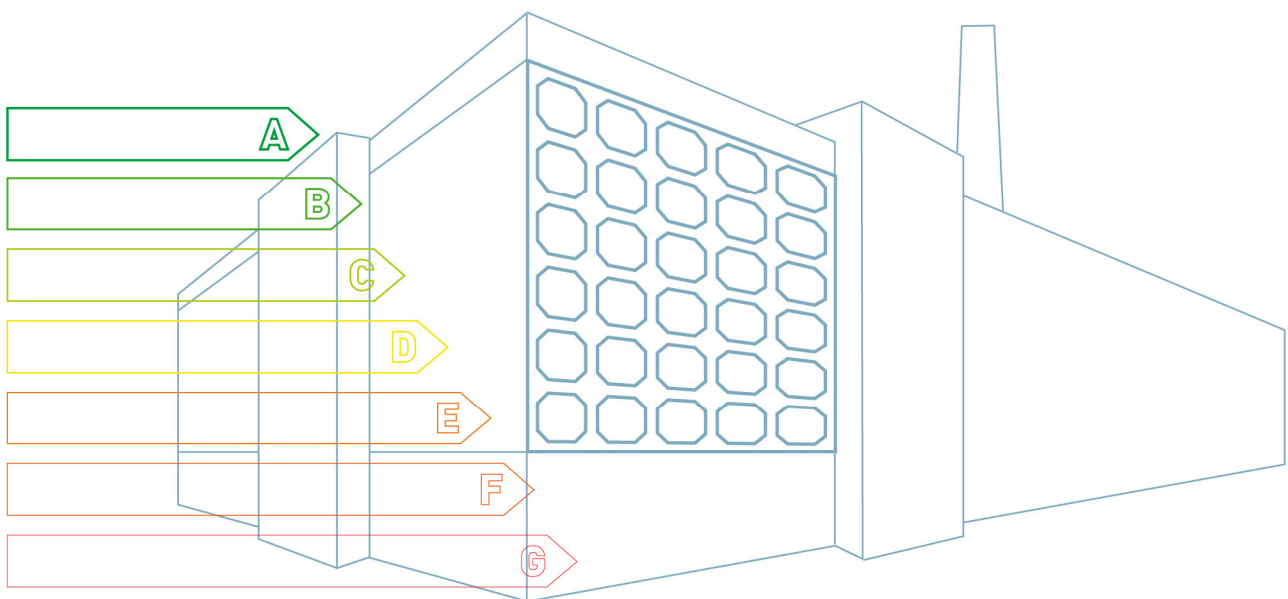




PROMISE DEMO

Produzieren mit Solarer Energie – Demonstrationsprojekt



VORWORT

Die Publikationsreihe **BLUE GLOBE REPORT** macht die Kompetenz und Vielfalt, mit der die österreichische Industrie und Forschung für die Lösung der zentralen Zukunftsaufgaben arbeiten, sichtbar. Strategie des Klima- und Energiefonds ist, mit langfristig ausgerichteten Förderprogrammen gezielt Impulse zu setzen. Impulse, die heimischen Unternehmen und Institutionen im internationalen Wettbewerb eine ausgezeichnete Ausgangsposition verschaffen.

Jährlich stehen dem Klima- und Energiefonds bis zu 150 Mio. Euro für die Förderung von nachhaltigen Energie- und Verkehrsprojekten im Sinne des Klimaschutzes zur Verfügung. Mit diesem Geld unterstützt der Klima- und Energiefonds Ideen, Konzepte und Projekte in den Bereichen Forschung, Mobilität und Marktdurchdringung.


Mit dem **BLUE GLOBE REPORT** informiert der Klima- und Energiefonds über Projektergebnisse und unterstützt so die Anwendungen von Innovation in der Praxis. Neben technologischen Innovationen im Energie- und Verkehrsbereich werden gesellschaftliche Fragestellung und wissenschaftliche Grundlagen für politische Planungsprozesse präsentiert. Der **BLUE GLOBE REPORT** wird der interessierten Öffentlichkeit über die Homepage www.klimafonds.gv.at zugänglich gemacht und lädt zur kritischen Diskussion ein.

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Forschungs- und Technologieprogramm „Neue Energien 2020“. Mit diesem Programm verfolgt der Klima- und Energiefonds das Ziel, durch Innovationen und technischen Fortschritt den Übergang zu einem nachhaltigen Energiesystem voranzutreiben.

Wer die nachhaltige Zukunft mitgestalten will, ist bei uns richtig: Der Klima- und Energiefonds fördert innovative Lösungen für die Zukunft!

A stylized, handwritten signature in black ink, consisting of several sweeping, connected strokes.

Ingmar Höbarth
Geschäftsführer, Klima- und Energiefonds

A handwritten signature in black ink, written in a cursive style that clearly reads 'Theresia Vogel'.

Theresia Vogel
Geschäftsführerin, Klima- und Energiefonds

PROMISE DEMO

Produzieren mit Solarer Energie – Demonstrationsprojekt

AutorInnen:

DI Franz Mauthner, AEE - Institut für Nachhaltige Technologien
DI Christoph Brunner, AEE - Institut für Nachhaltige Technologien

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	5
Kurzfassung	7
Abstract.....	8
1 Einleitung.....	9
1.1 Aufgabenstellung	9
1.1 Schwerpunkte des Projektes	10
1.2 Einordnung in das Programm.....	10
1.3 Verwendete Methoden	10
1.4 Aufbau der Arbeit	11
2 Inhaltliche Darstellung.....	12
2.1 Prozessoptimierung, Wärmerückgewinnung und Wärmeintegration.....	12
2.1.1 Charakterisierung aller relevanten Wärmeströme.....	13
2.1.2 Thermische Energiebilanz Firma Assmann Ladenbau Leibnitz GmbH 2010	17
2.1.3 Detailkonzept zu Wärmerückgewinnung und Prozessoptimierung.....	25
2.2 Auslegung einer thermischen Solaranlage zur Bereitstellung von Prozesswärme	34
2.2.1 Identifikation der Ausgangsbedingungen für die Auslegung	34
2.2.2 Darstellung der technisch und wirtschaftlich optimalen Kollektorvariante	37
2.2.3 Detailkonzept Großsolaranlage	44
2.3 Generalplanung und Umsetzungscoordination	48
2.4 Bau der Demonstrationsanlage	48
2.5 Projektmanagement	48
3 Ergebnisse und Schlussfolgerungen	49
4 Ausblick und Empfehlungen.....	50
5 Literaturverzeichnis	51
6 Anhang	52
6.1 Infoschreiben zur Einstellung der Projekte 825590 und 825537	52
6.2 Gesammelte Ausschreibungsunterlagen	54
7 Kontaktdaten.....	55

Kurzfassung

Im Projekt PROMISE DEMO (FFG-Nr.: 825590) lag der Fokus sowohl bei der Steigerung der Energieeffizienz durch aktive Abwärmenutzung mittels Hochtemperatur-Wärmepumpe (HT-WP) als auch bei der Integration von thermischer Solarenergie zur Bereitstellung von industrieller Prozesswärme. Das Demonstrationsprojekt sollte gemeinsam mit der Firma Assmann Ladenbau Leibnitz GmbH, das in der Komponentenfertigung (Ladenbau) und Oberflächentechnik (galvanische Veredelung und Pulverbeschichtung) tätig ist, zur Umsetzung gelangen.

Das komplementäre Partnerprojekt PROMISE DEMO – IF (FFG-Nr.: 825537) diente der wissenschaftlichen Begleitung des Umsetzungsvorhabens im Rahmen von PROMISE DEMO.

Diese Unterstützung umfasste die Recherche und Auswahl von Technologien und Anbietern von Hochtemperaturwärmepumpen sowie essentielle Forschungsarbeiten zum Thema Stillstandsverhalten von thermischen Großsolaranlagen (siehe Endbericht PROMISE DEMO IF). Darüber hinaus war geplant die realisierten Maßnahmen über einen Zeitraum von 12 Monaten ab Fertigstellung im Rahmen eines wissenschaftlichen Begleit-Monitorings messtechnisch zu untersuchen.

Im Detail waren im Projekt PROMISE DEMO die Umsetzung von Maßnahmen zur Vermeidung von Wärmeverlusten, zur Wärmerückgewinnung aus Druckluftkompressoren sowie zur Nutzung von Niedertemperatur-Abwärme aus einer Kompressionskälteanlage mittels Hochtemperaturwärmepumpe vorgesehen. Für eine weitere Einsparung fossiler Endenergieträger zur thermischen Energieversorgung im Unternehmen sollte schließlich eine thermische Solaranlage in den Heißwasserversorgungskreislauf des Produktionsbereiches „Pulverbeschichtung“ hydraulisch eingebunden werden.

Aufbauend auf eine detaillierte Energiedatenerfassung im Unternehmen wurden zuerst Maßnahmen zur Vermeidung von Wärmeverlusten identifiziert (Behebung von Mängeln bei der Wärmedämmung heißwasserführender Rohrleitungen), bevor Maßnahmen zur aktiven und passiven Abwärmenutzung näher betrachtet wurden. Passive Abwärmenutzung in Form von Wärmerückgewinnung aus einem Druckluftkompressor zur Bereitstellung von Brauchwarmwasser wurde schließlich vom Unternehmen zur Umsetzung freigegeben.

Aufgrund eines Geschäftsführerentscheides seitens des Unternehmens, in dem die weiteren Umsetzungsmaßnahmen zum Tragen kommen sollten (thermische Solaranlage, Hochtemperaturwärmepumpe), wurde das Projekt PROMISE DEMO und damit auch das Komplementärprojekt PROMISE DEMO IF vorzeitig abgebrochen.

Trotz der vorzeitigen Einstellung des Projektes, konnten im Rahmen des Projektes wichtige Erfahrungen im Zusammenhang mit der praktischen Umsetzung von innovativen Energieversorgungstechnologien in gewachsenen Unternehmensstrukturen gewonnen werden.

Abstract

The focus of the project PROMISE DEMO (FFG-Nr.: 825590) was firstly the increase in energy efficiency through active utilization of waste heat through a high temperature heat pump and secondly the integration of solar heat in the process heat system. The demonstration project should have been implemented with Assmann Ladenbau Leibnitz GmbH. The company is engaged in shopfitting manufacturing and surface technology (galvanic processing and powder coating).

The complementary co-project PROMISE DEMO – IF (FFG-Nr.: 825537) scientifically supported the implementation proposal of PROMISE DEMO.

The support comprised the research and choice of technologies and suppliers of high temperature heat pump as well as essential research work on stagnation behavior of big solar thermal plants (refer to final report of PROMISE DEMO – IF). Furthermore, the scientific and metrological 12-months-monitoring of the implemented measures was projected.

More precisely, PROMISE DEMO projected the implementation of measure to avoid heat losses, to recover waste heat of air compressors and to facilitate low temperature waste heat of a compression refrigerator by the use of a high temperature heat pump. For further savings of fossil energy sources within the company, the hydraulic implementation of a solar thermal plant in the hot water supply circuit of the production area “Pulverbeschichtung” (powder coating) was planned.

Based on a detailed energy data collection, first measures to avoid heat losses have been identified (repair of thermal insulation of hot water pipes) then measures of active and passive utilization of waste heat have been evaluated in detail. Finally, the passive utilization of waste heat through heat recovery from an air compressor for hot water consumption has been approved for implementation by the company.

Further measures (solar thermal plant, high temperature heat pump) couldn't be implemented, since the company prematurely stopped both projects (PROMISE DEMO and PROMISE DEMO IF) by a management decision.

Despite the early end of the project, valuable lessons learned associated to the implementation of innovative energy supply technologies in grown company structures have been achieved.

1 Einleitung

Etwa ein Drittel des gesamten Endenergieverbrauches in Österreich ist dem Industriesektor zuzurechnen und beinahe die Hälfte dieses Verbrauchs wird mit Erdgas, Erdöl und Kohle gedeckt (Abbildung 1).

Somit zählt die österreichische Industrie zu den Hauptemittenten anthropogener, klimarelevanter Treibhausgase und eine Reduktion des Einsatzes von fossilen Energieträgern in diesem Sektor ist daher zur Erreichung von Klimazielen unerlässlich.

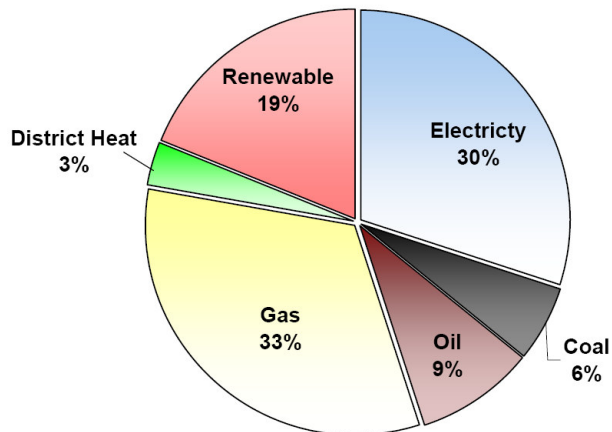


Abbildung 1: Anteil der Endenergieträger in der österreichischen Industrie (IWT aus Statistik Austria, 2010b)

Die Reduktion von klimarelevanten Treibhausgasen kann hierbei sowohl durch die Steigerung der Energieeffizienz erreicht werden als auch durch den verstärkten Einsatz regenerativer Energien, wie Sonne, Umweltwärme und Biomasse. Neben den ökologischen Vorteilen bewirkt eine effiziente und nachhaltige Energieversorgungsstruktur des österreichischen Industriesektors auch eine Reduktion der Importabhängigkeit fossiler Brennstoffe und somit einen erheblichen volkswirtschaftlichen Nutzen. Gemäß Statistik Austria wurden im Jahr 2009 ca. 70% aller fossilen Endenergieträger importiert (Statistik Austria, 2010a).

1.1 Aufgabenstellung

Im vorliegenden Projekt PROMISE DEMO (FFG-Nr.: 825590) lag der Fokus sowohl bei der Steigerung der Energieeffizienz durch aktive Abwärmenutzung mittels Hochtemperatur-Wärmepumpe (HT-WP) als auch bei der Integration von thermischer Solarenergie zur Bereitstellung von industrieller Prozesswärme. Das Demonstrationsprojekt sollte gemeinsam mit der Firma Assmann Ladenbau Leibnitz GmbH, das in der Komponentenfertigung (Ladenbau) und Oberflächentechnik (galvanische Veredelung und Pulverbeschichtung) tätig ist, zur Umsetzung gelangen.

Das komplementäre Partnerprojekt PROMISE DEMO – IF (FFG-Nr.: 825537) diente der wissenschaftlichen Begleitung des Umsetzungsvorhabens im Rahmen von PROMISE DEMO.

Diese Unterstützung umfasste die Recherche und Auswahl von Technologien und Anbietern von Hochtemperaturwärmepumpen sowie essentielle Forschungsarbeiten zum Thema Stillstandsverhalten von thermischen Großsolaranlagen (siehe Endbericht PROMISE DEMO IF). Darüber hinaus war es geplant, die realisierten Maßnahmen über einen Zeitraum von 12 Monaten ab Fertigstellung im Rahmen eines wissenschaftlichen Begleit-Monitorings messtechnisch zu untersuchen.

1.1 Schwerpunkte des Projektes

Im Detail waren im Projekt PROMISE DEMO die Umsetzung von Maßnahmen zur Vermeidung von Wärmeverlusten, zur Wärmerückgewinnung aus Druckluftkompressoren sowie zur Nutzung von Niedertemperatur-Abwärme aus einer Kompressionskälteanlage mittels Hochtemperaturwärmepumpe vorgesehen. Für eine weitere Einsparung fossiler Endenergieträger zur thermischen Energieversorgung im Unternehmen sollte schließlich eine thermische Solaranlage in den Heißwasserversorgungskreislauf des Produktionsbereiches „Pulverbeschichtung“ hydraulisch eingebunden werden.

Die Arbeitsschritte, die für die Zielerreichung erforderlich waren, sind im Kapitel 1.4 angeführt bzw. im Kapitel 2 ausführlich beschrieben.

1.2 Einordnung in das Programm

Das vorliegende Projekt PROMISE DEMO ist gemäß der Schwerpunktsetzung des Technologieprogramms Neue Energien 2020 (3. Ausschreibung) den Themenfeldern Energieeffizienz in Industrie und Gewerbe sowie Erneuerbare Energien, im Speziellen thermische Solarenergie, zuzuordnen.

1.3 Verwendete Methoden

Eine Herangehensweise zur Integration von nachhaltigen Energieversorgungstechnologien in Industriebetrieben wurde im Vorgängerprojekt PROMISE APPLICATION (Stiglbrunner et al. 2010) entwickelt. Grundsätzlich liegt der methodischen Herangehensweise die Theorie zugrunde, dass die Einbindung von nachhaltigen Energieversorgungstechnologien in einen Industriebetrieb vor allem dann technisch und wirtschaftlich sinnvoll zur Umsetzung gelangen kann, wenn zuvor bereits Potentiale zur Steigerung der betrieblichen Energieeffizienz (z.B. Prozessoptimierung, Wärmedämmung, Abwärmenutzung) ausgeschöpft werden. Nur so kann sichergestellt werden, dass bei der Planung nachhaltiger Energieversorgungstechnologien, auch bei gewachsenen Unternehmensstrukturen, bereits optimierte Auslegungsparameter herangezogen werden.

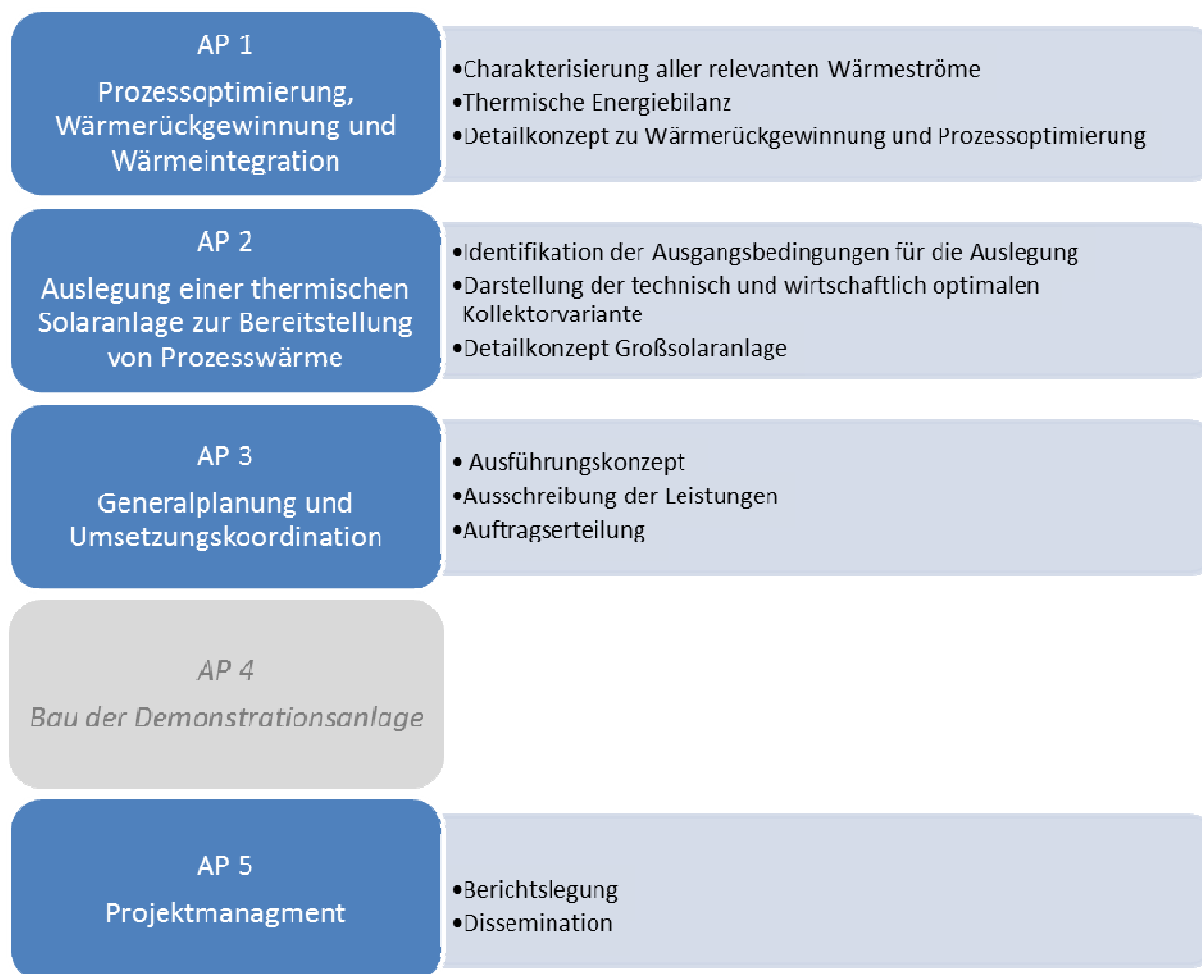
Vor diesem Hintergrund wurden im Rahmen des Projektes PROMISE DEMO aufbauend auf eine detaillierte Energiedatenerfassung zuerst Maßnahmen zur Vermeidung von Wärmeverlusten identifiziert (Behebung von Mängel bei der Wärmedämmung heißwasserführender Rohrleitungen), bevor Maßnahmen zur aktiven und passiven Abwärmenutzung näher betrachtet wurden. Passive Abwärmenutzung in Form von Wärmerückgewinnung aus einem Druckluftkompressor zur Bereitstellung von Brauchwarmwasser wurde schließlich vom Unternehmen zur Umsetzung freigegeben.

Unter aktive Abwärmenutzung fallen Anwendungen, die unter Zufuhr externer Energie (Strom oder thermische Energie) Abwärmeströme auf niedrigem, nicht nutzbarem Temperaturniveau wie beispielsweise Abluft oder Abwasser auf ein höheres, für das Unternehmen nutzbares Temperaturniveau anzuheben vermögen.

Hierzu sollte eine geeignete Hochtemperatur-Wärmepumpe zur Verwertung von niederexergetischer Abwärme aus einem Kältekreislauf zur Umsetzung gelangen, wobei diese Technologie noch keine industrielle Standardanwendung darstellt und aus diesem Grund im Komplementärprojekt PROMISE DEMO – IF unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten evaluiert wurde.

