

## MİLET SU YOLLARI

G.TUTTAHS

Information 1999, STEINZEUG ISSN 0949-7242 sayfa 20-31

## MILETOS AQUEDUCT

G.TUTTAHS

Sayın Henning Fhalbush ile ilk defa Milet'te görüştüm. Bu ziyarette bana su yollarını gezdirdi ve Milet Kazı Heyeti Başkanı Gerhard Tuttahs ile tanıştım.

I visited Prof. Dr. H. Fhalbusch in Miletos. He showed me the aqueduct of Miletos in the fields. This time I met also the head of German excavating team G. Tuttahs.

# Untersuchungen zur Wasserwirtschaft der antiken Stadt Milet

Dr.-Ing. Gerhard Tuttnahs

*Der Aufsatz ist eine stark verkürzte Fassung der Dissertation des Verfassers „Milet und das Wasser, ein Beispiel für die Wasserwirtschaft einer antiken Stadt, Spuren bis in die Gegenwart“ (Heft 12 der Schriftenreihe des Forums Siedlungswasserwirtschaft und Abfallwirtschaft Universität GH Essen, 1998), mit den Referenten Prof. Geiger, Fachbereich Bauwesen der Universität GH Essen und Prof. v. Graeve, Institut für Archäologie der Ruhr-Universität Bochum.*

Milet, im heutigen Westanatolien/Türkei liegt derzeit etwa 9 km von der ägäischen Küste des Mittelmeeres entfernt, nahe der Mündung des wegen seiner

zahlreichen Krümmungen und des danach benannten Musters berühmten Mäander. Früher befand sich hier der inzwischen verlandete Latmische Golf, eine große Meeresbucht der Ägäis. Milet lag in der Antike auf einer Halbinsel, die spornartig in den Golf vorsprang. Es kann als repräsentativ für die wasserwirtschaftlichen Verhältnisse in vielen antiken Städten Anatoliens und allgemein der Mittelmeerränder angesehen werden, da es vergleichbaren umwelträumlichen Bedingungen unterlag, eine ähnlich wechselvolle Geschichte durchleben mußte und mit vielen von ihnen seine spezifischen Probleme, wie Verlandungen der Flüsse, Meeresspiegelanstieg und Landsenkung, teilte.

Dargestellt und analysiert werden die Verhältnisse in der römischen Kaiserzeit (1. bis 3. Jh. n. Chr.), da über diese Zeit genügend Grabungsergebnisse zu den wasserwirtschaftlichen Verhältnissen vorliegen. Dabei wird der Versuch unternommen, für die Wasserversorgung und -entsorgung Gesamtsysteme zu entwickeln, die in differenzierten Lageplänen darstellbar sind.

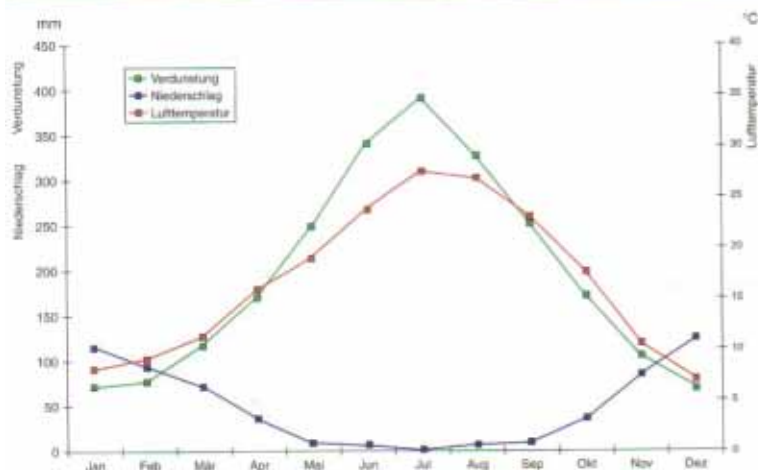
Die Überlebensfrage überhaupt war in der Antike – sie ist es auch heute noch und wird es zukünftig noch stärker sein – die Beschaffung von Trinkwasser, wozu in jedem Fall auch eine geregelte Entsorgung gehört. Selbst in unserem „nassen“ Deutschland gilt eine gesicherte Wasserversorgung – bei ständig fallenden Grundwasserständen – nicht mehr als selbstverständlich. Und damit ist, wie es die Milesier vielleicht schon seit ihrer Einwanderung aus dem heutigen Griechenland um etwa 1600 v. Chr. taten, mit dem Einfachsten zu beginnen, mit dem Sammeln und Nutzen von Regenwasser. Aber selbst dafür muß es zunächst regnen; und um etwas besseres und planen zu können, werden als erstes Messungen benötigt. In der Türkei wurde auf Wetterbeobachtungen immer schon erstaunlich viel Wert gelegt, und so liegen Milet unmittelbar benachbart, nur 5 bzw. 15 km entfernt, die Klimastationen Akköy und Sarikemer.

Auf der nächsten Abbildung sind die Jahressganglinien von Niederschlag, Lufttemperatur und Verdunstung der Station Sarikemer dargestellt.

Bei gemäßigten Temperaturen im Winter und subtropisch heißen im Sommer wurden im 28-Jahresmittel die relativ großen Niederschlagshöhen von 600 bis 700 mm/a gemessen, ähnlich wie in Westdeutschland. Aber völlig ohne Niederschlag waren im Gegensatz zu Westdeutschland die Sommermonate etwa von Mitte Mai bis Mitte September, und gerade in diesem Zeitraum erreichten Lufttemperatur und Verdunstung ihre Spitzenwerte.

