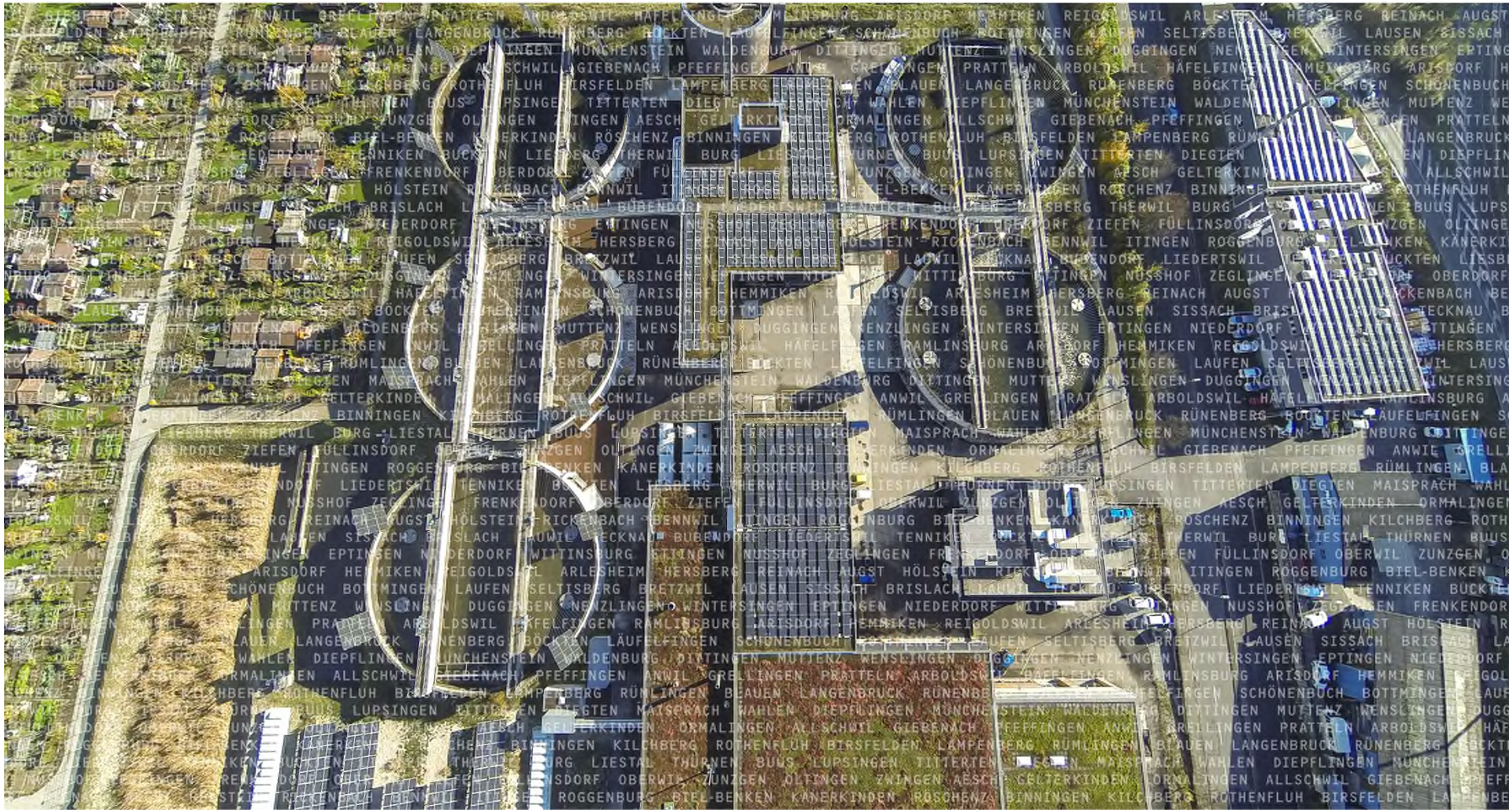
Gregor Niederberger, Amt für Industrielle Betriebe

BASEL LANDSCHAFT

BAU- UND UMWELTSCHUTZDIREKTION

Energieoptimierung von Aggregaten und Prozessen



BASEL LANDSCHAFT
BAU- UND UMWELTSCHUTZDIREKTION

Über mich

Name:	Gregor Niederberger
Arbeitsort:	ARA Birs, Birsfelden 150’000 EW/SBR Anlage
	ARA Birsig, Therwil 30’000 EW/Konventionelle Belebtschlammanlage
Tätigkeit:	Stv. Betriebsleiter/Verfahrenstechniker
Ausbildung:	Chemikant/Klärwerkfachmann EFZ

VSA

Hauptaufgaben AIB

Amt für Industrielle Betriebe = kantonale Dienststelle

Wir planen, bauen, betreiben und unterhalten die kantonalen

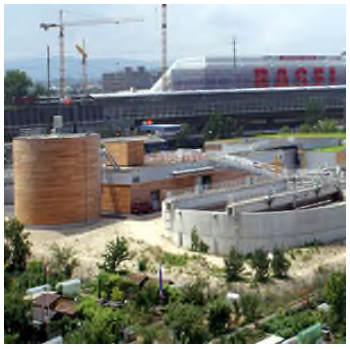
Abwasseranlagen

Abfallanlagen

BASEL LANDSCHAFT
BAU- UND UMWELTSCHUTZDIREKTION

Anlagen AIB

- 28 Abwasserreinigungsanlagen, davon 22 kleine ARA
- 170 Kilometer Hauptsammelkanäle
- 40 Anlagen im Netz (Abwasserpumpwerke und Mischwasserbecken)
- Aktionär bei ARA Basel (ProRheno AG) und ARA Rhein AG
- 100% gebührenfinanziert



VSA

BASEL LANDSCHAFT
BAU- UND UMWELTSCHUTZDIREKTION

Inhalt des Referats

1. Teil Optimierung von Aggregaten

- Rohwasserhebewerk ARA Birs
- Energierückgewinnung in der Schlammentwässerung
- Filterhebewerk ARA Ergolz 1

VSA

BASEL LANDSCHAFT
BAU- UND UMWELTSCHUTZDIREKTION

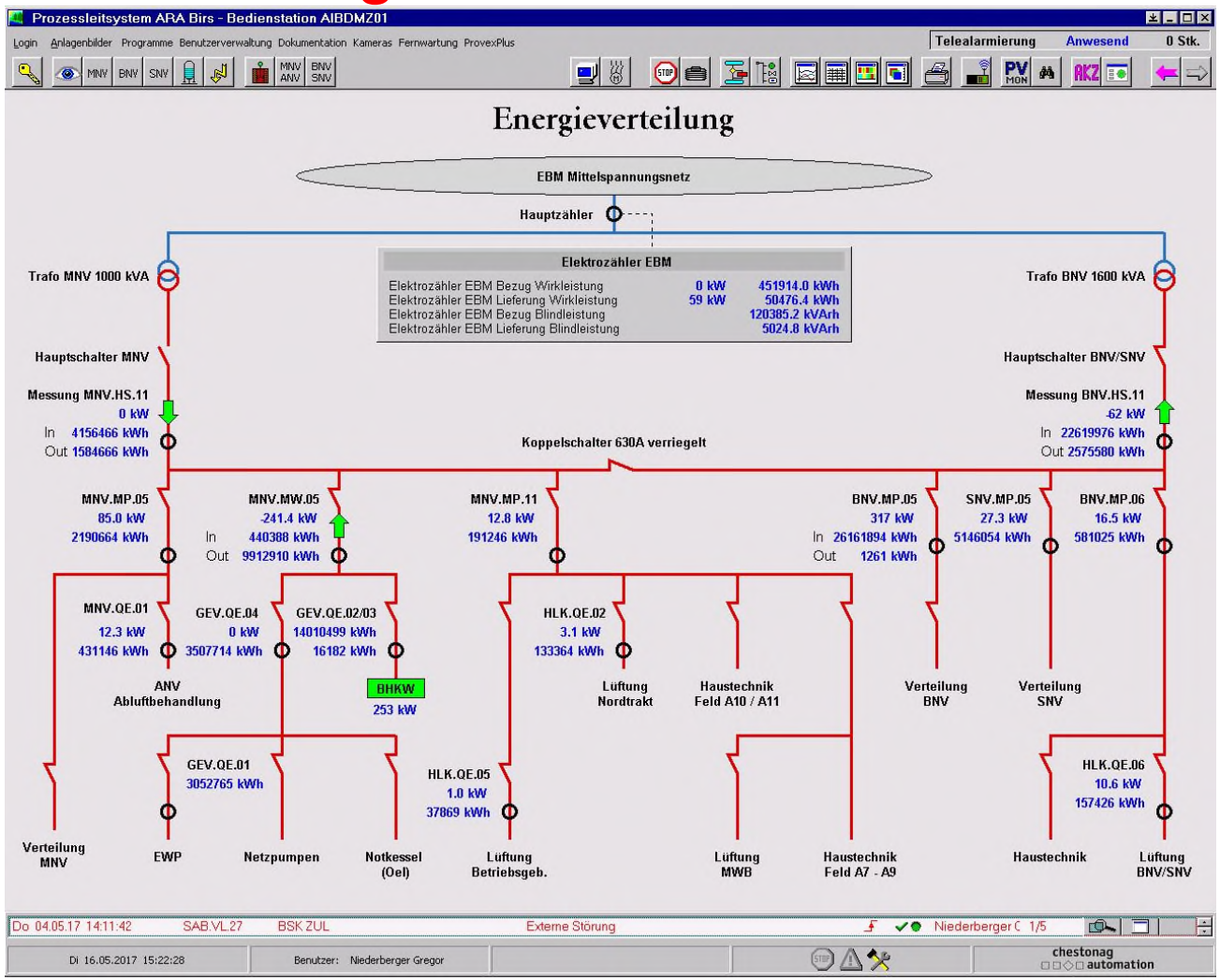
Inhalt des Referats

2. Teil Optimierung von Prozessen

- Filterbetrieb ARA Ergolz 1
- O_2-Lufteintrag ARA Birs
- Bedarfsgerechte O_2-Regelung in der Biologie

