

## Typologie und Wirkungsweise historischer Heizungen

In diesem Beitrag werden traditionelle Formen der Domestizierung des Feuers betrachtet, denn dieses war in vergangenen Zeiten das einzige Medium häuslicher Heizungen. Der zeitliche Rahmen wurde begrenzt auf die Spanne zwischen Spätantike und früher Neuzeit, der geografische Rahmen auf unseren überwiegenden Wirkungsradius als Architekten, Ingenieure und Historiker. Er kann, unter Inkaufnahme einiger Unschärfen an den nördlichen und östlichen Rändern des betrachteten Gebiets, etwa mit „Mitteleuropa“ umschrieben werden. Für interessierte Leser, die die Auseinandersetzung mit diesem Thema vertiefen wollen, soll aber zumindest erwähnt werden, dass es in Ostasien ebenfalls traditionelle Heizungsformen gibt, deren Bau- und Wirkungsweise hochinteressante Parallelen zu unseren Systemen aufweisen.

### Die Arten der Wärmeübertragung

Um die Wirkungsweise und die spezifischen Qualitäten unterschiedlicher Heizungsanlagen zu verstehen, möchte der Verfasser kurz in Erinnerung rufen, was zwischen einer Wärmequelle und einem erwärmten Objekt geschieht. Man unterscheidet zwischen drei Arten der Wärmeübertragung.

#### 1. Die Wärmestrahlung:

Bei ihr wird Strahlungsenergie ohne materiellen Träger durch elektromagnetische Wellen (überwiegend im Infrarot-Bereich) von einem Körper auf einen anderen übertragen. Die Übertragungseffizienz wird beeinflusst von der Strahlungsdurchlässigkeit des Raumes zwischen den Körpern und dem Wärme-Absorptionsvermögen des zu erwärmenden Körpers.

#### 2. Die Wärmeleitung:

Hierbei wird Wärme innerhalb eines ruhenden Körpers oder zwischen unterschiedlich warmen Körpern durch ihren intensiven Kontakt von Teilchen zu Teilchen fortgeleitet. Die Effizienz der Übertragung ist abhängig vom Wärmeleitvermögen eines Körpers, d. h. von dem Widerstand, den er dem Wärmestrom entgegensetzt.

#### 3. Die Wärmeströmung (Konvektion, Wärmemitführung):

Sie ist an bewegliche gasförmige oder flüssige Träger gebunden, da bei dieser Übertragungsform die Wärme mit den Materieteilchen transportiert wird. Beim Wärmetransport werden Dichteunterschiede zwischen warmen und kalten Medien genutzt, um die Zirkulation zu beeinflussen. Für den Sonderfall der Luftheizungen spielt darüber hinaus die Ventilation eine wichtige Rolle. Die Unterscheidung in drei getrennte Wärmeübertragungsarten ist selbstverständlich eine Abstraktion, denn sie treten nie isoliert voneinander auf. Abhängig von der Bauart

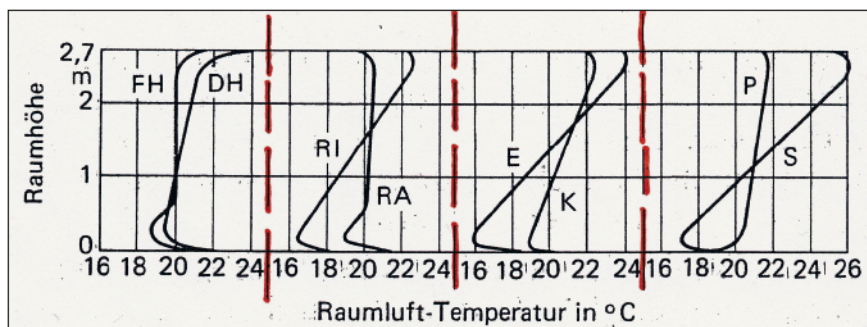
und dem Standort der Wärmequelle sind sie jeweils gleichzeitig, aber in unterschiedlicher Intensität wirksam.

### Warum heizt der Mensch seine Behausung?

Der Mensch hat, wie alle Warmblüter, die Fähigkeit, seine Körpertemperatur annähernd auf gleichem Niveau zu halten – unabhängig von der Außentemperatur, seiner Körpergröße (Masse), der Größe seiner Hautoberfläche und dem Grad seiner Muskeltätigkeit (Leistung). Das funktioniert jedoch nur innerhalb bestimmter physiologischer Grenzen. Zu große Überwärmung kann durch die körpereigene Regulation nicht mehr kompensiert werden, dauerhafte Unterkühlung führt zum Absterben des menschlichen Organismus. Wärmeverluste des Körpers sind nicht nur unvermeidlich, sondern auch physiologisch notwendig, um einen Wärmestau zu vermeiden, z. B. bei körperlicher Tätigkeit in überwärmten Räumen. Hierfür verfügt der Körper über ein Repertoire von verschiedenen Regulativen: die Verdunstung von Körperflüssigkeit (Schwitzen), Konvektion und Wärmeleitung an die umgebende Luft, Wärmeabstrahlung an die Umgebungsflächen, die Atmung, die Ausscheidung bzw. die Aufnahme von Speisen.

Die Wiedererwärmung wird durch Verbrennungsprozesse gesteuert, die durch die Aufnahme von Luftsauerstoff möglich werden. Kann der Körper diesen Selbstregulierungsprozess nicht selbst aufrechterhalten, etwa bei sinkender Außentemperatur oder Nahrungsmangel, dann können weitere Wärmeverluste zunächst durch die absichtliche Erhöhung der Wärmeabgabe (kurzzeitige körperliche Tätigkeit), durch zusätzliche Kleidung als Isolierschicht oder durch Nutzung äußerer Wärmequellen ausgeglichen werden. Sind die ursprünglichen externen Wärmequellen, wie etwa die Nähe anderer Lebewesen („Stallwärme“), die Sonneneinstrahlung oder warme Außenluft, nicht verfügbar, dann kann man auf technische Wärmequellen ausweichen, zu denen bereits das einfachste offene Feuer gehört. Der Nutzen eines im Freien of-

Abb. 1. Lufttemperaturprofile im Vergleich (aus: Sprenger 1974, S. 39). Charakteristische Lufttemperatur in Raummitte im Beharrungszustand, bei verschiedenen Heizungen und bei geringen Außentemperaturen. FH = Fußbodenheizung, DH = Deckenheizung, RA = Radiator-Heizkörper an Außenwand unter Fenster, RI = Radiator-Heizkörper an Innenwand, K = Kachelofenheizung, E = Eiserner Ofen, S = Schwerkraftluftheizung mit Auslass an Innenwand, P = Perimeterheizung (Hüllflächenheizung).



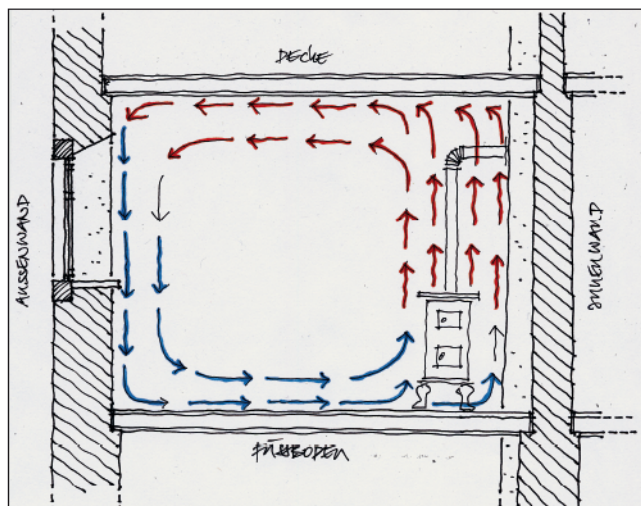


Abb. 2. Ungünstige Luftzirkulation bei falsch platziertem Ofen im Raum (Zeichnung: Verf.).

Abb. 3. Rauchhaus mit zentralem Feuer: Herdstelle mit schwenkbarem Wendebaum (aus: Barran 1986, S. 70, Rekonstruktion eines Hauses aus dem 8. Jahrhundert).

fen brennenden Feuers ist aber gering, erst mit der Domestizierung desselben wurde der entscheidende Schritt zur Trennung von nicht beeinflussbarem Außen- und beeinflussbarem Innenklima, d. h. zur Regulierbarkeit von Wärme, getan.

