# Testcase I
# EnPro Bewertungstool

## EnPro

**Erneuerbare Prozesswärme – Integration von Solarthermie und Wärme-pumpen in industrielle Prozesse**

# 1 ENPRO BEWERTUNGSTOOL HINTERGRUND

Sowohl auf nationaler als auch auf europäischer Ebene gibt es Bestrebungen, in industriellen Prozessen die Energieeffizienz zu steigern und in diesen den Anteil erneuerbarer Primärenergieträger zu erhöhen. Erneuerbare Technologien, wie die Nutzung von Solarthermie und Wärmepumpen, werden dabei bereits vereinzelt zur Wärmeversorgung von industriellen Prozessen eingesetzt. Allerdings gibt es zum jetzigen Zeitpunkt noch signifikante Barrieren für eine weite Verbreitung beider Technologien in der industriellen Anwendung. Die Gründe dafür sind vor allem relativ hohe Investitionskosten, mangelnde Erfahrung bzw. Skepsis bezüglich der Zuverlässigkeit dieser Technologien, ein Mangel an Planungsrichtlinien und Integrationskonzepten sowie fehlendes Wissen der Anwender von technologischen Weiterentwicklungen wie z.B. Hochtemperaturwärmepumpen.

Um diese Barrieren zu verringern sollen im Projekt „EnPro" entsprechende Richtlinien und Unterstützungen für Hersteller, Anwender und Planer entwickelt werden, um die betrachteten Technologien effizient und kostengünstig in industrielle Prozesse zu integrieren. Im Projekt werden Fallstudien in zehn österreichischen Unternehmen aus Branchen der Nahrungs- und Futtermittelherstellung, der Papierindustrie, der Metallerzeugung und - bearbeitung, der Wäschereien und der Dämmstoffindustrie durchgeführt. Die Auswahl der Branchen stellt ein hohes Potential zur Anwendung von Solarthermie und Wärmepumpen sicher und gewährleistet auch ein hohes Maß an Multiplizierbarkeit.

Basierend darauf werden verallgemeinerte Integrationsschemata entwickelt und technisch-wirtschaftliche Bewertungen durchgeführt.

Diese werden anschließend in Planungsrichtlinien, die aus einem Leitfaden und einem Bewertungstool bestehen, eingebunden. Mit unterschiedlichen Verbreitungsmaßnahmen, wie einem Symposium, Wiki-Web Anwendungen, Publikationen, etc. werden die Ergebnisse und die unterstützenden Integrationsmaßnahmen an die Anwender kommuniziert.

# 2 TESTCASE I: METALLOBERFLÄCHENBEHANDLUNG

## 2.1 Allgemeines

Standort: Wien

Gegenstand: Galvaniseur und Metallschleifer

Mitarbeiter: 1.140

Jährlicher Umsatz: 180 Mio. Euro

Betriebstage: 5 (Ganzjahresbetrieb)

Schichten: 3 (06:00-14:00Uhr/14:00-22:00Uhr/22:00-06:00Uhr)

Frischwassertemperatur: 10 °C

Umgebungstemperatur: 21 °C

Fläche Verwaltungs- und Betriebsgebäude: 30.000 m² (Verwaltung: 3.000 m²; Halle 1: 12.000 m²; Halle 2: 15.000 m²)

Freistehende Fläche im Betriebsgebäude: 200 m²

Freifläche außen: 5.000 m²

Dachfläche: 30.500 m² (südwestl. ausgerichtet, teilweise Flachdach)

Der Betrieb möchte seine Energieversorgung aus umweltrelevanter Sicht effizienter gestalten, hat aber nur eingeschränkte finanzielle Mittel für Investitionen zur Verfügung. Außerdem entfällt aktuell ein großer Teil der jährlichen Betriebskosten auf die Energieversorgung, sodass man sich zukünftig Einsparungen erhofft.

