

Gemeinde Heiden

Kurzfassung

# Möglichkeiten der Elimination anthropogener Mikroschadstoffe in der Kläranlage Heiden

gefördert durch:

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



 **Ingenieurbüro  
Rummler + Hartmann  
GmbH**

Havixbeck, im Oktober 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 Heiden wurde eine Machbarkeitsstudie durch das Ingenieurbüro Rummler + Hartmann GmbH angefertigt, die sich mit dem Thema der Mikroschadstoffelimination auseinandersetzt und Möglichkeiten der Elimination anthropogener Mikroschadstoffe in der Kläranlage Heiden aufzeigt.

Diese anthropogenen, also vom Menschen in Umlauf gebrachten, Mikroschadstoffe sind heutzutage aus der modernen Gesellschaft nicht mehr wegzudenken. Sie sind in vielerlei Hinsicht von großem Nutzen und werden in nahezu allen Bereichen der Gesellschaft eingesetzt. Zu ihnen gehören die derzeit intensiv erforschten Mikrokunststoffe, viele Industriechemikalien oder Inhaltsstoffe aus Arzneimitteln, Röntgenkontrastmitteln, Östrogenen oder Herbiziden. Diese Stoffe passieren jeden Tag mehrheitlich unbehandelt die herkömmlichen kommunalen Kläranlagen und lassen sich in Oberflächengewässern, Böden und Grundwässern nachweisen. Ein großer Teil dieser Mikroverunreinigungen ist durch die biologische Behandlungsstufe auf den bestehenden Kläranlagen nicht abbaubar.

Dank verbesserter Analysemethoden lassen sich Mikroschadstoffe teilweise erst seit den letzten Jahren nachweisen und geraten immer mehr in den Blickpunkt der Medien, der Politik und der Öffentlichkeit. Welche Auswirkungen sie über kurz oder lang auf einzelne Organismen und die Umwelt haben können, ist weitestgehend unerforscht. Für eine Vielzahl der bisher bekannten Stoffe gibt es derzeit keine gesetzlich geregelten Grenzwerte. Doch auch die Stoffe, für die es bereits definierte Grenzwerte gibt, lassen sich oft in erhöhten Konzentrationen in der aquatischen Umwelt nachweisen. Hierdurch stellt sich immer mehr die Frage nach einer weitergehenden Abwasserreinigung in Form einer „vierten Reinigungsstufe“.

Mit Inkrafttreten der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) fiel der Startschuss für eine grenzüberschreitende Gewässerreinigungspolitik in Europa. Ein wesentliches Ziel der Richtlinie ist es, eine ökologisch-nachhaltige Wasserwirtschaft auf hohem Standard zu etablieren. Für Oberflächengewässer bedeutet dieses, einen „guten chemischen Zustand“ und einen „guten ökologischen Zustand“ zu erreichen. Je mehr die Oberflächengewässer durch den Frachteintrag aus Kläranlagenabläufen negativ beeinträchtigt werden, desto sinnvoller wird es, Maßnahmen für eine weitergehende Abwasserreinigung zum Erreichen des „guten“ Zustandes umzusetzen.

Herkömmliche Kläranlagen sind nicht ausreichend dazu in der Lage die Mikroschadstoffe zu eliminieren. Diese Anlagen, deren Nutzen es ist, das Abwasser bestmöglich zu reinigen und somit eine Beeinträchtigung der aquatischen Umwelt zu vermeiden, sind also nicht geeignet, die Akkumulation der Mikroverunreinigungen in der Umwelt zu verhindern.

Derzeit gibt es für den Ausbau von Kläranlagen um eine vierte Reinigungsstufe keine gesetzlich geregelten Vorgaben. Eine Erweiterung von Kläranlagen ist aktuell nicht vorgeschrieben.

Vorausschauenderweise hat die Gemeinde Heiden die mit 80% geförderte Machbarkeitsstudie in Auftrag gegeben, um sich mit der Thematik der Mikroschadstoffelimination weiter auseinanderzusetzen. Wird die Gemeinde in Zukunft gesetzlich zur Kläranlagenerweiterung aufgefordert, wurde mit Betrachtung dieser Machbarkeitsstudie der erste Schritt zur weiteren Lösungsfindung in die Wege geleitet.

