



**InfraStruktur Neuss**

Machbarkeitsstudie  
Kurzfassung

# Einbindung einer Anlage zur Spurenstoffelimination mittels Aktivkohle in die Abwasserfiltration der Kläranlage Neuss Ost

gefördert durch:

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



**Impressum**

Auftraggeber: InfraStruktur Neuss AöR

Auftragnehmer: **Grontmij GmbH**

Postfach 30 01 06  
50771 Köln

Graeffstraße 5  
50823 Köln

Bearbeitung: Dr.-Ing. Heinrich Herbst

Dipl.-Ing. Ralf Hilbig

## Machbarkeitsstudie Spurenstoffelimination Kläranlage Neuss Ost - Kurzfassung

### Veranlassung

Erklärtes Ziel der Landesregierung NRW ist durch die Beseitigung von Spurenstoffen bzw. Mikroschadstoffen eine umfassende Verbesserung der Gewässerqualität zu erreichen.<sup>1</sup> Die Aufnahme der Stoffgruppen Arzneimittel und der Hormone wird im politischen Raum kontrovers diskutiert<sup>2</sup>. Auf EU Ebene wird derzeit die Überarbeitung der Umweltqualitätsnormrichtlinie (UQN-RL) 2008/105/EG diskutiert, hier sollen Medikamentenstoffe z.B. Diclofenac und hormonell wirkende Stoffe mit Grenzwerten EU-weit aufgenommen werden, was zu einem erhöhtem Anspruch an die Abwasserreinigung führt<sup>3</sup>. Neben diesen Aktivitäten auf Ebene der Legislativen wird die Problematik der Spurenstoffe und hier im speziellen der Medikamentenreststoffe im Trinkwasser seitens der Medien stärker fokussiert. Die einzelnen Stimmen der Bürger „wollen diese Stoffe“ nicht in ihrem Trinkwasser unabhängig davon, dass die bisher gemessenen Konzentrationen nicht gesundheitsschädlich sind<sup>4</sup>. Aus Gründen des Vorsorgenden Umweltschutzes sollten hier Maßnahmen ergriffen werden.

Konsequenter Weise ist die Förderung von Maßnahmen zur Ausrüstung von öffentlichen Abwasserbehandlungsanlagen mit innovativen Reinigungsverfahren zur Elimination von Mikroschadstoffen in die Gewährung von Zuwendungen für eine „Ressourceneffiziente Abwasserbeseitigung NRW“ mit bis zu 70% im Antragsjahr 2012 und danach mit 60% aufgenommen worden<sup>5</sup>.

Viele Stoffe des täglichen Gebrauchs sind geeignet, bei Kontakt mit Wasser dessen Eigenschaften nachhaltig und auch nachteilig zu verändern. Spurenstoffe lassen sich ubiquitär in der aquatischen Umwelt nachweisen. Neben Stoffen wie beispielsweise Industriechemikalien und Flammschutzmitteln, sind in den vergangenen Jahren die pharmazeutischen Wirkstoffe in den Fokus der Wissenschaft sowie der Öffentlichkeit gerückt. Humanpharmaka werden entweder unverändert oder nach Umbau im menschlichen Organismus als Konjugate bzw. Metaboliten ausgeschieden und gelangen so ins kommunale Abwasser. Die Spurenschadstoffproblematik liegt darin begründet, dass persistente Arzneimittel, organische Spurenstoffe und Industriechemikalien nur in begrenztem Maße während der biologischen Behandlung im Abwasserreinigungsprozess nach dem Stand der Technik eliminiert werden können und deshalb im Ablauf der Kläranlagen nach dem Stand der Technik noch nachweisbar sind. Eine gezielte Abtrennung dieser Stoffe ist mit kommunalen Kläranlagen nicht möglich. Daher werden Humanpharmaka und ihre Metaboliten über den Kläranlagenablauf in Oberflächengewässer eingeleitet.

### Ergebnisse

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie „Einbindung einer Anlage zur Spurenstoffelimination mittels Aktivkohle in die Abwasserfiltration der Kläranlage Neuss Ost“ sind im Screening 205 Substanzen und Summenparameter untersucht worden.

