

Jürgen Gottschalk

Die Kanalisation der Metropole Paris

(Referat im Zusammenhang mit der Exkursion nach Paris vom 26. – 30. VI. 2004 unter Leitung von Professorin Dr. Gudrun Wolfschmidt, SS 2004)

Das Trink- und Abwassersystem der Stadt Paris, das miteinander in enger Verbundenheit steht, entstand in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts in Zusammenhang der umfangreichen Bauarbeiten unter Napoleon III. Dieses gekoppelte System bzw. historische Wasserver- und Entsorgungsnetz ist auch heute noch funktionsfähig, wobei es von Computeranlagen gesteuert wird und moderne Aufbereitungsanlagen (Filteranlagen, Klärwerke mit höchstem Standard) nachgerüstet wurden, um heutigen Vorschriften und Ansprüchen voll zu genügen.

Die Entwicklung des Trink- und Abwassersystems von Paris läßt sich in 6 Zeitepochen gliedern:

Die erste Epoche ist die galloromanische für den Zeitraum 1. Jh. v. Chr. – 5. Jh. n. Chr. In dieser römischen Zeit wurde reines, gesundes Quellwasser von Rungis und Wissous über das 20 km lange Aquädukt von Arcueil direkt den Villen reicher Bürger und den öffentlichen Thermen zugeführt. Die Leistung betrug 24 m³ pro Tag. Jedoch wurde größtenteils Wasser der Seine entnommen und aus vorhandenen Brunnen gefördert. Die Abwässer sollen bereits in einem dafür gebauten Abwasserkanal auf der Höhe des Place Saint-Michel in die Seine geleitet worden sein.

Die folgende Epoche umfaßt das Mittelalter von 486 n. Chr. bis 1453. Die Trinkwasserversorgung erfolgte weiterhin aus der Seine und den 18 öffentlichen Brunnen, die von Aquädukten gespeist wurden. Für den Transport des Wassers von den Brunnen zu den Häusern werden zunehmend Wasserträger eingesetzt, die in einer Gilde vereint waren. Es wurden wegen des großen Wasserbedarfs weitere Aquädukte und Brunnen angelegt. Ähnlich geschah dies z.B. in Hamburg, wo Brunnen als Feldbrunnen bezeichnet (daran erinnert z.B. der Name Feldbrunnenstraße) die Hauptwasserentnahmestellen waren neben dem unsaubereren Flußwasser. Täglich konnten somit fast 400 m³ Wasser über die Brunnen an die Einwohner ausgegeben werden. Die Abwässer flossen von den gepflasterten Straßen über eine in der Straßenmitte angelegte Abflußrinne in die Seine bzw. in die Gräben um die Festungsanlagen, als „großes Abwasserbecken“ bezeichnet. Wegen der stinkenden und Krankheiten erregenden Schlammablagerungen wurde um 1370 ein erster 300 Meter langer und überdachter Abwasserkanal gebaut.

Im Zeitraum 1453 – 1789 von der Renaissance bis zur Revolution blieben die Entnahmestellen (Seine und Brunnen) fast unverändert. Dafür wurden aber die technischen Einrichtungen für die Versorgung verbessert und Anlagen weiter ausgebaut. Unter der Regentin Maria von Medicis (1519-1589) entstanden zwei zusätzliche Aquädukte über die täglich 1.000 m³ Wasser zugeliefert werden konnten. König Heinrich der IV. (1553-1610) ließ 1607 zur Erhöhung der Wassermengenentnahme aus der Seine am Pont Neuf eine durch die Strömung angetriebene hydraulische Pumpenanlage errichten, wodurch den öffentlichen Brunnen pro Tag 700 m³ Wasser zugeführt wurde. In der Zeit Ludwig XIV. (1680)

konzentrierte sich die Wasserversorgung (5.000 m³ täglich) für den Hof und die barocken Gartenanlagen auf den Bau einer gigantischen Pumpanlage bei Marly, betrieben durch 13 große Wasserräder. Ab bereits 1670 ließ er in Paris die Produktion mit der Errichtung einer weiteren Pumpenanlage in der Nähe des Pont Notre-Dame auf 1.500 m³ pro Tag ansteigen. Außerdem wurde unter seiner Herrschaft von Victor Turgot, der Vater des Ministers Turgot, der große Ringkanal gebaut. Gegen Ende des 18. Jahrhunderts ließen die Brüder Perrier dampfbetriebene Pumpen in Chaillot und Cros-Caillou errichten, die täglich beachtliche Wassermengen aus der Seine (4.100 m³ und 1.300 m³) förderten. Das gesamte Wasser wird den nur noch etwa 15 bestehenden öffentlichen Brunnen zugeleitet. Wegen der nicht ausreichenden Brunnenanzahl mußten zusätzlich ca. 20.000 Wasserträger helfen, Wasser in die Wohnhäuser zu bringen (in Hamburg erinnert daran der Wasserträger Hummel Hummel).

