

Forschungsbericht 2008

Vorwort der Geschäftsleitung



Das Jahr 2008 war für die Institut für Luft- und Kältetechnik gemeinnützige Gesellschaft mbH das 18. Geschäftsjahr als unabhängiges und freies Forschungs- und Technologieunternehmen.

Das ILK stellte sich im breitem Spektrum der Technologiebereiche Tieftemperaturtechnik, Kompressionskältetechnik, Wärme- und Stoffübertragung, wissenschaftlicher Kälteanlagenbau, Klimatechnik, Luftreinhaltung sowie angewandter Analytik, angewandten Technologien und angewandter Energietechnik den grundlegenden Themenstellungen, wie Energie, Umwelt und Lebensqualität.

Als außeruniversitäre Forschungseinrichtung wirkte das ILK in 30 spezifischen Forschungsrichtungen am nationalen und internationalen Technologiemarkt. Im Jahr 2008 wurden 48 Vorhaben im Rahmen von Forschungsprogrammen am ILK bearbeitet und eine Vielzahl von freifinanzierten Aufträgen für die Industrie durchgeführt.

Dabei sind am Institut für Luft- und Kältetechnik grundsätzlich alle Bereiche des Innovationszyklus, wie grundlagenorientierte und angewandte Forschung, produkt- und verfahrensorientierte Entwicklung einschließlich Prototyprealisierung sowie der Technologietransfer, insbesondere durch wissenschaftlich-technische Dienstleistungen und innovative Planung, Gegenstand der Arbeiten.

Der ILK-Forschungsbericht 2008 beinhaltet ausgewählte Ergebnisse aus Forschung und Entwicklung sowie ausgewählte Beispiele von wissenschaftlich-technischen Dienstleistungen des ILK.

Die Geschäftsleitung bedankt sich bei allen Partnern in Wirtschaft, Forschung und im öffentlichen Bereich für die gute Zusammenarbeit im Geschäftsjahr 2008 und bei den ILK-Mitarbeitern für die aktive Mitarbeit und das persönliche Engagement.

Handwritten signature of Ralf Herzog.

Dr. rer. nat. habil. Ralf Herzog

Handwritten signature of Uwe Franzke.

Prof. Dr.-Ing. Uwe Franzke

Inhalt

Tiefemperaturtechnik	2
Kältetechnik	4
Klimatechnik	14
Luftreinigungstechnik	24
Angewandte Neue Technologien Werkstoffe/ Messtechnik	30
Angewandte Energietechnik	36
Normungsarbeit am ILK	39
Mitwirkung des ILK in Gremien	40
Veranstaltungen	43
Anlage (Veröffentlichungen)	46

Ausgewählte Ergebnisse aus Forschung, Entwicklung und Technologietransfer im Jahr 2008

1. Tieftemperaturtechnik

Isolationssysteme für LNG-Speicher

Aufgrund der Verknappung der weltweiten Energiereserven und der damit verbundenen erweiterten Nutzung von Erdgas besteht die Notwendigkeit der effizienten Lagerung und des Transportes von LNG. Neben den Isolationssystemen für die Tank- und Transportbehälter werden auch Rückverflüssigungsanlagen für LNG-Transportsysteme kleiner bis mittlerer Größe benötigt.

Zur genauen Auslegung solcher Anlagen ist es notwendig, deren ungefähren Kälteleistungsbedarf zu ermitteln. Außerdem sind Kompaktheit und niedrige Investitionskosten wichtig.

Zusätzlich wurden auch die zum Betrieb notwendigen prozessmess- und sicherheitstechnischen Komponenten beurteilt.



Bild: 40 ft-ISO-Container

Zur Abschätzung der zu erwartenden Verflüssigungsleistungen wurden die Dimensionen handelsüblicher Transportcontainer ermittelt. Aus der Analyse folgten Kälteleistungen im Bereich zwischen 1 kW für kleine und 3,5 kW für mittlere Größen von Transportsystemen. Das umfasst hauptsächlich den Bereich der ISO-Transport-Container von 10ft bis 40ft Länge.

Bei der Konzipierung und Auslegung der Rückverflüssigungsanlage wurde darauf geachtet, dass möglichst kostengünstige und weltweit leicht beschaffbare, möglichst austauschbare, Komponenten zum Einsatz kommen. Das Ergebnis war ein zwei-stufiger Verflüssigungsprozess mit Hubkolbenverdichtern, Zwischenkühlung und Kühlung des Hochdruckgasstromes in einem Gegenstromwärmeübertrager. Als Kältemittel wird Stickstoff verwendet.

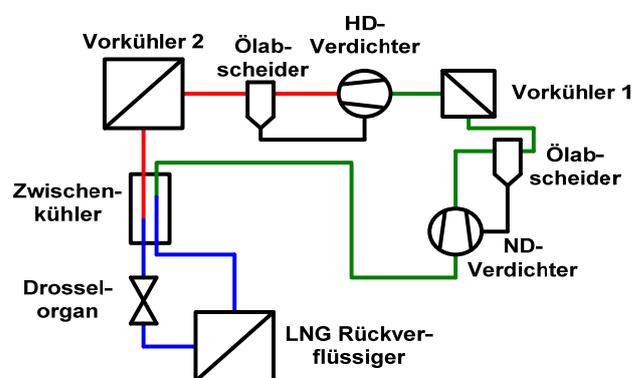


Bild: Kreislaufschema, Verflüssigungsprozess

Um das System für die verschiedenen Containergrößen individuell auslegen zu können, wurde ein Berechnungsprogramm entwickelt, mit welchem die optimalen Prozessparameter sowie die erforderlichen Wärmeübertragungs- und Verdichterantriebsleistungen berechnet werden können.

Die benötigte Antriebsenergie für die Verdichter wird über die Verbrennung eines Teils des abdampfenden Erdgases in einem BHKW erzeugt. Der übrige Teil kann verflüssigt und in den Tank zurück gespeist werden.

Bei einem 40 ft-ISO-Container beträgt die Abdampfprate ca. 3 % des Gesamtvolumens. Die Antriebsleistung des Kälteaggregates liegt bei etwa 50 kW, die Kälteleistung bei ca. 2 kW. Mit dieser Anlage können fast 700 l/d an Erdgas verflüssigt werden, was einer Verflüssigungsrate von 50 % entspricht.

Messung integrale Wärmeleitfähigkeit

Für die Einführung der Flüssig-Wasserstofftechnologie in Transportsysteme und für die Verteilung von Flüssig-Erdgas (LNG) durch Schiffe, Bahn und LKW werden zunehmend thermische Isolierungen aus Kompositen auf der Basis von Hartschäumen und Epoxidharzmaterialien untersucht. Zur Entwicklung und Optimierung dieser Verbundwerkstoffe ist die Messung der thermischen und mechanischen Eigenschaften der Ausgangsmaterialien bei tiefen Temperaturen bis zu 20 K notwendig. Im Projekt wird ein Betriebsmessgerät für die integrale Wärmeleitfähigkeit von Verbundmaterialien entwickelt.

Das Messsystem ist für die Charakterisierung und Qualitätssicherung von Feststoffisolationen bei Herstellern von Tank- oder Transportsystemen geeignet. Nach der Einführung neuer Isolationssysteme wird sich der Markt zu Herstellern von Isolationssystemen und Kryokomponenten erweitern.

Das System kann dann eine robuste und kostengünstige Alternative zu teuren, zumeist wissenschaftlichen Apparaturen oder kommerziellen Messgeräten sein, die nur selten die notwendigen Probendimensionen abdecken können. Zumeist müssen mit diesen Geräten punktuelle Wärmeleitfähigkeiten zwischen Raum- und kryogener Temperatur an kleineren Proben ermittelt werden, was einen hohen zeitlichen Aufwand bedeutet.

Diese Apparaturen können die Eigenschaften von derzeit entstehenden Verbundsystemen nicht widerspiegeln, zumal die maximal zulässigen Temperaturdifferenzen bei den derzeit verfügbaren Messsystemen im Bereich von etwa 5 K – 50 K liegen.

Das neue Messverfahren wird zur Messung der integralen Wärmeleitfähigkeit von massiven Verbundpaneelproben mit Mindestabmessungen von 500 mm x 500 mm x 350 mm zwischen Raumtemperatur und

der Siedetemperatur von flüssigem Stickstoff (bzw. Wasserstoff) geeignet sein.

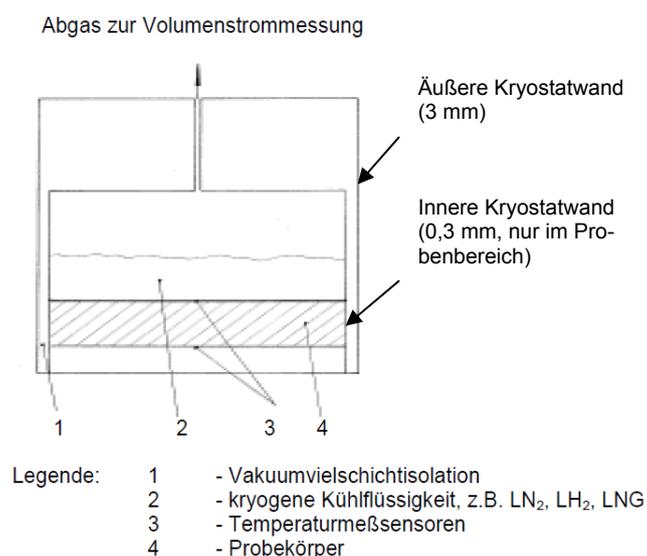


Bild 1: Schematischer Aufbau des Messgerätes

Ein erstes Konzept des Versuchsmusters wurde entwickelt. Nach dem angegebenen Konzept wurde ein Metallkryostat mit Vakuumisolation konstruiert und gebaut. Dabei waren insbesondere schweißtechnische Probleme an dünnen Blechen zu überwinden.

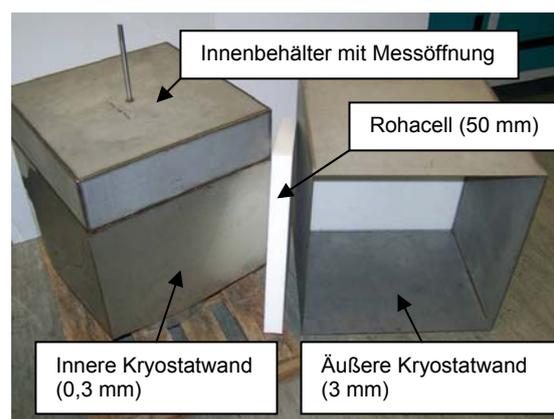


Bild 2: Metallkryostat

Als Alternative wurde ein Kunststoffkryostat gefertigt. Mit diesem wurde die Messanordnung erprobt und die Funktion nachgewiesen. Die Größenordnung der Messwerte für Styropor mit 50 mm und 100 mm Dicke konnte verifiziert werden.

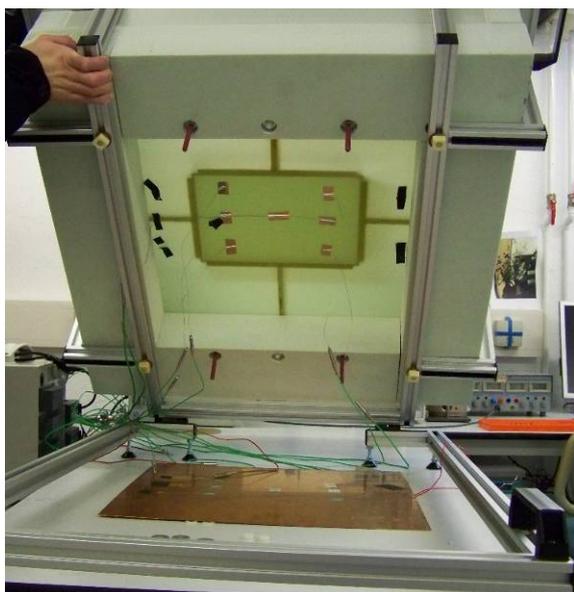


Bild 3: Bodenansicht des Kunststoffkryostaten mit Innenbehälter

In weiteren Messreihen und im Vergleich zu den Ergebnissen mit dem Metallkryostaten müssen weitere Entwicklungsschritte abgeleitet werden. Diese betreffen hauptsächlich die Vermeidung von Fremdwärmeeinträgen, die Minimierung von Wärmeströmen entlang der Messfläche und die Vermeidung systematischer Fehler aufgrund der verwendeten Messtechnik.

2. Kältetechnik

Verbesserung der Öko-Effizienz in der Kältetechnik

Das Gesamtprojekt befasst sich mit der Optimierung des Energiebedarfs und der Umweltbeeinflussung beim Betrieb von Kaltdampfkältemaschinen. Es werden zwei grundsätzliche Zielstellungen verfolgt:

1. Verbesserung der Datenbasis (insbesondere Stoffdaten) als Grundlage einer bezüglich Energiebedarf und Umweltbeeinflussung optimierten Stoffauswahl sowie vergleichende Betrachtungen zu Arbeitsstoffen.

2. Analyse typischer innerer Abhängigkeiten von Prozessparametern als Grundlage für automatische Diagnosesysteme. Die Anwendung ist das Detektieren von Fehlfunktionen (z. B. Verschmutzung, Kältemittelverlust, ...), die Einfluss auf den Energiebedarf und die Umwelt haben.

Im Rahmen des **ersten Themenkomplexes** wurden Arbeiten zur Modellierung thermophysikalischer Stoffeigenschaften kältetechnisch relevanter Stoffe sowie zur Revision und Erweiterung von Stoffwertbibliotheken für Kältemittel, Kältemittel-Öl-Gemische, ein- und zweiphasige Wärmetransportmedien durchgeführt. Bild 1 zeigt beispielhaft ein Druck-Enthalpie-Diagramm des als Ersatzstoff für den H-FCKW R22 vorgeschlagenen Kältemittels R422D.

Ferner werden Untersuchungen zur energetischen Bewertung und vergleichenden Betrachtung verschiedener Kältemittel vorgenommen, wozu in Bild 2 als Beispiel ein Vergleich mehrerer R22-Ersatzstoffe gezeigt ist.

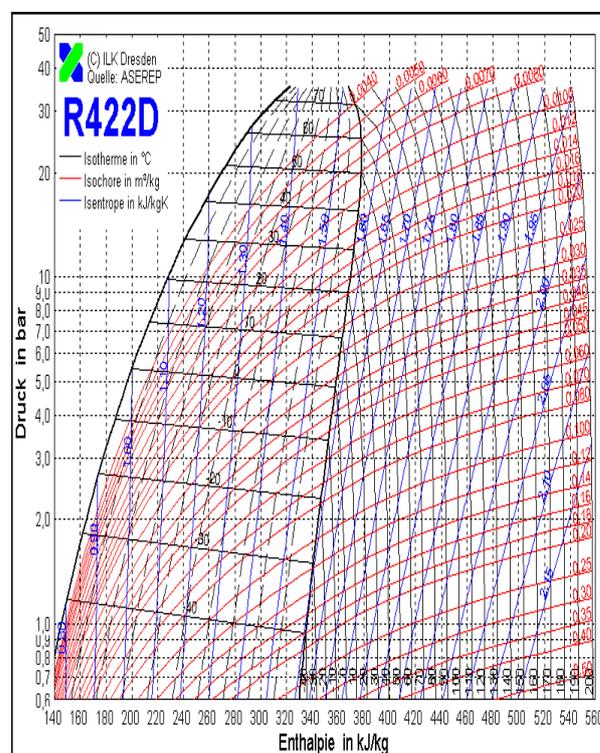


Bild 1: Druck-Enthalpie-Diagramm für R422D

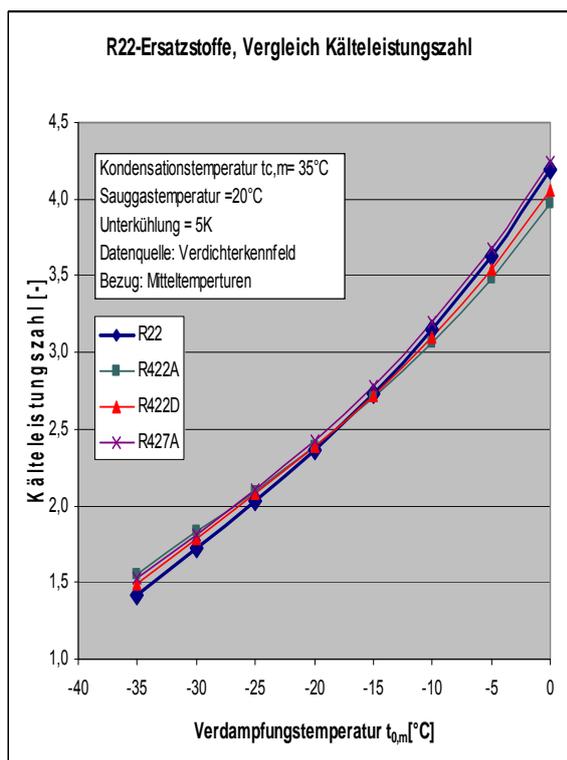


Bild 2: Vergleich einiger R22-Ersatzstoffe

Im Hinblick auf den Einsatz natürlicher Arbeitsstoffe erhalten Systeme mit sekundären Kreisläufen größere Bedeutung. Die Ermittlung, Modellierung und Bereitstellung thermophysikalischer Stoffeigenschaften entsprechender Wärmeträger ist ein weiterer Schwerpunkt des ersten Themenkomplexes und reicht von konventionellen Systemen mit einphasigen Wärmetransportfluiden bis zu zweiphasigen Eis-Flüssigkeits-Gemischen.

Effiziente einphasige Wärmeträger sind unverzichtbar für die Anwendung von brennbaren Kältemitteln.

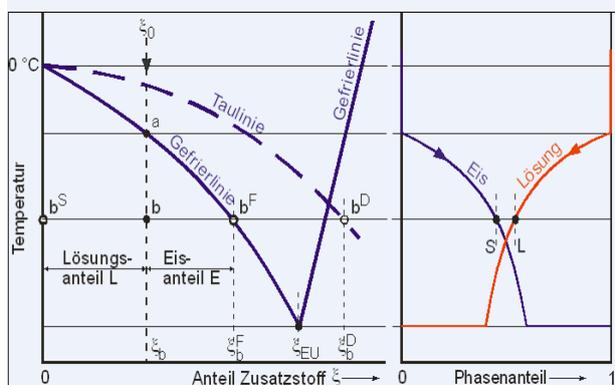


Bild 3: Phasendiagramm für ein Eis-Flüssigkeits-Gemisch

Binäre Eis-Flüssigkeits-Gemische können Arbeitsstoff und Wärmetransportmedium in Vakuumeisergebern sein. Die hinreichende Kenntnis relevanter Stoffdaten ist für die Etablierung einer auf Wasser basierenden Kälteerzeugungstechnologie für den Temperaturbereich ab etwa 0°C unabdingbar.

Bild 3 zeigt schematisch das Phasendiagramm eines Arbeitsstoffes für einen Vakuumeisergeber bei Verdampfungsbedingungen.

Für den **zweiten Themenkomplex** wurden ausgeführte Anlagen untersucht. Die Füllmengen, Kältemittelverteilung sowie die Signifikanz von Anlagenfehlern bzw. externen Einflüssen wurden erfasst.

Im Mittelpunkt der Betrachtungen stehen Methoden zur frühzeitigen Erkennung von Kältemittelverlusten. Diese können die Emission von Treibhausgasen reduzieren. Für die Industrie sind insbesondere Verfahren interessant, die geeignet sind, die gesetzlichen Vorschriften einfach zu erfüllen.

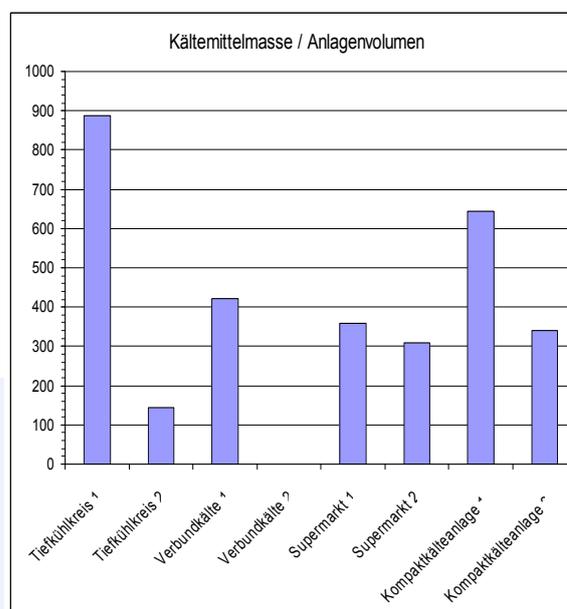


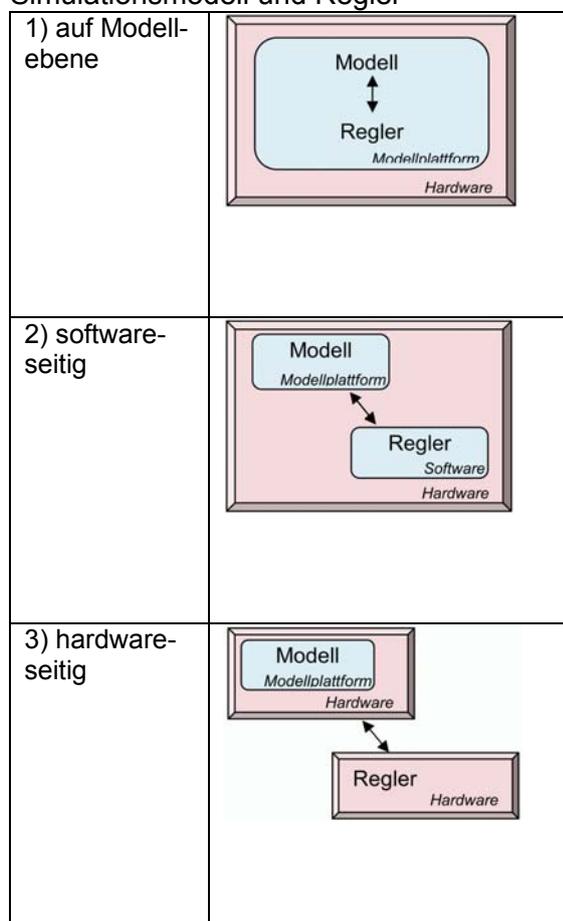
Bild 4: Füllungsgrade in ausgeführten Anlagen

Supermarkt-Kälteanlage

Im Mittelpunkt des Forschungsprojektes standen die Entwicklung eines Verfahrens zur Leistungsreglung von Hubkolbenverdichtern sowie der Nachweis des energetischen Nutzens bei Einsatz der Verdichter in Supermarktverbundkälteanlagen. Das Aufgabenfeld des ILK im Verbundvorhaben umfasste die Modellierung und Simulation von Supermarktkälteanlagen unter Einbeziehung der peripheren Einflüsse.

Das ILK Dresden entwickelte für die Untersuchungen eine detaillierte Modellbasis. Der hohe Detailgrad ist zur Darstellung der Auswirkungen einer Vielzahl von Einflüssen, wie z. B. eine partielle Störung des Luftschleiers am Kühlmöbel, auf die Dynamik des Kältekreislaufes erforderlich. Für die Umsetzung und Einbindung der Regler in die Simulation bieten sich drei prinzipielle Varianten an.

Tabelle1: Kopplungsmöglichkeiten von Simulationsmodell und Regler



Die Modellbasis unterstützt alle Varianten. Durch die Umsetzung der Regler auf Softwareebene können sehr schnell Variantenvergleichsrechnungen durchgeführt werden. Zusätzlich ist eine Ankopplung des realen Reglers möglich. Dieser kann somit mit dem identischen Supermarktmodell getestet werden.

Die Modelle wurden an umfangreichen Messreihen der Projektpartner validiert. Diese Messungen ermittelten speziell das dynamische Anlagenverhalten. Es wurden unter anderem die Sprungantworten bei Verdichterabschalten und Lastveränderungen gemessen.

Im Rahmen des Projektes wurde eine Übersicht über die Strukturen der Supermärkte in Deutschland angefertigt. Als Referenzmarkt wurde ein typischer Discountermarkt wegen der hohen Anzahl und umsatzbezogenen Bedeutung ausgewählt. Gegenüber dem Stand der Technik sind mit moderner Technik Energieeinsparungen von bis zu 25 % möglich.

Tabelle 2: Mittlere, über das Gesamtjahr erreichbare Energieeinsparungen bezogen auf die Ausgangsvariante

Variante	relative Energieeinsparung
Ausgangsvariante	0,0 %
pulsbreiten modellierte Regelung konstanter Zielsaugdruck	0,7 %
ideale Teillastreglung 0 ... 100 % konstanter Zielsaugdruck	0,6 %
ideale Teillastreglung angepasster Zielsaugdruck	26,3 %
pulsbreiten modellierte Regelung angepasster Zielsaugdruck	20,3 %
AN/AUS-Regelung angepasster Zielsaugdruck	8,5 %

Eine wesentliche Energieeinsparung kann durch eine veränderte Führungsgröße erreicht werden.

Die Simulationsmodelle wurden auch im Rahmen des Annex 31 der IEA (Simulation Tools for Supermarket) präsentiert. Die Ergebnisse geben dem ILK ein Alleinstellungsmerkmal in diesem Bereich.

