

Optimierte Regelung von Abwasserreinigungsanlagen

In einer Bachelorarbeit an der FHNW wurde die Regelung der biologischen Reinigungsstufe einer ARA (Belebtschlammbecken) analysiert und es wurden mögliche Verbesserungsvorschläge bzw. Erweiterungen der Reglerstruktur erarbeitet. Diese haben das Ziel, mit Hilfe von Systemkennlinien und Prozesswissen, die Nichtlinearitäten der Regelstrecke in die Regelung einzubeziehen.

Hannes Amport

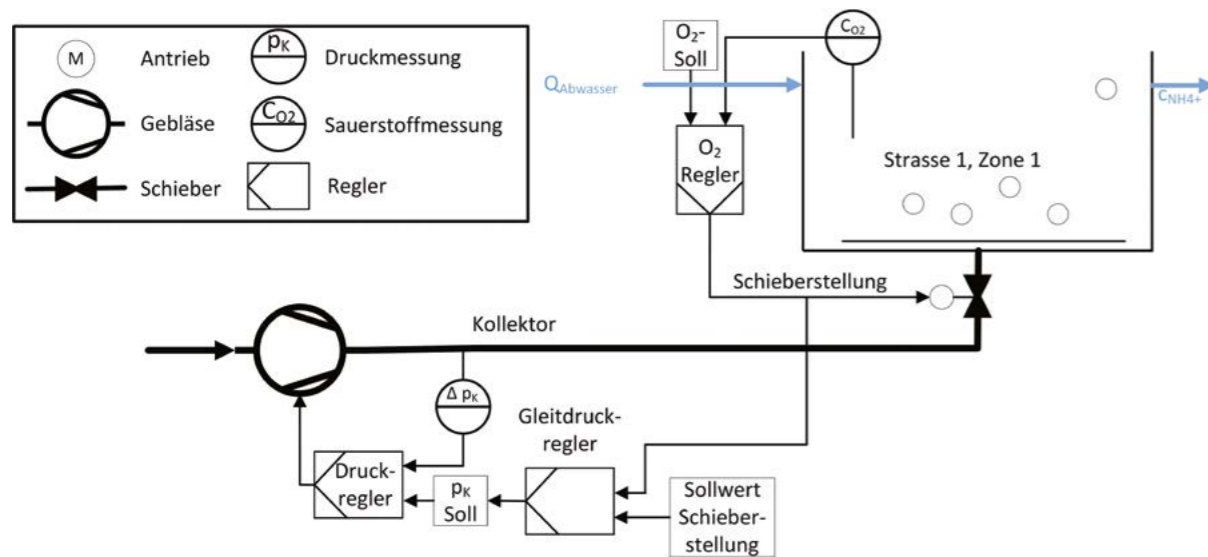


Abbildung 1: Schema der Musteranlage mit kaskadierten Regelkreisen einer Zone der biologischen Reinigungsstufe einer ARA

Der Verband der Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute (VSA) erarbeitet in Zusammenarbeit mit dem Labor für Umweltingenieurwissenschaften der ETH Zürich und verschiedenen Industriepartnern einen Bericht als Empfehlung des VSA: «Wegleitung zur dynamischen Regelung und Prozessüberwachung in der Abwasserreinigung» (Titel in Bearbeitung). Da die Vielfalt an ARA hoch und dadurch die Regelung oftmals individuell ist, soll die geplante Wegleitung als Unterstützung dienen, das Spektrum an individuellen Lösungen zu verkleinern. Im Rahmen einer Bachelorthesis sollen Denkanstöße geliefert werden, um die Regelung der biologischen Abwasserreinigung und somit die Reinigungsleistung zu verbessern.

Ziel der Regelung ist eine Konzentration von $2 \text{ mg O}_2/\text{l}$ in jeder Zone. Die Zonen werden deshalb über den Kollektor mit Luft versorgt. Als Luftquelle dient eine Gebläsestaffel. Die zugeführte Luftmenge einer Zone wird mit Hilfe eines Schiebers geregelt.

Zur Untersuchung der Regelung der Kläranlage wird ein Simulationsmodell entwickelt. Das Simulationsmodell

orientiert sich an der Musteranlage in der Abbildung 1.

