

Verfahren zur Entölung von kühlenschmierstoffbehafteten Metallspänen und -schlämmen

Carsten Reschke, Daniel Schubert, Holger Biedermann und Rüdiger Deike

1.	Entölungsverfahren.....	582
1.1.	Entölung von Spänen.....	583
1.2.	Entölung von Schleifschlämmen	584
1.2.1.	Thermische Entölung unter Schutzgas.....	585
1.2.2.	Adsorptive Entölung.....	586
2.	Verwertung des gereinigten Materials.....	588
3.	Zusammenfassung	590
4.	Literatur	591

In metallverarbeitenden Betrieben fallen jährlich durch spanende Fertigungsverfahren wie Drehen, Bohren und Fräsen etwa 1,5 Millionen Tonnen an Metallspänen [5] sowie durch Schleifen 280.000 Tonnen an Schleifschlämmen [6] an. Zur Kühlung der Werkstücke und Werkzeuge, um die Reibung während des Bearbeitungsprozesses zu verringern und um die abgetrennten Metallteilchen aus dem Arbeitsbereich zu entfernen, werden Kühlschmierstoffe (KSS) verwendet. Die anfallenden Späne und Schlämme werden daher mit KSS versetzt. Da KSS aus mineralischen oder synthetischen Ölen bestehen, lassen sich diese Späne und Schlämme nicht wieder direkt in den Wertstoffkreislauf zurückführen. In dieser Form gelten die Schlämme in der Regel als gefährliche Abfälle [1], die nur unter hohen Auflagen transportiert und verarbeitet werden dürfen.

Preiswerte Verwertungsmöglichkeiten wie ein Einsatz in der Zement- oder Gießereiindustrie sind überwiegend nur für Stoffe mit niedrigen Ölgehalten gegeben, die zudem meist niedrig legiert sind. Für Werkstoffe mit hohen Anteilen an wirtschaftsstrategischen Legierungselementen (W, Ni, Nb, Mo, Cr, V, Co usw.) [3], die in der Regel auch höhere Ölgehalte aufweisen, bleiben diese Wege verschlossen, da die höheren Gehalte an teuren Legierungselementen extrem störend wirken würden.

Durch eine Entölung der Schlämme und Späne würden aus kostenpflichtig zu verwertenden Abfällen verkaufsfähige Wertstofffraktionen, die dem Wertstoffkreislauf wieder zugeführt werden könnten. Unternehmen mit eigenen Schmelzaggregaten und einem hohen Aufkommen an Schlämmen und Spänen könnten diese direkt wieder in ihrem Produktionsprozess einsetzen, da die chemische Analyse bekannt ist und so die Gefahr eines Eintrags an unerwünschten Fremdelementen deutlich reduziert ist. Betriebe mit geringen Mengen an Schlämmen und Spänen könnten diese der Sekundärrohstoffindustrie zukommen lassen und so zurück in den Rohstoffkreislauf bringen.

Der volkswirtschaftliche Nutzen des Entölen ist darin zu sehen, dass der Import von nicht substituierbaren teuren wirtschaftsstrategischen Legierungselementen verringert wird. Eine Verringerung der Rohstoffimporte ist von daher wichtig, da die globale, wirtschaftliche und politische Entwicklung in den letzten Jahren, einhergehend mit drastischen Preissteigerungen, deutlich gezeigt hat, dass sich die deutsche Wirtschaft durch oligopolistische und zum Teil monopolistische Strukturen im Rohstoffbereich teilweise in nicht unerheblichen Abhängigkeitsverhältnissen befindet. [3]

Im Rahmen des BMBF Förderauftrages *r+Impuls – Innovative Technologien für Ressourceneffizienz – Impulse für industrielle Ressourceneffizienz* soll in dem Projekt *KOMPASS – Kontinuierliche Öl- und Metallrückgewinnungs-Prozessanlage für Schlämme und Späne* ein Verfahren entwickelt werden, mit dem Metallschlämme und -späne aus der Metallbearbeitung mit höheren Ölgehalten und insbesondere mit höheren Anteilen an wirtschaftsstrategischen Metallen [3] auf eine wirtschaftliche und umweltfreundliche Art und Weise von Kühlschmierstoffen befreit und entölt werden können. Ziel dieses Vorhabens ist der Bau einer Anlage, die dieses Verfahren in einem industriellen Maßstab umsetzt.

