

# Grösste SBR-Anlage der Schweiz

Bau und Betriebserfahrungen

## La plus grande installation SBR de Suisse

Construction et résultats

Depuis le milieu de l'année 2007, les eaux usées des ménages, de l'industrie et de l'artisanat implantés dans le bassin inférieur de la Birse parviennent directement à la STEP de Birsfelden. Cette station, qui vient d'être agrandie, possède des réacteurs biologiques séquentiels.

C'est la deuxième plus grande STEP d'Europe après celle de Dublin. Sa construction a coûté quelque 50 millions de francs. La réalisation de cette STEP et les résultats d'exploitation constituent un réel succès.

## The Largest SBR Plant in Switzerland

Construction and Operation Experience

Since the middle of 2007 the effluents from the general population, industry and from commercial use in lower Birstal flow directly into the expanded effluent treatment plant, Birs, in Birsfelden. After a plant in Dublin, it is the second largest plant with SBR technology (*Sequencing Batch Reactor*) in Europe. The new construction cost around 50 million Swiss francs. The establishment of this plant as well as the operating results can be termed as a success.

Gerhard Koch



**Das Abwasser der Bevölkerung sowie der Industrie und des Gewerbes des unteren Birstals fliesst seit Mitte 2007 direkt in die ausgebaute ARA Birs in Birsfelden. Sie ist nach einer Anlage in Dublin die zweitgrösste Anlage mit der SBR-Technik (*Sequencing Batch Reactor*) in Europa. Der Neubau kostete rund 50 Millionen Franken. Die Realisierung dieser Anlage sowie die Betriebsergebnisse können als Erfolg bezeichnet werden.**

### 1. Ausgangslage

Im unteren Birstal des Kantons Basel-Landschaft zwischen den Gemeinden Grellingen und Birsfelden leben 80 000 Menschen. Diese produzieren mit ihren Aktivitäten in Haushalt, Gewerbe und Industrie  $30\,000\text{ m}^3$  Schmutzwasser pro Tag. Die Gesamtbelastung entspricht der Schmutzfracht von 150 000 Einwohnerwerten (EW). Das Abwasser der angeschlossenen acht Baselbieter und drei Solothurner Gemeinden wurde noch bis Mitte 2007 über Kanalisationssysteme zu den beiden Abwasserreinigungsanlagen *ARA Birs 1* in Reinach (40 000 EW, Inbetriebnahme 1964) respektive der talabwärts liegenden *ARA Birs 2* in Birsfelden (110 000, Inbetriebnahme 1977) zur Reinigung geleitet. Die beiden Anlagen waren für den Abbau von organischen Stoffen ausgelegt. Deren gereinigte Abwässer führten zu einer grossen Belastung der Birs. Aufgrund der langen Betriebsdauer ergab sich bei beiden Anlagen erheblicher *Sanierungsbedarf*.

Die Kläranlagen werden vom Amt für Industrielle Betriebe (AIB) betrieben, das im Kanton Basel-Landschaft insgesamt 30 Abwasserreinigungsanlagen besitzt und betreibt. Das gewählte Gesamtkonzept zur Sanierung der Abwassersituation im unteren Birstal wurde aus regionaler Sicht beurteilt. Das Ergebnis einer Variantenstudie zur Zusammenlegung resp. des Ausbaus der einzelnen Anlage zeigt eindeutig, dass die Zusammenlegung der beiden Einzugsgebiete und der Ausbau nur einer Anlage, der ARA Birs in Birsfelden, zu deutlich *geringeren Jahreskosten* führt (Tab. 1). Dabei resultieren bei der Variante *Zusammenlegung* günstigere Kapitalkosten und gleichzeitig tiefere Betriebskosten. Durch die Möglichkeit, das gereinigte Abwasser der ARA Birs via den neuen Ableitungskanal direkt in den Rhein zu leiten, resultiert zusammen mit der Revitalisierung der Birs im gleichen Abschnitt auch für die Birs als Fließgewässer und Naherholungsgebiet der grösstmögliche Nutzen [1]. Für die koor-

dinierte umfassende Planung und Umsetzung der Lösungen erhielten die Kantone Basel-Landschaft und Basel-Stadt den *Gewässerpreis 2007*.

## 2. Ausbau ARA Birs

### 2.1 Platzsparendes Konzept

Mit der Entscheidung, die oberliegende ARA Birs 1 in Reinach zu schliessen, musste die ARA Birs 2 auf eine Kapazität von 150 000 Einwohnerwerten mit weitergehender Stickstoffelimination ausgebaut werden. Die neue ARA Birs nimmt am *Stickstoffeliminationsprogramm* des Bundesamts für Umwelt (BAFU) teil. Da die ARA Birs via Ableitungskanal in den Rhein entwässert, wurde basierend auf der gültigen Gewässerschutzverordnung keine Einleitbedingung für Ammonium formuliert. Die *Nitrifikation* ist aber als Vorstufe zur Gewährleistung der Denitrifikation und zur Sicherung eines stabilen Betriebes zwingend. Eine Übersicht aller Anforderungen an die Reinigungsleistung ist aus *Tabelle 2* ersichtlich.



