

K. Pinks¹⁷, der den Schatz durch die vermehrte Bautätigkeit Constantius II. in den Boden gelangt lassen sein will.

Auf zwei interessante Momente muß bei dem Regensburger Fund noch hingewiesen werden. Dies ist einerseits die geringe zeitliche Schichtung, nach der der Fund nur Prägungen aus einem Zeitraum von knapp 20 Jahren umfaßt. Es berechtigt dies dazu, die Zusammensetzung des Fundes als einen echten Ausschnitt aus dem Geldumlauf zur Zeit der Katastrophe anzusehen. Daraus ergibt sich, daß das mit der Münzreform 345/48 ausgesprochene Verbot aller älteren Gepräge¹⁸ damals entweder nicht oder noch nicht wirksam geworden war, nachdem immerhin in unserem Fund um die Mitte des 6. Jahrzehnts noch 64 Stück aus der Zeit vor der Reform nur 34 solchen nach der Reform gegenüberstehen. Im Fund war nur eine Nachprägung enthalten, während sie im Rheinland zu dieser Zeit ziemlich häufig sind. Bemerkenswert ist weiterhin der überaus hohe Prozentsatz (52%) der Prägungen aus östlich der Provinz gelegenen Münzstätten, was die bereits bekannte Wichtigkeit und Bedeutung der Donauverbindung für Raetia II in der Spätzeit unterstreicht¹⁹.

¹⁷ Jahrb. f. Landeskd. v. Niederösterreich 25, 1932, 62.

¹⁸ Seeck a.a.O. 4, 88.

¹⁹ s. Ber. d. Bayer. Landesamtes f. Denkmalpflege 13, 1953–54 (1956) 63f.

Untersuchungen an den Heizungsanlagen der römischen Thermen in Nordafrika

Von Erika Brödner, Hoberge

Eine mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft unternommene Fahrt zu den Thermenanlagen in Nordafrika (Algerien, Tunesien und Libyen) im Frühjahr 1954 brachte einen umfassenden Überblick über den Stand der Forschungsarbeit auf diesem Gebiet. Zum Studium römischer Thermen sind die afrikanischen Provinzen besonders geeignet, weil der Erhaltungszustand zahlreicher Anlagen verhältnismäßig gut ist und deshalb technische Einzelheiten beobachtet werden können. Zweck der Reise war, einen allgemeinen Überblick zu erhalten, sowie Untersuchungen an den Heizsystemen, soweit es die knapp bemessene Zeit erlaubte, vorzunehmen.

In der Gesamtschau erscheinen drei Raumgruppen in allen Thermen:

A Gruppe der geheizten Räume, eine Folge von Sälen verschiedenartigen Grundrisses, in den meisten Fällen überwölbt. Als Mittelpunkt dieser Gruppe findet man das Caldarium, das fast immer ein Dreikonchenraum mit drei Wannen ist. Als Himmelsrichtung wird mit wenigen lagemäßig bedingten Ausnahmen der Süden oder Westen gewählt. Die Heiz- bzw. Bedienungsgänge mit den Präfurnien liegen vor diesen Räumen, auf der Gegenseite der nichtgeheizten Säle. Die Warmwasserbereitung erfolgt im Zusammenhang mit der Heizung in Kesseln, die sich in den Ecken zwischen den Wannen des Caldariums befinden.

B Gruppe der nichtgeheizten Baderäume. Hier ist der wichtigste Saal das Frigidarium, das fast immer basilikal über die niedrigen, mit Terrassen abgedeckten Räume herausragt. Das Frigidarium überdeckte man mit Vorliebe mittels Kreuzgewölben. Manchmal wurde die Überwölbung erst später bei einem Umbau vorgenommen. Durch das Tepidarium, bzw. Raum I¹ ist das Frigidarium mit den warmen Baderäumen verbunden. Daher haben das Tepidarium und Raum I, vor allem in kalten Gegenden, den ausgesprochenen Charakter einer Wärmeschleuse. Die Achse Frigidarium-Gesellschaftsräume kann aus diesem Grunde raummäßig stärker betont werden als die Achse Frigidarium-Tepidarium-Caldarium.

C Gruppe der Apodyterien und Gesellschaftsräume. Je später die Thermen erbaut worden sind, um so prunkvoller und weitläufiger wird dieser Teil gestaltet. Zweckmäßigerweise wählte man auch hier im Mittelpunkt einen basilikal erhöhten Raum, der aber meist eine Holzdecke besaß. Säulen oder Pfeiler trugen den Oberbau, die niedrigen Umgänge waren mit Tonnen oder Kreuzgewölben überdeckt, deren flaches Dach als Terrasse diente.

Dieses Raumprogramm lag in jedem Falle für den Architekten fest. Dazu kamen die technischen Forderungen: 1. Ausreichende Warm- und Kaltwasserversorgung (Warmwasser in den Wannen des Caldariums und der Räume II, Kaltwasser vor allem im Frigidarium). 2. Entwässerung durch unterhalb des Fußbodens liegende Kanalisation. 3. Heizung für die Räume der Gruppe A, wobei jeder Saal eine andere Temperatur entsprechend den Vorschriften für Badeanlagen haben mußte.

Zwei völlig voneinander getrennte Betriebe sollten möglichst reibungslos funktionieren: a Badebetrieb: Rundgang der Besucher vom Eingang durch die Umkleieräume, Aufenthaltsräume, Frigidarium, Tepidarium, Caldarium und durch die gleichen bzw. ähnlich angelegte Räume zurück². b Betrieb für die Bedienung der Wasser- und Heizanlagen mit entsprechenden Verbindungsgängen, Wasserreservoirien, Leitungen, Lagerungsplätzen für Holz, Aufenthaltsräumen für das Bedienungspersonal.

