

# e!MISSION.at

## Publizierbarer Endbericht

**Programmsteuerung:**

Klima- und Energiefonds

**Programmabwicklung:**

Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH (FFG)

Endbericht

erstellt am

31/10/2014

# INEMO – Integriertes und optimiertes Energiemanagementsystem

Projektnummer: 838707

## e!MISSION.at - 1. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

Ausschreibung	1. Ausschreibung e!MISSION.at
Projektstart	01/03/2013
Projektende	31/10/2014
Gesamtprojektdauer (in Monaten)	20 Monate
ProjektnehmerIn (Institution)	voestalpine Austria Draht GmbH
AnsprechpartnerIn	DI Heinz Stockner
Postadresse	Bahnhofstraße 2 8600 Bruck an der Mur
Telefon	05030422-225
Fax	05030462-402
E-mail	Heinz.stockner@voestalpine.com
Website	www.voestalpine.com/austriadraht

# INEMO – Integriertes und optimiertes Energiemanagementsystem

**AutorInnen:**

voestalpine Austria Draht GmbH: DI Thomas Weichbold, DI Gunter Korp, DI Heinz Stockner

STENUM GmbH: DI (FH) Christina Krenn, DI Dr. Johannes Fresner

# 1 Inhaltsverzeichnis

1	Inhaltsverzeichnis .....	4
2	Einleitung .....	5
3	Inhaltliche Darstellung .....	6
3.1	Prozess – und Systemanalyse .....	6
3.2	Gap – Analyse .....	13
3.3	Expertenworkshops .....	19
3.4	Auswertung und Zusammenführung .....	30
4	Ergebnisse und Schlussfolgerungen .....	32
4.1	System- und Prozessanalyse .....	32
4.2	Gap-Analyse .....	32
4.3	Expertenworkshops .....	33
4.4	Auswertung und Zusammenführung .....	34
5	Ausblick und Empfehlungen .....	35
6	Literaturverzeichnis .....	36
7	Anhang .....	38
7.1	Abbildungsverzeichnis .....	38
7.2	Tabellenverzeichnis .....	38
8	Kontaktdaten .....	39

## 2 Einleitung

Das Projekt „INEMO - Integriertes und optimiertes Energiemanagementsystem“ ist ein Sondierungsprojekt zur Vorbereitung eines industriellen Forschungsprojekts und ist dem Themenschwerpunkt „Energieeffizienz und Einsparungen“ bzw. dem Themensubschwerpunkt 1.1 Energieeffizienz in Industrie und Gewerbe zuzuordnen.

### Aufgabenstellung

Die Versorgung des Standorts mit Medien erfolgt über den Medienhauptkanal zwischen dem Energiepark der voestalpine Stahl Donawitz GmbH und voestalpine Austria Draht GmbH. Dieser beinhaltet Erdgasleitungen, Kühlwasserleitungen, Druckluftleitungen und Heißwasserleitungen.

Für die Erfassung der Daten sind derzeit rund 4.000 Messstellen installiert. Die Daten werden in der Betriebsdatenerfassung aufgezeichnet und teilweise als Trendverlauf visualisiert.

Durch die historische Entwicklung des Firmenstandorts ist eine komplexe Struktur der betrieblichen Energieverteilung entstanden.

Es ist notwendig, in Anlehnung an die bewährte automatische Betriebsüberwachung und Datenerfassung, ein systematisches Verfahren zur Entflechtung und Auswertung dieser Energieflüsse zu entwickeln. Dabei ist es erforderlich, in Hinblick auf den Neubau der Walzstraße, die neue Anlage mit der bestehenden Infrastruktur zu verflechten.

Für die Betrachtung der Energieverteilung sind wesentliche energierelevante Medien, wie Erdgas, Strom, Gase, Wasser (Kühl- und Heißwasser) und Druckluft, erforderlich.

Die voestalpine Austria Draht GmbH beschäftigt sich seit vielen Jahren systematisch mit der Energieoptimierung. Zunächst wurde eine Übersicht über die betrieblichen Energieflüsse erarbeitet. In den Bereichen Wärmerückgewinnung, Vermeidung von Wärmeverlusten, effiziente Beleuchtung und Optimierung der hydraulischen Systeme der Kühlwasserversorgung wurden Potentiale zur Reduktion des Energieeinsatzes erkannt und schrittweise bis 2011 in Projekten umgesetzt.

### Schwerpunkte des Projektes

- Abbilden der Ist-Situation in Bezug auf die bestehende Energiedatenerfassung
- Systemanalyse (Elemente, Zusammenhänge, Stärke der Zusammenhänge), daraus Identifikation prioritärer Prozessgrößen für den Energieverbrauch
- Soll-Ist Vergleich zwischen dem zur Realisierung vorgeschlagenen Datenmodell und der vorhandenen Datenhaltung und Interpretation
- Stärken/Schwächenanalyse verschiedener Systeme, Komponenten
- Zusammenfassung der Ergebnisse der Workshops
- Identifikation von weiterem Forschungsbedarf

## Verwendete Methoden

Zur Erreichung der Ziele wurden folgende Arbeitspakete definiert:

- System- und Prozessanalyse
- Gap-Analyse
- Expertenworkshops
- Auswertung und Zusammenführung
- Projektmanagement

## 3 Inhaltliche Darstellung

### 3.1 Prozess – und Systemanalyse

Im Rahmen des Arbeitspakets wurden die Datenerfassung und die Wechselwirkungen der in den Prozessen eingesetzten Medien (Erdgas, Strom, Druckluft, Gase, Kühlwasser, Heißwasser) analysiert sowie die gegenseitigen Abhängigkeiten der Einflussfaktoren beschrieben und gewichtet.

Es wurden physikalisch/technische Zusammenhänge dargestellt und eine Systemanalyse nach Vester von großen Energieverbrauchern durchgeführt.

#### Systemanalyse nach Vester

Im ersten Schritt wurden die Beziehungen untereinander in einer Tabelle eingegeben. Die gleichen Titel wurden auch horizontal in der ersten Zeile eingegeben. Im nächsten Schritt wurden die Wirkungen der Spalten auf die Zeilen eingetragen. Mit der Matrix wird sichergestellt, dass alle möglichen Kombinationen bewertet werden. Der „Grad der Wirkung“ wurde wie folgt festgelegt:

0 = kein Einfluss vorhanden

1 = Einfluss vorhanden aber gering

2 = deutlicher Einfluss

3 = starker Einfluss

Nach der Bewertung wurden der Reihe nach die Summen der einzelnen Zeilen gebildet (horizontal). Diese stellen die Aktivsummen dar (rechts aufgetragen). Die Summen der einzelnen Spalten (vertikal) ergeben die Passivsummen.

In einem Diagramm wurden nach der Bewertung die Aktivsummen über den Passivsummen aufgetragen und die Diagrammhälften in vier gleich große Bereiche getrennt. Diese stellen das aktive und passive sowie das kritische und reaktive Feld dar. Für weitere Analysen sind die Faktoren im aktiven Feld sowie im kritischen Feld zu berücksichtigen. Hierbei handelt es sich im Allgemeinen um mögliche Wechselwirkungen. Auf die Faktoren im passiven Feld kann verzichtet werden. Die Faktoren im reaktiven Feld können in der Betrachtung als Unterzielgrößen mit aufgeführt werden.

#### Hubbalkenofen

Der Haupterdgasverbraucher am Standort in St. Peter Freienstein ist der Hubbalkenofen. Die Einflussvariablen sind in Abbildung 1 als Übersicht dargestellt.

Systemanalyse Hubbalkenofen

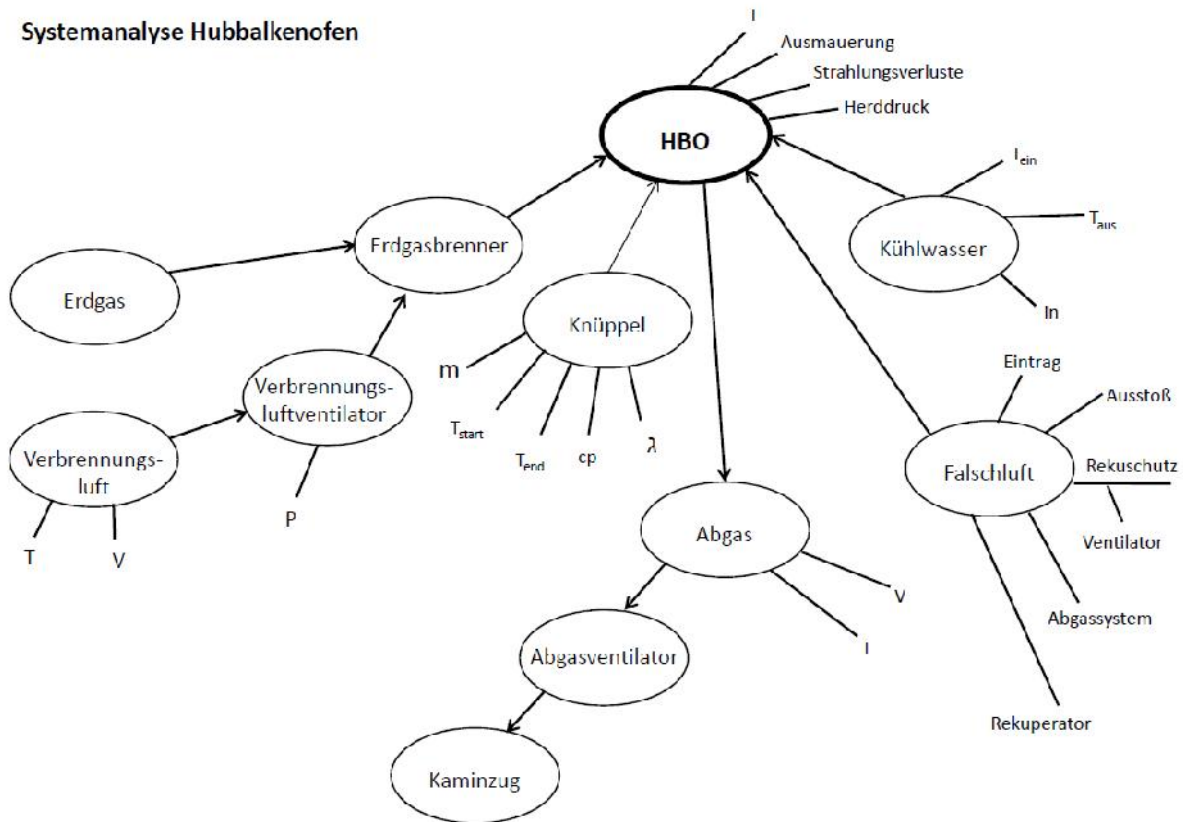


Abbildung 1: Übersicht Einflussvariablen HBO

In Abbildung 2 werden die Ursachen- und Wirkzusammenhänge des Hubbalkenofens qualitativ in Form eines Fischgrätendiagramms dargestellt.

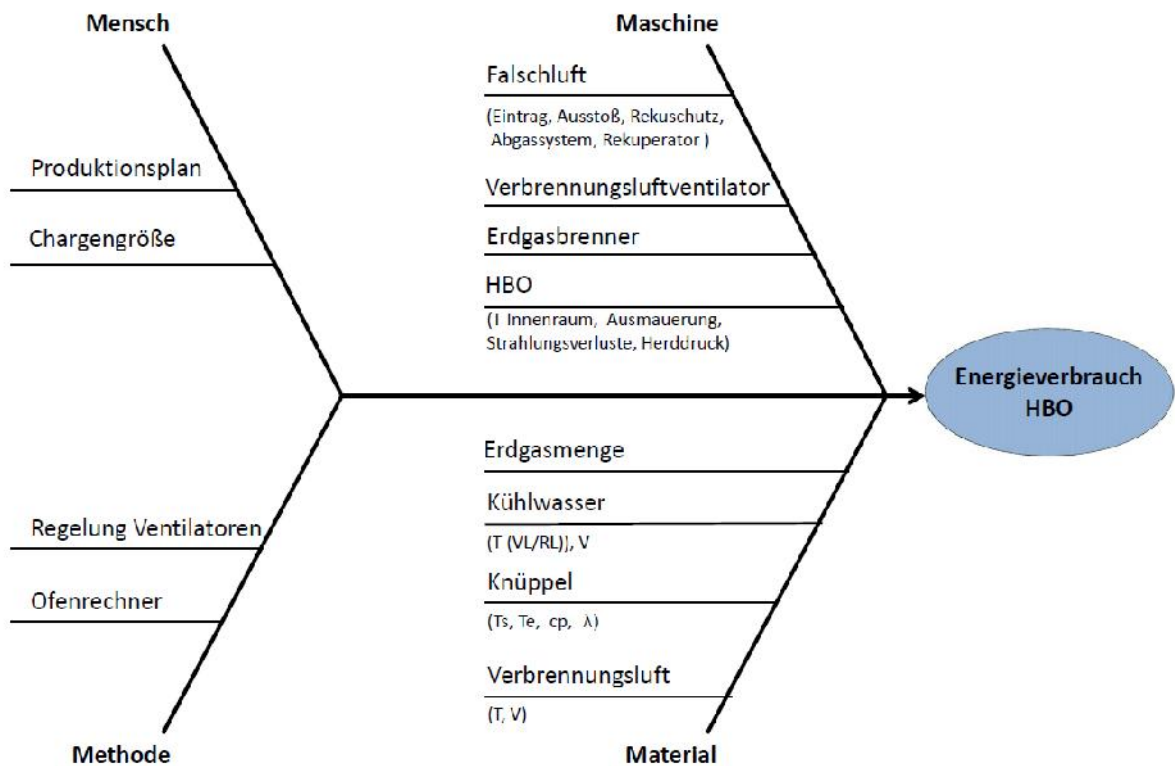


Abbildung 2: Fischgrätendiagramm Energieverbrauch HBO

In Abbildung 3 wird die Beziehungsmatrix für den HBO dargestellt.

HBO	Erdgas		Verbrennungsluftmenge	Verbrennungslufttemperatur	Leistung Verbrennungsluftventilator	Erdgasbrenner	Knüppeldurchsatz	Knüppel Starttemperatur	Knüppel Endtemperatur	Knüppel cp	Knüppel Lambda	HBO Innenraumtemperatur	HBO Ausmauerung	HBO Strahlungsverluste	HBO Kühlwassermenge	Kühlwasser VL Temp.	Kühlwasser RL Temp.	Falschlufteintrag Ofentür	Falschlufteintrag Ausstoß	Falschluff Rekuschutz	Kühlluftventilator	Falschlufteintrag im abgasführenden System	Herddruck	Wärmeübergang Rekuperator	Undichtheit am Rekuperator	Abgasvolumen	Abgastemperatur	Abgasventilator Leistung	Kaminzug	Aktivsumme	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28			
1 Erdgas	3		0		2			2				3		3												3	3			19	
2 Verbrennungsluftmenge		3		2		2						3												0		3	1			11	
3 Verbrennungslufttemperatur			3			2						0															2			7	
4 Leistung Verbrennungsluftventilator				3																						3				6	
5 Erdgasbrenner					3																									0	
6 Knüppeldurchsatz		3	2	1		1		2				3								2	2									16	
7 Knüppel Starttemperatur		3	2	1		1	1	2				1	1																	12	
8 Knüppel Endtemperatur		3	2	1		1	2	1	2			1	1														1			13	
9 Knüppel cp		3	2	1		1	1	1	1	2																				9	
10 Knüppel Lambda						2		1			2																			3	
11 HBO Innenraumtemperatur						1	2					2	3	2																8	
12 HBO Ausmauerung												2	2	2																4	
13 HBO Strahlungsverluste		1	1											2																0	
14 HBO Kühlwassermenge															3															3	
15 Kühlwasser VL Temp.																3														3	
16 Kühlwasser RL Temp.							2										3													2	
17 Falschlufteintrag Ofentür		1	1									1	1											2	2		3	3	2	1	17
18 Falschlufteintrag Ausstoß		1	1									1	1											2	2		3	3	2	1	17
19 Falschluff Rekuschutz		1																							3		3	3	2	1	13
20 Kühlluftventilator				2																						3	3	2	1	13	
21 Falschlufteintrag im abgasführenden System																								2		3	3	2	1	9	
22 Herddruck																								2	2		2	2	2	1	4
23 Wärmeübergang Rekuperator				3																										6	
24 Undichtheit am Rekuperator		2	2	3																							2	2	2		13
25 Abgasvolumen																									1		2	2	2		4
26 Abgastemperatur																									3			2		5	
27 Abgasventilator Leistung																										3		2		3	
28 Kaminzug																										1			1		2
Passivsumme	20	18	14	0	11	10	1	8	0	0	15	7	7	0	3	3	4	4	0	0	0	8	15	0	25	26	18	5			
Kriterien																															
0 kein Einfluss																															
1 Einfluss vorhanden aber gering																															
2 deutlicher Einfluss																															
3 starker Einfluss																															

Abbildung 3: Identitäts-Beziehungsmatrix HBO

In Abbildung 4 wird das Ergebnis der Bewertung (Aktiv- und Passivsumme) in Form von aktiven und trägen sowie kritischen und reaktiven Feldern dargestellt.

