

# Einzugsgebiet des Abwasserverbandes Fulda

## Inhalt

Kläranlage Gläserzell .....	2
Zulaufbauwerk .....	3
Regenüberlaufbecken .....	4
Rechen .....	5
Sand- und Fettfang .....	7
Vorklärbecken .....	9
Belebungsbecken .....	11
Nachklärbecken .....	13
Nacheindicker .....	15
Schlammwässerung .....	16
Gasverwertung .....	17
Prozesswasserbehandlung .....	18
Prozessleittechnik .....	19
Kläranlage Marbach .....	20
Kläranlage Fulda-West .....	21

# Kläranlage Gläserzell inklusive Funktionsweise

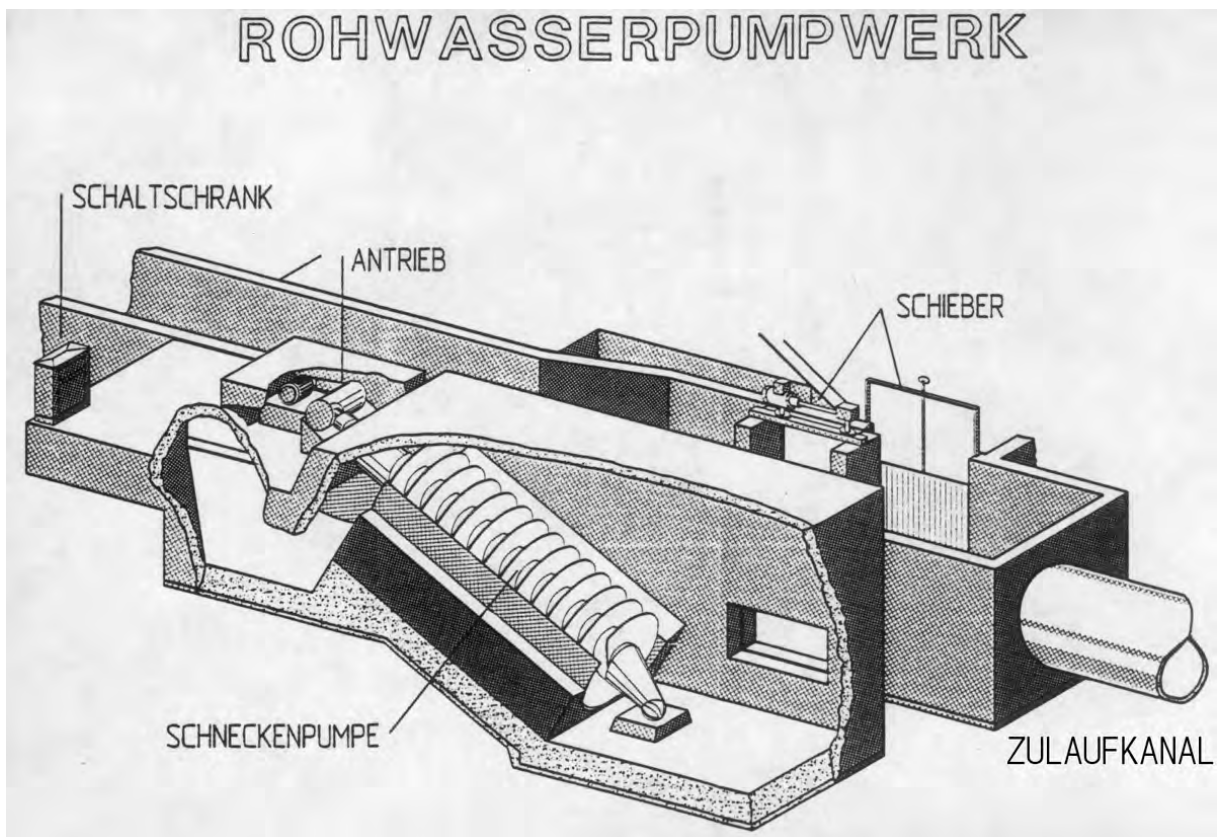


© R. Karpe

## Zulaufbauwerk

Das letzte Rohr der Kanalisation endet mit einem Durchmesser von 2 m im Zulaufbauwerk der Kläranlage Gläserzell. Die ankommenden Wassermengen werden hier bis zur Belastungsgrenze der Kläranlage mit einem Schneckenpumpwerk („Archimedische Schnecke“) auf ein höheres Niveau angehoben. Bis zu 800 Litern pro Sekunde werden so der Kläranlage zugeführt.

Nach dem Pumpwerk durchläuft das Abwasser die folgenden Reinigungsstufen im freien Gefälle. Bei Trockenwetter hat die Kläranlage im Durchschnitt 22.000.000 Liter Abwasser je Tag zu reinigen. Ein Wassertropfen durchläuft dann die Kläranlage in ca. einem Tag.



