

ABWASSERREINIGUNG IN DER KLÄRANLAGE BROMBACHSEE



Mit ihren steilen Satteldächern, treibholzfarbenen Holzverkleidungen und hofähnlicher Anordnung der Gebäude fügt sich die Kläranlage Brombachsee harmonisch in die Landschaft ein. Hinter der Fassade läuft ein hochmodernes, effektives Reinigungsverfahren ab.

Moderne Abwasserreinigung erfolgt in mehreren verfahrenstechnischen Schritten, die teils parallel, teils hintereinander ablaufen. Dabei wird das Abwasser mechanisch, biologisch und chemisch gereinigt. Dem Abwasser werden Schmutzstoffe entnommen, die teilweise weiterbehandelt und teilweise unmittelbar entsorgt werden müssen.

Wegen des kleinen, leistungsschwachen Vorfluters, der in den der Kläranlagenauslauf mündet, wird in der Kläranlage Brombachsee eine sehr gute Abwasserreinigung mit nahezu vollständiger Entfernung der sauerstoffzehrenden Inhaltsstoffe und weitgehender Nährstoffreduzierung angestrebt.

Das eingesetzte Reinigungsverfahren ermöglicht eine Reduzierung der biochemischen Verunreinigung des Abwassers um

97 bis 98 Prozent. Die Nährstoffe Phosphor und Stickstoff können ebenfalls zu mehr als 80 Prozent entnommen werden.

GESTALTUNG DER KLÄRANLAGE

Das Kläranlagengelände liegt im ländlichen Raum allseits von Wald umgeben. Dieser Situation trägt die Hochbaugestaltung mit steilen Satteldächern, Holzverkleidungen und hofähnlicher Gebäudeanordnung Rechnung.

Die Verwendung natürlicher Baustoffe, die Gliederung großer Baukörper durch kleine Anbauten und die dezent getönte Verkleidung des Faulbehälters tragen ebenfalls zur Einbindung in die Landschaft bei. Aus der Ferne wirkt die Gesamtanlage wie ein Fränkischer Weiler. Diese klar erkennbare Zielsetzung des Architekten wurde auf gelungene Art erreicht.

Das zentrale Betriebsgebäude wird durch Größe und Gestaltung hervorgehoben, ohne aufdringlich zu wirken. Die Nebengebäude sind einfach und funktionsgerecht geplant. Sie stellen Hüllen und technische Anlagen dar, die vor allem durch ihre An-

ordnung und bescheidene, sich wiederholende Gestaltungselemente zur Geltung kommen. Das Betriebsgebäude beherbergt Elektro- und Maschinenräume im Keller, eine gut ausgerüstete Werkstatt sowie Heizungs- und Gasräume im Erdgeschoss.

Labor, Schaltwarte, Betriebsleiterbüro und Schulungsraum sind im ersten Obergeschoss, Sozialräume und Umkleiden im Dachgeschoss. Alle Technik- und Sanitäräume erhielten zweckmäßige, farblich abgestimmte Fliesenbeläge, die Werkstatt eine Holzpflasterung und die Räume in den oberen Stockwerken gut begehbare Kunststoffbodenbeläge.

EINZUGSGEBIET DER KLÄRANLAGE

BROMBACHSEE

Um aus wasserwirtschaftlicher und hygienischer Sicht die Voraussetzungen für die geplanten Nutzungen am Brombachsee erfüllen zu können, ist die Sammlung und Ableitung des im Einzugsbereich anfallenden

Abwassers unerlässlich. Da der See unbedingt von Abwassereinleitungen freizuhalten ist, musste der Kläranlagenstandort unterhalb des Hauptsperrendammes nahe Pleinfeld gewählt werden.

Die ehemalige Kläranlage Pleinfeld (Tropfkörper für 4.000EW) war zu klein und überaltert, weshalb für den südwestlichen Ortsbereich eine Behelfsanlage (belüfteter Teich für 1.600EW) sowie für die benachbarten Ortsteile zwei längst unzureichende Erdbeckenanlagen (je 600EW) betrieben wurde.