VSA

Voraussetzungen

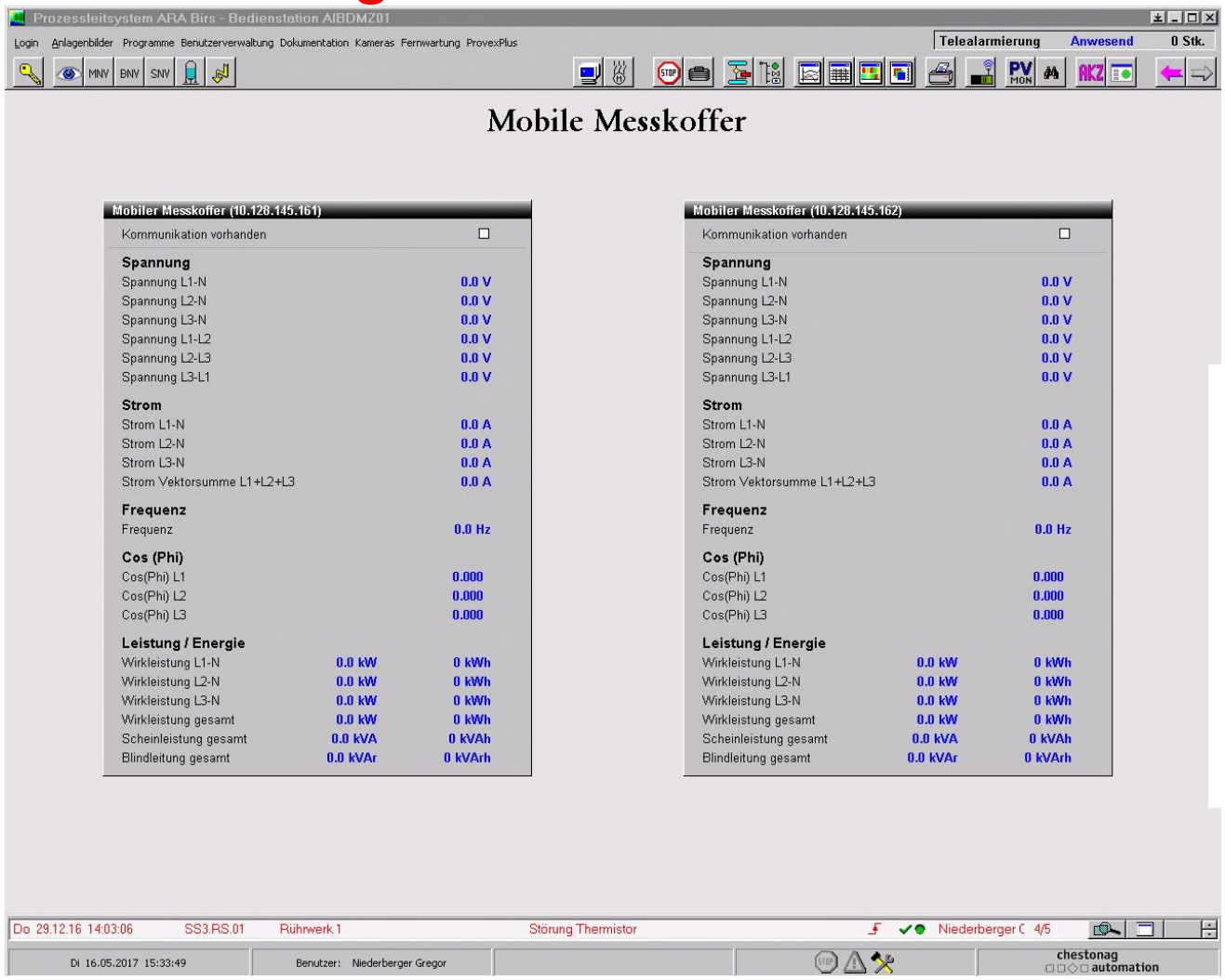


Festinstallierte Energiemessungen

BASEL LANDSCHAFT

BAU- UND UMWELTSCHUTZDIREKTION

Voraussetzungen



Mobile Lösungen

VSA

BASEL LANDSCHAFT

BAU- UND UMWELTSCHUTZDIREKTION

Optimierung von Aggregaten

Rohwasserhebewerk ARA Birs 2 - Ausgangslage

- 3 Archimedesschnecken (1x300 l/s, 1x600 l/s, 1x900l/s)
- Kleine und mittlere Schnecke mit FU
- Minimaler Nachtzulauf ca. 90 l/s
- Pumpensumpf entleert sich, da kleine Schnecke nicht so wenig fördern kann
- Schnecke beginnt zu Takten → Hydr. Stösse in der Mechanik

BASEL LANDSCHAFT
BAU- UND UMWELTSCHUTZDIREKTION

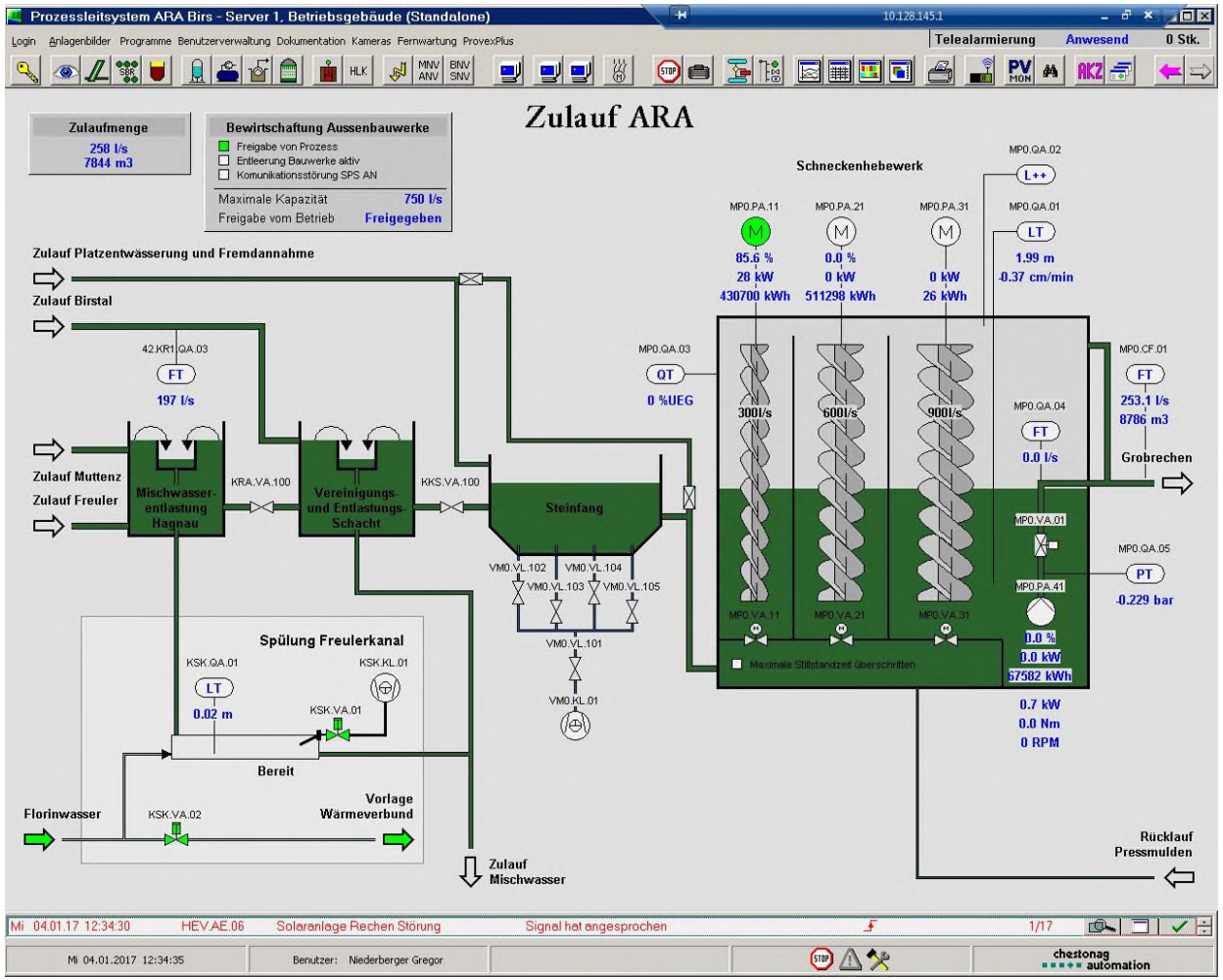
Rohwasserhebewerk ARA Birs 2 - Optimierungsschritte

- Eine Kreiselpumpe mit FU zusätzlich installiert (Q_{max} 200l/s)
- In Zusammenarbeit mit Hersteller diverse Laufräder und Schleisswände getestet (Verstopfungsarm, guter Wirkungsgrad)
- Programmanpassungen (Schaltpunkte, Energieverbrauch, Gesamthebewerk)

