

Größere Wärmepumpen mit Gasmotoren und spezielle Wärmepumpenprobleme

- Eine Zeitreise in die siebziger Jahre des letzten Jahrhunderts -
von Claus Böttcher

Vortrag anlässlich der Historikertagung 2011 in Hildesheim –
Gemeinschaftsveranstaltung des HKK und der DKV Senioren vom 16. bis 18. 6. 2011

Vorwort: Hauswärmepumpen sollten gegen Ende der siebziger Jahre als ausgereiftes Serienprodukt marktgängig sein - so jedenfalls war die Hoffnung der führenden Hersteller anlässlich der Messe in Düsseldorf Anfang September 1977.

Für Wärmepumpen größerer Leistung mussten die geeigneten Objekte noch gefunden und die notwendigen Daten aufwändig ermittelt werden. Die Einzelfertigung solcher Aggregate im Zeichen der Energiekrise wurde durch erste Ausschreibungen angeregt. Es gab keine aktuellen praktischen Erfahrungen über Bau und Betrieb von Wärmepumpen insbesondere in der Gebäudeklimatechnik.

„Erst mit der Erkenntnis, dass eine optimal arbeitende Wärmepumpe einen ganzjährig durchgehenden Sofortbereitschaftsstatus für wechselnden Heiz- und Kühlbetrieb benötigt und begünstigt durch die zu dieser Zeit stattfindende Markteinführung der speicherprogrammierbaren Steuerungen, konnte dies erfüllt werden!“

1. Die Situation der Kälte-/Klima-Branche in Deutschland um 1970

Die Kriegsschäden an lebenswichtigen Kühleinrichtungen wie Kühlhäusern, Brauereien und Schlachthöfen waren weitgehend beseitigt.

Die bisher verwendeten Kältemittel Schwefeldioxyd, Chlormethyl und Ammoniak waren in neuen Kälteanlagen von den FCKW-Sicherheits-Kältemitteln (damals als Freone oder auch Frigene bezeichnet) abgelöst worden.

Große amerikanische Konzerne der Klimabranche übernahmen oder beteiligten sich an alteingesessenen deutschen Kältefirmen und führten in Deutschland bisher nicht sehr verbreitete klimatechnische Erzeugnisse ein.

Die Erfolgsgeschichte der großen Warenhäuser (Beispiele sind Karstadt und Kaufhof) und der Aufbau neuer Kliniken und ausgedehnter Universitäts- und Hochschulkomplexe hatte gerade begonnen. Überall waren auch Kälte- und klimatechnische Unternehmen wesentlich beteiligt; z. B. mit ersten Fernkälteanlagen.

Die 1972 bevorstehende Olympiade in München war in aller Munde und „warf ihre Aufträge voraus“. Landesweit Gesprächsstoff lieferte das „Olympia-Dach“ vom Architekturbüro Behnisch + Partner! - Zahlreiche Kunststoffkühltürme in leuchtenden Farben – was heute längst als Anachronismus gelten muss – signalisierten: **„Dieser Aufschwung setzt sich fort – wohl nicht nur in der Bundesrepublik!“**

In der DDR fiel der Staatsratsvorsitz an Erich Honecker, der die Ziele der Wirtschaftspolitik in Richtung Konsum stellte – eine Entscheidung, die Jahre später zum Fall der Mauer beitrug. (Siehe auch: HKK „Die Kälte- und Klimatechnik in der Industriestruktur der DDR“). Am Alexanderplatz in Berlin erhob sich das höchste Bauwerk Deutschlands; der „Telespargel“ mit 386 m Höhe und Drehrestaurant (siehe „Die Welt“ vom 28. Mai 2011 Seite IM1).

In den USA wurden laut Statistik bis 1979 in größerer Anzahl Luft/Luft-Wärmepumpen (etwa 600.000 Stück/a) produziert. Erst ab 1980 – also nach der zweiten sogenannten Energiekrise folgten Wasser/Luft-Wärmepumpen (Quelle: CCI 6/88). Andererseits überraschten die USA nicht nur mit der Landung auf dem Mond am 20.07.1969 sondern auch mit dem elektronischen Taschenrechner! Der treue Begleiter vieler Ingenieursgenerationen – der Rechenschieber – wurde innerhalb weniger Jahre ins Nirwana geschickt.



In New York wuchsen die Zwillingstürme des World Trade Centers empor mit der größten Klima-Kälte-Zentrale der Welt bis zum Anschlag am 11. September 2001.

