

SIMULATION – SCHLÜSSEL ZUR OPTIMIERUNG

STICKSTOFFELIMINATION AM FALLBEISPIEL DER ARA THUNERSEE

Derzeit wird die biologische Reinigungsstufe der ARA Thunersee saniert. Im Rahmen der Planungsarbeiten wurde eine verstärkte Stickstoffelimination als Ziel formuliert. Durch den Einsatz von Simulationen konnten neue Erkenntnisse gewonnen werden, die eine verfahrenstechnische Weiterentwicklung und eine optimierte Herangehensweise für die Zukunft aufzeigen.

Ingo Schoppe, ARA Thunersee

David Salzgeber; Benjamin Bühlmann, Holinger AG

Selina Jörg, ara region bern (vormals Holinger AG)

Anna Bock, ARA Thunersee

RÉSUMÉ

LA SIMULATION COMME CLÉ DE L'OPTIMISATION – ÉLIMINATION DE L'AZOTE DANS L'ÉTUDE DE CAS DE LA STEP DU LAC DE THOUNE

Les composants électromécaniques d'installation de l'étape de nettoyage biologique de la STEP du lac de Thoue ont atteint la fin de leur durée de vie, ce qui a nécessité une rénovation globale. La phase de planification a été marquée par l'avancement de la mise en œuvre de la motion 20.4261 «Réduction des apports d'azote provenant des stations d'épuration des eaux usées», et une élimination plus poussée de l'azote de 85% a donc fait l'objet de discussions. Afin d'atteindre cet objectif ambitieux, des simulations ont permis de vérifier dans quelle mesure les taux d'élimination de l'azote visés étaient réalisables au moyen d'adaptations ciblées du procédé.

Ces simulations ont montré qu'il était possible d'obtenir une augmentation de l'élimination de 6 points de pourcentage par une commande précise du dosage de l'arrivée. En outre, la simulation a ouvert une nouvelle perspective sur le défi posé et a fourni des approches procédurales innovantes qui offrent une solution optimisée pour la réduction de l'azote.

EINLEITUNG

Die ARA Thunersee wurde 1972 in Betrieb genommen. Von 1995 bis 1999 wurde sie für eine weitergehende Stickstoffelimination mittels Nitrifikation und Denitrifikation sowie einer biologischen Phosphorelimination (Bio-P) auf eine Kapazität von 200 000 Einwohnerwerten (EW) ausgebaut. 2009 wurde die ARA mit einer Faulwasserbehandlung nachgerüstet, die durchschnittlich mehr als 80% der Stickstoff-Rückläufe aus der Schlammstrasse eliminiert. Im Jahr 2023 entsprach die CSB-Fracht im Zulauf der ARA Thunersee rund 170 000 EW.

Zu Beginn der 2020er-Jahre hatten viele elektromechanischen Anlagenteile der biologischen Reinigungsstufe ihre Lebensdauer erreicht oder bereits überschritten, weswegen eine Komplett-sanierung notwendig wurde.

Die Planungsarbeiten für die Sanierung der biologischen Reinigungsstufe begannen 2023. Zu diesem Zeitpunkt wurde für die Umsetzung der Motion 20.4261 «Reduktion der Stickstoffeinträge aus den Abwasserreinigungsanlagen» eine weitergehende Stickstoffelimination von 85%, in Anlehnung an einen ersten Entwurf der kommunalen Abwasserrahmenrichtlinie (KARL) der EU, diskutiert. Aus diesem Grund sollte in der Projektierungsphase nicht nur die Sanierung der biologischen

Kontakt: Ingo Schoppe, schoppe@arathunersee.ch

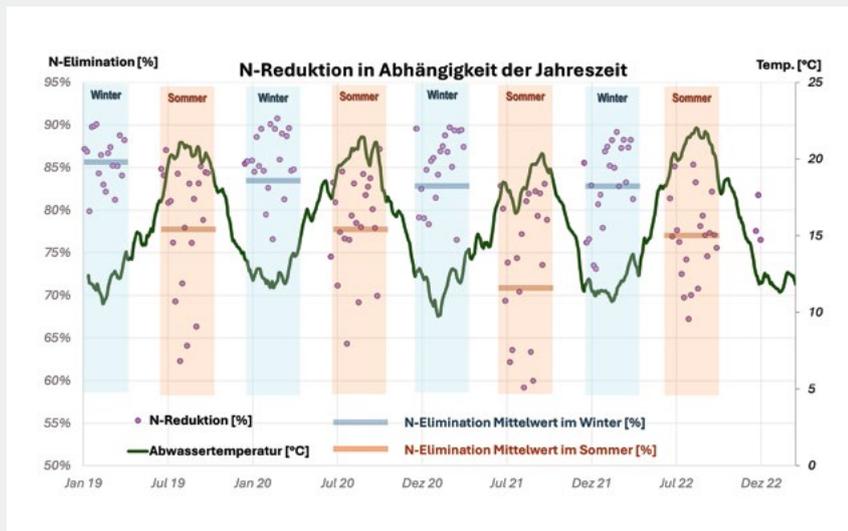


Fig. 1 Stickstoffelimination der ARA Thunersee zwischen 2019 und 2022 in Abhängigkeit der Jahreszeit. Die rot gefärbten Bereiche stellen jeweils den Zeitraum vom 15.6. bis 30.9. eines Jahres da, die blau gefärbten den Zeitraum vom 15.12. bis 31.3. Die jeweiligen roten respektive blauen Balken in den gefärbten Bereichen stellen den mathematischen Mittelwert aller Datenpunkte in den Bereichen dar. Für die Berechnung der N-Elimination wurde Tagesfrachten basierend auf 24-h-Mischproben herangezogen. Da für den ARA-Ablauf nicht genügend Datenpunkt für N_{tot} zur Verfügung stehen, repräsentiert NO_3-N den Ablauf.

