

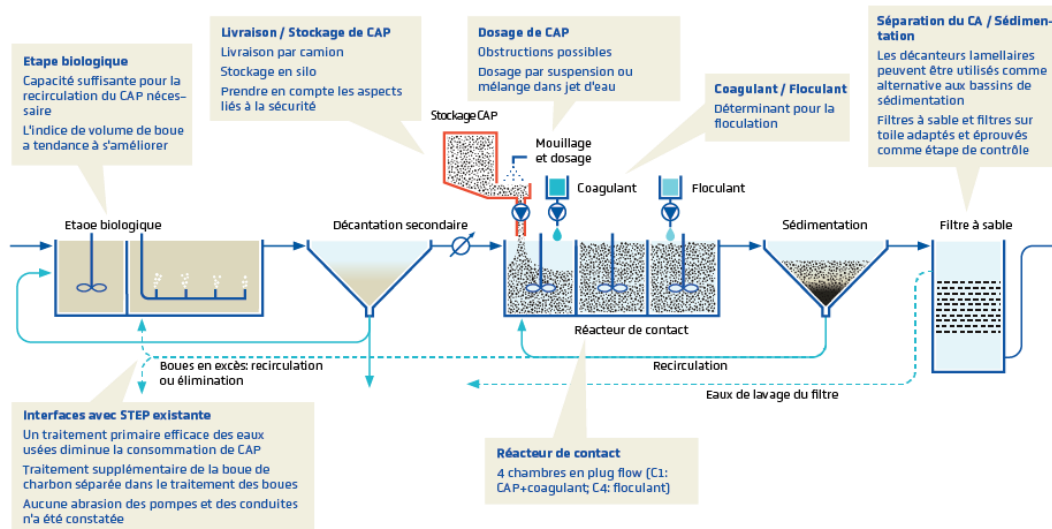
Fiche d'information

État actuel du procédé d'Ulm

Contexte

En Allemagne et en Suisse, de nombreuses installations fonctionnent selon le procédé d'Ulm. Certaines disposent d'expériences d'exploitation sur plusieurs années. Des publications très diverses existent à ce sujet, par exemple [1], [2], [3], [4], [5] et [6]. Cette fiche d'information documente l'état actuel des connaissances sur ce procédé.

Schéma



Le procédé d'Ulm comprend un dosage de CAP dans un réacteur de CAP, suivi d'une sédimentation de CAP et d'une filtration. Vous trouverez ici une [description du procédé](#), des informations sur les [mises en œuvre à l'échelle industrielle](#) en Suisse, ainsi que sur la [technique de mesure](#) [7].

État du procédé

Le procédé d'Ulm est une méthode bien établie permettant d'éliminer les composés traces des eaux usées communales. Il peut être exploité de manière stable et inerte, en raison de l'effet tampon significatif du CAP dans le réacteur d'adsorption et dans l'étape de traitement biologique. En effet, le CAP chargé de MP est réintroduit dans l'étape de traitement biologique, où il élimine d'autres composés traces.

Octobre 2022

Le procédé d'Ulm dispose d'un volume de réacteur relativement important et se révèle assez encombrant en raison de la sédimentation et de la filtration. L'espace disponible dans la station d'épuration représente donc une condition limite pour ce procédé.

Dimensionnement

Pour le **réacteur de contact**, un temps de séjour de 30 à 40 minutes a fait ses preuves avec un débit maximal, le volume total du bassin (par ex. réacteur de mélange, de CAP et de floculation) étant déterminant. Concernant le temps de séjour dans le **bassin de sédimentation du CAP**, environ 2 à 2,5 heures suffisent, bien qu'il existe des exemples d'installations de 1,8 heure qui fonctionnent bien. Dans ce cas, un clarificateur à lamelles un peu plus compact est également envisageable [8].

Dans de nombreux cas, il convient d'utiliser une filtration sur sable bicouche avec des hauteurs de lit de 1,2 m à 1,8 m. Les vitesses de filtration maximales se situent entre 10 et 15m/h maximum, lorsque toutes les cellules filtrantes sont en service. Il est également possible d'utiliser une filtration sur toile comme alternative au filtre à sable. Celle-ci nécessite moins d'espace et moins de volumes bâtis. Les deux méthodes de séparation permettent une rétention élevée de CAP de plus de 99 %. [9]

Il est recommandé d'éviter les résistances inutiles dans les conduites et les zones mortes, afin de prévenir les dépôts dans les conduites de dosage de la suspension de CAP.

