

Dezernat C
Tiefbauamt
Manfred Schmickl

Bauverwaltungs- und
Bauordnungsamt
Kämmerei

Bezugsvorlagen:

<i>Beratungsfolge</i>	<i>Geplante Sitzungstermine</i>	<i>Ö / N</i>
Planungsausschuss (Vorberatung)	16.11.2017	Ö
Planungsausschuss (Anhörung)	25.01.2018	N
Gemeinderat (Entscheidung)	30.01.2018	Ö

Abwasserbeseitigung - Bau einer Reinigungsstufe zur gezielten Spurenstoffelimination auf der Kläranlage Mittleres Glemstal

Beschlussvorschlag

- Von der Thematik „Belastung der Fließgewässer – auch der Glems - mit Spurenstoffen“ und der Notwendigkeit der Reduktion der Eintragung dieser Stoffe, herrührend aus den städtischen Abwasseranlagen, wird Kenntnis genommen.
- Einer Realisierung der Maßnahme mit einem Gesamtkostenrahmen von 1.970.000,- EUR/brutto ab 2019 wird zugestimmt.
- Die vom Land in Aussicht gestellte 20%ige Förderung der Maßnahme ist von der Verwaltung im Jahr 2018 zu beantragen.
- Mit den erforderlichen Planungsleistungen nach HOAI wird das Ing.-Büro für Wasser- und Abwassertechnik PW-PLAN, Beethovenstraße 2, D-70195 Stuttgart beauftragt, welches in einer ersten Stufe die Entwurfsplanung zur Erstellung eines Förderantrages erbringt.
Die hierfür anteilig anfallenden Honorarkosten i.H.v. rd. 50.500,- EUR/brutto sind in den Haushaltsplan 2018 als Veränderungen der Verwaltung aufzunehmen.
- Die erforderlichen Investitionsmittel sind in der Finanzplanung 2019 ff. zu berücksichtigen.

Zusammenfassung des Sachverhalts

Mit Vorlage 2017/131 – „Bau der zusätzlichen Nachklärung – Vergabe der Bauleistungen“ – hat das Tiefbauamt angekündigt, unter Zugrundelegung der Eignung des dabei zur Ausführung vorgesehenen Filters zur Spurenstoffelimination über dieses Thema ausführlich im Gremium zu berichten und mögliche Verfahrensarten zu erläutern.

Im Folgenden sollen Grundlagen Motivation und mögliche fachtechnische Maßnahmen zum Ausbau der kommunalen Abwasserinfrastruktur für die Reduktion der Spurenstoffe in Fließgewässern beschrieben und dem Gemeinderat nahe gebracht werden. Aus einer Machbarkeitsstudie des Fachbüros PW-Plan, in dem unter Zugrundelegung der positiven Ergebnisse einer Untersuchung des Kompetenzzentrum Spurenstoffe BW (KOMS) zur Fähigkeit der Kläranlage Mittleres Glemstal zur Spurenstoffelimination, ergab sich eine

Verfahrensempfehlung für eine Pulveraktivkohledirektdosierung in die biologische Stufe und eine auf der Kläranlage Mittleres Glemstal bereits vorhandene - nachgeschaltete Filtration. Danach empfiehlt die Verwaltung dem Gemeinderat die Maßnahmendurchführung zu einem Gesamtkostenrahmen von 1.970.000,- EUR/brutto zu Beginn des Jahres 2019. Um die 20% Landesförderung im Jahr 2018 beantragen zu können, benötigt die Stadt eine Entwurfsplanung, welche durch das Ing.-Büro PW-PLAN zu erstellen und dem zu stellenden Förderantrag zu Grunde zu legen ist.

Im Falle der Zustimmung des Gemeinderats sind dann in den Haushaltsmittelberatungen für den Haushalt 2019 die erforderlichen Mittel in der Finanzplanung für 2019 ff. zu berücksichtigen.

Voraussetzung für den Antrag zur finanziellen Förderung der Maßnahme durch das Land (nach den Förderrichtlinien „Wasserwirtschaft“) ist ein aussagefähiger Entwurf eines anerkannten Fachbüros. Die Kosten für den Entwurf – der auf der o. e. Machbarkeitsstudie gründet, beläuft sich auf ca. 50.500,- EUR/brutto. Die Mittel hierzu sind in den Haushalt 2018 – als Veränderungen der Verwaltung – aufzunehmen.

Der sich aus der Kostenschätzung (anrechenbare Baukosten = 1.380.000,- EUR/netto) heraus ermittelnde, geschätzte Auftragswert für vergütungsfähige Grundleistungen (LP 3-8, örtl. Bauüberwachung, Zuschlag für anteilige Verfahrens- und Prozesstechnik, Umbauszuschlag und Nebenkosten) der HOAI beträgt insgesamt 181.680,86 EUR/netto. Da damit der aktuelle Schwellenwert (209.000,- EUR/netto) zur Anwendung der Bestimmungen der Vergabeverordnung -VgV- i.V.m. dem Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen -GWB- für öffentliche Auftraggeber nicht erreicht oder gar überschritten wird (§ 1 Abs.1 VgV), bedarf es keines VgV-Verfahrens (§ 74 ff. VgV). Die erforderlichen Planungsleistungen können vielmehr im sog. Unterschwellenvergabebereich im Rahmen einer freihändigen Vergabe an ein geeignetes, qualifiziertes Ingenieurbüro – hier: Ing.-Büro PW-PLAN – vergeben werden.

Ziele der Maßnahme

Minderung des Eintrags von Spurenstoffen (Mikroschadstoffen) aus dem Eintragspfad Leonberger Klär- und Abwasserreinigungsanlagen in die Glems.

Sachverhalt/Sachstand

1. Einleitung

Rückstände von Arzneimittelwirkstoffen, Röntgenkontrastmitteln, Biozid-Wirkstoffen, künstlichen Süßstoffen, synthetischen Duftstoffen, Weichmachern, Korrosionsschutz- und Flammenschutzmitteln gelangen zumeist nach ihrem bestimmungsgemäßen Gebrauch mit dem häuslichen Abwasser über kommunale Kläranlagen in die Oberflächengewässer, Pflanzenschutzmittel der Rückstände aus Verbrennungsprozessen werden häufig diffus in die Gewässer eingetragen. Einige sehr stabile Verbindungen überschreiten verbreitet die Umweltqualitätsnorm und werden daher in der WRRL als „ubiquitäre Stoffe“ eingestuft. Die Konzentrationen dieser Stoffe liegen im Gewässer im µg/l bis ng/l-Bereich oder sogar noch darunter. Aufgrund der Heterogenität der Stoffe, deren Eigenschaften und Anwendungsbereiche sind zur Reduktion der Spurenstoffbelastung im Gewässer Maßnahmen auf verschiedenen Ebenen erforderlich.

2. Belastung der Fließgewässer

Ausgehend von der 81. Umweltministerkonferenz hat die BUND/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) den Bericht „Mikroschadstoffe in Gewässern“ (LAWA 2016) erstellt. Betrachtet werden die Stoffgruppen Human- und Tierarzneimittel, Haushalts- und Industriechemikalien, Biozide und Pflanzenschutzmittel. Danach sind Arzneimittelwirkstoffe in abwasserbeeinflussten

Oberflächengewässern überall nachweisbar, insbesondere solche mit hohen Einsatzmengen und mäßiger bis schlechter biologischer Abbaubarkeit. Der Eintrag erfolgt ganzjährig und in einwohnerspezifischen Mengen. Nur für wenige Arzneimittelwirkstoffe ist eine ökotoxikologische Bewertung möglich. Einige Arzneimittelwirkstoffe überschreiten die UQN-Vorschläge (z. B. Diclofenac, Clarithromycin, Sulfamethoxazol, Carbamazepin). Im Längsverlauf von Rhein und Elbe ist für verschiedene Arzneimittelwirkstoffe ein deutlicher Anstieg erkennbar.

Als Fazit der Belastungen ist festzuhalten, dass eine Vielzahl von Spurenstoffen in den Oberflächengewässern nachweisbar ist. Spurenstoffe können in sehr niedrigen Konzentrationen (Mikrogramm/Liter bis Nanogramm/Liter) nachteilige ökotoxikologische Wirkungen ausweisen oder die Trinkwasseraufbereitung beeinträchtigen. Allein wasserwirtschaftliche Maßnahmen sind nicht ausreichend, um den von der Wasserrahmenrichtlinie geforderten ökologischen guten Zustand zu erreichen.

3. Spurenstoffstrategie des Landes Baden-Württemberg

Das Land Baden-Württemberg verfolgt eine Spurenstoffstrategie, die sich zum einen mit dem quellenbezogenen Ansatz zum anderen mit nachgeschalteten technischen Maßnahmen befasst. Das Land Baden-Württemberg möchte den Ausbau von Kläranlagen mit einer Reinigungsstufe zur Spurenstoffelimination weiterhin nach fachlichen Prioritäten und mit einem Förderbonus voranbringen. Derzeit sind 13 Anlagen in Betrieb, weitere Anlagen sind im Bau oder in Planung. Das Kompetenzzentrum Spurenstoffe Baden-Württemberg spielt als Plattform zum Wissens- und Technologietransfer und zur Beratung und Unterstützung der Betreiber, Planer und Behörden beim Ausbau eine wichtige Rolle. Im Bereich Misch- und Regenwasserbehandlung fördert das Land Baden-Württemberg Untersuchungsvorhaben zum Austrag von Spurenstoffen und zur Verringerung des Gesamteintrags von Schadstoffen in die Gewässer. Durch die Erfassung des Entlastungsverhaltens von Regenüberlaufbecken sollen Erkenntnisse über den Betrieb der Becken gewonnen, das Gesamtsystem optimiert und der Schadstoffeintrag verringert werden.

4. Zusätzliche Reinigungsstufe zur Spurenstoffelimination auf der Kläranlage Mittleres Glemstal

Allgemeines

Als ein bedeutender Eintragspfad für viele Spurenstoffe in die Gewässer werden kommunale Kläranlagen angesehen. Diese sind aufgrund der geschichtlichen Entwicklung der Abwasserreinigung technisch primär für den Rückhalt von Feststoffen, den biologischen Abbau von organischen Stoffen sowie die Elimination von Nährstoffen ausgelegt. Der überwiegende Anteil an Spurenstoffen wird jedoch mit diesen Reinigungsverfahren, auch wenn sie dem Stand der Technik entsprechen, nur in geringem Umfang oder gar nicht eliminiert. Um diese Substanzen gezielt aus dem Abwasser zu entfernen, bedarf es daher einer zusätzlichen Reinigungsstufe (sog. 4. Reinigungsstufe). Als geeignet und technisch umsetzbar haben sich bislang Verfahren mit Einsatz von granulierter oder pulverförmiger Aktivkohle als auch die Ozonung erwiesen.

Bislang existieren allerdings keine gesetzlichen Vorgaben, die den Betrieb einer 4. Reinigungsstufe zwingend erfordern und folglich Anforderungen an einzuhaltende Ablaufkonzentration bzw. eine Mindestentnahme an Spurenstoffen definieren. Bei den in Baden-Württemberg bislang geförderten und realisierten Vorhaben zur Spurenstoffelimination handelt es sich daher um Maßnahmen, die im Konsens zwischen Betreiber und Behörden umgesetzt worden sind (Dr. Steffen Metzger, 2014).

Für die Kläranlage Leonberg „Mittleres Glemstal“ wurde durch das Ingenieurbüro PW-PLAN eine Machbarkeitsstudie zu den Möglichkeiten der Elimination von Spurenstoffen angefertigt. Ziel der Studie: Die Bewertung der Kläranlage „Mittleres Glemstal“ anhand der Analysenwerte vom „Kompetenzzentrum Spurenstoffe BW“ (KOMS) und des Platzangebotes und der Frage, ob eine vierte Reinigungsstufe sinnvoll und umsetzbar ist.

Letztlich wurde ein für die Kläranlage Leonberg „Mittleres Glemstal“ maßgeschneidertes Konzept zur Elimination von Spurenstoffen erarbeitet. Vorgestellt werden alle derzeit relevanten Verfahren zur Spurenstoffelimination. Es stellte sich heraus, dass sich ein Verfahren für den Betrieb auf der Kläranlage Leonberg „Mittleres Glemstal“ besonders gut eignet: „die Adsorption mittels pulverisierter Aktivkohle (PAK)“. Dieses Verfahren hat sich in den letzten Jahren bewährt und wurde bereits häufig im großtechnischen Maßstab vor allem in Baden –Württemberg umgesetzt.

Für die vorgeschlagenen Varianten werden in der Machbarkeitsstudie letztlich nur die PAK-Adsorption betrachtet. Nach der Aufführung der Einzelheiten dieses Verfahrens empfahlen sich insgesamt 3 Varianten der PAK-Adsorption für die Umsetzung einer vierten Reinigungsstufe, welche allesamt ihre spezifischen Vor- und Nachteile aufweisen.

Vorfluter Glems

Die Glems ist ein rechter Nebenfluss der Enz in Baden-Württemberg. Sie entspringt im Naturschutzgebiet Rotwildpark bei Stuttgart, das zum Glemswald im Stuttgarter Westen gehört. Sie durchfließt die Landkreise Böblingen und Ludwigsburg, teilt dabei das Strohgäu und mündet bei Unterriexingen in die Enz. Ihre Fließlänge beträgt 47 km; ihr Einzugsgebiet umfasst 196 km².

Die Glems ist mit 45 % Abwasseranteil am Jahreswasserabfluss im Wasserkörper besonders stark siedlungswassergeprägt.

Im Spurenstoffinventar der Fließgewässer in Baden-Württemberg von 2012/2013 wird die Glems bei Unterriexingen wie folgt beurteilt:

Glems bei Unterriexingen (EN629)

Auch die Glems bei Unterriexingen muss nach den vorliegenden Ergebnissen als überdurchschnittlich belastet eingestuft werden. Zum einen ist die Zahl der nachgewiesenen Spurenstoffe vergleichsweise hoch, zum anderen treten einige Stoffe in sehr hohen Konzentrationen, die weit über den Gehalten liegen, die in vielen anderen Fließgewässern gefunden werden, auf. Für einzelne Stoffe liegen die Konzentrationen in der Glems sogar deutlich über den Werten in der Körsch. Beispiele sind das Antiepileptikum Gabapentin (über 5 µg/L), der Metabolit Guanylharstoff (bis zu 92 µg/L), das Röntgenkontrastmittel Iomeprol (ein Einzelwert von 17 µg/L), der synthetische Süßstoff Acesulfam (bis zu 24 µg/L), der synthetische Komplexbildner EDTA (über 100 µg/L), das Korrosionsschutzmittel Benzotriazol (bis zu 10 µg/L) und das chlorierte Flammenschutzmittel Tris (2-chlorpropyl)phosphat (im Mittel über 1 µg/L, Maximale Konzentration 4,8 µg/L). Zahlreiche Pflanzenschutzmittel- und Biozid-Wirkstoffe (Diuron, Isoproturon, Carbendazim 2,4-D, Mecoprop, MCPA, Terbutryn, DEET und Triclosan) wurden in der Glems ebenfalls regelmäßig und in vergleichsweise hohen Konzentrationen gefunden.