Am Ende dieser Kette von Möglichkeiten zur externen Temperaturregulierung steht der beheizte Innenraum. Doch in einem umschlossenen Raum herrschen weitgehend andere physikalische Bedingungen als in der freien Natur, so dass auch dieser einem eigenen Regelungserfordernis unterworfen ist, um behaglich zu sein. Als Einflussgrößen bei der Bestimmung der thermischen Behaglichkeit von Innenräumen gelten folgende Parameter: Luft- und Hüllflächentemperatur, Luftfeuchte und -geschwindigkeit, Wärmestrahlung der Heizquelle und Wärmeabgabe des Menschen. Thermische Behaglichkeit ist dann gegeben, wenn diese Parameter innerhalb gewisser Toleranzen in einem optimalen Verhältnis zueinander stehen. Verschiedene Heizungssysteme beeinflussen die Wärmeverteilung in Räumen unterschiedlich (Abb. 1). Eine zu große Differenz zwischen Wandtemperatur und Raumlufttemperatur beeinflusst die Behaglichkeit negativ. Je kälter die Außenwände eines Raumes, umso höher darf zur Kompensation deshalb die Lufttemperatur sein (und umgekehrt), jedoch nur innerhalb einer Bandbreite von etwa 10° C.

Fällt die relative Luftfeuchte in einem auf 20 bis 22° C beheizten Raum un-

ter 35 %, dann kommt es durch Austrocknung zu erhöhter Staubbildung, die zur Reizung der Atemwege führen kann. Die Behaglichkeit wird außerdem durch das Austrocknen der oberen Luftwege beeinträchtigt. Steigt die relative Luftfeuchte bei gleicher Raumlufttemperatur, dann schlägt sich an kalten Stellen der Umschließungsflächen Feuchtigkeit nieder (Kondensation). Organische Stoffe neigen dabei zur Schimmelbildung, die die Behaglichkeit durch Modergerüche herabsetzt. Luftbewegungen im Freien werden in der Regel, da sich die Anstrahlrichtung durch Luftverwirbelungen ständig ändert, als angenehm empfunden. Grundsätzlich empfindlich reagiert der Körper auf Luftbewegung in Innenräumen. Besonders wenn die bewegte Luft eine geringere Temperatur als die Raumluft hat und fortdauernd aus einer bestimmten Richtung auf einen Körperteil trifft, empfindet man dies als unangenehme Zuglufterscheinung. Je geringer die Raumlufttemperatur ist, desto geringer sollte die Raumluftgeschwindigkeit sein.

Bei ungünstiger Platzierung einer Wärmequelle, z. B. bei der Aufstellung eines Ofens vor einer Innenwand bei gleichzeitig undichten Fenstern und kalten Umschließungsflächen (Abb. 2), kommt es zur Luftzirkulation, die als unbehaglich empfunden wird: Die erwärmte Luft von geringer Dichte steigt über dem Ofen zur Zimmerdecke, kühlt sich dort ab und fällt unter ständig fortgesetzter Abkühlung und Dichtezunahme an den Außenwänden entlang zum Fußboden, von wo sie er-

neut in den Umwälzungskreislauf einbezogen wird. Das raumklimatische Ergebnis sind niedrige Temperaturen am Fußboden (d. h. kalte Füße beim Bewohner), hohe Temperaturen unter der Decke (wo sich niemand aufhält) und eine permanente Zugluftempfindung durch die mit relativ hoher Geschwindigkeit umgewälzte Raumluft. Das thermische Behaglichkeitsempfinden des Menschen ist grundsätzlich in Abhängigkeit von seiner eigenen aktuellen Wärmeabgabe zu betrachten. Bekannt ist der Effekt, dass ein durch körperliche Arbeit erhitzter Mensch einen auf 20° C erwärmten Innenraum ganz anders beurteilt als ein seit Stunden körperlich untätiger.

### Häusliche Heizungen

Dem Heizungsprinzip nach unterscheidet sich das Lagerfeuer nicht vom Kaminfeuer. Das offen brennende Feuer spendet gleichzeitig Strahlungswärme und Licht, belästigt aber durch seinen Rauch und hat einen nur geringen Wirkungsgrad, weil die heißen Gase ungenutzt entweichen (Abb. 3).

Im westlichen Nord- und Mitteleuropa wurde die offene Feuerstelle schon seit prähistorischer Zeit in das Haus hineingeholt, also „domestiziert“. Aus Sicherheitsgründen zunächst mittig im Raum platziert (es handelte sich um Holzhäuser), diente es sowohl der Speisebereitung und als Heizung als auch zur Beleuchtung. Der Rauch hielt sich meist längere Zeit im Gebäude und zog über eine Öffnung überwiegend im Giebel ab.

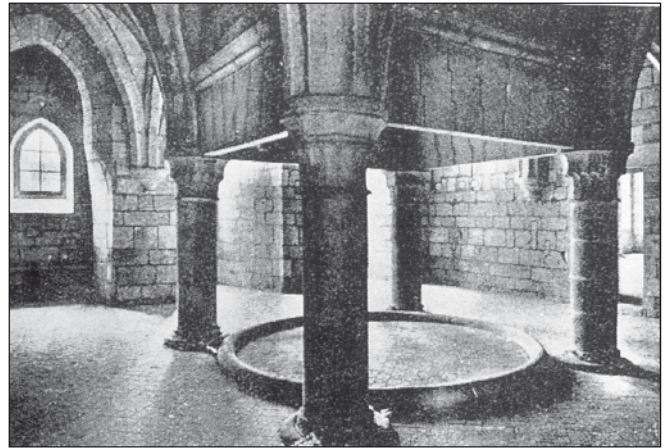
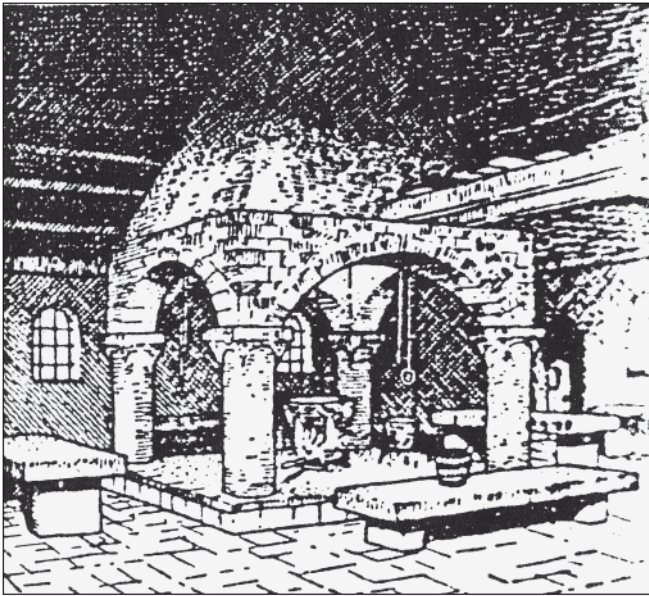


Abb. 5. Kalefaktorium des Klosters Longpont, 11. Jahrhundert (aus: Aubert 1947, S. 16).

Abb. 4. (links) Klosterküche St. Gallen, 9. Jahrhundert (aus: Barran 1986, S. 70).

Im germanischen Kulturkreis hält sich das offene Herdfeuer besonders lange, denn es wird als heilig angesehen: *Bei den Germanen geht die Beibehaltung des offenen Herdes nicht zuletzt auf kultische Ursachen zurück; nach Gudmundsson [isländ. Autor, um 1889; Anm. d. Verfassers] bildete der arinn geradezu den Altar des isländischen Hauses, und auch in einer althochdeutschen Glosse wird ‚altara‘ mit arinn übersetzt. Er diente zur Weihe des Trankes, der über die Flammen hin zugereicht werden musste<sup>1</sup>.* Eine wichtige Zutat zum offenen Feuerplatz war der Rauchfang. Das vermutete Aussehen des Herdes einer Klosterküche aus dem Plan von St. Gallen im 9. Jahrhundert gibt ein Beispiel (Abb. 4), das Kalefaktorium des Zisterzienserklosters Longpont (Dep. Aisne, F, Abb. 5) ein anderes. Im Zusammenhang mit Mauerwerksbauten rückte die offene Feuerstelle an die Peripherie des Raumes. Hier konnte ein Rauchmantel mit geringem Aufwand hergestellt und der lästige Qualm über einen in der Außenmauer eingelassenen Schornstein abgeführt werden (Abb. 6 bis 8). Wandkamine eignen sich sowohl als intimer Ort für den privaten Rückzug als auch für hoch repräsentative Anlässe höfischer Prachtentfaltung. Dabei scheint es so, als wären gerade die frühen höfischen Exemplare besonders großartig und aufwändig ausgeführt gewesen, wie die Beispiele aus Gelnhausen (um 1190) und der Wildenburg im Odenwald (um 1215) zeigen. Zur Verdeutlichung dieser Aussage seien hier die Abmessungen der

Rauchschürze des Kamins auf der Wildenburg angegeben: Breite Stirnseite = ca. 3,28 m, Auskragung Konsolsteine = ca. 2,00 m, Querschnitt Konsolstein = 1,12 m x 45 cm.

