

## *Projektbericht*

# **Kühlung von Laseranlagen auf Basis von Gasabsorptionswärmepumpen mit Abwärmenutzung**

Projektlaufzeit:	30.11.2007 - 29.11.2007
Aktenzeichen dbu:	24721
Projektpartner	Ludwig Michl GmbH Weyarner Str. 1 83629 Wattersdorf Tel: 08020 / 9083 - 0 Web: <a href="http://www.L-M-W.de">www.L-M-W.de</a>
Ansprechpartner	Dr.-Ing. Volker Engel Tel: 08020 / 9083 - 61 Fax: 08020 / 9083 - 33 E-Mail: <a href="mailto:volker.engel@L-M-W.de">volker.engel@L-M-W.de</a>

## Inhaltsübersicht

Kurzfassung der Projektidee .....	3
Projektverlauf .....	4
Projektergebnis .....	8
Anlagenschema .....	8
Arbeitsfelder .....	9
Schema .....	13
Regelungssoftware .....	14
Betrieb .....	17
Referenzanlage .....	19
Presseberichte .....	20

# 1 Kurzfassung der Projektidee

Als mittelständisches Unternehmen der Blechbearbeitung betreibt die Ludwig Michl GmbH mehrere Laserschneidanlagen. Diese Anlagen haben einen großen Kühlbedarf, der bisher über lokale luftgekühlte Kompressionskälteaggregate gedeckt wurde. Diese Konfiguration hat aus Sicht des Maschinenherstellers den Vorteil einer Maschinenkomplettlösung - für den Betreiber jedoch den entscheidenden Nachteil, dass sich die Hallenluft besonders im Sommer unerträglich aufheizt, im Fall der Ludwig-Michl-GmbH Steuerungsmodul überhitzen und Maschinen in den Sommermonaten wiederholt ausfallen.

Aufgrund dreier Investitionsvorhaben wurde das Projekt entwickelt: Die Anschaffung einer neuen Laserschneid- und -schweißanlage mit einem zusätzlichen Kältebedarf von 60kW, der Ersatzbedarf eines bestehenden Kälteaggregats einer Laseranlage (ca. 40kW) sowie der Aufbau einer Kammerwaschanlage und Haftwassertrocknung für die Pulverbeschichtung mit einem Wärmebedarf von ca. 200 kW.

Vor dem Hintergrund der Hallenluftaufheizungsproblematik und dem neuen Bedarf an Wärme und Kälte suchten wir nach einer geeigneten Lösung. Dabei kristallisierte sich die Technik der Gasabsorptionswärmepumpen als passend heraus: Der Einsatz dieser Technik erlaubt dabei eine sehr große Wirkungsgrade (bei gleichzeitiger Nutzung von Wärme und Kälte ergeben sich Wirkungsgrade von ca. 240%). Aber auch gegenüber einer elektrisch betriebenen Kompressionskältemaschine ist die Gasabsorptionsanlage in Betriebs- und Unterhaltskosten absolut konkurrenzfähig.

## 2 Projektverlauf

Im Zuge der Vorbereitung des Projekts wurden die Hauptkomponenten (Wärmepumpenhersteller - siehe Projektpartner) festgelegt. Diese wurden aufgrund der langen Lieferzeit auch relativ schnell nach Projektbeginn geordert. Die übrigen Komponenten und ihre Verschaltung wurden in der ersten Planungsphase erarbeitet. Die dabei zu lösenden Fragestellungen bezogen sich auf die schaltungstechnische Positionierung der Pufferbehälter und ihre Volumina. Die Pufferbehälter fungieren dabei - neben der Speicherung der Wärme bzw. Kälte - als sog. hydraulische Weiche und entkoppeln strömungstechnisch den Wärmepumpenkreis vom Maschinenkreis. Diese Trennung ist notwendig, da sich die Durchflußgeschwindigkeiten der Wärmepumpenkreise von den Maschinenkreisen unterscheiden.

Nach der Planungsphase wurden die lieferzeitkritischen restlichen Komponenten bestellt. Dabei zeigte sich, dass aufgrund der konjunkturellen Lage einige Komponenten (Lüftregister, Pumpen) deutlich längere Lieferzeiten hatten, als in der Angebotsphase von den Herstellern angegeben. Auch die Preise lagen durch den dramatischen Anstieg in den Legierungszuschlägen des Edelstahl bisweilen deutlich über den Angeboten.

Die Lieferzeiten wurde für die Planung und Realisierung der Verrohrung (Leitungsführung, Instrumentierung, Isolation) genutzt. Mit Eintreffen der Hauptaggregate konnten diese dann installiert und getestet werden. Einige Aufnahmen sind in den folgenden Abbildungen zusammengestellt.

Zunächst wurde der Fokus auf die Inbetriebnahme der kalten Seite der Anlage gelegt - aufgrund der hohen Kosten eines geliehenen Kompressionskälteaggregats zur Kühlung der neuen Laseranlagen und den sommerlichen Temperaturen mit den sich daraus ergebenden Überhitzungsproblemen der Hallenluft.

Die Realisierung des warmen Kreises - dessen Abnehmer die Kammerwaschanlage und die Haftwassertrocknung darstellen - wurde für den Herbst 2007 geplant, da sich Planung, Fertigung und Montage der Kammerwaschanlage verzögerten.

Mit Einstellung der Regelparameter an der Steuerung der Wärmepumpen, der Inbetriebnahme des Lüftregisters zur Abfuhr der überschüssigen Wärme und Inbetriebnahme der ersten Version der Regelungssoftware konnte im Juli 2007 die Anlage gestartet werden.





*Abb. 2-1: Wärmepumpen in Seecontainer (Front geöffnet), noch ohne warmen Speichertank*



*Abb. 2-2: Kaltwasserpuffer im Inneren der Produktionshalle (Mauerdurchbruch mit Leitungsdurchführung zu Seecontainer) mit Kreislaufpumpe und Entgasungsaggregat*



*Abb. 2-3: Seecontainer mit Lüftaggregat zur Abfuhr von Wärme;  
links der Flüssiggastank*

Als Brennstoff für die Wärmepumpen kann Flüssig- und Erdgas eingesetzt werden. Seit März 2006 standen wir in Verhandlungen mit dem lokalen Erdgasversorger für einen Anschluss an das Erdgasnetz. Da der gesamte Ortsteil jedoch noch nicht erschlossen war, belief sich das Angebot auf über 8.000,- EUR und war damit - unter Berücksichtigung der Mietsituation unserer Firma - keine wirtschaftliche Alternative zum Flüssiggas. So entschieden wir uns für Flüssiggas als Brennstoff und installierten einen Flüssiggastank mit entsprechender Füllstandsanzeige und Hausanschluss am Container (siehe *Abb. 2-3*).