Generell kann gesagt werden, dass es sich beim kritischen Feld im Allgemeinen um mögliche Wechselwirkungen mit anderen Faktoren im kritischen und aktiven Feld handelt. Die Faktoren im trägen Feld können vernachlässigt werden. Die Faktoren im reaktiven Feld können in der Betrachtung als nicht kontrollierbare Faktoren mit aufgeführt werden.



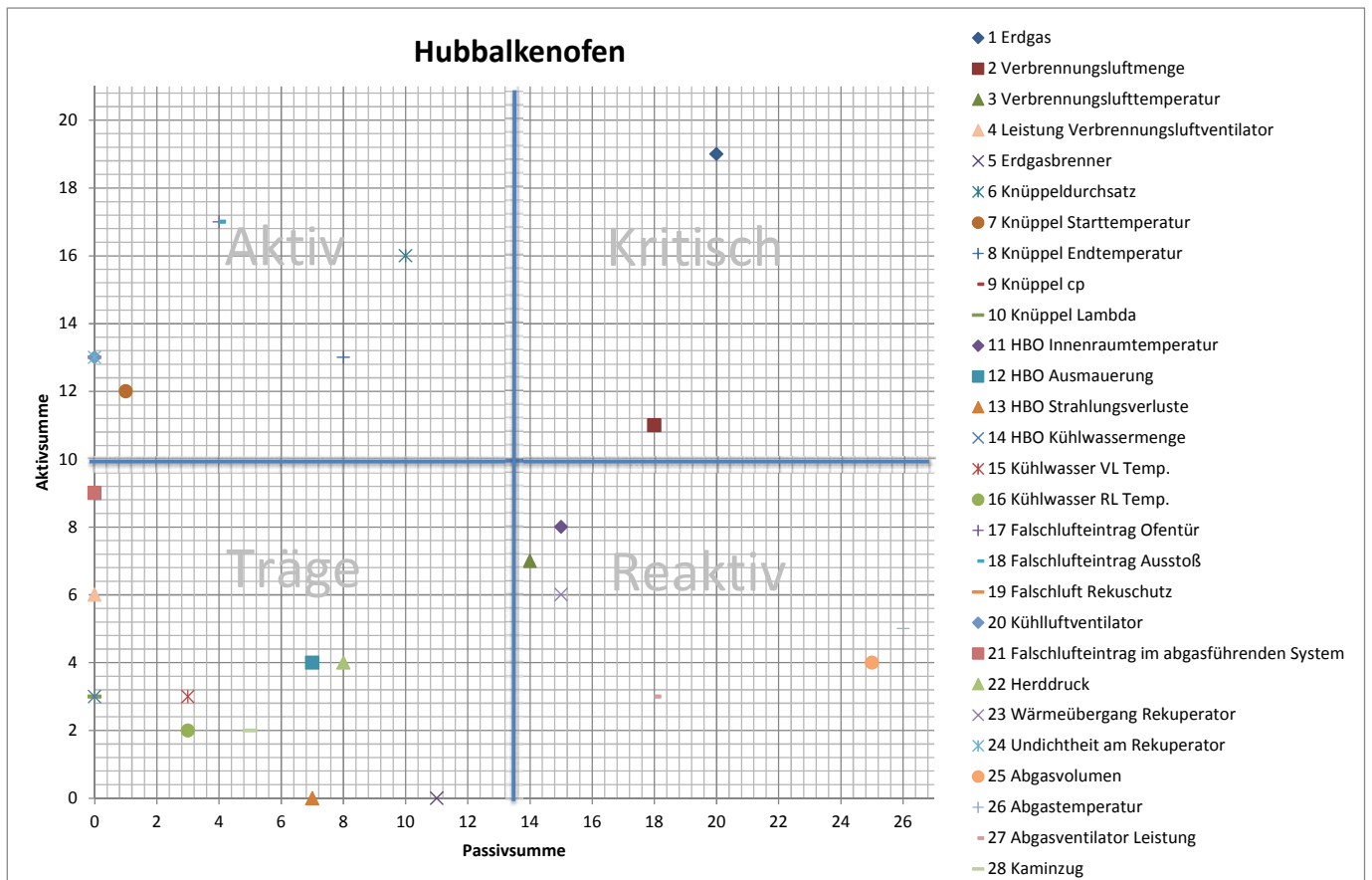


Abbildung 4: Auswertung Matrix HBO

Interpretation:

Die kritischen Parameter stellen das Erdgas und die Verbrennungsluftmenge dar. Diese beiden Parameter werden bereits geregelt und die Mengen werden aufgezeichnet. Besonders wichtig ist dies in Hinblick auf einen effizienten Einsatz des Erdgases.

### Glühofen

In Abbildung 5 wird die Beziehungsmatrix eines Glühofens dargestellt.

Glühofen		Erdgas	Verbrennungsluftmenge	Verbrennungslufttemperatur	Leistung Verbrennungsluftventilator	Erdgasbrenner	Chargengröße	Drahtbund Starttemperatur	Drahtbund Endtemperatur	Stahl cp	Stahl Lambda	Glühtemperatur	Gestellmasse	Kühlwassermenge (Sockelkühlung)	Kühlwasser VL Temp.	Kühlwasser RL Temp.	Wärmeübergang Rekuperator	Undichtheit am Rekuperator	Abgasvolumen	Abgastemperatur	Abgasventilator	Kaminzug	Undichtheiten Glühhaube/- sockel	Aktivsumme
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
1	Erdgas	3				2			2			3							3	3				16
2	Verbrennungsluftmenge		3		2							3					0		3	1			3	14
3	Verbrennungslufttemperatur	3		3		2						0								2				7
4	Leistung Verbrennungsluftventilator				3														3					6
5	Erdgasbrenner					3																		0
6	Chargengröße	3	2	1		1	3		2			3												12
7	Drahtbund Starttemperatur	3	2	1		1	1	3	2			1	1											12
8	Drahtbund Endtemperatur	3	2	1		1	2	1	3			1	1							1				13
9	Stahl cp	3	2	1		1	1		1	3														9
10	Stahl Lambda						2		1		3													3
11	Glühtemperatur					1	2					3											2	8
12	Gestellmasse											2	3											2
13	Kühlwassermenge (Sockelkühlung)												3											3
14	Kühlwasser VL Temp.													3										3
15	Kühlwasser RL Temp.						2								3									2
16	Wärmeübergang Rekuperator				3												3			3				6
17	Undichtheit am Rekuperator	2	2	3														3		2	2	2		13
18	Abgasvolumen																1		3				3	7
19	Abgastemperatur																3			3			2	7
20	Abgasventilator																				3			0
21	Kaminzug																				1			1
22	Undichtheiten Glühhaube/- sockel	3	3	1								1												8
	<b>Passivsumme</b>	<b>20</b>	<b>19</b>	<b>13</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	

<b>Kriterien</b>																								
<b>0</b>	<b>kein Einfluss</b>																							
<b>1</b>	<b>Einfluss vorhanden aber gering</b>																							
<b>2</b>	<b>deutlicher Einfluss</b>																							
<b>3</b>	<b>starker Einfluss</b>																							

Abbildung 5: Identitäts-Beziehungsmatrix Glühofen

In Abbildung 6 wird das Ergebnis der Bewertung (Aktiv- und Passivsumme) in Form von aktiven und trägen sowie kritischen und reaktiven Feldern dargestellt.

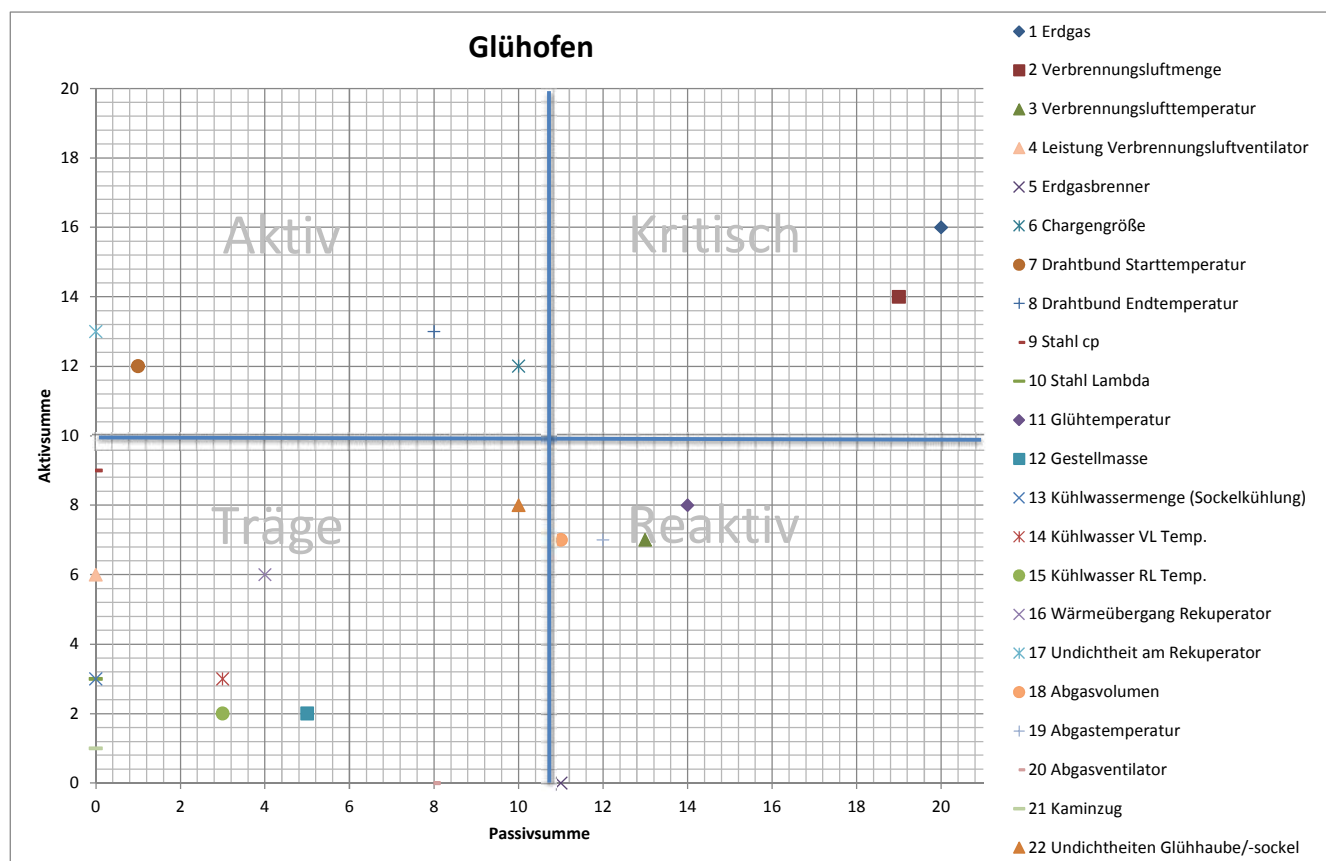


Abbildung 6: Auswertung Matrix Glühofen

Interpretation:

Die kritischen Parameter stellen das Erdgas und die Verbrennungsluftmenge dar. Diese beiden Parameter werden bereits geregelt und die Mengen aufgezeichnet. Besonders wichtig ist dies in Hinblick auf einen effizienten Einsatz des Erdgases.

### Nutzwasser

In Abbildung 7 wird die Beziehungsmatrix für das Nutzwasser dargestellt.

Nutzwasser		Kühlwasserqualität	Durchfluss	Druckverlust	Pumpenleistung	Pumpenregelung	Kiesfilter	Rückspülung	Leitungsführung	Ventile und Einbauten	Kühlung Walzstrasse	Kühlstellen Ölkeller	Kühlung Sockel Glüherei	Sedimentationsbecken	Verdampfung in der Walzstraße	Verdunstung Oberfläche Sedimentationsbecken	Vorlauftemperatur	Rücklauftemperatur	Ableitung Glühsockelkühlung	Aktivsumme	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
1	Kühlwasserqualität	3					3	3						2							8
2	Durchfluss		3	3	3	2	2				3	3	3	1	1	1		3			28
3	Druckverlust		3	3	3	2	3				1	1	1								17
4	Pumpenleistung		3	1	3						3	3	3				2	2			20
5	Pumpenregelung		3	2	3	3					3	3	3				1	3			21
6	Kiesfilter	3	1	2	2	2	3														13
7	Rückspülung	2	2	3	3	3	3	3													16
8	Leitungsführung		3	3	3	3			3												12
9	Ventile und Einbauten		3	3	3	3				3											12
10	Kühlung Walzstrasse		3	1	1	1					3						1	3			10
11	Kühlstellen Ölkeller		2	1	1	1						3					1	3			9
12	Kühlung Sockel Glüherei		2	1	1	1							3				1	3			9
13	Sedimentationsbecken	3												3		3	2	1			9
14	Verdampfung in der Walzstraße										3	3	3		3				3		12
15	Verdunstung Oberfläche Sedimentationsbecken															3					1
16	Vorlauftemperatur		3								3	3	3		2		3				14
17	Rücklauftemperatur		3								3	3	3			3					15
18	Ableitung Glühsockelkühlung																		3		3
	Passivsumme	8	31	20	23	23	10	11	0	0	19	19	19	3	3	7	9	24	0		
	<b>Kriterien</b>																				
	<b>0 kein Einfluss</b>																				
	<b>1 Einfluss vorhanden aber gering</b>																				
	<b>2 deutlicher Einfluss</b>																				
	<b>3 starker Einfluss</b>																				

Abbildung 7: Identitäts-Beziehungsmatrix Nutzwasser

In Abbildung 8 wird das Ergebnis der Bewertung (Aktiv- und Passivsumme) in Form von aktiven und trägen sowie kritischen und reaktiven Feldern dargestellt.

