

09 | OPTIMIERUNG DES INDUSTRIEKRAFTWERKS EINER KARTONFABRIK



Projekttyp/Leistung: Effizienzsteigerung

Auftraggeber: Kartonfabrik Buchmann GmbH

Ort, Land: Annweiler, Deutschland

Projektumfang: 20 Mannmonate

Projektbeschreibung:

Aufbauend auf einer zuvor erstellten Machbarkeitsstudie optimierte REINSTEIN die betriebseigene Prozessdampf- und Elektrizitätserzeugung in der KWK-Anlage der Kartonfabrik. Zu den wesentlichen Tätigkeiten gehörten die Ausarbeitung der technischen Spezifikationen für die Nachrüstung einer Dampfturbine sowie die Optimierung eines vorhandenen Dampferzeugers. Außerdem war REINSTEIN damit beauftragt, alle Dokumente für die Ausführungsplanung zu liefern, technische Fachberatung mit Empfehlungen der am besten geeigneten Anbieter abzugeben, an technischen Besprechungen mit den Lieferanten teilzunehmen, alle technischen Schnittstellen zu koordinieren und den Bau- und Inbetriebnahmefortschritt zu überwachen.



Verein Zellcheming

244 Die Messlatte liegt hoch

Faserstoffe

260 **PTS Faserstoff Symposium**

Reststoffe

267 **Ersatz klassischer Faserstoffe**

Nachhaltigkeit

274 **Erfolgsgeschichten im Klimaschutz**

Management

276 **Gut Ding will Weile haben**

Energie ist der entscheidende Produktionsfaktor in der Papierherstellung; die Eigenstromerzeugung im Kraftwerk der Kartonfabrik Buchmann konnte beträchtlich erhöht werden



Effiziente Energieerzeugung in der Papierindustrie

Optimierungen im Kraftwerk einer Kartonfabrik

Teil 2

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. Der bereits erschienene Teil 1 beschreibt die Durchführung und die Ergebnisse einer Machbarkeitsstudie im Industriekraftwerk (IKW) der Kartonfabrik Buchmann in Annweiler, die untersuchte, wie Energieeffizienz und Wirkungsgrad der Anlage hinsichtlich Erzeugung von Strom und Prozessdampf erhöht werden können und ob diese Maßnahmen ökonomisch sinnvoll umsetzbar sind. Dabei wurde festgestellt, dass bei optimaler Konfiguration die Eigenstromerzeugung gesteigert und die thermischen Verluste weiter gesenkt werden können. Durch einen Ausbau der Leittechnik werden zudem Störfälle einfacher beherrschbar. Teil 2 beschäftigt sich nun mit den konkreten Schritten und Einzelmaßnahmen, die vom Unternehmen umgesetzt wurden, um das Ziel einer effizienteren Energieerzeugung und -nutzung für die Kartonfabrikation zu erreichen. Lesen Sie Teil 1 in WfP 2/2014 auf S. 96–99.

Die Papier- und Zellstoffindustrie gehört zu den ressourcenintensivsten Grundstoffindustrien. Aus diesem Grund verfügen viele Fabriken über eigene Kraftwerke (sog. IKW), die nach dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) arbeiten und hohe Wirkungsgrade erzielen. Der Wirkungsgrad definiert sich nach dem Anteil der wirtschaftlich genutzten Energie im Verhältnis zur eingesetzten Gesamt-Energiemenge. In KWK-Anlagen sind Wirkungsgrade von bis zu 90 % möglich, da gleichzeitig elektrischer Strom produziert und die Energie der Abwärme genutzt wird, um den notwendigen Prozessdampf zur Papierherstellung zu erzeugen.

Die Reinstein-Ingenieure unterstützen uns von der ersten Machbarkeitsstudie an und haben als fachliche Berater unsere Interessen in vollem Umfang wahrgenommen. Es gab keinerlei Terminverzögerungen, sogar das vorgegebene Projektbudget wurde unterschritten.

