

Qualität und Menge sicher erfassen

Abwasser, unbeeinflussbarer Kostenfaktor?

Die Auseinandersetzung mit Abwasser bedarf der Betrachtung des ganzen Konzeptes von der Planung bis zum Betrieb einer Anlage. Primär geht es immer darum, den Wassereinsatz zu verringern. Dann sollte das Wasser, so oft wie wirtschaftlich vertretbar, wiederverwendet werden. Was dann am Ende herauskommt, wird vorab intern neutralisiert und dann erst intern oder extern behandelt. Im Folgenden wird betrachtet, wie die einzelnen Schritte durch den Einsatz der jeweils passenden Messtechnik optimiert werden können.

Der Wasserverbrauch einer Anlage wird schon bei ihrer Konzeption festgelegt. Klare und direkte Wege verkürzen Spül- und Reinigungszeiten. Passend ausgewählte Rohrleitungsdurchmesser und der Verzicht auf unnötige Bögen und Einbauten helfen nicht nur Druckverluste gering zu halten. Neben den Stromeinsparungen durch besser ausgelegte Pumpen können die Phasenwechsel dann so kurz wie möglich gehalten werden.

Vermeidung

Weniger Spülwasser, aber auch weniger Mischphase zwischen zwei Produkten oder Produkten und Reinigungsmedien entlasten durch den geringeren Materialeinsatz direkt die Kasse. Zusätzlich wird aber auch die Schmutzfracht und das Volumen des zu behandelnden Abwassers verringert.

Dazu trägt natürlich auch die konsequente Nutzung von hygienisch designter Ausrüstung bei. Das bein-

haltet nicht nur Aktoren, sondern auch die verbauten Sensoren. Jeder Einbau in eine Prozessanlage verschlechtert tendenziell die Situation. Die höhere Erstinvestition für entsprechende Geräte und deren Einbindung in Behälter und Rohrleitungen zahlen sich im Laufe des Betriebes schnell aus (siehe Abb. 1).

In einer entsprechend aufgebauten Anlage können durch die Auswahl der zum jeweiligen Produkt und zum Prozess passenden Messtechnik der Phasenwechsel optimal gestaltet werden. Ausschlaggebend für den Erfolg ist eine schnelle und sichere Differenzierung, wann der Umschalt- punkt erreicht ist, wann also die Mischphase durch ist und umgeschaltet werden kann. Da die Physik



Abb. 1: Magnetisch-induktive Durchflusssensoren Promag H in optimaler, hygienischer Einbaulage

Holger Schmidt

Global Industry
Manager Food
and Beverage,
Endress + Hauser,
Weil am Rhein
(www.de.endress.com)



Dr. Heidrun Tippe

Internationale
Branchenmanagerin
Wasser/Abwasser,
Endress + Hauser



der Produkte unterschiedlich ist, kann Leitfähigkeit die beste Lösung sein.

Leitfähigkeit ist eine der Standardlösungen in der Getränkeherstellung. Jedes Getränk hat seine spezifische Leitfähigkeit, daher kann der Schwellenwert sehr exakt festgelegt werden. Bei weißen Produkten wie Milch oder auch bei sehr dunklen Produkten ist das optische Signal jedoch das schnellere. Mit einer Farb- oder Trübungsmessung ist der Prozess dann besser automatisiert (siehe Abb. 2).

Weiterhin steht die Inline-Dichtemessung zur Auswahl. Farblose Produkte mit hohem Zuckeranteil lassen sich damit sicher detektieren. Alternativ kann der pH-Wert zu diesem Zwecke inline bestimmt werden. Bislang wird damit insbesondere das ungewollte Eindringen von Reinigungsmitteln in das Produkt sichtbar gemacht wird.

Auch schnelles Erkennen von Leckagen und ungewollten Produktverlusten im Abwassersystem tragen dazu bei, Kosten zu vermeiden. Es gelten hier die gleichen Gesichtspunkte wie beim Phasenwechsel. So ist beispielsweise der Trübungssensor auch in der Lage, Spuren von Milchprodukten im Abwasser zu erkennen und Alarm zu schlagen. Akute, aber auch regelmäßig wiederkehrende Produktverluste können so erkannt und behoben werden.

Wiederverwertung

Wasser kann innerhalb und zwischen verschiedenen Prozessen wiederverwendet werden. Es ist klar, dass die Kaskade dabei von der „saubersten“ zur „schmutzigsten“ Anwendung läuft. Die Grenzen liegen in dem notwendigen Aufwand, die Qualität für den jeweils nächsten Schritt zu sichern. Es darf von dem wiederverwerteten Wasser keine Gefahr ausgehen. Das kann den Einsatz von Leitfähigkeit- oder pH-Bestimmung, aber auch von Trübungssensoren erfordern.