Die beiden Beispiele, das eine aus einer Kaiserpfalz Barbarossas, das andere aus der Burg eines staufischen Ministerialen, finden sich jeweils in einem Empfangs- und Repräsentationsraum des Palas. Hier konnte man hohe Gäste empfangen und bewirten, hier war der oft einzige Ort in einer Burg, an dem sich im Winter wenigstens in beschränktem Maß so etwas wie Behaglichkeit herstellen ließ. Eine Einschränkung muss aus zwei Gründen gemacht werden: Ein Kaminfeuer erzeugt fast ausschließlich Strahlungswärme und erwärmt die Raumluft kaum; ein so beheizter Raum muss – wenigstens in der Anheizphase – kräftig ventiliert werden, wenn der Rauch wirksam durch den Schlot abgeführt werden soll. Der dadurch

erzeugte hohe Luftwechsel mit Transport von Kaltluft in Verbindung mit entsprechenden Luftgeschwindigkeiten trägt nicht zur Behaglichkeit bei. Die trotz mäßigem Wirkungsgrad bis heute hohe Beliebtheit dieser Feuerungseinrichtung muss andere als nur heiztechnische Gründe haben. Die Anmutungsqualitäten des offenen Kamins reichen, abhängig von der Größe des Raumes, von gemütlich bis repräsentativ. Im Unterschied zum umschlossenen Feuer in einem Ofen spricht ein offen brennendes Holzfeuer mehrere Sinne an: Es spendet Licht und Wärme, es erzeugt Gerüche und Geräusche, und es bietet dem Auge ständig wechselnde Eindrücke.

Die unterschiedliche geografische Verteilung von offenen häuslichen Feuerstellen (Herden) und umschlossenen häuslichen Feuerstellen (Öfen) in Mittel- und Osteuropa

Abb. 6. Wandkamin im Renaissance-Schloss Gordes, Provence (Foto: Verf.).





Abb. 7. Gelnhausen, Reste des Kamins im Palas (Foto: Verf.).

Abb. 8. Wildenburg, Reste des Kamins im Palas (Foto: Verf.).

Abb. 9. Öfen in Wohnhäusern der Pfalz Tilleda (aus: Grimm 1990, Taf. 15).

Abb. 10. Inneres einer finnischen Badestube, 19. Jahrhundert (aus: Retzius 1885, S. 66).

Abb. 11. Badestube in Basel um 1515 (aus: Martin 1906, S. 89).



wurde von Volkskundlern seit dem 19. Jahrhundert durch Vergleiche der häuslichen Kochvorrichtungen von Germanen und Slawen intensiv untersucht. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass der germanische (westliche) Kulturkreis durch die fast ausschließliche Verwendung des offenen Herdfeuers gekennzeichnet sei, der slawische (östliche) dagegen durch die Verwendung des Ofens. Dieser diente mehreren Zwecken: als Backofen für die Bereitung von Brot, Kuchen, Keksen, als Kochofen für die entsprechende Speisezubereitung, als Heizofen, auch als Badeofen. Der Volkskundler Karl Rhamm fasst zusammen: *Der Ofen spielt eine große Rolle: in ihm kocht der Bauer sein Essen und bäckt er, im Ofen wird er manchmal geboren, auf ihm wächst er heran und schläft er, heilt er sich und stirbt, unter dem Ofen werden Hühner ausgebrütet, Ferkel geboren und leben Schweine<sup>2</sup>.*

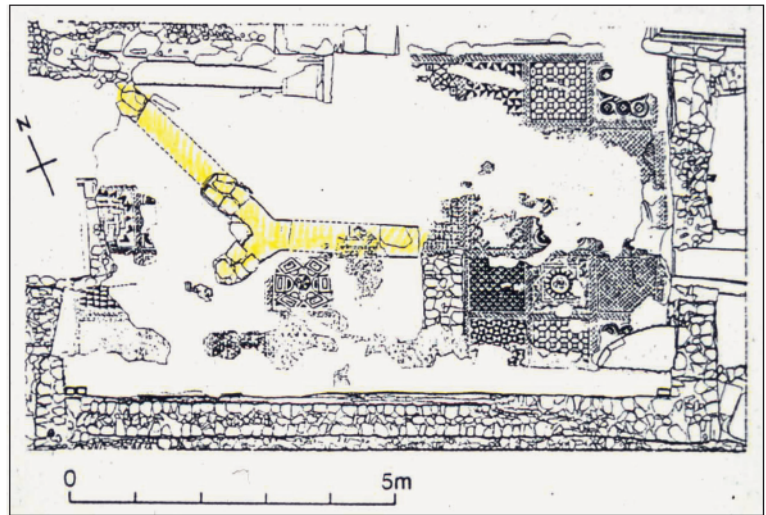
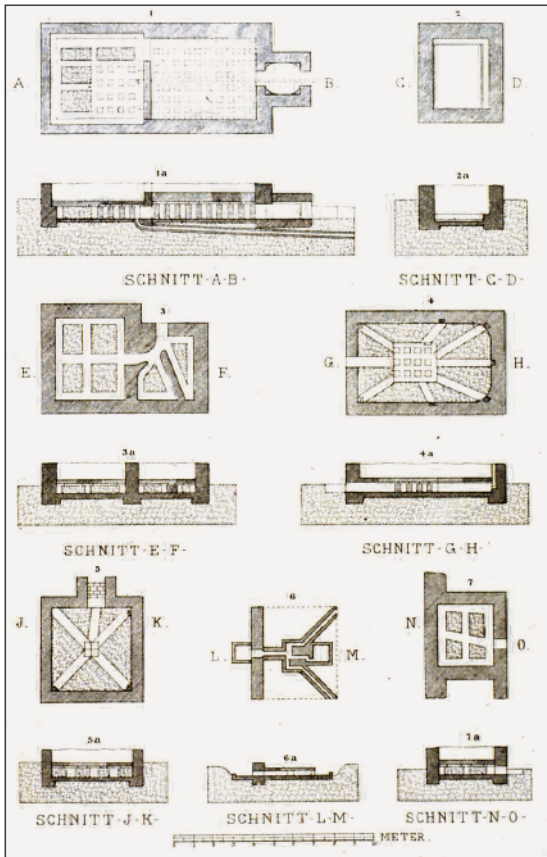


Abb. 13. Kanalheizungen in einer spätrömischen Bischofsresidenz, Genf (aus: Drack 1988, S. 145).

Abb. 12. (links) Antike Kanalheizungen im Römerkastell Saalburg (aus: Jacobi 1897, Taf. VIII).

Primitive Exemplare des Ofens wurden in den Ostalpen von dem Volkskundler Viktor von Geramb noch im frühen 20. Jahrhundert angetroffen. Es waren Rauchöfen wie in frühgeschichtlicher Zeit (Abb. 9). Die Behaglichkeit in diesen Rauchstuben muss sehr bescheiden gewesen sein. Hinsichtlich des Badekultes sind zu unterscheiden: das Schwitzbad und das Wannbad, das vorrangig der Körperreinigung diente. Das erstere fand in den mit Badeöfen ausgestatteten Stuben seine Anwendung (Abb. 10). Eine der ältesten Beschreibungen von Rauchofen-Badestuben stammt angeblich von dem arabischen Arzt Ibn Yakub, der mit einer Gesandtschaft des Kalifen von Cordoba im Jahre 973 den Nordosten Mitteleuropas bereiste. Er erfasste sowohl die wesentlichen baulichen Anordnungen als auch den medizinischen Zweck derartiger Anlagen: *Bäder haben die Slawen nicht; aber sie machen ein Gemach von Holz, dessen Ritzen sie mit Moos verstopfen. In einem Winkel dieses Gemachs bauen sie einen Feuerofen von Steinen und lassen darüber eine Öffnung, um den Rauch hinaus zu lassen. Wenn nun der Ofen erhitzt ist, so verstopfen sie das Luftloch und verschließen die Türe. In dem Raum*