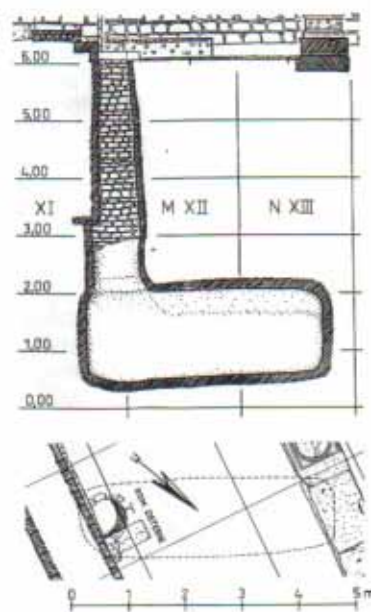
Es fragt sich nun, wie dieser Zeitraum überbrückt werden konnte. Wäre das durch Sammeln von





Regenwasser in einfachen Tongefäßen, wie z. B. Pithoi, oder in künstlich geschaffenen Speicherräumen, Zisternen, möglich gewesen? Dieser Frage soll zunächst nachgegangen werden:

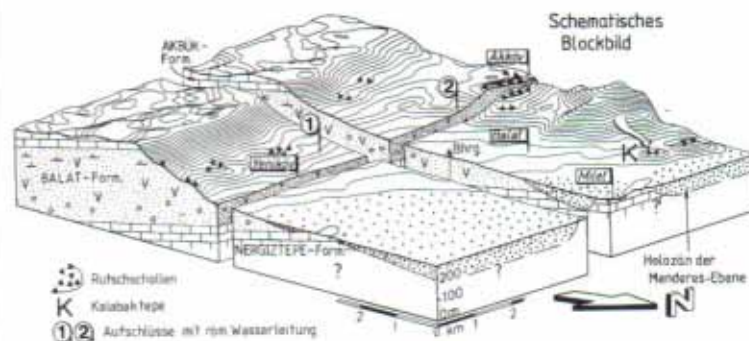
Wir sehen im nächsten Bild eine Zisterne aus der römischen Kaiserzeit mit einem Volumen von



(aus: B. F. Weber, die römischen Heroa von Milet (Diss. TU München 1993)

8 m<sup>3</sup>. Hiervon wurden in Milet eine größere Zahl gefunden, allerdings nur mit ähnlich geringem Volumen. Über einen Zugangsschacht konnte der eigentliche Speicherraum erreicht werden. Gesammelt wurde Regenwasser von Dachflächen, das oben in den Schacht eingeleitet wurde.

Leicht zu erkennen ist, daß man bei einer Stadt von 40.000 Einwohnern, wie Milet in römischer Kaiserzeit, auch mit vielen dergleichen Zisternen die lange Sommertrockenheit nicht überbrücken konnte.



(aus: B. Schröder u. a. Milet 1992-1993, Geowissenschaftliche Umfelderkundungen, in: Archäologischer Anzeiger 1995)

Evtl. möglich gewesen wäre das aber bei geeigneten Bodenverhältnissen über eine natürliche Regenwasserspeicherung im Boden, was heute wieder ein aktuelles Ziel ist.

Grundwasser entsteht durch versickernde Niederschläge, die im Boden, beim Lockergestein in Poren und beim Festgestein in Klüften und Spalten, gespeichert werden. Je mehr Hohlräume der Boden hat, desto günstiger sind die Gewinnungsmöglichkeiten für Grundwasser. Das Blockbild, das die Geologie Milet zeigt, das am Nordrand des Bildes liegt, läßt einen 3-stufigen Schichtenaufbau erkennen:

Von oben nach unten die Akbuk-, die Balat- und die Nergiztepe-Formation des Neogens (Jungtertiär).

Von den größeren Erhebungen in und um Milet sind der Humeitepe und der Kaletpe aus den für eine Grundwassergewinnung günstigen Kalksteinen, also Festgesteinen, der Nergiztepe-Formation aufgebaut, die oberen Schichten sowie teilweise die Hänge des Stefania- und des Jeralex-Höhenzuges aus den ebenso günstigen Kalksteinen der Akbuk-Formation. Eine Rutsch-

scholle dieser Formation ist der Gipfel des Kalabaktepe. Weniger geeignet ist die Balat-Formation mit einem inhomogenen Aufbau aus Sanden, Kiesen und Sandmergeln.

Es konnte nachgewiesen werden, daß das Klufthohlraumvolumen dieser Schichten aber auch nicht ausreicht, genügend Grundwasser zur Überbrückung des sommerlichen Defizits zu speichern. Bei 40.000 Einwohnern und einem durch Vergleichsrechnungen mit antiken und heutigen Städten ähnlicher Größenordnung speziell für Milet ermittelten spezifischen Wasserbedarf von 180 l/(E · d) errechnet sich der Jahreswasserbedarf immerhin zu 2,4 Mio m<sup>3</sup>.

Daraus konnte folgende für die gesamte Erforschung der Antike sehr bedeutsame Schlußfolgerung gezogen werden:

Da der Wasserbedarf Milet in römischer Zeit gedeckt werden konnte, wie es z. B. auch drei große Thermen mit hohen Verbräuchen demonstrieren, müssen die Niederschlagsverhältnisse und insgesamt das Klima in der Antike in Milet und in Westanatolien anders als heute gewesen sein.

Hierzu können deshalb folgende Thesen aufgestellt werden:

1. Die Jahresniederschlagshöhen werden in der Antike in Westanatolien im heutigen Bereich, für Milet also bei 600 bis 700 mm/a, gelegen haben.
2. Die Niederschlagsverteilung über das Jahr muß in der Antike in Westanatolien aber eine völlig andere als heute gewesen sein. Sie war gleichmäßiger und muß der heutigen in Westeuropa bzw. in Westdeutschland geähnelt haben.

Die Veränderungen der jährlichen Niederschlagsverteilung von der Antike bis heute dürfte nach Auswertung neuester Untersuchungen auf anthropogene Einflüsse, z. B. Entwaldungen, Umstellungen in der Landwirtschaft, zurückzuführen sein.

