

ENERGIEEFFIZIENZ IN DER KUNST- STOFFINDUSTRIE



energie schweiz
Unser Engagement: unsere Zukunft.

INHALTSVERZEICHNIS

| | |
|---|----|
| 1 VORWORT | 5 |
| 2 AUSGANGSLAGE | 6 |
| • 2.1 Energiebedarf in einem Kunststoffbetrieb..... | 7 |
| 3 METHODIK | 10 |
| 4 BEST-PRACTICE-MASSNAHMEN | 11 |
| 5 EFFIZIENZKONZEPT | 12 |
| • 5.1 Maschinenersatz | 13 |
| • 5.1.1 Effiziente Spritzgussmaschinen | 14 |
| • 5.2 Direktes Freecooling | 18 |
| • 5.3 Spitzendeckung Klimakälte..... | 19 |
| • 5.4 Direkter Wärmetransport..... | 19 |
| • 5.5 Abwärmenutzung Druckluft..... | 20 |
| • 5.6 Abwärmenutzung Maschinenkühlung | 21 |
| • 5.7 Luft-Wasser-Wärmepumpe | 21 |
| • 5.8 Warmwasser in Heizkreislauf einbinden | 22 |
| • 5.9 Photovoltaik (PV)..... | 23 |
| • 5.10 Resultate | 24 |
| 6 WEITERE INFORMATIONEN | 26 |



ENERGIEEFFIZIENZ IN DER KUNSTSTOFFVER- ARBEITUNG – EIN GROSSER BEITRAG ZUM KLIMASCHUTZ

Der technologische Fortschritt in der Kunststoffverarbeitung schreitet rasch voran. In der Maschinentechnik zeigt sich dieser neben der Digitalisierung vor allem im Bereich der Energieeffizienz. Aber auch in der Gebäude- und Klimatechnik stehen uns heute viele Möglichkeiten offen, den Energiebedarf der kunststoffverarbeitenden Betriebe zu senken. Damit kann die Branche einen positiven Beitrag zum Klimaschutz leisten und hilft mit, die Pariser Klimaziele zu erreichen.

Eine energieeffiziente Produktion ist nicht nur nachhaltig, sie ist auch wirtschaftlich sinnvoll und steigert die Wettbewerbsfähigkeit unserer Betriebe. Der Ersatz von alten Betriebsmitteln mit neuen energieeffizienten Anlagen und Geräten erlaubt eine qualitativ hochstehende Fertigung zu tieferen Energiekosten. Die CO₂-Bilanz verbessert sich ebenfalls.

Und genau das sind unsere Erfolgsfaktoren! Hohe Qualität und innovative Lösungen bei Produkten und Prozessen – Nachhaltigkeit beim Ressourceneinsatz. So werden sich die Schweizer Kunststoffverarbeiter auch künftig im internationalen Wettbewerb behaupten können.

Mit dieser Broschüre zeigen wir zahlreiche Massnahmen auf, die unsere Unternehmen auf diesem Weg ergreifen können. Sie soll Impulse setzen und Ideen generieren. Diese können dann zusammen mit Fachleuten umgesetzt werden.

In diesem Sinne wünsche ich den Schweizer Kunststoffverarbeitern eine innovative und energieeffiziente Zukunft!

Silvio Ponti, Präsident KUNSTSTOFF.swiss, Aarau



2 AUSGANGSLAGE

Die schweizerische Kunststoffindustrie ist ein bedeutender Industriezweig. Mehr als 30 000 Mitarbeitende in knapp 800 Unternehmen erwirtschaften hier jährlich einen Umsatz von rund 15 Milliarden Schweizer Franken.

Die Kunststoffindustrie umfasst mehrere Teilbereiche, beispielsweise die verarbeitende Industrie, Rohstofflieferfirmen, Werkzeugbauunternehmen, Herstellerfirmen von Maschinen und so weiter. Im Zentrum der Branche steht die verarbeitende Industrie, die gleichzeitig am meisten Energie verbraucht. Energieintensiv sind primär die Verfahren des Urformens (Herstellen eines festen Körpers aus einem formlosen Stoff). In diesen Verfahren wird der Kunststoff in den plastischen Zustand gebracht und nach Einnahme der gewünschten Form wieder in den festen Zustand abgekühlt. Hier liefert die Maschinen- und Werkzeugtechnik die technischen Grundlagen.

Die Gebäudetechnik ist notwendig, um ein akzeptables Arbeitsklima zu schaffen. Sie wird dem Prozess angepasst und wächst quasi um diesen herum. Aufgrund der Komplexität ist es nicht verwunderlich, dass übergreifende Konzepte oder Themen, wie der energieeffiziente Verbund von Maschinen- und Gebäudetechnik, nicht im Vordergrund stehen. Insbesondere kleinere Betriebe haben nicht die Ressourcen, um HLK-Ingenieurinnen und HLK-Ingenieure anzustellen und in effiziente Gebäudetechnik zu investieren.

Diese Broschüre soll Unternehmen in der kunststoffverarbeitenden Industrie helfen, ihr Effizienzpotenzial in Eigenregie qualitativ abzuschätzen.



2.1 ENERGIEBEDARF IN EINEM KUNSTSTOFFBETRIEB

Eine übergeordnete Aufteilung des Energiebedarfs in einem Kunststoffbetrieb ist von der Produktionstechnik, der Grösse des Betriebs, der Gebäudehülle, dem Standort, dem Betrieb selbst, den gebäudetechnischen Anlagen und weiteren Einflüssen wie dem Verhalten der Belegung oder der Maschinenteknik abhängig. Diese Diversität lässt keine exakte Bestimmung des Energiebedarfs in der Kunststoffindustrie zu, die für alle Betriebe gilt. Es gibt jedoch, wie oben erwähnt, Tendenzen, die auf dem Prozess des Urformens beruhen. Erfahrungen bei Energieberatungsmandaten und Analysen haben gezeigt, dass es eine **typische Situation bei kunststoffverarbeitenden Betrieben gibt**. Diese Situation ist

nachfolgend abgebildet und gilt als Grundlage und Beispiel für die weitere Betrachtung, insbesondere für die Effizienzmassnahmen.

In der Produktion stehen die Spritzgussmaschinen, wo der Prozess des Urformens stattfindet. Die Maschinen haben mindestens eine Werkzeugkühlung, die individuell an sie angepasst ist. Manche Herstellerfirmen liefern das Kühlsystem zusammen mit der Maschine. Eine Abänderung kann zur Folge haben, dass die Garantie erlischt. Übrige Wärme wird mittels Klimakältemaschine abgeführt.

Druckluft wird mittels eines Druckluftkompressors bereitgestellt. Die Abwärme wird über die Luft abgeführt. Ein Heizkessel liefert die Raumwärme für Montage und Lager sowie für die Büroräumlichkeiten. Der Warmwasserbedarf wird elektrisch gedeckt. Produziert wird im 3-Schicht-Betrieb.

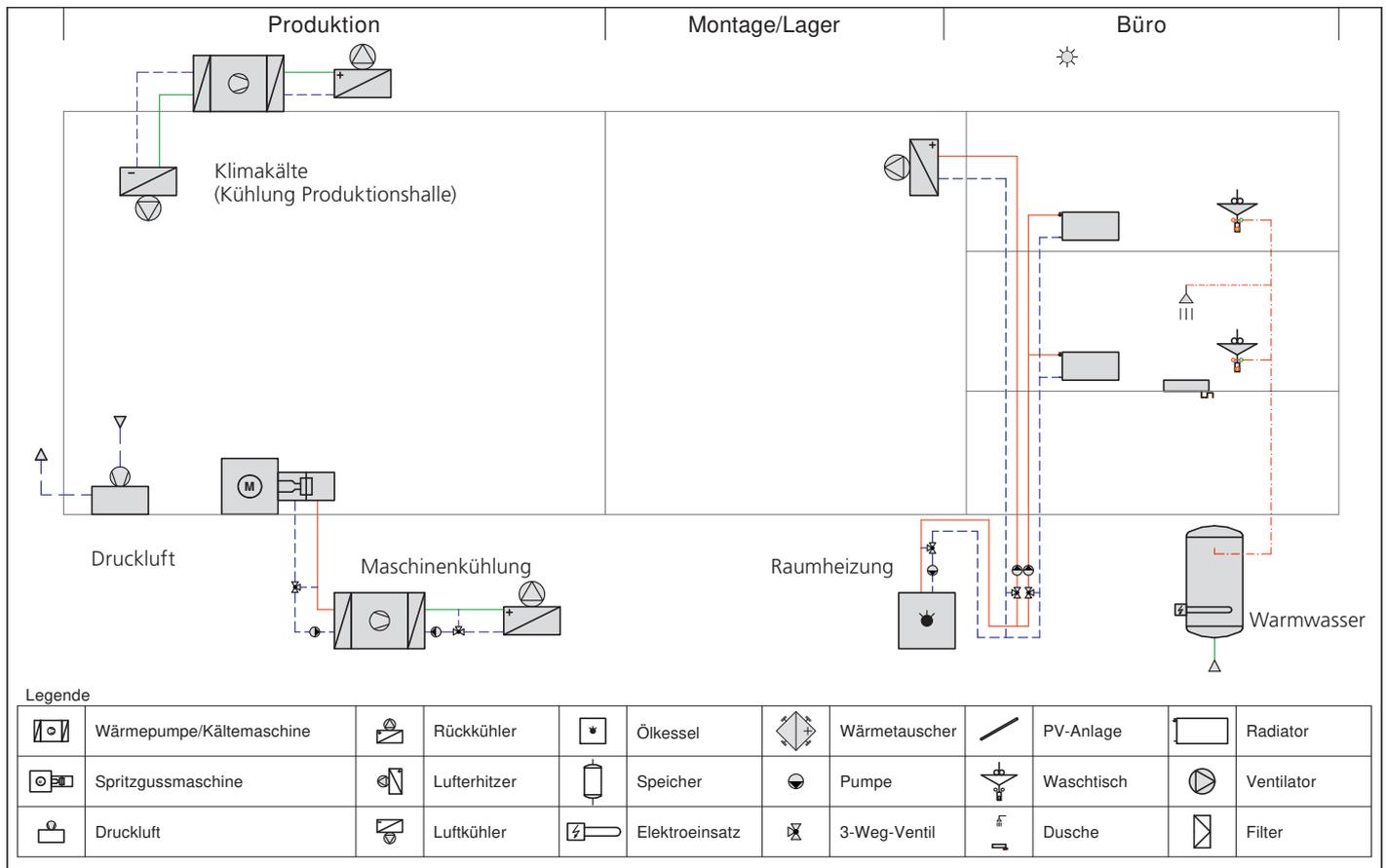


Abbildung 1, Typische Situation in einem Kunststoffbetrieb (Musterbetrieb mit energierelevanten Anlagen)