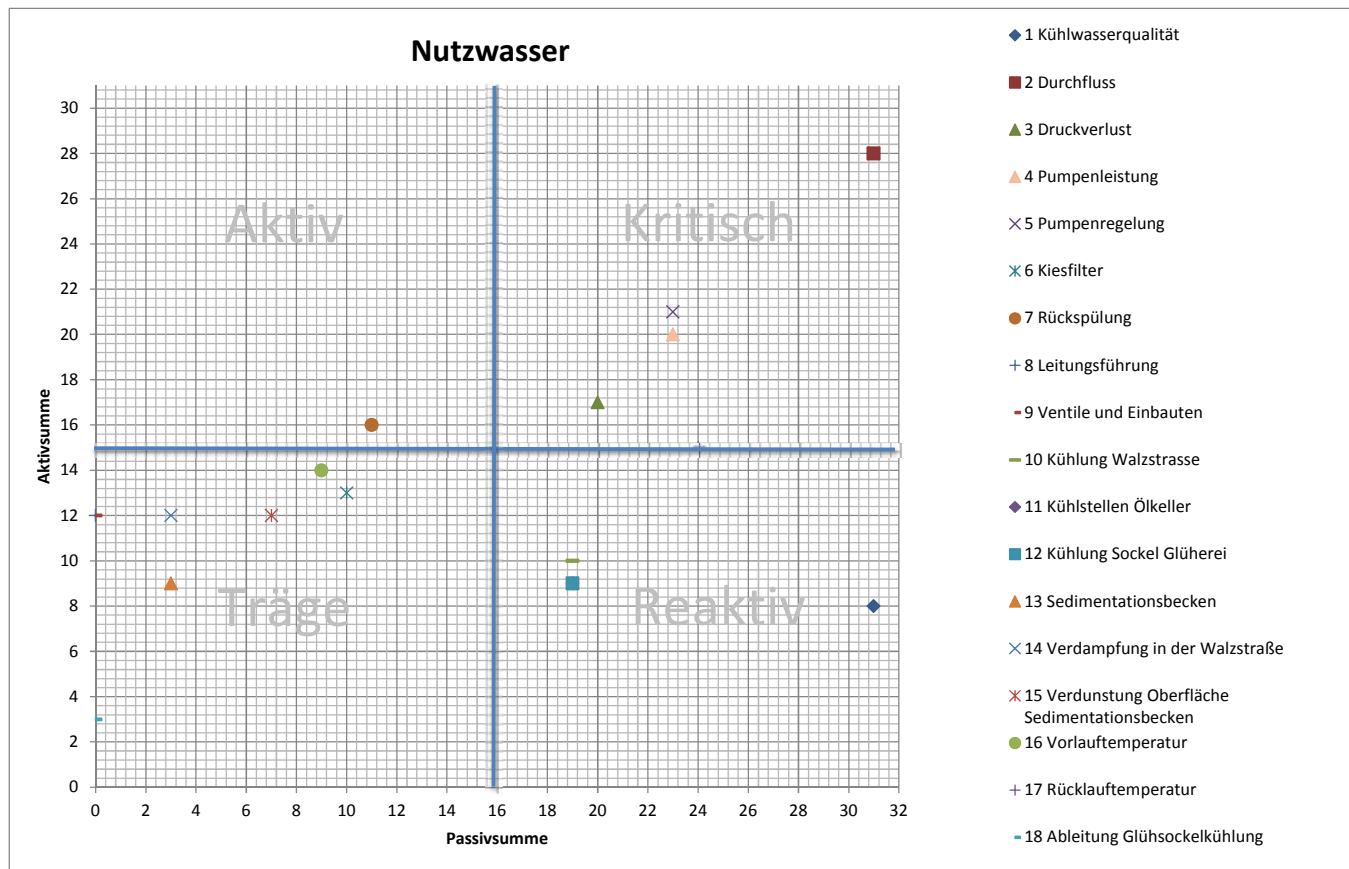


Abbildung 8: Auswertung Matrix Nutzwasser

Interpretation:

Als kritische Parameter sind der Durchfluss, die Pumpenleistung, die Regelung der Pumpen und der Druckverlust zu sehen. Auf den Durchfluss kann durch die Regelung der Pumpen Einfluss genommen werden. Die Regelung der Pumpen kann durch die weitere Installation von Frequenzumrichtern optimiert und Energieeinsparungen erzielt werden. Die installierte Pumpenleistung beträgt derzeit ca. 1.700 kW und ist für die umgewälzten Wassermengen ausreichend. Die Durchflussregelung sollte temperaturabhängig gestaltet werden.

### 3.2 Gap – Analyse

Die Ziele des Arbeitspakets waren:

- Soll-Ist Vergleich zwischen dem zur Realisierung vorgeschlagenen Datenmodell und der vorhandenen Datenhaltung und Interpretation
- Ermittlung des Handlungsbedarfs (notwendige Messstellen, Sensoren, Datenübertragung, Datenverknüpfung, notwendige Modellierung von Anlagenteilen, Berichtswesen)
- Feststellung der Handlungsfelder in Bezug auf AP 3 und der Durchführung von Expertenworkshops

In Tabelle 1 wird das Ergebnis der Gap-Analyse dargestellt. Die Ist-Situation sowie der gewünschte Zustand wurden in Hinblick auf folgende Fragestellungen analysiert:

- Messdaten zum Energieverbrauch und Leistungen
- Prozessdaten für Prozessmodelle zur Berechnung von Verbräuchen
- Datenerfassung
- Datenfluss und –verarbeitung sowie Berichtswesen
- Datenfluss zur Identifikation von Optimierungsansätzen zur operativen und strategischen Reduktion des Energieeinsatzes von Wärme und Strom
- Prozessmodelle für die Prognose des Energieeinsatzes in Abhängigkeit des Produktionsprogramms sowie der Energiekosten

Tabelle 1: Gap-Analyse

Ist-Situation	Soll-Zustand	Gap
<p><b>Messdatenerfassung</b> Die Erfassung der Messdaten erfolgt mit WinCC (Siemens). Die Messdaten werden entweder von elektronischen Zählern erfasst oder vor Ort abgelesen.</p>	<p>Automatisierte Erfassung der Messdaten und automatische sowie zeitnahe Weiterverarbeitung der Messdaten. Ableitung von Kennzahlen als Entscheidungsgrundlage für Korrektur- bzw. Regelungsmaßnahmen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Automatisierte Erstellung von Kennzahlen und Ausarbeitung von Regelstrategien sowie automatisierte Erstellung von Berichten</li> <li>– Darstellung in Abhängigkeit der Betriebszustände</li> </ul>
<p><b>Strom</b> Es sind ca. 30 Stk. Energiezähler verbaut wovon, ca. 8 Stk. fernauslesbar und 10 Stk. elektronische Zähler vom Typ PAC 3200 sind. Jeden 1. Arbeitstag im Monat werden die Zählerstände teilweise vor Ort abgelesen und handschriftlich dokumentiert. Das heißt, dass lediglich die monatlichen Energieverbräuche (abhängig von Ablesedatum und der Ablesezeit) und keine Momentanwerte in [kWh] verfügbar sind.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Visualisierung des Stromverbrauchs in Relation zur Produktionsmenge</li> <li>– Automatische Auslesung der Stromzähler bzw. des aktuellen Stromverbrauchs und Visualisierung am Medienbildschirm</li> <li>– Installation von zusätzlichen Messmitteln, um große Energieverbraucher besser in Hinblick auf deren Effizienz zu bewerten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Zusätzliche Installation von Messstellen</li> <li>– Automatisierte Erstellung von Kennzahlen und Ausarbeitung von Regelstrategien, sowie automatisierte Erstellung von Berichten</li> </ul>
<p><b>Erdgas</b> Für den Energieträger Erdgas sind 9 Messstellen werksweit vorhanden. Davon sind alle 9 Zählpunkte über bereichsorientierte Visualisierungen einsehbar und zentral auf dem automatischen Medienefassungssystem verfügbar.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Erweiterung der Visualisierungssysteme und Plausibilitätsprüfung der vorliegenden Energiedaten, da die Abrechnung mit dem Energieversorger Diskrepanzen aufweist. Zeitgleiche, vollautomatisierte Ablesung der Zählerstände (VAAD liest vollautomatisch immer zum Monatsersten ab und der Energieversorger TE manuell und je nach Feiertagssituation zu unterschiedlichen Zeitpunkten).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Synchronisierung der Messdatenablesung</li> <li>– Automatisierte Erstellung von Kennzahlen und Ausarbeitung von Regelstrategien sowie automatisierte Erstellung von Berichten</li> </ul>

Ist-Situation	Soll-Zustand	Gap
	<p>Ziel ist es, eine abgestimmte Vorgehensweise mit dem Energieversorger zu erreichen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Visualisierung des Medienverbrauchs in Relation zur Produktionsmenge</li> </ul>	
<p><b>Druckluft</b>  Werkweit sind 11 Messstellen zur Durchsatzmessung des Druckluftbedarfs verbaut. Diese Messstellen sind gegliedert in eine Hauptmessstelle für den Gesamtverbrauch des Werkes, 3 Messstellen für die Hauptverbraucher sowie 7 dezentrale Messstellen, welche den Durchsatz verschiedener definierter Bereiche im Werk erfassen. Die verbauten Messstellen erlauben eine automatische Ablesung des momentanen Durchsatzes in [Nm<sup>3</sup>/h] sowie eines Zählwertes in [Nm<sup>3</sup>].</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Einbau von zusätzlichen Druckluft Messstellen mit Zuordnung zu weiteren Werksbereichen spez. in Hinblick auf das neue Walzwerk</li> <li>– Visualisierung des Medienverbrauchs in Relation zur Produktionsmenge</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Zusätzliche Installation von Messstellen</li> <li>– Automatisierte Erstellung von Kennzahlen und Ausarbeitung von Regelstrategien sowie automatisierte Erstellung von Berichten</li> <li>– Instandhaltung und Leckagenerkennung</li> </ul>
<p><b>Nutzwasser</b>  Am Werksgelände befinden sich ca. 19 Durchflussmessungen, die in dem automatischen Medienerfassungssystem visualisiert werden. Mit diesem System lässt sich zu jederzeit der Durchfluss an den einzelnen Verbrauchern erfassen. Der Verbrauch wird über die Zähler monatlich erfasst und entsprechend dokumentiert.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Installation einer Mengenmessung im Abwasserkanal, um zukünftig die Abwassermenge in Richtung Kanalisationsanlage der voestalpine Stahl Donawitz GmbH messtechnisch zu erfassen</li> <li>– Visualisierung des Medienverbrauchs in Relation zur Produktionsmenge.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Zusätzliche Installation von Messstellen</li> <li>– Automatisierte Erstellung von Kennzahlen und Ausarbeitung von Regelstrategien sowie automatisierte Erstellung von Berichten</li> </ul>
<p><b>Heißwasser</b>  Es wurde in den letzten Jahren ein breites Netz an Wärmemengenzählern installiert, welche in das automatische Medienerfassungssystem eingebunden wurden. Es können daher jederzeit die verbrauchten Wärmemengen identifiziert und dokumentiert werden.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Visualisierung des Medienverbrauchs in Relation zur Produktionsmenge</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Automatisierte Erstellung von Kennzahlen und Ausarbeitung von Regelstrategien sowie automatisierte Erstellung von Berichten</li> <li>– Temperaturmessung als Basis der Durchflussregelung</li> </ul>

Ist-Situation	Soll-Zustand	Gap
<p><b>Stickstoff</b> Stickstoff wird über einen Hauptzähler des Energiebetriebes erfasst, wobei im Bereich der neuen Glüherei 2 und 3 eine Verbrauchsmessung installiert wurde. Diese Messungen sind in das automatische Medienerfassungssystem eingebunden und die Verbräuche können jederzeit erfasst und kontrolliert werden. Die alte Glüherei 1 ist mit keiner Mengemessung ausgestattet.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Zusätzliche Installation von N<sub>2</sub>-messungen im Bereich Glüherei 1 sowie Einbindung des Hauptzählers in das vorhandene automatische Medienerfassungssystem.</li> <li>– Visualisierung des Medienverbrauchs in Relation zur Produktionsmenge</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Zusätzliche Installation von Messstellen</li> <li>– Automatisierte Erstellung von Kennzahlen und Ausarbeitung von Regelstrategien, sowie automatisierte Erstellung von Berichten</li> <li>– Leckagenerkennung</li> </ul>
<p><b>Regelung</b> – <b>Strom:</b> Großteils lastgeregelt mit Frequenzumformer</p>	<p>Alle größeren Stromverbraucher, spez. Pumpen im Bereich der Wasseraufbereitung, sollen lastgeregelt werden.</p>	<p>Installation v. Frequenzumformer</p>
<p>– <b>Erdgas:</b> Alle Verbraucher sind derzeit lastgeregelt.</p>	<p>Optimierung des Erdgasverbrauchs durch effizientere Verbrennungsparameter</p>	<p>Regelmäßige Kontrollen der Brenner sowie M&amp;R-Anlagen .</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>Druckluft:</b> Wird von der voestalpine Stahl Donawitz GmbH bezogen</li> <li>– Verbrauch wird nur teilweise lastabhängig geregelt</li> <li>– Leckagen führen immer wieder zu Blindverbräuchen</li> </ul>	<p>Minimierung der Blindverbräuche</p>	<p>Regelmäßige Leckagenbehebung und Installation einer neuen Versorgungsleitung</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>Nutzwasser:</b> Bedarfsorientierter Verbrauch ist größtenteils gegeben (Kühlwasserpumpen sind teilweise FU geregelt)</li> <li>– Frischwasserzusatz erfolgt unregelt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Temperaturabhängige Durchflussregelung (Bedarfsorientierter Zusatz von Frischwasser zur Regulierung der Kühlwassertemperatur)</li> <li>– Modell zur Vorausberechnung des Zusatzwasserbedarfs</li> </ul>	<p>Erarbeitung eines Regelkonzepts für die temperaturabhängige Regelung des Kühlwassers:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Installation von Temperatursensoren</li> <li>– Weitere FU-Regelung der Umwälzpumpen im Pumpenhaus</li> <li>– Temperaturabhängige Regelung</li> <li>– Kühlwassermodellerstellung</li> <li>– Automatisierung der Vorausberechnung des Zusatzwasserbedarfs</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>Heißwasser:</b> Die Regelung erfolgt basierend auf die Wassertemperatur am Ofenaustritt. Die Temperaturobergrenze liegt bei 105 °C</li> <li>– Bedarfsorientierter Verbrauch ist nur teilweise gegeben. Die Werkstättenheizung erfolgt unregelt.</li> </ul>	<p>Temperaturregelung der Werkstattbeheizungen</p>	<p>Installation einer Temperaturregelung spez. bei Konvektionsheizungen.</p>
<p>– <b>Stickstoff:</b> Bedarfsgeregelt</p>	<p>Minimierung durch Optimierung der Regelung für den Spülprozess</p>	<p>Optimierung der Regelung in den Glühsockel 1- 7.</p>