Der Zweckverband Brombachsee und der Markt Pleinfeld entschlossen sich daher 1988 zusammen mit den Trägern der Seebaumaßnahme für den Bau einer gemeinsamen Zentralkläranlage nördlich von Pleinfeld. Die Ausbaugröße von 30.000 Einwohnerwerten berücksichtigt einerseits alle Ortsteile der Anliegergemeinden Absberg, Haundorf, Pfofeld, Pleinfeld und Spalt, die zum See hin entwässern, sowie alle Freizeit- und Erholungsanlagen um den See. Zugleich ist der Anschluss des



Hauptortes Pleinfeld mit seinen Gewerbebetrieben und einer Reihe weiterer Ortsteile enthalten. Die Ausbaugröße von 30.000 Einwohnerwerten setzt sich zusammen aus 16.900 für den Zweckverband Brombachsee und 13.100 für den Markt Pleinfeld. Durch den starken Einfluss des Fremdenverkehrs ist witterungsabhängig und jahreszeitlich bedingt mit erheblichen Belastungsschwankungen zu rechnen. Die Ortschaften um den See werden alle im Mischsystem entwässert.

Verschiedene Erholungseinrichtungen in Außenbereichen und einzelne landwirtschaftliche Weiler haben nur Schmutzwasseranschlüsse mit getrennter Regenwasserableitung. Für die Ringkanalisation um den See wurden Sammler mit einer Gesamtlänge von mehr als 40km, 13 Regenbecken und Stauraumkanäle sowie sieben Pumpwerke errichtet. Regenbecken in Ufernähe, deren Entlastung in eine der beiden See-Vorsperren mündet, wurden als Regenrückhaltebecken bemessen, alle anderen als Regenüberlaufbecken. Pleinfeld und seine Ortsteile abseits vom See werden ebenfalls im Mischsystem entwässert. 14 Regenbecken sind dazu erforderlich, aber nur ein zentrales Pumpwerk unmittelbar vor der Kläranlage. Vorfluter für die gemeinsame Zentralkläranlage ist der Brombach, der bereits nach kurzer Fließstrecke in die Schwäbische Rezat mündet.

MECHANISCHE ABWASSERREINIGUNG

Nach der Zulaufkontrolle mit Mengen- und pH-Messung fließt das Abwasser durch zwei parallele Feinsiebrechen mit 0,7cm Stababstand. Das Rechengut wird automatisch geräumt, entwässert und über Transportschnecken in einen zentralen Container abgeworfen. Die Rechen gewährleisten einen verstopfungs- und verzopfungssicheren Betrieb nachfolgender Maschinenteile wie Pumpen, Rührer und Entwässerungsmaschinen.

Zusätzlich zu den Rechen sind im Rechengebäude die Fäkalannahmestation und der Sandklassierer untergebracht. Grobstoffe aus angeliefertem Fäkalschlamm und das entwässerte Sandfanggut können dadurch ebenfalls über den zentralen Rechengutcontainer entsorgt werden. Baulich sind dem Rechengebäude die EVU-Trafostation und die Elektrounterverteilung für die Mechanische Abwasserreinigung angegliedert.

Im belüfteten Längssandfang (140m³) werden Sand, Streugut und andere Schwerstoffe aus dem Abwasser abgeschieden, um Betriebsstörungen in der Schlammbehandlung zu vermeiden. Eine grobblasige Druckbelüftung bewirkt in Längsrichtung eine Spiralströmung, die das gleichzeitige Absetzen organischer Anteile verhindert und bei schwankenden Zuflüßmengen einen nahezu gleich bleibenden Wirkungsgrad gewährleistet. Mit der aufsteigenden Luft werden Leichtstoffe nach oben aus dem seitlich angeordneten Schwimmstoffabscheider entnommen werden. Der Sandabzug erfolgt mittels Bodenschild und Tauchpumpe zum Sandklassierer. Die beiden Sandfanggebläse stehen im Maschinenkeller des zentralen Betriebsgebäudes.

