Coûts actuels des projets de charbon actif en grains et développements actuels

22 juin 2021

Dipl.-Ing. Klaus Alt / Dr. Ing Sarah Zydorczyk / Dipl.-Ing. Soufiane Frindi

4e étape de traitement - Procédés éprouvés, chronologie

- 1ère installation d'ozone en Allemagne à Bad Sassendorf (depuis 2009)
- 1ère adsorption sur CAP en Allemagne à Mannheim (depuis 2010)
- 1ère installation CAG en Allemagne à Gütersloh Obere Lutter (depuis 2011)

10 ans **d'expérience**

- 60 projets de 4e étape de traitement en cours de planification, dont 18 avec toutes les technologies de procédé (ozone, CAP ou CAG)

Déroulement actuel de projet – 4e étape de traitement

- Concepts généraux durables (énergie, ressources, composés traces, phosphore, hygiène)
- Futures exigences relatives au phosphore
- Nouvelles techniques de procédés - transparence souhaitée vis-à-vis des groupes de travail, des autorités et des planificateurs
- Échange d'expériences Europe / réseaux
- Exigences de plus en plus strictes, qualité de planification très élevée

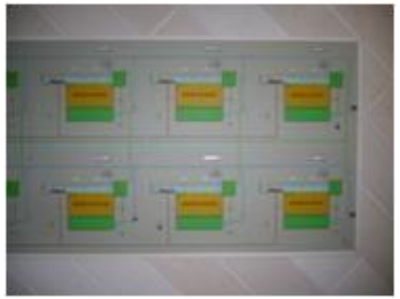
Concept global avec optimisation de la décantation secondaire pertinente (?)

- La problématique des matières solides filtrables est déjà bien connue, mais reste en partie sous-estimée
- La qualité des effluents doit être optimisée en cas de charge max. et de temps sec
- Les expériences faites par les exploitants doivent être intégrées
- L'étude de variantes à l'aide d'une simulation CFD est désormais une évidence (mais ne semble pas effectuée systématiquement)
- Alternative pour augmenter le rendement – ouvrages d'arrivée réglables en hauteur fabriqués par la société hydrograv par exemple
- L'expérience montre que le rapport coûts/utilité est presque idéal

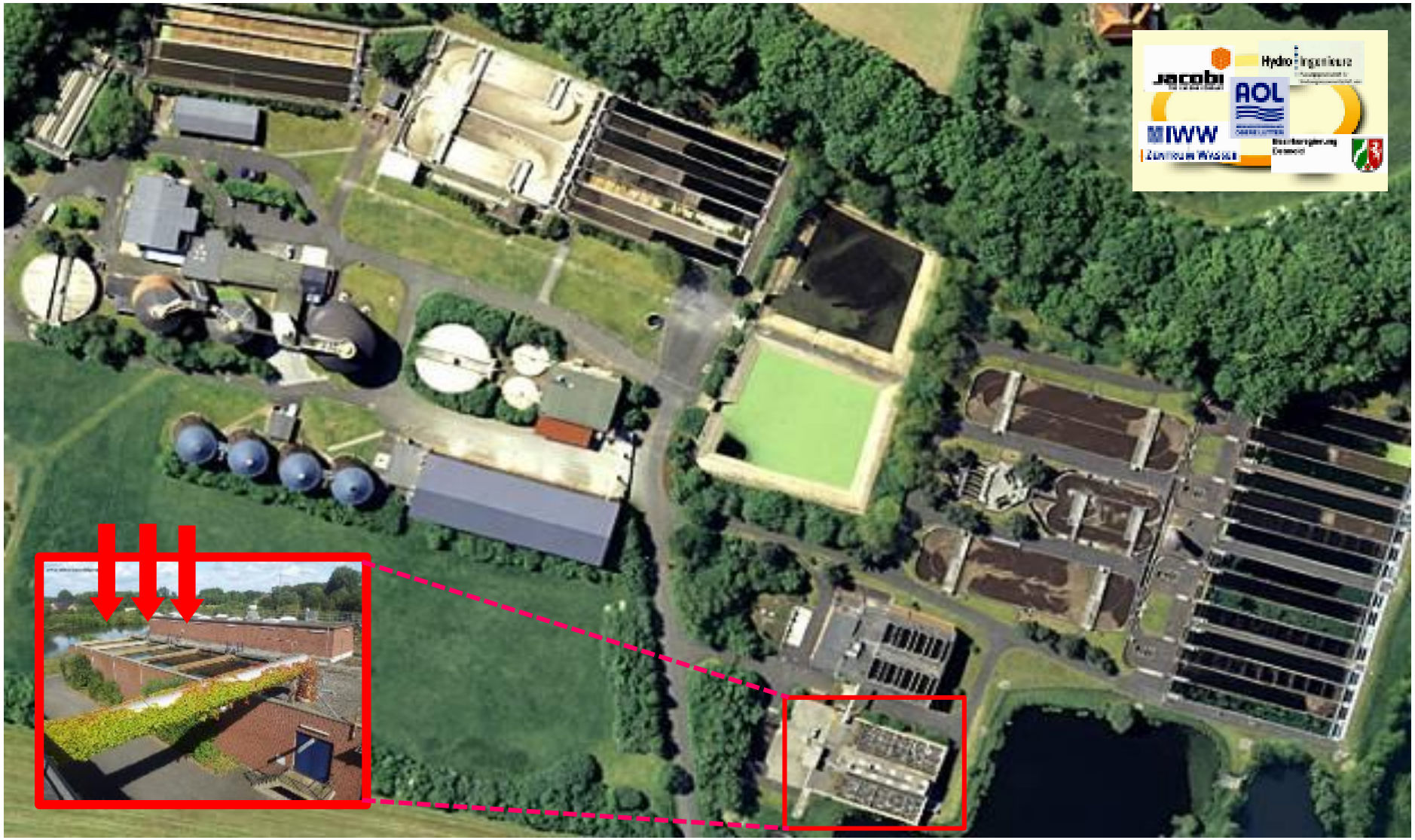
Station d'épuration au CAG Gütersloh "Obere Lutter"

