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

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

PILOTPHASE PINCH-METHODIK 2006/07

BLATTMANN SCHWEIZ AG, WÄDENSWIL

Schlussbericht

Ausgearbeitet durch
Urs Flükiger, Weisskopf Partner GmbH
urs.fluekiger@weisskopf-partner.ch
Benjamin Marti, Weisskopf Partner GmbH
benjamin.marti@weisskopf-partner.ch
Thomas Weisskopf, Weisskopf Partner GmbH
thomas.weisskopf@weisskopf-partner.ch
Albisriederstrasse 184 b, 8047 Zürich, www.weisskopf-partner.ch

Fachliche Begleitung
Raymond Morand, Helbling Beratung + Bauplanung AG

Impressum

Datum: 28. Juni 2007

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: 101775
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

Zusammenfassung 4
1. Ausgangslage 5
2. Ziel der Arbeit 5
3. Lösungsweg 5
3.1 Übersicht 5
3.2 Vorgehen Schritt für Schritt 6
3.3 Aufgetretene Probleme 6
4. Ergebnisse 6
4.1 Verwendete Grundlagen 6
4.2 Ist-Analyse 6
4.3 Pinch-Analyse 9
4.4 Massnahmen 10
4.5 Resultate / Einsparungen 13
4.6 Empfehlung / Weiteres Vorgehen 13
5. Schlussfolgerungen 13
Anhang 15

Verzeichnis der Figuren

Figur 1 *Prozessschritte* 5
Figur 2 *Produktionsprozesse* 7
Figur 3 *Pinch-Analyse der Stärke-, Quellstärke- und Glukoseproduktion (Verbundkurven)* 10
Figur 4 *Netzwerk (MER-Design, maximum energy recovery)* 15

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1 *Zusammenfassung* 4
Tabelle 2 *Berechnungsgrundlagen* 6
Tabelle 3 *Produkte* 7
Tabelle 4 *Energie- und Seewasserverbrauch 2006* 7
Tabelle 5 *Daten zum genutzten Seewasser* 8
Tabelle 6 *Geprüfte Massnahmen* 10
Tabelle 7 *Ausführungsmassnahmen* 11
Tabelle 8 *Daten zum Massnahmenpaket A* 11
Tabelle 9 *Daten zum Massnahmenpaket B* 12
Tabelle 10 *Daten zum Massnahmenpaket C* 13
Tabelle 11 *Zusammenfassung der Massnahmenpakete* 13

Zusammenfassung

Blattmann Schweiz AG, Wädenswil, nutzt Seewasser aus dem Zürichsee zur Kühlung im Betrieb. Als Grundlage für die Konzessionsverlängerung im Jahr 2014 verlangt das Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) des Kantons Zürich gemäss Verfügung der Direktion der öffentlichen Bauten des Kantons Zürich vom 13. März 1996 von Blattmann Schweiz AG ein Abwärmenutzungskonzept sowie die Umsetzung der machbaren Nutzungsmassnahmen.

Die Identifikation des Abwärmenutzungspotenzials erfolgte mittels Pinch-Analyse.

Es werden insgesamt sieben Massnahmen, gebündelt in drei Massnahmenpakete, zur Ausführung vorgeschlagen. Die wichtigsten Resultate, die aus den drei Massnahmenpaketen resultieren, sind in Tabelle 1 zusammengefasst:

Investitionskosten [CHF]	445'000
Energiekosteneinsparung [CHF/a]	185'250
Payback [a]	2.4
Kosten für Pinch-Studie [CHF]	34'000
Payback inkl. Kosten für Pinch-Studie [a]	2.6
Einsparbare Wärmeleistung [kW]	596
Wärmebedarf (Gas) [MWh/a]	25'000
Wärmeenergieeinsparung [MWh/a]	3'289
Wärmeenergieeinsparung [%]	15
Entlastung Seewasser [m^3/a]	87'000
Entlastung Seewasser [%]	30
Einsparung CO_2 [t/a]	727

Tabelle 1: *Zusammenfassung*

Zuhanden des AWEL des Kantons Zürich wurde ein separater Bericht erstellt.

Auf Grund der Geheimhaltevereinbarung zwischen Blattmann Schweiz AG und Weisskopf Partner GmbH können keine Informationen, die Details zu den Prozessen enthalten, in diesen Bericht aufgenommen werden.

Die vorliegende Studie wurde vom Bundesamt für Energie (BFE) und der Energieagentur der Wirtschaft (EnAW) unterstützt. Wir danken dem BFE und der EnAW dafür.

