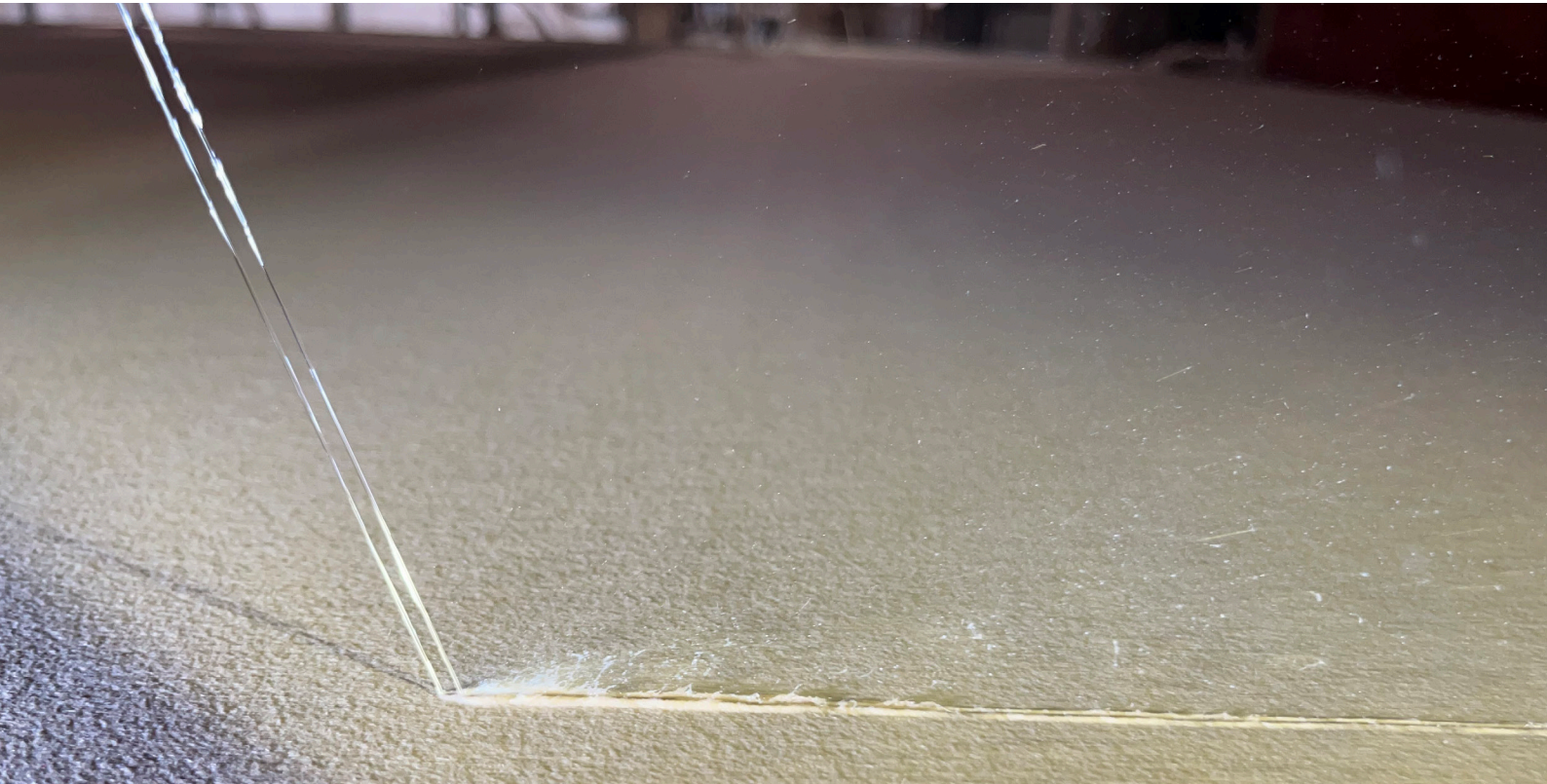




Randspritzanlagen in der Siebpartie: Anforderungen - Funktionen - Leistungen



Für die meisten Papiermacher ist die optimale Einstellung der Randspritzdüsen eine Philosophie für sich. In der Tat hängt der gute Lauf einer Papiermaschine nicht unerheblich von der einwandfreien Funktion der Randspritzer ab. Wenn sie effizient arbeiten, zahlt sich dies in mehrfacher Hinsicht aus: Eine geringere Abrissquote, eine störungsfreie Bahnabnahme am Pick-up, das Verhindern von "Bahnabfallen" und der Randbündel-Mitnahme durch den Pick-up-Filz.

In der Praxis "entwickeln" sich oft Bahnabriss in der Pressenpartie und sogar noch in der Trockenpartie sowie an der Leimpresse oder der Streichanlage durch Fehler an den Bahnkanten, die durch Randspritzdüsen verursacht wurden (Abb. 1+2). Abriss-Kameras, die an den entsprechenden Punkten der Maschine installiert sind und synchronisiert in Realzeit denselben Bahnabschnitt aufnehmen, können dies nachweisen.

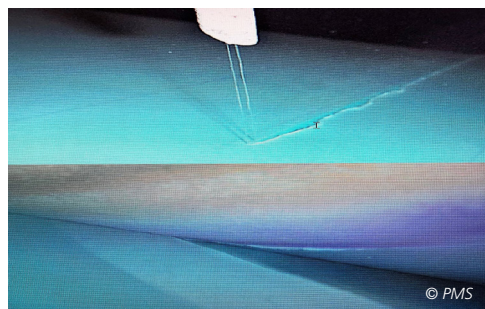


Abb. 1 + 2: Durch Randspritzdüsen verursachte Probleme

Um die Strahleigenschaften der Randspritzdüsen und die Qualität des Trennschnittes an der laufenden Maschine begutachten zu können, empfiehlt sich ein Hand-Stroboskop. Es wird auf eine Blitzfrequenz von ca. 50 bis 60 Hz eingestellt und flach über dem Sieb auf den Strahl der Randspritzdüse gerichtet (Abb. 3). So sind Beobachtungen möglich, die man bei normaler Beleuchtung nicht machen kann.