In Deutschland liegt die Anzahl von Discountern bei ca. 14.000. Der mittlere jährliche Elektroenergiebedarf für die Verbundkälte liegt bei ca. 40,5 MWh pro Discounter. Unter konsequenter Anwendung der gewonnenen Erkenntnisse in Verbindung mit der entwickelten Regelungsvariante ergeben sich Einsparmöglichkeiten von bis zu 113 GWh/a allein im Bereich der Discounter in Deutschland.

Die Vermarktung der Ergebnisse erfolgt über Simulationsrechnungen von Kälteanlagen im Dienstleistungsauftrag. Der Umsatz pro Jahr beträgt bis zu 50 T€.

Energieeffizienz von Kältemittelverdichtern

Der Verdichter bestimmt wesentlich die Energieeffizienz der gesamten Kompressionskälteanlage. Deshalb ist es bei der Auswahl wichtig, die Unterschiede der Bauarten und der bevorzugten Einsatzbedingungen zu kennen.

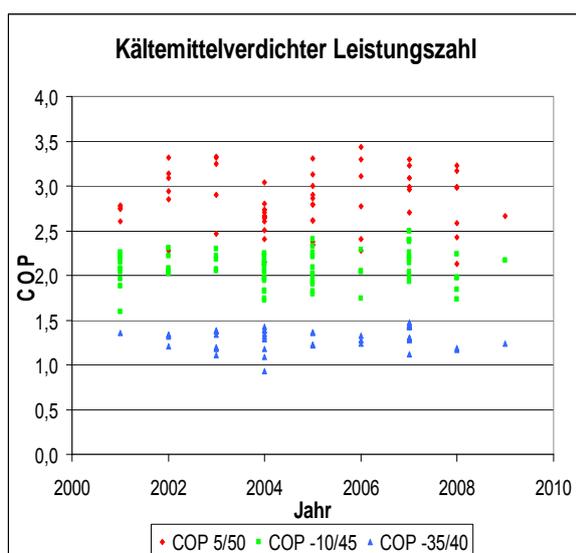


Bild 1: Entwicklung der Leistungszahl aller Verdichter – zeitliche Tendenz für L, M, H

Die Katalogangaben der Hersteller sind dafür nur bedingt geeignet. Deshalb wur-

den die langjährigen Prüfergebnisse des ILK statistisch ausgewertet.

Die Messungen erfolgten unter Normbedingungen, insbesondere im Rahmen des Marktüberwachungsprogrammes der ASERCOM. Die Ergebnisse zeigen beispielsweise eine starke Streuung zwischen den Herstellern und keine wesentliche Steigerung der Leistungszahl über die letzten Jahre. Die Leistungsmessungen der Kältemittelverdichter sind genormt und erfolgen nach der EN 13771-1. In dieser Norm ist ein Korrekturverfahren für die Messwerte hinterlegt. Das Verfahren ist sehr einfach. Es führt zu hohen Anforderungen für die zulässigen Regelabweichungen während der Messung im Beharungszustand. Mit einem verbesserten Korrekturverfahren wäre es möglich, den Aufwand für die Leistungsmessungen zu senken.

Die Entwicklung eines solchen Verfahrens ist ein zweiter Schwerpunkt des Forschungsprojektes. Dafür sind gezielte Messungen mit unterschiedlichen Verdichtern notwendig. Dafür wurde ein Messprogramm aufgestellt.

°C									
52									
50									
47									
45									
42									
40									
38									
t_c / t_o	-32	-30	-28	-12	-10	-8	3	5	7
	L			M			H		

$t_{oh} / °C$	18	20	22
$\Delta t_{oh} / K$	8	10	12

Bild 2: Messbereiche L, M, H nach EN 12900

Der Prüfstand wurde für diese wissenschaftlichen Messungen mit hochgenauer Druckmesstechnik ausgerüstet. Die ersten Messungen an Hubkolben- und Scrollverdichtern liegen bereits vor.



Bild 3: ILK-Verdichterprüfstand

Die Ergebnisse des Projektes sollen einen Beitrag leisten für die Überarbeitung der europäischen Norm der Leistungsprüfung. Die Erkenntnisse werden in der nächsten Version der Auswertesoftware für die ASERCOM umgesetzt.

Das Projekt stärkt die Alleinstellung des ILK im Bereich der Verdichterleistungsmessung. Die Vermarktung der Ergebnisse erfolgt über die Dienstleistungsmessungen und den Bau von Prüfständen.

Entwicklung Absorptionskälteanlage AKA 5 kW

Die Anstrengungen zur Nutzung solar erzeugter Wärme zur Klimakälteerzeugung haben europaweit zu einer Reihe von Neuentwicklungen thermischer Kälteanlagen kleiner Leistung und zu zahlreichen Demonstrationsanlagen sowie einigen kommerziell errichteten Systemen geführt.

Von Seiten der Solarthermieanbieter wurde in den vergangenen Jahren stets die fehlende Verfügbarkeit von Anlagen kleiner Leistung für den Einfamilienhausbereich bemängelt. Mit dem Projekt der Entwicklung eines Versuchsmusters einer 5 kW-Wasser/Lithiumbromid-Absorptionskältemaschine wurde ein erster Schritt zur Verfügbarkeit einer solchen Anlage umgesetzt.

Dieses Vorhaben wurde in Kooperation mit der Firma WEGRA Anlagenbau und der Universität Ilmenau bearbeitet. Ausgehend vom bewährten Aufbau der WEGRACAL SE Absorptionskälteanlagen größerer Leistung wurden bedeutende Modifikationen untersucht und erprobt.

Die Spiralförmigkeit der Wärmeübertrager wurde modifiziert und der Verdampfer im Inneren des Absorbers und der Kondensator innerhalb des Generators angeordnet. Dabei war insbesondere die Vermeidung von inneren Wärmeverlusten zu berücksichtigen. Durch die damit erreichbare Höhenreduzierung kann der Hochdruckbehälter über dem Niederdruckbehälter angeordnet werden. Diese Anordnung ermöglicht neben einer Stellflächenreduktion den Verzicht auf eine Pumpe für die arme Lösung, die nun nur infolge des Druck- und Niveauunterschiedes zum Absorber transportiert wird. Gleichzeitig wurde der Transport des Kältemittels vom Kondensator in den Verdampfer optimiert.



Bild 1: ILK-Versuchsmuster

Innerhalb des Projektes wurden zwei Versuchsmuster gebaut und vermessen. Das ILK-Versuchsmuster erreicht bei Auslegungsbedingungen eine Kälteleistung von 4,06 kW bei einem Wärmeverhältnis von

0,61. Kälteleistung und Wärmeverhältnis erreichen jedoch noch nicht die Auslegungsbedingungen.

Im nachfolgenden Bild werden die Leistungsparameter, die beide Versuchsmuster erzielt haben, verglichen.

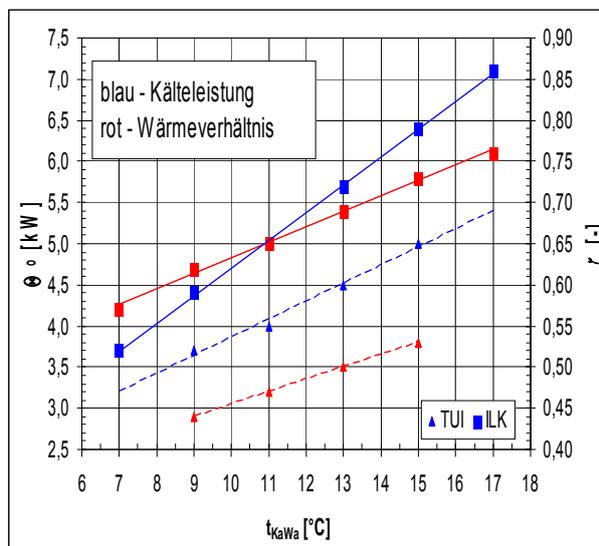


Bild 2: Kälteleistung und Wärmeverhältnis im Vergleich (Heizwassereintritt 90°C, Kühlwasser 27°C)

Ein weiterer Schwerpunkt des Projektes bestand in der thermodynamischen und technologischen Untersuchung und Bewertung des von der TUI Ilmenau vorgeschlagenen neuen Arbeitsstoffpaares Aceton/Zinkbromid. Die TUI Ilmenau stellte die notwendigen Stoffwerte bereit. Weitere wurden vom ILK gemessen. Unter Berücksichtigung sämtlicher Bewertungskriterien war kein wesentlicher Vorteil des neuen Arbeitsstoffpaares gegenüber dem erprobten Wasser/LiBr darstellbar. Daher wurden die Versuchsmuster für den Betrieb mit Wasser/LiBr ausgelegt.

Die prinzipielle Funktion wurde nachgewiesen. Der nächste Schritt wäre ein Feldtest mit dem Prototypen.

Aus wirtschaftlichen Gründen liegt derzeit der Fokus im Bereich solarthermischer Kühlung für größere Leistungen. Bei kleinen Leistungen sind die Investitionskosten dominant. Erst bei stark steigenden Energiekosten ist mit einem Anstieg der Nachfrage auch in diesem Bereich zu rechnen.

Verdampfer mit geringer Überhitzung

Thermostatische und elektronische Expansionsventile regeln die Überhitzung des Verdampfers und schützen somit den Verdichter vor Flüssigkeitsschlägen. Für eine stabile Regelung wird ein Mindestsignal benötigt, d. h. eine Überhitzung ist auch aus regelungstechnischen Gründen notwendig.

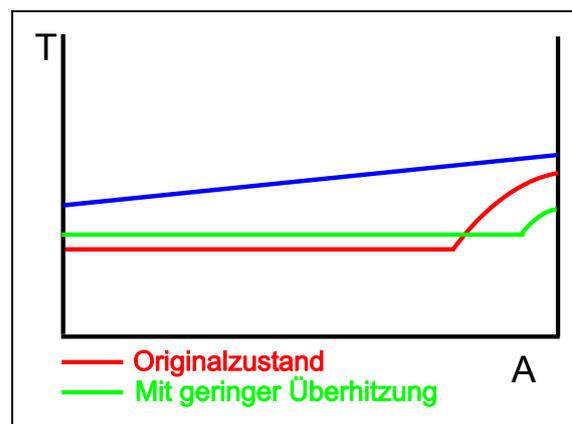


Bild 1: Temperatur-Flächen-Schaubild

Die Überhitzung ist für die Wärmeübertragung aber eher ungünstig. Sie führt zu einer größeren Temperaturdifferenz zwischen den Medien als notwendig.

Im Temperatur-Flächen-Schaubild solch eines Verdampfers (siehe Bild 1) ist dieser Sachverhalt mit der roten Linie (Kältemittel) und der blauen Linie (zu kühlendes Medium) dargestellt.

Da der Wärmeübergang der reinen Gasströmung im Vergleich zur Zweiphasenströmung schlechter ist, benötigt die Überhitzung ca. 10...25 % der Verdampferfläche. Zusätzlich ist durch die am Kältemittelaustritt noch benötigte Temperaturdifferenz zwischen Kältemittel und zu kühlendem Medium die Höhe der Verdampfungstemperatur im Verhältnis zur Nutztemperatur relativ festgelegt.

Prinzipiell wäre die Verringerung der Überhitzung im Trockenexpansionsverdampfer also ein entscheidender Vorteil, der zu einer erheblichen Steigerung der Energieeffizienz führt.

Der neue patentierte Lösungsvorschlag des ILK beruht auf einem inneren Wärmeübertrager, der primärseitig von der gesamten Flüssigkeit, sekundärseitig aber nur durch einen gasförmigen Teilstrom des entspannten Kältemittels durchströmt wird. Hierzu werden neben dem inneren Wärmeübertrager zwei Behälter in das System integriert. Nach Optimierungen können diese Behälter u. U. in den vorhandenen Verdampfer integriert werden (Verteiler, Sammler).

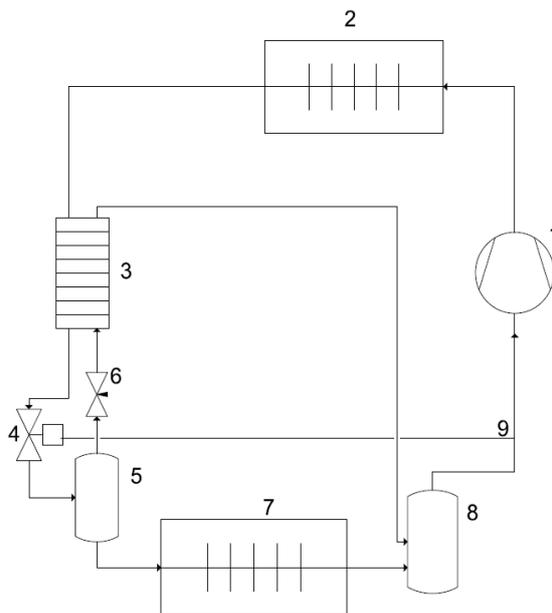


Bild 2: Verdampferschaltung mit innerem WÜ und Behältern

Bild 2 zeigt schematisch den Aufbau des Systems. Die wesentliche Überlegung besteht darin, dass die Überhitzung nicht im Verdampfer, sondern erst in der Saugleitung des Verdichters erzeugt wird, also an dem Ort, wo sie tatsächlich erforderlich ist.

Die Messungen wurden an einem luftbeaufschlagten Wärmeübertrager in einer Klimazelle bei Zellentemperaturen von 5 °C und Verdampfungstemperaturen von $t_0 = -5\text{ °C}$ durchgeführt. Es ergaben sich bei vergleichbaren Verdampfungstemperaturen Leistungssteigerungen von bis zu 25 %.

Das System hat im Versuchsfeld seine prinzipielle Funktion nachgewiesen. Ge-

genwärtig werden Gespräche mit Herstellern von luftbeaufschlagten Wärmetauschern zur Übernahme einer Lizenz geführt. Für die Umsetzung der neuen Lösung in die Praxis sind noch Anpassungsentwicklungen an die verschiedenen Bauarten und Baugrößen der Wärmetauscher notwendig.

Regelverfahren für kleine Kälteleistungen

Kälteanlagen mit kleinen Leistungen, z. B. bei Kühlschränken, haben besondere regelungstechnische Anforderungen. Diese ergeben sich aus den sehr geringen Massenströmen und den relativ starken Wechselwirkungen mit der Umgebung.

Auf Grund der sehr hohen Stückzahlen der Massenfertigung in der „Weißen Ware“ ist eine umfangreiche Prüftätigkeit aller Parameter üblich.

Der Bau von Prüfständen für diesen Bereich ist seit vielen Jahren ein wichtiges Geschäftsfeld des ILK. Die Prüfstände arbeiten in der Regel vollautomatisiert und gestatten dem Anwender komplette Kennfeldmessungen.



Diese Anforderungen stellen insbesondere an die Regelungstechnik eine Herausforderung dar - müssen doch die Prüfstände unter den unterschiedlichsten Randbedingungen stabil die geforderten Parameter ausregeln können.

Die Konzepte von Großanlagen sind nicht ohne Weiteres auf kleine Anlagen über-

tragbar. Speziell für Verdichterleistungsprüfstände sehr kleiner Kälteleistungen (etwa 30 bis 300 W) besteht ein Bedarf, die Regelung zu optimieren, da diese Anlagen oftmals regelungstechnisch sehr viel sensibler als größere Anlagen reagieren.

Der Kältekreislauf eines Leistungsprüfstandes besitzt 3...5 vermaschte Regelkreise, die sich durch den geschlossenen Kältekreislauf zum Teil sehr stark beeinflussen.

Die bisherigen Anlagen arbeiten mit PID-Reglern. Die PID-Datensätze werden aus einer Datenbank gelesen. Diese Parameter müssen jedoch vorher teilweise sehr zeitaufwendig gefunden und getestet werden. Sie sind nicht ohne Weiteres auf andere Anlagen übertragbar. Bei großen Totzeiten und gegenseitiger Beeinflussung der Prozessparameter werden die Anforderungen nicht immer erfüllt. Diese Nachteile sollen durch den Einsatz von Fuzzy-Reglern vermindert werden.

Fuzzy-Regler arbeiten mit Zugehörigkeitsgraden zu unscharfen Eingangsmengen, wie z. B. „etwas zu hoch“ oder „viel zu klein“ (Fuzzyfizierung). Diese Mengen werden dann über definierte Regeln, die ein umfangreiches Expertenwissen widerspiegeln können, miteinander kombiniert und verrechnet (Fuzzy Inference).

Das Ergebnis führt dann wiederum zu verschiedenen Zugehörigkeitsgraden unscharfer Ausgangsmengen, z. B. „Ventil etwas öffnen“ oder „schnell schließen“, welche in ein reales Stellsignal umgewandelt werden (Defuzzyfizierung).

Aufgrund zu hoher Trägheit in einer realen Anlage erfolgte die Optimierung und der Test eines Reglers (controller design) zunächst in einer Simulationsumgebung. Hierfür wurde ein linear dynamisches System im Zustandsraum (state-space model)

$$\dot{x}_{(k+1)} = A * x_{(k)} + B * u_{(k)}$$

$$y_{(k)} = C * x_{(k)} + D * u_{(k)}$$

verwendet. In einem LabView-Programm wurden die einzelnen Algorithmen getestet und hinterlegt. Mit Hilfe des Programms ist es möglich, anhand von Messdaten/Messesequenzen automatisch ein beliebiges dynamisches Modell zu generieren und mit weiteren vorliegenden Messdaten zu validieren.

Anschließende Simulationen gestatten dann den Regelkreis quasi im Zeitraffer zu betreiben und verschiedene Parameter zu optimieren.



Bild 1: Sprungantworten eines Fuzzy- bzw. PID-Reglers

Nach diesem Prinzip wurde ein Fuzzy-Regler für eine Hauptkomponente simuliert und anschließend erfolgreich in eine reale Anlage implementiert.

Die Ergebnisse des Projektes werden über das Geschäftsfeld Prüfstände in den Markt überführt. Die Verwendung von Fuzzy-Reglern verspricht insbesondere Kosteneinsparungen bei der Inbetriebnahme. Darüber hinaus kann die Fuzzy-Regelung auch für weitere anspruchsvolle Aufgaben in der Kältetechnik Anwendung finden. So sind erste Ansätze aus dem Supermarktbereich bekannt.

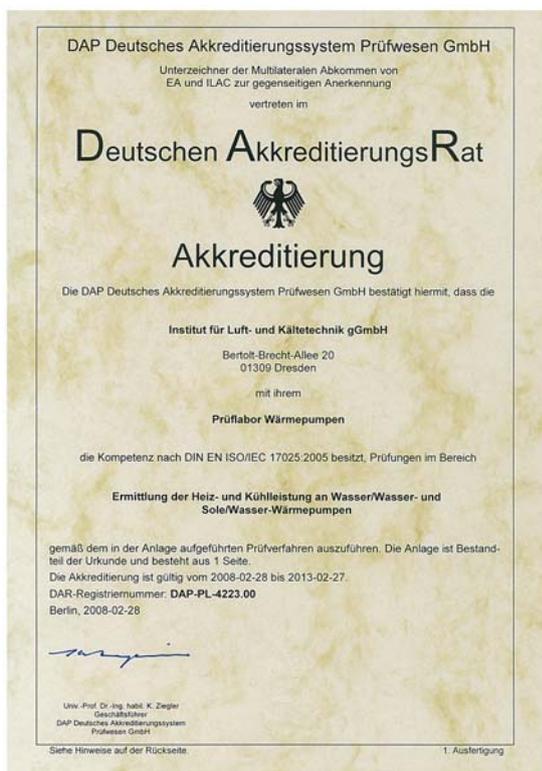
FuE-Dienstleistungen für die Kälte-technik-Industrie

Das ILK bietet eine breite Palette von FuE-Dienstleistungen für die Kältetechnik-Industrie an. Diese geht von Simulations- und Auslegungsrechnungen über die Bewertung von kompletten Kälteanlagen oder Wärmepumpen bis hin zur Untersuchung einzelner Komponenten des Kältekreislaufs.

WP-Prüflabor am ILK

Im Frühjahr 2008 wurde das Prüflabor Wärmepumpen im ILK Dresden nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert.

Damit sind Prüfungen auf höchstem Qualitätsniveau garantiert, die auch international anerkannt werden. Die Leistungsprüfungen erfolgen nach DIN EN 14511-3. Derzeit können WW- und BW-Wärmepumpen mit einer Heizleistung von 4 bis 110 kW geprüft werden.



Im Sommer wurde das Labor offiziell eröffnet. Zu diesem Anlass wurde ein Workshop mit interessierten Fachleuten durchgeführt und das Labor vorgestellt.



Die Basis des Prüflabors ist ein Prüfstand mit sehr geringer Messunsicherheit, so dass auch wissenschaftliche Messungen im Rahmen von Forschungsprojekten möglich sind. So kann der Prüfstand z. B. auch mit dem Ölabscheiderprüfstand für die Messung von Abscheidegraden gekoppelt werden. Dieser wurde in einem Forschungsprojekt entwickelt und errichtet.

Zusätzlich werden Prüfungen für die Weiterentwicklung von Wärmepumpen im Industrieauftrag durchgeführt. Beispielsweise wird die optimale Kältemittelfüllmenge für Neuentwicklungen bestimmt. Die experimentelle Bestimmung ist derzeit immer noch der einzige Weg.



Für die Zukunft ist die systematische Auswertung der Prüfungen des Prüflabors geplant. Somit werden die Prüfergebnisse wieder für wissenschaftliche Zwecke genutzt. Auf diesem Weg lassen sich Entwicklungstendenzen im Wärmepumpenbau erkennen. Das betrifft beispielsweise die Entwicklung der Leistungszahlen in Abhängigkeit der eingesetzten Kältemittel, Verdichtertypen und Bauarten.

Für das Jahr 2009 ist die Erweiterung der Akkreditierung geplant. Damit sollen Prüfungen für das D-A-CH-Gütesiegel an Wärmepumpen möglich werden.

Entwicklung kältetechnischer Prüfanlagen

Im Jahr 2008 wurde die Entwicklung kältetechnischer Prüfstände erfolgreich fortgesetzt. Der Umsatz konnte im Vergleich zum Vorjahr bei ca. 350 T€ stabil gehalten werden. Dieses Ergebnis wurde vor allem durch neue Konzepte von Verdichterleistungsprüfständen erzielt.

Es wurde eine CO₂-Boostertestanlage neu entwickelt, die es ermöglicht, CO₂-Booster für Supermärkte praxisnah im neu ausgestatteten Entwicklungszentrum in Mainz zu testen. Die Testanlage simuliert die Kühlmöbel des gesamten Supermarktes. Damit wird ein weiterer Schritt zum Einsatz von CO₂ als Kältemittel ermöglicht.



Bild 1: Booster-Testanlage im Prüffeld in Mainz

Einen zweiten Schwerpunkt 2008 bildete die Ausrüstung des Testlabors eines Herstellers in Schkeuditz mit einem Verdichter-Leistungsprüfstand 1-70 kW. Es gelang erstmals, einen Leistungsprüfstand für einen derart großen Leistungsbereich im automatischen Betrieb zu entwickeln und zu realisieren.

Insbesondere das Problem der Ölrückführung bei Schwachlast konnte gelöst werden. Dieser zweite Prüfstand deckt ge-

meinsam mit dem Prüfstand 125 kW aus dem Vorjahr einen Gesamtbereich von 1 kW bis 150 kW ab. Der Hersteller konnte damit mit nur 2 Prüfständen den gewünschten Bereich abdecken. Die Einsparung gegenüber der Planung mit 3 Prüfständen betrug für den Kunden ca. 200 T€.



Bild 2: Verdichter-Leistungsprüfstand in Schkeuditz

In einem weiteren Projekt wurde mit einer sächsischen Firma der Prototyp einer CO₂-Wärmepumpe entwickelt und erprobt.



Bild 3: Prototyp der CO₂-Wärmepumpe

3. Klimatechnik

Messprogramm Solarthermie 2000 Plus am BSZW Rodewisch

Der Neubau der Berufsschule für Wirtschaft und Technik in Rodewisch ist das deutschlandweit erste Schulprojekt mit einer dezentralen und fassadenintegrierten TGA-Technik.



Bild 1: BSZW Rodewisch

Die Berufsschule wurde für etwa 800 (gleichzeitig) anwesende Schüler sowie etwa 60 Lehrer mit 24 Computerkabinetten (jeweils 16 + 1 PC) errichtet. Die Raumgröße eines PC-Raums beträgt ca. 66 m², mit einer Kühllast von 2,4 kW. Das Schulprojekt soll den Nachweis erbringen, dass ein Schulgebäude ohne Erhöhung der Gesamtinvestitionskosten mit einem neuen HLK-Anlagensystem auch einen minimalen Energieverbrauch aufweisen kann und einen energetisch sinnvollen Einsatz thermischer Solarenergie in Kombination mit einer Absorptionskältemaschine zur solaren Kühlung gewährleistet.

Die Wirkungsweise dieses komplexen Zusammenspiels wurde im Rahmen des Forschungsprojektes dokumentiert. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf der solaren Klimatisierung.

Dazu wurde, unabhängig von der vorhandenen Gebäudeleittechnik, ein Messkonzept aufgestellt und die entsprechende Messtechnik vor Ort installiert. Die Messwerterfassung zeichnete die wichtigsten Energieflüsse der wärme- und kälteerzeugenden Aggregate in der Zentrale sowie die Wetterdaten und die klimatischen Zu-

stände in zwei ausgewählten Computerkabinetten auf. Die Wetterdaten wurden über eine eigene Wetterstation auf dem Dach des Gebäudes erfasst und konnten somit in Auswertung und Bewertung einbezogen werden.