Zu dieser Zeit lebten in Paris etwa 750.000 Menschen. Mit dem erhöhten Wasserbedarf wuchs auch der Abwasseranfall auf 10.000 m³ pro Tag – ein Höhepunkt in der damaligen Zeit besonders hinsichtlich der Entsorgung. Unter Franz I. (1494 – 1547) wurden gemäß eines Edikts im Gründungsbereich der Gebäude Sickergruben angelegt, für deren Entleerungen eine Gilde gegründet wurde, die die Fäkalien zu den Festungsgräben und den Abfalldepots beförderten. Erst mit Beginn der Herrschaft von Ludwig XIV. entstand ein Kanalnetz für die Abwasserentsorgung mit einer großen Gürtelkanalisation am rechten Seineufer, entlang des Baches von Ménilmontant, konstruiert von Michel-Etienne Turgot. Die Kanalabmessungen betragen 2,50 m in der Breite und 2.20 m in der Höhe. Am linken Ufer wurden die Abwässer in Richtung des Flusses Bièvre kanalisiert, dessen Ausführung jedoch noch als freiliegender Abwasserkanal erfolgte. Die Erweiterung des Kanalsystem ging stetig voran und wuchs im Jahr 1800 auf 20 km Länge an. Aber alle Abwässer flossen mitten in Paris wieder in die Seine aus der auch das Frischwasser entnommen wurde.

In der Epoche vom Empire bis zur Monarchie de Juillet, die von 1804 bis 1848 dauert, wurden vor allem neue Techniken in der Wasserversorgung angewandt und weitere saubere Wassergebiete bzw. Wasserzulieferungsmöglichkeiten erschlossen. 1802 erfolgte auf Anordnung von Napoleon Bonaparte (1769-1821) und seines Innenministers Jean-Antoine Chaptal (1756-1832) die Aushebung des Ourcq-Kanals. Täglich wurden durch Umleitungen des Ourcq und der Beuvronne Paris bis zu 70.000 m³ und nach Fertigstellung des Kanals im Jahre 1825 rd. 80.000 m³ Wasser zugeführt. Die Problematik der Abwasserbeseitigung blieb trotz Erweiterung des überwölbten Kanalnetzes auf 30 km Länge unter dem Ingenieur Alphonso Duleau (1789-1832) und einer genauen Aufstellung des bis 1812 bereits in Betrieb befindlichen Kanalnetzes durch den Kanalinspektor Emmanuel Bruneseau (1756-1826) bestehen. Ungereinigt flossen pro Tag ca. 100.000 m³ Abwässer in die Seine, was 1832 zur Cholera-Epidemie führte und den Anstoß gab, eine grundlegende Sanierung der Abwasserversorgung von Paris vorzunehmen.

Mit der großangelegten Erweiterung und Umgestaltung der Stadtstruktur zum modernen Paris in der Zeit von 1850-1914, begonnen unter Napoleon III. (1808-1873), wurden in Paris die umfangreichsten Bauarbeiten der Zeit durchgeführt. Für das großangelegte Projekt standen drei hochqualifizierte Männer zur Verfügung wie Baron Georges Eugène Haussmann (1809-1891), Präfekt der Seine; Eugène Belgrand (1810-1878), Wasserbauingenieur, für die Ver- und Entsorgung des Wassers und Jean-Charles Alphand (1817-1891), Ingenieur, für die Stadtplanung und die Anlegung von Grünanlagen.

Die Gestaltung des modernen Paris begann mit der Schaffung breiter Straßen, die für eine bessere Belüftung der Stadt sorgten. Dafür wurden alte, eng bebaute Stadtteile abgerissen, eine Agglomeration (Anhäufung, Ballung) mittelalterlicher Gassen besei-

tigt und breite Alleen und Boulevards wie Sébastopol, Saint-Michel und Saint-Germain angelegt. Gleichzeitig entstanden neu nach Plänen des Architekten Victor Baltard (1805-1874) die zentralen Hallen mit großen Pavillons in Metallbauweise und nach Entwürfen von Alphand die großen Parkanlagen Bois de Boulogne im Westen und Bois de Vincennes im Osten. Weitere bedeutende Ereignisse waren 1878 die Weltausstellung (Bau des Palais du Trocadéro) und 1889 (Bau des Eiffelturms).

