

Praxiswissen Instandhaltung

**Moderne Planungs-, Entscheidungs- und
Steuerungsinstrumente entlang des Anlagenlebenszyklus
24. Instandhaltungsforum**

TÜV Media

Wettbewerbsfaktor Anlagenmanagement

H. Biedermann (Hrsg.)



aus: H. Biedermann (Hrsg.) Wettbewerbsfaktor Anlagenmanagement, Köln 2010, TÜV Media GmbH

Bibliografische Informationen der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie. Detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier.

ISBN 978-3-8249-1388-6

© by TÜV Media GmbH, TÜV Rheinland AG, Köln 2010

® TÜV, TUEV und TUV sind eingetragene Marken der TÜV Rheinlan AG.
Eine Nutzung und Verwendung bedarf der vorherigen Zustimmung durch das Unternehmen.

Gesamtherstellung: TÜV Media GmbH, Köln 2010

Printed in Germany 2010

Inhaltsverzeichnis

Autorenverzeichnis	7
---------------------------	----------

Wettbewerbsfaktor Anlagenmanagement

Wettbewerbsfaktor Anlagenmanagement Hubert Biedermann	9
---	----------

Lebenszyklusorientierung und IH-Prävention

ILS-Engineering Peter Beugel-Kress	17
--	-----------

Einflussnahme auf Lebenszykluskosten im Hütten- und Walzwerksbau Christian Häusler, Peter Rainer, Christa Schlüter-Zimmer	29
---	-----------

Arbeitnehmerschutzrechtliche Aspekte in der Instandhaltung Franz Feichtinger	37
--	-----------

Organisationskonzepte

TPM trotz Krise – oder gerade deswegen!? Michael Krammer	55
--	-----------

Reorganisation der Instandhaltung durch Konzentration auf die Kernkompetenzen Werner Schröder	67
---	-----------

Energiemanagement und Energieeffizienz

Energieeffizienz und Instandhaltung - passt das? Thomas Rauch	85
---	-----------

Energieeffizienz in der Thermoprozesstechnik Klaus Buchner	101
--	------------

Personalmanagement

Qualifizierung und Personalentwicklung in der Instandhaltung 113
Rainer Hensl

Informations- und Wissensmanagement

Anlagendokumentation über den Lebenszyklus aktuell halten 123
Gerd Bitzer

Ereignisanalyse zur nachhaltigen Schwachstellenbeseitigung 133
Günter Horn

Energieeffizienz und Instandhaltung - passt das?

Thomas Rauch

1 Einleitung

Die Rhein Papier GmbH in Hürth (bei Köln) befindet sich im direkten Besitz der Gesellschafter des finnischen Papierkonzerns Myllykoski. Die organisatorische Leitung des Unternehmens liegt bei Myllykoski Corporation GmbH, Unterschleißheim. Auf der PM 1 in Hürth, einer der modernsten Papiermaschinen weltweit, werden jährlich mehr als 310.000 Tonnen Zeitungsdruck – und Offset-Druck-Papier für den Heatset hergestellt.

Ich bin seit der Planungs- und Bauphase 2002 bei der Rhein Papier GmbH beschäftigt, zunächst im Projektteam, anschließend verantwortlich für die gesamte EMSR mit dem Schwerpunkt Instandhaltung und Projektabwicklung. Ende 2006 übernahm ich zusätzlich den Aufgabenbereich „Energie“, seitdem gehört die Energieeffizienz zu meinem Tagesgeschäft.

Die Umweltproblematik, die Forderungen der Politik, der Preisdruck, all dies rückt das Thema Energie in den Fokus der Unternehmer. Die eigentliche Triebkraft für mich, mich intensiv mit den Fragen der Energieeffizienz zu beschäftigen, liegt jedoch woanders: Viele Sparmöglichkeiten, messbare Erfolge, Kollegen zum Mitmachen motivieren, neue Technologien entwickeln, an den neuesten Trends bleiben - Energie sparen macht Spaß!

2 Rhein Papier - eine der modernsten Papierfabriken weltweit



Abb. 1: Übersicht Myllykoski Konzern



Abb. 2: Myllykoski Konzern

Zeitungsdruckpapier aus 100 % Altpapier:

Tab. 1: Zahlen, Daten, Fakten

Baubeginn	Juli 2001			
Erstes Papier auf dem Tambour	Juli 2002			
Durchschnittsgeschwindigkeit	1890	m/min	113	km/h
Maximale Geschwindigkeit	2000	m/min	120	km/h
Maschinenbreite	8900	mm		
Beschnittene Papierbreite	8150	mm		
Tambourdurchmesser	3600	mm		
Rollenschneider Geschwindigkeit	2500	m/mm	150	km/h
Produktionskapazität	310.000	t/a		

3 Das Instandhaltungskonzept bei Rhein Papier

Total Productive Maintenance (TPM):

Der Anlagenoperator führt neben seinen Produktionsarbeiten auch Instandhaltungstätigkeiten aus, vorrangig Inspektionen, dazu auch kleinere Reparaturen. Kommt es zu größeren Störungen oder Havarien, so beginnt das Rhein Papier Personal mit den Reparaturmaßnahmen, gleichzeitig wird der Instandhaltungspartner alarmiert.

TPM dient damit der kontinuierlichen Verbesserung in allen Bereichen des Unternehmens: Minimierung von Defekten, Ausfällen, Qualitätsverlust und Unfällen. Mobile Maintenance Management (MMM) ist unser Werkzeug zur Durchführung von TPM-Maßnahmen.

3.1 Ein kurzer Rückblick

Im Jahr 2006 wurde bei Rhein Papier der Einsatz der RFID-Technologie als Pilotprojekt innerhalb der Myllykoski Gruppe umgesetzt. Instandhaltungsrelevante Daten werden gesammelt und im SAP-System hinterlegt. Diese Daten dienen der Optimierung und Planung von Instandhaltungstätigkeiten (z. B. Schwachstellenanalyse aus Schadensbildern, Ursache/ Wirkung - Analyse, Intervalloptimierung durch kontinuierliche Überwachung,...).