Capacité 250 000 EH

- Mise en service le 01.11.2010, donc plus de 10 ans d'expériences d'exploitation
- Installation de traitement au CAG la plus ancienne d'Allemagne
- 5 cellules filtrantes de 40 m²
- Coûts d'exploitation 220 000 €/a
  Réduction DCO de 50% et réduction de phosphore d'env. 25%
- Consommation de charbon actif avec des volumes de lit d'env. 15 000 m^3/m^3, «presque» aussi importante que pour le CAP



Station d'épuration au CAG Gütersloh "Obere Lutter"



Résultats des projets de recherche et de développement

Coûts d'exploitation annuels (bruts) par filtre (avec coûts de personnel de 40 €/h)

- Régénération

Vidange du filtre	→	1 personne pdt 9 heures	→	360 €
Régénération du charbon actif	→	1309 €/mg (pour 30 mg)	→	39 270 €
Remplissage du filtre	→	1 personne pdt 9 heures	→	360 €
				~ 40 000 €

- Nombre de lavages nécessaires

2 opérations de rinçage par semaine	→	1 personne pdt 1 heure	→	80 €
	→	52 semaines par an		~ 4000 €

- Énergie: pas de coûts supplémentaires

➢ Coûts globaux (bruts) par an 44 000 €

➢ Attention – Personnel supplémentaire env. 0,5 à 0,75 h/a 6000 €

Résumé des coûts

- Investissement: 80 000 €/chambre de filtration (subventionnement par le biais du programme d'encouragement + décompte via la loi relative aux redevances sur les eaux usées AbwAG)
- Exploitation: 44 000 €/chambre de filtration et année

	par an	par m³	(AOL: 6,5 millions m³/a)
→ avec 4 filtres:	180 000 €	0,030 €	
→ avec 5 filtres:	225 000 €	0,035 €	

→ En 2021, les coûts d'exploitation sont les mêmes qu'en 2015 (relativement faibles)

