

KA Medebach – Reduzierung der Stickstofffracht bei gleichzeitiger Senkung der Belüftungskosten.

Ausgangssituation

Die Kläranlage Medebach/Oberschledorn (Abb. 1) wird von den Stadtwerken Medebach bewirtschaftet und wurde im Jahr 1980 in Betrieb genommen. Im Jahre 2009 fand eine Modernisierung der Anlage mit Einbau einer Redox-gesteuerten Belüftung statt. Die Anlage ist konzipiert für einen Anschlusswert von 3.000 EW und die gesamte jährliche anfallende Schmutzwassermenge beträgt 1,6 Mio m³. Die biologische Behandlung des Abwassers findet in zwei Rundbecken mit intermittierender Belüftung statt. Die Belüftung der Belebungsbecken erfolgte bis zum Einbau des 2-Kanal RTC-N/DN Moduls über eine Redox-Steuerung.

Der Schlammabzug erfolgte bislang über eine einfache Messung der Feststoffkonzentration mithilfe derer die nächtliche Laufzeit der Schlammabzugspumpe reguliert wurde. Durch diesen Ansatz wurde in der warmen Jahreszeit oftmals mit einem zu hohen Schlammalter operiert, was nachteilig für den Energieverbrauch in der Belüftung war.

Der wichtigste Treiber für die im September 2014 durchgeführte Modernisierung der Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik (EMSR) waren jedoch die Prozesssicherheit unter wechselnder Belastung. Die Anlage muss teilweise mit einem hohen Anteil an Fremdwasser (Regen- und Drainagewasser) operieren. Die alte Steuerung war unter solchen Schwachlast-Bedingungen überfordert. Im Rahmen der Modernisierung bestand der Wunsch nach einer gesamtheitlichen Optimierungslösung, die sowohl die Belüftung, als auch die Regelung des Schlammalters umfassen sollte.

Belüftung

Um alle notwendigen Parameter (NH₄⁺, NO₃⁻, O₂) für den Belüftungsregler (RTC-N/DN) zu erfassen, mussten zunächst die entsprechenden Sensoren installiert werden. Dazu wurden in beiden Belüftungsbecken jeweils ein Kombi-Sensor zur gleichzeitigen Erfassung der Ammonium- und der Nitratkonzentration (AN-ISE sc) installiert und mit dem zentral in der Leitwarte installierten Messumformer (SC1000) verbunden. Die Signale der beiden existierenden Sauerstoffsensoren wurden über eine bidirektionale Profibus-Verbindung in das System eingebunden.

Mit der Installation von Sensoren für die kontinuierliche Messung von Sauerstoff und den Stickstoffparametern Ammonium und Nitrat (AN-ISE sc) in beiden Belebungsbecken,



Abb. 1: Kläranlage Medebach / Oberschledorn

wurden die messtechnischen Voraussetzungen für die Regelung geschaffen. Die eigentliche Optimierung erfolgte durch die Einbindung des RTC-Moduls zur Regelung des Stickstoffabbaus.

Das Modul legt die Zeiten für die Belüftung in Abhängigkeit von der aktuellen Belastung durch Ammonium fest. Die Regelung bewertet absolute Messwerte, sowie die Anstiegs- bzw. Abfallgeschwindigkeit der Konzentrationen. Durch eine Rückfallebene mit historischen Messwerten, ist ein sicherer Betrieb selbst bei Ausfall aller Messungen gewährleistet.

Vernetzung

Die zur Messung der Ammonium-, bzw. Nitratkonzentration eingesetzten ionenselektiven Elektroden (ISE) müssen wie alle ISE von Zeit zu Zeit einer sogenannten Matrixkorrektur unterzogen werden, um ein verlässliches Messsignal zu gewährleisten. Hierzu werden zu einem bestimmten Zeitpunkt Proben in der unmittelbaren Umgebung der Sensoren gezogen und im Labor auf einem Photometer vermessen. Weichen die Laborergebnisse von den Werten, die der Sensor zum Zeitpunkt der Probennahme geliefert hat ab, so wird der Sensor nachträglich mithilfe der Laborwerte korrigiert.

