

Optimale und integrierte Kläranlagenregelung unter besonders schwierigen Rahmenbedingungen

Problem

Die Abwasserreinigung in Skitourismusregionen findet unter besonders schwierigen Rahmenbedingungen statt. Einerseits treten extreme Belastungsänderungen in sehr kurzer Zeit auf, andererseits sind oftmals keine oder nur sehr eingeschränkte räumliche Möglichkeiten für einen Anlagenausbau gegeben. Betreffend der Betriebssicherheit bestehen besonders strenge Anforderungen, um jegliche negative Auswirkungen auf den Tourismusbetrieb auszuschließen.

Lösung

Eine anlagenweite Optimierung mittels einer HACH RTC-customised combined Lösung schuf die Basis für die integrierte Regelung aller abwassertechnischen Prozesse. Die HACH RTC-Lösung basiert auf einer entsprechenden Erweiterung der Instrumentierung der Kläranlage:
 AMTAXsc NH₄-N-Analysator
 PHOSPHAXsc PO₄-P-Analysator
 NITRATAXsc NO₃-N-Sonde
 SOLITAXsc TS-Sonde
 1200-S sc pH-Sonde

Vorteile

Die integrierte Regelung der Kläranlagenprozesse unter Berücksichtigung ihrer gegenseitigen Abhängigkeiten nutzt die vorhandenen Beckenvolumina optimal. Somit können die saisonalen Belastungsschwankungen beherrscht und gleichzeitig der Betriebsmitteleinsatz minimiert werden.

HINTERGRUND

Für die Kläranlage Lech (Ausbaugröße 50.000 EW) bestehen besonders schwierige Rahmenbedingungen im Hinblick auf den Anlagenbetrieb:

- Während der durch den Skitourismus bedingten Hochsaison (Dez - April) treten im Verhältnis zur Nebensaison (Mai - November) signifikante Belastungssteigerungen auf
- Die exponierte Lage der Kläranlage (1.500 m Seehöhe) bietet keine Möglichkeiten für eine bauliche Erweiterung
- Die Anforderungen an den Anlagenbetrieb umfassen nicht nur die gesicherte Einhaltung aller gesetzlichen Ablaufwerte sondern zusätzlich auch die besondere Berücksichtigung aller begleitenden Prozesse derart, dass jegliche Beeinträchtigung des Tourismusbetriebs (z.B. durch Geruchsbelästigungen) ausgeschlossen werden kann
- Die geringe Wasserhärte erfordert spezielle Maßnahmen zur Sicherung des Nitrifikationsprozesse



Quelle: Gemeinde Lech

Im Zuge eines Ausbauprojektes wurden Teile der mechanischen Ausrüstung und das Leitsystem der Kläranlage erneuert, die Prozessinstrumentierung erweitert und ein anlagenweites Prozessregelsystem implementiert. Die beteiligten Projektpartner waren:

- Tschabrun Ingenieur GmbH: Planung und Bauleitung
- ETS Salzmann GmbH: Elektrotechnische Planung
- LANDSTEINER GmbH: Elektrotechnik und Leitsystem

Optimale und integrierte Kläranlagenregelung unter besonders schwierigen Rahmenbedingungen

Abbildung 1 zeigt den relativen Verlauf der Zulaufbelastung der Kläranlage Lech während der Hochsaison, bezogen auf die durchschnittliche Belastung während der Nebensaison. Insbesondere im Dezember tritt eine rasante Belastungssteigerung nach einer mehrmonatigen Schwachlastphase auf, aber auch in den Folgemonaten (Jänner bis März) liegt die Anlagenbelastung etwa um einen Faktor fünf höher als in der Nebensaison.