Die Wasserversorgung wurde ab 1853/54 mit der Übernahme der Verantwortung durch den Ingenieur Belgrand entscheidend verändert. Mit dem Vorsatz, das doppelte Problem der Qualität und der Quantität des Trinkwassers lösen zu wollen, war es sein Ziel, die Pariser Bevölkerung möglichst mit nur reinem Quellwasser zu versorgen. Nach den Plänen sollte das Wasser im Becken der Seine aufgefangen und über Aquädukte nach Paris geleitet werden. Dies würde eine Kontaminierung verhindern und die Rückhaltung in großen Reservoirs wie dem von Montsouris ermöglichen. Das vorgesehene Wasserbeschaffungsprogramm erstreckte sich über 50 Jahre. Von 1865 bis 1900 wurden 600 km Aquädukte hergestellt, insbesondere der der Dhuis (1865), der Vanne (1874) und des Loing (1900) und bis zu 500 m tiefe Vertikalröhrenbrunnen niedergebracht, die reines Wasser förderten. Das längste Aquädukt durchzieht über Steinbögenbrücken die Talmulden des Burgund und der Ile-de-France und durchquert als Wasserlauf hügelige Gebiete. Von den Reservaten von Menilmontant, Saint-Cloud und Montsouris gelangte das Wasser über ein verzweigtes gußeisernes Rohrnetz mittels Druckpumpen in die Häuseretagen. Insgesamt versorgen heute 5 Aquädukte die Hälfte der Pariser Bevölkerung mit nicht weiter aufzubereitendem Quellwasser. Der übrige Teil der Bevölkerung erhält sein Wasser von 7 Aufbereitungsanlagen, die das Wasser aus der Seine, Marne und Oise entnehmen. Die größte Anlage befindet sich in Choisy-le Roi an der Seine und kann täglich bis zu 80.000 m³ Wasser bereitstellen, mehr als die Hauptstadt verbraucht. Bei der Aufbereitung werden unterschiedliche Reinigungsverfahren angewendet, wie Filtrierung mittels Aktivkohle, Ozonisierung zur Beseitigung von Bakterien und die Nanofiltration mit Hilfe von Membranen, die Elemente von einem Milliardenstel Gramm filtern können. Quell- und aufbereitetes Wasser vermischen sich in den genannten Reservaten und liefern damit in die Haushalte Wasser von hervorragender Qualität.

Ein schottischer Mäzen ließ 1871 zusätzlich auf seine Kosten die heute unter Denkmalschutz stehenden „Wallace-Brunnen“ errichten, aus denen bestes Quellwasser entsprang. Das weniger saubere Wasser wurde zukünftig für die Straßenreinigung, die Abwasserkanalereinigung u. a. m. verwendet.

Da das Quellwasser allein für die Gesamttrinkwasserversorgung nicht ausreichte, mußten Ende des 19. Jahrhunderts für die zusätzliche Versorgung aus dem Flußwasser geeignete technische Reinigungsverfahren wie das Filtern eingesetzt werden. So wurden die aus der Seine und Marne entnommenen Wasser biologisch gereinigt, bevor sie als Trinkwasser weitergeleitet werden konnten. Das Verfahren beruht auf dem gleichen Prinzip der natürlichen Reinigung durch den Sand. 1896 entsteht eine erste Filteranlage in Saint-Maur und 1900 eine zweite in Ivry-sur-Seine (Val-de-Marne). 1853 war die Compagnie générale des Eaux (die Wassergesellschaft), eine private Gesellschaft, die gegen ein Abonnement Privatpersonen mit Wasser versorgte, per Dekret gegründet worden. Damit endet das Gewerbe der Wasserträger. 1870 verfügte Paris über 208 Spring- oder Wandbrunnen und 30.042 Brunnen.

Das von Belgrand konzipierte Kanalnetz hatte die Verschmutzung der Stadt Paris unterhalb von Clichy behoben. Durch die geniale, völlig neue Konzeption wurden die Abwässer nach der Stadt flußabwärts eingeleitet. Hierzu dient ein Kanalnetz bzw. Kanalsystem, das den Schwerkraftablauf nutzt, wobei an einigen Stellen Pumpwerke die Abwässer der