Ausgangslage

Blattmann Schweiz AG, Wädenswil, entnimmt dem See Wasser für Kühl- und Brauchzwecke und führt erwärmtes Kühlwasser zurück. Sie leitet pro Jahr rund 9 GWh Wärme über den Kühlwasserkreislauf in den See ein. Die maximal erreichte Rückgabetemperatur des Kühlwassers beträgt 43°C. Die Konzession zur Wasserentnahme aus dem See bedarf einer Erneuerung. Die Konzession läuft im Jahr 2014 aus.

Für die Konzessionsverlängerung ist das Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) des Kantons Zürich zuständig. Als Grundlage für die Konzessionsverlängerung verlangt diese Amtsstelle ein Energiekonzept für den Betrieb. Dieses soll darüber Auskunft geben, ob alle wirtschaftlich vertretbaren Massnahmen zur Verringerung des Abwärmeanfalls und/oder der betriebsinternen und/oder betriebsexternen Abwärmenutzung getätigt werden.

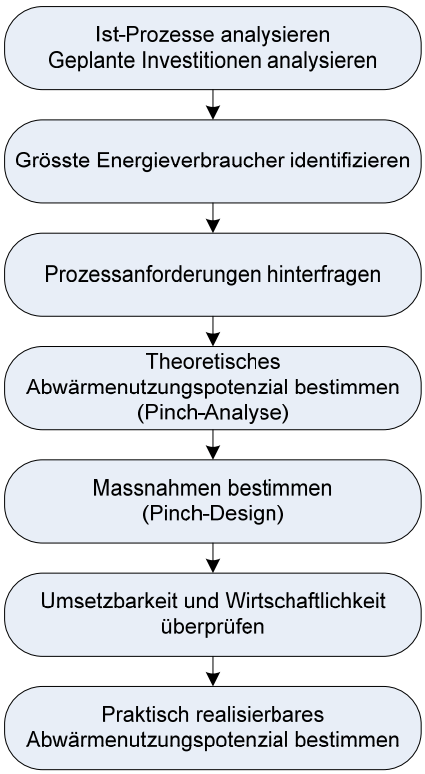
1. Ziel der Arbeit

Im Auftrag sind die folgenden Zielsetzungen der Studie festgehalten:

- Aufzeigen der Potenziale für Abwärmenutzung
- Bestimmen der möglichen Kühlwasser-Einsparung
- Berechnung der Wirtschaftlichkeit der vorgeschlagenen Massnahmen

2. Lösungsweg

2.1 Übersicht



Figur 1: *Prozessschritte*

2.2 Vorgehen Schritt für Schritt

Das folgende Vorgehen wurde gewählt:

- Analyse der Prozesse und der von Blattmann Schweiz AG bereits geplanten Veränderungen/Investitionen
- Identifikation der grössten Energieverbraucher zur Einschränkung des Analyseraumes
- Prozessanforderungen hinterfragen, um allenfalls durch Prozessmodifikationen Energie einsparen zu können
- Mittels Pinch-Analyse das theoretische Abwärmenutzungspotenzial bestimmen
- Ableitung von Massnahmen (Pinch-Design)
- Überprüfung der Massnahmen aus der Pinch-Analyse auf Umsetzbarkeit und Wirtschaftlichkeit
- Praktisch umsetzbare Massnahmen genauer definieren und in Massnahmenpaketen zusammenfassen

2.3 Aufgetretene Probleme

Während der Pinch-Analyse lag die Hauptschwierigkeit beim Verständnis der zum Teil komplexen Prozesse. Spezielle Prozessanforderungen (z.B. kritische Temperaturbereiche) sowie die Verteilung der Prozesse auf mehrere Gebäude mit grossen Distanzen haben das Abwärmenutzungspotenzial eingeschränkt.

Die für die Pinch-Analyse verwendete Software "PinchLeni" läuft zum Teil nicht stabil. Nach der Identifikation der kritischen Aktionen konnten für die in diesem Projekt verwendeten Netzwerke die Fehlfunktionen/Programmabstürze aber minimiert werden.

3. Ergebnisse

3.1 Verwendete Grundlagen

Die Berechnungen dieser Studie basieren auf den in Tabelle 2 angegebenen Werten.

Wärmepreis [Rp./kWh]	4.9
Strompreis [Rp./kWh]	8
Seewasserpreis [Rp./kWh]	0.5
Interner Zinssatz [%]	5
Amortisationszeit [a]	3

Tabelle 2: *Berechnungsgrundlagen*

3.2 Ist-Analyse

Die Blattmann Schweiz AG produziert folgende Basis-Produkte für die Nahrungsmittelindustrie (Tabelle 3):

Glukose [t/a]	12'000
Quellstärke [t/a]	1'300
Kleber [t/a]	2'600
Dextrin [t/a]	2'000