Abb. 1 Luftaufnahme alte ARA Birs 2.  
1: Mechanische Vorreinigung, 2: Belebungsbecken mit Reinsauerstoffbegasung, 3: Nachklärbecken, 4: Betriebsgebäude.

Die geringe Arealfläche von nur 24 000 m<sup>2</sup> schränkte den Freiheitsgrad für die Ausbaumöglichkeiten ein (Abb. 1). So konnte aus Platzgründen *keine Vorklärung* realisiert werden. Für den Ausbau der biologischen Stufe bot sich als kostengünstigste Variante mit geringem Flächenbedarf das *SBR-Verfahren* an (SBR: *Sequencing Batch Reactor* – zeitlich aufeinander folgende, schubweise Behandlung). Das SBR-Konzept mit der dazugehörigen Maschinenteknik sowie die Elemente der erweiterten Schlammbehandlung konnten elegant in den alten Becken- und Gebäudekomplex integriert werden (Abb. 2 und 3). Es resultiert eine kompakte, übersichtliche und hinsichtlich der Betriebsabläufe gut konzipierte Anlage. Die bestehende Bausubstanz konnte sehr weitgehend genutzt werden. Vier der fünf SBR-Reaktoren wurden in den bestehenden Nachklärbecken realisiert. Dies führte zu Kosten- und Zeiteinsparungen bei den Bau- und Ausubarbeiten sowie der Wasserhaltung. Zur Erreichung des aus der Dimensionierung ermittelten Beckenvolumens wurde ein fünfter Reaktor auf dem noch freien Landstück erstellt. Das Raumkonzept des zentralen zweigeschossigen Schlammbehandlungsgebäudes wurde derart konzipiert, dass einerseits das vorhandene Bauvolumen der alten Biologie im Untergeschoss (UG) genutzt werden konnte und andererseits die etappenweise Realisierung möglich war. So liegen im UG die beiden Vorlagebehälter von je 850 m<sup>3</sup>, das Pumpwerk zur Beschickung der SBR, sämtliche Schlammstapel der Schlammbehandlung sowie die weiteren Hilfsaggregate. In der neuen Halle direkt

Variante	Ausbau beide Anlagen	Nur Ausbau ARA Birs
Kapitalkosten	5 500 000.– / a	4 300 000.– / a
Betriebskosten	4 000 000.– / a	3 300 000.– / a
Total Jahreskosten	9 500 000.– / a	7 600 000.– / a

Tab. 1 Vergleich Jahreskosten (CHF), Preisbasis 1998.

Parameter	max. Abflusskonzentration mg/l	min. Wirkungsgrad %
Gesamte ungelöste Stoffe (GUS)	15	–
Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB <sub>5</sub> )	15	90
Gelöster org. Kohlenstoff (DOC)	10	85
Phosphor (P <sub>ges</sub> )	0,8	80
Ammonium (NH <sub>4</sub> -N+NH <sub>3</sub> -N)	–	–
Gesamtstickstoff (N <sub>ges</sub> )	–	70 <sup>1</sup>

Tab. 2 Einleitbedingungen in den Rhein (24h-Sammelproben).

<sup>1</sup> Teilnahme am Stickstoffeliminationsprogramm des Bundes. Im gesamten Einzugsgebiet müssen zusätzlich 120 Tonnen Stickstoff pro Jahr eliminiert werden.



**Abb. 2** Integration der neuen ARA Birnsee in die bestehende Infrastruktur. 1: Mechanische Vorreinigung, 2: Zentrales 2-geschossiges Schlammbehandlungsgebäude mit integriertem Vorlagebehälter im UG, 3: SBR-Reaktoren, 4: Faulturm, 5: Betriebsgebäude.



**Abb. 3** Neue ARA Birnsee aus Sicht Nord-Ost. (Fotos 3, 5 und 6: Derek Li Wan Po)



**Abb. 4** Übersicht der ARA Birnsee während der Ausbautape 1.

über der alten Biologie befinden sich alle weiteren technischen Einrichtungen wie Gebläsestation, Niederspannungsverteilungen, Schlamm-entwässerung, Gasverarbeitung etc.

Der *spezifische Flächenbedarf* der gesamten Kläranlage inkl. Mischwasserbecken beträgt nur  $0,16 \text{ m}^2/\text{EW}$ . Dies ist für eine Anlage dieser Grösse ein sehr geringer Wert.

