

# Aspetti di sicurezza relativi all'impiego di carbone attivo in polvere (CAP) negli impianti di depurazione

La presente scheda informativa contiene una raccolta degli aspetti di sicurezza relativi all'impiego di carbone attivo negli impianti di depurazione. La scheda informativa è suddivisa nei seguenti ambiti: (i) informazioni generali, (ii) progettazione e costruzione degli impianti a carbone attivo e (iii) funzionamento degli impianti a carbone attivo. Le informazioni qui presentate non hanno carattere esaustivo.

I principali referenti sono: l'ufficio cantonale dell'ispettorato del lavoro (gli uffici cantonali sono elencati su [www.arbeitsinspektorat.ch](http://www.arbeitsinspektorat.ch)), gli esperti antincendio competenti (vedere [www.vkf.ch](http://www.vkf.ch)) e la SUVA ([www.suva.ch](http://www.suva.ch)).

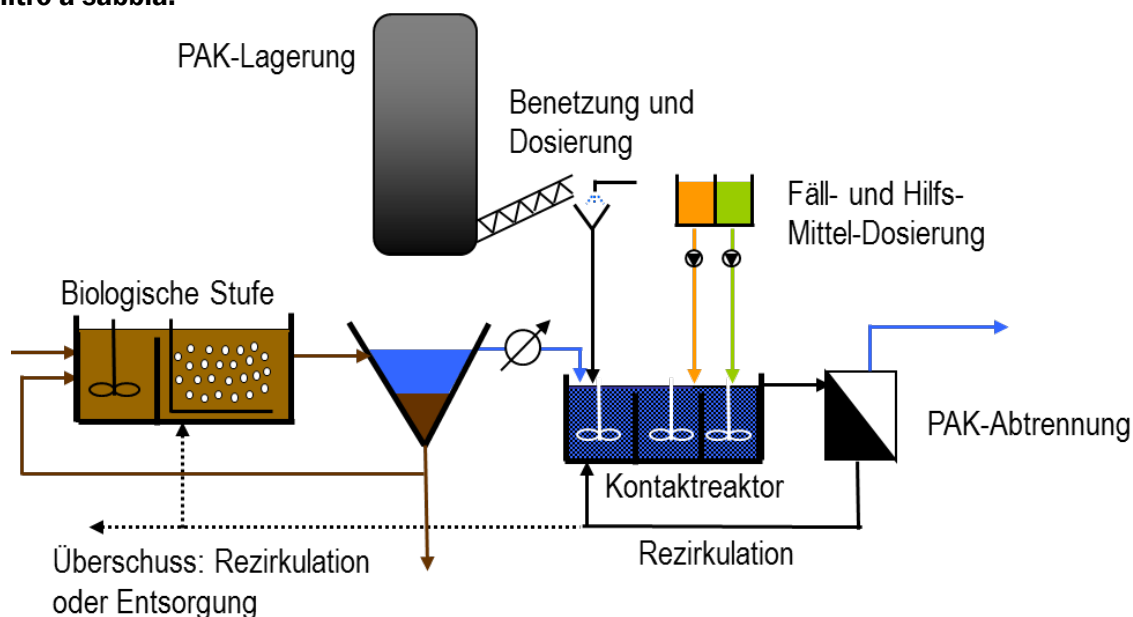
<b>Redazione</b>	P. Wunderlin (VSA)
<b>Elaborazione di</b>	J. Margot (RWB SA), D. Urfer (RWB SA) su mandato di VSA
<b>Sostegno tecnico</b>	Ch. Abegglen (VSA), D. Pfund (ERZ Zurigo), D. Rensch (AWEL)

## Informazioni generali

### Parametri

### Osservazioni / Raccomandazioni / Riferimenti

Esempio di uno schema generale di un impianto per l'adsorbimento dei microinquinanti mediante carbone attivo in polvere (CAP) nell'acqua di scarico ("processo di Ulm"). In alternativa il CAP può essere dosato direttamente nella fase di depurazione biologica o nel filtro a sabbia.




