

Gemeinde Saerbeck

Kurzfassung

# Möglichkeiten der Elimination anthropogener Mikroschadstoffe in der Kläranlage Saerbeck

gefördert durch:

**Ministerium für Klimaschutz, Umwelt,  
Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz  
des Landes Nordrhein-Westfalen**



 **Ingenieurbüro  
Rummler + Hartmann  
GmbH**

Havixbeck, im Mai 2015

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Vorstellung der Verfahrensmöglichkeiten .....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Verfahrensempfehlung.....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>5</b>

## 1 Einleitung

Für die Kläranlage Saerbeck wurde eine Machbarkeitsstudie zu den Möglichkeiten der Elimination anthropogener Mikroschadstoffe durch das Ingenieurbüro Rummler + Hartmann GmbH angefertigt. Zunächst wird in der Studie allgemein auf die Mikroschadstoffproblematik eingegangen. Es folgt eine Vorstellung der Kläranlage Saerbeck, worauf schließlich umfassend das Ziel der Studie betrachtet wird: Die Bewertung der Kläranlage Saerbeck anhand der Ablaufanalysewerte und des Platzangebotes und die Frage, ob eine sogenannte „4. Reinigungsstufe“ zur Mikroschadstoffelimination sinnvoll ist. Letztlich wurde ein für die Kläranlage Saerbeck maßgeschneidertes Konzept zur Elimination von Mikroschadstoffen erarbeitet.

Vorgestellt wurden alle derzeit bekannten Verfahren zur Mikroschadstoffelimination. Die derzeit am häufigsten angewandten und im großtechnischen Maßstab umgesetzten Verfahren sind die Aktivkohle-Adsorption und die Ozonung. Für beide Verfahren wurden unterschiedliche Verfahrenskombinationen vorgeschlagen und dessen Kosten berechnet.

Zunächst wurde auf die Ozonung näher eingegangen. Es fand eine Beurteilung möglicher Verfahrenskombinationen statt. Die meisten Vorteile ergaben sich bei der Kombination einer Ozonungsstufe mit nachgeschalteter DynaSand-Filtration. Hierdurch besteht die Möglichkeit, das ozonbehandelte Abwasser weitergehend zu reinigen. Neben dem geringfügigen Mikroschadstoffabbau ist der DynaSand-Filter dazu in der Lage, die für die Abwasserabgabe relevanten Parameter weitergehend zu reduzieren, wenn diese gebunden vorliegen. Dies ist insofern interessant, da die Ozonierung diese Parameter nur begrenzt verringert.

Es folgt die Vorstellung der Darstellung der Aktivkohle-Adsorption. Hier gibt es zwei denkbare Verfahren. Die Adsorption mittels granulierter Aktivkohle (GAK) und die Adsorption mittels pulverisierter Aktivkohle (PAK).

Die GAK-Adsorption wird bevorzugt bei Anlagen mit bestehender Sandfiltration eingesetzt. Auch wenn die Kläranlage Saerbeck nicht über eine solche Sandfiltration verfügt wurde im Rahmen der Machbarkeitsstudie eine Filtrationsstufe mit den anderen gängigen Verfahren verglichen und bewertet. Als sinnvoll erachtet wurde letztlich eine Kombination aus DynaSand-Filtern mit nachgeschalteten GAK-Filtern, dessen Eigenschaften und Kosten den anderen Verfahren gegenübergestellt wurden.

Das derzeit am häufigsten angewandte Verfahren zur Mikroschadstoffelimination ist die PAK-Adsorption. Alle wesentlichen Merkmale der PAK-Adsorption wurden aufgezeigt und analysiert. Neben der Vorstellung verschiedener Pulveraktivkohlen erfolgte die Darstellung unterschiedlicher Verfahrenskombinationen. Schließlich wurden die vorgeschlagenen Verfahren zur PAK-Abscheidung auf ihre Eignung überprüft. Es zeigte sich, dass sich die PAK-Adsorption mit nachgeschalteter DynaSand-Filtration als die vorteilhafteste Lösung darstellt.

