Stadtentwässerung Ludwigsburg

Machbarkeitsstudie zur weitergehenden Behandlung des Ablaufs der Kläranlage Eglosheim -Zusammenfassung-

im März 2020

1 Ausgangssituation

Der Ablauf der Kläranlage Eglosheim wird in den Gründelbach eingeleitet, welcher im Wesentlichen durch diese Einleitung geprägt ist. In seinem weiteren Verlauf hat er wenige weitere Zuläufe und gelangt über mehrere Verdolungen in den Neckar. Im Rahmen eines gewässerökologischen Gutachtens wurden im Jahr 2017 für die Kläranlage Eglosheim Vorschläge neuer Ablaufanforderungen, ausgehend von den Anforderungen der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), formuliert. Die Stadtentwässerung Ludwigsburg (SEL) beauftragte die iat Ingenieurberatung GmbH mit einer Machbarkeitsstudie zur Optimierung der Abwasserbehandlung auf der Kläranlage.

2 Veranlassung und Zielsetzung

Die Kläranlage Ludwigsburg-Eglosheim zeichnet sich durch gute Ablaufwerte für alle Standardparameter aus.

Der Schwerpunkt der künftigen Anforderungen an die Ablaufqualität der Kläranlage ergibt sich aus einem vorliegenden gewässerökologischen Gutachten für den Vorfluter Gründelbach. Die heutigen Ablaufwerte liegen deutlich über den nach Wasserrahmenrichtlinie geforderten Werten für einen guten ökologischen Zustand eines

Gewässers. Es soll daher untersucht werden, wie und mit welchem Aufwand die Kläranlage ertüchtigt werden kann, um sich den geforderten Werten anzunähern.

Folgende Fragestellungen sind von Interesse:

1. Aufzeigen der möglichen Verfahren zur weitergehenden Abwasserreinigung
2. Beleuchten des Platzbedarfs und –angebots, Einbindung in den Bestand
3. Finanzielle Auswirkungen (Investitions- und Betriebskosten)

Die Machbarkeitsstudie soll Lösungen aufzeigen, die aus wasserwirtschaftlicher, betrieblicher und ökonomischer Sicht sinnvoll sind.

3 Grundsätzliche Überlegungen

3.1 Einleitung des Abwassers unterhalb des Monrepos-Sees

Wird nicht als Alternative in Betracht gezogen, da der Gründelbach dadurch im Oberlauf seinen Charakter als Fließgewässer verliert. Des Weiteren sind derzeit bestehende Probleme im Zulaufbereich des Sees bei Starkregenereignissen nicht auf den Ablauf der Kläranlage sondern auf Entlastungsereignisse des Regenüberlaufbeckens (RÜB) Mäurach zurückzuführen. Hier liegen bereits Bestrebungen vor, die Situation zu erfassen und zu verbessern.

3.2 Auflassung der Kläranlage Eglosheim und vollständiger Anschluss an die Kläranlage Hoheneck

Von Vorteil wäre hierbei, dass keine kontinuierliche Beaufschlagung des Gründelbachs mit Abwasser stattfinden würde. Auch würden anstehende Sanierungsmaßnahmen auf der KA Eglosheim entfallen. Eine zentrale Behandlung auf der Kläranlage Hoheneck würde voraussichtlich geringere Kosten für die Abwasserbehandlung verursachen.

Nachteilig wäre der notwendige Ausbau der Druckleitung nach Hoheneck sowie eine wahrscheinlich zu erwartende Verstärkung und Häufung von Entlastungsereignissen an den Regenüberlaufbecken oberhalb der KA Hoheneck. Der Gründelbach würde seinen Charakter als dauerhaftes Fließgewässer verlieren und die negativen Auswirkungen auf das Gewässer bei stoßartigen Einleitungen der Mischwasserbehandlung würden deutlich verstärkt. Daher ist eine Auflassung der Kläranlage nicht als Lösungsansatz geeignet.

3.3 Behandlung bis zu einem definierten maximalen Abwasserteilstrom durch die KA Eglosheim selbst

Hier wird die Behandlung eines Teilstroms in Eglosheim sowie die Ableitung des Überschusses im Zulauf der Kläranlage über die bestehende Druckleitung zur Kläranlage Hoheneck betrachtet.

Die Kläranlage könnte in einem „optimalen Bereich“ betrieben werden, wodurch eine Verbesserung der Ablauf- und damit auch der Gewässerqualität zu erwarten ist. Die weitergehende Abwasserbehandlung könnte auf Grund der geringeren sowie vergleichmäßigten Abwassermenge kleiner dimensioniert und optimal betrieben werden. Der Gründelbach bleibt bei einer Vergleichmäßigung der Beaufschlagung durch die Kläranlage als vollwertiges Fließgewässer erhalten.

4 Spurenstoffe

Das kommunale Abwasser enthält **eine Vielzahl von Stoffen**, die bei der üblichen Abwasserreinigung nicht vollständig entnommen werden können.