## 2.2 Energieträgerbedarf:

| Brennstoff/Strom | Verbauch/Jahr | Kosten |
|---|---|---|
| Erdgas (HW: 10,8 kWh/m³) | 1.711.820 Nm³ | 30 €/MWh |
| Öl: (HW: 11,4 kWh/l) | 106.840 Liter | 55 €/MWh |
| Strombedarf | 5.575.620 kWh | 130 /MWh |

## 2.3 Energieversorgung

Das Verwaltungsgebäude und die Betriebshallen werden mit Erdgas beheizt. Der Heizbedarf für Produktionsprozesse wird mit Heizöl gedeckt. Der Betrieb verfügt über verschiedene Heizkessel zur Wärmebereitstellung. Wichtige Kennzahlen und Daten zu den Heizkesseln sind in folgender Tabelle zusammengefasst.

| **Art** | **Eigenschaften** |
|---|---|
| Warmwasserkessel 1 (1991) | ■ Brennstoff: Erdgas<br>■ kein Wirkungsgrad bekannt<br>■ Nennleistung: 1,75 MW<br>■ Volllaststunden/Jahr: 4.000<br>■ $0_2$-Gehalt: 3 %<br>■ Strahlungsverluste: 3,3%<br>■ Abgastemperatur: 150°C |
| Warmwasserkessel 2 (2005) | ■ Brennstoff: Erdgas<br>■ Wirkungsgrad: 96%<br>■ Nennleistung 950 kW<br>■ Volllaststunden/Jahr: 2.500 |
| Warmwasserkessel 3 (2009) | ■ Brennstoff: Erdgas<br>■ Wirkungsgrad: unbekannt<br>■ Nennleistung 2,25 MW<br>■ Volllaststunden/Jahr:4.000<br>■ $0_2$-Gehalt: 3 %<br>■ Strahlungsverluste: 3,3 %<br>■ Abgastemperatur: 150 °C |
| Dampfkessel 1 (1991) | ■ Brennstoff: Heizöl<br>■ Wirkungsgrad: 98 %<br>■ Nennleistung: 230 kW<br>■ Volllaststunden/Jahr: 4.000<br>■ Dampfmenge: 2,3 t/h<br>■ Druck: 5 bar |

| | |
|---|---|
| | ■ Temperatur Dampf: 130 °C |
| Dampfkessel 2 (1991) | ■ Brennstoff: Heizöl<br>■ Wirkungsgrad: unbekannt<br>■ Nennleistung: 70kW<br>■ Volllaststunden/Jahr: 4.000<br>■ Dampfmenge: 2 t/h<br>■ Druck: 9 bar<br>■ Temperatur Dampf: 150 °C<br>■ $O_2$-Gehalt: 3 %<br>■ Strahlungsverluste: 4 %<br>■ Abgastemperatur: 105 °C<br>■ Abschlammverluste: 3,3 % |

Außerdem wird in der Galvanik und für die Klimaanlage im Sommer eine Kältemaschine benötigt:

| **Art** | **Eigenschaften** |
|---|---|
| Kältemaschine | ■ EER: 3,3<br>■ Nennleistung: 50 kW<br>■ Volllaststunden/Jahr: 1.000<br>■ Verdampfungstemperatur: 5 °C<br>■ Kondensatortemperatur 40 °C<br>■ nasse Rückkühlung<br>■ Wärmerückgewinnung: nein |

Für verschiedenste Reinigungszwecke sind zwei Druckluft-Kompressoren in Betrieb:

| **Art** | **Eigenschaften** |
|---|---|
| Druckluft-Kompressor 1 | ■ 132 kW<br>■ Volllaststunden/Jahr: 1.000 |

| | |
|---|---|
| | ■ Abwärmenutzung: nein<br>■ Abwärmetemperatur: 80 °C |
| Druckluft-Kompressor 2 | ■ 170 kW<br>■ Volllaststunden/Jahr: 1.000<br>■ Abwärmenutzung: ja<br>■ Abwärmetemperatur: 80 °C |

Der Strom wird aus dem örtlichen Netz bezogen.

