
Einleitung

Rechtsform

Der Abwasserverband „Obere Lutter“ (AOL) ist ein Wasser- und Bodenverband im Sinne des Gesetzes über Wasser- und Bodenverbände (Wasserverbandsgesetz - WVG) vom 12.02.1991 (BGBl. I 1991, S. 405 ff), geändert durch das Gesetz vom 15. Mai 2002 (BGBl. S. 1.578). Er ist eine öffentlich-rechtliche Körperschaft und verwaltet sich im Rahmen der Gesetze selbst. Der Verband hat seinen Sitz in Gütersloh, Niehorster Straße 254.

Mitglieder des Verbandes sind die Städte Bielefeld und Gütersloh.

Aufgaben

Die Aufgaben des Abwasserverbandes „Obere Lutter“ sind die im Verbandsgebiet anfallenden Abwässer abzuleiten, in seinem Klärwerk „Obere Lutter“ zu reinigen und in den Vorfluter Ems-Lutter einzuleiten. Dabei hat er die zur Durchführung seiner Aufgaben notwendigen Sammler, Kläranlagen, Schlammbehandlungsanlagen, Schönungsteiche, Pumpwerke, Wege, Brücken, Messanlagen und ähnliche Bauten, ferner Anlagen und Maßnahmen an Grundstücken und Gewässern vorzunehmen, herzustellen, zu unterhalten, zu betreiben und zu beseitigen.

Verbandsklärwerk

Das Verbandsklärwerk wurde am 18.11.1967 in Betrieb genommen. Das Abwassereinzugsgebiet weist seitdem 2.156 ha auf und umfasst die Bielefelder Stadtteile Brackwede, Quelle, Senne, Ummeln und die Gütersloher Stadtteile Avenwedde Bhf., Friedrichsdorf, Hollen, Isselhorst und Niehorst. Nach der Inbetriebnahme nahmen durch verstärkte Bautätigkeiten im privaten, gewerblichen und industriellen Bereich die Menge und der Verschmutzungsgrad des Abwassers zunächst zu. Aufgrund gesetzlicher Anforderungserhöhungen an die Abwasserreinigung und der gleichzeitig steigenden Zulaufbelastung musste die Kläranlage mehrmals erweitert werden. Die wichtigsten Erweiterungsschritte sind:

1. Erweiterung von 1982 bis 1984:

Erneuerung und Erweiterung der mechanischen Stufe, Inbetriebnahme einer 2. biologischen Stufe, einer Kammerfilterpresse und eines Blockheizkraftwerkes

2. Erweiterung von 1988 bis 1989

Erweiterung des Blockheizkraftwerkes, Umbau der 1. biologischen Stufe und Inbetriebnahme einer Fällmittel-Aufbereitungsanlage

3. Erweiterung von 1991 bis 1993

Erweiterung des Blockheizkraftwerkes, Inbetriebnahme einer Flockungfiltrationsanlage (FLOFIL) und von zwei Schönungsteichen

4. Erweiterung von 1995 bis 1997

Erweiterung des Betriebsgebäudes, Inbetriebnahme einer Festbettdenitrifikationsanlage (DENI) und einer Abluftbehandlungsanlage

Seit der Erweiterung von 1984 hat die Kläranlage eine Kapazität von 380.000 Einwohnerwerten. Dieser Wert ergibt sich aus der Anzahl der im Einzugsgebiet gemeldeten Einwohnerzahl und den Einwohnergleichwerten aus dem gewerblichen und industriellen Abwasseranteil. Zurzeit sind aufgrund des Wegfalls einzelner Industrie-einleiter ungefähr 170.000 E (EZ: 93.500 E und EGW: 76.500 E) angeschlossen. Dabei betragen der Bielefelder Anteil ca. 86 % und der Gütersloher Anteil ca.14 % der Einwohnerwerte.

Zusätzlich zur Kläranlage unterhält der Abwasserverband „Obere Lutter“ drei Hauptsammler mit einer Gesamtlänge von 17,41 km, die das Abwasser im Mischsystem zur Kläranlage führen. Die vorherige Abwassersammlung und -ableitung in die Hauptsammler ist Aufgabe der jeweiligen Stadt.

Personalbestand

20 Beschäftigte Techn. Geschäftsführer, Kfm. Geschäftsführerin (teilzeitbeschäftigt), Techn. Betriebsleiter, Abwassermeister, 5 Handwerker, 3 Ver- und Entsorger, 4 Klärwärter, 1 Reinigungskraft

3 Auszubildende zur Fachkraft für Abwassertechnik

Verfahrenstechnik

Hauptsammler

Die Abwassersammlung im Einzugsgebiet und die Abwasserüberführung in die Hauptsammler des Abwasserverbandes „Obere Lutter“ sind die Aufgaben der jeweiligen Verbandsmitglieder Bielefeld und Gütersloh. Die Abwasserableitung zum Verbandsklärwerk „Obere Lutter“ erfolgt über drei Hauptsammler mit einer Gesamtlänge von ca. 17,41 km.

Rechenanlage

In der mechanischen Stufe wird als erster Reinigungsschritt ein Feinstrechen eingesetzt. Stufenförmige, im Abstand von 6 mm, parallel in den Abwasserstrom eintauchende Gitterlamellen bilden einen Fließwiderstand und halten grobe, sperrige und schwimmende Feststoffe zurück. Durch die Bildung eines Rechengutteppichs werden auch Stoffe kleiner als 6 mm zurückgehalten.