Bild: Zwillingstürme des World Trade Centers im Bau 1971 mit der größten Kälte-Klimaanlage von 210 MW Gesamtleistung.
- Eigenbild -

2. Die überraschende Energiekostensteigerung 1973/74

Rasante Anstiege von Energiepreisen – z. B. erhöhte sich von 1973 zu 1974 der Netto-Heizölpreis von 13,90 auf 23,40 DM/hl; d.h. innerhalb eines Jahres ein Aufschlag von 68%! Dies konnte eigentlich kein Anlass sein, auf Autobahnen an „autofreien Sonntagen“ Volksfeste zu feiern. **Doch die Kälte-/Klima-Branche gewann neue Impulse!**

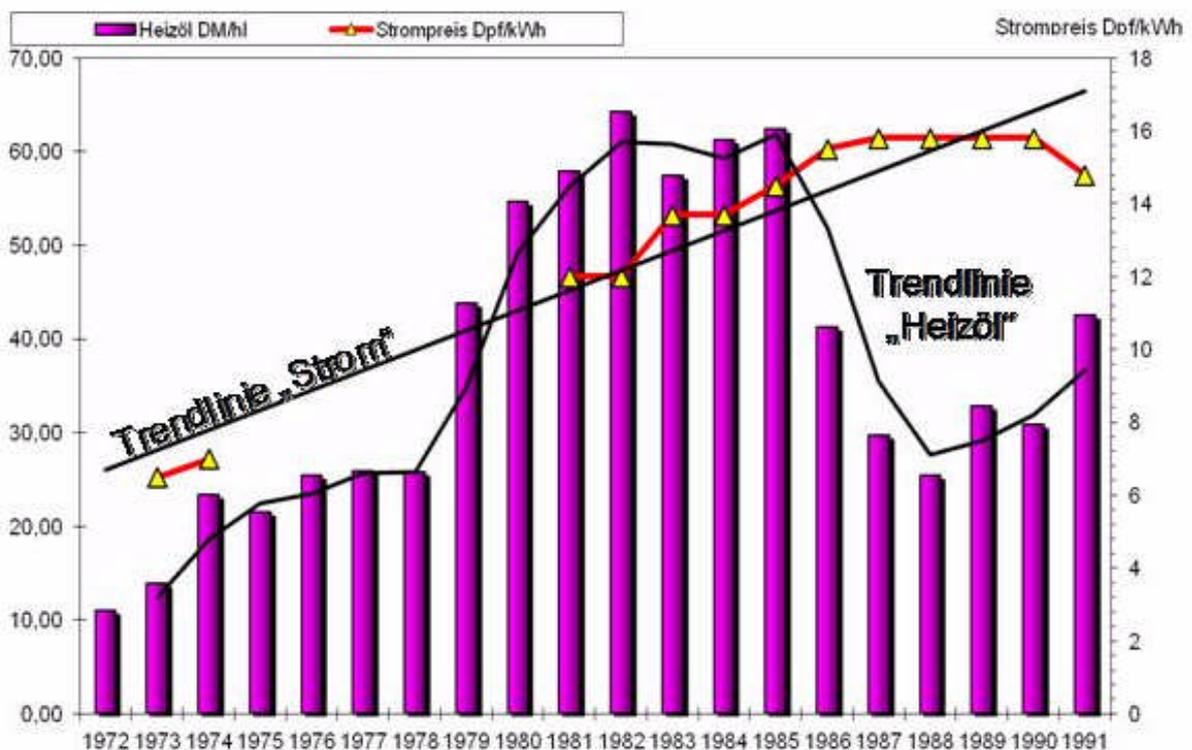


Bild: Gezahlte Heizölpreise frei Haus ohne Mehrwertsteuer jeweils in den II. Quartalen der Jahre 1972 bis 91.

Insbesondere die Wärmepumpentechnologie fand viel Interesse sowohl bei großen, potentiellen Herstellern als auch seitens der mittelständischen Wirtschaft und bei den kommunalen Verwaltungen. Die Fördergelder waren jedoch bescheiden.

3. Die Anstrengungen der Fachwelt die Wärmepumpen zu fördern

Zu den Initiatoren energiesparende Wärmepumpen einzusetzen, gehörten Energieversorger, Wärmepumpenhersteller, Anlagenbauer und Fachverbände, die sich u. a. bei Messen und Tagungen engagierten.

Erinnert sei an die Messe Düsseldorf am 01./02.09.77 - mit einer ersten von einem Verbrennungsmotor angetriebenen Hauswärmepumpe - sowie an Tagungen wie:

1977 in Essen im Haus der Technik

1978 in der alten „Mathäuser Bierstadt“ in München (23./24.11.)

1979 in Timmendorf an die Fachtagung mit Podiumsgespräch (12.09.)

Über die Chancen der verschiedenen Bauarten und Größen bestanden sehr unterschiedliche Einschätzungen. Ein Grund, dass hochgespannte Erwartungen hinsichtlich kurzfristig zu erreichender Absatzzahlen und niedriger Stückpreise nicht erfüllt wurden?

Dann wiederholte sich der Preisanstieg in der so genannten 2. Energiekrise – z. B. für das Heizöl in prozentual gleicher Größenordnung (70%) wie zuvor; nämlich von 25,8 DM/hl in 1978 auf 43,8 DM/hl und mehr in 1979/80.

Hinter den extremen Energiepreiserhöhungen bis zum Jahr 1985 blieben die Erfolge der Wärmepumpentechnologien deutlich zurück.