Reinigungsstufe bearbeitet, sondern auch überprüft werden, ob und inwiefern mit verfahrenstechnischen Massnahmen eine Stickstoffeliminationsrate von 85% erreicht werden kann.

Zwischen 2019 und 2022 betrug die mittlere jährliche Stickstofffrachtreduktion 78%. Figur 1 zeigt den Vergleich der Stickstoffelimination zwischen Sommer und Winter für die Jahre 2019 bis 2022, basierend auf 24-h-Mischproben. Auffällig ist, dass die Reduktion im Winter bereits deutlich über 80% liegt, wohingegen die Reduktion im Sommer durchschnittlich weniger als 80% beträgt. Der Grund für diesen Unterschied könnte eine Kohlenstofflimitierung in den Sommermonaten sein. Die ARA Thunersee hat ein sehr grosses Einzugsgebiet mit einem langen Kanalnetz (bis zu 10 h Fließzeit). Seitens der ARA wird vermutet, dass diese Kohlenstofflimitierung u.a. am struktu-

rellen Aufbau des Kanalsystems liegt. So liegt an den Aussenrändern des Einzugsgebiets die Kanalisation in mehreren Strängen geodätisch bedeutend höher als im unteren eher flachen Teil. Dadurch kann davon ausgegangen werden, dass es durch Turbulenzen in der Kanalisation zu einem Sauerstoffeintrag in das Abwasser kommt. Dies führt im Sommer bei hohen Abwassertemperaturen, der langen Aufenthaltszeit und den geringen Fließgeschwindigkeiten bei Trockenwetter in der Kanalisation zu entsprechenden biologischen Abbauprozessen und einer Reduktion von CSB.

AUFTRAG

Für eine potenzielle verfahrenstechnische Optimierung wurde von der Bauherrschaft die Ausgangslage so definiert, dass eine Lösung in den bestehenden

Becken gesucht wird, da das vorhandene Beckenvolumen als ausreichend angesehen wurde. Aus Gründen der Ressourceneffizienz und der Abfallvermeidung sollte nach Möglichkeit an der bestehenden biologischen Phosphorelimination (Bio-P) festgehalten werden.

Unter diesen Voraussetzungen sollte aufgezeigt werden, mit welchen verfahrenstechnischen Anpassungen eine Optimierung der Stickstoffelimination möglich ist. Das Ziel war eine qualitative Einschätzung verschiedener Verfahren in Bezug auf die Optimierung der Stickstoffelimination. Aufgrund fehlender Daten zur CSB-Fraktionierung wurde eine ganzjährige Simulation ohne dynamische Tagesgangvariation gewählt.

Ein Handlungsbedarf bezüglich Lachgas war nicht gegeben. Mit Messungen der Eawag konnte nachgewiesen werden, dass der Lachgasemissionsfaktor der biologischen Behandlungsstufe ganzjährig sehr tief bis quasi inexistent ist.

AUSGANGSLAGE FÜR DIE SIMULATION

Der Bilanzraum der Simulation umfasst den Zufluss zur Belebung bis einschliesslich Ablauf der Nachklärung. Die Belebung der ARA Thunersee besteht aus vier baugleichen Belüftungsbecken (1-4), die jeweils ein Volumen von $V_{BB} = 6240 \text{ m}^3$ aufweisen. Somit steht ein Gesamtvolumen von $V_{BBges} = 4 \times 6240 \text{ m}^3 = 24960 \text{ m}^3$ zur Verfügung. Für die Simulation wurde ein Viertel der Gesamtanlage mit einem Belüftungsbecken und zwei (von acht) nachgeschalteten Nachklärbecken mit der entsprechenden Zulaufbelastung im Modell erfasst. Ein Belebungsbecken setzt sich aus drei Zonen für die Bio-P (anaerob), drei Zonen für die Denitrifikation (anox) sowie zwei Nitrifikationszonen (aerob) zusammen (Fig. 2). Die erste Nitrifikationszone wird intermittierend