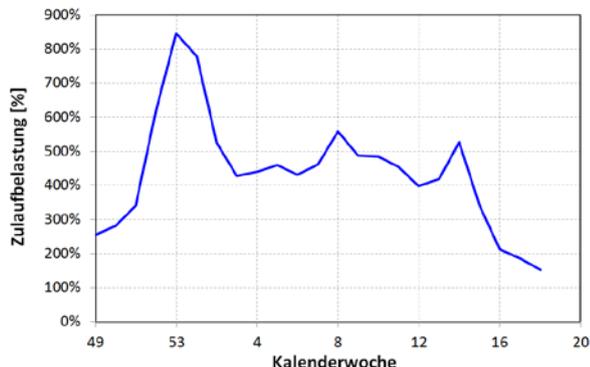


Abbildung 1: Relative Zulaufbelastung der Kläranlage Lech während der Hochsaison

LÖSUNG UND VERBESSERUNGEN

Für die optimale und integrierte Regelung der Abwasserprozesse wurde ein HACH RTC-System installiert. Dieses umfasst die nachfolgenden Regelmodule:

N/DN-RTC	Intermittierende Belüftungsregelung basierend auf $\text{NH}_4\text{-N}$ und $\text{NO}_3\text{-N}$
SRT-RTC	Regelung des Überschussschlammabzuges
pH-RTC	Regelung des pH-Wertes im Belebungsbeckens für den Nitrifikationsprozess
P-RTC	Regelung der chemischen Phosphorfällung
ST-RTC	Regelung der maschinellen Schlammverdickung

Stickstoffentfernung

Für die Optimierung der Stickstoffentfernung wirken die Regelung der Belüftung, des Schlammalters und des pH-Wertes zusammen. Die intermittierende Belüftung wird in Abhängigkeit der $\text{NH}_4\text{-N}$ - (AMTAXsc) und $\text{NO}_3\text{-N}$ -Konzentration (NITRATAxsc) geregelt. Während der belüfteten Phase wird die Einhaltung des Sauerstoffsollwertes (LDOsc) überwacht. Zusätzlich wird der pH-Wert (1200S-sc) im Belebungsbecken gemessen und im Bedarfsfall durch Laugenzugabe stabilisiert.

Trotz der extremen Belastungsschwankungen (Abbildung 1) kann während der gesamten Hochsaison die $\text{NH}_4\text{-N}$ -Ablaufkonzentration unter $1 \text{ mg}_{\text{NH}_4\text{-N}} / \text{L}$ gehalten werden (Abbildung 2).

Der gesetzliche Ablaufgrenzwert ($\text{NH}_4\text{-N.ab} \leq 5 \text{ mg/L}$ bei $T_{\text{BB}} \geq 8 \text{ °C}$) wird mit großer Sicherheit eingehalten.

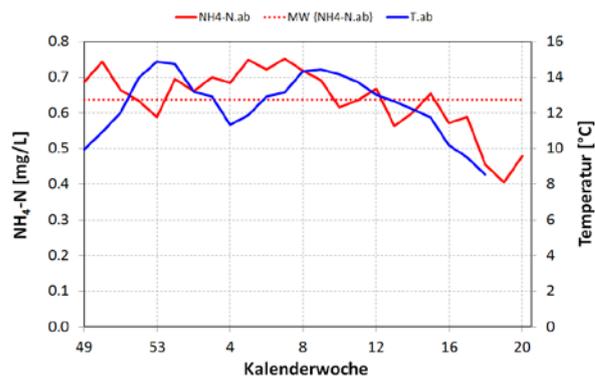


Abbildung 2: $\text{NH}_4\text{-N}$ -Ablaufkonzentration und Ablauftemperatur

Energie

Parallel zur großen Sicherheit betreffend der Einhaltung der $\text{NH}_4\text{-N}$ -Ablaufkonzentration wird die erforderliche Belüftungsenergie optimiert. Der spezifische Energieverbrauch während der Hochsaison ist etwa um 15% geringer (Abbildung 3) als der für diese Anlagenausbaugröße relevante Benchmarkwert (Haslinger et al., 2015). Am Ende der Hochsaison steigt der spezifische Energieverbrauch an. Dies ist damit begründet, dass sich zu diesem Zeitpunkt die Kläranlage noch im Vollbetrieb befindet (alle Belebungsbeckennlinien in Betrieb) während die Anlagenbelastung stetig absinkt. Auch spezifische Maßnahmen zur Umstellung auf den Nebensaisonbetrieb können kurzfristig einen höheren Energieverbrauch verursachen.

Die Jahresgasproduktion stieg seit dem Einsatz des HACH RTC-Systems um etwa +10%. Dazu tragen die optimierte Belüftungsregelung und die exakte Einhaltung des erforderlichen Schlammalters bei.

