



100 Jahre Hauptkläranlage Fürth

StEF
Stadtentwässerung Fürth

100 Jahre Hauptkläranlage Fürth





Herausgeber: Stadtentwässerung Fürth
mit Beiträgen von Barbara Ohm (Fürth) und
Burkard Hagspiel (Stadtentwässerung und Umweltanalytik Nürnberg)
Text: Herbert Belian, Stadtentwässerung Fürth
Redaktion, Textgestaltung und Abbildungen:
Dr. Margit Popp, GOE – Gesellschaft für Organisation und Entscheidung Stuttgart
Satz, Gestaltung und Produktion:
Jörg Aufdemkamp, Gestaltung für Unternehmen, Bielefeld
Fotos und Pläne: Stadtentwässerung Fürth
Fotos Seite 18, 52, 54: David Hartfiel, Fürth
Reproduktionen Seite 20, 22, 25, 27, 31: Stadtarchiv Fürth
Karikaturen: Ronald Rosshirt, Stadtentwässerung Fürth
Druck und Verarbeitung: Druckerei C. Fleßa GmbH, Fürth

Titelbild: Biologische Reinigung, im Hintergrund das Gebäude der
Schlammentwässerungsanlage und die Faulbehälter
Frontispiz: Die drei neuen Nachklärbecken aus dem Jahr 2015
Seite 83/84: Vorklärbecken, im Hintergrund die Faulbehälter
Fotos: David Hartfiel, Fürth

© Stadtentwässerung Fürth, 2016



100 Jahre Hauptkläranlage Fürth



Inhalt

- 8/9 **Grußworte**
- 10 **Die Anfänge der Fürther Kläranlage**
Eine wichtige Errungenschaft des frühen 20. Jahrhunderts
VON BARBARA OHM
- 18 **Die Hauptkläranlage Fürth damals und heute**
Vom Emscherbrunnen zur modernen Abwasserreinigung
- 40 **Die Reinigungsleistung**
Eine stetige Verbesserung der Ablaufwerte zahlt sich aus
- 46 **Mikroverunreinigungen und Mikroplastik**
Ein neues Problem will gemeistert werden
- 52 **Das Energiemanagement**
Auf dem Weg zu einer energieautarken Kläranlage
- 62 **Das Wertstoffmanagement**
Reststoffe gewinnen zunehmend an Bedeutung
- 66 **Das Verbundvorhaben KRN-Mephrec**
Ein Forschungs- und Entwicklungsprojekt
VON BURKARD HAGSPIEL
- 74 **Betriebssteuerung und Betriebsdokumentation**
Hightech als unverzichtbares Hilfsmittel
- 80 **Ausblick auf das Kommende**
Unser Engagement in der Zukunft



Grußwort des Oberbürgermeisters



Die Stadtentwässerung feiert in diesem Jahr ein wahrlich außergewöhnliches Ereignis: Die Abwasserreinigung in der Hauptkläranlage wird 100! Das zeigt einmal mehr, wie fortschrittlich wir in der Kleeblattstadt waren und immer noch sind.

Ganz selbstverständlich nutzen wir heute Wasser, ohne Angst vor Krankheiten und Seuchen haben zu müssen. Wir können einfach den Wasserhahn aufdrehen und das kühle Nass aufgrund seiner hohen Qualität direkt aus der Leitung trinken. Das war nicht immer so, wie ein Blick in die Geschichtsbücher beweist. Nur die geordnete Ableitung des Abwassers einerseits und die Versorgung mit einwandfreiem Trinkwasser andererseits konnten die hygienischen Probleme der Vergangenheit nachhaltig lösen. Den entscheidenden Grundstein dafür haben verantwortungsvolle und vorausschauende Fürther Bürgerinnen und Bürger 1916 mit der Errichtung und Inbetriebnahme der ersten Kläranlage am Ufer der Regnitz gelegt.

Freilich haben sich die Anforderungen und Aufgaben im vergangenen Jahrhundert grundlegend verändert, Klima-, Natur-, Gewässer- und Umweltschutz mit Wirtschaftlichkeit und der Stadtentwicklung in Einklang zu bringen sind die großen Herausforderungen der Zukunft. Doch angesichts der engagierten und kompetenten Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter unserer Stadtentwässerung ist mir da nicht bange.

Ihr

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Thomas Jung'. The signature is stylized and cursive.

Dr. Thomas Jung
Oberbürgermeister

Grußwort der Werkleitung



Joachim Krauße,
Erster Werkleiter



Gabriele Müller
Zweite Werkleiterin

Die Stadtentwässerung Fürth kann 2016 das 100-jährige Bestehen der Abwasserreinigung in der Hauptkläranlage Fürth feiern. Dies ist wahrlich ein beachtenswertes Ereignis. Bereits 1914 haben die Fürther Bürgerinnen und Bürger den Zustand ihrer Flüsse, in die das Abwasser aus den städtischen Dolen unbehandelt abgeleitet wurde, im Auge gehabt und mit der Errichtung und Inbetriebnahme der ersten Kläranlage am Ufer der Regnitz im Jahr 1916 einen großen Beitrag für den Erhalt der Wasserqualität ihres „Vorfluters“ geleistet.

Waren damals primär noch die katastrophalen hygienischen Verhältnisse der Anlass eine Kläranlage zu bauen, kamen im Laufe der Jahre ständig höhere Anforderungen und neue Aufgaben hinzu. Neben der Abwasserreinigung stehen heute vor allem auch die umweltschonende Klärschlammverwertung und die Energieeinsparung und -erzeugung im Fokus der Stadtentwässerung.

Die Stadtentwässerung Fürth hat alle Herausforderungen stets gemeistert, und die Hauptkläranlage Fürth ist immer dem Stand der Technik entsprechend ausgerüstet und betrieben worden. So war und ist die Abwasserentsorgung, als Voraussetzung für eine nachhaltige Entwicklung der Stadt, für die Fürther Bürgerinnen und Bürger immer gewährleistet. Auch die Erweiterung und Ansiedlung von Gewerbebetrieben in Fürth konnte Dank der Anstrengungen der Stadtentwässerung immer sichergestellt werden.

Die Hauptkläranlage Fürth leistet mit Ihrem Betrieb einen wesentlichen Beitrag zum Gewässerschutz in der Region. Erkennbar ist dies unmittelbar an der Regnitz, die heute wieder eine gute Wasserqualität besitzt. Dies wirkt sich selbstverständlich auch auf die Grundwasservorkommen und somit auf unser einwandfreies Trinkwasser aus.

Darüber hinaus trägt die Hauptkläranlage maßgeblich zum Klimaschutz bei, da sie, als einer der größten Stromverbraucher der kommunalen Betriebe, mittlerweile rund 75 % ihrer benötigten elektrischen Energie aus regenerativen Energiequellen selbst erzeugt und somit den CO₂-Ausstoß in den letzten Jahren erheblich gesenkt hat.

Dieser Abriss zeigt, dass sich die Hauptkläranlage Fürth stets ihren Anforderungen als Umweltschutzbetrieb stellt. Die Aufgaben werden auch in Zukunft anspruchsvoll sein, und das Betätigungsfeld bleibt spannend und turbulent. Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Stadtentwässerung werden auch künftig mit Engagement und Know-how dafür Sorge tragen, dass die Stadtentwicklung unter Berücksichtigung aller umwelttechnischen Belange gewährleistet ist.



Die Anfänge der Fürther Kläranlage

Eine wichtige Errungenschaft des frühen 20. Jahrhunderts

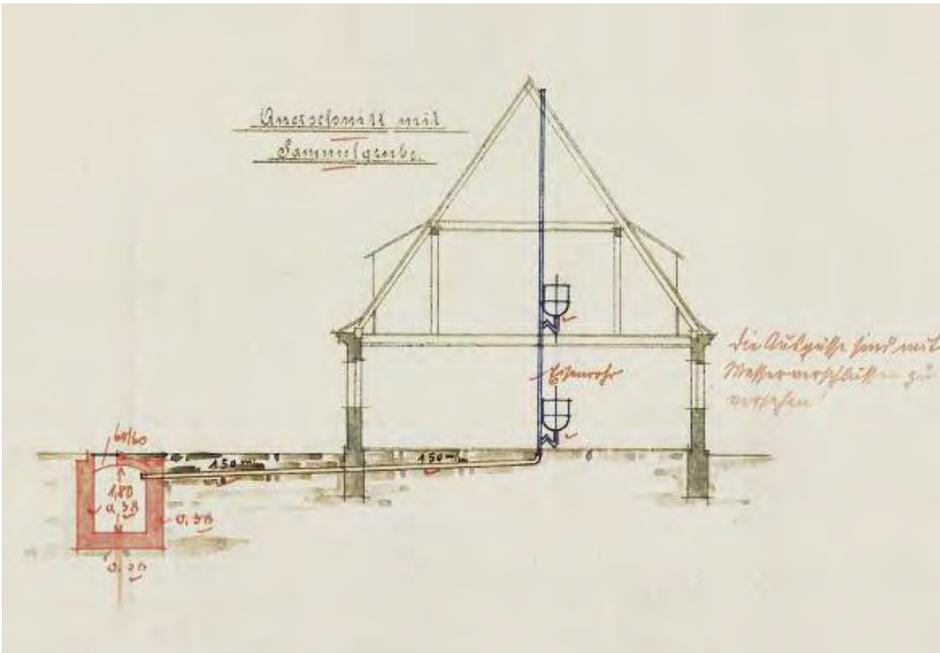
BARBARA OHM

Im Laufe des 19. Jahrhunderts, mit dem Jahr 1830 beginnend, wurden in Fürth die Hausabwässer, die über Rinnen in den Straßen abliefen, in unterirdische Kanäle verlegt – ein wesentlicher Beitrag zur Hygiene in der Stadt und damit für die Gesundheit der Bevölkerung. Schritt für Schritt, aber völlig unsystematisch, wurde die Stadt mit einer Kanalisation versehen. Die Abwässer wurden, wie es jahrhundertlang üblich war, in die Flüsse eingeleitet. Fürth war mit zwei Flüssen gut versorgt. Im Jahr 1899 gab es ein 32.152 Meter langes Kanalnetz, davon führten 15.772 Meter zur Pegnitz und 16.380 Meter zur Rednitz. Da die Abwässer ungereinigt eingeleitet wurden, durften keine Fäkalien u. ä. in die Kanalisation gebracht werden. Dafür gab es Grubenentleerungen und Hauskläranlagen.

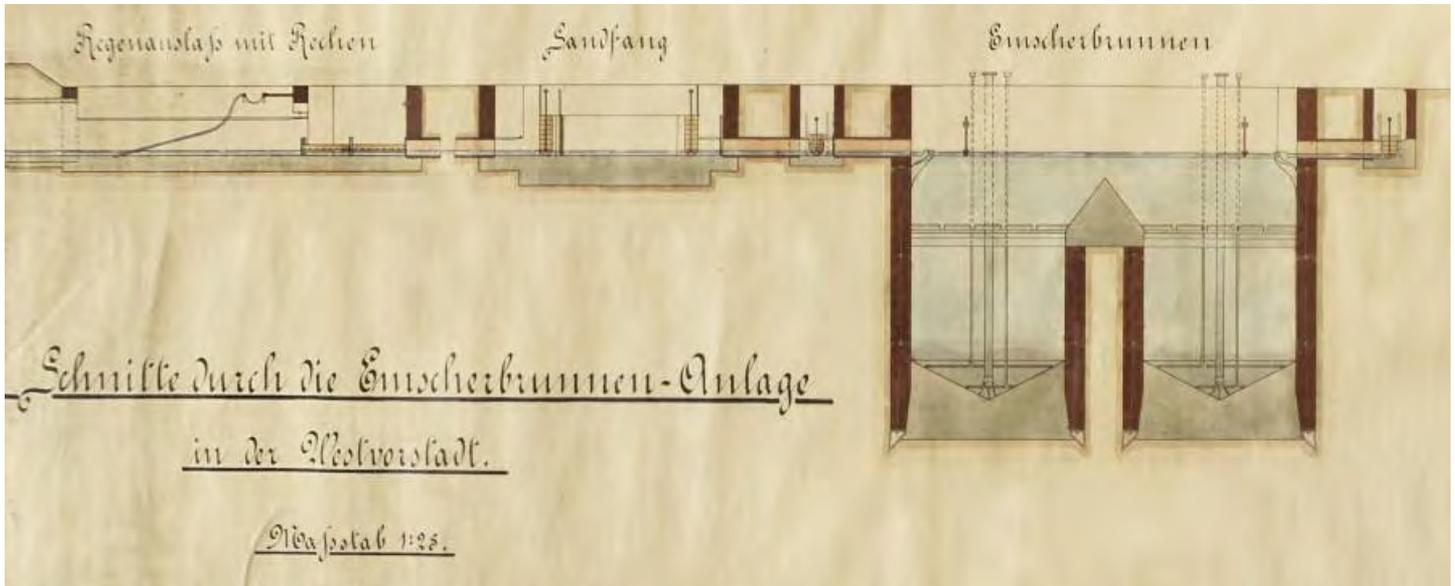
Vorläufer

Eine solche lokale „Klärgrubenanlage“ wurde zum Beispiel 1909 für die Schule an der Frauenstraße, zu der auch das III. Volksbrausebad gehörte, errichtet. Da es damals in den allermeisten Wohnungen kein Bad gab, spielten die öffentlichen Brause- und Wannebäder eine große Rolle. Deshalb wurde zusammen mit der Schule das dritte Bad in der Stadt für die Südstadtbevölkerung gebaut. Die in die Erde eingelassene Klärgrube wurde vor dem Bad angelegt. Sie war eine „biologische Fäkalienkläranlage“, in der die Feststoffe in einem Absetzbecken ausgeschieden und dann die organischen Substanzen durch die Bakterien im Abwasser zersetzt wurden. Berechnet war die Klärgrubenanlage für 2.080 Personen und für 25 cbm Wassermenge, also 12 Liter pro Person und Tag. Die Menge war so gering, da sie nur den Wasserbedarf in Schule und Bad decken sollte, nicht den für das ganze tägliche Leben. Gegen unangenehme Geruchsbildung wurde die Grube mit Chlorkalk desinfiziert.

◀ **Abb. links:** Im Jahr 1915 wurde mit dem Bau der Kläranlage am rechten Regnitzufer begonnen. Am 20. Mai 1916 wurde die Kläranlage offiziell in Betrieb genommen.



Im 18. Jahrhundert wurden die Hausabwässer noch in Gruben gesammelt, die dann in regelmäßigen Abständen entleert werden mussten.



Schnitt durch die Anlage in der Westvorstadt. Kläranlage bestehend aus Rechen, Sandfang und Emscherbrunnen im Maßstab 1:25.

Kläranlage im Westen der Stadt

Anfang des 20. Jahrhunderts, mit dem rasanten Bevölkerungswachstum in den Städten, erkannte man, dass die gravierend zunehmende Verschmutzung der Flüsse gestoppt und die Abwässer vor der Einleitung gereinigt werden mussten. In Fürth errichtete man 1912 nach neueren technischen Erkenntnissen eine Kläranlage in der Nähe der Vacher Straße für die Bevölkerung westlich von Rednitz und Regnitz. Sie arbeitete nach dem 1907 entwickelten System der Emscherbrunnen, ein System, das als „mechanische“ Reinigung bezeichnet wurde. Die Emscherbrunnen bestanden aus einer doppelstöckigen Anlage: Im oberen Teil wurden die groben, ungelösten Stoffe ausgeschieden, im unteren die Abwässer zu Schlamm verfestigt und die organischen Stoffe durch Ausfaulen zersetzt. Im Unterschied zur Klärgrubenanlage fand hier der entscheidende Vorgang im Schlamm und nicht im Abwasser statt. Der damalige Fürther Stadtchronist Georg Paul Rieß urteilte über die Emscherbrunnen: „Die neue Anlage funktioniert vorzüglich.“

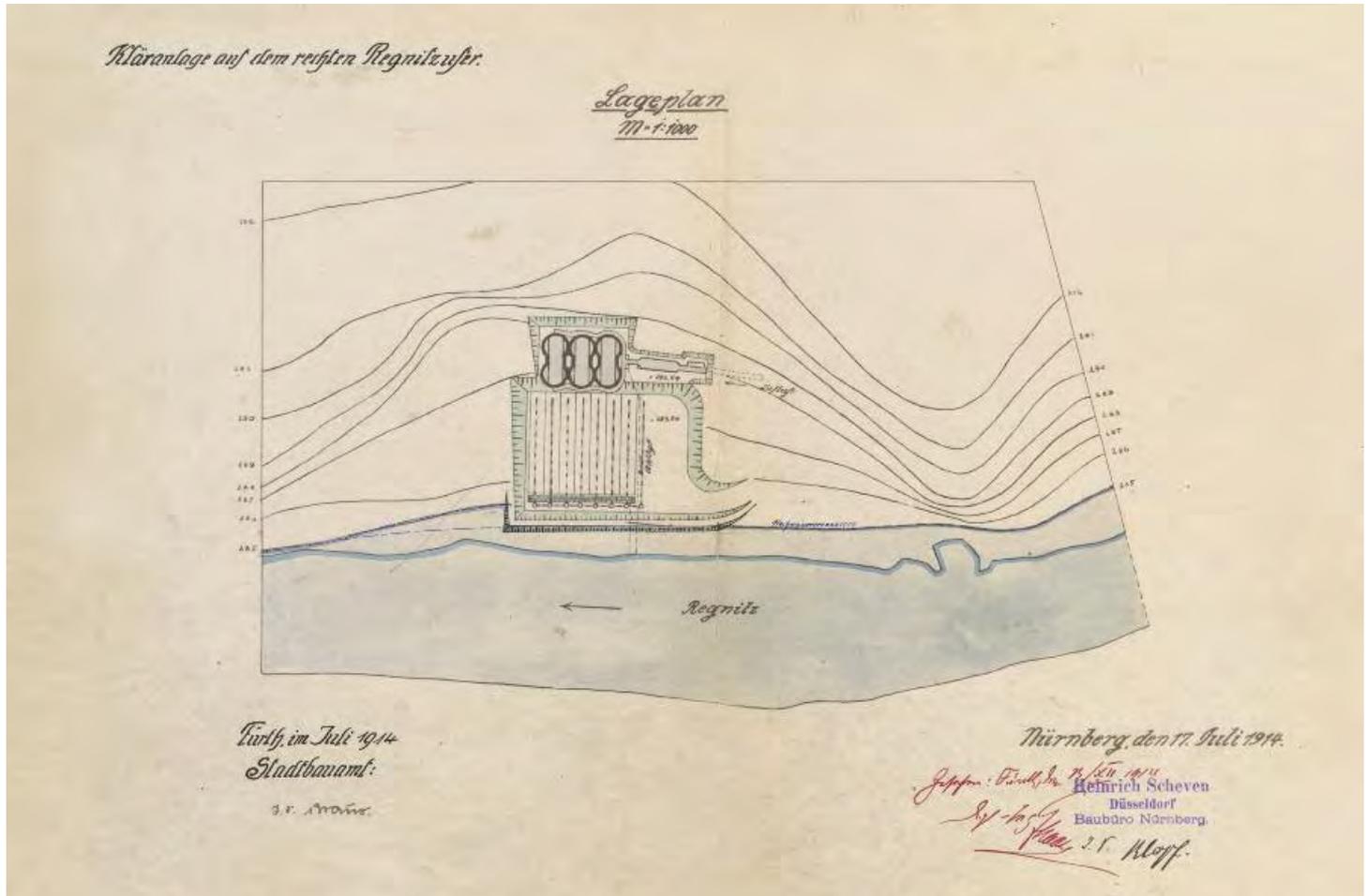


Der Bau der Emscherbrunnen in den Jahren 1915/1916 war mit den damaligen Gerätschaften eine aufwendige Angelegenheit.

Die Hauptkläranlage an der Erlanger Straße

Das schnelle Anwachsen der Stadt in der Industrialisierung verlangte auch für die bisher unsystematische Kanalisation eine neue Planung. Deshalb wurde 1912 ein „General-Entwässerungsplan“ erstellt, der die Stadt in drei Entwässerungsbezirke einteilte und ein neues Kanalsystem projektierte. Es wurde von 1912 bis 1936 realisiert und brachte eine „geregelte Stadtentwässerung“. Die Abwässer wurden nun in die Regnitz, nördlich des Friedhofs, eingeleitet. Sie sollten vor der Einleitung in den Fluss in einer umfassenden Kläranlage gereinigt werden, zumal nun auch Fäkalien in die Kanalisation kamen. Im Auftrag der Stadt Fürth erstellte das Düsseldorfer Technische Büro Heinrich Scheven, mit Zweigstelle in Nürnberg, im Juli 1914, also noch vor Beginn des Ersten Weltkriegs, die Planung. Sie sah, wie bei der Kläranlage im Westen, das Emscherbrunnensystem vor, und zwar eine Anlage mit sechs Brunnen von acht Metern Durchmesser und 9,85 Metern Tiefe, je zwei zu einer Gruppe zusammengefasst. Die Menge der Abwässer wurde mit 100 Liter pro Sekunde bei trockenem Wetter berechnet, bei Regenwetter mit 400 Sekundenlitern. 100 Sekundenliter entsprachen einem Wasserverbrauch von 125 Liter pro Person und Tag. Gedacht war die Kläranlage für 46.000 der ca. 67.000 Fürther Einwohner, da die Kläranlage bei der Vacher Straße weiterhin die Abwässer aus dem Westen der Stadt reinigte. Die Abwässer bestanden vor allem aus Hausabwässer und Regenwasser, nur ein geringer Teil waren gewerbliche Abwässer von Glasschleifereien und Brauereien.