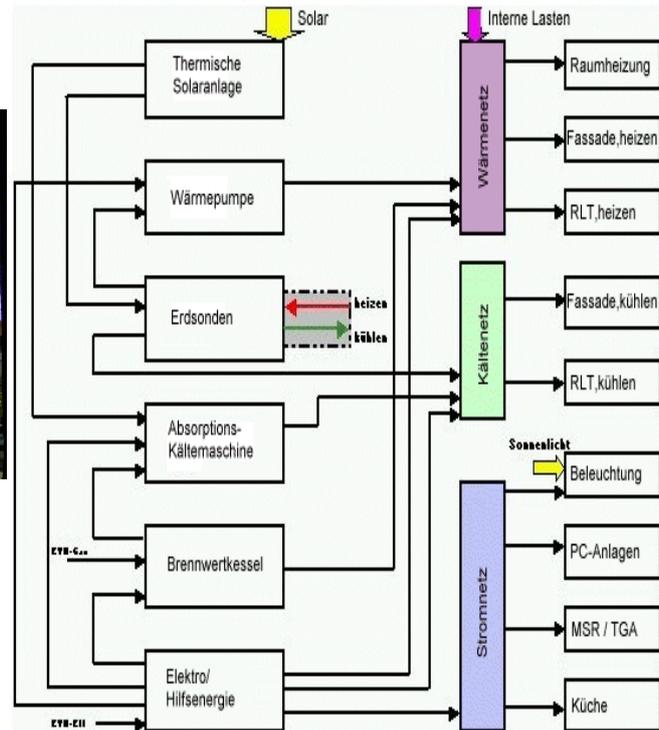


Bild 2: Vereinfachtes Schema der Gebäudetechnik

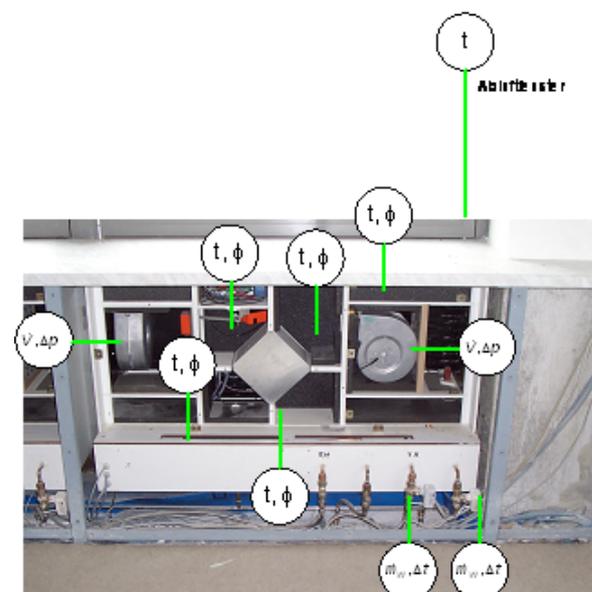


Bild 3: Messwerterfassung an einem dezentralen Gerät

Das Gebäude ist in den einzelnen Räumen mit dezentralen Lüftungsgeräten ausgestattet. Diese Geräte ermöglichen die individuelle Lüftung der Räume sowie deren Heizung bzw. Kühlung.

In zwei ausgewählten Computerkabinetten wurden die Lüftungsgeräte mit Temperatur-, Feuchte- und Differenzdruckfühlern auf der Luftseite sowie Temperatur- und Volumenstromfühlern auf der Wasserseite ausgestattet.

Dies ermöglichte die permanente Aufzeichnung der sich einstellenden Raumluftbedingungen bei der stark variierenden Nutzungsintensität der Räume.

Für die Dokumentation der Energieeinsparung wurde eine Anzeigetafel installiert.

Diese Tafel informiert die Nutzer einerseits über den derzeitigen Stand der solaren Kälteerzeugung und ermöglicht andererseits die Identifizierung der Nutzer des BSZW Rodewisch mit dem Konzept der solaren Klimatisierung.



Bild 1: Anzeigetafel

Neben der bereits beschriebenen permanenten Erfassung der Energieströme im Gebäude wurden zeitlich begrenzte Untersuchungen zur Behaglichkeit in den Räumen durchgeführt, die Leckage der Fensterlüftungsgeräte bestimmt oder die Schallemission in den Computerkabinetten untersucht.



Bild 2: Behaglichkeitsmessung in einem Computerkabinett

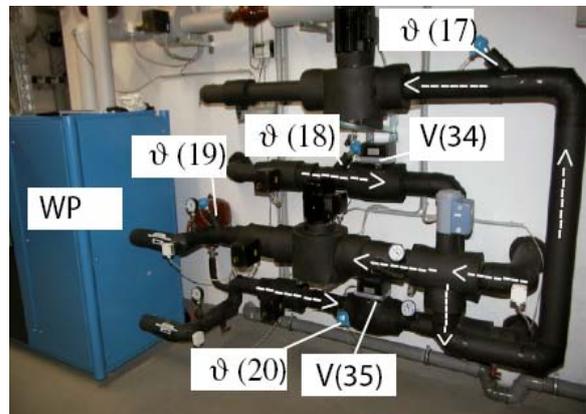


Bild 3: Messwerterfassung an der Wärmepumpe

Ziel dieser Betrachtungen war die Aussage, inwiefern mit dem innovativen Konzept die Kriterien für den Komfort und die Behaglichkeit eingehalten werden können.

Mit Hilfe einer eigens für dieses Projekt erstellten Software war die Auswertung aller erfassten und telefonisch übermittelten Daten möglich. Hier konnten sowohl alle Messwerte wiedergegeben werden, als auch der Verlauf der Energieströme sichtbar dargestellt werden. Auf diese Weise wurde die Diagnose des Zusammenspiels aller einzelnen Komponenten erleichtert.

Die parallele Simulation der Anlagen mit dem Programm Solac unter Verwendung der aufgezeichneten Wetterdaten zeigt die Übereinstimmung mit den gemessenen Temperaturen im Kollektorfeld und der

Absorptionskältemaschine. Auf diese Weise wurden Optimierungspotenziale lokalisiert, die Effizienzsteigerungen ermöglichen.

Untersuchungen zum Einsatz offenerporiger Metallschäume in Latentspeichern zur Klimatisierung von Räumen

Dieses Projekt ist ein Kooperationsvorhaben zwischen der Webasto AG Stockdorf, der m.pore GmbH Dresden und dem ILK Dresden und wurde vom BMWA (PT: PTJ Jülich) gefördert. Der Bearbeitungszeitraum begann im Dezember 2005 und endete gemäß Beantragung im November 2008. Im Ergebnis stehen seriennahe Lösungen für Latentspeicher in der stationären und mobilen Anwendung.

Das wesentliche Ziel dieses Projektes ist die Entwicklung und Nutzbarmachung von Einsatzpotentialen offenerporiger Metallschäume als Trägermaterial in Latentspeichern. Diese sollen für die mobile und stationäre Anwendung entwickelt werden. Der offenerporige Metallschaum bietet aufgrund seiner Struktur hervorragende Voraussetzungen für die signifikante Verbesserung der nutzbaren Wärmeleitung in Verbindung mit den PCM's (Phase Change Materials).

Im Rahmen dieses Kooperationsprojektes waren dieser Sachverhalt und deren technische Nutzung anhand von Grundlagenuntersuchungen im Labor, Anwendungsuntersuchungen an verschiedenen Latentspeichersystemen für die mobile und stationäre Anwendung und durch die Entwicklung geeigneter Fertigungsabläufe für die Metallschaumkerne (bzw. –wärmeübertrager) nachzuweisen.

Im Rahmen der physikalisch-technischen Grundlagenuntersuchungen sind unter Laborbedingungen die für die technische Nutzung wesentlichen Eigenschaften untersucht und teilweise quantifiziert worden.

Das sind

- die Ermittlung des Verbesserungspotentials der nutzbaren Wärmeleitfähigkeit durch den Einsatz von Metallschaum,
- die Ermittlung und Definition von Design- und Qualitätskriterien als Rahmenbedingungen für die Herstellung von Metallschaum-Latentspeichern,
- die Entwicklung geeigneter fester und technisch umsetzbarer Fügeverbindungen zwischen wirksamer WÜ-Fläche und Metallschaum sowie
- die Entwicklung geeigneter Beschichtungen für den Einsatz des Metallschaums in aggressiveren PCM's (z. B. Salzhydrat).

Die offenerporige Metallschaumstruktur in Verbindung mit einer festen Verbindung zur wirksamen Wärmeübertragerfläche verbessert erheblich die nutzbare Wärmeleitfähigkeit des PCM (s.Tabelle). Der Aluminium-Metallschaum ist technisch ausreichend widerstandsfähig gegenüber Wasser und Paraffin. Des Weiteren konnte ein geeigneter Klebstoff für die feste Fügeverbindung gemeinsam mit der m.pore GmbH entwickelt werden.

Tabelle: Verbesserung der nutzbaren Wärmeleitung mit Metallschaumstruktur

Material	Wärmeleitfähigkeit in W/(m K)		Verbesserungsfaktor
	ohne MS	mit MS	
Luft	ca. 0,024	bis zu 5,8	ca. 242
Wasser	ca. 0,57	bis zu 6,9	ca. 12
Eis	ca. 2,20	bis zu 7,4	ca. 3
Paraffin, flüssig	ca. 0,20	bis zu 6,5	ca. 33
Paraffin, fest	ca. 0,20	bis zu 7,0	ca. 35

Latentspeicher - mobile Anwendung

Für die Klimatisierung von LKW-Fahrerkabinen ohne laufenden Motor werden am Markt Latentspeicher mit Wasser als PCM angeboten. In den aktuellen Konstruktionen dienen ummantelte Grafitplatten als Trägermaterial für das Wasser.



Bild 1: Metallschaum-Wärmeübertrager (oben), für Latentspeicher-Prototyp (unten)

Die wesentlichen Verbesserungspotentiale des Metallschaumlatentspeichers (MS-Speicher) liegen

- in einer höheren nutzbaren spezifischen Energiedichte bei gleichbleibendem Volumen,
- in einer verbesserten Betriebsdynamik für das Be- und Entladen (höherer Ausnutzungsgrad),
- in einfacheren Konstruktionen hinsichtlich Material und Geometrie,
- in der Beseitigung des Potentials für Kontaktkorrosionen,
- in der Organisation preiswerterer Herstelltechnologien und geringerer Systemkosten,

- in der Möglichkeit der Entleerung des Speichers bei Nichtnutzung (Gewichts- und Spritersparnis z. B. im Winter)

Die dafür entwickelten Prototypen (Bild 1) haben vergleichbare Abmessungen mit den aktuellen Grafit-Latentspeichern.

Die erreichten Entwicklungs- und Messergebnisse bei der Webasto AG haben alle Erwartungen erfüllt. Der neue MS-Speicher garantiert erheblich länger behagliche Raumtemperaturen im Vergleich zu den aktuellen Grafit-Konstruktionen.

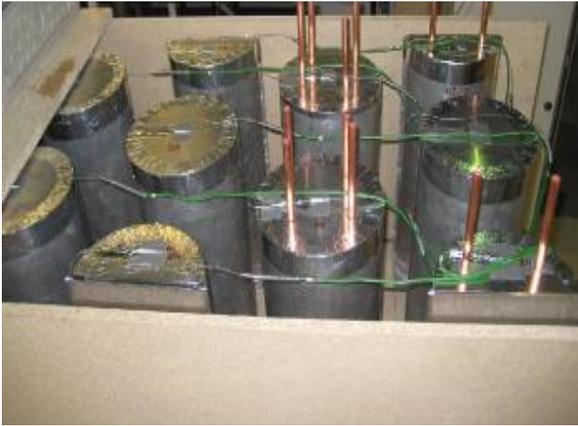
In der aktuellen Bewertung der Wirtschaftlichkeit in der Herstellung ist der MS-Speicher gegenüber den Grafit-Speichern konkurrenzfähig.

Latentspeicher - stationäre Anwendung

Bild 2 zeigt das Ergebnis der Entwicklung von Latentspeichermodulen für die stationäre Anwendung. Diese Zylinder können praktisch in jeder Größe hergestellt und mit Metallschaum sowie Paraffin gefüllt werden. Solche Module sind z. B. in Zuluftkanälen zur Temperierung der Luft einfach installierbar. Eine weitere Anwendung eröffnet sich in der solaren Warmwasserbereitung.

Mit dem Einsatz des offenporigen Metallschaums kann das Verhältnis des Speichervolumens zur wirksamen Wärmeübertragerfläche erheblich vergrößert werden. Bisher bestimmte die schlechte Wärmeleitung des PCM das technisch umsetzbare Speichervolumen. Dieser Nachteil ist mit dieser Konstruktion beseitigt worden.

Die Wirksamkeit eines solchen Systems veranschaulicht Bild 2. Die warme Zuluft wird abhängig von der Registergröße und des Luftvolumenstroms messbar abgekühlt (Entladung des Systems). In den Nachtstunden erfolgt die Aufladung mit kühler Außenluft.



Latentspeichermodule in Registeranordnung

(Anwendung: Lufttemperierung)

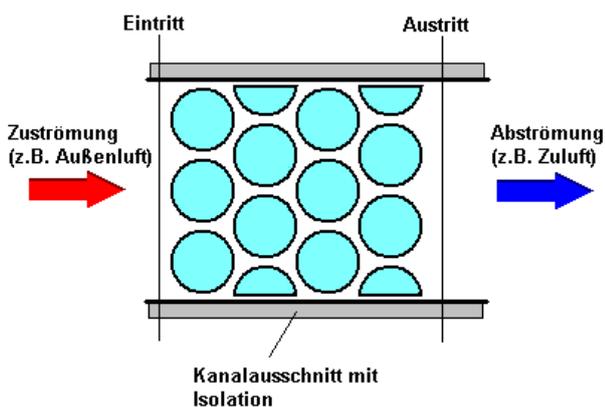


Bild 2: Paraffin-Metallschaum-Zylinder als Speichermodule in Registeranordnung (offenes Latentspeichersystem in Kanälen)

Der Druckverlust infolge Durchströmung des Registers wird durch die Zylindergestaltung auf ein Minimum reduziert. Dafür sind Werte für einen optimalen Zylinder- und Reihenabstand erarbeitet worden.

Die Zielstellungen dieses Kooperationsvorhabens zwischen der Webasto AG, der m.pore GmbH und dem ILK Dresden gGmbH sind vollständig erreicht worden.

Mit Abschluss des Projektes stehen Konzeptionen und Designkriterien zur Verfügung, die Basis für Produkte „Metallschaum-Latentspeicher“ in der mobilen und stationären Anwendung sind.

Wärmeübertrager mit semipermeabler Membran zur Luftentfeuchtung

Der zunehmende Einsatz elektronischer Kommunikations- und Computertechnik führte in den letzten Jahren zu erhöhten Kühllasten in Büro- und Verwaltungsgebäuden. Besonders in denkmalgeschützten Gebäuden fehlt jedoch häufig der Platz für aufwendige Luftkanäle und Anlagenräume zentraler RLT-Anlagen. Daher gewinnen seit einigen Jahren alternative Systeme, wie fassadenorientierte dezentrale Klimageräte mit Kühl- und Trocknungsfunktion, bei denen es jedoch häufig zu Problemen bei der Abfuhr des Kondenswassers kommt, zunehmend an Bedeutung.

Zur Vermeidung von Kondensat wurde ein neuartiger Wärmeübertrager entwickelt, bei dem Wasserdampf aus der Luft durch eine halbdurchlässige Membran diffundiert und von einer Solelösung absorbiert wird. Die Entwicklung des Membran-Wärmeübertragers (MWÜ) erfolgte mit folgenden Zielwerten:

Luft: $\geq 100 \text{ m}^3/\text{h}$ ($32 \text{ }^\circ\text{C}$; 40 \% rel. Feuchte)
 Sole: $14 \text{ }^\circ\text{C}$ Eintrittstemperatur
 Gesamtkälteleistung: 800 W
 Entfeuchtungsleistung: 300 g/h

Umfangreiche theoretische und experimentelle Voruntersuchungen zu thermodynamischen Zusammenhängen, Materialeigenschaften und Membranverarbeitungsverfahren erfolgten zur Eingrenzung und Auswahl von Membran, Sorptionsmittel und konstruktiver Gestaltung des Prototyps.

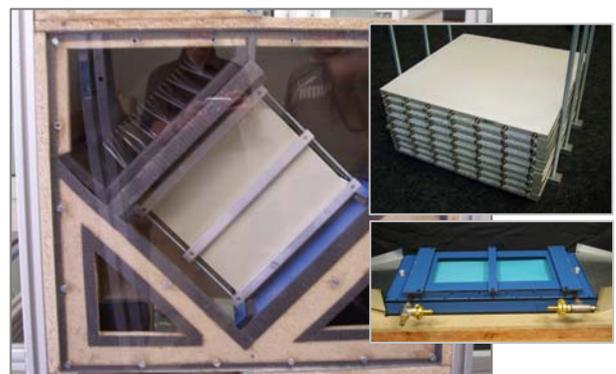


Bild 1: Phasen in der Entwicklung des Prototyps

Wässrige Lithiumchloridlösung ist bezogen auf seine ausgeprägten hygroskopischen, umweltverträglichen, ungiftigen und langzeitstabilen Eigenschaften das vergleichsweise geeignetste Sorptionsmittel für diese Anwendung. Als halbdurchlässige Trennschicht zwischen Sole und Luft wurde eine mikroporöse Flachmembran aus expandiertem PTFE der Firma Gore ausgewählt.

Der Prototyp des MWÜ besteht aus abwechselnd gestapelten 16 Luft- und 15 Solebenen, die jeweils durch eine Flachmembran (GORE™ ID 912050) voneinander getrennt sind. Die Ebenen selbst bestehen jeweils aus einer fluiddurchlässigen Stützstruktur aus porösem, pulverbeschichtetem Kunststoff in einem tragenden Kunststoffrahmen aus Polypropylen. Entsprechend der Auslegung des Prototyps ($\frac{1}{3}$ der Leistung der Zielwerte) wird die gesamte benetzbare Membranfläche von 2,1 m² mit einer 14-gradigen LiCl-Sole (40 % Massenprozent) und einem Luftvolumenstrom von 33 m³/h (32°C, 40 % r.F.) beaufschlagt.

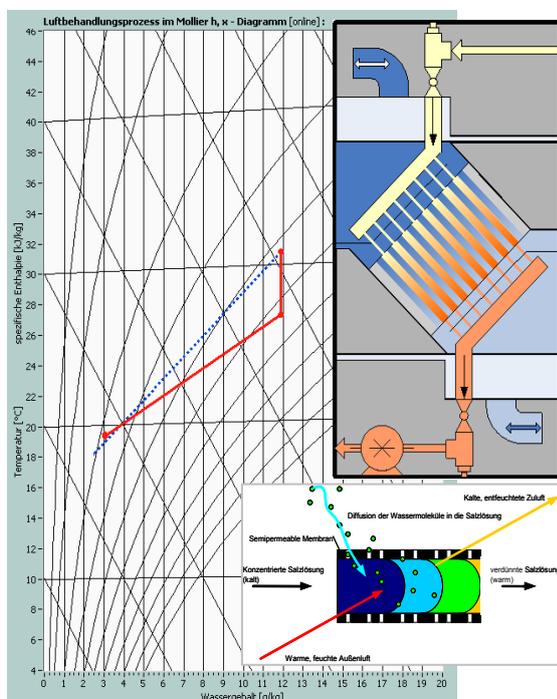


Bild 2: Luftseitiger Prozess, Schema und Funktionsprinzip

Die erreichten Messergebnisse übertreffen teilweise die Erwartungen. Detaillierte Untersuchungen zum Einfluss verschiedener

Eintritts- und Randbedingungen ergeben, dass bereits der in seiner Auslegungsleistung gedrosselte Prototyp die Leistungsanforderung des Entwicklungsziels erreicht. Dabei ist eine deutliche Abhängigkeit der Entfeuchtungsleistung vom Luft-Sole-Massenstromverhältnis zu beobachten ($MR_{\text{Prototyp}} = 0,14 \dots 4,80$). Ein minimales Massenstromverhältnis führt bei maximaler Solekonzentration und maximaler Luft-Sole-Temperaturdifferenz zu maximaler Entfeuchtungsleistung.

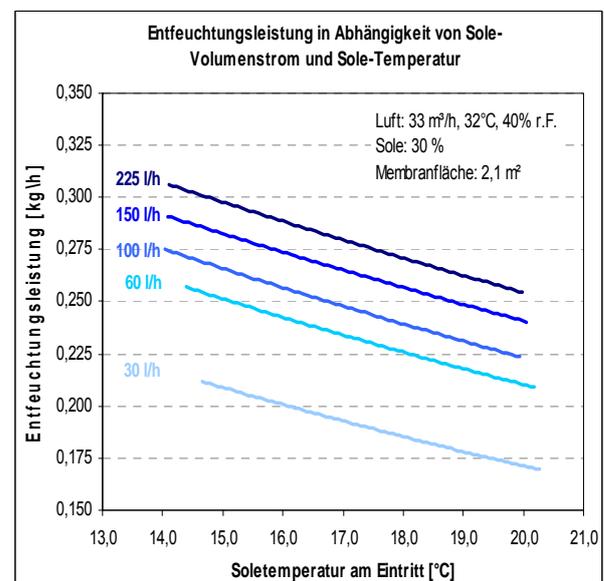
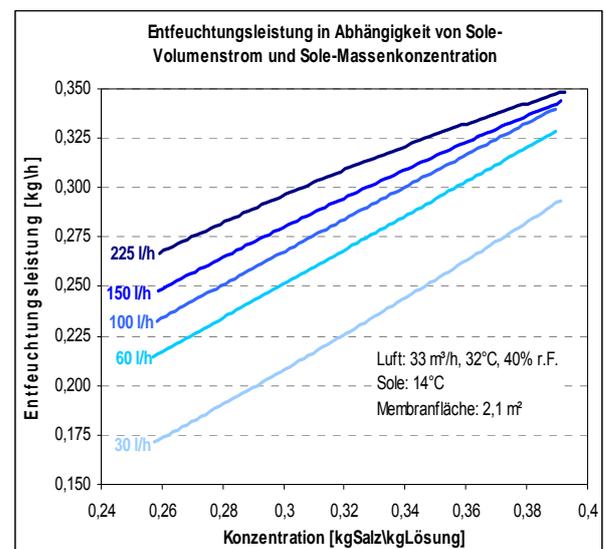


Bild 3: Einflussgrößen der Entfeuchtungsleistung

Die Entfeuchtungsleistung des MWÜ kann durch Variation des Solemassenstromes und der Soleeintrittstemperatur gezielt geregelt werden. Das konstruktiv bedingt

große Solevolumen im Wärmeübertrager führt jedoch auch bei niedrigsten Solemassenströmen zu einem zeitlich ausgedehnten Verdünnungsprozess und demnach zu ausgedehnten Totzeiten bei der Regelung. Unabhängig davon lässt sich bei entsprechend hoher Soletemperatur auch eine für den Winterfall interessante Luftbefeuchtung über die Membran realisieren. Allerdings sind Lufteintrittstemperaturen unterhalb der Kristallisationstemperatur der Sole als kritisch zu betrachten.

Der MWÜ, ergänzt um einen Luftkühler (im Winter Luftheizer) und einen geregelten Bypass mit Abluftwärmerückgewinnung, wird allen Anforderungen an die Raumklimatisierung gerecht. Eine ausgeglichene Regelung ermöglicht alle wichtigen Luftzustandsänderungen und minimiert Totzeiten.

Optimierung von Kühlschlangen

Aktuelle Entwicklungen der Preise der im Wärmeübertragerbau verwendeten Materialien sowie permanent steigende Energiekosten erfordern innovative Konzepte von Wärmeübertragern. Neben Standardtypen von Wärmeübertragern, wie Platten- und Rohrbündelwärmeübertragern, gilt dies auch für Kühlschlangen.

Die klassische Ausführung dieses Typs von Rekuperator besteht aus einem um einen Zylinder gewickelten Rohr. Sowohl Orientierung der Rohrkrümmung als auch Steigung der Wicklung werden konstant gehalten. In dem im Projekt verfolgten alternativen Ansatz wird hingegen eine ständige Änderung der Anordnung der Elemente der Kühlschlangen realisiert (Bild 1). Hintergrund dieser Idee ist es, die Angriffsrichtung der Fliehkraft, welche die Sekundärströmung im Inneren der Kühlschlange antreibt, permanent zu wechseln. Die sich ausbildenden Sekundärwirbel werden dadurch beständig zerstört und es kommt zu einem verstärkten Mischen, welches wiederum zu einem erhöhten Wärmeaustausch führt. Im Rahmen des Projektes wurden umfangreiche Messungen durchgeführt.

Es wurde gezeigt, dass der oben beschriebene Effekt für Reynoldszahlen bis ca. 6000 zu einer signifikanten Erhöhung der übertragenen Wärmemenge führt. In Abhängigkeit von der Reynoldszahl werden Steigerungen zwischen 2 und 20 % erreicht (Bild 2). Die Idee der alternativen Rohrschlangen wurde zum Patent angemeldet.