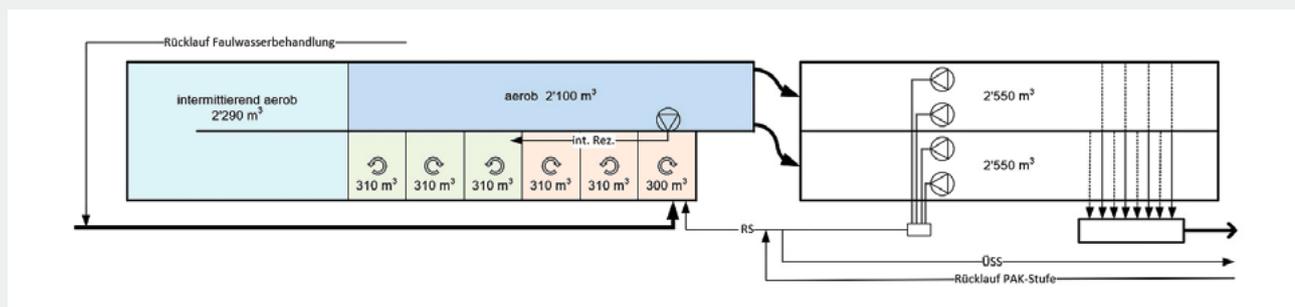


Fig. 2 Bilanzraum der Simulation: Belebtschlammbecken (1 von 4) mit drei anaeroben Zonen (orange), drei anoxischen Zonen (grün) sowie einer intermittierend aeroben und einer durchgehend aeroben Zone (blau) inklusive zwei nachgeschalteten Nachklärbecken (2 von 8)

belüftet. Durch die intermittierende Belüftung (50% der Zeit) der ersten aeroben Zone verschiebt sich theoretisch der Anteil des Denitrifikationsvolumens von ursprünglich $V_D : V_{BB} = 15\%$ zu $V_D : V_{BB} = 33\%$. Der Volumenanteil der Bio-P liegt bei $V_{Bio-P} : V_{BB} = 15\%$.

Eine ebenfalls vorhandene vierte Reinigungsstufe wird durch die Rückläufe (PAK-ÜSS und Schlammwasser aus der Filterrückspülung) in die Belebung berücksichtigt, ebenso der Rücklauf aus der Faulwasserbehandlung.

GRUNDLAGEN

Alle Simulationsrechnungen wurden mit der Software *SIMBA*[#] (Version: 5.0.34) unter Berücksichtigung folgender Grundlagen durchgeführt:

Datenbasis

Als Datenbasis wurden die Mittelwerte der Betriebsdaten der Jahre 2019–2022 verwendet.

Dynamik

Um eine für das ganze Jahr repräsentative Stickstoffelimination abzubilden, wurde mit Jahresmittelwerten simuliert. Es wurden keine Tagesgänge berücksichtigt.

ASM-Modell

Alle Simulationen wurden mit dem biologischen Modell «asm3Bio-Ph» aufgebaut, da neben den Berechnungen von Kohlenstoff- und Stickstoffprozessen auch die

biologische Phosphorelimination berücksichtigt wird [1].

Beckenvolumina

Alle Berechnungen wurden mit den bestehenden Beckenvolumina durchgeführt. Die Verteilung der Zonen (Anteile anaerob, anoxisch, aerob) konnte für die Simulation der Optionen angepasst werden.

CSB-Fraktionierung

Für die Fraktionierung des CSB wurde die Standard-Fraktionierung für vorgeklärtes Abwasser gemäss DWA A-131 verwendet [2].

Temperatur

Bei der Simulation wurde eine mittlere Temperatur von 16 °C berücksichtigt.

IST-ZUSTAND UND KALIBRIERUNG

Für die Kalibrierung des Modells wurde der IST-Zustand der ARA mit den Inputdaten simuliert und die Ergebnisse mit den realen Messwerten verglichen. Dabei wurden die Parameter Schlammmenge, Trockensubstanzkonzentration, Bakterienpopulation (XA, XH, XPAO) sowie die Ablaufkonzentrationen (N, C und P), mit Hauptaugenmerk auf den N-Parametern berücksichtigt.

Das Modell (Fig. 3) zeigte im Vergleich mit den Betriebsdaten eine sehr gute Übereinstimmung bei den Schlamm-

daten und den Ablaufwerten. Die sehr gut funktionierende Bio-P aus dem Betrieb konnte im Modell abgebildet werden. Die Stickstoffelimination wurde im Modell mit 80% im Vergleich zur Stickstoffelimination der Betriebsdaten von 78% leicht überschätzt. Mit einer Abweichung von nur 2% war die Grundlage für die Vergleichbarkeit des Modells gegeben. Das Modell zeigte eine sehr gute P-Rücklösung und gleichzeitig einen hohen Verbrauch des leicht abbaubaren Kohlenstoffs in den anaeroben Zonen. Entsprechend war im Zulauf zu den anoxischen Zonen kaum noch leicht abbaubarer Kohlenstoff vorhanden, was sich in einem Kohlenstoffmangel in den anoxischen Zonen geäußert hat. In den intermittierend aeroben Zonen wurden der NH_4 -N-Abbau sowie eine geringe Denitrifikation abgebildet. In der Nitrifikationszone bildete das Modell einen nahezu vollständigen NH_4 -N-Abbau mit entsprechender NO_3 -N-Zunahme sowie eine sehr gute P-Aufnahme ab.

In der Simulation wurde über die gesamte Jahreszeit von einer gleichbleibenden CSB-Fraktionierung ausgegangen, wodurch das Modell die Stickstoffelimination im Sommer über- und im Winter unterschätzt. Die Entscheidungsfindung mit Fokus auf eine möglichst hohe Stickstoffelimination im Jahresmittel konnte mit dieser Modellkonstellation getroffen werden.