*Hand, womit er die Luft bewegt und an seinen Leib treibt. Dann öffnen sich die Poren und das Überflüssige vom Körper kommt heraus und läuft in Strömen von ihnen ab, so dass an keinem von ihnen mehr eine Spur von Ausschlag oder Geschwulst zu sehen ist. Sie nennen einen solchen Verschlag itba<sup>3</sup>. „itba“ verweist etymologisch auf „Stube“, „beheizbarer Raum“. Die Lust am Baden und die Fertigkeit, Öfen zu bauen, beschränkten sich nicht auf die ländliche Bevölkerung. Für Adel, Geistlichkeit und das städtische Bürgertum wurde das Baden seit dem Hochmittelalter zunehmend zu einem kulturellen Bedürfnis (Abb. 11). Die Synode von Magdeburg 1370 schrieb den Geistlichen vor, eigene Badestuben zu haben und alle vierzehn Tage zu baden. Der Gebrauch des Bades war schließlich im weltlichen wie im geistlichen Stande so zur Gewohnheit geworden, dass die bischöflichen Statuten des St.-Katharinen-Hof-Spitals zu Halberstadt von 1301 es als wirksame Drohung ansahen, renitente Brüder oder Kranke nach dreimaligem Nichterfüllen der Buße mit Entziehung des Bades auf einen Monat zu bestrafen. Fehlte eine solche Einrichtung, gab das oft Anlass zur Beschwerde: *auch clagen dy bruder, das kein badstub nit**

*da ist*, heißt es in einer Klosterchronik. Der Ofen wird schließlich außerhalb des Raumes beheizt und verräuchert die Badestube nicht mehr. Die heiztechnischen Erfahrungen, die man mit Steinspeicher-Öfen gemacht hatte, gaben manche Impulse für die Ausformungen von Steinofen-Luftheizungen. Luftheizungen antiker und frühmittelalterlicher Zeit waren aus mineralischen Baustoffen gemauerte Konstruktionen. Als Heizmedium diente die durch einen hypokaustischen Ofen erhitzte Frischluft, die durch Konvektion, d. h. durch Nutzung der Dichteunterschiede zwischen kalter und warmer Luft in den zu beheizenden Raum transportiert wurde. Die so erzeugte Heizluft konnte über verschließbare Fußbodenöffnungen dosiert an den beheizbaren Raum abgegeben werden. Dazu waren separate Ventilationsvorrichtungen erforderlich. Es ist zu unterscheiden zwischen direkten und indirekten Luftheizungen. Bei den ersteren gibt es eine räumliche Verbindung zwischen dem Ofen und dem beheizbaren Raum. Feuerungs- und Nutzungsvorgang mussten, ähnlich wie bei Backöfen, zeitlich voneinander getrennt werden: Zuerst wurde der Steinspeicher aufgeheizt, so lange blieben die Warmluftauslässe geschlossen, um Rauch und Asche aus dem Raum fernzuhalten. Nach dem Niederbrennen des Feuers wurde der Kamin mit einer Klappe verschlossen; die Bodenauslässe wurden geöffnet.

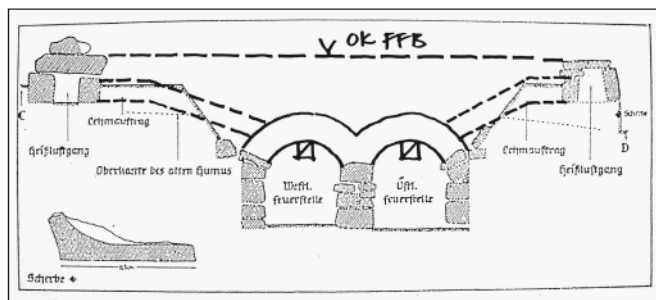
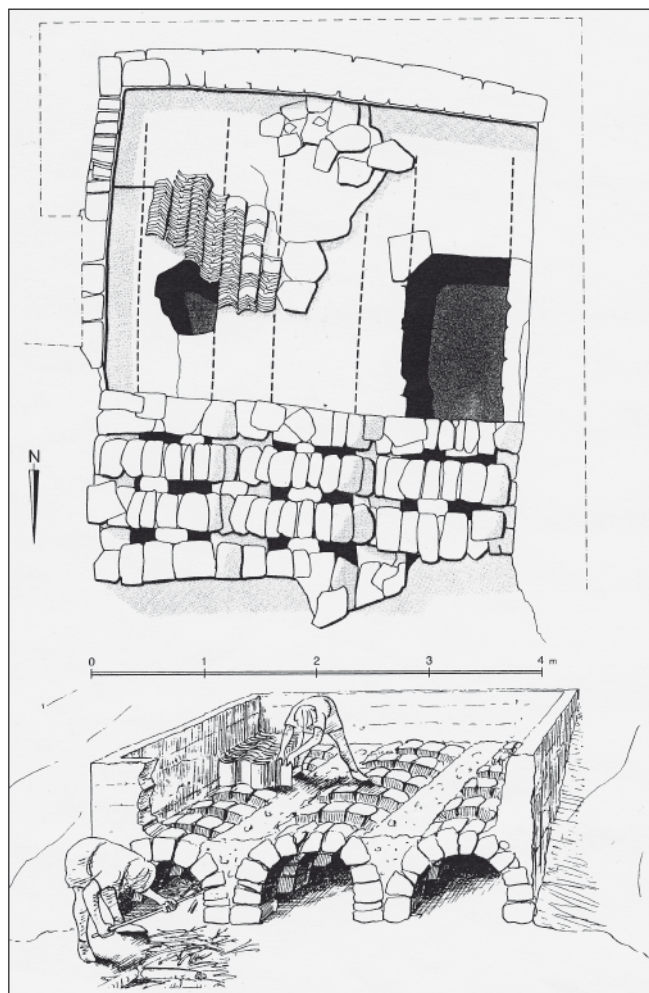


Abb. 14. Pfalz Tilleda, Kanalheizungen (aus: Grimm 1968, Taf. 35).

Abb. 15. Pfalz Werla, Grabungsbefund (aus: Brandt 1941, Abb. 5) mit Rekonstruktionsvorschlag Bingenheimer (aus: Bingenheimer 1998, S. 78).

Abb. 16. Ziegelofen aus Öhringen-Michelbach (aus: Tonneser 2002, S. 107).



Indirekte Luftheizungen sind mit einem geschlossenen Ofen ausgestattet, der in einer eigenen Kammer steht. Zuluft umspült den heißen Ofen, erwärmt sich dabei und gelangt in den zu beheizenden Raum. Man kann also hierbei vom Prinzip des Wärmetauschers sprechen; Feuerungs- und Beheizungsvorgang können gleichzeitig stattfinden.

Hypokaustisch befeuerte Kanalheizungen gab es bereits in der Antike; jedoch ist bislang in keinem Fall gesichert, ob die immer wieder beobachteten Tubuli in Raumecken und Wänden Rauchabzüge oder Heißluftauslässe waren (Abb. 12 und 13).

Zu den frühesten gesicherten Kanalheizungen mit Heißluftbetrieb gehören die in der sächsischen Königspfalz Tilleda ergrabenen Reste (Abb. 14). Das System wurde fragmentiert angetroffen. Ein Stein wurde als Stöpsel gedeutet, der zum Kanalsystem gehörige Ofen jedoch nicht gefunden. Die Verschließbarkeit der Auslassöffnungen mit Deckeln bzw. Steinstöpseln deutet auf eine direkte Luftheizung.

Wie der zugehörige Ofen ausgesehen haben könnte, ist vielleicht durch den Grabungsbefund der Pfalz Werla (Abb. 15) zu erklären, der seinerseits große Ähnlichkeiten mit einem mittelalterlichen Ziegelofen aus Öhringen-Michelbach aufweist (Abb. 16).

Insgesamt wurden bis heute nur vier Exemplare dieser Bauart identifiziert, die dem 10. Jahrhundert zuzuordnen sind (in den Pfalzen Quedlinburg, Werla, Tilleda, Pöhlde). Die beheizten Räume waren in drei Fällen repräsentative Säle; für Tilleda ist die räumliche Zuordnung nicht geklärt, die zeitliche ins 10. Jahrhundert jedoch falsch.

Direkte Luftheizungen mit archäologisch nachgewiesenem Gewölbeofen sind etwa zweihundert Jahre jünger, aber überwiegend in demselben geografischen Gebiet wie die früheren Kanalheizungen angetroffen worden. Sie gehören in die Zeit der salischen und staufischen Kaiser. Repräsentativ sind die Anlagen Goslar und Dankwarderode (Abb. 17 und 18).

Die Heizanlage in der Königspfalz Goslar besteht aus zwei getrennten, aber ungefähr zeitgleichen Tonnengewölben. Sie befand sich unter dem Erdgeschoss der domus imperialis und erwärmte den unteren der beiden zweischiffigen Säle. Der Zugang zu den beiden getrennt funktionierenden Anlagen war von der Westseite aus möglich, den repräsentativen Gebäudeteilen abgewandt. Die Feuer brannten innerhalb der Gewölbe, so dass auch hier ein Fall von direkter Luftheizung vorliegt. Rauchabzüge sind innerhalb des Gebäudes nicht nachgewiesen, so dass der Qualm wohl vor der Westmauer des Palas den Weg ins Freie gefunden haben muss. Die ursprünglich nur aus den beiden tunnelartigen Gewölben und je einem Heißluftauslass bestehenden Öfen wurden während eines Umbaus nach 1289, bei dem man das Erdgeschoss durch Trennwände unterteilt hat, mit kanalartigen Fortsetzungen erweitert.