Tabelle 1, Annahmen für Musterbetrieb

| | NUTZUNG | – | PRODUK- TION | MONTA- GE/LAGER | BÜRO | SUMME | ANTEIL ELEKTRIZITÄT | ANTEIL WÄRME |
|--|--|------------------|-----------------|--------------------|--------------|---------------|------------------------|-----------------|
| Gebäude Wärmebedarf | Energiebezugsfläche | m ² | 700 | 1400 | 300 | 2 400 | | |
| | Max. Temperatur Sommer | °C | 30 | 30 | 26 | | | |
| | Max. Temperatur Winter | °C | 18 | 20 | 21,5 | | | |
| | Spez. Heizwärmeleistungsbedarf | W/m ² | 70 | 80 | 130 | | | |
| | Wärmeleistung bei –8°C | kW | 49 | 112 | 39 | 200 | | |
| | Volllaststunden Wärme | h/a | | 1800 | 1800 | | | |
| | Wärmebedarf | kWh/Jahr | | 201600 | 70200 | 272000 | | 100 % |
| Gelieferte Energie (Heizöl) | Ölkessel Leistung | kW | | 224 | 78 | 300 | | |
| | Ölkessel Wirkungsgrad | – | | 0,84 | 0,84 | | | |
| | Endenergie Heizöl | kWh/Jahr | | 240000 | 84000 | 324000 | | 119 % |
| Spritzguss- maschinen (SGM) | Durchschnittliche elektrische Leistung pro SGM (inst. ca 75kW) | kW | 28 | | | | | |
| | Anzahl Maschinen | – | 15 | | | | | |
| | Spez. Abwärmeleistung SGM | W/m ² | 600 | | | | | |
| | Durchschnittliche elektrische Leistung gesamte SGM | kW | 420 | | | 420 | | |
| | Betriebsstunden (3-Schicht-Betrieb) | h/a | 5 500 | | | | | |
| | Elektrizität Produktion Spritzgussmaschinen | kWh/Jahr | | 2310000 | | | 2310000 | 71 % |
| Maschinen- kühlung | Kälteleistung Maschinenkühlung (40%) | kW | 170 | | | 170 | | |
| | Kälte Maschinenkühlung | kWh/Jahr | 924 000 | | | | | |
| | JAZ* Kompaktkältemaschine 7 °C Maschinenkühlung | – | 3 | | | | | |
| Klimakälte | Elektrizität Kompaktkältemaschine 7 °C Maschinenkühlung | kWh/Jahr | 308000 | | | 308000 | 9 % | |
| | Klimakälteleistung Produktion (60% Abwärme) | kW | 250 | | | 250 | | |
| | Klimakälte Produktion | kWh/Jahr | 1 386000 | | | | | |
| Druckluft | JAZ* Kompaktkältemaschine 14 °C Klimakälte Produktion | – | 4 | | | | | |
| | Elektrizität Kompaktkältemaschine 14 °C Klimakälte Produktion | kWh/Jahr | 347000 | | | 347000 | 11 % | |
| | Druckluft | kW | 25 | | | 25 | | |
| Warmwasser | Volllaststunden Druckluft | h/a | 5500 | | 7200 | | | |
| | Elektrizität Druckluft | kWh/Jahr | 137500 | | | 138000 | 4 % | |
| | Warmwasser (durchschnittliche Leistung) | kW | | | 0,6 | 1 | | |
| | Volllaststunden Warmwasser | h/a | | | 7 200 | | | |
| | Wärme Warmwasser | kWh/Jahr | | | 4320 | | | |
| | Wärmeverluste Warmwasser | – | | | | 80 % | | |
| Rest | Elektrizität Warmwasser | kWh/Jahr | | | 8000 | 8000 | 0,2 % | |
| | Elektrizität Beleuchtung, IT, usw. | kWh/Jahr | | | | 158000 | 4,8 % | |

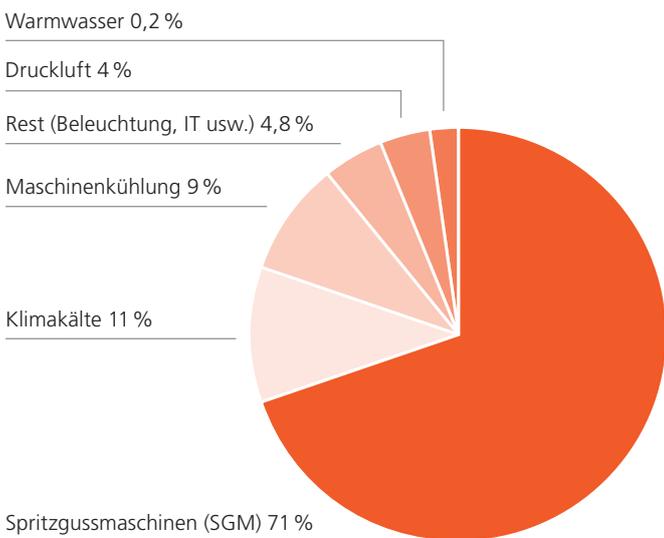
* JAZ: Jahresarbeitszahl einer Kältemaschine = genutzte jährliche Kälte im Verhältnis zum jährlichen elektrischen Aufwand des Gesamtsystems

Aufgrund dieser Situation lässt sich der Energiebedarf in einem Kunststoffbetrieb als Ausgangslage darstellen. In nebenstehender Tabelle ist der Endenergiebedarf von rund 3600 MWh pro Jahr auf die Technik aufgeteilt dargestellt.

| HEIZÖL | | | |
|--------------|----------|---------|--|
| Heizölkessel | kWh/Jahr | 324 000 | |

| ELEKTRIZITÄT | | | |
|-----------------------------|-----------------|------------------|--------------|
| Spritzgussmaschinen (SGM) | kWh/Jahr | 2 310 000 | 71 % |
| Klimakälte | kWh/Jahr | 347 000 | 11 % |
| Maschinenkühlung | kWh/Jahr | 308 000 | 9 % |
| Rest (Beleuchtung, IT usw.) | kWh/Jahr | 158 000 | 4,8 % |
| Druckluft | kWh/Jahr | 138 000 | 4 % |
| Warmwasser | kWh/Jahr | 8 000 | 0,2 % |
| Summe | kWh/Jahr | 3 269 000 | 100 % |

Tabelle 2, Aufteilung Elektrizität und Heizöl eines typischen Kunststoffbetriebs



Rund 20 % des Elektrizitätsbedarfs sind auf die Kühlung zurückzuführen. Gleichzeitig besteht ein grosses Ungleichgewicht zwischen der anfallenden Abwärme der Spritzgussmaschinen¹ und dem Wärmebedarf für Raumwärme und Warmwasser. Offensichtlich ist genügend Abwärme vorhanden, um den Wärmebedarf zu decken. Diese Abwärme liegt aber ungebunden in der Luft der Produktionshalle auf einem tiefen Temperaturniveau von ca. 30°C vor und kann nicht direkt für Heizzwecke mit Vorlauftemperaturen von ca. 60°C genutzt werden.

Eventuell erlaubt es der Standort, Wärme an umliegende Gebäude zu verkaufen, z. B. durch Auskopplung der Wärme auf ein höheres Temperaturniveau und den Aufbau eines Wärmenetzes. Dies könnte eine zusätzliche Einnahmequelle für das Unternehmen sein.

¹ Die Abwärme der Spritzgussmaschinen ist gleich deren Elektrizitätsbedarf.

3 METHODIK

Zahlreiche Betriebe sind bereits auf ihr Effizienzpotenzial hin untersucht worden insbesondere wegen der Arbeiten im Zusammenhang mit dem Grossverbraucherartikel. Für diese Broschüre haben sich 24 Unternehmen der kunststoffverarbeitenden Industrie bereit erklärt, ihre individuellen Analysen mit dem Massnahmenkatalog zur Effizienzsteigerung anonym zur Verfügung zu stellen. Eine Analyse dieser Daten erlaubt es, eine Rangliste von Best-Practice-Massnahmen für die Branche zu generieren.