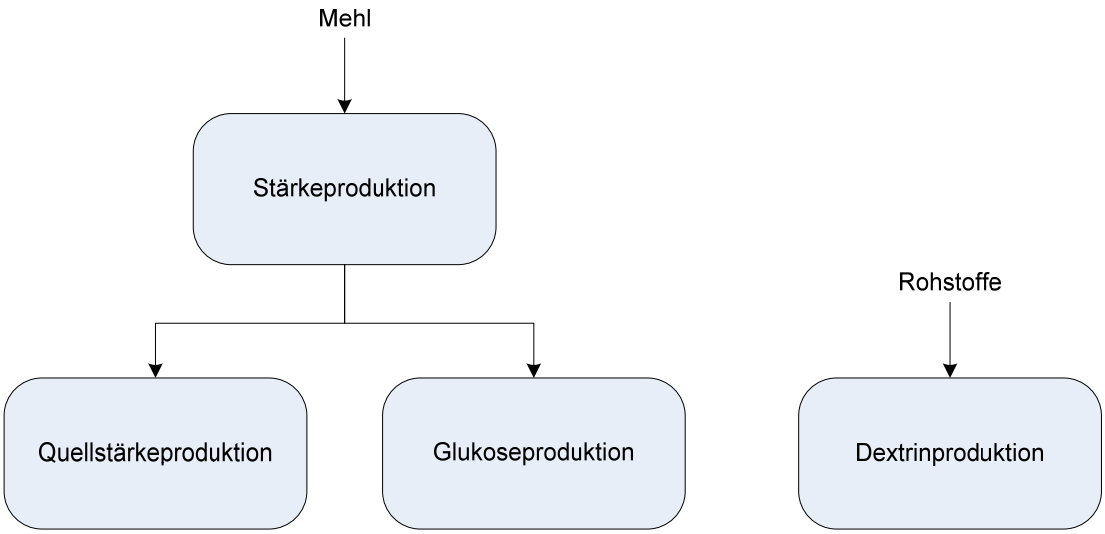
Tabelle 3: *Produkte*

Dabei ergaben sich im Jahre 2006 die in Tabelle 4 zusammengefassten Energie- und Seewasserverbräuche:

Strom [GWh/a]	7.6
Gas [GWh/a]	25.1
Seewasser [m^3/a]	287'591

Tabelle 4: *Energie- und Seewasserverbrauch 2006*

Die Herstellung der Produkte erfolgt in den vier Produktionsprozessen, die in Figur 2 abgebildet sind.



Figur 2: *Produktionsprozesse*

Dabei ist die Stärkeproduktion der Mutterprozess für die Quellstärke- und Glukoseproduktion.

Die Dextrinproduktion findet in einem separaten Gebäude statt und hat nur noch untergeordnete Bedeutung.

Die energieintensiven Verfahrensschritte finden hauptsächlich in der Glukose- sowie in der Quellstärkeproduktion statt. In der Stärkeproduktion ist die Kleberproduktion integriert, die ebenfalls ein grosser Energieverbraucher ist.

Die Fabrikanlage an der Seestrasse 201 befindet sich einem stark wachsenden Wohnbaugebiet an bester Seelage. In unmittelbarer Nachbarschaft wurden bereits und werden zurzeit noch neue Wohnhäuser erstellt, die von Emissionen jeglicher Art beeinträchtigt werden können. Die Wärmeabfuhr in den See stellt bezüglich der Beeinträchtigung der umliegenden Liegenschaften durch Lärm die emissionsärmste Art dar und es empfiehlt sich, diese beizubehalten. Als Alternative käme die Installation eines Kühlturms in Frage, dessen Lärmemis-

sionen und allenfalls sichtbare Kondensatwolken sich störend auf die Nachbarschaft auswirken würden.

Der Zeitpunkt für eine Abwärmenutzung zugunsten der neuen Wohngebäude wurde leider verpasst. Es wäre mehr als genug Abwärme auf einem für heutige Bauten ausreichenden Temperaturniveau zur Verfügung gestanden, um das ganze angrenzende Wohngebiet zu beheizen.

Seewasserkreislauf

Das Seewasser wird aus einer Tiefe entnommen, die das ganze Jahr über eine konstante Temperatur von ca. 8°C aufweist. Mittels Pumpwerk wird das Wasser über einen Sandfilter gefördert und danach mit UV-Licht entkeimt, bevor es im 250 m^3 Wasserreservoir zwischengespeichert wird. Die wichtigsten Daten der Seewassernutzung sind in Tabelle 5 zusammengefasst.

