

Eckdaten Hauptklärwerk Mühlhausen*

Ausbaugröße	Einwohnerwerte		1.200.000
Abwasseranfall	Abwassermenge		60.000.000 m ³ /a
	Abwassermenge		190.000 m ³ /d
Bemessungswerte	Trockenwetterzufluss VKB (Q _t)		3,0 m ³ /s
	Regenwetterzufluss VKB (Q _m)		7,5 m ³ /s
	Zulauf Belebung	CSB	111.000 kg/d
		N _{ges}	13.600 kg/d
		P _{ges}	2.000 kg/d
Ablaufwerte Sandfilteranlage	Mittlere Ablaufkonzentration	CSB	18 mg/l
		N _{ges}	9,6 mg/l
		P _{ges}	0,4 mg/l
Reinigungsgrad Gesamtanlage	Mittlere Abbauleistung	CSB	> 97 %
		N _{ges}	> 79 %
		P _{ges}	> 95 %
Schlamm- und Gasanfall	Primärschlamm		940 m ³ /d
	Überschussschlamm		4.900 m ³ /d
	Biogas		21.000 m ³ /d
Reststoffe	Rechengut		1.800 t/a
	Sand		384 t/a
	Asche		9.170 t/a
	Rückstände Rauchgasreinigung		91 t/a
Fläche HKW			25 ha
Anzahl Mitarbeiter			126
Auszubildende			21

* Daten bezogen auf 2016



Fotos: Michael Fuchs

LANDESHAUPTSTADT STUTT GART TIEFBAUAMT EIGENBETRIEB STADTENTWÄSSERUNG STUTT GART (SES)

REDAKTION UND GESTALTUNG: CONRAD HÖLLERER, STUTT GART
 PRODUKTION: HÖLLERER · BÜRO FÜR KOMMUNIKATION, STUTT GART
 TEXT: MARTIN PFEIFFER, SACHSENHEIM
 DRUCK UND VERARBEITUNG: WACKER OFFSETDRUCK, REMSHALDEN-GRUNBACH
 © STADTENTWÄSSERUNG STUTT GART SES · ALLE RECHTE VORBEHALTEN

Sie drücken den Knopf, wir machen den Rest.

Vom Wasser zum Abwasser. Und wieder zurück. Große Wäsche, kleine Wäsche, Kochen, Spülen, Baden, Duschen. Nichts geht ohne sauberes, frisches Wasser und nichts bekommt man leichter als das. Im Handumdrehen oder auf Knopfdruck. Komfortabel, einfach und sauber fließt das Wasser aus der Leitung und verschwindet, oft nur Augenblicke später, wieder im Abfluss. Und hinterlässt viele Fragen.

Was geschieht mit dem Abwasser? Wie wird aus Abwasser wieder sauberes Wasser? Wie kann verschmutztes und ungenießbares Wasser wieder in den natürlichen Wasserkreislauf gelangen, ohne die Gewässer zu belasten? Wie können Schmutzstoffe vom Wasser getrennt werden, und was passiert mit den Rückständen?

Im natürlichen Wasserkreislauf bewegt sich das Wasser von der Meeresoberfläche über die Atmosphäre zum Festland und von dort über Bäche und Flüsse wieder zurück ins Meer. Um Wasser wirtschaftlich sowie komfortabel und hygienisch unbedenklich nutzen zu können, wurde in den modernen Industriegesellschaften neben dem natürlichen Wasserkreislauf ein Nutzwasserkreislauf aufgebaut.

Dabei werden Teile des Grund- und Oberflächenwassers entnommen und nach der Nutzung in Haushalt, Gewerbe oder Industrie in der Kanalisation gesammelt und zu den Klärwerken abgeleitet. Hier wird der Schmutz vom Wasser getrennt und das gereinigte Wasser wieder in den natürlichen Wasserkreislauf eingeleitet.

In Stuttgart und einigen angrenzenden Städten ist dafür der Eigenbetrieb Stadtentwässerung Stuttgart (SES) zuständig. Bis zu 220 Millionen Liter Abwasser müssen täglich abgeleitet und in den vier Stuttgarter Klärwerken gereinigt werden; 160 Millionen Liter davon im Hauptklärwerk Mühlhausen. Das gereinigte Wasser wird dem natürlichen Wasserkreislauf wieder zugeführt. Rückstände werden behandelt, umweltgerecht verwertet und entsorgt.

Die SES hat in den letzten Jahren mit erheblichem finanziellen Einsatz die bestehenden Anlagen und Systeme ständig erneuert und weiterentwickelt. Aber dabei auch immer wieder nach Wegen gesucht, um über die gesetzlichen Vorgaben hinaus den hohen Standard weiter zu verbessern. Das Hauptklärwerk Mühlhausen ist dafür ein gutes Beispiel.



Foto: SES



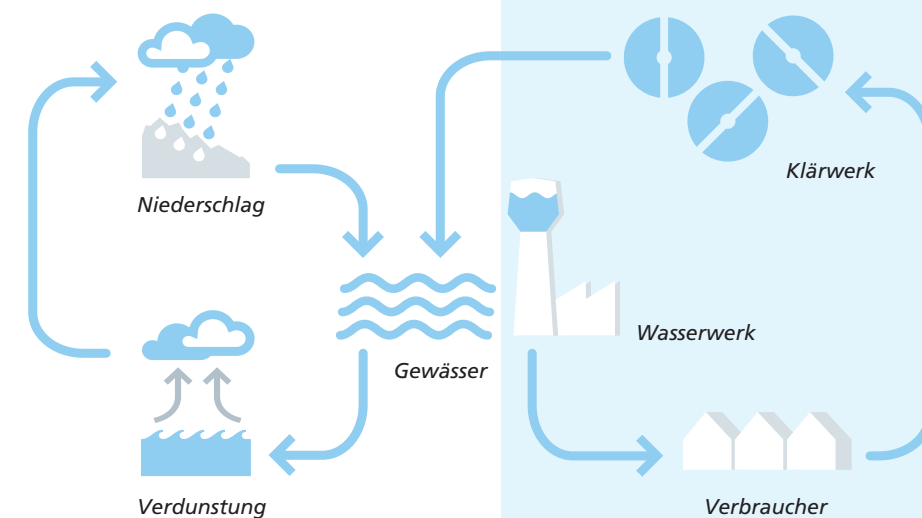
Foto: Shutterstock/ Billion Photo



Foto: iStock/ Yanlev



Foto: iStock/ BrianJackson



Wasser ist Leben

So wie unser menschlicher Organismus untrennbar mit dem großen Wasserkreislauf der Natur verbunden ist, so ist Wasser auch grundlegende Voraussetzung für das alltägliche Leben.



Foto: Shutterstock/ ffoias



Fortschritt im Verborgenen.

Von den Anfängen der Stadtentwässerung zum modernen Umweltdienstleister. Die Ableitung und Reinigung von Abwasser läuft im Verborgenen ab und so störungsfrei, dass wir fast nichts davon mitbekommen. Das ist angenehm, aber nicht selbstverständlich.

Bis 1874 floss in Stuttgart das Regen- und Abwasser in überwiegend offenen Kanälen ungereinigt in den Nesenbach, und außer einigen Hauskläranlagen und geschlossenen Abwassergruben gab es in Stuttgart keine Abwasseranlagen. Die hygienischen Verhältnisse waren schlecht, die Gefahr von Seuchen groß.

Mit dem Aufbau eines Kanalsystems Ende des 19. Jahrhunderts wurde das Abwasser erstmals über eine geschlossene Kanalisation abgeleitet. Ein enormer Fortschritt für Nase und

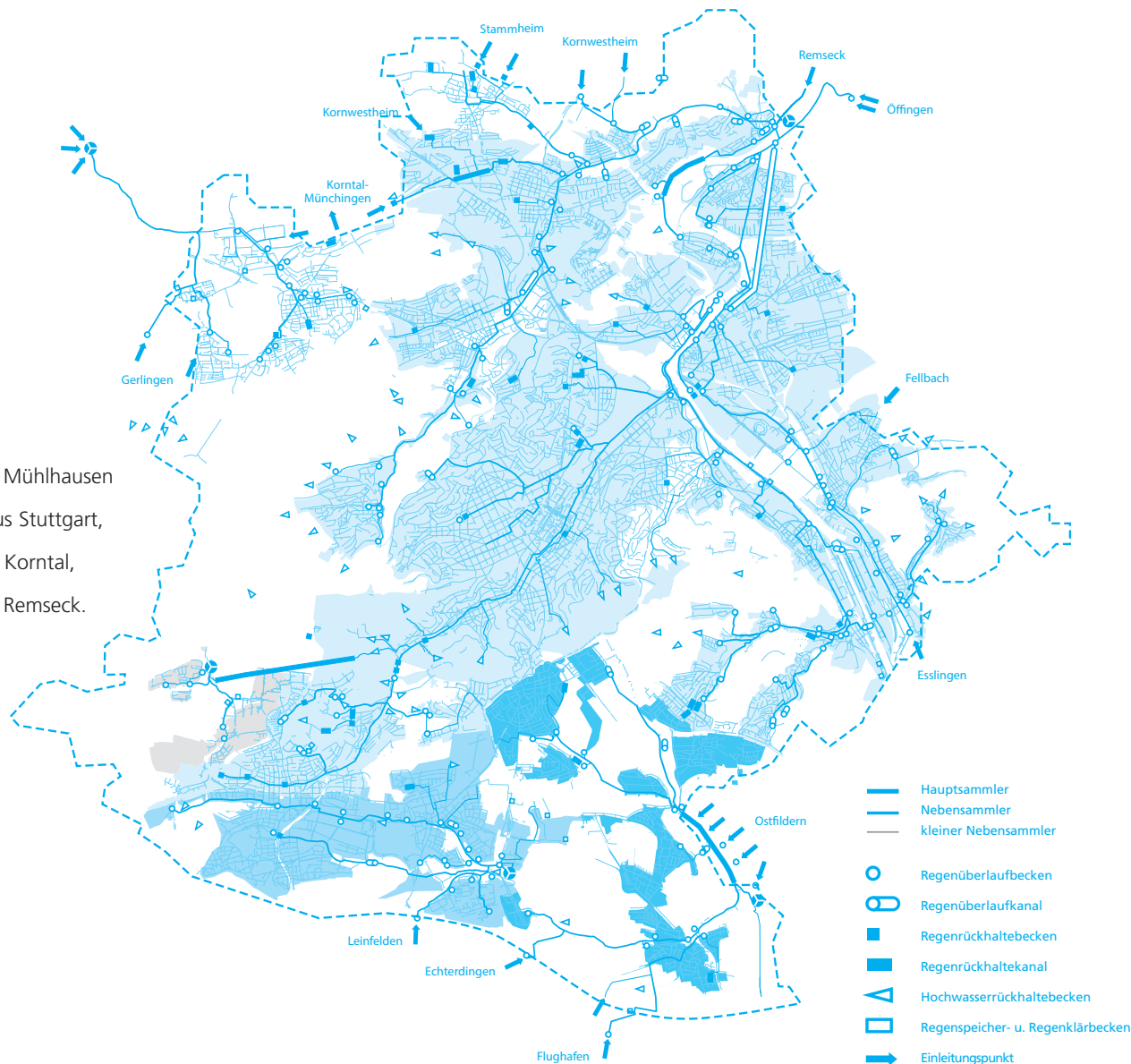
Auge, aber auch und ganz besonders für die Gesundheit: eine wesentliche Ursache für den Ausbruch und die Verbreitung von Epidemien war ausgeschaltet.

