



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Energie BFE
Bereich Prozess- und Betriebsoptimierung (PBO)

**In Zusammenarbeit mit der Energie-Agentur der Wirtschaft
(EnAW)**

GESAMTENERGIEANALYSE MIT DER PINCH-METHODE

HEINEKEN SWITZERLAND AG; CHUR

Energie- und Produktionskostensenkung

Schlussbericht

Ausgearbeitet durch

Othmar Arnold, Durena AG

othmar.arnold@durena.ch, www.durena.ch

Hannes Brühlmeier, Durena AG

hannes.bruehlmeier@durena.ch, www.durena.ch

Fachliche Begleitung

Hanspeter Wilhelm & Florian Brunner, Helbling AG

Impressum

Datum: 7. Dezember 2010

Im Auftrag des Bundesamt für Energie,

Bereich Prozess- und Betriebsoptimierung Industrie und Dienstleistungen

Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen

Postadresse: CH-3003 Bern

Tel. +41 31 322 56 11, Fax +41 31 323 25 00

www.bfe.admin.ch

BFE-Projektleiter: Bereichsleiter, martin.stettler@bfe.admin.ch

Projektnummer: SI/400073-03

Bezugsort der Publikation: www.bfe.admin.ch unter EnergieSchweiz - Unternehmen – Prozessintegration PI

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist ausschliesslich der Autor dieses Berichts verantwortlich.

Inhaltsverzeichnis

0.	Zusammenfassung	2
1.	Ausgangslage	2
2.	Ziel der Arbeit	2
3.	Vorgehensweise	3
4.	Analyse der Prozesse / Erarbeitung der Grundlagen	4
4.1	Grundlagen	4
4.2	Produktionsprozesse	5
4.3	Wichtigste Produktions- & Infrastrukturanlagen	6
4.4	Energiebilanz	7
5.	Pinchanalyse	8
5.1	Batchprozess & kontinuierlicher Prozess.....	8
5.2	Composite Curves gesamte Anlage	8
5.3	Detailbetrachtung Sudhaus.....	1
5.4	Wärmtauschernetzwerk	2
5.5	Ergebnisse	2
6.	Massnahmen	3
6.1	Massnahmenüberblick & Gesamteinsparung	3
6.2	Brüdenverdichtung im Sudhaus	4
6.3	Anpassung Würzekühlung	5
6.4	Wärmedämmung Kaskade / Speicher im Kesselhaus	6
6.5	Verbesserung Wärmedämmung Speisewasserbehälter	7
6.6	Nutzung CO ₂ -Verdampfungswärme zur Kühlung.....	7
6.7	Abschalten 2.Dampfkessel	8
6.8	Kessel 1: Wärmedämmung der Heizkesselfront.....	8
6.9	Flaschwaschmaschine: Nutzung BEWW zur Beheizung 60°C Bad	9
6.10	Ersatz elektrischer Antriebsmotor CO ₂ -Kompressor	9
6.11	Abwärme Kältemaschinen zur Gebäudeheizung.....	10
6.12	Zusätzliche Abwärmenutzung Druckluftkompressoren	10
6.13	Nutzung Abwärme Abwasser mittels WP	10
7.	Schlussfolgerungen	11
8.	Anhang	11

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Produktionsprozesse, stark vereinfacht.....	5
Abbildung 2: Composite Curve 0h - 2900h.....	8
Abbildung 3: Composite Curve 2900h - 4500h.....	8
Abbildung 4: Composite Curve 4500h - 6500h.....	8
Abbildung 5: Composite Curve 6500h - 8500h.....	8
Abbildung 8: Merlin mit PfaDuKo (heute)	4
Abbildung 9: Merlin mit Brüdenverdichter	4
Abbildung 10: Schema Massnahme Würzekühler	5

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Produktionsmengen und Betriebszeiten	4
Tabelle 2: Wirtschaftlichkeitsdaten	4
Tabelle 3: Energiebilanz	7
Tabelle 4: Rechnerischen Betriebsdaten mit/ohne Brüdenkompression	1
Tabelle 5: Einsparungen Brüdenkompression.....	2

0. Zusammenfassung

Im Rahmen einer vom Bundesamt für Energie unterstützten Pinch-Analyse wurde der Produktionsstandort Chur der Heineken Switzerland ("Heineken") energetisch untersucht. Gleichzeitig diente die Brauerei als Praxisbeispiel für die Entwicklung respektive Markteinführungen der Software-Tools *Pinch Light* und *PinCH*.

Mittels der Analyse der Produktionsprozesse und der Analyse der zugehörigen Infrastrukturanlagen konnten verschiedene Verbesserungsmassnahmen ermittelt werden. Die ausgewiesenen Einsparungen betragen wärmeseitig rund 2'400 MWh/a und stromseitig rund 100 MWh/a. Dies sind wärmeseitig über 15% des gesamten Energiekonsums.

Die wichtigste vorgeschlagene Massnahme ist die Installation eines Brüdenverdichters im Sudhaus. Dieser rund die Hälfte der Einsparungen aus.

Die Investitionskosten aller Energieoptimierungsmassnahmen betragen rund 450'000 CHF. Die resultierenden Einsparungen beim Endenergiekonsum betragen insgesamt 120'000 CHF pro Jahr. Die mittlere Paybackdauer liegt zwischen 3 und 4 Jahren.

1. Ausgangslage

Das Bundesamt für Energie ist an Praxistests und an der Markteinführung der Prozessintegrationstools *Pinch Light* und *PinCH* interessiert. Damit diese Tools getestet werden konnten, gewährte Heineken freundlicherweise Einblick in ihre Produktion und stellte die erforderlichen Informationen zur Verfügung.

Das Bundesamt für Energie hat diese Analyse im Rahmen des Programms Prozess- und Betriebsoptimierung Industrie und Dienstleistungen finanziell unterstützt.

Heineken ist längerer Zeit intensiv bemüht ihren Energiekonsum zu reduzieren. Dies mit Erfolg. Im Vergleich zum World Benchmark der Brauereien liegt sie seit Jahren im Bereich der besten zehn Prozent.

2. Ziel der Arbeit

Die Hauptziele der Arbeit sind:

- Erarbeiten von Basisdaten zur Entwicklung von brauereispezifischen Tools im Rahmen der *Pinch Light* Software-Entwicklung
- Testen des *Pinch Light* Tools auf Praxistauglichkeit
- Einführung und Austesten der *PinCH* Software anhand einer konkreten Aufgabenstellung
- Erarbeiten von Massnmenvorschlägen zur Energie- und Kostenoptimierung der Anlagen mit Angaben zu Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit

3. Vorgehensweise

Einen wesentlichen Schwerpunkt der Arbeiten bildete die Erhebung der Grundlagendaten und der Prozessanforderungen:

- Begehungen vor Ort, Aufnahme der vorhandenen Daten
- Besprechungen und Detailabklärungen mit dem Betriebspersonal vor Ort
- Erfassen und Abstrahieren der Prozessflüsse bei Heineken
- Detailanalyse und Berechnung der Prozessdaten
- Definition der Prozessanforderungen in Absprache mit Heineken
- Aufbau von Energie- und Massenbilanzen
- Berechnung von Ersatzströmen für die Flaschenwaschmaschine und den Pasteur. So konnte der Massenstrom der Flaschen ebenfalls berücksichtigt werden.
- Definition der Betriebsfälle

Diese Daten wurden dann für die Entwicklung verschiedener Prozessmodule der durch die EPFL entwickelten Pinch Light Software verwendet:

- Integration der Daten ins Pinch Light Tool (durch EPFL)
- Etliche Tests der Pinch Light Module nach verschiedenen Anpassungen der Software

Nach Abbruch der Pinch Light Entwicklung wurde das Projekt mit der durch die Hochschule Luzern (HSLU) ebenfalls neu entwickelten PinCH-Software weitergeführt:

- Einarbeitung in PinCH Software
- Festlegen der Rahmenbedingungen zur Wirtschaftlichkeitsberechnung
- Entschlackung der Stromdatentabelle. Verschiedene, zum vornherein nicht nutzbare, Ströme wurden vernachlässigt; z.B. Abwärme des Trebers. Vereinfachung der Prozesse Flaschenwaschmaschine & Pasteur
- Ausarbeitung der Pinch-Analyse

Dabei ist zu bemerken, dass die derzeit vorliegende Software noch nicht geeignet ist, um ein Wärmetauschernetzwerk für die bei Heineken vorliegenden Batch-Prozesse zu entwickeln. Diese Features sind beim nächsten Softwarerelease zu erwarten. Auf die Entwicklung des Wärmetauschernetzwerkes wurde deshalb verzichtet.