Ähnlich ist die Luftheizung in Dankwarderode, der Burg Heinrichs des

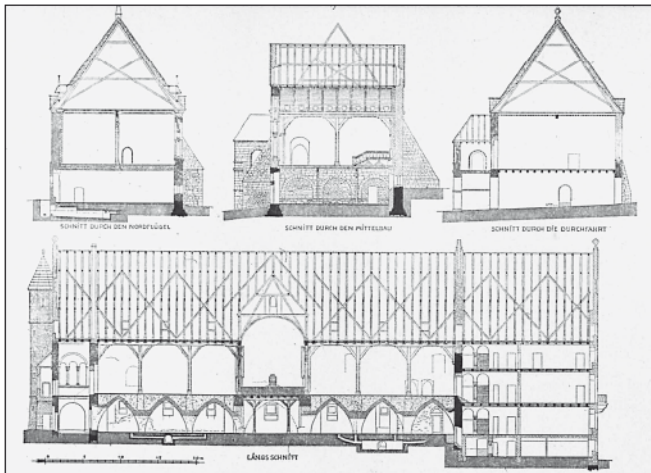


Abb. 17. Kaiserpfalz Goslar, Domus imperialis mit Gewölbeöfen unter dem Erdgeschoss (aus: Hölscher 1927, Taf. 22).

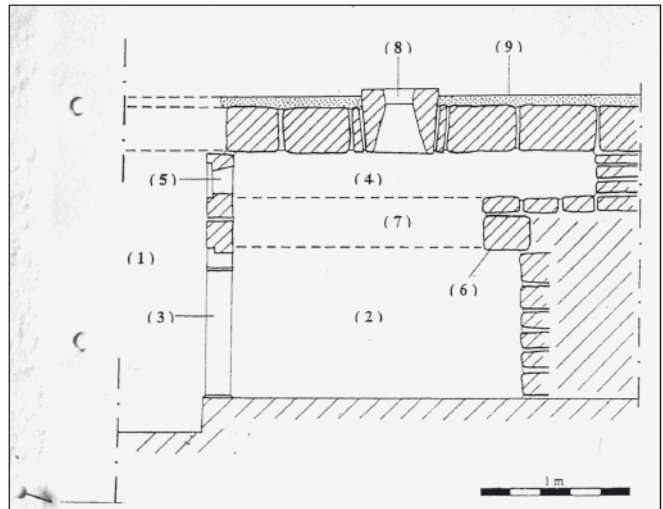


Abb. 20. Steinspeicher-Luftheizung in der Runneburg (Weißensee), Längsschnitt (wie Abb. 19).

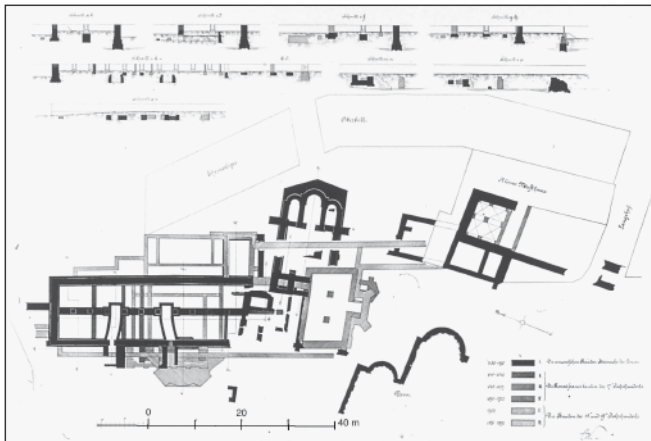


Abb. 18. Königsburg Dankwarderode mit Gewölbeöfen unter dem Erdgeschoss (aus: Winter 1883, Taf. VI).

Abb. 19. Steinspeicher-Luftheizung in der Runneburg (Weißensee), Querschnitt (aus: Meckseper/Müller/Stolle 1998, S. 104–106).

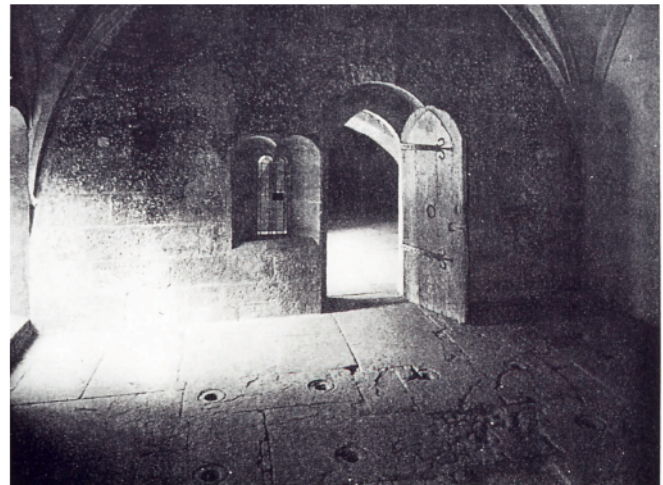


Abb. 21. Kalefaktoriumsheizung des Klosters Maulbronn, Blick in das Kalefaktorium mit den Warmluftauslässen im Fußboden (aus: Hecht 1954, Sp. 308–312).

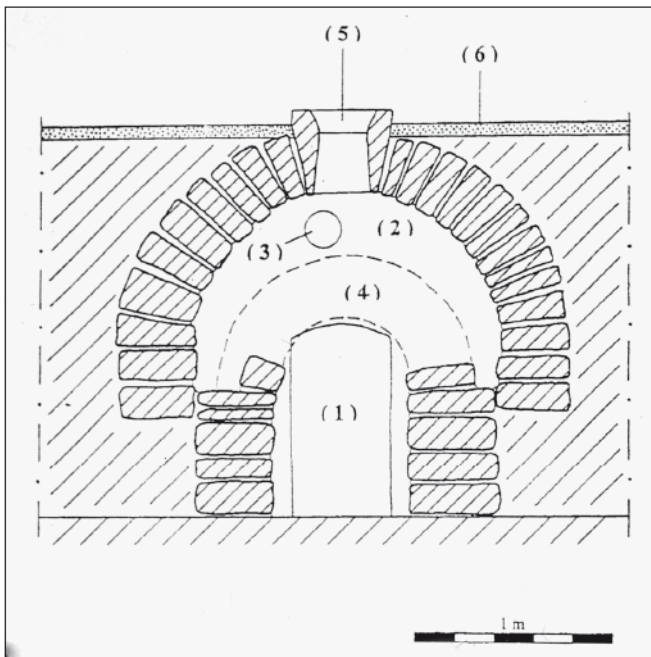
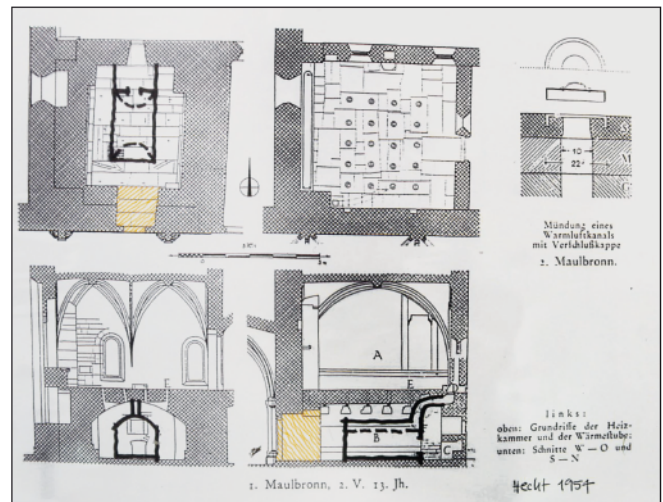


Abb. 22. Kalefaktoriumsheizung des Klosters Maulbronn (aus: Hecht 1954, Sp. 308–312) mit zeichnerischer Rekonstruktion des Steinspeicherofens (Zeichnung: Verf.).



