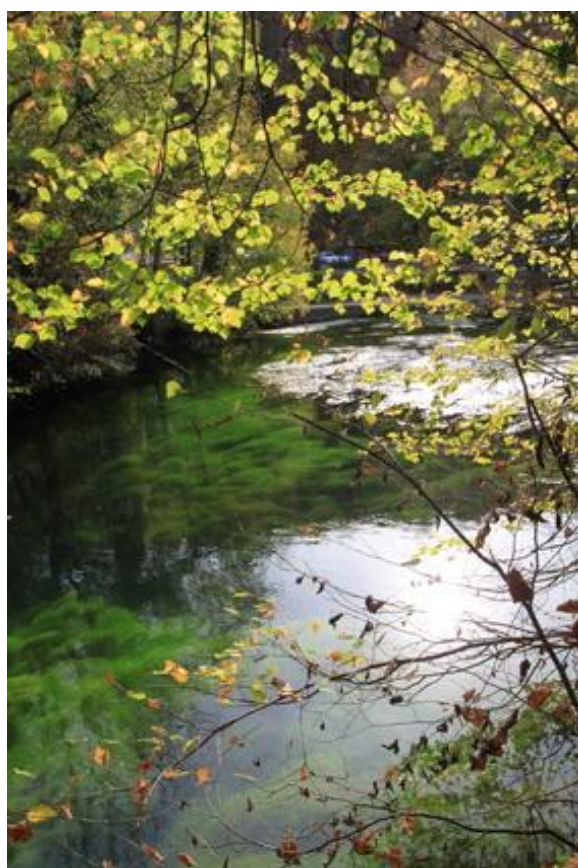




Schriftenreihe

Heft
24

HANS-JÜRGEN VOIGT
Wassererbe - Quellen



Cottbus 2019

Herausgeber:
Lehrstuhl Wassertechnik und Siedlungswasserbau
der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus- Senftenberg
Dr.-Ing. Konrad Thürmer

ISBN 3-934294-31-6

Herausgeber:
Lehrstuhl Wassertechnik und Siedlungswasserbau
der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus- Senftenberg
Dr.-Ing. Konrad Thürmer

ISBN 3-934294-31-6

Titelbild: Deutschlands größte Karstquelle – der Aachtopf

Vorwort

Als vor etwa vierzig Jahren im Rahmen einer geselligen Runde unter Fachkollegen Professor A. Kleczkowski von der Bergakademie in Krakau erzählte, dass er begonnen habe, historische Brunnen zu fotografieren, hat mich diese Idee sofort begeistert. Stellen doch Quellen und Brunnen die einzigen visuell wahrnehmbaren Objekte der Hydrogeologen dar, die sich mit dem Grundwasser beschäftigen, das ansonsten unsichtbar im Untergrund verbreitet ist. Die schönsten und interessantesten Quellen, Quellfassungen und Brunnen habe ich mit meinen Kollegen in 21 Brunnenkalendern von 1994 bis 2014 zusammengestellt.

Nach meiner Berufung als Professor für Umweltgeologie an die Brandenburgische Technische Universität Cottbus habe ich im Rahmen des internationalen UNESCO-Studiengangs „World Heritage Studies“ mein Wissen in den Vorlesungen des Moduls „Geological and Water Heritage“ den Studenten vermittelt. Die Studenten ihrerseits haben mir im Rahmen von Studienprojekten und Essays Informationen und Bildmaterial aus aller Welt zu Quellheiligtümern, Brunnen aber auch Wassermysterien und Wasserkulturen geliefert. Viele dieser Materialien sind in das Buch eingegangen.

Im Laufe der Jahre ist die Erkenntnis gewachsen, dass die Wasserversorgung nicht nur eine existentielle Grundlage der menschlichen Entwicklung ist, sondern auch die Quellfassungen und Brunnen integrale Bestandteile des materiellen und ideellen Erbes der Menschheit darstellen.

Neben den Studenten des oben genannten Studienganges möchte ich mich bei allen Kollegen und Freunden bedanken, die mir Ihr Bildmaterial für dieses Buch zur Verfügung gestellt haben. Mein Dank gilt meiner gesamten Familie, die seit Jahrzehnten gemeinsam mit mir im Urlaub auf der Suche nach bisher nicht fotografierten Brunnenanlagen ist.

Es ist das Anliegen des Buches, Ehrfurcht vor den Leistungen der Hydrogeologen und Wasserwirtschaftler in der Vergangenheit zu erzeugen, sowie das Interesse der Leser zu erwecken, bei Spaziergängen in der Natur oder in der Stadt den Brunnen ein wenig Aufmerksamkeit zu schenken. Vielleicht kommt dann der eine oder andere zu der gleichen Schlussfolgerung wie einer meiner Studenten, der in seiner Kindheit und Jugend jeden Tag an einer Quellfassung vorbeiging, ab und zu einen Schluck des eisenhaltigen Wassers nahm, die Quelle aber eigentlich nicht wahrnahm. Am Ende seiner Studienarbeit steht der Satz:

„the moral of this paper would be: pay more attention to the simple and the banal, you might find beauty in them“(Calado, 2014).

„Das Prinzip aller Dinge ist das Wasser“

Thales von Milet (624–546), Erster der Sieben Weisen

1. Einleitung

Aufgabe der Hydrogeologen ist die Erkundung der unterirdischen Hydrosphäre. Untersuchungsgegenstand ist das Grundwasser in seinen Einzugsgebieten, seine Verbreitung in Grundwasserleitern und seine Erschließung über Brunnen bzw. seine Fassung an Quellstandorten. In vielen Ländern der Erde ist bis heute das Grundwasser die wichtigste Versorgungsquelle für Trinkwasser. Doch nicht überall steht der Bevölkerung genügend Trinkwasser zur Verfügung. Deshalb hat die UNO die Versorgung der Bevölkerung mit ausreichendem Trinkwasser zum Millennium Development Goal erklärt. Gleichzeitig ist das Wassererbe untrennbarer Bestandteil der UNESCO- Welterbe-Konvention.

Das Wassererbe vermittelt uns heute nicht nur wichtige Erkenntnisse für ein nachhaltiges Ressourcenmanagement, insbesondere in Gebieten mit ausgeprägten Regen- und Trockenperioden, sondern Quellen und Brunnen haben in der

Vergangenheit Philosophen, Dichter, Maler, Architekten und andere Künstler in ihrer schöpferischen Tätigkeit inspiriert (Mc Intyre-Tamwoy, et.al 2011).

Als die Jäger und Sammler begannen sesshaft zu werden, mussten sie bei der Standortauswahl ihrer Siedlungen neben anderen Aspekten auch darüber nachdenken, wie sie die Wasserversorgung für die Menschen und Tiere sowie die Bewässerung der Felder gewährleisten konnten. Letzterer Gesichtspunkt war insbesondere in semiariden Gebieten von besonderer Bedeutung.

Als potentielle natürliche Versorgungsquellen konnten sie neben Oberflächen-gewässern auf Quellen zurückgreifen. In Gebieten ohne diese Wasserquellen mussten sie entweder Brunnen graben oder Regenwasser auffangen und in Zisternen speichern.

Nachfolgend werden die verschiedenen Quelltypen und die Gestaltung der Quellfassungen in den historischen Kulturepochen betrachtet.

2. Natürliche Quellen und Quellfassungen

*Aber es lebt die Quelle nicht nur,
sie erscheint auch unsterblich.
Während Geschlechter und Völker
untergehen, dauert sie fort und
blüht dabei in ewiger, schöner Jugend.
Heinrich Runge, 1859*

2.1 Quelltypen

Leider gilt das Zitat heute nur noch bedingt, da auf Grund der Übernutzung der Grundwasserressourcen in vielen Ländern der Welt die Grundwasseroberfläche erheblich abgesenkt wurde und damit verbunden viele Quellen versiegten.

Quellen sind natürliche Austritte des Grundwassers an die Erdoberfläche. Keilhack, 1912 unterscheidet absteigende und aufsteigende Quellen. Bei absteigenden Quellen tritt ungespanntes Grundwasser mit freier Oberfläche an der Erdoberfläche aus.

Gespanntes Grundwasser ist Grundwasser, das sich beim Anbohren des Grundwasserleiters entspannt und dessen Grundwasseroberfläche sonst unter einer Grundwasser undurchlässigen Schicht unter Druck steht. Teilweise ist der Druck so groß, dass das Grundwasser in Schwächezonen des hangenden Grundwasserstauers oder in Störungszonen (Abb.1) frei an der Erdoberfläche austreten kann, da der hydrostatische Druck größer ist als der atmosphärische. Man spricht dann von aufsteigenden bzw. artesischen Quellen.

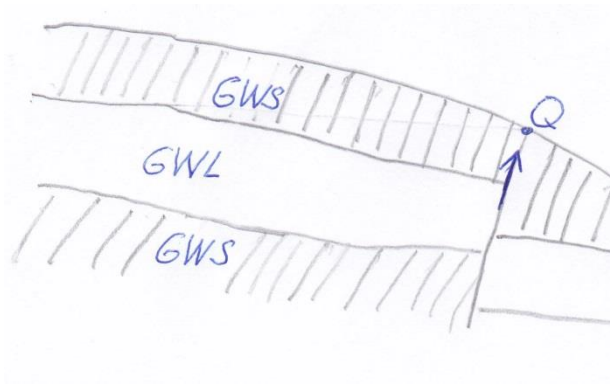
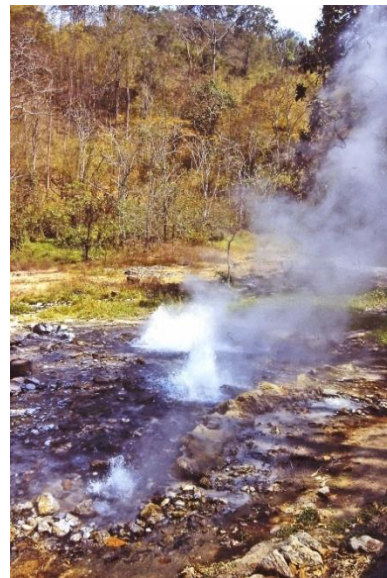


Abbildung 1: Prinzipskizze einer aufsteigenden Quelle, Verwerfungsquelle (GWL – Grundwasserleiter, GWS – Grundwasserstauer)

Aufsteigende Quellen können auch durch Auftrieb des Grundwassers durch Gase (Wasserdampf, Kohlendioxid, Kohlenwasserstoffe, Stickstoff, bzw. Schwefelgase) entstehen. Auf diese Weise bilden sich beispielsweise Geysire (Abb. 2).



a,



b,



c,,

Abbildung 2: Geysire in Fang(a) und Kamphaeng (b), Thailand und c, Bláskógabyggð Thermalfeld, Island, „Strokkur“

Durch die Freisetzung des gelösten CO_2 bei der Entlastung der Grundwässer an der Erdoberfläche wird das Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht gestört und es kommt zur Ausfällung von CaCO_3 in Form von Travertin (Kalksinter) (Abb. 3).



Abbildung 3: Durch CO_2 -Auftrieb entstandene aufsteigende Mineralquellen mit Travertinbildung a) am Berg Siva Brada in der Slowakei, b, die heilige Quelle in Holywell, Cornwall, England c) die weißen Terrassen von Pamukkale, Türkei, d, der Löwenkopf (Tete de Lion) bei Saint-Floret, Frankreich

Typische Vertreter von absteigenden Quellen sind:

- Schichtquellen,
- Verengungsquellen,
- Spalten- bzw. Kluftquellen.

In Schichtquellen gelangt das Grundwasser an einem Berghang über einer ausstreichenden wasserundurchlässigen Schicht (Grundwasserstauer - GWS) an die Oberfläche, wie aus der Prinzip Skizze in Abbildung 4a ersichtlich ist. Schichtquellen sind charakteristisch für geschichtete Sedimentgesteine. Sie können sowohl an Schichtgrenzen der Locker- als auch der Festgesteine auftreten. In Abbildung 5 sind vier Beispiele von Schichtquellen dargestellt.

Verengungsquellen entstehen durch eine starke Verringerung des Durchflussquerschnittes des Grundwasserleiters (Abb.4c).

Bildet die liegende wasserundurchlässigen Schicht (GWS) eine trogartige Wanne, so kann sich periodisch diese mit Grundwasser füllen und es kommt dann zum Überlauf in Form einer Quelle (Abb. 4b), sinkt der Grundwasserspiegel versiegt sie.

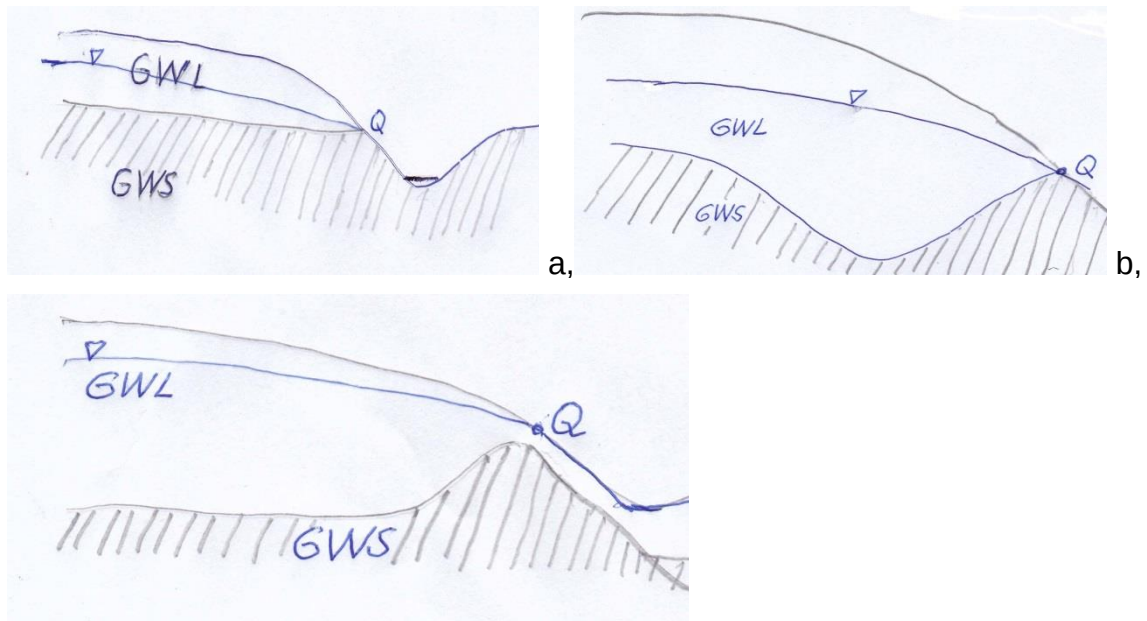


Abbildung 4: Prinzip Darstellung der Entstehung a, einer Schichtquelle, b einer Überlaufquelle und c, einer Verengungsquelle im Lockergestein

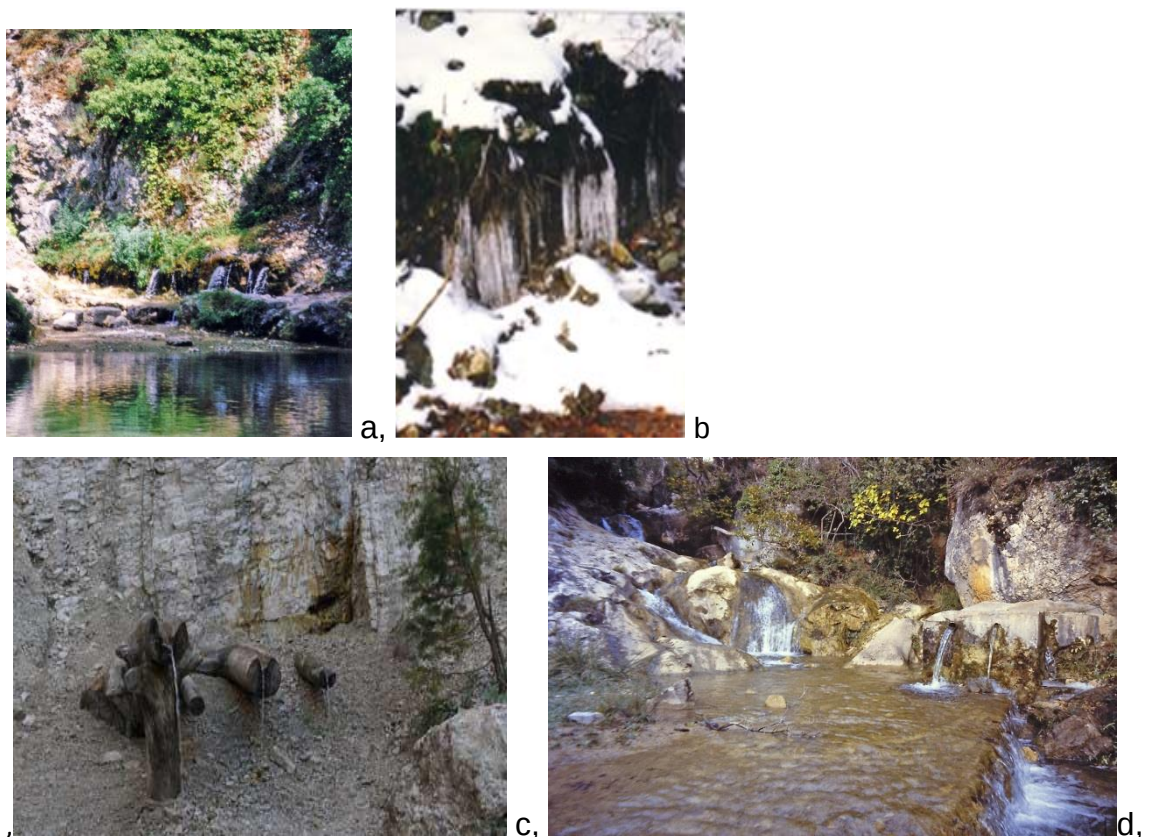


Abbildung 5: Beispiele von Schichtquellen a) bei Malanciene (Provence, Frankreich). (Dieser Ort wurde als gallo-romanisches Quellheiligtum verehrt.) b)

im Bayrischen Wald c, Quelle am Hohen Steig, Südtirol, Italien, d, Fonte de Lacine, Katalanien,

Dagegen sind Spalt- oder Kluftquellen typisch für die magmatischen und metamorphen Gesteine der Grundgebirge (Abbildung 6).

