

# Die Stadtentwässerung in Karlsruhe



Karlsruhe  
viel vor. viel dahinter.

# Inhalt



3	Vorwort	
4	Schon die alten Römer kanalisierten ihre Abwässer	
6	Die Entwicklung des Karlsruher Kanalnetzes	
8	Der Landgraben: »Hauptader« der Entsorgung	
10	Das Kanalnetz im Überblick	
11	Der Weg des Regenwassers	
12	Entwässerung nach Plan	Pumpstationen sorgen für Durchlauf 24
14	Vorkehrungen bei Regen	Alles landet im Klärwerk 25
16	Bauausführung im Kanalbau Erneuerung in offener Bauweise	Geschichte des Klärwerks Karlsruhe 26
17	Rohrvortrieb in geschlossener Bauweise	Bakterien machen das Wasser klar 28
18	Kanalsanierung im Reliningverfahren	Wohin mit dem Schlamm? 30
20	Moderne Techniken für Inspektion und Sanierung	Betrieb rund um die Uhr 32
21	Katasterausgänge	Ständige Kontrollen nach innen und außen 34
22	Vom Handbetrieb zur Maschinenspülung	Was kostet das Abwasser? 35
		Perspektiven der Abwasserbehandlung 36
		Kontakt 37
		Technische Daten 38



Wasser ist eine unserer wichtigsten Lebensgrundlagen. Langfristig werden wir über sauberes Wasser nur dann verfügen können, wenn es uns gelingt, das Grundwasser, die Flüsse, die Seen und Meere von Schadstoffen freizuhalten. Gewässerschutz ist kein Selbstzweck, sondern Selbstschutz. Das fließende Wasser macht an keiner Stadt- und keiner Ländergrenze Halt. Verschmutzungen am Oberlauf werden zu Belastungen am Unterlauf. Ein wirkungsvoller Gewässerschutz lässt sich daher nur in gemeinsamen Anstrengungen erreichen.

Ein gut funktionierendes Abwassernetz und eine technisch hochwertige Abwasserreinigung sind hierbei wichtige Voraussetzungen.

In den Nachkriegsjahren stand der Aufbau und Ausbau der zerstörten Städte zunächst an erster Stelle. Mit der wachsenden Industrie und dem Bau einer leistungsfähigen Kanalisation in den Städten nahm die Verunreinigung der Gewässer dramatisch zu. Der Rhein wandelte sich in wenigen Jahren von einem Bade- und Fischgewässer in eine »Kloake«. Die Städte am Niederrhein und in den Niederlanden, die überwiegend ihr Trinkwasser über Uferfiltrat des Rheins gewinnen, schlugen Alarm. Sie sahen ihre Trinkwassergewinnung aufs Höchste gefährdet. Der Gesetzgeber musste handeln.

In mehreren Initiativen verlangte der Gesetzgeber schrittweise und zeitlich versetzt eine technisch hochwertige Abwasserreinigung. Hauptadressaten waren die Kommunen und die Großindustrie.

Durch große Anstrengungen ist es gelungen, die Qualität der Gewässer deutlich zu verbessern. Am Beispiel des Rheins ist erkennbar, dass durch eine effiziente

Abwasserreinigung innerhalb weniger Jahre wieder ein lebendiges Fließgewässer und ein Lebensraum für viele Tier- und Pflanzenarten entstehen kann. Inzwischen werden sogar an der Fischtreppe bei der Staustufe Iffezheim wieder Lachse gesichtet.

Auch Karlsruhe kam dieser Verpflichtung zum Gewässerschutz in vollem Umfang nach. In mehreren Stufen wurde die schon 1913 in Betrieb genommene Kläranlage ausgebaut. Seit 1962 wurden in die Kläranlage Karlsruhe über 140 Millionen Euro investiert. Für den Ausbau und die Sanierung des Kanalnetzes wurden im gleichen Zeitraum nochmals ca. 230 Millionen Euro aufgebracht.

Ein Ende der Ausbaumaßnahmen ist noch nicht erkennbar. 2002 verschärfte der Gesetzgeber nochmals die Anforderung für die Stickstoffelimination. Von Großstädten wie Karlsruhe wird ab 2007 für Stickstoff ein Ablaufwert von weniger als 13 mg/l verlangt.

Auch in Zukunft muss in die Abwasserentsorgung erheblich investiert werden, um ein dichtes funktionsfähiges Kanalnetz zu erhalten und um die hohen Anforderungen an die Abwasserreinigung zu erfüllen.

Die bislang mit Weitblick und Sachverstand eingesetzten Mittel haben dazu geführt, dass Karlsruhe über einen qualitativ hochwertigen Entwässerungsstandard verfügt und gleichzeitig von den deutschen Großstädten eine der niedrigsten Abwassergebühr ausweist.

Beide Ziele strebt die Stadt Karlsruhe weiterhin an: gute Leistung und niedrige Gebühren.

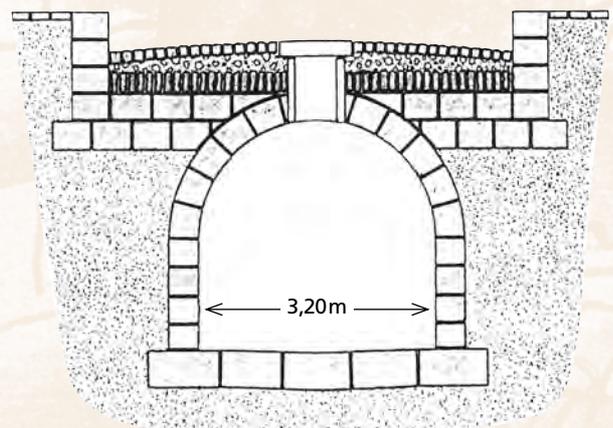
Heinz Fenrich  
Oberbürgermeister

Michael Obert  
Bürgermeister

# Schon die alten Römer kanalisiert ihre Abwässer

Die ersten städtischen Hochkulturen entstanden dort, wo ausreichend Wasser vorhanden war, an großen Flüssen wie Indus, Nil, Euphrat und Tigris. Schon in diesen Kulturen erkannte man aber auch, dass zu einer guten Wasserversorgung auch eine leistungsfähige Abwasserableitung, d.h. eine Kanalisation gehört. Die ersten Kanäle wurden daher schon vor über 3 000 Jahren in Indien und Babylon gebaut. Damals reichte noch die Selbstreinigungskraft der Gewässer aus, die anfallenden Verschmutzungen abzubauen.

Im römischen Weltreich erreichte die Wasserversorgungs- und Abwassertechnik einen Höhepunkt. Davon sprechen noch viele Bauzeugnisse. In Rom kann heute noch der 2 000 Jahre alte Sammelkanal »Cloaca maxima« besichtigt werden. Aber auch in anderen ehemaligen römischen Siedlungen wie Köln, Trier oder Ephesus blieben eindrucksvolle Kanalbauwerke erhalten.



*Cloaca maxima in Rom*



*Antike Hausentwässerung in Ephesus*



*Öffentliche Toilettenanlage in Ephesus*



*Steinzeug-Henkelkrüge als Wasserleitung im Mittelalter*

Durch die Wirren der Völkerwanderung gingen diese Kenntnisse und Techniken verloren.

Im **Mittelalter** wurde dem Abwasserproblem keine große Bedeutung beigemessen. Im Gegenteil: Die hygienisch unzureichenden Verhältnisse trugen wesentlich dazu bei, dass sich Pestepidemien ausbreiteten. Besonders groß waren die Probleme der Fäkalbeseitigung in den engen, dicht bebauten mittelalterlichen Städten. Es gab gemeinsam genutzte Abtrittkerer an den Stadtmauern. Aus dem Stadtgraben um die Stadtmauer wurde so ein »Schissgraben«. Nur in großen Bürgerhäusern gab es eigene Abtritte. Diese »**Plumpsklos**« wurden wegen des Gestanks meistens von den Gebäuden abgesetzt gebaut. In zahlreichen Stadtchroniken findet man die Aufrufe an die Bürgerschaft, »den Inhalt der Nachtgeschirre nicht auf die Straße zu entleeren«. Das Thema der üblen Gerüche in den Städten ist in der Literatur der früheren Jahrhunderte ein häufiges Thema.

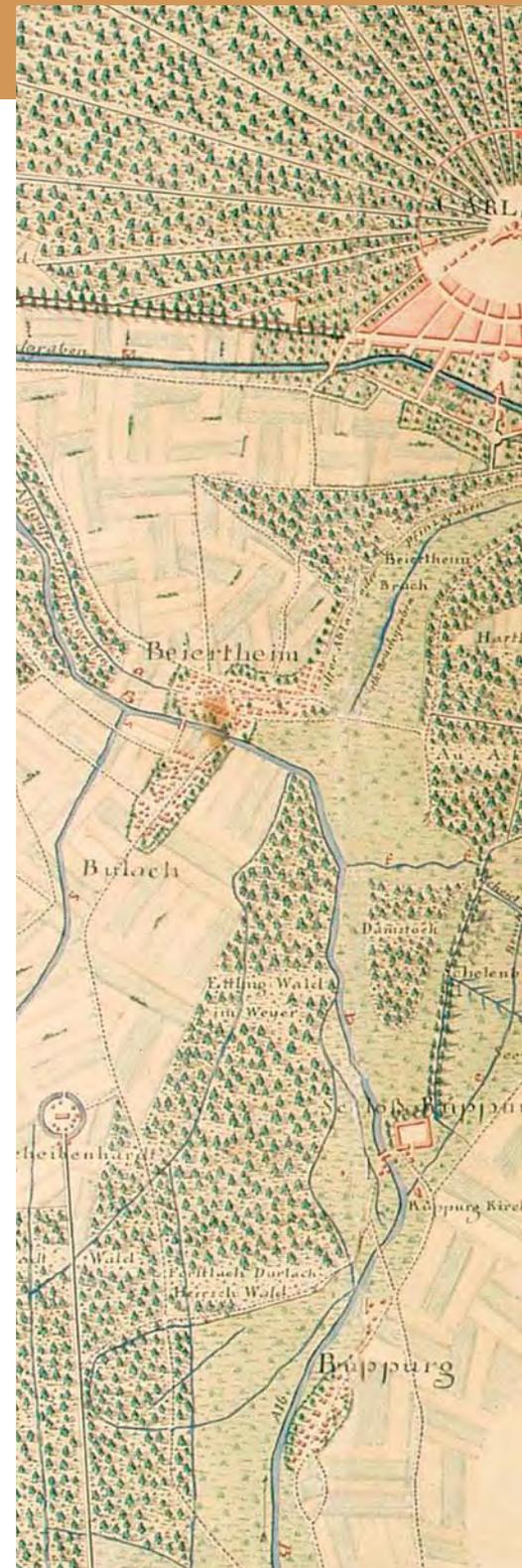
Mit der einsetzenden Industrialisierung zu **Beginn des 19. Jahrhunderts** wuchsen die Städte ungewöhnlich schnell. In den Großstädten kam es wiederholt zu schweren Cholera- und Typhusepidemien. In der Mitte des 19. Jahrhunderts erkannte man, dass diese Seuchen in den Städten nur durch eine konsequente Hygiene, insbesondere durch den Bau einer Kanalisation, vermieden werden konnten. Eine wirkungsvolle Aufklärungsarbeit wurde vor allem von den Ärzten Virchow in Berlin und Pettenkofer in München betrieben.

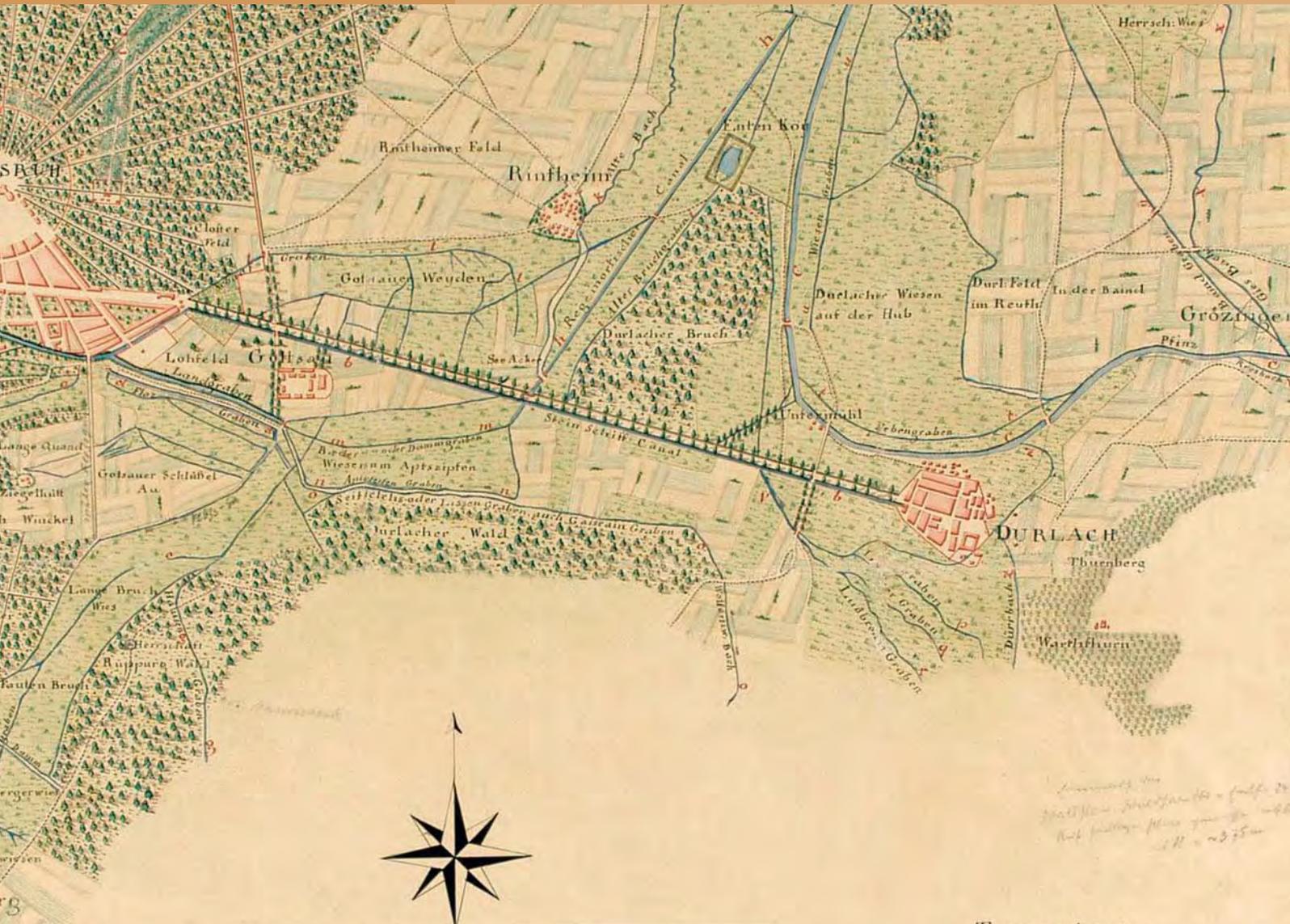
Ab der **zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts** begann daher in allen Großstädten der systematische Ausbau von leistungsfähigen Kanalisationsnetzen. Die Einführung der Wasserklosetts und der Bau der Schwemmkalisation machten die mit starken Gerüchen verbundene Fäkalienabfuhr aus den Städten überflüssig. Der deutlich wahrnehmbare Rückgang der Sterblichkeit in der Bevölkerung – insbesondere der Kindersterblichkeit – ist auch auf diese stadthygienischen Maßnahmen zurückzuführen.