Ziel ist es, das Wasser nicht zu früh zu verwerfen, sondern es vollständig zu nutzen. In Anwendungen wie Kühltürmen ist es möglich, die biologischen Eigenschaften durch den Einsatz von Medien wie Ozon oder Chlor wieder zu verbessern. Das Wasser, das ja keinen Produktkontakt hat, kann so deutlich länger verwendet werden, ohne dass die Anlage verkeimt oder durch Beläge im Wirkungsgrad nachlässt.

Die korrekte Dosage macht dabei oft den Unterschied, ob die Maßnahme



Abb. 2: Trübungssensor OUSA F11 zur schnellen Erkennung von Phasenwechsel und Leckagen

wirtschaftlich sinnvoll ist. Inline-Chlormessungen erlauben es, in solchen Kreisläufen einen stabilen Status zu erhalten (siehe Abb. 3). Die Frage, ab wann es günstiger ist, das Wasser zu verwerfen, denn zu behandeln, kann somit auf der Basis konkreter Daten erfolgen.



Abb. 3: Chlormessung CCS 141 in Bypassarmatur mit Transmitter CM 442 zur schnellen Justage des Chlorgehaltes

Das gilt natürlich auch für Reinigungsmedien, insbesondere die Lauge. In Flaschenreinigungsmaschinen oftmals umgesetzt, ermöglicht die Kombination aus pH- und Leitfähigkeitsmessung eine Beurteilung der Laugequalität. Der hohe Eintrag an

Schmutzpartikeln kann die Leitfähigkeit alleine schon so weit beeinflussen, dass die verbleibende Reinigungsaktivität der Lauge nicht korrekt erkannt wird.

Durch die Kombination aus pH und Leitfähigkeit ist es möglich, den optimalen Zeitpunkt zu definieren, an dem die Lauge sedimentiert, filtriert oder verworfen werden sollte. Dieser Ansatz lässt sich auch auf CIP-Anlagen übertragen.

Neutralisation

Abwasser in der Lebensmittelindustrie ist im Mittel in seinen Eigenschaften meist ganz gut ausbalanciert. Teure Spitzen bei der Einleitung lassen sich daher oft relativ einfach durch ein Misch- und Ausgleichsbecken vermeiden. Die eigentlichen Produktabwässer liegen normalerweise eher im sauren Bereich unter pH 7, die Reinigungsmittel darüber. Auch die Temperatur der verschiedenen Medien überschreitet, miteinander vermischt, selten die relevanten 35 °C.

Wenn ein Parameter sich nicht durch Mischen in den gewünschten Bereich bringen lässt, wird gezielt neutralisiert. Ist der pH-Wert zu hoch, kann dieses im Gärungsgewerbe zum Beispiel durch das Einblasen von rückgewonnener CO₂ ausgeglichen werden. Dabei spielt die Reinheit keine Rolle, sodass auch CO₂ aus der ersten Gärphase eingesetzt werden kann.

Ist der pH-Wert zu niedrig, kann mit „alter“ Lauge kosteneffektiver neutralisiert werden als mit frischer. Die pH- und Temperatursensoren stellen dabei zum einen immer sicher, dass die Aktionen im notwendigen Umfang erfolgen, liefern aber auch die Daten an ein entsprechendes Aufzeichnungssystem, um später nachzuweisen, dass dies zu jeder Zeit der Fall war (siehe Abb. 4).

Systeme, die das können, sind, entsprechend der Betriebsgröße, auch sehr kompakt zu installieren. Indirekteinleiter werden normalerweise ihr neutralisiertes Abwasser in die kommunale Kanalisation einleiten. Entscheidet sich ein Betrieb für die Direkteinleitung, sind weitergehende Aufbereitungsschritte notwendig.

Behandlung

Aufgrund der allgemein guten biologischen Abbaubarkeit der Brauereiabwässer stehen biologische Aufbereitungsverfahren im Vordergrund. Standard ist die aerobe Behandlung mit sogenannten Nitrifikation/Denitrifikation für eine weitergehende CSB und Stickstoffelimination. Häufig sind die intermittierende Belüftung oder Sequence Batch Reaktoren (SBR) im Einsatz. Beide Verfahrensvarianten durchlaufen die belüfteten und nicht belüfteten Perioden zeitlich nacheinander im selben Becken.

