

Kreiswirtschaftsbetriebe Goslar

Sickerwasser-Aufbereitung

Anlagentechnische Anpassung der Sickerwasserbehandlungsanlage

Stellungnahme

April 2012



PFI Planungsgemeinschaft GbR

Beratende Ingenieure

Dr.-Ing. R. Boll
Dr.-Ing. R. Rohlfing
Prof. Dr.-Ing. J. Müller-Schaper

Am Werder 1
21073 Hamburg
Tel. (040) 822806-20
Fax (040) 822806-22
eMail info@PFI.de

INHALTSVERZEICHNIS

1.	Veranlassung und Auftrag	1
2.	Kurzbeschreibung der Gesamtanlage	3
3.	Bestandsaufnahme, Auswertung der Betriebsdaten und Empfehlungen	6
3.1	Hydraulischer Durchsatz/Speicherbewirtschaftung	6
3.2	Festbettreaktoren (FBR)	8
3.2.1	Bestandsaufnahme und Auswertung der Betriebsergebnisse.....	8
3.2.2	Empfehlung.....	11
3.3	Denitrifikation und HCR 1	14
3.4	HCR-Reaktoren 2 und 3	19
3.5	Aktivkohleadsorber	21
3.6	Maßnahme zur betrieblichen Optimierung der AK-Stufe	25
3.6.1	Nitritkonzentrationen	25
3.6.2	Einspülwasser.....	27
3.6.3	Erweiterung der Anlage um einen Adsorber/Aktivkohlewechsel	29
3.7	Bautechnische Bewertung der Aktivkohleanlage.....	30
3.8	Elektrotechnische Ausrüstung	33
4.	Kostenbetrachtung	34
5.	Zukünftige Entwicklung der Sickerwasserbehandlung	37
6.	Ergebnis	39

1. Veranlassung und Auftrag

Die Sickerwasserbehandlungsanlage (Sickerwasserbehandlungsanlage) wurde im Dezember 1994 in Betrieb genommen. Sie wurde ausgelegt für die Reinigung des Sickerwassers der Deponien Bornhausen, Morgenstern, Nordharz (alt) und Nordharz (neu). Später ist das Sickerwasser aus der Deponie Osterode hinzugekommen. Die Reinigungsanforderungen entsprechen dabei dem Anhang 51 der Rahmen-Abwasser-Verordnung. Die Anlage wurde für eine hydraulische Durchsatzleistung von rd. 90.000 m³/a ausgelegt. Die betrieblichen Erfahrungen zeigen, dass die Anforderungen an die Reinigungsleistung eingehalten werden können, jedoch hinsichtlich der Durchsatzleistung, der Menge an Verbrauchsmaterialien und der Energieeffizienz einige Probleme zu verzeichnen sind.

Wesentliche Punkte hierbei sind u.a.:

- hohe Nitritkonzentrationen im Ablauf der Belebungsanlage,
- Verblockungen der Ultrafiltrationsmembrane,
- hoher Aktivkohleverbrauch und
- geringe Durchsatzleistung

deren Ursache bisher noch nicht abschließend geklärt werden konnte.

Es sollte nun geprüft werden, welche betrieblich erforderlichen Maßnahmen - auch unter Berücksichtigung der Vorschriften zum Umgang mit Chemikalien - kurzfristig für die Reinigung des derzeit anfallenden Sickerwasseranfalls vorzunehmen sind.

Betrieblich ungünstig stellt sich weiterhin der zeitweise stark schwankende Sickerwasseranfall dar. Mehrmals jährlich muss bei erhöhten Wasserständen in den Deponien oder in Abhängigkeit von den Füllständen in den Sickerwasserspeichern II und III, die maximal mögliche Durchsatzleistung über mehrere Tage betrieben werden. In diesen Phasen sind keinerlei Reserven für Revisionsarbeiten mehr verfügbar. Demgegenüber sind ebenfalls Betriebsphasen zu verzeichnen, in denen eine nur geringe Sickerwassermenge verfügbar ist.

Anlagentechnische Anpassung der Sickerwasseraufbereitungsanlage

Die PFI Planungsgemeinschaft wurde beauftragt, Vorschläge und Empfehlungen zur Durchführung von Maßnahmen zu erarbeiten, die

- betrieblich erforderlich sind, um den Anforderungen an die Sickerwasserreinigung gemäß Planungsstand zu genügen und weiterhin
- die Wirtschaftlichkeit des Reinigungsbetriebes erhöhen.

Grundlage der Untersuchung sind die umfangreichen Betriebsaufzeichnungen der Sickerwasseraufbereitungsanlage, Erfahrungen und Angaben des Betriebspersonals sowie Literaturangaben und Erfahrungen im eigenen Hause. Zur Auswertung wurden vorrangig die Daten der Jahre 2010 bis Mai 2011 herangezogen.

2. Kurzbeschreibung der Gesamtanlage

Die Anlage ist ausgelegt für:

- Sickerwasseranfall 250 m³/d = 10,4 m³/h
- CSB 5.000 mg/l
- BSB₅ 1.500 mg/l
- NH₄-N 1.200 mg/l
- AOX < 2,0 mg/l

Das Reinigungsziel entspricht im wesentlichen den Grenzwerten, die im Anhang 51 der Abwasserverordnung für eine Indirekteinleitung , d. h. Einleitung in die Kläranlage Goslar, festgelegt sind. Jedoch werden die Parameter CSB, Ammoniumstickstoff und Gesamtstickstoff wie folgt zusätzlich begrenzt:

- CSB 400 mg/l
- BSB₅ 20 mg/l
- NH₄-N 50 mg/l

Darüber hinaus wird eine 50%-ige Denitrifikation gefordert.

Die Vorgaben für CSB und Ammoniumstickstoff sind betrieblich insofern relevant, da davon auszugehen ist, dass die anderen Reinigungsziele bei Unterschreitung dieser Werte ebenfalls unterschritten werden.

Die wichtigsten Anlagenteile der Anlage sind:(vgl. Bild 1):

- 2 Sickerwasserspeichern (Speicher PII mit 180 m³ für den Altkörper der Deponie Wernigerode (Nordharz) und Speicher PIII mit 950 m³)
- 2 belüfteten Festbettreaktoren zur Nitrifikation (2 x 270 m³) mit Neutralisation

Parallel für je rd. 50 % des Sickerwassers:

Anlagentechnische Anpassung der Sickerwasseraufbereitungsanlage

- Denitrifikation bestehend aus Denitrifikationsbecken (170 m³) mit Essigsäuredosierung, HCR 1 (10 m³) und Zwischenklärbecken (45 m³, Ø ca. 4,30 m); der Ablauf der Zwischenklärung wird in den Zulauf von HCR 2 geleitet
- Weitergehender Kohlenstoffabbau wahlweise in HCR 2 und/oder HCR 3 (je 10 m³)
- Ultrafiltration für Ablauf HCR 3, in dem der Ablauf der Denitrifikation enthalten ist
- 3 Aktivkohle-Adsorber je 20 m³
- Endkontrollbehälter (50 m³)

Der Überschussschlamm aus der Ultrafiltration wird in den Speicher PI übergeleitet. Die Entsorgung des Schlammes erfolgt von hier aus mit Tankfahrzeugen an die Kläranlage Goslar (Eurawasser). Eine direkte Ableitung ist ebenfalls behelfsmäßig/provisorisch möglich.

Das gereinigte Sickerwasser fließt ebenfalls der Kläranlage Goslar zu.

Die Anlage wurde ursprünglich zur Behandlung eines „jungen“ Sickerwassers konzipiert. Gekennzeichnet ist das junge Sickerwasser durch hohe organische Belastung und noch moderatem Stickstoffgehalt. Im Laufe der Zeit ändert sich diese Zusammensetzung dahin gehend, dass die organische - insbesondere die leicht abbaubare organische Fraktion - stark reduziert wird, während die Stickstoffkonzentration noch leicht ansteigt. Eine Anpassung der Anlagentechnik an diese geänderte Sickerwasserzusammensetzung wurde bisher nicht durchgeführt.

Anlagentechnische Anpassung der Sickerwasseraufbereitungsanlage

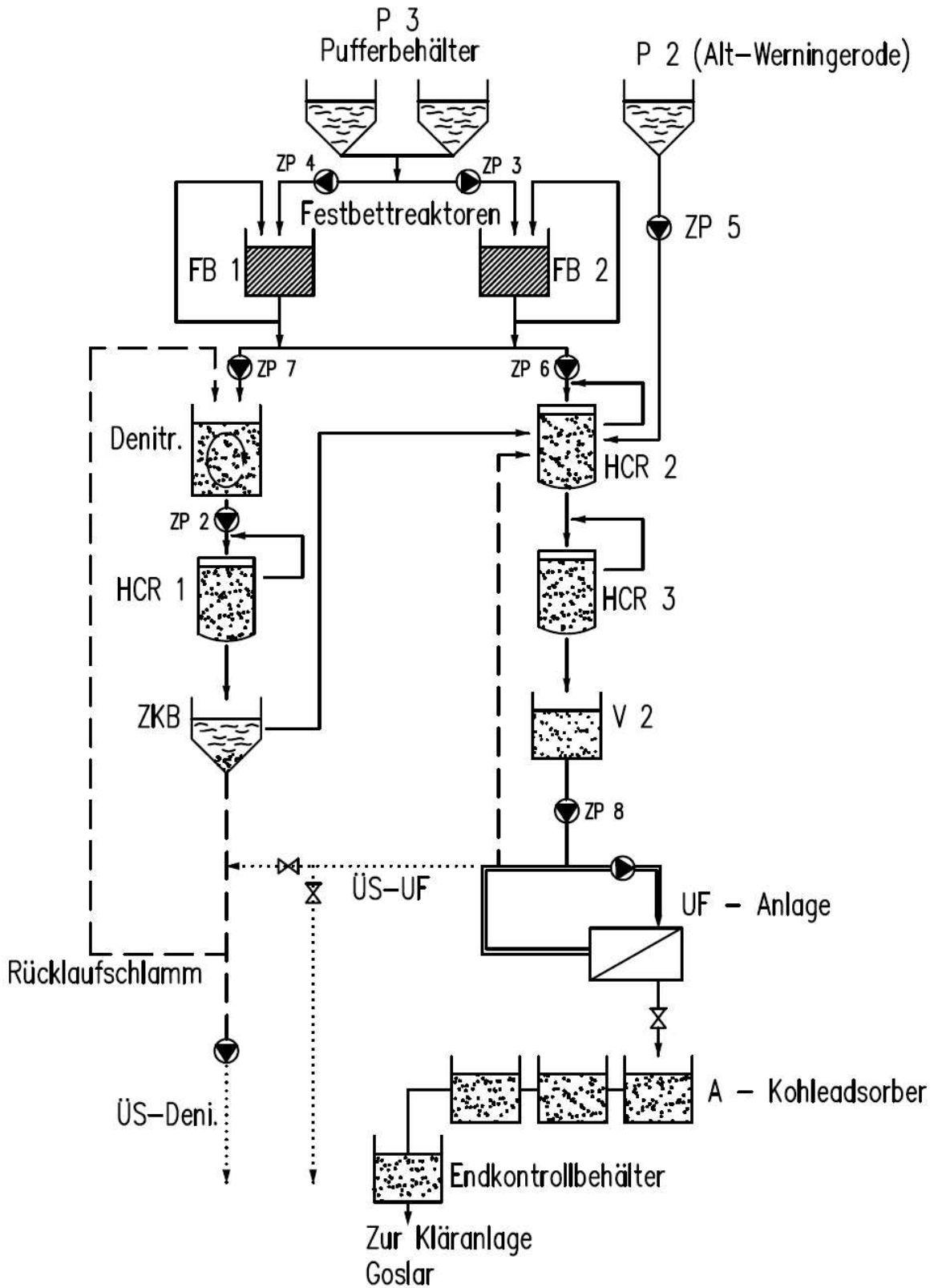


Abb. 1: Fließbild der Sickerwasseranlage

3. Bestandsaufnahme, Auswertung der Betriebsdaten und Empfehlungen

3.1 Hydraulischer Durchsatz/Speicherbewirtschaftung

Das Sickerwasser stammt aus verschiedenen Deponie im Landkreis Goslar. Es wird mittels LKW der Sickerwasserkläranlage zugeführt.

Das Sickerwasser gelangt je nach Sickerwasserqualität in einen der beiden Vorlagebehälter mit einem Speichervolumen von je rd. 180 m³ (P II) und 950 m³ (P III). Aus den Speichern gelangt das Sickerwasser durch 3 Beschickungspumpen (ZP 3 und ZP 4) sowie eine Mengenummessung in die zwei Festbettreaktoren oder, bei nur geringer Stickstoffkonzentration und hoher org. Belastung, durch ZP 5 direkt in die HCR-Stufe.

Die Anlage ist für eine Menge von 250 m³/d und eine maximale stündliche Menge von 10 m³/h bei einer Mindestmenge von 2 m³/h bemessen. Im Zulauf der biologischen Stufe sind 2 Exzentrerschneckenpumpen ZP3 und ZP4 installiert.

Die im Zeitraum 01.2010 bis 06.2011 durchgesetzte Sickerwassermenge ist in der nachfolgenden Abbildung 1 dargestellt. Die o.g. Menge von 250 m³/d wird auch bei Berücksichtigung eines Faktors für die Anlagenverfügbarkeit von 0,8 im tatsächlichen Betrieb bei weitem nicht erreicht.