Seewasserkonzession	BDV Nr. 3049
Jahresverbrauch 2006 [m^3/a]	287'591
Energieeintrag in den See [GWh/a]	9
Durchschnittliche Seewassertemperatur [°C]	8
Durchschnittliche Einleitungstemperatur [°C]	ca. 35
Durchschnittliche Wärmeleistung [MW]	ca. 1.3

Tabelle 5: *Daten zum genutzten Seewasser*

Seewasserverbraucher

Das Seewasser wird folgendermassen verwendet:

- Produktionsprozesse: Die vier Produktionsprozesse für Stärke, Quellstärke, Glukose und Dextrin werden mittels Seewasser gekühlt. Dazu werden ca. 85.2% der bezogenen Seewassermenge verwendet (ca. 244'900m^3/a).

- Brauchwarmwasser (BWW) für die Produktion: Es werden jährlich ca. 42'000 m^3 BWW in einem 100'000 Liter Speicher von 8°C auf 80°C aufbereitet. Dies entspricht ca. 14.6% des Seewasserverbrauches.

- Nachspeisung Dampfkessel: Ein kleiner Teil des Seewassers wird zur Speisung des Dampfkessels verwendet (ca. 0.2% oder 670 m^3/a).

- Pentosan-Eindampfung: In Zukunft wird die Pentosan-Eindampfung zur Futterherstellung bei der Blattmann Schweiz AG eingesetzt. Bis anhin wurde dies von der ebenfalls an der Seestrasse ansässigen Firma ORCAVA, die ihren Standort auf den Hirzel verlegt hat, übernommen. In Zukunft wird dazu zusätzlich eine Seewassermenge von 19'000 m^3/a benötigt.

Wärmeerzeugung und Wärmebezüger

Die Wärme für Produktion, Brauchwasser und Heizung wird zentral im Kesselhaus mit zwei Oel/Gaskesseln erzeugt, wobei praktisch ausschliesslich Erdgas H verfeuert wird und ein Kessel als Redundanz dient. Mit der Kesselanlage werden 6 t/h Dampf von 11 bar erzeugt was einer Feuerungsleistung von 4'000 kW entspricht.

Über ein Dampf-Verteilnetz wird die Wärme zu den Bezügern gebracht. Das Kondensat wird im geschlossenen Kreislauf wieder zurück zum Kessel geführt, wo Wasserverluste nachgespeist werden. Die wichtigsten Bezüger sind im Folgenden aufgelistet:

Produktionsprozesse: Die vier Produktionsprozesse für Stärke, Quellstärke, Glukose und Dextrin werden mittels Dampf beheizt. Die ersten drei sind Stärkeprozesse und verbrauchen zusammen ca. 3.5 t/h Dampf. Der Dextrinprozess benötigt ca. 1 t/h.

Brauchwarmwasser (BWW) für die Produktion: Der Speicher ist in 7 Temperaturzonen unterteilt, wobei die obersten Zonen mit Dampf und die unteren Zonen mit Wärmerückgewinnung aus dem Glukoseprozess gespeist werden. Der Dampfverbrauch zur Warmwasserbereitung beträgt ca. 0.53 t/h.

Gebäudeheizung: Die Gebäudeheizung ist über Umformer ebenfalls an das Dampfnetz angeschlossen. Sie beansprucht einen kleinen Teil des Energieverbrauchs. Viele Räume werden indirekt über die Abwärme von Motoren und Apparaten beheizt. Die Gebäudeheizung benötigt ca. 0.4 t/h Dampf.

Pentosan-Eindampfung: In Zukunft wird dazu eine Dampfmenge von ca. 0.6 t/h benötigt.

3.3 Pinch-Analyse

Die Pinch Analyse ist eine Methode zur Prozessintegration und Planung des optimalen Energieeinsatzes. Dabei werden die zur Kühlung und Erwärmung eines Prozesses notwendigen Energieströme bis auf die minimale Temperaturdifferenz zueinander verschoben, so dass die Energie der abzukühlenden Ströme zum Aufheizen der zu erwärmenden Ströme genutzt werden kann.

