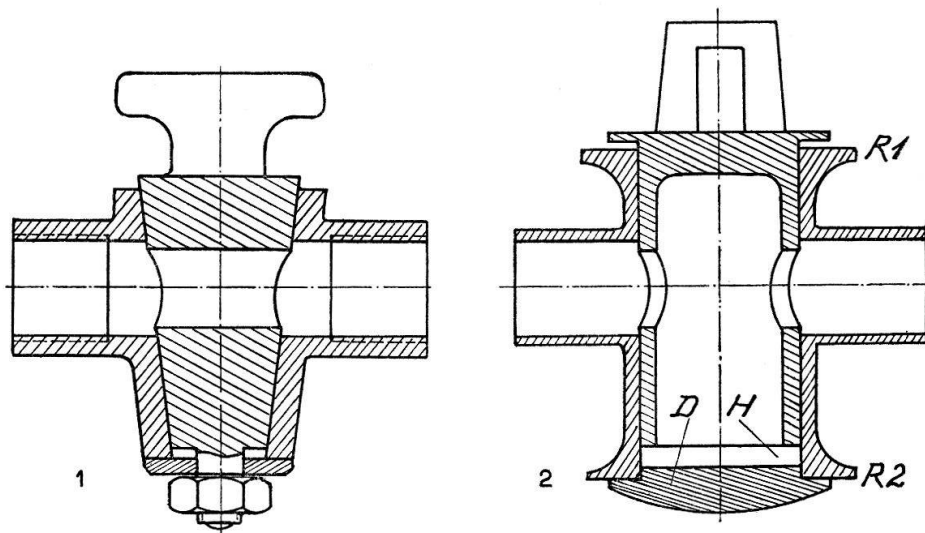


Abb. 1. 1 Schema eines modernen Hahnes. – 2 Schema der römischen Normalkonstruktion.

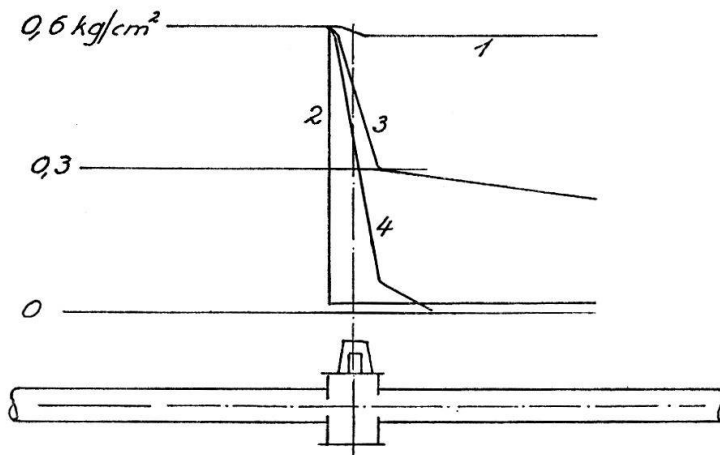


Abb. 2. Druckverlauf im antiken Hahn. 1 Durchgangshahn, 2 Auslaßhahn geschlossen, 3 Auslaßhahn geöffnet, 4 Zapfhahn.

Ich bespreche die antike Normalkonstruktion. Wir betrachten zunächst einen modernen Gas- oder Wasserhahn (Abb. 1, 1). Der Körper ist von oben bis unten kegelig durchbohrt. Der Kegel ist bis auf das Querloch massiv. Er wird von oben in den Körper eingeführt. Eine Schraube mit einer Unterlagscheibe zieht ihn nach unten und hält ihn fest. Ganz anders die römische Normalkonstruktion (Abb. 1, 2). Der Einsatz ist unten offen. Der Körper erhält zunächst wie bei uns eine durchgehende Bohrung. Aber nach der Bearbeitung wird sie unten durch einen eingelöteten Deckel D verschlossen. Der Guß ist oft auffallend dünnwandig. Die Ringwülste R1 und R2 versteifen und sichern ihn gegen Verspannung beim Abdrehen auf der Drehbank, namentlich aber gegen Krummziehen durch ungleichmäßige Erwärmung, wenn er bei der Montage in die bleierne Rohrleitung eingelötet wurde. Das muß sehr wichtig gewesen sein. Die Wülste fehlen nie. Sie sind sozusagen das Wahrzeichen aller römischen Hähne.

Der Deckel D hatte natürlich den Zweck, Undichtigkeitsverluste aus dem unteren Teil des Hahnes unmöglich zu machen. Aber dieser Verschluß führt zu unerwarteten Folgerungen. In ihnen liegt der grundsätzliche Unterschied zwischen dem antiken und dem modernen Konstruktionsgedanken.

Durchgangshähne

Wir müssen unterscheiden zwischen Durchgangshähnen und Auslaßhähnen. Als Durchgangshähne bezeichne ich solche, hinter denen die Wasserleitung sich fortsetzt. Meistens in mehrere Zweige, in denen dann noch einzelne kleinere Absperrhähne folgen.

Die Durchgangshähne dienen meist zum Absperrn von größeren Hauptleitungen. Sie sind daher in der Regel selber sehr groß. Meist über 50 mm Anschlußweite. Sind die dahinter geschalteten Abzweigrohre geschlossen, liegt auf dem Hahn von beiden Seiten der volle Wasserdruck von $0,6 \text{ kg/cm}^2$. Er verläuft nach der Kurve 1 in *Abb. 2*. Haupt-hähne konnten auch in den Leitungen vor den 6 m-Türmen sitzen. Ich spreche darüber später. Dann war der Druck noch höher. Er herrscht auch in dem Hohlraum H über dem Deckel D. Hat der Hohlraum H wie z. B. der mittelgroße Hahn der *Abb. 3* und *Tafel 5* einen Durchmesser von 10,4 cm und damit eine Fläche von 85 cm^2 , so übt der Wasserdruck schon eine nach oben pressende Kraft von $85 \times 0,6 = 51 \text{ kg}$ aus. In einem Hahn von der größten Normweite von 229 mm (römische Rohrnorm Centum vicenum) stieg sie auf 240 kg. Die Kraft ist ungeheuer. Sie will den Einsatz nach oben aus dem Gehäuse herauspressen. Irgendeine Vorrichtung muß dafür gesorgt haben, sie aufzufangen.

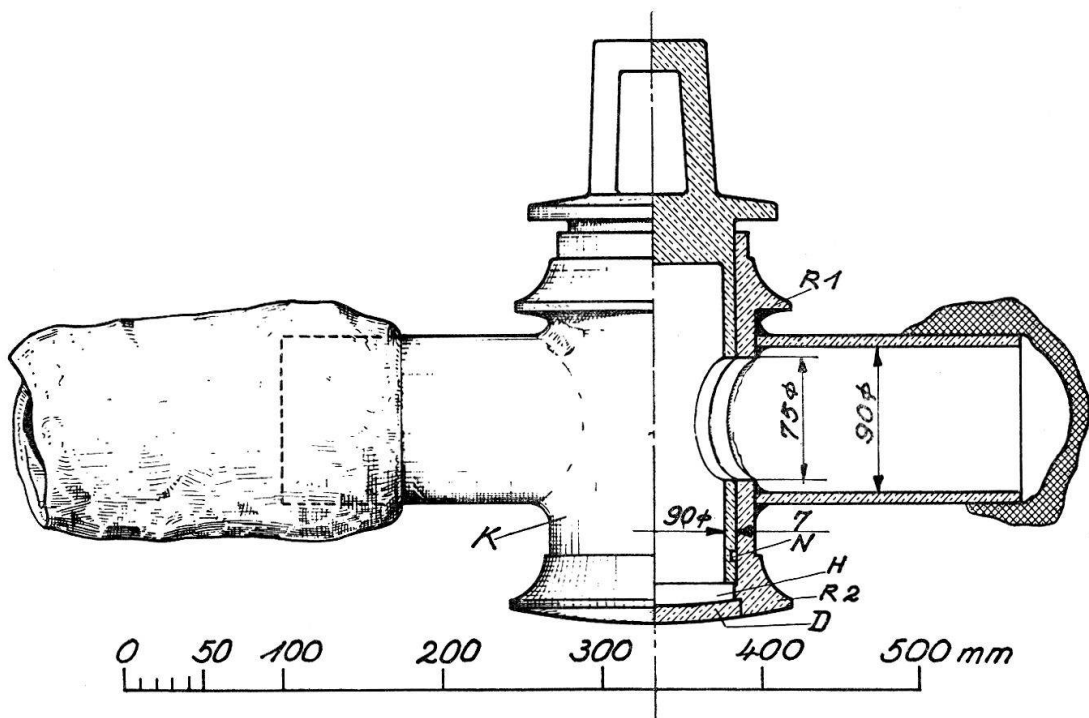


Abb. 3. Durchgangshahn 90 mm aus dem Nemisee. K Körper, R1, R2 Ringwülste, N Nut, H Hohlraum, D Deckel (vgl. *Tafel 5*). – Maßstab 1:6.

