

**Simplicity
is the ultimate
sophistication .**

**ILK
DRESDEN**



Exzellenz ab null Kelvin

LEONARDO DA VINCI



FORSCHUNGSBERICHT **2024**

**IN DER EINFACHHEIT LIEGT DIE HÖCHSTE RAFFINESSE
ODER, UM ES NOCH EINFACHER ZU SAGEN:**

»SIMPLY THE BEST«.

So bewies es schon das Brückenmodell von Leonardo da Vinci. Einfache Lösungen sind oftmals die Besten. Sie sind praktikabel, langlebig, schön und sie sparen Zeit und Geld.

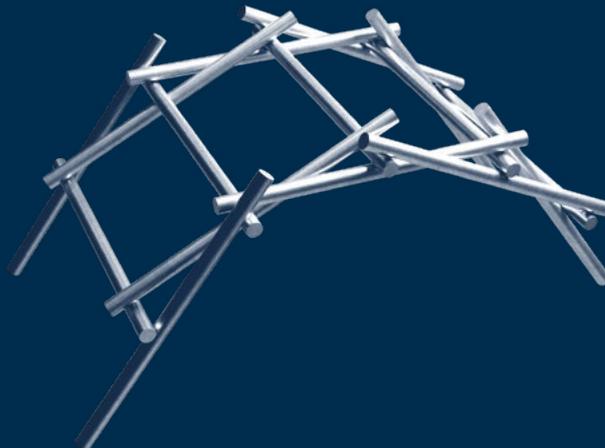
»Das Besondere an diesem Forschungsinstitut ist, dass wir uns als schnelle und unbürokratische Brücke zwischen Forschung und Industrie verstehen und damit Kunden zu Fans machen.

Mit unserem ingenieurtechnischen Erfahrungsschatz und der forschungsbedingten Weitsichtigkeit entwickeln wir für unsere Kunden in kürzester Zeit clevere Lösungen, mit welchen sie sich im internationalen Wettbewerb zukunftsweisend, effizient und flexibel aufstellen können.«



Professor Uwe Franke

Geschäftsführer ILK Dresden



Exzellenz ab null Kelvin



INHALT



Vorwort – Wertschöpfung durch Zusammenarbeit	4
ILK DRESDEN – Pionier der Kryotechnik stärkt Sachsens Position in der Weltraumforschung	8
Forschung	16
Vorträge	68
Publikationen	76
306 Ideen zum Thema »Nachhaltig arbeiten am ILK Dresden«	80
ZUSE	82
SPIN2030	84
FutureSax	86
Jubiläum »60 Jahre ILK Dresden«	88
Lange Nacht der Wissenschaften	102



PROF. DR.-ING.

**UWE
FRANZKE**

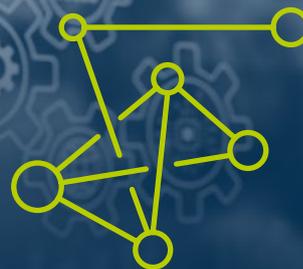
Geschäftsführer



VORWORT

WERTSCHÖPFUNG
DURCH ZUSAMMENARBEIT

WERTSCHÖPFUNG DURCH ZUSAMMENARBEIT



Die Zusammenarbeit zwischen einem Industrieunternehmen und einem Forschungsinstitut bietet zahlreiche Vorteile, die sowohl die Innovationskraft als auch die Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens erheblich steigern können. Darüber hinaus trägt diese Zusammenarbeit entscheidend zur gesamtgesellschaftlichen wirtschaftlichen Wertschöpfung bei. Eine Schlüsselrolle in dieser Partnerschaft spielt der wissenschaftliche Mitarbeiter, dessen vielfältige Fähigkeiten den Erfolg solcher Kooperationen maßgeblich beeinflussen.

Zugang zu neuestem Wissen und Technologien

Forschungsinstitute stehen oft an der Spitze wissenschaftlicher und technologischer Entwicklungen. Wissenschaftliche Mitarbeiter verfügen über tiefe fachliche Expertise in ihren jeweiligen Forschungsgebieten, sei es Biologie, Chemie, Informatik oder Ingenieurwissenschaften. Diese fundierten Kenntnisse ermöglichen es dem Unternehmen, direkt auf aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse und Technologien zuzugreifen und diese in die Weiterentwicklung seiner Produkte und Dienstleistungen einzubringen.

Kosteneffiziente Forschung und Entwicklung

Die Durchführung von Forschungsprojekten ist häufig mit hohen Kosten verbunden. Dank der methodischen Kompetenzen der wissenschaftlichen Mitarbeiter, wie der Anwendung von experimentellen Methoden und fortgeschrittener Datenanalyse, können Unternehmen auf die vorhandene Infrastruktur und Expertise von Instituten zugreifen, ohne selbst große Investitionen tätigen zu müssen.

Förderung von Innovationen

Innovationen entstehen häufig durch frische Denkansätze und kreative Lösungswege. Wissenschaftliche Mitarbeiter zeichnen sich durch kritisches Denken und Problemlösungsfähigkeiten aus, die in einem forschungsgetriebenen Umfeld gefördert werden. Durch diese Fähigkeiten tragen sie dazu bei, neue Ideen zu entwickeln, die in die unternehmerische Praxis einfließen und so zur Schaffung innovativer Produkte oder Prozesse führen.

Schulung und Entwicklung von Talenten

Unternehmen, die mit Forschungsinstituten kooperieren, profitieren vom Zugang zu hochqualifizierten Fachkräften. Wissenschaftliche Mitarbeiter bringen nicht nur ihre eigene Fach- und For-

schungskompetenz ein, sondern spielen auch eine wichtige Rolle in der Weiterbildung und Entwicklung neuer Talente. Sie helfen dabei, Wissen zu vermitteln und Mitarbeiter mit den neuesten Technologien und Methoden vertraut zu machen.

Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit

Durch ihre Fähigkeiten im Projektmanagement und präzise Datenanalysen können wissenschaftliche Mitarbeiter Projekte effizient und zielgerichtet vorantreiben. Dies ermöglicht es Unternehmen, schneller auf neue Marktanforderungen zu reagieren und ihren Kunden innovative, auf neuesten Forschungsergebnissen basierende Lösungen anzubieten, was ihre Wettbewerbsfähigkeit erheblich steigert.

Reduzierung von Risiken

Forschung und Entwicklung sind oft mit Unsicherheiten verbunden. Wissenschaftliche Mitarbeiter tragen durch ihre organisatorischen Fähigkeiten und ihre Expertise in der Interpretation von Daten dazu bei, Risiken in der Forschung besser zu managen. Dadurch können Unternehmen Forschungsergebnisse gründlich validieren, bevor sie auf den Markt gebracht werden, und dadurch Risiken minimieren.

Erhöhung der Förderchancen

Viele öffentliche Förderprogramme unterstützen die Zusammenarbeit zwischen Industrie und Forschung. Wissenschaftliche Mitarbeiter, die die Einhaltung von ethischen Standards und gesetzlichen Vorgaben sicherstellen, tragen entscheidend dazu bei, dass Forschungsvorhaben förderfähig sind und dem Unternehmen die notwendigen finanziellen Ressourcen für innovative Projekte bereitgestellt werden.

