

# Leitfaden „Energiesparen für Spritzgießbetriebe“

Ein praktischer Leitfaden zur Energieeinsparung von

**Mobil™**

Applied Market Information  
in Zusammenarbeit mit  
Tangram Technology

---

# Inhalt:

## EINFÜHRUNG

- 3 Warum Sie Ihren Energieverbrauch managen sollten

## ENERGIEMANAGEMENTTHEORIE

- 4 Ihr „energetischer Fingerabdruck“
- 5 Erstellen Sie eine Übersicht Ihres Energieverbrauchs

## SPRITZGIESSMASCHINEN

- 6 Investieren, um zu sparen
- 7 Der Spritzgießzyklus
- 8 Die richtige Antriebstechnologie
- 9 Überprüfen Sie Ihr Hydrauliköl
- 10 Überprüfen Sie Ihre Peripheriegeräte

## SERVICES IN GIESSBETRIEBEN

- 11 Minimieren und optimieren
- 12 Ressourcenmanagement

## VERWALTUNG DER BETRIEBSABLÄUFE

- 13 Der menschliche Faktor
- 14 Optimieren Sie Ihre Gebäude



# Warum Sie Ihren Energieverbrauch managen sollten

Das Kunststoffspritzgießen ist ein energieintensiver Vorgang. Ein wirtschaftliches Verhalten macht hier Sinn: zugunsten der Umwelt ebenso wie aus finanziellen Gründen.

Die Energiekosten in einem typischen Kunststoffspritzgießbetrieb sind oft fast so hoch wie die Arbeitskosten. Während die Arbeitskosten bei der Geschäftsführung jedoch einen hohen Stellenwert einnehmen, wird der Begrenzung der Energiekosten oft nur wenig Bedeutung beigemessen.

Die potenziellen Einsparungen sind jedoch erheblich. Die Erfahrung zeigt, dass bei Spritzgießanlagen, in denen keinerlei effektive Energiesparmaßnahmen implementiert sind, etwa 30 Prozent des Gesamtenergieverbrauchs eingespart werden könnten. Dies lässt sich durch konkrete Management- und Wartungsmaßnahmen sowie Investitionen erreichen.

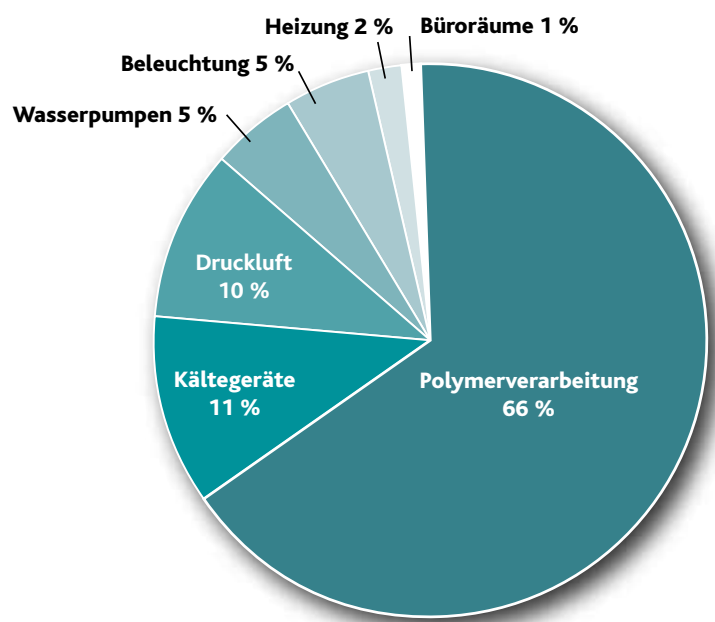
Die Regeln für Energieeinsparungen sind einfach: Richten Sie Ihre Zeit und Anstrengungen auf die Bereiche, in denen das Rückgewinnungspotenzial am größten ist. Dies erfordert ein strukturiertes Energiemanagementsystem. Je nach Spritzgießmaschine kann diese Strategie variieren.

Grundsätzlich enthält ein Energiemanagementsystem jedoch die folgenden Elemente:

- Eine Unternehmensenergieleitlinie;
- Eine für das Energiemanagement zuständige Person;
- Eine Methode für die Überwachung und Ausrichtung der kurz- und langfristigen Leistung;
- Eine Liste mit identifizierten, mit Kosten versehenen und genehmigten Energiesparprojekten;
- Ein Berichtssystem zur Anzeige des Status von Projekten;
- Und ein Auditing-System, um Maßnahmen und Verbesserungen voranzutreiben.

Im Folgenden erfahren Sie, wie Sie auch für Ihren Spritzgießbetrieb strategische Maßnahmen zur Energieeinsparung umsetzen können.

*Energieverbrauch nach Anwendung in einem typischen Spritzgießbetrieb*





# Ihr „energetischer Fingerabdruck“

Der Energieverbrauch in Spritzgießmaschinen ist variabel und steuerbar. Er steht in unmittelbarer Beziehung zur Produktion. Der Schlüssel für ein Verständnis Ihres Energieverbrauchs liegt in der **Leistungskennlinie** (Performance Characteristic Line, PCL). Sie liefert einen einzigartigen „energetischen Fingerabdruck“ Ihrer Anlage. Mit Hilfe der PCL können Sie den Anlagenenergieverbrauch für beliebige Zeiträume anhand von tatsächlichen und prognostizierten Produktionsmengen vorhersagen und diese Daten zu Berichts- und Analysezwecken in Ihr Business-Accounting-System integrieren.