Description succincte de la station d'épuration d'Harsewinkel

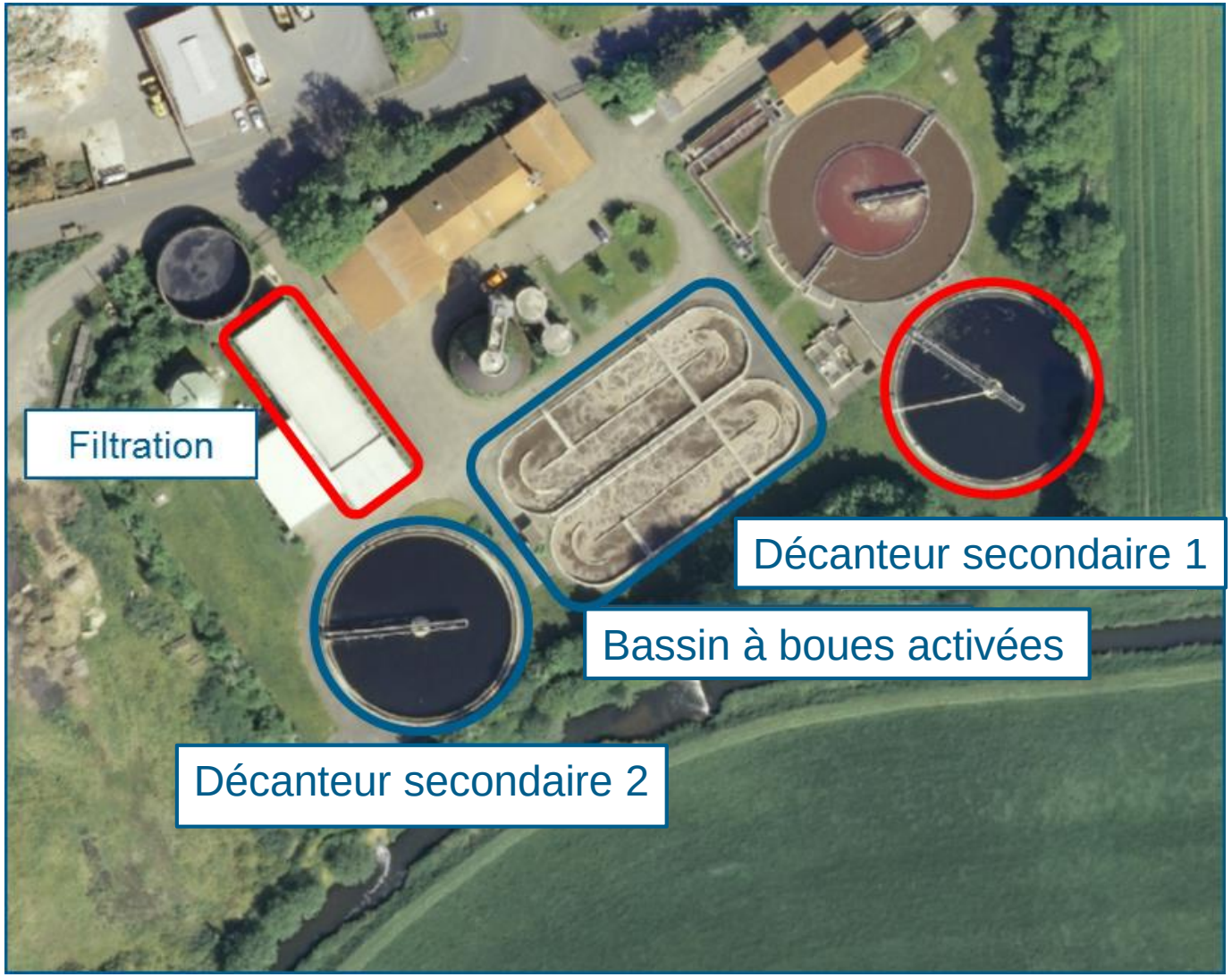
Harsewinkel
DIE MÄHDRESCHERSTADT

- Capacité 57 000 EH
- Par temps sec 189 l/s
- Eau mélangée 389 l/s

- Installation à boues activées à 2 lignes avec 2 décanteurs secondaires

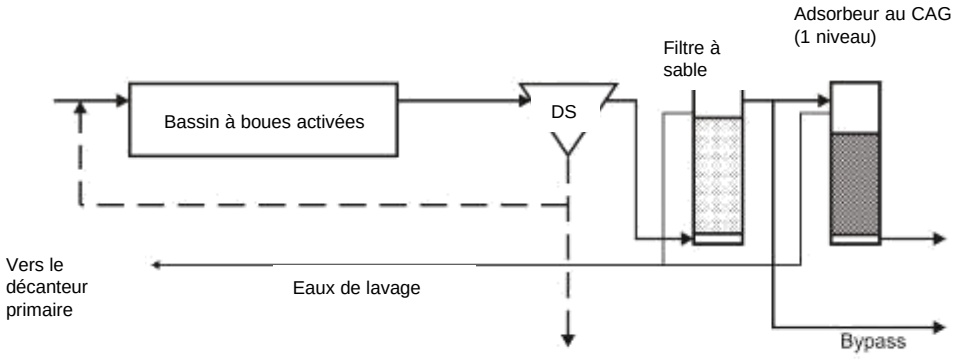
- Filtration par floculation à courant descendant construite en 1992

