

# Press Release

## Kontinuierliche Konditionierung von Formationsieben mit Hochdruck-Spritzrohren

Grundsätzliches zur Funktion – Beispiel eines Problems aus der Praxis – und seine Lösung

Chris Kershaw, Vice President Corporate Marketing, Heimbach UK Ltd., [chris.kershaw@heimbach.com](mailto:chris.kershaw@heimbach.com)  
 Hans J. Struck, PMS GmbH, Offenburg, [pms-struck@rubynozzle.com](mailto:pms-struck@rubynozzle.com)

Heimbach – wherever paper is made.



GROUP

Grundsätzliches zur Funktion –  
Beispiel eines Problems aus der Praxis – und seine Lösung

## Inhaltsübersicht

### Einleitung

#### 1. Grundsätzliche Bedingungen der Funktion von HD-Spritzrohren

- 1.1 Funktionsbezogene Definition der Sieb-Konstruktionen
- 1.2 Die Qualität des Wasserstrahls
- 1.3 Anordnung der HD-Spritzrohre  
Reinigungsvorgang und Abführung der Schmutzpartikel

#### 2. Positionierung und Betrieb

- 2.1 Neigung der Düsenstrahle  
Durchbiegung der Spritzrohre
- 2.2 Abstände der Düsen auf dem Spritzrohr  
Effizienz der Siebreinigung im Kantenbereich

#### 3. Oszillation – und Einfluss der HD-Spritzrohre auf die Feuchte-Querprofile

- 3.1 Der Oszillierhub
- 3.2 Die Oszillations-Geschwindigkeit

### Fazit

#### 4. Beispiel eines Problems aus der Praxis – und seine Lösung

- 4.1 Lokalisierung des Auslösers und Analyse der Entstehung des Problems durch die Spezialisten der Heimbach TASK Division
- 4.2 Ermittlung des Verursachers der Siebschäden

### Zusammenfassung

## Einleitung

Ihre große technische Vielfalt und die hohe Komplexität der technologischen Zusammenhänge machen jede Papiermaschine zu einem "sensiblen Riesen".

Die einwandfreie Funktion jeder einzelnen ihrer technischen Einrichtungen ist im jeweiligen Maße Voraussetzung für die Gesamtleistung der Papiermaschine: für hohe Papierqualität, großes Produktionsvolumen, optimale Runnability, für maximale Effizienz und nicht zuletzt für ein hohes Maß an Bedienerfreundlichkeit und Arbeitssicherheit.

Die folgenden Ausführungen aus dem Forming-Bereich verdeutlichen die detaillierten Zusammenhänge in der Konditionierung von Formationsieben mit Hochdruck-Spritzrohren. Kenntnis und Berücksichtigung dieser Zusammenhänge können bereits hier im Forming-Bereich Mängel oder gar Sach- und Wirtschaftsschäden verhindern helfen, die z.T. erst im weiteren Verlauf der Papierproduktion in der Maschine, häufig sogar erst auf dem Tambour sichtbar werden.

Ein entsprechendes Beispiel aus der Praxis belegt, welche weit reichenden, mitunter auch überraschenden Einflüsse aufgrund einer zunächst vielleicht als marginal eingeschätzten Fehlfunktion entstehen und welche Folgen sie haben können. Die labor-analytische Feststellung der entstandenen Schäden, die messtechnische Einkreisung und Aufdeckung der Auslöser und Verursacher sowie der letztlich geringe Aufwand zur Beseitigung des Problems dokumentieren die große Diskrepanz zwischen Ursache und Wirkung.

Natürlich beeinflussen auch individuelle konstruktive sowie produktionstechnische Gegebenheiten die Funktion der Hochdruck-Spritzanlage. Deshalb beschränken sich die folgenden Ausführungen auf Hinweise zur Vermeidung grundsätzlicher Fehlerquellen, die in vielen Störungsfällen wesentliche Auslöser für Fehlfunktionen waren.

## 1. Grundsätzliche Bedingungen der Funktion von HD-Spritzrohren

Aufgabe der Hochdruck-Spritzrohre im Forming-Bereich ist es, bei laufender Produktion Verschmutzungen von den Oberflächen und aus dem Inneren der Blattbildungssiebe kontinuierlich zu entfernen. Dazu wird die kinetische Energie der Wasserstrahle aus den Düsen der Hochdruck-Spritzrohre genutzt.

Voraussetzungen für die wirkungsvolle Funktion sind neben einer soliden Konstruktion dieser Einrichtung die richtige Einbaustelle, die richtige Positionierung zum Sieb sowie die angemessene Anzahl von Düsen in einem dem Oszillierhub entsprechenden Abstand. Ebenso ist die Abführung der Fremdsubstanzen zu berücksichtigen. Wenn die Verschmutzungen zwar permanent aus dem Sieb entfernt werden, aber der Nebel in das Siebschiff gelangt, werden die Verschmutzungen letztlich nicht entfernt, sondern sie zirkulieren im Siebschiff und gelangen in das Sieb zurück.

### 1.1 Funktionsbezogene Definition der Sieb-Konstruktionen

Zur Beurteilung der jeweils richtigen Positionierung der Spritzrohre (exakte Einstellung des Auftreff-Winkels der Düsenstrahle auf das Sieb) sowie des jeweils angemessenen Wasserdrucks sollte die grundsätzliche Konstruktion und die Struktur des Siebquerschnitts der unterschiedlichen Sieb-Konstruktionen berücksichtigt werden.

- Einlagige Siebe haben offene Maschen. Die Wasserstrahle können das Sieb auf direktem Wege durchdringen (Abb.1).
- Doppellagige Siebe sind durch verhältnismäßig eng geschlossene Maschenöffnungen gekennzeichnet (hohe Kettfadendichte). Daher können die Wasserstrahle das Sieb nur mit Behinderungen und merklich abgebremst durchdringen (Abb.2).