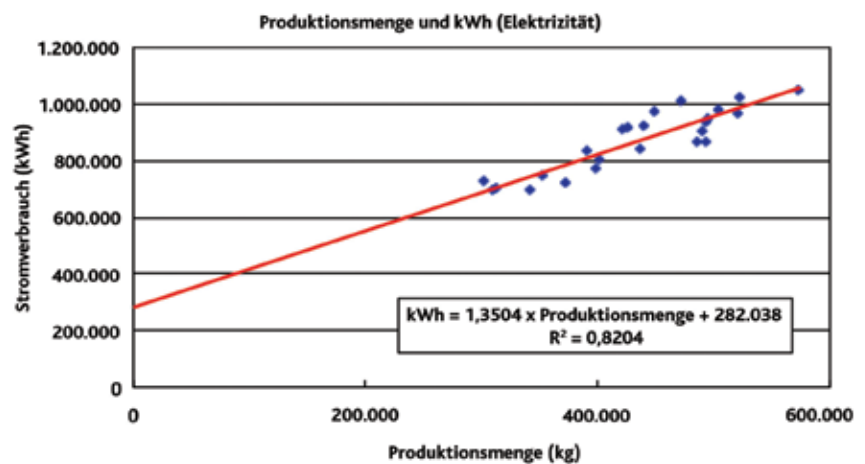
Um die PCL Ihrer Anlage zu bestimmen, stellen Sie den Energieverbrauch (kWh) in Abhängigkeit von der Produktionsmenge (kg) im Verlauf der letzten 12 Monate grafisch dar und ermitteln anschließend eine lineare Annäherung an diese Daten (Abbildung 1), um „Basislast“ und „variable Last“ zu ermitteln.

$$\text{ENERGIEVERBRAUCH} = (\text{VARIABLE LAST} \times \text{PRODUKTIONSMENGE}) + \text{BASISLAST}$$

Die **Basislast** ist der Energieverbrauch bei einer Produktion von Null und wird über den y-Achsenabschnitt der PCL ermittelt. Bei den meisten Spritzgießanlagen liegt diese zwischen 20 Prozent und 40 Prozent des Gesamtenergieverbrauchs. Im Beispiel in Abbildung 1 liegt die Basislast bei 282.038 kWh.

Die **variable Last** wird über die Steigung der PCL bestimmt. Sie kennzeichnet die Energie, die benötigt wird, um ein Kilogramm des Produkts zu produzieren. Die variable Last ist abhängig vom Spritzgießprozess und liegt typischerweise zwischen 0,9 und 1,6 kWh/kg. Im Beispiel in Abbildung 1 beträgt sie 1,3504 kWh/kg.

**Abbildung 1 Die Leistungskennlinie ist der Schlüssel zum Verständnis des Anlagenenergieverbrauchs**



**Basislasteinsparungen lassen sich relativ einfach erreichen. Einsparungen der variablen Last sind dagegen schwieriger, weil sie grundlegende Verbesserungen des Prozesses erfordern.**

Die PCL lässt sich zudem nutzen, um den **Korrelationskoeffizienten** ( $R^2$ ) der Anlage zu bestimmen. Ein  $R^2$ -Wert von  $> 0,7$  weist darauf hin, dass eine hohe betriebliche Konsistenz vorliegt und Energieeffizienzmaßnahmen voraussichtlich konsistente und effektive Ergebnisse liefern. Ein  $R^2$  von  $< 0,7$  deutet auf das Gegenteil hin.



## Energiemanagementtheorie

# Erstellen Sie eine Übersicht Ihres Energieverbrauchs

Um nachzuvollziehen, an welchen Stellen Sie Ihre Energie verbrauchen, benötigen Sie eine „Energiekarte“ für Ihre Spritzgießanlage. Diese enthält die Hauptquellen Ihres Energieverbrauchs, typische Leistungsdaten (kW) sowie die Betriebsstunden. Die Energiekarte ermöglicht, Ihre wesentlichen Verbrauchsquellen zu identifizieren.

Die Rechnungen Ihres Energieversorgers können Sie dabei unterstützen, Kosten und Energie einzusparen. Voraussetzung ist, die darin enthaltenen Informationen zu verstehen und zu analysieren. Auf dieser Basis können Sie fundierte Managemententscheidungen treffen.

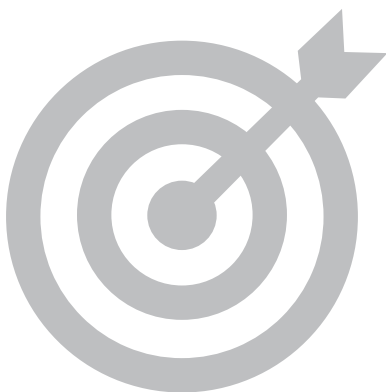
**Verfügbare Kapazität** (gemessen in kVA) ist die maximale Leistung, die der Versorger zur Verfügung stellen kann und die bezahlt wird – unabhängig davon, ob sie in Anspruch genommen wird oder nicht. **Maximale Nachfrage** (ebenfalls gemessen in kVA) ist die maximale Energiemenge, die tatsächlich in Anspruch genommen wird. Sollte die maximale Nachfrage die verfügbare Kapazität weit

überschreiten, folgen Strafzahlungen. Liegt sie erheblich darunter, kaufen Sie Kapazität ein, die Sie nicht benötigen. Wählen Sie einen angemessenen Kapazitätswert.