Voruntersuchung durch das Kompetenzzentrum Spurenstoffe-BW - KOMS

Im November 2016 hat das Kompetenzzentrum Spurenstoffe „KOMS“ im Auftrag der Stadt Leonberg folgende Untersuchung durchgeführt:

„Untersuchung der Spurenstoffelimination der Kläranlage Mittleres Glemstal bei Zugabe von Pulveraktivkohle zum belebten Schlamm“.

Hierbei werden 2 Varianten gegenübergestellt:

- Zugabe von Pulveraktivkohle (PAK) in die Klarphase nach Biologie; dies entspricht einer getrennten Adsorptionsstufe.
- Zugabe von PAK in den Belebtschlamm; dies entspricht einer Simultandosierung.

Ergebnisse:

Prozentuale Elimination der untersuchten Spurenstoffe (siehe Abbildung Seite 12 der Anlage).

Fazit des KOMS-Berichtes:

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass bereits mit einer Zugabemenge von 10 mg/L Pulveraktivkohle zum belebten Schlamm der Kläranlage Mittleres Glemstal eine Vielzahl der untersuchten Spurenstoffe zu einem signifikanten Umfang aus dem Abwasser eliminiert werden können. Bei einigen Stoffen ist eine geringfügige Beeinträchtigung der Adsorption durch den vorhandenen Belebtschlamm zu beobachten. Um diese Stoffe mit dem Verfahren der simultanen Pulveraktivkohleanwendung in ähnlich hohem Umfang aus dem Abwasser entfernen zu können wie mit einem nachgeschalteten Pulveraktivkohleverfahren bedarf es daher im Vergleich einer etwas höheren Dosiermenge an Aktivkohle. Abschließend bleibt festzuhalten, dass die simultane Anwendung von Pulveraktivkohle in jedem Fall eine Möglichkeit darstellt, um auf der Kläranlage Mittleres Glemstal gezielt Spurenstoffe aus dem Abwasser eliminieren zu können (Untersuchungsbericht KOMS, 6.10.2016).

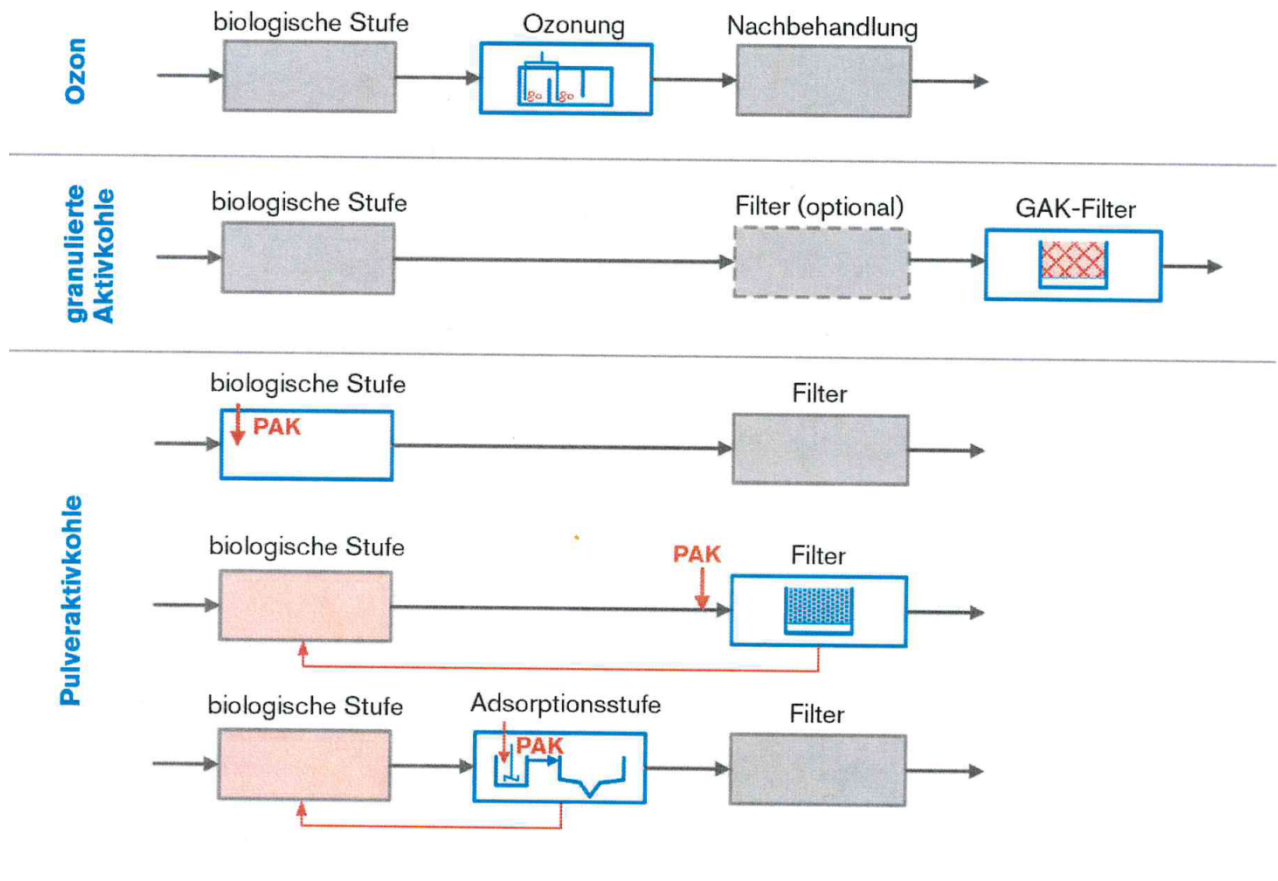
Detaillierter Untersuchungsbericht und Prüfbericht Rührversuch, siehe Anlage ab Seite 49.

Mögliche Verfahrenstechniken zur Spurenstoffelimination

Gruppe 1: Ozonung

Gruppe 2: Anwendung granulierter Aktivkohle

Gruppe 3: Pulveraktivkohle



(Dr. Steffen Metzger, 6.10.2016)

Varianten zur Spurenstoffelimination für die Kläranlage Mittleres Glemstal

Vorauswahl

Zurzeit erfolgt der Bau einer Schlussfiltration zur Ertüchtigung der vorhandenen 2 NKB's.

Die Schlussfiltration besteht aus 4 Scheibenfilter mit je 90 m² Filterfläche.

Die Filtertücher bestehen aus Polstoff Standard.

Diese Schlussfiltration ist in der Lage auch Pulveraktivkohle als Endfilter abzuscheiden.

Unter Ausnutzung dieses Vorteils werden die Verfahren der

Gruppe 2: Anwendung granulierter Aktivkohle und

Gruppe 1: Ozonung

nicht weiter betrachtet.

Aus der Gruppe 3 werden folgende Varianten zur Elimination von Spurenstoffen untersucht:

Variante 1:

PAK-Adsorption im Teilstrom im Kontaktbecken mit anschließender Sedimentation und Filtration.

Variante 2:

PAK-Adsorption im Teilstrom im Kontaktbecken mit anschließender Filtertration und Rezirkulation in BB.

Variante 3:

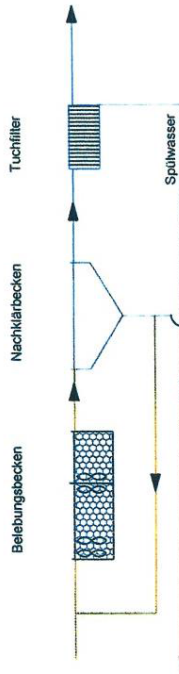
PAK-Adsorption im BB mit Filtration nach NKB im Vollstrom.

Die Darstellung der Varianten gliedert sich wie folgt:

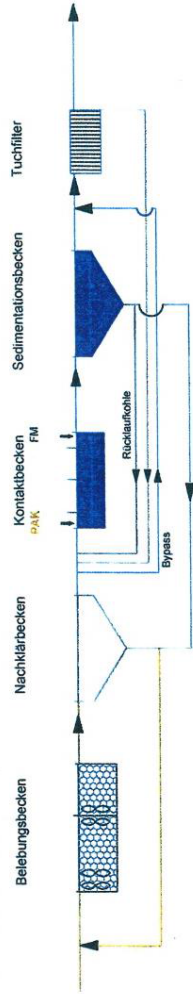
- Verfahrenswahl
- Beschreibung des Verfahrens
- Verfahrensstufen-Bemessung
- Investitionskostenannahme
- Jahreskosten
- Pläne

(vgl. Machbarkeitsstudie Anlagen)

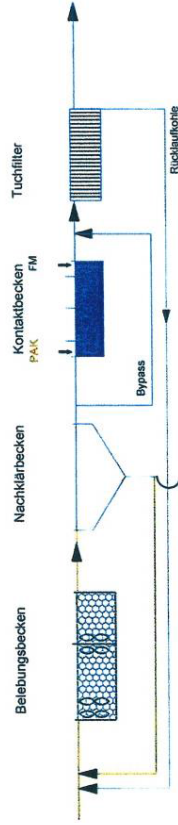
BESTAND



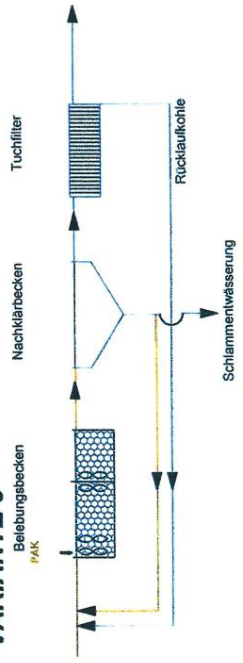
VARIANTE 1





VARIANTE 2



VARIANTE 3



Vorhaben: Sammelklärungs- Militärisches Gliedstauf Elimination von Schwermetallen Machbarkeitsstudie		Zeichnungs Nr.
Madruck: Varianten		Blätter Nr.
ING - BIRO		Datum: November 2016
 INGENIEURBÜRO FÜR ABWASSERTECHNIK BETRIEBSWISSENSCHAFT TEL.: 0711 / 34 22 89 27 FAX: 0711 / 34 22 89 28 MAIL: info@pw-plan.de www.pw-plan.de		Urtisch: 11 / 16 2a
Auftraggeber:  Stadt Leonberg Landkreis Böblingen		Datum:
		Urtisch:

Wertung der Varianten

Zusammenstellung

	Variante 1	Variante 2	Variante 3
1. Investitionskosten incl. MwSt. und 20% BNK	3.580.000 €	3.209.000 €	1.970.000 €
2. Betriebskosten	85.000 €/a	95.000 €/a	115.000 €/a
Q m³/d	10.000 m³/d	10.000 m³/d	10.000 m³/d
Zugabe PAK	12,5 mg/l	12,5 mg/l	18,0 mg/l
kg/d PAK	125 kg	125 kg	180 kg
kg/a PAK	45.625 kg	45.625 kg	65.000 kg
bei 1,50 €/kg	68.000 €/a	68.000 €/a	97.000 €/a
3. Kapitalgebundene Kosten	260.000 €/a	243.000 €/a	158.000 €/a
4. Laufende Kosten	345.000 €/a	338.000 €/a	273.000 €/a
5. Spez. Kosten *	0,151 €/m³	0,148 €/m³	0,120 €/m³
Spez. Kosten **	0,140 €/m³	0,137 €/m³	0,111 €/m³
6. Weitere Wertungsaspekte			
6.1 Hohe Reduzierung der abfiltrierbaren Stoffe	⊕	⊕⊕	⊕⊕
Filterfläche	360 m²	540 m²	540 m²
6.2 Betankung des PAK-Silos	⊖⊖	⊖⊖	⊕
6.3 Hochwasser PW	⊖ zusätzlich	⊖ zusätzlich	⊕ nicht erforderlich
6.4 Flächenverbrauch der Reservefläche	⊖⊖ 50 % 1500 m²	⊖ 10 % 300 m²	⊕ 4 % 108 m²
6.5 Reinigungsleistung	⊖ Teilstrombehandlung	⊖ Teilstrombehandlung	⊕ Vollstrombehandlung
7. Referenzanlagen	⊕⊕	⊕	⊖

* bezogen auf jährliche Abwassermenge 2015: 2.278.175 m³/a

** bezogen auf Wasserverbrauch 2010: 2.458.384 m³/a

Spezifische Kosten

Bezogen auf die jährliche Abwassermenge von 2015 von 2.278.175 m³/a ergeben sich für die günstigste Variante 3 spezifische Kosten von 0,12 €/m³, d. h. Erhöhung der Schmutzwassergebühr von 2,00 €/m³ auf 2,12 €/m³, d. h. eine Gebührenerhöhung von ca. 4,- € pro Einwohner und Jahr.

Verfahrensempfehlung

Die Variante 3 – die Pulveraktivkohledirektdosierung in die biologische Stufe – ist ein sehr platzsparendes Verfahren und nutzt die bestehende Infrastruktur auf der Kläranlage Mittleres Glemstal optimal. Man dosiert die Pulveraktivkohle direkt in die

biologische Stufe und zieht die beladene Aktivkohle mit dem Überschussschlamm der Biologie aus dem System ab. Als Sicherheitsstufe zur Verhinderung eines Abtriebs von Aktivkohle- und Belebtschlamm ist nach der biologischen Stufe mit Aktivkohle eine nachgeschaltete Filtration erforderlich, bzw. im Fall KA Mittleres Glemstal bereits vorhanden.

Aus den vorigen Kapiteln geht als weiteres eindeutig hervor, dass dadurch die Variante 3

- die kostengünstigste Variante ist im Hinblick auf Investitionen und Jahreskosten
- alle weiteren Wertungskriterien am besten erfüllt sind.

Für weitere Planungsschritte wird seitens PW-PLAN an dieser Stelle folgendes empfohlen:

- Beprobung durch das KOMS entsprechend der neuen Liste B.
- Erstellen eines Entwurfes mit den Schwerpunkten:
 - PAK-Dosierstation
 - Auswahl der Pulveraktivkohle
 - Regelung/Steuerung einer optimierten PAK-Zugabe
 - Auswirkungen auf Schlammentsorgung
 - Kostenberechnung

Die vorgeschlagene Variante 3 wäre allerdings, Stand März 2017, die 1. Anlage im großtechnischen Maßstab mit Simultaner Zugabe von PAK in das Belebungsbecken. Da jedoch die Ergebnisse anderer Untersuchungen und die eigenen Vorversuche positiv ausgefallen sind, empfehlen wir der Stadt Leonberg, die Kläranlage „Mittleres Glemstal“ mit einer Direktdosierung von Pulveraktivkohle (PAK) in die bestehende Biologie nachzurüsten und somit einen maßgeblichen weiteren Schritt im Umweltschutz voranzugehen.