Des Weiteren sollte das Umsetzungsvorhaben im Rahmen von PROMISE DEMO mit der Einbindung einer nachhaltigen Energieversorgungstechnologie komplettiert werden. Aufgrund des erforderlichen Temperaturniveaus im Bereich zwischen 35 und 75°C bei der galvanischen Veredelung und Pulverbeschichtung wurde die hydraulische Einbindung einer thermischen Großsolaranlage in den bestehenden Heißwasserversorgungskreislauf unter techno-ökonomischen Gesichtspunkten im Vorfeld des Projektes positiv bewertet und sollte ebenfalls zur Umsetzung gelangen. Wie bei Hochtemperaturwärmepumpen stellen auch solare Prozesswärmeanwendungen noch keine Standardlösung dar und wurden deshalb insbesondere hinsichtlich der Beherrschung des Stagnationsverhaltens gesondert im Rahmen von PROMISE DEMO – IF untersucht.

1.4 Aufbau der Arbeit



2 Inhaltliche Darstellung

Aufgrund eines Geschäftsführerentscheidendes seitens des Unternehmens, in dem die Umsetzungsmaßnahmen zum Tragen kommen sollten, wurde das Projekt PROMISE DEMO und damit auch das Komplementärprojekt PROMISE DEMO IF vorzeitig abgebrochen.

Die nachfolgend angeführte Inhaltliche Darstellung des Projektes umfasst daher den Zeitraum zwischen Projektstart am 17.03.2011 (Kick-off Meeting) und der Einstellung des Projektes seitens des Antragstellers am 22.06.2012 (Datum der schriftlichen Bekanntgabe des vorzeitigen Projektabschlusses). Das Infoschreiben an die österr. Forschungsförderungsgesellschaft mbH (FFG) bzgl. des vorzeitigen Projektabschlusses vom 22.06.2012 ist im Anhang 6.1 angefügt.

Aufgrund des vorzeitigen Projektabschlusses wurde Arbeitspaket vier „Bau der Demonstrationsanlagen“ nicht bearbeitet und ist in diesem Bericht daher nicht weiter berücksichtigt (vgl. Kapitel 1.4).

2.1 Prozessoptimierung, Wärmerückgewinnung und Wärmeintegration

Die Schwerpunkte dieses Arbeitspaketes lagen bei der Prozessoptimierung sowie bei der Vermeidung und Verminderung von Wärmeverlusten. Die untersuchten Maßnahmen umfassten die Steigerung der thermischen Energieeffizienz der Firma Assmann Ladenbau Leibnitz GesmbH und die damit einhergehende signifikante Reduktion des Verbrauchs an fossilen Endenergieträgern und der Produktion von klimarelevantem CO₂.

Ziel dieses Arbeitspaketes waren die Analyse, techno-ökonomische Bewertung, Planung und Umsetzung der im Vorgängerprojekt PROMISE APPLICATION entwickelten Maßnahmen zur Wärmerückgewinnung und Wärmeeinsparung. Das untersuchte Maßnahmenpaket umfasste folgende Punkte:

- Vermeidung von Wärmeverlusten durch Dämmung warmer bzw. heißer Versorgungsleitungen
- Wärmerückgewinnung aus einem Druckluftkompressor
- Kaskadennutzung von Prozesswärme zur Rücklauf temperaturabsenkung im Heißwasserversorgungskreis
- Nutzung der Abwärme (hauptsächlich Strahlungswärme) der Einbrennöfen bzw. des Haftwassertrockners (z.B.: mittels thermischer Kältemaschine)
- Niedertemperaturheizsystem (Fußbodenheizung) für die Abdeckung des Raumwärmebedarfs der neu geplanten Lagerhalle

Sämtliche Maßnahmen wurden im Rahmen des Projektes PROMISE DEMO im Detail analysiert, techno-ökonomisch bewertet und Umsetzungspläne der Projektleitung kommuniziert, die darauf aufbauend Umsetzungsentscheidungen getroffen hat. Die Ergebnisse zu den einzelnen Tätigkeiten sind nachfolgend dokumentiert.

2.1.1 Charakterisierung aller relevanten Wärmeströme

Zur Darstellung des Ist-Zustandes wurden in einem ersten Schritt detaillierte Betriebsdaten erhoben (Erdgasverbrauch, Stromverbrauch, Produktionsauslastung, Mediumsversorgung Druckluft und Kälte) bzw. durch Messungen (Durchfluss- und Temperaturmessungen) ermittelt.

Aufbauend auf diese Energiedatenerhebung wurde für das Jahr 2010 eine thermische Energiebilanz über den Status Quo des Unternehmens erstellt sowie die Umsetzung der oben angeführten Maßnahmen eingehend nach technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten in enger Zusammenarbeit mit dem Unternehmen untersucht und diskutiert.

Basierend auf den Ergebnissen dieser Diskussion wurden durch die Projektleitung Umsetzungsmaßnahmen für die weitere Bearbeitung freigegeben oder gestrichen.

Blockschaltbild der Heißwasserversorgung und Messstellenliste

Für die Energiebilanzierung des Unternehmens wurden über mehrere Wochen in der Zeit zwischen KW 13 und KW 18 2011 repräsentative Messungen über alle relevanten Firmenbereiche hinweg durchgeführt.

Zusammen mit den betrieblichen Aufzeichnungen zum monatlichen Erdgasverbrauch sowie der Betriebsstundenlisten für unterschiedliche Bereiche und einzelne große Verbraucher bildeten diese Daten die Grundlage für die vorliegende Bilanz. Alle für die Energiebilanzierung und in weiterer Folge für die Einbindung der thermischen Solaranlage relevanten Messstellen sind in nachfolgendem Blockschaltbild zur thermischen Energieversorgung angeführt (Abbildung 2) sowie in der Messstellenliste verzeichnet.

Zusätzlich erfolgte im Rahmen dieses Arbeitspaketes die detaillierte messtechnische Erfassung (Bilanzierung sowie Betriebsparameter Kältekreis) der bestehenden Kältemaschine (siehe Messschema Abbildung 3). Die Daten dieser Messungen waren zusammen mit den gemessenen Energiebedarfsprofilen für den Produktionsbereich „Galvanik“ Basis für die Untersuchungen zur Verwertung von niederexergetischer Abwärme mittels Hochtemperaturwärmepumpe, die im Begleitprojekt PROMISE DEMO-IF durchgeführt wurden.

Zur Erhebung des Abwärmepotentials des Druckluftkompressors sowie zur Dimensionierung der Brauchwarmwasser-Wärmerückgewinnung konnten Daten aus der geräteintegrierten Betriebsdatenerfassung des Druckluftkompressors exportiert werden (Ergebnisse siehe Kapitel 2.1.3).

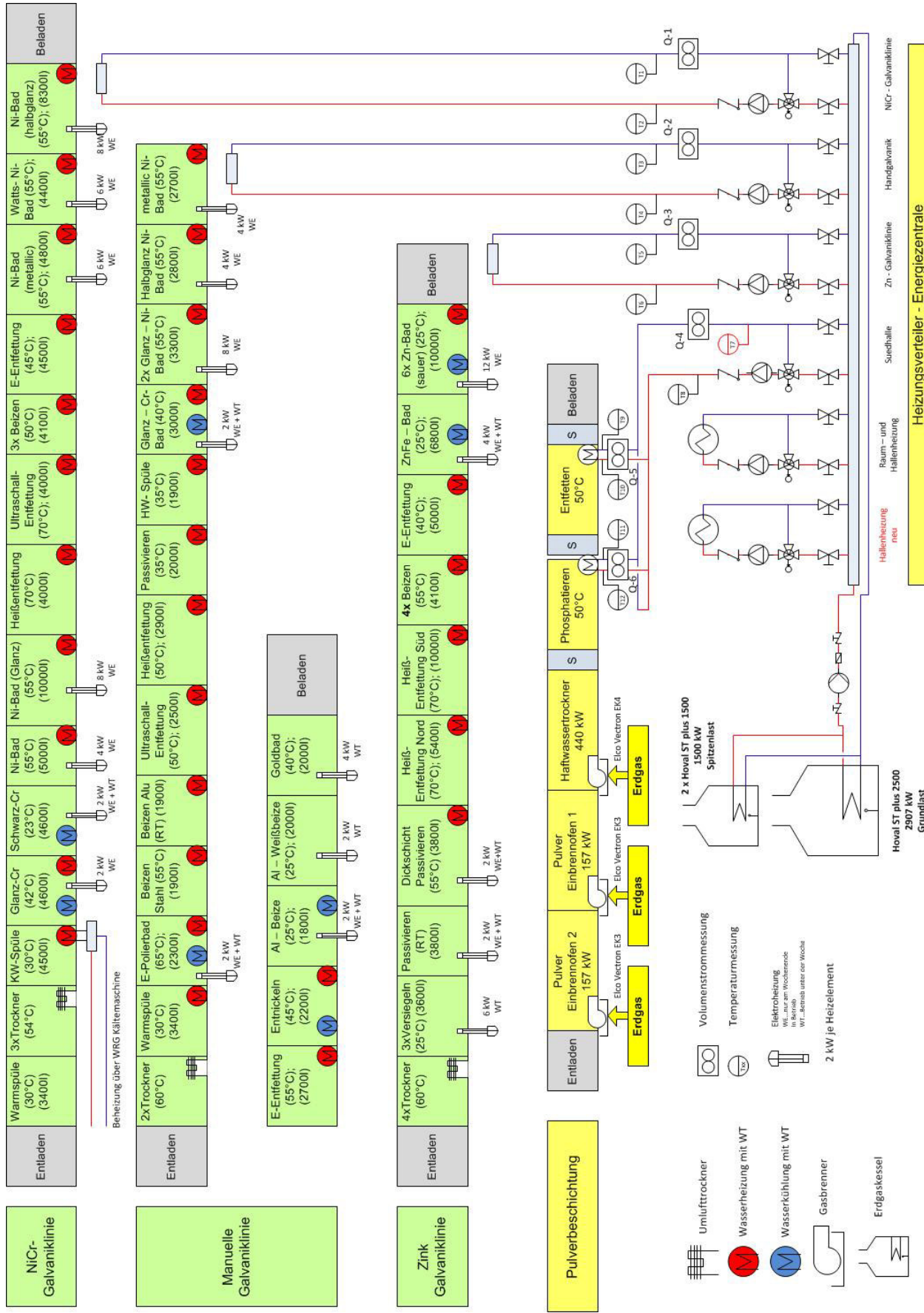


Abbildung 2: Blockschaubild zur thermischen Energieversorgung und Messstellen – Fa. Assmann Ladenbau Leibnitz GmbH /AEE INTEC/

Tabelle 1: Messstellenliste /AEE INTEC/

ID	PV Name	Messgerät	Messgröße	Intervall	Ort	Messgruppe	Messperiode	Verantwortlicher
Q-1	Q_NiCr	WMZ - Fluxus	therm. Energie	10s	Heizzentrale	NiCr Galvaniklinie	27.04 - 11.05	Joanneum Research
Q-2	Q_manuell	WMZ - Fluxus	therm. Energie	10s	Heizzentrale	Zn_Galvaniklinie	27.04 - 11.05	Joanneum Research
Q-3	Q_Zn	WMZ - Fluxus	therm. Energie	20s	Heizzentrale	Manuelle Galvaniklinie	27.04 - 11.05	Joanneum Research
Q-4	Q_Suedhalle	WMZ - Fluxus	therm. Energie	20s	Heizzentrale	Pulverbeschichtung gesamt	27.04 - 11.05	Joanneum Research
Q-5	Q_PBS_Entfetten	WMZ - Fluxus	therm. Energie	20s	Pulverbeschichtung	Pulverbeschichtung Phosphatieren	27.04 - 04.05 und 04.07 - 11.07	AEE INTEC
Q-6	Q_PBS_Phosphatieren	WMZ - Fluxus	therm. Energie	20s	Pulverbeschichtung	Pulverbeschichtung Entfetten	27.04 - 04.05 und 04.07 - 11.07	AEE INTEC
T-1	T_RL_NiCr	über WMZ	Temperatur	20s	Heizzentrale	NiCr Galvaniklinie	27.04 - 11.05	Joanneum Research
T-2	T_VL_NiCr	über WMZ	Temperatur	20s	Heizzentrale	NiCr Galvaniklinie	27.04 - 11.05	Joanneum Research
T-3	T_RL_manuell	über WMZ	Temperatur	20s	Heizzentrale	Zn_Galvaniklinie	27.04 - 11.05	Joanneum Research
T-4	T_VL_manuell	über WMZ	Temperatur	20s	Heizzentrale	Zn_Galvaniklinie	27.04 - 11.05	Joanneum Research
T-5	T_RL_ZN	über WMZ	Temperatur	20s	Heizzentrale	manuelle Galvaniklinie	27.04 - 11.05	Joanneum Research
T-6	T_VL_ZN	über WMZ	Temperatur	20s	Heizzentrale	manuelle Galvaniklinie	27.04 - 11.05	Joanneum Research
T-7	T_RL_Suedhalle	über WMZ	Temperatur	20s	Heizzentrale	Pulverbeschichtung gesamt	27.04 - 11.05	Joanneum Research
T-8	T_VL_Suedhalle	über WMZ	Temperatur	20s	Heizzentrale	Pulverbeschichtung gesamt	27.04 - 11.05	Joanneum Research
T-9	T_RL_PBS_E	über WMZ	Temperatur	10s	Pulverbeschichtung	Pulverbeschichtung Phosphatieren	27.04 - 04.05 und 04.07 - 11.07	AEE INTEC
T-10	T_VL_PBS_E	über WMZ	Temperatur	10s	Pulverbeschichtung	Pulverbeschichtung Phosphatieren	27.04 - 04.05 und 04.07 - 11.07	AEE INTEC
T-11	T_RL_PBS_P	über WMZ	Temperatur	10s	Pulverbeschichtung	Pulverbeschichtung Entfetten	27.04 - 04.05 und 04.07 - 11.07	AEE INTEC
T-12	T_VL_PBS_P	über WMZ	Temperatur	10s	Pulverbeschichtung	Pulverbeschichtung Entfetten	27.04 - 04.05 und 04.07 - 11.07	AEE INTEC
nicht im Schema	V_Kaaser	BDE KEASER	Volumenstrom	10s	Druckluftkompressor	Druckluftkompressor	2010	Assmann / AEE INTEC
nicht im Schema	P_Kaaser	BDE KEASER	Auslastung	10s	Druckluftkompressor	Druckluftkompressor	2010	Assmann / AEE INTEC

*Nicht angeführt: Messstellenliste zum Kaltwassersatz (siehe Komplementärprojekt PROMISE DEMO IF)

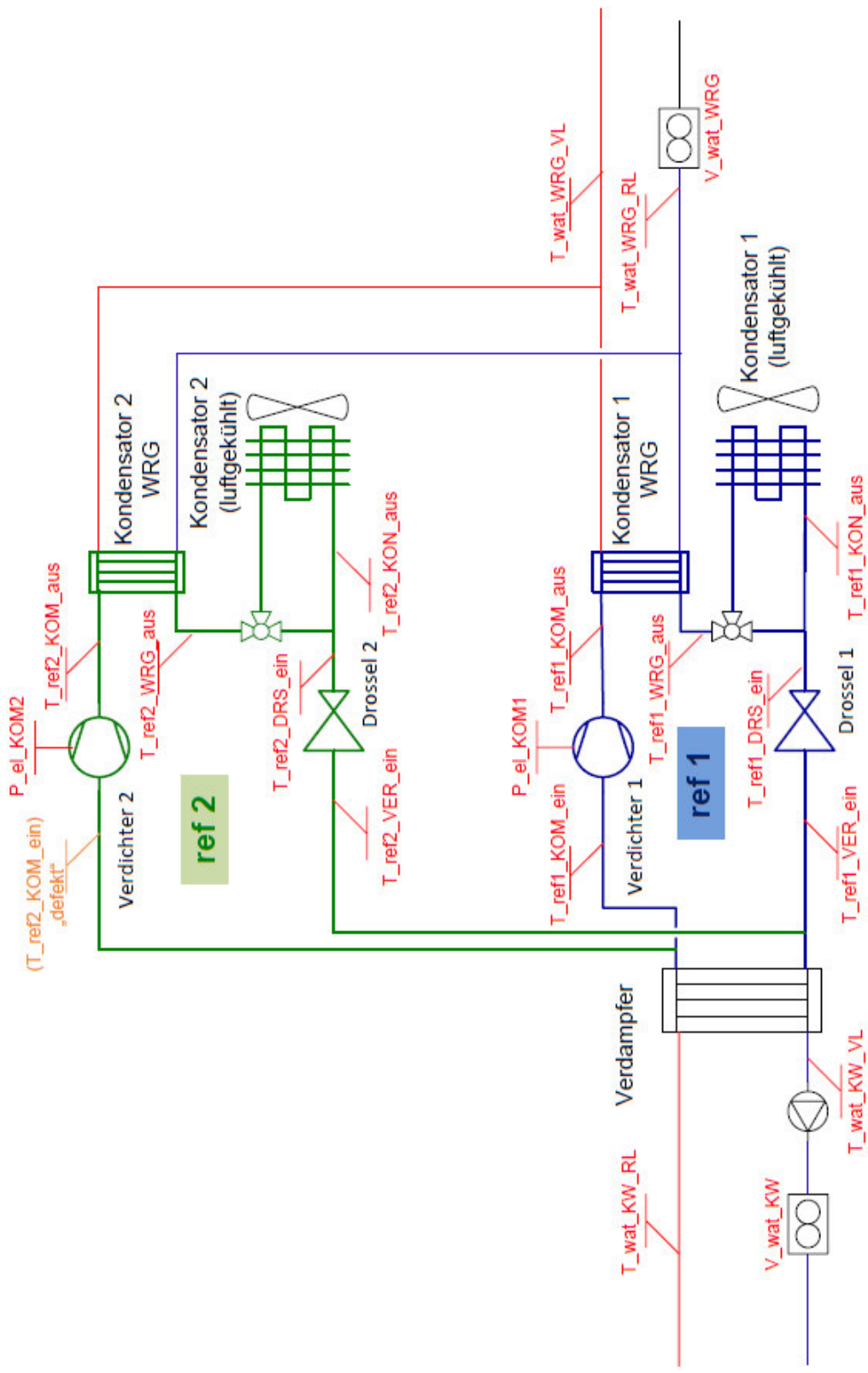


Abbildung 3: Messschema des Kaltwassersatzes - Messung vom 29.06. bis 4.7.2011 /TU Graz - IWT/

2.1.2 Thermische Energiebilanz Firma Assmann Ladenbau Leibnitz GmbH 2010

Im Rahmen des thermischen Energieaudits wurden sämtliche Versorgungseinrichtungen eingehend analysiert, die für die Bereitstellung von Energie für thermische Zwecke (Bereitstellung von Prozesswärme, Heizungsenergie und Energie für Brauchwarmwasser erforderlich sind).

Zusätzlich waren für eine gesamtheitliche Betrachtung jene Versorgungseinrichtungen von Interesse, die im Betrieb Abwärme produzieren, auch wenn sie primär einer anderen Mediumsversorgung zugerechnet werden (z.B. Druckluftversorgung, Kälteversorgung).

Die wichtigsten Ergebnisse der Energiebilanzierung für das Datenjahr 2010 sowie eine Kurzvorstellung sind nachfolgend dokumentiert.

Allgemeine Informationen zum Unternehmen

Die Firma Assmann Ladenbau Leibnitz GmbH hat ihren Sitz in Leibnitz, Steiermark und bietet industrielle Auftragsfertigung in den Bereichen Entwicklung, Fertigung und Oberflächentechnik an.

→ **Komponentenfertigung**

- Ladenbau (Ständersysteme, Regalsysteme, Tische, Vitrinen...)
- industrielle Auftragsfertigung von Blech,- Draht- und Rohrkomponenten, Konsolenfertigung und Metallsonderfertigung

→ **Oberflächentechnik**

- galvanische Veredelung von Aluminiumlegierungen, Stahl, Nirosta, Messing, Kupfer und Gussteilen
- Pulverbeschichtung von Stahl und Aluminiumlegierungen



Abbildung 4: Betriebsgelände der Firma Assmann Ladenbau Leibnitz GmbH /Bildquelle: <http://www.assmann.at/>

Das Unternehmen ist ISO 9001 zertifiziert und sieht in ihrer Unternehmensphilosophie die Erhaltung natürlicher Ressourcen durch umweltschonende Verfahren, niedrigen Energie- und Wasserverbrauch sowie eine umweltgerechte Entsorgung vor.

Des Weiteren ist das Unternehmen gemäß der Richtlinie 96/61/EG über die integrierte Vermeidung und Verminderung von Umweltverschmutzung (IPPC-Richtlinie) genehmigungspflichtig, da das Unternehmen unter die folgende Kategorie aus Anhang I Nummer 2.6 fällt: „Anlagen zur Oberflächenbehandlung von Metallen und Kunststoffen durch ein elektrolytisches oder chemisches Verfahren, wenn das Volumen der Wirkbäder 30 m³ übersteigt“.

Im Rahmen dieser Richtlinie ist das Unternehmen bereits verpflichtet Emissionen in Luft, Wasser und Boden soweit wie möglich zu reduzieren (§8), wobei die jeweils beste verfügbare Technik berücksichtigt werden muss (§17). Des Weiteren besteht die Verpflichtung, ein Verzeichnis der wichtigsten Emissionen und der dafür verantwortlichen Quellen der Öffentlichkeit mitzuteilen¹ (§23).

Eine Reihe von technischen Neuerungen, Verfahrensumstellungen sowie weiterer energie- und umweltrelevanter Anstrengungen in der Vergangenheit zeigen die Umsetzung der Unternehmenspolitik sowie der rechtlichen Vorgaben bereits sehr deutlich – z.B.:

- Umstellung von ölbefeuerten Kesseln auf effizientere Gaskessel
- Umstellung von Dampf als Prozesswärmeträger auf Heißwasser
- Thermische Sanierungsmaßnahmen in den Produktions- und Fertigungshallen (z.B. Errichtung von gedämmten Zwischendecken zur Reduzierung der Heizenergie)
- Dämmung der Heißwasserleitungen

In einem nächsten Schritt sollte nun durch Maßnahmen der Energieeffizienzsteigerung sowie durch die Integrierung nachhaltiger Energiesysteme wie z.B. der Solarthermie eine weitere Reduzierung des fossilen Endenergiebedarfs erreicht werden.