Armin Lehmann, Leiter Technik, Buchmann GmbH, Annweiler

Ziele

Im Jahr 2010 betraute Buchmann die Ingenieure der Reinstein GmbH mit der Umsetzung einer Machbarkeitsstudie. Diese fokussierte ausschließlich auf den Kraftwerksteil der Anlage und nicht die eigentliche Kartonproduktion. Die gesamte Energieerzeugung sollte auf den Prüfstand gestellt werden um den Wirkungsgrad der Eigen-Energieerzeugung zu erhöhen. Im Rahmen der Studie wurden zunächst die Ziele der Maßnahmen definiert:

1. Deckung des Bedarfs an Prozessdampf

Der Aufbau der Anlage hat sich historisch entwickelt und ist dahingehend nicht mehr optimal konfiguriert. Durch die Maßnahmen sollte die Dampferzeugung zuverlässiger gestaltet werden. Als Primäraufgabe der Anlage musste für die beiden Kartonmaschinen der momentane Dampfbedarf bereitgestellt werden, der beachtlichen Schwankungen unterliegen kann.

2. Deckung des Strombedarfs

Die Gesamtanlage hat einen Bedarf von 15 MW, wovon aus technischen Gründen aber nur 6 MW aus dem öffentlichen Netz gedeckt

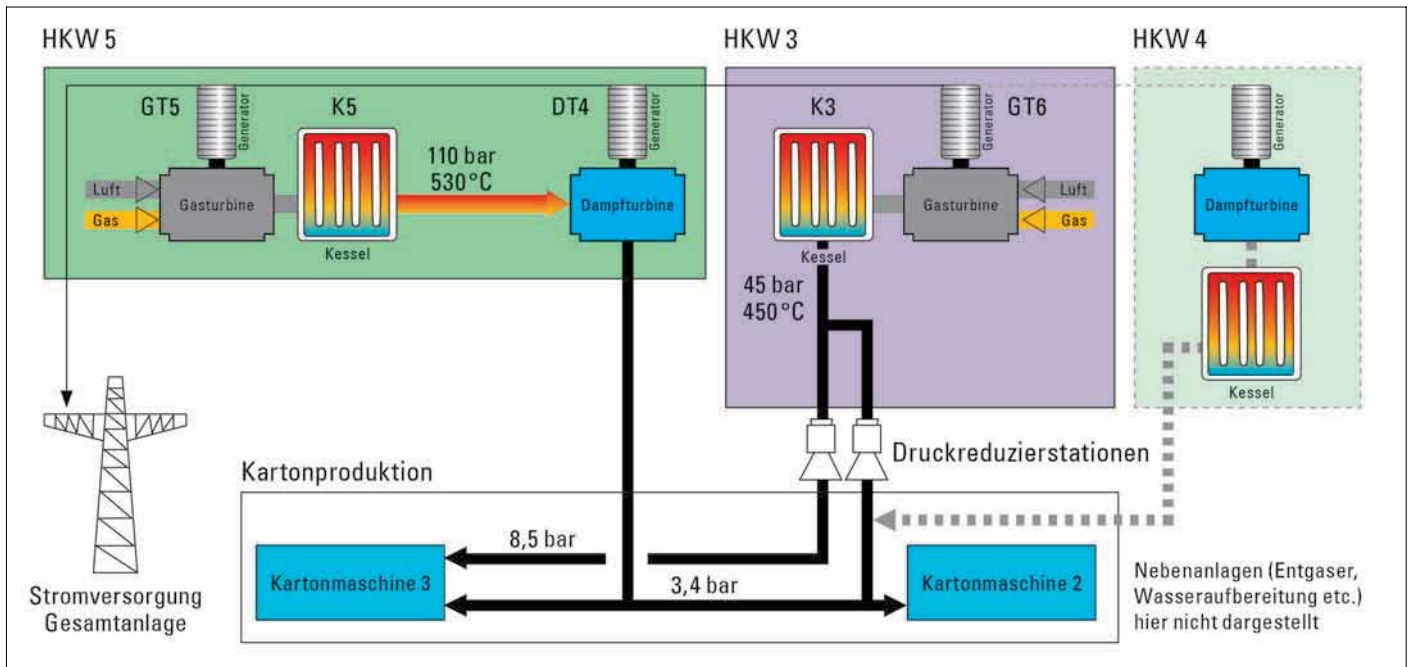


Abb. 1: Prinzipschaltung IKW vor Umsetzung der Maßnahmen

werden können. Daher sollte am Ende des Projekts der gesamte Strombedarf vor Ort erzeugt werden.

3. Beherrschung von Störfällen

Durch die veraltete Leittechnik ließen sich im Status Quo Störfälle aus der Papierfabrikation, z. B. bei einem plötzlichen Abriss der Papierbahn, häufig nicht optimal beherrschen. Viele Steuerungen mussten manuell ausgeführt werden. Buchmann erhoffte sich durch die Maßnahme eine Vermeidung von etwaigen Produktionsunterbrechungen aufgrund von Störungen in der Energieversorgung. Dies ging zugleich mit einer stärkeren Automatisierung der Anlage einher, in der Betriebsparameter zudem besser erfassbar sind.