VSA

BASEL LANDSCHAFT
BAU- UND UMWELTSCHUTZDIREKTION

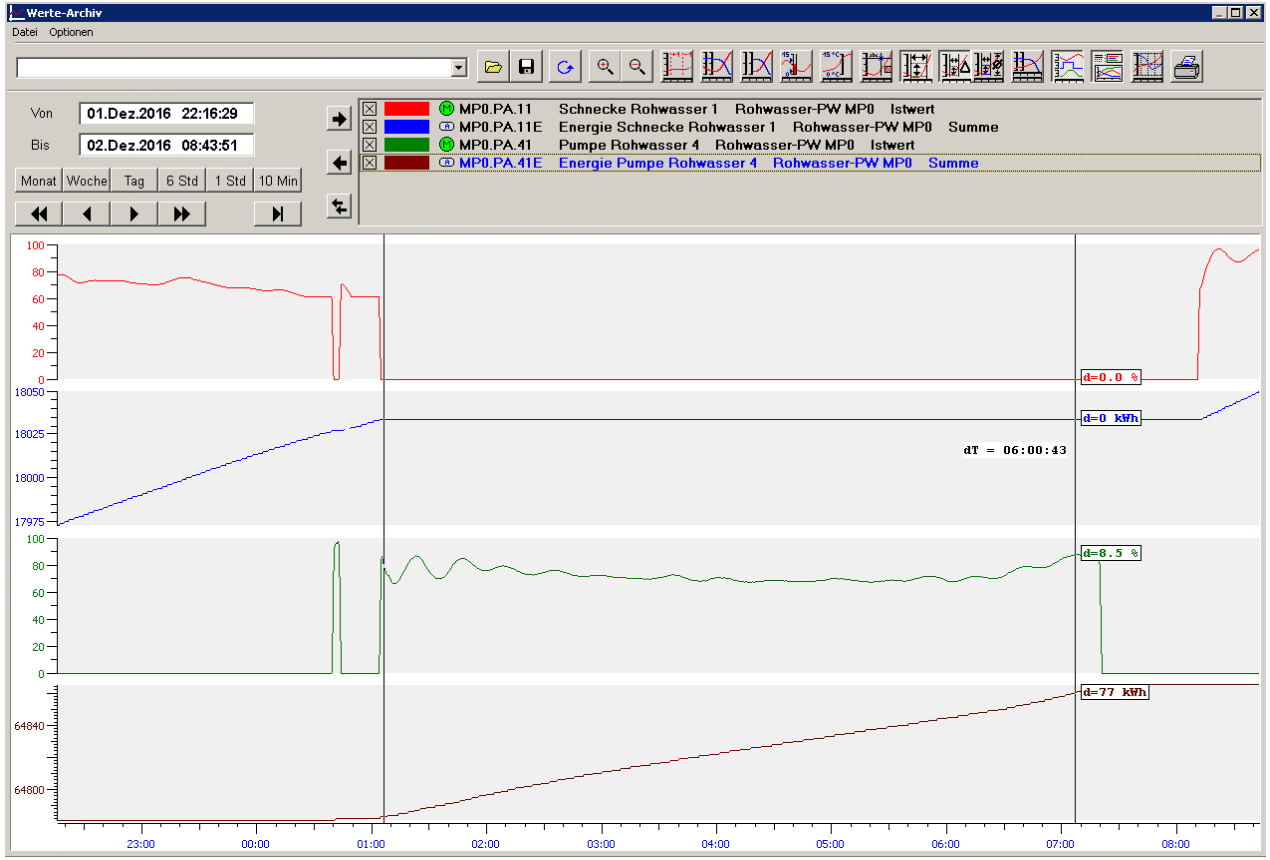
Rohwasserhebewerk ARA Birs 2 - Programm



VSA

BASEL LANDSCHAFT
BAU- UND UMWELTSCHUTZDIREKTION

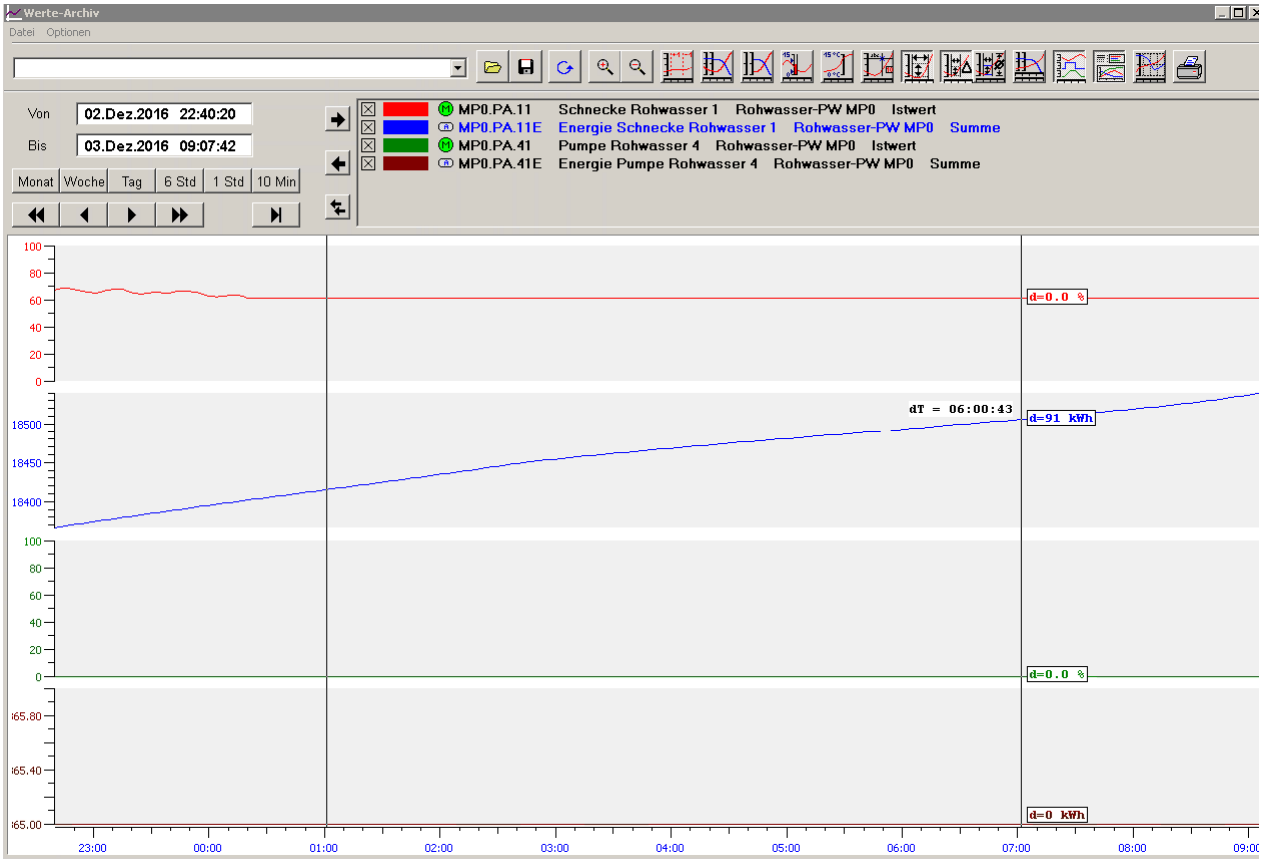
Rohwasserhebewerk ARA Birs 2 – Nachtzulauf Kreiselpumpe



VSA

BASEL LANDSCHAFT
BAU- UND UMWELTSCHUTZDIREKTION

Rohwasserhebewerk ARA Birs 2 – Nachtzulauf kleine Schnecke



VSA

BASEL LANDSCHAFT
BAU- UND UMWELTSCHUTZDIREKTION

Rohwasserhebewerk ARA Birs 2 – Fazit

- Ein 3-schaufliges Laufrad ist energetisch leicht besser wie die kleine Schnecke. Je geringer Q, desto grössere wird der Unterschied. Die Kreiselpumpe läuft verstopfungsfrei.
- Bei TW Nachtzulauf wird durch den Einbau einer Kreiselpumpe 77 kWh in 6 Stunden verbraucht.
- Bei TW Nachtzulauf wird mit kleiner Schnecke 91 kWh in 6 Stunden verbraucht.
- Bei einer Gesamtinvestition von 100’000 CHF ist der Einbau dieser Lösung auf der ARA Birs nach 240 Jahren amortisiert. Jedoch bei einem Neu- oder Umbau eines Hebewerks ist diese Möglichkeit zur Reduktion der Blindenergie prüfenswert.
- Die hydr. Stösse konnten vermieden werden

VSA

BASEL LANDSCHAFT
BAU- UND UMWELTSCHUTZDIREKTION

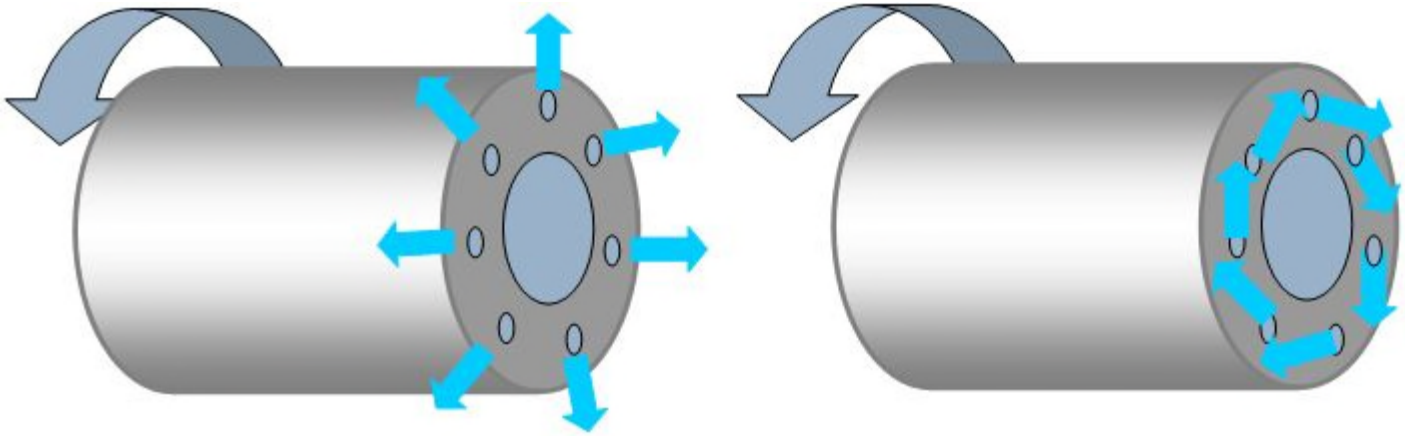
Energiegewinnung mit Zentrat – Flottweg Recuvane ®

Animation Flottweg Dekanter

VSA

BASEL LANDSCHAFT
BAU- UND UMWELTSCHUTZDIREKTION

Energiegewinnung mit Zentrat – Flottweg Recuvane ®

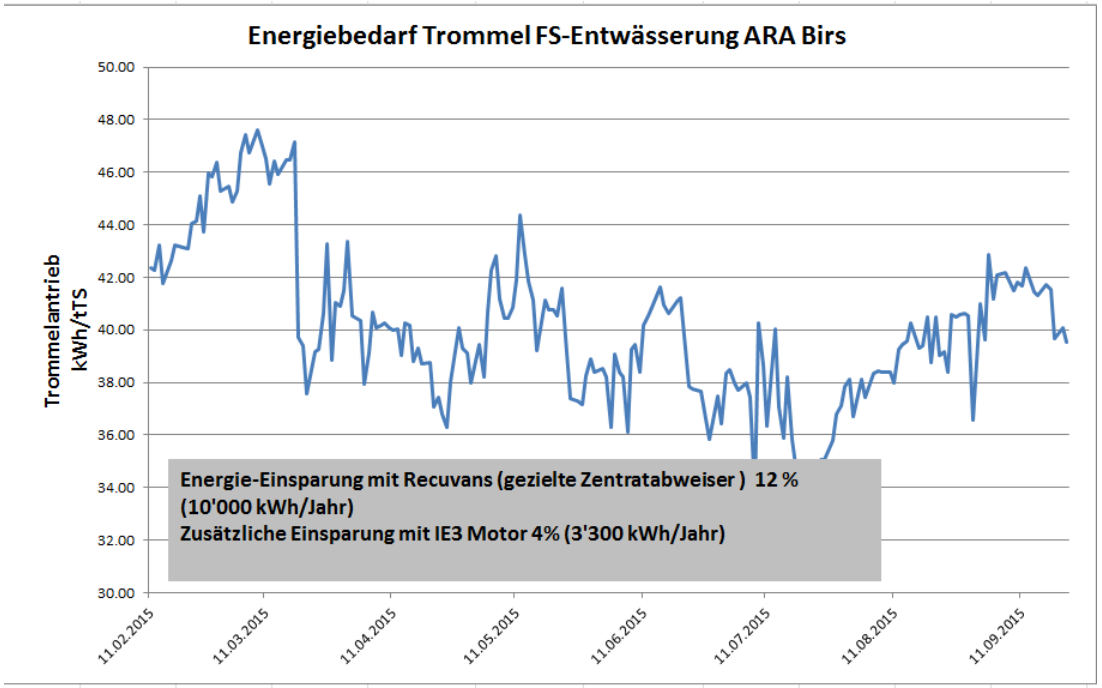


Quelle: www.flottweg.com

VSA

BASEL LANDSCHAFT
BAU- UND UMWELTSCHUTZDIREKTION

Energiegewinnung mit Zentrat – Flottweg Recuvane ®



VSA

BASEL LANDSCHAFT
BAU- UND UMWELTSCHUTZDIREKTION

Energiegewinnung mit Zentrat – Flottweg Recuvane ®

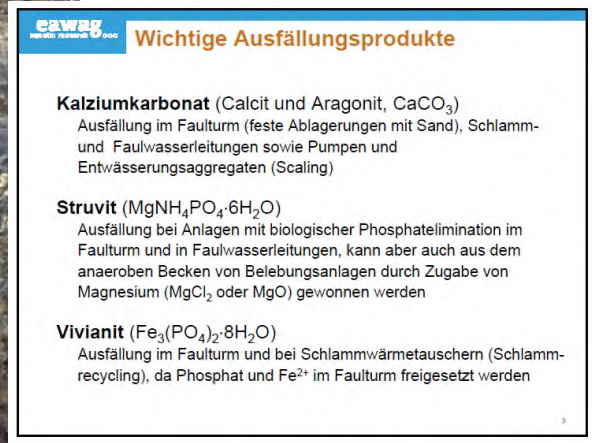
- Einsparung mit Recuvane 10’000 kWh/Jahr.
- Einsparung durch IE3 Motor zusätzlich 3’300 kWh/Jahr.
- Nur durch Recuvane wird auf der ARA Birs 1’200 CHF pro Jahr Energiekosten eingespart.
- Investitionskosten für Recuvane 5386.- CHF. D.h. Nach 4.5 Jahren ist der Einbau amortisiert.