Aufgrund eines Fahrradwegbaus wurde das Projekt des Erdgasleitungsanschlusses des Orteils Wattersdorf wieder aktuell und durch das erwachte Interesse des Versorgers an einer Referenz im Bereich der Gasabsorptionswärmetechnik wurde uns der Hausanschluss zu sehr günstigen Konditionen angeboten. So stellten wir im November 2008 auf Erdgas um. Die bisher mit Flüssiggas versorgten Aggregate mussten dazu im Bereich der Drosselscheibe und der Brennerdüse umgerüstet werden. Diese Arbeiten konnten jedoch von unserem Heizungsinstallateur durchgeführt werden - ein Einsatz vom Lieferanten war dazu nicht notwendig.

Die Argumente für eine Versorgung mit Erdgas sind auf jeden Fall wirtschaftliche Aspekte und auch die Versorgungssicherheit. Da die Produktionsfähigkeit von 3 Maschinen vom Funktionieren der Wärme/Kälteanlage abhängen, ist ein Ausfall - z.B. durch Probleme bei der Bestellung oder Lieferung von Flüssiggas - unbedingt auszuschließen. Wir banden deshalb die Füllstandsanzeige in die Regelungssoftware ein und lösten bei Unterschreitung eines Pegels eine entsprechende Meldung per E-Mail an die Beschaffung aus. Fehler im Füllstandssignal wie auch Verzögerungen in der Zulieferung forderten beim Bezug von Flüssiggas eine Aufmerksamkeit, die ein etwas „ungutes Gefühl“

hinterließ. Es gab zwar nie Produktionsausfälle durch Bestell- oder Lieferverzug, jedoch ist eine kontinuierliche Lieferung per Erdgashausanschluß mit weniger Überwachungsarbeit verbunden.

Dass letztere Überlegung allerdings auch nicht selbstverständlich zutrifft, mußten wir im Dezember 2007 erleben, als bei extrem kalter Witterung der Leitungsdruck innerhalb von 2 Stunden so stark abfiel, dass alle Aggergate auf Störung gingen. Der verständigte Notdienst stellte eine nenneswerte Vereisung des Drosselbereichs und des darunter liegenden Leitungsstücks fest. Die Reparaturarbeiten dauerten einen Arbeitstag und war mit nicht unerheblichem Aufwand seitens des Versorgers verbunden (Freilegen und Trennen unserer Hausanschlußleitung, Pressluftspülung dieses Leitungsabschnitts, neuer Anschluss und Druckprobe, Auswechseln der vereisten Drossel und Zähler, Isolation des Hausanschlusses). Durch die fehlende Kühlung und Wärmeversorgung erlitten wir so den Produktionsausfall in der Erdgasversorgung, vor dem wir uns durch den Flüssiggasausstieg eigentlich schützen wollten.



### 3 Projektergebnis

#### 3.1 Anlagenschema

Abb. 3-1 zeigt die Endausbaustufe, wie sie zum Projektende (29.11.2007) er-

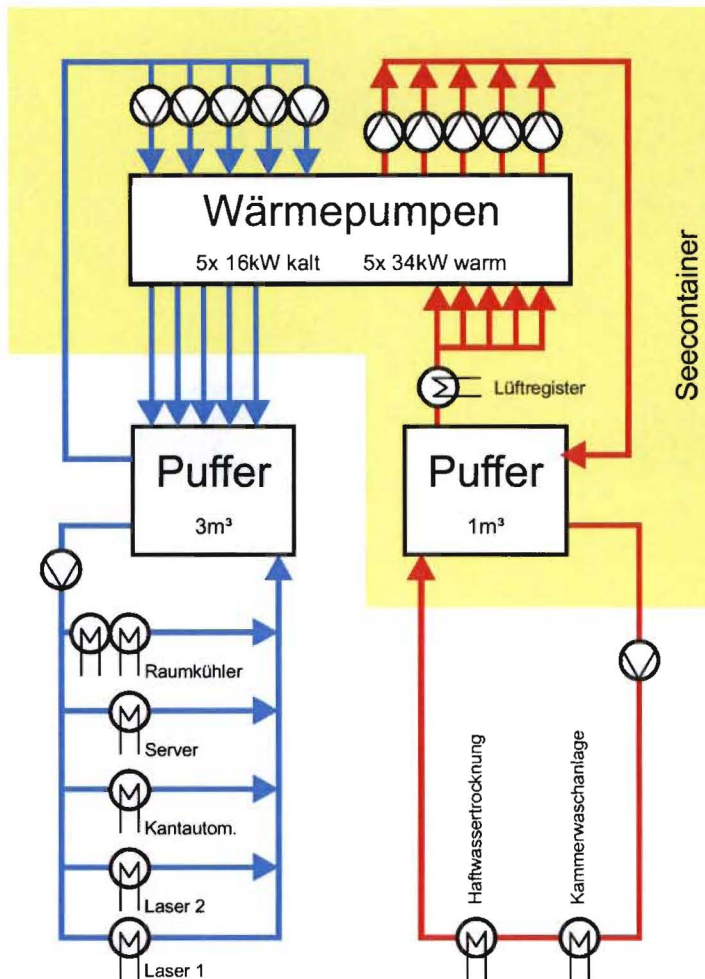


Abb. 3-1: Anlagenschema

reicht wurde. Im Kap. 2 „Projektverlauf“ sind die Stufen auf dem Weg zu diesem Ziel beschrieben.