Diese **im Kläranlagenablauf noch feststellbaren synthetischen, organischen Spurenstoffe**, mit nur sehr geringen Konzentrationen im Bereich von Nanogramm bis Mikrogramm pro Liter gewinnen auch bei der Trinkwasseraufbereitung zunehmend an Bedeutung.

Zu den Spurenstoffen zählen beispielsweise:

- **Konsumentenprodukte** (z.B. Duftstoffe, Inhaltsstoffe aus Reinigungsmitteln)
- **Arzneimittelwirkstoffe** (z.B. Antibiotika, Psychopharmaka, Schmerzmittel)
- **Hormone** (z.B. Anti-Baby-Pille),
- Restbelastungen aus **medizinischen** Untersuchungen (z.B. Röntgenkontrastmittel)
- Stoffe aus **industriellen** Anwendungen (z.B. Weichmacher)

Das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg hat im November 2018 ein Arbeitspapier zur Spurenstoffelimination auf kommunalen Kläranlagen herausgegeben. Das Land will den Ausbau der Kläranlagen mit einer Spurenstoffelimination aus Vorsorgegründen auf konsensorientierter Basis voranbringen. Hierbei wird nach fachlichen Kriterien eine Priorisierung des Ausbaus konkretisiert.

5 Übersicht der Verfahren zur Spurenstoffelimination

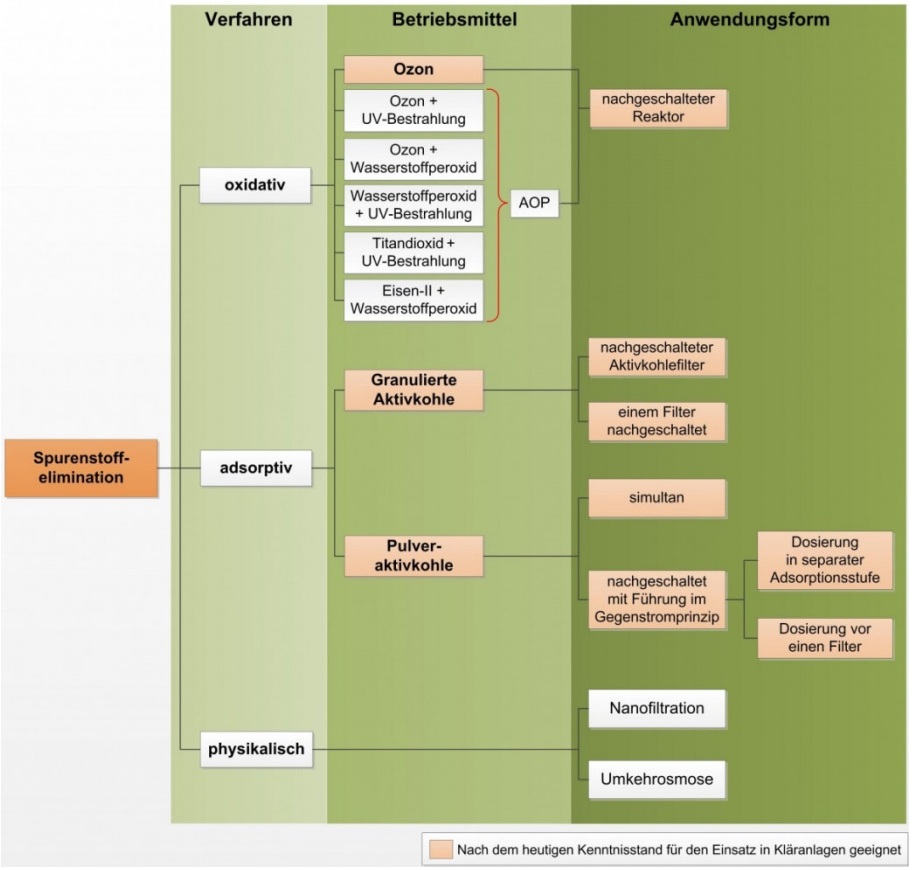


Abbildung 1: **Verfahren zur Spurenstoffelimination**
(Homepage des KomS-BW, http://koms-bw.de/technologien/spurenstoff-entfernung/, aufgerufen am 15.01.2019)

In der Abbildung sind **Verfahren zur Entfernung von Spurenstoffen** aufgezeigt, **Verfahrenskombinationen** sind denkbar.

5.1 Ozonbehandlung

Die Ozonbehandlung basiert auf oxidativen Prozessen. Diese Oxidation ist sehr selektiv und betrifft nur wenige Substanzen. Bei der Ozonbehandlung reagiert das Ozon mit Wasser sowie manchen Stoffen im Abwasser und es kommt teilweise zum Zerfall von Ozon und Wasser zu Hydroxylradikalen und zur Bildung organischer Radikale. Diese Radikale reagieren mittels radikalischer Kettenreaktion unspezifischer mit den Abwasserinhaltstoffen als Ozon. Das Abwasser wird anschließend einer biologischen Nachbehandlung zugeführt, um entstandene Transformationsprodukte sicher umzuwandeln oder abzubauen.