Fonte: Abegglen e Siegrist (2012)

<b>Aspetti generali</b>	<p>Il carbone attivo in polvere (CAP) si ottiene per pirolisi di carbone fossile, lignite, antracite, torba, legno o gusci di noci di cocco. L'attivazione termica o chimica determina l'aumento della porosità che di conseguenza genera una superficie specifica molto elevata (tra 500 e 1500 m<sup>2</sup>/g). Ciò favorisce i processi di adsorbimento.</p> <p>Il CAP è una polvere nera, fine e inodore, che si caratterizza come segue:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ consiste principalmente di atomi di carbonio</li><li>▪ granulo tra 1 e 150 µm (d<sub>50</sub> a circa 10-30 µm)</li><li>▪ peso specifico apparente tra 200 e 600 kg/m<sup>3</sup></li><li>▪ densità di circa 2000 kg/m<sup>3</sup></li><li>▪ non è idrosolubile</li><li>▪ densità superiore all'acqua, quindi tende alla sedimentazione</li></ul>
<b>Rischi per la salute</b>	<p>Di per sé il CAP non è una sostanza pericolosa. Il pericolo maggiore per la salute è rappresentato dall'<b>inalazione di polvere di CAP</b>, che come ogni particolato fine inerte (diametro &lt; 10 µm) può causare disturbi alle vie respiratorie (tosse, asma ecc.).</p> <p>Come tutte le polveri, il CAP può causare leggere <b>irritazioni meccaniche</b> (azione abrasiva) in caso di contatto con la pelle o gli occhi.</p> <p>Il CAP non è velenoso, possono però esserlo le sostanze adsorbite. Questo aspetto deve essere considerato in caso di manipolazione di CAP esausto. Tuttavia, dopo l'uso il CAP è bagnato, pertanto le emissioni di polvere sono da ritenersi contenute.</p> <p>Il CAP, in particolare se bagnato, <b>può sottrarre ossigeno all'aria ambiente</b>. Nei locali chiusi, questo può causare concentrazioni di ossigeno pericolosamente basse. Le vasche chiuse, i silos o i locali chiusi, che contengono o hanno contenuto carbone attivo, devono pertanto essere ben areati prima dell'accesso. Questo rischio è molto basso per i luoghi di stoccaggio con sufficiente ricambio d'aria (es. "big bag").</p>
<b>Concentrazione massima consentita sul posto di lavoro (valore MAK)</b>	<p>Il valore MAK per il CAP (granulo tra 1 e 150 µm; (vedere "Aspetti generali"), che fa parte delle polveri inerti, è di <b>10 mg/m<sup>3</sup></b> per le polveri inalabili (&lt;100 µm) e di <b>3 mg/m<sup>3</sup></b> per le polveri alveolari (&lt;10 µm). <i>Fonte: SUVA (2016).</i></p>
<b>Rischio di esplosione delle polveri</b>	<p>Come tutte le polveri infiammabili con un diametro di &lt;500 µm, sollevandosi in aria il CAP può causare <b>esplosioni di polveri</b>, in presenza di una fonte di ignizione.</p> <p>Durante le operazioni di riempimento/svuotamento di silos o big bag, di bagnatura di CAP o durante i lavori di pulizia (spazzare, uso di aria compressa) possono formarsi nubi di polvere che generano un'atmosfera esplosiva (zona EX).</p>

	<p>Raggiunta la soglia esplosiva nell'aria (da 20 a 60 gPAK/m<sup>3</sup>), la nube può esplodere, in presenza di una fonte di ignizione (temperature &gt; 450-600 °C).</p> <p>Per maggiori informazioni vedere SUVA (2014).</p>
<b>Rischi d'incendio</b>	<p>Il carbone attivo è difficilmente infiammabile e tende a una combustione lenta senza formazione di fumo e fiamme. Tuttavia, in presenza di fonti di calore nei silos di stoccaggio, possono formarsi <b>combustioni senza fiamma</b>. La combustione del CAP genera monossido di carbonio (CO), la cui concentrazione può raggiungere la soglia di esplosione.</p> <p>Per maggiori informazioni vedere SUVA (2014).</p>
<b>Rischi ambientali</b>	<p>Secondo lo stato attuale delle conoscenze, il rilascio di CAP nell'ambiente non arreca danni ambientali. Le sostanze adsorbite sul CAP possono tuttavia essere potenzialmente tossiche. Poiché il CAP è insolubile e difficilmente degradabile, tende ad accumularsi nei sedimenti e nel terreno. Pertanto occorre evitarne l'immissione nell'ambiente.</p>

