

JAHRESBERICHT 1998

Zu den Arbeiten gemäss dem Vertrag 67142



9719746-3

Titel des Projekts: Kleinwärmepumpe mit Ammoniak, Phase 2

Zusammenfassung:

Im vorliegenden Forschungsprojekt wird in einer 1. Etappe eine einstufige Kompressionswärmepumpe mit einem Economizer-Kreislauf und einem drehzahlvariablen Flügelzellenverdichter für das Arbeitsmedium Ammoniak aufgebaut und in Bezug auf die Leistungszahl COP ausgemessen. Die Heizleistung soll 17 [kW therm] betragen. Der Extremzustand soll in einer Verdampfungstemperatur von -20 [°C] und einer Heizwasseraustrittstemperatur von 65 [°C] bestehen. Zudem werden verschiedene Betriebszustände gemäss den Vorschlägen des WPZ Töss ausgemessen und mit theoretischen Berechnungen verglichen, die in einer Projektphase 1 erarbeitet wurden. Im Moment liegen noch keine Messresultate vor, da beim Aufbau des Prototypen bisher nicht alle Schwierigkeiten bewältigt werden konnten.

In einer 2. Etappe, die nach erfolgreicher 1. Etappe freigegeben wird, soll ein Dauerversuch der Anlage über 4000 [h] erfolgen. Zusätzlich soll eine Ammoniak-Adsorptions-Anlage für den Leckage- und Havariefall getestet werden.

Dauer des Projekts: 6.7.1998 - 31.8.99

Beitragsempfänger: **Arbeitsgemeinschaft Fachhochschule Ostschweiz Hochschule Rapperswil, NEK Umwelttechnik AG Zürich, KAPAG AG und Ecopac AG Zumikon**

Berichtersteller: Prof. Dr. Th. Kopp

Adresse: **Hochschule Rapperswil
Abteilung Maschinenbau
8640 Rapperswil**

Telefon: **055 / 222 49 23**

e-mail: **tkopp@hsr.ch**

1. Projektziele 1998

Das Ziel der Phase 2 in diesem Forschungsprojekt kann in 3 Tätigkeitsbereiche aufgliedert werden, die in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Energie in 2 Etappen gegliedert wurden. Die Ziele 2 und 3 sind in einer 2.Etappe der Projektphase 2 enthalten und können erst nach Erreichen des Zieles der 1.Etappe begonnen werden.

- 1.Ziel: Aufbau einer Versuchswärmepumpe mit einer thermischen Leistung von 17 [kW] Heizleistung und einem drehzahlvariablen Flügelzellenverdichter der Firma Eurovane AG. Durch Messung auf dem Prüfstand der Firma KAPAG AG in Zumikon soll der COP bei verschiedenen Quell- und Heiztemperaturen nach Vorschriften des WPZ Töss bestimmt werden.
- 2.Ziel: Betrieb des Prototypen über eine Betriebsdauer von 4000 [h] nach einer vorgegebenen Belastungsverteilung.
- 3.Ziel: Messtechnische Überprüfung und Verbesserung einer adsorptiven Ammoniak-Auffang-Einrichtung, die allenfalls austretendes Ammoniak im Leckage- und im Havariefall binden kann. Die theoretische Funktionsweise einer solchen Ammoniakfalle wurde ebenfalls in der Projektphase 1 unter Leitung von Prof.Dr.A.Reller (Universität Hamburg) bearbeitet.

2. 1998 geleistete Arbeiten und Ergebnisse

Innerhalb der Entwicklung und dem Aufbau des Prototypen wurden im Zeitraum 1.7.98 bis 4.12.98 acht Projektgruppensitzungen und zwei Begleitgruppensitzungen durchgeführt. Nachdem durch die beteiligten Firmen auch die Spezialgebiete und das Spezialisten-Know-How klar verteilt sind, war die gemeinsame Erarbeitung des RI-Fliessbildes und die Auslegung der Komponenten eine interessante und zielgerichtete Tätigkeit. Durch die einzelnen Projektmitarbeiter wurden folgende Tätigkeiten ausgeführt:

Auslegung der NEK-COMPADISC-Plattenwärmetauscher: Herr Th.Schmid, NEK

Bestimmen der Rohrleitungsquerschnitte und Zeichnen des RI-Schemas: Herr Th.Schmid, NEK

