

Bau einer Prozesswasserbehandlung unter betriebswirtschaftlichen und CO₂ – Gesichtspunkten

Jürgen Weber

Abwasserzweckverband Heidelberg

1 Allgemeines

Der Abwasserzweckverband Heidelberg umfasst die Städte Heidelberg, Eppelheim und Neckargemünd sowie die Gemeinde Dossenheim. Er ist zuständig für die Abwasserableitung und die Abwasserreinigung im Verbandsgebiet. Mit Hauptaufgabe ist daher der Betrieb des Großklärwerkes mit einer Ausbaugröße von 380.000 E + EGW. Die Kläranlage ging 1983 in Betrieb und war ursprünglich ausgelegt auf den Abbau der organischen Abwasserinhaltsstoffe CSB und BSB sowie des Phosphors mittels Simultanfällung durch Eisenchloridsulfat. Die zusätzlichen Anforderungen an die Nährstoffelimination, d. h. insbesondere an den Stickstoff, konnte in Heidelberg durch Verfahrensoptimierung erreicht werden. Durch Verkürzung und Umbau der Vorklärung in Grobentschlammung und anoxische Zonen konnte der rechtlich vorgeschriebene Stickstoffwert im Ablaufwert von 13 mg/l eingehalten werden. Als sehr positiv und günstig hatte sich damals die Abwasserbeschaffenheit, insbesondere der hohe Anteil von leicht abbaubaren Kohlenstoffverbindungen aus der Lebensmittel bzw. Fruchtsaftherstellung, erwiesen. Durch den Wegfall der leicht abbaubaren Kohlenstoffverbindungen aus der Lebensmittelverarbeitung in der Größenordnung von 70.000 EGW war man gezwungen zu reagieren. Vorgesehen war, die Filtratwässer der Schlammmentwässerung im Teilstromverfahren zu behandeln, um die Rückbelastung so zu reduzieren, dass die geforderten Einleitwerte für Stickstoff eingehalten werden können. Neben betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten waren bei der Verfahrenswahl auch CO₂-Betrachtungen, d. h. CO₂-Neutralität, Entscheidungsgrundlage. Im Rahmen der Entscheidungsfindung wurden alle Verfahrensmöglichkeiten geprüft. Die Vorgehensweise bei Auswahl und Bau der Prozesswasserbehandlungsanlage ist im Nachfolgenden zusammengestellt

2 Verfahrensarten der Prozesswasserbehandlung

Die Prozesswasserbehandlung ist im Vollstrom- oder im Teilstrom möglich, wobei im Teilstrom zwischen biologischen und chemischen Verfahren zu unterscheiden ist (Abbildung 1).

