

130 Jahre zentrale Wasserversorgung Erfurt

Symposium der ThüWa Thüringen Wasser GmbH,
der BGW/DVGW-Landesgruppen Ost und der Frontinus-Gesellschaft
Erfurt, 7. Juni 2006

Auf den Spuren der Wasserversorgung

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Merkel, Frontinus-Gesellschaft

1 Frühzeit und Rom

Wasser, Grundlage des Lebens, bestimmt die Entwicklung des Menschen, seine Kultur- und Sozialgeschichte. So sind der Kampf um das Wasser, seine Beherrschung, seine Nutzbarmachung für den Menschen zugleich ein Abbild der Historie des Globus. Im Zitat:

"APISTON MEN YΔΩP - Das Beste ist das Wasser"

(Pindaros, ca. 521 bis nach 446 v.C.)

"Höchste Güte ist wie das Wasser. Des Wassers Güte ist es,
allen Wesen zu nützen ohne Streit."

(Lao-tse, Tao te king, 4. bis 3. Jh. v.C.)

"Denen die Brunnen bauen und Wasserwerke einrichten, wird
ewige Seligkeit im Paradies zugesagt."

(aus heiligen indischen Schriften)

"Erst wenn der Brunnen trocken ist, schätzt man das Wasser."

(Volksweisheit)

Wenn Menschen sich feste Ansiedlungen schufen, suchten sie den Standort dort, wo das Wasser zum Leben verfügbar war. So entstanden die ersten Hochkulturen an Flüssen, die ganzjährig Wasser führen, und deren Wasser auch zur landwirtschaftlichen Bewässerung und zur Trinkwasserversorgung der Bevölkerung genutzt werden konnte. Beispiele finden sich ab etwa 2500 vor Christi in den Flusstälern von Indus, Nil, Mesopotamien (Euphrat und Tigris), Huangho in China, aber auch in Mexiko, Peru und Mittelamerika. Bekannt sind die Wasserbauten der Minoischen Kultur in Kreta, in Kleinasien (Pergamon), in Palästina (Jerusalem). Wasserbauten zur Heranführung von Wasser zu Siedlungen und Ackerflächen, zur Speicherung von Wasser, aber auch zur Abwehr von Hochwässern sind die ersten großen Ingenieurleistungen, deren über 4000 Jahre alte Spuren noch heute bewundert werden können.

In ariden Gebieten ist die kollektive Wasserversorgung und die Errichtung von großräumigen Bewässerungseinrichtungen als Gemeinschaftswerk der Bevölkerung eine Überlebensvoraussetzung. Diese Leistungen wären nicht entstanden ohne eine gut organisierte Staatsstruktur. Anders gesehen: das geordnete Staatswesen hat sich zusammen mit der Gemeinschaftsaufgabe des Wasserbaus entwickelt. Aus heutiger Sicht lässt sich belegen: es ist auf Dauer kein Staatswesen ohne eine nachhaltige Wasserbewirtschaftung stabil zu erhalten. Und: wenn sich

Defizite in der Wasserwirtschaft zeigen, sind sie ein deutlicher Hinweis auf Defizite der Politik. Man braucht sich nur auf dem Globus umzuschauen, um die Beweise zu sehen.

So sind auch die frühen Hochkulturen zugrunde gegangen, als Nomadenvölker einfielen, denen weder das technische Wissen zur Erhaltung der Wasserbauten, noch die administrativen Instrumente zur politischen Führung einer arbeitsteiligen Gesellschaft zur Verfügung standen.

Zwei Beispiele herausragender Wasserbauten der Frühzeit seien genannt:

Mohenjo Daro: Spuren früher Zivilisation, entstanden etwa zwischen 2600 und 1900 v.C., finden sich im ganzen Indusdal. Mohenjo Daro, im heutigen Pakistan gelegen, ist mit mindestens 100 ha die größte der bekannten Siedlungen. Dort ist die bisher älteste Wasserversorgung ausgegraben worden. Zylindrisch gemauerte Ziehbrunnen (etwa 700) dienten der Wassergewinnung; fast jedes Haus hatte einen Baderaum. Das große „Schwimmbad“ hat ein Becken von $12 \cdot 7 \text{ m}^2$ bei einer Tiefe von 2,5 m. Ein weit verzweigtes leistungsfähiges Entwässerungssystem weist auf eine durchaus als verschwenderisch zu bezeichnende Wassernutzung. Möglicherweise hat die Stadt in ihrer Blütezeit bis zu 100.000 Einwohner gezählt [1].

Ninive: Um die neue Hauptstadt des assyrischen Reiches (es umfasste seinerzeit Mesopotamien, das Königreich Judäa und das untere Ägypten) und den prächtigen Palast über dem Ufer des Tigris zu versorgen, ließ König Sanherib während seiner Regentschaft zwischen 705 und 681 v.C. einen 80 km langen Aquaeduct vom Fluss Gomel zum Tigris bauen. Ein wichtiges Bauwerk des Aquaeducts ist die Kanalbrücke von Jerwan mit einer Länge von 280 m und Höhe von 9 m; die aufgefundenen Fundamente vermitteln einen guten Eindruck von der Größe des Bauwerks.

In der Bronzezeit war auch Europa bereits besiedelt. Hier gibt es aber keine Spuren großer Ansiedlungen und keine Großwasserbauten. Im wasserwirtschaftlich begünstigten Mitteleuropa verteilen sich die Niederschläge zwischen 500 und 1000 mm/a praktisch über das ganze Jahr; dort, wo zumindest die Gebirge genügend Niederschlag erhalten, konnten sich überall an den Wasserläufen Streusiedlungen ausbilden. So sind aus frühhistorischer Zeit nur einige Brunnenbauten aus Holz, mitunter auch aus Mauerwerk, aufgefunden worden.

In der Geschichte der Wasserwirtschaft verdient Griechenland und das hellenistische Kleinasien einen besonderen Platz. Einige wichtige Namen seien genannt: *Thales von Milet*, griechischer Philosoph und Mathematiker (um 625 in Milet, gest. um 547 v.C.), ist als Begründer der ionischen Naturphilosophie bekannt; er ging von der Annahme aus, dass das Wasser der Ursprung aller Dinge sei. *Pindaros* (521 – 446 v.C.) wurde oben schon zitiert. *Pythagoras* (570 in Samos, - 490 v.C.) gründete in Kroton in Unteritalien einen religiösen Bund; Mathematik, Astronomie und Akustik verdanken den Pythagoreern wichtige Erkenntnisse. *Hippokrates* (460 auf Kos, gest. um 377) gilt als der größte Arzt der Antike: „Wasser soll klar und rein, belüftet, ohne spürbaren Geruch und Geschmack, warm im Winter und kalt im Sommer sein“. *Archimedes* (Syrakus 287 - 212 v.C.), griechischer Mechaniker und Mathematiker, entdeckte den Schwerpunkt, das Hebelgesetz, die geneigte Ebene und begründete die Hydrostatik; er baute ferner hydraulische Maschinen und Kriegsmaschinen (Schleudern, Hebewerke), durch die Syrakus zwei Jahre lang der römischen Belagerung widerstehen konnte.

Die Wasserversorgung im antiken Griechenland nutzte Zisternen (Mauerwerk und Terra-cotta-Gerinne) zur Sammlung von Regenwasser, unterirdische Brunnen und Wasserbeleitungen durch Aquaeducte. Innovationen sind Tunnelbauten und Druckleitungen zur Querung von

Taleinschnitten. Auch Förderanlagen sind überliefert: Schöpfwerke (Noria) und Wasserradgetriebene Kolbenpumpen nach *Ktesibios* (285-246 v.C.).

Unter *Polykrates* baut sein Baumeister *Eupalinos* in der Mitte des 5. Jahrhunderts v.C. die Wasserversorgung der Stadt Samos – damals zählte sie etwa 20.000 Einwohner. Der Aquaeduct von 2400 m Länge durchsticht den Berg Castro mit einem Tunnel von 1036 m Länge. Er wurde von beiden Enden her aufgeföhren mit Hilfe von 20 vertikalen Arbeitsschächten, das heißt nach der sog. Qanat-Bauweise, die erstmalig im Iran belegt ist. Der Tunnel war 1000 Jahre in Funktion und ist heute eine Touristenattraktion.

Pergamon in Kleinasien, Festungsstadt der *Attaliden* im 2. Jahrhundert v.C. mit seinerzeit etwa 25.000 Einwohner, wurde zuvor über Zisternen, dann aber über Aquaeducte versorgt, die – bis in die römische Zeit (ab 133 n.C.) – weiter ausgebaut wurden; im 3. Jh. zählte Pergamon bereits 160.000 Einwohner. Die Beileitung vom Madaras-Dag (Gebirge), gebaut im 2. Jh. v.C. hat besondere Bedeutung in technischer Sicht. Vom Gebirge her führt die Niederdruckstrecke aus drei parallel verlegten Keramikrohren von 16 bis 19 cm Durchmesser bis zum Absetzbecken am Hygios Georgios Berg. Dort beginnt eine Siphon-Leitung, die den Taleinschnitt zum Burgberg durchquert; sie bestand aus Bleirohren, die durch gelochte Steinblöcke gehalten wurden und im Tiefpunkt rd. 20 bar (200 m Wassersäule) auszuhalten hatten. Ihre Leistung ist mit 2700 bis maximal 4000 m³/d geschätzt worden.

Das antike Rom bietet in der Frühgeschichte der Wasserwirtschaft einen Höhepunkt an Wasserbauten und der Entwicklung hydraulischer Kenntnisse, aufbauend auf den technischen Entwicklungen der hellenistischen Zeit. Zur historischen Erinnerung: Gründung Roms 753 v.C. (*Romulus und Remus*), Republik bis 27 v.C., dann Imperium bis 476 n.C. – Nach dem Fall von Karthago erfolgte eine schnelle Expansion rund um das Mittelmeer, bis das Imperium etwa zum Ende des 1. Jh. n.C. unter Kaiser *Trajan* eine Gesamtbevölkerung von 50 bis 60 Millionen erreichte. Aus Mitteleuropa zogen sich die Römer ab etwa 300 n.C. wieder zurück.