Zunächst galten alle Anstrengungen dem schnellen geruchlosen Abwassertransport aus der Stadt. Die neuen Probleme, die mit der Einleitung des Abwassers in die Flüsse entstanden, erkannten zunächst nur wenige.

# Die Entwicklung des Karlsruher Kanalnetzes

- 1588** Baubeginn des künstlichen Wasserlaufs »Landgraben« unter Markgraf Ernst Friedrich vom Schloss Gottesau bis zur Alb in Mühlburg. Der **offene Landgraben** diente zur Entwässerung der Niederungsgebiete zwischen Durlach und Ettlingen sowie zur Ableitung von Albhochwässern.
- 1715** In der neugegründeten Stadt durchfloss der Landgraben als einziges Gewässer das entstehende Stadtgebiet von Osten nach Westen.
- 1768** Verlängerung des Landgrabens nach Osten bis zur Pfinz durch den so genannten »**Steinkanal**«. Dieser Kanal diente zum Stein- und Holztransport aus dem Pfinztal und zur Hochwasserentlastung der Pfinz.
- 1794** Den Bürgern wurde erlaubt, außer Fäkalien alle flüssigen Abgänge wie Küchen- und Badewasser in den Landgraben einzuleiten. Der Entwässerungskanal wurde zum **Abwassergraben**. Die Situation verschärfte sich, als der Markgraf einem Müller in Mühlburg die Konzession erteilte, am Landgraben eine Mühle zu errichten. Dadurch entstand ein ständiger Stau von einem Meter Höhe, der eine schnelle Verschlammung des Gewässers mit sich brachte. Bei niedrigem Wasserstand gab es in den Sommermonaten erhebliche Geruchsbelästigungen. Bei hohem Wasserstand wurden die anliegenden Gebäude durchnässt oder überschwemmt. Für die dringend erforderlichen Gewässerreinigungen fehlte meist das Geld.
- 1866** Um das Jahr 1866 schilderte der Karlsruher Dichter Heinrich Vierordt die Zustände der Abwasserbeseitigung so: *»Noch rann, trägflüssig und trübflutig, der übelduftende Landgraben unüberwölbt und überall sichtbar durch die Stadt. Sah man von der Straße hinab auf das schwärzliche unheimliche Gewässer, darauf zerfetzte Zeitungen, abgebrochene Besenstiele, tote Katzen und ähnlich stolze Geschwader dem Rhein zu gen Niederland trieben, mochte man beinahe wännen, in das Tal des Styx hinunterzutarren...«.*
- 1877** Ein Gewölbe über dem Graben minderte die Belästigungen. Die Anwohner bezahlten die Bauarbeiten, erhielten dafür das Eigentumsrecht an der Grabenfläche und waren gleichzeitig den Gestank los. Bis 1877 wurden etwa vierzehn Kilometer Straßenkanäle, so genannte »**Dohlen**« gebaut, die das Straßenwasser vom Stadtzentrum auf dem kürzesten Wege zum Landgraben abführten.





Erklärung.		
a Gottsauer Landgraben	i aller Bruchgraben.	r Lußbronnengraben.
b alter Ablauf der Pfingzgraben.	k Alte Bach.	BALBflufs.
c Stein Schiff Kanal.	l Schachgraben.	s. Malscher Landgraben.
d Neureuther Trüb-Wäpserungs-Graben.	m Dadricks in Damgraben.	CP Pfingz flufs.
e Flotgraben.	n Aptsapfen Graben.	t Nebengraben.
f Bruchgraben.	o Leutrich in Liffengraben	u Wiefen Graben.
g Scheidgraben.	p auch Gairain Graben und	v Hrefsbach.
h Hauptgraben.	q Wölhartwäherer Bach.	x Giesbach.
i Regemortischer Kanal.	r Leitgraben.	y Raindygraben.
	s Allergraben.	z Dürrbach.

Topographischer  
**PLAN**  
 von dem jezigen Lauf  
 des Gottsauer Land-  
 = Grabens  
 und dessen Verbindung  
 mit den umliegenden  
 Flüßen, Bächen, und Gräben  
 1788.

Originaltopie von F. Brödel, Großzeichner  
 Dezember 1782.

# Der Landgraben: »Hauptader« der Entsorgung



*Steinstraße am offenen Landgraben (Aquarell von Heinrich Meinelt, 1840)*

Seit Beginn des 19. Jahrhunderts bemühten sich Fachleute für das Problem Landgraben eine Lösung zu finden. Auch **Oberst Tulla** beschäftigte sich damit. Die Realisierung scheiterte an der unumgänglichen Vertiefung der Entsorgungssader. Widerstand leisteten auch die anliegenden Hauseigentümer, die bei einer Vertiefung Gebäudeschäden erwarteten, sich aber auch gegen eine Vertiefung ihrer Hausfundamente wehrten. Ferner fehlte der Stadt das erforderliche Geld.

**1877** Im Jahre 1877 erhielt **Stadtbaumeister Hermann Schück** vom Stadtrat der Residenz Karlsruhe den Auftrag, »unter Bewilligung der nötigen Mittel zur Vornahme von umfangreichen Vorarbeiten« ein Kanalisationsprojekt auszuarbeiten. Schück schlug vor, den Landgraben als Hauptsammelkanal auszubauen, die Sohle zu vertiefen und als Niederwasserrinne zu befestigen.

**1883** Mit der Landgrabenkorrektur war der Grundstein für eine moderne Kanalisation gelegt. Ab dem Jahre 1883 wurde mit dem systematischen **Ausbau des Kanalnetzes** begonnen. Das alte »Dohlen«-System musste zum größten Teil aufgegeben werden, da es nicht in das geplante Kanalnetz passte.

Die Schücksche Lösung sah zunächst noch keine Fäkalienabschwemmung aus den Häusern vor. Es blieb beim Grubenbetrieb, da man die Einführung von Wasserklosetts für die arbeitende Bevölkerung für zu kostspielig hielt. Zum anderen scheute man sich, die Fäkalien direkt in die Flüsse einzuleiten. Dennoch beschwerten sich zum Beispiel Knielinger Waschfrauen über Fäkalien, die in der Alb vorbeischwammen.



*Am Landgraben um 1870*



*»Besichtigung des corrigierten Landgrabens durch Sn. Königl. Hoheit den Großherzog am 3. Januar 1885«*

**1885** Nachdem die Stadt die Wasserrechte von dem Müller am Landgraben für 70 000 Mark erworben hatte, konnte bis 1885 diese »Landgrabenkorrektur« durchgeführt werden. So entstand mit einem Querschnitt von siebzehn Quadratmetern der zur damaligen Zeit zweitgrößte Abwassersammelkanal in Europa. Mit einer »Kahnpartie« übergab Großherzog Friedrich I. das unterirdische Bauwerk seiner Bestimmung.

**1893** Nachdem sich aber die Einführung der **wassergespülten Klosetts** schneller durchsetzte als erwartet, genehmigte der Bürgerschaft 1893 den Ausbau der Kanalisation für die Fäkalienabschwemmung. Vorgesehen wurde der Bau

- eines Vorflutkanals zum Rhein
- eines östlichen und westlichen Kanals zur Entlastung des Landgrabens
- eines Pfanzpülkanals vom Osten der Stadt bis zum Durlacher Tor
- eines mechanischen Siebwerkes am jetzigen Standort des Klärwerks.

Der gesamte Aufwand betrug 4,2 Millionen Mark

**1913** Das **Klärwerk** nahm 1913 seinen Betrieb auf. Der Ausbau der Sammelkanäle wurde erst 1920 abgeschlossen.

**2002** Seit Oktober 2002 können interessierte Besuchergruppen einen Blick in die »Unterwelt« werfen. In einem unterirdischen, klimatisierten Besucherraum neben dem Landgrabeneinstieg am Lameyplatz informiert das Tiefbauamt mit Präsentationen über die Geschichte der Karlsruher Stadtentwässerung und des Landgrabens. Im Anschluss daran ist die Besichtigung des historischen Landgrabens über einen Besuchersteg direkt über dem Fließgerinne möglich.

#### Einblick in die Unterwelt

Bitte vereinbaren Sie einen Termin zur Besichtigung des Landgrabens unter der Telefonnummer **0721/133-7441** (Kanalbetrieb)



*Dampfbetriebene Pumpen im Einsatz bei der »Landgrabenkorrektur«*

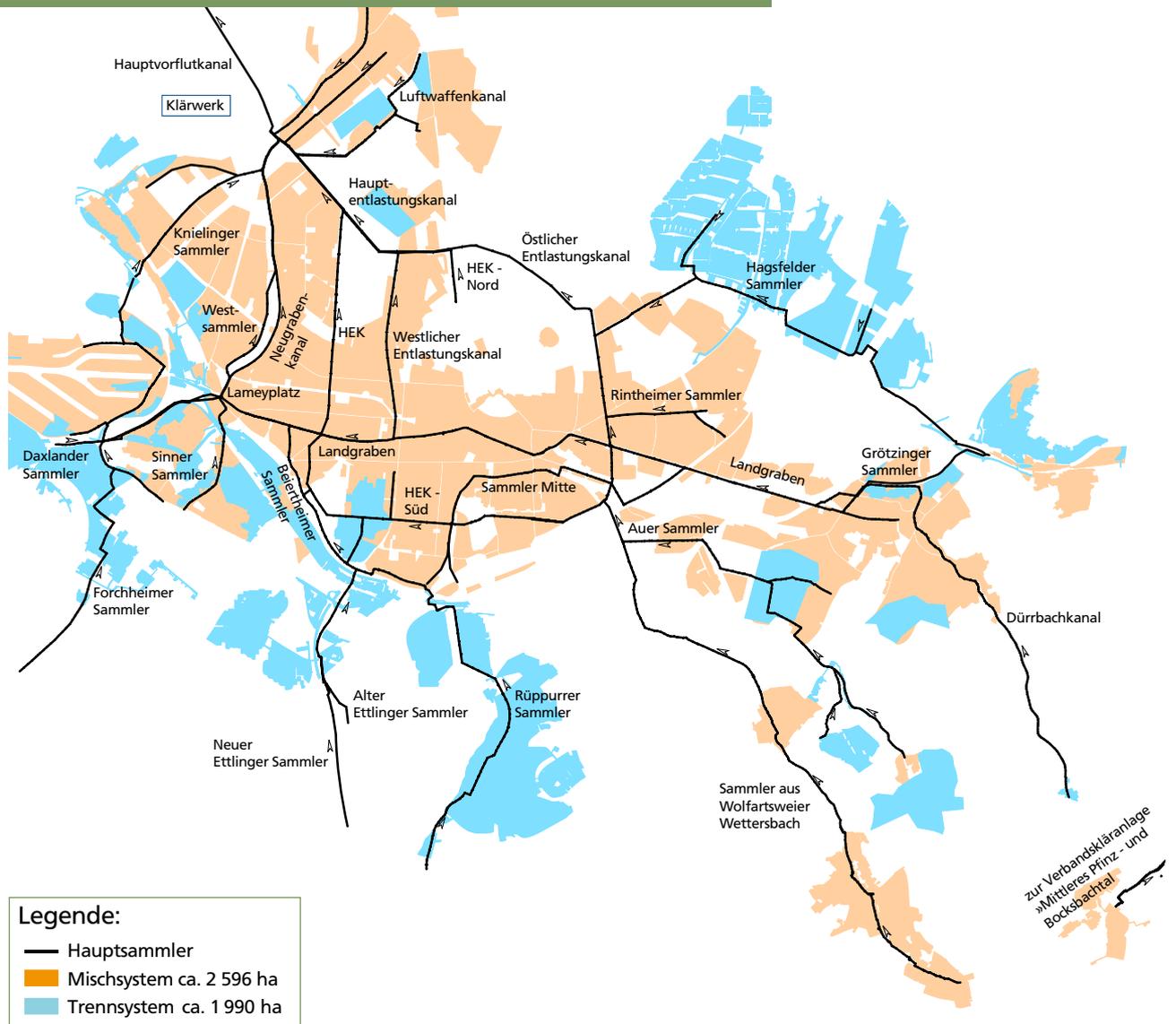


*Baustelle in der Kapellenstraße, 1919*



*OB Heinz Fenrich und ein Mitarbeiter der Stadtentwässerung bei der Eröffnung des Besucherraums Landgraben am Lameyplatz im Jahr 2002*

# Das Kanalnetz im Überblick



Die Stadt Karlsruhe besitzt ein **Entwässerungsnetz** von ca. 1 100 Kilometer Länge. Neben den vielen kleinen Kanälen umfasst das Netz der Hauptsammler, teilweise mit Durchmessern bis zu 2,4 Meter, eine Länge von 71 Kilometern mit einem Rückhaltevolumen von vielen tausend Kubikmetern Abwasser.

Mit der Festlegung des Standortes der Kläranlage im Jahr 1908 wurde das Kanalnetz radial ausgerichtet. Hierzu war es erforderlich, die neuen Sammler tiefer zu verlegen. Neben dem Landgraben waren der Östliche Entlastungskanal, der Westliche Entlastungskanal, der

West-Sammler und der Neugraben das Rückgrat der Karlsruher Entwässerung.

Ein modernes Kanalnetz muss ein hohes Maß an Funktionsfähigkeit und Betriebssicherheit aufweisen. Das langfristige Ziel ist, das vorhandene Kanalnetz in ein geschlossenes Verbundsystem überzuführen, wie es im Versorgungsbereich schon lange üblich ist.

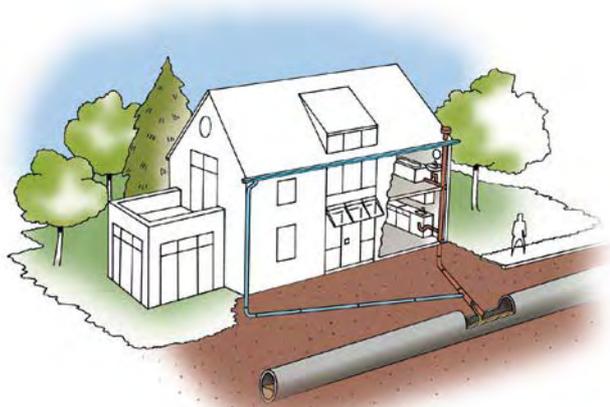
# Der Weg des Regenwassers

**Mischsystem** nennt man die gemeinsame Ableitung von Schmutz- und Regenwasser in einem Kanal. Nach diesem Prinzip sind zunächst alle Stadtteile kanalisiert worden. Das Mischsystem vereinfacht die Installation auf den Grundstücken. Außerdem ist in den Straßen nur ein Kanal erforderlich. Allerdings fließen bei Regen große Abwasserströme dem Klärwerk zu. An Regenüberläufen wird bei Starkregen verdünntes Mischwasser direkt in die Gewässer eingeleitet, um die Zulaufmengen zum Klärwerk zu verringern.