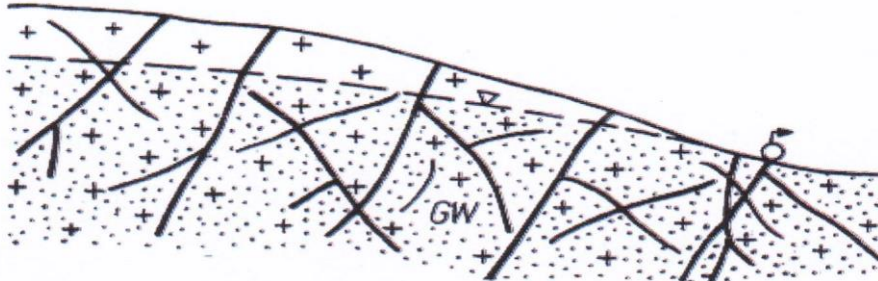


Abbildung 6: Schematische Darstellung einer Kluftquelle (nach Bryan, 1919)

Abbildung 7 zeigt einige ausgewählte Beispiele von Kluftquellen.



Abbildung 7: Beispiele von Kluftquellen

a, Schloßalmquelle, Bad Hofgastein, Österreich, b, Spaltenquelle in Rumsiskes, Litauen, c, Quelle am Pieljekaisestugan, Schweden (Foto Frank Hermann), d) Siegfriedquelle bei Grasselbach, Hessen, e, Chebika, Tunesien Spaltenquelle

Im Verbreitungsgebiet von Karbonat- und Sulfatgesteinen haben sich durch Lösungsprozesse im Verlauf geologischer Zeiträume mannigfaltige Karstsysteme entwickelt, die sich durch Dolinen, Höhlen, Lösungskanäle, Flussschwinden und

Karstquellen auszeichnen. Karsthöhlen haben in der Menschheitsgeschichte eine bedeutende Rolle gespielt, waren es doch die ersten Behausungen der Urmenschen. Höhlenzeichnungen in vielen Teilen der Welt spiegeln die Lebensbedingungen dieser Menschen wider. Die Höhlen schützten die Menschen nicht nur vor Wind und Wetter, die Karstwasserläufe sicherten ihnen auch genügend Wasser für die Trinkwasserversorgung.

Karstquellen unterscheiden sich grundsätzlich von anderen Quelltypen. Es handelt sich bei ihnen um Austritte unterirdischer Wasserläufe, die ihren Ursprung neben versickerndem Regenwasser in versinkenden Bächen und Flüssen haben. Die Abbildung 8 vermittelt einen Eindruck von einem unterirdischen wasserführenden Kanalsystem.



Abbildung 8: Karstquelle in Avieira, Portugal (Foto Antje Bohn)

Karstquellen zeichnen sich oft durch große Schwankungen in ihrer Schüttung aus. Derartige Quellen werden als intermittierende Quellen bezeichnet. Nach langen Trockenperioden können sie gänzlich versiegen. Trocken fallende Quellen sind im Volksmund auch als Hungerquellen bekannt. Viele Mythen und Sagen ranken sich um diese Naturerscheinung. Auch die für die Trinkwasserversorgung des antiken Athens bedeutsame Klepsydra – Quelle war wie der Name ausdrückt eine zeitweilig trocken fallende Quelle.

In Abbildung 9 ist schematisch ein Karstwassersystem dargestellt.

Deutlich erkennbar sind die unterschiedlichen Ablaufwege bei unterschiedlichen Grundwasserständen. Dabei schüttet die höher gelegene Quelle nur Wasser bei hohen Grundwasserständen, während aus der unteren ständig Wasser fließt.

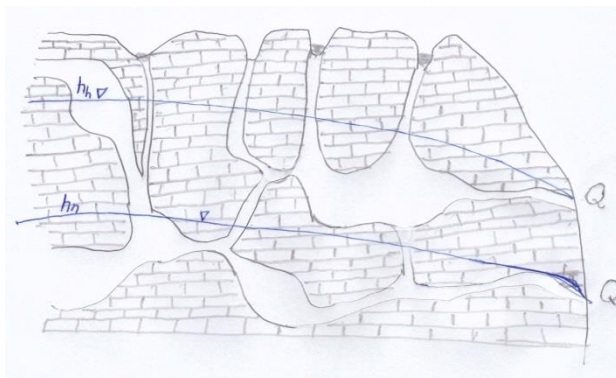


Abbildung 9: Schema eines Karstwassersystems

Eine der interessantesten intermittierenden Quellen befindet sich in Südfrankreich zwischen den Ortschaften Bélesta und Fougax. Die Fontaine de Fontestorbes (Abb. 10) schüttet ca. alle halbe Stunde für ca. 20 min 1,68 bis 1,80 m³/s, danach geht der Abfluss auf 0,2 m³/s zurück.



Abbildung 10: Fontaine de Fontestorbes a), bei hoher Schüttung b) bei Niedrigwasser

Die Quelle der Ombla in Kroatien ist mit einem mittleren Abfluss von 24 m³/s die wasserreichste Karstquelle Europas, gefolgt von der Sorguequelle in Frankreich, deren Schüttung nach der Schneeschmelze 22 m³ pro Sekunde beträgt.

Im Vorderen Orient gehört die Quelle des Nahr al-Asi (Orontes) zu den wasserreichsten (Abb. 11).



Abbildung 11: Orontesquelle im Libanon

Tabelle 1 zeigt die vier größten Karstquellen Deutschlands mit ihren durchschnittlichen Schüttungsmengen.

Aachquelle	8590	l/sec
Salzaspring bei Nordhausen	7041	l/sec
Rhumequelle am Südharz (Abb.12b)	2500	l/sec
Blautopf bei Blaubeuren (Abb.12a)	2160	l/sec

Tabelle 1 Die vier größten Karstquellen Deutschlands mit ihren durchschnittlichen Schüttungsmengen



Abbildung 12: a) Blautopf bei Blaubeuren b) Rhumequelle am Harz

Aus der Haldenstein-Höhle (Abb.13a) bei Lonsee Urspring, Baden-Württemberg entsprang im frühen Jungpaläolithikum, d.h. der Zeit um 50.000 v. u. Z. die Lone. Werkzeuge und zwei Blattspitzen weisen auf eine Besiedlung der Höhle hin. Die Urmenschen nutzten die Höhle als Behausung und das Wasser der Quelle als Trinkwasser. Heute entlastet das Karstwasser etwa 30m tiefer in einem Quelltopf (Abb.13b).

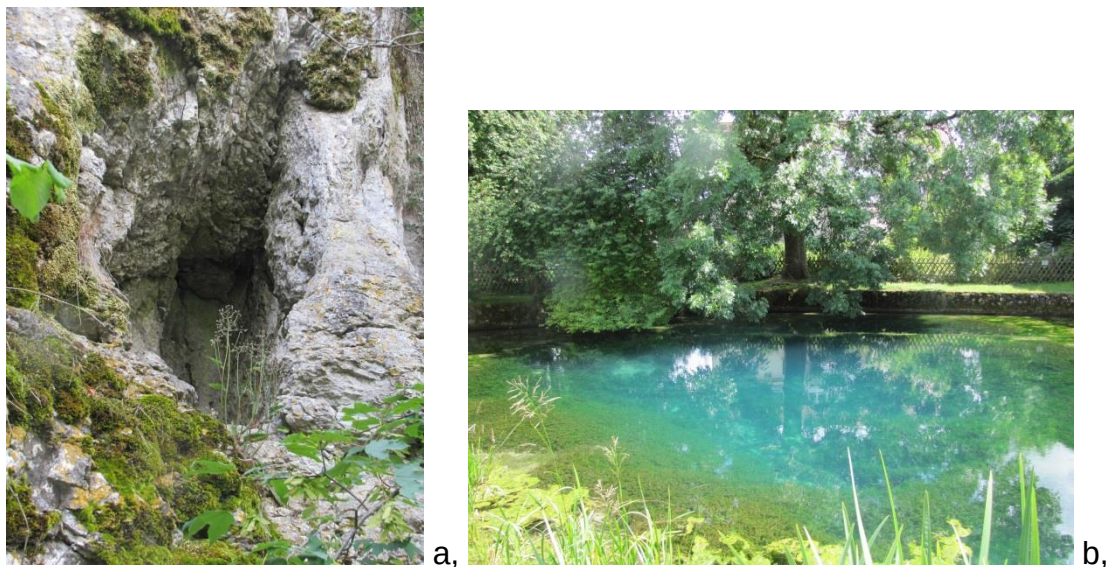


Abbildung 13: a, Haldenstein-Höhle bei Lonsee Urspring b, Quelltopf der Lone

Viele der Karstquellen waren in der Vergangenheit Orte mythischer Verehrung. Die heilige Karstquelle von Holywell (Abb.14) in Irland war beispielsweise namensgebend für den Ort.



Abbildung 14: St. Patrick's holy well in Holywell, Irland

Ein Phänomen der Natur stellt das Karstsystem der Aachquelle dar. Das Wasser der Donau versinkt zwischen Immendingen und Möhringen und bei Fridingen teilweise (im Sommer vollständig) in den Untergrund. Das Wasser unterwandert die europäische Hauptwasserscheide und entlastet in Form der Aachquelle in das Einzugsgebiet des Rheins (Abb. 15).



Abbildung 15: Deutschlands größte Quelle, die Aachquelle in Baden-Württemberg

Auf seinem Weg im Untergrund steht das Grundwasser in Wechselwirkung mit dem umgebenden Gestein. Enthält dieses lösliche Bestandteile werden diese ins Grundwasser überführt. Einige der gelösten Bestandteile können eine heilende Wirkung auf den menschlichen Organismus haben. Man spricht dann von Mineralwässern und entsprechend von Mineralquellen oder –brunnen.

Mineralwasser bildet die substantielle Grundlage für das weltweite Kur- und Bäderwesen. Schon die alten Griechen nutzten Mineralwasser in ihren Asklepieions bzw. verehrten sie als heilige Orte. Aus der klassischen Zeit Griechenlands ist die Nutzung der Heilquellen in Kaiafas (siehe Abb. 24c), Loutraki, Ypati, Thermopylen, Edipsos und Methana bekannt (Papavassiliou, 1981)

Im „Neuen Deutschen Bäderbuch“ (Käss, W., Käß, H., 2008) werden die balneologisch genutzten Mineralquellen und –brunnen in Deutschland, ihre Genese und balneologische Wirkung ausführlich beschrieben, so dass an dieser Stelle auf weitere Ausführungen verzichtet werden kann.

Überschreitet der Salzgehalt des Grundwassers 1g/l schmeckt es salzig. Grundwässer mit erhöhtem Salzgehalt von 10 g/l werden als Sole bezeichnet. Salzwässer werden überall dort angetroffen, wo in Sedimentationsbecken Evaporite (Salze) abgelagert wurden. Derartige Salinarfolgen finden sich in

Deutschland und Österreich beispielsweise in den Ablagerungen des Paläozoikums und Mesozoikums. (im Thüringer Becken, in der Hessischen Senke, im südwestdeutschen Schichtstufenland, in der Norddeutschen Senke, im Münsterländer Kreidebecken aber auch in der alpinen Trias der Berchtesgadener Alpen und im Salzkammergut).

Im deutschsprachigen Raum waren die Salzquellen oftmals Namen gebend für die sich dort bildenden Siedlungen. Halle an der Saale, Schwäbisch Hall, Hallein, Hallstatt, Salzburg, Bad Salzung, die Dörfer Sülten und Golchen in Mecklenburg und viele andere verdanken ihren Namen dem Vorhandensein von Solequellen.

Seit der Jungsteinzeit vor ca. 4700 v. u.Z. bis ins späte Mittelalter war Salz, das aus den Solquellen gewonnen wurde, ein wichtiger Rohstoff, der auch als weißes Gold bezeichnet wurde. Die älteste bekannte Salzsiederei befand sich in Solnizata (Солницата) 40km westlich der heutigen bulgarischen Stadt Varna. Die Ausgrabungsfunde ermöglichten eine zeitliche Zuordnung der Salzproduktion in das späte Neolithikum zwischen 4700 und 4200 v. u.Z. Den mit dem Salzhandel verbundenen Reichtum der Siedlung verdeutlichen umfangreiche Goldfunde (Nikolov, Bucvaroc 2012).

Bereits 2500 v. u. Z. wurden die Solequellen von Les Fontaines Salées, Burgund Frankreich, zur Salzgewinnung genutzt. Die Kelten verehrten diesen Ort als Heiligtum.

In Hallstatt entstand in der älteren Eisenzeit (ab 800 v. u. Z.), basierend auf den mit den Solquellen verbundenen wirtschaftlichen und kulturellen Aufschwung, eine für Mitteleuropa prägende Kultur. Die durch Auslaugung des Salzes im Haselgebirge gebildeten Salzwässer entlasten an verschiedenen Stellen des Gojachtals.

Am Nordrand des Thüringer Beckens entspringen zahlreiche Salzquellen. Nach Hecht (2008) sind die Quellen an die Kyffhäuser-Südrandstörung gebunden. Beispiele dafür sind die Schütt-schachtquelle und die Elisabethquelle im Quellgrund von Bad Frankenhausen, die Friedhofsquelle in Artern sowie der Salzaspring bei Nordhausen.

Die Sole der Friedhofsquelle in Artern (Abb. 16a) hat einen Salzgehalt von 22-25 g/l, die Schüttung der Quelle beträgt im Mittel 28,3 l/s. Der Salinebetrieb wurde 1838 eingestellt.

Die Gesamtschüttung der Karstquellen des Salzasprings (Abb. 16b) nordwestlich von Nordhausen am Fuße des Kohnsteins beträgt im Durchschnitt 704 Liter pro Sekunde, Sie ist damit Thüringens stärkste Quelle.

Die Quellen in Bad Frankenhausen verdanken ihren Austritt einem Erdfall, der die Entlastung der Salzwässer an die Oberfläche ermöglichte. Im so genannten Quellgrund (Abb. 17a) entspringen zwei historischen Salzquellen, die Schütt-schachtquelle und die Elisabethquelle (Abb.17b). Letztere versorgt hauptsächlich die Kyffhäuser-Therme und hat einen Salzgehalt von 4-7% bei einer Schüttung von 20-60 Liter pro Sekunde.

Eine Zusammenstellung der ehemaligen Salinen in Deutschland findet sich im Internet unter „Liste der Salinen Deutschlands“ (<https://de.wikipedia.org/wiki/>).



Abbildung 16: a, Die Salzquelle auf dem Friedhof von Artern, Sachsen-Anhalt, b, der Salzaspring bei Nordhausen, Thüringen

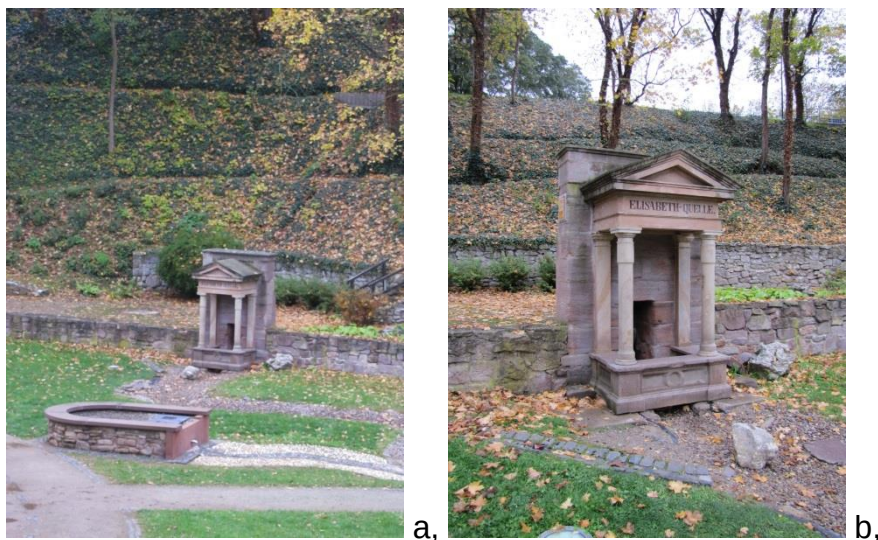


Abbildung 17: a, der Quellgrund, im Vordergrund die Kyffhäuserquelle, ein artesischer Bohrbrunnen, b. die klassizistische Quellfassung der Elisabethquelle von 1819

Im Norddeutschen Flachland entwässern die salzigen Tiefenwässer meist als verdeckte Quellen in Niederungen. Im Hydrogeologischen Kartenwerk der DDR im Maßstab 1:50000 (Voigt, H.-J., 1985) wurden diese oberflächennahen Mineralwasseranomalien (OMA) kartenmäßig erfasst. Die auch als Binnensalzstellen bekannten Salzwasseraustritte zeichnen sich durch das Auftreten Salz liebender Pflanzen, so genannter Halophyten aus. In Abbildung 18 sind zwei typische Salzpflanzen dargestellt, wobei der Gemeine Queller (*Salicornia europaea*) einen höheren Salzgehalt anzeigt als die Strandaster (*Aster tripolium*). Viele der Binnensalzstellen sind heute als Naturdenkmale ausgewiesen und stehen unter Naturschutz.



a,



b,

Abbildung 18: a, Gemeine Queller (*Salicornia europaea*) in Mesekenhagen, Mecklenburg Vorpommern b, Strandaster (*Aster tripolium*) in Saarmund, Brandenburg

Die bekanntesten Salzstellen in Mecklenburg Vorpommern befinden sich in Mesekenhagen, Greifswald-Rosenthal, Koblenz, Bad Sülze, Sülten und Golchen bei Altentreptow. Letztere ist die älteste überlieferte Saline in dieser Region. 1170 hat Herzog Casimir I. dem Domstift Havelberg zur Gründung des Klosters Broda außer vielen andern Gütern auch die Saline zu Golchen, "salinam, que est in Colkle" geschenkt (von Bülow, 1876), was dem damaligen Recht entsprach. Nach diesem waren Bergwerke und Mineralquellen, einschließlich der Salzquellen Eigentum des jeweiligen Herrschers, der sie vor allem an Klöster entäußerte. So erlangte beispielsweise das Kloster Eldena eine Monopolstellung im Salinebetrieb Vorpommerns (Pinzke, G., 1986).