**Leistungsfaktor** ( $\cos \phi$ ) ist das Verhältnis von „Wirkleistung“ (kW) zu „Scheinleistung“ (kVA). Ideal ist ein Wert von 1,0. In den meisten kunststoffverarbeitenden Betrieben liegt er bei etwa 0,95. Sollte Ihr Leistungsfaktor sehr niedrig sein, benötigen Sie mehr verfügbare Kapazität und Ihnen kann **Blindleistung** (kVAh) in Rechnung gestellt werden. In solchen Fällen kann es sinnvoll sein, in Systeme zur Verbesserung des Leistungsfaktors zu investieren.

**Intervalldaten** können genutzt werden, um den Energieverbrauch im zeitlichen Verlauf zu analysieren. Sie bieten eine effektive Möglichkeit, kostspielige Verbrauchsmuster, wie ein Herunter- und Hochfahren von Anlagen, zu identifizieren. Sie werden normalerweise kostenfrei von Ihrem Versorger bereitgestellt.

## Evaluieren Sie Ihre Leistung



Während Sie mithilfe Ihrer PCL-Formel die Effektivität Ihrer Anlage überwachen können, erlaubt ein Benchmarking es Ihnen, diese gegenüber anderen Spritzgießverfahren oder Maschinenarten einzuordnen. Tangram Technology, der Verfasser dieses Leitfadens, hat Energiestudien von mehr als 200 Spritzgießstandorten weltweit erhoben und zugehörige Benchmark-Werte ermittelt<sup>1</sup>. Diese Informationen erlauben Ihnen den Vergleich der eigenen Standort- oder Geräteleistungen mit globalen Durchschnittswerten.

<sup>1</sup> Weitere Informationen zur Benchmarking-Methode von Tangram Technology Ltd. finden Sie in dem am Ende dieser Veröffentlichung genannten Buch.



## Spritzgießmaschinen

# Investieren, um zu sparen

Die heutige Spritzgießmaschinentechnologie weist eine erheblich höhere Energieeffizienz auf als noch vor 20 Jahren. Laut konservativen Schätzungen sind moderne hydraulische Spritzgießanlagen 25 Prozent energieeffizienter als solche, die 1997 hergestellt wurden. Gleichzeitig können moderne, rein elektrische Anlagen heute bis zu 80 Prozent energieeffizienter sein als ihre 20 Jahre alten hydraulischen Vorgänger. Es zahlt sich aus, diese Entwicklungen im Maschinenbau zu nutzen.

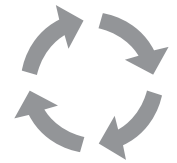
Die Nutzung älterer Maschinen ist unwirtschaftlich. Ihr Betrieb bedeutet für Sie einen ständigen Kostennachteil gegenüber Ihren Wettbewerbern.

In fast allen Fällen übersteigen die Energiekosten, die über einen 10-Jahres-Zeitraum für den Betrieb einer Spritzgießanlage anfallen, deren ursprüngliche Anschaffungskosten. Und dieser Kostenunterschied wird mit steigenden Energiepreisen immer größer. Aus diesem Grund muss eine Analyse des Energieverbrauchs in jede Kaufentscheidung für neue Spritzgießanlagen einfließen.

Eine Betrachtung der Gesamtkosten über die vollständige Lebensdauer einer Maschine ist schwierig. Sie stellt jedoch die einzige Möglichkeit dar, den zukünftigen Energieaufwand zu kontrollieren. Nur so lässt sich sicherstellen, dass eine Maschine zu einem attraktiven Preis sich nicht später als Energieschleuder herausstellt, die während ihrer gesamten Lebensdauer für immer weiter steigende Produktionskosten sorgt.

Denken Sie daran: Energiemanagement und Produktionsrate schließen sich nicht gegenseitig aus. Eine höhere Energieeffizienz bedeutet nicht, dass Ihre Produktion ausgebremst wird. In der Realität steigt die Energieeffizienz einer Betriebsanlage und ihrer Maschinen mit höherer Produktionsrate, weil die Basislast über eine höhere Verfahrenslast verteilt wird (Erklärung im nächsten Abschnitt).

**„Ältere  
Maschinen sind  
unwirtschaftlich“**



## Der Spritzgießzyklus

Um den Energieverbrauch einer Spritzgießmaschine zu kontrollieren, unterteilt man den Spritzgießzyklus in zwei Elemente (Abbildung 2): Basislast und Prozesslast.

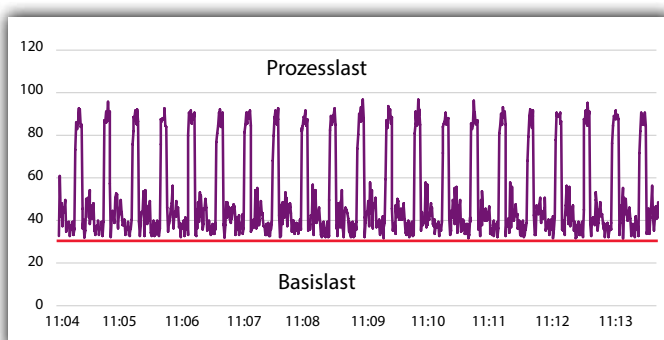
Bei **Standard-Hydraulikanlagen** kann die Basislast (Energieverbrauch bei Leerlauf, z. B. in Abkühlphasen) einen Anteil von bis zu 75 Prozent oder mehr des Gesamtenergieverbrauchs ausmachen. Eine hohe Basislast kann darauf hindeuten, dass die Anlage zu groß für die Arbeitslast ist. Im Beispiel in Abbildung 2 beträgt die Basislast 64 Prozent.