Die ständige Anpassung der Anwendung und der Prozesse an sich verändernde Situationen ist damit möglich:

- Erfassung von Informationen am Ort des Geschehens und Entstehens
- Eindeutige Identifikation der Instandhaltungsstellen durch RFID-Technik
- Automatisches Erstellen von Meldungen vor Ort
- Erfassen von Messwerten vor Ort
- Dokumentation für jede Instandhaltungsstelle vor Ort abrufbar
- Automatische Rückmeldung der Ergebnisse
- Intervalloptimierung

3.2 Unser Instandhaltungspartner VIPH

Voith Industrial Services Paper GmbH & Co. KG, Heidenheim:

Die Wartung und Instandhaltung ist auf Basis der DIN 31051 an die VIPH vergeben, die gesamte Instandhaltung wird über das SAP PM (Plant Maintenance) -Modul abgewickelt. VIPH arbeitet auf 40-Stunden-Basis, die restliche Zeit wird über Rufbereitschaften abgedeckt.

4 Einsatz von Energie – Worüber reden wir?

Die Papierindustrie gehört zu den energieintensivsten Branchen und ist daher vom Anstieg der Energiekosten besonders betroffen.

Energie wird in der Papierindustrie vor allem in zwei Formen benötigt:

- **Elektrische Energie**, vorrangig zum Antrieb von Motoren, für die
 - Kälteanlagen
 - Druckluftkompressoren
 - Pumpen
 - Gebläse
 - Fördertechnik
 - Papiermaschine
 - Rührwerke
 - Werkzeugmaschinen
- **Thermische Energie**, für die:
 - Papiertrocknung
 - Warmwassererzeugung
 - Hallenheizung

Beide Energieformen können auf unterschiedliche Weise in Kraftwerken erzeugt werden. Rhein Papier besitzt kein eigenes Kraftwerk – „Strom und Dampf kommen aus der Steckdose“.

Zur einfachen Vergleichbarkeit der Daten werden folgende Einheiten benutzt. Die Relationen beruhen auf echten Messungen.

Tab. 2: Messwerte und ihre Einheiten

Elektrische Leistung (Strom):	MW
Arbeit elektrisch als auch thermisch:	MWh
Produzierte Papiermenge:	t

4.1 Energieverbrauch

Der Gesamtenergieverbrauch wird bezogen auf die produzierte verkaufsfähige Tonnage, damit erhält man den spezifischen Energieverbrauch in MWh/t. Der spezifische Energieverbrauch ist abhängig von der Produktionsmenge sowie den Längen- und Breitenverlusten, welche beim Umrollen auf verkaufsfertige Rollen entstehen. Abriss- und Stillstandszeiten beeinflussen den Energieverbrauch ebenfalls negativ. Die Anlage läuft und produziert insgesamt rund 8300 Stunden pro Jahr.

Zeit- und Materialverluste werden zusammengefasst im Gesamtwirkungsgrad der Fabrik eine störungsfrei laufende Anlage hat automatisch einen geringeren spezifischen Energieverbrauch als im häufig gestörten Betriebszustand.

Zusätzlich wird der Energieverbrauch durch die unterschiedliche Fahrweise der Anlagen beeinflusst. Das bedeutet, dass auch die Mitarbeiter die Energieeffizienz durch ihr Verhalten mit bestimmen. Somit sind für die Energiekosten neben den Energieversorgern auch die eigenen Mitarbeiter verantwortlich.

Ein Überblick über den Energieverbrauch bei Rhein Papier in Form von Diagrammen zeigt die Entwicklung vom Jahr 2006 bis einschließlich 2010.

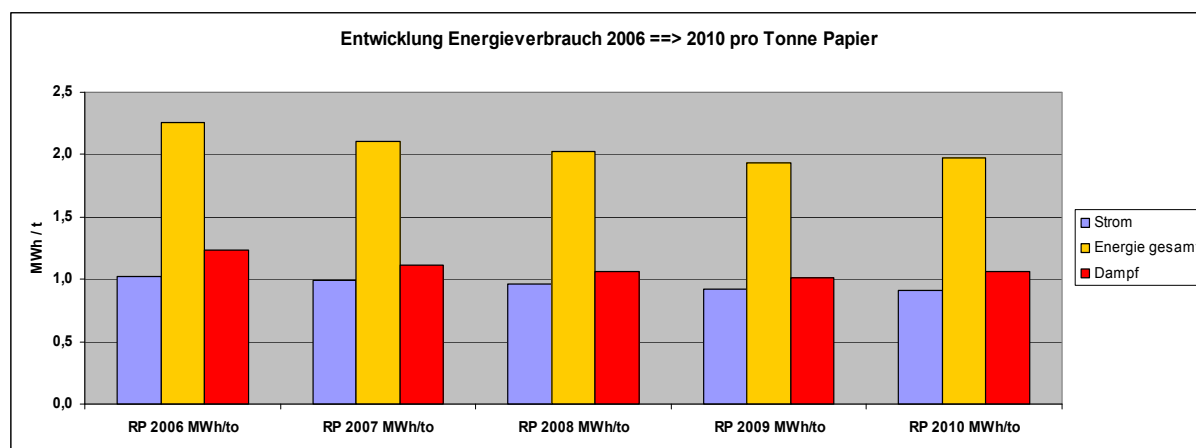


Abb. 3: Entwicklung des Energieverbrauchs in den Jahren 2006 bis 2010 pro Tonne Papier