Zur Entschlammung des Abwassers dienen zwei parallele Vorklärbecken (2x380m³). Der abgesetzte Schlamm wird mittels Schildräumer in zulaufseitige Trichter geschoben und von dort automatisiert zur Schlammbehandlung Richtung Voreindicker abgezogen. Für einen sicheren Winterbetrieb sind alle Räumerlaufbahnen (Sandfang, Vorklärbecken, Nachklärbecken) mit einer Fahrbahnheizung ausgerüstet.

DAS BELEBUNGSBECKEN

Die sechs Kaskaden des Belebungsbeckens haben einen Nutzinhalt von $6 \times 1.000 \text{ m}^3$. Bei Bedarf können zwei oder vier Einheiten außer Betrieb genommen werden, um die Anlagengröße saisonal zu reduzieren oder Wartungsarbeiten durchzuführen.



Der Zulauf in die erste Kammer wird mit dem Rücklaufschlamm vermischt unter einer tief gezogenen Tauchwand eingeleitet. In die zweite Kammer wird nitrathaltiges Kreislaufwasser aus dem Belebungsbeckenablauf zur Denitrifikation zurückgeführt. Zur Unterstützung der biologischen Phosphorreduzierung besteht zudem die Möglichkeit eines internen Teilkreislaufes aus dem Ablauf der zweiten in den Zulauf der ersten Kammer.

Die ersten drei Kaskaden sind mit langsam laufenden Rührwerken ausgerüstet, um den Beckeninhalt ohne Sauerstoffeintrag umzuwälzen und Ablagerungen zu vermeiden. Die dritte Kammer kann wahlweise auch in Abschnitten belüftet und damit der Nitrifikationszone zugeordnet werden.

Die Kammern vier bis sechs sind mit einer feinblasigen Flächenbelüftung für Sauerstoffeintrag und kombinierte Umwälzung ausgerüstet. Diese drei Kaskaden dienen als Nitrifikationseinheit, wobei die Druckluft über drei polumschaltbare Drehkolbengebläse im Erdgeschoß der Gebläsestation erzeugt und gefördert wird. In den Ablauf des Belebungsbeckens- oder wahlweise in den Rücklaufschlammstrom- wird

Eisenchloridlösung aus dem Fällmitteltank zudosiert. Da die biologische Phosphorreduzierung meist nur für eine Teilentnahme ausreicht, wird mit dieser Stützfällung die Einhaltung der geforderten Ablaufqualität durch chemische Phosphatfällung sichergestellt. Der doppelwandige Fällmitteltank ist neben der Gebläsestation aufgestellt. Die zugehörige Steuerungstechnik und die Dosierpumpen sind wetterfest in einem kleinen Anbau der Gebläsestation installiert.

DIE NACHKLÄRUNG

In den beiden Nachklärbecken mit jeweils 32m Durchmesser und $2 \times 2.650 \text{ m}^3$ Nutzinhalt wird der belebte Schlamm vom biologisch gereinigten Abwasser getrennt. Das Belebtschlamm-Wasser-Gemisch strömt durch zentrale Mittelbauwerke in die Rundbecken ein, der Schlamm setzt sich ab und das Klarwasser läuft am Rand über Zahnwellen in die Ablaufrinnen.

Umlaufende Schildräumer sammeln den eindickenden Schlamm am Beckenboden und unterstützen seinen Abfluss in einen zentralen Trichter. Von dort wird er je Becken durch zwei regelbare Rücklaufschlamm-pumpen ($RV=25-100\%$ bei Mischwasserzufluss) abgezogen und in den Zulauf des Belebungsbeckens zurückgepumpt.