Es lagen für die verschiedenen Fälle offensichtlich schematische Lösungen (Typen) vor. Aber örtliche Eigenheiten, Beschaffenheit der Baugrundstücke, Art der Benutzung und finanzielle Bedingungen erforderten unzählige Varianten, die je nach Können des Baumeisters einfallsreiche und gute Sonderlösungen für den Einzelfall zuließen.

Die Anlagen lassen sich nach verschiedenen Gesichtspunkten unterscheiden: a nach Art des Bades, ob Heilbad, Militärbad, öffentliches Bad, Privatbad, Männer- oder Frauenbad; b nach den klimatischen Bedingungen des Ortes, in dem die Thermen stehen; c nach der Zeit der Erbauung; d nach der Größe und dem Bautypus (Reihentyp, Rundgang, doppelter Rundgang usw.).

Ein Aufsatz, der demnächst erscheinen soll, wird eine eingehendere Besprechung der allgemeinen architektonischen Fragen sowie eine umfassende Zusammenstellung der Grundrisse römischer Thermen in Nordafrika bringen.

¹ Bezeichnungen nach D. Krencker und E. Krüger, Die Trierer Kaiserthermen (1929) 177 ff.

² Zur Typeneinteilung vgl. Anm. 1.

Heizsystem

Grundsätzlich ist die Heizungsart in den meisten Thermen seit langem bekannt. Man fand die Präfurnien, von denen aus geheizt wurde; Hypokausten, Wandtubuli und Rauchabzüge wurden festgestellt. Es ließ sich, von Einzelheiten und einigen völlig unklaren Anlagen abgesehen, ungefähr ein Bild machen, wie derartige Heizungen funktioniert hatten.

Seit der Mitte des vergangenen Jahrhunderts entwickelt sich im Zuge des gesamten technischen Fortschrittes die Wärmetechnik als Spezialgebiet. Was früher empirisch ermittelt wurde, unterliegt heute exakten Berechnungen. Man kann diese neuen wissenschaftlichen Methoden rückläufig auch auf die römischen Heizungsanlagen anwenden, um auf diesem Wege die Kenntnisse bezüglich Art und Konstruktion der antiken Heizweise zu vertiefen und zu erweitern.

Die Wärmebedarfsrechnung ergibt die Summe der erforderlichen Kalorien in der Zeiteinheit (cal/h), um die Räume des Gebäudes bei einer dem Klima entsprechend angenommenen Mindesttemperatur auf die gewünschte Wärme zu bringen und diese zu halten. Um eine Wärmebedarfsrechnung durchführen zu können, muß bekannt sein: 1. der Lageplan mit Angaben über Himmelsrichtung und Windanfall, 2. Grundriß und Schnitt der Räume, 3. Angaben über die bauliche Ausführung der umgrenzenden Flächen wie Fußboden, Decken, Wände.

Bei gut erhaltenen Anlagen wie z. B. bei den großen Südthermen von Djemila (*Taf. 12, 2; 13, 2*) ist die Durchführung einer solchen Wärmebedarfsrechnung annäherungsweise möglich. Unbekannt sind allerdings die gewünschten Temperaturen in den einzelnen Badesälen. Diese lassen sich aber nach dem Erträglichkeitsbereich des Menschen, das ähnlich geblieben sein muß, schätzungsweise einsetzen.

Der Wärmebedarf eines Raumes setzt sich zusammen aus dem Wärmeverlust, den der Raum im Beharrungszustand gleichbleibender Innentemperatur durch seine begrenzenden Flächen erleidet, und aus einem Zuschlag für das Wiederhochheizen nach Betriebsunterbrechungen. Dicke und mehrschichtige Wände ergeben eine niedrige Wärmedurchgangszahl (Wärmedämmung). Der Unterschied zwischen der Raumtemperatur und der Außentemperatur bzw. der Temperatur des angrenzenden Raumes spielt in der Rechnung eine große Rolle. Je geringer er ist, um so günstiger werden die Verhältnisse. Himmelsrichtung und Windanfall ergeben weitere Zuschläge, wobei die Südrichtung zuschlagfrei ist. Betrachtet man sich die römischen Anlagen unter diesen Gesichtspunkten, so läßt sich deutlicher kennen, daß man sich der einzelnen Faktoren durchaus bewußt gewesen sein muß. In jedem Fall ist man bemüht, den Heiztrakt zusammenzufassen, um möglichst wenig Außenflächen zu bekommen. Je kälter das Klima ist, um so sorgfältiger wird dieser Teil des Grundrisses geplant. Wenn irgend möglich, wählt man für die Außenflächen der Räume die Südrichtung.

Der Beharrungszustand ist weitgehend gegeben, da man nicht mit Betriebsunterbrechungen zu rechnen hat, es sei denn zum Zwecke der Revision und Reparatur. Auch in den heute noch benutzten türkischen Bädern wird aus den gleichen Gründen die durchgehende Erwärmung der Räume angestrebt. Die Umfassungswände sind mindestens einen Meter stark, auch das Gewölbe ist ein ausgezeichneter Wärmespeicher.

Da es sich in Nordafrika um sonnenreiche Gebiete handelt, ist die Speicherwärme der Sonnenbestrahlung vor allem auf der Süd- und Westseite sowie auf den Gewölben des Gebäudes zu berücksichtigen. Bei hohen Sommertemperaturen kam man mit viel geringeren Mengen an Heizmaterial aus.