5. Maßnahmen zur Reduktion des Spurenstoffeintrags aus Misch- und Regenwasserbehandlungsanlagen

Die Ergebnisse einer vom Umweltministerium geförderten Studie der Universität Stuttgart zur Verminderung des Eintrags von Spurenstoffen aus dem Abwassersystem in die Körsch belegen die Relevanz der **Mischwasserentlastungen** im Hinblick auf das Spurenstoffthema. Das Umweltministerium fördert deshalb derzeit gezielt weitere Untersuchungen zum Austrag von Spurenstoffen über Mischwasserentlastungen und zur Schadstoffbelastung von Oberflächenabflüssen.

In Baden-Württemberg wurden in den vergangenen Jahren ca. 3 Milliarden Euro in die Regenwasserbehandlung investiert. Um dieses Potenzial optimal auszuschöpfen, ist es notwendig, das Entlastungsverhalten: Entladungsdauer und Entlastungshäufigkeit zu erfassen, um Erkenntnisse über den Betrieb der Becken und das Gesamtsystem zu erhalten. Nach Auffassung des Umweltministeriums sollen grundsätzlich alle Regenüberlaufbecken mit solchen Messeinrichtungen ausgestattet werden. Dieses Ziel wird unterstützt durch „RÜB-BW“, eine Gemeinschaftsinitiative des DWA-Landesverbands und des Umweltministeriums. Ziel der Initiative ist, alle wasserwirtschaftlichen Akteure bei der Optimierung der Regenwasserbehandlung zu unterstützen, ein Netzwerk aus Planern, Betreibern, Behörden und Hochschulen zu schaffen und über Sondernachbarschaften, Leitfäden und Expertenforen zur Qualifizierung beizutragen. Begleitend dazu fördert das Umweltministerium

Untersuchungsvorhaben zur Nutzung der gemessenen Daten und zur Optimierung der Regenwasserbehandlung.

Die Stadt Leonberg ist derzeit dabei sämtliche Regenüberlaufbecken (RÜB's) in diesem Sinne betrieblich zu optimieren. Sämtliche Becken sind bereits mit den angesprochenen Mess- und Fernwirkeinrichtungen ausgestattet, die gemessenen Daten stehen zur Verfügung, so dass eine Minimierung der Entlastungsmengen aus den RÜB's in die Glems durch intelligente Abflussregelung ermöglicht wird. Mit den bereits installierten Siebanlagen an den Entlastungsbauwerken von 5 RÜB's in Leonberg werden die Abwasserinhaltsstoffe aus der Entlastungswassermenge zurückgehalten und statt ins Gewässer Richtung Kläranlage transportiert. Zusammen mit der vorgeschlagenen Verfahrenstechnik auf der Kläranlage Mittleres Glemstal werden damit nicht nur Einträge aus den Kläranlagen sondern auch Mikro-Schadstoffe aus dem Niederschlags- und Regenwassersystem der Stadt betrachtet und reduziert.

Weiteres Vorgehen

Bei Zustimmung zum Verwaltungsvorschlag erfolgt die Beauftragung eines Fachbüros zur Erstellung eines aussagefähigen Entwurfes.

Alternativen zum Beschlussvorschlag

Keine Realisierung der Maßnahme.

Finanzierungsübersicht

Kontierung	Jahr	verfügbares Budget	Finanzbedarf	Bemerkung
753800027007 Kläranlage Spurenstoffelimination .	2018	-	- 50.500,-	Planungsrate Entwurf
	2019	-	- 970.000,-	
	2020		- 949.500,-	
753800021001 Kläranlage Spurenstoffelimination Zuschuss	2020		394.900,-	

Klaus Brenner
Bürgermeister

Dr. Ulrich Vonderheid
Erster Bürgermeister

Bernhard Schuler
Oberbürgermeister

Anlage/n

1	20170504_Bericht_Elimination von Spurenstoffen
---	--

--	--



Stadt Leonberg

Landkreis Böblingen

Kläranlage „Mittleres Glemstal“

Elimination von Spurenstoffen

Machbarkeitsstudie

Auftraggeber: **Stadt Leonberg**
 Belforterplatz 1
 71229 Leonberg

Aufgestellt durch: **PW-PLAN**
 Ingenieurbüro für Abwassertechnik
 Beethovenstraße 2
 70195 Stuttgart

Bearbeitung: **Dipl. Ing. Reinhart Waimer**

Inhalt

1. Einleitung	3
2. Die Sammelkläranlage Mittleres Glemstal	5
3. Vorfluter Glems	8
4. Voruntersuchung durch das Kompetenzzentrum Spurenstoffe-BW - KomS	9
5. Verfahrenstechniken zur Spurenstoffelimination.....	12
6. Varianten zur Spurenstoffelimination für die Kläranlage Mittleres Glemstal	13
6.1 Variante 1: PAK-Adsorption im Teilstrom im Kontaktbecken mit anschließender Sedimentation und Filtration.....	15
6.1.1 Verfahrenswahl	15
6.1.2 Beschreibung	16
6.1.3 Verfahrensstufen.....	16
6.1.4 Investitionskostenannahme	18
6.1.5 Jahreskosten.....	22
6.2 Variante 2: PAK-Adsorption im Kontaktbecken mit anschließender Filtration und Rezi in BB	25
6.2.1 Verfahrenswahl	25
6.2.2 Beschreibung	26
6.2.3 Verfahrensstufen zum Kontaktbecken.....	27
6.2.4 Investitionskostenannahme	29
6.2.5 Jahreskosten.....	32
6.3 Variante 3: PAK-Adsorption im BB mit Filtration nach NKB (6 Filter)	35
6.3.1 Verfahrenswahl	35
6.3.2 Beschreibung	36
6.3.3 Verfahrensstufen zum Kontaktbecken.....	36
6.2.4 Investitionskostenannahme	38
6.3.5 Jahreskosten.....	40
7. Wertung der Varianten	43
8. Verfahrensempfehlung	47
Anlage.....	49

1. Einleitung

Durch den zunehmenden Einsatz unterschiedlicher chemischer Verbindungen im menschlichen Umfeld und aufgrund der Entwicklung von immer feineren Messmethoden kann in den Gewässern zwischenzeitlich eine Vielzahl an anthropogen bedingten Substanzen nachgewiesen werden. Obwohl diese sogenannten „Spurenstoffe“ nur in sehr geringen Konzentrationen, d.h. im Nanogramm- bis Mikrogramm-Bereich pro Liter vorliegen, können für einige Stoffe nachteilige Wirkungen auf die aquatische Umwelt nicht ausgeschlossen werden.

Als ein bedeutender Eintragspfad für viele Spurenstoff in die Gewässer werden kommunale Kläranlagen angesehen. Diese sind aufgrund der geschichtlichen Entwicklung der Abwasserreinigung technisch primär für den Rückhalt von Feststoffen, den biologischen Abbau von organischen Stoffen sowie die Elimination von Nährstoffen ausgelegt. Der überwiegende Anteil an Spurenstoffen wird jedoch mit diesen Reinigungsverfahren, auch wenn sie dem Stand der Technik entsprechen, nur in geringem Umfang oder gar nicht eliminiert. Um diese Substanzen gezielt aus dem Abwasser zu entfernen, bedarf es daher einer zusätzlichen Reinigungsstufe (sog. 4. Reinigungsstufe). Als geeignet und technisch umsetzbar haben sich bislang Verfahren mit Einsatz von granulierter oder pulverförmiger Aktivkohle als auch die Ozonung erwiesen.

Bislang existieren allerdings keine gesetzlichen Vorgaben, die den Betrieb einer 4. Reinigungsstufe zwingend erfordern und folglich Anforderungen an einzuhalten Ablaufkonzentration bzw. eine Mindestentnahme an Spurenstoffen definieren. Bei den in Baden-Württemberg bislang geförderten und realisierten Vorhaben zur Spurenstoffelimination handelt es sich daher um Maßnahmen, die im Konsens zwischen Betreiber und Behörden umgesetzt worden sind (Dr. Steffen Metzger, 2014).

Für die Kläranlage Leonberg „Mittleres Glemstal“ wurde durch das Ingenieurbüro PW-PLAN eine Machbarkeitsstudie zu den Möglichkeiten der Elimination von Spurenstoffen angefertigt.

Ziel der Studie: Die Bewertung der Kläranlage „Mittleres Glemstal“ anhand der Analysenwerte vom „Kompetenzzentrum Spurenstoffe BW“ (KOMS) und des Platzangebotes und der Frage, ob eine vierte Reinigungsstufe sinnvoll und umsetzbar ist.

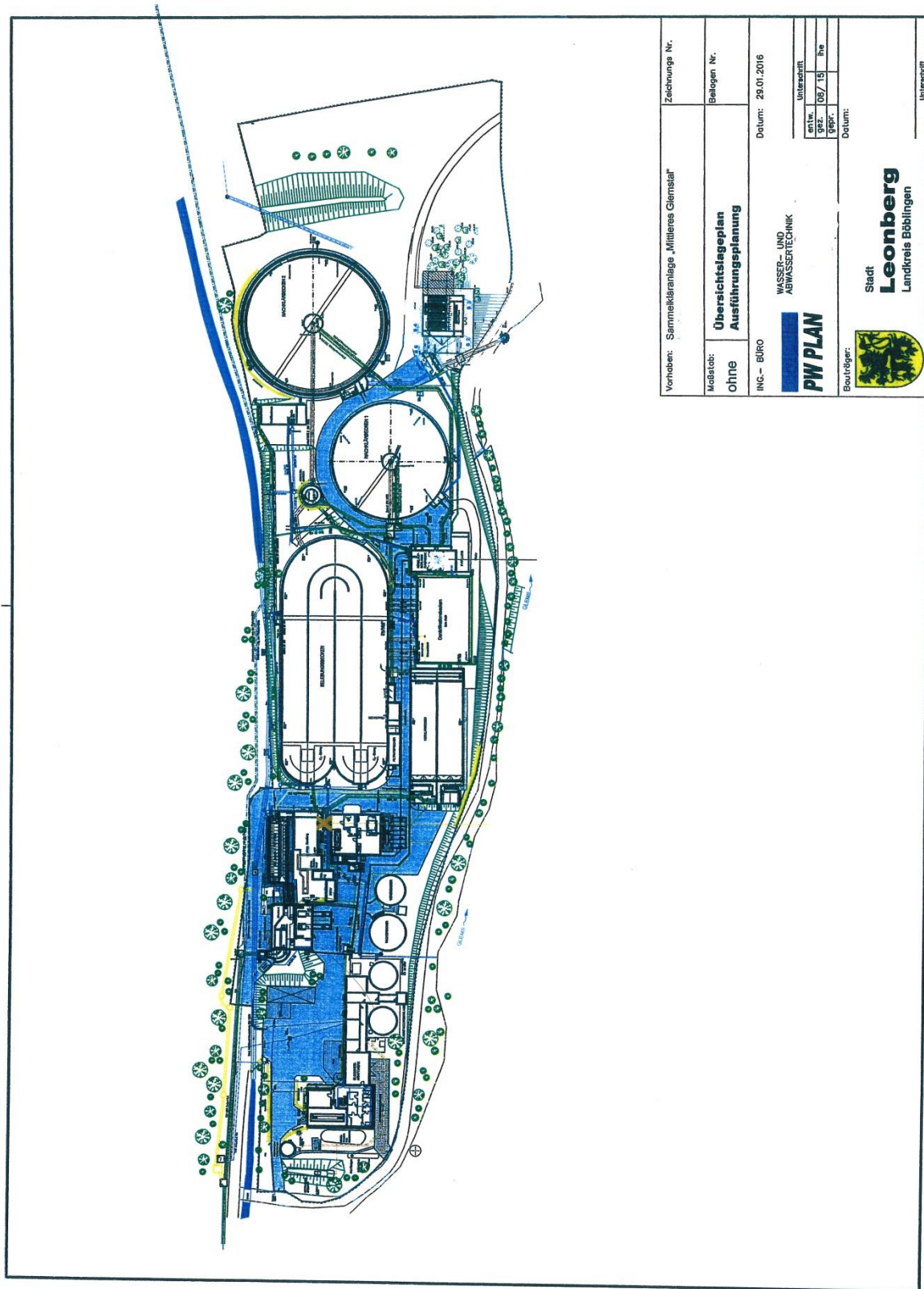
Letztlich wurde ein für die Kläranlage Leonberg „Mittleres Glemstal“ maßgeschneidertes Konzept zur Elimination von Spurenstoffen erarbeitet. Vorgestellt werden alle derzeit relevanten Verfahren zur Spurenstoffelimination. Es stellte sich heraus, dass sich ein Verfahren für den Betrieb auf der Kläranlage Leonberg „Mittleres Glemstal“ besonders gut eignet: „die Adsorption mittels pulverisierter Aktivkohle (PAK)“. Dieses Verfahren hat sich in den letzten Jahren bewährt und wurde bereits häufig im großtechnischen Maßstab vor allem in Baden –Württemberg umgesetzt.



Für die vorgeschlagenen Varianten werden in der Machbarkeitsstudie letztlich nur die PAK-Adsorption betrachtet. Nach der Aufführung der Einzelheiten dieses Verfahrens empfahlen sich insgesamt 3 Varianten der PAK-Adsorption für die Umsetzung einer vierten Reinigungsstufe, welche allesamt ihre spezifischen Vor- und Nachteile aufweisen.

