



## Feststellung von periodischen Masse-Längsschwankungen in der Papierbahn



Mess- und Regelsysteme zur Ermittlung von Masseschwankungen über die **Breite** der Papierbahn sind an den meisten Maschinen fest installiert und arbeiten mit zufriedenstellenden Ergebnissen. Mit diesen Systemen sind jedoch vorwiegend solche Größen feststellbar, die sich in der Papierbahn bzw. im Produktionsprozess nur langsam verändern.

Schnellere und dynamischere Veränderungen, die logischerweise nur in Maschinenlaufrichtung auftreten, werden bislang messtechnisch jedoch seltener erfasst. Gemeint sind hier periodische Längsschwankungen der Masse, Feuchte oder Dicke der Papierbahn. Systeme, die entsprechende Messungen in **Lauf-richtung** der Papiermaschine vornehmen und gleichzeitig auch Möglichkeiten eröffnen, die Ursache für Masseschwankungen bestimmten Sektionen im Bereich der Papiermaschine, im konstanten Teil oder im vorgelagerten Prozess zuzuordnen, sind wenig verbreitet.

Hier wird nun ein Verfahren vorgestellt, das die für derartige Analysen notwendigen Messwerte erfassen und aussagefähig verarbeiten kann. Hierdurch können nicht nur die Längsschwankungen ermittelt und sichtbar gemacht, sondern zudem der Entstehungsort exakt lokalisiert werden.

### Hintergrund

Auslöser solcher Längsschwankungen können beispielsweise Niveau-Schwankungen im vorgelagerten Prozess sein. Im Bereich der Siebpartie kommen u. a. Funktionsstörungen bei Siebschüttel-Einrichtungen und Entwässerungselementen oder auch Vakuumschwankungen als Verursacher in Frage. Mögliche Ursachen können aber auch fehlerhaft arbeitende, rotierende oder umlaufende Teile sein – angefangen bei Pumpen oder Drucksortierern im konstanten Teil über Walzen, Siebe und Filze in der Sieb- und Pressenpartie bis hin zu Glättwerkswalzen vor dem Poperoller.

Die daraus resultierenden **Variationen des Papiers** (Längsschwankungen) stellen sich in unterschiedlicher Weise dar und sind direkt vom Zustand dieser maschinellen Einrichtungen und von deren Konstruktionsmerkmalen abhängig. Um die Messwerte erfassen, analysieren und die Verursacher ausfindig machen zu können, benötigen die TASK-Spezialisten spezielles Messequipment, das in transportabler Form verfügbar ist (Abb. 1).



Abb. 1 Transportable Messausrüstung

Die nachfolgenden Fallbeispiele dokumentieren die Lokalisierung einiger Verursacher am Kalandr, in der Pressenpartie, der Siebpartie und im konstanten Teil. Die Praxis in der Papierproduktion diktiert hierbei die Reihenfolge des Vorgehens: Zunächst werden **laufrichtungsbezogene Mängel** in der Papierqualität festgestellt und daraufhin messtechnisch erhärtet – erst danach wird die Ursache ermittelt.

## Das Mess- und Analyseverfahren in der Anwendung

Laufrichtungsbezogene Mängel in der Papierbahn stellen sich in der Regel als **periodische Variationen** dar – als **Abweichungen** von den Mittelwerten der Masse oder der Feuchte der Papierbahn – und werden als Frequenz-Schwankungen in Maschinenlaufrichtung wiedergegeben (Abb. 2). Bei laufender Maschine wird über das Linsensystem einer Messgabel ("ODIN") ein gebündelter Infrarotstrahl von 0,6 cm<sup>2</sup> Durchmesser durch die Papierbahn gesendet (Abb. 3). Das mit Hilfe eines optischen Sensors empfangene Signal verhält sich proportional zu den in der Papierbahn auftretenden Längsschwankungen. Der Einfachheit halber wird im Folgenden nur der Begriff Masseschwankung verwendet.

Es können Masseschwankungen im Bereich von 0,1 bis 1500 Hz ermittelt werden. Niedrigere Frequenzen sind über eine Beobachtung der Zeitsignale auch möglich. Qualitative Aussagen über die Abweichungen selbst und quantitative Angaben über deren definierte Höhe können nicht gemacht werden.

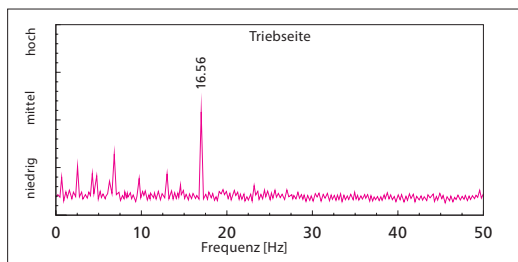


Abb. 2 Variationen in der Papierbahn nach einem Kalandr (35 cm vom triebseitigen Rand)

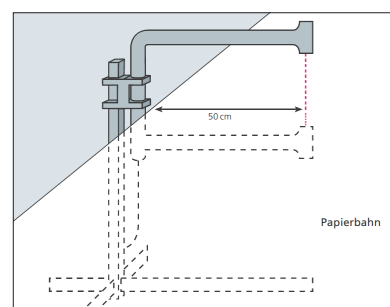


Abb. 3 ODIN-Messgabel

Der Abstand zwischen den beiden Schenkeln der ODIN-Messgabel lässt einen breiten Bewegungsspielraum für die Papierbahn zu; selbst Bahnflattern führt nicht zu erkennbaren Abweichungen in der Messung. Laufrichtungsbezogene Mängel werden in der Regel am Ende der Papiermaschine vor dem Tambour gemessen und festgestellt. Dadurch sind alle Masseschwankungen sichtbar, unabhängig davon, was der Auslöser hierfür ist. Logischerweise beginnt somit am Ende der Maschine die Fehlersuche: Schritt für Schritt werden entgegen der Maschinenlaufrichtung Messungen mit der Messgabel vorgenommen, um den oder die Verursacher eingrenzen zu können.