- Traitement du flux partiel 81 l/s (extensible à 110 l/s)



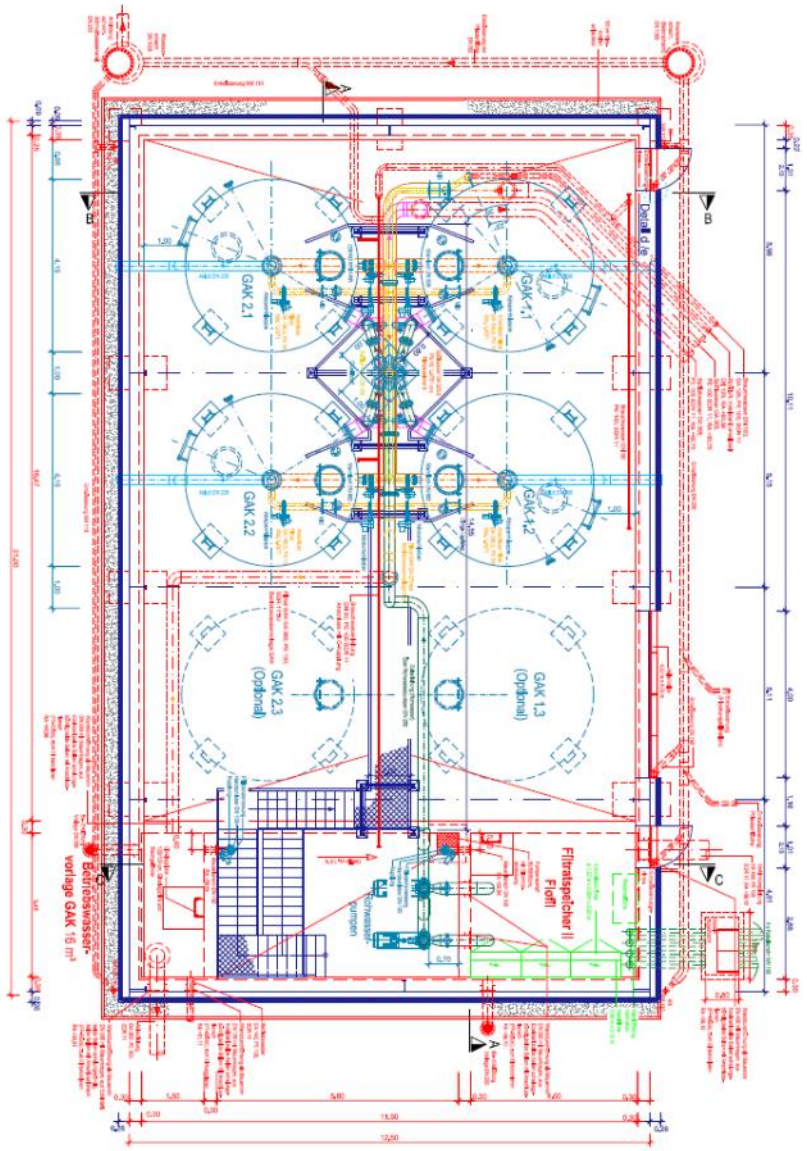
Harsewinkel – Données de planification de la filtration sur CAG

- 4 + 2 réacteurs
- Diamètre 4,20 m
- Hauteur de lit fixe 3,50 m
- Temps de séjour min. 27 min.

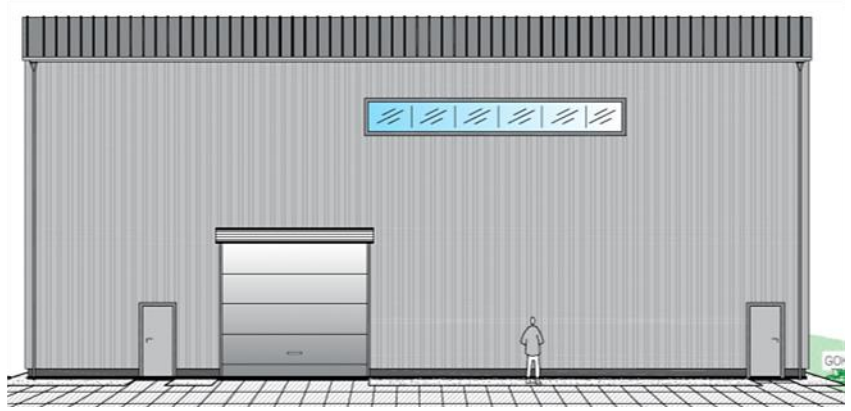


Planification de la nouvelle construction - Filtration sur CAG

Harsewinkel
DIE MÄHDRESCHERSTADT



- Planification des besoins 2014
- Essai pilote 2015 / 2016
- La planification de projet et d'autorisation a été remise dans les délais au milieu de l'année 2017
- Début des travaux novembre 2018
- Mise en service décembre 2019