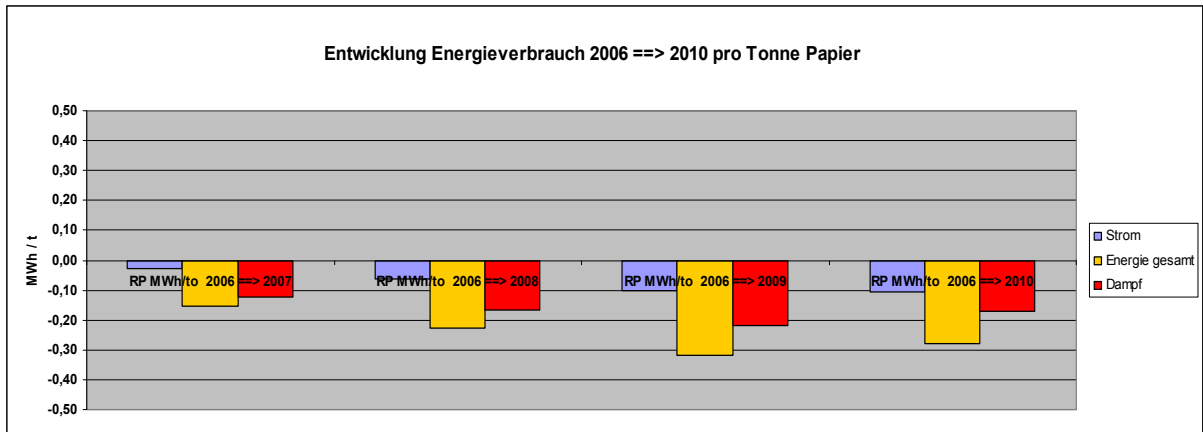


Abb. 4: Energieeinsparung in den Jahren 2006 bis 2010 pro Tonne Papier

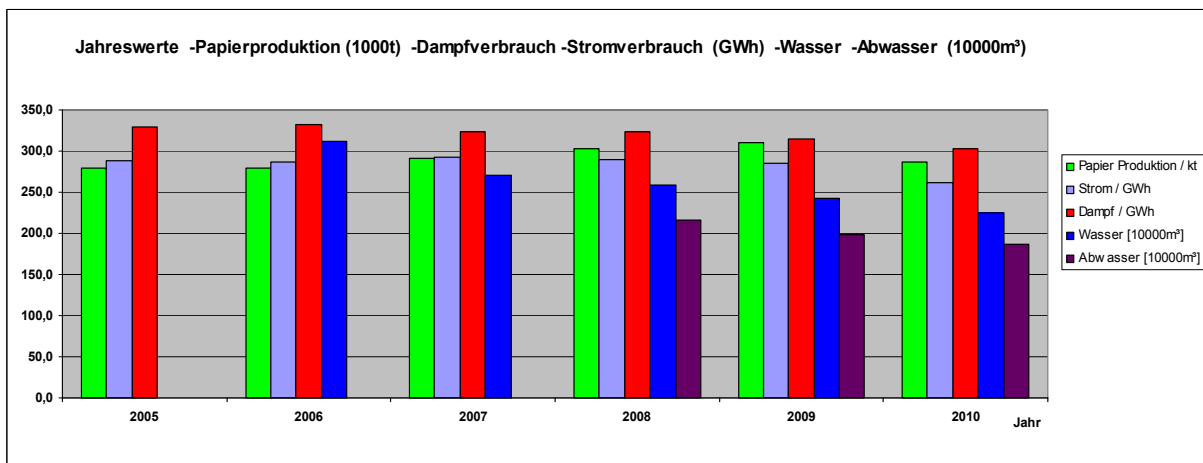


Abb. 5: Jahreswerte für die Papierproduktion und den Verbrauch an Dampf, Strom, Wasser sowie Abwasser

Die erfolgreichen Einsparungen konnten die gestiegenen Energiekosten nicht vollständig kompensieren.

Das Jahr 2009 war besonders erfolgreich, da nicht nur die spezifischen Verbräuche gesunken sind, sondern auch trotz deutlich gesteigerter Papierproduktion die absoluten Bezugsmengen vom Kraftwerk gegenüber 2008 sanken. Dies ist ausschließlich auf erfolgreich umgesetzte Einsparungsprojekte zurückzuführen.

