

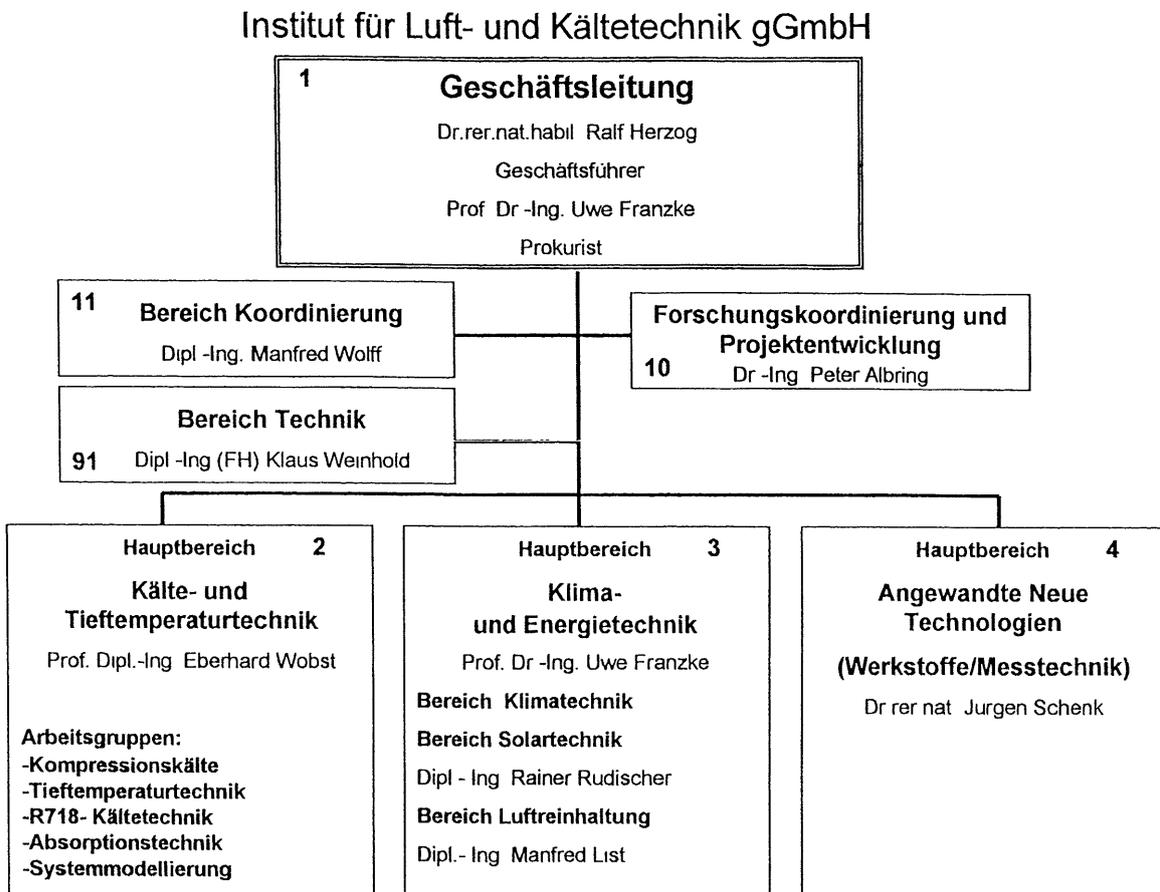


Forschungsergebnisse 2000

Technik der Zukunft – Innovationen für die Industrie



Organigramm



Institut für Luft- und Kältetechnik
Gemeinnützige Gesellschaft mbH
Bertolt-Brecht-Allee 20
01309 Dresden

Tel (0351) 40 81-520
Fax (0351) 40 81-525
E-Mail:management@ilkdresden.de
<http://www.ilkdresden.de>



Delegation aus China

Forschungsergebnisse in der Übersicht

Fachberichte	314
Messprotokolle	400
Rechenprogramme	13
Prototypen	34
Fachartikel	35
Vorträge	82
Wissenschaftliche Veranstaltungen	17
Patentanmeldungen	21
Lizenzvergaben	12
Projekte der öffentlichen Hand, davon	70
BMW	43
BMBF	5
AiF	12
Sachsen	5
EU	1
Sonstige	4
Industrieraufträge	390

Inhalt

Kälte- und Tieftemperaturtechnik	2
Klimatechnik	9
Solartechnik	15
Luftreinhaltung	19
Werkstoff- und Messtechnik	23
Internationale Aktivitäten des ILK	24
Veranstaltungen	28

Forschungsergebnisse

1. Tieftemperaturtechnik

Kryogene Kühlsysteme

Auf dem Gebiet kryogener Kühlsysteme wurde im Rahmen des BMBF-Leitprojekts zur Anwendung von Hochtemperatursupraleitern (HTSL) in der Satellitenkommunikation an der Entwicklung weltraumtauglicher Komponenten zur Kühlung supraleitender Hochfrequenzfilter gearbeitet.

Zum Ausgleich thermischer Ausdehnungen und zur Entkopplung von Vibrationen wurden mechanisch flexible, gut wärmeleitende Interfaces auf der Basis geschlitzter Kupferfolienstapel bis zur Einsatzreife entwickelt. Weiterhin wurde ein Wärmeschalter zur Ankopplung und Entkopplung redundanter Kleinkühler im System realisiert und getestet. Dieser erreicht, dank des Einsatzes von Saphir und anderen Werkstoffen mit hoher Wärmeleitfähigkeit, im geschlossenen Zustand einen Wärmeübergangswiderstand von 1,2 K/W. Der Wärmeübergangswiderstand im offenen Zustand liegt bei über 1000 K/W. Der Schaltpunkt beträgt 180 K mit einer Reproduzierbarkeit von ± 5 K.

Auf dem Gebiet der magnetischen zerstörungsfreien Werkstoffprüfung (NDE) zeichnet sich der Trend zum Einsatz neuartiger HTSL-Sensoren zur Substitution der typischerweise verwendeten SQUID-Magnetometer ab. Im Rahmen eines BMBF-Verbundvorhabens wird zusammen mit der Universität Jena und zwei Industriepartnern ein solches alternatives NDE-System auf der Basis eines hochempfindlichen HTSL/Hall-Magnetometers entwickelt. Dieses Magnetometer ist aufgrund seiner relativ großen Temperaturunempfindlichkeit und Linearität sehr gut zur maschinellen Kühlung mittels kleiner Stirlingkühler geeignet.

Im Verbundvorhaben wurde ein erstes solches Kühlsystem auf der Basis eines Stirlingkühlers mit 3 W Kälteleistung bei 80 K (SL200, AIM) als Erprobungsmuster realisiert und thermischen Tests unterzogen. Die exper-

imentellen Ergebnisse haben gezeigt, dass dieses Kühlsystem zum Einsatz zusammen mit dem HTSL/Hall-Magnetometer geeignet ist. In der nächsten Zeit erfolgt die Realisierung des Systemmusters dieses Kühlsystems, welches den Sensor und eine kryogene Vorverstärker-Elektronik im NDE-System kühlen wird.

GFK-Kryostate

Die Schwerpunkte der Weiterentwicklung der GFK-Kryostate lagen 2000 auf folgenden Gebieten:

- Kryostate für MKG-Mess-Systeme auf der Basis von SQUIDs

Die Universität Beijing und die Physikalisch-Technische Bundesanstalt Berlin erhielten Kryostate für den Einbau in ein Mess-System für Herzströme.

Das dafür gebaute Modell soll auf Messen zu Repräsentationszwecken eingesetzt werden.

- Kryostate für supraleitende Lager

Für das Technologiezentrum Adelwitz und die Universität Braunschweig wurden GFK-Kryostate für Radiallager, Axiallager und ein Linearmodell entwickelt und geliefert.

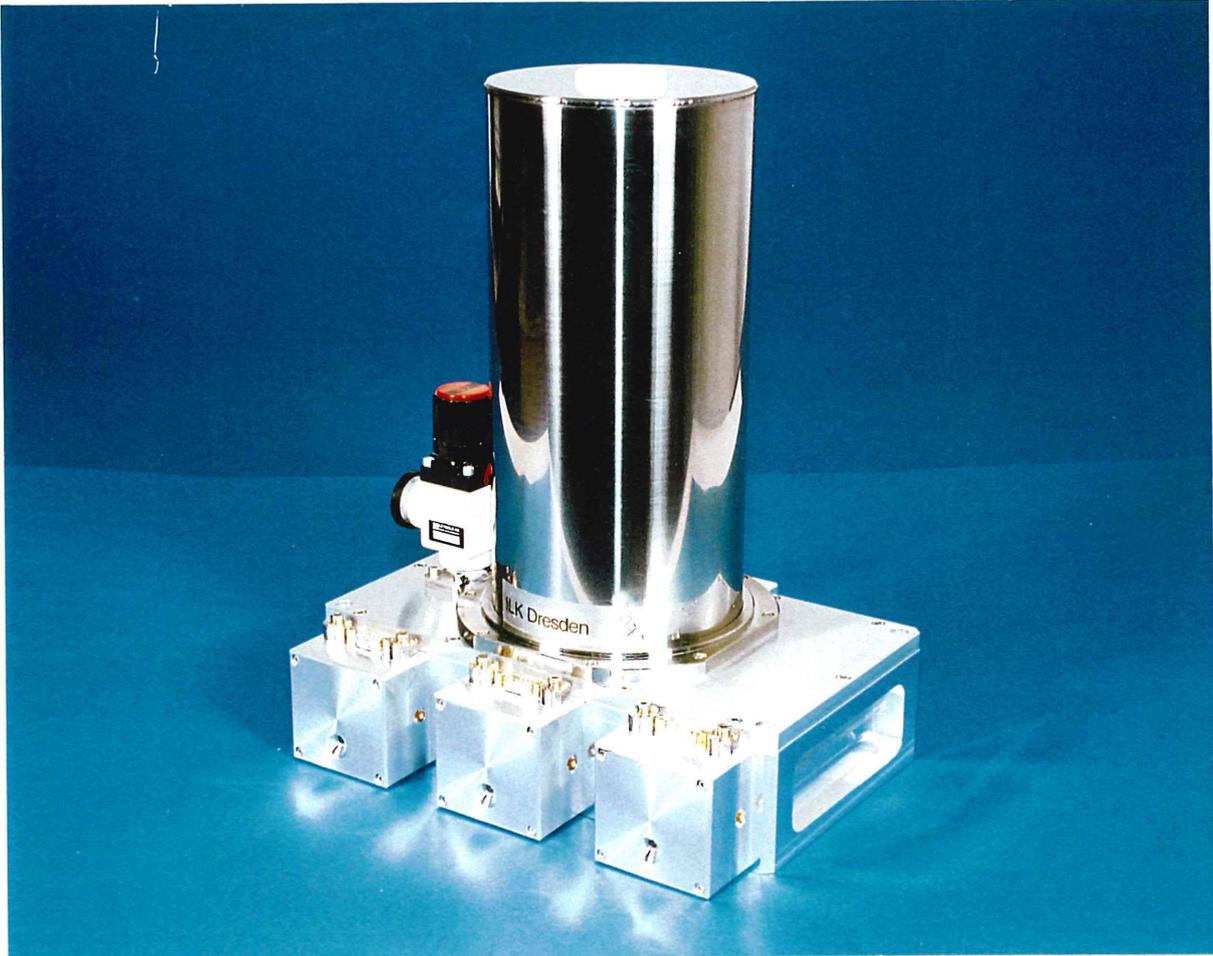
Die Erprobung des geschlossenen maschinellen Kühlsystems für die SQUID-Kühlung konnte erfolgreich abgeschlossen werden.