Eine Messung entgegen der Laufrichtung unmittelbar vor **und** hinter einem eventuell fehlerhaften Element vereinfacht die Ursachenfindung. Ist dies räumlich bedingt nicht möglich, müssen andere Optionen in Betracht gezogen werden, so z. B. die Analyse häufig auftretender Fehlerquellen: Schwingungen an rotierenden oder umlaufenden Teilen sowie an anderen Elementen und/oder Drehzahldifferenzen.

Diese Störungen, die beispielsweise für Qualitätsmängel im Papier verantwortlich sind – können sich nur als periodische Schwingungen (Frequenzdiagramme) darstellen. Die so ermittelten Daten werden auf jene Größen umgerechnet, die mit denen der Masseschwankungen im Papier analytisch vergleichbar sind. Mit der Durchführung des **Datenvergleichs von Messposition zu Messposition** stellt sich dann nach und nach die Entstehung der störenden Masseschwankungs-Frequenzen heraus. Erst dann, wenn die auf diese Weise ermittelten Frequenzen (Grundfrequenz – oder Vielfache davon = "Harmonische") mit den Frequenzen der Masseschwankungen im Papier übereinstimmen, ist die Ursache gefunden. Weitere Gründe können z. B. Konsistenz-, Niveau-, Druck- und Vakuumschwankungen sowie Totzeiten von Regelkreisen sein. Diese sind jedoch mittels Zeitmessung zu ermitteln.

Wie bereits erwähnt, kann sich der Auslöser irgendwo auf der "gesamten Strecke" zwischen Aufrollung und dem vorgelagerten Prozess der Papiermaschine befinden. Berücksichtigt man diesen Sachverhalt, so verhilft – trotz hochwertiger Messtechnik – letztlich nur jenes Höchstmaß an Erfahrung zum zügigen und zuverlässigen Erfolg, das die TASK-Spezialisten von Heimbach in ihre Arbeit einbringen.

Im Folgenden werden nun Praxisbeispiele aufgezeigt, die sich vor allem auf die diagnostische und systematische Vorgehensweise bei der Suche nach Störquellen konzentrieren. Ferner dokumentieren sie die hohe Ergebnisquote, die durch die kombinierte Analyse der Ergebnisse aus den beiden verschiedenen Messzielen erreicht wird: Nämlich zum einen die Ermittlung des Frequenzbildes der Masseschwankungen selbst, zum anderen die der Schwingungen von rotierenden oder umlaufenden Maschinenteilen sowie vom konstanten Teil.

## Praxisbeispiel 1 - Zeitungsdruckpapier

Problem: Barring im Papier

Die erste Messung auf Triebseite nach dem Kalandrier (Abb. 4) ergab Masseschwankungen im Papier mit sehr nahen beieinander liegenden Frequenzen von 116,5 und 117,5 Hz (Abb. 5).

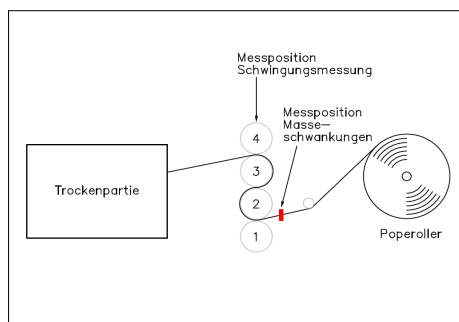


Abb. 4 Messpositionen Praxisbeispiel 1

### Drehfrequenzen der Kalandrierwalzen:

Walze 4	8,4289 Hz
Walze 3	9,7080 Hz
Walze 2	9,7920 Hz
Walze 1	7,5060 Hz

Daraufhin wurden die Drehfrequenzen der vier Kalandervalzen gemessen und darüber hinaus eine Vibrationsanalyse des gesamten Kalenders erstellt (Abb. 6).