Wie sah diese Vorrichtung aus? In *Abb. 3* sieht man eine Nut N, die in den Einsatz eingedreht ist. Ich vermute, daß ein durch den Körper hindurchgebohrter Stift in sie eingriff und so den Einsatz an einer Verschiebung nach oben hinderte.

An großen Haupthähnen sind mir selber außer dem vom Nemisee (*Tafel 5*) noch ein solcher von etwa 150 mm Anschlußweite aus Pompeji bekannt, jetzt in der technologischen Rumpelkammer des Nationalmuseums in Neapel. Ferner ein anderes Stück von etwa 200 mm im Museum in Ostia und schließlich der schon erwähnte Hahn von etwa 300 mm in situ in der via decumana in Ostia. Es wäre wissenswert, ob diese Hähne eine Sicherung ähnlich wie auf *Abb. 3* gehabt haben. Ich selber habe versäumt, bei der Autopsie darauf zu achten.

Eine besondere Bemerkung verdient die Anlage beim Hause des Loreius Tiburtinus in Pompeji. Die Hochdruckleitung kam mit etwa 1–2 kg/cm² von dem hochgelegenen Wasserschloß an der Porta Vesuviana. Ein unter dem Bürgersteig verlegter Strang speiste den 6 m hohen Zwischenwasserturm des Loreius. In diesem Strang saßen ein Filter (?) und ein Durchgangshahn von etwa 50 mm Anschlußweite. Der Hahn stand somit nachweislich immer unter einem Druck von mindestens 0,6 kg/cm². Der Privatturm des Loreius wurde 1944 durch amerikanische Bomben zerstört. Die Rohranlage ist heute noch in situ sichtbar.

Damit noch nicht genug des Merkwürdigen. Jene Sicherung kann den Einsatz wohl daran hindern, daß er sich völlig löst. Sie zieht ihn aber nicht wie die moderne Schraube in *Abb. 1*, 1 kraftschlüssig nach unten. Ist der Einsatz ein Kegel und kann er in der Kegelbohrung auch nur um eine Winzigkeit nach oben weichen, schwebt er lose im Körper. Das Wasser spritzt oben hinaus. Das kann jene starre Sicherung nicht verhüten. Folgerung: Ein verjüngter Kegel ist für Haupthähne undenkbar. In der Tat hat denn auch der Hahn der *Abb. 3* einen zylindrischen Einsatz. Er war zweifelsfrei ein Haupthahn, bewiesen durch die als T-Stück ausgebildete Verzweigung hinter seinem Ausgang (*Tafel 5 B*).

Daraus ergibt sich aber wieder eine neue Überraschung. Einen verjüngten Kegel kann man mit Schmirgel dichtend einschleifen. Einen zylindrischen Einsatz nicht. Er muß auf der Drehbank passend auf Maß gedreht werden. Eine druckdicht schließende Passung erfordert nach den internationalen ISA-Normen eine Genauigkeit, die nach Hundertstelmillimetern rechnet. Eine so feine Maschinenarbeit erscheint der Vorstellung, die der Laie von der antiken Technik hat, schlechterdings unglaublich. Und doch muß der Römer sie beherrscht haben.

Das hier benützte Beweisstück aus dem Nemisee (*Abb. 3 und Tafel 5*) ist zugleich der besterhaltene Hahn, den das Altertum uns hinterlassen hat. Der Hahn lag 1900 Jahre lang auf dem Grunde des Nemisees in den Albanerbergen unweit Roms. Die Sumpf-atmosphäre hat ihn konserviert. Sie hat ihn so gut konserviert, daß einzig bei diesem Stück der Einsatz nicht festgefressen ist, sondern sich noch aus dem Hahnkörper lösen ließ. Er läßt sich heute noch drehen und schließt wohl auch heute noch dicht. Mit der stattlichen Anschlußweite von 90 mm muß der Hahn schon einer wichtigen Hauptleitung gedient haben. Zugleich verkörpert er in interessantester Weise die römische

Normalkonstruktion nach *Abb. 1, 2*. Das Gehäuse überrascht durch die Sauberkeit des Präzisionsgusses.

Auslaßhähne

So nenne ich solche, hinter denen die Leitung ins Freie mündet. Das Rohr kann sich hinter der Armatur noch 1 oder 2 m weit, beispielsweise bis in die Düse eines Springbrunnens fortsetzen. So ist es auf *Tafel 10 A*. Der Hahn kann aber auch unmittelbar das Ende der Leitung bilden. Dann haben wir einen Zapfhahn vor uns (*Tafel 6 A*). Auslaßhähne sind verständlicherweise immer solche von kleiner Lichtweite. Man beachte das!

Auch alle normalen Auslaßhähne waren wie in *Abb. 1, 2* unten durch den Deckel D geschlossen. Das Kräftespiel ist aber ganz anders als im Durchgangshahn. Ist der Hahn geschlossen, verläuft der Druck nach Linie 2 der *Abb. 2*. Vor ihm steht der volle Leitungsdruck. Dahinter ist er Null. Öffnet man jetzt, so fällt der Druck in dem engen Querschnitt des Hahnes vom Vordruck bis auf den dahinter herrschenden Atmosphärendruck. Sein Verlauf folgt nunmehr der Kurve 3 in *Abb. 2*. Im Hohlraum H stellt sich ein mittlerer Druck ein. Man kann ihn auf ungefähr 0,3 kg/cm² schätzen. Dadurch und infolge des kleinen Querschnittes erzeugt er nur eine geringe aufwärtstreibende Kraft. Für 20 mm Ø errechnen sich 0,9 kg. Der Einsatz konnte bei strenger Passung von selbst hinreichend haften. Eine Sicherung gegen Hinausfliegen war nicht nötig. Wir finden sie nirgends. Aber wie war der Einsatz? Kegelig wie heute oder zylindrisch wie bei den Haupthähnen?

Die Antwort ist heikel. Bei allen Fundstücken haftet der Einsatz, eine Wirkung der Jahrhunderte, unlösbar fest im Körper. Dadurch ist eine Beobachtung und Messung unmöglich. Trotzdem nehme ich an, daß die Einsätze kegelig waren. Ich stütze mich auf vier Argumente.

1. Der Römer beherrschte die Kunst der konischen Bohrung. Beweis sind die später zu besprechenden *Abb. 4, 2* und *Tafel 7*.

2. Kannte man diese Kunst, so ist anzunehmen, daß der römische Armaturenfabrikant die durch Einschnürgeln leicht und billig herzustellende Kegeldichtung der schwierigen Zylinderpassung dort vorzog, wo die aufwärts gerichtete Kraft es erlaubte.

3. Der Druck im Auslaßhahn war zwar gering, wie Linie 3 der *Abb. 2* es nachweist. Aber er war nicht völlig null. Zumal, wenn jemand mutwillig den Finger auf den Ausfluß hielt. Der Einsatz mußte also stramm sitzen. Damit er stramm saß, mußte der Kegelwinkel sehr schlank sein. A. Mutz hat an der Kegelbohrung des Hahnen von Petinesca einen (*Tafel 7 und Abb. 5*) Winkel von 2° gemessen. War der Kegel schlank, so ließ er sich schwer drehen. Die Betätigung erforderte einen kräftigen Schlüssel. Das war ein vierkantiger langer Hebel. Er wurde in den auf fast allen Bildern sichtbaren Hohlvierkant hineingesteckt. In der Tat sehen wir, daß dieser hohle Vierkant überall auffallend robust und plump ausgebildet ist. So robust, daß er auf dem oft zierlichen Hahn unproportioniert wirkt. Diese Tatsache scheint mir dafür zu sprechen, daß man Kegel, und zwar sehr schlanke Kegel benutzte.