Auch in der Havelniederung westlich von Berlin und der Nutheniederung südlich von Berlin treten mineralisierte Tiefenwässer an die Erdoberfläche.

Löst das Grundwasser sulfidische Mineralien, oder sind im Wasser erhöhte Gehalte an CO₂ gelöst, sinkt sein pH-Wert und es kommt zur Bildung von so genannten Sauerbrunnen. Diese enthalten in erhöhten Konzentrationen Eisen, das an den Quellen nach seiner Oxidation eine charakteristische Rotfärbung bewirkt.

Im Tal des Couze Pavin im französischen Zentralmassiv finden sich zwischen Saint-Floret und Saurier mehrere Quellaustritte von Eisensäuerlingen, die sich auch durch einen erhöhten Salzgehalt auszeichnen (Abb. 19).



Abbildung 19: Mineralquellen (Eisensäuerlinge) im Tal des Couze Pavin, Region Central, Frankreich,

Weitere Beispiele von Eisensäuerlingen sind in Abbildung 20 dargestellt.

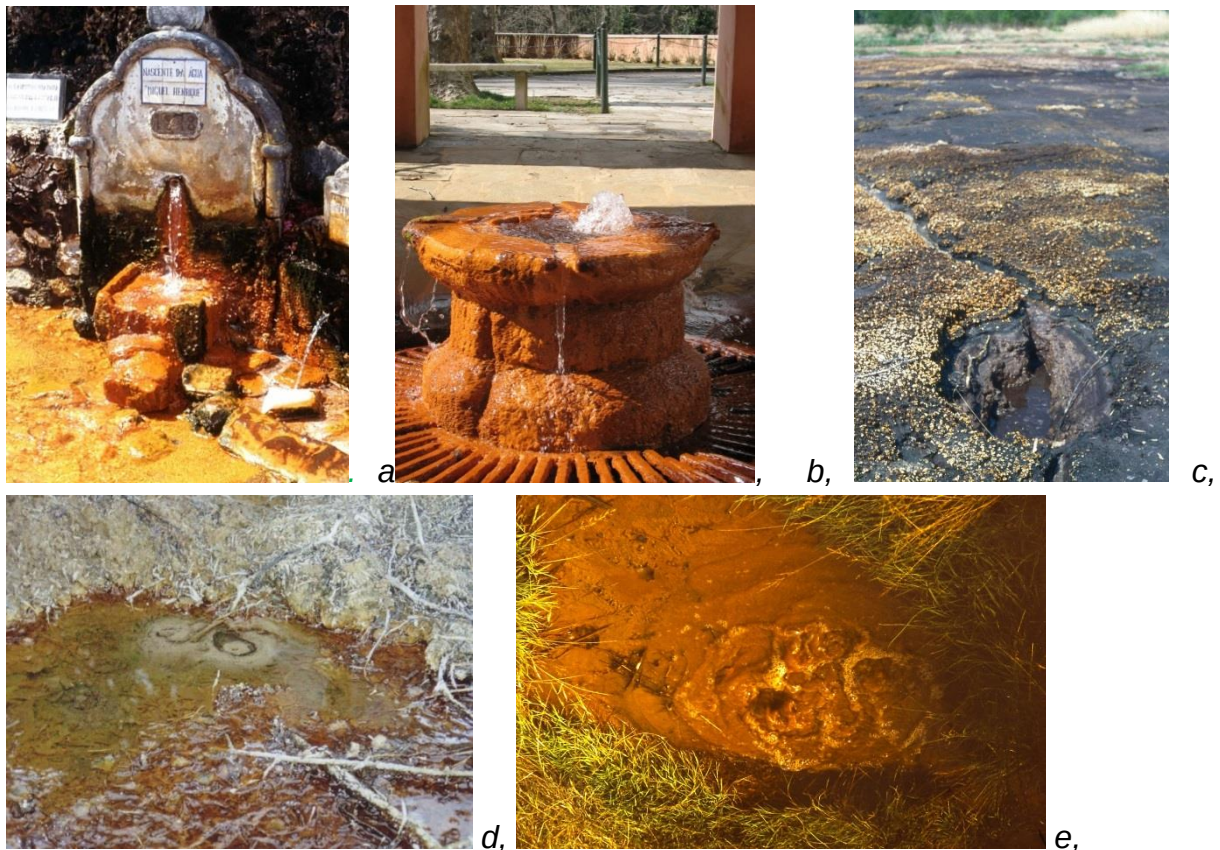


Abbildung 20: Eisenhaltige Mineralquellen a, Furnas, Sao Miguel, Azoren (Foto: U. Müller), b, Source de Orezza, Korsika c, und e, Mofetten in Soos, Tschechien, d, Legnica, Polen,

In tektonisch aktiven Gebieten sind im Erdinneren relativ oberflächennah erhöhte Temperaturen zu verzeichnen. Die auf Spalten in den Untergrund eindringenden Niederschlagswässer erwärmen sich und es kommt zur Bildung von Thermalwässern. Derartige Bedingungen existieren insbesondere an Plattengrenzen, beispielsweise der Subduktionszone um den Pazifik (Ring of Fire), der Kollisionszone der Indischen und Eurasischen Platte (Himalaya), der Transformstörung zwischen der Arabischen und Eurasischen Platte in der Türkei, in der Riftzone des Mittelatlantischen Rückens auf Island usw.

Die drei größten Geothermalfelder mit einer Vielzahl von Geysiren und heißen Quellen befinden sich im Yellowstone Nationalpark in den USA, in der Dolina Geiserow auf der Halbinsel Kamtschatka, Russland und das Geysirfeld El Tatio in der Vulkanregion Altiplano-Puna, Chile.



a,



b,



Abbildung 21: Thermalquellen in Island, a, Deildartunguhver Heißwasserquelle , b, Geothermalfeld Hveragerði, c, Bláskógabyggð Thermalfeld

Die Deildartunguhver-Quelle (Abb. 21 a) ist mit einer Schüttung von 180 l/sec Europa's ergiebigste Thermalquelle. Das Quellwasser hat eine Temperatur von 100°C und wird zur Energiegewinnung und zur Gebäudeheizung verwendet. Seit 1978 steht die Quelle unter Naturschutz. Auch an anderen Orten mit heißen Quellen in Island wird das Thermalwasser sowohl industriell als auch zu Badezwecken genutzt. Die Gemeinde Hveragerði ist beispielsweise bekannt für seine Treibhäuser und für das Restaurant „Kjöt og Kúnst“ (Abb. 22), dessen Speisen ausschließlich mit dem Wasserdampf der Quellen zubereitet werden.



a,



b,

Abbildung 22; Thermalwassernutzung in der Gemeinde Hveragerði, Island, a, Restaurant „Kjöt og Kúnn“, b, Rosenzucht in einem Gewächshaus

Die wärmste Thermalquelle auf dem europäischen Festland entspringt in Chaudes-Aigues in der Vulkanregion Cantal, Frankreich (Abb. 23). Die Temperatur des Quellwassers beträgt 82°C. Oberhalb der Quelle befindet sich ein interessantes Thermalwassermuseum. Im Erdgeschoss des Gebäudes dringt eine weitere heiße Quelle an die Erdoberfläche.



a,



b,

Abbildung 23: a, „Source du Par“ in Chaudes-Aigues, Cantal, Frankreich (im Hintergrund das Thermalwassermuseum), b, Thermalquellaustritt im Museum

Auch die Türkei ist auf Grund ihrer tektonischen Strukturposition reich an heißen Quellen. Schon in hellenistischer Zeit wurde beispielsweise die Thermalquelle von Hierapolis (Abb. 24a) als natürliche Therme genutzt. Eines der ältesten Thermalbäder der Welt existierte in Allianoi, das seine Blütezeit unter der Regierungszeit des römischen Kaisers Hadrian (117-138 u. Z.) erlebte. Heute ist das gesamte Areal durch den Bau eines Staudamms geflutet und nicht mehr zugänglich.



a,



b,



c,

Abbildung 24: Hellenistische Thermalquellen, a, Hierapolis, Türkei Warmwasserbecken (im Hintergrund das Nymphäum aus dem 3.Jahrhundert), b, Thermalquelle in Hamat Gader (Gadara), Israel, c, Kaifas, Peloponnes, Griechenland

Im Tal des Yarmouk Flusses nahe des See Genezareth in Israel war die Gründung der griechischen Siedlung Gadara auf die dort entspringenden heißen Quellen (Abb. 24b) zurück zu führen. In römischer Zeit entwickelte sich der Ort zum zweitgrößten Thermalbad des Imperiums, worüber Strabo, Origen und Eunapius berichten. Das Wasser hat eine Temperatur von 42 Grad C, ist Schwefel reich und enthält viele Mineralstoffe. Es wird bis in die Gegenwart zu Trink- und Badekuren genutzt.

Auch die Kelten verehrten die heißen Quellen und deren Götter, wie römische Überlieferungen und Weihschriften bezeugen. So waren beispielsweise die heißen Quellen von Aix-Les-Bains dem Gott Bormo, die von Bath (Abb. 25) der Göttin Sulis gewidmet. Bormo, auch Borvo genannt, galt unter den Kelten als Gott der Heil- und Thermalquellen.



Abbildung 25: Thermalbad und Quelffassung in Aquae Sulis, Bath (UK), (Die Temperatur des Quellwassers beträgt konstant 46.5 °C.)

In der Toskana, im Tal der Orcia, entspringen unterhalb des kleinen Ortes Bagni San Filippo die ältesten von Menschen genutzten natürlichen Thermalwässer der Welt

(Abb.26a). Es ist überliefert, dass schon die Etrusker im zweiten Jahrtausend vor Christus, die Römer und auch Lorenzo de' Medici, der Prachtige, in der Renaissance an diesem Ort Heilung suchten. Noch heute nehmen Badefreudige ein Bad in den Becken der Sinterterrassen oder im kleinen Bach „Rio Bianco“.

Unweit von Bagni San Filippo befindet sich der Ort Bagno Vignoni, der ebenfalls schon zu Zeiten der Etrusker als Thermalbad genutzt wurde. Das bikarbonathaltige Wasser hat eine Temperatur von 49° C. Das Zentrum des Ortes bildet die in einem Becken gefasste Thermalwasserquelle (Abb.26b). Beeindruckend ist auch der aus Travertin gebildete Steilhang, den bis heute das Quellwasser hinunter läuft (Abb.26c).



a,



Abbildung 26: Historische Thermalquellen der Toskana a, Bagni San Filippob, b, Quellbecken und c, Sinterterrassen von Bagno Vignoni

Die Römer sind für ihre Vorliebe für warme Bäder bekannt. An vielen Orten im römischen Imperium erschlossen sie Thermalwasserquellen und nutzten sie in ihren Thermen, wie beispielsweise in Alhama de Aregon, Spanien (Abb. 27), Ourense, Galizien (Abb. 28) oder Dax, Frankreich (Abb. 29).



Abbildung 27: Alhama de Aragon, Spanien Thermalquellen Aguas Termales



Abbildung 28: Ourense, Galizien Xardíns das Burgas, a, obere Thermalquelle, b, untere Quellfassung

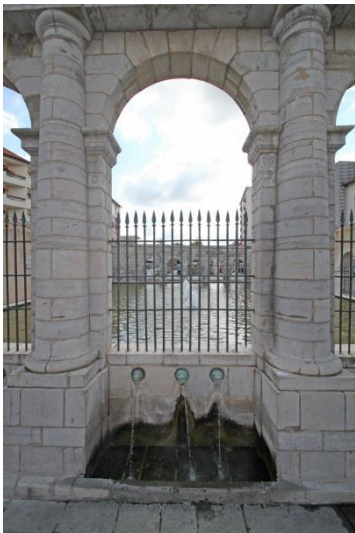


Abbildung 29: Dax, Frankreich La Fontaine Chaude – Der heiße Brunnen (Die Quelle schüttet 2,4 Mio. l/d Wasser mit einer Temperatur von 64 °C.) Das rechte Foto aus den zwanziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts wurde von Edith Saint-Marc aufgenommen und freundlicherweise von ihrer Tochter zur Verfügung gestellt)

Im römischen Aquae mattiacorum, dem heutigen Wiesbaden nutzten die Römer die Sironaquelle (Abb. 30b), (heute als Schützenhofquelle bezeichnet) für ihre Kastelltherme. Neben der Schützenhofquelle entspringen die Salm-, die Koch- (Abb. 30a), die Kleine Adler- und Große Adlerquelle auf einer von Südwesten nach Nordosten streichenden Tiefenstörung im so genannten Quellviertel von Wiesbaden. Das aus einer Tiefe von 2000m an Schnittstellen mit Querstörungen aufsteigende Thermalwasser kommt an der Erdoberfläche mit einer Temperatur von bis zu 50 Grad Celsius an.



Abbildung 30: Wiesbaden, Hessen, a, Kochbrunnenspringer und im Hintergrund der Kochquellentempel, b, Sironaquelle /Schützenhofquelle

In Japan besteht eine jahrhundertealte Tradition der Nutzung von Thermalquellen, die dort als Onsen bezeichnet werden (Abb. 31).



Abbildung 31: Auch die Affen lieben die Onsen in Japan (Foto: Tokiko Tanaka, 2005)

Auf der anderen Seite des Pazifiks besitzt Mexiko ein hohes geothermisches Potential. Entsprechend werden an vier Standorten die Thermalwässer zur Energiegewinnung genutzt.

Auf Grund der tektonischen Bedingungen ist der Norden Indiens reich an natürlichen Thermalquellen. Heiße Quellen finden sich an vielen Orten im Himalaya. Ihren therapeutischen Eigenschaften zu Folge wurden an vielen Thermalquellen Tempel errichtet, wie zum Beispiel der Lakshumi narayan Tempel in Rajgir (Abb. 32a).

Die heißen, Schwefel haltigen Quellen von Panamik (Abb. 32b) entspringen auf einer Höhe von 3174 Metern über dem Meeresspiegel und sind damit die höchstgelegenen Thermalquellen der Erde (Sharma, 2007).



Abbildung 32: Heiße Quellen in Indien a, Lakshmi narayan Tempel, Rajgir Hot Water Spring, Bihar, b, Panamik in Ladakh im Nubra Tal (Fotos: Sharma, 2007)

Auch in Westafrika und entlang des großen Afrikanischen Grabensystems bestehen ideale tektonische Voraussetzungen für die Bildung von Thermalwässern. Als ein Beispiel mögen die heißen Quellen von Ikogosi (Abb. 33) im Ekiti Land in Nigeria stehen, deren Temperatur 70 Grad Celsius erreicht. (Ojo, 2013)

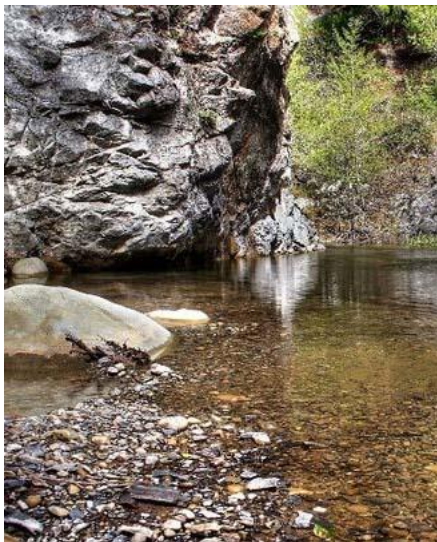
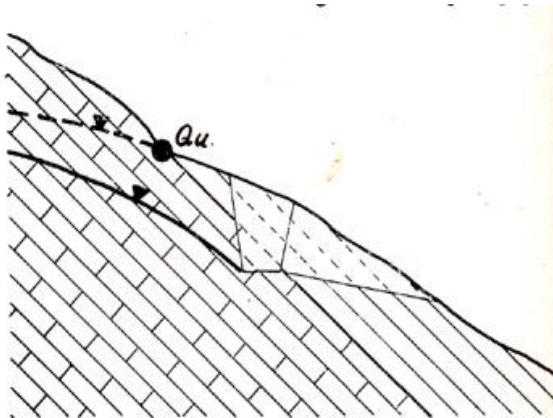
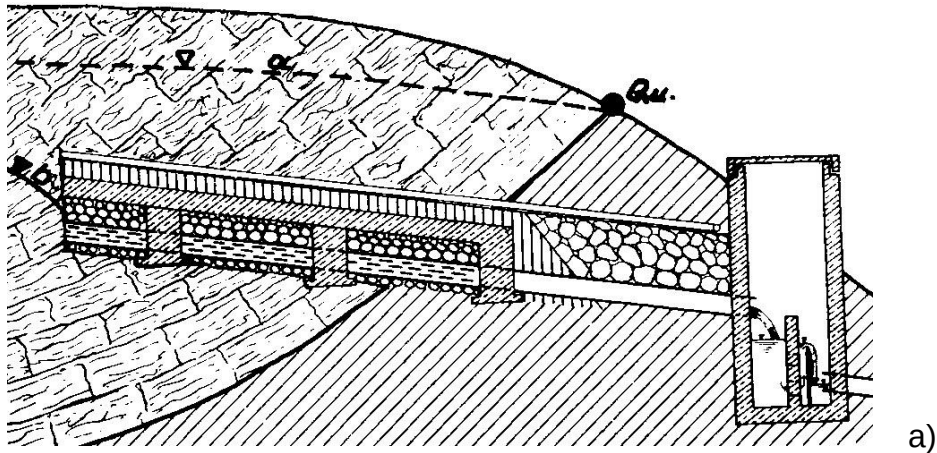


Abbildung 33: die Thermalquelle Ikogosi in Ekiti, Nigeria (Foto: Ojo, O. A.)