VSA

BASEL LANDSCHAFT
BAU- UND UMWELTSCHUTZDIREKTION

Energiegewinnung mit Zentrat – Zu beachten

- Bei Problemen mit Ablagerungen wie Calcit, Vivianit oder MAP (nur bei Bio-P-Anlagen) muss das Aggregat regelmässig auf Ablagerungen überprüft werden.
- In der Literatur finden sich entsprechende Vermeidungsstrategien:



eawag aquatic research

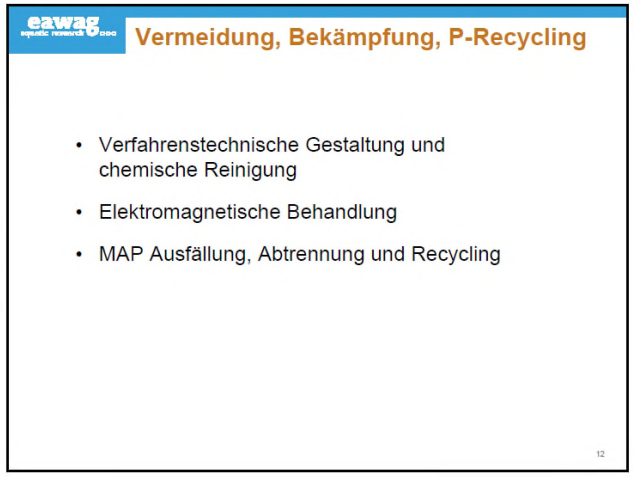
Wichtige Ausfällungsprodukte

Kalziumkarbonat (Calcit und Aragonit, $CaCO_3$)
Ausfällung im Faulturm (feste Ablagerungen mit Sand), Schlamm- und Faulwasserleitungen sowie Pumpen und Entwässerungsaggregaten (Scaling)

Struvit ($MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$)
Ausfällung bei Anlagen mit biologischer Phosphatelimination im Faulturm und in Faulwasserleitungen, kann aber auch aus dem anaeroben Becken von Belebungsanlagen durch Zugabe von Magnesium ($MgCl_2$ oder MgO) gewonnen werden

Vivianit ($Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$)
Ausfällung im Faulturm und bei Schlammwärmetauschern (Schlamm-recycling), da Phosphat und Fe^{2+} im Faulturm freigesetzt werden

Auskristallisation in Leitungen, H. Siegrist, VSA Fachtagung vom 13.3.2009



eawag aquatic research

Vermeidung, Bekämpfung, P-Recycling

- Verfahrenstechnische Gestaltung und chemische Reinigung
- Elektromagnetische Behandlung
- MAP Ausfällung, Abtrennung und Recycling

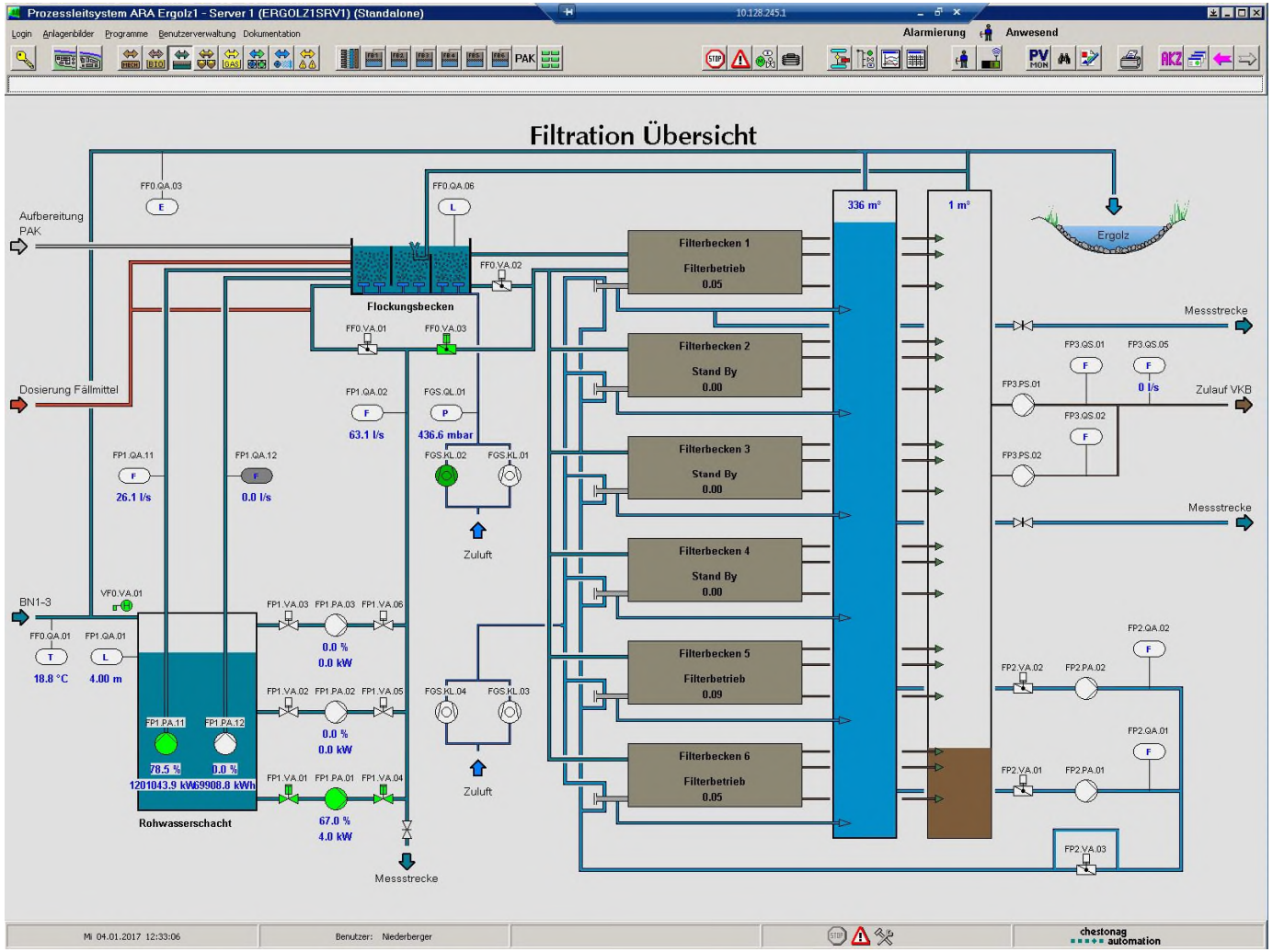
VSA

Filterhebewerk ARA Ergolz 1 - Ausgangslage

- 3 baugleiche Kreiselpumpen mit je 235 l/s
- 50% vom Jahr TW Zulauf 100-150 l/s (Wirkungsgrad kleiner 50%).
- Rohwasserschacht wird bei Minimalzulauf leer gepumpt. Pumpwerk taktet.
- Bestehendes PW ist abgeschrieben (20 Jahre alt).

BASEL LANDSCHAFT
BAU- UND UMWELTSCHUTZDIREKTION

Filterhebewerk ARA Ergolz 1



VSA

BASEL LANDSCHAFT
BAU- UND UMWELTSCHUTZDIREKTION

Filterhebewerk ARA Ergolz 1 - Einsparpotential

- Energiebedarf Pumpwerk aktuell: 130‘000 kWh/Jahr
- Energieeinsparung durch optimale Auslegung einer neuen Pumpe anstelle einer bestehenden Pumpe. Pumpenrevision und Ersatzmotor (IE3) für eine der bestehenden Pumpen mit besserem Wirkungsgrad.
- Neu kann das Pumpwerk in 90 % der Zeit mit der neuen (ca.60%)und einer bestehenden Pumpe revidiert und neuer IE3 Motor (30%)betrieben werden, die zweite bestehende Pumpe wird mit der revidierten zusammen gleiche Drehzahl für die restliche 10% eingesetzt.
- Pumpenleistung der neuen Pumpe 3 - 10 kW ergibt, bei 60 % Laufzeit/Jahr Energiebedarf 40‘000 kWh/a (bei einer mittleren Leistung von 7 kW)
- Pumpenleistung der bestehenden Pumpe 10 - 30 kW ergibt bei 40 % Laufzeit/Jahr Energiebedarf 60‘000 kWh/a (bei einer mittleren Leistung von 15 kW) neuer Motor eingerechnet.
- Energiebedarf Pumpwerk neu 100‘000 kWh/Jahr
- Einsparung 30‘000 kWh mal 20 Rp/kWh = 6‘000 Fr/Jahr