Das entfernte Rechengut wird in einer nachgeschalteten Schneckenwaschpresse mit Brauchwasser (gereinigtes Abwasser aus dem Kläranlagenablauf) vermengt und anschließend gepresst. Dadurch werden lösliche, leicht abbaubare Bestandteile ausgewaschen und die zu entsorgenden Feststoffe in Volumen und Gewicht reduziert. Das entstehende Rechengutfiltrat wird in den Kläranlagenzulauf geleitet und der Rechenkuchen in Sammelcontainern zugeführt. Die Entsorgung der anfallenden Rechengutmengen findet in der Müllverbrennungsanlage Bielefeld statt.

Bei einer Betriebsstörung oder bei Wartungsarbeiten leiten automatisch oder per Hand gesteuerte Absperrschieber die zulaufende Abwassermenge auf den baugleichen Notumlaufrachen um. Somit ist eine vorgeschaltete Grobstoffentfernung sicher gestellt.

Zulaufpumpwerk

Im Anschluss an das Rechengebäude folgt das Zulaufpumpwerk, in dem 5 trocken aufgestellte Kanalrad-Kreiselpumpen installiert sind. Die jeweiligen Förderleistungen betragen 1.000 m³/h. Je nach Belastungsfall werden einzelne Pumpen zur Anpassung des Förderstroms geregelt und zu- bzw. abgeschaltet. Bei Belastungsspitzen laufen maximal 4 Pumpen in Vollast, da es ab einem Volumenstrom größer als 4.000 m³/h in den nachgeschalteten Reinigungsstufen Probleme mit überlaufendem Abwasser aus den Gerinnen und Becken gibt. Der Regelauslöser ist ein hydrostatischer Druckaufnehmer, der den vorhandenen Wasserspiegelstand im Pumpensumpf der Saugseite misst. Die parallel betriebenen Pumpen fördern das Abwasser durch eine Druckleitung in den 6,9 m höher gelegenen Zulauf des Sandfangs. Von diesem Punkt aus läuft das Abwasser bis zum Zwischenpumpwerk der 2. biologischen Stufe im freien Gefälle.

Sandfang

Der Sandfang ist als belüfteter Langsandfang mit kombiniertem Fettfang ausgebaut und besteht aus zwei 30 m langen Kammern. Diese weisen einen trapezförmigen Querschnitt auf und werden in Längsrichtung durch vertikal versetzt angeordnete Eichenholzbretter in die Sandfang- und Fettfangkammern aufgeteilt. Durch das Einblasen von Luft in die Sandfangkammern wird dort eine Kreisströmung hervorgerufen, die sich mit der Längsströmung des Abwassers überlagert und eine Schraubenströmung erzeugt. Auf diese Weise wird bei geringen Durchflussmengen die Ablagerung organischer Stoffe begrenzt. Des Weiteren dient die Belüftung dazu, den zu Boden sinkenden Sand in Sandsammelrinnen zu spülen und die im Abwasser enthaltenen Leichtstoffe durch Flotationseffekte an der Wasseroberfläche der Fettkammern auf zu konzentrieren.

Die Entfernung der sedimentierten und flotierten Stoffe erfolgt durch einen auf den Beckenrändern fahrenden Sandfangräumer. Die Räumerbrücke fährt vom Beckenanfang bis zum Beckenende und zurück. Dabei werden die Feststoffe mit einer Drucklufthebeanlage, Mammutpumpe, aus den Sandsammelrinnen als Sandwassergemisch in eine Ablaufrinne gefördert. Anschließend gelangt das Sandwassergemisch in einen Untertrommförder, der zur Klassierung und Entwässerung des Sandes dient. Das wöchentlich anfallende Sandfanggut wird in einem Container zwischengespeichert und von einem Entsorgungsunternehmen entsorgt. Die Schwimmstoffe aus den Fettkammern werden in den Voreindicker gefördert.

Vorklärung

Der letzte Reinigungsschritt der mechanischen Stufe ist die Vorklärung, in der die mit dem Abwasser zugeführten körnigen und flockigen Stoffe sedimentieren. Die zum Beckenboden gesunkenen Feststoffe werden in regelmäßigen Abständen diskontinuierlich als sog. Primärschlamm in den Voreindicker gepumpt. Als Beckenart liegen 4 horizontal durchströmte Längsbecken vor. Da aus heutiger Sicht ein Betrieb aller Becken für die nachgeschalteten biologischen Stufen ungünstig ist, wird derzeit nur ein Becken durchströmt. Die Reduzierung des Gesamtbeckenvolumens verkürzt die Aufenthaltszeit des Abwassers in der Vorklärung. Dadurch verringert sich die Abscheideleistung und es stehen für die Denitrifikation in den Belebungsstufen mehr leicht abbaubare Stoffe als Substrat für die Mikroorganismen zur Verfügung.

