



Stadt Lengerich

Kurzbericht

Möglichkeiten der Elimination anthropogener Mikroschadstoffe in der Kläranlage Lengerich

gefördert durch:

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



RH Ingenieurbüro
Rummler + Hartmann
GmbH

Havixbeck, im Juli 2015

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
2	Vorstellung der Verfahrensmöglichkeiten.....	1
3	Verfahrensempfehlung.....	3
4	Zusammenfassung.....	4

1 Einleitung

Zur Behandlung, Reduktion und Elimination von Spurenstoffen werden in der Literatur mehrere mögliche weitergehende Abwasserreinigungsverfahren aufgeführt, welche zum Teil mit Erfolg getestet wurden und bereits in einigen kommunalen Kläranlagen eingesetzt werden. Hierbei erwiesen sich die Ozonierung und die Adsorption mittels Aktivkohle als die sinnvollsten und wirtschaftlichsten Verfahren. Ungeachtet dessen wurden im Laufe der Machbarkeitsstudie alternative und kombinierte Verfahren vorgestellt und analysiert.

Ziel dieser Studie war es, herauszufinden, mit welchen Mikroschadstoffen die Kläranlage Lengerich beaufschlagt wird. Des Weiteren wurde untersucht, wie die Stoffe am effektivsten eliminiert und reduziert werden können. Hierfür wurde anhand der Abwasserproben ein Screening durchgeführt und auf Grundlage diverser Studien zum Thema „Mikroschadstoffelimination“ ein für die Kläranlage Lengerich maßgeschneidertes Konzept zur Behandlung der Spurenstoffe ausgearbeitet.

Mit der Aufarbeitung der möglichen Maßnahmen zur Spurenstoffelimination und der Konzeptstudie einer vierten Reinigungsstufe wurde das Ingenieurbüro Rummler + Hartmann beauftragt.

2 Vorstellung der Verfahrensmöglichkeiten

Es wurden insgesamt vier Reinigungsverfahren (zugehörige Fließschema siehe Abbildung 1) vorgeschlagen, welche allesamt in die Kläranlage integrierbar sind.

Im Einzelnen handelt es sich um folgende Varianten:

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

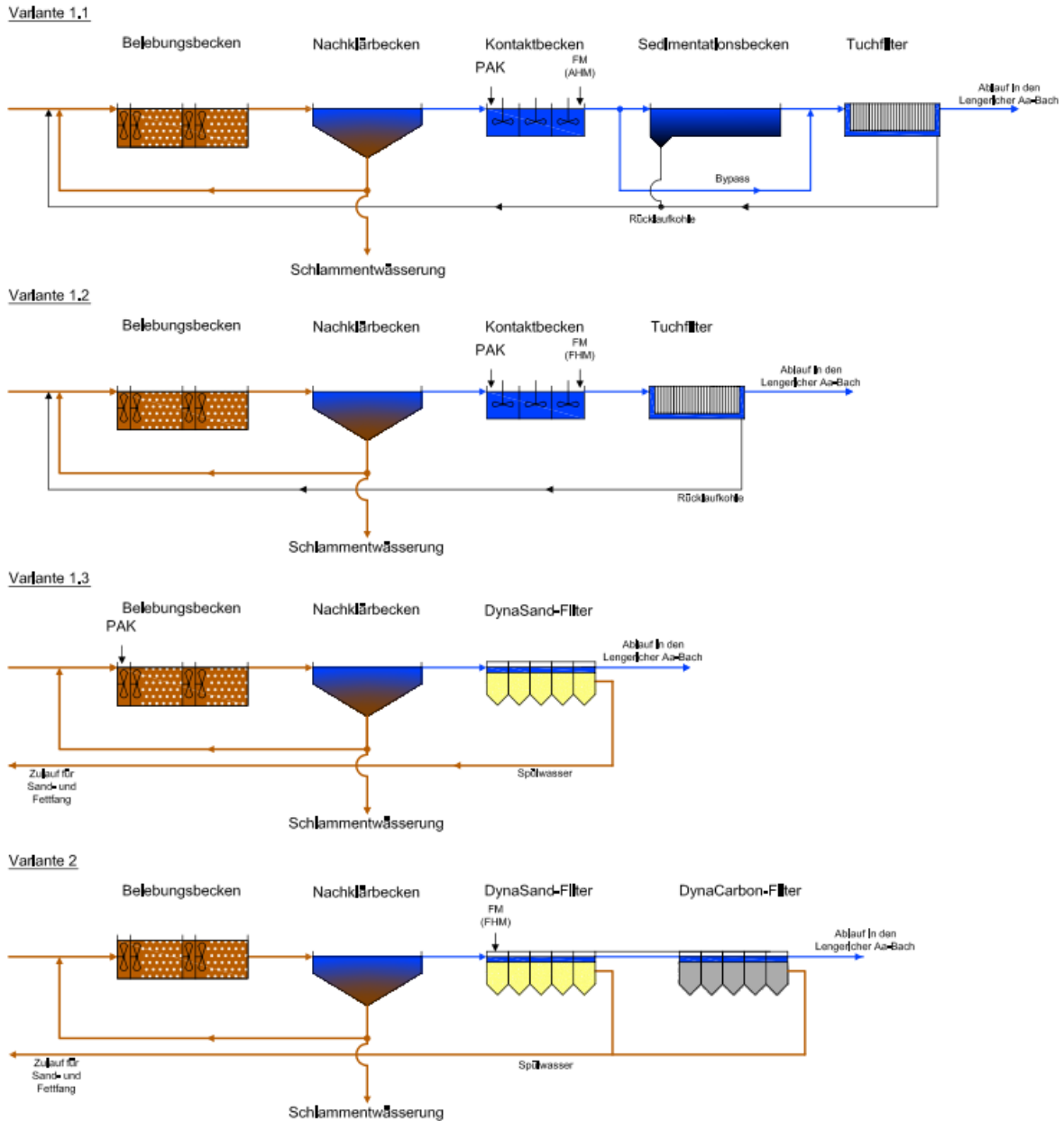


Abbildung 1: Fließschemata der vier unterschiedlichen Reinigungsstufen zur Mikroschadstoffreduzierung für die Kläranlage Lengerich

Zur Darstellung der Wirtschaftlichkeit werden nun alle relevanten Kosten der gezeigten Variante miteinander verglichen. Tabelle 1 stellt die unterschiedlichen Kostenanteile gegenüber. Auffällig sind die vergleichsweise hohen Betriebskosten der Variante 2 gegenüber den anderen Varianten. Diese sind auf die kostenintensive Nutzung der granulierten Aktivkohle zurückzuführen.

Tabelle 1: Kostengegenüberstellung der Varianten 1 bis 2 ohne Berücksichtigung von Fördermittel und Abwasserabgabereduktionen

Kosten	Variante 1.1	Variante 1.2	Variante 1.3	Variante 2
Investitionskosten	3.739.602 €	3.141.737 €	3.003.019 €	3.357.552 €
Laufende Jahreskosten	390.029 €/a	351.875 €/a	402.077 €/a	556.605 €/a
<i>davon Betriebskosten</i>	<i>115.451 €/a</i>	<i>112.199 €/a</i>	<i>177.314 €/a</i>	<i>311.088 €/a</i>
<i>davon Energiekosten</i>	<i>20.737 €/a</i>	<i>17.485 €/a</i>	<i>21.353 €/a</i>	<i>19.841 €/a</i>
Spezifische Kosten *	0,300 €/m ³	0,271 €/m ³	0,309 €/m ³	0,428 €/m ³
Spezifische Kosten **	0,188 €/m ³	0,170 €/m ³	0,194 €/m ³	0,269 €/m ³
* Bezogen auf die Frischwassermenge von 1.300.000 m ³ /a				
** Bezogen auf die Jahresschmutzwassermenge von 2.072.420 m ³ /a				
*** Bezogen auf die Jahresabwassermenge von 2.275.775 m ³ /a				

3 Verfahrensempfehlung

Da man bei allen vorgeschlagenen Varianten etwa von einer gleichen Eliminationsrate auf Mikroschadstoffe ausgehen kann, werden die Varianten in einem ersten Vergleich monetär miteinander verglichen. Es wird deutlich, dass die Varianten 1.2 und 1.3 näher betrachtet werden sollten.