Seither standen Wärmepumpen immer wieder in der Kritik von Investoren, die sich durch Werbesprüche und übertriebene Versprechungen nach dem „Günstiger-Prinzip“ getäuscht sahen; wie Zeitungsartikel und Leserzuschriften bis in die jüngste Zeit belegen. Siehe hierzu z. B. den Beitrag „Wärmepumpen sind oft Energiefresser“ in der Tageszeitung „Die Welt“ vom 24.11.2010.

Andererseits sind zahlreiche Wärmepumpenanlagen errichtet worden, von denen Planungsdaten bekannt sind, aber wenig über das wirtschaftliche Ergebnis der Investition und Feldmessungen.

Am Ende der Krisenperiode stand das Synonym „Wärmepumpe“ für eine Anlagenvielfalt, wie sie in nachstehender Übersicht dargestellt ist.

Anmerkung: Das Bild „Übersicht über die Vielfalt der Wärmepumpentechnologie“ (aus Dubbel) finden Sie am Ende der Ausführungen

4. Voraussetzungen für einen erfolgreichen Wärmepumpeneinsatz

Für ein Wärmepumpenprojekt sind notwendig:

1. Von der Wärmepumpentechnologie überzeugte Auftraggeber mit Investitionsbereitschaft
2. Eine ergiebige Abwärmequelle ohne kostenträchtige Behörden-Auflagen,
3. Geeignete Aggregate für lange Lebensdauer
4. Digitale Regelungstechnik (DDC – direct digital control), die in den Siebzigern noch nicht weit entwickelt war und eine interessierte Hausinspektion.

Im Verlauf des ersten Betriebsjahres zeigen sich u. U. noch Schwachstellen - insbesondere im Softwareprogramm - die eine optimale Betriebsweise vereiteln könnten! Dies gilt ebenso für den Fall einer größeren Nutzungsänderung oder nach einer notwendigen Sanierung.

5. Beispiele für spezielle Probleme von größeren Wärmepumpen, insbes. solchen mit Gasmotoren.

5.1 Eine erste Wärmepumpe mit Gasmotor im Zeichen der Energiekrise wurde zum Beheizen eines Freibad-Schwimmbeckens und der Duschwasser-Erwärmung ausgeführt. Die Einweihung erfolgte am 1. April 1977 durch den Minister für Arbeit und Soziales von NRW bei typischem Aprilwetter. Die Badesaison wurde am 12. Mai 1977 eröffnet!

Beispiel für die Größenordnung der Anlage:

Abwärmequelle: Außenluft während der Badesaison von April bis September
Motorwärme: 65 kW für Duschwasser (Hochtemperaturkreis 55°C)
Verflüssigungswärme: 629 kW für Beckenwasser (Niedertemperaturkreis 28°C)
Motorleistung: 82 kW bei Stadtgas mit 56% Wasserstoffanteil; erst später Erdgas, was die höhere Leistung von 110 kW ermöglichte.

