

μSPEED – Stoffauflauf-Siebgeschwindigkeit

Berührungslose Geschwindigkeitsmessung in der Papierindustrie
Messung von Stoffstrahl- und Siebgeschwindigkeit

Q1/2021 - Version 1.0

Berührungslose Messungen an Papiermaschinen sind oft die einzige Möglichkeit zur Ermittlung von Geschwindigkeiten. Normalerweise werden die Drehzahlen von Walzen und Zylindern gemessen und daraus, über Durchmesser und Getriebefaktoren, die Geschwindigkeiten berechnet. Bei dieser Methode können Fehler auftreten, die teilweise zu starken Abweichungen führen und damit zu Problemen mit der Papiermaschine.

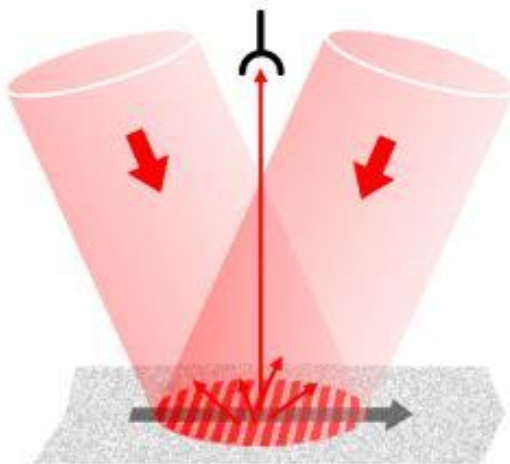
Geschwindigkeitseinstellungen in Papiermaschinen sind äußerst wichtige, unverzichtbare Parameter zur Optimierung der Papierqualität und zur Steigerung der Effizienz. Aus diesem Grund führt ELOVIS die Geschwindigkeitsmessungen **am Stoffstrahl** mit einem Geschwindigkeitssensor durch, der **berührungslos** auf Laserbasis arbeitet.

1. Messtechnische Grundlagen

Die geeignete Messtechnik ist der μ SPEED Sensor der ELOVIS GmbH. Dieses System kann mobil eingesetzt werden und ist in der Lage Geschwindigkeiten und Längen von strukturierten und glatten Oberflächen, sowie von fließenden Stoff Suspensionen zu messen. Die Anzeige der erfassten Daten erfolgt im mobilen Einsatz entweder über ein Anzeigegerät oder mittels PC-Software über einen PC, wo die Daten auch archiviert und ausgewertet werden.

2. Messprinzip berührungslose Längen- & Geschwindigkeitsmessung

Auf dem zu vermessenden Medium wird mit Hilfe zweier Laserstrahlen ein Streifenmuster erzeugt. Durch die Bewegung der Messmaterialoberfläche wird das in den Detektor rückgestreute Licht in der Intensität moduliert, wobei die



Frequenz der Helligkeitsmodulation direkt proportional zur Geschwindigkeit des Mediums und somit zur Doppler-Frequenz ist. Die Verwendung spezieller Markierungen oder Maßstäbe auf dem Messobjekt ist nicht nötig. Das gestreute Licht wird über einen Photodetektor in ein elektrisches Signal umgewandelt und über einen Analog / Digital Umsetzer einem digitalen Signalprozessor zugeführt. Anschließend werden die aktuelle Geschwindigkeit und die Länge aus dem digitalisierten Signal berechnet.

3. Besonderheit

Der μ SPEED Laser-Encoder bietet, gegenüber anderen berührungslosen Messsystemen eine beeindruckende **Materialunabhängigkeit**. Selbst wechselreflektierende Materialien können gemessen werden.

4. Systembeschreibung

Der Sensorkopf beinhaltet das komplette Messsystem. Daher spricht man auch von einem sogenannten „intelligenten“ Sensorkopf bzw. von einem Smartsensor. Die Darstellung der Messwerte über ein serielles Display oder einen Controller ist möglich. Vom PC aus, unter Nutzung der verwendeten Auswertesoftware, können die erfassten Daten grafisch dargestellt, bewertet und gespeichert werden.