Ist-Situation	Soll-Zustand	Gap
<p><b>Datenfluss und Verarbeitung</b> Es wird ein monatliches Energiecontrolling durchgeführt. Die erfassten Verbrauchsmengen werden in eine Excel-Arbeitsmappe übertragen. Kennzahlen für die eingesetzten Medien werden gebildet.</p>	<p>Automatische und zeitnahe Weiterverarbeitung der erfassten Daten und automatisierte Darstellung der Medienflüsse z.B. als Sankey-diagramm. Sowie eine automatisierte Erstellung der Kennzahlen und von Berichten</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Automatisierung der zeitnahen Datenweiterverarbeitung und Visualisierung, Erstellung von Kennzahlen und automatisierte Generierung von Berichten</li> <li>– Eine geeignete Visualisierungsmethode ist zu definieren</li> </ul>
<p>Optimierungspotenziale im Bereich der Medienversorgung werden in Form von Projekten ausgearbeitet.</p>	<p>Auf Basis von Datenmodellen und hinterlegten Benchmarkwerten laufend Einsparungspotenziale darstellen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Erstellung von Datenmodellen</li> <li>– kontinuierliche Bildung von Kennzahlen und automatisierter Abgleich entweder mit Benchmarkwerten oder vordefinierten Kennzahlen</li> <li>– Erstellung von Analysemodellen</li> </ul>
<p><b>Prognose des Energieverbrauchs und der Energiekosten</b> Eine Prognose wird derzeit auf Basis der Vergleichszeiträume und der Auftragslage abgeschätzt</p>	<p>Laufende Vorausberechnung des Energieverbrauchs auf Basis der Produktionsplanung</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Automatisierte und laufende Erstellung einer Energiebedarfsprognose auf Basis der Produktionsplanung und von hinterlegten Kennzahlen entsprechend dem Produktionsmix</li> <li>– Erstellung eines Prognosemodells</li> </ul>
<p>Optimierungspotenziale im Bereich der Medienversorgung werden in Form von Projekten ausgearbeitet.</p>	<p>Auf Basis von Datenmodellen und hinterlegten Benchmarkwerten laufend Einsparungspotenziale darstellen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Erstellung von Datenmodellen</li> <li>– kontinuierliche Bildung von Kennzahlen und automatisierter Abgleich entweder mit Benchmarkwerten oder vordefinierten Kennzahlen</li> <li>– Erstellung von Analysemodellen</li> </ul>
<p><b>Prognose des Energieverbrauchs und der Energiekosten</b> Eine Prognose wird derzeit auf Basis der Vergleichszeiträume und der Auftragslage abgeschätzt</p>	<p>Laufende Vorausberechnung des Energieverbrauchs auf Basis der Produktionsplanung</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Automatisierte und laufende Erstellung einer Energiebedarfsprognose auf Basis der Produktionsplanung und von hinterlegten Kennzahlen entsprechend dem Produktionsmix</li> <li>– Erstellung eines Prognosemodells</li> </ul>

**Optimierungsansätze**

Im Rahmen der Ist-Analyse und in Hinblick auf ein effizientes und optimiertes Energiemanagementsystem wurden Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz identifiziert. Die identifizierten Maßnahmen werden in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Ansätze zur Steigerung der Energieeffizienz

Medium	Optimierungspotenziale
Strom	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Einsatz von energieeffizienteren Motoren</li> <li>– Bedarfsgerechte Regelung der Antriebe mit Frequenzumrichter in Abhängigkeit des Kühlbedarfs</li> <li>– Erneuerungen von Beleuchtungen - aktuelle LED Technologie</li> <li>– Nutzung von organisatorischen Möglichkeiten:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Abschalten von jeglichen Zusatzaggregaten bei Nichtbenutzung</li> <li>○ Abschaltung von Beleuchtungen, wenn nicht benötigt</li> </ul> </li> </ul>
Erdgas	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Optimale Energienutzung in den Erwärmungsaggregaten durch periodische Wartung der Brenner spez. im Bereich der Glühöfen</li> <li>– Periodische Wartung aller Isolierungen im Bereich der Erwärmungsaggregate</li> <li>– Umstellung aller Heizungsanlagen von Erdgasbefeuerung auf Heißwasserbeheizung</li> <li>– Auslegung neuer Aggregate auf effizienteste Wärmenutzung spez. im Bereich des neuen Hubbalkenofens und der Glühöfen</li> <li>– Falschlufkontrolle beim HBO und dem abgasführenden System</li> </ul>
Druckluft	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Regelmäßige Erhebung von Leckagen im Zuge von Begehungen und zeitnahe Behebung</li> <li>– Optimierung der Druckluftabschaltungen, wenn kein Bedarf vorhanden</li> <li>– Weiterführende Analyse des Verbrauchsverhaltens der Anlagen / Bereiche im Werk als Grundlage</li> <li>– Verwendung von mit Gebläsen komprimierter Umgebungsluft, falls für die Anwendung möglich, statt Druckluft spez. bei Neuanlagen und Investitionen</li> <li>– Erneuerung der Versorgungsleitung für das neue Walzwerk und ev. Stilllegung der alten Ringleitung, um Leckagen zu vermeiden.</li> </ul>
Nutzwasser	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Einleitung des Kühlwassers für den Bereich Wärmebehandlung in die zentrale Wasseraufbereitung</li> <li>– Schrittweiser Einsatz v. Düsensystemen zur definierten Kühlung der Umformwerkzeuge und Verringerung des Kühlwasserbedarfs</li> <li>– Planung der neuen Walzanlage mit Düsensystemen neuester Technologie an jedem Walzgerüst, um den Kühlwasserbedarf pro Gerüst zu minimieren</li> <li>– Planung der neuen Walzanlage mit automatischer bedarfsgesteuerter Walzdrahtkühlung, um den Einsatz von Prozesswasser zu optimieren</li> <li>– Regelung des Kühlwassers bzw. der Kühlwasserpumpen nach Temperatur und Bedarf</li> </ul>
Heißwasser	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Generelle Mitarbeitersensibilisierung in Bezug auf das Heizungssystem und die richtige Verwendung der Heizanlage sowie die Gestaltung eines energiebewussten Ablaufs (Heizen, Lüften, Transport etc.)</li> <li>– Kontinuierliche Sanierung von Rohrleitungsisolationen</li> <li>– Detailliertere Analyse der Wärmeverbraucher</li> <li>– Bei Neuanlagen Ausstattung der Wasser/Luft-Heizwärmetauscher</li> </ul>
Stickstoff	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Optimierung der Glühprozesse hinsichtlich des Schutzgasverbrauchs</li> <li>– Bei Neuanschaffung Berücksichtigung von Möglichkeiten zur Reduktion des spezifischen Schutzgasverbrauchs</li> </ul>

Im Rahmen der Neuplanung der Walzstraße entstehen Schnittstellen zwischen der alten Infrastruktur und der neuen Walzstraße bzw. werden ein Jahr lang beide Walzstraßen parallel betrieben. Im Zuge der Neuplanung stellen sich Fragen in Hinblick auf die Energieeffizienz von eingesetzten Technologien sowie der Energieeffizienz bei der Neubeschaffung von Anlagen. Auf Basis der Ist-Analyse und der Anforderung bzw. Notwendigkeiten der Anschaffung von neuen Anlagen für die neue Walzstraße wurden nachfolgende Expertenworkshops definiert:

- Transformatoren und Kühlung von Elektrogebäuden
- Nutzwasseroptimierung
- Ausfallssicherheit und Auslegung von Antrieben
- Vergleich der Technologien für die Beheizung des Vorplatzes

### 3.3 Expertenworkshops

Das Ziel der Expertenworkshops war es, Themenfelder für den weiteren Forschungsbedarf zu identifizieren, Aussagen bzgl. Machbarkeit und Umsetzung von Technologien in Hinblick auf ein energieeffizientes und optimiertes Energiemanagementsystem treffen zu können, Lösungsansätze zu skizzieren und eine Stärken/Schwächenanalyse von Komponenten durchzuführen.

Folgende Expertisen wurden eingeholt, welche hauptsächlich durch die Planung der neuen Walzstraße am Standort St. Peter Freienstein initiiert wurden, um bereits in der Planungsphase energieeffiziente Technologien einzusetzen und in weiterer Folge den Grundstein für ein optimiertes Energiemanagementsystem bilden zu legen:

- Transformatoren und Kühlung von Elektrogebäuden
- Optimierung der Nutzwasserversorgung
- Freiplatzbeheizung

Mit den Ergebnissen wurde eine Stärken/Schwächenanalyse durchgeführt. Die Bewertung erfolgte von -3 (schlechtester Wert) bis +3 (besten Wert).

Im Anschluss an die Bewertung wird der weitere Forschungsbedarf identifiziert.

## Transformatoren und Kühlung von Elektrogebäuden

### Stärken/Schwächenanalyse

Durch die Gegenüberstellung von Mittelspannungsanlagen, Trocken- und Öltransformatoren und die Kühlung der elektrischen Betriebsräume wurden folgende Ergebnisse erzielt und eine Stärken/Schwächenanalyse durchgeführt.

In Tabelle 3 wird das Ergebnis der Bewertung in Hinblick auf die Kühlmöglichkeiten der Schaltschränke dargestellt.

Tabelle 3: Bewertung der Technologien für die Schaltschrankkühlung

Nr.	Technologie	Bewertung	Bemerkung
1	Zirkulationskühlung	-3	Eine außenliegende Bauweise ist aufgrund der baulichen Gegebenheiten nicht möglich
2	Luftkühlung	-2	Zusätzlicher Energieaufwand für Ventilatoren erforderlich, bauliche Maßnahmen können nicht realisiert werden
3	Kompressionskälteanlage	1	Bewährte Technologie, jedoch zusätzlicher Energieaufwand (Strom) erforderlich
4	Absorptionskälteanlage	3	Abwärme aus der HBO-Kühlung in Form von Heißwasser steht zur Verfügung, besonders energieeffiziente Variante der Schaltschrankkühlung

In Abbildung 9 und Abbildung 10 werden die Ergebnisse der Bewertung dargestellt.

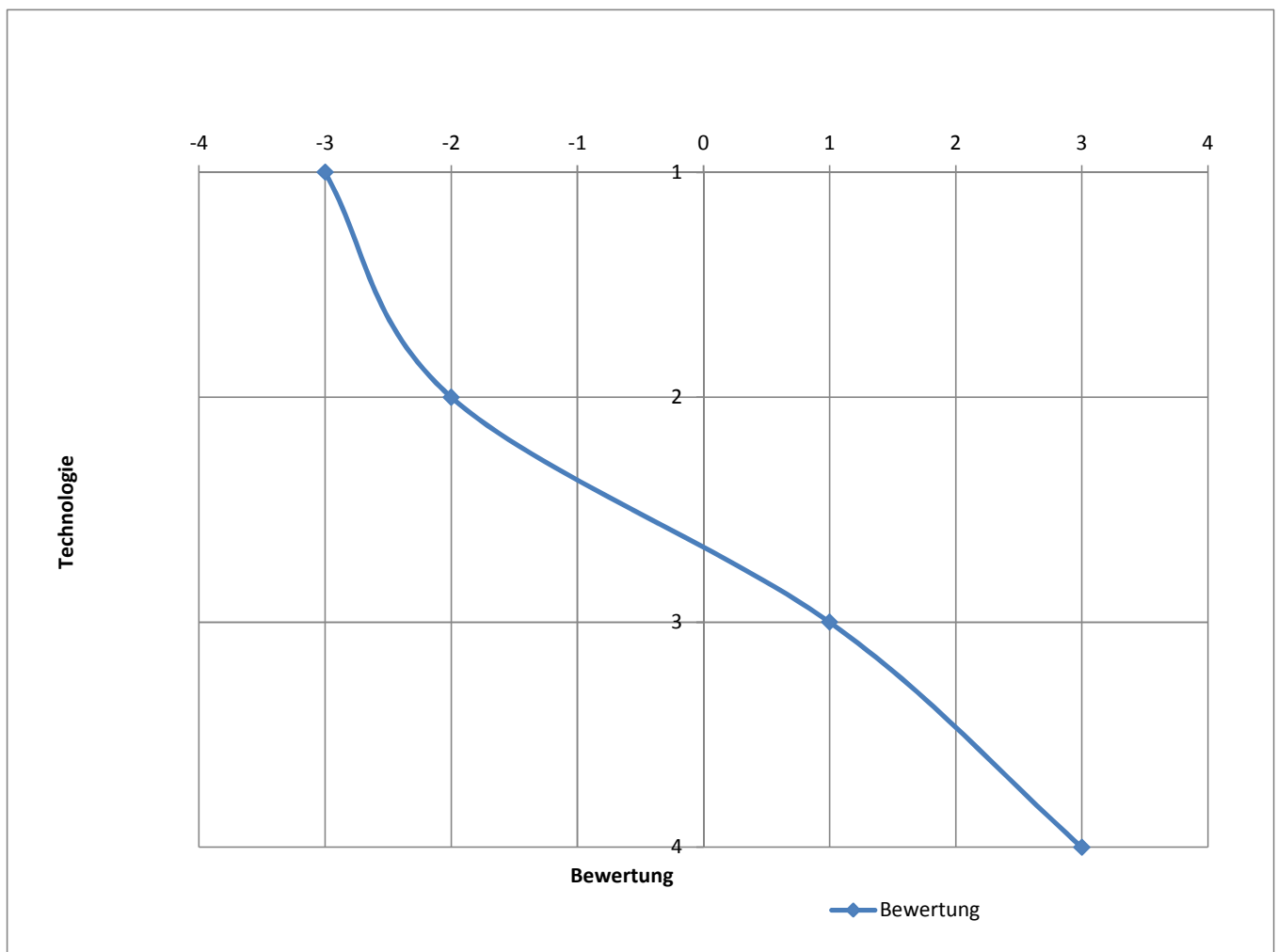


Abbildung 9: Stärken/Schwächenanalyse: Kühlung von Schaltschränken

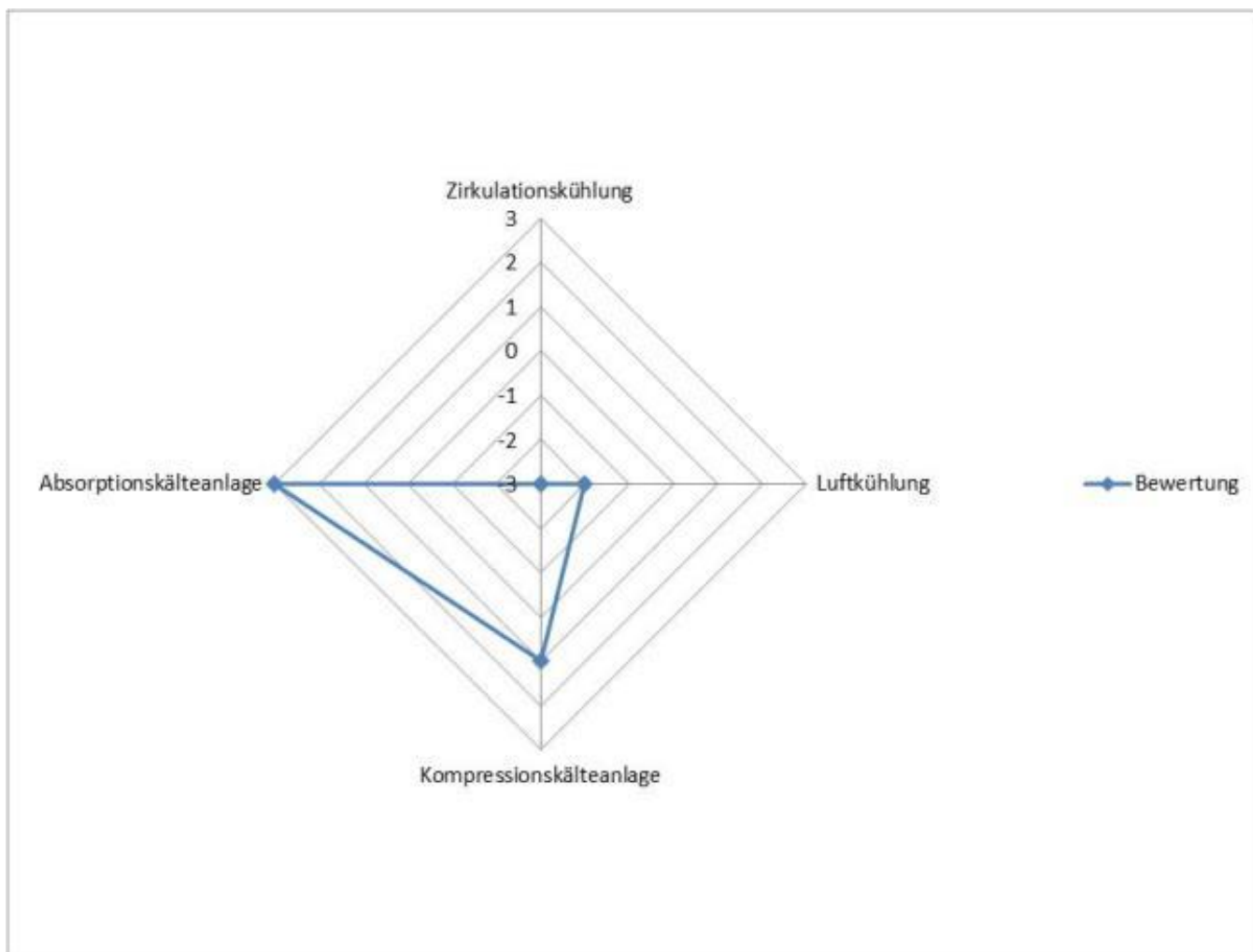


Abbildung 10: Spinnennetzdarstellung für die Kühlung der Schaltschranke

In weiterer Folge wurde ein Stärken/Schwächenanalyse der Möglichkeiten der Schaltschrankkühlung mit einer Kompressions- oder Absorptionskälteanlage anhand von definierten Kriterien durchgeführt.

