



Stadt Stadtlohn

Kurzfassung

# Möglichkeiten der Elimination prioritärer Stoffe in der Kläranlage Stadtlohn

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



**RH** Ingenieurbüro  
Rummler + Hartmann  
GmbH

Havixbeck, im Mai 2014

## Inhaltsverzeichnis

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

## 1 Einleitung

Für die Kläranlage Stadtlohn wurde eine Machbarkeitsstudie zu den Möglichkeiten der Elimination prioritärer Stoffe durch das Ingenieurbüro Rummler und Hartmann angefertigt. Zunächst wird in dieser Studie allgemein auf die prioritären Stoffe eingegangen. Es folgt eine Vorstellung der Kläranlage Stadtlohn, worauf schließlich umfassend das Ziel der Studie betrachtet wird: Die Bewertung der Kläranlage Stadtlohn anhand der Ablaufanalysewerte und des Platzangebotes und die Frage, ob eine vierte Reinigungsstufe sinnvoll ist. Letztlich wurde ein für die Kläranlage Stadtlohn maßgeschneidertes Konzept zur Elimination von Mikroschadstoffen erarbeitet. Vorgestellt werden alle derzeit relevanten Verfahren zur Spurenstoffelimination. Es stellte sich heraus, dass sich zwei unterschiedliche Verfahren für den Betrieb auf der Kläranlage Stadtlohn besonders gut eignen. Die Adsorption mittels pulverisierter Aktivkohle (PAK) und die Ozonierung. Diese Verfahren haben sich in den letzten Jahren bewährt und wurden bereits häufig im großtechnischen Maßstab umgesetzt. Für die vorgeschlagenen Varianten werden in der Machbarkeitsstudie letztlich nur die PAK-Adsorption und die Ozonierung betrachtet. Nach der Aufführung der Einzelheiten dieser zwei Verfahren empfahlen sich insgesamt vier Varianten der PAK-Adsorption und eine Variante der Ozonierung für die Umsetzung einer vierten Reinigungsstufe auf der Kläranlage Stadtlohn, welche allesamt ihre spezifischen Vor- und Nachteile aufweisen.

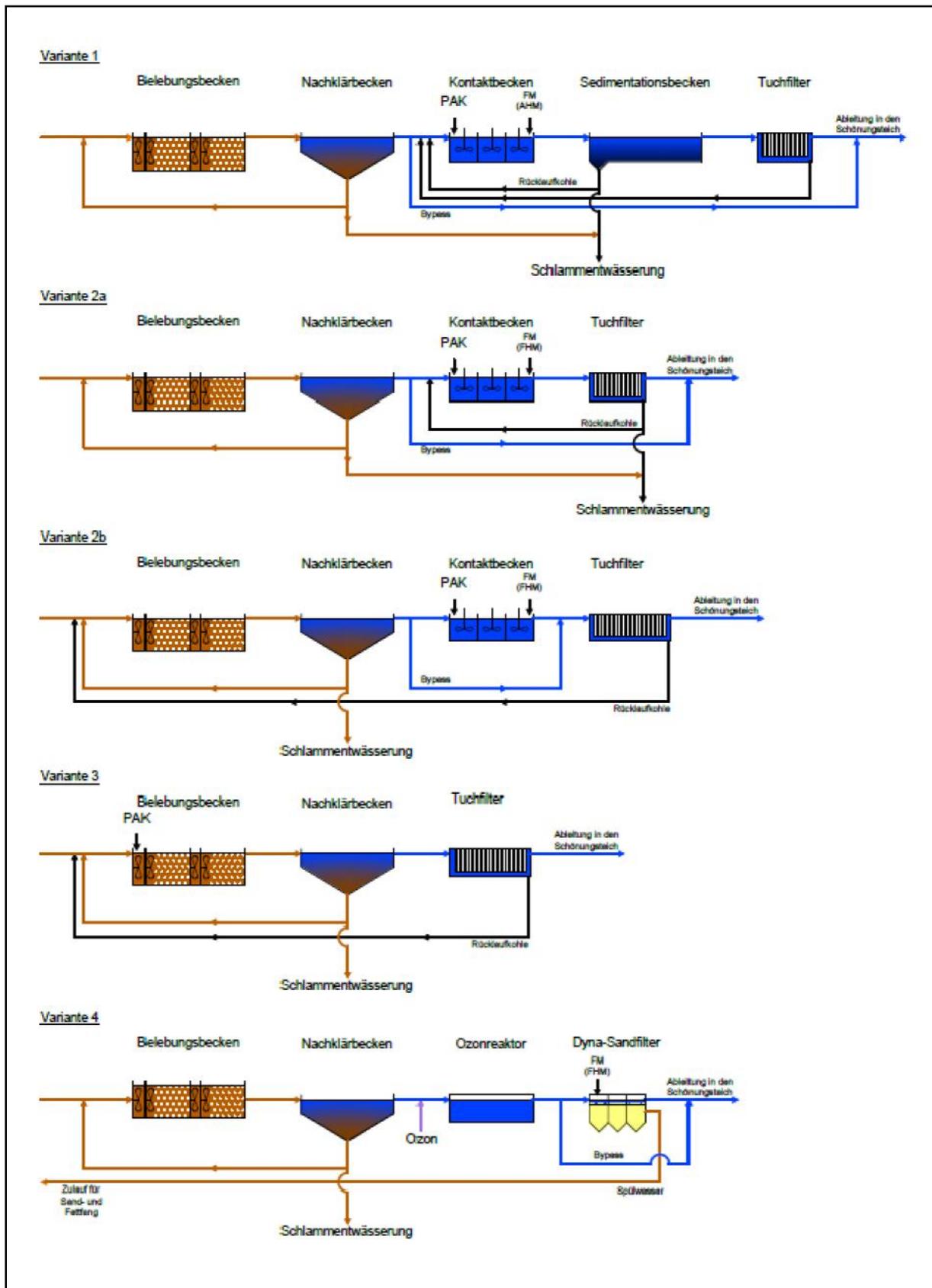
## 2 Vorstellung der Verfahrensmöglichkeiten