Dennoch konnten dank der Pinch-Analyse verschiedene Massnahmen aufgespürt werden, die in einem weiteren Schritt verfeinert wurden:

- Entwurf der Massnahmen
- Berechnen, resp. Abschätzen der Einsparungen, Investitionen und Paybackzeiten
- Überprüfen der Annahmen und Verifizierung der Machbarkeit in Absprache mit Heineken
- Bereinigen der Massnahmenliste
- Erstellen des Schlussberichtes & Präsentation bei Heineken

4. Analyse der Prozesse / Erarbeitung der Grundlagen

4.1 Grundlagen

Die Analyse beruht auf folgenden mit Heineken abgesprochenen Grundlagen:

Produktionsmengen & Betriebszeiten		
Produktionsmenge Bier	750'000	hl/a
davon		
Dosen & Einwegflaschen	vertraulich	hl/a
KEGs (Fässer)	vertraulich	hl/a
Mehrwegflaschen	vertraulich	hl/a
Produktionsmenge je Batch (Endprodukt)	590	hl/Batch
Produktionskapazität Sudhaus	10	Batches/Tag
Betriebszeit Kühlanlagen	8'600	h/a
Betriebszeit Sudhaus	2'800	h/a
Betriebszeit Flaschenwaschmaschine	1'600	h/a
Betriebszeit Pasteur Mehrwegflaschen	1'600	h/a
Betriebszeit Pasteur Dosen	2'000	h/a
Betriebszeit Pasteur KEG	2'000	h/a

Tabelle 1: Produktionsmengen und Betriebszeiten

Wirtschaftlichkeitsdaten		
Nutzwärmepreis (Grenzkosten)	80	CHF/MWh
Strompreis	140	CHF/MWh
Wasserkosten	1.55	CHF/m ³
Kalkulationszinssatz	5%	
Energiepreissteigerung	0%	
Teuerung (reale Betrachtung)	0%	
Amortisationszeit Anlagen	5	a

Tabelle 2: Wirtschaftlichkeitsdaten

4.2 Produktionsprozesse

Der Produktionsprozess ist unten stark vereinfacht dargestellt. Die Details zu den Prozessen mit Angaben zu Temperaturen, Verweildauern und Massenströmen finden sich im Anhang.

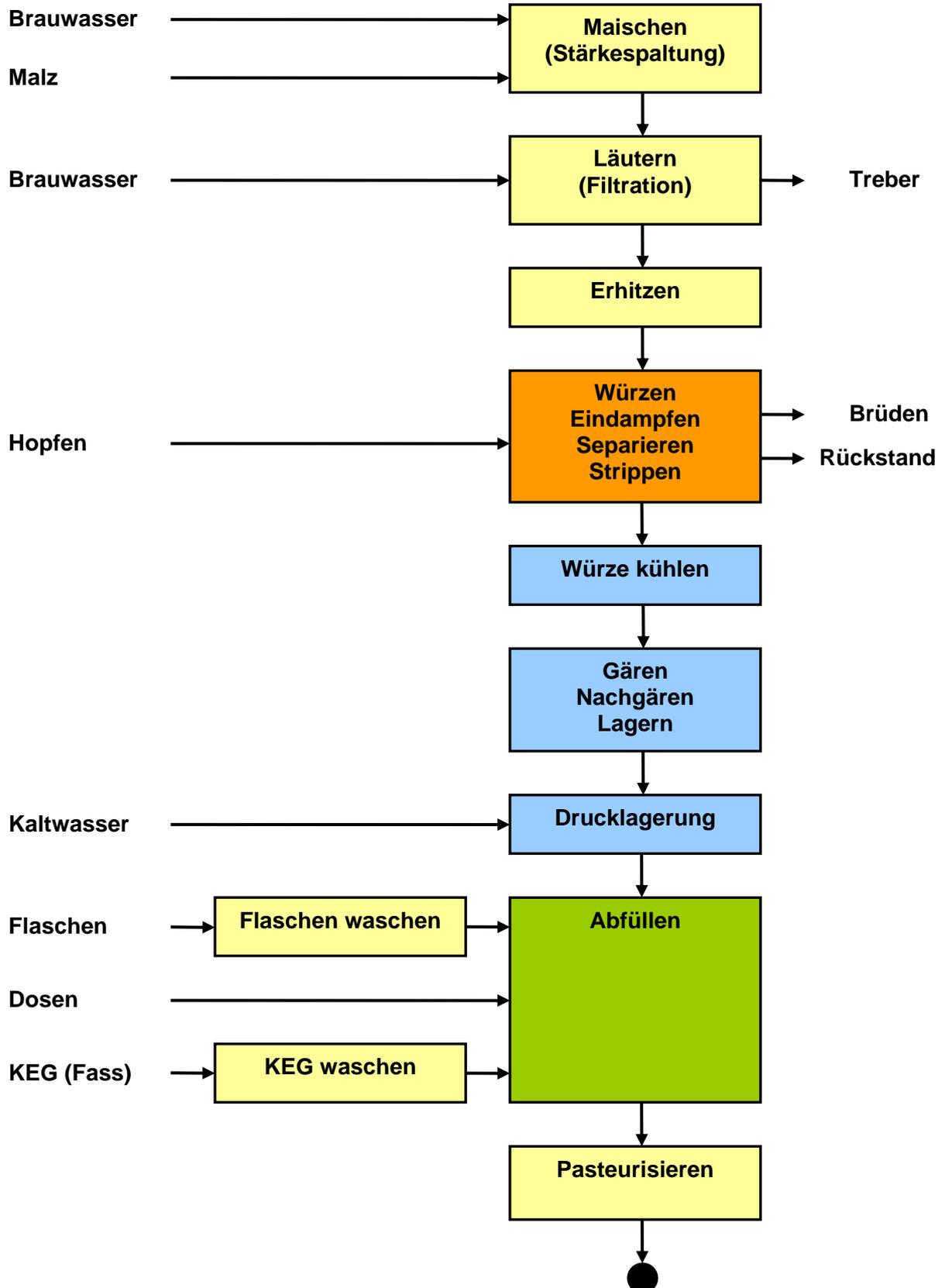


Abbildung 1: Produktionsprozesse, stark vereinfacht

4.3 Wichtigste Produktions- & Infrastrukturanlagen

Sudhaus

Das Sudhaus wurde 2003 neu erstellt und ist mit verschiedensten Wärmerückgewinnungssystemen ausgerüstet. Insbesondere werden die jeweils zu kühlenden Ströme zur Vorwärmung des Brauwassers und der Reinigungsmedien verwendet. Um die zeitlichen Differenz zwischen Wärmeeinfall und Wärmebedarf zu überbrücken ist ein 1000 m³ grosser Wärmespeicher installiert.

Heineken wendet das High-Gravity-Verfahren an, d.h. ein Teil des Wassers wird erst nach dem Koch- und Gärprozess beigefügt. Dies führt dazu, dass ein Teil des Wassers nicht gekocht und somit auch nicht gekühlt werden muss.

Flaschenwaschmaschine

Die Flaschenwaschmaschine steht mit Baujahr 1989 am Ende ihrer Lebensdauer. Die Bädertemperaturen sind im Anhang ersichtlich. Die Kapazität beträgt 47'000 Flaschen/Stunde

Pasteur

Die zwei Pasteure sind mit internen Wärmerückgewinnungskreisläufen ausgestattet. Das Temperaturprofil des Pasteurs ist im Anhang ersichtlich. Die Durchlaufzeit beträgt 56 Minuten.

Abfüllanlagen

Es sind vier Abfülllinien für Dosen, Einwegflaschen, Mehrwegflaschen und KEGs vorhanden.

Dampfkessel

Im Kesselhaus sind zwei Dampfkessel installiert. Der neuere Kessel mit Baujahr 2001 verfügt über einen Economiser und seit Mitte 2007 über eine CO₂-Regelung. Dank der CO₂-Regelung konnte der Jahresnutzungsgrad zusätzlich um 0.8% gesteigert werden.

Ein zweiter Kessel mit Baujahr 1990 wird lediglich als Redundanzkessel betrieben.

Das Dampfverteilnetz wird seit einigen Jahren regelmässig auf die Funktionstüchtigkeit der Kondensatablassventile untersucht.

Kälteanlagen

Es werden 2 Kältenetze betrieben; ein Netz mit -4°C und das andere mit -8°C. Dabei kommen 4 Verdichter zum Einsatz, wobei 2 primär als Redundanzmaschinen in Betrieb sind. Als Kältemittel dient NH₃ (Ammoniak). Die gesamte, installierte Verdichterleistung beträgt 2.8 MW elektrisch. Die meisten Anlagen wurden im Jahr 1999 erstellt.

Die Rückkühlung erfolgt über offene Kühltürme ohne Wärmerückgewinnung.

Druckluftanlagen

Es sind zwei Kompressoren à 55 kW und 132 kW im Einsatz. Die Abwärme des grösseren Kompressors wird zur Speisewasservorwärmung genutzt; der kleinere ist luftgekühlt. Eine dritte, ältere Anlage dient der Aufrechterhaltung der Versorgungssicherheit, sie wird mit Netzwasser gekühlt.

4.4 Energiebilanz

Aufgrund der erhobenen Betriebs- und Anlagendaten und unter Berücksichtigung von Erfahrungswerten lässt sich eine Energiebilanz erstellen.