Tabelle 4: Stärken/Schwächenanalyse für Kompressions- und Absorptionskälteanlagen

Nr.	Kriterium	KKA	AKA	Abstand	Bemerkung
1	Verfügbarkeit der Energie	-3	3	6	Für den Betrieb der AKA steht Wärme aus dem Heißwasserkreis (Abwärme aus dem HBO) zur Verfügung. Die KKA wird mit Strom betrieben.
2	Energiebedarf	0	0	0	Um die erforderliche Kälteleistung zu erzeugen ist das Primärenergieäquivalent identisch
3	Energieeffizienz	0	3	3	Aufgrund der Tatsache, dass die Kühlung der Schaltschranke durch Abwärme erfolgt, ist die Energieeffizienz (da keine Umwandlungsverluste) bei der AKA als höher einzuschätzen als bei der KKA
4	Steuerung, Fehlfunktion	0	0	0	Hängt im Wesentlichen von der Ausführung ab, kann in beiden Fällen zu Fehlfunktionen führen

Nr.	Kriterium	KKA	AKA	Abstand	Bemerkung
5	Material, Kosten	1	2	-1	Die Lebensdauer kann als identisch betrachtet werden. Die Anschaffungskosten sind bei der KKA niedriger, dafür aber die laufenden Kosten (Instandhaltung höher), die Antriebsenergie steht jedoch ohne zusätzlichen Kostenaufwand zur Verfügung
6	Bedienung, Mensch	0	0	0	Automatisierte Steuerung und Regelung bei beiden Systemen
7	Umgebung, Klima	0	0	0	Kein Einfluss
8	Aufwand für Umsetzung	2	1	1	Bei der AKA ist eine Einbindung in das Heißwassersystem erforderlich und ein Backup-System im Falle des Ausfalls der Heißwasserproduktion beim HBO, ein Notstromsystem ist bereits installiert
9	Arbeitsbedingung für Mitarbeiter	0	0	0	Keine Relevanz
10	Aufwand für Regelung, Messung	0	0	0	Identisch für beide Technologien

In Abbildung 11 wird das Ergebnis der Stärken/Schwächenanalyse für die Kühlung der Schaltschränke mit einer Absorptions- bzw. Kompressionskälteanlage dargestellt.

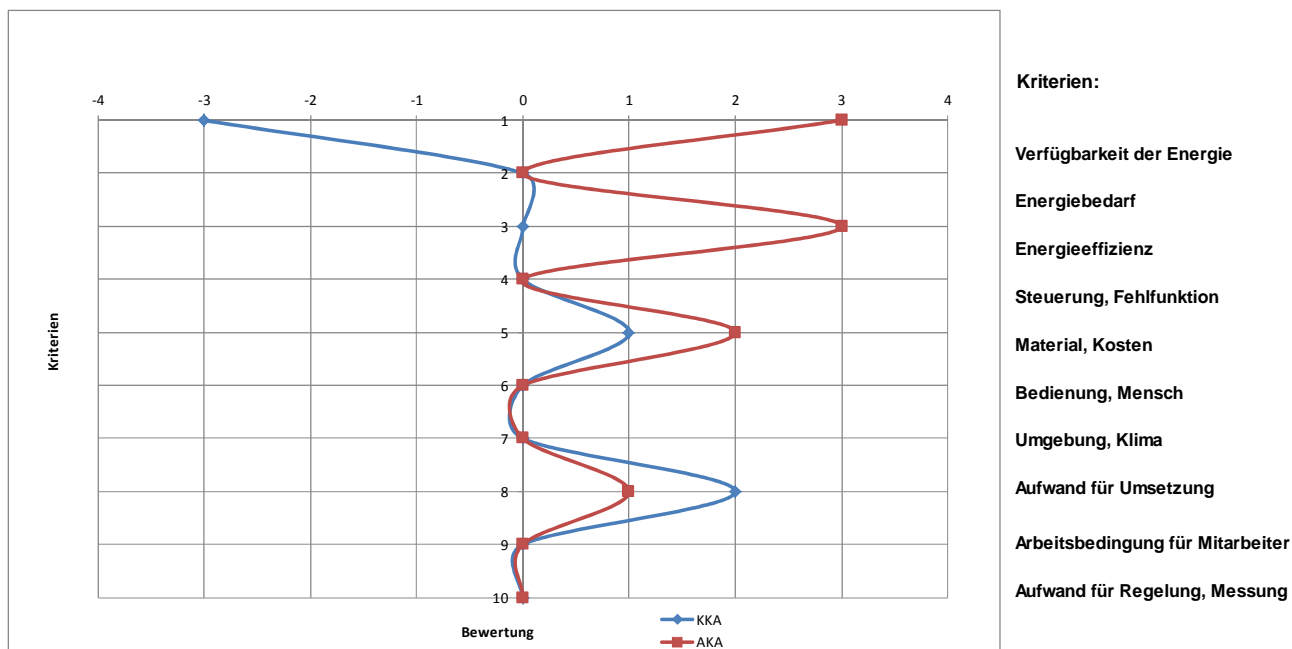


Abbildung 11: Stärken/Schwächenanalyse für Kompressions- und Absorptionskälteanlagen zur Kühlung der Schaltschränke

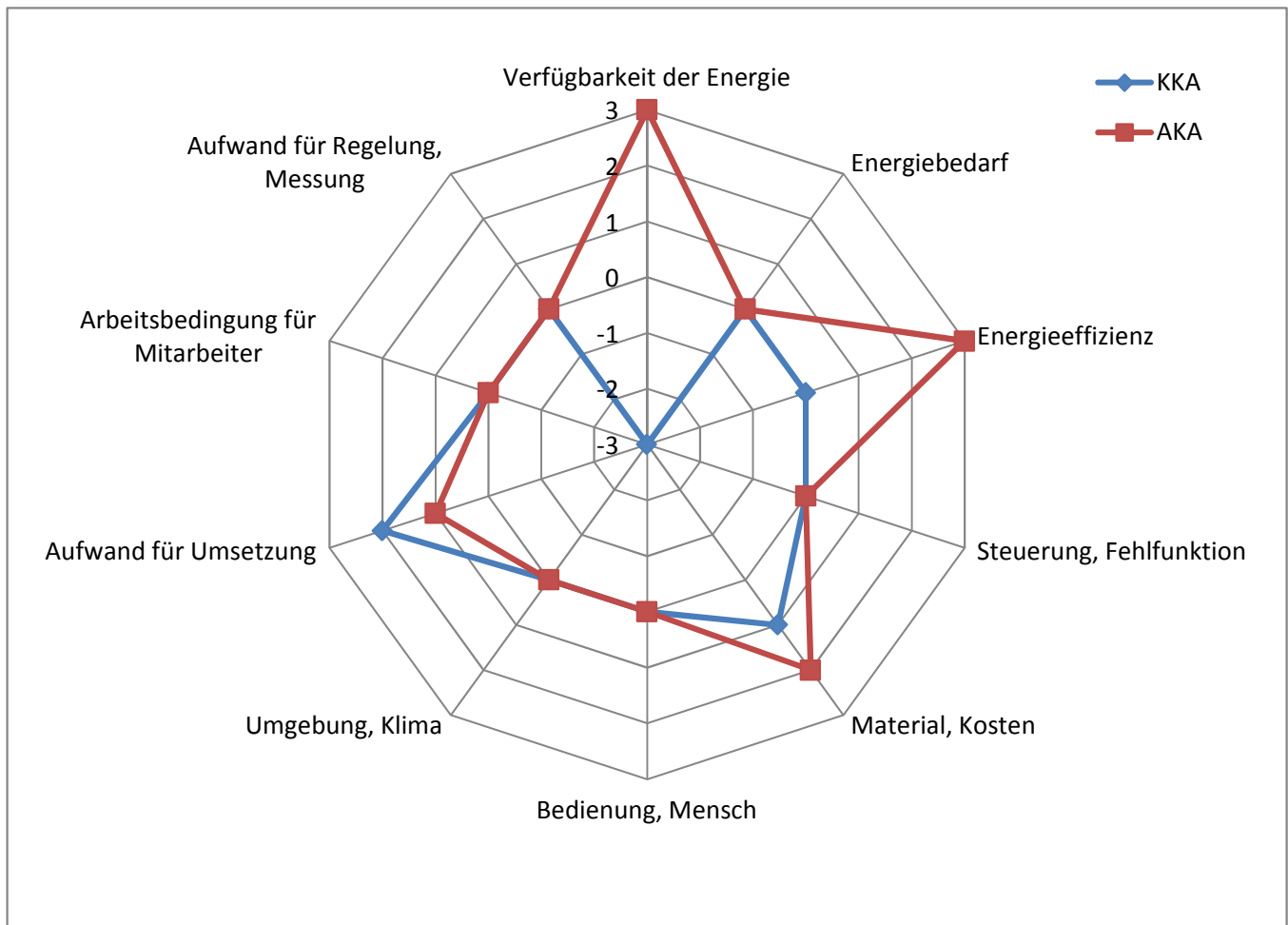


Abbildung 12: Spinnennetzdarstellung für Kompressions- und Absorptionskälteanlagen zur Kühlung der Schaltschränke

## Kühlwasseroptimierung

### Modell Kühlwasserbilanz

Die Modellierung des Temperaturanstiegs im Kühlwasser wurde auf Basis folgender Daten durchgeführt. Die Berechnung des Temperaturanstiegs erfolgte immer im Intervall von 1 Stunde für Perioden von 8 Stunden entsprechend den Schichten.

- Zusatzwasser [m³/h]: Mittelwert im Zeitraum
- Sockelkühlung 90,00 [m³/h]: Wurde konstant verwendet
- Längsbecken: Speichervolumen 6.000,00 [m³]
- Zusatzwassertemperatur [°C]: Häufigkeitsverteilung im Bilanzzeitraum
- Verdunstungsmenge an der Oberfläche des Längsbeckens: 0,15 [kg/m²h]
- Oberfläche Längsbecken: 1.900,00 [m²]
- Verdampfung: 15,00 [m³/h] konstant (lt. Studie B.a.r.b.a.r.a)
- Wärmeeintrag
  - o Strom: 1.700 kW aus Pumpenleistung, Walzgerüste je nach Dimension (für 23 mm 16 Walzgerüste, 5-6 mm 28 Walzgerüste, á 375 kW Antriebsleistung)



- Wärme: Berechnet auf Basis der produzierten Menge und des Erdgaseinsatzes im Zeitraum. Es wurde ein  $\Delta t$  von 200 °C (1.100 °C auf 900 °C) berücksichtigt.

In Tabelle 5 werden die Basisdaten für die Berechnung dargestellt.

Tabelle 5: Basisdaten für die Berechnung des Temperaturanstiegs

Datum	Schicht	T0 [°C] <sup>1</sup>	Stahl Leistung [kW]	Q2 [m <sup>3</sup> ] <sup>2</sup>	T2 [°C] <sup>3</sup>
27.02.2014	14-22 Uhr	21,58	6.527,77	443,45	10,93
03.03.2014	14-22 Uhr	23,38	4.201,38	441,35	11,23
04.03.2014	14-22 Uhr	23,47	3.854,16	441,47	11,04
05.03.2014	14-22 Uhr	22,55	3.916,66	442,38	12,40
06.03.2014	14-22 Uhr	23,16	4.201,38	436,98	12,17

In den nachfolgenden Abbildungen werden die Ergebnisse der Berechnung dargestellt. Der durchschnittliche Anstieg der Kühlwassertemperatur beträgt 0,10 – 0,17 °C pro Stunde. Dieses Ergebnis deckt sich gut mit den aufgezeichneten Messwerten.