Abb. 3 Randschnittkontrolle

Wir möchten in diesem Artikel Hinweise auf häufige Ursachen für Fehlfunktionen geben. Allerdings können auch individuelle, konstruktive und produktionstechnische Gegebenheiten die Effizienz der Randspritzeanlage beeinträchtigen.

Die Qualität des Wasserstrahls

Unabhängigbar für einen sauberen Randbeschnitt ist eine sehr gute Laminarität des Wasserstrahls (Abb. 4). Das heißt, der Strahl muss dünn, "glatt", ohne Lufteinschlüsse, in gleichmäßigem Querschnitt und mit ausreichendem Druck auf die Papierbahn auftreffen. Ein turbulenter Strahl (Abb. 5), d. h. ein Strahl, der sich vor dem Auftreffen auf die Bahn bereits in Einzelpartikel auflöst, bewirkt einen unsauberen, teilweise nicht bis auf das Sieb durchdringenden Schnitt und verursacht darüber hinaus starkes Wassernebeln.



Abb. 4 Laminarer Strahl © PMS

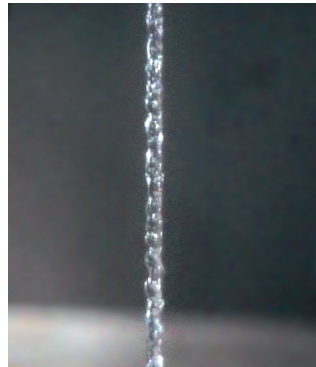


Abb. 5 Turbulenter Strahl © PMS

Verantwortlich für den Zustand des Wasserstrahls ist die Qualität und Präzision der Düsen sowie ein gleichbleibender Wasserdruck. Der für Randspritzdüsen übliche Wasserdruck liegt bei 15 bis 40 bar; der Abstand zwischen Düse und Papierbahn sollte ca. 70 - 100 mm betragen.