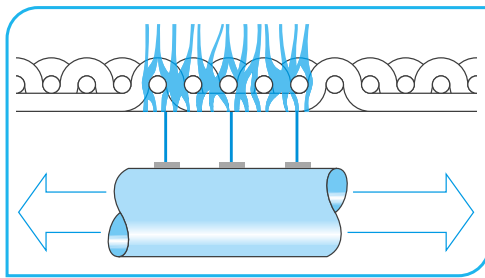


Abb.1 Spritzstrahl auf 1-lagiges Sieb  
z.B. PRIMOFLEX von Heimbach

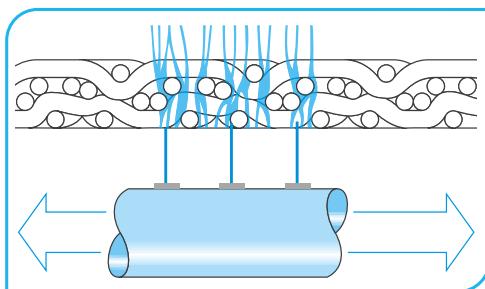


Abb.2 Spritzstrahl auf 2-lagiges Sieb  
z.B. PRIMOPLAN von Heimbach

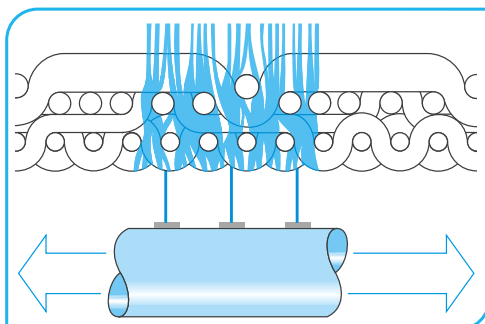


Abb.3 Spritzstrahl auf 3-lagiges Sieb  
z.B. PRIMOBOND von Heimbach

- Dreilagige strukturgebundene Formationsiebe (SSB-Siebe) verfügen zwar über unterschiedliche Systeme des Siebaufbaus hinsichtlich Maschenöffnungen und innerer Struktur, die Wasserstrahl können diese Siebe jedoch relativ ungehindert durchdringen (Abb.3).

Die Papierseite vieler moderner Siebe ist äußerst fein gestaltet: Kett- und Schussfaden-Durchmesser betragen oft nur 0,11 mm. Deshalb ist die Papierseite solcher Siebe recht empfindlich. Die Laufseite vieler moderner Siebe ist hingegen verhältnismäßig robust: Die laufseitigen Kettfäden sind meist dicker als die papierseitigen, vor allem aber verfügen die

laufseitigen Schussfäden über Durchmesser zwischen 0,18 und 0,45 mm.

## 1.2 Die Qualität des Wasserstrahls

Unabhängig von der wirkungsvollen Beaufschlagung des Siebes durch die Wasserstrahl sowie für eine effektive Siebreinigung ist die sehr gute Laminarität eines jeden Wasserstrahls, auch Nadelstrahl genannt. Das heißt, der Strahl muss dünn, glatt, ohne Lufteinschlüsse, in gleichmäßigem Querschnitt (Abb.4) und mit ausreichendem Druck auf die Sieboberfläche auftreffen. Ein **turbulenter** Strahl, d.h. ein Strahl, der sich **vor** dem Auftreffen auf die Bahn bereits in Einzelpartikel auflöst (Abb.5), hat meist eine nicht zu definierende Reinigungswirkung und kann – abhängig von der Höhe des Wasserdrucks – Siebe beschädigen.

Besondere Bedeutung hat in dem Zusammenhang natürlich auch, dass im Interesse eines gleichmäßigen Reinigungsprofils in y-Richtung alle Düsen des Spritzrohrs sich möglichst in einem identischen Zustand befinden sollten.



Quelle: PMS



Quelle: PMS

Abb.4 Laminarer Strahl Abb.5 Turbulenter Strahl

Verantwortlich für den Zustand des Wasserstrahls ist die Qualität und Präzision der Düsen sowie ein gleich bleibender Wasserdruck. Dieser sollte bei den üblichen Strahl-Durchmessern (0,8 bis 1,0 mm) mindestens 20 bar betragen, aber 35 bar nicht überschreiten. Außerdem wichtig: Gute Wasserqualität sorgt für die einwandfreie Düsenfunktion und verhindert Verstopfungen bzw. Ablagerungen – und damit Beeinträchtigungen der Strahlqualität. So ist für Düsen mit einem üblichen Strahldurchmesser von 0,8 bis 1,0 mm unbedingt eine wirksame Wasserfiltrierung (meist vor der Druckerhöhungspumpe) mit einer Abscheideleistung von 50 µm

erforderlich. Nicht zu vernachlässigen ist auch der Einfluss der Wassertemperatur. Diese sollte sich immer im Bereich der Prozesstemperatur bewegen. Dadurch wird ein den Papier-Querprofilen abträgliches, ungleichmäßiges Temperaturprofil des Siebes vermieden.

Im Falle "schlechter" Wasserstrahle besteht zudem die Gefahr der Siebschädigung: Turbulente Strahle können die Längs- und Querräden permanent sehr intensiv hin- und herschieben (Abb.6) und damit Verschleiß der Fäden an den Kreuzungspunkten sowie auch Fibrillation hervorrufen. Dadurch kann die Längsfestigkeit im Bereich der schlechten Strahle erheblich eingeschränkt werden; die Enden gerissener Fäden können aus dem Sieb herausragen.

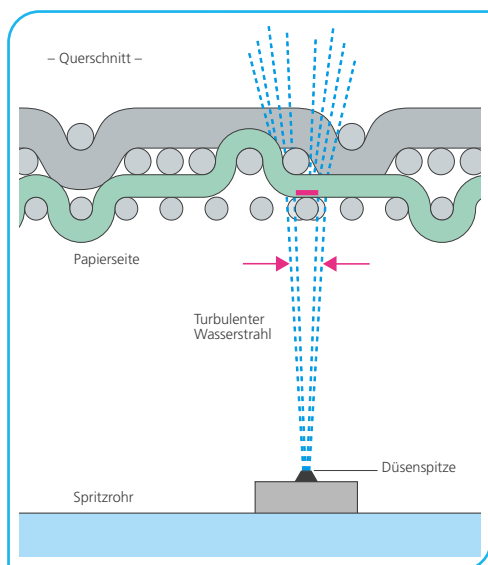


Abb.6 Mögliche Siebschädigung

Moderne Rubin-Spritzdüsen mit hoher Strahlqualität und langer Lebensdauer schließen die genannten Probleme weitgehend aus. Dennoch ist eine regelmäßige Kontrolle der Wasserstrahle empfehlenswert, um eventuelle Veränderungen frühzeitig zu erkennen und zu beheben. So entstehen im Falle defekter, verschmutzter oder gar teilweise verstopfter Düsen unterschiedliche Wasserstrahl-Eigenschaften (Abb.7), die zu ungleichmäßiger Beaufschlagung über die Siebbreite (Abb.8) und damit zu schlechten Querprofilen der Papierbahn führen.

