



Bild: mit freundlicher Genehmigung von Hamburger Containerboard

Abbildung 6: Einschäumen

Foto R. Hotter

Einsatz von sauren Schäumen in der Nasspartie

Steigerung der Effizienz von Papier- und Kartonmaschinen durch sauren Schaum

Dieser Vortrag basiert auf 5 Jahren praktischer Erfahrung in Papier- und Kartonmaschinen und ermöglicht einen tiefen Einblick in die Problematik Ablagerungen in der Nasspartie und deren sicheren und effizienten Beseitigung. Die Zielsetzung des Vortrags ist, den Produktionsverantwortlichen in Papier- und Kartonmaschinen einen Überblick zu verschaffen, wie die Effizienz ihrer Maschinen durch den Einsatz von sauren Schäumen verbessert werden kann. Die Basisdaten stammen aus Papier- und Kartonmaschinen aus 8 europäischen Ländern und den Jahren 2014–2019. Insgesamt 25 Maschinen wurden dabei mit sauren Schäumen gereinigt, wobei 15 Maschinen während dieses Zeitraums mehrmals gereinigt wurden. Auf diesen Maschinen werden verschiedenste Papiersorten hergestellt, von Zigarettenpapier bis zu hochgrammigen Kraftlinersorten, mit Bahnbreiten von 1,8 m bis 10 m und Geschwindigkeiten von 100 m/min. bis 2000 m/min. Saure Schäume wurden auf verschiedene Weisen in mehreren Stellen der Nasspartie angewendet. Die Beurteilung der

Reinigungseffekte stammt von den Maschinenführern, Oberwerkführern und Produktionsleitern der Papier- und Kartonmaschinen. Unser eigenes Reinigungsteam und die Betreiber der Maschinen haben die gesundheitlichen und sicherheitsrelevanten Aspekte beurteilt. Zusätzlich wurden unsere chemischen Formulierungen von den entsprechenden Stabstellen der Papier- und Kartonhersteller sowie externen technischen Büros für Chemie auf gesundheitliche, chemische und umweltrelevante Effekte überprüft. Auch die Produktmanager unserer Rohstofflieferanten haben zur Entwicklung und Optimierung unserer Formulierungen beigetragen. Die Ergebnisse unserer Nachforschungen können folgendermaßen zusammengefasst werden: alle Papier- und Kartonmaschinen profitieren vom Einsatz saurer Schäume in der Nasspartie. Weder die Bahnbreite, noch die Geschwindigkeit oder das Alter der Maschinen limitieren die Anwendung von sauren Schäumen. Auch die Sicherheit für Anwender oder die Maschinenkomponenten ist nicht gefährdet, falls die



Bilder: R. Hotter

Abbildung 1: Komponenten der Schaumpumpe



Abbildung 2: angekuppelter Schaumschlauch



Abbildung 3: Schaumschlauch mit Strahlrohr

korrekten Anwendungsmethoden eingehalten werden. Umweltschädliche Effekte können vermieden werden, indem die sorgfältige Auswahl der Rohstoffe mit einer umweltbewussten Anwendung kombiniert wird. Zum Zwecke der Vereinfachung unterscheide ich in diesem Vortrag nicht weiter zwischen Papiermaschinen, Kartonmaschinen und Tissemaschinen. Der Begriff Papiermaschine bezeichnet alle Maschinen, auf welchen eine kontinuierliche Bahn aus Fasern in einer wässrigen Lösung erzeugt wird. Non-wovens sind nicht inkludiert.

1. Einleitung

In der Nasspartie von Papiermaschinen gibt es vielfältige, unerwünschte Ablagerung von Substanzen welche die Produktion von Papier stören. Sie haben einen negativen Effekt auf die Papierqualität und die Maschineneffizienz. Leider ist es fast unmöglich solche Ablagerungen zu verhindern, da sie untrennbar mit dem Produktionsprozess verbunden sind. In diesem Vortrag möchte ich erläutern, wie saure Schäume helfen können, die meistverbreiteten Ablagerungen zu entfernen. Diese Schäume haben pH Werte von 0–1 und lösen deswegen vor allem mineralische Ablagerungen. Gesundheit und Sicherheit der Mitarbeiter sind von größter Wichtigkeit und daher bei der Entwicklung von Formulierungen ein Hauptkriterium.

