

Magistratsvorlage

Wissenschaftsstadt
Darmstadt



Eingang Magistrats- geschäftsstelle: 31.07.2024	an den Magistrat ☐ zur Kenntnis ☒ zur Beschlussfassung	Beteiligt vor Magistratsbeschlussfassung: Dezernat IV
Dezernat VI Amt: Mobilitäts- und Tiefbauamt	an die Stadtverordnetenversammlung ☐ OBW zur Befassung ☐ zur Kenntnis ☒ zur Beschlussfassung ☐ zur abschließenden Beschluss- fassung Fachausschuss Behandlung in Ja Nein öffentl. Sitzung ☒ ☐	☐ OBW bei abschl. Beschlussfassung Magistrat
Verteiler:	Ja Nein Internetfähig ☒ ☐	Vorlage-Nr. 2024/0220 Magistratsbeschluss-Nr.
Produkt-Nr.: 538020 Kostenstelle: 066-140-1000 Kostenträger: 5380-21 Investitionsnummer: - Sachkonto: 5110120 / 5110130		

Betreff: Erweiterung Zentralkläwerk Darmstadt um Phosphor- und Spurenstoffelimination
- Machbarkeitsstudie 4. Reinigungsstufe Zentralkläwerk -

Vorlage vom: 12.07.2024

Beschlussvorschlag:

1. Der Bericht zur Machbarkeitsstudie einer 4. Reinigungsstufe des Zentralkläwerks Darmstadt wird zur Kenntnis genommen.
2. Vor-, Entwurfs- und Genehmigungsplanung zur 4. Reinigungsstufe sind weiter zu betreiben.
3. Den weiteren Planungen ist die Variante 1 mit Zwischenhebewerk, Tuchfiltration, Ozonierung und Aktivkohlefilter zu Grunde zu legen.
4. Um zukünftig die Verwendung von gereinigtem Abwasser als Bewässerungswasser für den Boden- und Beregnungsverband Weiterstadt wieder aufnehmen zu können, sind die Voraussetzungen für den Einbau einer Desinfektion mittels UV-Bestrahlung zu schaffen.

5. Vordringlich ist die Planung und Realisierung der weitergehenden Phosphorelimination schnellstmöglich umzusetzen (Tuchfilteranlage mit Zwischenhebewerk und Leitungsverbindungen).
6. Nach Magistratsbeschluss kann Entega Abwasserreinigung GmbH & Co. KG die europaweite Ausschreibung der Planungsleistungen vorbereiten.
7. Die Planungskosten werden von der Entega Abwasserreinigung GmbH & Co. KG getragen und stehen dort zur Verfügung. Im Vollzug des Abwasserreinigungsvertrages von 1988 übernimmt die Wissenschaftsstadt Darmstadt unter Berücksichtigung der Landesförderung diese Kosten.

Anlagen: Anlage 1 Machbarkeitsstudie ZKW Auszüge
Anlage 2 Lagepläne
Anlage 3 ZKW Zeitplan Phosphorelimination
Anlage 4 Brauchwassernutzung Ablauf ZKW Zusammenfassung

Datenschutzrelevante Anlage: ☐

Folgekosten: ☒ Ja ☐ Nein

Zusätzlich für alle Vorlagen aus dem Bereich des Hochbaus anzugeben:

Klimarelevanz des Vorhabens:

Auswirkungen auf Stadtklima:	☐ ja	☐ nein
Auswirkungen auf THG-Emissionen:	☐ gering ¹⁾	☐ mittel/groß ²⁾
Beteiligung Amt f. Klimaschutz & Klimaanpassung:	☐ ja	☐ nein

Zusätzlich bei Beschlüssen zur Baufreigabe:

Wurden Optimierungspotentiale ausgeschöpft?	☐ ja	☐ nein
Falls nein, Kompensationsmaßnahmen festgelegt?	☐ ja	☐ nein

1) bis 10 Tonnen Kohlendioxid-Äquivalente (CO_{2e}) pro Jahr, 2) über 10 Tonnen CO_{2e} pro Jahr.