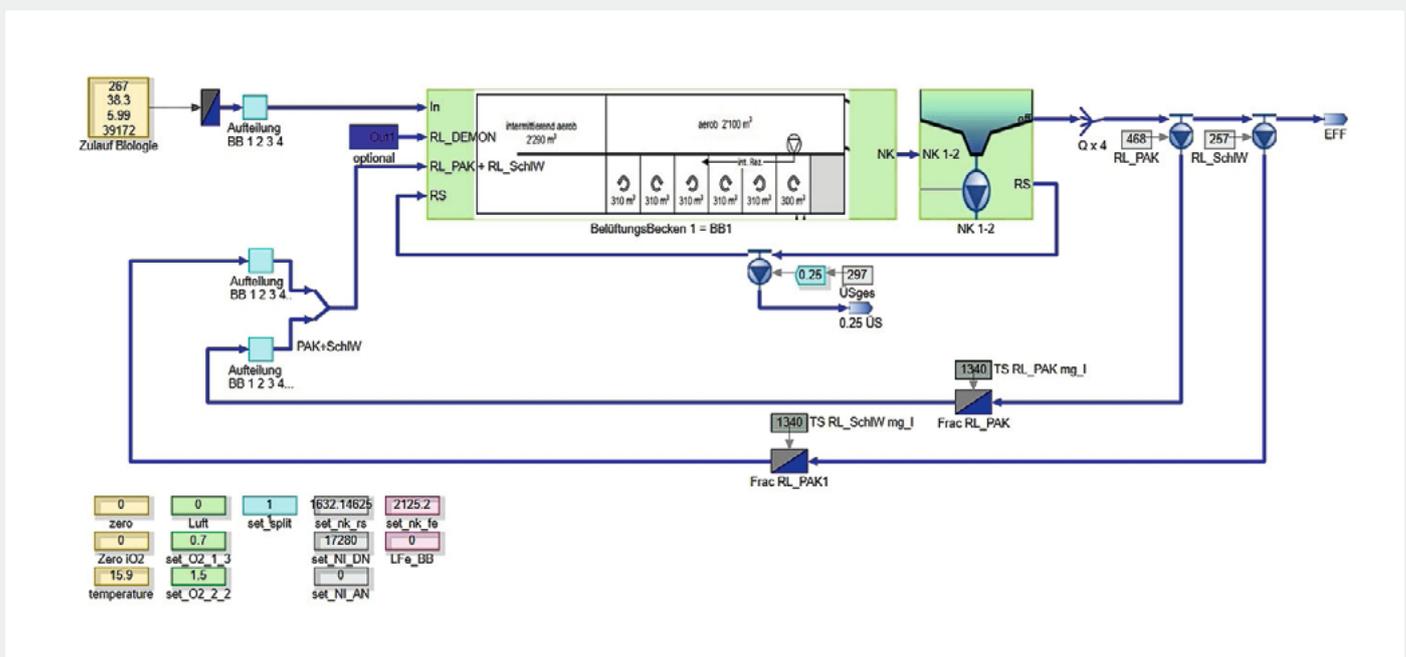


Fig. 3 Ausschnitt aus dem *SIMBA*[#]-Modell mit einem Biologiebecken und der Nachklärung (in der Grafik sind zwei Becken zu einem zusammengefasst), dem Zulauf ab Vorklämung und den Rückläufen aus der Faulwasserbehandlung und der PAK-Stufe.

BETRACHTETE OPTIMIERUNGSVARIANTEN

Neben der heutigen Verfahrensführung wurden vier weitere Szenarien auf Basis des Grundmodells getestet, sie sind in den Boxen 1–4 (Fig. 4–7) beschrieben.

V0: OPTIMIERUNG DES IST-ZUSTANDS

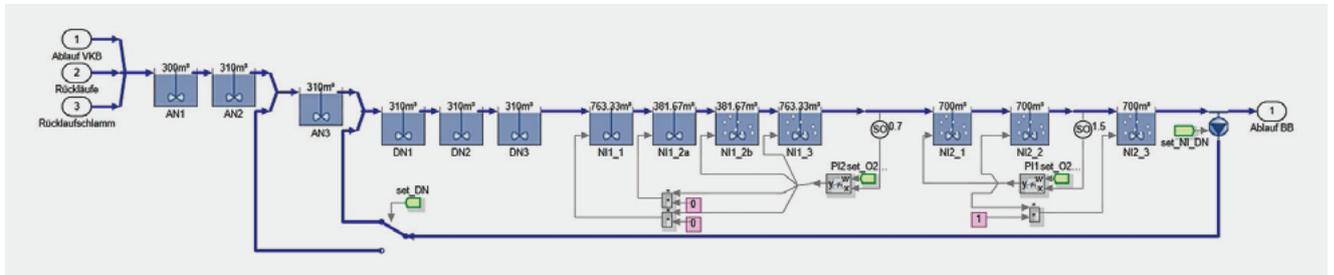


Fig. 4 Optimierung Ist-Zustand mit (1) erhöhter interner Rezirkulation und mit (2) Rückführung der internen Rezirkulation in das dritte anaerobe Becken.

