

Bessere Ablaufwerte durch Echtzeitsteuerung der Phosphat-Fällung

Zusammenfassung

Phosphor ist ein chemisches Element, das organisches Wachstum fördert. Im Abwasser von Betrieben in der Getränke-, Lebensmittel- und Milchindustrie muss der Phosphor-Gehalt gesteuert werden. Ohne eine exakte Steuerung leidet die Wasserqualität, und hohe Bußgelder können die Folge sein. Die verbreitete Praxis der manuellen Analyse des Abwassers in festen Zeitintervallen führt häufig zu einer Über- oder Unterdosierung der zur Steuerung verwendeten Chemikalien. Zur Überdosierung kommt es, wenn die Steuerungsmaßnahmen auch bei niedrigem Phosphor-Gehalt unverändert weitergeführt werden. Zur Unterdosierung kommt es, wenn in der Zeitspanne zwischen den Analysen Phosphor-Spitzen auftreten. Dadurch gelangt zu viel Phosphor in den Abwasserstrom, bevor die Steuerungsmaßnahmen angepasst werden können.



Die Echtzeitsteuerung ermöglicht eine kontinuierliche Überwachung und damit auch eine exakte Dosierung. Dadurch erhalten die Anlagen mehr Kontrolle über die Abläufe, die Einhaltung gesetzlicher Vorschriften und die Kosten. Dieses Whitepaper beschreibt ein System für die Echtzeitsteuerung und dessen Nutzen insbesondere für Anlagen, die zur Steuerung von Phosphor Eisenchlorid (FeCl_3) einsetzen.

Probleme durch Phosphor

Das Element Phosphor ist lebenswichtig. Deshalb kommt es in Pflanzen und Tieren vor. Im Lebensmittelbereich zählt die Verarbeitung von Fleisch, Milch und Soja zu den häufigsten Quellen von Phosphor und Phosphaten. Eine besonders häufige Quelle sind auch Reinigungsmittel. Derivate wie Phosphorsäure sind Bestandteil von Softdrinks, Backpulver und sogar Zahnpasta. Phosphor wirkt wachstumsfördernd. Das ist bei Düngemitteln wünschenswert, im Abwasser jedoch problematisch.

Wenn Phosphor – gewöhnlich in Form von PO_4 – über das Abwasser aus Betrieben der Getränke-, Lebensmittel- und Milchindustrie in die Umwelt gelangt, „düngt“ es Algen und Wasserpflanzen. Deren Vermehrung zehrt den Sauerstoff in Bächen, Flüssen und Buchten auf, bis größere Organismen schließlich an Sauerstoffmangel zugrunde gehen und das natürliche Gleichgewicht des Ökosystems gestört ist.

Zum Schutz von Wasser, Tieren und Menschen vor einer unkontrollierten Belastung des Abwassers mit Phosphor gibt es Verordnungen. Diese haben für die Getränke-, Lebensmittel- und Milchindustrie wirtschaftliche Auswirkungen. Die Phosphor-Eliminierung im Abwasser verursacht Kosten, aber der Preis einer unzulänglichen oder nicht verlässlichen Phosphor-Eliminierung ist höher. Am unmittelbarsten sind die Kosten durch die vom Staat und der EPA erhobenen Bußgelder. Die größte Tragweite haben Fischsterben und Algenblüte mit ihren Auswirkungen auf die kommunale Wasserversorgung. Am langfristigen sind die Auswirkungen auf den Ruf des Betriebes als Nachbar, Arbeitgeber und Markeninhaber.

Es steht außer Frage, dass Phosphor gesteuert und die Ausleitung in sicheren Grenzen gehalten werden muss.

Manuelle Überwachung, manuelle Dosierung

Abwasser aus Betrieben der Getränke-, Lebensmittel- und Milchindustrie gelangt in der Regel entweder zurück in die natürlichen Wasserwege oder zur weiteren Aufbereitung in eine kommunale Kläranlage. Für jede dieser Alternativen gibt es gesonderte Genehmigungen und Verordnungen, die auch lokal unterschiedlich sind. Ein oberer Grenzwert für Phosphor ist jedoch immer enthalten.