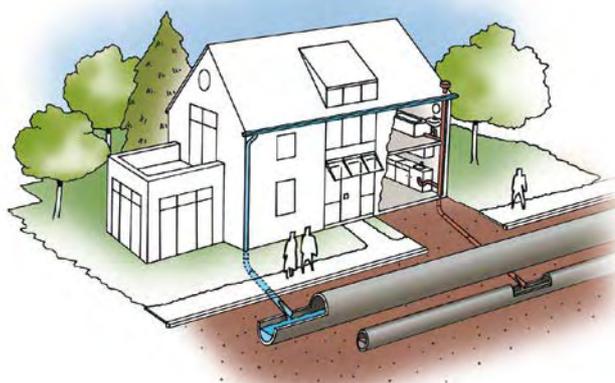
Beim **Trennsystem** liegen zwei Kanäle in der Straße. Der kleinere und in der Regel tiefere Kanal führt das mengenmäßig geringere Schmutzwasser dem Klärwerk zu. Der größere Regenwasserkanal sammelt das Niederschlagswasser von den Dächern, Wegen, Straßen und Plätzen und leitet sie auf dem kürzesten Wege in öffentliche Gewässer, z. B. Alb oder Pfinz. Im Trennsystem sind in den letzten dreißig Jahren hauptsächlich die am Stadtrand liegenden Neubaugebiete erschlossen worden.

Heute wird angestrebt, das anfallende **Regenwasser** auf möglichst kurzem Wege wieder dem Grundwasser durch **Versickerung** zuzuführen. Bei jedem Baugesuch wird daher geprüft, ob das Niederschlagswasser schadlos versickern kann.

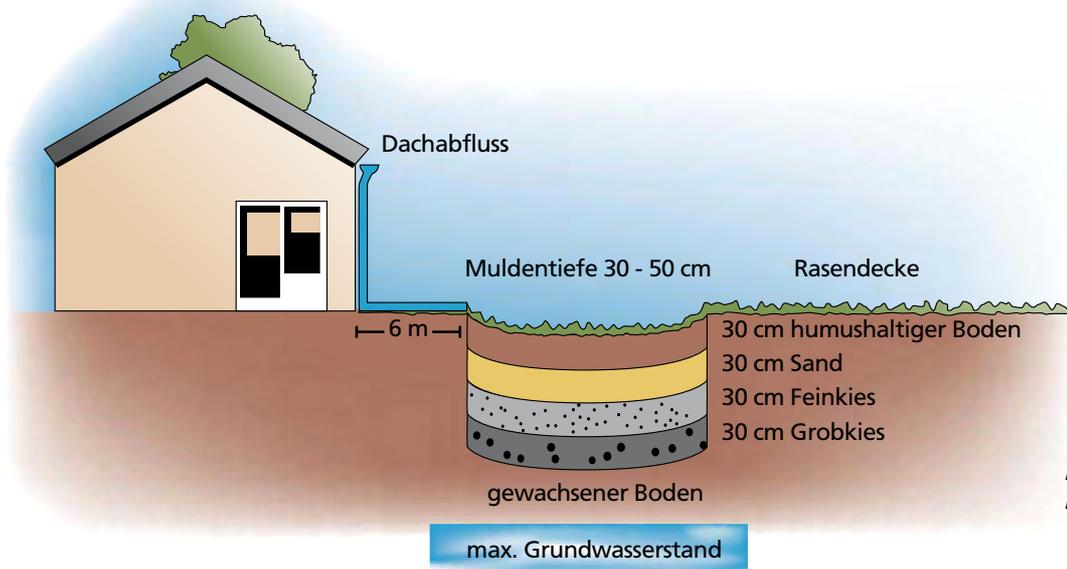
Eine Möglichkeit der naturnahen Regenwasserbewirtschaftung sind die **Sickermulden**. Die Mulden müssen eine belebte Bodenschicht (Humus) von 30 cm besitzen, um darin die schädlichen Stoffe zurückhalten zu können.



Mischsystem



Trennsystem



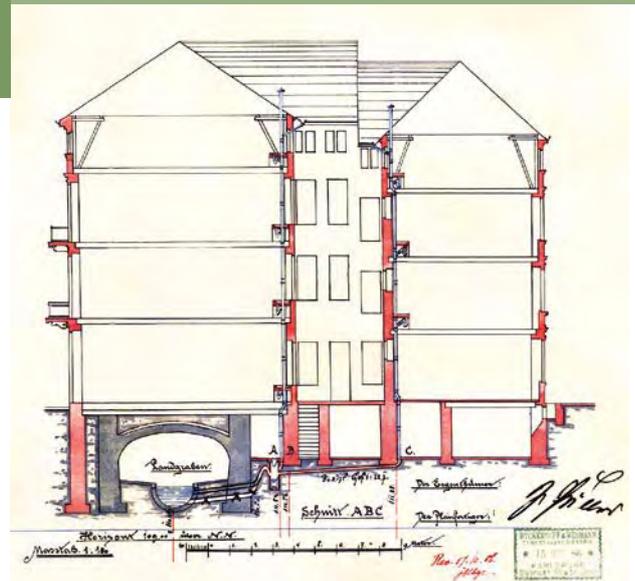
Muldenaufbau zur Regenwasserversickerung

# Entwässerung nach Plan

Eine ordnungsgemäße Abwasserbeseitigung beginnt mit einer richtig bemessenen **Grundstücksentwässerung**. Ziel ist es, das anfallende Abwasser von den Grundstücken schnell und ohne Ablagerungen in die öffentliche Kanalisation zu leiten.

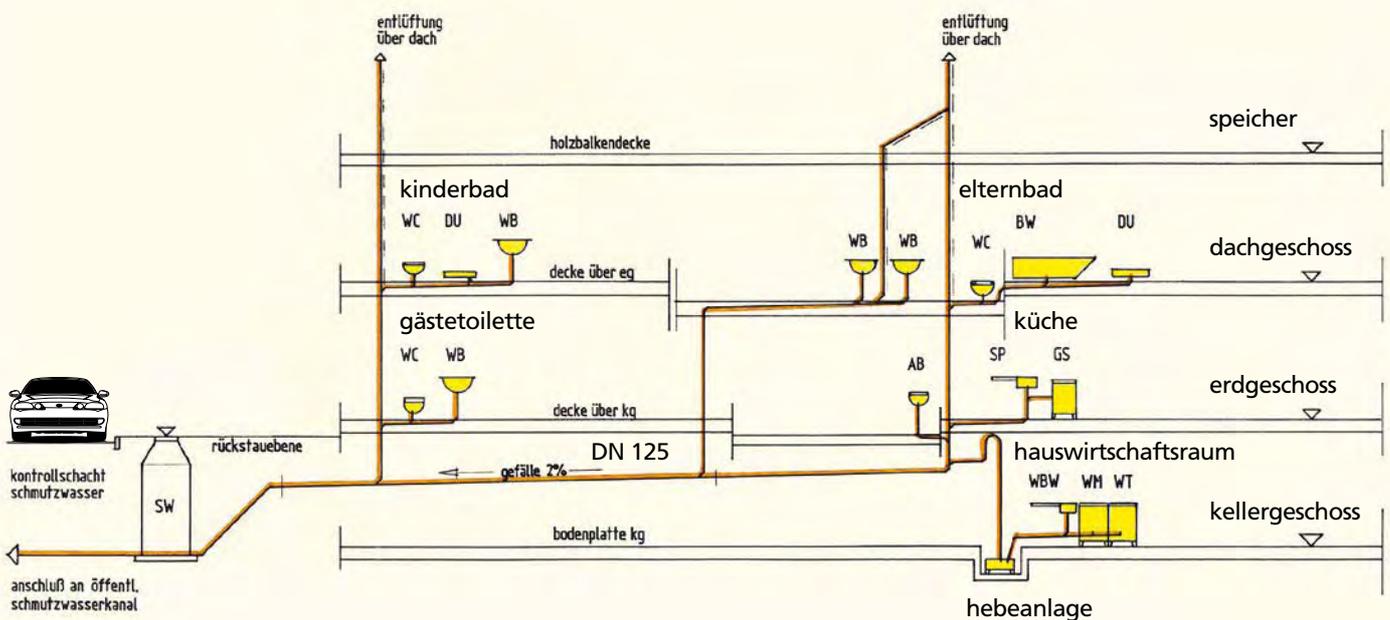
Nach der **Entwässerungssatzung** der Stadt Karlsruhe sind Hauseigentümerinnen und Hauseigentümer verpflichtet, die Gebäude an die öffentliche Kanalisation anzuschließen (Anschlusszwang). Für die Planung der Hausentwässerungsleitung bestehen inzwischen sehr genaue Richtlinien.

Beim Neubau eines Gebäudes muss auch ein **Entwässerungsplan** vorgelegt werden. Diese Entwässerungspläne werden seit Beginn der Kanalisierung verlangt und beim Tiefbauamt geprüft, genehmigt und aufbewahrt.



Entwässerungsplan 1886

holzbalkendecke



Entwässerungsplan 2003

bodenplatte kg

Das städtische Kanalnetz ist für einen bestimmten Bemessungsregen ausgelegt. Bei stärkeren Regenfällen kommt es zu einem Rückstau in den Kanälen. Aus wirtschaftlichen Gründen kann das Fassungsvermögen der Kanäle nicht für jeden wolkenbruchartigen Regen ausgebaut werden. Es ist Sache der Hauseigentümerinnen und Hauseigentümer, durch den Einbau von **Rückstausicherungen** gegen »Jahrhundert-Regen« Vorsorge zu treffen.

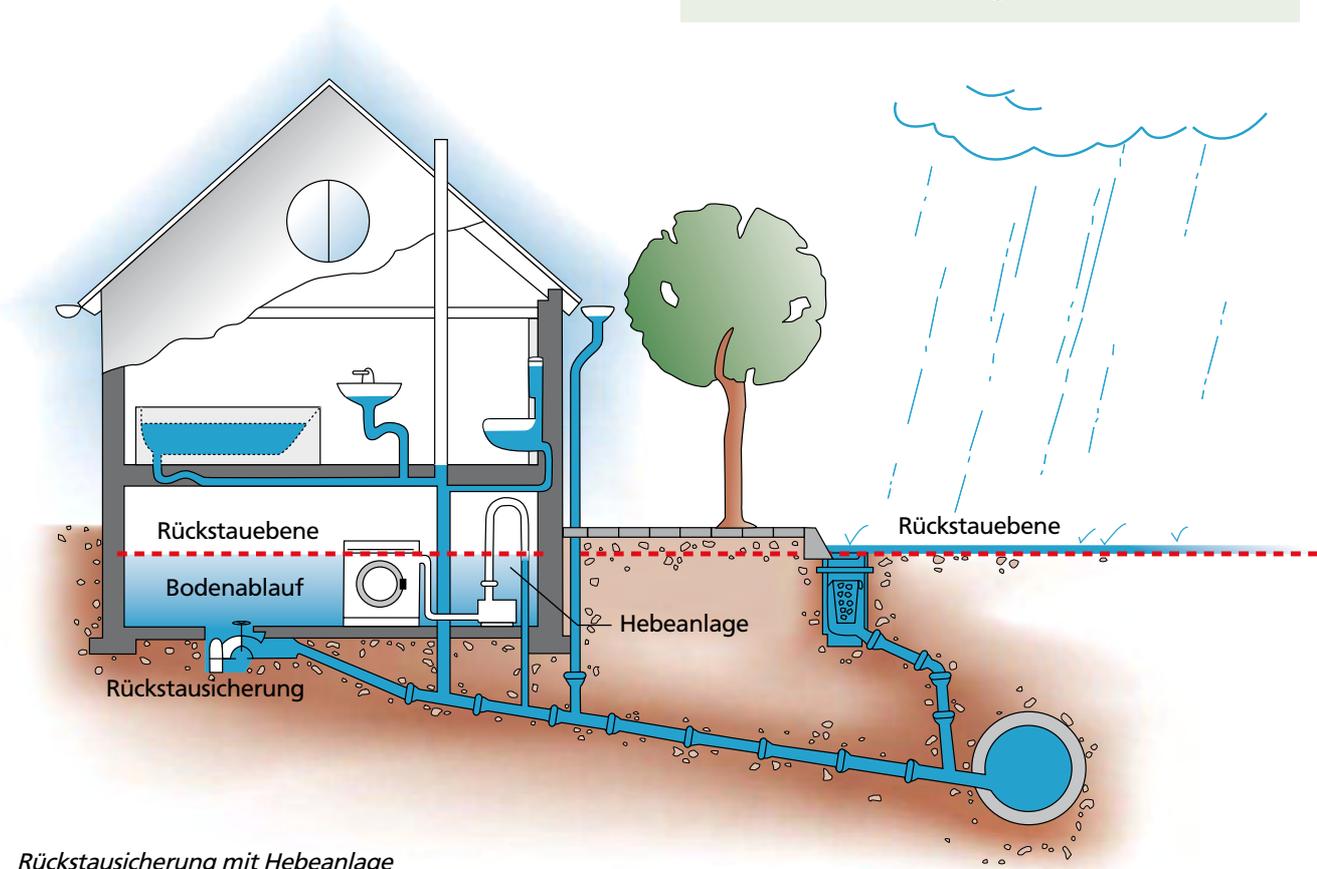
Regen- und Schmutzwasser, das unterhalb der Straßenoberkante anfällt, der so genannten Rückstauenebene, muss über eine automatische **Hebeanlage** in den öffentlichen Kanal gepumpt werden. Dabei ist zu beachten,

dass die Pumpleitung über das Niveau der Rückstauenebene geführt wird. Auch bei Stromausfall besteht so eine Sicherheit gegen Rückstau.

Häusliches Schmutzwasser ohne Fäkalien kann bei Gebäudeteilen mit untergeordneter Nutzung – z. B. aus einer im Keller aufgestellten Waschmaschine – über einen **Doppel-Rückstauverschluss** eingeleitet werden. Zur Frage, ob eine Hebeanlage eingebaut werden muss oder nicht, hat das Tiefbauamt eine spezielle Informationsschrift verfasst.

#### Hebeanlage ja oder nein?

Die Informationsschrift kann unter der Telefonnummer 0721/133-7453 angefordert werden.