Man unterscheidet Konvektions- und Strahlungsheizung. Bei der Konvektionsheizung wird die Luft durch Berührung mit einer Wärmequelle erwärmt und gerät dadurch in Bewegung (z. B. Luftheizung). Die erwärmte leichte Luft steigt nach oben, und kalte Luft strömt nach. Bei der Strahlungsheizung treffen Wärmestrahlen direkt auf Gegenstände und Personen (z. B. Infrarotstrahler). Im allgemeinen haben wir bei den verschiedenen Heizarten eine Kombination von Konvektion und Strahlung. Je nach dem überwiegenden Anteil spricht man dann auch von Konvektions- oder Strahlungsheizung. Es bedarf umständlicher Messungen und eingehender Kenntnis einer Anlage, um den genauen Prozentsatz zu ermitteln. Das ist im vorliegenden Falle nicht möglich, aber mit einer Schätzung entsprechend den Verhältnissen in ähnlichen neuzeitlichen Anlagen läßt sich ohne Bedenken arbeiten. Leicht kann man erkennen, daß Deckenheizung in viel stärkerem Maße Strahlungsheizung ist als Fußbodenheizung. Hier bildet sich sehr schnell ein Polster erwärmter Luft an der Heizfläche, während dort ständig an der unteren Heizfläche erwärmte Luft aufsteigt und kalte Luft nachströmt. Der Luftwechsel ist wegen der großen Fläche und der verhältnismäßig niedrigen Temperatur der Heizfläche zwar sehr gering und langsam, aber ständig vorhanden. Die erwärmte Wandfläche steht in ihrer Wirkung zwischen Decken- und Fußbodenheizung. Wichtig ist es aber, festzuhalten, daß der Anteil der Strahlung bei ausgedehnten, mäßig erwärmten Flächen immer größer ist als bei kleinen stark erhitzten Heizkörpern, wie z. B. bei den Radiatoren unserer Zentralheizung. Da der Wärmehaushalt des menschlichen Körpers von der Abstrahlung auf umgebende kalte Flächen beeinflusst wird, wirken milde große Heizflächen an den Wänden besonders angenehm auf den Menschen. Zugerscheinungen sind fast ausgeschlossen.

Die neuzeitlichen zentralen Heizanlagen bestehen aus zwei Teilen: 1. dem Heizkessel mit dem Schürloch über einem Rost und dem Schornstein in unmittelbarer Nähe des Kessels; 2. einem meist in sich geschlossenen Rohr- und Heizkörpersystem, durch das Wasser, Dampf oder Luft als Wärmeträger strömt (bei Luftheizung ist das System nicht geschlossen). Der Wärmeträger wird durch die Hitze des Kessels auf die gewünschte Vorlauftemperatur gebracht.

Als Brennmaterial kommt in erster Linie Kohle oder Koks in Frage. Der Zug muß stark sein, damit eine ausreichende Luftmenge auch von unten an das Brennmaterial herangebracht wird. Hohe Temperaturen und starker Zug sind die Merkmale dieser Heizung. Ein guter Teil der Wärme geht durch den Schornstein für die Heizung auf diese Weise nutzlos verloren. Ist das Rohrleitungsnetz weitläufig bzw. die Heizquelle von den zu beheizenden Räumen weiter entfernt, so ist die Isolierung der Verbindungsrohre gegen Wärmeverluste von wesentlicher Bedeutung.

Ganz anders liegen die Verhältnisse bei der antiken Heizung. Statt Kohle oder Koks verwandte man ausschließlich Holz oder manchmal auch Holzkohle.

Ein Rost ist dabei entbehrlich, da dieser Brennstoff langsam mit hohem Luftüberschuß brennen kann. Der Zug darf minimal sein, infolgedessen auch der Temperaturunterschied zwischen der Temperatur im unteren Teil des Schornsteines und der Außenluft. Das bedeutet, daß man mit ganz geringen Wärmeverlusten beim Übergang vom Schornstein zur Luft auskommt. Wir haben es bei dieser Heizung nicht mit zwei voneinander getrennten Teilen zu tun, sondern die gesamte Anlage ist eine Einheit, Wärmeerzeuger und Wärmeträger zugleich. Auch dadurch können Wärmeverluste weitgehend vermieden werden. Es entsteht das, was die Römer selber als *ignis languidus* bezeichnen. Niedrige Temperaturen und ganz geringer Zug sind typisch für diese Anlagen, die konsequent auf die Eigenschaften des Holzfeuers abgestellt sind (vgl. die neuzeitlichen Kachelofen-Konstruktionen). *Vapor inerrat* heißt es vom Verhalten der Gase im Hypokaustenraum. Die bei der Verbrennung im Schürloch, dem sogenannten Präfurnium, entstehenden heißen Gase ziehen zusammen mit der erwärmten Luft langsam in Richtung auf den nächstliegenden Schornstein durch den Hypokaustenraum. Wärme wird abgegeben einmal an die umgrenzenden Flächen, also zum größten Teil an die Decke, d. h. die Fußbodenfläche des Badesaales, zu einem anderen Teil an die Hypokaustempfeiler, die als Wärmespeicher wirken und zum dritten Teil an die untere Fläche (Verlustwärme für die Heizung), zum anderen an den angrenzenden Luftraum, der nun ebenfalls in ganz langsame Bewegung gerät, da die erwärmte Luft nach oben steigt und kalte Luft nachströmt.