Das Abwasser gelangte jedoch noch immer ungereinigt in den Nesenbach und dann in den Neckar. Erst 1916 mit der Inbetriebnahme des Klärwerks Mühlhausen wurde der Grundstein für eine systematische Abwasserreinigung und einen wirksamen Gewässerschutz gelegt.

Mittlerweile wurde das Kanalnetz auf eine Gesamtlänge von rund 1.700 km ausgebaut. Die vier Stuttgarter Klärwerke werden ständig auf den neuesten Stand der Technik gebracht und ihre Leistungsfähigkeit wird stetig angepasst. Biologische und chemische Verfahren ergänzen die anfangs nur mechanische Reinigung des Abwassers.

Einzugsgebiet

Das Hauptklärwerk Mühlhausen reinigt Abwasser aus Stuttgart, Esslingen, Fellbach, Korntal, Kornwestheim und Remseck.



Das Klärwerk trennt, was nicht zusammengehört.

Wie das Klärwerk aus Abwasser sauberes Wasser macht. Das Prinzip ist einfach, die Lösung nicht. In einem umfangreichen Reinigungsprozess werden mechanische Trennverfahren mit biologischen und chemischen Reinigungsverfahren kombiniert.

Über das weit verzweigte Kanalnetz wird das Abwasser gesammelt und zum Hauptklärwerk Mühlhausen abgeleitet. Es führt eine Schmutzfracht aus festen und gelösten Stoffen wie Sand, Steine, Papier, Fette, Öle, Speisereste, Fäkalien und unterschiedlichste chemische Verbindungen mit sich. Ein großer Teil davon wird in den beiden Rechen- und Sandfanganlagen in Hofen und Mühlhausen aus dem Abwasser entfernt. In den Grob- und Feinrechen sind dies hauptsächlich Papier und andere grobe Verunreinigungen, Kies und Sand sowie Fette und Öle werden in den Sand- und Fettfängen dem

Abwasser entnommen. In der anschließenden Vorklärung können weitere Feststoffe durch Absinken vom Abwasser getrennt und als Primärschlamm in der Schlammfäulung behandelt werden.

Die biologische Reinigung erfolgt in den Belebungsbecken. Unzählige verschiedene Mikroorganismen bilden Belebtschlammflocken und bauen die Schmutzstoffe des Abwassers ab. In den anschließenden Nachklärbecken setzen diese sich ab und werden wieder ins Belebungsbecken gepumpt. Der Zuwachs an Belebtschlamm (Überschussschlamm) wird, wie der Schlamm aus der Vorklärung, der Schlammfäulung zugeführt. Im letzten Schritt werden in der Sandfilteranlage aus dem Ablauf der Nachklärbecken feinste Schwebstoffe und Phosphate entnommen.

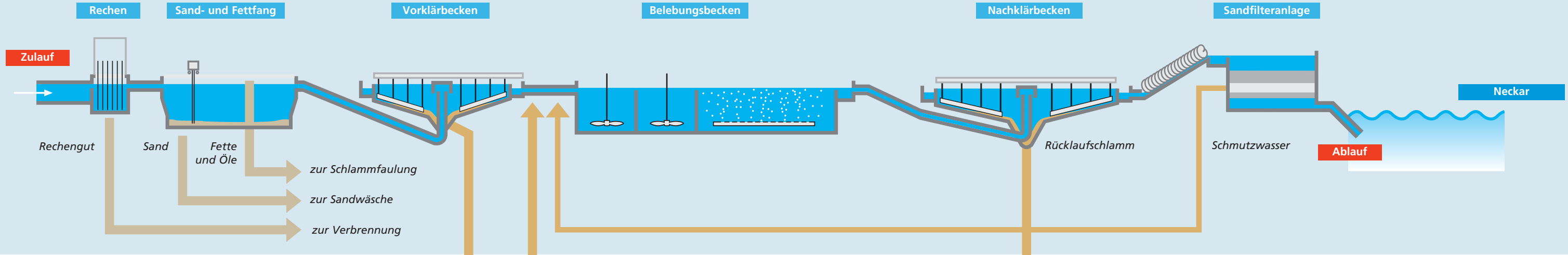


Foto: IDS industrial drone solutions Peter Jahn

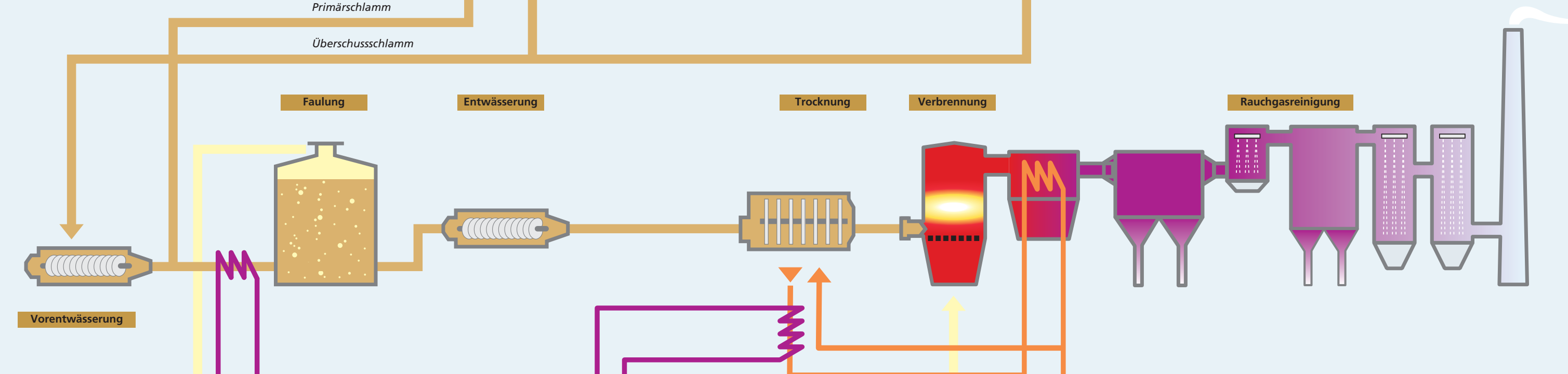
Alle Prozesse auf einen Blick.

Das Hauptklärwerk Mühlhausen im Prozess-Schema.

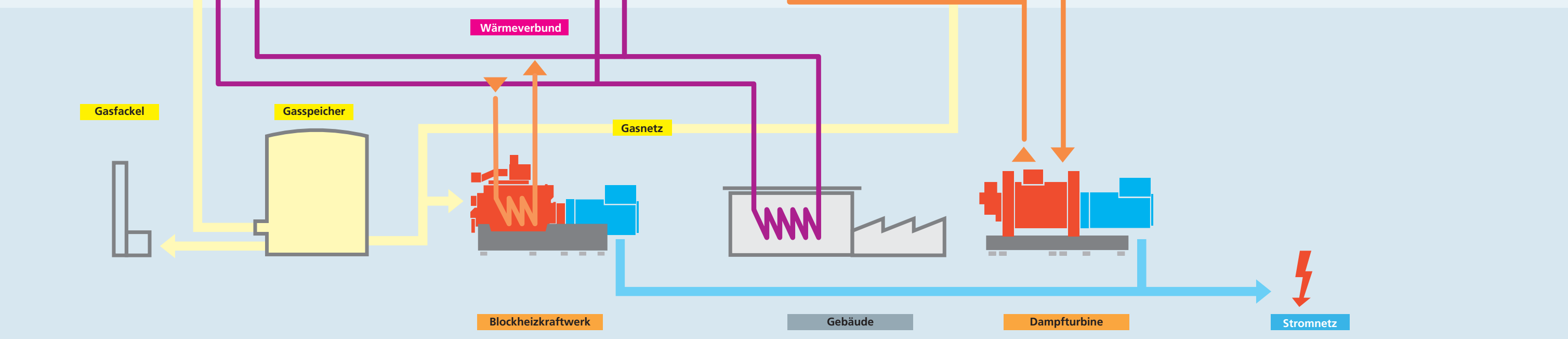
Abwasserreinigung



Schlammbehandlung



Energieerzeugung

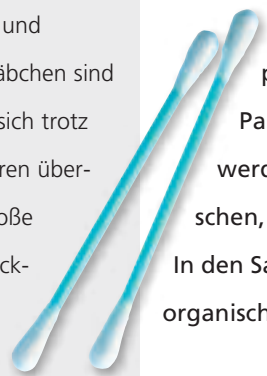


Die größten Brocken werden sofort aus dem Verkehr gezogen.