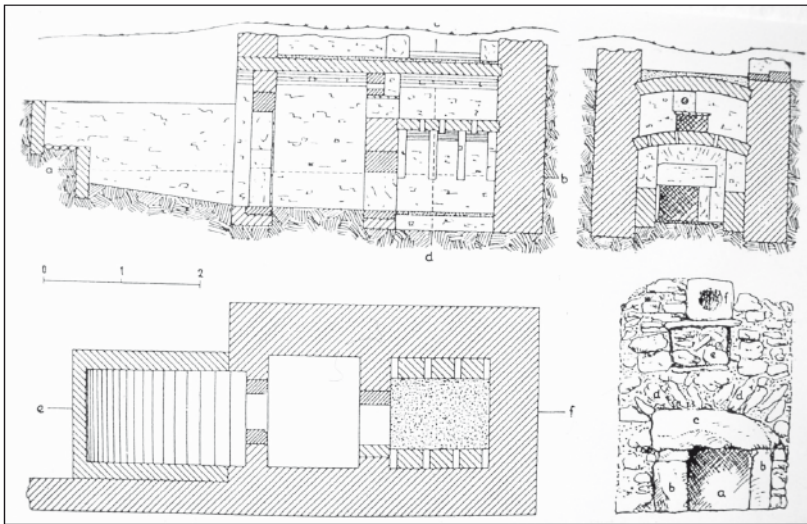
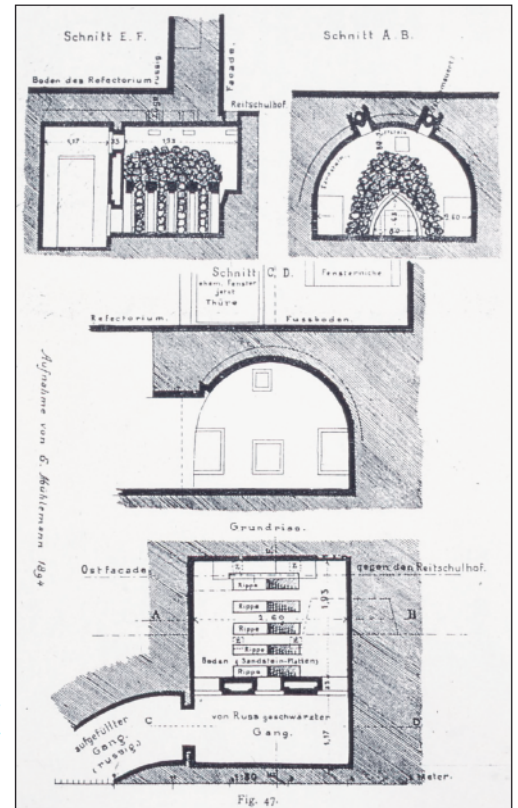


Abb. 23. Steinspeicher-Luftheizung in Königshof-Ödekloster, Neusiedler See (aus: Groller 1905, Fig. 17).

Abb. 24. Steinspeicher-Luftheizung des Dominikanerklosters in Bern, z. T. Rekonstruktion (aus: Hunziker 1900, Fig. 47).



Löwen. Vom Typus dieser Gewölbeheizungen sind bis heute acht Exemplare bekannt, davon gehörten fünf zu Mönchsklöstern. Eines der besterhaltenen Beispiele für die indirekte Luftheizung mit Rauchgastrimmung ist das in der Runneburg (Weißensee, Thüringen) ausgegrabene Exemplar aus dem 12. oder 13. Jahrhundert (Abb. 19 und 20). Insgesamt sind inzwischen etwa zehn derartige Anlagen identifiziert. Hierzu muss auch die bislang nicht zutreffend interpretierte Kalefaktoriumsheizung des Klosters Maulbronn gezählt werden (Abb. 21 und 22).

Ein relativ kleiner Feuerungsraum wurde durch ein tonnenartiges Gewölbe überspannt, das seinerseits durch ein mit einigem Abstand gemauertes zweites Gewölbe überbaut ist, von dem aus eine verschließbare Öffnung im Fußboden zum darüber liegenden Raum führte. In einer Stirnwand des größeren Gewölbes befindet sich eine ebenfalls verschließbare runde Ventilationsöffnung. Nachdem der Ofen, der zugleich als Speichermasse diente, hinreichend erhitzt worden war, konnte der darüber liegende Raum kontinuierlich, auch während des Nachfeuerns, mit Warmluft versorgt werden.

Die späten Exemplare dieses Typs geben den thermisch sehr trägen reoperativen Speicher des Feuerungsgewölbes auf zugunsten einer von Becherkacheln durchsetzten, schließlich gänzlich aus diesen bestehenden Gewölbekonstruktion, die sehr von den zeitgleichen Kachelöfen beein-

flusst ist. Eines von mehreren ergrabenen Beispielen hierfür ist der an der Palastaula der Pfalz Ingelheim gefundene Ofen<sup>4</sup>. Am effektivsten unter den Luftheizungen waren die Konstruktionen mit einem Steinspeicher-Ofen (Abb. 23 bis 26). Sie wurden in den Schlössern des Deutschen Ordens, in Klöstern, Burgen, Rathäusern, Hospitälern, schließlich auch in den Häusern reicher Bürger der Hansestädte archäologisch nachgewiesen. Bis heute sind über 150 Exemplare identifiziert, und es kommen ständig neue Funde hinzu. Anfang des 14. Jahrhunderts gelangten sie zur Entfaltung; im 15. Jahrhundert wurden sie aufgegeben. Die Gründe dafür lassen sich aus der Geschichte der Kachelöfen erklären. Der auffälligste konstruktive Unterschied zu den vorausgegangenen Gewölbeöfen besteht darin, dass die Decke der Feuerungskammer nicht mehr geschlossen, sondern in einzelne gemauerte Rippen aufgelöst ist. In einer zusätzlichen Kammer darüber liegen große feuerfeste Steine, meistens Flusskiesel oder Granit-Findlinge, die von den heißen Rauchgasen durchstrichen und aufgeheizt werden. Das System gehört zu den direkten Luftheizungen; Feuerungs- und Heizvorgang können nur nacheinander stattfinden. Nach der ausreichenden Erhitzung der Speichermassen wurde die Asche aus der Feuerung entfernt; man hat die Rauchabzüge verschlossen und die Warmluftauslässe im Fußboden geöffnet.

Als einige preußische Baubeamte 1824 in verschiedenen damals noch erhaltenen Steinkammer-Luftheizungen des Ordenschlosses Marienburg in Ostpreußen Heizversuche durchführten, stellte sich heraus (trotz allen Bedienungsfehlern und gescheiterten baulichen „Verbesserungen“), dass diese Heizungssysteme einen sehr guten feuerungstechnischen Wirkungsgrad gehabt haben mussten. Trotzdem wurden alle Typen von Luftheizungen um die Wende vom 14. zum 15. Jahrhundert allmählich aufgegeben und durch den Stubenofen verdrängt.

*Suntriadamnadomus: imber, malafemina et fumus* (drei Übel bedrohen das Haus: Brand, eine böse Frau und der Rauch [des Ofens bzw. des Herdes])<sup>5</sup>. Mit der Verwendung des Kachelofens, oder, umständlicher zwar, aber typologisch präziser: des gemauerten Stubenofens mit Außenfeuerung, konnte man zumindest zwei dieser Hausübel eindämmen: die Brandgefahr und den Stubenrauch. Die ältesten bildlichen Darstellungen von Kachelöfen in Deutschland stammen aus dem 13. und 14. Jahrhundert. Die Kachelöfen verbreiten sich seit dem 14. Jahrhundert rasch und verdrängen auch dort, wo alte Luftheizungen noch in Benutzung waren, die älteren Heizungssysteme. Das bedeutet die Abkehr vom Prinzip der Konvektionsheizung



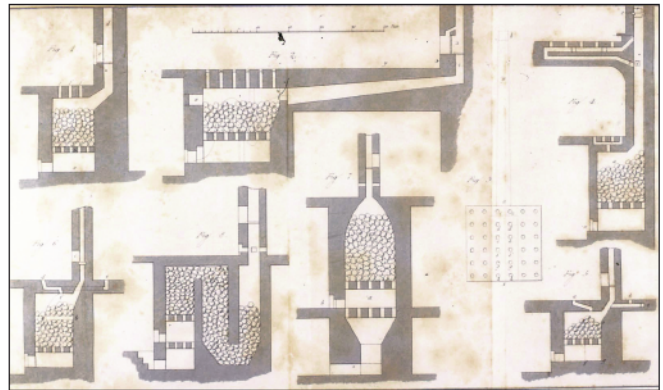
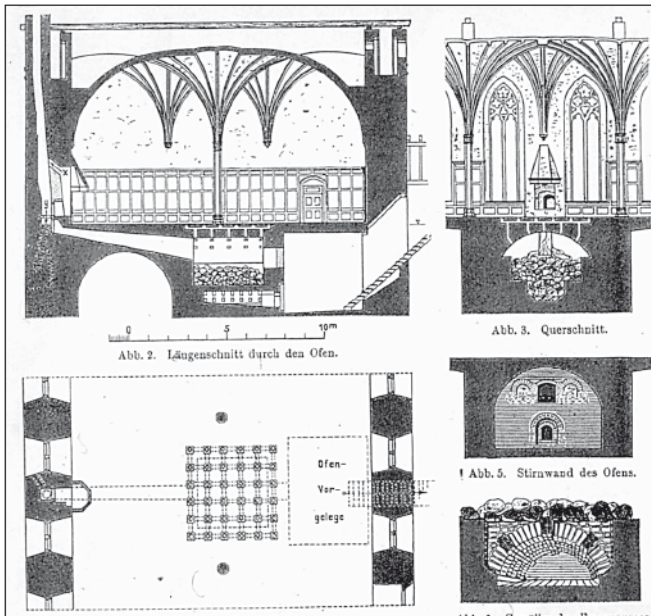


Abb. 26. Remterheizungen der Marienburg (aus: Voss 1830, Taf. I).