Die Grafik zeigt im oberen Drittel die Wärmepumpenanlage (5 Module), im mittleren Bereich die Puffertanks und im unteren Bereich die Maschinen zur Abnahme von Wärme bzw. Kälte. Man sieht dabei, dass die Kälte benötigenden Maschinen parallel geschaltet sind, während die Wärmeabnehmer in Reihe geschaltet sind. Dies hat den Hintergrund, dass im warmen Bereich die Vorlauftemperatur für die Kammerwaschanlage möglichst hoch sein sollte, während in der Haftwassertrocknung das Temperaturniveau nicht so kritisch ist (hier kann über einen erhöhten Luftaustausch auch auf einem niedrigeren Temperaturniveau Feuchtigkeit abgeführt werden).

Die Wärmepumpen werden jeweils kalt- wie warmwasserkreisseitig mit einer eigenen Umwälzpumpe angesteuert. Die Steuerung dieser Pumpen wird von der Wärmepumpe selbst durchgeführt bzw. vom übergeordneten Steuergerät übernommen. Die Pumpen selbst sind nicht drehzahlregelt; der Durchfluss durch die Wärmepumpen wird durch Drosseln händisch eingestellt und so der Temperaturhub auf der warmen bzw. kalten Seite eingestellt.

Das im Vorlauf des warmen Wärmepumpenkreis eingeschaltete Lüftregister kann überschüssige Wärme an die Umgebung abgeben und sorgt damit gleichzeitig für die Einhaltung der maximal erlaubten Eintrittstemperatur von 51°C in die Wärmepumpen. Dieses Register bedient damit auch den Fall des überwiegenden Kältebedarfs. Der umgekehrte Fall (überwiegender Wärmebedarf) wird durch die als „Raumkühler“ bezeichneten Aggregate im kalten Maschinenkreis sichergestellt. Diese führen dem kalten Kreis Wärme aus der Hallenluft zu und ermöglichen den Wärmepumpen so die Aufheizung des warmen Kreises.

## **3.2 Arbeitsfelder**

Die im Folgenden aufgeführten Arbeitsfelder beschreiben Bereiche, die im Zuge des Projektes bearbeitet wurden und dabei teilweise deutlich aufwändiger als erwartet aber auch teilweise deutlich unkomplizierter als befürchtet waren.

### **3.2.1 Regelung des asymmetrischen Bedarfs**

Die Kernfunktionalität der Wärmepumpe - eben Wärme von einem niedrigen Temperaturniveau auf ein höheres zu heben - stellt in der Regelung die größte Herausforderung dar. Bereits in der Planung wurden Aggregate zur Erschließung von zusätzlichen Wärmequellen und Wärmesenken berücksichtigt, um im Betrieb bei asymmetrischem Bedarf (mehr Wärme als Kälte bzw. umgekehrt benötigt) diese Nutzen zu können.

Gingen wir zunächst davon aus, dass diese Regelung über das vom Wärmepumpenhersteller gelieferte Steuergerät abgedeckt werden könnte, so mussten wir nach Studium der Maschinendokumentation und Diskussion mit Planern feststellen, dass nur eine spezifische Regelungssoftware mit detaillierter Datenerfassung eine Regelung der Anlage für alle Lastfälle ermöglicht.

Die Funktionen des Steuergerätes der Wärmepumpen (Schalten der Wärmepumpen gemäß vorgegebenen Stellgrößen, Vereinheitlichung der Laufzeiten der Module, Verwaltung von Fehlerzuständen) werden dabei weiterhin genutzt und nicht von der Software ersetzt. An seine Grenzen stößt das Steuergerät bei der Realisierung hoher Temperaturen auf der warmen Seite (Kap. 3.2.2), bei der Überwachung des Frostschutzes (Kap. 3.2.5) und der Forderung nach Fernwartung (bzw. Benachrichtigung bei kritischen Fehlerzuständen).



Diese Funktionen sowie auch die Datenspeicherung übernimmt die eigene Regelsoftware. Die Kommunikation zum Steuergerät erfolgt dabei über eine MODBUS-Schnittstelle. Es handelt sich dabei um einen Industriestandard, der vom Gerätehersteller Robur bisher erst relativ kurz eingesetzt wird und einen Austausch des Steuergeräts notwendig machte.

### **3.2.2 Hohe Temperaturen auf der warmen Seite**

Aus thermodynamischen Gründen darf das der Wärmepumpe zulaufende Wasser maximal eine Temperatur von 51°C haben. Liegt der eintretende Strom darüber, so fällt das Gerät in einen Fehlerzustand (lokale Kreislumpumpen bleiben aktiv) und wartet, bis die Eintrittstemperatur wieder unter 40°C sinkt.

Die Wärmeübertragungsleistung der Wärmepumpe ist im Betrieb immer gleich. Der Temperaturhub auf der kalten wie auch auf der warmen Seite ergibt sich über die Androsselung des Durchflusses. Diese Spreizung kann nach unserer Erfahrung auf der warmen Seite realistisch 15°C betragen - ab 64°C Austrittstemperatur fällt die Wärmepumpe allerdings in einen Fehlerzustand „Übertemperatur Austritt“, weshalb die Durchflusseinstellung (bei 5 Aggregaten!) recht feinfühlig passieren muss. Regelungstechnisches Ziel dabei ist, mit ca. 50°C das Kreislaufwasser zuzuführen (ohne die 51°C-Grenze zu tangieren) und bei einem Temperaturhub von 13°C die maximale Austrittstemperatur von 63° zu erreichen.

Diese hohe Temperatur ist für den Betrieb der Kammerwaschanlage wie auch die Haftwassertrocknung nötig, da das Kreislaufwasser über Wärmetauscher das Phosphatierbad über 35°C halten muss (sonst Schaumbildung).

Das Steuergerät der Wärmepumpenanlage kann diesen Zustand regelungstechnisch nicht überwachen, da keine externen Temperaturen (also z.B. die Puffertemperatur) in das Regelkonzept einbezogen werden können. So ist diese Regelgerät auf die in den Wärmepumpen enthaltenen Temperaturfühler angewiesen und auf einen ständigen Durchfluss der Aggregate - auch wenn diese nicht aktiv sind. Da die Eintrittstemperatur des warmen Kreises jedoch immer auf 51°C begrenzt sein muss, kann die Anlage aus sich heraus nicht feststellen, ob die Zieltemperatur erreicht ist.