Langfristige strategische Partnerschaften

Wissenschaftliche Mitarbeiter bringen eine hohe Flexibilität und Anpassungsfähigkeit mit, was die Grundlage für erfolgreiche langfristige Partnerschaften zwischen Unternehmen und Forschungsinstituten schafft. Diese Kooperationen ermöglichen es, kontinuierlich von wissenschaftlichen Fortschritten zu profitieren und langfristig die Innovationskraft und Marktposition zu stärken.

Gesamtgesellschaftliche wirtschaftliche Wertschöpfung

Nicht zuletzt trägt die enge Verzahnung von Wissenschaft und Wirtschaft zur gesamtgesellschaftlichen wirtschaftlichen Wertschöpfung bei. Die Fähigkeit wissenschaftlicher Mitarbeiter, wissenschaftliche Erkenntnisse in marktfähige Produkte umzusetzen, fördert das Wirtschaftswachstum und die Innovationskraft des Landes. Ihre Arbeit trägt zur Schaffung von Arbeitsplätzen und zur Stärkung der deutschen Industrie bei, was langfristig die Lebensqualität und den Wohlstand sichert. Insgesamt führt die Zusammenarbeit zwischen Industrieunternehmen, wissenschaftlichen Mitarbeitern und Forschungsinstituten dazu, dass Forschung und Entwicklung effektiver und effizienter gestaltet werden. Diese Partnerschaft stärkt nicht nur die Innovationskraft des Unternehmens, sondern auch die wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands in einer globalisierten Weltwirtschaft.

ILK DRESDEN



PIONIER DER KRYOTECHNIK

stärkt Sachsens Position in der Weltraumforschung



»Das ILK Dresden ist auf Kryotechnik und Tieftemperaturphysik bis nahe dem absoluten Nullpunkt (-273 °C) spezialisiert. Das macht uns zum idealen Partner für Unternehmen, welche die Herausforderungen des Weltalls meistern wollen.«, so Professor Franzke, Geschäftsführer des ILK Dresden.

2024 konnten unsere Wissenschaftler und Ingenieure ihre Expertise gleich in zwei großen Forschungsvorhaben unter Beweis stellen. Beide Projekte haben Leuchtturmstatus und zeigen,

dass Sachsen sein enormes Potential als Zentrum für technologische zukunftsweisende Innovationen weiterhin festigt und ausbaut.

1. Entwicklung und Bau einer der größten Weltraumsimulationskammern, Kooperation mit Leybold GmbH
2. »StellarHeal« – Forschung für schnelle Wundheilung im Weltraum und auf der Erde, Kooperation mit Fraunhofer ISC und dem Fraunhofer ITEM

THERMISCHE SIMULATION VON WELTRAUMBEDINGUNGEN

Der Schlüssel für erfolgreiche Weltraumtechnik

Die Ingenieure des ILK Dresden und der Leybold GmbH bauten gemeinsam an einer gewaltigen Thermal-Vakuum-Kammer. Das Projekt, das Feinmechanik und Weltraumtechnik verbindet, dient der thermischen Simulation und erweitert deren Grenzen auf ein bisher kaum erreichtes Größenniveau.

Das Herzstück der Kammer mit einem Durchmesser von über fünf Metern ist die vom ILK Dresden entwickelte und aufgebaute ultrahochleistungsfähige thermische Kontrolleinheit (TCU), die die Wärmetauscherplatten innerhalb der Kammer mit dem temperierten Arbeitsfluid aus der TCU versorgt. Der Prozesskreislauf ermöglicht präzise Abkühl- und Aufwärmvorgänge sowie eine exakte Tempe-

raturkontrolle, um eine hohe Temperaturhomogenität in der Kammer zu erhalten.

Die entwicklungstechnische Herausforderung bestand darin, in einer einzigen Kammer gleichzeitig extreme Hitze und extreme Kälte zu simulieren, wie sie beispielsweise im Weltraum auf Satelliten einwirken.

Abgesehen von Konzept und Entwicklung ist der Zusammenbau einer derart komplexen Anlage ein sehr ehrgeiziges Vorhaben. Es verbindet mechanische Präzision mit wissenschaftlicher Forschung, erfordert sorgfältige Planung und einwandfreie Ausführung – Eigenschaften, die das ILK Dresden und Leybold mit Erfolg unter Beweis gestellt haben.

Sie interessieren sich für unseren
Bereich Kryotechnik & Tieftemperaturphysik?

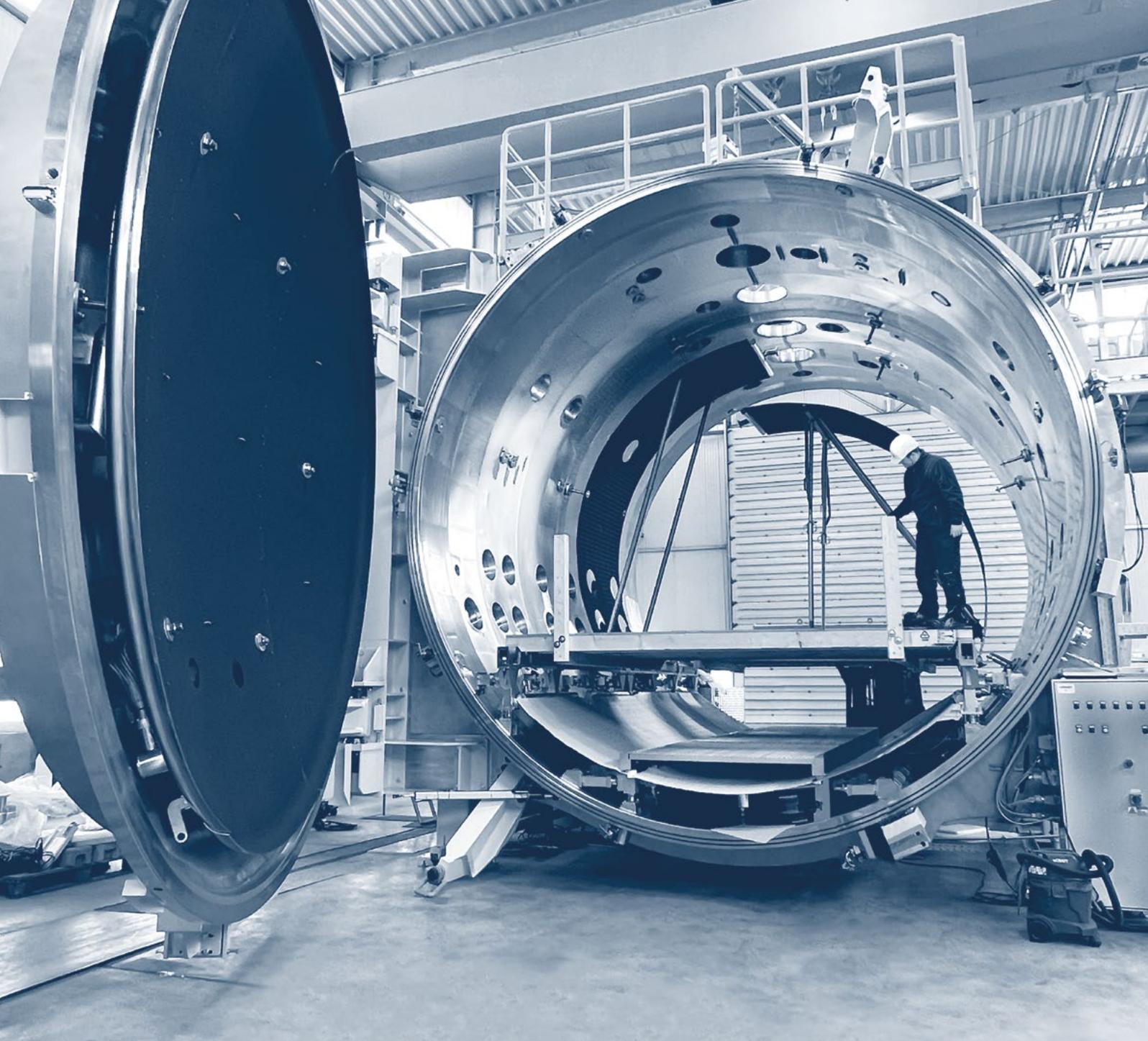
Kontaktieren Sie mit Ihrer Anfrage gerne:

DR. RER. NAT.

ANDREAS KADE

andreas.kade@ilkdresden.de





Die Leybold GmbH ist einer der führenden Hersteller im Bereich der Vakuumtechnologie. Seit der Gründung im Jahr 1850 ist sie Vorreiter in der Vakuuminnovation. Mit einem umfassenden Portfolio an hochmodernen Vakuumpumpen sowie standardisierten und maßgeschneiderten Vakuumlösungen und Dienstleistungen erfüllt das Unternehmen selbst die anspruchsvollsten Anforderungen komplexer Anwendungen. Die Expertise der Leybold GmbH erstreckt sich über hochbelastbare Verfahren in der Metallurgie, Reinraumbedingungen in renommierten Forschungs- und Entwicklungsinstituten bis hin zu Beschichtungs-

anwendungen kleinster Größenordnungen – Leybold steht für Spitzenleistung. Vakuumtechnologie findet in zahlreichen Bereichen des täglichen Lebens Anwendung, darunter Klimaanlage, Flachbildschirme und Kfz-Anwendungen. Darüber hinaus spielt sie eine entscheidende Rolle bei Hightech-Verfahren wie der Beschichtung von Mikrochips, CDs und DVDs sowie bei der Herstellung von optischem Glas und Analysegeräten.

 **Leybold**



StellarHeal

Wound Healing in Space and on Earth

Mit einem revolutionären Projekt für schnellere und bessere Wundheilungsprozesse im Welt- raum und auch auf der Erde ist es dem For- schungsteam »StellarHeal« – bestehend aus dem ILK Dresden, dem Fraunhofer ISC und dem Fraunhofer ITEM – gelungen, bei »INNO- space Masters Competition 2024« unter ins- gesamt 167 internationalen Bewerbungen den Forschungszuschlag zu erhalten. Für das For- schungsteam »StellarHeal« ist dies der offizielle Start. In den kommenden Monaten wird es sich intensiv mit der Entwicklung eines kryokonser- vierbaren zellhaltigen Wundverschlussgels und dessen Anwendung in der Raumfahrt sowie für chronische Krankheiten auf der Erde befassen.

Die »INNOspace Masters Com- petition 2024« ist der internatio- nale Innovationswettbewerb der Deutschen Raumfahrt-Agentur in Kooperation mit ESA, Airbus, Mer- cedes-Benz und OHB. Er wurde 2015 ins Leben gerufen und steht Unternehmen jeder Größe, Start- ups, Forschungseinrichtungen und Universitäten sowie Einzelpersonen aus der ganzen Welt offen.

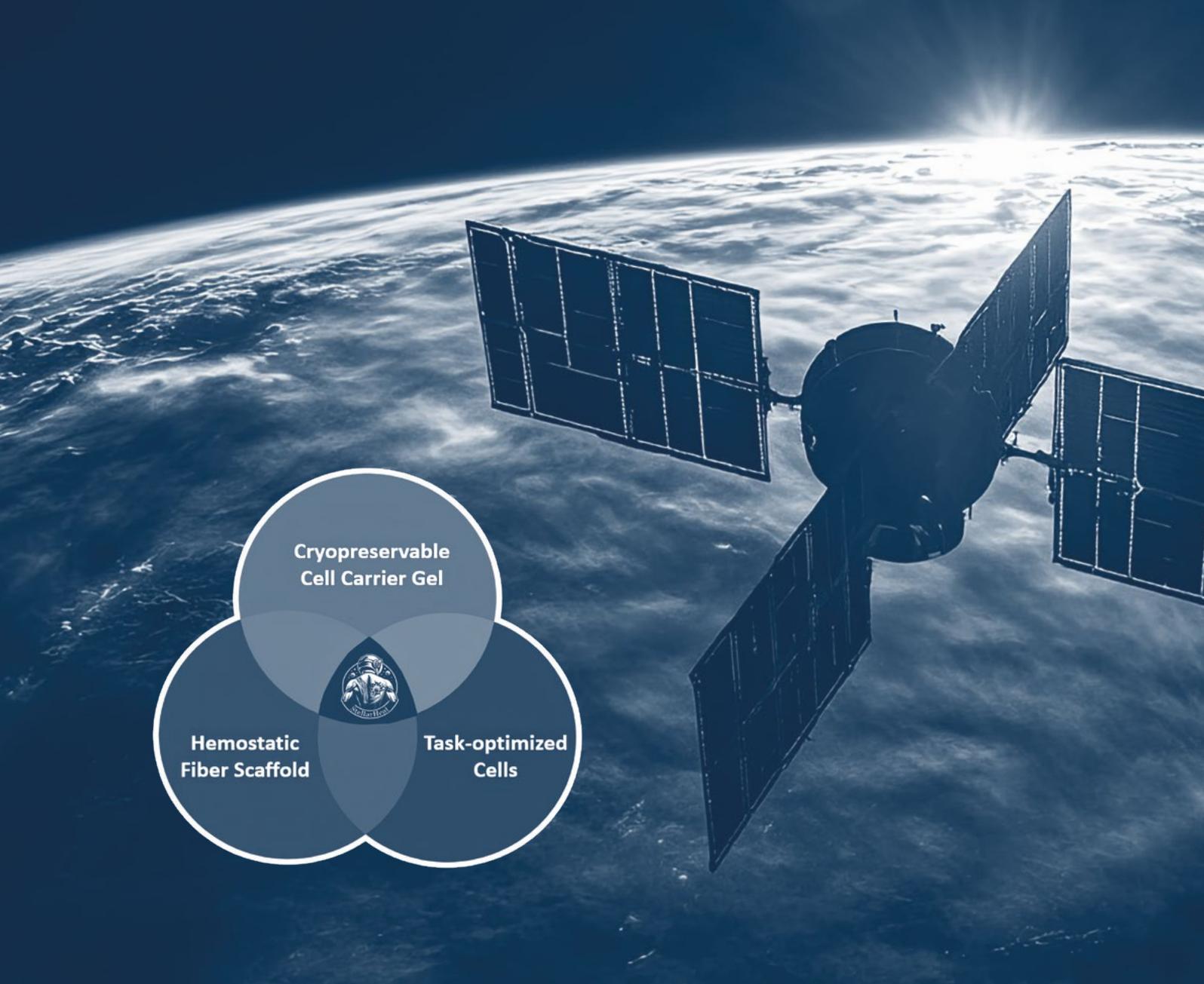
DIE HEILUNG EINER FLEISCHWUNDE UNTER WELTRAUM- BEDINGUNGEN GESTALTET SICH SEHR SCHWIERIG

Sie wird unter anderem durch Strahlung und Mikrogravitation gestört. Strahlung schädigt die DNA, hemmt die Zellteilung und unterdrückt die Immunaktivität. Mikrogravitation verzögert Zell- bewegung und -wachstum und schwächt damit zusätzlich die Immunfunktion. Das Ergebnis ist ein sehr langwieriger Gesamtheilungsprozess.