Die Rücklaufschlamm-pumpen sind ebenso wie die drei Rezirkulationspumpen im Keller der Gebläsestation trocken aufgestellt. Es handelt sich dabei um Kreiselpumpen mit Kanalrad, während zum dosierten Ab-

zug des Überschussschlammes zwei Exzenterschneckenpumpen verwendet werden. Zur Kontrolle des Kläranlagenablaufes erfolgt die Mengenmessung in einer Venturi-meßstrecke.

Der Probennehmer und die Online-Messungen für die Qualitätsparameter sind im Hochbau der Gebläsestation installiert. Eine kleine Tauchpumpe sorgt für den ständigen Zustrom von Ablaufwasser zu den Messgeräten.

SCHLAMMBEHANDLUNG

Eine ordnungsgemäße Klärschlamm Entsorgung ist Voraussetzung für jede gute Abwasserreinigung. Je besser das Abwasser gereinigt wird, desto mehr Klärschlamm fällt aus den verschiedenen Reinigungsstufen an. Dieser Schlamm muss einer aufwendigen Behandlung unterzogen werden, damit er entweder landwirtschaftlich entsorgt oder als Abfall beseitigt werden kann.

Da in der Umgebung des Brombachsees landwirtschaftliche Entsorgungsmöglichkeiten stark eingeschränkt sind, muss ein Großteil des Klärschlammes während der ersten Jahre des Kläranlagenbetriebes auf der Kreisdeponie abgelagert werden. Eröffnen sich während dieser Zeit keine anderen Möglichkeiten, so bleibt später nur der Transport zur geplanten Müllverbrennungsanlage in Ansbach. Eine weitgehende Mengenreduzierung ist somit sehr wichtig.

Die Stabilisierung des Klärschlammes erfolgt in der beheizten Schlammfäulung, in der anaerobe Mikroorganismen die organische Schlammteile unter Luftabschluss abbauen und dabei Klärgas erzeugen, die zu zwei Drittel aus wertvollem Methangas besteht. Vor der Fäulung wird dem Klärschlamm durch Eindickung möglichst viel Wasser entzogen, um die Schlammmenge zu reduzieren und Heizenergie zu sparen.

Nach der Fäulung folgt wieder ein Eindicker, der frei gewordenes Wasser abzieht. Die entscheidende Mengenreduzierung wird mit Hilfe einer Membranfilterpresse erzielt. Nach Zugabe organischer und chemischer Konditionierungsmittel wird der ausgefäulte Klärschlamm unter hohem Druck entwässert, um die abzufahrende Restmenge so klein wie möglich zu machen. Das Schlammwasser aus Eindickung und Entwässerung wird in einem Behälter gesammelt und dosiert in den Kläranlagenzulauf zurückgeführt.

Das Klärgas wird innerhalb der Kläranlage zur Energiegewinnung genutzt. Ein Niederdruckgasbehälter dient zur Zwischenspeicherung des Gases. Bei Bedarf kann es in die zentrale Heizungsanlage eingespeist werden. Im Normalfall versorgt es jedoch eine Gasmaschine, die als Blockheizkraftwerk konzipiert ist. Dieses BHKW erzeugt Strom für den Eigenbedarf der Kläranlage, wobei die Maschinenabwärme wiederum an die Heizungsanlage abgegeben wird. Da die Kläranlage nur über eine Stichleitung an das öffentliche Stromnetz angeschlossen ist, muss die Gasmaschine auch den Notstrombedarf der Kläranlage abdecken.

VOREINDICKER UND ÜS-ENTWÄSSERUNG

Der runde Voreindicker mit 220m³ Nutzinhalt bildet eine Baugruppe mit zwei Schlammstapelbehälter und dem Schlammumpwerk. Der Voreindicker nimmt den Rohschlamm aus den Vorklärbecken sowie angelieferten Fäkalschlamm auf. Eine GfK-Abdeckung verhindert Geruchsbelästigung und ein einfaches Krähwerk mit Bodenräumschild verbessert die Eindickwirkung. Der Schlammabzug erfolgt tagsüber gleichmäßig über Stunden verteilt, der Wasserabzug diskontinuierlich ein – bis zweimal täglich.