Die vom Abgasstrom nicht berührten, in diesem Sinne „toten“ Ecken und Winkel der Hypokaustenräume werden auf jene Weise indirekt beheizt. Da es nun aber für einen Raum mehrere Präfurnien und auch zahlreiche Rauchabzüge geben konnte, ist es ohne praktische Versuche an einem Modell nicht möglich, im einzelnen den Strömungszustand innerhalb der Hohlräume zu rekonstruieren. Bei anderen antiken Gebäuden mit Heizung liegt der Fall einfacher (so z. B. bei der Basilika in Trier³) als bei den Thermenanlagen mit ihren verschiedenartig beheizbaren Räumen, die alle durch ein zusammenhängendes System von Präfurnien und Hohlräumen erwärmt wurden.

Feuerstelle und Schornstein sind weit voneinander getrennt, die Heizgase zusammen mit der erhitzten Luft dienen als Wärmeträger. Der Grad der Erhitzung des Hohlraumes ist also einmal von der Zahl und Größe der Schürlöcher, zum anderen aber auch von der Führung der Gase, d. h. der Lage der Abzüge und ihrer Zahl abhängig.

Es gibt mehrere Thermenanlagen in Nordafrika, bei denen nachgewiesen werden kann, daß die Hohlräume (Hypokausten und Wandhohlräume bzw. *Tubuli*) untereinander in Verbindung standen (Djemila, Südthermen; Lambaesis, Lagerthermen und Große Thermen; Leptis, *Hunting Baths*). Durch dieses System von Hohlräumen strömten gleich dem Blut in den Adern des menschlichen Körpers die heißen Gase und erwärmten so teils direkt, teils indirekt die gesamte innerhalb der Hohlräume befindliche Luft, ebenso wie die umgrenzenden Flächen und die innerhalb dieser Flächen befindlichen Räume.

³ Vgl. F. Kretzschmer, *Germania* 33, 1955, 200 ff.

Die Schornsteine selbst wurden so konstruiert, daß sie ebenfalls noch Wärme an einen Raum abgaben.

Als Verlust war demnach zu buchen: die letzte Temperaturdifferenz zwischen Schornsteinaustritt und Luft, multipliziert mit der Zahl und Fläche der Abzüge und die von den Hohlräumen an die Umfassungswände abgegebene Wärme, sofern es sich um Außenwände handelt. Da aber nur die Außenwände für Fenster in Frage kamen, die Mauern dort also an mehreren Stellen unterbrochen sind, war die Anordnung von Hohlräumen hier oft nicht möglich. Man achte darauf, wie die sonst in den warmen Baderäumen glatten, durchgehenden Wände auf diese Weise nun auf einer Seite architektonisch besonders gestaltet werden konnten (Konchen, Apsiden). Diese Art der Gestaltung ist in erster Linie technisch bedingt.

Selbstverständlich waren aber die Badewannen selbst bis zur Höhe der Wannenbrüstungen mit Hohlräumen umgeben.

Wärmeerzeugung

Der Wärmegrad und die Größe der Heizflächen bestimmten die Wärme des Raumes. Eine exakte Heizflächenberechnung läßt sich aber schwer durchführen, eben weil das Verhalten der Strömungen nicht ohne weiteres theoretisch geklärt werden kann.

Bei einigen gut erhaltenen Beispielen sind die Zahl und die Größe der Präfurnien, die Zahl und die Größe sowie Lage der Abzüge, die Anlage der Hohlräume und die Abmessungen der Räume bekannt. So ließe sich dort eine Heizflächenberechnung schätzungsweise durchführen. Sicherlich hatten die römischen Techniker Erfahrungswerte für derartige Anlagen zur Verfügung, die ihnen ungefähr angaben, wieviele Präfurnien und welche Heizfläche ein Raum von festgelegter Größe und Temperatur in einem bestimmten Klima brauchte.

Die verschieden große Ausdehnung der Heizfläche bot viele Möglichkeiten: Kernhypokausten von beliebiger Größe, Hypokausten unter der gesamten Raumfläche, Hypokausten mit einer tubulierten Wand, mit zwei, drei oder gar vier Hohlräumwänden oder Wandhohlraum bis zum Gewölbe oder nur zu bestimmter Höhe. Die Temperatur dieser Heizflächen durfte ein gewisses für den Menschen noch erträgliches Maß nicht überschreiten (der Fußboden vor allem etwa 27°). Das war die einzuhaltende Grenze für die Größe und Stärke des Feuers bzw. für die Ausgangstemperaturen der Gase. Um aber doch mit höheren Temperaturen arbeiten zu können, lag ein Teil der Schürflöcher dort, wo die Warmwasserwannen an die Wand angebaut waren. Die starke Hitze wurde also zunächst zur Erwärmung des Wannenwassers verwertet. Um die Wärmeabgabe an dieser Stelle zu verbessern, ordnete man gern die sogenannte Testudo an, einen kupfernen Behälter, der auf der unteren flachen Seite von den heißen Gasen bestrichen wurde, und der unmittelbar mit der Wanne, d. h. mit dem Wasser der Wanne, in Verbindung stand. Kupfer ist einer der besten Wärmeleiter. Interessant ist es, daß man noch im Mittelalter ähnliche Anordnungen kannte.

Regulierungsmöglichkeit

Reguliert wurde durch kleineres Feuer in den Präfurnien, durch die Zahl der benutzten Feuerstellen, durch Ausschalten einzelner Teile der Hohlräume. Einige nur wenig zu erwärmende Räume wie das Tepidarium wurden in der Regel nur indirekt beheizt, d. h. die Gase der Haupträume, die eigene Präfurnien besaßen, wurden, nachdem sie den Hypokaustenraum dieser Säle durchstrichen hatten, weitergeleitet in den Hypokaustenraum des Tepidariums, an den dann die entsprechenden Abzüge angeschlossen waren.