2. Methoden

Zuerst möchte ich beschreiben wie saurer Schaum vor Ort aus flüssigen Produkten entsteht. Dann wie wir diesen Schaum aufgetragen haben und mit welchen Reinigungsmethoden wir verschiedene Oberflächen gereinigt haben. Zum Schluss beschreibe ich noch die Methode, wie wir die Beurteilungen der Reinigungen durch die Maschinenbetreiber gesammelt haben.

2.1 Schaumerzeugung

Um aus einem flüssigen Produkt Schaum zu erzeugen, verwenden wir eine Druckluftmembranpumpe, welche die Flüssigkeit in eine Turbulenzkammer pumpt, wo sie mittels eingeblassener Druckluft zu Schaum umgewandelt wird. Die Schaumkonsistenz wird mittels eines Filterreglers eingestellt, wobei die Konsistenz von flüssig bis Rasierschaum eingestellt werden kann.

Eine Einstellmöglichkeit der Schaumkonsistenz ist für den erfolgreichen Einsatz von sauren Schäumen absolut notwendig. Die gewünschte chemische Reaktion zwischen den Ablagerungen und dem Produkt erfordert die Anwesenheit von verfügbaren Säuremolekülen. Sobald keine neuen Säuremoleküle mehr verfügbar sind, endet die chemische Reaktion.

Schaum besteht aus Luftblasen, und Luftblasen sind eine dünne, luftgefüllte Membran aus dem chemischen Produkt (eine Mischung aus mehreren Chemikalien und Wasser). Daher steht, wenn eine Schaumblase auf der Ablagerung sitzt, für eine Reaktion mit der Ablagerung nur eine geringe Menge an Produkt zur Verfügung.

Der Vorteil von Luftblasen ist, dass sie auf vertikalen Oberflächen und auch über Kopf auf Flächen kleben bleiben. Flüssigkeiten folgen sofort der Schwerkraft und laufen schnell nach unten, daher steht Flüssigkeiten nur kurze Zeit für eine Reaktion mit der Ablagerung zur

Verfügung. Allerdings haben Flüssigkeiten eine große Menge Säuremoleküle für die Reaktion verfügbar und sind so viel effektiver als Schaum.

Somit ist es klar, warum der Filterregler für die Feineinstellung der Schaumqualität so wichtig ist.

2.2 Auftragen von Schaum

Wie man den Schaum auf verschiedene Komponenten der Papiermaschine aufträgt, hängt von der Beschaffenheit der Komponenten ab. Grundsätzlich unterscheiden wir zwischen zwei Methoden:

- a) Verbindung des Schaumschlauchs mittels Kupplung, um das Innere von Behältern, Rohrleitungen oder Saugwalzen mit Schaum zu füllen (siehe Darstellung 2).
- b) Verwendung eines Strahlrohrs, um den Schaum auf Oberflächen zu verteilen (siehe Darstellung 3).

2.3 Reinigung verschiedener Oberflächen

In einer Papiermaschine gibt es sehr unterschiedliche Oberflächen. Wir haben 15 verschiedene Materialien identifiziert, welche bei Reinigungen mit dem sauren Schaum in Berührung kommen (siehe Darstellung 4).

Material:	Vorkommen:	Resistenz gegen Säure:
Edelstahl	sehr häufig	sehr resistent
Lackierter Kohlenstoffstahl	nicht so häufig	bei unbeschädigtem Lack sehr beständig
Unlackierter Kohlenstoffstahl	sehr häufig (Fundamentschiene)	sehr resistent falls schon schwarz
Aluminium	sehr häufig (Stege, Leitern)	sehr resistent
Bronze, Messing	nicht so häufig (Pick-up Walze)	sehr resistent
verchromte Kolbenstangen	sehr häufig	sehr resistent
Gummi	sehr häufig (Faltenbälge)	sehr resistent
PVC	sehr häufig (elektrische Kabel)	sehr resistent
Polyethylen	sehr häufig (Formiersiebe)	sehr resistent falls gewässert!
Polyamid	sehr häufig (Formiersiebe)	nicht beständig, aber waschbar falls dauerhaft nass gehalten!
Keramik	sehr häufig (Siebtische)	sehr resistent
Fliesen	sehr häufig (Böden)	sehr resistent
Epoxydharz	sehr häufig (Böden)	kann sich verfärben, qualitäts-abhängig, muss regelmäßig abge-spritzt werden
Harzgebundene Fasern	sehr häufig (Schaltkästen)	sehr resistent
Polyurethan	sehr häufig (Walzenbezüge)	sehr resistent

Darstellung 4 (Quelle: Hotter GmbH, Praxisversuche an 25 Papiermaschinen 2014-2019)

Während der Reinigung der Nasspartie wird der saure Schaum mit allen oben angeführten Materialien in Berührung kommen (siehe Darstellungen 5 & 6).