Um den Voreindicker klein zu halten und Phosphor-Rückbelastungen der Kläranlage

zu vermeiden, wird der Überschuss-Schlamm aus der Belebung getrennt abgezogen, maschinell aufkonzentriert und direkt der Faulung zugeführt. Zur Überschussschlamm-Entwässerung dient eine langsam drehende Siebtrommel nach vorheriger Polymerkonditionierung. Rohschlamm und Überschussschlamm erreichen so vergleichbare Feststoffkonzentrationen von 4-6% TS. Die Siebtrommel mit allen Zusatzeinrichtungen und Schaltanlagen ist im Hochbauteil des Schlamm-pumpwerkes untergebracht, während im Kellergeschoss dieses Gebäudes die Pumpen zur Faulbehälterbeschickung, die Schlammförderpumpen zur Schlammmentwässerung und die Dosierpumpen für das Schlammwasser installiert sind.

FAUL- UND SCHLAMMSTAPELBEHÄLTER

Der Faulbehälter mit 1.200 m³ Nutzinhalt wird bei ca. 35°C Innentemperatur mesophil betrieben. Umwälzpumpen sorgen für eine ständige Durchmischung. Sie werden durch eine Gaseinpressung unterstützt, die zugleich die Gasausbeute verbessert und Ablagerungen an der Behältersohle verhindert. Der intensive Betrieb des Faulbehälters und seine gute Wärmedämmung bewirken trotz des weitgehenden Vorabbaus in der Belebung eine starke Gasproduktion und sichern eine gute Stabilisierung des Faulschlammes.

Der Faulbehälter hat eine zylindrische Bauform mit 12 m Innendurchmesser und ein trichterförmiges Unterteil. Aus gestalterischen und betriebstechnischen Gründen befindet sich mehr als die Hälfte des Bauwerkes im Boden. Der Behälterkopf ist über eine Außentreppe und vom zentralen Betriebsgebäude aus erreichbar. Die Umwälzpumpen, der Wärmetauscher und die Druckstation für die Pneumatikschieber in den Schlammleitungen befindet sich im Maschinenkeller des Betriebsgebäudes. Als Nacheindicker für den ausgefaulten

Schlamm wird einer der beiden Schlammstapelbehälter genutzt. Mit 2x700 m³ Nutzinhalt gewährleisten die Stapelbehälter zudem eine ausreichende Störfallsicherheit für den Faulbehälter und für die maschinelle Schlammmentwässerung. Bei Bedarf kann aus den Stapelbehältern auch eine landwirtschaftliche Nassschlammmentwässerung erfolgen.

SCHLAMMENTWÄSSERUNG

Bei Vollauslastung fallen in der Kläranlage täglich 45 bis 50m³ eingedickter Faulschlamm an, d.h. arbeitstäglich sind 60 bis 65m³ zu entwässern. In der Membranfilterpresse wird diese Menge auf ca. 8m³ je Arbeitstag reduziert, wobei der Feststoffanteil im entwässerten Endprodukt mindestens 35% betragen soll.



