

# Das FLUREC-Verfahren Zinkrückgewinnung aus der Flugasche



# FLUREC-Verfahren als Zinkrückgewinnung

Die AIK Technik AG ist spezialisiert auf die Behandlung und Rückgewinnung von Wertstoffen aus Abgasreinigungsrückständen von thermischen Abfallanlagen. Neben der Behandlung von Filterstäuben und Wäscherabwasser wird zunehmend die Rückgewinnung von Metallen wichtig.

Dies geschieht aus ökologischen Gründen zur Schadstoffentfernung und Ressourcenschonung, beispielsweise durch das FLUREC-Verfahren zur Metall- und Zinkrückgewinnung. Die mengenmässig grösste Fraktion der Filterstäube besteht aus Alkali- und Erdalkalimetallverbindungen wie Oxiden, Chloriden, Karbonaten und Sulfaten. Schwermetalle machen etwa 13% der Filterstäube aus und liegen meist in chemisch gebundener Form vor.

Zink ist mit über 50% der grösste Anteil der Schwermetallfraktion und daher besonders interessant für die Rückgewinnung. Blei macht 13% der Schwermetallfraktion aus und kann zusammen mit Cadmium, Kupfer und Zink durch saure Extraktion und anschliessende Metallrückgewinnung zurückgewonnen werden.

Das Verfahren zur Metallrückgewinnung aus Filterstäuben umfasst vier Prozessstufen:

1. Filterstaubextraktion
2. Zementierung
3. Solventextraktion
4. Zinkelektrolyse

## Filterstaubextraktion

Flugaschen und Filterstäube aus der thermischen Abfallbehandlung werden durch das saure FLUWA-Verfahren von Schwermetallen gereinigt und gemeinsam mit der Rostschlacke verwertet. Dabei wird das schwermetallhaltige Filtrat

in einer Abwasserbehandlungsanlage (ABA) neutralisiert und von Schwermetallspuren gereinigt wird. Das gereinigte Abwasser entspricht den Anforderungen der schweizerischen Gewässerschutzverordnung und kann direkt in Gewässer eingeleitet werden.



# Verfahrenstechnik und Ablauf der Zementierung

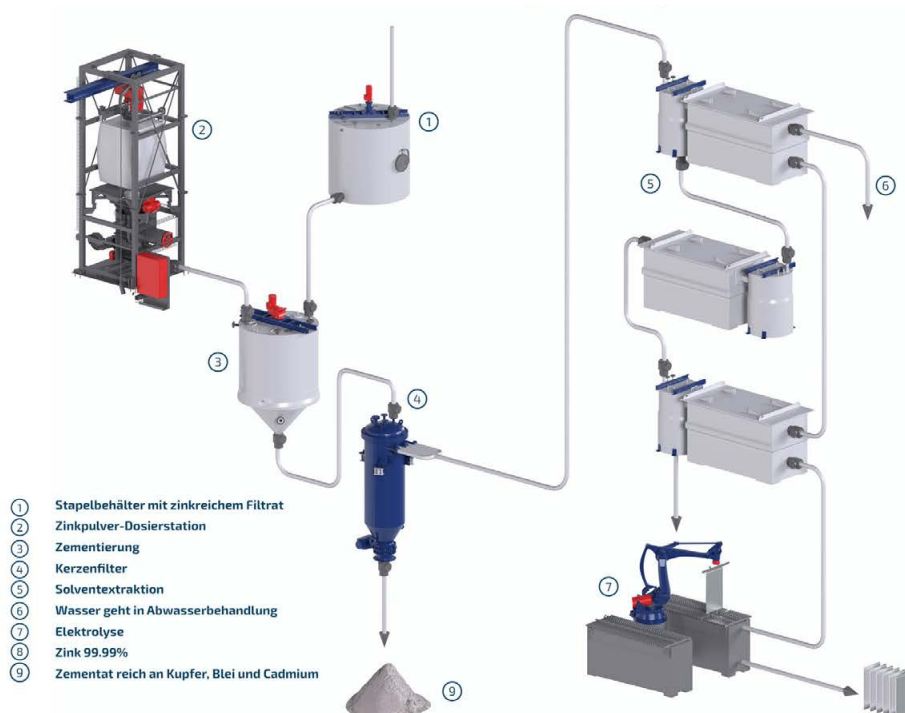
Das innovative Verfahren zur Schwermetallentfernung nutzt verdünnte Salzsäure und neutralisiert Quenchwasser effizient. Bei der Zementierung werden Cadmium, Blei und Kupfer abgetrennt und in wertvolle Materialien umgewandelt. Erfahren Sie, wie dieses Verfahren Schwermetallkonzentrationen senkt und wertvolle Ressourcen zurückgewinnt.