2.2. Gefasste Quellen

Schon in früher Zeit erkannten die Menschen, dass zur Gewährleistung einer stabilen Schüttung und zum Schutz vor Verunreinigungen die Quellen gefasst werden müssen. In Abbildung 34 sind schematisch verschiedene Möglichkeiten einer Quelfassung dargestellt.



b)

Abbildung 34: Schematische Darstellung einer Quelfassung a) mittels eines Schlitzes oder eines oder mehrerer Stollen, die das Wasser in einen Sammel-schacht leiten, b) mittels Aufschürfen und Drainage, (Q_u – ursprünglicher Quellaustritt, b, abgesenkter Grundwasserspiegel), (nach Schneider, 1973)

Zur Stabilisierung der Quelfassung wird eine Brunnenkammer (Quellhaus) oder eine einfache Steinwand gemauert, der Auslauf erfolgt über Rohre oder eingefasste Kanäle.

Quelfassungen mit einfachen Stützmauern finden sich allerorts in der Welt. Abbildung 35 zeigt einige Beispiele.



a,



b,



c,



Abbildung 35: Einfache Quellfassungen in Europa a) Ferdinandsbrunnen im Bayrischen Wald, b) Fontaine de la Pietie, Bogueto, Bretagne, c) Brixlegg Mehrn, Tirol, d) Alpujaras, Spanien, e) Nonza, Korsika, f) Troodosgebirge, Zypern
Teilweise wird die Quellfassung zusätzlich durch ein Gebäude, ein so genanntes Quellhaus geschützt, wie in den Beispielen aus Frankreich in Abbildung 36.



Abbildung 36: Beispiele gemauerter Quellhäuser in Frankreich a) Arbonas, Lanquedoc Roussillon, b) St. Lothain, Franche-Comté, c) Fontaine du Coumels, Romengoux, Ariege, d) Ogliastru, Korsika, e) St. Cado, Bretagne

Das gotische Quellhaus im portugiesischen Santarem (Abb. 37) schützt eine Quelle, die den Ort im Mittelalter mit Wasser versorgte.



Abbildung 37: Quellhaus in Santarem, Portugal

Mit volkstümlichen Motiven verziert wurde die Quelffassung im Dorf Sirence bei Selcuk in der Türkei (Abb. 38a). Keldur ist im Isländischen der Begriff für Quelle. In der gleichnamigen historischen Siedlung befindet sich eine einfache, mit einem Steinwall und einer Tür geschützte Quelle (Abb.38b).



a



b,

Abbildung 38: a, gemauerte Quelffassung in Sirence, Türkei, b, durch einen Steinwall geschützte Quelle in Keldur, Island

Quellen sind neben Gletschern der Ursprung unserer Flüsse und Bäche. In Abbildung 39 sind beispielsweise einige Quelffassungen von Flüssen dargestellt, die im Fichtelgebirge entspringen.



a,



b,



c,



d,

Abbildung 39: Flussquellen im Fichtelgebirge a) Egerquelle bei Weißenstadt, b) Saalequelle bei Markt Zell, c) Fichtel-Naabquelle, d) Weissmainquelle,

Sehr schön gestaltetet wurde die Quelle der Mümling in Beerfelden, Hessen (Abb. 40).



Abbildung 40: Mümlingquelle in Beerfelden, Hessen

Fassungen von Schichtquellen werden in der Regel so konstruiert, dass das Grundwasser über mehrere Röhren oder Speier ausfließen kann (Abb. 41).



a,



b,



c,



d,



e,



f,

Abbildung 41: gefasste Schichtquellen a) venezianische Quellfassung (16.Jh.) in Spili, Kreta, b) Quellfassung auf dem Domplatz in Assisi, Italien, c) maurische Quellfassung in Loja, Spanien d) Achtröhrenbrunnen in Ronda, Spanien, e) Quellfassung in San Leonardo de Siente Fuentes, Sardinien, f) Fuente del Rey, aus dem 16. Jh., Priego de Córdoba, Andalusien, Spanien

Entlasten Karstquellen in einem so genannten Quelltopf, so wird dieser meist durch eine Mauer geschützt, eine Fassung in der oben genannten Weise ist nicht üblich (Abb. 42).



a,



b,



c,

Abbildung 42: gefasste Quelltöpfe von Karstquellen a) Tonnerre, Frankreich, Fosse Dionne, b) Baalbek, Libanon, Ras El Ain, c) Nimes, Frankreich, Jardin des Fontaines

In Popperöde bei Mühlhausen in Thüringen hat sich nach einem Erdfall im Jahre 1199 eine Karstquelle gebildet. Seit 1605 feiern die Bürger von Mühlhausen ihr jährliches Brunnenfest am Brunnenhaus (Abb. 43).



Abbildung 43: Karstquelle und Brunnenhaus in Popperöde bei Mühlhausen, Thüringen (Foto Frank Herrmann)

Bis zum Ende des 19. Jahrhunderts waren die gefassten Quellen neben Brunnen Plätze des täglichen öffentlichen Lebens. Hier trafen sich insbesondere die Frauen

zum Wasser holen oder bei der Wäsche. Heute werden diese nur noch an wenigen Orten als Waschhäuser genutzt. In Abbildung 44 sind ein noch in Betrieb befindliches Waschhaus auf Gozo, Malta und eine Quelfassung mit Waschplatz in Bhaktapur, Nepal dargestellt.



Abbildung 44: Quelfassung mit angeschlossenem Waschhaus auf Gozo, Malta sowie in Bhaktapur, Nepal (Foto rechts, Wolfgang Genthe)

In Frankreich stehen alte öffentliche Waschhäuser in vielen Regionen unter Denkmalschutz. Man trifft sie von der Bretagne bis zu den Pyrenäen (Abb. 45).



a,



b,



c,



d,



e,



f,

Abbildung 45: Quellfassungen mit angeschlossenen öffentlichen Waschhäusern in Frankreich; a) Citers, Haute Saone, lavoir fontaine aux 13 gouliches, 1879 b) St Paul de Vence, Alpes Maritimes, Lavoir von 1850 c, Roquefixade, Ariege, Lavoir aus dem 19.Jh. d) Hirschland, Elsass, lavoir Hirtenbrunnen aus dem 19.Jh., e) Corlay, Bretagne, Fontaine-lavoir Saint-Alain aus dem 16.Jahrhundert, f) Questembert, Bretagne, Lavoir aus dem 15.Jahrhundert

Häufig sind die Quellfassungen so gestaltet, dass das ausfließende Wasser direkt in eine Viehtränke (Abb. 46) fließt.



a,



b,



Abbildung 46: Quellfassungen mit Viehtränken in Frankreich a) Camurac, Ariège, b) Luceram, Alpes Maritimes, c) Oberbronn, Elsass, d) Wolfskirchen, Elsass, Heute werden Viehtränken an Quellen vor allem in den Gebirgsregionen genutzt (Abb. 47).



Abbildung 47: Quellfassungen mit Viehtränken in Österreich und Italien a) Stübing, Steiermark, b) Großmain, Salzburger Land, c) Kramsach, Tirol, d) Trafoi, Südtirol,

3. Historische Quellfassungen

3.1 Quellfassungen der Bronzezeit

Obwohl im alten Ägypten, in Mesopotamien und im Indus das Wasser eine entscheidende Rolle für die Landwirtschaft gespielt hat, sind keine Quellfassungen aus dieser Zeit erhalten. Funde von Wasserleitungen, wie sie beispielsweise von Adams und Nissen (1972) beschrieben werden, weisen jedoch auf die Existenz von Quellfassungen bzw. Qanatsystemen in Mesopotamien hin. Tsuk (2001) berichtet über vier Quellfassungen im Heiligen Land, die zur Wasserversorgung der antiken, befestigten Städte Tell Kabri, Tell Dan, Jericho und Qatana gedient und eine

wichtige Rolle bei der Belagerung der Städte durch feindliche Krieger gespielt haben. Sie wurden in der mittleren Bronzezeit (2200-1550 v. Chr.) gefasst.

Auch auf Kreta, wo zwischen 2800 bis 1450 v. u. Z. die Minoische Hochkultur existierte, sind Quelfassungen bekannt. Angelakis und Koutsoyiannis (2003) verweisen auf archäologische Befunde, die auf eine Wasserversorgung des Palastes in Knossos aus der Mavrokolybos- und später in römischer Zeit aus der Fundana- Quelle hinweisen. Die klimatischen, geologischen und hydrologischen Verhältnisse der Insel erforderten ein hohes Maß an Kreativität und ingenieurtechnischen Sachverstand, um den Bedarf an Trink- und Bewässerungswasser zu decken. Oberflächenwasser stand nur in geringen Mengen zur Verfügung. Grundwasser war auf Grund der hohen tektonischen Beanspruchung des Gebietes nur an Spalten- oder Karstquellen bzw. an lokale Wasservorräte in den Verwitterungshorizonten gebunden. Bei zwei Quellen in Knossos handelt es sich um Karstquellen, die sich wie oben beschrieben ebenso wie Spaltenquellen durch jahreszeitlich große Schwankungen der Schüttungsmengen auszeichnen. Deshalb mussten für eine ganzjährig stabile Wasserversorgung zusätzlich Brunnen und Zisternen gebaut werden. In den Zisternen wurde dabei nicht nur das überschüssige Quellwasser im Winterhalbjahr gespeichert, sondern auch das Regenwasser gesammelt. Die nachfolgende Tabelle vermittelt einen guten Überblick über die komplexen wasserwirtschaftlichen Anlagen der Minoer.

Settlements	Spring	Aqueduct	Cistern(s)	Rainwater collection	Well(s)	Sedimentation tanks	Channels/canals	Drainage
Knossos	X ^a	X ^a	X	X	X	X	X	X
Mallia	X ^a	X ^a	X ^a				X	X
Palaikastro					X		X	X
Phaistos			X	X	X		X	X
Tylissos	X	X	X	X		X	X	
Kato Zakros			X		X		X	X
Agia Triadha	X	X	X	X		X	X	X
Chamaizi			X	X	X ^a			
Kommos			X		X			
Myrtos Pygros			X	X				
Kato Syme	X							

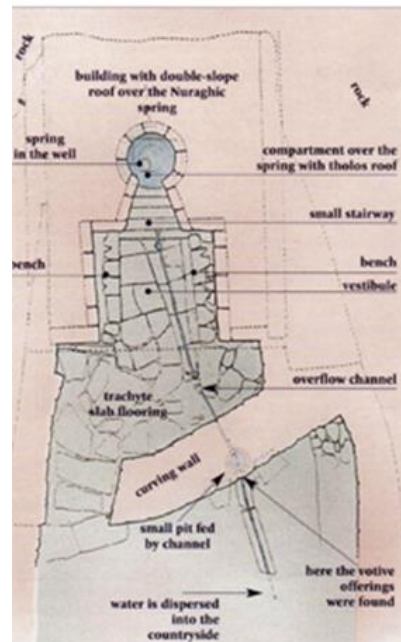
Tabelle 2: Wassertechnologien der Minoer (Gorokhovich, et al, 2011)

Eine der ältesten noch vorhandenen Quelfassungen stammen aus der späteren Bronzezeit (1700 – 900 v. Chr.) und wurden von den Nuraghern auf Sardinien errichtet. Die sehr gut erhaltene Fassung Su Tempiesu (Abb. 48) bei Orune war bis 1953 unter Schuttmassen eines Erdrutsches verdeckt und blieb dadurch über fast zwei Jahrtausende erhalten. Die Fassung der Quelle "Su Tempiesu" besteht aus Trachyt- und Basaltquadern, die mit Bleiklammern verbunden sind. Die für den Bau benutzten Steine mussten von weither transportiert werden, was auf den hohen Stellenwert des heiligen Brunnens (Pozzo Sacro) hinweist. Davon, dass die

Quelle in der Zeit der Nuraghenkultur als Wasserheiligtum verehrt wurden, zeugen neben dem Vorhandensein von Bankaltären eine Vielzahl gefundener Votivgaben (Abb. 49). Auf Sardinien lassen sich weitere Quellfassungen und Brunnen aus der Zeit der Nuraghenkultur finden.



a)



b)

Abbildung 48: a, Pozzo Sacro Su Tempiesu bei Orune, Sardinien, b, Skizze der Quellfassung (nach Fadda,1998)



Abbildung 49: Bei den Ausgrabungen gefundene Votivgaben an der Quellfassung Su Tempiesu. (Fadda,1998)

Zwischen 1800 und 1200 v. Chr. lebte das Volk der Karer in einem selbstständigen Königreich im Südwesten der heutigen Türkei. Nach Dorl-Klingenschmid, 2001 wurden Quellfassungen aus dieser Kulturperiode in Kleinasien an 16 Standorten (z.B. in Herakleia am Latmos, an der Passstrasse des Yuvatepe, in Labranda, Amyzon und in Gerga) nachgewiesen. Die steinernen Quellfassungen wurden in Trockenbauweise aus unregelmäßigen Steinquadern errichtet und von einer großen Steinplatte bekrönt (Dorl-Klingenschmid, 2001). Als Beispiele karischer Quellfassungen mögen die

Anlagen in Labranda stehen (Abb. 50). Allein in Labranda und Umgebung existierten im 4. Jahrhundert v.u.Z. mehr als 30 derartiger Quellfassungen.



Abbildung 50: Karische Quellfassungen in Labranda und an der Strasse Labrana Alida (rechts außen) Türkei

Aus mykenischer Zeit ist eine Quellfassung, die Perseia-Quelle von Mykene, bekannt. Etwa 100 Stufen führten hinab zu einem Wasserbecken, das von einer Quelle gespeist wurde (Abb. 51).



Abbildung 51: Unterirdischer Gang zur Perseia-Quelle

In Neussanges, Cantal, Frankreich befindet sich eine „antike“ Quellfassung (Abb. 52). Auf einer Informationstafel an der Fassung ist zu lesen, dass früher an der Quelle sich ein Dolmen befunden haben soll. Der megalithischen Deckstein wurde später zur Einfassung der Quelle benutzt. Wann die Quellfassung ihre heutige Gestalt bekam, ist unbekannt.



Abbildung 52: „antike“ Quellfassung in Neussanges, Cantal, Frankreich

In St. Moritz-Bad (Schweiz) wurde Anfang des 20. Jahrhunderts eine bronzezeitliche Quellwasserfassung entdeckt. Die Fassung ist eine hochinteressante Anlage. Sie besteht aus einem Holzrahmen aus Vierkanthölzern und um diesen einem massiven rechteckigen Rundholzblock, innerhalb befinden sich zwei vertikale Röhren sowie ein Steigbaum. Die aufwendige und komplizierte Konstruktion war notwendig, um das heilbringende Grundwasser gegen zusitzende schwebende Wässer* zu schützen (Oberhänsli u.a. 2016). Ein Modell der Anlage ist im Rätischen Museum Chur zu sehen (Abb. 53). C-14- und Dendrodaten ergaben, dass die Quellwasserfassung in den Jahren 1466/67 v. u.Z. erbaut wurde. Die Bronzefunde in der Quellwasserfassung lassen vermuten, dass die Quelle als Heiligtum verehrt bzw. möglicherweise als Ritualbad genutzt wurde.

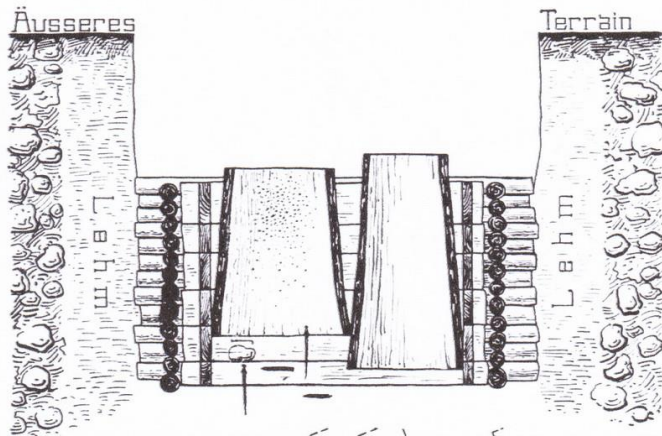


Abbildung 53: Schema der bronzezeitlichen Quellfassung von St. Moritz Bad (Heierli, J., 1907)

*Anmerkung: schwebendes Grundwasser, Bereich oberhalb der grundwassererfüllten Zone, in dem eine schlecht- bzw. undurchlässige Schicht vorhanden ist, an der es zu einem häufig zeitlich und örtlich begrenzten Auftreten von Wasser (Sickerwasser, d.A.) kommt (Lexikon der Geowissenschaften, Spektrum, Akademischer Verlag, Heidelberg. 2000).