Herausforderungen der Regelung

Verschiedene Faktoren beeinflussen die Reinigung des Abwassers und somit die Regelung des Belebtschlammbeckens. Die zwei Faktoren «tagesabhängige Frachtzufuhr» und «Regenereignis» treten besonders hervor. Bei der tagesabhängigen Frachtzufuhr verändert sich die Belastung der Anlage mit Ammonium während dem Tagesverlauf. Der zweite Fall ist ein plötzlich einsetzender Regen. Dieser führt zu einer schnellen Änderung der Belastung bzw. der zugeführten Fracht.

Weil die Regelstrecken der einzelnen Regler nichtlinear sind, ändern sich mit jeder Laständerung die optimalen Regelparameter. Deshalb wird die Regelung konservativ eingestellt und reagiert langsam auf Störungen und die Reinigung des Abwassers dauert entsprechend länger. Die Herausforderung besteht nun darin, eine schnellere Reaktion der Regelung zu erwirken und die Dauer der Reinigung zu verkürzen.

Lösungsvorschläge

Nach der Analyse der bestehenden Reglerstrukturen

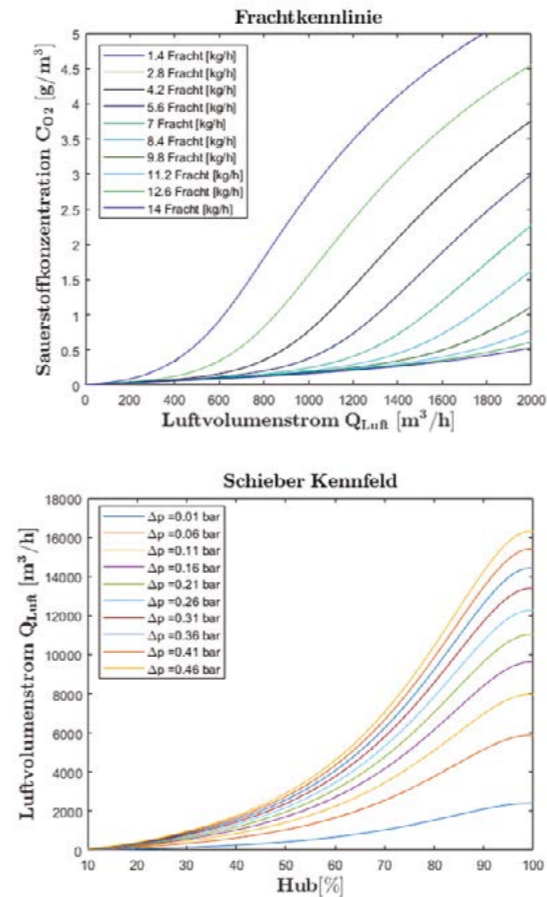


Abbildung 2: Kennlinien, die für die Verbesserung der Regelung verwendet werden können

und den ausschlaggebenden Lastfällen (tagesabhängige Frachtzufuhr und Regenfall) werden Lösungsvorschläge zur Verbesserung der Regelung erarbeitet. Ziel ist eine schnellere bzw. weniger reaktive Reaktion auf die Änderung der Belastung. Für die Verbesserungsvorschläge werden kennlinienbasierte Methoden, Vorsteuerungen und Störgrössenaufschaltungen gemäss der Theorie der