Abbildung 5: Einschäumen



Abbildung 8: Spülen



Abbildung 9: Siebkorb einschäumen



Abbildung 7: Schaum in Rohrleitung

Die vier wichtigsten Kriterien für eine erfolgreiche Reinigung sind:

- a) Art der Säure
- b) Säurekonzentration
- c) Temperatur des Produkts
- d) Reaktionszeit

Bei der Entwicklung eines sauren Schaumreinigers müssen ebenso vier wichtige Kriterien abgewogen werden:

- a) Unschädlich für Menschen
- b) Effektive Reaktion mit den Ablagerungen
- c) Keine Schäden an den Maschinenkomponenten
- d) Umweltfreundlich und keine Gefahr für Wasserorganismen

Das Ziel des Reinigungsprozesses ist die Abtragung der Ablagerungen, um einen stabileren Maschinenlauf und eine bessere Papier-

qualität zu erreichen. Dieses Ziel kann nicht ausschließlich mit einer chemischen Reaktion erreicht werden (es ist nicht möglich, die ganze Nasspartie in einen gigantischen Tank mit saurem Reiniger einzuweichen).

Aufgrund der eingeschränkt verfügbaren Reinigungszeit während eines Stillstandes ist es absolut unabdingbar, die chemische Reaktion mit der mechanischen Energie von 200 bar Hochdruckreinigern und rotierenden Wasserstrahlen zu kombinieren.

Diese Kombination hat einen sehr wünschenswerten Effekt: das Hochdruckwasser wäscht auch den sauren Schaum ab und verdünnt die Säure. Der saure Schaum hat einen pH Wert von 0–1 und ist sehr reaktionsfreudig. Mit Wasser wird die Säure verdünnt und die Reaktion mit den Materialien der Nasspartie gestoppt.

Leicht zugängliche Oberflächen zu reinigen erfordert mehrfache

axchem

Anwendungen von Schaum und Hochdruckreinigern. Die Arbeitskräfte müssen sehr nahe an die zu reinigenden Oberflächen gelangen, was in Formern und Pressenpartien auch bedeutet, in die Maschine hineinzuklettern. Offene Behälter können durch die Mannlöcher befahren werden, allerdings ist der Einsatz von Gaswarngeräten zwingend vorgeschrieben, da eine gefährliche Konzentration giftiger Gase in beengten Behältern entstehen kann.

Ausschäumen von Cleaner Stufen, Sortierern, Stoffaufläufen und Saugwalzen wird mittels Einpumpen von Schaum in die Rohrleitungen durchgeführt. Anschließend wird die alkalische Systemreinigung zwecks Neutralisierung der Säure durchgeführt bzw. die Saugwalze mit Wasser gespült.

2.3 Sammlung der Beurteilungen

In den an dieser Studie beteiligten Papierfabriken wurden Werkführer, Oberwerkführer und Produktionsleiter vor und nach Reinigungen mit saurem Schaum von Robert Hotter persönlich befragt. Die Vergleichbarkeit der Aussagen wurde durch die Verwendung von standardisierten Fragen erreicht:

- a) Was ist der Grund für die Reinigung?
- b) Was sind Ihre Bedenken im Zusammenhang mit saurem Schaum?
- c) Hatten Sie früher schon Erfahrungen mit saurem Schaum?
- d) Sind Sie zufrieden mit dem Resultat der Reinigung?
- e) Hatte die Reinigung einen Einfluss auf die Maschineneffizienz?

In Summe wurden die Antworten von 37 Personen in 19 Papierfabriken aus 8 europäischen Ländern ausgewertet.