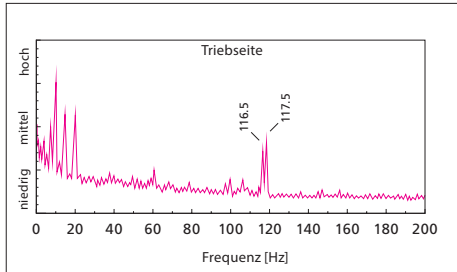


Abb. 5 Variationen in der Papierbahn nach dem Kalender

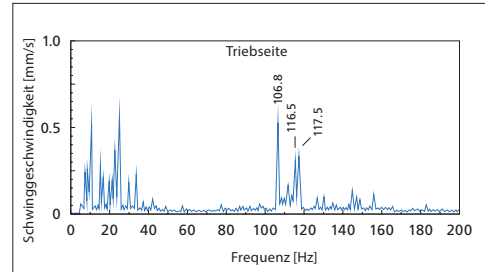


Abb. 6 Vibrationsmessung des Kalenders

Im Vibrationsdiagramm Abb. 6 sind eindeutig die beiden gleichen Frequenzen zu erkennen, die die Masse-schwankungen im Papier (Barring) als Variationen von 116,5 und 117,5 Hz aufweisen. Der Vergleich dieser Werte mit den Drehfrequenzen der Kalandervalzen zeigt folgendes Ergebnis: Die Masse-Variation von 116,5 Hz stellt das 12-fache (die 12. Harmonische) der Drehfrequenz von Kalandervalze 3 dar, die Masse-Variation von 117,5 Hz stellt die 12. Harmonische der Drehfrequenz von Kalandervalze 2 dar.

Daraus ergibt sich, dass sowohl Walze 3 als auch Walze 2 die "Form eines 12-Ecks" aufwiesen. Aus dieser Situation sowie aus dem Umfang der Kalandervalzen errechnet sich das Barring mit einem Abstand von rund 18 cm, das im Papier festgestellt wurde. Ein weiterer interessanter Aspekt: In der Vibrationsmessung Abb. 6 ist bei 106,8 Hz ein Peak mit hoher Schwinggeschwindigkeit zu sehen. Er stellt die 11. Harmonische der Drehfrequenz von Walze 3 dar. Obwohl diese Frequenz die Vibration dominiert, zeigt sie sich dennoch nicht im Papier.

## Praxisbeispiel 2 - Produktion 54 g/m<sup>2</sup>

noch ohne Qualitätsproblem

Anlässlich einer Routinemessung der Papierbahn direkt nach der Trockenpartie auf Führerseite (Abb. 7) ist eine Vielzahl von Masse-Variationen aufgefallen (Abb. 8).

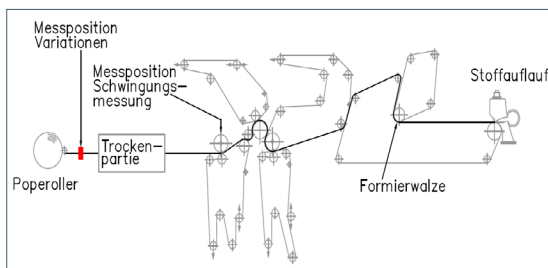


Abb. 7 Messpositionen Praxisbeispiel 2

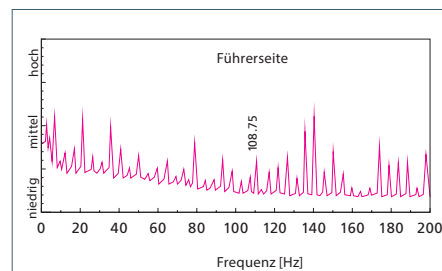


Abb. 8 Variationen in der Papierbahn nach der Trockenpartie

Auf der Suche nach der Ursache in Richtung Stoffauflauf kristallisierten sich zwei Störfaktoren heraus: Zunächst wies die Gesamtschwingungsmessung an der 4. Presse, ermittelt auf der Oberwalze in Nip-Richtung (Messposition in Abb. 7, Abb. 9), bei 108,75 Hz eine Schwinggeschwindigkeit von über 6 mm/s auf. Diese Frequenz stellte sich als die 16. Harmonische der Drehfrequenz der Ventawalze von 6,7968 Hz heraus, wie das auf diese Walze synchronisierte Zeitsignal beweist (Abb. 10).

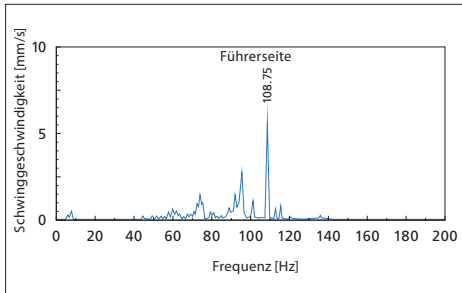


Abb. 9 Gesamtschwingungen der 4. Presse, gemessen auf der Oberwalze in Nip-Richtung

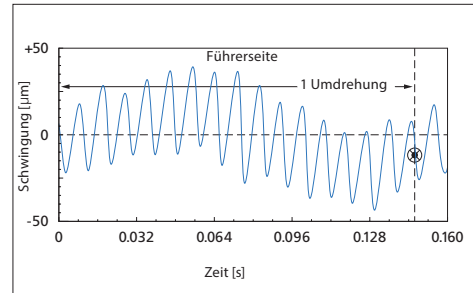


Abb. 10 Synchronisiertes Zeitsignal der Ventawalze, gemessen auf der Oberwalze in Nip-Richtung

Das Umlaufdiagramm zeigt mit 16 Ausschlägen klar die 16-eckige Oberfläche der Ventawalze. Jedoch bildet dieser Störfaktor nur eine einzige der vielen Spitzen in den beiden Diagrammen (Abb. 8 + 9), nämlich die bei 108,75 Hz. Hier war nur zu empfehlen, die Ventawalze der 4. Presse auszutauschen.