An einer Optimierung des Systems für die zerstörungsfreie Werkstoffprüfung mit SQUID zur Flugzeuginspektion wird gearbeitet.

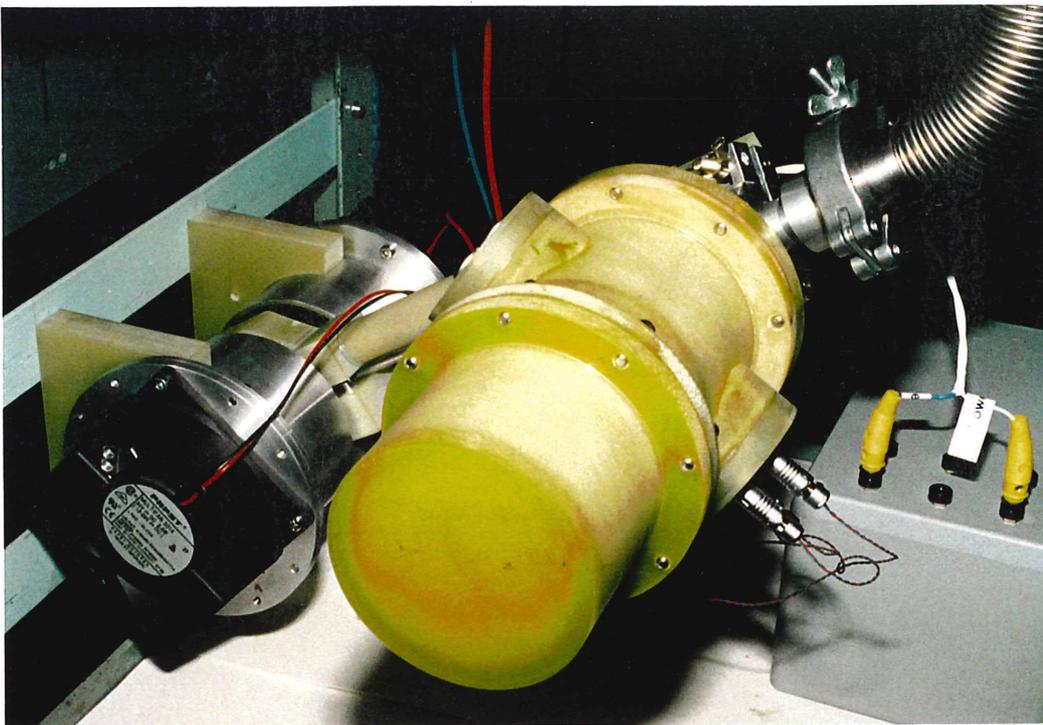
Ebenfalls bewährt haben sich verschiedene GFK-Dewar-Systeme bei der magnetischen zerstörungsfreien Werkstoffprüfung (NDE).

- Weiterentwicklung der Laserkryostate

Im Rahmen des Umweltschutzes und der Qualitätssicherung haben laseroptische Methoden zur Detektierung von Schadstoffen sowie zur Luftschadstoffüberwachung, z. B. in Reinräumen bei der Produktion mikroelek-



Laserkryostat



NDE-Kühlsystem

tronischer Bauelemente zunehmend an Bedeutung gewonnen.

Die Gesamtleistungsfähigkeit des Messverfahrens wird dabei auch von der Leistungsfähigkeit des Stickstoffkryostaten bestimmt.

Im ILK erfolgte eine Weiterentwicklung der Laserkryostate im Hinblick auf eine Erweiterung der Anzahl unabhängiger Messkammern, die an den gemeinsamen Stickstoffbehälter des Kryostaten gekoppelt sind, so dass ein gleichzeitiges Detektieren mehrerer Schadgase auf unterschiedlichem Temperaturniveau problemlos möglich wird.

Ein Beispiel dafür ist der 6 – Kammer-Stickstoffkryostat für das FhIPM Freiburg.

Für die Neuentwicklung einer Messeinheit zur Reinraumüberwachung konnte die Standzeit eines Laserkryostaten durch konstruktive Maßnahmen wesentlich erhöht werden.

Neben der Entwicklung erfolgt auch die qualitätsgerechte Fertigung, Erprobung und Einbindung des Kryostaten in das Gesamtsystem.

Stirlingkühler

Das Projekt „Zweistufiger Stirlingkühler“ wurde weitgehend abgeschlossen.

Die einstufige Variante für 80 K wurde durch eine zweite Kaltkopfstufe für die Erzeugung tieferer Temperaturen ergänzt.

Damit sind als tiefste Temperatur 20 K nutzbar, so dass folgende Anwendungen möglich sind:

- Rekondensation von flüssigem Wasserstoff in Lagerbehältern
- Kryovakuumpumpen
- Kühlung von klassischen Supraleitern

2. Kältetechnik

Wasser als Kältemittel

Das Forschungsvorhaben „Wasser als Kältemittel“ war im Jahr 2000 vor allem von den Installationen der Kaltwassersätze im Deutschen Pavillon der Expo Hannover, in der Kältezentrale der Universität Essen und in der Kältezentrale von Daimler Chrysler Düsseldorf mit Kälteleistungen von 600 kW und 1.000 kW geprägt.

Das ILK begleitete den Ersteinsatz dieser neuen Technologie wissenschaftlich und messtechnisch. Auf der Grundlage von Funktions- und Leistungstests erfolgte die Überprüfung der Auslegungsparameter und die konsequente Aufdeckung aller Schwachstellen.

Im Rahmen des Projektes zur Weiterentwicklung der Radialturboverdichter konnten 2000 entscheidende Fortschritte bei der Zuverlässigkeit, der Vergrößerung des Ansaugvolumenstromes, der Erhöhung des Druckverhältnisses und der Verbesserung des Wirkungsgrades erreicht werden.

Das ILK Dresden begann mit der Ermittlung der Grundlagen zum Entwurf von mechanischen Verdichtern für Kältemaschinen mit Wasser als Kältemittel im Bereich kleiner Kälteleistungen zwischen 50 kW und 300 kW.

Absorptionskältetechnik

Die neue Multieffekt-Absorptionskälteanlage ist speziell für die komplette Abwärmenutzung von BHKW-Anlagen zur Kälteerzeugung entwickelt worden. Damit kann bei Kältebedarf im Sommer die Jahresbetriebszeit der BHKW wesentlich verlängert und die Wirtschaftlichkeit verbessert werden.

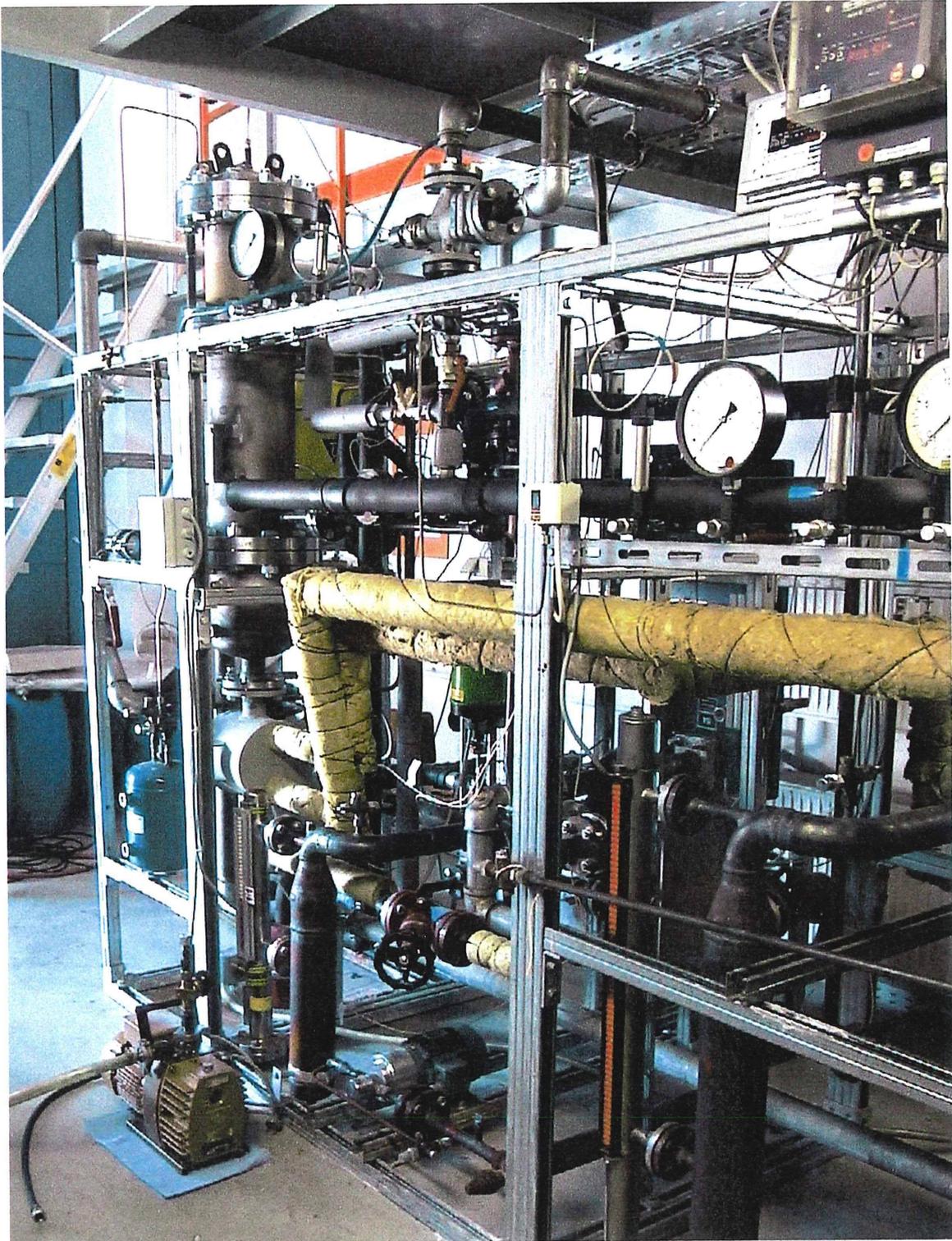
Auf Grund der Erprobungsergebnisse der Versuchsanlage wurden Ringrohrwärmeübertrager, Berieselungssystem, Abgas-



Kältezentrale Daimler Chrysler Düsseldorf



Kältezentrale Universität Essen



NH₃ /H₂O-ACA-Versuchsanlage

wärmeübertrager, Steuer- und Regelsystem für den Automatikbetrieb optimiert und konstruktiv überarbeitet. Damit entstand eine technologisch und funktionell verbesserte Prototypanlage. Für die Felderprobung wurde der Automatikbetrieb vorbereitet und die ingenieurtechnische Lösung realisiert. Durch die enge Zusammenarbeit mit einem Industriepartner ist der Technologietransfer gewährleistet.