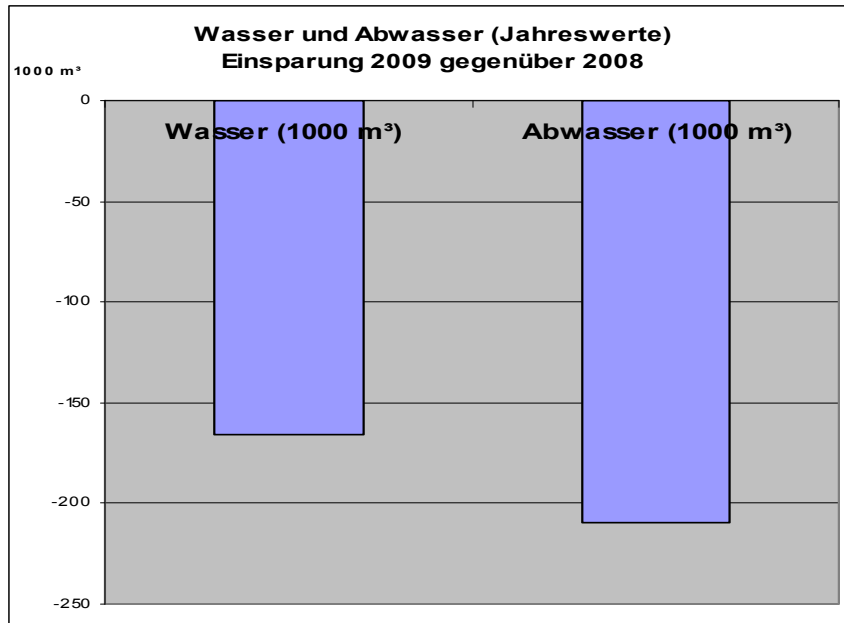


Abb. 6: Jahreswerte für die Einsparung von Wasser und Abwasser

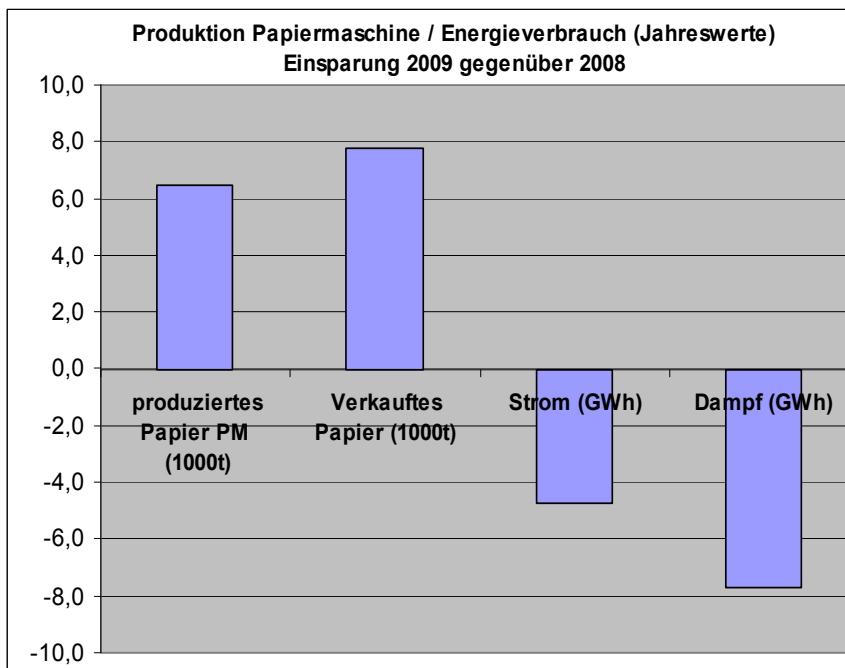


Abb. 7: Jahreswerte für den Anstieg für produziertes und verkauftes Papier sowie für die Einsparung von Strom und Dampf

Die Hochrechnungen für das Jahr 2010 sind leider weniger positiv, da wir mit mehreren ungeplanten Stillständen verursacht durch Havarien gestartet sind. Zusätzlich läuft die Anlage weniger stabil, der Wirkungsgrad ist schlechter. Parallel zur niedrigeren Produktionsmenge verschlechtert sich auch der spezifische Energieverbrauch. Der sehr kalte und lange Winter in Hürth ist deutlich im Dampfverbrauch sichtbar.

4.2 Einsparungen durch Optimierung der Fahrweise der Anlage

Anhand der Produktionskennzahlen lässt sich erkennen, dass enorme Einsparungen durch eine optimierte Fahrweise möglich sind. Das nachfolgende Diagramm zeigt deutliche Schwankungen im spezifischen Verbrauch bei vergleichbarem Maschinenlauf. Diese sind Folge von unterschiedlichen, bedienerabhängigen Einstellungen der Anlage.

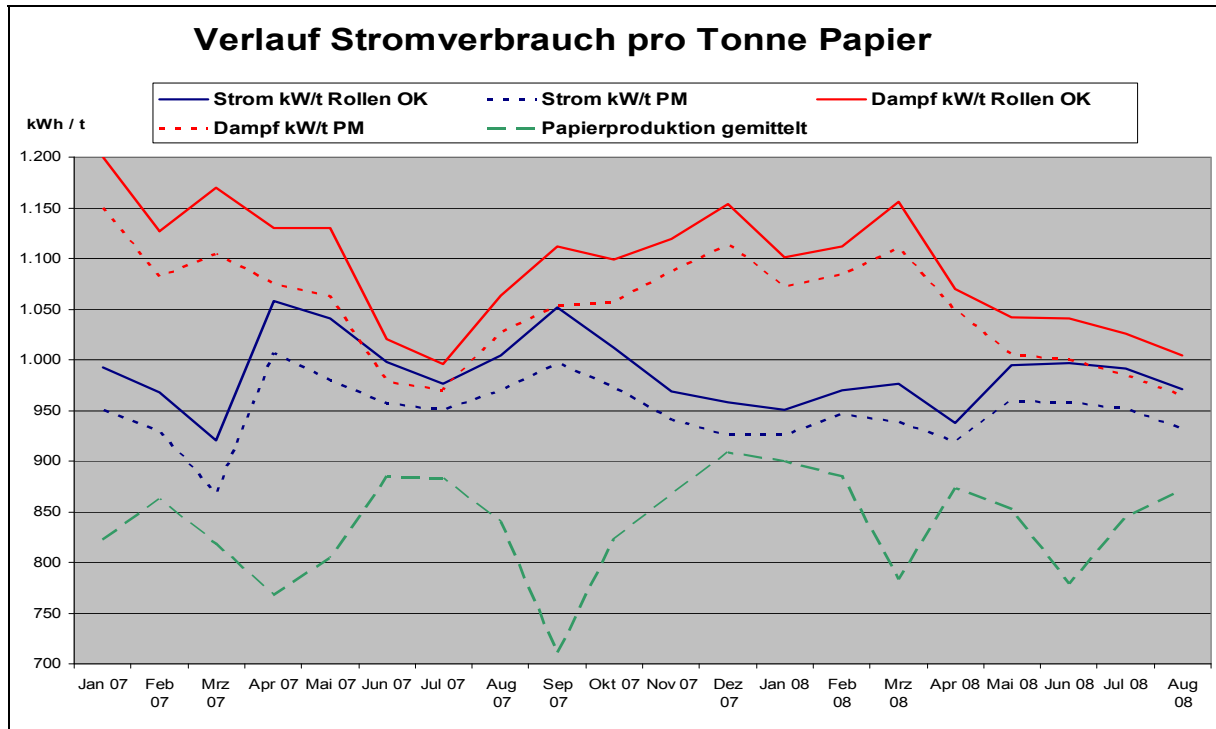


Abb. 8: Strom- und Dampfverbrauch in kWh/t monatlich dargestellt

Aus energietechnischer Sicht ist ein Wechsel zwischen vollständiger Auslastung und zeitweiliger Abschaltung der Anlage billiger als diese durchgehend mit einer geringen Auslastung zu betreiben.