niedrig gelegenen Stadtviertel in die höher gelegenen Abwasserkanäle fördern. Jede Straße erhielt einen Abwasserkanal und sogar zwei Kanäle, wenn sie breiter als 20 Meter ist. Belgrand plante die Kanäle so groß, daß in ihnen im Firstbereich (seit 1840) noch Trinkwasserleitungen mit aufgenommen werden und Personen sich darin bewegen und arbeiten konnten. Das von ihm ab 1850 erstellte Kanalnetz ist ein Mischwassersystem, das sowohl Regenwasser als auch Abwässer aufnimmt. Dieses Projekt erhielt 1894 durch ein Gesetz in sofern verpflichtenden Charakter, daß alle bisherigen Abwassergruben (Kleinklärananlagen) unter den Häusern still gelegt und die Häuser direkt an die Schwemmkanalisation (städtisches Abwasserkanalnetz) angeschlossen wurden. 1852 verfügt das Netz über 150 km Galerien (begehbare Kanäle) und 1878 hatte das Abwasserkanalnetz bereits eine Länge von 600 km erreicht. Gleichzeitig wurde es immer dringender, die stetig zunehmenden Abwassermengen zu reinigen, bevor sie wieder in die Seine flossen. Es wurden deshalb in den Gebieten Achères, Carrières-Triel und Méry-Pierrelaye (Yvelines) große Rieselfelder (etwa 5.000 Hektar) eingerichtet, auf denen der Reinigungsprozeß der Abwässer auf natürliche Weise erfolgte und durch die Düngung auf den Rieselfeldern außergewöhnlich großes Gemüse wuchs. Die Umsetzung der Verbesserungspläne von Belgrand für die Trinkwasserversorgung und Abwasseraufbereitung trug auch dazu bei, daß die Bevölkerung vor neuen Epidemien bewahrt blieb. Eine weitere Aufgabe ergab sich mit dem Problem der Reinigung der Abwasserkanäle, wofür geeignete Gerätekonstruktionen wie das „bateau-vanne“ (Ventil-boot), eine von Belgrand entwickelte Reinigungsmaschine, die Reinigungskugel, die im Einsatz infolge einer Kanalquerschnittsverengung den Wasserstrom stark erhöht und dadurch im Kanalsohlenbereich, wo zwischen Kugel und Sohle ein Durchlaß verbleibt, mit der Wirkung eines auf den Boden gerichteten Wasserstrahls Sand und Schlammablagerungen entfernt werden können, sowie die Anlegung von Spülreservoirs und Sandabscheidungsbecken entlang der Kanäle bzw. Sammler erforderlich wurden. In der Nachfolge von Belgrand ließ als erster Adolphe Mille eiförmige Abwasserkanäle bauen. Damit sollte erreicht werden, daß auch bei Trockenwetterabfluß, also nur das Abwasser ohne Regenwasserzufluß, die Abflußstärke (Geschwindigkeit) noch groß genug ist, Ablagerungen im verengten Sohlbereich mitzureißen.

Die letzte Epoche (1914-1977) betrifft des zeitgenössische Paris, in der um 1977 auf einer Fläche zusammen mit dem Bois de Boulogne und dem Bois de Vincennes von etwa 10.000 Hektar 2,1 Millionen Einwohner und im Großraum Paris mit 76.000 Hektar fast 8 Millionen Einwohner leben.

Nachdem 1925 mit der Umleitung der Voulzie das Projekt von Belgrand beendet war, mußten seine Nachfolger mit neuen Techniken weitere Trinkwasserquellen erschließen. Die Wasserzulieferung stieg von 400.000 m³ pro Tag im Jahr 1930 auf 500.000 m³ im Jahr 1977. Die Aufbereitungsanlagen von Ivry und Saint-Maur wurden modernisiert und der Dampfantrieb durch elektrischen Strom ersetzt. Durch Herabsetzung der Filtergeschwindigkeit wurde ein höherer Reinigungsgrad der verschmutzten Flußwässer erzielt. 1984 wurde die Trinkwasserverteilung in Paris 2 privaten Gesellschaften, der Compagnie générale des Eaux und der Lyonnaise des Eaux übertragen, während die Verwaltung der Reservate der Stadt Paris obliegt, vertreten durch die SAGEP, eine anonyme Verwaltungsgesellschaft, ausgestattet mit Analyselaboratorien, um stets eine vorzügliche Wasserqualität zu garantieren. Alle Reservate können zusammen 1,2 Millionen m³ Wasser speichern und somit den täglichen Frischwasserbedarf der Stadt mit i. M. 700.000 m³ jederzeit gewährleisten. Dies erfolgt über eine technisch hochentwickelte Schaltanlage mit großflächig visueller Überwachung des gesamten Rohrnetzes einschl. aller Verzweigungen, Pumpenstationen, Absperrorganen und Reservatumschaltungen im Fall von Störungen und außergewöhnlich hohen Bedarfsansprüchen.

Der durchschnittliche Wasserverbrauch der Pariser Bürger hat sich seit 1990 mit 350 lt/Tag stabilisiert. Der vor 150 Jahren während des 2. Kaiserreichs begonnene Bau des Wasserversorgungssystems wurde ständig den veränderten Gegebenheiten durch Renovierungen und Modernisierungen in der Leistungsfähigkeit und Qualität angepaßt. Im Vergleich zu Paris mit rd. 10 Millionen Einwohnern beträgt der Wasserbedarf in Hamburg 160 Liter/Tag bei einer Einwohnerzahl von 1,74 Millionen Bürgern.

