



Kurzbericht zum Projekt „Optimierung von kleinen Kläranlagen hinsichtlich ihrer Reinigungsleistung, Wartungsaufwand, Betriebsüberwachung und Betriebssicherheit“

Gefördert durch das Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNLV)
Aktenzeichen: IV-9-042 1A2

1 Projektziele

Ziel des Projektes war eine weitere Optimierung der Reinigungsleistung und der Betriebsüberwachung der von der Fachhochschule Lippe und Höxter entwickelten SBR-Kläranlage in der Größenordnung von 50 bis 5000 Einwohnergleichwerte. Bisher wurde bei auftretenden Störungen, wie Geräteausfall, eine SMS an den Betreiber und/oder das Wartungsunternehmen versendet. Eine wirkliche Überwachung des momentanen Betriebszustandes war allerdings nicht möglich. Daher sollte ein neues Modul entwickelt werden, mit dem jederzeit der aktuelle Zustand der Kläranlage überwacht werden kann. Mit der zu entwickelnden Client-Software soll es für den Betreiber und das Wartungsunternehmen möglich sein, mit einem PC den Betriebszustand der Anlage und aufgetretene Fehlermeldungen abzurufen. Über eine einfache graphische Anwendung sollen die aktuellen Betriebszeiten und Fördermengen dargestellt werden können.

Mit dem neuen Fernwartungsmodul sollte es möglich sein, auf veränderte Belastungssituationen zu reagieren, in dem der Steuerablauf der Kläranlage geändert wird. Für Anlagen mit sehr starken Belastungsschwankungen, wie sie häufig bei kleinen Kläranlagen auftreten, soll es möglich sein, das Raumvolumen per Fernsteuerung anzupassen.

2 Durchgeführte Arbeiten

2.1 Konstruktive Verbesserungen

Bei den überarbeiteten Pumpenführungen bestehen die Gleitrohre sowie die Pumpenträger aus Edelstahl. Um die Handlichkeit der Konstruktion zu verbessern, wird an den Pumpenträgern nunmehr nur noch eine Pumpe befestigt.

Der überarbeitete Luftverteiler ist aus einem Block gefertigt, der auf Grund seines Eigengewichtes die Belüfter am Behälterboden fixiert. Im Falle einer defekten Gummimembran kann nun die komplette Belüftereinheit zum Reaktordeckel heraufgezogen werden, um dort den defekten Belüfter zu tauschen.

Um den Luft- und Schlammeintritt in die für den Klarwasserabzug benötigten Pumpen zu verhindern, wurden diese mit einer Rückschlagklappe, die sich nach Abschalten der Pumpe durch den Staudruck im Schlauch automatisch schließt, ausgestattet.

2.2 Optimierung der Geräteausstattung

Da dreiphasige Motoren deutlich billiger, robuster und leistungsfähiger als einphasige Motoren sind, wurde die komplette Steuerung dreiphasig ausgelegt. Zur Fehlererkennung sind die

Motorschutzschalter mit einem Meldekontakt versehen worden. Die bei der alten Anlagenkonfiguration eingesetzten Relais wurden bei der neuen Anlagensteuerung durch Schaltschütze ersetzt. Diese haben außer einer höheren Anzahl an Schaltzyklen den Vorteil, dass sie im Falle eines Defektes, auf Grund der Normierung der Geräteabmessung, leicht durch ein Schütz eines anderen Herstellers ersetzt werden können.

Damit auch bei einem Stromausfall das Steuerprogramm eingeschränkt weiterläuft und der Stromausfall dem Betreiber gemeldet werden kann, wurde die Steuerung mit einer batteriegepufferten unterbrechungsfreien Stromversorgung (USV) ausgestattet. Zur Erhöhung der Sicherheit wurde ein FI-Schutzschalter in die Steuerung integriert.

Um die Fernsteuerbarkeit der Anlage zu ermöglichen, war es notwendig die Steuerung mit einem Modem auszustatten. Dieses sendet auch im Fehlerfall die zur Benachrichtigung des Betreibers notwendige SMS-Fehlermeldung und die Datenprotokolle für die automatisierte Betriebsbuchführung. Für Anlagen die mit einem Telefon- Festnetzanschluss ausgestattet werden können, wird das Modemmodul EM224 von Siemens verwendet. Ist es nicht möglich eine Anlage mit vertretbarem Aufwand mit einem Telefonanschluss auszustatten, kommt für die Datenübertragung ein GSM-Modem vom Typ Siemens TC35I zum Einsatz.

2.3 Störungserkennung und Fehlermeldungen

Durch den Wegfall des Stromfluss-Sensors und den Einsatz der Motorschutzschalter werden Fehler an den Pumpen nicht mehr durch das Ausbleiben eines Stromflusses erkannt, sondern über das Auslösen des entsprechenden Motorschutzschalters signalisiert. Die Fehlermeldungen, die über SMS gesendet werden, sind im Datenbaustein der CPU abgelegt. Die Initialisierung des Modems, der Versand der Betriebsdaten sowie der Versand der Fehlermeldungen werden direkt durch die CPU gesteuert. Da das Programm auf Grund der eingebauten USV auch während eines Stromausfalls weiterlaufen kann, wurde der Programmablauf daraufhin geändert. Bei den vorhandenen Anlagen erzwingt ein Stromausfall ein Neuanlaufen des Prozesses mit dem ersten Prozessschritt, dem Befüllen. Dieses führte bei sehr instabilen Versorgungsnetzen zu langen Stillstandszeiten. Das überarbeitete Programm sendet im Falle eines Stromausfalls die entsprechende Fehlermeldung, arbeitet aber ansonsten normal weiter bis eine Pumpe oder der Kompressor durch das Programm eingeschaltet wird. An diesem Punkt wird der Programmablauf unterbrochen bis die Stromversorgung wiederhergestellt ist, da die Pumpen und der Kompressor nicht durch die USV versorgt werden können.