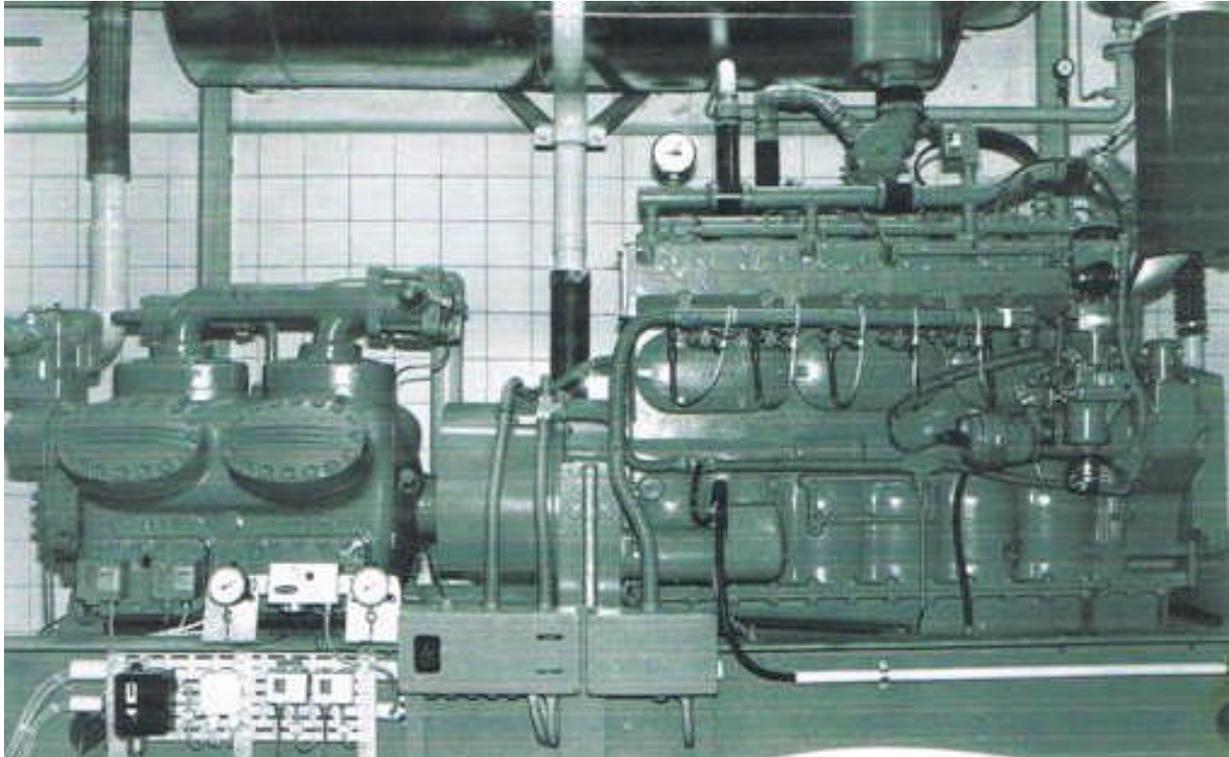


Bild: Damaliges Wärmepumpenaggregat mit schwerem, stationärem Gasmotor - Eigenbild

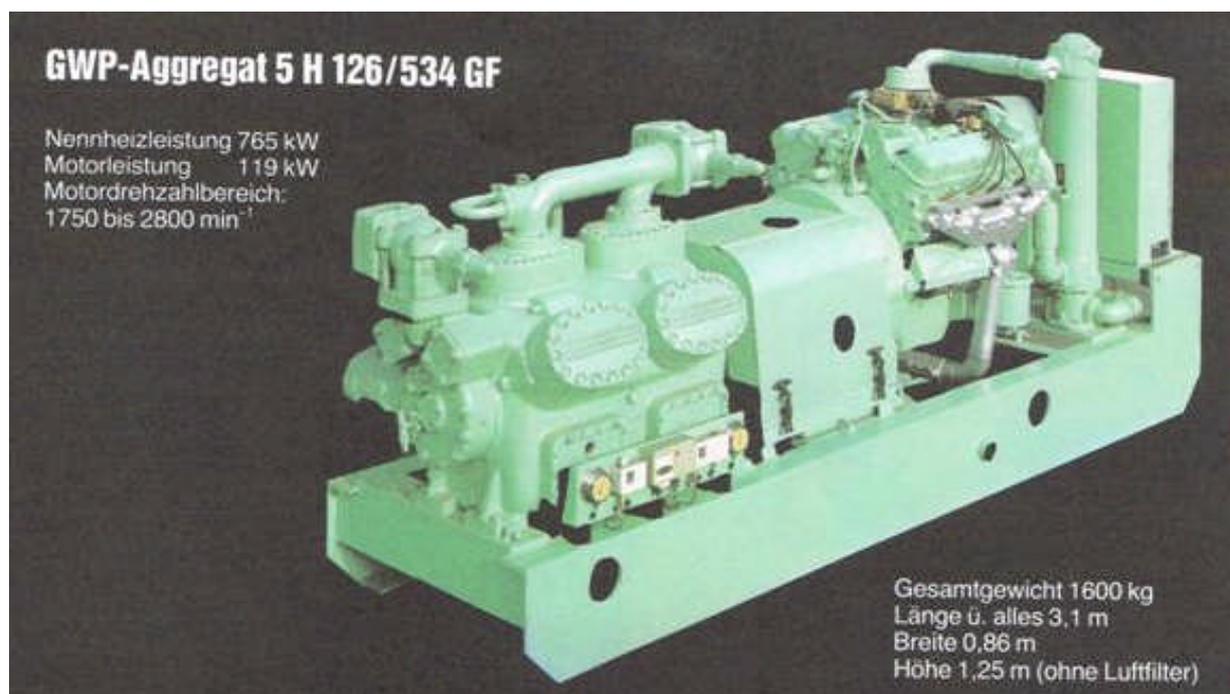


Bild: Prototyp gleicher Leistung: Wärmepumpenaggregat mit Gasmotor für Mobilgeräte
- aus Werbeprospekt der Fa. GfKK

Ein grundsätzliches Problem war zunächst der hohe Wasserstoffanteil (>40%) im Stadtgas. Die Auswahl an Gasmotoren war damit durch das zulässige Verdichtungsverhältnis begrenzt. Mit dem Ausbau des Erdgasnetzes wurde diese Einschränkung landesweit recht schnell beseitigt.

Die Kopplung größerer Hubkolbenverdichter mit unsanft anlaufenden Verbrennungsmotoren war seit langem keine übliche Ausführung mehr. Im Gegensatz zum elektromotorischen Antrieb muss für einen ausreichenden Massenausgleich beider Maschinen und einen geringen Ungleichförmigkeitsgrad gesorgt werden, um Kurbelwellenbruch zu vermeiden.

Die beteiligten Kältetechniker wurden beim ersten Probelauf überrascht von einer sehr ungleichen Kältemittelspritzung in die Direktverdampfer. Die Wärmegewinnung aus der Außenluft war wegen der nicht voll ausgenutzten Wärmeübertragungsflächen unzureichend.

Als mögliche Ursachen für niedrige Leistungszahlen wurden nachgebessert:
Zu lange Wärmeaustauscherstrecken – falsche Anordnung der Kältemittelverteiler –
zu kurze Anströmstrecke zwischen Ventil und Verteiler –
das „Hunting“ der Expansionsventile!