Die Wasserversorgung der Stadt Rom ist durch die grandiosen Aquaeducte bekannt geworden. Eine intensive Kenntnis der Technik von Planung, Bau, Betrieb, Messtechnik etc. der Einrichtungen verdanken wir dem Buch „DE AQUAEDUCTU URBS ROMAE“ von *Sextus Julius Frontinus*, der – nach 30 Jahren politischen Wirkens in Rom und in den Provinzen, u.a. war er von 81 bis 84 n.C. Kommandeur des römischen Heeres in Germanien am Niederrhein – im Alter von rd. 60 Jahren zum Curator Aquarum (im Senatsrang) berufen wurde. Zu dieser Zeit zählte Rom etwa 1 Million Einwohner. *Frontinus* war übrigens maßgeblich daran beteiligt, dass *Trajan* zunächst als Statthalter nach Obergermanien geschickt wurde und schließlich Nachfolger von Kaiser *Nerva* werden konnte [2]. Dem Curator Aquarum oblagen

- Neubau und Erhaltung der Bausubstanz der Wasserleitungen (mit etwa 700 Mann),
- Beteiligung an den Genehmigungsverfahren für private Wasserzuleitungen,
- gerichtliche Regelung von Streitfällen sowie strafrechtliches Vorgehen bei Vergehen gegen die Einrichtungen der Wasserversorgung.

Sein Buch darf als erstes Lehrbuch der öffentlichen Wasserversorgung bezeichnet werden. So lag es nahe, *Frontinus* zum Namensgeber zu wählen, als 1976 eine Reihe technisch interessierter Archäologen und Philologen zusammen mit archäologisch interessierten Ingenieuren die „Frontinus-Gesellschaft“ ins Leben riefen. Die Tagungen und Veröffentlichungen der Gesellschaft sind eine Fundgrube, aus der sich auch zu einem großen Teil die Informationen dieses Textes speisen.

Wichtige Elemente eines römischen Aquaeducts waren die Wasserfassung als Bach- oder Quellwasserfassung oder Staudamm, die Kanäle im Freispiegelbetrieb – im Allgemeinen abgedeckt, z.T. mit Erdüberschüttung, auf Kanalbrücken die Täler kreuzend, tiefere Einschnitte mit Siphonleitungen querend, bei längeren Siphonleitungen wurden Druckunterbrecher-Türme (*colliviaria*) angeordnet, Berge wurden umfahren oder mit Tunneln in Qanat-Bauweise durchfahren. Der Aquaeduct mündete in ein Verteilerbauwerk (*castellum divisorum*); in einem zweiten Verteilerbauwerk wurden die Abgänge angeordnet: zuunterst für die öffentlichen Brunnen, darüber für die öffentlichen Bäder, darüber für die Versorgung von privaten Grundstücken. Damit wurde erreicht, dass bei Wasserknappheit zuerst die Privatanschlüsse, dann die Bäder und erst zuletzt die öffentlichen Brunnen trocken fielen. Die Kanäle hoher Leistung waren gemauert und verputzt (*opus caementitium*), kleinere Transportleitungen bestanden aus Keramik (*terra cotta*). Die Siphonleitungen wurden mit gelochten Steinen oder mit einem Bündel von Bleileitungen ausgeführt; die örtliche Verteilung des Wassers erfolgte meist ebenfalls mit Bleileitungen.

Im 3. Jh. n.C. zählte Rom etwa 520.000 – 635.000 Einwohner; die 11 Aquaeducte – Gesamtlänge 502 km – leisteten geschätzt 520.000 – 635.000 m³/d, entsprechend 520 bis 900 L/E/d.

Aqua ..	Baujahr	Länge km
Appia	312 v.C.	16
Anio vetus	272-269	64
Marcia	144-140	91
Tepula	126	18
Iulia	33	22
Virgo	21-19	21
Alsietina	10-2	32
Claudia	38-52 n.C.	69
Anio novus	38-52	87
Trajana*	109-117	60
Alexandrina*	226	21
*nicht in der Beschreibung von Frontinus enthalten		

Gleichfalls sind große gemauerte Wasserspeicher (*castella aquae*) erhalten, so zum Beispiel die *piscina mirabilis* im Golf von Neapel mit 12.600 m³ Fassungsvermögen zur Versorgung von Neapel, Pompei und Umgebung.

Weitere Informationen zur Technik verdanken wir *Marcus Vitruvius Pollio* (70-25 v.C.), Baumeister und Militär-Ingenieur, dessen 10 bautechnischen Bücher „*De Architectura Libri Decem*“ überliefert sind; in einem Nachdruck von 1543 in Straßburg findet sich das Buch von *Frontinus* im Anhang. Diese Ausgabe hat nicht zuletzt dazu beigetragen, dass in der Renaissancezeit auf die Technik der Aquaeducte wieder zurückgegriffen wurde. Eine deutsche kommentierte Übersetzung ist 1986 von der Frontinus-Gesellschaft herausgegeben worden.

Die Technik der Wasserversorgung ist in die Provinzen Roms exportiert worden – Kleinasien, Palästina, Nordafrika, Europa – dort vor allem Spanien, Südfrankreich, Germanien (Köln und Trier). Als Beispiel sei der Aquaeduct genannt, der – erbaut gegen Ende des 1. Jahrhunderts

n.C. – die Stadt Köln mit Wasser aus der Eifel versorgte. Die Leitung ist gut dokumentiert: mit 90 km ist sie der längste bekannte Aquaeduct nördlich der Alpen. Seine Leistung betrug etwa 20.000 m³/d entsprechend 1300 L/E/d. Er war wohl bis etwa 270 n.C. in Betrieb und wurde nach 355 abgetragen. Allerdings konnten hervorragende Spuren gesichert werden – ein Wanderweg erschließt vor allem den gebirgigen Teil der Leitung [3]. Der in 190 Jahren abgeschiedene Sinter wurde im 11. bis 13. Jahrhundert zum begehrten Handelsgut; aus diesem Marmor mit seiner typischen Struktur wurden z.B. zwei Säulen des Baldachins in der Abteikirche Maria Laach gefertigt.

Neueren Datums ist die Erkenntnis, dass die sog. „Heidenmauer“ in Wiesbaden, die früher die ganze Altstadt durchquerte, keine Befestigungsmauer sondern das Fundament eines Aquaeducts darstellt, mit dem etwa ab 270 n.C. über 9 km Länge das römische Heerlager des Castellum Mattiacorum auf der rechten Rheinseite gegenüber von Mainz mit Wasser versorgt wurde. Das Wasser entstammt Quellen am Südhang des Taunus, die von den Römern zunächst zur Versorgung ihres castrum und der Thermenanlage des heutigen Wiesbaden genutzt wurden, wieder erschlossen ab 1869 für die erste moderne Wasserversorgung der Stadt.

2 Städtische Wasserversorgung im Mittelalter und früher Neuzeit

Wenig ist über Einrichtungen der Wasserversorgung in Germanien in vorrömischer, also z.B. keltischer Zeit bekannt, abgesehen von einzelnen hölzernen oder auch gemauerten Brunnen.

Als vor rund 2000 Jahren im deutschsprachigen Gebiet römische Garnisonsstädte und Grenzstützpunkte gebaut wurden, brachten die Römer ihre Konzepte zu Planung und Bau gemeinschaftlicher Wasserversorgungs- und Abwasserentsorgungsanlagen mit. Für die Römer war eine luxuriöse Versorgung mit ständig fließendem Wasser ein Stück Lebensqualität. Nach dem Untergang des römischen Weltreiches verfielen fast alle römischen Städte und mit ihnen die aufwendigen Wasserbauten; ihre Unterhaltung hätte auch damals die zumeist kleinen Siedlergemeinschaften überfordert. Selbst der Stadt Köln (Colonia Claudia Ara Agrippinensium) gelang es nicht, die Eifelwasserleitung über das 3. Jahrhundert hinaus in Betrieb zu halten. Es waren eigentlich nur die Klöster, die das Wissen der Antike über Technik und Kultur bewahrten und mit Abschriften weitergaben. Besonders die Zisterzienserklöster zeichneten sich durch eine gut geplante Wasserwirtschaft aus: Frischwasserzuleitung für Trinkwasser und Fischteiche und Abwasserableitungen waren sauber getrennt; das Hospital wurde außerhalb des inneren Klosterbezirks angelegt.

Die ältesten deutschen Städte entstanden an Gewässern. Die Beschaffung des notwendigen Trinkwassers aus Schöpfbrunnen oder aus dem Gewässer, unterstützt gegebenenfalls durch Beileitungen aus stadtnahen oder benachbarten höher gelegenen Brunnen, war kein Problem. Beispiele sind:

Kempten 1012 – Nürnberg 1030 – Stralsund 1250 – Königsberg 1255 – Breslau 1272 – Bunzlau 1300 – Marienburg vor 1300 – Regensburg 1300 – Elbing um 1300 – Freiburg/Breisgau 1317 – Braunschweig 1332 – Wismar 1387 – Hamburg 1360 – Frankfurt 1394

Rohrleitungen aus Holz, die von gefassten Quellen bis in die Mitte der Städte im freien Gefälle verlegt wurden, sind im 16. Jahrhunderts in vielen deutschen Städten gebaut worden. Anlagen mit künstlicher Hebung des Wassers über Wasserräder (Wasserkünste) sind in einigen Städten ab etwa 1200 nachgewiesen. Beispiele sind:

Lübeck 1194 und 1302 – Ulm 1340 – Hannover 1352 – Breslau 1380 – Memmingen 1388 – Bremen 1394 – Bautzen vor 1399 – Augsburg 1412 – Halle 1474 – Lüneburg 1474 – Nürnberg 1438 – Rothenburg/Tauber vor 1500.

Die Versorgung aus Einzelbrunnen genügte lange Zeit – allerdings nicht zur Bekämpfung von Bränden, deren verheerende Auswirkungen vielfach überliefert sind.

Ab Mitte des 12. Jahrhunderts verzeichnet der europäische Kontinent ein starkes Bevölkerungswachstum – innerhalb von 100 Jahren von 50 auf fast 70 Millionen Menschen. Dies führte zu einem Wachstum städtischer Ansiedelungen (Landflucht); innerhalb der Stadtmauern herrschte drangvolle Enge. Großbrände im 13. und 14. Jahrhundert waren die Folge. Im Sommer 1348 brach die Pest aus, nicht zuletzt gefördert durch die mangelhaften hygienischen Verhältnisse in den überbevölkerten Städten. Die Bevölkerung fiel dadurch wieder auf 50 Millionen zurück und erholte sich erst langsam wieder ab der Mitte des 15. Jahrhunderts.

Eine objektive Beurteilung hygienischer Verhältnisse war unbekannt. Der sächsische Arzt und Naturforscher *Georg Agricola* (1494-1555) – auch im Rückgriff auf *Vitruv* – empfiehlt, bei der Untersuchung von Brunnen auf abgesetzte Stoffe, auf den Verdampfungsrückstand zu achten, zugleich auf den Eindruck, den die Umgebung, Boden und Vegetation, des Brunnens machen. *Vitruv* hatte schon darauf hingewiesen, dass ein Zeichen guter Wasserqualität sei, wenn die Menschen *einen kräftigen Körperbau, frische Hautfarbe, keine missratenen Beine und keine trüben Augen* zeigten. Abkochen war als Hilfsmittel bekannt, gleichfalls die Empfehlung, Bier statt Wasser zu trinken. Durch den Kochprozess beim Brauen wurde ja tatsächlich eine bakterielle Verunreinigung vermieden.