Bild 1: Alternativ gewickelte Rohrschlange, bestehend aus 180°-Rohrbogen

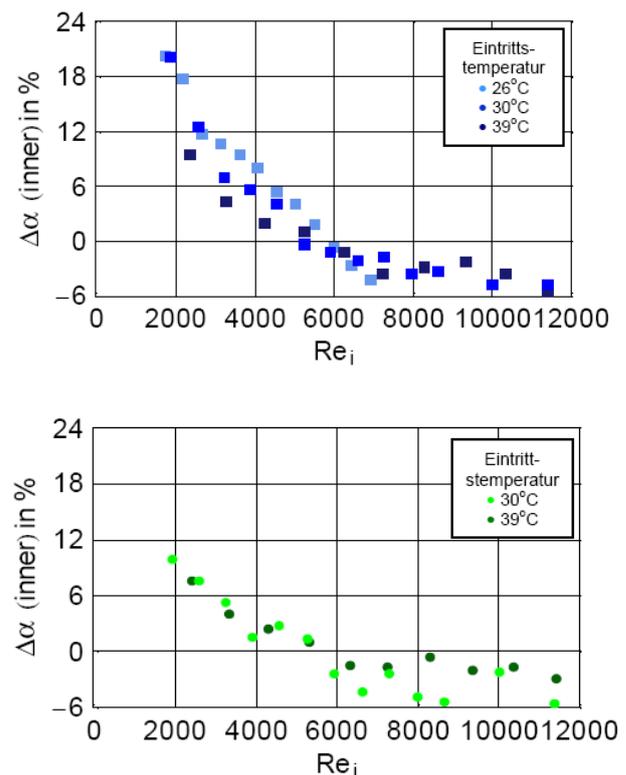


Bild 2: Steigerung des inneren Wärmeübergangskoeffizienten im Vergleich zur klassischen Rohrschlange. Oben: alternative Rohrschlange, bestehend aus 180°-Rohrbogen (siehe Bild 1). Unten: alternative Rohrschlange, bestehend aus 90°- und 180°-Rohrbogen.

Innovative TGA-Planung am ILK

Staatliche Kunstsammlungen Dresden, Erweiterung der Gebäudeautomation

Im Rahmen des Wiederaufbaus des Dresdner Residenzschlosses in mehreren Bauabschnitten wurde für die Steuerung und Regelung von Anlagen der Technischen Gebäudeausrüstung (TGA) ein Gebäudeautomationssystem entwickelt und konzipiert und mit dem Fabrikat EY 3600 (Sauter-Cumulus Baureihe) installiert. Hierbei handelt es sich um ein dezentrales Automationssystem mit verteilter Intelligenz, bestehend aus zahlreichen DDC-Automationsstationen in örtlich, bei den jeweiligen Informationsschwerpunkten installierten Schaltschränken.

Für die Verwendung von Klimadaten beispielsweise für dokumentarische Zwecke besteht bislang kein direkter Zugriff an Arbeitsplätzen von restauratorischen Nutzern der SKD. Aus diesem Grund ist eine Serverapplikation zu installieren, welche einer speziellen Terminalsoftware gestattet, Lesezugriffe auf im Server abgelegte Trenddaten zu nehmen. Für durch die SKD zu benennende Arbeitsplätze oder User (i. d. R. Restauratoren oder Depotverwalter) wird dieser Zugriff im Campus-Netzwerk der Staatlichen Kunstsammlungen unter Berücksichtigung der Konventionen des Netzwerkmanagements eingerichtet.

Um die Grundlagen für sämtliche ausstehende Baumaßnahmen sowie weitere Modernisierungsmaßnahmen zu definieren, ist vor Beginn der Maßnahmen die Erstellung eines Lastenheftes für Gebäudeautomation als globales Dokument zur Nutzung als Richtlinie für die Planung und Modernisierung von Bauvorhaben der Staatlichen Kunstsammlungen Dresden zwingend notwendig.

Ergänzend zu den projektspezifischen Anforderungen definiert das Lastenheft im Wesentlichen folgende Punkte: Verantwortung zwischen Bauherr, Betreiber, Planer und Auftragnehmer, Schnittstellenregelungen (organisatorisch, technisch), Verein-

heitlichung der Ausführung, Normierung der Dokumentation (Funktionen, Bedienung, Kommunikation) sowie qualitätssichernde Maßnahmen für alle Neubau-, Umbau- und Unterhaltsprojekte. Das Lastenheft soll auch Grundlagen zur Umsetzung eines laufenden Energiemonitorings festschreiben.

Im Rahmen der zwingend notwendigen Modernisierung von Anlagenteilen der Automations- und Managementebene im Dresdner Residenzschloss und im Dresdner Zwinger sowie an Bedienplätzen soll eine Konzeption erarbeitet werden, welche unter dem Gesichtspunkt einer einheitlichen technischen Betriebsführung zu einer Steigerung der Energieeffizienz und zur Optimierung der Betriebsführung beispielsweise hinsichtlich des Personaleinsatzes, der Organisation von Wartungszyklen oder der Ersatzteildisposition führt.



Bild 1: Dresdner Residenzschloss

Nur eine Zentralisierung der Betriebsführung erlaubt eine kontinuierliche Optimierung während des laufenden Betriebes der Anlagen. Ziel ist es daher, alle Liegenschaften des Campus der Staatlichen Kunstsammlungen Dresden (SKD) von einer zentralen Leitwarte aus zu verwalten, welche eine Übersicht über sämtliche Anlagenzustände, Alarmer oder Zählstandinformationen aller Objekte des SKD bietet.

Die Projektentwicklung beinhaltet das Aufstellen einer gesamtheitlichen Gebäude- und Anlagenstudie. Dabei steht eine nachhaltige Reduzierung der Energieverbrauchswerte, verbunden mit einer Mi-

nimierung des CO₂-Ausstoßes im Vordergrund. Es ist zu untersuchen, wie eine effizientere Bewirtschaftung des Gebäudekomplexes erfolgen kann. Unter Berücksichtigung neuer regelungstechnischer Konzeptionen soll eine effizientere Nutzung der vorhandenen Anlagen und der Energieträger erreicht werden.



Bild 2: Dresdner Zwinger

Das ILK Dresden wurde beauftragt, weil eigene Forschungsergebnisse und langjähriges Wissenspotenzial unterschiedlicher Fachbereiche der Gebäude- und Energietechnik in das Projekt einfließen sollen.

Aufgrund einer sehr langen Bauzeit sowie der Zergliederung in mehrere Bauabschnitte, verbunden mit verschiedenen technologischen Konzepten, erforderte das Gesamtprojekt eine grundlegende ingenieurtechnische Betrachtung, da keine vollständigen Auslegungsdaten der technologischen Anlagen vorhanden waren. Darüber hinaus fehlten bauphysikalische Daten des Baukörpers selbst. Bei diesen Betrachtungen war der derzeit noch nicht fertig gestellte Gebäudeteil sowie geplante Umnutzungen bereits sanierter Gebäudeflügel zu berücksichtigen. Die zur Verfügung stehenden Optimierungspotenziale wurden untersucht, beschrieben und beurteilt. Dabei wurden steigende Betriebskosten qualitativ bewertet. Darüber hinaus entwickelte das ILK ein Modell zur nutzungsbezogenen Verbrauchserfassung aller relevanten Medienträger als Grundlage für ein Energiemonitoring.

Im Zuge der Bearbeitung konnten Erkenntnisse zur verbesserten bauphysikalischen Gestaltung des Baukörpers gewonnen werden. Auf dieser Basis wurden weiterführende Ideen zur Reduzierung von Heiz- und Kühllasten entwickelt.

Es konnten im Rahmen einer Forschungsstudie erhebliche Energieeinsparpotentiale nachgewiesen werden, welche zu einer nachhaltigen Reduzierung des CO₂-Ausstoßes beitragen.

Durch Erweiterung der vorhandenen Komponenten der Einzelraumregelung bestimmter klimatisierter Nutzungsbereiche um weitere Funktionen, wie Präsenzmeldung, Zeitschaltprogrammen oder logischer Verknüpfungen, wurden gegenläufige, unlogische und energieaufwendige Regelsequenzen unterbunden.

Darüber hinaus beabsichtigt der Auftraggeber die Umsetzung des Energiemonitorings für ein liegenschaftsübergreifendes Benchmarking. Die dabei resultierende wissenschaftlich-technische Innovation führt zur Senkung von Investitions- und Betriebskosten und bildet die Grundlage der Kostensicherheit beim Auftraggeber.

Kältemaschinensystem Sächsischer Landtag Dresden Technische Ausrüstungen

Das ILK untersuchte und veranlasste im Rahmen einer Grundlagenstudie die Durchführung der Nachrüstung von Luftkühleinheiten für die beiden DEC-Anlagen zur zentralen Außenluftaufbereitung am Sächsischen Landtag Dresden. Die Nachrüstungen gewährleisteten insbesondere für den Plenarsaal die Aufwertung des Raumluftzustandes bei schwülwarmen Witterungslagen.

Bei schwülwarmer Witterung führt die zur Luftkühlung genutzte adiabate Befeuchtung in den zuluftseitigen Sprühdüsenbefeuchtern augenblicklich dazu, dass die Zuluft (ZU) die DEC-Zentralgeräte (RLT 1.1a und RLT 1.1b) mit sehr hohen absoluten Luftfeuchten bis zu 18 g/kg (Maximal-

wert Jahr 2008) bzw. bis zu 17 g/kg (Maximalwert Jahr 2007) verlässt.

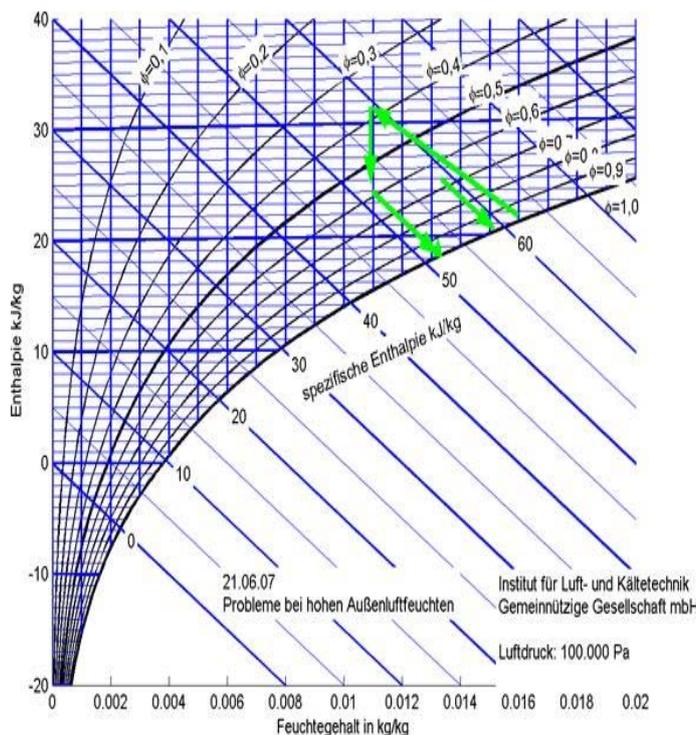


Bild 1: Verlauf der Prozessführung bei schwülwarmer Witterung / DEC-Außenluftaufbereitung – Bestand

Da keine weitere Beeinflussung der absoluten Luftfeuchte in den nachgeschalteten Stellgliedern erfolgt, wird Zuluft mit dieser unzulässig hohen und bauphysikalisch bedenklichen Luftfeuchte u. a. auch in den Plenarsaal eingeblasen. Für diesen Witterungsfall, der in Deutschland gegenwärtig nicht allzu häufig auftritt, wird vorgeschlagen, eine Nachrüstung mit Kühlern zu realisieren.

Bei schwülwarmer Witterung werden die Sprühdüsenbefeuchter außer Betrieb genommen und stattdessen die nachgerüsteten Zuluftkühler bzw. Nachkühler (NK 1.1a und NK 1.1b) in Betrieb genommen. Luftseitig wird dazu die Bypassklappe im Zuluftkanal nach den DEC-Geräten RLT 1.1a und RLT 1.1b geschlossen und die Luftklappe am nachgerüsteten Kühlerteil geöffnet.

Die schwülwarmer Außenluft (i. B. 22°C, 95 % rel. Feuchte) wird dabei, wie beim

DEC-Prozess üblich, zuerst im Sorptionsregenerator unter Aufnahme der Kondensationswärme getrocknet. Anschließend erfolgt die Abkühlung im Wärmeregenerator unter Nutzung des abluftseitigen Kühlpotentials.

Die Zuluft durchströmt dann den nicht in Betrieb befindlichen Zuluftbefeuchter ohne Zustandsänderung und verlässt das Zentralgerät mit einer absoluten Luftfeuchte von ca. 10 g/kg. Diese tritt dann in den nachgerüsteten Kühlerteil ein, wo sie bis auf ca. 17°C sensibel abgekühlt wird.

Die Austrittsfeuchte aus den Kühlern wird dabei auf max. 85 % rel. Feuchte begrenzt. Das Kaltwassertemperaturniveau ist mit 13/19°C dabei deshalb so hoch gewählt, um eine ungewollte Entfeuchtung im Kühlregister weitgehend zu vermeiden, was andernfalls zusätzliche Kälteleistung erfordern würde.

Die abgekühlte Zuluft wird dann durch die dezentral angeordneten Ventilatoren der RLT 1.2 und RLT 1.3 um ca. 2 K erwärmt und strömt über Luftkanäle, die i. d. R. eine weitere Erwärmung um 1 K organisieren, mit einer Zulufttemperatur von ca. 20°C in die versorgten Raumbereiche ein.



Bild 2: Sächsischen Landtag

5. Luftreinigungstechnik

Elektrostatisches Filter für Holzfeuerungsanlagen

In Deutschland ist es seit mehreren Jahren umweltpolitisches Ziel, langfristig auf regenerative Energieträger umzusteigen. Ein Weg zu diesem Ziel stellt dabei die thermische Nutzung von Biomasse als Energieträger dar. Den Hauptanteil davon bildet dabei der heimische Rohstoff Holz. Nach Informationen des BMU betrug der Anteil der Wärmebereitstellung aus regenerativen Energieträgern 2007 ca. 6,6 % am Gesamtwärmeverbrauch. Davon entfallen derzeit 64,1 % auf biogene Festbrennstoffe in den Haushalten. Durch diesen Einsatz wurden 20 Mio. t CO₂ eingespart.



Bild 1: Aufstellung des Abscheiders in einem Privathaushalt bei der Inbetriebnahme durch den Bezirksschornsteinfegermeister

Damit kommt speziell dieser regenerativen Energiequelle bei der Verwendung in Haushalten ein Anteil von 11,6 % der Gesamt-CO₂-Einsparung zu. Dies verdeutlicht das enorme Potential von Festbrenn-

stoffen als regenerative Energiequelle. Als problematisch bei der Verwendung von Holzbrennstoffen stellen sich aber immer wieder die Emissionen der Heizkessel dar.

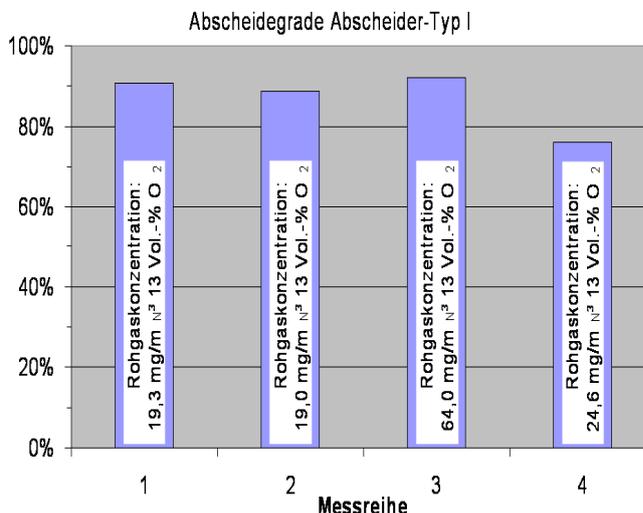


Bild 2: Abscheidegrad des elektrostatischen Abscheiders

Besondere Bedeutung kommt hierbei den Gesamtstaubemissionen zu, welche vor allem bei händisch beschickten Anlagen auf Grund der Verbrennungskinetik teilweise relativ hoch sind. In Bezug auf diese und ähnliche Anlagentypen ergibt sich bei dem Einsatz von Staub-Abscheidetechniken vor dem umweltpolitischen Hintergrund und der relativ hohen Anlagenzahl ein enormes Emissionsminderungspotential.

Ziel des Forschungsvorhabens war daher die Entwicklung eines praxisreifen Staub-Abscheiders für die Ausrüstung von Kleinfeuerungsanlagen. Er wird für den Einsatz von Holzfeuerungen konzipiert und muss sich mit vorhandener oder neu zu installierender Anlagentechnik kombinieren lassen. Die Bearbeitung des FuE-Projektes erfolgt in Kooperation mit der Fa. Kiefel Geräte- und Metallbau GmbH in Seifersbach.

Das ILK Dresden übernahm dabei die Untersuchungen zu Abscheideverfahren sowie die Entwicklung und Konstruktion der Abscheider in Verbindung mit ihrer Erprobung und Messungen zur Leistungsfähigkeit. Der Projektpartner ist für die Ferti-

gung entsprechender Prototypen sowie deren fertigungsgerechte Gestaltung und Serienentwicklung zuständig.

Die mit dem Abscheidersystem während der Praxismessungen erzielten Abscheidegrade liegen bei einer angelegten Hochspannung von 15 kV im Bereich von 64 % bis 81 % (vgl. Bild 2). Der mittlere Abscheidegrad beträgt 72 %.

Innovatives Filtergerät

Stäube, die bei Verbrennungs- und Sublimationsprozessen entstehen, zeichnen sich durch besondere Eigenschaften aus. So liegen die Partikelgrößen fast ausschließlich unterhalb von 1 Mikrometer.

Die Zusammensetzung und Form der Partikel ergibt sich aus dem Sublimations- und Kondensationsprozess. Erfahrungen bei der Bewertung von Feinstaerosolen weisen darauf hin, dass Aerosole aus Verbrennungs- und Sublimationsvorgängen eine spezielle Charakteristik aufweisen, welche durch Eigenschaften wie

- Extremes Haftungsverhalten
- Enges Partikelgrößenspektrum
- Minimale Sinkgeschwindigkeiten
- Starkes Agglomerationsverhalten
- Aggregation im abgeschiedenen Zustand
- Komprimierung auf Filtermedien

gekennzeichnet sind.



Bild 1: Biomasse-Heizwerk

Daraus resultieren besondere Anforderungen an Abscheideverfahren, welche bei der Konzeption und beim Betrieb von Abscheidern zu berücksichtigen sind. Für Anlagen des Geltungsbereiches der 1. Bundesimmissionsschutzverordnung (BImSchV), zuletzt geändert im Juli 2001, steht in diesem Zusammenhang eine Novellierung an.

Damit werden zukünftig auch höhere Anforderungen an die Entstaubung von Holzfeuerungen gestellt. Traditionelle Verfahren der Emissionsminderung, wie z. B. Zyklone, scheiden praktisch aus. Für eine Einhaltung der zukünftigen Emissionsgrenzwerte sind hier aber Abscheideeinrichtungen vorzusehen.

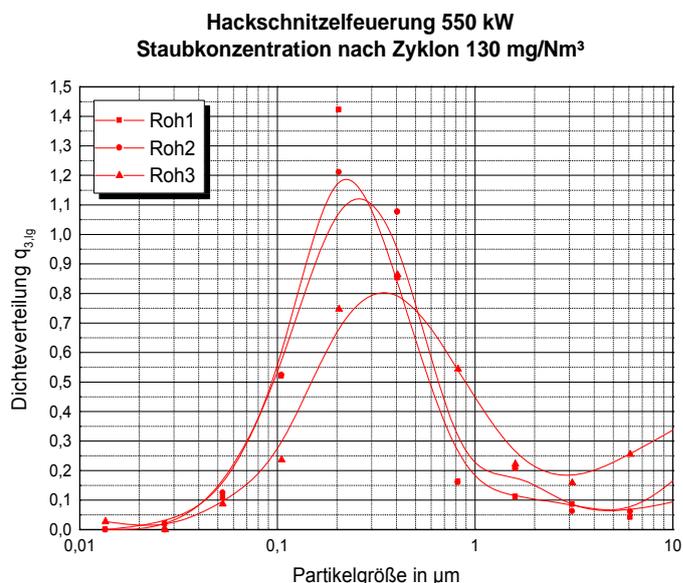


Bild 2: Partikelgrößenverteilung und Staubkonzentration an einer Biomasse-Feuerung

Bild 2 zeigt hier eindrucksvoll, dass auch das Maximum der Partikelgrößenverteilung bei 0,2 µm liegt. Der zukünftige Staubgrenzwert soll bei 100 mg/Nm³ liegen.

Daher wurde ein Kooperationsprojekt im Rahmen des PROINNO II-Programms der AiF gemeinsam mit der ETS GmbH bearbeitet mit dem Ziel, eine Abscheiderlösung für diese Stäube zu entwickeln.

Die Lösung der Aufgabe beinhaltet die komplexe Anwendung neuester material-, geräte- und verfahrenstechnischer Entwicklungen auf den Einsatzfall abgestimmt.

Das neue Filtergerät ist dabei vor allem durch den Einsatz der 3 folgenden Aspekte gekennzeichnet:

- Polfaservlieswirkstoff aus temperaturbeständigen Fasern mit einer hohen filtertechnischen Leistungsfähigkeit bezüglich Druck- und Abscheideverhalten,
- Kompaktfilterelement in Multi-Taschenform,
- energieeffiziente Druckluftregenerierung mit praxisorientierter Regenerierung.

Die zu erstellenden Versuchsmuster des Filtergerätes sind für den Einsatz nach einem Biomassekessel und einer Leistung oberhalb von 100 kW vorgesehen. Es gelten dabei folgende Bedingungen und Vorgaben:

- Betriebstemperatur: 180 °C - 200 °C
- max. Einsatztemperatur: 240 °C
- Nennluftstrom: 500 m³h⁻¹
- Rohluftstaubkonzentration: 300 mgm⁻³
- Reinluftstaubkonzentration: ≤ 10 mgm⁻³
- max. Druckdifferenz: 250 Pa



Bild 3: Aufbau des Polfaservlieswirkstoffes Hycoknit®

Als Filtermaterial für das Filtergerät wird ein Polfaservlieswirkstoff mit der Bezeichnung Hycoknit® verwendet, der im Sächsischen Textilforschungsinstitut e.V., Chemnitz, entwickelt wurde. Auf Basis dieses Herstellungsverfahrens wurde ein neues

Filtermaterial entwickelt, welches durch eine hochvoluminöse Schicht aus in Maschinen gebundenen Faserbündeln an der Anströmseite (Poltschicht) und eine feinporige dünne Vlieschicht aus verwirbelten Feinfasern an der Abströmseite (Verdichtungsschicht) gekennzeichnet ist.

Bild 3 zeigt den Aufbau des Polfaservlieswirkstoffes Hycoknit. Die hergestellten Hycoknitvarianten in einer ersten Variante als Grundfasermaterial, die PPS-Faser (Procon, Torcon) und als Zumischung die PTFE-Faser (Profilen). Durch die Zumischung werden die Filtermaterialeigenschaften bezüglich der Beständigkeit gegen die Chemikalien verbessert. Die übrigen Varianten besitzen als Grundfasermaterial die PI-Faser (P 84) und als Zumischung die PTFE-Faser (Profilen). Für das Kompaktfilterelement wurde eine Multitaschenform entwickelt, gekennzeichnet durch folgende Eigenschaften:

- Taschenfilter in Multitaschenform mit innen angeordnetem Stützkorb und Dichtbund
- Einzeltaschen in abgerundeter Keilform,
- Hauptabmessungen zum Taschenfilter
 - B/H/T: 560 mm/560 mm/750 mm
 - Anzahl der Einzeltaschen: 6
 - Filterfläche: 5 m².



Bild 4: Filterelement

Für das entwickelte Heißgasfiltergerät zur Reinigung der Abgasströme aus Biomassekesseln erfolgte der Bau eines Funktionsmodells und dessen Erprobung am Kessel-Prüfstand im ILK Dresden.

Die Erprobung ergab für die Feuerungsversuche mit Pellet-Brennstoffen aus Holz und Stroh überraschend gute Ergebnisse.

Es wurde ein gutes Regenerierungs- und Filtrationsverhalten bei geringen Druckdifferenzen des Filtermaterials erreicht. Bild 5 zeigt exemplarisch das Betriebsverhalten.