1. Entölungsverfahren

Bisherige Entölungsverfahren für Späne und Schleifschlämme haben meist den Nachteil, dass sie entweder keine vollständige Entölung erreichen oder dass sie sehr kostenintensiv und damit nur für teure Materialien wirtschaftlich sinnvoll sind. So sind physikalische Verfahren wie Zentrifugieren oder Pressen nur für eine Vorentölung geeignet, da der Massenanteil des Restöls mit Werten zwischen 5 bis 10 % für eine metallurgische Verwertung noch zu hoch ist. [9]

Mit chemischen Verfahren, zu denen die Extraktion mit Lösungsmitteln oder mit überkritischem CO_2 gehören, lassen sich Restölgehalte von unter 1 % erreichen, womit das Material metallurgisch verwertbar wird. Diese Verfahren sind jedoch verfahrenstechnisch aufwendig und energieintensiv. Die Durchsatzmengen liegen deutlich unter denen der physikalischen Verfahren. Die sich daraus ergebenden hohen Betriebskosten machen diese Verfahren nur für sehr werthaltige Materialien wirtschaftlich. [8]

Bei thermischen Verfahren werden die Ölanhaftungen durch eine Temperaturerhöhung über den Siedepunkt hinaus in die Gasphase überführt und so von den Schlämmen oder Spänen entfernt. Dadurch lässt sich eine nahezu vollständige Ölfreiheit erreichen. Nachteilig hierbei sind die entstehenden Rauchgase, die gesondert behandelt werden müssen. Die Wirtschaftlichkeit dieser Verfahren ist durch die einzubringende Wärmemenge begrenzt. Es muss neben dem zu verdampfenden Öl stets das Metall mit aufgeheizt werden, was die benötigte Energie bei hohen Durchsatzmengen weiter ansteigen lässt. Beispiele für thermische Verfahren sind das Sintern, bei dem das Öl abbrennt und die Vakuumdestillation, bei der durch eine Druckverminderung das Öl bei niedrigeren Temperaturen verdampft werden kann. [7, 10]

Aus den oben genannten Nachteilen ergibt sich der Bedarf nach Verfahren, die eine kostengünstige und umweltgerechte Entölung von Schlämmen und Spänen mit sehr niedrigen Restölgehalten bieten. Dabei muss aufgrund ihrer morphologischen Eigenschaften bei der Verfahrensauslegung ein Unterschied zwischen Spänen und Schlämmen gemacht werden.

1.1. Entölung von Spänen

Für die Entölung von Spänen wurde im Zeitraum 1998 bis 2000 im Rahmen eines AiF-Forschungsvorhabens [2] von dem Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V. (IUTA) eine Technikumsanlage entwickelt und gebaut. Die Anlage besteht im Kern aus dem Senkrechtschneckenförderer, der im Gegenstromverfahren hochgeförderte ölhaltige Schleifschlämme mit warmen Wasser und Tensiden reinigt. In Bild 1 ist die Anlage dargestellt. Dieses Verfahren ist trotz nachgewiesener Machbarkeit für die Entölung von Spänen nie großtechnisch eingesetzt worden. Das Entölen von Schleifschlämmen wurde in dem damaligen Projekt nur getestet und nicht systematisch untersucht. Im Frühjahr 2013 wurde diese Anlage vom Institut für Technologien der Metalle gekauft und in Zusammenarbeit mit der RHM Rohstoff-Handelsgesellschaft mbH aufgebaut. Wesentliche Nebenaggregate sind unter anderem eine Vakuumdestillationsanlage zur Kreislaufwasserführung und ein Koaleszensabscheider, der das ölverschmutzte Abwasser der Reinigungsschnecke in seine Bestandteile Öl und Wasser auftrennt und wieder nutzbar macht. Dadurch arbeitet diese kontinuierlich laufende Prozessanlage abwasserfrei, da das aufbereitete Wasser mit der benötigten Waschwassertemperatur für die Reinigung aus der Vakuumdestillationsanlage entnommen werden kann. Das dabei gewonnene Öl wird in einem gesonderten Behälter aufgefangen. Die gereinigten Schleifschlämme und -späne werden aus dem Kopf der Schnecke in ein Fass abgeführt. Diese Arbeiten wurden fortgeführt, um Erkenntnisse für den Bau einer industriell nutzbaren Anlage zu erhalten. Grundlegende Zielsetzung war dabei ein möglichst niedriger Restölgehalt bei einem möglichst hohen Materialdurchsatz. Der Restölgehalt wird mit Hilfe einer Soxhlet-Extraktion [4] oder der am Lehrstuhl für Metallurgie der Eisen- und Stahlerzeugung entwickelten thermischen Entölung unter Schutzgas (siehe Kapitel 1.2.1.) gemessen. Der prozentuale Ölgehalt einer Probe

$$\text{ÖG} = \frac{m_{\text{Probe,vor}} - m_{\text{Probe,nach}}}{m_{\text{Probe,vor}}} \cdot 100 \% \quad (1)$$

ergibt sich dabei aus der Differenz der Massen vor ($m_{\text{Probe,vor}}$) und nach ($m_{\text{Probe,nach}}$) der Anwendung des Messverfahrens.