Beschluss des Magistrats vom

Begründung zur Magistratsvorlage vom 12.07.2024

1. Vorgaben aus der Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie für das Zentralklärwerk Darmstadt

Die Grundwasservorkommen des Hessischen Rieds versorgen zu wesentlichen Teilen das Rhein-Main-Gebiet mit Trinkwasser. Sowohl die Grundwasservorkommen als auch die Oberflächengewässer im Hessischen Ried unterliegen daher gemäß dem Bewirtschaftungsplan Hessen 2021-2027 zur Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie einem besonderen Schutzbedürfnis. In dem Maßnahmenprogramm Hessen 2015-2021 und dem Folgeprogramm 2021-2027 werden daher u.a. erhöhte Anforderungen an die Phosphor-elimination der Klärwerke in diesem Gebiet gestellt. Bezogen auf das Zentralklärwerk Darmstadt werden als Zielvorgaben Gesamtphosphoreinleitungen stark begrenzt:

Überwachungswert Gesamtposphor in der 2-Stunden-Mischprobe	0,40 mg/l
Betrieblicher Monatsmittelwert Gesamtposphor	0,20 mg/l

Diese Zielwerte werden bereits seit Jahren von der Oberen Wasserbehörde beim Regierungspräsidium Darmstadt eingefordert.

Durch fortlaufende Optimierungen, insbesondere durch eine gesteuerte Zweipunkt-Phosphorfällung und Optimierungen an den Nachklärbecken konnte die Entega Abwasserreinigung GmbH & Co. KG als Betreiberin der Darmstädter Kläranlagen die Voraussetzungen schaffen, dass die Wissenschaftsstadt Darmstadt, Mobilitäts- und Tiefbauamt insbesondere den Überwachungswert Gesamtposphor von 2,0 mg/l sukzessive über 1,6 mg/l, 1,0 mg/l, 0,6 mg/l auf zuletzt 0,48 mg/l freiwillig heraberklären konnte. Die Werte wurden jeweils gesichert eingehalten. Beim neu eingeführten betrieblichen Monatsmittelwert Gesamtposphor konnten zunächst 0,30 mg/l und seit Januar 2024 auch 0,25 mg/l als Maximalwerte von der Wissenschaftsstadt Darmstadt erklärt und von der Entega Abwasserreinigung GmbH & Co. KG eingehalten werden.

Mit den bestehenden Anlagen des Zentralklärwerks lassen sich die Maximalkonzentrationen für Gesamtposphor nicht noch weiter absenken und gesichert einhalten. Erst nach Verwirklichung einer weitergehenden Phosphorelimination (Tuchfiltrationsstufe) wird dies möglich sein.

Das Regierungspräsidium Darmstadt erlies am 28.11.2023 einen Änderungsbescheid zur Einleitungserlaubnis des Zentralklärwerks Darmstadt, in dem die Einhaltung der beiden Zielwerte des Gesamtposphors bis spätestens 31.12.2027 festgelegt wurde. Allerdings ist zur Einhaltung des betrieblichen Monatsmittelwerts Gesamtposphor von 0,20 mg/l eine Tuchfiltrationsstufe erforderlich, die bei wirtschaftlicher Vorgehensweise frühestens zum 31.12.2030 in Betrieb genommen werden kann. In einem gemeinsamen Vergleichsvorschlag ist eine Änderung der Einleitungserlaubnis vorgesehen, mit dem die Einhaltung des betrieblichen Monatsmittelwertes Gesamtposphor von 0,20 mg/l auf die voraussichtliche Inbetriebnahme der Tuchfiltration abgestimmt wird.

2. Machbarkeitsstudie zur 4. Reinigungsstufe des Zentralklärwerks Darmstadt

Bereits am 16. März 2019 wurde von der Wissenschaftsstadt Darmstadt ein Förderantrag für die Machbarkeitsstudie einer 4. Reinigungsstufe des Zentralklärwerkes Darmstadt gestellt, der aufgrund intensiver Prüfung und vielfältiger Änderungswünsche seitens der Obersten Wasserbehörde (Hessisches Umweltministerium) erst am 20. Mai 2022 bewilligt wurde.

Mit der Erstellung der Studie beauftragte Entega Abwasserreinigung GmbH & Co. KG nach einem Ausschreibungsverfahren Weber Ingenieure GmbH, Darmstadt bzw. Hessenwasser GmbH, Darmstadt für das Spurenstoffscreening auf dem Zentralklärwerk.