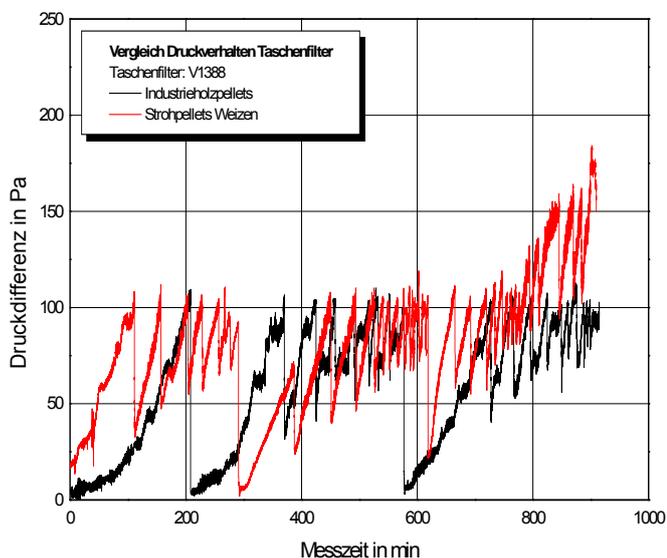


Bild 5: Regenerierungsverhalten

Das Verwertungskonzept der Projektergebnisse beinhaltet eine Zusammenarbeit der Projektpartner ETS GmbH und ILK Dresden mit einem Biomassekesselhersteller mit dem Ziel von Herstellung und Vertrieb zukunftsorientierter Biomasseverbrennungsanlagen mittlerer Leistung.

Die Anlagen sollen preisgünstig und kompakt sein sowie einen stabilen Betrieb mit Staubemissionen unter 10 mgm^{-3} garantieren. Eine entscheidende Rolle bei der Umsetzung wird dabei die Gestaltung der künftigen gesetzlichen Rahmenbedingungen einnehmen.

Nachweis von Aerosolen durch Schwingquarze

Neue Erkenntnisse zur gesundheitlichen Wirkung luftgetragener Partikel und die Absenkung von Grenzwerten für Stäube und Aerosole verlangen neue geeignete und preiswerte Messtechnik, insbesondere für Überwachungsaufgaben.

Einen Beitrag hierzu kann die Schwingquarztechnik liefern, bei welcher an der Schwingquarzoberfläche angelagerte Aerosole zur Verschiebung der Resonanzfrequenzen (Messsignal) führen.

In dem durchgeführten Forschungsvorhaben sollten grundlegende physikalische Prozesse bei der Anlagerung kleinster Aerosolbestandteile auf Schwingquarzoberflächen untersucht werden.

Bei der Anlagerung von Aerosolen auf Schwingquarzoberflächen ist mit verschiedenen Einflüssen, wie Taupunkt, Aerosolgröße, Oberflächenspannung, Temperatur, Feuchte für die konventionell massenbedingte Frequenzverschiebung der Schwingquarze zu rechnen.

Als künftige Einsatzgebiete in den verschiedenen Wirtschaftszweigen lassen sich erkennen:

- Sonde zum Nachweis geringer Staubkonzentrationen bei
 - Anlagen zur Reinfluftrückführung (Holzindustrie, Lederindustrie, Maschinenbau, Textilindustrie)
 - mobilen Staubabscheidern, z. B. Industriestaubsaugern ohne Abluftführung (in allen Industriezweigen mit Stauberzeugung)
- Sonde zum Nachweis von Öl- und Emulsionsnebel bei
 - der Reinfluftrückführung (metallverarbeitende Industrie, Fahrzeugbau)
- Sonde zum Nachweis von Einzelpartikeln und Tropfen in der
 - Reinraumtechnik (Chipherstellung, Arzneimittelherstellung, OP-Räume, Raumfahrt)

- Zuluft von sensiblen Prozessen (Gasturbinenkraftwerke, Lackierereien)
- Kontroll- und Überwachungsmessungen für kurze Zeiträume
- Ermittlung von Emittenten aus der Zusammensetzung der abgeschiedenen Aerosole .

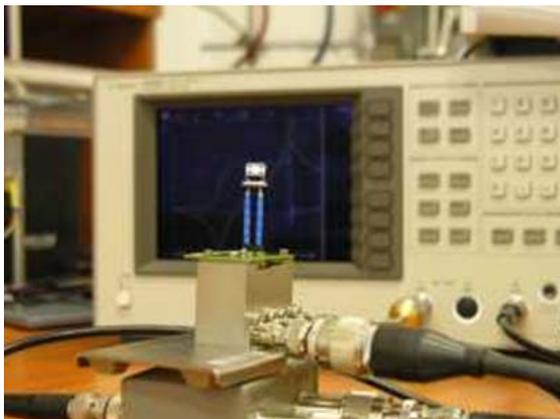


Bild 1: Adaption der Anschlussplatine an den Pi-Netzwerkadapter (oben) und des Pi-Netzwerkadapters (inklusive Quarz) an den Netzwerkanalysator (unten)

Wird der Schwingquarz belegt, führt dies zu Änderungen seines Impedanz- und Phasenganges. Das akustische Lastkonzept führt den Einfluss der akustischen Last auf messbare Größen (Δf und ΔR) zurück und liefert u. a. Lösungen für die Spezialfälle der Belegung des Schwingquarzes für starre Schichten und Newtonsche Flüssigkeiten.

Die Frequenzverschiebungen sollen zeitlich so aufgelöst werden, dass statische und dynamische Anlagerungen unterschieden werden können. Dafür wurden

auch die Oberschwingungen sowie die Dämpfung untersucht. Daraus sind für bestimmte Anwendungsfälle Schlüsse auf die Art und die Eigenschaften der Luftverunreinigungen möglich.

Für die Versuche zum Verhalten der Aerosole auf Schwingquarzen wurde der Einsatz drei verschiedener disperser Systeme (Flammenruß, Salz, Öl-Tropfen), die sich nach Form und chemischer Zusammensetzung unterscheiden, vorgesehen.

Die genannten Aerosole können durch die vorhandenen Aerosolgeneratoren in ähnlicher Partikelgrößenverteilung und Konzentration generiert werden und bieten somit die Möglichkeit zum direkten Vergleich.

Im Rahmen der Untersuchungen wurden die angeführten Aerosole in unterschiedlichen Konzentrationen bei einer konstanten Strömungsgeschwindigkeit von 1,4 m/s analysiert.

Hierbei wurden die Impedanz- und Phasenspektren sowie der Verlauf der LCR-Parameter bei der 1. und 3. harmonischen Schwingung aufgezeichnet. Parallel hierzu erfolgte die Partikelanalyse mittels Mobilitätsspektrometer (Bild 2).



Bild 2: Messanordnung im ILK

In der Analyse der Messdaten zeigte sich, dass es abhängig von der Art des Aerosols und dessen Konzentration und Einwirkzeit zu einer Verschiebung der Impedanz und der zugehörigen Phase in der Frequenz und in der Signalhöhe kommt.

Die Abschwächung der Signalhöhe ist ein Maß für die Dämpfung D [$D=(f_0-f_1)/f_0$], welche durch Schwingungsverluste infolge der Anlagerung von Tropfen verursacht werden kann.

Diese Signalverringerng zeigt zumeist parallel eine Signalverbreiterung, welche durch die Halbwertsbreite dargestellt werden kann.

Die Frequenzverschiebung Δf zum Ausgangssignal gibt die Schwingungsdämpfung durch Massebelegung des Quarzes an. Weiterhin kann das Intensitätsverhältnis zwischen 1. und 3. harmonischer dargestellt werden.

Um die einzelnen Abhängigkeiten besser zu veranschaulichen, wurde die Darstellung sogenannter Radarplots gewählt. Bild 4 zeigt ein typisches Ergebnis.

Es können charakteristische Merkmale für die einzelnen Stoff-Komponenten herausgearbeitet werden. Dazu wurden sowohl die Grundlagen bezüglich Hardware als auch der Software geschaffen werden.

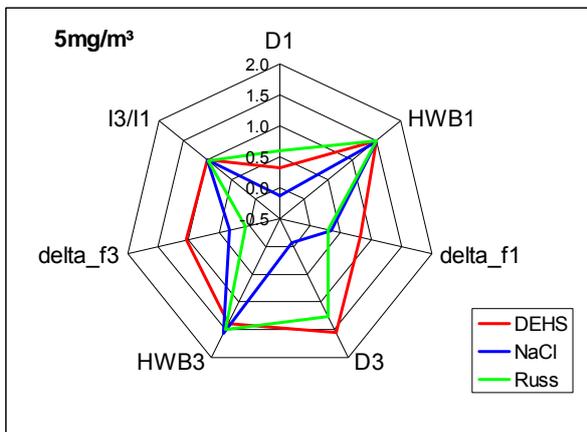


Bild 4: Radarplot für Öl, Salz und Flammenruß bei Konzentration 5mg/m^3

Durch die Umsetzung der Forschungsergebnisse im Anschluss an das durchgeführte Vorhaben sind Beiträge in zwei Richtungen beabsichtigt und zu erwarten:

- Umsetzung in eine gerätetechnische Applikation, Produktverkauf,

- Nutzung der Sensortechnik, verbesserte Prozesssicherheit, verbesserte Produkte.

Lufotechnische Ingenieurleistungen für die Industrie

Luftduschen arbeiten mit hohen Luftwechselraten, um in möglichst kurzer Zeit das Kammervolumen auf das beabsichtigte Reinraumniveau aufzureinigen. Dabei werden Luftwechselzahlen oberhalb von 1500 h^{-1} realisiert.

Mit Standard-Messverfahren der Reinraumtechnik ist in diesem Strömungsbereich die Nachweisführung problematisch, da die Abklingfunktion sehr schnell zu ermitteln ist. Die übliche Nutzungszeit für das Verwenden der Schleuse beträgt weniger als eine Minute. Dies ist allerdings die übliche Messzeit für ein Messintervall im Reinraumbereich.

Damit kann eine Zeitfunktion der Reinigungsleistung nicht dargestellt werden. Mittels neuartigem Messverfahren unter Einsatz des im ILK Dresden entwickelten TSD-Sensors konnten lufotechnische Kriterien für die Funktionsüberprüfung von Luftduschen definiert werden.



Bild 1: Messaufbau in Luftdusche

Im Ergebnis der Messungen konnten Qualitätskriterien für Luftduschen aufgestellt werden.

Der Vergleich der Anstiegsfunktionen führt zu den Aussagen, dass die Reduktion der Partikel in der Dusche von der umgewälzten Luftmenge abhängig ist und eine Grenzkonzentration schon nach etwa 30 Sekunden erreicht wird.

Weiterentwicklung und Normprüfung von Pellet-Kesseln

Als normative Grundlage für Untersuchungen von Heizkesseln eignet sich die Europäische Norm EN 303-5 („Heizkessel - Teil 5: Heizkessel für feste Brennstoffe, hand- und automatisch beschickte Feuerungen, Nenn-Wärmeleistung bis 300 kW - Begriffe, Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung“, Juni 1996).

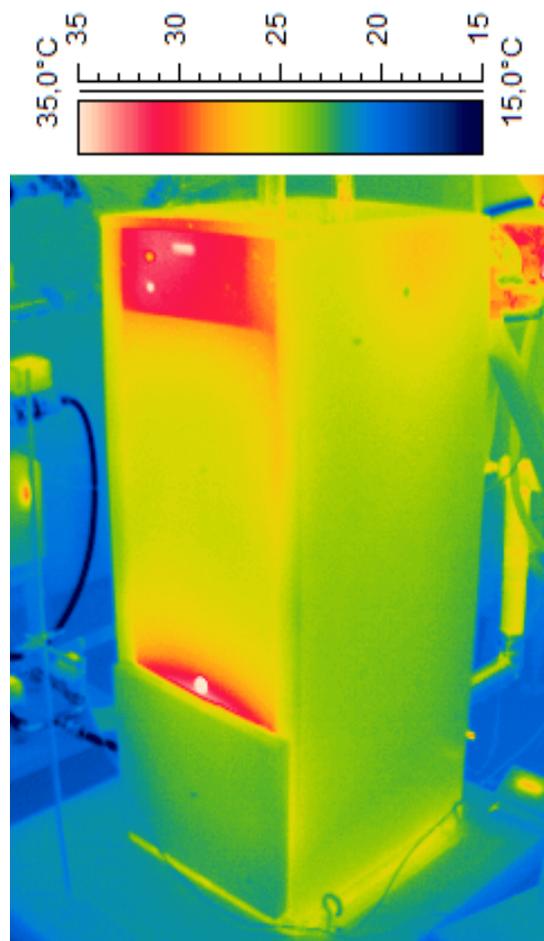


Bild 2: Thermographie-Aufnahme

Sie liefert grundlegende Aussagen zum Versuchsaufbau und Randbedingungen während der Versuche.

Gesamtstaubkonzentration [mg/m_N^3 i.tr.Abg. 10 Vol.-% O_2]

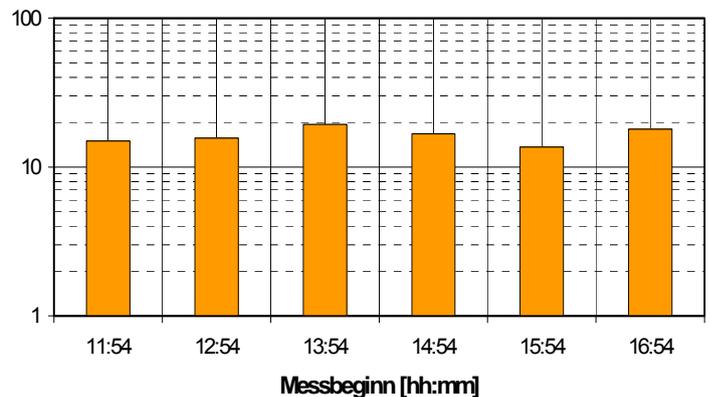


Bild 3: Minimale Staubkonzentrationen im Ergebnis der Optimierungen

Der Kesselprüfstand des ILK Dresden ist danach aufgebaut und ermöglicht sowohl die Ermittlung des direkten Kesselwirkungsgrades als auch die Charakterisierung der bei der Verbrennung entstehenden Emissionen.

Durch systematische Untersuchungen mit modernster Messtechnik konnte der Wirkungsgrad erhöht (Bild 2) und die Staubemission abgesenkt werden (Bild 3).

Die Messungen des ILK Dresden werden vom BAFA anerkannt.

6. Angewandte Neue Technologien/ Werkstoffe/ Messtechnik

Neue Low-GWP-Kältemittel

Das Forschungsvorhaben beschäftigt sich mit neuen Kältemitteln, die nur im geringen Maße zur Erhöhung des Treibhauspotentials beitragen. Dabei sind die natürlichen Kältemittel basierend auf Kohlenwasserstoffen und Kohlendioxid eine sinn-

volle Alternative zu den bisherigen halogenierten Kältemitteln.

Da die gesamte Palette der Kohlenwasserstoffe viele Kombinationsmöglichkeiten zur Erstellung von Kältemittelgemischen bietet, musste zunächst eine Auswahl nach verschiedenen thermodynamischen und kältetechnisch relevanten Kriterien getroffen werden, um ein Gemisch zu erhalten, was gegenüber seinen Einzelkomponenten Vorteile aufweist. Aus diesem Grund fiel die Wahl auf ein Gemisch bestehend aus einer nichtbrennbaren und einer brennbaren Kältemittelkomponente. Eine Kombination aus Propylen und Kohlendioxid scheint eine sinnvolle Verknüpfung der Eigenschaften im Gemisch darzustellen. Zum einen wird die Brennbarkeit des Propylens durch Zumischen einer nichtbrennbaren Komponente zurückgedrängt, andererseits wird die für viele kältetechnischen Anwendungen zu niedrige kritische Temperatur des Kohlendioxids im Gemisch angehoben. Ein Gemisch aus 25 % Propylen in Kohlendioxid ist aus kältetechnischer Sicht eine optimale Mischung. Die zwei Stoffe sind miteinander beliebig mischbar, die kritische Temperatur der angegebenen Mischung liegt ~ 13 K über der des reinen Kohlendioxids. Zudem wird die Brennbarkeit des Propylens im Gemisch auf einen Wert reduziert, der eine Eingruppierung als Kältemittel in die Gruppe A2 zulässt. Der GWP-Wert des Gemischs kann mit ~ 3 angegeben werden.

Inhalt des Projekts waren nunmehr die thermodynamische Untersuchung und Bestimmung von kältetechnischen Parametern zur Vorbereitung kältetechnischer Anwendungen dieses Gemisches. Da bei kältetechnischen Anwendungen das Verhalten der Öle im Kältekreislauf eine wesentliche Rolle spielt, wurden in die Untersuchungen ein PAG-Öl Reniso ACC46 und ein POE-Öl Reniso C85E einbezogen. Diese Öle werden bereits für auf Kohlendioxid basierende kältetechnische Anwendungen eingesetzt.

Die experimentellen Untersuchungen erfolgten zunächst mit der Zielsetzung, die

Transporteigenschaften der Kältemittel-Öl-Gemische zu charakterisieren und diese mit den Eigenschaften des reinen Kohlendioxids zu vergleichen. So wurden die Gemischdichten, Dampfdrucke, Viskositäten und die Mischbarkeit mit den Ölen im Temperaturbereich von -30 °C bis 60 °C untersucht. Wesentliche Änderungen im Vergleich zu reinem Kohlendioxid zeigen sich bei der Mischbarkeit mit den Kältemaschinenölen. Der Einfluss von Propylen im Gemisch führt zu deutlich größerer Mischbarkeit mit den Ölen, wie in den Bildern 1 und 2 dargestellt. Dies stellt einen Vorteil für die Ölrückführung in kältetechnischen Kreisläufen dar.

Neben den rein thermodynamischen Betrachtungen sind für den Einsatz von Kältemitteln jedoch auch Kenntnisse erforderlich, welche die Kompatibilität mit Werkstoffen in Kältekreisläufen betreffen. So zeigen Sealed Tube Tests, die in Form von Autoklaventests bei 175 °C über 1000 h durchgeführt wurden, dass das Kältemittelgemisch nicht mit dem verwendeten POE-Öl kompatibel ist. Wie nachgewiesen werden konnte, kommt es zur Reaktion des Propylens mit Komponenten der Öl-Additive, was zu nichtakzeptablen Veränderungen im Öl führt. Beim selben unadditvierten POE-Öl konnte unter gleichen Versuchsbedingungen das Verhalten nicht verifiziert werden.

Weitere Kompatibilitätsuntersuchungen erfolgten mit den Elastomermaterialien EPDM, HNBR und FKM bei einer Temperatur von 140 °C über 500 h und mit Kunststoffen der Materialien PBT, PET und PA bei einer Temperatur von 100 °C ebenfalls über eine Zeit von 500 h. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass bis auf das HNBR-Material alle anderen untersuchten Elastomer- und Kunststoffe für den Einsatz mit dem Kältemittelgemisch geeignet sind.

Vergleichende Untersuchungen hinsichtlich tribologischer Eigenschaften wurden an den Kältemittelgemisch-Öl-Gemischen und an den Kohlendioxid-Öl-Gemischen durchgeführt. Diesbezügliche Untersuchungen erfolgten an einem Almen-

Wieland-Prüfstand zur Ermittlung der Fresslast als Parameter für das Tragvermögen der Öl-Kältemittel-Gemische sowie der Reibwert bei konstanter Last. Sowohl bei dem PAG-Öl als auch bei dem POE-Öl tritt durch den Zusatz von 25 % Propylen zum Kohlendioxid eine geringfügige Verringerung der Fresslast auf. Die Reibwerte verringern sich vergleichsweise zum reinen Kohlendioxid um 8 – 10 %.

Es kann eingeschätzt werden, dass nach bisherigem Erkenntnisstand das Kältemittelgemisch Eigenschaften aufweist, die einen sinnvollen Einsatz in Kältemaschinenkreisläufen ermöglichen.

Durch die Bearbeitung des Themas wurden am ILK wertvolle Erfahrungen auf den folgenden Gebieten gewonnen:

- Erweiterung bestehender thermophysikalischer Untersuchungsmethoden auf höhere Drucklagen des Kohlendioxids
- Neue Erkenntnisse zum Mischungsverhalten von Kohlenwasserstoff-Kohlendioxid-Gemischen mit Kältemaschinenölen
- Kompatibilität von Elastomeren und Kunststoffen gegenüber dem Kältemittelgemisch
- Tribologische Erkenntnisse zum Verhalten von Propylen-Kohlendioxid-Gemisch mit den eingesetzten Kältemaschinenölen.

Der bisher positive Ausgang der Untersuchungen führte zu einer Patentanmeldung des Propylen-Kohlendioxid-Kältemittelgemischs. Es werden Interessenten und Lizenznehmer für die Qualifizierung und Nutzung des innovativen Kältemittels gesucht.

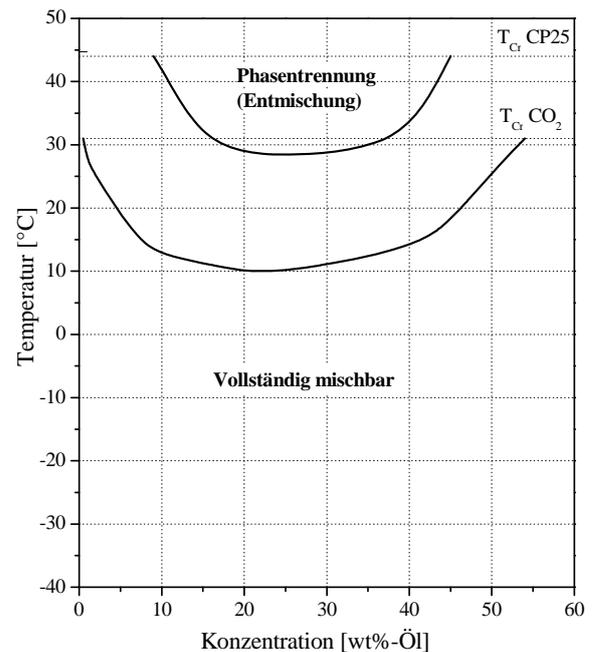


Bild 1 Mischungslücke mit POE-Öl (Vergleich Kältemittelgemisch mit reinem CO_2)

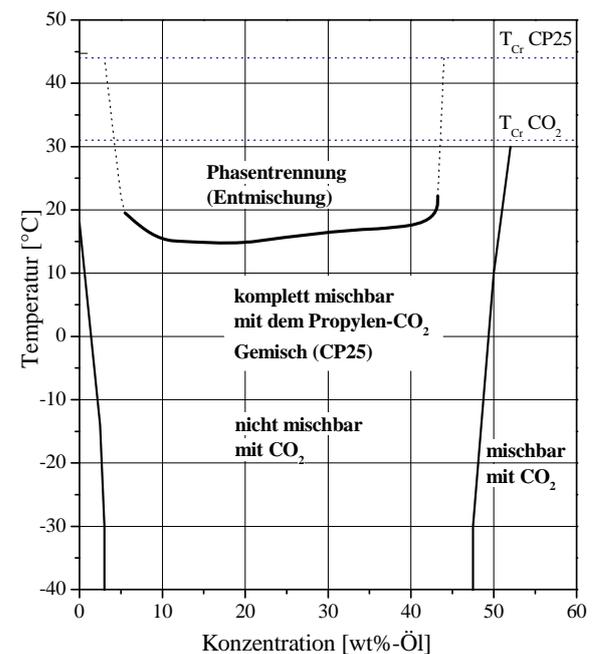


Bild 2: Mischungslücke mit PAG-Öl (Vergleich Kältemittelgemisch mit reinem CO_2)

Emissionsverringern an PKW-Klimaanlagen

PKW-Klimaanlagen sind an der Emission treibhauswirksamer Kältemittel in die Atmosphäre im Vergleich mit stationären Kälte- oder Klimasystemen überdurchschnittlich hoch beteiligt. Das ist nicht al-

lein auf Kältemittelverluste infolge von Verkehrsunfällen zurückzuführen, sondern eher auf konstruktive Besonderheiten, den spezifischen Montageprozess sowie die im normalen Fahrbetrieb auftretenden Belastungen.

Der Gesetzgeber hat reagiert und mit der Richtlinie 2006/40/EG scharfe Grenzwerte u. a. in Form einer zulässigen Gesamtleckrate von 40 g R134a pro Jahr für PKW-Klimaanlagen (ein Verdampfer) erlassen.

Um der Automobilindustrie Unterstützung bei der Einhaltung dieser Richtlinie geben zu können, wurde am ILK Dresden das Projekt „Verbesserung der Dichtheit von PKW-Klimakreisläufen“ ins Leben gerufen.

Ziel des Projektes ist es, Verständnis für das Dichtheitsverhalten von PKW-Klimaanlagen als kompakte, mobile Kälteanlage mit breitem Regelbereich und hohem Ölanteil zu entwickeln.

Dazu erfolgten Prüfstandsmessungen (Bild 1), bei denen Klimaanlagen an verschiedenen Stellen mit Testlecks präpariert und deren Leckagen messtechnisch unter verschiedenen Betriebszuständen erfasst wurden. Die Messungen bestätigten den starken Einfluss des Öls. Der Kontakt von Lecks mit Öl führt zu einer starken Verringerung der Leckrate.

Diese Verringerung ist jedoch nur vorübergehend. Als Beispiel sei hier die Flüssigleitung genannt. Bei Stillstand des Fahrzeugs bzw. der Klimaanlage sammelt sich dort reichlich Öl an, das dementsprechend Lecks an der Flüssigleitung „verschließt“. Wird die Anlage gestartet, strömt warmes, flüssiges Kältemittel durch die Leitung und wäscht das Öl aus den Lecks aus, die daraufhin voll wirksam werden.

Dieser Fakt muss bei der Entwicklung einer effektiven Dichtheitsprüftechnologie Berücksichtigung finden.



Bild 1: Prüfstand für Messungen an PKW-Klimaanlagen

Einen weiteren Schwerpunkt bildet die konstruktive Verbesserung der Montagestellen. Gegenwärtig sind die Verbindungen, die erst während der Endmontage des Fahrzeugs hergestellt werden, in ihrer konstruktiven Gestalt vor allem auf einen wirtschaftlichen Montageprozess ausgerichtet. Diese Wirtschaftlichkeit sollte bei einer technischen Optimierung der Dichteigenschaften beibehalten werden.