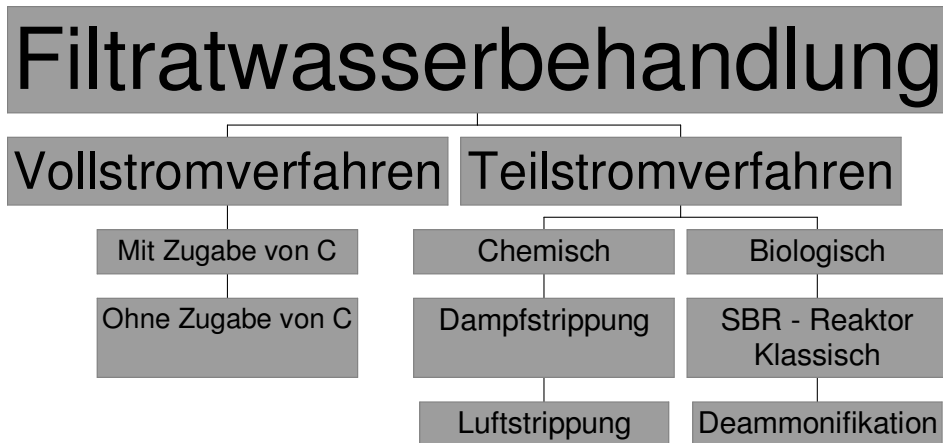


Abbildung 1: Möglichkeiten der Filtratwasserbehandlung /1/

Sowohl das Vollstromverfahren als auch das klassische biologische Teilstromverfahren im SBR-Reaktor schieden bei der Verfahrenswahl aus. Die hier erforderliche Zudosierung von C-Quellen stand sowohl aus Kostengründen als auch unter dem Aspekt der CO₂ – Bilanzierung nicht zur Diskussion. Theoretisch hätten im Vollstromverfahren zur Einhaltung der Stickstoffwerte rd. 2,8 to CSB zusätzlich als externe C-Quellen zugegeben hätten werden müssen, was rd. 700 Liter Methanol am Tag entsprochen hätte. Großversuche haben jedoch gezeigt, dass bis zum 3-fachen des theoretischen Wertes zugegeben werden musste, um die Ablaufwerte gesichert einzuhalten. Neben den jährlichen Betriebskosten von rd. 450.000 €, wären zusätzlich ca. 1200 to CO₂ jährlich in die Atmosphäre abgegeben worden. Die biologischen Verfahrensmöglichkeiten Deammonifikation und Nitrifikation/Denitrifikation (Abbildung 2) waren nach unserer Meinung zum damaligen Zeitpunkt noch nicht ausgereift und im Entwicklungszustand, so dass man sich entschloss einen eigenen Weg zu gehen.

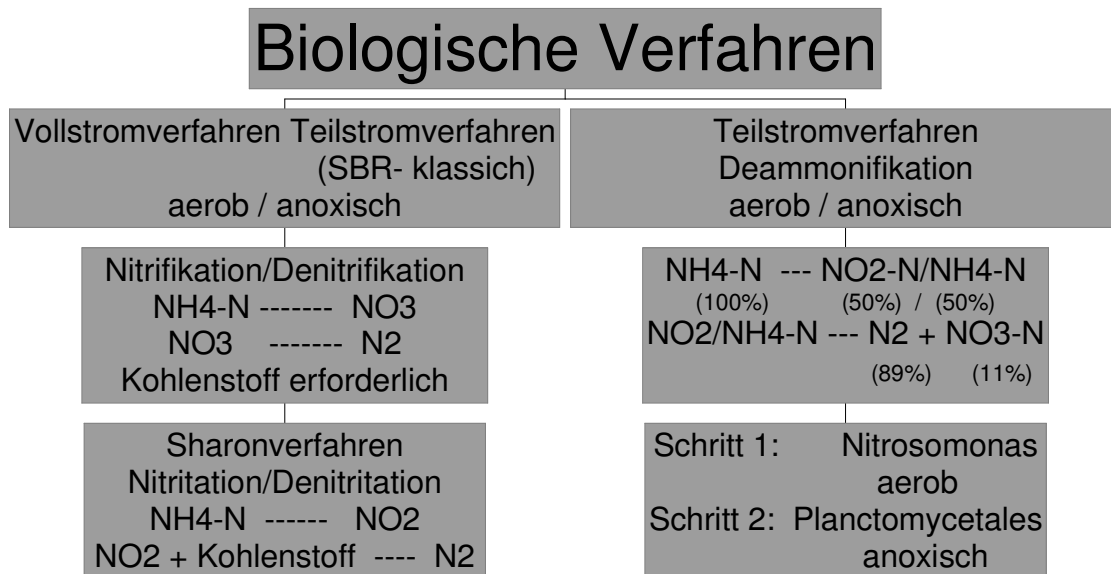


Abbildung 2: Biologische Verfahrensmöglichkeiten der Prozesswasserbehandlung

3. Vorgehensweise/Umsetzung

Zur Zielerreichung, d. h. zur betriebswirtschaftlichen und nachhaltigen Umsetzung bzw. Verfahrenswahl, hat der AZV-Heidelberg im Jahr 2003 halbertechnische Versuche durchgeführt. Zusammen mit dem Fraunhofer IGB Stuttgart wurde im Rahmen eines BMFT-Forschungsvorhabens eine Pilotanlage errichtet und betrieben. Untersucht wurde die Möglichkeit der Stickstoffentfernung mittels der Kombination CO₂ – Luftstrippung mit dem Endprodukt Ammoniumsulfat als Dünger. Die erforderliche Energie sollte durch die Steigerung des Abbaugrades in der Schlammfäulung über den Mehrgasanfall neutral gehalten werden. Die Versuchsanlage umfasste einen Bioreaktor mit integrierter Mikrofiltration mittels Membrantechnik zur Steigerung der Abbauleistung sowie eine nachgeschaltete Ammoniakstrippanlage /2/.