Um die Matrixkorrektur so einfach und sicher wie möglich zu machen, wurden die Sensoren bzw. der Messumformer über eine Ethernet-Verbindung mit dem Photometer im Zentrallabor auf der Kläranlage Medebach-Berge vernetzt (LINK2SC). Hierdurch werden die Messwerte der Sensoren zum Zeitpunkt der Probennahme direkt ins Labor an das Photometer (DR3900) übertragen. Nach der Bestimmung der Laborwerte können diese, falls nötig, direkt vom Photometer im Zentrallabor wieder an den Sensor auf der Anlage gesendet werden um dort die Matrixkorrektur vorzunehmen. Sowohl Online- als auch Labormesswerte werden dabei gesichert, d.h. absolute Werte und Korrekturen sind jederzeit nachvollziehbar.

Vorausschauende Diagnostik

Um sicherzustellen, dass die Regelung der Belüftung immer mit verlässlichen Messwerten operiert, ist auf dem Messumformer zusätzlich Prognosys installiert, eine Software, die permanent den Zustand der angeschlossenen Sensoren überwacht und visualisiert. Prognosys analysiert fortlaufend verschiedene interne Parameterwerte der Sensoren und prüft diese auf Plausibilität. Im Laufe der Zeit zunehmende Abweichungen, z.B. durch besondere Belastungen des Sensors, werden so detektiert und frühzeitig angezeigt. Darüber hinaus überwacht Prognosys den Wartungsstatus der Sensoren. Die Zeit bis zur nächsten fälligen Maßnahme wie z.B. einer Matrixkorrektur wird ebenfalls visualisiert. Hierdurch können zum einen Wartungsmaßnahmen besser geplant und zum anderen eine Beeinträchtigung der Sensoren, z.B. durch außergewöhnliche Verschmutzungen, sicher und früh genug erkannt werden.

Schlammalter

Nachdem zunächst ein Testbetrieb in Becken 1 durchgeführt worden war, wurde auch Becken zwei mit dem Regler für das Schlammalter (RTC-SRT) ausgestattet. Der RTC-SRT stellt das Schlammalter in der biologischen Reinigungsstufe in Abhängigkeit von der Temperatur so ein, dass einerseits eine stabile Nitrifikation gewährleistet wird, andererseits aber unnötig hoher Energieverbrauch aufgrund eines unnötig hohen Schlammalters vermieden wird. Aufgrund der höheren Aktivität der Mikroorganismen ist bei höheren Temperaturen ein geringeres Schlammalter zur Sicherstellung einer stabilen Nitrifikation erforderlich als bei geringen Temperaturen. Der RTC-SRT misst die Temperatur und den Gehalt an Trockensubstanz (TS) in der Belebung und im Rücklaufschlamm und liefert ein Steuersignal für die Überschussschlamm-Pumpen. Hierdurch ist eine automatische Anpassung des Schlammalters an Temperatur und Belastung möglich.

Der Sensor zur Messung der Feststoffkonzentration im Rücklaufschlamm (Solitax sc) wurde im Überschussabzug direkt an der Pumpe installiert. Als Wert für den Durchfluss wird die Förderleistung der Pumpe im Betrieb (d.h. auch im Handbetrieb) von 15 L/s genutzt.