Für gewöhnlich wird Phosphor durch die Regulierungsbehörden mithilfe eines der Verarbeitungsanlage nachgelagerten Wasser-Probenehmers geprüft. Dieser nimmt in festen Intervallen von beispielsweise einer Stunde Proben. Die so gewonnene Mischprobe wird einmal täglich analysiert. Überschreitet der Phosphor-Gehalt den zulässigen Wert, erhebt die Behörde ein Bußgeld. Um Bußgelder zu vermeiden, überprüfen die Anlagenbetreiber ihr Abwasser in regelmäßigen Abständen. Je häufiger dabei die Probeentnahme erfolgt, desto präziser kann der zeitliche Verlauf des Phosphor-Gehalts nachvollzogen werden. Dadurch wird auch die Dosierung der zur Steuerung verwendeten Substanzen präziser. Mit der Häufigkeit der manuellen Probeentnahme steigen jedoch auch die entsprechenden Laborkosten. Deshalb wird an den meisten Standorten ein Testintervall gewählt, bei dem man hofft, dass die Häufigkeit ausreicht. Gleichzeitig wird FeCl_3 überdosiert, um einen Sicherheitspielraum zu schaffen.

Echtzeitsteuerung

Häufigere Einzelmessungen erhöhen die Wahrscheinlichkeit, dass Änderungen des Phosphor-Gehalts bemerkt werden. Einzelmessungen sind aber nur Momentaufnahmen im Zeitverlauf der Bedingungen im Abwasserstrom. Die Dosierung basiert auf der Zusammenfassung von Einzelproben aus einem zurückliegenden Zeitraum. Sie bezieht sich daher auf vergangene und nicht auf aktuelle Ablaufwerte.

Erfreulicherweise gibt es eine bewährte Technologie für die automatisierte Echtzeitüberwachung und Steuerung der Dosierung. Sie liefert den Betreibern von Anlagen der Getränke-, Lebensmittel- und Milchindustrie die nötigen Daten und Steuerungsmöglichkeiten für die Einhaltung der Vorgaben ohne übermäßige Ausgaben für Chemikalien. Ein System aus kompatiblen, integrierten Analysatoren und Dosierreglern, verwaltet durch eine zentrale Steuereinheit, sorgt für Phosphor-Behandlung ohne Rätselraten und menschliches Versagen.

Grundlage eines kompletten, integrierten Regelsystems ist ein automatischer Analysator. Der digitale Phosphax sc Phosphat-Analysator von Hach kann eine Probe in weniger als fünf Minuten vorbereiten und analysieren. In seinem robusten, wetterfesten Gehäuse kann er direkt am Becken aufgestellt werden. Er liefert kontinuierliche, hochpräzise Messungen des Phosphor-Gehalts mit Nachweisgrenzen von gerade einmal $0,05 \text{ mg/L}$ und ist für minimalen Reagenzienverbrauch konzipiert. Er bietet eine ganze Reihe von Ausgabeeoptionen für unkomplizierte Kompatibilität mit bestehenden Systemen.

Diese Vorgehensweise hat zur Folge, dass meist zu viele Chemikalien verwendet werden, manchmal aber auch zu wenige. Durch letzteres fallen Bußgelder an. Beispielsweise würde die Dosierung bei einem zulässigen Grenzwert von $1,0 \text{ mg/L}$ basierend auf dem durchschnittlichen Phosphor-Gehalt im Abwasser so eingestellt werden, dass man $0,8 \text{ mg/L}$ erreicht. Die Hoffnung dabei wäre, dass dies zur Kontrolle von Schwankungen ausreicht. Damit sollen Risiko und Unsicherheit reduziert werden; einer besseren Steuerbarkeit dient es jedoch nicht. Bei diesem Vorgehen wird die meiste Zeit 20 % zu viel Eisenchlorid verwendet. Plötzliche Phosphor-Spitzen hat man dennoch nicht unter Kontrolle. Spitzen können aus verschiedenen Gründen auftreten. Bei einer Prozessumstellung oder -beschleunigung ist der Wasserdurchfluss erhöht, wodurch mehr Phosphor ins Abwasser gelangt. Bei Reinigungsvorgängen können phosphathaltige Reinigungsmittel in Verbindung mit hohem Druck und hoher Wassertemperatur eingesetzt werden. Auch dadurch kann plötzlich überdurchschnittlich viel Phosphor ins Abwasser gelangen.

