



DE

# Energieeffizienz

Optimierungsmöglichkeiten für  
Rollenoffset-Druckereien





Beiträge stammen hauptsächlich von  
Axima *Andreas Eyd*  
Baumüller *Herbert Hesslinger, Jochen Schumann*  
Duschl Ingenieure *Gerhard Duschl, Sebastian  
Gerauer, Martin Zuckermaier*  
Faist *Hanna Kazmierczak*  
manroland *Ralf Henze*  
MEGTEC *Andreas Keil*  
Sun Chemical *Michel Vanhems*  
Trelleborg *Emanuele Taccon, Francesco Ferrari*  
UPM *Teuvo Leppänen*  
WEROS *Achim Siebert*

Verantwortlicher Redakteur *Nigel Wells*

---

#### Bibliografie & Informationsquellen

“Clean Air Compliance Handbook”  
*MEGTEC Systems*

“Environmental Considerations”  
*Web Offset Champion Group, 2005, www.wocg.info*



Hergestellt aus Papier, das mit dem  
Umweltzeichen der Europäischen Union  
(Reg.-Nr. F1/11/1) ausgezeichnet ist  
-geliefert von UPM.

Veröffentlicht von PrintCity GmbH + Co. KG, © 2008. Alle Rechte vorbehalten.  
Kein Teil dieser Publikation darf in irgendeiner Form ohne ausdrückliche Genehmigung  
der PrintCity GmbH reproduziert, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Layout und Produktion: ID Industry, Paris  
Druck: Schroder Druck GmbH & Co. KG, Gersthofen  
Druckfarben: Sun Chemical  
Papier: UPM Finesse 115 gsm



# Wie lässt sich Energie effizienter einsetzen?

Im Hinblick auf den Energieverbrauch gelten heute drei Realitäten:

- Energie ist knapp und wird teuer bleiben.
- Die kostengünstigste Kilowattstunde Energie ist die, die nicht verbraucht wird.
- Die Reduzierung der Treibhausgas-Emissionen fossiler Energieträger hat oberste Priorität.

Angesichts des steigenden Energiebedarfs auf der einen und des begrenzten Energieangebots auf der anderen Seite sagen die meisten Experten langfristig hohe Energiepreise voraus. Zwischen den Kohlenstoffdioxid-Emissionen (CO<sub>2</sub>) und der Energiegewinnung mit fossilen Energieträgern gibt es einen direkten Zusammenhang. Ein effizienterer Energieeinsatz ist der schnellste und kostengünstigste Weg zur Reduzierung der Treibhausgase. Denn mit Investitionen in vorhandene Technologien könnten die Emissionen um etwa die Hälfte der Menge reduziert werden, die zur Stabilisierung des Treibhauseffektes abgebaut werden muss.

**Das McKinsey Global Institute hat 2007 ermittelt, dass jährliche Investitionen in einen effizienteren Einsatz von Energie von rund 170 Mrd. \$ weltweit Erträge von rund 17 % erbringen könnten. Zwar nimmt die Effizienz des Energieverbrauchs seit 1980 jährlich durchschnittlich um 1,3 % zu, wobei es allerdings global signifikante Unterschiede gibt. Und nach wie vor existiert weltweit ein enormer Nachholbedarf im Hinblick auf die Umsetzung bewährter Verfahren.**

Vor diesem Hintergrund hat ein effizienterer Einsatz von Energie hohe Priorität. Ein effizientes Management aller Energiearten (Elektrizität, (Propan-)Gas, Diesel, Benzin) in Kombination mit der Installation entsprechender Technologien reduziert die Betriebskosten, verbessert die Arbeitsbedingungen und schützt unsere Umwelt. Aber es erfordert einen ganzheitlichen und systematischen Ansatz. Aus diesen Gründen hat PrintCity eine branchenübergreifende Studie initiiert, die folgendes erreichen will:

- Die Fakten, Zusammenhänge und Wechselbeziehungen im Hinblick auf das Thema Energie sollen besser verstanden werden.
- Es sollen Möglichkeiten aufgezeigt werden, wie der Energieverbrauch und die Energiekosten reduziert werden können.
- Die daraus resultierenden ökologischen Vorteile sollen aufgezeigt werden.
- Bei Führungskräften und Mitarbeitern soll das Bewusstsein im Hinblick auf ökologische Fragen geschärft werden.

## Steigende Energiepreise

Die Energiepreise sind in den vergangenen drei Jahren drastisch gestiegen. Das wurde vor allem von drei Faktoren verursacht: So hat das kräftige Wirtschaftswachstum weltweit zu einem Anstieg der Nachfrage nach Energie-Rohstoffen (Kohle, Rohöl und Gas) geführt. Außerdem sind die weltweiten Vorräte limitiert. Darüber hinaus haben angespannte politische Situationen und Naturkatastrophen die Lage noch verschärft. Während der OPEC-Preis für ein Barrel Rohöl im Juli 2006 höchstens 68 \$ erreichte, kostete ein Barrel Rohöl im April 2008 bereits mehr als 110 \$. Die Gas- und Strompreise hängen sehr stark von den Rohölpreisen ab. Sowohl bei elektrischem Strom als auch bei Gas gibt es innerhalb Europas von Land zu Land enorme Unterschiede – und damit auch im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit verschiedener Technologien.

## Reduzierung des Energieverbrauchs und des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes – 20/20/20%

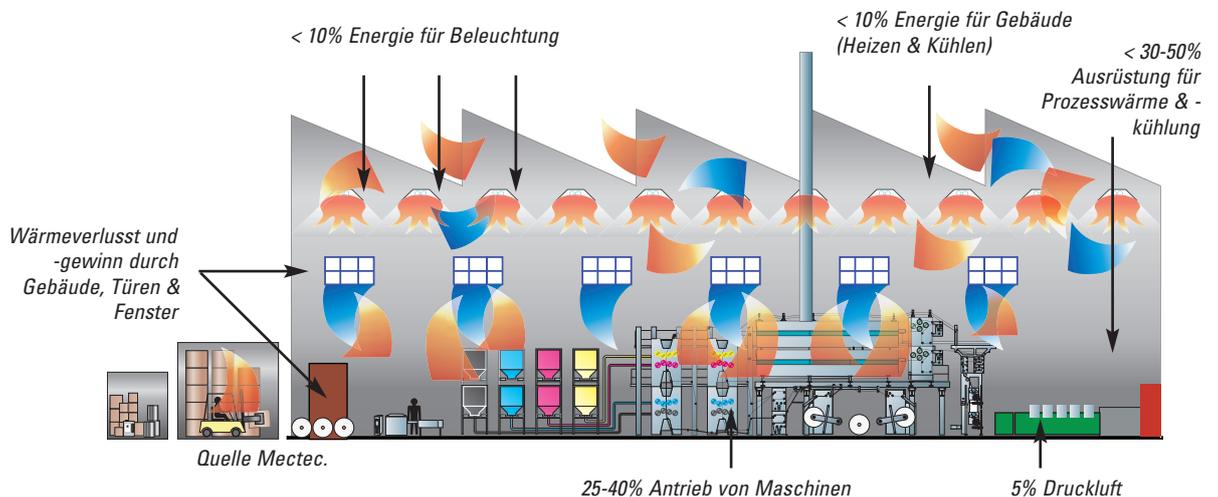
Aber auch die von der EU im Nachgang zum Kyoto-Protokoll formulierten Umweltziele bis 2020 sind eine treibende Kraft eines effizienteren Umgangs mit Energie:

- Reduzierung der Emissionen um 20 %
- Erhöhung der Energieeffizienz um 20 %
- Erzeugung von 20 % des Energiebedarfs aus erneuerbaren Energiequellen.

Über diese Ziele hinaus ist heute schon absehbar, dass die Industrie hier noch weitere Herausforderungen wird bestehen müssen. Die Verbesserung der CO<sub>2</sub>-Bilanzen hängt in hohem Maße mit dem Energieverbrauch zusammen. Auf der anderen Seite steht zu erwarten, dass die Regierungen steuerliche und andere Anreize hierfür schaffen werden. Und das wiederum dürfte bedeuten, dass die Amortisationszeit energieeffizienter Technologien verkürzt und der Einsatz ineffizienter Technologien ‚bestraft‘ wird. Vor diesem Hintergrund sollten Unternehmen zunächst eine langfristig angelegte Energiestrategie entwickeln, bevor sie in neue Produktionstechnik und Gebäude investieren.

INHALT	SEITE
Einführung	1
Erhöhung der Energieeffizienz in Fertigungsstätten	2
Die Energieeffizienz im Prozess erhöhen	4
Optimierung der Energieeffizienz bei der Installation neuer Druckmaschinen	6
Gummitücher & Walzen	8
Effizienz von Druckmaschinen & Antrieben	10
Druckfarben & Papier	11
Trocknung und Kontrolle der Abluft	12
Prozesskühlung & Belüftung	14
Wiederverwendung von Abwärme	16

# Erhöhung der Energieeffizienz in Fertigungsstätten



Der Produktionsprozess verbraucht  
70-80% der Energie.  
Quelle: Web Offset Champion Group  
"Umweltaspekte"

Der Produktionsprozess beansprucht 70 – 80 % der Energie. Quelle: Web Offset Champion Group "Ökologische Erwägungen".

In Fertigungsstätten verbrauchen die meiste Energie die

- Haus- und Versorgungstechnik.
- innerbetriebliche Logistik.
- Produktionstechnik.

## Haus- & Versorgungstechnik

Die Haus- und Versorgungstechnik benötigt etwa ein Drittel bis die Hälfte der in der Produktion eingesetzten Energie. Allerdings lassen sich Einsparungen häufig vor allem in folgenden Bereichen schneller erzielen:

1. Weniger stark heizen, Lichtquellen ausschalten, wo sie nicht gebraucht werden, Wärmeverluste durch Zugluft und undichte Stellen vermeiden.
2. Die gewünschten Bedingungen (Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Beleuchtung) durch Überwachung und Steuerung beibehalten – Heizung, Lüftung, Klimaanlage und andere Systeme computergesteuert regeln.
3. Die jährlichen Energiekosten sind insbesondere in Druckereien sehr hoch, die rund um die Uhr arbeiten. Entsprechend lohnt sich hier ein Energie-Management besonders. Neue Beleuchtungstechnologien sparen bis zu 50 % Energie, liefern 50 % mehr Licht und weisen einen ROI (Return on Investment) um zwei Jahre auf.
4. Erhöhung der Energieeffizienz in den Gebäuden. Die Schlüsselfaktoren des Energieverbrauchs in der Haus- und Versorgungstechnik sind:
  - Baumaterialien und ihre dämmenden Eigenschaften, die Positionierung von Türen und Fenstern, die Belüftung, getönte Fensterscheiben, die Heizung/Kühlung der Räume, die Warmwasser-Versorgung und die Beleuchtung.
  - Angesichts der Wärmeentwicklung der Produktionssysteme kann selbst in Ländern mit gemäßigttem Klima im Sommer eine effektive Belüftung wichtiger als eine Heizung sein.
  - Der Grundriss bzw. der Aufbau von Gebäuden können den Energieverbrauch, den innerbetrieblichen Transport von Materialien und generell den physikalischen Workflow entscheidend beeinflussen.
  - Die Türen an den Laderampen verursachen Wärmeverluste und Zugluft – insbesondere dann, wenn sie an jeweils gegenüberliegenden Seiten der Gebäude angebracht sind. Dem kann auf verschiedene Weise entgegen gewirkt werden: Unterteilung der Laderampen, Einsatz von Streifenvorhängen aus Kunststoff, Luftbarrieren und Dichtungen an den Laderampen. Türöffnungstaster motivieren Mitarbeiter, Türen zu schließen. Installieren Sie außen oder zwischen Abteilungen selbst schließende Türen und je nachdem einen Windschutz um Außentüren.

Nutzen Sie bei neuen Gebäuden natürliche Ressourcen wie die Solarenergie, richten Sie die Gebäude korrekt zur Sonne und nach den vorherrschenden Windverhältnissen aus, und verwenden Sie energieeffiziente Baustoffe. Auch die Energieeffizienz vorhandener Gebäude kann häufig bei einem guten ROI erhöht werden.

### Interne Logistik

Die Effizienz der innerbetrieblichen Logistik lässt sich steigern, indem Entfernungen und Wege in den Prozessen minimiert werden und in den Betriebsabläufen Best-Practice-Verfahren zum Einsatz kommen. Eine effektive Wartung der Fördertechnik und der Flurförderzeuge reduziert ebenfalls deutlich deren Energieverbrauch.

### Variable Strom- und Gaskosten

Auch im Hinblick auf die Strom- und Gaskosten gibt es innerhalb Europas enorme Unterschiede. In einigen Ländern erhalten Unternehmen auch deutlich mehr Geld pro kW, wenn sie zurückgewonnene Energie wieder in das Versorgungsnetz einspeisen. Die Erzeugung 'grüner Elektrizität' kann darüber hinaus zusätzliche Erlöse erzielen. Das heißt, Unternehmen sollten diese Kosten bei der Kalkulation von Investitionsvorhaben im Energiebereich sehr sorgfältig analysieren.