Kupfer) als metallisches Zementat abgeschieden und dann abfiltriert. Das Zink geht dabei in Lösung. Aufgrund des hohen Bleigehalts (50–70 Gewichtsprozent) kann das Zementat direkt an eine Bleihütte zur Weiterverwertung abgegeben werden. Die übrigen Schwermetalle werden im Bleiproduktionsprozess zurückgewonnen und dem Wertstoffkreislauf erneut zugeführt.

Das FLUWA-Verfahren nutzt die Synergien aus der nassen Rauchgasreinigung und extrahiert Schwermetalle mithilfe von verdünnter Salzsäure. Zudem neutralisiert es das Quenchwasser durch die Alkalinität der Filterstäube und entfernt toxisches Quecksilber effizient.

## Zementierung

In der Zementierung werden die Schwermetalle Cadmium, Blei und Kupfer aus dem schwermetallhaltigen Filtrat der Filterstaubextraktion durch Zugabe von Zinkpulver als Reduktionsmittel abgetrennt. Hierbei werden die vergleichsweise edleren Metalle (Kadmium, Blei und



# Verfahrenstechnik und Ablauf der Solventextraktion

Die Solventextraktion ist ein Verfahren zur selektiven Abtrennung, Reinigung und Aufkonzentration von Zink aus vorgereinigtem Filtrat. Dabei wird Zink mithilfe eines Komplexbildners in eine organische Phase überführt. Die drei Schritte – Extraktion, Waschstufe und Reextraktion – arbeiten zusammen, um Zink auf Konzentrationen bis zu 160 g/L anzureichern und den Komplexbildner zu regenerieren.

## Solventextraktion

In der Solventextraktion wird Zink selektiv aus dem vorgereinigten Filtrat abgetrennt, gereinigt und aufkonzentriert. Dies geschieht durch den Übergang von Zinkionen aus der wässrigen Filtratphase in eine wasserunlösliche organische Phase mit einem Komplexbildner. Die Solventextraktion besteht aus drei Einzelschritten:

### 1. Extraktion:

In der Extraktionsstufe werden Schwermetalle wie Zink mithilfe eines selektiven Komplexbildners (HX) aus einer wässrigen Lösung extrahiert und in die organische Phase überführt, wobei ein aliphatisches, nicht mit Wasser mischbares Lösungsmittel als Träger dient. Die Komplexierung der Metalle hängt hauptsächlich vom pH-Wert der Lösung ab, sodass durch die geeignete Wahl des pH-Werts Zink selektiv von anderen Metallen, insbesondere Calcium, abgetrennt werden kann.

### 2. Waschstufe:

Bei der dispersiven Solventextraktion werden Feinsttröpfchen der dispergierten Phase gemeinsam mit der kontinuierlichen Phase aus-

getragen und stellen die Hauptverunreinigungen der organischen Phase dar. In der Waschstufe werden diese Verunreinigungen durch geeignete Gegenstromspülschritte entfernt.