Software-Entwicklungen

Ein deutlicher Aufwärtstrend war im Jahr 2000 bei der Auftragsentwicklung kältetechnischer Software zu verzeichnen. Renommiertere Firmen wie Siemens, Solvay, Behr Industrietechnik u.a. ließen Software zu speziellen Problemen erarbeiten. Im Auftrage des Forschungsrates Kältetechnik wurde die Version 3 des Programms „DELTA P“ zur Berechnung von Druckverlusten in Kälte-träger- und Kältemittelnetzen erstellt. Die langjährige Zusammenarbeit mit ASERCOM, der Vereinigung europäischer Hersteller von Kältemittelverdichtern, wurde mit der Entwicklung eines Programms „ASERCERT“ fortgesetzt, dessen Beta-Version zum Jahresende übergeben wurde.

Darüber hinaus wurden die bewährten Programmbibliotheken „ASEREP“ und „REFLIB“ zur Berechnung von Kältemittelstoffdaten weiterentwickelt. Insbesondere für die Produkte „ASEREP für EXCEL“ und „REFLIB für EXCEL“ wurden im Berichtszeitraum zahlreiche Lizenzen verkauft.

Wärmepumpen-Schaltung für Pkw-Klimaanlagen

Eine Konsequenz verbesserter Wirkungsgrade von Pkw-Motoren ist, dass immer weniger Abwärme zur Beheizung des Fahrgastraumes zur Verfügung steht. Andererseits nimmt der Ausrüstungsgrad mit Pkw-Klimaanlagen stetig zu. In Zusammenarbeit mit Firmen der Fahr-

zeugindustrie und Komponentenherstellern wurden deshalb Untersuchungen zur Nutzung der Pkw-Klimaanlage als Wärmepumpe mit folgenden Schwerpunkten durchgeführt:

- Theoretische Betrachtungen zu Anlagenschaltungen und Wärmequellen
- Experimentelle Untersuchung des Betriebsverhaltens der Pkw-Klimaanlage im Wärmepumpenbetrieb bei Variation der Umgebungstemperatur und der Wärmequellenbedingungen
- Zur Durchführung der Experimente wurde ein Prüfstand errichtet, der auch für andere Messaufgaben an luftbeaufschlagten Wärmeübertragern kleiner Leistung genutzt wird.

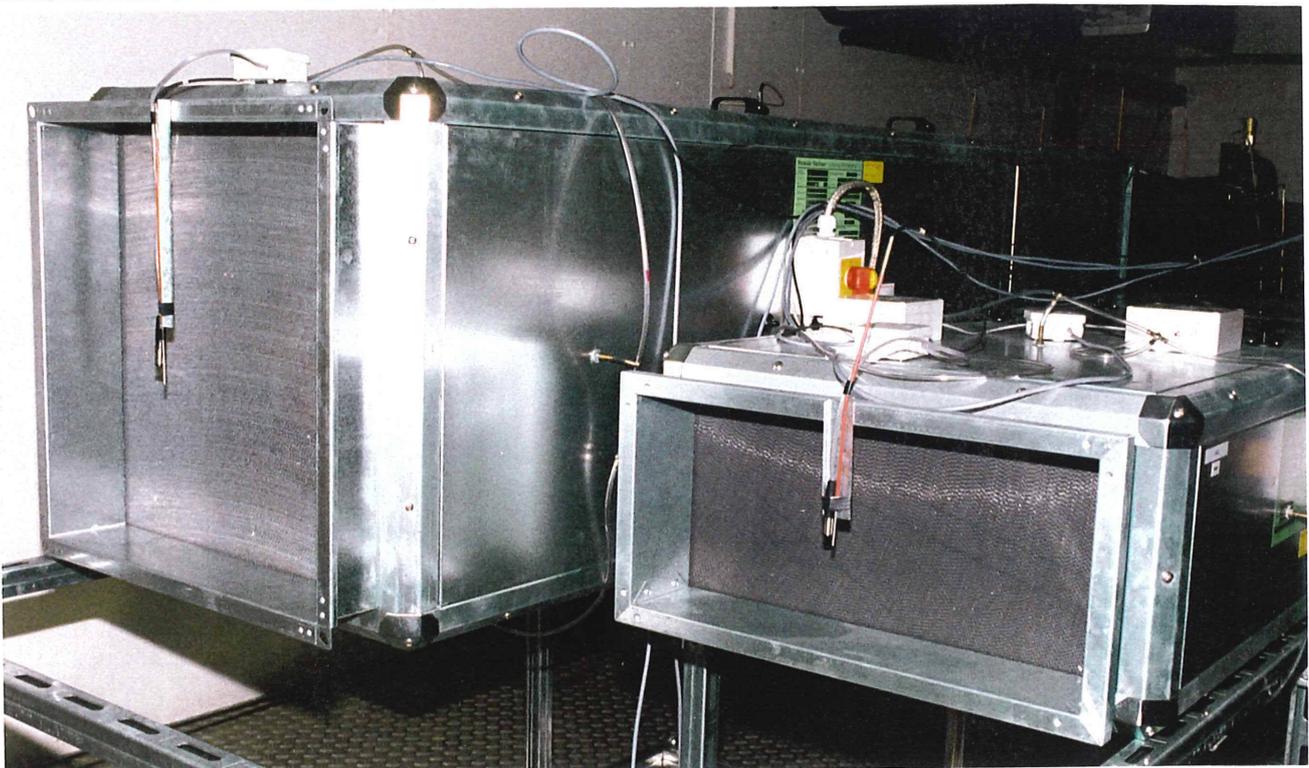
Kältetechnische Prüfstände

Ein erfolgreiches Geschäftsfeld des ILK ist in den letzten Jahren der Bau von Prüfständen und Testsystemen für kältetechnische Komponenten und Geräte geworden. Das ILK Dresden besitzt langjährige Erfahrungen und ein umfangreiches Know-how beim Bau von kältetechnischen Prüfeinrichtungen. Das Angebot umfasst Kalorimeterprüfstände zur Leistungsprüfung mit allen gängigen Kältemitteln für Kältemittelverdichter, vorzugsweise kleine Hermetikverdichter, und Wärmeübertrager nach den gültigen Normen und Vorschriften. Weiterhin werden Prüfeinrichtungen zur Qualitäts- und Zuverlässigkeitskontrolle sowie für eine Wareneingangs- oder -ausgangskontrolle geliefert. Auf Wunsch werden die Prüfsysteme teil- oder vollautomatisiert mit kompletter Messwerterfassung und -verarbeitung einschließlich Protokollerstellung ausgeführt. Die vorgeschriebenen Messgenauigkeiten und Messabläufe werden garantiert.

Der wesentliche Vorteil besteht darin, dass die Prüfeinrichtungen als Unikate speziell den Anforderungen und Wünschen des Kunden angepasst, konzipiert, ausgelegt und gebaut werden. Sie sind am Markt nicht verfügbar und sind ohne spezielles Know-how und ohne

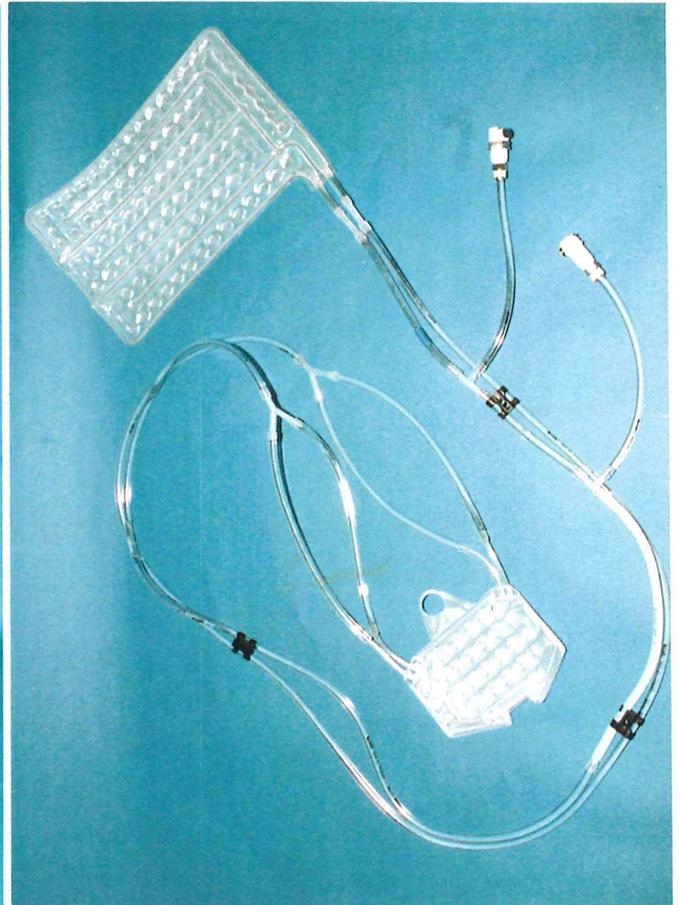


Wärmepumpen-Schaltung
für PKW-Klimaanlagen





Kalorimeterprüfstand



Transplantatkühlung

hochqualifizierte Mitarbeiter auch nicht von Kältefachfirmen ohne weiteres herstellbar.

Als Beispiel kann ein halbautomatischer Kalorimeterprüfstand für Leistungsprüfungen von Hermetikverdichtern nach DIN 8977 (prEN 13771-1) mit dem Kältemittel R 600 genannt werden. Mit dem kompakten, steckerfertigen Kalorimeterprüfstand ist die Messung von Kälteleistungen bis 400 Watt (Haushaltbereich) möglich

Studie Energiebedarf in der Kältetechnik

Im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie erarbeiten der Forschungsrat Kältetechnik, die Universität Essen, der FKW Hannover und das ILK Dresden eine Studie zur Erfassung des Energiebedarfs bei der technischen Erzeugung von Kälte. Im Rahmen dieser Studie soll geklärt werden, welchen Anteil die Kälteerzeugung am gesamten Endenergiebedarf in Deutschland hat und ob technische Möglichkeiten bestehen, diesen Energiebedarf zu senken.

Es werden in kältetechnischen Anwendungsgebieten Erhebungen zum Energiebedarf, zur Temperatur, zur Kälteleistung und zur eingesetzten Kältetechnik vorgenommen. Vom ILK Dresden werden Ermittlungen zur Kälte in Gewerbe, Industrie, Biologie, Wehrtechnik Sport, Tieftemperaturanwendungen und Kühlhäusern durchgeführt.

Mit dieser Studie sollen Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte für den Bereich der Kältetechnik abgeleitet werden.

Kälte in der Medizin

Organe, die für eine Transplantation vorgesehen sind, dürfen nach der Entnahme bis zum Abschluss der Transplantatoperation eine bestimmte Grenztemperatur nicht überschreiten. Zum Transport der Transplantate werden spezielle Kühlbehälter verwendet, mit denen eine ausreichende Temperierung erzielt wird.