5.2 Pulveraktivkohle-Simultandosierung

Bei der simultanen Anwendung wird die Pulveraktivkohle (PAK) direkt in das bestehende Belebungsbecken gegeben. Hierbei dient das Belebungsbecken als Kontaktbecken für die Aktivkohle und die Abwasserinhaltsstoffe. Obwohl die Entfernung der Kohle anschließend in der Sedimentation stattfindet sollte zur Gewährleistung des Pulverkohlerückhalts nach der Nachklärung ein Filter nachgeschaltet werden.

5.3 Nachgeschaltete Pulveraktivkohle-Dosierung in einer Adsorptionsstufe

Das Verfahren besteht üblicherweise aus einem oder mehreren Kontaktbecken mit Pulverkohledosierung und anschließender Sedimentation mit interner Rückführung der Pulverkohle in den Kontaktreaktor. Der durch die kontinuierliche Dosierung bedingte Überschussschlamm wird in das Belebungsbecken geführt. Dort wird die noch verbliebene Adsorptionskapazität der Aktivkohle weiter ausgenutzt. Auch bei diesem Verfahren wird üblicherweise eine Filtration nachgeschaltet.

5.4 Nachgeschaltete PAK-Dosierung in den Überstauraum eines Filters

Hierbei wird der Überstauraum des Filters als Kontaktbereich genutzt. Die Kohle wird im Betrieb in das Filterbett eingelagert, wodurch die Kontaktrate mit Abwasserinhaltsstoffen wieder erhöht wird. Durch die Filterrückspülung wird die Kohle aus dem Filterbett ausgespült und gelangt mit dem Spülabwasser in die Belebungsstufe in welcher es zu einer weiteren Ausnutzung der Aktivkohle kommt.

5.5 Einsatz granulierter Aktivkohle in Festbettadsorbern

Hier ist die Kohle in einem festen Bett gelagert, welches vom Abwasser durchströmt wird. Um ein Verdecken der Adsorptionsfläche durch Partikel zu verhindern, wird üblicherweise eine Filtration vorgeschaltet. Der Adsorber muss dennoch regelmäßig rückgespült werden. Die ausgetauschte und beladene Kornkohle übernimmt der Hersteller, regeneriert diese und bietet sie als „Recycled Carbon“ wieder am Markt an.

5.6 Einsatz granulierter Aktivkohle in Filtern

Hier werden der Sand sowie die Stützschicht durch granulierte Aktivkohle ersetzt. Der Kornkohlefilter ist auch zur Feststoffabtrennung geeignet. Dies führt jedoch zu entsprechend höheren Druckverlusten und somit zu häufigeren Rückspülintervallen. Daher ist eine Vorfiltration des Abwassers sinnvoll. Auch bei diesem Verfahren wird

die beladene Aktivkohle vom Hersteller ausgetauscht, recycelt und anschließend wieder verkauft.

6 Übersicht der Verfahren zum Feststoffrückhalt / biologische Nachbehandlung ozonierten Abwassers

6.1 Sandfiltration

Schnellsandfilter sind Stand der Technik und über ihre Leistungsfähigkeit liegen jahrzehntelange Erfahrungen aus großtechnischen Anlagen vor.

Ebenfalls zur Feststoffentnahme und Phosphorelimination sind **kontinuierlich gespülte Sandfilter** geeignet. Im Wesentlichen unterscheiden sie sich von den Schnellsandfiltern durch den kontinuierlichen Betrieb. Dabei wird das Abwasser von unten in den Filterraum eingebracht und steigt durch den Sand nach oben zum außen liegenden Ablauf.

6.2 Mikrosiebe und Polstofffilter

Bei den **Mikrosieben** (Trommelfilter oder Scheibenfilter) durchfließt das zu reinigende Abwasser ein Gewebe mit geringer Porenweite. Das Abwasser strömt dabei mit geringem Druckverlust durch die metallischen Filtergewebe, welche enthaltene Partikel zurückhalten. Zur Reinigung des Filtergewebes wird eine Reinigungseinheit mit Spüldüsen betrieben. Der Filtrationsprozess wird hierbei nicht unterbrochen.

Bei den sogenannten **Polstofffiltern** kommt anstelle eines Filtergewebes aus Metall ein Tuch zum Einsatz.

7 Standortüberlegungen

Im Bereich der Erweiterungsfläche für ein Nachklärbecken liegt ein möglicher Standort für eine kompakte zusätzliche Behandlungsstufe.

