

Ultraschall-Multimeter im Klärwerkseinsatz

Die Pumpendrehzahl ist kein ausreichendes Durchflussindiz



Auf der Kläranlage Geiselbullach (Amperverband) wurde das Ultraschall-Multimeter getestet

in das Anoxbecken galt es, die Leistungsfähigkeit des neuen Messsystems auf Herz und Nieren zu testen. Vorweg gleich eine wichtige Erkenntnis: Die Pumpendrehzahl ist kein zuverlässiger Gradmesser für die tatsächliche Durchflussmenge.

Für Dipl. Ing. Thilo Kopmann, Technischer Leiter und stellvertretender Geschäftsführer des Amperverbands, ist die Testinstallation des deltaxwave nichts Besonderes: „Schon immer waren wir offen für die Zusammenarbeit mit Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen, mit Universitäten und Industrieunternehmen, um im Testbetrieb Anlagen zu prüfen. Wir haben ein Interesse, frühzeitig neue Entwicklungen kennenzulernen und – wenn für uns sinnvoll – davon zu profitieren. So eröffneten sich mit deltaxwave für uns Möglichkeiten zu genaueren Frachtbilanzen und damit für Optimierungsaufgaben hinsichtlich der Stickstoffbilanz. Das hilft uns, die zu leistende Abwasserabgabe zu reduzieren“.

Mit einem Einzugsgebiet von 265 km², 500 km langen Kanälen und 53 Pumpwerken ist die Kläranlage des Amperverbands eines der großen Klärwerke in Bayern. 12 Millionen Kubikmeter Abwasser fließen jährlich über das ca. 500 Kilometer lange Kanalnetz zur Kläranlage. Die zulaufende Abwassermenge bei Trockenwetter schwankt zwischen ca. 200 l/s (ca. 7 Uhr morgens) und 600 l/s (ca. 12 Uhr mittags).

Schlamm-Wassergemisch im offenen Gerinne zuverlässig messen

Installiert ist die Testmessung in dem messtechnisch als anspruchsvoll zu bezeichnenden, 120 cm breiten und knapp 90 cm tiefen Rücklauf-Gerinne bei einem Feststoffgehalt von 6 bis 7 g/l. Schließlich hat man in der Vergangenheit keine allzu positiven Erfahrungen mit Messungen in offenen Gerinnen gemacht, die mit Schlamm-Wassergemischen gefüllt sind. Venturi-Rinnen zeigten Fehlerquoten von z.B. $\pm 50\%$. Häufiger Messstellenausfall und ständiger Wartungsaufwand waren bei bislang für derartige Anwendungen genutzten Messsystemen gegeben.

Oliver Betz

Das Messen von Schlamm-Wassergemischen in offenen Gerinnen ist alles andere als einfach, und die Pumpendrehzahl ist selbst bei fest eingestellter Frequenz kein zuverlässiger Gradmesser für die tatsächliche Durchflussmenge. Test zu Durchfluss- und Trübungsmessungen auf der modernen Kläranlage Geiselbullach mit dem Ultraschall-Multimeter „deltaxwave“ zeigten nicht nur die Leistungsfähigkeit des neuen Messsystems, sondern brachten auch noch weiteren Erkenntnisgewinn.

Die Kläranlage des Amperverbands in Geiselbullach bei München ist eine der modernsten Anlagen Deutschlands. Das Management steht neuen Technologien aufgeschlossen gegenüber mit dem Ziel, den Bürgern eine effiziente Leistung zu erbringen und so sorgsam wie nur möglich mit dem kostbaren Gut Wasser umzugehen. Schon 1986 ging man mit dem Betrieb von Festbettreaktoren als erster Anwender in Deutschland neue Wege. Vor sechs Jahren wurden neuronale Softsensoren zur Online-CSB-Messung getestet. Bis Ende 2003 galt das Interesse dem F+E-Projekt des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft „Arzneimittel in der Umwelt“, und seit Anfang 2004 begleiteten die Experten des Klärwerks umfangreiche Tests zur

Genauere Frachtbilanzen erlauben eine Optimierung der Stickstoffbilanz und damit weniger Abwasserabgabe

Durchfluss- und Trübungsmessung mit dem Ultraschallgerät „deltaxwave“ von systec Controls. Im offenen Gerinne der Rezirkulationsleitung vom Aerobbecken zurück

Quelle: systec Controls

Autor: Oliver Betz ist Geschäftsführer der systec Controls Mess- und Regeltechnik GmbH, Puchheim