Rückstausicherung mit Hebeanlage

# Vorkehrungen bei Regen

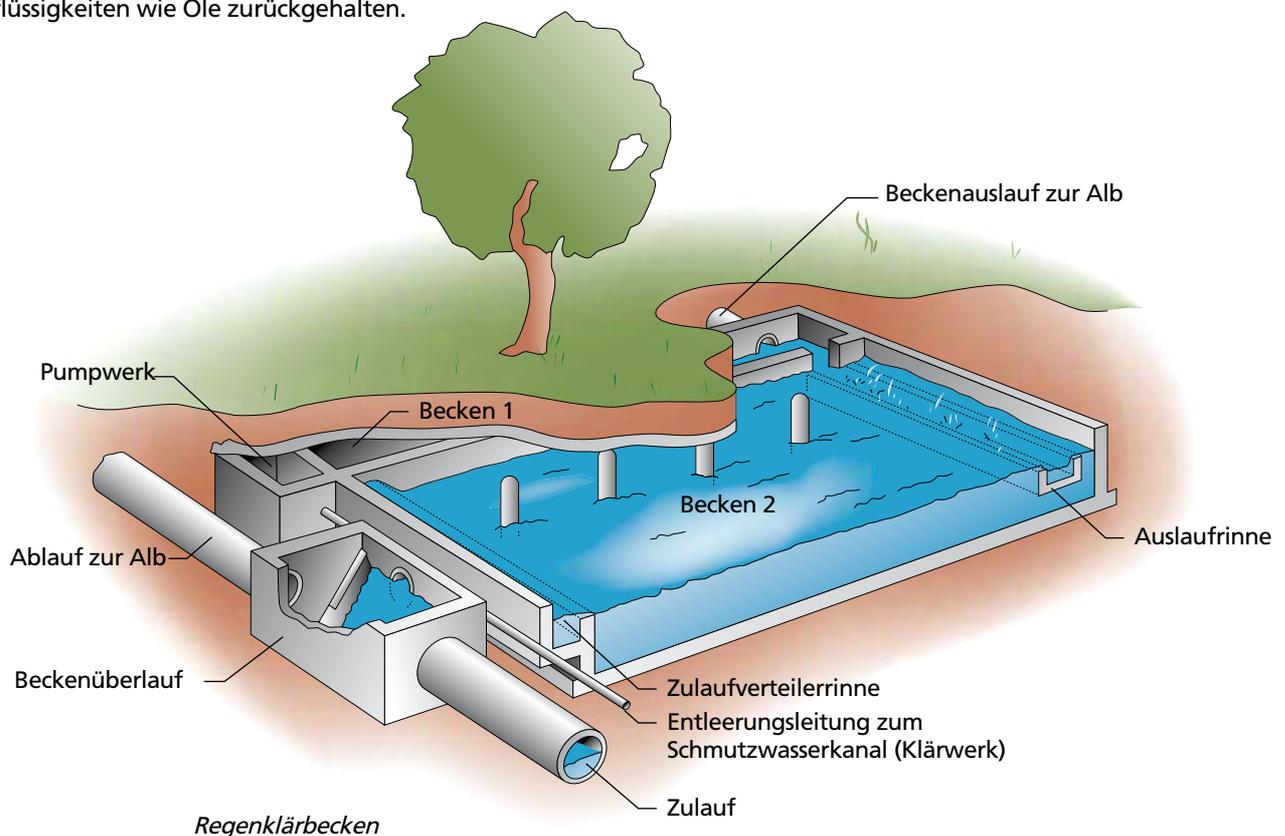
Im September 1991 wurden die ersten **Regenschreiber** der Stadt Karlsruhe zur **automatischen Datenerfassung** aufgestellt. Inzwischen gibt es zehn Regenschreiber, die sich über das ganze Stadtgebiet und die Höhenstadtteile verteilen. Die Regenschreiberdaten dienen als Grundlage für die Planungen und Berechnungen der Stadtentwässerung.

Bei starken Niederschlägen erhöhen folgende **Sonderbauwerke** im Kanalnetz die Sicherheit der Ableitung und schützen die Gewässer vor zusätzlicher Verschmutzung:

**Regenklärbecken** sind Reinigungsanlagen, die in einem Regenwasserkanal des Trennsystems vor dessen Einmündung in ein öffentliches Gewässer errichtet werden. Das Niederschlagswasser von Dach- und Hofflächen sowie von Straßen und Plätzen ist zum Teil durch Reifenabrieb, Ölreste und Straßenschmutz verunreinigt. Dies gilt insbesondere für Regenwasser aus Gewerbe- und Industriegebieten. In Regenklärbecken werden nach dem Prinzip eines Benzinabscheiders sowohl die absetzbaren Stoffe als auch die auf dem Wasser schwimmenden Leichtstoffflüssigkeiten wie Öle zurückgehalten.



*Regenschreiber*

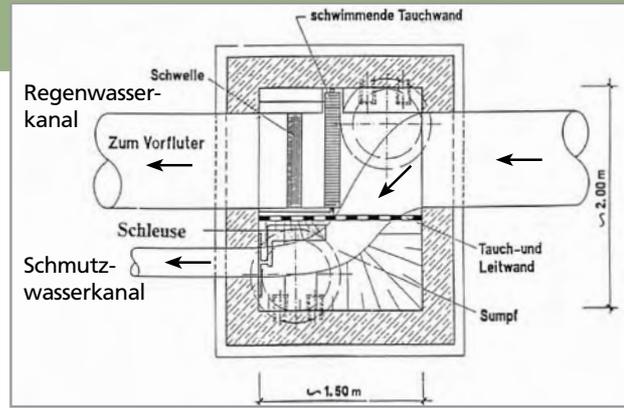


*Regenklärbecken*

Für kleinere Einzugsgebiete wurden kostengünstige **Abwasserweichen** entwickelt, die bei Trockenwetter das in den Regenwasserkanal eingeleitete Abwasser (Fehlanschlüsse) über einen Bypass zum Schmutzwasserkanal ableiten. Bei beginnendem Regen verschließt sich der Bypass und speichert mit Hilfe einer Tauchwand die Schwimmstoffe im Kanal. Nach Beendigung des Regens werden diese Stoffe zum Schmutzwasserkanal und somit zur Kläranlage abgeleitet.

**Regenrückhaltebecken** sind offene oder unterirdisch angeordnete Speicher, die sich füllen, wenn der Regenwasserkanal das Wasser nicht mehr aufnehmen kann. Über ein Drosselorgan wird nur eine bestimmte Abflussmenge an die Kanalisation abgegeben. Diese Abflussverzögerung verhindert Überschwemmungen.

Im Mischsystem kommt es bei Regen zu einem sprunghaften Anstieg der Abwassermengen. Bei einem ausreichend großen Verdünnungsverhältnis darf dieses verdünnte Mischwasser über einen Regenüberlauf in ein Gewässer eingeleitet werden. Der **Regenüberlauf** muss hydraulisch so dimensioniert sein, dass mindestens 90 % aller Schmutzstoffe sicher zum Klärwerk abfließen.



*Systemgrundriss einer Abwasserweiche*

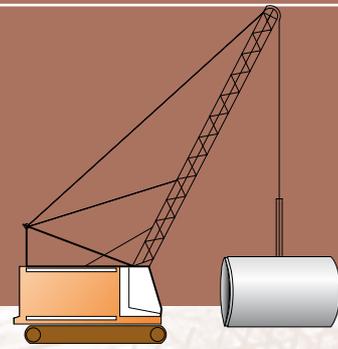
Kann diese Bedingung nicht erfüllt werden, weil das vom Regenüberlauf fortführende Kanalsystem zu klein ist, muss ein kombiniertes Speicher- und Absetzbecken erstellt werden. Das **Regenüberlaufbecken** dämpft den Abwasserstoß im Mischsystem und reinigt das verdünnte Mischwasser durch Sedimentation. Der in den Becken zurückbleibende Schmutz muss in regelmäßigen Abständen entnommen werden.



*Regenüberlaufbecken im Klärwerk mit einer Aufnahmekapazität von 18 000 Kubikmetern.*

# Bauausführung im Kanalbau

## Erneuerung in offener Bauweise



*Verkehrsbehinderungen bei offener Bauweise*

Im Kanalbau wird zwischen offener und geschlossener Bauweise unterschieden. Wenn der vorhandene Kanal starke Schäden aufweist oder hydraulisch bzw. statisch überlastet ist, muss er in **offener Bauweise** erneuert werden. Dies ist in der Regel mit unvermeidbaren Emissionen (Lärm, Erschütterungen etc.) und Verkehrsbehinderungen verbunden.

Hohe Grundwasserstände, belastetes Erdreich sowie eine große Anzahl quer zum Rohrgraben verlaufender Versorgungsleitungen (Strom, Telekom, Gas, Wasser etc.) erschweren die Kanalauswechslung oftmals erheblich. Andererseits entsteht durch dieses Verfahren ein neuer, leistungsfähiger Abwasserkanal.



*Kanalauswechslung in offener Bauweise*



*Versorgungsleitungen erschweren die Arbeiten*

# Rohrvortrieb in geschlossener Bauweise

Die großen Sammelkanäle bilden das Rückgrat des Karlsruher Entwässerungsnetzes. Diese tief liegenden Kanäle (ca. 5 bis 8 Meter unter Geländeoberkante) werden bereits seit den sechziger Jahren in Durchmessern von bis zu 2 Metern im so genannten Vortriebsverfahren hergestellt. Dabei werden die Stahlbetonrohre in **geschlossener Bauweise**, ausgehend von einer Pressgrube, über Strecken von mehreren hundert Metern durch Hydraulikpressen ins Erdreich vorgetrieben und gleichzeitig wird der im Rohrquerschnitt anstehende Boden abge-

baut. In der Zielbaugrube wird schließlich die Schneid-  
schuheinheit ausgebaut und die Verbindung an das Kanalnetz hergestellt. Diese spezielle Technik stellt hohe Anforderungen an die lage- und höhenmäßig exakte Verlegung. Durch dieses Verfahren ist es möglich, für unterschiedliche Querschnitte über große Strecken Entwässerungsleitungen herzustellen. Der Eingriff an der Erdoberfläche ist dabei auf die wenigen Press- und Zielbaugruben beschränkt.



Vorpressgrube mit den Hydraulikpressen



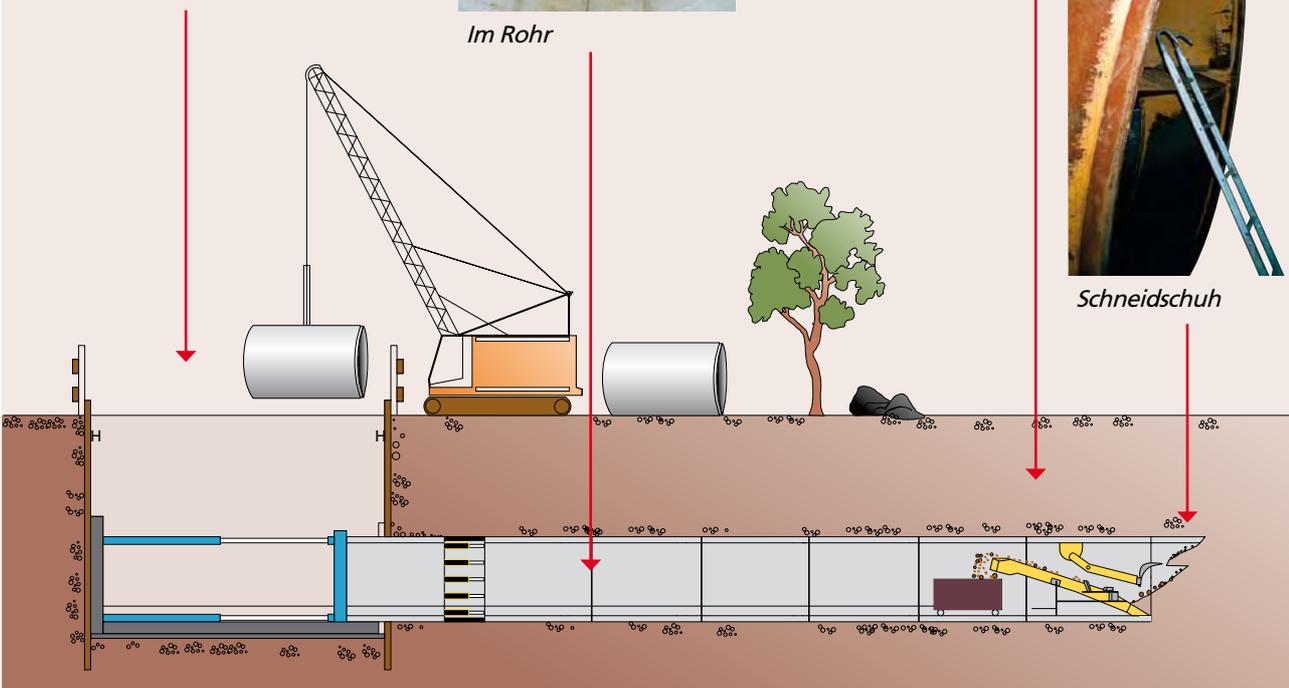
Im Rohr



Abbau des Erdreichs an der Ortsbrust



Schneid Schuh



Vorpressbaustelle

# Bauausführung im Kanalbau

## Kanalsanierung im Reliningverfahren

### Schlauchrelining

Neben der Auswechslung der Kanäle besteht auch die Möglichkeit, die vorhandenen Kanäle durch den Einbau von Kunststoffschläuchen, so genannte Schlauchliner oder Inliner, zu renovieren. Voraussetzung **für diese Innensanierung** ist, dass der Altkanal keine gravierenden Schäden wie Einbrüche, Scherbenbildungen oder Deformationen über 10 % des vorhandenen Querschnitts aufweist.

Bei diesem Verfahren wird jeweils haltungsweise, d.h. von Schacht zu Schacht, ein flexibler, harzgetränkter Kunststoffschlauch eingebracht, mittels Druckluft aufge-

blasen und an die Innenwand des vorhandenen Kanals gedrückt. Anschließend wird eine Wärmequelle (Wasser, Licht, Dampf) eingebracht, die das Harz und damit den Kunststoffschlauch aushärtet.

Nach dem Abschluss des Aushärtetvorgangs werden alle bestehenden Anschlüsse an den Kanal mit einem Fräsboter geöffnet.

So entsteht innerhalb kurzer Zeit ein Rohr-im-Rohr-System. Der alte Kanal dient zukünftig nur noch als umgebende Hülle.