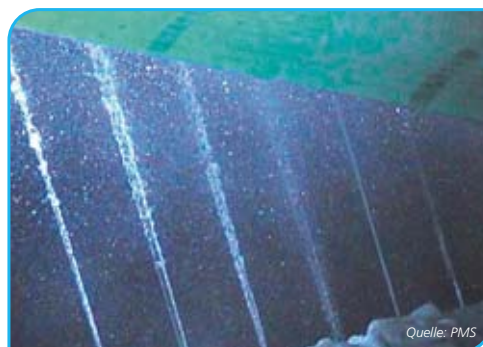


Abb.7 Unterschiedliche Wasserstrahle



Abb.8 Ungleichmäßige Beaufschlagung

Zur Beurteilung der Strahl-Eigenschaften der HD-Spritzdüsen wie auch zur Beobachtung der Ausrichtung der Strahle ist die Verwendung eines Hand-Stroboskops zu empfehlen (bei stehender Maschine: weniger Wassernebel, vor allem aber Sicherheit!!). Das Stroboskop wird auf eine Blitzfrequenz von ca. 50 bis 60 Hz eingestellt und flach über dem Spritzrohr auf die Strahle der Düsen gerichtet. So sind Beobachtungen möglich, die man bei normaler Beleuchtung nicht machen kann.

Es empfiehlt sich außerdem, beim Spannungswechsel das Spritzrohr kurz "probespritzen" zu lassen und alle Strahle zu begutachten, bevor das neue Sieb eingezogen wird. Sehr oft kann man bei eingezogenem Sieb gar nicht alle Strahle sehen. Dazu muss die Verriegelung, die den Betrieb des Spritzrohrs bei stehender Anlage verhindert, überbrückt werden oder ein alternativer separater Wasseranschluss an das Spritzrohr gelegt werden.

Bei der Einschätzung der Strahl-Energie (Düsendurchmesser, Wasserdruck siehe Tabelle

Abb.9), bezogen auf ihre Reinigungsleistung, sollte generell berücksichtigt werden, dass einerseits zwar ein Teil dieser Energie durch elastische Verformung des Siebes aufgezehrt wird. Andererseits bewirkt aber gerade dieser Verformungs-Vorgang eine minimale relative Bewegung der Siebfäden zueinander. Durch diese Bewegung werden Schmutzpartikel, die vornehmlich an den Kreuzungspunkten der Siebfäden sitzen, besser gelockert und lassen sich deshalb leichter herauspülen.

Strahldurchmesser [mm]	Wasserdruck [bar]			
	20	25	30	35
0.6	0.73	0.81	0.91	0.96
0.7	0.99	1.10	1.23	1.30
0.8	1.26	1.41	1.59	1.68
0.9	1.59	1.80	2.03	2.15
1.0	2.00	2.30	2.58	2.73
1.1	2.48	2.85	3.18	3.39
1.2	3.00	3.45	3.90	4.14

Quelle: PMS

Abb.9 Volumenstrom für Nadelstrahl-Düsen [l/min]



Abb.10 Siebschädigung durch zu hohe Strahl-Energie

Prinzipiell gilt: Der Druck sollte so hoch wie nötig sein, um eine gute Reinigung zu gewährleisten, und er sollte so niedrig wie möglich sein, einerseits um Siebbeschädigungen zu vermeiden (Abb.10), andererseits, um Energie zu sparen.

### 1.3 Anordnung der HD-Spritzrohre Reinigungsvorgang und Abführung der Schmutzpartikel

Bei einem Langsieb ist das HD-Spritzrohr oft im Sieb-Rücklauf zwischen zwei Leitwalzen auf der

Papierseite des Siebes angeordnet (Abb.11). Es sollte so weit wie möglich entfernt von der Brustwalze eingebaut sein. Die Wasserstrahle (Nadelstrahle) treffen nahezu vertikal auf das Sieb auf. Ein Teil des Wassers wird vom Sieb mitgeschleppt. Der andere Teil der Wassers durchdringt das Sieb, nimmt die aus dem Sieb herausgelösten Schmutzpartikel mit und wird sowohl durch die Maschen-Struktur des Siebes als auch durch dessen Horizontalbewegung zerstäubt. Wassernebel entsteht im Innenraum des Sieb-Umlaufes (Siebschiff) (Abb.12).

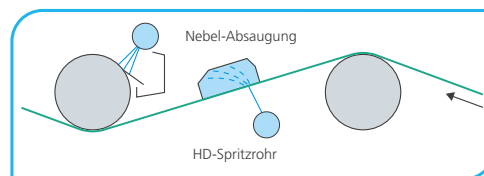


Abb.11 Übliche Anordnung: Spritzrohr zwischen Leitwalzen



Abb.12 Wassernebel im Siebschiff

Dieser Wassernebel sollte bei der hier beschriebenen Spritzrohr-Anordnung (Abb.11) – wegen seines Schmutzpartikel-Anteils generell, und bei schnell laufenden Maschinen wegen seiner größeren Wassermenge und Ausdehnung speziell – von entsprechend dimensionierten Absaugkästen aufgenommen werden. Dabei können Ablagerungen an diesen Absaugkästen zu Störungen führen.

Zunehmend sieht man Spritzrohre, die auf der Papierseite des Siebes gegen eine stationäre innen liegende Leitwalze gerichtet sind (Abb.13). Dabei treffen die Nadelstrahle auf das Sieb, während es auf die Leitwalze aufläuft. Der Reinigungsvorgang

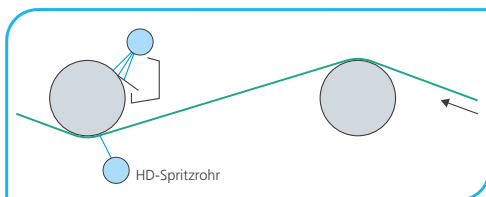


Abb.13 Variante: Spritzrohr gegen Leitwalze

bei dieser Anordnungs-Variante stellt sich wie folgt dar: Der laminare (!) Wasserstrahl durchdringt den Siebquerschnitt (am besten 1- oder 3-lagiger Siebe), trifft auf die Leitwalze und wird sofort pulsationsartig "rückwärts" durch das Sieb hindurch zurück gepresst. Bereits beim Eindringen des Wasserstrahls in und durch das Sieb, vor allem aber aufgrund der unmittelbar einsetzenden "Abprallimpulse" des Wassers in Gegenrichtung – also wieder aus dem Sieb hinaus – lösen sich Faser-, Füllstoff- und Fremdstoff-Partikel aus dem Sieb und werden nun heraus geschwemmt (Abb. 14).

Ein Teil der heraus gelösten Verschmutzungen wird immer auch von der Leitwalze übernommen und über den Schaber abgegeben, der dazu gleichmäßig geschmiert sein soll (Abb. 14).

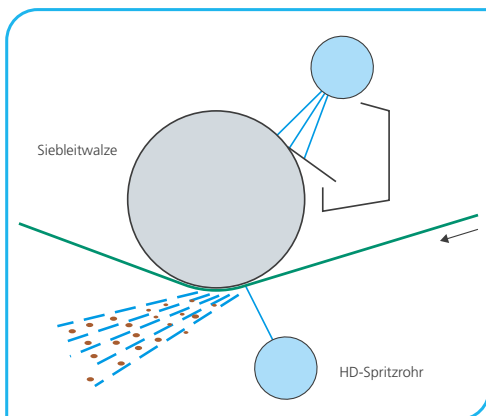


Abb.14 HD-Spritzrohr gegen Siebleitwalze

Im Gegensatz zur erstgenannten Anordnung (Abb. 11) entsteht bei der hier beschriebenen Anordnung Spritzrohr gegen Leitwalze (Abb. 13, 14) kein Wasser- und Stoffnebel im Siebschiff, der dort störende Ablagerungen verursachen könnte.