Trotz des Ersten Weltkriegs, der immer größere Probleme mit Materialien und Personal verursachte, setzte die Stadt Fürth die Pläne um. Noch im Dezember 1914 wurden die beteiligten Gemeinden, Stadeln, Mannhof und Vach, die erst seit 1972 zur Stadt Fürth gehören, sowie Eltersdorf, Bruck und Erlangen zu einer Besprechung ins Fürther Rathaus eingeladen. Danach genehmigte das Königliche Bezirksamt, die der Stadt Fürth übergeordnete Behörde, die Einleitung der Abwässer in die Regnitz, mit der Auflage, ein Auslaufbauwerk anzulegen. In den Jahren 1915/16 wurde dann die Hauptkläranlage am rechten Regnitzufer, damals noch auf Ronhofer Gebiet, errichtet.



Lageplan der Hauptkläranlage am rechten Regnitzufer, 1914 geplant, 1915/16 errichtet, am 20. Mai 1916 in Betrieb genommen. Man sieht die Anordnung der Rechen- und Sandfanganlage, der Emscherbrunnen und der Schlammplätze.



Der Aushub für den Zuleitungskanal und für die Rechen- und Sandfanganlage unterhalb des Klärwärterwohnhauses erfolgte ohne technische Hilfsmittel. Lediglich ein Förderband zur Beladung der Lastwagen stand zur Verfügung.

Der Ablauf in der Hauptkläranlage war generell genauso wie in der kleinen im Westen der Stadt, allerdings technisch ausgefeilter: Zuerst wurden die im Hauptsammler angekommenen Abwässer, um die groben Verunreinigungen zurückzuhalten, durch einen Rechen geleitet und danach durch den feineren Sandfang, der Straßensand, Glassplitter u. ä. abhielt. Anschließend kamen sie in die eigentliche Kläranlage, in die Emscherbrunnen. Dort durchflossen sie zunächst die Absetzbecken, in denen sich die noch im Abwasser befindlichen festen, ungelösten Stoffe absetzten und ausgeschieden wurden. Über die schrägen Sohlen der Absetzbecken gelangten die Abwässer, zu Schlamm eingedickt, in die darunter liegenden Faulräume, in denen unter Luftabschluss das Ausfaulen des Schlammes, die Zersetzung der organischen Stoffe, stattfand.

Der ausgefaulte Schlamm kam anschließend auf den Schlammplatz, wo er auf einer Sickersandschicht trocknete und abtransportiert wurde. Er konnte als organischer Dünger in der Landwirtschaft verwendet werden. Der Schlamm-trockenplatz sollte nach einer Auflage des Königlichen Bezirksamtes so hoch angelegt werden, dass auch bei Hochwasser keine Überflutungsgefahr bestand. Es wurde dann aber eine Umwallung des Platzes als Schutz akzeptiert und die Anlage am 8. April 1916 genehmigt.

An der Stelle der Einleitung des geklärten Wassers in die Regnitz war ein Auslaufbauwerk nötig, um Uferabbrüche und Unterspülungen zu vermeiden. Der Bau dieses Werks wurde im Oktober 1915 begonnen und war im Februar 1916 fertiggestellt. Da man bei dem ständigen Stadtwachstum an eine Erweiterung denken musste, wurde das Auslaufbauwerk so angelegt, dass es bei Trockenwetter bis zu 200 Liter pro Sekunde bewältigen konnte.



Zur Kläranlage gehörte das 1915 errichtete Wärtterhaus. In ihm befand sich – neben der Wohnung des Wärters, der auch nachts zur Verfügung stehen musste, neben Büros und Aufenthaltsräumen – im Erdgeschoss auch ein Laboratorium, in dem kontinuierlich die Zu- und Ablaufwässer der Kläranlage wie auch das Flusswasser nach der Einleitung der gereinigten Abwässer untersucht und überprüft wurden.

Als im Februar 1916 die Kläranlage fertiggestellt war, gab es noch Probleme mit den Dükerleitungen, Druckleitungen, mit denen die Abwässer in der Kanalisation zur Kläranlage befördert wurden. Sie waren Anfang Mai behoben, am 20. Mai 1916 konnte die Kläranlage in Betrieb genommen werden.

Trotz der Probleme durch den Ersten Weltkrieg gelang es der Stadt Fürth, diese für die Gesundheit der Bevölkerung so wichtige Einrichtung zu schaffen. Die heutige Kläranlage befindet sich noch an derselben Stelle. Sie hat sich dem Stadtwachstum, den hygienischen Bedürfnissen und Umweltstandards sowie den technischen Erkenntnissen entsprechend weiterentwickelt und arbeitet inzwischen völlig anders als vor 100 Jahren.

Quellen und Literatur

STADTARCHIV FÜRTH:

AGr. 6/289 und 680

AGr. 9/1004

Verwaltungs-Bericht des Stadtmagistrats

Fürth 1910/11, Fürth 1913

Rieß-Chronik für 1912 und 1916

Amts-Blatt für das K. Bezirksamt Fürth,

11. Dezember 1914

STADTENTWÄSSERUNG FÜRTH (Hg.):

180 Jahre Stadtentwässerung Fürth,

Fürth 2010. Darin: Barbara Ohm:

Zur Geschichte der Kanalisation in Fürth,
S. 14–39 (mit weiteren Literatur-
angaben).

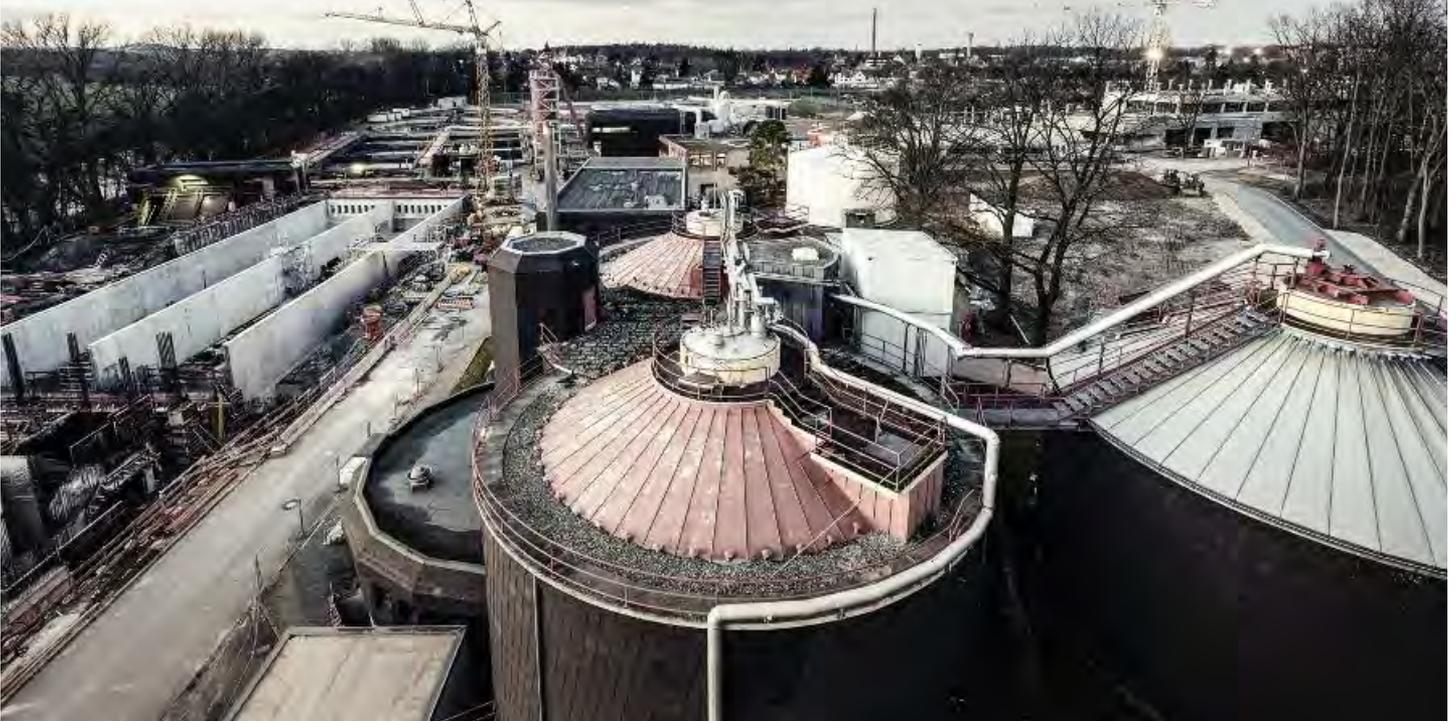
Bildnachweis

S. 11: Akten des Stadtmagistrats Fürth,

Aktenplan-Nr. 602/1225 (Altakt)

S. 12: Stadtarchiv Fürth, AGr. 6/289

S. 15: Stadtarchiv Fürth, AGr. 6/680



Die Hauptkläranlage Fürth damals und heute

Vom Emscherbrunnen zur modernen Abwasserreinigung

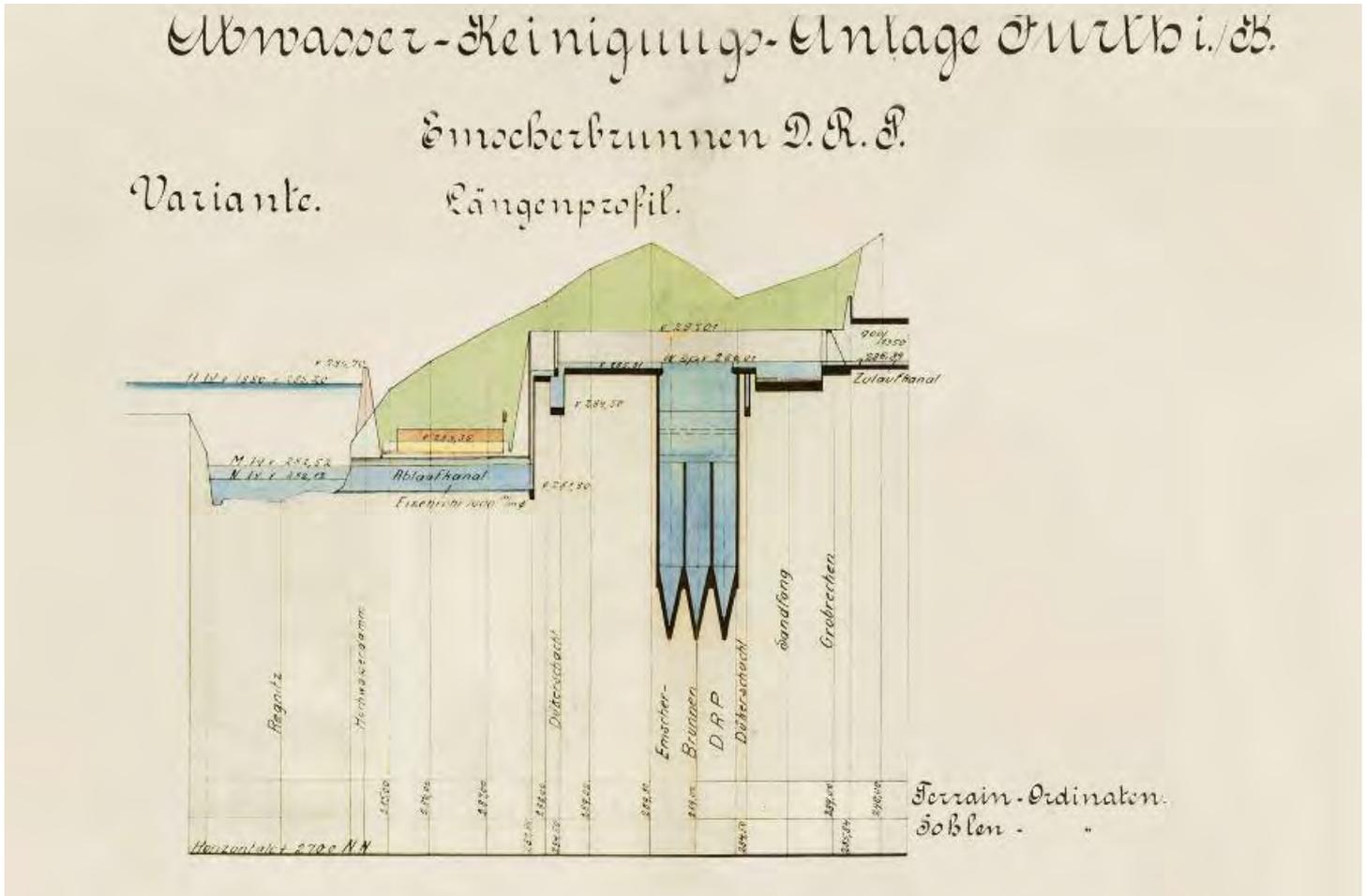
Während zu Beginn der geregelten Abwasserableitung und -reinigung primär die Verbesserung der hygienischen Bedingungen und somit das Wohl der Bürger im Mittelpunkt standen, liegt der Fokus heute verstärkt auf dem Gewässer- und Umweltschutz. Diese Entwicklung spiegelt sich nicht nur in den gesetzlichen Vorschriften für das Einleiten von Abwasser in Gewässer und den wasserrechtlichen Genehmigungen, d.h. Wasserrechtsbescheiden für die Hauptkläranlage Fürth, sondern auch in der Anlagentechnik wider, die sich in den vergangenen 100 Jahren stetig gewandelt hat.

Die Jahre 1916 bis 1934

Eine am 12. Februar 1913 im Amtsblatt der Stadt Fürth veröffentlichte Verordnung („Ortspolizeiliche Vorschrift über die Entwässerung der Grundstücke für die Stadt Fürth“) sah vor, dass ab 1913 alle Fürther Grundstückseigentümer ihre Abwässer in die öffentliche Kanalisation, die damals schon relativ gut ausgebaut war, einleiten mussten. Als Abwasser galten Hausschmutzwasser, Niederschlagswasser und „menschliche und tierische Abgänge“, d. h. Fäkalien. Von daher war es zwingend erforderlich, das Abwasser vor der Einleitung in

Kanalnetzplan aus dem Jahr 1908





Im April 1914 übergab die Firma Heinrich Scheven eine erste Lageplanskizze nebst Längenprofil. Im Juli 1914 wurden ein Erläuterungsbericht mit Lageplan und Längenprofil sowie eine Vorlage für den Stadtrat zur „Bauvergebung des 1. Teiles“ für die Mechanische Kläranlage am rechten Regnitzufer vorgelegt.



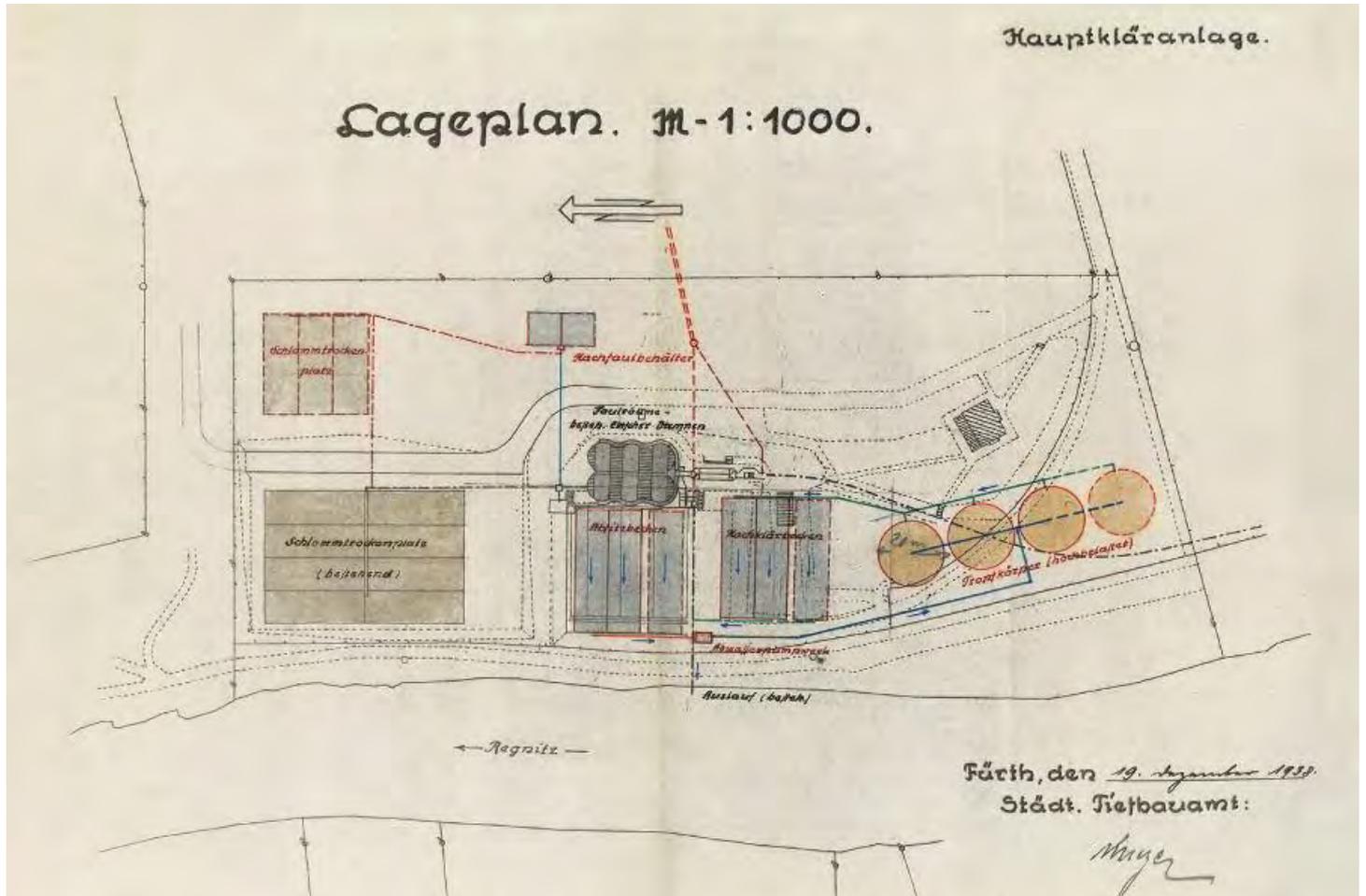
Nordbayerische Zeitung vom 8. Nov. 1938

Die Jahre 1935 bis 1939

Im Jahre 1935 wurde anlässlich eines Besuchs der Bayerischen Biologischen Versuchsanstalt festgestellt, dass sich in den „Absatzbecken“ der Hauptkläranlage eine größere Schwimmschicht gebildet hatte, die obendrein schon in Fäulnis übergegangen war. In den Emscherbecken waren die Faulräume derart überfüllt, dass die Gase bereits in die Absatzzräume eingedrungen waren, und bei der Spitzenbelastung der Kläranlage wurden ausscheidbare Stoffe in den Ablauf mitgerissen. Das Aufsichtsorgan zur Überwachung der Reinhaltung der Gewässer Mittelfrankens wies deshalb darauf hin: „Die Regnitz verträgt bestimmt nicht mehr irgend eine weitere Belastung. Sie war im Vorjahre mehr einer Kloacke ähnlich und die Einwirkung der Abwasser von Nürnberg und Fürth reichte weit über Erlangen hinunter. Aber selbst bei dem heurigen verhältnismässig guten Wasserstande zeigt die Regnitz bereits wieder das Bild eines schwerverunreinigten Flusses.“

Das Tiefbauamt verwies allerdings darauf, dass die Hauptkläranlage unterhalb des Friedhofs im Jahr 1916 für 46.000 Einwohnern gebaut worden war und dieser Anlage zur Zeit auch die Abwässer von 46.000 Einwohnern zugeleitet werden. Damit ist sie normal belastet. Die vom Aufsichtsorgan zur Überwachung der Reinhaltung der Gewässer Mittelfrankens festgestellten Missstände seien dadurch bedingt, dass die Schlamm-trockenbeete zu klein bemessen seien und deshalb der Schlamm aus den Schlammräumen nicht häufig genug entnommen werden kann.

Auch wurden von einem Industriebetrieb schädliche Abwässer in die Kanalisation eingeleitet. Es handelte sich dabei um grünen Schlamm, der geringe Mengen an Chrom- und große Mengen an Zink-Verbindungen aufwies. Er stammte wahrscheinlich aus den Vanadierwerken. Dies führte dazu, dass der Schlamm in den Emscherbrunnen sehr schlecht vergoren war, einen widerlichen Geruch hatte und seine Drainagefähigkeit schlecht war. Man erklärte, dass die Ableitung des schlammhaltigen Abwassers zur Kanalisation wegen der Störung des Betriebs der Kläranlage unzulässig sei.