## 2.4 Verteilungsverluste

Die Verteilungsverluste ausgehend von den Warmwasserkesseln werden mit 8% angenommen, da teilweise lange Leitungslängen vorhanden sind. Für die Deckung der Raumwärme und den Warmwasserbedarf für Reinigungszwecke stehen der 1,75 MW und 2,25 MW Heizkesseln zur Verfügung. Die Vorlauftemperatur beträgt dementsprechend 62°C und die Rücklauftemperatur 50 °C.

Der 950 kW Kessel wird für die Beheizung der Entfettungsbäder benötigt. Daraus folgen eine Vorlauftemperatur von 71 °C und eine Rücklauftemperatur von 60 °C.

Die Kältemenge aus der Kältemaschine weist eine Vorlauftemperatur von 10 °C und eine Rücklauftemperatur von 22 °C auf. Es werden durchschnittliche Verteilungsverluste von 4 % angenommen.

Beide Dampfkessel haben eine Kondensatrücklaufrate von 7,4 %. Kondensattemperatur liegt für den 230 kW Kessel bei 160 °C und für den 70 kW Kessel bei 180 °C. Die benötigte Menge an Kesselspeisewasser beträgt 20 m³/h und hat eine Temperatur von 10 °C. Die Temperatur nach dem Entgaser für den 230 kW Kessel beträgt 90 °C und für den 70 kW Kessel 105 °C. Da die Kessel in der Nähe der Galvanikbäder platziert sind, wird von Verteilungsverlusten um die 5 % ausgegangen.

## 2.5 Prozesse

Die Wärme- und Kälteversorgung des Betriebes ist verschiedenen Prozessen zuordenbar. Genauere Informationen zu den einzelnen Prozessen sind ich nachstehender Tabelle zu finden.

| **Art** | **Eigenschaften** |
|---|---|
| Raumwärme (Verwaltungsgebäude, 2 Betriebshallen) | ■ Ausgenommen Juni, Juli, August<br>■ HWB f. Verwaltung: 70 kWh/m² |

| | |
|---|---|
| | ■ HWB für Hallen: 130 kWh/m²<br>■ Temperatur: VL: 62 °C, RL: 50 °C |
| Raumkühlung (Verwaltungsgebäude, 2 Betriebshallen) | ■ nur im Sommer<br>■ Kühlbedarf: 4 kWh/m²<br>■ Temperatur: VL: 10 °C, RL: 22 °C |
| Warmwasser für Reinigungszwecke | ■ Start-Temperatur: 10°C<br>■ End-Temperatur: 60°C<br>■ 600 m³/a<br>■ Batch-Prozess<br>■ 3 Vorgänge/Tag<br>■ Dauer: 6 Minuten<br>■ Abwasser pro Jahr: 400 m²<br>■ Abwassertemperatur: 50 °C |
| Heißentfetten | ■ 2 Bäder<br>■ Heizmedium: Warmwasser<br>■ Kontinuierlich<br>■ Badtemperatur: 70 °C<br>■ Starttemperatur: 40 °C<br>■ Endtemperatur: 70 °C<br>■ Massenstrom: 2 kg/s<br>■ Volllaststunden: 16 h/Tag<br>■ Abwärmemedium: Wasser<br>■ Wärmerückgewinnung: nein<br>■ Abwärmemenge: 0,3 m³/h<br>■ Abwärmetemperatur: 65°C |
| Galvanik: Verkupfern (Wärmebedarf) | ■ 3 Bäder<br>■ Heizmedium: Dampf<br>■ ohne Sprudel ohne Absaugung<br>■ Badtemperatur: 60°C<br>■ Volumen: 5m³<br>■ Oberfläche: 4,3m² |