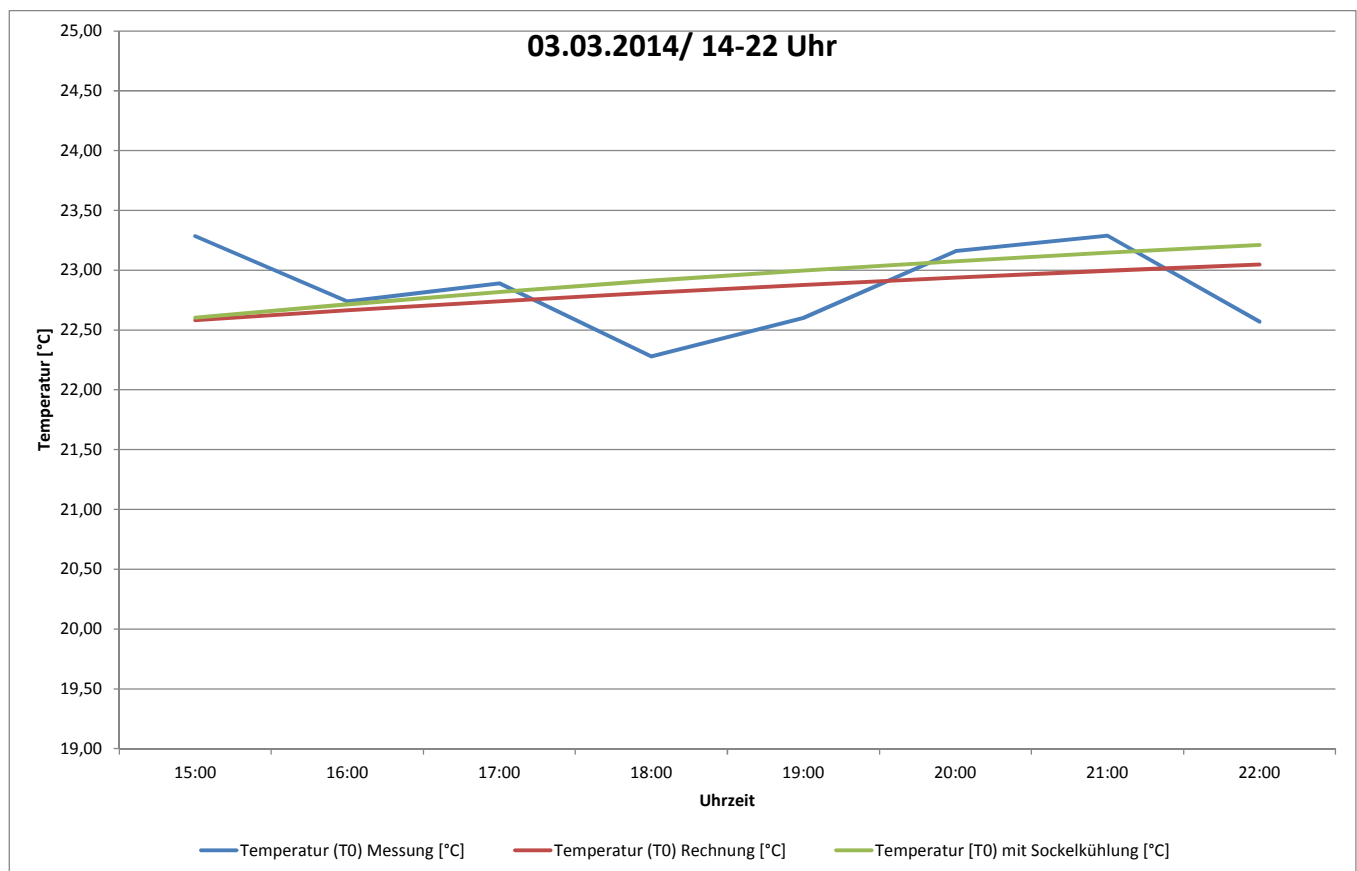


Abbildung 13: Temperaturanstieg am 03.03.2014/14-22 Uhr

<sup>1</sup> Starttemperatur

<sup>2</sup> Zusatzwasser: Mittelwert im Zeitraum

<sup>3</sup> Zusatzwasser: Häufigkeitsverteilung im Bilanzzeitraum

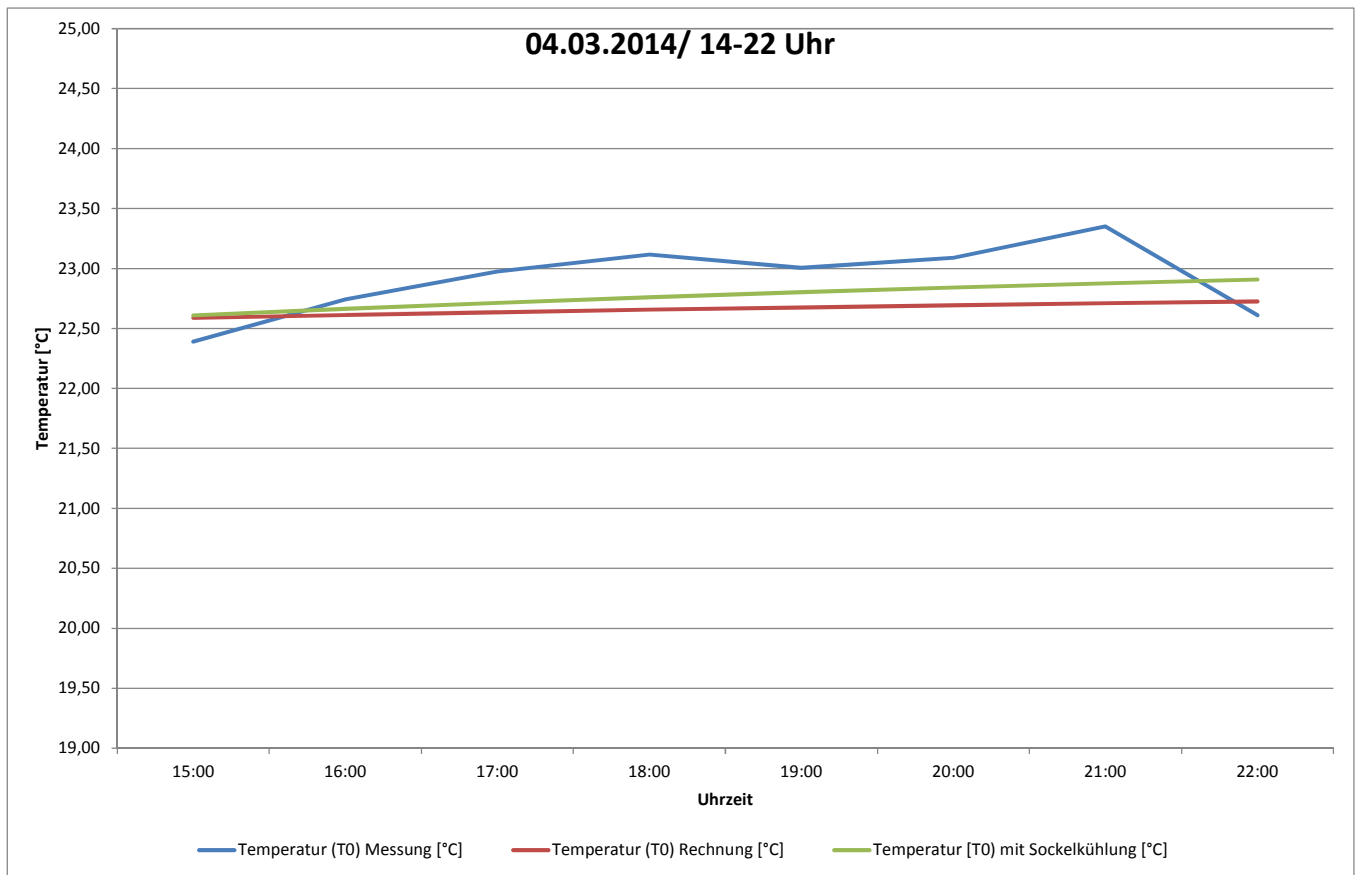


Abbildung 14: Temperaturanstieg am 04.03.2014/ 14-22 Uhr

Im Vergleich zum beschriebenen Kühlwassermodell wurde vom Technischen Büro Ing. Horst Schneider GmbH ebenfalls eine Kühlwasserbilanz erstellt.

Ziel der Expertise war es, die Berechnung des bestehenden Wärmeeintrages in die 3 Zunderbecken und den damit verbundenen Temperaturanstieg des Kühlwassers darzustellen.

In dieser Studie wurde ein Temperaturanstieg im selben Zeitraum von 1,2 – 1,79 °C ermittelt. Die Menge des Zusatzwassers wurde mit 530 m<sup>3</sup>/h angenommen. Die weiteren Daten wurden aus der Betriebsdatenerfassung übernommen.

Die Abweichung der beiden Berechnungsmodelle lässt sich dadurch erklären, dass bei der Bilanz in den nachfolgenden Abbildungen die Verdunstungswärme nicht berücksichtigt wurde. In den nachfolgenden Abbildungen werden die Ergebnisse dargestellt.

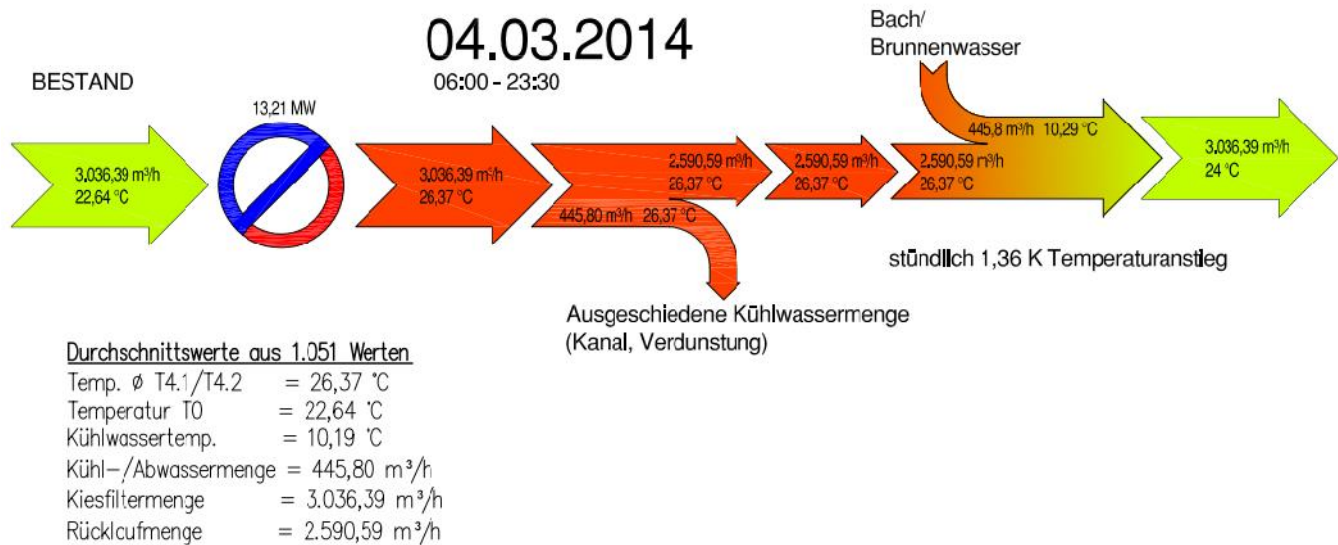


Abbildung 15: Temperaturanstieg 04.03.2014<sup>4</sup>

## Forschungsbedarf

Der weitere Forschungsbedarf ist in der dynamischen Simulation und Modellierung des Kühlwasserbedarfs zu sehen bzw. sollte das zukünftige Modell mit aktuellen Daten aus der Betriebsdatenerfassung verknüpft werden. In einem ersten Schritt wurde auf Basis des im MS Excel erstellten Modells versucht, die Simulation des Kühlwasserbedarfs im Sommerbetrieb durchzuführen. In den nachfolgenden Abbildungen werden die Ergebnisse dargestellt. Für die Simulation wurden folgende Parameter verändert:

- Für die Simulation des Temperaturanstiegs im Kühlwasserkreis wurde für den Sommer eine Zusatztemperatur von 20 °C angenommen. Dieser Mittelwert entspricht den im Sommer 2013 gemessenen Temperaturen.
- Weiters wurde für die Optimierung des Kühlwassersystems auch eine Annahme in Hinblick auf die Reduktion der Wassermengen berechnet. Die Zusatzwassermengen wurden um 50 % reduziert.
- Die Wassermenge aus der Sockelkühlung wurden von bisher 90 m³/h auf 180 m³/h erhöht. Diese erhöhte Wassermenge ist nach dem Umbau bzw. Erweiterung der bestehenden Glüherei zu erwarten.

Die Basisdaten in Hinblick auf die Produktionsmengen wurden belassen.

Bei der Reduktion des Zusatzwassers steigt die Temperatur um ca. 2 °C mehr als im Vergleich zu den derzeit zugeführten Wassermengen. In den nachfolgenden Abbildungen werden die Ergebnisse dargestellt.

<sup>4</sup> Quelle: Technisches Büro Ing. Horst Schneider

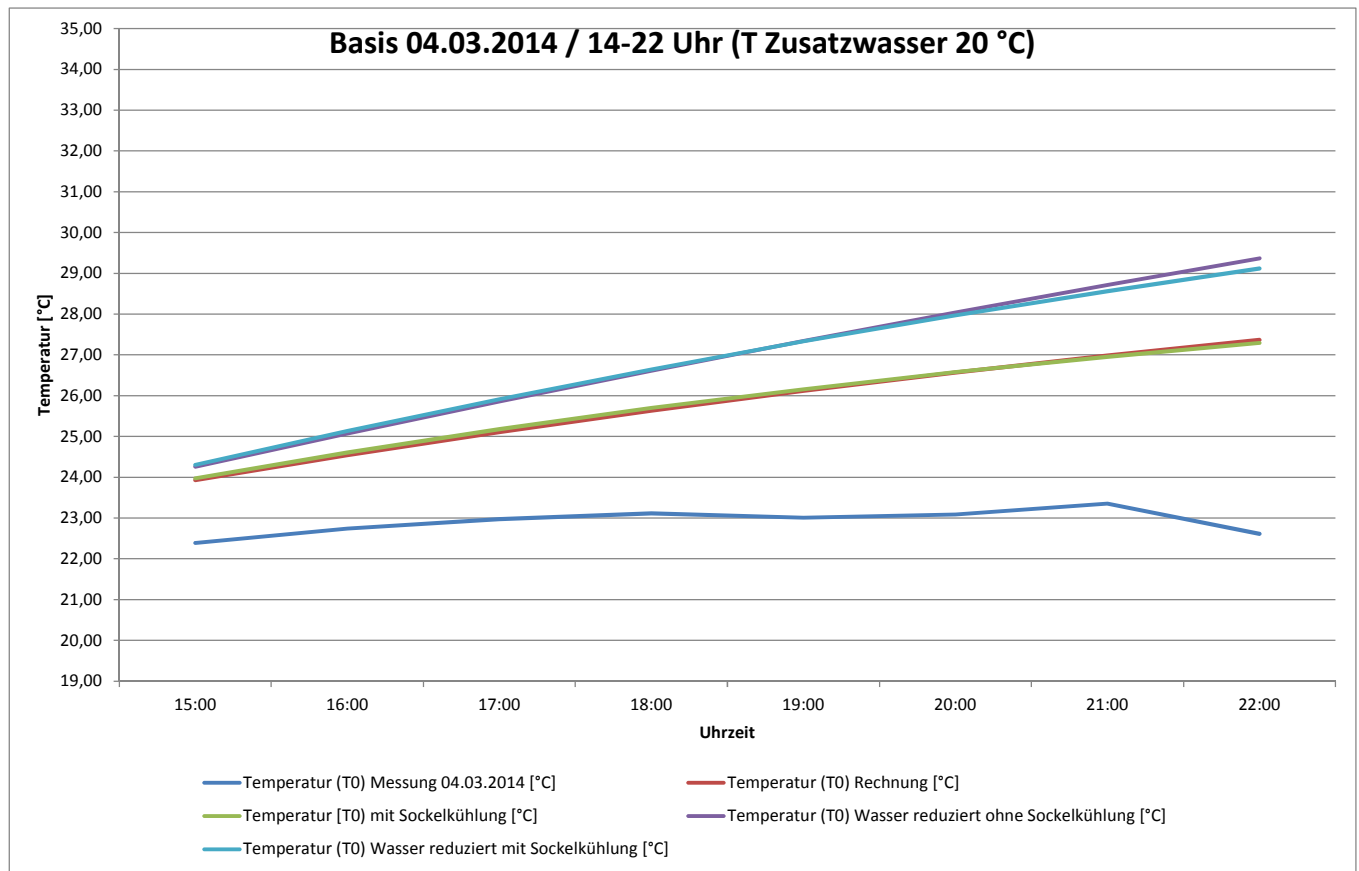


Abbildung 16: Simulation Temperaturanstieg Basisdaten 04.03.2014/ 14-22 Uhr

## Freiplatzheizung

### Stärken/Schwächenanalyse

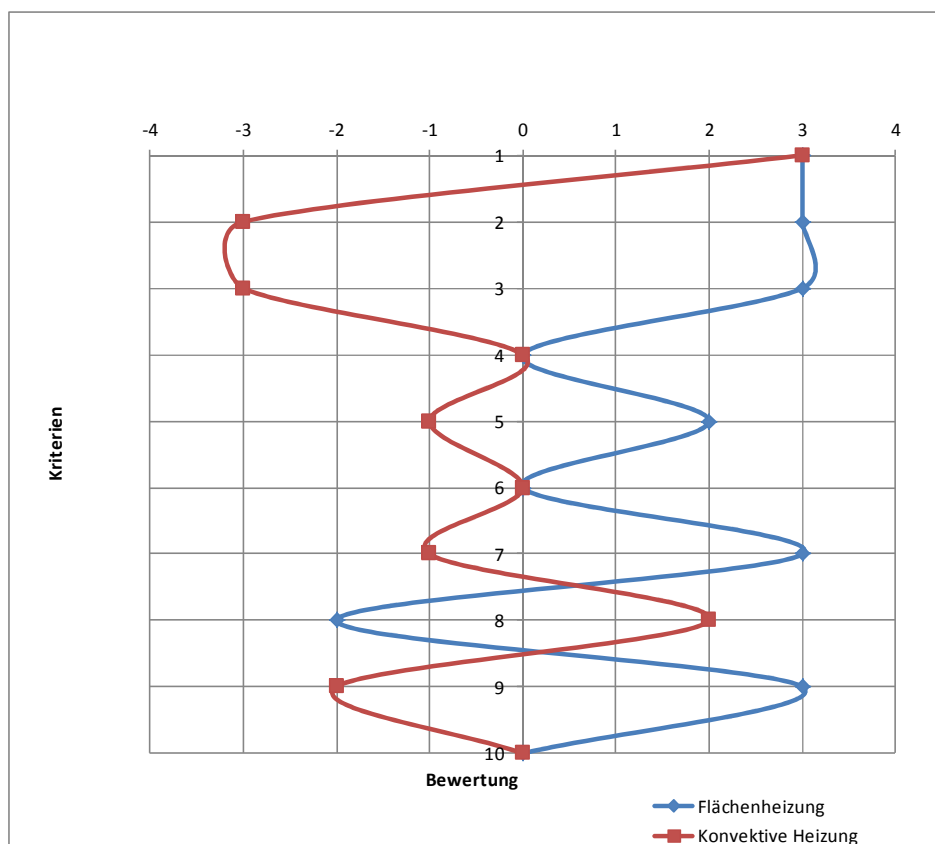
In Tabelle 6 wird die Stärken/Schwächenanalyse für die Beheizung des Freiplatzes anhand der festgelegten Kriterien dargestellt.