Bild: Verbesserte Kältemittelspritzung mit Mehrfachverteiler – Eigenbild –

„Frieren unter der Dusche, aber zu warmes Wasser im Schwimmbecken – dafür ist die Wärmepumpe nicht verantwortlich!“

Ein spezielles Problem, das sich aus der Dauernutzung der Warmduschen bei bestimmten Wetterlagen ergibt, ist die zeitgleiche Wärmeerzeugung für Hoch- und Niedertemperaturnetz durch die Wärmepumpe:

Ist das Beckenwasser bereits gut erwärmt und der Warmwasserspeicher für die Duschen „entladen“, kann das Duschwasser nur unter ungünstigen Betriebsbedingungen (d.h. bei erhöhter Verflüssigungstemperatur!) erwärmt werden. Zwangsweise wird dabei die Beckenwassertemperatur weiter erhöht, was letztlich zu einer deutlichen Einbuße an Wohlbehagen bei den Schwimmern führt. Abhilfe verschafft eine nicht ausschließlich vom Wärmepumpenbetrieb abhängige Duschwasser-Erwärmung.

5.2 Komplexe Kühl- und Heizanlage mit 2 Gasmotor-Wärmepumpen, Kalt- und Heizwasserspeichern und 2 Gasheizkesseln für bivalenten Betrieb

Die Inbetriebnahme erfolgte am 26. Febr. 1980! Nach Sanierungen befindet sich diese Anlage im 32sten Betriebsjahr!

Planungsdaten zur Ausführungszeit:

Abwärmquellen: EDV-Anlagen (max. 213 kW) und Wärme aus 100.000 m³/h Fortluft
Klimakaltwasserkreis: 976 kW, Auslegungstemperatur 12 / 6°C
Motor- und Abgaswärme: 434 kW, Kühlkreis 46 / 70°C

Verflüssigungswärme: 1040 kW, Kühlkreis 40 / 46°C
 Motorleistung: 256 kW
 Gaskessel: 1500 kW
 (Verbrauchsdaten s. DKV-Tagungsbericht 11.Jhg.(1984) – Arbeits-Abt. IV, S.545 u.f.)

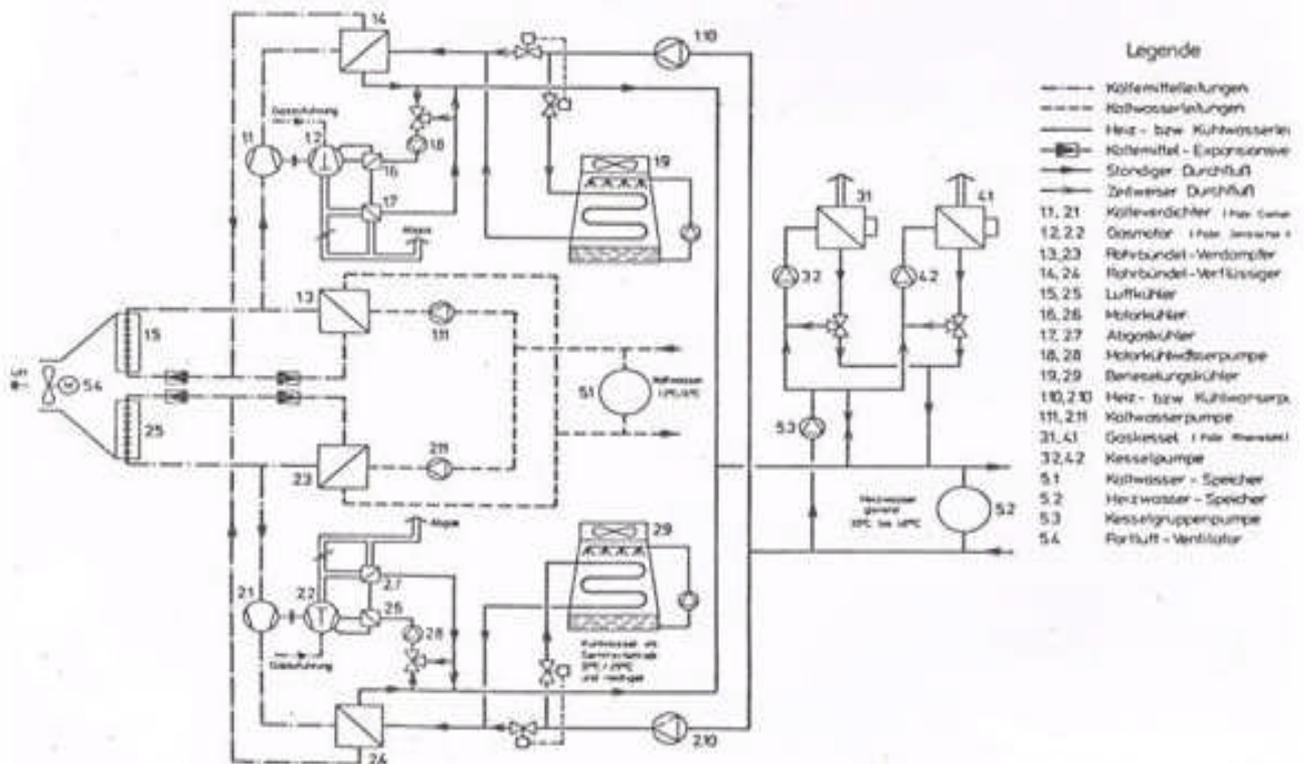


Bild - Anlagenschema

Die Lage der Anschlüsse und die Innengestaltung der **Speicher** für kalte und warme Kreisläufe sind entscheidend, ob sich eine Verdrängungs- oder eine Mischströmung ausbildet.