## Entwickeln Sie ein strategisches Energie-Management

Quelle: WOCG «Ökologische Erwägungen»

Lauten die Antworten auf die folgenden drei Fragen ‚Nein‘, dann sollten Sie über die Umsetzung eines strategischen Energie-Managements nachdenken:

- Gibt es für die einzelnen Standorte Vorgaben im Hinblick auf einen effizienten Energieeinsatz? Sind hierfür bestimmte Mitarbeiter verantwortlich?
- Ist bekannt, wie viel Energie die einzelnen Standorte verbrauchen? Wird der Energieverbrauch regelmäßig kontrolliert?
- Wird an den einzelnen Standorten so effizient mit Energie gearbeitet wie möglich?

Bei der Einführung eines strategischen Energie-Managements sollten Sie zunächst ein geeignetes Team aus Mitarbeitern Ihres Unternehmens einsetzen. Zum Thema Energie sind umfassende, kostenlose Experteninformationen verfügbar – Regierungs-Institutionen, Versorgungsunternehmen und Industrieverbände. Berater können Sie bei einer ersten Energieanalyse und bei der Entwicklung eines Energie-Managements unterstützen.

### Bewährte Vorgehensweisen im Hinblick auf das Energie-Management

**1. Wichtige Leistungskennzahlen des Energieverbrauchs:** Wie viel Energie wird wo und warum verbraucht? Analysieren Sie die Rechnungen der vergangenen zwölf Monate für alle Energiearten, und ermitteln Sie ihre jeweiligen Kosten. Rechnen Sie den Verbrauch jeder Energieart in Kilowattstunden (kWh) um. Vergleichen Sie die Monatswerte, und prüfen Sie die jeweiligen Energiepreise. Stellen Sie dabei sicher, dass Sie gleiche Zeiträume vergleichen. Ermitteln Sie die Basis-Energielast in Monaten, in denen weder geheizt noch die Klimaanlage betrieben werden muss. Der Energieverbrauch der Beleuchtung kann geschätzt werden, indem die installierte kW-Leistung mit den Betriebsstunden multipliziert wird. Schätzen Sie die Energielast anhand der Anzahl der Lichtquellen und ihrer Nennleistung (bei herkömmlicher Neonbeleuchtung typischerweise 10 - 20 W/m²). Je nachdem sollten Sie die Produktionsbereiche und die Büros getrennt betrachten, wenn hier verschiedene Lichtquellen genutzt werden.

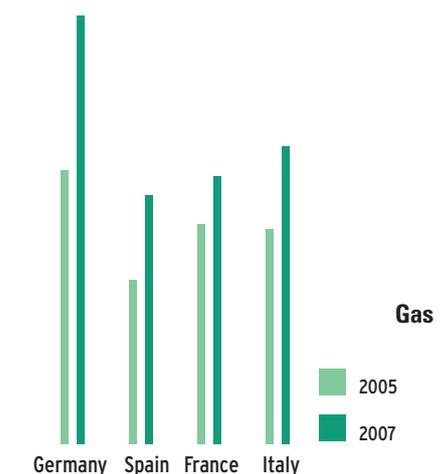
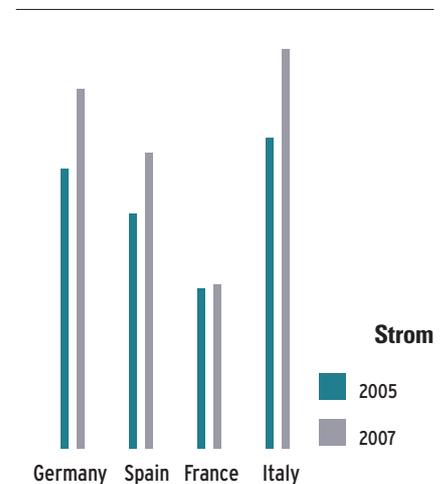
**2. Vergleichen Sie die Daten:** Stellen Sie in Grafiken den Energieverbrauch pro produziertem m², pro produzierter Tonne, pro Tonne Rohstoff (Papier und Druckfarben), pro Umsatzeinheit und pro Mitarbeiter dar. Analysieren Sie die Daten.

**3. Wo gibt es potenzielle Einsparmöglichkeiten?** In der Produktion, in der Haus- und Versorgungstechnik, bei der Beleuchtung? Legen Sie eine Rangfolge der wichtigsten Bereiche fest, die potenzielle Einsparmöglichkeiten bieten. Konzentrieren Sie sich zunächst auf einen dieser Bereiche, und zeigen Sie die hier erreichten Erfolge auf, bevor Sie sich mit dem nächsten Bereich beschäftigen.

**4. So lassen sich Einsparungen erzielen:** Setzen Sie Zielvorgaben, überwachen Sie die Ergebnisse, teilen Sie diese Ergebnisse mit, und fragen Sie Ihre Mitarbeiter nach Ideen. Die meisten von ihnen werden bereit sein, zu helfen, sofern sie die Probleme verstehen. Motivieren Sie Ihre Mitarbeiter, sich die Aufgaben zu teilen, und erkennen Sie ihre Erfolge. Beschäftigen Sie sich mit Investitionen, die durch Energieeinsparungen einen attraktiven ROI ergeben.

**5. Haushaltung:** Die kumulierten Kosten selbst geringer Energieverschwendung sind enorm. Schulen und motivieren Sie Ihre Mitarbeiter, ihre Arbeitsweise zu optimieren: Computer, Drucker, Kopiersysteme und Lampen ausschalten, wenn sie nicht gebraucht werden. Türen schließen. Denken Sie über eine automatische Regelung der Beleuchtung und der technischen Ausstattung nach.

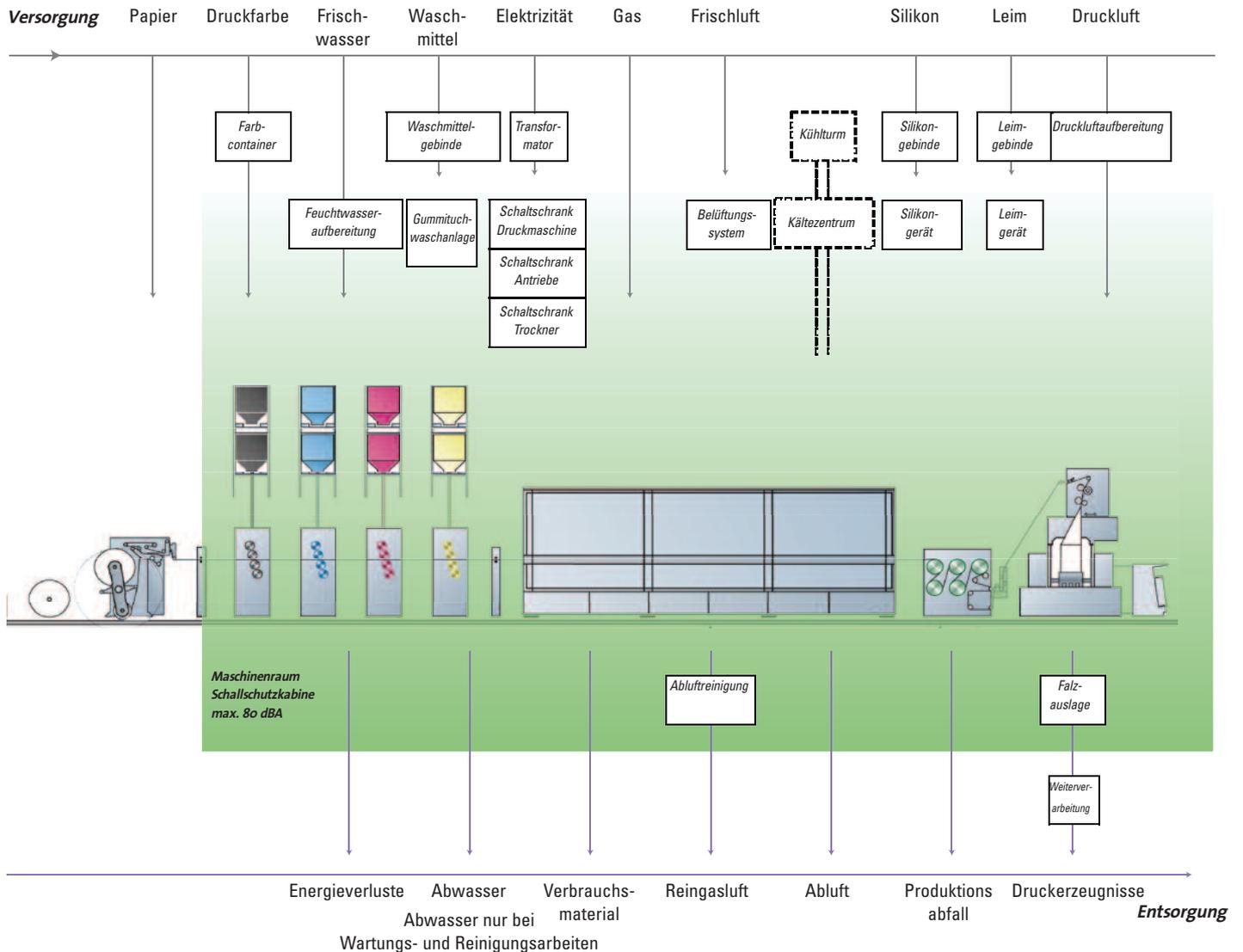
**6. Energiepreise:** Beziehen Sie Ihre Energie so günstig wie möglich? Prüfen Sie das mit Ihrem (Ihren) Lieferanten.



These tables show the evolution of electricity and gas prices in different European countries between 2005-2007.

Source: Eurostat.

# Die Energieeffizienz im Prozess erhöhen



Der Energieverbrauch von Druckmaschinen zeichnet sich durch eine komplexe Wechselbeziehung zwischen den verschiedenen Komponenten des Drucksystems, den Verbrauchsmaterialien und den Betriebsverfahren aus.

Es gibt viele Ansatzpunkte für einen effizienteren Umgang mit Energie im gesamten Drucksystem:

1. Der Druckmaschinenantrieb
2. Die Gummitücher
3. Die Walzeneinstellungen
4. Die Nachverbrennung
5. Die Verdampfungskühlung
6. Die Belüftung von Schallschutzkabinen
7. Die Kompressoren
8. Eine systematische Wartung und korrekte Einstellungen
9. Die Arbeitsweise
10. Die Papierauswahl und der Farbauftrag

Als Mitglied des PrintCity-Teams, das sich mit diesem Thema beschäftigt, vertritt Gerhard Duschl einen ganzheitlichen Ansatz für die Planung und den Betrieb energieeffizienter industrieller Fertigungsstätten. Seine Erfahrung zeigt, dass jeder Produktionsprozess, jede Maschine und jeder Mensch Wärme produziert – in vielen Fällen ist eine Klimakontrolle erforderlich, um bei Temperatur und Luftfeuchtigkeit die zulässigen Werte einzuhalten. Das bedeutet, dass es verschiedene Wechselbeziehungen im Hinblick auf den gesamten Energieverbrauch gibt.

Beispielsweise erfordert die Arbeitstemperatur eines Kühlaggregats von 6°C – 12°C im Kühlbereich Kompressoren, und die Wechselbeziehung zwischen der austretenden Wärme und der zum Kühlen erforderlichen elektrischen Energie beträgt etwa 35 %. Wird das Kühlaggregat gegen einen Kühlturm ausgetauscht, lässt sich dieser Wert deutlich reduzieren. In vielen Fällen lassen sich wassergekühlte Motoren einsetzen. Oder es lässt sich Wärme aus Luftströmungen mit Temperaturen von mehr als 40°C gewinnen. In diesem Fall beträgt die Wechselwirkung zwischen der Abwärme und der zum Kühlen benötigten Energie etwa 10 % oder weniger.

### Optimierung von Systemkomponenten

Soll der Energieverbrauch von Maschinen, Komponenten und der Raumklimatisierung optimiert werden, muss der gesamte Prozess betrachtet werden. Die vollständige Analyse aller Faktoren eröffnet eine Vielzahl von Möglichkeiten, die Beziehungen zwischen der Temperatur, der Luftfeuchtigkeit und dem Energieverbrauch zu optimieren.

Werden alle Komponenten eines Systems optimal eingestellt, lassen sich die Effizienz erhöhen und die Gesamtkosten reduzieren. Das beinhaltet unter anderem genau geplante Wartungsintervalle für die gesamte technische Ausstattung, optimale Betriebs- und Produktionspläne, Einsatz von Kontrollsystemen für Belüftung und Klimaanlage, vereinfachte Luftführung, langsamere Luftbewegungen, leicht zugängliche Luftfilter-Kammern, extrem geringe Druckverluste, optimierte Lebenszyklen von Filterelementen oder einwandfreie Druckluftleitungen.