Als Schwachstelle wurde der radial verspannte O-Ring der Blockverschraubung erkannt. In einem neu gestalteten Block wurde eine axiale Verspannung des O-Rings realisiert, ohne den Block in seiner äußeren Form und somit seine Montageeigenschaften wesentlich zu verändern.

Dritter Schwerpunkt des Projektes wird die Entwicklung einer Prüftechnologie sein, mit der die Einhaltung der Richtlinie 2006/40/EG von den Fahrzeugherstellern tatsächlich überprüft werden kann. Gegenwärtig eingesetzte Methoden sind i. d. R. nicht empfindlich genug, um Leckraten der Größenordnung 40 g R134a pro Jahr zu erkennen. Mit dem Aufbau verschiedener Messsysteme werden gegenwärtig Konzepte für verbesserte Dichtheitsprüfungen erprobt.

MPP-Frequenzumrichter für Photovoltaikinselsysteme

Für die autarke Energieversorgung von Kompressionskälteanlagen oder anderen Antrieben aus erneuerbaren Energien, speziell Photovoltaikgeneratoren (PV), ist es vorteilhaft, die Kälteleistung entsprechend der Fluktuation der Quelle zu variieren, da dadurch die elektrische Energiespeicherung minimiert bzw. vermieden werden kann.

Dazu wurde eine spezielle Konfiguration auf Basis eines industriellen Frequenzumrichters entwickelt. Voraussetzung für den direkten Betrieb von Standardfrequenzumrichtern an Photovoltaikgeneratoren ist die Implementierung der erforderlichen Regelungstechnik für den angepassten Betrieb.

Über die Steuerung der Frequenz des Antriebsmotors erfolgt die Anpassung an das vorhandene Energieangebot und die Einstellung des Arbeitspunktes entsprechend des Maximum-Power-Points (MPP) des Photovoltaikgenerators. Neben dieser Hauptfunktion wurde die Koordinierung der erforderlichen sekundären Bauteile, wie Lüfter, Pumpen, Magnetventile ebenfalls in den Frequenzumrichter integriert. Als Option wurde die Kopplung mit einer Batterie untersucht und eine neuartige Lösung umgesetzt.



Bild 1: Labortest mit Thermokammer

Das neue Energieversorgungssystem mit dem entwickelten MPP-Frequenzumrichter wurde im Labor mit einem PV-Simulator

getestet. Es erfolgte die Optimierung der Regler und Steuerungsroutinen im Hinblick auf das Verhalten bei starken Fluktuationen der Energieversorgung unter Beachtung der Anforderungen des Kältekreislaufes. Der MPP-Frequenzumrichter kann auch zur Versorgung von Wasserpumpen eingesetzt werden.

Zur Optimierung für diesen Einsatzfall wurde das System unter realen Bedingungen mit einer Brunnenpumpe als Verbraucher erprobt. Das komplette Energieversorgungssystem mit Batteriekopplung wurde in einer autarken Anlage zur Kühlung mit PV-Energie aufgebaut und getestet.



Bild 2: Test beim Einsatz in einem autarken Kühlcontainer

Im Ergebnis liegt ein optimiertes Energieversorgungssystem für autarke Antriebslösungen mit photovoltaischer Speisung vor. Wesentlicher Vorteil dieses Systems ist die optimale Ausnutzung der verfügbaren Energie. Durch den Einsatz industrieller Frequenzumrichter als Basis sind kostengünstige Lösungen für autarke Anlagen realisierbar.

Die Überführung des Ergebnisses in die industrielle Anwendung wird zurzeit vorbereitet. Nach Abschluss des Vorhabens erfolgt eine Veröffentlichung in Form eines Vortrages auf dem Symposium „Small PV-Applications“ (Ulm, 2009).

Das Vorhaben wurde im Rahmen des Förderprogramms „Förderung von Forschung und Entwicklung bei Wachstums-

trägern in benachteiligten Regionen“ – INNOWATT gefördert.

FuE-Dienstleistungen auf dem Gebiet der Arbeitsstoffe und Werkstoffe

Aus der Vielzahl und dem breiten Spektrum im Jahr 2008 erbrachter wissenschaftlicher Dienstleistungen des Hauptbereiches Angewandte Neue Technologien des ILK Dresden sollen im Folgenden einige ausgewählte Forschungsaufträge vorgestellt werden:

Rege Nachfrage bestand im Bereich der Ermittlung thermodynamischer und rheologischer Eigenschaften umweltfreundlicher Kältemittelalternativen für PKW-Klimasysteme. Das ILK war als neutrale Forschungseinrichtung eingebunden in weltweite Aktivitäten der Automobilindustrie zur Untersuchung und Qualifizierung neuer Kältemittelsysteme mit einem niedrigen GWP-Wert (< 150), die ab dem Jahr 2011 für Neufahrzeuge innerhalb der Europäischen Union gefordert werden.

Neben der Ermittlung der Arbeitsstoffeigenschaften (Daniel-Plots, Mischungslücke u. a.) standen Untersuchungen zur Kompatibilität und Stabilität der in Kältekreisläufen eingesetzten Kältemittel-Öl-Gemische in Gegenwart verschiedener Materialien bzw. Werkstoffe (Metalle, Elastomere, Kunststoffe) im Zentrum des Interesses.



Bild 1: Entwickelte Versuchsapparaturen zur Evaluierung neuer Kältemittel

Die vom ILK vorgeschlagenen Untersuchungsmethoden zur Untersuchung komplexer Wechselwirkungsmechanismen zwischen Kältemittel-Öl-Systemen, Dichtmaterialien und Konstruktionswerkstoffen wurden in Form von Handbüchern dokumentiert und bilden mittlerweile eine weltweit anerkannte Basis zur Charakterisierung und Qualifizierung neuer mobiler Klimasysteme.

Getrieben von dem akuten Interesse der Industrie nach umweltfreundlichen Kältemitteln sowie Konzepten und Lösungswegen zur Verbesserung der Dichtheit von Kälteanlagen wurden zahlreiche Einzelaufträge im Geschäftsfeld Dichtheitsprüfung/Lecksuche erfolgreich bearbeitet.

Neben der Entwicklung verbesserter oder neuer Prüfmethode wurden vom ILK offerierte unternehmensspezifische Seminare zur Schulung und Qualifizierung von Mitarbeitern und zur Vermittlung theoretischer sowie praktischer Kenntnisse im Umgang mit modernen Lecksuchgeräten sehr stark nachgefragt.

Die ausgestellten Zertifikate berechtigen die Teilnehmer der Seminare zur eigenständigen Durchführung von Dichtheitsprüfungen an Kälteanlagen gemäß EG-Verordnung 2037/2000 sowie der F-Gase-Verordnung (842/2006/EG).



Bild 2: Dichtheitsprüfstand für PKW-Klimaanlagen

Weitere anspruchsvolle Dienstleistungsaufträge zur Qualifizierung von Sensoren für raue Einsatzbedingungen, zur Erforschung werkstofflicher Wechselwirkungs-

phänomene sowie gutachterlicher Tätigkeit zur Feststellung von Schadenursächlichkeiten wurden durchgeführt.

7. Angewandte Energietechnik

Der Hauptbereich wurde ab Beginn des Geschäftsjahres 2008 als vierter Hauptbereich im ILK geschaffen. Ziel ist u. a. die Konzentration der Forschungsrichtungen Wasser als Kältemittel und Meerwasserentsalzung. Verbindendes Element von Meerwasserentsalzung, Trinkwassergewinnung, Kaltwassererzeugung und Kältespeicherung ist der Arbeitsstoff Wasser und ein eigenes Turboverdichterkonzept. Mit der Konzentration verbessern sich die Voraussetzungen für Innovation und schnellere wirtschaftliche Nutzung der Forschungsergebnisse. Darüber hinaus wird mit dieser Maßnahme die Wirksamkeit des ILK bei der Lösung von Fragen der rationellen Energieverwendung erhöht.

Verbundprojekt R 718-Kaltwassersatz der 3. Generation

Das Verbundvorhaben zwischen der Axima-Refrigeration GmbH Lindau und dem ILK Dresden startete im Juni 2008.

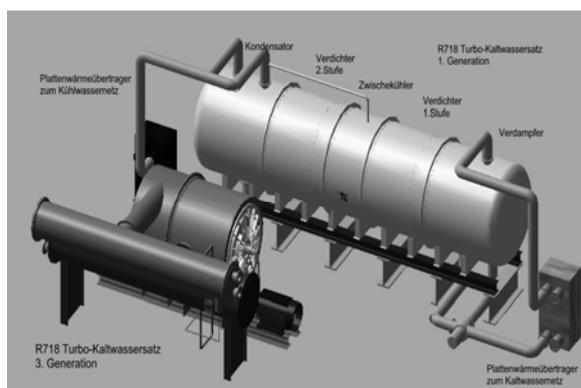


Bild 1: Vergleich eines Turbokaltwassersatzes der 1. Generation (oben) mit der Vorstellung des Entwurfs einer 3. Generation (unten). Kälteleistung ist jeweils ca. 800 kW.

Ziel des Vorhabens ist die Bereitstellung von Ergebnissen, Erkenntnissen und Methoden, die Voraussetzung zum Bau von

Kaltwassersätzen mit Wasser als Kältemittel mit hoher Energieeffektivität, ausreichender Zuverlässigkeit und technologischer Machbarkeit.

Ausgehend von den grundlegenden Erfahrungen mit ausgeführten Anlagen sollen Turboverdichterstufen mit einem um 20 %-Punkte verbessertem Wirkungsgrad entwickelt werden. Dabei müssen verfahrenstechnische, konstruktive und technologische Lösungen gefunden und erprobt werden, die insbesondere den Aufwand für die Herstellung erheblich senken.

Zum Erreichen dieser Zielstellung wird das bisher verfolgte, bekannte Konzept eines Turbokaltwassersatzes mit Wasser als Kältemittel mit hermetischem Antriebsmotor und direkter Verdampfung und Kondensation verändert und durch ein Konzept 3. Generation ersetzt.

Der Vergleich der Gestaltungsideen der 1. Generation Turbo-KWS mit Wasser als Kältemittel mit der 3. Generation offenbart die grundlegenden Unterschiede. Das Prinzip des Hochleistungsturboverdichters mit CFRP-Schaufeln wurde beibehalten. Allerdings wird vom neuen Verdichterkonzept eine deutliche Wirkungsgradverbesserung erwartet. Beide Verdichterstufen, mit integriertem Zwischenkühler, arbeiten im Vakuum. Die Maschinen werden jedoch mit außen liegenden Motoren angetrieben. Das reduziert die Kosten erheblich, erfordert jedoch die zuverlässige Lösung des Dichtheitsproblems an der Wellendurchführung. Sämtliche Hauptkomponenten, vor allem Turboverdichter und Wärmeübertrager werden für erhöhten Verdichtewirkungsgrad und höhere Leistungszahl des Kaltwassersatzes deutlich verbessert. Innovative verfahrenstechnische und konstruktive Lösungen, Verbesserungen und Vereinfachungen sollen schließlich den Herstellungsaufwand deutlich reduzieren.

Der Prototyp wird eine Kälteleistung von ca. 800 kW leisten. Die Anlage verfügt über zwei in Reihe geschaltete Verdichterstufen. Die Auslegung und Konstruktion wurde abgeschlossen und die Hauptbauteile beauftragt.

Die erste Etappe enthielt eine Reihe von Detailaufgaben zum Laufraddesign, zur Entwicklung und Erprobung einer Radialwellendichtung für Wellengeschwindigkeiten oberhalb von 30 m/s, zur Untersuchung von Herstellungsverfahren von faserverstärkten Verdichterlaufrädern und zur jeweiligen fertigungsgerechten konstruktiven Umsetzung. Für die Vermessung der Verdichterstufen im Original wurde ein Prüfstand entworfen.

Vakuumeisspeicher-Verfahren zur Eisherstellung und Eisspeicherung im Direktverdampfungsprozess mit Wasser als Kältemittel und mechanischem Kompressor

Ziel dieses Projekts ist die Entwicklung der Vakuumeisspeicher-Technologie, unter Verwendung des vom ILK entwickelten Wasserdampf-Turboverdichters. Mit diesem Verfahren kann Eis bei einer Verdampfungstemperatur von nur 1 bis 2 K unter dem Gefrierpunkt erzeugt werden.

Der Verdampfungsdruck von Wasser als Kältemittel liegt unter 4.5 mbar. Das Verfahren erfordert einen deutlich geringeren Energieaufwand als andere, konventionelle Speichertechnologien. Die Eisherstellung erfolgt direkt, durch Verdampfung des Kältemittels Wasser.

Ein solches Speichersystem ließe sich leicht in ein bestehendes Kältesystem integrieren. Nach der Verdichtung im Turboverdichter wird der Wasserdampf in einem Kaltwasser durchflossenen Wärmeübertrager kondensiert. Die Speicherbeladung erfolgt in Zeiten geringen Kältebedarfs.

Anwendungsvoraussetzung eines jeden Speichersystems ist ungleichmäßiger Kältebedarf mit ausgeprägter(n) Lastspitze(n), wie prinzipiell im folgenden Bild dargestellt. Das Kühllastprofil eines Einsatzfalls sollte möglichst genau erfasst werden, um die wirtschaftliche Speicherkapazität und Ladeleistung auszuwählen.

Mit diesem Projekt werden die Voraussetzungen für die praktische Anwendung des

Vakuumeisspeicher-Verfahrens in der Klima-kältetechnischen Anwendung geschaffen.

Das Vakuumeisspeicher-System mit Wasser als Kältemittel sollte zu einem in Zukunft allgemein verfügbaren und bezahlbaren Bestandteil der Kältetechnik werden.

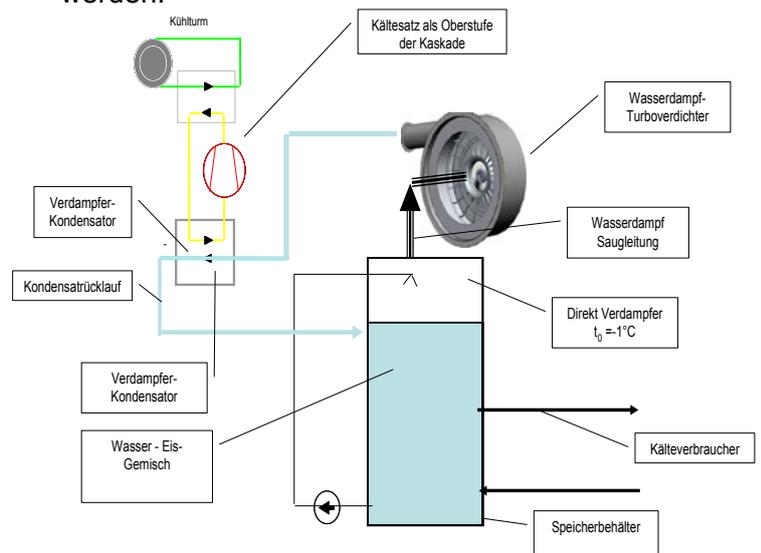


Bild 1: Vakuumeisspeichersystem

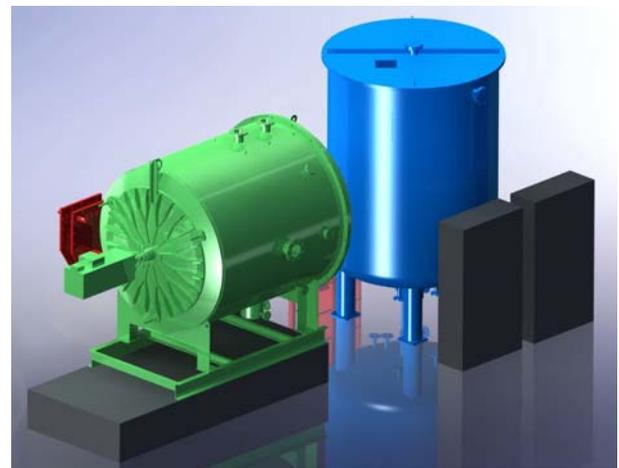


Bild 2: Modell einer Vakuumeisspeicheranlage mit Verdampfer-Verdichter-Einheit (grün) und Speicherbehälter (blau)

Das Projekt leistet einen Beitrag zur Reduzierung des Energiebedarfs der Klima-kältetechnik. Dieser Beitrag kann nur erreicht werden, wenn das System für relativ kleine Leistungen ausgelegt ist. Im Projekt werden alle wesentlichen Bestandteile des neuartigen Systems entworfen, konstruiert, hergestellt und erprobt. Mit der

Versuchsanlage soll der Nachweis der Praktikabilität des Verfahrens, Eis im Direktverdampfungsprozess herzustellen, zu speichern und mit großer Leistungsdichte zu entladen, geführt werden. Für die neuartigen Komponenten, wie Turboverdichter, Eisspeicherbehälter und Direktverdampfer zur Eiszeugung, werden technische Lösungen erarbeitet und erprobt. Alle im ersten Projektjahr geplanten Aufgaben wurden erfüllt.

Für die Kernbaugruppen eines Vakuum-Eisspeicher-Systems, Turboverdichter, Verdampfer und Speicherbehälter wurden technische Lösungen gefunden, simuliert und fertigungsgerecht konstruiert. Die Bauteile und Baugruppen für die Versuchsanlage wurden in Auftrag gegeben und im ILK von erfahrenen und qualifizierten Mitarbeitern montiert. Die Inbetriebnahme des Versuchstandes ist Mitte 2009 vorgesehen.

Meerwasserentsalzung

Im Jahr 2003 begann das ILK mit dem Forschungs- und Entwicklungsprogramm „Entwicklung einer dezentralen Meerwasserentsalzungsanlage - MEDESA“. Das Verfahren beruht auf den drei Schritten:

- Verdampfung,
- Wasserdampfverdichtung und
- Kondensation.

Dadurch wird die Verdampfungsenthalpie komplett zurückgewonnen. Es wird lediglich die Antriebsenergie für den Verdichter benötigt. Mit diesem Verfahren lässt sich auch bei hohen Salzgehalten des Rohwassers eine sehr gute Qualität des Trinkwassers erreichen.

Die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten MEDESA erfolgten in enger Kooperation mit dem Industriepartner WTE Energiesysteme GmbH aus Sachsen. Das Kooperationsvorhaben wurde 2008 erfolgreich mit dem vollautomatischen Test einer Anlage, mit einer Destillatproduktion von 180 m³/d, abgeschlossen.

Ein weiterer Schwerpunkt der Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Meerwasserentsalzung (gefördert vom Ministerium für Wirtschaft und Arbeit „Kostengünstige abwärmegetriebene Meerwasserentsalzungsanlage“, Reg.-Nr. IW061072) war die Entwicklung eines neuartigen Platten-Verdampfer-Kondensators für abwärmegetriebene Anlagen. Bei der bisherigen Technologie werden vorrangig Rohrbündelwärmeübertrager eingesetzt. Der Plattenwärmeübertrager bietet die Möglichkeit, kompakter und preiswerter pro m³ Destillat zu werden.

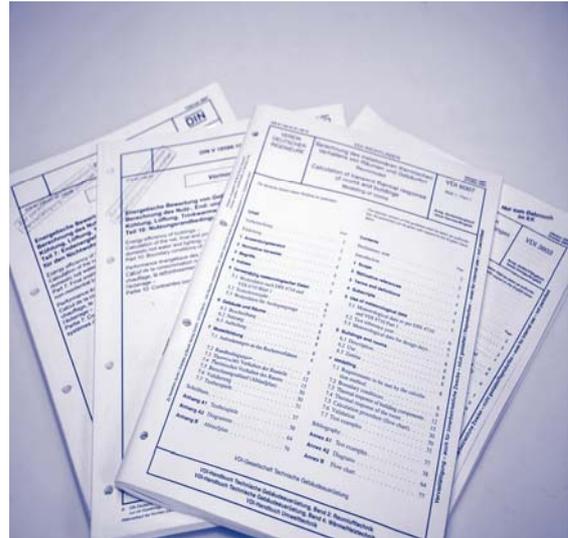
Durch ein neues Design des Plattenwärmeübertragers konnte eine einfache und sichere Verteilung des Rieselwassers auf den Verdampferoberflächen realisiert werden. Dieses konnte in Vorversuchen nachgewiesen werden. Nach der Designstudie, der thermodynamischen Auslegung und der Voruntersuchung zu einer effektiven Benetzung der Verdampferoberflächen wurde ein Verdampfer/Kondensator konstruiert und aufgebaut. Die Montage des Verdampfer/Kondensators ist in den unteren Bildern zu sehen. Die experimentellen Untersuchungen erfolgen 2009.



Bild 1: Segment des Plattenwärmeübertragers bei der Montage



Bild 2: Montage Platten-Verdampfer-Kondensator für Meerwasserentsalzung



8. Normungsarbeit am ILK

Berechnung des instationären thermischen Verhaltens von Räumen und Gebäuden - Raummodell

Die Richtlinie VDI 6007-1 beschreibt einen Algorithmus zur Berechnung der komplexen Einflüsse verschiedener Größen auf das thermische Verhalten eines Gebäudes oder eines Raumes. Dieser Algorithmus dient als einheitlicher, moderner „Rechenkern“ für Berechnungen des Energiebedarfs nach VDI 2067 und der Kühllast und der Raum- und operativen Temperaturen nach VDI 2078.

Ziel der neuen VDI 6007-2 ist es, dem Planer ein leistungsfähiges Werkzeug zur Berechnung energetischer Kenngrößen transparenter Fassaden und Bauteile, speziell des für die sommerlichen Kühllasten entscheidenden Gesamtenergiedurchlassgrades an die Hand zu geben.

Die Arbeit an den vorgenannten Richtlinien mündet in die VDI 2078, die die Berechnung der Kühllast und der Raumtemperatur klimatisierter, aber auch der Raumtemperatur nicht klimatisierter Gebäude beschreibt.

Diese neue Richtlinie, sie erscheint demnächst im Gründruck, wird gegenüber der bisherigen Richtlinie wesentliche Neuerungen aufweisen, wie:

- korrekte Erfassung der Wandaufbauten,
- mechanische und natürliche Lüftung sowie Flächenheizung und -kühlung sind integraler Bestandteil des Rechenverfahrens,



- korrekte Berücksichtigung von Betriebsweise und Regelungsstrategie,
- Berücksichtigung eines zulässigen Schwankungsbereiches für die Raumtemperatur,
- Möglichkeit der Vorgabe der operativen Temperatur als Berechnungsziel,
- Kopplung der thermischen Berechnung mit den aktiven Anlagenkomponenten, bei Leistungsänderung abhängig von der Raumtemperatur,
- Möglichkeit der Ganzjahressimulation mit Testreferenzjahrdaten,
- Berechnung von Raumlufthtemperatur, operativer (empfundener) Temperatur, Kühllast sowie Heizlast bei Vorgabe der erforderlichen Randbedingungen,
- definierte Randbedingungen für das Außenklima bei der Kühllast- und Raumtemperaturberechnung.

Diese verbesserte Berechnungsmethodik ist die Grundlage einer energieökonomischen und die Ressourcen schonenden Raumlufthtechnik. Sie ermöglicht zudem bereits im Entwurfsstadium des Gebäudes durch entsprechende Gestaltung, den künftigen Energiebedarf zu verringern.

Der Autor Herr Dipl.-Ing. C. Seifert ist Mitglied in den VDI-Richtlinienausschüssen 2078: VDI-Kühllastregeln und der 6007.

9. Mitwirkung des ILK in wissenschaftlichen Organisationen und Fachgremien

Das ILK Dresden ist aktives Mitglied in zahlreichen Verbänden und Vereinigungen, u. a.:

- Verband Innovativer Unternehmen
- International Institute of Refrigeration
- Forschungsrat Kältetechnik e. V.
- Fachinstitut Gebäude-Klima e. V.
- Verband Beratende Ingenieure
- Verein zur Förderung der Energie- und Umwelttechnik e. V.
- Verband Deutscher Kälte-Klima-Fachbetriebe e. V.
- Bundesverband Wärmepumpe e. V.
- European heat pump association
- European Solar Thermal Technology Plattform
- Deutsche Gesellschaft f. zerstörungsfreie Prüfung e. V.
- Fördergesellschaft Erneuerbare Energien e. V.

International Institute of Refrigeration IIR



Das International Institute of Refrigeration (IIR) ermöglicht als zwischenstaatliche wissenschaftlich-technische Organisation das Bündeln von wissenschaftlichen und industriellen Know-how in allen Bereichen der Kältetechnik und ihren Anwendungen auf globaler Ebene. Das ILK ist seit vielen Jahren aktives IIR Mitglied.

Dr. Herzog ist seit 2007 als Vertreter Deutschlands Mitglied im **Science and Technology Council** (STC) des IIR. Der STC koordiniert die wissenschaftlichen und technischen Aktivitäten des IIR. Der STC umfasst 5 Haupttechnologiebereiche mit 10 fachspezifischen Kommissionen. Das Ziel des IIR besteht vor allem in der Unterstützung und Vertiefung der wissenschaftlichen und technologischen Kenntnisse und in deren Verbreitung durch die einzelnen Kommissionen weltweit.