Häufiges **Takten der Leistungsstufen** und nerviges „**Hunting der Motordrehzahl**“ unter bestimmten Betriebsbedingungen (vergleichbar der Erscheinung bei Einspritzventilen) können ein Hinweis auf ungeeignete Ausführung des Speicherkomplexes sein.

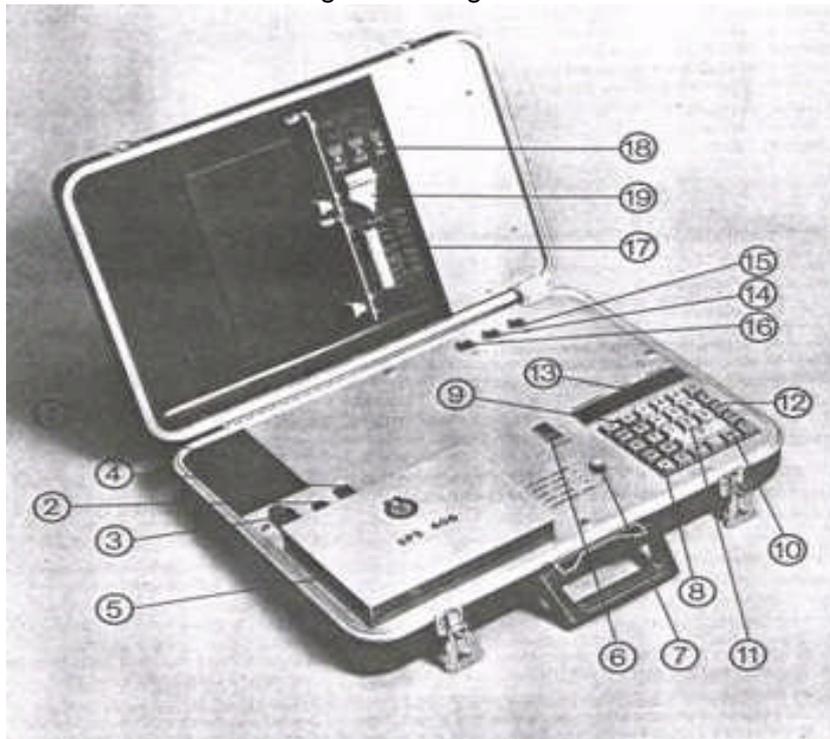
Bei gleichzeitiger Kühl- und Heizbedarfsanforderung ergaben sich Nachjustierungen für den sogenannten „Vergleicher“, der den jeweils aktiven Führungsparameter für die Leistungsregelung bestimmt. Ein Vorgang, der von den vielschichtigen Klima- und Betriebszuständen beeinflusst wird und deshalb nicht vor Ablauf eines vollen Betriebsjahres optimiert sein kann. Danach stellt sich diese Aufgabe bei jeder größeren Nutzungsänderung erneut.

Ebenso müssen die im Vergleich mit Elektromotoren höheren Wartungskosten bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung entsprechend der jährlichen Betriebsstundenanzahl berücksichtigt werden.

Speicherprogrammsteuerung mit „Schwarzen Löchern“?

Nicht allein die neuartige Programmierung (SPS) war 1979 eine Herausforderung mit viel Freud und Leid. Frustrierend waren immer wieder auftauchende leere Stellen in dem Steuerungsprogramm, das soeben einen erfolgreichen Testlauf im Programmierkoffer absolviert hatte. Nach dem Wechsel der Steckkarten vom Programmierkoffer zum Steckplatz im Schaltschrank ging zeitweise ein Programmteil verloren. Die Anlage war ihr eigener

Saboteur. Die später ermittelte Ursache war ein Aderbruch im Kabelstrang des einen von zwei abwechselnd verfügbaren Programmierkoffern.