Im Falle eines "schlechten" Wasserstrahls besteht zudem die Gefahr der Siebschädigung: Ein turbulenter Strahl kann die Längs- und Querfäden permanent "hin und her schieben" (Abb. 6) und damit Verschleiß an den Kreuzungspunkten und auch Fibrillation der Fäden hervorrufen. Dadurch kann die Längsfestigkeit in diesem Bereich erheblich eingeschränkt werden; gerissene Fadenenden können aus dem Sieb herausragen.

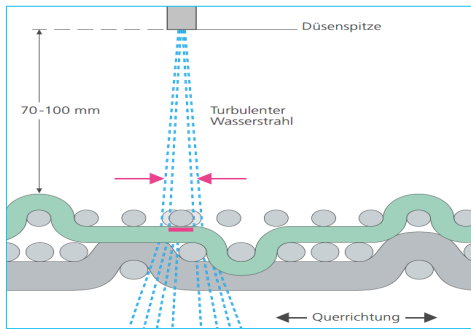


Abb. 6 Mögliche Siebschädigung

Moderne Rubin-Randspritzdüsen mit hoher Strahlqualität und langer Lebensdauer schließen die genannten Probleme weitgehend aus. Dennoch ist eine regelmäßige Kontrolle des Wasserstrahls und des Schnittvorgangs mit dem Stroboskop empfehlenswert, um eventuelle Veränderungen frühzeitig zu erkennen und zu beheben.

Im Übrigen sorgt eine gute Wasserqualität für die einwandfreie Düsenfunktion und verhindert Verstopfungen. So ist für Düsen mit einem üblichen Strahldurchmesser von 0,4 bis 0,5 mm unbedingt ein Filterelement mit einer Abscheideleistung von max. 200 μ erforderlich. Eine wirksame Vorfiltration (50 μ oder kleiner) vor der Druckerhöhungspumpe ist ebenfalls zu empfehlen. Die Temperatur der Düsen sollte über dem Taupunkt der Umgebungsluft liegen, damit an den Düsen keine Ablagerungen aufgrund von Kondensation entstehen. Gute Erfahrungen werden mit einer Wassertemperatur von 50° bis 60° C gemacht. **Ausreichend hoher Wasserdruck ermöglicht kleine Strahl-Durchmesser zugunsten eines einwandfreien Randschnittes.**

Physikalische Voraussetzungen

Die gute Trennung von Bahn und Randstreifen steht im Zusammenhang mit der kinetischen Energie des Wasserstrahls. Diese Energie entlädt sich beim Auftreffen des Strahls auf das noch sehr feuchte Faservlies der Papierbahn und trennt auf diese Weise Bahn und Randstreifen.

Energie = m x c (Masse mal Beschleunigung); die Strahlenergie ist demnach abhängig von

- a) der Masse des Wasserstrahls, die vom Durchmesser der Düse bestimmt wird,
- b) der Geschwindigkeit des Wasserstrahls, die vom Wasserdruck beeinflusst wird.

Die optimale Relation dieser beiden Größen zueinander trägt maßgeblich zu einem einwandfreien Randschnitt bei. Erfahrungsgemäß wird der bessere Randschnitt mit kleinerem Strahldurchmesser erzeugt. Das bedeutet: Ausreichender Wasserdruck ist vonnöten.

Selbstverständlich sind auch die Stoffzusammensetzung, der Trockengehalt und das Flächengewicht wichtige Kriterien für Auswahl und Ausrichtung der Düse, für den Wasserdruck und somit für einen guten Randbeschnitt (s. Tabelle, Abb. 7). Bei zunehmender Holzhaltigkeit des Rohstoffs sollten Düsen mit kleinerem Strahldurchmesser unter höherem Wasserdruck eingesetzt werden.