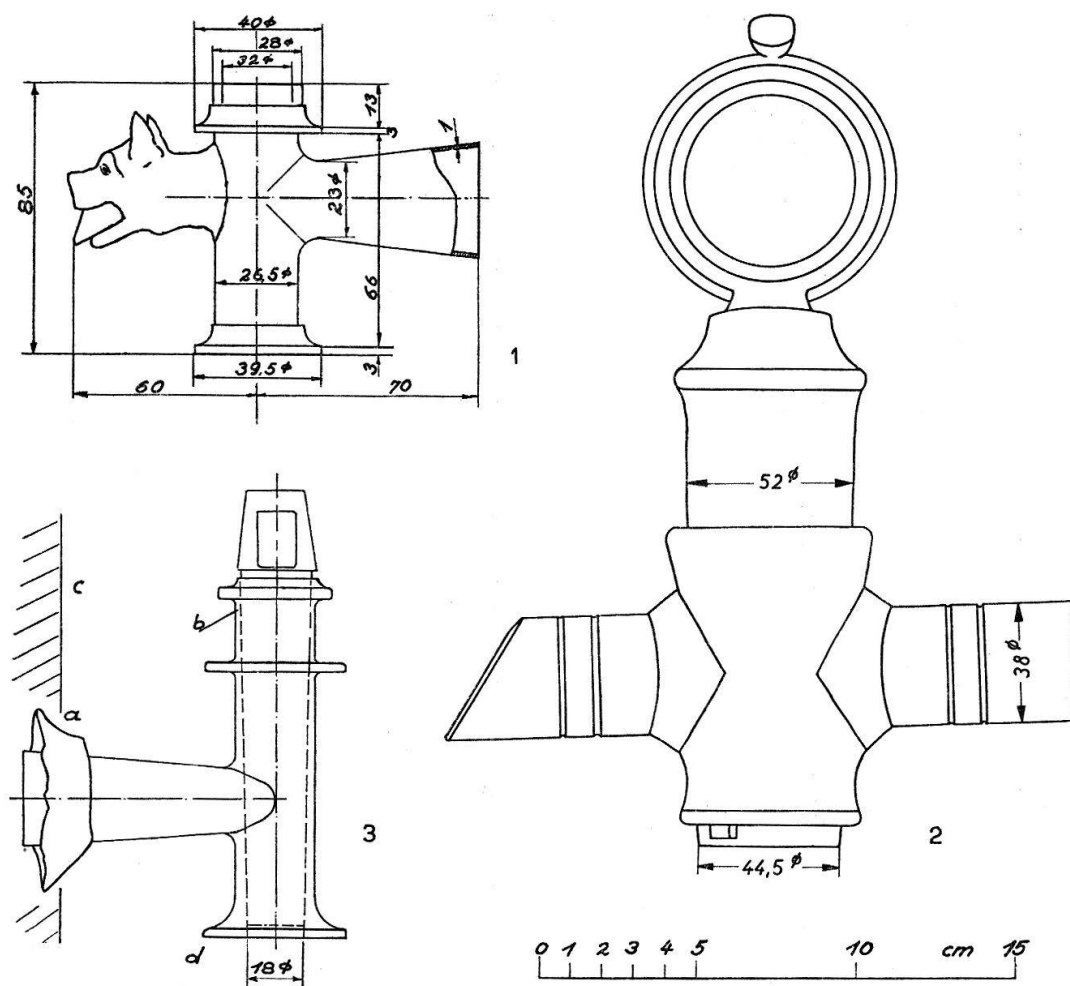


Abb. 4. Römische Hähne. 1 Zapfhahn aus Besançon (vgl. *Tafel 6 B*). 2 Anormaler Zapfhahn 30 mm. 3 Rechtwinkliger Zapfhahn aus Pompeji. – Maßstab 1:3.

4. Es gibt auch ein *argumentum e contrario*. Das ist *Tafel 6 A*, 2¹. Es ist ein eigentlicher Zapfhahn. Im Zapfhahn ist der Innendruck fast ganz Null. Er verläuft nach Kurve 4 der *Abb. 2*. Dann kann der Kegelwinkel größer sein. Größerer Kegelwinkel dreht sich leicht. Man braucht nicht den langen Vierkantschlüssel. Ein verzierter Handgriff genügt.

Der Schlüssel wurde übrigens nur zur Betätigung des Hahnes eingesteckt. Danach wurde er abgezogen und getrennt aufbewahrt. Deshalb hat sich nicht ein einziger Hahn mit aufgesetztem Schlüssel erhalten. Wir wissen nicht, wie dieser aussah. Nur daß er sehr groß gewesen sein muß. Im Nationalmuseum in Neapel sah ich eine Sammelkiste mit einem ungeordneten Haufen von etwa 40 Hähnen. Sie stammen wohl aus Pompeji. Mit freundlicher Genehmigung der Direktion durfte ich in dieser Kiste wühlen. Darin kamen einige Hähne zum Vorschein, zu denen der bedienende Sklave offenbar den passenden Schlüssel verloren hatte. Was tat er? Er nahm ein beliebiges schwächeres Stück Eisen, um den Hahn zu betätigen. Dabei bog das Eisen sich krumm, und der Mann brachte es nun nicht mehr aus dem Vierkant heraus.

¹ F. Kretzschmer, *Technik und Handwerk im Imperium Romanum*. VDI-Verlag, Düsseldorf 1958, 31 (Abb. 52/53).

Sonderformen

Tafel 6 A, 1 und 2 sind eigentliche Zapfhähne mit angefügtem Wasserspeier, dem sogenannten *epitonium*. Eine gleiche, wohl gallorömische Arbeit, vermutlich aus früher Kaiserzeit, ist *Abb. 4, 1* und *Tafel 6 B*, jetzt im Museum in Besançon. Der Hahn war offenbar angeschlossen an ein Rohr von etwa 30 mm Weite. Sein freier Durchgang beträgt aber höchstens 15 mm. Laut Autopsie glaube ich, daß der Einlaufstutzen an den Körper angegossen ist. Der Stutzen hat eine Wandstärke von nur 1 mm und zeugt somit von hohem gießerischem Können. Die Konizität konnte nicht festgestellt werden, weil der Einsatz noch im Körper steckt. Er ist oben abgebrochen. Die Spuren deuten auf den üblichen Hohlvierkant.

Außergewöhnlich ist *Abb. 4, 2*². Ich fand das Stück in der erwähnten Sammelkiste. Alle Hähne in dieser Kiste verkörperten den Normaltyp der *Abb. 1, 2*. Ein einziger bildete eine Ausnahme. Er nimmt in allem unsere moderne Konstruktion der *Abb. 1, 1* vorweg. Es ist der einzige mir bekannte Römerhahn, dessen Körper unten offen ist. Der als Vollkörper gebildete Kegel schaut unten hervor. Ein Splint verhindert ähnlich wie die moderne Schraube in *Abb. 1, 1* die axiale Bewegung. Auch das ist einzigartig. Der Hahn ist ein Zapfhahn, kenntlich an dem schräg abgeschnittenen *epitonion*. Dem entsprechend und weil das Gehäuse unten offen ist, unterliegt er keinem axialen Wasserdruck. Er erlaubte somit einen stumpfen Kegelwinkel. In der Tat verjüngt der Kegel sich von 52 auf 44,5 mm Ø. Ein stumpfer Kegel läßt sich leicht drehen. Er braucht nicht den schweren Vierkantschlüssel. Unser Fundstück hat denn auch statt dessen einen leichten, in Ringform verzierten Handgriff. Kann man dieses außergewöhnliche Fundstück nicht als eine überraschende Bestätigung der hier entwickelten technischen Hypothesen ansehen? Als außergewöhnlich manifestiert sich das Stück übrigens auch durch die nur angedeuteten Ringwülste und den weit nach oben über den Körper hinaus verlängerten Einsatz. Gleiches sehen wir nur noch in *Tafel 6 A, 2*.