### Technische Daten:

- Trockenwetterschneckenpumpe frequenzgeregelt
- Fördermenge 800 l/s
- Förderhöhe i.M. ca. 1,0 m
- Schneckendurchmesser 1,80m

## **Regenüberlaufbecken**

Bei heftigem Regen strömen auf das Zulaufbauwerk bis zu 3.000 Liter Abwasser pro Sekunde. Die Kläranlage übernimmt hiervon 800 Liter pro Sekunde. Der Rest des durch Niederschlagswasser stark verdünnten Abwassers wird im Zulaufbauwerk über eine Wehrschwelle mit Lamellenfeinsieb, zur Grobstoffentfernung, zwei Regenüberlaufbecken zugeführt. Hier erfolgt mit einem Speichervolumen von 2.000.000 Litern eine weitere mechanische Reinigung. Sink- und Schwimmstoffe werden entfernt.

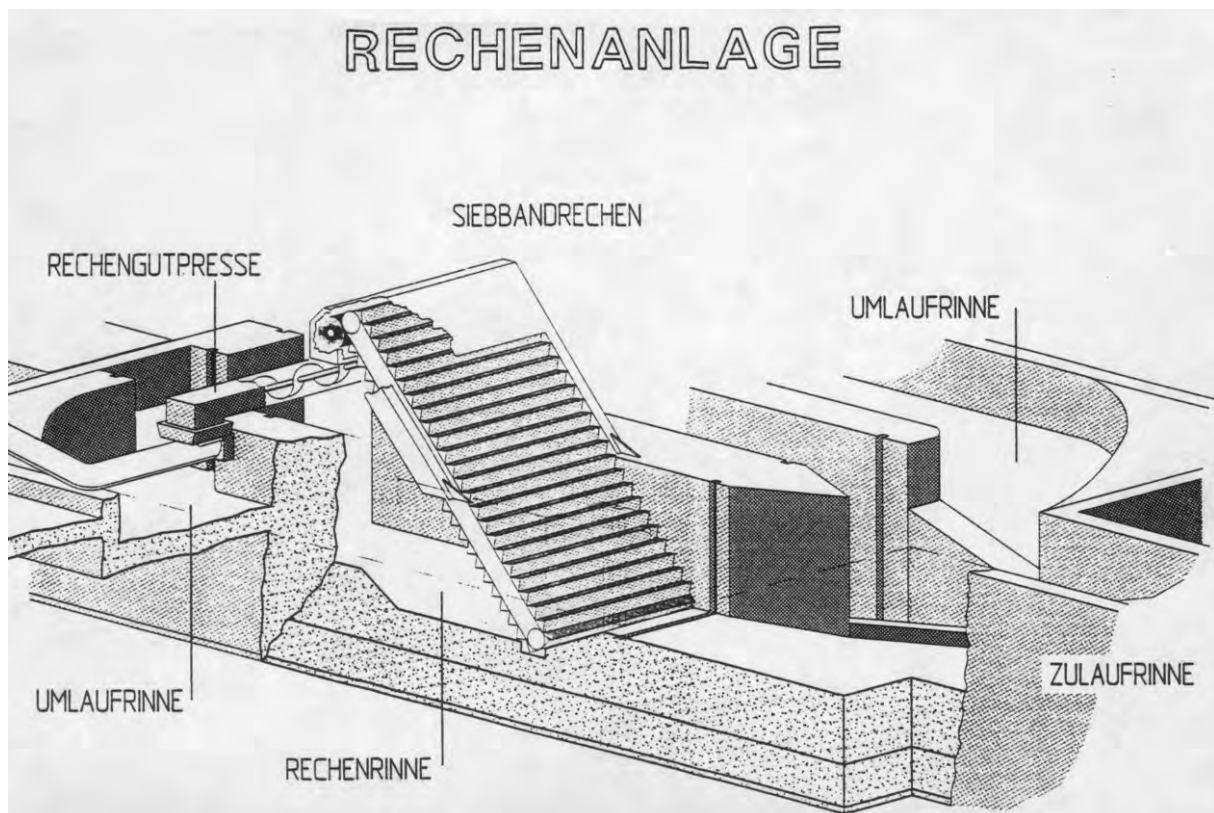
## Rechen

Die erste Reinigungsstufe im Klärwerk erfolgt mit den sogenannten Rechen. Nach dem Prinzip „vom Großen zum Kleinen“ werden hier zunächst alle Störstoffe, die größer als 6 mm sind, dem Abwasser entnommen. Die Filterstufenrechen bestehen aus festen und beweglichen Lamellen in Stufenform. Die beweglichen Lamellen heben dabei die zurückgehaltenen Störstoffe automatisch aus dem Abwasserstrom - Stufe für Stufe. Leider halten sich noch immer nicht alle Bürgerinnen und Bürger an die Abwasserbeseitigungssatzung und entsorgen Abfälle über die Kanalisation. Insbesondere Wattestäbchen, Haare, Hygieneartikel und Fette bereiten den Rechenanlagen und den Klärwärtern große Probleme.

Die dem Abwasser entnommenen Störstoffe werden über eine Presse entwässert und entsorgt. Jahr für Jahr muss der Abwasserverband so für die Entsorgung von ca. 150 t Rechengut aufkommen.

Tipp:

Sie reduzieren den Kostenaufwand, wenn Sie nur zugelassene Stoffe einleiten und Abfälle sachgerecht entsorgen.