Aufgrund der hohen Basislast einer Standard-Hydraulikmaschine ist es wichtig, dass der Hauptmotor beim Hochfahren der Anlage so spät wie möglich eingeschaltet und bei Produktionsunterbrechungen und Außerbetriebnahmen ausgeschaltet wird. Letzteres lässt sich mithilfe von Steuerungen automatisieren, die mit einer Walzenbewegung verknüpft sind.

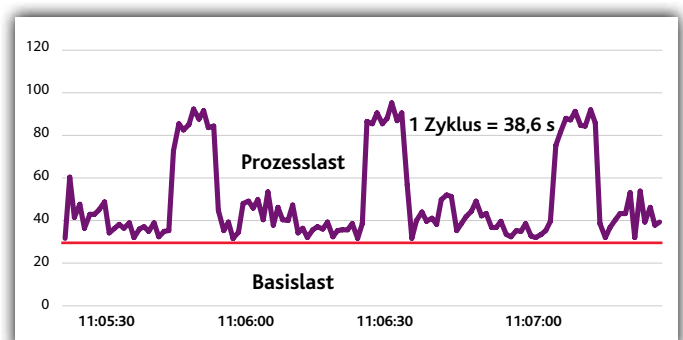
Bei **rein elektrischen und Hybridanlagen** ist die Basislast erheblich geringer, weil die Motoren nur in Betrieb sind, wenn sie tatsächlich benötigt werden. Typische Basislasten liegen im Bereich von 10 bis 20 und werden hauptsächlich durch Zylinderheizung verursacht.

Die Prozesslast lässt sich zudem über eine Analyse der Leistungsaufnahme einer Anlage prüfen. Abbildung 3 zeigt eine erweiterte Ansicht des 38,6-Sekunden-Zyklus in Abbildung 2 (die hohe Spitze zeigt die Einspritzphase und die niedrigeren Spitzen die Walzenbewegung und Abkühlung). Mithilfe solcher Diagramme lässt sich der Energieverbrauch optimieren, indem Prozesseinstellungen wie Zylindertemperaturen und -profil, Einspritzgeschwindigkeit, Gegendruck, Klemmkraft, Haltedruck, Haltezeit, Abkühlzeit und Rückdrehgeschwindigkeit variiert werden – bei gleichzeitiger Beibehaltung von Verfahrenskonsistenz, Produktionsrate und Produktionsqualität.

**Abbildung 2 Leistungsaufnahme einer Spritzgießanlage im zeitlichen Verlauf mit einer Basislast von 64 Prozent**



**Abbildung 3: Diese detaillierte Ansicht der Leistungsaufnahme einer Spritzgießanlage zeigt einzelne Zyklusstufen**





## Die richtige Antriebstechnologie

Die Antriebstechnologie von Spritzgießmaschinen hat sich in den vergangenen Jahrzehnten erheblich weiterentwickelt. Von entscheidender Bedeutung für den Energieverbrauch war die Einführung von rein elektrischen und Hybridanlagen. Aber auch traditionelle Hydraulikanlagen haben mit einer umfassenden Auswahl an Motor- und Antriebsoptionen eine erhebliche Entwicklung vollzogen.

**Hydraulikanlagen** verfügten früher über einen Motor mit fester Drehzahl, der eine Pumpe mit festem Volumen angetrieben hat. Diese Anordnung wurde jedoch größtenteils durch neue Designs abgelöst, mit deren Hilfe das Ölvolumen an die Nachfrage angepasst wird. Anlagen mit fester Motordrehzahl und variablem Pumpvolumen passen mithilfe einer Taumelscheibe das Pumpvolumen und damit die Bereitstellung von Hochdrucköl an. Anlagen mit variabler Motordrehzahl und variablem Pumpvolumen setzen Antriebe mit variabler Geschwindigkeit ein, um eine noch höhere Flexibilität zu erreichen. Kombinationen aus Servomotor und festem Pumpvolumen gehen hinsichtlich Flexibilität und Energieeinsparungen noch einen Schritt weiter.

**Hybridanlagen** nutzen eine Kombination aus Hydraulik- und Servomotor-Antriebstechnologien, wobei typischerweise Hydraulikanlagen mit Servomotorantrieb für die Plastifizierschnecke eingesetzt werden. Dies erlaubt den Einsatz eines kleineren Hydraulikantriebssystems und reduziert die Basislast der Anlage.

**Rein elektrische Anlagen** nutzen Servomotor-Antriebstechnologie für alle wesentlichen Anlagenbewegungen (aber nicht in jedem Fall für kleinere Bewegungen

wie Düsendruck und Auswerfer). Energie wird nur verbraucht, wenn eine Bewegung erforderlich ist, sodass Basislasten erheblich reduziert werden und Energieeinsparungen von bis zu 60 Prozent möglich sind. Die ursprünglich auf kleinere Klemmkapazitäten beschränkten Motoren sind nach und nach verbessert worden, um Größenbeschränkungen zu überwinden – bei gleichzeitiger Preisverringering aufgrund von Massenproduktion.