¹ Die öffentliche Berichterstattung erfolgte für Schadstoffemissionen entsprechend der EPER- Entscheidung (2000/479/EC) für die Berichtsjahre 2001 oder 2002 sowie 2004 und kann unter <http://www.umweltbundesamt.at/datenbanken/eper/eperabfrage> abgerufen werden.

Das EPER Register wird spätestens am 30. September 2009 vom europäischen Schadstofffreisetzungs- und Verbringungsregister (E-PRTR) abgelöst, wo Betreiber gemäß der E-PRTR-VO (166/2006/EG) (25) zur jährlichen Meldung ihrer Emissions- und Verbringungsdaten verpflichtet sind. Als erstes Berichtsjahr wurde 2007 festgelegt.

Lageplan des Betriebsstandortes und Energiebezugsflächen

Nachfolgende Abbildung 5 zeigt in einer Grundrissdarstellung die einzelnen Bereiche (Fertigung, Lager, Büro, ...) der Firma Assmann Ladenbau GmbH. Außerdem sind die Standorte der relevanten Energieversorgungseinrichtungen hervorgehoben.

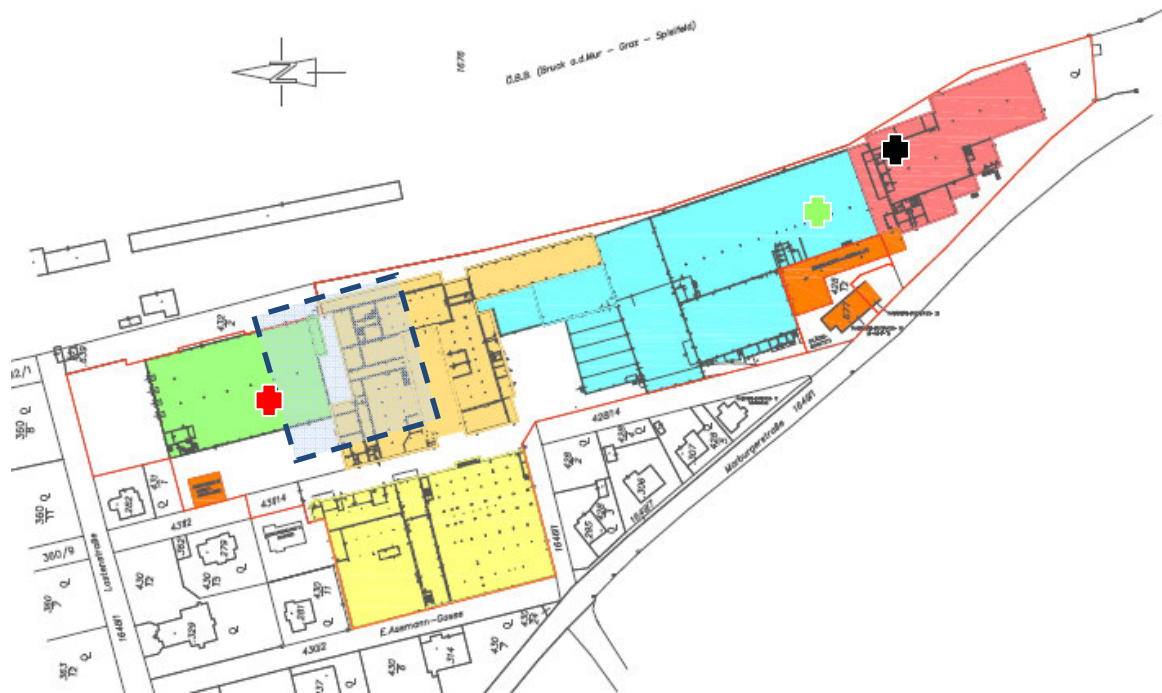


Abbildung 5: Lageplan der Firma Assmann Ladenbau Leibnitz GmbH /Bildquelle: Assmann Ladenbau Leibnitz GmbH/

Objekt I		Fertigwaren- Auslieferungslager Bestand
Objekt II		Instandhaltung, Werkzeugbau, Innenmontage, Konsolenbau
Objekt III		Laserhalle, Zuschnitt, Rohmateriallager, D&R- Fertigung
Objekt IV		Galvanik (NiCr, Zink, Handgalvanik)
Objekt V		Pulverbeschichtung , Blech- und Sonderfertigung, Bürogebäude
		Nebengebäude
		Druckluftkompressoren
		Kältemaschine
		Heizzentrale (Gaskessel, Verteiler)
		geplante Lagerhalle (Dachfläche für Kollektorfeld)

In nachfolgender Tabelle 2 sind die Energiebezugsflächen aufgeteilt nach Produktions- und Büroflächen (bzw. Sozialräume) der einzelnen Objekte angeführt.

Tabelle 2: Energiebezugsflächen nach Objekten

Bezeichnung	Produktionsfläche (m ²)	Büro, Sozialräume (m ²)
Objekt I - Fertigwarenlager		
EG-Gesamt	2.830	110
1. OG (Schauraum)	-	400
Objekt II – Gesamter Mittelteil		
SZR, IH, IMO, KF, Trafo, Lager		
EG-Gesamt	3.684	397
Produktionshalle KF neu	1590	-
Objekt III - DRR		
EG-Gesamt	6.999	125
Objekt IV - Galvanik		
Galvanik EG Gesamt	2.725	203
Galvanik Keller Gesamt	1.987	10
Galvanik 1. OG Gesamt	-	390
Objekt V – SF, Pulverbeschichtung, Bürogebäude		
EG-Gesamt	4.510	264
Bürogebäude EG, 1. OG, 2. OG Ost	-	1.370
Bürogebäude EG, 1. OG, 2. OG West	-	861
Σ	24.325	4.130

Die gesamte Produktionsfläche der angeführten Objekte am Standort Leibnitz beträgt 24.325 m². Laut Angaben des Betreibers beträgt die beheizte Produktionsfläche etwa 21.500 m², da die Produktionsbereiche Pulverbeschichtung und Galvanik teilweise durch Abwärme beheizt werden.

Heißwasser für Prozesse wird überwiegend im Objekt IV – Galvanik und im Objekt V – Pulverbeschichtung benötigt. In der Pulverbeschichtung sind außerdem Brenner zur Bereitstellung von Prozesswärme auf höherem Temperaturniveau vorhanden.

Ausgehend von der Heizzentrale im Keller der Galvanik (Objekt IV) erfolgt die Versorgung von Warm- und Heißwasser für die Prozesse sowie für die Heizung. Der Brauchwarmwasserbedarf wird derzeit über Elektroboiler gedeckt.

Energetische Bestandsaufnahme und Analyse

Im Unternehmen kommen ausschließlich Strom und Erdgas als Endenergieträger zum Einsatz. Für den Versorgungsprozess werden folgende Versorgungsmedien benötigt:

- Strom (elektrische Antriebe, Beleuchtung, Büroinfrastruktur, ...)
- Erdgas (Prozesswärme)
- Warmwasser (Heiz- und Prozesswärme)
- Warmwasser (Sanitär)
- Druckluft
- Prozesskälte (Kaltwasser)

Der jährliche Gesamtenergiebedarf für das Unternehmen lag 2010 bei 18.287 MWh.

- Jahresenergiebedarf Erdgas 2010: 11.930 MWh (etwa 65 % von gesamt)
- Jahresenergiebedarf Strom 2010: 6.357 MWh (etwa 35 % von gesamt)

Die jährlichen Gesamtenergiekosten beliefen sich 2010 auf 1,054 Mio. Euro, wobei Strom mit einem Kostenanteil von 60 % der jährlichen Energiekosten und einem durchschnittlichen Energieträgeranteil von 35 % den wesentlichen Kostenfaktor im Bereich der Energiekosten darstellt.

Gemessen am Umsatz betrug der Energiekostenanteil 2010 rund 1,7 %.

- Gaskostenanteil am Umsatz: 0,7 %
- Stromkostenanteil am Umsatz: 1,0 %

Nachfolgende Abbildung 6 zeigt den Jahresendenergieverbrauch der Firma Assmann Ladenbau Leibnitz GmbH für das Jahr 2010.

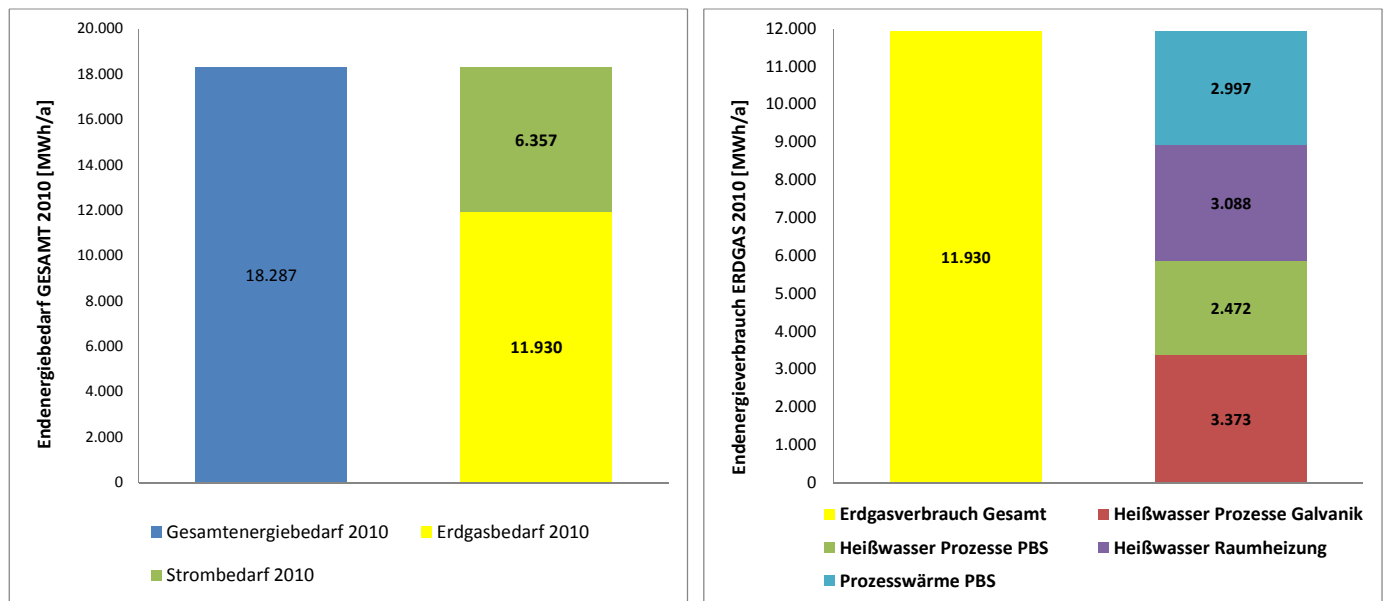


Abbildung 6: Jahresendenergieverbrauch Firma Assmann Ladenbau Leibnitz GmbH 2010; links: Aufteilung Strom/Erdgas; rechts: Erdgasverbrauch nach Produktionsbereiche /AEE INTEC 2011/

Aus Abbildung 6 ist ersichtlich, dass Erdgas mit einem Anteil von 65 % den größten Anteil am Endenergiebedarf des Unternehmens aufweist und auf Strom 35 % entfallen. Elektrische Energie wird zum größten Teil für die mechanische Fertigung (Laserschneidanlage, Gitterschweißautomat, Biegeautomat, Schweißroboteranlage, ...) sowie für die Produktionsbereiche Galvanik und Pulverbeschichtung benötigt.

Beim Gasverbrauch entfallen rund 74 % auf die Produktion (Pulverbeschichtung Heißwasser + Erdgasbrenner 46 %, Galvanik Heißwasser 28 %) und 26 % auf die Beheizung der Büros und Hallen (inklusive Brauchwarmwasserverbrauch).

Der monatliche Stromverbrauch ist nahezu konstant und beträgt 2010 im Jahresmittel 530 MWh/Monat (Abbildung 7). Die geringen monatlichen Schwankungen lassen sich vor allem auf die unterschiedliche Produktionsauslastung zurückführen bzw. den Betriebsstillstand über Weihnachten.

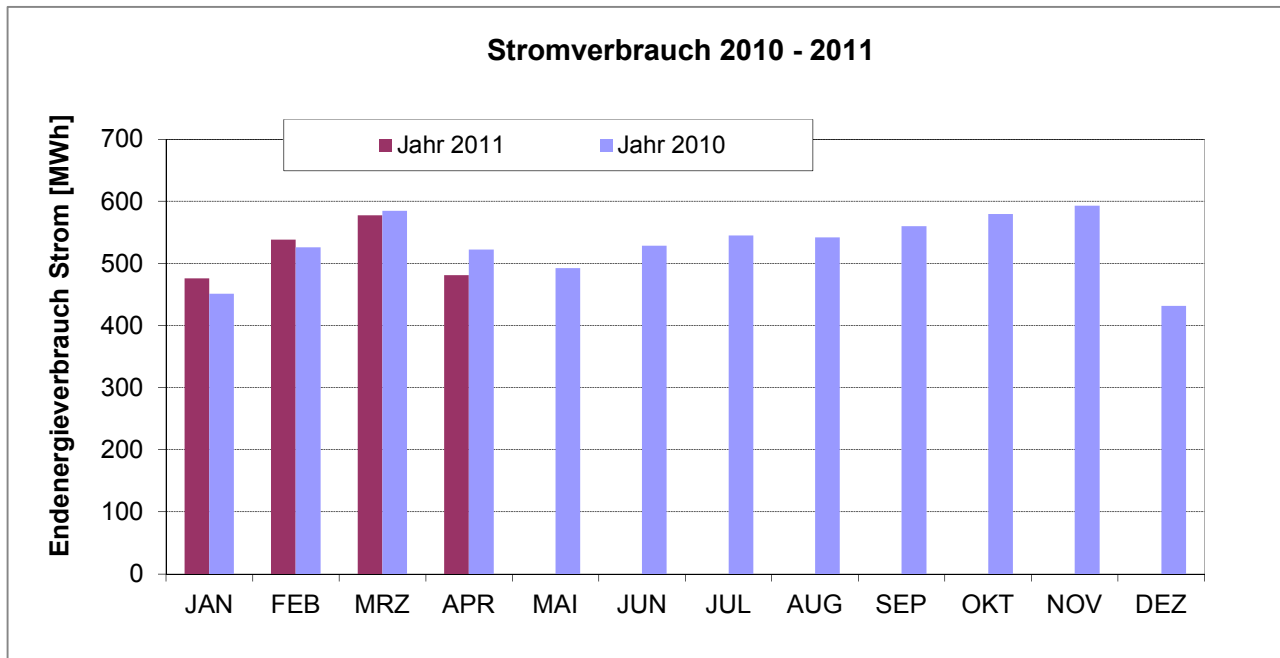


Abbildung 7: Monatlicher Endenergieverbrauch Strom 2010 (2011) Firma Assmann Ladenbau Leibnitz GmbH /AEE INTEC 2011/

Der Endenergieverbrauch an Erdgas auf Monatsbasis ist in Abbildung 8 dargestellt.

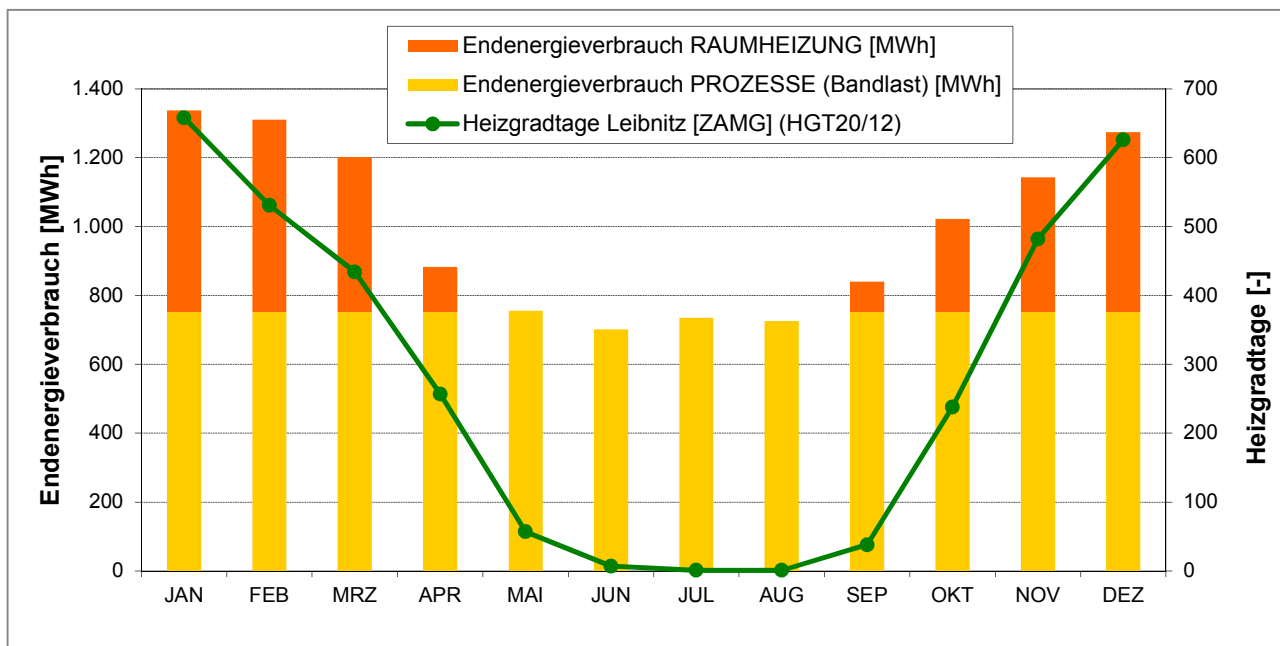


Abbildung 8: Monatlicher Endenergieverbrauch Erdgas 2010 Firma Assmann Ladenbau Leibnitz GmbH /AEE INTEC 2011/

Der Gasverbrauch unterliegt aufgrund des erhöhten Wärmebedarfs in den Wintermonaten (Heizenergieverbrauch) naturgemäß jahreszeitlichen Schwankungen.

Für die Ermittlung des Heizenergieverbrauches wurde annähernd jener Mehrverbrauch an Erdgas herangezogen, der während der Heizperiode (September bis April) zusätzlich zum durchschnittlichen Verbrauch in den Monaten Mai bis August anfällt (vgl. Abbildung 8). Der Jahresheizenergieverbrauch (bezogen auf Endenergie) errechnet sich auf diesem Wege für das Jahr 2010 zu 2.909 MWh und der konstante Grundlastverbrauch zu 9.021 MWh/Jahr. Der Anteil der Heizenergie am gesamten Erdgasverbrauch beträgt somit 24 % und wird in weiterer Folge für die Energiebilanzierung des Unternehmens herangezogen (beinhaltet den Energieverbrauch für die Heizung der Büros, der Beheizung der Hallen sowie der Sozialräume; exklusive Brauchwarmwasser).

Bezogen auf die beheizte Fläche am Standort (21.500 m² Hallenfläche + 4.130 m² Bürofläche) errechnet sich ein spezifischer Heizenergiebedarf von rund 114 kWh/(m²·a). Bedenkt man, dass der heutige Baustandard bei Bürogebäuden einen spezifischen Heizenergiebedarf von 45 kWh/(m²·a) einfach ermöglicht und moderne Betriebshallen nicht mehr als 70 kWh/(m²·a) verbrauchen sollten, ist hier ein hohes Einsparungspotential ersichtlich (-45 %).

Basierend auf den Messungen in den Produktionsbereichen „Galvanik“ und „Pulverbeschichtung“, den monatlichen Aufzeichnungen zum Erdgasverbrauch, den Prüfprotokollen der Erdgaskessel und Brenner sowie den erhobenen betriebsinternen Stundenaufzeichnungen und Angaben zur Produktionsauslastung wurden Umwandlungs- und Verteilverluste bestimmt und in weiterer Folge der (monatliche) Nutzenergieverbrauch nach Verbrauchern (siehe Abbildung 9 und Abbildung 10).