Eine seltene Form ist auch der Eckhahn (*Abb. 4, 3*)³. Das Stück ist zweifellos ein richtiger, aus der Wand kommender Zapfhahn. Also in Anordnung und Gebrauch ähnlich den Wasserhähnen, wie wir sie über Waschbecken haben. Man sieht das an dem Bleirohrrest bei *a*. Er steckte vermutlich in der Mauer *c*, während die Mündung *d* durch den nach unten offenen Einsatz in ein darunter befindliches Becken ausgoß. Infolgedessen entfällt jeder nach oben auf den Einsatz wirkende Druck. Deswegen nehme ich an, daß er kegelförmig ist und habe ihn so in *Abb. 4, 3* eingezeichnet. Messen konnte ich den Kegelwinkel nicht. Ich halte ihn für schlank, also schwergängig, weil der Hahn mittels Vierkantschlüssel betätigt wurde. Bemerkenswert ist die dünne Wandstärke des Präzisionsgusses bei *b*. Der Hahn hat eine Anschlußweite von etwa 25 mm, während sein freier innerer Querschnitt nur 12 mm betragen haben mag. Daraus errechnet sich nach dem Bernoullischen Gesetz für einen Druck von 0,6 kg/cm² und unter Annahme eines volumetrischen Wirkungsgrades von 60 % eine Ausflußmenge von 45 l/min. Das

² Herr M. Oliva vom Museo Nazionale war so freundlich, die in *Abb. 11* wiedergegebene Zeichnung für mich anzufertigen. Mein Dank sei ihm auch hier erstattet.

³ Der Hahn befindet sich als Nr. 1921/4 in Vitrine 17 des Antiquariums in Pompeji.

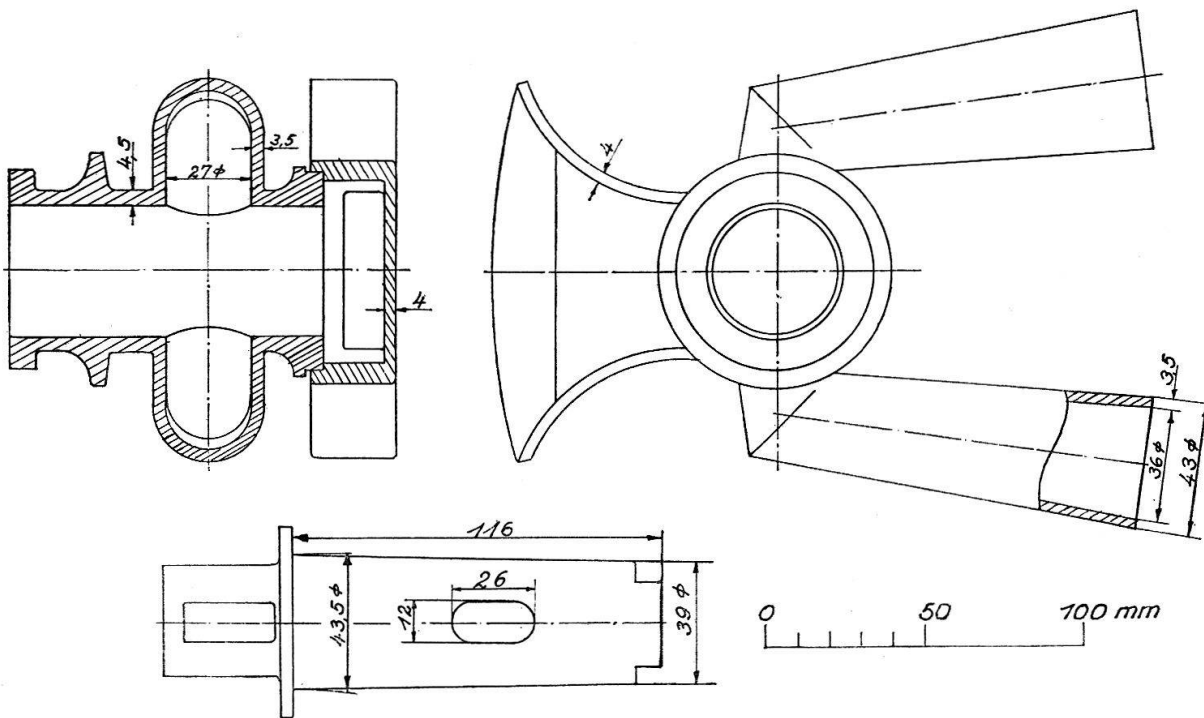


Abb. 5. Umschalthahn aus Petinesca, vervollständigt (vgl. *Tafel 7*). – Maßstab 1:3.

bedeutet: man konnte aus dem Hahn in einer Minute etwa $4\frac{1}{2}$ Eimer voll Wasser füllen. Das gibt einen Anhalt, wofür man sich die Verwendung der Armatur etwa zu denken hat. Zweifellos diente sie einem reinen Haushaltszweck.

Etwas ganz Eigenartiges sind die beiden Umschalthähne auf *Abb. 5 und 6, Tafel 7 und 8*⁴. Es sind die einzigen Konstruktionen dieser Art, die meines Wissens bisher bekannt geworden sind. Der eine Hahn wurde im römischen Petinesca gefunden und liegt jetzt im Museum Schwab in Biel (Schweiz). Der andere stammt aus der Römersiedlung Arae Flaviae und ist im Museum in Rottweil (Schwarzwald). Fundumstände und Datierung sind unbekannt. Beide Stücke sind aber wohl in die Zeit vor den Alamanneneinfällen, also vor 250 n. Chr., zu setzen.

Beim Bieler Fund fehlt der Einsatz; beim Rottweiler Stück ist die Schnauze, das *epitonium*, abgebrochen. Dadurch ist der Einsatz freigelegt und so lassen sich beide Exemplare durch gegenseitige Ergänzung mit einiger Wahrscheinlichkeit rekonstruieren. Das ist in *Abb. 5 und 6* geschehen.

Beide Hähne sind, wie gesagt, Umschalthähne. Vermutlich zur Speisung einer Badewanne mit kaltem und warmem Wasser. Stand der Einsatz wie in *Abb. 6* links oben gezeichnet, so kam aus dem rechten Anschluß beispielsweise warmes Wasser. Drehte man den Vierkantschlüssel um 90° , so waren beide Zuflüsse abgesperrt. Drehte man ihn um weitere 90° , kam kaltes Wasser aus dem linken Rohranschluß. Man konnte also nur entweder warm oder kalt zapfen. *Abb. 6* links unten überzeugt leicht davon. Die Konstruktion ist also keineswegs die gleiche, wie die uns heute geläufige sogenannte

⁴ Die Funde wurden veröffentlicht und besprochen von Alfred Mutz in «Urschweiz» 1958, Nr. 2.