### **3.2.3 Hohe Temperaturen bei Teillast**

Das übergeordnete Steuergerät erhält die Temperaturinformationen aus der Instrumentierung der Wärmepumpen. Damit diese Daten immer aktuell sind, werden die Aggregate kontinuierlich durchströmt, auch wenn die Anlage gerade nicht aktiv ist, d.h. nicht befeuert wird. Dies hat in Bezug auf die warme Seite den entscheidenden Nachteil, dass dadurch der Puffer kontinuierlich gekühlt wird. Durch die Temperaturbegrenzung des eintretenden Warmwassers auf 51°C wird die maximale Puffertemperatur auf dieses Niveau gesenkt. Dieses Problem tritt nicht auf, wenn alle Wärmepumpen aktiv sind. Jede Teillast jedoch resultiert in einem Absinken der warmen Puffertemperatur.

Eine Lösung für dieses Problem wurde noch nicht umgesetzt. Der Projektpartner isocal stellte dafür eine Schaltungsänderung der Wärmepumpen in Aussicht, die die Umwälzpumpen der Wärmepumpen an ihrer Aktivität koppeln und so bei abgeschalteten Wärmepumpenaggregaten keine Durchmischung des Puffers erzeugen. Diese Variante kann jedoch nur funktionieren, wenn das Steuergerät die Wärmeanforderung aus einem externen Signal (Puffertemperatur) generieren kann.

### **3.2.4 Fehlersignalisierung**

Durch die Verschaltung mehrerer fertigungsrelevanter Module ist die Abhängigkeit von der Anlage groß. Es ist deshalb wichtig, auftretende Probleme frühzeitig signalisiert zu bekommen und diese auch - z.B. in Fernverwaltung - bekämpfen zu können. In der Software wurde deshalb ein EMail-Benachrichtigungssystem implementiert, welches individuell für auftretende Meldungen konfiguriert werden kann. Außerdem wurde der Regelungs-PC für Fernzugriff freigegeben, was einen Arbeiten - via VPN-Zugriff - möglich macht.

### **3.2.5 Frostschutzüberwachung**

Die Wärmepumpen selbst sind an sich frostsicher. Um den Wirkungsgrad speziell auf der kalten Seite nicht durch den Zusatz eines Frostschutzmittels zu schmälern, betreiben wir diesen mit normalem Wasser (Einbußen sonst im Bereich von 10% Wirkungsgrad). Im laufendem Betrieb ist die Umgebungstemperatur unproblematisch. Bei Abstellung der Laseraggregate und der Kammerwaschanlage bedeutet dies jedoch, dass die Anlage aktiv gegen Frost gesichert werden muss. Da die Module in einem (unbeizten, unisolierten) Secontainer aufgestellt sind, müssen die Wärmeverluste beim Durchströmen der Anlage im „Standby-Betrieb“ ausgeglichen werden. Dies kann die Regelungssoftware durch entsprechende Temperaturüberwachung der Kreislauf- flüssigkeiten sicherstellen. Um dem System jedoch Wärme zuführen zu können, müssen auf der kalten Seite entsprechende Reserven zur Verfügung stehen. Vor diesem Hintergrund erwies sich die Anbindung der Serverraum- kühlung als hilfreich, da hier immer rund um die Uhr und auch in den Betriebs- urlaubstagen Wärme anfällt. Diese reicht aus, um - bei abgesenktem warmen Niveau - die Wärmeverluste bedienen zu können.

### **3.2.6 Anlaufverzögerung Wärmepumpen**

Ursprünglich hatten wir Bedenken in Bezug auf das Anlaufverhalten der Wärmepumpen und die damit sich einstellenden Trägheit der Gesamtanlage. Aufgrund des großen Puffervolumens des Kaltwassertanks ist die Anlage imstande, die zugeführte Wärme in der zur Verfügung stehenden Zeit abzuführen. Dabei wirkt sich die schlanke Bauform und die relativ aufwändig gestalteten (verwirbelungsarmen) Einströmzonen des Kaltwasserspeichers positiv auf die sich einstellenden Temperaturschichtung des Puffers aus. Die Regelsoftware kann über drei installierte Temperaturmessfühler diese Schich-

tung und ihre Entwicklung aufnehmen und bei starken Änderungen entsprechende Anforderungen auslösen - ohne dass diese schon „durchbrechen“ und zu einer Einbuße in der eingespeisten Kühlwassertemperatur der Ringleitung führen würde.

### **3.2.7 Temperaturniveau Kammerwaschanlage (warmer Kreis)**

Der warme Kreis gibt seine Temperatur über einen Plattenwärmetauscher an den Heizkreis der Kammerwaschanlage ab. Dieser Wärmetauscher wurde bewusst etwas größer (in Bezug auf die Wärmetauscherfläche) als normal gewählt, damit die zur Verfügung stehende Vorlauftemperatur von max. 62°C möglichst gut genutzt werden kann. Sollte zunächst noch eine Waschchemie (bestehend aus Phosphatierungs- und Entfettungsmittel) eingesetzt werden, deren untere Temperatureinsatzgrenze bei 55°C gelegen hat, so konnte im Projektverlauf durch entsprechende Recherche ein Hersteller gefunden werden, dessen Waschchemie - bei sonst gleicher Leistung - bis zu einer Temperatur von 35°C problemlos arbeitet.

Diese niedrigere Temperaturgrenze ermöglicht einen kontinuierlichen Betrieb, auch wenn massive (kalte) Teile in die Anlage gefahren werden und die sich daraus ergebende Temperaturabsenkung noch nicht die chemische Aktivität des Waschmittels beeinträchtigt bzw. nicht zum massiven Schäumen führt.



### 3.3 Schema

Abb. 3-2 zeigt das Fließbild der umgesetzten Anlage als RI-Schema.