Die Ergebnisse der Spurenstoffanalyse aus dem Ablauf des Schönungsteiches der Kläranlage Stadtlohn wiesen eindeutig darauf hin, dass einige der bemessenen Stoffe auffällig hohe Konzentrationen aufwiesen. Neben den zum Teil erhöhten Analyseergebnissen zeigte sich, dass die Kläranlage Stadtlohn über ein ausreichendes Platzangebot für die Umsetzung einer weiteren Reinigungsstufe verfügt. Es wurden nun insgesamt fünf Reinigungsverfahren (zugehörige Fließschema, siehe Abbildung 1) vorgeschlagen, welche allesamt in die Kläranlage integrierbar sind.

Im Einzelnen handelt es sich um folgende Varianten:

- Variante 1: **PAK-Adsorption** im Kontaktbecken mit anschließender Sedimentation und Filtration
- Variante 2a: **PAK-Adsorption** im Kontaktbecken mit anschließender Filtration
- Variante 2b: **PAK-Adsorption** im Kontaktbecken mit anschließender Filtration und Rezirkulation in die Belebung
- Variante 3: **PAK-Adsorption** im Belebungsbecken mit anschließender Filtration nach der Nachklärung
- Variante 4: **Ozonierung** mit anschließender Dyna-Sandfiltration

Bei einer späteren Realisierung der Verfahren sollten zur Feinabstimmung die einzelnen Stufen der in Abbildung 1 gezeigten Varianten erneut betrachtet werden. Auch der in dem Abschlussbericht aufgeführte Bemessungszufluss der einzelnen Varianten sollte aufgrund der derzeitigen hohen Fremdwasserzuflüsse und geplanten Umbauten bei einer späteren Umsetzung erneut kalkuliert werden.



**Abbildung 1:** Fließschemata der fünf unterschiedlichen Reinigungsstufen zur Mikroschadstoffelimination für die Kläranlage Stadtlohn

### 3 Verfahrensempfehlung

Um ein bewährtes Verfahren zu wählen, kann die Variante 1 vorgeschlagen werden. Nach genauer Betrachtung aller spezifischen Vor- und Nachteile der aufgezeigten Varianten fiel der Entschluss die **Variante 2b** für die Umsetzung einer vierten Reinigungsstufe zu empfehlen. Auch wenn eine solche Anlage im großtechnischen Maßstab noch nicht existiert, so weisen alle im Laufe der Machbarkeitsstudie aufgeführten Ergebnisse eindeutig darauf hin, dass die Umsetzung der Variante 2b das sinnvollste Verfahren zu Elimination von Mikroschadstoffen ist. Hierbei wird auf ein zusätzliches Sedimentationsbecken zur PAK-Abscheidung verzichtet. Bei dieser Variante wird der PAK-Schlamm in die Belebungsbecken rezirkuliert. Auf der Kläranlage sind den Belebungsbecken zwei Nachklärbecken nachgeschaltet. Diese erfüllen den selben Zweck wie eine zusätzliche Sedimentation. Die Investition und den Betrieb eines Beckens, wessen Aufgaben bereits an einer anderen Stelle erfüllt werden, ist demzufolge nicht sinnvoll.