Zur Verbesserung der Entwässerbarkeit werden dem Faulschlamm organische Polymere zudosiert. Bei Bedarf kann zusätzlich Eisenchlorid beigegeben werden, um den Entwässerungserfolg sicherzustellen und ein gutes Ablöseverhalten von den Filtertüchern zu erreichen. Die Membranfilterpresse ist eine Sonderbauform einer Kammerfilterpresse, bei der vorkonditionierter Schlamm mit hohem Druck zwischen Filterplatten entwässert wird. Der Druckaufbau erfolgt in zwei Stufen: Zur Füllung der Kammern zwischen den Platten wird eine Exzentrerschneckenpumpe eingesetzt, mit anschließender Drucksteigerung auf ca. 7bar. Danach wird der Schlamm über eine flächenhaft wirkende Gummimembrane nachgepresst, wobei der Druck allmählich

auf 12 bis 15 bar erhöht wird. Durch die Filtertücher auf den Platten kann das Schlammwasser abfließen zur Abwasserbehandlung. Nach Beendigung des Entwässerungsvorganges öffnen die Filterplatten und der entwässerte Klärschlamm fällt in 1,20x1,20 m großen Filterkuchen in einen darunter stehenden Abfallcontainer. Eine neue Entwässerungscharge kann beginnen.

GASNUTZUNG

Nach Vorreinigung in Kiesfiltern und einem Entschwefler wird das Klärgas in einem 1.000m³ großen Niederdruckgasbehälter gespeichert, der ungefähr den Gasanfall eines Tages aufnehmen kann. So kann das wertvolle Biogas, das zu zwei Dritteln aus Methan und zu einem Drittel aus Kohlendioxid besteht, einer sinnvollen Nutzung zugeführt werden.



Aus Lärmschutzgründen ist der Gasmotor in einem gesonderten Anbau des zentralen Betriebsgebäudes nahe der kombinierten Faulbehälter- und Gebäudeheizung untergebracht. Die Gasmaschine arbeitet nach dem Prinzip eines Blockheizkraftwerkes mit einem Generatorteil zur Eigenstromerzeugung und Wärmetauschern zur Abwärmenutzung. Damit wird insbesondere tagsüber ein erheblicher Anteil des Energiebedarfes der Kläranlage durch Klärgasnutzung gedeckt.

Durch Seilabspannungen wurde der Gasbehälter von dem Dittenheimer Künstler Ulrich Winter mit einer räumlichen Grafik gestaltet. Die Seile sollen den Behälter optisch festhalten. Dadurch hochrankende

Kletterpflanzen soll der technische Fremdkörper allmählich wieder in die umgebende Natur zurückgeholt werden.

SCHALTWARTE UND LABOR

Alle klärtechnischen Maschinen haben Vorort- oder Notausschalter (Einzelleiteebene). Schaltungstechnisch ist jeder Funktionsbereich der Kläranlage in einer elektrischen Unterstation zusammengefasst, von der aus manuell oder halbautomatisch in die Steuerung eingegriffen werden kann (Gruppenleitebene).

Über ein Prozessleitsystem sind die Speicherprogrammierbaren Steuerungen der Unterstationen in der zentralen Schaltwarte zusammengefasst (Prozessebene), so dass von dort die gesamte Anlage überblickt und kontrolliert werden kann. Der Zustand der Anlage wird fortlaufend protokolliert, alle notwendigen Daten werden in den Ausdruck des Betriebstagebuches übernommen. Von der zentralen Schaltwarte aus wird zugleich das Ringkanalsystem um den Brombachsee überwacht. Die Zustand- und Störmeldungen aller Pumpwerke und Störmeldungen laufen hier zusammen. In begrenztem Maß bestehen sogar schaltungstechnische Eingriffsmöglichkeiten von der Zentrale aus.

Für die Eigenüberwachung des Kläranlagenbetriebes und der Ablaufqualität ist geschultes Personal sowie ein gut eingerichtetes Labor erforderlich. Nur so können die biologischen und chemischen Prozesse der Abwasserreinigung und der Schlammbehandlung optimiert werden. Ein sorgfältiger Laborbetrieb dokumentiert nicht nur den Erfolg der Reinigungsanstrengungen, sondern hilft auch Betriebskosten zu sparen und Veränderungen frühzeitig zu erkennen. Die Online-Messungen in Zu- und Ablauf der Kläranlage müssen regelmäßig im Labor überprüft und bei Bedarf neu geeicht werden.