Abb. 25. (links) Remterheizungen der Marienburg (aus: Steinbrecht 1920, Abb. 2–6).

zu Gunsten der Strahlungsheizung. Die Gründe dafür dürften Behaglichkeitskriterien gewesen sein; denn Strahlungswärme wird als angenehmer empfunden als die relativ trockene, nie ganz staub- und geruchsfreie Heizluft aus den unterirdischen Öfen. Das Auftreten von Vorformen des Kachelofens ist zuerst für den südöstlichen Alpenraum belegt, noch ohne den Einsatz von Kacheln. Ob die Erfindung des Kachelofens auf die Übernahme des slawischen Kochofens zurückzuführen ist oder auf das Hereinnehmen des ursprünglich in der Küche oder vor dem Haus stehenden Backofens in die Stube, ist eine oft diskutierte, aber bis heute unentschiedene Frage. Da diese dickwandigen Ofenkonstruktionen jedoch thermisch etwas träge waren, kam man schon früh, d. h. spätestens

Anfang des 13. Jahrhunderts, auf die Idee, die gemauerte Ofentonne punktuell durch den Einbau dünnwandiger Becher oder Töpfe aus gebranntem Ton zu durchbrechen (Abb. 27). Das geschah offenbar mit so großem Erfolg, dass sich im Laufe der Zeit das Verhältnis zwischen gemauerter Oberfläche einerseits und Kachelanteil andererseits umkehrte. Anfangs wurden nur die Ränder der Topfkacheln zu einem Quadrat verformt, so dass man diese näher aneinander rücken konnte. Am Ende besteht der ganze Ofenmantel nur noch aus Kacheln, die jetzt tragende Funktion übernehmen. Wurden die Topfkacheln noch auf der Töpferscheibe vorgeformt, so waren die späten Blattkacheln mit Matrizen hergestellte und verzierte Manufakturprodukte (Abb. 28).

Schmuck- und Repräsentationsbedürfnis der Renaissance und des Barock dürften eine wesentliche Rolle dabei gespielt haben, dass die Kachelöfen immer aufwändiger gestaltet und in manchen Fällen zu regelrechten Skulpturen wurden, teilweise sogar mit einem erzählenden Bildprogramm. Funktion und Wirkungsgrad eines Ofens wurden jedoch durch den künstlerischen Aufwand nicht – oder zumindest nicht positiv – beeinflusst. Die älteren gemauerten Ofentypen bestanden nur aus einem innen leeren Gewölbe, in dem das Feuer brannte. Rauchabzug und Schüröffnung waren ein und dasselbe, die Rauchgase mussten aus dem Ofen den Rückweg bis zur Schüröffnung nehmen. Diese „liegenden“ Öfen ragten weit in den beheizten Raum hinein, nahmen

Abb. 27. (unten) Südtiroler Ofen mit Becherkachel (Strebel 1979, S. 114).

Abb. 28. Gotischer Ofen aus glasierten Blattkacheln (wie Anm. 28, S. 114).

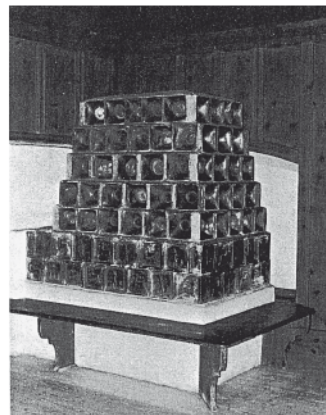
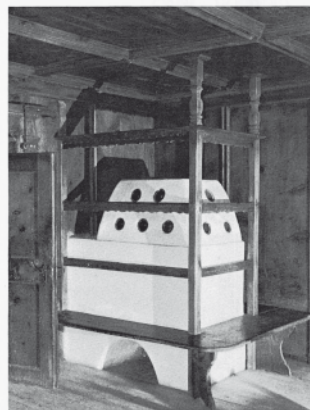




Abb. 29. Stehender Renaissance-Kachelofen (aus: Nagel 1954, S. 16).

hier viel Platz in Anspruch. In bäuerlichen Häusern wurde der Luftraum über dem Ofen durch hölzerne Gestelle genutzt, auf denen man schlafen oder Wäsche und Vorräte trocknen konnte. Solche Arrangements waren beim Adel oder Bürgertum weniger erwünscht; seit der Renaissance gibt es stehende Öfen (Abb. 29). Im stehenden Ofen ist aber die Feuerungsfläche kleiner als im liegenden. Um den Wirkungsgrad zu erhöhen, wurden in den stehenden Kachelöfen Züge eingebaut, d. h. labyrinthisch angeordnete Trennwände, durch die die heißen Rauchgase auf dem Weg zum Schornstein streichen mussten. Die Verweildauer des heißen Rauches wurde damit vergrößert; die gemauerten Züge wirkten als zusätzliche Speichermasse. Dieses Prinzip wird auch bei heutigen Kachelöfen genutzt.

## Anmerkungen

- <sup>1</sup> Bruno Schier, *Hauslandschaften und Kulturbewegungen im östlichen Mitteleuropa*, Göttingen 1966 (Nachdr.), S. 186.
- <sup>2</sup> Karl Rhamm, *Die Grosshufen der Nordgermanen* (Ethnographische Beiträge zur germanisch-slavisches Altertumskunde, 1), Braunschweig 1905, S. 109.
- <sup>3</sup> Viktor von Geramb, *Die Kulturgeschichte der Rauchstuben*, in: *Wörter und Sachen*, Bd. IX, H.1, Heidelberg 1924, S. 1–67.
- <sup>4</sup> Holger Grewe, *Im Winter war die Aula warm*, in: *Archäologie in Deutschland*, H. 2, 1998, S. 50.
- <sup>5</sup> Sprichwort aus dem 11. Jahrhundert, zit. nach M. Henkel, *Der Kachelofen – Ein Gegenstand der Wohnkultur im Wandel*, Göttingen 1996, S. 4.