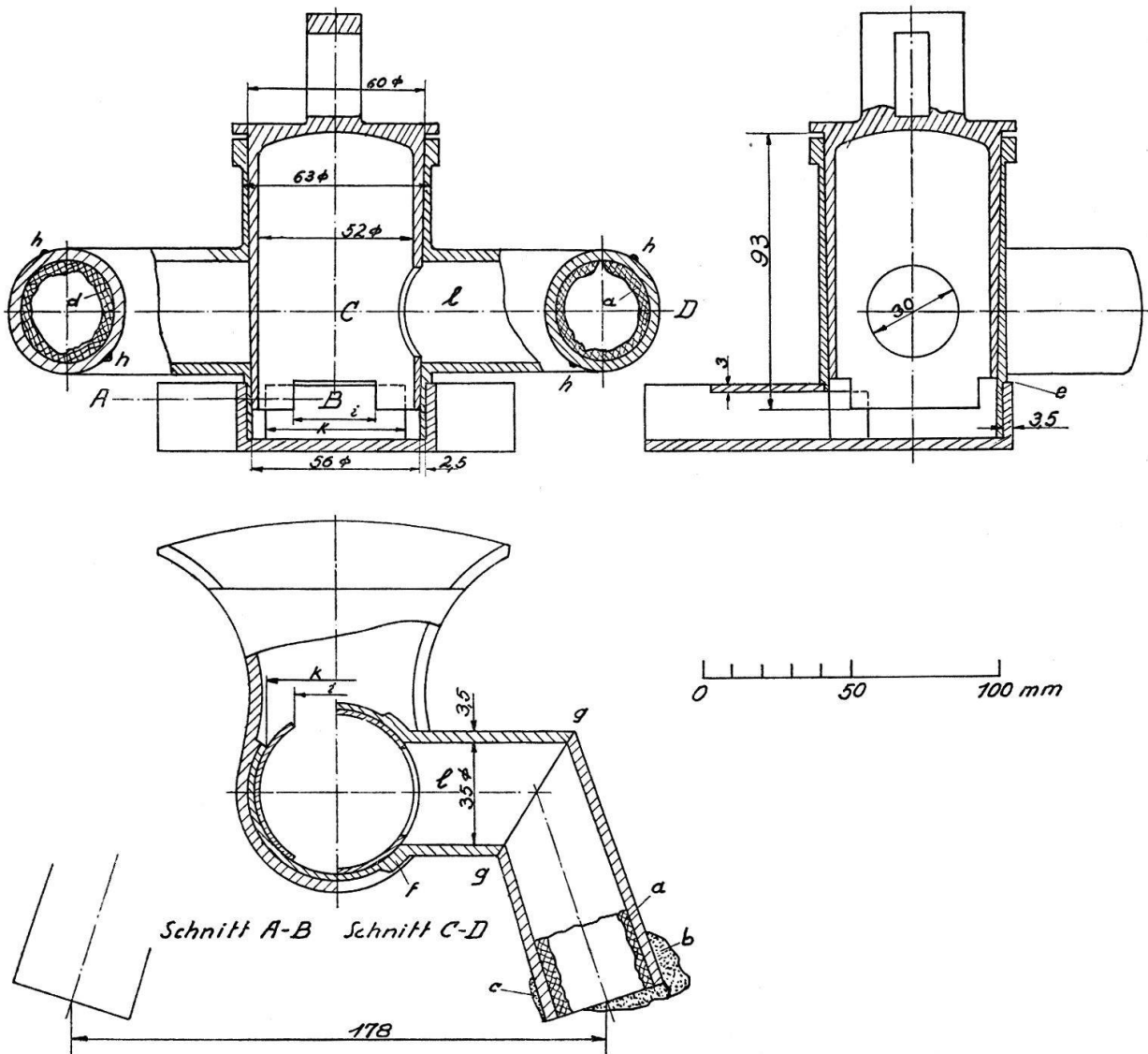


Abb. 6. Umschalhahn aus Rottweil, vervollständigt (vgl. *Tafel 8*). – Maßstab 1:3.

Mischbatterie. A. Mutz hat sie als solche zu deuten versucht. Nähere Überlegung läßt unschwer erkennen, daß grundsätzlich ein Mischvorgang immer zwei Absperrorgane erfordert.

Beide betrachteten Bauformen sind aus der Normalkonstruktion der Durchgangshähne entwickelt. Beide haben die kennzeichnenden oberen Versteifungswülste. Das Bieler Stück sogar deren zwei. Da das Wasser unten drucklos ausfließt, entsteht keine aufwärts treibende Kraft. Bohrung und Einsatz sind daher kegelig. A. Mutz maß in der Bohrung des Bieler Hahnes einen Kegelwinkel von 2° . Ganz richtig betont er, daß dieses Maß sehr schlank ist und der Einsatz deshalb schwer ging. Er mußte somit mittels Vierkantschlüssels betätigt werden. Die Reste des Vierkants läßt der Rottweiler Fund noch erkennen. Die dünne Wandstärke beider Stücke zeugt von vollendeter Gießereitechnik. Ich habe deshalb mehrfach die Materialstärken in beiden Zeichnungen eingetragen.

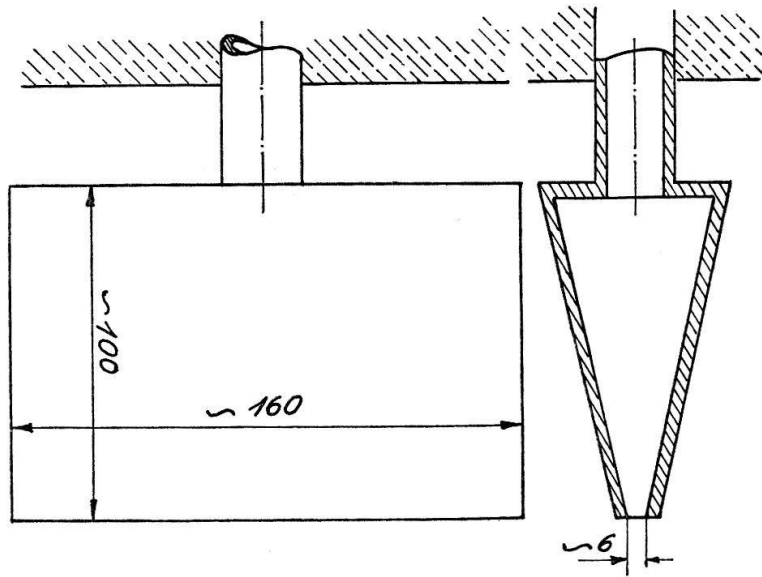


Abb. 7. Epitonium aus Herkulaneum (vgl. *Tafel 9 A*). – Maßstab 1:3.

Nun der Boden. Der untere Versteifungswulst fehlt bei dem Rottweiler Fund. Der Körper ist sogar unten noch dadurch geschwächt, daß er bis auf eine Wandstärke von 2,5 mm dünn gedreht ist. Deshalb ist ja auch in diesem schwächsten Querschnitt das Unterteil abgebrochen (*Tafel 8*). Die fehlende Versteifung wurde dadurch geschaffen, daß ein großes Bodenstück streng passend von unten auf den Körper aufgeschoben und vermutlich dort verlötet wurde. Es war mit der Schnauze, dem epitonium, zu einem Gußstück vereinigt. A. Mutz nimmt an, die Bodenstücke seien mit den epitonia drehbar gewesen. Ich pflichte dem nicht bei. Die so wichtige Versteifung entfiel damit. Und welcher Grund läge vor, den Wasserspeier über einer Badewanne beweglich zu machen? Auch wir heute tun das doch nie. Ich zeige im folgenden einige *epitonia* für Badewannen. Sämtliche sind starr.

Eigenartig ist die Wasserführung im Rottweiler Hahn. Der Kegel hat unten zwei rechteckige Aussparungen *i* (*Abb. 6*). In *Tafel 8* sieht man sie deutlich. (Mutz deutete sie irrtümlich als Begrenzung für einen Anschlag.) Sie gaben den Durchfluß aus dem hohlen Kegel durch gleichfalls flach viereckigen Querschnitt *k* im Bodenstück frei. In *Abb. 6* ist der Kegel in dieser Stellung gezeichnet. Im Bieler Hahn war die Sache grundsätzlich ebenso (*Abb. 5*).

Die Anschlußstutzen waren bei *g-g* (*Abb. 6*) an den gegossenen Hahnkörper mit Schlaglot hart angelötet. Auch sie selber waren aus Bronze gegossen, kenntlich an der bei *h* sichtbaren Gußnaht.

Der Rottweiler Hahn muß jahrzehntelang benutzt worden sein. Der Eingang der Stutzen trägt bei *a* und *d* innen eine dicke Kruste von Kalksinter. Auffallend ist, daß sie nur etwa 3 cm lang ist und dann, wie in *Abb. 6* links unten bei *a* gezeichnet, plötzlich aufhört. Dagegen ist innen bei *l* die hier sehr unregelmäßige rohe Gußoberfläche deutlich spürbar.

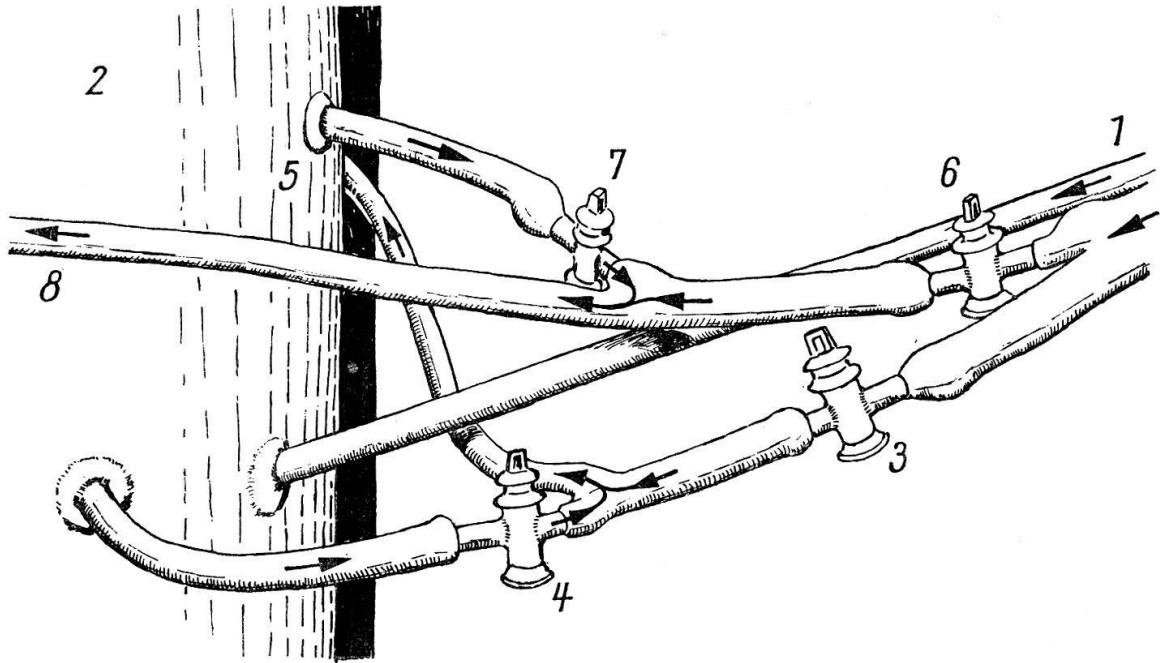


Abb. 8. Mischbatterie aus Bosco Reale (Museo Nazionale Neapel).