Anlagentechnische Anpassung der Sickerwasseraufbereitungsanlage

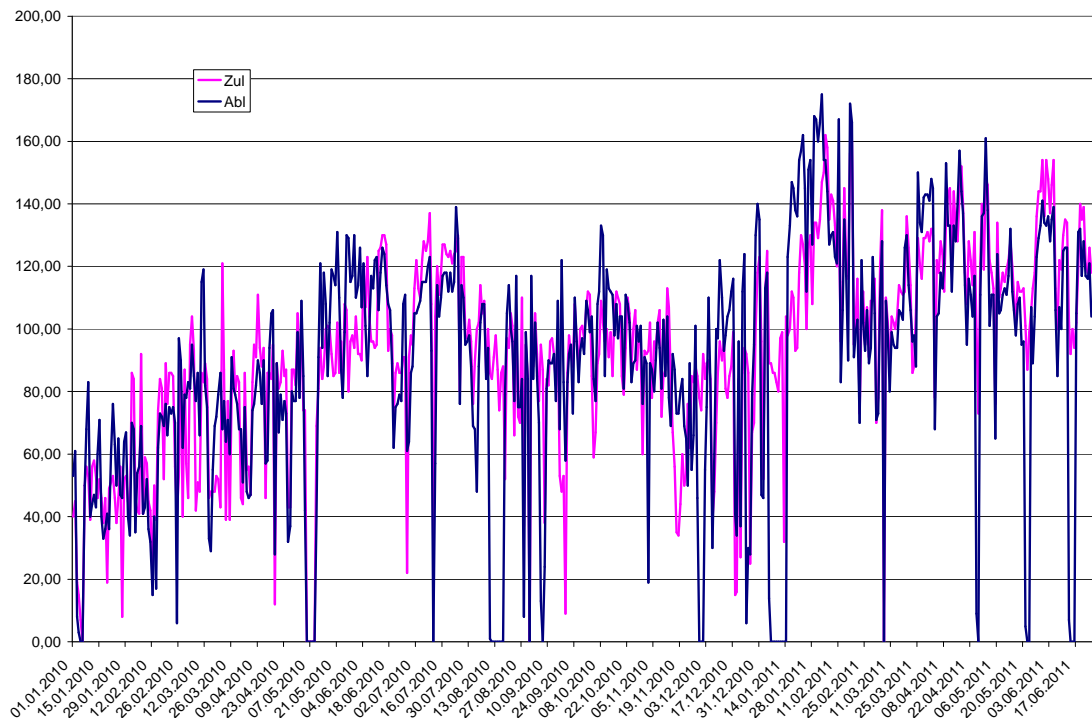


Abb. 2: Hydraulischer Zulauf zur Sickerwasserbehandlungsanlage

Die rote Kurve kennzeichnet den Zulauf zu den Bioreaktoren, die blaue Kurve die Ableitung des gereinigten Sickerwassers in die Kläranlage Goslar. Deutlich werden hier die Zulauf- und Ablaufschwankungen. Im Ablauf geht der Durchsatz zeitweise bis auf 0 m³ zurück, was vornehmlich betrieblich bedingt ist. So kann der Durchsatz z. B. eine Verblockung der Ultrafiltration oder auch die fehlende Adsorptionskapazität der Aktivkohlefilter vermindert oder gestoppt werden. Auch nicht ausreichende Reinigungsergebnisse verhindern zeitweise die Abgabe des Sickerwassers in die Zentralkläranlage Goslar.

Soweit die Ursachen in der biologischen Stufe einschl. der Ultrafiltration zu suchen sind, soll hier diesbezüglich auf die nachfolgenden Berichte verwiesen werden.

Nach der Ultrafiltration gelangt das Sickerwasser in einen Permeatbehälter VB3 (1,1 m³). Der Permeatbehälter nach der Ultrafiltration dient zur Ausgung und als Pumpenvorlage für die nachgeschaltete AK-Adsorberstufe.

Anlagentechnische Anpassung der Sickerwasseraufbereitungsanlage

Von hier aus werden die drei in Reihe installierten Aktivkohlefilter (Adsorber) mittels Excenterschneckenpumpe ZP 9 beschickt.

Die Reihenfolge der Beschickung wird dem Befülldatum der Behälter mit Aktivkohle entsprechend variiert. Der Adsorber mit der ältesten Kohle wird jeweils als erstes beschickt, der erste Adsorber mit der neuesten Befüllung ist dann der Letzte und bildet damit den Ablauf in den Endkontrollbehälter.

3.2 Festbettreaktoren (FBR)

3.2.1 Bestandsaufnahme und Auswertung der Betriebsergebnisse

Die beiden Festbettreaktoren FBR 1 und FBR 2 werden parallel aus den Pufferbehältern beschickt. Die Reaktoren mit je 360 m³ werden für den CSB-Abbau und die Nitrifikation belüftet.

Die Reaktoren sind mit einer internen Rezirkulation ausgerüstet (Kreislaufpumpen), wodurch eine „Spülwirkung“ sowie eine gleichmäßige Substratverteilung hervorgerufen werden soll. Sie sind mit Festbettmaterial bestückt, auf dem die Bakterien wachsen können. Die für die sessilen Bakterien verfügbare Fläche beträgt je Reaktor:

$$\begin{aligned} A &= A_{\text{Füll}} \cdot H_{\text{Füll}} \cdot A_{\text{Spez}} \\ &= 52 \text{ m}^2 \cdot 5,4 \text{ m}^2 \cdot 240 \text{ m}^2/\text{m}^3 \\ &= 50.000 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Insgesamt steht damit eine Aufwuchsfläche von 100.000 m² zur Verfügung. Etwa 50 % des nitrifizierten Sickerwasservolumens werden in die Denitrifikationsstufe gefördert, die anderen 50 % werden in die HCR-Reaktoren 2 und 3 eingeleitet.

Betriebsergebnisse

Die Beschickung der Festbettreaktoren erfolgt über die Pumpen ZP 2 und ZP 3. Entsprechend der Zuflussmenge (Abb.1) variiert auch die CSB- und Stickstofffracht im Zulauf (Abb. 2).

Anlagentechnische Anpassung der Sickerwasseraufbereitungsanlage

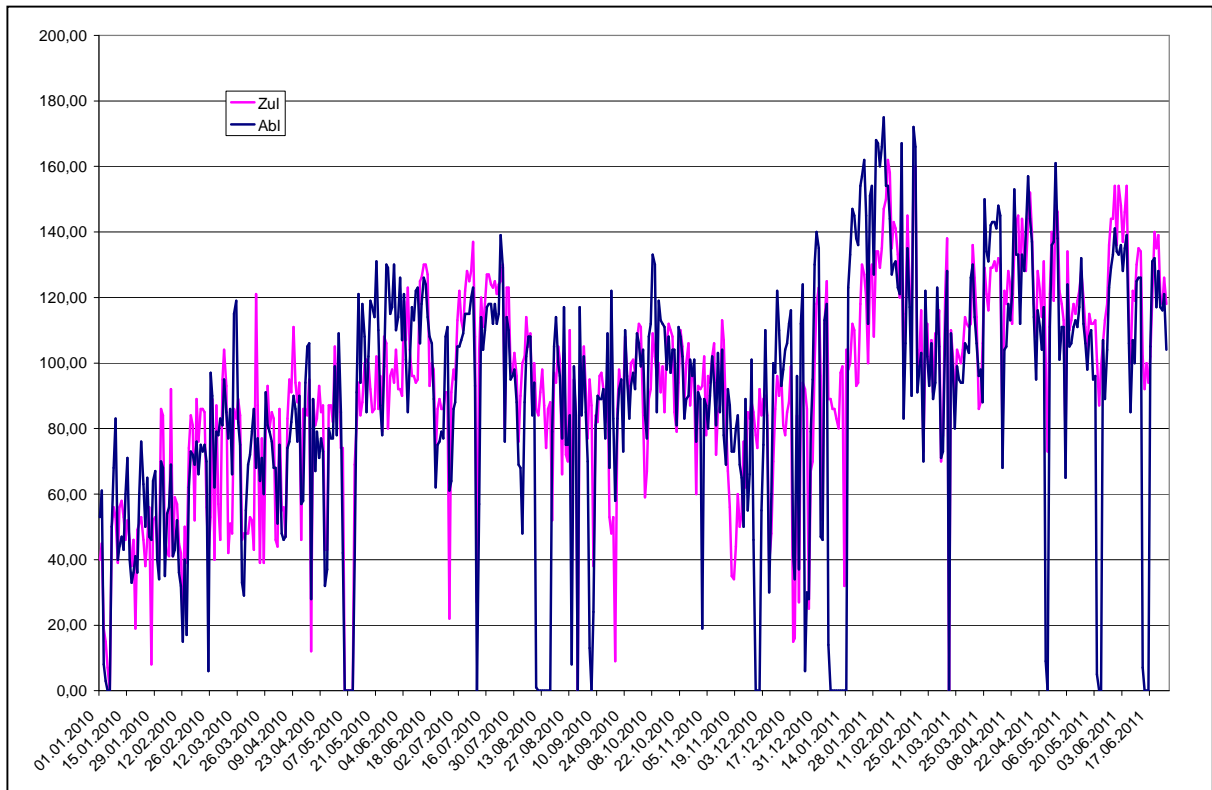


Abb. 3: Hydraulischer Zulauf zur Sickerwasserbehandlungsanlage

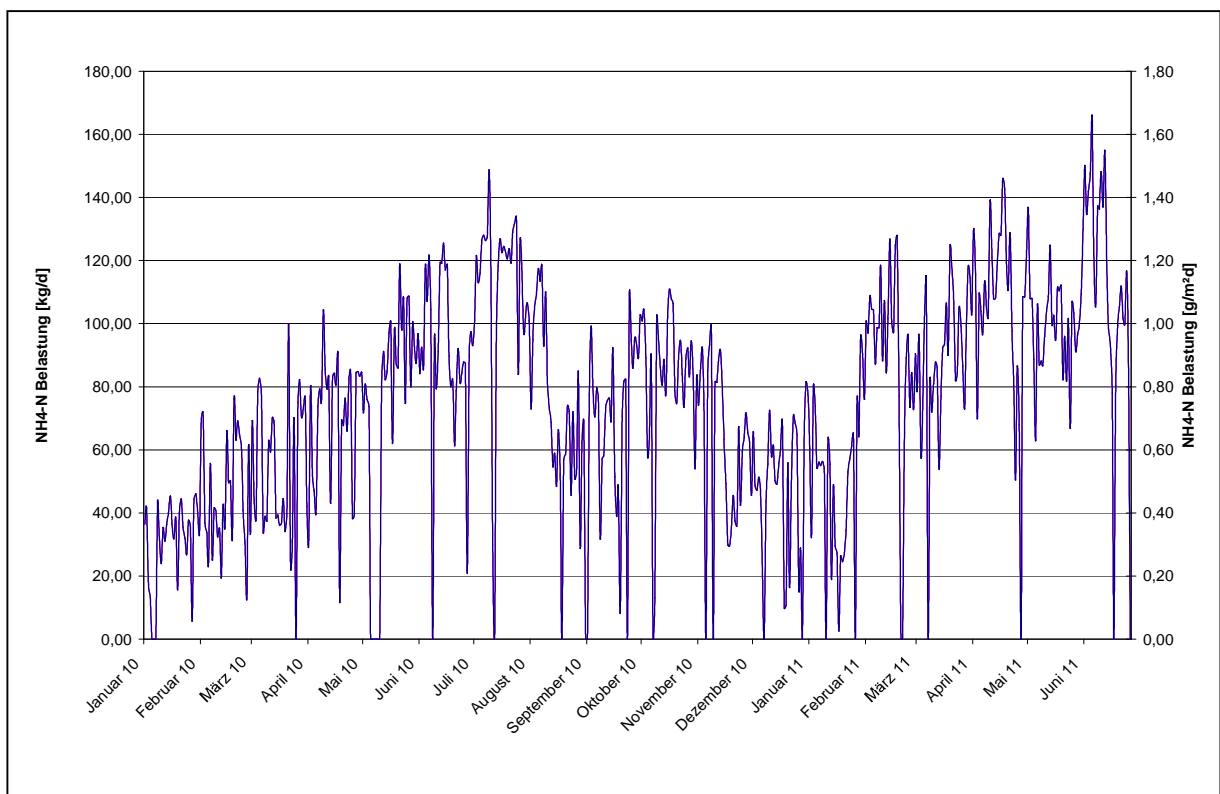


Abb. 4: NH₄-N-Fracht im Zulauf und spezifische NH₄-N-Flächenbelastung in den Festbettreaktoren (FBR)

Anlagentechnische Anpassung der Sickerwasseraufbereitungsanlage

Die spezifische Flächenbelastung ist mit $1,0 \text{ g N/m}^2 \cdot \text{d}$ im üblichen Rahmen bemessen, jedoch ist zu untersuchen, weshalb die Ammoniumkonzentration in den Reaktoren bei 10 bis 15 mg/l stehen bleibt und zu keiner Zeit auf unter $1,0 \text{ mg/l}$ absinkt.