Daten Vorklärung:

- Beckenart: 4 horizontal durchströmte Längsbecken, von denen eins in Betrieb ist
- Länge pro Becken: $L = 60,0 \text{ m}$
- Breite pro Becken: $B = 6,0 \text{ m}$
- Gesamtvolumen (inkl. Trichter): $V_{VK} = 3.120 \text{ m}^3$ (derzeit $V_{VK} = 780 \text{ m}^3$)

Bypass

Der Bypass besteht aus einem Rechteckkanal, der einen Abwasseranteil um die 1. biologische Stufe leitet. Diese besondere Verfahrenstechnik ist erforderlich, damit für die Denitrifikation in der 2. biologischen Stufe genug leicht abbaubares Substrat zur Verfügung steht. Die umgeleitete Abwassermenge wird über eine Höhenstandsmessung und den Gerinneabmessungen berechnet.

1 . biologische Stufe

Die 1. biologische Stufe. besteht aus einer Fällmittel-Aufbereitungsanlage, zwei Belebungsbecken, 8 Zwischenklärbecken, einer Überschussschlamm-Eindickungsanlage und einem Rücklaufschlammumpwerk.

Fällmittel-Aufbereitungsanlage

Die Fällmittel-Aufbereitungsanlage dient zur Speicherung und Dosierung von Eisensalzen damit in der 1. und 2. biologischen Stufe eine simultane Phosphatfällung hervorgerufen wird.

Belebungsbecken

Nach der Entfernung der gröberen ungelösten Stoffe in der mechanischen Reinigungsstufe ist der größte Anteil der Schmutzstoffe noch im Abwasser enthalten. Es handelt sich dabei um gelöste/partikuläre organische/anorganische Kohlenstoff-, Stickstoff- und Phosphorverbindungen. Im biologischen Teil der Abwasserreinigung werden überwiegend die organischen gelösten Verbindungen durch mikrobiologische Abbau- oder Umsetzungsprozesse aus dem Abwasser entfernt. Dies entspricht prinzipiell den Selbstreinigungsvorgängen in natürlichen Oberflächengewässern. Mittels einer entsprechenden verfahrenstechnischen Auslegung erfolgt die Entfernung der Schmutzstoffe innerhalb weniger Stunden.

Beim Abwasserverband „Obere Lutter“ liegen zwei hintereinander geschaltete Belebungsverfahren mit jeweiligem Absetzbecken vor. Diese Betriebsweise wird infolge einer damaligen Klärwerkserweiterung durchgeführt. Bis zum Jahr 2005 fand in der 1. Belebungsstufe eine reine Kohlenstoffentfernung bei hoher Schlammbelastung und geringem Schlammalter statt. Die 2. Belebungsstufe diente bei geringer Schlammbelastung und hohem Schlammalter der Nitrifikation. Derzeit läuft in beiden Belebungsstufen eine intermittierende Denitrifikation ab.

Der Abwasserstrom wird in der 1. biologischen Stufe auf zwei bau- und volumengleiche Umlaufbecken mit einem Gesamtvolumen von 5.000 m³ aufgeteilt. Die folgende Beschreibung über die technische Ausrüstung bezieht sich aufgrund der Analogie nur auf ein Belebungsbecken. Als Einlaufbauwerk ist ein Quelltopf ähnlicher Einlauf vorhanden, der einerseits eine Gleichverteilung des Abwassers in beide Becken sicherstellt und andererseits ein Zurückfließen in den Zulaufkanal bei niedrigem Zufluss verhindert. Neben dem Quelltopf wird der Rücklaufschlamm eingeleitet. Somit ist eine erste Vermischung

zwischen konzentrierter Mikroorganismen- und abzubauenen Schmutzstoffmenge geschaffen. Bis zu drei gleichzeitig laufende Oberflächenbelüfter, Mammutrotoren tragen den für den aeroben Abbau und die Nitrifikation benötigten Sauerstoff in das Abwasser ein. Die Regelung der Belüftung erfolgt über eine kontinuierliche Ammoniumstickstoff-Online-Messung. Die Ammoniumstickstoffgrenzwerte für das Ein- bzw. Ausschalten variieren in Abhängigkeit von der Jahreszeit und der damit verbundenen Nitrifikationsleistung der Mikroorganismen. Zur Unterstützung der Durchmischung von Mikroorganismen mit Nährstoffen und Sauerstoff sowie der Vermeidung von Schlammablagerungsbereichen ist neben den Oberflächenbelüftern ein langsam drehendes Tauchmotorrührwerk installiert.

Daten Belebungsbecken:

- Bauform: 2 Umlaufbecken
- Verfahrensweise: intermittierende Denitrifikation
- Gesamtvolumen: $V_{BB1} = 5.000 \text{ m}^3$

Zwischenklärung

Die Zwischenklärung hat die Aufgaben, den belebten Schlamm vom teilgereinigten Abwasser abzutrennen, zu sammeln und einzudicken. Zusätzlich müssen bei erhöhtem Zulauf (durch Regenereignisse) die aus dem Belebungsbecken verdrängten Schlammengen zwischengespeichert werden. Zu diesem Zweck liegen insgesamt 8 horizontal durchströmte Rechteckbecken vor. Aufgrund der geringen nächtlichen Oberflächenbeschickung und zur Begrenzung der unkontrollierten Denitrifikation in der Zwischenklärung sind derzeit nur 6 Becken in Betrieb. Der Bodenschlamm wird anhand von Kettenräumern mit Räumebalken kontinuierlich in Schlammtrichter geschoben. Von dort aus führen Schlammabzugsleitungen den eingedickten Bodenschlamm in eine Rücklaufschlammrinne. Das Klarwasser wird in einer Ablaufrinne gesammelt, mit dem Abwasser aus dem Bypass vermischt und vor das Zwischenpumpwerk der 2. biologischen Stufe geleitet.