- 1 Netzkabelfach oder Testmodul
- 2 Netzsicherung
- 3 Netzanschlußstecker
- 4 Netzschalter
- 5 EPROM-Löscheinrichtung
- 6 Schalter für Löscheinrichtung
- 7 Betriebsartenschalter
- 8 Operations-Tastenfeld
- 9 Operanden-Tastenfeld
- 10 Eingabetastatur
- 11 Adress-Tastenfeld
- 12 Steueroperations-Tastenfeld
- 13 Anzeigefeld
- 14 Anschluß V 24 – Schnittstelle
- 15 Anschluß Bandgerät
- 16 Anschluß – Fernschreibmaschine
- 17 Steckplatz-RAM-Speicherkarte
- 18 Steckplatz-EPROM-Speicherkarte
- 19 Programmier-Verbindung

Bild: Programmierkoffer

5.3 Mögliche Energievergeudung bei Verbundnetzen mit Wasserkühlsätzen und Wärmepumpen

Bei solchen Installationen in meist größeren Gebäuden bietet es sich an, die Abwärme für die Wärmepumpe aus dem Kühlwasserkreis der Wasserkühlsätze zu gewinnen. Dies birgt allerdings die nicht leicht zu erkennende Gefahr einer großen Energieverschwendung:

Der Wirtschaftlichkeitsnachweis einer Wärmepumpeninvestition gelingt im Netzverbund mit Wasserkühlsätzen fast nach Belieben, sofern ohne Notwendigkeit Kälteleistung erzeugt wird.

Mit einer unnötig langen Dauer oder übertrieben lichtstarken Beleuchtung kann der Kühlbetrieb ausgedehnt und reichlich Abwärme für die Wärmepumpe bereitgestellt werden.

Je schlechter die Gesamtbilanz des Gebäudes ausfällt, desto besser der Wirtschaftlichkeitsnachweis für die Wärmepumpe! Nach einem Bauleiterspruch wird danach die Auszeichnung von Unbeteiligten fällig; also ein weiterer „Vater einer Wärmepumpe“ gekürt.

.Bei kleineren Verbundanlagen mit Wasserkühlsatz und Wärmepumpe sind Vorkehrungen zu treffen, damit das Rücklauf-Kaltwasser stets vorrangig der Wärmepumpe zufließt und erst danach dem Wasserkühlsatz. Eine Schaltung hierfür findet sich im Dubbel ab 17. Ausgabe 1990 unter M Klimatechnik, 6.7 Systeme für gleichzeitigen Kühl- und Heizbetrieb (Bild 8).

5.4 Die Schwierigkeit, eine **Regel für die Energiepreisbildung** auf Dauer festzuschreiben!

Die bisherige „**Ankettung des Erdgaspreises an den Ölpreis**“ belastet die Akzeptanz der gas- und der elektrisch angetriebenen Wärmepumpen gleichermaßen. Die vereinbarte Anpassung des Gaspreises mit 6monatiger Verzögerung an den Ölpreis lässt keine eindeutige Aussage für die Wirtschaftlichkeit solcher Anlagen zu. Dies führte zu einem beispielhaften, aber überflüssigen Gerichtsprozess:

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung ergab die Empfehlung für eine Gasmotor-Wärmepumpe mit einer um etwa 5,- DM billigeren Betriebsstunde. Nach kurzer Betriebszeit strengte der Bauherr eine Klage wegen falscher Beratung an. Als es Jahre später zur Verhandlung kam, hatte sich das Preiskarussell weiter gedreht. Die Betriebsstunde mit Gasmotor wäre nun sogar 10,- DM billiger gewesen als für die inzwischen eingebaute Wärmepumpe mit Elektromotor.

Heute - zwei Jahrzehnte später – wird über eine Änderung dieser Preisankettung nachgedacht.

5.5 **Totalenergieanlage:** Kälte, Wärme, Strom aus einem Aggregat – war das die Bestlösung?

Anlässlich der DKV-Tagung 1990 in Heidelberg fand eine Besichtigung einer solchen Anlage statt. Es war eine staatlicherseits gewollte und geförderte Investition.

Bereits die klassische Wärmepumpe mit optimaler Ausrüstung für gleichzeitiges Kühlen, Abwärme verwerten und Heizen ist von zahlreichen Parametern abhängig. Die weitere Funktion als Stromerzeuger musste sich als schwere Bürde für einen wirtschaftlichen Betrieb erweisen. Die Begründung für diese „Totalenergie-Anlage“ stützt sich daher hauptsächlich auf das Einsparen eines Notstrom-Aggregates.

Näheres über prinzipiellen Aufbau, Energiefluss, Betriebsarten, technische Daten, Wartung sowie Energiebedarf und Verbrauchsdaten in 1988 ist zu entnehmen aus den Aufsätzen von:

H. Jacobowsky in Gas Wärme international, Bad 36 (1987) Heft 9, S.502 – 507 „Block- und Wärmepumpen-Heizkraftwerke“ und

G. Dietze in KI Klima-Kälte-Heizung 10/1991, S. 421 – 424 „Kombination von Totalenergieanlage und Notstromaggregat“

Quellenangaben, Pressenotizen und Literaturhinweise:

Promotor Verlags- und Förderungsgesellschaft mbH, Karlsruhe, Clima Commerce International:

CCI 6/1981 „Absorptionswärmepumpe für Bundeskriminalamt“ Seiten 55/56

CCI-Sondernummer „25 Jahre CCI – Faszination TGA“ Chronik 1967 – 1992, Seite 49 bis 84

CCI 6/1985 „Vuilleumier-Prozeß ermöglicht regenerative Wärmepumpe und Kältemaschine“