Um eigene Erfahrungen mit dem in dieser Grösse kaum vorhandenen Verfahren zu erhalten und um Risiken zu erkennen, wurde auf der ARA ein Jahr lang eine *technische Pilotanlage* betrieben [2]. Die Versuchsergebnisse zeigten, dass auch grosse Austauschvolumina bis 50% im Sommer möglich sind, ohne dass es zu einem Schlammreiben durch aufsteigende Gasblasen kommt. Die Schwimmschlamm-bildung konnte während des Versuchs nicht vollständig unterdrückt werden, so dass eine Vorrichtung zur aktiven Entfernung von Schwimmschlamm als Vorgabe ins Ausbauprojekt aufgenommen worden ist.

## 2.2 Anspruchsvolle Bauphase

Erschwert wurden die Bauarbeiten dadurch, dass während der ganzen Bauphase das Abwasser gereinigt werden musste. Die geringe Arealfläche führte zudem zu Behinderungen bei den teilweise gleichzeitig stattfindenden Demontagen/Abbrüchen sowie Montagen/Neubauten.

Die fünf neuen Reaktoren mit einer baulichen Höhe von 9 m (8 m Wassertiefe plus 1 m Freibord) und einem Innendurchmesser von 36,70 m mussten in *zwei Etappen* errichtet werden.

Von März 2005 bis Februar 2006 wurden die ersten drei Reaktoren auf der Nordseite und die Hälfte des zentralen Schlammbehandlungsgebäudes gebaut (Abb. 4). In dieser Zeit wurde das Abwasser mit nur einer Strasse der alten Biologie behandelt. Parallel erfolgten der Umbau des Betriebsgebäudes und die Vorbereitung des Leitsystems. Nach erfolgreichem Testbetrieb der ersten drei Reaktoren konnte auch die zweite Strasse der alten Biologie im südlichen Teil der ARA ausser Betrieb genommen werden. Es folgten nun die Erstellung des Faulturms, der Bau der letzten beiden Reaktoren und die Errichtung des zweiten Teils des zentralen Schlammbehandlungsgebäudes. Mitte 2007 nach nur 2,5 Jahren Bauzeit wurde die gesamte Anlage eingeweiht.

## 2.3 Energiekonzept

Der anfallende Klärschlamm wird im neuen Faulturm ausgefault, entwässert und anschliessend in Basel verbrannt. Die Schlammbehandlung ist so konzipiert, dass sie auch Fremdschlämme aus anderen AIB-Anlagen annehmen kann. Es werden zudem hochkonzentrierte Abwässer aus Industrie und Gewerbe entgegengenommen und der Faulung zu-

dosiert. Dafür stehen zwei neue unterirdische Fremdschlamm-Aannahmebehälter mit je  $25 \text{ m}^3$  Nutzvolumen zur Verfügung. Die Faulgasmenge wird so um 50–100% gesteigert. Das Klärgas wird mit einem *Blockheizkraftwerk* verstromt, die Wärme wird in den Nah-Wärmeverbund St. Jakob eingespiessen. Der Wärmeverbund bedient wiederum die ARA, das St. Jakob Stadion (Rasenheizung), den St. Jakob Park und das Schwimmbad mit Wärme. Aufgrund dieser Konstellation ist es sinnvoll, möglichst viele Energiequellen im ARA-Prozess für interne Zwecke zu nutzen. Auf der ARA Birnsee werden verschiedene Wärmequellen genutzt: Mittels einer Wärmepumpe wird Wärme aus dem Kühlwasser eines benachbarten Industriebetriebes, welches bei Bedarf mit gereinigtem Abwasser aufgestockt wird, gewonnen. Die verdichtete, heisse Prozessluft für die Belüftung der SBR-Reaktoren sowie die Abwärme der Gebläse wird mittels Luft-Wasser-Wärmetauscher abgekühlt. Die gewonnene Wärme kann zur Erwärmung des Faulturms eingesetzt werden. Es wird geprüft, ob das Trübwasser via eines Schlamm-Wasser-Wärmetauschers zur Vorwärmung des Frischschlammes verwendet wird. Auf der ARA Birnsee wird somit auch im Winter deutlich

Wärmequelle	Mittlere erzeugte therm. Leistung der WRG <sup>2</sup> in kW	Temperatur des Mediums in °C
BHKW-Abwärme	230	–
Wärmepumpe, Kühlwasser <sup>1</sup>	420	19–21
Prozessluft Biologie	45	80–100
Gebläseabwärme	17	70–80
Faulwasser	57	28–31

Tab. 3 Mittlere erzeugte WRG-Leistungen auf der ARA Birs.

