

04 | MACHBARKEITSSTUDIE ZUR EFFIZIENZ- STEIGERUNG EINES INDUSTRIEKRAFTWERKS



Projekttyp/Leistung: Machbarkeitsstudie

Auftraggeber: Kartonfabrik Buchmann GmbH

Ort, Land: Annweiler, Deutschland

Projektumfang: 8 Mannmonate

Projektbeschreibung:

Die Papier- und Zellstoffindustrie gehört zu den ressourcenintensivsten Grundstoffindustrien. Energie in Form von Dampf und Strom muss so effizient und kostengünstig wie möglich bereitgestellt werden. Die REINSTEIN GmbH wurde mit der Durchführung einer Machbarkeitsstudie beauftragt, mit der Möglichkeiten zur Verbesserung der Energieeffizienz im fabrikeigenen Kraftwerk der Kartonfabrik untersucht wurden.

Zunächst wurden in einem Kunden-Workshop die Projektziele festgelegt. In Interviews mit Mitarbeitern und durch Analyse der vorliegenden Dokumentationen konnten die Schwachstellen der Anlage eingegrenzt werden. Zudem wurden eigene Messdaten erhoben.

Im Anschluss wurden die auf Basis der Analysen und Inspektionen abgeleiteten Verbesserungsvorschläge konkretisiert. Über einen längeren Zeitraum konnten eine Vielzahl

von Produktionszuständen und Fahrweisen der Anlage inkl. spezifischer Störfälle überprüft werden. Es wurden die technischen Spezifikationen für verschiedene Szenarien erstellt sowie Richtangebote für die Einzelgewerke angefragt und überprüft.

Projektergebnis:

Die Studie weist nach, dass die Eigenstromerzeugung weiter gesteigert werden kann. Auch die jetzt schon geringen thermischen Verluste können nochmals reduziert werden. Die Studie zeigt zudem, dass sich die notwendigen Investitionen bereits nach etwa drei bis fünf Jahren amortisieren. So wurde für den Auftraggeber eine sehr genaue Abschätzung der Wirtschaftlichkeit der Investitionen ermöglicht.



Verein Zellcheming

78 ZELLCHEMING-Expo in neuem Look

Grafische Papiere

80 Einen Schritt voraus denken

Nachhaltigkeit

86 Zusätzliche Wertschöpfung generieren

Energie

96 Effiziente Energieerzeugung

Mitgliedertreffen

112 Abwasserreinigung in Papierfabriken

Im Kraftwerk der Kartonfabrik Buchmann wurden Möglichkeiten zur Verbesserung der Energieeffizienz untersucht



Effiziente Energieerzeugung in der Papierindustrie

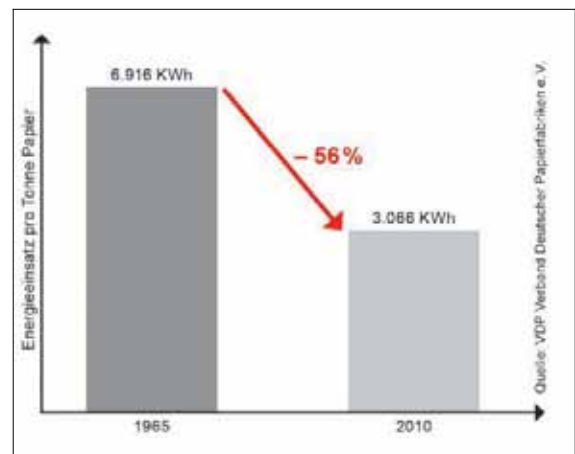
Optimierungsmöglichkeiten im Industriekraftwerk einer Kartonfabrik

Teil 1

Energie ist der entscheidende Produktionsfaktor in der Papierherstellung. Dort, wo viel Energie in Form von Dampf und Strom verbraucht wird, muss diese so effizient und kostengünstig wie möglich bereit gestellt werden. Ein Grund, warum viele Unternehmen der Papierwirtschaft bereits auf eigene Kraftwerke mit Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) setzen. Häufig arbeiten die Kraftwerke allerdings nicht mit dem Wirkungsgrad, den sie bei optimierten Parametern erzielen könnten. Der folgende Beitrag stellt eine Machbarkeitsstudie vor, mit der Möglichkeiten zur Verbesserung der Energieeffizienz im Kraftwerk einer Kartonfabrik untersucht wurden. Die Studie wurde im Auftrag der Kartonfabrik Buchmann GmbH durch die im Kraftwerksbereich spezialisierten Ingenieure der Reinstein GmbH durchgeführt.

