

EINSTEIN – Übungsbeispiel „Gemüse in Dosen“ Einführungstraining 3.Tag

Allgemeine Beschreibung des Unternehmens

Das Unternehmen ist im Nahrungsmittelsektor angesiedelt und produziert Gemüse in Dosen.

Standort: Bordeaux (Frankreich)

Nördliche Breite: 44,50°

- Durchschnittliche jährliche solare Einstrahlung auf eine horizontale Fläche: 1.300 kWh/m²a
- Jahresmitteltemperatur: 13 °C
- Durchschnittstemperatur Frischwasser aus dem TW-Netz: 10 °C

Das Unternehmen produziert im 2-Schicht-Betrieb (16 Stunden),
5 Tage pro Woche -> 260 Produktionstage jährlich

Produktionskapazität: 27.456.000 800 ml-Dosen und
62.400.000 400 ml-Dosen im Jahr.

Energieverbrauch:

- 14.000 MWh/a Erdgas zu 40 €/MWh
- Unbekannter Elektrizitätsverbrauch zu 100 €/MWh

Kurze Beschreibung des Produktionsprozesses:

Frischware (Gemüse) wird gelagert und nach einem Sortier- und Wiegeprozess in zwei unterschiedlichen parallelen Produktionslinien verarbeitet. Ein Teil des Gemüses (Produktionslinie 1) wird mit warmem Wasser und einem Stärkeansatz gemischt und anschließend gekocht. Die Dosen werden mit der Gemüsesuppe und einigen Zusatzstoffen gefüllt. Der andere Teil der Frischware wird nur blanchiert (kurzzeitig gekocht und dann gekühlt um den Garprozess anzuhalten - Produktionslinie 2). Die Dosen werden nach Rezept mit dem blanchierten Gemüse, Stärkeansatz, Warmwasser und Zusatzstoffen gefüllt. Alle Dosen werden schließlich sterilisiert und herunter gekühlt. Warmwasser wird für den Abfüllprozess (Zuschlagstoff), die Produktion des Stärkeansatzes und Reinigungsaufgaben benötigt.

Kurzbeschreibung der Prozesse:

1. Frischwarenlager:

1 Kühlkammer mit 5°C

- Durchschnittliche Kühlleistung: 92 kW

Ungefähr 50% des Gemüses, das täglich umgesetzt wird, wird über den Tag verteilt kontinuierlich angeliefert und dann in der Kühlkammer zwischengelagert.

- Durchsatz: 35 Tonnen/täglich (Durchsatzäquivalent bezogen auf 24 h und 365 Tage bei 9,5 °C Liefertemperatur)

2. Mischen und Kochen des Gemüses in zwei Kesseln:

a) Mischkessel

- 2,5 t Gemüse/Füllung mit 7°C,
- 1,6 m³ Frischwasser/Füllung mit 10°C
- 0,9 m³ Stärkeansatz /Füllung mit 65 °C

Alles wird eingefüllt, gemischt und auf 75°C erhitzt.

- Dauer eines Prozesszyklus (Füllung): 11-12 min
- Anzahl der Füllung: 16 pro Tag
- Durchschnittliche Wärmeleistung, um die thermischen Verluste des Kessels zu kompensieren: 2,5 kW

b) Kochkessel, wo die Suppe, die aus dem Mischkessel kommt mit 75 °C 48 min gekocht wird.

- Anzahl der Zyklen (Füllungen): 16 pro Tag
- Durchschnittliche Wärmeleistung, um die thermischen Verluste des Kessels zu kompensieren und die Temperatur zu halten: 2,5 kW

3. Blanchieren des Gemüses

Das Blanchieren findet in Zyklen von einer Stunde Dauer statt. Blanchiert wird bei 80°C. Pro Zyklus werden 16 m³ Wasser benötigt, um 6,4 Tonnen Gemüse zu blanchieren:

- Wassereintrittstemperatur: 10 °C
- Eintrittstemperatur des Gemüses: 7°C
- Durchschnittliche Wärmeleistung, um die thermischen Verluste des Kessels zu kompensieren: 8 kW
- Am Ende jedes Zyklus werden 14,4 m³ (auffangbares) Warmwasser mit 65°C weggeleitet.
- Anzahl der Zyklen: 6 pro Tag – Beginn um 7.00 Uhr morgens, alle 2 Stunden

▪ Füllen der Dosen

Kein Wärmeenergieverbrauch.