Durch verschiedene Änderungen an dem Senkrechtschneckenförderer konnten an dieser Anlage Durchsätze bis zu 770 kg/h bei einem Restölgehalt von unter 0,1 % erreicht werden. Somit ist die Entölung von Spänen mit diesem Verfahren gut kontrollierbar. Von diesen Ergebnissen ausgehend wurde eine Anlage im industriellen Maßstab entwickelt und bei der Firma RHM gebaut. Diese Anlage hat eine Kapazität von etwa 2 t/h veröltem Material.



Bild 1:

Senkrechtschneckenförderer

1.2. Entölung von Schleifschlämmen

Versuche mit Schleifschlämmen am Senkrechtschneckenförderer ergaben, dass sich diese damit nicht effizient reinigen lassen. Ein stabiles Förderverhalten ließ sich nur schwer einstellen, da der Förderstrom des Schleifschlamm-Wasser-Gemisches leicht abbricht. Schleifschlammrückstände in der Anlage kompaktierten bereits nach kurzer Standzeit der Anlage, sodass diese beim Wiederanlaufen blockierte und anschließend aufwendig gereinigt werden musste. Das beste Reinigungsergebnis mit Schleifschlämmen (Ursprungölgehalt $\ddot{O}G_{ur}$, etwa 12 %), das mit dieser Anlage erreicht werden konnte, lag bei etwa 8 %. Daraus ergibt sich, dass der Reinigungserfolg

$$RE = \frac{\ddot{O}G_{ur} - \ddot{O}G_{rest}}{\ddot{O}G_{ur}} \quad (2)$$

des Schneckenförderers bei lediglich 33 % liegt. Mit einem Restölgehalt von 8 % ist der Schleifschlamm metallurgisch nicht verwertbar. Der Grund für den geringen Reinigungserfolg ist, dass das abgewaschene Öl bei den geringen Korngrößen der Schlämme von unter 30 μm durch Tenside ersetzt wird. Dies ließ sich durch Analysen des Schlammes und der Waschflüssigkeit nachweisen. Die am Schlamm angelagerten Tenside zeigen bei einem Flammenvergleich ähnlich negative Eigenschaften wie Öl. Der Flammenvergleich dient als schnelle qualitative Überprüfung des Entölungserfolges. Dafür werden etwa 2 kg Stahl oder Eisen aufgeschmolzen und einmal als Referenz 50 g unbehandelter Schleifschlamm auf die Schmelze gegeben und anschließend jeweils 50 g der behandelten Proben. Ein Vergleich von Rauchentwicklung, Dauer

und Höhe der Flammenbildung von unbehandeltem und behandeltem Schlamm lässt schnell qualitative Rückschlüsse auf den Reinigungserfolg zu und gleichzeitig wird der reale Einsatz in einem Schmelzbetrieb nachgestellt. Bild 2 zeigt einen solchen Vergleich von drei Schleifschlammproben eine Sekunde nach Aufgabe auf die Schmelze.

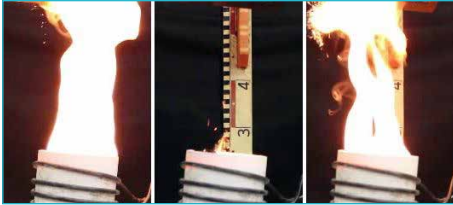


Bild 2: Flammenvergleich dreier Schlammproben 1 s nach Aufgabe: unbehandelt (links), vollständig entölt (Mitte), mit Tensiden gewaschen (rechts)

Die Flammenentwicklung des unbehandelten (links) und des mit Tensiden gewaschenen Materials (rechts) sind nahezu identisch. Der mit der Soxhlet-Apparatur vollständig entölte Schlamm in der Mitte, dessen Ursprungsölgehalt somit bekannt war, zeigt so gut wie keine Flammenbildung.

Aufgrund der schlechten Reinigungsergebnisse durch das Waschen mit Tensiden im Senkrechtschneckenförderer wurde nach alternativen Entölungsverfahren gesucht.

