

## Trainingsbeispiel für 3. Trainingstag Vereinfachte Brauerei

Produktionskapazität 1,9 Mio. hl pro Jahr  
12 Suden/Tag; 60 Suden pro Woche

6 Tage pro Woche; 52 Wochen pro Jahr → 312 Produktionstage pro Jahr  
24 Stunden pro Tag

**Energieverbrauch:** 20.000 MWh Erdgas á 40 €, Strompreis 100 €/MWh

**Wärmeversorgung:** Dampfnetzwerk (7 bar) versorgt über Dampfkessel (10 MW, Wirkungsgrad 0.90), Versorgungstemperatur 180 °C, Rücklaufemperatur 90 °C, Kondensatrückführtrate 0.80, Leitungslänge 300 m

**Kälteversorgung:** Glykol Netzwerk (Ausgangstemperatur in Verteilung: -8 °C, Rücklaufemperatur -2 °C) versorgt durch eine wassergekühlte Kompressionskälteanlage (1,2 MW, Rückkühltemperatur 30 °C, COP = 3)

Berücksichtigte Prozesse:

### 1) Maischen

Endprozesstemperatur 75 °C

#### Eintritt:

- √ Wassereintrag: 400 hl per Sud bei 60°C nach dem externen Wärmetauscher  
Das Wasser wird von einem Speichertank genommen, der mit heißem Wasser vom Würzenkühler gespeist wird. Die Frischwassertemperatur beträgt 10°C.
- √ Malzeintrag: 10 Tonnen ( = 7 m<sup>3</sup>) bei 15°C  
Ersten 10 Minuten von jedem Batch

#### Austritts-Strom:

Maischen: 470 hl pro Sud bei 75°C

#### "Startup Wärmebedarf"

Mischtemperatur der zwei eingehenden Ströme = 55,5°C (= Start-up Temperatur des Prozessmediums)

Insgesamt auf 75°C aufgeheizt in 50 Minuten nach dem Füllen

#### Prozesszeitplan:

Geben Sie einen detaillierten Ablauf für diesen Prozess ein.

Start am Montag um 12:00 a.m., letzter Batch startet am Samstag um 10:00 a.m.

1 Stunde für jeden Batch, 12 Batches pro Tag, zwischen jedem Batch 1 Stunde Pause  
Für jeden Batch: ersten 10 Minuten einströmen, 50 min Heizen, 10 Minuten ausströmen

## 2) Läufern

Endprozesstemperatur 75 °C

### Eintretender Strom:

√ Wassereintritt: 300 hl pro Sud bei 75°C nach externem Wärmetauscher  
Das Wasser wird von einem Speichertank genommen, der mit heißem Wasser vom Würzenkühler gespeist wird. Die Frischwassertemperatur beträgt 10°C.

### Austretender Strom:

- √ Würze: 640 hl pro Sud bei 75°C
- √ Gestenkorn: 12 Tonnen bei 75°C (in EINSTEIN nicht modelliert, da Wärme von festen Stoffen schwierig rückgewonnen werden kann)

### Prozesszeitplan:

Kein Eintrag für den genauen Zeitplan im Testbeispiel → stattdessen wird die Betriebszeit in einem vereinfachten Weg eingetragen: 1.8 Stunden pro Batch, 10 Batches pro Tag, 6 Tage pro Woche (=60 Batches pro Woche)

## 3) Würze vorheizen und kochen

Endprozesstemperatur 100 °C

### Eintritt:

- √ Würze-Eintritt: 640 hl pro Bräu bei 75°C

### Austritts-Ströme:

- √ Würze: 615 hl per Sud bei 98°C, Abkühlen über externen Wärmetauscher auf 8°C
- √ Dampf: 25 hl per Sud bei 102°C, mögliche Abkühlen auf 15°C  
1 Stunde für jeden Batch

### Erhaltungswärme

Durchschnittliche 1550 kW während der Batchzeit

### Prozesszeitplan:

Kein Eintrag für den genauen Zeitplan im Testbeispiel → stattdessen wird die Betriebszeit in einem vereinfachten Weg eingetragen: 1 Stunde pro Batch, 10 Batches pro Tag, 6 Tage pro Woche (=60 Batches pro Woche)