Das 16. Jahrhundert bot einen vorläufigen Höhepunkt des Ausbaus städtischer Wasserversorgungen. In den Städten wurden, soweit möglich, Stadtbäche zur Erleichterung der Brandbekämpfung angelegt. Die offenen Gerinne waren allerdings schwierig zu unterhalten; so wurden auch Stollenleitungen gebaut, in der Regel gemauert und begehbar. In Nürnberg besaßen sie eine Länge von 4,5 km. Ein weiteres Beispiel sind die „bottini“ von Siena. Gefälleleitungen zur Versorgung der Laufbrunnen und des Gewerbes sind z.B. belegt für eine Reihe europäischer Städte (s. Tabelle).

Baujahr	Stadt	Bezeichnung der Wasserleitung	Länge (km)
1504	Leipzig	Tonberger Leitung	3,0
1533	Hamburg	Dammtor-Leitung	1,5
1538	Langen	Mühltalquellenleitung	1,5
1542	Frankfurt a.M.	Friedberger-Feld-Leitung	2,0
1545	Linz/Donau	St- Margarethen-Leitung	3,0
1548	Stuttgart	Heslacher Leitung	3,0
1550	Regensburg	Dechbettener Leitung	3,5
1558	Wittenberg	Jungfernröhrwasser	2,8
1565	Wien	Hernalser Leitung	4,0
1566	Wiesbaden	Heiligenbornleitung	2,3
1575	Hildesheim	Neustädter Leitung	2,7
1590	Heilbronn	Cäcilienbrunnenleitung	1,9

Die Wassertechnik war im Grunde auf dem Stand des antiken Roms stehen geblieben, was den Bau von Leitungen, die Fördertechnik, das Material für Rohre und Armaturen anging. Maßgeblich wurde die abendländische Technik dann durch die Entwicklung der Mathematik bestimmt, eingeschlossen waren in ihrem Wissensgebiet Physik und Astronomie, aber auch Spezialgebiete wie Bautechnik und Hydraulik. Florenz entwickelte sich zu einem Zentrum technischen Wissens – genannt seien *Filippo Brunelleschi* (1377-1446), *Leonardo da Vinci* (1452-1519). Letztere hat die Bücher von *Vitruv* und *Frontinus* gut gekannt. Zahlreiche technische Skizzen von Wasserfördermaschinen sind von ihm überliefert. Die Reichsstadt Augsburg entwickelte sich zu einem Zentrum des Pumpwerkbaus in Mitteleuropa; die Stadt besaß selbst eine Reihe von Pumpwerken; ihre Fachleute reisten durch ganz Deutschland, eingeschlossen Brüssel und Österreich.

Schöpfräder wurden beispielsweise an Flussbrücken montiert, Paternoster- und Schöpfkolbenwerke mit Wasserradantrieb sind bekannt. Erste Kolbenpumpwerke sind bereits im 14. Jh. gebaut worden (Ulm 1340, Fritzlar 1393 und Bautzen vor 1399), angetrieben durch Wasserräder. Im 15. Jh. werden bereits zahlreiche Städte genannt, die Flusswasser in die Stadt hoben. Eine wichtige technische Entwicklung betraf die Umwandlung der Drehbewegung des Wasserrads in die Auf- und-ab-Bewegung der Kolben. Es begann mit der einfachen Nockenwelle, es folgten Kurbel und Pleuelstange, dann Triebräder, die nur im Segment mit Zähnen besetzt waren und so wechselnd zwei gekoppelte Zahnstangen auf und nieder bewegten. Wichtiger Fortschritt war schließlich die mehrfach gekröpfte Kurbelwelle, deren Herstellung allerdings hohe Ansprüche stellte; sie ermöglichte den gemeinsamen Antrieb mehrerer Kolben. Technische Zeichnungen sind z.B. von *Agostino Ramelli* (1531-1608) und dem schwäbischen Baumeister *Heinrich Schickhardt* (1558-1635) überliefert. Unter der Bezeichnung „Wasserkunst“ sind die beachtlichen Pumpwerksbauten in die historischen Berichte eingegangen; einige Beispiele konnten für die Nachwelt erhalten werden. Wenn das Wasserrad und der Aufstellungs-ort der Pumpe von einander getrennt waren, wurden sog. Stangenwerke oder Feldgestänge eingesetzt, z.T. auch über größere Entfernungen, eine Entwicklung, die – wie viele andere technische Fortschritte dieser Zeit – ursprünglich für den Bergbau erfolgte. Die Dampfmaschine zur Energieversorgung kam allerdings erst mit *Thomas Savery* (1650-1715), *Thomas Newcoman* (1663-1729) und *James Watt* (1736-1819) zum Tragen. In Deutschland wurden die ersten Dampfpumpen-Förderanlagen in Breslau 1827, Hamburg 1833 und Magdeburg 1844 errichtet; für die Kaiser-Ferdinand-Leitung in Wien kamen 1836-1840 drei Dampfpumpen zur Aufstellung.

Die wasserwirtschaftlichen Leistungen des Bergbaus lassen sich gut am Beispiel des „Oberharzer Wasserregals“ erkunden. Dieses Kulturdenkmal besteht aus den Anlagen, die zwischen 1536 und 1866 von Bergleuten für die Erzeugung von Wasserkraft eingerichtet wurden. Es waren seinerzeit über 120 Teiche, 500 km Gräben und 30 km Wasserläufe (als unterirdische Gräben und Freispiegelstollen). Ein guter Teil dieser Anlagen wird heute noch von den Harzwasserwerken unterhalten und ist für die Öffentlichkeit zugänglich.

3 Wasser für Schlösser und Gärten

Gärten und Parks fanden in der Renaissancezeit bei allen Fürstenhöfen großes Interesse; hier konnten die feudalen Herrscher ihre Macht und Bedeutung öffentlich demonstrieren. In den Klostergärten des Mittelalters hatte das Wasser neben dem unmittelbaren Nutzen zur Bewässerung bereits eine religiöse Bedeutung. Im weltlichen Bereich entstanden in einem allmählichen Prozess architektonische Gesamtkunstwerke, die Schloss und Garten umfassten, und in denen dem Wasser wichtige gestalterische Aufgaben zukamen. Die Entwicklung begann in Rom: die Renaissance-Päpste ließen die römischen Aquaeducte Acqua Alessandrina und Acqua Trajana reparieren und verfügten dann über ausreichend Wasser für ihre Gärten. Die Gartenkunst wanderte dann von Italien über Frankreich schließlich auch nach Deutschland. Ihren Höhepunkt erreichten die Lustgärten und prunkvollen Parks mit Wasserspielen (Vexierwässern), Wasserorgeln, bewegten Figurengruppen, Kaskaden, mythologischen Grotten schließlich in der Barockzeit. Die Technik, die zur Errichtung solcher Anlagen benötigt wurde – Wasserleitungen, Förder- und Verteilanlagen – erhielt einen kräftigen Auftrieb; Gartenarchitekten und Wasser-Techniker wurden gefragte Fachleute und reisten durch ganz Europa, um ihre Dienste anzubieten.

Macht, Reichtum und persönliches Prestige bestimmten natürlich Größe und Pracht der Anlagen. Die prunkvollen Schlösser und Gärten französischer Adligen mussten durch Ludwig XIV mit Schloss und Park in Versailles (erbaut 1661-1668, ab 1678 zur heutigen Größe erweitert) noch überboten werden: Zur Versorgung der Wasserspiele wurde die legendäre Wasserhebeanlage in Marly in einem gestauten Seitenarm der Seine errichtet. 14 Wasserräder von 12 m Durchmesser hatten für die Überwindung von 163 m Höhenunterschied zu sorgen. 257 Kolbenpumpen wurden in drei Stufen mit Feldgestängen von 195, 625 und 1195 Länge angetrieben; die Leistung betrug anfänglich 67 L/s entsprechend 5760 m³/d. Vom Turmbehälter der letzten Stufe wurde das Speicherbecken Montbauron befüllt; gusseiserne Flanschenrohre (bis zu 500 mm Durchmesser) übernahmen die Verteilung. Das Leitungssystem von insgesamt 40 km Länge tut weitgehend noch heute seinen Dienst, während die Pumpanlage 1858 abgebrochen wurde.

Große Nachahmer sind z.B. der Große Garten von Herrenhausen/Hannover; der Ausbau erfolgte in Stufen von 1666 bis 1720. Die Wasserspiele litten allerdings zunächst unter Wassermangel. 1698 legte Gottfried Wilhelm Leibniz, Philosoph, Mathematiker und Techniker das Projekt eines Leinestauwehrs mit Pumpwerk und Aquaeduct vor; fünf unterschlächtige Wasserräder betrieben 40 Förderpumpen; 1721 funktionierte schließlich auch die große Fontäne. Beispiele ähnlicher Bedeutung und Größe sind Schloss Nymphenburg in München, die Schlossanlage Karlsberg (Wilhelmshöhe) bei Kassel, der Dresdner Zwinger, Schloss Belvedere in Wien, die zahlreichen übereinander angeordneten Wasserspiele im Park von La Granja del Ildefonso (nördlich von Madrid) und – als Demonstration der Macht über die Ostsee – das Schloss Petroworez (Peterhof), erbaut 1701-1718, erweitert ab 1741 für Zar Peter I. Vergnügen bereiten auch heute noch den Touristen die Wasserkünste im Schloss Hellbrunn bei Salzburg. – Viele kleinere und größere Schlossparks sind in die heutige Zeit gerettet worden, Beispiele wie Ludwigsburg, Schwetzingen, Weikersheim, die Eremitage in Bayreuth, der Schlosspark Belvedere in Weimar seien ohne Bewertung der Rangfolge genannt. Viele dieser Parks wurden im 19. Jahrhundert in Landschaftsparks – Englische Gärten – umgewandelt.

Friedrich der Große begann 1748-1754 mit der Einrichtung von Fontänen im Park von Sanssouci; erst unter Friedrich Wilhelm IV 1841/42 wurden die Anlagen fertig, als es gelang, das notwendige Wasser mit einem Dampfpumpwerk, errichtet im Stil einer maurischen Moschee an der Havel, auf den Ruinenberg nordöstlich des Schlosses zu fördern [4].