Die Datenbasis bilden 353 Effizienzmassnahmen aus 24 kunststoffverarbeitenden Betrieben. Ausgeschlossen wurden Massnahmen, die qualitativ ungenügend berechnet sind oder nicht umgesetzt werden.

Um eine Basis für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit zu schaffen, wurde der Energiepreis für Wärme und Elektrizität unter Berücksichtigung der folgenden Faktoren vereinheitlicht:

- fossile Wärme: 0,06 CHF/kWh
- Elektrizitätsverbrauchermix Schweiz: 0,10 CHF/kWh

In die Analyse flossen schliesslich 238 Massnahmen ein, die bereits umgesetzt oder geplant sind. Sie lassen sich in zehn Massnahmenbereiche zusammenfassen (siehe Tabelle 3).

Unternehmen, die unter den Grossverbraucherartikel fallen, sind verpflichtet, Effizienzmassnahmen umzusetzen, die wirtschaftlich sind. Als Ziel für die Amortisationszeit ist Folgendes festgelegt: Eine Prozessmassnahme muss sich innerhalb von vier, eine Infrastrukturmassnahme innerhalb von acht Jahren amortisieren lassen. Die Tabelle zeigt, dass auch Massnahmen umgesetzt werden, deren Payback länger als acht Jahre dauert. Die Paybackdauer ist folglich nicht immer das ausschlaggebende Argument für oder gegen die Umsetzung einer Effizienzmassnahme. Sie dient als Richtgrösse für die Wirtschaftlichkeit der Massnahmen.

| FARBE | PAYBACK |
|-------|--------------------|
| | kürzer als 4 Jahre |
| | 4 bis 8 Jahre |
| | länger als 8 Jahre |

| MASSNAHMENBEREICHE | ANZAHL | PAYBACK |
|--|--------|---------|
| Beleuchtung | 43 | |
| Prozesswärme | 36 | |
| Druckluft | 32 | |
| Heizung | 25 | |
| Gebäudehülle | 23 | |
| Weitere Produkt-/Prozessmassnahmen, wie z. B. der Ersatz der Spritzgussmaschinen | 23 | |
| Weitere Motoren | 22 | |
| Prozesskälte | 17 | |
| Lüftung/Klimakälte | 16 | |
| IKT und Elektrogeräte | 1 | |
| Summe | 238 | |

Tabelle 3, Massnahmenbereiche

Die Paybackdauer wird wie folgt berechnet:

$$A = \frac{Z_0 * p}{E + \Delta BK}$$

- E: eingesparte Energie [CHF/Jahr]
- ΔBK: eingesparte Betriebskosten [CHF/Jahr]
- Z₀: Investition [CHF]
- A: Amortisationsdauer (Payback) [Jahre]
- P: Kostenanteil Energie [%]

4 BEST-PRACTICE-MASSNAHMEN

Neben den Massnahmenbereichen interessieren vor allem die effektiven Massnahmen. Es handelt sich um 79 verschiedene Massnahmen. Die Auswertung folgt derselben Methodik wie im vorangegangenen Kapitel. Ziel ist es, den Leserinnen

und Lesern aufzuzeigen, wo Effizienzpotenziale im eigenen Unternehmen vorliegen könnten.

In der unten stehenden Tabelle sind die 20 Massnahmen aufgelistet, die am häufigsten umgesetzt oder geplant worden sind.

| RANG | MASSNAHMENBEREICH | AKTION | ANLAGENELEMENT | ANZAHL | PAYBACK |
|------|------------------------------------|---------------------|------------------------|--------|---------|
| 1 | Beleuchtung | Ersatz | Leuchtmittel | 37 | |
| 2 | Weitere Motoren | Ersatz | Motor | 20 | |
| 3 | Gebäudehülle | Sanierung | Gebäudeteil | 14 | |
| 4 | Druckluft | Ersatz | Druckluftherzeugung | 11 | |
| 5 | Prozesskälte | Ersatz | Kälteerzeugung | 10 | |
| 6 | Druckluft | Wartung | Leckagen beheben | 7 | |
| 7 | Druckluft | Erweiterung | Abwärmenutzung | 6 | |
| 8 | Heizung | Betriebsoptimierung | Wärmeverteilung dämmen | 6 | |
| 9 | Prozesswärme | Erweiterung | Abwärmenutzung | 6 | |
| 10 | Gebäudehülle | Ersatz | Fenster | 5 | |
| 11 | Heizung | Ersatz | Wärmeerzeugung | 5 | |
| 12 | Lüftung/Klimakälte | Betriebsoptimierung | Reduktion Luftmengen | 5 | |
| 13 | Prozesswärme | Betriebsoptimierung | Anlagenteile dämmen | 5 | |
| 14 | Prozesswärme | Ersatz | Wärmeerzeuger | 5 | |
| 15 | Weitere Produkt-/Prozessmassnahmen | Ersatz | Maschine | 5 | |
| 16 | Beleuchtung | Erweiterung | Bewegungssensoren | 4 | |
| 17 | Heizung | Ersatz | Brenner | 4 | |
| 18 | Prozesswärme | Betriebsoptimierung | Abwärmenutzung | 4 | |
| 19 | Prozesswärme | Sanierung | Anlage | 4 | |
| 20 | Weitere Produkt-/Prozessmassnahmen | Ausserbetriebnahme | Spritzgussmaschine | 4 | |

Tabelle 4, gekürzte Massnahmentabelle

Der Ersatz von Leuchtmitteln oder Motoren und Druckluftherzeugung gehört auch in der Kunststoffindustrie zu den Standardmassnahmen bezüglich Steigerung der Energieeffizienz. Dazu gibt es bereits diverse Dokumentationen insbesondere von EnergieSchweiz (www.energieschweiz.ch). Weiterfüh-

rende Links sind im Kapitel 6 aufgelistet. Auf Massnahmen, deren Umsetzung komplexer ist, wie beispielsweise der Ersatz der SGM oder der Ersatz der Kälteerzeugung und die Abwärmenutzung, wird im nächsten Kapitel eingegangen.

5 EFFIZIENZKONZEPT

Um den Themen Kälteerzeugung und Abwärmenutzung gerecht zu werden, wird nachfolgend **der Musterbetrieb aus dem Kapitel 2.1** auf seine Potenziale in diesen Bereichen untersucht und ein Konzept für mehr Effizienz vorgeschlagen.

Vor dem Nutzen der Abwärme ist der Energiebedarf grundsätzlich zu vermeiden. In der vorliegenden Betrachtung betrifft dies im Wesentlichen die Spritzgussmaschinen. Verbrauchen die Maschinen weniger Energie, entsteht weniger Abwärme, ist weniger Kühlung nötig usw.. Um Unterschiede zwischen Maschinen zu erkennen, haben Maschinenhersteller Versuche zur Energieeffizienz in der Herstellung durchgeführt und weiter unten veröffentlicht.

Der Grundsatz «Keep it simple and smart» steht im Fokus. Bestehende Technik wie Heizkessel oder Radiatoren werden möglichst beibehalten und nur so viel Technik wie nötig vorgesehen.

