



Stadt Barntrup

- Der Bürgermeister -

Kreis: Lippe - Reg.-Bez.: Detmold

Elimination von Mikroschadstoffen auf der Kläranlage Barntrup durch Pulver-Aktivkohle und anschließender Abtrennung der Feststoffe unter Einsatz des Fuzzy-Filters

Kurzbericht zur Machbarkeitsstudie

gefördert durch das
Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur-
und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen,
Bezirksregierung Detmold, Dezernat 54.8



Aufgestellt im Januar 2014

Ingenieurbüro Dipl.-Ing. M. Danjes GmbH
Herr Dipl.-Ing. Frank Waermer, Beratender Ingenieur
Schubertplatz 15, 32756 Detmold, Telefon +49 5231 9799-0
info@danjes.de, www.danjes.de
Proj.-Nr.: 0123.48.01



Einleitung

Die Stadt Barntrup betreibt eine Kläranlage mit mechanisch-biologischer Abwasserreinigung und gemeinsamer aerober Schlammstabilisierung für eine Ausbaugröße von 12.400 EW. In seinem Oberlauf ist der Vorfluter Bega wegen seiner ökologischen Sensibilität von besonderer wasserwirtschaftlicher Bedeutung. Im Unterlauf bis zur Werre befinden sich Trinkwassereinzugsgebiete und Wasserwerke der benachbarten Städte und Gemeinden.

Aus Vorsorge für ein sauberes Trinkwasser hat sich die Stadt Barntrup entschlossen, moderne Techniken zur Elimination von Mikroschadstoffen auf der Kläranlage einzusetzen. Vorzugsweise soll ein Verfahren angewendet werden, bei dem durch den Einsatz von Aktivkohle in Verbindung mit einem Filter der Rückhalt der adsorbierten Abwasserinhaltsstoffe erfolgt. Als positiver Nebeneffekt wird erwartet, dass die Technologie auch zu einer Verminderung der abfiltrierbaren Stoffe im Kläranlagenablauf und damit zur nachhaltigen Reduzierung der überwachungspflichtigen und abgaberelevanten Parameter CSB und Phosphor führt. Auf Anregung der Bezirksregierung Detmold wurde hierbei erstmals die innovative Fuzzy Filter-Technik der Fa. Bosman Watermanagement in einem Pilotprojekt getestet.

Pilotprojekt

An dem Pilotprojekt beteiligt waren der Hersteller der Fuzzy Filter, Fa. Bosman Watermanagement, das Labor für Siedlungswasserwirtschaft der Hochschule Ostwestfalen-Lippe (HS-OWL) für den Teil Analytik und das Ingenieurbüro Danjes für die Projektleitung und Machbarkeitsstudie. Die halbtechnischen Versuche wurden in zwei Phasen durchgeführt. In der ersten Phase wurden Einsatzbedingungen und Leistungsfähigkeit des Fuzzy Filters für den Einbau vor einer Reinigungs- oder Eliminationsstufe (z.B. GAK-Adsorber, Ozon-Anlage, UV-Desinfektion) zum weitgehenden AFS-Rückhalt und in der zweiten Phase die Einsatzbedingungen und Leistungsfähigkeit des Fuzzy Filters für den Rest-Rückhalt von Pulver-Aktivkohle im Ablaufwasser der Kläranlage getestet.

Machbarkeitsstudie

Gegenwärtig bestehen noch keine rechtlich verbindlichen Vorgaben seitens des Gesetzgebers oder der wasserwirtschaftlichen Aufsichtsbehörden hinsichtlich der Konzentrationen oder der Eliminationsgrade bei den Mikroschadstoffen. Für eine ökologisch sinnvolle und wirtschaftlich vertretbare Planung der Anlagen für die Mikroschadstoffentfernung wurde daher auf die Regeln der Technik zurückgegriffen. Im Besonderen wurde auf Erfahrungen von großtechnisch realisierten Anlagen Bezug genommen. In der