Le charbon actif en poudre est stocké dans des silos dont le nombre et la taille dépendent du dimensionnement de l'étape MP et de la quantité de CAP nécessaire. Les installations de taille importantes comme la STEP de Schönau et la STEP du lac de Thoun sont équipées de deux silos et les installations de taille plus petites comme la STEP de Wetzikon réalisent l'étape CAP avec un seul silo pour des raisons de coûts. Lors de la phase de planification, l'équipe d'ingénieurs détermine la variante la plus économique pour le site concerné. L'avantage d'un dosage avec deux silos réside dans une plus grande flexibilité lors des livraisons de charbon actif, car l'exploitant peut vider entièrement l'un des deux silos. Pour déterminer le volume des silos, il faut tenir compte du fait que le CAP injecté pendant le remplissage nécessite plus de volume que le CAP au repos. Pour les installations de taille importantes, une seconde station de dosage peut s'avérer pertinente. En effet, cela permet de poursuivre le dosage de CAP, même si une station de dosage est hors service en raison de défaut.

Aspects liés à l'exploitation

- Pour les procédés au charbon actif, nous recommandons actuellement de surveiller la concentration en matières en suspension (MES) en sortie de STEP dans différentes conditions de fonctionnement, aussi bien avec des mesures de MES et de turbidité que des mesures directes de pertes de CA. Fréquence recommandée pour la mesure des pertes de charbon actif : la moitié du nombre d'échantillons MP visant à déterminer le taux d'épuration conformément à l'OEaux, au moins deux fois par an. [9]
- En complément des mesures périodiques des pertes de charbon actif, la station d'épuration peut déterminer elle-même les pertes approximatives de CAP. Pour ce faire, elle utilisera une

méthode utilisant les valeurs de gris¹, qui consiste à analyser la couleur des filtres MES. Cette analyse est facilement réalisable dans le laboratoire de la STEP.

- Le système de pesage est la pièce maîtresse de l'installation de dosage, car c'est à cet endroit que le dosage peut être le mieux optimisé. Elle doit être robuste et précise. Le dosage au moyen d'une pompe hydroéjecteur a fait ses preuves, mais il est toujours important de bien mouiller le charbon.
- En ce qui concerne l'hydraulique, il est important que les silos de dosage soient au même niveau et que le dispositif de dosage ne soit pas trop éloigné du lieu de dosage.
- Pour minimiser les dépôts de CAP dans les conduites de dosage, une vitesse d'écoulement minimale de la suspension de CAP de 1,5 à 2 m/s est recommandée. Les éventuels dépôts peuvent être éliminés avec de l'acide. Les pompes doivent être rincées à l'eau avant un arrêt prolongé. La suspension de CAP est fortement alcaline.
- La dose de CAP est d'environ 1 à 1,5 mg de CAP/mg de COD. Le procédé d'Ulm est le plus efficace en ce qui concerne le taux d'utilisation du CAP. Les consommations spécifiques de CAP dépendent du charbon utilisé, de la matrice des eaux usées et de la stratégie de dosage. Elles peuvent varier d'une installation à l'autre. En hiver, lorsque les températures sont froides et que la composition des eaux usées est modifiée, une quantité un peu plus élevée de CAP est généralement nécessaire.
- En raison de la grande quantité de CAP présente dans le système, le procédé est très robuste et peut compenser les variations de COD en entrée. Il n'est pas nécessaire d'adapter le dosage aux variations à court terme, mais la dose de CAP peut néanmoins être ajustée en fonction des besoins.
- Dans le réacteur de contact, l'objectif est d'obtenir des boues de CAP âgées d'environ 4 à 6 jours. La concentration en matières solides se situe dans une plage de 1,2 à 3,5 g/l. Le précipitant est ajouté à l'avant du réacteur de contact et le floculant à l'arrière.
- Dans les boues activées, la part de CAP est d'environ 5 à 10%. Cette valeur dépend de l'âge des boues de l'étape de traitement biologique, car le CAP excédentaire est éliminé du système avec les boues activées.
- Des mesures UV 254nm effectuées à l'entrée et à la sortie de l'étape MP permettent de savoir si l'installation CAP fonctionne normalement. Les dysfonctionnements peuvent ainsi être facilement détectés. Une réduction UV entre 25-30 % corrèle avec un taux d'élimination des composés traces d'environ 80 %. Cette corrélation n'est toutefois pas assez bonne pour adapter le dosage de CAP en conséquence. Ce n'est d'ailleurs pas indispensable, car le procédé d'Ulm est un système avec une relativement grande inertie. Les mesures UV en laboratoire sont donc suffisantes. Néanmoins, les sondes en ligne montrent bien la dynamique de l'installation, ce qui permet à l'exploitant de mieux connaître son installation.
- Certains aspects techniques de sécurité doivent être pris en compte lors de la manipulation du charbon actif en poudre. Ceux-ci sont décrits dans [10].
- L'expérience montre que le temps consacré à l'entretien s'élève à environ 3 heures par semaine.