Energieverluste bei nicht vollständiger Auslastung betreffen z. B. Pressdrücke und Vakua. Bedingt durch erfolgreiche Einsparungen beim Frischwasserbedarf und beim anfallenden Abwasser konnte zusätzlich eine erhebliche Menge Wärmeenergie, die zur Temperierung des Frischwassers nötig ist, eingespart werden. Der Anlagenfahrer ist gefordert, Transparenz und Bewusstsein für den Energieverbrauch zu schaffen.

Sämtliche wichtigen spezifischen Verbrauchszahlen werden online im Leitsystem angezeigt.

26.02.08 13:46:14.312 55K3786/MSG ANFAHRWARN SCHLAMMVERLADUNG : Schaltkontakt Prozessmeldung. KG		26.02.2008 13:49:42	
AP_Allgemein	AP_Abwasser	AP_Schlamm	PM_Server01
AP_Flotation	AP_Rejekt	AP_Sperrwasser	PM_Server02
AP_Hilfsstoffe	AP_Eindickung	Diagnose	AP_Server01
PM_AP_Verbrauch	PM_AP_Energie		AP_Server02
VERBRÄUCHE			
	TAG	VORTAG	WOCHE
Papier auf Roller	13,6 Std/Tag	23,6 Std/Tag	37,2 Std/Woche
Produktivität / Auslastung	98,1 %	98,5 %	98,4 %
Produktion PM	542 t/Tag	966 t/Tag	1508 t/Woche
Tagesleistung bei	105,4 % (tato)	108,2 % (tato)	107,1 % (tato)
Altpapier	671 t/Tag	1142 t/Tag	1812 t/Woche
	123,7 % (t lutro)	118,2 % (t lutro)	122,8 % (t lutro)
Schlammabzug	179 t/Tag	508 t/Tag	687 t/Woche
	33,0 % (t lutro)	52,6 % (t lutro)	45,5 % (t lutro)
Abwasser	3569 m³/Tag	5837 m³/Tag	9406 m³/Woche
	657,9 % (m³ lutro)	604,3 % (m³ lutro)	623,7 % (m³ lutro)
Frischw. ges. RWE	4153 m³/Tag	7086 m³/Tag	11239 m³/Woche
	765,6 % (m³ lutro)	733,6 % (m³ lutro)	745,2 % (m³ lutro)
Sperrwasser	586 m³/Tag	1022 m³/Tag	1609 m³/Woche
	108,1 % (m³ lutro)	105,9 % (m³ lutro)	106,7 % (m³ lutro)
Kondensat	733 m³/Tag	1302 m³/Tag	2035 m³/Woche
	82 MWh(th)/Tag	145 MWh(th)/Tag	227 MWh(th)/W.
	135,1 % (m³ lutro)	134,8 % (m³ lutro)	134,9 % (m³ lutro)
17bar-HD-Dampf PM	12 t/Tag	21 t/Tag	33 t/Woche
	2,2 % (t lutro)	2,2 % (t lutro)	2,2 % (t lutro)
17bar-HD-Dampf RWE	3 t/Tag	5 t/Tag	8 t/Woche
	2 MWh(th)/Tag	4 MWh(th)/Tag	6 MWh(th)/W.
	0,5 % (t lutro)	0,5 % (t lutro)	0,5 % (t lutro)
3,2bar Dampf gesamt	761 t/Tag	1338 t/Tag	2099 t/Woche
	584 MWh(th)/Tag	1026 MWh(th)/Tag	1610 MWh(th)/W.
	140,3 % (t lutro)	138,5 % (t lutro)	139,2 % (t lutro)
Energie Dampf gesamt RWE	504 MWh(th)/Tag	884 MWh(th)/Tag	1388 MWh(th)/W.
			6191 MWh(th)/W.
Geschwindigkeit Mittelwert	1803 m/min	1847 m/min	1831 m/min
Flächengewicht Mittelwert	45,0 g/m²	44,9 g/m²	44,9 g/m²

Abb. 9: Spezifische Verbrauchszahlen im Leitsystem

5 Projekte zur Energieeinsparung

5.1 Einsparungen durch Prozessoptimierung

Nach der Überprüfung der Anlagen bezüglich möglicher Einsparpotentiale konnten verschiedene Projekte realisiert werden.

- Pumpe Ableerturm:**
 Aufgrund der Prozessbedingungen (geodätische Höhe) wird die Pumpe mehr als 95% der Zeit abgeschaltet.
- Pumpe Combisorter:**
 Aufgrund der Leistung der vorgelagerten Pumpe konnte auf diese Pumpe verzichtet werden.

- **MC3-Pumpe:**
Diese Pumpe förderte eine zu kleine Menge, durch den Einsatz eines kleineren Laufrades läuft der Antriebsmotor der Pumpe in einem besseren Betriebspunkt. Die Pumpe fördert nun die benötigte Menge, ein Umbau auf einen größeren Motor ist nicht erforderlich.
- **Turbair-Gebläse:**
Die gesamte Vakuumanlage ist überdimensioniert. Nach Rücksprache mit dem Hersteller war es möglich, nach einigen kleineren Umbauten ein komplettes Gebläse abzuschalten. Es wurden ca. 700 kW Leistung gespart, dies entspricht rund 5.500 MWh Arbeit im Jahr.
- **Stillstände der DIP (Stoffaufbereitung):**
Die DIP wird mit maximaler Leistung betrieben. Sind die Stofftürme voll, wird gezielt abgestellt. Die gewonnene Zeit wird effektiv genutzt: kleinere Reparaturen können geplant durchgeführt werden, Inspektionen werden erledigt (TPM). Gleichzeitig kann das Instandhaltungspersonal besser eingeplant und damit ausgelastet werden. Papiermaschinenstillstände lassen sich effizienter planen, es steht mehr Personal zur Verfügung. Die Stoffaufbereitung läuft durch die zusätzlichen Stillstände stabiler, der Prozess lässt sich besser kontrollieren, es kommt zu weniger ungeplanten Ausfällen. Pro Stunde Stillstand werden ca. 7 MW Leistung gespart, dies ergibt eine Einsparung von ca. 1050 MWh Arbeit pro Jahr.
- **Energieeinsparung in der Trockenpartie:**
Sipaper APC Gemeinsames Projekt mit Siemens - RP als Pilotanlage LEVEL2 Steuerung: Die Siemens-Division Industry Solutions hat eine neue Softwarelösung zur energiesparenden Fahrweise von Trockenpartien entwickelt. Ziel von Sipaper APC (Advanced Process Control) DrySec ist es, den Dampfverbrauch und somit auch den Energiebedarf des Trocknungsprozesses in der Papierherstellung zu reduzieren. Dazu werden optimierte Sollwerte für alle trockenungsrelevanten Größen berechnet und an die bestehenden Prozessverhältnisse angepasst. Dabei konnte der Bedarf an Frischdampf um mehr als drei Prozent gesenkt werden.