2. Die Sammelkläranlage Mittleres Glemstal

Geröllfang

Rechenanlage:	Feinrechenanlage mit Spaltweite 3 mm; mit Rechengutwäsche und Presse.
SFB:	belüfteter Langsandfang mit Fettfang und Sandwäsche
VKB:	Vorklärbecken 32 m x 8 m x 3,50 m = 900 m ³
Filtratspeicher:	900 m ³
DN-Becken:	V = 2.154 m ³
Nitrifikationsbecken:	<u>V = 9.000 m³</u> Biologie ges. = 11.154 m ³
NKB 1:	∅ 36 m: h _{ges} = 2,70
NKB 2:	∅ 45 m: h _{ges} = 4,0
Schlussfiltration im Bau:	Filterfläche = 360 m ²
VE:	Voreindicker: 350 m ³
MÜSE:	Maschinelle Überschussschlamm-Eindickung
Hochlastfaulung:	2 x Fermenter je 565 m ³
NE:	Nacheindicker 350 m ³
SE:	Maschinelle Schlammentwässerung

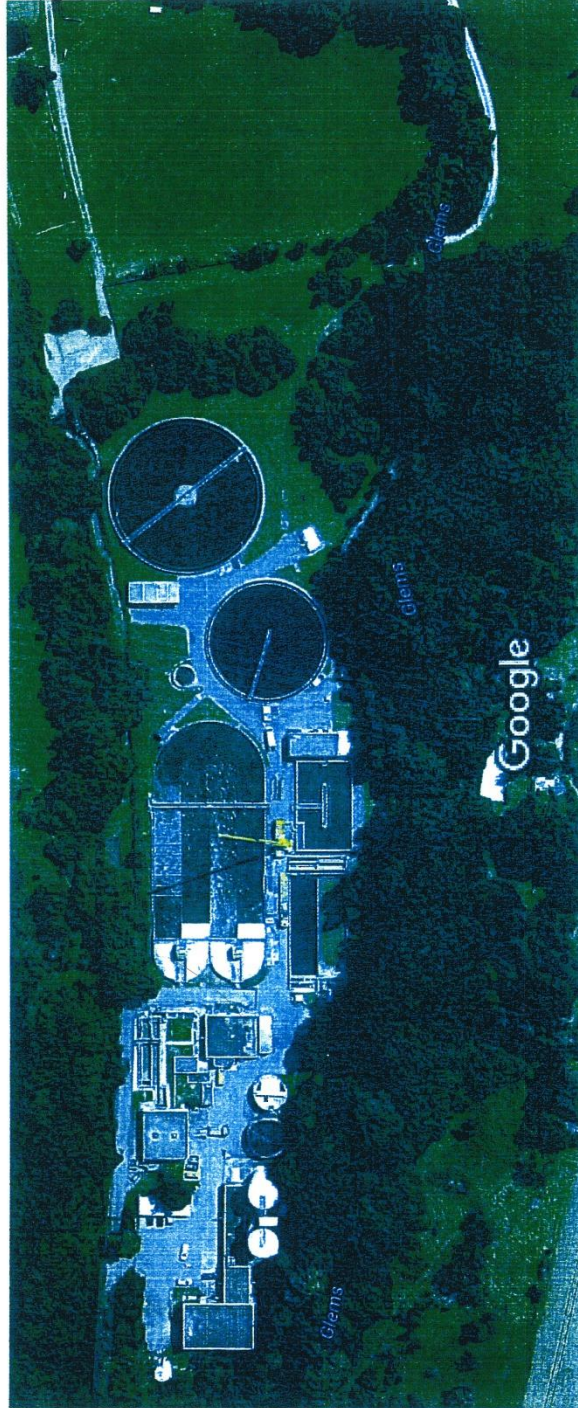


Vorhaben: Sammelkläranlage „Mittleres Glemstal“		Zeichnung Nr.
Mediastab: Übersichtslegeplan Ausführungsplanung		Blatt Nr.
ING- BÜRO		Datum: 29.01.2016
 WASSER- UND ABWASSTECHNIK		Unterschrift: Ort: 08 / 15 lra
		Datum:
Beauftragter:  Stadt Leonberg Landkreis Böblingen		Unterschrift:

Seite 1 von 1

Leonberg - Google Maps

Google Maps Leonberg



Bilder © 2016 Google, Kartendaten © 2016 GeoBasis-DE/BKG (©2009), Google 20 m

Google Maps

3. Vorfluter Glems

Die Glems ist ein rechter Nebenfluss der Enz in Baden-Württemberg. Sie entspringt im Naturschutzgebiet Rotwildpark bei Stuttgart, das zum Glemswald im Stuttgarter Westen gehört. Sie durchfließt die Landkreise Böblingen und Ludwigsburg, teilt dabei das Stohgäu und mündet bei Unterriexingen in die Enz. Ihre Fließlänge beträgt 47 km; ihr Einzugsgebiet umfasst 196 km².

Die Glems ist mit 45 % Abwasseranteil am Jahreswasserabfluss im Wasserkörper besonders stark siedlungswassergeprägt.

Im Spurenstoffinventar der Fließgewässer in Baden-Württemberg von 2012/2013 wird die Glems bei Unterriexingen wie folgt beurteilt:

■ Glems bei Unterriexingen (EN629)

Auch die Glems bei Unterriexingen muss nach den vorliegenden Ergebnissen als überdurchschnittlich belastet eingestuft werden. Zum einen ist die Zahl der nachgewiesenen Spurenstoffe vergleichsweise hoch, zum anderen treten einige Stoffe in sehr hohen Konzentrationen, die weit über den Gehalten liegen, die in vielen anderen Fließgewässern gefunden werden, auf. Für einzelne Stoffe liegen die Konzentrationen in der Glems sogar deutlich über den Werten in der Körtsch. Beispiele sind das Antiepileptikum Gabapentin (über 5 µg/L), der Metabolit Guanylharnstoff (bis zu 92 µg/L), das Röntgenkontrastmittel Iomeprol (ein Einzelwert von 17 µg/L), der synthetische Süßstoff Acesulfam (bis zu 24 µg/L), der synthetische Komplexbildner EDTA (über 100 µg/L), das Korrosionsschutzmittel Benzotriazol (bis zu 10 µg/L) und das chlorierte Flammschutzmittel Tris(2-chlorpropyl)phosphat (im Mittel über 1 µg/L, maximale Konzentration 4,8 µg/L). Zahlreiche Pflanzenschutzmittel- und Biozid-Wirkstoffe (Diuron, Isoproturon, Carbendazim, 2,4-D, Mecoprop, MCPA, Terbutryn, DEET und Triclosan) wurden in der Glems ebenfalls regelmäßig und in vergleichsweise hohen Konzentrationen gefunden.

4. Voruntersuchung durch das Kompetenzzentrum Spurenstoffe-BW - KomS

Im November 2016 hat das Kompetenzzentrum Spurenstoffe „KOMs“ im Auftrag der Stadt Leonberg folgende Untersuchung durchgeführt:

„Untersuchung der Spurenstoffelimination der Kläranlage Mittleres Glemstal bei Zugabe von Pulveraktivkohle zum belebten Schlamm“.

Hierbei werden 2 Varianten gegenübergestellt:

- Zugabe von Pulveraktivkohle (PAK) in die Klarphase nach Biologie; dies entspricht einer getrennten Adsorptionsstufe.
- Zugabe von PAK in den Belebtschlamm; dies entspricht einer Simultandosierung.

Anbei die aktuellen Spurenstofflisten KomS BW vom 05.12.2016, anhand deren die untersuchten Substanzen ausgewählt wurden, Liste siehe Seite 11.

Ergebnisse:

Prozentuale Elimination der untersuchten Spurenstoffe (siehe Abbildung Seite 12).

Fazit des KOMS-Berichtes:

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass bereits mit einer Zugabemenge von 10 mg/L Pulveraktivkohle zum belebten Schlamm der Kläranlage Mittleres Glemstal eine Vielzahl der untersuchten Spurenstoffe zu einem signifikanten Umfang aus dem Abwasser eliminiert werden können. Bei einigen Stoffen ist eine geringfügige Beeinträchtigung der Adsorption durch den vorhandenen Belebtschlamm zu beobachten. Um diese Stoffe mit dem Verfahren der simultanen Pulveraktivkohleanwendung in ähnlich hohem Umfang aus dem Abwasser entfernen zu können wie mit einem nachgeschalteten Pulveraktivkohleverfahren bedarf es daher im Vergleich einer etwas höheren Dosiermenge an Aktivkohle.

Abschließend bleibt festzuhalten, dass die simultane Anwendung von Pulveraktivkohle in jedem Fall eine Möglichkeit darstellt, um auf der Kläranlage Mittleres Glemstal gezielt Spurenstoffe aus dem Abwasser eliminieren zu können (Untersuchungsbericht KOMS, 6.10.2016).

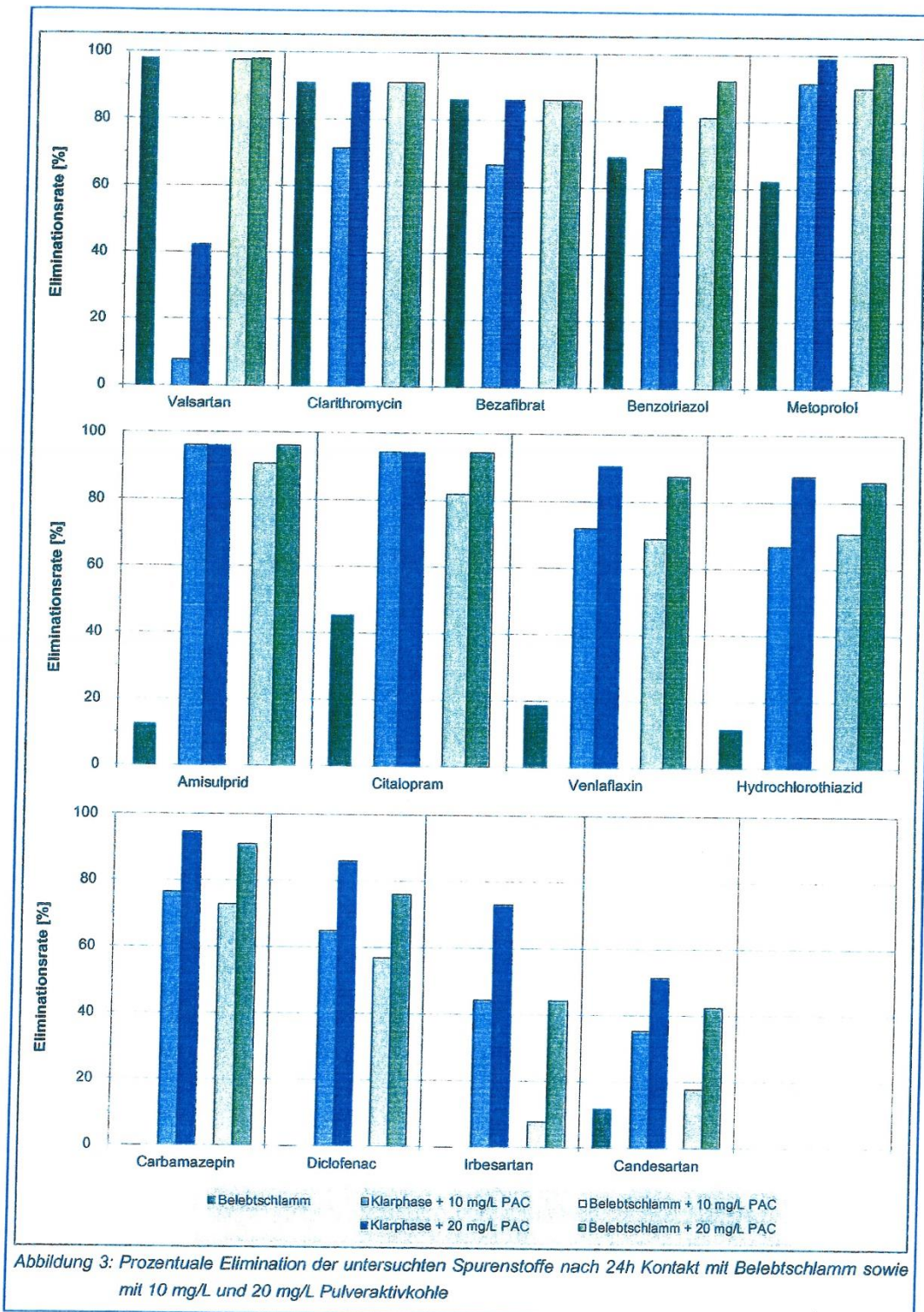
Detaillierter Untersuchungsbericht und Prüfbericht Rührversuch, siehe Anlage 1.

Spurestofflisten Koms BW

Handlungsempfehlungen zur Vergleichskontrolle und Betriebsüberwachung der 4. Reinigungsstufe

Bezeichnung der Stofflisten				A 2017	B 2017	C 2017
Aufgabe / Einsatzzweck				Inventur	Prozesskontrolle Betriebsüberwachung	Erstscreening
Stoffgruppe	Nr.	Einzelsubstanz	BG [µg/L]			
Humanarzneimittel	1	Ibuprofen	0,025	x	x	x
	2	Metoprolol	0,025	x	x	x
	3	Carbamazepin	0,025	x	x	x
	4	Diclofenac	0,025	x	x	x
	5	Sulfamethoxazol	0,025	x	x	x
	6	Metabolit DHH	0,025	x		
	7	Gabapentin	0,05	x		x
	8	Metformin	0,05	x		x
	9	Guanylhamstoff	0,25	x		x
	10	Erythromycin A	0,05	x		
	11	Dehydrato-Erythromycin A	0,05	x		
	12	Clarithromycin	0,05	x		x
	13	Azithromycin	0,05	x		x
	14	Ciprofloxacin	0,05	x		x
	15	Hydrochlorothiazid	0,05	x	x	x
	16	Candesartan	0,05	x	x	x
	17	Irbesartan	0,05	x	x	x
	18	Bezafibrat	0,05	x		x
Röntgenkontrastmittel	19	Amidotrizesäure	0,05	x	X _{optional}	x
	20	Iohexol	0,05	x	X _{optional}	x
	21	Iomeprol	0,05	x	X _{optional}	x
	22	Iopromid	0,05	x	X _{optional}	x
	23	Iopamidol	0,05	x	X _{optional}	x
Estrogene	24	17-alpha-Ethinylestradiol	0,0001	x		
	25	17-beta-Estradiol	0,0001	x		
	26	Estron	0,0001	x		
Biozide / PSM-Wirkstoffe	27	Carbendazim	0,025	x		
	28	Mecoprop	0,025	x		
	29	DEET	0,025	x		x
	30	Terbutryn	0,025	x		x
Korrosionsschutzmittel	31	Benzotriazol	0,05	x	x	x
	32	Σ 4- und 5-Methylbenzotriazol	0,05	x	x	x
Komplexbildner	33	EDTA	1,0	x		
	34	NTA	1,0	x		
	35	DTPA	1,0	x		
Industriechemikalien	36	Melamin	0,1	x		
PFT	37	PFBA	0,005	x		
	38	PFOA	0,005	x		
	39	PFBS	0,005	x		
	40	PFOS	0,005	x		
synth. Duftstoffe	41	AHTN	0,025	x		
	42	HHCB	0,025	x		
Flammschutzmittel	43	TCEP	0,05	x		
	44	TCCP	0,05	x		
synth. Süßstoffe	45	Acesulfam	0,1	x		
	46	Sucralose	0,1	x		
	47	Cyclamat	0,1	x		