*Machen Sie sich mit der Antriebstechnologie Ihrer Anlage vertraut*

### Motoroptionen

#### Hydraulik

Feste Motordrehzahl/  
variables Pumpvolumen

Variable Motordrehzahl/  
variables Pumpvolumen

Servomotor/  
festes Pumpvolumen

#### Hybrid

Verschiedene Kombinationen, z. B.  
elektrischer Schraubenantrieb

#### Rein elektrisch





## Spritzgießmaschinen

# Überprüfen Sie Ihr Hydrauliköl

Die Ausgaben für Hydrauliköl betragen nur einen Bruchteil der Kosten für den Betrieb einer Spritzgießanlage. Durch einen kleinen Schritt hin zu einem Hochleistungs-Hydrauliköl lassen sich jedoch erhebliche Leistungssprünge erzielen – wie eine verlängerte Lebensdauer von Komponenten, Verbesserungen der Gesamteffizienz der Maschine und reduzierte Zykluszeiten.

**Betriebliche Herausforderungen:** In Spritzgießanlagen ist Hydrauliköl im Allgemeinen hohen Drücken, Scherbelastungen und erheblichen Temperaturveränderungen ausgesetzt. Diese können das Öl schädigen und seine Funktionstüchtigkeit erheblich einschränken. Als Folge werden Schmiereigenschaften und Komponentenschutz herabgesetzt. Das bedeutet, dass Ihre Maschinen unter erschwerten Betriebsbedingungen die gleiche Leistung erbringen müssen. Die Konsequenz ist ein steigender Energieverbrauch. Ein Betrieb bei hohen Temperaturen kann zu Öloxidation führen, die wiederum Korrosion, die Ablagerung schädlicher Lacke und eine Erhöhung der Viskosität zur Folge hat. Hydrauliköle können zudem mit Prozessmaterialien, Wasser, Staub und Abrieb verunreinigt werden. Das kann zu Pumpenausfällen führen und Filtrationskosten erhöhen.

**Umstellung auf ein hochentwickeltes Öl:** Diese Problemstellungen machen deutlich, wie wichtig es ist, ein Hydrauliköl mit hervorragender Scherstabilität und hohem Viskositätsindex einzusetzen. Hochleistungs-Hydrauliköle behalten ihre optimale Viskosität unter vielen verschiedenen Betriebsbedingungen bei und sorgen dadurch für den Schutz von Anlagen, eine verbesserte Energieeffizienz und verlängerte Ölwechselintervalle. Dies wiederum reduziert den Wartungsaufwand, verringert Kosten und erhöht die Betriebssicherheit durch eine Verringerung der von Mitarbeitern an der Anlage durchgeführten Arbeiten. Eine Verlängerung der Ölwechselintervalle verringert zudem die Altölmenge und verbessert die Umweltbilanz eines Unternehmens.

**Altölanalysen:** Wartungsarbeiten lassen sich durch die Nutzung eines Altölanalyseprogramms wie der Mobil Serv<sup>SM</sup> Schmierstoffanalyse weiter reduzieren. Die Analyse von Ölproben ermöglicht wertvolle Rückschlüsse auf die Leistung von Anlagen und Schmierstoffen. Dadurch lassen sich Schwierigkeiten erkennen, bevor sie zu einem Problem werden, und die Betriebseffizienz und Produktivität können auf einem Spitzenniveau gehalten werden.

## Vor Ort

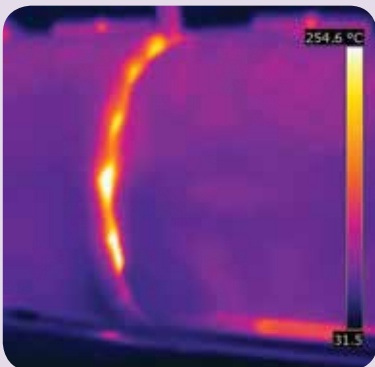
Ein Hersteller von Eimern, Kübeln und Fässern aus Kunststoff konnte seine Energierechnung durch einen Wechsel zu Mobil DTE 10 Excel™ 68, einem Hochleistungs-Hydrauliköl, um 4,28 Prozent<sup>2</sup> reduzieren.

Der ExxonMobil Schmierstoff wurde in einer der 150-Tonnen-Spritzgießmaschinen des Unternehmens vom Typ Windsor Armour versuchsweise eingesetzt. Der einmonatige Test zeigte, dass Mobil DTE 10 Excel 68 die Produktivität der Anlage im Vergleich zum vorherigen Schmierstoff erhöhen und ihre Energieeffizienz steigern konnte.

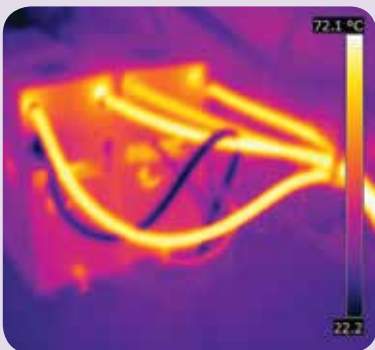
<sup>2</sup> Dieser Leistungsnachweis basiert auf den Erfahrungen eines einzelnen Kunden. Die tatsächlich erzielten Ergebnisse können vom Typ der eingesetzten Maschine und deren Wartung, Betriebs- und Umgebungsbedingungen sowie dem zuvor verwendeten Schmierstoff abhängen.