Damit war aber der Verursacher der vielen anderen Masseschwankungs-Frequenzen noch nicht ermittelt. Im weiteren Verlauf der Suche konnte dann mittels Synchronisation auf alle rotierenden Teile der Pressen- wie auch der Siebpartie der Verursacher gefunden werden:

Die Formierwalze des Doppelsieb-Formers (Abb. 7) bildete mit ihrer Grundfrequenz (Drehfrequenz) von 4,82 Hz den Ausgangswert für alle Frequenzwerte, die jeweils ein Vielfaches (eine x. Harmonische) dieser Grundfrequenz darstellen.

Falls sich zukünftig während der Produktion aufgrund der weiteren Verschlechterung dieser Walze schwerwiegendere Masse-Variationen im Papier ergeben sollten, ist der Verursacher bereits gefunden.

### Praxisbeispiel 3 - Produktion 70 g/m<sup>2</sup>

Problem: Barring im Papier

Die erste Messung nach dem Glättwerk (Abb. 11) ergab verschiedene Masse-Variationen im Bereich von 10-37 Hz; dazwischen aber eine auffallend große Abweichung bei 18,5 Hz (Abb. 12).

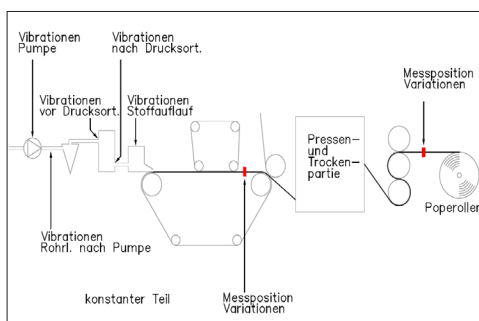


Abb. 11 Messpositionen Praxisbeispiel 3

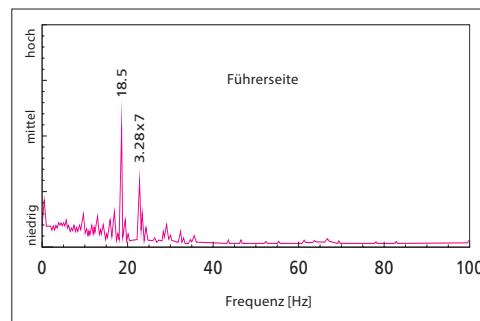


Abb. 12 Variationen in der Papierbahn  
Schüttelfrequenz Langsieb 3.28 Hz, Hub 7

Während der Stichprobensuche an der Papierbahn in Richtung Stoffauflauf zeigten sich in der Tendenz die gleichen Werte. Dies gilt auch noch für das nach dem Doppelsieb-Former auf dem Langsieb aufgenommene Frequenzbild (Messposition in Abb. 11, Abb. 13).

Eine testweise Steigerung der Schüttelfrequenz und des Hubes des Langsieves sowie auch eine Ausschaltung der Schüttelung brachten sowohl bei den Messungen nach dem Glättwerk als auch bei den Messungen nach dem Doppelsieb-Former entsprechend gesteigerte Abweichungen vom mittleren Flächengewicht. Nur die Peaks bei 18,5 Hz blieben in der Höhe unverändert.

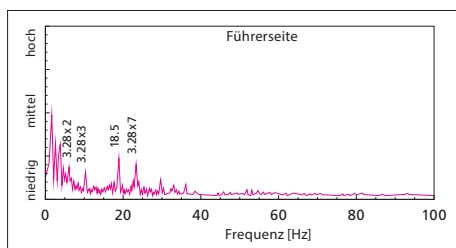


Abb. 13 Variationen in der Papierbahn nach dem Doppelsiebformer Schüttelfrequenz 3.28 Hz, Hub 7

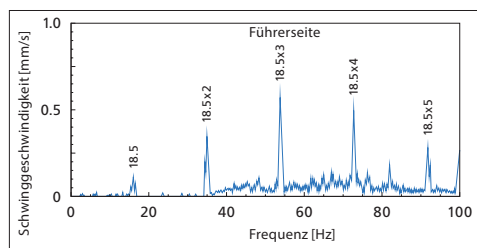


Abb. 14 Gesamtschwingungen der Stoffmischpumpe in axialer Richtung

Dies war der Beweis, dass die Schüttelung – in welcher Frequenz sie auch arbeitete – **nicht der Auslöser** für diese Masseschwankung war. Bei der weiteren Suche in den konstanten Teil hinein wiesen alle Messungen deutlich die 18,5 Hz-Schwingung aus.

Eine schließlich an der Stoffmischpumpe in axialer Richtung angesetzte Gesamtschwingungsanalyse, die von 18,5 Hz ausgehend mehrere Harmonische aufweist (Messposition Abb. 11, Abb. 14), brachte endlich den Erfolg – in Verbindung mit der inzwischen per Drehzahlmesser ermittelten Drehfrequenz dieser Stoffpumpe von exakt 18,5 Hz.

Diese Erkenntnis erklärt die Entstehung und die Konstanz der Masseschwankung durch die gesamte Papiermaschine hindurch: Die Stoffpumpe verursachte 1 x pro Umlauf einen störenden Impuls auf den Stoffstrom, der sich schon bei der Blattbildung als Masse-Längsschwankung auswirkte. Beim Öffnen der Stoffpumpe wurde eine starke Belegung des Laufrades besonders an einer Schaufel festgestellt. Nach der intensiven Reinigung der gesamten Pumpe war sofort das störende Barring von 18,5 Hz eliminiert.