¹ Méthode utilisant les valeurs de gris : cette nouvelle méthode de mesure des pertes de CA, développée par la FHNW, permet à la STEP d'effectuer des prélèvements et des analyses de manière autonome. Le rapport final devrait être publié en octobre 2022.

Questions ouvertes

- Dans la mesure où les modifications apportées au dosage de CAP ne sont visibles qu'après un délai de plusieurs semaines en raison de l'inertie du système, les optimisations prennent du temps. Il ne reste donc plus beaucoup de marge de manœuvre pour réaliser des essais, car des analyses MP doivent être effectuées à intervalles réguliers. Un paramètre de remplacement fiable pour estimer le taux d'épuration serait souhaitable.
- Il n'existe pas encore de procédure uniforme pour l'assurance qualité des livraisons de CAP. Il convient de veiller à ce que le CAP contienne le moins de corps étrangers possible. Si le prix est calculé en fonction du poids, il est important de contrôler la teneur en eau.
- La méthode de mesure pour analyser la concentration en charbon actif en sortie de STEP a été optimisée. [11] Les futures mesures effectuées avec la méthode optimisée fourniront des données encore plus précises sur la rétention de charbon actif.

Adapté aux petites STEP de moins de 10 000 EH

- Le procédé d'Ulm présente des coûts d'investissement élevés en raison du grand volume du réacteur, à moins qu'une infrastructure existante puisse être utilisée.
- Il offre cependant un fonctionnement très stable, ce qui est un avantage pour les petites STEP à forte dynamique.
- Comparé au dosage de CAP avant le filtre à sable, il offre en outre une plus grande sécurité en matière de rétention du CAP.
- Ces avantages et ces inconvénients doivent être mis en balance dans le cadre d'une comparaison de variantes.
- Pour les petites STEP, il est recommandé d'utiliser une technique de mesure simple, fiable et nécessitant peu d'entretien.

Bilan

- Le procédé d'Ulm est bien établi et permet un fonctionnement stable.
- Il convient de déterminer au cas par cas si l'espace nécessaire est disponible.
- Le procédé avec séparation des floccs de CAP par sédimentation, suivi d'une filtration sur sable ou sur toile, permet d'obtenir un taux de rétention élevé du charbon actif.

Ressources bibliographiques

- [1] DWA-M 285-2 (2021) - Spurenstoffentfernung auf kommunalen Kläranlagen - Teil 2: Einsatz von Aktivkohle - Verfahrensgrundsätze und Bemessung
- [2] DWA (2016). Aktivkohleeinsatz auf kommunalen Kläranlagen zur Spurenstoffentfernung – Arbeitsbericht der DWA-Arbeitsgruppe KA-8.6 «Aktivkohleeinsatz auf Kläranlagen». KA Korrespondenz Abwasser, Abfall 2016 (63) Nr. 12, S. 1062–1067
- [3] Meckes, J.; Metzger, S.; Kapp, H. (2014): Untersuchung zum Spurenstoffbindungsverhalten von Pulveraktivkohle unter anaeroben Bedingungen. Abschlussbericht
- [4] Autres renseignements disponibles sur le site Internet <https://koms-bw.de/kontakt/team/> (en allemand)
- [5] Zöllig, H. et al. (2017): PAK-Stufe ARA Herisau. Erste grosstechnische Umsetzung einer PAK-Stufe in der Schweiz – Erfahrungen nach einem Jahr. Aqua & Gas, Nr. 1, S. 14–23
- [6] Bangerter, B. (2019): Elimination von organischen Spurenstoffen Ergebnisse zum 1. Betriebsjahr ARA Thunersee», www.micropoll.ch
- [7] Meier, A. et al. (2018). *Neue Messtechnik in der Stufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen*. Skript Fachtagung Abwassermesstechnik im Zeitalter der Digitalisierung, 8. März 2018. www.micropoll.ch
- [8] Wunderlin, P., Meier, A., Grelot, J., et al., plateforme VSA « Techniques de traitement des micropolluants » (2019). Charbon actif en poudre : procédés de traitement et de séparation. www.micropoll.ch
- [9] Plateforme VSA « Techniques de traitement des micropolluants » (2019). État actuel de l'évaluation de la rétention de charbon actif – Fiche d'information. www.micropoll.ch
- [10] Wunderlin, P. et al., Plateforme VSA « Techniques de traitement des micropolluants » (2016). Aspects de sécurité relatifs à la manipulation de charbon actif en poudre (CAP) dans les stations d'épuration – Fiche d'information. www.micropoll.ch
- [11] Schlussbericht FHNW zur Optimierung TGA (prévu en octobre 2022)