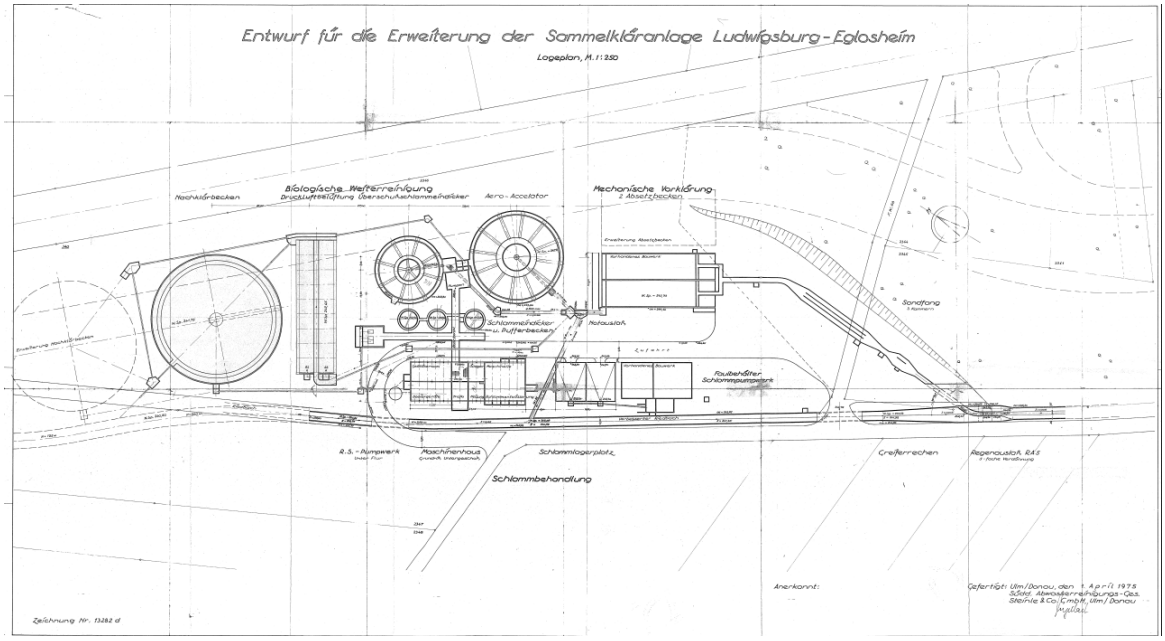


Abbildung 2: **Übersichtslageplan der Kläranlage Eglosheim**

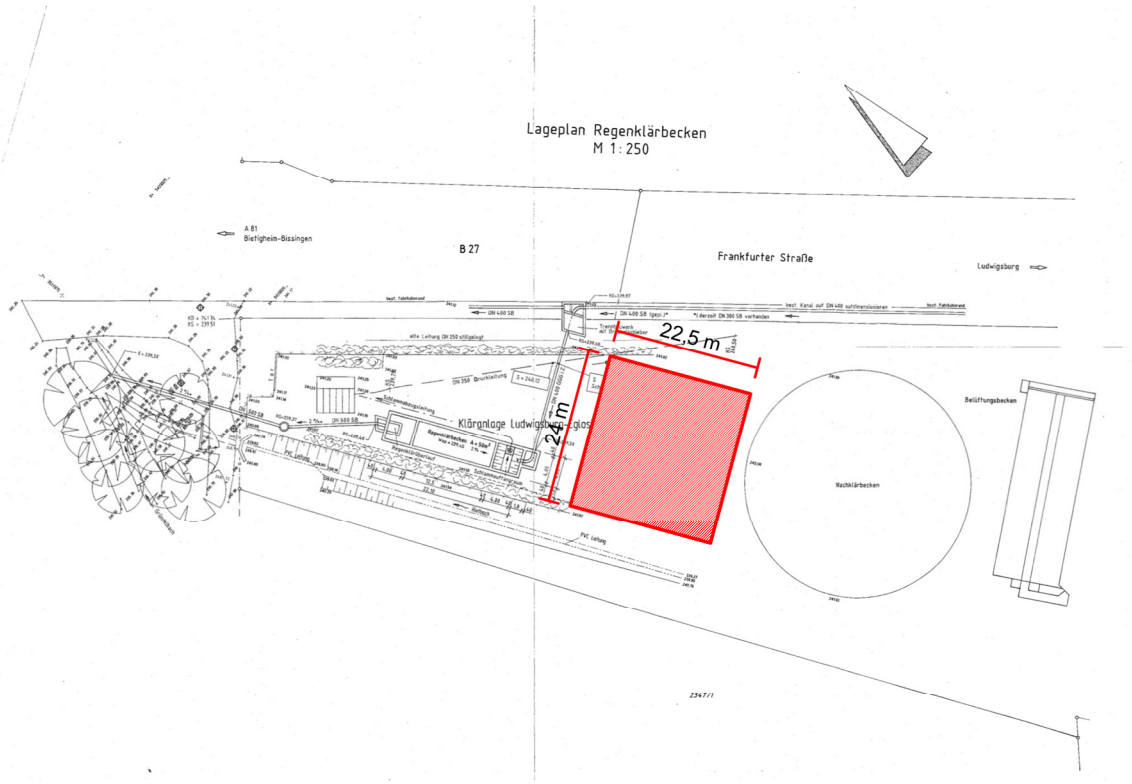


Abbildung 3: **Planübersicht des möglichen Baugeländes**

8 Varianten einer 4. Reinigungsstufe

Variante 1: Direktdosierung von Pulveraktivkohle in die Biologie und Scheibenfilter