Daten Zwischenklärung:

- Beckenart: 8 horizontal durchströmte Längsbecken, von denen 6 in Betrieb sind
- Länge pro Becken: $L = 60,0 \text{ m}$
- Breite pro Becken: $B = 5,0 \text{ m}$
- Gesamtvolumen: $V_{ZK} = 5.950 \text{ m}^3$ (derzeit $V_{ZK} = 4.460 \text{ m}^3$)

Rücklaufschlammumpwerk

In die Rücklaufschlammrinne wird neben dem Rücklaufschlamm der 1. biologischen Stufe auch der Überschussschlamm der 2. biologischen Stufe eingeleitet. Zur Rückführung des belebten Schlammes der 1. biologischen Stufe in das Belebungsbecken bzw. für die

gemeinsame Überschussschlammabnahme ist in der Rücklaufschlammrinne ein Pumpwerk mit 2 Schneckenpumpen integriert. Die unregelmäßig betriebenen Schneckenpumpen fördern den Schlamm auf ein 2,7 m höher gelegenes Niveau.

Daten Rücklaufschlammabpumpwerk:

- Pumpenart: 2 alternierende Schneckenpumpen
- Geodätische Förderhöhe: $h_{\text{geo}} = 2,7 \text{ m}$

Überschussschlamm-Eindickungsanlage

Beim Abwasserverband „Obere Lutter“ werden der Überschussschlamm der 1. und 2. biologischen Stufe und der Schwimmschlamm der 1. Belebungsstufe gemeinsam in einer maschinellen Anlage vom Typ „Bellmer Turbodrain TDC 3“ eingedickt. Die zufließende Suspension aus Schlammflocken und Wasser wird mit Flockungshilfsmitteln (organischen Polymeren) vermischt und auf ein kontinuierlich umlaufendes Siebband verteilt. Das Wasser läuft durch die offene Siebfläche und gelangt in die Rücklaufschlammrinne zurück. Die Schlammflocken werden auf dem Sieb zurückgehalten und in einem Feststofftrichter zwischengespeichert. Eine Dickschlammabpumpung fördert den eingedickten Überschussschlamm direkt in den Faulbehälter I.

Frachtausgleichsbecken

Die Beschickung der Frachtausgleichsbecken erfolgt, wenn der Zufluss zur 2. biologischen Stufe 1.800 m³/h übersteigt. Diese Durchflussbeschränkung besteht, um die max. Bemessungsfracht von 200 kg NO₃-N/h der nachgeschalteten Festbettdenitrifikationsanlage nicht zu überschreiten. Somit findet im Regenwetterfall eine Verringerung der hydraulischen Spitzenbelastung statt. Die Verdrängung von nitrathaltigem Abwasser aus der 2. biologischen Stufe in die DENI wird begrenzt. Des Weiteren wird eine Verlagerung von Schlammmassen aus dem Belebungsbecken der 2. Stufe in die Nachklärbecken unterbunden.

Die Beckenentleerung findet in Zeiten mit niedrigem Zufluss statt, so dass die Summe aus Zulauf zum Zwischenpumpwerk und Ablauf des Frachtausgleichsbeckens den Grenzwert von 1.800 m³/h einhält.

Daten Frachtausgleichsbecken:

- Gesamtvolumen: $V_{\text{FrB}} = 11.000 \text{ m}^3$

2. biologische Stufe

Die 2. biologische Stufe besteht aus einem Zwischenpumpwerk, einem vorgeschaltetem Denitrifikationsbecken, zwei Belebungsbecken, einer Kalkdosierungsanlage und 16 Nachklärbecken.

Zwischenpumpwerk

Das Zwischenpumpwerk überbrückt einen Höhenunterschied von 2,1 m. Auf diese Weise kann das Abwasser bis zur Festbettdenitrifikationsanlage im freien Gefälle fließen. Die Förderung erfolgt über Schneckenpumpen, die über die Wasserspiegelhöhe im vorgeschalteten Pumpensumpf geregelt werden. Eine Ultraschallmessung ermittelt den Wasserspiegelhöhenstand. Zusätzlich sind 3 Schneckenpumpen zur Rückführung des Rücklaufschlammes in die Belebungsbecken der 2. Stufe vorhanden.

Daten Zwischenpumpwerk:

- Pumpenart: 7 Schneckenpumpen
- Geodätische Förderhöhe: $h_{\text{geo}} = 2,1 \text{ m}$

Vorgeschaltete Denitrifikation

Das Abwasser aus der 1. biologischen Stufe und der Rücklaufschlamm der 2. biologischen Stufe enthalten Nitrat. In dem vorgeschalteten Denitrifikationsbecken wandeln Mikroorganismen einen Anteil dieses Nitrats zu elementarem Stickstoff um. Ferner wird in dem Denitrifikationsbecken der Rücklaufschlamm mit dem Abwasser vermischt und gleichmäßig auf die zwei Belebungsbecken der 2. Stufe aufgeteilt. Zur Durchmischung sind zwei Tauchmotorrührwerke in dem Becken installiert.