Die Machbarkeitsstudie kommt zu dem Ergebnis, dass eine 4. Reinigungsstufe auf dem Gelände des Zentralklärwerks möglich ist.

Als Verfahrensstufen sind zunächst unabhängig von der eigentlichen Spurenstoffelimination erforderlich:

- Zwischenhebewerk, um den Gesamtabfluss der Nachklärung zu heben und damit die hydraulischen Voraussetzungen für die nachfolgenden Verfahrensschritte zu schaffen
- Tuchfiltration, um mittels feinmaschiger Tücher möglichst viele im Gesamtabfluss noch vorhandenen Mikroverunreinigungen abzufiltern und in die biologische Klärwerksstufe zur weiteren Behandlung zurückzuführen.

Mittels der Tuchfiltration wird u.a. partikulär gebundener Phosphor aus dem Abwasser entfernt und somit die Voraussetzungen für die oben erwähnten weitergehenden Anforderungen an die Phosphorelimination erfüllt. Daneben ist sie eine essentielle Vorstufe für die Elimination von Spurenstoffen.

Für die eigentliche Spurenstoffelimination können grundsätzlich 3 unterschiedliche Verfahren eingesetzt werden:

- Variante 1: Ozonung mit nachgeschalteter Aktivkohlefiltration
- Variante 2: Pulveraktivkohle-Kontaktverfahren
- Variante 3: Aktivkohlefiltration

Variante 1: Ozonung mit nachgeschalteter Aktivkohlefiltration

Das nötige Ozon wird vor Ort aus technischem Sauerstoff oder aus trockener sauerstoffangereicherter Luft produziert und in Kammern des Ozonreaktors dem Abwasser zu dosiert.

Der nachgeschaltete Aktivkohlefilter (Granulierte Aktivkohle - GAK) stellt die biologisch aktive Nachbehandlung des ozonierten Abwassers dar. In ihm werden zuvor nicht biologisch behandelbare Verbindungen, die durch das Ozon aufgeschlossen wurden, biologisch abgebaut.

Variante 2: Pulveraktivkohle-Kontaktverfahren

An die in das Abwasser eingebrachte pulverförmige Aktivkohle (PAK) lagern sich adsorbierbare Mikroverunreinigungen an. Nach der Herausnahme aus dem Abwasser wird die Aktivkohle in die Belebung eingebracht und letztlich über die Nachklärung entnommen und der Klärschlammbehandlung und -verbrennung zugeführt.

Variante 3: Aktivkohlefiltration

Körnige oder granulierte Aktivkohle (GAK) wird in Druck- bzw. Gravitationsfiltern aus Edelstahl oder Beton örtlich fixiert (Festbettreaktor) und vom Abwasser durchströmt. Adsorbierbare Mikroverunreinigungen lagern sich an. Wenn die Beladungskapazität der Aktivkohle erschöpft ist muss sie durch frische, nicht beladene Aktivkohle ausgetauscht werden. Beladene Aktivkohle kann in der Regel thermisch regeneriert werden.

Als Qualitätsanforderung an das mit einer 4. Reinigungsstufe behandelte Abwasser wurden vom HMUKLV 18 Leitsubstanzen vorgegeben, die zu mindestens 80 % eliminiert werden müssen (arithmetischer Mittelwert aller Leitsubstanzen).

Für alle drei Verfahrenstechniken ist ein ausreichender Behandlungserfolg zu erwarten. Allerdings können mit aktivkohlebasierten Verfahren nur 16 von 18 Leitsubstanzen gut bis sehr gut eliminiert werden. Mit einer Kombination von Aktivkohleverfahren mit Ozonierung (Variante 1) lassen sich bessere Eliminationsraten erreichen, da die beiden Verfahren unterschiedlich gut auf die verschiedenen Stoffgruppen wirken und somit sich die beiden Verfahren sehr gut ergänzen.