Das Badegebäude ist offenbar durch einen Brand bei einem der Alamanneneinfälle vernichtet worden. Das angeschlossene Bleirohr ist bei *c* deutlich abgeschmolzen und danach bei *b* weggebrochen. *b* und *c* sind die Bleireste.

Die Form des *epitonion* war durchdacht. Das Wasser sollte ja nicht unter Druck aus der Wand herausspritzen, sondern beruhigt aus dem Mundstück herunterfallen. Deshalb drosselte man es erst in dem engen Querschnitt *i* und bot ihm dann die breite Verteilungsfläche des Auslaufes. Das war wohl gewöhnlich so. *Abb. 7* zeigt den gleichen Gedanken an dem hahnlosen *epitonium* im kleinen Caldarium der «therme al mare» in Herculaneum. Auf *Tafel 9 A* sieht man das Mundstück in situ. Ein ganz ähnliches Mundstück kennt man aus dem Frigidarium der Stabianer Thermen in Pompeji. Schließlich ist ein solches noch im Frigidarium der dortigen Forumsthermen ebenfalls in situ erhalten.

Bieler und Rottweiler Hahn sind Umschalthähne. Natürlich hatte man auch die schon einmal erwähnten Mischarmaturen. Eine solche zeigen wir auf *Abb. 8*. Sie stammt aus dem Privatbad in Bosco Reale und träumt jetzt verstaubt und vergessen in der technologischen Rumpelkammer des Nationalmuseums in Neapel. Verständlich! Sie hat ja weder archäologischen noch kunstgeschichtlichen, sondern nur technikgeschichtlichen, also in den Augen der zünftigen Wissenschaft keinen Wert.

Links ist der Warmwasserkessel, rechts der Kaltwasserbehälter. Mittels des Kalt-hahnes 6 und des Warmhahnes 7 läßt sich die Temperatur in der Mischleitung 8 ein-regeln. Sie führt zur Badewanne. Ebenso läßt sich ein zweiter Verbraucher 5 durch den Kalt-hahn 3 und den Warmhahn 4 regulieren. Diese Leitung führt zum Labrum.

Die keltischen Bürger von Petinesca und Arae Flaviae waren noch anspruchslose

Leute. Sie begnügten sich mit bronzenen Badezimmerhähnen. Aus Bronze waren auch die Wasserspeier in Pompeji. Sie stammten noch aus der sparsamen «guten alten Zeit». Schon wenige Jahrzehnte später hören wir von Seneca, dem *Laudator temporis acti*, Epist. 86, 4: *Pauper sibi videtur ac sordidus, nisi aquam argentea epitonia fuderunt* («Armselig und dürftig dünkt man sich zu sein, wenn die Wasserspeier nicht aus Silber sind»). Oder Statius (gest. 96 n. Chr.), *Silvae* I, 5, 34: *Nusquam Temesaea notabis aera, sed argento felix propellitur unda* («Nirgends wirst du billige süditalische Bronze bemerken, sondern aus Silber drängt der glückliche Schwall sich hervor»). So wandelten Luxus und Verschwendung in der Kaiserzeit auch die technischen Einrichtungen, die unsere frühen und provinziellen Fundstücke nur in bescheidenen Formen zeigten.

Noch einige Worte zum Wasserdruck. Immer faßte man das in der Überlandleitung, dem Aquädukt, ankommende Wasser an dem höchsten Punkte der Stadt wie auch heutigen Tages in einer Art Wasserturm, dem Wasserschloß, *castellum* oder auch *piscina*. Von hier aus führte man das Wasser nicht etwa durch die Druckleitungen direkt zum Verbraucher. Sondern in den tiefer gelegenen Stadtteilen errichtete man auf Pfeilern abermals kleine Zwischentürme von etwa 6 m Höhe (*Tafel 9 B*). In Pompeji sind sie, zahlreich erhalten, kennzeichnend für das architektonische Stadtbild. Was war ihr Zweck? Man hat viel darüber gerätselt. Ich glaube, unsere Untersuchung löst das Rätsel. In der hügeligen Stadt Pompeji liegt beispielsweise die Via dell'Abbondanza 20 m tiefer als das Wasserschloß an der Porta Vesuviana. Dadurch beträgt der Wasserdruck in dieser Straße 20 m Wassersäule oder 2 kg/cm². Einem so hohen Druck ist die Armaturenkonstruktion mit geschlossenem Boden nach *Abb. 1, 2* nicht gewachsen. Es besteht die Gefahr, daß die Einsätze aus den Hahnkörpern herausfliegen. Man muß den Druck auf 0,6 kg/cm² reduzieren. Das besorgten die 6 m hohen Zwischentürme. Erst aus ihnen bekamen die angeschlossenen Verbraucher ihr Wasser mit einem nunmehr in allen Stadtteilen gleichmäßigen Druck von 0,6 kg/cm². Ihr kleines Reservoir diente außerdem zur Spitzendeckung. Im gut erhaltenen Pompeji ist das System sehr deutlich. Im Hause des Loreius Tiburtinus lernten wir es kennen.

In Nîmes besteht noch das wohlbekannte Wasserschloß. Es liegt mehr als 50 m höher als das Zentrum der Stadt und lieferte somit einen Wasserdruck bis zu 5 kg/cm² und mehr. Die Reduziertürme müssen notwendig vorhanden gewesen sein, wenn auch nicht einer mehr erhalten ist. Ähnlich ist es in Arles. Das in Resten erhaltene Wasserschloß neben der Arena befindet sich wohl 15–20 m höher als die Thermen und Straßen am Rhoneufer. Der Leitungsdruck betrüge somit 1,5–2 kg/cm². Weitere Beispiele sind Vaison la Romaine mit seinem hochgeführten Aquädukt und Trier mit dem hochgelegenen Wasserschloß am Petrisberg(?). Auch Metz mit seinem wohl 12 m hohen Aquädukt bei Jouy les Arches und andere Römerstädte wären daraufhin zu studieren.

Mein Bericht preist die hohe Kunstfertigkeit, die in der antiken Technik sich manifestiert. Dennoch: das von ihr offenbarte handwerkliche Können wurde bis heute nicht übertroffen und nicht verloren. Feinguß und Dreharbeit der Hähne sind Leistungen von hohem Range, entsprechen aber durchaus dem wohlbekannten allgemeinen Stande der antiken Technik.