<sup>1</sup> In zweiter Priorität wird gereinigtes Abwasser verwendet, Jahresarbeitszahl 5,2 kW<sub>therm</sub>/kW<sub>elektr</sub>

<sup>2</sup> WRG = Wärmerückgewinnung.

mehr Wärmeenergie erzeugt als verbraucht (vgl. Tab. 3, mittlerer Heizleistungsbedarf der ARA 170 kW, wobei Sommer min. 100 kW resp. Winter max. 270 kW).

### 3. SBR-Anlage

#### 3.1 Technische Ausrüstung

Seit Mai 2007 steht die gesamte Anlage mit den fünf SBR-Reaktoren und zwei Vorlagebehältern zur Verfügung. Die technischen Installationen für den Lufteintrag, die Durchmischung und die Dekantierung gehen aus den Abbildungen 5 und 6 hervor. Die Befüllleitungen werden über die Krone geführt, die Austrittsöffnung ist auf der Reaktorsole platziert. Das Unterdruckventil am Hochpunkt der Leitung über der Krone verhindert, dass infolge Hebereffekts eine allfällige Entleerung der Reaktoren möglich wird.



Abb. 5 Blick ins Innere eines Reaktors mit feinblasiger Membranbelüftung, Rührsystem (total vier Rührwerke) und Dekantiervorrichtung mit total vier Dekantern.

Der Überschussschlammabzug erfolgt mit je einer Pumpe während der Dekantierphase. Die Entnahme geschieht an der Sohle im Zentrum des Reaktors über die ehemalige Rücklaufschlammleitung der alten Nachklärbecken.

Die SBR-Reaktoren sind mit je zwei Dienststegen von oben her erschlossen (Abb. 6). Diese gewährleisten einerseits die Zugänglichkeit für betriebliche Zwecke (Unterhalt, Probenahme etc.) und dienen andererseits als Halterung für die vier Rührwerke pro Reaktor. Zwischen den beiden Stegen liegt ein Seilzugräumer zur Räumung von Schwimmschlamm und anderen Schwimmstoffen. Bei Vollfüllung (Regen) können so ca. 60% der Beckenoberfläche am Zyklusende von Zeit zu Zeit zwangsgeräumt werden. Besteht Tendenz zur Schwimmschlamm-Bildung, kann



Abb. 6 Stege über die SBR-Becken mit Schwimmschlammräumung und den vier Dekantern.

die Zyklusgestaltung durch den Betrieb derart angepasst werden, dass der Reaktor vermehrt voll wird und somit die Räumung regelmässig erfolgt. Der abgezogene Schwimmschlamm wird direkt der Faulung zugegeben. Mit dieser Betriebsweise konnten grosse Mengen Schwimmschlamm während der Bauphase mit drei SBR-Reaktoren bewältigt werden. Seit der Inbetriebnahme aller Reaktoren sind keine Schwimmschlammprobleme mehr aufgetaucht. Pro Reaktor ist ein separates Gebläse zugeordnet. Bei einem Ausfall kann ein anderes freies Gebläse zugeordnet werden. Der gewählte maximale Lufteintrag ist derart bemessen, dass infolge der hohen Zehrungsspitzen am Anfang des Zyklus Sauerstofflimitierungen auftreten dürfen. Der Prozess der Nitrifikation läuft dadurch über eine kurze Zeit gehemmt, was durch eine moderat verlängerte Reaktionsphase kompensiert wird.

#### 3.2 Regelstrategien

Die Zyklusgestaltung ist abhängig von der hydraulischen Belastung der ARA und von der Abwassertemperatur (Sommer-/Winterhalbjahr). Die Umschaltung in einen anderen Lastfall erfolgt aufgrund von frei definierbaren Zulaufwassermengen und Verzögerungszeiten und gilt als Vorgabe für den nächstfolgenden Zyklus. Bereits laufende Zyklen werden nicht tangiert, damit die Abbauprozesse nicht unterbrochen werden. Für jeden Lastfall ist ein zeitlich fixer Ablauf definiert (Tab. 4). Die Phasen Rühren/Belüften wechseln sich je nach Lastfall mehrmals ab, so dass die Nitrifikation und die Denitrifikation intermittierend ablaufen. Die bisherigen Betriebserfahrungen mit diesem simplen Konzept sind sehr positiv. In seltenen Fällen kann es trotz Vorlagebehälter und fünf Reaktoren vorkommen, dass infolge der verzögerten Last-Umschaltung kein Reaktor für die Befüllung bereit steht und ein Schwall Abwasser unbeabsichtigt ins Mischwasserbecken fliesst. Durch verbesserte Regelstrategien, die allgemein zu kürzeren Zyklus- und -Verzögerungszeiten führen, wird dieser Mangel noch behoben.