Modifikation	Motivation	Fazit
V0.1: Die interne Rezirkulation aus dem Ende der aeroben Zone wird deutlich erhöht. Keine baulichen Anpassungen nötig.	Durch die Erhöhung der internen Rezirkulation wird mehr Nitrat in die Deni-Zone gebracht, was die Substratverfügbarkeit erhöht.	Optimierungspotenzial ist kaum vorhanden (+0,7% gegenüber Grundmodell), da in der Deni-Zone vor allem eine C-Limitierung vorliegt. Zudem fallen Einbußen bei der Bio-P an.
V0.2: Die Volumeverteilung in der anaeroben und anoxischen Zone wird zugunsten der anoxischen Zone angepasst (1/3 anaerob, 2/3 anoxisch) Keine baulichen Anpassungen nötig.	Die Vergrößerung der anoxischen Zone erhöht das zur Verfügung stehende Volumen für die Denitrifikation.	Das Optimierungspotenzial ist aufgrund der C-Limitierung marginal (+0,4% gegenüber Grundmodell), bei der Bio-P muss jedoch eine erhebliche Einbuße hingenommen werden.

Box 1

V1.1/V1.2: NACHGESCHALTETE DENITRIFIKATION MIT UND OHNE KOHLENSTOFFDOSIERUNG

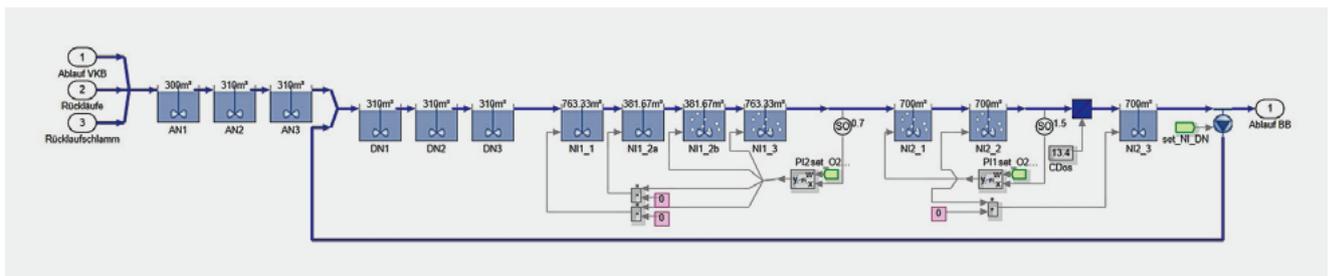


Fig. 5 Modell des Belebungsbeckens mit nachgeschalteter Denitrifikation und C-Dosierung.

Modifikation	Motivation	Fazit
V1.1: Gegenüber dem Grundmodell wird im letzten Kompartiment der aeroben Zone nicht belüftet. Dafür sind geringe bauliche Massnahmen am Ende des Beckens notwendig (Brücke für Rührwerk)	Mit einer anoxischen Zone am Ende der Verfahrenskette wird eine Zone geschaffen, in der eine nachgeschaltete Denitrifikation stattfinden kann.	Es wird eine marginale Verbesserung bei der Denitrifikation (+1,5% gegenüber Grundmodell) und der Bio-P erreicht, das Nitrifikationsvolumen wird knapp und verliert die nötigen Reserven.
V1.2: Im letzten Kompartiment der aeroben Zone wird nicht belüftet und zusätzlich wird eine externe C-Quelle zugegeben. Bauliche Massnahmen identisch zu V1.1	Durch die Zugabe von externem Kohlenstoff wird verfügbares Substrat für die Denitrifikation zugegeben.	Die Stickstoffelimination kann deutlich gesteigert werden (+11,3% gegenüber Grundmodell). Es gibt Einbußen bei der Nitrifikation und der Bio-P.

Box 2

V2: KASKADEN-DENITRIFIKATION

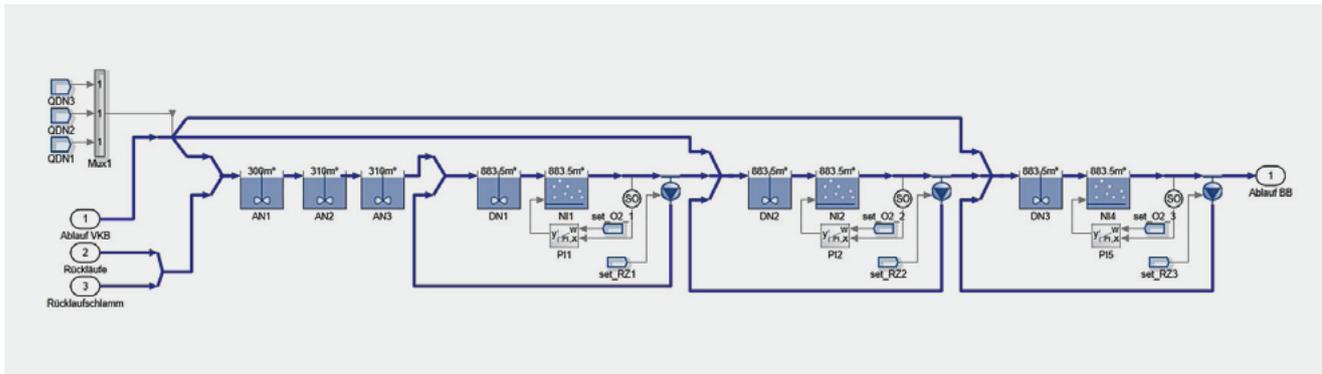


Fig. 6 Modell des Belebungsbeckens als Kaskade.