SBR-Reaktoren haben zudem den Vorteil, dass auch die Schlammabtrennung im Reaktor vorgesehen ist und so sehr kompakte Bauweisen möglich sind. Größter Kostenfaktor



Abb. 4: Kompakte, vollautomatische Neutralisationsanlage mit zwei Behältern der Brauerei Unser Bier Basel

im Betrieb ist die Bereitstellung der benötigten Belüftung der Becken, während die sichere Einhaltung der gesetzlichen Grenzwerte für CSB, Stickstoff und auch Phosphor garantiert werden muss. Moderne Messsysteme, wie die optische Sauerstoffmessung oder auch ionenselektive Ammonium- und/oder Nitratmessung, erlauben zuverlässige Messwerte für eine Prozesskontrolle bei überschaubarem Wartungsaufwand (siehe Abb. 5).

Die Optimierung der Belüftungintensität und -dauer macht sich meist sehr schnell und deutlich bemerkbar sowohl auf eine erhöhte Energieeffizienz als auch bessere Ablaufqualität. Während die rein biologische Reinigung selbst strenge Grenzwerte für CSB und Stickstoff einzuhalten vermag, muss der Phosphor gegebenenfalls zusätzlich chemisch gefällt werden. Eine zulaufproportionale Fällmitteldosierung ist dafür Standard. Bei schwankender Phosphatfracht macht sich unter Umständen der Einsatz eines pPO_4 -Analysators bezahlt, um in Abhängigkeit der aktuellen PO_4 -Fracht die benötigte Fällmittelmenge einstellen zu können.

Angesichts der steigenden Energiepreise wird auch für die Brauereibranche die anaerobe Vorbehandlung des Abwassers zunehmend interessant. Das damit gewonnene Biogas kann zur eigenen Energieversorgung genutzt und so der Eigenanteil erhöht werden. Ebenso kann die entstehende Wärme zum Beispiel für die Heizung der Biogasreaktoren verwendet werden. Last but not least wird der CSB-Gehalt deutlich verringert und auf ein für die aerobe Abwassertechnik „normales“ Maß gebracht.

Ein geringerer Sauerstoffbedarf in den nachfolgenden aeroben Becken (\rightarrow geringerer spezifischer Energiebedarf) und eine geringere Schlammproduktion (\rightarrow Vermeidung von Schlammkonditionierungs- und entsorgungskosten) sind positive Kosteneffekte. Die Bemühungen zur Kreislaufschließung im Produktionsprozess selbst führen zudem zu einer CSB-Erhöhung der noch verbleibenden Abwasserströme, was den Wirkungsgrad der anaeroben Behandlung verbessert.

Laut „Leitfaden Anaerobe Kläranlagen in der Brauerei“ sind CSB-Konzentrationen von ca. 3000 bis 4000 $\text{mg O}_2/\text{l}$ im Zulauf der Abwasserbehandlung durchaus möglich, aber auch im Bereich von 1500 $\text{mg O}_2/\text{l}$ CSB funktionieren Anaerobanlagen

in der Praxis bereits mit „ausreichendem Erfolg“.

Insbesondere Brauereiabwässer sind in ihrer Zusammensetzung sehr gut anaerob behandelbar. Sie versäuern sehr schnell, das heißt, die erste Stufe des anaeroben Abbaus erfolgt bereits außerhalb des Reaktors, beispielsweise in Misch- und Ausgleichsbecken. Die Betriebsführung der Anaerobstufe wird so sicherer, jedoch muss durch eine pH-Regelung im Zulauf des Reaktors der pH-Wert auf über pH6 wieder angehoben werden.

Die Anaerobtechnik kennt verschiedene Reaktortypen, wobei sich für Brauereiabwässer wohl die Typen ohne Trägermaterial aufgrund geringerer Verstopfungsgefahren durchgesetzt haben. Die Rückhaltung der Biomasse erfolgt intern im Reaktor. Aufgrund der geringen Wachstumsraten anaerober Bakterien wird so gut wie kein Überschussschlamm produziert – ein weiterer Vorteil der Anaerobtechnik gegenüber aeroben Belebungsverfahren.

Wichtige Prozessgrößen für den Betrieb sind die mittlere Verweilzeit, die Frachtbelastung und natürlich auch die Biogasproduktivität. Diese Parameter werden ermittelt auf Basis der Zulauftrate (MID), Feststoffmessung im Zulauf (optischer Sensor), Füllstandsmessung im Reaktor sowie einer Durchfluss- und Methankonzentrationsmessung im feuchten Biogas. Letztgenannte im feuchten Gas galten bis vor Kurzem als äußerst anspruchsvolle, kritische und wartungsintensive Messstellen mit zweifelhafter Zuverlässigkeit. Heute ermöglicht aber die Ultraschalltechnologie eine sichere, wartungsarme Messung beider Parameter (Durchfluss und CH_4 -Konzentration) in einem Gerät.