Auswahl des Rotovane-Verdichters: Herr St.Kollbrunner, Ecopac

Projektierung und Aufbau des Prototypen: Herr K.E.Weiss, KAPAG AG

Bestimmung des Messkonzeptes: Herren Kopp HSR, Flück NEK, Schmid NEK, Kollbrunner Ecopac

Auswahl Fühler: Herren Kollbrunner Ecopac und Kopp HSR

Bereitstellung des Prüfstandes: Firma KAPAG AG

Einrichten der Datenerfassung: Herren Kollbrunner Ecopac und Frei (Diplomand an der Abteilung

Maschinenbau HSR, Fachrichtung Energietechnik)

Fahren der Versuche Herren Kollbrunner Ecopac , Frei HSR, Schmid NEK

Auswerten der Versuchsergebnisse und Vergleich mit den Ergebnissen der Phase 1: Herren Flück und Schmid NEK, Kopp und Müller (Assistent an der HSR, Abteilung Maschinenbau) HSR.

Die vorliegende Versuchsanlage (vgl. RI-Schema und Prototyp-Photo) ist eine einstufige Kompressionswärmepumpe mit einem Economizer-Kreislauf auf einem Mitteldruck von ca. 1.3 bis 1.5 mal Verdampferdruck. Der Flügelzellenverdichter (C1) ist ölgeschmiert. Das Öl wird mit einem Tropfenabscheider-Oelabscheider abgeschieden. Ein Oelwärmetauscher (WT1) transferiert die Wärme aus dem Öl an den Heizkreislauf. Der Kompressor wird mit einem wassergekühlten, frequenzvariablen Antriebsmotor (E1) angetrieben. Die Motorabwärme kann ebenfalls an den Heizkreislauf übertragen werden. Durch die mögliche Serieschaltung der Wärmetauscher Enthitzer/Kondensator (WT K1) und Oelkühler kann eine hohe Heizungsvorlauftemperatur erreicht