Energiebilanz		
Einkauf Erdgas+Heizöl	14'200 MWh/a	
Jahresnutzungsgrad Kessel	85%	
Kesselverluste	2'100 MWh/a	
Nutzwärmekonsum	12'100 MWh/a	100%
davon		
Sudhaus (Brauen)	5'300 MWh/a	44%
Flaschenwaschmaschine	1'400 MWh/a	11%
Abfüllerei (Flaschenwaschmaschine, Pasteur)	4'200 MWh/a	35%
Komfortwärme	1'200 MWh/a	10%
Stromkonsum	6'200 MWh/a	100%
davon		
Kältemaschinen	2'500 MWh/a	40%
Druckluft	500 MWh/a	8%
Abfüllerei	2'100 MWh/a	34%
Generelle Infrastruktur & Übriges	1'100 MWh/a	18%
Wärmeabfuhr	20'400 MWh/a	100%
davon		
Kesselverluste	2'100 MWh/a	10%
Transmission+Lüftungsverluste	1'200 MWh/a	6%
Kühlung mittels Kälteschienen	7'000 MWh/a	34%
Abstrahlung, Verluste mittels Abwasser, generelle Verluste	10'100 MWh/a	50%

Tabelle 3: Energiebilanz

5. Pinchanalyse

5.1 Batchprozess & kontinuierlicher Prozess

Der gesamte Produktionsprozess gliedert sich in Batchprozesse und mehr oder minder kontinuierliche Prozesse:

- Batchprozess: Brauen, Sudhaus
- Kontinuierliche Prozesse: Bier Lagerung, Flaschenwaschmaschinen, Abfüllerei, Pasteur

5.2 Composite Curves gesamte Anlage

Aufgrund der verschiedenen Betriebszeiten der Prozesse, lässt sich die gesamte Anlage annäherungsweise in 4 Zeitfenster gliedern:

In den Composite Curves (Verbundkurven) stellen die blauen Kurven die aufzuheizenden Ströme und die roten die abzukühlenden Ströme dar.

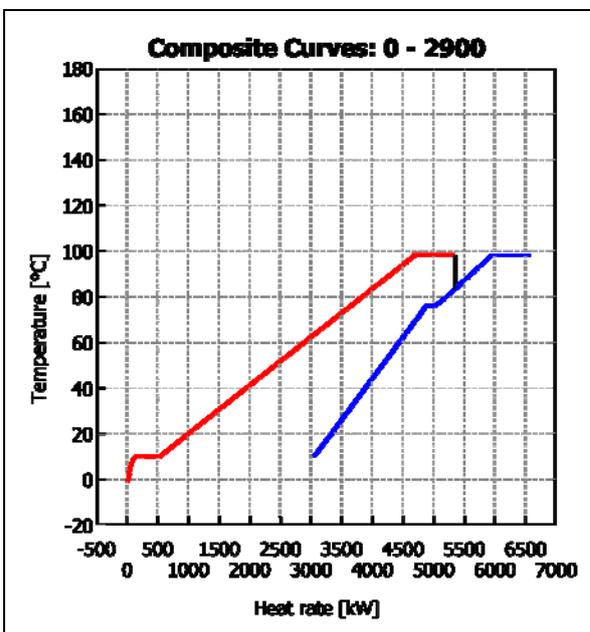


Abbildung 2: Composite Curve 0h - 2900h

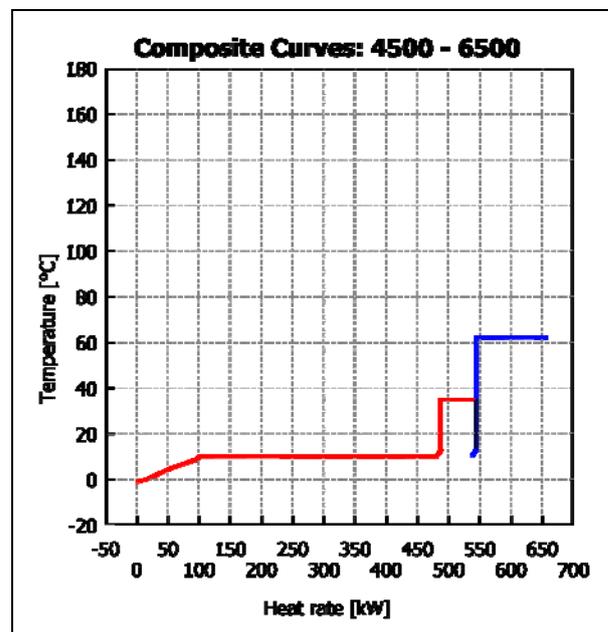


Abbildung 4: Composite Curve 4500h - 6500h

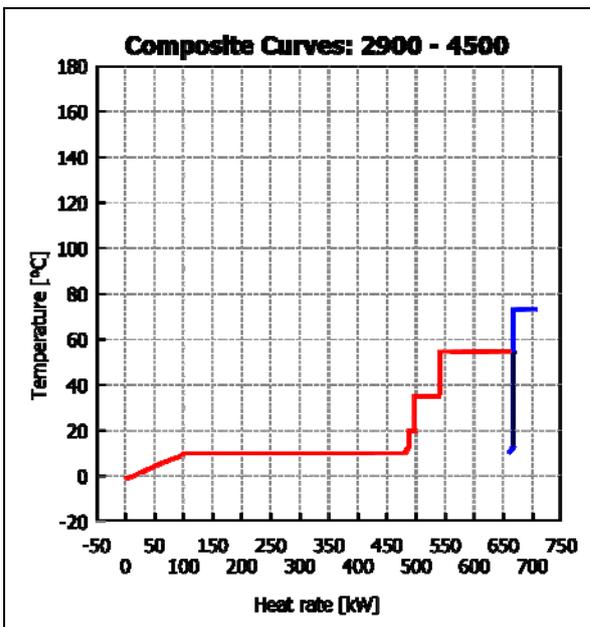


Abbildung 3: Composite Curve 2900h - 4500h

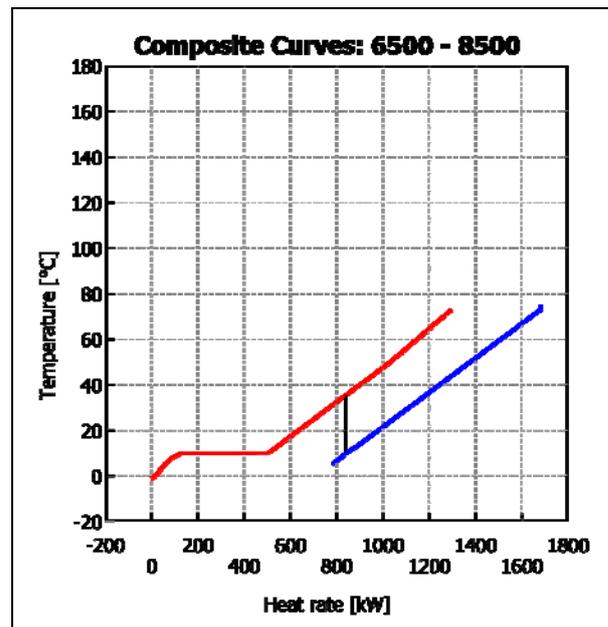


Abbildung 5: Composite Curve 6500h - 8500h

Die Produktionsprozesse in den 4 Zeitfenstern sind:

- Composite Curve 0 – 2900 h: Sudhaus, Gären, Lagern
- Composite Curves 2900 – 4500 h :
Flaschenwaschmaschine, Pasteur Mehrwegflaschen, Gären, Lagern
- Composite Curves 4500 – 6500 h : Pasteur Dosen, Pasteur KEG, Gären, Lagern
- Composite Curves 6500 – 8500 h : Gären, Lagern

5.3 Detailbetrachtung Sudhaus

Aufgrund der Composite Curve im Sudhaus, drängt sich die Idee einer Brüdenkompression auf.