1.2.1. Thermische Entölung unter Schutzgas

Es wurde ein Aufbau entwickelt, bei dem der Schleifschlamm unter einer Schutzgasatmosphäre erhitzt werden kann. Dies soll verhindern, dass sich das am Schleifschlamm anhaftende Öl entzündet und abbrennt. Das Verfahren ähnelt dem der Vakuumdestillation, ist gerätetechnisch aber einfacher zu realisieren. Statt eines Druckbehälters und einer Vakuumpumpe wird lediglich ein geschlossener Behälter mit Gaszufuhr um das zu erwärmende Material benötigt. Der schematische Aufbau des Laborversuchs ist in Bild 3 dargestellt. Das zu behandelnde Material befindet sich in einem Al_2O_3 -Tiegel der in einem Tongraphit-Tiegel steht. Der Tongraphit-Tiegel bildet einerseits das äußere Gefäß, in dem sich das Schutzgas befindet, andererseits dient er der Aufheizung der Probe durch einen Induktionsofen, da sich der Schleifschlamm durch Induktion nicht direkt erwärmen lässt. Zwischen den beiden Tiegeln befindet sich ein Thermoelement, mit dem der Induktionsofen geregelt wird. Durch eine Durchführung im Boden des Tongraphit-Tiegels wird ein Schutzgas wie Argon eingeleitet. Der Tiegel wird nach oben mit einem Zylinder aus Borosilikatglas verschlossen, der an seinem oberen Ende eine Gasabführung besitzt. Über die Gasabführung lässt sich der Argon-Öldampf-Strom in einen Kondensator leiten, in dem das Öl abgeschieden und so zurückgewonnen werden kann.

Die Schleifschlamm-Proben weisen nach der Behandlung Restölgehalte von unter 0,1 % auf. Damit liegt der Reinigungserfolg mit dieser Methode bei über 99 %.

Dieser Aufbau lässt sich ebenfalls als Messgerät nutzen, mit dem der Restölgehalt von Schlämmen und Spänen bestimmt werden kann. Dazu werden die Massen der Probe vor und nach dem Verdampfen des Öls bestimmt. Bezogen auf die ursprüngliche Masse ergibt sich aus dieser Gewichtsänderung der Massenanteil an extrahierbaren Stoffen.

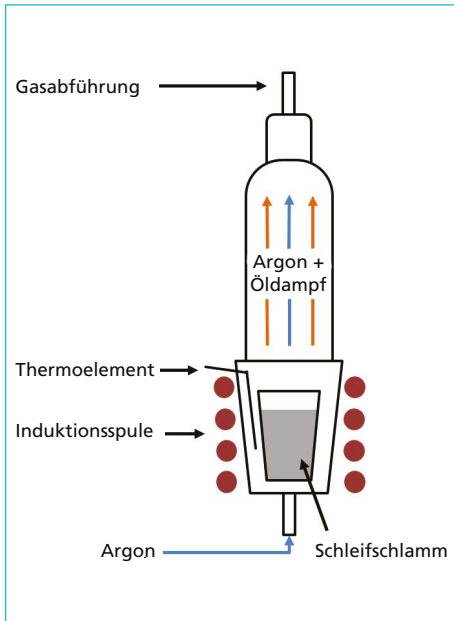


Bild 3: Schematischer Aufbau der thermischen Entölung unter Schutzgas

Im Gegensatz zu der üblichen Soxhlet-Extraktion ist das Verfahren der thermischen Entölung unter Schutzgas deutlich schneller. Bei der Soxhlet-Extraktion wird das zu untersuchende Material mit einem im Kreis laufenden Lösungsmittel gespült und anschließend wird die Probe in einen Abzug gestellt, bis das Lösungsmittel restlos verdunstet ist. Dieser Vorgang benötigt ungefähr einen Tag. Die thermische Entölung unter Schutzgas benötigt für das Aufheizen und Verdampfen des Öls etwa eine halbe Stunde und anschließend eine weitere halbe Stunde bis die Probe so weit abgekühlt ist, dass sie zurückgewogen werden kann. Somit ist eine deutliche Zeitersparnis gegenüber der herkömmlichen Methode gegeben. Vergleichende Messungen zeigen, dass die durchschnittliche Messabweichung beider Methoden bei 0,5 % liegt.

Eine weitere denkbare Nutzung dieser Methode wäre das großtechnische Entölen von Schleifschlämmen. Zum Verdampfen des Öls ließe sich z.B. niederkalorische Wärme aus Schmelzbetrieben nutzen. Das Schutzgas, aus dem der Öldampf kontinuierlich abgeschieden wird, könnte im Kreis geführt werden, um einen Verbrauch möglichst gering zu halten.

1.2.2. Adsorptive Entölung

Bei der adsorptiven Entölung wird der verölte Schleifschlamm mit einem Adsorbens in Kontakt gebracht. Ziel ist es, dass das Öl vom Schleifschlamm auf das Adsorptionsmittel übergeht und so der Schlamm gereinigt wird. Es wurden Laborversuche mit mehreren potenziellen Adsorptionsmitteln durchgeführt, zu denen unter anderem kommerzielle Ölbindemittel, Trockenkoks, Aktivkohle und verschiedene Stahlwerksschlacken gehören. Dafür wurden jeweils 150 g Adsorptionsmittel und 75 g Schleifschlamm mit einem Rollenmischer für eine Stunde miteinander vermischt. Anschließend wurde durch Sieben der Schleifschlamm vom Adsorbens getrennt. Verölter Schlamm neigt zum Agglomerieren wohingegen entölter Schlamm in einzelne Partikel zerfällt, die abgesiebt werden können. Dieses Prinzip ist in Bild 4 dargestellt. Das Adsorbens bleibt aufgrund seiner Korngröße ebenfalls auf dem Sieb liegen. Durch dieses Verfahren konnten abhängig vom Adsorptionsmittel Restölgehalte von unter 2,5 % erreicht werden, was einem Entölungserfolg von über 80 % entspricht.