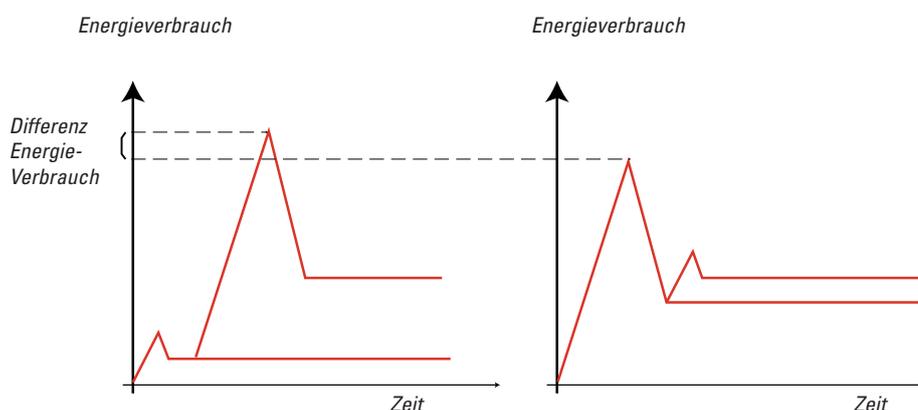
Auch eine regelmäßige, vorbeugende Wartung wirkt positiv auf den Energieverbrauch. Einstellungen und Schmierung müssen korrekt vorgenommen werden. Luftfilter dürfen nicht verstopfen.

### Quellen der Wärmeentwicklung

Werden Druckmaschinen in Gang gesetzt, verursachen die Bewegungen der Papierbahnen starke und schnelle Luftbewegungen. Und das führt zu schnellen Veränderungen bei Luftfeuchtigkeit und Temperatur. Ist die ausgetauschte Luft zu kalt, können lokal Kältenester und in Folge Probleme beim Betrieb auftreten. Sowohl Druckmaschinen als auch ihr elektronisches Equipment (gegebenenfalls auch vorhandene Trockner) entwickeln Wärme, die durch Fenster, Dächer und Gebäudewände verloren gehen kann. So kann der Unterschied bei der Innenraumtemperatur im Sommer und im Winter bis zu 20°C betragen – eine nicht ausreichende Belüftung kann diesen Wert um weitere 20°C erhöhen. Fazit: Mancherorts lassen sich optimale Druckbedingungen nur durch eine betriebsweite Klimakontrolle herstellen.

### Das Anlaufen der Maschinen steuern

Das gleichzeitige Anfahren von Hochleistungsmaschinen führt zu Energiespitzen. Um dies zu vermeiden und die Effizienz zu erhöhen, sollten zunächst Maschinen mit hoher Leistung angefahren und erst nach und nach andere Maschinen gestartet werden.



Es vermeidet Energiespitzen und erhöht die Effizienz, wenn zunächst Hochleistungsmaschinen angefahren und erst nach und nach andere Maschinen gestartet werden.  
Quelle: Duschl Engineers.

# Optimierung der Energieeffizienz

Bei der Installation neuer Druckmaschinen gibt es im Hinblick auf die Energieversorgung in aller Regel drei Optionen:

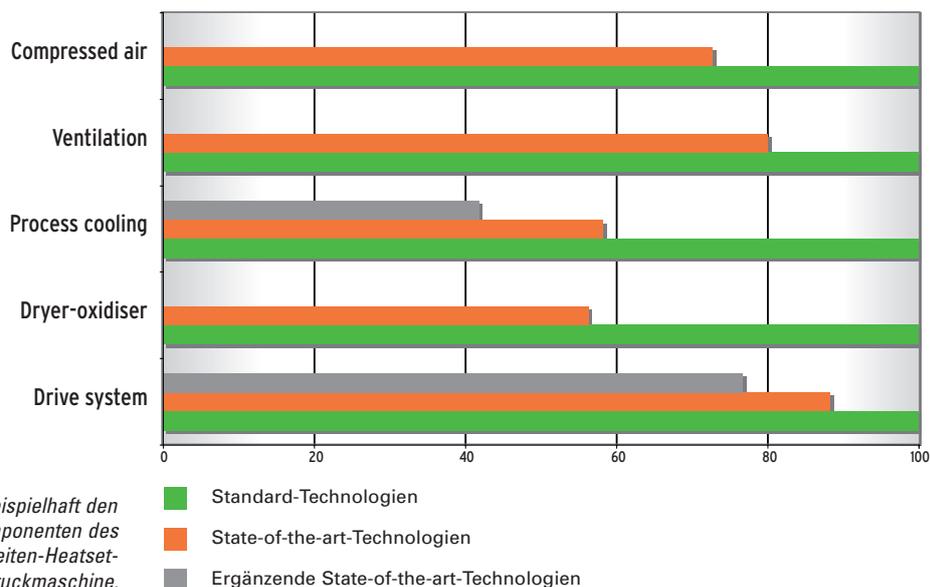
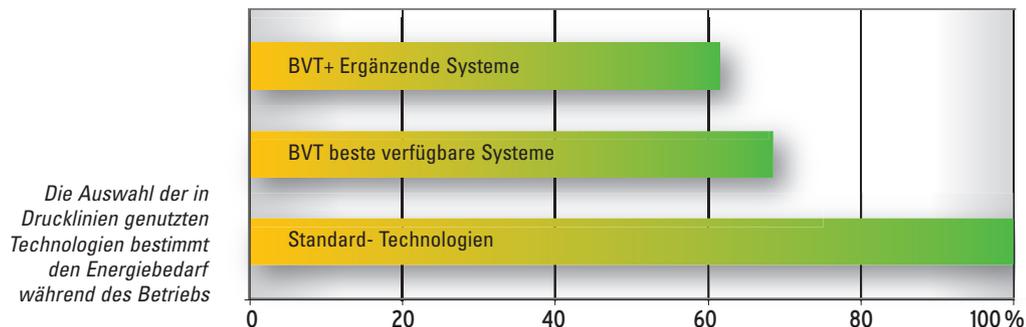
- **Standard-Technologien:** Weisen in aller Regel die geringsten Investitionskosten, aber den größten Energieverbrauch auf.
- **State-of-the-art-Technologien (bzw. neueste Technologien):** Erfordern generell höhere Investitionen, zeichnen sich aber durch geringere Betriebskosten aus.
- **Ergänzende State-of-the-art-Technologien:** Sie weisen den geringsten Energieverbrauch auf. Zum Beispiel Kühlsysteme oder Antriebe lassen sich unmittelbar in Drucklinien integrieren. Andere Systeme wiederum ermöglichen das Wiederverwenden von Energie, die während des Produktionsprozesses ausgestoßen wird. Ob diese Systeme wirtschaftlich eingesetzt werden können, hängt von den jeweiligen Energiepreisen vor Ort ab.

*Inwieweit das Wiederverwenden von Abwärme sinnvoll ist, hängt darüber hinaus davon ab, wo das Unternehmen geografisch angesiedelt ist, wie effizient die Haus- und Versorgungstechnik Energie verbraucht, und in welchem Maße die installierte Ausrüstung Wärme abstrahlt.*

Bei der Auswahl neuen Equipments ist es wichtig, den Energieverbrauch zu vergleichen. Nur das stellt sicher, dass die Energiekosten über die gesamte Betriebsdauer hinweg möglichst gering sind.

## Installierte Leistung?

Die angegebene Nennleistung des Stromverbrauchs von Systemkomponenten übersteigt häufig deutlich die Leistung, die das System tatsächlich über seine gesamte Lebensdauer hinweg benötigt. Ein Grund hierfür ist, dass Maschinen zu Beginn ihrer Betriebszeit bzw. in der Einlaufphase mehr Leistung brauchen, um den mechanischen Widerstand zu überwinden. Dieser höhere Energiebedarf kann reduziert werden, wenn Maschinen während der etwa ersten drei Monate nicht mit Höchstgeschwindigkeit gefahren werden. Entsprechende Werte müssen für jede Druckmaschine und Konfiguration ermittelt werden.

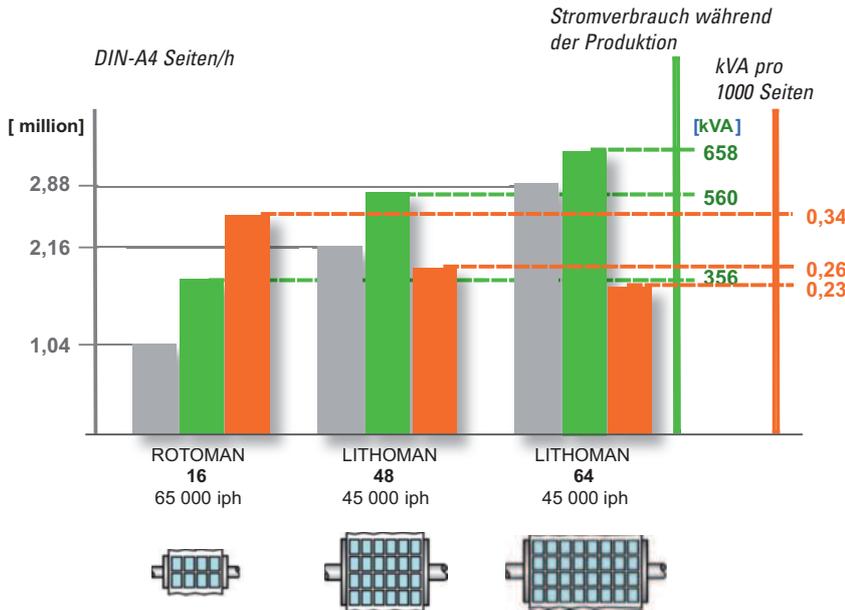


Diese Grafik zeigt beispielhaft den Energieverbrauch der Komponenten des Hauptsystems einer 72-Seiten-Heatset-Druckmaschine.

# bei der Installation neuer Druckmaschinen

## Druckformat

Investitionen in neue Druckmaschinen bieten eine gute Gelegenheit, das maximale Druckformat mit den herzustellenden Druckerzeugnissen abzugleichen. In den vergangenen zehn Jahren ist ein deutlicher Trend hin zu Druckmaschinen mit größeren Druckformaten (48, 64 und 80 Seiten) erkennbar, um die Gesamtdruckkosten zu verringern. Ein wirtschaftlicher Grund hierfür ist der geringere Energieverbrauch pro gedruckter Seite.



Größere Druckformate reduzieren den Energieverbrauch pro gedruckter Seite.  
Quelle: manroland.

## Ergänzende Systeme zur Reduzierung von Abwärme (siehe Seiten 16-17)

Dieses Beispiel zeigt die Menge an Energie, die aus der Abwärme einer 72-Seiten-Heatset-Druckmaschine bei jährlich 6.000 Produktionsstunden und einem Energieverbrauch von 500 kW zurückgewonnen werden kann. Es besteht die Wahl zwischen einer Stromerzeugung in einer Größenordnung von 80 kW, einer Wärmerückgewinnung mit maximal 480 kW oder dem Einsatz einer Absorbertechnik (Absorptionskältemaschine) mit einer Kapazität von 230 kW für die Kühlung und 560 kW Warmwasser. Die Wirtschaftlichkeit hängt jeweils von den Energiekosten vor Ort, dem geografischen Standort der Betriebsstätte, der Energieeffizienz des Gebäudes und der Wärmeabstrahlung der installierten Produktionssysteme ab. Auch das im Prozess verwendete Wasser kann vorgewärmt werden.

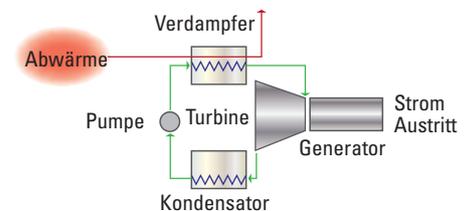
Zum Beispiel hat eine mit zwei Heatset-Druckmaschinen ausgestattete Druckerei in Deutschland (bei Einsatz einer Klimaanlage mit einer internen Wärmerückgewinnungseffizienz von 70 %) folgenden Wärmebedarf:

Büros	1.600 m <sup>2</sup>	Transmissionswärmebedarf	80 kW
	10.000 m <sup>3</sup>	Lüftungswärmebedarf	60 kW
Produktion	2.300 m <sup>2</sup>	Transmissionswärmebedarf	120 kW
	11.500 m <sup>3</sup>	Lüftungswärmebedarf	270 kW
		Abstrahlungen der Maschinen	- 240 kW
			290 kW

Der gesamte Wärmebedarf in den Büros und in der Produktion beträgt jährlich 800 MWh. Bei einer Druckmaschine mit einer Betriebszeit von 18 Stunden pro Tag erzeugt der Absorberprozess eine Wärmemenge von jährlich etwa 3.564 MWh. Die Abwärme einer großen Druckmaschine reicht für die Beheizung des ganzen Gebäudes aus. Die von Druckmaschinen abgestrahlte Wärme genügt, um die gesamte Produktion zu heizen.