Daten vorgeschaltete Denitrifikation:

- Gesamtvolumen: $V_{\text{vorg,D}} = 2.200 \text{ m}^3$

Belebungsbecken

Die Bauart und die Betriebsweise sind mit den Belebungsbecken der 1. biologischen Stufe identisch. In den zwei Umlaufbecken werden die Belüftungsintervalle ebenfalls über eine jeweilige Ammoniumstickstoffmessung bzw. bei deren Ausfall über eine Sauerstoffmessung geregelt. Die signifikantesten Unterschiede bestehen in dem Gesamtvolumen der Becken und in der Zulaufbelastung. Daraus resultieren Abweichungen bei der Aufenthaltszeit, dem Schlammalter und der Abbauleistung. Wegen des größeren Volumens liegen in der 2. Stufe vier Oberflächenbelüfter und zwei Tauchmotorrührwerke pro Becken vor.

Daten Belebungsbecken:

- Bauform: 2 Umlaufbecken
- Verfahrensweise: intermittierende Denitrifikation

- Gesamtvolumen: $V_{\text{BB2}} = 9.200 \text{ m}^3$

Kalkdosierungsanlage

Für eine prozessstabile biologische Stickstoffoxidation muss eine Säurekapazität von 1,5 mmol/l im Ablauf der Belebung eingehalten werden. Die Säurekapazität wird durch die Konzentration der zu nitrifizierenden Ammoniumionen beeinflusst. Des Weiteren wirken sich die Leistungsfähigkeit der Denitrifikation in den biologischen Stufen und die Rückspülabwässer aus der Festbettdenitrifikationsanlage und der Flockungfiltrationsanlage aus.

Bevor die Verfahrensweise von nitrifizierend zu intermittierend umgestellt wurde, lag beim Abwasserverband „Obere Lutter“ insgesamt eine zu geringe Säurekapazität vor. Zur Stabilisierung wurde dem Abwasser im vorgeschalteten Denitrifikationsbecken Kalk zudosiert. Die Regelung der Kalkzugabe erfolgte über eine pH-Wert-Messung. Dabei wurde ein pH-Bereich zwischen 6,8 - 7,1 eingestellt.

Die vorhandene Anlagentechnik besteht aus einer Branntkalkbevorratungs-, Lösch- und Dosierstation. Der Branntkalk, Weißfeinkalk, wird in einem 35 m³ großem Silo gespeichert und bei einer Löschtemperatur > 50 °C zu einer 10 %-igen Kalkmilch abgelöscht. Nach dem Überlaufprinzip wird die abgelöschte Kalkmilch in einen Speicherbehälter gefördert. Von dort aus dosiert eine Kreiselpumpe die Suspension in das vorgeschaltete Denitrifikationsbecken.

Durch die Denitrifikationsphasen bei der derzeitigen intermittierenden Betriebsweise reicht die vorliegende Säurekapazität aus, so dass eine Kalkdosierung zurzeit nicht nötig ist.

Nachklärung

Bei der Nachklärung handelt es sich wie bei der Zwischenklärung um horizontal durchströmte Längsbecken. Die Schlammräumung erfolgt ebenfalls durch Kettenräumer mit Räumbalken. Bautechnische Unterschiede bestehen lediglich bei den Beckenabmessungen und bei der Beckenanzahl. Verfahrenstechnisch differieren die Oberflächenbeschickung und die Aufenthaltszeit.

Daten Nachklärung:

- Beckenart: 16 horizontal durchströmte Längsbecken, von denen 8 in Betrieb sind
- Länge pro Becken: $L = 52,0 \text{ m}$
- Breite pro Becken: $B = 6,0 \text{ m}$
- Gesamtvolumen: $V_{\text{NK}} = 11.980 \text{ m}^3$ (derzeit $V_{\text{NK}} = 5.990 \text{ m}^3$)

Nachgeschaltete Biofilter

Die nachgeschalteten Biofilter bilden den letzten Reinigungsschritt bei der Abwasserreinigung. Es handelt sich dabei um eine Festbettdenitrifikationsanlage und um eine Flockungsfiltrationsanlage.

Festbettdenitrifikationsanlage

Die Festbettdenitrifikationsanlage ist hinter der 2. biologischen Stufe angeschlossen und dient zur biologischen Elimination von Stickstoffverbindungen. Auf einer künstlich geschaffenen Oberfläche siedeln sich Mikroorganismen an, die aus dem Abwasser Nitrat-Stickstoff zu elementarem Stickstoff umwandeln und an die Atmosphäre abgeben.

Im Einlaufbereich durchfließt das Abwasser einen handgeräumten Siebkorb, um eine Verstopfung der Festbettreaktoren mit Laub oder sonstigen groben Verunreinigungen zu unterbinden. Anschließend fördern Frequenzumrichter geregelte Tauchmotorpumpen das Abwasser in ein Zulaufgerinne. Der Höhenunterschied beträgt ca. 9,0 m. In dem Zulaufgerinne erfolgt eine Zugabe von Methanol als externe Kohlenstoffquelle für die Denitrifikation. Zur Durchmischung ist ein Rührwerk installiert. Im Anschluss wird die Abwassermenge auf 8 Festbettreaktoren aufgeteilt. Das Festbettmaterial besteht aus Blähton (Körnung 4,0 - 8,0 mm) und zwei Basaltstützschichten (Körnung: obere Schicht 9,5 - 16,0 mm, untere Schicht 7,1 - 12,0 mm). Das Abwasser gelangt vom Zulaufgerinne durch Falleitungen in die Reaktoren und durchströmt diese von unten nach oben. Der Ablauf wird über dem jeweiligen Reaktorfestbett in einer Sammelrinne erfasst und über eine gemeinsame Wasserleitung (DN 800) zur Flockungsfiltrationsanlage geleitet. Zur Entfernung von überschüssiger Biomasse und zum Aufbrechen des Reaktorfestbettes werden die Reaktoren in Intervallen von 48 h mit Druckluft und gereinigtem Abwasser gespült. Das Spülabwasser wird vor die Förderschnecken des Zwischenpumpwerkes gefördert und gelangt somit in die Belebungsbecken der 2. biologischen Stufe.