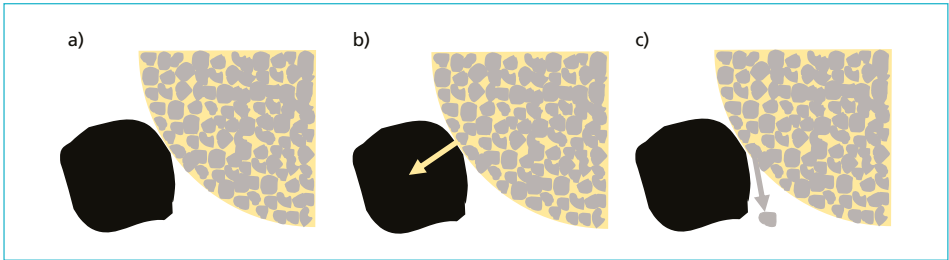


Bild 4: Prinzip der adsorptiven Entölung: a) Adsorbensmittel (schwarz) und durch Öl (gelb) agglomerierte Partikel (grau) treten in Kontakt b) Öl wird adsorbiert c) entölter Partikel löst sich aus dem Agglomerat und lässt sich absieben

Mit dem Adsorbens, das das beste Adsorptionsergebnis aufwies, wurde eine 30 kg Probe hergestellt (Adsorbens/Schleifschlamm-Verhältnis: 1:1) und in Zusammenarbeit mit einem Siebhersteller anschließend getrennt. Der so abgesiebte Schleifschlamm wies einen Restölgehalt von 0,8 % auf, womit der Reinigungserfolg bei 93,3 % liegt. Bild 5 zeigt den Flammenvergleich mit diesem Material eine Sekunde nach Aufgabe auf die Schmelze. Links ist die Flammenentwicklung des unbehandelten Schleifschlammes als Vergleich abgebildet. In der Mitte wird das durch die adsorptive Entölung gereinigte Material gezeigt, das so gut wie keine Flammenbildung zeigt. Das lässt auf einen niedrigen Restölgehalt schließen und somit auf eine unproblematische metallurgische Weiterverwendung. Das rechte Bild zeigt die Flammenentwicklung des beladenen Adsorbensmittels. Diese ist ähnlich stark wie die der unbehandelten Probe links, was auf einen ähnlichen Ölgehalt schließen lässt.

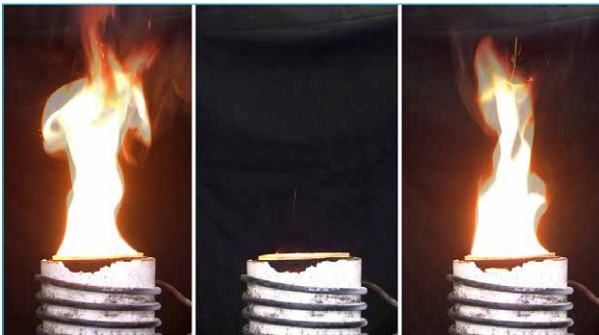


Bild 5:

Flammenvergleich dreier Proben 1 s nach Aufgabe: unbehandelt (links), adsorptiv entölt (Mitte), Adsorbensmittel (rechts)

Aufgrund der vielversprechenden Reinigungsergebnisse wird derzeit eine Prototypenanlage gebaut, die einen Durchsatz von 300 kg/h Schleifschlamm haben wird. An dieser Anlage werden verschiedene Adsorbensmittel untersucht und die entsprechenden Anlagenparameter ermittelt, um den Reinigungserfolg noch weiter zu steigern.

Für die verschiedenartigen, beladenen Adsorbensmittel muss ein jeweils geeigneter Verwertungsweg gefunden werden. Durch die reine Entsorgung würde sich das ursprüngliche Problem bloß verlagern. Aktivkohle lässt sich reaktivieren und ist danach im Prozess wiederverwendbar. Trockenkoks wird im Hochofen als Brennstoff eingesetzt.

Durch die Beladung mit Öl wird der spezifische Brennwert gesteigert und es ließe sich Brennstoff einsparen. Beladene Hochofenschlacken könnten in Abhängigkeit von der Zusammensetzung in der Zementindustrie eingesetzt werden.