## Stromerzeugung

Die Wirtschaftlichkeit der Energiegewinnung mit ORC-Verfahren (Organic Rankine Cycle Process / ORC) hängt von den lokalen Energiekosten für den internen Gebrauch sowie dem häufig höheren kW-Preis ab, der bei der Rückspeisung in das Stromnetz erzielt werden kann. Das bedeutet, in Deutschland amortisieren sich ORC-Verfahren innerhalb von vier Jahren, in Großbritannien aber erst nach mehr als acht Jahren.



Beim Organic Rankine Cycle Prozess (ORC) wird Abwärme in elektr. Strom umgewandelt; Quelle: Duschl Ingenieure

# Gummitücher & Walzen



Gummidrucktücher Test der kompressiblen Schicht. Foto Trelleborg.

## So wirken Gummitücher auf den Energieverbrauch

Gummitücher können entscheidend zur Minimierung des Energieverbrauchs in Druckwerken beitragen – bis zu 20 %. Früher war die Hauptaufgabe von Gummitüchern eine gute Druckqualität, einen guten Farbtransfer, den richtigen Punktzuwachs und eine gute Papierfreigabe nach der Überrollung sicherzustellen. Bei wellenlosen Druckmaschinen und größere Rollenbreiten kommt das Minimieren des Energieverbrauchs im Druckwerk und das Vermeiden von Überhitzungen hinzu. Folgende Eigenschaften von Gummitüchern beeinflussen den Energieverbrauch:

- Karkasse (Material, kompressible Schicht, Oberfläche)
- Kompressibilität (welche Belastung?)
- Gummiverbindung der obersten Schicht (Polarität)
- Oberflächenbehandlung (Rauheit)

Praktisch ausgedrückt, sollten Gummitücher die Temperatur und die Kraftaufnahme des Druckzylinders während des Drucks innerhalb des vom Druckmaschinenhersteller vorgegebenen Bereichs nicht beeinflussen. Das kann mit Gummitüchern erreicht werden, die unterschiedliche dynamische und Bahnzugeigenschaften aufweisen. Der Gummituchlieferant sollte für neu installierte Druckmaschinen die jeweils am besten geeigneten Gummitücher auswählen und diese testen, um sicherzustellen, dass ihre Eigenschaften die Anforderungen der Druckmaschine abdecken.

Zum Beispiel die Gummituchplatten (Metal Back Blanket / MBB), die auf wellenlosen Zeitungsdruckmaschinen eingesetzt werden, minimieren den Energieverbrauch in den Druckwerken und damit die während des Druckprozesses erzeugte Wärme.

Die Fördereigenschaften der Gummitücher können den Energieverbrauch aller Rollendruckmaschinen entscheidend beeinflussen. Jede Gummituchart hat ihre eigenen Fördereigenschaften, was für die Steuerung der Bahnspannung von extrem großer Bedeutung ist. Sie hängen hauptsächlich von dem Aufbau der Gummitücher, von den Eigenschaften der obersten Gummischicht, der Oberflächenbehandlung und der Kompressibilität ab. Mit einer einfachen Veränderung der Gummituchkonstruktion lassen sich wahlweise positive oder negative Fördereigenschaften erreichen. Es gibt eine Vielzahl von Gummitüchern mit sehr unterschiedlichen Fördereigenschaften, so dass Drucker die jeweils am besten geeigneten Gummitücher auswählen müssen.

## Was sind Gummitücher mit positiven oder negativen Fördereigenschaften?

Gummitücher mit positiven Fördereigenschaften tendieren dazu, 'mehr Papier zu geben'. Dadurch wird die Bahnspannung nach dem Druckwerk gegenüber dem Einzug verringert, da die Papierbahn tendenziell dem führenden Gummituchzylinder folgt — angesichts dieses Spannungsverlusts beginnt die Papierbahn zu flattern. In diesem Fall müssen alle Spannungspunkte exakt angepasst werden — der Papiereinzug muss die Papierzufuhr in die Druckwerke verlangsamen und die Spannung für die Kühlwalzen und das Falzwerk erhöhen.

Gummitücher mit negativen Fördereigenschaften weisen eine stärkere Bahnspannung auf als der Einzug — die Papierbahn durchläuft das nächste Druckwerk mit der richtigen Spannung. Ist die Fördereigenschaft des Gummituchs hier allerdings zu stark, reicht die Korrekturspanne an den Spannungspunkten der Druckmaschine nicht aus. Wird mit der maximalen Bahnspannung gearbeitet, erhöht das das Risiko von Bahnbrüchen — insbesondere während der Klebung.

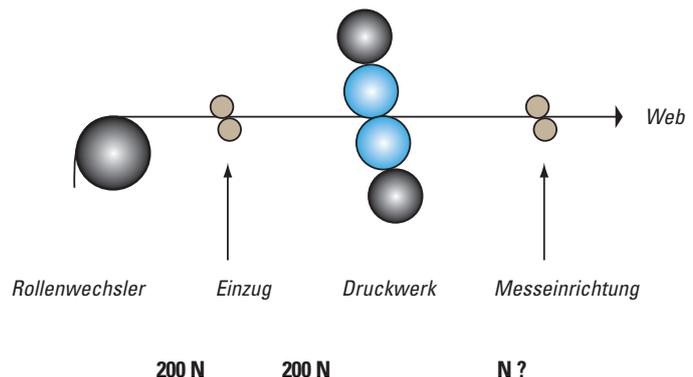
Beispiel für einen positiven Bahnzug: Rollenwechsler:

200 N / Einzug: 220 N / Messeinrichtung: 170 N oder < als am Einzug

Beispiel für einen negativen Bahnzug: Rollenwechsler:

200 N / Einzug: 220 N / Messeinrichtung: 220 N oder > als am Einzug

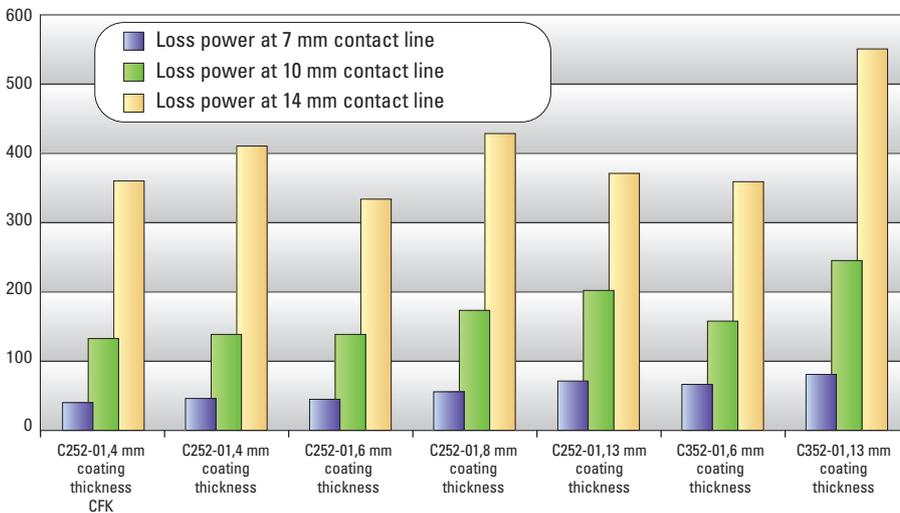
Dieses Schema zeigt den Einzug und ein einzelnes Druckwerk mit einer nachfolgenden Messeinrichtung zur Messung der Bahnspannung. Alle Werte der Bahnspannung nach dem Einzug (Längsschneider, RTF und Druckspalt) sind ausgedrückt als Zuwachswerte in % im Vergleich zur Geschwindigkeit des Motorenantriebs des Druckwerks. Um verschiedene Gummitücher vergleichen zu können, müssen bei allen Versuchen die gleichen Druckfarben und Papiere verwendet werden. Die Werte des Rollenwechslers und des Einzugs können konstant gehalten werden, wenn nur das Gummituch gewechselt wird. Die Bahnspannung (gemessen in Newton 'N') nach dem Druckwerk zeigt die Fördereigenschaften verschiedener Gummitücher. Quelle: Trelleborg.



Im Hinblick auf die ökologischen Aspekte von Gummitüchern müssen auch die Materialien und der Produktionsprozess betrachtet werden. Zum Beispiel sollten Technologien eingesetzt werden, die während der Produktion den Einsatz von Lösungsmittel ausschließen oder zumindest drastisch reduzieren. Das reduziert den Energieverbrauch bei der Rückgewinnung der Lösungsmittel um 50 %.

**Druckwalzen**

Die Wärmeentwicklung bei Gummiwalzen hängt von dem spezifischen Verlustfaktor des Gummimaterials, der Deformationsgeschwindigkeit, der Zahl an Kontaktstellen pro Umdrehung, der Justierung der Walzen und der Stärke der Gummischicht ab. Die Wärmeentwicklung auf der Walze wird limitiert, wenn der Verlustfaktor in Abhängigkeit von der steigenden Temperatur und dem Wärmetransfer in die Umwelt reduziert wird. Darüber hinaus sollten temperaturabhängige Risiken im Hinblick auf die Qualität wie Blasenbildung und Rissbildung bei zu hohen oder Schmieren bei zu niedrigen Temperaturen vermieden werden.



Diese Grafik zeigt den vom Hitzeaufbau verursachten Energieverlust auf Farbauftragswalzen. Quelle: Westland.

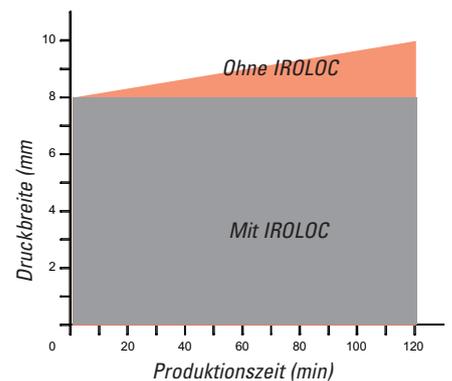
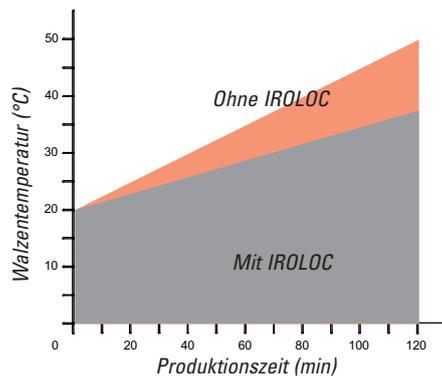
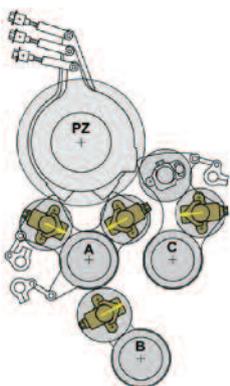
**'Intelligente' Transfer- und Auftragswalzen**

Sich selbst justierende Walzen passen den Druckspalt automatisch dynamisch an und sparen damit Energie. Darüber hinaus garantiert das System konstant hohe Druckqualität, reduziert die Wartungskosten der Walzen um 65 % und erhöht die Lebensdauer der Walzen um bis zu 20 %.

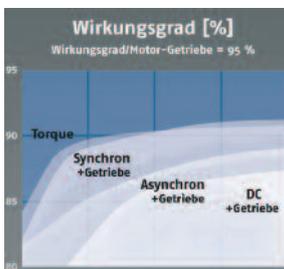
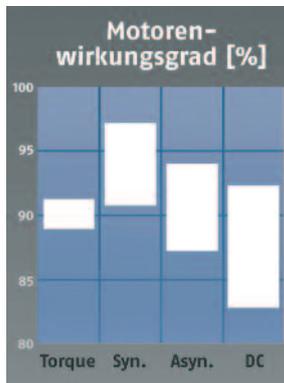
**Papierführungswalzen im Falzaufbau**

Die für den Transport der Bahnen und Papierstränge von den Wendestangen zu den Falztrichtern erforderliche Energie kann mit dem Einsatz gleichmäßig laufender Papierführungswalzen (sind für ihre gesamte Lebensdauer geschmiert) mit geringer Masseträgheit in abgestufter Anordnung minimiert werden.

Die automatischen IROLOC-Walzenschlösser sparen Energie. Illustrationen: manroland.