## Literaturverzeichnis

- Arnold, Susanne: *Baden und Badewesen im Mittelalter*, in: *Denkmalpflege in Baden-Württemberg*, 1/1996, S. 23–29.
- Aubert, Marcel: *L'Architecture Cistercienne en France*, 3 Bde., Paris 1947 ff.
- Barran, Fritz R.: *Alle Öfen und Kamine. Einzelfeuerstätten*, Köln 1986.
- Bingenheimer, Klaus: *Die Luftheizungen des Mittelalters. Zur Typologie und Entwicklung eines technikgeschichtlichen Phänomens* (Schriftenreihe Antiquitates, Bd. 17), Hamburg 1998.
- Brandt, Karl: *Werla. Königspfalz, Volksburgen und Städte*, in: *Deutsches Archiv für Geschichte des Mittelalters*, hrsg. von Edmund E. Stengel, 4. Jg., Weimar 1941, S. 53–75.
- Bräuning, Andrea/Stelzle-Hüglin, Sophie: *Drei Heizanlagen des ehemaligen Franziskanerklosters Ulm*, in: *Mittelalterliche Öfen und Feuerungsanlagen. Beiträge des 3. Kolloquiums des Arbeitskreises zur archäologischen Erforschung des mittelalterlichen Handwerks*, hrsg. vom Landesamt für Denkmalpflege Baden-Württemberg (Materialhefte zur Archäologie in Baden-Württemberg, H. 62), Stuttgart 2002, S. 35–54.
- Cramer, Johannes: *Badhäuser – ein städtischer Bautyp*, in: *Hausbau im Mittelalter II*, Jb. f. Hausforsch., Sonderbd., Sobernheim/Bad Windsheim 1985, S. 9–58.
- Drack, Walter: *Die römischen Kanalheizungen der Schweiz*, in: *Jahrbuch für Schweizer Urgeschichte* 71/1988, S. 123–159.
- Ebert, Hans-Peter: *Heizen mit Holz in allen Ofenarten*, Staufen b. Freiburg 2002<sup>8</sup>.
- Franz, Rosemarie: *Der Kachelofen. Entstehung und kunstgeschichtliche Entwicklung vom Mittelalter bis zum Ausgang des Klassizismus*, Graz 1969.
- Geramb, Viktor von: *Die Kulturgeschichte der Rauchstuben. Ein Beitrag zur Hausforschung*, in: *Wörter und Sachen. Kulturhistorische Zeitschrift für Sprach- und Sachforschung*, Bd. IX, H. 1, Heidelberg 1924, S. 1–67.
- Grewe, Holger: *Im Winter war die Aula warm*, in: *Archäologie in Deutschland* 1998/2, S. 50.
- Grimm, Paul: *Eine Königspfalz am Kyffhäuser. Teil 2: Die Vorburg und Zusammenfassung*, in: *Deutsche Akademie der Wissenschaften*, Berlin (Ost) (Schriften zur Ur- und Frühgeschichte 40), Berlin 1990.
- Grohmann, Hans: *Kachelofen und Kamin*, München o. J. (um 1952).
- Groller, Max von: *Das Kastell Ulmus bei Königshof (Királyudvar) und die Niederlassungen bei demselben*, in: *Der römische Limes in Österreich*, H. VI, hrsg. von der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Wien 1905, S. 6–62.
- Hecht, Konrad: *Beitrag „Calefactorium“* in: *Reallexikon zu deutschen Kunstgeschichte*, Bd. III, Stuttgart 1954, Sp. 308–312.
- Hölscher, Uvo: *Die Kaiserpfalz Goslar. Denkmäler deutscher Kunst* (Die deutschen Kaiserpfalzen, Bd. 1), Berlin 1927.
- Hunziker, Jakob: *Zur Geschichte des mittelalterlichen Hypokausts*, in: *Anzeiger für Schweizerische Altertumskunde*, N.F. 2, 1900, S. 182–187.
- Jacobi, Louis: *Das Römerkastell Saalburg bei Bad Homburg vor der Höhe*, Bad Homburg 1897.
- Hüser, Heribert: *Wärmetechnische Messungen an einer Hypokaustenheizung in der Saalburg*, in: *Saalburg-Jahrbuch* 36/1979, S. 12–30.
- Martin, Alfred: *Deutsches Badewesen in vergangenen Tagen*, Jena 1906.
- Meckseper, Cord, Möller, Roland u. Stolle, Thomas (Hrsg.): *Die Runne-*

- burg bei Weißensee. Baugeschichtliche Aufarbeitung der bisherigen Forschungsergebnisse (Arbeitshefte des Thüringischen Landesamts für Denkmalpflege Erfurt), Erfurt 1998.
- Mühlmann*, Ottogerd: Die Jenaer Hypokaustenanlage, in: *Forschungen und Fortschritte. Nachrichtenblatt der deutschen Wissenschaft und Technik*, 32. Jg., Berlin 1958, H. 10, S. 300–304.
- Nagel*, Herbert: Kachelöfen des 15. bis 17. Jahrhunderts (Schriftenreihe Wohnkunst und Hausrat einst und jetzt), hrsg. von Heinrich Kreisel, Bd. 8, Darmstadt o. J. (1954).
- Rhamm*, Karl: Die Grosshufen der Nordgermanen (Ethnographische Beiträge zur germanisch-slavischen Altertumskunde 1), Braunschweig 1905.
- Reiners*, Holger: Kamine. Aktuelle Entwürfe – traditionelle Formen, München 1995.
- Retzius*, Gustaf: Finnland. Schilderungen aus seiner Natur, seiner alten Kultur und seinem heutigen Volksleben, übers. v. Cornelius Appel, Berlin 1885.
- Schier*, Bruno: Hauslandschaften und Kulturbewegungen im östlichen Mitteleuropa, Göttingen 1966.
- Sprenger*, Eberhard: Recknagel/Sprenger – Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik, München 1974.
- Steinbrecht*, Konrad: Die Heizanlagen in den Deutschorndensburgen in Preußen, in: *Zentralblatt der Bauverwaltung*, Jg. 40, Berlin 1920, S. 154–158.
- Stolle* 1998: Siehe *Meckseper* 1998.
- Strebel*, Ottmar (Hrsg.): Behaglichkeit durch offene Kamine und Kachelöfen, Fellbach/Stuttgart 1979<sup>3</sup>.
- Tonezzer*, Lucia: Mittelalterliche Ziegelbrandöfen, in: *Mittelalterliche Öfen und Feuerungsanlagen. Beiträge des 3. Kolloquiums des Arbeitskreises zur archäologischen Erforschung des mittelalterlichen Handwerks*, hrsg. vom Landesamt für Denkmalpflege Baden-Württemberg (Materialhefte zur Archäologie in Baden-Württemberg, H. 62), Stuttgart 2002, S. 101–114.
- Voss*, Ludwig von: Über die Lüftheizungsvorrichtungen im Schloss Marienburg in Preußen, in: *Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfließes in Preußen*, 9. Jg., Berlin 1830, S. 41–48.
- Winter*, Ludwig: Die Burg Dankwarderode zu Braunschweig, Braunschweig 1883.

Konrad Fischer

## Die konservatorische Temperierung

### Grundlagen, Planung, Ausführung und Betrieb am Beispiel von Schloss Veitshöchheim bei Würzburg

Die oft kurzfristigen Schwankungen der Luftfeuchte und der Raumtemperatur in unbeheizten oder falsch geheizten Gebäuden belasten die Bausubstanz und das Inventar. In Museen, Schlössern oder Kirchen erhöhen größere Besuchergruppen die Luftfeuchte. Eine stetige Hüllflächentemperierung kann die kurzfristigen Klimaänderungen dämpfen und damit als konservatorische Maßnahme den Alterungsprozess der Bausubstanz sowie an den Materialoberflächen verlangsamen. Diese präventive Konservierung, bei der die optimierten Aufbewahrungsbedingungen für das Inventar und die Exponate die restauratorischen Eingriffe entweder gar nicht erst notwendig machen oder die erforderlichen Restaurierungszyklen zumindest auf möglichst große zeitliche Abstände strecken, verlängert auch die Instandhaltungsintervalle des Bauwerks. Der folgende Beitrag erläutert die Planungsgrundlagen und Ausführungsdetails am Beispiel des museal genutzten Gartenschlosses Veitshöchheim.

#### Das Bauwerk

Schloss Veitshöchheim wurde 1680 bis 1682 als „Sommer- und Lusthaus“ des Würzburger Fürstbischofs Peter Philipp von Dernbach nach Plänen des Werkmeisters Heinrich Zimmer erbaut. Unter Fürstbischof Carl Philipp von Greiffenclau fügte Balthasar Neumann 1753 die seitlichen Pavillonbauten an und gab dem Dach und dem Treppenhaus seine heutige Gestalt. Der etwa 55 m lange und im Mittel 12 m breite Baukörper mit zwei Vollgeschossen hat Geschosshöhen von ungefähr fünf Metern. Das Dachgeschoss ist nicht ausgebaut. Die Fassaden mit bis zu 70 Zentimetern starken Außenwänden bestehen aus verputztem Natursteinmauerwerk und weisen vorwiegend Kreuzstockfenster mit Einfachverglasung auf. Fürstbischof Adam Friedrich von Seinsheim ließ 1760 den Rokokogarten mit Seen, Wasserspielen und über 200 Sandsteinskulpturen des Hofbildhauers Ferdinand Tietz anlegen. Stuckaturen von Antonio Bossi und die um 1810 eingerichteten Räume des

Großherzogs Ferdinand von Toskana mit seltenen Papiertapeten prägen die hochwertige Raumausstattung. Das museal genutzte Schloss ist im Winter für den Besucherverkehr geschlossen.

#### Bauschäden vor der Restaurierung als Auslöser der Hüllflächentemperierung

Die witterungs- und nutzungsbedingten Feuchte- und Temperaturschwankungen beschädigten sowohl die steinerne Baukonstruktion als auch die hochwertige mobile und wandfeste hölzerne Ausstattung. Die Klimamessungen im ungeheizten Bauwerk vor dem Projektstart belegten im März etwa 13° C höhere Außentemperaturen und damit eine erhebliche Kondensationsgefahr von feuchter Warmluft an den ausgekühlten Bauteilen und dem Inventar. Deswegen veranlassten das Staatliche Hochbauamt Würzburg und die Bayerische Schlösserverwaltung den Einbau und Betrieb einer klimastabilisierenden Hüllflächen