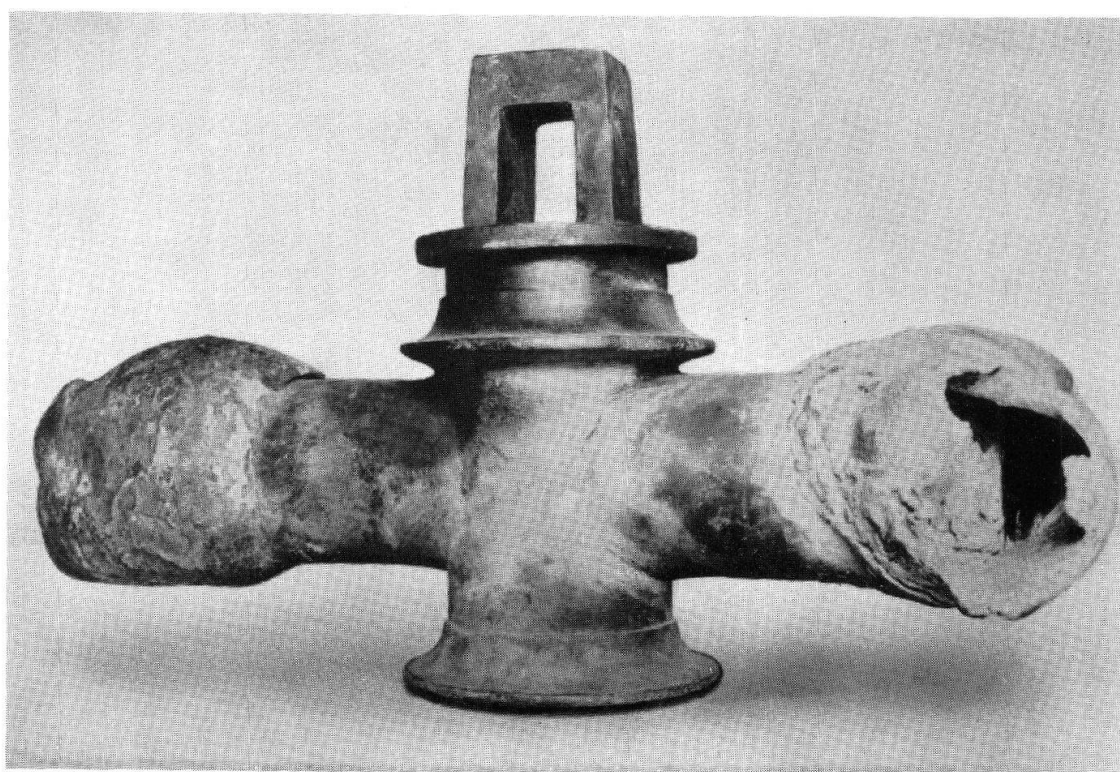
Wunderbar und unerklärlich aber ist es, wie der römische Installateur an der Montagestelle die Schmelzhitze an das Werkstück heranbrachte. Alle Armaturen wurden ja nicht durch Einschrauben, sondern durch Einlöten mit der bleiernen Rohrleitung verbunden. Dafür hatte der Monteur weder Benzinlötlampe noch Schweißbrenner. Die Schwierigkeit muß ungeheuer gewesen sein. Sicher ist es darauf zurückzuführen, daß die Bronze-armaturen selber zwar sauberste Präzisionsarbeit sind, daß die Montagearbeit aber immer ungeschickt, roh und primitiv aussieht. In *Abb. 8* laufen die Rohre wie Kraut und Rüben durcheinander. Auf *Tafel 5* sind die Lötverbindungen mit den Bleirohren formlose, häßliche Wülste. In Pompeji und andernorts sieht man primitive Rohrverlegungen wie die der *Tafeln 10 A und 10 B* zu Dutzenden.

Wie die Armaturen fabriziert wurden, wissen wir leidlich. Wie sie montiert wurden, darüber wissen wir nichts. Vermutet wird viel. Von Berufenen und Unberufenen. Aber Vermuten ist nicht Wissen. Die berufene *Wissenschaft* steht hier noch vor einem Rätsel. Wird sie es lösen?

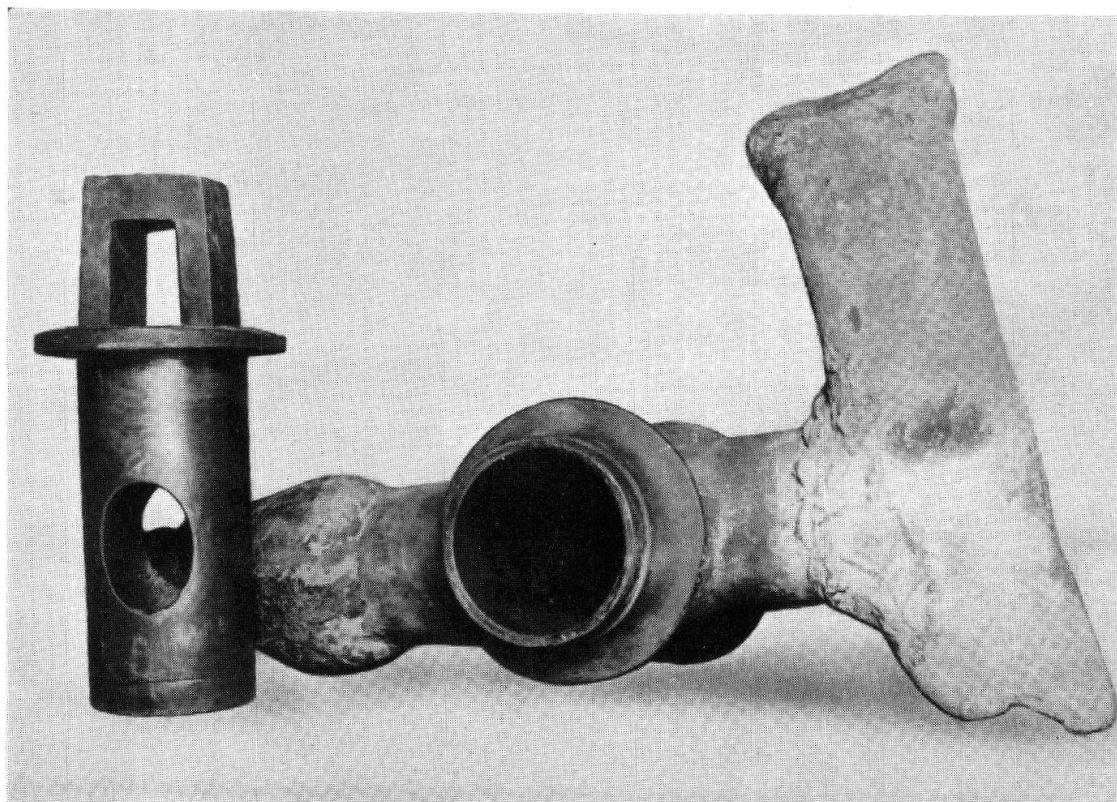
Zum Abschluß dieser Arbeit ist es mir ehrenvolle Pflicht, den Fachgenossen, die mir durch ihre freundliche Unterstützung und lebenswürdiges Entgegenkommen die Durchführung dieser Untersuchung ermöglicht haben, meinen herzlichen Dank auszusprechen. Ich schulde ihn Herrn Dr. Guido Ucelli, dem Erforscher der Nemischiffe, für die Bilder des Nemihahnes und freundschaftliche Empfehlungen an wichtige archäologische Stellen in Italien. Ich schulde ihn ferner Herrn Dott. Soprano und Herrn Professor Della Porte in Pompeji, die mir die dortige Literatur zugänglich machten, und Frau Professor Elia in Neapel, die mir die Besichtigung der hier aufgeführten Fundstücke im Museo Nazionale ermöglichte. Herrn M. Oliva habe ich für die Anfertigung der Zeichnung *Abb. 4, 2* zu danken. Mein Dank gebührt ferner Herrn Prof. Paul Lebel, Dijon, für Nachweis und Foto des Hahnes in Besançon und Herrn Prof. Lerat in Besançon, der mir noch zu unbequemer Tagesstunde zur Besichtigung des dortigen Fundes verhalf. Für den gleichen Dienst und die Überlassung von Literatur bin ich Herrn Bourquin vom Museum Schwab in Biel verpflichtet.

Bildnachweis: *Abb. 1, 2, 4 (1 und 3), 5-8:* Zeichnung Fritz Kretzschmer; *Abb. 3:* Zeichnung G. Ucelli; *Abb. 4, 2:* Zeichnung M. Oliva; *Tafel 5:* Photo G. Ucelli; *Tafel 6 A:* nach F. Kretzschmer, vgl. Anm. 1; *Tafel 6 B:* Photo P. Lebel; *Tafel 7-8:* «Urschweiz» 1958; *Tafel 9-10:* Aufnahme des Verfassers.

Adresse des Autors: Dr. ing. Fritz Kretzschmer, Salierstraße 31, Düsseldorf-Oberkassel.

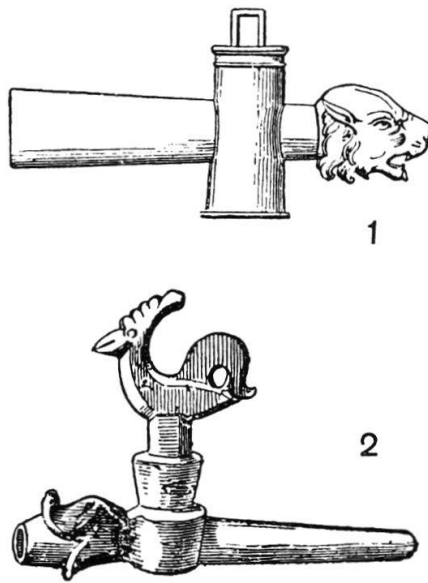


A



B

Tafel 5. Durchgangshahn 90 mm aus dem Nemisee, um 30 v. Chr. A Ansicht, B zerlegt. — Maßstab:
A ca. 1:5, B 1:6 (vgl. *Abb. 3 auf S. 52*).