Lageplan der Hauptkläranlage
Fürth von 1938



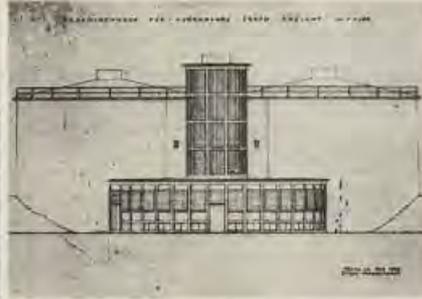
Im Jahr 1938 wies die Regierung von Oberfranken und Mittelfranken nochmals darauf hin, dass die Abwasserreinigung der Stadt Fürth weit zurück sei und die bestehenden Kläranlagen überlastet wären. Es sei unbedingt nötig, dass die von Fürth abgeleiteten Abwässer in Zentralkläranlagen mechanisch und biologisch gereinigt werden. Es wurden daraufhin auch Planungsleistungen erbracht. Aufgrund der Kriegereignisse erfolgte jedoch kein weiterer Ausbau.



Die Bilder oben zeigen den Bau der beiden Vorklärbecken in den 1950er Jahren, die zwischen den Emscherbrunnen (links im Bild) und dem Regnitzufer angeordnet wurden. Im Hintergrund steht das Klärwärterwohnhaus.

Neue Hauptkläranlage voraussichtlich ab Sommer im Betrieb

Nordöstlicher Vorstadtkanal erschließt Siedlungsgebiet / Gewonnenes Methan wird dem Leuchtgas beigemischt



Die beiden neuen Festtürme — links das Maschinenhaus, das größtenteils aus Glasbläsern erbaut werden soll.

Der Ausbau der Fürther Haupt-Kläranlage ist in diesen Tagen in ein neues Stadium getreten. Es würde mit dem Bau des Maschinenhauses begonnen, das eine nach modernen Gesichtspunkten eingerichtete Gasegewinnungs-Anlage aufnehmen wird. Im Stadtbassamit rechnet man damit, diese Anlage bis zum Sommer fertigstellen und mit dem übrigen Teile der neuen Kläranlage in Betrieb nehmen zu können.

wirdelt. Das Gas wird voraussichtlich dem Stadtleuchtgas beigemischt.

Das Maschinenhaus entsteht als belle, freundliche Anlage, zum größten Teil aus Glasbläsern und wie die Türme mit rundem Grundriß. Auf das Maschinenhaus ist ein Treppenturm mit Kamin aufgesetzt, der zugleich Heizleitungen die zuführt und den einzigen Ausgang zu den „Häuben“ der beiden Türme dar-

stellt. Die Gas- und die Heizgasleitungen werden an der Eisenstraße, Alte Heuthstraße und an der Epanstraße abdruckvermög. Dieser Semmler legt also den Grund für die Kanalisation dieses Stadtviertels. Damit sind bei Neubauten in diesem Gebiet die sehr teuren Haus-Kläranlagen überflüssig. Bei den Siedlungswohnungen, die an der Fürth- und Eisenstraße entstehen sollen, werden so bei den Baukosten je Haus mehrere tausend DM.

Die Jahre 1946 bis 1954

Nach Kriegsende wurde erneut eine biologische Abwasserreinigung für die Hauptkläranlage Fürth gefordert, um organische Verbindungen aus dem Abwasser entfernen zu können. Ausschlaggebend war einerseits die nachgewiesene schlechte Qualität der Flussbäder an der Regnitz und andererseits der Anschluss des Schlachthofs an die Kanalisation. Aufgrund der nach wie vor bestehenden Notlage, konnten jedoch die benötigten Baustoffe zunächst nicht zugeführt werden.

Am 8.10.1949 fand auf Betreiben der Regierung von Mittelfranken eine Besprechung betreffs „Sanierung der Rednitz, Regnitz und Pegnitz, hier: Abwasserbeseitigung der Stadt Fürth“ im Rathaus statt. Anwesend waren, neben Vertretern der Regierung von Mittelfranken, u. a. die Oberste Baubehörde, das Wasserwirtschaftsamt, ein Aufsichtsorgan für die Gewässer, der Kreisfischereirat, der Oberbürgermeister und der Oberbaurat. Es wurde nochmals festgestellt, dass die Regnitz einen Verschmutzungsgrad erreicht hatte, der nicht mehr länger hingenommen werden konnte. Die Schuld an diesen Zuständen wurde auch den Fürther Kläranlagen zugeschrieben, die einerseits stark überlastet waren und andererseits auch keine biologische Nachreinigung aufwiesen. Gefordert wurde deshalb der Ausbau und die Erweiterung der Kläranlage einschließlich der Errichtung der biologischen

Kläranlage erhielt Gaskessel Er kann 500 Kubikmeter Methangas fassen



An der Kläranlage wurde neben den Faultürmen (im Hintergrund) inzwischen ein kleiner Gaskessel aufgestellt, dessen Montage jetzt beendet ist. In ihm wird das Methangas, das in der Kläranlage gewonnen wird, gesammelt, um dann dem Hausgas- und Heizgas der Stadtwerke beigemischt zu werden. Bis es — etwa im Mai — so weit ist, müssen erst noch die Leitungsverbindungen mit dem städtischen Gasnetz und den Faultürmen hergestellt werden. Unser Bild zeigt den Gaskessel, der eben niedergelassen ist. Er hat ein Fassungsvermögen von 500 cbm, einen Durchmesser von 12,5 Metern und ist 4,3 Meter hoch.

Fürther Nachrichten vom 12. März 1954

Oben links: Nordbayerische Zeitung vom 28. Febr. 1953

Abwasserreinigung sowie der Beseitigung der bestehenden direkten Abwassereinleitungen in die Flüsse im Stadtkreis Fürth. Aufgrund dessen wurde ein Planungsbüro beauftragt, zusammen mit dem Städtischen Tiefbauamt, ein baureifes Projekt für die Erweiterung der Hauptkläranlage auszuarbeiten. Im Februar 1950 wurde dem Städtischen Tiefbauamt ein entsprechender Entwurf übergeben. Der Bauausschuss hat dann im März 1950 und der Stadtrat im April 1950 die Realisierung des Projekts beschlossen. Das neue Klärwerk war für 65.000 Einwohner mit einer Erweiterungsmöglichkeit auf 100.000 Einwohner ausgelegt.

Im Oktober 1953 wurden dann die beiden Absetz- bzw. Vorklärbecken und die neuen Faulbehälter, in denen der sedimentierte Schlamm ausfaulen konnte, in Betrieb genommen. Das so gewonnene Klärgas wurde zum Teil für die Schlamm-aufheizung in den Faulbehältern verwendet und zum Teil an die Stadtwerke verkauft.

In einem zweiten Bauabschnitt sollten dann noch Hochleistungstropfkörper für eine biologische Reinigung errichtet werden. Allerdings kam es zunächst nicht dazu.



REGIERUNGSPRÄSIDENT ALS GAST BEI DEM EREIGNIS

Moderne Kläranlage - Schritt auf dem Wege zur Großstadt

Oberbürgermeister Dr. Bornkessel: Rascher Anschluß an Kanalnetz empfohlen - Notfalls auch Zwang




Am Samstag nachmittag gab Oberbürgermeister Dr. Bornkessel nach einem kurzen einleitenden technischen Vortrag von Stadtrat Hirsch den Auftrag, einen Schieber zu öffnen, und erstmals strömten die Fürther Abwässer in die neue, moderne Kläranlage, an der seit zwei Jahren gebaut wurde. Die alte Anlage von 1916, die für 45 000 Einwohner berechnet war, bleibt noch kurze Zeit in Betrieb und wird künftig nur noch (nach starken Regengüssen) bei besonders starkem Abwasseranfall eingeschaltet.



Einladung zur Eröffnungsfeier anlässlich der Inbetriebnahme der neuen Kläranlage durch den damaligen Bürgermeister.

Nordbayerische Zeitung vom 19. Okt. 1954



Insgesamt erstreckte sich die Hauptklär-anlage Fürth im Jahr 1966 nach wie vor auf eine Fläche von ca. 30.000 m². Zu sehen sind noch die alten Schlammstapelbecken, auf deren Grundfläche dann 1972 die zweite Biologische Reinigungsstufe errichtet wurde.

.....

Die Jahre 1961 bis 1971

Bis die Hauptkläranlage Fürth schließlich eine Biologische Reinigungsstufe erhielt, sollten vielmehr nochmals acht Jahre vergehen. Erst der Entschluss, die Kläranlage Westvorstadt stillzulegen und die Fürther Abwässer künftig einer Kläranlage zuzuführen, um Kosten zu sparen, führte dazu, die Hauptkläranlage Fürth weiter zu modernisieren.

Die schließlich 1961 in Betrieb genommene Biologische Reinigungsstufe arbeitete nach dem damals neuen Verfahren der Aero-Accelatoren, bei dem das für die biologische Reinigung benötigte Belebungs- und Nachklärbecken in einem Bauwerk zusammengeschlossen sind. Aero-Accelatoren bestehen im Wesentlichen aus einer zentralen Belüftungszone und einer außenliegenden Klär- und Rücklaufzone. Die Zufuhr von Luft, d.h. Sauerstoff bewirkt, dass die im Abwasser vorhandenen Mikroorganismen die abbaubaren organischen Inhaltsstoffe des Abwassers durch ihre Stoffwechseltätigkeit in feste, absetzbare Stoffe (Biomasse) umsetzen. Durch entsprechende Wasserführung wird der Belebtschlamm aus der zentralen Belüftungszone dann in die außenliegenden Absetzräume geführt. Dort setzt sich der Belebtschlamm ab und trennt sich somit vom Abwasser, das dann gereinigt in das Gewässer geleitet werden kann.

Mit Inkrafttreten des Grundgesetzes im Jahr 1949 war es dem Bund nach Art. 75 Nr. 4 GG erstmals gestattet, Rahmenvorschriften über den Wasserhaushalt zu erlassen. Diese wurden im Wasserhaushaltsgesetz vom 27.7.1957 umgesetzt. Die bis dahin gültigen Landesgesetze traten außer Kraft. Vielmehr galt es, das Wasserhaushaltsgesetz im Sinne der neuen Rahmenbedingungen durch entsprechende Landesgesetze auszufüllen. Der Bayerische Landtag hat entsprechend am 26.7.1962 das Bayerische Wassergesetz (BayWG) beschlossen, das am 1.1.1963 in Kraft trat.

Mit Vollzug des Wasserhaushaltsgesetzes sowie des Bayerischen Wassergesetzes erhielt der im Dezember 1967 erteilte Wasserrechtsbescheid für die Hauptkläranlage Fürth dann auch erstmals einen Passus, nach dem das in die Regnitz eingeleitete Abwasser bestimmten qualitativen und quantitativen Anforderungen zu genügen hatte. So durfte ab dem 1.1.1971 der Biochemische Sauerstoffbedarf (BSB₅) des ablaufenden Abwassers im Tagesmittel 25 mg/l nicht überschreiten. Die Höchsteinleitungsmengen in die Regnitz wurden auf 550 l/s bei Trockenwetter und 850 l/s bei Regenwetter begrenzt.

Die Abbildung unten zeigt den Neubau eines Nachklärbeckens. Mittig im Nachklärbecken angeordnet ist das sogenannte „Mittelbauwerk“, über welches das Abwasser aus den Belebungsbecken in die Nachklärbecken eingeleitet wird.



Im Bild oben sind die beiden Faulbehälter dargestellt, die 1953 errichtet wurden. Davor angeordnet sind die beiden Aero-Acceleratoren. Im Bild darunter sieht man die Vorklärbecken, im Hintergrund wiederum die beiden Faulbehälter.



Luftbild 1975

Die Jahre 1972 bis 1990

Um die gesetzlichen Vorschriften trotz der ständig steigenden Fürther Bevölkerung und der Zunahme der industriellen Einleitungen weiterhin einhalten zu können, war es 1972 erforderlich, die Hauptkläranlage Fürth um eine zweite Biologische Reinigungsstufe zu erweitern. So wurden sechs zusätzliche Belebungsbecken mit Kreislaufbelüftung sowie ein Zwischenhebewerk gebaut, um das Abwasser aus der ersten Biologischen Reinigungsstufe, den Aero-Accelatoren, auf das Niveau der zweiten Biologischen Reinigungsstufe anzuheben. Zudem erfolgte der Bau von zwei neuen Nachklärbecken, aus denen das gereinigte Abwasser im freien Gefälle über den Kläranlagenablauf in die Regnitz fließen konnte.

Die Kläranlage erstreckte sich nun auf eine Fläche von ca. 55.000 m². Die Jahresabwassermenge belief sich 1976 auf rund 10 Mio. m³. Die Höchsteinleitungsmengen in die Regnitz wurden auf 850 l/s bei Trockenwetter und 1.700 l/s bei Regenwetter begrenzt.

Am 13.9.1976 wurde von der Bundesregierung das Abwasserabgabengesetz erlassen, das mittlerweile zwar mehrfach novelliert wurde, im Kern jedoch bis heute Gültigkeit besitzt. Das Gesetz sieht für das Einleiten von Abwasser in Gewässer eine Abgabe vor. Dabei ist die Höhe der Abgabe von der Schädlichkeit des Abwassers, d. h. dessen Menge und Schadstoffgehalt, abhängig. Ausschlaggebend sind die Ablaufkonzentrationen für diverse Schmutzparameter wie absetzbare oder oxidierbare Stoffe. In den späteren Fassungen des Gesetzes wurden weitere Schadstoffe hinzugefügt. Die zulässigen Grenzwerte richten sich nach dem Stand der Technik und sind weitestgehend in den klärwerksspezifischen Wasserrechtsbescheiden verankert.



Ihren Probestoff bestanden die erweiterte biologische Stufe der Fürthener Kläranlage. Im Vordergrund sind beinahe 42 Meter im Durchmesser messenden Nachklärbecken. Deutlich erkennt man die Belüftungs-

becken. Links oben die Anlagen und Gebäude der Schlammfällfäulung, in der Mitte das „Faulbecken“, rechts hinten das Hebewerk. Foto: Meyer

Fürth Kläranlage reinigt jetzt zu 95 Prozent Millionen für die Sauberkeit
 Neue biologische Reinigungsstufe und neue Schlammwässerung haben ihrer Bewährungsprobe hinter sich — Anforderungen neuer Gesetze erfüllt — Seit 1970 16 Mio. ausgegeben

FÜRTH — Aus der Fürth Hauptkläranlage fließen die Abwässer jetzt mit einem Reinigungsgrad von 95 Prozent in die Regnitz.

nicht einen entsprechend optimalen Reinigungsgrad aufweisen. Darum wurde seit Ende der 60er Jahre in der Kläranlage praktisch komplett neu gebaut.

annähernd die Hälfte des in ihm enthaltenen Wassers entzogen werden kann. Dazu muß es bei einem Druck von 18 Bar und auf rund 200 Grad aufgeheizt einen „Reaktor“ durchlaufen, in dem es so „umgeformt“ wird, daß sich nach seiner Wiederkühlung in einem „Nachendecker“ das Wasser zu einem großen Teil abscheidet. In Filterpressen wird der Schlamm dann zu „Schlammkuchen“ zusammengedrückt. Der so entstehende „Dreck“ beansprucht dann nur noch einen Bruchteil des ursprünglichen Raumbedarfs. Als „Nebeneffekt“ ist aber in der Schlammwässerung auch ein hygienisch einwandfreies Produkt entstanden, denn die noch im Schlamm enthaltenen organischen Stoffe haben sich während des Entwässerungsvorganges im Filtrat gelöst (das

Fürth Nachrichten vom 20.07.1978



Anstelle der alten Schlammstapelbecken wurde 1972 eine zweite Biologische Reinigungsstufe mit Nachklärbecken und Schneckenhebewerk errichtet.

Entsprechend sah der für die Hauptkläranlage Fürth im Jahr 1987 erteilte neue Wasserrechtsbescheid ab dem Jahr 1989 neben einem Grenzwert für BSB₅ von 17 mg/l nun auch einen Grenzwert für den Chemischen Sauerstoffbedarf (CSB) von 100 mg/l sowie für die Zeit von Mai bis Oktober für Ammoniumstickstoff (NH₄-N) von 15 mg/l vor. Diese Werte durften in einer zweistündigen Probe aus dem Kläranlagenablauf nicht überschritten werden.

Nicht zuletzt aufgrund des großen Robbensterbens im Jahr 1988, das möglicherweise auch durch die Belastung der Nordsee mit Nährstoffen wie Stickstoff und Phosphat verursacht worden war, wurden zudem vom Gesetzgeber 1989 im Anhang 1 der damals gültigen Rahmen-Abwasser-Verwaltungsvorschrift erstmals Mindestanforderungen für CSB, Gesamtstickstoff (N_{ges}) als Summe von Ammonium-, Nitrat-, und Nitritstickstoff und Gesamtphosphor (P_{ges}) an das Einleiten von häuslichen und kommunalen Abwasser in Gewässer festgelegt. Die damaligen Grenzwerte betragen 75 mg CSB/l, 18 mg N_{ges}/l und 2 mg P_{ges}/l. In der derzeit gültigen Abwasserverordnung wurde der Grenzwert für Gesamtstickstoff nochmals auf 12 mg N_{ges}/l herabgesetzt.



Aufgrund erneut strengerer gesetzlicher Auflagen musste die Biologische Reinigungsstufe erweitert werden. Es wurden zusätzliche Becken mit einem Volumen von 24.000 m³ gebaut. Im Bild zu sehen ist die Herstellung der Bodenplatte.

Die Jahre 1991 bis 2003

Die zu erwartenden zunehmend strengeren gesetzlichen Auflagen hatten zur Folge, dass auch die Hauptkläranlage Fürth weiter ausgebaut werden musste. So wurde in den Jahren 1991 bis 1996 das Beckenvolumen der Biologischen Reinigungsstufe von bislang 12.000 m³ auf insgesamt 36.000 m³ erweitert. Auch erfolgte die Sauerstoffzufuhr jetzt über eine feinblasige Flächenbelüftung, welche die Geruchsemissionen erheblich reduzierte. Die Aero-Accelatoren wurden zu diesem Zeitpunkt außer Betrieb genommen.

Im Wasserrechtsbescheid des Jahres 1991 für die Hauptkläranlage Fürth wurde – bedingt durch die Einführung von Mindestanforderungen – gültig ab 1995 der Grenzwert für CSB auf 75 mg/l, für NH₄-N auf 5 mg/l (Mai bis Oktober) und für Absetzbare Stoffe auf 8 mg/l herabgesetzt. Zudem musste für Gesamtphosphor (P_{ges}) ab 1995 ein Grenzwert von 1 mg/l eingehalten werden. Aus diesem Grund wurde auf der Hauptkläranlage Fürth im Jahr 1994 mit der chemischen Phosphat-Fällung eine dritte Reinigungsstufe eingeführt. Durch die Zugabe von Natriumaluminat bzw. Eisenchlorid in den Zulauf zur biologischen Reinigung und später in den Zulauf Nachklärung, war es nun möglich, Phosphorverbindungen als Niederschlag auszufällen, der dann im Nachklärbecken zusammen mit dem Belebtschlamm abgeschieden wird. Seit 1996 wird zusätzlich eine biologische Phosphorelimination auf der Hauptkläranlage Fürth durchgeführt.

Aufgrund der Vergrößerung des Beckenvolumens war ab dem Jahr 1996 zudem nicht nur eine Nitrifikation, sondern in speziell dafür vorgesehenen Becken auch eine Denitrifikation möglich. Während bei der Nitrifikation Ammoniak und Ammonium von bestimmten Bakterien durch Oxidation, d. h. unter Sauerstoffzufuhr in Nitrat umgewandelt werden, wird bei der Denitrifikation das gebildete Nitrat von speziellen Mikroorganismen unter Sauerstoffausschluss in elementaren Stickstoff überführt.

Im Jahre 2000 wurde erneut ein Bescheid erlassen, der eine Verschärfung sowohl des Grenzwerts für CSB auf 40 mg/l als auch des Grenzwerts für N_{ges} für die Zeit von Mai bis Oktober auf 12 mg/l beinhaltete.



Luftbild 2002

Das Gelände der Hauptkläranlage Fürth war mittlerweile auf eine Größe von ca. 70.000 m² angewachsen und die Jahresabwassermenge auf rund 16 Mio. m³ gestiegen. Die Ausbaugröße entsprach 265.000 Einwohnergleichwerten, d.h. natürliche Einwohner und Industriebetriebe.



Die Jahre ab 2004

Im Jahr 2004 stieß die Hauptkläranlage Fürth erneut an ihre Kapazitätsgrenzen. Nicht nur, dass die Fürther Bevölkerung ständig wuchs, auch für ansiedlungswillige und expandierende Gewerbe- und Industriebetriebe galt es Reserven vorzuhalten. Zudem plante man die Kläranlage Nord im Ortsteil Vach aus wirtschaftlichen Gründen aufzulassen und das Abwasser aus diesem Einzugsgebiet in die Hauptkläranlage überzuleiten. Von daher entschied sich die Stadtentwässerung Fürth dafür, die Hauptkläranlage für einen maximalen Mischwasserabfluss von insgesamt 1.850 l/s auszubauen.