Die Kühlung der Transplantate während der Transplantationsoperation erfolgt in der derzeitigen klinischen Praxis durch Auflegen von Eisbeuteln und ist nicht optimal.

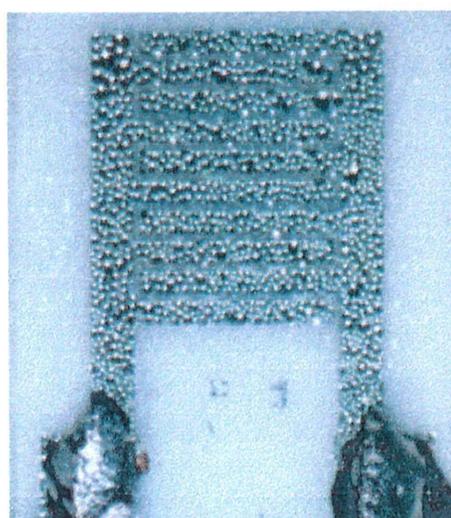
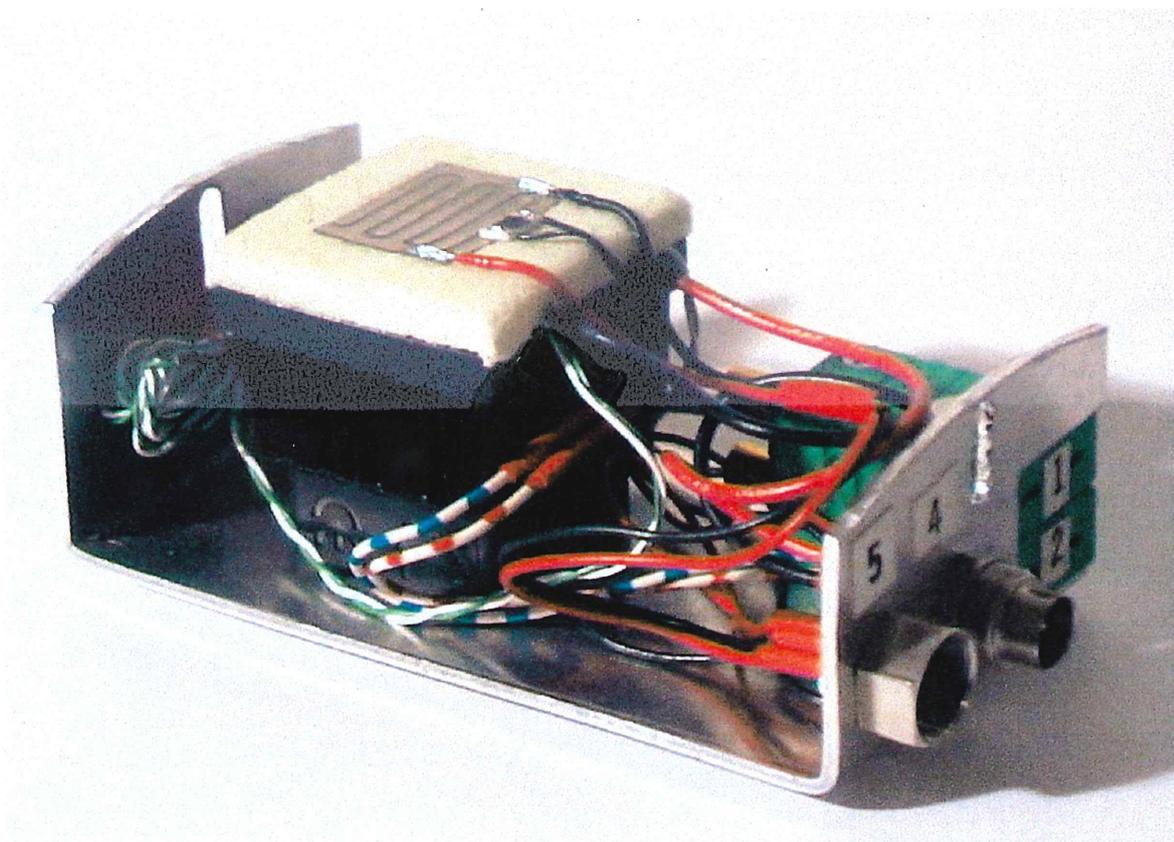
Zur Verbesserung der Transplantatkühlung am Beispiel der Niere wurde eine Kühleinrichtung entwickelt, die eine einfache Handhabung ermöglicht und mit der eine konstante, definierte Kühlung während der Operation gewährleistet wird. Diese Kühleinrichtung besteht aus einem Kühlgerät mit integrierter Schlauchpumpe und einem geschlossenen mit steriler Kochsalzlösung gefüllten autarkem Kühlmittelkreislauf. Durch Kontaktkühlung am Kühlgerät wird das Kühlmittel abgekühlt und mittels Schlauchpumpe durch eine flexible, formschlüssige Kühltasche als Transplantatumhüllung gefördert. Der gesamte Kühlmittelkreislauf, bestehend aus Kühlmanschette zur Kontaktkühlung, Schlauchleitung für den Kühlmittelvor- und -rücklauf und Transplantatumhüllung, ist eine steril verpackte Einheit und wird bei Beginn einer Transplantationsoperation mit dem Kühlgerät verbunden.

Eine erste Erprobung der Kühleinrichtung erfolgte in der Klinik und Poliklinik für Urologie des Universitätsklinikums der Technischen Universität Dresden. Mit tierexperimentellen Untersuchungen und klinische Erprobungen wird die Eignung der Kühleinrichtung für die klinische Praxis nachgewiesen.

3. Klimatechnik

Behaglichkeitssensor für klimatisierte Räume

Die gegenwärtige Messtechnik für umfassende klimatechnische Untersuchungen ist dadurch gekennzeichnet, dass die entscheidenden Einflussgrößen auf die thermische Behaglichkeit Temperatur, Geschwindigkeit, Turbulenzgrad, Strahlung und Feuchte einzeln gemessen und danach zusammenfassend bewertet werden. Aus Sicht der RLT –



Bahaglichkeitssensor

Anlagen kommt hinzu, dass durch dichtere Gebäude, steigenden Einsatz thermisch aktiver Flächen in den Räumen und Senkung der Zulufraten der Einfluss von Strahlung, Turbulenzgrad und Feuchte immer wichtiger geworden ist. Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass die nur mit beträchtlichem Aufwand zu messende stark anisotrope Raumturbulenz einen beträchtlichen, aber kaum zu überschauenden Einfluss auf den konvektiven Wärme- und Feuchtetransport hat.

Deshalb soll ein neuer Behaglichkeitssensor entwickelt werden, der es ermöglicht, gleichzeitig alle auf die thermische Behaglichkeit einwirkenden Wärmeströme infolge Strahlung und konvektivem Wärme- und Stofftransport in Abhängigkeit von den genannten Einflussgrößen direkt zu messen und in einer Steuer- und Auswerteelektronik zu verarbeiten. Die Erprobung und der Vergleich mit anderen Messverfahren wird sowohl unter Laborbedingungen als auch unter realen raumklimatischen Verhältnissen vorgenommen.

Die bisherigen Messverfahren haben die Luftfeuchtigkeit nur als Zusatzinformation betrachtet. Mit dem neuen Behaglichkeitssensor wird die Luftfeuchtigkeit ein integraler Bestandteil des Wärmestromes. Der Verdunstungssensor soll die latente Wärmeabgabe der transpirierenden menschlichen Haut simulieren. Die wohl aussichtsreichste Variante ist die Verwendung eines Peltierelementes. Damit besteht die Möglichkeit, die zu verdunstende Wassermenge direkt aus der Luft zu entnehmen, indem man die kalte Seite des Peltierelementes unter den Taupunkt abkühlt. Durch Umschalten der Stromrichtung können die warme und kalte Seite getauscht werden. Mit der Umschaltung erfolgt die Aufheizung des Kondensates auf Hauttemperatur. Die Verdunstung geschieht selbstständig. Da kein Wasserreservoir benötigt wird, ist die komplette Anordnung relativ kompakt. Richtlinien, die für das Konzept des Sensorkopfes bestehen, sind die gleichmäßige und konstante Befeuchtung des Sensorkopfes und die Erwärmung dieses Wassers auf Hauttemperatur. Das Grundproblem für die Konzipierung des Verdunstungssensors ist, eine Befeuch-

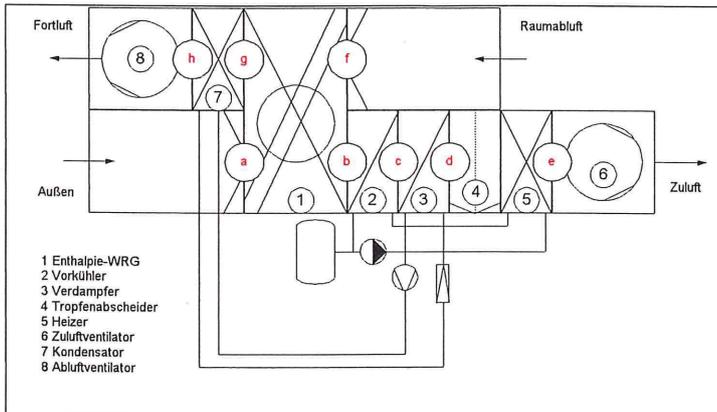
tungsvariante zu finden, mit der eine definierte, der Haut ähnliche und möglichst gleichmäßig verteilte Wassermenge auf die Sensoroberfläche gebracht werden kann. Da die spätere Einsatzlage des Sensors noch nicht genau abgegrenzt werden kann, soll eine Möglichkeit für die Befeuchtung gefunden werden, die in allen Lagen funktioniert.

Lüftungs- und Entfeuchtungssystem für Gewächshäuser

Die Verringerung des Primärenergieverbrauches ist in nahezu allen Bereichen der Volkswirtschaft ein Thema. Während im Bereich der Wohn- und Verwaltungsbauten entsprechende Vorschriften und Regelwerke existieren, die die Anforderungen an die Wärmedämmung der Gebäudehülle festlegen, wird für den Bereich der Gewächshäuser kein derartiger Standard zu Anwendung gebracht. Der gegenwärtige Stand der Gewächshäuser ist vor allem aus der Sicht der Maximierung der Lichtausbeute entstanden. Als Folge des schlechten Wärmedurchgangskoeffizienten der Glasscheibe, wird die Glasfläche des Gewächshauses zur Sollkondensationsstelle des Wasserdampfes.

Mit der notwendigen Veränderung der Glas konstruktion hin zu einem besseren Wärmedämmstandard wird jedoch die Luftfeuchte im Gewächshaus zum Problem, da die meisten Pflanzen als optimale Wachstumsbedingungen relative Luftfeuchten zwischen 60 u. 70 % benötigen. Mit der besseren Wärmedämmung kann der überschüssige Wasserdampf nicht mehr in ausreichendem Maße an den Glas scheiben kondensieren. Ohne Maßnahmen zur Luftentfeuchtung müssten im Sinne einer Intensivierung des Pflanzenwachstums umfangreiche chemische Pflanzenschutzmittel zum Einsatz gelangen, um die zu erwartenden Fäulnis- und Schimmelercheinungen an den Pflanzen zu vermeiden.