		SHEET WEIGHT (g/m ²)					
		<50	50-80	80-120	120-170	170-250	>250
MACHINE SPEED (m/min)	<500	1 x 0,50	2 x 0,40	2 x 0,40	2 x 0,50	2 x 0,50	2 x 0,60
		2 x 0,40	3 x 0,30	3 x 0,30	3 x 0,40	3 x 0,40	3 x 0,45
	500-750	2 x 0,40	2 x 0,40	2 x 0,40	2 x 0,50	2 x 0,60	2 x 0,60
		3 x 0,30	3 x 0,30	3 x 0,35	3 x 0,35	3 x 0,40	3 x 0,45
	750-1000	2 x 0,40	2 x 0,40	2 x 0,40	2 x 0,50	2 x 0,60	2 x 0,60
		3 x 0,30	3 x 0,30	3 x 0,35	3 x 0,35	3 x 0,45	3 x 0,45
	1000-1250	2 x 0,40	2 x 0,40	2 x 0,40	2 x 0,50		
		3 x 0,30	3 x 0,30	3 x 0,30	3 x 0,35		
	1250-1500	2 x 0,40	2 x 0,40	2 x 0,40	2 x 0,40		
		3 x 0,35	3 x 0,30	3 x 0,35			
	1500-1750	2 x 0,45	2 x 0,40	2 x 0,40			
		3 x 0,35	3 x 0,30	3 x 0,30			
	>1750	2 x 0,45	2 x 0,40				
		3 x 0,35	3 x 0,35				

Abb. 7: Strahl-Durchmesser, Wasserdruck © PMS

Manchmal wird versucht, durch verringerten oder vergrößerten Abstand der Düse zum Sieb die Qualität des Randschnittes zu verbessern. Bei einer schlecht spritzenden Düse wird dies jedoch ohne nachhaltigen Erfolg bleiben: Bei kleinerem Abstand ist das Fasernebeln etwas geringer, die Ablagerungen an der Düse ("Stoffnasen") machen sich aber dennoch bemerkbar, weil die Düse näher am Sieb ist. Bei größerem Abstand wird das Fasernebeln durch den schlechter auftreffenden Strahl stärker, und die Ablagerungen entstehen weiterhin. Eine gute Düse (mit laminarem Strahl) im korrekten Winkel und dem richtigen Wasserdruck erzielt immer einen einwandfreien Randschnitt. Dabei hat der Abstand der Düse zum Sieb nur sekundäre Bedeutung.

Einzelstrahldüsen - Mehrstrahldüsen im Verbund

Grundsätzlich soll der Wasserstrahl die Papierbahn sauber durchtrennen. Er wird zugleich das Formationsieb teilweise durchdringen, abhängig von dessen Struktur. Bei Maschinengeschwindigkeiten bis etwa 500 m/min ist der Einsatz von Einzelstrahldüsen auf einlagigen und mehrlagigen Sieben meist ausreichend (s. Tabelle Abb. 7). Auch bei mittleren und höheren Geschwindigkeiten mit sehr leichten Papieren auf einlagigen oder mehrlagigen Sieben kann eine gut eingestellte Einzelstrahldüse sehr zufriedenstellend arbeiten.