Beckenfüllstand ändert Pumpenleistung

Diese bislang nicht ausreichend gut gelöste Messaufgabe war auch der Grund, weshalb schon bei der Anlagenplanung im Rücklauf zunächst keine direkte Messung eingebaut wurde. Man wollte keinen Ärger und wählte Flügelrad-Stichprobenmessungen zur Prüfung der Durchflussmengen in Abhängigkeit von unterschiedlichen Pumpenfrequenzen. Letztlich nutzte man die Leistungskurven der Pumpen zur Regelung der Rezirkulationsmenge. Heute weiß man dank *deltawave*, welche unterschiedliche Leistungen die mit einer festgestellten Frequenz arbeitenden Pumpen über einen 24-Stunden-Zeitraum erbringen können: Die bei Mediumtemperaturen zwischen 10°C und 13°C, maximal 18°C bis 19°C, geförderten Mengen hängen weit stärker als vermutet von den Druckunterschieden und damit von den (Ab-)Wasserstandshöhen in den unterschiedlichen Becken ab. Dieses

Wir können uns auch Messungen mit *deltawave* im Filtratwasser vorstellen

Druckgefälle drückt sich in der Pumpenfrequenz nicht aus, führt jedoch zu vergleichsweise stark schwankenden Abflussmengen (siehe **Grafik**). Die mit *deltawave* gemessene Durchflussmenge in Relation zum Niveaustand des Rezirkulationsgerinnes zeigt deutlich, dass die Größen Pegelstand, Fließgeschwindigkeit und letztlich Abflussmenge keinen linearen Zusammenhang haben und damit die Aussage gilt: Die Pumpenleistung ist kein Maß für die im Rezirkulationsbecken abfließende Menge. Da die präzise Einhaltung bzw. Steuerung der Rezirkulationsmenge eine wichtige Größe für die Optimierung des Stickstoffabbaus ist, kommt der genauen Einhaltung der Durchflussmenge eine für die Anlageneffizienz und -wirtschaftlichkeit besondere Bedeutung zu.

deltawave hilft Abwasserabgabe einsparen

Klärwerker sollten den von der Drehzahl abgeleiteten Pumpenleistungsdaten nicht vertrauen. Um durch optimale Anlagensteuerung und die damit verbundene Optimierung des Stickstoffabbaus letztendlich Abwasserabgaben einzusparen, sind beispielsweise Rezirkulationsbecken mit der richtigen/optimalen Flüssigkeitsmenge zu beschicken. *deltawave* stellt für diese Aufgabe zuverlässig die Messdaten zur Verfügung.

Diese Rücklaufmengen-Genauigkeitsproblematik gilt insbesondere für die vielen Anlagen, wo statt mit Pumpen mit Schneckenhebeanlagen gefördert wird. Hier mit

hilfe der Drehzahl einer solchen Anlage die Fördermenge zu bestimmen, ist mehr als fraglich. Es ist schwierig nachzuvollziehen, welche Menge zurückläuft und ob die tatsächlich gehobene Menge für den erforderlichen Rücklauf ausreicht.

Vielfältige Einsatzmöglichkeiten

Denkbar ist natürlich nicht nur die Messung des Rücklaufschlammes, sondern auch die Frischschlamm-Mengenmessung. *Deltawave* kann die Schlammführung wartungsfrei auch bei nachträglicher Installation ohne nennenswerten Einbauaufwand überwachen.

Das Ultraschall-Multimeter ließe sich natürlich nicht nur zur Messung im Rücklaufgerinne einsetzen. Dank der Möglichkeit, mit diesem Gerät auch die Trübung zu messen, ist die Fremdwasserbelastung z.B. durch Oberflächenwasser erfassbar. Damit wären sogar die Zuläufe der unterschiedlichen Verursacher bzw. Gemeinden nach der gegebenen Trübungsbelastung messbar und – bei noch zu verifizierender Genauigkeit – auch abrechenbar.

Neben den bereits genannten Anwendungen kann sich Thilo Kopmann mit *Deltawave* auch Messungen im mit Stickstoff und Phosphor belasteten, trüben Filtratwasser vorstellen.

Trübung misst der Amperverband im Infrarot-Absorptions-Streulichtverfahren, wozu das Wasser entgast werden muss und ein „Scheibenwischer“ der „Blindheit“ des optischen Systems vorbeugt. Ganz ohne Scheibenwischer käme *deltawave* aus. Aber ehe die Trübungs-Messreihen mit dem Ultraschallverfahren nicht abgeschlossen sind, bleibt es bei der „Vorstellung“. Nur soviel ist schon jetzt sicher: Das Messprinzip funktioniert im harten Alltagseinsatz auf der Kläranlage.