Eine weitere Anordnungs-Variante besteht darin, zugleich ein papierseitiges und ein laufseitiges

HD-Spritzrohr zu betreiben (Abb. 15). Eine solche Methode empfiehlt sich vor allem bei 3-lagigen SSB-Sieben. Diese sind wie die 1-lagigen Siebe sehr offen, haben aber eine höhere Siebdicke, die durch beidseitige Beaufschlagung mit Nadelstrahlen noch wirkungsvoller gereinigt werden kann. Im Übrigen gibt es auch geschlossene Absaugsysteme mit eingebauten Spritzrohren, die beidseitig zum Sieb arbeiten. Diese Absaugsysteme unterbinden die Bildung von Wassernebel sehr wirksam.

Für die Siebe von Doppelsieb-Formern gelten im übertragenen Sinne die gleichen Bedingungen.

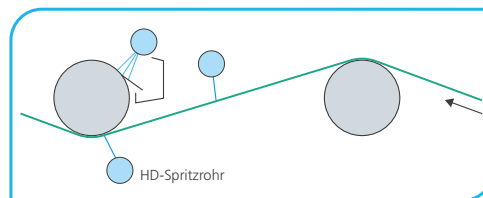


Abb.15 Variante: Innen- und außenliegendes Spritzrohr

## 2. Positionierung und Betrieb

HD-Spritzrohre sollen grundsätzlich so nah, wie es einbautechnisch vertretbar ist, am Sieb installiert sein – je näher, desto besser für die Qualität der Düsenstrahle, deren Laminarität immer erhalten bleiben muss. Dabei empfiehlt es sich, einen **Abstand von 25 mm nicht zu unterschreiten und einen Abstand von 100 mm nicht zu überschreiten.**

Bei Überschreitung des 100 mm-Abstandes beginnt die kinetische Energie der Düsenstrahle an Intensität und somit an Durchdringungskraft zu verlieren. Die daraus folgende Einbuße an Reinigungswirkung lässt sich auch kaum durch Erhöhung des Wasserdrucks und/oder durch Reduzierung der Düsen-Durchmesser ausgleichen. Die Praxis zeigt, dass die Düsenstrahle im Siebabstands-Bereich **bis** 100 mm – bei einsatz-entsprechendem Wasserdruck und Düsen-Durchmesser – über diejenige ideale "Konsistenz" verfügen, die das Sieb am besten reinigt, ohne es zu schädigen.

## 2.1 Neigung der Düsenstrahle

### Durchbiegung der Spritzrohre

Die Positionierung der Spritzrohre soll üblicherweise so erfolgen, dass die Wasserstrahle in einem Winkel von  $90^\circ$  plus  $10^\circ$  (in Laufrichtung) auf die Sieboberfläche auftreffen (Abb.16).

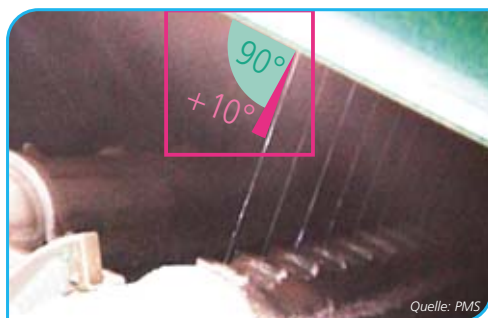


Abb.16 Ideale Neigung der Spritzstrahle

Bei einer **zu starken Neigung der Strahle in Laufrichtung** kann die Reinigungsleistung zurück gehen, denn die Differenz zwischen Auftreff-Geschwindigkeit und Siebgeschwindigkeit wird geringer. Bei **einer (zu starken) Neigung gegen die Laufrichtung** kann es zu Siebschädigungen kommen.

Außerdem besteht die Gefahr, dass eine Abbremsung und damit Verzögerung der Siebgeschwindigkeit bewirkt wird, die Einfluss auf die Antriebsleistung nimmt. Eventuell bedarf es einer Modifizierung des Auftreffwinkels, um ein optimales Reinigungsergebnis zu erzielen.

Auch eine Durchbiegung der Spritzrohre muss unter allen Umständen vermieden werden, da sonst Unterschiede in der Intensität der Reinigungswirkung über die Siebbreite entstehen. Sowohl eine entsprechende Dimensionierung der Spritzrohre als auch ihre Lagerung in der Maschine kann die Durchbiegung verhindern. Bei "durchhängenden" Spritzrohren kann zur Stabilisierung eventuell eine Dreieckskonstruktion mit geringer Ablagerungsneigung angeschweißt werden (Abb.17).

## 2.2 Abstände der Düsen auf dem Spritzrohr

### Effizienz der Siebreinigung im Kantenbereich

Ein wesentliches Funktionskriterium ist die Oszillation. Diese ist zunächst in einem Verhältnis zur Düsenteilung zu sehen. Meist liegt der Abstand von Düse zu Düse im Bereich zwischen 50 und 100 mm. Die gesamte Anzahl von Düsen auf dem Spritzrohr – und somit deren Abstand – richtet sich nach der benötigten Reinigungs-Intensität, d.h. nach der Art und Menge der im eingesetzten Papier-Rohstoff vorhandenen Verunreinigungen und nach der Siebgeschwindigkeit.

Von größter Wichtigkeit ist die Gleichmäßigkeit der Strahl-Beaufschlagung über die **gesamte** Siebbreite. Daher muss das Abstandsmaß von der ersten Düse an FS bis zur letzten Düse an TS folgende Abmessungen haben:

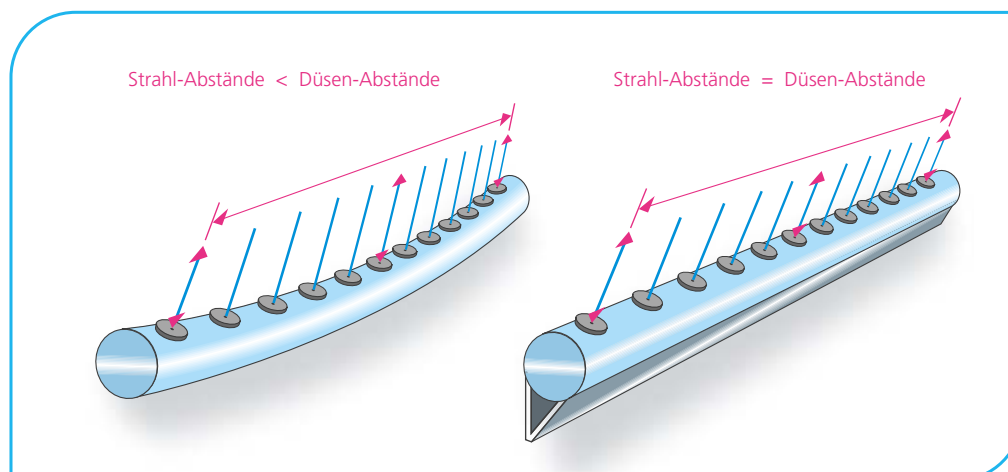


Abb.17 Gleichmäßige Spritzstrahl-Länge durch Rohr-Verstärkung



- Siebbreite minus 1 Düsen-Abstand  
bei einem Oszillierhub von 1 Düsen-Abstand (Abb.18)
- Siebbreite exakt  
bei einem Oszillierhub von 2 Düsen-Abständen
- Siebbreite plus 1 Düsen-Abstand  
bei einem Oszillierhub von 3 Düsen-Abständen
- Siebbreite plus 2 Düsen-Abstände  
bei einem Oszillierhub von 4 Düsen-Abständen (Abb.19)

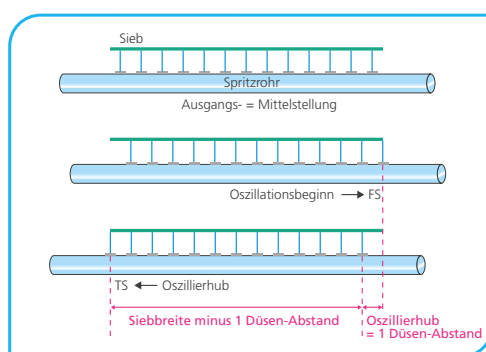


Abb.18 Abstand Düse FS zu Düse TS:  
Siebbreite minus 1 Düsen-Abstand

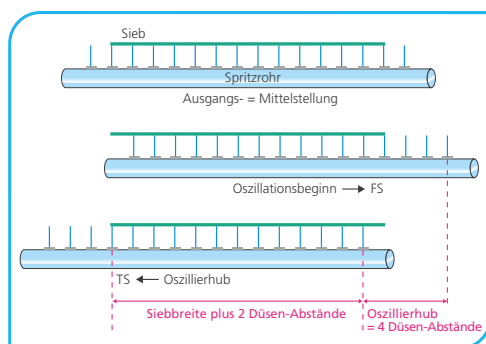


Abb.19 Abstand Düse FS zu Düse TS:  
Siebbreite plus 2 Düsen-Abstände

Wenn dies nicht gewährleistet ist, besteht die Gefahr der Minderbeaufschlagung im Kantenbereich, d.h. ein abfallendes Reinigungsprofil im Bereich der Papierränder.

### 3. Oszillation – und Einfluss der HD-Spritzrohre auf die Feuchte-Querprofile

Alle Funktionskriterien zur Siebkonditionierung mit Hochdruck-Spritzrohren hängen in einer Folge technologischer Abhängigkeiten zusammen: Gute, gleichmäßige Beaufschlagung → wirkungsvolle

Siebreinigung sowie → ausgeglichene Feuchte-Querprofile → der spezifische Beitrag der kontinuierlichen Siebkonditionierungsanlage zur Papierqualität.

Von Bedeutung ist – wie oben bereits dargestellt – die richtige Hubeinstellung, und darüber hinaus die richtige Oszillations-Geschwindigkeit.

### 3.1 Der Oszillierhub

**Der Hub muss exakt dem Ein- oder Mehrfachen der Düsenteilung (Düsen-Abstand) entsprechen.** Ist dies nicht der Fall, entsteht eine streifenweise Mehr- und/oder Minderbeaufschlagung über die gesamte Siebbreite (Abb.20).

Die Schemagrafik zeigt das Beispiel einer **falschen** Hub-Einstellung, die  $2 \frac{1}{3}$  Düsen-Abstände beträgt. Der Fehler in dieser Einstellung liegt in dem "1/3" begründet, denn in diesem einen Drittel des Düsen-Abstandes wird das Sieb quasi über die gesamte Breite "1 mal mehr" beaufschlagt, als in den verbleibenden zwei Dritteln. An beiden äußeren Rändern wird es hingegen 1 mal weniger beaufschlagt. Das bedeutet in der Praxis, dass sowohl Sieb als auch Papierbahn über die Breite feuchtere Streifen aufweisen, und an beiden Rändern je 1 trockeneren.

Interessant bei einer solchen falschen Hub-Einstellung ist, dass dieser Effekt bei der Spritzrohrbewegung in Richtung TS wie auch in Richtung FS auftritt – und zwar "deckungsgleich". Das heißt, die Streifen im Querprofil heben sich bei den Hub-Bewegungen TS ← / → FS nicht auf, sondern verstärken sich eher (Abb.20). Und – wie man weiß – sind solche Feuchtestreifen weder in der Pressenpartie noch in der Trockenpartie wieder zu beseitigen.

An diesem Beispiel mag man ermesen, dass durch andere Fehleinstellungen des Oszillierhubes entsprechend andere Streifenbildungen verursacht werden.