Eine optimierte Prozessführung ist für den gesamten Papierherstellungsprozess von Bedeutung. Dabei gilt es, die geforderte Produktqualität zu erreichen und gleichzeitig die Kosten für Rohstoffe, Energie und Hilfsstoffe zu minimieren. Ein großer Anteil der Energiekosten in der Papierindustrie entfällt auf die Dampferzeugung zur Papiertrocknung. Hier setzt die Softwarelösung Sipaper APC DrySec an: Grundlage ist ein physikalisches Prozessmodell, das alle trockenungsrelevanten Größen berücksichtigt. Dabei werden vor allem das Luft-, Wärmerückgewinnungs-, Dampf- und Kondensatsystem sowie die gegenseitigen Wechselwirkungen und Abhängigkeiten betrachtet. Anhand der gemessenen Werte wird das Modell in regelmäßigen Abständen an die momentan herrschenden Prozessverhältnisse angepasst. Darauf aufbauend führt Sipaper APC DrySec eine Optimierungsrechnung durch, mit der die energetisch günstigsten Sollwerte ermittelt werden. Die Werte werden anschließend an das Prozessleitsystem übertragen. Dadurch kann beispielsweise die Haubenluft so eingestellt werden, dass die zugeführte Luftmenge minimiert wird. Gleichzeitig wird sichergestellt, dass das aus der Papierbahn verdampfte Wasser aufgenommen und abgeführt wird, ohne dass es zur Kondensation kommt. Andere berechnete Größen können – je nach Anlagentyp – die Heizkurve, die Siebwasseranwärmung oder die Dampfmenge im Dampfblaskasten sein. Zusätzlich kann Sipaper APC DrySec als Softsensor eingesetzt werden, da es auch Prozessgrößen berechnet, für die keine Instrumentierung installiert ist.

Dazu gehören zum Beispiel die Feuchte und Temperatur der Papierbahn vor und nach jedem Trockenzyylinder oder die im Wärmetauscher umgesetzte Leistung. Dies führt zu einem besseren Anlagenverständnis. Zudem lässt sich das Prozessmodell zu Diagnosezwecken nutzen. So kann beispielsweise das langsame Verschmutzen eines Wärmetauschers erkannt und angezeigt werden. Sipaper APC DrySec ist ein Bestandteil der speziell für die Papier- und Zellstoffindustrie entwickelten Lösungsplattform Sipaper und kann sowohl an Siemens-Prozessleitsysteme als auch an Fremdsysteme angebunden werden.

Projekte in Planung / Vorbereitung:

- **PWP** Prozessübergreifendes Wärmeenergiemanagement für Produktionsanlagen:
Einsparung ca. 30 GWh Dampf / Jahr
- **Rückbau der vorhandenen Ammoniak Kälteanlage:**
Einsparung ca. 2 GWh Strom / Jahr
- **Diverse Prozessoptimierungen:**
Einsparung ca. 1,5 GWh Strom / Jahr
- **Umbau weiterer Pumpen auf Drehzahlregelung**

5.2 Betrachtung von möglichen Einsparpotentialen

5.2.1 Motorsysteme:

Der Stromverbrauch von Motorsystemen wird bestimmt durch:

- den Motorwirkungsgrad
- die Dimensionierung
- die Motorregelung
- die Stromversorgungsqualität
- das mechanische Übersetzungssystem,
- die Wartung und
- die Effizienz des Endnutzungsgeräts

Tab. 3: Einsparungspotentiale bei Motorsysteme

Maßnahmen	Einsparpotential
energieeffiziente Motoren (EEM)	2-8%
korrekte Dimensionierung	1-3%
energieeffiziente Motorreparatur (EEMR)	0,5-2%
Antriebe mit veränderlicher Drehzahl (ASD)	10-50%
Getriebe/Untersetzungsgetriebe hoher Effizienz	2-10%
Qualität der Stromversorgung	0,5-3%
Wartung: Schmierung, Einstellung und Feinabstimmung	1-5%

5.2.2 Welchen Einfluss hat die Instandhaltung?

Hier kann der Instandhalter direkten Einfluss auf den Energieverbrauch nehmen. Wünschenswert sind natürlich Kopplungsarten mit möglichst hohem Wirkungsgrad.

Tab. 4: Einsparungspotentiale durch die Instandhaltung

Kopplungsarten	Wirkungsgrad	Wirkungsgrad ohne Service
Direkt	1	
Getriebe	0,94 bis 0,98	
Zahnriemen	0,97 bis 0,99	
Flachriemen	0,96 bis 0,99	
Keilriemen	0,94 bis 0,96	0,91 bis 0,93
Parallele Keilriemen	0,90 bis 0,93	0,87 bis 0,91

5.2.3 Pumpensysteme

Tab. 5: Einsparungspotentiale bei Pumpensysteme

Maßnahmen	Einsparpotential
Drehzahlregelung – Drosselregelung in Abhängigkeit der Auslastung	80%
Anpassen des Laufrades (Durchmesser)	50%
Beschichten der Pumpe, höhere Standzeit	10%
Abdichtungsmöglichkeiten :	
Stoffbuchspackung	0%
Dynamische Gleitringdichtung	3%
Stationäre Gleitringdichtung	6%

5.2.4 Einsparungen durch geändertes Antriebskonzept

Bisheriges Konzept:

Pumpen und Gebläse werden unter Verwendung von Motoren mit festen Drehzahlen betrieben, bei denen entweder keine Steuerung vorhanden ist oder die über Drossel- Regelklappen gesteuert werden.