## Progettazione e costruzione degli impianti a carbone attivo

<b>Parametri</b>	<b>Osservazioni / Raccomandazioni / Riferimenti</b>
<p><b>Protezione contro le esplosioni di polveri</b></p> 	<p>Occorre determinare e suddividere le aree a rischio di esplosione. Ne fanno parte, ad esempio, le aree per il riempimento/svuotamento dei silos e il sistema di bagnatura CAP. Si tratta di aree in cui si lavora con il CAP secco, che potenzialmente può fuoriuscire nell'aria ambiente. Per la suddivisione in zone si rimanda alla pubblicazione 2153 della SUVA.</p> <p>Le misure da assumere nelle zone EX sono in particolare:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ utilizzare esclusivamente apparecchi (elettronici o non elettronici) che soddisfano gli standard per l'uso nelle atmosfere esplosive;</li> <li>▪ proteggere dalle fonti di ignizione (vedere anche protezione contro le combustioni senza fiamma); le fonti di ignizione sono in particolare: fiamme libere, superfici roventi, scintille e formazione di calore a causa di apparecchi elettrici e motori a combustione, scintille dovute a scarica elettrostatica, formazione di scintille e calore a seguito di azione meccanica, fulmini e formazione di calore per cause chimiche;</li> <li>▪ misure organizzative: istruzione e formazione dei collaboratori, contrassegnazione delle zone EX, avvisi di sicurezza (divieto di fumare, limitazione degli accessi, programma di pulizia ecc.), controlli e monitoraggio ecc.</li> </ul> <p>Per quanto riguarda la carica elettrica, tutti gli elementi</p>

	<p>conduttivi nella zona EX devono essere allacciati e collegati alla messa a terra. Il riempimento dei silos è un processo critico, poiché l'attrito del CAP sulle pareti dei sistemi pneumatici di convogliamento può generare una carica elettrostatica elevata. Devono essere utilizzati tubi conduttivi, collegati alla messa a terra. Nel punto di scarico deve essere possibile collegare alla messa a terra il veicolo che effettua la consegna.</p> <p>I silos devono essere dotati di filtri per polvere (filtro centrifugo, filtro a manica) con una superficie sufficientemente ampia per consentire all'aria di fuoriuscire durante il riempimento pneumatico.</p> <p>L'edificio deve essere realizzato in modo da ridurre al minimo la formazione di depositi di polvere: pavimenti e pareti lisci, con giunti ben ripassati, eliminazione di spazi morti e angoli, riduzione dei punti di emissione ecc.</p>
<p><b>Protezione contro le combustioni senza fiamma</b></p>	<p><b>Fondamentalmente occorre evitare ogni possibile fonte di ignizione</b>, come ad esempio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ collegamento conduttivo dei veicoli di consegna con l'impianto e la messa a terra durante lo scaricamento del CAP;</li> <li>▪ impedire che oggetti metallici siano convogliati tramite la tubazione e generino scintille;</li> <li>▪ impedire un riscaldamento eccessivo del CAP a causa dell'aria di mandata del ventilatore sull'autoveicolo silo;</li> <li>▪ protezione contro i fulmini.</li> </ul> <p>Tra le misure supplementari, non richieste obbligatoriamente dalla SUVA, vi sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ installazione di un <b>rilevatore di monossido di carbonio (CO)</b> nei silos di stoccaggio per il riconoscimento precoce delle combustioni senza fiamma;</li> <li>▪ installazione di un <b>impianto d'inertizzazione</b> ad azoto o diossido di carbonio per contrastare le combustioni senza fiamma nel silo. L'introduzione di un gas inerte riduce la concentrazione di ossigeno all'interno del silo. L'impianto di inertizzazione è impiegato per evitare i rischi di esplosione di qualsiasi tipo.</li> </ul>
<p><b>Protezione contro l'usura degli apparecchi e i depositi nelle tubazioni</b></p>	<p>Per ridurre <b>l'usura meccanica</b> degli apparecchi, causata dal CAP (o più precisamente dal granulato/microgranulato di carbone), devono essere scelti materiali resistenti all'usura (acciaio inox, plastica dura), in particolare per il sistema dosatore e per i settori con elevate velocità di scorrimento della sospensione CAP.</p> <p>Per minimizzare <b>i depositi e l'indurimento del CAP</b> nelle tubazioni di dosaggio della sospensione CAP, è consigliata una velocità minima di 1,5-2 m/s. Occorre evitare le curvature e le zone di arresto (sedimentazione del CAP). Le pompe</p>