Auch auf dem Gebiet der Abwasserbeseitigung wurden die weitreichenden Planungen von Belgrand und seinen Nachfolgern mittelst neuer Konstruktionstechniken fortgeführt. Somit besitzt Paris ein weltweit einmaliges Kanalnetz, bestehend aus 2.100 km Anlagen, 26.000 Einstiege, die sich alle 50 m in den Bürgersteigen befinden, ermöglichen den Zugang zu dem verzweigten Kanalnetz. Für den Regenwasserabfluß sind 18.000 Gullys an den Straßenseiten eingerichtet. Jedes Gebäude ist in Paris über ein oder mehrere Abzweigungen (insgesamt 90.000) an das Kanalnetz angeschlossen. Das Sicherheitsventil des Kanalsystems bilden 50 Sturmabflüsse und 11 Hochwasserstationen. Für die Reinigung strömen unter Mithilfe von 6.000 automatischen Spülreservoirs täglich 200.000 m³ Brauchwasser durch die Kanäle. Die großen Kanäle oder auch Sammler mit bis zu 4 m Durchmesser haben gleichzeitig die Funktion als technische Galerien oder als Leitungstunnel, d.h. im freien Raum sind weitere Versorgungssysteme untergebracht wie für Trinkwasser und Nutz- oder Brauchwasser, Druckluft, Telefonkabel, pneumatisches Rohrsystem (Post), Stromkabel, Fernwärme. Das Kanalnetz entsorgt täglich 1,2 Millionen m³ Abwässer; dies entspricht 35.000 Lastwagen mit je 35 Tonnen, eine Wagenkette von Lyon bis Paris. Außerdem müssen jährlich 15.000 m³ Feststoff-Abfälle aus den Kanälen entfernt werden. Seit 1935 wurde die Kläranlage Achères (Yvelines) für die industrielle Klärung der Abwässer weiter ausgebaut und den wachsenden Anforderungen angepaßt. Vier Zuflüsse mit einer gemeinsamen Länge von 120 km bringen nach dem Schwerkraftprinzip die Abwässer von Paris nach Achères (Yvelines). Ende 1970 ist diese Klär- und Aufbereitungsanlage eine der größten Europas mit einem Klärvolumen von 2.000.000 m³ pro Tag.

Es wurden noch weitere Kläranlagen gebaut, in der Nähe von Versailles, in Noisy-le-Grand und bei Colombes, im Departement Hauts-de-Seine. Sie bedient sich kompakter Methoden, mittels derer Schlamm mitten in der Stadt auf kleinem Raum und geruchlos aufbereitet werden kann. Die zweite Anlage in Valenton, im Val-de-Marne, verfügt über ein 84 Hektar großes Gelände und gilt als eine „schöne Anlage“, die auch zu besichtigen ist. Hier werden ebenfalls bei der Abwasseraufbereitung keine belästigende, unangenehme Gerüche verbreitet. Wahrscheinlich geschieht alles ähnlich wie in der vergleichbaren Großstadt Hamburg mit hochtechnisierten Kläranlagen auf der Basis biologischer Reinigungsmethoden mit Vorrichtungen für zusätzlichen Sauerstoffeintrag, Faultürmen, Klärschlammfeldern und Nachkläranlagen zur Herausfilterung der Feinstanteile von Buntmetallen und anderen Schadstoffen. Das Rohrnetz in Paris und Hamburg besteht aus unterschiedlichen Profilgrößen, in Paris beginnend mit 63.000 Hauptanschlüssen für die Abwässer aus den Haushalten, dann vergrößernd auf einfache begehbare Kanäle mit abgerundetem First und schließlich in die großen Sammler mit seitlichen begehbaren Podesten mündend.

Ratten und Schaben bevölkern zu Hunderttausenden die unterirdischen Abwasserkanäle und können erhebliche gesundheitliche Schäden bei Mensch und Tier verursachen.

Die Berechnungen für ein gut funktionierendes Sielnetz hängen von einer Anzahl Parametern ab wie optimale Gefälle, Sielsohlenausbildungen, Beschaffenheit der Sielrohrinnenseiten (fließtechnisch zur Vermeidung von Turbulenzbildungen), Rohrquerschnitte, Entlüftungsmöglichkeiten (Ventile) an Hochpunkten, bei Abzweigungen die Wahl fließtechnisch günstigster Winkel u. a. m.

Trotz all dieser Maßnahmen war die Verschmutzung der Seine immer noch relativ hoch. Deshalb wurde mit dem Bürgermeister von Paris Ende der 80ziger Jahre ein umfangreiches Modernisierungsprogramm beschlossen, das seit 1991 umgesetzt wird und folgende Schwerpunkte enthält:

- die Sanierung der am stärksten beschädigten alten Abwasserkanäle,
- die Renovierung der Pumpwerke,
- den Bau neuer Anlagen,
- die Ausrüstung des Netzes mit Messgeräten und Anlagen für die automatisierte Verwaltung der Abflüsse,
- die Verbesserung der Verwaltung der Feststoff-Abfälle,
- den Ausbaudes EDV-Systems für die Verwaltung.

Benutzte Quellen

Informationsfaltblatt: Galerie Belgrand „Von der Straße in den Kanal“,
Mairie de Paris, o. O., o. D.

Informationsfaltblatt: „Die Kanalisation ... Paris von unten besehen“
Eine Besichtigung des Pariser Kanalnetzes Paris Infos Mairie, o. O., o. D.

Vis-A-Vis Dorling Kindersley Reiseführer Paris, Deutsche Ausgabe 1994, erschienen im
Dorling Kindersley Verlag GmbH, München Aktualisierte Neuauflage 2004, 432 Seiten.