Mit Hilfe eines kombinierten Systems aus Sorptionsregenerator und Wärmepumpe wur-



Lüftungs- und Entfeuchtungssysteme für Gewächshäuser

de ein Verfahren realisiert, welches aufgrund der Ausnutzung des in der Abluft enthaltenen Entfeuchtungspotentials durch den Sorptionsregenerator energetisch besonders günstig ist.

Der Bewertungsmaßstab für die Effizienz dieses klimatechnischen Lösungsansatzes ist der Energieverbrauch. Als Vergleichsmaßstab ist eine Anlage nur mit Taupunktunterschreitung zu sehen. Es zeigt sich der energetische Vorteil der gewählten Systemkonfiguration. Erst durch die Integration des KV-Systems und des Enthalpierückgewinners läßt sich der Energieverbrauch auf etwa 31 % verringern.

Belastungsprognose für RLT-Anlagen

Die Regelung raumluftechnischer Anlagen erfolgt nach dem Stand der Technik gegenwärtig lediglich als Reaktion auf auftretende Belastungen des zu klimatisierenden Gebäudes. Die Belastungen werden durch Abweichungen aktueller Messwerte von vorgegebenen Sollwerten ermittelt. Um den Raumlufzustand im Gebäude auf einem gleichmäßigen Niveau zu erhalten, entsteht durch die sich ständig verändernden Parameter ein ständig wechselnder Energiebedarf. Dabei kann es bei ungünstigen Bedingungen zu Überlagerungen der Wirkungen der einzelnen Parameter kommen, so dass ein Energiebedarf signalisiert und eine entsprechende Leistung durch Heiz- oder Kühlanlagen bereitgestellt wird, obwohl diese Energiemengen nicht erforderlich sind. Ursache für dieses „Überschwingen“ der Regelung sind die Trägheit in der Reaktion des Raumlufzustandes auf kurzfristig veränderte Bedingungen aufgrund stark unterschiedlicher Zeitkonstanten zwischen Anlage und Gebäude sowie Reaktionsverzögerungen in der RLT- Anlage selbst.

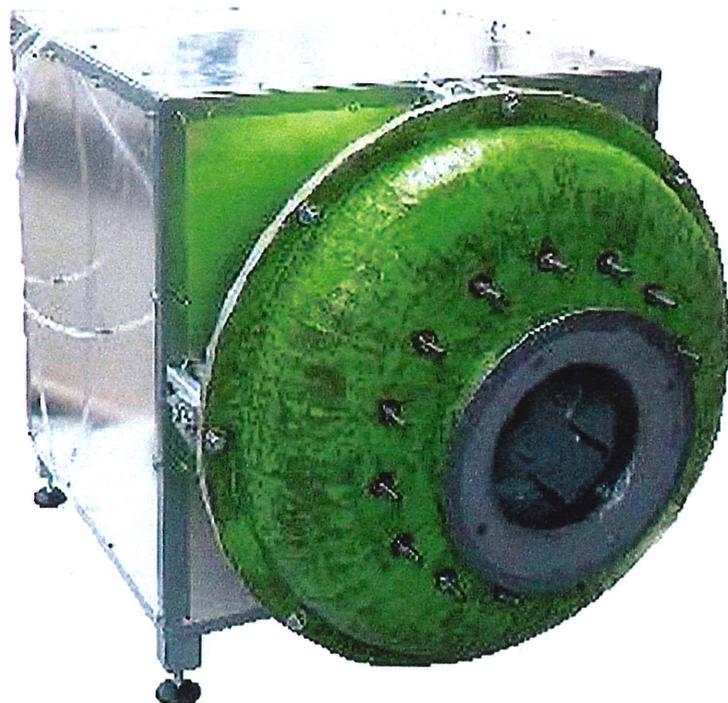
Mit Hilfe eines Regelungskonzeptes, welches diese Reaktionsverzögerungen berücksichtigt und Veränderungen der beeinflussenden Parameter „vorhersieht“, werden die genannten ungünstigen Energieaufwendungen vermie-

den. Mit dem Forschungsvorhaben werden Lösungen erarbeitet, die eine Vorausschau des Raumlufzustandes ermöglichen und durch eine abgestimmte Zulufttemperatur ein energieaufwendiges Überschwingen des Sollzustandes verhindern. Damit wird ein Einspareffekt bei den Betriebskosten der LTA durch Optimierung des Elektroenergie- und Brennstoffverbrauches erzielt, ohne die Stabilität des Raumlufzustandes wesentlich zu beeinflussen.

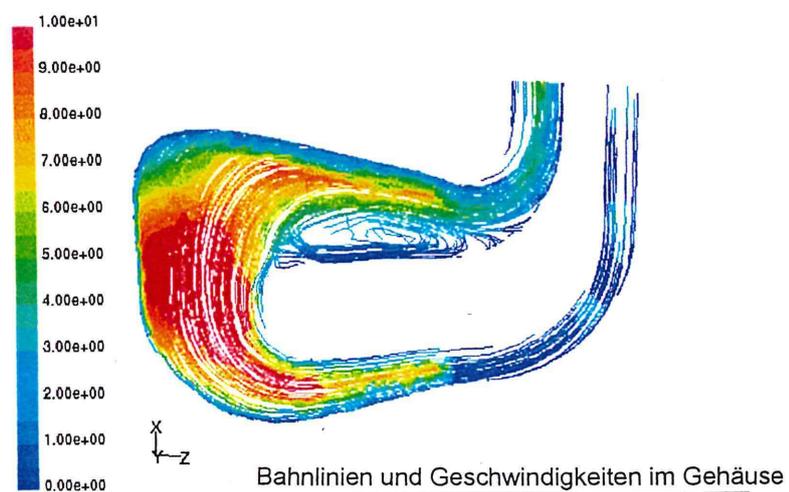
Neben dem regelungstechnischen Modell des Raumes zur Beschreibung der zu erwartenden Raumluftemperatur ist die Prognose der Außenlufttemperatur für die nächsten 1 bis 2 Stunden eine wesentliche Randbedingung für die Größe der Energieeinsparung. Unter Nutzung statistischer Auswerteverfahren gelingt es, mit ausreichender Genauigkeit eine Vorhersage zu treffen und in die Regelung einfließen zu lassen.

Leiser Kompaktverdichter

Für den Einsatz in ICE-Reisezugwagen, Staubsaugern und bei anderen Anwendungen werden Verdichter (Gebläse) im Druck-Volumenstrombereich von 4000Pa und 700-1400m³/h bei einer Ansaugdichte von 1,2 kg/m³ benötigt. Im Rahmen des Forschungsvorhabens sind dafür leise Kompaktverdichter in Turbo- und Drehkolbenverdichterbauart zu entwickeln und zu erproben, bei denen auf ein abgestimmtes Verhältnis von kleinem Schalleistungspegel und kleinen Abmessungen besonderer Wert gelegt wird. Dafür sollen marktübliche Turboventilatorlaufräder und Kreiskolbenverdichter so verändert, ergänzt und mit verschiedenen Schalldämpfungsmaßnahmen kombiniert werden, dass je nach Anforderung eine Dämpfung von 10, 20 oder mehr dB erreicht wird. Die unterschiedliche Dämpfung ist notwendig, weil der vom Verdichter erzeugte Schalleistungspegel im Verhältnis zum Pegel der anderen Komponenten gesehen werden muss und mit wachsender Schalldämpfung das Bauvolumen wächst. Außerdem sollen verschiedene Verfahren zur Schallminderung



Leiser Kompaktverdichter



Path Lines Colored by Velocity Magnitude (m/s)

Jan 25, 2001
FLUENT 5.4 (3d, segregated, kb)

von Verdichtern in ihrer Wirksamkeit und hinsichtlich ihres Aufwandes auch für andere Anwendungen gegenübergestellt werden.

Die durchgeführten akustischen und strömungstechnischen Voruntersuchungen an einem Radialventilator und einem kleinen Drehkolbenverdichter mit vergleichbaren Auslegungswerten ergaben wesentliche Erkenntnisse über die Möglichkeiten der Integration von Schallsenkungsmaßnahmen bereits bei der Auslegung. Während für Schalldämmung und -dämpfung gute Erfolgsaussichten bestehen, ist nach derzeitigem Stand die Integration des elektroakustischen Absorbers nicht effektiv.

Die im Jahre 1999 ausgelegte und im ersten Zwischenbericht beschriebene Modellstufe wurde gebaut und strömungstechnisch und akustisch gründlich untersucht. Die erreichten Druckerhöhungen und Wirkungsgrade der Stufe sind zufriedenstellend. Die ersten Außengehäuse wurden entworfen und bezüglich Geschwindigkeitsverteilung und Gesamtdruckverlust nachgerechnet. Sie erreichen zufriedenstellende Parameter. Damit steht für die Konstruktion des leisen Turboverdichters eine hinsichtlich ihrer Parameter gut brauchbare Modellstufe zur Verfügung. Die bisherigen Untersuchungen haben weiterhin gezeigt, dass die schwingungstechnische Abstimmung des Systems von wesentlicher Bedeutung ist, so dass ein spezielles Modell erarbeitet wird. Für die Entwicklung des leisen Drehkolbenverdichters wurden die erforderlichen Verdichter bereitgestellt und untersucht. Die Arbeiten werden mit der Auslegung und Konstruktion des Außengehäuses fortgesetzt.

4. Solartechnik

Solarmodulbooster

Im Jahr 2000 wurden am Fachbereich Solartechnik die Forschungsarbeiten zum Projekt „Solarmodulbooster-Unit zur Energiekostenreduzierung“ fortgesetzt und abgeschlossen. Den Berechnungen aus dem Vorjahr folgte

zunächst der Aufbau eines Teststandes (siehe Grafik), mit dessen Hilfe die optischen Eigenschaften der optimierten Prismenplatten im Experiment überprüft wurden. Am Teststand wurden verschiedene Prismenstrukturen und unterschiedliche Solarmodule vermessen sowie Untersuchungen zur thermischen Belastung der Module und zur Verschmutzung der Booster ausgeführt. Die Ergebnisse der Experimente flossen in das Optimierungsprogramm für die Solarmodulbooster ein, mit dessen Hilfe die Berechnungen für ein 1.1 kW_p – Funktionsmuster erfolgten, das auf der Freiversuchsfläche des ILK installiert wurde. Am Funktionsmuster wurden die Netzeinspeisungen eines Solargenerators ohne Booster mit den Einspeisungen der Solarmodule mit Boostern unter realen Einsatzbedingungen verglichen.

Das Ergebnis ist unter den gegebenen Bedingungen (19° Westausrichtung des Funktionsmusters) eine Steigerung der Stromeinspeisung um ca. 30%. Beim Einsatz anderer Solarmodule und einer Optimierung der Ausrichtung sind hier weitere Steigerungen möglich. Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen ergaben, dass bei einer moderneren Fertigung der Prismenplatten eine Energiekostenreduzierung zu erwarten ist.