Die Betreiber der Kläranlage Heiden werden sich mit den Ergebnissen dieser Machbarkeitsstudie kritisch auseinandersetzen und den Sachverhalt in den politischen Gremien diskutieren.

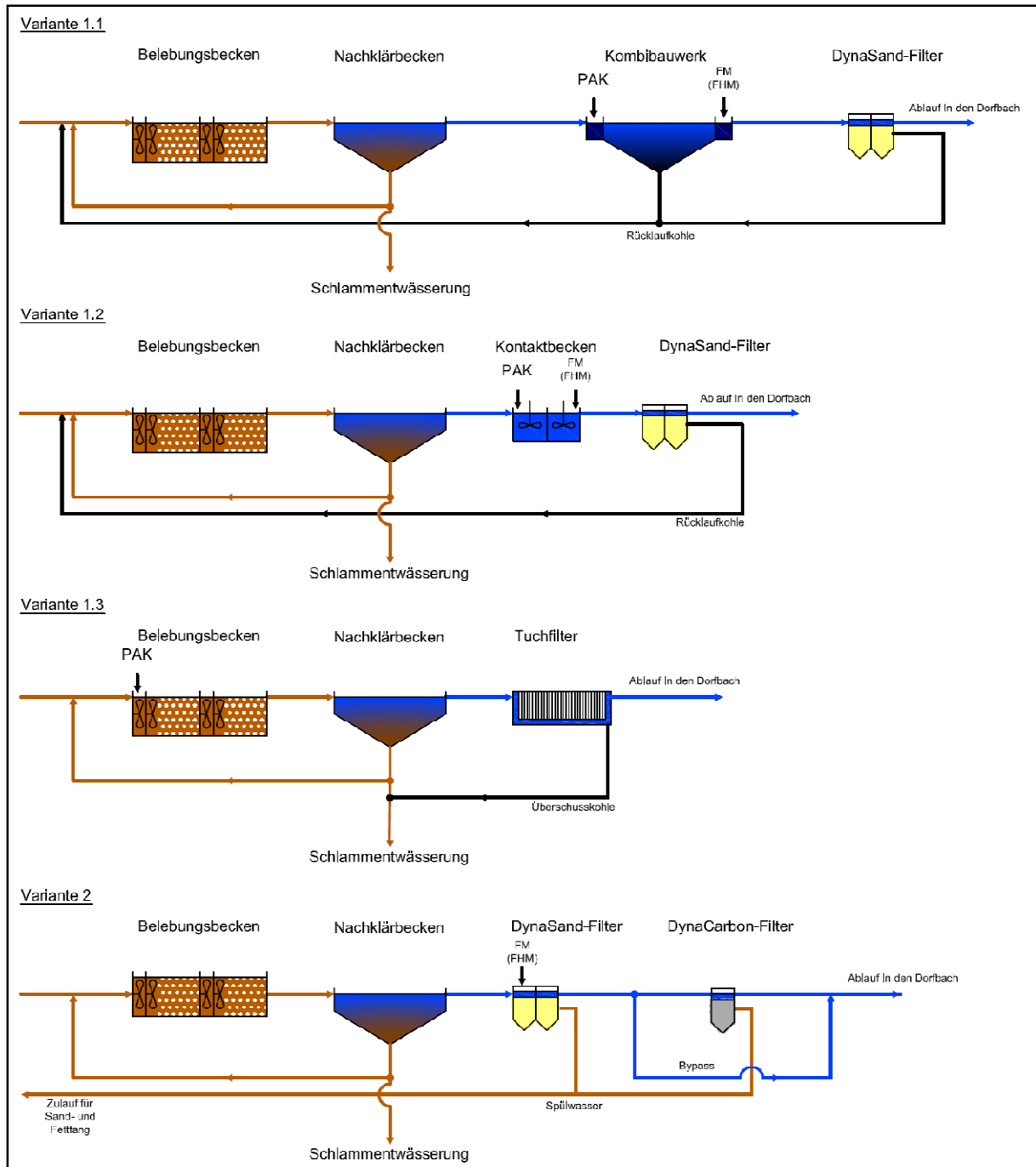
## 2 Vorstellung der Verfahrensmöglichkeiten

Im Rahmen der Studie wurde eine Mikroschadstoffanalyse am Ablauf der Kläranlage Heide vorgenommen. Die Ergebnisse dieser Mikroschadstoffanalyse zeigten, dass einige der gemessenen Stoffe in auffällig hohen Konzentrationen wiederzufinden waren.