Planung wurden eine Kontaktzeit der Aktivkohle (GAK, PAK) mit dem Abwasser von 15 bis 30 min, eine Flächenbeschickung des Sedimentationsbeckens von maximal 2 m/h bei einer Aufenthaltszeit von minimal 2 h, ein hohes Kohleschlammalter durch PAK-Kohleschlammkreislauf und eine Mehrfachbeladung der PAK durch Rückführung der Überschussskohle in die biologische Stufe angenommen. Nach Empfehlungen aus der Literatur wurde eine Aktivkohlekonzentration von höchstens 1 mg/l im Ablauf der Kläranlage zugelassen. Da die Bestimmung von AFS-Gehalten kleiner als 2 mg/l aufgrund der Analysenmethode nur bedingt zur Ergebnisfeststellung geeignet ist, wurde die Methode der Schwarzgradbestimmung gewählt. Zusätzlich wurde durch die Fa. Bosman Watermanagement eine Online-Trübungsmessung durchgeführt, die ohnehin für die Steuerung der Fuzzy Filter erforderlich war.

Fuzzy Filter-Technik

Bei der im Pilotprojekt eingesetzten Technologie handelt es sich um den Fuzzy Filter, ein Filtersystem, das mit synthetischen kompressiblen Filtermedien arbeitet und sich gegenüber allen herkömmlichen Filtertechniken durch sehr hohe Filtergeschwindigkeiten und damit eine platzsparende Bauweise auszeichnet sowie nicht verblocken kann.

Die halbtechnischen Versuche mit dem Fuzzy Filter haben gezeigt, dass dieser sowohl für reinen Partikelrückhalt als auch für den Rückhalt von Pulveraktivkohle bestens geeignet ist und damit eine optimale Alternative zu herkömmlichen Filtrationstechnologien darstellt.

Anhaltspunkte für die Festlegung bestimmter Prozessvariablen wie Filterbettkompression und Filtergeschwindigkeit konnten ebenso gefunden werden wie eine mögliche Chemikalienkombination und Höhe der Dosierung von Fällmittel und Flockungshilfsmittel für den Anwendungsfall auf der Kläranlage Bartrup.



Abbildung 1: Testcontainer mit Fuzzy Filter Typ 1 für Pilotversuche
(Foto: Bosman Watermanagement GmbH)

Für eine effektive Entfernung abfiltrierbarer Stoffe aus dem Ablauf der Kläranlage Barntrup (ohne Chemikalienzusatz) kann für den Fuzzy Filter mit Filtergeschwindigkeiten von im Mittel 75 m/h gerechnet werden, dabei können Filterbettkompressionen zwischen 20% und 40% gefahren werden. Höhere Filtergeschwindigkeiten von bis zu 100 m/h werden ohne Qualitätsverlust im Ablauf möglich sein, verkürzen jedoch wahrscheinlich die Filterstandzeit. Mit den oben genannten Einstellungen sollten Filterstandzeiten zwischen 8 und 24 h möglich sein.

Für den Rückhalt von Pulveraktivkohle kann mit den Erfahrungen aus den halbtechnischen Versuchen die Einstellung der Filterbettkompression von 40%, der Filtergeschwindigkeit von 40 m/h, der maximalen PAK-Konzentration (im Zulauf des Filters) von 20 mg PAK/l, der FM-Dosierung von 4 mg Al/l bzw. 0,2 mg Al/mg PAK und der FHM-Dosierung von 0,14 mg WS/l als zielführend angenommen werden.