Das Ziel: Mit einer einzigen Behandlung soll eine Wunde gesunden!

Mit dem Forschungsprojekt soll der Wundhei- lungsprozess massiv beschleunigt werden und das Gewebe funktional gesunden.

Die disruptive Wundheilungstechnologie soll mit einer einzigen Behandlung auskommen und langwierige Wundversorgungsmaßnahmen durch Ärzte und Pflegekräfte, wie Verbands- wechsel und Medikamentengaben, in Zukunft überflüssig machen.



Das Verfahren setzt auf 3 Kerninnovationen:

1. ein hämostatisches Faservlies,
2. auf Heilung programmierte Zellen,
3. ein kryokonservierbares Trägermedium.

Das Faservlies dient einem schnellen Wundverschluss und dem sofortigen Stopp der Blutung. Anschließend werden spezielle Bindegewebs- und Immunzellen, die mit modernen biotechnologischen Verfahren für eine schnelle und narbenfreie Wundheilung programmiert wurden, mit einem Trägermedium in das Vlies gespritzt. Vlies und Trägermedium werden im Heilungsprozess vollständig biologisch abgebaut.

Zellträgergel des ILK Dresden kann jahrzehntelange Weltraummissionen unbeschadet überstehen.

Als Trägermedium für die Zellen soll ein kryokonservierbares Zellträgergel zum Einsatz kommen, welches vom LifeScience-Team des ILK Dresden entwickelt wird. In diesem hoch entwickelten biologischen Gel könnten die Zellen lebendig eingefroren werden, so dass sie Weltraummissionen mit einer Dauer von Jahren oder Jahrzehnten schadlos überstehen.

- Lebenserhalt der kryokonservierten Zellen für Jahrzehnte
- Unbedenklichkeit für die medizinische Anwendung
- Einfache Verabreichung mit einer Spritze
- Gleichmäßige Verteilung der Zellen in der Wunde
- Dauerhafte Anhaftung im Wundbett
- Schaffung physiologischer Bedingungen
- Lieferung von Nährstoffen für sofortige Zellaktivität

Die Vorteile für die Raumfahrt liegen klar auf der Hand:

1. Geringere Ausfallzeit – Astronauten können schneller zu ihren Aufgaben zurückkehren.
2. Geringeres Infektionsrisiko – Schnellere Heilung verringert die Wahrscheinlichkeit von Infektionen.
3. Ressourceneffizienz – Weniger medizinisches Material wird für die erweiterte Versorgung benötigt.

Viele Anwendungen auf der Erde profitieren ebenfalls von dieser Entwicklung. Denken wir nur an eine bessere Wundheilung bei chronischen Krankheiten wie Diabetes.

**MEHR ALS
4 MILLIONEN
MENSCHEN**

sind allein in Deutschland von chronischen Wunden betroffen.

Die jährlichen Kosten belaufen sich auf ca. 8 Mrd. Euro. 40 Prozent der Kosten werden für Wundversorgungsmaterialien (z. B. Verbände, Pflaster) aufgewendet. Weltweit wird geschätzt, dass die Kosten bis 2030 auf ca. 27 Mrd. Euro steigen werden.



- ▲ Holger Reinsch, Diplomingenieur/Bioverfahrenstechnik | HB 1 – Kryotechnik und Tieftemperaturphysik/Life Science | Kryologisches Labor | Fachgebiet Biomaterialentwicklung/Biofreezing | Foto Gerät: SyLab IceCube 14M = Controlled Rate Freezer, ein programmierbares Einfriergerät für die Kryokonservierung pharmazeutischer und medizinischer Proben, lebender Zellen und biologischer Gewebe. Als Kühlmittel fungiert flüssiger Stickstoff.



Grundlagenforschung und Dienstleistung für die Medizin, Biologie und Pharmazie

In unserem Kryokompetenzzentrum für Lebenswissenschaften sind mehr als 35 Jahre medizinische, biologische, pharmazeutische und technische Fachkompetenz gebündelt. Wir arbeiten als Forschungsdienstleister in den Bereichen

- Biomaterialentwicklung,
- Tissue Engineering,
- Zell- und Gewebekryokonservierung und
- Biobanking.

In Zusammenarbeit mit Spezialisten für angewandte Kryo- und Kältetechnik führen wir von der

ersten Skizze bis zum Prototypenbau Hardwareentwicklungen auf den Gebieten

- Controlled Rate Freezing,
- Vitrifikation,
- Gefriertrocknung
- und medizinische Kälteapplikation durch.

Mit unserem breiten Dienstleistungsportfolio stehen wir den Unternehmen der biologischen Forschung, Pharmazie- und Medizinbranche als kompetenter Entwicklungspartner zur Seite.

Sie interessieren sich
für unseren Bereich LifeScience?

Kontaktieren Sie mit Ihrer Anfrage gerne:

DIPL.-ING.

HOLGER REINSCH

holger.reinsch@ilkdresden.de



Weiterführende LINKS



Biomaterialentwicklung | Kryobanking
Leistungen Kryokompetenzzentrum
LifeScience (v.l.n.r.)



2024

FORSCHUNG

Kryotechnik und Tieftemperaturphysik HB 1

Vorwort des Hauptbereichsleiters	19
Kryogene Prüfung von Sicherheitsventilen für Wasserstoffanwendungen	20
Hydrogen Supply Networks' Evolution for Air Transport – HyNEAT	22
Geschweißte Kryoröhrchen	24
Innovation Fostering in Accelerator Science and Technology (I.FAST)	26

Kälte- und Wärmepumpentechnik HB 2

Vorwort des Hauptbereichsleiters	29
KETEC – Fortsetzung	30
Low Carbon District Heat – Groß-Wärmepumpe für Wärmenetz 4.0	32
FLEX-Wärmepumpe	34
COMTEST – Kältemittelverdichter im transienten Einsatz	36

Luft- und Klimatechnik HB 3

Vorwort des Hauptbereichsleiters	39
Beladungssensor für Adsorptionsfilter	40
Wärmeübergang in Ferro-Nanofluiden unter Magnetfeldeinfluss	42
Abluftbehandlungsmethode zur Abscheidung von Spurenstoffen in neuen Produktionsverfahren	44
InFormFVK	46
Maschinenlernbasierte Module für intelligente TGA-Planungssoftware	48

Angewandte Werkstofftechnik HB 4

Vorwort des Hauptbereichsleiters	51
Ionokalorische Kälteerzeugung	52
Kalibrierlecks für die Wasserbad-Dichtheitsprüfung	54
In-situ Quellverhalten von Polymeren in brennbaren Fluiden	56
Chemische Wasserbinder/Enteiser für Kältekreisläufe – CHEWA	58

Angewandte Energietechnik HB 5

Vorwort des Hauptbereichsleiters	61
Heat2Comfort – Abwärmebasierte Klimatisierung von Brennstoffzellen-Triebzügen	62
Schlanker Flüssigeis-Speicher hoher Leistungsdichte	64
Maßnahmen zur Steigerung der Standardisierung und Verbreitung von Sorptionskühlsystemen	66

WASSERSTOFF- TECHNOLOGIEN SICHER GEMACHT



DR. RER. NAT.