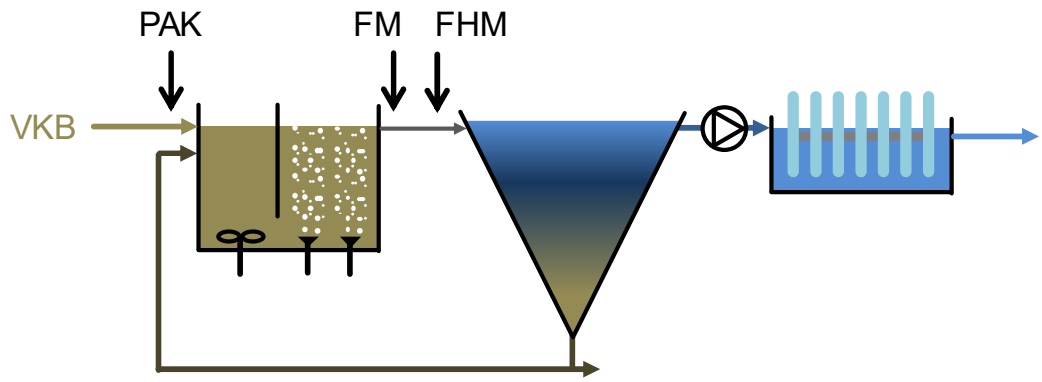


Abbildung 4: **Pulveraktivkohle simultan in die Belebung dosiert und Scheibenfilter**

Variante 2: Pulveraktivkohle in einer Adsorptionsstufe und Scheibenfilter

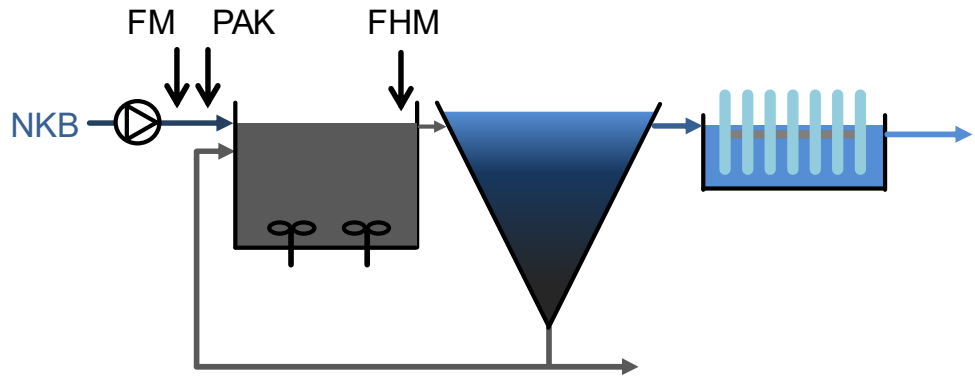


Abbildung 5: **Pulveraktivkohle in einer Adsorptionsstufe und Scheibenfilter**

Variante 3: Pulveraktivkohle in den Überstauraum einer Schnellsandfiltration

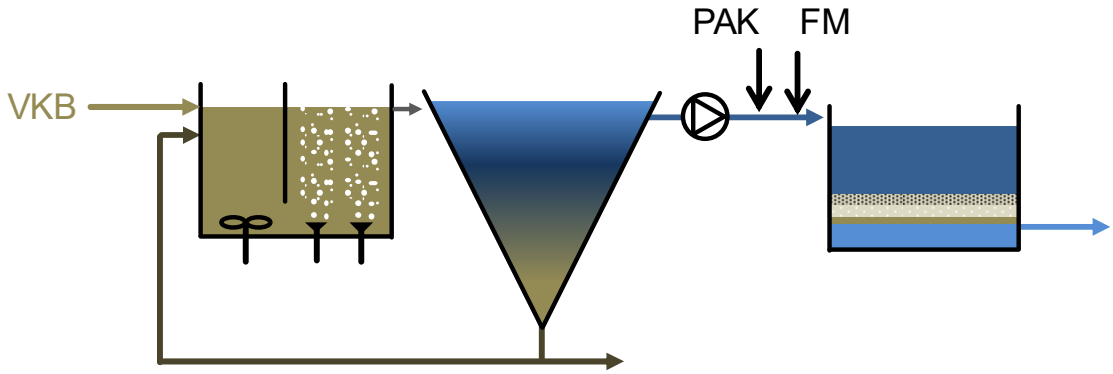


Abbildung 6: **Pulveraktivkohle in den Überstauraum eines Schnellsandfilter**

Variante 4: Granulierte Aktivkohle in Festbettadsorbern und vorgeschaltete Scheibenfilter