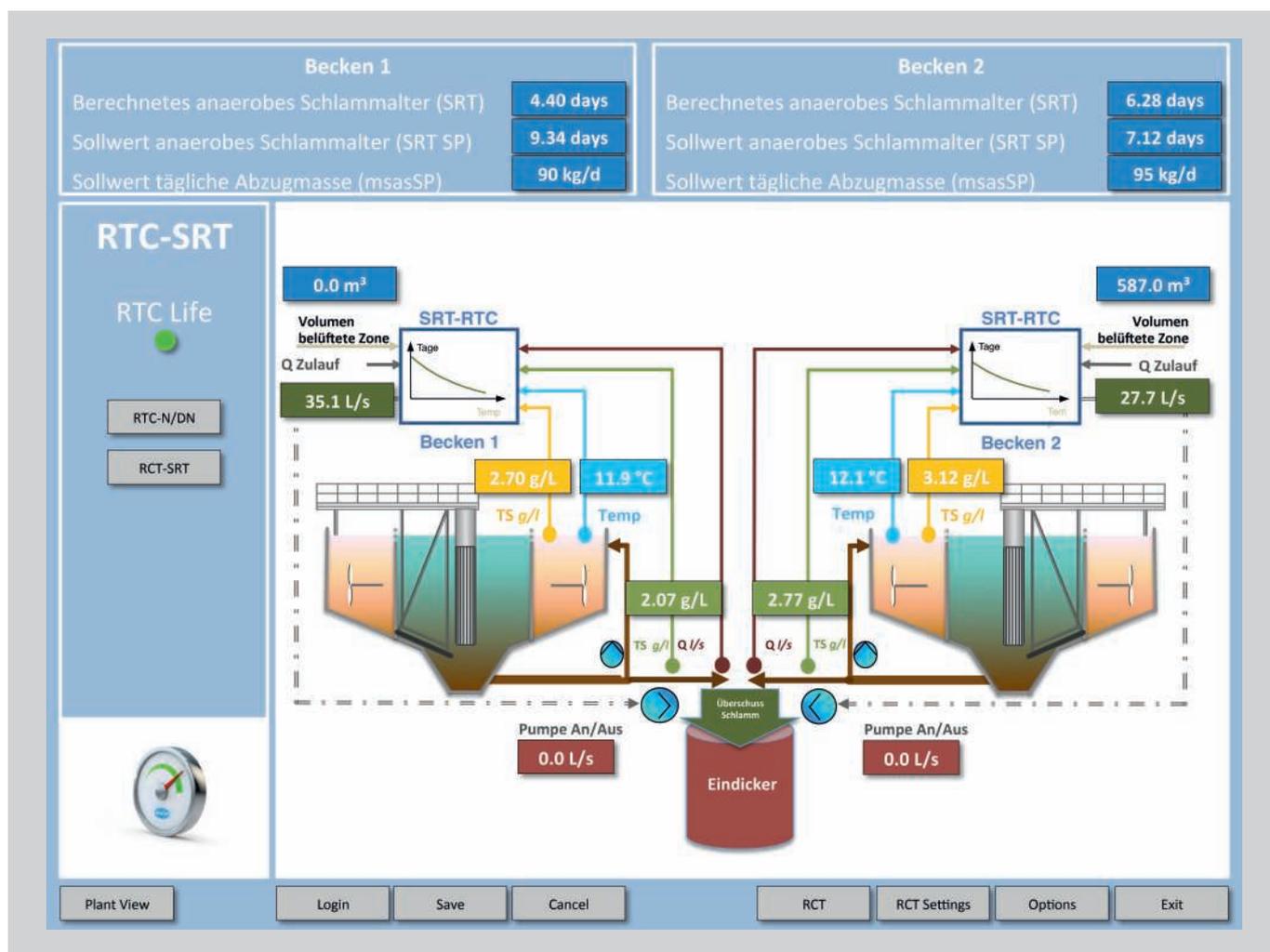


Abb.2: Visualisierung der Schlammalter-Regelung (RTC-SRT) auf dem Prozessleitsystem

Integration

Beide Echtzeitregler sind als sogenannte „standardized combined solution“ auf einem Industrie-PC installiert, der wiederum in das Prozessleitsystem integriert ist. Bei dieser Lösung können mehrere Optimierungsmodule zentral auf einer Hardwareplattform installiert werden. Alle Messwerte werden über den SC1000 bzw. über Profibus an den Regler weitergeleitet und können dort, oder über die TeamViewer Software im Fernzugriff, parametrisiert und visualisiert werden. (Abb. 2)

Fazit

Die Abbauleistung hat sich in Bezug auf den Gesamtstickstoff von 19,48 kg/d um 29 % auf 13,75 kg/d verbessert, sodass eine Rückverrechnung mit bereits gezahlten Abwasserabgaben möglich wurde.

Tab 1.: Gemittelte Abauffrachten im Vergleich

Gemittelte Werte	Oktober 2013-März 2014	Oktober 2014-März 2015	Reduktion
NGes-Konzentration [mg/L]	4,36	3,30	-24 %
NGes-Ablauffracht [kg/d]	19,48	13,75	-29 %

Der Energieverbrauch konnte durch die Inbetriebnahme der RTC-Module ebenfalls klar verbessert werden. Zuvor lagen die Verbrauchswerte im Mittel bei 15.136 kWh pro Monat. Nach der Inbetriebnahme lagen die Werte im Mittel bei 13.468 kWh pro Monat.

Tab 2.: Durchschnittlicher Stromverbrauch in kWh pro Monat

Gemittelte Werte	September-Dezember	Januar bis März	Mittelwert
Durchschnitt 2010-2013	14.317	15.955	15.136
2014/2015	12.950	13.986	13.468
Differenz	-1,367	-1.969	-1.668
Reduzierung in %	-10 %	-12 %	-11 %

Autoren:

André Grebe, Vorstand der Stadtwerke Medebach AöR
 Dr. Andreas Schroers, HACH