4. Sterilisation der Dosen

Die Dosen werden in einem Autoklaven sterilisiert und anschließend in einem kontinuierlichen Prozess herunter gekühlt, der 16 Stunden am Tag betrieben wird.

- Dosendurchsatz: 180,5 t/Tag
- Volumen des Prozesswassers im Kessel: 43 m³

Der Autoklav hat 3 Abschnitte:

a) Vorheizen der Dosen auf 95°C

- Eintrittstemperatur der Dosen: 55°C
- Benötigte Leistung um die thermischen Kesselverluste zu kompensieren: 16,7 kW

- Wassertemperatur (im Kessel verbleibend) nach nächtlicher Unterbrechung: 91 °C
- b) Sterilisation der Dosen bei 140 °C
 - Eintrittstemperatur der Dosen: 95°C
 - Benötigte Leistung um die thermischen Kesselverluste zu kompensieren 25 kW
 - Wassertemperatur nach nächtlicher Unterbrechung: 134 °C
- c) Kühlen der Dosen
361 m³/Tag Wasserverbrauch um die Dosen nach der Sterilisation zu kühlen (Gegenstrom), abgeführt an die Umgebung
 - Temperatur des (auffangbaren) abgeführten Kühlwassers: 70 °C

5. Warmwasserbereitung mit 65 °C 16h/Tag

- Prozesswasser, um Dosen zu füllen, für Stärkeansatz und Reinigungszwecke : 88 m³/Tag (16 h)
- Einlasstemperatur des Frischwassers: 10 °C
- Benötigte Leistung um die thermischen Kesselverluste zu kompensieren: 2 kW
- 35 m³/Tag Warmwasser 45°C werden nach dem Reinigen ins A bwasser entlassen

Gebäude

- Beheizung von Produktionshallen und Büros
Die beheizte Oberfläche beträgt 21.000 m². Die benötigte Heizenergie wird aus den monatlichen Fluktuationen im Wärmebezug mit 1.470 MWh/a abgeschätzt.
Heizperiode: 1. November – 15. April
Der Warmwasserverbrauch für Sanitärzwecke ist zu vernachlässigen.

Für thermische Solaranlagen stehen 14.000 m² Fläche auf einem Schrägdach (15°) zur Verfügung: 7.000 m² sind nach Südwest und 7.000 m² sind nach Südost ausgerichtet.

Wärmeversorgung

Ein Dampfnetz (5 bar) wird aus einem Dampfkessel gespeist (6 MW, Umwandlungswirkungsgrad 0,88, Luftüberschuss: 1,4), Vorlauftemperatur 160 °C, Rücklauftemperatur 80 °C, Rückführungsrate 100%, Rohrlänge 500 m

Kühlung

- Ein luftgekühltes Kühlaggregat (elektrische Leistung 165 kW, Ausblastemperatur 0°C, COP = 3, Rückkühltemperatur 30 °C) für das Kühlhaus
 - Virtuelle Kälteverteilung: Luftzirkulation im Kühlhaus (Rückführungsrate 1, Rohrlänge 0m)

Ökonomische Daten:

- | | |
|---|----------|
| ▪ Inflationsrate | 3% |
| ▪ Energiepreissteigerungsrate | 3% |
| ▪ Nominale Zinsrate | 4% |
| ▪ Unternehmensspezifischer Abzinsfaktor | 3% |
| ▪ Zeithorizont | 20 Jahre |
-
- Jährliche Unterhalts- und Betriebskosten für Wärme und Kälte: 40.000 €/a

Wesentliche vereinfachende Annahmen:

- Nehmen Sie der Einfachheit halber an, das Prozessmedium sei Wasser (da die physikalischen Eigenschaften von Gemüse und Stärkesoße denen von Wasser sehr ähnlich sind). Die thermische Masse des Blechs ist vernachlässigbar gegenüber der thermischen Masse des Doseninhalts (ca. 0,5 %).
- Der Misch- und Kochprozess kann im Modell zusammengefasst werden.
- Aus Gründen der Vereinfachung werden die Kühltürme für die Abführung der Abwärme aus dem Sterilisationsprozess nicht explizit modelliert. Der Energiebedarf der Kühltürme wird nicht berücksichtigt.