Ergebnisse der Kostenschätzungen

	Variante 1 Ozonung + GAK-Filtration	Variante 2 PAK-Filtration	Variante 3 GAK-Filtration
Investitionskosten (brutto incl. 30 % Unvorhergesehenes)	34.600.000 €	24.000.000 €	25.100.000 €
Betriebskosten (brutto)	1.440.000 €/a	1.250.000 €/a	1.060.000 €/a
Jahreskosten (brutto)	3.740.000 €/a	2.790.000 €/a	2.750.000 €/a
Mengenspezifische Kosten ¹⁾	0,31 €/m ³	0,23 €/m ³	0,23 €/m ³

¹⁾ Finanzierung durch Investitionsförderung des Landes, durch Mittel nach der Herstellerverantwortung für Humanarzneimittel und kosmetische Produkte sowie aus dem Abwassergebührenaufkommen (vgl. Abschnitt 4. Finanzierung)

Außerdem unterscheiden sich die drei Behandlungsmöglichkeiten auch bei betrieblichen Aspekten (Gefährdungen, Komplexität, Betreuungsaufwand, Rückkopplungen mit bestehenden Anlagensystemen) sowie bei Nachhaltigkeitsaspekten (Flächenverbrauch, anfallende Nebenprodukte, zusätzliche Klärschlammmenge, Energieverbrauch).

In einem Variantenvergleich wurden für die einzelnen Kriterien 0 bis 2 Punkte zugeordnet:

- 0 Punkte – kein Vorteil zu erwarten
- 1 Punkt – Vorteil zu erwarten
- 2 Punkte – deutlicher Vorteil zu erwarten

Die Wertungen der einzelnen Aspektgruppen wurden gewichtet.

Der Variantenvergleich berücksichtigt neben den oben genannten betrieblichen Aspekten und Nachhaltigkeitsaspekten auch die unterschiedlichen Zielerreichungsgrade sowie die Kostensituation.

Zusammenfassender Variantenvergleich

	Variante 1 Ozonung + GAK-Filtration	Variante 2 PAK-Filtration	Variante 3 GAK-Filtration
Reinigungseffekt (50 %)	2,0	1,0	1,0
Betriebliche Aspekte (20 %)	0,7	0,7	1,3
Nachhaltigkeit (15 %)	1,0	0,8	1,8
Jahreskosten / Ökonomie (15%)	0,0	1,0	2,0
Gesamtbewertung mit o.g. Wichtungen	1,3	0,9	1,3

Unter Berücksichtigung all dieser Aspekte einschließlich der in die Bewertung eingeflossenen Kosten ergibt sich eine Gleichrangigkeit zwischen der Variante 1 (Ozonung mit Filtration über granulierter Aktivkohle) und Variante 3 (Filtration über granulierte Aktivkohle).

Zur Umsetzung wird Variante 1 (Ozonung mit Filtration über granulierter Aktivkohle) empfohlen. Insbesondere wegen den deutlich besseren Eliminationsmöglichkeiten und den Anpassungsmöglichkeiten an zukünftige Reinigungsanforderungen ist diese Variante zu bevorzugen. Hinzu kommen die aktuell noch gegebenen Fördermöglichkeiten des Landes Hessens für die Investitionskosten.

Der Abwasserbeirat der Entega Abwasserreinigung GmbH & Co. KG, bestehend aus ausgewiesenen Fachleuten und politischen Vertretenden, rät ebenfalls zur Umsetzung der Variante 1 (Ozonung mit Filtration über granulierter Aktivkohle). Auch seitens der Oberen Wasserbehörde beim Regierungspräsidium Darmstadt wird die Umsetzung dieser Variante begrüßt.

3. Verwendung von gereinigtem Abwasser als Bewässerungswasser

Im Zentralklärwerk Darmstadt werden jährlich ca. 12 Millionen Kubikmeter Abwasser behandelt. Bis ins Jahr 2004 wurden davon bis zu 1 Million Kubikmeter vom Beregnungs- und Bodenverband Weiterstadt zur Frostschtzberegnung und zur Bewässerung von landwirtschaftlichen Flächen verwendet. Im Jahr 2004 wurde diese Nutzung aufgrund von hygienischen Bedenken des Gesundheitsamtes eingestellt. Alle für die Entnahme und Weiterleitung des gereinigten Abwassers benötigten Vorrichtungen des Beregnungs- und Bodenverbandes sind noch vorhanden und können wieder in Betrieb genommen werden: Pumpwerk auf dem Gelände des Zentralklärwerts, Freispiegelkanäle und Zwischenspeicherbecken.