3. Resultate und Diskussion

Zuerst einige Daten über die 19 beteiligten Papierfabriken, wobei wir ausschließlich den Einsatz von saurem Schaum in der Nasspartie berücksichtigt haben.

Auswertung 1. Jährliche Reinigung – Reinigung bei jedem Stillstand

Anzahl der Papiermaschinen	Davon nur 1x jhrl. gereinigt	Davon bei jedem Stillstand ohne externes Personal gereinigt	Davon in unregelmäßigen Abständen mehrmals gereinigt
25	4	16	5

Auswertung 2. Details der Reinigung bei jedem Stillstand

Was wurde bei 16 Papiermaschinen bei jedem Stillstand gereinigt?	Anzahl der Papiermaschinen mit nur einer Reinigungsmaßnahme	Anzahl der Papiermaschinen mit Kombination der Reinigungsmaßnahmen
Ausschäumen kurzer Kreislauf	5	7
Ausschäumen Saugwalzen	3	
Primärsortierer	1	

Auswertung 3. Gründe für den Einsatz von saurem Schaum

Prozentangabe(a)	Papier Qualität	Effizienz (Bahnrisse)	Sauberkeit
Jahresstillstand	50,0 %	50,0 %	100,0 %
Monatlicher Stillstand und unregelmäßige Abstände	75,8 %	81,8 %	36,4 %

(a) – Befragungsergebnisse von 37 Teilnehmern, davon repräsentieren 33 Teilnehmer monatliche Reinigungen und Reinigungen in unregelmäßigen Abständen und 4 Teilnehmer ausschließlich Reinigung beim Jahresstillstand

Auswertung 4. Bedenken bei Einsatz von saurem Schaum

Prozentangabe(a)	Schäden an Bespannung	Schäden an Maschinenkomponenten	Verletzungsrisiko für Mitarbeiter
Jahresstillstand	75,0 %	75,0 %	100 %
Monatlicher Stillstand und unregelmäßige Abstände	57,6 %	18,2 %	33,3 %

(a) – Befragungsergebnisse von 37 Teilnehmern, davon repräsentieren 33 Teilnehmer monatliche Reinigungen und Reinigungen in unregelmäßigen Abständen und 4 Teilnehmer ausschließlich Reinigung beim Jahresstillstand

Auswertung 5. Frühere Erfahrungen mit saurem Schaum

Prozentangabe(a)	Schäden an Bespannung	Übler Geruch	Keine Erfahrungen
Jahresstillstand	75,0 %	75,0 %	25,0 %
Monatlicher Stillstand und unregelmäßige Abstände	96,9 %	90,9 %	6,1 %

(a) – Befragungsergebnisse von 37 Teilnehmern, davon repräsentieren 33 Teilnehmer monatliche Reinigungen und Reinigungen in unregelmäßigen Abständen und 4 Teilnehmer ausschließlich Reinigung beim Jahresstillstand

Auswertung 6. Zufrieden mit Reinigung

Prozentangabe(a)	Sicherheit	Geruch	Schäden
Jahresstillstand	75,0 %	75,0 %	100,0 %
Monatlicher Stillstand und unregelmäßige Abstände	97,3%	91,9%	94,6%

(a) – Befragungsergebnisse von 37 Teilnehmern, davon repräsentieren 33 Teilnehmer monatliche Reinigungen und Reinigungen in unregelmäßigen Abständen und 4 Teilnehmer ausschließlich Reinigung beim Jahresstillstand

Auswertung 7. Positive Effekte der Reinigung

Prozentangabe(a)	Papier Qualität	Maschinen Effizienz	Sauberkeit
Jahresstillstand	50,0 %	50,0 %	100,0 %
Monatlicher Stillstand und unregelmäßige Abstände	97,0 %	97,0 %	94,0 %

a) – Befragungsergebnisse von 37 Teilnehmern, davon repräsentieren 33 Teilnehmer monatliche Reinigungen und Reinigungen in unregelmäßigen Abständen und 4 Teilnehmer ausschließlich Reinigung beim Jahresstillstand

Auswertung 8. Jahresverbrauch von saurem Reiniger (a)