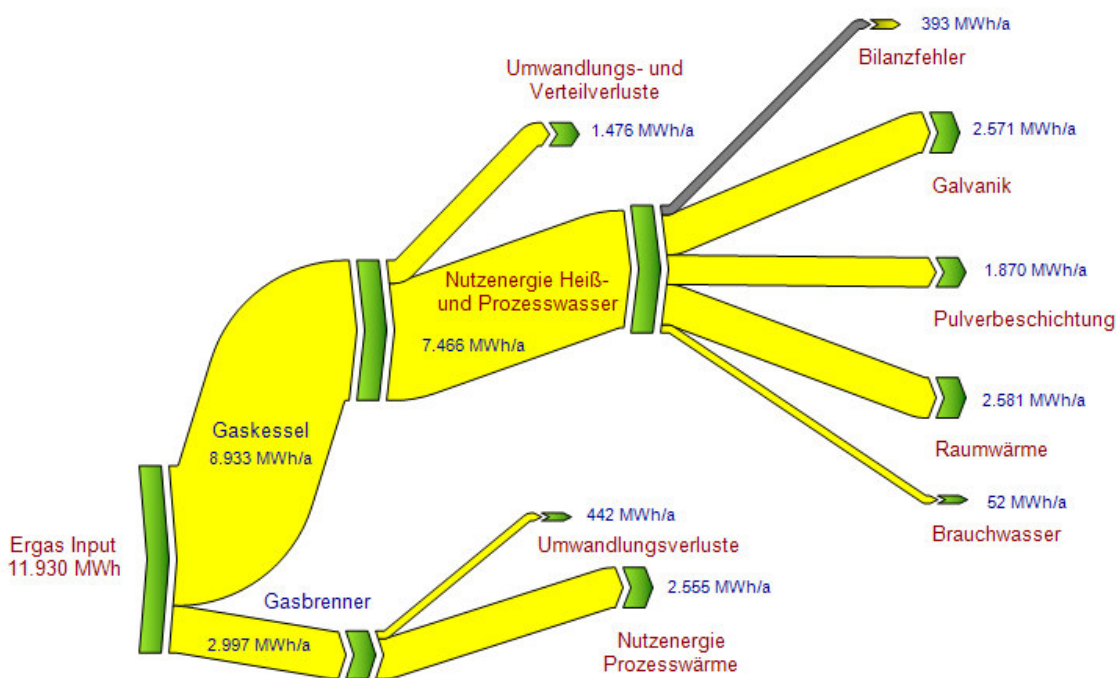


Abbildung 9: Energieflussdiagramm der thermischen Energieversorgung 2010 Firma Assmann Ladenbau Leibnitz GmbH /AEE INTEC 2011/

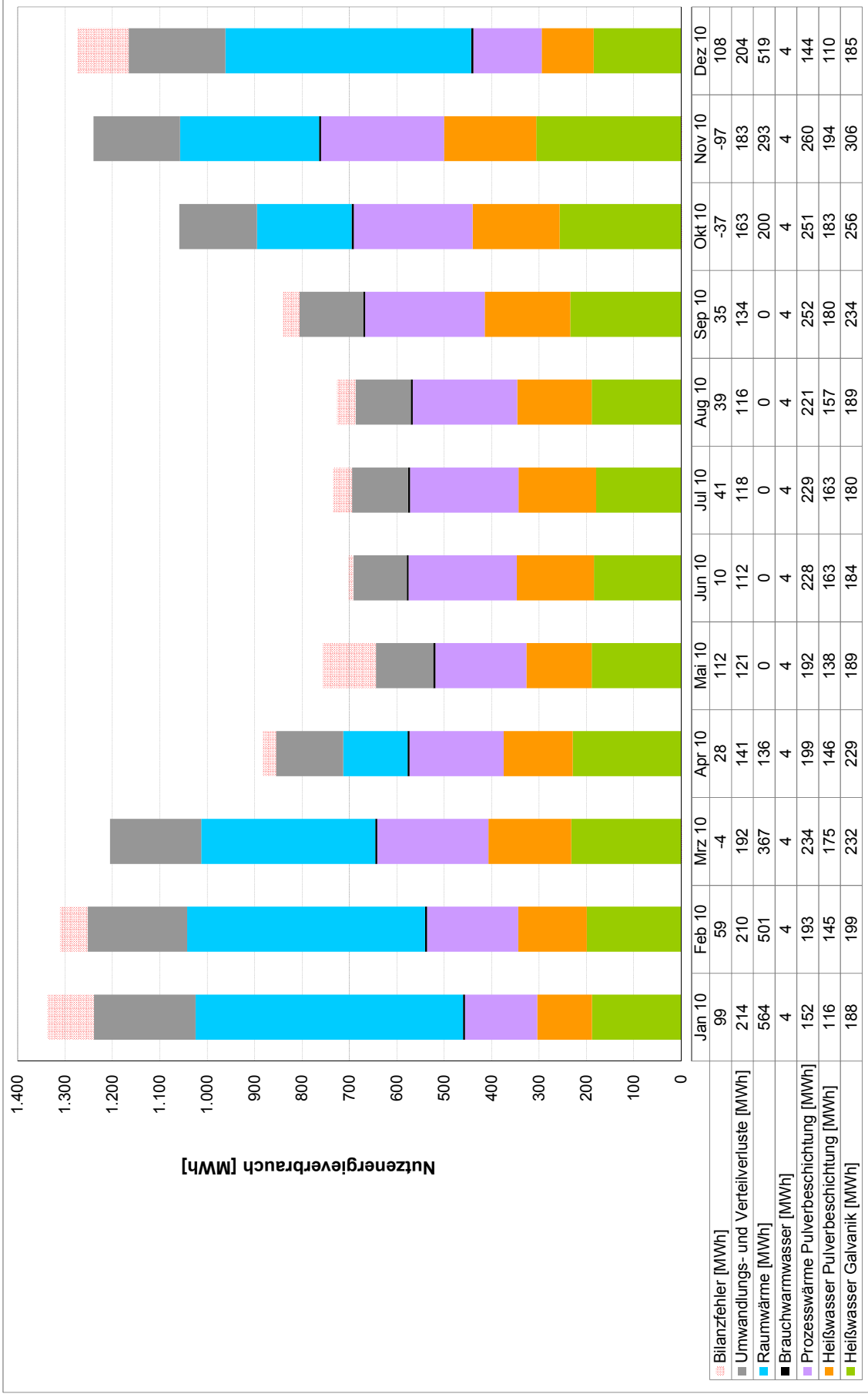


Abbildung 10: Monatlicher Endenergieverbrauch (nur thermische Energieversorgung) 2010 Firma Assmann Ladenbau Leibnitz GmbH /AEE INTEC 2011/ Da aufgrund der schwankenden Produktionsauslastung im Jahresverlauf und der vorhandenen Datenbasis keine stundengenaue Ermittlung der Nutzungsgrade der Kessel und Brenner möglich war, wurde die Bilanz iterativ an einen minimalen Bilanzfehler (rund 4 %) angenähert. Auf diesem Wege wurden die Umwandlungs- und Verteilverluste innerhalb der Bilanzgrenzen der thermischen Energieversorgung mit rund 16 % bestimmt.

2.1.3 Detailkonzept zu Wärmerückgewinnung und Prozessoptimierung

Unter Berücksichtigung techno-ökonomischer Gesichtspunkte wurden von den ursprünglich vorgeschlagenen Maßnahmen zur Vermeidung von Wärmeverlusten bzw. Wärmerückgewinnung von der Projektleitung 2 Maßnahmen zur Umsetzung freigegeben:

- Vermeidung von Wärmeverlusten durch Dämmung warmer bzw. heißer Versorgungsleitungen
- Wärmerückgewinnung aus dem Grundlast-Druckluftkompressor

Dämmung heißer Versorgungsleitungen

Bei den Versorgungsleitungen im direkten Bereich der Galvanik Bäder wurden die ehemals gedämmten Stahlrohre aufgrund von Korrosion und Nässe, die durch die Badumwältzung bzw. durch den Ein- und Austrag der Werkstücke auftrat, durch ungedämmte Kunststoffrohre ersetzt (siehe Abbildung 11, unten). Zur Vermeidung von Wärmeverlusten in der Galvanik ist es angedacht, die Heißwasserversorgungsleitungen aus Kunststoff zu den Bädern nachträglich zu dämmen.

Außerdem wurde das Unternehmen im Rahmen der Energiedatenerfassung vor Ort über weitere, vereinzelte Mängel der Dämmungen in Kenntnis gesetzt (nicht gedämmte Rohrabschnitte und Armaturen bei den Heißwasserverteilleitungen - siehe Abbildung 11, oben), die laut Projektleitung ebenfalls behoben werden.

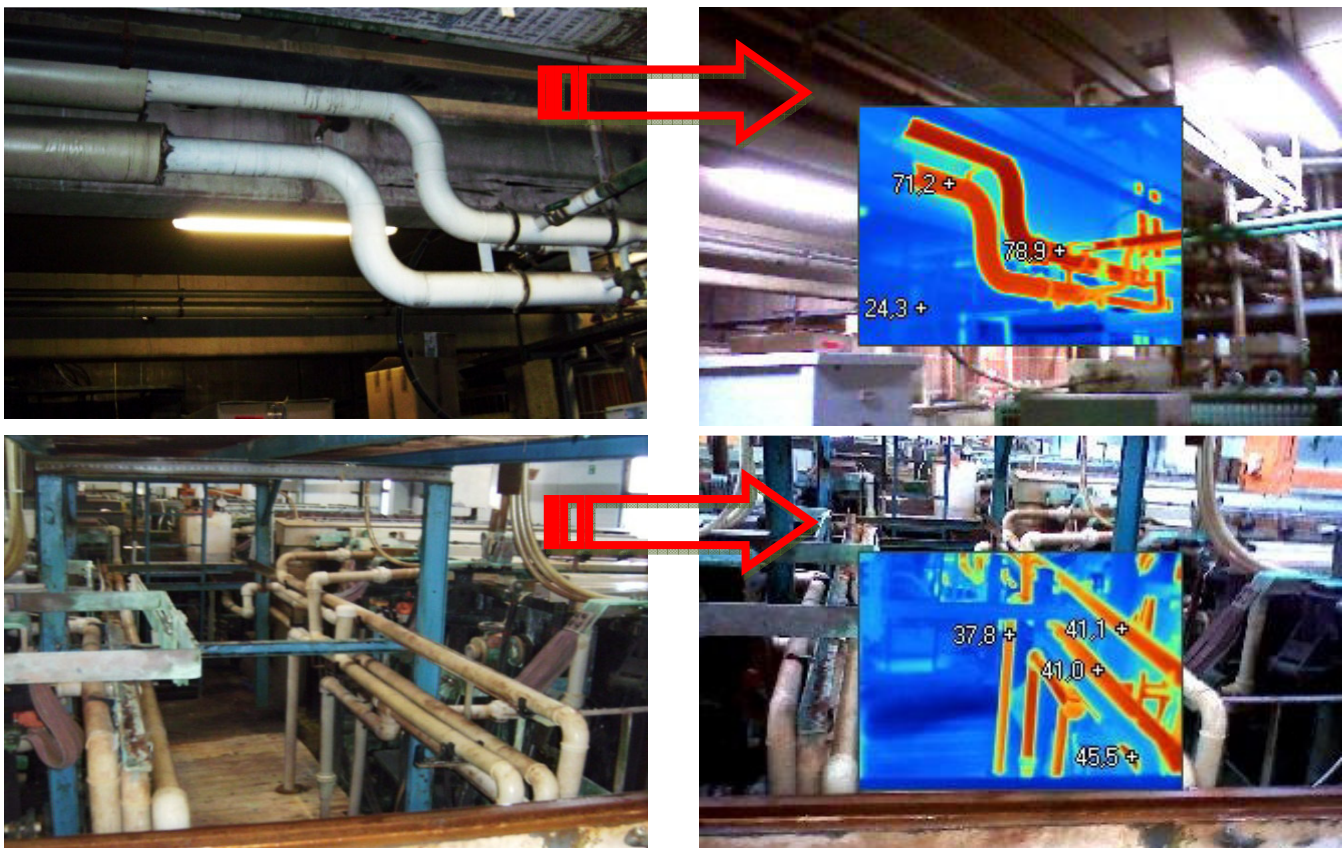
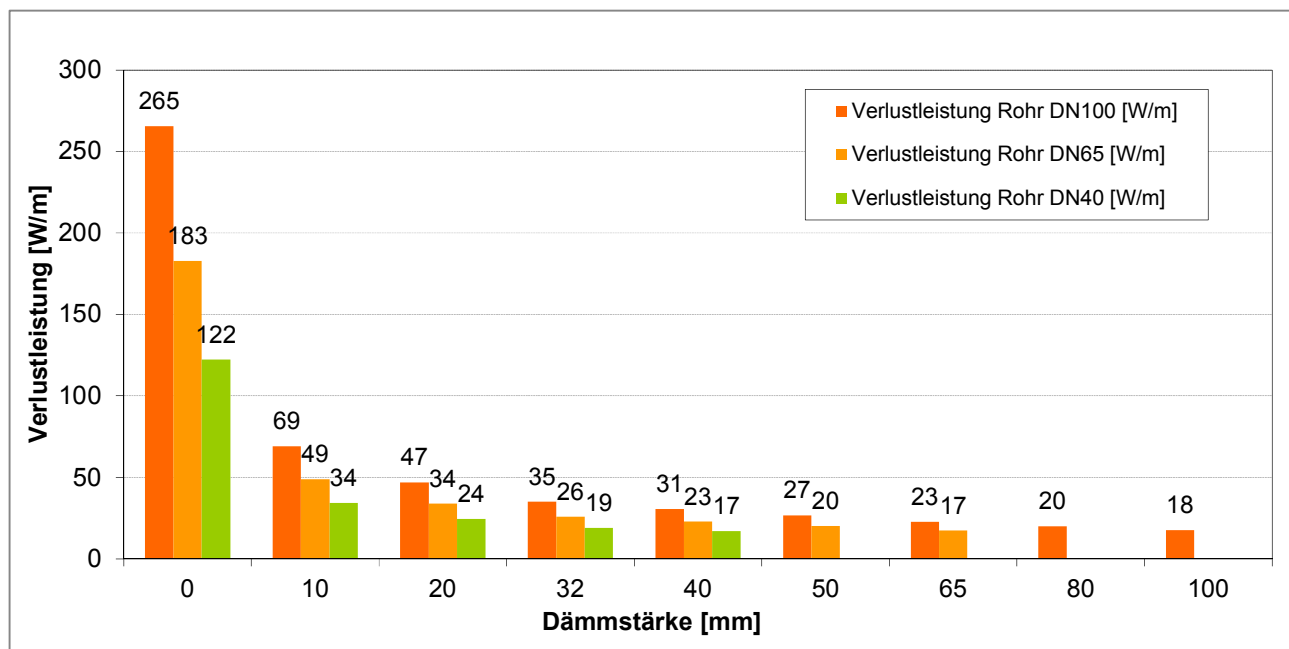


Abbildung 11: Thermografieaufnahmen: ungedämmte Heißwasserleitung (oben), ungedämmte Kunststoffleitungen bei den Galvanik-Linien (unten) /AEE INTEC/

Darstellung der Einsparungseffekte durch Dämmung heißer Versorgungsleitungen

Den möglichen Einsparungspotentialen infolge nachträglicher Dämmung von medienführenden Rohrleitungen liegt eine Wärmeverlustberechnung (ungedämmt vs. gedämmt) zugrunde.

Nachfolgende Abbildung 12 illustriert beispielhaft die Wärmeverlustleistung heißer Stahlrohre (DN 40, DN 65, DN 100) in Abhängigkeit der Dämmstärke.



Randbedingungen für die Berechnung:

- Rohr: Stahl-Gewinderohre mittelschwer DIN2440 ($\lambda = 50 \text{ W/mK}$)
- Umgebungstemperatur: 25° C (im Bereich der Galvanikbecken bzw. der Verteilungen im Jahreschnitt)
- Eintrittstemperatur Medium: 80° C
- Windgeschwindigkeit: 0 m/s (freie Konvektion)
- Isolierung: Mineralwolle $\lambda = 0,05 \text{ W/mK}$
- mittlere Strömungsgeschwindigkeit im Rohr: $0,65 \text{ m/s}$
- Emissionskoeffizient $\epsilon = 0,2$ für die isolierten Rohrleitungen (z.B. Ummantelung mit Aluminiumblech)
- Emissionskoeffizient $\epsilon = 0,8$ für das unisolierte Rohr

Abbildung 12: Wärmeverlustleistung heißwasserdurchströmter Stahlrohre in Abhängigkeit der Dämmstärke /AEE INTEC/

Die Berechnung für die Firma Assmann Ladenbau Leibnitz GmbH wurde jeweils für die 3 Galvaniklinien durchgeführt (Tabelle 3, Tabelle 4, Tabelle 5) sowie für die ungedämmten Heißwasserversorgungsleitungen (Tabelle 6). Aus den Differenzen der Wärmeverlustleistungen der ungedämmten zu den gedämmten Rohrleitungen in W/m Rohrleitungslänge multipliziert mit den Jahresbetriebsstunden gemäß Unternehmensangaben errechneten sich die jährlichen Nutzenergieeinsparungen.

Zuzüglich Umwandlungs- und Verteilverluste (16% - siehe Abbildung 10) errechnet sich schließlich die effektive Endenergieeinsparung aufgrund dieser Maßnahme (siehe Tabelle 7).

Tabelle 3: Ergebnistabelle „Galvanik – NiCr Linie“ /AEE INTEC/

Beschreibung	mittlere Mediums- temperatur [°]	Wärmeverluste pro m Rohr		unisolierte Leitungs- länge [m]	Verluste (Differenz) pro Jahr [MWh/a]
		ungedämmt [W/m]	gedämmt [W/m]		
Kunststoffrohr					
Da32/PN10	50	16,6	5,8	75	1,6
Da40/PN10	50	20,0	5,8	50	1,4
Da50/PN10	50	23,6	6,0	50	1,7
Da63/PN10	50	28,0	6,3	25	1,0
Ergebnisse				Σ=200 m	Σ=5,7

Betriebsstunden NiCr Linie 2010: 1.911 h

Tabelle 4: Ergebnistabelle „Galvanik – Zn Linie“ /AEE INTEC/

Beschreibung	mittlere Mediums- temperatur [°]	Wärmeverluste pro m Rohr		unisolierte Leitungs- länge [m]	Verluste (Differenz) pro Jahr [MWh/a]
		ungedämmt [W/m]	gedämmt [W/m]		
Kunststoffrohr					
Da32/PN10	50	16,6	5,8	75	3,2
Da40/PN10	50	20,0	5,8	50	2,8
Da50/PN10	50	23,6	6,0	50	3,5
Da63/PN10	50	28,0	6,3	25	2,2
Ergebnisse				Σ=200 m	Σ=11,7

Betriebsstunden Zn Linie 2010: 4.004 h

Tabelle 5: Ergebnistabelle „Galvanik – Handgalvanik Linie“ /AEE INTEC/

Beschreibung	mittlere Mediums- temperatur [°]	Wärmeverluste pro m Rohr		unisolierte Leitungs- länge [m]	Verluste (Differenz) pro Jahr [MWh/a]
		ungedämmt [W/m]	gedämmt [W/m]		
Kunststoffrohr					
Da32/PN10	50	16,6	5,8	75	2,7
Da40/PN10	50	20,0	5,8	50	2,4
Da50/PN10	50	23,6	6,0	50	3,0
Da63/PN10	50	28,0	6,3	25	1,8
Ergebnisse				Σ=200 m	Σ=9,9

Betriebsstunden Handgalvanik Linie 2010: 3.376 h

Tabelle 6: Ergebnistabelle „ungedämmte Heißwasserversorgungsleitungen“ /AEE INTEC/

Beschreibung	mittlere Mediums- temperatur [°]	Wärmeverluste pro m Rohr		unisolierte Leitungs- länge [m]	Verluste (Differenz) pro Jahr [MWh/a]
		ungedämmt [W/m]	gedämmt [W/m]		
Stahlrohr					
DN100	90	323,9	20,0	5	8,6
DN200	90	601,1	30,8	5	16,2
Ergebnisse				Σ=10 m	Σ=24,8

zugrunde liegende Betriebsstunden: 5.678 h

Tabelle 7: Ergebnistabelle „Dämmung heißer Versorgungsleitungen“ /AEE INTEC/

	Vor Optimierung	Nach Optimierung
Nutzenergiebedarf Galvanik IST	2.571 MWh	
Einsparung Dämmung NiCr-Linie		5,7 MWh
Einsparung Dämmung Zn-Linie		11,7 MWh
Einsparung Dämmung Handgalvanik		9,9 MWh
Einsparung Dämmung Stahlleitungen		24,8 MWh
Hauptversorgung		
Nutzenergiebedarf Galvanik OPTIMIERT		2.519 MWh
<hr/>		
Einsparung Nutzenergie		52,1 MWh
Einsparung Erdgas		62,0 MWh ($\eta = 0,84$)

Wie in Tabelle 7 ersichtlich, kann durch Dämmung heißer Versorgungsleitung 62,0 MWh/Jahr an Erdgas eingespart werden.

Wärmerückgewinnung Druckluftkompressor

Druckluft wird im Produktionsprozess bzw. bei einzelnen Anlagen (Flachbettlaser, H₂O - Verdampfer) benötigt. Die Druckluftherzeugung erfolgt zentral über 3 Kompressoren der Firma Kaeser, Bauart Schraubenkompressor. Den Kompressoren nachgeschaltet sind ein Kältetrockner (Kaeser T 500 E, 3,5 kW) sowie drei Druckluftbehälter. Leistungsdaten sowie Betriebsdaten der Periode 2010 / 2011 sind in nachfolgender Tabelle 8 angeführt.

Tabelle 8: Leistungsdaten / Betriebsdaten Druckluftversorgung

Typ			Motornennleistung Kompressor*	Gesamtleistungs- aufnahme*	eff. Liefermenge*	Betriebsstunden**	Verbrauch (Druckluft)**	Verbrauch (Strom)**	spez. Leistung***
			[kWel]	[kWel]	[m ³ /min]	[h/a]	[m ³ /a]	[MWh/a]	[kW/m ³ /min]
K1	Kaeser	CSD 102	55	17,4–65,5	2,33–10,2	8.652	2.593.520	277,1	6,4
K2	Kaeser	CS 75	45	50,3	7,2	2.044	804.915	89,3	7,2
K3	Kaeser	CS 75	45	50,3	7,2	1.535	604.060	67,0	7,0

* aus Datenblatt

** aus Betriebsdatenerfassung im Zeitraum zwischen 01.07.2010 – 30.06.2011

*** berechnet

Kompressor 1 (K1 - Kaeser Typ CSD 102) ist der einzige stufenlos regelbare Kompressor im Maschinenverbund, was die Möglichkeiten der Druckluftversorgung in einem optimalen Wirkungsgradbereich der Geräte einschränkt.

Derzeit kann K1 den gesamten Bedarf an Druckluft in den Nachtstunden zwischen 21:00 und 06:00 Uhr abdecken. Tagsüber reicht die Leistung von K1 alleine nicht aus und ein zweiter Kompressor (entweder K2 oder K3 – alternierend) schaltet sich zu (siehe Abbildung 13). Da K2 und K3 jedoch über keinen drehzahlgeregelten Verdichter verfügen, liefern diese jeweils die Nennliefermenge von 7,2 m³/min und K1 liefert bedarfsgerecht und überwiegend im Teillastbereich.