Die Rückführung der Pulveraktivkohle in die Belebungsbecken hat ausschließlich positive Auswirkungen auf die Eliminationsrate der Spurenstoffe wie auch auf die Schlammeigenschaften. Es wird durch die Rezirkulation bei gleicher Eliminationsrate im Vergleich zu den Varianten 1 und 2a insgesamt weniger PAK benötigt, da durch die längere Kontaktzeit des Wassers mit der Pulveraktivkohle die Adsorptionsplätze der Kohle effektiver genutzt werden. Es ist zu vermuten, dass die für die Abwasserabgabe relevanten Parameter hierdurch mehr reduziert werden als in den Verfahren ohne Rückführung. Wird Bezug auf die Energiekosten genommen, so wird deutlich, dass die Variante 2b günstiger als die häufig umgesetzte Variante 1 ist. Ebenso liegen die Energiekosten der Variante 2b genau wie bei allen anderen Varianten der PAK-Adsorption deutlich unter den Energiekosten der Ozonierungsstufe. Gerade in Anbetracht der stetig steigenden Energiekosten und der Bemühungen vieler Kläranlagenbetreiber ihre Energiekosten zu senken, ist die Variante 2b gegenüber den anderen Varianten im Vorteil. Tabelle 1 zeigt die wesentlichen Kosten der Varianten 1, 2b und 4 auf.

**Tabelle 1:** Kostengegenüberstellung der Varianten 1, 2b und 4

Kosten	Variante 1	Variante 2b	Variante 4
<b>Investitionskosten</b>	<b>2.548.154 €</b>	<b>2.249.509 €</b>	<b>2.145.507 €</b>
<b>Laufende Kosten</b>	<b>264.391 €/a</b>	<b>252.765 €/a</b>	<b>298.556 €/a</b>
<i>davon Energiekosten</i>	<i>14.775 €/a</i>	<i>13.815 €/a</i>	<i>65.980 €/a</i>
Spezifische Kosten*	0,30 €/m <sup>3</sup>	0,29 €/m <sup>3</sup>	0,33 €/m <sup>3</sup>
* Bezogen auf die Frischwassermenge von 881.138 m <sup>3</sup> /a			

Zusammenfassend hat die Variante 2b die meisten Vorteile und ist auch in Bezug auf die Kostenbetrachtung eine gute und umsetzbare Lösung das Spurenstoffproblem der Kläranlage Stadtlohn anzugehen.

## 4 Zusammenfassung

Die Bearbeitung der Machbarkeitsstudie hat gezeigt, dass die Verwirklichung einer vierten Reinigungsstufe sinnvoll und umsetzbar ist.

Im Rahmen der Studie wurde zunächst das Projekt vorgestellt und detailliert auf die Definition der prioritären Stoffe eingegangen. Es ist deutlich geworden, dass nicht nur die aufgezählten prioritären Stoffe der WRRL ein Problem für Kläranlagen und die aquatische Welt darstellen. Alle Mikroverunreinigungen, die grundsätzlich durch herkömmliche Reinigungsstufen einer Kläranlage nicht behandelt werden, sollten durch eine weitergehende Reinigungsstufe aus den Kläranlagen und somit im Wesentlichen auch aus dem Wasserkreislauf entfernt werden.

Nach der Vorstellung der betrachteten Kläranlage Stadtlohn wurde eingehend auf die Analyseergebnisse der Spurenstoffanalyse im Ablauf der Kläranlage eingegangen. Es zeigte sich, dass die Kläranlage Stadtlohn im Vergleich zu anderen Kläranlagen teilweise bedenklich hohe Ablaufwerte aufweist. Besonders das Röntgenkontrastmittel Iopamidol wurde in erheblich hohen Konzentrationen nachgewiesen. Diese überstiegen bei weitem alle dem Analyselabor bis dorthin gemessenen Vergleichswerten anderer Kläranlagen. Neben dem Röntgenkontrastmittel Iopamidol wurden auch anderen Stoffgruppen sehr hohe Konzentrationen nachgewiesen. Zu nennen sind beispielweise Stoffe aus den Gruppen der Antibiotika, der Schmerzmittel, der Pflanzenschutzmittel oder der Korrosionsschutzmittel. Insgesamt verdeutlichen die Analyseergebnisse der gemessenen 24 Stoffe, dass die herkömmlichen Reinigungsstufen der Kläranlage Stadtlohn nicht ausreichen, um Spurenstoffe zu eliminieren.