Der Wasserbedarf des Beregnungs- und Bodenverbandes beträgt etwa 400 m³/Stunde und entspricht dem Wasserbedarf des Betriebs in früheren Jahren. Der Kläranlagenablauf liegt bei i.d.R. mindestens 700 m³/Stunde. Die erforderliche Mindesteinleitungsmenge in den Darmbach ist noch mit den Wasserbehörden abzustimmen. Der Beregnungs- und Bodenverband würde wieder jährlich etwa 1 Million Kubikmeter Wasser nutzen.

Auch die Kommunalabwasserrichtlinie der EU verpflichtet die EU-Länder, die Wiederverwendung von Abwasser aus kommunalen Kläranlagen zu fördern, insbesondere in Gebieten mit Wasserknappheit. Die Europäische Kommunalabwasserrichtlinie wurde am 10. April 2024 bereits vom Europäischen Parlament verabschiedet und bedarf nun noch der Zustimmung des EU-Ministerrates sowie der Umsetzung in nationales Recht. Zu den konkreten Ausgestaltungen im deutschen Wasserrecht zur Wiederverwendung von Kläranlagenablaufwasser ist gegenwärtig noch nichts bekannt.

Mit der Inbetriebnahme der 4. Reinigungsstufe wird die Qualität des gereinigten Abwassers erheblich verbessert und das Wasser wird für die landwirtschaftliche Weiternutzung besser vorbereitet:

- Die Tuchfiltration wird zu einer gesichert feststoffarmen Wasserqualität und zu niedrigen Trübungswerten führen (Voraussetzung für eine effiziente Desinfektion).
- Tuch- und Aktivkohlefiltration werden gemeinsam für die Einhaltung sämtlicher für eine landwirtschaftliche Verwendung vorgegebenen anorganischen Parameter sorgen.
- Ozonung und Aktivkohlefiltration werden die geforderte Spurenstoffrückhaltung gewährleisten.
- Die Ozonung sowie die Tuch- und Aktivkohlefiltration erzielen bereits eine Teil-Desinfektion des zu verwendenden Wassers um etwa 4 Zehnerpotenzen, also auf ein Zehntausendstel des Ursprungswertes.

Die verbleibende Keimbelastung wird allerdings immer noch etwa 10fach über den geforderten Grenzwerten liegen. Außerdem ist gemäß DIN 19650 „Bewässerung – Hygienische Belange von Bewässerungswasser“ eine Ozonung alleine nicht zur Desinfektion für die landwirtschaftliche Bewässerung ausreichend.

Als nachgeschaltete Desinfektionsstufe bietet sich auch wegen der durch die 4. Reinigungsstufe sehr niedrigen Trübstoffkonzentrationen eine UV-Desinfektion als effektives Verfahren an. Eine UV-Anlage hat geringe Abmessungen und kann in ohnehin erforderliche Rohrleitungen oder Schächte integriert werden.

Laut Studie betragen die Investitionskosten für die UV-Anlagentechnik ca. 60.000 € und wären vom Beregnungs- und Bodenverband zu tragen. Bei jährlich 1 Million Kubikmeter landwirtschaftlich genutzten Wassers ist von ca. 50.000 €/a Betriebskosten auszugehen, denen Einsparungen von ca. 60.000 €/a gegenüberstehen: 20.000 €/a durch bei der Stadt Darmstadt entfallende Abwasserabgabe und ca. 40.000 €/a entfallende Kosten des Verbandes bei der Förderung von Grundwasser.

Um zukünftig die Verwendung von gereinigtem Abwasser als Bewässerungswasser wieder aufnehmen zu können, sind für den Boden- und Beregnungsverband Weiterstadt die Voraussetzungen für den Einbau einer verbandseigenen Desinfektion mittels UV-Bestrahlung zu schaffen.