Unter Umständen ließ sich aus bautechnischen Gründen die Heizstelle nicht in unmittelbarer Nähe der Heizfläche anordnen; dann wurden die Gase in einem oder mehreren Kanälen zu den betreffenden Hohlräumen geleitet. Man führte die Kanäle möglichst so, daß der Wärmeverlust, der wegen unvollkommener Isolierung nicht zu vermeiden war, einem Raum der Anlage zugutekam (vgl. die Heizanlage in einem Haus in Lauriacum). Interessant in dieser Hinsicht sind die Thermen in Bône-Hippone (*Taf. 15, 1–3*)⁴ und Karthago⁵. Leider wurden die Heizungsanlagen noch nicht vollständig freigelegt, die letzten Ergebnisse bleiben also für eine Klärung abzuwarten. In Karthago (*Taf. 12, 1*) liegt insofern ein spezieller Fall vor, als ein vollständiges, vermutlich auch von den Besuchern benutztes Untergeschoß vorhanden ist, auf dem erst die Hypokaustenräume für die Säle des Obergeschosses stehen.

In Bône (*Taf. 14, 2; 15, 1–3*) glaubt man einen zentralen Schornstein der Heizungsanlage gefunden zu haben. Es wäre durchaus möglich, daß man hier den Schornstein so in das Gebäude einsetzte, daß die Abwärme ebenfalls durch das Mauerwerk hindurch zumindest teilweise verwertet wurde. Sicher ist, daß man in diesen Thermen die Gase besonders häufig in Kanälen weiterleitete, ein derartiger Kanal mündet in den Schornstein in Höhe des Hypokaustenfußbodens.

Einzelheiten der Anlagen

1. Präfurnien und Bedienungsgänge

Vermutlich wurde mit Präfurnium nicht nur das Schürloch selbst, sondern der davor liegende Raum, in dem der Heizer stand, bezeichnet. Dieser Raum war überdeckt (Tonne oder Halbtone). In den meisten Fällen befand sich eine mit schwarzem Mosaik abgedeckte Terrasse darüber. Die zahlreichen Präfurnien wurden zu durchgehenden Bedienungsgängen erweitert, in denen sich ungehindert vom Badebetrieb das Personal bewegen und die erforderlichen Arbeiten leisten konnte. Im Niveau liegen diese Bedienungsgänge tiefer als die Hypokausten-Räume.

In Gegenden mit starker Frostgefahr lagen die Kaltwasserleitungen alle innerhalb dieser Gänge (*Taf. 12, 2*). Hier befanden sich auch Reservoirs für Kaltwasser und die Kessel zur Warmwasserbereitung mit darunter liegenden Feuerstellen. Räume zur Lagerung von Brennmaterial waren häufig angeschlossen.

⁴ Große Thermen: Bull. Arch. 1954, 185ff.

⁵ Große Thermen am Meer: Bull. Arch. 1946–49 (1953) 115. 150. 217. 367. 507. 674; 1950 (1952) 74; 1951–52 (1954) 190; 1953 (1956) 40. 46; 1954 (1956) 97.

Besonders gut erhalten sind die Bedienungsanlagen von Djemila⁶, Cherchel⁷, Khamissa⁸.

2. Feuerstellen (Schürflöcher)

Diese sind durchweg aus feuerfestem Material gemauert. Im allgemeinen legte man im Mauerwerk zunächst eine größere Öffnung an, die dann entsprechend der gewünschten Größe des Schürloches durch Ziegelausmauerung verkleinert wurde. Die Größe dieser Feuerstellen ist recht unterschiedlich. Man kann aber aus dem durchschnittlichen Format schließen, daß in den meisten Fällen mit Holz, und zwar mit sehr langen Scheiten, und nicht mit Holzkohle geheizt wurde. In den arabischen Bädern, die offensichtlich in ihrer ganzen Anlage auf römischer Tradition fußen, sind die Feuerstellen genauso ausgestattet. Man verwendet Holz jeglicher Art, je nachdem es in der näheren Umgebung beschaffbar ist (Palmenholz, Eukalyptus, Pinien, Ölbaum). Das Holz muß gut getrocknet sein. Dann entsteht gemäß Aussage der Heizer lediglich kurze Zeit nach dem Anheizen Rauch, später werden die Abzuggase glasklar. Es gibt fast keine Rückstände. Nur so läßt sich verstehen, daß man diese ausgedehnten Kanäle und Hohlräume als Abzugweg benutzte, obwohl sie nicht gereinigt werden konnten. Die Bedienung der Feuerstellen war denkbar einfach.

Die vor das Heizloch vorgesetzten Sandsteine in den großen Nordthermen in Timgad (*Taf. 13, 3*) dienten vielleicht zur Befestigung von Verschußklappen zum Bedienungsgang hin. Befindet sich das Schürloch unter einem Warmwasserkessel, so kann der Fußboden des Kupferkessels unmittelbar vom Feuer erhitzt werden. Um allzu großen Wärmeverlust zu vermeiden, wird der Kessel ummauert. Die Entnahmestellen für heißes Wasser lagen unmittelbar auf der anderen Seite der Wand im Baderaum.

Auf bessere Art können wir auch heute noch nicht heißes Wasser bereiten, nur daß wir meistens andere Wärmeenergien benutzen (Gas, Elektrizität). Wesentlich ist es, den Boiler so nah wie möglich an die Gebrauchsstelle zu legen, um Wärmeverlust durch lange Rohrleitungen zu vermeiden. Oben wurde bereits erwähnt, daß eine große Anzahl der Schürflöcher unterhalb der Warmwasserwannen lag. Auch hier müßte man einmal rechnerisch ermitteln, auf welche Temperatur mit welcher Brennstoffmenge das Wasser gebracht und auch gehalten werden konnte. Bei den gut erhaltenen Anlagen in Nordafrika sind die für eine solche Rechnung erforderlichen Unterlagen ohne Schwierigkeiten zu beschaffen.