Neues Konzept

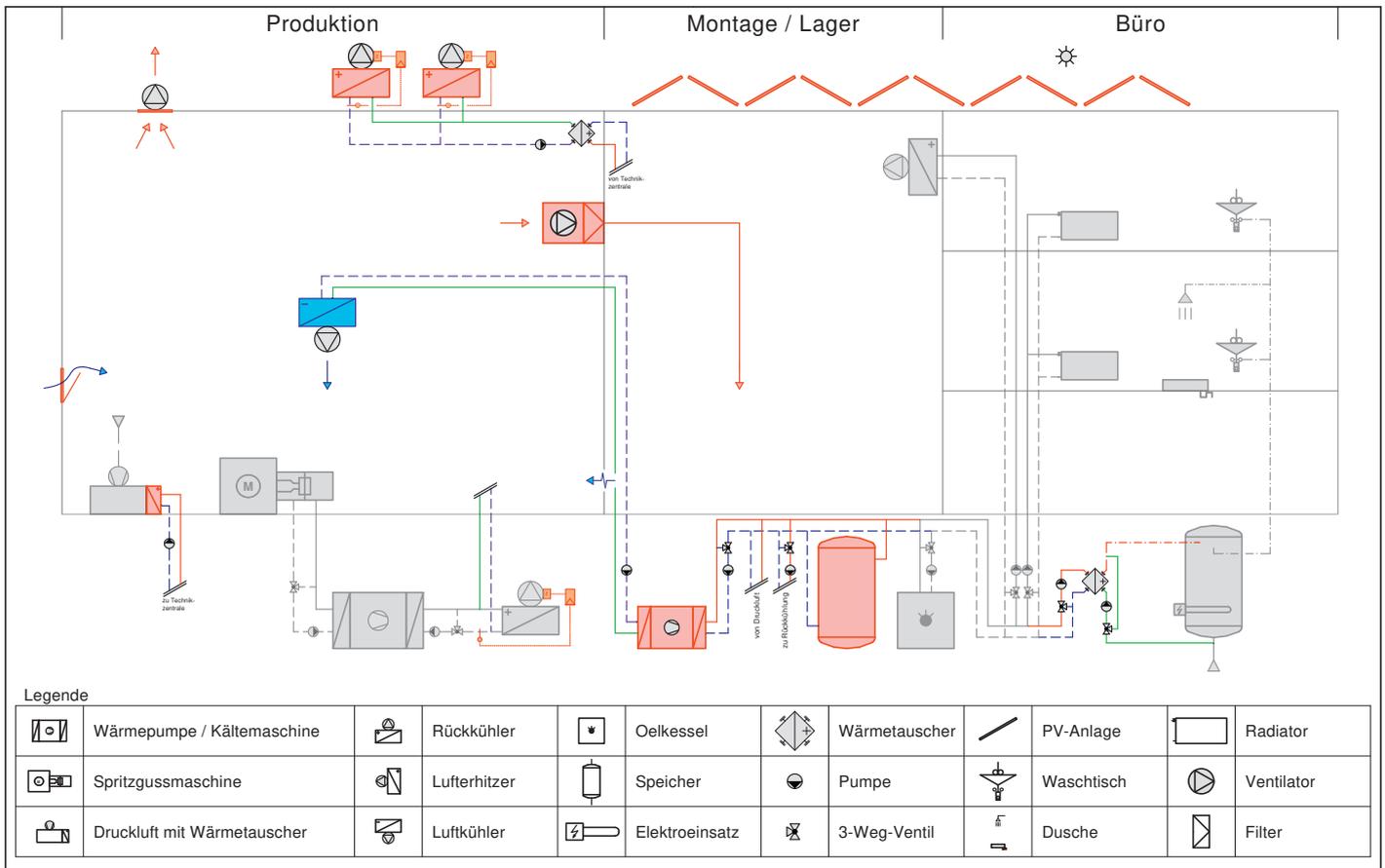
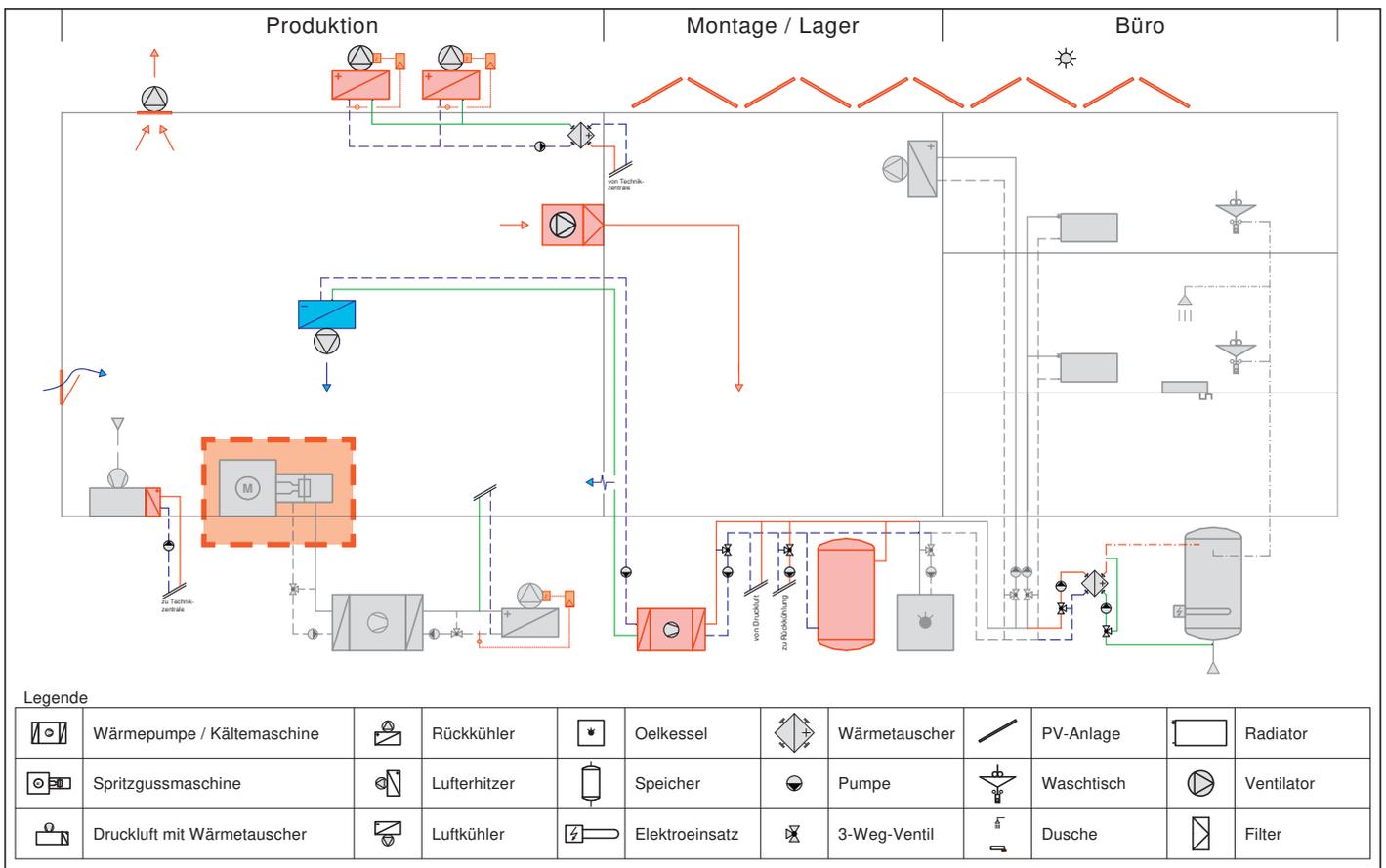


Abbildung 2, Bestand oben und neues Konzept unten

5.1 MASCHINENERSATZ

| | |
|--------------|--|
| Ausgangslage | Die Produktion verfügt über 15 rein hydraulische Maschinen. |
| Massnahme | Beim Ersatz der Maschinen werden möglichst rein elektrische Maschinen eingesetzt. Annahme: Drei der rein hydraulischen Maschinen werden altersbedingt durch elektrische Maschinen gleicher Anschlussleistung ersetzt. |
| Wirkung | Aufgrund der effizienteren Betriebsart können ca. 40 % des Stromverbrauchs je Maschine eingespart werden. Hinzu kommen Folgeeinsparungen im Bereich der Kühlung, da die nicht produzierte Wärme nicht abgeführt werden muss. |
| Einsparung | 185 000 kWh/Jahr an Elektrizität bei der Produktion und 57 000 kWh/Jahr an Elektrizität bei der Kälteproduktion. |
| Bemerkung | Die Einsparung bezieht sich auf die nachfolgend aufgelisteten Versuche von verschiedenen Maschinenherstellern (Mitgliedern von KUNSTSTOFF.swiss). Sie basiert auf dem Produktmix im Unterkapitel «Effiziente Spritzgussmaschinen». |



5.1 Maschinenersatz



Mit moderner Maschinenteknik lässt sich viel Energie einsparen.

5.1.1 EFFIZIENTE SPRITZGUSSMASCHINEN

Spritzgussmaschinen (SGM) emittieren Abwärme in den Raum, die durch Kältetechnik abgeführt werden muss, um ein angenehmes Arbeitsklima zu schaffen. Dies kostet Elektrizität und Geld. Kann die elektrische Leistungsaufnahme einer Maschine verringert werden, reduziert sich die Abwärme und damit die Investition in die Kältetechnik.

Mitglieder von KUNSTSTOFF.swiss, die Maschinen herstellen, haben in Versuchen Vergleiche angestellt zwischen hydraulischen Spritzgussmaschinen und den neusten Modellen, insbesondere vollelektrischen SGM.

Diese Versuche, inklusive der wichtigsten Parameter der produzierten Teile, sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst, und die Energieeinsparung ist ausgewiesen. Die Versuche wurden nicht durch ein unabhängiges Institut überprüft, daher sind die Angaben anonym.

Ein Unternehmen kann nun mit dieser Tabelle seinen ungefähren Effizienzgewinn bei seinen jeweiligen Produkten abschätzen.