### 3. Reextraktion:

Die Reextraktion sorgt für die Zinkanreicherung und die Regeneration des Komplexbildners für einen neuen Beladungszyklus. Die mit Zink beladene organische Phase wird mit verdünnter Schwefelsäure regeneriert, wodurch das Zink als freie Kationen und der Komplexbildner zurückgewonnen werden. Durch die geeignete Wahl der Phasenverhältnisse wird das Zink im Reextraktionsprozess auf Konzentrationen von bis zu 160 g/L angereichert.



# Verfahrenstechnik und Ablauf der Zinkelektrolyse

Die Zinkelektrolyse gewinnt Zink elektrochemisch auf einer Aluminiumkathode. Nach diesem Prozess wird das Abwasser behandelt, um Schwermetallspuren zu entfernen und den Umweltstandards zu entsprechen.

## Zinkelektrolyse

Bei der Zinkelektrolyse wird Zink elektrochemisch auf einer Aluminiumkathode aus der Elektrolytlösung abgeschieden. Dieser Prozess läuft gemäss der Kathodenreaktion ab. Gleichzeitig wird an den Anoden Sauerstoff gebildet. Obwohl Zink eigentlich unedler als Wasserstoff ist, ist die Zinkabscheidung aufgrund der kinetischen Überspannung für die Wasserstoffentwicklung möglich. Die Zinkkonzentration in der

Elektrolytlösung nimmt während des Prozesses ab, daher wird kontinuierlich neue Elektrolytlösung aus der Solventextraktion nachdosiert. Je nach geplanter jährlicher Zinkmenge werden kontinuierliche oder diskontinuierliche Elektrolysesysteme verwendet. Bei kleineren Mengen unter 100 t/a ist die kontinuierliche Elektrolyse vorteilhaft, während für grössere Mengen konventionelle diskontinuierliche Systeme genutzt werden. In bei-

den Fällen wird reines Aluminium als Kathodenmaterial verwendet. Die Zinkabscheidung erfolgt auf der Kathode, und das Zinkmetall kann als kompaktes Blech abgetrennt werden. In grosstechnischen Anwendungen werden Plattenelektrolysezellen als diskontinuierliche Systeme eingesetzt. Der Elektrolysezyklus dauert zwischen 18-48 Stunden, und das Zinkmetall wird am Ende jedes Zyklus automatisch von den Kathoden abgetrennt und zur Verwertung weitergeleitet. Durch die Reinigungsprozesse, Zementierung und Solventextraktion wird das Zink als hochreines Metall aus der Elektrolytlösung abgeschieden. Die erzielte Reinheit von 99,995% entspricht der von „special high grade“ (SHG) Zink und ermöglicht eine direkte Vermarktung des Metalls zu handelsüblichen Preisen.



# Erfahrungen und Erkenntnisse

In der Kenova AG werden jährlich etwa 220'000 Tonnen Abfall verbrannt. Der FLUREC-Prozess extrahiert rund 7'500 Tonnen Filterstaub, wodurch täglich etwa 1'000 kg hochreines Zink und 200 kg Zementat hergestellt und verkauft werden. Diese Rückgewinnung könnte einen erheblichen Teil der Schweizer Zinkimporte ersetzen.

Im Jahr 2013 wurde bei der Kenova AG in Zuchwil, die erste FLUREC Anlage gebaut. Welche bis heute im Betrieb ist. In der Kenova AG werden pro Jahr etwa 220'000 Tonnen Abfall verbrannt. Durch den FLUREC-Prozess können neben den eigenen Filterstäuben noch etwa 3'000 Tonnen externe Filterstäube mitbehandelt werden. Das bedeutet insgesamt etwa 7'500 Tonnen Filterstaub, die jährlich extrahiert und die darin enthaltenen Metalle einer Rückgewinnung zugeführt werden. Pro Tag können mit dem Verfahren etwa 1'000 kg hochreines Zink und 200 kg Zementat hergestellt und verkauft werden.