VSA

BASEL LANDSCHAFT
BAU- UND UMWELTSCHUTZDIREKTION

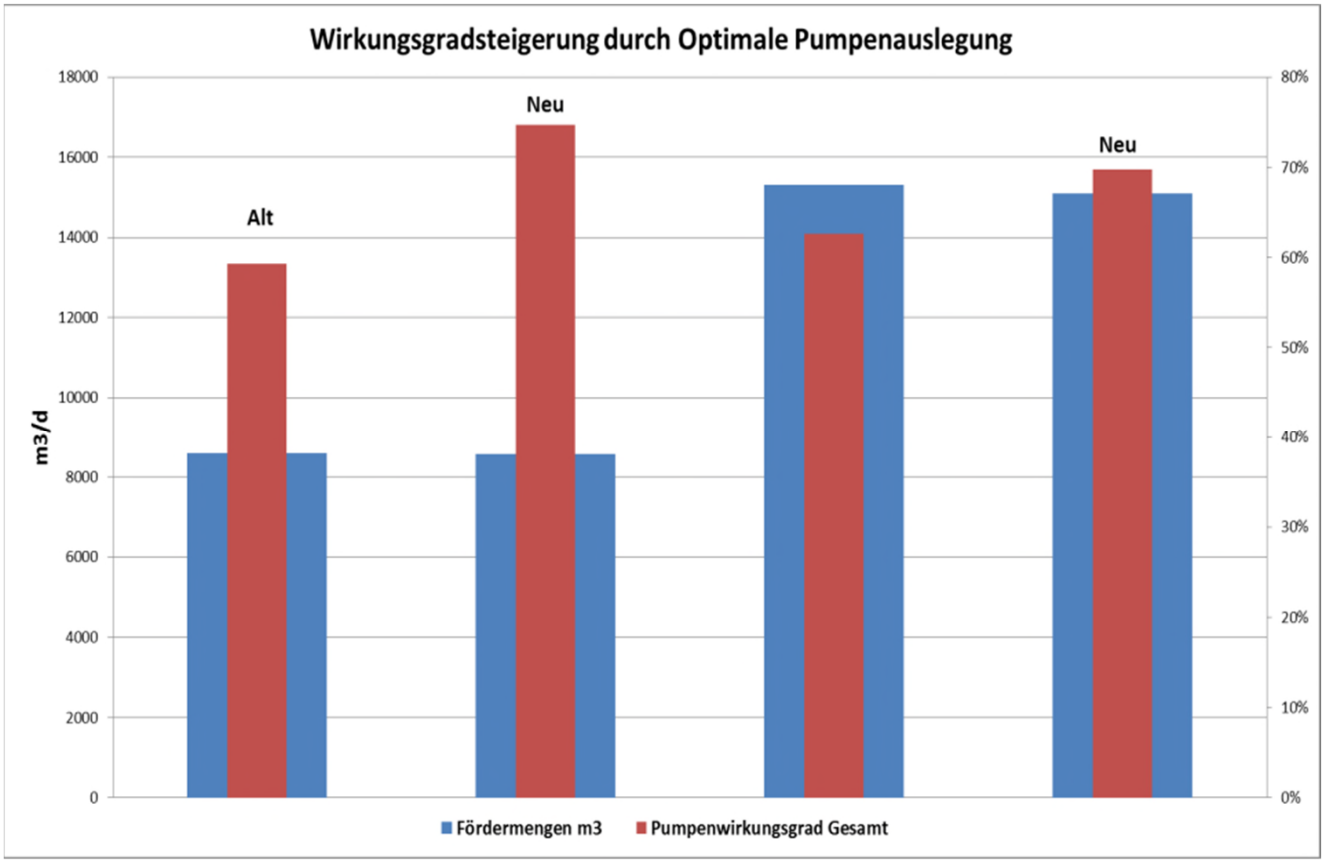
Filterhebewerk ARA Ergolz 1 - Optimierungsschritte

- Eine Pumpe ausgewechselt durch eine kleinere mit Fördermengen 35 – 140 l/s für Nacht und TW Zulauf.
- 1 alte Pumpe revidiert und Motor ersetzt (IE3).
- Programmanpassung auf optimale Pumpenkennlinie und Wirkungsgrad.

VSA

BASEL LANDSCHAFT
BAU- UND UMWELTSCHUTZDIREKTION

Filterhebewerk ARA Ergolz 1 - Wirkungsgrad



VSA

BASEL LANDSCHAFT
BAU- UND UMWELTSCHUTZDIREKTION

Filterhebewerk ARA Ergolz 1 - Kostenzusammenstellung

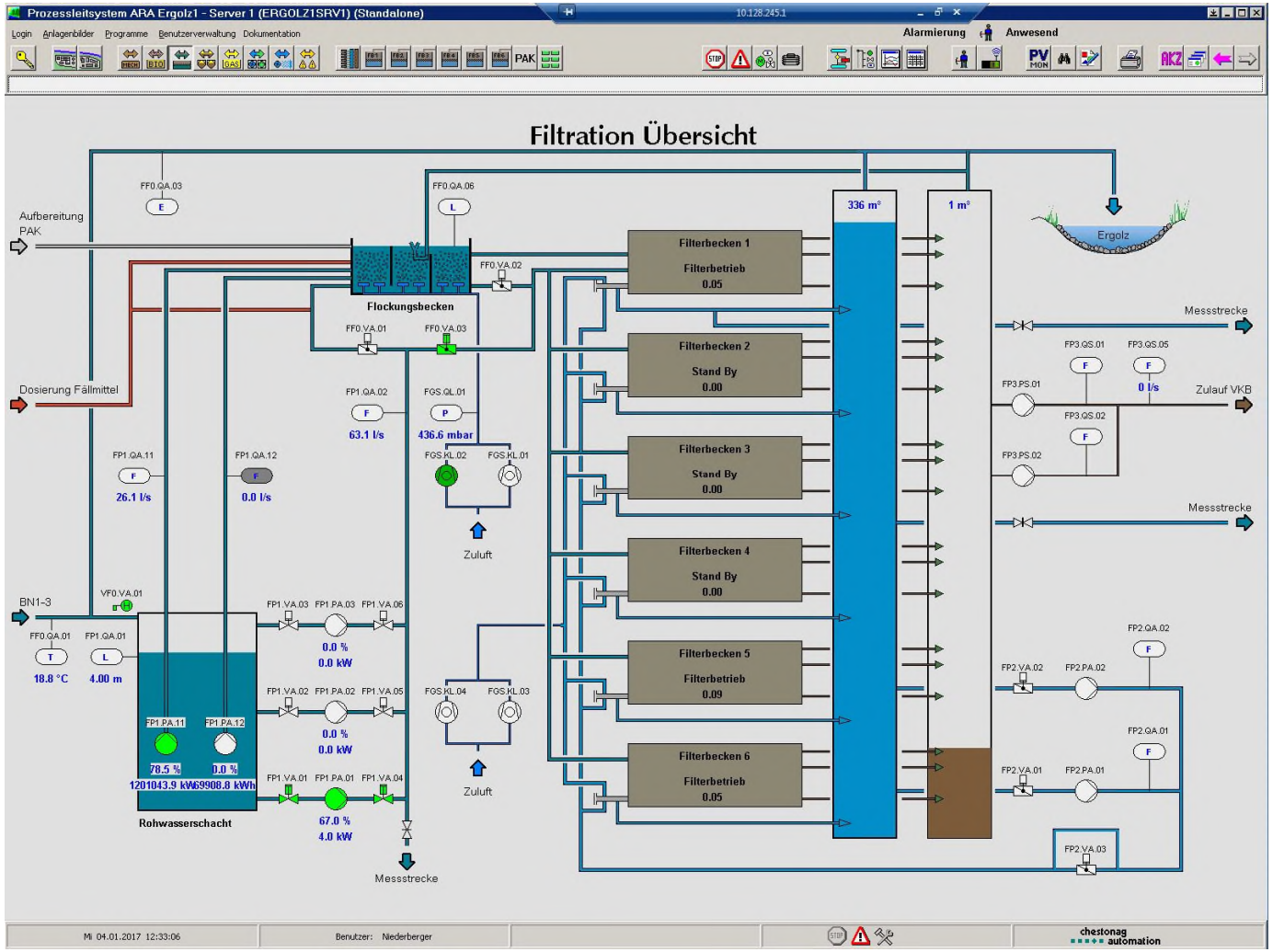
Massnahmen	Kosten
Neue Kreiselpumpe	23’500.-
Revision bestehende Pumpe	2’500.-
Neuer FU für neue Pumpe	3’500.-
Neuer Motor für bestehende Pumpe	4’300.-
Anpassungen Baulich/ Betonsockel	5000.-
Elektriker/ Planung/ Schaltschrank	23’500.-
Anpassung Programmierung	10’900.-
Total	**73’200**.-
Energieeinsparung 15 Jahre	90’000.-
Wirtschaftlichkeit	**+16’800.-**

VSA

Optimierung von Prozessen

BASEL LANDSCHAFT
BAU- UND UMWELTSCHUTZDIREKTION

Filterbetrieb ARA Ergolz 1



VSA

Filterbetrieb ARA Ergolz 1- Augangslage

- Sandfilter mit 6 Filterzellen.
- Filter hat gute Reinigungsleistung.
- Tägliche Filterspülungen nach Zeitschaltuhr.
- Betrieb des Filters wurde nie hinterfragt.
- Hoher Energieverbrauch durch die täglichen Rückspülungen.
- Es wird viel Schlammwasser intern rezirkuliert.

Filterbetrieb ARA Ergolz 1- Problemstellungen

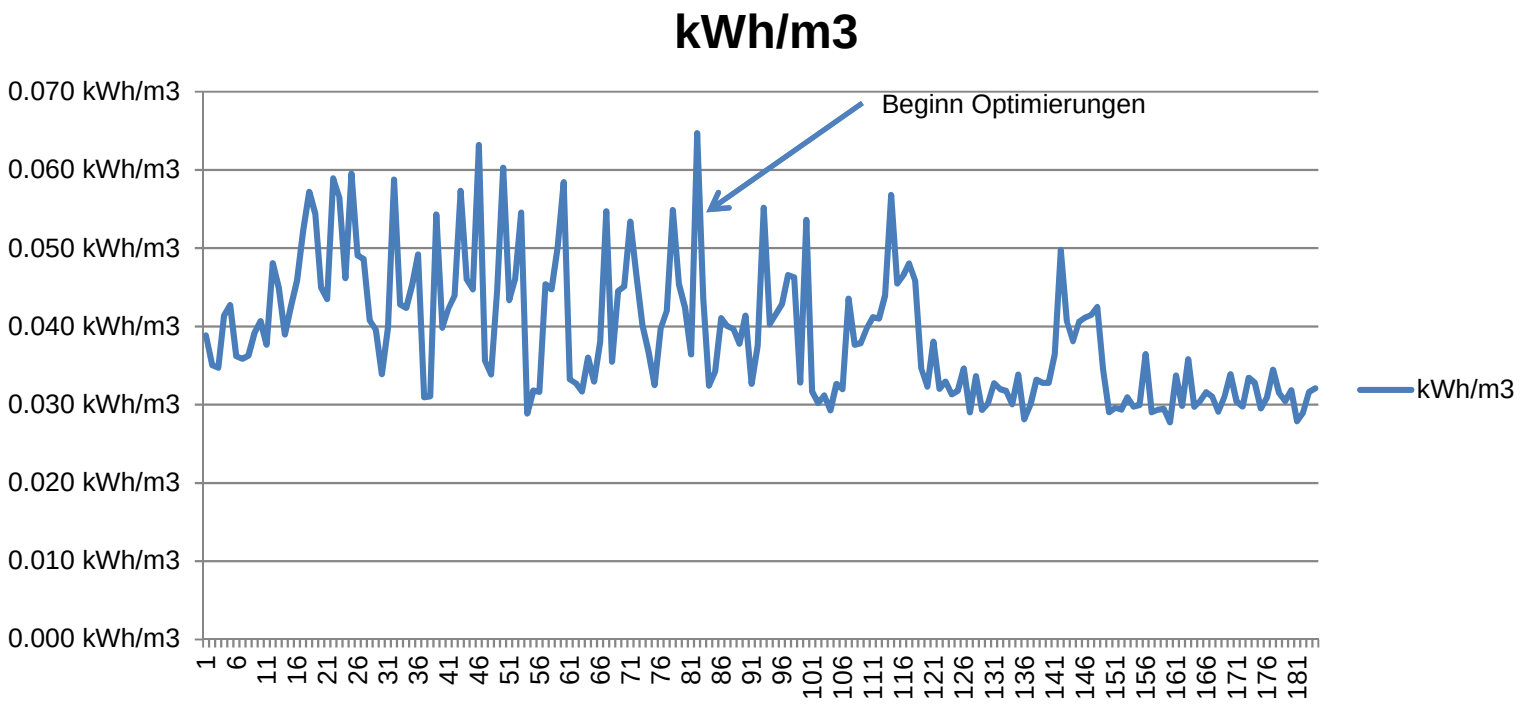
- Verklumpt der Sand bei Reduktion der Spülintervalle?
- Vermindert sich die Reinigungsleistung?
- Wie wird eine Faulung in den Filterzellen verhindert die Tagelang stehen bleiben?
- Kann verhindert werden das mehrere gesättigte Filterzellen bei einem Regenereignis bereit stehen.