3.2 Antike Quellfassungen

Von lebenswichtiger Bedeutung für das alte Jerusalem war die Gihon Quelle, die schon im Alten Testament erwähnt wird. Sie war die einzige Möglichkeit für die Trinkwasserversorgung der Stadt. Am Fuße des Berges Ophel im Kidrontal entspringend, befand sie sich außerhalb der Stadtmauer, wodurch die Stadt anfällig bei Belagerung durch feindliche Heere war. Das Wasser musste über eine in den Fels gehauene Treppe in die Stadt getragen werden. Im 8. Jahrhundert vor Chr. lies deshalb König Hesekiah einen 530 Meter langen Tunnel graben, der das Wasser der

Gihon Quelle verdeckt in ein innerhalb der Stadt gelegenes Schöpfbecken, den Teich von Siloam (Abb. 54) leitet.



Abbildung 54: Teich von Siloam (Foto E. Rosenthal) und Skizze der Lage der Gihonquelle und der historischen Tunnelsysteme (<http://www.generationword.com/jerusalem101/18-gihon-springs.html>)

Die Gihon Quelle ist eine intermittierende Karstquelle, die stoßweise Wasser schüttet. Sie hat davon ihren Namen, der im Hebräischen "die Glucksende" bedeutet.

3.2.1 Quelfassungen im antiken Griechenland

Im antiken Griechenland waren die meisten der noch heute gebräuchlichen Technologien der Wassererschließung, von Quelfassungen über Brunnen, Zisternen und Wasserleitungen bekannt. Wie Crouch, 1993 bemerkt, gestalteten die griechischen Wasseringenieure das Wasserversorgungssystem der Siedlungen entsprechend den geologischen und klimatischen Bedingungen unter Berücksichtigung der topografischen Gegebenheiten.

Eine umfassende Beschreibung griechischer Quelfassungen findet man neben Crouch bei Glaser (1983) sowie Angelakis und Mitarbeitern (2003). Nachfolgend werden einige der Wasserfassungen näher beschrieben.

Am nördlichen Abhang des Berges Oromedon auf der Insel Kos wurde in frühgriechischer Zeit (9./8.Jh. v.Chr.) die Burinna Quelle gefasst und mit einem Brunnenhause von konischer Form überbaut. Merkel (1899) hat die Quelle, die über einen 35 m langen Tunnel zugänglich ist, skizziert (Abb. 55). Sowohl der Tunnel als auch das Brunnenhaus selbst sind mit großen Steinquadern befestigt.

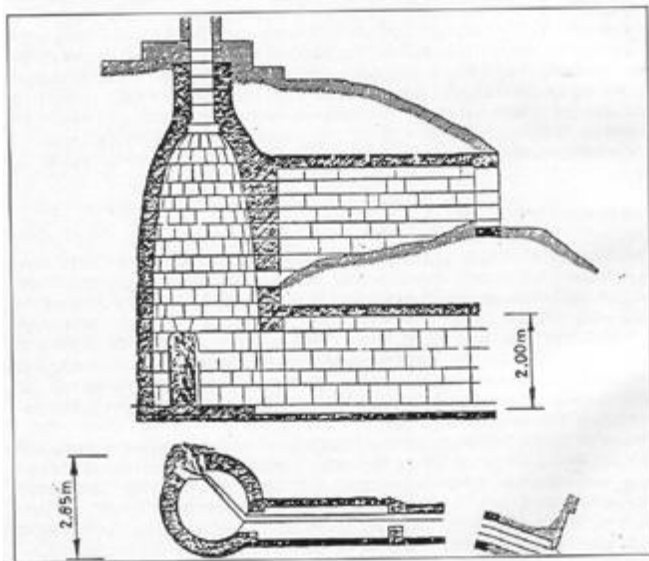


Abbildung 55: Burinna Quellhaus auf Kos (Skizze: Merckel, 1899)

In Smyrna, dem heutigen Izmir befindet sich eine Quelffassung aus dem ersten Drittel des 7.Jhs. v.Chr., die in die archaische Stadtmauer integriert wurde. Auch in diesem Beispiel wurde ein Tunnel ins Gebirge vorgetrieben, der mit Steinquadern gestützt wurde. Am Ende des Tunnels befindet sich ein Wasserbecken, das das Quellwasser sammelt und von dort über eine Rinne ausfließt. Abbildung 56 zeigt den Eingang des Brunnenhauses.



Abbildung 56: Archaisches Brunnenhaus eingebaut in die Stadtmauer des alten Smyrna (Foto Y. Savackin)

Eine der bedeutendsten wasserbaulichen Leistungen des antiken Griechenland stellt zweifelsohne die Wasserleitung des Euplinos auf Samos dar, deren Beginn eine Quelfassung bildet (Abb. 57). Die Anlage ist heute noch funktionstüchtig.

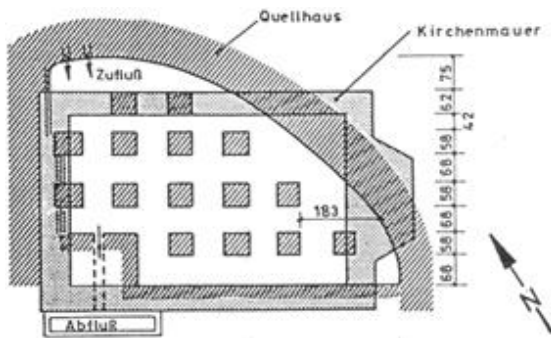
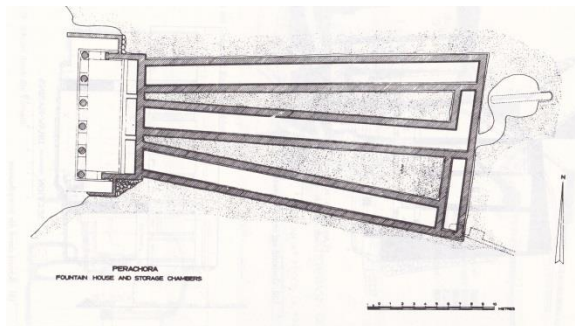


Abbildung 57: Quellhaus der Eupalinos Wasserleitung auf Samos (6.Jh, v.u.Z.), Skizze: Fabricius, 1884), rechtes Foto Quellhaus der Wasserleitung des Eupalinos heute unterhalb der Kirche Aghios Ioannis (D-DAI-ATH-2017-0804-1 mit Genehmigung)

Unter den Begriff Krene (Κρήνη) verstand man im antiken Griechenland sowohl Quellen als auch Brunnen und Brunnenhäuser.

In Perachora, Griechenland wurden über einer Grundwasser stauenden Tonschicht 6 Sammelschächte in den Berg getrieben (Abb.58), die das Grundwasser einem Brunnenhaus zuführten (Abb.59). Die Anlage, die oberhalb des Hera-Heiligtums liegt und zu dessen Wasserversorgung diente, wurde nach Tomlinson (1969) Ende des 4.Jh. v.u.Z. errichtet. Über eine Rohrleitung wurde das überschüssige Wasser in eine große Zisterne (Abb.55b) geleitet.



a, b,

Abbildung 58: a, Grundriss der Sickerwasserfassung mit Brunnenhaus in Perachora (nach Tomlinson, 1969), b, Blick in einen der Sammelschächte



a, b,

Abbildung 59: Quellhaus der Hera und Zisterne in Perachora, Griechenland

Eingebaut in den Hang östlich der Oberen Agora kann man das gut restaurierte dorische Brunnenhaus in Sagalassos, bei Ağlasun, Türkei bewundern, das nach Waelkens und Poblome (2011) der späthellenistisch – frühkaiserzeitlichen Periode zuzuordnen ist (Abb.60).



Abbildung 60: Dorisches Brunnenhaus in Sagalassos,

Türkei

Die erste geordnete Wasserversorgung Athens ist eng mit der Regierungszeit des Tyrannen Peisistratos (etwa 530-520 BC) verbunden, so u.a die Erschließung der Kallirroë-Quelle am Fuße des Pnyx Hügels. Das Grundwasser wurde in Sickerschächten gesammelt und von hier zur Agora, zum so genannten Enneakrounos Brunnenhaus geleitet. Das in den Fels gehauene Stollensystem ist heute mit einer Tür verschlossen (Abb. 61a).

Eine weitere Quelle befand sich am Nordwesthang der Akropolis, die wahrscheinlich bereits in prähistorischer Zeit genutzt wurde. Im 5. Jahrhundert v. Chr. wurde die Klepsydra-Quelle mit einem Brunnenhaus und einem Schöpfbecken versehen, das in den Berg eingebaut wurde. Über Stufen gelangte man zu dem Schöpfbecken, das auch deshalb notwendig war, da die Quelle eine sehr unterschiedliche Schüttung aufwies. In Abbildung 61b sind die Reste der Quelfassung zu sehen.

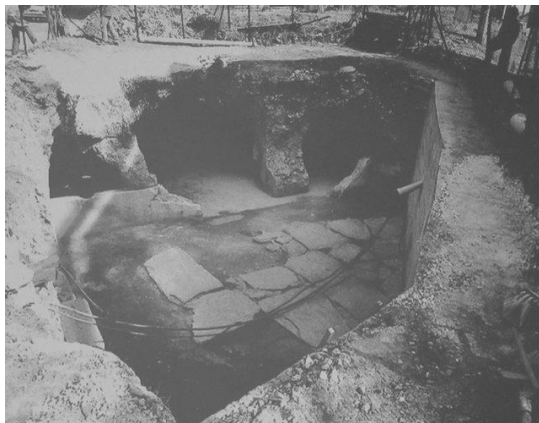
Die Antaiou Quelle westlich des Pnyx Hügels war nach Dakoura-Vogiatzoglou (Vortrag auf dem Workshop „Going against the flow - Wells and cisterns in ancient Greece, Athen 2017“) die dritte wichtige Versorgungsquelle der antiken Stadt.



a,



b,



c,

Abbildung 61: Historische Quelfassungen in Athen a, Eingang zur Kallirroe-Quelle, 2017, b Klepsydraquelle, Foto von 1996, c, Antaiou Quelle Foto Dakoura-Vogiatzoglou von 1989

Das so genannte „Dorische Brunnenhaus“ in Ialysos auf Rhodos stammt aus dem 4. Jh. v. Chr. (Abb. 62). In zwei Sickerschächten wird das Quellwasser zu einem Speicherbecken geleitet, das in der Rückwand des Brunnenhauses eingelassen ist. Das Brunnenhaus besteht aus Tuffstein. Zur Verzierung dienen sechs dorische Säulen sowie die als Löwenköpfe gestalteten Speier.



Abbildung 62: „Dorisches Brunnenhaus“ in Ialysos auf Rhodos, rechts Löwenspeier

Ein weiteres so genanntes „Dorisches Brunnenhaus“, das sehr gut restauriert wurde, begrenzt die Terrasse vor dem „Andron B“ in Labranda (Abb. 63). Das Brunnenhaus wird über Sickerschächte, die in den Berg vorgetrieben wurden, gespeist. Das

Brunnenhaus aus dem 3.Jahrhundert v.u.Z. ist in die Umfassungsmauer der 3.Terrasse eingebaut.



Abbildung 63: „Dorisches Brunnenhaus“ aus dem 3.Jahrhundert v.u.Z. in Labranda,

Türkei

Das hellenistische Agios Stratigos Brunnenhaus (Abb. 64), das sich am östlichen Fuß des Burgberges in Pergamon befindet, war ursprünglich einer steil abfallenden Felswand vorgesetzt (Dorl-Klingenschmid, 2001). Das Wasser wurde in einem Felsenstollen gesammelt und dem Quellhaus zugeführt.



Abbildung 64: Hellenistisches Agios Stratigos-Brunnenhaus am östlichen Fuß

des Burgberges in Pergamon

Das Becken von Phlious im Norden der Peloponnes ist gekennzeichnet durch die Wechsellagerung Grundwasser leitender und hemmender Schichten sowohl in den marinen Lockergesteinssedimenten am Golf von Korinth als auch in den sedimentären Festgesteinen im Hinterland. Damit verbunden sind Schichtquellen auf unterschiedlichen Höhenniveaus, wie aus Abbildung 65 ersichtlich ist.

Nicht zuletzt wegen ihres Quellreichtums war die antike Stadt Korinth bereits im 8. Jh. v. Chr. eines der bedeutendsten Gemeinwesen Griechenlands. Lolos (2011) beschreibt über 24 Quellfassungen und Brunnenhäuser in Altkorinth.

Ein erster Quellhorizont ist direkt innerhalb der Burg Akrokorinth zu erkennen, der die obere Peirene-Quelle und die Quelle am Westtor erfasst. Am Fuß des Burgberges entspringen drei weitere Quellen, die zur Zeit der ottomanischen Besatzung gefasst wurden.

Die antike Siedlung befand sich auf der oberen Terrasse der marinen Sedimente. Auf diesem Höhengniveau wurden u.a. die Sickerschächte der Glauke (Abb.66), der Peirene (Abb.67) und der „Heiligen Quelle“ installiert.

Am Fuße dieser Terrasse entwässern weiter Quellen, wovon die Lerna-Quelle im Asklepieion die bekannteste ist.

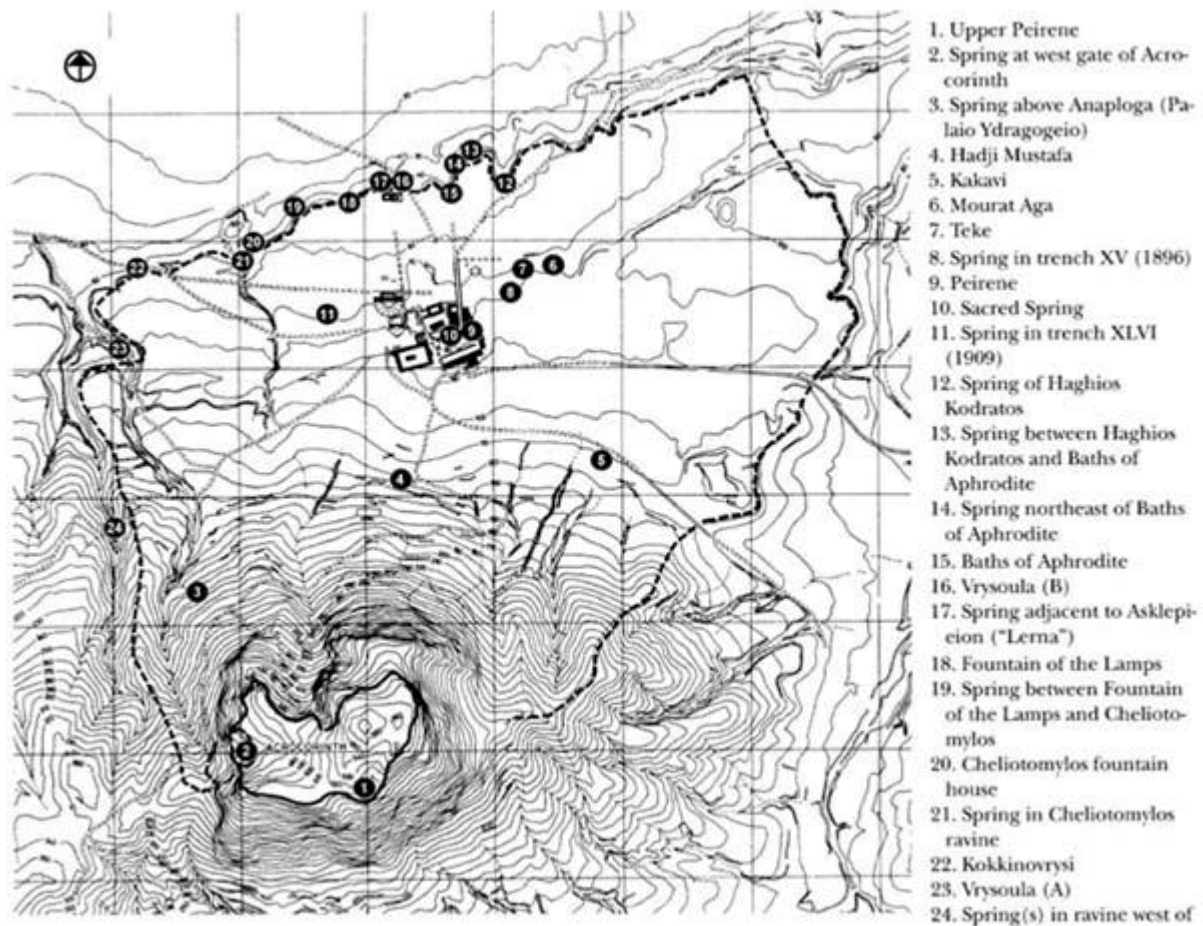


Abbildung 65: Lage wichtiger Quellen in Korinth (Lolos, 2011)

Die nach der Tochter des Königs Theon von Korinth benannte Glauke (Abb. 66) war die wichtigste Trinkwasserquelle des antiken Korinth. Das Quellhaus, das aus einem mächtigen Gesteinsquader besteht, wurde im 6.Jh. v.u.Z. in das Gestein gehauen.



Abbildung 66: Quellfassung der Glauke in Altkorinth aus dem 6.Jh. v.u.Z.(im linken Bild im Hintergrund der Apollotempel)

Auch die Peirene Quelle wurde bereits in hellenistischer Zeit genutzt und als Heiligtum verehrt. Die heute noch zu bestaunende Anlage wurde jedoch erst in römischer Zeit errichtet (Abb.67).