Paris secret - Ein Informationsführer mit Schwerpunkt auf unterirdische Anlagen
(Kanalisation, Katakomben, u. a. m.), 259 Seiten, o. O. und o. J.

Label France, das Magazin Nr. 52 – Oktober 2003 France diplomatie
< Gesellschaft und Umwelt > Pariser Wasserversorgung.

DAS WASSER VON PARIS

Wasserversorgungssystem von
 stand in gallo-römischer Zeit. Im
 er wurde die Wasserqualität bald zu
 bblem, da die Stadt kein Klär-
 saß, so daß das Brunnenwasser
 tzt wurde. 1184 weihte Philippe
 den ersten mit Quellwasser gespei-
 tlichen Brunnen von Paris ein.
 ließ ein Netz anlegen, das zum
 von den Römern gezogenen
 t folgte. Erst Haussmann richtete
 erne Wasserversorgung ein.



Trinkwasser

nn Belgrand den Bau eines Lei-
 ms für Quellwasser, mit dem
 e halb Paris mit Trinkwasser ver-
 sorgt wird. Die andere
 Hälfte erhält Wasser
 dank eines Pump-
 systems, das aufbe-
 reitetes Seine- und
 Marne-Wasser nach
 Paris transportiert.

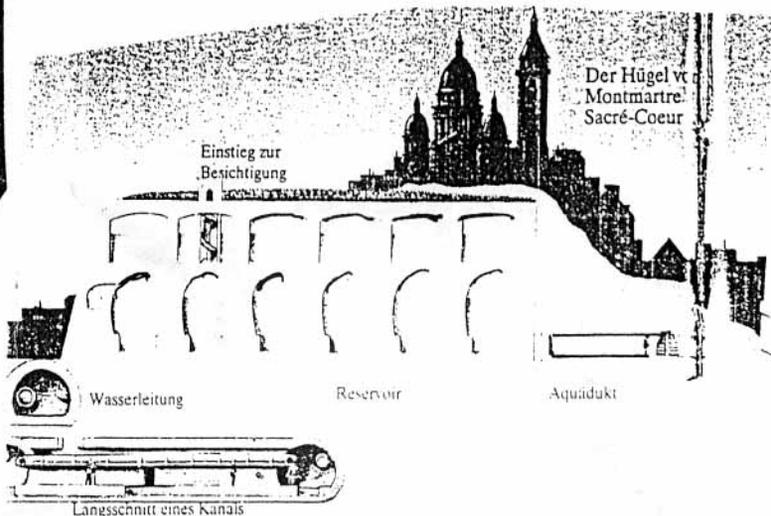
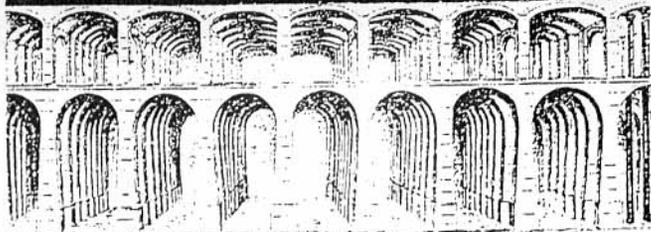
Wasserträger

Bis zum Ende
 des 19. Jh. nahmen
 viele Pariser den
 Dienst eines Wasser-
 trägers in Anspruch,
 um sich mit Wasser
 zu versorgen.

voir von
 ts
 baute es
 asser der
 eses zwei-
 eservoir
 Auf-
 mögen von
 versorgt
 er den
 ten.



Blick in das
 untere
 Reservoir von
 Montsouris.



Einstieg zur
 Besichtigung

Der Hügel von
 Montmartre
 Sacré-Coeur

Wasserleitung

Reservoir

Aquädukt

Langsschnitt eines Kanals

PARIS UNTERIRDISCH

AU & GAZ
BUS LES ETAGES



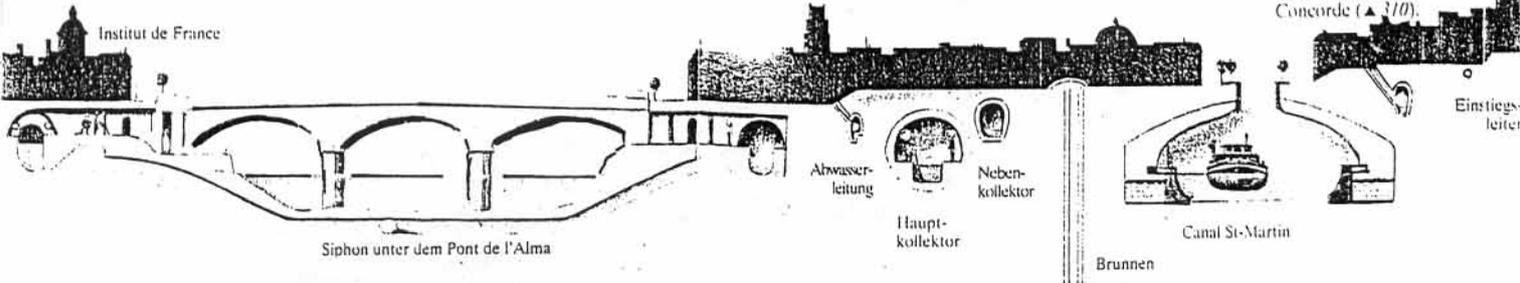
Die 500 Abgestellten zur Instandhaltung der Kanäle über die ganze Stadt verteilt. Einstiegslöcher mit Zugang zu jedem Meter der Kanäle.