---

<sup>1</sup> Umweltminister Remmel in einer Presseerklärung der Landesregierung vom 6.2.2012

<sup>2</sup> Beschluss des Bundesrates: Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Änderung der Rahmenrichtlinie 2000/60/EG und 2008/105/EG in Bezug auf prioritäre Stoffe im Bereich der Wasserpolitik (CMO(2011) 876 final) Drucksache des Bundesrat 56/12(Beschluss) vom 20.03.2012

<sup>3</sup> Vorschlag für eine RICHTLINIE DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTES UND DES RATES zur Änderung der Richtlinien 2000/60/EG und 2008/105/EG in Bezug auf prioritäre Stoffe im Bereich der Wasserpolitik vom 31.01.2012

<sup>4</sup> Bericht und Film vom 16.05.2012 der WDR 2 Servicezeit - Trinkwasser im Test: Medikamente aus dem Wasserhahn? <http://www.wdr2.de/service/servicezeit/wassertest102.html>, und <http://www.wdr.de/mediathek/html/regional/2012/05/16/wdr2-servicezeit.xml>

<sup>5</sup> Ministerialblatt NRW Ausgabe 2012 Nr. 4 vom 23.2.2012, Förderbereich 3:Ertüchtigung Öffentlicher Abwasserbehandlungsanlagen Nummer 5.2ff

Es konnte festgestellt werden, dass im Bereich der Pharmaka keine signifikanten Unterschiede zu anderen Kläranlagen aufgezeigt werden. Die Belastung des Abwassers mit Röntgenkontrastmitteln bei einem Anteil von ca. 70 % industriellen Abwässern im Zulauf zur Kläranlage erhöht ist. Industriechemikalien sind in höheren Konzentrationen im Ablauf zu finden. Besonders sind in diesem Fall die Flammschutzmittel (Tris(2-chlorethyl)phosphat und Tris(1,3-dichlorisopropyl)phosphat) zu nennen. Die Flammschutzmittel der Organophosphate stehen im Verdacht bioakkumulativ und kanzerogen zu wirken.

Die Kläranlage Neuss Ost ist aufgrund der vorhandenen Filtration dafür prädestiniert diese für den Einsatz mit Aktivkohle (Pulveraktivkohle oder granuliert Aktivkohle) umzurüsten und somit einen wesentlichen Beitrag zur Reduktion der Gewässerbelastung mit Mikroschadstoffen zu leisten. Aufgrund der bestehenden Filtrationsanlage kann für die Elimination von Spurenstoffen mittels Aktivkohle weitestgehend die vorhandene Anlagentechnik genutzt werden.

Auf dieser Basis sind in insgesamt 7 Varianten unterschiedliche Verfahrenstechniken auf die Einsatzmöglichkeit auf der Kläranlage Neuss Ost hin untersucht worden. Schwerpunkt hierbei bilden die Verfahren mittels Aktivkohleadsorption.

Die hier untersuchten Varianten unterscheiden sich u. a. durch die Höhe des Hintergrund-DOC bzw. der abfiltrierbaren Stoffe im Rohwasser zur Adsorption. In Abhängigkeit dieser Größen wurde die Zugabemenge an Aktivkohle variiert.

Grundlage dieser hier betrachteten Verfahren ist die

1. Referenz: „klassische“ Adsorptionsstufe

wie sie z.B. auf der Kläranlage Mannheim als Teilstrombehandlung oder der Kläranlage Kressbronn realisiert wurde. Obwohl diese Technik aus diversen Gründen für Neuss Ost nicht in Frage kommt, wird insbesondere der Flächenbedarf einer solchen Anlage analysiert, um als Referenzgröße zu dienen.

Danach werden Adsorptionsverfahren vorgestellt, die auf der Kläranlage Neuss Ost verfahrenstechnisch und konstruktiv angepasst realisiert werden können. Alle Varianten beinhalten eine maximale Beschickung der Adsorptionsstufe bis zum Trockenwetterzufluss. Bei überschreiten dieser Wassermenge wird diese über einen Bypass abgeführt bzw. die Adsorption von Mikroschadstoffen mit Aktivkohle eingestellt. Im Regenwetterfall ist die Mikroschadstoffverunreinigung durch Verdünnung reduziert.

Die Variantentitel beschreiben den Abwasserweg bei Trockenwetter bzw. das wesentliche Verfahrenstechnische Merkmal

2. Variante 1: Ablauf der Nachklärung - PAK Dosierung direkt auf den Filter
3. Variante 2: Ablauf der Nachklärung - PAK Dosierung in neuem Reaktionsraum – Filtration
4. Variante 3: Ablauf der Nachklärung - PAK Dosierung Reaktionsraum und Abscheidung in einem Kombibecken (ACTILO-CARB) – Filtration
5. Variante 4: Ablauf Filtration (Straße 1) - PAK Dosierung Reaktionsraum und Abscheidung in einem Kombibecken (ACTILO-CARB) – Filtration (Straße 2)
6. Variante 4a Ablauf Filtration (Straße 1) - PAK Dosierung Reaktionsraum – Filtration (Straße 2)
7. Variante 5: Filtermaterialaustausch gegen granuliert Aktivkohle (GAK) im Mehrschichtfilter

Die Investitionskosten und Betriebskosten wurden für jede Variante tabellarisch zusammengestellt. Die Ermittlung der Jahreskosten erfolgt nach den Leitlinien zu Durchführung von Kostenvergleichsrechnungen LAWA mit einem realen Zinssatz von  $i = 3,0\%$  und Nutzungsdauern von 30 Jahren für Bautechnik

und 15 Jahren für die eingesetzte Maschinen- und E-Technik über einen Nutzungszeitraum von  $n = 30$  Jahren.