Auch wenn sich der Energieeinsatz zur Produktion einer Tonne Papier in den vergangenen 50 Jahren um mehr als die Hälfte reduziert hat und mittlerweile noch 3066 kWh/t in Form von Dampf und Strom verbraucht werden,¹ stehen Papierhersteller in Sachen Energieeffizienz vor großen Herausforderungen. So beträgt der durchschnittliche Anteil der Energiekosten an den gesamten Produktionskosten laut Branchenangaben etwa 12%. Die Ressource „Energie“ ist ein entscheidender Produktionsfaktor und die stetig steigenden Aufwendungen für diesen bedeuten eine permanente Bedrohung für die Wirtschaftlichkeit und Existenz von Unternehmen. (Abb. 1)

Abb. 1: Energieeinsatz in der Papierherstellung



Die Papier- und Zellstoffindustrie gehört zu den ressourcenintensivsten Grundstoffindustrien. Um den steigenden Kosten für Strom und Brennstoffe wie Öl und Gas entgegenzusteuern, haben Hersteller bereits eine Vielzahl von Maßnahmen ergriffen, um ihre Energieeffizienz zu steigern:

- Es wurden Optimierungen im Produktionsprozess selbst umgesetzt, z. B. effizientere Bauteile und Verfahren, Erneuerung der Anlagen bzw. von Komponenten
- 72 % der Betriebe nutzen das Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung in der eigenen Strom- und Prozessdampferzeugung²;
- die Art der eingesetzten Brennstoffe wurde vielfach auf regenerative und umweltfreundlichere Alternativen umgestellt; so werden beispielsweise auch die in der Produktion anfallenden Abfallstoffe heutzutage zur Energieerzeugung genutzt.

Untersuchungen zeigen aber, dass hier bei weitem noch nicht das Ende der Fahnenstange erreicht ist. Weitere Effizienzsteigerungen sind über die ganze Prozesskette hinweg möglich.

1. Die Ausgangssituation

Die Kartonfabrik Buchmann GmbH mit Sitz in Annweiler gehört zu den führenden Herstellern von Faltschachtelkarton auf Basis von Recyclingpapier und Frischfasern. Die Kartonmaschinen haben eine Kapazität von über 240 000 t jährlich.

Das Unternehmen beschäftigt 325 Mitarbeiter und legt hohen Stellenwert auf Umweltschutz und Nachhaltigkeit. Prozesse und Anlagen werden konsequent weiterentwickelt und optimiert, um Ressourcen zu schonen und Emissionen so gering wie möglich zu halten.

Im Rahmen des aktiven Energiemanagements nutzt Buchmann Verfahren der Kraft-Wärme-Kopplung und Wärmerückgewinnungsmöglichkeiten. Zwei Kraftwerksblöcke erzeugen rund um die Uhr mit Hilfe von Erdgas den für die Kartonproduktion notwendigen Prozessdampf (Abb. 2)

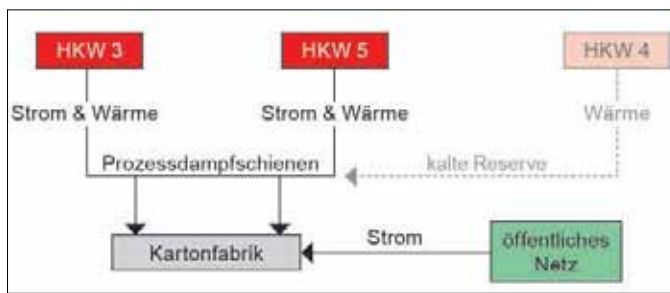


Abb. 2: Anlagenaufbau Kartonfabrik Buchmann

Gleichzeitig wird über Gas- und Dampfturbinen ein Großteil der benötigten elektrischen Energie von bis zu 15 MW produziert, so dass nur ein geringer Anteil aus dem öffentlichen Netz bezogen wird. Ein Reserverblock steht für die primäre Dampferzeugung im Notfall zur Verfügung.