Generell jedoch sollten bei höheren und sehr hohen Geschwindigkeiten, d. h. insbesondere bei Maschinen mit Saugabnahme am Pick-up, **nicht zwei Einzelstrahldüsen hintereinander** eingesetzt werden. Denn der Fasernebel, den die erste Düse durch ihre Arbeit erzeugt, wird sich meist auf der dahinter befindlichen zweiten Düse ablagern. Vielmehr sollten Doppelstrahldüsen (Abb. 8) oder besser noch Dreistrahldüsen verwendet werden (Abb. 9)

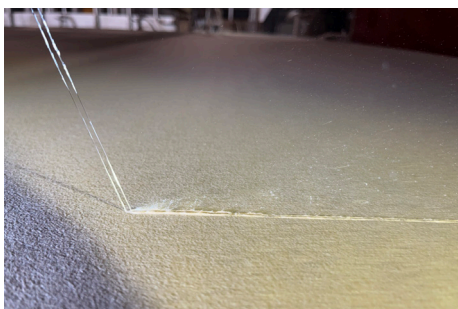


Abb. 8 Doppelstrahldüse



Abb. 9 Dreistrahldüse



Die Wasserstrahlen sollten ganz leicht gegeneinander versetzt sein, so dass der nächste Strahl zwar innerhalb der ersten, jedoch minimal näher zum Siebrand hin auftrifft (Abb. 10 + 11). Auf diese Weise wird die formatseitige Bahnkante optimal sauber und ohne Überdicke ausfallen. Gleichzeitig gewährleistet der einwandfreie Schnitt eine sichere Trennung des Randbündels bei der Abnahme.



Abb. 10 Doppelstrahldüse

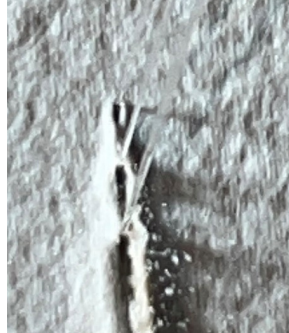


Abb. 11 Dreistrahdüse

Winkelstellung der Düsen

Alle Randspritzdüsen sollten im jeweils optimalen Winkel sowohl zur Längsachse als auch zur Querachse der Maschine justiert werden. Mit steigender Maschinengeschwindigkeit gewinnt der Auftreffwinkel des Wasserstrahls auf die Papierbahn zunehmend an Bedeutung.

Der Wasserstrahl einer in Maschinenlaufrichtung leicht schräg gestellten Düse (zwischen ca. 15° und 40° zur Vertikalen auf dem Sieb) trifft entsprechend schräg in Laufrichtung auf die Papierbahn auf. Diese Schrägstellung verhindert bzw. verringert den Rückprall-Effekt des Wassers und somit das Hochwirbeln und Zurückspritzen von Stofffasern. Auf diese Weise wird ein sauberer Schnitt erzielt.

Dabei ist auch die Geschwindigkeitsdifferenz zwischen Wasserstrahl und Sieb zu berücksichtigen: Die vektorielle Strahlgeschwindigkeit sollte möglichst nahe an der Siebgeschwindigkeit liegen. So "pflügt" der Strahl die Stoffbahn nicht, sondern verwendet seine Energie (zum größten Teil) auf das Trennen der Bahn.

Beispiel: Die Geschwindigkeit des Strahls einer 0,4 mm Randspritzdüse beträgt bei einem Wasserdruck von 20 bar ca. 2600 m/min; die Papiermaschine läuft mit einer Geschwindigkeit von 1200 m/min. In diesem Fall ist eine annähernde Gleichheit zwischen dem Vektor der Strahlgeschwindigkeit (in MD) und der Siebgeschwindigkeit dann gegeben, wenn die Winkelstellung des Strahls (in MD) ca. 28° (zur Vertikalen) beträgt. Weder "pflügt" der Strahl dann die Stoffbahn, noch ist er schneller als sie... was zur Folge hätte, dass der Strahl den Stoff gegen den Pick-up-Filz schleudert.