# Effizienz von Druckmaschinen & Antrieben

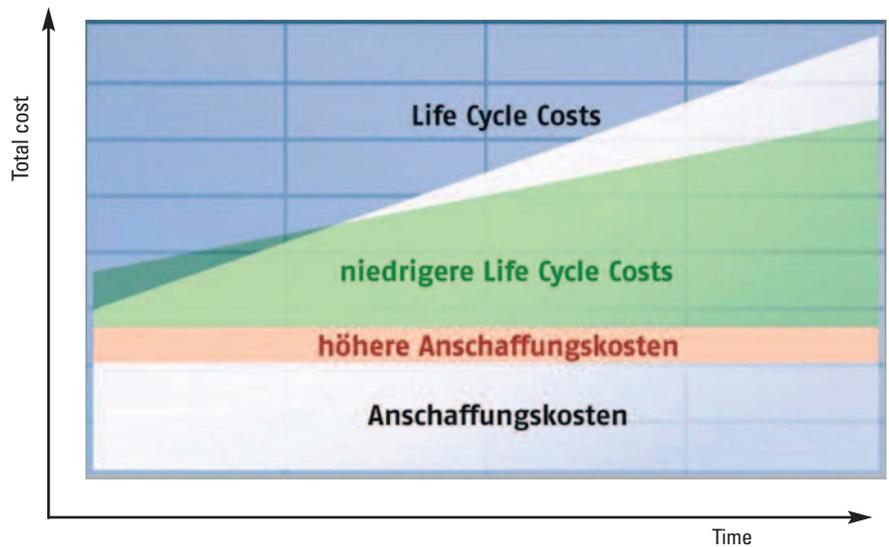


Vergleich der Effizienz verschiedener Antriebe und Motoren. Quelle: Baumüller

Das erhöhte Umweltbewusstsein und die steigenden Strompreise sind die Hauptgründe, weshalb energieeffiziente Antriebssysteme in der Industrie zunehmend mehr Beachtung finden. Die Europäische Kommission hat 2005 die Rahmenrichtlinie ‚Energiebetriebene Produkte‘ (Energy using Products / EuP) erlassen, um zu einem effizienteren Umgang mit Energie und damit zur Reduzierung der Umweltbelastungen beizutragen. Dabei geht es in erster Linie darum, die CO<sub>2</sub>-Emissionen und den Treibhauseffekt zu reduzieren.

## Kosten über den Lebenszyklus hinweg

**Bei elektrischen Antrieben stellen die Energiekosten mit bis zu 90 % der gesamten Betriebskosten den Hauptkostentreiber dar, was ihre Weiterentwicklung entscheidend vorantreibt.** Der hohe Energiewirkungsgrad von Direktantrieben führt dazu, dass sich ihre höheren Preise typischerweise bereits nach einigen Jahren oder in manchen Fällen bereits nach wenigen Monaten amortisieren. Nur eine ganzheitliche Systembetrachtung sichert die Ausschöpfung des gesamten Potenzials im Bezug auf Energieeffizienz und die damit verbundenen Kosteneinsparungen. Um einen optimalen Energieverbrauch sicherzustellen, müssen Motoren präzise dimensioniert und im optimalen Wirkungsgrad betrieben werden. Hierdurch werden unnötige Energieüberschüsse vermieden und der physikalische Raumbedarf verringert.



Die Betriebskosten über die gesamte Lebensdauer hinweg sind die treibende Kraft in der Entwicklung elektrischer Antriebe. Quelle: Baumüller



Bei Direktantrieben fällt die mechanische Übersetzung der Antriebskraft weg, was den Energiebedarf um 20 – 50 % verringert. Quelle: Baumüller

## Motoren

Direktantriebe zeichnen sich durch einen höheren Wirkungsgrad aus, da zwischengeschaltete Getriebe oder Riemen zur Übersetzung entfallen. Das heißt, ein herkömmlicher, konventioneller 100-kW-Antrieb benötigt für jährlich 6.000 Stunden Betriebszeit 54.000 bis 112.000 kWh, während ein Direktantrieb lediglich 27.000 kWh verbraucht. Bei einem Preis von 0,08 € pro kWh bedeutet das jährliche Einsparungen zwischen 2.880 und 7.120 €. Gleichlaufmotoren kombinieren hohe Drehmomente mit geringerer Geschwindigkeit. Wassergekühlte Motoren und Transformatoren erlauben die Verwendung der Abwärme in Niedrigtemperaturprozessen. Außerdem erspart das signifikant leisere Laufgeräusch häufig den ansonsten kostspieligen Schallschutz.



Direktantriebe sind effizienter als Gleichstrommotor-Lösungen. Quelle: Baumüller.

## Umrichter

Seit bereits 20 Jahren sind Umrichter verfügbar, die während der Maschinenbremsung Energie nicht in Wärme umwandeln, sondern in die Stromversorgung rückspeisen. Die dabei erzeugte Energie wird recycelt, statt als Abwärme über ein regeneratives Energiesystem ausgestoßen zu werden. Eine Maschine mit etwa 50 kW regenerativer und Bremsenergie liefert bei jährlich 6.000 Betriebsstunden und 0,08 € / kWh jährliche Einsparungen um 21.000 €. Das jüngste Angebot von Baumüller in diesem Bereich sind die Servoregler b maXX, die im Zwischenkreislaufverbund angeschlossen werden.

# Druckfarben & Papier

## Druckfarben und ihre Zufuhr

Eine optimale Dimensionierung der Farbzuführsysteme mit weniger Krümmungen und kurzen Leitungen reduziert den Energiebedarf der Förderung der Druckfarben. Der Einsatz von Tanks oder größerer Container für Druckfarben, Feuchtmittel und Silikon verringert die Energie- und Logistikkosten sowie den Handhabungsaufwand. Lieferanten können an der Verantwortung für die Lagervorräte beteiligt werden.

## Druckfarbe auf dem Papier

Die Druckfarbenmenge, die zur Erreichung der angestrebten Dichten erforderlich ist, hat Einfluss auf den Energieverbrauch im Druck. Der Farbverbrauch wiederum hängt in erster Linie von der verwendeten Papierart ab. Der Vergleich in der Grafik zeigt, dass der Farbverbrauch bei aufgebbessertem Zeitungspapier um 67 %, bei SC um 33 % und bei LWC um 8 % höher ist als bei Papier mit dem geringsten Farbverbrauch (MWC-WFC) bei einer Druckdichte von D1.50. LWC benötigt etwa 23 % weniger Druckfarbe als SC. SC-Papiere weisen einen hohen Feuchtigkeitsgehalt auf und brauchen bei der Heatset-Trocknung mehr Energie als LWC.

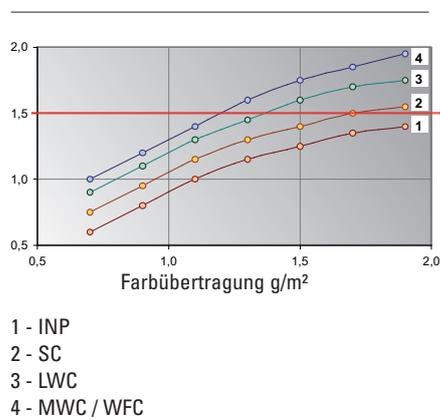
## Einfluss des Papiers und der Druckfarbe auf den Energieverbrauch

Die Auswahl und Eigenschaften des Papiers beeinflussen den Energieverbrauch im Druck. Diese Grafik zeigt den in Energie ausgedrückten Unterschied zwischen einem Standard- und einem aufgebbesserten Papier, das auf einer 48-Seiten-Heatset-Druckmaschine weniger Energie verbraucht. In den meisten Fällen weisen aufgebbesserte Papiere, die im Trockner weniger Energie verbrauchen, eine geringere Druckqualität auf. In einigen Fällen kann die niedrigere Trocknungstemperatur die geringere Druckqualität kompensieren.

## Papiereigenschaften, die den Energieverbrauch im Heatset-Druck beeinflussen

Auswirkung des Papiers auf den Energieverbrauch	Eigenschaften des Papiers	Veränderte Eigenschaften bei aufgebbesserten Papieren	Typische Veränderung	Durchschnittliche Einsparungen mit aufgebbesserten Papieren
Antrieb und Bahnlauf	Grundgewicht Volumen Porosität Rauhigkeit, PPS Friktion Zugsteifigkeit	Geringeres Grundgewicht Höheres Volumen Höhere Porosität Stärkere Rauhigkeit Geringere Friktion Höhere Zugsteifigkeit	- 20% + 25% + 60% + 55% - 30% + 25%	22% aber nur etwa 10 Wh pro bedruckter Rolle
Druckspalt, Ablösen der Bahn vom Gummitch	Wegschlagen der Farbe Druckfarbenbedarf  Porosität Rauhigkeit	Geringeres Wegschlagen der Farbe Reduzierter Druckfarbenbedarf Höhere Porosität Stärkere Rauhigkeit	- 15% - 20% + 60% + 55%	18% 40 kWh pro Druckspalt
Trocknung und Kühlung	Feuchtegehalt Füllstoffgehalt Druckfarbenverbrauch Grammatur Porosität Rauhigkeit Gestrichen/Unge- strichen	Geringerer Feuchtegehalt Höherer Füllstoffgehalt Geringerer Druckfarbenverbrauch Geringeres Papiergewicht? <sup>*</sup> Höhere Porosität? <sup>**</sup> Geringere Rauhigkeit Gestrichenes Papier	- 35% + 30% - 20% - 20% + 40% - 40% Gestrichen	24% Ersparnis des gesamten Energiever- brauchs in Trocknung und Kühlung <sup>***</sup>

\* Geringeres Gewicht ohne höheren Druckfarbenbedarf  
 \*\* Höhere Porosität ohne höheren Druckfarbenbedarf  
 \*\*\* Siehe Seiten 12 - 13 zum Einfluss von Trocknern mit integrierter Nachverbrennung.



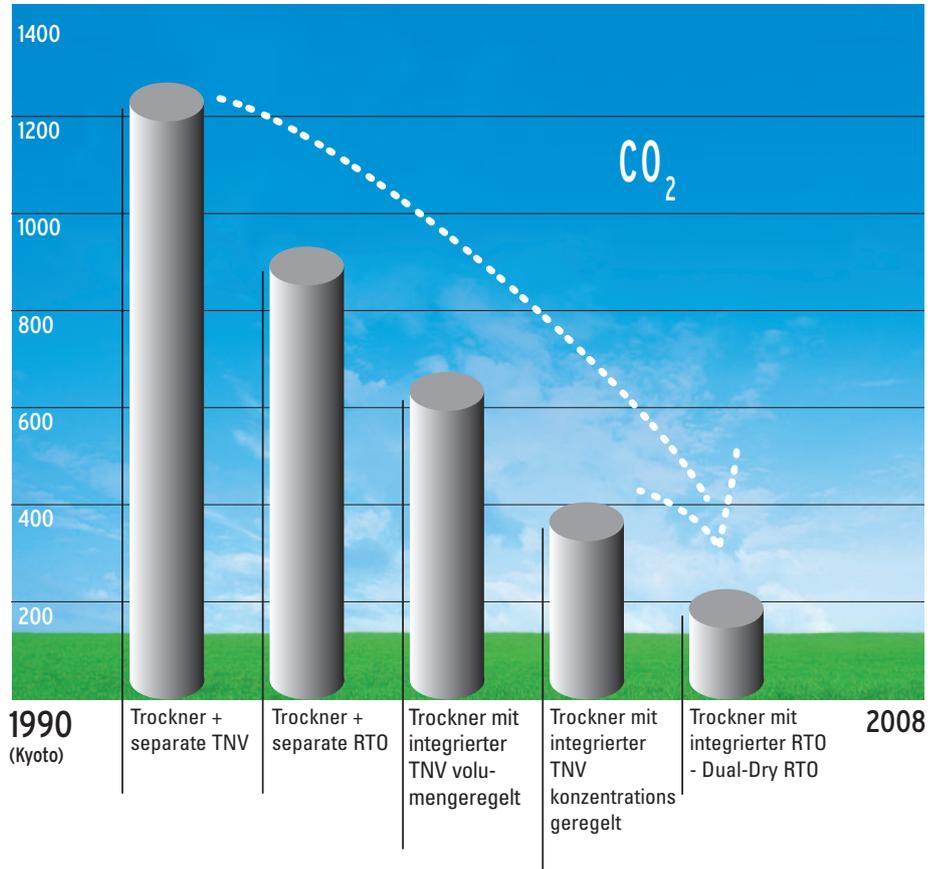
Typischer Druckfarbenbedarf gemessen für Cyan auf verschiedenen Papierarten.  
 Quelle: UPM



Der Einsatz von Tanks oder größeren Druckfarben-Containern reduziert die Logistik- und Energiekosten. Foto: Sun Chemical.

# Trocknung und Kontrolle der Abluft

Vergleich des Gasverbrauchs in kW und die mit ihm verbundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen verschiedener Nachverbrennungstechnologien und ihre Entwicklung von 1990 bis heute. Quelle: MEGTEC



## Heatset-Nachverbrennung

Die kontinuierlich steigenden Energiepreise und immer strengeren Umweltauflagen in Kombination mit breiteren und schnelleren Rollendruckmaschinen setzen verschiedene Technologien voraus, sollen Hochleistungs-Heatset-Druckmaschinen wirtschaftlich betrieben werden können.