Im Zuge eines Planfeststellungsverfahrens zum Ausbau der Kläranlage wurde im Jahr 2009 ein weiterer Wasserrechtsbescheid erteilt. Nach Abschluss des Planfeststellungsverfahrens wurden 2015 von daher drei neue Nachklärbecken in Betrieb genommen. Aufgrund dieser Maßnahme ist es nun möglich, den geforderten Grenzwert für Absetzbare Stoffe von 8 mg/l bei Trockenwetter in der Stichprobe sicher einzuhalten.

Darüber hinaus soll im Jahr 2017 mit dem Umbau der biologischen Reinigung in eine Kaskadenanlage begonnen und zudem eine Prozesswasserbehandlungsanlage errichtet werden. Prozesswasser fällt bei der Schlammmentwässerung als Zentrat an. So ergeben sich beim anaeroben Abbau von organischen Stoffen in der Faulung bedeutsame Stickstoffrückbelastungen. Der im Schlamm eingelagerte Stickstoff wird allerdings wieder freigesetzt und geht in Lösung. Bei der Entwässerung verbleiben diese Stoffe in der wässrigen Phase, d. h. im Zentrat. Diese internen Abwässer führen daher zu einer ständigen Grundbelastung der Kläranlage – insbesondere der Biologischen Reinigungsstufe, wodurch möglicherweise die gesetzlich vorgeschriebenen Grenzwerte nicht eingehalten werden können. Letzteres ist mit zusätzlichen Kosten verbunden. Von daher ist es wirtschaftlicher, das Prozesswasser separat zu behandeln. Auf der Hauptkläranlage Fürth soll deshalb künftig das neue Verfahren der Deammonifikation zur Prozesswasserbehandlung zum Einsatz kommen.

Die Deammonifikation basiert aus mikrobiologischer Sicht auf anderen Stickstoffwechselprozessen. So findet die autotrophe Umwandlung von Ammonium in elementaren Stick-

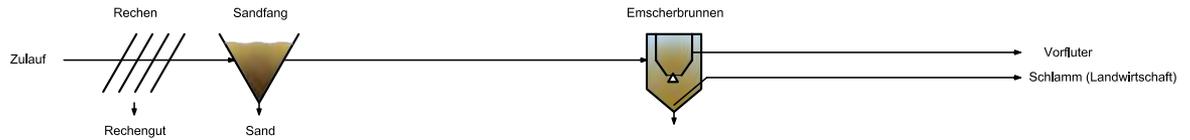
Vor der Errichtung der drei neuen Nachklärbecken musste erst das Baufeld frei gemacht werden und durch einen Voraushub die Geländeebene auf das Niveau der Biologischen Reinigungsstufe abgesenkt werden.



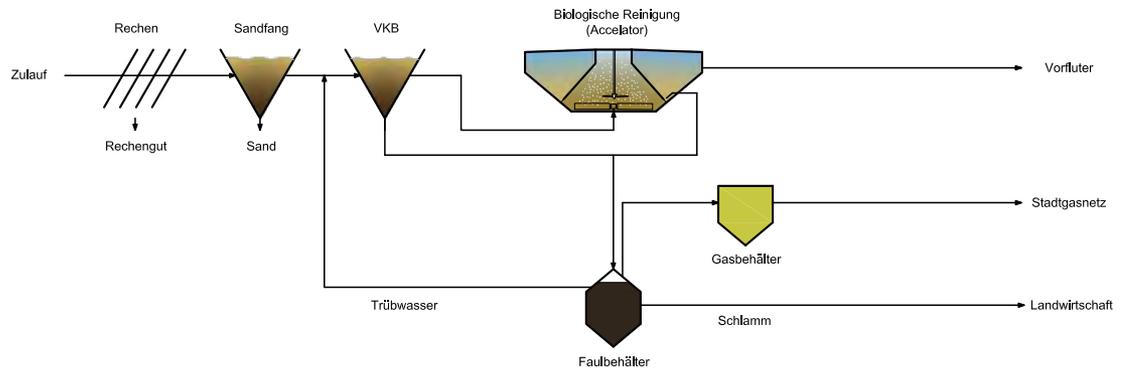
stoff im anoxischen, d. h. sauerstofffreien Milieu statt. Autotrophe Organismen sind Organismen, die zu ihrer Ernährung keine organische Substanz benötigen, sondern selbst aus anorganischen Stoffen organische aufbauen können. Es wird deshalb weniger Sauerstoff und somit weniger Strom für die Erzeugung von Druckluft benötigt. Außerdem kann auf eine externe Kohlenstoffzugabe, d. h. auf die Zugabe von kohlenstoffhaltigen Stoffen zur Ernährung der Mikroorganismen, verzichtet werden, und es fällt weniger Überschussschlamm in der Biologischen Reinigungsstufe an.

Luftbilder 2009 | 2016

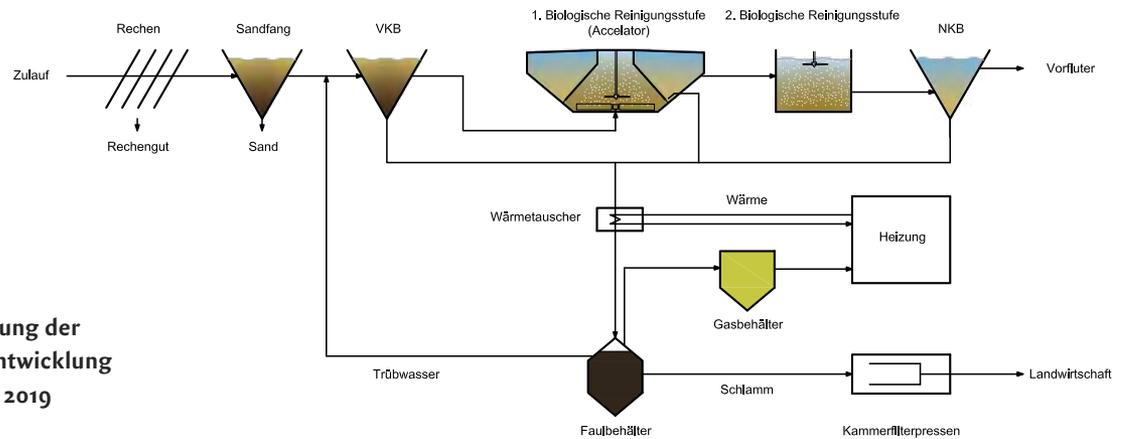
1916



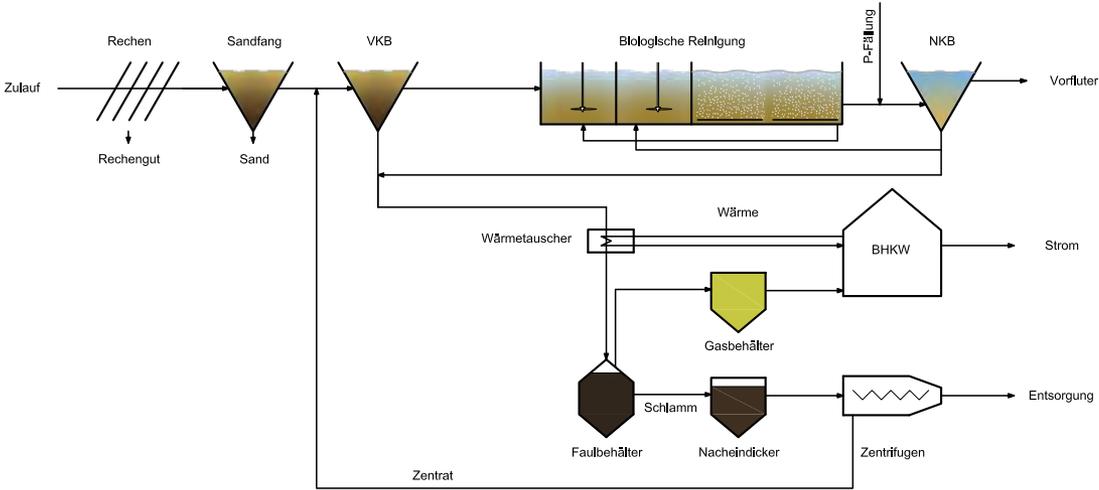
1959



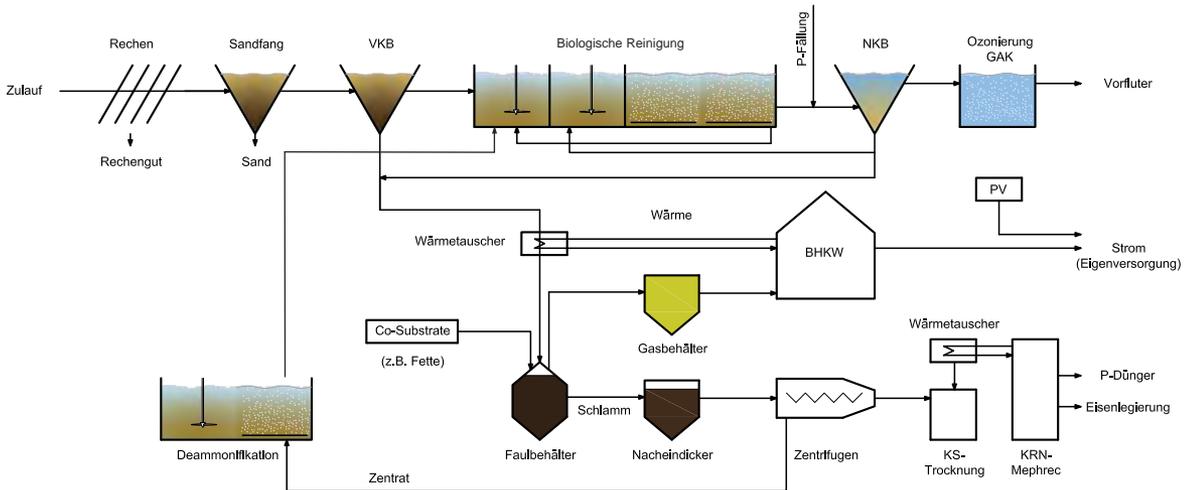
1978



Schematische Darstellung der technischen Anlagenentwicklung über die Jahre 1916 bis 2019



1994



2019



Die Bilder zeigen die Baumaßnahme „Neubau der Mechanischen Reinigungsstufe“. Das sehr beengte Baufeld und die geologische Baugrundsituation stellen enorm hohe Anforderungen an den notwendigen Verbau. Im Bild zu sehen ist auch die sehr aufwendige Bewehrung.

Laufende Baumaßnahmen

Zur Zeit wird auf der Hauptkläranlage Fürth eine vollständig neue Mechanische Reinigungsstufe gebaut. Ausschlaggebend dafür ist vornehmlich die kontinuierlich steigende Wassermenge. Mit der alten Rechenanlage, die aufgrund ihrer großen Spaltbreite auch nicht mehr dem Stand der Technik entspricht, ist es kaum möglich, die großen Wassermengen bei Regenereignissen hinreichend zu reinigen. Da zudem die Becken und klärtechnischen Einrichtungen der Mechanischen Reinigung insgesamt einer Sanierung bedürften, entschied sich die Stadtentwässerung Fürth für einen Neubau, der gegenüber einer Erweiterung der Anlagen für die künftig zu erwartenden Mischwassermengen die wirtschaftlichere Alternative darstellt.

Nach dieser Baumaßnahme wird die Hauptkläranlage Fürth für eine Ausbaugröße von 320.000 EW ausgelegt sein.

Auch wird das Betriebs- und Verwaltungsgebäude neu gebaut. Die wachsende Ausbaugröße wie auch der hohe technologische Standard erforderten in den letzten Jahren nicht nur verstärkt qualifiziertes Personal, sondern auch eine Anpassung der Belegschaftsgröße. Letzteres impliziert jedoch, dass ausreichend Büros für das Verwaltungspersonal sowie Räume für den Sozialbereich wie Sanitäreinrichtungen mit Schwarz-/Weiß-Trennung, Umkleiden etc. vorhanden sind.

Der Neubau ermöglicht gleichzeitig, die einzelnen Abteilungen der Stadtentwässerung, die augenblicklich noch an verschiedenen Standorten untergebracht sind, zentral zusammenzulegen. Dadurch werden unter anderem die Verwaltungswege verkürzt und der Informationsaustausch vereinfacht und beschleunigt. Auf der Basis der erstellten Bedarfsermittlung wird das neue Betriebs- und Verwaltungsgebäude über 3½ Geschosse verfügen und sämtliche Funktionsbereiche bzw. Nutzungseinheiten wie Verwaltungstrakt, Labor, Werkstätten, Garagentrakt, Sozial- und Sanitärbereich etc. beinhalten.

Mit dem Neubau der Mechanischen Reinigungsstufe sowie des Betriebs- und Verwaltungsgebäudes und eines weiteren, größeren Gasbehälters wird das Gelände der Hauptkläranlage Fürth künftig 100.000 m² umfassen.



Oben sind die Baugrube und die bereits betonierte Bodenplatte des neuen Betriebsgebäudes zu sehen. Das Bild links zeigt das Aufbringen eines Nachklärbeckenräumers auf ein bereits betoniertes Becken.



Die Entwicklung der Hauptkläranlage Fürth verdeutlicht, dass die Fürther Abwasserreinigung stets den jeweiligen Regeln der Technik entsprach bzw. Anstrengungen unternommen worden sind, diesen gerecht zu werden. Technische Innovationen wurden geprüft und, sofern sinnvoll, umgesetzt. Daran soll sich auch in Zukunft nichts ändern.



Die Reinigungsleistung

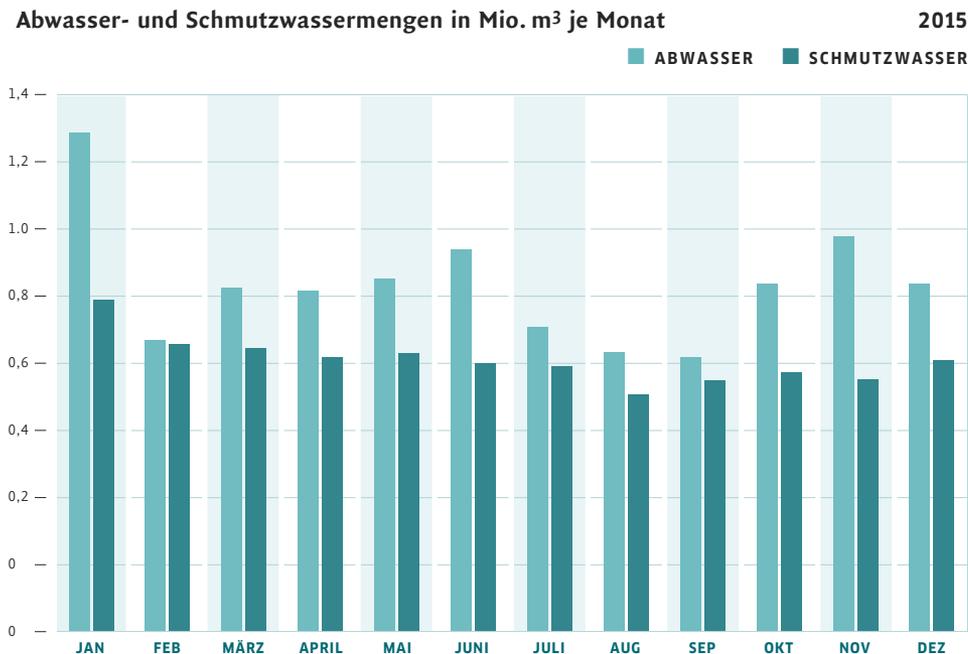
Eine stetige Verbesserung der Ablaufwerte zahlt sich aus

Seit der Einführung des Abwasserabgabengesetzes im Jahr 1976 sieht der Gesetzgeber eine kontinuierliche Kontrolle der Schadstoffkonzentrationen in Kläranlagenabläufen vor. Zuständig für die amtliche Überwachung sind in Bayern die regionalen Wasserwirtschaftsämter (WWA), die seit 2012 ihrerseits private Sachverständige mit der Kontrolle beauftragen. In der Regel wird unangekündigt zwei bis dreimal im Jahr über einen Zeitraum von zwei Stunden eine Probe aus dem Kläranlagenablauf genommen und die Konzentrationen der Schmutzparameter CSB, $\text{NH}_4\text{-N}$, N_{ges} und P_{ges} in dieser 2 h-Mischprobe bestimmt. Dabei gilt ein im Wasserrechtsbescheid verankerter Grenzwert als eingehalten, wenn dieser in vier von fünf Probenahmen nicht überschritten worden ist. Ist dies nicht der Fall, muss der Klärwerksbetreiber eine Strafe, d. h. eine höhere Abgabe leisten.

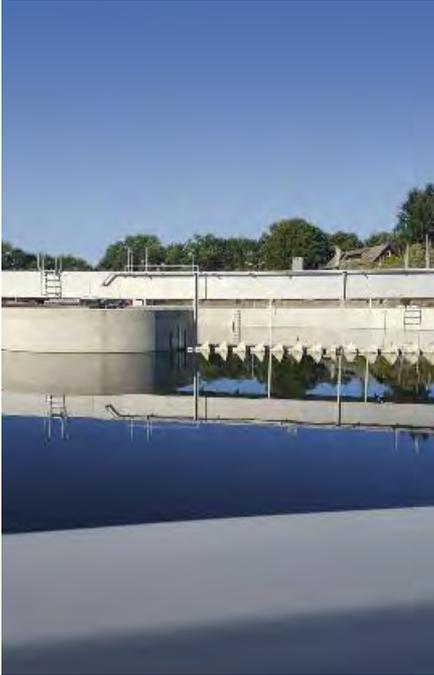
Jährlich müssen große Abwassermengen bewältigt werden

Die auf der Hauptkläranlage Fürth im Jahr 2015 behandelte Abwassermenge belief sich – einschließlich des Niederschlagswassers – auf rund 12 Mio. m³. Die Jahresschmutzwassermenge, d. h. die Abwassermenge ohne das in die Kanalisation fließende Regenwasser, betrug knapp 10 Mio. m³. Aufgrund der Schneeschmelze und saisonal bedingter Niederschläge fällt – wie der Abbildung unten zu entnehmen – die Abwassermenge im Frühjahr und im Herbst jeweils höher aus als in den Sommermonaten. Der Rückgang der Schmutzwassermenge im August lässt sich auf die Urlaubszeit zurückführen.

Abwasser- und Schmutzwassermengen in Mio. m³ je Monat



Die rot abgedeckten Becken im Bild unten sind die in den Jahren 1959 bis 1961 errichteten Aero-Acceleratoren – die erste Biologische Reinigungsanlage. Das Bild oben zeigt die viel größere, im Jahr 1994 in Betrieb genommene biologische Reinigung.



Drei neue Nachklärbecken sorgen seit 2015 mit moderner Technik dafür, dass das Abwasser der Fürther möglichst sauber in die Regnitz geleitet wird. Durch die Inbetriebnahme der neuen Becken kann nun auch der Grenzwert von 8 mg/l für abfiltrierbare Stoffe in der 2 h-Mischprobe eingehalten werden.

Durchschnittliche CSB-Konzentration in mg/l je Monat

2015

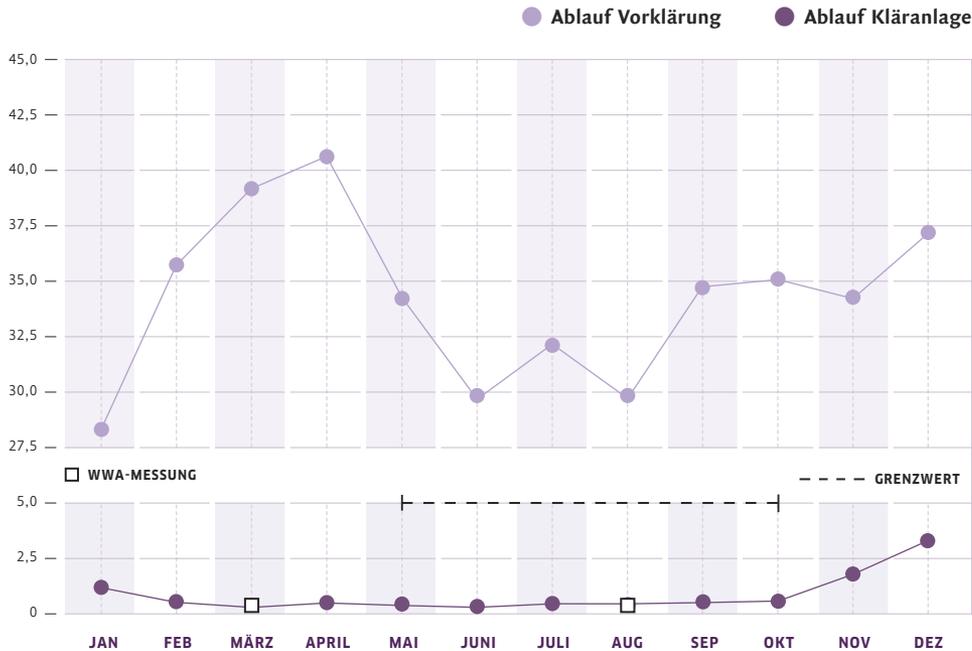


Der Chemische Sauerstoffbedarf wird fast vollständig abgebaut

Die Abbildung oben zeigt die anhand von 2 h-Mischproben im Ablauf der Vorklärung sowie im Kläranlagenablauf ermittelten durchschnittlichen CSB-Konzentrationen je Monat. Der Chemische Sauerstoffbedarf kann in der biologischen Reinigungsstufe beträchtlich verringert werden. Der Abbaugrad liegt bei fast 99%. Der im Wasserrechtsbescheid festgeschriebene Grenzwert von 40 mg/l wird im Kläranlagenablauf deutlich unterschritten. Auch bei den beiden im Jahr 2015 am 17.3.15 und am 18.8.15 durchgeführten amtlichen Überwachungen wurden im Kläranlagenablauf lediglich CSB-Konzentrationswerte von 31 mg/l bzw. 15 mg/l ermittelt.