**Technische Daten zur Rechenanlage:**

- 2 Filterstufenrechen
- Rechenbreite 1,80 m
- Spaltweite 6 mm

**Technische Daten zur Rechengutwaschpresse:**

- Entwässerungsgrad: 40 %
- Volumenverminderung: 70 %
- Austragsleistung: 5 m<sup>3</sup>/h

## **Sand- und Fettfang**

Der Sand- und Fettfang stellt die zweite, mechanische Reinigungsstufe dar. Hier geht es bereits um recht kleine Teilchen. Im Sandfang werden überwiegend mineralische Stoffe bis zu einer Größe von etwa 0,3 mm abgetrennt. Der Sand stammt z.B. von Hof- und Straßenflächen oder wird beim Gemüsewaschen usw. in das Abwasser eingetragen. Die Sandabscheidung ist für die nachfolgenden Pumpen wegen der „Schleifwirkung“ besonders wichtig. Ebenso muss die ungewollte Ablagerung in den nachfolgenden Becken vermieden werden. Jeder der beiden Sandfangkammern ist ein Fettfang angeordnet. Hier kann sich das Wasser beruhigen und die leichteren Stoffe können aufsteigen. Es bilden sich so Schwimmschichten auf der Oberfläche aus, die regelmäßig entfernt werden müssen. Diese „Fette“ stammen überwiegend aus den häuslichen Spülwässern und aus der Körperreinigung.

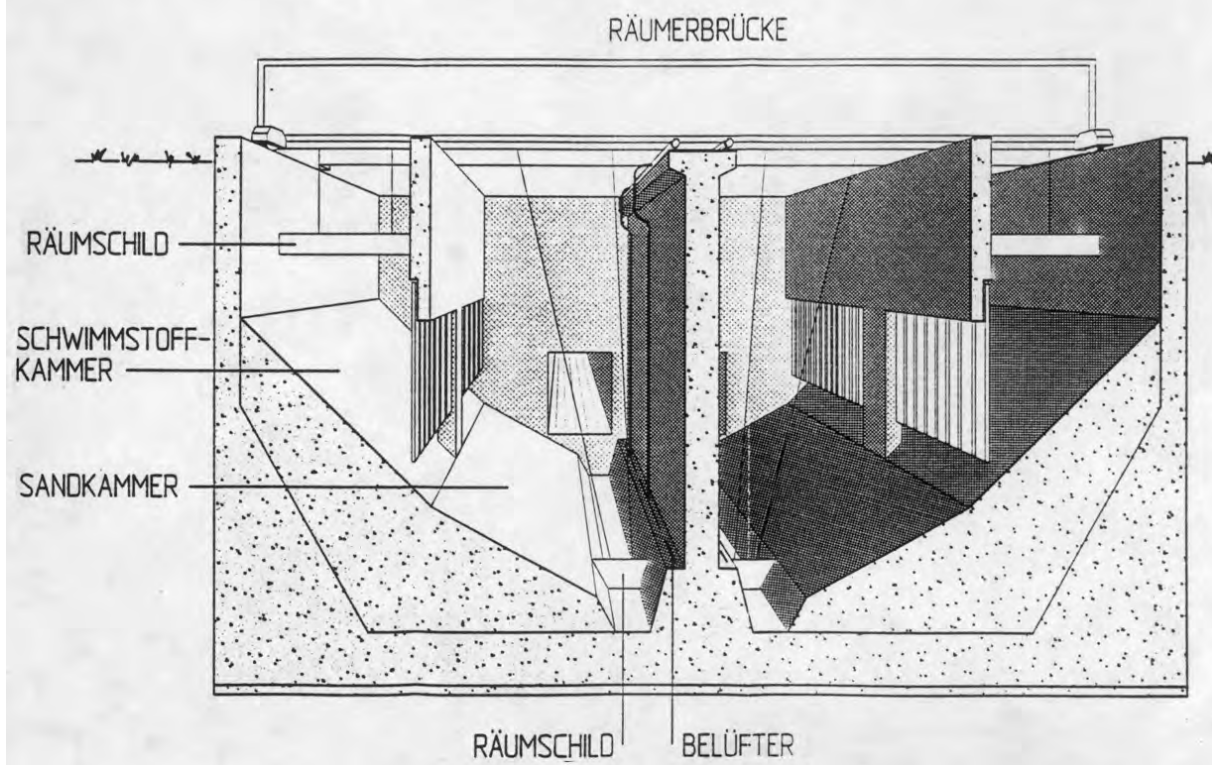
In der Kläranlage Gläserzell wird ein „Belüfteter Sandfang“ eingesetzt, bei dem über Druckluft eine Walzenströmung erzeugt wird, welche den Sand aus der Strömung treibt und über eine Räumvorrichtung in einem beruhigten Bereich abgetrennt wird.

Das Sand-Wassergemisch wird über spezielle Pumpen dem Abwasser entnommen und einem Sandwäscher zugeführt. Hier werden die anhaftenden organischen Stoffe vom Sand abgetrennt. Der damit erzeugte, relativ saubere Sand kann so günstiger entsorgt werden – unglaubliche 100 t je Jahr!

Tipp:

Sie reduzieren den Kostenaufwand, wenn Sie Hof- und Straßenflächen regelmäßig kehren.