4. Finanzierung, Fördermittel und Herstellerbeiträge

Zur Finanzierung der Investitionen stellt das Land Hessen Fördermittel bereit (Richtlinie zur Förderung von Maßnahmen, die der Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie dienen und im Zusammenhang mit der Einleitung von Abwasser stehen). In Abhängigkeit von der kommunalen finanziellen Leistungsfähigkeit und der kommunalen Stellung im Hessischen Finanz- und Lastenausgleich sind gemäß den Förderrichtlinien Investitionsförderungen zu erwarten:

- | | |
|---|-------------|
| · für Maßnahmen zur weitergehenden Phosphorreduzierung
(Zwischenhebewerk und Tuchfiltration) | 40 bis 60 % |
| · für Maßnahmen zur Spurenstoffelimination
(Ozonung und Aktivkohlefiltration) | 60 bis 80 % |

Betriebskosten und Ersatzinvestitionen sind nicht förderfähig.

Mit der Kommunalabwasserrichtlinie der EU (s.o.) wird u.a. auch eine erweiterte Herstellerverantwortung für Humanarzneimittel und kosmetische Mittel eingeführt, um die Kosten für die Entfernung dieser Mikroverunreinigungen aus kommunalem Abwasser zu decken. Mindestens 80 % der Kosten sollen von den Erzeugern getragen werden. Die Auswirkungen dieser noch endgültig auszugestaltenden Regelungen insbesondere auf die Betriebskosten der Darmstädter Spurenstoffelimination sind derzeit noch nicht absehbar.

Alle nicht über Fördermittel oder Mittel nach der Herstellerverantwortung getragenen Kosten sind über den Abwassergebührenhaushalt zu finanzieren. Zur Deckung werden die Schmutzwassergebühr aber auch die Niederschlagswassergebühr für in der 4. Reinigungsstufe behandeltes Niederschlagswasser erhöht werden müssen. Angaben zu den erforderlichen Gebührenerhöhungen lassen sich erst nach Abschluss der Entwurfsplanung mit zugehöriger Kostenberechnung und der Klärung von Fördermittelhöhen und Herstellerfinanzierungsbeiträgen treffen.

5. Weitere Vorgehensweise

Nach Beschluss dieser Magistratsvorlage durch den Magistrat bereitet die Entega Abwasserreinigung GmbH & Co. KG die europaweite Ausschreibung der Planungsleistungen vor. Nach Beschluss der Vorlage durch die Stadtverordnetenversammlung folgen Ausschreibung, Angebotsbewertung und Vergabe der Planungsleistungen Vorentwurfs-, Entwurfs- und Genehmigungsplanung für die 4. Reinigungsstufe. Wegen der gegenseitigen Abhängigkeiten zwischen der weitergehenden Phosphorelimination und der Spurenstoff-elimination ist eine gemeinsame Planung beider Reinigungsprozesse wichtig.

Die Ergebnisse der Entwurfsplanung werden einschließlich der finanziellen Auswirkungen auf die Abwassergebühren Magistrat und Stadtverordnetenversammlung vorgelegt (Bauvorlage).

Vordringlich ist die Planung und Realisierung der weitergehenden Phosphorelimination schnellstmöglich umzusetzen (Tuchfilteranlage mit Zwischenhebewerk und Leitungsverbindungen), da nur mit diesen Anlagen die rechtswirksamen Anforderungen an die Gesamthosphoreinleitungen in den Darmbach zu erfüllen sind.

Die gegenwärtigen Zeitplanungen sind in Anlage 1, Abschnitt 5 (Spurenstoff-Elimination) sowie in Anlage 3 (zeitlich vorzuziehende Tuchfiltration) dokumentiert.

Wesentliche Zwischenschritte sind:

Ende 3. Quartal 2025	Abschluss Vorplanung
Ende 2. Quartal 2026	Abschluss Entwurfsplanung
Ende 4. Quartal 2026	Städtische Beschlussfassungen zur Entwurfsplanung
Ende 4. Quartal 2029	Baubeginn
Ende 4. Quartal 2030	Inbetriebnahme weitergehende Phosphor-Elimination (Tuchfiltration)
Ende 4. Quartal 2031	Inbetriebnahme Spurenstoff-Elimination (Ozonung und Aktivkohle-Filtration)

Dezernat IV

Dezernat VI

i. V. Michael Kolmer
Stadtrat

Paul Georg Wandrey
Stadtrat