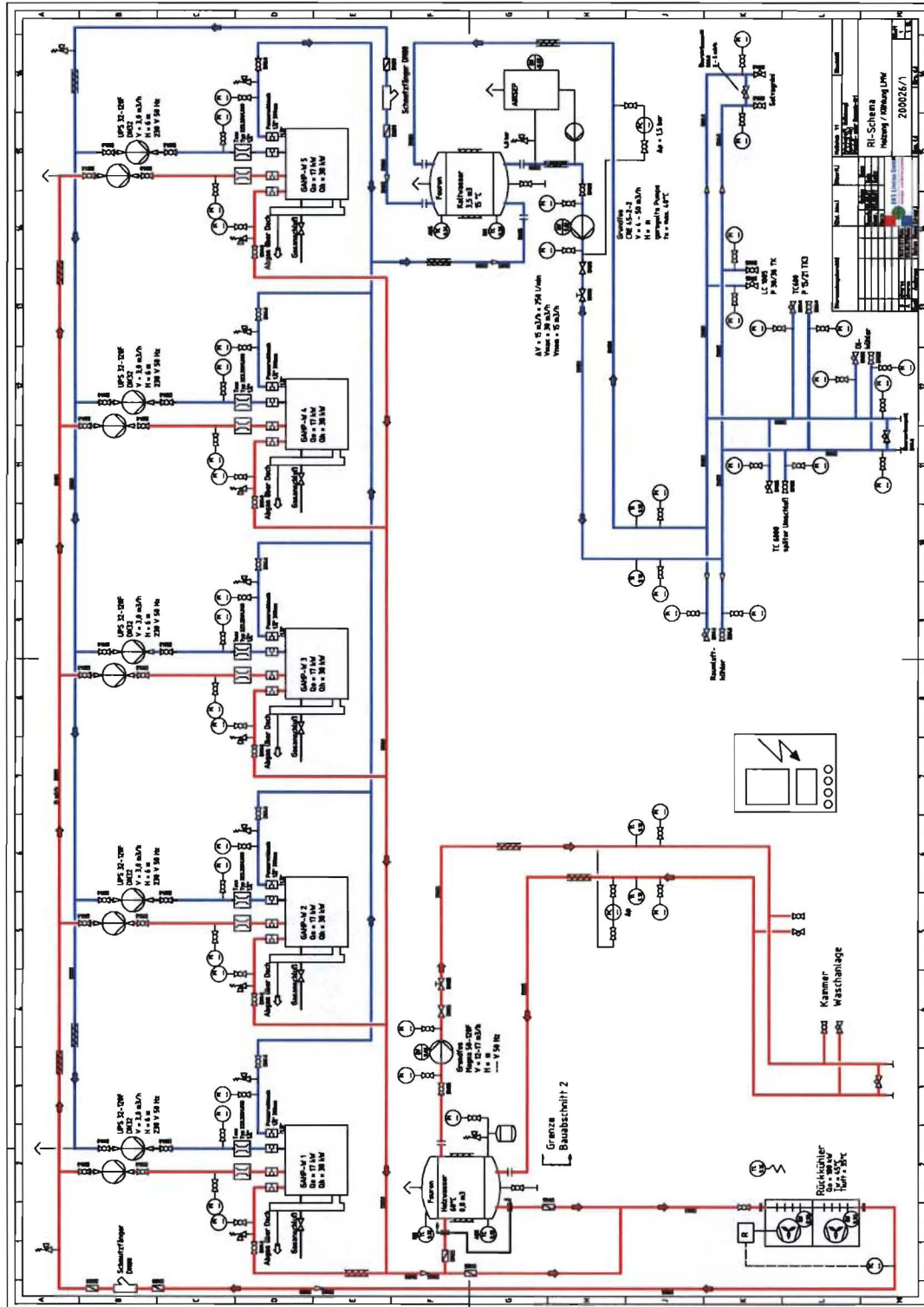


Abb. 3-2: RI-Schema

### 3.4 Regelungssoftware

Wie bereits ausgeführt, wurde eine übergeordnete Regelungssoftware ausgeführt, um

- hohe Temperaturen im Warmwasserkreis zu erreichen (siehe Kap. 3.2.2)
- eine Frostschutzüberwachung zu ermöglichen (siehe Kap. 3.2.5)
- Fehlerzustände zu signalisieren (siehe Kap. 3.2.4)

Darüber hinaus übernimmt diese Software die Erfassung von Daten (Temperaturen im warmen und kalten Puffer, Außentemperatur), die Kommunikation mit dem Steuergerät der Wärmepumpen, die Ausgabe von Stellgrößen im Vordergrund sowie die Speicherung und Visualisierung der Daten.

Nach einiger Recherche und Kostenvergleichen wurde beschlossen, die Software in der Programmiersprache DELPHI zu erstellen, die Kommunikation mit dem Steuergerät der Wärmepumpen (sog. DDC) über eine Spezialkomponente zur Ansprache des MODBUS abzuwickeln und die Datenerfassung (Temperaturen und Signale) wie auch die Steuergrößen (Steuerspannungen für Dreiwegeventile wie auch digitale Ausgänge) über zwei USB-Module anzusteuern. *Abb. 3-3* zeigt den geöffneten Schaltschrank mit den verwendeten Komponenten.

In *Abb. 3-4* ist die Programmoberfläche dargestellt. In der zentralen Bildschirmfläche ist das schematische Fließbild der Anlage dargestellt. Dabei stellen die Farbflächen den warmen und kalten Puffer dar. Unterhalb dieser Puffer sind die 5 installierten Wärmepumpen dargestellt. Die Abfrage der aktuellen Betriebsparameter jeder Wärmepumpe kann durch Anklicken des Elements abgerufen werden. Auch sieht man an eingeblendeten Symbolen, ob ein Aggregat aktuell arbeitet oder ob ein Fehlerzustand eingetreten ist. Die Schaltflächen oberhalb dieser Übersicht verzweigen zu den Einstellparametern sowie zur Visualisierung der erfassten Daten.

In der rechten Spalte werden aufgelaufene Störmeldungen dokumentiert.

Alle erfaßten Daten werden in einer SQL-Datenbank gespeichert und können von beliebigen Rechnern mit Zugriff auf diese Datenbank ausgewertet werden. *Abb. 3-5* zeigt die Darstellung des Temperaturverlaufs des warmen und kalten Puffers.