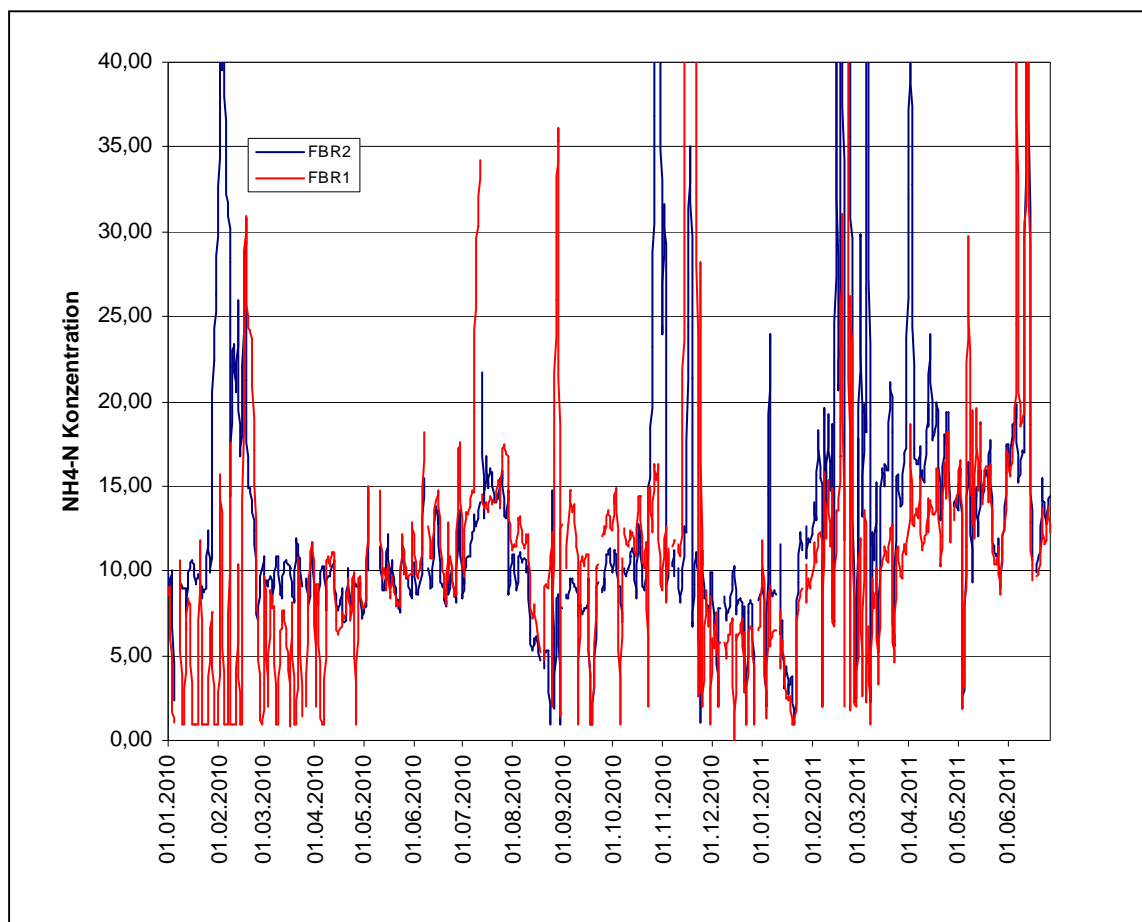


Abb. 5: NH₄-N Konzentrationen im Ablauf der FBR

Anlagentechnische Anpassung der Sickerwasseraufbereitungsanlage

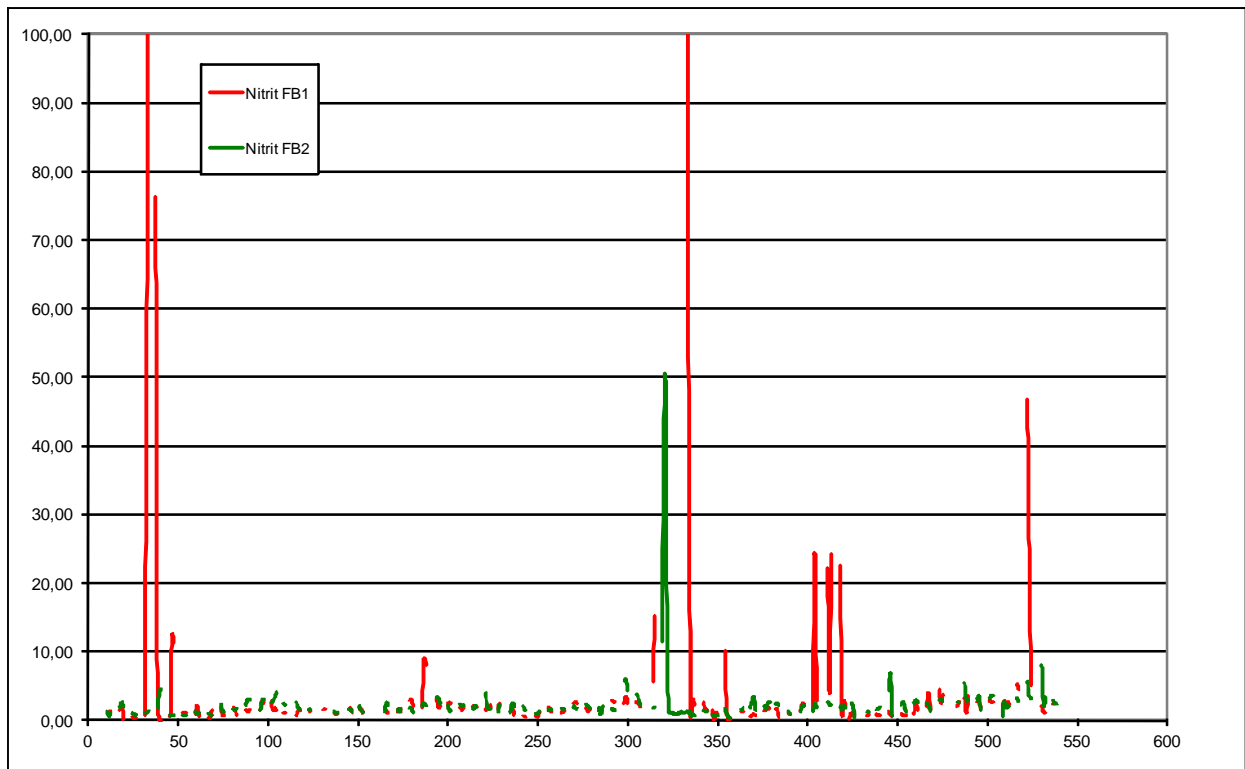


Abb. 6: NO₂-Konzentrationen im Ablauf der FBR 1 und 2

3.2.2 Empfehlung

Die Festbettreaktoren sind seit Inbetriebnahme 1994 nicht inspiziert worden. Mit dem laufenden Betrieb sind verschiedene Szenarien denkbar und zu erwarten, die eine Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit hervorrufen können.

- Die Belüftung des Festbettmaterials kann durch ungleiche Feststoffablagerung innerhalb der Feststoffkörper nicht mehr alle Zonen des Beckens gleichmäßig mit Sauerstoff versorgen.
- Eine gleichförmige Durchmischung des Beckenvolumens wird durch Ablagerungen aller Art verhindert. Kurzschlussströmungen sind die Folge. Die Kontaktzeiten werden vermindert, lokale Überlastungen sind die Folge.
- generelle und lokale Anhebung des pH-Wertes
- Überwucherung der Festbettoberflächen durch anorganische Fällprodukte verhindert ein Aufwachsen der spezialisierten Bakterien, die die Nitrifikation und die Veratmung der „schwer abbaubaren organischen Stoffe“ durchführen.

Anlagentechnische Anpassung der Sickerwasseraufbereitungsanlage

Die Ablagerungen anorganischer Art finden durch die Ausfällung unter der belüfteten Atmosphäre statt. Besonders die pH-Wert-Anhebung, die durch ein Ausstrippen der CO_2 -Konzentration erfolgt, begünstigt die Ausfällung und Ablagerung der anorganischen Stoffe, wie z.B. Kalk auf dem Festbettmaterial.

Aufgrund dieser Überlegungen ergibt sich die Notwendigkeit, eine Revision der Reaktoren durchzuführen. Eine Entleerung der Behälter ist wohl nicht möglich, da der ggf. außerordentlich starke Bewuchs organischer oder anorganischer Art auf dem Festbettmaterial zu einem derart hohen Gewicht der Einbauten führt, dass diese statisch versagen könnten, sobald der hydraulische Auftrieb fehlt. Bleibt nur ein Ausbau des Materials bei gefülltem Behälter und Erneuerung der Füllkörper.

Betriebliche Empfehlungen

Ein wesentliches Ziel der Sickerwasserreinigung ist die CSB- und Stickstoffelimination. Da die CSB-Elimination - bedingt durch die langen Kontaktzeiten für die Nitrifikation - biologisch gesehen nicht mehr steigerungsfähig ist, kann die betriebliche Überwachung vornehmlich auf die Stickstoffelimination beschränkt werden. Dementsprechend sollten die Reaktoren so betrieben werden, dass erhöhte NH_4 - oder NO_2 -Konzentrationen im Reaktor stets vermieden werden.

Steigen die Konzentrationen dieser Stickstoffparameter an, so werden die Abbauleistungen deutlich vermindert oder kommen ganz zum Erliegen. Beide Parameter wirken hemmend oder toxisch auf die Bakterien, sobald sie in erhöhten Konzentrationen auftreten:

- Die toxische Salpetrige Säure (HNO_2) ist ein Dissoziationsprodukt des Nitrits (NO_2). HNO_2 liegt bei tiefen pH-Werten in erhöhten Konzentrationen vor.
- Das toxische Ammoniak (NH_3) ist ein Dissoziationsprodukt des Ammoniums (NH_4). NH_3 liegt bei hohen pH-Werten in erhöhten Konzentrationen vor.

Anlagentechnische Anpassung der Sickerwasseraufbereitungsanlage

Begünstigt werden beide toxische Stoffe durch hohe Temperaturen.

Es ergibt sich hieraus, dass eine Hemmung der Umsatzprozesse nur durch eine strikte Überwachung des pH-Wertes sowie der Stoffkonzentrationen in den Kreisläufen und Reaktoren vermieden werden kann. Aufgrund der hohen Zulaufkonzentrationen besteht - anders als z.B. bei der Abwasserreinigung im kommunalen Sektor - hier die Gefahr für ein schnelles Ansteigen der Stickstoffkonzentrationen (bis auf hemmend wirkende Gehalte). Zur Vermeidung dieses Anstiegs werden folgende Empfehlungen gegeben:

- $\text{NH}_4\text{-N}$ - sollte jederzeit $< 10 \text{ mg/l}$ im Reaktor betragen
- $\text{NO}_2\text{-N}$ sollte jederzeit $< 5 \text{ mg/l}$ im Reaktor betragen
- bei erhöhten Konzentrationen ist der Zulauf unverzüglich zu drosseln bzw. zu stoppen
- liegt NO_2 hoch, so ist der pH-Wert nach unten zu begrenzen ($\text{pH} > 7$)
- liegt der $\text{NH}_4\text{-N}$ hoch, so ist der pH-Wert nach oben zu begrenzen ($\text{pH} < 7,5$)

Für eine ausreichende Überprüfung der Konzentrationen wäre die Installation einer kontinuierlichen Messung durch einen Monitor zu empfehlen. Eine Marktrecherche ergab jedoch, dass derzeit - aufgrund der hohen Quersensitivitäten (insbesondere von Chlorid und Kalium) - keine abschließenden Empfehlungen an dieser Stelle abgegeben werden können.

Aufgrund der langen Aufenthaltszeiten in den Reaktoren und der recht langsamen Umsatzgeschwindigkeiten im Sickerwasser ist jedoch ggf. eine Überprüfung 2 x täglich ausreichend. Empfohlen wird deshalb an dieser Stelle die Verwendung von Schnelltestverfahren (Teststäbchen oder Testkits), die grundsätzlich zwar recht ungenau sind, aber für den hier vorliegenden Anwendungsfall ausreichend aussagekräftig sind. Mit Hilfe dieser Tests wäre hier lediglich zu klären, ob NH_3 oder NO_2 im Milieu ist oder nicht. Erst, wenn erhöhte Werte erkannt werden, wäre dann eine genauere Analyse - mit z.B. Küvettentest - erforderlich.

3.3 Denitrifikation und HCR 1

Die Denitrifikation erfolgt in einem gesonderten Kreislauf, bestehend aus

- Denitrifikationsreaktor $V = 170 \text{ m}^3$
- HCR 1
- Zwischenklärbecken (ZKB).

Die Denitrifikation erfolgt unter Zugabe einer externen Kohlenstoffquelle - hier Essigsäure. Eine Regelung der Zudosierung wird manuell oder automatisch nach pH-Wert durchgeführt.

Der Ablauf aus der Denitrifikationsanlage wird in den HCR 1 eingeleitet, um hier den Rest-CSB (ggf. auch aus einer Überdosierung der ext. C-Quelle) abzubauen, bevor der Schlamm im nachgeschalteten „Zwischenklärbecken“ abgeschieden wird. Der Schlamm wird zur Aufkonzentrierung der Biomasse zur Denitrifikation zurückgefördert.

Denitrifikationsreaktor

Auch im Denitrifikationsreaktor sind - wie in den beiden Festbettreaktoren - die Milieubedingungen von außerordentlicher Bedeutung, will man die Biozönose nicht schädigen. Anders, als die Nitrifikation, bei der Säure produziert wird, der pH-Wert also absinkt, steigt der pH-Wert bei der Denitrifikation an, da hier Säure verbraucht wird.

Hemmungen treten bei der Denitrifikation also auf, wenn aus den vorgeschalteten Festbettreaktoren Ammonium eingeleitet wird und der pH-Wert entsprechend hoch ist.

Ebenfalls treten hier Hemmungen auf, wenn der Denitrifikationsprozess - durch z.B. nicht ausreichende Essigsäuredosierung - nur das Nitrat zu Nitrit reduziert, also ein Ansteigen der Nitritkonzentration stattfindet.

Wichtig für eine zufriedenstellende Denitrifikation ist eine ausreichende Durchmischung. Eine gleichmäßige Homogenisierung des Beckeninhaltes

Anlagentechnische Anpassung der Sickerwasseraufbereitungsanlage

vermeidet lokal auftretende hohe Konzentrationsspitzen, die ggf. Hemmungen der Prozesse bewirken könnten.

Empfehlung

Die Essigsäuredosierung in dem Denitrifikationsreaktor erfordert eine erhöhte Genauigkeit. Zur Vermeidung von hohen Konzentrationen, muss die Denitrifikationsgeschwindigkeit - die vorrangig über die Essigsäuredosierung beeinflusst werden kann - kontinuierlich erfolgen. Fällt die Dosierung zeitweise aus, so steigt Nitrit möglicherweise schnell an. Wird überdosiert, so sinkt der pH-Wert ab, womit ebenfalls eine Hemmung verbunden ist. Eine Durchflussmengenmessung mit Warnfunktion ist hier unablässig.

Weiterhin sollte der pH-Wert im Denitrifikationsbecken kontinuierlich gemessen werden. Bei zu hohem pH-Wert ($\text{pH} > 7,5$) und ebenfalls bei zu tiefem pH-Wert ($\text{pH} < 7,5$) sollte ebenfalls ein Alarm ausgelöst werden.