Für ein in der Antike ausgeglicheneres Klima als heute sprechen auch die Ergebnisse der jüngsten Miletforschung. Nach Auswertung von Pollenanalysen kann für die Zeit von etwa 4000 bis 500 v. Chr. in der milesischen Landschaft vom Vorhandensein sommergrüner Eichenwälder ausgegangen werden. Sie konnten die Grundlagen für die Haltung von Schweinen gebildet haben, die nach Tierknochenfunden zum Beispiel für die Zeit zwischen 700 bis 500 v. Chr. in Milet die drittichtigsten Wirtschaftstiere waren.

Der abschließende Beweis für diese Thesen konnte über die Ermittlung einer spezifischen Grundwasser-Neubildungsrate, über die nach den morphologischen Verhältnissen festgelegten Grundwassernährgebiete und über das sich daraus ergebende Grundwasserdargebot geführt werden.

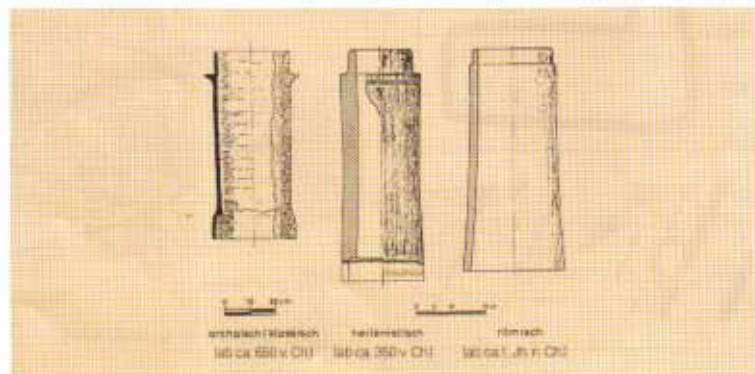
Dieser in sich geschlossene

Nachweis von Wasserbedarf und -bedarfsdeckung wurde für Milet und allgemein für eine antike Stadt hier zum ersten Mal erbracht.

Es ist nun auf die Frage einzugehen, aus welchem Material die Wasserleitungen hergestellt wurden und welche Leitungsquerschnitte gewählt wurden: Für den Transport größerer Wassermengen wurden offene Gerinne gebaut, häufig auf Bogenreihenmauern (Aquädukte) aufgelagert, oder geschlossene, teilweise in Felsen gehauene. Für kleinere Mengen wurden Bleileitungen, Steinrohre, größtenteils aber gebrannte Tonrohre verlegt.

Tonrohre kamen schon in sehr früher Zeit zur Verlegung, so z. B. im 4. Jt. v. Chr. in Habuba Kabira am Euphrat. In der archaischen Zeit wurden Tonrohre anscheinend in Schutztunnel installiert (Eupalinos-Leitung auf Samos). Erst etwa ab Ende des 5. Jhs. v. Chr. wurden sie dann unmittelbar in den Boden verlegt.

Für die Rohrformen und -maße lassen sich bei Tonrohren in Abhängigkeit von der historischen Epoche Entwicklungstendenzen nachweisen, was allerdings nur als grober Anhalt angesehen werden kann:



(aus: H. Fahbusch, Elemente griechischer und römischer Versorgungsanlagen, 1991)

Die folgende Abbildung (Museum Milet) zeigt ein Tonrohr, das nach dem heutigen Forschungsstand spätestens um 100 n. Chr. unter Kaiser Hadrian verlegt wurde.



Abmessungen:  
 Innendurchmesser = 0,21 m  
 Wanddicke = 0,05 m  
 Außendurchmesser = 0,31 m

Die in den folgenden Abbildungen gezeigten im 2. Jh. n. Chr. verlegten Tonrohre eines Wassersteigetumes (Druckregelung, Wasserverteilung und -speicherung), nach heutiger Begriffsbestimmung mit innenliegenden Muffen, waren sehr sorgfältig in der Richtung und im Sohlgefälle verlegt. Da Gußeisen und Kunststoffe unbekannt waren, mußten die Formstücke, für Krümmer und Abzweige, ausgenommen die kleinen Querschnitte für Hauswasserinstallationen, aus Stein hergestellt werden.

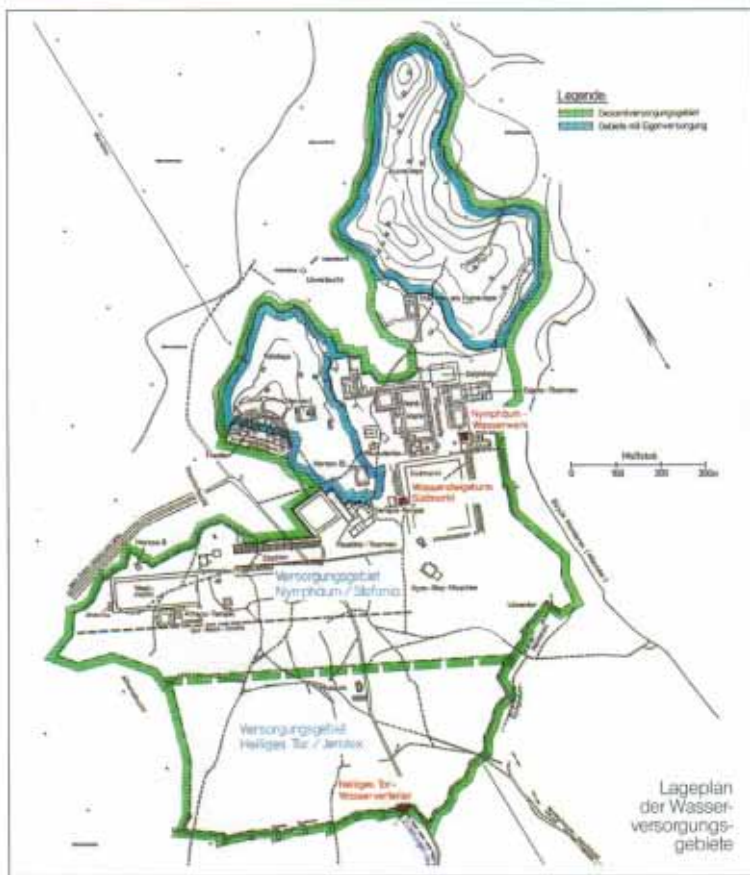
Bei den Ortsnetzen der Wasserversorgung können in Milet zwei zentralversorgte Gebiete abgegrenzt werden. Einen Hinweis auf derartige Gebiete, die in sich geschlossene, zusammenhängen-