5. Anwendung des Systems

Eine Grundvoraussetzung ist die korrekte Ausrichtung des Sensors. Der Messabstand beträgt 240 mm (\pm 10 mm). Die Abweichung von der Laufrichtung des Messgutes darf \pm 1° nicht übersteigen. Zur Einstellung des Sensors wird eine optische Justagehilfe verwendet. Diese ist am Sensor installiert und mit drei Linienlasern ausgestattet. Die Linienlaser werden **zur System-Abstandsjustage und zur Prüfung der Ausrichtung** genutzt.

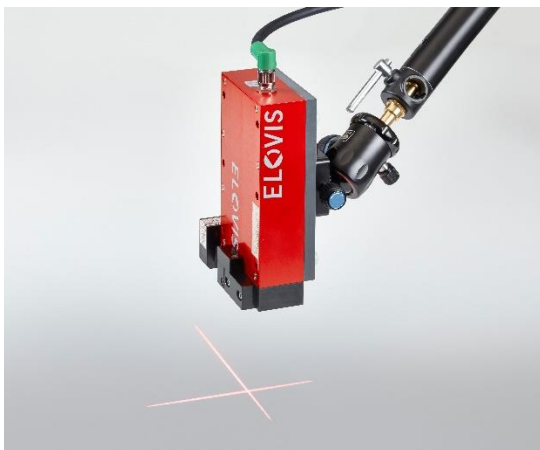


Abb. 1: Sensor korrekt aufgebaut



Abb. 2: falscher Messabstand

Korrekte Sensorausrichtung:

- Einzellinie muss im Winkel 90° zur Materialaufrichtung ausgerichtet sein
- Doppellinie muss in Materialaufrichtung ausgerichtet sein
- Doppellinien müssen sich bei Abstandsänderung des Sensors parallel auf der Messoberfläche abbilden
- Doppellinien müssen sich bei korrektem Messabstand zu einer Linie vereinigen

6. Praktische Anwendung bei der Messung am Stoffstrahl

Die Blattbildung wird maßgeblich durch die Austrittsgeschwindigkeit der Stoffsuspension aus dem Stoffauflauf, dem Auftreffwinkel auf das Formiersieb und der Geschwindigkeit des Formiersiebes bestimmt. Die Geschwindigkeit des Formiersiebes ist mit verschiedenen Methoden relativ einfach zu bestimmen. Mit dem Geschwindigkeitssensor wird eine hohe Genauigkeit erreicht, weil Schlupf bei dem ELOVIS μ SPEED Messverfahren keine Rolle spielt. **Der Stoffstrahl kann auf direkte Art nur berührungslos gemessen werden.**

Um die Messung des Stoffstrahls zu realisieren sind einige Randparameter zu beachten:

Der Laser braucht, um realistische Werte zu liefern, eine Mindestopazität des Messmaterials, welche in der Regel ab 40 g/m^2 im Strahl erreicht wird. Natürlich ist diese Opazität auch von den eingesetzten Füllstoffen und von Oberflächenturbulenzen abhängig, womit auch unter 40 g/m^2 bereits eine geeignete Mindestopazität erreicht werden kann. Wenn der Stoffstrahl nicht opak genug ist, dringen die Laserstrahlen durch diesen hindurch und es können keine Geschwindigkeitswerte ermittelt werden.

Bei einigen Gegebenheiten z.B. an sehr langsamen Maschinen, bei denen der Stoffstrahl sehr „glatt“ und turbulenzfrei fließt, können stärkere Streuungen in der Signalgüte auftreten. Der Sensor ist parametrierbar und kann dadurch noch auf den Einzelfall optimiert werden. In Ausnahmefällen kann es allerdings vorkommen, dass eine Messung nicht möglich ist.

Im Allgemeinen ist an Gapformern keine Messung des Stoffstrahls möglich, weil maschinenbauartbedingt der Laser nicht auf die Oberfläche des Stoffstrahls ausgerichtet werden kann.