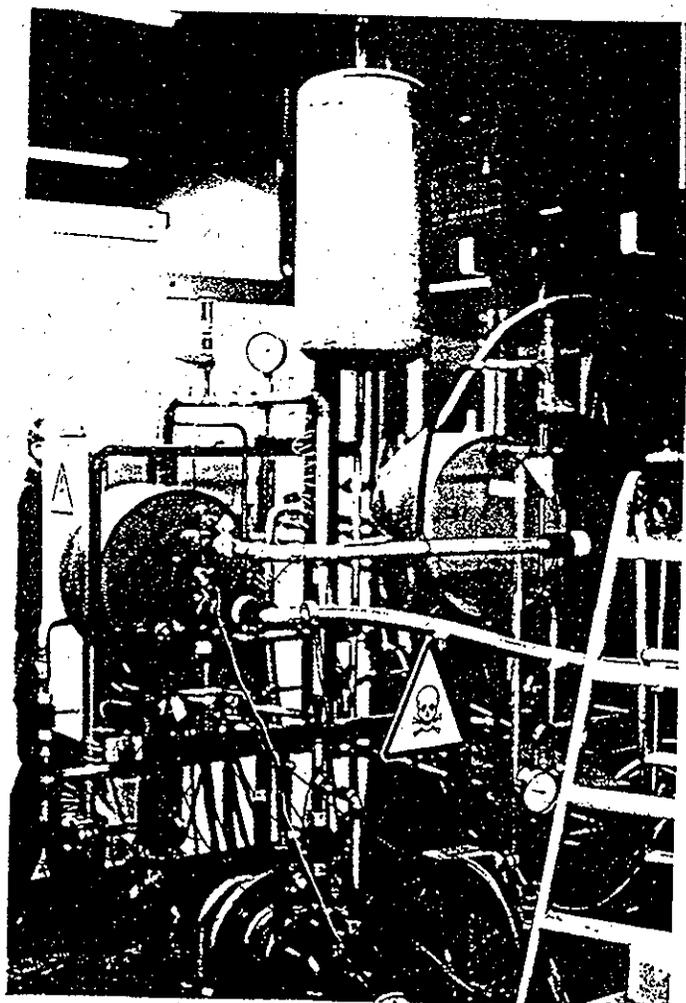


Abb.1: Ansicht der Prototyp-Wärmepumpe HSR, Kapag + Ecopac, NEK

werden. Der Ammoniak wird nun nach der Kondensation in zwei Teilströme, den Hauptstrom und den Nebenstrom, getrennt. Im Nebenstrom erfolgt die Expansion auf den Mitteldruck durch die Expansionsventile ExV1 oder ExV3. Im Economizer-Wärmetauscher (Teilbereich des Verdampfer-Wärmetauschers V1) wird durch Verdampfung des Nebenstromes der Hauptstromes unterkühlt. Der Hauptstrom wird nach der Unterkühlung über die Expansionsventile ExV2 oder ExV4 auf den Niederdruck entspannt und verdampft im zweiten Wärmetauscher-Bereich des Verdampfers V1. Das allenfalls aus dem Kondensator mitgeschleppte Öl wird durch die temperaturgesteuerten Magnetventile MV1 und MV2 wieder in den Ansaugstrom zurückgeführt. Die Verdampfungsenergie für den Hauptstrom wird einem Solestrom entnommen.

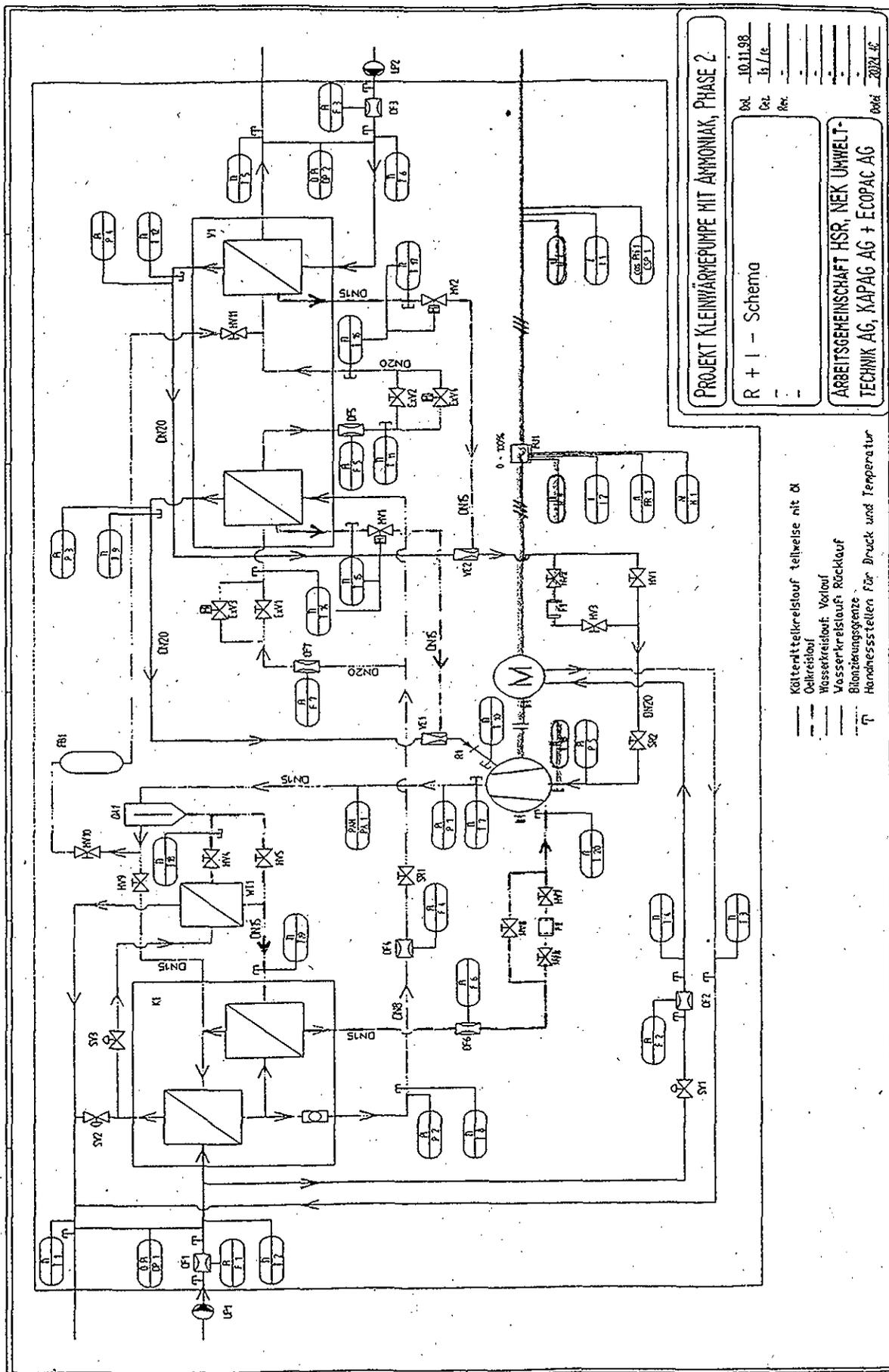
In der 1. Etappe wurde auf den Einbau der Durchflussmesser im Ammoniakkreislauf verzichtet, da die relativ billigen Geräte im Preissegment von ca. 500.- bis 2000.- zum Teil aus Korrosionsgründen oder aus Gründen von einer zu geringen Messgenauigkeit nicht einsetzbar waren. Gut geeignete Geräte wären die Massendurchflussmessung nach dem Coriolis-Prinzip oder der Ovalrad-Volumenstrom-Messer. Beide Geräte kosten aber ca. 5500.- bis 6500.- und haben eine Lieferfrist von ca 6 - 8 Wochen. Es ist aber geplant, in der 2. Etappe diese Geräte einzusetzen.