Abfall gehört nicht ins Klo

Zum Beispiel feuchte Reinigungstücher. Sie lösen sich nicht im Wasser auf, sind reißfest und führen zu Störungen in Pumpen und Schiebern. Auch Wattestäbchen sind ein Problem: Sie mogeln sich trotz hoch entwickelter Verfahren überall durch und bereiten große Schwierigkeiten. Oder Rückstände von Industrie-,

Der Reinigungsprozess des Abwassers beginnt mit der mechanischen Reinigung. Bevor das Abwasser in das Klärwerk eingeleitet wird, werden bereits in den Rechen- und Sandfanganlagen in Hofen und Mühlhausen Grobstoffe herausgenommen. Das verhindert Ablagerungen und Verstopfungen in Rohrleitungen und Pumpen.



Die mechanische Reinigung funktioniert wie ein Sieb: alles, was nicht durchpasst, wird zurückgehalten und kann so dem Abwasser entnommen werden.

Papier, Holz, Steine, grobe Abfallstoffe, Essensreste und alle anderen festen Stoffe werden in den Rechanlagen entfernt. Das entnommene Rechengut wird gewaschen, entwässert und in Containern zur Schlammverbrennungsanlage transportiert.

In den Sandfängen wird Sand und Kies aus dem Abwasser entfernt. Um den Sand von den organischen Stoffen zu trennen, wird Luft in die Längsbecken des Sandfangs eingeblasen.

Diese sorgt für eine walzenförmige Strömung im Becken; dabei lagern sich schwere Stoffe wie Kies und Sand am Beckenboden ab. Eine spezielle Pumpe fördert das Sand-Wasser-Gemisch aus der Rinne zur Sandwäsche, nach weiterer Aufbereitung des Sandes ist eine Verwendung als Baumaterial möglich.

Die Sandfangbecken sind mit den Fettfangkammern verbunden. Leichte Stoffe wie Fette und Öle schwimmen an der Wasseroberfläche auf und werden mit Räumern in Sammelschächte geschoben. Sie werden der Schlammfäulung zur Klärgaserzeugung zugeführt. Nach der mechanischen Reinigung kommt das Abwasser ins Klärwerk. In den großen runden Vorklärbecken mit einem Gesamtvolumen von 15.000 Kubikmetern ist die Fließgeschwindigkeit so gering, dass auch sehr feine Stoffe absinken. Der am Beckenboden abgesetzte Primärschlamm wird zur weiteren Behandlung in die Faulbehälter gepumpt.

Zwei Zuläufe, ein Klärwerk: links und rechts des Neckars befindet sich jeweils eine große Rechen-, Sand- und Fettfanganlage.

Ein Zulauf ist der von Bad Cannstatt kommende Hauptsammler, der die Abwässer des Stadtgebietes, der südöstlichen Vororte Stuttgarts sowie der angeschlossenen Städte Esslingen und Fellbach über den



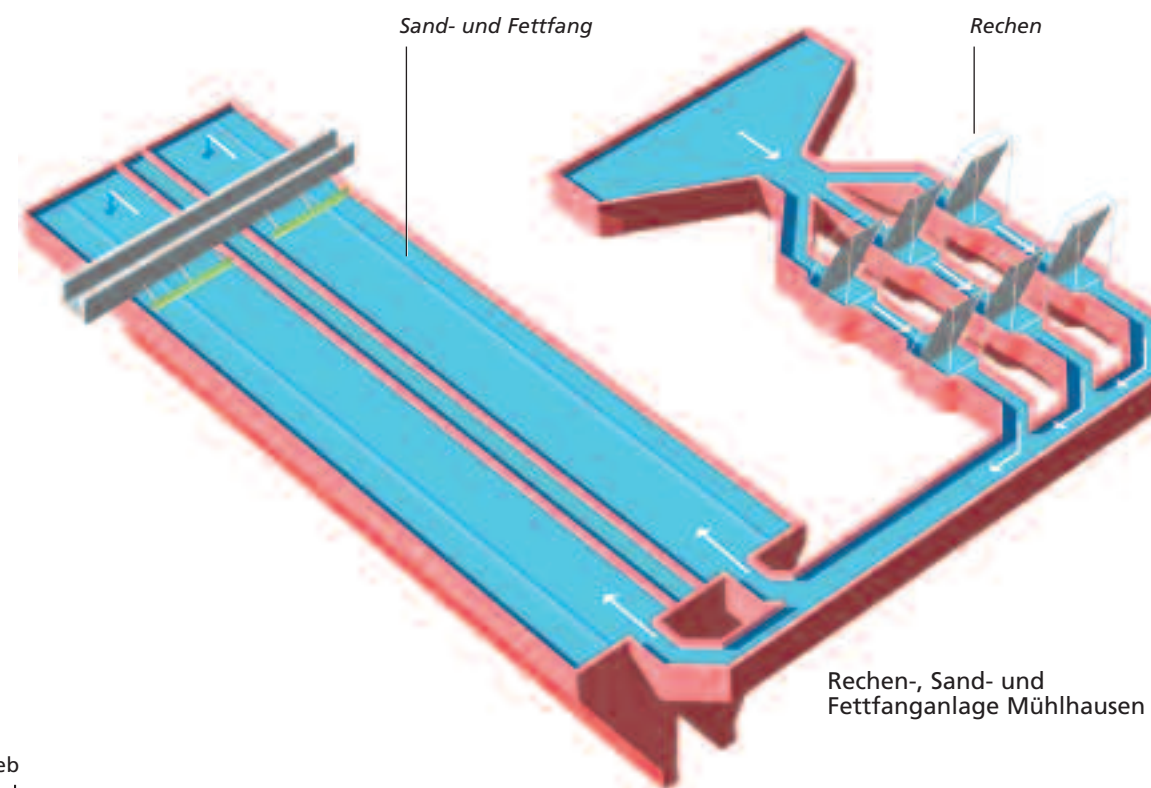
Verstopfte Pumpe



Sandfanganlage



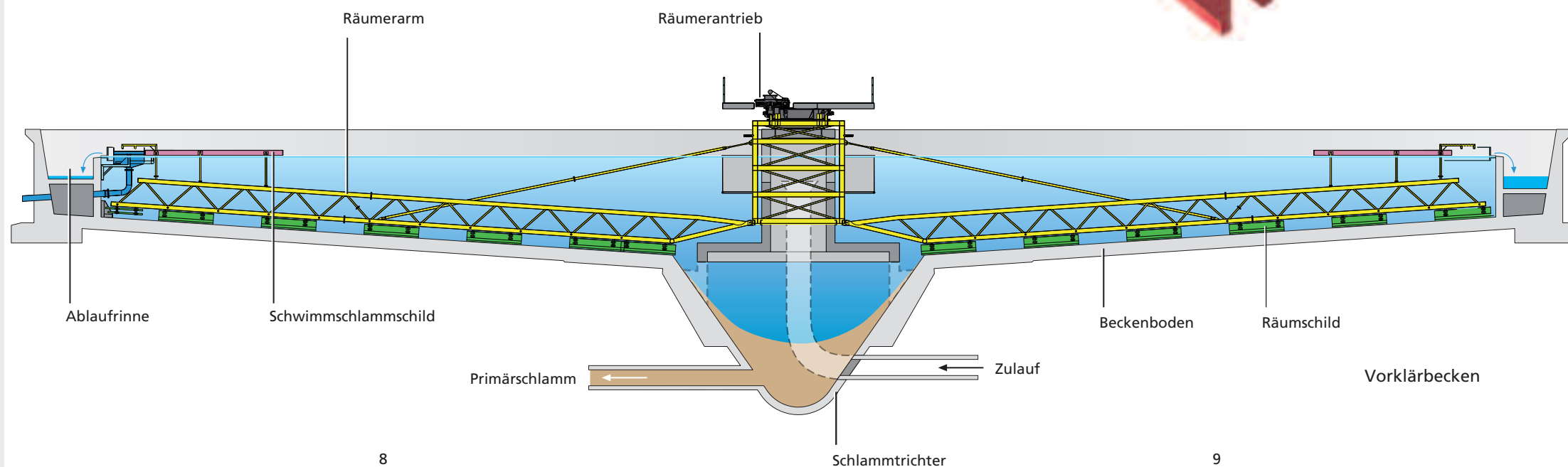
Rechanlage



Rechen-, Sand- und Fettfanganlage Mühlhausen

Zuckerbergstollen zur Rechen-, Sand- und Fettfanganlage Hofen ableitet. Von hier aus wird das Abwasser dann durch einen Düker unter dem Neckar hindurch ins Hauptklärwerk geleitet.

Haushaltchemikalien und Arzneimitteln: Dieser Cocktail kann von den Mikroorganismen im Belebungsbecken nur unzureichend abgebaut werden. So gibt es immer wieder neue Probleme mit speziellen Verunreinigungen. Abwasser sollte deshalb nicht gedankenlos belastet werden. Abfälle und abgelaufene Arzneimittel gehören nicht in den Abfluss, sondern in den Restmüll.