**ANDREAS
KADE**

Hauptbereichsleiter

HB 1

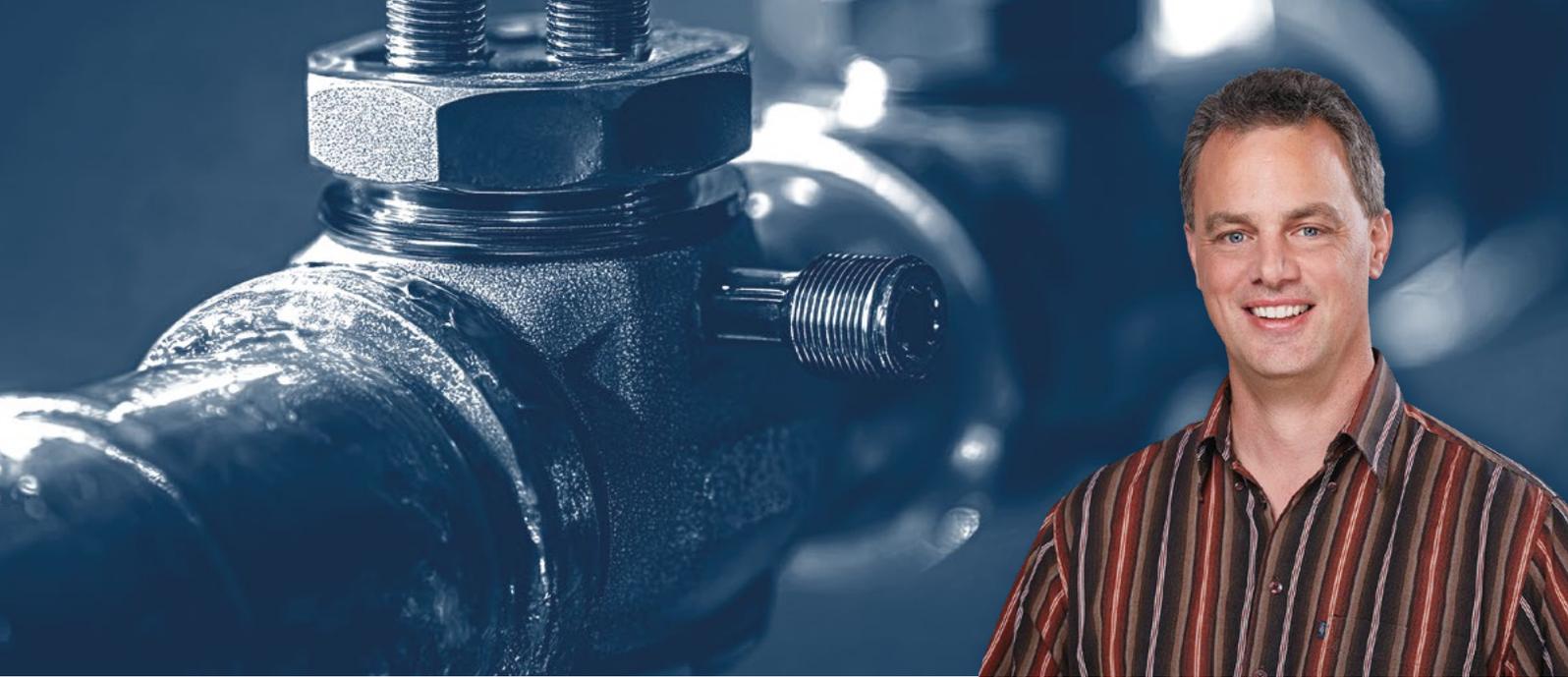
KRYOTECHNIK UND TIEFTEMPERATUR-PHYSIK

Die energieeffiziente Bereitstellung und sichere Handhabung von Wasserstoff ist ein zentrales Anliegen in der Industrielandschaft Deutschlands. Dazu müssen eine Vielzahl technischer Aspekte betrachtet und Sicherheitsfragestellungen bearbeitet werden. Um grünen Wasserstoff in mobilen Anwendungen nutzbar zu machen, sind daran angepasste Komponenten zu entwickeln und einzusetzen.

So zeichnen sich kryogene Speicher mit dünnwandiger Vakuum-Isolation durch ein deutlich reduziertes Gewicht bei höherer Speicherdichte aus. Diese bedürfen Kryoflüssigkeitspumpen zur Befüllung. Das ILK Dresden wählte für diese Aufgabe die Technologie der Kolbenpumpe, da vergleichsweise langsam arbeitende Hubkolbenmaschinen technische Herausforderungen wie Kavitation von Anfang an vermeiden und hohe Drücke erzielen, wobei gleichzeitig die spezifische Dichte des gepumpten Mediums nachrangig ist.

Zentraler Punkt bei der Entwicklung von Kolbenpumpen ist der Zustand des Wasserstoffs zu jedem Zeitpunkt des Prozesses. Für das Erzielen eines hohen Massestroms ist es wichtig, dass der Wasserstoff mit ausreichend Reserve zur Siedelinie entweder überdrückt oder unterkühlt in den Pumpenzylinder einströmt. Das ILK Dresden bietet hierfür bewährte Systemlösungen an und entwickelt diese für besondere Anwendungen kontinuierlich weiter.

Wasserstoff spielt auch eine wesentliche Rolle bei kryogenen Ventiltests, für welche Versuchsaufbauten konzipiert, erstellt und erfolgreich eingesetzt wurden, ebenso im Projekt HyNEAT, welches seine Nutzbarkeit in der Luftfahrt-Infrastruktur analysiert. Zudem stehen Entwicklungen für Supraleiter und für die sichere kryogene Lagerung biologischer Proben im Fokus des ILK Dresden.



Projektleitung

Dr. rer. nat.
Ulrich Zerweck-Trogisch
Beschleunigertechnologie und Supraleitung

Team

Kay Bodendorfer

Dipl.-Ing.
Sandra Tippmann

Dr. rer. nat.
Ulrich Zerweck-Trogisch

Förderer

LESER GmbH & Co. KG
Hamburg



Für kryogene Wasserstoffanwendungen muss die Funktionsfähigkeit und Betriebssicherheit aller Komponenten nachgewiesen werden. Dies gilt insbesondere auch für verschiedenartige, genormte Ventile. Der Ventilhersteller LESER hat mit dem ILK Dresden einen die Prüfnorm erfüllenden und darüber hinausgehenden Versuchsstands-Aufbau für Sicherheitsventile erarbeitet, an dem erfolgreiche Prüfungen durchgeführt wurden.

