

Papierhersteller automatisiert Nährstoffdosierung auf Basis von TOC/TN/TP um strenge Grenzwerte einzuhalten

Hintergrund

Ein Papierhersteller mit Standort in der Nähe eines geschützten Gewässers investiert, um den bestmöglichen Umweltschutz im Hinblick auf seine Einleitwerte zu erzielen. Abhängig von den verwendeten Rohstoffen, behandelt die Kläranlage Abwasser mit variierenden Konzentrationen an Organik und Nährstoffen. Für die Verbesserung des Klärprozesses ist die Einhaltung des optimalen Verhältnisses von Kohlenstoff, Stickstoff und Phosphor (C:N:P-Verhältnis) entscheidend.

Lösung

Es wurde eine Hach®-Echtzeitsteuerung (RTC) für die Dosierung von Nährstoffen und Fällungsmitteln installiert, die von zwei BioTector TOC/TN/TP-Analysegeräten gespeist wird. Die Einstellung des C:N:P-Verhältnisses wird also auf Basis der gemessenen TOC-, TN- und TP-Werte am Zulauf und Ablauf der Kläranlage automatisiert durchgeführt. Zusätzlich werden die Ablaufwerte kontinuierlich an die zuständige Umweltbehörde weitergeleitet.

Vorteile

Die Implementierung der Hach Echtzeitsteuerung und der BioTector TOC/TN/TP-Analysatoren ermöglicht es dem Betrieb das optimale C:N:P-Verhältnis einzuhalten, was zu einer besseren Schlammgesundheit und einer Verbesserung des Reinigungsprozess führt. Dadurch wird nicht nur die Arbeitsbelastung des Bedienpersonals um bis zu 7,5 Stunden pro Woche reduziert, sondern auch der Klärprozess insgesamt sicherer gemacht.

Hintergrund

The Navigator Company ist ein weltweit tätiges, in Portugal ansässiges Unternehmen, welches Zellstoff, grafische Papiere und Hygienepapier herstellt. Die Produktionskapazität beträgt etwa 1,5 Millionen Tonnen Zellstoff, 1,6 Millionen Tonnen grafische Papier und 130.000 Tonnen Hygienepapier pro Jahr. Das Unternehmen verwendet Eukalyptusholz als Hauptrohstoff. Es ist einer der fünf größten europäischen Hersteller von ungestrichenem, holzfreiem Papier.

Strengere Emissionsgrenzwerte

The Navigator Company betreibt vier Produktionsstandorte in ganz Portugal, darunter einen Standort, an dem Abwasser im Bereich eines Naturschutzgebiets abgegeben wird. Um diese unberührte Natur zu schützen, muss Navigator sehr strenge Emissionsgrenzwerte für viele Parameter einhalten. Dazu werden die Emissionswerte einiger dieser Parameter, wie z.B. TOC, Temperatur, pH-Wert, Leitfähigkeit und Abwassermenge, alle 15 Minuten der portugiesischen Umweltbehörde (APA) gemeldet.

Schwankender Nährstoffgehalt im Abwasser

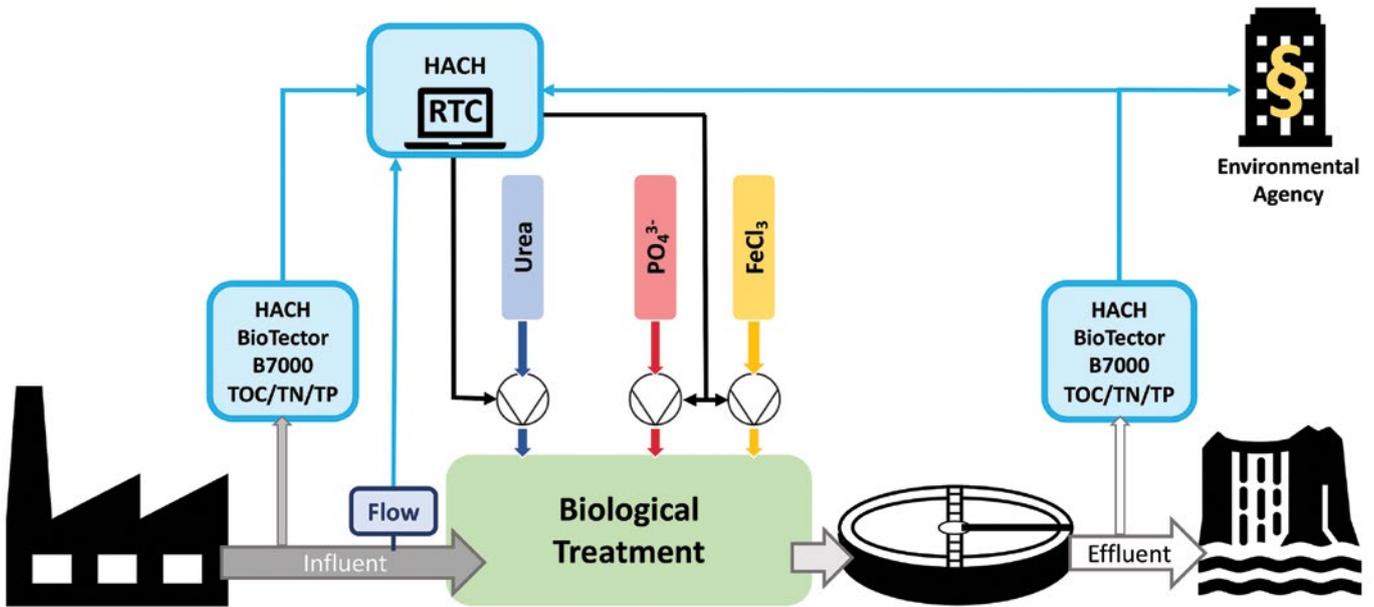
Um die festgelegten Grenzwerte zuverlässig einzuhalten und im Zuge der kontinuierlichen Verbesserung der Abwasseraufbereitungsanlage wurde die Prozessautomatisierung optimiert. Ursprünglich wurde die automatische Nährstoffdosierung durch einen Timer ausgelöst.

