

HINWEIS:

Bei den hier formulierten Themen handelt es sich um einen Entwurf. Vor der Vergabe des Themas an eine Person wird der Umfang auf das entsprechende Qualifikationsniveau (Praktikumsarbeit / Bachelorarbeit / Masterarbeit) angepasst.

Master- und Bachelorarbeiten sind grundsätzlich vor der Vergabe des Themas mit der Hochschule abzustimmen. Eine Anpassung des Themas ist in Absprache mit SUN/S-2 möglich.

THEMA (Masterarbeit)

Untersuchungen zur Optimierung der Hochlastbelegung des Klärwerks Nürnberg I mit Hilfe der computergestützten Simulation

Bearbeiterin:

Hochschule:

Betreuer SUN: Dipl.-Ing. Gerd Angermüller, Stadtentwässerung und Umweltanalytik Nürnberg (Betreuer SUN)

Aufgabenstellung

Die Kläranlage Nürnberg 1 stellt mit einer Ausbaugröße von 1,4 Mio. Einwohnerwerten die zentrale Anlage der Stadtentwässerung dar. Die biologische Reinigungsstufe ist zweistufig ausgeführt. In der Hochlaststufe erfolgt der gezielte Abbau der Kohlenstofffracht unter Einsatz einer Reinsauerstoffbegasung. In der nachgeschalteten Schwachlaststufe werden überwiegend Nitrifikation und Denitrifikation realisiert. Ergänzend ist ein Abwasserfilter zur weitergehenden Reinigung installiert. Vor dem Hintergrund steigender Anforderungen an die Reinigungsleistung sowie zu erwartender Verschärfung der gesetzlichen Rahmenbedingung, insbesondere im Kontext der europäischen Kommunalabwasserrichtlinie, besteht ein konkreter Bedarf zur vertieften Analyse und Optimierung der bestehenden Verfahrensführung.

Ziel der Aufgabenstellung ist die Entwicklung eines belastbaren, praxisnahen Simulationsmodells der Hochlaststufe unter Verwendung der Software SIMBA#. Das Modell dient als digitales Abbild des realen Anlagenbetriebs und bildet die Grundlage für weiterführende Untersuchungen zur betrieblichen Optimierung. Im Fokus steht die realitätsnahe Beschreibung der Kohlenstoffelimination unter Berücksichtigung der spezifischen Randbedingungen der Reinsauerstoffbegasung. Hierzu ist eine geeignete Modellstruktur auf Basis etablierter Belebtschlammmodelle zu wählen. Die Parametrierung erfolgt auf Grundlage vorhandener Betriebs- und Analysedaten. Insbesondere sind die im Routinebetrieb erhobenen Messgrößen wie Zulaufbelastung, CSB, BSB₅, Stickstofffraktionen, Temperatur sowie Schlammparameter systematisch auszuwerten und für die Modellkalibrierung aufzubereiten.

Ein wesentlicher Bestandteil der Aufgabenstellung ist die Durchführung einer konsistenten Datenanalyse. Ziel ist die Sicherstellung einer plausiblen Massenbilanz sowie die Identifikation charakteristischer Betriebszustände. Dabei sind insbesondere zeitliche Schwankungen der Zulauffracht, Einflüsse aus Fremd- und Sonderabwässern sowie temperaturabhängige Prozesse zu berücksichtigen. Auf dieser Basis erfolgt die Kalibrierung

des Modells. Die Modellgüte ist durch geeignete Validierungsrechnungen zu überprüfen. Hierzu sind unabhängige Datensätze heranzuziehen, um die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf unterschiedliche Betriebszustände sicherzustellen.

Das entwickelte Simulationsmodell ist anschließend für Szenarioanalysen einzusetzen. Ziel ist die Bewertung unterschiedlicher Betriebsstrategien der Hochlaststufe. Dies umfasst insbesondere die Optimierung des Sauerstoffeintrags, die Anpassung von Schlammalter und Rücklaufschlammströmen sowie die Analyse von Lastspitzen. Weiterhin sind Auswirkungen veränderter Zulaufbedingungen zu untersuchen. Hierzu zählen beispielsweise erhöhte organische Belastungen oder veränderte Kohlenstoff-Stickstoff-Verhältnisse. Die Simulationsergebnisse sind hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Gesamtanlage zu interpretieren. Schnittstellen zur Schwachlaststufe sind dabei zu berücksichtigen.

Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der Ableitung konkreter Handlungsempfehlungen für den Anlagenbetrieb. Das Modell soll als Entscheidungsunterstützungssystem dienen. Ziel ist eine stabile Fahrweise bei gleichzeitig hoher Reinigungsleistung und optimiertem Energieeinsatz. Insbesondere ist die energieintensive Reinsauerstoffbegasung zu analysieren und hinsichtlich ihres spezifischen Sauerstoffeintrags zu bewerten. Potenziale zur Energieeinsparung sind systematisch zu identifizieren. Gleichzeitig sind Auswirkungen auf nachgeschaltete Reinigungsstufen zu berücksichtigen.

Die Ergebnisse der Simulation sind strukturiert zu dokumentieren. Dies umfasst die Beschreibung der Modellannahmen, der Datengrundlage sowie der Kalibrier- und Validierungsschritte. Weiterhin sind die durchgeführten Szenarien und deren Ergebnisse nachvollziehbar darzustellen. Ziel ist eine reproduzierbare und prüfbare Modellanwendung im Sinne technischer und organisatorischer Anforderungen. Das Simulationsmodell soll langfristig in den betrieblichen Alltag integriert werden und eine kontinuierliche Weiterentwicklung ermöglichen.

Im Einzelnen sind hierzu folgenden Aufgaben zu bearbeiten:

1. Nationale und internationale Literaturrecherche zum aktuellen Stand der computer-gestützten Simulation von Kläranlagen mit Bezug zum Arbeitsthema (v.a. Simulation einer Hochlaststufe)
2. Beschreibung des Klärwerks I im Allgemeinen und der Hochlaststufe im Besonderen
3. Auswertung der Betriebsdaten des Klärwerks (202x bis 202x)
4. Erstellung eines Computermodells der Schwachlaststufe auf Basis der Software SIMBA#
5. Verknüpfung des Modells mit dem bestehenden Modell der Schwachlastbelegung
6. Kalibrierung des erstellten Computermodells mit Hilfe der Betriebsdaten
7. Optional: Durchführung von Simulationsläufen zur Beurteilung verschiedener Optimierungsmaßnahmen
8. Ökonomische, ökologische und betriebliche Bewertung der Erkenntnisse
9. Zusammenfassung und Ausblick
10. Management Summary für die Stadtentwässerung Nürnberg