# BELÜFTETER SANDFANG



## Technische Daten:

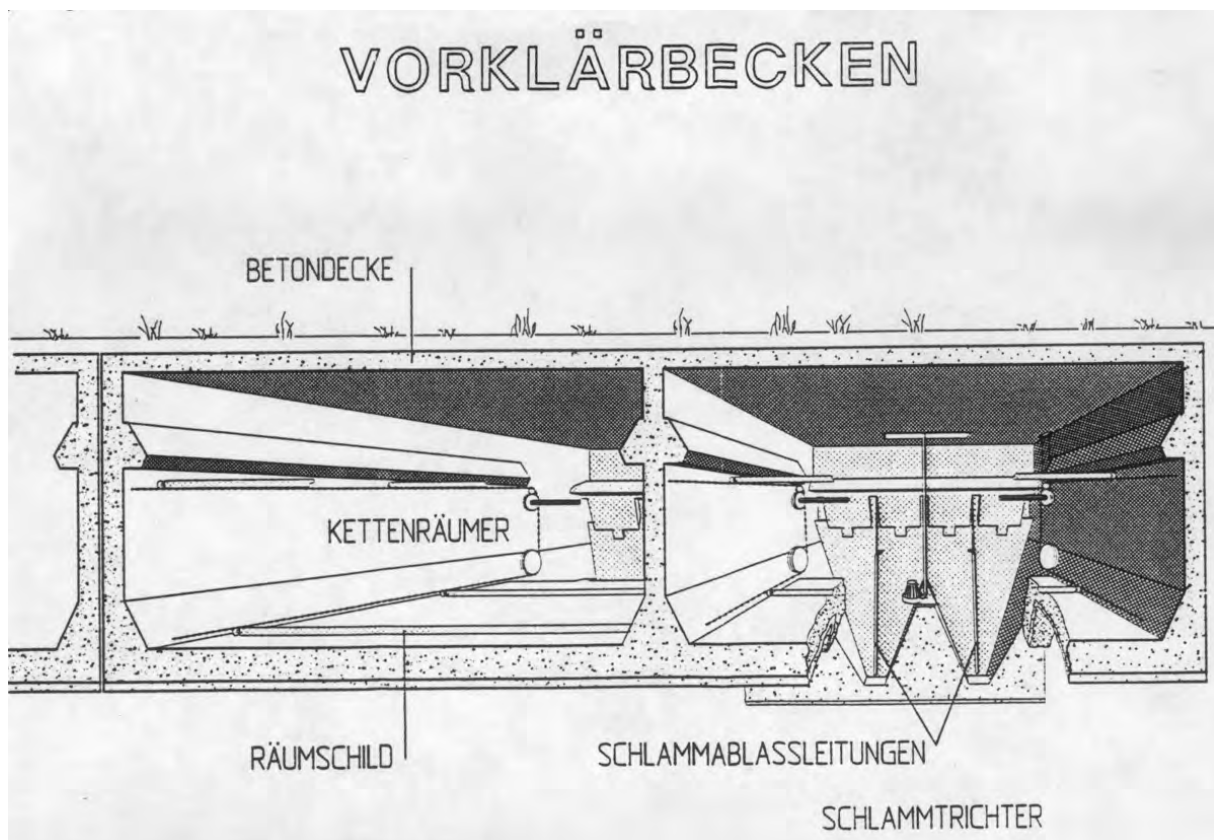
- Belüfteter Längssandfang in Doppelkammerausführung (Sand- und Fettfang)
- Länge: 25,40 m



## Vorklärbecken

Die dritte und letzte mechanische Reinigungsstufe bilden die Vorklärbecken. Hier wird die Fließgeschwindigkeit des Abwassers soweit verringert, dass auch leichtere Teilchen noch unter dem Einfluss der Schwerkraft die Beckensohle erreichen. Der so abgeschiedene Schlamm besteht aus ca. 1/3 Feinstsanden und ca. 2/3 organischen Stoffen, überwiegend Fäkalien und Papier. Der Schlamm wird kontinuierlich mit Kettenräumern (umlaufende Ketten mit Balken als „Räumschilder“) in Trichter geschoben. Von dort gelangt der „Rohschlamm“ oder auch „Primärschlamm“ genannt in die Schlammbehandlung.

An dieser Stelle endete bis 1974 die Abwasserreinigung in Fulda. Da mit den mechanischen Reinigungsstufen nur ein Wirkungsgrad von ca. 30 – 40% erreicht werden kann, wurden weitere Verfahrensstufen erforderlich. Nur mit der biologischen Reinigungsstufe ist es möglich, die gelösten Schmutzstoffe (Vergleich „gelöster Zucker im Wasser“) aus dem Abwasser zu entfernen.