| MATERIAL | SCHLUSSGEWICHT | SCHLIESSKRAFT | KAVITÄTEN | ZYKLUSZEIT | ENERGIEVERBRAUCH | | | EINSPARUNG | EINSPARUNG |
|--------------|----------------|---------------|-----------|------------|------------------|-------------------|------------|------------|------------|
| | | | | | kWh/kg | kWh/kg | kWh/kg | | |
| - | g | kN | - | s | hydraulisch | servo-hydraulisch | elektrisch | kWh/kg | % |
| ABS | 106 | 2400 | 2 | 20 | 0,65 | 0,44 | | 0,21 | 32 % |
| ABS | 106 | 2400 | 2 | 20 | 0,65 | | 0,27 | 0,38 | 58 % |
| PP | 87,2 | 1000 | 1 | 26,20 | 0,398 | 0,349 | | 0,049 | 12 % |
| PP | 87,2 | 1000 | 1 | 26,20 | 0,398 | | 0,308 | 0,090 | 23 % |
| ABS | 75,0 | 1600 | 1 | 14 | 0,363 | 0,328 | | 0,035 | 10 % |
| ABS | 75,0 | 1600 | 1 | 14 | 0,363 | | 0,303 | 0,060 | 17 % |
| ABS | 52,0 | 1100 | 1 | 14 | 0,390 | 0,360 | | 0,030 | 8 % |
| ABS | 52,0 | 1100 | 1 | 14 | 0,390 | | 0,316 | 0,074 | 19 % |
| PP | 80 | 2000 | 1 | 32 | 0,88 | 0,58 | | 0,3 | 34 % |
| PP | 80 | 2000 | 1 | 32 | 0,88 | | 0,41 | 0,47 | 53 % |
| PP | 80 | 2000 | 1 | 32 | | 0,58 | 0,41 | 0,17 | 29 % |
| HDPE | 18 | 1000 | 24 | 11,5 | 0,93 | 0,65 | | 0,28 | 30 % |
| HDPE | 18 | 1000 | 24 | 11,5 | 0,93 | | 0,36 | 0,57 | 61 % |
| HDPE | 18 | 1000 | 24 | 11,5 | | 0,65 | 0,36 | 0,29 | 45 % |
| PS | 790 | 5000 | 1 | 89 | 0,98 | 0,55 | | 0,43 | 44 % |
| PA 6 | 10 | 1000 | 1 | 17,5 | 3,98 | 2,65 | | 1,33 | 33 % |
| PA 6 | 10 | 1000 | 1 | 17,5 | 3,98 | | 1,83 | 2,15 | 54 % |
| PS | 140 | 5000 | 12 | 3,8 | 0,67 | 0,4 | | 0,27 | 40 % |
| PA 6,6 GF 35 | 83 | 1600 | | 38 | 1,4 | | 0,8 | 0,6 | 43 % |
| POM | 4,5 | 600 | | 5 | 2,1 | 1,7 | | 0,4 | 19 % |
| POM | 4,5 | 600 | | 5 | 2,1 | | 0,9 | 1,2 | 57 % |
| HDPE | 195 | 4200 | 96 | 3,9 | 0,67 | | | | |
| HDPE | 195 | 4200 | 96 | 3,23 | 0,67 | 0,41 | | 0,26 | 39 % |
| PP | 77 | 800 | 1 | 18,2 | 0,55 | | 0,39 | 0,16 | 29 % |
| PP | 143 | 1600 | 1 | 21,7 | 0,59 | | 0,38 | 0,21 | 36 % |
| PP | 143 | 2000 | 1 | 20 | 0,57 | 0,52 | | 0,05 | 9 % |
| PP | 143 | 2000 | 1 | 20 | 0,57 | | 0,38 | 0,19 | 33 % |
| PP | 190 | 2000 | 1 | 24,7 | 0,63 | | 0,39 | 0,24 | 38 % |
| HDPE | 27,8 | 500 | 4 | 20,44 | | | 0,46 | | |
| PA66 | 16,9 | 1000 | 8 | 9,43 | | | 0,52 | | |
| PBT | 91,8 | 1500 | 16 | 18,32 | | | 0,29 | | |
| PP | 100,1 | 3000 | 8 | 8,43 | | | 0,34 | | |

Die Maschinenherstellerfirmen wurden auch nach den ihrer Meinung nach effektivsten Lösungsansätzen in Bezug auf die Energieeffizienz der Spritzgussmaschinen befragt:

1. Bester Grund für vollelektrische Maschinen bei Maschinenersatz
2. Weiterer wichtiger Grund für vollelektrische Maschinen bei Maschinenersatz
3. Weiterer Grund für vollelektrische Maschinen bei Maschinenersatz oder weitere wichtige Effizienzmassnahme bei bestehenden Maschinen

Nachfolgend die Antworten der Maschinenhersteller (Mitglieder von KUNSTSTOFF.swiss, alphabetisch geordnet)

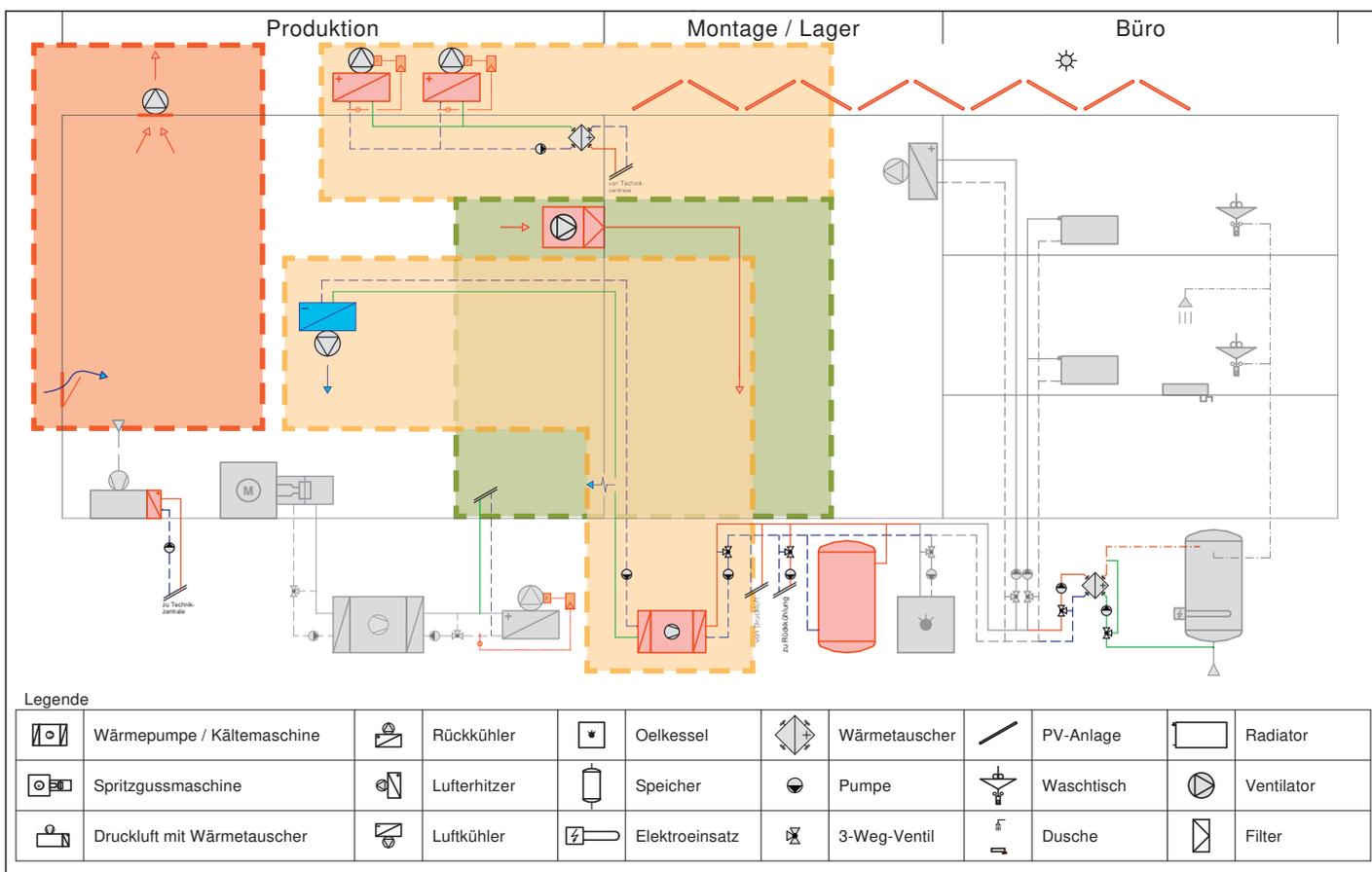
| FIRMA | FRAGE | EFFEKTIVSTE LÖSUNGSANSÄTZE |
|---------------------------|-------|--|
| ARBURG GmbH + Co KG | 1 | Höchste Produktivität – Energieverbrauch immer im niedrigsten Bereich bei gleichzeitig hochdynamischen und flexiblen Fahrbewegungen. |
| | 2 | Sehr gute und stabile Prozessreproduzierbarkeit und hohe Positioniergenauigkeiten – grosse Vorteile bei Automationslösungen. |
| | 3 | Die Antriebstechnologie von Spritzgussmaschinen entscheidet über die Effizienz. Nachträgliche Massnahmen rechnen sich meistens nicht. Deshalb ist die Entscheidung beim Maschineneinkauf besonders wichtig. Anwendungsbezogen können auch mit hybriden Antriebskonzepten hohe Energieeffizienz und Produktivitätswerte erzielt werden. |
| ENGEL (SCHWEIZ) AG | 1 | Hochpräzise Regelung, maximale Wiederholgenauigkeit, für ausschussfreie Produktion von komplexen Bauteilen. |
| | 2 | Niedrigster möglicher Energieverbrauch. |
| | 3 | Minimaler Kühlwasserverbrauch, geringe Geräusentwicklung, geringe Abwärme an Umgebung (vor allem im Medical-Reinraum sehr wichtig). |
| FANUC Switzerland GmbH | 1 | Markante Stromeinsparungen gegenüber hydraulischen Maschinen. |
| | 2 | Der Prozess kann deutlich präziser kontrolliert werden. |
| | 3 | Die Maschinenbewegungen können deutlich schneller und parallel ausgeführt werden, was die Zykluszeiten verkürzt, ohne die Restkühlzeit zu verändern. |
| KraussMaffei (Schweiz) AG | 1 | Die vollelektrische PX ist massiv präziser, somit prozessgenauer und sehr leise. Im Weiteren spart die neue Technik zwischen 30 und 50 % elektrische Energie, bis zu 90 % Wasser und die Unterhaltskosten reduzieren sich um ca. 20–30 %. |
| | 2 | Die vollelektrische PX ist flexibel anwendbar für Werkzeuge mit hydraulischen Funktionen. Sie hat alle Parallelbewegungen und ist sehr dynamisch. Der Mehrpreis der PX ist im Vergleich zu einer hydraulischen Lösung sehr gering. |
| | 3 | KraussMaffei bietet unter dem Label BluePower Massnahmen zur Energieoptimierung an, wie z.B. Isoliermanschetten, ServoDrive, Mischschnecken, Energieanalyse oder APC+. |