Allgemein wird der Zyklus vom Mindestvolumen aus mit einer Rührphase bei gleichzeitiger Beschickung gestartet. Dadurch kann das Nitrat des vorigen Zyklus zusammen mit dem leichtabbaubaren Substrat des Zulaufs rasch denitrifiziert werden. Die Dosierung des Fällmittels für die Phosphorelimination findet während der Beschickung direkt in den Reaktoren statt. Der Sauerstoffeintrag erfolgt über eine

einfache *O<sub>2</sub>-Regelung*. Bei kleinen Zehrungen gegen Ende des Zyklus werden die Gebläse intermittierend gefahren.

Durch eine bessere Abstimmung des Luftetrags an den effektiven Sauerstoffbedarf für die Nitrifikation mit einer *O<sub>2</sub>-Regelung* aufgrund des *Redoxsignals* kann der Energieverbrauch der Gebläse weiter reduziert und die Denitrifikation verbessert werden. Für Versuchszwecke ist in einem SBR-Reaktor neben einer Redoxsonde eine kombinierte Ammonium-Nitrat-Sonde installiert. Die Analyse der beiden Signale zeigt, dass bei Ammoniumkonzentration gegen null das Redoxsignal beschleunigt auf ein höheres Niveau ansteigt (*Abb. 7*). Der Zusammenhang zwischen der Ammoniumkonzentration und dem Redoxsignal bleibt über Monate stabil. Dieser Sachverhalt wird für die Abschaltung der Gebläse und Start der Rührphase verwendet. Nach einer frei wählbaren Rührzeit oder bei Erreichen des sogenannten *Redoxknicks* (steiler Abfall des Redoxsignals bei Nitratlimitierung) wird die Sedimentation und Dekantierung eingeleitet. Somit steht der SBR rascher wieder zur Füllung bereit – die Zyklen werden um ca. ein bis zwei Stunden kürzer. Diese Betriebsweise funktioniert seit einiger Zeit zuverlässig. Während Regenwetterbedingungen erhöht sich das Redoxsignal jedoch infolge Verdünnung des Abwassers. Unter diesen Bedingungen ist die Regelung nicht möglich, der Zyklus schreitet nach einem definierten, zeitlich fixen Ablauf ab (*Tab. 4*).

**4. Messeinrichtungen**

Nebst den üblichen Messeinrichtungen in den Reaktoren wie Niveaumessung, Hochalarmsonde, Sauerstoffmessung, Redoxsignal stehen verschiedene SBR-spezifische Überwachungseinrichtungen zur Verfügung. Die *Abwassermenge* Zulauf Biologie wird einfach und zuverlässig basierend auf der Speichergleichung für Vorlagebehälter und SBR rechnerisch wie folgt ermittelt:

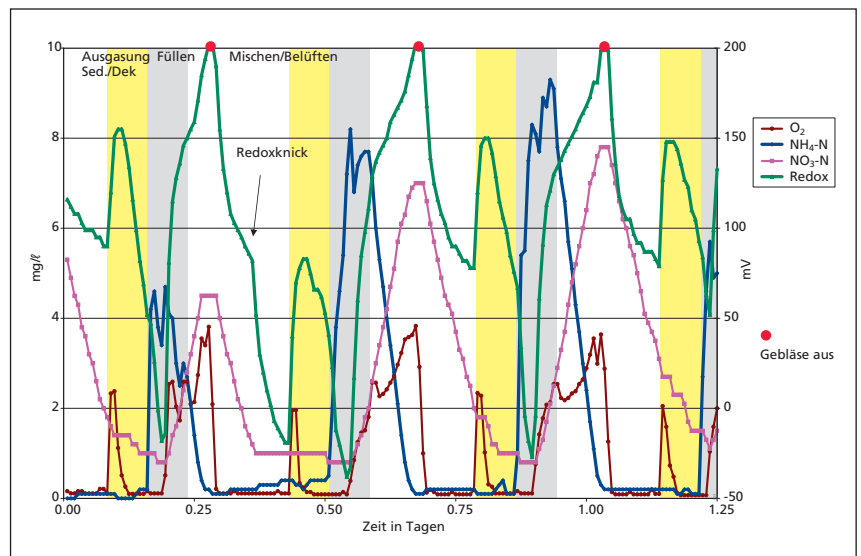
$$Q_{zu}(t) = A_{Vorlage} \times \frac{\Delta h_{Vorlage}}{\Delta t} + A_{SBR} \times \frac{\Delta h_{SBR}}{\Delta t}$$

[l/s, gleitendes Mittel über zehn Minuten]