## Praxisbeispiel 4 - Produktion 80 g/m<sup>2</sup>

Problem: Barring im Papier

Die erste Messung vor der Tambour-Aufrollung (Abb. 15) erfolgte bei einer Siebgeschwindigkeit von 855,7 m/min und ergab einen dominanten Peak der Masse-Variationen bei 41,13 Hz (Abb. 16). Alle weiteren Messungen in Richtung Stoffauflauf inkl. der Messung zwischen Vacufoil 1 und 2 wiesen diese Variation der Masse bei der gleichen Frequenz von 41,13 Hz aus (Abb. 17).

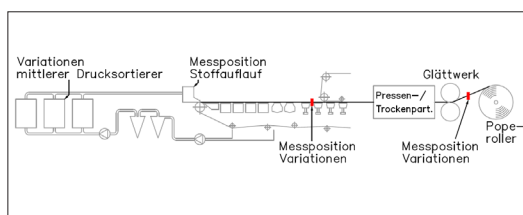


Abb. 15 Messpositionen Praxisbeispiel 4

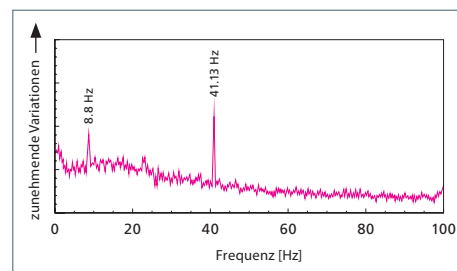


Abb. 16 Variationen, gemessen vor dem Poperoller 855,7 m/min

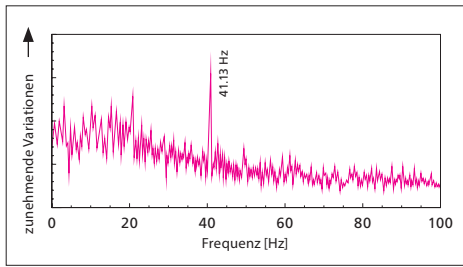


Abb. 17 Variationen, gemessen in der Siebpartie bei 855.7 m/min Siebgeschwindigkeit

Selbst eine versuchsweise Erhöhung der Siebgeschwindigkeit auf 868 m/min brachte keine Veränderung. Durch diese Referenzmessung wurde klar, dass die Geschwindigkeit der Maschine keinen Einfluss auf dieses Barring hatte.

Vibrationsmessungen am Stoffauflauf, an den Absperrschiebern zu den Drucksortierern und an den Drucksortierern selbst ergaben immer wieder die Frequenz von 41,13 Hz. Bei dem mittleren Drucksortierer allerdings wurde die höchste Amplitude in diesem kritischen Frequenzbereich gemessen (Abb. 18).

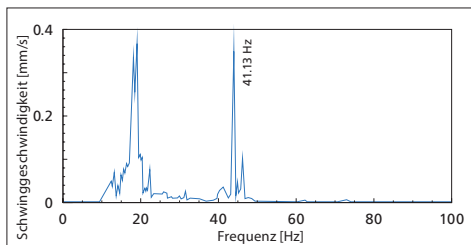


Abb. 18 Schwingungen des mittleren Drucksortierers in radialer Richtung oben; Siebgeschwindigkeit 855.7 m/min

Über ein spezielles Computerprogramm ist es möglich, störende Frequenzen einem Lager zuzuordnen, wenn dessen Type und die Drehzahl bekannt sind. Mit dieser Methode wurde das Rotorlager des mittleren Drucksortierers als Verursacher der Vibrationen in dem kritischen Frequenzbereich ermittelt. Trotz der Tatsache, dass eine Beschädigung des Rotorlagers optisch nicht erkennbar war, wurde ein Wechsel des Lagers vorgenommen. Nach Zuschaltung des Drucksortierers mit neuer Rotorlagerung war die störende Frequenz als Vibration und als Masseschwankung dann auch nicht mehr nachzuweisen.

### Praxisbeispiel 5 - Schreib- und Druckpapier 80 g/m<sup>2</sup>

Problem: Markierungen im Papier

Nach dem Einzug eines neuen Untersiebes in die Siebpartie wurden im fertigen Papier Markierungen quer zur Bahn festgestellt. Der Abstand dieser Markierungen betrug ca. 32 m; ihre Breite lag im Bereich weniger Zentimeter. Man hat zunächst keinen Zusammenhang zu dem Einsatz des neuen Siebes angenommen.

Maßnahmen: Zunächst stellte der Kunde fest, dass sich die Zentralwalze der Pressenpartie in schlechtem Zustand befand (Vibrationen). Die Zentralwalze könnte also den Pick-up-Filz markiert haben, der eine Länge von ungefähr 32 m aufwies. Man nahm an, dass als Folge davon der Pick-up-Filz das Papier markierte. Daraufhin wurden Walze und Filz gewechselt; die Markierungen waren jedoch immer noch vorhanden.