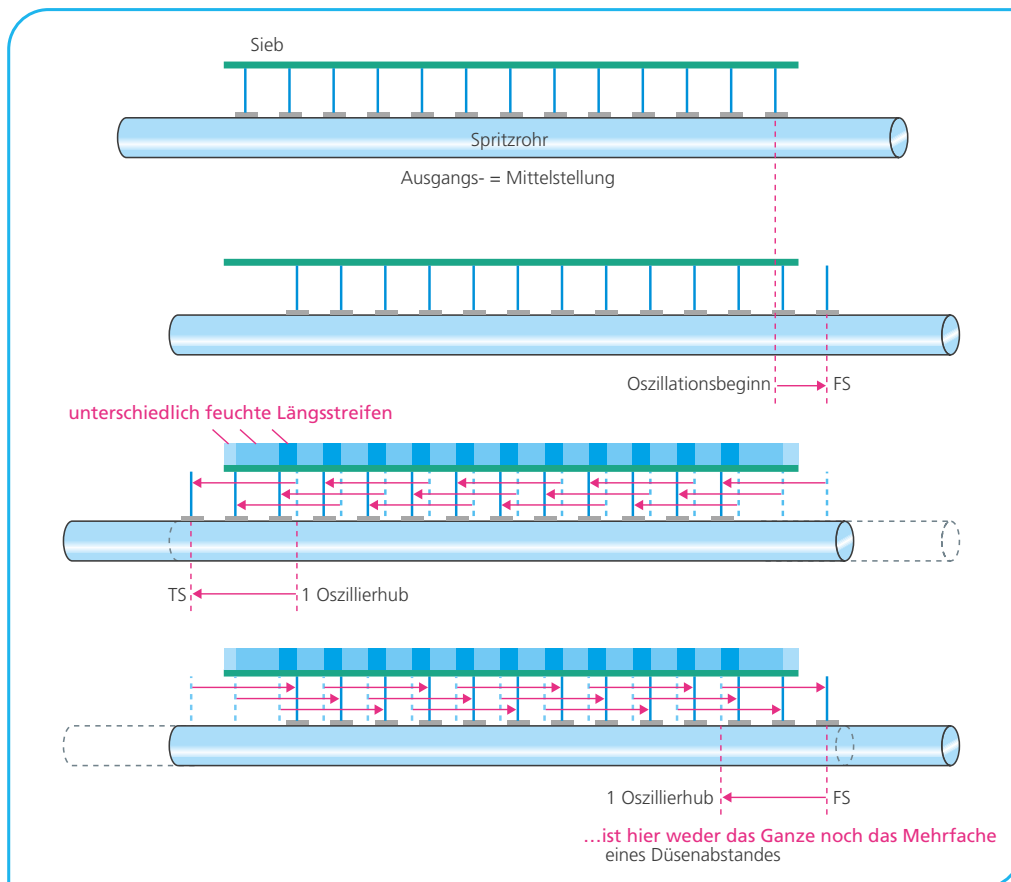


Abb.20 Beispiel: Falsche Oszillierhub-Einstellung

### 3.2 Die Oszillations-Geschwindigkeit

Für eine "lückenlose" Gleichmäßigkeit der Beaufschlagung = Siebreinigung ist die Oszillations-Geschwindigkeit verantwortlich. Ein 1 mm-Düsenstrahl bewirkt eine Beaufschlagung und Siebreinigung von 1 mm Breite.

Damit die von den Spritzstrahlen auf dem Sieb erzeugten Beaufschlagungs- = Reinigungs-"Bahnen" dicht, also "lückenlos" nebeneinander liegen, muss die Oszillations-Bewegung das 1-fache eines Düsenstrahl-Durchmessers pro Siebumlauf betragen, in unserem Beispiel also 1 mm (Abb.21).

Erweitern wir das Beispiel: Die Düsenteilung (= Düsen-Abstand) des Spritzrohres beträgt 100 mm. Um in einer "Endlos-Spirale" das Sieb lückenlos und vor allem effizient zu beaufschlagen / zu reinigen, benötigt das Sieb 100 Umläufe. Mit diesen 100 Umläufen wird von einer Düse 1

Siebstreifen gereinigt, der **einem** Düsen-Abstand entspricht, also 100 mm. Da das Spritzrohr über die gesamte Siebbreite mit Düsen bestückt ist – alle im Abstand von 100 mm – ist nach 100 Siebumläufen das gesamte Sieb gereinigt.

Unabhängig davon, ob der Oszillierhub einen (ganzen!) oder mehrere (ganze!) Düsen-Abstände beträgt, wiederholt sich dieser Gesamtvorgang

- a) bei einem Hub von 1 Düsen-Abstand nach dem Umkehrpunkt – in Gegenrichtung
- b) bei einem Hub von 2 oder mehr Düsen-Abständen durch Fortsetzung der Hub-Bewegung bis zum Hub-Ende und dann ebenfalls nach dem Umkehrpunkt – in Gegenrichtung

Folglich wird nur durch die – hier prinzipiell beschriebene – exakte Einstellung der Oszillations-

# Kontinuierliche Konditionierung von Formationsieben mit Hochdruck-Spritzrohren

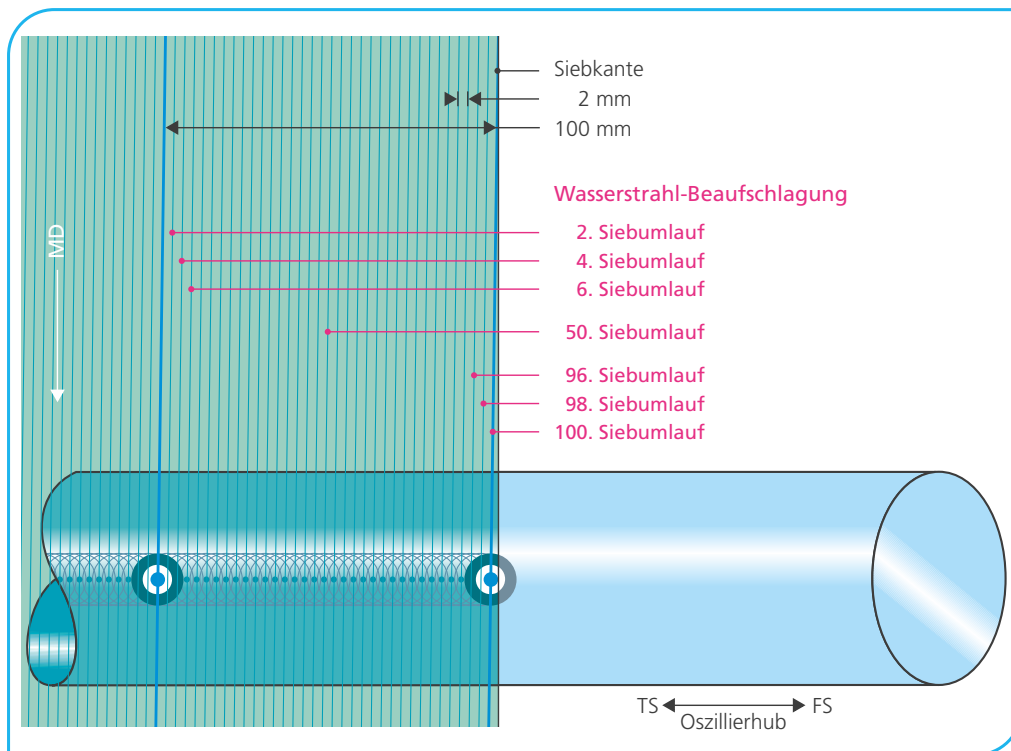


Abb.21 Oszillations-Geschwindigkeit

Geschwindigkeit eine gleichmäßige, lückenlose Beaufschlagung und Siebreinigung erreicht. Bei einer zu schnellen Hub-Bewegung entstehen Abstände, "Lücken" zwischen den beaufschlagten umlaufenden "Bahnen" (was unbedingt zu vermeiden ist); bei einer zu langsamen Hub-Bewegung entstehen "Überlappungen" (was in geringem Maße toleriert werden kann).