| FIRMA | FRAGE | EFFEKTIVSTE LÖSUNGSANSÄTZE |
|--|-------|--|
| KraussMaffei High Performance AG (Netstal) | 1 | Elektrische Antriebstechnologie bietet in zweierlei Hinsicht Vorteile in Bezug auf den Energieverbrauch. Einerseits wird die Energie nur dann aufgenommen, wenn sie gebraucht wird, und nur so viel davon wie nötig. Andererseits besteht die Möglichkeit zur Rekuperation von kinetischer Energie bei Bremsvorgängen. |
| | 2 | In Kombination mit modernen hydraulischen Antriebskomponenten wird weiteres Optimierungspotenzial zur Verbesserung der Energieeffizienz genutzt. Die rekuperierte Energie lässt sich so noch effektiver im Prozess nutzen. |
| | 3 | Mit moderner hybrider Antriebstechnologie lässt sich nahezu die gleiche Energieeffizienz erreichen wie mit vollelektrischen Maschinen. Der grosse Vorteil liegt darin, dass sämtliche Komponenten der Maschine mit der optimalen Technologie betrieben werden können und dass dadurch keinerlei Einschränkungen in Bezug auf das Leistungspotenzial in Kauf genommen werden müssen. |
| Sumitomo (SHI) Demag Plastics Machinery GmbH | 1 | Energieeffizienz: Die IntElect ermöglicht einen optimalen Wirkungsgrad aufgrund wesentlicher Designmerkmale wie Direktantriebe ohne Getriebeübersetzung, Bremsenergieerückspeicherung, hocheffizienter Kugelumlaufspindel oder Luftkühlung aller Antriebsstufen. |
| | 2 | Präzision: Die IntElect ermöglicht eine sehr präzise Prozessregelung und eine sehr hohe Wiederholgenauigkeit, das heisst die Schwankungsbreite von Schuss zu Schuss geht gegen null. Dadurch wird die Effizienz erhöht, und Kosten werden vermieden. |
| | 3 | Ausbringung: Die IntElect ermöglicht eine kosteneffiziente Fertigung u. a. durch Reduzierung der Zykluszeit. Dafür verantwortlich sind der Entfall von hydraulischen Schaltzeiten, serienmässige Parallelabläufe, hochdynamische Antriebe und entsprechende Performancestufen. |
| Wittmann Battenfeld | 1 | Bei Maschinenneuanschaffung vollelektrische oder wenigstens hybride Maschinen beschaffen. ROI der Mehrkosten gegenüber einer hydraulischen Standardmaschine: <3 Jahre; danach jedes Jahr eine Ersparnis von Energiekosten von bis zu CHF 7000.–. |
| | 2 | Auch bestehenden Maschinenpark anschauen: Der Austausch einer älteren, ineffizienten Maschine gegen eine neue, effiziente kann sich u. U. auch bereits nach wenigen Jahren auszahlen. |
| | 3 | Isolierung Schneckenzyylinder. Bildschirmseite Energieverbrauch auf Steuerung: Messung, Anzeige und Optimierung des Energieverbrauchs. Verwendung dünnflüssigeren Öls (HLP 32 statt HLP 46): schnelleres Aufwärmen der Maschine und weniger Wärmeabstrahlung von der Maschine. |

5.2 DIREKTES FREECOOLING

| | |
|--------------|--|
| Ausgangslage | Die Kältemaschine für die Klimakälte in der Produktion ist am Ende der technischen Lebensdauer angekommen und wird ersetzt. Der Klimakältebedarf soll neu möglichst effizient gedeckt werden. |
| Massnahme | Ein Ventilator saugt warme Luft im Raum ab. Gleichzeitig strömt kühlere Luft von aussen nach (unten mit einem Kipfenster symbolisch dargestellt). |
| Wirkung | In der Produktionshalle sollte eine maximale Temperatur von 30°C herrschen. In Zürich beträgt die Aussentemperatur während 8000 Stunden pro Jahr unter 22°C. In dieser Zeit kann direkt mit Aussenluft gekühlt werden. JAZ* bisher: 4 JAZ* direkte Kühlung: 15 |
| Einsparung | 178 000 kWh/Jahr Elektrizität |
| Bemerkung | Durch das Freecooling kann nicht auf eine mechanische Kälteerzeugung verzichtet werden. Im nächsten Kapitel wird die Kältespitzendeckung bei Aussentemperaturen > 22°C behandelt. Aufgrund der Klimaveränderung wird die Spitzendeckung zukünftig zunehmen. |

* JAZ: Jahresarbeitszahl einer Kältemaschine=Genutzte Jährliche Kälte / Elektrischer jährlicher Aufwand des Gesamtsystems



■ 5.2 Direktes Freecooling ■ 5.3 Spitzendeckung Klimakälte ■ 5.4 Direkter Wärmetransport

5.3 SPITZENDECKUNG KLIMAKÄLTE

| | |
|--------------|---|
| Ausgangslage | Die Kältemaschine für die Klimakälte in der Produktion wird ersetzt. Die Kühlung der Produktion erfolgt die meiste Zeit über direktes Freecooling. Die Kältemaschine zur Kühlung ist nur für vereinzelte Tage im Sommer notwendig. |
| Massnahme | Eine Wärmepumpe (WP) / Kältemaschine (KM) wird eingesetzt. Als Wärmepumpe wird sie für das Warmwasser und die Heizung eingesetzt (siehe Kapitel 5.7) und als Kältemaschine im Sommer, um die Produktionshalle zu kühlen. Die kalte Luft wird möglichst tief unten im Raum eingeleitet und verdrängt die warme Luft nach oben. Durch diese optimale Luftschichtung entsteht am Boden, also dort, wo sich Menschen aufhalten, ein Kaltluftsee. Dadurch muss nicht die ganze Luft in der Halle gekühlt werden. |
| Wirkung | In der Produktionshalle sollte eine maximale Temperatur von 30 °C herrschen. Bis 22 °C kann die Kühlung über die Aussenluft erfolgen (Freecooling). Während 760 (von 8760) Stunden pro Jahr ist die Aussentemperatur höher als 22 °C. In dieser Zeit wird mit möglichst tiefem Temperaturunterschied zwischen Kühlung und Rückkühlung mittels Kältemaschine gekühlt. JAZ Kompaktmaschine bisher: 4 JAZ Kältemaschine neu: 7,5 |
| Einsparung | 35 000 kWh/Jahr an Elektrizität. |
| Bemerkung | Auf die Anlagenteile für den Betrieb als Kältemaschine kann verzichtet werden, wenn zu Spitzenzeiten eine höhere Temperatur in Kauf genommen wird. |

5.4 DIREKTER WÄRMETRANSPORT

| | |
|--------------|--|
| Ausgangslage | Die Montageräume und die Lagerhalle, die an die Produktion angrenzen, werden über Luftheritzer mit Wärme ab dem bestehenden Ölkessel beheizt. Der Wärmebedarf beträgt inkl. Verluste 240 000 kWh/Jahr. |
| Massnahme | Ein Ventilator mit Filter wird installiert, um die warme Luft aus der Produktion direkt als Wärmequelle zu nutzen. Die Nachströmung erfolgt im unteren Bereich des Raumes. Die bestehenden Luftheritzer bleiben aus Redundanzgründen bestehen. |
| Wirkung | Der Wärmebedarf wird, bis auf zwei Wochen Betriebsunterbruch in den Wintermonaten, gänzlich durch die warme Luft aus der Produktionshalle gedeckt. JAZ (Ventilator): 15 |
| Einsparung | 216 000 kWh/Jahr an Heizöl. |
| Mehrbedarf | 14 400 kWh/Jahr an Elektrizität. |