Im Ergebnis ist also bezgl. des Denitrifikationsprozesses zu beachten, dass hier weder Ammonium noch Nitrit in erhöhten Konzentrationen auftreten sollte. Verhindert werden kann dies nur durch eine verdichtete Betriebsüberwachung, insbesondere durch eine stets richtige Dosierung der Essigsäure sowie eine verdichtete Überwachung des pH-Wertes. Die Installation einer Alarmfunktion, die bei Ausfall eines Aggregates oder bei Überschreitung eines Grenzwertes aktiviert wird, ist hier dringend anzuraten.

HCR 1

Die Funktion des HCR 1 ist nicht eindeutig zu erkennen. Ein HCR ist entwickelt worden, um sehr hohe organische Belastungen in möglichst kurzer Zeit zu reinigen (HCR = High Performance Compact Reactor). Da es sich im hier vorliegenden Fall bereits um biologisch im Festbettreaktor vorabgebauten Sickerwasser handelt, bleibt im nachgeschalteten aeroben HCR-Reaktor nur noch der Abbau des ggf. überdosierten Substrates aus der Denitrifikationsstufe. Hierfür ist keinesfalls ein Hochleistungsreaktor mit einem entsprechend hohen Energieverbrauch erforderlich.

Anlagentechnische Anpassung der Sickerwasseraufbereitungsanlage

In der nachfolgenden Abbildung wird die Abbauleistung im HCR 1 dargestellt. Aus den Werten lässt sich erkennen, dass nur in Ausnahmefällen ein Abbau erfolgt, dessen Ursache nur auf einen Feststoffabtrieb zurückzuführen ist. Im Regelbetrieb wird hier keinerlei CSB-Abbau registriert.

Der Energieaufwand, der für die stetige Belüftung aufgebracht wird, ist hier deutlich zu hoch. Der Sauerstoffgehalt in den Reaktoren kann über eine Drosselung der Rezirkulationspumpen nicht verringert werden, da die HCR-Düse einen recht hohen Druck und einen ebenfalls recht hohen Durchfluss erfordert.

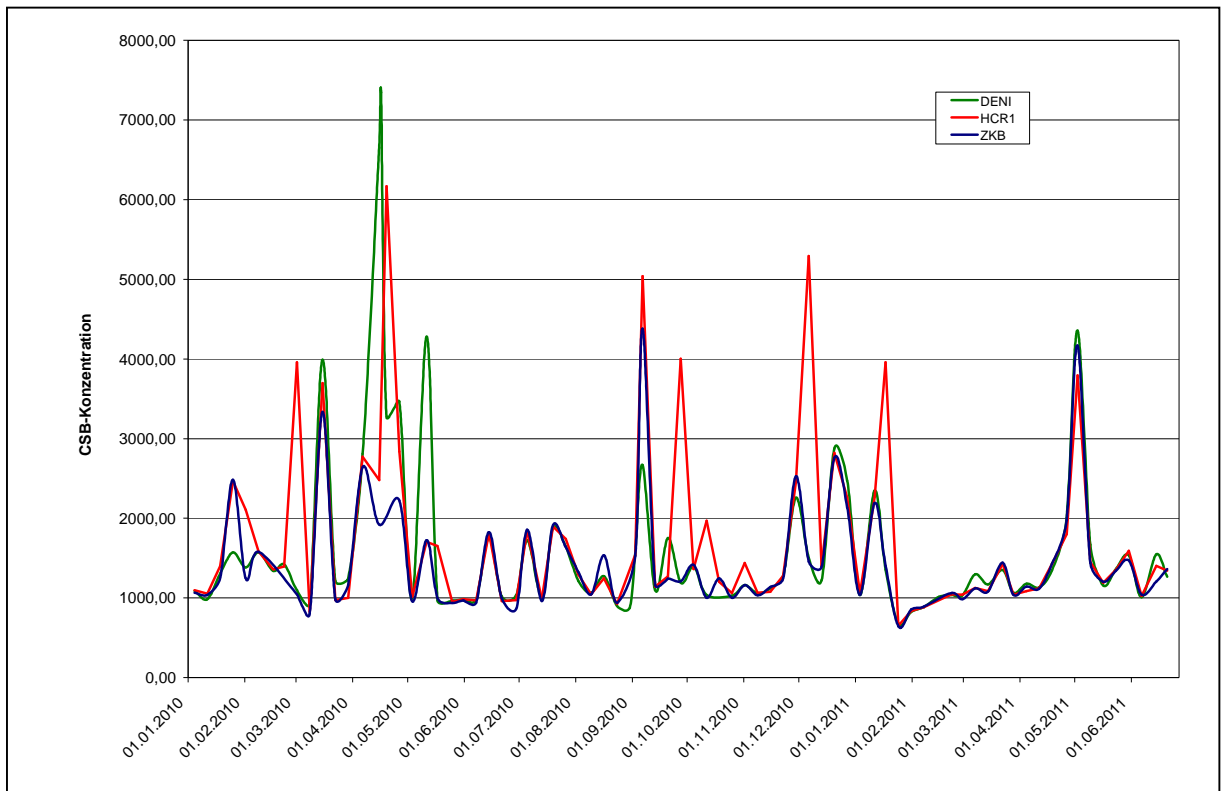


Abb. 7: CSB-Abbau im HCR1

Anlagentechnische Anpassung der Sickerwasseraufbereitungsanlage

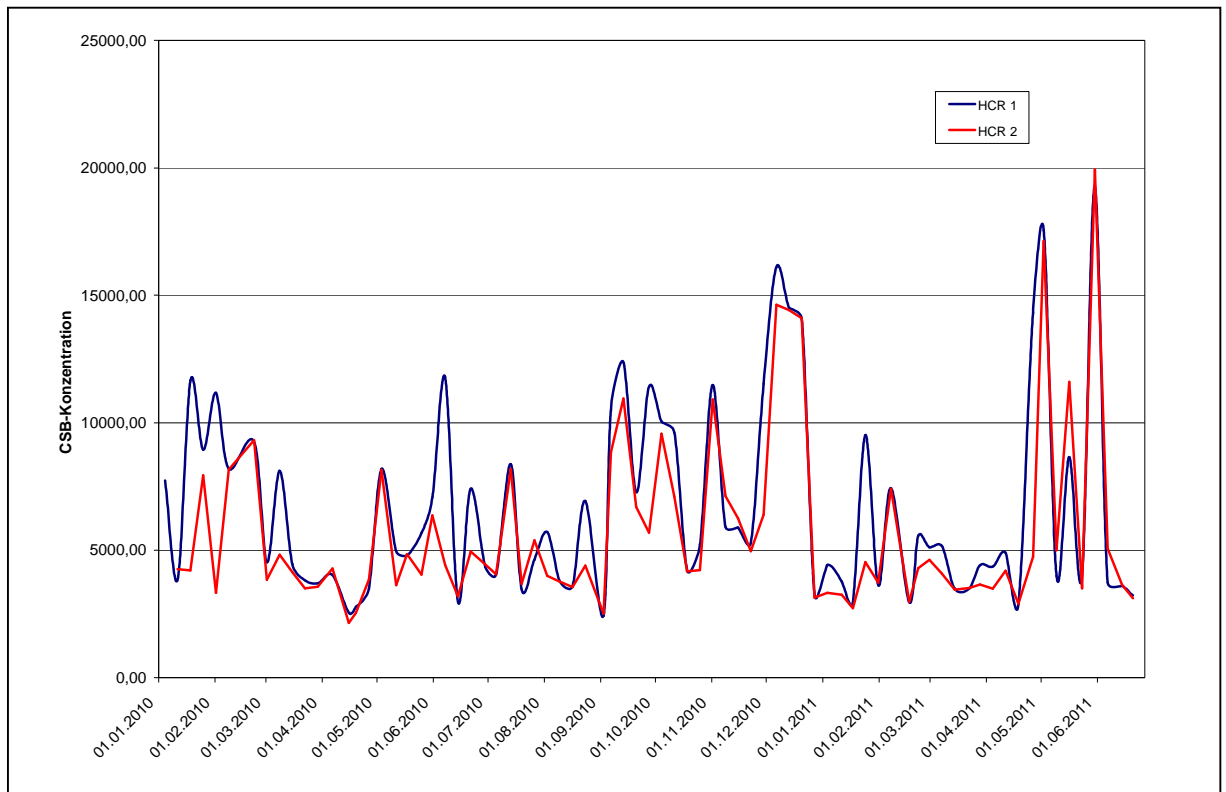


Abb. 8: CSB-Abbau im HCR 2 und 3

Empfehlung

Vorgeschlagen wird, den HCR 1 in der heutigen Funktionsweise stillzulegen, den Behälter nach Umbau aber weiterhin zu nutzen oder durch einen recht einfachen Behälter mit gleichem Volumen, aber ausgestattet mit einer Druckbelüftung, auszutauschen.

Für den Fall, dass die Sauerstoffatmung der Bakterien so gering ist, dass eine Sauerstoffkonzentration $> 2,0$ mg/l im Becken vorherrscht, sollte diese abgestellt werden. Zur dann erforderlichen Umwälzung sollte ein kleines Rührwerk (z.B. 0,5 kW) installiert werden.

Mit der Belüftung kann eine Schaumbildung verbunden sein, die mit geeigneten Maßnahmen bekämpft werden muss. Reicht eine „einfache“ Bedüsung mit z.B. Brauchwasser nicht aus, so sollte (wie bereits schon heute) Entschäumer zugegeben werden.

Anlagentechnische Anpassung der Sickerwasseraufbereitungsanlage

Die Antriebsleistung der Kreislauf-Reaktorpumpe, die heute mit 1,1 bis 1,6 bar das Abwasser zur Sauerstoffbegasung durch eine Düse drückt, weist einen Stromverbrauch von etwa 16 kW/h auf. Diese sehr ineffektive Belüftung sollte durch ein energiesparendes Verfahren - bestehend aus:

- Gebläse (rd. 2,0 kW)
- Belüftung im Gummi-Membranbelüfter auf der Beckensohle
- Ggf. kleines Rührwerk

ausgetauscht werden. Die bestehenden Reaktoren können voraussichtlich weitgehend beibehalten werden, lediglich die Kreislaufpumpe, die HCR-Düse, das im Reaktor innenliegende Leitrohr sowie die zugehörigen Armaturen und Rohrleitungen müssten rückgebaut werden. Auf der ebenen Beckensohle können für eine feinblasige Belüftung z.B. 6 Stück handelsübliche Tellerbelüfter (Ø 30 cm) installiert werden.

Die jährlichen Einsparungen, die sich hieraus ergeben, betragen - bei einem spezifischen Strompreis von 0,18 €/kWh - etwa:

$$(15 - 2) \cdot 0,18 \cdot 3.760 \approx 18.500 \text{ €/a}$$

Die Investitionen für Gebläse, Belüftungssystem und E-/MSR-Technik betragen rd. 20.000,00 €, deren Amortisation in etwa 1,2 Jahren gegeben wäre.



Abb. 9: Beispiel Tellerbelüfter

3.4 HCR-Reaktoren 2 und 3

In der sogenannten 3. Reinigungsstufe wird der Ablauf aus der Denitrifikation und den FBR 2 und 3 zusammengeführt und hier gemeinsam weiterbehandelt. Im Abwasser noch enthaltener Rest-CSB wird hier weiter eliminiert, bevor der biologisch weitgehend gereinigte Abwasserstrom zur Abtrennung aller noch enthaltenen Feststoffe in die Ultrafiltrationsanlage eingeleitet wird.

Ein Abbau organischer Inhaltsstoffe ist in den nacheinander durchflossenen HCR-Reaktoren auch hier kaum oder nicht mehr erkennbar. Empfohlen wird, auch die HCR-Reaktoren 2 und 3 - wie bereits der HCR 1 - verfahrenstechnisch umzubauen. Die energieintensive Rezirkulation mit Eindüsung von Sauerstoff entfällt auch hier und wird durch eine fein- bis mittelblasige Druckbelüftung ersetzt.

Die Umrüstung wird mit erheblichen Energieeinsparungen verbunden sein, die - wie im vorhergehenden Abschnitt bereits gezeigt - sich in nur einem Jahr amortisieren wird. Gegebenenfalls kann die Einsparung noch gravierender ausfallen, wenn die Gebläse zeitweise ganz abgeschaltet werden können.

3.4 Ultrafiltrationsstufe

Die Ultrafiltration dient zur Aufkonzentrierung der Biomasse in den Reaktoren HCR 2 und 3 bei gleichzeitiger Gewinnung eines feststofffreien Ablaufes aus der biologischen Stufe zur weiteren Behandlung in der abschließenden Aktivkohlestufe. Sie ersetzt die üblicherweise installierten Nachklärbecken.

Hinsichtlich der Belastungsverhältnisse in der biologischen Stufe könnte die Ultrafiltration möglicherweise stillgelegt werden. So ist die im Vergleich

Anlagentechnische Anpassung der Sickerwasseraufbereitungsanlage

zur üblichen Nachklärung erheblich höhere Aufkonzentrierung des belebten Schlammes in den Belebungsbecken aus reaktionskritischer Betrachtung nicht unbedingt notwendig, da die Schmutzfrachten und damit die erforderlichen Umsatzraten heute recht gering sind. Jedoch erfordert die anschließende AK-Stufe einen strikt schwebstofffreien Zulauf, um die Poren der Aktivkohle nicht oberflächlich zu verschließen. Eine Stilllegung der Ultrafiltration ist somit derzeit nicht möglich.

Ein vorrangiges Problem von Ultrafiltrationsanlagen ist, wie auch im hier vorliegenden Fall, die Verblockung der Membrane. Die Durchsatzleistung (Flux) wird hierdurch drastisch abgesenkt. Es werden von den Herstellern zur Reinigung eine Reihe von Chemikalien angeboten, die auch in Goslar bereits weitgehend eingesetzt und getestet wurden.

Größten Erfolg bietet üblicherweise der Einsatz von Chemikalien auf der Basis von Natriumhypochlorit, die aber - hinsichtlich ihrer Umweltrelevanz - recht bedenklich sind. Die bei der Anwendung entstehenden chlorhaltigen Nebenprodukte stehen unter dem Verdacht, kanzerogen zu sein.