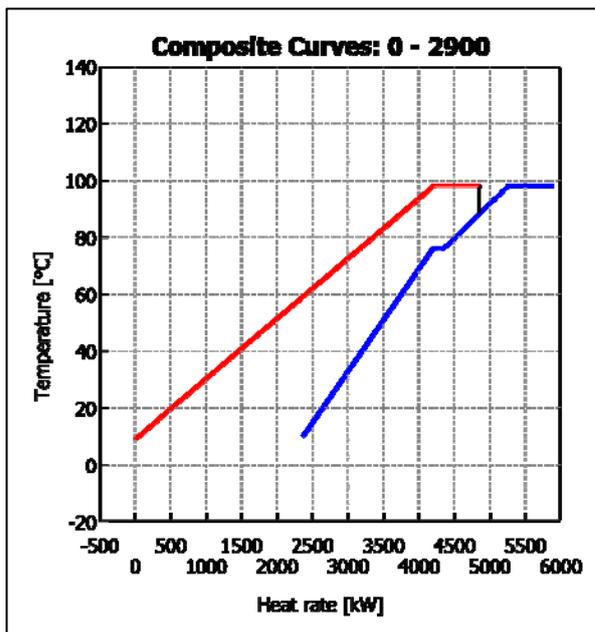


Abbildung 6:
Composite Curve Sudhaus heute

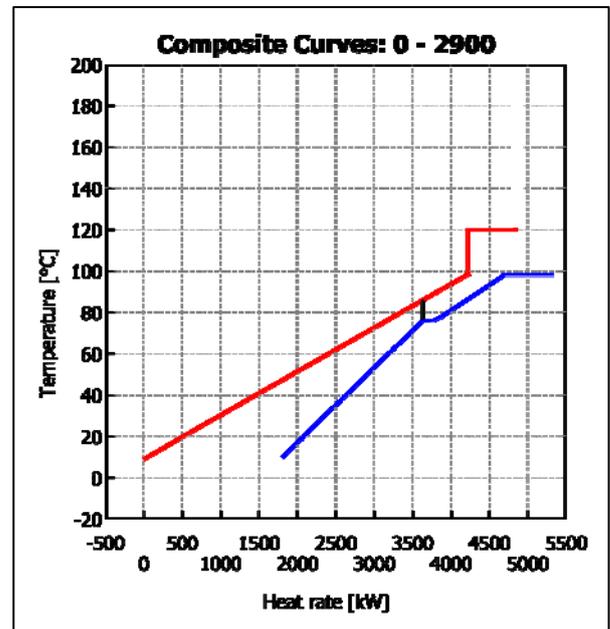


Abbildung 7: Composite Curve Sudhaus mit
Brüdenkompression

Rechnerische Betriebsdaten ohne/mit Brüdenkompression		
	ohne Brüdenkompression	mit Brüdenkompression
T Pinch	93 °C	81 °C
T Brüdenkompression		120 °C
Heizleistungsbedarf	1'030 kW	452 kW
Kompressorleistung		53 kW
Wärmerückgewinnung	2'495 kW	3'073 kW
Kühlleistungsbedarf (Abwärmestrom)	2'360 kW	1'802 kW

Tabelle 4: Rechnerischen Betriebsdaten mit/ohne Brüdenkompression

Durch die Brüdenkompression könnte der Energiekonsum massiv gesenkt werden:

Einsparungen mit Brüdenkompression		
Betriebsdauer	2'900 h/a	
Heizwärme	1'676 MWh/a	134'000 CHF/a
Strom Brüdenkompressor	-154 MWh/a	-22'000 CHF/a
Kühlenergie (Abwärme) Wärmeabfuhr durch Produktstrom, ohne Kältemaschine	1'618 MWh/a	
Summe	112'000 CHF/a	
Abminderungsfaktor aufgrund Verfügbarkeits- & Anfahrverlusten	50%	
Verbleibende Einsparung	56'000 CHF/a	

Tabelle 5: Einsparungen Brüdenkompression

5.4 Wärmtauschernetzwerk

Mit der derzeitigen Version des PinCH-Programms kann im vorliegenden Fall aufgrund der Batch-Prozesse kein sinnvolles Wärmetauschernetzwerk erarbeitet werden. Dies wird erst bei einer späteren Version der Software möglich sein.

5.5 Ergebnisse

Der Vergleich zwischen dem gemäss Pinch-Analyse theoretisch minimalen Wärmebedarf für die Produktion und dem effektiven Wärmekonsum deutet auf ein wesentliches Einsparpotential hin.

- Effektiver Nutzwärmebedarf Produktion 10'900 MWh/a
- Minimaler Wärmebedarf gemäss Pinch-Analyse 4'600 MWh/a
- Theoretisches Einsparpotential 6'300 MWh/a

Diese Aussage ist etwas zu relativieren, da die Pinch-Analyse verschiedene Effekte vernachlässigt, wie etwa:

- Verluste bei An- und Abfahren
- Verluste durch Wärmeabstrahlung und Konvektion der Anlagen und Leitungen
- Unmöglichkeit einzelner Wärmerückgewinnungen aufgrund der zeitlichen Verschiebung der Prozesse; nur mit sehr grossen Speichern theoretisch möglich
- Eingeschränkte Machbarkeit aufgrund zu grosser örtlicher Distanzen
- Verluste aufgrund der technischen Nichtmachbarkeit der Wärmerückgewinnung ; z.B. beim Treber
- Übergeordnete Einschränkungen, wie z.B. gesetzliche Vorgaben für die Handhabung von Lebensmitteln

Realsierbare Einsparmassnahmen finden sich im nächsten Kapitel.

6. Massnahmen

6.1 Massnahmenüberblick & Gesamteinsparung

Nr.	Massnahme	Investition CHF	Einsparungen			Payback- Dauer a
			Wärme MWh/a	Strom MWh/a	Kosten CHF/a	
6.2	Brüdenverdichtung im Sudhaus	< 250'000	1'680		56'000	4-5
6.3	Anpassen Würzekühlung	0	130	45	12'000	0
6.4	Wärmedämmung Kaskade / Speicher Kesselhaus	25'000	130		10'000	2.5
6.5	Wärmedämmung Speisewasserbehälter	9'000	23		1'800	5
6.6	CO ₂ -Verdampfungswärme zur Kühlung	70'000		50	7'200	10
6.7	Abschalten 2. Dampfkessel	0	130		10'000	0
6.8	Kessel 1 Wärmedämmung Kesselfront	5'000	40		3'500	1.5
6.9	Flaschenwaschmaschine: Nutzung BEWW	80'000	280		20'000	4
6.10	Ersatz Motor CO ₂ -Kompressor	10'000		11	1'600	6.6
	Summe	< 450'000	2'413	106	124'000	3-4

Tabelle 6: Massnahmenüberblick

6.2 Brüdenverdichtung im Sudhaus

Massnahmenbeschreibung

Die im Merlin anfallenden Brüdenämpfe werden mechanisch verdichtet und so im Temperaturniveau erhöht. Damit kann der Merlin beheizt werden. Heute werden die Brüden im Pfandunstkondensator (PfaDuKo) kondensiert und zur Vorwärmung des Brauwassers verwendet.

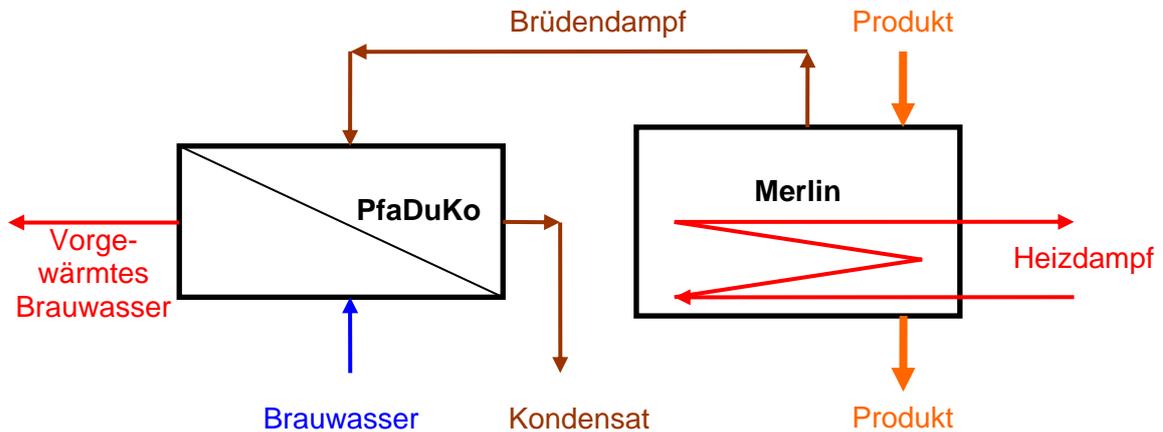


Abbildung 8: Merlin mit PfaDuKo (heute)

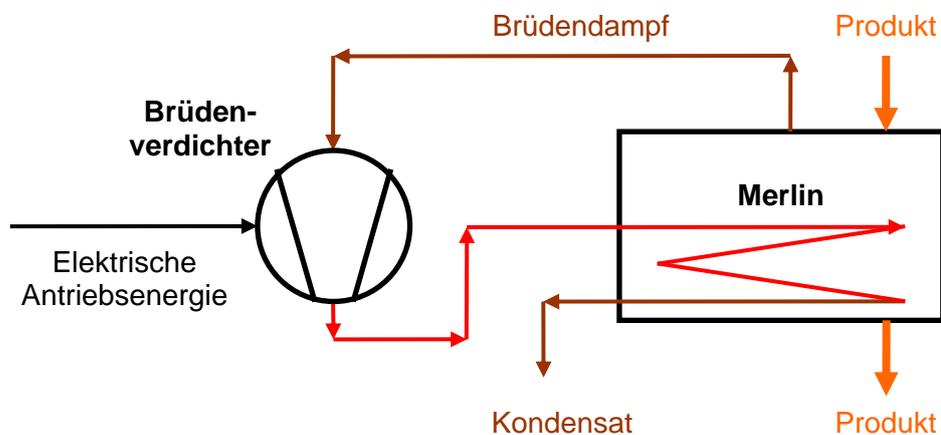


Abbildung 9: Merlin mit Brüdenverdichter

Investitionskosten

Eine präzise Investitionskostenabschätzung dieser Massnahme übersteigt die Bearbeitungstiefe dieser Studie da die Massnahme an verschiedenen Orten in die Infrastruktur des Sudhauses eingreift.