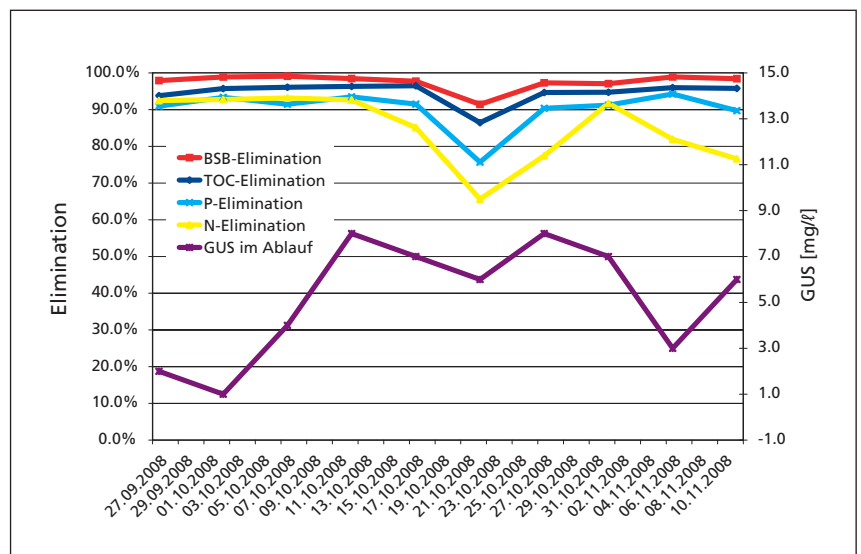
A: Grundfläche  
h: Füllhöhe

Lastfall	Zykluseinheit [h]	Füllen [h]	Rühren [h]	Belüften [h]	Sedim. [h]	Dekant. [h]
Trockenwetter	8,5	1,7	1,8	4,8	1,0	0,9
Mittelwetter	6,5	1,3	0,8	3,8	1,0	0,9
Regenwetter	4,9	1,0	0	3,2	1,0	0,9

**Tab. 4** Beispiel Zyklusgestaltung bei Normalbetrieb (Winterhalbjahr) mit fünf Reaktoren und fixen Zeiten. Maximales Austauschvolumen pro SBR beträgt 3100 m<sup>3</sup> (= 3,0 m = 38%). Q<sub>max</sub>=3200 m<sup>3</sup>/h. Belebtschlammkonzentration bei Vollfüllung 3,0 kg/m<sup>3</sup>, totales Schlammalter 16–18 d.



**Abb. 7** Redox- und Ammoniumsinal im Versuchsreaktor. Beim Überschreiten des Redoxwerts von 200 mV stoppt die Belüftung. Die erste Hälfte der Füllphase wird gerührt, dann belüftet.



**Abb. 8** Eliminationsleistungen der ARA Birs. Der deutliche Abfall der Eliminationsleistung rührt von einer mehrtägigen sehr intensiven Regenperiode her.

Dadurch kann auf eine teure und weniger zuverlässige Messeinrichtung ohne Informationsverlust verzichtet werden.

Zur Überwachung der *Absetzgeschwindigkeit* und der *Belebtschlammkonzentration* ist in allen Reaktoren eine *Feststoffsonde* auf einer schwimmenden Messinsel installiert. Während der Belüftungs- und Rührphase wird die *Belebtschlammkonzentration* online gemessen. Das Betriebskonzept sieht vor, dass der Dekanter während der Dekantierphase stets 80 cm ober-

halb des Schlammspiegels liegen soll. Der Messkopf der Sonde wurde deshalb 80 cm unterhalb der Messinsel justiert. Fährt die Sonde beim Dekantieren z.B. aufgrund veränderter Schlammeneigenschaften ins Schlammbett, wird ein Alarm abgegeben. Die Sedimentierzeit und die *Belebtschlammkonzentration* können aufgrund dieser Information optimiert werden.

Für die Überwachung der *Nitrifikation* sowie der *GUS-Ablaufwerte* ist zudem im Auslaufkanal eine *Ammoniumsonde* und eine *Trübungs-sonde* installiert. Dadurch erhält man Informationen für die optimale Gestaltung der Zyklen. Da meist nur ein SBR zur gleichen Zeit dekantiert, kann gleichzeitig jeder einzelne SBR auf Durchbrüche überwacht werden.

### 5. Reinigungsleistung

Durch das deutlich *erhöhte Schlammalter* gegenüber der alten Anlage und die dadurch verbesserte Reinigungsleistung wird der *Rhein* und schliesslich die *Nordsee* von Schadstoffen und vor allem von Stickstoff massgeblich entlas-

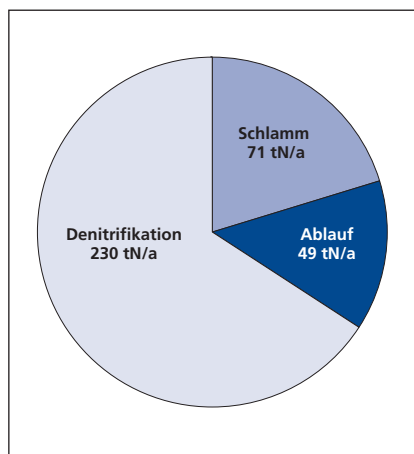


Abb. 9 Stickstoffbilanz ARA Birs.