de Systeme bilden mußten, gab es bisher noch nicht. Maßgeblich für die nunmehr durchgeführte Festlegung der Versorgungsgebiete waren die archäologischen Funde, z. B. Aquäduktreste und Teilstücke von Rohrleitungen, Hinweise aus der Miletliteratur, z. B. auf den Umbau des jüngeren Heiligen Tores, die topographische Lage und die Höhenverhältnisse.

Der größere nördliche Teil, das Versorgungsgebiet „Nymphäum/ Stefania“, muß über das Nymphäum-Wasserwerk im Stadtzentrum und den sog. Nymphäum-Aquädukt an den Stefania-Höhenzug im Südosten Milet angeschlossen gewesen sein.

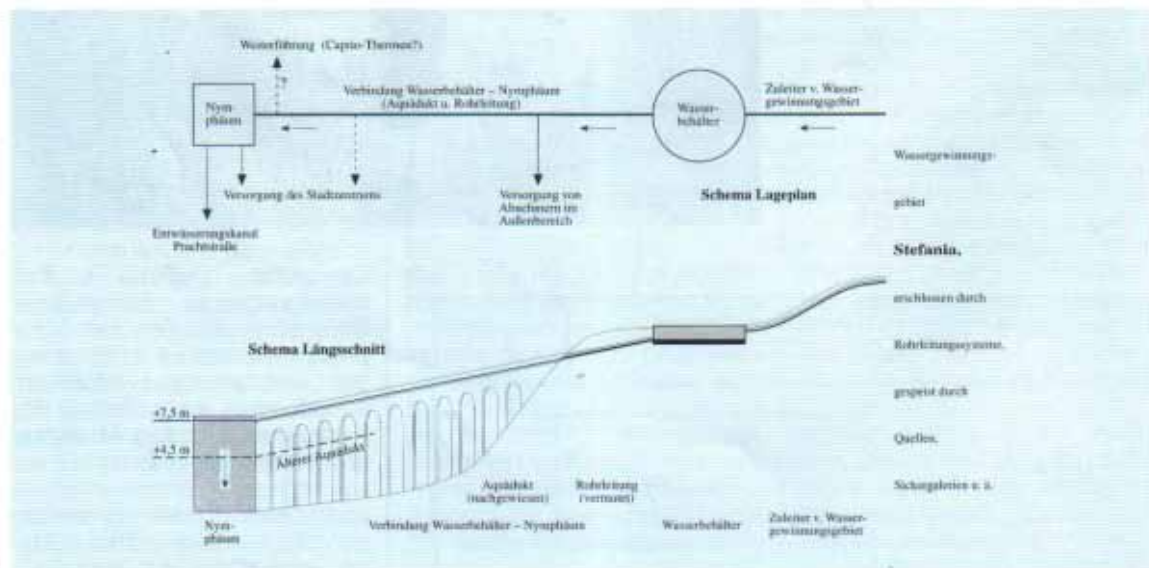
Das deutlich kleinere Versorgungsgebiet „Heiliges Tor / Jerallex“ im Süden wurde vom Jera-



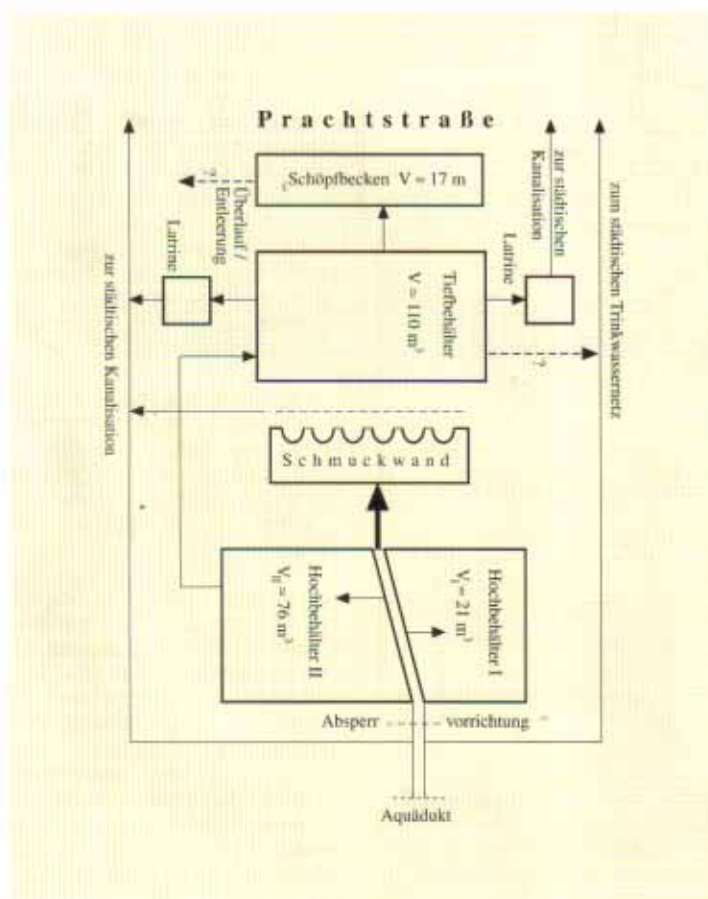
lex-Höhenzug südwestlich von Milet beliefert, und zwar über größere unterirdische Zubringerleitungen (Tonrohre) und über das umgebaute jüngere Heilige Tor, dessen Funktionsschema als Wasserverteiler, eine Art Wasserturm mit Schieberkammer, entwickelt werden konnte.