Die Investitionskosten werden aber ¼ Mio. CHF kaum übersteigen.

Einsparungen & Wirtschaftlichkeit

Die Einsparungen wurden bereits im vorhergehenden Kapitel errechnet:

Einsparung Heizwärme	1'676 MWh/a
	134'000 CHF/a
Stromkonsum Brüdenverdichter	-154 MWh/a
	-22'000 CHF/a
Summe rechnerische Einsparung	112'000 CHF/a
Abminderungsfaktor aufgrund Verfügbarkeits- & Anfahrverlusten	50%
Verbleibende Jahreseinsparung	56'000 CHF/a
Investition (unsicher)	< 250'000 CHF
Payback-Dauer	4-5 a

Einschränkungen

Die Einbindung der Brüdenkompression ins bestehende Sudhaus muss noch detailliert untersucht werden. Insbesondere gilt es die Anfahrphasen zu klären. Derzeit ist noch unklar wie die Brüdenkompression und die bestehende Beheizung mittels Dampf miteinander vernetzt werden. Die technische Machbarkeit ist demnach noch nicht abschliessend geklärt.

6.3 Anpassung Würzekühlung

Massnahmenbeschreibung

Reduktion der Austrittstemperatur T_2 am Würzekühler von 13°C auf 11°C durch erhöhten Durchsatz von Brauwasser.

Dies wurde früher bereits so gemacht, die technische Machbarkeit ist somit unbestritten.

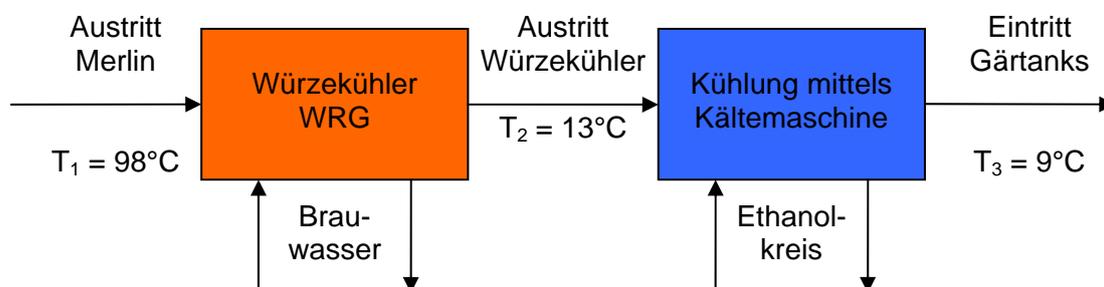


Abbildung 10: Schema Massnahme Würzekühler

Investitionskosten

keine, lediglich Anpassen der Betriebsparameter

Einsparungen & Wirtschaftlichkeit

Reduktion der Kühltemperatur	2 °C
Massendurchsatz	62'000 t/a
cp	3.9 kJ/kg/K
Abwärmenutzung	134 MWh/a
Stromeinsparung Kältemaschine	45 MWh/a
Zusätzliche Wasserverluste gemäss Braumeister	70 t/Woche
Einsparungen	
Nutzwärme	11'000 CHF/a
Strom	6'000 CHF/a
Mehrkosten Wasser	5000 CHF/a
Summe Einsparungen	12'000 CHF/a
Payback-Dauer	0 a

Einschränkungen

Keine

Zur Vermeidung der Wasserverluste und somit zur vollen Ausnützung der erhöhten Wärmerückgewinnung muss allenfalls ein Brauwassertank erweitert werden. Beim Einbau der Bründenkompression wäre dies allenfalls hinfällig, da die Abwärme wesentlich abnehmen würde

6.4 Wärmedämmung Kaskade / Speicher im Kesselhaus

Massnahmenbeschreibung

Verbessern der bestehenden ungenügenden Wärmedämmung. Derzeit beträgt die Oberflächentemperatur rund 50°C.

Anbringen einer neuen Wärmedämmung, min. 160 mm; Alu-Verkleidung:

Investitionskosten,

Richtpreis Wärmedämmunternehmung: 25'000 CHF

Einsparungen & Wirtschaftlichkeit

Volumen	1000 hl
Reduktion Verlustleistung	15 kW
Nutzungsdauer	8'500 h/a
Jahreseinsparung Wärme	130 MWh/a
Jahreseinsparung	10'000 CHF/a
Investition	25'000 CHF
Payback-Dauer	2.5 a

6.5 Verbesserung Wärmedämmung Speisewasserbehälter

Massnahmenbeschreibung

Verbesserung der Wärmedämmung am Speisewasserbehälter. Heute weist der Behälter eine Oberflächentemperatur von 40..50°C auf

Investitionskosten,

Richtpreis Wärmedämmunternehmung: 9'000 CHF

Einsparungen & Wirtschaftlichkeit

Reduktion Verlustleistung	3 kW
Nutzungsdauer	8'500 h/a
Jahreseinsparung Wärme	23 MWh/a

Jahreseinsparung **1'800 CHF/a**

Investition 9'000 CHF

Payback-Dauer **5 a**

6.6 Nutzung CO₂-Verdampfungswärme zur Kühlung

Massnahmenbeschreibung

Einbau eines Wärmerückgewinnungsmoduls zur Nutzung der CO₂-Verdampfungswärme zur Einspeisung in den Kältekreis.

Investitionskosten,

Richtpreis Lieferant + Montage: 70'000 CHF

Einsparungen & Wirtschaftlichkeit

Verdampfungsmenge CO ₂	1'900'000 kg/a
Verdampferleistung	1'000 kg/h
WRG-Leistung gemäss Hersteller	90 kW
Betriebsdauer	1'900 h/a
Verfügbarkeit	90%
WRG-Kälteenergie	154 MWh/a
JAZ Kältemaschine (kälteseitig)	3
Stromeinsparung Kältemaschine	51 MWh/a
Stromeinsparung Kältemaschine	7'200 CHF/a
Jahreseinsparung	7'200 CHF/a
Investition	70'000 CHF
Payback-Dauer	10 a

6.7 Abschalten 2.Dampfkessel

Massnahmenbeschreibung

Abschalten des 2. Dampfkessels. Dazu muss der Kessel mittels Ventile auch hydraulisch entkoppelt werden, um unnötige Zirkulationen durch den Kessel zu vermeiden. Dadurch Eliminierung der Bereitschaftsverluste

Einsparungen & Wirtschaftlichkeit

Brennstoffkonsum (beide Kessel)	14'200 MWh/a
Bereitschaftsverlust geschätzt (Kessel 2, Bj < 1995)	15 kW
Nutzungsdauer	8'500 h/a
Jahreseinsparung Wärme	130 MWh/a
Jahreseinsparung	10'000 CHF/a
Investition	0 CHF
Payback-Dauer	0 a

Einschränkungen

Es muss überprüft werden, ob auf die jederzeitige Redundanzfunktion des 2. Kessels verzichtet werden kann.

6.8 Kessel 1: Wärmedämmung der Heizkesselfront

Massnahmenbeschreibung

Anbringen einer Wärmedämmung an der Kesselfront des Dampfkessels.; Dämmstärke 100 mm

Investitionskosten,

Richtpreis Wärmedämmunternehmung: 5'000 CHF

Einsparungen & Wirtschaftlichkeit

Brennstoffkonsum	14'200 MWh/a
Reduktion Verlustleistung (min.)	5 kW
Nutzungsdauer	8'500 h/a
Jahreseinsparung Wärme	42 MWh/a
Jahreseinsparung	3'500 CHF/a
Investition	5'000 CHF
Payback-Dauer	1.5 a

Alternative

Anstelle der fixen Wärmedämmung ist auch eine fahrbare Brennerhaube denkbar.

6.9 Flaschenwaschmaschine: Nutzung BEWW zur Beheizung 60°C Bad

Massnahmenbeschreibung

Nutzung des mittels Abwärme beheizten Betriebswarmwassers zur Beheizung eines 60°C warmen Bades der Flaschenwaschmaschine.

Einsparungen & Wirtschaftlichkeit

Wärmekonsum Flaschenwaschmaschine	1'400 MWh/a
Davon Nachheizung Bad 60°C (min.)	20% 280 MWh/a
Jahreseinsparung	20'000 CHF/a
Investition	60'..100'000 CHF
Payback-Dauer	5 a

Einschränkungen

Die Realisierbarkeit dieser Massnahme muss mit den Lieferanten der Flaschenwaschmaschine abschliessend geklärt werden. Es ist im Weiteren fraglich ob bei einer über 20 Jahre alten Flaschenwaschmaschine eine derart grosse Investition noch getätigt werden soll. Bei einer Neubeschaffung der Flaschenwaschmaschine soll diese Massnahmen aber unbedingt umgesetzt werden.