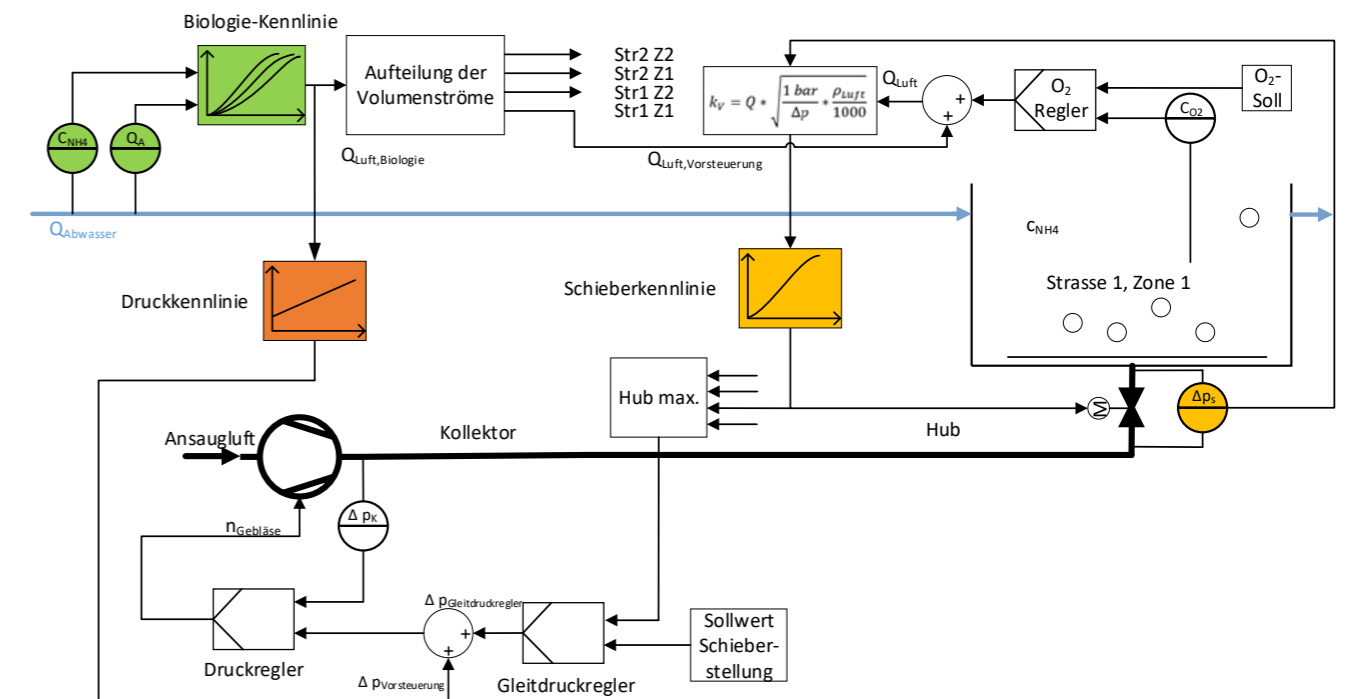


Abbildung 3: Einsatz von Kennlinien zur Verbesserung der Regelung

Regelungstechnik verwendet. Abbildung 2 zeigt zwei verschiedene Kennlinien, die zur Verbesserung der Regelung verwendet werden können. Bei diesen Methoden gilt es, mit Hilfe von Prozesswissen des Industriepartners, Kennlinien und Regeln zu entwickeln, welche anschliessend die Reglerstruktur ergänzen und die Regler entlasten.

Fazit

Die Regelung von ARA ist herausfordernd, weil die Regelstrecke Nichtlinearitäten aufweist. Mittels einer Aufschaltung von Kennlinien kann die Einhaltung des Sollwertes von $2 \text{ mg O}_2/\text{l}$ stabilisiert werden und nichtlineare Effekte können reduziert werden. Durch das Verwenden von Störgrössenaufschaltungen und Vorsteuerungen können reaktive Effekte minimiert werden. Die Abbildung 3 zeigt die Anwendung von Kennlinien zur Verbesserung der Regelung.

Referenzen

- [1] H. Amport, «Regelungstechnik in der Abwasserreinigung», FHNW, Windisch, 2016.
- [2] VSA, ETH Zürich, «Wegleitung zur dynamischen Regelung und Prozessüberwachung», ETH Zürich, Zürich, 2017.

Projektteam

Prof. Dr. David Zogg, Dozent für Regeltechnik, Projektleiter Hochschule für Technik FHNW, david.zogg@fhnw.ch
 Hannes Amport, Masterstudierender und Wissenschaftlicher Assistent, hannes.amport@fhnw.ch
 Philipp Weber, Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Institut für Umweltingenieurwissenschaften ETH Zürich

Auftraggeber

Reto Steinemann, Leiter Entwicklung Chestonag Automation AG
 Daniel Braun, Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute (VSA) und Labor für Umweltingenieurwissenschaften ETH Zürich