In den Kostenbetrachtungen wurden, um ein unverzehrtes Bild der Kosten zu erhalten, im ersten Schritt keine möglichen Zuschüsse bzw. Förderdarlehn des Landes NRW berücksichtigt.

In einem zweiten Schritt wurden Kostenreduzierungen berücksichtigt, die dauerhaft durch eine Senkung der Abwasserabgabe aufgrund einer deutlichen Absenkung des CSB-Ablaufwertes sowie der Ablaufwerte der Nährstoffparameter begründet ist. Ferner sind die Investitionskosten mit einem Fördersatz von 70% bei der Ermittlung der spezifischen Kosten berücksichtigt worden.

Die spezifischen Behandlungskosten der einzelnen Varianten liegen zwischen 0,04 bis 0,07 €/je m<sup>3</sup> - behandeltes Abwasser bzw. 0,05 bis 0,09 €/je m<sup>3</sup> Frischwasser.

Durch Berücksichtigung der Förderung und Reduzierung der Kosten für die Abwasserabgabe sinken die spezifischen Kosten auf 0,027 bis 0,044 €/je m<sup>3</sup> Frischwasser.

Variante	V 1	V 2	V 3	V 4	V 4a	V 5
	Ablauf der Nachklärung - PAK Dosierung direkt auf den Filter	Ablauf der Nachklärung - PAK Dosierung in neuem Reaktionsraum - Filtration	Ablauf der Nachklärung - PAK Dosierung und Abscheidung in einem Kombibecken (ACTILO-CARB) - Filtration	Ablauf der Nachklärung - Filtration 1. Filterstufe - PAK Dosierung und Abscheidung in einem Kombibecken (ACTILO-CARB) - Filtration 2. Filterstufe	Ablauf der Nachklärung - Filtration 1. Filterstufe - PAK Dosierung in neuem Reaktionsraum - Filtration 2. Filterstufe	Filtermaterial-austausch gegen granuliertes Aktivkohle (GAK) im Mehrschichtfilter
<b>Investitionskosten (netto) mit 70% Förderung</b>	720.000 € 216.000 €	1.250.000 € 375.000 €	4.270.000 € 1.281.000 €	5.170.000 € 1.551.000 €	2.120.000 € 636.000 €	990.000 € 297.000 €
<b>Kapitalkosten mit 70% Förderung</b>	24.774 €/a 5%	37.143 €/a 9%	108.179 €/a 20%	142.332 €/a 26%	52.752 €/a 13%	18.591 €/a 3%
<b>Betriebskosten</b>	452.604 €/a 95%	378.308 €/a 91%	427.637 €/a 80%	406.554 €/a 74%	348.921 €/a 87%	545.310 €/a 97%
<b>Jahreskosten (netto)</b>	477.378 €/a 115%	415.451 €/a 100%	535.816 €/a 129%	548.886 €/a 132%	401.672 €/a 97%	563.901 €/a 136%
<b>Spezifische Jahreskosten</b>	0,045 €/m³	0,039 €/m³	0,050 €/m³	0,051 €/m³	0,037 €/m³	0,053 €/m³
	10.722.240 m³/a					
<b>Abwasserabgabe</b>						
Δ CSB	-15,0 mg/l [mg/l]	-15,0 mg/l [mg/l]	-20,0 mg/l [mg/l]	-20,0 mg/l [mg/l]	-20,0 mg/l [mg/l]	-20,0 mg/l [mg/l]
Schadseinheiten kg CSB pro SE	-160.834 kg/a [kg/a]	-160.834 kg/a [kg/a]	-214.445 kg/a [kg/a]	-214.445 kg/a [kg/a]	-214.445 kg/a [kg/a]	-214.445 kg/a [kg/a]
Δ Stickstoff	0 [mg/l]	0 [mg/l]	-1,0 mg/l [mg/l]	-1,0 mg/l [mg/l]	-1,0 mg/l [mg/l]	0,5 mg/l [mg/l]
Schadseinheiten kg N pro SE	- [kg/a]	- [kg/a]	-10.722 kg/a [kg/a]	-10.722 kg/a [kg/a]	-10.722 kg/a [kg/a]	5.361 kg/a [kg/a]
Σ Schadeinheiten	-3.217 SE	-3.217 SE	-4.718 SE	-4.718 SE	-4.718 SE	-4.074 SE
Minderung der Abwasserabgabe	-115.125 €/a	-115.125 €/a	-168.850 €/a	-168.850 €/a	-168.850 €/a	-145.825 €/a
<b>Jahreskosten (netto) incl. Minderung Abwasserabgabe</b>	362.253 €/a 156%	300.326 €/a 129%	366.966 €/a 158%	380.036 €/a 163%	232.823 €/a 100%	418.077 €/a 180%
<b>Spezifische Jahreskosten</b>	0,034 €/m³	0,028 €/m³	0,034 €/m³	0,035 €/m³	0,022 €/m³	0,039 €/m³
	10.722.240 m³/a					
<b>Anpassung der Abwassergebühren</b>	0,042 €/m³	0,035 €/m³	0,042 €/m³	0,044 €/m³	0,027 €/m³	0,048 €/m³
	8.684.533					