**Abb. 3-3: Schaltschrank mit PC für übergeordnete Regelung.**

*Im obere Bereich sitzen auf den Hutschienen die Schütze für die Ansteuerung der Raumluftkühler sowie ein Trafo für die Steuerspannung. Die blauen Elemente auf der Hutschienen sind die Relais zur potentialfreien Ansteuerung der Signalein- und -ausgänge. Auf der Ebene liegen die beiden USB-Module für die Datenerfassung für den PC; das Panel in dieser Ablage ist das DDC-Modul (Steuergerät der Wärmepumpen), welches über das DB9-Kabel mit dem PC verbunden ist. Der PC selbst steht - gemeinsam mit einer USV-Einheit - im unteren Teil des Schaltschranks. Links in der Tür ist oben das Display sowie eine Touch-Scheibe montiert. Unterhalb des Monitors ist das Anzeigeelement der Füllstandsanzeige des Flüssig-gastanks zu sehen.*

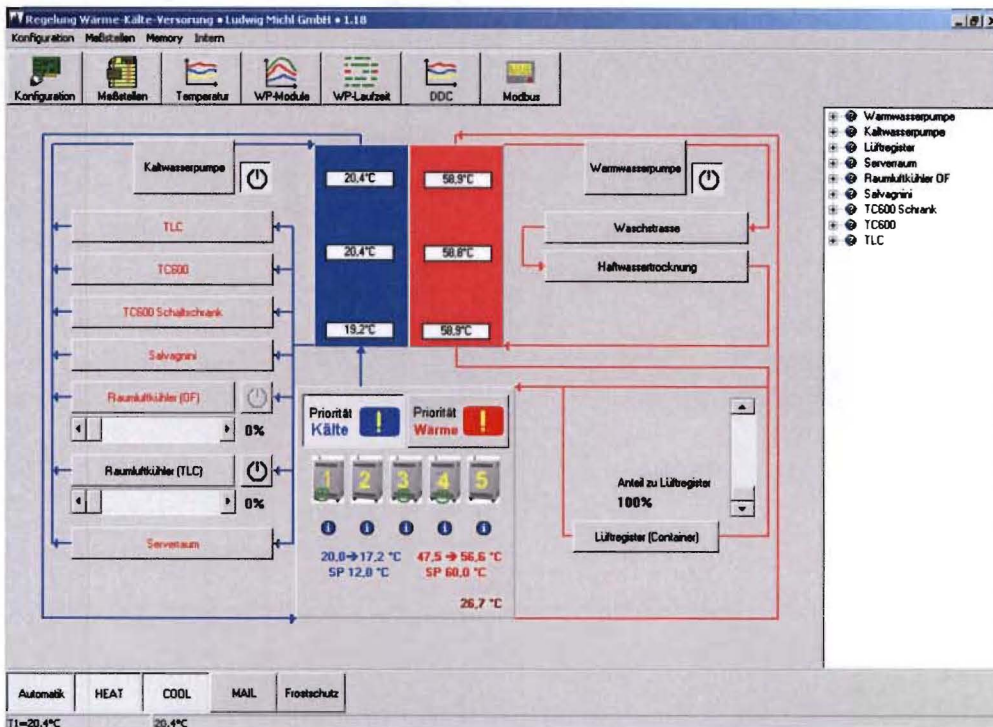


Abb. 3-4: Programmoberfläche der Regelungssoftware

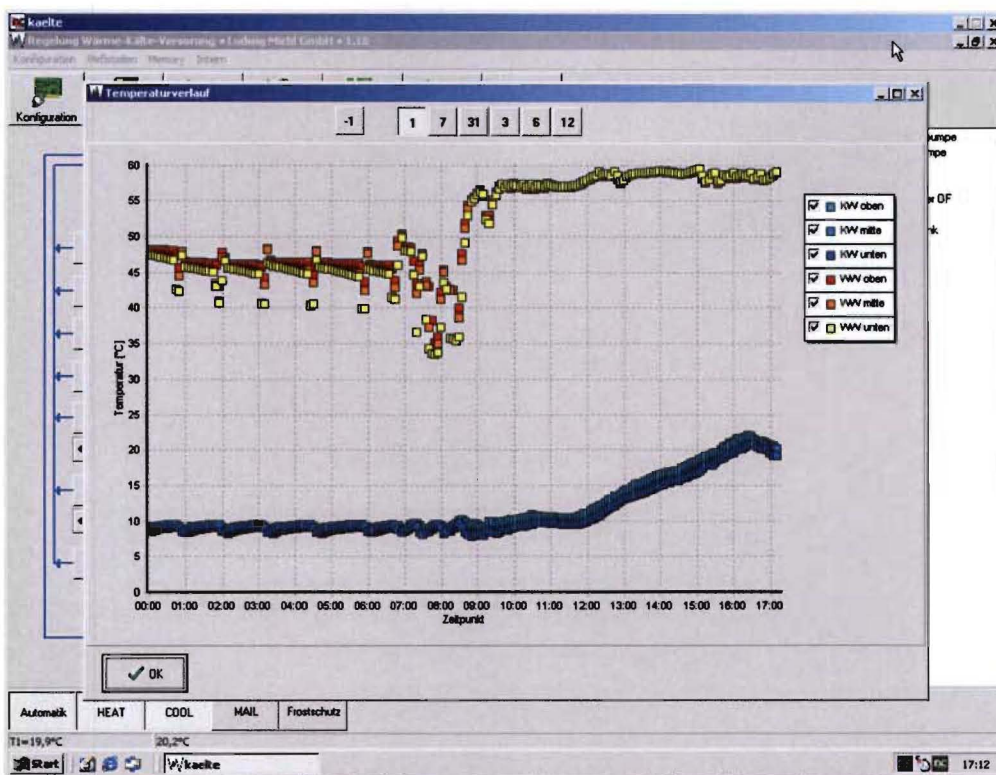


Abb. 3-5: Darstellung des Temperaturverlaufs für einen Arbeitstag. Gemäß Legende sind die Temperaturen im warmen und kalten Puffer dargestellt.