	devono essere dotate di un sistema per la pulizia con acqua, per rimuovere il CAP quando non sono in funzione. La concentrazione della sospensione di CAP non deve essere troppo elevata (<5%, idealmente <1%).
<b>Limitazione della perdita di CAP nell'effluente dell'impianto di depurazione</b>	Il rilascio nell'ambiente (fosso di scolo) di CAP esausto carico di microinquinanti deve essere ridotto al minimo mediante la separazione del CAP dall'acqua di scarico depurata. Per individuare le perdite di CAP nell'effluente è consigliata l'installazione di un <b>apparecchio per la misurazione della torbidità</b> all'uscita del sistema di filtrazione. Un innovativo metodo di misurazione mediante la termogravimetria (Krahnstöver et al., 2016) consente di quantificare con elevata precisione la concentrazione di CAP nell'effluente dell'impianto di depurazione.

## Funzionamento degli impianti a carbone attivo

<b>Parametri</b>	<b>Osservazioni / Raccomandazioni / Riferimenti</b>
<b>Manipolazione di CAP</b>	<p>Per proteggere i collaboratori e ridurre i rischi di esplosione occorre evitare il sollevamento in aria delle nubi di polvere.</p> <p>Per evitare l'inalazione delle polveri, manipolando il CAP (riempimento di silos, sostituzione di big bag ecc.) è consigliabile indossare una maschera respiratoria per la bocca e il naso (tipo FFP3) o installare un impianto di aerazione.</p> <p>Per la manipolazione del CAP è inoltre consigliato indossare occhiali protettivi, guanti e indumenti protettivi.</p> <p>È necessario evitare la carica elettrostatica. Prima di ogni trasferimento, tutti gli apparecchi devono essere collegati alla messa a terra (vedere anche "Protezione contro le esplosioni" e "Protezione contro le combustioni senza fiamma").</p> <p>Evitare i depositi di polveri che determinano un aumento dei rischi di esplosione. Pulire regolarmente i locali di esercizio. La pulizia può essere effettuata con getto d'acqua o aspirazione. Evitare di spazzare a secco o di impiegare aria compressa (formazione di nubi di polveri potenzialmente esplosive).</p>
<b>Stoccaggio del CAP</b>	Il CAP deve essere stoccato asciutto in un luogo fresco e ben areato, <b>lontano da fonti di calore e ignizione</b> . Non deve essere stoccato insieme a mezzi altamente comburenti o altamente ossidanti (ossigeno, ozono, cloro ecc.), acidi forti e prodotti chimici volatili, poiché questi possono essere adsorbiti sul CAP.

## Riferimenti

Die Datenblätter sind unter [www.micropoll.ch](http://www.micropoll.ch) verfügbar.

Stato: agosto 2016

- *Abegglen, C., Siegrist, H. (2012). Mikroverunreinigungen aus kommunalem Abwasser. Verfahren zur weitergehenden Elimination auf Kläranlagen. Bundesamt für Umwelt, Bern, Umwelt-Wissen Nr. 1214: 210 S.*
- *INERIS, ED 944, 2006. Les mélanges explosifs. 2. Poussières combustibles.*
- *INERIS, 2005. Inertage.*
- *Krahnstöver, T., Plattner, J., Wintgens, T. (2016). Quantitative detection of powdered activated carbon in wastewater treatment plant effluent by thermogravimetric analysis (TGA). Water Research, 101, 510-518.*
- *Suva (2016). Grenzwerte am Arbeitsplatz, Kapitel „Inerte Stäube“, S. 27 (Bestellnummer: 1903).*
- *Suva (2014). Explosionsschutz – Grundsätze, Mindestvorschriften, Zonen. (Bestellnummer: 2153).*
- *Suva. Checkliste Gesundheitsgefährdende Stäube (Bestellnummer: 67077)*