Évolution des coûts de la filtration sur CAG - Investissement brut

Harsewinkel
DIE MÄHDRESCHERSTADT

- Résultat de l'évaluation des coûts 1,89 million €
- Constatation des coûts 1,76 million €
- Répartition des coûts entre les lots principaux

– Lot 1 – Technique de construction	0,41 million €	23%
– Lot 2 – Construction de bâtiments en acier	0,39 million €	22%
– Lot 3 – Machines	0,56 million €	32%
– Lot 4 – Technique de mesure, de commande et de réglage électronique	0,30 million €	17%
– Lot 5 – Charbon actif	0,10 million €	6%
– SOMME	1,76 million €	100%

Planification de la nouvelle construction - Filtration sur CAG

Harsewinkel
DIE MÄHDRESCHERSTADT

Procédé au **c**harbon **a**ctif en **g**rain - Planification Hydro-Ingenieure GmbH (sélection)

12 installations au CAG à l'échelle industrielle en service / en cours de planification

• Technikum KLEM	1000 EH	(en service depuis 6 ans)
• Gütersloh «Obere Lutter»	250 000 EH	(en service depuis 10 ans)
• Buchenhofen	600 000 EH	(2 cellules filtrantes)
• Gütersloh-Putzhagen	200 000 EH	(en chantier)
• Bad Oeynhausen	100 000 EH	(mise en service)
• Harsewinkel	57 000 EH	(en service depuis 1,5 an)
• Köln-Rodenkirchen	80 000 EH	(1 600 000 EH?)
• Lemgo	70 000 EH	(mise en service imminente)
• Mainz	400 000 EH	(début de planification)
• Lux Bleesbrück	160 000 EH	(combinaison ozone / CAG)
• Lux Schifflingen	160 000 EH	(CAG)
• Lux Beggen	450 000 EH	(combinaison ozone / CAG)

408 Fachbeiträge — Kommunale Abwasserbehandlung

Einsatz granulierter Aktivkohle auf dem Verbandsklärwerk „Obere Lutter"

Andreas Nahrstedt (Müllheim an der Ruhr), Hubert Burbaum (Gütersloh), Christian Mauer, Klaus Alt (Düsseldorf), Thomas Sürder (Detmold) und Jürgen Fritzsche (Frankfurt am Main)

Zusammenfassung

In einem vom Land Nordrhein-Westfalen über die Bezirksregierung Detmold geförderten Forschungs- und Entwicklungsvorhaben wurde der Einsatz von granulierter Aktivkohle in Festbettverfahren zur CSB- und Spurenstoffelimination bei der weitergehenden Abwasserreinigung des Abwasserverbands „Obere Lutter" im großtechnischen Pilotversuch untersucht. Der Versuchsbetrieb beider Projektabschnitte von Adsorbern mit granulierter Aktivkohle beim Verbandsklärwerk „Obere Lutter" in beiden Projektabschnitten hat gezeigt, dass derartige Adsorber ein stabiles und praxistaugliches Betriebsverhalten aufweisen. Es wurde eine CSB- und TOC-Elimination realisiert, die im Mittel eines Adsorberlaufs 45 %, bei geringerer Laufzeit auch wesentlich mehr beträgt. Organische Spurenstoffe konnten – je nach ihren spezifischen Eigenschaften – mit einer mittleren Eliminationsleistung für einen Adsorberlauf von bis zu 95 % entfernt werden. Dabei ist mit Betriebskosten von etwa 0,09 €/m³ zu

Abstract

Employment of Granulated Active Carbon in the "Obere Lutter" Association Wastewater Treatment Works

In a research and development project sponsored by the federal state of North Rhine Westphalia via the Detmold district authority, the employment of granulated active carbon has been investigated in fixed bed reactor processes for the removal of COD and trace elements with the advanced wastewater treatment of the "Obere Lutter" Wastewater Association in a large scale pilot trial. The trials operation of both project models of adsorbers using granulated active carbon with the "Obere Lutter" association wastewater treatment works has shown that such adsorbers demonstrate stable and practicable operating behaviour. A COD and TOC removal was realised which, as average within an adsorber run, was 45 %, with a shorter running time was even