Hinsichtlich der Spurenstoffelimination kann also 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 Kläranlage Stadtlohn ihre Ablaufwerte in naher Zukunft verbessern muss. Eine weitergehende Abwasserreinigung ist mit großer Wahrscheinlichkeit in absehbarer Zeit umzusetzen. Dies könnte mit Hilfe einer vierten Reinigungsstufe verwirklicht werden.

Nach der Betrachtung der Spurenstoffe wurde auf die örtlichen Gegebenheiten der Kläranlage Stadtlohn eingegangen und alle relevanten und derzeit bekannten Verfahren zur Spurenstoffelimination aufgeführt und bewertet.

Im Laufe der Recherche zeigte sich, dass auf die Adsorption mittels Aktivkohle eines der derzeit gängigsten Verfahren zur Spurenstoffelimination ist. Da die Kläranlage Stadtlohn nicht über eine Sandfiltration verfügt und sich durch die Behandlung mit PAK mehr Vorteile ergeben wurde nicht weiter auf die Behandlung mittels granulierter Aktivkohle eingegangen. Eine nähere Betrachtung erfuhr die Adsorption mittels pulverisierter Aktivkohle. Alle wesentlichen Merkmale dieses Verfahrens wurden aufgezeigt und analysiert. Neben der Vorstellung verschiedener Pulveraktivkohlen erfolgte 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 die PAK-Adsorption mit nachgeschalteter Tuchfiltration als die vorteilhafteste Lösung darstellt.

Neben der PAK-Adsorption wurde auf die Ozonierung näher eingegangen um ein anderes gängiges Verfahren zur Spurenstoffelimination vorzustellen. Auch hier fand eine Beurteilung möglicher Verfahrenskombinationen statt. Die meisten Vorteile ergaben sich bei der Kombination einer Ozonierungsstufe mit nachgeschalteter Dyna-Sandfiltration. Hierdurch besteht die Möglichkeit das ozonbehandelte Abwasser weitergehend zu reinigen. Neben dem geringfügigen Spurenstoffabbau ist der Dyna-Sandfilter dazu in der Lage die für die Abwasserabgabe relevanten Parameter zu reduzieren. Dies ist insofern interessant, da die Ozonierung diese Parameter lediglich begrenzt verringert.

Im Rahmen der Studie wurden vier Verfahren zur PAK-Adsorption sowie ein Verfahren zur Ozonierung vorgestellt und verglichen. Bis auf die aufgezeigte Variante 3 beginnt jedes der Verfahren mit dem Abschluss der herkömmlichen Abwasserreinigung der Kläranlage Stadtlohn, also nach den Nachklärbecken.

Die Machbarkeits-, sowie Wirtschaftlichkeitsanalyse der unterschiedlichen Varianten ergab, dass die Variante 2b eine optimale Lösung für die Umsetzung einer vierten Reinigungsstufe darstellt. Bei den Investitionskosten liegt diese Stufe im Mittelfeld. Bei den Betriebskosten ebenfalls. In Bezug auf die Energiekosten ist Variante 2b etwas günstiger als die oft umgesetzte Variante 1 und erheblich günstiger als die Ozonierung (Variante 4). Besonders hervorzuheben und Hauptgrund für die Entscheidung die Variante 2b zu empfehlen ist jedoch die zu erwartende Eliminationsleistung hinsichtlich der Spurenstoffe und der für die Abwasserabgabe relevanten Parameter. Um auf den Grundgedanken dieser Machbarkeitsstudie zurückzukommen, nämlich die Frage, wie die Spurenstoffe auf der Kläranlage Stadtlohn am effektivsten eliminiert werden, sind diese Gründe besonders hervorzuheben.

Mit dem Umdenken und der Aufklärung von Politik und Gesellschaft hinsichtlich der Umweltverschmutzung findet immer häufiger auch die Spurenstoffelimination 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.