

Vom Praktiker für den Praktiker **Simulation von Kläranlagen – ein günstiger Weg zur Optimierung**

Die Optimierung von Prozessen auf Kläranlagen ist in der Praxis oft aufwendig. Die Simulation kann hier im Vorfeld ein wichtiges und günstiges Hilfsmittel sein.



2 Provisorische Online-Messungen

Simulation ist die PC-gestützte Darstellung und Nachbildung von verfahrenstechnischen oder biologischen Prozessen z.B. einer Kläranlage durch mathematische Modelle. Simulation bietet da Vorteile, wo das Experimentieren an einem realen System (noch) nicht möglich ist, nicht ohne Risiko erfolgen kann oder zu zeit- und damit kostenintensiv ist.

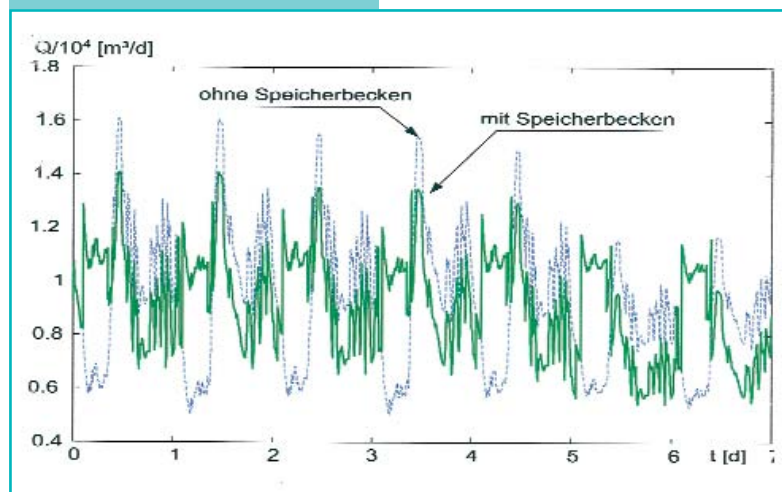
Ferner ist eine Simulation z.B. dem Experiment dann vorzuziehen, wenn verfahrenstechnische und biologische Zusammenhänge sehr kompliziert sind.

Der grosse Vorteil von EDV-gestützten Simulationen ist ferner, dass zeitliche Fracht- und Konzentrationsänderungen berücksichtigt werden. Mit Hilfe von Simulationsprogrammen kann somit auch getestet werden, wie eine Kläranlage auf Zulaufveränderungen wie zum Beispiel Regenfälle reagieren wird. Daneben können in einer Simulation aber auch Parameter wie z.B. die Anlagengrösse und Anlagenart verändert werden.

Kläranlage als Rechenmodell

Kern einer Simulation ist, dass die Kläranlage in einer Software als Modell abgebildet wird, mit dem Ziel eine zügige Entscheidungsfindung zu unterstützen, bei gleichzeitiger Berücksichtigung möglichst vieler Varianten.

4 Zulaufvolumenstrom einer Anlage mit und ohne Speicherbecken



Aufgrund ihres Entwicklungsstands und der ständigen Weiterentwicklungen zeichnen sich die heutigen Simulationen dadurch aus, dass sie die Wechselwirkungen verfahrenstechnischer und biologischer Prozesse mathematisch sehr realitätsnah beschreiben. Erst dadurch ist es überhaupt möglich, am PC verschiedene Varianten "durchzuspielen". Dies wird begünstigt durch immer höhere Rechnerleistungen der modernen PC's.

Ein guter Simulationsprozess ist dadurch gekennzeichnet, dass man durch ihn Rückschlüsse auf die Wirklichkeit ziehen kann. Aufgrund der Qualität der heutigen Simulationsprogramme ist oft ein Ergebnis einer Simulation, dass die Verfahrenstechnik einer bestehenden Kläranlage optimiert werden oder bei Kläranlageneubauten die Anlage kleiner gestaltet werden kann. Viele praktische Beispiele zeigen, dass nach einer Simulation die Ablaufwerte verbessert werden und/oder die Baukosten einer Kläranlage erheblich gesenkt werden konnten.

Durchführung einer Simulation

Eine Simulation wird am PC in verschiedenen Schritten durchgeführt.

1. Simulation mit Standardwerten

Im ersten Schritt wird die Kläranlage in der Simulationssoftware abgebildet. Die Simulation kann in einer ersten Näherung mit Normwerten erfolgen.