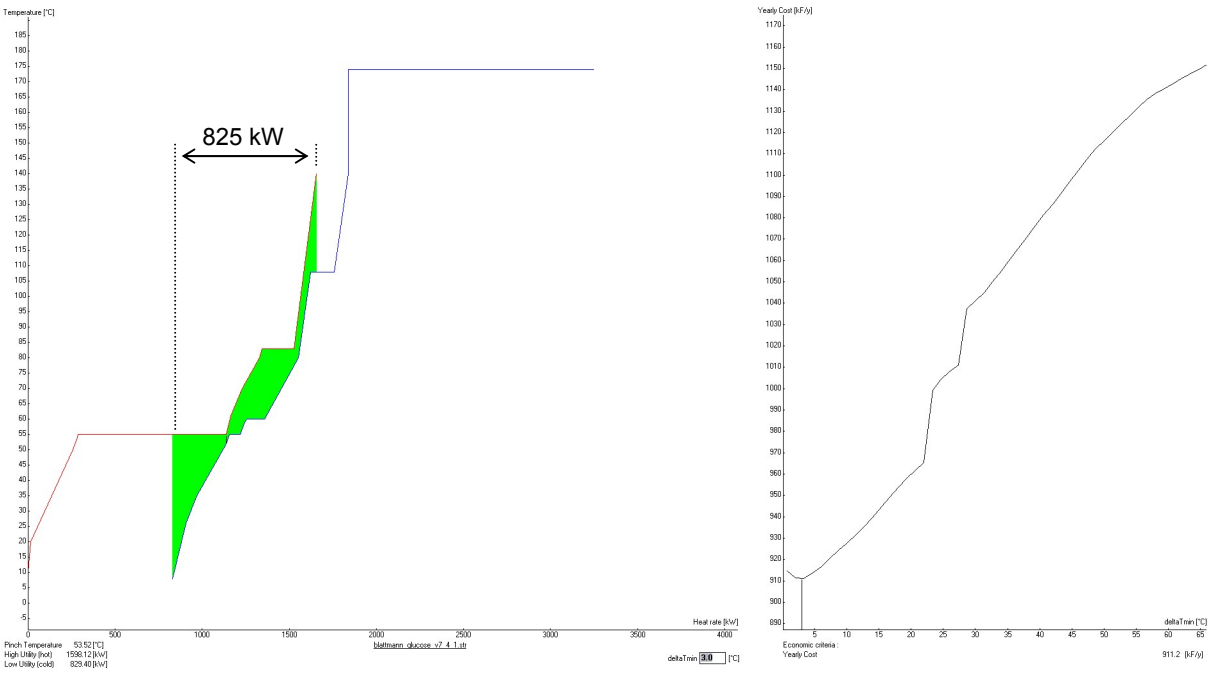
Im Gegensatz zur weit verbreiteten Analyse der Energieströme mittels Energieflussdiagramm, in dem die Energiemengen dargestellt werden, gibt die Verbundkurve der Energieströme aus der Pinch-Analyse Auskunft über das Temperaturniveau auf dem die Leistungen anfallen.

In der Pinch-Analyse wurden die drei Prozesse zur Herstellung von Stärke, Quellstärke und Glukose berücksichtigt. Der Dextrin-Prozess wurde weggelassen, da er nur noch untergeordnete Bedeutung hat, sich in einem anderen Gebäude befindet und auch nur einen relativ kleinen Anteil am Gesamtenergieverbrauch ausmacht.

Theoretisches Potenzial

Die Energieströme der drei berücksichtigten Prozesse (Stärke, Quellstärke, Glukose) wurden im Detail erfasst. Ein Prozessschema und die Stromtabelle kann in diesem Bericht auf Grund der Geheimhaltevereinbarung nicht publiziert werden.

In Figur 3 sind die Pinch-Kurven dargestellt, die sich aus der Analyse ergeben. Die Pinch-Temperatur liegt bei 53°C, die optimale, minimale Temperaturdifferenz für die Wärmetauscher beträgt 3°C.



Figur 3: *Pinch-Analyse der Stärke-, Quellstärke- und Glukoseproduktion (Verbundkurven)*

Aus der Pinch-Analyse ergibt sich ein theoretisches Wärmerückgewinnungspotenzial von 825 kW. Ein MER-Netzwerk (maximum energy recovery) befindet sich in Anhang A.1.

3.4 Massnahmen

Die wichtigsten Kriterien zur Eignung der Wärmequellen für Nutzungsmassnahmen sind die anfallende Wärmemenge bzw. -leistung, das Temperaturniveau, die zeitliche Verfügbarkeit und Gleichmässigkeit, die Prozessanforderungen sowie der Standort in Bezug auf die Nutzung.

Eine erste Überprüfung dieser Kriterien hat zu einem reduzierten Potenzial von 662 kW geführt. In Tabelle 6 sind die geprüften Massnahmen zur Nutzung der Abwärme aufgelistet.

Wärmequelle	**Wärmebezüger**	**Leistung [kW]**
Kessel Abgas	Gluten Rotordryer	134
Gluten Rotordryer	Gluten Rotordryer	105
Saccarification	Tankheizung Prozesswasser	62
Brüdenkondensation Flasher	Tankheizung Glucosetanks	60
Brüdenkondensation Verdampfer Flasher	BWW	184
Brüdenkondensation Jet-Cooker Flasher	BWW	117
Geprüftes Potenzial		**662**

Tabelle 6: *Geprüfte Massnahmen*

Die vertiefte Überprüfung der Kriterien zusammen mit dem Prozessingenieur vor Ort führte zu Modifikationen an den geprüften Massnahmen. Daraus entstanden die in Tabelle 7 aufgelisteten Ausführungsmassnahmen.