*Einbringen des Kunststoffschlauches*



*Schadhafter Kanal vor der Sanierung*



*Nach der Sanierung: Mit glasfaserverstärktem Kunststoff ausgekleideter Kanal*

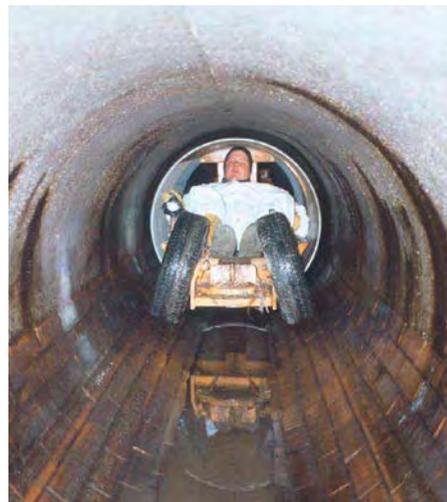
## Rohrrelining

Beim Rohrrelining werden im Gegensatz zum Schlauchrelining werkgefertigte Kunststoffrohre eingesetzt. Über Einziehbaugruben werden die gelieferten Kunststoffrohre abgelassen und mit einem Hubwagen zum Einbauort transportiert. Am Bestimmungsort werden sie in der Lage justiert und angekuppelt. Anschließend wird der verbleibende Ringspalt zwischen Alt- und Neurohr mit einem tonhaltigen Mineralgemisch abgedichtet.

Der Vorteil der Reliningverfahren besteht darin, dass innerhalb kurzer Zeit eine neue, voll trag- und funktionsfähige Entwässerungsleitung entsteht. Die bei der offenen Bauweise entstehenden Probleme wie Lärm, Erschütterungen, Verkehrsbehinderungen entfallen hier. Außerdem fällt kein Aushub an und eine aufwändige Verlegung von Versorgungsleitungen ist nicht notwendig.



*Einfahrgrube für Rohrrelining*



*Einfahren der Rohre*



*Lageplan: Rohrrelining am Bulacher Sammler*

Mit den geschilderten Bauverfahren werden in Karlsruhe pro Jahr mehrere Kilometer Entwässerungsleitungen erneuert und saniert.

# Moderne Techniken für Inspektion und Sanierung



Roboter mit Spezialkamera (Fernauge)

Im Stadtgebiet gibt es heute ein Kanalnetz mit einer Gesamtlänge von etwa 1 100 Kilometern. Davon wurden rund 290 Kilometer bereits vor dem 2. Weltkrieg verlegt. Für Datenerfassung und Sanierung des Kanalnetzes kommt modernste Technik zum Einsatz. Seit dem Jahre 1975 werden die Kanäle mit einem Spezialroboter, dem so genannten **Kanalfernauge**, untersucht. Im Jahre 1999 konnte die Erstbefahrung aller Kanäle abgeschlossen werden. Der Ablauf dieser Untersuchungen ist folgender:

**Spezialkameras**, die auf Roboter aufmontiert werden, durchfahren die Kanäle und nehmen deren Zustand auf. Entwässerungskanäle von 20 Zentimetern bis 2,20 Metern Durchmesser werden auf diese Weise befahren und überprüft. Die Spezialkamera überträgt die Bilder auf einen Monitor im Beobachtungswagen. Schäden werden mittels digitalisierter Bilder und Videoaufnahmen dokumentiert und in Zustandsklassen eingeteilt. Daraus werden die eventuell erforderlichen **Sanierungsmaßnahmen** abgeleitet.

Vor jeder Sanierungsmaßnahme muss überprüft werden, ob die hydraulische Leistungsfähigkeit des Kanalquerschnitts noch ausreicht. Punktuelle Schäden können

mit modernen Innensanierungstechniken durch Kanalroboter, Partliner oder Muffenverpressungen ohne Aufgrabung repariert werden. Diese Verfahren ersparen Kosten und minimieren die Belästigung für die Anwohner.

Erfahrungen zeigen, dass das Alter allein noch keine Aussage über Beschaffenheit und Dichtigkeit bzw. den Gesamtzustand eines Kanals erlaubt. In Karlsruhe gibt es über hundert Jahre alte Kanäle, die noch unbeschädigt im Erdreich liegen. Hingegen weisen Stahlbetonrohre, die zwischen den zwei Weltkriegen verlegt wurden, sehr häufig starke Beschädigungen auf. In jener wirtschaftlich schwierigen Zeit wurde am Bindemittel Zement gespart, was eine beachtliche negative Auswirkung auf die Betonqualität hatte.



Fräsroboter mit Schwenkkamera



Wurzelbildung in einem Kanal



Kanalsanierungsfahrzeug im Einsatz

# Katasterauskünfte

Seit 1930 gibt es in Karlsruhe Messeinrichtungen für die Grundwasserstände. Über das gesamte Stadtgebiet sind mehr als 140 Grundwassermessstellen verteilt. Die Grundwasserstände werden in regelmäßigen Abständen abgelesen und protokolliert. Für alle Interessierten besteht die Möglichkeit, sich beim Tiefbauamt über den in einem Gebiet aufgetretenen höchsten und niedrigsten Grundwasserstand zu informieren.

Datenauszüge aus dem öffentlichen Kanalkataster und dem Bohrkataster werden entweder als Papierkopie oder in digitaler Form zur Verfügung gestellt.

Kostenpflichtiger Auskünfte aus den Katasterwerken der Stadtentwässerung Karlsruhe erhalten Sie zentral über das Katasterbüro unter der Telefonnummer 0721 133-7425 bzw. -7426 oder über die zentrale e-Mailadresse: [kanalkataster@tba.karlsruhe.de](mailto:kanalkataster@tba.karlsruhe.de)

**Stadt Karlsruhe**  
Tiefbauamt - Stadtentwässerung - Grundwasserbeobachtung  
Auszug aus dem geographischen Informationssystem der Stadt Karlsruhe  
Bericht für das Jahr 2008

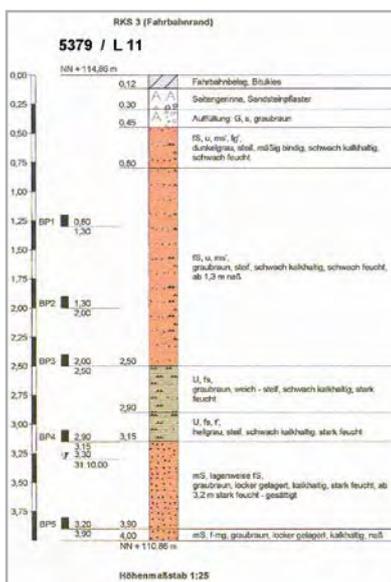
Standort: TULLA BAD  
Beobachtung seit: 1935  
Pegel: T102  
L 39.3  
Pegel Oberkante: 115,38  
Tiefe (m): 0  
Durchmesser (mm): 125  
Ablesegerät: 2006

Datum	GW-Stand
01.01.2008	115,73
01.02.2008	115,62
01.03.2008	115,66
01.04.2008	115,62
01.05.2008	115,62
01.06.2008	115,63
01.07.2008	115,65
01.08.2008	115,66
01.09.2008	115,68
01.10.2008	115,61
01.11.2008	115,62
01.12.2008	115,68
Jahresmaximum	115,73
Jahresminimum	115,47
Jahresmittel	115,77

GW-messstellennummer: 111,38 (gem. amt. 02.04.1961)  
GW-Instanznummer: 188,44 (gem. amt. 03.08.1964)  
GW-Messstellennummer: 110,63

Alle Höhen in m + NN

Datenblatt Grundwasserbeobachtung



Plan Bohrkataster



Plan Kanalkataster

# Vom Handbetrieb zur Maschinenspülung

Da die Rheinebene nur wenig Gefälle hat, liegen die Kanäle im Karlsruher Stadtgebiet sehr flach. Das Abwasser fließt entsprechend langsam mit einer geringen Schleppkraft, wodurch sich leicht Ablagerungen bilden können. Damit die Kanäle nicht verstopfen, werden sie in regelmäßigen Abständen gereinigt. Insbesondere im Frühjahr müssen die beim Winterdienst in die Kanalisation gelangten Streumittel entfernt werden. In früheren Jahren wurde die Reinigung mit an Seilwinden befestigten Kanalbürsten durchgeführt.



*Handreinigungskolonne um 1959*

Heute wird der überwiegende Teil der Kanäle mit **Hochdruckspülfahrzeugen** gereinigt. Mit einem Druck bis 150 bar werden die Absetzungen im Kanal gelöst und weggespült. Über einen Saugrüssel zieht das Fahrzeug den Schlamm in einen Sammelbehälter ein. Mit diesem System können Kanäle wirtschaftlich bis zu einem Durchmesser von einem Meter gereinigt werden.

Die Hauptvorflutkanäle, wie z. B. der Hauptentlastungskanal oder der Landgraben, müssen mit Spülapparaten gereinigt werden. Hierzu werden **Spülschlitten** in den Abwasserkanal eingebaut. Nach dem Prinzip des wandernden Staus werden die Spülapparate mit dem vorhandenen Abwasser durch den Kanal getrieben.

Wenn das vorhandene Abwasser nicht ausreicht, kann Wasser über spezielle **Spülbrunnen** oder so genannte Spülkanäle von rund fünfzehn Kilometern Länge aus Alb und Pfinz bis in die Innenstadt geleitet werden. Die Spülapparate werden an bestimmten, verkehrsgünstig gelegenen Schächten angehalten und der Kanalschlamm aus dem Kanal herausgeschaufelt oder mit einem Saugfahrzeug abgesaugt.

Trotz starker Mechanisierung des Reinigungsbetriebs sind Inspektionen in den Kanälen unumgänglich. Die Arbeit bleibt gefährvoll und verlangt vollen körperlichen Einsatz. Umfangreiche Sicherheitsvorkehrungen schützen die Beschäftigten vor Unfällen.



*Kanalreinigung mit Hochdruck-Spülfahrzeug*



*Hochdruck-Reinigungsdüse*



*Spülschlitten im Landgraben*

Insgesamt 70 Beschäftigte des **Kanalbetriebs** halten das gesamte Kanalnetz funktionsfähig. Eigene Handwerkskolonnen führen kleinere Reparaturarbeiten sofort durch. Den Kanalreinigungskolonnen stehen Spezialfahrzeuge für die Hochdruckreinigung, Schlammabsaugung und Sinkkastenreinigung zur Verfügung.

Pro Jahr reinigen die Beschäftigten etwa 87 000 Sinkkästen und 1 300 Kilometer Entwässerungskanäle im Stadtgebiet.

Die Abteilung Kanalbetrieb des Tiefbauamts ist auch für die Wartung der Regenbecken und Regenüberlaufbauwerken zuständig. Jedes Jahr führen die Beschäftigten an den Beckenbauwerken über 260 Kontrollen durch. Etwa 1 300 Tonnen Kanalsand und -schlamm werden dabei jährlich aus den Becken Kanälen und Straßenabläufen der Stadt entnommen.

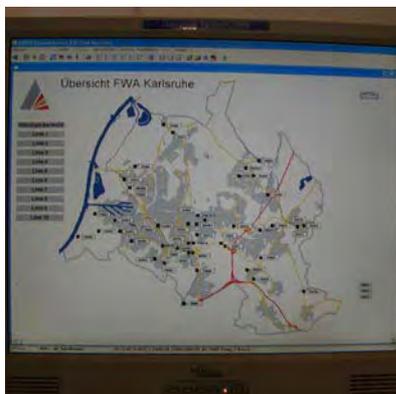


*Beschäftigte des Kanalbetriebes*

# Pumpstationen sorgen für Durchlauf

Es gibt Entwässerungsgebiete die so tief liegen, dass ein natürliches Gefälle zu den Gewässern oder zu den Sammelkanälen nicht vorhanden ist bzw. nicht ausreicht. Hier sind **Pumpwerke** erforderlich. Im Stadtgebiet werden 29 Regenwasser-, 8 Mischwasser- und 15 Schmutzwasserpumpwerke betrieben. Die Pumpwerke bedürfen intensiver Wartung und regelmäßiger Inspektion.

Mehrere Kleinsiedlungen in Außenbereichen des Stadtgebietes, für die ein normaler Kanalanschluss zu kostenaufwändig geworden wäre, wurden mit Druckentwässerungsleitungen an das bestehende Kanalnetz angeschlossen. Das Abwasser aus diesen Gebieten wird durch Kunststoffleitungen mit kleinem Durchmesser von 80 bis 100 mm gepumpt. Die Baukosten betragen nur 15 bis 25 % verglichen mit den Kosten eines Kanals im freien Gefälle.



Monitor der Fernüberwachung



Schaltwarte Pumpwerk Südtangente



Pumpenschacht mit Tauchpumpen



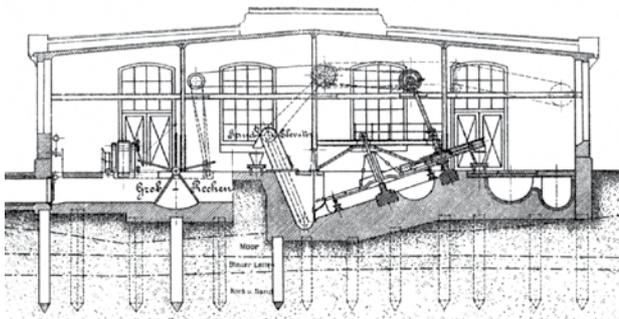
Regenwasserpumpen

# Alles landet im Klärwerk



Verwaltungsgebäude Klärwerk

Alle bislang aufgeführten Bemühungen der Stadtentwässerung sorgen dafür, dass das entstehende Abwasser, das im Mischsystem aufgefangene Regenwasser und das in manchen Bereichen des Kanalsystems eintretende Grundwasser (Fremdwasser) möglichst schnell und sicher im Klärwerk ankommt. Die gesamte Wassermenge beträgt an trockenen Tagen etwa 64 000 Kubikmeter, das sind ungefähr 425 000 Badewannen voll. Bei Regenwetter können täglich bis zu 340 000 Kubikmeter behandelt werden.



Riensch'sche Rechenschrägscheibe, 1913

1913 gingen als erste Anlagenteile der Kläranlage ein Grobrechen und eine daran angeschlossene rotierende Rechenschrägscheibe bzw. ein Siebschaufelrad in Betrieb. Diese einfache mechanische Abwasserreinigung erfolgte bis nach dem Zweiten Weltkrieg.

Anfang der fünfziger Jahre wurde die Leistung dieser mechanischen Reinigungsstufe mit dem sukzessiven Bau von Rechen, Sandfängen, Absetzbecken und Trockenbeeten wesentlich gesteigert.

Eine biologische Abwasserreinigung (Belebtschlammverfahren) erfolgt seit 1977. Mit der Inbetriebnahme einer zweiten biologischen Reinigungsstufe (Tropfkörper) konnte 1984 die Reinigungsleistung noch einmal deutlich verbessert werden.

Zwischen 1970 bis ca. 1990 lag der Schwerpunkt im Ausbau auf einem möglichst hohen Abbau der Kohlenstoffverbindungen.