Tabelle 6: Stärken/Schwächenanalyse für die Freiplatzbeheizung

Nr.	Kriterium	Flächen- heizung	Konvektive Heizung	Ab- stand	Bemerkung
1	Verfügbarkeit der Energie	3	3	0	Für beide Technologien wird die Wärme aus dem Heißwasserkreis (Abwärme aus dem HBO) verwendet
2	Energiebedarf	3	-3	6	Die Berechnung zeigt, dass der Energiebedarf für die konvektive Beheizung deutlich höher liegt als bei der Flächenheizung
3	Energieeffizienz	3	-3	6	Mit deutlich weniger Energie kann mit einer Flächenheizung dieselbe Wirkung erzielt werden, kein zusätzlicher Energieaufwand für Ventilatoren bei der Flächenheizung
4	Steuerung, Fehlfunktion	0	0	0	Hängt im Wesentlichen von der Ausführung ab, kann in beiden Fällen zu Fehlfunktionen führen

Nr.	Kriterium	Flächenheizung	Konvektive Heizung	Abstand	Bemerkung
5	Material (Langlebigkeit)	2	-1	3	Konvektive Heizungslüfter sind den Witterungsbedingungen ausgesetzt
6	Bedienung, Mensch	0	0	0	Einflussmöglichkeiten bestehen je nach Ausführung der Regelung und Steuerung
7	Umgebung, Klima	3	-1	4	Mit der Flächenheizung wird der Vorplatz frei von Schnee und Eis gehalten, was zu verbesserten Arbeitsbedingungen und Arbeitssicherheit führt
8	Aufwand für Umsetzung	-2	2	4	Deutlich höherer Aufwand für die Umsetzung der Flächenheizung
9	Arbeitsbedingung für Mitarbeiter	3	-2	5	Keine zusätzliche Luftbewegung bei der Flächenheizung, siehe auch „Umgebung und Klima“
10	Aufwand für Regelung, Messung	0	0	0	Identisch für beide Technologien

In Abbildung 17 und Abbildung 18 wird das Ergebnis der Stärken/Schwächenanalyse für die Freiplatzheizung dargestellt.



**Kriterien:**

Verfügbarkeit der Energie

Energiebedarf

Energieeffizienz

Steuerung, Fehlfunktion

Material

Bedienung, Mensch

Umgebung, Klima

Aufwand für Umsetzung

Arbeitsbedingung für Mitarbeiter

Aufwand für Regelung, Messung

Abbildung 17: Stärken/Schwächenanalyse Freiplatzheizung

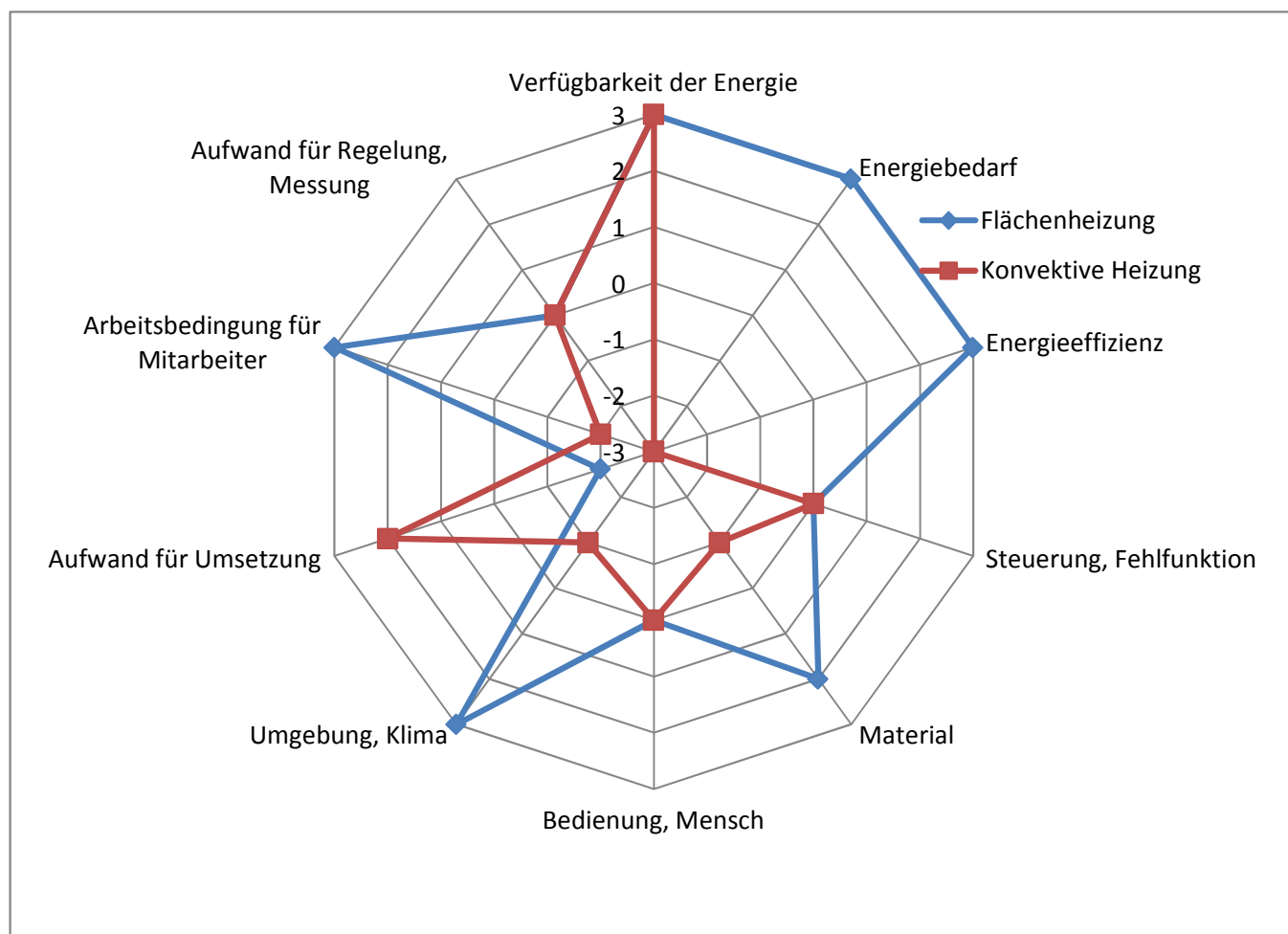


Abbildung 18: Spinnennetzdarstellung

### 3.4 Auswertung und Zusammenführung

Im Rahmen dieses Arbeitspakets wurden die Ergebnisse aus den vorangegangenen Arbeitspaketen evaluiert, zusammengefasst und die nächsten Schritte in Bezug auf weitere Forschungstätigkeiten festgelegt. Weiters werden die Vorschläge soweit als möglich unter ökonomischen Gesichtspunkten betrachtet und das weitere Vorgehen bei der Optimierung des Energiebedarfs zusammengefasst. In Tabelle 7 werden die Ergebnisse der vorangegangenen Arbeitspakete zusammengefasst.

Tabelle 7: Zusammenfassung der Ergebnisse der Arbeitspakete 1 - 3

AP Nr.	Zusammenfassung	Ergebnis
1	Die Ist-Situation der Datenerfassung wurde erhoben und Systemanalysen wurden durchgeführt	Die Datenerfassung und Datenübertragung wird größtenteils mit den bestehenden Systemen abgedeckt. In einzelnen Bereichen sind zusätzliche Messstellen zu installieren, um an Rechenmodellen weiterarbeiten zu können. Dies wurde im Bereich des Nutzwassers deutlich.
2	Ein Soll-Ist Vergleich und eine Auflistung der Lücken wurden durchgeführt (vgl. Tabelle 1). Auf dieser Basis wurden Themen für die Expertenworkshops und Expertisen erarbeitet. Bei der Themenwahl wurden aktuelle Fragestellungen, welche sich im Zuge der neuen Walzstraße ergaben, berücksichtigt.	<p>Katalog für die Expertenworkshops wurde erstellt.</p> <p>Mit der Auflistung der Lücken wurde weiter deutlich, dass sich die Fragestellungen nicht, wie ursprünglich angenommen, auf die Sensorauswahl und Datenübertragung beziehen, sondern auf Rechenmodelle, Vorhersage von Medienverbräuchen und Visualisierung von Daten.</p> <p>Auf dieser Basis wurde deshalb beschlossen, einen Fokus auf die Aufbereitung des Nutzwassers zu legen und versucht als Rechenmodell das Nutzwasser darzustellen, da in diesem Bereich Energieeinsparungspotenziale zu sehen sind.</p> <p>Weitere Expertenworkshops wurden festgelegt.</p> <p>Im Zuge der Erhebung der Ist-Situation wurden weitere Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz identifiziert.</p>
3	<p>Folgende Workshops/Expertisen wurden durchgeführt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Transformatoren und Schaltschrankkühlung</li> <li>– Nutzwasseroptimierung</li> <li>– Freiplatzbeheizung</li> </ul>	<p>Folgende weiterführende Forschungsthemen wurden identifiziert:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Schaltschrankkühlung mit Absorptionswärmepumpen</li> <li>– Modellierung des Nutzwasserverbrauchs mit Rechenmodellen</li> <li>– Visualisierung des Energieverbrauchs zeitnah</li> </ul> <p>Bezüglich Schaltschrankkühlung mit Absorptionswärmepumpen wären als nächster Schritt folgende Möglichkeiten zu betrachten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Installation einer großen Absorptionswärmepumpe oder mehrerer kleiner Anlagen</li> <li>– Wie kann die kaskadische Nutzung des Heißwassers (Eintritt in die AWP bei ca. 100 °C und Austritt bei 85 °C aussehen? Welche Verbraucher können sinnvollerweise mit diesem Temperaturniveau versorgt werden und zwar ganzjährig?</li> <li>– Risikoanalyse der Installation und Bewertung der Risiken, sowie eine Ausarbeitung von Strategien zur Bewältigung der Risiken</li> <li>– Betrachtung der Wirtschaftlichkeit im Vergleich zur Installation von Kompressionskälteanlagen</li> </ul> <p>Im Zusammenhang mit der Modellerstellung für das Nutzwasser wurde deutlich, dass in Hinblick auf die Modellierung eine Prozessgröße (Verdampfung bei der Kühlung der Umformwerkzeuge und Walzdrahtkühlung) entscheidend ist. Diese Prozessgröße wurde in einem Modell berücksichtigt, in der zweiten Betrachtung jedoch nicht. Die Abweichung von den ermittelten Messwerten bei nicht Berücksichtigung der Verdunstungswärme ist in diesem Fall größer als 1 °C. Die angegebene Verdunstungsmenge stützt sich auf eine ältere Studie, welche sich ebenfalls mit der Optimierung des Nutzwassers befasst.</p>

## 4 Ergebnisse und Schlussfolgerungen

### 4.1 System- und Prozessanalyse

Die Ist-Situation der Datenerfassung wurde analysiert und dargestellt. Eine Systemanalyse nach Vester von großen Medienverbrauchern wie Hubbalkenofen, Glühofen und Nutzwasser durchgeführt.

Das Ergebnis der Systemanalyse des Nutzwassers machte deutlich, dass als kritische Parameter der Durchfluss, die Pumpenleistung, die Regelung der Pumpen und der Druckverlust zu sehen sind. Auf den Durchfluss kann durch die Regelung der Pumpen Einfluss genommen werden.

Die Regelung der Pumpen kann durch die weitere Installation von Frequenzumrichtern optimiert und Energieeinsparungen erzielt werden. Die installierte Pumpenleistung beträgt derzeit ca. 1.700 kW und ist für die umgewälzten Wassermengen ausreichend. Die Durchflussregelung sollte temperaturabhängig gestaltet werden. Aufgrund des Ergebnisses wurde in den nachfolgenden Arbeitspaketen auf Basis dieser Ergebnisse weiter gearbeitet.