Modifikation	Motivation	Fazit
<p>V2: Die Bio-P-Zone wird beibehalten, der Zulauf wird je zu einem Drittel in die erste, zweite und dritte Zone zugegeben. Das Verhältnis DN:NI wird von 40:60 auf 50:50 erhöht. Diese Variante verlangt grössere, komplexere Baumassnahmen (Ausbau Belüftung in gewissen Bereichen, neue Brücken und Rührwerke, Zulaufleitungen durch verschiedene Beckenwände etc.)</p>	<p>Durch die Aufteilung des Zulaufs in einzelne DN:NI-Zonen wird der leicht verfügbare CSB besser verteilt.</p>	<p>Die N-Elimination kann um 3,8% gegenüber dem Grundmodell verbessert werden. Da der leicht verfügbare CSB in der Bio-P-Zone fehlt, erfolgt hier eine deutliche Einbusse.</p>

Box 3

V3: ZULAUFDOSIERUNG

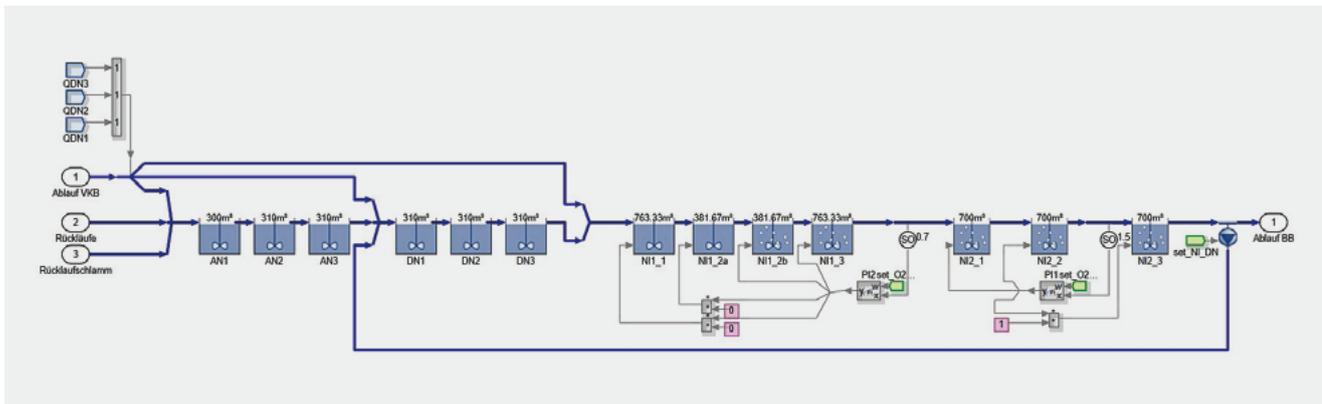


Fig. 7 Modell des Belebungsbeckens mit Zulaufdosierung.

Modifikation	Motivation	Fazit
<p>V3: Die bestehende Beckeneinteilung wird beibehalten. Der Unterschied liegt in der Verteilung des Zulaufs, der je zu einem Drittel in die anaerobe, in die anoxische und in die intermittierende Zone gegeben wird. Es gibt einen baulichen Aufwand für die gleichmässige Wasserverteilung in die einzelnen Zonen. Diese ist jedoch mit einfachen Mauerdurchbrüchen realisierbar und der Aufwand gegenüber V2 bedeutet geringer.</p>	<p>Durch die Aufteilung des Zulaufs wird mehr leichtverfügbarer CSB in die anoxische und intermittierende Zone gegeben.</p>	<p>Die N-Elimination wird um 6,5% gegenüber dem Grundmodell verbessert. Wie in der Kaskade gibt es deutliche Einbussen bei der Bio-P, weil der leicht verfügbare CSB in andere Beckenbereiche geleitet wird.</p>

Box 4

RESULTATE DER SIMULATION

Die Resultate der Simulation sind in *Figur 8* wiedergegeben. Die Optimierung mit einer Nachdenitrifikation ohne Kohlenstoff-Dosierung (V1.1) und die Optimierungen des IST-Zustands (V0.1 und V0.2) werden mit einer um rund 1% verbesserten Stickstoffelimination nicht diskutiert. Klare Bestvariante ist die Nachdenitrifikation mit Zugabe einer externen Kohlenstoffquelle, die aber aus den Gründen Betriebskosten, Klimaschutz und der Maxime, dass für die Abwasserreinigung möglichst wenige chemische Hilfsstoffe eingesetzt werden sollen, für die ARA Thunersee nicht in Frage kommt. Bei der Kaskade ist eine rechnerische Verbesserung um drei Prozentpunkte erreichbar. Um eine Kaskade auf der ARA Thunersee verfahrenstechnisch umzusetzen, sind erhebliche bauliche Anpassungen notwendig. Neben den hohen Kosten gilt es auch, technisch anspruchsvolle Probleme zu lösen, wie beispielsweise die gleichmässige Zulaufverteilung bei einer sehr geringen hydraulischen Resthöhe. Zusätzlich würde die erhöhte Stickstoffelimination auf Kosten der biologischen Phosphorelimination gehen, die in weiten Teilen der Sommermonate praktisch aufgegeben werden muss. Zudem wird bei kurzfristigen Stossbelastungen die Nitrifikationssicherheit eingeschränkt. In dem Bewusstsein, dass es nur eine geringe Erhöhung der Stickstoffeliminationsrate bedarf, um die zukünftigen gesetzlichen Anforderungen zu erreichen, wurde nach der Simulation der Kaskade nach Varianten gesucht, die die oben beschriebenen Nachteile minimieren. Eine dieser Varianten ist die Zulaufdosierung. Im Gegensatz zur Kaskade – die neben der Zulaufdosierung auch die Anordnung der Verfahrensprozesse Denitrifikation/Nitrifikation «in Serie» schaltet – beschränkt sich die Zulaufdosierung auf die verfahrenstechnisch optimierte Verteilung des limitierenden Faktors Kohlenstoff. Bauliche Veränderungen sind zwar auch für diese Variante notwendig, diese sind jedoch mit einigen Mauerdurchbrüchen bedeutend geringer als bei der Kaskade. Zudem sind die Umbauarbeiten auch mit nahezu gefüllten Becken denkbar, die Umrüstung auf eine Kaskade bedingt eine komplette Leerung der Becken. Mit einer rechnerischen Verbesserung um sechs Prozentpunkte schneidet die