Costs of ownership entscheiden

Bei Investitionsbetrachtungen auch für Messsysteme spielen für Thilo Kopmann



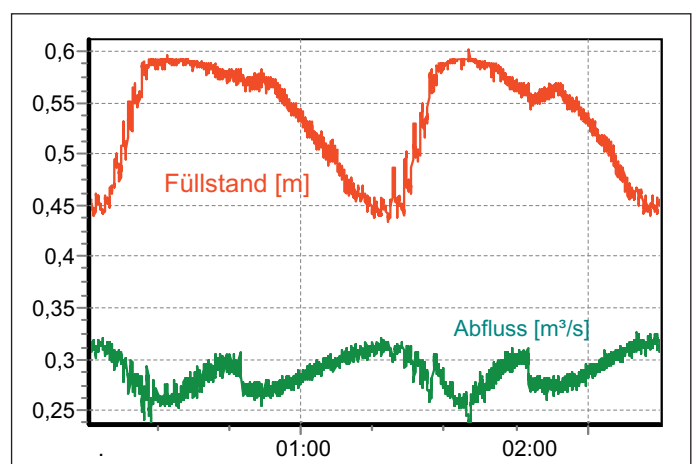
Dipl. Ing. Thilo Kopmann, Technischer Leiter und stellvertretender Geschäftsführer des Amperverbands



Abwassermeister Adam Feigel betreibt die Testmessungen

nicht nur die Kosten der Anschaffung und Installation bzw. Inbetriebnahme eine Rolle. Wichtiger in der Langfristbetrachtung sind die *Costs of ownership*. Nur das langfristig wirtschaftlich einsetzbare Verfahren oder Gerät hat in Geiselbullach eine Chance. „In Klärsystemen eingebaute Messgerä-

Gemessene Durchflussmenge in Relation zum Füllstand des Gerinnes





Deltawave mit geöffnetem Gehäuse



Im Vordergrund das Füllstandmesssystem zur Bestimmung der Pegelhöhe, diagonal dahinter (unter Wasser) die an einer Edelstahlschiene montierten Ultraschallsensoren zur Ermittlung der Durchflussmenge.



An dieser Stelle im offenen Gerinne sind die Ultraschallsensoren an den Seitenwänden des Gerinnes diagonal gegenüber liegend installiert.

te müssen laufen, ohne Ausfall, ohne nennenswerten Wartungsaufwand. Wir waren gerade in einem Benchmark mit elf weiteren Kläranlagen und konnten feststellen, dass wir hervorragend abschneiden. Dies nicht zuletzt, weil bei uns auch die „Instandhaltung“ absolut im Griff ist. Unsere Strategie macht Instandhaltung so gut es geht überflüssig. Ultraschall-Messsysteme

passen vor diesem Hintergrund gut ins Konzept. Dadurch, dass eigene Fachleute des Amperverbands Gasmotoren, Pumpen etc. selbst instandhalten, statt teures Outsourcing in Anspruch zu nehmen, konnten wir in diesem Vergleich hervorragend abschneiden.“

Schon der Bau der für die Messstellen erforderlichen Düker kostete bei den zwei 800-mm-Leitungsquerschnitten im Zulauf und einem Querschnitt von 1400 mm für den Ablauf richtig Geld. Dükerkosten von 5000 bis 10000 € sind die Regel; im rechteckigen Betonkanal werden schnell 15000 bis 20000 € erreicht, und wenn in Felsuntergrund tiefe Schächte zu graben sind, können die Kosten deutlich höher liegen. Aufwändig ist auch die monatliche Überprüfung der Nullpunkteinstellung der in Geiselbullach eingesetzten MID für die Einlauf- und Auslaufmessung, um die vom Gesetzgeber geforderte hohe Genauigkeit zu gewährleisten. Es sind vor allem Fettanteile, die sich auf den Sensoren benetzter Messsysteme ablagern, was mit der Zeit für ungenaue Messungen sorgt. Dipl. Ing. Oliver Betz von systec Controls meint: „Mit deltagwave ging's ohne Düker und natürlich auch ohne reinigungs- oder verschleißbedingte Wartung. Die hohe Genauigkeit des Geräts ermöglicht sogar Turbinen-Abnahmemessungen gemäß IEC 60041. Erreicht werden – ohne Kalibrierung – in offenen Gerinnen besser als 1,5 % vom Messwert. In gefüllten Leitungen liegt die Genauigkeit bei < 0,4% vom Messwert.“ Zu dieser hohen Genauigkeit trägt die hochauflösende Kreuzkorrelation zur Erfassung der Laufzeitdifferenz des Ultraschallsignals mit einer Stabilität von besser +/- 30 ps (Picosekunde) ganz entscheidend bei. 30 ps entsprechen bei einer Pfadlänge von z.B. 1,5 m einer Fließgeschwindigkeit von nur ca. 0,03 mm/s oder 0,00003 m/s!