Solare Wärmepumpen-Wärmequelle

Ziel des Vorhabens war die Entwicklung einer konzeptionell neuartigen, solaren Wärmequelle unter Nutzung niedrigsiedender Flüssigkeiten im Vakuumbereich. Die Wärmequelle soll als ganzjährig einsetzbarer und zuverlässiger Lieferant von solar erzeugter Wärmeenergie für bivalente Wärmepumpensysteme dienen. Die durchgeführte Entwicklung belegt, dass das konzipierte und getestete Modellsystem d. h. die solare Wasserverdampfung im Vakuum auf einem niedrigeren als in Standardkollektoren üblichen Temperaturniveau bezüglich des flächenspezifischen Jahresertrags deutliche Vorteile



Solarmodulbooster-Unit

gegenüber Standardkollektorsystemen bietet. Die spezifischen Wärmeenergiekosten lassen sich auf diese Weise trotz des benötigten zusätzlichen Wärmepumpensystems reduzieren. Die CO₂-Bilanz weist ebenfalls Vorteile für das neue System aus. Aufgezeigt wurde, dass deutliches Verbesserungspotential vorhanden ist und bis zu einer Serienreife weitere detailliertere Entwicklungsschritte notwendig sind. Insbesondere die Gewährleistung der Vakuumdichtheit des Systems und die Erarbeitung einer entsprechenden Steuerungssoftware sollten weitere Entwicklungsschwerpunkte sein. Aus wirtschaftlicher Sicht wird erwartet, dass sich damit die spezifischen Energieerzeugungskosten in den Bereich der Wärmeerzeugungskosten fossiler Energieträger z. B. beim Einsatz von Heizöl bringen lassen. Damit stellt die zu entwickelnde Produktlösung eine ernsthafte Alternative dar.

Photovoltaikumrichter

Für die Versorgung autarker Geräte und Anlagen aus Photovoltaikgeneratoren ist eine Verbindung verschiedener Komponenten, wie Elektroenergiespeicher und unterschiedlicher Verbraucher erforderlich. Dies trifft z. B. zu für die im ILK Dresden entwickelten Solarkühlcontainer, PV-Wasserkühler und die Arbeiten zur Realisierung eines solargestützt betriebenen Raumklimagerätes. Dazu müssen verschiedene Spannungsebenen und eventuell Frequenzen mittels geeigneter Wandler gekoppelt werden.

Da in den seltensten Fällen eine vollständige Übereinstimmung zwischen Energieangebot und Energiebedarf besteht, ist in der Regel ein unterschiedlich großer Energiespeicher erforderlich. Bei Anlagen für die Kühlung besteht die Möglichkeit der Energiespeicherung in Kältespeichern, andererseits ist z.B. für die Aufrechterhaltung der Luftzirkulation und von Steuerfunktionen quasi rund um die Uhr auch ein Elektroenergiespeicher erforderlich. Dieser wird zweckmäßigerweise als Batteriespei-

cher ausgeführt und erfordert zur Wiederaufladung einen Laderegler. Um eine möglichst gute Anpassung der Last für Kühlanlagen an das Einstrahlungsangebot zu erreichen, werden die Kältemaschinen drehzahlregelt betrieben. Dafür muss ein spannungs- und frequenzvariabler dreiphasiger Ausgang am Energiewandlerausgang zur Verfügung gestellt werden.

Für die Versorgung von Standardwechselstromverbrauchern ist andererseits ein Inselnetz mit konstanter Spannung und fester Frequenz erforderlich. Um den Einsatz des zu entwickelnden Wechselrichtersystems auch in Anlagen zur Netzeinspeisung zu ermöglichen, ist ein Wechselrichterausgang für den Netzparallelbetrieb notwendig.

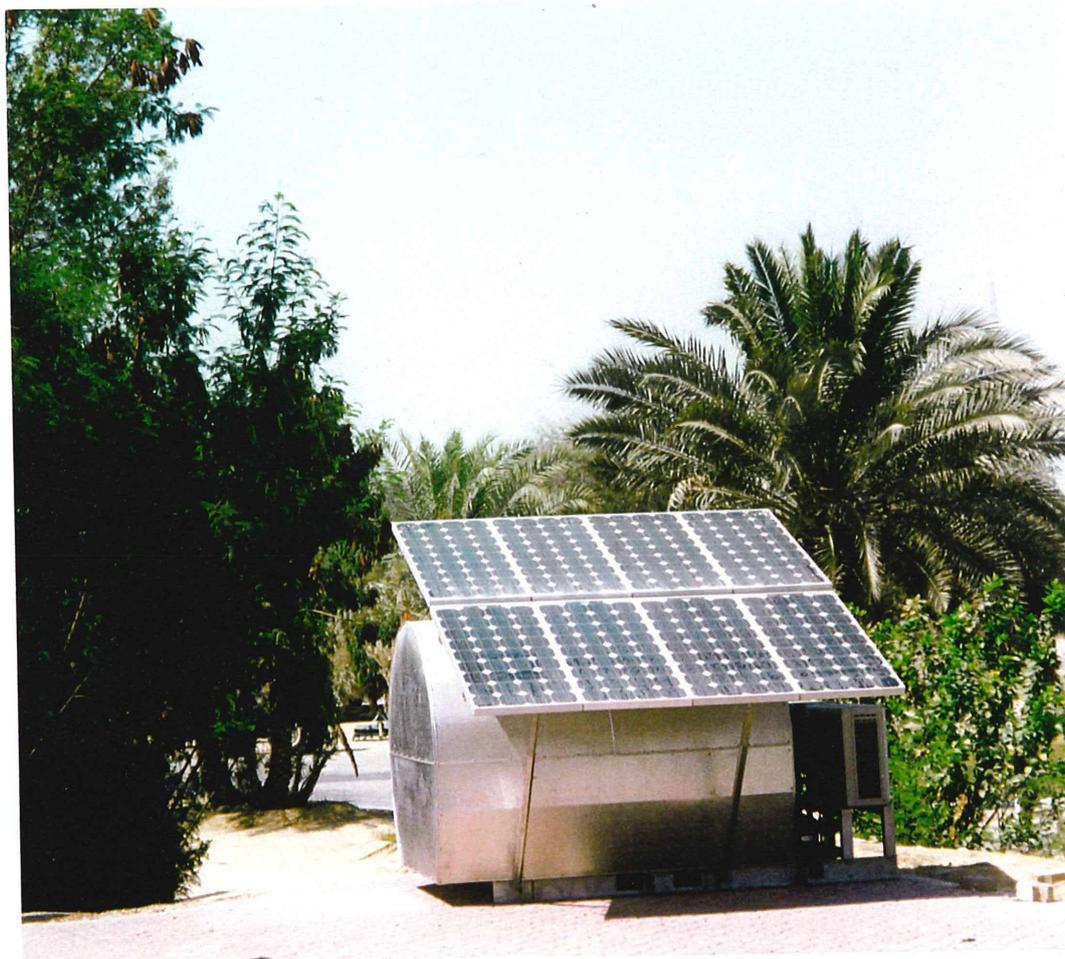
Die folgenden technischen Merkmale liegen der Entwicklung zu Grunde:

- Photovoltaikgenerator:
MPP-Spannungsbereich: 100...200 V
Max. Leerlaufspannung: 250 V
Max. DC Leistung im MPP: 2 kW
- Batteriespeicher:
Nennspannungsbereich: 48...120 V
Entnehmbare Leistung: 2 kW
Temperaturkompensation, Tiefentlade-, Überladeschutz
- Wechselspannungsausgang:
Nennspannung: 230 V/50 Hz o. variabel
Nennleistung: 2 kW
- Allgemeines:
Umgebungstemperatur: -20...+50 °C
Lagertemperatur: -20...+70 °C

Erstes Ergebnis der laufenden Arbeiten sind Labormuster des vorgesehenen Ladereglermoduls des Anpasswandlermoduls und des Inselwechselrichtermoduls.



Solarkühlcontainer in Abu Dhabi



Wasserkühler

5. Luftreinhaltung

Verschleißprüfgerät für abreinigbare Filter

Die Prüfung der Eigenschaften von abreinigbaren Filtermedien für filternde Abscheider beschränkte sich neben textiltechnischen Prüfungen bisher meist auf Untersuchungen der Abscheideleistung und des Abreinigungs- und Druckverlustverhaltens nach VDI 3926. Das Verschleißverhalten der Filtermaterialien konnte daher erst nach längerem Einsatz in der Anlage beurteilt werden. Kriterien zur Abschätzung der zu erwartenden Standzeiten standen nicht zur Verfügung.

Im ILK Dresden wurden Untersuchungen zum Verschleißverhalten abreinigbarer Filtermedien durchgeführt. Als günstig erwies sich neben dem Reib- und dem Druckimpulsverfahren das Druckstrahlverfahren unter Verwendung von Edelkorund. Entwickelt wurde eine Prüfeinrichtung, die eine ebene Filtermaterialprobe einem staubbeladenen Druckluftstrahl aussetzt. Messergebnis ist die Zeit, bis zu welcher infolge des mechanischen Verschleißes des Filtermaterialies ein Durchbruch erfolgt, der durch Staubdurchtritt und Druckverlustabfall genau feststellbar ist.

Das Untersuchungsergebnis für einen bestimmten Prüfling ist als komplexer Messwert von einer Reihe von Parametern der Prüfapparatur und von Eigenschaften der Prüflinge abhängig. Die Einflüsse der Materialien auf das Messergebnis gehen von dem Schleifen der Einzelfaser über die Art der Faserpackung bis zur Nachbehandlung der Filtermaterialien. Die textiltechnischen Eigenschaften Flächenmasse und Luftdurchlässigkeit sind wesentliche Einflussgrößen.

Die Erfahrungen und Erkenntnisse bei der Erprobung einer neuen Prüfmethode für die Verschleißfestigkeit von Filtermaterialien lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Das Prüfverfahren mit Hilfe eines partikelbeladenen Luftstrahles ist hinsichtlich der Entstaubungstechnik

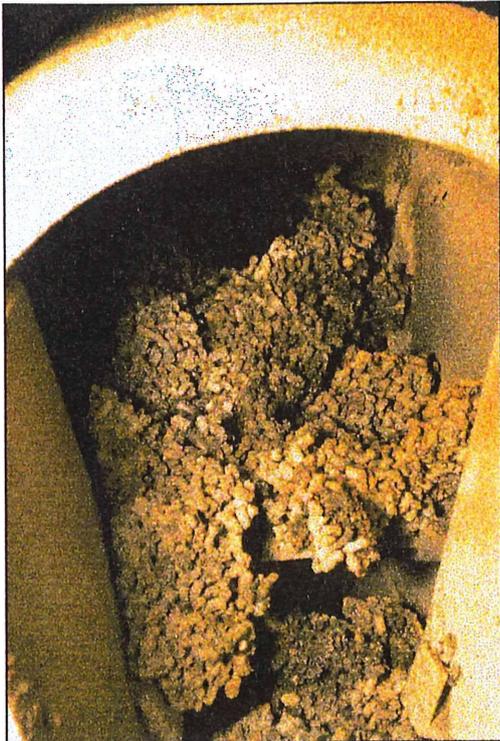
Entstaubungstechnik praxisnah und bringt gut reproduzierbare Ergebnisse.