5.6 ABWÄRMENUTZUNG MASCHINENKÜHLUNG

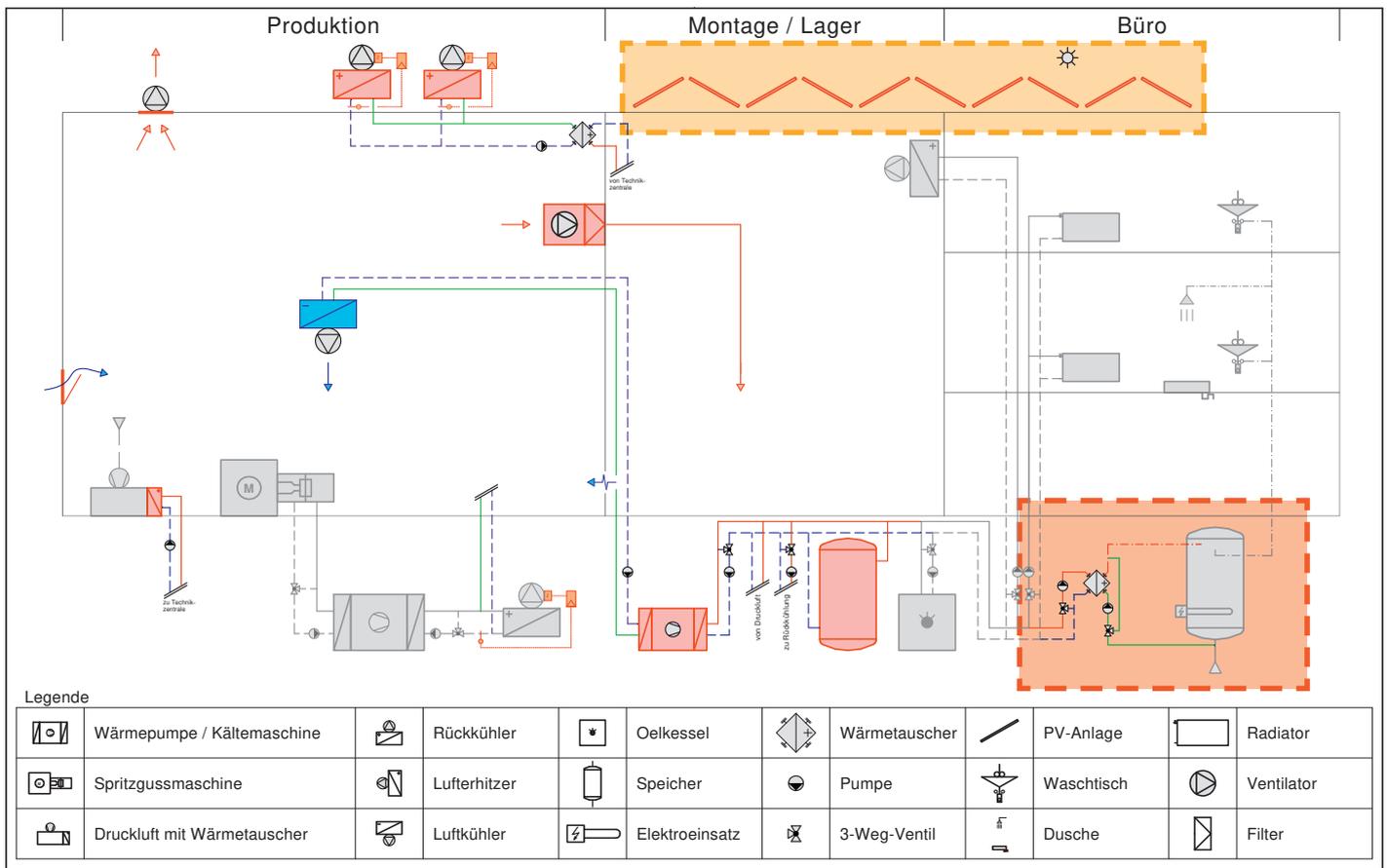
| | |
|--------------|---|
| Ausgangslage | Die Maschinenkühlung, bestehend aus Werkzeugkühlung und ggf. Hydraulikkühlung, wird mit maschineneigenen Kältemaschinen des Herstellers sichergestellt. |
| Massnahme | Soweit es die Bedingungen zulassen, sollte auch hier die eigene Abwärme genutzt werden. Allerdings besteht bereits ein Überangebot an Abwärme in der Produktionshalle. |
| Wirkung | Nicht in der Bilanz berücksichtigt. |
| Bemerkung | Da bei den Maschinenkühlungen die Einbindung komplizierter ist, wird diese Massnahme zur Info aufgeführt. Eventuell erlaubt es der Standort, die Wärme an umliegende Gebäude zu verkaufen, z. B. mittels eines Wärmenetzes. Dies könnte eine zusätzliche Einnahmequelle für das Unternehmen sein und eine Investition rechtfertigen. |

5.7 LUFT-WASSER-WÄRMEPUMPE

| | |
|--------------|--|
| Ausgangslage | Ein Ölkessel deckt den Wärmebedarf von Büro und Montage/Lager. Die Heizung und das Warmwasser benötigen eine Vorlauftemperatur von 60 °C. In der Produktion herrscht das ganze Jahr ein Überangebot an Wärme. Diese liegt in der Produktion ungebunden als ca. 30 °C warme Luft vor. |
| Massnahme | Die Wärme in der Produktion wird mittels Luft-Wasser-Wärmepumpe genutzt. Der Ölkessel bleibt aus Redundanzgründen bestehen. |
| Wirkung | Die Produktion wird gekühlt, und der Heizwärme- und Warmwasserbedarf wird durch die Luft-Wasser-Wärmepumpe gedeckt. JAZ Luft-Wasser Wärmepumpe 30/60: 4,3 |
| Einsparung | 31 000 kWh an Heizöl (unter Berücksichtigung vorheriger Massnahmen). |
| Mehraufwand | 6000 kWh/Jahr an Elektrizität. |
| Bemerkung | Da die Temperatur der Abwärme mit 30 °C sehr hoch ist, entfällt der sonst bei Luft-Wasser-Wärmepumpen hohe Temperaturhub (hier ca. 72 K) im Winter. |

5.8 WARMWASSER IN HEIZKREISLAUF EINBINDEN

| | |
|--------------|---|
| Ausgangslage | Das Warmwasser wird zentral elektrisch erwärmt. |
| Massnahme | Der Wassererwärmer wird mittels aussen liegender Wärmetauscher in den Heizkreis eingebunden. Der Elektroeinsatz bleibt aus Redundanzgründen bestehen. |
| Wirkung | Das Warmwasser wird nicht mehr direkt elektrisch, sondern mittels Abwärme von der Produktion oder Druckluftherzeugung erzeugt. |
| Einsparung | 8000 kWh/Jahr an Elektrizität. |



■ 5.8 Warmwasser in Heizkreislauf einbinden ■ 5.9 Photovoltaik (PV)

5.9 PHOTOVOLTAIK (PV)

| | |
|--------------|---|
| Ausgangslage | Das Flachdach ist ungenutzt und muss saniert werden. Wegen des hohen Strombedarfs der Produktion könnte der Strom aus einer Photovoltaikanlage direkt genutzt werden. |
| Massnahme | Installation einer 136-kWp-PV-Anlage mit ca. 800m ² Fläche auf dem sanierten Dach. |
| Wirkung | Der von der Sonne produzierte Strom wird hauptsächlich direkt in der Produktion genutzt. Bei Produktionsunterbrüchen wird der Strom mit Vergütung ins Netz gespeist. |
| Ertrag | 126 000 kWh/Jahr an Elektrizität in Eigenproduktion. |
| Investition | Ca. 165 000 CHF. |
| Bemerkung | Der Zustand des Daches muss vor der Montage beurteilt werden. Photovoltaikanlagen haben eine Lebensdauer von ca. 30 Jahren. Diese Massnahme lässt sich gut zum Zeitpunkt einer Dachsanierung realisieren. |



5.10 RESULTATE

Folgend sind die Wirkungen der Massnahmen auf den Energiebedarf und Energiekosten als Übersicht zusammengefasst:

| MASSNAHME | ELEKTRIZITÄT | HEIZÖL | EINSPARUNGEN |
|---|-----------------|-----------------|----------------|
| | KWH/JAHR | KWH/JAHR | CHF/JAHR* |
| Maschinenersatz (3 von 15) | -185 000 | 0 | -18 500 |
| Maschinenersatz (Elektrizität Kältemaschinen) | -57 000 | 0 | -5 700 |
| Direktes Freecooling | -178 000 | 0 | -17 800 |
| Spitzendeckung Klimakälte | -35 000 | 0 | -3 500 |
| Direkter Wärmetransport | 14 400 | -216 000 | -11 500 |
| Abwärmenutzung Druckluft | -4 500 | -67 000 | -4 500 |
| Abwärmenutzung Maschinenkühlung | k. A. | k. A. | k. A. |
| Luft-Wasser-Wärmepumpe | 6 000 | -31 000 | -1 300 |
| Warmwasser in Heizkreislauf einbinden | -8 000 | 0 | -800 |
| Summe Massnahmen | -447 100 | -314 000 | -63 600 |

* Wirtschaftliche Grundlage: 10 Rp./kWh Elektrizität und 6 Rp./kWh Heizöl.

Damit ergibt sich eine neue Aufteilung der Endenergiebezüger in den Unternehmen:

| HEIZÖL | | | |
|--------------|----------|--------|--|
| Heizölkessel | kWh/Jahr | 10 000 | |

| ELEKTRIZITÄT | | | |
|-----------------------------|-----------------|------------------|--------------|
| Raumwärme (Wärmepumpe) | kWh/Jahr | 20 400 | 1 % |
| Klimakälte | kWh/Jahr | 134 000 | 5 % |
| Maschinenkühlung | kWh/Jahr | 308 000 | 11 % |
| Produktion | kWh/Jahr | 2 068 000 | 73 % |
| Druckluft | kWh/Jahr | 133 500 | 5 % |
| Warmwasser | kWh/Jahr | 0 | 0 % |
| Rest (Beleuchtung, IT usw.) | kWh/Jahr | 158 000 | 6 % |
| Summe | kWh/Jahr | 2 821 900 | 100 % |

Über den gesamten Betrieb können 14% Strom und 97% des fossilen Heizöls reduziert werden. Die jährlichen Energiekosten können um 18% gesenkt werden.

| | ELEKTRIZITÄT | HEIZÖL | ENERGIEKOSTEN |
|------------------|--------------|----------|---------------|
| | KWH/JAHR | KWH/JAHR | CHF/JAHR |
| Bestand (vorher) | 3 269 000 | 324 000 | 346 300 |
| Einsparungen | -447 100 | -314 000 | -63 600 |
| Reduktion | -14 % | -97 % | -18 % |

Aufgrund der Abwärmenutzung kann der Heizölbedarf von 324 MWh/Jahr um 97 % auf 10 MWh/Jahr reduziert werden.