4 Das Industriezeitalter – von 1850 bis zum zweiten Weltkrieg

Mit der Industrialisierung im 19. Jahrhundert – sie begann in England und sprang dann erst auf den Kontinent über – ging eine sehr starke Zunahme der Bevölkerung einher. Überall klagte man über den Mangel an Wasser. Dazu kam – vor allem nach 1865 – das vermehrte Wissen über Gesundheitsgefahren, die von der Verwendung zweifelhaften Trinkwassers ausgehen. Es sei auf die Cholera- und Typhusepidemien verwiesen – siehe Tabelle:

Hygienische Risiken des Trinkwassers	
Cholera	London 1854, Berlin 1831 und 1866, Erfurt 1866, Hamburg 1871/73 und 1892, München 1872, Elberfeld und Barmen 1876/77, St. Petersburg 1908
Typhus	Halle 1871, Lausen bei Basel 1872, Zürich 1884, Hamburg 1885/88, Wiesbaden 1885, Chemnitz 1888, Beuthen 1897, Gelsenkirchen 1901, Pforzheim 1919, Hannover 1926, Lyon 1928
... aber auch noch in neuerer Zeit:	
Hepatitis A	New Delhi 1955/56, Worchester/USA 1969-71
Salmonellose	Kalifornien 1965
Ruhr	Ismaning 1978
Enteritis	Zentralschweden 1980, in USA 1978
Cryptosporidiosis	Carrolton/Georgia USA 1987, Swindon/Oxyfordshire England 1989, Milwaukee/USA 1993

Zunächst sahen allerdings die Städte die Errichtung einer qualitativ und quantitativ ausreichenden Wasserversorgung für das Stadtgebiet selten als eine kommunale Verpflichtung an. Als Anlass für die Errichtung „moderner Wasserversorgungssysteme“ gilt der „Große Brand von Hamburg“ 1842. Die Finanzierung solcher Anlagen stellte sich auch deshalb als schwierig dar, als die Städte ohnehin durch das rasche Bevölkerungswachstum zu erheblichen Investitionen in die Infrastruktur gezwungen waren. So griff man vielfach nicht nur auf die technische Erfahrung von englischen Ingenieuren zurück (so z.B. W. Lindley in Hamburg), sondern beauftragte private englische Gesellschaften (z. B. Fox & Crampton, London, für die Stadt Berlin: zum 1. Juli 1856 begann mit dem Wasserwerk vor dem Stralauer Tor mit zunächst 180 km Versorgungsleitungen die zentrale Wasserversorgung). Bis 1870 wurden 20, bis 1900 insgesamt rund 90 solcher Verträge zwischen deutschen Städten und privaten Gesellschaften abgeschlossen, dann aber meistens vorzeitig wieder aufgelöst. Die gleiche Situation hatte sich einige Jahre vorher bei der Einführung der Gas-Straßenbeleuchtung ergeben.

Die Städte nahmen dann zwar die seinerzeit gegründeten Gesellschaften in die eigene Hand, gliederten sie aber nicht in die städtische Verwaltung ein, sondern führten sie mit anderen

kommunalen Dienstleistungen in Stadtwerken zusammen. Dagegen wurde die Errichtung moderner Schwemmkanalisationen zur Abwasserbeseitigung, die sich naturgemäß bald nach der Einführung einer zentralen Wasserversorgung als dringend erforderlich erwies, als hoheitliche, gesundheitspolitisch wichtige kommunale Aufgabe begriffen; so wurden Bau, Unterhaltung und Betrieb der Stadtverwaltung (Tiefbauämter) zugewiesen. Bis heute wird in Deutschland die Abwasserentsorgung in steuerrechtlicher Sicht als hoheitliche Aufgabe gesehen, während die Wasserversorgung (in gleicher Weise wie die Energieversorgung) als gewerbliche Tätigkeit gilt. Der „Zopf“ hoheitlicher Abwasserentsorgung hat sich aktuell als Haupthindernis herausgestellt, Wasserversorgung und Abwasserentsorgung im gemeinsamen Unternehmen (in privatrechtlicher Rechtsform) zusammenzuführen.

In grundwasserreichen Ebenen dominierte der Flachbrunnen (Beispiele sind München, Nürnberg und Berlin). Die Grundwassernutzung war anfänglich allerdings häufig durch Eisengehalte behindert. A. Thiem entwickelte um 1885 aus dem Nortonbrunnen seinen gusseisernen Rohrbrunnen mit Gewebefilter. Nach seinen Planungen wurde Leipzig ab 1887 die erste ausschließlich mit Grundwasser versorgte Großstadt. Ab 1900 folgten Berlin und Breslau. Berliner Ingenieure machten 1882 die Belüftung vor der Filtration anwendungsreif; damit konnte man auch den Eisengehalt des Grundwassers beherrschen.

Je nach örtlichen Gegebenheiten wurde das Wasser mit „Stadtwasserkünsten“ aus dem nächsten offenen Gewässer (Fluss) gewonnen; zunächst wurden die Kolbenpumpen mit Wasserrädern angetrieben. Der Antrieb mit Dampfkraft begann 1827 in Breslau. Eine Sandfiltration setzte sich aber nur langsam durch.

Neue technische Wege ging Wiesbaden: von 1875 bis 1907 wurden insgesamt 11 km Stollen am südlichen Abhang des Taunus aufgeföhren. Die fast senkrecht einfallenden Schichten von klüftigen Quarziten und undurchlässigem Phylliten erlauben durch Drucktüren im Stollen sogar einen Aufstau des anstehenden Wassers und damit die Nutzung der Stollenanlagen als Überjahresspeicher.

Die ersten Fernwasserleitungen wurden für die Versorgung von Wien (1. Hochquellenleitung 1869-1873, 2. Hochquellenleitung 1900-1910), Frankfurt am Main (1879 aus dem Vogelsberg, 1911 aus dem Spessart) und München (Mangfallgebiet 1902 und 1910) gebaut.

Die erste Trinkwassertalsperre wurde 1890 für Remscheid errichtet; es folgte Chemnitz 1894.

In der Anfangszeit der modernen Wasserversorgung stand die Beurteilung der hygienischen Beschaffenheit des Trinkwassers im Vordergrund; 1857 erscheint das Handbuch der Hygiene von Oesterlen in zweiter Auflage. Zum Ende des 18. Jh. gab es zwar erste Analysenangaben zu Mineralwässern; eine chemische Beurteilung des Trinkwassers nach heutigem Verständnis wurde wesentlich später möglich. 1874 liegt mit der „Anleitung zur Trinkwasseranalyse“ von W. Kubel und F. Tiemann ein erstes umfassendes Lehrbuch vor. Seit der Begründung der modernen Hygiene durch Max von Pettenkofer (1818-1901) und der Entdeckung des Typhusbazillus 1880 und des Cholera-Vibrio 1884 durch Robert Koch und seine Schüler wuchsen die Erkenntnisse und Methoden mikrobiologischer Untersuchung schnell. Die Cholera-Epidemie in Hamburg 1892 konnte auf die Nutzung unfiltrierten Elbwassers zurückgeführt werden; Altona, wo das Elbwasser über Sand gefiltert wurde, blieb von der Epidemie verschont. Als Folge formulierte das Kaiserliche Gesundheitsamt im Jahre 1894 „Erfahrungssätze, nach welchen der Betrieb von Wasserwerken mit Sandfiltration zu führen ist, um in Cholerazeiten Infektionsgefahren tunlichst auszuschließen“. Daraus entwickelte sich die „Anleitung für die Errichtung, den Bau und die Überwachung öffentlicher Versorgungsanlagen,

welche nicht ausschließlich technischen Zwecken dienen“, die der Kaiserliche Bundesrat 1906 den Ländern zur Einführung empfahl. Die Typhusepidemie im Ruhrgebiet war der Auslöser zu der 1902 erfolgten Gründung des Hygiene-Instituts des Ruhrgebiets in Gelsenkirchen.

Schon 1894 hatte Prof. *Traube* erste Experimente mit Chlor gemacht, 1899 hatte *Th. Weyl* vor dem DVGW über Ozon berichtet. Ozon war 1840 von *Schönbein* entdeckt worden, der erste Ozonapparat wurde von *Werner Siemens* 1857 entwickelt. Eine grundsätzliche Abneigung der – natürlich vorrangig technisch ausgerichteten – Fachleute gegen die Verwendung von Chemie behinderte zunächst die Einführung der Desinfektion. Erst als auf der Weltausstellung in Paris 1900 das französische System der Ozonisierung vorgestellt wurde, nahm sich die Firma Siemens & Halske des Verfahrens an. Anlagen in Paderborn 1902 und Wiesbaden-Schierstein 1907 waren allerdings nicht recht erfolgreich; man kannte noch nicht die behindernde Wirkung von Trübstoffen. In Frankreich gilt die Station Bon Voyage in Nice 1914 als die erste Ozonanlage zur Trinkwasserdesinfektion. 1910 wurden aus USA Berichte über Chlorkalk bekannt; 1911 ging *H. Bruns* erfolgreich mit Chlorkalk die Probleme im Ruhrgebiet an. Nach 1915 trat dann das Chlorgasverfahren in den Vordergrund.

1915 gab der DVGW erstmalig eine Chemische Wasserstatistik über das Trinkwasser von 309 Städten (Städte über 10.000 Einwohner) heraus; Folgeausgaben erschienen 1925, 1929, 1941 und 1959/68 zusammen mit dem Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene in Berlin (gegründet 1901 als Königliche Versuchs- und Prüfanstalt für Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung, heute im Umweltbundesamt aufgegangen); letztmalig erschien 1980 ein „Atlas zur Trinkwasserqualität der Bundesrepublik Deutschland.“ – Eine Vereinheitlichung der Wasseruntersuchungs-Verfahren gelang nach langen Vorbereitungen erst 1936 mit den „Physikalischen und chemischen Einheitsverfahren“ (herausgegeben von der Fachgruppe Wasserchemie im Verein Deutscher Chemiker), seit 1954 unter dem Titel „Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung“, die inzwischen sukzessive in die DIN-Normenreihe 38400 bzw. in ISO-Normen überführt werden.

Bis in das späte 19. Jahrhundert bereitete die Suche nach ausreichenden und geeigneten Grund- und Oberflächenwasser-Vorkommen große Schwierigkeiten. Es ist das Verdienst von *Adolf Thiem* (1836-1908), die Grundwassererschließung auf wissenschaftlich sichere Grundlage gestellt zu haben. Für die Wasserversorgung von Essen nutzte er erstmals die Grundwasseranreicherung (s. Tabelle „Hydrologische Zeitmarken“).