Neben der bereits genannten pH-Kontrolle im Zulauf ist natürlich auch die Temperatur ein entscheidender Milieuparameter wie für jeden biotechnologischen Prozess. Größtenteils wird im sogenannten mesophilen Bereich gearbeitet, das heißt Temperaturen von 30 bis 35 °C.

Unabhängig, ob ein Direkteinleiter ausschließlich die aerobe Behandlung seines Abwassers nutzt oder eine anaerobe Vorbehandlung einsetzen möchte: Online-Messtechnik gezielt eingesetzt, liefert die nötigen Prozessinformationen, um die Verfahren sicher und optimiert im Sinne Energie oder Verbrauchsmaterialien (z. B. Fällungsmittel) beherrschen zu können.

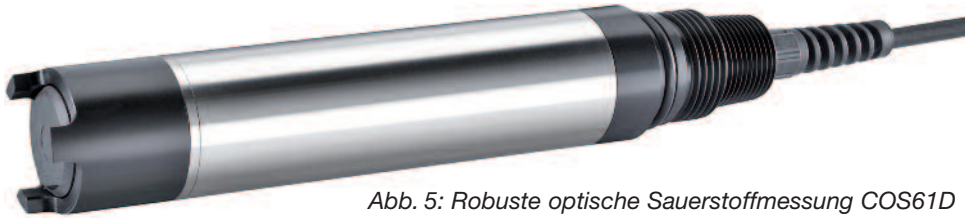


Abb. 5: Robuste optische Sauerstoffmessung COS61D

Abschließend

Ob das Wasser behandelt oder unbehandelt abgegeben wird – es muss auf jeden Fall erfasst werden, mit welchen Werten und in welcher Menge es den Betrieb verlässt. Magnetisch-induktive Durchflusssensoren haben in dieser Installation die offenen Gerinne mit Ultraschall-Messung abgelöst. Die höhere Messgenauigkeit schafft eine sichere Basis für die Abrechnung. Die Rechnung Frischwasser rein = Abwasser raus fällt selten zugunsten eines Getränkebetriebes aus. Wasser ist meist ein zentraler Produktbestandteil, wird im Sudhaus verdampft, in Trebern verkauft oder mit der Kieselgur entsorgt.

Zum Nachweis der Wasserqualität kann über ein automatisches System eine Sammel- oder aber auch eine kontinuierliche Probe genommen

und gekühlt für weitere Untersuchungen vorgehalten werden. Dafür stehen automatische Lösungen zur Verfügung. Alle Daten werden am besten manipulationssicher in einem Datenspeicher aufgezeichnet.

Zusammenfassung

Abwasser wird immer entstehen. Es gilt, den Anfall mit geeigneten Mitteln schon bei der Anlagenkonstruktion so weit als möglich zu vermeiden. Hygienisches Design und ein klares Konzept der Verrohrung spielen hierbei eine zentrale Rolle. Um Wasser so intensiv als möglich zu nutzen, muss seine Qualität überwacht werden. pH, Leitfähigkeit und Trübungsmessung sind die meistgenutzten Parameter.

Gezielte Neutralisation und Ausgleich von pH und Temperaturen ist auch

für Indirekteinleiter in der Regel gesetzlich gefordert und hilft bei nahezu allen Betriebsgrößen darüber hinaus, die Einleitungskosten zu verringern. Wird das Abwasser aerob behandelt, hilft Sauerstoff, Ammonium oder Nitratmesstechnik im SBR, die Kosten im Griff zu halten und die Anlage optimal zu betreiben.

Wird aufgrund der individuellen Abwasser-Kostensituation entschieden, das Abwasser eigens bis zur Direkt-einleitung aufzubereiten, bietet die Anaerobtechnik einige Vorteile, operative Kosten der Abwasserbehandlung zu reduzieren. Dies ist möglich durch Biogas- und Wärmeproduktion sowie Reduzierung von Schlamm-anfall und Sauerstoffbedarf aufgrund geringerer Zulauffrachten in der Aerobstufe. Die größeren Investitionskosten erfordern jedoch immer eine individuelle Lebenszykluskostenbetrachtung.

Wichtig ist bei allen genannten Fällen, die Qualität und Menge des Abwassers sicher zu erfassen und zur Kostenermittlung zu dokumentieren. Kosten lassen sich dadurch nicht vollständig vermeiden, aber sie können transparenter gemacht und darüber verringert werden. □