Die Algenblüte und das Robbensterben in Nord- und Ostsee 1988/89 zeigte, dass auch die im Abwasser gelösten

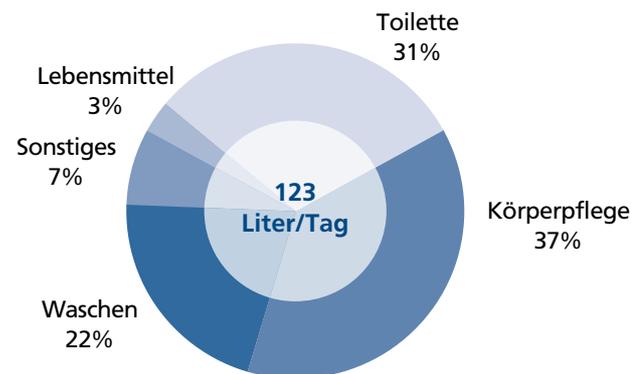
Nährstoffe Phosphor und Stickstoff dem Abwasser entzogen werden müssen. Der Ausbau zur Phosphor- und Stickstoffelimination bestimmte die weiteren Jahre.

Grundsätzlich wurden in Karlsruhe alle geplanten Ausbauschritte in der Abwasserreinigung zuvor in umfangreichen Testreihen in ihrer Leistungsfähigkeit geprüft.



Automatisches Rechenwerk, 1993

Die Erkenntnisse aus diesen Versuchen erlaubten optimale, d.h. schlanke Dimensionierungen. Dadurch gelang es, kostengünstige Lösungen zu finden.



Wasserverwendung in Haushalten pro Person

Nahezu das gesamte als Trinkwasser bezogene Wasser in den Haushaltungen kommt über das Kanalnetz ins Klärwerk. Hinzu kommen Fremd- und Regenwasser.

# Geschichte des Klärwerks Karlsruhe

## **1908 Festlegung des Standorts**

1908 erteilt die Badische Großherzogliche Verwaltung der Stadt die Auflage, das Schmutzwasser aus dem Stadtgebiet vor der Einleitung in den Rhein mechanisch zu reinigen. Als Standort für die mechanische Abwasserreinigungsanlage – ein Grobrechen mit einer nachgeschalteten rotierenden Rechenschrägscheibe – wählt man ein möglichst tief gelegenes Gebiet an der Gemarkungsgrenze nahe am Rhein. Der tiefe Standort erlaubt einen Abwasserabfluss aus den Stadtteilen überwiegend im freien Gefälle.

## **1913 Beginn der Abwasserreinigung**

Mit der im Jahre 1913 im Betrieb genommenen einfachen mechanischen Anlage können bis zu 76 000 m<sup>3</sup> Abwasser pro Tag behandelt werden. Damit beginnt auch ein ständig bis in die heutigen Tage weitergeführter Klärwerksausbau.

## **1942 Kein Geld für einen weiteren Ausbau**

Mitte der dreißiger Jahre ist die Kapazität der Anlage erschöpft. Die Aufsichtsbehörde verlangt ein neues Klärwerk nach dem damaligen Stand der Technik. Berechnungen und Versuche werden umgehend aufgenommen. Wegen der Rüstungsanstrengungen stellt die politische Führung 1942 die weitere Realisierung zurück.

## **1951 Neues Klärwerk westlich der B 36**

Bereits 1946 werden die Planungen wieder aufgenommen. Da nur westlich der Bundesstraße B 36 ausreichend Erweiterungsfläche zur Verfügung steht, wird die neue Kläranlage auf dieses Gelände verlegt. Sie ist als mechanische Anlage mit Rechen, Sandfang, Absetzbecken und Trockenbeeten konzipiert. Die Inbetriebnahme erfolgt 1952. Bis Anfang der siebziger Jahre erfolgen mehrere Erweiterungen.

## **1973 Inbetriebnahme einer thermischen Schlammmentwässerung**

Anstatt für den geplanten Bau von vier Faultürmen zur Schlammstabilisierung entscheidet man sich in Karlsruhe für den Bau einer thermischen Schlammmentwässerung. Entscheidend sind die niedrigen Energiekosten. Ein Liter Heizöl kostet damals weniger als 10 Pfennig (0,05 Euro). Es ergeben sich allerdings große Geruchsprobleme, besonders ab der Inbetriebnahme der Belebungsanlage mit ihren Oberflächenbelüftern.

## **1977 Erste biologische Reinigungsstufe**

Der schlechte Gewässerzustand verlangt schon länger dringend eine biologische Abwasserreinigung. Nach vierjähriger Bauzeit wird 1977 endlich eine erste Abwasserreinigungsstufe mit 18 Belebungsbecken (22 000 m<sup>3</sup>) und 6 Nachklärbecken (18 000 m<sup>3</sup>) in Betrieb genommen.

## **1978 Bau von Abluftwaschanlagen**

Die von den offenen Belebungsbecken und der thermischen Schlammmentwässerung ausgehenden Geruchsemissionen werden von den Anliegern heftig beanstandet. In kürzester Zeit werden die Belebungsbecken abgedeckt. Über eine Abluftabsaugung wird die geruchsbeladene Abluft einem dreistufigen chemischen Abluftwäscher zugeführt. In einem zweiten Abluftwäscher wird die geruchbelastete Luft der thermischen Entwässerung behandelt.

## **1981 Inbetriebnahme der ersten Klärschlammverbrennungsanlage**

Die pro Tag anfallenden 120 Tonnen Klärschlamm (unausgefäult) können nicht mehr ordnungsgemäß auf den städtischen Hausmülldeponien untergebracht werden. Es gibt starke Geruchsprobleme in der warmen Jahreszeit und bei Regenwetter Standfestigkeitsprobleme beim Einbau mit Hausmüll. Als technische Lösung bleibt nur die Verbrennung.

## **1984 Vier Tropfkörper als zweite Biologische Reinigungsstufe**

Mit der Inbetriebnahme von vier Tropfkörpern als zweite biologische Reinigungsstufe sowie 2 zusätzlichen Absetzbecken für die erste Stufe können die Ablaufwerte deutlich verringert werden. Mit dieser Lösung wird schon zusätzlich die Nitrifikation, d.h. der Abbau des für Fische giftigen Ammoniums, erreicht.



*Klärwerk Karlsruhe, 2009*

**1990 Reduzierung des Phosphors**

Nach umfangreichen Großversuchen wird seit 1990 das Phosphor mit Grünsalz aus dem Abwasser ausgefällt.

**1992 Bereitstellung einer zweiten Klärschlammverbrennungsanlage**

Aus Gründen der Betriebssicherheit wird 1992 ein zweiter Wirbelschichtofen für die Klärschlammverbrennung fertiggestellt.

**1998 Stickstoffeliminierung**

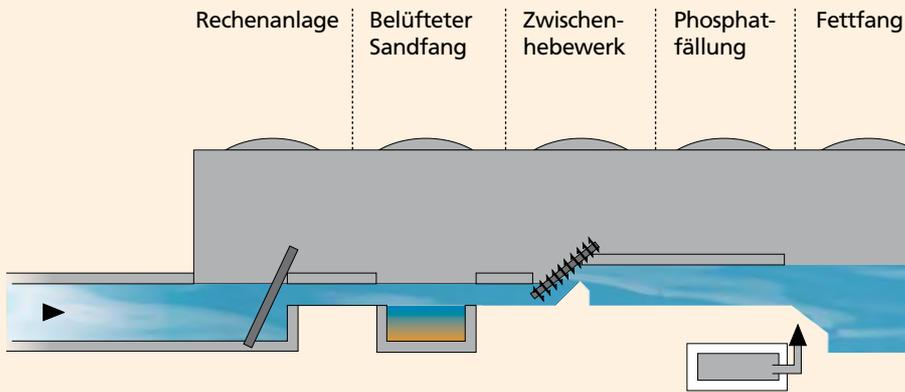
Nach einer sechsjährigen Bauzeit mit umfangreichen Umbaumaßnahmen wird eine Stickstoffeliminierung in Betrieb genommen. Vor Baubeginn wird vier Jahre intensiv mit Gutachtern nach einer optimalen Lösung gesucht. Mehrere Lösungsvarianten werden in halbtechnischen Versuchsanlagen auf ihre Brauchbarkeit getestet. Es wird eine sehr kostengünstige Lösung gefunden, da es gelingt, die vorhandene Bausubstanz in der neuen Ausbaustufe im Wesentlichen zu übernehmen.

**2002 Weitergehende Stickstoffeliminierung**

Der Gesetzgeber senkt 2002 nochmals die einzuhaltenden Ablaufwerte für Stickstoff von 18 auf 13 mg/L für Nges. Es werden vier weitere Tropfkörper geplant, die Ende 2007 in Betrieb gehen. Zwei dieser Tropfkörper können auch für eine nachgeschaltete Denitrifizierung umgerüstet werden.

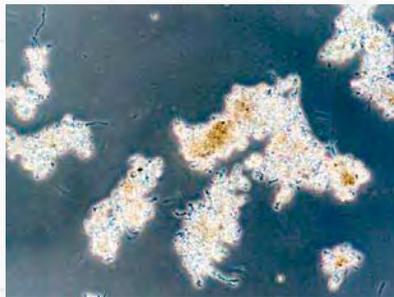
# Bakterien machen das Wasser klar

## Mechanische Reinigungsstufe



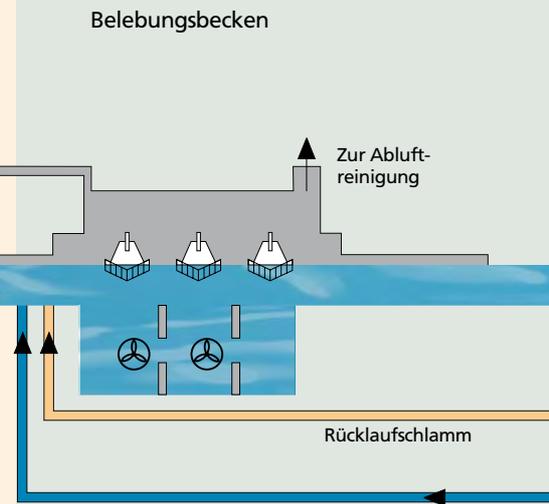
Eine automatische **Rechenanlage** hält alle groben Abfallstoffe zurück. Im nachfolgenden belüfteten **Sandfang** wird die Fließgeschwindigkeit so verringert, dass sich alle mineralischen Bestandteile wie Sand und Kies absetzen.

Nach einem **Zwischenhebewerk** (Archimedes-Schraube) wird dem Abwasser Eisen-II-Sulfat für die simultane **Phosphatfällung** zudosiert. Die Fett- und Schwimmstoffe, die auf der Wasseroberfläche schwimmen, werden in einem **Fettfang** abgetrennt.



*Schlammflocke (vergrößert)*

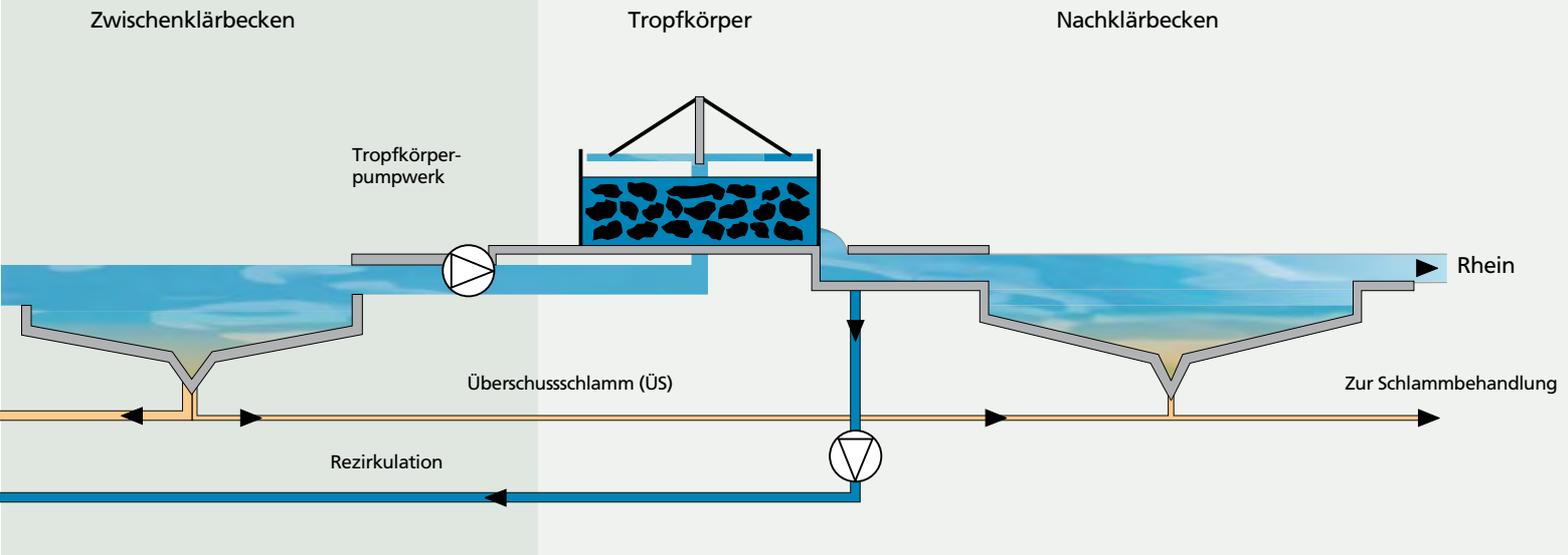
## Erste Biologische Reinigungsstufe mit Denitrifikation



Das derart mechanisch grob gereinigte Abwasser fließt in die **Belebungsbecken**. Indem ein Teil des nitrathaltigen Ablaufwassers der Tropfkörper in die ersten Becken zurückgepumpt wird, erfolgt als so genannte »vorgeschaltete **Denitrifikation**« die Stickstoffeliminierung. Hier erfolgt kein Eintrag von Sauerstoff und die Kohlenstoff abbauenden Bakterien (Denitrifikanten) spalten den zum Leben notwendigen Sauerstoff vom Nitrat ab. Der freiwerdende Stickstoff entweicht als Gas in die Atmosphäre.

Die in den nachfolgenden Becken vorhandenen Mikroorganismen – insbesondere Bakterien – verzehren die im Abwasser gelösten organischen Schmutzstoffe. Rührwerke und technische Belüftungseinrichtungen halten den belebten Schlamm in der Schwebelage und tragen gleichzeitig den für diese Bakterien lebensnotwendigen Sauerstoff ein.

## Zweite Biologische Reinigungsstufe mit Nitrifikation



In **Zwischenklärbecken** werden Schlamm und Wasser getrennt. Durch die langsame Fließgeschwindigkeit setzt sich der Schlamm auf dem Beckenboden ab.

Um eine hohe Bakteriendichte und damit eine gute Reinigungsleistung zu erreichen, wird aus den Zwischenklärbecken der mit Bakterien angereicherte »belebte« Schlamm zurückgepumpt.



Zwischenklärbecken

Eine zweite Stufe verstärkt die biologische Reinigung. Das Abwasser wird gleichmäßig über mit Lavaschlacke gefüllte Zylinder – den **Tropfkörpern** – verrieselt. Mit Hilfe von speziellen Bakterien, den Nitrifikanten, die sich in einer schleimigen Filmschicht auf der Oberfläche der Lavasteine ansiedeln, wird der Ammoniumstickstoff zu Nitrat oxidiert (**Nitrifikation**).