Mikroorganismen in einem biologischen Abwasseraufbereitungsprozess benötigen ein ausgewogenes Nährstoffverhältnis, um mit maximaler Effizienz zu arbeiten. Die wichtigsten dieser Nährstoffe sind Stickstoff und Phosphor. Das optimale C:N:P-Verhältnis ist in diesem Fall C:N:P = 100:5:1.

Naturgegeben ist der Kohlenstoffgehalt bei der Papierfabrikation hoch und die Gehalte an Stickstoff und Phosphor sind vergleichsweise gering. In der Abwasserbehandlung ist es jedoch wichtig eine ausreichende Menge dieser beiden Nährstoffe zur Verfügung zu haben, um eine optimale Schlammgesundheit zu gewährleisten. Allerdings erschweren die sehr strengen Ablauf-Grenzwerte für Stickstoff und Phosphor den Behandlungsprozess enorm. Es ist also wichtig, sowohl eine Unter- als auch eine Überdosierung der Nährstoffe zu vermeiden.

In diesem Fall muss besonderes Augenmerk auf den Phosphorgehalt im Abwasser gelegt werden, da The Navigator Company Zellstoff aus Eukalyptusholz als Rohstoff verwendet. Das ist ein Holz, das in der Regel relativ reich an Phosphor ist und unter den klimatischen Bedingungen in Portugal schnell wächst. Aufgrund der dadurch teilweise erheblichen Schwankungen des Phosphorgehalts (0,0 bis 2 mg/L) im Zulauf muss die Anlage gelegentlich Phosphat mit FeCl_3 entfernen, um den Grenzwert von 0,82 ppm im Ablauf einzuhalten. Dieser Grenzwert kann sogar in Ausnahmefällen auf 0,5 ppm gesenkt werden. Zusätzlich muss dem Abwasser Stickstoff hinzugefügt werden. Diese Zugabe hängt vom jeweiligen TOC-Gehalt ab.





Darstellung der installierten Hach Analysator-RTC-Lösung an einem Standort der The Navigator Company: 2 x Hach BioTector B7000 TOC/TN/TP in Kombination mit Hach RTC steuert die Zugabe der Nährstoffe Harnstoff (Stickstoffquelle) und Phosphorsäure (Phosphorquelle) oder P-Fällungsmittel FeCl₃, je nachdem was erforderlich ist.

Lösung und Verbesserungen

Nährstoffanalyse und RTC-Anpassung

Im Jahre 2019 wurde die automatische Regelungslösung von Hach installiert. Diese besteht aus einem Hach BioTector B7000 TOC/TN/TP Online-Analysator, der den Kohlenstoff- und Nährstoffgehalt im Zulauf des biologischen Abwasser-aufbereitungsprozesses misst. Am Ablauf der Anlage befindet sich ein zweiter Hach BioTector B7000 TOC/TN/TP Online-Analysator, der die gemessenen TOC-Werte direkt an die Aufsichtsbehörden weitergibt. Die Messergebnisse beider Analysatoren werden einer Hach RTC-Einheit (CNP- und P-Modul) zugeführt, welche die Chemikalien-Dosierpumpen regelt, um ein optimales C:N:P-Verhältnis zu gewährleisten. Die Ammoniumkonzentration, die normalerweise zu niedrig ist, wird relativ zum TOC-Gehalt durch Zugabe von Harnstoff angepasst. Durch die schwankende Phosphatkonzentration wird das Abwasser entweder in das Belüftungsbecken geleitet, oder die Konzentration wird durch Zugabe des Fällmittels FeCl₃ verringert.