	Wärmequelle	Wärmebezüger	Leistung [kW]	Bemerkungen
1	Kessel Abgas, Abluft Gluten Rotor Dryer	Coal Celler pre Heat	62	Diskontinuierlich
2	Kessel Abgas, Abluft Gluten Rotor Dryer	Tankheizung Glucosetanks	60	Diskontinuierlich
3	Kessel Abgas, Abluft Gluten Rotor Dryer	Gluten Rotordryer	100	Diskontinuierlich
4	Kessel Abgas, Abluft Gluten Rotor Dryer	Vorwärmung Jet Cooker	50	Diskontinuierlich
5	Brüdenkondensation Flasher	Tankheizung Prozesswasser	130	24 h Betrieb
6	Saccarification	Tankheizung Prozesswasser	68	24 h Betrieb
7	Thermische Brüdenkompression Glukose Verdampfer	Verdampfer interne Optimierung	120	14 h Betrieb
	Realisierbares Potenzial		**596**	

Tabelle 7: *Ausführungsmassnahmen*

Das realisierbare Potenzial beträgt 596 kW. Das theoretische Potenzial von 825 kW kann demnach zu knapp 75% ausgeschöpft werden. Die Massnahmen werden im Folgenden zu drei Massnahmenpaketen zusammengefasst:

- Massnahmenpaket A: Hot-Water-Loop
- Massnahmenpaket B: Tankheizung Prozesswasser
- Massnahmenpaket C: Thermische Brüdenkompression Glukose Verdampfer

Nachfolgend werden die einzelnen Massnahmenpakete zur Abwärmenutzung beschrieben.

Massnahmenpaket A: Hot-Water-Loop

Im Massnahmenpaket A sind die Ausführungsmassnahmen Nr. 1, 2, 3 und 4 (gemäss Tabelle 7) enthalten.

Es ist ein Heisswasser-Leitungsnetz von der Abgaswärmerückgewinnung der Heizkessel und der Abluftwärmerückgewinnung des Gluten Rotor Dryer zur Coal Celler pre heating, den Glukosetanks, zur Vorwärmung der Trocknungsluft des Gluten Rotor Dryer und zur Vorwärmung des Jet Cooker zu realisieren. Überall sind Wärmetauscher in die bestehende Installation einzubauen.

Die Betriebstemperatur diese Netzes wird bei 126°C/90°C liegen. Die Leistung der Wärmerückgewinnung wird 272 kW ausmachen (siehe Tabelle 8).

Hot-Water-Loop	
Investitionskosten [CHF]	330'000
Energiekosteneinsparung [CHF/a]	57'130
Payback [a]	5.8
Leistung Wärmerückgewinnung [kW]	272
Wärmeenergieeinsparung [MWh/a]	1'166
Entlastung Seewasser [MWh/a]	0
Entlastung Seewasser [%]	0
Einsparung CO_2 [t/a]	231

Tabelle 8: *Daten zum Massnahmenpaket A*

Massnahmenpaket B: Tankheizung Prozesswasser

Im Massnahmenpaket B sind die Ausführungsmassnahmen Nr. 5 und 6 (gemäss Tabelle 7) enthalten.

Die beiden Kühlanlagen Flasher-Jet-Cooker und Saccarification sind durch Modifikation der hydraulischen Schaltkreise in einen primären und einen sekundären Kreislauf umzubauen. Der primäre Kreislauf wird dadurch auf höhere Temperatur aufgeheizt, so dass im sekundären Kreislauf weniger kaltes Kühlwasser eingespritzt werden muss. Der Austritt aus dem primären Kreislauf kann anschliessend zum Vorwärmen des Jet-Cookers und zum Heizen des Prozesswassertanks verwendet werden.

Die Betriebstemperatur der primär Flash-Kühlung wird 80°C/65°C und jene der sekundär Flash-Kühlung 8°C/80°C sein. Die Wärmerückgewinnungsleistung wird 180 kW betragen.

Die Betriebstemperatur der primär Saccarification beträgt 64°C/42°C. Jene der sekundär Saccarification ist 8°C/64°C. Die Leistung dieser Wärmerückgewinnung beträgt 68 kW.

Detailinformationen zu Massnahmenpaket B sind in Tabelle 9 zu finden.