6.10 Ersatz elektrischer Antriebsmotor CO₂-Kompressor

Massnahmenbeschreibung

Ersatz des sehr alten Antriebs des CO₂-Verdichters durch einen neuen hocheffizienten IE3-Motor. Der bestehende Motor weist aufgrund der Nenndaten und der Altersreduktion der Motoreffizienz einen Wirkungsgrad von weniger als 90% auf. Mit dem Einsatz eines IE3-Motors kann der Wirkungsgrad um über 5% gesteigert werden

Investitionskosten

Motorersatz inkl. Montage rund 10'500 CHF

Einsparungen & Wirtschaftlichkeit

Nennleistung	45 kW
Betriebsdauer	3'500 h/a
Wirkungsgrad heute	89.2%
Wirkungsgrad IE3 Motor	95%
Stromeinsparung IE3 Motor	11 MWh/a
Stromeinsparung IE3 Motor	1'600 CHF/a
Investition	10'500 CHF
Payback-Dauer	6.6 a

Alternativen:

Neuwicklung des bestehenden Rotors; Einsparung rund 500 CHF/Jahr

Gesamtersatz der Anlage inklusive neuen Verdichter mit bedarfsgeregelter Steuerung

6.11 Abwärme Kältemaschinen zur Gebäudeheizung

Eine Nutzung der Abwärme ab den Kältekompressoren lohnt sich erst dann, wenn mittels Brüdenverdichtung der Abwärmeeinfall aus dem Produktionsprozess reduziert werden kann. Derzeit ist ein Überschuss an Niedertemperatur-Abwärme vorhanden.

Im Weiteren sollen die Vorlauftemperatur im Gebäudeheizungsnetz versuchsweise reduziert werden.

6.12 Zusätzliche Abwärmenutzung Druckluftkompressoren

Bei einer zukünftigen Neubeschaffung der Luftkompressoren, sollen diese unbedingt mit Wärmerückgewinnungsmodulen ausgerüstet werden. Eine Nachrüstung der bestehenden, alten Kompressoren lohnt sich kaum.

6.13 Nutzung Abwärme Abwasser mittels WP

Massnahmenbeschreibung

Nutzung des warmen Abwassers aus dem Abwassersammelbecken um mittels Wärmepumpen Komfortwärme zu erzeugen.

Innerhalb des Heineken-Areals sind jedoch keine Wärmekonsumenten erkennbar. Die Wärmenutzung müsste in den umliegenden Wohnbauten erfolgen.

Es macht kaum Sinn, dass Heineken als Wärmelieferant aktiv wird. Das Projekt müsste eher von einer Contracting-Unternehmung umgesetzt werden.

Nutzbare Abwärme

Abwasseranfall	780 m ³ /Tag
Abwassertemperatur	28 °C
Nutzbare Temperaturdifferenz	Min 12 °C
Resultierende nutzbare Abwärmeleistung	450 kW

7. Schlussfolgerungen

Heineken Switzerland zählt im nationalen und internationalen Vergleich zwischen den Brauereien zu den Besten in Sachen Energieeffizienz. Dennoch konnten dank der Pinch-Analyse zusätzliche wirtschaftliche Massnahmen ermittelt werden. Dies ist ein klarer Beweis für die Wirksamkeit einer Pinch-Analyse.

Im Vergleich zu anderen Prozessintegrationsmethoden überzeugen insbesondere der ganzheitliche Ansatz der Pinch-Methode und die Reduktion der Betrachtungsweise auf die effektiven Prozessanforderungen. Gleichzeitig ist zu bemerken, dass einzelne Prozessschritte dennoch sinnvollerweise als Black-Boxes im System betrachtet werden. Dies gilt insbesondere dann, wenn aufgrund der faktischen Unmöglichkeit einer Einflussnahme diese Prozessschritte nicht verändert werden können. Zum Beispiel bei einer Anlage die bald das Ende der Lebensdauer erreicht und sich somit Anpassungen nicht mehr lohnen.

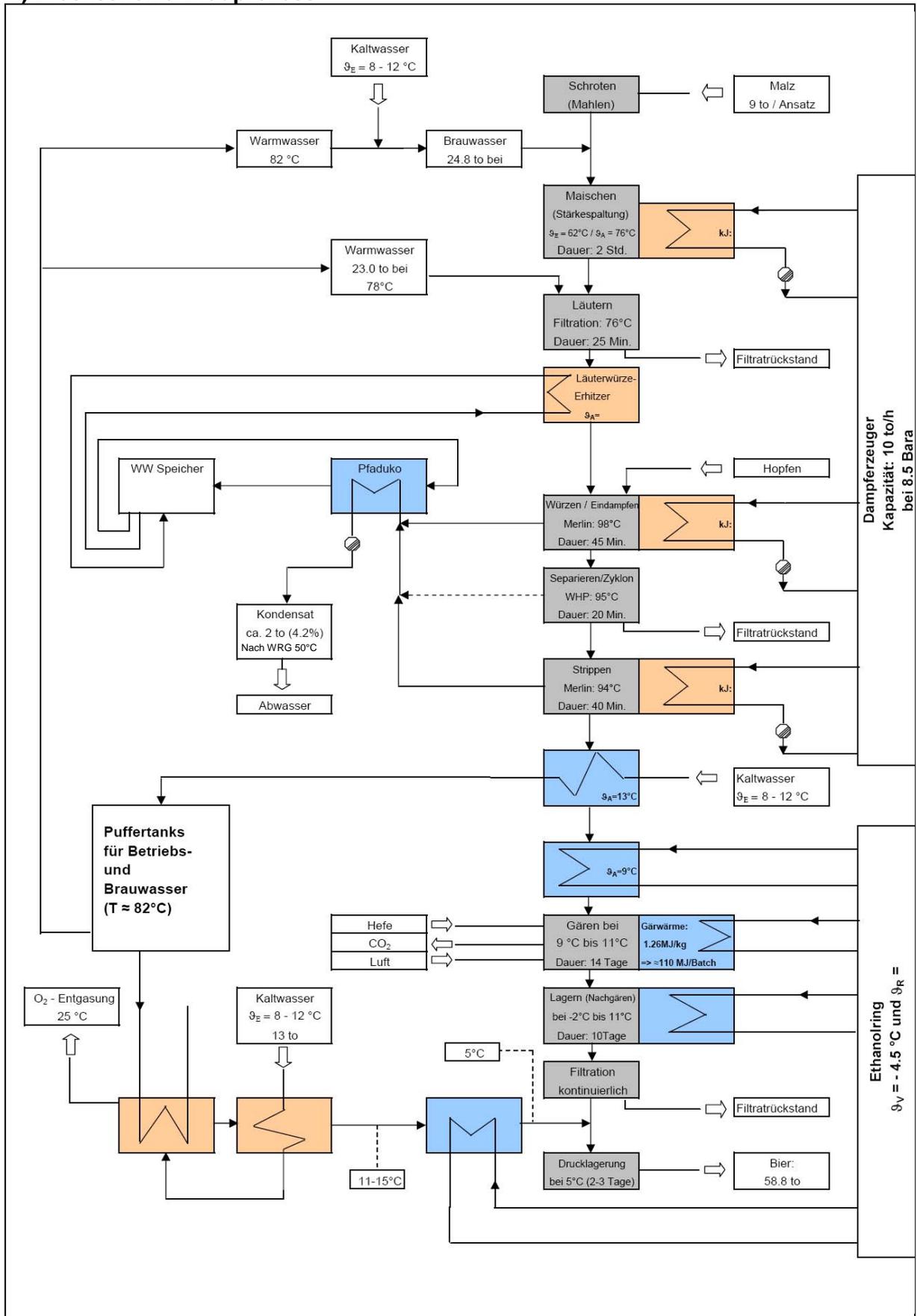
Als Nachteil der Pinch-Methode muss der grosse Aufwand bei der Aufnahme der Prozessanforderungen und der Prozessdaten gewertet werden. Auf der anderen Seite führt gerade diese Detailgenauigkeit zu einem kritischen Hinterfragen des Prozesses was durchaus eine Quelle möglicher Verbesserungsmassnahmen sein kann.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Pinch-Methode die Werkzeugkiste eines Energieingenieurs wesentlich erweitert.