Roste sind bei Holzfeuer nicht erforderlich. Auch bei uns verwandte man bis zur Mitte des vorigen Jahrhunderts rostlose Feuerstellen. Erst bei Kohle und Koks als Brennmaterial mußte die Luftzufuhr von unten und damit ein Rost eingeführt werden. Selbstverständlich findet man in den arabischen Bädern

⁶ Große Südthermen: Krencker-Krüger, Die Trierer Kaiserthermen 198 (Plan nach Bull. Arch. 1919 Taf. 20); Bull. Arch. 1921, LXVI f.; 1930–31 (1932) 312 ff.

⁷ Große West-Thermen: P. Gauckler, Musée de Cherchel (1895); Krencker-Krüger, Die Trierer Kaiserthermen 191 (Plan nach S. Gsell, Les Monuments Antiques de l'Algérie 1 [1901] 212 ff.).

⁸ Forumsthermen: Bull. Arch. 1919, 57 ff. (mit Grundriß); Krencker-Krüger, Die Trierer Kaiserthermen 204.



1



2

1. Karthago, Große Thermen. Blick von den Baderäumen zur See. Untergeschoß und Reste der Hypokaustenräume mit Pfeilern aus Lavagestein. 2 Djemila, Große Südthermen. Bedienungsgang mit Präfurnium und Resten des Unterbaues für Warmwasserkessel, Öffnung für Testudo, Ausmauerung des Feuerloches und des Kanals mit Ziegeln.



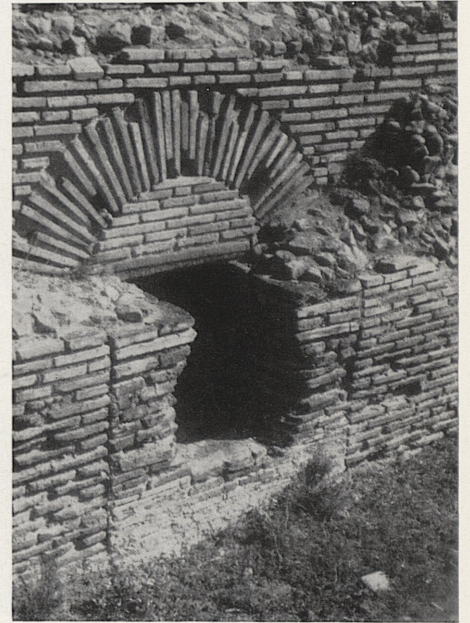
1



2



3

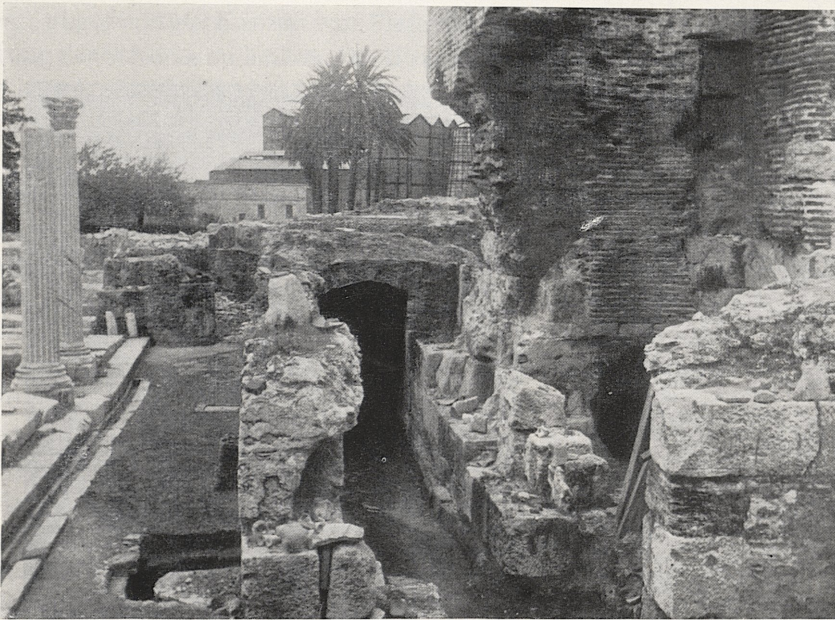


4

1 Leptis Magna, Große Südthermen. Hypokaustenraum mit teilweise erhaltenen Pfeilern.
 2 Djemila, Große Südthermen. Durchgehender Wandhohlraum. 3 Timgad, Große Nordthermen. Präfurnium, vom Bedienungsgang aus gesehen. 4 Timgad, Große Nordthermen. Präfurnium mit nachträglich verkleinerter Öffnung.



1



2

1 Leptis Magna, Große Südthermen. Strebepfeiler, Mauern und Gewölbe des Caldariums von außen. 2 Bône, Große Thermen. Bedienungsgang mit sogen. Schornstein.



1



2



3



4

1 Bône, Große Thermen. Badebecken von außen. 2 Bône, Große Thermen. Hypokaustenraum unter einem großen Badebecken. 3 Bône, Große Thermen. Pfeilerwand im Hypokaustenraum mit teilweise in die Wand eingezogenen Kaminen, von denen sich einer als waagrechtter Kanal im Mauerwerk fortsetzt. 4 Tingad, Große Nordthermen. Vor die Mauer gesetzte Abzugsrohre eines Hypokaustenraumes.

mit Holzfeuerung auch nur rostlose Feuerstellen (Der alte Kachelofen besitzt ebenfalls keinen Rost).