### 3.5 Betrieb

In Abb. 3-6 ist der Temperaturverlauf der Anlage für einen exemplarischen Ar-

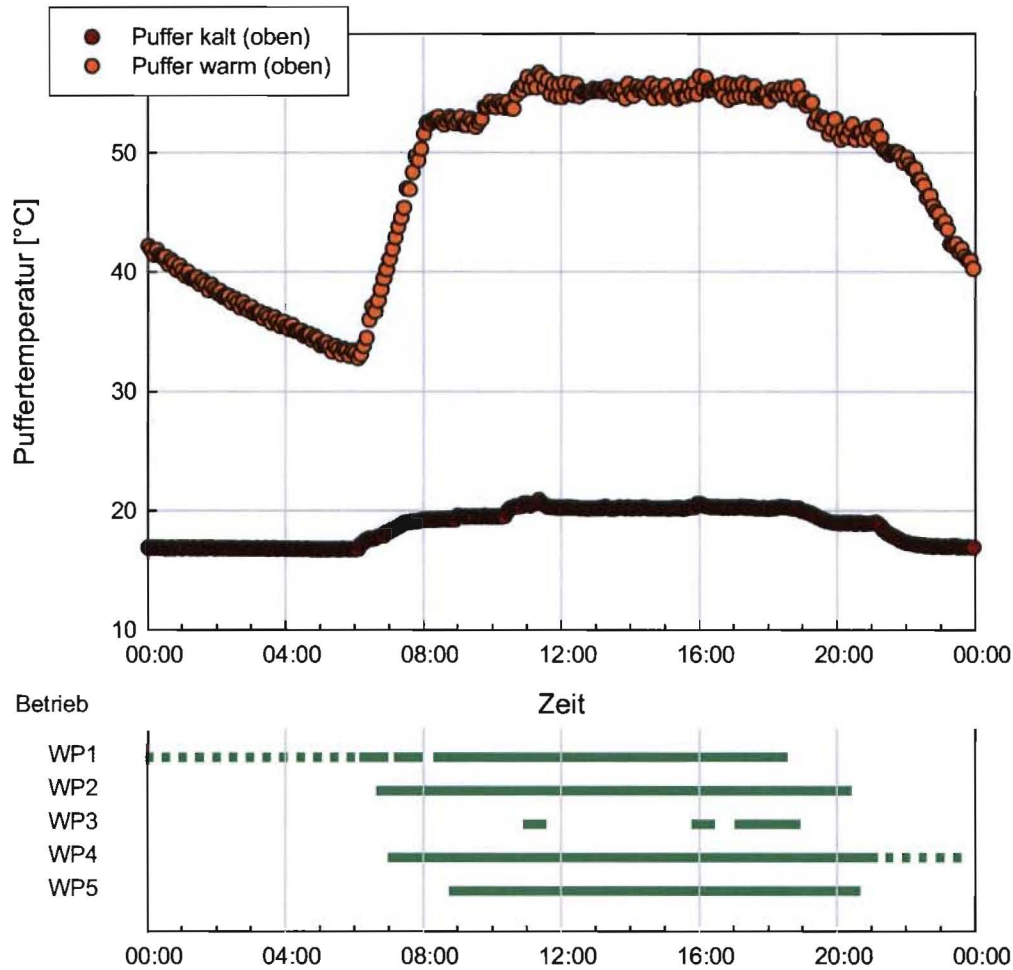


Abb. 3-6: Temperaturverlauf und Aktivität der Aggregate während eines klassischen Produktionstags

beitstag dargestellt. Die Regelungsvorgabe ist dabei „Kälte“, d.h. die Regelung kümmert sich um die Austrittstemperatur des kalten Wassers aus den Aggregaten.

Die obere Kurve zeigt die Temperatur des Warmwasserpuffers. Das anfängliche Gefälle beschreibt dabei die Wärmeverluste (Dauerumwälzung, siehe Kap. 3.2.2 und Kap. 3.2.3). Ab ca. 6 Uhr beginnt die Temperatur im kalten Puffer zu steigen (Schichtbeginn Laseraggregate). Durch den Betrieb der aktivierten Wärmepumpen wird die Temperatur im warmen Puffer entsprechend erhöht und erreicht auf dem Niveau von ca. 55°C das derzeit erreichbare Plateau.

Durch die Wärmeabnahme der Kammerwaschanlage erreicht der Puffer an diesem Tag nicht seine maximal mögliche Temperatur (von ca. 60°C) beim Betrieb aller Wärmepumpen.

Die untere Darstellung zeigt die Aktivität der Wärmepumpenaggregate. Man sieht dabei, dass jeweils eine Pumpe die „Nachtschicht“ übernimmt und die Wärmeverluste des kalten Leitungssystems sowie die Kühlung des Serverraums übernimmt.

### **3.6 Referenzanlage**

Neben dem - schon im Antrag formulierten - Interesse des Kooperationspartners isocal als Vertrieb für den Wärmepumpenhersteller Robur an einer Referenzanlage im Bereich der Maschinenkühlung zeigte sich auch ein großes Interesse der Gaslieferanten.

Da wir die Anlagen zunächst mit Flüssiggas betrieben hatten wir Kontakt zum Vertrieb der Firma Tyczka. Im Rahmen einer Außendiensttagung besuchten uns im Juli 2007 12 Mitarbeiter von Tyczka und wurden von uns über Funktionsweise und Möglichkeiten der umgesetzten Lösung informiert. Im Frühjahr 2008 soll zudem eine Veröffentlichung in der Kundenzeitschrift von Tyczka erscheinen.

Der Wechsel auf Erdgas beruhte auf dem starken Wunsch von Firma Erdgas Südbayern (ESB), eine Referenzanlage im Bereich der Gasabsorptionswärmetechnik zu besitzen. Um den Außendienstmitarbeitern diese Technik näher zu bringen ist auch hier ein Besuch mit Vortrag für Februar 2008 geplant; auch in der Öffentlichkeitsarbeit will Firma ESB in ihrer Kundenzeitschrift einen Artikel über das Projekt veröffentlichen. Entsprechende Vorarbeiten (Fotografentermine, Interviews) fanden bereits statt.



## Das Netz wächst Stück für Stück

Firma Michl als Großkundin ermöglicht Leitungsbau nach Wattersdorf

ANSCHLUSS AN ERDGAS-VERSORGUNG



Ein Händedruck und viel Zufriedenheit: Dr. Andreas Wild, ein Geschäftsführer der Firma Michl, Manfred Maier von der Firma Erdgas Südbayern und Bürgermeister Michael Pelzer (v.l.) bei der Inbetriebnahme der neuen Leitung. FOTO: PLETTENBERG

Wattersdorf – Künftig können die Wattersdorfer in ihren Häusern Gas geben: Parallel zum neuen Radweg ab Weyarn legte die Firma „Erdgas Südbayern“ (ESB) eine 600 Meter lange Leitung. Jetzt wurde sie offiziell ihrer Bestimmung übergeben. Ein besonderer Tag vor allem auch für den ersten Gas-Kunden in Wattersdorf, die Firma Ludwig Michl GmbH. Der mittelständische Blechverarbeitungs-Betrieb nutzt die neue Energie für mehrere hochmoderne Gas-Absorptions-Wärmepumpen. „Ohne die Zusa-

ge der Firma Michl hätten wir Wattersdorf nicht erschließen können“, sagt ESB-Pressesprecher Martin Filser. Schließlich muss sich die Investition in den Bau der Leitung lohnen. 50 000 Euro hat die Firma ESB in die 600 Meter lange Strecke gesteckt. Die Arbeiten dazu waren in nur zwei Wochen erledigt.