Flash-Kühler	
Investitionskosten [CHF]	35'000
Energiekosteneinsparung [CHF/a]	72'760
Payback [a]	0.5
Leistung Wärmerückgewinnung [kW]	130
Wärmeenergieeinsparung [MWh/a]	1'030
Entlastung Seewasser [m^3/a]	49'000
Entlastung Seewasser [%]	17
Einsparung CO_2 [t/a]	282

Kühlung Saccarification	
Investitionskosten [CHF]	15'000
Energiekosteneinsparung [CHF/a]	27'630
Payback [a]	0.5
Leistung Wärmerückgewinnung [kW]	68
Wärmeenergieeinsparung [MWh/a]	539
Entlastung Seewasser [m^3/a]	21'000
Entlastung Seewasser [%]	7
Einsparung CO_2 [t/a]	107

Tabelle 9: *Daten zum Massnahmenpaket B*

Massnahmenpaket C: Thermische Brüdenkompression Glukose-Verdampfer

Im Massnahmenpaket C ist die Ausführungsmassnahme 7 (gemäss Tabelle 7) enthalten.

Die thermische Brüdenkompression ist eine interne Modifikation der Verdampferanlage. Dazu werden Brüden zwischen der ersten und zweiten Verdampferstufe in die Primärdampfversorgung eingespritzt und mittel Dampfejector komprimiert. Dadurch erhält man einen Wärmepumpeneffekt und ein Teil des Primärdampfes wird durch die komprimierten Brüden substituiert. Da die komprimierten Brüden intern rezirkuliert werden, fallen sie bei der Brüdenkondensation weg, was den Kühlleistungsbedarf reduziert.

Die Leistung der Wärmerückgewinnung beträgt 120 kW (siehe Tabelle 10).

Therm. Brüdenkompression Glukose-Verdampfer	
Investitionskosten [CHF]	65'000
Energiekosteneinsparung [CHF/a]	27'730
Payback [a]	2.3
Wärmeleistung [kW]	120
Wärmeenergieeinsparung [MWh/a]	554
Entlastung Seewasser [m^3/a]	17'000
Entlastung Seewasser [%]	6
Einsparung CO_2 [t/a]	108

Tabelle 10: *Daten zum Massnahmenpaket C*

3.5 Resultate / Einsparungen

Die wichtigsten Resultate aus der Machbarkeitsstudie für die drei vorgeschlagenen Massnahmenpakete sind in Tabelle 11 zusammengefasst (Schätzungen ± 20%):

Investitionskosten [CHF]	445'000
Energiekosteneinsparung [CHF/a]	185'250
Payback [a]	2.4
Kosten für Pinch-Studie [CHF]	34'000
Payback inkl. Kosten für Pinch-Studie [a]	2.6
Einsparbare Wärmeleistung [kW]	596
Wärmebedarf (Gas) [MWh/a]	25'000
Wärmeenergieeinsparung [MWh/a]	3'289
Wärmeenergieeinsparung [%]	15
Entlastung Seewasser [m^3/a]	87'000
Entlastung Seewasser [%]	30
Einsparung CO_2 [t/a]	727

Tabelle 11: *Zusammenfassung der Massnahmenpakete*

3.6 Empfehlung / Weiteres Vorgehen

Der Bericht zuhanden des AWEL des Kantons Zürich wurde eingereicht. Nach Prüfung des Berichts durch das Amt, sind allenfalls Erläuterungen und eine Diskussion erforderlich. Erfahrungsgemäss ist eine Präsentation der geeignete Rahmen hierfür. Anlässlich der Präsentation kann auch Einblick in Unterlagen gewährt werden, die dem Bericht aus Vertraulichkeitsgründen nicht beiliegen, aber Grundlage für die Erarbeitung gewesen sind.

Die drei vorgeschlagenen Massnahmenpakete A bis C empfehlen wir nach der Genehmigung des Berichts durch den Kanton auszuführen.

4. Schlussfolgerungen

Die eigentliche Pinch-Analyse hat gute Dienste geleistet. Die Bestimmung des theoretischen Wärmerückgewinnungspotenzials im ersten Schritt dient als Bewertungsmassstab für die schlussendlich zur Realisierung empfohlenen Massnahmen.

Auf Grund von komplexen Prozessanforderungen und der Verteilung der Prozesse auf mehrere Gebäude kann zwar nicht das ganze Potenzial genutzt werden, der Ausschöpfungsgrad von knapp 75% ist aber dennoch sehr gut.