## **Technische Daten:**

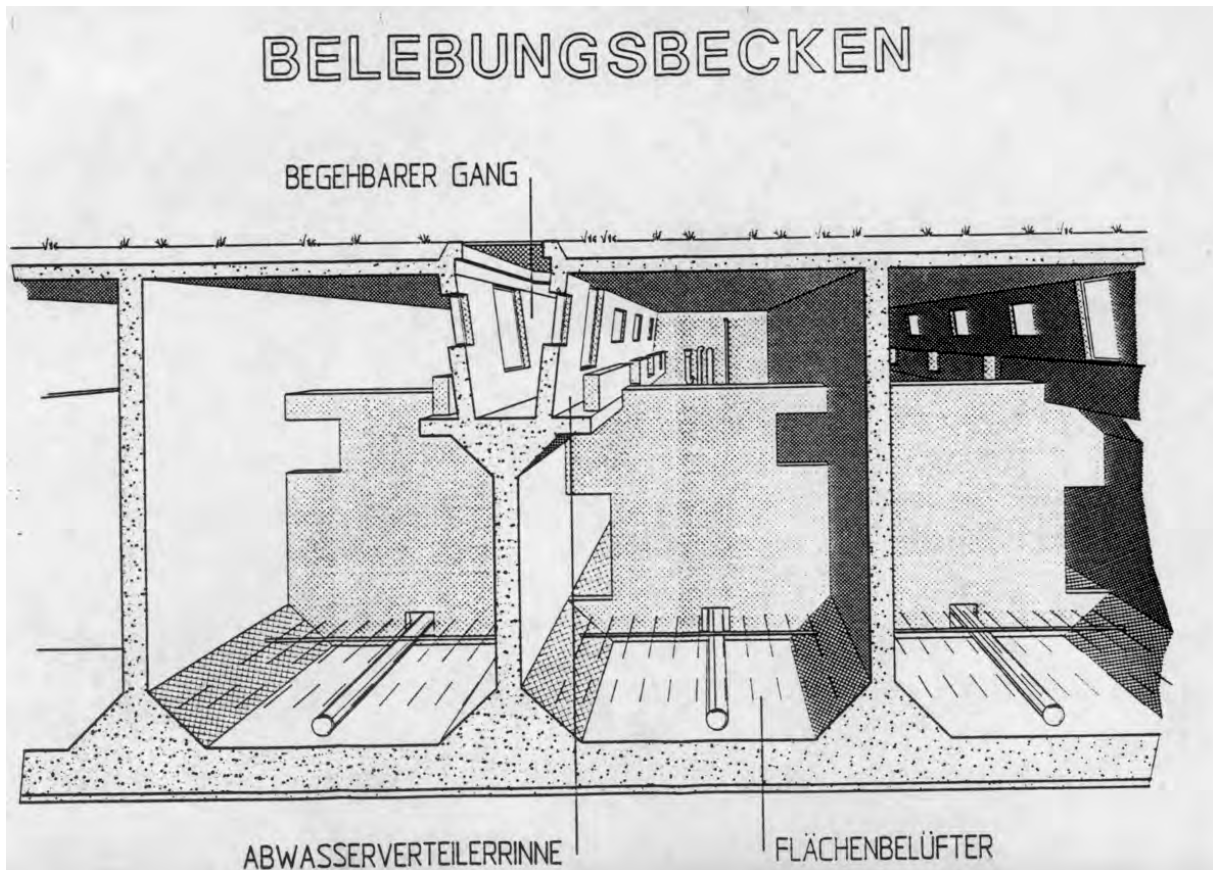
- sechs Vorklärbecken
- zwei als Vorklärbecken mit Kettenräumer
- zwei als Regenüberlaufbecken mit Kettenräumer
- zwei als vorgeschaltete Deni
- Beckenlänge 50 m
- Beckenbreite 7,50 m
- Wassertiefe 2,75 m / 3,00 m

## **Belebungsbecken**

Das Kernstück der modernen Kläranlagen ist das Belebungsbecken oder auch „biologische Reinigungsstufe“ genannt. Es ist im Übrigen nicht eine Erfindung der Moderne, sondern die Nutzung der geschaffenen Abbauvorgänge in der belebten Welt. So findet im Gewässer eine ständige Selbstreinigung durch natürliche Mikroorganismen statt, die allerdings durch den begrenzt zur Verfügung stehenden Sauerstoffanteil limitiert ist. In der biologischen Reinigungsstufe wird der Selbstreinigungseffekt im technischen Maßstab mit hohen Umsatzleistungen durchgeführt. Die im Abwasser vorhandenen Mikroorganismen werden durch eine entsprechende Betriebsführung und Anordnung von unterschiedlichen Belebungsbecken so „kultiviert“, dass die Reinigungsleistung in der Summe ca. 98% erreicht. Die im Abwasser enthaltenen Schmutzstoffe werden von den Mikroorganismen „verspeist“ und führen entsprechend zu einer ständigen Zunahme an Mikroorganismen – den Belebtschlamm. Wird der Schlammanteil zu groß, wird dieser aus dem System entfernt und der Schlammbehandlung zugeführt. In den Belebungsbecken der Kläranlage Gläserzell findet neben der Entfernung der Schmutzstoffe (organische Kohlenstoffverbindungen) auch die weitergehende Abwasserreinigung statt. Man versteht hierunter die Entfernung der Pflanzennährstoffe Stickstoff und Phosphor. Diese Stoffe führen durch die Überdüngung (Eutrophierung) zu Problemen im Gewässer selbst und für die Trinkwasseraufbereitung aus Oberflächengewässern.