Die Auseinandersetzung zwischen den Fachleuten, ob Oberflächenwasser oder Grundwasser letztlich besser zur Trinkwasserversorgung geeignet sei, zog sich allerdings bis in die zweite Hälfte des 20. Jahrhunderts hinein, wie sich aus den Berichten der DVGW-Jahresversammlungen (im GWF – Das Gas- und Wasserfach) ergibt. Mit den inzwischen verfügbaren Methoden mikrobiologischer und chemischer Wasseruntersuchung gelang es zwar, die Debatte auf solide technisch-wissenschaftliche Basis zu stellen; trotzdem wurde noch um 1970 eine intensive Diskussion in der Fachöffentlichkeit geführt, deren Fronten etwa wie folgt abzustecken waren: auf der einen Seite die Technikgläubigen (die moderne Aufbereitungstechnik könne alles, also auch jedes Oberflächenwasser zu Trinkwasser aufbereiten), auf der anderen Seite die Verfechter naturnaher Wasserversorgung (Trinkwasser ist ein Lebensmittel und sollte soweit wie möglich naturbelassen bleiben, und deshalb sei das – weitgehend geschützte – Grundwasser die Ressource erster Wahl).

Ausgewählte hydrogeologische Zeitmarken (Hölting, 1984 [5])		
1856	Darcy (1803-1858)	Les fontaines publiques de la ville de Dijon (Paris); Darcysches Gesetz; vorausgingen Arbeiten von Hagen (1839) und Poiseuille (1841) über das laminare Fließen in Röhren
1863	Dupuit	Études théoriques et pratiques sur le mouvement des eaux dans les canaux découverts et à travers les terrains perméables
1870	Thiem, A.	Über die Ergiebigkeit artesischer Bohrlöcher, Schachtbrunnen
ab 1876	Thiem, A.	Berichte über Bau von Wasserwerken verschiedener Städte (u.a. München, Leipzig, Nürnberg)
1886	Forchheimer, Ph.	Über die Ergiebigkeit von Brunnen, Anlagen und Sickerschlitten (Hannover)
1896	Keilhack, K.	Lehrbuch der praktischen Geologie (Stuttgart)
1906	Thiem, G.	Hydrologische Methoden (Leipzig)
1912	Keilhack, K.	Lehrbuch der Grundwasser- und Quellenkunde (Berlin)
1914	Smreker, O.	Das Grundwasser, seine Erscheinungsformen, Bewegungsgesetze und Mengenbestimmung (Dissertation Leipzig)
1915	Tillmans, J.	Die chemische Untersuchung von Wasser und Abwasser (Halle)
ab 1916	Einrichtung eines Grundwasserbeobachtungsdienstes in Sachsen durch die Geologische Landesanstalt (Grahmann, R.: Der sächsische Grundwasserdienst, Leipzig 1935)	
1923	Prinz, E.	Hydrologie (Berlin)
1935	Theis, C. V.	The Relation between the Lowering of the Piezometric Surface and the Rate and Duration of Discharge of Well Using Groundwater Storage (Trans. American Geophysical Union)
1943	Höll, K.	Wasser – Untersuchung, Beurteilung etc. (Berlin)
1944	DIN 4049	Fachausdrücke der Hydrologie
1952	Schneider, H., Truelssen, C., Thiele, H.	Die Wassererschließung (Essen), 2. Auflage (H. Schneider) 1973
1953	DVGW-Arbeitsblatt W 101	Richtlinien für die Einrichtung von Schutzgebieten für Trinkwassergewinnungsanlagen. 4. (aktuelle) Fassung: W 101: Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete; I. Teil: Schutzgebiete für Grundwasser (2/95). W 102: II. Teil: Schutzgebiete für Talsperren (4/02)
1956	Bieske, E.	Handbuch des Brunnenbaus, 1. Band, 2. Band 1965, 3. Band 1958
1958	Grahmann, R., Keller, R., Wundt, W.	Die Grundwässer in der Bundesrepublik Deutschland und ihre Nutzung, mit Übersichtskarten für die Bundesrepublik Deutschland (Remagen)
1980	Hölting, B.	Hydrogeologie (Stuttgart); 6. Auflage 2005
2003	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Herausgeber): Hydrologischer Atlas von Deutschland (CD-ROM)	

Die in DIN 2000 (Ausgabe 1973) niedergelegte Philosophie stellt die Auflösung der Diskussion dar; sie hat sich bewährt und ist in die Neufassung vom Oktober 2000 praktisch unverändert übernommen worden:

5 Anforderungen an Trinkwasser

5.1 Grundanforderungen

- *Die Anforderungen an die Trinkwassergüte müssen sich an den Eigenschaften eines aus genügender Tiefe und nach Passage durch ausreichend filtrierende Schichten gewonnenen Grundwassers einwandfreier Beschaffenheit orientieren, das dem natürlichen Wasserkreislauf entnommen und in keiner Weise beeinträchtigt wurde.*
- *Trinkwasser sollte appetitlich sein und zum Genuss anregen. Es muss farblos, klar kühl sowie geruchlich und geschmacklich einwandfrei sein.*
- *Trinkwasser muss keimarm sein.*
- *Es muss mindestens den gesetzlichen Anforderungen genügen.*

Einwandfreies Grundwasser ist also der *Maßstab* für die Trinkwassergüte unabhängig davon, aus welcher Ressource das Rohwasser gewonnen wurde.

Die technischen Erfindungen, welche die industrielle Revolution auslösten bzw. ermöglichten, gaben auch die technischen Instrumente an die Hand, um zentrale Wasserversorgungsanlagen zu errichten, wie vor allem die Nutzung der Dampfkraft zum Antrieb der Kolbenpumpwerke und die Entwicklung druckfester Rohre, entwickelt zunächst für die Wasserhaltung in Bergwerken. Das erste Gussrohrwerk, das eine industrielle Produktion ermöglichte, nahm bereits 1785 in Lauchhammer die Lieferungen auf. Der Grauguss blieb – mit fortlaufender technischer Verbesserung – bis praktisch zum Jahre 1930 der einzige Rohrwerkstoff, der den Bedürfnissen der Wasserversorgung entsprach. Die Tabelle „Historische Entwicklung des Wasserrohrs“ gibt den Überblick von den Anfängen bis in die heutige Zeit.

Historische Entwicklung des Wasserrohrs	
3500 v.C.	Tonrohre in Syrien
2700 v.C.	400 m Kupferrohrleitung aus getriebenen Blechen, 47 mm Durchmesser, ägyptische Tempelanlage von König Sahuré
170 v.C.	Madaras-Dag-Leitung (Tonrohre) zur Versorgung von Pergamon, mittlere Leistung 2700 m ³ /d. Siphonleitung (Blei) mit 20 bar Druck
Römisches Reich	gemauerte Kanäle, Siphonleitungen der Aquaeducte aus Blei oder gelochten Steinen, Verteilleitungen aus Blei, Holz oder Ton (terra cotta)
um 100 n.C.	Sextus Iulius Frontinus, Curator Aquarum in Rom schreibt das erste Lehrbuch der Wasserversorgung „De Aquaeductu urbis Romae“
Seit dem Ende des römischen Reiches gibt es bis in die frühe Neuzeit keine technische Entwicklung mehr. Die mittelalterlichen Städte versorgten sich durch gemauerte Kanäle, aufgebohrte Holzstämme (Deichelrohre), Blei- und Tonrohre. Der Eisenguss beginnt um 1400.	
1455	Gussrohr von Schloss Dillenburg – 1 m lang, 40 mm Durchmesser, konisch geformt
1664-1668	Flanschen-Gussrohre der Wasserspiele zu Versailles – bis 500 mm Durchmesser
1713	Gussrohrleitung der Wasserkünste im Park Wilhelmshöhe Kassel
18. Jh.	Stahlrohre aus Blechen feuergeschweißt oder mit Falz- oder Nietverbindungen
1817	Soleleitung von Reichenhall nach Berchtesgaden: erste Hochdruck-Gussrohrleitung bis zu 43 bar, Durchmesser 109 mm

Moderne Rohrleitungstechnik beginnt Mitte des 19. Jh.: druckfeste, dauerhafte Rohre in Verbindung mit einer leistungsfähigen Fördertechnik – Dampfmaschine mit Kolbenpumpe	
1882	DVGW und VDI geben die erste Normalientabelle für Gussrohre heraus
1886	Mannesmann: nahtloses Stahlrohr
1913	Asbestzement-Druckrohr (von Mazza/Italien), ab 1930 auch in Deutschland verwendet
20er Jahre	Stahlbetonrohr; 1923 erste Spannbeton-Rohrleitung (Züblin) in Gausbach 6,4 km
1926	Schleuder-Gießtechnik löst den Grauguss in liegenden oder stehenden Sandformen ab. Die mit Hanf und Blei verstemmten Muffen werden bis in die 40er Jahre genutzt, Schraubmuffen bis zum Ende der 60er Jahre
1935	PVC-Rohr, Einsatz in der Wasserverteilung ab 1956; PE-Rohr ab 1960 (1. Generation), 2. Generation PE 80 ab 1980, 3. Generation PE 100 ab 1995
1965	Rohre aus duktilem Guss GGG lösen den Grauguss ab. 70er Jahre: die PE-Umhüllung als Außenschutz, die Zementmörtelauskleidung als Innenschutz setzen sich durch
1993	DVGW-gütesicherte Rohre aus vernetztem Polyethylen PE-X
1995	Verbot der Neuverlegung von AZ-Rohren
1996	gütesicherte GFK-Rohre

Historische Entwicklung der Armaturen	
2700 v.C.	König Sahuré: Kupferleitungen und Kupferventile mit Bleistöpseln
um 250 v.C.	Ktesibios baut eine Wasserorgel. Die Windsteuerung hat möglicherweise zu der Bezeichnung Ventil (lateinisch: ventus = Wind) geführt
Antike	Zapfhähne, meist mit zylindrischen Verschlusskörpern wurden vielerorts gefunden
1471-1528	Albrecht Dürer: Badeszene zeigt einen Wasserständer mit Auslaufhahn
1530	Leonardo da Vinci zeichnet Kegelventile mit verschiedenen Führungen
1736-1819	James Watt: er benutzt Steuerhähne für seine Dampfmaschine
um 1754	Braunschweig: hölzerne Wasserständer als Vorläufer von Hydranten
nach 1800	erste brauchbare Hydranten von Graff/ Philadelphia
1822	Schieber von Graff/ Philadelphia
1848	Englisches Patent auf ein Zapfventil
1871	Ulm: Kastenschieber mit Weichmetall-Dichtung
Entwicklungen der letzten Jahre: duktiler Guss statt Grauguss; Weichdichtungen, die langfristig ihre Elastizität behalten und zugleich die hygienischen Anforderungen erfüllen; Edelstahlspindel mit O-Ring-Dichtung, gerollte statt geschnittener Gewinde, dauerhafte Innen- und Außenbeschichtungen ...	