# Überprüfen Sie Ihre Peripheriegeräte



*Infrarotbilder zeigen, wie eine Zylinderdämmung Energieverluste reduzieren kann. Außerdem wird dadurch die Mitarbeitersicherheit erhöht*



*Gusstemperatur-Regelrohre können erhebliche Energieverluste verursachen*

Nicht nur der Hauptantrieb der Spritzgießmaschine, auch Peripheriegeräte, wie Zylinderheizungen oder Temperaturregler, sind für das Energiemanagement von Bedeutung. Diese Komponenten können erheblich zum Energieverbrauch beitragen und somit große Energiesparpotenziale bieten.

**Die Zylinderheizung** macht 10 bis 25 Prozent des Energieverbrauchs einer typischen Spritzgießanlage aus. Nicht isolierte Zylinder führen aufgrund der hohen Temperaturen zu erheblichen Wärmeverlusten und stellen gleichzeitig ein Gesundheits- und Sicherheitsrisiko dar. Der Einsatz einer Zylinderdämmung verbessert die Sicherheit und kann Energieanforderungen für die Zylinderheizung um bis zu 50 Prozent reduzieren. Durch die Einbettung von Heizbändern und den Einsatz von wärmeleitenden Materialien zwischen Heizung und Zylinder kann die thermische Effizienz zusätzlich optimiert werden.

**Gussformtemperaturregler** können erhebliche Energiemengen verbrauchen, werden jedoch nur selten in Betracht gezogen. Bei einem Großteil bestehender Spritzgießanlagen sind Rohrsysteme, die heißes Wasser transportieren (oder auch Öl, in Systemen mit sehr hoher Temperatur), nicht gedämmt und Wärme geht an die Umgebung verloren. Und wenn Rohre Kühlwasser transportieren, geht ebenfalls Energie durch eintretende Wärme verloren. In Fällen mit erheblichen Verlusten kann es sich lohnen, kostengünstige Dämmmaterialien zu installieren.

**Nachfolgende Hilfsgeräte** wie Förderbänder, Granulatoren, Montageanlagen und Automatisierungsanlagen laufen in Spritzgießanlagen selbst bei angehaltener Spritzgießmaschine oft ungenutzt weiter. Auf diese Weise geht unnötig Energie verloren. Durch eine Anbindung nachfolgender Anlagen an die Maschinensteuerung oder andere Formen automatischer Überwachung lässt sich dies verhindern.



## Services in Gießbetrieben

# Minimieren und optimieren

Services wie Druckluft, Kühlwasser und Trockner sind für den Betrieb einer Spritzgießanlage von essenzieller Bedeutung und machen etwa 30 bis 35 Prozent der verbrauchten Energie aus. Doch obwohl sie relativ einfache Möglichkeiten für Energieeinsparungen bieten, wird diesen Systemen oft nur wenig Beachtung geschenkt.

Ein effektives Energiemanagement eines beliebigen Services besteht aus zwei grundlegenden Schritten:

# 1

Sicherstellung, dass die Nachfrage den Anforderungen der Anlage entspricht. Erst vor dem Hintergrund einer realistischen Nachfrage ist es sinnvoll, die Bereitstellung eines Anlagenservices zu optimieren.

# 2

Optimieren der Anlage, um die erforderliche Nachfrage zu geringstmöglichen Kosten und mit minimiertem Energieverbrauch bereitzustellen. Dies erfordert eine ganzheitliche, detaillierte Untersuchung des gesamten Systems, um Bereiche potenzieller Verbesserungen bestimmen zu können.



## Druckluft

Druckluft ist ein praktisches, aber teures Hilfsmittel, das bis zu 10 Prozent der Gesamtenergiekosten in einer Spritzgießanlage ausmacht. Mit einem effektiven Druckluftmanagementprogramm lassen sich Energieeinsparungen von bis zu 50 Prozent erzielen.

**Reduzierung von Leckagen** Leckagen sind in typischen Spritzgießanlagen für 20 bis 40 Prozent und in schlecht gewarteten Systemen sogar für bis zu

50 Prozent des Druckluftverbrauchs verantwortlich.

### **Reduzierung des Verbrauchs**

Druckluft kostet am Einsatzpunkt etwa 1,00 €/kWh, mehr als zehnmal so viel wie die entsprechende elektrische Leistung. Setzen Sie Druckluft nur dort ein, wo es unbedingt erforderlich ist.

### **Reduzierung der Produktionskosten**

Reduzieren Sie den Systemdruck so weit wie möglich.

Eine Halbierung des Systemdrucks verringert die Kosten um drei Viertel.

### **Reduzierung der**

**Aufbereitungskosten** Bereiten Sie den Großteil Ihrer Druckluft nur minimal auf. Ersetzen Sie manuelle Kondensatfallen durch elektronische.

**Verbesserung der Verteilung** Wenn Verteilungsrohre zu klein sind, wird der Durchfluss eingeschränkt, was höhere Drücke erforderlich macht.



## Services in Gießbetrieben

# Ressourcenmanagement

Die Bereitstellung von Kühlwasser für Gussformen und Maschinen ist typischerweise für 11 bis 16 Prozent des Gesamtenergieverbrauchs in Spritzgießanlagen verantwortlich.