Sowohl die Systemkonfiguration (separate oder integrierte Nachverbrennungseinrichtungen) und die Nachverbrennungstechnologie haben einen signifikanten Einfluss:

- **Eine Energieeinsparung um 50 % ist möglich**, wenn separate rekuperative Nachverbrennungseinrichtungen gegen integrierte rekuperative Nachverbrennungseinrichtungen ersetzt werden. Als geschlossener Kreislauf gewinnen integrierte Nachverbrennungseinrichtungen die in den Lösemitteln der Druckfarben enthaltene Energie während der Trocknung zurück und übertragen sie in das Nachverbrennungssystem als Energie für die Nachverbrennung. Die bei der Nachverbrennung entstehende Hitze wird dann zurück in den Trockner übertragen, was den Gasverbrauch reduziert.

- **Energieeinsparungen um 50 – 70 % sind erreichbar**, wenn rekuperative Off-line-Nachverbrennungseinrichtungen (Regenerative Thermal Oxidation - RTO) ausgewechselt werden.

- **Integrierte RTO-Nachverbrennungssysteme ermöglichen die höchsten Energieeinsparungen** (97 % Wärmetausch-Effizienz gegenüber 65 %). Je mehr Energie bei der Nachverbrennung der verarbeiteten Lösemittel freigesetzt wird, desto weniger zusätzliche Energie ist erforderlich. Bei vielen Produktionsbedingungen braucht die Einrichtung keine zusätzliche Energie, da sie als autarkes System nur die Energie der verarbeiteten Lösemittel nutzt.

Weitere Überlegungen hinsichtlich der Energie bei der Auswahl von Nachverbrennungseinrichtungen betreffen unter anderem die thermische Effizienz und den Stromverbrauch der Luftdüsenbalken, Einsatz einer frequenzkontrollierten Prozess-Lüftung, eines Abluftreduktionssystems, und einer niedrigen Abluftgeschwindigkeit im Stand-by-Modus. Die meisten Nachverbrennungssysteme lassen sich um zusätzliche Wärmetauscher erweitern, um Energie für die Erzeugung von warmem oder kaltem Wasser zurückzugewinnen. *Siehe auch Seite 16.*

### RTO-Nachverbrennungssysteme

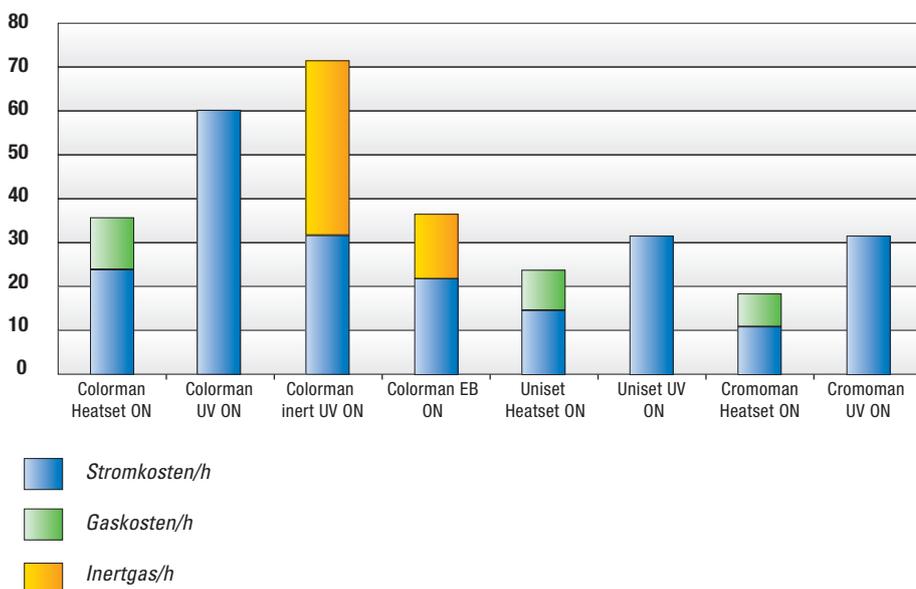
Die Integration von RTO-Nachverbrennungssystemen zwecks Einhaltung der Bestimmungen zur Luftreinhaltung in Kombination mit einem Wärmetauscher mit einem Wirkungsgrad von 95 % ist die energiesparendste Trocknung, die heute verfügbar ist. RTO-Nachverbrennungssysteme liefern unter vielen Produktionsbedingungen die gesamte Energie, die sowohl für die Nachverbrennung als auch die Trocknung erforderlich ist, so dass der Brennstoffverbrauch gleich Null ist. Bei durchschnittlichen Produktionsbedingungen reduziert das RTO-Nachverbrennungssystem den Gasverbrauch im Vergleich zu den besten rekuperativen Systemen mit fortschrittlicher Konzentrationstechnologie um 50%. Die RTO-Technologie verbrennt die Lösungsmittel der Druckfarben bei einer um etwa 100°C höheren Temperatur als sie rekuperative Systeme benötigen. Das Ergebnis ist eine garantierte Reduzierung der NO<sub>x</sub>- und CO<sub>2</sub>-Emissionen um 50 %, ohne die Lebensdauer des Nachverbrennungssystems zu beeinträchtigen. CO<sub>2</sub>-Emissionen werden unter allen Druckbedingungen verringert, was das Dual-Dry® RTO-Nachverbrennungssystem zum derzeit umweltfreundlichsten Trockner macht.

### Optimierte Trocknung

Eine optimale Trocknung des Papiers reduziert Kosten und verbessert die Qualität, da jedes Papier sein eigenes ‚Zeitfenster‘ für die Trocknung aufweist. Bei Papier mit geringer Dichte ist dieses Fenster kleiner als bei Papier mit hoher Dichte. Darüber hinaus gilt es, temperaturabhängige Qualitätsrisiken wie beispielsweise Bildung von Blasen und Rissen bei zu hohen Temperaturen und Schmierungen bei zu niedriger Temperatur zu vermeiden. Unterschiedliche Papiersorten haben verschiedene Anforderungen an die Trocknung, wobei die Temperaturzonen im Trockner entsprechend angepasst werden müssen. Auch mit einer optimierten Druckvorstufe in Kombination mit dem Einsatz von Densitometern und Closed-Loop-Farbregelsystemen können Ablegen von Farbe minimiert und Überfärbungen vermieden werden.

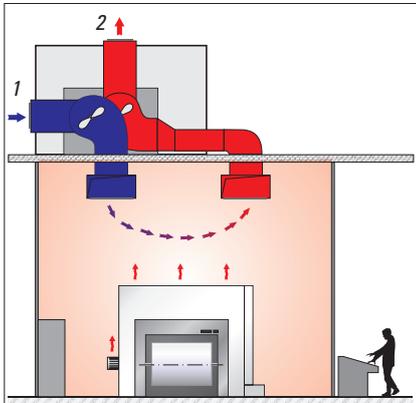
### Weitere Trocknungstechnologien für den Rollenoffset?

Für die meisten Anwendungen im Werbe- bzw. im Akzidenz-Rollenoffsetdruck bleibt die Heatset-Trocknung der wirtschaftlichste Prozess mit dem höchsten Wirkungsgrad. Das hat die PrintCity VAPoN-Projektgruppe (Value Added Printing of Newspapers) im Rahmen einer Wirtschaftlichkeitsrechnung ermittelt, in der sie die verschiedenen Kapital- und Betriebskosten aller Trocknungs- und Härtnungsprozesse verglichen hat. Die Energiekosten jedes einzelnen Trocknungsprozesses wurden dabei als Teil der Betriebskosten kalkuliert. Heatset-Trockner erfordern die höchsten Investitionen, zeichnen sich aber durch die geringsten Gesamtproduktionskosten und den geringsten Gesamtenergieverbrauch aus. Die Elektronenstrahltechnologie (EB) weist die zweitniedrigsten Gesamtenergiekosten auf, gefolgt von Inert-UV und konventionellem UV. Allerdings wird der Auswahlprozess im Zeitungsdruk – anders als im Werbe- bzw. Akzidenzdruck – nicht nur von den geringsten Gesamtbetriebskosten bestimmt. Hier können die Häufigkeit des Trocknereinsatzes, das verfügbare Kapital sowie der Raum, der für die Installation eines Trockners auf einer bereits vorhandenen Druckmaschine vorhanden ist, die Bevorzugung von UV bewirken. Der EB-Einsatz beschränkt sich derzeit auf den Verpackungsdruck.



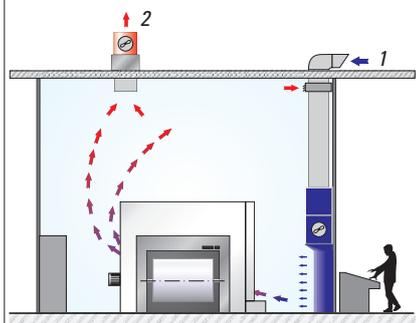
Vergleich der Energiekosten verschiedener Trocknungs- und Härtnungssysteme.  
Quelle: PrintCity VAPoN.

# Prozesskühlung & Belüftung



Legt die in die Schallschutzkabine eintretende Luft nur einen kurzen, wenig effektiven Weg in Richtung Absaugung zurück, wird sie nur wenig erreicht.  
Quelle: Axima.

Tritt die Versorgungsluft am Boden der Schallschutzkabine ein, erzeugt sie eine natürliche thermische Luftbewegung in Richtung Absaugung. Quelle: Axima.



## Prozesskühlung

Ein Kühlwassersystem für jede Druckmaschine ist in aller Regel energieeffizienter als eine große Kühlanlage für mehrere Druckmaschinen, da diese nicht effizient arbeiten kann, wenn sie nur zum Teil ausgelastet wird. Eine exakte Kontrolle der Temperatur des Wasserkreislaufs ist für die Steuerung des Energieverbrauchs von entscheidender Bedeutung. Und sie vermeidet Beeinträchtigungen des Produktionsbetriebs und der Qualität. Für die Kühlwassererzeugung sind zwei Technologien verfügbar:

## Kompressionskälteanlagen

Wegen der unterschiedlichen Betriebsbedingungen im Kondensator haben sie einen unterschiedlichen Primärenergiebedarf. Der Gebrauch von Split-Kälteanlagen – mit separaten Kondensatoren – birgt die Gefahr, dass angesichts des Umlaufs großer Kältemittelmengen Energie verloren geht.

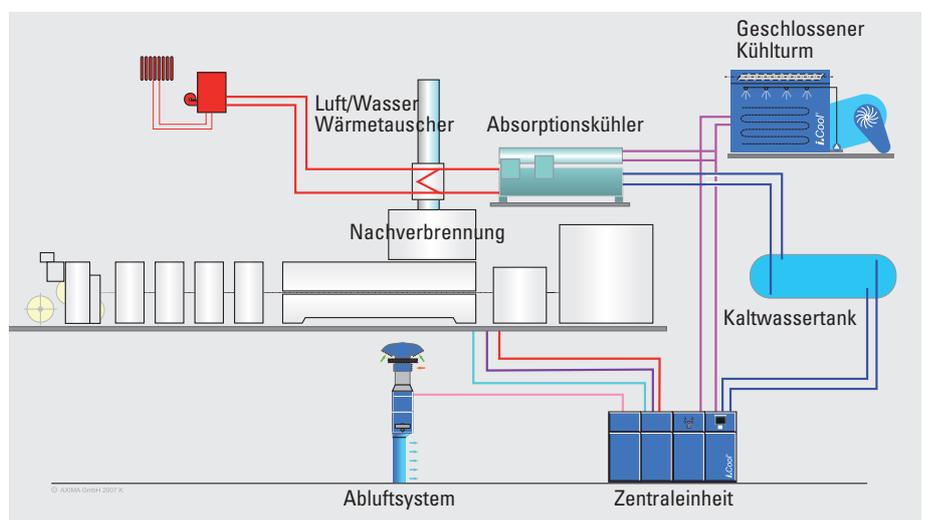
## Geschlossene Kühltürme

Mit Wasserkühlung kombinierte Verdampfungskühlung (geschlossene Kühltürme) kann bis zu 70 % Energie sparen. Dafür sollte eine sichere programmierbare Steuerung für präzise und konstante Temperaturen in allen Kühlkreisläufen mit automatischer Überwachung sorgen. Mit zusätzlichen Systemen für die Temperatur-Stabilisierung können die Temperaturen der Farbreiber, der Feuchtwalzen und der Gummistempel voreingestellt werden, bevor die Druckmaschine anläuft. Die Temperatur passt sich dann der Bahngeschwindigkeit an. Diese Systeme bieten mehrere Vorteile: zuverlässigere Betriebsbedingungen und damit eine längere Lebensdauer der Systemkomponenten, da weniger häufig umgeschaltet werden muss, unabhängige Kühlkreisläufe, weniger Verschleiß bei den beweglichen Teilen (konstante Temperaturbedingungen in einem geschlossenen, sauberen Kühlkreislauf), Ausfallsicherheit dank unabhängiger Kühlwasser-Generatoren. Ein Tank mit kaltem Wasser ist empfehlenswert, um eine konstante Effizienz sicherzustellen. Fallen die Außentemperaturen unter 10°C, kann eine automatische Zuführung kalten Wassers zu den Kühlwalzen aus einem externen Kühlsystem den Energieverbrauch hier deutlich verringern. Je nachdem amortisieren sich solche Systeme binnen weniger als einem Jahr.