Dr. Herzog ist weiterhin als Präsident der Kommission A1 „Cryophysics, cryoengineering“ für das IIR tätig.

Forschungsrat Kältetechnik e. V.

Das ILK ist seit 1991 aktives Mitglied im Forschungsrat Kältetechnik e. V. Der Forschungsrat hat die Aufgabe, die technisch-wissenschaftliche Forschung und deren praktische Auswirkungen auf dem Gebiet der Kälte- und Wärmepumpentechnik und für den kältetechnischen Teil der Klimatechnik zu fördern. Der Forschungsrat erfüllt seine Aufgaben auf gemeinnütziger Grundlage unter Beschränkung auf den wissenschaftlichen Nutzen für den durch den Mitgliederkreis gegebenen Wirtschaftssektor und für die Forschung. Der Verein ist selbstlos tätig, er verfolgt nicht in erster Linie eigenwirtschaftliche Zwecke. Das ILK arbeitete 2008 insbesondere intensiv im Arbeitskreis Energieeffizienz ehrenamtlich mit.

VDI-Gesellschaft Technische Gebäudeausrüstung (TGA)



Die VDI-Gesellschaft Technische Gebäudeausrüstung ist eine von 22 Fachgesellschaften im Verein Deutscher Ingenieure. Mit ca. 8.500 von 130.000 Mitgliedern des VDI setzt die VDI-TGA insbesondere im Bereich der Technischen Regeln Akzente. Die VDI-TGA ist außerdem fachlicher Träger zahlreicher Seminare und Tagungen in der VDI-Wissensforum GmbH. Regional ist die Gesellschaft in 45 Bezirksvereinen mit lokalen Angeboten für die Mitglieder da. Das ILK ist seit vielen Jahren aktives Mitglied.

Prof. Franzke ist seit 2008 ehrenamtlicher Vorsitzender der VDI-Gesellschaft Technische Gebäudeausrüstung.

Die VDI-Gesellschaft Technische Gebäudeausrüstung versteht sich als Moderator und Marktplatz für den Informationsaustausch, für Innovationen und Wissensvermittlung, aber auch als Initiator für Zu-

sammenkünfte und Aktivitäten innerhalb der Branche.

Als einziger technisch-wissenschaftlicher Verein vertritt die VDI-TGA einen gewerkeübergreifenden Ansatz und weist damit den Weg zu höherer Effizienz und Qualität von Gebäuden.

Dipl.-Ing. Uwe Ritscher, Leiter der Gruppe TGA-Planung des ILK, ist aktives Mitglied im Verband Beratender Ingenieure, Landesverband Sachsen.

VDI-Fachgebiet Umwelttechnik



Die Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN ist eine gemeinsame Einrichtung von VDI und DIN (Deutsches Institut für Normung) und wichtigster Ansprechpartner für die Erstellung von technischen Regeln, wie VDI-Richtlinien, DIN-Normen, DIN-Vornormen, DIN-EN-Normen und DIN-ISO-Normen zur Luftreinhaltung. In freiwilliger Selbstverantwortung und gemeinsam mit den beteiligten Behörden, der Wissenschaft und der Industrie hält die Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) den Stand von Forschung und Technik im Bereich der Luftreinhaltung in technischen Regeln fest. Das ILK ist seit vielen Jahren aktives Mitglied.

Der Leiter des ILK-Technologiebereiches Luftreinhaltung, Dipl.-Ing. Ralf Heidenreich, ist als ILK-Vertreter Mitglied der Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN-Normenausschuss KRdL mit dem Schwerpunkt Luftbeschaffenheit am Arbeitsplatz KUT-1/2262-1. Dipl.-Ing. Ralf Heidenreich ist weiterhin im Dresdner Bezirksverein des VDI Obmann des Arbeitskreis Umwelttechnik.

Verein zur Förderung der Energie- und Umwelttechnik e. V.



Unternehmen der Branchen mit dem Technologie-Fokus Energie- und Umwelttechnik finden im Verein zur Förderung der Energie- und Umwelttechnik e. V. (VEU) einen kompetenten Partner für die Organisation und die Mittelbeschaffung für anwendungsorientierte Forschung. Das ILK ist seit vielen Jahren aktives Mitglied im VEU.

Ein wichtiges Bindeglied zwischen dem VEU und der mit Energietechnik und technischem Umweltschutz befassten gewerblichen Wirtschaft, der AiF und der Energie- und Umweltforschung ist der Wissenschaftliche Beirat des VEU.

Der Leiter des ILK-Technologiebereiches Luftreinhaltung, Dipl.-Ing. Ralf Heidenreich, ist als ILK-Vertreter Mitglied im wissenschaftlicher Beirat des VEU.

Deutsche Gesellschaft für zerstörungsfreie Prüfung



DEUTSCHE
GESELLSCHAFT FÜR
ZERSTÖRUNGSFREIE
PRÜFUNG E.V.

Das ILK wirkt sehr aktiv in dem Fachausschuss Dichtheitsprüfung der Deutschen Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung e. V. (DGZfP) mit. Durch Aufklärung von Wirkungszusammenhängen bei Permeations- und Dichtheitsmessungen an mit Öl benetzten PKW-Klimakreisläufen konnten wesentliche, neue Erkenntnisse gewonnen und in die Facharbeit innerhalb der DGZfP eingebracht werden.

Anlässlich der DGZfP-Jahrestagung 2009 in Münster wird das ILK in der Präsentation „Bestimmung der Permeationseigenschaften von Faserverbundwerkstoffen und Elastomeren für den Einsatz in der Kryo- und Kältetechnik“ über die vielfältigen Aktivitäten und entwickelten Messmethoden zur Prüfung der Dichtheit luft- und kältetechnischer Anlagen berichten.

Mitwirkung von ILK-Mitarbeitern in wissenschaftlichen Gremien

- FAKRA Normen-Ausschuss, Arbeitskreis Kfz-Luftfilter
- DPG - Deutsche Physikalische Gesellschaft
- APS - Amerikanische Physikalische Gesellschaft, Division Fluid Mechanics
- FGK: Arbeitskreis Reinigung von RLT-Anlagen
- Zentrum für angewandte Forschung und Technologie e.V. an der HTW Dresden
- DKV - Deutscher Kälte- und Klimatechnischer Verein e.V.

Ausgewählte Veranstaltungen des ILK für den Wissenstransfer 2008

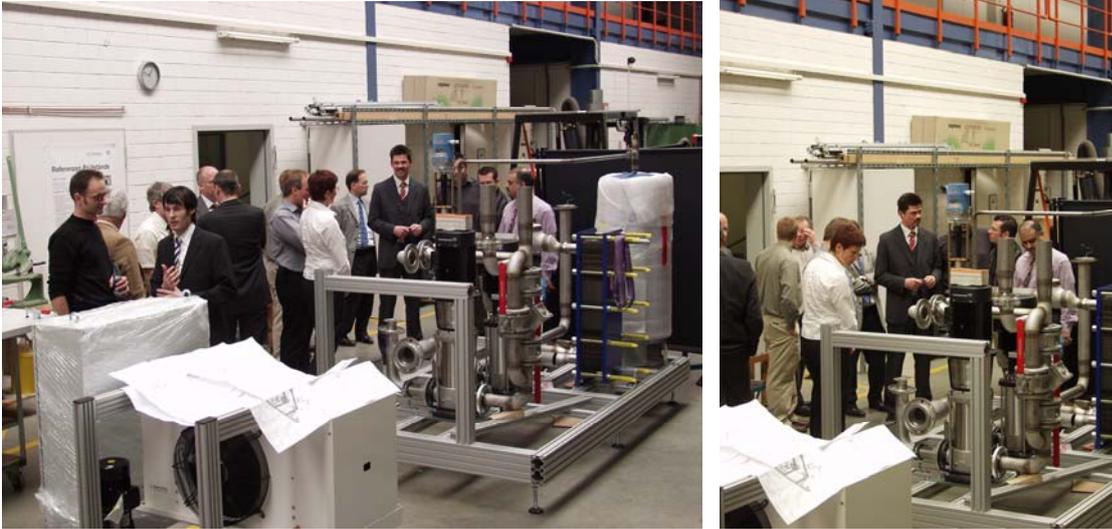
1. Seminare/ Sonstige Veranstaltungen

- Veranstaltungen des DKV-Bezirksvereins (10) im ILK von 01/08 bis 12/08
- Technische Leiter-Tagung Caverion Gebäudetechnik 28.02.2008
- Seminar zur EnEV2007, DIN V 18599 und integrale Planung 08.04.2008
- Tagung Luftfilter ISO/TC22/SC7/WG3 11.04.2008
- Frühjahrstagung „Dozenten der Klimatechnik“ 25.04.2008
- Meeting SAE International CRP1234-2 02. - 03.06.2008
- 9. Überwachungsaudit ISO 9001:2000, TÜV Management Süd 30.06. - 01.07.2008
- Veranstaltung „Akkreditierung ILK-Prüflabor für Wärmepumpen“ 08.07.2008
- Meeting Verbundforschungsvorhaben AXIMA / ILK Dresden
„Wasser als Kältemittel“ 31.07.2008
- Beiratssitzung „Forschungsrat Kältetechnik“ 25.09.2008
- Durchführung von Kick-off-Meetings im ILK zu bewilligten
Forschungsvorhaben
- Familientag (1.) des ILK 04.07.2008
- Seniorentreffen ehemaliger ILK-Mitarbeiter 13.10.2008
- Jahresabschlussveranstaltung 12.12.2008

2. Messebeteiligungen

- Chillventa 2008, Nürnberg 15. - 17.10.2008
- AiF Innovationstag, Berlin 25.06.2008

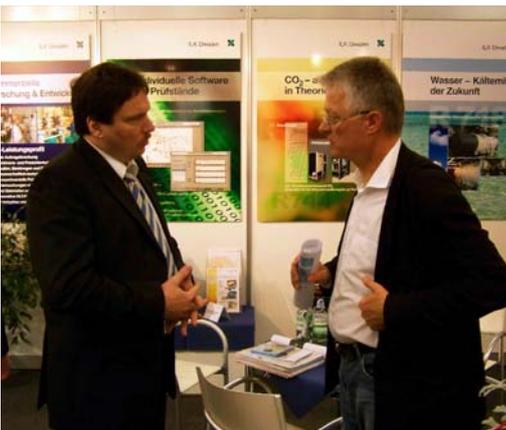
3. Ausgewählte Besucher



Tagung der ISO-Arbeitsgruppe Kfz-Filter am 13./14. April 2008 im ILK Dresden



Tagung Dozenten der Kältetechnik am 25. April 2008 im ILK Dresden



ILK Mitarbeiter bei ihrer verantwortungsvollen Tätigkeit

Anlage

Veröffentlichungen

Publikationen

Hempel, O.; Wobst, E.; Roberts, N.
 „Performance measurements on R22 re-
 frigerant replacements“
 ACR Consulting Engineer, May 2008

Leupolt, H.
 „Mikro-Hochspannungsgenerator zur Kli-
 maoptimierung“
 Technische Revue 11/2008

Richter, L.; Zürich, S.
 „Ammoniak-Kaskadenkälteanlage mit
 Kompressions- und Absorptionsstufe, Teil
 I: Probleme der Tiefkälteerzeugung“
 KKA Kälte Klima Aktuell 01/2008,
 S. 52-56

Richter, L.; Zürich, S.
 „Ammoniak-Kaskadenkälteanlage mit
 Kompressions- und Absorptionsstufe, Teil
 II: Untersuchungsergebnisse“
 KKA Kälte Klima Aktuell 03/2008,
 S. 52-56

Richter, L.
 „Kälteerzeugung unter 0 °C mit einer
 Wasser-/Lithiumbromid-Resorptions-
 kältemaschine“
 KI Kälte-Luft-Klimatechnik 03/2008,
 S. 26-29

Reinsch, H.; Spörl, G.; Thierfelder, A.
 „Einsatz des Knochenaufbaupräparates
 Cerasorb M[®] als Matrix für das Tissue
 Engineering“
 Zeitschrift für Regenerative Medizin
 1/2007, S. 74-83

Röllig, P.; Köpp, C.
 „Prüfstand zur Vermessung von Ölabb-
 scheidern“
 KI Kälte-Luft-Klimatechnik 11/2008,
 S. 16-19

Rouvel, L.; Seifert, Chr.; Zimmermann, F.
 „Die künftige VDI 2078 im Kontext zur eu-
 ropäischen Normung“
 HLH 8/2008, S. 49

Safarik, M.
 „Betriebserfahrungen mit der Absorptions-
 kältemaschine Wegracal SE 15: Solare
 Kühlung und Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung“
 KI Kälte-Luft-Klimatechnik
 10/2008, S. 42-45

Trogisch, A.; Mai, R.
 „Die Planung von Lüftungs- und Klima-
 technik unter Beachtung der aktuellen eu-
 ropäischen Normung“
 KI Kälte-Luft-Klimatechnik 5 u. 6/2008

Vorträge

Albring, P.
 „Biogas – Fachgespräche“
 Leipziger BioFach,
 Leipzig, 16.01.2008

Albring, P.
 „Innovationen für rationelle Energiever-
 wendung und Umweltschutz“
 FEE-Festkolloquium,
 Berlin, 25.01.2008

Albring, P.
 „Wasser als Kältemittel in Kälte-, Speicher-
 und Wärmepumpenanlagen – For-
 schungsansätze und Erfahrungen mit
 Erstanlagen“
 Sächsischer Geothermietag,
 Plauen, 01. bis 02.10.2008

Albring, P.
 „Wege zur Energieeffizienz“
 Energieseminar SAEA,
 Dresden, 25.11.2008

Blei, St.
 „Untersuchungen zum Alterungsverhalten
 von Dieselpartikelfiltern mittels Zeitraffer“
 4. Symp. Emission Control,
 Dresden, 30.05.2008

- Böhm, M.
„Managementsystem im PLWP nach DIN 17025“
Workshop zur Eröffnung ILK-Wärmepumpen-Prüflabor,
Dresden, 08.07.2008
- Braumöller, J.
„Dichtheitsprüfung an Kälte- und Klimaanlage“
Technik-Tag der Sächs. Kälte- und Klimatechnik Innung,
Reichenbach/Vogtl., 05.12.2008
- Braumöller, J.
„Dichtheit von Kälteanlagen“
DKV-Bezirksverband Sachsen,
Dresden, 19.05.2008
- Braumöller, J.
„Dichtheit von Kälteanlagen“
DKV-Bezirksverband Sachsen-Anhalt,
Halle, 29.10.2008
- Buschmann, M.
„Composite Expansion for Cross-flow Stress“
BAIL 2008 (Boundary and Interior Layers – Computational & Asymptotic Methods),
Limerick, 28.07.-01.08.2008
- Buschmann, M.
“Recent Developments in Scaling of Wall-Bounded Flows”
5th AIAA Theoretical Fluid Mechanics Conference,
Seattle, 23.– 26.06. 2008
- Buschmann, M.; Mai, R.
„Überlegungen zur Strömungssimulation von Raumluftströmungen“
DKV-Tagung, Ulm, 20.-21.10.2008
- Feja, St.; Puhl, Chr.
„Comparative Study of the Thermodynamic Properties of Four Oils Mixed with Propylene (R1270)“
Gustav-Lorentzen-Konferenz,
Kopenhagen, 07.-11.09.2008
- Franzke, U.
„Folgen steigender Außentemperaturen auf die Kälte- und Klimatechnik – Brauchen wir veränderte Auslegungsbedingungen“,
Symposium Fa. Weiss Klimatechnik GmbH,
Reisskirchen-Lindenstruth, 24.01.2008
- Franzke, U.
“Installation and Commissioning Guidelines”
IEA Task 38 Expertentreffen,
Wien, 31.03.-02.04.2008
- Franzke, U.
„Wärmeaufkommen kontra Luftwechsel im Kontext der Arbeitsplatzqualität“
4. Laborrundekonferenz, Räume für Leben und Forschung, Das behagliche Labor (I + II),
Berlin, 24.04.2008
- Franzke, U.
„Klimatechnik“
Vorlesungsreihe an der HTW Dresden,
Dresden, März – Juni 2008
- Franzke, U.
Moderation bei den
VDI-Tagen der Gebäudetechnik,
Dortmund, 28.-29.05.2008
- Franzke, U.
„Trends in der Lüftungs- und Klimatechnik“
Vortrag auf Kolloquium und Firmenpräsentation WILO, Dublin (Irland),
11.-14.09.2008
- Franzke, U.
„Technische Lösungen für Lüftungsanlagen- Stand und Entwicklung“
2. Sächsischer Radontag (4. Tagung Radonsicheres Bauen),
Dresden, 30.09.2008
- Franzke, U.
Moderiertes Diskussionsforum „Energieeinsparung contra Behaglichkeit? – Klimatisierung von Büro- und Verwaltungsbauten“,
Dresden, 30.09.2008

- Franzke, U.
 „Installation and Commissioning Guidelines“
 IEA Task 38 Expertentreffen,
 Lissabon, 04.-07.10.2008
- Franzke, U.
 „DEC + Rückkühlung“
 Berufsakademie Riesa,
 Riesa, 11.11.2008
- Franzke, U.
 „Potenziale zur Effizienzsteigerung und Kostensenkung bei Anlagen der solaren Kühlung und hierfür erforderlicher F+E Bedarf“
 Experten-Hearing DSTTP der AG "Solare Kühlung und Prozesswärme",
 Frankfurt a. M., 18.11.2008
- Franzke, U.
 „Offene Verfahren mit festen Sorbentien“
 Workshop Deutsche Bundesstiftung Umwelt,
 Osnabrück, 02.12.2008
- Franzke, U.
 „Solarthermie2000plus - Messprogramm Solare Klimatisierung BSZ Rodewisch“,
 Monitoring-Seminar „Solare Kühlung und Klimatisierung“, Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE),
 Freiburg, 15.12.2008
- Franzke, U.; Krause, R.
 „Trends in der Lüftungs- und Klimatechnik“
 Beratungsgespräch bei Fa. BELIMO,
 Hinwil (Schweiz), 16.05.2008
- Friebe, Chr.
 „Einsatz der adiabaten Kühlung für die Industriehallenlüftung“
 DKV-Vortragsreihe ILK,
 Dresden, 21.04.2008
- Friebe, Chr.
 „Einsatz der adiabaten Kühlung für die Industriehallenlüftung“
 VDI-Tage der Gebäudetechnik,
 Dortmund, 29.05.2008
- Grimm, U.; Hill., W.
 „Overview of SAE Cooperative Research Program CRP1234-2 for Alternative Refrigerants“
 AARS-Symposium,
 Phoenix, Juni 2008
- Hackeschmidt, K.
 „Zur Miniaturisierung von Wärmerückgewinnungseinrichtungen“
 DKV-Tagung,
 Ulm, 21.10.2008
- Heidenreich, R.
 „Energetische Nutzung von Biomasse - neue Vorschriften und technische Lösungen zur Minderung von Emissionen“
 Symp. „Erneuerbare Energien in Gärtnereien“,
 Coswig, 19.02.2008
- Heidenreich, R.
 „Neue Filtrationstechnik zur Emissionsminderung an Stroh- und Holzfeuerungen“
 9. Symp. „Textile Filter“,
 Chemnitz, 04.-05.03.2008
- Heidenreich, R.
 „Aktuelle Tendenzen in der Luftreinhaltung und der Belüftung von Werkhallen“
 VDI-BV Dresden, 17.12.2008
- Heidenreich, R.
 „Hygieneschulung nach VDI 6022“
 Bundesfachschule Maintal,
 09.-11.04.2008
- Heinrich, C.
 „Wärmeverschiebungspotenzial im Bürogebäude“
 4. Daikin Planertag,
 Berlin, 24.-25.05.2008
- Heinrich, C.
 „VRF-Technologie für Wärmeverschiebung in klimatisierten Gebäuden – Theoretische Betrachtungen“
 FGK-Planer-Seminar „Neue Klimatechnik an einem Tag“ im Rahmen der CHILL-VENTA,
 Nürnberg, 16.10.2008

- Heinrich, C.
„Wärmeverschiebung im Bürogebäude -
Theoretische Betrachtungen“
DKV-Tagung 2008,
Ulm, 19.-22.11.2008
- Hempel, O.
„JAZ von Wärmepumpen“
DKV-Tagung 2008,
Ulm, 19.-22.11.2008
- Kaiser, G.
„Split Pulse Tube Cryocooler with Inno-
vative Double-Piston Linear Compressor“
Cryogenics Prag 2008,
21.-24.04.2008
- Kaiser, G.; Klier, J.
„Micro-Evaporators für High-Power
Cryoelectronics“
Gabelbach bei Ilmenau,
22.-25.06.2008
- Kaiser, G.; Klier, J.; Albert, S.
„Miniaturisierte Flüssigargon-Pumpe mit
pneumatischem Antrieb“
DKV-Tagung 2008,
Ulm, 19.-21.11.2008
- Kaiser, G.; Klier, J.; Schmidt, J.
„Split-Pulse-Tube-Kühler mit innovativem
Doppelkolben-Linearverdichter“
DKV-Tagung 2008,
Ulm, 19.-21.11.2008
- Klier, J.
„New Developments of Non-metallic Cry-
ostats für High Sensitive Electronic De-
vices“
Cryogenics Prag 2008,
21.-24.04.2008
- Klier, J. u.a.
„Methoden zur Messung der thermischen
Tieftemperatur-Eigenschaften großer ani-
sotroper Isolationsmaterialien“
DKV-Tagung 2008,
Ulm, 19.-21.11.2008
- Kuhn, M.
„Solare Kühlung mit Absorptionskältema-
schinen“
Sächsische Energieagentur, Rahmenpro-
gramm zur Messe „Haus 2008“,
Dresden, 29.02.2008
- Kuhn, M.
„Klein-Absorptions-KM mit unterschiedli-
chen Wärmequellen“
Workshop zum Thema Kälteerzeugung
unter Nutzung unterschiedlicher Wärme-
quellen in Industrie, Gewerbe und Gebäu-
den,
Osnabrück, 02.-03.12.2008
- Mai, R.
„Bewertung von Kälteanlagen für klima-
technische Anwendungen“
Internationale Wissenschaftskonferenz
„Energieeffiziente Gebäude - Trends in
Praxis und Forschung“,
Zittau, 18.09.2008
- Mai, R.
Raumtemperatur- und Anlagensimulatio-
nen“
Sächsisches Fachsymposium Energie
2008 der Sächsischen Energieagentur,
Dresden, 13.09.2008
- Müller, M.
„Methode zur Erhöhung der Verdamp-
fungstemperatur“
DKV-Tagung 2008,
Ulm, 19.-22.11.2008
- Noack, R.
„Messunsicherheit - das Vertrauen in den
Messwert“
Workshop zur Eröffnung ILK-
Wärmepumpen-Prüflabor,
Dresden, 08.07.2008
- Noack, R.
„Vorstellung Prüflabor Wärmepumpen am
ILK“
Workshop zur Eröffnung ILK-
Wärmepumpen-Prüflabor,
Dresden, 08.07.2008

Peusch, A.

„Prüfungen an Sole-/Wasser Wärmepumpen - Durchführung am konkreten Beispiel“

Workshop zur Eröffnung ILK-Wärmepumpen-Prüflabor, Dresden, 08.07.2008

Reinsch, H.

„Cerasorb M®: Scaffold for Tissue Engineering and Bone Regeneration“

World Biomaterial Congress, Amsterdam, 30.05.2008

Reinsch, H.

„Tissue Engineering and Cryopreservation of Artificial Tissue Constructs Using a Synthetic β -TCP Ceramic“

Posterpräsentation zum bone-tec Congress, Hannover 07.-09.11.2008

Richter, L.; Zürich, S.

„Aufbau und Anwendung der Ammoniak-Wasser-Absorptionskälteanlage Typ „congel“ mit Fusionsplattenwärmeübertrager“
DKV-Tagung 2008,
Ulm, 19.-22.11.2008

Richter, L.

„Betrieb von Wasser-Lithiumbromid-Kleinabsorptionskälteanlage als Wärmetransformator zur Unterstützung der Wärmebedarfsdeckung“
DKV-Tagung 2008,
Ulm, 19.-22.11.2008

Röllig, P.

„Verwendung von CO₂ als Kältemittel“
Seminar GEA Grasso GmbH,
Berlin, 26.03.2008

Römer, S.

„Innovative Dichtheitskonzepte für PKW-Klimakreisläufe“

Posterpräsentation bei VW, Wolfsburg, 06.03.2008

Römer, S. u.a.

„Qualifizierung von Konstruktionswerkstoffen und Bauteilen für Wasserstoffanwendungen“

Posterpräsentation zum 4. Deutschen Wasserstoff Congress, Essen, 20.-21.02.2008

Safarik, M.

„Solare Kühlprojekte mit Wasser/Lithiumbromid Absorptionskältetechnik“

5. Symposium Solares Kühlen in der Praxis, Stuttgart, 14.-15.04.2008

Safarik, M.

„Betriebserfahrungen und Entwicklungsaspekte von kleinen Absorptionskältemaschinen“

Jugendwerkstatt Felsberg e. V. Rudolstadt - Seminar Solare Klimatisierung, 29.05.2008

Safarik, M.

„Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung: Funktionsprinzip / aktuelle und zukünftige Technologien“

BHKW Consult Rastatt - Konferenz Innovative Kälteerzeugung mittels KWK und Solarthermie, Berlin, 04.06.2008

Safarik, M.