Die Phosphatelimination erfolgt relativ einfach über die Ausfällung mit einem Fällmittel. Aufgrund der deutlich gestiegenen Anforderungen zur P-Elimination, bedingt durch die WRRL, werden die erforderlichen technischen Maßnahmen hierzu zunehmend komplexer, anspruchsvoller und teurer.

Die Stickstoffentfernung ist komplizierter und erfolgt mit Hilfe spezieller, natürlicher Mikroorganismen. Die Betriebsführung für diese bio-chemischen Reaktionen ist noch aufwendiger und empfindlicher als bei der eigentlichen biologischen Reinigung. In einem ersten Schritt werden die Stickstoffverbindungen, überwiegend als Ammonium vorliegend, durch „Nitrifikanten“ zu Nitratstickstoff umgesetzt. Eine andere Bakteriengruppe, die „Denitrifikanten“, setzen das Nitrat in einem speziellen Becken oder Verfahrensschritt zu Luftstickstoff um. Da die Luft zu ca. 78% aus Stickstoff besteht, kann eine Ableitung in die Atmosphäre unbesorgt erfolgen. Der Stickstoff stammt im Übrigen größtenteils aus dem Urin (Harnstoff) der Einleitungen. Um die aufwendige Prozessführung zu ermöglichen ist eine Vielzahl an online Messgeräten und Regelkreisen erforderlich.

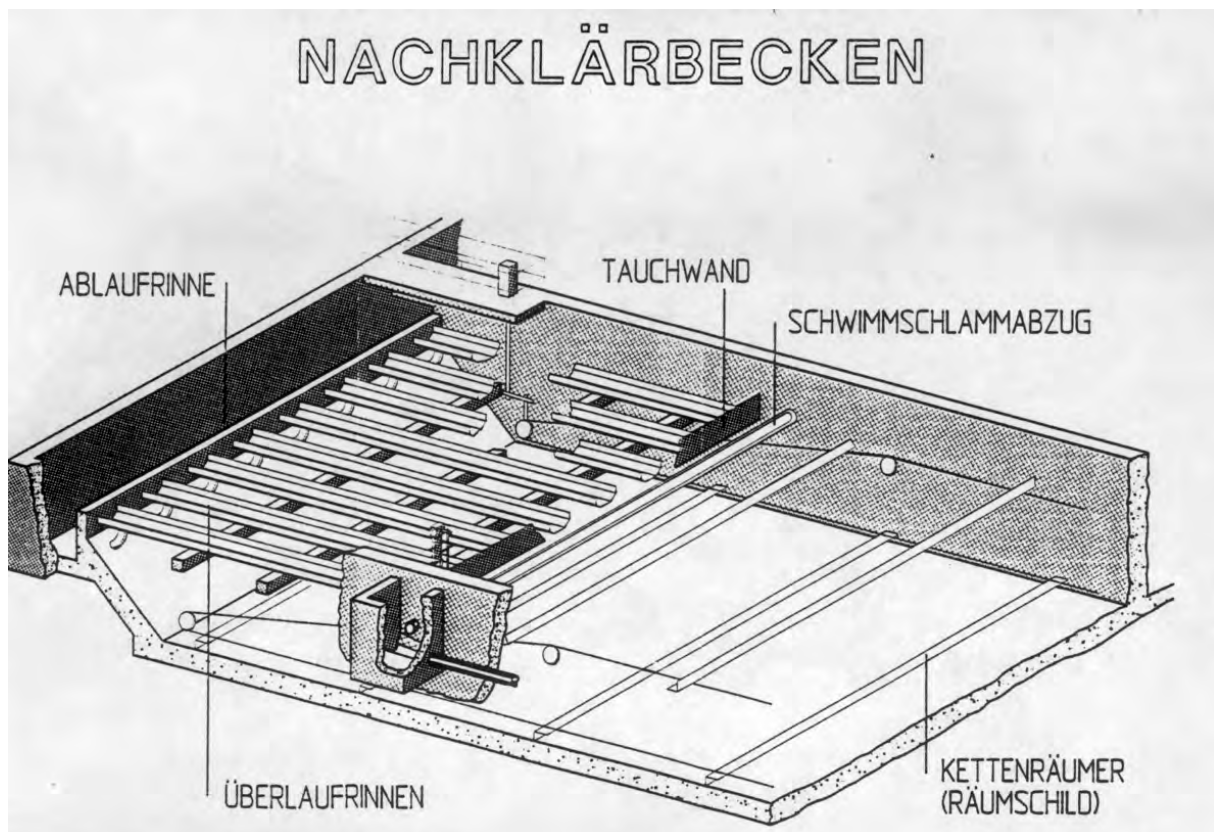


### Technische Daten:

- zwei getrennte, abgedeckte Belebungssysteme mit jeweils feinblasiger Belüftung
- Druckluftversorgung mit bis zu 27.000 cbm/h
- Gesamtvolumen: 15.000 m<sup>3</sup>
- Steuerung des Sauerstoffeintrages durch einen Prozessrechner
- Umfangreiche Mess- und Analysetechnik