Filterbetrieb ARA Ergolz 1- Anpassungen

- Laut WABAG besteht bei Filtermaterial keine Verklumpungsgefahr durch verlängern der Spülintervalle.
- Rotation der Filterzellen eingeführt (Intervall alle 4 Stunden).
- PID Regler auf Auslaufklappe (Potentiometer eingebaut).
- Druckmessungen im Polsterraum.
- Neue Niveaumessungen (Radar) für Filterzellen.
- Anpassungen der Spülprogramme.
- Spülprogramme können durch den spez. Druckverlust, Niveau in Filterzellen, Stellung der Auslaufklappen oder Zeitschaltuhr ausgelöst werden.
- Inlineüberwachung GUST (Trübungsmessung)

BASEL LANDSCHAFT
BAU- UND UMWELTSCHUTZDIREKTION

Filterbetrieb ARA Ergolz 1- Anpassungen



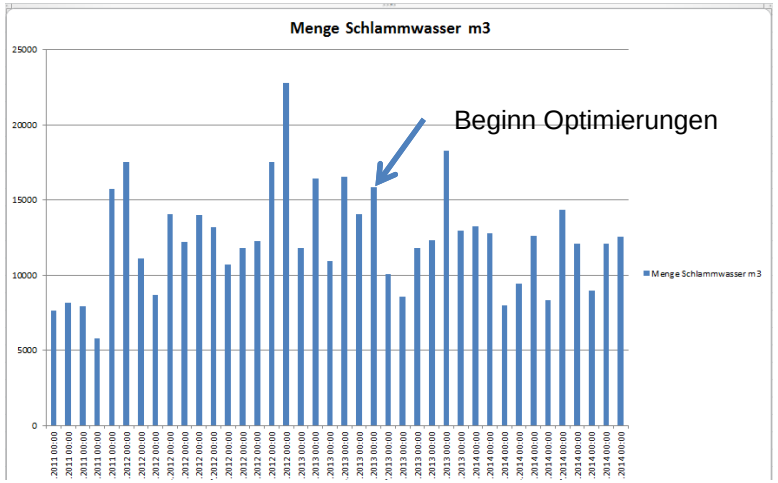
VSA

BASEL LANDSCHAFT
BAU- UND UMWELTSCHUTZDIREKTION

Filterbetrieb ARA Ergolz 1- Fazit

- Der Energieverbrauch konnte spürbar gesenkt werden.
- Leider konnte der Energieverbrauch wegen einem grosstechnischen PAK Versuch nicht längerfristig verifiziert werden.
- Reinigungsleistung bleibt.

Die Schlammwassermengen sind trotz PAK Versuch gleich geblieben oder gesunken. PAK Anlage produziert Schlammwasser und hat erhöhten Energiebedarf.



Beginn Grossversuch

VSA

BASEL LANDSCHAFT
BAU- UND UMWELTSCHUTZDIREKTION

Filterbetrieb ARA Ergolz 1- Aktifilt

Weiterführende Infos zum Verfahren:
Aqua&Gas N°1 2016

FACHARTIKEL AQUA & GAS N°1

FORSCHUNGSPROJEKT «AKTIFILT»

ELIMINATION VON MIKROVERUNREINIGUNGEN MITTELS PAK-DOSIERUNG IM ZULAUF DER RAUMFILTRATION

In dem vom Bundesamt für Umwelt geförderten Forschungsprojekt «Aktifilt» wurde die Erweiterung mit einer Pulveraktivkohledosierung im Zulauf einer bestehenden Raumfiltration über den Zeitraum von mehr als einem Jahr untersucht und optimiert. Die Ergebnisse, die auf der vom Amt für Industrielle Betriebe Basel Landschaft (AIB) betriebenen ARA Ergolz 1 erzielt werden konnten, versprechen eine kostengünstige, platzsparende sowie einfach in den bestehenden Betrieb zu integrierende Lösung, um den neuen Anforderungen des Gewässerschutzes Rechnung zu tragen.

Jonas Löwenberg, Armin Zenker, Thérèse Krahnsöver, Thomas Wintgens, Fachhochschule Nordwestschweiz; Institut für Ecopreneurship*
Martin Baggenstos, Walwag Wasseretechnik AG; Michael Thomann, Holinger AG
Gerhard Koch, Amt für industrielle Betriebe Basel-Landschaft

VSA

BASEL LANDSCHAFT
BAU- UND UMWELTSCHUTZDIREKTION

Belüfterwechsel ARA Birs

VSA

BASEL LANDSCHAFT
BAU- UND UMWELTSCHUTZDIREKTION

Belüfterwechsel ARA Birs- Augangslage

- 5 SBR mit 10 Jahre alten Membranbelüftern.
- Je 1’220 Belüfter pro SBR. Anbieter «xyz Typ C»
- Anbieter «abc» massiv tieferer Preis. Sauerstoffeintrag tiefer.

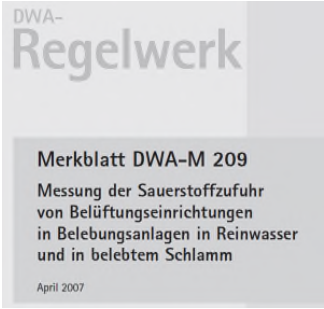
Anbieter Membranersatz	Preis	Sauerstoffeintrag Nennleistung (SSOTR)
xyz Typ B	Ca. 250’000 CHF	20.5 (gO_2/Nm^3*m)
abc Typ HL	Ca. 150’000 CHF	17.0 (gO_2/Nm^3*m)

VSA

BASEL LANDSCHAFT
BAU- UND UMWELTSCHUTZDIREKTION

Belüfterwechsel ARA Birs- Vorgehen

- Sauerstoffeintragsversuche mit den alten Tellerbelüftern durchgeführt.
- 1. SBR wird mit Belüftern «xyz Typ B» ausgestattet.
- Durch Sauerstoffeintragsversuche wird überprüft ob der Garantiewert erreicht wird.
- Die Eintragsversuche wurden in Reinwasser wie auch im Belebtschlamm durchgeführt (gem. DWA-Merkblatt M 209, 2007).

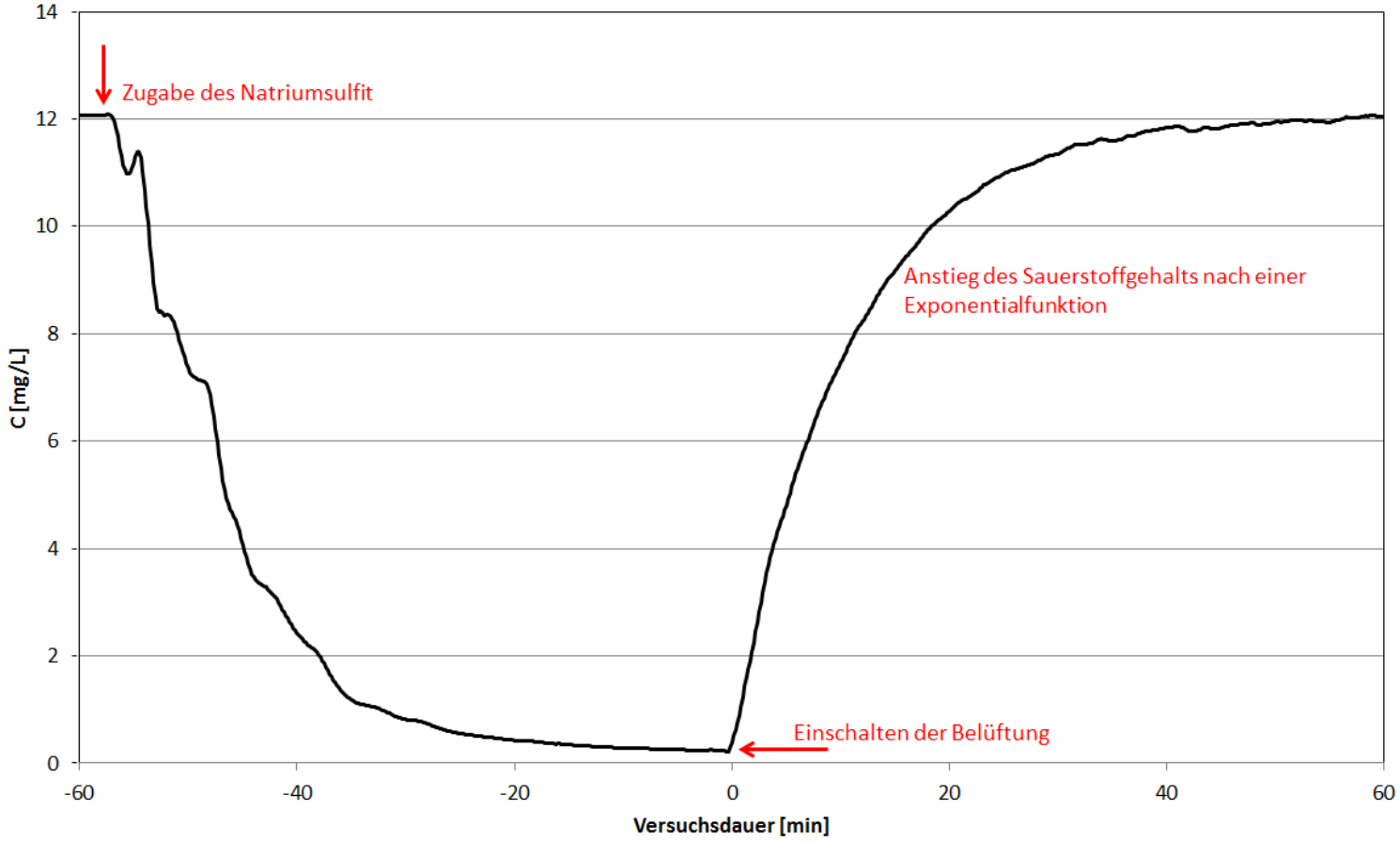


- Die ersten Ergebnisse zeigten einen SSOTR von 18.1 (gO_2/Nm^3*m). Werte weit unter Nennleistung

VSA

BASEL LANDSCHAFT
BAU- UND UMWELTSCHUTZDIREKTION

Belüfterwechsel ARA Birs- Verlauf des Sauerstoffgehaltes beim Absorptionsversuch in Reinwasser vom 29. April 2015



VSA

Belebtschlammversuche (SBR 1-5)