Stand: 05.12.2016

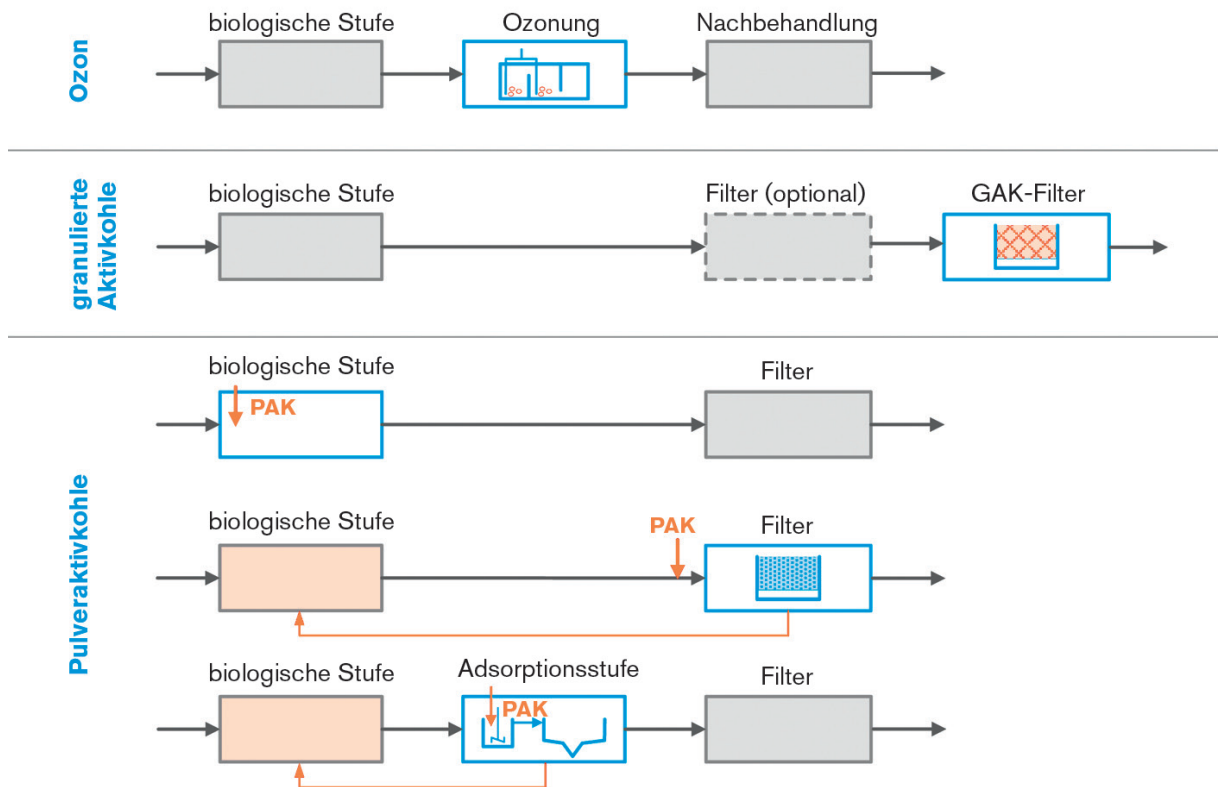


5. Verfahrenstechniken zur Spurenstoffelimination

Gruppe 1: Ozonung

Gruppe 2: Anwendung granulierter Aktivkohle

Gruppe 3: Pulveraktivkohle



(Dr. Steffen Metzger, 6.10.2016)

6. Varianten zur Spurenstoffelimination für die Kläranlage Mittleres Glemstal

Vorauswahl

Zurzeit erfolgt der Bau einer Schlussfiltration zur Ertüchtigung der vorhandenen 2 NKB's.

Die Schlussfiltration besteht aus 4 Scheibenfilter mit je 90 m² Filterfläche.

Die Filtertücher bestehen aus Polstoff Standard.

Diese Schlussfiltration ist in der Lage auch Pulveraktivkohle als Endfilter abzuscheiden.

Unter Ausnutzung dieses Vorteils werden die Verfahren der

Gruppe 2: Anwendung granulierter Aktivkohle und

Gruppe 1: Ozonung

nicht weiter betrachtet.

Aus der Gruppe 3 werden folgende Varianten zur Elimination von Spurenstoffen untersucht:

Variante 1:

PAK-Adsorption im Teilstrom im Kontaktbecken mit anschließender Sedimentation und Filtration.

Variante 2:

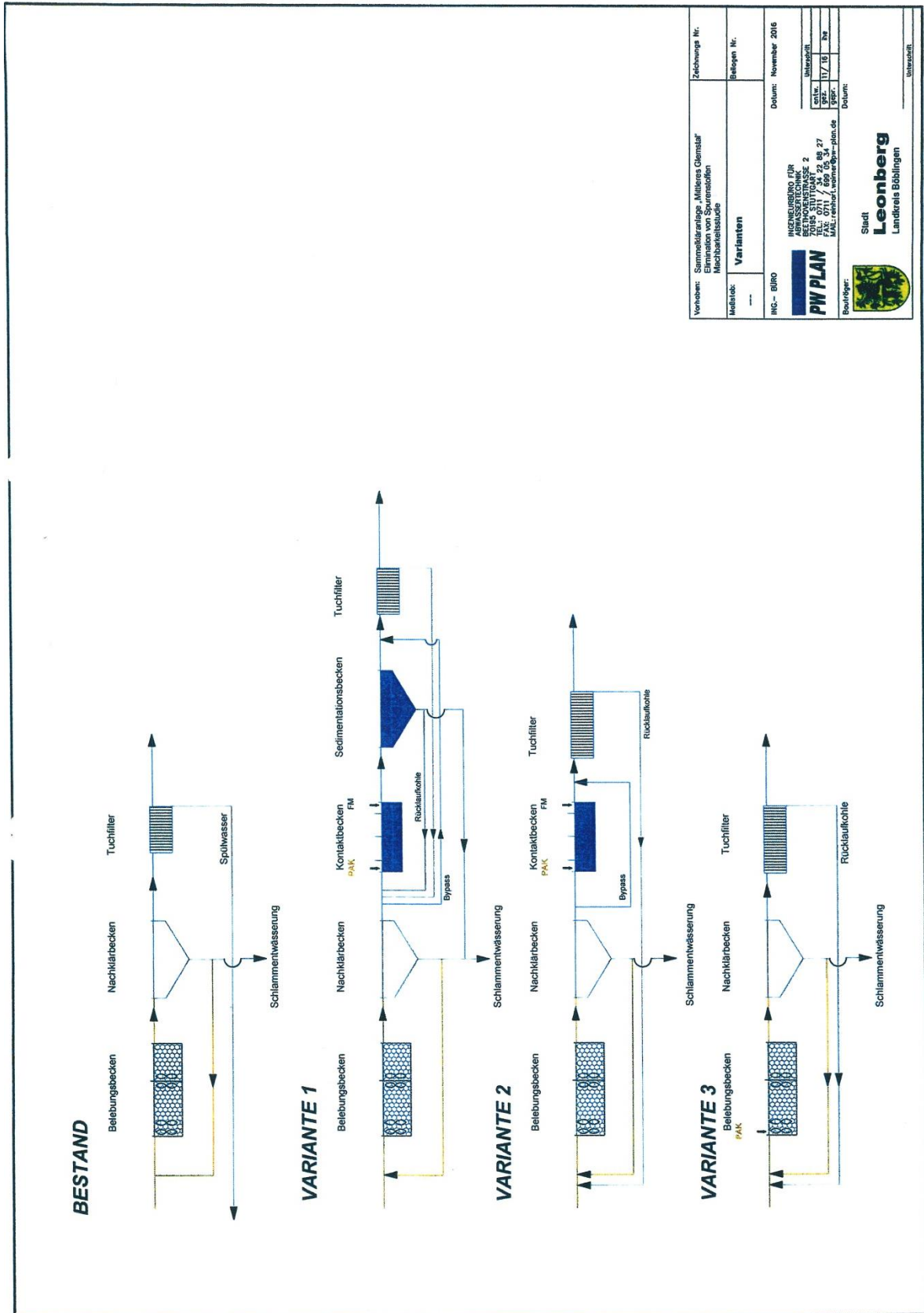
PAK-Adsorption im Teilstrom im Kontaktbecken mit anschließender Filtertration und Rezirkulation in BB.

Variante 3:

PAK-Adsorption im BB mit Filtration nach NKB im Vollstrom.

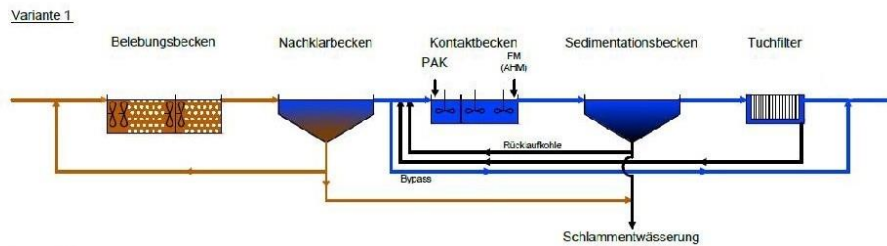
Die Darstellung der Varianten gliedert sich wie folgt:

- Verfahrenswahl
- Beschreibung des Verfahrens
- Verfahrensstufen-Bemessung
- Investitionskostenannahme
- Jahreskosten
- Pläne



Vorhaben: Sammelkläranlage „Mittleres Glemstal“ Elimination von Spurenstoffen Mischbelastungsstudie		Zeichnungs Nr.:
Maßstab: Varianten		Blattangabe Nr.:
INC- 6180		Datum: November 2016
INGENIEURBÜRO FÜR PW PLAN BECKHOFENSTRASSE 2 74173 OBITZ / 07141 92 88 27 FAX: 07141 92 88 27 E-MAIL: info@pw-plan.de		Unterzeichn.:
Realtobjekt: Stadt Leonberg Landratsamt Böblingen		entw. 17/15
		18/15
		19/15
		20/15
		21/15
		22/15
		23/15
		24/15
		25/15
		26/15
		27/15
		28/15
		29/15
		30/15
		31/15
		32/15
		33/15
		34/15
		35/15
		36/15
		37/15
		38/15
		39/15
		40/15
		41/15
		42/15
		43/15
		44/15
		45/15
		46/15
		47/15
		48/15
		49/15
		50/15
		51/15
		52/15
		53/15
		54/15
		55/15
		56/15
		57/15
		58/15
		59/15
		60/15
		61/15
		62/15
		63/15
		64/15
		65/15
		66/15
		67/15
		68/15
		69/15
		70/15
		71/15
		72/15
		73/15
		74/15
		75/15
		76/15
		77/15
		78/15
		79/15
		80/15
		81/15
		82/15
		83/15
		84/15
		85/15
		86/15
		87/15
		88/15
		89/15
		90/15
		91/15
		92/15
		93/15
		94/15
		95/15
		96/15
		97/15
		98/15
		99/15
		100/15

6.1 Variante 1: PAK-Adsorption im Teilstrom im Kontaktbecken mit anschließender Sedimentation und Filtration.



6.1.1 Verfahrenswahl

- Vollstrombehandlung in NKB 1 und 2 und Schlussfiltration, 750 l/s
- Teilstrombehandlung Q_{TW} = 230 l/s für Spurenstoffelimination in Kontaktbecken und Sedimentationsbecken
- Bypass für Q_{RW} = 520 l/s
- Dosierung von PAK in Kontaktbecken
- Abtrennung von PAK in Sedimentationsbecken
- PAK Rückführung über Sedimentationsbecken in Kontaktbecken.
- Zusätzlicher Bau von
 - Kontaktreaktor
 - Sedimentationsbecken
 - PAK-Silo
 - Chemikaliendosierung
 - Hochwasserpumpwerk
 - Technikraum
 - Zufahrt

6.1.2 Beschreibung

Die pulverisierte Aktivkohle wird in den Kontaktreaktor gegeben und mittels Rührwerk mit dem Ablauf der Nachklärung vermischt. Es empfiehlt sich die PAK-Zugabe adaptiv auszurichten. Diese würde sich kontinuierlich dem momentanen Zulauf der vierten Reinigungsstufe, in Variante 1 maximal 833 m³/h anpassen, wodurch sich erhebliche Mengen an pulverisierter Aktivkohle einsparen lassen und somit die Jahreskosten dezimiert werden. Um eine optimale Durchmischung zu gewährleisten empfehlen wir den Kontaktreaktor in drei Kammern zu unterteilen, in denen jeweils ein Rührwerk angeordnet ist. Das Gesamtvolumen dieser Becken haben wir für eine Kontaktzeit von 30 Minuten dimensioniert. Dieser Zeitwert wurde in der Literatur häufig als maximale Kontaktzeit für die Auslegung eines solchen Reaktors genannt. Dem Kontaktbecken ist ein rundes Sedimentationsbecken nachgeschaltet. Es dient der ersten Abscheidung beladener Aktivkohle. Das Sedimentationsbecken wurde für eine Aufenthaltszeit von zwei Stunden ausgelegt. Bei dem Rücklaufverhältnis haben wir uns auf 0,1 festgelegt, da bis auf den beladenen Aktivkohleschlamm nicht mit weiteren Frachten zu rechnen ist. Den Rücklaufschlamm empfehlen wir im genannten Verhältnis zurück in den Zulauf des Kontaktreaktors zu führen, um eine optimale Ausnutzung der Adsorptionskapazität der PAK zu gewährleisten. Der Überschuss kann direkt über die Schlammeindickung in die weitere Schlammbehandlung geleitet werden. Da ein Sedimentationsbecken zur vollständigen Abscheidung der pulverisierten Aktivkohle nicht ausreicht, wird die vorhandene Tuchfiltration nachgeschaltet.

6.1.3 Verfahrensstufen

- Zulauf: gew. 10.000 m³/d
- Max. Zulauf Kontaktbecken: 830 m³/h; 230 l/s (1/12 Q_M)
- Rücklaufverhältnis aus Sedimentation = 0,1
- Bypass: 520 l/s

Kontaktbecken:

- Kontaktzeit 30 min
- Durch RV = 0,1 ergibt sich ein Zulauf von 913 m³/h
- Volumen: 913 m³/h x 0,5 h = 457 m³
 - gewähltes Volumen von 3 x 152 m³

Daten zur pulverisierten Aktivkohle:

Für eine realistische Mengen- und Kostenannahme haben wir an dieser Stelle mit dem durchschnittlichen täglichen Ablauf von $Q_{JSM,d} = 10.000 \text{ m}^3/\text{d}$ gerechnet

- Bei einer Konzentration von 10 mg/l und einem täglichen Zufluss von 10.000 m³/d
 - 100 kgPAK/d bzw. 36.500 kgPAK/a
 - Bei einer Konzentration von 15 mg/l und einem täglichen Zufluss von 10.000 m³/d
 - 150 kgPAK/d bzw. 54.750 kgPAK/a
 - Bei einer Kostenannahme von 1,50 €/kgPAK ergibt sich:
 - 54.750 €/a bei einer Konzentration von 10 mgPAK/l
 - 82.125 €/a bei einer Konzentration von 15 mgPAK/l
- Für die spätere Kostenschätzung wird mit dem Mittelwert von 68.000 €/a gerechnet.