Die Anlage – in der Studie wurde ausschließlich der Kraftwerksteil und nicht die Kartonproduktion selbst berücksichtigt – sollte auf Optimierungsmöglichkeiten hinsichtlich der Energieeffizienz überprüft werden, wobei u. a. folgende Zielsetzungen erfüllt werden sollten:

- Erhöhung der Eigen-Stromerzeugung (Reduzierung bzw. Vermeidung von Fremdstrombezug)
- weitere Reduzierung der thermischen Verluste
- Brennstoffeinsparung bzw. höherer Brennstoffnutzungsgrad
- Umstellung von Wasser- auf umweltfreundliche Luftkühlung
- Erhöhung der Zuverlässigkeit und verbesserte Störfallbeherrschung
- verbesserte Erfassung der Betriebsparameter und weitere Automatisierung der Anlagensteuerung.

2. Herausforderung und Vorgehensweise

Der Energieeinsatz in Papierfabriken ist sehr komplex und zum Teil fehlen Mess- und Steuerungsmöglichkeiten an den Einzelverbrauchern, die Voraussetzung sind für die Identifizierung der jeweiligen Verbräuche an Dampf und elektrischer Energie. Will man Verbesserungspotenziale erkennen und bewerten, sollten alle Teile der Anlage und der Produktionsprozesses systematisch analysiert werden. So auch im vorliegenden Fall.

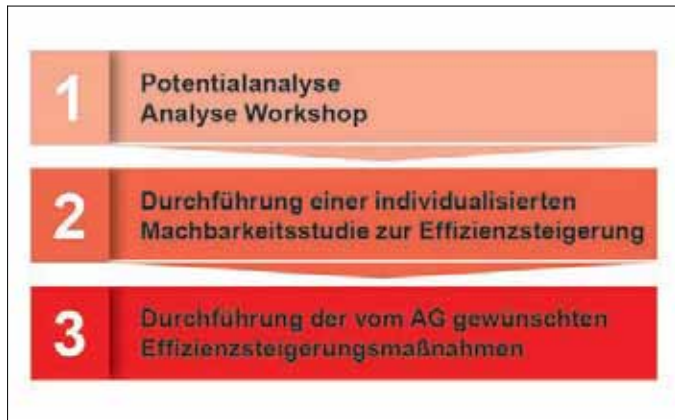


Abb. 3: Projektablauf der Machbarkeitsstudie im Reinstein Drei-Phasen-Ansatz

Die Umsetzung der Effizienzsteigerungsmaßnahmen erfolgte in drei aufeinander aufbauenden Prozessphasen. (Abb. 3)

Im hier vorliegenden Teil 1 werden die ersten beiden Phasen betrachtet. Über die Durchführung der Maßnahmen (Phase 3) wird in Teil 2, der in Kürze in WfP erscheint, berichtet.

In Phase 1 wurden zunächst gemeinsam mit dem Kunden in einem Workshop die Projektziele festgelegt – technisch und ökonomisch. Das Reinstein Projektteam bestand aus fünf Ingenieuren der Bereiche Verfahrenstechnik, Dampf- und Gasturbine, Kessel, Elektro- und Leittechnik.

In der anschließenden ausführlichen Bestandsaufnahme wurden Interviews mit allen involvierten Fach- und Führungskräften auf Kundenseite geführt. Hier waren langjährige Erfahrungen im Betrieb der Anlage vorhanden, mit deren Hilfe Schwachstellen schnell eingegrenzt werden konnten.

Neben der Auswertung von vorhandenen Dokumentationen wurden anschließend auch eigene Messdaten zum Bedarf an Prozessdampf und Strom erhoben. Schließlich wurden die Maschinen und Baugruppen von der Dampfturbine und Kessel über Generatoren, den elektrischen Anlagen, der Leittechnik bis hin zur Wasserversorgung detailliert unter die Lupe genommen.