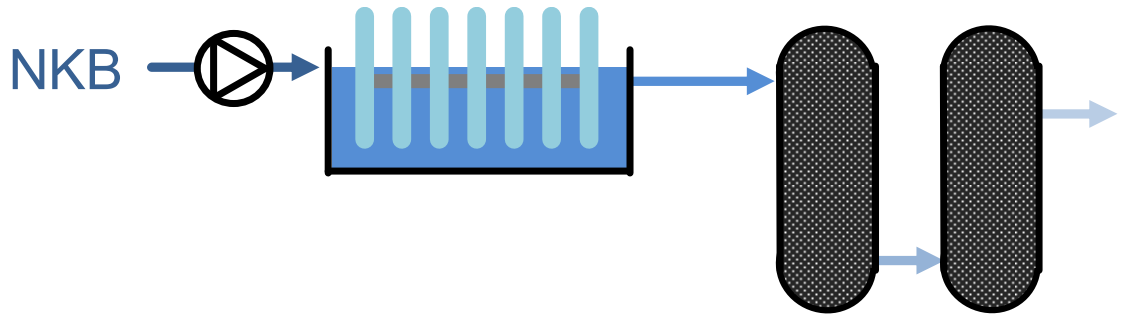


Abbildung 7: **Granulierte Aktivkohle in Festbettadsorbern und vorgeschaltete Scheibenfilter**

Variante 5: Ozon und kontinuierlich gespülte Filter

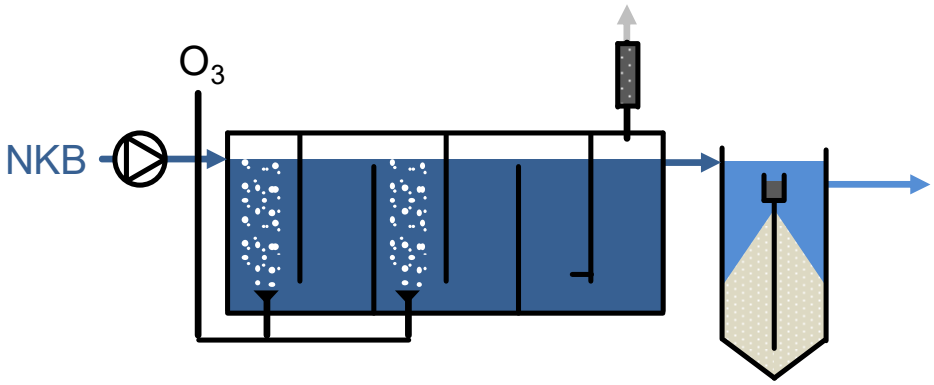


Abbildung 8: **Ozon und kontinuierlich gespülte Filter**

Variante 6: Ozon und granulierte Aktivkohle in kontinuierlich gespülten Filtern

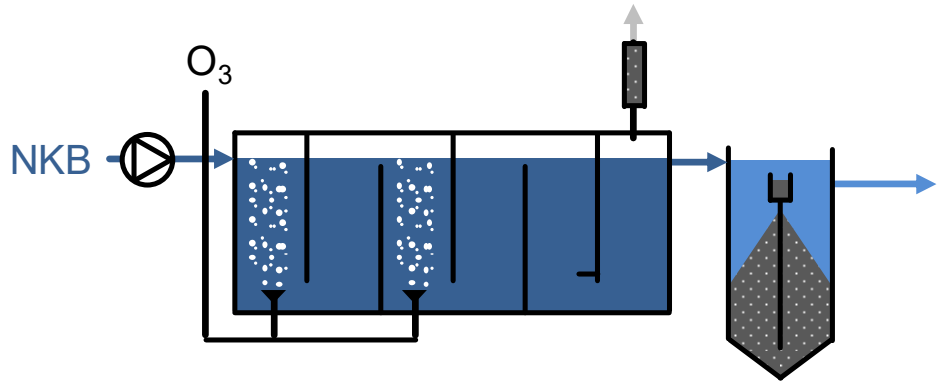


Abbildung 9: **Ozon und granulierte Aktivkohle in kontinuierlich gespülten Filter**