Zukünftiges Konzept:

Austausch gegen Motore mit drehzahlveränderlichen Antrieben, sodass der Prozess über die Drehzahl (Frequenzumrichter) gesteuert werden kann.

Hier ist der Zusammenhang von Energieverbrauch mit der Förderrate und den damit verbundenen Energiekosten graphisch dargestellt. Bei der Drosselregelung ist der Energieverbrauch nahezu konstant.

Läuft die Pumpe nicht im Arbeitspunkt, sind sehr große Einsparpotentiale bei Verwendung drehzahlveränderlicher Antriebe gegeben. Der Mehraufwand für die Wartung von Regelarmaturen muss zusätzlich beachtet werden.

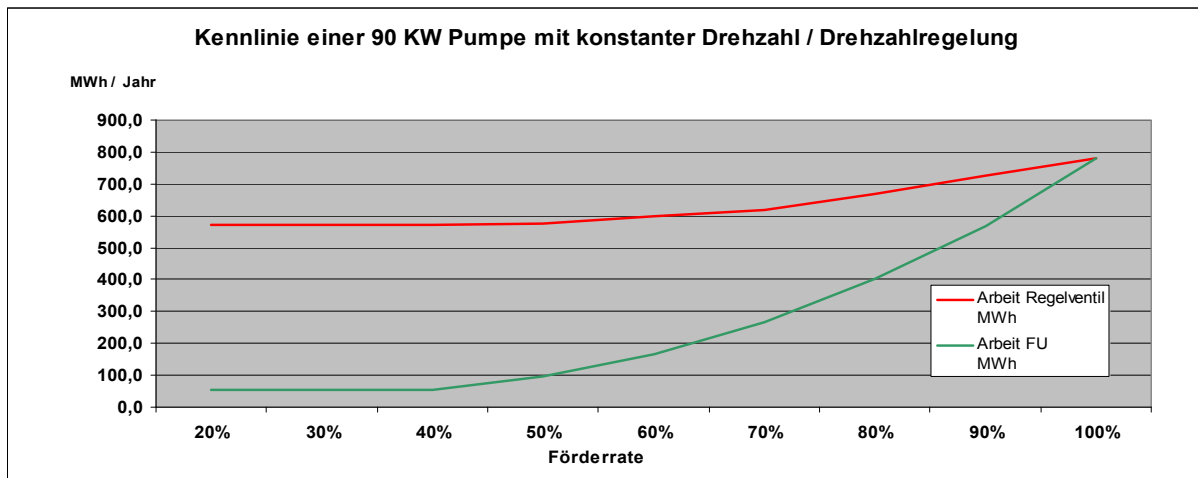


Abb. 10: Kennlinien und Kosten einer 90 kW Pumpe mit Drosselregelung und mit Drehzahlregelung

5.3 Einsparung von Energie – Was ist zu tun?

Ein mehrstufiges Projekt:

- Das gesamte Werk soll auf Einsparpotentiale untersucht werden:
 - Pumpen und Gebläse ab einer Leistung von 37 kW
 - Heiz und Kühlkreisläufe, Wasserkreise, Hallenklima
 - PM / Trockenhaube
 - Technologische Fragestellungen
- Es wird Unterstützung aus folgenden Fachbereichen benötigt:
 - Fachmann für Strömungsmaschinen (Pumpen und Gebläse)
 - Fachmann für Thermodynamik (Wärmetauscher, Wärmeerzeugung,,)
 - Fachmann für EMSR (Motoren, Regelkonzepte,...)
 - Fachmann für Technologie (Prozess)
- Vorgehensweise mit werkseitiger Unterstützung:
 - Bereitstellen von Dokumentationen (Pumpenkennlinien, Typenschilder, Pläne,...)
 - Begleitung der Messungen (Temperaturen, Last, Menge, Druck,...)
 - Untersuchung sämtlicher in Frage kommender Aggregate
 - Die Ergebnisse werden zusammengetragen und ausgewertet. So entsteht für jedes Aggregat eine Leistungsbilanz mit möglichem Einsparpotential.
 - Die hierzu erforderlichen Umbauten werden gelistet und budgetiert.

- Die Ergebnisse werden anschließend im Werk präsentiert und die Realisierung abgestimmt.
- Nach erfolgtem Umbau einzelner Aggregate werden erneut Messungen durchgeführt, die als Basis für weitere Maßnahmen dienen können.
- Je höher die Qualität der Messungen, umso aussagekräftiger sind die Ergebnisse.

Hiermit ist der erste Schritt zu einem umfassenden Energiemanagement getan. Ziel ist ein Energiemanagementsystem nach der neuen DIN EN 16001.