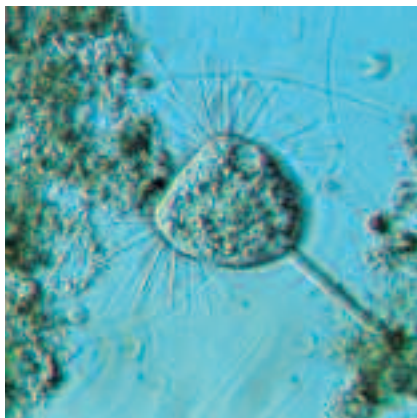
Die Rechen-, Sand- und Fettfanganlage Mühlhausen reinigt die Abwässer von Botnang, Feuerbach, Zuffenhausen, Stammheim und Mühlhausen sowie Remseck, Kornwestheim und Korntal. Um Lärm- und Geruchsbelästigung zu vermeiden, sind beide Anlagen vollständig gekapselt und mit einer effektiven Abluftreinigungsanlage ausgestattet.

Unsere wichtigsten Mitarbeiter sind unsichtbar.

Auf die mechanische folgt die biologische Reinigung. Sie leben im Belebtschlamm, sie sind gefräßig und sie bilden die Grundlage der biologischen Reinigung. Milliarden von unterschiedlichsten Mikroorganismen – Pilze, Bakterien, Protozoen und andere Kleinstlebewesen – sind in den Belebungsbecken rund um die Uhr damit beschäftigt, Abwasserinhaltsstoffe „aufzufressen“ und als Nährstoffe zu verwerten. Sie wandeln das zellfremde organische Material aus dem Abwasser in zelleigenes um und vermehren sich dabei.

Für die meisten dieser Vorgänge im Belebungsbecken brauchen die Mikroorganismen Sauerstoff. Diesen entnehmen sie der Luft, die mit Turbogebbläsen über feinporige Keramikdome in das Abwasser- und Belebtschlammgemisch geblasen wird. Dabei wird auch für eine gründliche Durchmischung des Abwassers mit Belebtschlamm gesorgt.

Die Natur als Vorbild. Der Selbstreinigungsprozess in natürlichen Flüssen ist unsere Blaupause für die biologische Abwasserreinigung. Auf Grund des hohen Abwasseraufkommens wurde der natürliche Prozess der biologischen Selbstreinigung der Flüsse in ein technisches Verfahren übersetzt. Mit der biologischen Abwasserreinigung können heute die meisten Schmutz- und Nährstoffe aus dem Abwasser entnommen werden. Unsere Gewässer werden damit wirksam geschützt.



Geregelte Luftzufuhr

Die Mikroorganismen im Belebtschlamm benötigen viel Sauerstoff für ihre Arbeit – und das rund um die Uhr. Mit den neu entwickelten Belüfterdomen ist eine deutlich energiesparendere Betriebsweise und eine exakt auf den Prozess abgestimmte Belüftung möglich.



Rührwerk

Belüfterdom

Luftleitung

Belüfterreihe

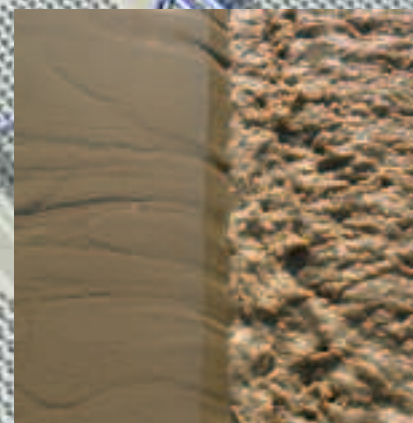
Wie wir dem Neckar die Luft zum Atmen lassen.

Die Entnahme von Stickstoff und Phosphor. Die Pflanzennährstoffe Stickstoff und Phosphor verursachen, sofern sie in Flüsse und Seen gelangen, starkes Wachstum von Algen und Mikroorganismen. Nach deren Absterben entzieht der sich anschließende Abbauprozess den Gewässern große Mengen an Sauerstoff. Dies kann dazu führen, dass der gesamte Sauerstoff im Gewässer aufgebraucht wird und es zu Fäulnisprozessen kommt: das Gewässer kippt um.

Deshalb werden dem Abwasser in einem weiteren Reinigungsschritt im Belebungsbecken Stickstoff und Phosphor entnommen. Das Abwasser durchläuft dabei eine Kombination von belüfteten und unbelüfteten Beckenabschnitten.

In einem ersten Reinigungsschritt, der Nitrifikation, wandeln spezielle Bakterienarten den Ammoniumstickstoff des Abwassers in Nitrat um. Sie brauchen dazu viel Sauerstoff. Das so entstandene Nitrat wird in einem zweiten Schritt, der Denitrifikation, in gasförmigen Stickstoff umgewandelt. Diese Arbeit wird von den Bakterien im nicht belüfteten Teil des Beckens erledigt. Für die eigene Atmung benutzen sie den Sauerstoffanteil des Nitrats; der überschüssige Stickstoff wird in die Atmosphäre, die selbst zu 80 Prozent aus Stickstoff besteht, abgegeben.

Phosphor wird mit biologischen und chemisch-physikalischen Verfahren entfernt; durch das Vorschalten eines Bereichs ohne Sauerstoff in den Belebungsbecken können Mikroorganismen weit mehr Phosphor aufnehmen, als sie für ihren Stoffwechsel benötigen. Mit Metallsalzen wird der restliche Phosphor weiter reduziert. Die Salze gehen mit dem gelösten Phosphat eine unlösliche feste Verbindung ein und werden mit dem Überschussschlamm entnommen.



Übergang zwischen unbelüfteter und belüfteter Zone im Belebungsbecken



Überprüfung des CSB-Wertes

Mikroorganismen erledigen die Hauptarbeit. Bakterien, Protozoen, Pilze und andere Kleinstlebewesen arbeiten „Hand in Hand“, um Schmutzstoffe aus dem Abwasser zu entnehmen, nur bei den Phosphaten erledigt die Chemie den „Rest“:



Mikrobiologisch abbaubare organische Kohlenstoffverbindungen werden von Bakterien in einem belüfteten Bereich zu Kohlendioxid umgewandelt. Dabei vermehren sich die Bakterien.



Ammonium wird im belüfteten Bereich der Belebungsbecken durch bestimmte Bakterien, die Nitrifikanten (z.B. Nitrosomonas und Nitrobacter), in Nitrat und Wasser umgewandelt.



Bei diesen Vorgängen wird Sauerstoff verbraucht. Im unbelüfteten Bereich der Belebungsbecken werden leicht abbaubare Kohlenstoffverbindungen mit Hilfe von Nitrat abgebaut. Dabei entstehen Kohlendioxid, Wasser und Stickstoff, der in die Atmosphäre entweicht.

Zurück in den natürlichen Wasserkreislauf.

Die Phosphor-Elimination:

Die Phosphatrückstände im Abwasser kommen überwiegend aus Reinigungs- und Waschmitteln. Durch die Zugabe von dreiwertigen Metallsalzen (z.B. Eisen(III)chloridsulfat, $\text{Fe}(\text{SO}_4)_3$) können die Phosphate im Abwasser chemisch gebunden und ausgefällt werden.



Mit Nachklärung und Sandfiltration schließt sich der Kreis. In den Nachklärbecken trennen sich bei sehr langsamer Fließgeschwindigkeit die Schlammflocken vom biologisch gereinigten Wasser und setzen sich als Belebtschlamm am Beckenboden ab.

Um den biologischen Reinigungsprozess aufrechtzuerhalten, wird ein Großteil des Belebtschlammes wieder in die Belebungsbecken zurückgeleitet. Der durch die Vermehrung der Mikroorganismen entstandene Überschussschlamm wird aus dem System entnommen und der Schlammbehandlung zugeführt.