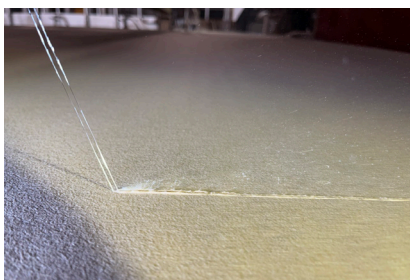


Abb. 12 Strahlwinkel in Laufrichtung

Generell stellt sich die Frage, ob die Randspritzer **auf** oder **nach** einem Saugkasten montiert werden. Und ob im Falle der Positionierung auf dem Saugkasten die Düsen in einen Saugschlitz oder auf eine Leiste treffen. Heutzutage werden die Randspritzer i. d. R. nach einem Saugkasten, in Gapformer-Maschinen im grafischen Bereich meist nach dem HiVac installiert. In Packaging Gapformer und Langsieb-Maschinen werden sie weitgehend zwischen letztem Saugkasten und Siebsaugwalze angebracht.

Sollten sie **auf** einem Saugkasten montiert sein, ist es ratsam, die Düsen **in einen Saugschlitz** treffen zu lassen (Abb. 13). Wasser, Faser- und Feinstoffe werden abtransportiert und nicht reflektiert. Es gibt aber auch seltene Fälle, in denen der Strahl auf eine Leiste trifft. So lange dies keine Probleme verursacht, ist auch hiergegen nichts einzuwenden.

Es empfiehlt sich weiterhin, die Düsen auch in Querrichtung leicht schräg auszurichten (etwa $3^\circ - 12^\circ$, je nach Sorte, Gewicht und Geschwindigkeit). Dabei muss der Wasserstrahl unbedingt zum Randstreifen hin gerichtet sein. Auf diese Weise wird die Schnittkante des Randstreifens durch leichtes "Unterspülen" sicher von der Bahn getrennt (Abb. 14). Die Papierbahn selbst bekommt hierdurch eine glatte, saubere Schnittkante ohne jede Überdicke und behält die erforderliche Haftung am Sieb.

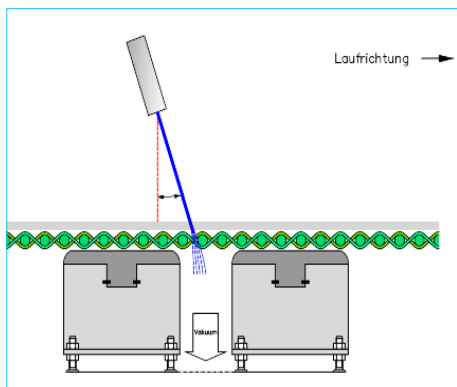


Abb. 13 Wasserstrahl schräg in Laufrichtung

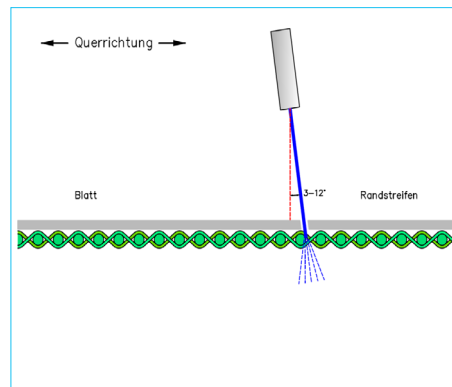


Abb. 14 Wasserstrahl schräg in Querrichtung

Ein weiterer Grund für die Schrägstellung der Düsen ist die Fähigkeit des schräg auftreffenden Wasserstrahls, mehrlagige Siebe (höhere Dicke, geringere Entwässerungsfläche) besser zu durchdringen (Rückprall-Effekt!).