Abbildung 67: Altkorinth, Peirene Quelle in der Gestaltung aus dem 2.Jh. u.Z.

Auch das westlich gelegene Sikyon mit seinen Sportanlagen und dem Amphitheater verdankt seine Entstehung drei Quellen (Lolos, 2011). Abbildung 68 zeigt zwei dieser Quellfassungen.

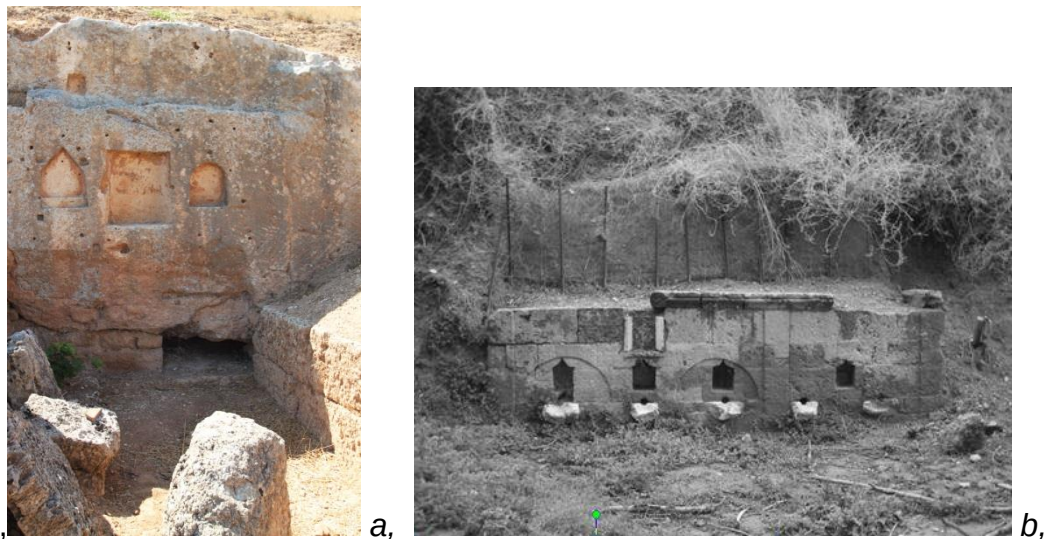


Abbildung 68: Historische Quellfassungen in Sikyon, Peloponnes, Griechenland, a, Heilige Quelle der Nymphen, b, Megali Vrisi (Foto Y. Lolos, 2011)

In Lyrbe (Seleukia), Türkei findet man aus späthellenistischer Zeit Reste von zwei Quellfassungen, wobei aus dem eingestürzten Brunnenhaus noch heute Wasser sprudelt (Abb.69).



a,



b,

Abbildung 69: Lyrbe (Seleukia) a) Quellfassung, b) Brunnenhaus

Schon Sokrates und Platon erwähnten in ihren Werken die Quelle des Illissos, die der Aphrodite geweiht war. Auf den Grundmauern des ehemaligen Aphrodite-Tempels wurde um 1000 die Klosterkirche von Kässariani errichtet. Das Kloster befindet sich heute innerhalb der Stadtgrenze von Athen. Aus einem marmornen Widderkopf (Abb.70) fließt bis in die Gegenwart das Quellwasser, dem man in der Antike magische und heilende Wirkung zuschrieb.



Abbildung 70: Athen, Kloster Kässariani Illissosquelle

3.2.2 Quellfassungen der Kelten

Im Stammgebiet der Gallier, auf den Britischen Inseln und in der Bretagne wurden traditionell die Quellen verehrt und als heilige Orte geschützt. Nur wenige davon sind in ihrer ursprünglichen Form erhalten. Meist wurden sie im Zuge der Christianisierung lokalen Heiligen gewidmet und im Mittelalter neu gestaltet.

Auf Grund ihrer Beziehung zu anderen keltischen Heiligtümern, beispielsweise Steinzeichen, Hinkelsteinen oder Grabstätten, lässt sich jedoch für einige dieser Quellfassungen ein keltischer Ursprung postulieren (Bord & Bord, 1985). Hierbei kommt die im keltischen Kulturglauben verwurzelte Beziehung zwischen Wasser und Stein deutlich zum Ausdruck. Die genannten Autoren sowie Plessen & Spoerri, 1980,

Logan, 1980 und Jones, 1992 ordnen beispielsweise folgende Quellfassungen dieser Kategorie zu:

in England,

- Coventina's Well in Carrawburgh, Northumberland,
- Ash Well, Bradford, West Yorkshire
- Druid's Well, Bingley, West Yorkshire

in Wales

- Ffynnon Gybi, Llangybi
- St Garmon's well, Llanfechain
- well of St. Anne, Trellech, Monmouthshire

in Schotland

- Butt Well, Stirling,
- Holy Well of Isle Maree, Loch Maree, Ross & Cromarty
- Holy well of St. Fillan, Dunfillan hill,

in Irland

- Tullaghan Hill Holy Well, Coolaney, Co. Sligo
- Tobar Tlachtga, the Druid's Well, near Athboy (Átha Buí), Co. Meath

in der Bretagne

- Fontaine Saint Second, Besné, Loire-Atlantique
- Saint-Barthélémy, Quellfassung von St. Adrien, Morbihan (Abb. 71)

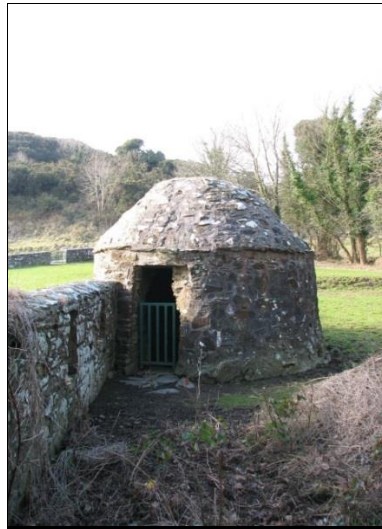


Abbildung 71: keltische Quellfassung von St. Adrien in Morbihan, Bretagne

Die Quellfassungen der Struell Wells (Abb.72) in der Nähe von Downpatrick im heutigen Nordirland, existierten bereits als heidnischen Kultstätte, da hier der heilige Patrick der Legende nach die Heiden zum Christentum bekehrt und getauft haben soll. Die heute erhaltenen und an die Quellfassungen angeschlossenen Badeanlagen stammen aus dem 13.Jahrhundert und wurden für Heilkuren benutzt.



a,



b,



c,

Abbildung 72: Downpatrick Struel Wells, a, Eye Well, b, Stomach well, c, Gesamtansicht

In mittelalterlichen Überlieferungen finden sich weitere Hinweise auf Taufen an keltischen Quellfassungen, die daraufhin zu heiligen christlichen Quellen wurden.

In Saint Just in Roseland, Cornwall ist noch eine alte keltische Quellfassung zu entdecken (Abb. 73).



Abbildung 73: Keltische Quellfassung In Saint Just in Roseland, Cornwall, England

Bibracte ging als der Ort in die Geschichte ein, an dem Caesar die Helvetier besiegte. Das Oppidum von Bibracte war mit einer Fläche von

135 Hektar eines der größten seiner Zeit. Auf seinem Territorium sicherten zehn Quellen und fünf Brunnen die Wasserversorgung. Erhalten geblieben ist die Quelfassung „Fontaine Saint-Pierre“ (Abb. 74), die gleichzeitig ein Kult- und Wallfahrtsort war, worauf Geldstücke und Votivtafeln hinweisen.



Abbildung 74: „Fontaine Saint-Pierre“ in der keltischen Siedlung von Bibracte in Burgund, Frankreich

In Südwestdeutschland sind in Otzenhausen und auf dem Heiligenberg bei Heidelberg die Reste keltischer Festungsanlagen aus dem 5. Jh. v.u.Z. erhalten geblieben. Im südwestlichen Teil des Dollberges bei Otzenhausen im Saarland erstreckt sich auf einer Gesamtfläche von 18,5 Hektar der "Hunnenring", eine keltische Befestigungsanlagen. Die Anlage wurde durch einen inneren Wall und einen Vorwall aus natürlichen Felsbrocken vor feindlichen Angriffen gesichert. .

Die Quelle, die aus dem Verwitterungsmaterial des devonischen Taunusquarzits entspringt (Abb. 75), befindet sich innerhalb des inneren Walls, an der Nordwestecke der Befestigungsanlage. Die Quelle sicherte somit die Wasserversorgung der Festung auch bei einer feindlichen Belagerung.



Abbildung 75: Quelfassung innerhalb der keltischen Festungsanlage „Hunnenring“ bei Otzenhausen, Rheinland Pfalz

Eine weitere große keltische Burg befand sich seit etwa 400 v.u.Z. auf dem Heiligenberg bei Heidelberg. Auch hier wurde die lebenswichtige Quelle, der so genannte Bittersbrunnen (Abb.76), innerhalb des ehemaligen äußeren Ringwalles am äußeren nordwestlichen Rand des Festungsareals erschlossen. Nach der Legende war die Quelle heilig und wurde von Nixen bewacht. Die Überlaufquelle schüttet bis in die Gegenwart sauberes Wasser und wurde 1979/1980 von der Schutzgemeinschaft Heiligenberg neu gefasst.



Abbildung 76: keltische Quelffassung „Bittersbrunnen“ auf dem Heiligenberg bei Heidelberg, Baden-Württemberg

Inwieweit das so genannte „Heidenloch“ (Abb. 77), ein 55 Meter tiefer Schacht mit einem Durchmesser zwischen drei und vier Metern, zur Wasserversorgung der Festung beigetragen hat (z.B. als Zisterne für Regenwasser), ist bis heute unklar. Von einigen Archäologen wird der Schacht als Kultstätte der Kelten aus dem 6. Jahrhundert v.u.Z. gedeutet. 1987 wurde der Schacht von der Schutzgemeinschaft Heiligenberg mit einer Schutzhütte umbaut und der Schacht selbst mit einer Betonbrüstung gesichert.



Abbildung 77: „Heidenloch“ auf dem Heiligenberg bei Heidelberg, Baden-Württemberg

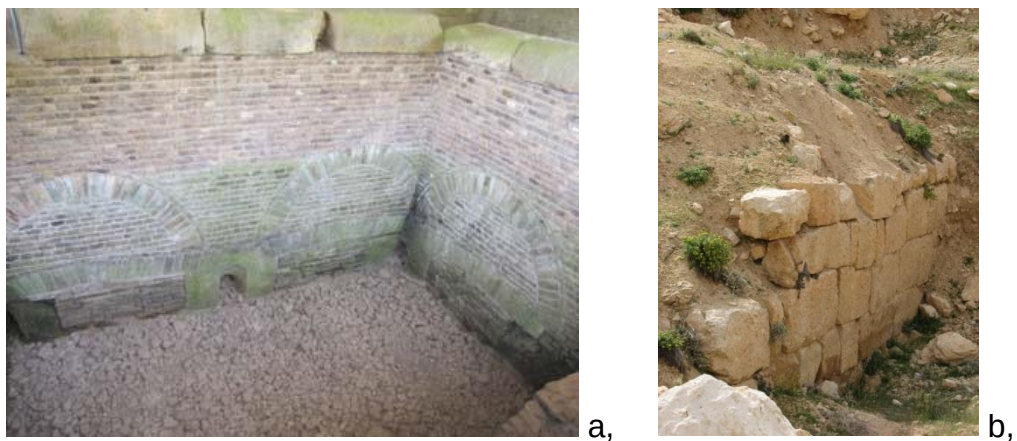
Grundlage für die Anlage einer Siedlung und ihrer Ritualbäder war für die Keltiberer das Vorhandensein einer ständig schüttenden Quelle. Leider sind nur in zwei Fällen die Quelfassungen noch vorhanden (Abb. 78).



Abbildung 78: Quellfassungen der Keltiberer in Portugal, a, Citania de Safins (Foto: G. Schwan), b, Citania de Briteiros

3.2.3 Quellfassungen im römischen Reich

Viele der griechischen Quellfassungen wurden von den Römern weiter bewirtschaftet, ausgebaut oder in Quellheiligtümer umgebaut. Als ein Beispiel möge die Peirene-Quelle in Altkorinth stehen (siehe Abb. 67). Der wesentliche Unterschied der römischen Quellhäuser im Vergleich zu den griechischen besteht darin, dass viele von ihnen nach einem einheitlichen („standardisierten“) Bauschema errichtet wurden. Im gesamten römischen Reich kann man ähnlich konstruierte Brunnenhäuser finden, wie die Beispiele der Quellfassungen bei Kallmuth in der Eifel, nahe Baalbek im Libanon, in Qanawat, Syrien und in Dangolsheim, Elsass, Frankreich verdeutlichen (Abb. 79)



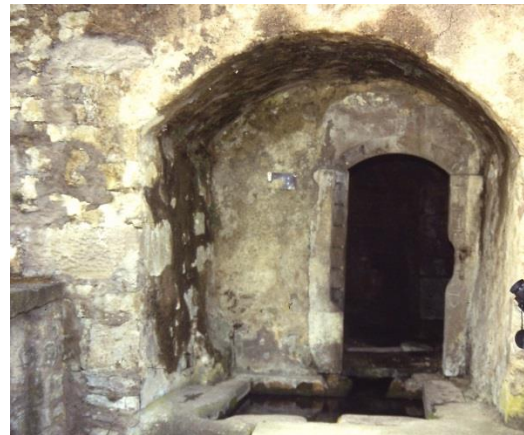


Abbildung 79: römische Quelfassungen a, Klausbrunnen bei Kallmuth in der Eifel, b, Quelfassung Al Juj nahe Baalbek, Libanon, c, Qanawat, Syrien, d, Dangolsheim, Elsass, Frankreich

In allen vier Quelfassungen dringt das Grundwasser durch das wasser-durchlässige Fundament in ein Sammelbecken, von dem aus eine Wasserleitung ihren Anfang nimmt.

In der zweiten Quelfassung der römischen Eifelwasserleitung, dem so genannten „Grünen Pütz“ (Abb. 80) wird das Grundwasser in einem Sickerschacht gefasst und in die Brunnenstube geleitet.



Abbildung 80: Brunnenstube „Grüner Pütz“ bei Nettersheim in der Eifel

Eine gefasste Spaltenquelle diente in römischer Zeit zur Wasserversorgung von Palmyra, Syrien. Heute ist die Quelle leider trocken gefallen, wie Abbildung 81a zeigt. Im Unterschied dazu schüttet die Alfigeh-Quelle bis heute 7000l/s Wasser und ist die Grundlage der Wasserversorgung von Damaskus (Abb.81b).



a,

b,

Abbildung 81: römische Quellfassungen in Syrien, a, die Efka-Quelle in Palmyra, b, Alfigeh Quellfassung in Damaskus (rechtes Foto: M.Wannous)



In Jaca, Aragon bildet eine römische Quellfassung die Grundlage für ein im 18. Jahrhundert errichtetes Waschhaus (Abb.82).



Abbildung 82: Fuente de Baños in Jaca, Aragon Spanien, römische Quellfassung (links) und Waschhaus aus dem 18. Jahrhundert (Fotos G.Schwan)

Eine ähnliche, standardisierte Konstruktion weisen die römischen Quellhäuser in den kleinasiatischen Städten Milet und Stratonikeia auf (Abb. 83).



a,



b,

Abbildung 83 römische Quellhäuser in Kleinasien a, Milet, Quellhaus am Burgberg, b, Stratonikeia,

Eine imposante römische Quellfassung befindet sich in Vénérand, Frankreich. Die so genannte Fontaine romaine du Moulin (Abb. 84) war Ausgangspunkt eines über 17km langen Aquädukts, der die Trinkwasserversorgung der römischen Stadt Mediolanum Santonum, dem heutigen Saintes, sicherstellte. Gleichzeitig wurde mit dem Wasser, der bis heute reichlich schüttenden Karstquelle ($Q = 12000 \text{ m}^3/\text{d}$) eine Mühle betrieben. Im 19. Jahrhundert wurde zusätzlich ein Waschhaus durch das Quellwasser gespeist.



Abbildung 84: Fontaine romaine du Moulin in Venerand, Frankreich, Auf dem linken Foto ist im Hintergrund die Quellfassung und im Vordergrund das Waschhaus, auf dem rechten der Einlauf zur Mühle und im Hintergrund der Beginn des antiken Aquädukts zu sehen.

Wie auch die Griechen und Kelten kannten die Römer die natürliche Heilwirkung der Mineral- und Thermalquellen. Viele der von ihnen erschlossenen Quellen werden bis in die Gegenwart genutzt.

In einem Seitental des Neckars entspringt bei Bad Niedernau die so genannte Römerquelle bzw. Apolloquelle. Zahlreiche römische Münzen, Votivgaben sowie ein Steinrelief des Apollo Grannus, die in der Nähe der Quelle gefunden wurden, beweisen die Bedeutung der Quelle als Heiligtum bereits in gallo-römischer Zeit. Das Apollorelied befindet sich heute in einem Quellhaus (Abb. 85).

Das Heilwasser der Römerquelle wird auch heute noch abgefüllt und verkauft.



Abbildung 85: Quellhaus der Römerquelle bei Bad Niedernau und Steinrelief des Apollo Grannus

Zur Stabilisierung der Wasserversorgung der Stadt Bracara Augusta, dem heutigen Braga in Portugal, erschlossen die Römer außerhalb der Stadt im heutigen Stadtteil St. Victor sieben Quellen und leiteten das Wasser in die Stadt. Das Wasserversorgungssystem wurde im 18. Jahrhundert erneuert, war jedoch 2015 in einem schlechten Zustand und wird mit Mitteln der EU rekonstruiert.