2. Kalibrierung des Anlagenmodells

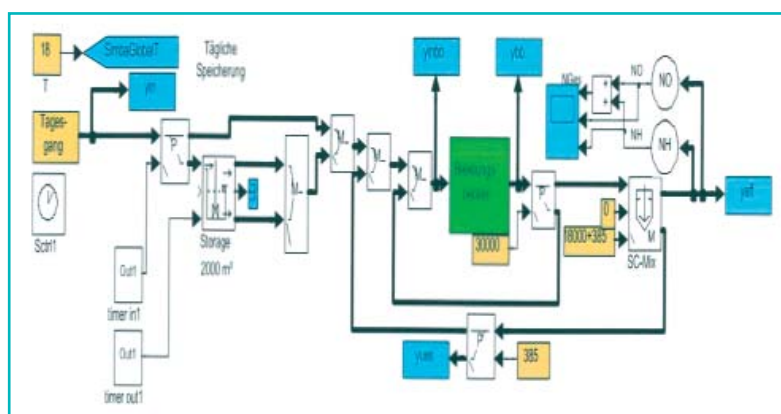
Ausgehend von allgemeinen, sogenannten Benchmarkdaten wird ein anlagenspezifisches Simulationsmodell, das die örtlichen Gegebenheiten beschreibt, erstellt. Hierbei werden der vorhandene oder geplante Aufbau berücksichtigt und die Parameter einer Kläranlage anhand von Messungen kalibriert. Bild 1 zeigt einen Vierfachmessumformer für die Online-Messung verschiedener Parameter. Durch die Kalibrierung kann das Modell einer Kläranlage noch näher an die Realität angepasst werden, wodurch sich das Ergebnis der Simulation verbessert.

3. Simulation mit Anlagendaten

Mittels eines Klärwerkmodells werden verschiedene Szenarien wie Trockenheit, Regenwetter usw. simuliert. Gute

Frachtspitzen können mit Hilfe eines vor der Belegung einer Kläranlage angeordneten Speicherbeckens gepuffert werden. In Zeiten geringer Belastung wird das so gespeicherte Abwasser weiterbehandelt. Die Effizienz eines solchen Verfahrens kann mittels der Computersimulation schnell und kostengünstig nachgewiesen werden. Zur Simulation der Vorgänge wurden die Klärwerkmodule des Simulationstools Simba (Simulation der Biologischen Abwasserreinigung) von Ifak, Magdeburg, verwendet, basierend auf Matlab und Simulink (MathWorks, Natick, Massachusetts, USA). Der Regelalgorithmus wurde in Form eines Matlab-Codes implementiert. Das Schema der blockorientierten Simulation ist in Bild 3 zu sehen.

Bild 4 zeigt vergleichend den Zulaufvolumenstrom einer Anlage mit und



3 Simulationsmodell zur Untersuchung der Wirkung eines Speicherbeckens

Simulationsergebnisse können nur mit anlagenspezifischen Messdaten und Ganglinien erzielt werden. Hierzu ist es hilfreich, wenn möglichst viele Messwerte über Online-Messtechnik zur Verfügung gestellt werden.

4. Auswahl der besten Alternative

Auf Basis der Simulation der kalibrierten Kläranlage kann eine Auswahl der besten Regelungsstrategie fundiert begründet werden. Dazu gehören Entscheidungen über den Bau eines Speicherbeckens zur Vergleichmäßigung der täglichen, Durchsatzmaximierungen und Reduzierung der Belüftungskosten, unter Einhaltung der vorgegebenen Grenzwerte.

5. Überprüfung des Simulationsergebnisses

Die Überprüfung der ausgewählten Variante muss in der Praxis erfolgen und über den dauerhaften oder zumindest zeitweisen Einsatz von Online-Messtechnik überprüft werden. Dadurch kann der Nachweis erbracht werden, dass bestimmte Regelungskonzepte eine effizientere Fahrweise als die bisherige möglich machen. Bild 2 zeigt die zur Überprüfung des Simulationsergebnisses provisorisch installierten Online-Messungen.

Beispiel: zusätzliches Speicherbecken

ohne die Nutzung eines Speicherbeckens. Ähnlich zu den Durchflussspitzen werden ebenfalls die Frachtspitzen gesenkt, wodurch die Stickstoffkonzentration am Auslauf reduziert werden kann.

Zusammenfassung

Die Simulation ist ein modernes und anerkanntes Verfahren, um verfahrenstechnische und biologische Prozesse sowie deren Wechselwirkungen mittels mathematischer Modelle zu beschreiben und verschiedene Varianten zu untersuchen. Ziel des Durchspielens verschiedener Verfahrensvarianten am Rechner ist, eine möglichst optimale Variante zu finden. Erfahrungen zeigen, dass das Ergebnis der Simulation eine Prozessoptimierung ist, durch die z.B. die Ablaufwerte einer Kläranlage gesenkt werden können. Durch Simulation kann oftmals ein zeitintensives und teures Experimentieren auf Kläranlagen vermieden werden. Die ausgewählte Vorzugsvariante als Ergebnis der Simulation muss jedoch in der Realität durch Messungen überprüft werden.

Autoren:
Dipl.-Ing. Niels Mann
Prof. Dr.-Ing. Robert Haber
Fachhochschule Köln
Institut für Anlagen- und Verfahrenstechnik
Betzdorfer Straße 2
D-50679 Köln
Tel./Fax: +49 (0)221 8275-2242/-2202
Em@il: robert.haber@fh-koeln.de