Durchschnittliche $\text{NH}_4\text{-N}$ -Konzentration in mg/l je Monat

2015



Deutliche Reduktion des Ammoniumstickstoffgehalts durch Nitrifikation

Ein ähnlich gutes Bild liegt auch für $\text{NH}_4\text{-N}$ vor. Im Vergleich zum Ablauf Vorklärung sinkt die Ammoniumstickstoffkonzentration nach der biologischen Behandlung des Abwassers mit Nitrifikation um rund 98%. Der für Mai bis Oktober derzeit geltende Grenzwert von 5 mg/l wird im Durchschnitt in allen Monaten unterschritten. In den beiden amtlichen Überwachungen wurde jeweils ausschließlich ein $\text{NH}_4\text{-N}$ -Konzentrationswert von lediglich 0,10 mg/l nachgewiesen.

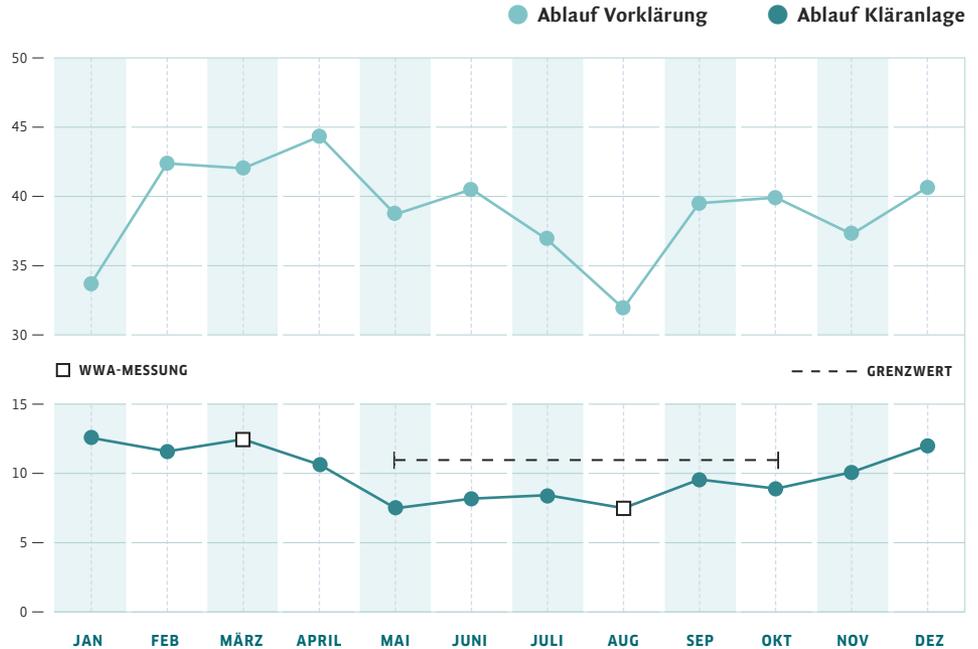
In den neuen Nachklärbecken wird das bereits mechanisch und dann biologisch gereinigte Abwasser von Schlamm und Schwebstoffen getrennt. In den Becken besteht eine Sichttiefe von drei Metern. Das sichtbare, klare Wasser fließt von hier in die Regnitz.



Nach der Betonage der drei Nachklärbecken muss die Dichtigkeit der Becken durch Wasserfüllung überprüft werden. Erst dann können die Verfüllarbeiten ausgeführt werden.

Durchschnittliche N_{ges} -Konzentration in mg/l je Monat

2015

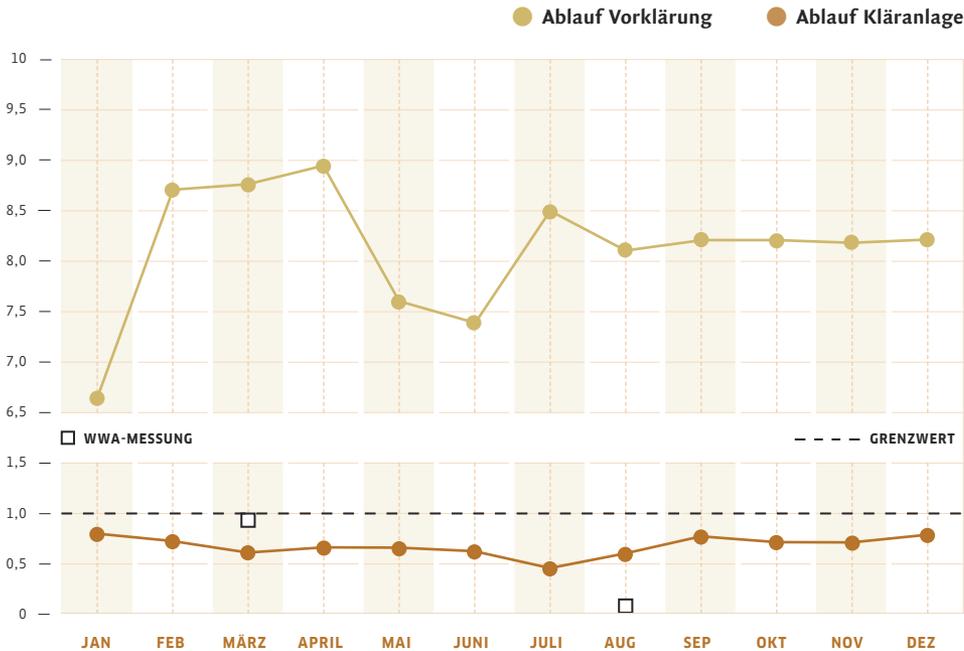


Effektive Verringerung des Gesamtstickstoffs durch Nitrifikation und Denitrifikation

In der Abbildung oben ist zunächst der ausgeprägte Rückgang der N_{ges} -Ablaufkonzentrationen in den Sommermonaten augenscheinlich. Ein Effekt, der auf das in dieser Zeit gegebene wärmere Abwasser und der damit verbundenen effektiveren Funktionsweise der für die Nitrifikation und Denitrifikation zuständigen Bakterien bzw. Mikroorganismen im Abwasser zurückzuführen ist. Entsprechend ist der im Wasserrechtsbescheid aufgeführte Grenzwert für N_{ges} von 12 mg/l auch ausschließlich in den Monaten Mai bis Oktober einzuhalten. Im Durchschnitt beträgt die Reduktion des Gesamtstickstoffs im Kläranlagenablauf im Vergleich zum Ablauf Vorklämung rund 75%.

Durchschnittliche P_{ges} -Konzentration in mg/l je Monat

2015



Sowohl für die sauerstoffzehrenden Stoffe CSB und NH_4-N als auch für den Nährstoff P_{ges} weist die Hauptkläranlage Fürth bereits heute sehr gute Ablaufwerte auf. Mit der Erweiterung, dem Umbau der biologischen Reinigungsstufe in eine Kaskadenanlage sowie der Einführung einer Prozesswasserbehandlung wird künftig auch ein höherer Abbaugrad für den Nährstoff N_{ges} möglich sein.

Beständige Unterschreitung des Grenzwerts für die Gesamtphosphatkonzentration

Durch die chemische Phosphat-Fällung und die biologische Phosphorelimination kann die durchschnittliche P_{ges} -Konzentration im Ablauf der Hauptkläranlage Fürth im Vergleich zum Ablauf der Vorklärung um ca. 91% verringert werden. Der Grenzwert von 1 mg/l konnte in allen 12 Monaten des Jahres 2015 im Durchschnitt sicher eingehalten werden. Die beiden amtlichen Überwachungen erbrachten ebenfalls eine P_{ges} -Konzentration < 1 mg/l.



Mikroverunreinigungen und Mikroplastik

Ein neues Problem will gemeistert werden

In Kläranlagenabläufen, Oberflächengewässern und teilweise sogar im Grund- und Trinkwasser werden seit einigen Jahren – aufgrund verfeinerter Analysetechniken – zunehmend sogenannte Mikroverunreinigungen und Mikroplastik nachgewiesen. Dabei handelt es sich einerseits um anthropogene Spurenstoffe wie Arzneimittelrückstände oder spezifische Industriechemikalien wie per- und polyfluorierte Verbindungen, andererseits um Mikro Kunststoffpartikel, wie sie unter anderem in Zahnpasta, Duschgel oder Peelingmitteln zu finden sind.

.....

Kleine Teilchen mit großer Wirkung

Die typische, im Wasser vorliegende Konzentration der Mikroverunreinigungen beträgt 1 ng/l. Dies entspricht zwar lediglich 1 g der Substanz aufgelöst in 100 Mio. Haushaltseimern, dennoch können die Stoffe, da teilweise auch krebserregend, beträchtliche Folgen für unsere Gesundheit und die aquatische Umwelt, insbesondere die Reproduktionsbiologie haben.

Mikroverunreinigungen gelangen über das häusliche und industrielle Abwasser, aber auch über den Luftpfad in die Kläranlage. Findet eine Ablagerung auf landwirtschaftlichen Flächen und Straßen statt, werden sie einfach mit dem Niederschlagswasser abtransportiert. Da die meisten Mikroverunreinigungen allerdings künstlich hergestellt sind und in der Natur nicht vorkommen, gelingt es den an der Abwasserreinigung beteiligten Mikroorganismen oftmals nicht oder nur eingeschränkt, die Substanzen adäquat abzubauen oder zu eliminieren.



.....

Nicht alle Arzneimittel werden in Kläranlagen abgebaut

In Deutschland werden jährlich beträchtliche Mengen an Arzneimitteln umgesetzt. Dabei unterscheiden sich die Eigenschaften der Arzneimittelwirkstoffe je nach Anwendungsziel und -ort stark voneinander. Gemeinsam ist den Substanzen jedoch, dass sie vom Körper aufgenommen und teilweise unverändert, teilweise als Metabolit (im Körper entstehende Stoffwechselprodukte) mit dem Urin wieder ausgeschieden werden. Sie sind sehr gut wasserlöslich, aber meist schlecht biologisch abbaubar und adsorbieren kaum am Sediment oder am Klärschlamm. Bislang ist allerdings aufgrund fehlender Daten eine konkrete Bewertung der Umweltgefährdung nur für einige Arzneimittelwirkstoffe möglich. Bekannt ist beispielsweise, dass künstliche Östrogene, wie sie in der Anti-Baby-Pille enthalten sind, bereits bei 1 ng/l zu einer Verweiblichung von männlichen Fischen führen.

In Deutschland sind zur Zeit rund 100.000 Arzneimittel mit über 3.000 Wirkstoffen auf dem Markt, wovon knapp 50% verschreibungspflichtig sind.



Im Jahr 2014 beliefen sich die Ausgaben der gesetzlichen Krankenkassen für Arzneimittel auf rund 33,3 Milliarden Euro.

Untersuchungsprogramm der Arbeitsgemeinschaft Gewässerschutz

Um zu prüfen, ob und inwieweit Arzneimittel im Kläranlagenablauf zurückgehalten werden, wurde von der Arbeitsgemeinschaft Gewässerschutz obere Regnitz der Städte Erlangen, Fürth, Schwabach und Nürnberg (ARGE) im Jahr 2010 ein Arzneimittel-Untersuchungsprogramm aufgelegt. Die Ergebnisse lassen erkennen, dass Paracetamol, eines der meistverkauften Schmerzmittel, zu 99 % in kommunalen Kläranlagen abgebaut oder am Schlamm adsorbiert wird. Die Konzentration im Kläranlagenablauf liegt in der Regel unterhalb der Nachweisgrenze von 0,05 µg/l. Letzteres gilt jedoch nicht für Carbamazepin (Antiepileptikum). Aufgrund der möglichen Bildung von Metaboliten konnten am Kläranlagenablauf sogar höhere Konzentrationen nachgewiesen werden als am Kläranlagenzulauf. Die Befunde weisen ferner darauf hin, dass Diclofenac (nichtopioid-Analgetikum) während des Reinigungsprozesses zwar bis zu 69 % eliminiert wird, allerdings kann die Rückbildung aus Metaboliten nicht ausgeschlossen werden.

Viele Dinge des täglichen Lebens enthalten per- und polyfluorierte Chemikalien

Per- und polyfluorierte Chemikalien (PFC) sind organische Kohlenstoffverbindungen, bei denen einige (perfluoriert) oder alle (polyfluoriert) Wasserstoffatome durch Fluor-Atome ersetzt sind. PFC sind schmutz-, farb-, fett-, öl- und wasserabweisend, weshalb sie in vielen Bereichen Anwendung finden – beispielsweise als Antihafbeschichtung für Pfannen, als Schmier- und Imprägniermittel, in der Galvanik, in Feuerlöschschäumen oder in der Papierveredelung. Sie gelangen mit dem industriellen Abwasser, aber auch mit dem häuslichen Abwasser durch Auslaugung der Produkte beim Waschen in den Kläranlagenzulauf. Da sie eine hohe thermische, chemische und biologische Stabilität haben, findet zudem in der Umwelt kaum ein natürlicher Abbau statt. PFC besitzen toxikologische Eigenschaften und reichern sich in Lebewesen und in der Nahrungskette an. Sie sind nachweislich fortpflanzungsschädigend, krebsfördernd und teilweise krebserregend.

Umweltqualitätsnormen sollen helfen unsere Flüsse reinzuhalten

Da nicht im Klärprozess eliminierte oder abgebaute Mikroverunreinigungen mit dem Abwasser in die Gewässer gelangen, enthielt die Oberflächengewässerverordnung (OgewV) in einem Entwurf des Jahres 2010 erstmals Umweltqualitätsnormen für flussgebietspezifische Schadstoffe, d. h. Konzentrationsgrenzwerte für einzelne Stoffe und Stoffgruppen, die im Jahresdurchschnitt nicht überschritten werden sollten. 2015 wurde die Verordnung novelliert und um 12 neue prioritäre Substanzen ergänzt. Darüber hinaus wurden drei Arzneimittel, nämlich Diclofenac sowie die Verhütungsmittel Ethinylestradiol und Estradiol, auf eine sogenannte „watch list“ genommen, ohne jedoch bislang konkrete Umweltqualitätsnormen zu definieren.



Beim Waschen von imprägnierter Kleidung können umweltschädliche organische Kohlenstoffverbindungen freigesetzt werden.

Die weltweite Plastikproduktion liegt aktuell bei ca. 299 Mio. t/a. Schätzungen zufolge landen davon rund 30 Millionen Tonnen jährlich in den Ozeanen. Während die Menge an sich schon problematisch ist, wird die Situation noch dadurch verschärft, dass die Plastikteile im Laufe ihrer Verweilzeit in den Meeren immer kleiner, d. h. zu Mikroplastik werden und somit in die Mägen von Seevögeln und Fischen gelangen, die letztendlich auf unserer Speisekarte stehen.



Der Plastikmüll nimmt immer mehr zu

Unter Mikroplastik versteht man Kunststoffpartikel mit einer Größe von weniger als 5 mm. Diese finden sich nicht nur in Kosmetikartikeln, Zahnpasten und Peelingmitteln, sondern werden auch beim Waschen von Bekleidung (Fleece) als Textilabrieb oder beim Säubern von Kunststoffen, als Reifenabrieb oder Kunststoffgranulat aus einer Felgenwaschanlage freigesetzt.

Das langfristige Ziel muss es sein, den Eintrag von Plastik und Mikroplastik in unsere Gewässer und Meere aktiv zu verhindern. Mit den heute auf kommunalen Kläranlagen eingesetzten Reinigungsverfahren können jedoch Mikrokunststoffpartikel nur bedingt aus dem Abwasser entfernt werden. So wurden in einer im Auftrag des Bayerischen Landesamts für Umwelt durchgeführten Studie im Kläranlagenzulauf an die 467 Fasern und 160 Partikel gezählt, aber im Ablauf nach wie vor 16 Fasern und 7 Partikel gefunden. Der größte Teil der Mikrokunststoffpartikel wird allerdings im Klärschlamm zurückgehalten.

Abhilfe bei der Spurenstoffelimination durch eine vierte Reinigungsstufe

Auf Kläranlagen wird derzeit intensiv nach Möglichkeiten für eine weitergehende Abwasserreinigung gesucht, um zumindest anthropogene Spurenstoffe wirkungsvoll aus dem Abwasser entfernen zu können. Gefordert wird in diesem Zusammenhang neben der mechanischen Reinigung (erste Reinigungsstufe), der biologischen Reinigung (zweite Reinigungsstufe) und der chemischen Phosphat-Fällung (dritte Reinigungsstufe) die Einführung einer „vierten Reinigungsstufe“. Zu den diskutierten Methoden gehören Adsorptionsverfahren mit Aktivkohle oder die Behandlung des Abwassers mit Ozon. Untersucht werden darüber hinaus Membranverfahren wie Nanofiltration und Membranbioreaktoren.

Bei dem präferierten Einsatz von Aktivkohle kann diese entweder als Pulver (PAK) oder in granulierter Form (GAK) vorliegen. Während pulverisierte Aktivkohle dem Abwasser in einer zusätzlichen Adsorptionsstufe direkt zugegeben wird, durchströmt bei der Verwendung von granulierter Aktivkohle das Abwasser quasi ein Kohlefestbett. Die Nachbehandlung erfolgt in der Regel in konventionellen Sandfiltern. Zur Zeit wird auf einer bayerischen Pilotanlage, die sich auf dem Gelände der städtischen Kläranlage in Weißenburg befindet, eine vierte Reinigungsstufe großtechnisch realisiert. Die Ergebnisse sollen wegweisend für das bayernweite Vorgehen im Hinblick auf die Spurenstoffelimination sein.



Aktivkohlegranulat, das in einem Kohlebett zur Entfernung von Spurenstoffen aus dem Abwasser eingesetzt wird.



Das Energiemanagement

Auf dem Weg zu einer energieautarken Kläranlage

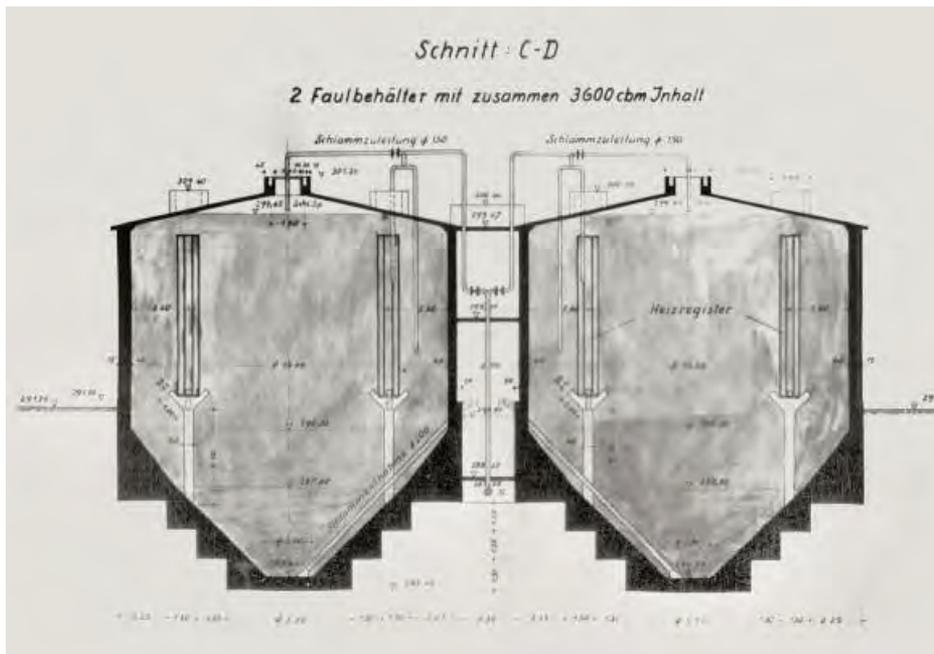
Kläranlagen sind in Städten und Gemeinden mit einem Anteil von ca. 20% am kommunalen Strombedarf die größten Einzelverbraucher und liegen deutlich vor Schulen, Krankenhäusern, der Wasserversorgung oder der Straßenbeleuchtung. Dies gilt auch für die Stadt Fürth. Für die Förderung und die Reinigung des Abwassers ist ein hoher Energieeinsatz nötig. Andererseits gibt es auf Kläranlagen aber auch Energiequellen, die zur Stromerzeugung genutzt werden können. Von daher leisten Kläranlagen einen wichtigen Beitrag zu einer gelungenen Energiewende in Deutschland.