Manche Betreiber stellen die Oszillationsgeschwindigkeit auf den niedrigsten Wert ein und verändern sie bei einer geringen Erhöhung der Produktionsgeschwindigkeit nicht.

Zur Berechnung der korrekten Oszillations-Geschwindigkeit in mm pro Sekunde [mm/s] sind die Sieblänge und die Siebgeschwindigkeit zugrunde zu legen. Die Berechnungsformel lautet dann wie folgt:

$$\begin{aligned} & \text{(Siebgeschwindigkeit [m/min]} \\ & \times \text{1-facher Strahl-Durchmesser [mm]} \\ & : \text{(Sieblänge [m] x 60)} \\ & = \text{mm/s} \end{aligned}$$

...in Fortsetzung unseres Beispiels:

$$\begin{aligned} & (v = 1500 \text{ m/min} \times 1 \text{ mm}) \\ & : (30 \text{ m} \times 60) \\ & = 0,833 \text{ mm/s} \end{aligned}$$

Daraus ergibt sich: Je länger das Sieb, desto geringer die Oszillations-Geschwindigkeit. Und: Je langsamer die Maschine läuft, desto langsamer oszillieren auch die Spritzrohre.

Zur Erzielung eines optimalen Oszillations-Vorgangs sollten noch zwei weitere wesentliche Voraussetzungen erfüllt sein:

Im Idealfall ist die Oszillationsgeschwindigkeit mit der Maschinengeschwindigkeit über die Antriebssteuerung permanent im errechneten Verhältnis synchronisiert. Ansonsten muss sie jeweils manuell neu eingestellt werden.

Wenn Stillstandzeiten an den Umkehrpunkten Hubende / FS und Hubende / TS ausgeschlossen sein sollen, darf der Oszillations-Antrieb - z.B.

durch Verschleiß an Teilen der Kraftübertragung - kein "Spiel" haben. Stillstandszeiten von mehr als 0,02 s an den Umkehrpunkten können an einer gleichmäßigen zonalen Streifigkeit des Siebes erkannt werden. Sie wirken sich durch Profilprobleme aus und können die Siebstabilität (Flachlage) beeinflussen. Oszillationshub, Oszilliergeschwindigkeit und Zustand der Übertragungsteile sollten in regelmäßigen Abständen geprüft werden.

## Fazit

Wie eingangs bereits gesagt: Die Papiermaschine ist ein "sensibler Riese". Dass häufig nur millimeterfeine Ausführungen und Einstellungen über eine optimale oder eine schlechte Funktion einer einzigen technischen Einrichtung – und damit oft auch über die Qualität auf dem Tambour – entscheiden können, haben diese Ausführungen dokumentiert.

Dies bedeutet für die Praxis der kontinuierlichen Konditionierung von Formationsieben mit Hochdruck-Spritzrohren, dass durch exakte Ausführung und Einstellung der Anlage neben dem Ärger über Fehlfunktionen auch viel Zeit und Geld gespart werden können.

Das nun folgende **Beispiel aus der Praxis** gibt hierfür einen guten Beweis.

## 4. Beispiel eines Problems aus der Praxis – und seine Lösung

Position: Innensieb / Doppelsiebformer

Problem: Querprofil-Spitzen im Papier mit einem Gewichtsunterschied von bis zu 3,5 g/m<sup>2</sup> im Bereich von etwa 430–730 mm vom führerseitigen Rand

Das Problem trat etwa ab dem 9. bis 12. Tag nach Erreichung der Produktionsgeschwindigkeit auf. Im weiteren Verlauf des Siebeinsatzes verschlechterte sich die Situation schleichend. Dadurch wurden Siebwechsel nach jeweils 3–4 Wochen nötig.

Betroffen waren insgesamt 6 Formationsiebe verschiedener Typen, darunter zwei PRIMOBOND-Siebe von Heimbach.

### 4.1 Lokalisierung des Auslösers und Analyse der Entstehung des Problems durch die Spezialisten der Heimbach TASK-Division

#### Erste Untersuchungen und Messungen zeigten:

kein Abrieb auf den papierseitigen sowie auf den laufseitigen Sieboberflächen im vorgenannten Problembereich

Siebdicken-Messung bis 250 mm vom Rand: ohne Auffälligkeiten

keine Falten oder sichtbare Verformungen im Sieb, jedoch leichte optische Streifigkeit im Problembereich

Siebspannung betrug an der Messposition 7,5 kN konstant über die gesamte Siebbreite – normaler Wert

#### Erste Labor-Untersuchungen an den Sieben

Labor-Untersuchungen an den ausgelegten Sieben zeigten im Problembereich "innere" Schäden durch extremen Abrieb an Kett- und Schussfäden (Abb.22). Offensichtlich haben in dem Problembereich zwischen 430 und 730 mm vom FS-Rand über die gesamte Sieblänge permanente sehr hohe Kräfte auf das Sieb eingewirkt und es mehr und mehr zusammen gedrückt (Abb.23). In der übrigen Siebbreite war dieser Schaden nicht zu erkennen.



Abb.22 Beschädigter Kettfaden

Damit wurden im Problembereich zwar offensichtliche Siebschäden festgestellt, die als Auslöser der Querprofil-Spitzen im Papier anzusehen waren – aber die Gründe für die Entstehung der Profil-Spitzen sowie der oder die Verursacher der Siebschäden mussten noch ermittelt werden.

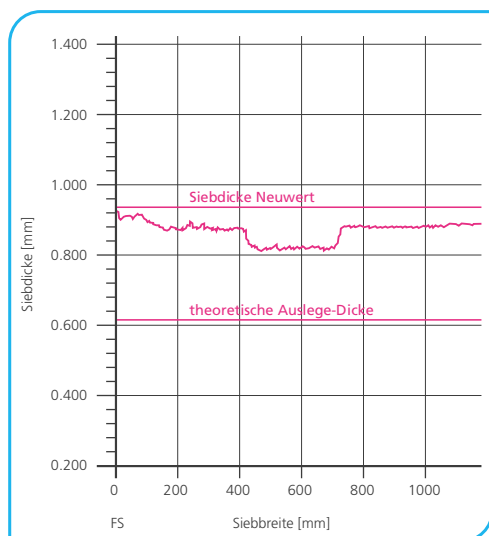


Abb.23 Siebicken-Profil im Problembereich

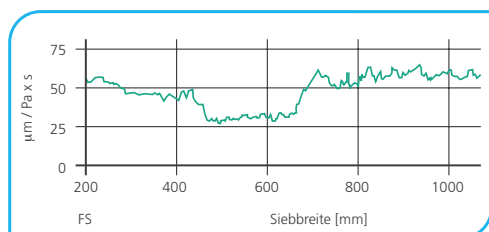


Abb.24 Wire-Perm Messung (Fließwiderstand)

## Weitere Messungen – Ursachenforschung

Die Wire-Perm-Messung (Ermittlung des Fließwiderstandes) an einem der ausgelegten Siebe (Abb.24) dokumentiert, dass exakt an der Stelle der Siebdicken-Minderung (siehe Abb.23) eine deutliche Einschränkung der Permeabilität und damit eine Erhöhung des Fließwiderstandes vorlag.