Auch in anderen Gebieten Europas wurden bereits vor der Eroberung durch die Römer Quellen gefasst und zum größten Teil als heilig angesehen.

3.3 Mittelalterliche und neuzeitliche Quellfassungen in Europa

An dieser Stelle soll an einigen Beispielen ein historischer Abriss der Gestaltung von Quellfassungen im Mittelalter und der Neuzeit gegeben werden.

Vielerorts lässt sich der Zeitpunkt der erstmaligen Fassung der Quellen nicht zurückverfolgen. Vereinzelt gibt es jedoch Dokumente, die eine Datierung ermöglichen.

So wird beispielsweise die Quellfassung in einem Waldstück bei Herrmannseichen (Abb. 86) in Hessen bereits im zwölften Jahrhundert erwähnt.



Abbildung 86: überdachte Quellfassung aus dem 12. Jahrhundert bei Herrmannseichen in Hessen

Auf einer Anhöhe vor den Toren der Stadt Murat, Cantal, Frankreich wurde im 10. Jahrhundert ein Kloster gegründet, von dem heute nur noch die Kirche St. Peter und Paul aus dem 11. Jahrhundert erhalten geblieben ist. Voraussetzung für die Standortauswahl des Klosters war eine Quelle, deren Wasser direkt einen angeschlossenen Laufbrunnen speiste (Abb. 87), der ebenfalls in das 11. Jahrhundert datiert wird. Man nimmt an, dass die Quelle schon den Kelten bekannt war, worauf auch ein Menhir in der Nähe der Quelle hindeutet.



Abbildung 87: Quellfassung mit romanischen Laufbrunnen aus dem 11. Jahrhundert in Bredon bei Murat, Cantal, Frankreich, rechts die Speiermaske des Brunnens

Zwischen Chania und Rethymno auf Kreta befindet sich das malerische Dorf Gavalochori, das nicht nur ein bemerkenswertes Volkskundemuseum u. a. zur Geschichte der Natursteingewinnung und Verarbeitung beinhaltet, byzantinischen

Kirchen sondern auch einen interessanten Quellgrund besitzt. Die venezianischen Brunnen aus dem 11. Jahrhundert (Abb. 88) sind Quellfassungen eines verzweigten Karstquellsystems.

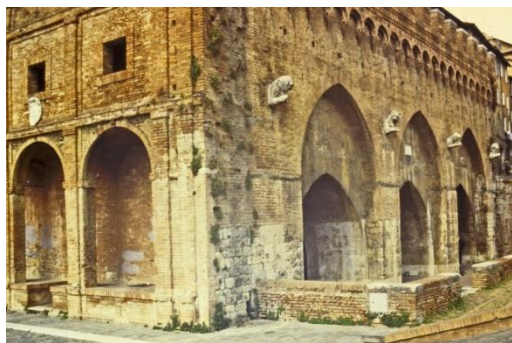


Abbildung 88 Quellfassung aus dem 11. Jh. in Gavalochori, Kreta

In den mittelalterlichen Städten der Toskana und in Umbrien kann man eine Vielzahl historischer Quellen und Brunnen entdecken.

Siena ist reich an mittelalterlichen Quellfassungen. Seit dem 12. Jahrhundert versorgte beispielsweise die Quelle der Fonte Branda die Weber und Färber von Siena mit Wasser. Die heute noch existierende Quellfassung wurde im 13. Jahrhundert gestaltet (Abb. 89a). Sie ist die bekannteste Quelle von Siena, da sie in der „Göttlichen Komödie“ von Dante (Inferno XXX, 76-78) erwähnt wird. Etwa in der gleichen Zeit wurden die Quellen Fonte d'Ovile (1260), Fonte Nuova d'Ovile (1303, Abb. 89b) und die Fonte del Casato, (1359) u.a. erschlossen.

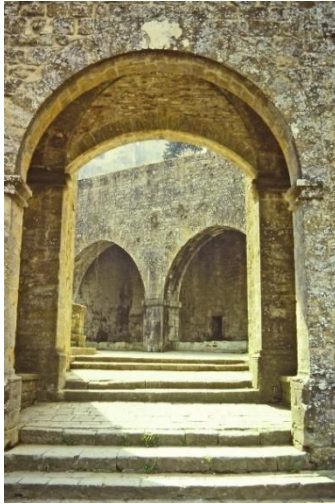
Aus dem 13. Jahrhundert stammt auch die Fassung der Quelle Doccia (Fonte Doccia) in Volterra, die in die etruskische Stadtmauer integriert wurde (Abb. 89c). Nur wenig jünger ist die Quellfassung der Fonte S. Felice (Abb. 89d) im gleichen Ort.



a,



b,



C, , d,

Abbildung 89: romanische Quellfassungen in der Toskana, Italien a, Fonte Branda und b, Fonte Nuova d'Ovile, (Foto G. Schwan, 2016) in Siena; c, Fonte Doccia aus dem Jahre 1254 und d, Fonte S.Felice, von 1319 in Volterra, Toskana.(Fotos von 1992).l

n Regensburg wurden bereits im 12. Jahrhundert Anstrengungen zu einer sicheren Wasserversorgung der Stadt und der Klöster gemacht. Zu diesem Zweck wurden mehrere Quellen durch Quellhäuser erschlossen (Paulus, 1998). Bis heute erhalten ist die romanische Brunnenstube in Regensburg – Prüfening (Abb. 90), von wo aus das Kloster St. Georg mit Wasser versorgt wurde.



Abbildung 90: Brunnenstube im Kloster St. Georg, Regensburg -Prüfening

Die im 13. Jahrhundert errichtete Quelffassung in Becedas, Kastilien (Abb. 91) war über Jahrhunderte die einzige Trinkwasserquelle des Ortes.



Abbildung 91: Quelffassung aus dem 13. Jahrhundert in Becedas, Kastilien, Spanien

Die Quelffassung „Fuente Mora“ in Mojacar, Andalusien (Abb. 92) wurde 1365 gefasst. Wie der Name sagt, stammt sie aus maurischer Zeit worauf auch die stilvolle Dekoration hinweist. Aus dem zentralen Teil der Fassung einer Schichtquelle spenden 6 Speier Wasser, seitlich sind jeweils weitere 3 Speierröhren angeordnet. Die Fassung, die in der heutigen Form im 19. Jahrhundert neu gestaltet wurde, ist in einem sehr guten Zustand.



Abbildung 92: „Fuente Mora“ in Mojacar, Andalusien

Im Kloster von Ayia Napa im Südosten der Insel Zypern sprudelte das Quellwasser aus einem Eberkopf (Abb. 93). Das Kloster und die Quelffassung werden der Spätgotik zugeordnet.



Abbildung 93: spätgotische Quellfassung im Kloster von Ayia Napa, Zypern

Die Brunnenbergquelle (Abb.94 in Rattelsdorf, Oberfranken, wurde 1548 mit Sandsteinquadern gefasst. Im 18. Jahrhundert errichtete man über der Quellfassung zu ihrem Schutz ein Fachwerkhäuschen mit Walmdach,



Abbildung 94: Die Brunnenbergquelle in Rattelsdorf, Oberfranken

Ebenso wie die Römer oder die Osmanen (siehe unten) haben auch die Venezianer ihre Spuren in ihren Kolonien hinterlassen. Abbildung 95 zeigt zwei Beispiele von Quellfassungen auf Kreta, die aus dem 16. Jahrhundert stammen und bis heute Wasser spenden.



a,



b,

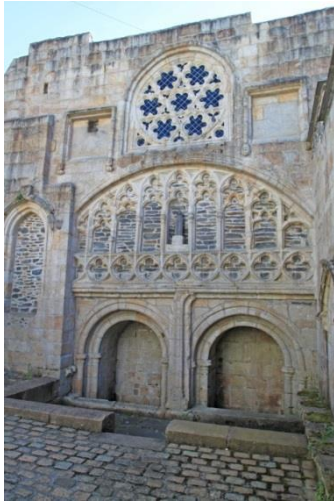
Abbildung 95: Venezianische Quellfassungen (16.Jh.) auf Kreta, a, Chromonastiri, b, Kastelli

Etwas außerhalb von Callington in Cornwall, befindet sich eine der besterhaltenen Quellfassungen in England, der Dupath Well (Cornish: Fenton Hynsladron), der 1510 über einer Quelle von Augustinermönchen aus Granitsteinen errichtet wurde (Abb.96). Das Quellwasser wurde in ein Becken geleitet, das zur Taufe und für „Heilbäder gegen geistige Verwirrtheit“ genutzt wurde. Die Quellfassung steht heute unter Denkmalschutz und wird vom Cornwall Heritage Trust gepflegt.



Abbildung 96: Dupath Well in Callington in Cornwall, England von 1510

Die Bretagne ist neben Irland und Großbritannien das Land mit den am besten erhaltenen Quellfassungen aus dem Mittelalter und der Neuzeit. Allein in der Bretagne wurden durch den Autor mehr als 200 Quellfassungen besucht und fotografiert. Einige Beispiele unterschiedlich gestalteter Fassungen aus verschiedenen Stilepochen zeigen die folgenden Abbildungen 97 bis 100.



a,



b,



c,



d,

Abbildung 97: Gotische Quellfassungen in der Bretagne a, Fontaine des Carmilites von 1424 in Morlaix, b, Fontaine-Calvaire Plésidy, c, Fontaine Saint-Ivy Loguivy-lès-Lannion, d, Questembert fontaine du vieux presbytère



a,



b,



c,



d,



e,

Abbildung 98: Renaissance Quellfassungen in der Bretagne a, Fontaine-lavoir Saint-Alain, Corlay, b, La fontaine de Notre Dame de la Clarte, Baud, c, Fontaine Saint Just, La-Vraie-Croix, d, , Les cinq fontaines, Saint-Clet, e, Fontaine Sainte Anne, Locmaria en Melrand



a,



b,



c,



d,



e,

Abbildung 99: Quellfassungen aus dem 17.Jh. in der Bretagne, a, Noyal-Pontivy, Morbihan, Brunnenensemble Les Trois Fontaines, b, Saint-Gilles-Pligeaux, Fontaines Saint Gilles et Saint Loup, c, Tréméven, Bretagne, Fontaine Saint-Jacques, d, Fontaine Saint Marc, Bourbriac, e, La-Vraie-Croix Fontaine Saint Just



a,



b,



c,

Abbildung 100: Quellfassungen aus dem 18.Jh. in der Bretagne a, St. Cado Fontaine St. Cado b, Radenac, Fontaine Saint Fiacre, c, Saint Gerand, Morbihan, la Fontaine des Reliques

Eine sehr interessant gestaltete Vorderfront einer Renaissancequellfassung kann man in Ston, Kroatien bewundern (Abb. 101).

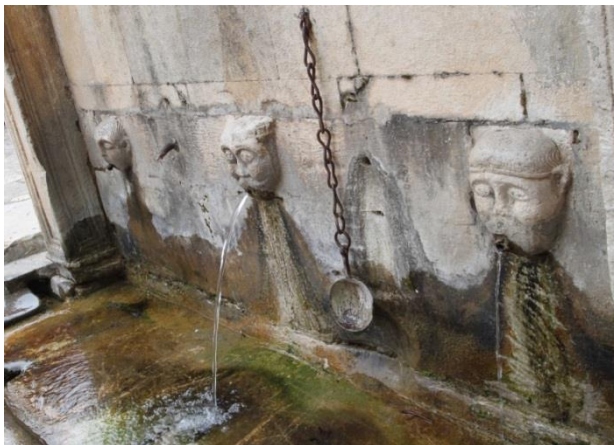


Abbildung 101: Renaissancequellfassung in Ston, Kroatien.

1603 bis 1606 wurde in Sassari, Sardinien, die Quellfassung Fontana di Rosello (Abb. 102) an Stelle einer römischen Quellfassung errichtet. Die antike Quelle „Gurusellu“ bildete den Anfang einer römischen Wasserleitung, die die ca.15km entfernte römische Siedlung Turris Libisonis, das heutige Porto Torres mit Wasser versorgte. Aus der Quellfassung, besser dem Quelltempel im Stil der Spätrenaissance, sprudelt das Wasser aus zwölf Speiern. An den Ecken des Monuments symbolisieren vier Statuen die Jahreszeiten.



Abbildung 102: Sassari ,Sardinien, Fontana di Rosello,

Im Vergleich dazu ist die Quelffassung aus der gleichen Stilepoche in Mondenedo in Galizien, Spanien eher spartanisch gestaltet (Abb. 103).

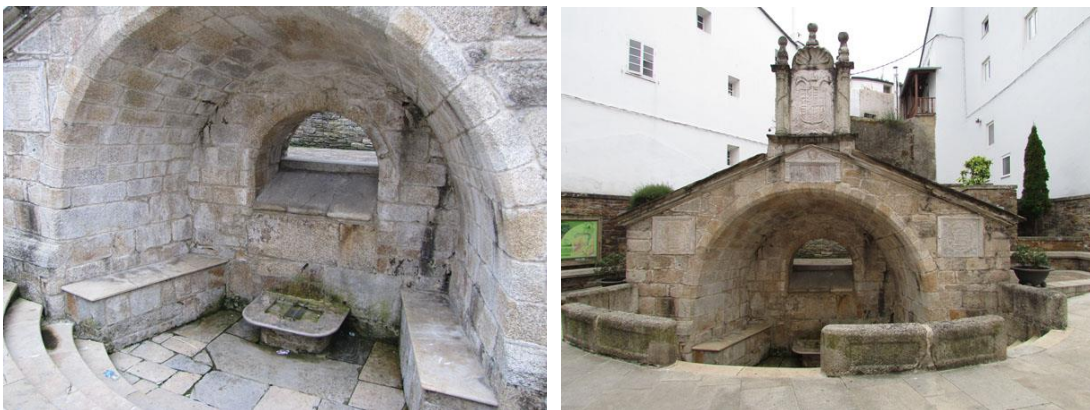


Abbildung 103: Mondenedo, Galizien, Fonte Vella, 1548,

Um 1600 wurde die klassizistisch erscheinende monumentale Fassung der Elisabeth-Quelle in Marburg gebaut (Abb.104). Sie ist der später heiliggesprochenen Elisabeth von Thüringen gewidmet. Die Elisabethquelle ist eine Schichtquelle, die aus einem Sandsteingrundwasserleiter des Mittleren Buntsandstein an der Schichtgrenze zu einem liegenden Grundwasserstauer entspringt.

Die Quelfassung ist nach dem antiken Vorbild eines antiken Brunnentempels gestaltet und hat eine monumentale zweigeschossige Sandsteinfassade. Die Fassung steht unter Denkmalschutz, Sie wird seit Jahrzehnten von einer Schröcker Familie gepflegt.



Abbildung 104: Elisabeth-Quelle in Marburg, Schröck, Hessen aus dem Jahr 1596

Eine Inschrift im Brunnengebäude zeigt ein vielstrophiges Gedicht in lateinischer Sprache, dessen Ende wie folgt lautet:

*Haveto itaque, lector, et si meis et tu vis frui
Commodis, ad suppositas leges te componito:
Purus esto, nec me sermonibus obscoenis, corpore
Aut opere polluito aut turbato, saxum, aream structuramve
Meam ne laedito, aestum, si urget, hic
Vitato, sitim extinguito et lavato, murmure et
Susurro, reliquisque amoenitatibus fruitor:
Deumque authorem meum celebrato!*

In der Übersetzung nach Karl Wilhelm Justi von 1805:

*Gehab' dich wohl, o Leser, und willst auch du
Meine Behaglichkeit schmecken,
So füge dich nachstehenden Gesetzen!
Sey rein, entweih' und trüb' mich nicht
Durch Schandwort', Körper oder That,
Und mein Gestein und meinen Hallenbau verletze nicht,
Wenn Gluth dich plagt, so fleuch hierher!
Lisch deinen Durst, und wasche dich;
Genieß des murmelnden Geräusches und der Anmuth Mannigfalt,*

Und preise meinen Schöpfergott!



a,

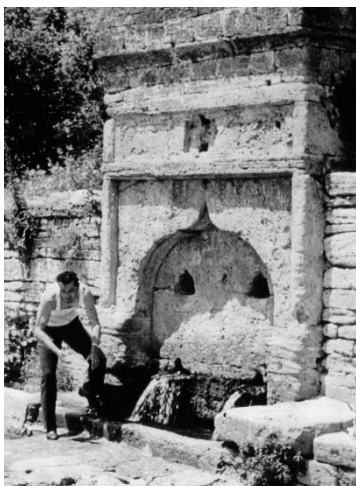


b,

Abbildung 105: a, Priego de Córdoba, Andalusien, Fuente de La Salud (Gesundheits Quelle aus dem sechzehnten Jahrhundert), b, Fuente del Rey, Barock, 1801 fertig gestellt

In einer Parkanlage von Priego de Córdoba, Andalusien steht der berühmte barocke Monumentalbrunnen „Fuente del Rey“, der sein Wasser von der im Hintergrund auf Abbildung 105b erkennbaren Quelfassung „Fuente de La Salud“ (Abb. 105a) erhält. Der so genannte der Gesundheit wurde im 16. Jahrhundert von Francisco del Castillo gestaltet. Infolge überhöhter (meist illegaler) Grundwassernutzungen hat sich der Grundwasserspiegel erheblich abgesenkt, womit auch ein Rückgang der Quellschüttung verbunden ist.