Erste Schritte

Als ein Abfallprodukt der Abwasserreinigung fällt Klärschlamm an. Dieser wird zur Ausfau- lung in Faulbehälter eingebracht. Dabei wird Faul- bzw. Klärgas freigesetzt, das größten- teils aus hochentzündlichem Methan besteht, welches zur Energieerzeugung eingesetzt werden kann.

Bereits im Jahr 1953 wurden auf der Hauptkläranlage Fürth die ersten beiden Faulbe- hälter errichtet. Im Juli 1954 erfolgte dann der Bau eines Gaskessels, der es ermöglichte, das bei der Schlammfau- lung entstehende Klärgas zu speichern. Dieses wurde entschwefelt, an die Stadtwerke geliefert und mit dem damaligen Stadtgas verschnitten. D.h. schon in den 1950er Jahren hat die Stadtentwässerung Fürth regenerative Energie geliefert und einen Beitrag zur Reduzierung des CO₂-Ausstoßes geleistet.

Allerdings stellten die Stadtwerke im Jahr 1975 auf die Lieferung von Erdgas um. Da Klärgas aufgrund seines geringen Heizwerts jedoch nicht mit Erdgas verschnitten werden kann, wurde es fortan nur noch intern zur Beheizung der Faulbehälter und Sozialgebäude, also zur Wärmeerzeugung, eingesetzt.



Die ersten Faulbehälter wurden auf der Hauptkläranlage Fürth 1953 errichtet. Es war der Beginn der Klärgasnutzung. Damals wurde das Klärgas entschwefelt und mit dem Stadtgas verschnitten.



Im Jahr 1978 erfolgte die Inbetriebnahme der Schlammwässerungsanlage. Damals wurde der Klärschlamm thermisch konditioniert, d. h. gekocht, um ihn besser entwässern zu können. Nach Umstellung auf Polymerkonditionierung, konnte man das Klärgas 1994 zur Erzeugung von Strom und Wärme in Blockheizkraftwerken einsetzen.

Im Jahr 1978 wurde dann auf der Hauptkläranlage Fürth eine Anlage zur thermischen Klärschlammkonditionierung in Betrieb genommen. Das Klärgas diente nun dazu, den Klärschlamm zu kochen, um diesen anschließend besser entwässern zu können und dadurch die enorm gestiegenen Klärschlammengen zu reduzieren. Das thermische Konditionierungsverfahren wurde jedoch in den 1980er Jahren eingestellt und durch ein chemisches Konditionierungsverfahren ersetzt, das einerseits die Geruchsemissionen minimiert und andererseits weniger Energie benötigt.

Nachdem die wasserrechtliche Erlaubnis zur Einleitung der gesammelten Abwässer aus der Hauptkläranlage Fürth in die Regnitz ausgelaufen war, wurde im Jahr 1989 von der Stadtentwässerung Fürth ein Entwurf zum Ausbau der Kläranlage für eine weitergehende Abwasserreinigung erstellt. Dieser enthielt auch Maßnahmen, um den externen Energiebezug der Kläranlage langfristig zu senken. Dazu gehörte unter anderem der Betrieb von Blockheizkraftwerken (BHKWs).

Blockheizkraftwerke liefern Strom und Wärme

Das Ziel war es, das bei der Ausfäulung des Klärschlammes entstehende Klärgas von nun an nicht mehr in Heizkesseln zur Wärmeerzeugung zu verbrennen oder für die thermische Klärschlammkonditionierungsanlage heranzuziehen. Durch die sogenannte Kraft-Wärme-Kopplung bieten Blockheizkraftwerke vielmehr die Möglichkeit, das Klärgas sowohl zur Gewinnung von Wärme als auch von Strom einzusetzen.

Die im Jahr 1994 auf der Hauptkläranlage Fürth erstmals installierten drei Blockheizkraftwerke hatten eine thermische Leistung von je 550 kW und eine elektrische Leistung von je 330 kW. Durch diese Maßnahme war eine größtenteils eigenständige Strom- und Wärmeversorgung möglich. So wurden im Jahr 1996 bereits 3.605 MWh Strom aus Klärgas erzeugt. Der Anteil der Eigenstromerzeugung stieg in den Folgejahren auf bis zu 70% an. Damit einhergehend reduzierte sich der CO₂-Ausstoß durch diese Art der regenerativen Stromerzeugung um mehr als 3.000 t pro Jahr.

Das Gebäude für die Unterbringung der BHKWs einschließlich Wärmeauskopplung und der Turboverdichter für die neu errichtete biologische Reinigungsstufe wurde 1994 fertiggestellt. Im Obergeschoss ist zusätzlich ein Lager eingerichtet.





Durch Flächenbelüftung in 7 m Tiefe konnte ein wesentlich effektiverer Sauerstoffeintrag als mit den bisherigen Oberflächenbelüftern erreicht werden.

Maßnahmen zur Energieeinsparung

Der Entwurf von 1989 enthielt auch Vorschläge zur direkten Energieeinsparung auf der Hauptkläranlage. So empfahl es sich, für die Biologische Reinigungsstufe 7 m tiefe Becken zu bauen, die mit einer feinblasigen Flächenbelüftung ausgerüstet waren. Die Drucklufzeugung erfolgte über sogenannte Turboverdichter, die sich aufgrund ihrer Regelungscharakteristik optimal dem jeweiligen Sauerstoffbedarf anpassen. Dabei wird nur so viel Luft in die Becken eingeleitet, wie benötigt wird. Dazu gehört auch, dass der Sauerstoffgehalt im Becken ständig gemessen wird und zu jeder Zeit ein Soll-Ist-Vergleich stattfindet.



Energieanalyse verdeutlicht Fortschritte

Um dem Ziel der Stadtentwässerung Fürth eines schonenden und nachhaltigen Umgangs mit den vorhandenen Ressourcen und unserer Umwelt gerecht zu werden und den Energiebedarf der Kläranlage möglichst gering zu halten, hat die Stadtentwässerung mit den Daten des Jahres 2010 eine Energieanalyse durchführen lassen. Diese wurde vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit gefördert.

Die Energieanalyse belegt, dass die Hauptkläranlage Fürth zwar relativ niedrige Energieverbrauchswerte und einen guten Eigenversorgungsgrad aufweist, aber noch weitere Verbesserungsmöglichkeiten vorhanden sind. So betrug im Jahr 2010 der spezifische Stromverbrauchswert, d. h. der Stromverbrauch je Einwohner und Jahr, für die Hauptkläranlage Fürth 30,9 kWh/E*a. Dieser Wert unterschreitet den für eine Modellanlage angegebenen Richtwert von 35 kWh/E*a und liegt nahe an dem Idealwert von 29,4 kWh/E*a, der im Handbuch „Energie in Kläranlagen“ des Ministeriums für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft, Nordrhein-Westfalen ausgewiesen ist. Bei weiteren Optimierungen hinsichtlich der Energieverbrauchswerte und der Nutzung zusätzlicher Energieressourcen scheint das Ziel einer energieautarken Kläranlage möglich.

Neueste Technologien mit hohem Wirkungsgrad

In einer ersten Maßnahme wurden 2011 die drei mittlerweile veralteten und störungsanfälligen Blockheizkraftwerke aus dem Jahr 1994 durch drei neue Module mit je 371 kW elektrischer Leistung ersetzt. Der Wirkungsgrad erhöhte sich dadurch von rund 70 % auf 86 %, wovon 45 % auf die elektrische und 55 % auf die thermische Energie entfallen. Von daher wurde eine Steigerung der Eigenstromerzeugung prognostiziert. So konnte diese im Jahr 2012 tatsächlich auf 72 % und im Jahr 2014 sogar auf 74 % gesteigert werden. Im Vergleich zu 2010 hat sich somit die Eigenstromerzeugung von 3.100 (= 43 %) auf 4.650 MWh (= 74 %) erhöht. Gleichzeitig konnte der Stromverbrauch durch weitere Optimierungsmaß-



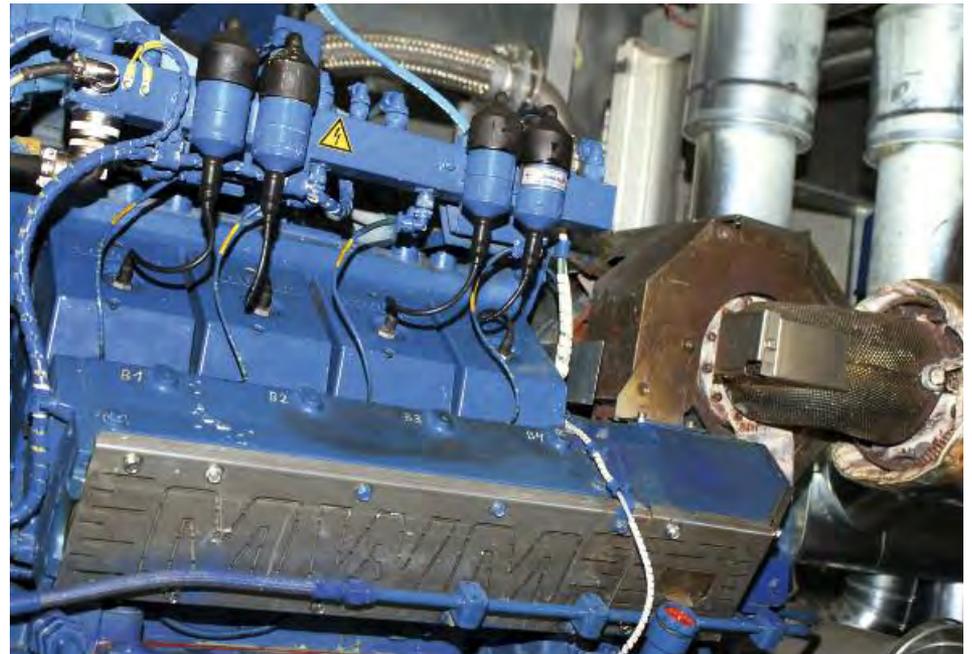
Abgaskamin der BHKWs: Die Abhitze der Abgase wird in Wärmetauschern zurückgewonnen. Die Wärmeenergie wird zur Beheizung der Faulbehälter und der Betriebsgebäude genutzt.

nahmen von 7.200 MWh auf 6.300 MWh, d. h. um 12,5% gesenkt werden. Der externe Strombezug wurde somit von 4.100 MWh (=57%) auf 1.300 MWh (=26%) reduziert.

Um den Energieverbrauch weiter zu verringern, wird bei der Beschaffung von neuen Pumpen und Maschinen auf einen hohen Wirkungsgrad geachtet und werden in den Ausschreibungen grundsätzlich Motoren mit der höchsten Energieeffizienzklasse gefordert.

Darüber hinaus kommt nach der Fertigstellung des Ausbaus der Biologischen Reinigungsstufe ein neues Verfahren für die Prozesswasserbehandlung, d. h. der Reinigung des Zentratwassers aus der Schlammwässerung, zum Einsatz: die sogenannte Deammonifikation. Dieses Verfahren bietet den Vorteil eines geringeren Sauerstoffbedarfs, so dass deutlich weniger Energie für die Druckluftherzeugung benötigt wird.

Während die Wärmeversorgung bereits nahezu vollständig aus Eigenenergie sichergestellt werden kann, verbleibt nach wie vor ein Defizit bei der Eigenstromversorgung. Deshalb sind von der Stadtentwässerung Fürth weitere Schritte zur Erhöhung der Eigenstromerzeugung geplant.

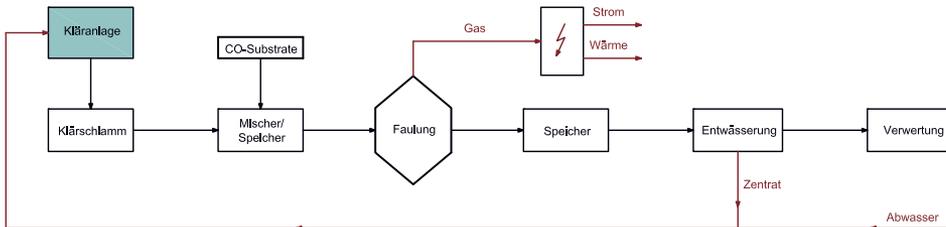


Seit 2011 sind drei neue BHKWs mit einer elektrische Leistung von jeweils 371 kW in der Gasmotorenstation installiert. Damit wurden im Jahr 2012 4.440 MWh Strom erzeugt.

Co-Substrate als Energielieferant

Ein wesentlicher Baustein der Eigenenergieproduktion ist bislang die Strom- und Wärmeversorgung aus Klärgas in den Blockheizkraftwerken. Um noch mehr Klärgas zu generieren, empfiehlt es sich, das zur Verfügung stehende Faulraumvolumen auch für die Vergärung sogenannter Co-Substrate zu nutzen. Zu diesen Co-Substraten zählen z. B. Fettabseiderrückstände aus Großküchen, die vor der Einleitung in die Kanalisation vom Abwasser getrennt und separat mit Saugfahrzeugen an die Kläranlage geliefert werden.

Die Hauptkläranlage Fürth bietet für die Mitbehandlung von Co-Substraten optimale Voraussetzungen, da neben der erforderlichen Anlagentechnik (Faulbehälter, Prozesswasserreinigung, Blockheizkraftwerke etc.), die notwendige Infrastruktur und erfahrenes Personal vorhanden sind sowie das anfallende Schlammwasser bzw. Zentrat in der Kläranlage optimal gereinigt werden kann. Darüber hinaus ist die Entsorgung der Restprodukte wie des Klärschlammes sichergestellt. Von daher wurde der Einsatz von Co-Substraten im Jahr 2014 erstmals getestet. Die Erfahrungen bestätigen, dass durch die Annahme dieser Co-Substrate auf der Kläranlage die Eigenenergieerzeugung – d. h. Strom und Wärme – ohne Probleme weiter gesteigert werden kann.



Das Bild zeigt die Anlieferung von Co-Substraten. Die Fettabseiderrückstände werden in Saugfahrzeugen gebracht, in einen Schlammschacht abgelassen und von dort direkt in die Faulbehälter gepumpt. Die Fette werden nahezu vollständig in Gas umgesetzt. Die verbleibenden Reststoffe können problemlos mit dem Klärschlamm entwässert und entsorgt werden.

Photovoltaikanlage

Auch andere regenerative Energiequellen werden künftig auf dem Gelände der Hauptkläranlage Fürth zum Einsatz kommen. So ist geplant, zwischen den neuen Nachklärbecken und den Nachbargrundstücken an der Ronwaldstraße eine größere Photovoltaikanlage zu installieren. Dadurch wird eine Stromerzeugung von rund 250 kWp erwartet.

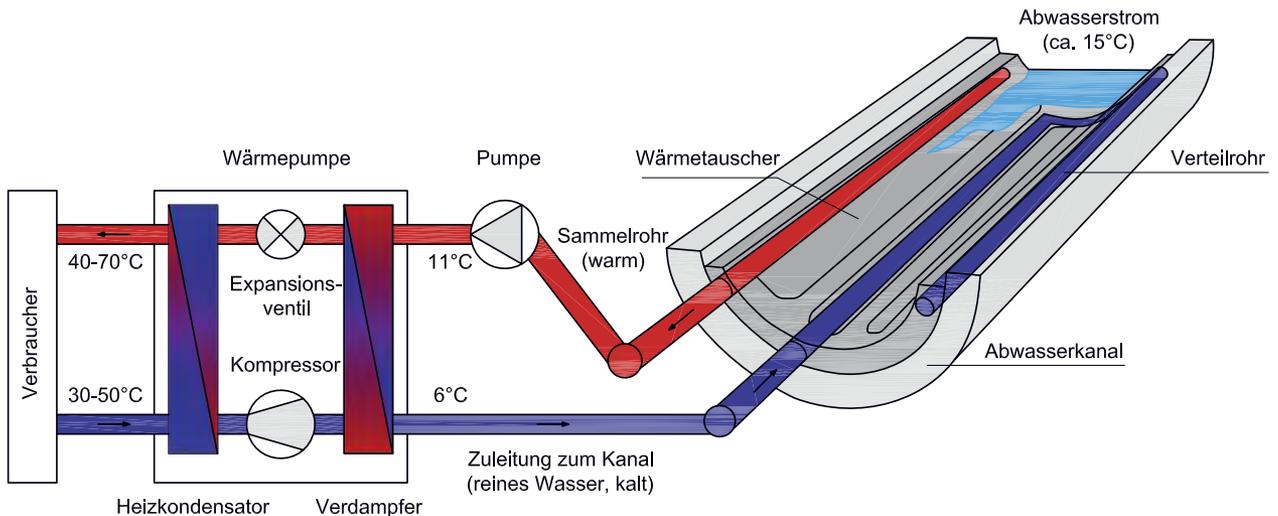
Abwärme aus Abwasser

Um den Wärmebedarf auf Kläranlagen eigenständig zu decken, besteht neben der Nutzung der Abwärme aus den Blockheizkraftwerken auch die Möglichkeit „Wärme aus Abwasser“ zu generieren. Selbst im Winter herrschen im Kanalnetz Abwassertemperaturen von 12 bis 15°C. Diese Wärme kann unter Einsatz eines im Kanal installierten Wärmetauschers dem Abwasser entzogen und zu Heizzwecken verwendet werden. Das abfließende Abwasser wird dabei mit dem im Kreislauf geführten Kaltwasser in einen thermischen Kontakt gebracht. Dadurch wird das Abwasser gekühlt und das Kaltwasser aufgewärmt.

Mit Hilfe von Wärmepumpen ist es möglich, die für die Gebäudeheizung gewünschte Vorlauftemperatur von bis zu 70°C zu erreichen. Durch Umkehrung des Prozesses kann eine solche Anlage nicht nur zu Heizzwecken, sondern in den Sommermonaten auch zur Gebäudekühlung eingesetzt werden. In diesem Fall dient das Abwasser zum Abtransport der dem Gebäude entzogenen überschüssigen Wärme.

Es ist geplant, in den Ablauf der Kläranlage Wärmetauscher einzubauen, um damit die Wärmeversorgung des neuen Betriebsgebäudes auf der Hauptkläranlage Fürth zu gewährleisten. Ferner soll die Gebäudeheizung in der neuen Mechanischen Reinigungsstufe und die Vorwärmung des Zentratwassers für die Behandlung in der Deammonifikationsanlage ebenfalls mit Wärme aus Abwasser erfolgen. Durch die Nutzung der im Abwasser vorhandenen Wärme, wird der Wärmebedarf der Hauptkläranlage Fürth weitestgehend eigenständig gedeckt.

Wärmenutzung aus Abwasser bedeutet, dass durch im Kanal eingebaute Wärmetauscher dem Abwasser Wärme entzogen und damit Kaltwasser erwärmt wird. Durch den Einsatz von Wärmepumpen wird das Temperaturniveau des Kaltwassers auf bis zu 70°C angehoben, so dass es zu Heizzwecken genutzt werden kann.





Das Wertstoffmanagement

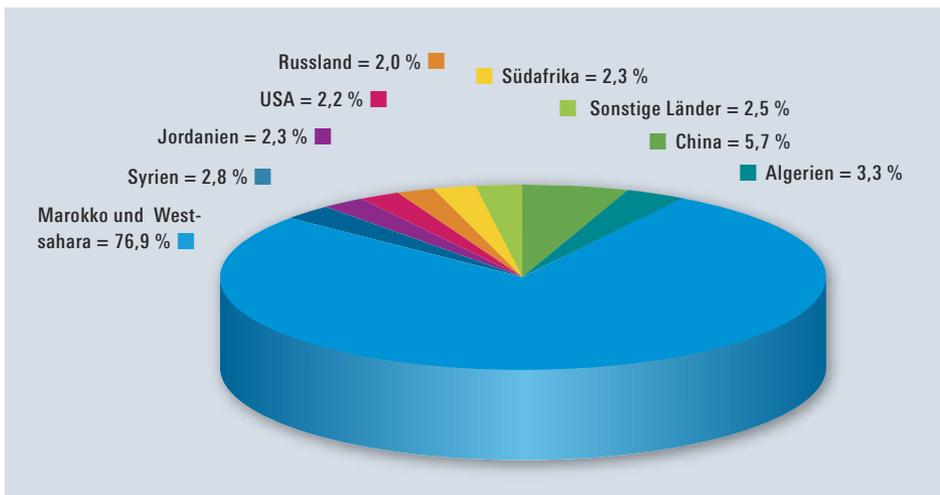
Reststoffe gewinnen zunehmend an Bedeutung

Als ein Endprodukt der Abwasserreinigung fällt Klärschlamm an. Dieser dient einerseits während der Ausfällung als wichtiger Energielieferant, andererseits werden bundesweit knapp 40% des Klärschlamms in der Landwirtschaft und im Landschaftsbau als Wertstoff zur Pflanzenversorgung und Bodenverbesserung eingesetzt. Der Rest wird in der Regel in Klärschlamm- oder Müllverbrennungsanlagen thermisch entsorgt, wobei die nach der Verbrennung verbleibende Asche meist in Bergwerken als Versatzstoff verwendet wird. Allerdings ist sowohl im Klärschlamm als auch der Klärschlamm- asche ein für alles Leben essentieller Nährstoff enthalten, nämlich Phosphor.