## Belüftung von Schallschutzkabinen

Drucklinien und Gebäude erzeugen Wärme. Der Unterschied zwischen den Innentemperaturen im Sommer und im Winter betragen bis zu 20°C, und eine schlechte Belüftung kann sie noch einmal um 20°C erhöhen. Werden Druckmaschinen in Gang gesetzt, verursachen die Bewegungen der Papierbahnen starke und schnelle Luftbewegungen. Und das führt zu schnellen Veränderungen bei Luftfeuchtigkeit und Temperatur. Ist die ausgetauschte Luft zu kalt, können lokal Kältenester und in Folge Probleme beim Betrieb auftreten.

Ein vollständig integriertes Druckmaschinen-Kühlsystem mit einem geschlossenen Kühlturm bietet eine sehr hohe Energieeffizienz.  
Quelle: Axima.



Lärmschutz: Geräuscharme Arbeitsumgebungen erhöhen einerseits die Effizienz und Qualität. Andererseits erfüllen sie gesetzliche Bestimmungen. Lärm und die damit verbundenen gesundheitlichen Folgen verursachen in Arbeitsumgebungen größere Probleme. Die Statistiken der Haftpflichtversicherungen von Arbeitgebern und Krankenversicherungen zeigen, dass hohe Geräuschemissionen an Arbeitsplätzen negativ wirken – und das gilt sowohl für die Produktion als auch für Büros. Dem Design, der Konstruktion und der Installation hermetisch verschlossener Schallschutzkabinen muss aber auch hohe Aufmerksamkeit gewidmet werden, um den Energieverbrauch zu minimieren. Effektive, dichte Wand- und Deckenverbindungen minimieren unkontrollierten Energieverlust innerhalb der Lärmschutzkapseln – darüber hinaus erhöht auch das Versiegeln von Ver- und Entsorgungsleitungen die Energieeffizienz. Im

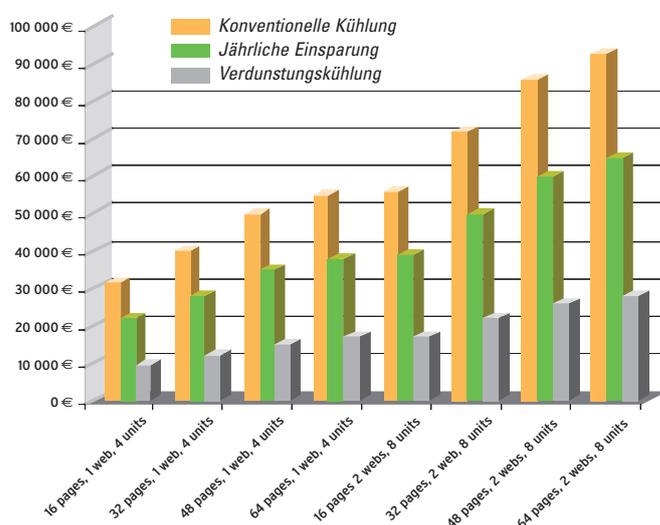


### Kompressoren

Etwa 70 % des verbrauchten Stroms wird in Wärme umgewandelt. Indem dezentrale Kompressoren zur optimalen Versorgung der einzelnen Maschinenkomponenten mit Druckluft eingesetzt werden, lässt sich der Energieverbrauch um 30 % und mit einer On-Demand-Ablaufsteuerung um weitere 5 – 20 % reduzieren. Die Größe der Kompressoren sollte sich an der erforderlichen Auslastung und dem notwendigen Luftdruck orientieren, da eine Minderauslastung ineffizient ist. In aller Regel gehen 30 % der Energie durch undichte Stellen verloren, was wiederum einen höheren Druck erfordert, um den von den undichten Stellen verursachten Verlust zu kompensieren - 0,7 bar zusätzlich erhöhen den Energiebedarf um 5 – 7 % - deshalb ist eine systematische Wartung sehr wichtig.

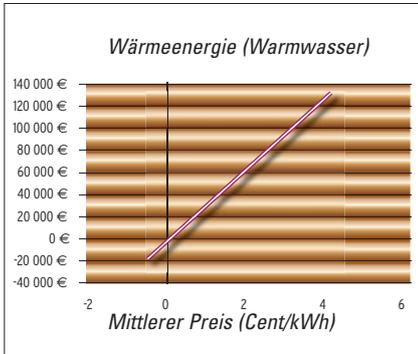
*Richtig installierte hermetisch geschlossene Schallschutzkabinen reduzieren nicht nur die Geräuschentwicklung unter ein Niveau von 80 dB(A) und stellen damit die Gesundheit der Mitarbeiter sicher, sondern tragen auch zur Minimierung von Energieverlusten bei. Quelle: Faist.*

Winter können regulierende Systeme der Wärmerückgewinnung dienen. Auf einer Heatset-Druckmaschine beträgt der Temperaturunterschied zwischen dem ersten und dem letzten Druckwerk bis zu 15°C. Die Temperatur in den Druckwerken kann bei geschlossenen Druckmaschinen 10 - 20 °C höher sein als bei offenen Linien. Schalldichte Druckmaschinen sollten mit einem selbstregelnden Luft-Kontroll-System ausgestattet sein. Gleichbleibende Temperaturen bei den Maschinen und in der Verarbeitung reduzieren Stillstandszeiten und erhöhen die Qualität.



*Ein vollständig integriertes Druckmaschinen-Kühlsystem mit einem geschlossenen Kühlturm bietet eine sehr hohe Energieeffizienz. Quelle: Axima.*

# Wiederverwendung von Abwärme



Die Wirtschaftlichkeit einer Rückgewinnung und Wiederverwendung von jährlich 3.360 MWh aus warmem Wasser für die Heizung hängt von den jeweiligen Energiekosten in den verschiedenen Ländern ab. Im ungünstigsten Fall werden die Heizkosten erhöht, wenn zusätzliche Energie zur Absaugung überschüssiger Energie oder für die Klimatisierung benötigt wird.  
Quelle: Duschl Ingenieure.

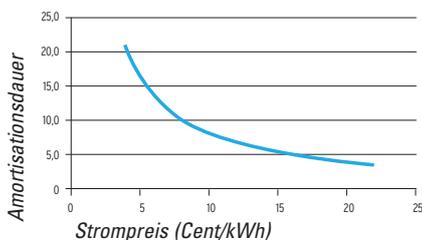
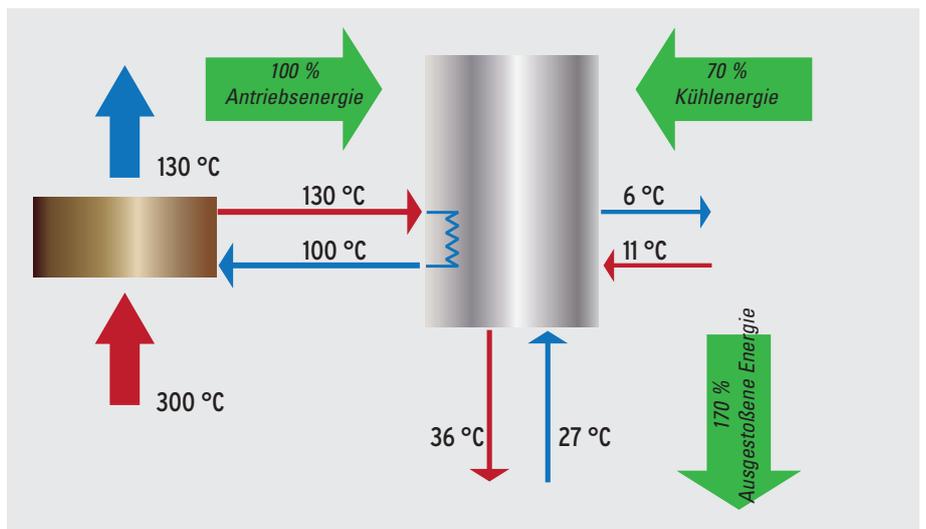
Im Zuge der Nachverbrennung werden erhebliche Abwärmemengen ausgestoßen. Diese ‚kostenlose‘ thermische Abfallenergie kann auf dreierlei Weise genutzt werden. Inwieweit sich das rechnet, hängt allerdings von den lokalen Energiekosten ab. Außerdem hängt die Wärmerückgewinnung (1 & 2) vom geografischen Standort des Unternehmens, von der Konstruktion und Energieeffizienz ihrer Gebäude und der Wärmeabstrahlung der installierten Ausrüstung ab. Während es in tropischen Regionen keinerlei Interesse an einer Warmwasser-Wiederverwendung gibt, lassen sich die jährlich 3.300 MWh in kalten Klimazonen gut für die Beheizung der Produktion nutzen – oder an einen lokalen Energieversorger, an Schwimmbäder oder an Agrarbetriebe für den Anbau von Obst oder Korn verkaufen. Um das zu zeigen, wurde der ROI entsprechender Zusatztechnologien für drei Länder (Deutschland, Großbritannien, Malaysia) für eine 72-Seiten-Heatset-Druckline bei jährlich 6.000 Stunden Betriebszeit kalkuliert.

Verbrauch der Druckmaschine	500 kW	
Für Heizzwecke brauchbare Abwärme	560 kW	1) Vom Absorber abgegebene Temperatur 36 °C, oder
	550 kW	2) Abwärmefluss in der Anlage bei 300 °C.

## 1: Absorbertechnologie für die Wiederverwendung der Abwärme

Absorptionskältemaschinen verwenden die thermische Abwärme der Nachverbrennungssysteme für die Kühlung des Kühlwassers für die Druckmaschine. Nachverbrennungssysteme produzieren typischerweise pro Stunde etwa 7.000 m³ Abwärme mit einer Temperatur um 300 °C, mit der sich 330 kW Energie erzeugen lassen. Die in das Kühlsystem eintretende Luft muss eine Temperatur von 11 °C aufweisen und die austretende Luft von 6 °C. Das Verhältnis zwischen der Heiz- und der Kühlenergie beträgt 0,7. Das heißt, die Kühlung benötigt eine Energie von etwa 230 kW. Bei einer zweiten Nutzung beträgt das Verhältnis der Abwärme zur Wärmekraft 1,7. Der potenzielle Energiegewinn beträgt folglich etwa 560 kW.

Typische Energieflüsse in einem Absorber, der von der Abwärme von Nachverbrennungsanlagen betrieben wird.  
Quelle: Duschl Ingenieure.



Die Amortisationszeiten von Investitionen in ORC-Technologie hängt von den lokalen Energiepreisen ab.  
Quelle: Duschl Ingenieure.

**Wirtschaftliches Rechenbeispiel:** Der Kühlbedarf einer 72-Seiten-Heatset-Druckmaschine beträgt etwa 550 kW. Etwa 40 % davon kann der Absorptionsprozess liefern. Der spezifische Energieverbrauch von Absorptionskältemaschinen ist vierfach höher als bei konventionellen Kompressoren. Das heißt, der Preis für 1 kWh Wärmeenergie kann die Kosten des elektrischen Stroms nicht um mehr als 25 % übersteigen. Die Investitionskosten für eine Kühlleistung von 230 kW einer Absorptionskältemaschine betragen 276.000 €, sind also um 400 % höher als die eines Kompressors mit Investitionskosten um 69.000 €. Der elektrische Bedarf des Absorbers beträgt 4 kW (24 MWh/Jahr) 10 % des Kompressors bei 77 kW (462 MWh/Jahr). Die Wertschöpfung entspricht 3 – 4 Cent/kWh des Warmwassers von 560 kW Abwärmeenergie.

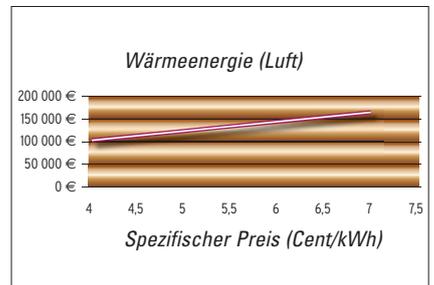
	Strompreis	Jährliche Stromkosten	Amortisationsdauer
Deutschland	0,100 €/kWh	43.800 €	4,7 Jahre
Großbritannien	0,095 €/kWh	41.600 €	5,0 Jahre
Malaysia	0,0416 €/kWh	18.200 €	11,4 Jahre

Darüber hinaus kann die restliche Niedrigtemperatur-Abwärme (36 °C) in kalten Klimazonen für Heizzwecke verwendet werden, was die Amortisationszeit weiter verringert.

