

Bio – P auf dem Rückzug? Betriebserfahrungen mit der biologischen und chemischen P- Elimination auf der Kläranlage Heidelberg

Jürgen Weber

Abwasserzweckverband Heidelberg

1 Einleitung

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 nicht nur der Stickstoffablaufwert von 13 mg/l eingehalten werden, es stellte sich auch gleichzeitig eine biologische P-Elimination ein. Im Jahr 2005 wurde die biologische P-Elimination durch die chemische ersetzt. Gründe und Betriebserfahrungen sind im Nachfolgenden zusammengestellt.

2 Biologische P-Elimination

Nach Umbau der Vorklärung in Grobentschlammung und anoxische Zonen stellte sich neben der gezielten Stickstoffentfernung gleichzeitig eine biologische Phosphorelimination ein. Ein Verfahrensbild ist in Abbildung 1 dargestellt. Mit dieser Betriebsweise wurde die Anlage bis in das Jahr 2005 betrieben.

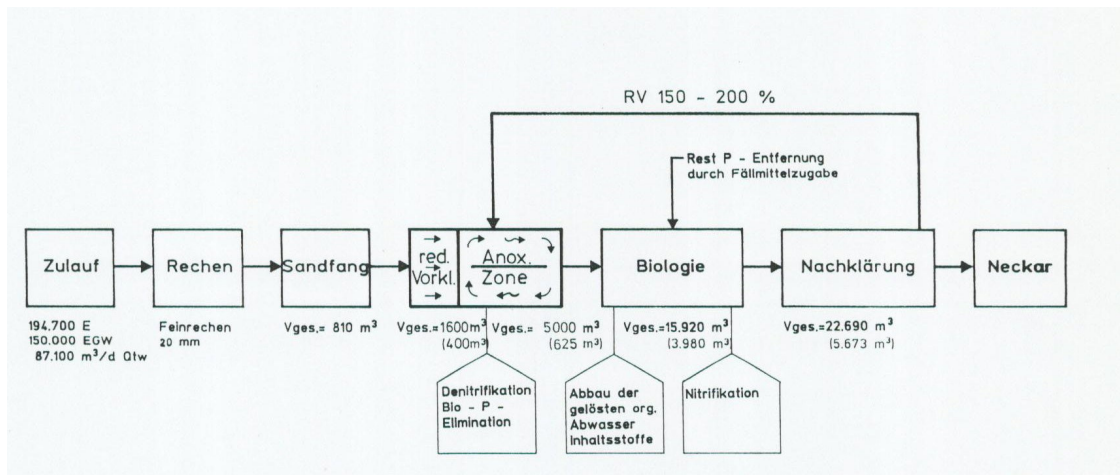


Abbildung 1: Umbau der Kläranlage zur Nährstoffelimination (Heidelberger Modell)

Unterstützt und positiv beeinflusst wurde dieser Prozess durch die Abwasserzusammensetzung. Im Einzugsgebiet der Kläranlage befand bzw. befindet sich ein Lebensmittelbetrieb, der Fruchtsäfte und Fruchtsaftkonzentrate herstellt. Das Abwasser des Betriebes war sehr hoch belastet mit leicht abbaubaren Kohlenstoffverbindungen (70.000 EGW). Zur Unterstützung und Sicherstellung des Ablaufwertes wurden Fällmittel in der Größenordnung von 0,3 mol Fe pro mol P zugegeben. Unter diesen Voraussetzungen ist es gelungen, einen P-Ablaufwert von kleiner 1 mg/l einzuhalten. Bei mittleren Zulaufkonzentrationen von 9 mg P/l betrug der Ablaufwert bei dieser Betriebsweise 0,7 mg P/l im Jahresdurchschnitt.

Im Jahr 2005 hat sich die Abwasserzusammensetzung im Zulauf der Kläranlage deutlich verändert. Der Lebensmittelbetrieb hat eine eigene Vorbehandlungsanlage gebaut, was zu einer deutlichen Reduzierung der Abwasserfracht bzw. Belastung, insbesondere der leicht abbaubaren Kohlenstoffverbindungen, führte (Tabelle1). Die biologische P-Elimination war unter diesen Umständen nicht aufrechtzuerhalten. Neben der reduzierten Zulauffracht machten insbesondere auch Belastungsschwankungen am Wochenende Probleme. Versuche einer belastungs- und/oder zuflussabhängigen Zudosierung von C-Quellen führte nicht zum Erfolg, so dass man sich entschied, die Phosphorelimination wieder auf chemischem Wege zu betreiben.