Wasserbehälter sind wesentlicher Bestandteil jeder zentralen Wasserversorgung, angefangen mit den Zisternen der Antike. Die Grundsätze des (Erd-)Behälterbaus wurden von der Antike übernommen: gemauerte Behälter, häufig durch Säulen gegliedert und mit gewölbten Decken geschlossen. Eine Revolution war die Verwendung von Beton zum Behälterbau: nach zwei kleineren Behältern in Flensburg 1879 und München 1881 entstand der erste größere Behälter

(4500 m³), der nur aus (unbewehrtem) Stampfbeton errichtet wurde, 1882 in Wiesbaden, erbaut durch die dort ansässige Fa. Dyckerhoff & Widmann. Der Zement kam vom Dyckerhoff-Zementwerk. Da Wasserbehälter zu den wenigen Bauwerken der Wasserversorgung gehören, die – wenigstens mit dem Schieberhaus – oberirdisch zu sehen sind, wurden sie zum Gegenstand architektonischen Bemühens; hervorragende Beispiele der Industriearchitektur des ausgehenden 19. Jahrhunderts sind erhalten geblieben. Dies betrifft natürlich in besonderem Maße die Wassertürme.

Wassertürme entstanden zunächst in Mischbauweise: Mauerwerk mit Behälter aus Stahlblech. Ab 1905 gab es auch Betonbehälter. Der Stahlbehälter wurde nach Prof. *Intze* ab 1883 zunächst mit Kegelboden, später dann auch mit Flachboden erstellt. Wassertürme in reiner Stahlbauweise haben sich in der Neuzeit vor allem in USA durchgesetzt. Einer der größten Türme dürfte der Zweikammerbehälter aus vorgespanntem Beton in Riyadh sein; der kegelförmige Behälter wurde am Boden erstellt und dann am Turmschaft mit Winden hochgezogen: Inhalt 12.350 m³, Hublast 6500 t, Hubhöhe 44 m. Heute braucht man diese teuren Bauwerke nicht mehr; die vom Verteilungsnetz her druckgesteuerten Pumpwerke sind eine technisch billigere Lösung.

Mit der Entwicklung der zentralen städtischen Versorgungen entstand auch die Notwendigkeit des technisch-wissenschaftlichen Erfahrungsaustauschs. So wurde 1859 in Frankfurt am Main der „Verein deutscher Gasfachmänner und Bevollmächtigter deutscher Gasanstalten“ gegründet, der 10 Jahre später das Wasserfach in die Vereinsaufgaben einbezog und der heute unter dem Namen DVGW Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches – technisch-wissenschaftlicher Verein bekannt ist. (Übrigens wurden die American Water Works Association erst 1881, die British Association of Waterwork Engineers erst 1896 gegründet.)

Um 1870 standen z. B. folgende Fragen im Mittelpunkt der Diskussion, Themen, die zum Teil auch heute noch die Fachleute beschäftigen:

- Grundwasserströmungsgesetze
- Richtzahlen für den Wasserbedarf bei verschiedenen Verwendungszwecken
- Grenzzahlen für die chemische Beschaffenheit des Trinkwassers
- Chemische Wasseruntersuchung
- Filtration des Wassers – Vorgänge in Langsandsandfiltern, erste Versuche mit „amerikanischen Schnellfiltern“ und mittels Hausfiltern
- Wasserbewegung in Rohren
- Frostgefährdung der Straßen- und Hausleitungen
- Konstruktion geeigneter Wasserzähler, ihre Erprobung und amtliche Eichung
- Anschluss der Blitzableiter an Gas- und Wasserleitungen
- Beschluss (1872) zur Normung gusseisener Röhren, Formstücke und Schieber.

Bereits ein Jahr vor der offiziellen Gründung des heutigen DVGW wurde auf Anregung von *Dr. N. H. Schilling* (Inspektor der Hamburger Gaswerke und später Direktor der Münchener Beleuchtungsgesellschaft) durch den Verlagsbuchhändler *R. Oldenbourg* in München das

„Journal für Gasbeleuchtung“ ins Leben gerufen; die erste Nummer erschien am 1. Juli 1858. Der Titel wurde nach der Aufnahme des Wasserfaches in die Vereinsaufgaben des DVGW entsprechend ergänzt. Diese Fachzeitschrift – heute bekannt unter dem Namen „GWF - Das Gas- und Wasserfach“ mit den Ausgaben Gas/Erdgas und Wasser/Abwasser – hat das Fach bis heute begleitet. Die Jahressbände des GWF, heute natürlich auch als CD-ROM verfügbar, stellen eine einzigartige Dokumentation der technischen und organisatorisch-wirtschaftlichen Entwicklung der öffentlichen Gas- und Wasserversorgung Deutschlands dar.

1876 nahm der DVGW übrigens auch das Entwässerungsfach in die Vereinsaufgaben auf, einer Empfehlung von *E. Grahn* folgend. Seine Voraussage allerdings, dass die Leitung der Kanalisationsbetriebe wie die der Gas- und Wasserwerke in eine Hand gelegt werden würde, ging nicht in Erfüllung. Kanalisation und Abwasserbehandlung wurden in Deutschland dem städtischen Tiefbau angegliedert. In dieser Logik steht die Gründung der Abwassertechnischen Vereinigung ATV (heute DWA) nach dem zweiten Weltkrieg als einer eigenständigen technisch-wissenschaftlichen Organisation des Abwasserfachs.

Die meisten Wasserwerke entwickelten sich erstaunlich schnell zu leistungsfähigen Unternehmen. Man lernte rasch bald die Vorteile ständiger Verfügbarkeit einwandfreien Trinkwassers in jeder Wohnung schätzen, wenn auch der Wasserpreis nach heutigen Maßstäben erstaunlich hoch war. So war um 1880 der Stundenlohn eines Webermeisters geringer als der Preis für einen Kubikmeter Wasser. Zur Jahrhundertwende zählt eine Statistik Daten von 264 Wasserwerken auf:

- 61 Wasserwerke betrieben die Versorgung mit natürlichem Leitungsfälle,
- 146 Wasserwerke verfügten über Förderanlagen, besaßen jedoch keine Aufbereitungsanlagen,
- 25 Wasserwerke besaßen Förderanlagen und Aufbereitungsanlagen für Oberflächenwasser,
- 32 Wasserwerke verfügten über Förderanlagen und Aufbereitungsanlagen für Grundwasser (zumeist Enteisung).

Zum ausgehenden 19. Jahrhundert gewannen die Probleme der Hausinstallation Aufmerksamkeit. Der Anschluss der Häuser an eine zentrale Wasserversorgung wurde zunehmend selbstverständlich und damit begann der technische Ausbau der Hausinstallationen. Hygienische Untersuchungen betrafen die Zulässigkeit von Bleirohren und verzinkten Stahlrohren. Originellerweise waren erstere in Österreich verboten, in Württemberg dagegen vorgeschrieben, weil man dort Bleirohre ausdrücklich ablehnte. Immerhin waren die Dessauer Blei-Erkrankungen 1886 durchaus ein Anlass, an der Eignung von Bleirohren zu zweifeln. Es dauerte allerdings bis zum Jahre 1973, bis der DVGW durchsetzen konnte, in einer Neuausgabe der DIN 2000 den Einbau von Bleirohren als unzulässig für Neuanlagen zu bezeichnen.

Die Erkenntnis, dass nur der Einbau von Hauswasserzählern der privaten Wasserverschwendung Einhalt gebieten könnte, was der Verein bereits 1881 diskutiert hatte, veranlasste ihn 1894 eine Normalienkommission einzusetzen. Im ersten Jahrzehnt des 20. Jh. mehrten sich die Beispiele für den hygienisch bedenklichen Rücktritt unreinen Wassers bei gelegentlichem Unterdruck; richtig gestaltete Spülkästen und der um 1907 aufkommende Druckspüler konnten hier entgegenwirken. 1913 wurden dann erstmals die „Vorschriften für die Ausführung und Veränderung von Wasserleitungsanlagen“ bekannt gegeben. Die „TVR Wasser“ wurden

von Zeit zu Zeit revidiert; die 7. Auflage 1936 wurde schließlich Grundlage des Normblatts DIN 1988 (2. Auflage 1940).

In den trockenen Sommern der Jahre 1920, 1921, 1929 und 1930 sowie in den Frostperioden des Winters 1928/29 stieß die öffentliche Wasserversorgung an ihre Grenzen. Hinzu kam das Warnsignal zweier Typhus-Epidemien (Pforzheim 1919 und Hannover 1926/27). Dies führte zu einer Überarbeitung der bestehenden Grundsätze der Wasserversorgung. 1912 wurde die staatliche Landeswasserversorgung des Königreichs Württemberg gegründet – sie sollte die Wassermangelgebiete des Landes mit Trinkwasser versorgen; der Bau der ersten Leitung, die Wasser aus Karstquellen am Südhang der Schwäbischen Alb zum Donautal nach Stuttgart bringt, wurde im Übrigen während des Ersten Weltkriegs vollendet. Eine weitere Fernwasserleitung entstand im Harz – 1934 wurde die fast 200 km lange Söse-Fernwasserleitung nach Bremen verlegt.

In hydrogeologisch günstigen Regionen entwickelte sich dagegen eine zentrale Versorgung nur sehr langsam; vielerorts hielt man noch lange an der Einzelwasserversorgung fest.

5 Wiederaufbau nach 1945

Nach dem zweiten Weltkrieg waren die Wasserverteilungsanlagen in fast allen Städten beschädigt oder zerstört. Selbst der lebensnotwendige Mindestbedarf an Trinkwasser konnte nur unzureichend gedeckt werden. Zur raschen Ausbesserung fehlte es zunächst an Material und an Personal. Der stürmische Wiederaufbau des Landes stellte die Unternehmen in Deutschland vor neue Aufgaben: der Wasserbedarf von Bevölkerung und Industrie stieg rasch; der Zustand der Oberflächengewässer, aus denen Wasser gewonnen wurde, verschlechterte sich bedenklich. Neue Industrie- und Siedlungsgebiete mussten erschlossen werden; die Transportkapazität der vorhandenen Rohrnetze reichte vielfach nicht mehr aus. Immerhin gab es nur vereinzelt ernsthafte finanzielle Probleme, die den notwendigen Ausbau behinderten. In den 60er Jahren nahmen sich die Wasserbehörden zunehmend auch der ländlichen Wasserversorgung an. Auch kleine Gemeinden erhielten von den Gemeinden – oder Gemeindezweckverbänden – getragene Wasserversorgungen. Dies war allerdings nur durch hohe staatliche Zuschüsse möglich.