7. Messaufbau in der Papiermaschine

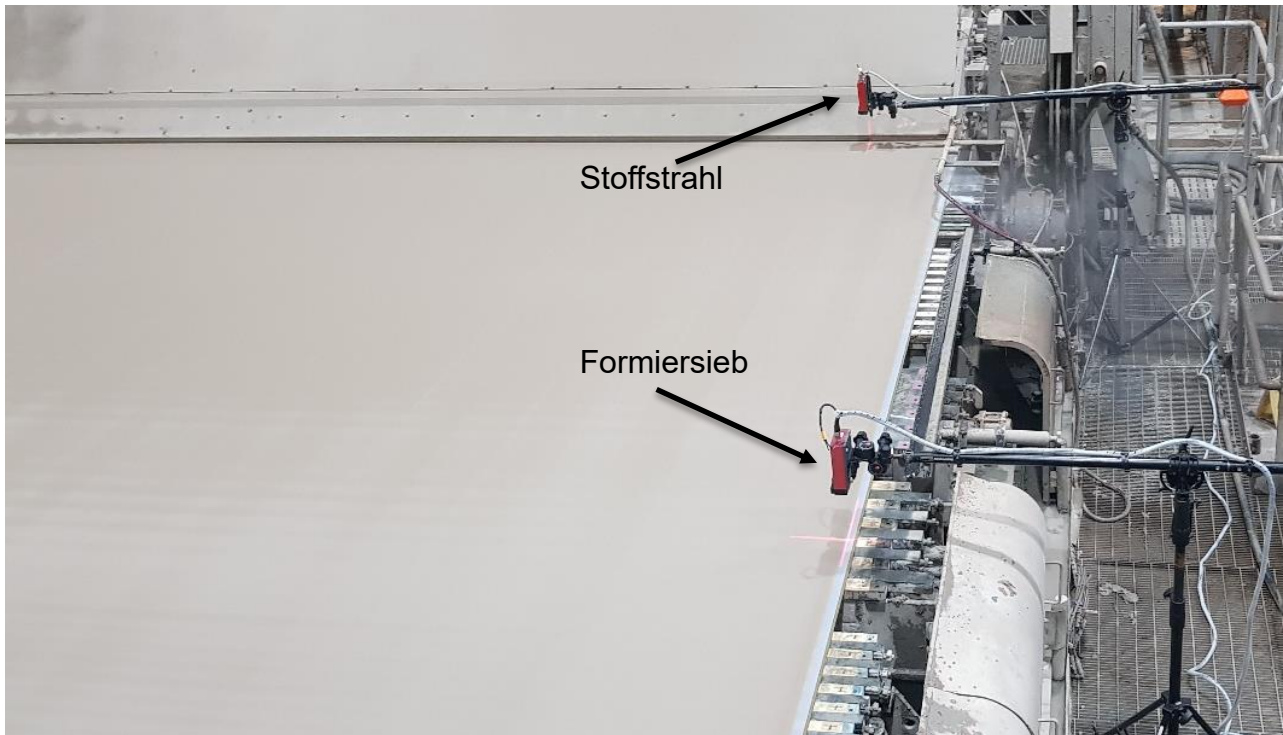


Abb. 5: Headbox der Papiermaschine mit Formiersieb und zwei μ SPEED-Lasersensoren.
Einer für die Stoffstrahlgeschwindigkeit und einer für die Messung der Siebgeschwindigkeit

An dieser Maschine sind zwei Sensoren installiert worden. Der erste Sensor misst permanent die Geschwindigkeit des Formiersiebes, der Zweite ist auf den Stoffstrahl ausgerichtet. Dieser Messaufbau wird bevorzugt, um die Veränderungen des Strahl-Sieb-Verhältnisses bei unterschiedlichen Stoffstrahlgeschwindigkeit zu protokollieren und bei einer Veränderung der Lippenöffnung die Strahlgeschwindigkeit zu ermitteln. Die so ermittelten Messergebnisse können zur Korrektur der hinterlegten Staudruckformel für den Stoffauflauf benutzt werden.

8. Fallbeispiel

In diesem Fallbeispiel wird eine oft anzutreffende Situation der Papiermaschine dargestellt: Die Geschwindigkeit des Formiersiebes betrug lt. Prozessleitsystem (PLS) 695 m/min. Die Messung mit dem μ SPEED System ergab einen Wert von 693 m/min. Die im PLS angegebene Siebgeschwindigkeit wird von der Siebantriebswalze abgenommen. Die Siebgeschwindigkeit wird in der Nähe des Stoffauflaufs (STA) gemessen. Das Sieb wird vom STA zur Antriebswalze beschleunigt. Somit stimmt die Angabe im PLS.