Daten Festbettdenitrifikationsanlage:

- Festbettreaktoren: 8 Stück mit einer Gesamtreaktorfläche von 300 m²
- Abmessung pro Reaktor: L = 7,5 m, B = 5,0 m, H = 7,5 m ($H_{\text{Festbett}} = 5,0 \text{ m}$)
- Festbettmaterial: Blähton (Körnung 4,0 - 8,0 mm), 2 Basaltstützschichten (Körnung obere Schicht 9,5 - 16,0 mm, untere Schicht 7,1 - 12,0 mm)
- max. Bemessungsfracht: $m_{\text{NO}_3\text{-N,max}} = 200 \text{ kg/h}$
- max. Zufluss: $Q_{\text{max}} = 4.000 \text{ m}^3/\text{h}$
- externe Kohlenstoff-Quelle: Dosierung von Methanol über NO₃-N-Fracht

Flockungsfiltrationsanlage

Primäre Aufgabe der Flockungsfiltrationsanlage ist die Entfernung von gelösten Ortho-Phosphat-Verbindungen. Bei dem Anlagentyp handelt es sich um einen belüfteten

Aufstromfilter nach dem System BIOFOR (Biological-Fixed-Oxygen-Reactor). Insgesamt liegen 10 einzeln überstaute Filter vor, die von Abwasser und Druckluft im Gleichstrom aufwärts beschickt werden. Durch die vorherige Zugabe von Eisen(III)-Chlorid wird gelöstes Ortho-Phosphat ausgefällt und als unlösliches Eisen(III)-Phosphat bei der Filtration zurückgehalten. Infolge der Belüftung und der Fixierung von Mikroorganismen auf dem Filtermaterial finden neben der Feststofffiltration ein biologischer Abbau gelöster organischer Stoffe und eine Restnitrifikation statt. Hauptziel der Belüftung ist dabei der Abbau des überschüssigen Methanols aus der DENI, um den CSB-Wert zu senken.

Das aus der Festbettdenitrifikationsanlage zugeführte Wasser durchläuft die Flockungsfiltrationsanlage im freien Gefälle. Bei einer Umgehung der DENI wird das Abwasser in dem Zulaufpumpwerk der FLOFIL auf das erforderliche Höhenniveau gepumpt. In beiden Fällen fließt das Abwasser durch eine Rohwasserleitung, in der Eisen(III)-Chlorid proportional zur Ortho-Phosphat-Fracht zudosiert wird. Nach der Dosierung durchmischt ein Tauchmotorrührwerk die beiden Fluide in einem Verteilungsgerinne. Von dort aus gelangt das Abwasser über Zulaufleitungen in die Filter. Der untere Filterbereich dient als beruhigte Reaktionskammer für die Flockenausbildung. Die darüber liegende Filterschicht besteht aus einer 0,25 m hohen Kiesstützschicht (Körnung 4,0 - 8,0 mm) und einer 3,0 m hohen einer Biolitschicht (Körnung 1,0 - 2,5 mm). Die Prozessluftversorgung erfolgt für jeden Filter getrennt durch ein eigenes Drehkolbengebläse. Nach der Filtration wird das gereinigte Abwasser über eine Sammlerinne in den Schönungsteich geleitet. Zur Entfernung der Schwebstoffe und des Überschussschlammes aus den Filtern werden diese in Abständen von 48 h gespült. Das Spülabwasser wird, wie bei der Festbettdenitrifikationsanlage, vor das Zwischenpumpwerk gefördert.

Daten Flockungsfiltrationsanlage:

- Filter: 10 Filter mit einer Gesamtfilterfläche von 300 m²
- Abmessung pro Filter: L = 8,2 m, B = 5,0 m, H = 5,8 m (H_{Filterbett} = 3,0 m)
- Filtermaterial: Biolitschicht (Körnung 1,0 - 2,5 mm),
Kiesstützschicht (Körnung: 4,0 - 8,0 mm)
- max. Zufluss: Q_{max} = 4.000 m³/h
- Fällmittel: Dosierung von 40 %-iger FeCl₃-Lösung

Schönungsteich

Der Schönungsteich gehört nicht zu den direkten Abwasserreinigungsverfahren, da keine wesentliche Änderung der Abwasserqualität erfolgt. Die Hauptaufgabe besteht darin, eine Vergleichmäßigung der Ablaufkonzentrationen zu erreichen, um hohe Schwankungen bei der Einleitung in den Vorfluter zu vermeiden. Die Aufenthaltszeit beträgt bei einem Volumen von 45.000 m³ ca. 1 - 2 Tage. Dabei finden neben der Vermischung eine

Verminderung der Keimzahl und eine Abnahme der absetzbaren Stoffe statt. Eine Folienabdichtung gewährleistet, dass kein Abwasser in den Untergrund versickert.