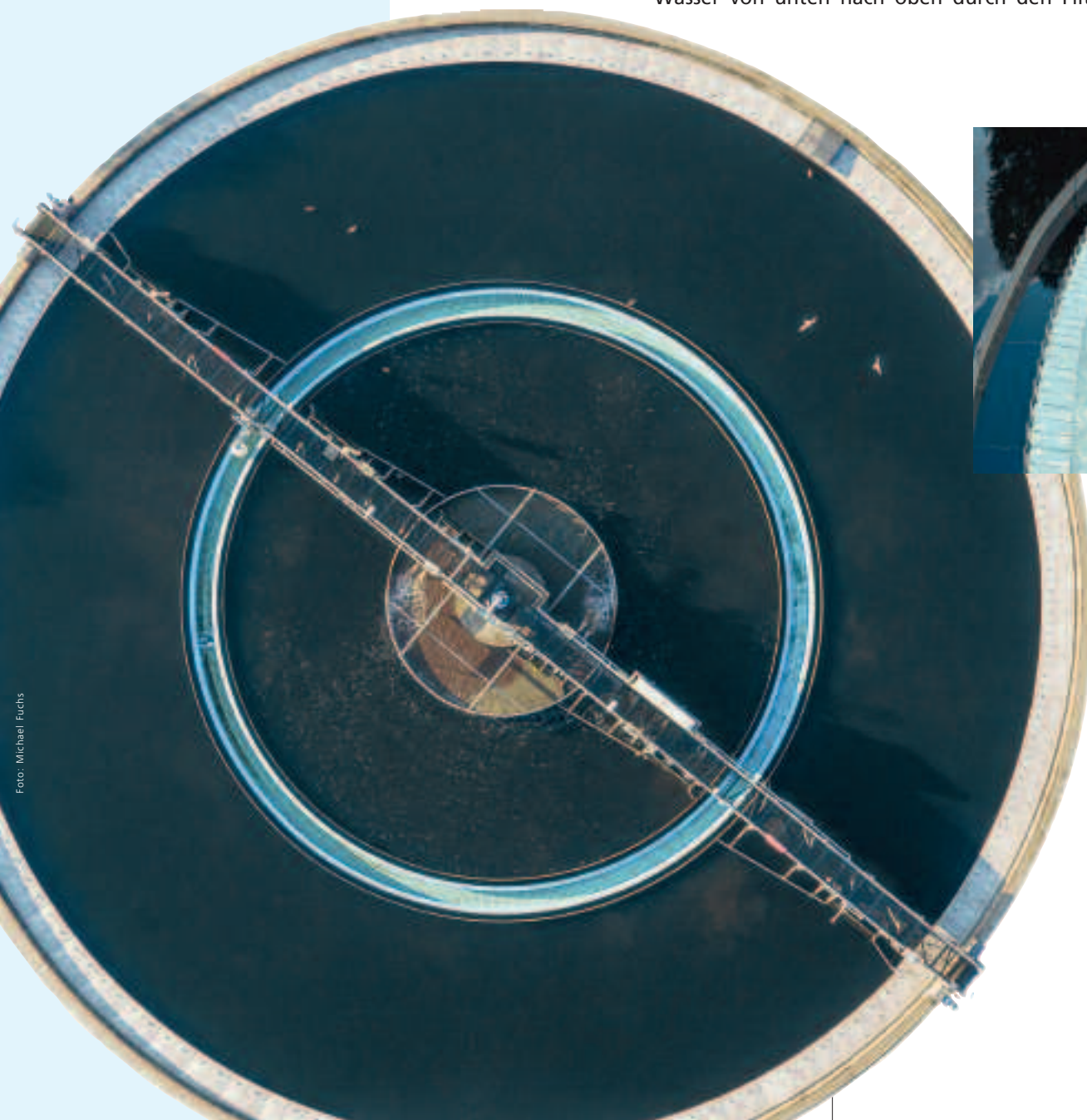
Das gereinigte Wasser könnte jetzt in den Neckar eingeleitet werden. Um jedoch die Belastung des Neckars so gering wie möglich zu halten, fließt das Wasser im Anschluss an die Nachklärbecken durch die Sandfilteranlage.

Dazu wird das Wasser über ein Schneckenpumpwerk gehoben und auf 48 Filterkammern verteilt. Die Schwebstoffe und die gebundenen Phosphate werden von einer circa 145 Zentimeter dicken Filterschicht, bestehend aus Quarzsand und Anthrazit, zurückgehalten. Die Filterkammern werden regelmäßig von den Ablagerungen befreit, indem Luft und Wasser von unten nach oben durch den Filterboden und die

Filterschicht gepresst werden. Das Schmutzwasser wird anschließend wieder in die Belebungsbecken zur biologischen Reinigung zurückgeführt.

Zu über 98 Prozent gereinigt, strömt das Wasser aus den Düsen am Boden der Filterkammern in einen Sammelraum und von dort in den Vorfluter des Hauptklärwerks Mühlhausen, den Neckar. Der Nutzwasserkreislauf vereinigt sich wieder mit dem natürlichen Wasserkreislauf.

Rechen, Sand- und Fettfang, Vorklärung, biologische Reinigung, Nachklärung und Sandfiltration haben in einem komplexen, fast einen Tag dauernden Reinigungsprozess aus Abwasser wieder sauberes Wasser gemacht. So sauber, dass es an manchen Tagen scheint, als würde schwarzes Wasser in den Neckar eingeleitet. Das Fehlen von Schmutz- und Schwebstoffen lässt das gereinigte Abwasser dunkler als das natürliche Neckarwasser erscheinen, ein faszinierendes optisches Phänomen und der sichtbare Beweis, wie wirkungsvoll die Abwasserreinigung ist und welche große Bedeutung sie für eine gesunde Umwelt und einen wirksamen Gewässerschutz hat.



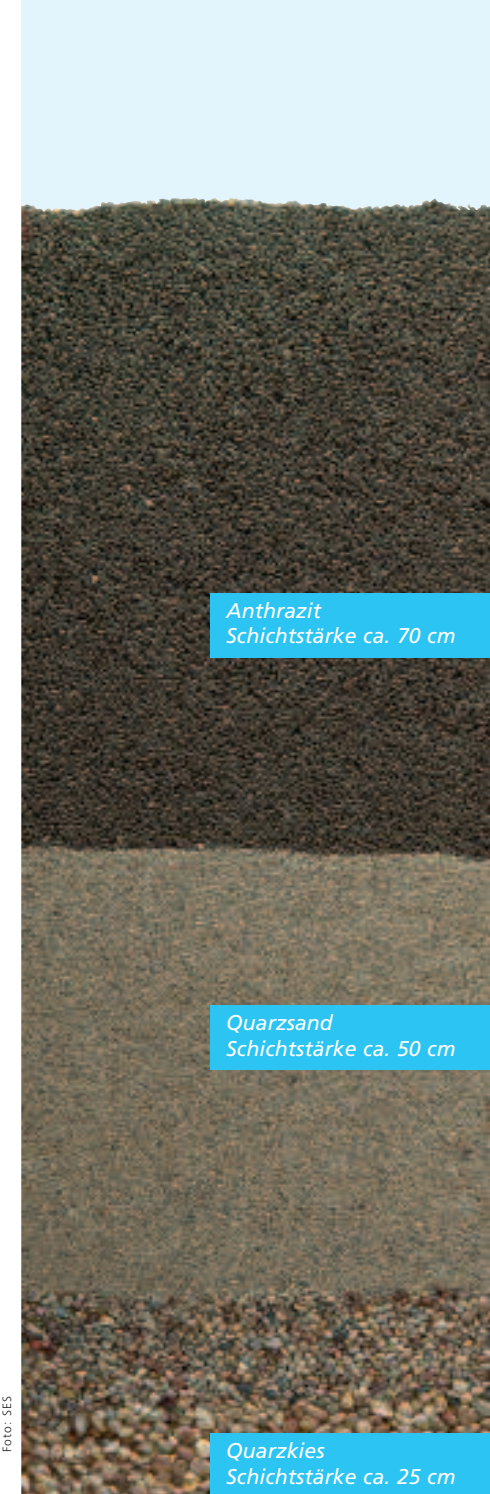
Ablaufrinne des Nachklärbeckens



Filterkammern der Sandfilteranlage



Das gereinigte Wasser wird in den Neckar geleitet



Anthrazit
Schichtstärke ca. 70 cm

Quarzsand
Schichtstärke ca. 50 cm

Quarzkies
Schichtstärke ca. 25 cm

Filterschicht

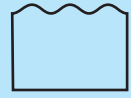
Die Schichten einer Filterkammer ordnen sich nach jeder Luft-Wasser-Spülung entsprechend ihrem spezifischen Gewicht immer wieder in der gleichen Reihenfolge.



Polymere Substrate

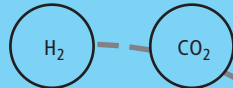


Bruchstücke

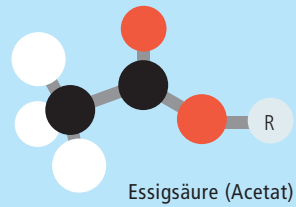


Gelöste Polymere

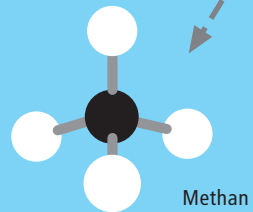
Hydrolyse-Phase



Versäuerungsphase



Acetogene Phase



Methanogene Phase

12 Tage unter Luftabschluss:

Unter Luftabschluss wandeln die Bakterien in mehreren Schritten die energiereichen organischen Stoffe zu Klärgas um.

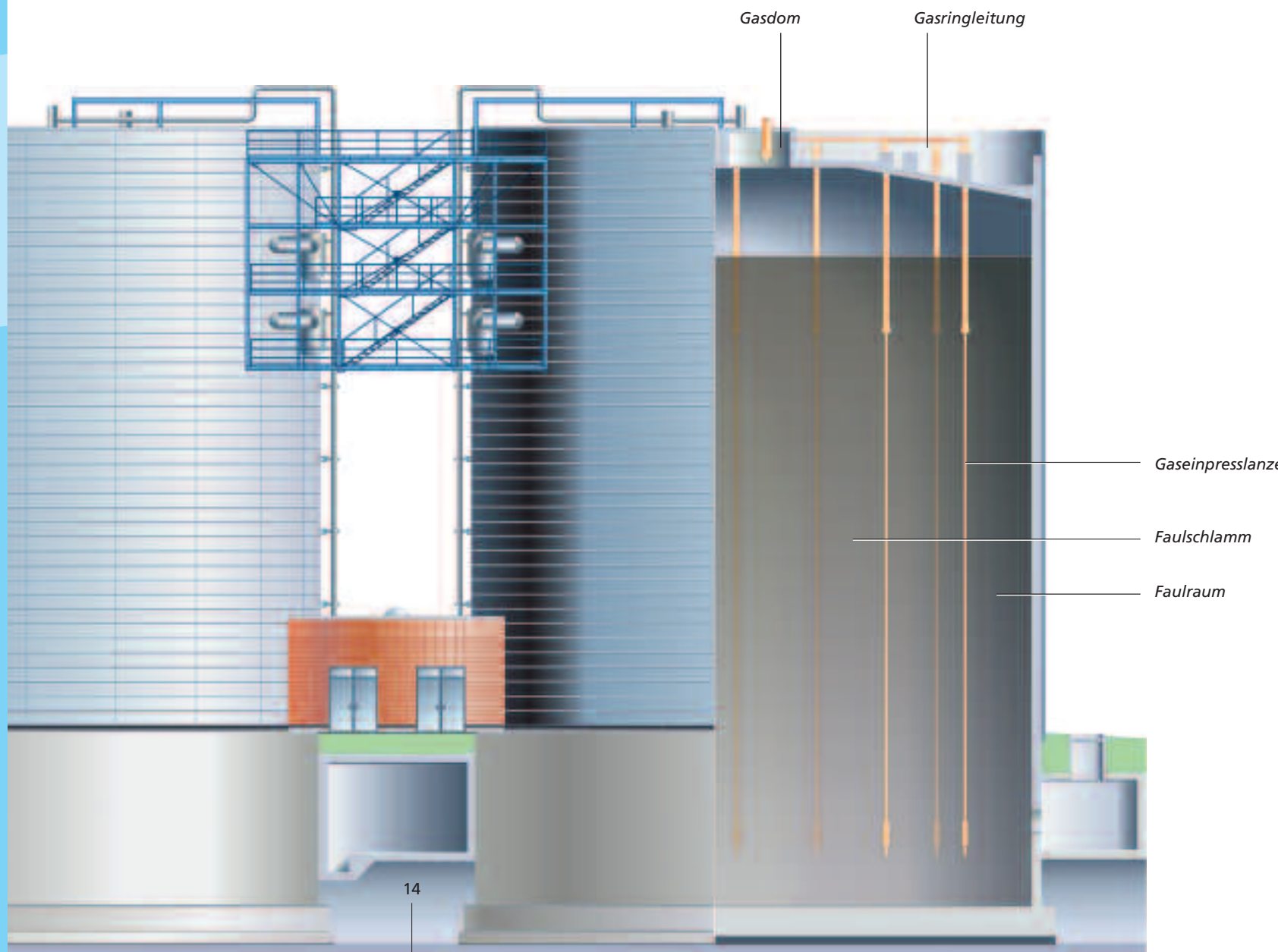
So gibt der Klärschlamm richtig Gas.