Hervorzuheben ist noch, daß die beiden Hügel, Humeitepe und Kaletepe, zu hoch lagen, um zentral vom Nymphäum-Wasserwerk oder vom Wasserverteiler Heiliges Tor versorgt werden zu können. Hier wurden auch nach Einrichtung der zentralen Wasserversorgung weiterhin Zisternen und Einzelbrunnen benötigt.

Der verfahrenstechnische Ablauf im nördlichen Wasserversorgungssystem konnte, wie hier dargestellt, aus Funden des Umlandsurveys, geophysikalischen Messungen, Hinweisen aus der Milet-Literatur und über eigene Forschungen vor Ort rekonstruiert werden. Auf der anschließenden Abbildung ist oben die Systemskizze des Lageplanes und unten die des Längsschnittes dargestellt.



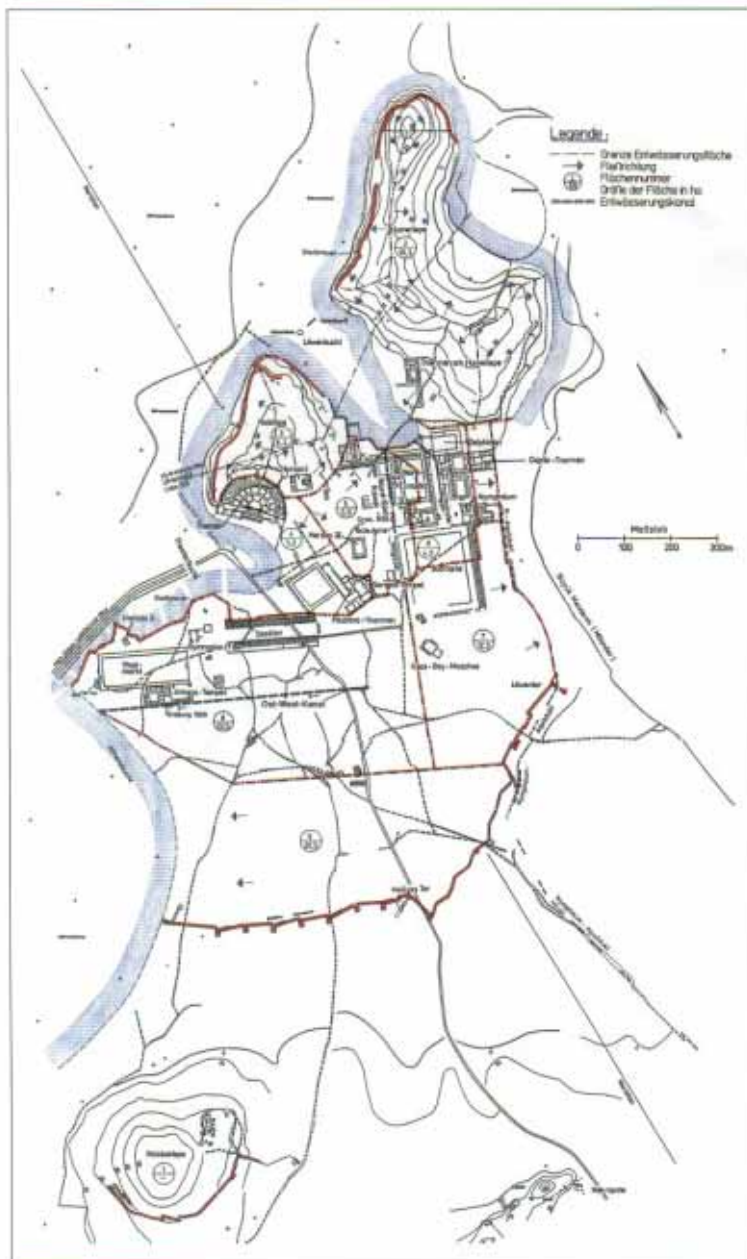
Die Abfolge: Wassergewinnungsgebiet – Speicherbehälter – Verbindung (Aquädukt, Rohrleitung) zum Nymphäum-Wasserwerk und Wasserwerk-Ortsnetz ist die gleiche, wie sie heute noch gewählt würde. Den Aquädukt würde man, vor allem aus Kostengründen, durch eine Rohrleitung ersetzen. Da man in der Antike lediglich unzureichende Möglichkeiten zur Wasserhebung besaß, mußte das Wasser in freiem Gefälle dem Versorgungsgebiet mit seinem verzweigten Ortsnetz zufließen können und dabei noch einen ausreichenden Versorgungsdruck gewährleisten.



Oben ein kurzer Blick auf die Ruine des Nymphäums. Prachtvoll als Endpunkt des Aquäduktes und als Blickfang der Prachtstraße gestaltet, diente es gleichzeitig als „Wasserwerk“ mit zwei Hochbehältern und einem größeren Tiefbehälter, über die in das Ortsnetz eingespeist wurde.

Das nebenstehende Funktionsschema des Nymphäum-Wasserwerkes mußte vom Verfasser aus einem „Trümmerhaufen“ rekonstruiert werden. Der Archäologe Hülsen zählte immerhin 333 Einzelteile ohne das Wasserwerk selbst. Zu erkennen ist ein sorgfältig durchdachter Verfahrensablauf, der alle technischen Möglichkeiten der Antike ausschöpfte. Besonders hingewiesen werden muß auf die Nutzung des Überlaufwassers zur Spülung einer Litrine, vor allem aber der Kanalisation.

Trotz der begrenzten Unterlagen konnte ein genereller Kanalnetzplan entwickelt werden. In Verbindung mit punktuellen Erhebungen vor Ort läßt er auf eine fundierte Kenntnis der Entwässerungstechnik in der Antike schließen.