Die Stoffstrahlgeschwindigkeit beträgt lt. PLS 716 m/min. Die Messung mit dem optischen μ SPEED Laser-Encoder ergibt eine Strahlgeschwindigkeit von 681 m/min.

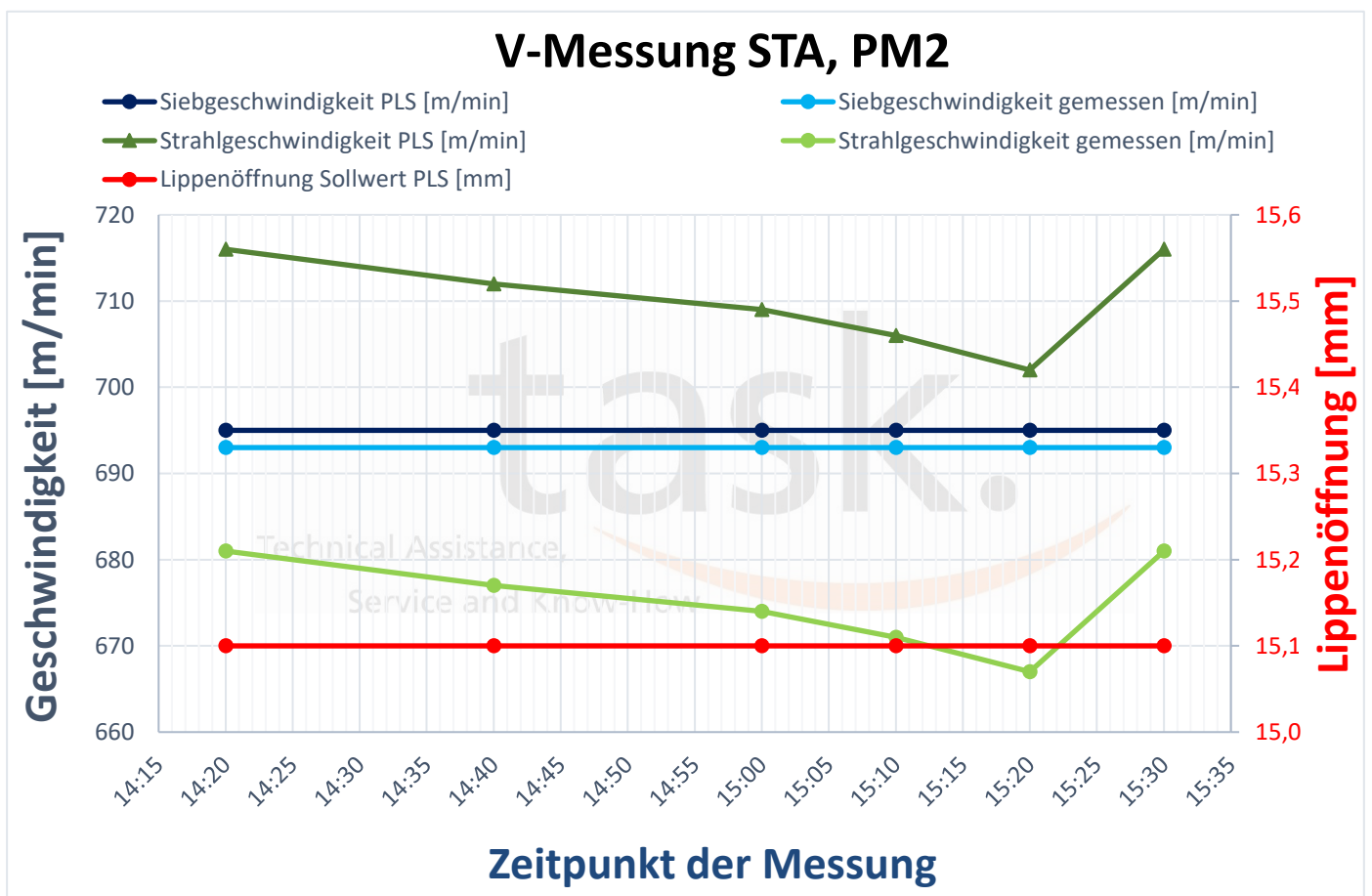


Abbildung 6

Betrachten wir Abbildung 6

Bei Veränderung der Strahlgeschwindigkeit bleibt die Differenz zwischen den gemessenen und den im PLS angezeigten Werten gleich. Das bedeutet, dass die Regelung der Stoffauf-laufpumpe richtig funktioniert. Dieser Unterschied, wird bei sehr vielen Papiermaschinen festgestellt und ist bereits durch einen Offset in der Programmierung des PLS zu beheben.