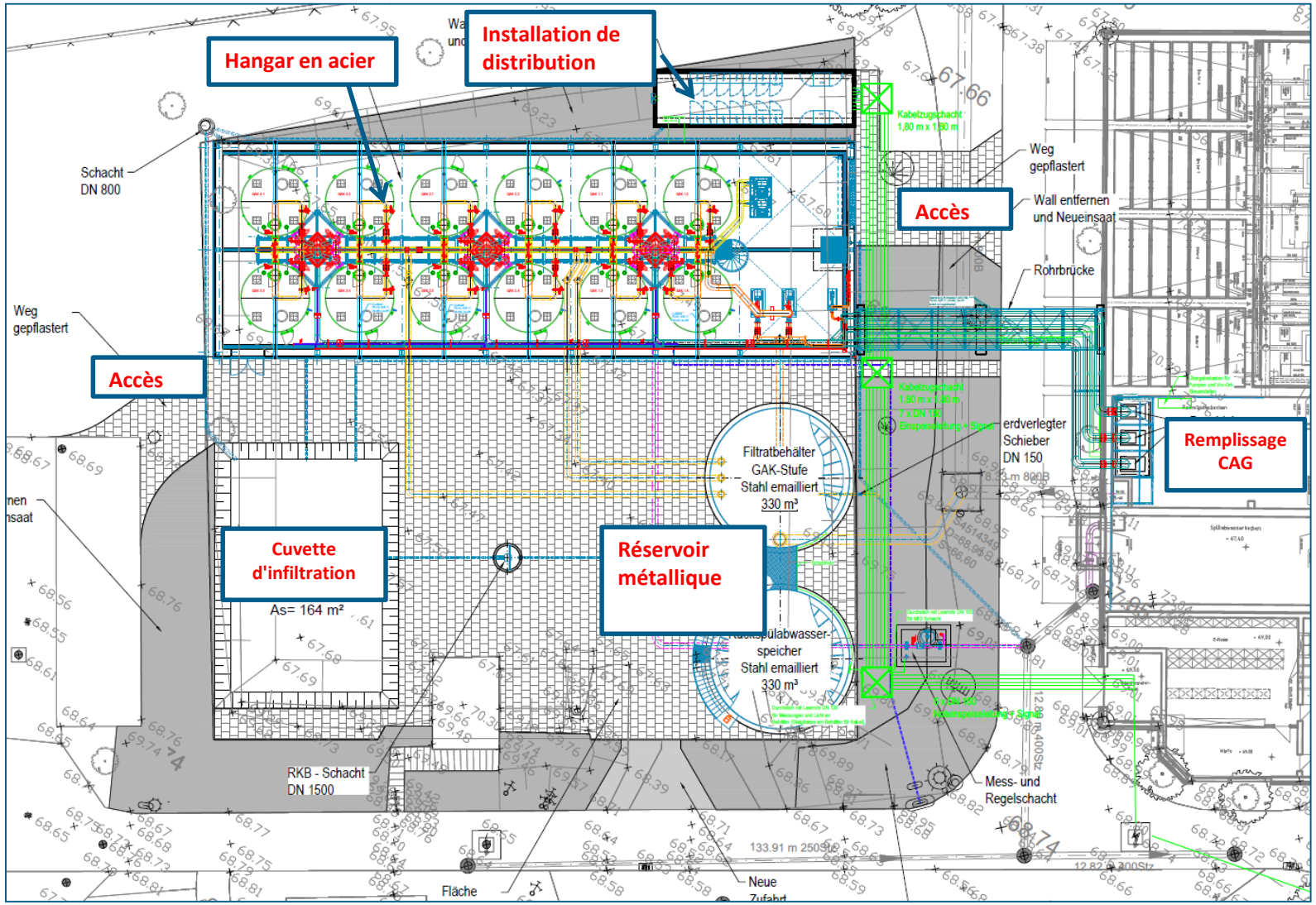
Hydro Ingenieure

Station d'épuration de Gütersloh Putzhagen – Description succincte

- Capacité 200 000 EH
- Par temps sec 551 l/s
- Eau mélangée 1098 l/s
- Installation à boues activées avec 12 décanteurs secondaires