### 4.2 Gap-Analyse

In Tabelle 8 wird das Ergebnis der Gap-Analyse dargestellt. Die Ist-Situation sowie der gewünschte Zustand wurden in Hinblick auf folgende Fragestellungen analysiert:

- Messdaten zum Energieverbrauch und Leistungen
- Prozessdaten für Prozessmodelle zur Berechnung von Verbräuchen
- Datenerfassung
- Datenfluss und –verarbeitung sowie Berichtswesen
- Datenfluss zur Identifikation von Optimierungsansätzen zur operativen und strategischen Reduktion des Energieeinsatzes von Wärme und Strom
- Prozessmodelle für die Prognose des Energieeinsatzes in Abhängigkeit des Produktionsprogramms sowie der Energiekosten

Tabelle 8: Zusammenfassung Gap-Analyse

Ist-Situation	Gap
<b>Messdatenerfassung</b> Die Erfassung der Messdaten erfolgt mit WinCC (Siemens). Die Messdaten werden entweder von elektronischen Zählern erfasst oder vor Ort abgelesen.	– Automatisierte Erstellung von Kennzahlen und Ausarbeitung von Regelstrategien, sowie automatisierte Erstellung von Berichten – Darstellung in Abhängigkeit der Betriebszustände – Zusätzliche Installation von Messstellen
<b>Datenfluss und Verarbeitung</b> Es wird ein monatliches Energiecontrolling durchgeführt. Die erfassten Verbrauchsmengen werden in eine Excel Arbeitsmappe übertragen. Kennzahlen für die eingesetzten Medien werden gebildet.	– Automatisierung der zeitnahen Datenweiterverarbeitung und Visualisierung, Erstellung von Kennzahlen und automatisierte Generierung von Berichten – Eine geeignete Visualisierungsmethode ist zu definieren
<b>Optimierungspotenziale</b> im Bereich der	– Erstellung von Datenmodellen,



Ist-Situation	Gap
Medienversorgung werden in Form von Projekten ausgearbeitet.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– kontinuierliche Bildung von Kennzahlen und automatisierter Abgleich entweder mit Benchmarkwerten oder vordefinierter Kennzahlen</li> <li>– Erstellung von Analysemodellen</li> <li>– Detailanalyse von Bereichen für Abwärmenutzung</li> </ul>
<p><b>Prognose des Energieverbrauchs und der Energiekosten</b></p> <p>Eine Prognose wird derzeit auf Basis der Vergleichszeiträume und der Auftragslage abgeschätzt</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Automatisierte und laufende Erstellung einer Energiebedarfsprognose auf Basis der Produktionsplanung und von hinterlegten Kennzahlen entsprechend dem Produktionsmix</li> <li>– Erstellung eines Prognosemodells</li> </ul>

### 4.3 Expertenworkshops

Bezüglich Schaltschrankkühlung mit Absorptionswärmepumpen bleiben folgende Fragestellungen offen:

- Installation einer großen Absorptionswärmepumpe oder mehrerer kleiner Anlagen
- Wie kann die kaskadische Nutzung des Heißwassers (Eintritt in die AWP bei ca. 100 °C und Austritt bei 85 °C aussehen? Welche Verbraucher können sinnvollerweise mit diesem Temperaturniveau versorgt werden und zwar ganzjährig?
- Risikoanalyse der Installation und Bewertung der Risiken, sowie eine Ausarbeitung von Strategien zur Bewältigung der Risiken
- Betrachtung der Wirtschaftlichkeit im Vergleich zur Installation von Kompressionskälteanlagen

Im Zusammenhang mit der Modellerstellung für das Nutzwasser wurde deutlich, dass in Hinblick auf die Modellierung eine Prozessgröße (Verdampfung bei der Kühlung der Umformwerkzeuge bzw. Walzdrahtkühlung) entscheidend ist. Diese Prozessgröße wurde in einem Modell berücksichtigt, in der zweiten Betrachtung jedoch nicht (vgl. Kapitel 0).

Die Abweichung von den ermittelten Messwerten bei nicht Berücksichtigung der Verdunstungswärme liegt bei mehr als 1 °C pro Stunde.

Die angegebene Verdunstungsmenge stützt sich auf eine ältere Studie, welche sich ebenfalls mit der Optimierung des Nutzwassers befasst. Die Verifikation der Aussage, dass 15 m<sup>3</sup>/h des Kühlwassers bei der Kühlung der Umformwerkzeuge bzw. Walzdrahtkühlung verdunsten, konnte im Rahmen dieses Projekts nicht weiter verifiziert werden. Verdunsten 15 m<sup>3</sup>/h Wasser in diesem Prozessschritt bedeutet dies eine Wärmeabfuhr von ca. 9 MW.

### 4.4 Auswertung und Zusammenführung

#### Schaltschrankkühlung mit Absorptionswärmepumpen

Nächste Schritte:

- Erstellung von Konzepten für 2 Varianten in Bezug auf die Absorptionswärmepumpe und Ermittlung der Investitionskosten für beide Varianten:
  - Installation mehrerer kleiner Anlagen
  - Installation einer großen Anlagen
- Vergleich dieser beiden Varianten in Bezug auf effizienten Energieeinsatz und optimierte Einbindungsmöglichkeiten in die bestehende Infrastruktur
- Detailplanung für die kaskadische Nutzung des Heißwassers (Eintritt in die AWP bei ca. 100 °C und Austritt bei 85 °C). Dabei sollte berücksichtigt werden, welche Verbraucher sinnvollerweise über das ganze Jahr mit dieser Wärme auf diesem Temperaturniveau versorgt werden können (z.B. Beizerei)
- Erstellung eines Konzepts für die Regelung
- Risikoanalyse der Installation und Bewertung der Risiken sowie eine Ausarbeitung von Strategien zur Bewältigung der identifizierten Risiken
- Auswahl eine der Varianten und Vergleich der Wirtschaftlichkeit mit der Installation einer Kompressionskälteanlage

#### Kühlwassermodell

Nächste Schritte:

Im ersten Schritt sollte die vorliegende Studie in Hinblick auf die Verdampfung von 15 m<sup>3</sup>/h an Wasser verifiziert oder der Einsatz von Hochdruckwasser für die Kühlung der Umformwerkzeuge (Walzen, Walzringe) bzw. Walzdrahtkühlung betrachtet werden.

In weiterer Folge sollte das entwickelte Modell weitere verbessert werden. Das im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Modell berechnet für die Elemente Pumpenhaus, Walzstraße, Sedimentationsbecken und die Split- und Mischpunkte die Massen- und Energiebilanzen. Es berechnet, ausgehend von einem Startwert für die Kühlwassertemperatur im Kreislauf, für einen quasistationären Betrieb mit Durchschnittsproduktionsdaten für einzelne Schichten die Temperaturverläufe im Stundenintervall, in Abhängigkeit von den eingebrachten Energien im Walzgut und als Antriebsenergie bis zu einer beliebigen Gesamtdauer.

Dieses Modell sollte verfeinert werden, um die Eingabe von Dimensionsänderungen, Unterbrechungen etc. in den einzelnen Zeitscheiben zu ermöglichen und somit realistische Verläufe ganzer Tage oder längerer Perioden zu simulieren. Weiters sollte das Modell für die Walzstraße in Detailmodelle für die einzelnen Walzgerüste und die Kühlung der Umformwerkzeuge (Walzen, Walzringe) bzw. Walzdrahtkühlung unterteilt werden. Dann könnte es für Parameterstudien zur Optimierung der eingesetzten Kühlwassermenge, zur Optimierung der umgepumpten Wassermengen und damit der Pumpenergie eingesetzt werden. So entstünde auch ein wertvolles Instrument zur Schulung der

Anlagenfahrer und als Basis zur Entwicklung von Regelmodellen zum bedarfsgerechten Kühlwassereinsatz an den einzelnen Walzgerüsten in Abhängigkeit der Wasserablauftemperaturen.

Im ersten Schritt konnte bereits eine Einsparung des Zusatzwassers von ca. 67m<sup>3</sup>/h erreicht werden und eine Stromeinsparung von ca. 300.000 kWh pro Jahr eingespart werden. Durch eine weitere Optimierung der Kühlwasserregelung kann diese Einsparung zumindest verdoppelt werden.

## 5 Ausblick und Empfehlungen

Weiterführende Forschungsaktivitäten sind basierend auf den Projektergebnissen in den Bereichen der Entwicklung von Prozessmodellen zur Abschätzung von zukünftigem Energiebedarf basierend auf aktuellen Produktionsdaten zu sehen.

Folgende weiterführende Forschungsthemen wurden identifiziert:

- Schaltschrankkühlung mit Absorptionswärmepumpen
- Modellierung des Nutzwasserverbrauchs mit Rechenmodellen
- Visualisierung des Energieverbrauchs zeitnah

Bezüglich Schaltschrankkühlung mit Absorptionswärmepumpen wären als nächster Schritt folgende Möglichkeiten zu betrachten:

- Installation einer großen Absorptionswärmepumpe oder mehrerer kleiner Anlagen
- Wie kann die kaskadische Nutzung des Heißwassers (Eintritt in die AWP bei ca. 100 °C und Austritt bei 85 °C) aussehen? Welche Verbraucher können sinnvollerweise mit diesem Temperaturniveau versorgt werden und zwar ganzjährig?
- Risikoanalyse der Installation und Bewertung der Risiken sowie eine Ausarbeitung von Strategien zur Bewältigung der Risiken
- Betrachtung der Wirtschaftlichkeit im Vergleich zur Installation von Kompressionskälteanlagen

Im Zusammenhang mit der Modellerstellung für das Nutzwasser wurde deutlich, dass in Hinblick auf die Modellierung eine Prozessgröße (Verdampfung bei der Kühlung der Umformwerkzeuge bzw. Walzdrahtkühlung) entscheidend ist. Diese Prozessgröße wurde in einem Modell berücksichtigt, in der zweiten Betrachtung jedoch nicht. Die Abweichung von den ermittelten Messwerten bei nicht Berücksichtigung der Verdunstungswärme ist in diesem Fall größer als 1 °C. Die angegebene Verdunstungsmenge stützt sich auf eine ältere Studie, welche sich ebenfalls mit der Optimierung des Nutzwassers befasst.

## 6 Literaturverzeichnis

- Al-Ghanim, A. (2003): A statistical approach linking energy management to maintenance and production factors. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 9 (1), S. 25-37.
- BGR (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe) (2009): *Energierohstoffe 2009. Reserven, Ressourcen, Verfügbarkeit*. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover.
- BMWi (2011): 2. Nationaler Energieeffizienz-Aktionsplan (NEEAP) der Bundesrepublik Deutschland. Gemäß EU-Richtlinie über Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen.
- Bunse, K.; Vodicka, M.; Schönsleben, P.; Brühlhart, M.; Ernst, F. O. (2011): Integrating energy efficiency performance in production management - gap analysis between industrial needs and scientific literature. *Journal of Cleaner Production*
- Caffal, C. (1995): Learning from experiences with Energy Management in Industry. In: Hodgson, S. (Hrsg.), *Caddet Analyses Series*, Sittard: Center for the Analysis and Dissemination of Demonstrated Energy Technologies.
- Christoffersen, L. B.; Larsen, A.; Togeby, M. (2006): Empirical analysis of energy management in Danish industry. *Journal of Cleaner Production*
- Doty, S.; Turner, W. C. (2009): *Energy management handbook*. Lilburn, GA: The Fairmont Press, Inc.
- EC (Europäische Kommission) (2009): *Reference Document on Best Available Techniques for Energy efficiency*.
- EC (Europäische Kommission) (2010a): *Energie 2020. Eine Strategie für wettbewerbsfähige, nachhaltige und sichere Energie*.
- Fleiter, T.; Worrell, E.; Eichhammer, W. (2011): Barriers to energy efficiency in industrial bottom-up energy demand models-A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*
- Gallachóir, B. Ó.; Caiman, C. (2009): *Modelling energy consumption in a manufacturing plant using productivity KPIs*. eceee 2009
- Garetti, M.; Taisch, M. (2011): Sustainable manufacturing: trends and research challenges. *Production Planning & Control*
- Gordic, D.; Babic, M.; Jovicic, N.; Sustersic, V.; Koncalovic, D.; Jelic, D. (2010): Development of energy management system - Case study of Serbian car manufacturer. *Energy Conversion and Management*, 51 (12), S. 2783-2790.
- Hasanbeigi, A.; Menke, C.; du Pont, P. (2010): Barriers to energy efficiency improvement and decision-making behavior in Thai industry. *Energy Efficiency*
- Jaffe, A. B.; Stavins, R. N. (1994): The energy-efficiency gap. What does it mean? *Energy Policy*
- Kals, J. (2010): *Betriebliches Energiemanagement: eine Einführung*. Stuttgart: Kohlhammer.

- Köwener, D. (2007): Lernende Netzwerke mit Energieeffizienztischen. In: Fichtner, W. (Hrsg.): Betriebliches Energiemanagement 2007. Berlin: dissertation.de
- Köwener, D.; Mielicke, U.; Jochem, E. (2011): Energy efficiency networks for companies - concept, achievements and prospects. In: Lindström, T.; Nilsson,
- Kumana, J. D. (2009): Meaningful energy efficiency performance metrics for the process industries. Thirty-First Industrial Energy Technology Conference, 12.15. Mai 2009, New Orleans,
- Naumoff, C.; Shipley, A. M. (2007): Industrial Energy Efficiency as a Risk Management Strategy. ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Industry
- Posch, W. (2005): Organizational Success Criteria for Effective Energy Management in an Energy Intensive International Holding Company. ACEEE Summer Study on
- Posch, W. (2011): Ganzheitliches Energiemanagement für Industriebetriebe. Wiesbaden: Gabler, Springer.
- Pye, M.; McKane, A. (2000): Making a stronger case for industrial energy efficiency by quantifying non-energy benefits. Resources, Conservation and Recycling
- Schieferdecker, B. (2007): Energierrelevante Kennziffern. Ein wirksames Tool im permanenten Betrieblichen Energiemanagement. In: Fichtner, W. (Hrsg.):
- Schieferdecker, B.; Fuenfgeld, C.; Bonneschky, A. (2006): Energiemanagement-Tools: Anwendung im Industrieunternehmen. Berlin et al.: Springer.
- Wajer, B. H.; Helgerud, H. E.; Lackner, P. (2007): Benchmarking and energy management schemes in SMEs

## 7 Anhang

### 7.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersicht Einflussvariablen HBO .....	7
Abbildung 2: Fischgrätendiagramm Energieverbrauch HBO.....	7
Abbildung 3: Identitäts-Beziehungsmatrix HBO .....	8
Abbildung 4: Auswertung Matrix HBO .....	9
Abbildung 5: Identitäts-Beziehungsmatrix Glühofen .....	10
Abbildung 6: Auswertung Matrix Glühofen.....	11
Abbildung 7: Identitäts-Beziehungsmatrix Nutzwasser .....	12
Abbildung 8: Auswertung Matrix Nutzwasser.....	13
Abbildung 9: Stärken/Schwächenanalyse: Kühlung von Schaltschränken .....	21
Abbildung 10: Spinnennetzdarstellung für die Kühlung der Schaltschränke.....	22
Abbildung 11: Stärken/Schwächenanalyse für Kompressions- und Absorptionskälteanlagen zur Kühlung der Schaltschränke.....	23
Abbildung 12: Spinnennetzdarstellung für Kompressions- und Absorptionskälteanlagen zur Kühlung der Schaltschränke.....	24
Abbildung 13: Temperaturanstieg am 03.03.2014/14-22 Uhr.....	25
Abbildung 14: Temperaturanstieg am 04.03.2014/ 14-22 Uhr.....	26
Abbildung 15: Temperaturanstieg 04.03.2014 .....	27
Abbildung 16: Simulation Temperaturanstieg Basisdaten 04.03.2014/ 14-22 Uhr.....	28
Abbildung 17: Stärken/Schwächenanalyse Freiplatzheizung.....	29
Abbildung 18: Spinnennetzdarstellung .....	30

### 7.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Gap-Analyse .....	14
Tabelle 2: Ansätze zur Steigerung der Energieeffizienz.....	18
Tabelle 3: Bewertung der Technologien für die Schaltschrankkühlung .....	20
Tabelle 4: Stärken/Schwächenanalyse für Kompressions- und Absorptionskälteanlagen.....	22
Tabelle 5: Basisdaten für die Berechnung des Temperaturanstiegs .....	25
Tabelle 6: Stärken/Schwächenanalyse für die Freiplatzbeheizung .....	28
Tabelle 7: Zusammenfassung der Ergebnisse der Arbeitspakete 1 - 3 .....	31
Tabelle 8: Zusammenfassung Gap-Analyse .....	32

## 8 Kontaktdaten

### **Konsortialführer**

#### **voestalpine Austria Draht GmbH**

DI Heinz Stockner

Telefon: 05030422-225

E-Mail: [heinz.stockner@voestalpine.com](mailto:heinz.stockner@voestalpine.com)

[www.voestalpine.com/austriadraht](http://www.voestalpine.com/austriadraht)

### **Kooperationspartner**

#### **STENUM GmbH**

DI (FH) Christina Krenn

Telefon: +43/316/367156-70

E-Mail: [christina.krenn@stenum.at](mailto:christina.krenn@stenum.at)

[www.stenum.at](http://www.stenum.at)