Analytik

Im Labor für Siedlungswasserwirtschaft der Hochschule OWL wurden Becherglasversuche zur Ermittlung der idealen Aktivkohle für die Kläranlage Barntrup und zur Aufnahme von Adsorptionsisothermen für die Parameter CSB und Mikroschadstoffe durchgeführt. Ziel war es, die passende Pulveraktivkohle zu ermitteln und deren Adsorptionseigenschaften zu bestimmen. Für die Ermittlung der geeigneten Aktivkohle wurden insgesamt sechs verschiedene Pulveraktivkohlen miteinander verglichen. Bei gleicher Beaufschlagung des Abwassers mit den sechs verschiedenen PAKs konnten aufgrund des geringen Rest-CSB im Kläranlagenablauf (< 20 mg/l) keine unterschiedlichen Ergebnisse festgestellt werden. Aus Zeitgründen wurde entschieden, dass mit der Pulveraktivkohle Carbopal AP der Fa. Donau Carbon GmbH, weiter gearbeitet werden sollte, da in anderen Untersuchungen diese Aktivkohle auch benutzt und damit die Vergleichbarkeit der Studien verbessert wurde.

Die Becherglasversuche zur Aufnahme von Adsorptionsisothermen wurden mit der ausgesuchten PAK durchgeführt. Aufgrund des niedrigen Ausgangs-CSB war es nicht möglich, eine Adsorptionsisotherme für den Parameter CSB zu erstellen. Für das verwendete Abwasser konnte eine mögliche CSB-Beladung zwischen 200 und 220 mg/g ermittelt werden.

Alle im verwendeten Abwasser gefundenen Mikroschadstoffe, mit Ausnahme von Diclofenac und Benzotriazol, konnten mit PAK-Konzentrationen von 20 mg/l vollständig adsorbiert werden. Demzufolge ist zu erwarten, dass sich mit einem Aktivkohle-Adsorptionsverfahren die im verwendeten Abwasser enthaltenen Mikroschadstoffe bei einer PAK-Dosierung von 20 mg/l sicher zurückhalten lassen. Für die Mikroschadstoffe

Diclofenac und Benzotriazol war es möglich eine Adsorptionsisotherme zu erstellen. Diese zeigten, trotz hoher Beladungswerte von rund 300 µg/g bei hohen Restkonzentrationen, dass beide Parameter nur unter hohem Aktivkohleeinsatz vollständig aus dem verwendeten Abwasser zu entfernen sind. Für Diclofenac läge die Aktivkohle-Zugabemenge bei mindestens 30 mg PAK/l. Für Benzotriazol bei mindestens 62,5 mg PAK/l. Es wird daher empfohlen, mit einer PAK-Menge von 20 mg PAK/l in einem möglichen Anlagenbetrieb zu starten und im Zuge der Anlagenoptimierung die richtige PAK-Menge und die maximal mögliche CSB-Beladung zu ermitteln.

Im Rahmen der Mikroschadstoffuntersuchungen im Ablauf der Kläranlage konnten 17 der 23 untersuchten Mikroschadstoffe nachgewiesen werden. Einige Mikroschadstoffe, wie z. B. Benzafibrat, Diclofenac, Carbamazepin, Metoprolol und Benzotriazol konnten in jeder Probe nachgewiesen werden. Besonders hervorzuheben sind Diclofenac, Metoprolol und Benzotriazol, die alle in Konzentrationen > 1 µg/l, im Falle des Benzotriazols sogar mit 4,5 µg/l im Ablauf der Kläranlage vorkamen.

Die halbtechnischen Fuzzy Filter-Versuche wurden durch die Hochschule mittels AFS- (sporadisch) und Schwarzgrad-Bestimmung begleitet. Die Parameter Phosphor und CSB wurden durch das Laborpersonal der Kläranlage Barntrup analysiert.

Technische Lösung

In dieser Machbarkeitsstufe war zu untersuchen, wie die verfahrenstechnische Erweiterung der Kläranlage Barntrup um eine Reinigungsstufe zur Elimination von Mikroschadstoffen mit Aktivkohle und die Abtrennung der abfiltrierbaren Stoffe in einem Fuzzy Filter unter weitestgehender Nutzung vorhandener Bauwerke und Anlagen erfolgen kann. Im Weiteren war zu erörtern, wie eine separate Kreislaufführung des Aktivkohleschlammes der Adsorptionsstufe möglich ist und ob diese Lösung zu nennenswerten wirtschaftlichen Vorteilen gegenüber einer gemeinsamen Schlammbehandlung führt.