Im kommenden Jahr sollen weitere 400 Meter den Ort vollständig an das Erdgas-Netz anschließen – noch bevor der Landkreis dort eine große Straßensanierungsmaßnahme vornimmt. „Wir

sind auch auf dem Weg nach Seeham, müssen hier aber stückchenweise vorgehen“, erklärt Franz Hofberger, ESB-Fachreferent für Rohrnetz und Planung.

Die Firma Ludwig Michl hat mit ihren Gas-Absorptions-Wärmepumpen Anfang des Jahres eine von der Bundesstiftung für Umwelt preisgekrönte Pilotanlage in Betrieb genommen. Und spart, so Volker Engel von der Geschäftsführung, rund 1800 Kilowatt Energie pro Tag. Die Energieeffizienz entsteht durch die doppelte Nutzung

der Energie: Die gasbetriebene Pumpe zieht Abwärme aus den Maschinen und verwendet die Energie zur Kühlung der Laserschneideanlagen. Bisher nutzte die Firma Flüssiggas für diese Technik. „Wir sind froh, dass die Energie jetzt aus der Leitung kommt“, sagt Peter Blania, ebenfalls Geschäftsführer des Unternehmens.

Sieben weitere Wattersdorfer Gas-Interessenten wollen laut ESB nächstes Jahrgeschlossen werden. „Und die Tendenz ist steigend“, versichert Hofberger. hh

Abb. 4-1: Artikel im Miesbacher Merkur vom 13.12.2007

Kosten einsparen und zusätzlich CO<sub>2</sub>-Emissionen reduzieren: Vorbildlicher Doppelnutzen eines Pilotprojekts

## Primärenergieträger Gas effizient nutzen

Weyarn (maf) - Die Inbetriebnahme war eine Premiere zu Nikolaus, als bei der Firma Michl in Wattersdorf deren Geschäftsführer Andreas Wild, Weyarns Bürgermeister Michael Pelzer und , Manfred Maier, ServiceCenterleiter der Erdgas Südbayern (ESB) in Hausham, das offizielle Startsignal für den Betrieb der neuen Erdgasleitung mit Vorstellung der Gas-Wärmepumpen der Firma Michl gaben.

Der markierte einerseits den Anschluss von Wattersdorf an das Leitungsnetz der Erdgas Südbayern, dessen Verlegung parallel zur Erstellung des neuen Radweges von Weyarn aus über 500 Meter in zwei Wochen abgeschlossen werden konnte. Andererseits wurde auch die moderne, neue Gas-Absorptions-Wärmepumpe der Firma Michl vorgestellt. Das Pilotprojekt erfüllt durch die Kühlung der Laserschneideanlage und die Beheizung der Pulverbeschichtungsanlage des Blechverarbeitungs-Unternehmens einen Doppelnutzen mit hocheffizientem Primärenergieeinsatz, bei dem Energiekosten gespart und CO<sub>2</sub>-Emissionen drastisch reduziert werden. Die ESB liefert dabei das Erdgas.

„Unsere Firma hat sich mit dem Problem des Klimawandels beschäftigt“, erklärte Wild, dass die bisherige Kühlung elektrisch betrieben wurde und somit ineffizient und teuer gewesen sei. Deshalb habe man sich für die Inbetriebnahme der Gas-Wärmepumpen entschie-



Sind vom Pilotprojekt begeistert: (v. l.) Andreas Wild (Geschäftsführer Firma Michl), Manfred Maier (ESB-ServiceCenterleiter Hausham) und Weyarns Bürgermeister Michael Pelzer.

den, die als Forschungsprojekt von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt mit 30.000 Euro gefördert würden. Die Gesamtinvestition für die Firma Michl liege bei 125.000 Euro. „Für uns ist das ein ganzer Batzen“, hoffte der Geschäftsführer jedoch auf Einsparungen im Energiebereich und eine Amortisation binnen vier Jahren. „Es macht uns auch ein bisschen stolz“, verwies er zudem auf die Umweltverträglichkeit der Anlage und deren innovativen Charakter, der mit der Firmenphilosophie von Michl übereinstimme.

„Der Stolz ist auch auf unserer Seite“, versicherter Pelzer die Verbun-

denheit der Gemeinde mit dem Unternehmen. Die Umweltverträglichkeit des Energieeinsatzes passe hervorragend zum Leitbild der Kommune, die eine Vorreiterrolle im Bereich Energie anstrebe. Diese sei unter anderem auch mit dem Schulneubau untermauert worden, der lediglich den energetischen Verbrauch eines Doppelhauses habe, meinte Pelzer.

Für die gute Zusammenarbeit dankte auch Manfred Maier. „Wir legen nicht nur Wert darauf, möglichst viel Gas zu verkaufen, sondern den Primärenergieträger Gas möglichst effizient zu nutzen“, erklärte er, dass die ESB für ihre

Kunden auch Lösungen mit Energiekombinationen erarbeite, um eine bestmögliche Nutzung zu erreichen. Das besondere an der Gas-Wärmepumpen-Lösung sei, dass diese zwar schon in vielen Hotels und anderen Großgebäuden genutzt werde, bei der Firma Michl aber zum ersten Mal auch im Industriebereich zum Einsatz käme.

Von der neuen Erdgasleitung nach Wattersdorf profitierten zudem nicht nur Firmenkunden. Im Rahmen der Bauarbeiten wurden auch sieben Baugrundstücke an der Strecke angeschlossen, die in Zukunft ebenfalls das Erdgas der ESB nutzen könnten, erläuterte Maier.

Abb. 4-2: Artikel im „Gelben Blatt“ vom 15.12.2007