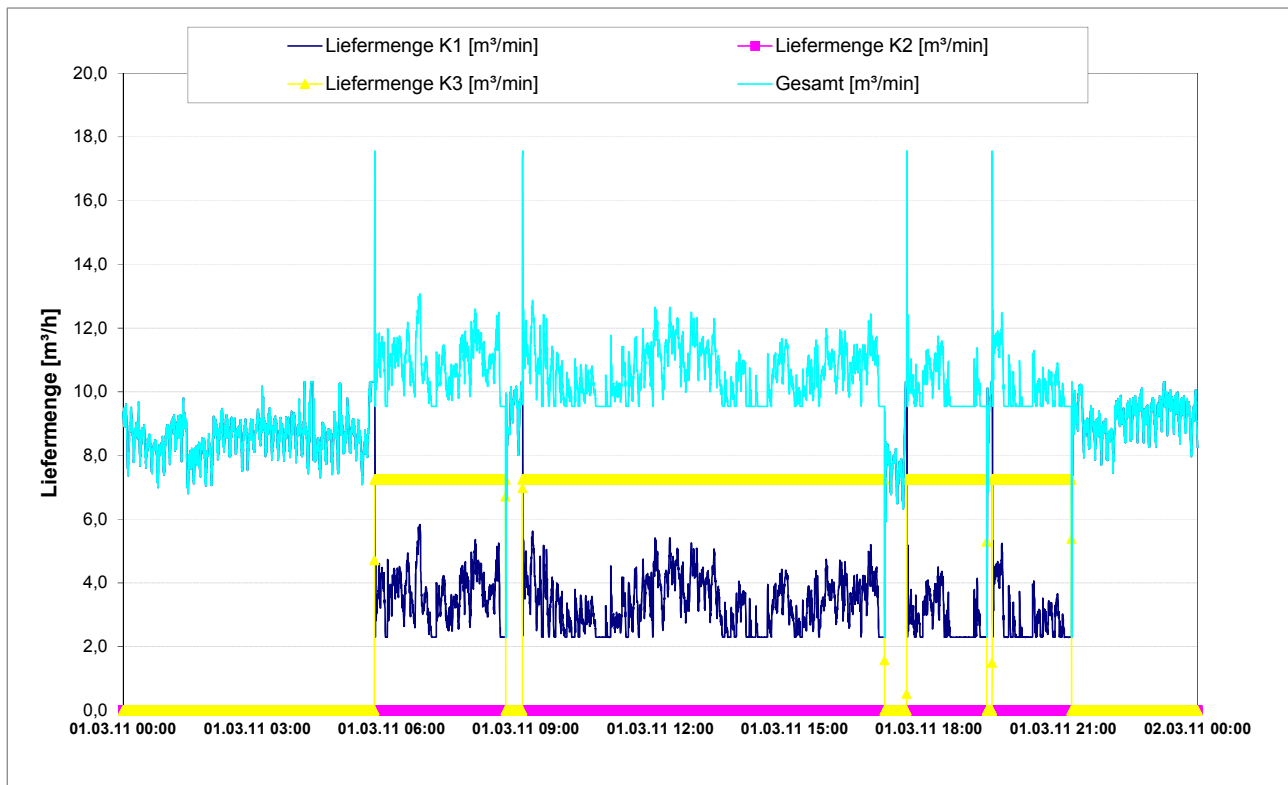


Abbildung 13: Betriebsstrategie Druckluftversorgung Firma Assmann Ladenbau Leibnitz GmbH /AEE INTEC 2011/

Im Rahmen von PROMISE DEMO wird der Druckluftkompressor K1 (Kaeser Typ CSD102) nachträglich mit einer Wärmerückgewinnungseinheit zur Erwärmung von Brauchwarmwasser ausgestattet. Zur Ermittlung der Wärmerückgewinnungspotentiale wurden Daten der geräteintegrierten Betriebsdatenerfassung auf Stundenbasis exportiert und für den Zeitraum eines Jahres ausgewertet (siehe Abbildung 14 und Abbildung 13).

Aus der Analyse der Liefermengen bzw. der Auslastung wurden die Wärmerückgewinnungspotentiale ermittelt und darauf aufbauend Systemkomponenten dimensioniert (Wärmetauscher, Speicher, Rohrleitungen, Pumpen).

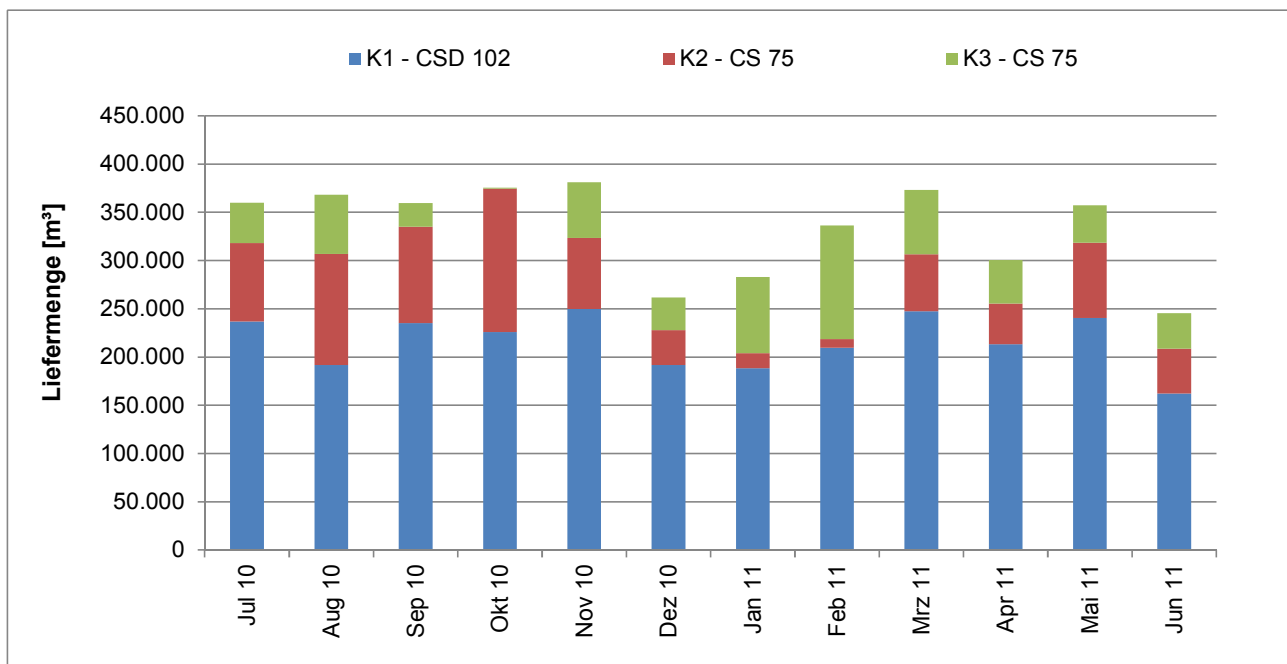


Abbildung 14: Monatsbilanz Druckluftverbrauch in der Periode Juli 2010 bis Juli 2011 Firma Assmann Ladenbau Leibnitz GmbH /AEE INTEC 2011/

Ergebnis dieser Untersuchungen war ein angepasstes Konzept zur hydraulischen Einbindung der Kompressorabwärme zur Brauchwarmwasserbereitung. Angepasstes Konzept deshalb, weil die Wärmeauskopplung in Abhängigkeit der Betriebsweise (Auslastung) des Kompressors (Wärmequelle) und dem Bedarf an Warmwasser (Wärmesenke) planerisch umgesetzt werden musste.

Die Einbindung des Druckluftkompressors erfolgt über einen 2.000 Liter Pufferspeicher, der als hydraulische Weiche fungiert. Über einen Plattenwärmetauscher erfolgt dann die Brauchwarmwasserbereitstellung im Ladespeicherprinzip für den gesamten, neu errichteten Sozialtrakt des Unternehmens. Als Backup dient der neue Heizungsverteiler für das Fertigwarenlager, über den ggf. der Pufferspeicher beladen werden kann. Das Konzept zur hydraulischen Einbindung der Kompressorabwärme zur Bereitstellung von Brauchwarmwasser wurde nach Messdatenerhebung und –analyse durch AEE INTEC gemeinsam mit Ökoplan Energiedienstleistungen GmbH erstellt.

In nachfolgender Abbildung 15 ist ein Auszug aus dem Ausführungskonzept der Firma Ökoplan Energiedienstleistungen GmbH abgebildet. Die gesammelten Ausschreibungsunterlagen zu den Maßnahmen Wärmerückgewinnung Druckluftkompressor und thermische Solaranlage können dem Anhang 6.2 entnommen werden.

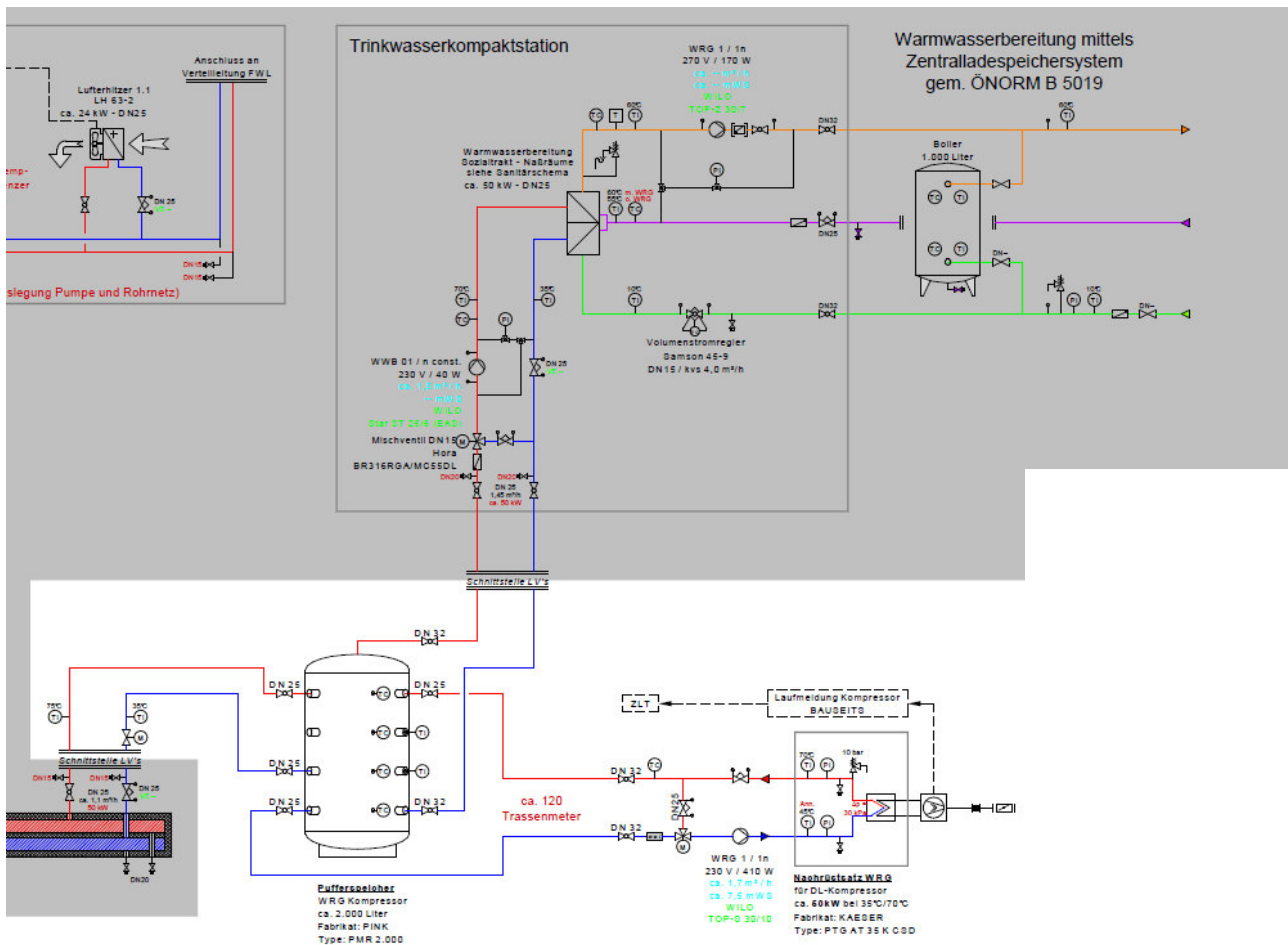


Abbildung 15: Einbindung der Druckluft – Wärmerückgewinnungseinheit in die Brauchwarmwasser Bereitung
 „Sozialtrakt“ /Ökoplan Energiedienstleistungen GmbH/

Der Druckluftkompressor verfügt bereits über eine Möglichkeit zur Abwärmeauskopplung in den Zuluftkanal des Unternehmensbereiches „Instandhaltung – Werkzeugbau“ (siehe Abbildung 5). Diese Abwärme kann sehr effizient zur Heizungsunterstützung während der Heizperiode eingesetzt werden. Außerhalb der Heizperiode wird diese Abwärme jedoch ungenutzt ins Freie geleitet.

Unter Berücksichtigung der Auslastung des Druckluftkompressors und dem korrespondierendem Grad der Wärmerückgewinnung stehen jährlich 194 MWh an Abwärme WRG aus dem Druckluftkompressor zur Verfügung.

Legt man zugrunde, dass während der Heizperiode (Oktober bis März) die gesamte Abwärme aus dem Druckluftkompressor zur Heizungsunterstützung (Zuluftheizung) genutzt wird und im September und April entsprechend den Heizgradtagen weniger, so liegt das maximal nutzbare Wärmerückgewinnungspotential bei 117 MWh jährlich. Im restlichen Jahr bleibt die Energie ungenutzt, der mögliche Grad der Wärmerückgewinnung liegt somit bei max. 61 % (siehe Abbildung 16).

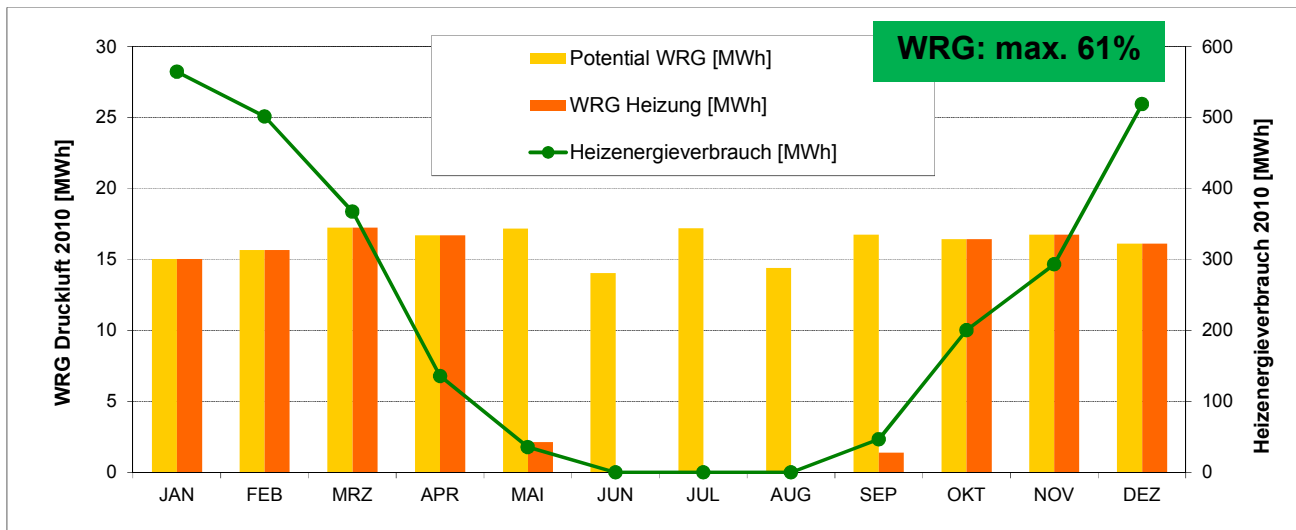


Abbildung 16: Wärmerückgewinnungspotential bei reiner Zulufltheizung /AEE INTEC/

Durch die Nachrüstung des Druckluftkompressors mit einer zusätzlichen Wärmerückgewinnungsstufe, die an den Kühlkreislauf gekoppelt ist, kann außerdem der Jahresbrauchwarmwasserbedarf des gesamten Sozialtraktes abgedeckt werden.

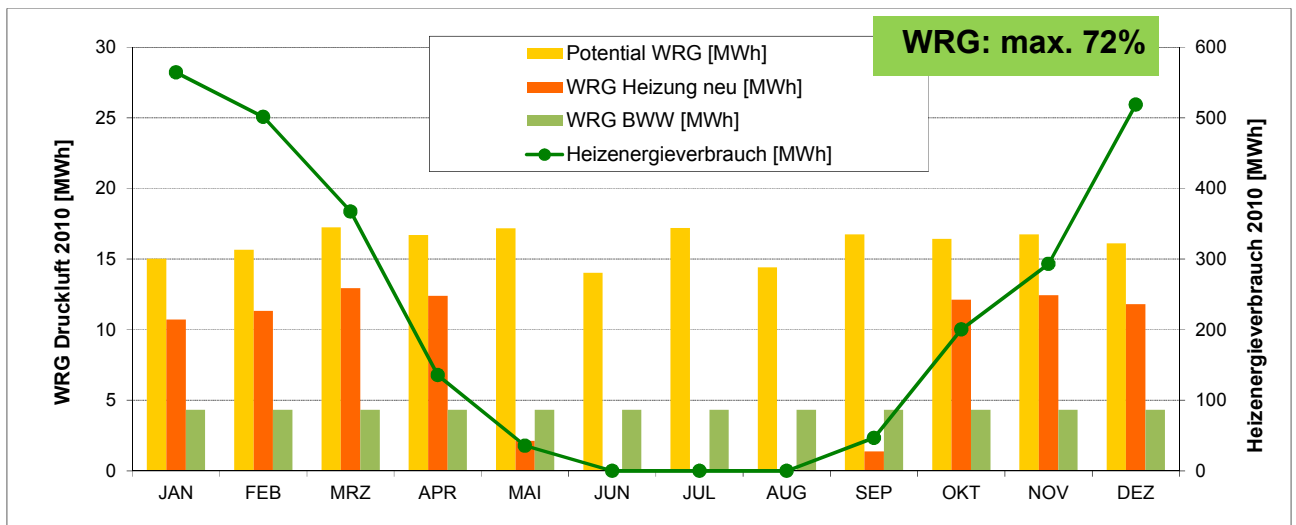


Abbildung 17: Wärmerückgewinnungspotential bei Zulufltheizung sowie Bereitstellung des Brauchwarmwassers für den Sozialtrakt /AEE INTEC/

Durch diese Maßnahme verringert sich zwar der Anteil, der für eine Zulufltheizung während der Heizperiode genutzt werden kann, Teile der restlichen Abwärme können jedoch ganzjährig und sehr effizient genutzt werden. Es ergeben sich dadurch folgende Vorteile

- Der Grad der Wärmerückgewinnung erhöht sich von 61 % auf 72 % (siehe Abbildung 17)
- Der Stromverbrauch für die Erzeugung von Brauchwarmwasser entfällt (siehe Tabelle 9)

Tabelle 9: Ergebnistabelle „Wärmerückgewinnung Druckluftkompressor“ /AEE INTEC/

	Vor Optimierung	Nach Optimierung
Wärmerückgewinnung Zuluftheizung (Nutzenergie)	117,4 MWh	87,2 MWh
Nutzenergiebedarf Brauchwarmwasserbereitung (Strom)	51,7 MWh ($\eta = 1,0$)	0,0 MWh
Wärmerückgewinnung Brauchwarmwasser (Nutzenergie)	0,0 MWh	51,7 MWh
Ergebnis (nutzbare Energie aus Wärmerückgewinnung)	117,4 MWh	139,0 MWh

Wie in Tabelle 9 ersichtlich, verringert sich die Wärmerückgewinnung Zuluftheizung um $117,4 - 87,2 \text{ MWh} = 30,2 \text{ MWh}$. Das bedeutet einen Mehrverbrauch an Erdgas von rund **35,9 MWh/Jahr** ($\eta = 0,84$). Dem gegenüber stehen Einsparungen an elektrischer Energie in der Größenordnung von **51,7 MWh** ($\eta = 1,0$), da die gesamte Brauchwarmwasserversorgung über die Wärmerückgewinnung gedeckt wird. Die Einsparungen an Endenergie belaufen sich also auf rund **16 MWh** ($51,7 \text{ MWh} - 35,9 \text{ MWh}$).

Bei der monetären Bewertung der Maßnahme ist zu berücksichtigen, dass zwar mehr Erdgas für die Heizung benötigt wird, jedoch Strom für die Brauchwarmwassererzeugung entfällt. Das Kostenverhältnis beträgt 2011 etwa 1:2,75, die monetären Einsparungen sind daher entsprechend hoch (vgl. Ergebnisse Tabelle 13).

Weitere Untersuchungen zu Wärmerückgewinnung und Prozessoptimierung

Die Tätigkeiten zum Projekt PROMISE DEMO wurden parallel zur Planungsphase des neuen Fertigwarenlagers durchgeführt. Alle Arbeiten und Entscheidungen rund um die thermische Energieversorgung mussten somit in einer für PROMISE DEMO sehr frühen Projektphase bereits gut aufbereitet sein, wodurch nicht alle im Projektantrag angeführten Maßnahmen zur Prozessoptimierung, Wärmerückgewinnung und Wärmeintegration in gleicher Weise bearbeitet werden konnten (z.B.: Verbesserung des Abgaswärmetauschers am bestehenden, erdgasbefeuerten Heißwasserkessel) bzw. schon zu Projektbeginn lt. Unternehmensführung nicht mehr weiterverfolgt werden sollten (z.B.: kaskadische Nutzung des Prozess-Heißwassers für Prozesse auf unterschiedlichem Temperaturniveau).

Dem gegenüber ist ein Mehraufwand entstanden, da zusätzlich Möglichkeiten zur Nutzung der Abwärme bei den Gasbrennern in der Pulverbeschichtung mittels thermischen Kältemaschinen untersucht wurden. Hier konnte allerdings keine wirtschaftliche Lösung erarbeitet werden. Außerdem wurde schon während der Planungsphase für das neue Fertigwarenlager versucht die Unternehmensleitung von einer Niedertemperaturhallenheizung anstelle der konventionellen Deckenstrahler zu überzeugen – auch hinsichtlich einer effizienteren Nutzung der thermischen Solaranlage vor allem in der Übergangszeit. Diese Option wurde ebenfalls nicht weiter verfolgt.

2.2 Auslegung einer thermischen Solaranlage zur Bereitstellung von Prozesswärme

Durch die Installation und das Monitoring einer Großsolaranlage sollten wichtige Erkenntnisse gewonnen werden, um den Einsatz dieser Technologie im Industriebereich in Zukunft einfacher gestalten zu können. Ein wesentlicher Nebeneffekt wäre die durch dieses Projekt erzielbare Vorbildwirkung gewesen, die zu einer rascheren Verbreitung dieser Technologie im Industriebereich beigetragen hätte.

Das Arbeitspaket umfasste die Detailplanung einer thermischen Großsolaranlage zur Bereitstellung von solarer Prozesswärme für den Produktionsbereich Pulverbeschichtung der Firma Assmann Ladenbau Leibnitz GmbH. Angestrebt wurde damit die teilweise Substitution von fossilen Energieträgern durch Solarthermie und die damit einhergehende Reduktion von CO₂ Emissionen. Die Ergebnisse zu den einzelnen Meilensteinen sind nachfolgend dokumentiert.