Genereller Kanalnetzplan

Der Abwasserentsorgung widmeten die Archäologen weniger Aufmerksamkeit als der Wasserversorgung. Dies kann einen einfachen Grund haben: Außer den

flach verlegten Regenwasserkanälen liegen Abwasserkanäle durchweg tief im Boden. Sie grabungstechnisch einwandfrei zu erschließen, erfordert einen er-

heblichen Aufwand, ohne gleichzeitig eine entsprechende Resonanz in der Öffentlichkeit zu finden. Obwohl es sich häufig um bautechnisch schwierige Vorhaben gehandelt haben muß, wird beispielsweise ein Aquädukt mit hohen Bogenreihen stets attraktiver für den Nichtfachmann sein.

Wird in der heutigen Abwassertechnik zwischen der Ableitung (Kanalisation) und der Reinigung (Kläranlagen) unterschieden, wobei diese mechanisch, biologisch und teilweise auch chemisch mit einem großen Aufwand erfolgt, reduziert sich die antike Entsorgungstechnik fast nur auf die Ableitung und Versenkung. Anlagen zum mechanischen Absetzen (z. B. Vertiefungen in Schachtbauwerken) waren wohl mehr als Vorsorgemaßnahmen gegen die Verschlammlung der Kanäle gedacht denn als Stufe einer Abwasserreinigung. Stärker ins Gewicht als in der Gegenwart fiel hingegen der Komplex „Latrinen“ (Abortanlagen), der nach heutigem Verständnis wohl unter „Hausinstallation“ einzustufen wäre.

In der heutigen Entwässerungstechnik kennt man das Mischverfahren und das Trennverfahren. Beim Mischverfahren kommen Regen- und Schmutzwässer zusammen in den Mischwasser-sammlern (-kanälen) zum Abfluß. Beim Trennverfahren werden sie voneinander getrennt in Regen- bzw. Schmutzwassersammlern abgeleitet. Die Verfahrenswahl hängt weitgehend von den Höhenverhältnissen ab, wobei die zusätzliche abschließende Abwasserreinigung häufig ausschlaggebend ist. Da in der Antike auf letztere, wenn überhaupt, nur wenig Rücksicht genommen wurde, hätte die Anwendungsmöglichkeit für das Mischverfahren überall bestehen können.

Schmutzwassersammler werden primär die Aufgabe von Hausanschlußleitungen im heutigen Sinne übernommen haben.

Größeren Zwängen unterworfen war die Regenwasserbeseitigung, da die Regenwässer oft als Trinkwasser zumindest aber zur Brauchwasserversorgung genutzt werden mußten, was unseren heutigen modernsten Zielsetzungen entspricht.

Man wird versucht haben, sie möglichst unverschmutzt aufzufangen und in Gefäßen oder Zisternen zu speichern. Bevor aufwendige Regenwasserkanäle gebaut wurden, ließ man die Regenwässer sicherlich „wild“ ins Gelände abfließen.

Eine äußerst interessante Lösung zeigt die folgende Abbildung:

Ein Spitzkrug (Höhe ca. 1,20 m) ist auf einer Straßenkreuzung in den Boden eingelassen. Er hat seitlich oben einen Regenwasserzulauf und im mittleren Bereich einen Ablauf zur Zisterne, fungierte somit als Regenwasserabscheider.

In der Kanalisation wird heute zwischen Hauptsammlern, Nebensammlern und Hausanschlußleitungen differenziert, eine Einteilung, die man auch für die Antike ansetzen darf. Zur Ausführung kamen bei Hauptsammlern im Lockergestein (Sand, Lehm u.ä.) gemauerte Profile verschiedenster Formgebung, im Festgestein (Fels u.ä.) sich der Standfestigkeit des Gesteins anpassende Profile. Bei größeren tiefer liegenden Sammlern wurden häufig im unteren Bereich Rechteckquerschnitte mit aufgesetztem Kreisbogen gewählt, bei flacher liegenden Sammlern mittleren Querschnitts Rechteckquerschnitte mit einer Abdeckung aus Steinplatten oder auch spitzbogig gegeneinandergelagerten Brunnenziegeln. Gefunden wurden auch, z. B. in Athen, Leitungen aus zwei übereinandergestülpten U-förmigen dünnwandigen Halbrohren aus gebranntem Ton.

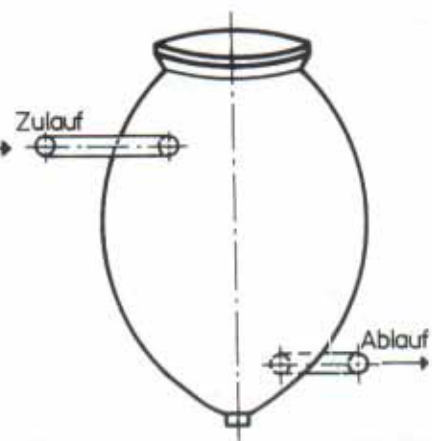
Reichten bei Nebensammlern und Hausanschlußleitungen kleinere Querschnitte aus (bis ca. 0,30 m i.D.), wurde auf die auch bei der Wasserversorgung ver-

wendeten Rohrleitungen zurückgegriffen, dabei überwiegend auf Tonrohre.