Durch betriebliche Modifikationen hat das Betriebspersonal bereits erhebliche Verbesserungen erzielen können. So konnte der „Flux“ durch Aufbringen eines leichten Gegendrucks auf der Filtratseite eine deutliche Verlängerung der Standzeiten erreichen.

Wir empfehlen, dieses Vorgehen durch eine kurzzeitige Anhebung des pH-Wertes auf z.B. pH = 8,0 bis 8,5 zu ergänzen. Hierzu wird in dem Gesamtkreislauf (HCR 2 und 3 einschl. Vorlagebehälter und UF) Natronlauge zudosiert. Die Dosierung soll schnellstmöglich (innerhalb einer Stunde) vorgenommen werden, jedoch muss auch sichergestellt sein, dass örtliche pH-Wert-Spitzen, die die Biozönose schädigen könnten, durch eine gute Einmischung vermieden werden.

Diese Anhebung des pH-Wertes erfolgt bei intensiver Verblockung zwei- bis dreimal wöchentlich, bei verhaltener Verblockung alle 2 bis 3 Monate.

Anlagentechnische Anpassung der Sickerwasseraufbereitungsanlage

Erfahrungsgemäß kann der Zyklus zwischen den Reinigungsvorgängen auf diese Weise deutlich verlängert werden.

Dieses Vorgehen ist natürlich nur dann ratsam, wenn der Ammoniumgehalt im Milieu gering ist ($\text{NH}_4\text{-N} < 10 \text{ mg/l}$).

Da die Bereitstellung einer größeren Menge Natronlauge aus sicherheitstechnischen, betrieblichen und wirtschaftlichen Gründen problematisch ist, wurde auf einer vergleichbaren Sickerwasseranlage die bestehende technische Ausrüstung um einen PEHD-Lagertank (20 m³) mit:

- Heizung
- Auffangwanne
- Befüll- und Dosierleitungen
- Füllstandsmessung
- Dosierstation

ergänzt. Die Herstellungskosten hierfür betragen - einschl. der NK - rd. 50.000,- € (brutto).

Wird die Anlage nicht eingebaut, so sind zusätzliche Kosten für den Wetter- und Kälteschutz erforderlich.

3.5 Aktivkohleadsorber

Derzeit sind 3 Stück Adsorber mit folgenden technischen Eigenschaften installiert:

Durchmesser rd. 3,2 m

Zylindrische Höhe rd. 3,1 m

Gesamthöhe rd. 6,5 m

Schüttvolumen rd. 20 m³.

Eine Charge Aktivkohle beträgt in der Regel rd. 8 t AK.

Anlagentechnische Anpassung der Sickerwasseraufbereitungsanlage

Die Aktivkohleanlage hat die Aufgabe, den schwerabbaubaren CSB sowie die AOX-Konzentration zu senken. Die bemessungstechnische Vorgabe für einen Betrieb von zwei Adsorbern und einem Adsorber in Stand-by, wurde zwischenzeitlich - zugunsten einer weitergehenden Eliminationsrate bzw. einer verbesserten Beladung der Aktivkohle - aufgegeben.

Die betrieblich erzielte Eliminationsleistung kann gut der Abbildung 2 entnommen werden. Im betrachteten Zeitraum sind Phasen mit einer recht hohen Beladung und einer damit verbundenen guten Eliminationsleistung erkennbar, jedoch sind auch Phasen erkennbar, in denen offensichtlich die Beladung bereits des ersten Adsorbers deutlich gehemmt wird. Im Betrieb der Anlage wird ein vergleichsweise hoher Aktivkohleverbrauch verzeichnet. Die Aktivkohlewechsel sind in der Abbildung jeweils mit Pfeil eingetragen.

Anlagentechnische Anpassung der Sickerwasseraufbereitungsanlage

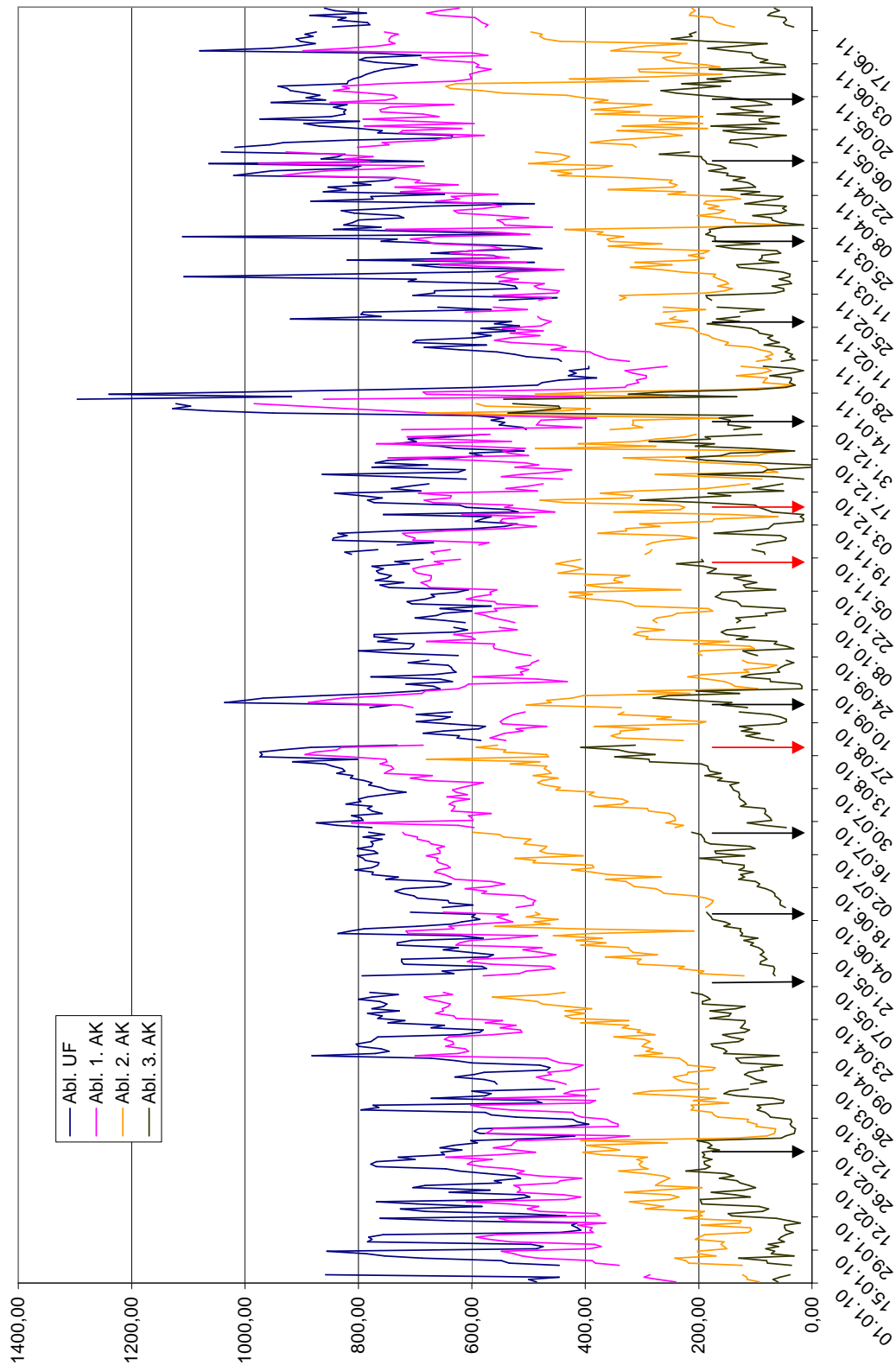


Abb. 10: CSB-Konzentrationen in der AK-Stufe

Anlagentechnische Anpassung der Sickerwasseraufbereitungsanlage

Die Auswertung des Datenmaterials zeigt eine Abhängigkeit zwischen der Eliminationsrate und der Nitritkonzentration im Zulauf zur Aktivkohlestufe. Vermutlich wird die aus der biologischen Stufe durchschlagende Nitritkonzentration als CSB-Gehalt gemessen. Steigt die Nitrit-Konzentration an, so sinkt die Eliminationsrate durch die Aktivkohle unverzüglich. Die Folge ist ein scheinbar drastischer Anstieg der CSB-Konzentration auf zeitweise über 200 mg/l im jeweils letzten Adsorber.

Die Folge dieses Anstiegs kann die Veranlassung eines AK-Wechsels durch das Betriebspersonal sein. Nach dem Wechsel und gleichzeitig wieder sinkenden Nitritkonzentrationen zeigt sich oft, dass die Kapazität noch nicht erschöpft war und der Austausch noch hinausgezögert hätte werden können.

Die Ursache für die schlechte Adsorptionskapazität bei gleichzeitig erhöhten Nitritkonzentrationen ist vielfältiger Art. Mögliche Gründe sind:

- die schlechtere CSB-Elimination bei einer gehemmten biologischen Reinigung
- die Querempfindlichkeit der CSB-Messungen gegenüber Nitrit
- die fortschreitende Denitrifikation in den Adsorbern

Letzteres kann dazu führen, dass die aktive Oberfläche der Aktivkohle so eingeschränkt wird, dass die Adsorptionsleistung gestört wird. Ursache ist die Stickstoff-Gasbildung bei einer gleichzeitig nur unvollständigen Entlüftung des Filterbettes und der Adsorber selbst.

Im betrachteten Zeitraum 2010/11 sind insgesamt rd. 100 t Aktivkohle bei einem Durchsatz von rd. 50.000 m³ Sickerwasser eingesetzt worden. Mit der auf der Anlage eingesetzten Aktivkohle, mit einem spezifischen Preis von 1,25 €/kg, ergeben sich damit Jahreskosten von rd. 90.000,- €.

Anlagentechnische Anpassung der Sickerwasseraufbereitungsanlage

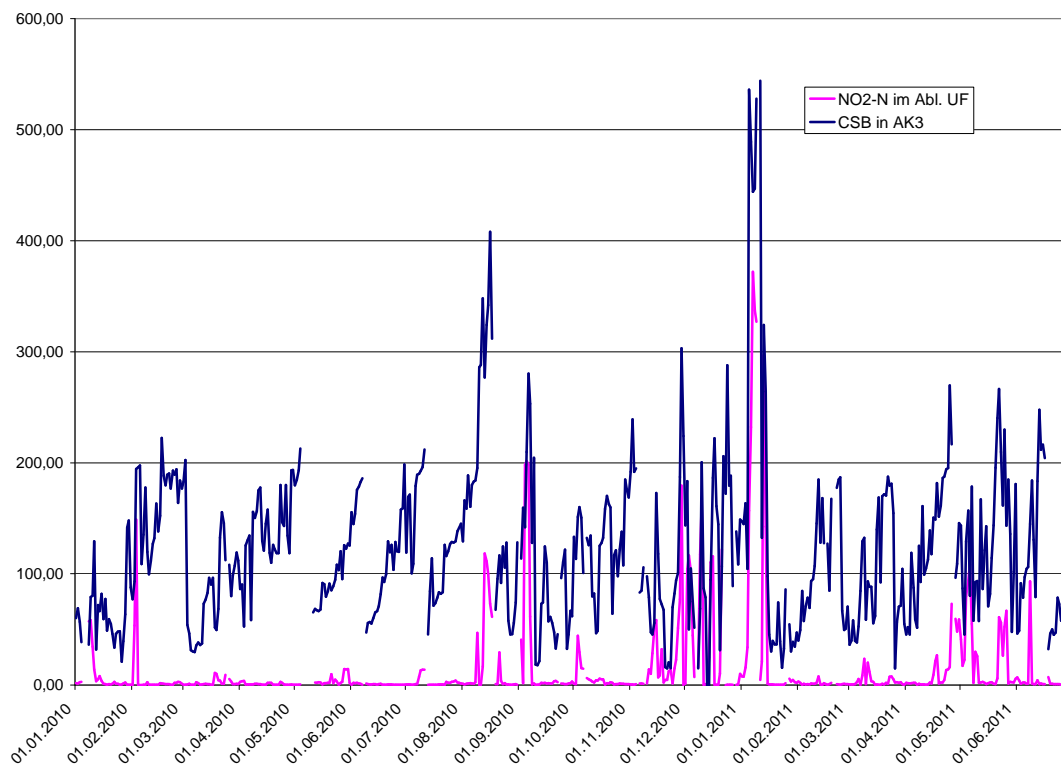


Abb. 11: CSB- und Nitrit-Konzentrationen im AK 3

3.6 Maßnahme zur betrieblichen Optimierung der AK-Stufe

3.6.1 Nitritkonzentrationen

Der vergleichsweise hohe Aktivkohleverbrauch wird offensichtlich hervorgerufen u. a. durch einen oftmals frühzeitigen Wechsel bei erhöhten Nitritkonzentrationen. Um das zu verhindern, sollte eine nur geringe Nitritkonzentration im Ablauf des Nitrifikations- und des Denitrifikationsreaktors eingehalten werden.

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Herkunft des Nitrits aus den einzelnen Stufen. Es zeigt sich, dass das meiste Nitrit in der Denitrifikation entsteht, aber auch der Ablauf aus den Festbettreaktoren sollte nicht vernachlässigt werden.

Anlagentechnische Anpassung der Sickerwasseraufbereitungsanlage

Während die Nitrifikation stark temperaturabhängig ist und somit die Nitritbildung nur im Winter bei Überlastung dieser Stufe auftritt, ist die Nitritbildung in der Denitrifikation eher auf eine nicht ausreichende Essigsäuredosierung zurückzuführen.

Voraussetzung für die Vermeidung einer erhöhten Nitritbildung ist, auch die Ammoniumkonzentration in den Festbettreaktoren möglichst gering, am Besten deutlich unter 10 mg/l zu halten. Denn ein erhöhter Ammoniumgehalt ist in einem volldurchmischten Becken meist immer Vorbote für eine nachfolgende Erhöhung der Nitritkonzentrationen.