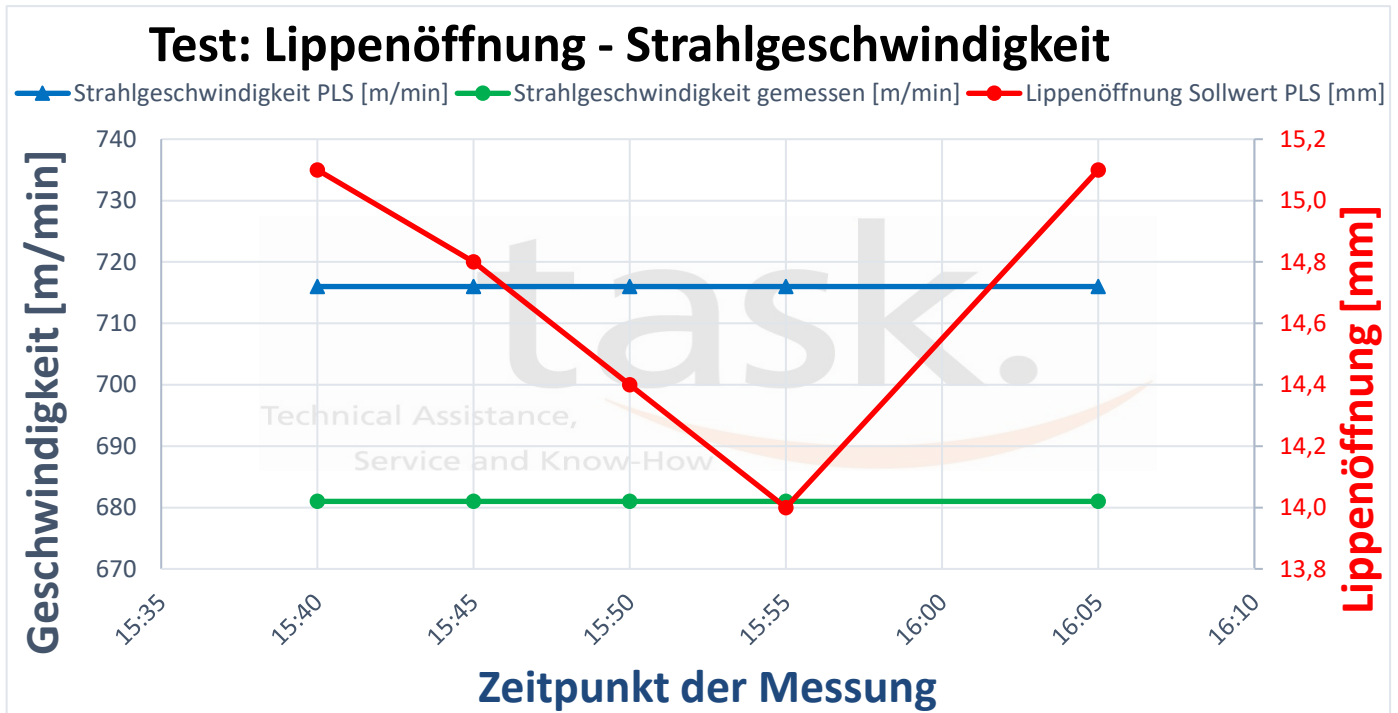


Abbildung 7

Abbildung 7 zeigt, dass sich die Strahlgeschwindigkeit (Sollwert konstant) bei verschiedenen Lippenöffnungen nicht verändert. Das ist ein korrektes Verhalten bzw. so erwarten wir dies. Wenn sich die Strahlgeschwindigkeit ändern würde wäre z.B. eine fehlerhafte Staudruckta-
 belle vorhanden oder aber die Mischpumpenregelung würde nicht korrekt funktionieren.