4. Umweltschutz/Nachhaltigkeit

Insgesamt sollte der Brennstoffeinsatz – in diesem Fall Erdgas – reduziert und der Nutzungsgrad erhöht werden. Ein weiterer Punkt im Sinne der Ressourcenschonung betraf die Umstellung von Wasser- auf eine umweltfreundliche Luftkühlung.

Vorhandener Anlagenbau

Die Buchmann GmbH produziert mit zwei Kartonmaschinen jährlich mehr als 240 000 t Karton. Die Energieerzeugung in Form von Prozessdampf und Strom stellt eine komplexe Anlage sicher, die im Laufe der über 100-jährigen Unternehmensgeschichte mit fünf Blöcken bestückt wurde. Die Blöcke bilden zusammen das sog. „IKW Annweiler“. Die Anlage ist für den ausschließlichen Betrieb in Kraft-Wärme-Kopplung ausgelegt und entsprach aktuell in Teilen nicht mehr dem Stand der modernen Kraftwerkstechnik. (Abb. 1)

Die einzelnen Blöcke – intern als Heizkraftwerk (HKW) bezeichnet – setzten sich aus den folgenden Systemkomponenten zusammen (Hilfsanlagen und Zusatzaggregate wie Entgaser, Entsalzung, Speisewasserbehälter etc. werden hier aus Darstellungsgründen nicht berücksichtigt werden):

- HKW 5 wurde 1975 errichtet und später modernisiert. Es ist der Grundversorger der Fabrik mit Strom und Dampf. Der Block, ursprünglich mit Schweröl befeuert, besteht aus einem Leistungskessel und einer Gegendruckdampfturbine, die beim heutigen Prozessdampfbedarf ca. 6 MW Leistung erreichen kann; 1997 wurde vor den Kessel eine Gasturbine (Vorschaltturbine) von 4,5 MW ge-

schaltet, die nun Erdgas als Brennstoff nutzt. Die Anlage erzeugt Dampf mit 110 bar Druck bei einer Temperatur von 530 °C; lediglich in diesem Block gibt es einen ausgebauten Wasser-Dampf-Kreislauf, weshalb die Gesamtanlage fast ausschließlich über diesen Block gesteuert wird (Technikwarte)

- HKW 3 besteht aus einer Gasturbine mit 3,6 MW Leistung und dem nachgeschalteten Abhitzekegel, die Dampf mit 45 bar und 450 °C erzeugen. Der dort produzierte Frischdampf von 8,5 t/Std. wird über Druckreduzierstationen direkt in die Prozessdampfschienen eingespeist; der Block wurde 2007 in der heutigen Konfiguration modernisiert
- HKW 4 aus dem Jahr 1967 dient zur Dampferzeugung als „kalte Reserve“ für den Notfall; dieser Block kann noch mit Schweröl befeuert werden, die vorhandene Turbine ist nicht mehr betriebsfähig
- HKW 1 und 2 sind stillgelegt und bereits rückgebaut worden.

Ansatzstellen für Optimierungen

Als Ausgangspunkt für die Optimierungen wurden die Schwachstellen der Gesamtanlage untersucht und in der Studie dokumentiert. Als die wichtigsten Punkte mit dem größten Potenzial erwiesen sich:

- in HKW 5 wurde bei der Umstellung von Schweröl- auf Erdgasbefehuerung (Vorschalt-Gasturbine) im Kessel selbst die Anordnung der Überhitzer (hier wird der Wasserdampf weiter erhitzt) beibehalten; hierdurch ist die Rauchgastemperatur am Schornstein sehr hoch, was zu Wirkungsgrad-Verlusten führt
- die KWK ist noch unzureichend ausgebaut; ein Teil der Dampfenergie wird noch in Reduzierventilen vernichtet statt in einer Dampfturbine in Strom umgesetzt zu werden
- die Gegendruckdampfturbine des HKW 5 arbeitet weit entfernt von ihrer Auslegung und daher mit einem schwachen Wirkungsgrad
- seit Modernisierung von HKW 3 im Jahr 2007 verzichtet man auf die nachgelagerte Erzeugung von Kondensationsstrom in diesem Block; in der Folge reicht die eigene Stromerzeugung in HKW 3 und 5 nicht aus, um die Fabrik autonom vom öffentlichen Netz zu betreiben
- es bestehen Lücken hinsichtlich der vollständigen Integration sämtlicher für die Beobachtung und Bedienung des Kraftwerks erforderlichen Funktionen; die Bedienung und Beobachtung des gesamten Kraftwerks-Prozesses wird dadurch erheblich erschwert und ist nur