3. Chemische P-Elimination

Die Umstellung von biologische auf chemische P-Elimination erfolgte im Jahr 2005. Bei analogen Zulaufwerten wie vor der Umstellung von 9 mg P/ l betrug der Ablauf-

wert im Jahresmittel 0,45 mg P/l. Als Fällmittel wurde bzw. wird Eisen-III-Chloridsulfat in der Größenordnung von 1,4 Mol Fe pro Mol P eingesetzt.

4. Vergleich biologische / chemische P-Elimination

Im nachfolgenden sind erste Erfahrungen und Daten der unterschiedlichen Verfahren zusammengestellt. In den Jahren 2003 und 2004 erfolgte die P – Elimination, wie in Punkt 2 beschrieben, auf biologische, im Jahr 2006 auf rein chemische Weise, die Umstellung im Jahr 2005. Nach einem Jahr Betrieb der Kläranlage hat die Umstellung im wesentlichen auf folgende Faktoren Einfluss gezeigt:

Prozessstabilität, Fällmittelmenge, Schlammmenge, Entwässerungseigenschaften des Faulschlammes (Flockungsmittelmenge und Entwässerungsgrad), Zudosierung von C-Quellen, MAP-Bildung und Kosten.

4.1 Prozessstabilität

Nach Umstellung der P – Elimination im Jahr 2005 war ein deutlich stabilere Prozessstabilität festzustellen. Verdeutlicht wird dies in Abbildung 2 anhand der Überschreitungshäufigkeit des verbandsinternen festgelegten Warnwertes von 0,8 mg P/l im Ablauf der Kläranlage. Während in den Jahren 2003 und 2004 die Überschreitungshäufigkeit noch bei rd. 31 % aller Messwerte lag, wurde diese nach Umstellung auf das chemische Verfahren im Jahr 2006 deutlich auf kleiner 5% reduziert.

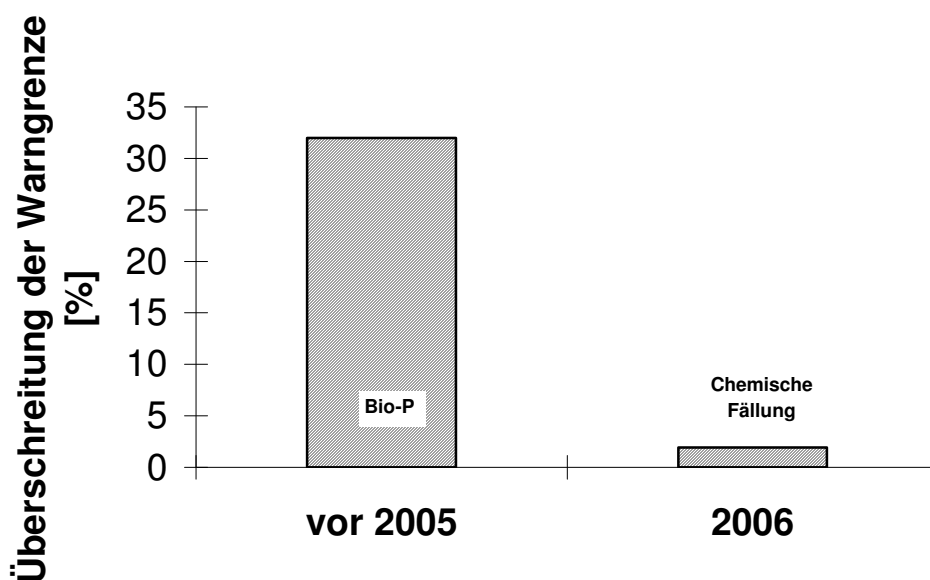


Abbildung 2: Verfahrensabhängige und prozentuale Überschreitung der Warnwertgrenze

Extrem war die Situation im Umstellungsjahr 2005. Bedingt durch den Wegfall der leicht abbaubaren C – Verschmutzung stieg die Überschreitungshäufigkeit des Warnwertes merklich auf über 36 % an. Zudem konnte auch der Ablaufwert von $< 1 \text{ mg P/l}$ nicht mehr sicher eingehalten werden, was zu einer Überschreitung der rechtlich zulässigen 4 von 5 Regelung und somit auch zu einer Abwasserabgabeerhöhung führte. Den Einfluss der Fällmitteldosierung auf die Prozessstabilität zeigt Abbildung 3. Hier wird deutlich, dass mit zunehmender Eisendosierung die Überschreitungshäufigkeit des Warnwertes merklich zurückgeht.