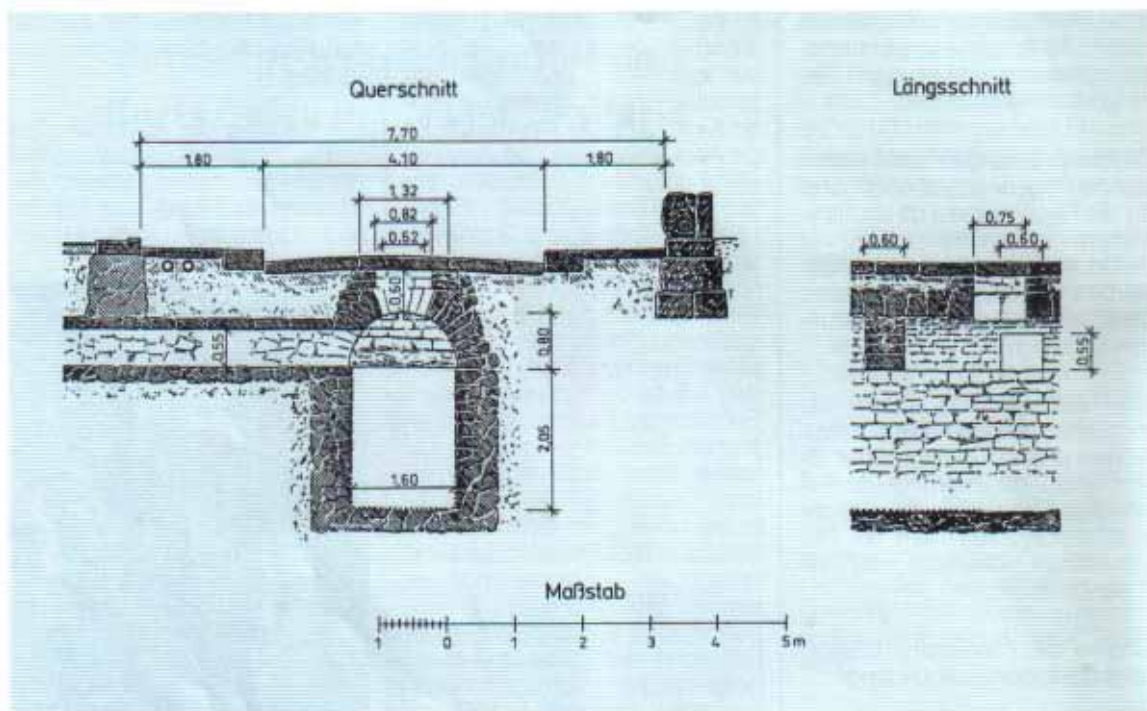
Zur Bestätigung eines ähnlich hohen Technikstandes wie in der Wasserversorgung zeigt die nächste Abbildung den Längs- und Querschnitt des Haupt-



Abwasserkanal aus U-Rohren beim stadtseitigen West-Turm des Dipylon / Athen (aus: G. Gruben, Untersuchungen am Dipylon 1964-1966, in: Archäologischer Anzeiger 1969)



Henkelloser Spitzkrug (Pithos) als Regenwasserabscheider in Pella, Makedonien, 1997



sammlers in der Ost-West-Straße Milets, von immerhin 1,60 m Breite und fast 3,0 m Höhe, sowie eine Schacht ausbildung;

Der Mindestquerschnitt der vor Ort hergestellten Kanäle wurde zunächst nach der Breite ausgelegt, die für die Begehrbarkeit bei Herstellung und Wartung erforderlich war. Wurde diese Breite nicht für ausreichend gehalten, erfolgte eine Aufweitung bis hin zu großen zusammengesetzten Profilen, entsprechend vorstehender Abbildung. Wie allgemein in der Antike waren auch in Milet die Kanäle zur Abwasserableitung überdimensioniert.

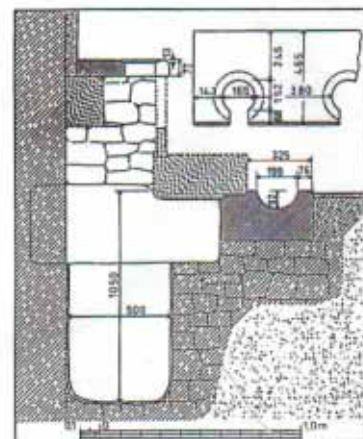
Die Trassierung der Kanäle im Grundriß, in der seitlichen Lage, folgte den Vorgaben des hippodamischen Systems, das mit seinem rechteckigen Straßenraster der modernen Verlegetechnik sehr entgegenkam. Sie wurden

möglichst in gerader Richtung verlegt und mit Einsteigeschächten versehen, die den heutigen nahekommen. Zumindest in den Hauptsammlern hat man die Einsteigeschächte entsprechend der heutigen Verfahrensweise offensichtlich in regelmäßigen Abständen zur Revision, zur Belüftung und zur Entlüftung angeordnet.

Um gleiche Abstände zur angrenzenden Bebauung und damit gleiche Längen der Hausanschlußleitungen zu erhalten, wurden die Kanäle bereits in der Antike in der Regel in Straßenmitte verlegt. Hierdurch können Rückschlüsse auf die antiken Straßenverläufe gezogen werden, wenn sonstige Hinweise fehlen.

Nicht wegzudenken sind aus der Abwasserbeseitigung in der Antike Gemeinschaftslatrinen, also

große öffentliche WC-Anlagen. Sie galten fast als Mittelpunkte des gesellschaftlichen Lebens. In der nächsten Abbildung ist die Südmarkt-Latrine, eine der beiden in Milet gefundenen Großlatrinen, mit einem Querschnitt und einem Blick auf die Sitze dargestellt:





Das nebenstehende Foto zeigt eine Latrine in Sardis, der Hauptstadt des Lydischen Reiches, etwa 120 km nordöstlich von Milet, in der der sicherlich allen bekannte König Kroäus regierte. Die Latrine entspricht der des Löwenhafens von Milet, zu sehen sind noch einzelne, gut erhaltene Sitze und davor eine Spülwassertrinne.

Es wurde nachgewiesen, daß diese Latrine zur Versorgung mit Spülwasser an die zentrale Wasserversorgung und zur Beseitigung der Abwässer an die zentrale Kanalisation angeschlossen war. Dieser Ver- und Entsorgungskomfort darf wahrschein-

lich auf alle Großlatrinen dieser Epoche übertragen werden.