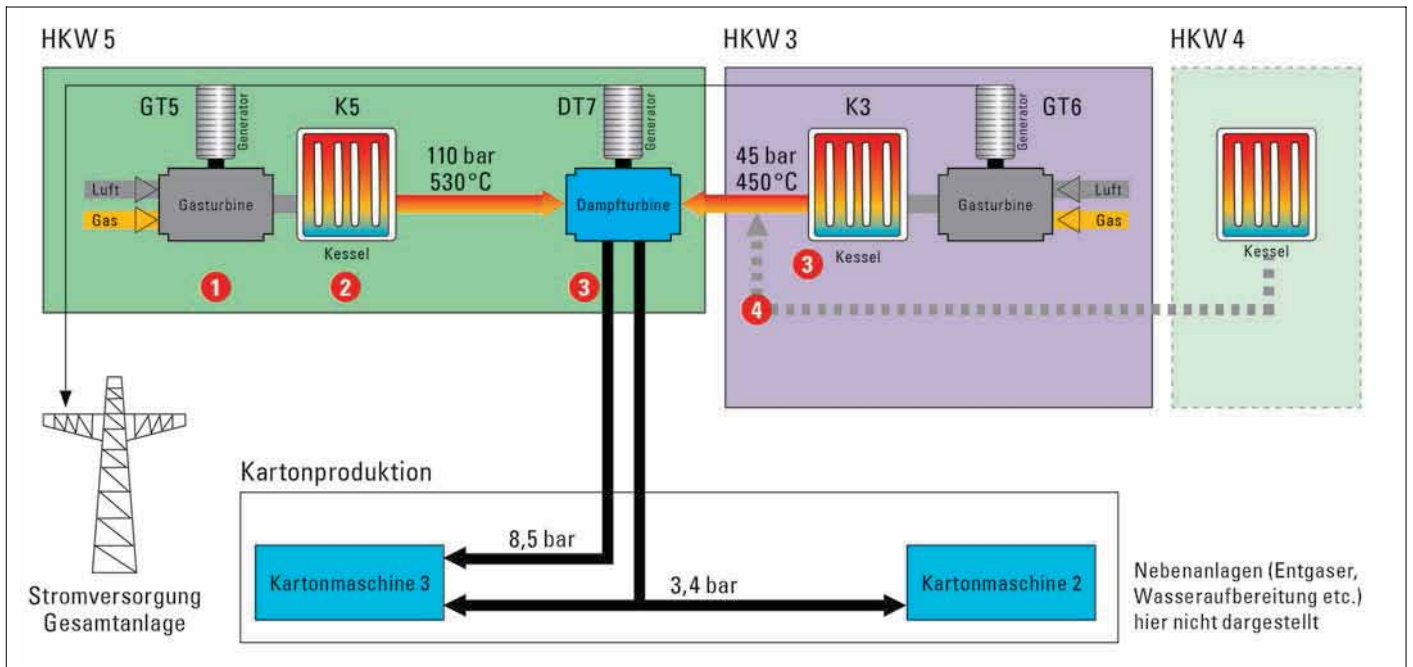


Abb. 2: Prinzipschaltung IKW nach Umsetzung der Maßnahmen

mit erfahrener Personal, das mit den Besonderheiten der Anlage vertraut ist, zu beherrschen; die Leittechnik verfügt nicht über die sonst üblichen Redundanzen; Einzelfehler, die zu nicht unerheblichen Betriebsstörungen führen können, sind somit unvermeidbar

- die Block-Konfiguration und das Zusammenspiel der Komponenten sollten daher optimiert werden.