Die Überbelastung der Reaktoren lässt sich an der Ammoniumkonzentration am einfachsten überprüfen. Nur bei einer verdichtetet Überprüfung der Ammoniumkonzentration kann die Belastung bei Ansteigen des Messwertes unverzüglich reduziert oder gestoppt werden. Dieses Vorgehen stellt auf vergleichbaren Anlagen die Ammonium- und Nitritkonzentrationen auf sehr geringem Niveau (< 5 mg/l) sicher.

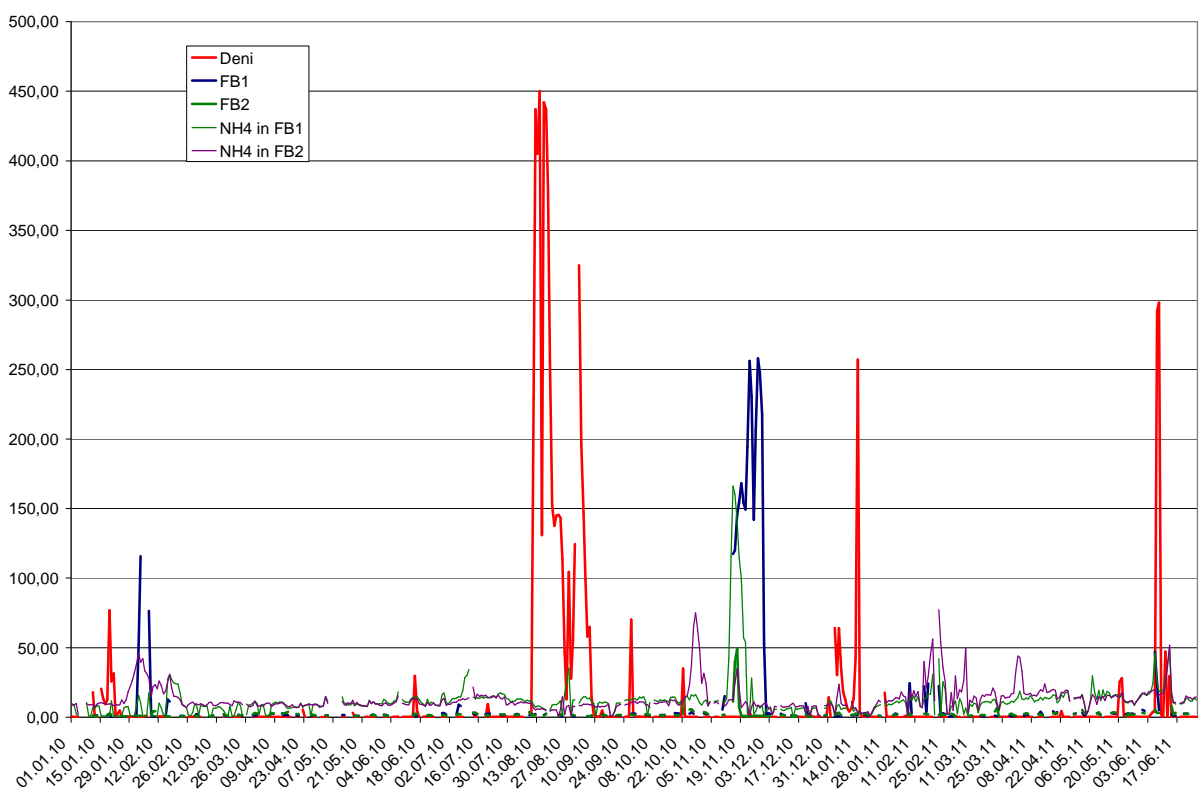


Abb. 12: Nitrit- und Ammonium im Ablauf der Nitrifikationsbehälter sowie Nitrit im Ablauf der Denitrifikation

Empfehlung

Hohe Nitritkonzentrationen im Zulauf der AK-Stufe sollten unbedingt vermieden werden. Die Adsorptionskapazität wird hierdurch stark gehemmt. Ein (zu) früher Austausch der Aktivkohle ist die Folge.

Herkunft erhöhter Nitritkonzentrationen ist die Nitrifikations- und auch die Denitrifikationsstufe. Es sollten u. a. geeignete Messungen installiert werden, mit deren Hilfe eine Erhöhung der Ammonium- und Nitritkonzentrationen effektiv vermieden werden können. So ist der Zufluss bei einer Überbelastung, d. h. erhöhte Messwerte im Reaktor, unverzüglich zu drosseln.

Als Messort sind grundsätzlich die Reaktoren selbst zu empfehlen, jedoch scheint sich hier aufgrund der typischen Färbung des Sickerwassers keine auf dem Markt erhältliche geeignete Probenaufbereitung und Messung bewährt zu haben. Bleibt z.B. der Ablauf der Ultrafiltrationsstufe. Hier kann auf die Probenaufbereitung verzichtet werden.

3.6.2 Einspülwasser

Ist die Adsorptionskapazität der Aktivkohle erschöpft, so ist ein Wechsel erforderlich. Um die Aktivkohle optimal ausnutzen zu können, muss die neue Aktivkohle jeweils vor der eigentlichen Erstbelastung vollständig benetzt werden.

Zur Verkürzung der Zeitdauer für den Wechsel wird heute gereinigtes Abwasser genutzt, das in großer Menge kurzfristig eingespült werden kann. Nachteil dieses Vorgehens ist, dass die Kohle bereits beim Einspülen mit im Abwasser befindlichen Elektrolyten und Keimen irreversibel belegt wird. Die Anfangsbeladung der Kohle kann damit schon rd. 5 - 10 % und darüber betragen. Diese Kapazität steht dann für den anschließenden Abwasserreinigungsbetrieb nicht mehr zur Verfügung.

Anlagentechnische Anpassung der Sickerwasseraufbereitungsanlage

Diese Erst-Benetzung sollte also, um den anschließenden Transport der Schmutzstoffe in die Poren zu begünstigen, mit Wasser ohne organische Belastung erfolgen. Empfohlen wird die Nutzung von Trink- oder Brunnenwasser.

Durch konsequente Einspülung mit Wasser ohne organische Belastung) kann die Beladungskapazität der Aktivkohle voll genutzt werden. Gemäß Angaben eines Aktivkohlelieferanten kann die Beladungskapazität im Bereich von rd. 5 - 10 % erhöht und dementsprechend Aktivkohle eingespart werden, wenn Trinkwasser zur Einspülung genutzt wird. Bei derzeit jährlichen Kosten für die Aktivkohle von rd. 90.000,- € und einer erhöhten Beladung von 5% beträgt das Einsparpotential damit rd. 5.000,- €/a.

Empfehlung

Die für die rasche Einspülung erforderliche Wassermenge beträgt rd. 20 m³. Diese Menge muss in kurzer Zeit (etwa 15 Min.) verfügbar sein. Eine derartig große Entnahmemenge aus dem Trinkwassernetz steht nicht zur Verfügung, so dass hier ein Trinkwasserspeicher mit einem Volumen von rd. 30 m³ vorzuhalten wäre.

Alternativ zum Trinkwasser kann auch Brunnenwasser zur Einspülung genutzt werden. Zu prüfen wäre hier, ob die kurzzeitige GW-Entnahme möglich und genehmigt ist. Denkbar wäre, die vorhandene Brunnenpumpe durch eine leistungsstärkere Pumpe für rd. 100 m³/h zu ersetzen.

Je nach möglicher Förderleistung kann der Vorlagespeicher dann verkleinert oder ganz entfallen.

Der Trinkwasserbehälter sollte frostsicher sein. Eine Einhausung wird empfohlen. Ggf. kann ein vorhandener Speicher auf der Anlage umgenutzt werden.

Anlagentechnische Anpassung der Sickerwasseraufbereitungsanlage

3.6.3 Erweiterung der Anlage um einen Adsorber/Aktivkohlewechsel

Ist die Aktivkohle ausreichend beladen, so wird ein Austausch durch das Betriebspersonal veranlasst. Es vergehen etwa 4 Werktage von der Veranlassung beim Lieferanten bis zur Anlieferung.

Der Wechsel der Aktivkohle erfolgt mit Tankwagen. Dabei wird derzeit die verbrauchte Aktivkohle zunächst mit Druckluft ausgespült und in den Tankwagen verladen. Anschließend wird die verbrauchte Aktivkohle abgefahren und frische Aktivkohle angeliefert, ausgespült und in Betrieb genommen. Für die Einspülung der Aktivkohle werden derzeit rd. 6 - 8 Stunden benötigt. Der Zulauf in die Aktivkohlestufe sollte während dieser Zeit abgestellt werden, da dann nur noch 2 von 3 Adsorbern zur Verfügung stehen.

Der derzeitige Aktivkohlewechsel muss heute teilweise früher als notwendig durchgeführt werden, da die Vorlaufzeit für den Wechsel - z.B. vor einem Wochenende - bis zu 3 Tage betragen kann. Dabei muss die Aktivkohle betriebsbedingt „zu früh“, unterhalb von einer Konzentration von 200 mg/l CSB gewechselt werden.

Die genannten Nachteile können relativiert werden, wenn die Anzahl der verfügbaren Adsorber auf z. B. 4 Stück erhöht wird. Folgende betriebliche Vorteile sind mit dieser Erweiterung u.a. verbunden:

- Eine sinnvolle Verschaltung der Adsorber ermöglicht bei Betrieb von 4 Adsorbern eine höhere Beladung der Aktivkohle bei gleichzeitig sicherem Einhalten der Ablauf-Grenzwerte.
- Schwankungen der Sickerwasserqualität können besser ausgeglichen werden. Einfachere Annäherung an den Grenzwert.
- Bei einem Aktivkohlewechsel kann die Anlage mit 3 Adsorbern weiterbetrieben werden.
- Der Austausch der Aktivkohle kann bedarfsgerechter erfolgen.
- Organisatorischen Engpässe beim Zu- und Abtransport entfallen, wenn der 4. Adsorber in Stand-by gehalten wird.

Anlagentechnische Anpassung der Sickerwasseraufbereitungsanlage

Empfehlung

Die Integration eines 4. Adsorbers bietet neben einem bedarfsgerechteren Austausch der Aktivkohle noch weitere betriebliche Vorteile, die insgesamt zu einer Kosteneinsparung führen können. Soweit die Investition für einen neuen Adsorber vermieden werden soll, bietet sich die Bereitstellung eines Behälters auf Mietbasis an. Die Miete beträgt rd. 1200,- €/Monat, also etwa 28.000,- €/a. Ob sich die Miete oder eine Investition für einen neuen Behälter rentiert sollte nach einer Betriebszeit von etwa 4 bis 6 Monaten erkennbar sein.

Zusätzlich sollte geprüft werden, inwieweit mit dem Lieferanten der Aktivkohle eine Verkürzung der Vorlaufzeit für den Aktivkohlewechsel auf z. B. 48 h nach Anforderung möglich ist.

3.7 Bautechnische Bewertung der Aktivkohleanlage

In bautechnischer Hinsicht weist im die Aktivkohleanlage die altersgerechten Verschleißspuren auf. Als Sanierungsbedürftig zeigt sich die Auffangwanne im Aktivkohle-Filtergebäude sowie der Abfüllplatz vor dem Gebäude.

Auffangwanne

Zustandsbewertung:

Die Auffangwanne wurde gemeinsam mit dem Betriebspersonal begangen, wobei ausreichende Beleuchtung für alle Bereich vorgehalten wurde. Die Wände und die Sohle wurden stichprobenhaft abgeklopft und besichtigt, insbesondere die Bereiche, in denen sich Risse zeigten.

An den Wänden sind großflächig Risse und Ablösungen vorhanden, wobei die Beschichtung an dem mehrere Millimeter starken Feinputz fest anhaftet. Auf der Sohle ist ein ähnliches Schadensbild vorhanden, jedoch nicht so stark ausgeprägt. Offensichtlich ist keine ausreichende Haftung des Feinputzes, der als Egalisierung vor Aufbringen einer Beschichtung immer notwendig ist auf den Beton vorhanden. Dies kann an der mangelhaften Untergrundvorbehandlung mit Grundierung liegen.

Anlagentechnische Anpassung der Sickerwasseraufbereitungsanlage

Der unter der Beschichtung und Feinputz befindliche Stahlbeton ist an den freigelegten Stellen von guter Qualität. Die genaue Spezifikation des Beton konnte aufgrund der Bestandsunterlagen bislang noch nicht genau bestimmt werden, es wird sich aber um einen wasserundurchlässigen Beton handeln, da dieser bei allen anderen Bauvorhaben ebenfalls verwendet wurde.

Aktuelle Gefährdungsurteilung:

Zweck der Auffangwanne ist zunächst bei einer Leckage des Endkontrollbehälters ausreichendes Volumen zur Verfügung zu stellen. Diese Funktion ist auch ohne eine funktionsfähige Beschichtung jederzeit gewährleistet. Zum einen befindet sich eine Höhenstandsmessung und eine Überflutungsmessung im Pumpensumpf, die sofort eine Leckage anzeigen. Das gereinigte Sickerwasser kann durch den wasserundurchlässigen Beton nicht entweichen.

Zum anderen führt das Betriebspersonal tägliche Kontrollgänge zur Überprüfung durch, die Leckagen sicher erfassen würden, so dass Gegenmaßnahmen rechtzeitig getroffen werden können.

Weiterhin fließen Regenwasser und ggf. Leckagewasser in die Auffangwanne. Aufgrund der Größe des Pumpensumpfes mit Entwässerungspumpe werden diese aber umgehend weg gefördert, somit entsteht kaum Kontakt zur Sohle und zu den Wänden der Wanne. Daher besteht auch keine Gefahr, dass Medien entweichen können.

Eine Sanierung der Auffangwanne ist notwendig, kann aber aus unserer Sicht verschoben werden und mit anderen Maßnahmen in den folgenden Jahren kombiniert werden.