### Vorgehensweise und Ergebnis der Heimbach-Messung:

Die ODIN-Messgabel wurde auf der Triebseite der Maschine vor der Aufrollung installiert (Abb. 19). Da die Störung bei einer Frequenz weit unter 1 Hz lag und zudem zwar regelmäßig, aber nur sehr kurzzeitig und stoßartig auftrat, ergab eine Frequenzanalyse keine Aufschlüsse. Daher wurden die Signale im Zeitbereich betrachtet.

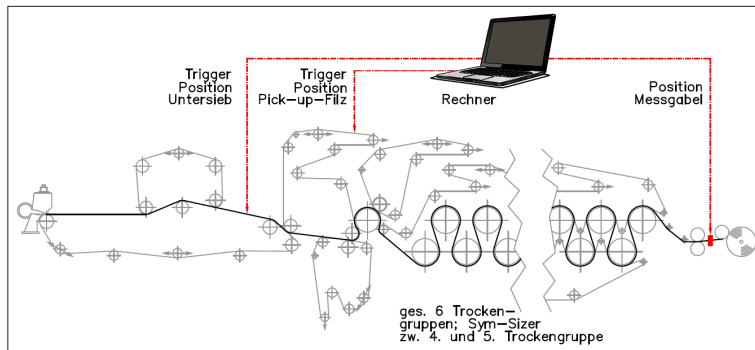


Abb. 19 Messpositionen in der Papiermaschine Praxisbeispiel 5

Um den Verursacher zu lokalisieren, wurde das Umlauf- oder Drehzahlsignal eines "verdächtigen" Nass- oder Trockensiebes bzw. Pressfilzes zugrunde gelegt und die Messung von der Papierbahn damit synchronisiert. Dabei ist man schrittweise gegen die Maschinenlaufrichtung, also vom Poperoller in Richtung Stoffauflauf vorgegangen, um jene Stelle zu finden, an der das jeweilige Frequenzbild **nicht** mehr dem der Störung (Masseschwankung) entspricht.

Zwischen dieser Stelle und der Stelle der letzten Übereinstimmung mit dem Frequenzbild der Störung musste der Verursacher liegen.

Schließlich konnte das jüngst neu in die Siebpartie eingesetzte Untersieb, das übrigens wie der Pick-up-Filz rund 32 m lang war, eindeutig als Verursacher der Störung identifiziert werden (siehe Trigger-Position Untersieb Abb. 19).

Das Diagramm Abb. 20 zeigt durch hohe Peaks die vom Untersieb verursachten Störungen im fertigen Papier. Zur Verdeutlichung wurden 2 Umläufe des Siebes aneinandergereiht (siehe Abb. 20). Klar erkennbar ist die im Abstand von ca. 32 m (einmal pro Siebumdrehung) auftretende Spitze.

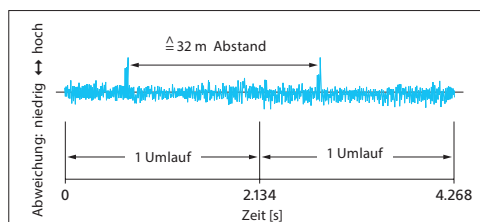


Abb. 20 Triggersignal Untersieb (Siebpartie)

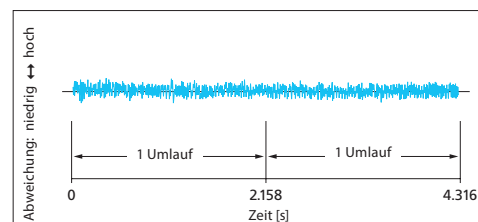


Abb. 21 Triggersignal Pick-up-Filz



Im Vergleich dazu zeigt das Diagramm Abb. 21 die auf den Pick-up-Filz synchronisierte Messung. Von dem Pick-up-Filz ging kein nennenswerter Einfluss auf die fertige Bahn aus, obwohl er, wie zuvor gesagt, auch ca. 32 m lang war und zudem als Verursacher durchaus in Frage gekommen wäre.

Dieses Beispiel zeigt, dass gelegentlich auch ohne aufwändiges wiederholtes Aufbauen der oft aus Platzgründen schwierig zu positionierenden ODIN-Messgabel der Verursacher einer Störung zu lokalisieren und zu identifizieren ist – und das über eine Entfernung von rund 100 Metern zwischen der Feststellung der Störung (Position Messgabel) und dem Verursacher.

Bei dem hier geschilderten Fall war ein fehlerhaftes Untersieb der Grund für den Mangel im Papier. Das zeigt, dass die "textilen Funktionsteile" der Papiermaschine – also neben den Formationssieben auch die Pressenfilze – ebenfalls periodische Masseschwankungen hervorrufen können.

### Praxisbeispiel 6 - LWC, online-coated 48 g/m<sup>2</sup>

Problem: Masse-Längsschwankungen im Papier

Auf dieser LWC-Maschine wurden vor dem Kalandrieren relativ hohe Masse-Längsschwankungen in der Papierbahn festgestellt, und zwar besonders ausgeprägt auf der Führerseite. Das Diagramm in Abb. 22 zeigt eine Messung mit der ODIN-Messgabel am fertigen Papier vor der Aufrollung. Die Spitzen im Bereich bis 20 Hz sind hier nicht relevant, wie sich später herausstellte; sie stammen von anderen Verursachern, z. B. von Kalandrierwalzen (Feuchte-Variationen).