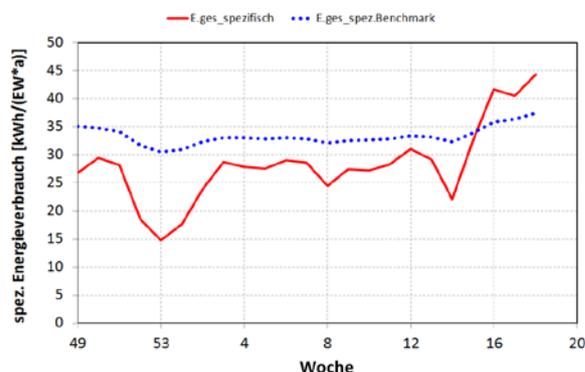


Abbildung 3: Spezifischer Gesamtenergieverbrauch

Phosphorentfernung

Für die Regelung der chemischen Phosphorfällung wird die $\text{PO}_4\text{-P}$ -Konzentration im Belebungsbecken gemessen (PHOSPHAXsc) und so geregelt, dass das Gesamt-P-Konzentrationslimit im Ablauf gesichert eingehalten wird. Wie Abbildung 4 zeigt, wird die Fällmittelmenge laufend an die Belastungssituation angepasst. Dabei tritt im Zeitraum Dezember bis März ein Stellbereich 3,5 : 1 auf. Minima der P-Ablaufkonzentration ergeben sich durch einen ausgeprägteren Belastungswechsel im Dezember (Wochentag/Wochenende) und durch das Absinken der Belastung im Jänner und am Saisonende.

Seit dem Einsatz der getrennten Regelung für die chemische Phosphorfällung (P-RTC) und der Laugendosierung (pH-RTC) konnten die jährlichen Chemikalienkosten um etwa -26 % reduziert werden.

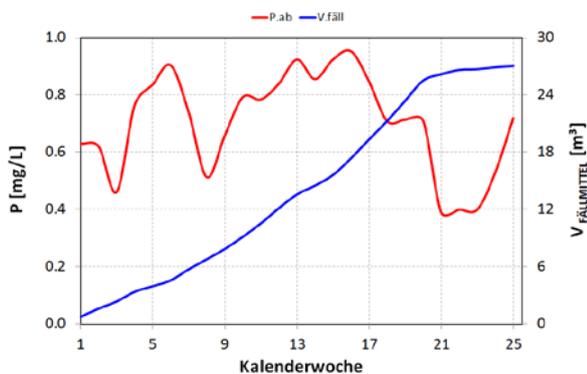


Abbildung 4: Gesamt-P-Ablaufkonzentration und Fällmittelverbrauch

ZUSAMMENFASSUNG

Die gemeinsam mit dem Planer durchgeführte umfassende Analyse der Optimierungsmöglichkeiten der Kläranlage Lech und die daraus abgeleitete kundenspezifische Lösung einer integrierten Regelung der relevanten abwassertechnischen Prozesse mittels eines HACH-RTC-customised combined Systems führte neben der gesicherten Einhaltung der gesetzlichen Ablaufgrenzwerte zu folgenden Ergebnissen:

- Spezifischer Gesamtenergieverbrauch der Kläranlage 15 % geringer als der für diese Ausbaugröße relevante Benchmarkwert
- Steigerung der Gasproduktion um +10%
- Reduzierung der Chemikalienkosten (für P-Fällung und pH-Stabilisierung) um -26 %

Die durchgeführten Maßnahmen führen zu einer optimalen Nutzung der bestehenden Beckenvolumina und vermeiden damit nicht zuletzt auch allfällige Ausbaurfordernisse, die am gegebenen Kläranlagenstandort nicht oder nur mit besonderem Aufwand realisierbar wären.

DANKSAGUNG

Wir bedanken uns bei den Mitarbeitern der Kläranlage Lech und bei allen Projektpartnern für die gute Zusammenarbeit.

LITERATUR

Haslinger J., Lindtner S. und Krampe J. (2015): *Operating costs and energy demand of large wastewater treatment plants in Austria: Benchmarking results of the last 10 years.* Proceedings of the 12th IWA conference on design, operation and economics of large wastewater treatment plants, Prague 6-9 September 2015