Kostenübersicht unter Berücksichtigung einer Förderung

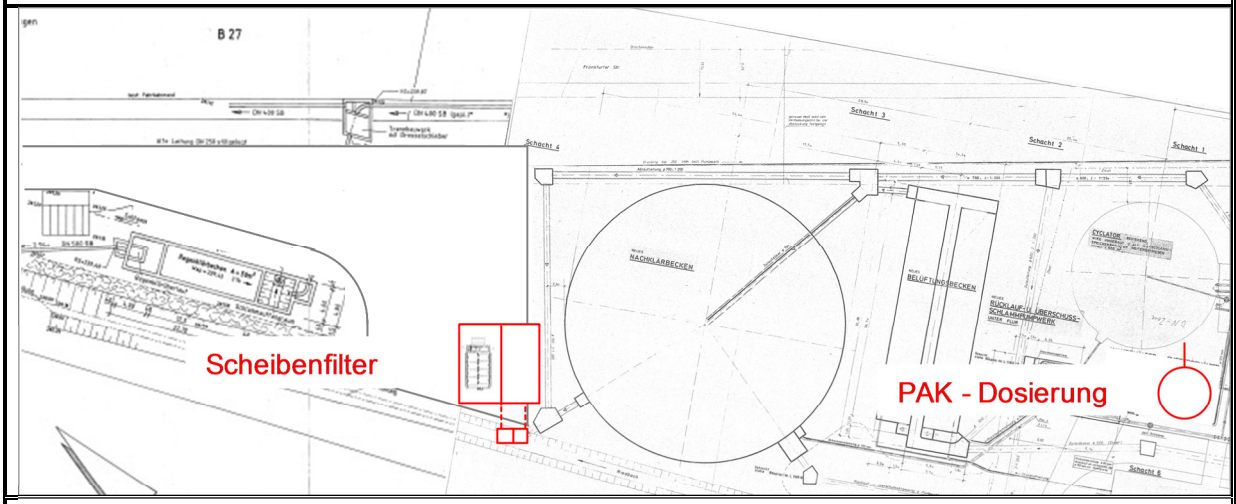
Variante		Investitions-summe	Jahres-kosten*
1	Direktdosierung von Pulveraktivkohle in die Biologie und Scheibenfilter	2.876.587 €	397.789 €/a
2	Pulveraktivkohle in einer Adsorptionsstufe und Scheibenfilter	3.699.056 €	404.468 €/a
3	Pulveraktivkohle in den Überstauraum einer Schnellsandfiltration	3.493.096 €	440.843 €/a
4	Granulierte Aktivkohle in Festbettadsorbern und Scheibenfilter	3.814.694 €	413.756 €/a
5	Ozon und kontinuierlich gespülte Filter	3.359.668 €	365.193 €/a
6	Ozon und granulierte Aktivkohle in kontinuierlich gespülten Filtern	3.701.793 €	397.232 €/a

*hochgerechnet auf 30 Jahre

9 Empfehlung

Aufgrund höherer Kosten der Varianten 3 und 4 sowie des zu großen Platzbedarfs der Variante 2 werden diese in der nachfolgenden Empfehlung nicht diskutiert.

Variante 1



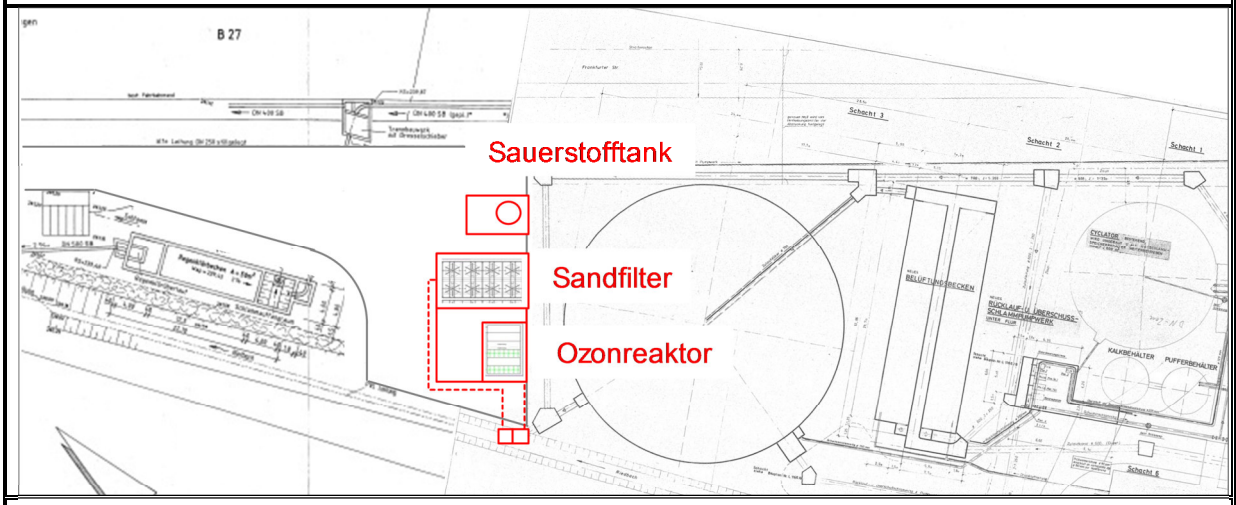
Vorteile

- Geringer Flächenbedarf
- Geringer Strombedarf
- Geringe Sofort-Investitionskosten
- Variabler Betriebsmitteleinsatz
- Einsatz einer Filtration im Vollstrom (gute Eignung zur Phosphorelimination)