Von Bedeutung für die Masseschwankungen sind jedoch die Spitzen im Diagramm 22 bei ca. 40 Hz und ca. 72 Hz. Eine entsprechende Messung auf der Triebseite hingegen (Abb. 23) lässt hier so gut wie keine vergleichbaren Spitzen erkennen.

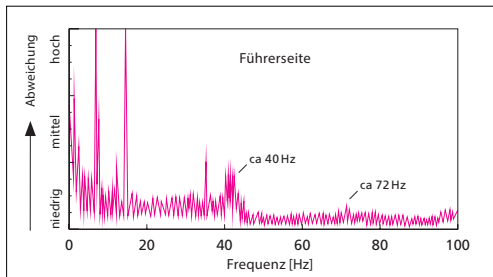


Abb. 22 Masseschwankungen vor dem Poperoller - Praxisbeispiel 6

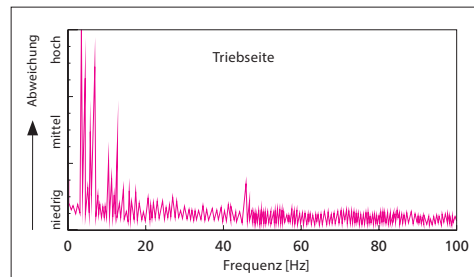


Abb. 23 Masseschwankungen vor dem Poperoller auf TS

### Vorgehensweise und Ergebnis der Heimbach-Messung

Schrittweise, von der Aufrollung in Richtung Stoffauflauf, wurden weitere Messungen vorgenommen, zunächst auf Führer- und Triebseite vor der Kalandrierung (Abb. 24, 25). Besonders bei der Messung auf Führerseite sind die Spitzen bei 40 Hz und 72 Hz noch deutlich stärker ausgeprägt, als unmittelbar vor dem Poperoller – und auch hier zeigt sich klar die Tendenz: auf FS waren die Schwankungen erheblich höher als auf TS.

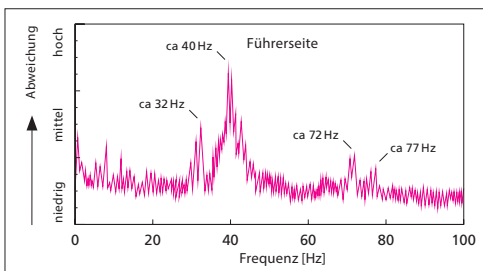


Abb. 24 Masseschwankungen vor dem Kalandrieren

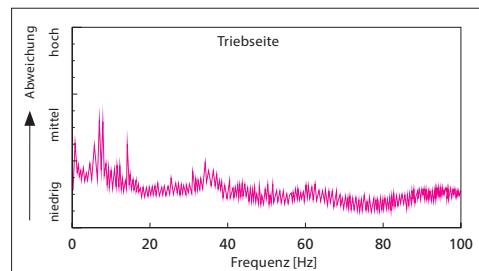


Abb. 25 Masseschwankungen vor dem Kalandrieren

Die letzte Messposition befand sich am Langsieb auf Führerseite vor dem Obersieb, unmittelbar nach der 2. Vakufoil-Gruppe (Abb. 26). Trotz des hohen Wasseranfalls in dieser Position dokumentiert der Kurvenverlauf eine hohe Korrelation mit den Signalen vom fertigen Papier (vgl. Abb. 22 + 24). Demzufolge erhärtete sich der Verdacht, dass die Ursache der Störungen nicht hier in der Siebpartie sondern eher im konstanten Teil zu finden sein könnte.

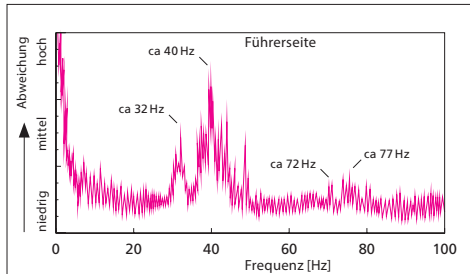


Abb. 26 Masseschwankungen n. d. 2. Vakufoilgruppe v. dem Obersieb

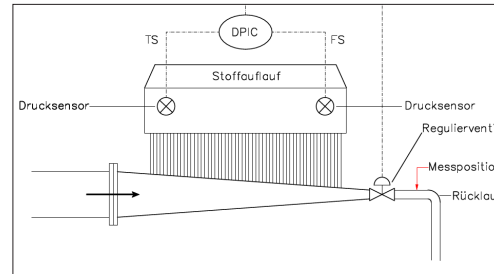


Abb. 27 Schema Drucksensoren und Rücklaufleitung Stoffauflauf

Die daraufhin folgenden Messungen an Pumpen, Vertikalsortierern etc. ergaben jedoch keinerlei Anhaltspunkte; das Erscheinungsbild der Störungen wäre auch nicht typisch für eine solche Ursache. Ebenso brachten Vibrationsmessungen an der Rücklaufleitung des Stoffauflaufs unmittelbar nach dem Regulierventil (Abb. 27 + 28) keine eindeutige Übereinstimmung.