Weit voraus schauende Planungen, mit denen unmittelbar nach dem Trockenjahr 1949 begonnen worden war, führten in Baden-Württemberg zum Auf- und Ausbau des Zweckverbandes Bodensee-Wasserversorgung; damit erhielt der hydrologisch benachteiligte Raum Stuttgart/Neckartal das zweite Standbein neben der bereits bestehenden Landeswasserversorgung. Mit 1700 km Fernleitungen und 130 Mio. m³ Jahresabgabe ist der ZV BWV das größte System in Deutschland. Entsprechend den hydrogeologischen Verhältnissen entstanden auch in anderen Gebieten weitere überregionale Wasserversorgungen, so zum Beispiel in Franken, im Oberen Allgäu, zur Versorgung des Frankfurter Raums, von Nürnberg, München und Hamburg sowie in Ost-Westfalen, Oldenburg/Ostfriesland und im Rhein-Wupper-Gebiet.

Die Zahl der Wasserversorgungsunternehmen (WVU) ist in den alten Bundesländern von über 15.000 im Jahre 1957 auf etwa 6.500 im Jahre 1987 zurückgegangen – ein Ergebnis der kommunalen Gebietsreform, in der viele Gemeinden zu größeren Einheiten zusammengelegt wurden; sie war im Wesentlichen 1975 abgeschlossen. Seitdem ist die Zahl der WVU nahezu

konstant geblieben. In Bayern bestehen bis heute noch zahlreiche relativ kleine kommunale Einheiten, was die vergleichsweise hohe Zahl von 2800 Wasserversorgungsbetrieben erklärt.

In der DDR vollzog sich der Wiederaufbau der zerstörten Versorgungsanlagen zunächst in vergleichbarer Weise wie im Westen; ebenso erfolgte konsequent die Erschließung des ländlichen Raumes. Talsperrenbauten und Fernversorgungssysteme entstanden in den hydrologisch benachteiligten Regionen Südsachsens und Thüringens. Das umfangreichste System stellt die Fernwasserversorgung Elbaue-Ostharz dar (Gründungserlass 1946), die sich aus der Rappbode-Talsperre im Harz (im Westen) und dem die Elbe begleitenden Grundwasserstrom bei Torgau (im Osten) speist und die Versorgung für die Städte und Industrie im Raum Leipzig-Halle sichert. Der Anschlussgrad der Bevölkerung an eine zentrale Wasserversorgung erreichte bis 1989 immerhin 94%.

Nach 1964 wurden alle örtlichen und überörtlichen Organe der Wasserwirtschaft konsequent auf Bezirksebene zusammengeführt, nämlich in 15 sogenannten VEB-WAB (Cottbus, Frankfurt/Oder, Potsdam, Neubrandenburg, Rostock, Schwerin, Karl-Marx-Stadt (Chemnitz), Dresden, Leipzig, Halle, Magdeburg, Erfurt, Gera, Meiningen, Berlin) zuzüglich der überregional tätigen Fernversorgung Elbaue-Ostharz. Die Aufgaben Forschung, Projektierung und Produktion wurden zentral dem VEB Kombinat Wassertechnik und Projektierung Wasserwirtschaft übertragen. Die VEB unterstanden bis 1990 direkt dem Ministerium für Naturschutz, Umweltschutz und Wasserwirtschaft.

Zunehmend machte sich allerdings bei Investitionen und Unterhaltung der Anlagen der Kapital- und Materialmangel des sozialistischen Wirtschaftssystems bemerkbar. Dieses „Erbteil“ erforderte nach der Wiedervereinigung Deutschlands erhebliche Nachholinvestitionen zur Sanierung der Aufbereitungsanlagen und Verteilungsnetze (natürlich in gleicher Weise auch auf der Abwasserstrecke), was nicht zuletzt zu den im Schnitt höheren Wasserpreisen und Abwassergebühren in den neuen Bundesländern im Vergleich zu den alten Bundesländern führte. Zugleich stellte sich als Folge der Sanierung der Netze und Hausinstallationen einerseits, der spürbar angestiegenen Wasserpreise andererseits ein beachtlicher Rückgang der Pro-Kopf geförderten Wassermengen ein – auf zum Teil unter 100 Liter/Kopf und Tag; der Mittelwert für die Bundesrepublik beträgt knapp 130 L/(E·d).

Der Einigungsvertrag 1990 sah eine Rückerstattung der Vermögenswerte an die Kommunen vor. Während der Betrieb Berlin-Ost mit Berlin-West zu den Berliner Wasserbetrieben fusioniert wurde, sind die 14 VEB-WAB in rd. 600 Stadtwerke und kleinere bis kleinste Gemeindegewerke und Zweckverbände aufgeteilt worden. Häufig falsch beraten durch Gemeindepartnerschaften, Ingenieurbüros und Verbandsvertreter haben sich viele Gemeinden in finanzielle Abenteuer gestürzt, die manche bis zur Zahlungsunfähigkeit geführt haben. Da seinerzeit weder die neuen staatlichen Wasserbehörden noch die Kommunal-Aufsichtsbehörden über das notwendige Know-how und die notwendigen personellen oder politischen Mittel verfügten, diese Entwicklung zu steuern, wird die Sanierung (technisch, organisatorisch und finanziell), d. h. die Bildung vernünftiger Gemeindegrößen und leistungsfähiger Zweckverbände noch einige Zeit und erhebliche (staatliche) Mittel in Anspruch nehmen. Diese Aussage steht nicht im Widerspruch zu der Tatsache, dass inzwischen die Zuverlässigkeit und Qualität der Wasserversorgung in Ost und West nahezu den gleichen Stand erreicht haben, eine Leistung, die in den neuen Bundesländern innerhalb von praktisch zehn Jahren erbracht worden ist!

6 Entwicklung wasserrechtlicher Regelungen

Mit der sich ab Mitte des 19. Jahrhunderts einstellenden systematischen Nutzung der Wasserressourcen ergab sich auch die Notwendigkeit wasserrechtlicher Regelungen, die dann aber die Jahrzehnte überdauerten. Im Jahre 1945 galten in den Ländern des ehemaligen Dritten Reiches nur landeseigene Regelungen:

1. die Oldenburgische Wasserordnung von 1868
2. das Braunschweigische Wassergesetz von 1876
3. das Hessische Bachgesetz von 1887
4. das Hessische Dammbaugesetz von 1887
5. das Badische Wassergesetz von 1899
6. das Württembergische Wassergesetz von 1900
7. das Bayerische Wassergesetz von 1907
8. das Sächsische Wassergesetz von 1909
9. das Preußische Wassergesetz von 1913
10. das Wassergesetz für Mecklenburg-Schwerin von 1928
11. das Thüringische Wassergesetz von 1932

Ein für das deutsche Reich geltendes Wassergesetz war im Entwurf erst 1943 fertig gestellt worden, wurde jedoch nicht mehr verabschiedet.

Durch die Teilung Deutschlands nach 1945 in zwei deutsche Staaten entwickelte sich auch das Recht der Wasserwirtschaft unterschiedlich.

Am 1. März 1960 ist für den Bereich der BRD das Wasserhaushaltsgesetz in Kraft getreten. In Ausfüllung und Ergänzung dieses Gesetzes haben alle Länder der BRD in den Jahren 1960 bis 1962 Landeswassergesetze erlassen. In der DDR ist das Gesetz vom 7. April 1963 über den Schutz, die Nutzung und die Instandhaltung der Gewässer und den Schutz vor Hochwassergefahren - Wassergesetz ergangen. Von da ab galt in der DDR einheitliches Wasserrecht; auch die Durchführungsverordnungen und Anordnungen zum Wassergesetz wurden einheitlich für das Gebiet der DDR erlassen [7].

Nach dem zweiten Weltkrieg waren in der BRD die vorgenannten Landesgesetze die rechtliche Ausgangslage. Mit der Einführung des Grundgesetzes erhielt die Bundesregierung die Kompetenz zur Rahmengesetzgebung. Die Schaffung des „Gesetzes zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz – WHG)“ vom 27. Juli 1957 war eine besondere Leistung der maßgebenden Fachleute; immerhin galt es, die Fülle unterschiedlicher Rechtsvorschriften und darauf begründeter alter Rechte zu vereinheitlichen. Zur Abstimmung ihrer Position in den schwierigen Beratungen gründeten die Wasserwirtschafts-Verwaltungen der Länder die „Länderarbeitsgemeinschaft Wasser – LAWA“, die noch heute eine wichtige Koordinierungsaufgabe für die Bundesländer erfüllt.

Das WHG hat in seiner Geschichte mehrfach Ergänzungen und Veränderungen erfahren. Mit dem 5. Änderungsgesetz 1986 wurden die Vorschriften über Wasserschutzgebiete (§19) erweitert; sehr umstritten war und ist die ergänzende Bestimmung in Absatz 4, die den Ländern

ermöglicht, auch unterhalb der Enteignungsschwelle finanziellen Ausgleich an Landwirte zu gewähren, die von Schutzgebietsauflagen betroffen sind. Nicht zu unterschätzen ist die Einfügung im §1a „Grundsatz“, dass die Gewässer „als Bestandteil des Naturhaushalts“ zu bewirtschaften sind, also die ausdrückliche Einbeziehung der Wasserwirtschaft in den allgemeinen grundgesetzlichen Auftrag des Umweltschutzes.

Der Einigungsvertrag von 1990, der die Wiedervereinigung Deutschlands ermöglichte, unterwarf die Wasserwirtschaft der neuen Bundesländer dem gültigen WHG – selbstverständlich mit einigen Übergangsregelungen zur Berücksichtigung bestehender Rechte; die neuen Bundesländer haben dann analog zu den alten ihre Landeswassergesetze erlassen.

Eine umfassende Novellierung des WHG ist aktuell erfolgt, um die Europäische Wasserrahmenrichtlinie zur Wasserwirtschaft in deutsches Recht umzusetzen (7. Gesetz zur Änderung des WHG vom 18. Juni 2002).

Normative und schließlich gesetzliche Aktivitäten zur Wassergüte sind vergleichsweise spät in Gang gekommen. Zeitmarken sind:

- 1894: Grundsätze für die Reinigung von Oberflächenwasser durch Sandfiltration zu Zeiten der Choleraepidemie
- 1906: Anleitung für die Errichtung, den Betrieb und die Überwachung öffentlicher Wasserversorgungsanlagen, welche nicht ausschließlich technischen Zwecken dienen
- 1932: Hygienische Leitsätze für die Trinkwasserversorgung, Preußischer Entwurf
- 1958: Weltgesundheitsorganisation: International Standards for Drinking Water; 1970: European Standards, 1984-87: Guidelines for Drinking Water Quality – Vol. I-III, 1993-97: 2. Auflage, 2004: 3. Auflage, nachfolgend „rolling revision“
- 1959/60: Trinkwasseraufbereitungs-Verordnung
- 1975: Trinkwasserverordnung – erste gesetzliche Regelung in Deutschland – Neufassung 1986, Novellierung 1990, erneute Novellierung 2001, in Kraft getreten 1. Januar 2003
- 1980: EG-Richtlinie 80/778/EWG „Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch“ – Novellierung 98/93/EG vom 3. Nov. 1998.