- Traitement du flux partiel 250 l/s
- Reconstruction complète avec alimentation depuis le collecteur d'eau claire de la filtration par floculation existante
- Filtration sur CAG à courant ascendant
- 12 cellules de 4,15 m de diamètre, temps de contact de 28 min.
- Structure du filtre
  - 0,3 m CAG 1 (Ø 2,5 – 5 mm)
  - 2,7 m CAG 2 (Ø 0,6 – 3 mm)

Station d'épuration de Gütersloh Putzhagen – Description succincte



Évolution des coûts du charbon actif en grain – Investissements

- Résultat du calcul des coûts 4,83 millions €
- Soumissions – novembre 2020 4,58 millions €
- Répartition des coûts entre les lots principaux

	Calcul des coûts		Soumission	
– Lot 1 – Technique de construction	2,04 millions €	42%	1,79 million €	39%
– Lot 2 – Machines	2,18 millions €	45%	2,26 millions €	49%
– Lot 3 – EMCRG*	0,61 million €	13%	0,53 million €	12%
– TOTAL	4,83 millions €	100%	4,58 millions €	100%

* Installations électriques et équipements techniques des systèmes de mesure,de commande, de réglage et de gestion

Construction en béton CAG ou cuve à CAG

- Dimensionnement / x cellules en béton ou y cuves à CAG
- Dépend fortement de la taille du dimensionnement / flux partiel
- Ressources béton / ressources acier
- Plus grande flexibilité, plus il y a de modules, mieux c'est
- Exploitation - deux philosophies connues depuis des décennies
- Filtre à courant ascendant / descendant?
- Rentabilité critère décisif

Coûts d'investissement d'installations CAG - Aperçu

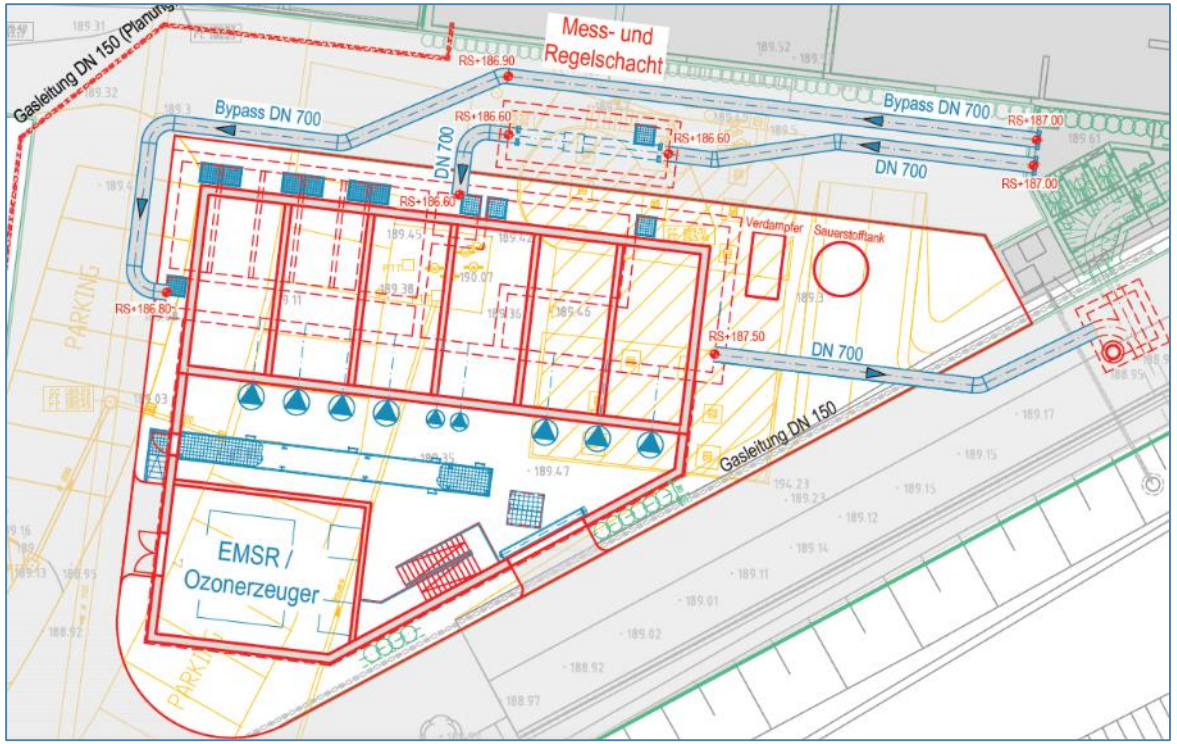
Nº	Lieu	EH	Flux partiel	Q [l/s]	Nouvelle construction	Rectangulaire / circulaire	Surface filtrante par filtre [m²]	Nombre de modules	Surface filtrante totale [m²]	Coûts d'investissement [bruts €]	Coûts spécifiques [€/m²]
1	Harsewinkel	50 000	oui	83	oui	circulaire	13,5	4	54	1 760 000	32 593
2	Gütersloh-Putzhagen	150 000	oui	250	oui	circulaire	13,5	12	162	4 830 000	29 814
3	Obere Lutter	380 000	oui	250	Transf.	rectangulaire	40	6	240	500 000	2 083
4	Bad Oeynhausen	79 500	oui	200	Transf.	rectangulaire	39, 5	3	118, 5	1 200 000	10 127
5	LUX-Schifflingen	160 000	oui	337	oui	circulaire	12, 6	14	176, 4	10 380 000	58 844
6	LUX-Bleesbrück	160 000	oui	374	oui	rectangulaire	28, 8	6	172, 8	6 300 000	36 458
7	Lemgo	70 000	oui	250	Transf.	rectangulaire	50	2	100	1 100 000	11 000
8	Lage	125 000	oui	251	Transf.	rectangulaire	40	4	160	1 200 000	7 500
9	Mainz	400 000	oui	800	oui	circulaire	48	10	480	10 287 923	21 433
10	Buchenhofen	600 000	oui	167	Transf.	rectangulaire	60	24	1440	1 660 000	1 153
11	LUX-Beggen	450 000	oui	866	oui	rectangulaire	50	8	400	12 857 807	32 145
12	LUX-Uebersyren	150 000	oui	272	oui	circulaire	14, 5	10	145	8 100 000	55 800