2. Verwertung des gereinigten Materials

Das gereinigte Material muss für eine metallurgische Verwertung eingeschmolzen werden. Späne lassen sich relativ problemlos direkt oder durch Pressen brikettiert zum restlichen Einsatzmaterial hinzugeben und so wieder einschmelzen. Bei den unbrikettierten Spänen ist der Vorteil, dass Lücken im restlichen Einsatzmaterial aufgefüllt werden können und so die Ofenbeladung optimiert werden kann.

Bei entölten Schlämmen ist ein Brikettieren nicht ohne Weiteres möglich. Beim Pressen ohne Bindemittel bildet der Pressling kein Brikett, sondern zerfällt wieder zu Pulver. Versuche mit Bindemitteln ergaben zwar stabile Briketts, bei der Aufgabe auf eine Schmelze kam es jedoch durch die Bindemittel wieder zu unerwünschten Flammenbildungen und teilweise zu Verpuffungen. In einer weiteren Variante wird untersucht, ob durch eine gezielte und zu steuernde Oxidation chargierfähige Agglomerate der entölten Schlämme erzeugt werden können. In Bild 6 ist ein Gefügeauschnitt aus einem Schleifschlammagglomerat, das auf diese Weise erzeugt worden ist, lichtmikroskopisch mittels der Differential-Interferenz-Kontrastmikroskopie dargestellt. Bei den hellen Partikeln handelt es sich um Metallpartikel, die in eine gezielt hergestellte oxidische Matrix eingebunden sind.

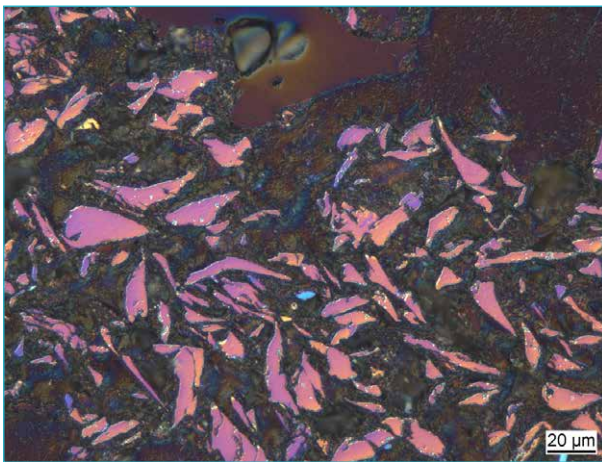


Bild 6:

Metallpartikel (hell violett) eingebunden in eine oxidische Matrix (dunkel)

Eine weitere Möglichkeit ist das Einbringen des pulvrigen Schleifschlammes. Dabei gibt es zwei Wege: Entweder werden alle Einsatzmaterialien vor dem Einschalten des Ofens chargiert oder das Basismaterial wird aufgeschmolzen und der Schleifschlamm z.B. durch Einblasen zur flüssigen Schmelze hinzugegeben. Um die Ausbringung des Schleifschlammes in die Schmelze zu beurteilen, wurden die chemischen Zusammensetzungen der einzelnen Materialien und die Zusammensetzung der abgegossenen

Schmelze untersucht. Aus den theoretisch maximal zu erwartenden Gehalten der einzelnen Elemente und den tatsächlich gemessenen Werten ergibt sich so die Ausbringung. Tabelle 1 zeigt die chemische Zusammensetzung eines Schmelzversuchs, bei dem die Materialien vor Beginn des Versuchs in den Tiegel gegeben und gleichzeitig aufgeschmolzen wurden. Anhand des theoretisch zu erwartenden und des gemessenen Kohlenstoffgehalts ergibt sich eine Ausbringung des Schleifschlammes von über 97 %. In Bild 7 sind die theoretischen Ausbringungen (Soll %) im Vergleich zu den tatsächlichen Ausbringungen (Ist %) verschiedener wirtschaftsstrategischer Rohstoffe dargestellt. Bei dieser Art der Zugabe bildete sich kaum Schlacke auf der Badoberfläche. Bei dem Versuch, bei dem das Schleifschlammpulver auf die flüssige Schmelze gegeben wurde, lag das Ausbringen bei 78 % und es kam zu einer deutlichen Schlackebildung.