Der Bogen für die Einfügung der *testudo* ist an manchen Stellen zu erkennen (*Taf. 12, 2*). Im Museum in Tebessa sind Reste einer kupfernen *testudo* zu sehen. Die Wärmeleitung war selbstverständlich durch das Kupfer erheblich größer als durch die dicke Fußbodenschicht der Wanne.

3. Hohlräume

Hypokausten. In den großen Anlagen, in denen man wegen der ausgedehnten Flächen mit hohen Temperaturen arbeiten mußte, ist innerhalb der Heizräume alles mit feuerfestem Material verkleidet (z. B. werden in den Lagerthermen und den Großen Thermen von Lambaesis die Sandsteinfundamente mit einer Ziegelschicht umgeben).

Die tragenden Pfeiler bestehen meistens aus Ziegelmauerwerk (*Taf. 12, 1; 13, 1; 15, 3, 4*), an einigen Stellen (Karthago) aus Lavastein. An den Wänden sind in regelmäßigen Abständen Pfeiler vorgezogen, die den Fußboden der Baderäume tragen. Dieser Fußboden besteht aus großen, rechteckigen Ziegelplatten, einer dicken betonartigen Schicht und einer dünneren terrazzoähnlichen Schicht, auf der dann in den besser ausgestatteten Thermen noch Mosaik lag.

Wandhohlräume. Durch die Zwischenräume zwischen den kleinen Wandvorlagen ist der Hypokaustenraum mit den Wandhohlräumen verbunden (*Taf. 15, 3*). Die Pfeiler sind oben zum Hohlraum hin abgeschrägt und mit einer glatten Schicht verputzt, wohl um die Strömung der Gase zu verbessern. Aus dem gleichen Grunde findet man auch innerhalb der Hypokausten Zungenmauern, abgeschrägte Kanten von Pfeilern und ähnliche Vorkehrungen, um die Richtung des Stromes zu lenken. Die Hypokaustenräume selbst sind in der Regel durch kanalartige Öffnungen in den Fundamentmauern miteinander verbunden.

Es gab noch eine andere Möglichkeit, die einen reibungsloseren Zutritt der Gase bewirkte. Der Fußboden wird nicht auf Wandpfeiler aufgelegt, sondern schwebt als freie Platte auf den Hypokaustempfeilern, die nun mit geringem Abstand an die Wände herangestellt werden (Abstand etwas größer als Hohlraum plus Wandstärke des Rohres).

Durchgehender Hohlraum (Djemila [*Taf. 13, 2*], Bône). Die Innenfläche der Mauer ist verputzt. Zylinderförmige Tonkörper mit einer tellerähnlichen Fläche auf einer Seite wurden in bestimmten Abständen in die Mauer eingelassen und hielten die äußere Schale, bestehend aus einer dickeren, betonähnlichen Schicht und Stuck oder Marmorplattenverkleidung zum Raum hin (vgl. *tegulae mammatatae*).

An anderen Stellen wieder wurden *tubuli* gefunden, deren Hohlräume durch Öffnungen in den Seitenflächen miteinander verbunden waren.

4. Schornsteine bzw. Rauchabzüge

Im allgemeinen lagen die Rauchabzüge vor der eigentlichen Wand, so daß heute nur selten Spuren festzustellen sind. War es erforderlich, die Wände als Heizfläche zu benutzen, so schlossen sich die Rauchabzüge in der gewünschten Höhe an. Da in den nordafrikanischen Thermen vielfach ein durchgehender Wandhohlraum ohne Verwendung von *tubuli* vorgesehen wurde, so konnten die Rauchabzüge an beliebigen Stellen angeordnet werden. Eine horizontale

obere Verbindung wie bei einer Tubuli-Anlage ist nicht erforderlich. Ganz selten sind die Abzüge in die Wand eingelassen; in solchem Falle liegt die eine Wandseite bündig mit der inneren Wandfläche. Als Abzugskamine werden immer Tonrohre gewählt, meistens mit rechteckigem, selten mit rundem Querschnitt (innerhalb von betonähnlichem Mauerwerk [opus incertum] haben die Rohre einen runden Querschnitt). Lagen die Kamine vor der Mauer, konnte die Abwärme besser zur Wirkung kommen als bei einem in die Mauer eingelassenen Schlitz. Allerdings gab es dann, sofern der Abzug nicht im Hohlraum lag, einen Wandvorsprung. Ein größerer Schornstein wurde, wie erwähnt, in der Anlage in Bône (*Taf. 14, 2*) gefunden (vgl. hierzu den als formax bezeichneten Raum in Khamissa). Bei dem Befund in Bône scheint es sich nach dem vorläufigen Ergebnis um einen zentralen Schornstein, der zwischen Bedienungsgang und Badesälen liegt, zu handeln. Hier hat man offensichtlich vielfach mit dem Transport der Gase durch Kanäle bzw. mit indirekter Beheizung von Hypokausten gearbeitet. In Leptis Magna sind sowohl in den Großen Thermen (*Taf. 14, 1*) als auch in den sogenannten Hunting Baths die Abzugsrohre innerhalb der Gewölbe der Baderäume gefunden worden. Dort diente also die Wandfläche in ihrer gesamten Höhe bis zum Ansatz der Gewölbe als Heizfläche. Fälle, in denen nur ein Teil der Wand bis zu einer gewissen Höhe Heizfläche war, sind an anderen Gebäuden nachzuweisen (z. B. Arles, sogenanntes Palais de Constantine, vgl. auch die Basilika in Trier). Die Abzugsrohre sind dann in einem ansteigenden Winkel aus der Wand herausgeführt. Ganz bestimmt traf man durch die Art der Anlage Vorsorge, daß die Schornsteine durch Winddruck nicht wirkungslos gemacht werden konnten. Höhe und Querschnitt der Abzüge sind abhängig vom Zugbedarf (Kretzschmer).