Dr. rer. nat. Ulrich Zerweck-Trogisch



- 1 Aufbau zur Ventilprüfung mit Heliumdewar (Glaskryostat; rechts) und Prüfling (oben links). Die Heliumperipherie ist nicht mit im Bild.
- 2 Detailansicht: Testventil mit Anschlüssen für Druckgas, Flüssighelium und Leckagegas sowie Blasenähler (unten links).

KRYOGENE PRÜFUNG VON SICHERHEITSVENTILEN FÜR WASSERSTOFFANWENDUNGEN

Ein Beitrag zur globalen Produktsicherheit in anspruchsvollen Einsatzfeldern

Einsatzbereiche Sicherheitsventile gewährleisten den unfallfreien Betrieb von Anlagen bei Überschreiten definierter Drücke. Sie sind im kryogenen Bereich insbesondere an Behältern aller Art bis hin zu Tankschiffen verbaut.

Zielstellung Die international anerkannte Prüfnorm EN 13648 für Sicherheitsventile fordert, dass die Prüfmedien-Eintrittstemperatur nur unwesentlich von der tiefsten Einsatztemperatur abweichen darf, in diesem Fall 20 Kelvin (-253 °C). Die Bereitstellung von tiefkaltem Prüfgas am Ventileintritt bei gleichzeitig fein dosierbarem Hochdruck zur Prüfung des Ventil-Ansprechdrucks stellt eine Herausforderung dar, die zu bewältigen ist.

Vorgehen In enger Abstimmung zwischen LESER und ILK Dresden wurde ein Prüfaufbau entwickelt, welcher alle Anforderungen des internationalen Marktes und der benannten Stelle erfüllt. Die wesentliche Herausforderung bestand darin, das Medium Flüssigwasserstoff in den Tests zu substituieren, da dessen Verwendung insbesondere aufgrund der Anforderungen des Explosionsschutzes zu sehr aufwändigen Aufbauten und Prozeduren geführt hätte. Mit Helium als Prüfmedium kann eine geeignete Alternative eingesetzt werden, da es aufgrund seiner geringen Molekülgröße ebenfalls sehr sensitiv für mögliche Undichtigkeiten ist. Dafür muss es allerdings vorkonditioniert werden. Dies erfolgt einerseits für den Prüfdruck mittels Druckgaszylinder und temperaturgeführter Nachregelung sowie andererseits für die nachzuweisenden Temperaturen separat durch Kühlung mit Flüssighelium. Das übertrifft mit einer Siedetemperatur von 4,2 Kelvin die Anforderungen des Regelwerks, welches eine Minimaltemperatur etwas oberhalb der Siedetemperatur von Wasserstoff (20 Kelvin) vorschreibt. Zur Detektion möglicher Undichtigkeiten wurden ein Helium-Lecksuchgerät und ein Blasenähler eingesetzt. Zudem wurden Temperaturen und Drücke eingestellt, nachgeregelt, gemessen und aufgezeichnet. Entsprechend der Anforderungen der Norm erfolgten wiederholte Tests insbesondere auch zum Nachweis des zuverlässigen Schließens der Sicherheitsventile nach vorherigem Ansprechen bei spezifiziertem Druck.

Erkenntnisse Der Sicherheitsventil-Hersteller LESER erarbeitete mit dem ILK Dresden einen die Prüfnorm EN 13648 erfüllenden und übertreffenden Prüfstands-Aufbau, welcher unbrennbares Heliumgas bei 4 Kelvin (-269 °C) verflüssigt und unter Druck gesetzt dem Ventil-Eintritt zuführt. Die während der Prüfung anwesende benannte Stelle überwachte die Durchführung der Tests gemäß Norm sowie die Einhaltung der Temperaturen, Ansprechdrücke und das dichte Schließen des Ventils. Es konnten stabile und reproduzierbare Versuchsbedingungen und Prüfergebnisse nachgewiesen werden. Basierend auf diesen Tests kann das ILK Dresden beispielsweise auch kryogene Regel- oder Absperrventile unterschiedlicher Bauart bei real auftretenden Einsatztemperaturen und Betriebsdrücken normgerecht prüfen.





Projektleitung

Dr. rer. nat.
Andreas Kade
Hauptbereichsleiter

Team

Dr. rer. nat.
Erik Neuber

Dr. rer. nat.
Matthias Schneider

Partner

TU Hamburg
TU München
TU Clausthal
TU Braunschweig
Leibnitz Universität
Hannover

Förderer

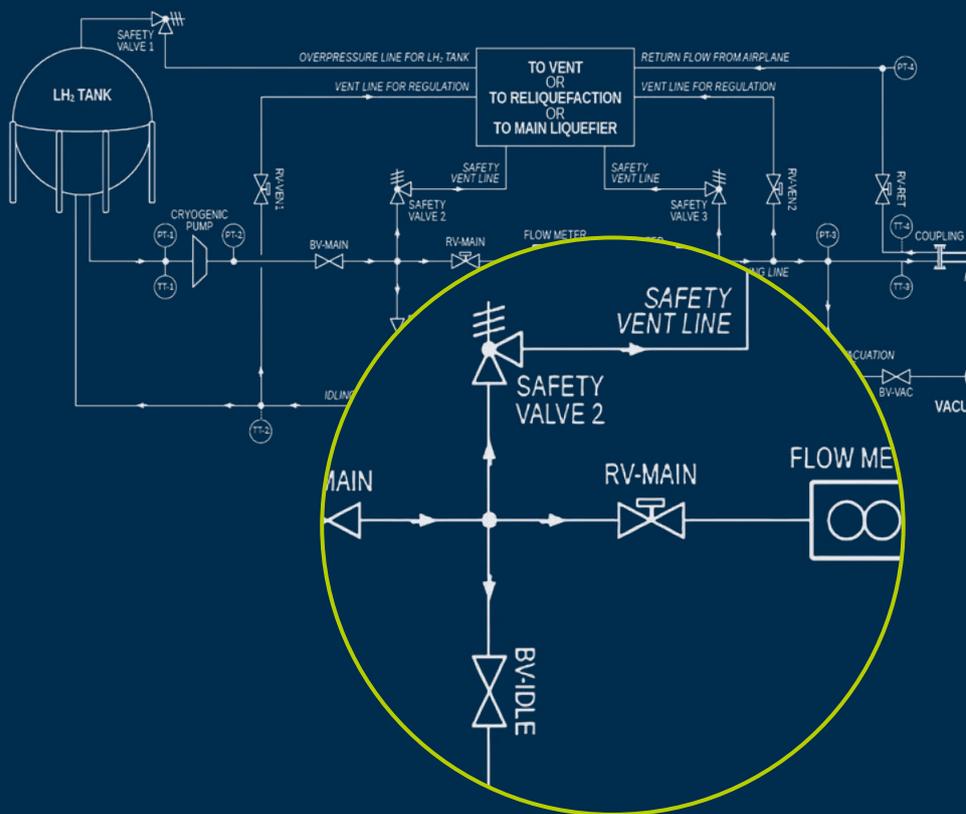
PTJ, beauftragt vom BMBF



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Der Luftverkehr ist derzeit ein wesentlicher Verursacher treibhaus-schädlicher Gase. Eine aussichtsreiche Alternative für eine klimafreundlichere Luftfahrt sind Antriebssysteme auf der Basis grünen Wasserstoffs, der aus regenerativen Energien hergestellt wird. Für die Umstellung des Brennstoffs sind umfangreiche Arbeiten für die Flughafeninfrastruktur nötig, wozu im Projekt Analysen und Konzepte erstellt werden. **Dr. rer. nat. Andreas Kade**