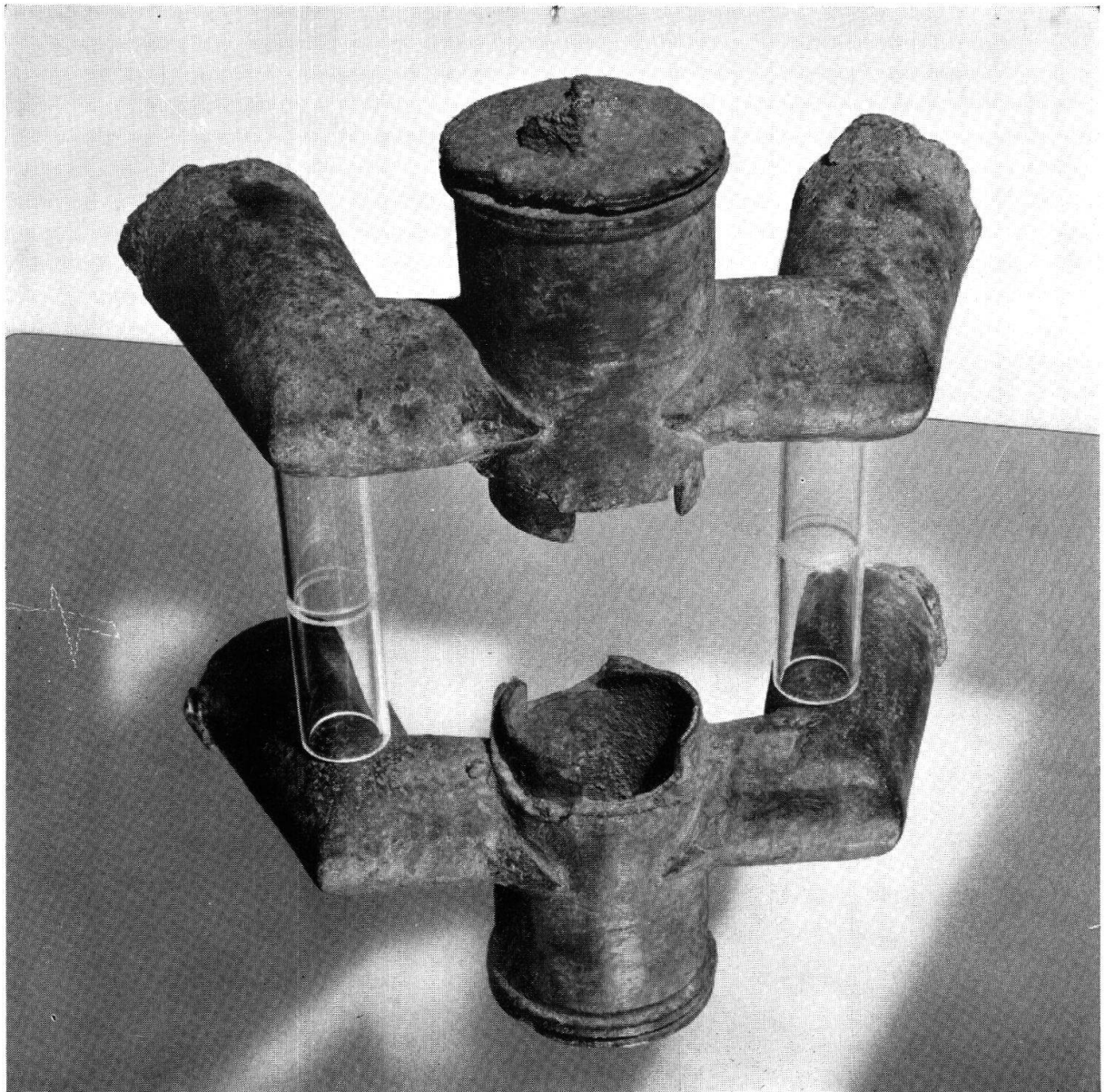
Tafel 6 A. Bronzene Zapfhähne. 1 aus Pompeji, Ende der Republik. 2 aus Vindonissa, vermutlich 1. Jh. n. Chr.



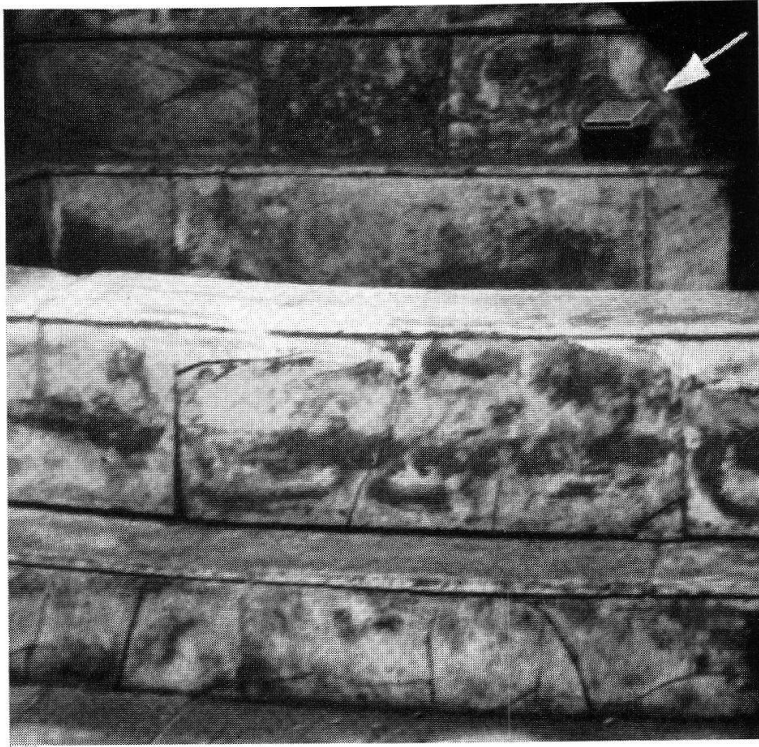
Tafel 6 B. Zapfhahn aus Besançon. Maßstab 1:2 (vgl. Abb. 4, 1 auf S. 55).



Tafel 7. Umschalthahn aus Petinesca (vgl. *Abb. 5 auf S. 57*).



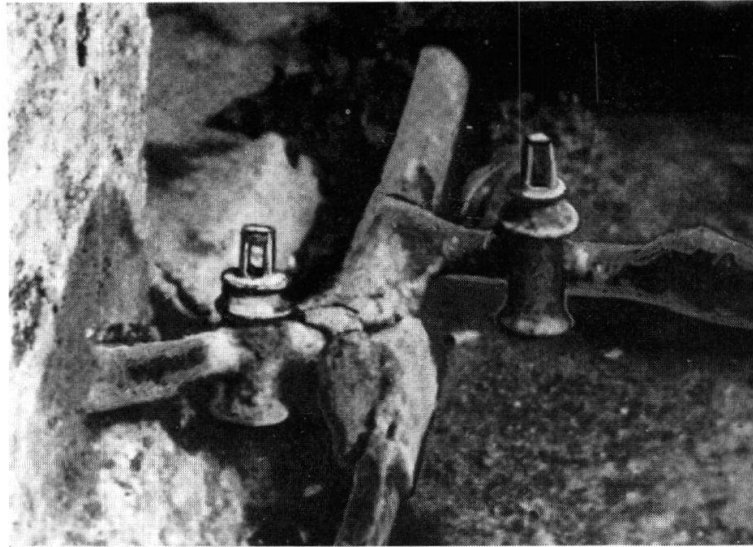
Tafel 8. Umschalthahn aus Rottweil, über Spiegel aufgenommen (vgl. *Abb. 6 auf S. 58*).



Tafel 9 A. Herkulaneum, Wanne mit Epitonium.



Tafel 9 B. Pompeji, kleiner Wasserturm zur Druckreduzierung (*S. 61*).



Tafel 10 A. Pompeji, Installation von Auslaufhähnen im Haus der Vettier.



Tafel 10 B. Pompeji, Montage von Wasserrohren im Hause der Vettier (*S. 62*).