Container auf dem Werksgelände enthält Messgeräte und Steuereinheiten.

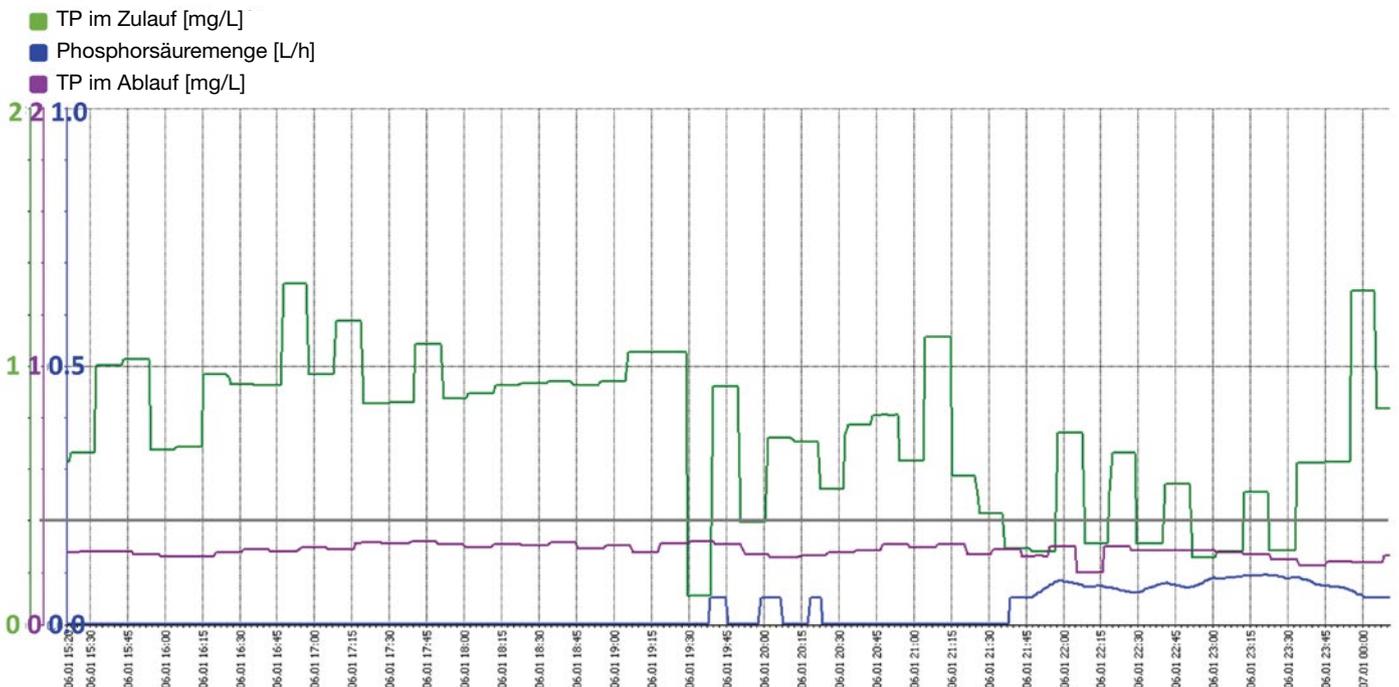


Links: Hach BioTector B7000 TOC/TN/TP im Container am Standort installiert.
Rechts: Überlaufgefäße, die Proben des Zu- und Ablaufs der Abwasseraufbereitungsanlage liefern.

Das RTC-Modul

Das RTC-Modul von Hach kombiniert einen auf TOC-Last basierenden Steueralgorithmus mit einem PID-Regler basierend auf der TN- und TP-Konzentration im Ablauf.

Der Steueralgorithmus ermöglicht eine schnelle Reaktion auf eingehende Laständerungen. Er berechnet die Dosieraten für Harnstoff und Phosphorsäure basierend auf der TOC-Last im Zulauf sowie den eingestellten Verhältnissen Stickstoff : Kohlenstoff und Phosphor : Kohlenstoff, die an den spezifischen Abwasseraufbereitungsprozess angepasst werden können. Um die sich ändernde Abwasserzusammensetzung und damit verbundene Schlammeigenschaften auszugleichen sowie eine unerwünschte Nitrifikation zu vermeiden, wird eine PID-Regelung mit geschlossenem Regelkreis angewendet, damit ein vordefinierter TP- und TN-Sollwert im Ablauf erreicht wird. Um eine Ammonium-Überdosierung bei der Nitrifikation zu vermeiden, wird die TN-Konzentration im Ablauf des Belüftungsbeckens im Regelkreis berücksichtigt. Diese Regelkomponente gewährleistet auch die Abwasserqualität unter unvorhergesehenen Bedingungen (z.B. variierende Prozessgeschwindigkeit, Qualität der Nährstoffe usw.).