4. Versuchsergebnisse

Die Versuchsergebnisse haben gezeigt, dass sich mit der Aufkonzentrierung des Faulschlammes im Reaktor die Abbauleistung und Biogasausbeute zunehmen, bei gleichzeitigem Anstieg des Ammoniumgehaltes im Filtrat auf bis zu 1,6 g/l. Die Entfernung des Ammonium aus dem Schlammwasser mittels CO₂-Luftstrippung verlief ebenfalls erfolgreich. Sowohl das aus der Pilotanlage anfallende Filtrat als auch das aus den Schlammmentwässerungszentrifugen anfallende Zentrat wurde den Strippungsversuchen unterzogen. Bis zu 90 % des Ammoniums konnten entfernt werden. Bei Erhitzung des Filtrates auf Temperaturen von 60 Grad gelang dies ohne zusätzliche Chemikalien, bei geringeren Temperaturen wurden pH-Wertanhebungen mittels Chemikalien erforderlich (Abbildung 3).

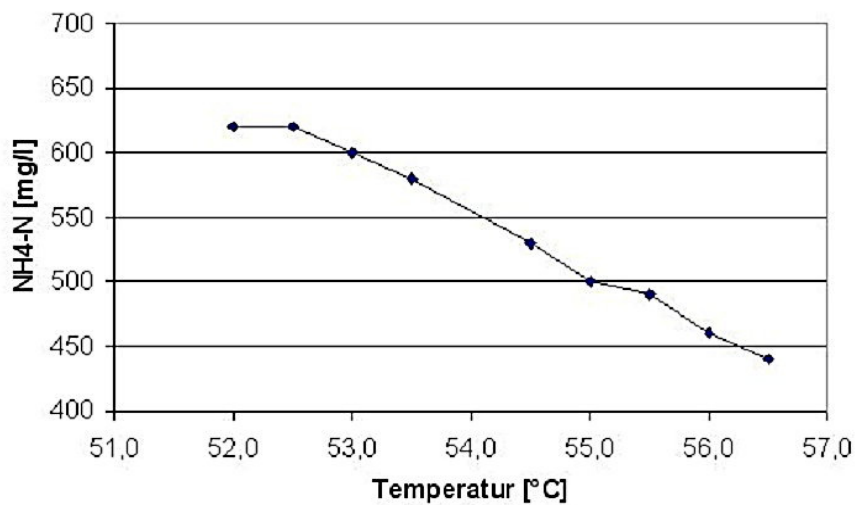


Abbildung 3: Ablauf Ammoniakstrippung in Abhängigkeit der Temperatur /2/

4. Großtechnische Umsetzung

Basierend auf den Versuchsergebnissen hat sich der Abwasserzweckverband zu einer stufenweise Umsetzung entschlossen. In der ersten Stufe sollte in den Jahren 2007 und 2008 die Anlage zur Ammoniakstrippung gebaut werden. Die Steigerung der Abbauleistung in der Faulung durch die Integration einer Mikrofiltration sollte in einem zweiten Schritt erfolgen.

Der Abwasserzweckverband hat das Ingenieurbüro ATEMIS, Aachen, mit der Planung und Ausschreibung beauftragt. Basierend auf den Versuchsergebnissen wurde die Genehmigungsplanung mit anschließender Funktionalausschreibung erstellt. Da zwischenzeitlich auch die biologischen Verfahren, insbesondere die Deammonifikation, weiterentwickelt wurden und auch erste Betriebserfahrungen vorlagen, wurden auch Kosten- und Nutzenvergleiche zu diesen Verfahren angestellt. Betrachtet wurden die klassische SBR-Biologie, das Sharonverfahren, die Deammonifikation sowie die Dampfstrippung. Kostenbetrachtungen sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Hier zeigte sich, dass sich das anhand der Versuche entwickelte Verfahren sowohl in den Investitionskosten als auch in den Jahreskosten als günstig erwies.

Tabelle1: Kostenzusammenstellung Planungsphase in Abhängigkeit der Verfahrensarten /3/

Q = 320 m ³ /h F = 290 kg N/d	Sharon	Deammo- nifikation	Dampf- strippung	SBR- Biologie	CO 2 Strippung
Investitions- kosten	2.150.000 €	2.450.000 €	2.320.000 €	2.050.000 €	1.610.000 €
Jährliche Fixkosten	361.000 €	412.000 €	484.000 €	342.000 €	328.000 €
Betriebs- kosten	121.000 €	50.000 €	174.000 €	162.000 €	134.000 €
Gesamt- kosten / a	482.000 €	462.000 €	658.000 €	504.000 €	462.000 €

5. Ausschreibung und Verfahrenswahl

Basierend auf den Kostenbetrachtungen, aber auch um wirtschaftliche Angebote zu erhalten, wurden im Rahmen der Ausschreibung auch alternative Verfahren abgefragt und als Nebenangebote zugelassen. Es mussten Garantiewerte für die Betriebskosten und die Abbauleistung abgegeben werden. Zur Absicherung dieser Werte war eine Bürgschaft von 1 Mio. Euro gefordert.