## 4) Gären (kontinuierlicher Kühlprozess)

End-Prozesstemperatur 12°C

Leistungsbedarf des Prozesses während des Betriebes 500 kW (konstante Kühllast für das Testbeispiel angenommen)

### Prozesszeitplan:

24 Stunden pro Tag, 365 Tage pro Jahr

## 5) Reifen (kontinuierlicher Kühlprozess)

End-Prozesstemperatur 1°C

Leistungsbedarf des Prozesses während des Betriebes 100 kW (konstante Kühllast für das Testbeispiel angenommen)

### Eintritt

220 kg/h Würze, Eingangstemperatur 12°C

### Prozesszeitplan:

24 Stunden pro Tag, 365 Tage pro Jahr

### ***Wirtschaftliche Daten:***

|   |          |    |
|---|----------|----|
| Inflationsrate                            | 3%       |    |
| Anstieg Energiepreis                      | 3%       |    |
| Nominaler Zinssatz                        | 4%       |    |
| Unternehmensspezifische Diskonierungsrate |          | 3% |
| Zeithorizont                              | 20 Jahre |    |

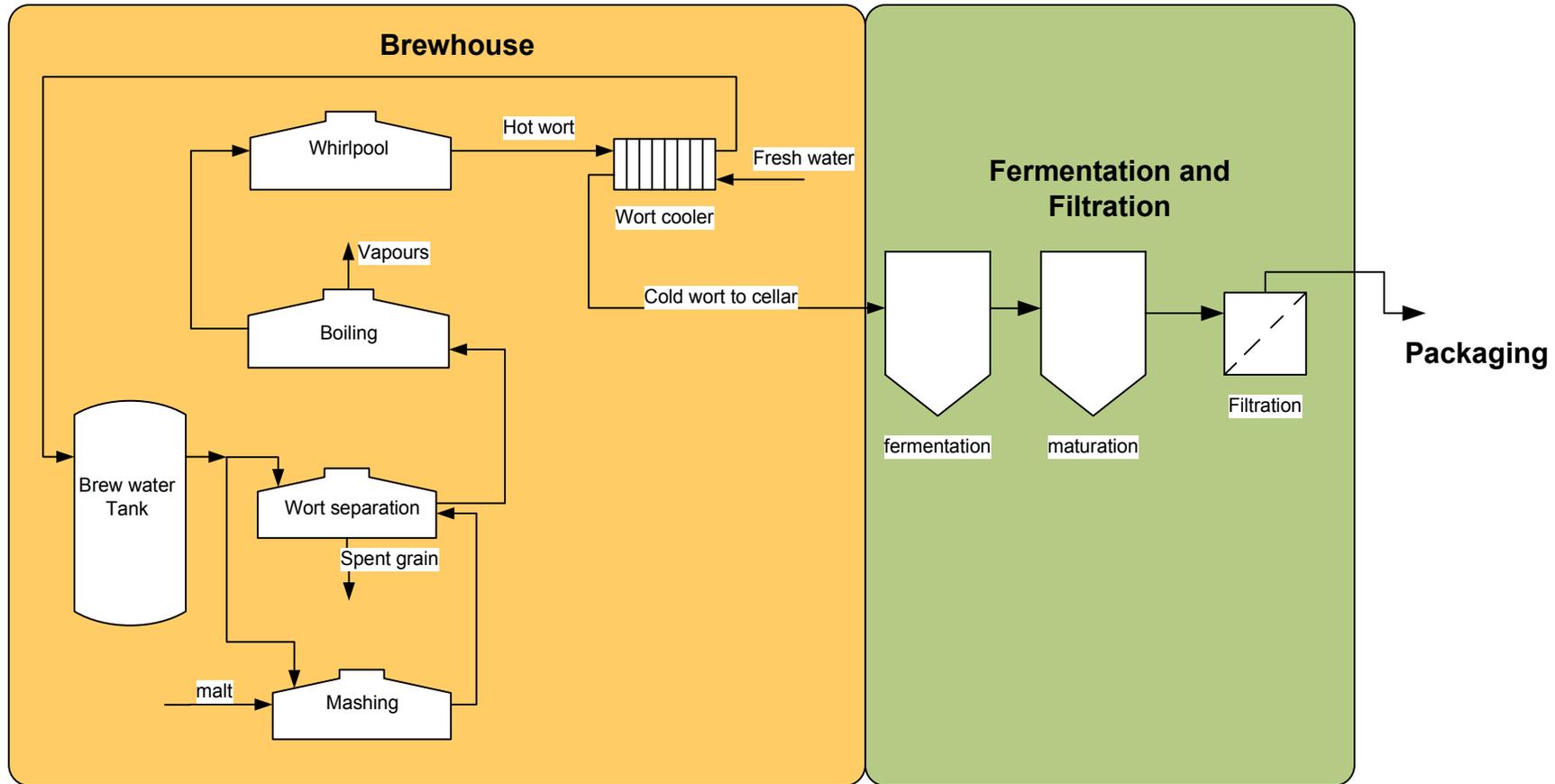


Figure 1: Allgemeines Brauerei Flowsheet

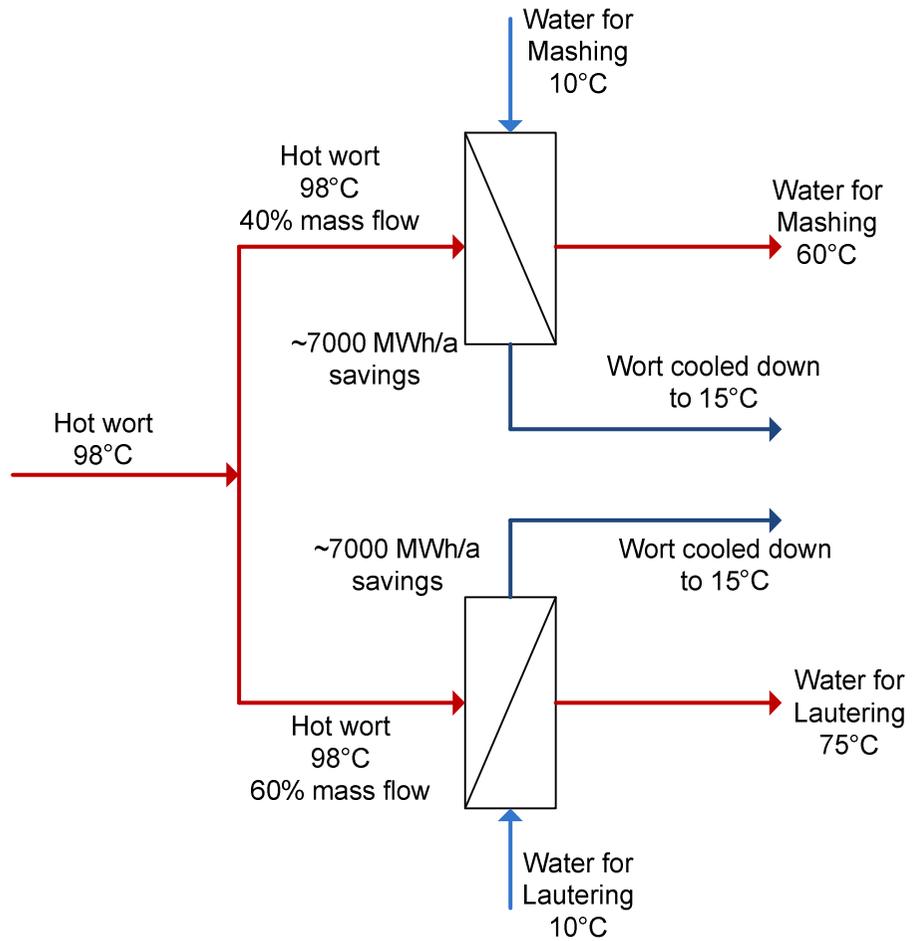


Figure 2: Modellieren des Wasser-Vorwärmen für den Maische und Läuter Prozess in EINSTEIN