Anlagentechnische Anpassung der Sickerwasseraufbereitungsanlage

Sanierungsmöglichkeiten:

Eine Form der Sanierung ist das Entfernen der Beschichtung einschl. Feinputz. Anschließend müssen die Betonflächen gestrahlt, egalisiert, grundiert und beschichtet werden.

Der Lagertank und die vielen Installationen im Gebäude können jedoch nicht entfernt werden. Ein Schutz beim Strahlen ist hier kaum möglich und damit unwirtschaftlich und wird von uns nicht empfohlen.

Eine zweite Möglichkeit ist die Auskleidung der Auffangwanne mit PE- oder GfK-Platten. Vorab müssten die losen Teile der Beschichtung und des Putz entfernt werden. Die Platten werden im Stahlbeton rückverankert und an den Nahtstellen verbunden. Dies geschieht entweder durch Verschweißen (PE) oder laminieren (GfK). Der Endkontrollbehälter müsste angehoben, um darunter auf den Streifenfundamenten ebenfalls Platten einbauen zu können.

Die Beschichtung ist zur Aufnahme des Volumens im Endkontrollbehälters bis zu einer Höhe von 1,50 m erforderlich. An der Wand würde eine Kapp- leiste den Abschluss bilden. Es wäre dann eine Wanne in der Wanne vorhanden und eine sichere und dauerhafte Abdichtung vorhanden.

Abfüll- und Verladeplatz

Die Oberfläche des Abfüllplatzes vor dem Aktivkohlegebäude ist ebenfalls sanierungsbedürftig. Die Dichtigkeit der Oberfläche kann so nicht gewährleistet werden. Ohne genaue Kenntnisse von der Betonqualität zu besitzen, wäre eine Sanierung der Betonplatte denkbar, indem die Oberfläche abgefräst wird und eine neue Beschichtung auf der Basis von Gussasphalt gem. den Anforderungen des WHG aufgebracht wird.

Hauptproblem des Abfüllplatzes ist aber das nicht vorhandene Gefälle in die Richtung des Straßeneinlaufes. Bei der Annahme des Sickerwassers besteht die Gefahr, dass Sickerwasser aufgrund des Gefälles in den benachbarten Graben läuft.

Anlagentechnische Anpassung der Sickerwasseraufbereitungsanlage

Der Abfüllplatz sollte zur Herstellung eines definierten Gefälles sowie zur Schaffung eines erforderlichen Auffangvolumens vollständig erneuert werden. Die vorhandene Betonplatte müsste dafür abgebrochen und durch eine neue Fläche nach WHG ersetzt werden.

Vorgeschlagen wird beispielsweise, die Fläche vergleichsweise kostengünstig auf der Basis von Gussasphalt herzustellen. Der Aufbau kann z. B. aus einer Schottertragschicht, 2 x 8 cm Asphalttragschicht, Versiegelung mit einer Asphaltmatrix, 2 x 3 cm Gussasphaltschicht als Dichtschicht und einer Verschleißschicht hergestellt werden. Die Oberfläche wird zur Erhöhung des Verschleißwiderstandes mit Splitt abgestreut. Das Gefälle wird so ausgeführt, dass ein bestimmtes Volumen auf der Platte zwischengespeichert werden kann, bevor es z. B. in die Kläranlagezulauf eingeleitet wird. Die Anforderungen an den Abfüllplatz und die Einbindung in die vorhandene Anlage müssen im Einzelnen vor der Planung noch näher abgestimmt und festgelegt werden.

3.8 Elektrotechnische Ausrüstung

Die Sickerwasseranlage ist hinsichtlich der Automatisierungstechnik, der Mess-, Steuer- und Regeltechnik nicht mehr auf dem neuesten Stand. Insbesondere die zentrale speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) ist noch Fabrikat Siemens S5, die schon seit etlichen Jahren durch die 1994 auf den Markt eingeführten Siemens Simatic S7 abgelöst wurde. Derzeit sind kaum noch Ersatzteile für die S5 auf dem Markt erhältlich, so dass im Falle eines Ausfalls der Anlage eine kurzfristige Reparatur u. U. nicht mehr möglich sein wird. Die Betriebssicherheit kann hierdurch insgesamt beeinträchtigt werden.

Eine Kompatibilität zu modernen Techniken ist nicht mehr gegeben, so dass diese Technik auf der Mehrzahl der Kläranlagen zwischenzeitlich durch die aktuelle Version S7 ausgetauscht werden musste. Die Betriebsüberwachung erfordert eine dem Stand der Technik entsprechende Prozessüberwachungs- und Archivierungssystem, Steuer- und Regeltechnik

Anlagentechnische Anpassung der Sickerwasseraufbereitungsanlage

sowie einer Anlage zur Alarmierung des Betriebspersonals bei Ausfällen und Störungen. Das Alarmsystem sollte nicht nur Sammelmeldungen für bestimmte Betriebsbereiche umfassen, sondern auch eine Einschätzung der Relevanz einer Störung ermöglichen. Die Fernüberwachung sollte wichtige Anlagenteile differenziert überwachen.

Ein funktioneller Zugriff auf die Anlagensteuerung sollte über die Fernüberwachung ermöglicht werden. Dies ist im hier vorliegenden Fall zu erwähnen, da bei bestimmte Alarmierungen auf eine örtliche Präsenz verzichtet werden kann, indem die Gesamtanlage ggf. auch über das Fernwirkssystem ausgeschaltet werden könnte.

4. **Kostenbetrachtung**

Die nachfolgenden Kostenschätzungen umfassen die zu erwartenden Herstellungskosten für die empfohlenen Maßnahmen. Es ist zur Zeit allerdings schwer abzuschätzen, wie sich aufgrund der allgemeinen wirtschaftlichen Situation die Preise in der nächsten Zeit entwickeln werden. Dies betrifft insbesondere die Preise für Rohstoffe und für Energie. Hier sind im Falle anziehenden Bedarfes auf dem Weltmarkt Preissteigerungen zu erwarten.

Die genannte Kosten sind Schätzkosten, die auf der Grundlage von in den letzten Jahren realisierten Projekten ermittelt wurden.

	Netto-Herstellungskosten
<u>Erweiterung AK-Anlage</u>	
- Aktivkohleadsorber	40.000,00 €
- Anschluss an vorh. Anlage (Rohrleitung Armaturen)	22.000,00 €
- Elektrotechnik	6.000,00 €
	<hr/> 68.000,00 €

Anlagentechnische Anpassung der Sickerwasseraufbereitungsanlage

Speicherung von Brauchwasser zur Einspülung der Aktivkohle

- Brauchwasserspeicher	10.000,00 €
- Leitungen/Pumpe	7.500,00 €
- E/MSR-Technik	2.500,00 €
- Aufstiegsleiter/Podest	6.500,00 €
<hr/>	
	26.500,00 €

Einhausung von Aktivkohle- und Brauchwasserspeicher

Stahlhalle mit Stahltrapezfassade und -dach (B x T x H \approx 5 x 7 x 4 m)

- Baustelleneinrichtung, techn. Bearbeitung, Statik	9.000,00 €
- Erdarbeiten 40 m ²	2.000,00 €
- Stahlbetonbauarbeiten (Fundamente)	10.000,00 €
- Oberflächenarbeiten	5.000,00 €
- Nebenarbeiten (Grundleitungen, Stundenarbeiten etc.)	4.000,00 €
- Beschichtungsarbeiten (Sohle, Wandabschnitte)	2.400,00 €
<hr/>	
	32.000,00 €

NaOH-Speichertank (Innenaufstellung)

- Lagertank 20 m ³	21.000,00 €
- Auffangwanne	5.000,00 €
- Heizung	2.000,00 €
- E-/MSR-Technik	6.000,00 €
- Dosierstation	4.500 00 €
- Befüll- und Dosierleitung	3.150,00 €
<hr/>	
	33.000,00 €

zzgl. Wetter- und Kälteschutz bei Außenaufstellung.

Anlagentechnische Anpassung der Sickerwasseraufbereitungsanlage

Umbau eines HCR-Reaktors:

- Rückbau von Rezirkulationspumpe, Verdüsung, Leitrohr, Rohrleitungen, Armaturen	4.000,00 €
- Gebläse	6.000,00 €
- Belüftung einschl. Luftleitungen und Regelarmaturen	2.500,00 €
- E-/MSR-Technik	6.000,00 €
- Entschäumervorrichtung	1.500,00 €
<hr/>	
	20.000,00 €

Die genannten Kosten sind Netto-Herstellungskosten. Sie verstehen sich zzgl. der Honorare für Planung und Gutachten (rd. 18 %) sowie der Mehrwertsteuer (19 %)

5. Zukünftige Entwicklung der Sickerwasserbehandlung

Über die Entwicklung der anfallenden Sickerwassermenge und ihrer Zusammensetzung können derzeit noch keine eindeutigen Aussagen getroffen werden. Es werden derzeit etliche Forschungsvorhaben durchgeführt mit dem Ziel, dieser Entwicklung besser einschätzen zu können.

Wesentlichen Einfluss auf die Sickerwasserbeschaffenheit hat die Art der Maßnahmen, die nach Stilllegung der Deponien durchgeführt werden. Zur Entscheidungsfindung über die erforderlichen und notwendigen technischen Maßnahmen für eine Stilllegung gem. Dep. Verordnung sind eingehende Bewertungen vorzunehmen, die nicht Inhalt dieser Studie sein können.

Neben einer temporären oder endgültigen Abdeckung der Deponiekörper können weitere darüber hinausgehende flankierende Maßnahmen durchgeführt werden, die vornehmlich die Beschleunigung der chemisch/biologische Stabilisierung des Deponiekörpers zum Ziel haben. U.a. kann auch eine aktive Befeuchtung/Bewässerung zur Optimierung des Wassergehaltes oder eine Belüftung der Deponiekörpers erfolgen.

Wird nach Abdeckung der Deponie keine Infiltration vorgenommen, so erfolgt erfahrungsgemäß zu Beginn bei sinkender Sickerwassermenge ein Anstieg der Konzentrationen. Mittelfristig erfolgt jedoch eine Austrocknung des Deponiekörpers, wodurch die biologischen Abbauprozesse zum Erliegen kommen. Dies hat zwar einen deutlich verminderten Sickerwasseranfall zur Folge; die angestrebten Inertisierungsvorgänge wären aber langfristig nicht zu erreichen. Mobilisierungs- und Abbauprozesse können jederzeit wieder aktiviert werden, sobald wieder Wasser in den Deponiekörper eindringt. Dies impliziert, dass in diesem Fall die Abdichtungsmaßnahmen dauerhaft über einen langen Zeitraum ggf. Jahrhunderte - kontrolliert und intakt bleiben müssen.

Anlagentechnische Anpassung der Sickerwasseraufbereitungsanlage

Solange, wie die einzuleitende Sickerwasserkonzentration über den im Anhang 51 der AbwV geregelten Werten für die Direkteinleitung liegen, ist das Sickerwasser dem Stand der Technik entsprechend zu behandeln. Auch ist die volle Funktionsfähigkeit des gesamten Entwässerungssystems im Deponiekörper aufrecht zu erhalten, bis die Deponie aus der Nachsorge entlassen werden kann.

Die Sickerwasserbehandlung ist mindestens 5 bis 10 Jahre nach Fertigstellung des gesamten Oberflächenabdichtungssystems erforderlich. Die Menge reduziert sich in dieser Zeit von 30 % auf etwa 3% der Niederschlagsmenge. Danach ist - aufgrund der dann nur noch geringen Mengen - eine Fremdentorgung oder eine Zusammenlegung mehrerer Deponiestandorte denkbar. Erfolgt eine in situ Stabilisierung, so ist mit einem Abklingen der Konzentrationen zu rechnen, womit nach etwa 10 bis 15 Jahren eine Indirekteinleitung ohne Vorbehandlung denkbar wird. Eine Abwasser- und Umweltüberwachung ist auf jeden Fall auch in den nächsten 30 - 50 Jahren nach Stilllegung der Deponien erforderlich.

Aufgrund des zu erwartenden, deutlichen Rückgangs der Sickerwassermengen, wird insgesamt empfohlen, die Instandsetzung der Sickerwasserbehandlungsanlage auf die wesentlichen Funktionen zu begrenzen. Während die Reinigungsfunktion sichergestellt werden muss, ist die hydraulische Kapazität nachrangig, soweit keine zusätzlichen Sickerwässer aus anderen Deponien angenommen werden.

6. Ergebnis

Der Betrieb der Sickerwasserkläranlage zeigt, dass die hydraulische Kapazität von rd. 90.000 m³/a bei weitem nicht erreicht wird. Derzeit wird eine jährliche Menge von rd. 30.000 m³ gereinigt, wodurch insbesondere nach ergiebigen Niederschlagsereignissen ein ungewollter Einstau in die Deponiekörper verbunden ist. Aufgrund der geplanten wasserundurchlässigen Abdeckung sämtlicher Deponiekörper ist mittelfristig jedoch mit einer abnehmenden Deponiesickerwassermenge zu rechnen, so dass in hydraulischer Hinsicht keine Erweiterung empfohlen werden kann. Die Konzentrationen der Sickerwässer werden dagegen bis zu 5 Jahren nach Abdichtung der Deponien tendenziell eher ansteigen, womit die Reinigungskapazität in diesen Jahren noch aufrecht erhalten werden muss.

Somit wird sich die von der Sickerwasserreinigungsanlage zu reinigenden Fracht vorerst nicht grundlegend verändern. Fokus zukünftiger Maßnahmen sollte somit nicht die hydraulische Erweiterung sondern die Erhöhung der Reinigungsleistung, der Wirtschaftlichkeit und insbesondere der Betriebssicherheit sein.