Wie aus Klärschlamm Klärgas entsteht. Schlamm aus der Vorklärung und überschüssiger Belebtschlamm faulen leicht und stinken ganz gewaltig. Beim gesteuerten Faulprozess werden die organischen Schlammanteile so weit abgebaut, dass von ihnen keine Geruchsbelästigung mehr ausgeht. Im Hauptklärwerk Mühlhausen findet dieser Prozess unter Ausschluss von Sauerstoff in zwei großen Faulbehältern statt.

In einem ersten Schritt zerlegen spezielle Bakterien die hochmolekularen Verbindungen in kleinere Bestandteile. Diese Prozessstufe nennt man Hydrolyse oder auch „saure Faulung“, weil dabei Stoffe wie Essigsäure, Buttersäure, Schwefelwasserstoffe und Ammoniak entstehen – Stoffe, die für den eingangs geschilderten Gestank verantwortlich sind.

In einem zweiten Schritt bilden andere Bakterien aus den Säuren das für Methanbakterien notwendige Acetat sowie Wasserstoff und Kohlendioxid. Im letzten Schritt wandeln nun Methanbakterien diese Stoffe in Methangas um.

Methanbakterien mögen kein Licht, keinen Sauerstoff und arbeiten nur bei einer Temperatur von etwa 35 Grad Celsius optimal. Solche Lebewesen, die am besten bei mittleren Temperaturen gedeihen, bezeichnet man als mesophil. Deshalb nennt man den gesamten Prozess auch mesophile Faulung.



Wie Klärschlamm für die Verbrennung aufbereitet wird.

Das Trocknen des Klärschlammes. Ursprünglich ist der Klärschlamm kein dicker Brei, sondern eine dunkle, wässrige Brühe. Der Faulprozess im Faulbehälter setzt Energie in Form von Klärgas frei und verringert die Feststoffe um ein Drittel.

In Zentrifugen und Scheibentrocknern wird anschließend Wasser vom Schlamm abgetrennt, so dass eine schwarze, zählebrige Paste übrig bleibt, mit einem Wassergehalt von immer noch circa 55 Prozent.

So bleiben am Ende eines Tages – nach einem aufwändigen, effektiven Reinigungsprozess und der anschließenden Schlammbehandlung – von 160 Millionen Litern Abwasser rund 90 Tonnen getrockneter Schlamm übrig. Der dann mit hohem technischem Aufwand im Wirbelschichtofen verbrannt wird.



Foto: Gert Eisner

In zwei Gasbehältern wird das in der Schlammfäulung gewonnene Gas zwischengespeichert

Warum Klärschlamm „behandelt“ wird.

Klärschlamm fault unkontrolliert und stellt damit eine starke Geruchsquelle dar. Deshalb wird er unter Luftabschluss in Faulbehältern behandelt. Durch anschließendes Entwässern und Trocknen kann der Klärschlamm im Wirbelschichtofen verbrannt werden – aus einem Problemstoff ist ein energetischer Rohstoff geworden.



Schlammrockner

Viel Aufwand für ein möglichst kleines Ergebnis.



Die Schlammverbrennung und warum möglichst wenig diesmal mehr ist. Wohin mit so viel getrocknetem Schlamm? Im Hauptklärwerk Mühlhausen sind dafür zwei Wirbelschichtöfen im Einsatz. Täglich werden über 150 Tonnen getrockneter Schlamm und Rechengut aus der mechanischen Reinigung verbrannt. Etwa 35 Prozent des Klärschlammes wird aus den Stuttgarter Außenklärwerken Möhringen, Plieningen und dem Gruppenklärwerk Ditzingen sowie den Klärwerken der umliegenden Kommunen zur Verbrennung angeliefert.

Der Wirbelschichtofen ist mit einer Schicht feinen Quarzsandes gefüllt, die von unten durch den gelochten Boden mit Heißluft durchströmt wird. Bei ausreichend hoher Geschwindigkeit und Temperatur bildet sich eine schwebende Verbrennungszone aus Quarzsand und Heißluft, in die der getrocknete Schlamm eingebracht wird. Die Verbrennung in der Wirbelschicht findet sehr schnell, vollständig und bei Temperaturen von mindestens 850 Grad Celsius statt.

Die heißen Rauchgase und die Asche werden im nachfolgenden Abhitzeessel auf ca. 200 Grad Celsius abgekühlt. Dabei entsteht Energie in Form von heißem Dampf. Anschließend erfolgt die Entstaubung im Elektrofilter. Durch Anlegen einer sehr hohen

Gleichspannung von bis zu 80.000 Volt laden sich die Ascheteilchen negativ auf und scheiden sich an den positiv geladenen Niederschlagselektroden ab.

Im Sprühtrockner wird das Rauchgas mit Hilfe von eingesprühtem Wasser auf ca. 160 Grad Celsius abgekühlt und anschließend in einer zweistufigen Rauchgaswäsche – zuerst mit Wasser, dann mit Natronlauge – gewaschen und weiter entstaubt. Zur Abscheidung von Quecksilber und anderen Schwermetallen wird Kohlestaub in das Rauchgas eingebracht. Die im Waschwasser angereicherten Schwermetalle werden aus dem System ausgeschleust und mit Hilfe der Restwärme der Rauchgase im Sprühtrockner eingedampft. Die getrockneten Reststoffe in Form von Salzpartikeln werden in einem zweiten nachgeschalteten Elektrofilter abgeschieden.

Weithin sichtbar ist die zum größten Teil aus Wasserdampf bestehende Rauchgasfahne aus dem Schornstein der Klärschlammverbrennungsanlage. Emissionsmessungen rund um die Uhr zeigen, dass die gesetzlich vorgeschriebenen Grenzwerte für sämtliche Schadstoffe sicher eingehalten werden. Von der Verbrennung bleiben Klärschlamm-Asche und Rauchgasreinigungsrückstände übrig, die nach den Bestimmungen des Kreislaufwirtschaftsgesetzes verwertet oder entsorgt werden.