- Die Prüfbedingungen sind variabel und können auf die Materialien abgestimmt werden, so dass optimale Prüfzeiten realisiert werden können.
- Das neue Prüfverfahren wurde zunächst bei Umgebungsbedingungen getestet, Erweiterungen hinsichtlich der Variation von Temperatur, Feuchte und Gaszusammensetzung sind möglich.
- Bewährt hat sich Edelkorund als Prüfstaubstandard, es können jedoch auch Stäube aus industriellen Anlagen eingesetzt werden.
- Die an der Apparatur gewonnenen Messergebnisse müssen mit realen Standzeiten von Filtermaterialien in Anlagen korreliert werden, das kann nur in Zusammenarbeit mit Anlagenbauern und Filtermaterialherstellern erfolgen.
- Das Prüfverfahren ist gut in die Apparatur nach VDI 3926 integrierbar, die erreichbaren Aussagen sind eine sinnvolle Ergänzung der Filtermaterialbeurteilung für den industriellen Einsatz.

Die Prüfvorrichtung ist patentrechtlich abgesichert. Zum Einsatz außerhalb des ILK Dresden sind noch Abstimmungen, insbesondere mit Nutzern von Prüfständen nach VDI 3926, vorzunehmen.

Biomasseverbrennung

Biomasse-Verbrennungsanlagen gewinnen vor allem aus ökologischer Sicht durch den CO₂-neutralen Brennstoff verstärkt an Bedeutung. Waldreiche Länder, wie z. B. Österreich, nutzen in ländlichen Gebieten minderwertiges Holz für Heizzwecke im privaten und gewerblichen Bereich. Dafür wurden Spezialöfen und -kessel entwickelt, die mit Scheit-, Stück- oder Hackschnitzelholz beschickt werden. Dadurch wurde der Biomasse-Markt in den letzten



Versuchsstand Biomasseverbrennung

Jahren der bedeutendste Wirtschaftsfaktor auf dem Gebiet der erneuerbaren Energien. Die Gegenüberstellung der geplanten Entwicklung des Einsatzes unterschiedlicher erneuerbarer Energieträger zeigt, dass mit einer Steigerung von über 200 % der Biomasse-Verbrennung besondere Bedeutung zukommt.

Auch die halmartigen Brennstoffe werden wegen des schnellen Nachwachsens (Erneuerung) künftig verstärkt eingesetzt und hohe Steigerungsraten aufweisen. Sie werden vor allem für die Länder und Landschaftsgebiete interessant, die geringere Waldflächen, dafür jedoch große zusammenhängende landwirtschaftliche Nutzflächen aufweisen.

Entscheidende Verbesserungen für den Einsatz von Halmgut-Brennstoffen werden durch das Kompaktieren zu Halmgut-Pellets erwartet. Dafür besteht ein dringender Entwicklungsbedarf. Insbesondere müssen Ofengeometrie, Feuerungstechnik und Verbrennungsführung an die besonderen Erfordernisse bei der thermischen Nutzung von Halmgut-Pellets angepasst werden.

Für die Durchführung der notwendigen Untersuchungen wurde im Versuchsfeld des ILK ein Prüfstand errichtet. Die wissenschaftlich-technischen Arbeitsziele konzentrierten sich dabei zunächst auf die Untersuchung einer handelsüblichen Kleinkesselanlage hinsichtlich Wirkungsgrad und Emission bei Einsatz verschiedener Pellets aus halmartigen Biomassen.

Es zeigte sich, dass vor allem die Luftstufung und das Verschlackungsverhalten Probleme bei der Verbrennungsführung darstellen. Auch in Bezug auf die Brennstoffzuführung mussten Veränderungen an der Stokerschnecke vorgenommen werden, um eine günstigere Beschickung des Kessels zu realisieren. Weiterhin konnte im Vergleich zu Waldhackgut eine weitaus höhere Staubemission festgestellt werden. Für die Einhaltung der Emissionsgrenzwerte nach der 1. BImSchV ist somit eine Staubabscheidung zwingend notwendig. Die emittierten Stäube sind sehr

fein und stellen somit hohe Anforderungen an das Abscheidesystem.

Für die weitere Bearbeitung des Themas stehen somit folgende Fragen im Mittelpunkt:

- Untersuchungen zur Optimierung der Rauchgasparameter hinsichtlich der Rauchgasmengen, Schadstoffkonzentrationen und Schadstoffeigenschaften
- Minimierung der Rauchgasemissionen unter besonderer Berücksichtigung der optimierten Rauchgasparameter und eines funktionssicheren, energieoptimierten Rauchgasabscheidesystems.

Injektorsedimentation

Bei der Druckluftimpulsregenerierung am filternden Abscheider wird der abgereinigte Staub nach der Regenerierung teilweise wieder an die Filterelemente angelagert. Es erhöhen sich die Staubbelastung und damit der Druckverlust und der Energieverbrauch des Abscheiders. Durch eine verbesserte Sedimentation des abgereinigten Staubes in den Staubunker soll dieser unerwünschte Effekt vermindert und so Energie eingespart werden. In Technikumsuntersuchungen ist die Wirksamkeit von verschiedenen Maßnahmen zur Verbesserung der Staubsedimentation bei der Regenerierung von Filterpatronen zu bestimmen. Folgende Varianten sind dabei vorrangig zu untersuchen:

- Trennbleche zwischen den Patronen
- Luftschleier mit Injektorwirkung entlang der Patronen
- Absaugung unterhalb der Patronen

An einem Filterpatronenprüfstand wurde der Einfluss von Trennblechen zwischen den Patronen und von Druckluftfreistrahlen entlang der Patronen auf das Sedimentationsverhalten eines Kalkstaubes bestimmt. Zur Bewertung der Wirksamkeit der Maßnahmen diente das Druckverlust- und Energieverhalten der Filterpatronen im Arbeitsprozess. Bei den



Injektorsedimentation

her untersuchten Varianten konnte ein verbessertes Druckverlustverhalten mit niedrigeren mittleren Druckverlusten im Vergleich zur herkömmlichen Regenerierung festgestellt werden. Die Energieeinsparungen lagen zwischen 5 % und 10 %. Die bisherigen Untersuchungsergebnisse sind in weiteren Versuchen mit anderen Prüfstäuben zu untermauern. Durch die Variation der filter -und regenerierungstechnischen Parameter werden die Einsatzgrenzen und die Sinnfälligkeit der Maßnahmen zur verbesserten Staubsedimentation bestimmt und damit grundlegende Voraussetzungen für einen Praxiseinsatz geschaffen.

Kompakte VOC-Abluftreinigungsanlage

Ziel des Fördervorhabens ist die Entwicklung einer kleinen, leicht anpassungsfähigen Kompaktanlage zur Reinigung von VOC-belasteten Abluftströmen. Die geplante VOC-Abluftreinigungsanlage soll einen Modellcharakter haben. Anwendungsfälle können mit diesem Modell vor Ort untersucht werden, um danach eine optimierte Anlage in der erforderlichen Größe zu bauen.

Der aktuelle Wissensstand wurde in einer Literatur-, Patent- und Marktrecherche ermittelt. Die Konzipierung der Anlage wurde präzisiert. Eine Konzeption für die Steuerung, Mess- und Sicherheitstechnik wurde erarbeitet. Eine geeignete Speichermasse und KNV wurden ausgewählt.

Der gegenwärtige Arbeitsstand läßt eine planentsprechende Bearbeitung der F/E-Aufgabe erwarten.

Bisherige Angebote auf Anfragen zur Abluftreinigung scheiterten an den zu hohen Preisen und dem Pilotcharakter solcher Anlagen. Das Interesse an dieser Entwicklung wurde bereits wiederholt z.B. in den Interessenbekundungen geäußert.

6. Werkstoff- und Messtechnik

Halogenfreie Kältemittel im Tieftemperaturbereich

Halogenhaltige Kältemittel belasten die Umwelt durch ein hohes Treibhauspotential, wenn sie in die Umgebung abgegeben werden.

Zur Erzeugung von Temperaturen $<-50\text{ °C}$ gibt es zwar chlorfreie alternative Kältemittel, bisher werden aber keine fluorfreien Verbindungen eingesetzt, weil sie wesentlich andere Eigenschaften haben. Im Mittelpunkt der Untersuchungen stehen hier Gemische aus Kohlenwasserstoffen mit Kohlendioxid als Azeotrope und vor allem Distickstoffoxid (R744a), das insbesondere in der Medizintechnik weit verbreitet ist.

Erste theoretische und experimentelle Untersuchungen haben gezeigt, dass es möglich ist, insbesondere auch R744a im Kältekreislauf einzusetzen. Es konnte eine Schmiermittelfamilie in den Perfluorethern gefunden werden, die über eine hohe chemische Stabilität verfügt und die mit R744a gut mischbar ist.

Die weiteren Arbeiten sollen in Kältekreisläufen den Beweis erbringen, dass stabile Betriebsbedingungen möglich sind. Schwerpunkte sind die maschinentechnischen Versuche, die als Dauerversuche konzipiert sind.

Wasser-Werkstoff

Es wurden Arbeiten zur Untersuchung der Wasser-Werkstoff-Probleme unter den Bedingungen der WAK-Technologie (Wasser als Kältemittel) durchgeführt.

Für die zeitgleiche repräsentative Probenahme von Kaltwasser und Kondensat unter Vakuumbedingungen wurden 2 Probenahme-einrichtungen in Vollkunststoffausführung (PVC-U) gebaut und an der ILK-Großversuchsanlage erfolgreich eingesetzt. Die zugehörigen Analyseergebnisse zur Kaltwasser- und Kondensatbeschaffenheit und deren fachliche Bewertung sind Inhalt des ILK-Fachberichtes Nr. 4/1945/01. Für 5 konkrete WAK-Kundenanlagen als R718-Turbo-Kaltwassersätze wurde die standortbezogene Wasserqualität untersucht und im o.g. Fachbericht mit dokumentiert.

Direktverdampfung CO₂

Die "Freizeit"-Industrie setzt auch in Deutschland neue Akzente. Im letzten halben Jahr wurden die ersten zwei Indoor-Skianlagen Deutschlands in Betrieb genommen. Weitere derartige Anlagen sind in Planung.

In einem ersten Arbeitskomplex wurden die Anforderungen und die technischen Möglichkeiten der Kunstschnee-Erzeugung recherchiert und speziell für den Einsatzfall Indoor-Anlagen bewertet. Es zeigt sich, dass nur zwei Möglichkeiten in Frage kommen, die Erzeugung über Scherbeneis oder die gleichzeitige Verdüsung von Wasser und Kältemittel. Bisher wurde als Kältemittel Flüssig-Luft bzw. Flüssig-Stickstoff eingesetzt.