| | |
|---|---|
| | ■ Volllaststunden/Tag: 24<br>■ Aufheizvorgang:<br>■ Starttemperatur: 35°C<br>■ Endtemperatur: 60°C<br>■ 12 Vorgänge/Tag<br>■ Dauer: 12 Minuten<br>■ Abwärme:<br>■ Medium: Wasser<br>■ Keine Rückgewinnung<br>■ Temperatur: 55°C<br>■ Menge: 1,4 m³/h |
| Galvanik Verchromen (Wärmebedarf) | ■ 2 Bäder<br>■ Heizmedium: Dampf<br>■ ohne Sprudel ohne Absaugung<br>■ Badtemperatur: 70°C<br>■ Volumen: 6 m³<br>■ Oberfläche: 3,3m²<br>■ Volllaststunden/Tag: 24<br>■ Aufheizvorgang:<br>■ Starttemperatur: 35°C<br>■ Endtemperatur: 70°C<br>■ 8 Vorgänge/Tag<br>■ Dauer: 6 Minuten<br>■ Abwärme:<br>■ Medium: Wasser<br>■ Temperatur: 65°C<br>■ Menge: 0,7 m³/h |
| Galvanik Verzinken (Kühlbedarf) | ■ 3 Bäder<br>■ 1. Bad:<br>■ Temperatur: 25°C<br>■ Volumen: 7m³<br>■ Oberfläche: 3 m² |

| | |
|---|---|
| | ■ Diskontinuierlich:<br>■ Starttemperatur: 28°<br>■ Endtemperatur: 25°C<br>■ 3 Vorgänge/Tag<br>■ Dauer: 6 Minuten<br>■ Abwärme:<br>■ Medium: Wasser<br>■ Temperatur: 26°C<br>■ Menge: 1,8 m³<br>■ Volllaststunden/Tag: 24<br>■ 2. und 3. Bad<br>■ Temperatur: 20°C<br>■ Volumen: 7m³<br>■ Oberfläche: 3 m²<br>■ Diskontinuierlich:<br>■ Starttemperatur: 23°C<br>■ Endtemperatur: 20°C<br>■ 3 Vorgänge/Tag<br>■ Dauer: 6 Minuten<br>■ Abwärme:<br>■ Medium: Wasser<br>■ Temperatur: 22°C<br>■ Menge: 1,8 m³/h<br>■ Volllaststunden/Tag: 24 |

## 2.6 Integration neuer Technologien

Wenn möglich wird es bevorzugt einen Wärmetauscher zur Wärmerückgewinnung einzusetzen. Potenziale erhofft man sich im Reinigungsabwasser.

Durch die Integration von Solarthermie und/oder Wärmepumpe will der Betrieb den Heizbedarf der Galvanikbäder (Verkupferung) decken. Grund dafür ist die Beheizung

der Dampfkessel mit Öl, welche eine schlechte $CO_2$-Bilanz und hohe Energiekosten einbringen.

Solarthermie sollte nur auf den Betriebshallen und den dort befindlichen Flachdächern installiert werden. Für die Installation stehen 25.000m² zur Verfügung. Wenn in Solarthermieanlagen investiert wird, möchte man daraus Temperaturen um die 30°C erreichen.

Wärmepumpen sollten einen mittleren Gütegrad aufweisen. Aus logistischer Sicht wäre die Nutzung der Wärme aus dem Abwasser von den Zinkbädern sinnvoll, da die Prozesse simultan ablaufen und in der gleichen Halle untergebracht sind. Das Abwasser wird derzeit ebenfalls mit der Kältemaschine auf eine Temperatur von 10°C gekühlt und dient zusätzlich als Medium für die Raumkühlung.

Der Betrieb ist bereit Investitionen zu leisten, diese sollten allerdings eine Amortisationszeit von 5 Jahren bei Wärmepumpen und 15 Jahren bei Solarthermie nicht überschreiten.