Menge des Gesamt-Phosphors (TP) im Zulauf (grüne Kurve) und im Ablauf (violette Kurve) der Abwasseraufbereitungsanlage bei The Navigator Company. Die Phosphorsäuredosierung (blaue Kurve) schaltet sich ein, wenn der Phosphorgehalt zu niedrig ist, und schaltet sich aus, wenn der Phosphorgehalt des zulaufenden Wassers wieder hoch genug ist. Die Dosiermenge wird basierend auf der eingehenden Last angepasst. Auf diese Weise wird eine Überdosierung von Phosphorsäure verhindert. Der Grenzwert für die TP-Konzentration im Ablauf ist auf 0,4 mg/L eingestellt.

Schlussfolgerung

Die vollständig automatisierte Mess- und Regellösung, die am Standort der The Navigator Company installiert wurde, ist eine ideale Lösung für Papierherstellungsanlagen mit strengen Abwassergrenzwerten. Die Serie der Hach BioTector B7000 Analysatoren wurde für industrielle Abwässer mit hohem Partikelgehalt entwickelt, was in der Zellstoff- und Papierindustrie typisch ist. Die Probenleitungen haben einen Innendurchmesser von 3,2 mm, wodurch das Gerät weiche Partikel von bis zu 2 mm verarbeiten und eine repräsentative Probe von mehreren mL entnehmen kann. Eine im Analysator integrierte Selbstreinigungsfunktion führt zu sehr geringen Wartungsanforderungen des Online-Analysators. Zusammen mit der RTC-gesteuerten Automatisierung der Nährstoffanpassung im Abwasserprozess konnte diese Lösung die Arbeitslast der Mitarbeiter insgesamt reduzieren.

Aufgrund des dauerhaft optimalen C:N:P-Verhältnisses hat sich die Schlammqualität erheblich verbessert. Er besteht aus einer guten Mischung der gewünschten Mikroorganismen, die mit optimaler Effizienz arbeiten. Als der Umweltbeauftragte von The Navigator Company gefragt wurde, was er als die größte Verbesserung im Vergleich zur vorherigen Situation sieht, erklärte er, es sei der Aspekt, dass er sich auf die Überwachungs- und Regelungsgeräte und den Abwasseraufbereitungsprozess als Ganzes verlassen kann. Seit der vollständigen Implementierung der Automatisierung wurden die niedrigen Ablauf-Grenzwerte nie überschritten, und damit die vollständige Einhaltung der Umweltauflagen erreicht. Er fügte hinzu: Man sollte dabei nicht vergessen, dass das Kerngeschäft des Unternehmens, also unsere Papierherstellung sowie unser Engagement für die Umwelt, durch einen zuverlässigen Abwasseraufbereitungsprozess gesichert wird. Gleichzeitig wird unser Einfluss auf die portugiesischen Gewässer minimiert.

Aufgrund des Erfolgs der Hach-Lösung an diesem Standort integriert The Navigator Company derzeit ähnliche Lösungen bei weiteren Standorten.

Zusammenfassung

- TOC-, TN- und TP-Überwachung des Abwassers mit dem Hach BioTector B7000 TOC/TN/TP.
- Steuerung der Nährstoffkonzentration mit Hach RTC basierend auf BioTector Messungen.
- Verbesserte Abwasserbehandlung durch optimiertes C:N:P-Verhältnis.
- Verringerung der Arbeitslast um 7,5 Stunden pro Woche für das Anlagenpersonal durch Automatisierung mit Geräten mit geringem Wartungsaufwand.
- Zuverlässige Einhaltung strenger Grenzwerte.

*Autoren:
Dr. Isabel Hünig
Sabine Warnemünde
Robert Stevens
Filipe Pacheco
Jon Torbett*

Über den Kunden

The Navigator Company ist der führende europäische Hersteller von ungestrichenem Druck- und Schreibpapier, Hygienepapier und gebleichtem Eukalyptuszellstoff. Das in Portugal ansässige Unternehmen ist weltweit tätig und hat eine Produktionskapazität von 1,5 Millionen Tonnen Zellstoff, 1,6 Millionen Tonnen Papier und 130.000 Tonnen Hygienepapier pro Jahr.