2.2.1 Identifikation der Ausgangsbedingungen für die Auslegung

Die thermische Solaranlage sollte hydraulisch in den Heißwasserversorgungskreislauf der beiden Prozesswärmeverbraucher Entfettung und Pulverbeschichtung im Produktionsbereich Pulverbeschichtung eingebunden werden (siehe auch Kapitel 2.2.3 – Detailkonzept Großsolaranlage).

Bei der Messdatenerfassung lag daher der Fokus bei der Ermittlung von hochaufgelösten Energieverbrauchsdaten dieser beiden Prozesswärmeverbraucher über einen charakteristischen Zeitraum (2 Wochen). Für die Durchführung einer Jahressimulation waren in weiterer Folge zusätzlich Betriebsdatenaufzeichnungen über die jährliche Betriebsauslastung in wöchentlicher und monatlicher Auflösung erforderlich.

Nachfolgend sind die gemessenen Massenströme (Abbildung 19) bzw. Temperaturen (Abbildung 20) der Prozesswärmeverbraucher Entfettung und Pulverbeschichtung im Produktionsbereich Pulverbeschichtung während Normalbetrieb über einen Zeitraum von 6 Stunden dargestellt.

Die Messstelle „Pulverbeschichtung“ in Vorbereitung (Heißwasserversorgungsleitung DN80) ist in Abbildung 18 ersichtlich.



Abbildung 18: Messstelle „Pulverbeschichtung - Entfetten“ in Vorbereitung /AEE INTEC/

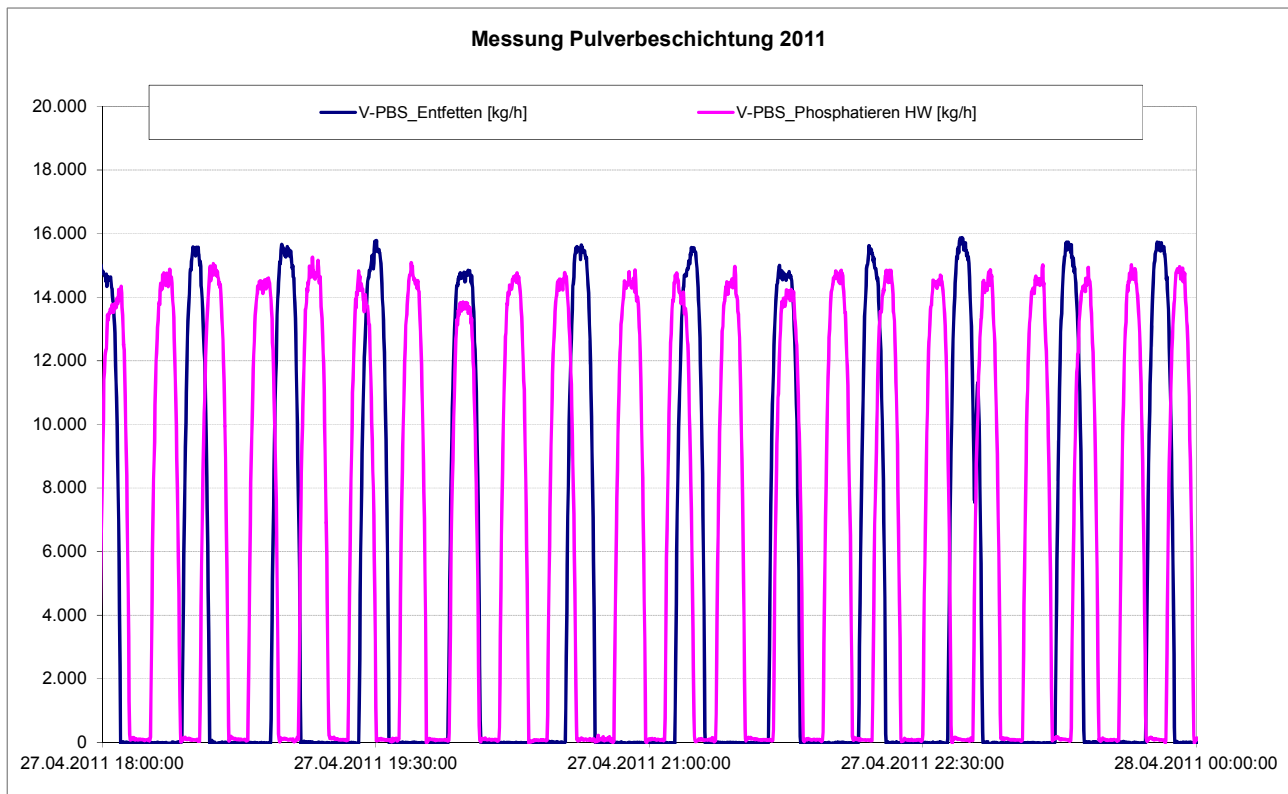


Abbildung 19: Verbrauchsprofil gemessen Pulverbeschichtung 2011 - Volumenströme /AEE INTEC/

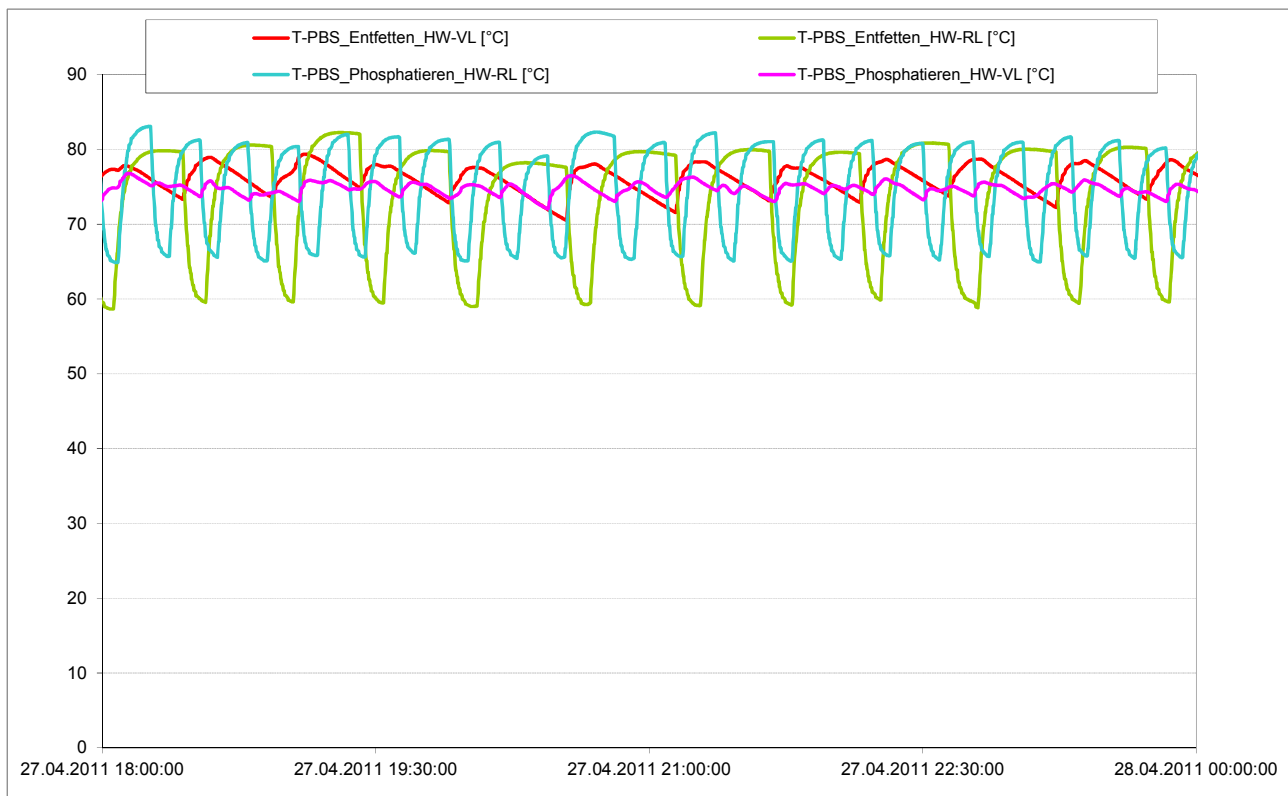



Abbildung 20: Verbrauchsprofil gemessen Pulverbeschichtung 2011 - Temperaturen /AEE INTEC/

Für die Erfassung erforderlicher Durchflussmengen wurde ein Ultraschall-Durchflussmessgerät der Firma Fluxus verwendet. Die technischen Daten des Fluxus Messumformers sind in nachfolgender Tabelle 10 zusammengefasst.

Tabelle 10: Technische Daten Fluxus Ultraschall- Durchflussmessgerät F601 (Quelle: www.flexim.com/)

	Messumformer Volumenstrom	
	Messbereich	0,01 bis 25 m/s
	Genauigkeit (bv>0,15m/s und Standardkalibrierung)	± 1,6% v. Messwert ± 0,01 m/s
	Messsensor Temperatur Pt100 4-Leiter (Toleranz Klasse A)	
Messbereich	-50° C bis +560° C	
Genauigkeit	± 0,1% v. Messwert ± 0,03 K	

Für die Temperaturmessung wurden entweder Pt100 Temperaturfühler verwendet, für die Anschlüsse am Durchflussmessgerät vorhanden waren, oder es wurde mit einem externen Temperaturmessumformer mittels Oberflächen-Thermoelementen gemessen.

Ergebniszusammenstellung Messdatenanalyse

Die repräsentativen Betriebsbedingungen (Lastprofil, Prozesstemperaturen, Wärmemengen) der Wärmesenken „Entfettung“ und „Phosphatierung“, die für die weiterführenden Schritte der Planung und Dimensionierung der thermischen Solaranlage herangezogen wurden, sind in nachfolgender **Tabelle 11** zusammengefasst.

Tabelle 11: Repräsentative Betriebsbedingungen der Wärmesenken „Entfettung“ und „Phosphatierung“

	Entfettung	Phosphatierung
Leitung [kW]	max.: 550 kW	max.: 550 kW
maximal / Ø in Betrieb	Ø in Betrieb : 320 kW	Ø in Betrieb : 320 kW
Volumenstrom [m³/h]	max.: 550 kW	max.: 550 kW
maximal / Ø in Betrieb	Ø in Betrieb : 320 kW	Ø in Betrieb : 320 kW
Ø Vorlauftemperatur	77°C	82°C
Ø Rücklauftemperatur	57°C	59°C
Lastprofil	9 min Betrieb – 20 min Stillstand	8 min Betrieb – 6 min Stillstand
	3-Schicht Betrieb durchgehend	3-Schicht Betrieb durchgehend
	WE: Sa ab 14:00 bis So 20:00	WE: Sa ab 14:00 bis So 20:00

2.2.2 Darstellung der technisch und wirtschaftlich optimalen Kollektorvariante

Aus den Messungen und Betriebsdatenerhebungen für die Prozesswärmeverbraucher Entfettung und Pulverbeschichtung wurden in einem ersten Schritt Jahreslastprofile auf Stundenbasis generiert.

In nachfolgender Abbildung 21 ist das Verbrauchsprofil auf Stundenbasis für eine Woche im Juli dargestellt.

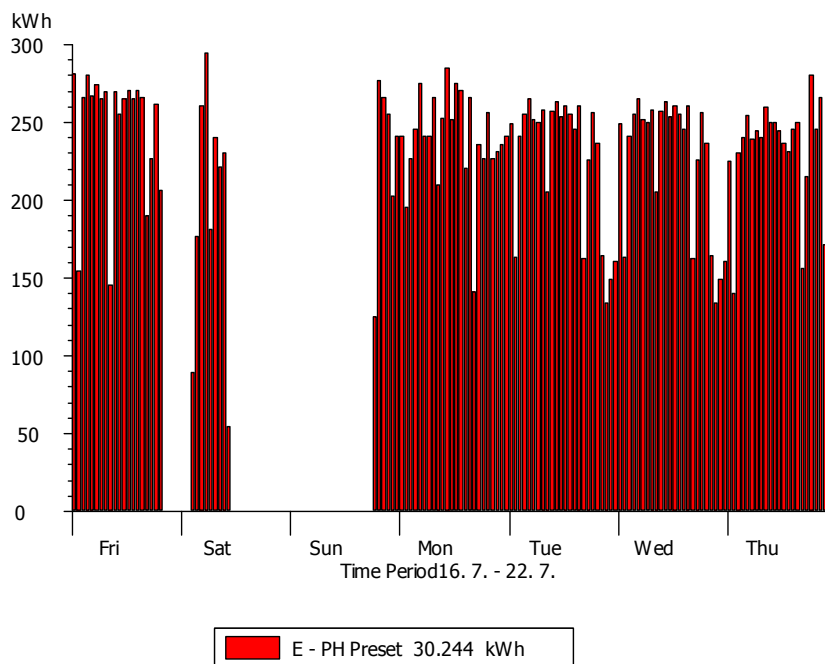


Abbildung 21: Verbrauchsprofil simuliert Pulverbeschichtung 2011 - Energie /AEE INTEC/

Diese Lastprofile sowie Informationen zu den örtlichen Gegebenheiten (verfügbare Dachflächen, Ausrichtung, Rohrleitungswege, unternehmerische Standards zu Mindestdämmstärken etc.) wurden zur Durchführung von Simulationsrechnungen mit der Berechnungssoftware T-SOL Expert 4.5 herangezogen. Mit Hilfe dieser Berechnungsumgebung wurden zudem Parametervariationen zur Ermittlung einer optimalen Systemkonfiguration durchgeführt (technische Optimierung). Die Parametervariationen umfassten Variationen des Kolleortyps, der Speichergröße, des Aufstellungswinkels sowie der Betriebsweise des Kollektorfeldes. Die Kollektorfeldgröße war durch die verfügbare Dachfläche limitiert (etwa 550 bis 600 m² Bruttokollektorfläche – abhängig vom Kolleortyp - bei einer verfügbaren Dachfläche von 1.740 m² gemäß dem damaligen Planungsstand des Fertigwarenlagers).

Die Ergebnisse dieser Simulationsberechnungen gaben Auskunft über den rechnerischen solaren Jahresenergieertrag in kWh/m² für einen bestimmten Kolleortyp bei optimierter Systemkonfiguration.

Die Ergebnisse eines Variantenvergleiches für 4 Flachkollektoren (jeweils zwei „Standard-Flachkollektoren“ und zwei „Advanced-Flachkollektoren“ sind in nachfolgender Tabelle 12 angeführt. Bei den dargestellten Varianten wurden bereits eine optimale Kollektorneigung, eine angepasste Betriebsweise (Durchfluss Kollektorfeld) sowie ein ausreichend großer Solarenergiespeicher herangezogen (Ergebnisse vorgelagerter Berechnungen).

Tabelle 12: Variantenvergleich zur technischen Bewertung unterschiedlicher Flachkollektormodelle /AEE INTEC/

Variantenbezeichnung	Kollektor 1	Kollektor 2	Kollektor 3	Kollektor 4
Standort	Leibnitz	Leibnitz	Leibnitz	Leibnitz
Globalstrahlung	1126,02 kWh	1126,02 kWh	1126,02 kWh	1126,02 kWh
Lastprofil	Messdatenimport	Messdatenimport	Messdatenimport	Messdatenimport
KOLLEKTORKREIS				
Typ	Advanced-Flachkollektor	Advanced-Flachkollektor	Standard Flachkollektor	Standard Flachkollektor
Anzahl Kollektoren	38	45	45	45
Gesamtbruttofläche	570,00 m ²	562,50 m ²	562,50 m ²	562,50 m ²
Aufstellwinkel	30,0 °	30,0 °	30,0 °	30,0 °
Azimutwinkel	-15,0 °	-15,0 °	-15,0 °	-15,0 °
SPEICHER 1	Pufferspeicher	Pufferspeicher	Pufferspeicher	Pufferspeicher
Volumen	39 m ³	39 m ³	39 m ³	39 m ³
ZUSATZHEIZUNG				
Typ	Gaskessel	Gaskessel	Gaskessel	Gaskessel
Nennleistung	2.901,0 kW	2.901,0 kW	2.901,0 kW	2.901,0 kW
ERGEBNISSE DER SIMULATION				
Einstrahlung auf Kollektorfläche gesamt	663,02 MWh	656,67 MWh	656,67 MWh	656,67 MWh
Einstrahlung auf Kollektorfläche spezifisch	1.268,94 kWh/m ²	1.268,94 kWh/m ²	1.268,94 kWh/m ²	1.268,94 kWh/m ²
abgegebene Energie Kollektorkreis	197,98 MWh	194,39 MWh	140,31 MWh	134,36 MWh
abgegebene Energie Kollektorkreis spezifisch	378,91 kWh/m²	375,64 kWh/m²	271,13 kWh/m²	259,63 kWh/m²
Zugeführte Energie Zusatzheizung	1.248,52 MWh	1.251,92 MWh	1.303,56 MWh	1.310,79 MWh
Deckungsanteil gesamt:	13,70%	13,40%	9,70%	9,30%
Systemnutzungsgrad	29,86%	29,60%	21,37%	20,46%

Den Ergebnissen aus Tabelle 12 ist zu entnehmen, dass die beiden als „Advanced-Flachkollektoren“ bezeichneten Solarkollektoren (Kollektor 1 und Kollektor 2) von unterschiedlichen Herstellern die besten Ergebnisse liefern (abgegebene Energie Kollektorkreis spezifisch). Der Unterschied zu den Standard-Flachkollektoren (Kollektor 3 und Kollektor 4) liegt in einem besseren thermischen Wirkungsgrad begründet, was aber natürlich auch Auswirkungen auf die jeweiligen Kollektorkosten hat.

Die Ergebnisse einer „technischen Optimierung“ ermöglichen zwar eine Reihung der untersuchten Varianten, allerdings muss im Prozess der Entscheidungsfindung jedenfalls auch der wirtschaftliche Aspekt berücksichtigt werden, um die „beste“ Variante zu ermitteln. Aus diesem Grund wurde die Ermittlung der techno-ökonomisch optimalen Systemvariante basierend auf Angebotswerten nach Ausschreibung durch Ökoplan Energiedienstleistungen GmbH von AEE INTEC vorgenommen. Die gesammelten Ausschreibungsunterlagen können dem Anhang 6.2 entnommen werden.

Es wurden Angebote von insgesamt 5 Anbietern und für unterschiedliche Kollektortypen eingeholt (thermische Solaranlage inklusive Prozessintegration, Gesamtkosten) und die Wirtschaftlichkeit jeweils über die Lebensdauer der Investitionen miteinander verglichen.

Aus Abbildung 22 wird ersichtlich, dass Anbieter 1 Billigstbieter ist, sowohl mit Kollektor 2 als auch mit Kollektor 3. Die Entscheidung, ob Kollektor 2 oder Kollektor 3 auch über die Lebensdauer betrachtet die bessere Alternative darstellt, wurde mittels dynamischer Wirtschaftlichkeitsberechnung ermittelt.

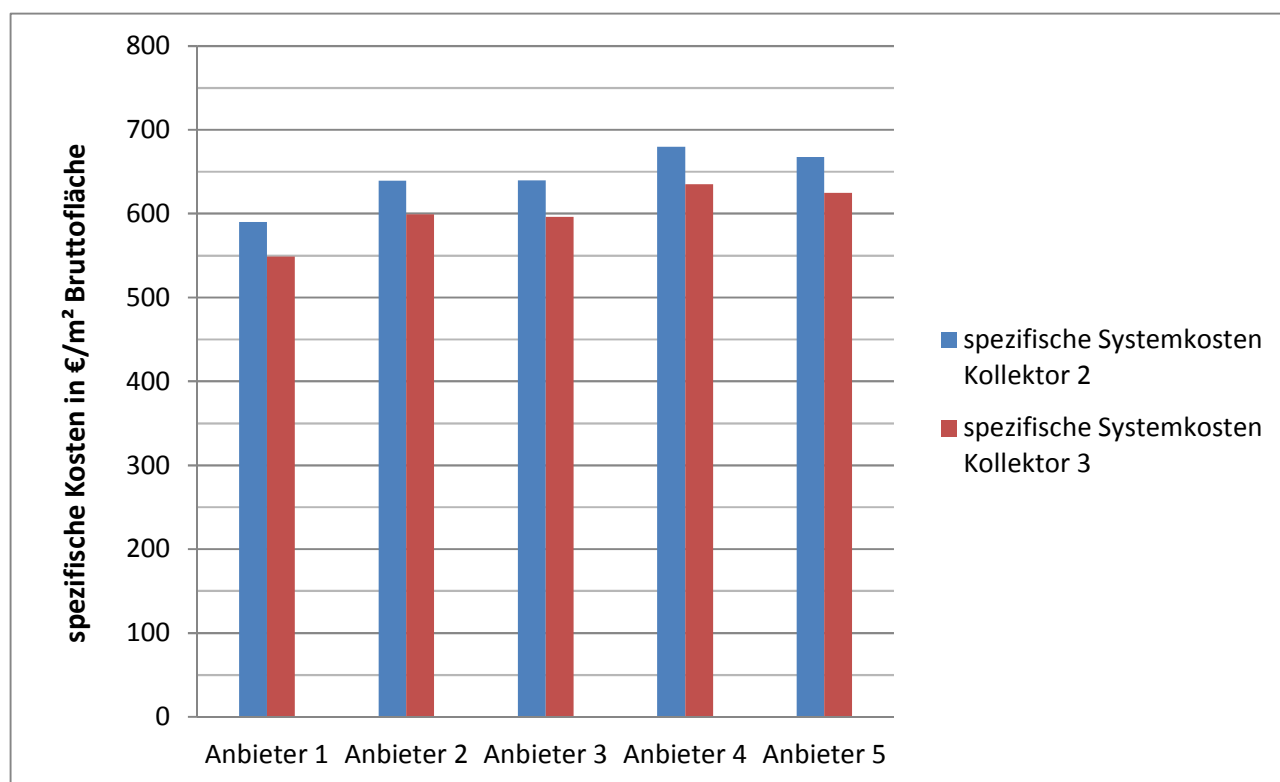


Abbildung 22: Vergleich der Systemkosten nach Angebotslegung (ohne Förderung, ohne USt.)– Fa. Assmann Ladenbau Leibnitz GmbH 2010. /AEE INTEC/

Bei der durchgeführten dynamischen Wirtschaftlichkeitsbetrachtung nach der Kapitalwertmethode gemäß VDI 6025 (2012) wurden unter Berücksichtigung jährlicher Steigerungsraten (Inflation, jährliche Energiepreissteigerung Erdgas) alle über den Betrachtungszeitraum enthaltenen Ein- und Auszahlungen miteinbezogen (kapitalgebundene Kosten sowie verbrauchs- und betriebsgebundene Kosten, Einsparungen an Erdgas).