In Europa beginnt eine aktive Umweltpolitik 1973 mit der Vorlage des ersten Umweltaktionsprogramms. Umweltpolitik war dabei zunächst subsidiär dem Ziel des offenen Binnenmarkts untergeordnet. Auf dieser Grundlage wurde eine Reihe von EG-Gewässerschutzrichtlinien verabschiedet. Erst mit der „Einheitlichen Europäischen Akte“ (Juli 1987), welche die Vollendung des Binnenmarktes bis zum Ende 1992 zum Ziele hatte, wurde eine eigenständige Umweltkompetenz der Europäischen Gemeinschaften verankert. So erschienen in der Folge weitere Richtlinien zum Gewässerschutz (betr. kommunales Abwasser, Nitratverunreinigung, Pflanzenschutzmittel, Integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung) und schließlich die Europäische Wasserrahmenrichtlinie; diese war bis zum Ende 2003 in nationales Recht umzusetzen. Dies ist – soweit die Rahmenkompetenz des Bundes trägt – durch die Novelle des WHG 2002 geschehen; die ausfüllenden Regelungen in den Landeswassergesetzen liegen inzwischen ebenfalls vor (Stand 2005).

6 Wo stehen wir heute?

Die Entwicklung von Technik und Technologien hat sich in den letzten Jahrzehnten beschleunigt. No-Dig-Bauverfahren, Verbundwerkstoffe, Membranverfahren, Informatik, Messtechnik, Automation, GPS-gestützte Dokumentation ... sind selbstverständliche Elemente der modernen Wasserwirtschaft geworden.

Die öffentliche zentrale Wasserversorgung hat in Deutschland – auch im internationalen Vergleich – einen technisch hervorragenden Stand erreicht; hohe Qualität des Produkts, Zuverlässigkeit der Versorgung und des Service sind für den Bürger selbstverständlich geworden. Der Vergleich der Jahreskosten im Verhältnis zum mittleren Familieneinkommen (eine kostenechte Berechnung des Wasserpreises vorausgesetzt) bescheinigt der Wasserversorgung in Deutschland ein gutes Preis-Leistungs-Verhältnis. Eindrucksvoll wird diese Situation durch das „Branchenbild der deutschen Wasserwirtschaft 2005“ beschrieben, das Anfang 2006 durch die Verbände ATT, BGW, DBVW, DVGW, DWA und VKU¹ der Öffentlichkeit vorgelegt worden ist. Die Kernaussagen seien wie folgt zusammengefasst:

- Deutschland verfügt über gute Wasserressourcen; ihr nachhaltiger Schutz ist staatliche Aufgabe; die Wasser-Unternehmen leisten dazu einen erheblichen Beitrag. Wasser wird sparsam genutzt; eine politisch geförderte weitere Reduzierung des Wassergebrauchs ist nicht erforderlich.
- Wasserversorgung und Abwasserentsorgung sind Kernaufgaben der Daseinsvorsorge in der Zuständigkeit der Städte und Gemeinden. Sie entscheiden über Organisationsformen und Kooperationen, eingeschlossen öffentlich-private Partnerschaften.
- Die Qualität der Wasserversorgung hinsichtlich des Produkts Trinkwasser, der Zuverlässigkeit und des Service ist führend im internationalen Vergleich; die Branche zeigt ein hervorragendes Preis-Leistungs-Verhältnis.
- Abwasser wird fast flächendeckend mit dem höchsten EU-Standard behandelt.
- Bei Trinkwasserpreisen und Abwassergebühren herrscht seit rund zehn Jahren Preisstabilität.
- Die Branche bekennt sich zum Beschluss des Deutschen Bundestages vom 21. März 2002: „Modernisierung ja, Liberalisierung nein; für Experimente ist das Lebensmittel Nr. 1 nicht geeignet; die kommunale Entscheidungsfreiheit muss erhalten bleiben.“

Die Worte „Modernisierung ja“ und „keine Experimente mit dem Trinkwasser“ mögen auf den ersten Blick widersprüchlich erscheinen. Modernisierung bedeutet hier, dass in der über Jahrhunderte bewährten Tradition die Branche die technische Entwicklung weiter fördert, sich gegenüber modernen Unternehmensstrukturen, Methoden der Unternehmensführung und der Kooperation mit anderen Unternehmen (öffentlich- oder privatrechtlich), offen zeigt. Ein Experiment mit erheblichen Risiken wäre dagegen eine Liberalisierung der Wasserwirtschaft, die nur den Gesetzen unbegrenzten Wettbewerbs gehorcht und damit weder dem Gebot der Nachhaltigkeit als maßgebendem Prinzip des Umweltschutzes, noch den sozialen Verpflich-

¹ Arbeitsgemeinschaft der Trinkwassertalsperren e.V. (ATT), Bundesverband der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft (BGW), Deutscher Bund der verbandlichen Wasserwirtschaft e.V. (DBVW), DVGW Deutsche Vereinigung der Gas- und Wasserfachleute e.V. Technisch-wissenschaftlicher Verein, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA), Verband kommunaler Unternehmen e.V. (VKU)

tungen der öffentlichen Wasserversorgung genügen wird. Die kommunale Verantwortung für die Daseinsvorsorge hat sich bewährt; sie hat aus guten Gründen Verfassungsrang.

So seien abschließend einige Grundsätze nachhaltiger Wasserversorgung formuliert:

- *Wasserversorgung ist ein Teil des Wasserkreislaufs.* Wasserversorgung muss deshalb im Rahmen einer staatlich kontrollierten integrierten Wasserbewirtschaftung betrieben werden; sichere und verlässliche Trinkwasserversorgung genießt Vorrang unter anderen konkurrierenden Nutzungen.
- *Wasser ist eine lokale bzw. regionale Ressource.* Eine Verringerung der Regionalisierungsgrades zugunsten überregionaler Strukturen ist zu vermeiden im Interesse des Schutzes der lokalen Wasservorkommen. Fernversorgungssysteme unterstützen, aber ersetzen nicht die lokalen Ressourcen.
- Ein hoher Rang der *Trinkwasserqualität und Zuverlässigkeit* der Versorgung ist zu bewahren und zu stärken. Die Beachtung der *anerkannten Regeln der Technik* als wichtiges und bewährtes Element der Selbstverwaltung in der Technik ist zu gewährleisten.
- *Wasser ist keine übliche Handelsware, sondern ein ererbtes Gut, das geschützt, verteidigt und entsprechend behandelt werden muss.*

Der Grundsatz der Deckung der Kosten der Wassernutzung einschließlich umwelt- und ressourcen-bezogenener Kosten .. sollte .. berücksichtigt werden.

(EG-Wasserrahmenrichtlinie, 1. und 38. Erwägungsgrund)

- Eine Änderung der Strukturen oder die Einführung neuer Strukturen in der Wasserversorgung haben den besonderen sozialen Wert der Ressource Wasser zu berücksichtigen. Organisation und Struktur des Wassersektors benötigen einen hohen Grad an Transparenz und Beteiligung der Öffentlichkeit.

In einem historischen Rückblick würden uns kommende Generationen einen Verstoß gegen diese Regeln nicht verzeihen!

Literaturhinweise:

- [1] Michael Jansen: Stadt der Brunnen und Kanäle: Mohenjo-Daro, Wasserluxus vor 4500 Jahren (in Englisch und Deutsch). Herausgeber Frontinus-Gesellschaft. WVGW Bonn 1993
- [2] W. Eck: Sextus Iulius Frontinus, kaiserlicher Statthalter in Germanien. in: Schriftenreihe der Frontinus-Gesellschaft Heft 27: Frontinus-Tagungen 2004/2005 in Wien und Berlin. Bonn 2006
- [3] „Klaus Grewe: Der Römerkanal-Wanderweg“, ein archäologischer Wanderführer. Herausgeber Eifelverein Düren 1988
- [4] H.E.R. Belani: Geschichte und Beschreibung der Fontainen von Sanssouci. Potsdam 1843, Nachdruck 1987
- [5] B. Hölting: Die Wege zur modernen Grundwassererkundung. Festschrift 125 Jahre DVGW. GWF-Wasser/Abwasser **125** (1984), Heft 6 S. 165
- [6] ATT, BGW, DBVW, DVGW, DWA, VKU: Branchenbild der deutschen Wasserwirtschaft 2005. WVGW Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft mbH Bonn 2005
- [7] H. Roth: Einführung zum Recht der Wasserwirtschaft. in: Handbuch des Deutschen Wasserrechts, C 9, Lieferung 8/1997. Berlin 1997

Die Informationen des vorstehenden Textes entstammen – soweit keine besondere Quelle angegeben ist, den Schriften, die von der Frontinus-Gesellschaft herausgegeben worden sind:

- Band 1: Wasserversorgung im antiken Rom. 4. Auflage 1989. Oldenbourg-Verlag München (vergriffen)
- Band 2: Die Wasserversorgung antiker Städte, Teil 1: Pergamon – Brunnen – Verwaltung/Recht – Vergleich griechischer/römischer Anlagen. 2. Auflage. Verlag Philipp von Zabern Mainz 1991 (vergriffen)
- Band 3: Die Wasserversorgung antiker Städte, Teil 2: Römische Anlagen nördlich der Alpen – Wissen/Wissenschaft vom Wasser – Thermen, Bau/Materialien, Hygiene. 2. Auflage. Verlag Philipp von Zabern Mainz 1993. €19,80
- Band 4: Die Wasserversorgung im Mittelalter. Wasserversorgung und Entsorgung im Mittelalter Verlag Philipp von Zabern Mainz 1991 (vergriffen)
- Band 5: Albrecht Hoffmann u.v.a.: Die Wasserversorgung in der Renaissancezeit. Verlag Philipp von Zabern Mainz 2000. €25,50
- Band 6: Albert Baur, Harald Roscher u.v.a.: Wasser im Barock, Ausdruck städtischer Repräsentation und höfischen Glanzes. Verlag Philipp von Zabern Mainz 2000. €45,-

Außerdem: Hermann Müller: Hundert Jahre Deutscher Verein von Gas- und Wasserfachmännern 1859 – 1959. Festschrift. Verlag R. Oldenbourg München 1959 (vergriffen)

Die Frontinus-Gesellschaft unterhält im Hause des DVGW in Bonn eine umfangreiche Präsenzbibliothek, wo diese und andere historische Schriften nach Voranmeldung gerne eingesehen werden können.

Weitere Informationen, vor allem auch Bilddokumente, verdankt der Autor der persönlichen Information durch Ernest Reiter: „L'eau potable dans l'antiquité“ (CD-ROM)