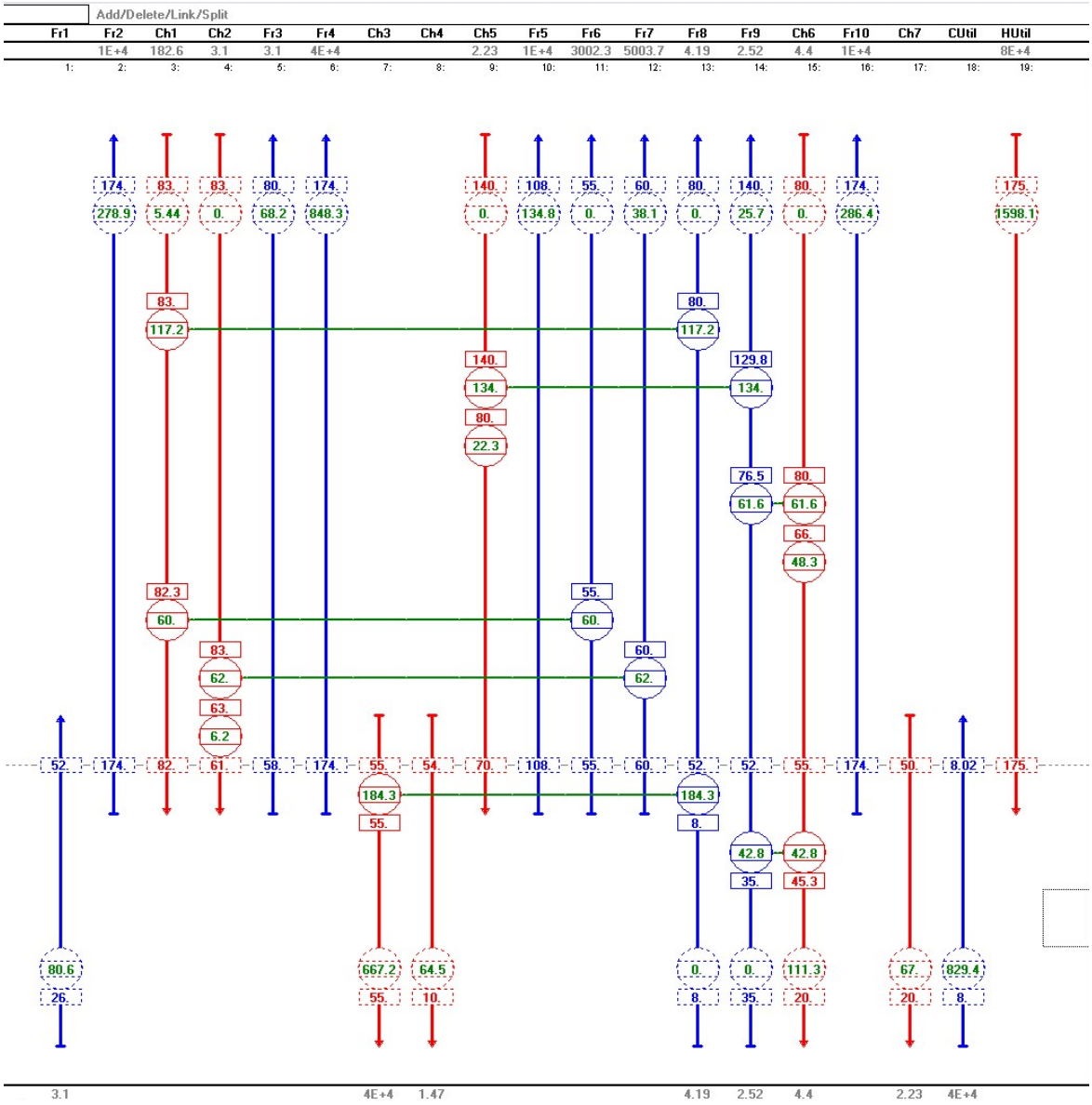
Durch die im Rahmen dieser Studie dokumentierten Massnahmen kann der Energieverbrauch von Blattmann Schweiz AG um 15% gesenkt werden. Das Seewasser kann sogar um 30% entlastet werden. Die Einsparung an CO_2-Emissionen beträgt 727 Tonnen pro Jahr. Der Payback der Investitionsmassnahmen ist mit 2.4 Jahren sehr kurz. Selbst wenn die Studienkosten berücksichtigt werden, liegt der Payback nur bei 2.6 Jahren.

Grundlegende Voraussetzung für ein gutes Ergebnis ist die Bereitschaft der Prozesseigner, dem Energietechniker das notwendige, weit reichende Prozessverständnis zu vermitteln. In enger Zusammenarbeit wird es damit möglich, durch Energie- und Prozessoptimierung die Effizienz der Herstellung bei gleich bleibender Qualität zu steigern. In diesem Projekt wurde die Anwendung der Pinch-Methodik insofern vereinfacht, als die Herstellungsprozesse insgesamt sehr kontinuierlich ablaufen.

Auf Grund dieser positiven Erfahrungen wird die Pinch-Analyse in unserem Ingenieurunternehmen bei der Optimierung von kontinuierlichen Prozessen wieder zum Einsatz gelangen.

Anhang

A.1 Netzwerk Stärke-, Quellstärke- und Glukoseproduktion



Figur 4: *Netzwerk (MER-Design, maximum energy recovery)*