Tabelle 1: Chemische Zusammensetzung eines Schmelzversuchs (Masse Basismaterial: 478,5 g - Masse Schleifschlamm: 93,95 g)

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Al	V	W
	%									
Basismaterial	0,415	0,307	0,608	0,012	0,025	0,182	0,044	0,029	0,002	0,007
Schleifschlamm	3,087	0,896	< 0,001	0,137	0,083	0,460	0,162	< 0,001	0,095	0,070
Basismaterial + Schleifschlamm	0,832	0,570	0,448	0,031	0,033	0,225	0,059	0,005	0,014	0,014
theoretisch zu erwartende Gehalte	0,854	0,404	0,508	0,033	0,035	0,228	0,063	0,024	0,017	0,017

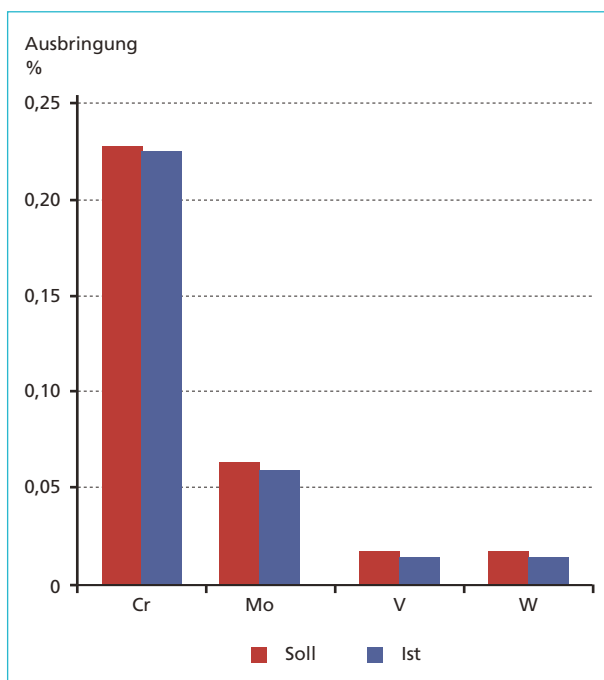


Bild 7:

Vergleich des Ausbringens von Cr, Mo, V und W bei der Zugabe eines losen, entölkten Schleifschlammes mit der Chargierung des metallischen Einsatzmaterials.

3. Zusammenfassung

Im Rahmen des BMBF geförderten Projekts *KOMPASS – Kontinuierliche Öl- und Metallrückgewinnungs-Prozessanlage für Schlämme und Späne* werden Entölungsverfahren für Metallspäne und -schlämme untersucht, die mit Kühlschmierstoffen belastet sind. Ziel dieses Vorhabens ist es, diese Materialien metallurgisch wiederverwertbar zu machen, um sie so in den Rohstoffkreislauf zurückführen zu können. Durch einen entsprechenden Entölungsprozess könnte für Schlämme unter Umständen die Einstufung als gefährlicher Abfall entfallen. Bei Metallspänen ist die Verwendung eines Senkrechtschneckenförderers, in dem die Späne im Gegenstromprinzip mit Tensiden gewaschen werden, sehr effektiv. Restölgehalte von unter 0,1 % werden auf diese Weise erreicht. Auf Grundlage der Versuchsanlage wird eine großtechnische Anlage mit einem Durchsatz von 2 t/h gebaut.

Für Schleifschlämme ist dieses Verfahren aufgrund der durch die geringen Korngrößen anders funktionierenden Wirkmechanismen nicht einsetzbar. Es wurde deshalb nach alternativen Verfahren gesucht. Ein Weg ist eine thermische Entölung bei der das Öl unter einer Schutzgasatmosphäre verdampft wird. Die Öldämpfe lassen sich aus dem Gasstrom kondensieren und so wiedergewinnen. Der Ölgehalt des behandelten Schleifschlammes liegt unter 0,1 %. Diese Methode eignete sich auch als Alternative für die bisher übliche Soxhlet-Extraktion zur Bestimmung des Restölgehalts, da die Verdampfung unter Schutzgas bei vergleichbarer Messgenauigkeit deutlich schneller durchführbar ist.

Eine großtechnische Anwendung wäre ebenfalls denkbar, wenn günstige Energie zum Erhitzen des Schleifschlammes z.B. niederkalorische Abwärme bereit steht. Eine weitere Möglichkeit zur Reinigung von Schleifschlämmen ist eine adsorptive Entölung. Dazu wird der Schleifschlamm mit einem Adsorptionsmittel vermischt. Das Öl geht vom Schleifschlamm, der im verölten Zustand zum Agglomerieren neigt, auf das Adsorbens über, wodurch der Schlamm entölt wird. Als Folge lösen sich einzelne Partikel aus der Agglomeration, die daraufhin abgesiebt werden können. Der auf diese Weise entölte Schleifschlamm hat einen Restölgehalt von unter 1 %. Für die verschiedenartigen beladenen Adsorbentien muss jeweils ein sinnvoller Weg der Weiterverarbeitung gefunden werden, um die Abfallproblematik nicht bloß zu verlagern. Dafür kommen eine Regeneration des Adsorbens, die Nutzung als Brennstoff im Hochofen oder als Brenn-/Einsatzstoff in der Zementindustrie in Frage.