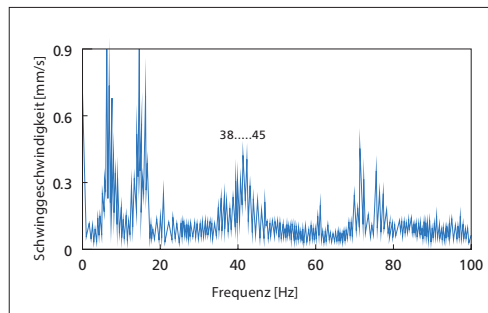


Abb. 28 Vibrationen Rücklaufleitung des Stoffauflaufs

Die in diesem Beispiel durchgemessene Maschine besitzt auf FS und TS fest installierte Drucksensoren für den Stoffauflauf – und hier wurde man schließlich fündig: Eine Frequenzanalyse (FFT) über das Signal des führerseitigen Drucksensors brachte die gesuchte eindeutige Übereinstimmung (Abb. 29) mit den Signalen der Messung am fertigen Papier (vgl. Abb. 24). Der Stoffeintritt liegt im hier geschilderten Fall auf der Triebseite, der Stoffaustritt auf der Führerseite – und dort sitzt auch das Regulierventil.

Als Ergebnis seiner Diagnose empfahl Heimbach den Austausch dieses Ventils gegen einen optimierten Typ. Den Beweis der Richtigkeit dieser Empfehlung erbringen die Diagramme Abb. 30: Frequenzanalyse über das Signal des führerseitigen Drucksensors, und Abb. 31: Messung der Papierbahn mit der ODIN-Messgabel auf der Führerseite vor dem Kalandr – beide nach dem Austausch des Ventils: Sowohl die Spitzen im Drucksignal des Sensors als auch in der Messung des Masse-Längs-profils der Papierbahn sind eliminiert. Der Mess- und Diagnose-Aufwand bei diesem Fallbeispiel war zwar umfangreicher, dennoch hat sich der Aufwand durch die Lokalisierung dieses – wie wir meinen – „verblüffenden“ Verursachers mehr als bezahlt gemacht.

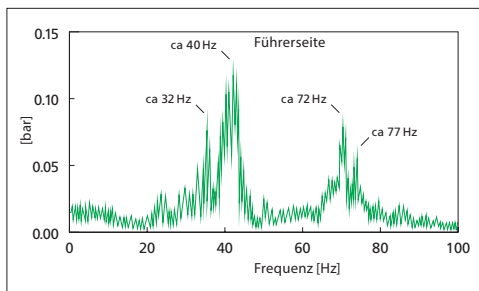


Abb. 29 FFT-Drucksignal Stoffauflauf vor Austausch Regulierventil

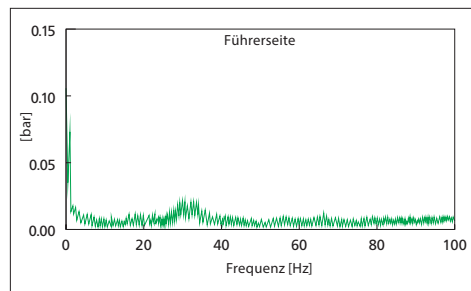


Abb. 30 FFT-Drucksignal Stoffauflauf nach Austausch Regulierventil

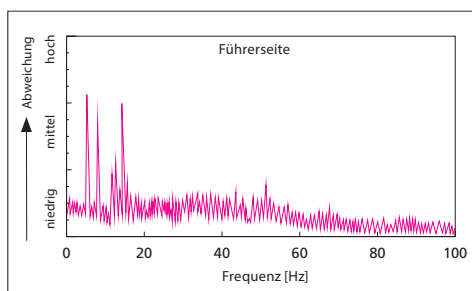


Abb. 31 Masseschwankungen vor dem Kalandar nach Austausch Regulierventil

## Schlussbetrachtung

Die hier beschriebenen Praxisbeispiele machen deutlich, dass mit Hilfe einer hochwertigen Messgeräte-Ausrüstung sowie mit der entsprechenden analytischen Erfahrung den oft versteckten und teilweise "heimtückischen" Verursachern letztlich doch auf die Spur zu kommen ist.

Voraussetzung für deren nachhaltige Beseitigung ist aber die Fähigkeit der "Diagnose-Teams", die durchgeführten Messreihen sowohl für Ergebnisse mit technologischem Aussagewert als auch für praktikable Empfehlungen zur Eliminierung der Störsituationen zu nutzen.

Die feste Installation einer ODIN-Messgabel zur Ermittlung von Masse-Längsschwankungen vor dem Poperoller erscheint lediglich an jenen Maschinen sinnvoll zu sein, die bereits über fest eingebaute Einrichtungen für Schwingungsmessungen verfügen.

Die Installation der portablen Geräte ist teilweise sehr schwierig. Dank der Zusammenarbeit zwischen Papiermaschinenherstellern, Papierfabriken und Heimbach können jedoch bei geringem Kostenaufwand entsprechende Aufnahmepositionen und Montageeinrichtungen vorgesehen werden, die eine gefahrlose und einfache Installation der Messgeräte ermöglichen.

### Haben Sie Fragen? Ich freue mich über Ihre Mail oder Ihren Anruf:

Janek Schiefer, TASK-Service  
 Tel. +49 (0) 2421 802 526  
 janek.schiefer@heimbach.com