Realisierte Maßnahmen

Im Ergebnisbericht der Machbarkeitsstudie wurde ein Paket aus verschiedenen Maßnahmen, die teilweise auch unabhängig voneinander umsetzbar waren, empfohlen. Nach erfolgter Wirtschaftlichkeitsprüfung wurde die Reinstein GmbH mit der Umsetzung beauftragt. Folgende Maßnahmen wurden realisiert: (Abb. 2)

- in HKW5 wurde die vorhandene Gasturbine durch ein stärkeres Modul ersetzt, das nun ein Leistungsplus in der Stromerzeugung von ca. 0,5 MW erzeugt (nun max. 5,4 MW); hierzu wurde auf die moderne „Low-NOx“-Brennertechnologie zurückgegriffen, was zusätzlich zu einer Umweltentlastung beim Stickoxid-Ausstoß führt (1)
- es wurden diverse Maßnahmen ergriffen, um den Wirkungsgrad des Kessels in HKW5 zu erhöhen, dies vor allem durch eine kräftige Temperaturreduzierung der Abgase am Schornstein; die Anordnung der Überhitzer wurde geändert und diese teilweise ersetzt (2)
- die Dampfturbine im HKW5 wurde für den tatsächlichen Dampfbedarf ausgelegt und hierzu durch eine neue ersetzt („DT7“ mit Getriebe, Generator und den Nebenanlagen); der in HKW3 erzeugte Dampf

wird ebenfalls nun der neuen Dampfturbine in HKW5 zugeführt; die neue Anlage liefert den Prozessdampf sowohl für die 8,5 bar-Schiene der Kartonfabrik als auch für die 3,4 bar-Schiene; es wird vermieden, Dampfenergie in den Reduzierventilen zu „vernichten“; alle diese Maßnahmen führen zu einer Leistung von nun 11,5 MW (3)

- zur Erhöhung der Zuverlässigkeit der Prozessdampfversorgung wurde der Kessel des HKW4 als Reservesystem an die Komponenten des HKW3 (45 bar-System) angeschlossen (4)
- es wurden Hard- und Software eines modernen, computergestützten SPS-Prozessleitsystems installiert; hiermit ist zukünftig die komplette Anlage einfach und sicher kontrollier- und steuerbar
- weitere Verbesserungen betreffen den Wasser-Dampf-Kreislauf; ca. 75 % der vorhandenen Rohrleitungssysteme wurden erneuert und damit zum Ziel einer Wirkungsgrad-Erhöhung beigetragen.

Fazit

Auch bei bereits mit hohen Wirkungsgraden betriebenen Anlagen lohnen sich Investitionen, die die Energieeffizienz weiter erhöhen und die Technologie an den aktuellen Stand der Technik anpassen, aus ökonomischer wie ökologischer Perspektive und gerade in so ressourcenintensiven Wirtschaftszweigen wie der Papierindustrie. Für umfangreiche Optimierungen empfiehlt sich der Einsatz eines spezialisierten Ingenieurbüros, das eng mit dem Betreiber zusammenarbeitet und individuelle Lösungen erarbeitet.

Durch die Kombination der unterschiedlichen Maßnahmen konnte die Eigenstromerzeugung des IKW gesteigert werden. Strom wird in der Anlage nun im Überschuss produziert und kann, wenn es wirtschaftlich sinnvoll ist, sogar auf dem freien Markt verkauft werden.

Die schon vor Umsetzung der Maßnahmen geringen thermischen Verluste wurden von ca. 20 % auf 10 bis 15 % des Brennstoffeinsatzes gesenkt.

Durch Ausbau der vorhandenen Leittechnik wird die Anlage transparenter und einfacher steuerbar und Störfälle sind schneller zu kontrollieren.

Aus betriebswirtschaftlicher Perspektive amortisieren sich die Investitionen der Buchmann GmbH durch Kosteneinsparungen bei Brennstoffen und den reibungsloseren Betriebsablauf nach etwa drei bis fünf Jahren. Der Abschluss des Projektes ist für die zweite Jahreshälfte 2014 geplant.

www.reinstein-energy.de

Über Reinstein

Die Reinstein GmbH ist als beratende Ingenieurgesellschaft Spezialist für konventionelle Kraftwerke und erneuerbare Energien. Mit ihrem Leistungsspektrum deckt Reinstein den gesamten Lebenszyklus von Planung, Umsetzung und Betrieb bis hin zum Rückbau ab. Das Reinstein-Team berät seine Kunden zu Optimierung, Re-Organisation und Change Management und hilft ihnen dabei, strategische Entscheidungen zu treffen und operativ umzusetzen.

Geschäftsführer Dr.-Ing. Marc Reinstein ist an der Universität des Saarlandes seit 2012 als Dozent für Projektmanagement tätig.