## Nachklärbecken

Das Abwasser-/Belebtschlammgemisch strömt von den Belebungsbecken in die Nachklärbecken. Dort wird das gereinigte Abwasser vom Belebtschlamm getrennt. Dies erfolgt wie in der Vorklärung durch den Dichteunterschied unter Einfluss der Schwerkraft. Die optisch gut sichtbaren Flocken sind schwerer als Wasser und sedimentieren in dem beruhigten Wasserstrom auf die Sohle. Von dort wird der Schlamm behutsam mit Räumeinrichtungen kontinuierlich in Trichter geschoben und wieder den Belebungsbecken zugeführt. Erst dieser Kreislauf ermöglicht die erforderliche Biomassenkonzentration in den Belebungsbecken. Die Sedimentation der Belebtschlammflocken ist ein interessanter und beeindruckender Vorgang, der im Glaszylinder sehr gut dargestellt werden kann. Der Wasserüberstand ist klar und feststofffrei und verlässt die Kläranlage um über die Fulda wieder in den natürlichen Wasserkreislauf zu gelangen.



### **Technische Daten zur biologischen Reinigung:**

- sechs Längsbecken mit 10.000 m<sup>3</sup> Gesamtvolumen
- Länge: 62,0 m
- Breite: 11,0 m
- mittlere Wassertiefe: 2,7 m

## **Faultürme**

Nach dem das Ziel der Abwasserreinigung erreicht ist, verbleibt das damit untrennbare Problem der Schlammbehandlung. Aus den Vorklärbecken und den Belebungsbecken fällt wie dargestellt Schlamm an. Der Schlamm enthält noch relativ viele organische Inhaltsstoffe. Ohne weitere Behandlung würde es in kürzester Zeit zu massiven Geruchsentfaltungen durch Faulprozesse kommen. Um dies zu verhindern wird die biochemische Zersetzung ganz gezielt in den beiden Faultürmen vorgenommen. Die Temperatur im Faulturm muss dabei sehr konstant bei ca. 37°C gehalten werden. Bei der Zersetzung fällt „nebenbei“ Faulgas an, das sich durch den hohen Methangehalt für eine Verbrennung hervorragend eignet. Das Gas wird in Blockheizkraftwerken vollständig verwertet. Durch Prozessoptimierungen wird zwischenzeitlich in der Kläranlage Gläserzell mehr Strom erzeugt als verbraucht (Jahresbilanz).

### **Technische Daten:**

- zwei Faultürme mit 8.000 m<sup>3</sup> Gesamtvolumen
- Aufenthaltszeit ca. 20 Tage

### **Tipp:**

Haare und Haarreste verursachen in den Mischeinrichtungen der Faultürme meterlange Zöpfe und verursachen massive und teure Wartungsarbeiten. Deshalb entsorgen Sie Ihre Haare nicht über den Abfluss und helfen mit, bares Geld zu sparen!

## **Nacheindicker**

Nach der Faulung beträgt der Wasseranteil im Schlamm immer noch ca. 96-97%. Um die nachfolgenden Kosten der Entwässerung gering zu halten, wird im Nacheindicker eine statische Eindickung vorgenommen. Durch den Einfluss der Schwerkraft mit Hilfe mechanischer Einrichtungen (Krählerwerk) erfolgt eine Wassertrennung. Der Schlamm sinkt zu Boden, das abgetrennte Trübwasser steigt nach oben und wird aus dem Eindicker abgezogen. Der Wasseranteil reduziert sich dadurch um ca. 2-3%. Das scheint nicht viel zu sein! Aber die Volumenreduzierung beträgt immerhin ca. 50%!

## **Schlamm entwässerung**

Der eingedickte Schlamm wird über Pumpleitungen zu der mechanischen Entwässerung gefördert. Die Schlamm entwässerung erfolgt in Gläserzelle mit Siebbandpressen. Im Grunde wird hier nichts anderes gemacht als den Schlamm zwischen zwei Filtertüchern auszupressen. Der Wasseranteil wird weiter reduziert auf ca. 78%. Der Filterkuchen oder jetzt auch Klärschlamm genannt, wird über Schneckenförderer als krümeliges, bodenähnliches Material in Container abgeworfen. Von hier gelangt der Klärschlamm in ein Zwischenlager bis zur Verwertung oder ggf. Entsorgung.

### **Technische Daten:**

- zwei Siebbandpressen mit polymeren Konditionierungsmitteln
- Entwässerungsleistung bis 60 m<sup>3</sup>/h
- Entwässerung von 3,5 % TS auf 20-23 TS
- Faulschlamm entwässerung: 40 m<sup>3</sup>/d (5-Tage-Woche) = 10.000 m<sup>3</sup>/a



## **Gasverwertung**

Wie bereits beschrieben entsteht im Faulprozess ein gut brennbares Gas. Das anfallende Gas wird in der Kläranlage Gläserzell vollständig verwertet, überwiegend in modernen Blockheizkraftwerken. Die so erzeugte Energie konnte durch Prozessoptimierungen in den letzten Jahren soweit gesteigert werden, dass die Kläranlage inzwischen mehr Strom erzeugt als selbst benötigt wird.

Die Abwärme aus den Verbrennungsgasen und der Motorkühlung wird über Wärmetauscher in das Heizsystem eingespeist. Der Wärmebedarf, insbesondere der Faultürme, wird damit zu fast 100% gedeckt.