Nach Darstellung der Einzelheiten der genannten Verfahren empfahlen sich insgesamt eine Variante der Ozonierung, eine Variante der GAK-Adsorption und drei Varianten der PAK-Adsorption für die Umsetzung einer 4. Reinigungsstufe auf der Kläranlage Saerbeck, welche allesamt ihre spezifischen Vor- und Nachteile aufweisen.

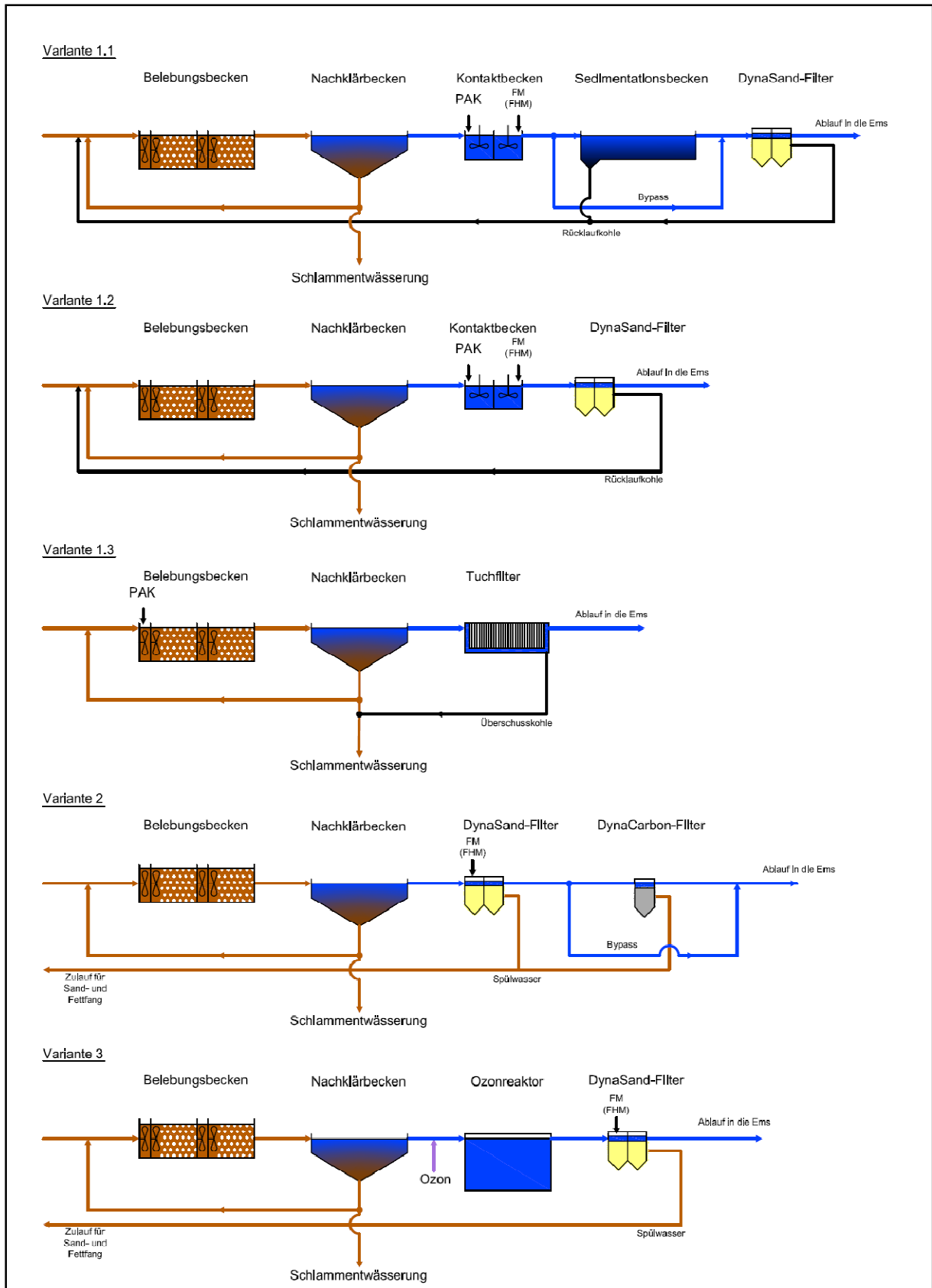
## 2 Vorstellung der Verfahrensmöglichkeiten