Ausstattung der Säle

Der Fußboden bestand aus einer Art von Zement oder Mosaikabdeckung, die Wandverkleidung aus Keramik- und Marmorplatten. Die Mauern sind sehr stark, einmal als Wärmedämmung, zum anderen wegen der Gewölbekonstruktion. Als Decke findet man gemauerte Gewölbe, manchmal innen mit Verkleidung aus kettenartigen Röhren (Cherchel, Karthago, Leptis), die sicherlich zur Verhinderung von Kondenswasser diente, das sonst von der Decke heruntergetropft wäre.

Bezeichnenderweise besaß das Frigidarium, in dem es „naß zugeht“, in der Regel einen Wasserabfluß auf dem Boden in der Raummitte, die warmen Baderäume aber nicht. Je höher die Temperatur ist, um so mehr Feuchtigkeit kann von der Luft aufgenommen werden⁹.

Das Verdampfen des Wassers auf der heißen Fläche trägt in gewissem Maße ebenfalls zur Raumerwärmung bei. Für Heißwasserleitungen wurden nur Tonrohre verwandt. Es ist anzunehmen, daß bei den besonders gut ausgestatteten Gebäuden ebenfalls Terrassen über den Gewölben lagen. In den kleinen Ther-

⁹ Relative Luftfeuchtigkeit: Der Wert φ gibt an, welcher Bruchteil dieser Höchstmenge an Wasserdampf in der Luft tatsächlich enthalten ist. Zu jeder Lufttemperatur gehört eine entsprechende relative Luftfeuchtigkeit, d. h. die Höchstmenge an Feuchtigkeit, die die Luft bei dieser Temperatur vor der Sättigung aufnehmen kann.

men blieben die Gewölbekappen bzw. Tonnen einfach sichtbar (Rekonstruktion der Hunting Baths in Leptis).

Wie in unseren modernen Badezimmern verkleidete man in damaliger Zeit die Baderäume bis zu einer gewissen Höhe, auch an der Decke, mit wasser- und durchlässigem Material (polierter Marmor, Glasmosaik, Keramikplatten und Mosaik). Es war sehr günstig, daß der Fußboden über dem Hypokaustenraum nicht starr mit dem Mauerwerk verbunden wurde, sondern eigentlich als freischwebende Platte anzusprechen ist. Die Elastizität wurde dadurch erheblich gesteigert und Rißbildungen, die durch Spannungen entstehen konnten, verhindert.

Zur Frage der Bauzeit der Heidenmauer auf dem Odilienberg

Von Adolf Rieth, Tübingen

Deutung und Datierung der Heidenmauer auf dem Odilienberg (*Abb. 1*) beschäftigen die archäologische Forschung schon seit Jahrhunderten. Schon Specklin (1599) schwankte, ob er das gewaltige Werk den Römern oder den Kelten zuschreiben sollte, während sich Schöpflin (1750) für römische Bauzeit entscheidet. Schweighäuser (1825) hingegen wieder ist davon überzeugt, daß wenigstens der Kern der Anlage keltischen Ursprungs sei, eine Ansicht, die zuletzt R. Forrer erneut und wiederholt bekräftigt hat¹. Auch der Verfasser², der im Jahre 1942 Gelegenheit hatte, die Heidenmauer in allen Teilen kennenzulernen, neigte zunächst zu der Anschauung, daß es sich dabei um ein Bauwerk der spätkeltischen Zeit handle³.

War die Zeitstellung bisher umstritten, so waren und sind fast alle Vorgeschichtler und Archäologen der kaum widersprochenen Ansicht, daß die Heidenmauer nur fortifikatorische Bedeutung haben könne. Dafür sprechen die Länge der Mauer (rund 10,5 km), ihre Höhe (stellenweise noch 3,5 m)⁴ und ihre Breite (durchschnittlich 1,8 m)⁵. Der Auffassung von einer Befestigungsanlage entsprechen auch die Toranlagen, besonders dort, wo der sogen. „Ottrotter“ und der „Barrer Römerweg“ in den Mauerring eintreten. Beide Tore sind mit umfangreichen, nach außen gerichteten Flankensicherungen versehen. Daneben weist die Mauer auch kleinere Törchen auf, die sich leicht schließen und verteidigen ließen. Endlich aber sprechen auch die Quermauern sowie die 45 m lange

¹ Die Heidenmauer von St. Odilien, ihre prähistorischen Steinbrüche und Besiedlungsreste (1899).

² A. Rieth, Zur Frage der Heidenmauern auf rheinischen und pfälzischen Buntsandsteinbergen. Pfälzer Heimat 5, 1954, 37 ff.

³ Im Jahre 1942 hat H. Reinerth die Heidenmauer zur „germanischen Stammesburg“ erklärt. Wann wird er die Ergebnisse seiner Grabungen, die mit staatlichen Mitteln durchgeführt wurden, endlich veröffentlichen?

⁴ Zu Beginn des 18. Jahrhunderts wurden noch bis zu 15 Fuß Mauerhöhe gemessen (H. Levraut, Sainte Odile et le Heidenmauer [1855] 102).

⁵ In der Heidenmauer sind etwa 40000 cbm Stein verbaut.