Insgesamt 5 Bieter haben an der Ausschreibung teilgenommen und ein Angebot abgegeben. In Tabelle 2 sind die Nettokosten gemäß Submissionsergebnis zusammengestellt. Als günstigstes Verfahren hat sich das Demonverfahren erwiesen. Mit Hauptgrund hierfür waren die sehr günstigen Betriebskosten. Mit insgesamt 465.000 € Jahreskosten war das Submissionsergebnis sehr nahe bei der Kostenschätzung.

Bezogen auf die Jahreskosten und die CO₂-Neutralität stellte das Demonverfahren für den Verband eine durchaus alternative Lösung dar. Entscheidungskriterien bei der Vergabe waren die Jahreskosten und CO₂-Bilanz. Die garantierten Werte waren durch die geforderte Bürgschaft abgedeckt.

Tabelle2: Kostenzusammenstellung Vergabephase in Abhängigkeit der Verfahrensarten

Q = 320 m ³ /h F = 290 kg N/d	Kaldnes Verfahren	Demon- verfahren	Terra-N Verfahren	SBR- Biologie	CO 2 Strippung
Investitions- kosten	4.218.000 €	2.700.000 €	2.320.000 €	2.896.000 €	2.175.000 €
Jährliche Fixkosten	759.000 €	426.000 €	467.000 €	523.000 €	426.000 €
Betriebs- kosten	100.000 €	38.000 €	184.000 €	192.000 €	251.000 €
Gesamt- kosten / a	859.000 €	465.000 €	651.000 €	717.000 €	777.000 €

6. Bau und Inbetriebnahme

Der Abwasserzweckverband hat im November 2007 die Fa. Stulz, Grafenhausen, mit dem Bau der Demonanlage beauftragt. Die Anlage wurde im Juli 2008 fertiggestellt. Der geforderte 6-wöchige Probetrieb zum Nachweis der Betriebswerte und Betriebskosten ist abgeschlossen und verlief positiv. Bei den garantierten jährlichen Betriebskosten von max. 38.000 € lag die Abbauleistung des Stickstoffes mit 90 Prozent deutlich über der geforderten und garantierten Mindestabbauleistung von 80 Prozent.

7. Zusammenfassung

Mit der Vorgehensweise beim Bau der Prozesswasserbehandlungsanlage auf der Kläranlage Heidelberg ist es nicht nur gelungen die Stickstoffrückbelastung aus der Schlammbehandlung deutlich zu reduzieren, sondern auch ein Verfahren zu finden, das sowohl betriebswirtschaftlich als auch nachhaltig ist. Mit der Inbetriebnahme der Teilstrombehandlung und der damit verbundenen Stickstoffreduktion von 90 Prozent wurde der Klärprozess deutlich entlastet, so dass nach Wegfall der leicht abbaubaren Kohlenstoffverbindungen der rechtlich vorgegebene Stickstoffwert im Ablauf der Kläranlage jederzeit eingehalten werden kann. Der Ablaufwert des anorganischen Gesamtstickstoff beträgt im Mittel unter 9 mg/l, die Gesamtabbauleistung 75 Prozent.

8. Literatur

- /1/ Weber, J. : „Möglichkeiten der Filtratwasserbehandlung“, Vortragsband Jahresbesprechung DWA Kläranlagennachbarschaften Stuttgart April 2008
- /2/ Mohr, Marius: „Klärschlammvergärung mit Mikrofiltration und Ammoniumgewinnung, Abschlussbericht Fraunhofer IGB, April 2005
- /3/ Grömping, M., Helmerichs, L. : „Prozesswasserbehandlung auf der Abwasserreinigungsanlage Heidelberg“, Grundlagenermittlung und Vorplanung, ATEMIS GmbH, März 2006

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Ing. Jürgen Weber

Abwasserzweckverband Heidelberg

Tiergartenstrasse 55

D-69121 Heidelberg

Tel.: (06221) 582 - 7620

Fax: (06221) 582 - 7900

E-Mail: juergen.weber@heidelberg.de