Die Ergebnisse der Mikroschadstoffanalyse aus dem Ablauf der Kläranlage Saerbeck wiesen eindeutig darauf hin, dass einige der gemessenen Stoffe auffällig hohe Konzentrationen aufwiesen. Neben den zum Teil erhöhten Analyseergebnissen zeigte sich, dass die Kläranlage Saerbeck über kein ausreichendes Platzangebot für die Umsetzung einer weiteren Reinigungsstufe verfügt. Deshalb wurden die vorgeschlagenen Varianten auf fremdem Grundstück vorgesehen. Es wurden nun insgesamt fünf Reinigungsverfahren (zugehörige Fließschema, siehe Abbildung 1) vorgeschlagen, welche allesamt in den Kläranlagenbetrieb integrierbar sind.

Im Einzelnen handelt es sich um folgende Varianten:

- Variante 1.1: **PAK-Adsorption** im Kontaktbecken mit anschließender Sedimentation, DynaSand-Filtration und Rezirkulation in die Belebungsbecken
- Variante 1.2: **PAK-Adsorption** im Kontaktbecken mit anschließender DynaSand-Filtration und Rezirkulation in die Belebungsbecken
- Variante 1.3: **PAK-Adsorption** im Belebungsbecken mit anschließender Tuchfiltration
- Variante 2: **GAK-Adsorption** im DynaCarbon-Filter mit vorgeschalteter DynaSand-Filtration
- Variante 3: **Ozonierung** mit anschließender DynaSand-Filtration

Zur Darstellung der Wirtschaftlichkeit werden alle relevanten Kosten der gezeigten Variante miteinander verglichen. Tabelle 1 stellt die unterschiedlichen Kostenanteile gegenüber.



**Abbildung 1:** Fließschemata der unterschiedlichen Reinigungsstufen zur Mikroschadstoff-elimination

**Tabelle 1:** Kostengegenüberstellung der Varianten 1 bis 3 ohne Berücksichtigung von Fördermittel und Abwasserabgabereduktionen

Kosten	Variante 1.1	Variante 1.2	Variante 1.3	Variante 2	Variante 3
<b>Investitionskosten</b>	<b>1.346.429 €</b>	<b>1.194.364 €</b>	<b>1.027.031 €</b>	<b>1.090.611 €</b>	<b>1.249.182 €</b>
<b>Laufende Jahreskosten</b>	<b>134.323 €/a</b>	<b>121.111 €/a</b>	<b>122.024 €/a</b>	<b>143.352 €/a</b>	<b>122.627 €/a</b>
<i>davon Betriebskosten</i>	<i>33.261 €/a</i>	<i>30.917 €/a</i>	<i>40.200 €/a</i>	<i>62.807 €/a</i>	<i>30.386 €/a</i>
<i>davon Energiekosten</i>	<i>6.678 €/a</i>	<i>4.335 €/a</i>	<i>2.851 €/a</i>	<i>2.422 €/a</i>	<i>9.458 €/a</i>
<b>Spezifische Kosten *</b>	0,475 €/m <sup>3</sup>	0,428 €/m <sup>3</sup>	0,432 €/m <sup>3</sup>	0,507 €/m <sup>3</sup>	0,434 €/m <sup>3</sup>
<b>Spezifische Kosten **</b>	0,404 €/m <sup>3</sup>	0,364 €/m <sup>3</sup>	0,367 €/m <sup>3</sup>	0,431 €/m <sup>3</sup>	0,369 €/m <sup>3</sup>
<b>Spezifische Kosten ***</b>	0,287 €/m <sup>3</sup>	0,259 €/m <sup>3</sup>	0,261 €/m <sup>3</sup>	0,306 €/m <sup>3</sup>	0,262 €/m <sup>3</sup>
* Bezogen auf die Frischwassermenge von: 282.746 m <sup>3</sup> /a					
** Bezogen auf die Jahresschmutzwassermenge von: 332.272 m <sup>3</sup> /a					
*** Bezogen auf die Jahresabwassermenge von: 468.205 m <sup>3</sup> /a					