Ablaufbauwerk

In dem Ablaufbauwerk ist ein Schacht integriert, von dem aus der Hauptanteil des gereinigten Abwasser in den Vorfluter abgeschlagen wird. Der andere Teil wird für die Brauchwasserversorgung entnommen und zu den entsprechenden Entnahmestellen (z.B.: Polymeransetzung bei der KMFP u. ÜSE) gepumpt. Zusätzlich sind eine Durchflussmessung und Messeinrichtungen zur kontinuierlichen Bestimmung der Parameter pH-Wert, Trübung und Leitfähigkeit installiert. Die Anforderungen an das Abwasser bei der Einleitung in den Vorfluter „Ems-Lutter“ sind in Tab. dargestellt.

Tab. 1: Anforderungen an das Abwasser für die Einleitungsstelle „Ems-Lutter“ nach Größenklasse 5

	Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB) [mg/l]	Biochemischer Sauerstoffbedarf in 5 Tagen (BSB ₅) [mg/l]	Ammoniumstickstoff (NH ₄ -N) [mg/l]	Stickstoff, gesamt (N _{ges}) [mg/l]	Phosphor, gesamt (P _{ges}) [mg/l]	AOX [mg/l]	Abwassermenge [m ³ /d]
Gesetzlicher Grenzwert	75,0	15,0	10,0	13,0	1,0		
Forderung gem. Erlaubnisbescheid	60,0	12,0	3,0	13,0	0,7	0,1	3.600

Schlammbehandlung

Voreindicker

Die Primärschlammverdickung findet in einem Durchflusseindicker statt. Ein Krählwerk begünstigt die Bildung von Entwässerungskanälen und fördert die Trennung zwischen Feststoffen und Wasser. Die Beschickung erfolgt fünfmal täglich anhand einer Kreiselpumpe. Dabei wird das sich zuvor in dem Voreindicker gebildete Trübwasser durch den zugepumpten Primärschlamm verdrängt und in den Pumpensumpf des Zulaufpumpwerks geleitet. Die Entnahme des Dickschlammes erfolgt ebenfalls 5 mal pro Tag. Eine Exzentrerschneckenpumpe fördert den eingedickten Rohschlamm in den Faulbehälter I.

Daten Voreindicker:

- Durchmesser: $D = 22 \text{ m}$
- Volumen: $V_{VED} = 1.350 \text{ m}^3$

Faulbehälter

Bei dem Faulbehälter I handelt es sich um einen 6.000 m³ großen beheizten Faulraum. Eine permanent laufende Umwälzpumpe durchmischt den Faulschlamm. Bei entsprechenden Schieberstellungen wird der Umwälzschlamm täglich an 5 verschiedenen

Stellen in das System eingetragen. Für die Sicherstellung des mesophilen Betriebs heizt ein außen liegender Wärmetauscher stetig einen Teil des Faulschlammes auf. Die Zugabe des eingedickten Rohschlammes erfolgt über einen Injektor in den Heizschlammstromkreis. Dabei findet eine bestmögliche Vorwärmung und Impfung des kalten Rohschlammes durch den warmen Heizschlamm statt. Zusätzlich fördert die Dickschlammpumpe der Überschussschlamm-Eindickungsanlage den eingedickten Überschussschlamm ohne Vorwärmung in den Faulbehälter I. Bei der diskontinuierlichen Beschickung wird die Menge an Faulschlamm und Trübwasser aus Faulbehälter I in Faulbehälter II verdrängt, die als Rohschlamm zugeführt wird.

Die in Faulbehälter I begonnene anaerobe Faulschlammstabilisierung setzt sich in den hintereinander geschalteten Faulbehältern II und III fort. Es liegt dort ein leichtes Temperaturgefälle vor, da der Faulschlamm in den Faulbehältern II und III nicht mehr durch einen Wärmetauscher aufgeheizt wird. Die Faulschlammumwälzung findet alternierend zwischen den Faulbehälter II und III statt und beträgt 12 Stunden pro Faulbehälter und Tag.

Das bei der anaeroben Stabilisierung freigesetzte Faulgas wird aus den jeweiligen Faulbehältern abgeleitet und in einem Membrangasbehälter zwischengespeichert.

Daten Faulbehälter:

- Betriebsweise: mesophile anaerobe Schlammstabilisierung in 3 hintereinandergeschalteten Faulbehältern
- Volumen Faulbehälter I: $V_{FB I} = 6.000 \text{ m}^3$
- Volumen Faulbehälter II: $V_{FB II} = 3.000 \text{ m}^3$
- Volumen Faulbehälter III: $V_{FB III} = 3.000 \text{ m}^3$
- Stabilisierungstemperatur: $T = 39 - 41 \text{ }^\circ\text{C}$
- Stabilisierungszeit, gesamt: $t = 46,7 \text{ d}$

Schlammstapelbehälter

Die täglich stabilisierte Faulschlammmenge wird in 3 Schlammstapelbehältern zwischengespeichert, da die nachgeschaltete Schlammmentwässerungsanlage nur werktags in Betrieb ist. Bei der Zwischenspeicherung kommt es zu Sedimentationsvorgängen. Das Trübwasser wird in einen Filtrat- und Trübwasserspeicher und der Schlamm in einen Nacheindicker gepumpt.