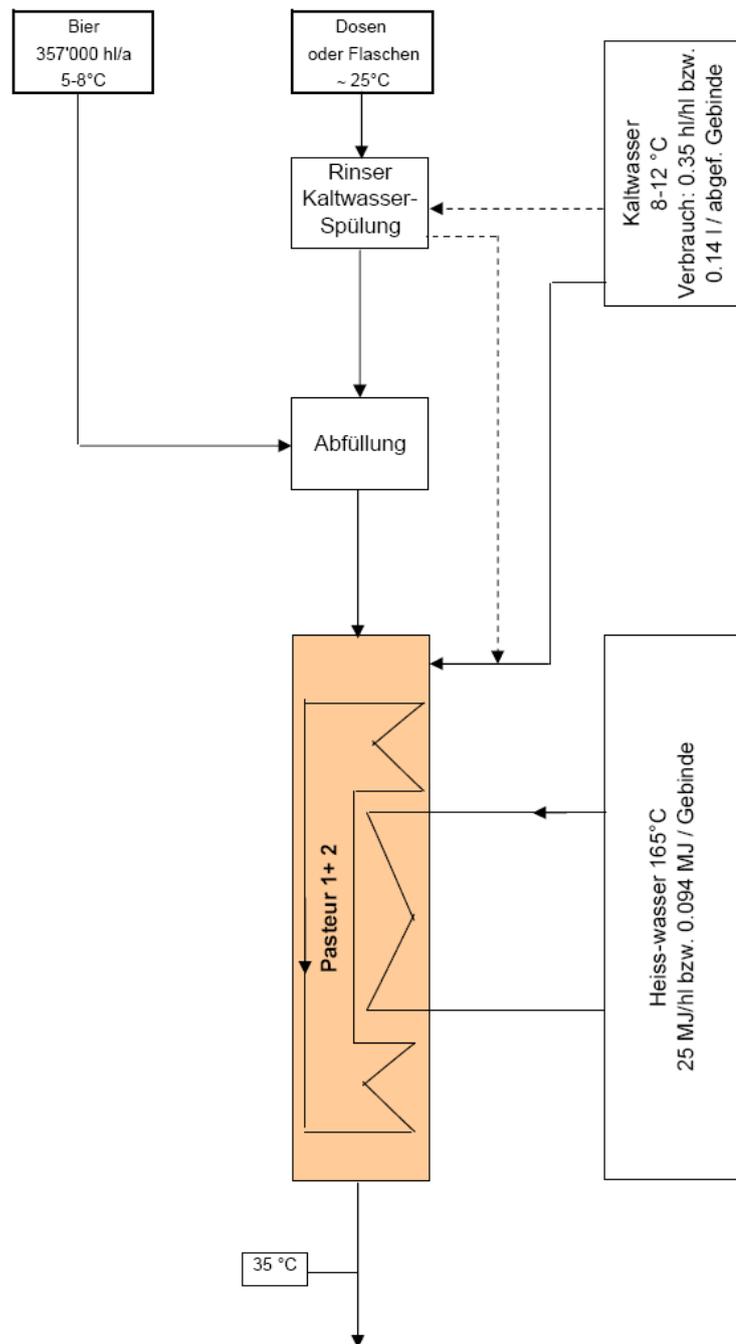
8. Anhang

- A) Blockschema Brauprozess
- B) Blockschema Linie 1+2 Dosen und Einwegflaschen
- C) Blockschema Linie 3 (KEG / Fass)
- D) Blockschema 1 Linie 4
- E) Blockschema 2 Linie 4
- F) Temperaturschema Flaschenwaschmaschine + Pasteur
- G) Stromdaten-Tabelle
- H) Situationsplan