Kurz: Die Anlagenbetreiber sind von zweierlei Kosten betroffen, da sie zu viel für Chemikalien ausgeben und zusätzlich Bußgelder für überschrittene Grenzwerte zahlen.

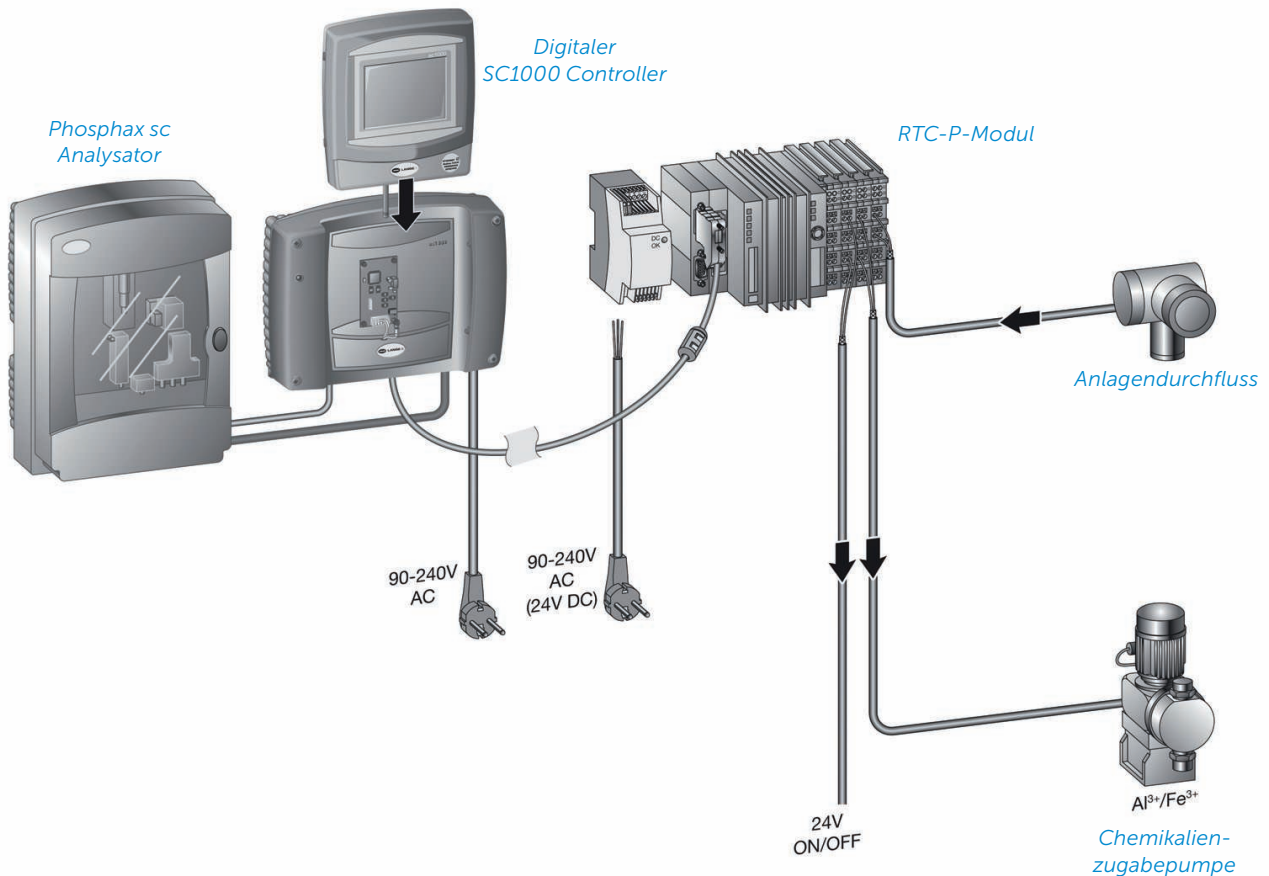
Der Analysator sendet Daten an einen zentralen Controller, den Hach SC1000 Multiparameter-Universalcontroller. Dieser kontaktlose modulare Controller kann bis zu acht Sensoren direkt überwachen. Bei Zusammenschluss in einem Netzwerk kann er 32 Sensoren



überwachen, die jeweils verschiedene Parameter analysieren. Ein großer farbiger Touchscreen lässt den Systemstatus schnell erkennen. Bei Prozessänderungen können die Parameter leicht angepasst werden.