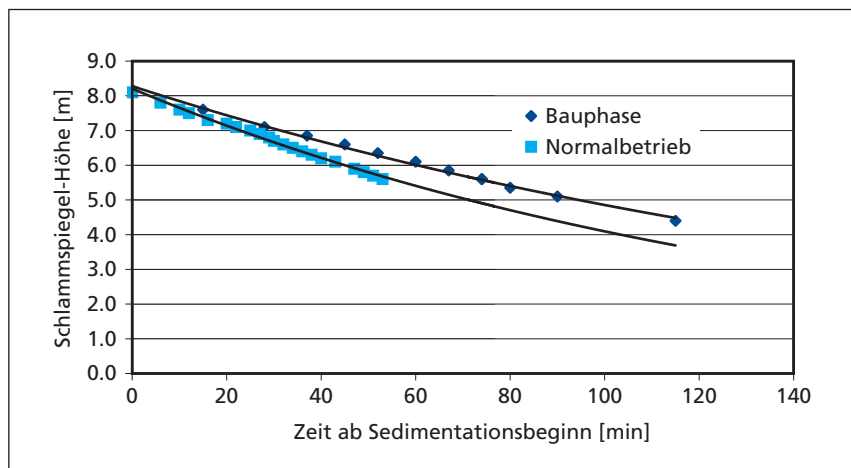


Abb. 10 Schlammabsetz-Geschwindigkeiten im SBR während der Bauphase mit drei SBR und unter Normalbetrieb mit fünf SBR. Beide Versuche wurden im Winterhalbjahr Anfang Februar durchgeführt.

Parameter	Zulauf SBR [mg/l]
Gesamte ungelöste Stoffe (GUS)	250
Totaler Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	490
Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB <sub>5</sub> )	235
Totaler org. Kohlenstoff (TOC)	140
Phosphor (P <sub>ges</sub> )	6,2
Gesamtstickstoff (N <sub>ges</sub> )	37
Temperatur	12–22 °C

Tab. 5 Mittlere Zulaufwerte ohne interne Rückläufe.

tet. Nach verschiedenen Betriebsoptimierungen können stabile, sehr hohe Abbauleistungen erreicht werden (Abb. 8).

Das *hohe Kohlenstoffangebot* infolge der fehlenden Vorklärung und der geringe Fremdwasseranteil von 19% führen zu einer günstigen Abwasserzusammensetzung mit relativ hohen Abwassertemperaturen (Tab. 5).

Die *mittlere Stickstoffelimination* bezogen auf den Zulauf liegt bei 85%. Der grösste Teil des Zulaufstickstoffs, rund 65%, wird denitrifiziert. Der Rest gelangt via Klärschlamm in die Verbrennung. Pro Jahr werden rund 300 Tonnen Stickstoff eliminiert (Abb. 9). Die Nordsee wird gegenüber dem alten Zustand (ARA Birs 1 und 2) um zusätzlich 170 Tonnen Stickstoff pro Jahr entlastet. Die ARA Birs übertrifft somit die Vorgaben des Bundesamtes für Umwelt von jährlich 120 Tonnen.

### 6. Schlammabsetzeigenschaften

Während der Bauphase mit nur drei SBR-Reaktoren und entsprechend tieferem Schlammalter lag der *Schlammvolumen-Index* (SVI) zwischen 80 und 110 ml/g. Nach Inbetriebnahme aller Reaktoren verbesserten sich die Schlammabsetzeigenschaften signifikant. Der SVI beträgt unter Normalbetrieb im Jahresmittel 2008 57 ml/g mit Schwankungen zwischen 43 und 75 ml/g. Mit einer mobilen Feststoffsonde wurde vereinzelt auch die Schlammabsetzgeschwindigkeit im Reaktor bestimmt. Die Entwicklung der Absetzgeschwindigkeit verhält sich ähnlich wie beim SVI und beträgt im Winterhalbjahr unter Normalbetrieb für die ersten 60 Minuten der Sedimentationsphase 2,8 m/h (Abb. 10). Im Sommer dickt der Schlamm tendenziell besser ein. Die guten Schlammeneigenschaften sind Voraussetzung für die tiefen GUS-Ablaufkonzentrationen.