Daten für Fällmitteldosierung:

Für die Fällmitteldosierung wird das Fällmittel Eisen (III) Chlorid mit einer auf die PAK-Zugabe bezogenen Menge von 0,2 gFe/gPAK gewählt.

- Bei einer täglich benötigten PAK-Menge von 150 kgPAK/d, bezogen auf eine gewählte PAK-Konzentration von 15 mg/l
 - 150 kgPAK/d x 0,2 kgFe/kgPAT = 30 kgFe/d bzw. 11.000 kgFe/a
- Bei einer Kostenannahme von 0,15€/kgFe ergibt sich:
 - 30 kgFe/d x 0,15 €/kgFe = 4,5 €/d bzw. 1.642,00 €/a

Sedimentationsbecken:

- Kontaktzeit von 2 h
- Durch $RV = 0,1$ ergibt sich ein Volumen von:
 - $V = 830 \text{ m}^3/\text{h} \times 2\text{h} \times 1,1 = 1826 \text{ m}^3$
- Bei einer gewählten Flächenbeschickung von 1,6 m/h bei Rücklaufverhältnissen $\leq 0,75$

$$A = \frac{Qm}{qA} = \frac{913 \text{ m}^3/\text{h}}{1,6 \text{ m/h}} = 571 \text{ m}^2$$

- Gewählt wurde ein Becken mit einem Radius von $R = 13,50 \text{ m}$ und einem gewählten Gesamtvolumen von $V = 1.717 \text{ m}^3$ (bei $W_T = 3,0$)

Zusätzlicher Schlammanfall:

Wird angenommen, dass 1 kg PAK genau 1 kg TS entspricht, so ergibt sich die folgende Menge an zusätzlichen Schlamm:

- 36.500 kgPAK/a → 36.500 kgTS/a

Tuchfilteranlage vorhanden:

Anzahl der Filter: 4 Stück

Pro Filter

- 18 Filterschieben
- Filterfläche = 90 m²

Max. Filtergeschwindigkeit: 7,5 m/h

Hochwasserpumpwerk:

Durch Einbau des Kontaktbeckens entsteht ein zusätzlicher hydraulischer Höhenverlust, der nicht zur Verfügung steht.

HHW: 314.70

H_{man}: 2,0 m

Gewählt: 3 Propellerpumpen à 375 l/s (1 Reserve) à 11 kW

$$N = \frac{Q \times M_{man}}{102 \times 0,80} = \frac{750 \times 2}{102 \times 0,80} = 18kW$$

Pumpdauer pro Jahr angenommen: ca. 300 h/a

6.1.4 Investitionskostenannahme

Mit Bezug auf die unterschiedlichen Verfahrensstufen der Variante 1 folgt nun in Tabelle 1.1 eine erste Kostenermittlung für die Investitions-, wie auch für die Betriebskosten. Diese sollte als eine grobe Einschätzung betrachtet werden und erste Anhaltspunkte für eine spätere Umsetzung geben.

Tabelle 1.1: Investitionskosten Variante 1

Pos.	Kurztext	Gesamtpreis in €
1.	Gesamtsumme Baukosten	1.123.000,00 €
2.	Gesamtsumme Maschinenteknik	1.124.000,00 €
3.	Gesamtsumme EMSR-Technik	260.000,00 €
	Summe netto	2.507.000,00 €
	Baunebenkosten 20 %	501.000,00 €
		3.008.000,00 €
	+ 19 % MwSt.	572.000,00 €
	Gesamtsumme Investitionskosten Variante 1	3.580.000,00 €

Investitionskostenannahme Variante 1					
Pos.	Kurztext	Menge	Einheit	Spez. Preis	Gesamtpreis
1.0	Bauarbeiten				
1.1	Baustelleneinrichtung		psch		90.000 €
1.2	Kontaktbecken, 3 Stück	456	m ³	450,- €/m ³	205.000 €
1.3	Sedimentationsbecken	1.717	m ³	250,- €/m ³	430.000 €
1.4	HHW-Pumpwerk	70	m ³	800,- €/m ³	56.000 €
1.5	Bauwerk Tuchfilter		entfällt		
1.6	Rohrleitungen, Schächte		psch		130.000 €
1.7	Technikraum	160	m ³	450,- €/m ³	72.000 €
1.8	Außenanalgen , Straßen, Brauchwasser		psch		40.000 €
1.9	NKB 1 und NKB 2		psch		100.000 €
	Summe 1.0 Bauarbeiten	netto			1.123.000 €
	inkl. 19 % MwSt.				1.336.000 €
	inkl. 20 % BNK				1.604.000 €
	Gesamtsumme 1.0				1.604.000 €

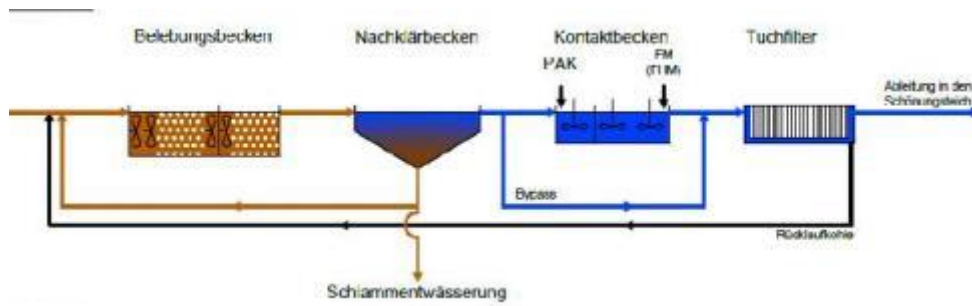
Investinskostenannahme Variante 1					
Pos.	Kurztext	Menge	Einheit	Spez. Preis	Gesamtpreis
2.0	Maschinentechnik				
2.1	Sedimentatinsbecken				
2.1.1	Rundräumer	1	Stk.		125.000 €
	Ablaufrinne	80	m	350,- €/m	28.000 €
	Summe 2.1				153.000 €
2.2	Kontaktbecken-Rührwerke	3	Stk.	21.000 €	63.000 €
	HHW-Pumpwerk, Pumen, Armaturen	3	Stk.	25.000 €	75.000 €
2.3	Tuchfilter		entfällt		
2.4	PAK-Silo V = 80 m ³ , kompl.		psch		400.000 €
2.5	Chemikaliendosierer, Fällmitteldosierung		psch		120.000 €
2.6	NKB 1 und NKB 2		psch		160.000 €
	Summe 2.0 Maschinentechnik				1.124.000 €
	inkl. 19 % MwSt.				1.338.000 €
	inkl. 20 % BNK				1.605.000 €
	Gesamtsumme 2.0				1.605.000 €

Investinskostenannahme Variante 1					
Pos.	Kurztext	Menge	Einheit	Spez. Preis	Gesamtpreis
3.0	EMSR-Technik				
3.1	Schaltanlagen			psch	50.000 €
3.2	Meßtechnik			psch	40.000 €
3.3	Automatisierung			psch	45.000 €
3.4	Kabel/Leitungen			psch	30.000 €
3.5	Installation/ Blitzschutz			psch	35.000 €
3.6	Inbetriebnahme/ Doku			psch	10.000 €
3.7	NKB 1 und NKB 2			psch	50.000 €
	Summe 2.0 Maschinentechnik				260.000 €
	inkl. 19 % MwSt.				309.000 €
	inkl. 20 % BNK				371.000 €
	Gesamtsumme 2.0				371.000 €
	Gesamtsumme 1.0 - 3.0				2.507.000 €
	Gesamtsumme inkl. MwSt. und 20 % BNK				3.580.000 €

6.1.5 Jahreskosten

Kapitalgebunde Kosten				
Beschreibung	Bautechnik	Maschinen- technik	EMSR	Summe
Investionskosten inkl. Baunebenkosten inkl. MwSt.	1.604.000,00 €	1.605.000,00 €	371.000,00 €	3.580.000,00 €
Nutzungsdauer Bautechnik in Jahren	30			
Nutzungsdauer Maschinentechnik in Jahren		15		
Nutzungsdauer EMSR- Technik in Jahren			10	
Zinssatz	3%	3%	3%	
Kapitalwiedergewinnungsfaktor Bautechnik	0,05102			
Kapitalwiedergewinnungsfaktor Maschinentechnik		0,08377		
Kapitalwiedergewinnungsfaktor EMSR-Technik			0,11723	
Summe Kapitalgebundene Kosten	82.000,00 €/a	134.000,00 €/a	44.000,00 €/a	260.000,00 €/a
Betriebskosten				
Komponente	Menge/Anzahl	Einheit	Kosten/Einheit	Gesamtkosten
Rührwerke	21.050	kWh/a	0,23 €	5.000,00 €/a
Pulveraktivkohle	45.000	kgPAK/a	1,50 €	68.000,00 €/a
Fällmittel				
Gesamtkosten: Sedimentationsbecken	20.360			5.000,00 €/a
Tuchfilter entfällt	Voraussichtliche Gesamtkosten			
Personalkosten	0,1	MA/a	65.000,00 €	7.000,00 €/a
Summe Betriebskosten				85.000,00 €/a
Gesamtsumme: Laufende Kosten der Variante 1				345.000,00 €/a

6.2 Variante 2: PAK-Adsorption im Kontaktbecken mit anschließender Filtration und Rezi in BB



6.2.1 Verfahrenswahl

- Vollstrombehandlung in NKB 1 und 2 und Schlussfiltration
- Teilstrombehandlung QTW für Spurenstoffelimination in Kontaktbecken
- Bypass für QRW
- Dosierung von PAK in Kontaktbecken
- Abtrennung von PAK in Filter
- PAK Rückführung über Spülwasser in DN
- Zusätzlicher Bau von
 - Kontaktreaktor
 - Erweiterung von 2 Filtereinheiten
 - PAK-Silo
 - Chemikaliendosierung
 - Hochwasserpumpwerk
 - Zufahrt
 - Technikraum

6.2.2 Beschreibung

Im Gegensatz zur Variante 1 wird bei der nun vorgeschlagenen Variante 2 auf ein Sedimentationsbecken verzichtet.

Da bei dieser Variante keine Sedimentation zur Abscheidung der PAK-Fracht dient, wird die Filterfläche des hier vorgeschlagenen Tuchfilters stärker belastet. Untersuchungen zeigen, dass ein Tuchfilter sich für diese Art der PAK-Abscheidung sehr gut eignet.

Für die Variante 2 haben wir ebenfalls einen maximalen Zufluss von 833 m³/h aus der Nachklärung der Kläranlage gewählt. Dem NKB 1 und 2 ist der Kontaktreaktor nachgeschaltet. Die pulverisierte Aktivkohle wird, wie in Variante 1, in den Zulauf des Kontaktreaktors gegeben und mittels Rührwerke mit dem Ablauf der Nachklärung vermischt. Auch bei Variante 2 empfiehlt sich die PAK-Zugabe adaptiv auszurichten. Diese würde sich ebenso kontinuierlich dem momentanen Zulauf der vierten Reinigungsstufe anpassen, wodurch sich erhebliche Mengen an pulverisierter Aktivkohle einsparen lassen und somit die Jahreskosten dezimiert werden. Für eine optimale Durchmischung empfehlen wir den Kontaktreaktor in drei Kammern zu unterteilen, in denen jeweils ein Rührwerk angeordnet ist. Das Gesamtvolumen dieser Becken haben wir für eine Kontaktzeit von 30 Minuten dimensioniert. Nun wird, anders als in Variante 2, der Ablauf der Kontaktbecken direkt in die Filteranlage gefördert, wodurch sich die Kontaktzeit der PAK mit dem Wasser verkürzt. Der Tuchfilter ist für den Vollstrom ausgelegt und besteht aus 6 Filtermodulen. Wir empfehlen einen Teil der beladenen Feststofffracht zurück in den Zulauf der Kontaktbecken zu zirkulieren, um eine optimale Ausnutzung der Adsorptionsfähigkeit der PAK zu gewährleisten. Aufgrund der geringen Mengen, welche bei der Absaugung rezirkuliert werden, haben wir auf den Einfluss eines Rücklaufverhältnisses und somit auch auf eine Vergrößerung des Kontaktreaktors verzichtet.

Rezirkulation der von der Tuchfiltration abgesaugten Feststoff-PAK-Fracht in das Belebungsbecken. Hierdurch hat die PAK eine höhere Aufenthaltszeit im System, was sich positiv auf die Spurenstoffelimination, wie auf die Schlammigenschaften des Klärschlammes auswirkt. Außerdem ist ebenso eine höhere Elimination der für die Abwasserabgabe relevanten Stoffe zu erwarten.

6.2.3 Verfahrensstufen zum Kontaktbecken

- $Q_{TW} = 10.000 \text{ m}^3/\text{d}$
- $833 \text{ m}^3/\text{h}$; 231 l/s
- Zulauf Tuchfilter: max. $2.700 \text{ m}^3/\text{h}$

Kontaktbecken:

- Kontaktzeit von 30 min
- Volumen: $833 \text{ m}^3/\text{h} \times 0,5 \text{ h} = 417 \text{ m}^3$
 - gewähltes Volumen von $3 \times 6 \times 6 \times 4 = 432 \text{ m}^3$

Daten zur pulverisierten Aktivkohle:

Für eine realistische Mengen- und Kostenannahme haben wir an dieser Stelle mit dem durchschnittlichen täglichen Ablauf von $Q_{JSM,d} = 10.000 \text{ m}^3/\text{d}$ gerechnet

- Bei einer Kostenannahme von 10 mg/l und einem täglichen Zufluss von $10.000 \text{ m}^3/\text{d}$
 - 100 kgPAK/d bzw. 36.000 kgPAK/a
- Bei einer Konzentration von 15 mg/l und einem täglichen Zufluss von $10.000 \text{ m}^3/\text{d}$
 - 150 kgPAK/d bzw. 48.000 kgPAK/a
- Bei einer Konzentration von 20 mg/l und einem täglichen Zufluss von $10.000 \text{ m}^3/\text{d}$
 - 200 kgPAK/d bzw. 72.000 kgPAK/a
- Bei einer Kostenannahme von $1,5 \text{ €/kgPAK}$ ergibt sich:
 - 54.000 €/a bei einer Konzentration von 10 mgPAK/l
 - 81.000 €/a bei einer Konzentration von 15 mgPAK/l
 - 108.000 €/a bei einer Konzentration von 20 mgPAK/l

Für die spätere Kostenschätzung wird mit dem Mittelwert von 68.000 €/a gerechnet.

Daten für Fällmitteldosierung:

Für die Fällmitteldosierung wird das Fällmittel Eisen (III) Chlorid mit einer auf die PAK-Zugabe bezogenen Menge von $0,2 \text{ gFe/gPAK}$ gewählt.