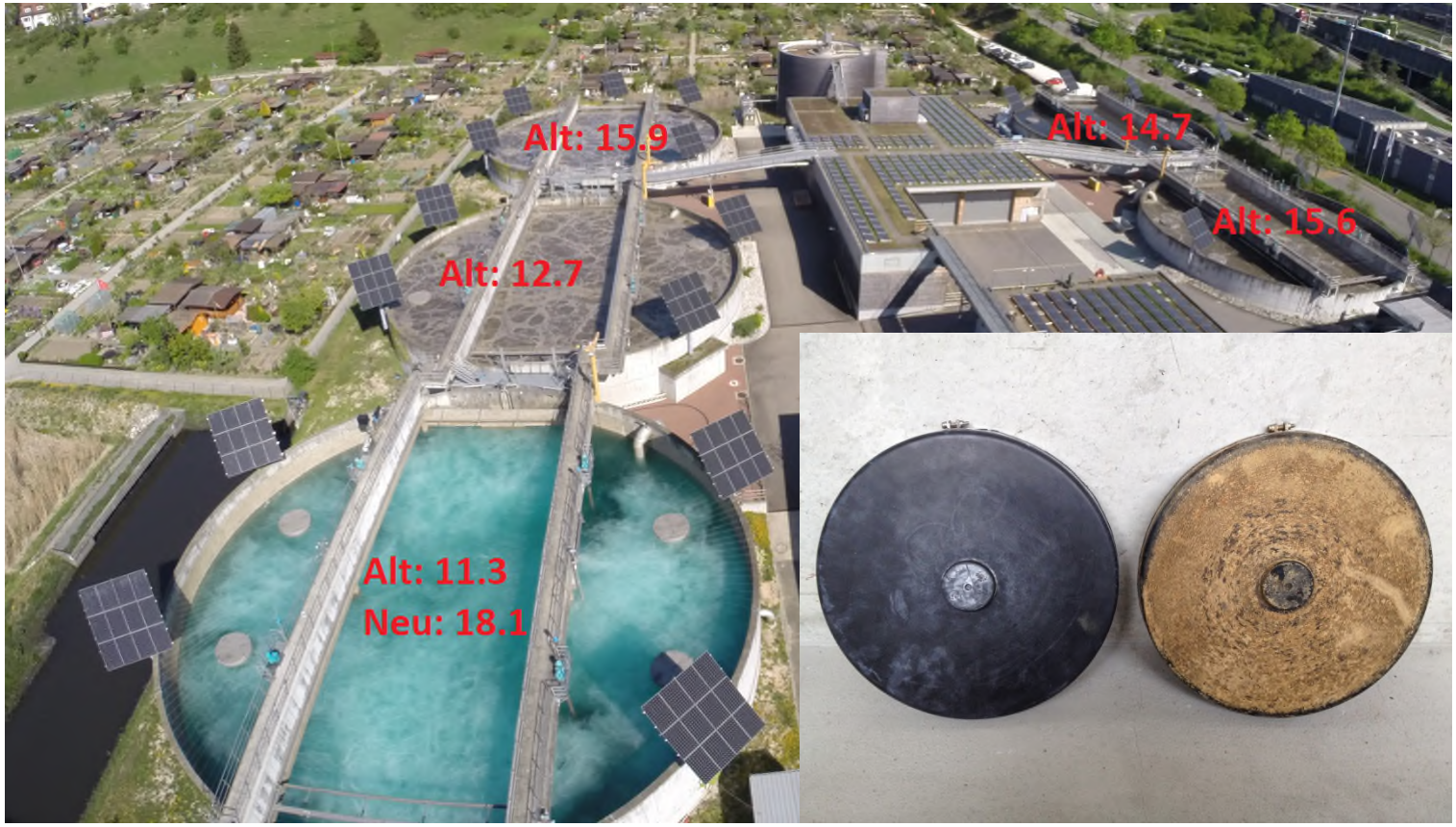


Abb.: Spezifische Sauerstoffausnutzung (SSOTR) in g/(Nm^3·m)

- Garantierter Wert Alte Membranen: 18.5 g/(Nm^3·m)
- Garantierter Wert Neue Membranen: 21 g/(Nm^3·m)

Belüfterwechsel ARA Birs- Fazit

- Der O2 Eintrag verbesserte sich innerhalb von 5 Monaten auf 20.6 (gO_2/Nm^3*m) (Eintragsversuche wurden regelmässig mit Belebtschlamm wiederholt und auf Reinwasserbedingungen umgerechnet).
- Einfahrbedingungen (Dehnung der Membranen) des Lieferanten wurden bei der ersten Messung nicht genau eingehalten.

BASEL LANDSCHAFT
BAU- UND UMWELTSCHUTZDIREKTION

Belüfterwechsel ARA Birs- Endabrechnung

- Auf Grund der untenstehenden Abrechnung wurden trotz höheren Investitionskosten alle SBR mit den Belüftern des Anbieters «xyz Typ B» ausgerüstet.
- Die Effizienz der Teller ist erwiesen und spiegelt sich auch in den Energiemessungen und weiterer O_2 Eintragsversuche nieder.

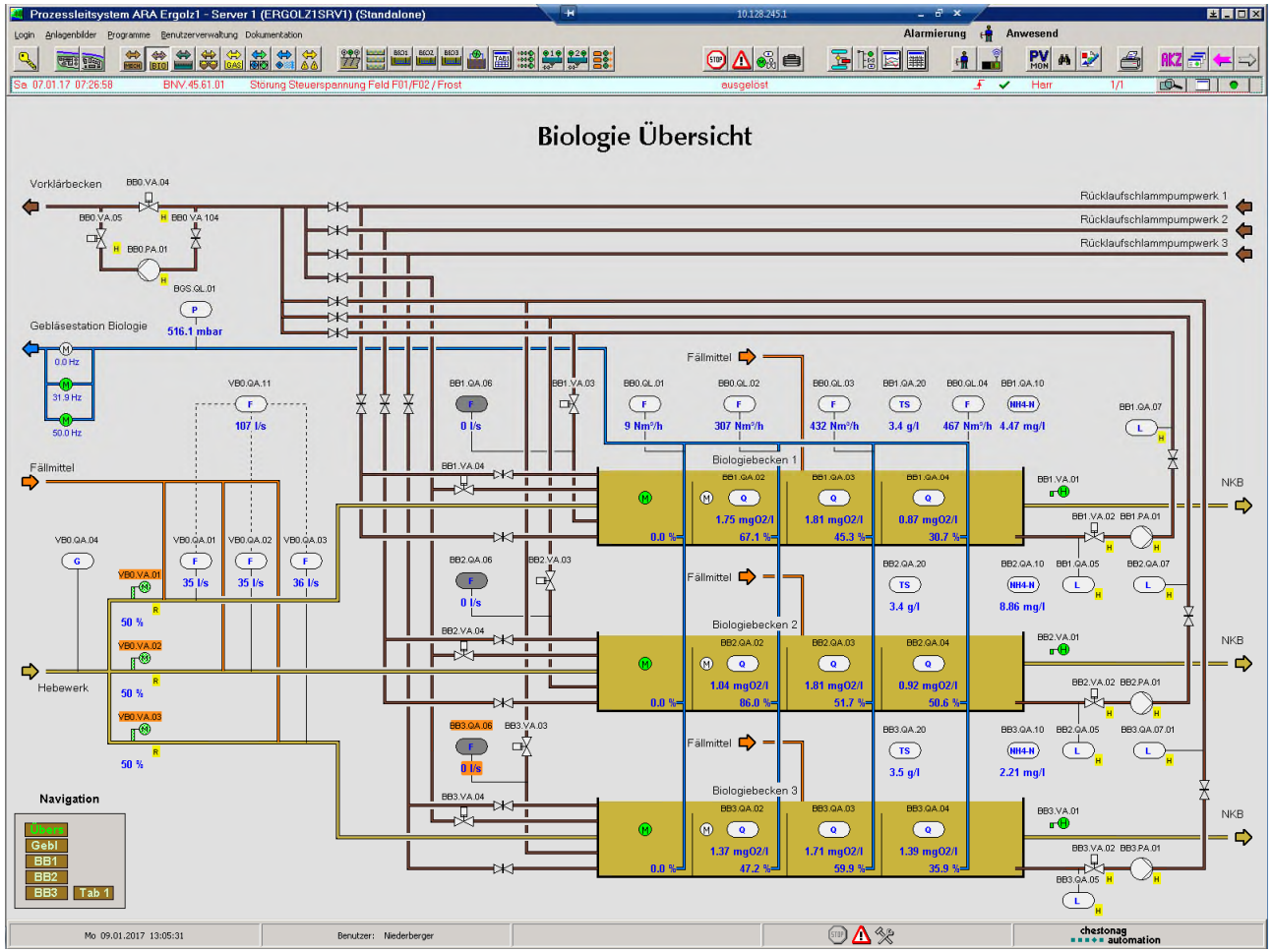
Energieeinsparung alle SBR	Kosteneinsparung alle 5 SBR	Mehrinvestition	Mehrinvestition Amortisiert
308’573 kWh/Jahr	37’029 CHF/Jahr	100’000 CHF	Ca. 3 Jahre

Trotz hoher Anschaffungskosten wird es während der Betriebsdauer billiger!

VSA

BASEL LANDSCHAFT
BAU- UND UMWELTSCHUTZDIREKTION

Bedarfsgerechte O_2-Regelung in der Biologie



VSA

Bedarfsgerechte O_2-Regelung in der Biologie - Ausgangslage

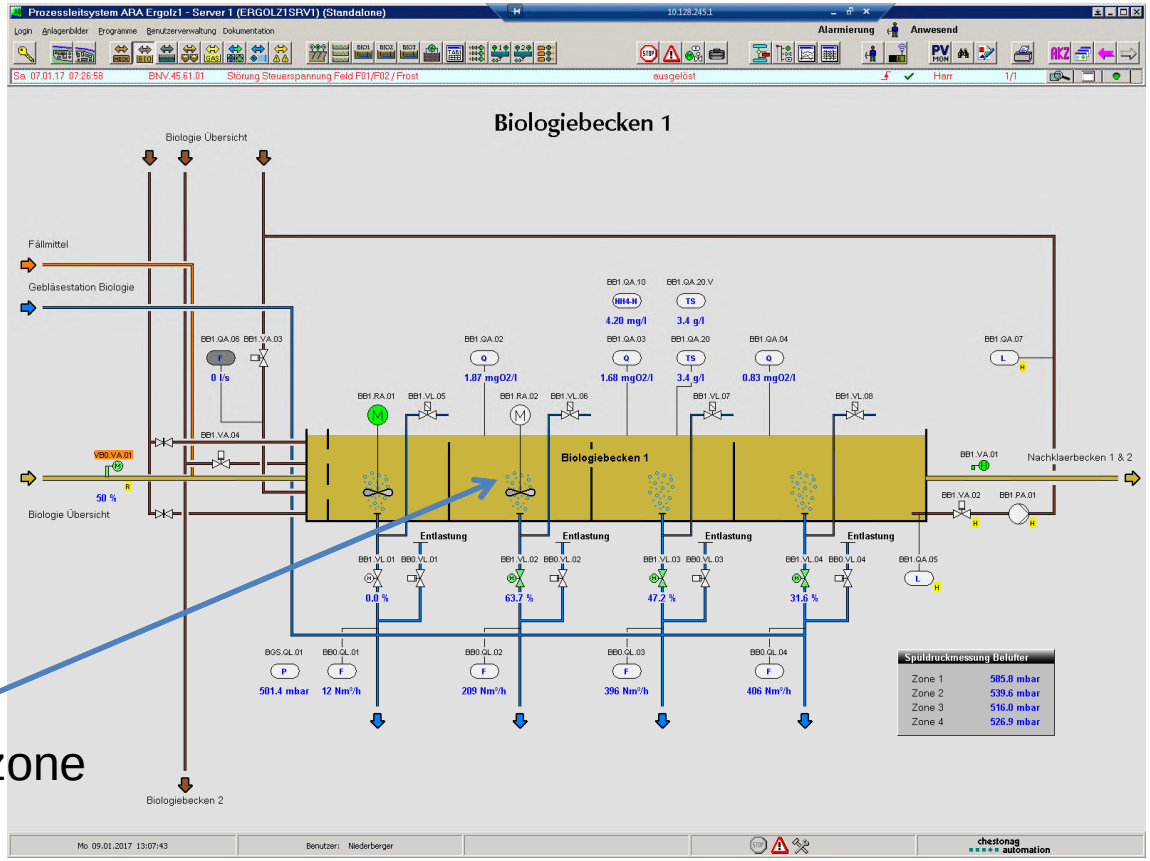
- Biologie 3-strassig mit einer Anox-Zone und 3 belüfteten Zonen.
- Anox Zone und 1. belüftete Zone mit Rührwerk und Tiefenbelüfter/ 2. und 3. belüftete Zone mit Tiefenbelüfter.
- BB1-3, Zonen 1, 2 und 3 mit je einer O_2 Sonde.
- BB1 Zone 2, 1 NH_4-N Sonde.
- Möglichkeiten der Steuerung der einzelnen Zonen sehr beschränkt.