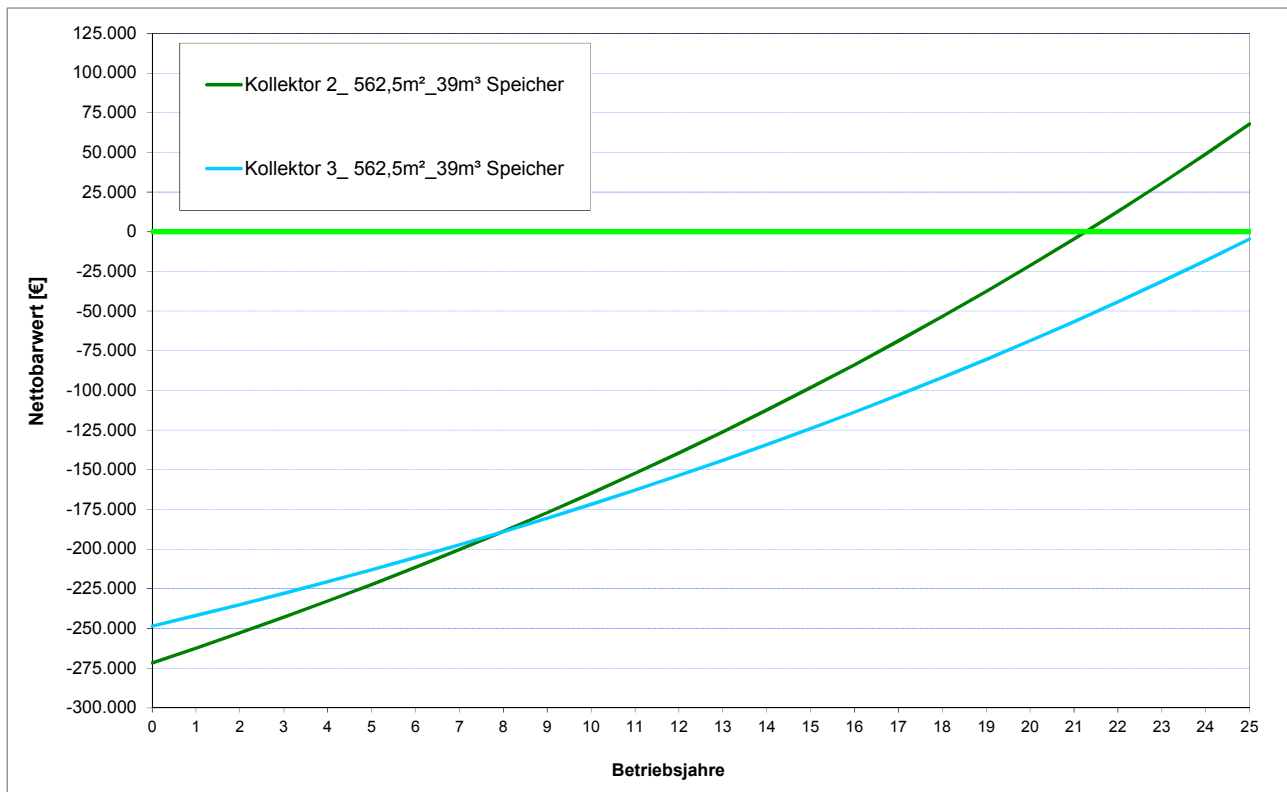


Abbildung 23: Dynamische Wirtschaftlichkeitsberechnung nach Angebotslegung (mit Förderung, ohne MwSt.)–
 Fa. Assmann Ladenbau Leibnitz GmbH 2010. /AEE INTEC/

Kollektor 2 ergab über die Lebensdauer hinweg die günstigere Variante. Als Ergebnis des Wirtschaftlichkeitsvergleiches wurden daher Anbieter 1 und Kollektor 2 der Projektleitung kommuniziert und zur Umsetzung vorgeschlagen. Die dynamische Amortisationszeit der günstigsten Variante (inkl. Förderung) lag bei rund 22 Jahren und entsprach somit nicht den Vorstellungen der Fa. Assmann. Es folgten detaillierte Kostenanalysen seitens AEE INTEC, unter anderem wurden weitere Kollektorhersteller bzw. Systemlieferanten ausfindig gemacht und explizit Angebote für den Solarteil eingeholt. Die Ergebnisse wurden ebenfalls ausgewertet und wiederum an die Projektleitung weitergegeben.

Basierend auf dem Angebot eines dänischen Turn-Key Lieferanten für große thermische Solaranlagen konnten der Angebotspreis sowie die Amortisationsdauer auf rund 19 Jahre reduziert werden (siehe Tabelle 12 und Abbildung 24 – Kollektor 1).

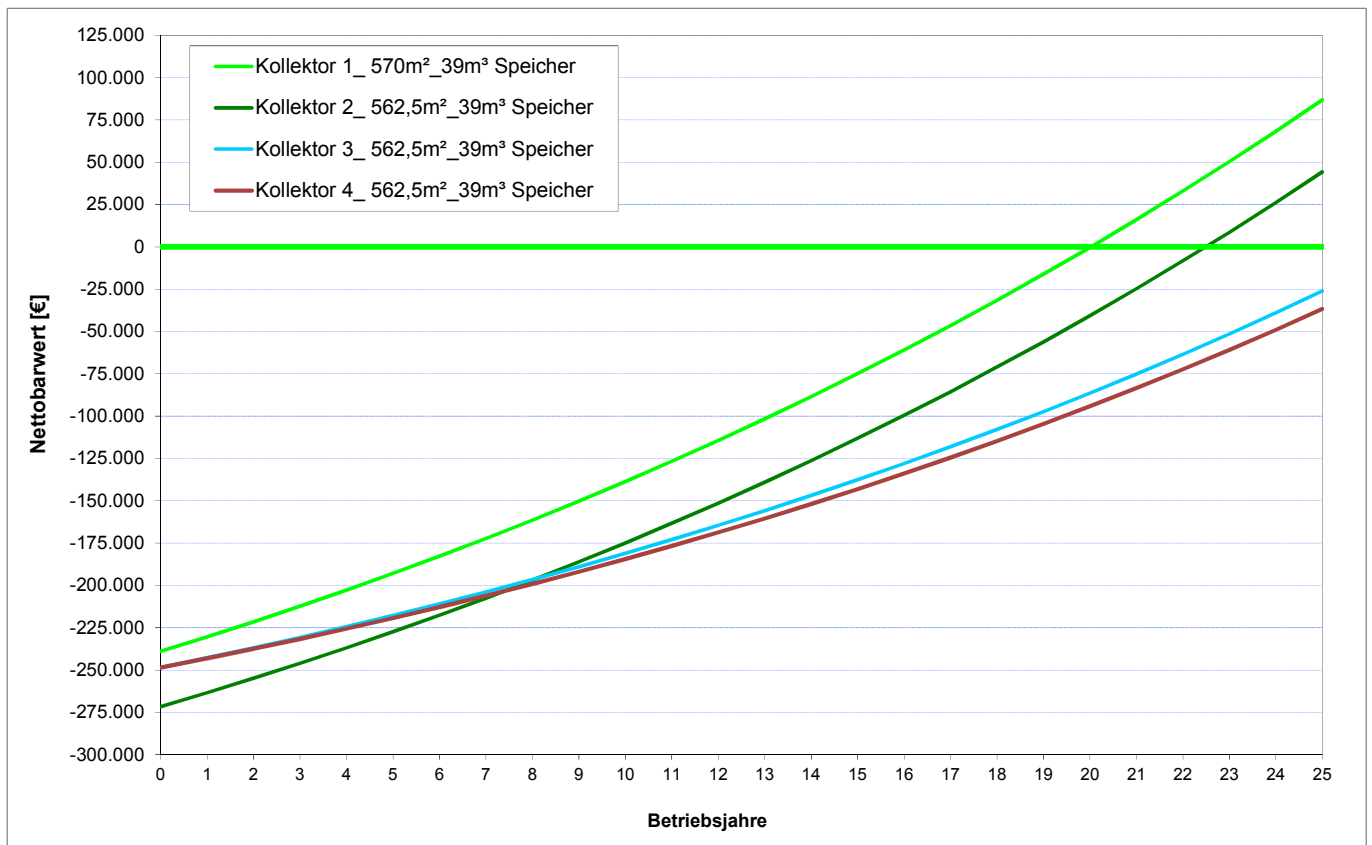


Abbildung 24: Dynamische Wirtschaftlichkeitsberechnung nach Angebotslegung (mit Förderung, ohne MwSt.)–
Fa. Assmann Ladenbau Leibnitz GmbH 2010. /AEE INTEC/

Die Wirtschaftlichkeit der solaren Großanlage als Einzelmaßnahme war bereits bei dem Vorgängerprojekt PROMISE APPLICATION mit einer dynamischen Amortisationsdauer von 19-20 Jahren berechnet worden, woraufhin auf die Wichtigkeit der Umsetzung eines gesamten Maßnahmenpaketes deutlich hingewiesen wurde. Der Systempreis der thermischen Solaranlage inklusive einer doch recht komplexen Prozesseinbindung (siehe Kapitel 2.2.3) lag somit innerhalb der Grenzen der damals projektierten Kosten.

Auf Wunsch der Projektleitung wurde zusätzlich zur dynamischen Amortisationsrechnung auch eine statische Amortisationsrechnung nach Vorgaben des Unternehmens durchgeführt und übermittelt.

Die Berechnung ist in nachfolgender Abbildung 25 für die aussichtsreichste Variante (Kollektor 1) dargestellt. Die statische Amortisationsdauer berechnet sich zu 19,8 Jahren ohne Förderungen.


	<i>Kursiv = Eingabe werden berechnet</i>	<i>andere Werte</i>	
13.10.2011	AEE INTEC		
	Statisch Amortisationszeit		
Bruttokollektorfläche (Sunmark GJ 140V)		m²	570
<i>Heizleistung SOLAR nominal</i>		kWth	399
spezifischer Solarertrag		kWh/(m²·a)	380
<i>Heizenergie SOLAR in Speicher pro Jahr</i>		kWh/a	216.600
<i>Pumpenlaufzeit</i>		h/a	1.500
<i>jährlicher Stromverbrauch thermische Solaranlage</i>		kWhel/a	1.350
<i>jährliche Wartungskosten thermische Solaranlage</i>		% von Invest.	0,2%
Gaspreis		Euro/kWh	0,04315
Strompreis		Euro/kWh	0,105
Wärmegestehungskosten GASKESSEL (statisch)			
<i>Wirkungsgrad Gaskessel</i>			0,85
<i>Kosten Erdgas pro Jahr (statisch)</i>		Euro/a	10.996
Wärmegestehungskosten SOLAR (statisch)			
<i>jährliche Wartungskosten</i>		Euro/a	432,6
<i>jährliche Betriebskosten</i>		Euro/a	141,8
<i>Preis thermische Solaranlage exkl. Prozessanbindung (o. Ust.)</i>		Euro	188.100
<i>Preis Prozessanbindung</i>		Euro	86.279
<i>Verhandlungsspielraum (5% vom Angebotspreis)</i>		Euro	-4.314
<i>Zusätzlich (Monitoring, Stagnationskühler)</i>		Euro	20.000
<i>Preis thermische Solaranlage gesamt</i>		Euro	290.065
<i>Spezifischer Preis</i>		Euro/kWh	727
<i>Spezifischer Preis</i>		Euro/m ² Bruttofläche	509
<i>nicht geförderte Projektierungskosten</i>		€	39.000
Zugesicherter Förderbetrag KLIEN			
		Euro	122.788
Investitionskosten für die thermische Solaranlage abzgl. KLIEN-Förderung		Euro	167.277
zusätzlich Kosten	nicht geförderte Projektierungskosten	Euro	39.000
Ersparnis pro Jahr (statisch)		Euro/a	10.421
Statische Amortisation		Jahre	19,8
CO2-Relevanz			
spezifische Emissionen:			
	Strommix	g_CO2/kWh_el	320
	Erdgas	g CO2/kWh_ch4	200
Solaranlage	CO2-Emissione für thermische Solaranlage	gCO2/kWh_th	2,0
bestehender Gaskessel	CO2-Emissione für Wärme Gaskessel	gCO2/kWh_th	235,3
CO2-Einsparung pro Jahr		tCO2/a	50,5

Abbildung 25: Ergebnisse Wirtschaftlichkeitsberechnung statisch Kollektor 1 /AEE INTEC/

Auf Anfrage der Fa. Assmann Ladenbau Leibnitz GmbH wurde die Wirtschaftlichkeit des gesamten Maßnahmenpaketes ebenfalls berechnet und an das Unternehmen übermittelt.

Ergebnis dieser (statischen) Berechnungen war eine Darstellung der Endenergieeinsparung sowie der jährlichen monetären Einsparung abzüglich laufender jährlicher Kosten und ist in Tabelle 13 angeführt.

Tabelle 13: Zusammenfassung der Ergebnisse /AEE INTEC/

	WRG Druckluft	Dämmung	Solar	WP	Summe
Einsparung Nutzenergie [MWh/a]	21,6	52,1	216,6	420,0	710,3
Einsparung / Verbrauch Endenergie (Erdgas) [MWh/a]	-35,9	62,0	257,9	500,0	783,9
Einsparung / Verbrauch Endenergie (Strom) [MWh/a]	51,7		-1,4	-120,0	-69,6
Wartungskosten [€/a]			433		433
Einsparung Emissionen [t _{CO2äqu} /a]	5,3	13,5	55,7	78,3	152,7
Einsparung monetär [€/a]	3.883	2.676	10.985	8.975	26.519
Investitionskosten nach Förderung [€]	14.137	9.629	206.277	52.000	282.043,0
statische Amortisation (Jahre)	3,6	3,6	19,5	5,8	10,8

Die statische Amortisationsdauer des gesamten Maßnahmenpaketes wurde basierend auf den günstigsten Angebotsfall für die thermische Solaranlage mit 10,8 Jahren berechnet. Im Vorgängerprojekt PROMISE APPLICATION wurde die dynamische Amortisationsdauer des gesamten Maßnahmenpaketes mit 3,4 Jahren beziffert. Die Abweichungen zwischen ursprünglicher Plan-Wirtschaftlichkeit und der tatsächlichen Wirtschaftlichkeit des Vorhabens nach detaillierter Angebotslegung waren seitens der Projektleitung Hauptgrund für den vorzeitigen Projektabschluss.

Gründe für die Abweichungen verglichen mit den Ergebnissen aus dem PROJEKT PROMISE APPLICATION (Stiglbrunner et al. 2010) sind hauptsächlich verminderte Einsparungspotentiale, da sowohl bei der vorhandenen Kältemaschine als auch beim Druckluftkompressor die Abwärme bereits teilweise genutzt wird und dies in der ursprünglichen Erhebung messtechnisch nicht quantifiziert wurde. Die realen monetären Einsparungen sind somit geringer als ursprünglich kalkuliert.

Es kann positiv hervorgehoben werden, dass sich die Maßnahmen „Wärmerückgewinnung Druckluft“ und „Dämmung“ sehr rasch amortisieren und mit Ende 2012 bereits zur Umsetzung gelangt sind. Die Integration der thermischen Solaranlage wie auch der Hochtemperaturwärmepumpe wurde seitens der Projektleitung gestrichen.

Im Falle der thermischen Solaranlage hat sich gezeigt, dass die Prozessintegration der solar generierten Wärme einen erheblichen Kostenfaktor darstellt, der in der ursprünglichen Kalkulation ohne Kenntnisse der hydraulischen Einbindung nicht in selben Maße berücksichtigt wurde. Eine detaillierte Aufschlüsselung der Gesamtkosten für die solare Prozesswärmeanlage nach Angebotslegung zeigt, dass die Kosten der Kollektoren inkl. Kollektorfeldverrohrung und Aufständering anteilig weniger als 50 % der Gesamtkosten betragen (Abbildung 26).

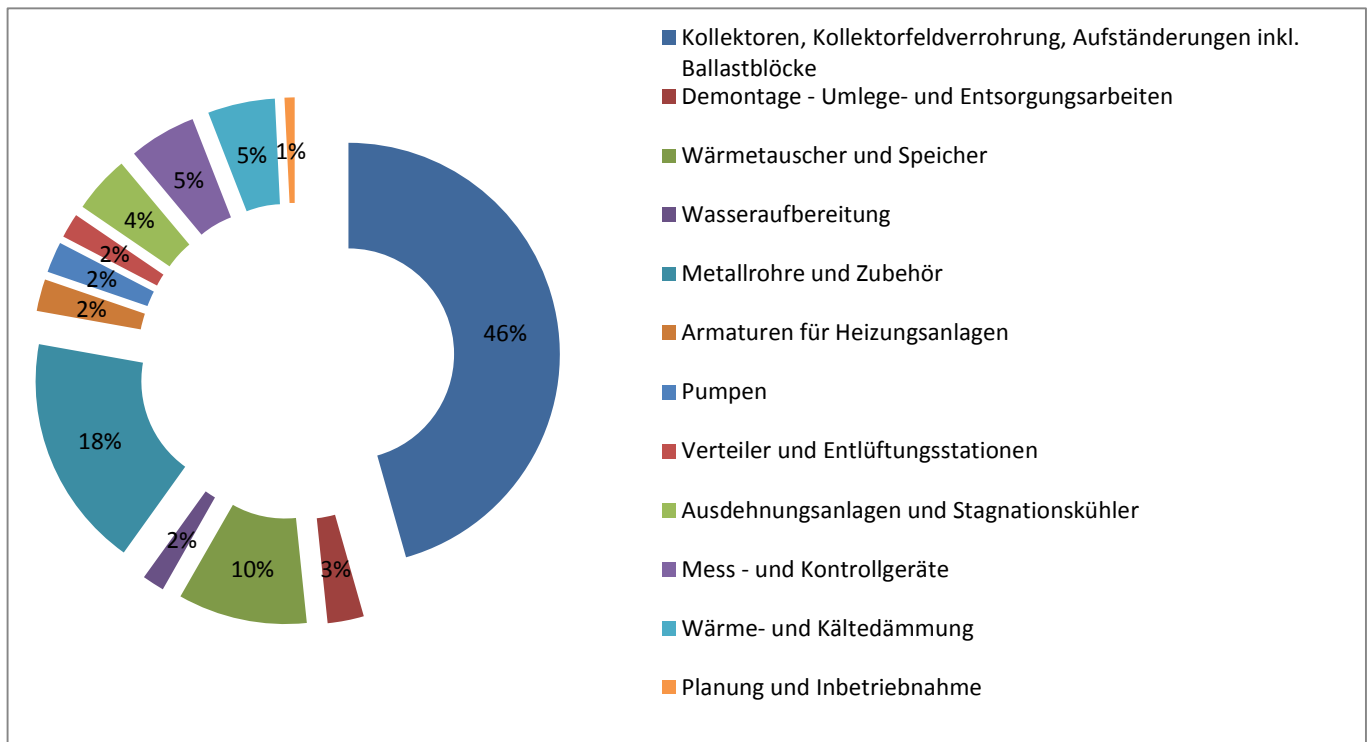


Abbildung 26: Kostenspiegel solare Prozesswärmeanlage (Mittelwerte von 6 Anbietern nach Angebotslegung – mittlere Gesamtsystemkosten: 389.000 € für eine Solaranlage mit 562,5 m³ Bruttokollektorfläche und 39 m³ Speicher) /AEE INTEC/

2.2.3 Detailkonzept Großsolaranlage

Basierend auf den Messungen über 2 Wochen an den Prozesswärmeverbrauchern Entfettung und Pulverbeschichtung im Produktionsbereich Pulverbeschichtung wurde von AEE INTEC ein Systemkonzept entwickelt und simulationstechnisch optimiert. Grundlegende Systemkomponenten (Kollektortyp, Rohrleitungsdimensionen, Wärmetauscher Solarkreis, Wärmeträgerflüssigkeit, Solarspeicher, Ausdehnungs- und Sicherheitseinrichtungen, Wärmetauscher Prozessintegration etc.) wurden von AEE INTEC spezifiziert bzw. vordimensioniert.

Die hydraulische Einbindung der thermischen Solaranlage in den bestehenden Produktionsprozess wurde im Detail in engerer Zusammenarbeit mit dem Haustechnikplaner Ökoplan Energiedienstleistungen GmbH besprochen und schließlich zur Ausführungsplanung übergeben.

Des Weiteren war AEE INTEC unterstützend bei der Erstellung der Ausschreibungsunterlagen durch Ökoplan Energiedienstleistungen GmbH tätig (Definition technischer Anforderungen an diverse Systemkomponenten wie z.B. Anforderungen an Dämmstoffe, Anschlussdetails Solarspeicher, Typ und Konzentration Wärmeträgermedium, Anforderungen an Ausdehnungs- und Sicherheitseinrichtungen inklusive Stagnationskühler etc.).

Neben der hydraulischen Einbindung wurde ebenfalls bereits in einer frühen Planungsphase die regelungstechnische Einbindung überlegt und Regelparameter basierend auf logischen Operanden für Stellventile, Pumpendrehzahl etc. vordefiniert. Es hat sich gezeigt, dass eine frühzeitige / parallele

Planung der MSRT vor allem auch zur Validierung des Funktionsschemas sowie der genauen Bestimmung von Anzahl und Platzierung der Fühlerpositionen vorteilhaft ist.

Die Tätigkeiten zum Projekt PROMISE DEMO wurden parallel zur Planungsphase des neuen Fertigwarenlagers durchgeführt. Besonders die groben technischen Rahmendaten rund um die thermische Solaranlage mussten etwa zeitgleich mit dem Planungsfortschritt des Fertigwarenlagers vorliegen, da beispielsweise die zusätzlichen statischen Lasten auf dem Flachdach der Halle berücksichtigt werden mussten oder die Einbringung und der Aufstellungsort des Pufferspeichers geklärt werden musste.