- Bei einer täglich benötigten PAK-Menge von 100 kgPAK/d, bezogen auf eine gewählte PAK-Konzentration von 10 mg/l
 - $100 \text{ kgPAK/d} \times 0,2 \text{ kgFe/kgPAK} = \underline{20 \text{ kgFe/d}}$ bzw. $\underline{7.332,85 \text{ kgFe/a}}$
- Bei einer Kostenannahme von 0,15€/kgFe ergibt sich:
 - $20 \text{ kgFe/d} \times 0,15 \text{ €/kgFe} = 3 \text{ €/d}$ bzw. $1.098,65 \text{ €/a}$

Zusätzlicher Schlammanfall:

Wird angenommen, dass 1 kg PAK genau 1 kg TS entspricht, so ergibt sich die folgende Menge an zusätzlichem Schlamm:

- 48.000 kgPAK/a → 48.000 kgTS/a

Tuchfilteranlage:

- Vorhanden: 4 Filter
- Zwei Filter zusätzlich
- Stundendurchfluss: $Q_{\text{TW}} = 833 \text{ m}^3/\text{h}$ bei einem maximalen AFS von 10 mg/l
- Maximaler Durchfluss: $Q_{\text{max}} = 2.700 \text{ m}^3/\text{h}$ bei einem maximalen AFS von 25 mg/l
- Zulässige Filtergeschwindigkeit: $v = 10 \text{ m/h}$
- Filterfläche pro Filter: $18 \times 5 \text{ m}^2 = 90 \text{ m}^2$
- Energieverbrauch laut Hersteller: $E = 9,2 \text{ kWh/d}$ (bei $Q_{\text{TW}} 0,8.500 \text{ m}^3/\text{d}$ und AFS 0 10 mg/l)
- Benötigtes Volumen für den Bau: V rund 390 m^3

Hochwasserpumpwerk:

Durch Einbau des Kontaktbeckens entsteht ein zusätzlicher hydraulischer Höhenverlust, der nicht zur Verfügung steht.

HHW: 314.70

H_{man} : 2,0 m

Gewählt: 3 Propellerpumpen à 375 l/s (1 Reserve) à 11 kW

$$N = \frac{Q \times M_{\text{man}}}{102 \times 0,80} = \frac{750 \times 2}{102 \times 0,80} = 18 \text{ kW}$$

Pumpdauer pro Jahr angenommen: ca. 300 h/a

6.2.4 Investitionskostenannahme

Mit Bezug auf die unterschiedlichen Verfahrensstufen der Variante 2 folgt nun in Tabelle 2.1 eine erste Kostenermittlung für die Investitions-, wie auch für Betriebskosten. Diese sollte als eine grobe Einschätzung betrachtet werden und erste Anhaltspunkte für eine spätere Umsetzung geben.

Tabelle 2.1: Investitionskosten Variante 2

Pos.	Kurztext	Gesamtpreis
1.	Gesamtsumme Baukosten	800.000 €
2.	Gesamtsumme Maschinenteknik	1.188.000 €
3.	Gesamtsumme EMSR-Technik	260.000 €
	Summe netto	2.248.000 €
	Baunebenkosten 20 %	450.000 €
	Summe netto	2.698.000 €
	19 % MwSt.	512.000 €
	Gesamtsumme Investitionskosten Variante 2b	3.210.000 €

Investinskostenannahme Variante 2					
Pos.	Kurztext	Menge	Einheit	Spez. Preis	Gesamtpreis
1.0	Bauarbeiten				
1.1	Baustelleneinrichtung		psch		79.000 €
1.2	Kontaktbecken, 3 Stück	456	m ³	450,- €/m ³	205.000 €
1.3	Sedimentationsbecken		entfällt		
1.4	HHW-Pumpwerk	70	m ³	800,- €/m ³	56.000 €
1.5	Bauwerk Tuchfilter entspr. Entw. 8/16				120.000 €
1.6	Rohrleitungen, Schächte		psch		130.000 €
1.7	Technikraum	160	m ³	450,- €/m ³	70.000 €
1.8	Außenanalgen , Straßen, Brauchwasser		psch		40.000 €
1.9	NKB 1 und NKB 2		psch		100.000 €
	Summe 1.0 Bauarbeiten				800.000 €
	inkl. 19 % MwSt.				952.000 €
	inkl. 20 % BNK				1.142.000 €
	Gesamtsumme 1.0				1.142.000 €

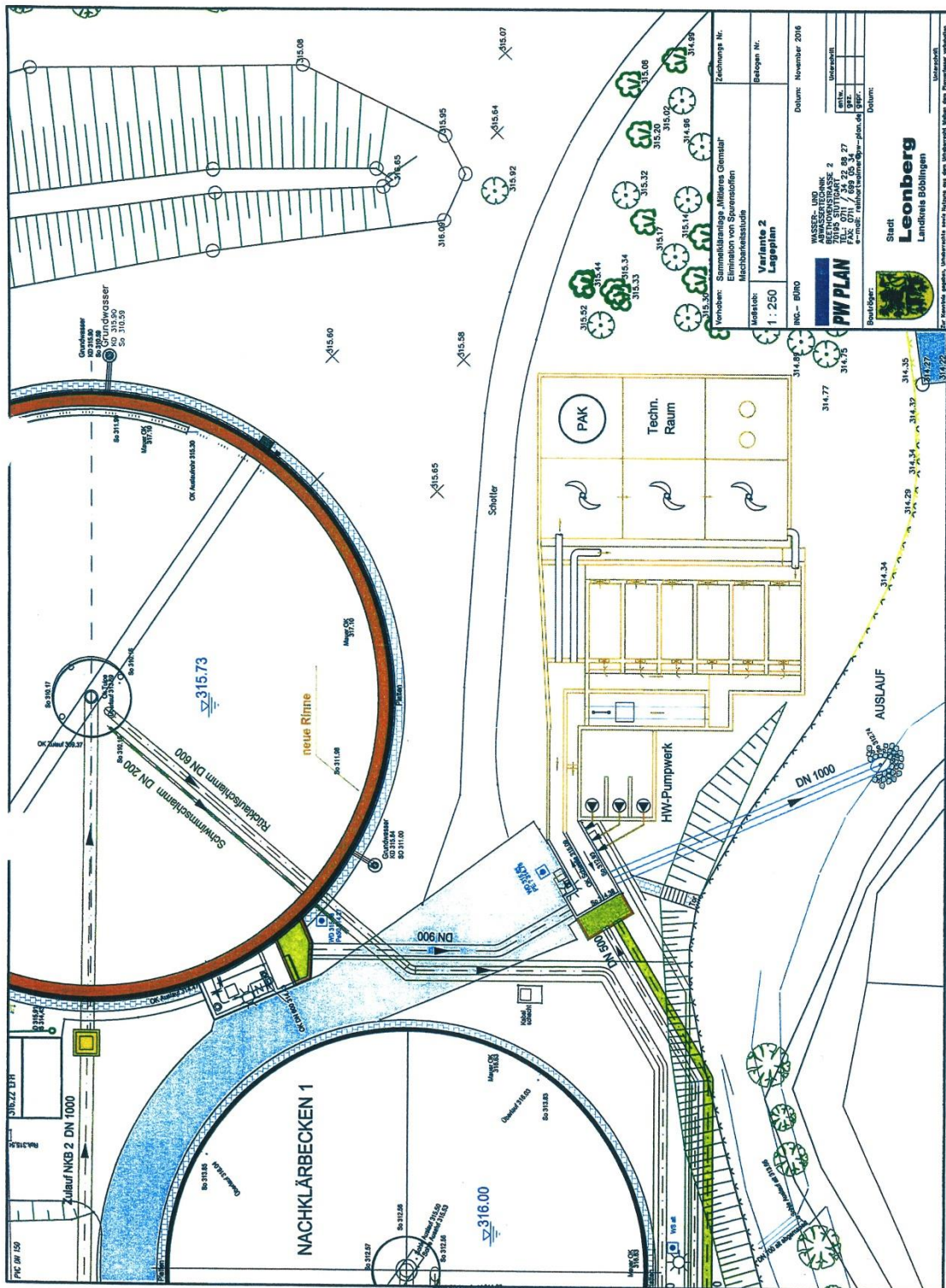
Investinskostenannahme Variante 2					
Pos.	Kurztext	Menge	Einheit	Spez. Preis	Gesamtpreis
2.0	Maschinentechnik				
2.1	Sedimentationsbecken		entfällt		
2.2	Kontaktbecken-Rührwerke	3	Stk.	21.000 €	63.000 €
2.3	HHW-Pumpwerk, Pumen, Armaturen	3	Stk.	25.000 €	75.000 €
2.4	Tuchfilter	2	Stück	185.000 €	370.000 €
2.5	PAK-Silo V = 80 m ³ , kompl.		psch		400.000 €
2.6	Chemikaliendosierer, Fällmittel		psch		120.000 €
2.7	NKB 1 und NKB 2		psch		160.000 €
	Summe 2.0 Maschinentechnik				1.188.000 €
	inkl. 19 % MwSt.				1.413.000 €
	inkl. 20 % BNK				1.696.000 €
	Gesamtsumme 2.0				1.696.000 €

Investinskostenannahme Variante 2					
Pos.	Kurztext	Menge	Einheit	Spez. Preis	Gesamtpreis
3.0	EMSR-Technik				
3.1	Schaltanlagen			psch	50.000 €
3.2	Meßtechnik			psch	40.000 €
3.3	Automatisierung			psch	45.000 €
3.4	Kabel/Leitungen			psch	30.000 €
3.5	Installation/ Blitzschutz			psch	35.000 €
3.6	Inbetriebnahme/ Doku			psch	10.000 €
3.7	NKB 1 und NKB 2			psch	50.000 €
	Summe 2.0 Maschinentechnik				260.000 €
	inkl. 19 % MwSt.				309.000 €
	inkl. 20 % BNK				371.000 €
	Gesamtsumme 3.0 EMSR-Technik				371.000 €
	Gesamtsumme 1.0 - 3.0				2.248.000 €
	Gesamtsumme inkl. MwSt. und 20 % BNK				3.209.000 €

6.2.5 Jahreskosten

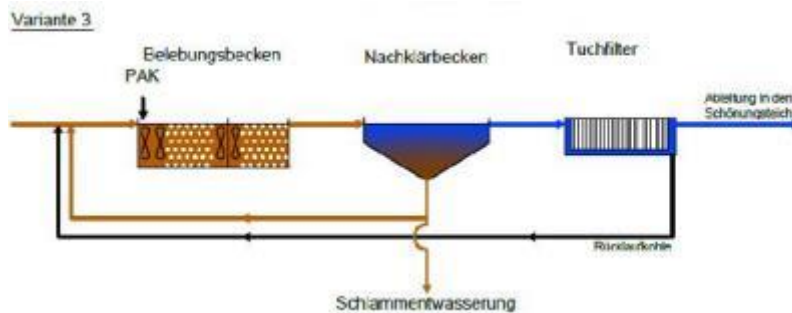
Tabelle 8.8: Betriebskosten Variante 2

Kapitalgebundene Kosten				
Beschreibung	Bautechnik	Maschinen- technik	EMSR	Summe
Investitionskosten inkl. Baunebenkosten inkl. MwSt.	1.142.000,00 €	1.696.000,00 €	371.000,00 €	3.209.000,00 €
Nutzungsdauer Bautechnik in Jahren	30			
Nutzungsdauer Maschinentechnik in Jahren		15		
Nutzungsdauer EMSR- Technik in Jahren			10	
Zinssatz	3%	3%	3%	
Kapitalwiedergewinnungsfaktor Bautechnik	0,05102			
Kapitalwiedergewinnungsfaktor Maschinentechnik		0,08377		
Kapitalwiedergewinnungsfaktor EMSR-Technik			0,11723	
Summe Kapitalgebundene Kosten	58.000,00 €/a	142.000,00 €/a	43.000,00 €/a	243.000,00 €/a
Betriebsmittelkosten				
Komponente	Menge/Anzahl	Einheit	Kosten/Einheit	Gesamtkosten
Rührwerke	21.050	kWh/a	0,23 €	5.000,00 €/a
Pulveraktivkohle	45.000	kgPAK/a	1,50 €	68.000,00 €/a
Fällmittel				
Gesamtkosten: Sedimentationsbecken	20360			5.000,00 €/a
Tuchfilter entfällt	Voraussichtliche Gesamtkosten			15.000,00 €
Personalkosten	0,1	MA/a	65.000,00 €	7.000,00 €/a
Summe Betriebskosten				95.000,00 €/a
Gesamtsumme: Laufende Kosten der Variante 2				338.000,00 €/a



6.3 Variante 3: PAK-Adsorption im BB mit Filtration nach NKB (6 Filter)

Die pulverisierte Aktivkohle wird direkt in den Zulauf des bestehenden Belebungsbeckens eingetragen.



6.3.1 Verfahrenswahl

Auf der KA Leonberg ist der zur Verfügung stehende Platz äußerst begrenzt.

Durch den Direkteintrag der PAK in das Belebungsbecken werden nicht erforderlich:

- Kontaktreaktor
- Sedimentationsbecken
- Fällmittelsilos

Es erfolgt ein Direkteintrag der PAK in das Belebungsbecken, was zur Folge hat, dass der gesamt Kläranlagenzulauf in Kontakt mit der Aktivkohle kommt, welche letztlich dem Wasser wieder entnommen werden muss.

Maximaler Bemessungszulauf: 2.700 m³/h

- Vollstrombehandlung, auch Spurenstoffe
- Dosierung von PAK in Belebungsbecken (in vorgeschaltetes Deni-Becken)
- Sedimentation in 2 vorh. NKB's , PAK Rückführung über RS-Schlamm in DN Becken
- Schlussfiltration über vorhandene Tuchfilter + 2 zusätzliche Filter
- PAK Rückführung plus Spülwasser in DN
- PAK Rückführung von NKB über RSRW in DN
- Auf den Bau eines Kontaktreaktors und eines Sedimentationsbeckens wird verzichtet

- Zusätzlicher Bau von
 - Erweiterung von 2 Filtereinheiten
 - PAK-Silo

6.3.2 Beschreibung

Diese Variante wird favorisiert, besonders bei Anlagen mit begrenztem Platzangebot.

Die hier gewählten Verfahrensstufen müssen für den maximalen Bemessungszufluss der Kläranlage gewählt werden. Begründet ist dies durch den Direkteintrag der PAK in das Belebungsbecken, was zur Folge hat, dass der gesamte Kläranlagenzulauf in Kontakt mit der Aktivkohle kommt, welche letztlich dem Wasser wieder entnommen werden muss. Auf eine zusätzliche Dosierstation mit dem dazugehörigen Silo für Fällmittel wird ebenfalls verzichtet.

Vorteil hierbei ist die Einsparung der Baukosten für Kontaktreaktor, Sedimentationsbecken und Fällmittelsilos. Dem gegenüber stehen jedoch die aus der höheren PAK-Menge resultierenden höheren Betriebskosten.