### 3 Verfahrensempfehlung

Die im Laufe der Machbarkeitsstudie aufgeführten Vor- und Nachteile, ebenso wie die Kostenannahmen, lassen den Entschluss zu, dass die Adsorption mittels Pulveraktivkohle das sinnvollste Verfahren zur Spurenstoffelimination ist. Allgemein ist besonders bei den Adsorptionsverfahren positiv hervorzuheben, dass die Mikroverunreinigungen nachweislich aus dem Wasserkreislauf entfernt werden und nicht, wie bei der Ozonierung, zum größten Teil in andere Stoffe umgewandelt werden. Auch wenn bei der Ozonierung Studien darauf hinweisen, dass die Metaboliten weitestgehend ungefährlich sind, so kann niemand mit Gewissheit sicherstellen, dass die entstehenden Metaboliten über lange Zeit gesehen nicht zu negativen Effekten in der Umwelt führen können.

Neben der Ozonierung wird ebenfalls die Adsorption mittels granulierter Aktivkohle als nicht empfehlenswert erachtet. Grund dafür ist die unbeständige Reinigungswirkung dieser Verfahren. Hier schneiden die PAK-Adsorption und die Ozonierung besser ab. Diese Verfahren können auf den aktuellen Verschmutzungsgrad angepasst werden, wodurch eine nahezu konstante Reinigungswirkung hervorgerufen wird. Trotz der niedrigen Investitionskosten führt die GAK-Adsorption zu erheblich höheren Betriebsmittel- und somit zu erheblich höheren Jahreskosten.

Ein wesentlicher Faktor, die PAK-Adsorption zu empfehlen, ist der, dass der gesamte Durchfluss mit Pulveraktivkohle vermischt und somit behandelt werden kann. Möglich wird dies durch eine gewählte Auslegung der Endfiltration in Form von DynaSand-Filtern für den maximalen Bemessungszufluss. Diese Filter sind zusätzlich dazu in der Lage, den CSB-, P- und N-

Gehalt weitergehend zu reduzieren, sofern dieser gebunden vorliegt. Bei definierter Fällmittelzugabe ist außerdem eine weitergehende Reduktion des P-Gehaltes auf Werte unter 0,1 mg/l zu erwarten.

Für die Umsetzung einer vierten Reinigungsstufe empfehlen wir letztlich die **Variante 1.2**. Diese ist im Bezug auf die zu erwartenden Jahreskosten die günstigste Variante aller Verfahren. Auch wenn eine solche Anlage im großtechnischen Maßstab noch nicht existiert, so weisen alle im Laufe der Machbarkeitsstudie aufgeführten Erkenntnisse darauf hin, dass die Umsetzung der Variante 1.2 ein sinnvolles Verfahren zur Elimination von Mikroschadstoffen ist. Hierbei wird auf ein zusätzliches Sedimentationsbecken zur PAK-Abscheidung verzichtet. Wir empfehlen jedoch bei der Planung dieser Variante eine mögliche Erweiterung um ein Sedimentationsbecken zu berücksichtigen, also den Ausbau zur Variante 1.1. Somit wäre der Umbau zum erprobten AFSF-Verfahren gewährleistet, falls die Variante 1.2 nicht zu einem zufriedenstellenden Betrieb führt.