Phosphor – ein unverzichtbares Gut

Phosphor ist nicht nur ein wichtiges Düngemittel, sondern für Mensch und Tier auch unverzichtbar für den Knochenaufbau und den Energiestoffwechsel. Da die Weltbevölkerung weiter steigt, ist zu erwarten, dass der Bedarf an Phosphor in Zukunft noch zunehmen wird. Die natürlichen Phosphorreserven sind jedoch begrenzt und befinden sich größtenteils in politisch unsicheren Ländern wie Marokko und Westsahara, Syrien, China, Südafrika und Jordanien. Zudem ist der Phosphorabbau sowie die Verarbeitung zu Mineraldüngern meist mit erheblichen Umweltbelastungen und einem hohen Energiebedarf verbunden. Von daher hat die Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlamm oder Klärschlammmasche in jüngster Zeit bundesweit zunehmend an Bedeutung gewonnen.

Weltweite Phosphorreserven > 100 Mio. Tonnen in Prozent, 100% = 65.000 Mio. Tonnen



Marokko, Westsahara	50.000 Mio. Tonnen
Syrien	1.800 Mio. Tonnen
Jordanien	1.500 Mio. Tonnen
USA	1.400 Mio. Tonnen
Russland	1.300 Mio. Tonnen
Südafrika	1.500 Mio. Tonnen
Sonstige Länder	1.600 Mio. Tonnen
China	3.700 Mio. Tonnen
Algerien	2.200 Mio. Tonnen
gesamt	65.000 Mio. Tonnen

Quelle: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe. Stand 2013



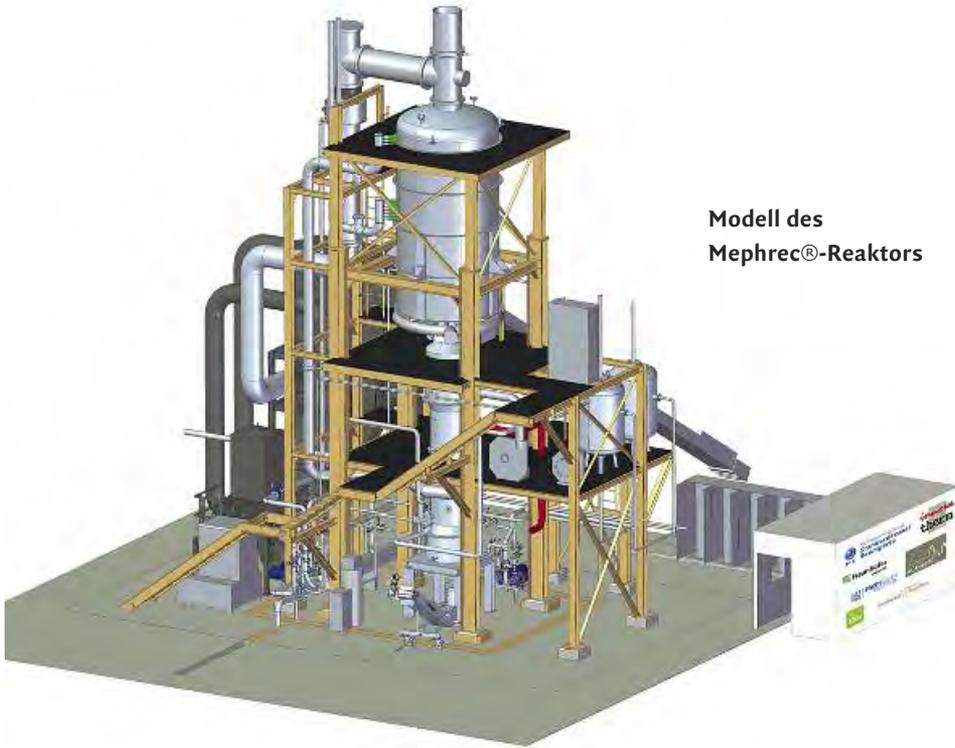
**Mineraldünger aus Phosphor,
Stickstoff und Kalium**

Neue Klärschlammverordnung verpflichtet zur Phosphorrückgewinnung

Klärschlamm enthält durchschnittlich 25 g Phosphor je kg Trockenmasse. Es kann davon ausgegangen werden, dass bei einer effektiven Rückgewinnung bundesweit über 50% des Phosphorbedarfs der Landwirtschaft gedeckt werden könnte. Angesichts dieser Zahlen, hat die Bundesregierung bereit im Jahr 2004 die Förderinitiative „Kreislaufwirtschaft für Pflanzennährstoffe insbesondere Phosphor“ ins Leben gerufen. Darüber hinaus wurde im Jahr 2012 im nationalen Ressourceneffizienzprogramm die besondere Bedeutung von Phosphor für die Ernährungssicherheit betont und die Nutzung sekundärer Phosphorquellen wie beispielsweise Klärschlamm als Ziel ausgegeben. So wird auch die für das Jahr 2016 zu erwartende Novelle der Klärschlammverordnung erstmalig einen Passus enthalten, der eine Phosphorrückgewinnung aus Klärschlämmen mit einem Phosphorgehalt von zumindest 20 g/kg Trockenmasse als verpflichtend vorsieht. Das bedeutet, dass die thermische Entsorgung des Klärschlammes künftig ausschließlich dann zulässig sein wird, wenn die verbleibende Asche entweder direkt einer Phosphorrückgewinnung oder einer stofflichen Verwertung unter Nutzung ihres Phosphorgehalts (z. B. als Dünger) zugeführt wird.

Methoden der Phosphorrückgewinnung

Die Novelle der Klärschlammverordnung enthält keine Vorgaben dazu, welche technischen Verfahren zur Phosphorrückgewinnung aus Klärschlamm eingesetzt werden sollen. Die zur Zeit vorhandenen Methoden lassen sich grob danach unterscheiden, ob das im Klärschlamm vorliegende Magnesiumammoniumphosphat durch Zugabe eines Magnesium-Fällmittels ausgefällt wird (Kristallisation) oder der chemisch gebundene Phosphor durch Säureaufschluss bzw. der biologisch gebundene Phosphor durch einen hydrothermalen oder einen thermischen Aufschluss rückgelöst wird. Als Endprodukt werden entweder Phosphorsäure und weißer Phosphor, die in der Phosphorindustrie verwendet werden, oder feste Phosphorprodukte erzeugt, die als Düngemittel genutzt werden können.



Modell des
Mephrec®-Reaktors

Das beim Schmelzprozess im Mephrec®-Reaktor entstehende Synthesegas kann u. a. in Blockheizkraftwerken zur Gewinnung von Strom und Wärme genutzt werden. Derzeit werden im Rahmen des Verbundvorhabens KRN-Mephrec die Möglichkeiten einer thermischen Phosphorrückgewinnung aus Klärschlamm in einer Pilotanlage auf der Kläranlage Nürnberg geprüft.

Nachhaltiges Phosphormanagement

Gemeinsam mit den in der Arbeitsgemeinschaft Gewässerschutz obere Regnitz (ARGE) zusammengeschlossenen Partnerstädten Nürnberg, Erlangen und Schwabach strebt die Stadtentwässerung Fürth für die Hauptkläranlage Fürth ein thermisches Verfahren zur Phosphorrückgewinnung aus Klärschlamm an. Dabei handelt es sich um eine metallurgische Schmelzvergasung im Schachtofen. Vereinfacht dargestellt, wird bei dieser Methode der mechanisch entwässerte Klärschlamm zunächst brikettiert. Die Schmelzvergasung erfolgt dann in einem Kupolofen, dem so genannten Mephrec®-Reaktor. Dort werden die Klärschlambriketts der Technik des Schlackeschmelzens unterzogen und in die sogenannte Mephrec®-Schlacke überführt. Diese zeichnet sich nicht nur durch niedrige Schwermetallgehalte aus und ist frei von organischen Schadstoffen, sondern weist zudem einen hohen Anteil an pflanzenverfügbaren zitronensäurelöslichen Phosphorpentoxid (P_2O_5) auf. Somit stellt die Schlacke ein sehr gutes Düngemittel dar.



Das Verbundvorhaben KRN-Mephrec

Ein Forschungs- und Entwicklungsprojekt

BURKARD HAGSPIEL

Das Forschungs- und Entwicklungsprojekt „Klärschlammverwertung Region Nürnberg mit metallurgischem Phosphorrecycling: Klärschlamm zu Energie, Dünger und Eisen mit Phosphorrecycling in einem Verfahrensschritt“ (KRN-Mephrec) ist ein vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördertes Vorhaben im Rahmen des Programms „Forschung für eine energie- und ressourcenschonende Wasserwirtschaft der Zukunft“ (ERWAS). In einer Pilotanlage wird zunächst ein neues Verfahren zur Klärschlammverwertung im halbertechnischen Maßstab erprobt. Wenn der Versuch glückt und die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen passen, soll anschließend eine Großanlage zur Klärschlammverhüttung entstehen, die den Klärschlamm der Städtepartner Erlangen, Fürth, Schwabach und Nürnberg sammelt und zu Phosphordünger verarbeitet.

Hintergrund

Die Gesetzesinitiative zur Novellierung der Klärschlammverordnung sieht das Ende der landwirtschaftlichen Direktverwertung des Klärschlammes und gleichzeitig die Sicherung der Rückgewinnung des Phosphors vor. Die Verordnung schreibt den großen Städten vor, bis Ende 2018 eine entsprechende Konzeption vorzulegen.

Anlagen zur Verwertung von Klärschlamm sind sehr kapital- und personalintensiv. Für einen wirtschaftlichen Betrieb werden entsprechend große Abfallmengen benötigt. Das Klärschlammprodukt der Städtepartner Erlangen, Fürth, Nürnberg und Schwabach liegt bei jährlich ca. 20.000 Tonnen in der Trockensubstanz (TS), das der Metropolregion bei ca. 59.000 Tonnen (entspricht ca. 230.000 Tonnen entwässertem Nassschlamm). Das sind ausreichende Verarbeitungsmengen, um die Investitionen in eine Klärschlammverarbeitung mit einem Anschaffungspreis von über 30 Mio. EUR wirtschaftlich realisieren zu können.

Ende 2011 entschied man sich dafür, das thermische Verfahren der Schmelzvergasung von Klärschlamm weiterzuentwickeln. Bei diesem Verfahren wird der Klärschlamm durch Erhitzen fließfähig gemacht und die leichte mineralische Schlacke von der schweren metallischen Schmelze in Phasen unterschiedlicher Dichte getrennt und zu Wertstoffen aufbereitet. Das einstufige Verfahren wird bereits zur Erzeugung von Eisenguss oder Steinwollen weltweit angewandt. Die Idee, mit diesem Verfahren Klärschlamm einzuschmelzen, ist allerdings neu. Was experimentell bereits gelungen ist, soll jetzt in einem Versuchsreaktor im halbttechnischen Maßstab 1 zu 5 erprobt und soweit fortentwickelt werden, dass über den Bau einer gemeinsamen wirtschaftlichen Großanlage für alle vier Städtepartner entschieden werden kann.

Mit dem Vorhaben ist ein hohes Wagnis verbunden. Viele Fragestellungen sind noch ungeklärt. Ende 2013 informierte die Stadtentwässerung und Umweltnalytik Nürnberg (SUN) die Städtepartner über die weiteren Planungen. SUN wurde mit der Durchführung des Pilotprojekts zur Erprobung des Verfahrens beauftragt.



In regelmäßigen Abständen wird am Boden des Ofens das Eisen abgestochen.

Die Städtepartner Erlangen, Fürth, Nürnberg und Schwabach haben 2010 vereinbart, ein geeignetes, zukunftsfähiges Verfahren zur energetischen und zugleich stofflichen Verwertung des Klärschlammes zu finden. Im Rahmen eines internationalen Ideenwettbewerbs wurden die potenziell für die Region in Frage kommenden Verfahren untersucht.



Auf dem Gelände des Klärwerk 1 der Stadt Nürnberg wird die Pilotanlage nach dem thermischen Verfahren der Schmelzvergasung von Klärschlamm 2016 errichtet.

Ziele

Klärschlamm ist für die Abwasserbetriebe der Städtepartner der wichtigste Energieträger und zugleich Roh- und Grundstoff für eine stoffliche Weiterverwertung. Klärschlamm stellt aber auch einen entscheidenden Kostenfaktor für die Entwässerungsbetriebe dar. Zusammengefasst belaufen sich die Kosten für die Klärschlamm Entsorgung nach aktuellen Prognosen künftig auf bis zu 7 Mio. EUR pro Jahr. Eine Alternative zu diesen Fremdkosten ist die Wertschöpfung im Betrieb selbst. An deren Ende steht nicht der Abfall, sondern verbleibende Wertstoffe, die im Idealfall sogar gegen Entgelt an die Landwirtschaft oder Industrie abgegeben werden können.

Die Entwicklung der rechtlichen und finanziellen Rahmenbindungen ist dynamisch, die Richtung ist aber hinsichtlich der Ressourcenknappheit an Phosphor und Energie eindeutig. Der Entwurf der neuen Klärschlammverordnung sieht vor, dass bereits bis 2018 ein Konzept vorzulegen ist, nach dem bis 2025 die wesentlichen Anteile an Phosphor im Klärschlamm zurückgewonnen werden.

Die Ziele des Verbundvorhabens und der Städtepartner sind:

Lösung der Klärschlamm Entsorgung nach Kreislaufwirtschaftsgesetz und zukünftiger Klärschlammverordnung für die Städtepartner Erlangen, Fürth, Schwabach, Nürnberg.

Verwertung des Klärschlamm im Sinne der Umweltziele von Europäischem Rat, Bundes- und Landesregierung und der Städte mit energetischer und zugleich stofflicher Verwertung der Inhaltsstoffe (Dünger, Rohmetalle, Gas, Strom, Wärme).

Erzeugung schadstofffreier oder zumindest schadstoffarmer Reststoffe der Abwasserreinigung ohne Keime, giftige Organik und Schwermetalle.

Vermeidung von Abfällen. Bewirtschaftung des Klärschlamm regional und mit Minimierung der Fahr- und Transportwege.

Betrieb eines möglichst einfachen, robusten, idealer Weise einstufigen Verfahrens der Klärschlammbehandlung, ggf. mit Koppelprodukten der Bioabfallverwertung.

Wirtschaftlichkeit, vergleichbar mit dem Preis für eine Klärschlammmonoverbrennung mit Monodeponierung und/oder Phosphorabreicherung.

Erzeugung der Wertschöpfung in der Region und Anrechnung der Ökobonuspunkte auf den Lieferanteil des jeweiligen Städtepartners.



Beim Anfeuern des Ofens strömt etwas Brenngas aus dem Schlackeloch.

In der Pilotanlage wird im Gegensatz zu einer späteren Großanlage das Gas nicht einer motorischen Nutzung zugeführt, sondern zur Vermeidung schädlicher Emissionen verbrannt. Die Luft wird zur Verhinderung von Geruchsemissionen aus den Betriebsgebäuden angesaugt. Die erzeugte Heißluft wird für den Betrieb des Ofens eingesetzt.

Nach dem Anblasen mit Heißluft und Sauerstoff beginnt der Schmelzprozess. Der flüssige Klärschlamm fließt mit ca. 1600 °C als Schlacke aus dem Ofen.



Aktuelle Zwischenergebnisse

Das technologische Konzept Klärschlamm-schmelzvergasung in einem Schachtofen ist ausgearbeitet und von Experten geprüft worden. Gelingt es, den Prozess technisch kostengünstig zu gestalten, dann ist das Konzept für die Stadt Nürnberg und das nähere Umfeld die sinnvollste Technologie.

Der erste Teilprozess des Verfahrens betrifft die Trocknung und Bereitstellung des Klärschlammes. Die Qualität und Struktur des Ausgangsprodukts wurde in einer mehrjährigen Untersuchungsreihe chemisch analysiert und im Projekt ausgewertet. Um eine staubarme Trockensubstanz zu erreichen, fiel die Wahl auf einen Bandtrockner, der einen Trocknungsgrad von 90% TS einhält. Für die geplante Versuchsreihe werden für das Projekt 6.700 Tonnen Klärschlamm zu Klärschlammgranulat in Dinkelsbühl getrocknet.

Das Granulat wird im zweiten Verfahrensschritt zu formstabilen Briketts gepresst. Das ist für den Schmelzprozess von hoher Bedeutung. In Versuchen wurden die verschiedenen Verfahren der Brikettierung getestet. Die Entscheidung fiel auf Stempelpressen, mit denen sich besonders feste und lagerstabile, zylindrische Briketts erzeugen lassen.

Die konstruktiven Vorgaben für den Bau und Betrieb des Ofens sind definiert. Der thermochemische Prozess der Schmelzvergasung erfolgt einstufig im Schachtofen, der für den geplanten Anwendungsfall so gestaltet wird, dass die Prozesse der Pyrolyse, Vergasung und Schmelze in differenzierten Zonen und unter kontrollierten Bedingungen drucklos ablaufen. Mit Hilfe von Sauerstoff werden am Schmelzpunkt Temperaturen von bis zu 2.000 °C erreicht. Das Vergasungs- und Schmelzverhalten der Briketts wurde in einer Versuchsreihe näher untersucht, um Rückschlüsse auf die Form der Ofenanlage zu ziehen. Die Feuerfestauskleidung des Ofens wird vor Ort gegossen und der Mantel des Ofens doppelwandig mit Wasserkühlung ausgeführt. Für den Betrieb der Anlage wird eine spezielle Heißwind- und Reinsauerstoffeindüsung montiert.

Das im Ofen entstehende Synthesegas wird zur Beurteilung seiner Brennstoff-Qualität gereinigt und auf seine Zusammensetzung exakt analysiert. Ofenbetrieb und Reinigung des Synthesegases können über die Versuchsphasen hinweg modifiziert werden, um für einen späteren Betrieb eines Gasmotors ein möglichst hochwertiges Gasgemisch produzieren zu können.



Die Versuchsanlage bedeutet auch Handarbeit: Zwei Mitarbeiter beschicken das Förderband mit den aus getrocknetem Klärschlamm geformten Briketts.

Ausblick

Der Bau und der Betrieb der Pilotanlage sind in einem integrierten Genehmigungsverfahren nach Bundesimmissionsschutzrecht seit Mai 2015 genehmigt. In der Abfolge von fünf Meilensteinen erfolgte nach der Ausführungsplanung die Freigabe für den Bau und die Beschaffung der Betriebsmittel. Die umfangreiche Infrastruktur am Standort Klärwerk Nürnberg 1 ist im Entstehen. Zu Weihnachten 2015 wurden die Bodenplatte der Anlage und die Asphaltflächen fertiggestellt. Die Anlagenkomponenten Schachtofen, Rekuperator und Abgasbehandlung sind von Spezialfirmen gefertigt und werden seit Anfang 2016 montiert. Die Brikettieranlage wurde mit Klärschlamm bereits getestet. Im Juli 2016 erfolgte die Kaltinbetriebnahme des Mephrec®-Reaktors. Danach begann die heiße Projektphase unter der Anleitung eines erfahrenen Betriebsingenieurs mit Unterstützung von mehreren Fachingenieur:innen und Techniker:innen.