9. Verteilung der μ SPEED Messwerte

Das folgende Diagramm (Abbildung 8) zeigt die Verteilung der μ SPEED Messwerte.

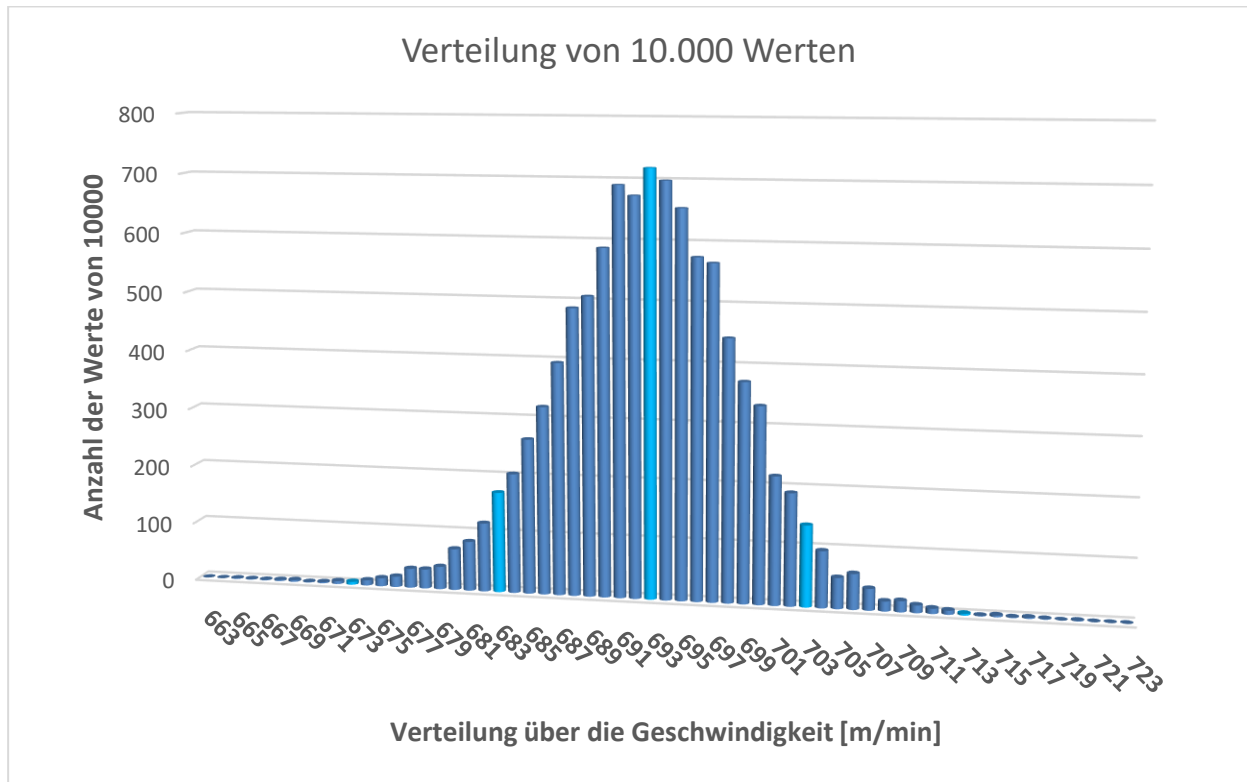


Abbildung 8

In dieser Grafik ist eine typische Verteilung von 10.000 Messwerten um den berechneten Mittelwert zu sehen. Die Messwertausreißer nach oben und unten sind gleich verteilt. Somit ist der Mittelwert der ausgelesenen Geschwindigkeitswerte als sehr verlässlich anzusehen.

10. Das Strahl-Sieb-Verhältnis als Steuerungselement für den Papiermacher

Jeder Maschinenführer/Papiermacher arbeitet mit dem Strahl-Sieb-Verhältnis, um bestimmte Qualitätsparameter des Papiers zu beeinflussen. Unter anderem sind das: Das Längs/Quer-Verhältnis, die Formation, die Zugsteifigkeitsorientierung (TSO) und damit auch Festigkeitseigenschaften wie z.B. der Flachstauchwiderstand (CMT), der Streifenstauchwiderstand (SCT) oder die Bruchlast.