Bedarfsgerechte O_2-Regelung in der Biologie - Ziele

- Jede Zone/Jede Biologiestrasse einzeln steuerbar (O_2 Sollwerte/Belüftungsmöglichkeiten).
- In jeder Biologie eine eigene NH_4-N Sonde.
- Sondenunterhalt gewährleistet!
- Die 1. belüftete Zone als Bivalenzzone nutzen (Nitrifikation/Denitrifikation).
- Möglichkeit des Plausibilisierens der jeweils gemessenen NH_4-N Werte.
- Energieeinsparung durch weniger Gebläseleistung.

BASEL LANDSCHAFT
BAU- UND UMWELTSCHUTZDIREKTION

Bedarfsgerechte O_2-Regelung in der Biologie – Übersicht BB1

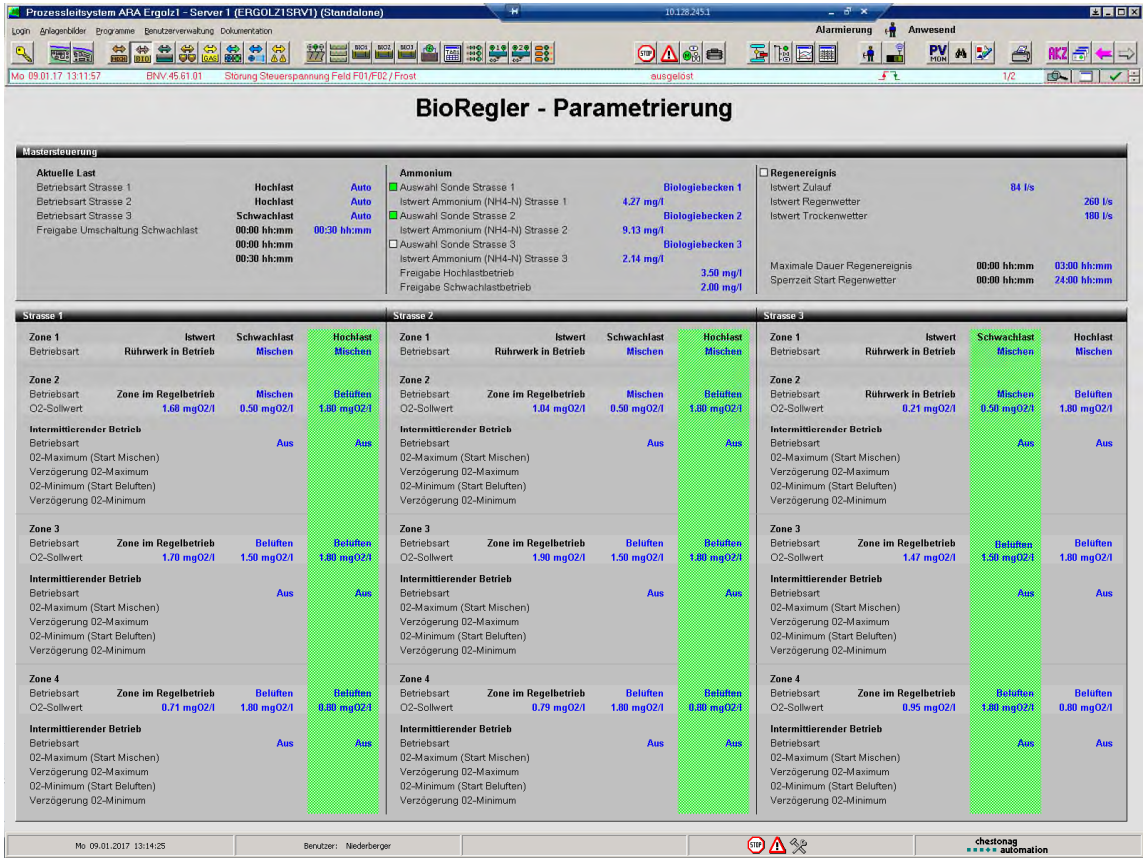


Bivalenzzone

VSA

BASEL LANDSCHAFT
BAU- UND UMWELTSCHUTZDIREKTION

Bedarfsgerechte O_2-Regelung in der Biologie – Bioregler (Belüftungstabelle)



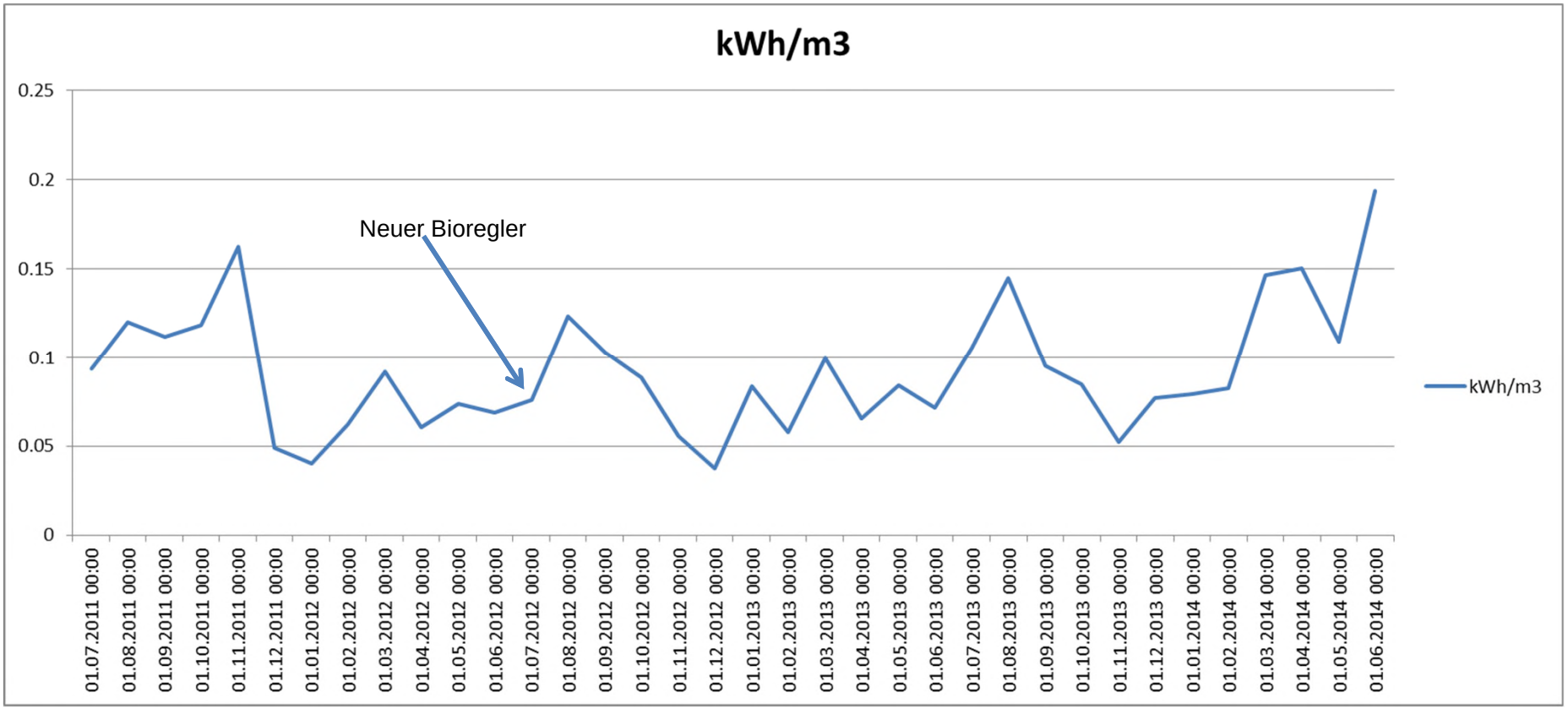
VSA

Bedarfsgerechte O_2-Regelung in der Biologie – Bioregler

- Jede Zone kann eigene Sollwerte erhalten. Unterschiedliche Belüftungsarten (intermittierend/ohne Belüftung/nach O_2 Sollwert.
- Zonen werden nur belüftet wenn nötig (Hoch/Schwachlast).
- Laststufe gesteuert durch NH_4-N Sonde in Bivalenzzonen sowie durch Beginn Regenwetter (Q_{ARA})

BASEL LANDSCHAFT
BAU- UND UMWELTSCHUTZDIREKTION

Bedarfsgerechte O_2-Regelung in der Biologie – Fazit



VSA

BASEL LANDSCHAFT
BAU- UND UMWELTSCHUTZDIREKTION

Bedarfsgerechte O_2-Regelung – Fazit

- Die tatsächliche Energieeinsparung ist schwierig nachzuweisen, da sich diverse Effekte überlagern (Belastung zunehmend, Belagsbildung bei alten Membranen)
- Bedienerfreundlichkeit ist gestiegen.
- Alle Parameter sind übersichtlich auf einer Seite dargestellt und volle Flexibilität ist gewährleistet.
- System wurde auf zwei weiteren ARA im Kanton Baselland eingeführt.

Derzeit kämpfen wir mit den alten Membranen, es gibt grosse Unterschiede zwischen den Strassen mit gereinigten Membranen und den anderen. Deshalb ist der Effekt noch nicht sichtbar. Im Sommer 2017 wird das ganze O2-Eintragssystem ersetzt (mit Möglichkeit von Absäuern, ist derzeit nicht möglich.

VSA

BASEL LANDSCHAFT
BAU- UND UMWELTSCHUTZDIREKTION

Fragen?

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit.

VSA