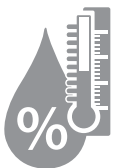
**Reduzierung der Wärmeaufnahme** Wenn Kühlwasser Wärme aus der Anlagenumgebung aufnimmt oder durch nicht genutzte Maschinen geleitet wird, wird dadurch Energie verschwendet. Verwenden Sie gedämmte Rohre zwischen Kältemaschine und Gussform und trennen Sie nicht genutzte Kreisläufe ab.

**Temperaturerhöhung** Kühlwassertemperaturen sollten so hoch wie möglich sein. Eine Erhöhung der Temperatur um 1 °C verringert die Betriebskosten von Kältemaschinen um etwa 3 Prozent.

**Optimierung von Betriebskosten** Kühltürme lassen sich mit VSD-Ventilatoren ausstatten, die mit der Sumpfwassertemperatur verbunden sind, um den Energieverbrauch zu senken und die Temperatur konstant zu halten. Sofern die externen Temperaturen dies erlauben, können Sie mit Umgebungsluft „kostenlos“ vorkühlen. Stellen Sie Distributionspumpen von fester Drehzahl auf VSD-Betrieb um.

### Einige Bemerkungen zu Motoren

Motoren verbrauchen große Energiemengen. Jedes kW eines voll belasteten Motors kostet Sie rund 900 Euro im Jahr. Senken Sie diese Kosten, indem Sie Motoren abschalten, die nicht zur Produktion beitragen, VSDs installieren, um Motordrehzahlen an den Bedarf anzupassen, gute Wartungspraktiken etablieren und wenn möglich auf neue Technologien umstellen.



## Kontrollierte Trocknung

Die Trocknung von Polymeren kann bis zu 15 Prozent der Gesamtenergie in Anspruch nehmen. Trocknung sollte deshalb nur in Ausnahmefällen zum Einsatz kommen.

### Trocknen Sie die richtigen

**Materialien** Trocknen Sie nur Materialien, die getrocknet werden müssen, also hygroskopische Polymere.

**Lagern Sie Materialien sachgemäß** Hygroskopische Polymere

absorbieren weniger Feuchtigkeit, wenn sie in einer warmen und trockenen Umgebung in einem abgedichteten Behälter aufbewahrt werden. Eine sachgemäße Lagerung macht sich auch bei nicht-hygroskopischen Materialien bezahlt, weil Oberflächenkondensation auftreten kann, wenn Materialien von einem kalten Lagerort an einen warmen Gussstandort verlagert werden.

**Bessere Steuersysteme** Ersetzen Sie Temperatur/Zeit- oder Prozessluft-

Taupunkt-Kontrollen durch Systeme, die den Materialfeuchtegehalt überwachen, um Energie zu sparen und eine Übertrocknung zu vermeiden, die Harze beschädigen kann.

### Reduzierung von Trocknungskosten

Sorgen Sie für ausreichende Dämmung und verbessern Sie Abdichtungen. Gewinnen Sie Wärme zurück und recyceln Sie diese nach Möglichkeit für die Erhitzung von Räumen und Wasser.



---

## Verwaltung der Betriebsabläufe

# Der menschliche Faktor

Energieeffizienz betrifft nicht nur die Technik. Auch der Betrieb einer Spritzgießanlage spielt eine wichtige Rolle. Bereits mit geringen Investitionen lässt sich eine Optimierung von Management und Betriebsabläufen erreichen. Es kann jedoch schwierig sein, diese Verbesserungen umzusetzen und dauerhaft aufrechtzuerhalten, weil sie eine Änderung der Arbeitsweise der Mitarbeiter erfordern.

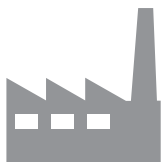
**Qualifizieren Sie Ihre Mitarbeiter** Schulungen von Mitarbeitern und ein energiebewusstes Verhalten, etwa durch das Abschalten von Maschinen, Prozessen und Services bei Nichtgebrauch, können den Energieverbrauch um bis zu 20 Prozent reduzieren.

**Gehen Sie mit gutem Beispiel voran** Verwenden Sie Checklisten, um sicherzustellen, dass Maschinen in korrekter Reihenfolge hochgefahren werden, um die größten Energieverbrauchsquellen so spät wie möglich einzuschalten. Dies gilt gleichermaßen für Services. Schalten Sie Kühlwasser nicht ein, wenn die Gussform keine Kühlung benötigt.

**Prozessverwaltung** Prozesseinstellungen haben erhebliche Auswirkungen auf den Energieverbrauch sowie auf Qualität und Produktivität. Gehen Sie daher „wissenschaftlich“ vor. Bestimmen Sie die optimalen Einstellungen und stellen Sie sicher, dass diese aufgezeichnet und angewendet werden. Und achten Sie darauf, dass Geräteeinstellungen nicht ohne Genehmigung der Geschäftsführung geändert werden.

**Verbrauchsminimierung** Maschinen sollten während temporärer Produktionsunterbrechungen in den Stand-by-Betrieb versetzt werden (Hauptmotoren und druckseitige Anlagen abschalten und Heizer zurücksetzen). Schalten Sie Anlagen während längerer Betriebsunterbrechungen vollständig ab.