Generelles Anlagenschema einer kryogenen Wasserstoff-Infrastruktur für Flughäfen mit den wesentlichen Komponenten

HYDROGEN SUPPLY NETWORKS' EVOLUTION FOR AIR TRANSPORT – HYNEAT

Entwicklung von Wasserstoffbereitstellungsnetzwerken für H₂-getriebene Luftfahrt

Einsatzbereiche Das Projekt liefert technische und wirtschaftliche Grundlagen zu anstehenden Entscheidungen zum Aufbau einer H₂-basierten Luftfahrt, wobei insbesondere die Flughafeninfrastruktur und deren Vernetzung analysiert werden.

Zielstellung Im Verbundvorhaben sollen langfristige Perspektiven und Möglichkeiten im Einklang mit einer globalen Energiewende aufgezeigt werden, um daraus Handlungsempfehlungen für Politik und Industrie abzuleiten. Dabei werden globale H₂-Potentiale für die Luftfahrt, für das europäische Energiesystem mit dazugehörigem globalem Wirkungsbereich sowie die lokale Umsetzung für einen archetypischen Flughafen einbezogen.

Vorgehen Ein Arbeitsschwerpunkt des ILK Dresden ist die technisch-ökonomische Betrachtung von Betankungsprozessen auf Flughäfen mit LH₂ einschließlich von Reinigungsprozessen. Inhalte dabei sind insbesondere:

- Technische Betrachtung des Aufbaus eines LH₂-Betankungssystems auf Flughäfen, der dafür notwendigen Komponenten und möglicher Umsetzungsformen (Betankung mittels Trailer oder per Ringpipeline sowie kombinierter Einsatz der beiden Verfahren); detailliert für einen Modellfall sowie generell mit Skalierungseffekten
- Analyse von Reinigungsanlagen und Fördersystemen für Betankungssysteme
- Vergleich von Betankungsmöglichkeiten unter technisch-ökonomischen Kriterien in Abhängigkeit der Flughafengröße und des erwartbaren Luftverkehrs
- Betrachtung der Möglichkeiten der Wiederverwertung des bei der Betankung anfallenden Wasserstoff-Flashgases. Es sollen Szenarien (Abgabe an die Atmosphäre, Nutzung des H₂ bei Raumtemperatur beispielsweise zur Stromerzeugung über Brennstoffzellen, verschiedene Verfahren der Rückverflüssigung und Reinigung) unter diesen Aspekten für alle drei Umsetzungsformen für eine Betankung mit LH₂ in Abhängigkeit von der Größe des Flughafens und des zu erwartenden Luftverkehrs miteinander verglichen werden
- LH₂-Reinigung (kryogene Abscheidung von Verunreinigungen in Speichern und Zirkulationssystemen mit Einsatz von Kryoflüssigkeitspumpen und Kryokühlern)

Erkenntnisse Es existieren keine Wasserstoffterminals für den Flugverkehr. Die Nutzung von H₂ im Flugbetrieb beschränkt sich auf wenige Demonstrationsprojekte. Der Aufbau einer Betankungsinfrastruktur ist somit hochaktuell. Für größere Flughäfen wird eine Betankung über kryogene Ringleitungen notwendig sein, da LH₂-Trailer zu wenig Wasserstoff für den Bedarf des Flughafens transportieren und Versorgungsprobleme auftreten können. Alternativ können Wechseltanks am Wasserstoffverflüssiger des Flughafens konditioniert und befüllt werden. Eine parallele H₂-integrierte Elektrifizierung (mit Nutzung von Boil-off Gas) der sonstigen Flughafenstruktur erscheint als ökonomisch sinnvoll.



Projektleitung

Dr.-Ing.
Ronald Miksche
Konstruktion und Werkstofftechnik

Team

Dipl.-Ing.
Felix Donat
Thomas Jande
Nicole Jüttner
Dr. rer. nat.
Andreas Kade
Dipl.-Ing. (FH)
Martin Klupsch
M. Sc.
René Kretschmer
Thomas Schröter
Katharina Stettin

Gefördert durch:



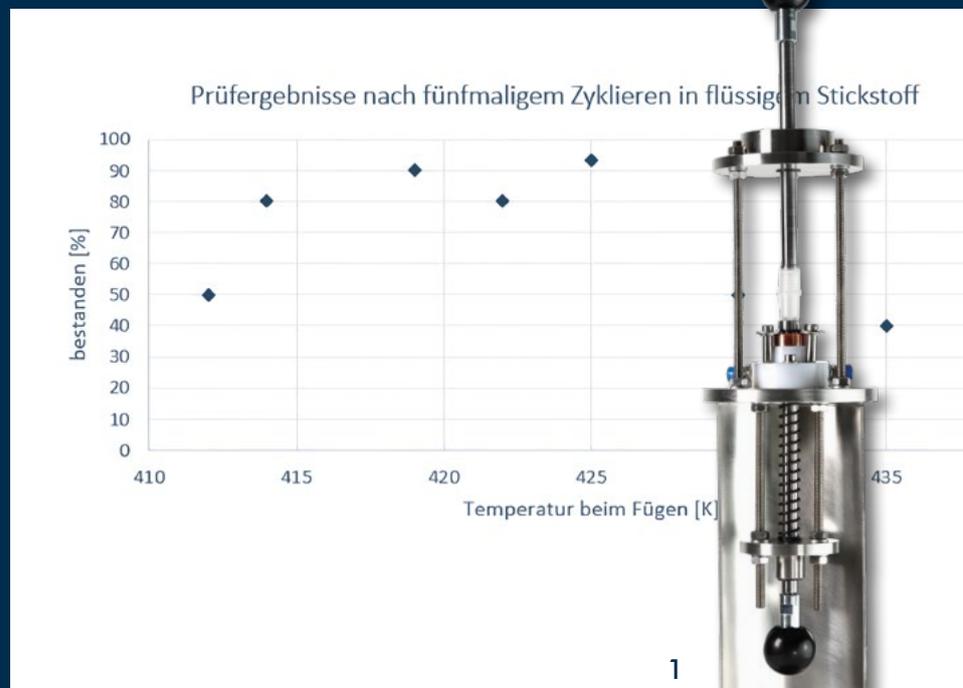
Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Die thermische Belastung der Kryoröhrchen beim schnellen Abkühlen biologischer Proben stellt ein großes Problem für die Dichtheit dar, für das Packmittelproduzenten keine vollständige Lösung anbieten können. Die neuartige Technologie verhindert die Kontamination von Proben und Labor sowie das Platzen aufgetauter Proben aufgrund des Eindringens flüssigen Stickstoffs.