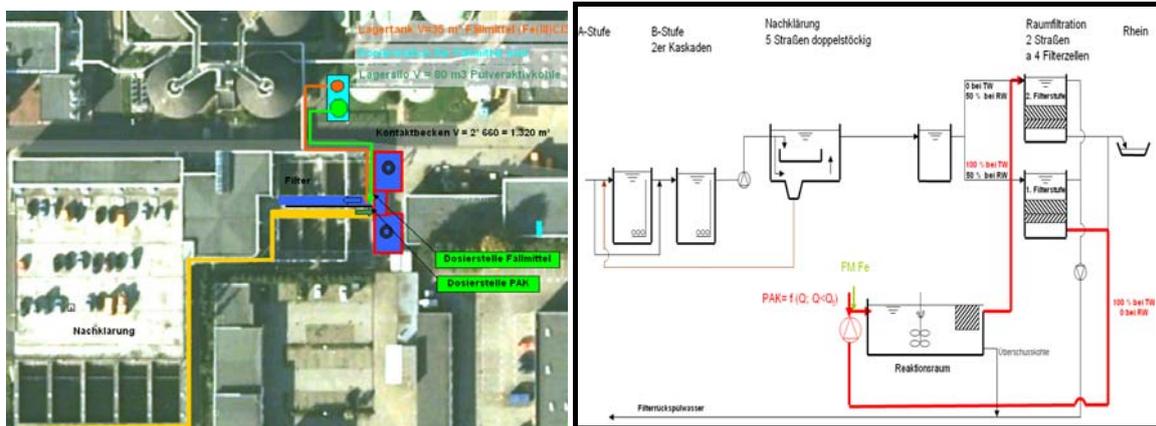
Auf Basis der Kostenermittlungen sowie betrieblicher und baulicher Aspekte wie

- Verbesserung der Reinigungsleistung (CSB, AFS,  $P_{ges}$ )
- Beeinflussung des Filtrationsbetriebs (Belastung der Filterflächen mit zusätzlichen Feststoffen)
- Betriebs- und Wartungsaufwand (insbesondere bei zusätzlichen Aggregaten aber auch Einfluss der Aktivkohle durch Anhaftungen und Reinigungsaufwand)
- Stand der Technik – Wissenschaft (Umsetzung vergleichbarer Referenzanlage bzw. Erfahrungen in unterschiedlichen Pilotprojekten oder Forschungsanlagen mit den vorgestellten Techniken)
- Integration in die KA Neuss Ost (Berücksichtigung der beengte Platzverhältnisse in Neuss Ost, Größe der zu errichtenden Bauwerke).

wurden die unterschiedlichen Verfahren bewertet.

Grundvoraussetzungen zur Anlagenerrichtung sind unabhängig von den Varianten:

1. Die Anlagen werden auf den maximalen Trockenwetterzufluss ausgelegt, d.h. bei Regenwetter wird die Wassermenge, die den Bemessungsfluss übersteigt, im Bypass abgeleitet.
2. Der Einsatz von Ozon zur Spurenstoffelimination scheint aufgrund der hohen Bromat-Werte nicht zielführend zu sein.
3. Aufgrund steigender Preise für Pulveraktivkohle sind die Randbedingungen der Adsorptionsstufe derart zu gestalten, dass möglichst wenige Konkurrenzstoffe, wie z.B. CSB und AFS die Adsorption der Spurenstoffe behindern.
4. Die Ertüchtigung der Nachklärung ist eine Grundvoraussetzung für eine sparsame A-Kohle Nutzung und daher zwingend erforderlich.
5. Aufgrund einer hohen Belastung der Filtration sind die Belastungen des Filters durch zusätzliche Feststoffe gering zu halten.



Als Ergebnis der Ausführungen der Machbarkeitsstudie und damit als Empfehlung wird gegeben, eine Anlage entsprechend der Variante V3, V4a oder V4 zu errichten. Trotz höherer Investitionskosten sind hier die anlagenbetrieblichen Aspekte, insbesondere Betriebssicherheit der Filtration und Einfluss der Adsorption auf die Filtration, am geringsten.