Dabei ist für den Papiermacher entscheidend zu wissen, ob er sich mit seinem STA im Unter- oder im Überstau befindet, d.h. ob der Stoffstrahl langsamer als die Siebgeschwindigkeit ist oder schneller.

Betrachten wir nochmals das o.g. Fallbeispiel (Abb.1)

Laut Angaben des PLS befand sich der STA bei allen Messpunkten im Überstau, unsere Messung zeigte jedoch, dass die Strahlgeschwindigkeit bei jedem Messpunkt langsamer als die Siebgeschwindigkeit war. Somit operierte der STA immer im Unterstau.

Falls also der Papiermacher an dieser Maschine den angezeigten Werten im PLS vertraut, kann er niemals ein reales Strahl-Sieb-Verhältnis von 1,0 einstellen, da er die Strahlgeschwindigkeit entsprechend weiter reduzieren würde und somit noch weiter in den Unterstau käme. Aus diesem Grunde ist es essenziell wichtig, die tatsächliche Strahlgeschwindigkeit in einer Messreihe zu ermitteln und danach die Programmierung der Staudruckformel anzupassen.

11. Wie genau ist unsere Messung? Bzw. ist im Stoffstrahl die Geschwindigkeit überall gleich? Was passiert beim Aufprall auf das Sieb?

Dazu betrachten wir die beiden folgenden Bilder.



Abbildung 9

Der Strahl verlässt den Stoffauflauf mit einer Dicke von ca. 10mm (Lippenöffnung).

Es ist davon auszugehen, dass sich die Geschwindigkeit im Strahldickenprofil von der Ober- / Unterseite zur Mitte hin erhöht (Abb.10).

Außerdem ist der Strahl an der Ober- und Unterseite durch die Reibung an der Stoffauflaufwand und der Luft immer turbulent, während wir davon ausgehen, dass die Strömung in der Mitte laminar ist.

Gemessen wird der Stoffstrahl mit dem μ SPEED System im Allgemeinen noch vor der Aufprallzone des Formingsiebs. Wo genau mit dem μ SPEED System die Geschwindigkeit im Stoffstrahl gemessen wird, ist nicht eindeutig bestimmbar, da die genaue Eindringtiefe des Lasers

von einigen Faktoren abhängt. Die Eindringtiefe ist aber maßgeblich von den Suspensionseigenschaften abhängig.

Wenn man die Annahme trifft, dass die Eindringtiefe des Lasers in den Stoffstrahl ca. 2-3 mm beträgt, ist davon auszugehen, dass man eher die Oberseitengeschwindigkeit des Strahls erfasst.

Der Stoffstrahl trifft einige Zentimeter vor der Siebtischkante auf das Formingsieb auf. Beim Auftreffen wird die Strahlgeometrie und damit das Geschwindigkeitsgefüge nochmals verändert.

Wir geben bei unseren Messungen aus vielen Messwerten gemittelte Durchschnittsgeschwindigkeiten an. Der Papiermacher ist mit diesen Messwerten in der Lage seine Strahlgeschwindigkeit so zu justieren, dass die Qualitätsparameter des Papierses reproduzierbar einstellbar sind.