Zwar ist die Variante 1.3 bei Betrachtung der Investitionskosten die günstigste Variante, doch fällt beim Vergleich der laufenden Jahres- und Betriebskosten auf, dass die Variante 1.2 deutlich günstiger ist als die restlichen Varianten. Auch wird bei Variante 1.2 der geringste Energiebedarf erwartet.

Bei der Variante 1.3 wurde die Sandfiltration als Endfiltration gewählt, um ein alternatives Filtrationsverfahren zu präsentieren. Wird nun bei dieser Variante eine Tuch- anstatt einer Sandfiltration gewählt, so wäre die Variante 1.3 durch diese kostengünstigere Maßnahme im Hinblick auf die jährlichen Kosten weiterhin deutlich im Nachteil gegenüber Variante 1.2.

Für die Umsetzung einer vierten Reinigungsstufe empfehlen wir letztlich die **Variante 1.2**. 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 zu Elimination von Mikroschadstoffen ist. Hierbei wird auf ein zusätzliches Sedimentationsbecken zur PAK-Abscheidung verzichtet. Ein solches Sedimentationsbecken sollte nicht zwangsläufig nötig sein, da die ausgelegten Endfiltrationen für eine erhöhte Feststofffracht ausgelegt sind und somit für eine effektive PAK-Abscheidung ausreichen. Wir empfehlen jedoch bei der Planung dieser Variante eine mögliche Erweiterung um ein Sedimentationsbecken zu berücksichtigen, also den Ausbau zur Va-

riante 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 positiven Eigenschaften. Es ist eine kompakte Anlage mit wenig Platzbedarf. Sie sollte zu sehr guten Eliminationsraten für Mikroschadstoffe führen und ist dank der Tuchfilter zusätzlich dazu in der Lage den CSB-, P- und N-Gehalt weitergehend zu reduzieren, sofern dieser gebunden vorliegt. Bei Fällmittelzugabe ist außerdem eine weitergehende Reduktion des P-Gehaltes auf Werte unter 0,1 mg/l zu erwarten. Da die Endfiltration für den gesamten Bemessungszufluss ausgelegt ist, kommt es zu keinerlei Schlammabtrieb aus der Nachklärung in das anliegende Gewässer, wodurch ein konstanterer Kläranlagenbetrieb sichergestellt wird. Schlussendlich verbrauchen die Verfahrensstufen der Variante 1.2 weniger Energie, als sie bei den anderen Varianten benötigt wird. Gerade in Anbetracht der stetig steigenden Energiekosten und der Versuche vieler Kläranlagenbetreiber ihre Energiekosten zu senken, ist die Variante 1.2 auch hier gegenüber der anderen Varianten im Vorteil.

Abschließend wird die Adsorption mittels granulierter Aktivkohle (Variante 2) als nicht empfehlenswert erachtet. Grund dafür ist, neben den hohen Betriebskosten, 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.

4 Zusammenfassung

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

Im Rahmen der Studie wurde zunächst das Projekt kurz beschrieben. Nach der Vorstellung der Kläranlage Lengerich wurde detailliert auf die Definition der Mikroschadstoffe eingegangen. Es wird deutlich, 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. Auch andere Verfahren wurden erläutert und bewertet. Zunächst wurde auf mögliche Membranverfahren ein-

gegangen. Aufgrund der hohen spezifischen Kosten dieser Verfahren und der Tatsache, dass die Mikroschadstoffelimination mittels Membranverfahren wenig erforscht ist, wurden die Membranverfahren nicht weiter berücksichtigt.

Nach den Membranverfahren wurde näher auf die Ozonierung eingegangen. Es fand eine Beurteilung möglicher Verfahrenskombinationen statt. Die meisten Vorteile ergaben sich bei der Kombination einer Ozonierungsstufe 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 zu reduzieren. Dies ist insofern interessant, da die Ozonierung diese Parameter nur begrenzt verringert.

Im Anschluss wurde auf die Adsorption mittels Aktivkohle näher eingegangen. Zur Aktivkohle-Adsorption bieten sich zwei unterschiedliche Verfahren an, die Adsorption mittels granulierter Aktivkohle (GAK) und die Adsorption mittels Pulveraktivkohle (PAK). Neben der Vorstellung unterschiedlicher Verfahrenskombinationen wurden alle wesentlichen Merkmale dieser Verfahren aufgezeigt und analysiert.