Mit einer Photovoltaikanlage können pro Jahr 126 MWh Elektrizität produziert und selbst verbraucht werden. Dies entspricht 4,5 % des zukünftigen Strombedarfs und einer Einsparung von 12 600 CHF/Jahr. Standardmassnahmen wie Leuchtmittel-, Druckluftherzeugung- oder Motorenersatz bilden weitere Potenziale, die hier nicht eingerechnet sind.

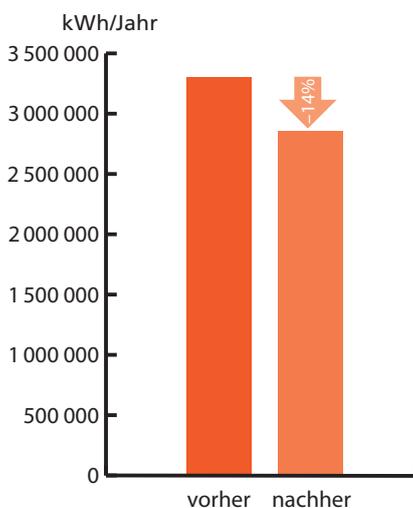
Kunststoffbetriebe brauchen aufgrund des Urformprozesses sehr viel Elektrizität. Diese sollte, wie an diesem Beispielbetrieb gezeigt, so effizient wie möglich genutzt werden. Der thermische Bedarf kann fast zu 100 % mittels der für den Prozess benötigten elektrischen Energie gedeckt werden. Dank einer effizienten Kühlung lassen sich unnötige Kosten vermeiden.

WIE GEHT ES JETZT WEITER?

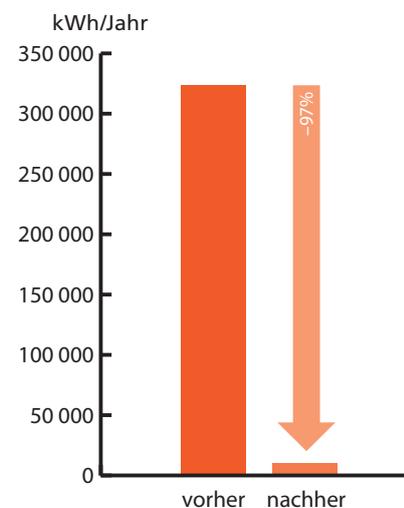
Ein Unternehmen kann sich nun mit dem Beispielbetrieb vergleichen, in kurzer Zeit eine Standortbestimmung machen und allfällige Sparpotenziale eruieren. Ist Potenzial vorhanden, können kleinere Massnahmen direkt geplant und umgesetzt werden. Für die Umsetzung komplexerer Massnahmen ist es empfehlenswert, spezialisierte Ingenieurbüros hinzuzuziehen. Sie sollten die Massnahmen koordinieren und im besten Fall auch gleich planen, ausschreiben, im Bau begleiten und die Anlagen nach vollendeter Umsetzung einregulieren.

Im folgenden Kapitel finden Sie unter anderem die diversen Fördermöglichkeiten von EnergieSchweiz. Auf freiwilliger Basis können Unternehmen Energieeffizienzmassnahmen umsetzen und dafür Unterstützungsbeiträge beantragen.

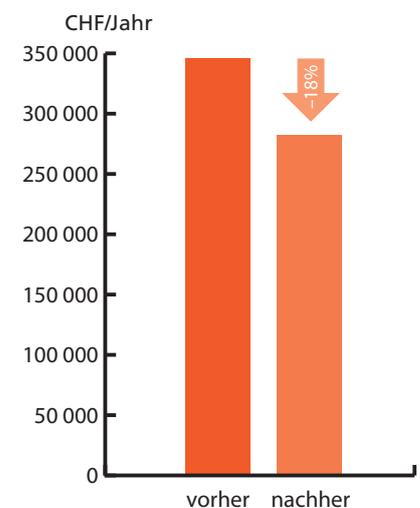
ELEKTRIZITÄT



HEIZÖL



ENERGIEKOSTEN



6 WEITERE INFORMATIONEN

GESETZLICHE RAHMENBEDINGUNGEN

Sogenannte **Grossverbraucher**, die pro Jahr mehr als 5 GWh Wärmeenergie oder mehr 0,5 GWh Elektrizität verbrauchen, können durch die kantonalen Energiegesetze verpflichtet werden, Energiesparmassnahmen umzusetzen (Grossverbraucherartikel). Darüber hinaus sind die Kantone auch für die gesetzlichen Verpflichtungen im Zusammenhang mit Gebäuden und deren technischen Anlagen zuständig. Für Informationen zu den geltenden Anforderungen wenden Sie sich bitte an die zuständigen kantonalen Behörden.

Unternehmen mit grossem Stromverbrauch können durch den Abschluss einer Zielvereinbarung den Netzzuschlag zurückerstattet erhalten. Ebenso können **Unternehmen, die viele Treibhausgase erzeugen**, von der CO₂-Steuer befreit werden, wenn sie sich im Rahmen einer Zielvereinbarung zur Reduzierung ihrer Emissionen verpflichten. Für Informationen zu den Zulassungskriterien wenden Sie sich bitte an das Bundesamt für Energie oder an das Bundesamt für Umwelt.

UNTERSTÜTZUNG DURCH DEN BUND

Wettbewerbliche Ausschreibungen – ProKilowatt: ProKilowatt gewährt **finanzielle Unterstützung** für die Umsetzung von Massnahmen zur Steigerung der Stromeffizienz. Die Förderbeiträge werden über ein Auktionsverfahren vergeben, wobei diejenigen Projekte oder Programme zum Zuge kommen, die das beste Kosten-Nutzen-Verhältnis aufweisen. ProKilowatt unterstützt einerseits Einzelprojekte, die von Unternehmen aus dem Industrie- oder dem Dienstleistungssektor eingereicht wurden, und andererseits Programme, die in der Regel mehrere fach- oder technologie-spezifische Massnahmen umfassen. Weitere Informationen finden Sie unter www.prokw.ch.

EnergieSchweiz

EnergieSchweiz ist die Plattform, die alle freiwilligen Aktivitäten zur Umsetzung der Schweizer Energiepolitik unter einem Dach vereint. Auf der Website www.energieschweiz.ch finden Sie verschiedene Tools zur Vorbereitung und Planung von Effizienzmassnahmen. Zum Beispiel:

Druckluft

www.energieschweiz.ch/page/de-ch/effiziente-druckluft

Kälte

www.energieschweiz.ch/page/de-ch/effiziente-kaelte

Motoren

www.energieschweiz.ch/page/de-ch/elektrische-antriebe

Pumpen

www.energieschweiz.ch/page/de-ch/effiziente-pumpen

Heizungsoptimierung/Abwärmenutzung

www.energieschweiz.ch/page/de-ch/abwaermenutzung

Ventilatoren/Belüftung

www.energieschweiz.ch/page/de-ch/lueftung

Infrastrukturanlagen

www.energieschweiz.ch/page/de-ch/infrastruktur-und-gebaeude

Photovoltaik

www.energieschweiz.ch/page/de-ch/meine-solaranlage

Beleuchtung

www.energieschweiz.ch/page/de-ch/beleuchtung

EnergieSchweiz hat ebenfalls verschiedene Angebote entwickelt, die Unternehmen **eine finanzielle Unterstützung** bei der Analyse ihres Energieverbrauchs sowie bei der Planung von konkreten Effizienzmassnahmen zusichern. Im Speziellen sind dies:

- **PEIK:** PEIK bietet kleinen und mittleren Unternehmen, deren jährlicher Stromverbrauch zwischen 100 und 500 MWh liegt, eine professionelle Energieberatung an.
- **Pinch:** Die Pinch-Analyse ist für mittlere und grosse Industrieunternehmen gedacht. Sie beleuchtet die thermischen Produktionsprozesse, um die wichtigsten Energieverbraucher und Einsparpotenziale zu identifizieren (<https://www.energieschweiz.ch/page/de-ch/energieoptimierung-industrie>).
- **ProAnalySys:** Das Programm ProAnalySys fördert die detaillierte Analyse von elektrischen Antrieben in industriellen Prozessen mithilfe von Messungen während des Betriebs, um das Potenzial für Energieeinsparungen zu identifizieren und zu nutzen (<https://pubdb.bfe.admin.ch/fr/publication/download/9594>).

WEITERE FÖRDERMÖGLICHKEITEN

Verschiedene Kantone, Gemeinden und Elektrizitätswerke unterstützen ebenfalls Massnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz oder erneuerbaren Energien. Unter www.energiefranken.ch können sie mit Hilfe Ihrer Postleitzahl die entsprechenden Fördermöglichkeiten finden.

ICH WILL MEHR WISSEN

www.energieschweiz.ch ist die Plattform für alle Fragen rund um Energieeffizienz und erneuerbare Energie.

Diese Broschüre ist in enger Zusammenarbeit mit KUNSTSTOFF.swiss, den Maschinenherstellern und eicher+pauli entstanden. Wir bedanken uns für ihr Engagement.

Bildquelle: Shutterstock (Seite 4; 23), KUNSTSTOFF.swiss (Seite 5; 6), Krauss Maffei (Titelseite, Seite 14)

+ KUNSTSTOFF
.SWISS

EnergieSchweiz, Bundesamt für Energie BFE
Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen. Postadresse: CH-3003 Bern
Infoline 0848 444 444, www.infoline.energieschweiz.ch
energieschweiz@bfe.admin.ch, www.energieschweiz.ch, twitter.com/energieschweiz

Vertrieb: www.bundespublikationen.admin.ch
Artikelnummer 805.911.D