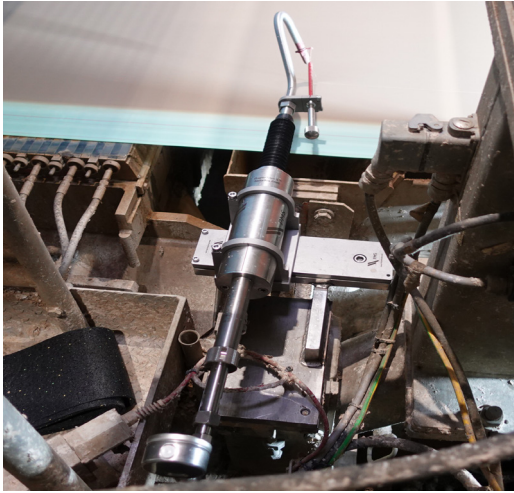
Der jeweils genaue Grad der Winkelstellung der Düsen muss individuell auf die Gegebenheiten abgestimmt werden. Hier zählt die Erfahrung des Bedienpersonals, das die Einstellung vornimmt. Eine genaue Regel oder eine „wissenschaftliche Formel“ gibt es nicht. Wichtig ist die Benutzung des Stroboskopes bei der Beobachtung von Wasserstrahl und Schnitt.

Anordnung der Randspritzdüsen

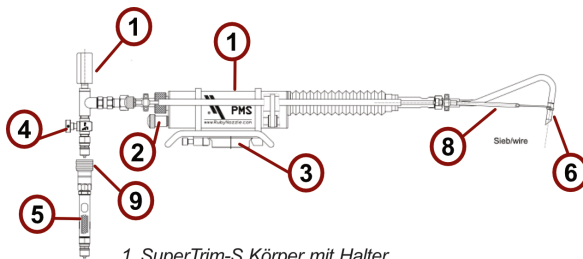
An Langsiebmaschinen sind die Randspritzdüsen meist vor der Siebsaugwalze installiert. Das ist unproblematisch, wenn die Düsen einen einwandfreien Schnitt erzeugen. Denn bei einem guten Schnitt ist ein Wiedervergautschen der aufgeworfenen Schnittkanen nicht zu befürchten.

An Gapformer-Maschinen, vor allem bei hohen Geschwindigkeiten, sollten die Düsen **hinter der Siebsaugwalze oder besser nach dem HiVac** (sofern konstruktiv möglich) - positioniert werden. Eine Montage davor birgt - zumindest bei einer nicht optimalen Schnittqualität - eventuell die Gefahr, dass durch die Saugwirkung die beschnittene Bahn in einem Maße wiedervergautscht. Dies führt zu einer schlechten Trennung im Pick-up. In diesem Zusammenhang sollte auch die richtige Saugzonen-Einstellung der Pick-up Walze beachtet werden!

Insgesamt müssen die Randspritzdüsen sicher, vibrationsfrei und sowohl in Querrichtung als auch für die jeweils gewünschte Winkelstellung der Düsen in Laufrichtung bequem verstellbar montiert sein. Außerdem sollte die gesamte Düseneinheit zum Siebwechsel leicht demontiert werden können.



Moderne Randspritzanlage © PMS



- 1 SuperTrim-S Körper mit Halter
- 2 Einstellknopf. Manuelles verstellen der Breite (Mapping).
- 3 Montageplatte für das schnelle entfernen / installieren bei einem Siebwechsel.
- 4 Druck-Regel-Ventil.
- 5 Filtereinheit. Kann dank Schnelltrennkupplungen einfach gewechselt werden.
- 6 Doppelstrahl-Rubindüse.
- 7 Manometer.
- 8 Fernverstellung zum leichten einstellen der Strahlpositionen.
- 9 Schnelltrennkupplung.

Schema Randspritzdüseneinheit © PMS

Fazit

Die Arbeitsweise von Randspritz-Anlagen ist komplex und abhängig von individuellen Einflussfaktoren. Eine intensive Betrachtung dieser womöglich „unattraktiven“ Aggregate lohnt sich, da suboptimal eingestellte Randspritzer oftmals verantwortlich für Störungen in der Papiermaschine sind.

Möchten Sie Ihre Prozesse optimieren? Wir beraten Sie gern:

Heimbach GmbH
 Tel. +49 (0)160 969 26 160
 jens.kotte@heimbach.com

Papiermaschinen-Systemtechnik GmbH
 post@rubynozzle.com
 www.rubynozzle.com