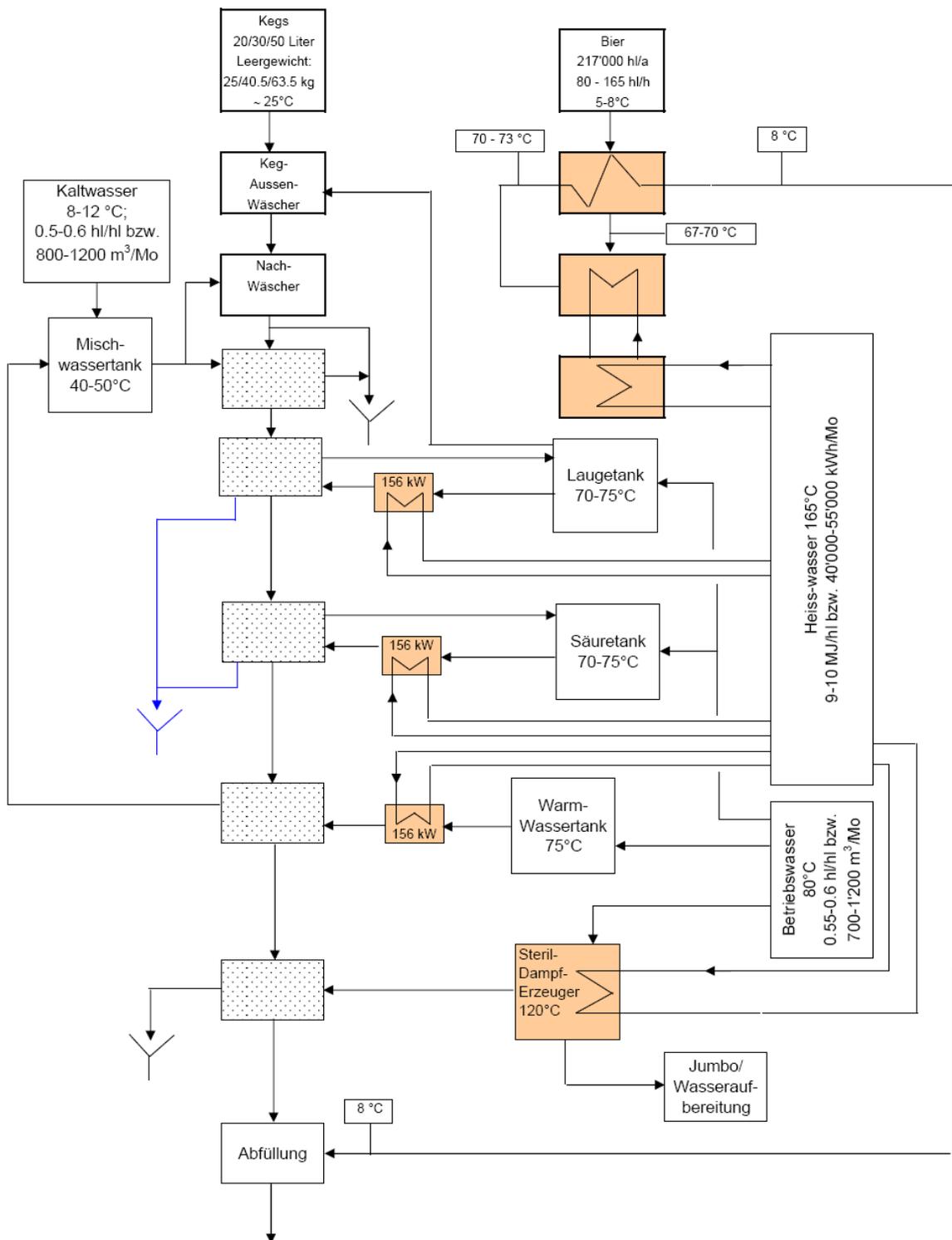
A) Blockschema Brauprozess



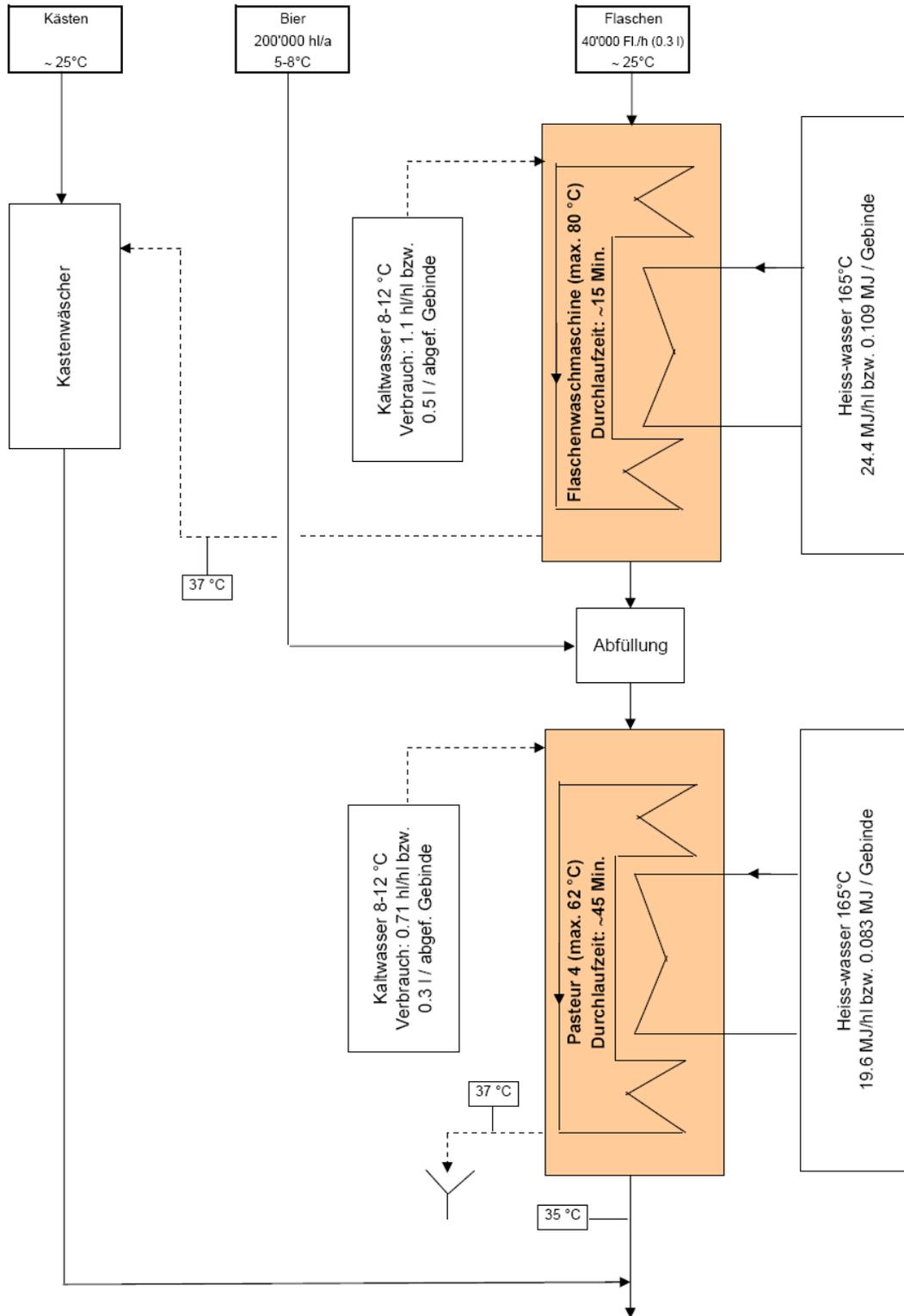
B) Blockschema Linie 1+2 Dosen und Einwegflaschen



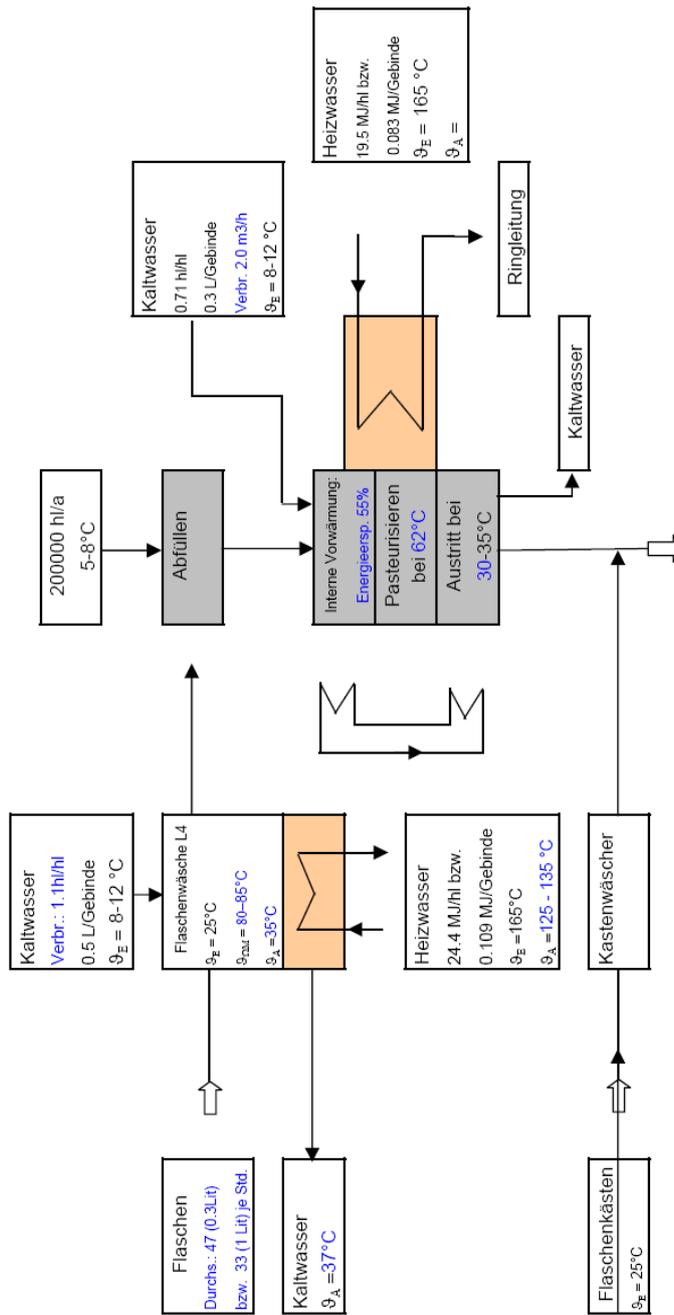
C) Blockscheema Linie 3 (KEG / Fass)



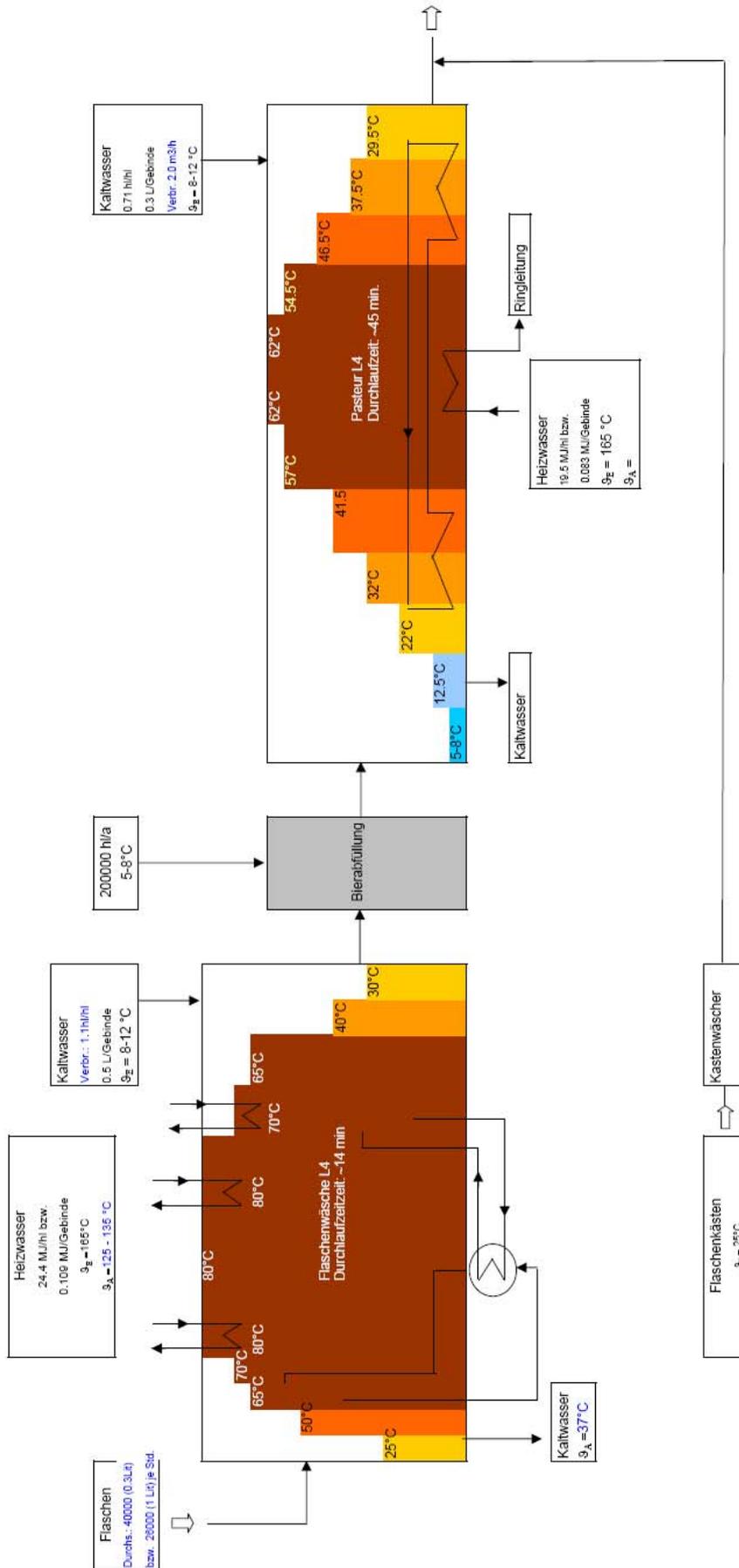
D) Blockscheema 1 Linie 4



E) Blockscheema 2 Linie 4



F) Temperaturschema Flaschenwaschmaschine + Pasteur



G) Stromdaten-Tabelle