Kunde	Jahr 1	Jahr 2	Jahr 3
Nr. 1	100 %	53,3 %	50,0 %
Nr. 2	100 %	75,0 %	50,0 %
Nr. 3	100 %	50,0 %	25,0 %

a) – Jahresverbrauch basierend auf ausgelieferten kg/Jahr bei Papierfabriken, die bei jedem Stillstand seit mindestens 3 Jahren mit saurem Schaum reinigen. 100 % stellt den Jahresverbrauch im ersten Jahr dar, die folgenden Jahre wurden mit dem ersten Jahr verglichen

4. Schlussfolgerungen

Ablagerungen in der Nasspartie von Papiermaschinen werden als Einflußgröße auf die Papierqualität und die Maschineneffizienz eingestuft. Der Einsatz von saurem Schaum hat nachweislich einen positiven Effekt bei der Innenreinigung von Cleanerstufen, Sortierern, Stoffauflauf und Saugwalzen. Der saure Schaum entfernt mineralische

und organische Ablagerungen, wobei eine länger anhaltende Wirkung zu beobachten ist. Die Säure hat anscheinend einen ähnlichen Effekt wie die echte Passivierung, welcher aber nicht so lange anhält wie bei dieser. Allerdings zeigen unsere Daten eine rasche Reduktion im Verbrauch der sauren Produkte bei gleichbleibendem Einsatz bei jedem Stillstand.

Innerhalb der Saugwalzen hält der saure Schaum die Düsen des Schmierspitzrohres offen, wovon die Dichtleisten profitieren. Bei Ausfall der Düsen verbrennen die Dichtleisten, was zu Vakuumproblemen und einem schlechten CD Entwässerungsprofil der Papierbahn führt. Zusätzlich werden die Sauglöcher im Walzenmantel offen gehalten und falls die Bespannung eingezogen ist und mitgewaschen wird, hält der saure Schaum die Bespannung offen, indem mineralische Ablagerungen aufgelöst werden. Dadurch steigt die Entwässerungsleistung der Bespannung.

Bei der Anwendung von saurem Schaum für die Reinigung der Strukturen der Nasspartie wie Stuhlungen und Untersichten können rasch Ablagerungen entfernt werden, welche im Betrieb der Papiermaschine zu Bahnrisen führen können. Eine häufige Ursache für Bahnrisse aus der Nasspartie sind herunterfallende Batzen, die auf Siebe und Filze fallen. Säureschäden an der Maschine oder der Bespannung sind allerdings möglich; sie können jedoch bei korrekter Anwendung der Produkte und sorgfältigem Waschen und Abspülen mit Wasser verhindert werden. Aufgrund der Formulierung der sauren Produkte und der Verwendung von Schaum statt flüssigen Produkten ist es möglich,

die gesundheitliche Gefährdung der Arbeitnehmer zu minimieren. Chemische Verätzungen der Haut können durch rasches Abwaschen mit Wasser verhindert werden oder zumindest in der Schwere gemindert werden. Die vorgeschriebene PSA ist nicht kostenintensiv und einfach anzuwenden.

Während der letzten 5 Jahre haben wir bei Reinigungen nicht einen medizinischen Notfall gehabt, der einen Arzt erfordert hätte. Es wurden lediglich 7 Vorfälle registriert, bei denen Mitarbeiter mit saurem Schaum auf der Haut in Berührung kamen. Dabei entstanden keine Verätzungen. Diese Vorfälle hätten leicht vermieden werden können, falls die Vorgangsweisen laut Sicherheitsschulungen eingehalten worden wären.

Die Formulierungen unserer Produkte sind umweltfreundlich, falls sie innerhalb einer Papierfabrik verwendet werden und mit Wasser verdünnt werden. Alle unsere Kunden haben die Sicherheitsdatenblätter evaluiert und die Verwendung der Produkte in der Papierfabrik freigegeben. Der regelmäßige Einsatz von saurem Schaum bei jedem Stillstand ist aus unserer Sicht ein sicherer und geeigneter Ansatz, um die Papierqualität und den Maschinenlauf positiv zu beeinflussen. Schäden an der Papiermaschine, Umweltschäden oder Unfälle von Mitarbeitern können mit geringem Aufwand und geringen Kosten verhindert werden.

Danksagung

Vielen Dank den 37 Teilnehmern der Befragung in 19 Papierfabriken und unseren Mitarbeitern der Hotter GmbH für ihre Antworten.

christof Industries