Die Lanterne: Dieser Einstieg, den man in Belleville auf der Place des Fêtes findet, ermöglicht es den Ausgangspunkt des Aquädukts von Belleville zu erreichen.



Einer der beiden Brunnen von Hittorff auf der Place de la Concorde (▲ 310).



Siphon unter dem Pont de l'Alma

Abwasserleitung

Nebenkollektor

Hauptkollektor

Canal St-Martin

Brunnen

Einstiegsleiter

DIE KANALISATION VON PARIS

Das Nervensystem in Paris

Die üblichen Funktionen nehmen die Hauptsammellinien der Pariser Kanalisation auch den Teil des Nervensystems der Stadt auf. Die Wasserleitungen, die Telefonleitungen, die druckbetriebene Rohrleitung – zwei Linien, die über für die Ver-...
... für die Ver-...
... für die Ver-...



Hauptkollektor



Nebenkollektor



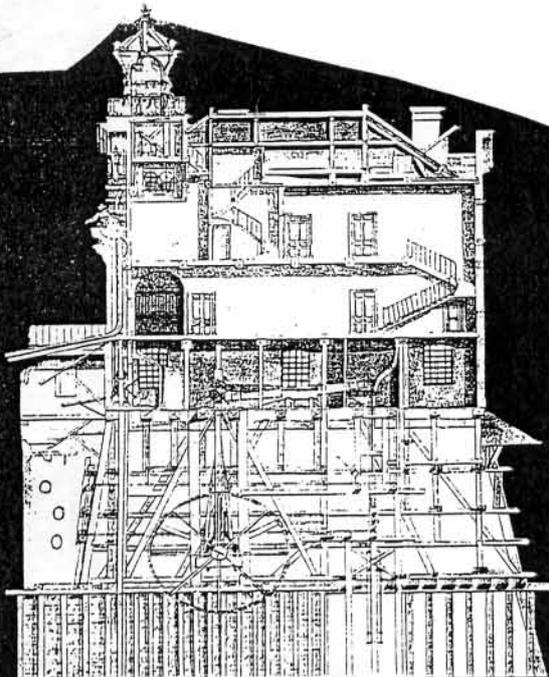
Einfacher Kanal



Die erste moderne Kanalisation baute der Ingenieur Brunseau zu Anfang des 19. Jh. Nach der Choleraepidemie von 1832 beschloßen die Stadtväter, die Arbeiten zu beschleunigen. Zehn Jahre später besaß die Hauptstadt 100 km Leitungen. 1853 unternahmen Haussmann und Belgrand, seine rechte Hand, gewaltige Arbeiten. Die Grundzüge des heutigen Netzes sind zum großen Teil der Weitsicht dieser beiden Männer zu verdanken.

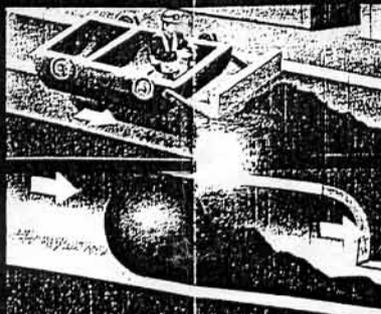
Die großen Abwasserkanäle transportieren einen wesentlichen Teil der Abwässer der Stadt zur Kläranlage von Archères, die 19 km nordwestlich von Paris liegt.

Eindringlinge: In der Kanalisation wimmelt es von Weinderratten, so daß die Kanäle sich gegen die Pestepidemie impfen lassen müssen. Auch Schaben bevölkern das Netz zu Hunderttausenden.



Das Leitungsnetz

Es besteht aus 2100 km Leitungen verschiedener Durchmesser, die die Straßenabwässer über 18000 Gullys entlang der Rinnsteine und die Abwässer der Haushalte mit 63000 Hauptanschlüssen auffangen.



Reinigungssysteme: Reinigung eines großen Kollektors mit einem Pflugboot. Reinigung eines Siphons mit einer Kugel.