Nachteile

- Abhängigkeit vom Weltmarktpreis
- Schwankende Qualität des Betriebsmittels
- Erhöhung des Schlammanfalls durch PAK-Dosierung
- Auswirkung auf Kläranlage Hoheneck möglich
- Betreuungsintensiv, da sehr komplexe PAK-Dosierung

Variante 5



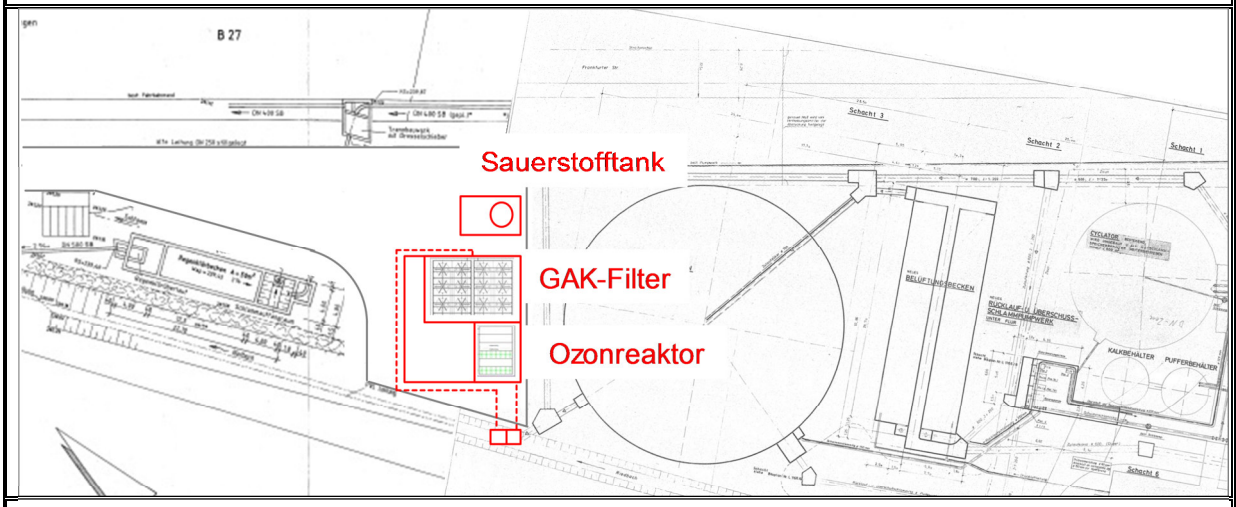
Vorteile

- Geringe Betriebsmittelkosten
- Geringer Primärenergieverbrauch
- Sehr variabler Betriebsmitteleinsatz
- Kein zusätzlicher Schlammanfall

Nachteile

- Hoher Strombedarf
- Gesundheitsgefahr durch Ozongas bei Havarie
- Wartung (ca. jährlich) durch speziell geschultes oder externes Personal
- Bildung von Bromat möglich (abhängig von Indirekteinleitungen und spezifischer Bildungsrate)
- Bildung von ungewünschten Transformationsprodukten möglich

Variante 6



Vorteile

- Sehr variabler Betriebsmitteleinsatz
- Kein zusätzlicher Schlammanfall
- Verfahrenskombination mit sehr guten Eliminationseigenschaften
- nach heutigem Kenntnisstand zukunftssicher bzgl. Spurenstoffen

Nachteile

- Gesundheitsgefahr durch Ozongas bei Havarie
- Wartung (ca. jährlich) durch speziell geschultes oder externes Personal
- Bildung von Bromat möglich (abhängig von Indirekteinleitungen und spezifischer Bildungsrate)
- Bildung von ungewünschten Transformationsprodukten möglich
- Erhöhte Korrosionsgefahr durch Kontakt mit Aktivkohle-Wassergemisch
- Schwankende Qualität eines Betriebsmittels möglich

Zur Anwendung einer Ozonierung bedarf es vorab einer Untersuchung des Abwassers auf Vorkommen und Konzentration von Bromid sowie die Bromatbildungsrate.

Unter Abwägung der Aspekte Flächenverfügbarkeit vor Ort, Entwicklungspotential auf längere Sicht, Behandlung des in Eglosheim behandelten -und damit dem Gründelbach zugeführten- Abwassers im Vollstrom, Stromverbrauch und, nicht zuletzt, der Kosten soll die Variante 1, die Direktdosierung von Pulveraktivkohle in die Biologie mit nachgeschalteter Scheibenfiltration, im Rahmen einer Entwurfsplanung weiter verfolgt werden.