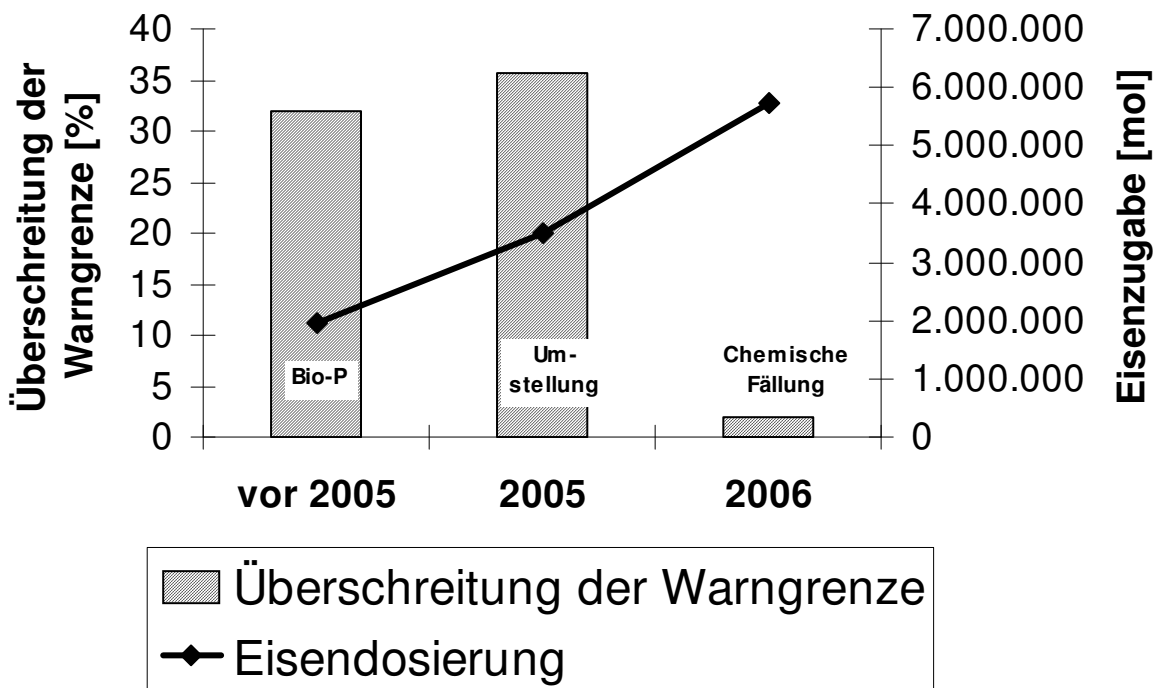


Abbildung 3: Überschreitung der Warnwertgrenze in Abhängigkeit der Eisenzugabe

4.2 Kosten

In Tabelle 1 ist ein Jahreskostenvergleich der Betriebsjahre 2003 bis 2006 zusammengestellt.

Tabelle 1: Jahreskostenvergleich P - Elimination

Kosten (Euro)	2003	2004	2005	2006
Flockungsmittel	505.000	479.000	210.000	247.000
Fällmittel	91.000	90.000	184.000	313.000
C - Quelle	11.000	35.000	42.000	8.000
Klärschlamm Entsorgung	996.000	1.023.000	785.000	780.000
MAP - Verhinderer	12.000	-	-	-
Summe	1.615.000	1.627.000	1.221.000	1.348.000
Auslastung Kläranlage (EW)	351.000	354.000	257.000	243.000
Gebührenfähige Abwassermenge (m ³)	12.606.000	12.303.000	12.331.000	12.145.000
EW – spez. Kosten (Euro/EW)	4,60	4,60	4,75	5,54
Abwassergebührenspez. Kosten (Cent/m ³)	12,8	13,2	9,9	11,1

Betrachtet man die Gesamtkosten aller unter Punkt 4 genannter Einflussparameter, so ist keine Kostenerhöhung nach Umstellung der P – Elimination von biologisch auf chemisch festzustellen. Im Gegenteil, die Kosten haben sich vom Jahr 2003 von rd. 1,6 Millionen Euron auf rd. 1,35 Millionen Euro reduziert. Einflussfaktoren hierfür waren jedoch folgenden drei Punkte:

1. Deutliche Reduzierung der Belastung ab 2005.
2. Neuer Schlamm Entsorgungsvertrag zu merklich günstigeren Preisen ab 2005.
3. Neuer Flockungsmittellieferant zu deutlich günstigeren Preisen ab 2005.

In Tabelle 2 ist der bereinigte Jahreskostenvergleich auf der Preisbasis 2006 zusammengestellt. Hier wird deutlich, dass mit der Umstellung im Jahr 2005 eine Kostenstei-

gerung verbunden war. Bezogen auf die Parameter Flockmittel, Fällmittel, C – Quelle, Klärschlamm Entsorgung und MAP – Verhinderer ist in den Jahren 2003 und 2006 eine Steigerung 1,2 Cent/m³ gebührenfähige Abwassermenge zu verzeichnen.