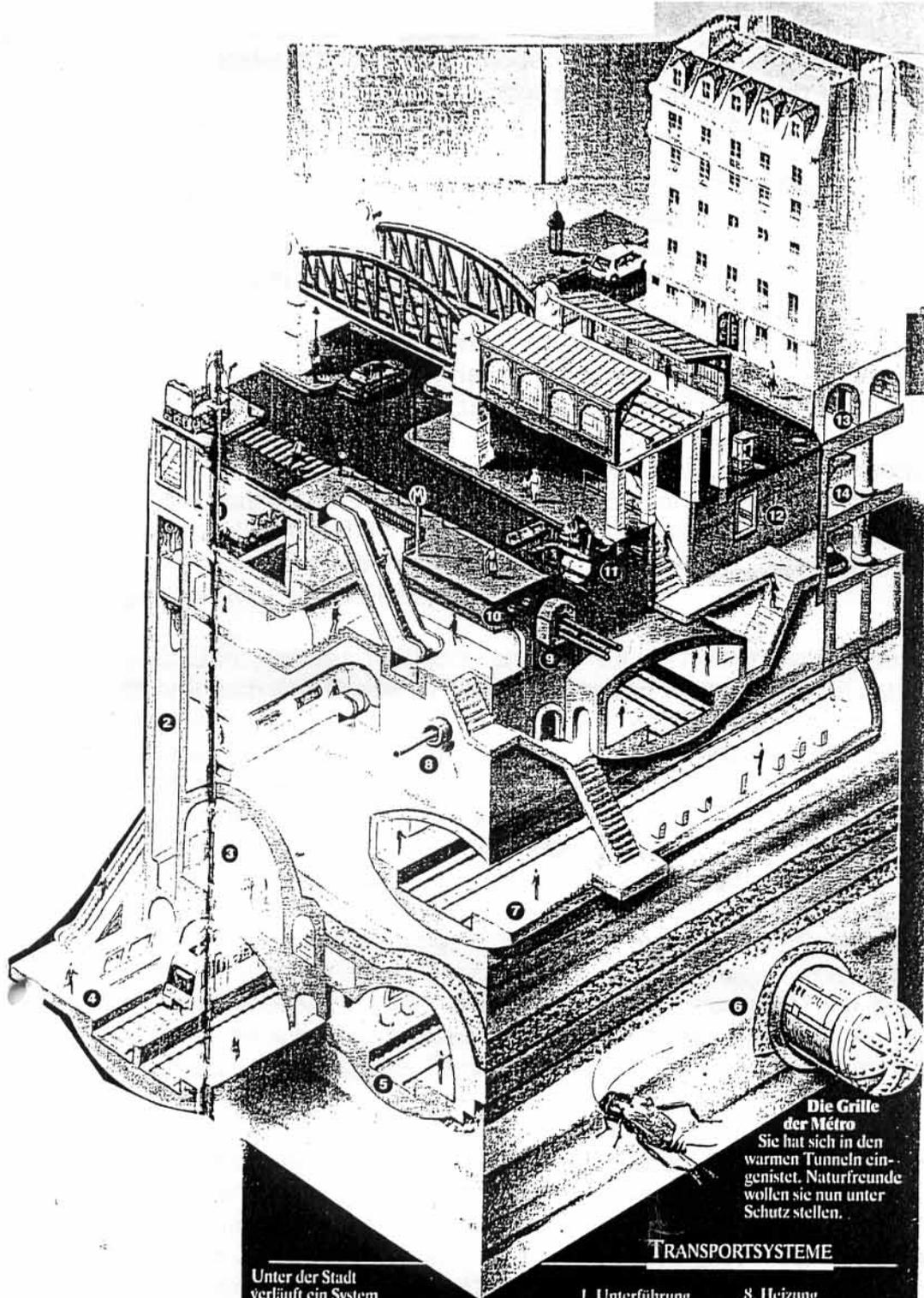
Das Pumphaus der Samaritaine

Das Gebäude mit seiner hydraulischen Maschine wurde unter Henri IV. am Pont-Neuf gebaut. Es versorgte den Louvre und die Tuileries mit Seine-Wasser.



Ein Teil des Romans *Les Misérables* von Victor Hugo spielt im Pariser Kanalisationsnetz.

modernste Technologie im Kanalisationsnetz wird mit dem Kühlnetz von Timespace verwirklicht.



Die Grille der Métro
Sie hat sich in den warmen Tunneln eingeknistert. Naturfreunde wollen sie nun unter Schutz stellen.

TRANSPORTSYSTEME

Unter der Stadt verläuft ein System von Netzen: Telefon, Gas, Elektrizität, der Dampf der städtischen Heizung, Wasser, Abwasser liegen in Bodennähe. Die Verkehrsunter-

fürungen und die Métro verlaufen darunter; in den tiefsten Schichten fahren die RER und die in Bau befindliche Schnellbahn.

- 1. Unterführung
- 2. Aufzug der RER
- 3. Obere Etage einer RER-Station
- 4. RER-Station
- 5. Projekt Météor
- 6. Projekt Eole
- 7. Métro-Station
- 8. Heizung
- 9. Wasserleitungen
- 10. Kabel
- 11. Gasleitungen
- 12. Gang der PTT (Telekommunikation)
- 13. Keller
- 14. Tiefgarage