Aus der Aufgabenstellung wurden vier adsorptive Varianten erarbeitet. Variante I beinhaltete GAK-Adsorber als Druckkessel und einen vorgeschalteten Fuzzy Filter. Bei Variante II a und b wurde eine vollständige Adsorptionsstufe mit Neubau eines Sedimentationsbeckens bzw. der Umnutzung einer vorhandenen Nachklärung untersucht. Die Variante III besteht nur aus einem Kontaktbecken im Rezirkulationsbetrieb mit Rückführung der beladenen Aktivkohle in die biologische Stufe und einem nachgeschalteten Fuzzy Filter.

Als Vorzugsvariante wurde aus verfahrenstechnischen und wirtschaftlichen Gründen die Lösung Nr. III PAK-Rezirkulationsbetrieb mit gemeinsamer Behandlung des Überschuss- und Aktivkohleschlammes sowie nachgeschaltetem Fuzzy Filter gewählt. Die Herstellungskosten Adsorptionsstufe und Fuzzy-Filtration wurden mit rund 3,9 Mio. € einschließlich Baunebenkosten und 19% Umsatzsteuer ermittelt. Die Jahreskosten liegen in der Größe von 100.000 € pro Jahr.

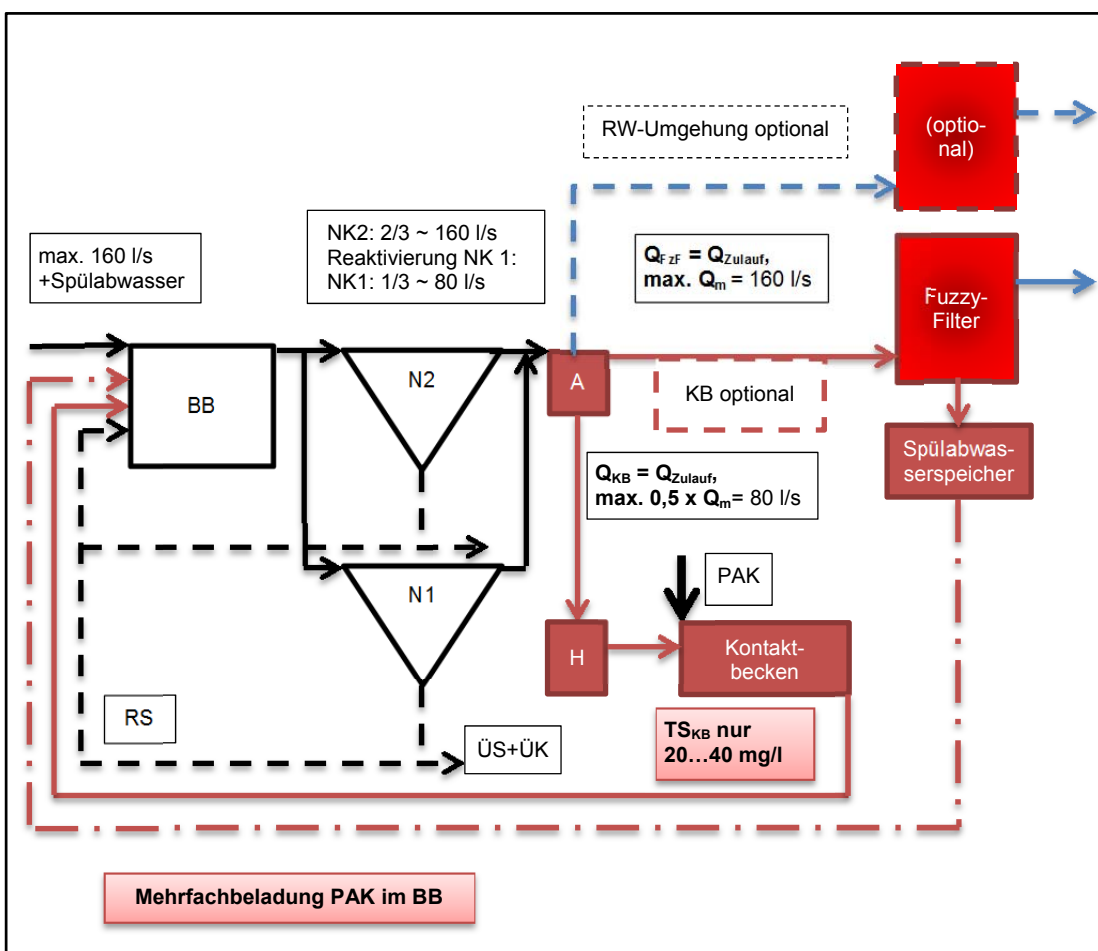


Abbildung 2: Verfahrensschema Variante III - PAK-Kontaktbecken (Rezeptionsbetrieb)

In der Verallgemeinerung des Pilotprojektes und der Machbarkeitsstudie wurden für die Anwendung der Lösung bei kleineren und mittleren Kläranlagen, speziell wenn diese noch nicht über eine Filtration verfügen, Hinweise zur technischen Umsetzung erarbeitet. In einem Kostenvergleich wurde festgestellt, dass sich die ermittelten Investitionskosten für eine Fuzzy-Filtration am unteren Rand der Investition für eine Flockungsfiltration vergleichbarer Baugröße bewegen. Mit zunehmender Planungstiefe wird erwartet, dass hinsichtlich solcher Elemente wie Filterhalle, Aufstellung und Rohrleitungsführung Fuzzy Filter sowie Filtratwasserspuffer und Spülung eine Optimierung stattfindet und somit die vorläufigen Kostenannahmen reduziert werden können.