Für die metallurgische Verwertung der gereinigten Späne ist es möglich, diese zu brikkettieren oder direkt in den Ofen zu chargieren. Schleifschlamm lässt sich nicht ohne Bindemittel brikkettieren, die bisherigen Bindemittel neigen unter Umständen bei der Aufgabe zur Flammenbildung. Eine Aufgabe des ungebundenen Pulvers ist auf zwei Arten möglich. Entweder wird das Pulver auf eine flüssige Schmelze gegeben, dabei liegt der Grad der Einbringung aber nur bei etwa 78 % oder das Pulver wird zu Beginn mit den metallischen Einsatzstoffen in den Ofen gegeben, dann wird ein Ausbringen von über 97 % erreicht.

4. Literatur

- [1] Abfallverzeichnis-Verordnung-AVV. 2012
- [2] Erich, E.: Rückgewinnung von Bearbeitungsölen aus Schleifschlämmen und Anschwemmfilterschlämmen der Metallverarbeitenden Industrie. AiF-Forschungsvorhaben Nr.: 11902 N, Berichtszeitraum: 01.11.1998 – 30.11.2000, Duisburg: IUTA, 2001
- [3] Gandenberger, C.; Glöser, S.: Die Versorgung der deutschen Wirtschaft mit Roh- und Werkstoffen für Hochtechnologien – Präzisierung und Weiterentwicklung der deutschen Rohstoffstrategie. Innovationsreport. Berlin: 2012
- [4] Gey, M. H.: Instrumentelle Analytik und Bioanalytik. Berlin Heidelberg: Springer, 2008
- [5] Guschall-Jaik, B.; Kölling, B.; Zoicher, N.: Leitfaden für den umweltgerechten Umgang mit Metallspänen. Bonn: bvse, 2014
- [6] Kißler, H.: Aufkommen und Qualitäten von ölhaltigen Schleifschlämmen in Deutschland. Pforzheim: ABAG-itm, 2015
- [7] Mannesman Demag: Der richtige Dreh für die thermische Entölung; UTA, 5, 1996, S. 396-397
- [8] Schepers, A.: Einsatzmöglichkeiten wiedergewonnener Kühlschmierstoffe und Feststoffe aus Schleifschlämmen; Dissertation. Bremen: Institut für Werkstofftechnik Bremen, 2004
- [9] Spanke, V.: Entölung feinstkörniger Metallschlämme durch Verfahren der physikalischen Aufbereitungstechnik am Beispiel von Walzzunder und Schleifschlämmen; BMFT Projektnummer 14706622. Goslar: NOELL Abfall- und Energietechnik GmbH, 1994
- [10] Wantzen, B.: Vakuum-Thermisches-Recycling von Schleifschlämmen. Umwelt, 27, 1997, S.18-19

Ansprechpartner



Dipl.-Ing. Carsten Reschke
Universität Duisburg-Essen
Lehrstuhl für Metallurgie der Eisen- und Stahlerzeugung
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Friedrich-Ebert-Straße 12
47119 Duisburg, Deutschland
+ 49 203-379-1155
carsten.reschke@uni-due.de



Professor Dr.-Ing. Rüdiger Deike
Universität Duisburg-Essen
Institut für Technologien der Metalle (ITM)
Lehrstuhl für Metallurgie der Eisen- und Stahlerzeugung
Friedrich-Ebert-Straße 12
47119 Duisburg, Deutschland
+49 203-379-3455
ruediger.deike@uni-due.de

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar

Stephanie Thiel • Olaf Holm • Elisabeth Thomé-Kozmiensky
Daniel Goldmann • Bernd Friedrich (Hrsg.):
Recycling und Rohstoffe – Band 12

ISBN 978-3-944310-46-6 Thomé-Kozmiensky Verlag GmbH

Copyright: Elisabeth Thomé-Kozmiensky, M.Sc., Dr.-Ing. Stephanie Thiel, Dr.-Ing. Olaf Holm
Alle Rechte vorbehalten

Verlag: Thomé-Kozmiensky Verlag GmbH • Neuruppin 2019

Redaktion und Lektorat: Dr.-Ing. Stephanie Thiel, Dr.-Ing. Olaf Holm,
Elisabeth Thomé-Kozmiensky, M.Sc.

Erfassung und Layout: Elisabeth Thomé-Kozmiensky, Claudia Naumann-Deppe,
Janin Burbott-Seidel, Ginette Teske, Sarah Pietsch, Roland Richter,
Cordula Müller, Gabi Spiegel

Druck: Beltz Grafische Betriebe GmbH, Bad Langensalza

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funk- sendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien, z.B. DIN, VDI, VDE, VGB Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.