Asche als Rohstoff

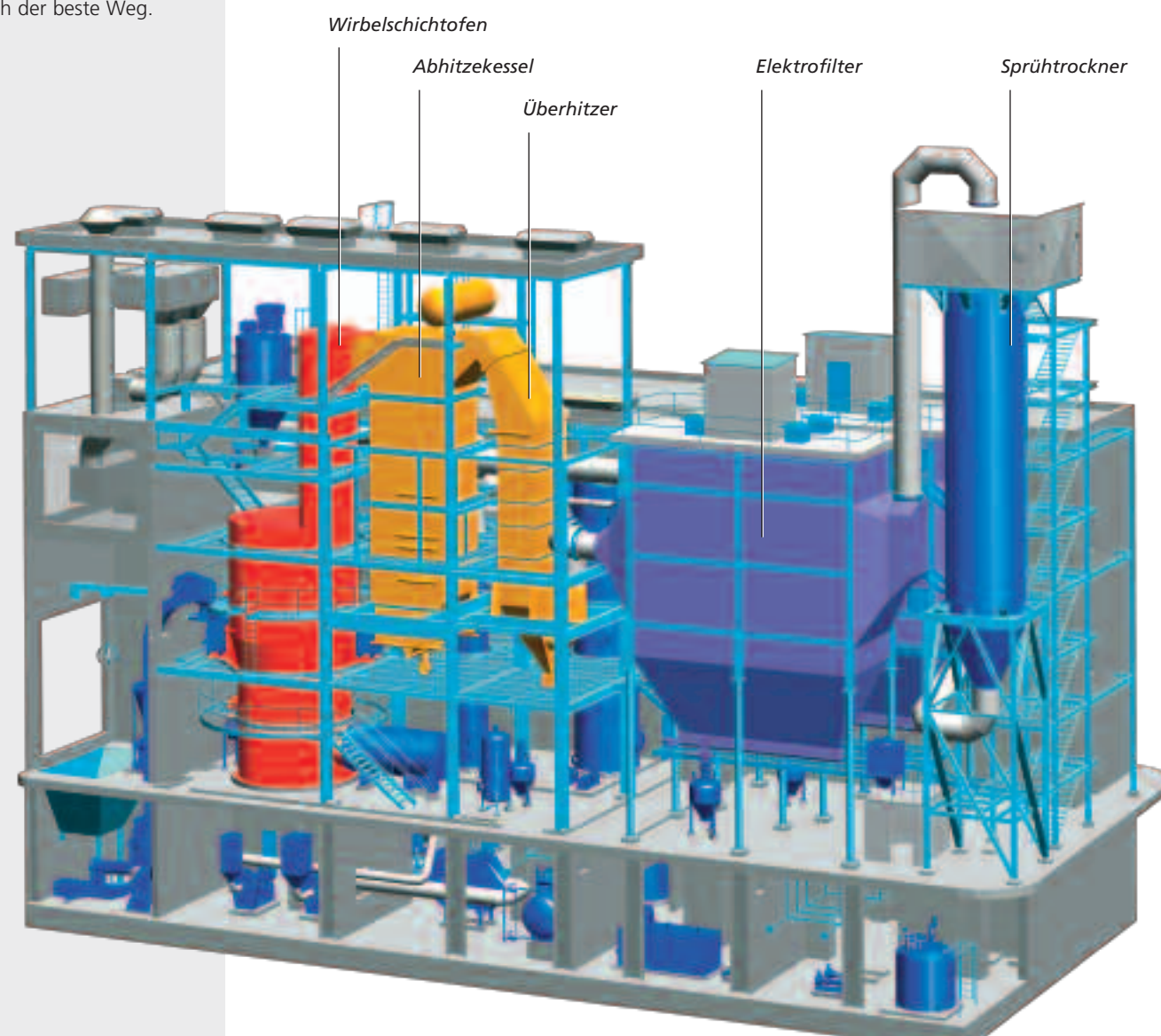
Phosphor ist ein endlicher Rohstoff, der sich zu einem hohen Anteil in der Asche befindet. Mit neuen Verfahren ist ein Recycling dieses Stoffes möglich.

Was nach dem Reinigungsprozess übrig bleibt:

Rund 70 Millionen Kubikmeter Abwasser werden jährlich im Hauptklärwerk Mühlhausen gereinigt. Dabei fallen ca. 33.000 Tonnen getrockneter Schlamm an, von dem nach der Verbrennung rund 6.000 Tonnen Asche und etwa 90 Tonnen Rauchgasreinigungsrückstände übrig bleiben.

Warum Schlamm verbrennen?

Die Deponierung von Klärschlamm sowie dessen landwirtschaftliche Verwertung ist wegen der Konzentration der Schadstoffe aus dem Abwasser nicht mehr zulässig. Die Verwertung in speziellen Verbrennungsanlagen ist ökonomisch und ökologisch der beste Weg.



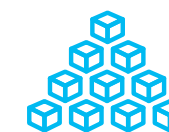
100 LITER
Aus 100 Litern
Dünnschlamm
werden ...



6 LITER
getrockneter
Schlamm, so viel
wie 6 1-l-Flaschen
Wasser



1.000 GRAMM
Verbrennungs-
asche, so viel wie
1 Packung Mehl



30 GRAMM
Rauchgasrück-
stände, so viel
wie 10 Zucker-
würfel



3 Gramm Verbrennungsasche im Reagenzglas: ein sehr feines, staubähnliches braunes Pulver

Vom Klärwerk zum Kraftwerk.

In Abwasser und Klärschlamm steckt viel Energie. Abwasserreinigung und Schlammbehandlung dagegen kosten viel Energie. Wir können heute viel davon zurückgewinnen: der so intelligente wie effiziente Energie- und Wärmeverbund des Hauptklärwerks Mühlhausen ermöglicht es, einen erheblichen Teil der benötigten Energie selbst zu erzeugen.

In der Schlammfäulung wird Energie in Form von Klärgas frei. Mit diesem Klärgas wird ein spezieller Gasmotor betrieben, der wiederum einen Generator zur Stromerzeugung antreibt. So erzeugen die beiden Blockheizkraftwerke bis zu 1,6 Megawatt Strom sowie Wärme, die über Wärmetauscher in den Wärmeverbund eingespeist wird.

In der Klärschlammverbrennung wird der anfallende Klärschlamm bei mindestens 850 Grad Celsius verbrannt. Das heiße Rauchgas erzeugt im Abhitzeessel Dampf mit 410 Grad

Celsius, der über eine Dampfturbine mit Generator Strom erzeugt: aus 11 Tonnen Dampf werden so in der Dampfturbine 1,2 Megawatt elektrischer Strom. Aber danach steckt der Dampf immer noch voller Energie und versorgt die Schlamm Trockner mit Wärme, die damit den Schlamm für die Verbrennung trocknen.

Die zur Gebäudeheizung und Faulraumbeheizung benötigte Wärme wird von einem internen Nahwärmesystem, dem Wärmeverbund, bereitgestellt, der sich mit einer Länge von rund 2 Kilometern über das gesamte Klärwerk erstreckt. Bis zu 6,6 Megawatt Wärme können dem Wärmeverbund zugeführt werden. Ein Großteil hiervon wird für die Schlammfäulung benötigt, aber auch sämtliche Betriebsgebäude im Hauptklärwerk werden damit beheizt. Die Einspeisung der Wärme erfolgt durch die Blockheizkraftwerke sowie die Klärschlammverbrennung.

Noch weniger CO₂, noch weniger Strom und Gas:

Weniger CO₂ produzieren, weniger Strom und Gas verbrauchen. Um den CO₂-Ausstoß zu reduzieren und die Betriebskosten für Strom und Öl weiter zu senken, erfolgt die Wärmeversorgung im Hauptklärwerk durch Wärmeauskopplung aus Prozessdampf und Abwärme der Wirbelschichtöfen. Mit Wärmetauschern und Kondensatoren wird Wasser erwärmt, das dann durch Nahwärmeleitungen das Klärwerk mit Wärmeenergie versorgt.

Die Wärmeauskopplung:

Das Prinzip kennen wir vom Auto mit seinem Kühlwasserkreislauf. Das Kühlwasser kühlt den Motor und nimmt dabei so viel Motorwärme auf, dass damit der Innenraum beheizt werden kann. In den Blockheizkraftwerken des



Foto: Michael Fuchs

Hauptklärwerks wird das in der Schlammfäulung gewonnene Klärgas zum Antrieb von Gasmotoren genutzt. Die ihrerseits jeweils einen Generator antreiben. Die dabei entstehende Wärme wird „ausgekoppelt“.

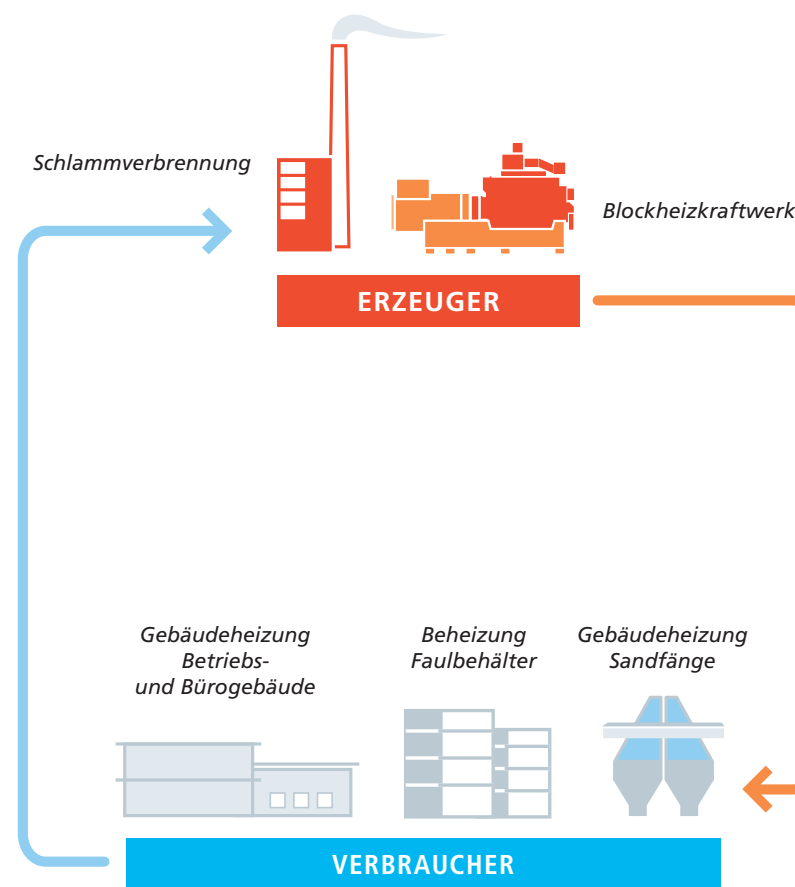
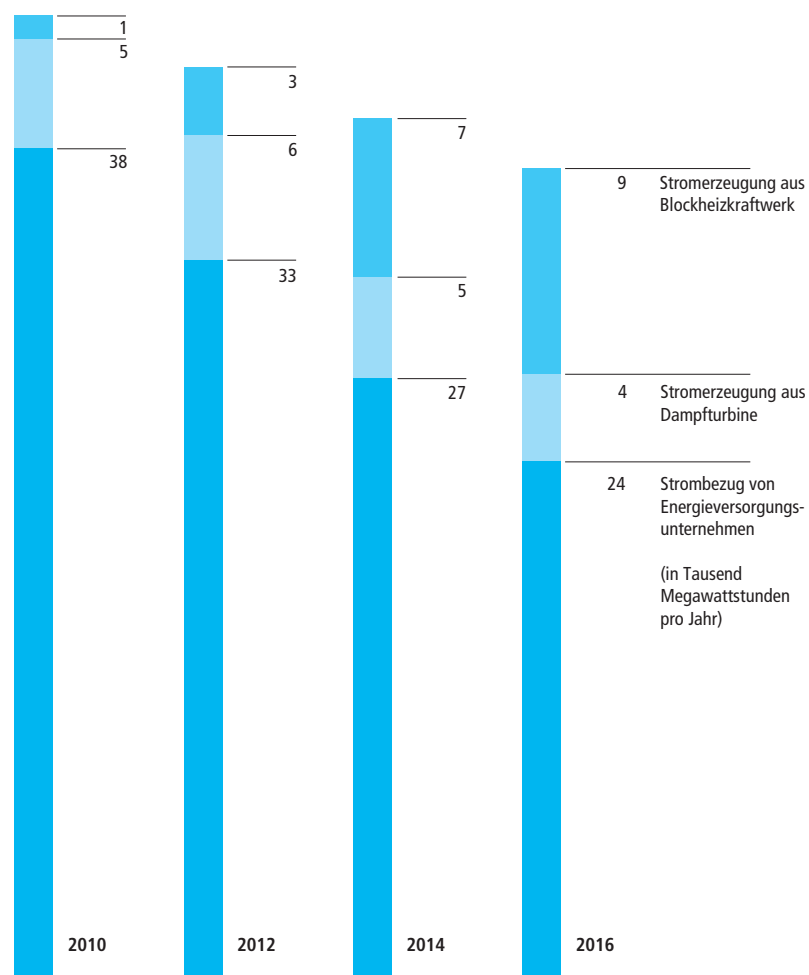