Die zur Mikroschadstoffelimination vorgeschlagenen Varianten wurden auf einer Teilfläche des Regenrückhaltebeckens 1 vorgesehen. Insgesamt werden vier 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** und Sedimentation im umgebauten Nachklärbecken 1 mit anschließender 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



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

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

**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
<b>Investitionskosten</b>	<b>1.166.564 €</b>	<b>1.076.725 €</b>	<b>1.021.170 €</b>	<b>1.046.278 €</b>
<b>Laufende Jahreskosten</b>	<b>124.426 €/a</b>	<b>115.705 €/a</b>	<b>127.203 €/a</b>	<b>160.858 €/a</b>
<i>davon Betriebskosten</i>	<i>33.607 €/a</i>	<i>31.636 €/a</i>	<i>43.336 €/a</i>	<i>80.863 €/a</i>
<i>davon Energiekosten</i>	<i>6.160 €/a</i>	<i>4.189 €/a</i>	<i>2.663 €/a</i>	<i>2.524 €/a</i>
<b>Spezifische Kosten *</b>	0,344 €/m <sup>3</sup>	0,320 €/m <sup>3</sup>	0,351 €/m <sup>3</sup>	0,444 €/m <sup>3</sup>
<b>Spezifische Kosten **</b>	0,249 €/m <sup>3</sup>	0,232 €/m <sup>3</sup>	0,255 €/m <sup>3</sup>	0,322 €/m <sup>3</sup>
<b>Spezifische Kosten ***</b>	0,185 €/m <sup>3</sup>	0,172 €/m <sup>3</sup>	0,189 €/m <sup>3</sup>	0,239 €/m <sup>3</sup>
* Bezogen auf die Frischwassermenge von: 362.000 m <sup>3</sup> /a				
** Bezogen auf die Jahresschmutzwassermenge von: 498.893 m <sup>3</sup> /a				
*** Bezogen auf die Jahresabwassermenge von: 672.075 m <sup>3</sup> /a				

### 3 Verfahrensempfehlung

Da bei allen vorgeschlagenen Varianten etwa von einer gleichen Eliminationsrate auf Mikroschadstoffe ausgegangen werden kann, wurden die Varianten bei einer ersten Gegenüberstellung monetär miteinander verglichen. Es wurde deutlich, dass die Varianten der PAK-Adsorption näher betrachtet werden sollten. Die Variante 2 (GAK-Adsorption) wurde aufgrund der verhältnismäßig hohen Betriebskosten nicht empfohlen.

Die Variante 1.3 war bei Betrachtung der Investitionskosten die günstigste Variante, doch fiel beim Vergleich der Betriebskosten auf, dass die Varianten 1.1 und 1.2 deutlich günstiger waren als die restlichen Varianten. Die ausgeprägten möglichen Kostenschwankungen, die sich im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse zeigten, ließen den Entschluss zu, dass Variante 1.3 nicht weiter betrachtet wird.

Es wurden anschließend die jährlichen Kosten miteinander verglichen. Hierbei wurde deutlich, dass Variante 1.2 gegenüber Variante 1.1 im Vorteil ist. Da durch die Umbaumaßnahmen bei Variante 1.1 eine komplette Vollstrombehandlung möglich ist und vergleichbare Anlagen in der Vergangenheit zu guten Ergebnissen hinsichtlich ihrer Eliminationsleistung geführt haben, wurde die **Variante 1.1** letztlich als Vorzugsvariante benannt. Außerdem liegen entsprechende Erfahrungswerte zum Betrieb einer solchen Anlage vor. Auch wenn die Variante 1.1 in Anbetracht der laufenden Jahreskosten etwas über der günstigeren Variante 1.2 lag, so wurde aufgrund der genannten Erfahrungswerte der sichere Betrieb dieser Anlage als Vorteil angesehen.