Um diese Erkenntnis zu erhärten, wurde an einem PRIMOBOND-Sieb ein Vergleich angestellt zwischen einer kundenseitigen Wire-Perm-Messung aus der Maschine am 27. Lufttag und einer entsprechenden Messung im Heimbach-Labor an dem 3 Tage später ausgelegten identischen Sieb.

In nahezu kongruenter Form zeigen beide Messkurven im Problembereich das gleiche Ergebnis (Abb.25): Die Siebdicke war durch "inneren" Abrieb und durch Zusammendrücken deutlich reduziert, die Entwässerungskanäle waren entsprechend verdichtet und der Fließwiderstand war merklich erhöht.

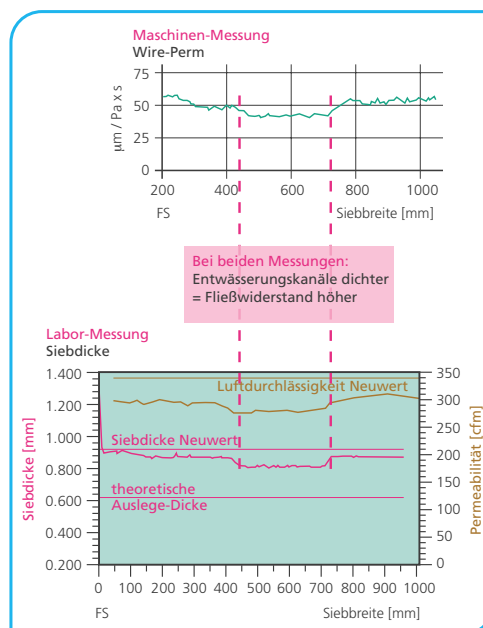


Abb.25 Vergleich Maschine / Labor PRIMOBOND von Heimbach

Interessant dabei ist, dass die Luftdurchlässigkeits-Kurve im Problembereich keine als relevant zu beurteilende Besonderheiten aufwies.

Nachgeschobene Vergleichsmessungen an anderen Sieben ergaben insgesamt die gleichen Ergebnisse.

Mit diesen Vergleichsmessungen waren die unmittelbaren Gründe für die Entstehung der Querprofil-Spitzen geklärt. Jedoch stand die Ermittlung des Verursachers der Siebschäden noch immer aus.

## 4.2 Ermittlung des Verursachers der Siebschäden

Nun musste man wirklich "hinein" in die Maschine, denn irgendein mechanischer Einfluss war für die Siebschäden verantwortlich.

Nach intensiver, sehr detaillierter Inspektion aller infrage kommenden Stellen bzw. technischen Einrichtungen – sowohl bei stehender als auch bei laufender Maschine – wurden die Heimbach-Spezialisten, mit großer praktischer Unterstützung durch den Kunden, schließlich fündig.

Der Verursacher der Siebschäden war von dermaßen einfacher technischer Natur, dass man es zunächst kaum glauben mochte:

**Eine einzige, nur sehr schwer einzusehende Düse des HD-Reinigungs-Spritzrohres war in einer Weise beschädigt, dass sie einen extrem turbulenten Wasserstrahl mit gleichzeitigem starkem Pulsations-Effekt erzeugte.**

Die mit technischem Aufwand erstellten Fotos dokumentieren diesen Effekt (Abb.26).

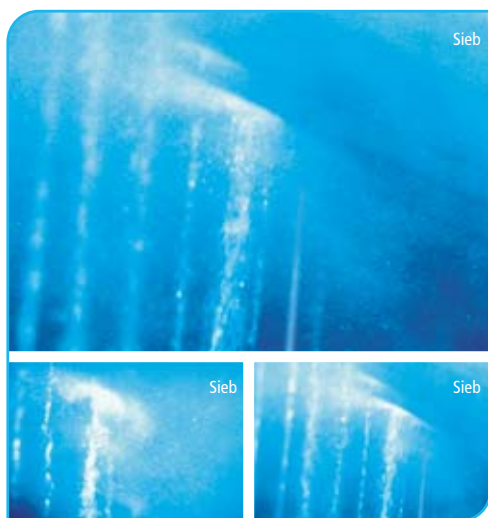


Abb.26 Spritzstrahl hämmert gegen das Sieb

Aufgrund dieser Fehlfunktion wirkte der Wasserstrahl wie ein "unaufhörliches Hammerwerk" auf die Siebe ein. Die Siebe wurden im wahrsten Sinne des Wortes "zusammengeschlagen."

Folge: Neben der bereits beschriebenen und gezeigten Demolierung der Siebe in dem schmalen Streifen des Problembereichs (Oszillierhub) erfolgte dort natürlich auch so gut wie keine Siebreinigung.

Die Entwässerungskanäle waren somit nicht nur durch mechanisch bewirkte Sieb-Verdichtung, sondern außerdem durch starke Verschmutzung in ihrer Entwässerungsleistung stark eingeschränkt. (Im Übrigen sind, bis auf einen einzigen, auch die anderen Wasserstrahle auf den Fotos Abb.26 in unbefriedigendem Zustand.)

Die schadhafte Düse wurde ausgetauscht und das gesamte Spritzrohr "restauriert". Die Laufzeiten der

Siebe erhöhten sich von 3-4 auf 8-10 Wochen.

Eine deutlich bessere Siebreinigung sowie gleichmäßige Feuchte-Querprofile vervollständigen die Summe der erzielten Verbesserungen.

## Zusammenfassung

An dieser Stelle sei lediglich eine Formulierung aus der Einleitung aufgegriffen... und durch den wirtschaftlichen Schaden ergänzt, den das geschilderte Problem nach sich zog.

## **"Die Diskrepanz zwischen Ursache und Wirkung"**

hat bei diesem Beispiel in der Tat geradezu exorbitante Ausmaße angenommen: Der wirtschaftliche Gesamtschaden belief sich durch Siebkosten, Stillstandszeiten, Produktionsausfälle, durch Ausschuss, Drucker-Reklamationen und immensen zusätzlichen Zeitverbrauch auf mehrere Hunderttausend Euro.

Für die neue Düse, deren Einbau sowie die Restaurierung des Spritzrohres war eine Investition von vielleicht fünfhundert Euro notwendig.

Diese beiden einfachen Schlussätze umfassen überdeutlich die gesamte technologische Relevanz in der Papiermacherei. Die HD-Spritzrohr-Anlage ist nur ein winziger Teil davon.