Die Sickerwasserreinigungsanlage umfasst im Wesentlichen die Stufen:

- Festbettreaktoren (FBR 1 und 2)
- Denitrifikation einschl. HCR 1 und ZKB
- Belüftete Stufe (HCR 2 und 3)
- Ultrafiltration (UF)
- Aktivkohlestufe

Der Betrieb ist aufgrund der genannten hochspezialisierten Anlagenteile kompliziert und bedarf eines sehr aufmerksamen Betriebspersonals. Aufgrund der grundsätzlich hohen Stoffkonzentrationen - vorrangig der Stickstoffkonzentrationen - besteht die Gefahr, dass örtlich Konzentrationsspitzen auftreten, welche die Bakterien hemmen können. Sind z.B. die Konzentrationen für Salpetrige Säure oder Ammoniak im Milieu erhöht, kann es zum vollständigen Stillstand der Umsetzungsprozesse kommen. Zur Ver-

Anlagentechnische Anpassung der Sickerwasseraufbereitungsanlage

hinderung dieser Hemmung ist neben der allgemein betrieblichen Überwachung eine ausreichende Messdichte in allen Anlagenteilen erforderlich. In den relevanten Anlagenteilen sollte eine kontinuierliche Überwachung des pH-Wertes sowie der Ammonium- und Nitritkonzentration erfolgen.

Zur Einsparung von Energie, zur Vereinfachung des Betriebes und zur Erhöhung der Betriebssicherheit werden u.a. folgende Empfehlungen gegeben:

Priorität 1:

Modernisierung der E-/MSR-Technik:

Die nicht mehr lieferbare Simatic S5 sollte zur Aufrechterhaltung der erforderlichen Betriebssicherheit durch die derzeit aktuelle Simatic S7 ausgetauscht werden. Ersatzteile für die S5 sind auf dem Markt nur noch vereinzelt erhältlich oder können teilweise gar nicht mehr beschafft werden.

Relevante örtliche Messungen (Füllstände, Laufüberwachungen, Mengemessungen, pH-Messungen etc.) sollten sämtlich an das Prozessleitsystem übertragen und über ein Fernwirk- und Alarmierungssystem an das überwachende Personal übermittelt werden.

Kosten:

Erneuerung SPS einschl. Aktualisierung des PLS und Fernwirkssystem
ohne Messtechnik: rd. 80.000,- €
Aktualisierung Messtechnik: rd. 12.000,- €

Optimierung der Betriebsüberwachung der Essigsäuredosierung

Die Denitrifikation erfordert eine exakt den Erfordernissen entsprechende Essigsäuredosierung. Über- und Unterdosierungen sind zu vermeiden.

Erforderlich sind:

- Eine Regelung und Überwachung der Essigsäure-Dosiermenge,
- Eine kontinuierliche pH-Wert Überwachung sowie
- eine Dosierung von Natronlauge bei zu geringem pH-Wert

Anlagentechnische Anpassung der Sickerwasseraufbereitungsanlage

Die Mengenüberwachung wurde bereits installiert, jedoch noch nicht mit dem PLS verknüpft. Dies sollte im Zuge der Erneuerung der E-/MSR-Technik erfolgen.

Sukzessiver Umbau der HCR-Reaktoren

Stilllegung der energieintensiven Rezirkulation, Rückbau der HCR-Technik, Installation einer Druckbelüftung

Die Änderung der Verfahrenstechnik an dieser Stelle ist insbesondere aus energetischen Gründen zu empfehlen. So kann, wie oben beschrieben, bis zu 18.500,- €/a je HCR an elektrischer Energie eingespart werden, wenn tatsächlich nur soviel belüftet wird, wie erforderlich ist.

Einsparung: 18.500,- €/a

Die Investitionen für den Umbau eines HCR-Reaktors betragen rd.:

20.000,00 €

Die Maßnahme amortisiert sich damit bereits nach einer Betriebszeit nur etwas über einem Jahr.

Empfohlen wird, die Maßnahmen schrittweise zu realisieren. So sollte z. B. der Umbau der HCR Reaktoren vorzugsweise mit HCR 3 beginnen. Nach Stabilisierung des Betriebes sollte geprüft werden, ob der Betrieb des HCR 2 überhaupt noch erforderlich und sinnvoll ist. Voraussichtlich kann dieser vollständig entfallen, so dass dann nur noch HCR 1 umzurüsten wäre.

Einspülung Aktivkohle

Zur Einspülung der Aktivkohle werden ca. 30 m³ Wasser benötigt. Das heute praktizierte Verfahren, die Einspülung mit gereinigtem Ablauf durchzuführen, führt zu einer Anfangsbeladung der Kohle von bereits 5 bis 10 %, die dann für den Abwasserreinigungsprozess nicht mehr zur Verfügung stehen. Empfohlen wird, zukünftig die Einspülung mit Trinkwasser oder vorzugsweise mit Brunnenwasser vorzunehmen. Auf einen Wasserspei-

Anlagentechnische Anpassung der Sickerwasseraufbereitungsanlage

cher kann ggf. verzichtet werden, wenn die Leistung der Brunnenpumpen auf die erforderliche Leistung von rd. 20 m³/10 min gesteigert werden kann. Soweit die Entnahmemenge von behördlicher Seite nicht nachgewiesen werden kann, bietet sich zum Nachweis der Unbedenklichkeit die Durchführung von Pumpversuchen an.

Kosten fallen voraussichtlich lediglich für eine Installation einer leistungsstärkeren Brunnenpumpe an.

Einsparung: 5 bis 10 % der Aktivkohlekosten entspr. rd. 7.000,- €/a

Invest: Brunnenpumpe

Entgasung Adsorber

Zur verbesserten Entgasung der AK-Behälter sollte in der Behälterdecke ein geeignetes, automatisch angesteuertes Ventil installiert werden.

4. Adsorber

Die Integration eines 4. Adsorbers bietet neben einem bedarfsgerechteren Austausch der Aktivkohle weiterhin den Vorteil einer noch weitergehenden Ausnutzung der Aktivkohle. Empfohlen wird, einen 4. Adsorber vorerst auf Leihbasis in das System zu integrieren, um Erfahrungen zu sammeln. Fa. NORIT bietet z. B. ein mobiles System an, das einen bedarfsorientierten Wechsel des gesamten Behälters einschl. Aktivkohle per LKW berücksichtigt. Eine Bilanz des AK-Verbrauchs wird nach etwa einem halben Jahr Betriebszeit näheren Aufschluss über das Einsparpotential ergeben.

Einsparung: ca. 5% der Aktivkohlekosten entspr. rd. 4.500 €/a

Zzgl. Einsparungen durch bedarfsgerechte Bestellungen ? rd. 20.000,- €/a

Mietkosten: 1.200,- €/Monat entspr. rd. 30.000,- €/a

Belüftung der Festbettreaktoren

Für den Abbau der organischen Substanzen sowie für die Nitrifikation ist ein Sauerstoffgehalt > 2,0 mg/l nicht erforderlich. Derzeit wird deutlich zu hoch belüftet, womit ein entsprechend hoher Energieverbrauch verbunden ist.

Anlagentechnische Anpassung der Sickerwasseraufbereitungsanlage

Die Gebläse weisen eine Anschlussleistung von 30 kW auf. Zwei Gebläse laufen kontinuierlich womit der Stromverbrauch grob mit

$$\text{rd. } 0,7 \times 30 \times 24 = 500 \text{ kWh/d}$$

abgeschätzt werden kann. Dem gegenüber beträgt der tatsächliche Energiebedarf bei einem berechneten Sauerstoffbedarf von rd. 410 kgO₂/d lediglich entsprechend rd. 150 bis 200 kWh/d. Jährlich ergibt sich bei einer bedarfsgerechten Sauerstoffzufuhr eine

$$\text{Einsparung von rd. } (500 - 200) \times 365 \times 0,20 \text{ €/kWh} = 20.000 \text{ , - €/a}$$

$$\text{Invest: rd. } 8.000,- \text{ € für O}_2 \text{ Regelung}$$

Sanierung der Auffangwanne

Die Beschichtung muss erneuert werden. Vorgeschlagen wird, die Wanne mit PE- oder GFK-Platten bis zu einer Wandhöhe von 1,50 m auszustatten. Bei einer Grundfläche von 50 m² ergibt sich eine zu beschichtende Fläche von insgesamt 100 m². Die Kosten für die untereinander verschweißten PEHD-Platten einschl. Übergängen, Erschwernisse wie Pumpensumpf, Rohrdurchgänge, Kappliste, Schutzmaßnahmen, Prüfkosten und Honorare werden mit etwa 250,-€/m² entsprechend rd. 25.000,- abgeschätzt.

Sanierung des Abfüllplatzes

Der Abfüllplatz ist zur Herstellung eines definierten Gefälles vollständig zu erneuern. Für eine genauere Kostenschätzung müssten die Anforderungen exakt definiert werden. Angenommen wird, dass die vorhandene Betonplatte abzurechen und durch eine neue Fläche nach WHG zu ersetzen ist. Die Kosten für eine Abfüllplatz mit einer Größe von rd. 120 m² einschl. Auffangvolumen vom rd. 3 m³, Straßeneinlauf, Rohrleitungen, Armaturen, An- und Einbindung in die bestehende Anlage werden mit rd. 30.000,- € abgeschätzt. Die Oberfläche wird dabei kostengünstig auf Gussasphaltbasis hergestellt.

Priorität 2

Inspektion und Sanierung der Festbettreaktoren

Das Festbettmaterial ist voraussichtlich stark verockert und verschlammt. Nach Entleerung und Inspektion der Behälter ist im ungünstigsten Fall das Festbettmaterial zu erneuern: $2 \times 280 = 560 \text{ m}^3$.

Bei spezifischen Kosten für das Festbettmaterial vom rd. 500 €/m^3 für Material mit einer spezifischen Oberfläche von $500 \text{ m}^2/\text{m}^3$ beträgt der Ersatz rd. $140.000,- \text{ €}$ je Behälter. Hinzu kommen die Kosten für die Entleerung, Inspektion, ggf. Rückbau des vorhandenen Materials, Erneuerung der Belüftung, Entsorgung etc., womit die hier entstehenden Kosten mit

insgesamt rd. $200.000,00 \text{ €}$

je FBR abgeschätzt werden.

Im Hinblick auf die zukünftige Entwicklung insbesondere der verminderten zu behandelnden Sickerwassermenge wird empfohlen, vorerst ein Reaktor zu inspizieren und ggf. zu sanieren. In Verbindung mit der verbesserten Betriebsüberwachung durch eine kontinuierliche Sauerstoff- und pH-Messung sowie –Regelung wird die Reinigungskapazität für die zukünftigen Anforderungen ggf. ausreichend leistungsfähig sein.

Ultrafiltration

Die Ultrafiltrationsanlage ist als Vorreinigung vor der Aktivkohlebehandlung unabdingbar. Eine Verbesserung der Filtrationseigenschaften wurde durch das Betriebspersonal bereits realisiert.

Einsparungen können durch Einsatz eines energiesparenden Motore IE2 oder IE3 für die kontinuierlich laufenden Druckerhöhungspumpe (ZP8 mit $5,5 \text{ kW}$ -Motor) und der Kreislaufpumpe (KP1 mit 45 kW -Motor) erzielt werden. Die energiesparenden Motoren weisen einen um etwa $2,5 \%$ besseren Wirkungsgrad auf als herkömmliche IE1-Motore. Die jährliche Kosteneinsparung beträgt damit rd.:

$$0,025 \times 0,7 \times (5,5+45) \times 8.760 \text{ h/a} \times 0,20 \text{ €/kWh} = 1.548 \text{ , - €/a}$$

Anlagentechnische Anpassung der Sickerwasseraufbereitungsanlage

Die Beschaffungskosten Kosten für die Motoren betragen

rd. $600 + 2.200,- = 2.800,-\text{€}$.

Die Amortisation beträgt damit rd. 2 Jahre.

Im Ergebnis ist festzustellen, dass vorrangig die Maßnahmen durchzuführen sind, die der Betriebssicherheit dienen oder Kosten einsparen und kurzfristig realisierbar sind. Dies wären die Erneuerung der E-/MSR-Technik einschl. der verbesserten Betriebsüberwachung, die Einspülung von Aktivkohle mit Brunnenwasser, die Einbindung eines 4. Adsorbers, die sauerstoffabhängige Regelung der FBR-Belüftung. Sowie der Umbau der HCR-Reaktoren,

Weiterhin wird die Sanierung mindestens eines Festbettreaktors und die Ausrüstung sämtlicher großen Antriebe mit energiesparenden Motoren empfohlen.

In betrieblicher Hinsicht sollte strikt auf die Unterschreitung von erhöhten Ammonium oder Nitritkonzentrationen geachtet werden. Werden toxische Konzentrationen erreicht, so wird empfohlen, unverzüglich Maßnahmen einzuleiten, die einen weiteren Anstieg verhindern (z. B. verdünnen, Korrektur des pH-Wertes oder Zulauf stoppen).

Alle Maßnahmen berücksichtigen die veränderte Abwasserbeschaffenheit des zu reinigenden Sickerwassers. Während die Anlage ursprünglich für die Reinigung eines „jungen“ Sickerwassers mit hohen CSB-Konzentrationen konzipiert wurde, ist heute eine Anpassung an die veränderten Konzentrationen im „alten“ Sickerwasser mit vornehmlich hoher Stickstoffkonzentration erforderlich.

Mit der endgültigen Abdeckung der Deponien wird sich die Sickerwasserbeschaffenheit weiter ändern. So wird voraussichtlich nach 3 bis 5 ein deutlichen Rückgang des Sickerwasseranfalls und – zeitlich verzögert - je

Anlagentechnische Anpassung der Sickerwasseraufbereitungsanlage

nach Stabilisierungstechnik und -fortschritt auch der Konzentrationen einstellen. Nach etwa 10 Jahren könnte die Sickerwasserbehandlung in der heutigen Form aufgrund dann nur noch geringen der Mengen und ggf. deutlich verminderten Konzentrationen entbehrlich werden. Eine Zusammenlegung mehrerer Anlagen wäre denkbar oder unter Einhaltung der Forderungen für Indirekteinleiter könnte ggf. sogar auf eine Vorbehandlung verzichtet werden.

Aufgestellt:

Hannover/Hamburg im April 2012

(Dr.-Ing. Wolfson)

Anlagentechnische Anpassung der Sickerwasseraufbereitungsanlage

ANHANG: Fließbild