Wird bei einer angestrebten Umsetzung der Variante 1.1 entschieden, ein neues Sedimentationsbecken zu errichten, so sollte die Variante erneut aufgrund der hieraus entstehenden zusätzlichen Kosten mit den anderen Varianten verglichen werden.

Wird ein Umbau des Nachklärbeckens 1 nicht gewünscht, wird **Variante 1.2** als zweite Vorzugsvariante benannt. Auf ein Neu- oder Umbau eines Sedimentationsbeckens wird hierbei verzichtet. 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.

Beide benannten Vorzugsvarianten sollten zu sehr guten Eliminationsraten für Mikroschadstoffe führen und sind dank der DynaSand-Filter 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 bei beiden Varianten für den gesamten Bemessungszufluss ausgelegt ist, kommt es zu keinerlei Schlammabtrieb aus der Nachklärung in das anliegende Gewässer, wodurch ein konstanterer Kläranlagenbetrieb sichergestellt 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 Heiden umsetzbar ist.

An dieser Stelle wird darauf hingewiesen, dass die Gesetzgebung aktuell den Ausbau um eine vierte Reinigungsstufe nicht vorschreibt. Derzeit besteht also kein Handlungsbedarf weitere Schritte einzuleiten. Wird zukünftig vom Gesetzgeber eine vierte Reinigungsstufe vorgeschrieben, ist anzunehmen, dass die Inanspruchnahme aktuell in Aussicht gestellter Fördermittel unwahrscheinlich wird.

Im Rahmen der Studie wurde zunächst das Projekt kurz beschrieben. Nach der Vorstellung der Kläranlage Heiden 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. 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 erfolgte nach der Vorstellung verschiedener Pulveraktivkohlen die Darstellung unterschiedlicher Verfahrenskombinationen. Auch auf die Frage, ob Fäll- sowie Flockungshilfsmittel verwendet werden sollten, wurde näher eingegangen. 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 sich neben der bewährten Sandfiltration ebenso eine Tuchfiltration sehr gut zur Abscheidung der PAK eignet.

Nach der Betrachtung der relevanten Reinigungsverfahren wurde eingehend auf die Ergebnisse der Mikroschadstoffanalyse im Ablauf der Kläranlage eingegangen. Einige der bemessenen Mikroschadstoffe wiesen sehr hohe Ablaufkonzentrationen auf. Im Vergleich mit den in der D4-Liste genannten Konzentrationen lagen 11 der gemessenen 24 Stoffe teilweise deutlich über dem angewandten Bewertungsmaßstab. Besonders auffällig war in beiden Proben das Röntgenkontrastmittel Iopamidol. Jeweils wurden davon 17 µg/l nachgewiesen, was auch im Vergleich zu den Ablaufkonzentrationen anderer Kläranlagen verhältnismäßig hoch erscheint. Außerdem wurde Bromid nachgewiesen, weshalb im weiteren Verlauf der Studie auf eine Ozonierung nicht weiter eingegangen wurde. Insgesamt verdeutlichen die Analyseergebnisse der gemessenen 24 Stoffe, dass die herkömmlichen Reinigungsstufen der Kläranlage Heiden nicht ausreichen, um Mikroschadstoffe zu eliminieren.

Hinsichtlich der Mikroschadstoffe kann über eine weitergehende Reinigungsstufe nachgedacht werden. Außerdem wird angestrebt die Zielwerte der WRRL für Oberflächengewässer in Zukunft einzuhalten. Es liegt nahe, dass einige Kläranlagenbetreiber 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 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 der unterschiedlichen Varianten ergab, dass die Varianten 1.1 und 1.2 eine optimale Lösung für die Umsetzung einer vierten Reinigungsstufe darstellt.

Auf Basis der Machbarkeitsstudie wird empfohlen, eine PAK-Adsorption mit (Variante 1.1) oder ohne (Variante 1.2) anschließender Sedimentation zu realisieren. Als Endfiltration wird die DynaSand-Filter vorgeschlagen.

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. Die Umsetzung würde der fortschreitenden Akkumulation von Mikroschadstoffen in der aquatischen Umwelt bedeutend entgegenwirken und somit in vielerlei Hinsicht zum Umweltschutz beitragen.