Die für die COP-Berechnung benötigten Messwerte des Sole- und des Heizkreislaufes liegen dagegen alle vor.

Leider liegen bis heute keine aussagekräftigen Messungen vor, da in der Inbetriebsetzungsphase verschiedene Schwierigkeiten auftraten:

- unvollständige Entlüftung
- Vormodell des Verdichters mit für Ammoniak ungeeigneten KleinfILTER, Lieferverzug des Herstellers mit dem richtigen Verdichtermodell
- Zersetzung des Oeles
- zu grosser Falschwärmefluss zwischen Verdampfer und Economizer, als Folge davon Einbau eines separaten Economizer als Plattenwärmetauscher
- Unzuverlässige Ölabscheidung
- Ueberhitzung des Verdichters

Aus den bisherigen Erkenntnissen muss geschlossen werden, dass vor allem der Ölkreislauf bisher nicht so funktioniert wie geplant.



PROJEKT KLEINWÄRMEPUMPE MIT AMMONIAK, PHASE 2

R + I - Schema

ARBEITSGEMEINSCHAFT HSR, NEK UMWELT-TECHNIK AG, KAPAG AG + ECOPAC AG

Rev. 10.11.98
 15 / 15
 Rev. _____
 2021.01

- Kältekreislauf teilweise mit Öl
- Ölkreislauf
- Wasserfreislauf: Vorlauf
- Wasserfreislauf: Rücklauf
- Blöndungszone
- Handhebstellen für Druck und Temperatur

Abb.2: RI-Schema der Prototyp-Wärmepumpe HSR, Kapag + Ecopac, NEK

3. Zusammenarbeit mit anderen schweizerischen Institutionen

In der Arbeitsgemeinschaft sind die drei Firmen NEK Umwelttechnik, KAPAG AG und Ecopac AG beteiligt. Als Berater für das Projekt konnten die beiden Herren Prof.Dr.T.Boyman, Hochschule für Technik und Architektur Horw und Prof.Dr.A.Reller, Universität Hamburg und Programmleiter BFE, gewonnen werden.

4. Transfer von Ergebnissen in die Praxis

Ein Transfer von Ergebnissen ist erst nach Abschluss des Projektes zu erwarten.

5. Perspektiven für das Jahr 1999

Die nun begonnenen Arbeiten werden im Jahre 1999 weiterbearbeitet. Der Prototyp wird in Betrieb genommen und der drehzahlvariable Verdichter ausgemessen. Nach Diskussion der Ergebnisse mit der Begleitgruppe soll dann auch noch ein Dauerversuch von 4000 [h] gefahren werden und das Funktionieren einer Ammoniakfalle getestet werden.