Tabelle 2: Jahreskostenvergleich P – Elimination (bereinigte Kosten, Basis 2006)

Kosten (Euro)	2003	2004	2005	2006
Flockungsmittel	390.000	370.000	236.000	247.000
Fällmittel	91.000	90.000	184.000	313.000
C - Quelle	11.000	35.000	42.000	8.000
Klärschlamm Entsorgung	747.000	768.000	785.000	780.000
MAP - Verhinderer	12.000	-	-	-
Summe	1.251.000	1.263.000	1.247.000	1.348.000
Auslastung Kläranlage (EW)	351.000	354.000	257.000	243.000
Gebührenfähige Abwassermenge (m ³)	12.606.000	12.303.000	12.331.000	12.145.000
EW – spez. Kosten (Euro/EW)	3,56	3,57	4,85	5,54
Abwassergebührenspez. Kosten (Cent/m ³)	9,9	10,3	10,1	11,1

Die anteiligen, d. h. parameterbezogene Mehr- und Minderkosten ergeben sich aus den Tabellen 3 und 4. Hier wird deutlich, dass erhöhten Kosten für Schlamm Entsorgung und Fällmittelverbrauch Minderkosten bei der C – Quellenzugabe und dem Flockungsmittelverbrauch gegenüberstehen. Nicht berücksichtigt in allen Kostenbetrachtungen ist der Einfluss der Abwasserabgabe bzw. von Abgabenerhöhungen.

Tabelle 3: Anteiliger Kostenvergleich biologische/chemische P-Elimination der Jahre 2003 und 2006

Kosten	Biologische P - Elimination	Chemische P - Elimination	Kostendifferenz
Flockungsmittel (€/EW)	1,11	1,02	- 0,09
Fällmittel (€/EW)	0,26	1,29	+ 1,03
C – Quelle/MAP (€/EW)	0,06	0,02	- 0,04
Klärschlamm Entsorgung (€/EW)	2,13	3,21	+ 1,08
Summe (€/EW)	3,56	5,54	1,98

Tabelle 4: Anteiliger Kostenvergleich biologische/chemische P-Elimination der Jahre 2003 und 2006

Kosten	Biologische P - Elimination	Chemische P - Elimination	Kostendifferenz
Flockungsmittel (Cent/m ³)	3,1	2,0	- 1,1
Fällmittel (Cent/m ³)	0,7	2,6	+ 1,9
C – Quelle/MAP (Cent/m ³)	0,2	0,1	- 0,1
Klärschlamm Entsorgung (Cent/m ³)	5,9	6,4	+ 0,5
Summe (Cent/m ³)	9,9	11,1	1,2

Die Entwässerung des ausgefauten Schlammes erfolgt mittels Hochleistungszentrifugen. Bezüglich des Schlammanfalles war festzustellen, dass nach Umstellung der P - Elimination sich der Schlamm mit geringerem Flockmitteleinsatz besser, d. h. mit einem höheren Feststoffgehalt, entwässern ließ, was den Schlammehranfall reduziert hat. Die entsprechende Zusammenstellung ergibt sich aus Tabelle 5.

Tabelle 5: Entsorgte Schlammmenge in Abhängigkeit der P -Elimination

Jahr	2003	2004	2005	2006
Schlammmenge	14.461 to	14.881 to	13.113 to	15.005 to
Feststoffgehalt	25,4 %	25,8 %	26,7 %	27,8 %
Auslastung Kläranlage	351.000 EW	354.000 EW	257.000 EW	243.000 EW
Gebührenfähige Abwassermenge (m ³)	12.606.000	12.303.000	12.331.000	12.145.000
EW – spez. Schammmenge	41,2 kg/EW	42,0 kg/EW	51,0 kg/EW	61,7 kg/EW
Abwassermengenspez. Schlammengen	1,15 kg/m ³	1,21 kg/m ³	1,07 kg/m ³	1,24 kg/m ³
Abwassermengenspez. Schlamm-trockenmasse	0,29 kgTR/m ³	0,31 kgTR/m ³	0,29 kgTR/m ³	0,35 kgTR/m ³

5. Zusammenfassung

Der Abwasserzweckverband hat im Jahr 2005 die biologische durch die chemische P – Elimination ersetzt. Dies hat sich sehr positiv auf die Prozessstabilität ausgewirkt. Hinsichtlich der Kosten lässt sich nach einem Betriebsjahr eine leichte Steigerung um rd. 1,2 Cent/m³ gebührenfähige Abwassermenge feststellen. Sowohl bei der Prozessstabilität als auch bei der Kostenbetrachtung handelt es sich um erste Erkenntnisse , die in der Folgezeit noch weiter betrachtet bzw. vertieft werden müssen.

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