Abschließend ist zum Thema „Abwasserbeseitigung“ zu sagen, daß die Milesier durchaus in der Lage gewesen sein müßten, ihre Abwässer aus den bebauten Ge-

bieten gesammelt in Kanälen abzuleiten. Die Gefährdungen, die von den ungereinigt in die Meeresbuchten eingeleiteten Abwässern ausgingen, konnten sie jedoch entsprechend dem Wissensstand der Antike nicht ermaßen.

Einen stetigen Kampf mit dem Wasser führte Milet bei der Verlandung des nördlich der Stadt liegenden Latmischen Golfes und seiner Hafenanlagen, und es führt ihn heute noch gegen die ständigen jährlichen Überschwemmungen des Ruinenzentrums. Ein Archäologe hat mal gesagt, ja wenn man keine Thermen und Nymphäen gebaut hätte, sondern Dämme und Kanäle wäre Milet nicht untergegangen. Etwa um 500 n. Chr. soll man noch versucht haben, Milet durch Dammbauten zu schützen, aber es mußte, ausgehend von den neuesten Erkenntnissen, ein aussichtsloser Kampf bleiben. Die Verlandung durch den Bodenabtrag im Einzugsgebiet des Mäander und dessen Geschiebeführungen könnte selbst heute mit modernsten technischen Mitteln nicht verhindert werden.

Daß Bodenabtrag und Geschiebeführung im Mäander immer noch anhalten, demonstriert sehr eindrucksvoll das Bild auf der nächsten Seite. Die Stelle befindet sich ca. 35 km flußaufwärts von Milet.

Vorteilhaft wirken sich offensichtlich jetzt bereits in den letzten Jahren im oberen Mäandergebiet errichtete Talsperren aus, die von den Größenordnungen her in der Antike mit den seinerzeitigen technischen Mitteln nicht hätten errichtet werden können. Außerdem hätten die damaligen häufig unruhigen politischen Verhältnisse derartige Anlagen weitab vom Stadtgebiet nicht zugelassen.



### Schlußwort

Erforscht wurden die Probleme und Techniken der Wasserwirtschaft in der antiken Stadt Milet. In der Antike wird wie heute eine gesicherte Versorgung der Bevölkerung mit Trink- und Brauchwasser das anzustrebende Ziel gewesen sein. Dieses Ziel konnte aber mit einer zentralen Versorgung eher als mit Eigenversorgungen erreicht werden.

Während Athen bereits seit dem späten 6. Jh. v. Chr. eine zentrale Wasserversorgung besaß, kann sie in Milet erst in der römischen Kaiserzeit, etwa ab der zweiten Hälfte des 1. Jhs. n. Chr., und nach neuesten, hier noch nicht behandelten Untersuchungen, immerhin vielleicht schon ab dem 2. Jh. v. Chr., nachgewiesen werden. Da andererseits die Bevölkerung, ab

der archaischen Zeit zeitweilig in Größenordnungen wie in heutigen Großstädten, mit Trink- und Brauchwasser versorgt werden mußte, wird das erforderliche Wasser zur Verfügung gestanden haben. Zu erreichen war das nur über das geordnete Sammeln von Regenwasser in Zisternen und über das Entnehmen von Grundwasser aus geeigneten Gewinnungsgebieten, von denen das Grundwasser über Aquädukte und Rohrleitungen der Stadt zufloß.

Den Abschluß bildeten die Ortsnetze. Teile von Wasserleitungen aus römischer Zeit sind noch in großem Umfang anzutreffen. Sie lassen sich aber nur in Ausnahmefällen einander zuordnen. Die Funde zeigen jedoch, daß man in Milet die Wasserrohmetztechniken beherrschte und in jedem

Fall in der Lage war, zusammenhängende größere Netzteile herzustellen, die zu übergeordneten Systemen gehörten.

Die Kenntnisse über die Abwasserbeseitigung Milet sind wesentlich lückenhafter als die über die Wasserversorgung. Zum Teil mag das damit zu erklären sein, daß das Ausgraben tief liegender Abwasserkanäle sehr kostenaufwendig ist und bisher nicht das öffentliche Interesse fand. Aber auch bei dem bisherigen Kenntnisstand ist bereits den Leistungen der Ingenieure in Milet auf diesem Gebiet höchste Anerkennung zu zollen.

Zum ersten Mal wurden hier die wasserwirtschaftlichen Verhältnisse einer Stadt in der Antike, in diesem Fall in der römischen Kaiserzeit, also vom 1. bis 3. Jh. n. Chr.,

nicht nur punktuell sondern umfassend dargestellt. Dabei gelang es, übergreifende Erkenntnisse zu gewinnen und diese zu Systemen der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung zu ordnen. Erstaunlich und bewundernswert ist, wie die Ingenieure der Antike die ihnen zur Verfügung stehenden Kenntnisse und Materialien in Bauwerke und Bauanlagen umzusetzen wußten, die den heutigen kaum nachstehen.

#### Literaturverzeichnis

Fahlbusch, H.  
Elemente griechischer und römischer Wasserversorgungsanlagen, Frontinus-Gesellschaft e.V. (Hrsg.): Die Wasserversorgung antiker Städte, 1991

Gruben, G.  
Untersuchungen am Dipylon 1964 - 1966, Archäologischer Anzeiger 1969

Schröder, B. - Yalcin, Ü.  
Geologische Begleituntersuchungen zur Grabung Milet, Istanbulischer Mitteilungen 1992

Tuttahs, G.  
Milet und das Wasser, ein Beispiel für die Wasserwirtschaft einer antiken Stadt, 1998, Heft 12, Forum Siedlungswasserwirtschaft und Abfallwirtschaft Universität GH Essen

v. Graeve, V.  
Milet 1994 - 1995, Archäologischer Anzeiger 1997

Dr.-Ing. Gerhard Tuttahs  
Tuttahs & Meyer Ingenieurgesellschaft für  
Wasser-, Abwasser- und Abfallwirtschaft mbH  
Universitätsstraße 74  
44789 Bochum