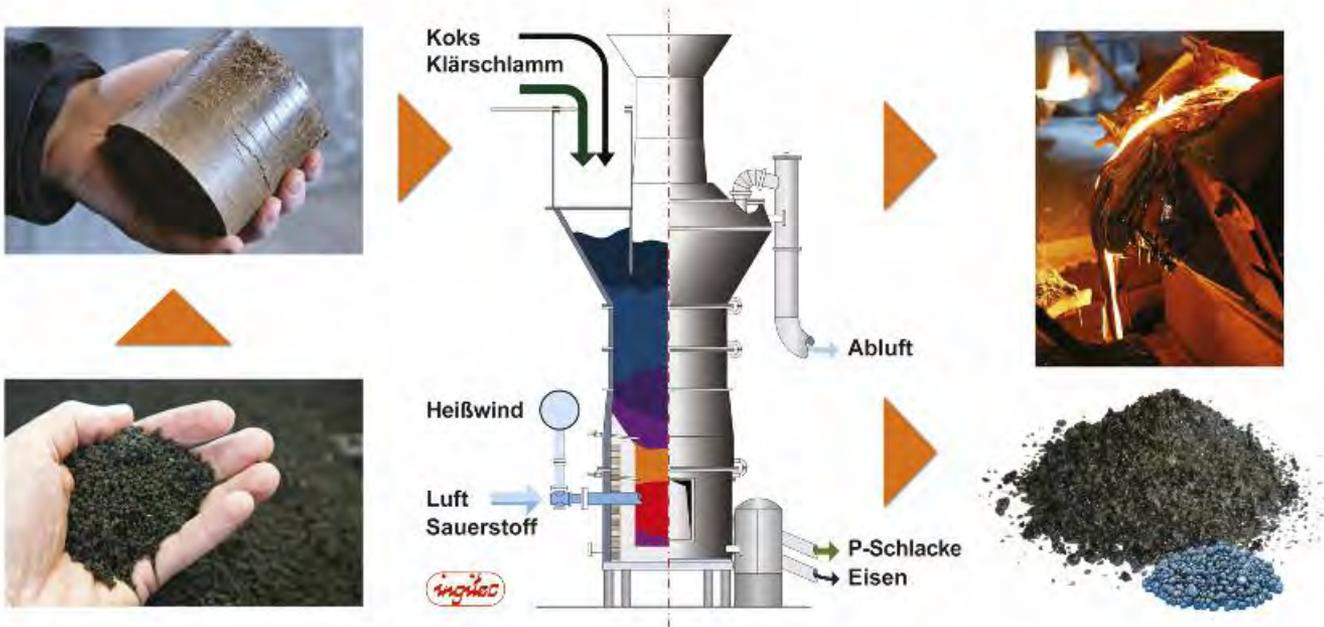
Im Anschluss werden zunächst mehrere Kurzversuche zur Erprobung der Anlage durchgeführt. Dann werden längere Betriebsphasen zur Optimierung des Betriebsmittelverbrauchs, der Synthesegaserzeugung und der Schmelzergebnisse gefahren. Die Qualität der Phosphorschlacke wird stofflich und in der mineralogischen Struktur variiert und die verlustfreie Abtrennung des Eisenmetalls maximiert. In einem Langtest wird der Ofen über Wochen rund um die Uhr betrieben, um Erkenntnisse über den Dauerbetrieb und den Verbesserungsbedarf an den Teilkomponenten der Anlage zu erkennen.

In einer zusätzlichen Betriebsphase wird Klärschlammmasche eines externen Verbundpartners aufgeschmolzen, um Erkenntnisse über die Eignung und die Wirtschaftlichkeit der Schmelzvergasung auch in einem zweistufigen Verfahren als Ergänzung für Monoverbrennungsanlagen zu gewinnen.

Die zahlreichen Messreihen werden durch die Umweltanalytik SUN koordiniert und von den wissenschaftlichen Instituten ausgewertet. Die erzeugten Produkte werden weiteren Tests unterzogen, um die Qualität und das Potenzial der Wiederverwertung und die Pflanzenverfügbarkeit auszuloten. Auf Basis der Ergebnisse wird der ökologische und wirtschaftliche Beitrag zum energetischen und stofflichen Recycling des Klärschlammes eingestuft.



Über das so genannte Mannloch wird der Ofen angezündet.



KRN-Mephrec ist ein Forschungs- und Entwicklungsprojekt. Von zahlreichen Herausforderungen und Unwägbarkeiten geprägt, können über das Vorhaben in einigen Punkten nur Prognosen angestellt werden. Für den Erfolg gibt es keine Garantie.

Das Projekt endet planmäßig im April 2017. Mit den Auswertungsergebnissen wird bis Anfang 2018 gerechnet. Bei Störungen oder bei Bedarf einer neuen Strategie, wird über den weiteren Verlauf zeitnah entschieden.



Das Prinzip der metallurgischen Verhüttung von Klärschlamm zur Gewinnung phosphorpentoxidhaltiger Schlacke.

Wenn alle Versuche erwartungsgemäß funktionieren und eine positive Wirtschaftsprognose entsteht, beginnen ab 2018 die Planungen für eine Großanlage, an der sich die Städtepartner zum Beispiel mit Zweckvereinbarungen oder im Zweckverband beteiligen. Bis zur gemeinsamen Großanlage ist es allerdings noch ein weiter Weg. Nach Auffassung aller Städtepartner lohnt sich die Mühe im Sinne von Umwelt und Nachhaltigkeit.



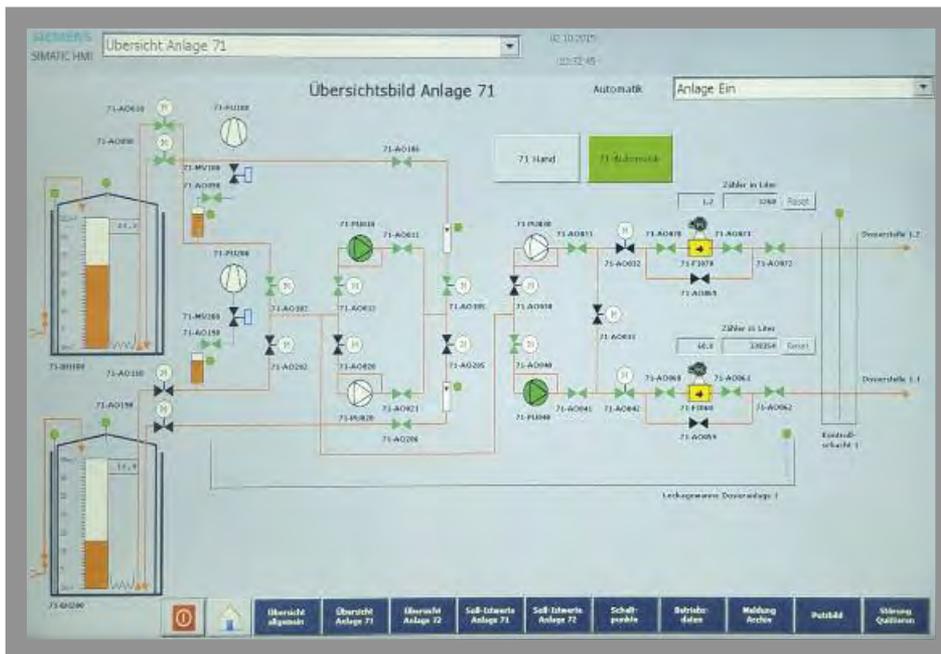
Betriebssteuerung und Betriebsdokumentation

Hightech als unverzichtbares Hilfsmittel

Die Abwasserreinigung hat sich in den vergangenen 100 Jahren enorm weiterentwickelt. So kamen zu Beginn ausschließlich mechanische Verfahren zum Einsatz. Mit diesen konnten lediglich wasserunlösliche und absetzbare Stoffe aus dem Abwasser entfernt werden. Erst mit der Einführung des Belebungsverfahrens in den 1960er Jahren war es möglich, auch Kohlenstoffverbindungen zu eliminieren. Die Entfernung von Nährstoffen wie Stickstoff und Phosphor, die langfristig zu einer Überdüngung in den als Vorfluter dienenden Fließgewässern führen, wurde schließlich ab 1994 durch die verfahrenstechnischen Methoden der Denitrifikation und Fällung erreicht. Die Errungenschaften in der Abwassertechnik lassen sich aber nur durch eine gezielte Steuerung der Abwasserreinigung und eine kontinuierliche Betriebsüberwachung optimiert ein- und umsetzen.

Datenerfassung und -aufbereitung als unerlässliches Hilfsmittel

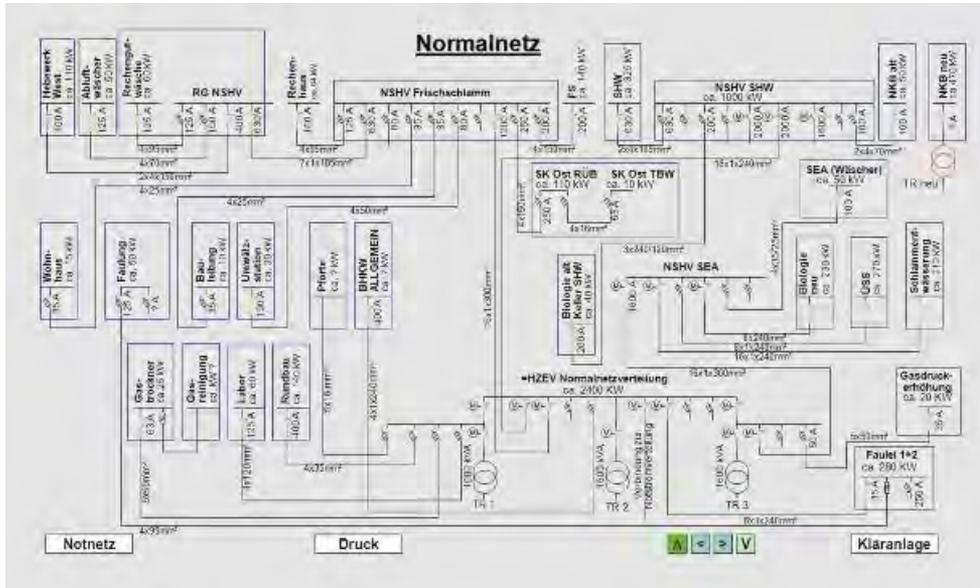
Um den Abwasserbetrieb und den Reinigungsprozess effektiv zu steuern, zu führen und zu überwachen, müssen relevante Informationen nicht nur zeitnah, sondern auch übersichtlich aufbereitet verfügbar sein. Das ist heute dank der Fortschritte in der Messtechnik und der Informationstechnologie möglich. Die Entwicklungen in der Mess-, Steuer und Regeltechnik sowie der Prozessleittechnik haben wertvolle Instrumente geschaffen, welche die vorhandenen Messdaten systematisch erfassen, analysieren, visuell darstellen und oftmals regelungstechnisch verknüpfen sowie Abweichungen vom Sollzustand überprüfen. Dabei reichen die Prozesse in der Leittechnik von einfachen Regeln bis hin zu sehr komplexen Algorithmen.



Im Prozessleitsystem und an den Bedienpanels vor Ort werden die Prozesse schematisch in Anlagenbildern dargestellt. Messwerte und binäre Signale, wie z. B. Ein, Aus, Auf, Zu, oder Störung, werden jederzeit aktuell eingeblendet, so dass das Betriebspersonal immer über die Anlagenzustände informiert ist.

Auf Kläranlagen werden täglich hunderte von Parametern gemessen oder im Labor bestimmt und Tausende von Mess- und Zustandssignalen registriert. Diese Daten werden vom Prozessleitsystem komplett archiviert und können in Form von Monats- und Jahresberichten auch zu Dokumentationszwecken eingesetzt bzw. an die Überwachungsbehörden weitergeleitet werden. Die systematische Auswertung der erfassten Daten führt zu einem besseren Verständnis des Betriebs und hilft auch bei Entscheidungen, die den Ausbau und die künftige Bemessung der Anlage betreffen.





Das Prozessleitsystem liefert relevante Betriebsdaten

Die im Prozessleitsystem implementierten Softwaremodule zur Datenüberwachung beinhalten Plausibilitätskontrollen, die es ermöglichen, unerwartete Abweichungen vom Sollzustand frühzeitig zu erkennen. Beispielsweise können fehlerhafte Sensorwerte eine Vielzahl von Reaktionen auslösen, die mit einer herabgesetzten Reinigungsleistung oder einem ineffizienten Ressourcenverbrauch verbunden sind. Indem defekte Anlagenteile zeitnah identifiziert werden, wird der Betreiber in die Lage versetzt, gezielt zu reagieren und den weitestgehend automatisierten Reinigungsprozess wieder zu stabilisieren.

Dabei hilft auch die im Prozessleitsystem implementierte Darstellung der Betriebsdaten in Anlagenbildern. Dadurch können alle Prozesse ständig nachvollzogen und beurteilt werden. Die ebenfalls mögliche Aufbereitung der Messdaten in Form von Ganglinien verdeutlicht zudem den Verlauf bestimmter abwasserrelevanter Parameter und deren Zusammenhänge, so dass eine rasche Diagnose und Fehleranalyse durchgeführt werden kann. Die erfassten Daten dienen darüber hinaus der Wartungsplanung. Aufgrund der aufgezeichneten Betriebsstunden der einzelnen Aggregate, können Wartungsarbeiten nach jeweils vordefinierten Laufzeiten durchgeführt werden.

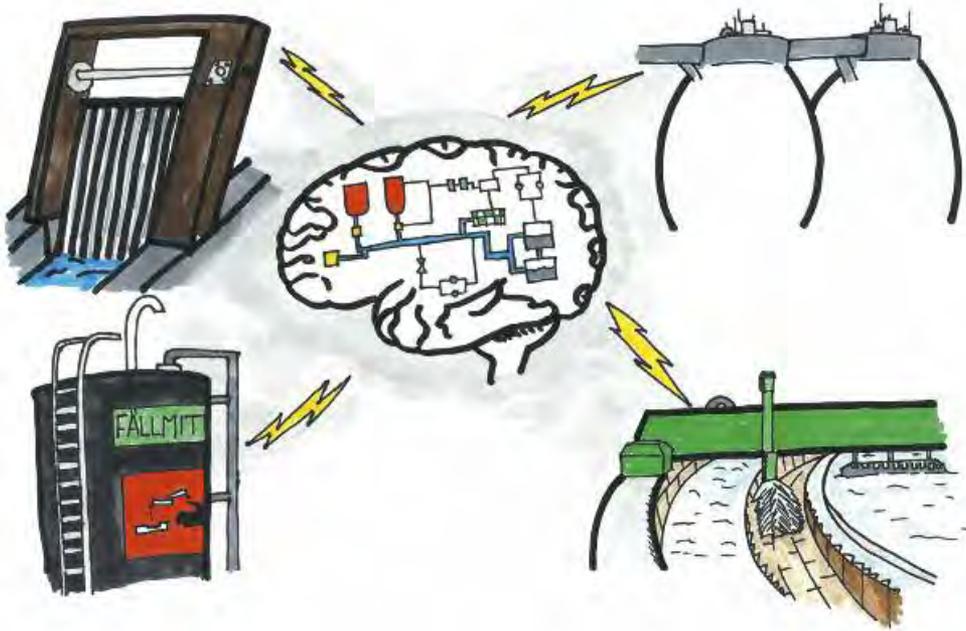
Die Niederspannungsschaltanlagen werden im Prozessleitsystem abgebildet. Die Stellungen der Haupt- und Netzschalter sind somit für das Personal in der Leitwarte jederzeit sofort erkennbar. Das Bild oben rechts zeigt eine Dosieranlage. Auch derartige Anlagen werden mittels Prozessleitsystem visualisiert.



Simulationsmodelle dienen als Frühwarnsystem

Die Anforderungen an die Abwasserreinigung steigen ständig, und die Ansätze bei der Dimensionierung und beim Betrieb von Kläranlagen werden zunehmend komplexer. Infolgedessen wachsen auch die Ansprüche an die Prozessleittechnik. Außerdem wird die Abwasserbehandlung und -ableitung zunehmend als ein großes Gesamtsystem verstanden, das es zu optimieren gilt. Neue Reinigungsstufen wie die Elimination von Spurenstoffen, aber auch der damit verbundene erhöhte Energiebedarf sind gezielt zu steuern. Dafür wurde in der Hauptkläranlage Fürth eine komplexe Prozessleittechnik in Verbindung mit einem sogenannten Smart-Grid aufgebaut, welche die Interaktion der einzelnen Reinigungsprozesse mit dem jeweiligen Energiebedarf und der anfallenden Klärgasmenge so regelt, dass ein wirtschaftlicher Betrieb unter Einsatz der Blockheizkraftwerke zur Eigenstromerzeugung sicher gestellt werden kann. Dafür werden ständig neue Software-Produkte mit datenbasierten Methoden zur Visualisierung, Überwachung und Optimierung von Abwasserreinigungsprozessen entwickelt. So sind heute Neuronale Netze, Data-Mining-Verfahren, Echtzeitsimulationen und / oder Expertensysteme verfügbar.

Die Technik der Modellierung mit künstlichen Neuronalen Netzen greift auf die vorhandenen Messdaten zurück. Dabei simulieren künstliche Neuronale Netze alle verfahrenstechnischen Stufen in Echtzeit. Die Simulationsmodelle erlauben es, für jede Betriebssituation beispielsweise die Einstellungen zu berechnen, die einerseits den Schadstoffabbau und andererseits die Energieversorgung der Kläranlage sicherstellen. Mit den Modellen können Drifts bzw. Abweichungen frühzeitig erkannt werden, so dass sie für die Anlagenbetreiber als Frühwarnsystem dienen. Des Weiteren ersetzt das System fehlerhafte Messwerte automatisch durch plausible Ersatzwerte, um weiterhin einen sicheren Betrieb zu gewährleisten. Die Messdaten aus dem Prozessleitsystem und anderen Datenarchiven werden laufend unter ganzheitlicher Betrachtungsweise analysiert. Das Optimierungspotential wird errechnet, und es werden Handlungsempfehlungen aufgezeigt, die vom Kläranlagenpersonal direkt ausgeführt werden können.



Beim Smart-Grid werden alle Energieverbraucher, -erzeuger und -speicher sinnvoll miteinander verknüpft.

Gezielte Weiterbildung und Vernetzung des Betriebspersonals

Um eine ganzheitliche Überwachung und einen ganzheitlichen Betrieb des Gesamtsystems Stadtentwässerung zu ermöglichen, ist es nicht nur wichtig, dass das entsprechende Betriebspersonal und die richtige Technik eingesetzt werden, vielmehr müssen auch Fachleute unterschiedlichster Fachgebiete eng zusammenarbeiten. Ein Aspekt, der nicht zuletzt durch den Bau des neuen Betriebsgebäudes auf dem Gelände der Hauptkläranlage Fürth gefördert wird. Auch bei der Wahl von externen Partnerfirmen ist die entsprechende Fachkompetenz von entscheidender Bedeutung. Mit den ständig steigenden Anforderungen an die Abwasserreinigung wachsen auch die Aufgaben und die Verantwortlichkeiten des Personals, das es gilt, entsprechend zu schulen.

Die weitere Entwicklung bleibt spannend. Es ist jedoch unser Anspruch, neue Herausforderungen anzunehmen und im Sinne eines Umweltbetriebs, die Reinigungsprozesse und den Ressourcenverbrauch ständig zu optimieren.



Ausblick auf das Kommende Unser Engagement in der Zukunft

Seit die Hauptkläranlage Fürth 1916 ihren Betrieb aufnahm hat sich viel verändert. Das betrifft nicht nur die verfügbaren Technologien, sondern auch die gesetzlich vorgeschriebenen Anforderungen an die Reinigungsleistung, die Energieeffizienz und die Verwertung der bei der Abwasserreinigung anfallenden Reststoffe. Derzeit wird die Hauptkläranlage Fürth umfassend ausgebaut, um einerseits künftig Reservekapazitäten für den Zuwachs an Einwohnern und die mögliche Ansiedlung von Gewerbe zu schaffen sowie andererseits langfristig durch den Einsatz neuester Techniken eine optimale Abwasserreinigung und Energienutzung zu gewährleisten.

Das bedeutet im Einzelnen:

► Einführung der Deammonifikation zur Behandlung des bei der Klärschlammwässerung anfallenden Prozesswassers, so dass eine Entlastung der Biologischen Reinigungsstufe stattfindet, wodurch auch künftig zu erwartende verschärfte Stickstoffablaufwerte gesichert eingehalten werden können. Darüber hinaus liefert die Prozesswasserbehandlungsanlage einen wertvollen Beitrag zur Energieeinsparung.

► Versuchsweiser Einsatz eines neuen Messverfahrens für die Sauerstoffbedarfsermittlung in der biologischen Reinigung, das nicht die Gelöstsauerstoffkonzentration im Belebungsbecken, sondern den Restsauerstoff und den CO₂-Gehalt im Abgas an der Wasseroberfläche erfasst. Das Ziel ist, den Energieverbrauch dadurch weiter zu senken.

► Diskussion und Prüfung, in welcher Form eine vierte Reinigungsstufe auf der Hauptkläranlage Fürth installiert werden muss, um in Zukunft auch anthropogene Spurenstoffe weitestgehend aus dem Abwasser zu entfernen.

► Steigerung der Klärgasgewinnung und somit Erhöhung der Eigenstromerzeugung durch die zusätzliche Vergärung von extern angelieferten Co-Substraten.

► Errichtung von Photovoltaikanlagen auf dem Gelände der Hauptkläranlage Fürth, um langfristig zu einer energieautarken Kläranlage zu gelangen.

► Optimierung des Wertstoffmanagements durch die Nutzung von Klärschlamm als Lieferant für Phosphordünger.

Die künftigen Aufgaben sind vielfältig und können nur langfristig gemeistert werden. Schließlich gilt es für uns, auch künftig verantwortungsbewusst mit dem Geld der Bürger und Bürgerinnen umzugehen.



Mit der Grundsteinlegung für das neue Betriebsgebäude und für den Neubau der Mechanischen Reinigungsstufe wurde das Fundament für eine erfolgreiche Zukunft der Stadtentwässerung in Fürth geschaffen.







Technisches Rathaus Fürth
Hirschenstraße 2
90762 Fürth

Hauptkläranlage Fürth
Erlanger Straße 105
90765 Fürth

E-Mail: stef@fuerth.de