6.3.3 Verfahrensstufen zum Kontaktbecken

Max. Bemessungszufluss: 2.700 m³/h.

6.3.3.1 Daten zur pulverisierten Aktivkohle

Für eine realistische Mengen- und Kostenannahme haben wir an dieser Stelle mit dem durchschnittlichen täglichen Ablauf von $Q_{JSM,d} = 10.000 \text{ m}^3/\text{d}$ gerechnet

- Bei einer Konzentration von 20 mg/l und einem täglichen Zufluss von 10.000 m³/d
 - 200 kgPAK/d bzw. 73.000 kgPAK/a
- Bei einer Konzentration von 15 mg/l und einem täglichen Zufluss von 10.000 m³/d
 - 150 kgPAK/d bzw. 55.000 kgPAK/a
- Bei einer Kostenannahme von 1,5 €/kgPAK ergibt sich:
 - 110.000 €/a bei einer Konzentration von 20 mgPAK/l
 - 83.000 €/a bei einer Konzentration von 15 mgPAK/l

Für die spätere Betriebskostenrechnung wird mit dem Mittelwert von 97.000 €/a gerechnet. (18 mg/l)

6.3.3.2 Bemessung Filter

1. Ausgangssituation:

Die Nachklärung ist gem. Entwurf 8/16 wie folgt ertüchtigt:

- $Q_{\max} = 2.700 \text{ m}^3/\text{h}$, 750 l/s
- $\text{ASF}_{\max \text{ Zulauf}} = 53 \text{ mg/l}$ (bei Sonderlastfällen)
- Feststofffracht $_{\max} = 143,1 \text{ kg/h}$
- Schlussfiltration mit 4 Filter:
Typ SF 18/90 mit 360 m^2
 $\text{VF} < 10 \text{ m/h} = 7,5 \text{ m/h}$
 $\text{BA} < 0,400 \text{ kg/m}^2 \text{ h} = 0,398$

2. Neue Situation mit PAK-Simultan:

- $Q_{\max} = 2.700 \text{ m}^3/\text{h}$, 750 l/s
- NEU: Filterung Polstoff Mikrofaser $\text{BA} < 0,200 \text{ kg/m}^2 \text{ h}$
- Unverändert $\text{VF} < 10 \text{ m/h}$
- $\text{ASF}_{\max \text{ Zulauf}} = 40 \text{ mg/l}$ (Normalfall)
- Feststofffracht: $2.700 \text{ m}^3/\text{h} \times 0,040 = 108 \text{ kg/h}$
- Filterfläche: $108 \text{ kg/h} : 0,200 \text{ kg/m}^2 \text{ h} = 540 \text{ m}^2$
- Gewählter Filtertyp:
Typ SF 18/90
Anzahl Filter: 6 Stück
Filterfläche: $6 \times 90 \text{ m}^2 = 540 \text{ m}^2$
4 Filter vorhanden
Zusätzlich notwendig: 2 x SF 18/90

6.2.4 Investitionskostenannahme

Mit Bezug auf die unterschiedlichen Verfahrensstufen der Variante 3 folgt nun in Tabelle 3.1 eine erste Kostenermittlung für die Investitions-, wie auch für Betriebskosten. Diese sollte als eine grobe Einschätzung betrachtet werden und erste Anhaltspunkte für eine spätere Umsetzung geben.

Tabelle 3.1: Investitionskosten Variante 3

Investitionskostenannahme Variante 3		
Pos.	Kurztext	Gesamtpreis
1.	Gesamtsumme Baukosten	300.000 €
2.	Gesamtsumme Maschinenteknik	930.000 €
3.	Gesamtsumme EMSR-Technik	150.000 €
	Summe netto	1.380.000 €
	Baunebenkosten 20 %	276.000 €
	Summe netto	1.656.000 €
	19 % MwSt.	314.000 €
	Gesamtsumme Investitionskosten Variante 3	1.970.000 €

Investitionskostenannahme Variante 3					
Pos.	Kurztext	Menge	Einheit	Spez. Preis	Gesamtpreis
1.0	Bauarbeiten				
1.1	Bauwerk Tuchfilter entspr. Entw. 8/16				120.000 €
1.2	Technik PAK		psch.		80.000 €
1.3	NKB 1 und NKB 2		psch.		100.000 €
	Summe 1.0 Bauarbeiten				300.000 €
	inkl. 19 % MwSt.				357.000 €
	inkl. 20 % BNK				428.000 €
	Gesamtsumme 1.0				428.000 €

Investinskostenannahme Variante 3					
Pos.	Kurztext	Menge	Einheit	Spez. Preis	Gesamtpreis
2.0	Maschinentechnik				
2.1	Tuchfilter entspr. Entwurf	2	Stück	185.000 €	370.000 €
2.2	PAK-Silo V = 80 m ³ , kompl.		psch		400.000 €
2.3	NKB 1 und NKB 2		psch		160.000 €
	Summe 2.0 Maschinentechnik				930.000 €
	inkl. 19 % MwSt.				1.107.000 €
	inkl. 20 % BNK				1.328.000 €
	Gesamtsumme 2.0				1.328.000 €

Investinskostenannahme Variante 3					
Pos.	Kurztext	Menge	Einheit	Spez. Preis	Gesamtpreis
3.0	EMSR-Technik				
3.1	laut Entwurf		psch.		100.000 €
3.2	NKB 1 und NKB 2		psch.		50.000 €
	Summe 3.0 EMSR-Technik				150.000 €
	inkl. 19 % MwSt.				179.000 €
	inkl. 20 % BNK				214.000 €
	Gesamtsumme 3.0				214.000 €
	Gesamtsumme 1.0 - 3.0	netto			1.380.000 €
	Gesamtsumme inkl. MwSt. und 20 % BNK				1.970.000 €

6.3.5 Jahreskosten

Tabelle 8.8: Betriebskosten Variante 3

Kapitalgebundene Kosten				
Beschreibung	Bautechnik	Maschinen- technik	EMSR	Summe
Investitionskosten inkl. Baunebenkosten inkl. MwSt.	428.000,00 €	1.328.000,00 €	214.000,00 €	1.970.000,00 €
Nutzungsdauer Bautechnik in Jahren	30			
Nutzungsdauer Maschinentechnik in Jahren		15		
Nutzungsdauer EMSR- Technik in Jahren			10	
Zinssatz	3%	3%	3%	
Kapitalwiedergewinnungsfaktor Bautechnik	0,05102			
Kapitalwiedergewinnungsfaktor Maschinentechnik		0,08377		
Kapitalwiedergewinnungsfaktor EMSR-Technik			0,11723	
Summe Kapitalgebundene Kosten	22.000,00 €/a	111.000,00 €/a	25.000,00 €/a	158.000,00 €/a
Betriebsmittelkosten				
Komponente	Menge/Anzahl	Einheit	Kosten/Einheit	Gesamtkosten
Pulveraktivkohle	65.000	kgPAK/a	1,50 €	97.000,00 €/a
Tuchfilter, anteilig für 2 Filter	Voraussichtliche Kosten			15.000,00 €
Personalkosten	0,05	MA/a	65.000,00 €	3.000,00 €/a
Summe Betriebskosten				115.000,00 €/a
Gesamtsumme: Laufende Kosten der Variante 3				273.000,00 €/a

7. Wertung der Varianten

1. Investitionskosten

- 1.1 Teuerste Variante: Variante 1 3.580.000,- €
Zusätzlicher Bau von
- Kontaktreaktor
 - Sedimentationsbecken
 - PAK Silo
 - Chem. Dosieranlage
 - Hochwasserpumpwerk
 - 2. Technikraum
- 1.2 Günstigste Variante: Variante 3 1.970.000,- €
Zusätzlich erforderlich
- Erweiterung von 2 Filtereinheiten
 - PAK Silo

2. Betriebskosten

- 2.1 Teuerste Variante: Variante 3 115.000,- €/a
Davon entfällt auf PAK 97.000,- €/a
Bei Variante 3 muss von einer erhöhten PAK-Dosierung
von ca. 18 mg PAK/l ausgegangen werden.
- 2.2 Günstigste Variante: Variante 1 85.000,- €/a
Davon entfällt auf PAK 68.000,- €/a
PAK-Dosierung von ca. 12 mg PAK/l

3. Laufende Kosten

Kapitalgebundene Kosten + Betriebskosten

- 3.1 Teuerste Variante: Variante 1 345.000,- €/a
- 3.2 Günstigste Variante: Variante 3 273.000,- €/a

4. Spezifische Kosten

Bezogenen auf die jährliche Abwassermenge von 2015 von 2.278.175 m³/a ergeben sich für die günstigste Variante 3 spezifische Kosten von 0,12 €/m³, d.h. Erhöhung der Schmutzwassergebühr von 2,00 €/m³ auf 2,12 €/m³; d.h. eine Gebührenerhöhung von ca. 4,- € pro Einwohner und Jahr.

5. Referenzanlagen

Variante 1 + (2)

Zurzeit sind 11 Anlagen in Baden-Württemberg in Betrieb mit separater Adsorptionsstufe.

Variante 3

Keine Anlage im großtechnischen Maßstab in Betrieb

- Untersuchungen auf der KA Emmingen-Liptingen
- Großtechnische Versuche 2014/15 auf der ARA Flos in Wetzikon (CH)

Zitat:

„Auf der ARA Flos in Wetzikon wurde erstmals in der Schweiz die Direktdosierung von Pulveraktivkohle (PAK) in die Biologie großtechnisch pilotiert. Das Verfahren konnte während eineinhalb Jahren stabil betrieben werden. Große Vorteile sind die geringen notwendigen Infrastrukturanpassungen bei bestehenden Belebtschlammanlagen mit Filtration und der geringe Platzbedarf. Die Versuche zeigen, dass die Eliminationsleistung von 80% auf die vom Bund vorgeschlagenen Indikatorsubstanzen sowohl bei Trocken- als auch bei Regenwetter stabil erreicht werden können.“

6. Weitere Wertungsaspekte

Für die Variante 3 sprechen noch weitere Gründe wie:

- Vollstrombehandlung
- Geringster Flächenverbrauch mit 4 % der gesamten Reservefläche
- Kein Hochwasserpumpwerk erforderlich
- Das PAK Silo steht im vorderen Teil der Zufahrt, Betankung gut möglich.
- Größte Filterfläche mit 540 m², höchste Reduzierung der AFS

Insgesamt günstigste Variante = Variante 3

Wertung der Varianten

Zusammenstellung

	Variante 1	Variante 2	Variante 3
1. Investitionskosten incl. MwSt. und 20% BNK	3.580.000 €	3.209.000 €	1.970.000 €
2. Betriebskosten	85.000 €/a	95.000 €/a	115.000 €/a
Q m³/d	10.000 m³/d	10.000 m³/d	10.000 m³/d
Zugabe PAK	12,5 mg/l	12,5 mg/l	18,0 mg/l
kg/d PAK	125 kg	125 kg	180 kg
kg/a PAK	45.625 kg	45.625 kg	65.000 kg
bei 1,50 €/kg	68.000 €/a	68.000 €/a	97.000 €/a
3. Kapitalgebundene Kosten	260.000 €/a	243.000 €/a	158.000 €/a
4. Laufende Kosten	345.000 €/a	338.000 €/a	273.000 €/a
5. Spez. Kosten *	0,151 €/m³	0,148 €/m³	0,120 €/m³
Spez. Kosten **	0,140 €/m³	0,137 €/m³	0,111 €/m³
6. Weitere Wertungsaspekte			
6.1 Hohe Reduzierung der abfiltrierbaren Stoffe	⊕	⊕⊕	⊕⊕
Filterfläche	360 m²	540 m²	540 m²
6.2 Betankung des PAK-Silos	⊖⊖	⊖⊖	⊕
6.3 Hochwasser PW	⊖ zusätzlich	⊖ zusätzlich	⊕ nicht erforderlich
6.4 Flächenverbrauch der Reservefläche	⊖⊖ 50 % 1500 m²	⊖ 10 % 300 m²	⊕ 4 % 108 m²
6.5 Reingungsleistung	⊖ Teilstrombehandlung	⊖ Teilstrombehandlung	⊕ Vollstrombehandlung
7. Referenzanlagen	⊕⊕	⊕	⊖

* bezogen auf jährliche Abwassermenge 2015: 2.278.175 m³/a

** bezogen auf Wasserverbrauch 2010: 2.458.384 m³/a

8. Verfahrensempfehlung

Die Variante 3 – die Pulveraktivkohledirektdosierung in die biologische Stufe – ist ein sehr platzsparendes Verfahren und nutzt die bestehende Infrastruktur auf der Kläranlage Mittleres Glemstal optimal. Man dosiert die Pulveraktivkohle direkt in die biologische Stufe und zieht die beladene Aktivkohle mit dem Überschussschlamm der Biologie aus dem System ab. Als Sicherheitsstufe zur Verhinderung eines Abtriebs von Aktivkohle- und Belebtschlamm ist nach der biologischen Stufe mit Aktivkohle eine nachgeschaltete Filtration erforderlich, bzw. im Fall KA Mittleres Glemstal bereits vorhanden

Aus den vorigen Kapiteln geht weiteres eindeutig hervor, dass dadurch die Variante 3

- die kostengünstigste Variante ist im Hinblick auf Investitionen und Jahreskosten
- alle weiteren Wertungskriterien am besten erfüllt sind.

Für weitere Planungsschritte wird seitens PW-PLAN an dieser Stelle folgendes empfohlen:

- Beprobung durch das KOMS entsprechend der neuen Liste B.
- Erstellen eines Entwurfes mit den Schwerpunkten:
 - PAK-Dosierstation
 - Auswahl der Pulveraktivkohle
 - Regelung/Steuerung einer optimierten PAK-Zugabe
 - Auswirkungen auf Schlammentsorgung
 - Kostenberechnung

Die vorgeschlagene Variante 3 wäre allerdings, Stand März 2017, die 1. Anlage im großtechnischen Maßstab mit Simultaner Zugabe von PAK in das Belebungsbecken.

Da jedoch die Ergebnisse anderer Untersuchungen und die eigenen Vorversuche positiv ausgefallen sind, empfehlen wir der Stadt Leonberg, die Kläranlage „Mittleres Glemstal“ mit einer Direkt dosierung von Pulveraktivkohle (PAK) in die bestehende Biologie nachzurüsten und somit einen maßgeblichen weiteren Schritt im Umweltschutz voranzugehen.

Aufgestellt:

P W - P L A N

Ingenieurbüro für Wasser-
und Abwassertechnik

Stuttgart, im Mai 2017

(Dipl.-Ing. R. Waimer)

Anlage

- Bericht KOMS zur Untersuchung der Spurenstoffelimination der Kläranlage „Mittleres Glemstal“ bei Zugabe von Pulveraktivkohle zum belebten Schlamm vom 29.11.2016