**Wartungsverbesserungen** Alle Produktionsanlagen müssen gewartet und Steuerungen vollständig funktionsbereit sein, um eine effiziente Produktion zu erreichen. Durch eine Maschinenüberwachung lassen sich notwendige Wartungen frühzeitig erkennen. Noch mehr Vorteile bietet ein präventives Wartungsprogramm.



### Optimieren Sie Ihre Gebäude

Gebäude und zugehörige Services machen in einer typischen Spritzgießanlage etwa 8 Prozent des Gesamtenergieverbrauchs aus. Dies ist ein relativ kleiner Betrag, der jedoch Raum für Einsparungen bietet.

Die **Beleuchtung** ist kein wesentlicher Faktor für den Energieverbrauch. Nichtsdestotrotz können Beleuchtungserneuerungen den zusätzlichen Vorteil bieten, das Engagement der Geschäftsführung für Energieeinsparungen klar erkennbar zum Ausdruck zu bringen. LED-Lampen sind sehr energieeffizient, haben eine lange Lebensdauer, liefern eine qualitativ hochwertige Beleuchtung und sind äußerst wartungsarm.

Die **Heizung** hat traditionell eine niedrige Energiesparpriorität an Spritzgießstandorten, weil durch Prozessverluste erhebliche Mengen an Heizenergie frei werden. Die zuvor in diesem Leitfaden beschriebenen PCL-Techniken lassen sich jedoch zur Überwachung und Optimierung der Heiz- und Kühlenergienutzung einsetzen. Verbesserungsmaßnahmen umfassen Reduzierungen von Druckluftleckagen, bessere Dämmung und optimierte Einstellungen und Steuerungen.

### Führen Sie Standortbesichtigungen durch

Besichtigungen Ihres Standorts zählen zu den entscheidenden Elementen eines strategischen Energiemanagements. Sie ermöglichen, den aktuellen Standortstatus zu bestimmen, Verbesserungsoptionen zu erkennen und Referenzpunkte für zukünftige Fortschritte zu gewinnen.

Mit Ihren Basisenergieverbrauchsdaten und Ihrer Anlagenenergiekarte verfügen Sie über die erforderlichen Informationen, um die Bereiche mit dem größten Energieverbrauch ins Visier zu nehmen. Auf Basis dieser Daten können Projekte zur Optimierung vorbereitet und implementiert sowie wirtschaftlich ausgewertet werden, um die Zustimmung der Geschäftsführung zu erhalten. Nur wenige Spritzgießanlagen arbeiten heute noch ohne Qualitätsmanagementsystem. Der gleiche Ansatz lässt sich als Modell für Nicht-Konformitätsmeldungen hinsichtlich des Energieverbrauchs nutzen.



---

## Glossar

cos $\phi$	Leistungsfaktor (Wirkleistung/Scheinleistung)
kg	Masse, Kilogramm
kVA	Scheinleistung, Kilovoltampere
kVA <sub>rh</sub>	Blindleistung, Kilovoltampere-Reaktiv-Stunden
kW	Wirkleistung, Kilowatt
kWh	Energieverbrauch, Kilowattstunde
LED	Leuchtdiode
PCL	Leistungskennlinie
R <sup>2</sup>	Korrelationskoeffizient
VSD	Antrieb mit variabler Drehzahl

## Über diesen Leitfaden

Dieser Kurzleitfaden wurde von Applied Market Information Ltd. in Zusammenarbeit mit Robin Kent, Gründer und Managing Director von Tangram Technology Ltd., für ExxonMobil produziert. Kent ist anerkannter Experte für das Energiemanagement in der Kunststoffverarbeitung und hat Energieverbrauchsstudien und -bewertungen für weltweit mehr als 450 Unternehmen durchgeführt. Er hat einen BEng(Hons)-Abschluss in Materials Engineering von der Monash University (Australien) sowie einen PhD in Polymer Physics von der University of Surrey (Großbritannien). Er ist zudem Fellow des Institute of Materials, Minerals and Mining, Fellow des Energy Institute, staatlich geprüfter Ingenieur und staatlich geprüfter Energiemanager.

Detailliertere Informationen zu energieeffizienter Kunststoffverarbeitung finden Sie im Buch des Autors, „Energy Management in Plastics Processing - strategies, targets, techniques and tools“, Elsevier, ISBN: 978-1906479107.

Der Herausgeber bedankt sich bei der British Plastics Federation ([www.bpf.co.uk](http://www.bpf.co.uk)) für die Genehmigung zur Verwendung bestimmter Daten in diesem Leitfaden.



Tangram Technology Ltd  
35 Bridge Street  
Hitchin  
SG5 2DF  
Großbritannien  
[www.tangram.co.uk](http://www.tangram.co.uk)



Applied Market Information Ltd  
6 Pritchard Street  
Bristol BS2 8RH  
Großbritannien  
[www.ami.international](http://www.ami.international)  
Registriert in England Nr.: 2140318



ExxonMobil  
Technical Helpdesk:  
[THD@exxonmobil.com](mailto:THD@exxonmobil.com)  
Allgemeine Anfragen:  
[MobilIndustrialLubes@exxonmobil.com](mailto:MobilIndustrialLubes@exxonmobil.com)  
[www.mobil.com/plastics](http://www.mobil.com/plastics)

Veröffentlicht von

**Mobil**<sup>TM</sup>

Applied Market Information  
in Zusammenarbeit mit  
Tangram Technology