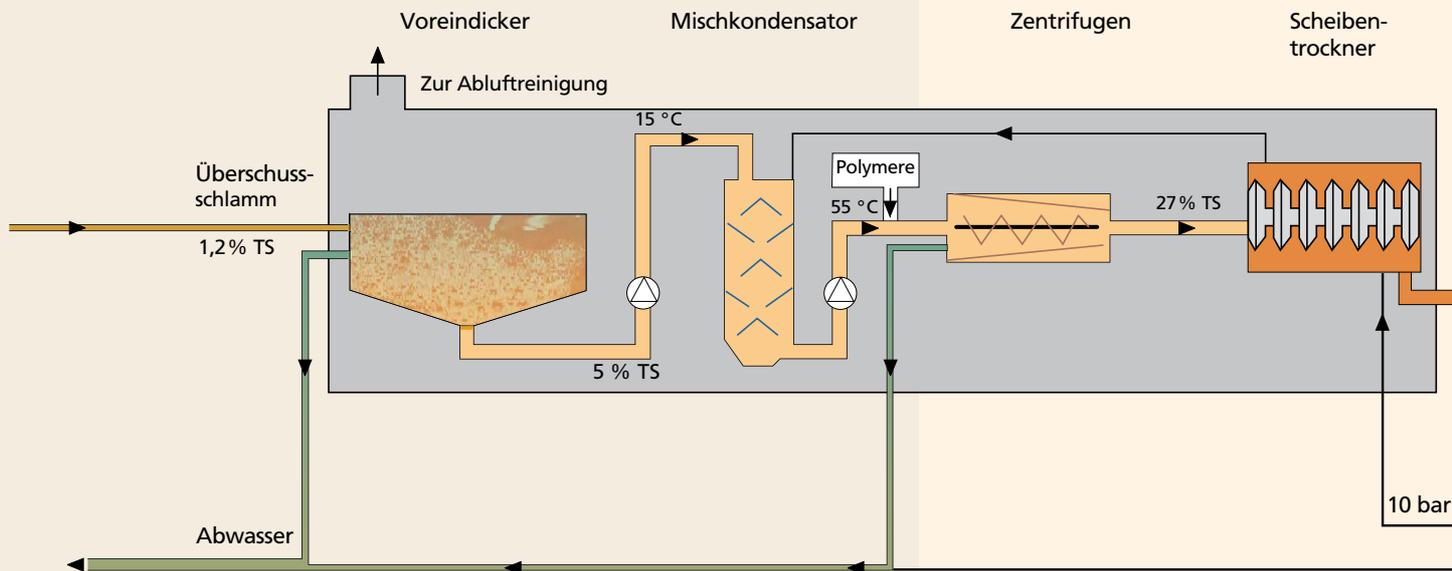
Tropfkörperberieselung

Vier **Nachklärbecken** trennen den Schlamm vom Wasser. Das zweifach biologisch gereinigte Abwasser fließt danach über einen großen offenen Kanal in den **Rhein**.

# Wohin mit dem Schlamm?

## Schlammwässerung

## Schlamm-trocknung



Der aus den Zwischen- und Nachklärbecken anfallende Schlamm hat einen Feststoffanteil von nur 1,2 %, der Rest ist Wasser. Diesen hohen Wasseranteil zu reduzieren ist Aufgabe der Schlammwässerung. In den **Voreindickern** wird durch statische Eindickung, d.h. durch einfaches Stehenlassen, ein Feststoffgehalt von etwa 5 % erreicht.



Schlamm-pumpwerk

Anschließend wird der Schlamm im **Mischkondensator** auf rund 55 °C vorgewärmt.

Um den Schlamm weiter mechanisch zu entwässern, müssen ihm zuvor chemische Konditionierungsmittel (**Polymere**) zugegeben werden. Die Konditionierung bewirkt, dass die kleinen Schlammflocken sich zu größeren Partikeln zusammenballen und das Wasser leichter abgeben.

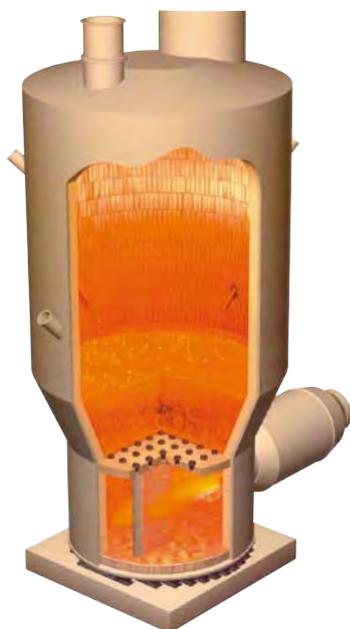
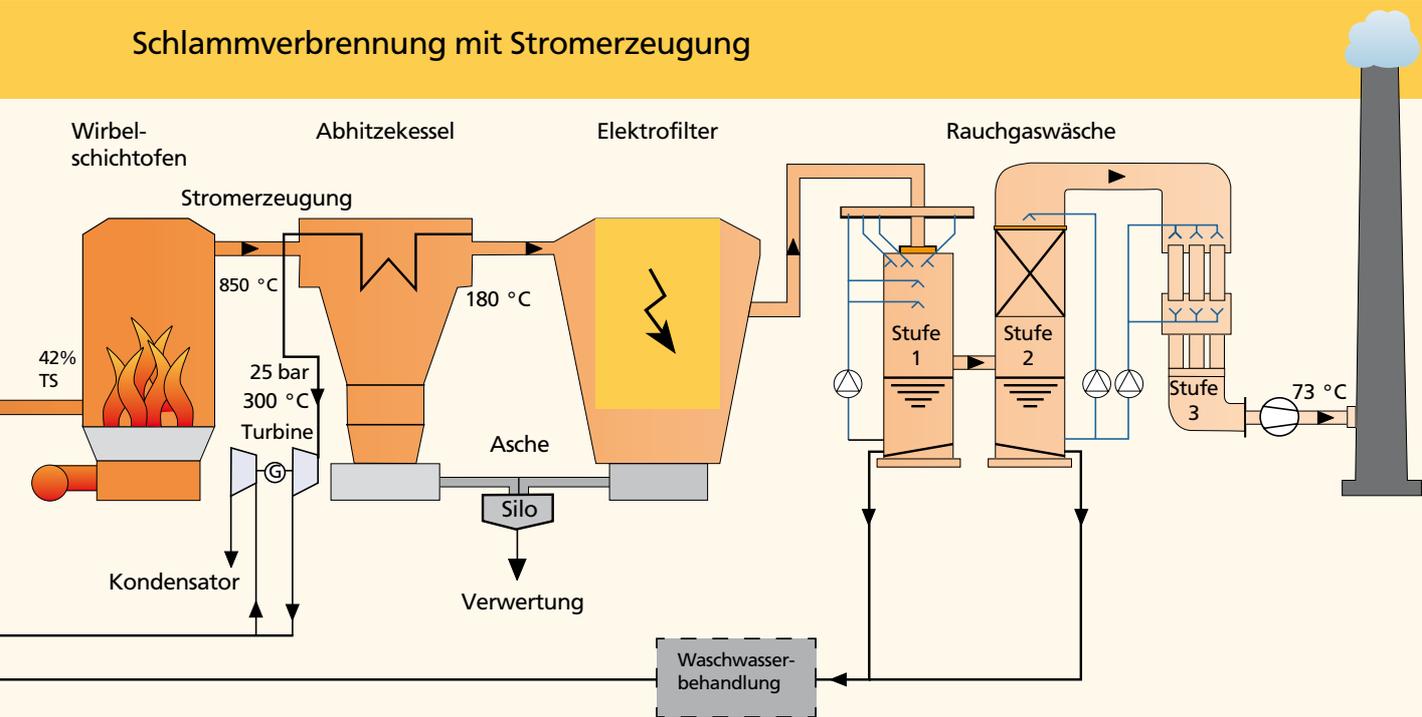
Drei **Zentrifugen** mit einem maximalen Durchsatz von je 45 m<sup>3</sup> pro Stunde entwässern den Schlamm.

Der Feststoffgehalt im Austrag beträgt 27 %. Die für eine selbstgängige Verbrennung erforderlichen 42 % Feststoffe erzielt ein mit Dampf beheizter **Scheibentrockner**.



Scheibentrockner

## Schlammverbrennung mit Stromerzeugung



Wirbelschichtofen

Verbrannt wird der Klärschlamm einschließlich Rechen- und Fettfanggut bei einer Temperatur von rund 850 °C in einem **Wirbelschichtofen**, der heute umweltfreundlichsten Form der Verbrennung. Die im Rauchgas enthaltene Wärmeenergie wird im **Abhitzeessel** zur Dampferzeugung genutzt. 60 % davon werden für die Schlamm-trocknung benötigt und die restlichen 40 % über eine Turbine und einen Generator zur **Stromerzeugung** genutzt.

Die schweren Staubteilchen des Rauchgases setzen sich im Abhitzeessel ab.

Die leichteren Staubpartikel hält der **Elektrofilter** mit einem Reinigungsgrad von 99,8 % zurück.

Anschließend werden die restlichen Schadstoffe in einer dreistufigen nassen Rauchgaswäsche nach dem neuesten Stand der Technik (17. BImSchV) aus dem Rauchgas entfernt.

Von den täglich anfallenden 2 500 m<sup>3</sup> Frischschlamm bleiben am Ende etwa 10 m<sup>3</sup> Asche übrig. Die Asche wird als Zuschlagsstoff für den Grubenversatz in Bergwerken verwertet.



Klärschlamm-Verbrennungsanlage



Rauchgasreinigung

# Betrieb rund um die Uhr

**Kläranlagen** gleichen heute modernen Fabrikationsanlagen. Statt eines Industrieproduktes wird hier schrittweise das Abwasser aufbereitet. Ziel der »Produktion« ist sauberes Wasser. In einem Punkt unterscheidet sich jedoch eine Kläranlage von einer normalen Produktionsstätte. Eine Kläranlage darf nicht abgestellt werden und der Gesetzgeber verlangt eine bestimmte Reinigungsleistung im Dauerbetrieb.

Die Forderung der **ständigen Verfügbarkeit** stellt hohe Anforderungen an den Reinigungsbetrieb. Für alle wichtigen Betriebseinrichtungen, insbesondere die maschinellen Anlagen, die im Dauerbetrieb gefahren werden,

müssen ausreichende Reserveeinheiten vorgehalten werden. Das eigene Personal muss plötzlich auftretende Betriebsstörungen schnell erkennen und kurzfristig beseitigen.

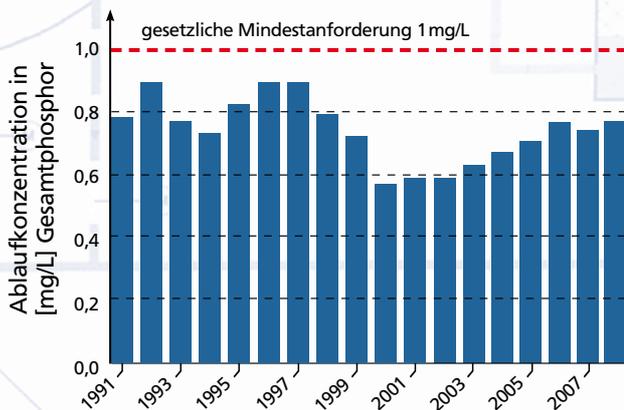
In jeder weiteren Ausbaustufe wurde versucht, die neuen Anlagenteile wartungsarm und störungsunanfällig auszuliegen. Alle Betriebsstufen sind so weit automatisiert, wie es technisch machbar und wirtschaftlich sinnvoll ist. Die Steuerung und Überwachung erfolgt von einer Betriebszentrale.



*Betriebszentrale im Klärwerk*



Beschäftigte des Klärwerks



Erfolg bei der Phosphorentfernung

Außerhalb der normalen Arbeitszeit sind für den Betrieb und die Überwachung der Kläranlage jeweils drei Fachkräfte erforderlich. Insgesamt sind im Klärwerk 65 Personen tätig.

Die inzwischen hoch entwickelte Abwasserreinigungstechnik verlangt sachkundige und verantwortungsbewusste Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Die guten Betriebsergebnisse, die in den letzten Jahren erreicht wurden, sind mit ein Verdienst dieses engagierten Teams.

# Ständige Kontrollen nach innen und außen

Das dem Klärwerk zufließende Abwasser unterliegt starken Schwankungen in Menge, Schmutzfracht und Zusammensetzung. An festgelegten Stellen innerhalb der Anlage werden kontinuierlich Proben des anfallenden Abwassers entnommen. Die daraus durch chemische Analysen gewonnenen Ergebnisse liefern wichtige Betriebsdaten über den Verschmutzungsgrad des Abwassers sowie die Reinigungsleistung der Kläranlage. Das Zentrallabor nimmt diese Analysen im Rahmen der **Eigenkontrolle** täglich durch. Nur mit Hilfe dieser Messungen sind ein optimaler Betrieb sowie Verbesserungen im Klärwerk möglich. Diese Analysen und zusätzlich installierte kontinuierlich messende Geräte (»Online-Geräte«) liefern uns ständig Informationen über den Verschmutzungsgrad des Abwassers sowie über die aktuelle Reinigungsleistung der Kläranlage.



Analyse im Zentrallabor

Die Beratung und Kontrolle der Industriebetriebe im Rahmen der **Indirekteinleiterüberwachung** ist ein weiteres Aufgabengebiet des Zentrallabors. Gewerbe- und Industriebetriebe dürfen ihr Abwasser nur dann in die öffentliche Kanalisation einleiten, wenn bei Schadstoffen bestimmte Konzentrationen oder Frachten nicht überschritten werden. Diese Werte sind für die einzelnen Branchen gesetzlich festgelegt. Betriebe, die über eine Abwasserbehandlungsanlage verfügen oder Starkverschmutzer sind, werden regelmäßig untersucht. Zur Zeit (Stand 2009) werden im Stadtgebiet und in Ettlingen von ca. 110 Betrieben regelmäßig Proben entnommen. Alle Informationen werden mit einem modernen EDV-gestützten Abwasserkataster verwaltet. Die erhobenen

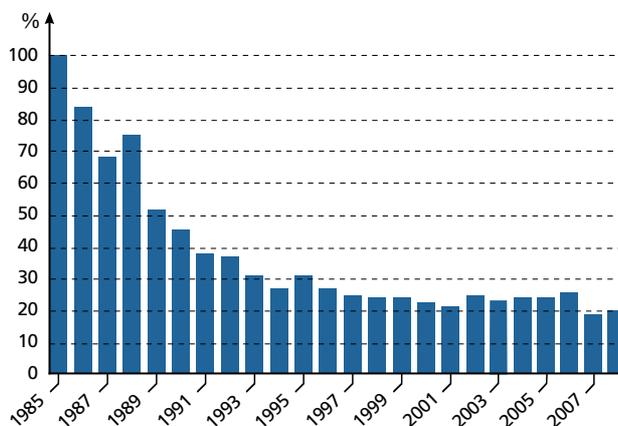


Probenentnahme vor Ort

Daten werden den jeweils zuständigen Wasserbehörden für ihre Aufgaben zur Verfügung gestellt.