- Années 90: valeur empirique classique 20 000 à 30 000 DM/m^{2,}
- De nombreux filtres de floculation existants (rectangulaires) dans le NRW conduisent à des solutions de transformation
- Comparaison avec des installations de cuves rondes pertinente, les cuves sont rentables dans les petites / moyennes stations d'épuration

BILAN: chaque station d'épuration doit être analysée individuellement du point de vue des coûts, pas de généralisation

Station d'épuration Bleesbrück, Luxembourg (160 000 EH)

- Nouvelle construction mécanique, nouvelle construction de traitement par boues activées à 3 lignes / décantation secondaire à 4 lignes
- Réalisation complète en cours d'exploitation - Planification 2014 à 2016, phase de construction 2017 à 2021
- Investissement total de 90 millions €, 4e étape de traitement supplémentaire ozone / CAG 12 millions €



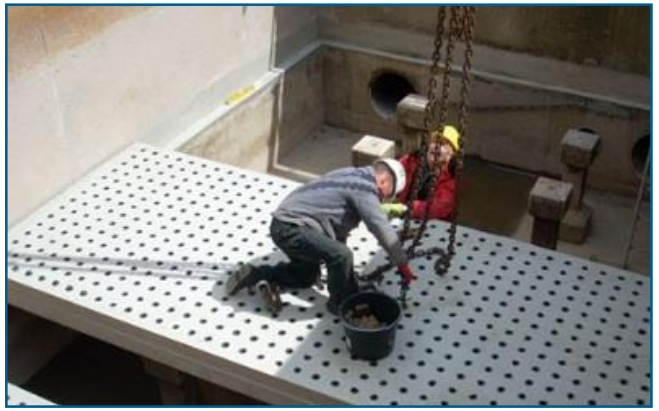
Station d'épuration Bleesbrück, Luxembourg

Station d'épuration Bleesbrück, Luxembourg

SIDEN

Bilan

- Optimiser globalement la décantation secondaire au cours de la 1re étape
- Plus de 10 ans d'expériences à l'échelle industrielle
- Aujourd’hui, le charbon actif en grain est un procédé efficace, qui constitue une solution durable pour l'avenir
  - Modulaire et flexible
  - Solution réalisable sous forme rectangulaire ou circulaire
  - Application dans les petites / moyennes (et grandes) stations d'épuration
  - Manipulation appréciée par le personnel de la station d'épuration
  - Exploiter le potentiel d'optimisation / se montrer créatif



Hydro Ingenieure

Merci

de votre attention!

www.hydro-ingenieure.de

Hydro-Ingenieure Planungsgesellschaft für Siedlungswasserwirtschaft mbH
Stockkampstraße 10 • 40477 Düsseldorf • www.hydro-ingenieure.de