Daten Schlammstapelbehälter:

- Durchmesser: $D = 12,8 \text{ m}$
- Volumen: $V_{SSB} = 1.600 \text{ m}^3$ ($V_{ges} = 4.800 \text{ m}^3$)

Schlamm- und Trübwasserpumpwerk

Über das Schlamm- und Trübwasserpumpwerk wird die Beschickung und Entleerung der Schlammstapelbehälter und des Filtrat- und Trübwasserspeichers gesteuert.

Filtrat- und Trübwasserspeicher

Der Filtrat- und Trübwasserspeicher ist ein modifizierter Schlammstapelbehälter, der zwischen 2002 und 2005 als SBR-Anlage (Sequencing Batch Reactor) die Stickstoff-Fracht der Filtratwässer aus der Schlammmentwässerungsanlage und der Trübwässer aus den Schlammstapelbehältern und dem Nacheindicker reduzierte. Seit 2007 dient dieser ausschließlich der Zwischenspeicherung. Die Rückführung der Filtrat- und Trübwässer in den Hauptabwasserstrom erfolgt kontinuierlich vor das Zulaufpumpwerk, um Stickstoffspitzen in den Belebungsbecken zu vermeiden.

Daten Filtrat- und Trübwasserspeicher:

- Durchmesser: $D = 12,8 \text{ m}$
- Volumen: $V_{\text{FTWS}} = 1.880 \text{ m}^3$
- Besonderheit: vorhandene technische Ausrüstung für einen SBR-Betrieb (Leitungen und Pumpen für Beschickung, Entleerung und Umwälzung; Belüftungseinrichtung inkl. Drehkolbengebläse)

Nacheindicker

Der Nacheindicker dient als Vorlagebehälter für die Schlammmentwässerungsanlage. Ein Tauchmotorrührwerk homogenisiert den Schlamm und schafft einen relativ konstanten Input für die Schlammmentwässerung. Zu Sedimentations- und Eindickungszwecken wird das Rührwerk ausgestellt und das sich bildende Trübwasser in zwei Trübwasserspeicher gepumpt. Nach der Trübwasserentfernung wird der Nacheindicker mit Faulschlamm aus den Schlammstapelbehältern aufgefüllt.

Daten Nacheindicker:

- Durchmesser: $D = 22 \text{ m}$
- Volumen: $V_{\text{NED}} = 1.880 \text{ m}^3$

Schlammmentwässerungsanlage

Bei der Schlammmentwässerungsanlage handelt es sich um eine Kammerfilterpresse. Zwei unabhängig voneinander betriebene Konditionierungs- und Filtrationsstraßen entwässern den eingedickten Faulschlamm unter Zugabe von organischen Flockungshilfsmitteln (Polymeren). Das Trübwasser wird in dem Filtrat- und Trübwasserspeicher zwischengespeichert. Zur Verbesserung der thixotropen Eigenschaften vermischt ein Doppelwellenmischer den entwässerten Schlamm (Filterkuchen) mit Branntkalk. Anschließend führt eine 2-stufige Trogförderschnecke den Filterkuchen in das Trockenschlamm lager.

Trockenschlammager

Vor der landwirtschaftlichen Verwertung des stabilisierten und entwässerten Schlammes wird dieser in einem Trockenschlammager zwischengespeichert. Dabei hängt die Lagerzeit von der jährlichen Saison und der damit verbundenen möglichen Klärschlamm-aufbringung ab. Die maximale Filterkuchenmenge liegt Ende März vor, da die Klärschlammverwertung von April bis Oktober erfolgt. Bei der Klärschlammabholung fördert ein Radlader den Filterkuchen auf Kipp-Sattelzüge. Eine integrierte Schaufelwaage stellt währenddessen die exakt abgegebene Klärschlammmenge fest.

Daten Trockenschlammager:

- Speicherplatz: 6.000 Mg Klärschlamm-Filterkuchen

Faulgasverwertung

Das bei der anaeroben Stabilisierung freigesetzte Faulgas wird aus den Faulbehältern I - III abgeleitet und in einem Membrangasbehälter zwischengespeichert. Von dort aus gelangt das Faulgas durch zwei Drehkolbengebläse in die Gasmotoren des Blockheizkraftwerks. Aufgabe der Gasverwertung ist die Erzeugung von Wärme zur Deckung des Wärmebedarfes der Faulbehälter. Des Weiteren wandeln an die Gasmotoren angeschlossene Generatoren mechanische Energie in elektrische Energie um. Der produzierte Strom deckt ca. 1/3 des gesamten Strombedarfes der Kläranlage „Obere Lutter“ ab. Der restliche Strom wird von einem Energieversorgungsunternehmen bezogen. Bei einem technischen Ausfall der Gasmotoren kann das Faulgas über eine Gasfackel verbrannt.

Sollte durch eine evtl. Betriebsstörung der Faulbehälter die Faulgasproduktion stark reduziert sein, kann ein Teil der Gasmotoren auch mit Erdgas betrieben werden um die notwendige Temperatur in den Faulbehältern zu sichern.

Daten Faulgasverwertung:

- Faulgaszusammensetzung: $\approx 70\% \text{ CO}_2$ und $\approx 30\% \text{ CH}_4$
- Energiegehalt des Faulgases: $7,5 \text{ kWh/m}^3$