## 7. Ausblick

Das SBR-Verfahren bietet einen grossen Spielraum für Optimierungen. Neben der Reduktion des elektrischen Energiebedarfs der Belüftung liegt ein grösseres Optimierungspotenzial in Folge steigender Fällmittelpreise bei der biologischen Phosphorelimination. Durch das hohe Substratangebot ist das Bio-P-Potenzial gross. Hier gilt es vielmehr die Schlammbehandlung, insbesondere die Schlammwässerung, im Auge zu behalten. Mit hohen Phosphatwerten im Faulschlamm geht erfahrungsgemäss eine deutlich schlechtere Entwässerbarkeit einher [3]. Zudem kann sich der Polymerbedarf erhöhen. Derzeit wird die biologische Phosphorelimination versuchsweise gefahren und die Auswirkung dokumentiert. Es werden zudem verschiedene technische Möglichkeiten zur Verbesserung der Faulung und der Schlammwässerbarkeit untersucht [4].

### Literaturverzeichnis

- [1] Bitterli, Ch. (2008): Umfassende Gewässerschutzplanung. Das Projekt BirsVital. gwa 3/08.
- [2] Koch, G.; Rimpler, A.; Von Schulthess, R. (2004): Nährstoffelimination im SBR-Verfahren. Betriebserfahrungen mit nicht vorgeklärtem Abwasser auf der ARA Birs 2. gwa 2/04.
- [3] Kopp, J. (2009): Theoretische Grundlagen zur Entwässerbarkeit von Schlämmen. Fachtagung der VSA-Kommission ARA vom 13.3.09.
- [4] Koch, G. (2009): Optimierung der Schlammwässerung aus regionaler Sicht. Fachtagung der VSA-Kommission ARA vom 13.3.09.

### Keywords

Abwasserreinigung – Stickstoffelimination – Sauerstoffregelung – SBR

### Adresse der Autoren

Gerhard Koch  
AIB Kanton Basel-Landschaft  
Gerberstrasse 5  
CH-4410 Liestal  
Tel. +41 (0)61 552 62 44  
Fax +41 (0)61 552 62 78  
gerhard.koch@bl.ch

Uwe Sollfrank, Dr.  
HOLINGER AG  
Mellingerstrasse 207  
CH-5405 Baden  
Tel. +41 (0)56 484 85 00  
Fax +41 (0)56 484 85 45

## Wirkungsgrad rauf – Betriebskosten runter

### HST Integral Turbokompressoren auf der ARA Birs 2



#### ABS Turbokompressoren HST Integral sind beliebt, weil sie sich mit Hochgeschwindigkeit amortisieren

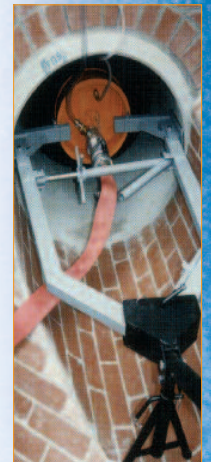
- Sparen mindestens 20% Energie gegenüber herkömmlicher Technik
- Laufen im Magnettlager verschleissfrei und vibrationsfrei
- Brauchen kaum Wartung und gar kein Öl
- Surren leise
- Sind äusserst kompakt gebaut und extrem leicht
- Sind parallel zu konventionellen Gebläsen einsetzbar

BRA turbo Ing AG

Industriestrasse 11 CH-6343 Rotkreuz  
Tel. +41 (0)41 340 36 36 Fax +41 (0)41 340 78 84  
info@braturboing.ch www.braturboing.ch

## AWEKA AG machts möglich

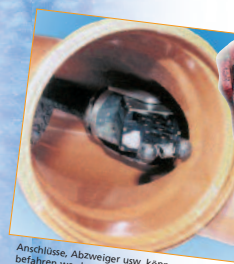
Die AWEKA AG bietet neu auch Dichtheitsprüfungen von Kanälen, Schächten und Röhren an. Beugen Sie Schäden und Verunreinigungen durch eine rechtzeitige Kontrolle vor. Wir beraten Sie gerne.



#### Wir haben den vollen Durchblick in Ihrer Grundstücksentwässerung

Die Lindauer Mini-Schere, mit hochauflösender Optik und AISS dem sunterrischen GPS, verschaffen Ihnen entscheidende Vorteile in der Kanalinspektion.

Regelmässige Positionsabfragen von AISS ermöglichen das Erstellen eines Horizontal- und Vertikallageplans in der Genauigkeit von +/- 5 cm.



Anschlüsse, Abzweiger usw. können einfach befahren werden.



**AWEKA AG**  
KANALREINIGUNG

Alte Winterthurerstrasse 58 · 8309 Nürensdorf  
Tel. 044 836 90 27 · Fax 044 837 04 70  
www.aweka.ch · E-Mail info@aweka.ch