Der Einfluss einer über fünf Jahrhunderte dauernden ottomanischen Herrschaft ist noch heute an vielen Quelfassungen und Brunnen in Bulgarien erkennbar. Besonders in ländlichen Siedlungen sind sie bis heute erhalten. Einige von ihnen standen in einem direkten Bezug zu einer Moschee und wurden auch als Waschbrunnen genutzt. Die türkischen Brunnenmeister, auch „cesmedji“ genannt, genossen großes Ansehen (Lazarov, D. 2009). Abbildung 106 zeigt drei Beispiele osmanische Quelfassungen im heutigen Bulgarien.



a,



b,



Abbildung 106: Osmanische Quellfassungen in Bulgarien a, Kavarna, Quellfassung aus dem 15. Jh., b, im Dorf Ivanski, c im Dorf Sandanski (Fotos P. Dietrich)

Auch auf Kreta und der Peloponnes findet man noch heute Quellfassungen aus ottomanischer Zeit.

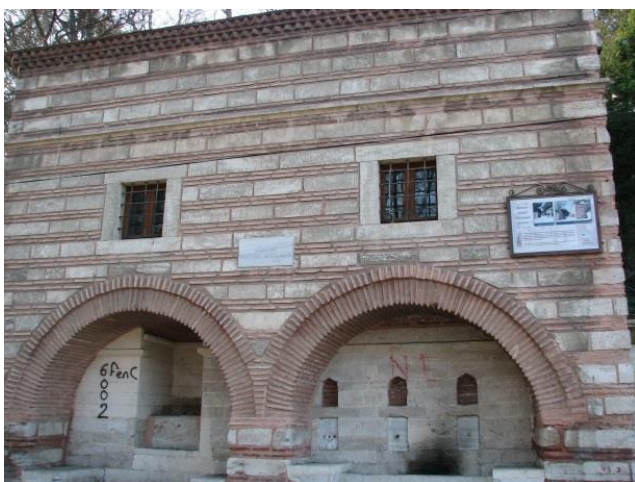
Die Haci Mustafa Quelle wurde am Nordhang von Acrocrinth unterhalb des Heiligtums der Demeter und Kore auf einem Höhenniveau von ca. 120m üNN um 1515 gefasst, aus der bis heute Wasser sprudelt, zeigt Abbildung 107.



Abbildung 107: Altkorinth, Griechenland, Haci Mustafa Quellfassung

Doch nicht nur in ihren Kolonien sondern auch in ihrem Stammland, der Türkei zeichneten sich die "cesmedji" (Brunnenmeister) durch ihr Können aus, Quellen zu fassen und Brunnen zu graben.

Am Fuße und an den Terrassen von Eyüp, einem Stadtteil von Istanbul entspringen eine Vielzahl Quellen. Im 16. Jahrhundert ließ Sultan Suleiman der Prächtige drei von ihnen fassen und entsprechend gestalten, die berühmteste Fassung ist das Brunnenhaus in der Moschee Eyup Piyerloti, die dem Sultan gewidmet ist (Abb. 108a). Im Unterschied zu diesen schlichten Fassungen sind die aus dem 18. Jahrhundert mit reichem Ornamentschmuck verziert (Abb. 109).



a,



b,



c,

Abbildung 108: Istanbul, Eyüp. Quellfassungen aus dem 16.Jh., a, Ranuni Sultan Suleiman Cessmesi, b, Mehmet Pasa Çeşmesi, c, Zal Mahmud Paşa Camii Çeşmesi,



a,



b.

Abbildung 109: Quellfassungen des 18. Jahrhunderts in Istanbul, Eyüp, a, Hasan Pasa Çeşmesi von 1724, b, Ebubekir Aga Çeşmesi von 1792,

Reich dekoriert sind auch die barocken Quellfassungen in Europa, wie die beiden Beispiele aus Portugal (Abb. 110 a und b), die Fassung mit den acht Speiern in Ronda, Spanien (Abb.110c) sowie der schöne Brunnen im Schlosspark Wien Schönbrunn (Abb.111) zeigen.

Letztere Quellfassung war nicht nur entscheidend für die Auswahl des Standortes des repräsentativen Residenzschlosses der österreichischen Monarchie sondern war auch namensgebend für das Schloss und die gesamte Anlage. Am Fuße des Gloriette-Hügel gelegen wurde das heute zu sehende Quellhaus im Jahre 1771 errichtet. In dem Pavillon befindet sich eine allegorische Statue der Quellnymphe Egeria. Das Wasser der Quelle ist von ausgezeichneter Qualität, deshalb wurde es nicht nur zur Versorgung des Schlosses Schönbrunn genutzt, sondern hier wurde auch bis Ende des 20. Jahrhundert Trinkwasser für den Hof entnommen, das täglich in die Hofburg gebracht wurde



Abbildung 110: Quellfassungen aus dem 18. Jh. in Portugal und Spanien a, Alandroal, Quellfassung auf dem Platz der Republik, b, Borba, Fonte das Bicas, 1781, c, Fuente de los Ocho Caños, Ronda, Andalusien



Abbildung 111: Quellpavillon des Schönen Brunnens im Schlosspark Wien Schönbrunn (Fotos G.Schwan)

Entsprechend der vorherrschenden modischen Stilrichtung am Ende des 18. und zu Beginn des 19. Jahrhunderts wurden beispielsweise die Quellfassungen von Chagey et Genechier in Frankreich (Abb. 112a) und in Bad Muskau (Abb. 112b) in Sachsen im Stil des Klassizismus errichtet.



a,

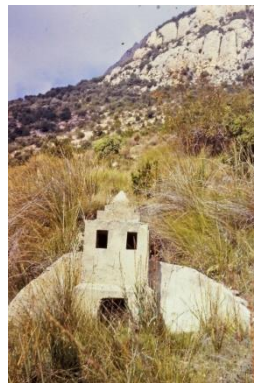
b,

Abbildung 112: a, überdachte Quellfassung in Chagey et Genechier, Haute Saone, Frankreich, b, Eisenvitriolquelle, Hermannsbrunnen von 1823 in Bad Muskau, Sachsen,

Die Fuente Lucena oder die Quelle mit den zwölf Röhren in Alhanrin el Grande, Spanien (Abb.113a) stammt in ihrer heutigen Form ebenfalls aus dem 19. Jahrhundert. Ihr Wasser wurde jedoch bereits in römischer Zeit genutzt. Ebenso wie das einer leider trocken gefallenen Quellfassung bei Ronda in Andalusien (Abb.113b).



a,



b,

Abbildung 113: a. Fuente Lucena in Alhanrin el Grande, Spanien aus dem 19. Jahrhundert, b, Andalusien, Quellfassung bei Ronda

Den maurischen Traditionen angepasst wurden die Quellfassungen in der portugiesischen Stadt Sintra, die Anfang des 20. Jahrhundert gebaut wurden (Abb.114).



Abbildung 114: Quellfassungen in Sintra, Portugal, a, Fonte Mourisca 1922, b, Fonte dos Pisões, 1931 c, Palacio-da-Regaleira, Fonte-dos-Ibis,

Beispiele von Quellfassungen aus dem 20.Jahrhundert in Deutschland sind in Abbildung 115 dargestellt.

Die Muschelquelle liegt nordöstlich von Streitberg, Franken (Abb. 115a). Aus Kalktuffsteinen des Muschelkalks wurde das Quellhaus im Jahre 1910 errichtet. Die Quelle ist vom Bayrischen Landesamt für Umwelt als Geotop ausgewiesen.

Am Fuße des Kalkberges in Lüneburg, Niedersachsen entspringt eine Quelle (Abb. 115b), die zu Ehren des ehemaligen städtischen Baurats Eduard Schlöbcke, dem „Retter des Kalkberges“ benannt wurde. Dieser hatte sich um die unter Schutzstellung des Naturdenkmals Kalkberg besondere Verdienste gemacht.

Die Quelle am Klauseborn (Abb.115c) zwischen den Orten Wiera und Momberg in Hessen wurde 1226 erschlossen und im Jahr 1991 neu gestaltet.

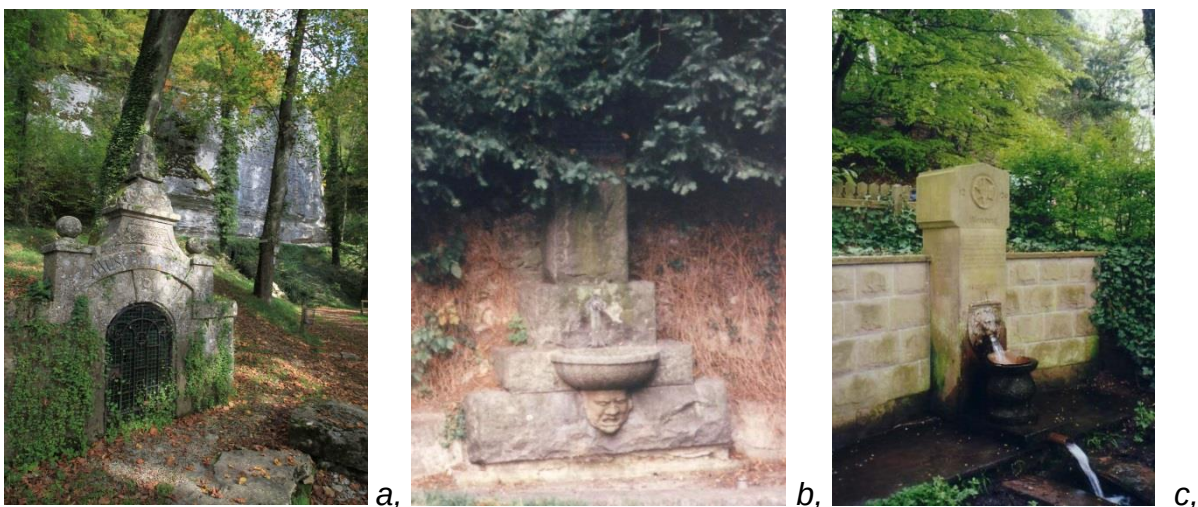


Abbildung 115: a, die Muschelquelle bei Streitberg, Franken, b, Quellfassung (Schlöbcke-Brunnen) am Kalkberg in Lüneburg Niedersachsen, gefasst Anfang des 20. Jh., c, die Quelle am Klauseborn in Momberg, Hessen

In Schönbrunn in Franken wurde eine Quellfassung so gebaut, dass ihr Wasser als Kühlung für die Milchkannen genutzt wird (Abb. 116).



Abbildung 116: der „Milchgrubenbrunnen“ in Schönbrunn, Franken

Aus den Sanden, die in der Eiszeit im Norddeutschen Flachland abgelagert wurden, entspringen in einem Wald nahe der Stadt Brandenburg die Silberquelle (Abb. 117a) am Ortsrand von Bad Freienwalde die Kurfürstenquelle (Abb. 117b) und in Woltersdorf bei Berlin die Liebesquelle (Abb. 118). Die erste Fassung wurde aus mit dem Eis transportierten und in der Nähe gefundenen Findlingen (Erratics) im Jahre 1905 gestaltet. Die Liebesquelle ist seit über hundert Jahren ein beliebtes Ausflugsziel der Berliner, sie wurde erstmals 1886 vom Verschönerungsverein des Ortes Woltersdorf gefasst. 1909 lieferte sie 120 m³ Wasser pro Tag. Leider versiegte die Quelle im Jahr 2005 und wird seit 2010 mit Leitungswasser am Leben gehalten.



a, b,

Abbildung 117: a, die Silberquelle, nahe Brandenburg, b, Kurfürstenquelle in Bad Freienwalde (Brandenburg)



Abbildung 118: die Liebesquelle von Woltersdorf bei Berlin

Moderne Quellfassungen ab der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts sind meist funktionell und weniger architektonisch wertvoll gestaltet. Eine Ausnahme bildet eine Quellfassung in Frankenmarkt, Oberösterreich, wo die historische Fassung des „Auleitenbründl“ stilvoll mit der modernen Trinkwasserfassung kombiniert wurde (Abb. 119).



Abbildung 119: Auleitenbründl und moderne Quellfassung in Frankenmarkt, Oberösterreich

Literatur

Adams, R. Mc C.; Nissen, H. J. (1972): The Uruk Countryside – The Natural Setting of Urban Societies, University of Chicago Press.

Angelakis, A. N., Koutsoyiannis, D. (2003) Urban Water Engineering and Management in Ancient Greece, in The Encyclopedia of Water Science, edited by B. A. Stewart and T. Howell, Dekker, New York,

Bord, J., Bord, C. (1985): Sacred Waters, Holy Wells and Water Lore in Britain and Ireland, Granada Publishing, London, Calado

Bryan, K. (1919): Classification of springs The Journal of Geology, Vol. 27, No. 7 pp. 522-561

Crouch, Dora P. 1993, "Water Management in Ancient Greek Cities", Oxford University Press

Dorl-Klingenschmid, C. (2001), Prunkbrunnen in kleinasiatischen Städten, München : Pfeil,

- Fabricius, E. (1884): Alterthümer auf der Insel Samos, Mitteilungen des Deutschen Archeologischen Instituts in Athen, , S. 163 – 197
- Fadda, M.A. (1988) La fonte sacra di Su Tempiesu, Guide e Itinerari, n. 8, Carlo Delfino Editore, Sassari.
- Glaser F., (1983): Antike Brunnenbauten (KPHNAI) in Griechenland , Verlag d. Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien
- Gorokhovich, Y., L.W. Mays, L. Ullmann, (2011): “A Survey of Ancient Minoan Water Technologies”, Water Science and Technology: Water Supply, IWA, Vol. 114, pp. 388 – 399, 2011.
- Hecht, G. (2008): Bad Frankenhausen. In: Werner Käß, Hanna Käß (Hrsg.): Deutsches Bäderbuch, Stuttgart S. 447 ff.
- Heierli, J., (1907): Die bronzezeitliche Quellfassung von St. Moritz, Anzeiger für schweizerische Altertumskunde : Neue Folge, 9, Heft 4
- Jones, F., (1992): The Holy wells of Wales, University of Wales Press, Cardiff
- Justi, Karl Wilhelm, (1805): Der Elisabeth-Brunnen bey Schröck unweit Marburg. In: Hessische Denkwürdigkeiten, 1, S. 1–17
- Käss, W., Käß, H. (Herausgeber), (2008): Deutsches Bäderbuch, Schweizerbart'sche, E.; Stuttgart
- Keilhack, K. (1912): Lehrbuch der Grundwasser und Quellenkunde, Berlin, Lexikon der Geowissenschaften, Spektrum, Akademischer Verlag, Heidelberg. 2000
- Logan, P. (1980): The Holy Wells of Ireland, Colin Smythe Lim. Gerrards Cross
- Lolos Yannis. (2011): “Land of Sikyon: Archaeology and History of a Greek City-State”, Hesperia, Supplement 39, Princeton: American School of Classical Studies at Athens,
- Mc Intyre-Tamwoy, Susan, Orive, Olga, Averinou Kolonias, Sofia, and Selfslagh, Benedicte, (2011): 18 April 2011 – International day for monuments and sites: the cultural heritage of water. ICOMOS (Website), pp. 1-24.
- Merckel, C. (1969) Die Ingenieurtechnik im Altertum, Berlin 1899 repr. Hildesheim
- Nikolov,V., Bucvaroc, K. (2012): „The Role of Salt in Prehistoric Europe“ Provadia, Veliko Turnovo
- Papavassiliou, J., (1981): „Wasser und Medizin im alten Griechenland“, „ in Wasser im antiken Hellas (Vorträge der Tagung, Athens, 1981), Leichtweiss-Institut für Wasserbau der Technischen Universität Braunschweig, S. 99-134
- Paulus, H.-E. (1998) Regensburger Brunnen und Plätze, Verlag Schnell und Steiner, Regensburg
- Pinzke, G. , (1986): „Zur Geschichte des Berg.- und Salinewesens in Mecklenburg und ihre Initiatoren“, Wissenschaftlichen Zeitschrift der Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, G-Reihe 35, Heft 1
- Plessen, M.-L., Spoerri,, D. (1980): Heilrituale an Bretonischen Quellen, Casti, Schweiz
- Runge, Heinrich, (1859): „Der Quellkultus in der Schweiz“, Monatsschrift des Wissenschaftlichen Vereins in Zuerich

Schneider, H. (1973): „Die Wassererschließung, Grundlagen der Erkundung, Bewirtschaftung und Erschließung von Grundwasservorkommen“, Vulkan Verlag Essen

Tomlinson, R.A., "Perachora: the Remains outside the Two Sanctuaries", BSA 64 (1969)

Tsuk, Tsika (2001): „Wasserversorgungsanlagen in Israel während der mittleren kanaaischen Epoche (2000-1500 v.Chr.)“, S. 140-147, in Dierx, W., Garbrecht, G., „Wasser im Heiligen Land“, Verlag P.von Zabern, Mainz

Voigt, H.-J. (1985): Hydrogeologischen Kartenwerk der DDR im Maßstab 1:50000, ZGI Berlin

von Bülow, (1876): „Die Saline Golchen“, Staatsarchiv Schwerin

Waelkens, Marc, Poblome, Jeroen (2011): Sagalassos: eine Römische Stadt in der Südwesttürkei, Verlag Wienand, Köln,

Studienarbeiten von Studenten der BTU Cottbus im Studiengang World Heritage Studies

Calado, G. C. (2014): The Chafariz das Três Bicas, in Sardoal, Portugal, and its connections with the Earthquake of 1755 and local myths

Lazarov, D. (2009): Ottoman influence on water supply in Bulgaria

Ojo, Oluyemisi Adenike, (2013): Ikogosi warm springs

Sharma, Pallavi (2007): Hot springs in India

Tanaka, T. (2005): Onsen - Hot Springs in Japan