Die Variante 1.2 vereint die meisten Vorteile. Es ist eine kompakte Anlage mit wenig Platzbedarf. Sie sollte zu sehr guten Eliminationsraten für Mikroschadstoffe führen und ist dank der DynaSand-Filter auch dazu in der Lage die für die Abwasserabgabe relevanten Parameter weitergehend zurückzuhalten. Da die Endfiltration für den gesamten Bemessungszufluss ausgelegt wurde, ist keinerlei Feststoffabtrieb aus der Nachklärung in das anliegende Gewässer zu erwarten, wodurch ein konstanterer Kläranlagenbetrieb sichergestellt wird.

#### **4 Zusammenfassung**

Die Erkenntnisse aus der Bearbeitung der Machbarkeitsstudie zur Elimination anthropogener Mikroschadstoffen haben ergeben, dass der Ausbau einer vierten Reinigungsstufe für die Kläranlage Saerbeck sinnvoll ist.

Im Rahmen der Studie wurde zunächst das Projekt kurz beschrieben. Nach der Vorstellung der Kläranlage Saerbeck wurde detailliert auf die Definition der Mikroschadstoffe eingegangen. Es ist deutlich geworden, dass nicht nur die in der WRRL definierten prioritären Stoffe ein Problem für Kläranlagen und die aquatische Welt darstellen. Eine Vielzahl weiterer Mikroverunreinigungen steht im Verdacht, der Grund für negative Auswirkungen in der Umwelt zu sein. Letztlich sollten alle Mikroschadstoffe, die grundsätzlich durch herkömmliche Reinigungsstufen einer Kläranlage nicht behandelt werden, durch eine weitergehende Reinigungsstufe aus den Kläranlagen und somit im Wesentlichen auch aus dem Wasserkreislauf entfernt werden.

Im Anschluss wurden alle relevanten und derzeit bekannten Verfahren zur Mikroschadstoffelimination aufgeführt und bewertet.

Die derzeit gängigen Verfahren zur Mikroschadstoffelimination sind die Ozonierung und die Adsorption mittels Aktivkohle.

Nach der Betrachtung der relevanten Reinigungsverfahren wurde eingehend auf die Ergebnisse der Mikroschadstoffanalyse im Ablauf der Kläranlage eingegangen. Einige der bemessenen Mikroschadstoffe wiesen im Vergleich zu anderen Kläranlagen sehr hohe Ablaufkonzentrationen auf. Insgesamt verdeutlichen die Analyseergebnisse der gemessenen 24 Stoffe, dass die herkömmlichen Reinigungsstufen der Kläranlage Saerbeck nicht ausreichen, um Mikroschadstoffe zu eliminieren.

Hinsichtlich der Mikroschadstoffe kann über eine weitergehende Reinigungsstufe nachgedacht werden. Außerdem sollen die Zielwerte der WRRL für Oberflächengewässer in baldiger Zukunft eingehalten werden. Alle Bedingungen, die zu einer Verschlechterung der Oberflächengewässerwerte führen, sollen so bald wie möglich angegangen und optimiert werden. Es liegt nahe, dass auch die Kläranlagenbetreiber der Kläranlage Saerbeck tätig werden müssen, um ihre Ablaufwerte in naher Zukunft zu verbessern. Eine weitergehende Abwasserreinigung ist mit großer Wahrscheinlichkeit in absehbarer Zeit umzusetzen. Dies könnte mit Hilfe einer vierten Reinigungsstufe verwirklicht werden.

Nach der Betrachtung der Ablaufsituation wurde eine Alternative aufgezeigt, mit der in Zukunft verschärfte Einleitenvoraussetzungen erfüllt werden können. Vorgeschlagen wird hierfür eine Endfiltration.

Nachdem alle vorgeschlagenen Varianten unter monetären und nichtmonetären Standpunkten verglichen wurden, wurde entschieden die Variante 1.2 für eine mögliche Umsetzung einer 4. Reinigungsstufe auf der Kläranlage Saerbeck vorzusehen.

Auf Basis der Machbarkeitsstudie wird empfohlen, eine PAK-Adsorption mit anschließender Rezirkulation der Pulveraktivkohle in die Belebungsbecken zu realisieren. Als Endfiltration wird die DynaSand-Filtration vorgeschlagen.