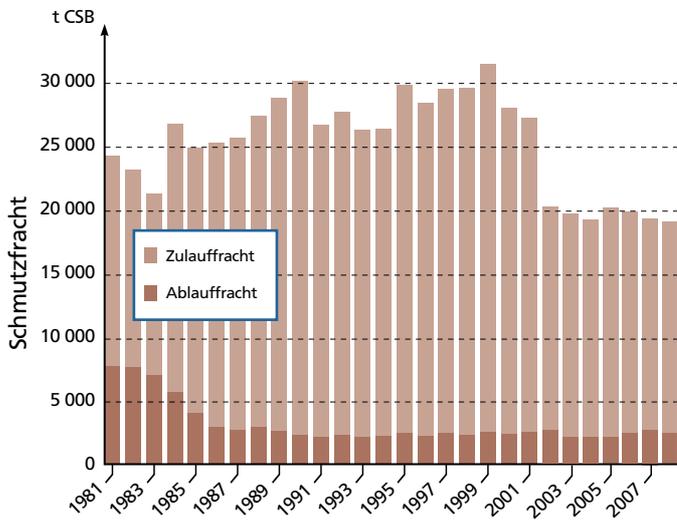
Die positiven Auswirkungen dieser regelmäßigen Untersuchungen lassen sich u. a. an der Entwicklung der Schwermetallfracht ablesen, die seit 1985 auf weniger als ein Drittel zurück gegangen ist (siehe Grafik). Die Schwermetall-Konzentrationen liegen bereits im Zulauf des Klärwerks niedriger, als es der Gesetzgeber für den Ablauf fordert. Die Stadt Karlsruhe muss für diese Schadstoffe daher keine Abwasserabgabe bezahlen.

Im städtischen Klärwerk werden auch die Abwässer von Ettlingen, dem Abwasserverband Beierbach, sowie von Malsch und Rheinstetten-Forchheim gereinigt. Der Anteil dieser **angeschlossenen Gemeinden** an der Gesamtfracht beträgt rund zwanzig Prozent (Stand 2008). Die jährliche Abrechnung mit den Gemeinden erfolgt über den Frachtanteil, der mit monatlichen Messkampagnen ermittelt wird.



Entwicklung der Schwermetallfracht Blei, Chrom, Kupfer und Nickel

# Was kostet das Abwasser?



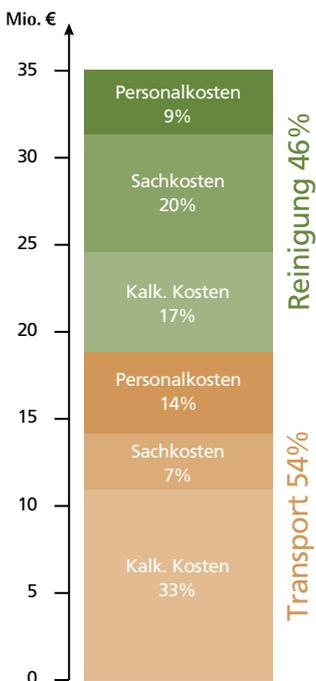
Abwasserreinigung am Beispiel CSB

Die Abwasserbeseitigung ist eine hoheitliche kommunale Aufgabe. Die entstehenden Kosten werden über Benutzungsgebühren finanziert. Aus der untenstehenden Grafik ist deutlich zu entnehmen, dass mit zunehmendem Reinigungsaufwand auch zwangsläufig die Kosten gestiegen sind. Nachdem um die Jahrtausendwende die Erweiterungen des Klärwerkes zur weiteren Phosphor- und Stickstoffeliminierung abgeschlossen wurden, trat eine gewisse Stabilisierung der Kostensituation ein. In mehreren kleinen Schritten konnte der Gebührensatz sogar abgesenkt werden.

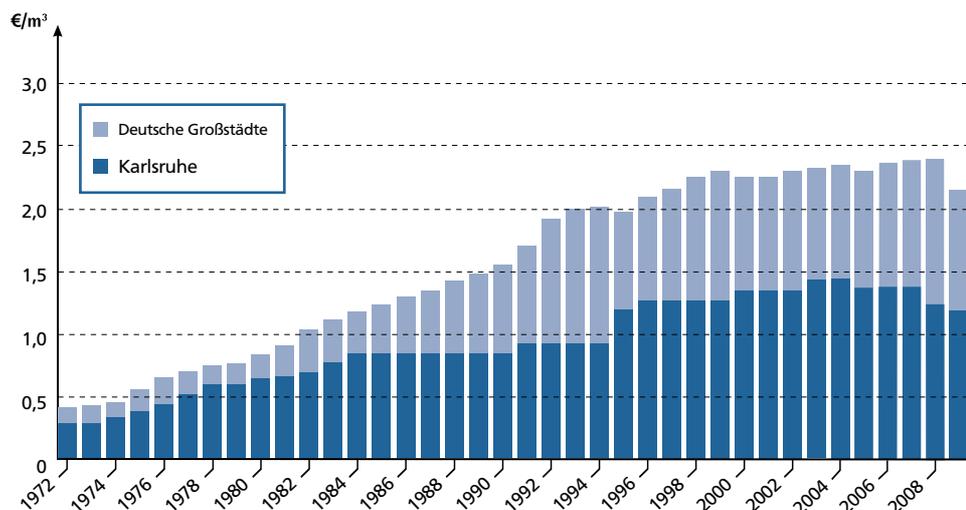
Auch für die Zukunft ist mit weiteren verschärften Anforderungen für die Abwasserreinigung zu rechnen. Umfangreiche und langfristige Aufgaben stehen auch in der Kanalsanierung an. Ein Gebührenanstieg in Maßen ist daher für die Zukunft nicht auszuschließen.

Um die Gebührenbelastung entsprechend der tatsächlichen Inanspruchnahme der öffentlichen Abwasseranlagen gerechter zu verteilen, wurde ab dem Jahr 2008 für Grundstücke mit einer gebührenrelevanten Versiegelungsfläche größer/gleich 1 000 m<sup>2</sup> die gesplittete Abwassergebühr, also die getrennte Abrechnung von Schmutzwasser und Niederschlagswasser, eingeführt. Grundstücke mit kleineren Versiegelungsflächen können freiwillig auf Antrag umgestellt werden.

Im Vergleich der deutschen Großstädte gehört die Karlsruher Entwässerungsgebühr seit Jahren zu den günstigsten.



Kostenverteilung der Abwasserbeseitigung 2008



Vergleich der Abwassergebühren (Einheitsgebühr nach Frischwasserverbrauch)

# Perspektiven der Abwasserbehandlung

## Kanalnetzverbund

Die großen Sammelkanäle mit einem Innendurchmesser von 1,6 bis 2,5 Metern bilden das Rückgrat für eine schnelle Ableitung des Abwassers aus den Stadtteilen. Die meisten Hauptsammelkanäle wurden zwischen 1883 und 1922 gebaut, d.h. sie sind älter als achtzig Jahre. Das Sammlernetz ist zum größten Teil radial ausgerichtet. Viele Sammelkanäle können momentan für Sanierungen nicht trocken gelegt werden, da es keine Umfahrungsmöglichkeiten gibt. Die Stadtentwässerung beabsichtigt in den nächsten 30 bis 50 Jahren schrittweise in vielen Einzelbaumaßnahmen das vorhandene Kanalnetz in ein geschlossenes Verbundsystem auszubauen. Durch diesen Netzverbund wird die Betriebssicherheit des Entwässerungssystems deutlich erhöht sowie die Wartung und Sanierung schadhafter Sammlerabschnitte erst möglich.



*Ablauf am Nachklärbecken*

## Schadstoffreduzierung an der Quelle

In der Abwasserreinigungstechnik können bis jetzt gefährliche bzw. schwer abbaubare Stoffe wie organische Halogenverbindungen, Arzneimittel und viele andere chemische Stoffe nur in ganz geringem Umfang eliminiert werden. Die Einleitung dieser Schadstoffe in den Abwasserstrom ist der falsche Entsorgungsweg. Es ist erforderlich, sie immer effektiver bereits am Ort ihrer Entstehung zurückzuhalten.

Auf längere Sicht wird es unumgänglich sein, die technisch-industrielle Produktion so umzustellen, dass nur noch solche Stoffe entstehen, die problemlos entsorgt werden können. Nur durch diese Vorsorge kann eine gefährliche Anhäufung von Schadstoffen in der Luft, im Boden und im Wasser vermieden werden. Nur dann wird die Abwasserreinigung den Kreislauf des Wassers wieder schließen und dazu beitragen, der Menschheit langfristig sauberes Wasser zu erhalten.

## Nachhaltige Wasserwirtschaft

Die Technik der Schwemmkanalisation wurde im 19. Jahrhundert entwickelt. Aus ökologischer Sicht wird diese Technik – der Transport von Fäkalien mit Hilfe von Trinkwasser – heute kritisch hinterfragt. Insbesondere für Entwicklungsländer ist diese Technik, wegen der hohen Kosten und der in vielen Ballungsgebieten fehlenden Infrastruktur für eine ausreichende Wasserversorgung, nicht tauglich. Die Diskussion um eine nachhaltige Wasserwirtschaft favorisiert heute viele neue alternative Entsorgungstechniken. Zurzeit wird in Deutschland in mehreren Städten in Neubaugebieten die Trennung des Abwassers in Teilströme (Grau-, Gelb- und Schwarzwasser) und die jeweils separate dezentrale Behandlung getestet. Die Erprobung in der Praxis und die entstehenden Kosten werden entscheiden, welche Techniken sich künftig auf dem Abwassermarkt behaupten. Trotz allem ist auch die zentrale Abwasserreinigung ständig weiter zu verbessern.

Sollten Sie noch Fragen haben, können Sie die Stadtentwässerung Karlsruhe erreichen unter:

- Telefon: 0721 133-7412
- Fax: 0721 133-7439
- E-Mail: [tba@karlsruhe.de](mailto:tba@karlsruhe.de)

Im **Internet** finden Sie die Stadtentwässerung Karlsruhe auf den Seiten des Tiefbauamtes unter: [www.karlsruhe.de/bauen/tiefbau/entwaeserung](http://www.karlsruhe.de/bauen/tiefbau/entwaeserung)

Hier gibt es weitere Informationen, insbesondere zu den Entwässerungsgebühren.

Zusätzlich sind folgende Unterlagen verfügbar:

- Satzung der Stadt Karlsruhe über die öffentliche Abwasserbeseitigung (Entwässerungssatzung)
- Satzung der Stadt Karlsruhe über Gebühren für die öffentliche Abwasserbeseitigung (Entwässerungsgebührensatzung)
- Broschüre »Schutz vor Rückstau - Wie schütze ich mich gegen Rückstau aus der Kanalisation und gegen Eindringen von Oberflächenwasser«
- Broschüre »Gesplittete Abwassergebühr - Ein Weg zu gerechteren Gebühren«
- Broschüre »Regen bringt Segen - Versickern statt Ableiten« des städt. Umwelt- und Arbeitsschutzes

## Abwasser-Ableitung

### Kanalnetz (Stadtgebiet)

Einzugsgebiet (Siedlungsfläche)	4 586 ha
Mischsystem (57 %)	2 596 ha
Trennsystem (43 %)	1 990 ha
Netzlänge (Stand 31.12.2009)	1 108 km
max. Fließentfernung zum Klärwerk	20 km
max. Höhendifferenz zum Klärwerk	288 m
max. Fließzeit	ca. 11 Stunden

### Pumpwerke

15 Schmutzwasserpumpwerke
29 Regenwasserpumpwerke
8 Mischwasserpumpwerke
12 Druckentwässerungsanlagen
8 Spülbrunnen

### Angeschlossene Städte und Gemeinden

Abwasserverband Beierbach, Ettlingen,  
Rheinstetten-Forchheim, Malsch

### Messeinrichtungen

145 Grundwassermessstellen davon 113 automatisch
10 Regenschreiber

### Regenwasserbehandlung

13 Regenüberlaufbecken (RÜB)
13 Regenüberläufe (RÜ)
8 Regenklärbecken (RKB)
27 offene Regenwasserrückhaltebecken
12 geschlossene Mischwasserrückhaltebecken
4 Abwasserweichen

## Abwasser-Reinigung (Mittelwerte der Jahre 2004-2009)

### Abwassermengen

Jährliche Zulaufmenge	34 000 000 m <sup>3</sup> /a
Mittlerer täglicher Zulauf bei Regen und Trockenwetter	93 000 m <sup>3</sup> /d
Täglicher Zulauf bei Trockenwetter	64 000 m <sup>3</sup> /d

### Bemessungsmengen für das Klärwerk

Wassermenge Q <sub>TW</sub> (Trockenwetter)=	2,1 m <sup>3</sup> /s
Wassermenge Q <sub>RW</sub> (Regenwetter) =	4,0 m <sup>3</sup> /s
Ausbaugröße =	105 t/d CSB
entspricht	875 000 EW

### Verbrauch Betriebsmittel pro Jahr

Strom	21 700 000 kWh/a
Heizöl	317 m <sup>3</sup> /a
Polymere (Wirksubstanz)	57 t/a

### Schlammengen

Klärschlamm (Trockensubstanz)	10 240 t/a
Trockene Asche zur Verwertungsstelle	3 560 t/a

Reinigungsleistung	CSB	Stickstoff	Phosphor
Konzentration im Zulauf [mg/L]	617	45,2	8,1
Zulauffracht [kg/d]	53 700	4 060	710
Konzentration im Ablauf [mg/L]	52	11,8	0,73
Grenzwert [mg/L]	75	13	1
Reinigungsleistung [%]	91,6	73,9	91

## Erläuterung von Fachausdrücken

**EW** = Einwohnerwert,  
für den CSB beträgt dieser 0,12 kg/d

a = Jahr, d = Tag

**CSB:** Chemischer Sauerstoff-Bedarf:  
Menge an Sauerstoff, die zur vollständigen chemischen Oxidation organischer Stoffe im Wasser benötigt wird.

### Impressum

**Herausgeber:** Stadt Karlsruhe 2010, 6. Auflage

**Text:** Tiefbauamt Karlsruhe

**Fotos:** Stadt Karlsruhe

**Grafik-Design:** otenso GmbH und  
Tiefbauamt Karlsruhe

**Druck:** auf RecySatin, mind. 80% Sekundärfasern



## Einstieg in die Karlsruher Unterwelt

Interessierte Besucherguppen können beim städtischen Kanalbetrieb Tel. 0721/133-7441 einen Termin vereinbaren.



und viel darunter.