Im Rahmen des Projektes ergaben sich dadurch mehrere Schwierigkeiten:

- Größe des Kollektorfeldes sowie Pufferspeichervolumen mussten rasch abgeschätzt und auf Plausibilität geprüft werden.
- Während der Planungsphase der Halle wurden von potentiellen Solartechnikfirmen vorweg Gutachten zur Statik verlangt – noch bevor es zu einer offiziellen Ausschreibung kam.
- Die Schnittstelle Forschungsinstitut / Haustechnikplaner / Statiker war häufig nicht eindeutig bzw. wurde unterschiedlich interpretiert (z.B. welche Angaben inkludieren die technische Rahmendaten zur thermischen Solaranlage, die seitens des Forschungsinstitutes und den Haustechnikplaner zur weiteren Verarbeitung übergeben werden sollen?).
- Aufgrund der frühen Ausschreibung der Haustechnik inklusive der thermischen Solaranlage musste die Spezifikation des Stagnationskühler (Ergebnis aus dem Projekt Promise Demo IF) entgegen dem Projektzeitplan frühzeitig vorangetrieben werden.

Obwohl das hydraulische Konzept zur Einbindung der thermischen Solaranlage bereits in einer frühen Planungsphase bekannt war, konnte die Unternehmensleitung nicht von einem Niedertemperaturheizsystem für das neue Fertigwarenlager überzeugt werden.

Es kann positiv hervorgehoben werden, dass sich die Maßnahmen „Wärmerückgewinnung Druckluft“ und „Dämmung“ sehr rasch amortisieren und auch zur Umsetzung gelangen werden.

Die statische Amortisationsdauer des gesamten Maßnahmenpaketes wurde basierend auf den günstigsten Angebotsfall für die thermische Solaranlage mit 11 Jahren berechnet. Im Vorgängerprojekt PROMISE APPLICATION wurde die dynamische Amortisationsdauer des gesamten Maßnahmenpaketes mit rund 4 Jahren beziffert. Die Abweichungen zwischen ursprünglicher Plan-Wirtschaftlichkeit und der tatsächlichen Wirtschaftlichkeit des Vorhabens nach detaillierter Angebotslegung waren seitens der Projektleitung Hauptgrund für den vorzeitigen Projektabschluss.

Bei der Darstellung der Wirtschaftlichkeit der thermischen Solaranlage war es von Nachteil, dass zum damaligen Zeitpunkt eine Förderung im Rahmen des Großsolaranlagenförderprogrammes des österreichischen Klima- und Energiefonds nur für die Solaranlage inklusive Solarwärmespeicher geltend gemacht werden konnte und die Kosten für die Wärmeintegration in den Prozess nicht (etwa 25 % der Gesamtkosten).

Nachfolgende Abbildung 27 zeigt das letztgültige Hydraulikschema inklusive Stagnationskühler sowie Regelventil- und Fühlerpositionen.

Das darauf aufbauende Ausführungskonzept sowie ein Auszug aus den Ausschreibungsunterlagen des Haustechnikplaners Ökoplan Energiedienstleistungen GmbH ist kann dem Anhang 6.2 entnommen werden.

Kollektorfeld - Flachdachmontage

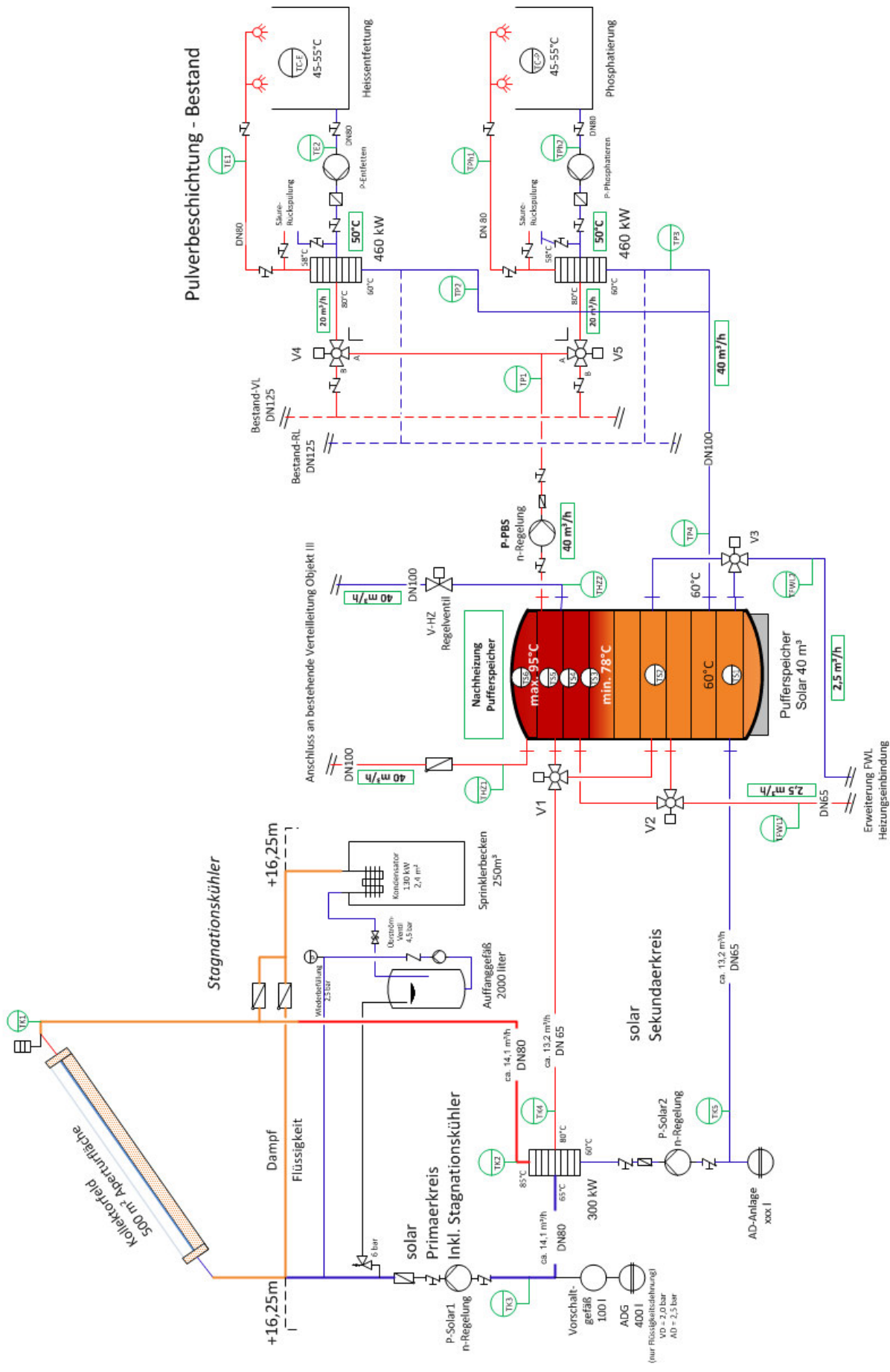


Abbildung 27: Hydraulische Einbindung der thermischen Solaranlage in den Produktionsbereich „Pulverbeschichtung“ – Fa. Assmann Ladenbau Leibnitz GesmbH. 2010. Quelle: AEE INTEC

2.3 Generalplanung und Umsetzungscoordination

In diesem Arbeitspaket war die Firma Ökoplan Energiedienstleistungen GmbH in seiner Funktion als Generalplaner verantwortlich für die weitere Umsetzungsplanung und Umsetzungscoordination der Planungskonzepte aus den vorangegangenen Arbeitspaketen, im Speziellen betreffend

- Wärmerückgewinnung Druckluftkompressor
- Großsolaranlage inkl. Stagnationskühler und
- Hochtemperaturwärmepumpe.

Die dafür erforderlichen Arbeiten wurden im Zuge eines Neubauprojektes einer neuen Lagerhalle durchgeführt, einschließlich Bewilligungsplanung, Ausführungsplanung, Montageplanung und Vorbereitung der Vergabe (Erstellung von Leistungsbeschreibungen).

Das Projekt wurde seitens der Unternehmensführung des Auftraggebers nach Ausschreibung der Leistungen und Angebotslegung von fünf Anbietern vorzeitig gestoppt.

Die gesammelten Ausschreibungsunterlagen sowie Ausführungspläne für die relevanten Umsetzungsvorhaben im Rahmen des Projektes PROMISE DEMO und PROMISE DEMO IF können dem Anhang 6.2 entnommen werden und stellen somit eine detaillierte Dokumentation der Tätigkeiten seitens des Generalplaners dar.

2.4 Bau der Demonstrationsanlage

Aufgrund eines Geschäftsführerentscheides seitens des Unternehmens, in dem die Umsetzungsmaßnahmen zum Tragen kommen sollten, wurde das Projekt PROMISE DEMO und damit auch das Komplementärprojekt PROMISE DEMO IF (Monitoring der installierten Demonstrationsanlagen) vorzeitig abgebrochen. Das Infoschreiben an die österr. Forschungsförderungsgesellschaft mbH (FFG) bzgl. des vorzeitigen Projektabschlusses vom 22.06.2012 ist im Anhang 6.1 angefügt.

2.5 Projektmanagement

Eine Dissemination von Projektzwischenenergebnissen hat im Rahmen einer Fachtagung zum Thema „Smart Production“ am 20. Oktober 2011 in Graz stattgefunden.

Das veröffentlichte Handout zur Präsentation kann auf der klima:aktiv Homepage (<http://www.klimaaktiv.at/>) unter

<http://www.klimaaktiv.at/article/articleview/89618/1/20316/>

kostenlos heruntergeladen werden.

3 Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die Tätigkeiten zum Projekt PROMISE DEMO wurden parallel zur Planungsphase des neuen Fertigwarenlagers durchgeführt. Besonders die groben technischen Rahmendaten rund um die thermische Solaranlage mussten etwa zeitgleich mit dem Planungsfortschritt des Fertigwarenlagers vorliegen, da beispielsweise die zusätzlichen statischen Lasten auf dem Flachdach der Halle berücksichtigt werden mussten oder die Einbringung und der Aufstellungsort des Pufferspeichers geklärt werden musste.

Im Rahmen des Projektes ergaben sich dadurch mehrere Schwierigkeiten:

- Größe des Kollektorfeldes sowie Pufferspeichervolumen mussten rasch abgeschätzt und auf Plausibilität geprüft werden.
- Während der Planungsphase der Halle wurden von potentiellen Solartechnikfirmen vorweg Gutachten zur Statik verlangt – noch bevor es zu einer offiziellen Ausschreibung kam.
- Die Schnittstelle Forschungsinstitut / Haustechnikplaner / Statiker war häufig nicht eindeutig bzw. wurde unterschiedlich interpretiert (z.B. welche Angaben inkludieren die technische Rahmendaten zur thermischen Solaranlage, die seitens des Forschungsinstitutes und den Haustechnikplaner zur weiteren Verarbeitung übergeben werden sollen?).
- Aufgrund der frühen Ausschreibung der Haustechnik inklusive der thermischen Solaranlage musste die Spezifikation des Stagnationskühler (Ergebnis aus dem Projekt Promise Demo IF) entgegen dem Projektzeitplan frühzeitig vorangetrieben werden.

Obwohl das hydraulische Konzept zur Einbindung der thermischen Solaranlage bereits in einer frühen Planungsphase bekannt war, konnte die Unternehmensleitung nicht von einem Niedertemperaturheizsystem für das neue Fertigwarenlager überzeugt werden.

Es kann positiv hervorgehoben werden, dass sich die Maßnahmen „Wärmerückgewinnung Druckluft“ und „Dämmung“ sehr rasch amortisieren und auch zur Umsetzung gelangen werden.

Die statische Amortisationsdauer des gesamten Maßnahmenpaketes wurde basierend auf den günstigsten Angebotsfall für die thermische Solaranlage mit 11 Jahren berechnet. Im Vorgängerprojekt PROMISE APPLICATION (Stiglbrunner et al., (2011) wurde die dynamische Amortisationsdauer des gesamten Maßnahmenpaketes mit rund 4 Jahren beziffert. Die Abweichungen zwischen ursprünglicher Plan-Wirtschaftlichkeit und der tatsächlichen Wirtschaftlichkeit des Vorhabens nach detaillierter Angebotslegung waren seitens der Projektleitung Hauptgrund für den vorzeitigen Projektabschluss.

Bei der Darstellung der Wirtschaftlichkeit der thermischen Solaranlage war es von Nachteil, dass zum damaligen Zeitpunkt eine Förderung im Rahmen des Großsolaranlagenförderprogrammes des österreichischen Klima- und Energiefonds nur für die Solaranlage inklusive Solarwärmespeicher geltend gemacht werden konnte und die Kosten für die Wärmeintegration in den Prozess nicht anrechenbar war (etwa 25 % der Gesamtkosten).

4 Ausblick und Empfehlungen

Obwohl es zur vorzeitigen Einstellung des Projektes gekommen ist, konnten wichtige Erfahrungen im Zusammenhang mit der praktischen Umsetzung von innovativen Energieversorgungstechnologien in gewachsenen Unternehmensstrukturen gewonnen werden:

- Die gemeinsame Umsetzung von Maßnahmen zur Vermeidung, Verminderung und Verwertung von Abwärme mit der Integration von erneuerbaren Energiesystemen ist eine aus technischer und wirtschaftlicher Hinsicht sinnvolle methodische Herangehensweise.
- Neben der Festlegung von Optimierungszielen muss die energetische Bestandsaufnahme eines Unternehmens den ersten Arbeitsschritt in einem ganzheitlichen Optimierungs- und Planungsprozess darstellen.
- Verbesserte Wärmedämmung und Maßnahmen zur aktiven und passiven Wärmerückgewinnung bieten häufig erste kosteneffiziente Ansatzpunkte für eine energetische Optimierung.
- Solare Prozesswärme besitzt auch in Unternehmen, die bereits eine „moderne“ Energieversorgungsstruktur aufweisen, erhebliches Potential zur Einsparung fossiler Endenergie.
- Das Potential und die Wirtschaftlichkeit solarer Prozesswärmeanwendungen kann weiter gesteigert werden, wenn auf Prozessebene neue Möglichkeiten der Verfahrensoptimierung erschlossen werden (Prozessintensivierung) oder auf Versorgungsebene Möglichkeiten zur Absenkung der Versorgungstemperaturen ausgeschöpft werden. Diese Maßnahmen tragen außerdem zu einer Verringerung von Exergieverlusten bei.
- Der „nachhaltige“ Eingriff in die Energieversorgungsstruktur eines Unternehmens stellt eine langfristige Maßnahme dar – dementsprechend sollte aus unternehmerischer Sicht auch die Umsetzung verstärkt aus strategischen und weniger aus operativen Beweggründen heraus getroffen werden.

5 Literaturverzeichnis

STATISTICS AUSTRIA, 2010a: Energy balances for Austria - 1970-2009, Statistics Austria - Federal Institution under Public Law, Vienna 2010,
http://www.statistik.at/web_en/static/energy_balances_1970_to_2009_detailed_information_029791.xls (abgerufen am 04.03.2011)


STATISTICS AUSTRIA, 2010b: AUSTRIA-Data-Figures-Facts 10/11, 6th edition, Statistics Austria - Federal Institution under Public Law, Vienna 2010, ISBN 978-3- 902703-66-8

Stiglbrunner et al., 2010: Endbericht „PROMISE APPLICATION - Senkung des CO₂ Ausstoßes durch Energieeffizienz und thermische Solarenergie für Industriebetriebe – Werkzeuge, Methoden und Umsetzung“, Programmlinie „Neue Energien 2020 – 1. Ausschreibung“, Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH (FFG), Gleisdorf.

Verein Deutscher Ingenieure, 2012: Betriebswirtschaftliche Berechnungen für Investitionsgüter und Anlagen; VDI 6025; Verein Deutscher Ingenieure e.V., Düsseldorf 2012

6 Anhang

6.1 Infoschreiben zur Einstellung der Projekte 825590 und 825537



Einschreiben

**Österreichische
Forschungsförderungsgesellschaft mbH**

Sensengasse 1
1090 Wien
ÖSTERREICH

Leibnitz, am 22.06.2012
vevo

Förderungsvertrag zu Projekt 825590 u. 825537

Sehr geehrte Damen und Herren!

Wir möchten Sie darüber informieren, dass die Fa. Assmann Ladenbau Leibnitz GmbH die oben angeführten Projekte mit nachfolgenden Begründungen eingestellt hat:

1. Projekt 825590 Produzieren mit solarer Energie – Demonstrationsprojekt:

Das Projekt wurde mit 17.03.2011 mit den Projektbeteiligten gemäß den definierten Arbeitspaketen gestartet und so weit entwickelt, dass eine entsprechende Ausschreibung erfolgen konnte.

Im Zuge der durchgeführten Messungen zur Erstellung einer Energiebilanz wurde jedoch augenscheinlich, dass die theoretisch errechneten Energiewerte weit von den tatsächlich ermittelten Werten abgewichen sind.

Die Amortisationsrechnung mit den tatsächlich zu erwartenden Investitionskosten und der zu erwartenden Energiekapazität der Großsolaranlage hat aufgrund der schlechteren Energiebilanz die ursprünglich prognostizierte Amortisationszeit von **10 Jahren auf 22,7 Jahre** erhöht.

- Die dazu erstellte Amortisationsrechnung ist diesem Schreiben beigelegt.

Aufgrund der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wurde das Projekt von unserer Geschäftsleitung gestoppt.

2. Projekt 825537 Promise Demo – Industrielle Forschung

Dieses Projekt wurde ebenso mit 17.03.2011 mit den Projektbeteiligten gemäß den definierten Arbeitspaketen gestartet.

Assmann Ladenbau Leibnitz GmbH
8430 Leibnitz, Austria, Ottokar-Kernstock-Gasse 16, T +43 3452 700-0, F +43 3452 74288, office@assmann.at, www.assmann.at, Member of the Umbrasch Shopfitting Group
UniCredit Bank Austria AG, Kto.Nr. 0882 61300/00, DLZ 12000, FN 35797v, HG Graz, DVR: 0736015, UID-Nr.: A1U 29607002, IBAN: AT 83 1100 0088 2613 0000, BIC (Swift Code): BKAUAT33



Auch hier haben die Messungen zur Erstellung der Energiebilanz gezeigt, dass für den erforderlichen Energieeinsatz eine auf dem Markt erhältliche standardisierte Hochtemperaturwärmepumpe eingesetzt werden kann. Somit besteht keine Erfordernis mehr, dieses Projekt noch weiter zu erforschen.

Aufgrund dieser Tatsache wurde das Projekt von unserer Geschäftsleitung ebenso gestoppt und eine Investition auf das Jahr 2013 verschoben, da sich diese Anlage nach wirtschaftlicher Betrachtung in ca. 6 Jahren amortisieren würde.

- Die dazu erstellte Amortisationsrechnung ist diesem Schreiben beigelegt.


3. Vorzeitiger Projektabschluss:

Da für diese Projekte bereits Fördergelder geflossen und an die Projektbeteiligten ausbezahlt worden sind, ersuchen wir höflichst um Informationen, wie wir die beiden Projekt vorzeitig zum Abschluss bringen können.

Für Rückfragen stehe ich Ihnen gerne zur Verfügung.

Hochachtungsvoll

ASSMANN Ladenbau Leibnitz GmbH


Assmann Ladenbau Leibnitz
Gesellschaft m. b. H.
8430 Leibnitz

Ing. Volker Vehovec
S/U/I

Assmann Ladenbau Leibnitz GmbH

8430 Leibnitz, Austria, Ottokar Kernstock-Gasse 16, T +43 3452 700-0, F +43 3452 74268, office@assmann.at, www.assmann.at, Member of the Umdasch Shopfitting Group
UniCredit Bank Austria AG, Kto.Nr. 0862-61300/05, BLZ 12000, FN 35797v, HG Graz, DVR: 0736015, UID-Nr.: ATU 29607002, IBAN: AT 83 1100 0088 2613 0000, BIC (Swift Code): BKAUATWW

6.2 Gesammelte Ausschreibungsunterlagen

Die gesammelten Ausschreibungsunterlagen sind der Beilage zu entnehmen:

74411_LV_Anlagenschemen.zip

74411_LV_ASSMANN_HKLS-MSR (Datenträger).zip

74411_LV_Besondere Technische Vorbemerkungen_HKLS-MSR.zip

74411_LV_Technischer Bericht_HKLS.zip

Baubescheid.zip

Gewerbebescheid.zip

Polierpläne für BM-LV.zip

SiGe-Plan.zip

7 Kontaktdaten

ProjektleiterIn	Ing. Volker Vehovec
Unternehmen	Fa. Assmann Ladenbau Leibnitz GmbH
Kontaktadresse	Assmann Ladenbau Leibnitz GmbH Austria, 8430 Leibnitz, Ottokar-Kernstock-Gasse 16 T: +43 3452 700 261 F: +43 3452 74288 M: volker.vehovec@umdasch-shopfitting.com www.umdasch-shopfitting.com
Auflistung der weiteren Kooperationspartner (Subauftragnehmer S)	AEE – Institut für Nachhaltige Technologien (S1) Ökoplan Energiedienstleistungen GmbH (S2) JOANNEUM RESEARCH – NTS (S3)

IMPRESSUM

Verfasser

Assmann Ladenbau Leibnitz GmbH
Ottokar-Kernstock-Gasse 16, 8430 Leibnitz
Tel: +43 3452 700 261
Fax: +43 3452 74288
E-Mail: volker.vehovec@umdasch-shopfitting.com
Web: www.umdasch-shopfitting.com

Projektpartner

AEE – Institut für Nachhaltige Technologien
Ökoplan Energiedienstleistungen GmbH
JOANNEUM RESEARCH – NTS

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber

Klima- und Energiefonds
Gumpendorfer Straße 5/22
1060 Wien
E-Mail: office@klimafonds.gv.at
Web: www.klimafonds.gv.at

Disclaimer

Die Autoren tragen die alleinige Verantwortung für den Inhalt dieses Berichts. Er spiegelt nicht notwendigerweise die Meinung des Klima- und Energiefonds wider.

Weder der Klima- und Energiefonds noch die Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) sind für die Weiternutzung der hier enthaltenen Informationen verantwortlich.

Gestaltung des Deckblattes

ZS communication + art GmbH