## 2: Wärmerückgewinnung mit Wärmetauschern

Plattenwärmetauscher oder Kreislaufsysteme können Abwärme aus dem Trocknungsprozess zurückgewinnen, indem sie die Abwärme von 300 °C auf etwa 50°C verringern und so etwa 480 kW thermische Energien gewinnen. Glasrohr-Wärmetauscher sind insbesondere für Gasemissionen aus Nachverbrennungsanlagen geeignet. Die zurückgewonnene Energie kann genutzt werden, um die von draußen zugeführte Frischluft für die Produktion oder die Büros zu erwärmen.

Eine 72-Seiten-Druckmaschine kann jährlich 2.880 MWh Wärmeenergie liefern. Die Wirtschaftlichkeit hängt hier von dem Energiebedarf der Klimaanlage und den Belüftungssystemen, der pro Jahr erforderlichen Stundenzahl, in der geheizt werden muss, sowie von den lokalen Energiepreisen ab.



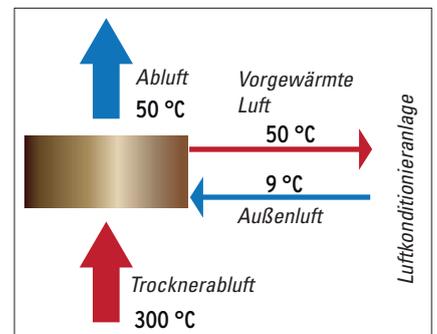
Die Wirtschaftlichkeit der Wiederverwendung von Abwärme und warmem Abwasser ist vergleichbar. Sie hängt vom Standort, von den Betriebsbedingungen und von den lokalen Energiepreisen ab.  
Quelle: Duschl Ingenieure.

## 3: Freie Elektrizitätserzeugung

Der ORC-Prozess (Organic Rankine Cycle Process / ORC) wandelt Abwärme von Trocknern in Elektrizität um. Eine optimale Verwendung der 320 °C heißen Emissionen erfordert ein organisches Arbeitsmedium mit einem hohen spezifischen Verdampfungsdruck, um ausreichend Dampf für den Betrieb des Stromgenerators zu liefern. Die Elektrizität kann wahlweise dem internen Energieverbrauch zugeführt oder in das Stromnetz zurückgespeist und verkauft werden. Die Amortisationszeit hängt in hohem Maße von den Kosten der lokalen Energieversorgung sowie dem Preis ab, zu dem Strom in das Netz eingespeist werden kann.

Der ORC-Prozess erzeugt etwa 80 kW Elektrizität aus den 600 kW Abwärme einer 72-Seiten-Heatset-Druckmaschine. Die erforderliche Investition beträgt 5.000 €/kW. Somit kosten 80 kW etwa 400.000 € und erzeugen bei jährlichen 6.000 Betriebsstunden 480 000 kWh.

	Germany	Great Britain	Malaysia
	Deutschland	Großbritannien	Malaysia
Elektrizität für den internen Gebrauch	10 Cent/kWh 48.000 €	9,5 Cent/kWh 45.600 €	4,1 Cent/kWh 20.000 €
Amortisationszeit	8,3 Jahre	8,7 Jahre	20,3 Jahre
An das Stromnetz verkaufte Energie	20 Cent/kWh 96 000 €	–	–
Amortisationszeit-	4,16 Jahre		



Typische Bewegungen thermischer Energie in Wärmetauschern. Quelle: Duschl Ingenieure.



MITGLIED

[www.axima.de](http://www.axima.de)

**Axima GmbH Niederlassung Freiburg** (vormals Sulzer Infra Baden) ist der weltweit führende Hersteller wirtschaftlicher und ökologischer Kühlungs- und Lüftungssysteme für Druckmaschinen und Druckereien. Im Laufe der vergangenen 25 Jahre hat das Unternehmen mit einer Vielzahl technischer Innovationen Maßstäbe in der Druckindustrie gesetzt. Die Systeme des Unternehmens sind speziell auf die Anforderungen des Druckprozesses ausgerichtet und werden jeweils individuell für den Rollenoffset-, den Zeitungs-, den Bogen- und den Digitaldruck entwickelt. Das breite Leistungsangebot von Axima umfasst die komplette Installationstechnologie inklusive Energieversorgung, Kontrolltechniken für den Installationsprozess und allgemeine technische Wartung/Dienstleistungen.



MITGLIED

[www.baumueller.de](http://www.baumueller.de)

Baumüller ist ein führender Hersteller von Automatisierungslösungen und Partner der Druckindustrie – angefangen beim Bogen- und Akzidenzdruck über den Etikettendruck bis hin zum Zeitungsdruck. Bei der Entwicklung und Herstellung innovativer Automatisierungskonzepte und Antriebslösungen arbeitet Baumüller seit Jahrzehnten sehr eng mit Druckmaschinenherstellern zusammen. Die Lösungen zeichnen sich durch höchste Qualität aus und decken alle Anforderungen an die Automatisierung aus einer Hand ab, weshalb sie Druckmaschinenhersteller aus aller Welt beziehen. Baumüller entwickelt maßgeschneiderte Konzepte für individuelle Lösungen. Sie decken die Anforderungen der Druckmaschinen über ihre gesamte Lebensdauer hinweg ab.



PROJEKT PARTICIPANT

[www.duschl.de](http://www.duschl.de)

**DUSCHL INGENIEURE** ist seit über 30 Jahren als kompetenter Ansprechpartner im Bereich Planung für Architekten und Bauherren tätig. Am Hauptsitz in Rosenheim und in den Geschäftsstellen in München, Erlangen, Frankfurt/Main, Chemnitz sowie Meran/Italien realisiert das engagierte Team von etwa 60 Ingenieuren und Technikern eine breite Palette anspruchsvoller Projekte für öffentliche und private Auftraggeber – unter anderem in den Bereichen Elektrotechnik, Kommunikations- und Fernmeldetechnik, Medientechnische Anlagen, Prozesstechnik, Gas-, Wasser- und Abwasser- und Feuerlöschtechnik, Wärmeversorgungs-, Brauchwassererwärmungs- und Raumlufttechnik.



MITGLIED

[www.faist.de](http://www.faist.de)

**FAIST Anlagenbau GmbH** ist Spezialist für technischen Schallschutz und weltweit führender Hersteller von Schallschutz-Lösungen für die Druckindustrie. Die schlüsselfertigen Schallschutzanlagen, die auf die hohe Anforderungen des Druckprozesses ausgerichtet sind, ermöglichen die Berücksichtigung aller Aspekte wie Zugänglichkeit, Transparenz, Belüftung, Beleuchtung und individuell angepasstes Design. Mit zahlreichen Lösungsmöglichkeiten geht FAIST auf alle Ansprüche an die Arbeitsplatz - Optimierung im Rollenoffsetdruck, Zeitungsdruck, Tiefdruck und Bogendruck ein: Diesen wichtigen Wirtschaftsfaktor hat das Unternehmen erkannt und zu einem entscheidenden Kriterium bei der Entwicklung seiner Systeme gemacht. FAIST Anlagenbau hat weltweit nahezu 240 Mitarbeiter und verzeichnete in 2007 einen Jahresumsatz von circa 33 Millionen Euro.



MITGLIED

[www.manroland.com](http://www.manroland.com)

Die Bogen- und Rollendruckmaschinen von **manroland** zeichnen sich durch einzigartige ökologische Leistungsmerkmale aus. Der Produktionsstandort Augsburg trat bereits im Jahr 2000 dem Umweltpakt in Bayern bei und nahm 2003 am Ökoprotif-Projekt der Stadt Augsburg teil. Darüber hinaus hat sich manroland zu einem Umwelt-Managementsystem verpflichtet. Alle Produktionsstandorte sind nach der Qualitäts-Management-Norm ISO 9001, und die die Produktionsstandorte Augsburg und Plauen zusätzlich nach ISO 14000 zertifiziert. Die Produktionsstandorte Offenbach und Mainhausen erhielten 2007 vom hessischen Umweltministerium die Glanzlicht-Auszeichnung. Sie honorieren das dauerhafte Umwelt-Management des Unternehmens, in dessen Rahmen es seit dem Jahr 2001 den Energieverbrauch um 30 % sowie den Gasverbrauch um 38 % und den Wasserverbrauch um 32 % gesenkt hat. So wurden die umweltrelevanten Produktionsprozesse von einem Spezialistenteam optimiert. Darüber hinaus hat das Unternehmen in energiesparende Ausrüstungen und Gebäudetechnik investiert.



MITGLIED

[www.megtec.com](http://www.megtec.com)

**MEGTEC Systems** ist der weltweit größte Systemlieferant von Weblin- und Umwelttechnologien für den Rollenoffsetdruck. Das Unternehmen ist Spezialist für Rollentransport- und Papierzuführsysteme (Rollensetzer, Einzugwerke) sowie Trocknungs- und Konditionierungssysteme (Heißlufttrockner, Abluftreinigung, Kühlwalzen). MEGTEC kombiniert diese Technologien mit einer umfassenden Prozesskenntnis und Erfahrungen im Coldset und Heatset. MEGTEC entwickelt und produziert in den USA, in Frankreich, in Schweden, Deutschland, China und Indien mit regionalen Vertriebs-, Service- und Ersatzteilzentren. Darüber hinaus bietet MEGTEC Energie- und Produktivitäts-Consulting sowie Maschinenausrüstungen an.



MITGLIED

[www.sunchemical.com](http://www.sunchemical.com)

Als weltweit größter Hersteller von Druckfarben, Pigmenten und Farbtechnologien ist **Sun Chemical** führend in der Entwicklung und Herstellung von Produkten, die unsere Umwelt so wenig wie möglich belasten und bei denen möglichst viele erneuerbare Rohstoffe eingesetzt werden. Das Unternehmen fühlt sich verpflichtet, sich in die Gemeinschaften – in denen seine Mitarbeiter leben und arbeiten – einzubinden und dabei die Bedürfnisse unserer Generation zu erfüllen, ohne die Anforderungen künftiger Generationen zu beeinträchtigen. Sun Chemical bietet Produkte und Services, mit denen Kunden den Energieverbrauch, die Emissionen und das Abfallaufkommen reduzieren können. Das Unternehmen investiert weiterhin in die Entwicklung künftiger Generationen von Druckfarben, Pigmenten und Lacken, die heutige Anforderungen abdecken und dabei auch die Bedürfnisse künftiger Generationen berücksichtigen.



MITGLIED

[www.trelleborg.com/vulcan](http://www.trelleborg.com/vulcan)

**Trelleborg Printing Blankets**, ehemals Reeves, ist heute ein Produktbereich innerhalb der Sparte Trelleborg Engineered Systems der Trelleborg AB-Gruppe, die führend bei innovativen Polymertechnologien für Hochleistungslösungen in den Bereichen Dämpfung, Dichtung und Schutz für anspruchsvolle Industrieumgebungen ist. Trelleborg verfügt über mehr als 50 Jahre Erfahrung in der Druckindustrie – mehr als jeder andere Hersteller von Gummütüchern – und kombiniert diese Erfahrung mit technologischer Innovation, patentierten Prozessen, vertikaler Integration und einem Total Quality Management. Mit Kunden in mehr als 60 Ländern auf fünf Kontinenten ist Vulcan® eine der weltweit führenden Marken bei Gummütüchern für den Offsetdruck für Anwendungen im Rollenoffset, Bogen-, Zeitungs-, Digital und Verpackungsdruck.



MITGLIED

[www.upm-kymmene.com](http://www.upm-kymmene.com)

**UPM** ist einer der führenden Hersteller von Forstprodukten und Papieren. Mit seinem professionellen, weltweit agierenden Mitarbeiterenteam in Produktion und Vertrieb liefert das Unternehmen ein vielfältiges Programm sehr hochwertiger Papiere für eine Vielzahl von Anwendungen. Die ökologische Qualität der Papiere von UPM wird über die gesamte Lebensdauer der Produkte hinweg gepflegt – angefangen bei den Setzlingen bis hin zum Recycling der gebrauchten Produkte. Die kontinuierliche Verbesserung der Prozesse sieht man in dem Unternehmen als Kernaufgabe an. So werden der Rohstoff Holz und Energie effizient eingesetzt, wobei vorzugsweise Energie aus erneuerbaren Energiequellen eingesetzt wird, Emissionen so weit wie irgend möglich vermieden und aus verbrauchten Produkten im Zuge des Recyclings neue Produkte hergestellt werden. Nach dieser Philosophie leben alle UPM-Mitarbeiter in ihrer täglichen Arbeit und garantieren damit Nachhaltigkeit. Zertifikate und Kontrollen stellen sicher, dass die Papiere von UPM aus umweltfreundlichen Fasern (sowohl neue als auch recycelte) bei möglichst geringen Emissionen und damit einer günstigen CO<sub>2</sub>-Bilanz hergestellt werden.