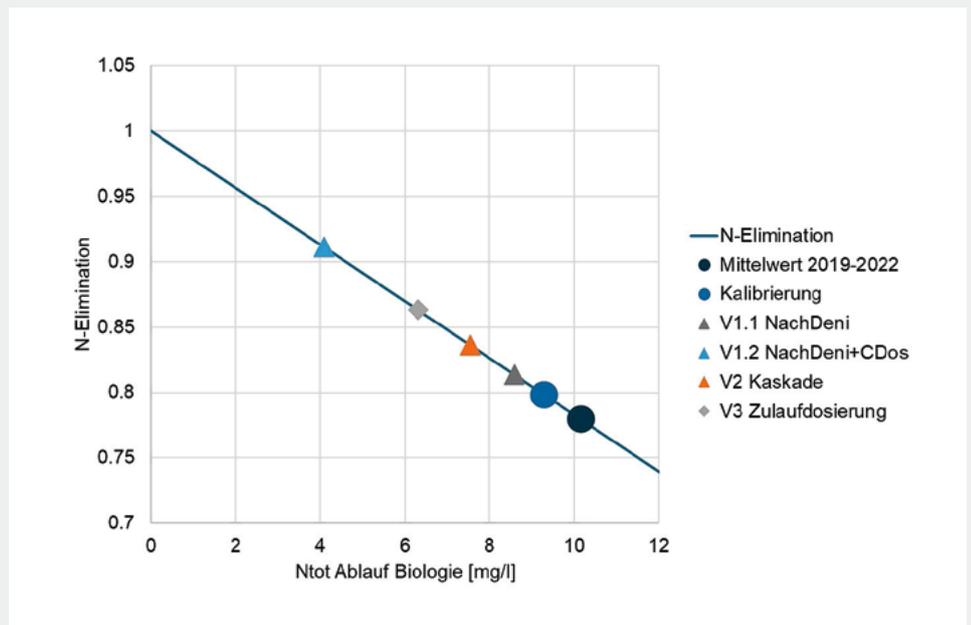


Fig. 8 Auftrag der im Modell errechneten N-Eliminationsraten gegenüber der erreichten Konzentration an N_{tot} im Ablauf der Anlage. Die beiden Varianten 0 werden nicht abgebildet, da in der Simulation keine merkliche Verbesserung erreicht wurde und die Darstellung dieser Varianten die Lesbarkeit der Grafik erschweren würde.

Zulaufdosierung zudem besser ab als die Kaskade. Aus Sicht des Betreibers liesse sich mit dieser Lösung eine N-Eliminationsrate von >80% bedeutend stabiler erreichen als mit der Kaskade. Die Nachteile mit der Aufgabe der biologischen Phosphorelimination im Sommer sowie der noch unklaren technischen Zulaufverteilung aufgrund der geringen Resthöhe werden bei der Zulaufdosierung ähnlich bewertet wie bei der Kaskade. Bezüglich Nitrifikationssicherheit weist die Zulaufdosierung Vorteile gegenüber der Kaskade auf.

VERFAHRENSENTSCHEID UND OFFENE PUNKTE

Bei der Simulation schnitt die Zulaufdosierung – unter den gegebenen Randbedingungen – für die ARA Thunersee als das attraktivste Verfahren ab. Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse wurde jedoch entschieden, die bestehende Verfahrensführung beizubehalten. Ausschlaggebend für diesen Entscheid sind folgende Punkte:

- Zum Zeitpunkt des Verfahrensent-scheidendes standen die zukünftigen, gesetzlich vorgeschriebenen Stickstoffeliminationsraten nicht fest. Mit den im Jahresmittel erreichten 78% weist die ARA Thunersee im schweizweiten Vergleich bereits eine sehr hohe Eliminationsrate auf. Deswegen wird sie bei einer Gesetzesanpassung nicht zu den

Anlagen mit dem dringendsten Handlungsbedarf gehören.