Da der Gasanfall im Tages- und Jahresverlauf schwankt, wird über einen Gaszwischenbehälter der kontinuierliche Betrieb der BHKW sichergestellt.

### **Technische Daten:**

- Faulgasreinigung, -speicherung und -verwertung
- Niederdruckgasbehälter mit 1.000 m<sup>3</sup> Speichervolumen
- Faulgasverwertung in drei BHKW (655 kWel)

## Prozesswasserbehandlung

Bei der Eindickung und Entwässerung von Schlamm fällt Trübwasser an, in dem Stickstoff in hoher Konzentration enthalten ist. In der Kläranlage Gläserzell hat dieses interne Prozesswasser eine sehr hohe Rückbelastung verursacht. Bedingt durch gesetzliche Vorgaben war diese Rückbelastung zu reduzieren.

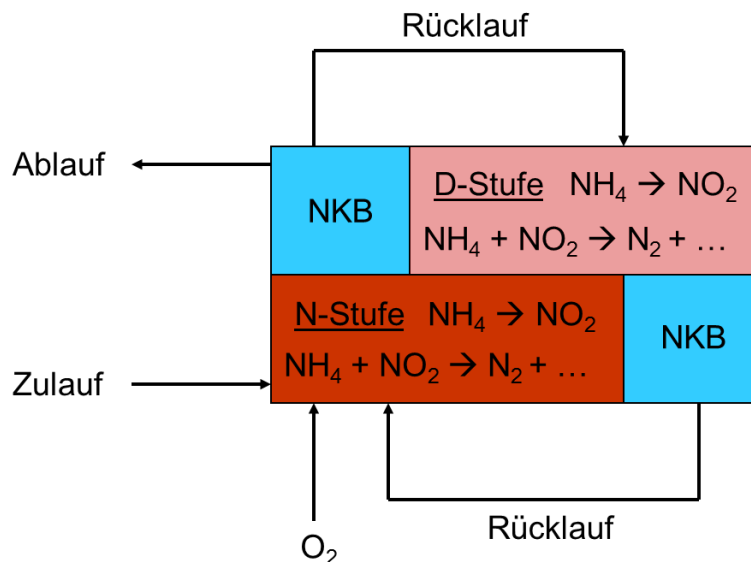
Bis zum August 2004 wurde deshalb eine eigene „kleine“ Kläranlage für die zweistufige, biologische Prozesswasserbehandlung (Nitrifikation / Denitrifikation) mit einer Reinigungsleistung von bis zu 90% installiert.

Der Ablauf dieser Anlage wird der eigentlichen Kläranlage wieder zugeführt.

In den weiteren Jahren wurde die Prozesswasserbehandlung im laufenden Betrieb über den Prozessschritt der „partiellen Nitritation“ auf das noch neue und hocheffektive Verfahren der Deammonifikation umgestellt.

Ganz spezielle Mikroorganismen setzen vereinfacht ausgedrückt Ammonium und Nitrit zu Luftstickstoff um. Im Fall der Kläranlage Gläserzell werden damit betriebliche Aufwendungen in Höhe von ca. 150.000 €/a vermieden.

Nachfolgende Abbildung zeigt das schematisierte Verfahren:



## **Prozessleittechnik**

Die komplexen und vielfältigen verfahrenstechnischen Abläufe in der „Fabrik“ Kläranlage können wirtschaftlich und mit den erforderlichen Sicherheitserfordernissen nur über ein leistungsstarkes Prozessleitsystem beherrscht werden.

Um die Dimension des Informationsaufkommens zu verdeutlichen, sind nachfolgend einige Größen genannt:

- ca. 640 kontinuierliche Messsignale werden permanent erfasst
- ca. 760 Rechenwerte und Handeingaben werden protokolliert und berechnet
- ca. 1.720 digitale Meßsignale sind erfaßt (z.B. Störmeldungen etc.)
- ca. 345 Signale generiert die Automatisierungsebene

Die Automatisierungsebene regelt, steuert und überwacht alle Prozesse in der Kläranlage Gläserzell autark. Sämtliche Informationen laufen über ein Bussystem an die Bedienplätze und an ein System zur Datenarchivierung und Protokollierung. Der verantwortliche Schichtführer verfolgt den Prozess und greift bei Bedarf über die Bedienstation in die Prozesse ein. Auch die Störfallmeldungen werden über die Bedienstation abgewickelt.

Über das Prozessleitsystem kann auch direkt auf die Kläranlagen Mabrach und Fulda-West zugegriffen werden. Ferner sind über mehr als 60 Fernwirkstationen wichtige Bauwerke im Kanalbereich angekoppelt.

## Kläranlage Marbach



Kläranlage in Petersberg-Marbach (23.000 EW)

Einzugsgebiet: Marbach, Dietershan, Bernhards, Steinau, Steinhaus, Teil von Petersberg, Stöckels Horwieden, Almendorf, Melzdorf, Wissels, Lanneshof, Keulos, Heckenhof, Dirlos, Loheland, Oberdassen, Margretenhaun, Böckels, Armenhof, Rex

## Kläranlage Fulda-West



Kläranlage in Fulda-West (12.000 EW)

Einzugsgebiet: Besges, Malkes, Rodges