In Phase 2, der Machbarkeitsstudie, wurden die auf Basis der Analysen und Inspektionen abgeleiteten Verbesserungsvorschläge weiter konkretisiert. Über einen längeren Zeitraum konnten eine Vielzahl von Produktionszuständen und Fahrweisen der Anlage inkl. spezifischer Störfälle überprüft werden. Hierbei wurden Eingangsdaten für die Auslegung der Komponenten ermittelt. Beispielsweise wurden Stoff- und Energiebilanzen mit Hilfe von Wärmeschaltbildern erhoben.

Schließlich konnten die technischen Spezifikationen für die Verbesserungsvorschläge erstellt werden, die gleichzeitig als Grundlage für die Einholung von Angeboten bei den Dienstleistern dienten.

Nachdem die Richtangebote für die Einzelgewerke vorlagen, wurden diese in technischer Hinsicht und aus Kostenperspektive geprüft und bewertet. Diese Wirtschaftlichkeitsanalyse bildete letztlich die Grundlage für die Investitionsentscheidung auf Kundenseite.

Im spezifischen Fall wurden vier Szenarien zur Effizienzsteigerung untersucht, wovon sich zwei Alternativen mit den im Vergleich geringsten Investitionskosten als die wirtschaftlichsten herauskristallisierten.

3. Das Ergebnis

Das IKW der Kartonfabrik Buchmann ist für den ausschließlichen Betrieb in Kraft-Wärme-Kopplung ausgelegt, d. h., es sollen ein hoher Brennstoffausnutzungsgrad und gleichzeitig eine möglichst hohe Stromkennzahl erreicht werden. Darüber hinaus sollte das IKW Störfälle beherrschen, die aus dem Kartonproduktionsprozess resultieren (z. B. ein plötzlicher Abriss der Papierbahn).

Zu den identifizierten Schwachstellen im vorliegenden Fall gehörten u. a.:

- unzureichender Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung, ein Teil der Dampfenergie wird noch in Reduzierventilen vernichtet statt in einer Dampfturbine in Strom umgesetzt zu werden
- vermeidbare Wärmeverluste an den Kesseln

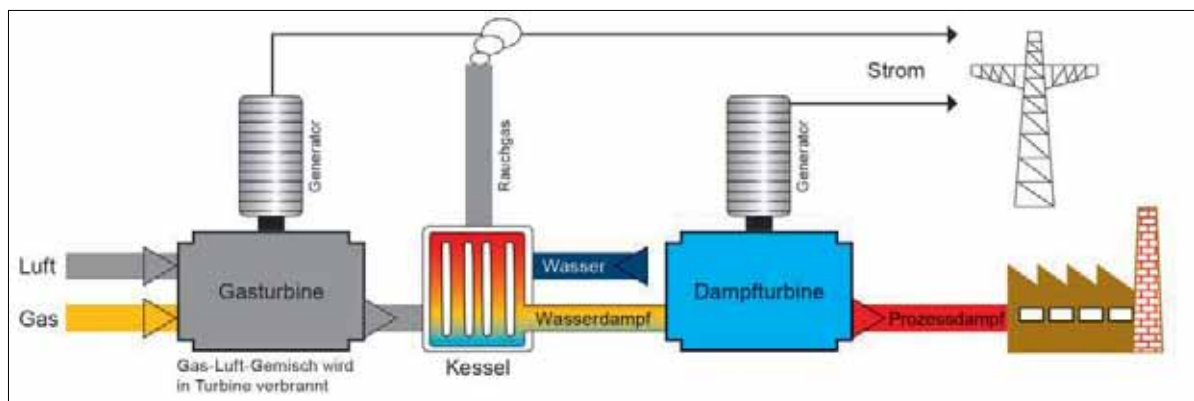
Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)

Die Wirtschaftlichkeit eines Kraftwerks wird maßgeblich vom sogenannten Wirkungsgrad der Anlage bestimmt.