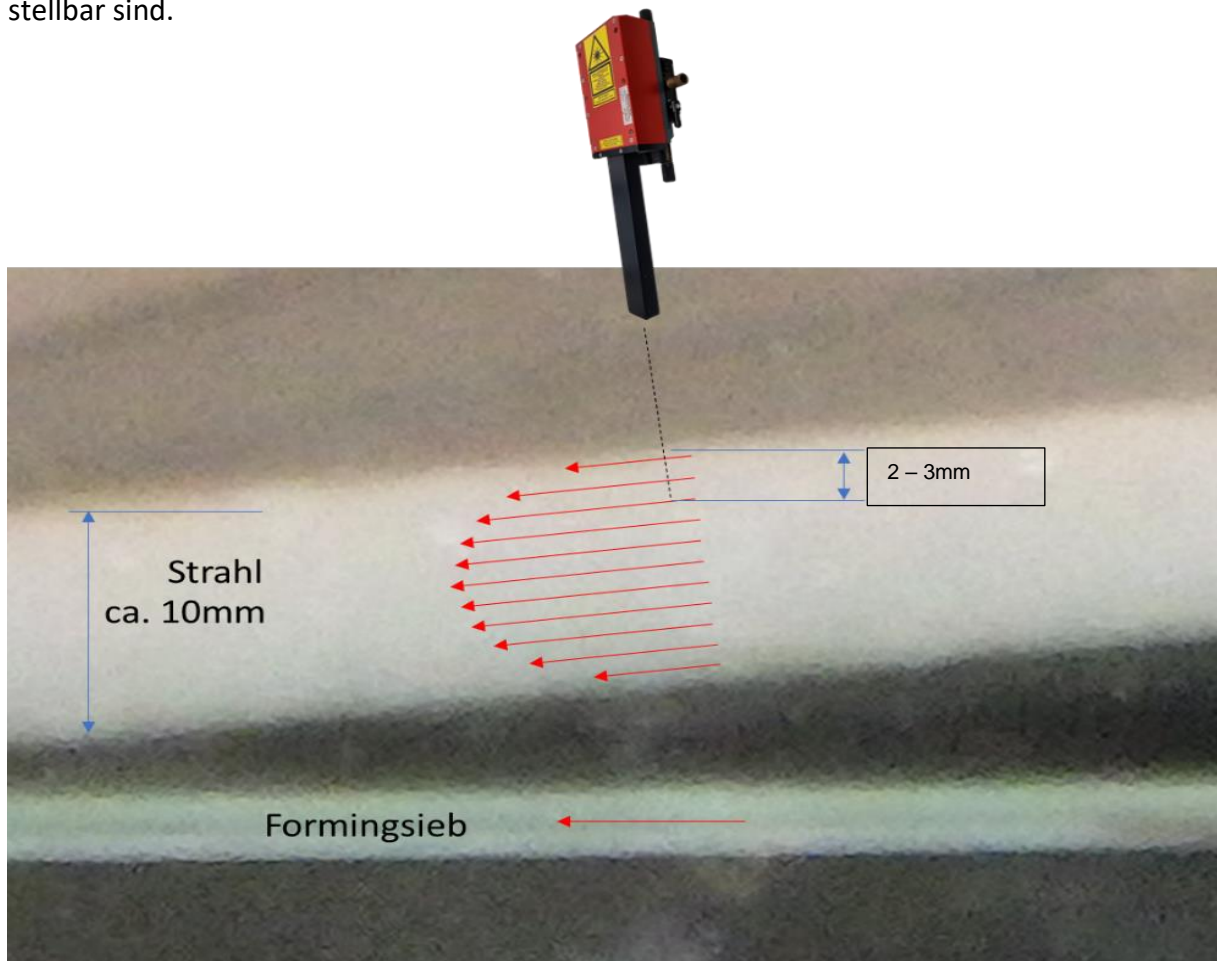


Abbildung 10

Das Messverfahren liefert damit wertvolle und einfach verwertbare Ergebnisse für die Praxis an der Papiermaschine.

- Eine mit dem μ SPEED System erzielbare Geschwindigkeitswert-Abweichung von typischerweise +/- 1m/min ist absolut tolerierbar
- Die Geschwindigkeits-Schwankungen der Mischpumpenregelung sind in den meisten Fällen höher
- Die Siebgeschwindigkeit ist am Stoffauflauf immer 1 – 4 m/min langsamer als an der Siebsaugwalze/Siebantriebswalze; abhängig von der Konstruktion und der Verteilung der Antriebe

Abschließend möchten wir festhalten, dass mit Hilfe unserer μ SPEED Laser-Encoder erzielten Messwerte die Strahlgeschwindigkeit reproduzierbar und korrekt eingestellt werden kann. Dadurch konnte bereits in vielen Fällen die Papierqualität verbessert werden.

Des Weiteren erhält der Maschinenbediener eine zusätzliche Sicherheit an die Hand, um seine Maschine korrekt einzustellen. So werden die Sortenwechselzeiten signifikant reduziert. Die Maschine läuft in den meisten Fällen ruhiger und mit deutlich weniger Störungen.



ELOVIS

ELOVIS GmbH
Vincenz-Prießnitz-Str. 1
76131 Karlsruhe
Germany

Tel.: +49 (0)721 933823 0
Fax: +49 (0)721 933823 23

info@elovis.de
www.elovis.com