Die Meldung über den Ausfall einer Pumpe wird per SMS versendet. Die Anlage arbeitet jedoch auf Grund der redundanten Auslegung der Pumpen normal weiter. Ein verstopfter oder undichter Schlauch wird auf Grund einer Abweichung des Verhältnisses zwischen Füll- und Entleerzeit vom Normalwert erkannt. Auch das Überschreiten der maximalen Füll- oder Entleerzeit deuten auf einen Fehler an den Pumpen hin und werden dem Betreiber per SMS gemeldet.

Läuft der Pufferbehälter in Folge erhöhten Abwasseranfalls schon während der Reaktionsphase voll, so wird bei Anlagen mit einem SBR-Reaktor sofort die Sedimentation eingeleitet. Auf diese Weise wird der Pufferbehälter schnellstmöglich geleert. Bei Anlagen mit zwei SBR-Reaktoren wird der Zyklusversatz zwischen den Anlagen deaktiviert. So erfolgt die Entleerung des Pufferbehälters so schnell wie möglich, ohne dass die Reinigungsleistung der Anlage negativ beeinflusst wird.

2.4 Prozessoptimierungen

Bei Anlagen mit zwei Reaktoren wurde die zeitliche Koordination der Prozessschritte verbessert, damit die Reaktoren gleichmäßig belastet werden.

Bei einer Messung der Schlammverteilung in einem SBR-Reaktor stellte sich heraus, dass gerade zu Beginn der Denitrifikation der Reaktorinhalt nicht ausreichend durchmischt war. Da die Durchmischung ausschließlich durch die eingeblasene Luft erfolgt, wurde der erste Belüftungsstoß am Anfang der Denitrifikationsphase verlängert. Die Dauer kann frei eingestellt werden. In der Regel reicht ein Belüftungsstoß von 20 Sekunden aus, um den Reaktorinhalt ausreichend zu mischen.

Während der Nitrifikationsphase erfolgte die Belüftung in gleichmäßig verteilten Belüftungsphasen, um so eine möglichst gleichmäßige Sauerstoffkonzentration im Reaktor herzustellen. Auf diese Weise sollte der Energieeinsatz für die Belüftung weitgehend optimiert werden. Da aber während der ersten Belüftungsphasen der Nitrifikation auf Grund des hohen Sauerstoffbedarfs kein merklicher Anstieg der Sauerstoffkonzentration feststellbar war, wurde im aktuellen Steuerprogramm die erste Belüftungsphase verlängert. Auch dieser Wert ist über die Parametertabelle frei einstellbar.

2.5 Entwicklung des Fernwartungssystems

Die neu erstellte Steuerungssoftware ermöglicht es, die Anlage mit einfachen Mitteln an Veränderungen der Belastung anzupassen. Dieses ist auch über die Fernwirkverbindung möglich. Außerdem wird die Betriebsbuchführung durch weitgehende Automation vereinfacht. Die so gewonnenen Daten können grafisch aufgearbeitet und dem Betreiber zur Verfügung gestellt werden.

In der Grundkonfiguration der Anlage werden die Füllzustände der Behälter mit Schwimmerschaltern überwacht. Eine Anpassung des Reaktorvolumens erfolgt durch die Veränderung der Montagehöhe der Schwimmerschalter im Reaktor. Zur Fernanpassung des Reaktor-Volumens an Belastungsschwankungen wurden die Schwimmerschalter durch eine analoge Füllstandsmessung mittels Drucksensoren ersetzt. Das aktive Reaktorvolumen kann dadurch über eine Veränderung der Grenzwerte beeinflusst werden. Diese Grenzwerte können über die bekannten Parametriermöglichkeiten eingestellt werden, also auch über die Modemverbindung. Da diese Steuerungsvariante einen erheblichen Mehraufwand bei der Sensorik und Steuerungstechnik bedingt, bietet sich deren Einsatz nur bei saisonal unterschiedlich belasteten Anlagen an.

Zur Automatisierung der Betriebsbuchführung ist es notwendig, die Betriebsdaten der Anlage zu speichern. Die Archivierung von Daten erfolgt an zentraler Stelle auf einem beim Hersteller vorgehaltenen Server. Dieser erlaubt ferner einen Datenzugriff über das Internet. Die Anlage übermittelt in eingestellten Abständen ein Datenprotokoll an den Server. Die Aufarbeitung der Daten und die Bereitstellung für den Kunden erfolgt durch den Server.

Detmold, den 22. Dezember 2005

Prof. Dr.-Ing. Ute Austermann-Haun