- Eine Zulaufdosierung kann zu jedem späteren Zeitpunkt mit überschaubarem Aufwand und während des laufenden Betriebs realisiert werden.
- Bei allen Varianten wird die heute sehr gut funktionierende biologische Phosphorelimination verschlechtert. Dies würde zu einem erhöhten Fällmittelseinsatz führen, der dem Grundsatz entgegensteht, dass für die Abwasserreinigung möglichst wenige chemische Hilfsstoffe eingesetzt werden sollen. Die Zeit zwischen Projektstart und dem zu fällenden Verfahrensent-scheid war knapp bemessen. Es blieben beim Zeitpunkt des zu fällenden Verfahrensent-scheid mehrere Punkte offen, die bei einer allfälligen, späteren Umsetzung noch vorgängig zu prüfen wären:
- Eine Untersuchung der CSB-Fraktionierung in den Sommer- und Wintermonaten und die entsprechende Anwendung innerhalb der Simulation.
- Dynamische Simulation mit Tagesgängen bei Szenarien innerhalb der Winter-, Sommer- und Übergangsmonate.
- Erweiterung des Modells mit unterschiedlichen Eliminationsraten in der Vorklärung

AUSBLICK

Wie die Simulation zeigt, ist die ARA Thunersee – mindestens zeitweise – kohlen-

stofflimitiert. Die Verringerung des Vorklärvolumens ist ein valables Instrument, um weniger CSB in der Vorklärung abzuscheiden. Damit steht der CSB für die späteren Prozesse zur Verfügung und kann auch andere Prozesse wie die Lachgas-Emissionen beeinflussen. Gleichzeitig bedeutet dies jedoch, dass weniger CSB in die Faulung gelangt und damit die Biogasproduktion zurückgeht.

Es wird deutlich, dass Betrachtungen zu den Auswirkungen der Umsetzung der Motion 20.4261 nicht ausschliesslich auf den Gewässerschutz fokussiert werden sollten, sondern dass auch eine nicht unerhebliche Klimarelevanz gegeben sein könnte.

Die ARA Thunersee plant aus diesem Grund, die Auswirkungen einer Verringerung des Vorklärvolumens in Bezug auf die nachhaltige Energieproduktion sowie die Betriebskostensituation grosstechnisch zu untersuchen. Es ist angedacht, dass nach Abschluss der Sanierung der biologischen Reinigungsstufe ein gross-

technischer Versuch mit nur einer Vorklärung (1750 m³ statt 3500 m³, d. h. eine Verringerung der Aufenthaltszeit von zwei auf eine Stunde bei Trockenwetter) durchgeführt wird.

FAZIT

Im Zuge des Projekts wurden mehrere verfahrenstechnische Ideen mit Hilfe von digitalen Simulationen durchgerechnet. Die Zulaufdosierung als Bestvariante war zu Projektstart keine dieser Ideen, sondern ist vom Projektteam im Laufe der Bearbeitung durch Variationen von bestehenden Ideen entwickelt worden. Mit Hilfe der Simulation konnte dargestellt werden, dass die Weiterentwicklung deutlich bessere Eliminationsraten aufweist als die Ursprungsvariante. Dieses Beispiel zeigt eindrücklich das Potenzial einer dynamischen Simulation in der Abwasserbranche. Mit überschaubarem Aufwand konnte aufgezeigt werden, wie

auf der ARA Thunersee den zukünftig ändernden gesetzlichen Rahmenbedingungen begegnet werden kann.

Der Projektablauf bestätigt zudem, dass die Randbedingungen jeder Kläranlage ausschlaggebend für die verfahrenstechnischen Lösungen sind. Was für den Einzelfall trivial klingt, hat für die Erarbeitungen von gesetzlichen Grundlagen, die für alle ARA identisch sein müssen, erhebliche Zielkonflikte zur Folge. Entsprechend anspruchsvoll ist die Aufgabe im Gesetzgebungsprozess, diese Zielkonflikte auf ein Minimum zu reduzieren – alle aufzulösen ist in der Regel unmöglich.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Rieger, L. et al. (2001): *The eawag bio-p module for activated sludge model no. 3. Water Research. Vol. 32, Issue 16: 680–697*
- [2] DWA (2016): *Arbeitsblatt DWA-A 131: Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. 53773 Hennef, Deutschland*

Die Zukunft fliesst sauber - mit Hawle Abwasserarmaturen



hawle

Hawle Armaturen AG | 8370 Sirnach | www.hawle.ch

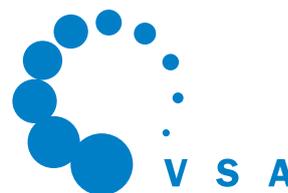


Verband Schweizer
Abwasser- und
Gewässerschutz-
fachleute

Association suisse
des professionnels
de la protection
des eaux

Associazione svizzera
dei professionisti
della protezione
delle acque

Swiss Water
Association



Fachtagung

KANALISATIONSFORUM 2025

22. und 23. Mai 2025, Fachhochschule OST in Rapperswil mit einer Panelausstellung



Das Kanalisationsforum gilt als der Informations- und Networking-Anlass zu den Fachbereichen Bau, Qualität und Werterhalt sowie Neubau von Entwässerungsanlagen. Unternehmen können Ihre Dienstleistungen und Produkte in der beliebten Panel-Ausstellung präsentieren. Für das Patronat zeichnen VSA, KSV, ASTAG und SVKI.



vsa.ch/KAFO