Der zentrale Controller empfängt Daten vom Analysator und sendet Befehle an einen Echtzeit-Regler für Phosphor (RTC-P), der die Dosierung des Koagulationsmittels (in der Regel FeCl_3) in Echtzeit steuert. Er sendet Signale an die Speisepumpe, die sie zur Abgabe der jeweils richtigen Menge in den Abwasserstrom veranlassen.

Das Hach Echtzeit-Regelsystem (RTC-P) verfügt außerdem über die Prognosys Software für vorausschauende Diagnostik. Dieses Untersystem überwacht das RTC-P-System kontinuierlich und liefert Statusmeldungen. Das ermöglicht den Bedienern einen proaktiven Umgang mit der Fehlerbehebung, Wartung und Reparatur.



Vorteile der Echtzeitsteuerung

Der wesentliche Vorteil der Echtzeitsteuerung bei der Überwachung von Phosphor besteht in der Einhaltung der zulässigen Grenzwerte durch eine präzisere Dosierung von Chemikalien. Die Möglichkeit der Kontrolle von wechselndem Phosphorgehalt selbst bei starken und plötzlichen Veränderungen reduziert das Risiko und die Schwankungen der Ablaufwerte.

Eine Molkereianlage konnte die Grenzwerte für Phosphor ohne Überdosierung von Eisenchlorid einhalten. Das hatte den zusätzlichen Vorteil einer um durchschnittlich 33 % geringeren Dosierung von Chemikalien mit einer Kosteneinsparung von 1.650 € pro Monat. Ein Betrieb in der Getränkeindustrie konnte auf diese Weise einen neuen Ablaufwert für Phosphat auf ≥ 2 mg/L senken und hält diesen auch sicher ein.

Darüberhinaus konnten auch die Werte für Feststoffe und Trübung im Ablauf um ca. 10% gesenkt werden.

Weitere Einsparungen resultieren aus der Senkung von Laborkosten im Zusammenhang mit der manuellen Probenahme und Änderungen der Einstellung der Pumpen für die Koagulationsmittel. Zudem entsteht durch die präzisere Dosierung weniger Schlamm.

Die Verwendung eines vorgefertigten, integrierten Komplettsystems aus bewährten Komponenten bringt noch weitere Vorteile. Im Vergleich zu hausgemachten Lösungen mit aneinandergereihten Elementen spart ein praktisch vorkonfiguriertes Komplettsystem Personal und Zeit und beruht außerdem auf beträchtlicher Fachkenntnis und Erfahrung. Es gewährleistet die Kontinuität eines Unternehmens-Supports. Einzelne Personen oder Abteilungen können dies nicht leisten, da sich ihre Position oder Aufgabe sich schnell ändern kann. Außerdem ist damit die Kompatibilität und die Optimierung der einzelnen Komponenten und der Software gewährleistet. Mit einem automatisierten RTC-P-System lässt sich die Komplexität des Anlagenbetriebs verringern.

Kurz: Mit der automatisierten Echtzeitsteuerung von Phosphor sind die Schwankungen geringer, und die Ergebnisse lassen sich besser vorhersagen und steuern. Das ist von Vorteil für die Umwelt und für den Ertrag.



So halten beide Anlagen die Vorgaben ein und sparen Kosten für Chemikalien

Eine Käseverarbeitungsanlage mit hohen und stark schwankenden Phosphor-Ablaufwerten stand vor der Herausforderung, den geforderten Grenzwert von 1,0 mg/L einzuhalten. Spitzen von über 4 mg/L wurden häufig zu spät bemerkt, um die Chemikaliendosierung manuell anzupassen. Mithilfe der Echtzeitsteuerung konnte der Prozess stabilisiert werden, indem zum richtigen Zeitpunkt die richtige Menge FeCl_3 zugegeben wurde. So blieben die Ablaufwerte im zulässigen Bereich und der Chemikalienverbrauch sank um 33 %. Allein dadurch werden monatlich 1.650 € eingespart. Die Einsparungen durch das Entfallen von Geldbußen kommen noch hinzu.