Im FuE-Projekt steht die Aufgabe, die Anwendbarkeit von CO₂ als Kältemittel für diese Art der Schnee-Erzeugung auszutesten. Für die notwendigen experimentellen Arbeiten wurde ein Versuchsstand konzipiert, mit dessen Aufbau wurde begonnen.

Mobiler Kältespeicher

Im Jahr 2000 wurden erste Arbeiten der Entwicklung eines Kältespeichers zur Kurzzeitkühlung bei Motorstillstand eines KFZ durchgeführt. Recherchen (Patente, Literatur) er-

gaben keine der Entwicklung entgegenstehende Veröffentlichungen.

Die thermodynamische Auslegung erbrachte den Nachweis, dass für den Kältespeicher eine Arbeitstemperatur von 16...18 °C ausreichend ist.

Dafür geeignete Paraffine bzw. Paraffinmischungen wurden untersucht. Die Untersuchung der günstigsten Einbindung eines Latentspeichers in die Klimaanlage eines KFZ ergab 2 Schaltungsvarianten, die sich aus konstruktiver und thermodynamischer Sicht ergeben:

1. Latentspeicher parallel zur Kälteanlage, Ankopplung an diese zwecks direkter Verdampfung sinnvoll
2. Latentspeicher zwischen Kälteanlage und Lüftungswärmeübertrager

Für einen KFZ-Kältespeicher wurde ein Labormuster entworfen und ein Versuchsstand für die 1. Schaltungsvariante konzipiert.

7. Internationale Aktivitäten des ILK

Ein Schwerpunkt internationaler Forschungskooperation des ILK war auch im Jahr 2000 die Mitwirkung am internationalen Forschungszentrum CERN in Genf. Auf Basis eines weiteren **Kooperationsvertrages ILK - CERN** wurde ein zweiter ILK-Mitarbeiter an das CERN delegiert. Die durchgeführten Arbeiten auf dem Gebiet der Subdetektorkühlung für die LHC-Experimente ATLAS und CMS sind Basis für Auslegung und Installation von primären Kältekreisläufen sowie sekundären Kühlkreisläufen und deren Detektor-Integration.

Das ILK wurde am CERN im Jahr 2000 als Mitglied der internationalen Forschungskooperation RD-39 aufgenommen. In diesem Zusammenhang wird seit März 2000 ein aus nationalen Forschungsmitteln gefördertes Vorhaben des ILK auf dem Gebiet „Kryogene

Siliziumdetektoren für hochbelastete Strahlungsumgebung“ direkt am CERN durchgeführt.

Ein bedeutender frei finanzierter Auftrag des CERN konnte für 2000 und 2001 durch das ILK akquiriert werden. Für das CMS-Experiment wird durch das ILK die Auslegung des integrierten Kühlsystems für die MUON-CHAMBERS erfolgen.

Die Arbeiten am CERN werden durch das ILK weiter intensiviert, um einerseits die Integration des ILK in die multinationale und interdisziplinäre Forschungsk Kooperation am CERN auszubauen und um andererseits das High-tech-Feld der Hochenergiephysik und Grundlagenforschung als neues Marktfeld für die ILK-Technologien der Tieftemperaturtechnik, Kälte- und Klimatechnik zu erschließen.

Ein weiterer Schwerpunkt internationaler Kooperation des ILK bildet die Mitwirkung an der Forschungsk Kooperation auf dem Gebiet der solargestützten Klimatisierung im Rahmen der **Internationalen Energieagentur (IEA)**. Durch nationale Finanzierung führt das ILK als Sub-Task-Leader ein eigenständiges Vorhaben zur Erstellung von „Simulationswerkzeugen für solargestützte Klimatisierung“ durch. Spezielle Berechnungsmodelle werden softwaremäßig durch das ILK umgesetzt und dem internationalen IEA-Konsortium zur Verfügung gestellt.

Das ILK ist weiterhin an einem internationalen EU-Verbund-Projekt auf dem Gebiet der Solarenergieumwandlung im Gebäudebereich als Partner der Universität Dublin beteiligt.

Auch die ILK-Aktivitäten zur Vermarktung der solargestützten Kältetechnik im arabischen Raum wurden im Jahr 2000 fortgesetzt.

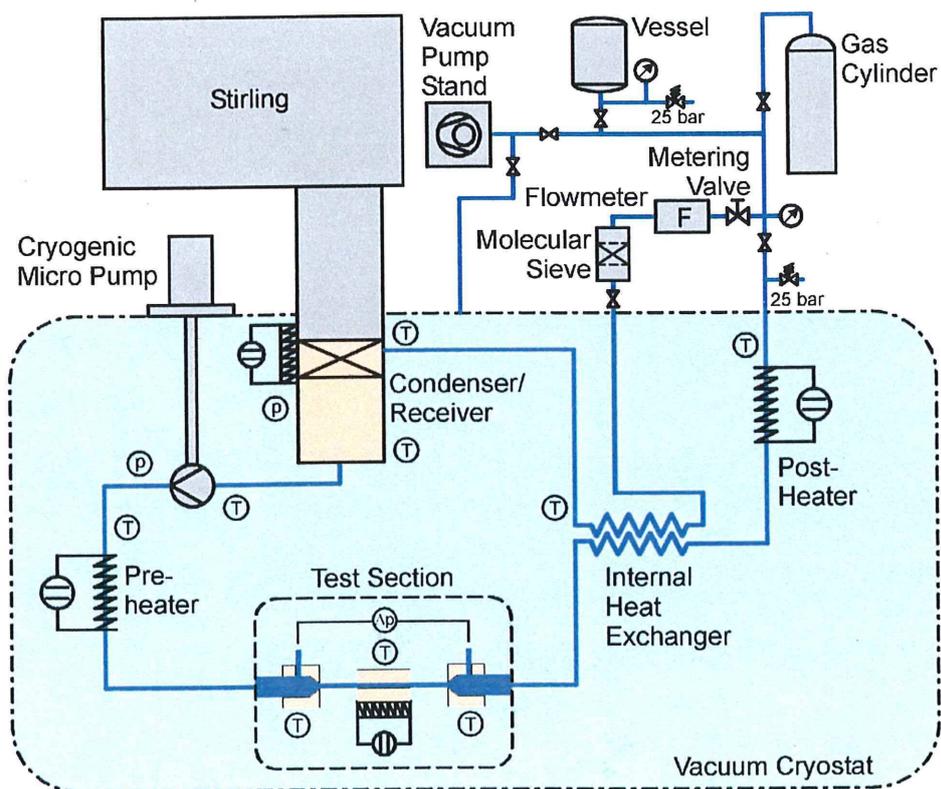
Auf dem 1. Europäischen Kongress für Kryomedizin in San Sebastian, Spanien, im März 2000 wurden die Dresdner Arbeiten auf dem Gebiet der „Evaluierung thermophysikalischer Prozesse bei Kryodestruktion in perfundierten in-vivo-Organen“ mit höchstem Interesse durch die internationalen Fachspezialisten

aus Medizin, Biologie und Technik zur Kenntnis genommen.

Das ILK wurde in den Vorstand der „**European Society of Cryosurgery**“ aufgenommen.



Gesamtansicht des Versuchsstandes im Cryolab am CERN



Schaltbild des Versuchsstandes



Präsentation des Solarkühlcontainers in Abu Dhabi



Solar-DEC-Klimaanlage des ILK in Lissabon

Veranstaltungen des ILK für den Wissenstransfer 2000

Dresdner Kolloquien

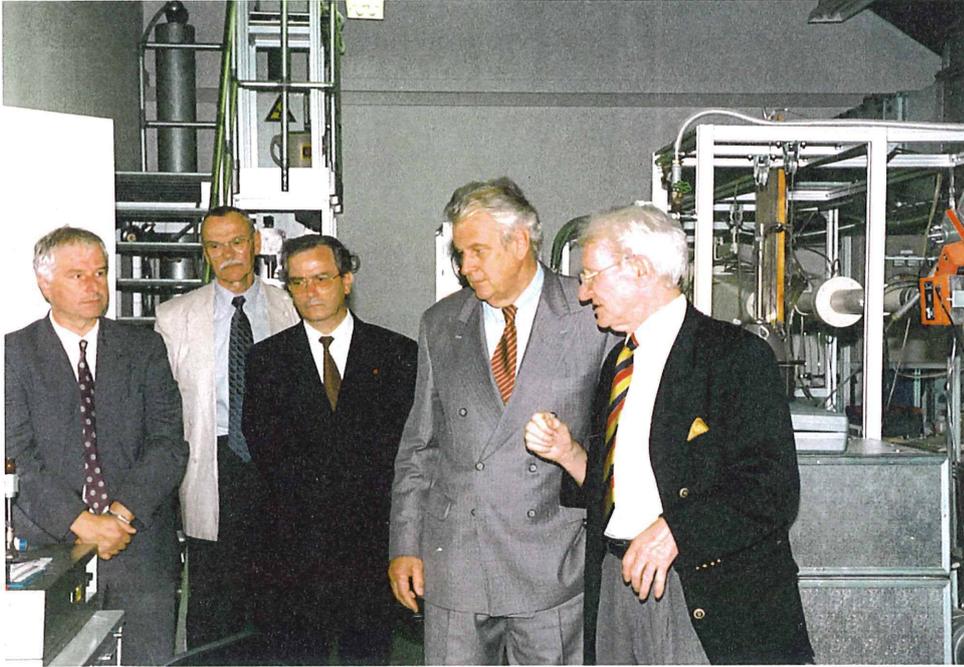
07./08.03.	5. Symposium „Textile Filter“ mit STFI Chemnitz
25.05.	„Solare Klimatisierung“
30.11.	„Emissionsminderung von Krematorien - Entwicklungen und Betriebserfahrungen“

Fachveranstaltungen

20.01.	„FCKW – Substitution im Kältetechnikbereich“ - Workshop mit einer Delegation aus China
25.01.	„Neue Umwelttechnologien“ - Diskussion mit dem Innovationsteam der Deutschen Bank
28.01.	Beratung des AK „Wirtschaft, Arbeit, Technologie und Tourismus“ der CDU-Landtagsfraktion Sachsen im ILK
28.04.	„ILK - Project at CERN“ - Meeting
26.05.	„Reinigung von RLT- Anlagen“ - Tagung der FGK – Arbeitsgruppe
22.06.	„Aktuelle Forschungsprojekte der Kältetechnik“ - Informationsveranstaltung für Studenten der TU Dresden
12.07.	45. Beratung des VDI - AK „Reinraumtechnik und Qualitätssicherung“
28./29.11.	Seminar „Lecksuche/Dichtheitsprüfung“
09.12.	„Tendenzen und Entwicklungsrichtungen der Kältetechnik“ - Planerworkshop im ILK (gemeinsam mit Velta)

DKV – Veranstaltungen

31.01.	„Kälteerzeugung aus Abwärme“
20.01.	„Lebensmittelkühlung“
19.06.	„Kryotechnik für WENDELSTEIN 7-X“
22.09.	„Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung im AMD Dresden“
04.12.	„Neue NH ₃ –Anwendungen“



Das ILK
In der Öffentlichkeit .