„Experiences with various systems using single-effect water/LiBr absorption chillers“

Otti e. V. Regensburg - Internationales Seminar: Solar Air-Conditioning-Experiences and Practical Application, München, 11.06.2008

Safarik, M.

„Technologien zur thermischen Kälteerzeugung“

FEE e. V., Treffen der FEE-AG „Biogene Gase - Brennstoffzellen“, Berlin, 22.09.2008

Safarik, M. u.a.
 „Absorption chiller modelling with TRNSYS - requirements and adaptation to the machine EAW Wegracal SE 15 “
 ISES – Eurosun 2008,
 Lissabon, 07.-10.10.2008

Safarik, M.
 „Entwicklung und Einsatz effizienter Sorptionskältemaschinen im kleinen Leistungsbereich“
 Rahmenprogramm der CHILLVENTA, ILK-Symposium Absorptionskälte und Solare Kühlung,
 Nürnberg, 14.10.2008

Seifert, Chr.
 „Thermisches Gebäudeverhalten“
 Kundenseminar Solar-Computer GmbH,
 Berlin, 14.03. 2008 und 07.08.2008

Seifert, Chr.
 „Die neuen Kühllastregeln - Ein Überblick zur künftigen VDI 2078“
 Frühjahrstagung der Dozenten der Klimatechnik,
 Dresden , 25. April, 2008

Spörl, G.; Klingner, E.; Quinger, J.
 „Special-Equipment for Cryopreservation of Tissue in a Standard Freezing Unit“
 Cryogenics Prag 2008,
 21.-25.04.2008

Spörl, G. u.a.
 “Cerasorb M[®]: Scaffold for Tissue Engineering and bone regeneration“
 World Biomaterial Congress 2008, Amsterdam,
 28.05-01.06.2008

Spörl, G.; Lücker, H.
 “Amphibienschutz und Frozen Zoo Konzept – Kryokonservierung von Amphibien – eine ‚Feuerwehrfunktion‘ im Artenschutz „Plaza der Vielfalt“
 9. Vertragskonferenz des Übereinkommens über die biologische Vielfalt,
 Bonn, 29.05.2008

Spörl, G.; Lücker, H.
 „Kryokonservierung als Beitrag zum Erhalt bedrohter Tierarten“
 DKV-Tagung 2008,
 Ulm, 19.-21.11.2008

Waschull, J.; HERNSCHIER, W.
 „Photovoltaik – Technologie und Innovation“
 Posterpräsentation zum Symposium „Energie Innovativ 2008“,
 Nürnberg, 11.06.2008

Ausgewählte Fachberichte

Kälte- und Tieftemperaturtechnik

Binneberg, A.
 Entwicklungen zur LNG-Verflüssigung und zu Peripheriesystemen der Paneel-Applikationen
 ILK-B-2-08-769

Binneberg, A.
 Beiträge zur Technischen Dokumentation der EG-Konformitätserklärung für das kryochirurg. Gerätesystem
 ILK-B-2-07-687

Binneberg, A.
 Zuarbeit zur Gebrauchsanweisung zum kryochirurgischen Gerätesystem
 ILK-B-2-07-686

Binneberg, A.
 Betriebsmessgerät für die integrale Wärmeleitfähigkeit
 ILK-B-2-08-722

Binneberg, A.
 Zwischenbericht zum Entwicklungsvorhaben Entwicklungen zur LNG-Verflüssigung und zu Peripheriesystemen der Paneel-Applikationen
 ILK-B-2-08-715

Binneberg, A.
 Abschlussbericht Stirling-Puls-Tube-Kryokühler für Transport- und Lagerbehälter für biologische Substanzen
 ILK-B-2-08-705

Böhm, M.
Energieeffizienz von Kältemittelverdichtern
ILK-B-2-08-729

Böhm, M.; Noack, R.
Druckpulsationen in einer Tiefkühlanlage
ILK-B-2-08-738

Böhm, U.
Gestaltungsvorschlag einer Absorptions-
kälteanlage SE 140 EB - modifiziert für
den Schiffseinsatz
ILK-B-2-08-716

Bratanitsch, K.; Hempel, O.
Untersuchung der Schwingfestigkeit eines
Sicherheitsdruckschalters - Testplan
ILK-B-2-08-758

Franke, M.
Pulse-Tube-Kühler
ILK-B-2-08-746

Graupner, A.; Richter, L.
Praktikumsbericht : Untersuchung von
Möglichkeiten der Lösungsverteilung für
Rieselfilmwärmeübertrager
ILK-B-2-08-742

Großmann, B.
Konzept zur Messung des Wärmeleitungs-
integrals an großen Paneelproben
ILK-B-2-08-809

Hauptmann, J.
Testbericht : Verdichterleistungsmessung,
Bock HGZ7/1860-4, R22
ILK-B-2-08-811

Hauptmann, J.
Testbericht: Verdichterleistungsmessung,
R404A, Frascold V30 84Y
ILK-B-2-08-800

Hauptmann, J.
Abschließender Testbericht: Verdichter-
leistungsmessung und Schallmessung an
drei Kältemittelverdichtern
ILK-B-2-08-744b

Hauptmann, J.
Vorläufiger Testbericht - Verdichterlei-
stungsmessung an zwei Kältemittelverdich-
tern
ILK-B-2-08-744a

Hauptmann, J.
Testbericht: Verdichterleistungsmessung,
Rechi 39C143C, R407C
ILK-B-2-08-788

Hauptmann, J.
Testbericht: Verdichterleistungsmessung,
R404A, Embraco NT6226GK
ILK-B-2-08-762a

Hauptmann, J.
Testbericht: Verdichterleistungsmessung,
R404A, Embraco NT6226GK, 220V
ILK-B-2-08-784

Hauptmann, J.
Testbericht - Verdichterleistungsmessung,
R407C, Mitsubishi GTD5168HS2L2
ILK-B-2-08-765

Hauptmann, J.
Testbericht Verdichterleistungsmessung,
R404A, Embraco NT6226GK
ILK-B-2-08-762

Hauptmann, J.
Vorläufiger Testbericht Verdichterlei-
stungsmessung und Schallmessung an drei
Kältemittelverdichtern
ILK-B-2-08-744

Hauptmann, J.
Testbericht: Verdichterleistungsmessung,
R404A, Bitzer 2DC-2.2Y-40S
ILK-B-2-08-748

Hauptmann, J.
Testbericht: Verdichterleistungsmessung,
R404A, Danfoss MTZ57 HL4
ILK-B-2-08-749

Hauptmann, J.
Testbericht Verdichterleistungsmessung,
Mitsubishi GTD5168HSXX1, R407C
ILK-B-2-08-734

- Hauptmann, J.
Testbericht Verdichterleistungsmessung,
Bock HGZX7/1860-4, R404A
ILK-B-2-08-725
- Heinrich, C.
Abschlussbericht: Supermarktkälteanlagen
mit reduziertem Energiebedarf
ILK-B-2-08-815
- Heinrich, C.
Erfolgskontrollbericht: Supermarktkälteanlagen
mit reduziertem Energiebedarf
ILK-B-2-08-816
- Heinrich, C.
Messung der im Öl gelösten Luft- bzw.
Schutzgasmenge
ILK-B-2-08-783
- Heinrich, C.
Zwischenbericht: Supermarktkälteanlagen
mit reduziertem Energiebedarf
ILK-B-2-08-778
- Heinrich, C.
Literaturrecherche und Modellentwicklung:
Kapillarrohr zur Entspannung ausgehend
vom Mitteldruck
ILK-B-2-08-755
- Heinrich, C.
Evakuierung von Kühlschränken - Entwicklung
neuer Methoden auf Basis von
Simulationsmodellen und experimentellen
Untersuchungen
ILK-B-2-08-750
- Heinrich, C.
1. Zwischenbericht - Haushaltskältegeräte
- Verflüssiger mit Mikrostrukturen
ILK-B-2-08-724
- Heinrich, C.
3. Zwischenbericht - Supermarktkälteanlagen
mit reduziertem Energiebedarf
ILK-B-2-08-718
- Heinrich, C.; Krause R.
Untersuchung und Optimierung von Komponenten
der Ventilator-Verflüssiger-Einheit an einem
SideBySide-Kühlgerät
ILK-B-2-08-710
- Kaiser, G.
Auslegung der Kryoflüssigkeitspumpe
ILK-B-2-08-781
- Kaiser, G.
Experimentelle Untersuchungen an einem
Mikroverdampfer
ILK-B-2-08-761
- Kaiser, G.
Abschlussbericht Pulse-Tube-Kryokühler
ILK-B-2-08-706
- Kaiser, G.
Pulse-Tube-Kühler
ILK-B-2-08-726
- Kaiser, G.
Bernoulli-JT-Kühler
ILK-B-2-08-727
- Kaiser, G.; Hatter, N.
Auslegung des Linearmotors einer Kryoflüssigkeitspumpe
ILK-B-2-08-786
- Kleeberg, A.
Regelverfahren für kleine Kälteleistungen
ILK-B-2-08-723
- Klier, J.
Methoden zur Messung des Wärmedurchgangskoeffizienten
Lambda an großen Paneelproben
ILK-B-2-08-760
- Kretzschmar, Th.
Studie zur Gewinnung von CO₂ und H₂O aus der Luft
mit Technologien der Kältetechnik
ILK-B-2-08-814
- Kretzschmar, Th.
Überarbeitung der Stoffdatenbibliothek für Kälte-träger,
Teil 1: Stoffeigenschaften von flüssigem Wasser als
Gemischkomponente
ILK-B-2-08-759
- Kuhn, M.
Untersuchung der Kostenstruktur am Beispiel der
Absorptions-KA SE 15
ILK-B-2-08-790

Kuhn, M.
Abschlussbericht: Vermessung Wäschetrockner BSH C16P1
ILK-B-2-08-770

Kuhn, M.
Zwischenbericht zum Forschungsthema LowCost-Wärmeübertrager für Absorptionskälteanlagen
ILK-B-2-08-752

Kuhn, M.
Oberflächenbehandlung von Kupferrohren zur Verbesserung der Benetzbarkeit
ILK-B-2-08-743

Kuhn, M.
Zwischenbericht zum Forschungsthema LowCost-Wärmeübertrager für Absorptionskälteanlagen
ILK-B-2-08-714

Kuhn, M.
Simulation Türdichtung
KGF 39
ILK-B-2-08-700

Kuhn, M.; Böhm, M.; Stangl, R.
Konzeption und Auslegung einer Luft-Wasser-Heizungs-Wärmepumpe
ILK-B-2-08-773

Kuhn, M.; Richter, L.
Einsatz eines Drosselrohres als Entspannungsorgan in einer Wasser/
Lithiumbromid-Absorptionskälteanlage
ILK-B-2-08-764

Kuhn, M.; Richter, L.
Abschlussbericht über Mitwirkung am Forschungsvorhaben Kfz-AKM
ILK-B-2-08-777

Müller, M.
Abschlussbericht zum Forschungsthema Verdampfer mit geringer Überhitzung
ILK-B-2-08-806

Müller, M.
Zwischenbericht - Verdampfer mit geringer Überhitzung
ILK-B-2-08-728

Noack, R.
Leistungsmessung an einer Luft-Wasser-Brauchwasserwärmepumpe - Aqua Heater Highpower 200
ILK-B-2-08-787

Noack, R.
Neue funktionale und biomimetische Oberflächen zur Verminderung von Eiswachstum
ILK-B-2-08-708

Noack, R.; Peusch, A.
Ermittlung des Einsparpotentials bei Abtauung mit Umweltwärme an einer Luft-Wasser-Wärmepumpe
ILK-B-2-08-793

Paatzsch, R.
Abschlussbericht zur Analyse des Energieverbrauchs auf Basis von Kennzahlen für verschiedene Standorte des Bombardier Transportation Konzerns
ILK-B-2-08-785

Paatzsch, R.
Zwischenbericht zur Analyse des Energieverbrauchs auf Basis von Kennzahlen für verschiedene Standorte des Bombardier Transportation Konzerns
ILK-B-2-08-771 und 771-E

Paatzsch, R.
Bewertung der technischen Angebote für die Kälteerzeugung in der geplanten Skilanglaufloipe in Oberhof
ILK-B-2-08-735

Paatzsch, R.
Untersuchungen an luftbeaufschlagten Wärmeübertragern zum Einfluss der Lamellenbeschichtung und des gewählten Aufweitverfahrens auf die Passung Lamelle - Rohr
ILK-B-2-08-753

Paatzsch, R.
Abschlussbericht zur Projektbegeleitung - Kleinanlagentest Stirlingmotor
ILK-B-2-08-730

- Paatzsch, R.
Innovativer Luftvorkühlsatz für trockene Rückkühler
ILK-B-2-08-717
- Paatzsch, R.
Konzeption einer innovativen Energieversorgung innerhalb Oberhofs
ILK-B-2-08-709
- Peusch, A.
Untersuchungen an zwei Luft-Wasser-Wärmepumpen in Split-Bauweise
ILK-B-2-08-797
- Richter, L.
Entwicklung einer solarthermischen H₂O-Absorptionskälteanlage in Einbehälterbauweise
ILK-B-2-8-808
- Richter, L.
Auslegungsbericht 15 kW Absorptionskälteanlage in Einbehälterbauweise SE 15 - EB
ILK-B-2-8-802
- Richter, L.
Korrosionsinhibierung und pH-Wert-Stabilisierung in H₂O-LiBr-Absorptionskälteanlagen der Serie WEGRACAL
ILK-B-2-08-740
- Richter, L.
Auslegung einer Flüssigkeitsstrahlvakuumpumpe für die Kleinabsorptionskälteanlage SE 15
ILK-B-2-08-737
- Richter, L.
Auslegungsbericht Kleinabsorptionskälteaggregat AKA 5 - Variante luftgek. Modifikation 03-2008
ILK-B-2-08-739
- Richter, L.
Inertgasabführung in solarthermischen Kleinabsorptionskälteanlagen
ILK-B-2-07-684
- Richter, L.
Untersuchung von Möglichkeiten der Lösungsverteilung für Rieselfilmwärmübertrager
ILK-B-2-08-688
- Richter, L.; Kuhn, M.
Auslegung und Gestaltung einer Ammoniak/Wasser-Absorptionskälteanlage Typ AGO 50 mit 50 kW Kälteleistung
ILK-B-2-07-695
- Richter, L.; Safarik, M.
Entwicklung eines Absorptionsaggregates kleiner 5 kW Kälteleistung (AKA 5)
ILK-B-2-08-712
- Röllig, P.
Expansionsventile kleiner Leistung für kältetechnische Anwendungen
ILK-B-2-08-763
- Röllig, P.
Konstruktive und verfahrenstechnische Optimierung innovativer Ölabscheider für die Kältetechnik; Messverfahren und Versuchseinrichtung zur Bestimmung des Abscheidegrades neuartiger Ölabscheider
ILK-B-2-08-713
- Safarik, M.; Richter, L.; Kuhn, M.
Entwicklung eines Absorptionskälteaggregates kleiner 5 kW Kälteleistung (AKA 5) - Erfolgskontrollbericht
ILK-B-2-08-774
- Safarik, M.; Richter, L.; Kuhn, M.
Entwicklung eines Absorptionskälteaggregates kleiner 5 kW Kälteleistung (AKA 5) - Schlussbericht
ILK-B-2-08-772
- Schumann, B.
Temperaturabhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit von PU-Schaumstoffproben im Bereich von ca. 20 K bis 300 K
ILK-B-2-08-805
- Schumann, B.
Messung der thermischen Längenausdehnung von PU-Schaumstoffproben im Bereich von 80 K bis 300 K
ILK-B-2-08-804

Schumann, B.
Thermal Conductivity Test of Cork Samples in the temperature range from -160°C to 20°C
ILK-B-2-08-736

Trummer, A.
Praktikumsbericht: Verdichtermodell und statistische Auswertung von Leistungsmessdaten
ILK-B-2-08-776

Tzscheuschler, A.;
Barthel, M.
Begutachtung Sanyo-Verdichter
ILK-B-2-08-733

Tzscheuschler, A.; Bratanitsch, K.
Untersuchung von Komponenten für CO₂-Kreisläufe - Zwischenbericht
ILK-B-2-08-754

Tzscheuschler, A.; Bratanitsch, K.
Untersuchung von Komponenten für CO₂-Kreisläufe - Zwischenbericht 2008
ILK-B-2-08-732

Vollmer, D.
Bedienungsanleitung für Zugangsschutz-Software
ILK-B-2-08-768

Vollmer, D.
Verbesserung der Öko-Effizienz in der Kältetechnik
ILK-B-2-08-721

Luft- und Klimatechnik Bereich Klimatechnik

Buschmann, M.
Optimierung des Wärmeübergangs von Kühlschlangen
ILK-B-31-08-3412

Buschmann, M.
Zwischenbericht: Innovative Wärmeübertrager-Konzepte
ILK-B-31-08-3411

Ehle, A.; Hackeschmidt, K.;
Buschmann, M. H.
Zur Miniaturisierung von Wärmerückgewinnungseinrichtungen
ILK-B-31-08-3427

Ehle, A.; Ritscher, U.; Buschmann, M. H.
Strömungssimulation von Brandszenarien für den Neubau Chemie der TU Dresden
ILK-B-31-08-3433

Franzke, U.
Bewertung der RLT-Anlagen im Klimahaus Bremerhaven
ILK-B-31-07-3390

Franzke, U.
Bewertung der Kühlung eines Rechenzentrums der Fa. Vattenfall
ILK-B-31-08-3403

Franzke, U.; Buschmann, M. H.;
Friebe, Chr.
Abschlussbericht: LowEx-Kühlung von Hallen in Gewerbe- und Produktionsbetrieben
ILK-B-31-08-3426

Franzke, U.; Friebe, Chr.; Lange, B.
Abschlussbericht: Messprogramm solare Klimatisierung Berufsschule Rodewisch
ILK-B-31-08-3442

Franzke, U.; Seifert, Chr.
Bewertung des Jahresnutzungsgrades von gasmotorisch betriebenen Wärmepumpen
ILK-B-31-08-3406

Friebe, Chr.
Einsatz einer Strahlpumpe in Sorptionsprozessen zur Verdampfung von Wasser
ILK-B-31-08-3450

Hackeschmidt, K.
Zwischenbericht Untersuchungen zum Einsatz offenerporiger Metallschäume in Latentspeichern zur Klimatisierung von Räumen
ILK-B-31-08-3446

Hackeschmidt, K.
Abschlussbericht Hochleistungs-
Wärmeübertrager für die dezentrale Klima-
tisierung mittels Kaltluft
ILK-B-31-08-3425

Hackeschmidt, K.
Druckverlustmessungen an Tropfenab-
scheideprofilen
ILK-B-31-08-3414

Hackeschmidt, K.; Ehle, A.
Simulationsberechnungen für die Luft-
strömung in einem Tiefkühlager
ILK-B-31-08-3418

Hackeschmidt, K.; Seifert, Chr.
Zwischenbericht: Entwicklung einer klima-
aktiven Innenbeschattung
ILK-B-31-08-3429

Herrmann, St.; Mai, R.
Fehlerüberwachung und wirtschaftliche
Regelstrategien von RLT-Anlagen
ILK-B-31-08-3455

Krause, R.
Messung der Raumluftparameter in einem
Depot
ILK-B-31-08-3443

Krause, R.
Messung des Raumlufzustandes im Or-
chestergraben der Felsenbühne Rathen
ILK-B-31-08-3441

Krause, R.
Schalleistungsmessung an einem Ver-
dichter nach DIN EN 23 741
ILK-B-31-08-3436

Krause, R.
Bestimmung des Schallabsorptionsgrades
nach DIN EN ISO 354
ILK-B-31-08-3435

Krause, R.
Bestimmung der Luftschalldämmung im
Prüfstand nach DIN EN 20140-10
ILK-B-31-08-3420

Krause, R.; Rosenbaum, H.; Friebe, Chr.
Zwischenbericht Wärmeübertrager mit
semipermeabler Membran zur Luftent-
feuchtung
ILK-B-31-08-3408

Mai, R.
Vorläufiger EnEV-Nachweis für den
MELH-Erweiterungsbau
ILK-B-31-08-3430

Rosenbaum, H.
Energieanalyse Schloss Dresden
ILK-B-31-08-3409

Seifert, Chr.; Ehle, A.
Thermische Bewertung einer Fassaden-
konstruktion
ILK-B-31-08-3419

Ziller, F.
Messung der Leckluft rate von RLT-
Geräten im MELH
ILK-B-31-08-3449

Ziller, F.
Zwischenbericht: Entwicklung eines
Brennstoffzellenklimagerätes
ILK-B-31-08-3405

Luft- und Klimatechnik Bereich Luftreinhaltung

Birnbaum, Th.
Untersuchungen zu Schadstoffen an einer
Reflow-Konvektionslötanlage
ILK-B-33-08-1445

Frenzel, W.-P.
Filtertechnische Untersuchungen an ei-
nem Ansaugfilter
ILK-B-33-08-1434

Frenzel, W.-P.; Böhme, A.;
Heidenreich, R.
Auslegung des Regenerierungssystems
und filtertechnische Untersuchungen an
einem Kombizyklon
ILK-B-33-08-1454

Heidenreich, R.
Hygieneuntersuchungen an RLT-Geräten
ILK-B-33-08-1457

Heidenreich, R.
Sol-Gel-Filter, Zwischenbericht
ILK-B-33-08-1436

Heidenreich, R.
Bestimmung von Siliziumdioxid-
Konzentrationen in Abhängigkeit verschie-
dener Prozessgasparameter
ILK-B-33-08-1433

Heidenreich, R.; Birnbaum, Th.
Hygienische Untersuchung an Erdschot-
terspeichern - Zwischenbericht 2008
ILK-B-33-08-1455

Heidenreich, R.; Birnbaum, Th.
Abscheideeinrichtung für Holzheizungen -
Zwischenbericht
ILK-B-33-07-1428

Heidenreich, R.; Blei, St.
Kontaminationsfreie Baugruppenträger
und Baugruppen
ILK-B-33-08-1429

Heidenreich, R.; Frenzel, P.
Bestimmung des Druckverhaltens eines
Nassabscheiders
ILK-B-33-08-1431

Heidenreich, R.; Krusche, J.
Testing Compressed Air Filter for Oil Va-
pour Removal Efficiencies
ILK-B-33-08-1450

Heidenreich, R.; Schmidt, D.
Testing of Particle Removal Efficiencies of
Compressed Air Filter
ILK-B-33-08-1452

Angewandte Neue Technologien

Braumöller, J.
Emissionsverringierung an PKW-
Klimaanlagen - Zwischenbericht
ILK-B-4-08-2575

Germanus, J.; Feja, St.
Verbesserung der Öko-Effizienz in der
Kältetechnik - Teil 1: Energieeffizienz und
umweltfreundliche Kältemittel
ILK-B-4-08-2567

Germanus, J.
Neue Generation Low-GWP-Kältemittel:
Basisuntersuchungen
ILK-B-4-08-2574

Hernschier, W.
Schlussbericht zum Transferprojekt netz-
unabhängige und energieautarke photo-
voltaische Applikationen für Kühlung,
Stromversorgung und Monitoring
ILK-B-4-08-2560

Hernschier, W.
Erfolgskontrollbericht zum Transferprojekt
netzunabhängige und energieautarke pho-
tovoltaische Applikationen für Kühlung,
Stromversorgung und Monitoring
ILK-B-4-08-2561

Junk, M.
Vergleichende tribologische Untersuchun-
gen mit Low-GWP-Kältemittel
ILK-B-4-07-2573

Knabe, M.
Autokaskadensysteme
ILK-B-4-08-2572

Leupolt, H.; Krusche, J.
Zwischenbericht: Mikro-
Thermoelektrischer Spannungsgenerator
ILK-B-4-08-2558

Leupolt, H.
Zwischenbericht: Mikro-
Thermoelektrischer Spannungsgenerator
ILK-B-4-08-2591

Rittsche, A.; Hernschier, W.
Zwischenbericht MPP - Frequenzumrichter
für Photovoltaikinselsysteme
ILK-B-4-08-2559

Römer, S.
Entwicklung von CO₂-Ventilen -
Teilthema: CO₂-Ventile, Materialuntersu-
chung und Tribodesign
ILK-B-4-08-2578

Spörl, G.; Reinsch, H.
Entwicklung eines neuartigen, indikations-
spezifischen Biomaterials zum Einsatz in
der regenerativen Dental-Medizin (Alveo-
larstift)
ILK-B-4-08-2597

Angewandte Energietechnik

Albring, P.
Beschreibung der Komponenten einer
Vakuumeisspeicheranlage mit Wasser-
dampfturboverdichter
ILK-B-5-08-004

Burandt, B.
Rückkühlkonzept für eine Absorptions-
Kältemaschine in der Speicherstadt
Potsdam
ILK-B-5-08-017

Herrmann, U.
Planung und Aufbau einer Versuchsein-
richtung zur Prüfung von Radialwellen-
dichtringen
ILK-B-5-08-003

Honke, M.
Innovative Schienenfahrzeug-Klimatechnik
mit O₂-Anreicherung
ILK-B-5-08-010

Trommler, G.
Festigkeitsanalyse eines einseitig genopp-
ten Wärmeübertragerbleches
ILK-B-5-08-011

Trommler, G.
Wirtschaftlichkeitsbetrachtung "Abwärme-
getriebene Meerwasserentsalzungsanla-
ge"
ILK-B-5-08-005