In der Schweiz existieren keine primären Zinkvorkommen, daher muss die gesamte benötigte Zinkmenge importiert werden. Betrachtet man die Zinkimporte mit einer Reinheit von > 99,99%, wurden in den letzten Jahren durchschnittlich etwa 11'000 Tonnen Zink pro Jahr importiert. Berücksichtigt man alle Zinkqualitäten, betrug die jährlich eingeführte Zinkmenge im betrachteten Zeitraum etwa 13'000 Tonnen.

Aus den etwa 4 Millionen Tonnen Abfällen, die jährlich in der Schweiz in 29 Verbrennungsanlagen verwertet werden, entstehen etwa 85'000 Tonnen Filterstäube. Somit könnte man jährlich insgesamt etwa 4'000 Tonnen reines Zink (>99,99%) zurückgewinnen. Dies entspricht einem Substitutionspotenzial von 31% bzw. 37% für die Importmengen > 99,99% Reinheit. Ein Grossteil der Schweizer Importmenge könnte durch eigenes, sekundäres Zinkmetall ersetzt werden.



# Zukunft und Potenzial des FLUREC Verfahren

Die AIK Technik AG ist führend in der Rückgewinnung von Wertstoffen aus Abgasreinigungsrückständen. Das FLUREC-Verfahren extrahiert effizient Schadstoffe und gewinnt wertvolle Ressourcen wie Zink zurück. Durch den Fokus auf Zinkextraktion wird die Importabhängigkeiten reduziert und es wird zur Kreislaufwirtschaft beigetragen.

Die AIK Technik AG ist ein Vorreiter in der Behandlung und Rückgewinnung von Wertstoffen aus Abgasreinigungsrückständen von thermischen Abfallanlagen. Ihr Engagement erstreckt sich über die effiziente Nutzung von Filterstäuben bis hin zur Rückgewinnung von Metallen wie Zink. Durch fortschrittliche Verfahren wie das FLUREC-Verfahren wird nicht nur die Schadstoffentfernung optimiert, sondern auch die Ressourcenschonung vorangetrieben. Dies ist von entscheidender Bedeutung für die Umwelt und die Nachhaltigkeit, da die Rückgewinnung von Metallen aus Abfallströmen nicht nur ökologische Vorteile bietet, sondern auch wirtschaftliche Chancen eröffnet.

Mit einem starken Fokus auf die Extraktion von Zink aus Filterstäuben trägt die AIK Technik AG aktiv zur Reduzierung von Importabhängigkeiten bei. In der Schweiz, wo primäre Zinkvorkommen fehlen, ist die Rückgewinnung von Zink aus Abfallströmen von entscheidender Bedeutung. Die AIK Technik AG leistet einen wichtigen Beitrag zur Sicherstellung einer nachhaltigen Versorgung mit Zink und zur Förderung der Kreislaufwirtschaft.

Die AIK Technik AG setzt auf kontinuierliche Forschung und Entwicklung, um ihre Verfahren stetig zu verbessern und neue Möglichkeiten zur Rückgewinnung von Wertstoffen zu erschliessen. Die Technologien des Unternehmens

ermöglichen nicht nur die effiziente Extraktion von Metallen aus Abfallströmen, sondern auch die Verwertung von Filterstäuben und anderen Rückständen in einem ganzheitlichen Ansatz. Dadurch wird nicht nur die Umweltbelastung reduziert, sondern es entstehen auch neue Einnahmequellen durch den Verkauf der zurückgewonnenen Metalle und Produkte. Die AIK Technik AG trägt somit massgeblich zur Förderung einer nachhaltigen und ressourceneffizienten Wirtschaft bei, sowohl auf nationaler als auch auf globaler Ebene.





AIK Technik AG  
Allmendstrasse 4 | CH-6210 Sursee | +41 41 510 65 00  
info@aiktechnik.ch | aiktechnik.ch | **Reststoff zu Rohstoff**