F.X. Eder, Zentralinstitut für Tieftemperaturforschung Garching

Festschrift der A. Petry-GmbH, Neustadt/Opf am 10.7.1987 zu einer ersten „Vuilleumier-Wärmepumpe“ - und in „Beratende Ingenieure“ 11-87 unter „Wärmepumpen“ Seite 14 – 18:

„Eine neue Generation von Wärmepumpen ist im Anmarsch“ von J. Blumenberg

Fachinformationszentrum Wärmepumpen und Kältetechnik (IZW) Karlsruhe

Ges. für wissenschaftlich-technische Information mbH, Eggenstein-Leopoen:

Nov. 91 – „Renaissance der Wärmepumpe“ (Duisburger Ratingsee-Siedlung)

April 92 – IZW Ringmappe „Wärmepumpen“ mit Beispielen ausgeführter Anlagen

Sept.92 – „Förderung der Wärmepumpentechnologie benötigt neue Impulse“

Energie-Verlag GmbH, Bonn/Heidelberg, Fakten 12.90:

Mitteilung 12/90/180 „Wie die Wohnungen in den neuen Bundesländern beheizt werden“

Lexika -Verlag Hablitzel & Wippler KG, Grafenau:

Kontakt + Studium, Band 26 Wärmepumpen - Kurt Bach u. a. „Wirtschaftliche Heizwärme Abwärmenutzung Wärmerückgewinnung“

Verlag C. F. Müller, Karlsruhe:

Jahrbuch 1979 - Kälte Wärme Klima, Hrsg. Günther M. Keller mit Herbert Elenz

mit Fachbeiträgen: „Projektierung von erdverlegten Rohrschlangen“ und „Wärmepumpen mit Diesel- oder Gasmotorantrieb“

KWK Aktuell Kälte Wärme Klima Schriftenreihe Wärmepumpen - Hrsg. Herbert Kirn u. a.
 KI Klima + Kälte Ingenieur, Heft 11/74 Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen zum Klimatisieren mit Wärmepumpenanlagen, C. Böttcher

KI extra 16 (1981) – „Die Gasmotor-Wärmepumpe als energiesparende Kühl- und Heizanlage in klimatisierten Gebäuden“, C. Böttcher

Springer – Verlag, Berlin Heidelberg New York

Dubbel - Taschenbuch für den Maschinenbau ab 14. Auflage (1981 ff.) Kapitel M 6, Systeme und Bauteile der Wärmepumpenanlagen

Vulkan Verlag Essen:

ASUE-Schriftenreihe Band 1

Schriftenreihe „elektrowärme praxis“

eta Elektrowärme im Technischen Ausbau

Jahrbuch der Wärmerückgewinnung 4. Ausgabe 1981/82

FTA – Fachbericht Band 5 „Wärmepumpen über 200 kW Leistung“

Bild: Übersicht über die Vielfalt der Wärmepumpentechnologie (aus Dubbel 20 Auflage)

Wärmequellen	Primäre Wärmequellen: windbewegte Außenluft mechanisch bewegte Außenluft Sonnenwärme Niederschläge Fluß(Lauf-)Wasser Grund(Brunnen-)Wasser Erdreich			Sekundäre Wärmequellen: feuchte Raumluft Fortluft Brüden Wrasen, Abgas Kühlwasser Abwasser Prozeskühlmittel Fernwärmerücklauf		
Verfahren	Verdichtungsverfahren, einstufig	Verdichtungsverfahren in Kaskadenschaltung oder mehrstufig	Verdichtungsverfahren mit Lösungskreislauf	Absorptionsverfahren, ein- und zweistufig	Periodisches Sorptionsverfahren	Thermo-Verdichtungsverfahren - Brüdenverdichtung-
Arbeitsstoff	FKW, NH ₃	Nichtazeotropische Gemische	NH ₃ / H ₂ O H ₂ O / LiBr	Neue Arbeitsstoffpaare; auch ternäre Gemische	H ₂ O / Zeolith	H ₂ O
Antriebsenergie	Strom - Erdgas - Klärgas - Flüssiggas - Diesel - Heizöl EL - Schweröl - Heizdampf - Heißwasser - Abdampf					
Bauformen	Kleinwärmepumpe		Standardisierte Wärmepumpe		Vor Ort montierte Wärmepumpe	
Betriebsweise	monovalent		bivalent parallel		bivalent alternativ	
	monovalent mit Extremfall-Heizung			bivalent teilparallel		
Wärmeträger	Kältemittel	Luft		Wasser		Sole
Wärmeverbraucher	Zuluft, Raumluft, Trocknungsluft, Heizdampf, Heizmittel, dampf- oder gasförmig			Heizwasser, Brauchwarmwasser, Prozeßwasser, Spülwasser		
Umweltbe- bzw. -entlastungen	Abwärme-Minderung, Wegfall bzw. niedrigere Kamine, Geräusche, Emission von Staub, NO _x (Stickoxyd), CO (Kohlenmonoxyd), HC (Kohlenwasserstoff), CO ₂ (Kohlendioxyd), SO ₂ (Schwefeldioxyd), zulässige Grenzwerte siehe TA-Luft.					