Foto: Michael Fuchs

Dampfturbine im Hauptklärwerk Mühlhausen

Exzellente Ergebnisse erfordern exzellente Mitarbeiter.

Moderne Abwasserreinigung verlangt hoch qualifizierte Mitarbeiter. Jährlich 70 Millionen Kubikmeter Abwasser zu reinigen und am Ende nur wenige Promille Rückstände zu erhalten, das geht nur mit modernster Technik. Und mit Mitarbeitern, die diese Technik beherrschen. Was zu Beginn der Stadtentwässerung noch weitgehend mechanisch bewältigt wurde, hat sich heute zu komplexen Prozessen und anspruchsvollen Tätigkeiten gewandelt. Dies spiegelt sich im Ausbildungsberuf der Fachkraft für Abwassertechnik mit den Schwerpunkten Maschinen- und Verfahrenstechnik, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, in der elektrotechnischen Ausbildung sowie den Laborarbeiten wider.

Der gesamte Reinigungsprozess mit seinem komplexen Zusammenspiel von mechanischen, biologischen und chemisch-physikalischen Verfahren und der Betrieb des integrierten Energie- und Wärmeverbunds sind nur mit modernen Steuerungs- und Regelungsprozessen darstellbar und erfordern deshalb bestens ausgebildetes und kompetentes Personal. Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter müssen über umfassende technische Kenntnisse verfügen und durch gute Zusammenarbeit und regen Informationsaustausch die Voraussetzung für den störungsfreien und sicheren Betrieb schaffen.

Die zunehmende Automatisierung von Abwasserbehandlungsanlagen, die ständige Optimierung der Anlageneffizienz und die steigenden Anforderungen an Emissionen und

Versuch und Irrtum.

Voneinander lernen, gemeinsam besser werden und, wenn mal etwas nicht klappt, miteinander diskutieren: Den Auszubildenden im Hauptklärwerk Mühlhausen steht ein eigenes Ausbildungszentrum zur Verfügung. Und erfahrene Ausbilderinnen und Ausbilder, die zur Seite stehen, wenn es um schwierige Aufgaben und Details des zukünftigen Berufs geht.

AUSBILDUNGSBERUFE BEI DER SES

	DAUER	VORAUSSETZUNG
• FACHKRAFT FÜR ROHR-, KANAL- UND INDUSTRIESERVICE	3 JAHRE	HAUPTSCHULABSCHLUSS
• FACHKRAFT FÜR ABWASSTERTECHNIK	3 JAHRE	HAUPTSCHULABSCHLUSS
• CHEMIELABORANT/-IN	3,5 JAHRE	MITTLERE REIFE
• ELEKTRONIKER/-IN FÜR BETRIEBSTECHNIK	3,5 JAHRE	MITTLERE REIFE

Grenzwerte verlangen von unserem Personal die stetige Bereitschaft, sich weiterzubilden und höherzuqualifizieren. So werden unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in Qualitätssicherung, Prozessoptimierung, Arbeitssicherheit und Störfallmanagement geschult, aber auch in der Fähigkeit, im Team zu denken, zu handeln und zu kommunizieren. Umweltschutz braucht eine leistungsfähige und nachhaltige Abwasserreinigung. Qualifiziertes Personal ist die Voraussetzung dafür.

Gemeinsam erreicht man große Ziele.

Nicht nur beim Umwelt- und Gewässerschutz mit Können, Motivation und Engagement bei der Sache: die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der SES beim Sport.



alle Fotos: Michael Fuchs



98 Prozent aller Unklarheiten sind geklärt. An den letzten 2 Prozent arbeiten wir.

Heute an morgen denken: Was die SES für die Zukunft tut.

Wir haben viel erreicht. Von den ersten Anfängen, der Planung und dem Bau des ersten Kanalnetzes Ende des 19. Jahrhunderts, über die Inbetriebnahme der ersten Kläranlage bis hin zu einer hocheffektiven, modernen Abwasserreinigung war es ein weiter Weg. Was wir heute als selbstverständlich betrachten, ist das Ergebnis ständigen Bemühens, die Umwelt zu schonen und die Wasserqualität unserer Gewässer zu verbessern – grundlegende Voraussetzung für eine hohe Lebensqualität.

Diesem Anspruch und den ständig wachsenden Anforderungen muss die SES auch in Zukunft gerecht werden. Die SES hat deshalb in den vergangenen Jahren neue Steuerungsinstrumente eingeführt, die es uns ermöglichen, schnell

und situationsgerecht auf Veränderungen zu reagieren und zukünftige Herausforderungen zu bewältigen: die Balanced Scorecard, Maßnahmen zur Strategieentwicklung und Zielsetzung, das Chancen- und Risikomanagement sowie das Qualitäts- und Umweltmanagementsystem (QUMS).

Mit QUMS wurden im Hauptklärwerk Mühlhausen neue wegweisende Projekte zur Energieeinsparung und CO₂-Reduzierung realisiert. Interne Energiequellen wurden erschlossen, Klärgas aus der Schlammfäulung beispielsweise wird in einem modernen Blockheizkraftwerk zur Stromerzeugung genutzt und die gleichzeitig anfallende Wärme in ein Wärmeverbundsystem eingespeist.

In diesem Wärmeverbundsystem wird die im Klärwerk anfallende Wärme „gesammelt“ und den Wärmeverbrauchern im

Klärwerk mittels eines prozessgesteuerten Systems zur Verfügung gestellt. Oder die Stromerzeugung: Neben der Klärgasverstromung wird auch die Wärme des Wirbelschichtofens III zur Stromerzeugung genutzt. Drei Beispiele aus dem Qualitäts- und Umweltmanagementsystem, die aufzeigen, wie die SES neue Ideen entwickelt und mit modernen Steuerungsinstrumenten umsetzt.

In die Zukunft gerichtet ist die Spurenstoffelimination. Mittels einer Versuchsanlage werden unter wissenschaftlicher Begleitung Erkenntnisse für die Entwicklung, den Bau und den Betrieb einer vierten Reinigungsstufe im Hauptklärwerk Mühlhausen gesammelt. Ebenfalls in die Zukunft gerichtet sind Untersuchungen zur Rückgewinnung des in der Klärschlammasche enthaltenen Phosphors.

Modernste, prozessgesteuerte Anlagentechnik, gut ausgebildete und hochmotivierte Mitarbeiter und eine innovative Betriebsführung – das alles dient einem Ziel: aus Abwasser wieder sauberes Wasser zu machen. Eine Aufgabe, der sich die SES zu 100 Prozent verpflichtet fühlt.



Foto: Stoyanow/ fotosearch.de

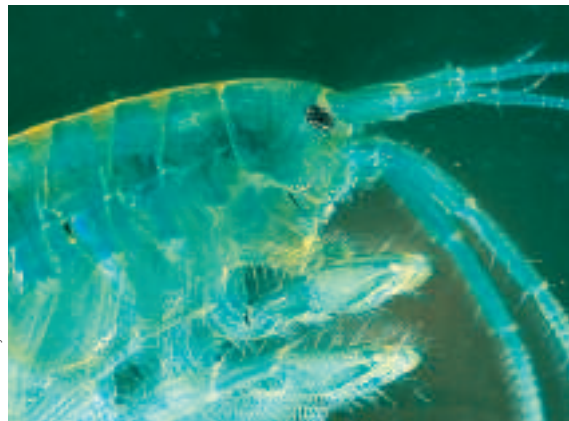


Foto: Dr. Bellmann



Foto: berkan/ fotosearch.de



Foto: trybex/ fotosearch.de



Foto: CreativeNature/ fotosearch.de

Wasser ist Leben

Der winzige Bachflohkrebs ist ein Indikator der Gewässergüteklasse III bis II. Sein Vorkommen belegt, dass die Einleitung des geklärten Abwassers aus dem Hauptklärwerk Mühlhausen in den Neckar zu einer Verbesserung der Wasserqualität beiträgt. Und hilft, den Lebensraum vieler heimischer Arten in den Gewässern zu erhalten oder wieder herzustellen.



Foto: Naturspektrum/ Holger Gröschl