Schlussbemerkung

Erstmalig in Deutschland wurde zum Rückhalt von abfiltrierbaren Stoffen sowie von Pulveraktivkohle aus einer Adsorptionsstufe die Fuzzy Filter-Technik der Fa. Bosman in einem Pilotprojekt getestet. In einer mehrwöchigen Testphase wurden dazu verschiedene Einstellungen an dem Fuzzy-Filter und der Dosierung von Pulveraktivkohle, Fällmitteln und Flockungshilfsmitteln vorgenommen.

Begleitend zu den Testläufen hat die Hochschule Ostwestfalen-Lippe die gewonnenen Proben analysiert und statistisch ausgewertet. Der Rückhalt von abfiltrierbaren Stoffen (einschließlich PAK) ist demnach bis unter die gewünschte Grenze von 1 mg/l möglich. Die Mikroschadstoffe sind gut an die Aktivkohle adsorbierbar und konnten weitgehend vermindert werden. Bei der Dosierung von Fäll- und Flockungsmitteln zum Rückhalt der PAK konnte zudem als Synergieeffekt eine signifikante Verringerung der Ablaufwerte von CSB und Phosphor festgestellt werden.

Insgesamt ist mit dem Nachweis der Eignung des Fuzzy Filters zum AFS- und PAK-Rückhalt ein deutlicher Erfolg des Pilotprojektes zu verzeichnen. In Auswertung der Ergebnisse wurden daher vier grundlegende Varianten zum Aktivkohleeinsatz festgelegt und verfahrenstechnisch erörtert. Nach eigenen Recherchen sowie Angaben des Herstellers Fa. Bosman zu den Fuzzy Filtern wurden die Investitionen, Betriebs- und Jahreskosten ermittelt und miteinander verglichen. Nach Erörterung mit der Stadt Barntrup wurde die Variante III PAK-Rezirkulationsbetrieb und Fuzzy Filter zur Nachreinigung zur weiteren Untersuchung vorgeschlagen.

Detmold, am 31. Januar 2014

Projektleitung	Analytik	Fuzzy-Filter-Technik
Dipl.-Ing. M. Danjes GmbH, Detmold	Hochschule Ostwestfalen- Lippe, Detmold	Bosman Watermanage- ment GmbH, Berlin