Schnell installiert und wartungsfrei

Wie Adam Feigel, Abwassermeister in Geiselbullach weiß, war deltagwave nicht nur vergleichsweise schnell und einfach installiert, sondern misst seit der Installation störungs- und wartungsfrei. Mitarbeiter von systec Controls lesen lediglich einmal pro Woche die Messdaten für eigene F+E-Zwecke aus.

Das Ultraschallgerät funktioniert klaglos. Die einfache, übersichtliche Bedienung entspricht den Anforderungen an ein modernes Messsystem. Der Abwassermeister erinnert sich: „Meine Vergleichsmessungen mit Flügelradsystemen ergab Abweichungen von + 1 bis 2%, die nach unseren Erfahrungen eher zu Lasten des Flügelrads gingen.“ Das Messsystem arbeitet sowohl in gefüllten als auch in teilgefüllten Leitungen. Es lässt sich in der Energiewirtschaft, in In-

Vergleichsmessung Durchfluss nach Pumpendrehzahl in % - Flügelradmessung

Rezirkulationspumpe in %	Berechnung am WIN CC aus % Pumpleistung	Flügelradmessung in l/s
51%	200 l/s	180 l/s
54%	430 l/s	230 l/s
58%	470 l/s	270 l/s
63%	520 l/s	340 l/s
67%	550 l/s	440 l/s
70%	570 l/s	490 l/s
72%	600 l/s	530 l/s
77%	630 l/s	610 l/s
80%	660 l/s	644 l/s

Bei diesen Messungen wurde mit zwei Rezipumpen mit gleicher Drehzahl gleichzeitig gefördert; der Grund dafür ist, dass die beiden Belebungsbecken getrennt sind und jedes Becken von einer Pumpe bedient wird. Dabei ist eine Einschnürung im Gerinne zu beachten. Die Pumpen können nicht höher als 80 % fahren, da ansonsten die Gerinne überlaufen würden.

Tabelle: Vergleich Durchflussermittlung nach Pumpendrehzahl und Messung

dustrieparks und Großunternehmen mit eigenen (ab-) wassertechnischen Anlagen einsetzen.

Zukunftssicher an veränderte Messaufgaben anzupassen

Der modulare Geräteaufbau erlaubt es, deltagwave durch einfaches Einschleiben einer Steckkarte nach und nach um jeweils vier Messpfade auf bis zu 16 Messpfade aufzurüsten. Derart ausgestattet, kann das Gerät mit bis zu 16 Wandlerpaaren betrieben werden und im Multi-Channel-Betrieb kostengünstig vier unterschiedliche Messstellen überwachen. Das modulare, galvanisch getrennte Multiprozessor-Konzept bewirkt, dass der Ausfall einer Komponente nicht zwangsläufig zum Ausfall des Gesamtsystems führt. Mit Linux als schnellem, stabilem Betriebssystem, offen für LAN-Betrieb und per I/O-Board an die Prozesswelt angepasst, arbeitet „deltawave“ störungssicher. Dank der von systec Controls entwickelten Dämpfungsstrategie „Smartdamp“ ist das System in der Lage, schlagartige Änderungen unverzüglich nachzuvollziehen. Die Ultraschallwandler sind aktuell für Ex Zone 2 lieferbar, das Zulassungsverfahren für den Einsatz in Zone 1 läuft gegenwärtig noch. Sogar der Betrieb fernab von Stromnetz und Datenleitung ist mit Solarenergie und Datenübertragung via Intra- oder Internet denkbar. ■

Clever messen!
systemec
CONTROLS

systemec Controls Mess- und Regeltechnik GmbH
Lindberghstraße 4
82178 Puchheim
Tel.: ++49-(0)89-80906-0
Fax.: ++49-(0)89-80906-200
E-Mail: info@systemec-controls.de
Internet: www.systemec-controls.de