Bei der PAK-Adsorption wurde zusätzlich bewertet, ob Fäll- sowie Flockungshilfsmittel verwendet werden sollten. Es stellte sich heraus, dass die zusätzliche Zugabe von Flockungshilfsmitteln bei der PAK-Adsorption keinen großen Nutzen aufweist. Aus diesem Grund spielten die Flockungshilfsmittel für die weitere Bearbeitung der Machbarkeitsstudie keine Rolle mehr. Schließlich wurden die vorgeschlagenen Verfahren zur PAK-Abscheidung auf ihre Eignung überprüft. Es zeigte sich, dass die PAK-Adsorption mit nachgeschalteter Tuchfiltration die vorteilhafteste Lösung darstellt.

Nach der Betrachtung der relevanten Reinigungsverfahren wurde eingehend auf die Ergebnisse der zwei Mikroschadstoffanalysen im Ablauf der Kläranlage eingegangen. Dabei fiel zunächst auf, dass die Konzentrationen in der zweiten Probe teilweise sehr deutlich über den Konzentrationen der ersten Probe lagen. Auch wiesen einige der bemessenen Mikroschadstoffe im Vergleich zu anderen Kläranlagen höhere Ablaufkonzentrationen auf. So lagen in beiden Analysen die Konzentrationen des Halogenids Bromid und des Schmerzmittels Diclofenac über dem Durchschnitt anderer Kläranlagenabläufe. Weitere überdurchschnittliche Konzentrationen wurden in der zweiten Probe nachgewiesen. Auffällig waren das Schmerzmittel Phenazon, der Betablocker Bisoprolol, das Antibiotikum Clarithromycin und der Korrosionsinhibitor Benzotriazol. Werden die bemessenen Mikroschadstoffkonzentrationen mit den angestrebten Konzentrationen aus der D4-Liste der WRRL verglichen, so zeigten zwölf Mikroschadstoffe teilweise bedenklich hohe Konzentrationen auf.

Aufgrund der nachgewiesenen Bromid-Konzentrationen im Ablauf der Kläranlage Lengerich wurde eine 4. Reinigungsstufe in Form einer Ozonierung ausgeschlossen. Grund für diese Entscheidung ist, dass Bromide in einer Ozonierung zum kanzerogen wirkenden Stoff Bromat reagieren.

Zusammenfassend verdeutlichen die Analyseergebnisse der gemessenen 24 Stoffe, dass die herkömmlichen Reinigungsstufen der Kläranlage Lengerich 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 Lengerich 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.

Im Anschluss wurde eine Alternative vorgeschlagen, mit der die in der Zukunft möglicherweise verschärften Einleitenvoraussetzungen für die allgemeinen physikalisch-chemischen Parameter (ACP) – gemeint ist der Phosphor- und Stickstoffgehalt – und den CSB eingehalten werden können. Es handelt sich hierbei um eine Endfiltration in Form von Sandfiltern.

Im Rahmen der Studie wurden nun drei Verfahren der PAK-Adsorption und ein Verfahren der GAK-Adsorption vorgestellt und verglichen. Bis auf Variante 1.3 beginnt jedes der Verfahren mit dem Abschluss der herkömmlichen Abwasserreinigung der Kläranlage, also nach den Nachklärbecken.

Die Machbarkeits-, sowie Wirtschaftlichkeitsanalyse ergab, dass die Varianten 1.2 eine optimale Lösung für die Umsetzung einer vierten Reinigungsstufe darstellt.

Auf Basis dieser Machbarkeitsstudie wird empfohlen, eine PAK-Adsorption im Kontaktbecken mit anschließender Tuchfiltration und Rezirkulation in die Belebungsbecken zu realisieren.

Mit dem Umdenken und der Aufklärung von Politik und Gesellschaft hinsichtlich der Umweltverschmutzung findet immer häufiger auch die Mikroschadstoffelimination auf kommunalen Kläranlagen ihre Beachtung. Der Nutzen einer vierten Reinigungsstufe wird immer deutlicher und leistet in vielerlei Hinsicht einen großen Beitrag zum Erhalt und zur Verbesserung der aquatischen Umwelt.