Konventionelle thermische Kraftwerke gewinnen mit der durch die Verbrennung eines Energieträgers erzeugten Wärme ausschließlich elektrische Energie und erzielen damit Wirkungsgrade von ca. 60 %. In Kraftwerken, die nach dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) arbeiten, wird darüber hinaus auch die Abwärme zur Energieerzeugung genutzt. Mit dieser Technologie sind Wirkungsgrade von bis zu 90 % möglich, da gleichzeitig der elektrische Strom und die Wärmeenergie genutzt werden. (Abb. 4)

Die produzierte Wärme kann z. B. als Fernwärme in Haushalten oder als Prozesswärme in der Produktion genutzt werden. Wegen des hohen Bedarfs an Prozessdampf im Herstellungsprozess ist die Papier- und Zellstoffindustrie ein ideales Einsatzgebiet für die KWK-Technologie.

Abb. 4: Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung



- Schwachstellen an den Dampferzeugern und zu hohe Dampftemperaturen, die zu Ineffizienzen führen
- eine suboptimale Block-Konfiguration und fehlendes Zusammenspiel der Komponenten
- eine veraltete Leittechnik, die zudem nicht redundant ausgelegt ist.

Reinstein empfahl dem Kunden ein Paket aus verschiedenen Maßnahmen, die teilweise auch unabhängig voneinander umgesetzt werden können. Hierzu zählten u. a. der Einsatz einer neuen Dampfturbine, die Ertüchtigung des wichtigsten Kessels und Verbesserung seines Wirkungsgrades durch eine kräftige Temperaturreduzierung seiner Abgase am Schornstein. Eine Leistungserhöhung – „Upgrading“ – der größeren Gasturbine durch Umstellung auf „Low-NOx“-Brenner wurde geplant, was zu einer zusätzlichen Umweltentlastung mit Stickstoffoxiden führte. Kleinere Verbesserungen betrafen den Wasser-Dampf-Kreislauf und Investitionen in die Leittechnik.

Die Studie weist nach, dass die Eigenstromerzeugung bei optimaler Konfiguration des IKW um bis zu 2,5 MW gesteigert werden kann. Die jetzt schon geringen thermischen Verluste können von heute 20 % weiter auf 10–15 % des Brennstoffeinsatzes gesenkt werden. Durch Ausbau der vorhandenen Leittechnik wird die Anlage zudem transparenter und einfacher steuerbar und Störfälle sind schneller zu kontrollieren.

Aus betriebswirtschaftlicher Perspektive amortisieren sich die notwendigen Investitionen durch Kosteneinsparungen bei den Brennstoffen und einen reibungsloseren Betriebsablauf in diesem Fall bereits nach etwa drei bis fünf Jahren. Darüber hinaus kann mit finanziellen Vorteilen aus dem Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz gerechnet werden.

4. Fazit

Mit erfahrenen und fachlich geschulten Mitarbeitern ist eine Vielzahl von Optimierungen auch im Kraftwerksbereich von Papierfabriken umsetzbar. Mit der Beratung durch einen externen Ingenieur-Dienstleister kann jedoch detailliertes Spezialwissen hinzugezogen werden. Ein Ingenieurbüro berücksichtigt mit seiner fachlichen Expertise weitere Aspekte und Details, die inhouse eventuell übersehen werden. Es ist von entscheidender Bedeutung für das Projektergebnis, über eine dezidierte Methodik das Know-how des Betriebsteams auf Kundenseite zu erfassen und so im Sinne der Analyse die Innen- und Außensicht sowie vorhandene und neu erhobene Daten zu integrieren.

Mit jedem gemeinsamen Schritt im Rahmen der Machbarkeitsstudie erhöhte sich bei diesem Projekt für beide Seiten der Erkenntnisgewinn, dafür reduzierte sich die Entscheidungs-Unsicherheit. Als Ergebnis der Studie war eine recht genaue Abschätzung der Wirtschaftlichkeit der Investitionen möglich. Investitionen, die sich selbst bei bereits sehr wirtschaftlich betriebenen Anlagen immer noch lohnen und die Grenzen der Effizienz weiter nach oben verschieben.

Lesen Sie auch Teil 2 des Beitrags, der sich mit den konkreten Umsetzungen der hier erhobenen Daten und Empfehlungen befasst. Er erscheint in Kürze in WfP.

www.reinstein-energy.de

Literaturhinweise

- 1 VDP Verband Deutscher Papierfabriken e.V.
- 2 VDP e.V.