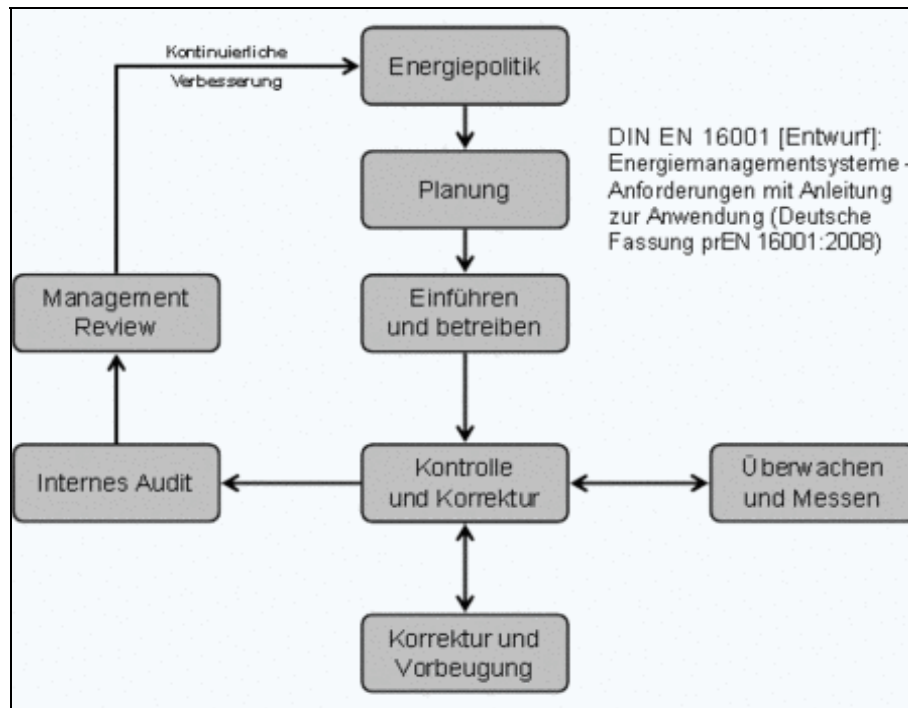


Abb. 11: Energiemanagementsystem DIN EN 16001

6 Fazit

Investitionsvolumen 2007 bis 2010 für Energie-Effizienz-Projekte: 450.000 €

- Beseitigung von Leckagen in der Druckluftversorgung
- Optimierung der Hallenheizung
- Umbau diverser Pumpen
- Ausschaltung der Beleuchtung
- Rohrbegleitheizungen
- Anpassung der Prozessparameter
- Aufmerksame Anlagenfahrer
- Abschalten der Stoffaufbereitung DIP
- Abschalten des Gebläses eines Hochlastreaktors im Winterhalbjahr

- Abschalten / Umbau Vakuumanlage
- Level 2 Steuerung zur Dampfeinsparung
- Umbau mehrerer Pumpen mit Drosselregelung auf Drehzahlregelung.
- Anpassungen und Optimierung der Prozesssteuerung
„Papierqualität so gut wie nötig, Energieverbrauch so gering wie möglich“
- Anpassungen und Optimierungen in der Hallenclimatechnik
- Alle Mitarbeiter achten auf den Energieverbrauch, machen mit
- Installation von Energiezählern im Leitsystem PCS7
- Reinigung von Wärmetauschern und Wärmerückgewinnungen
- Viele kleine Projekte, Anpassungen, ...

Einsparungen von 2006 bis Ende 2009

Tab. 6: Einsparung von Strom, Dampf und Wasser / Abwasser

Jahr	Strom [%]	Dampf [%]	Wasser / Abwasser [%]	Strom spezifisch [MWh / t]	Dampf spezifisch [MWh / t]	Wasser / Abwasser spezifisch [m ³ / t]
2006	100,0	100,0	100,0	1,02	1,23	11,11
2007	97,3	89,8	83,6	0,99	1,11	9,29
2008	94,2	86,1	76,5	0,96	1,06	8,51
2009	90,1	82,3	70,2	0,92	1,02	7,8
				in 2009	in 2009	in 2009
Gesamteinsparung in 2009 gegenüber 2006	9,9	17,7	29,8	31.500	67.8000	10.290.000

Laufende Projekte:

- Spitzenlastabwurf
- Level-2 Steuerung Energiemanagement

Eine intelligente Steuerung:

- Automatische Erkennung von unnötigem Energieverbrauch.

Energieverbrauch und Instandhaltung:

- Der Energieverbrauch steuert Instandhaltungsmaßnahmen.
- Die Instandhaltung steuert den Energieverbrauch.

Gibt es Möglichkeiten über den Energieverbrauch Instandhaltungsmaßnahmen zu steuern?

- Die elektrische Leistungsaufnahme wird gemessen.
- Die abgegebene Leistung wird ebenfalls erfasst.
z. B. bei Pumpen Druck und Fördermenge.
- Aus diesen Daten wird der Gesamtwirkungsgrad ermittelt.

- Die Messungen werden regelmäßig im Rahmen der Inspektion oder automatisiert durchgeführt.
- Die Ergebnisse werden gespeichert.
- Die Daten werden regelmäßig verglichen.
- Anhand des Verlaufs lässt sich der Gesamtwirkungsgrad und somit die Notwendigkeit der Wartung bestimmen.

7 Ausblick

Die Vision soll Wirklichkeit werden - im Januar geht es los. Ein Praktikant kommt zur Unterstützung, um Daten zu sammeln und Messungen durchzuführen. Und dann? Wir werden sehen.

Es gibt sehr viele Berührungspunkte zwischen der Instandhaltungsarbeit und der Steigerung der Energieeffizienz. Das Fachwissen des Instandhalters ist eine unentbehrliche Grundlage zum Auffinden von Einsparpotentialen. Gleichzeitig beeinflusst er direkt den Energieverbrauch, denn eine gut gewartete Anlage läuft deutlich effizienter.

Bei Projekten, beim Austausch von Bauteilen sowie bei neuen Anlagen muss ein deutlich intensiveres Augenmerk auf die Energieeffizienz gelegt werden als bisher. Veraltete Technik bzw. Bauteile mit hohem spezifischem Energieverbrauch sollten – wo immer möglich – ausgetauscht werden. Sobald eine neue Anlage in Betrieb geht, startet in der Regel schon das erste Umbauprojekt ... hier sollte man vorausschauender planen, nicht überdimensionieren / den „Angstfaktor“ weglassen, Drehzahlregelungen Regelventilen vorziehen.

Der Instandhalter kann umfassend Einfluss auf die Energieeffizienz nehmen - und damit Kosten im Produktionsbetrieb senken.