Dr.-Ing. Ronald Miksche



- 1 Prototyp des Verschlusswerkzeugs zum Verschweißen der Kryoröhrchen
- 2 Prüfergebnisse nach fünfmaligem Zyklieren in flüssigem Stickstoff

GESCHWEISSTE KRYORÖHRCHEN

Ein Beitrag zur Minimierung der Kontamination

Einsatzbereiche Kryoröhrchen dienen der Lagerung biologischer Proben in Bio- oder Kryobanken für eine Dauer von bis zu mehreren Jahrzehnten.

Zielstellung Ziel des Vorhabens war die Entwicklung eines neuartigen Kryoröhrchens, dessen Korpus und Deckel stoffschlüssig verbunden werden können. Durch ein Aufschmelzen des thermoplastischen Werkstoffs mit einer Schweißzange werden beide Komponenten miteinander verbunden, so dass eine vollständige Dichtheit während des Transportes auf Trockeneis und einer Lagerung bei Temperaturen von bis zu -196 °C gewährleistet ist.

Vorgehen Um diese Ziele zu erreichen, wird eine Reihe von Problemen mit Hilfe innovativer Ansätze gelöst:

- Identifikation kritischer Punkte bei marktverfügbaren Kryoröhrchen und Substitution dieser durch die neue technische Lösung. Dies betrifft insbesondere die neue optimierte Geometrie des Übergangs zwischen Deckel und Korpus für den Schweißvorgang.
- Auslegung, Konstruktion und Fertigung der zu entwickelnden Kryoröhrchen und einer Schweißzange. Hierbei stehen vor allem eine zuverlässige Funktion und die einfache Handhabung im Vordergrund.
- Eine mechanisch und thermisch optimierte Auslegung der Schweißzange, welche Kryoröhrchen unterschiedlicher Durchmesser und Größen zuverlässig fügt.
- Umfangreiche Integritätsprüfung der gefügten Röhrchen durch gravimetrischen Dichtheitsnachweis, Prüfung der Dichtheit beim Transport auf Trockeneis und einem Kontakt mit flüssigem Stickstoff bei der kryogenen Lagerung.

Erkenntnisse Die Ergebnisse haben gezeigt, dass die Dichtheit der Kleinserie, welche mit dem Versuchsmuster der Schweißzange verschlossen wurde, ausreichend gut ist und die der marktverfügbaren Röhrchen übertrifft, insbesondere nach Kontakt mit flüssigem Stickstoff. Sowohl die Geometrie der zum Schweißen benötigten Flansche als auch der Anpressdruck und die Fügetemperatur haben einen entscheidenden Einfluss auf die Dichtheit der Röhrchen. Mittelfristig sollen passende Trägersysteme, sogenannte »Racks«, entwickelt und Versuchsmuster hergestellt werden, um eine komplette Lösung inklusive platzsparender Anordnung der Röhrchen anbieten zu können.



Projektleitung

Dr. rer. nat. Andreas Kade
Hauptbereichsleiter

Team

Dipl.-Ing.
Moritz Kuhn
Dr. rer. nat.
Matthias Schneider
Dipl.-Ing.
Gunar Schroeder
Dr. rer. nat.
Ulrich Zerweck-Trogisch

Partner

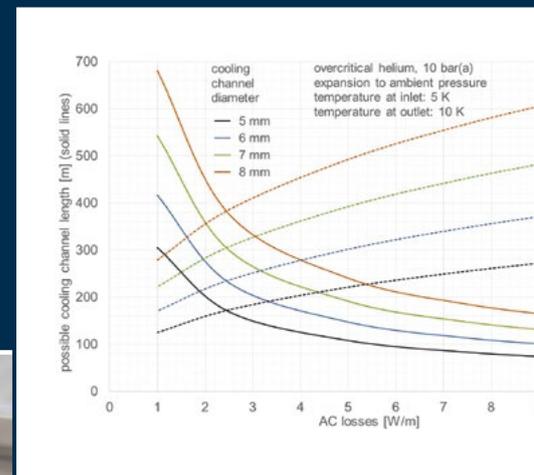
49 Partner beteiligt
GSI Helmholtzzentrum
für Schwerionenforschung
GmbH
Institute of
Electrical Engineering
Slovak Academy of Sciences

Förderer

European Union's
Horizon 2020



Teilchenbeschleuniger stellen Leuchttürme der Grundlagenforschung dar, indem sie Grenzen experimentell zugänglicher Bereiche erschließen, und leisten zugleich Pionierarbeit für industrielle und medizinische Anwendungen wie zur Krebsterapie. Durch Größe und Leistung künftiger Einrichtungen entstehen große Herausforderungen, für deren Bewältigung in diesem Projekt wesentliche Entwicklungsschritte erfolgen. **Dr. rer. nat. Andreas Kade**



2

- 1 Realisierbare Kühlkanallängen bei unterschiedlichen AC-Verlusten für überkritisches Helium bei einem Eingangsdruck von 10 bar und 5 K
- 2 Herstellung einer HTS-Spule, Foto mit freundlicher Genehmigung von F. Gömöry, Projektpartner IEE Bratislava

INNOVATION FOSTERING IN ACCELERATOR SCIENCE AND TECHNOLOGY (I.FAST)

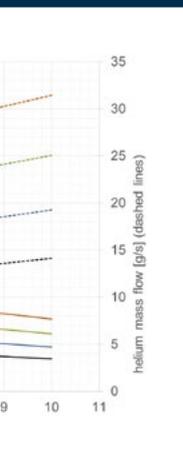
Hochtemperatur-Supraleiter-Nuklotronkabel für Hochmagnetfeldanwendungen

Einsatzbereiche Neben Anwendungen in Beschleunigerzentren, Medizin und Industrie haben Supraleiter wichtige Einsatzgebiete vor allem in der Energietechnik, wo sie z. B. in Transformatoren eine Schlüsselrolle für die Energiewende spielen.

Zielstellung Ziel des Projektes sind neue Designs und Konzepte für Beschleuniger, fortschrittliche Supraleiter für Magnete, Techniken zur Erhöhung der Helligkeit von Synchrotronlichtquellen und zur Verbesserung der Energieeffizienz. Ziel des Arbeitspakets des ILK Dresden und seiner Partner ist die Entwicklung eines Hochtemperatur-Supraleiter-(HTS)-Nuklotronkabels für schnell ansteigende Hochmagnetfeldanwendungen.

Vorgehen Gemeinsam mit der Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI) und der Universität Bratislava (IEE) bearbeitet die ILK Dresden die Entwicklung eines Hochtemperatur-Supraleiter-(HTS)-Nuklotronkabels für schnell ansteigende Hochmagnetfeldanwendungen. Schwerpunkte waren dabei Magnetdesign, Mechanik, Wechselstromverluste und Kühlung. Ziel der Analyse war die Festlegung von Parametern für den Entwurf und die Konstruktion eines HTS-Nuklotronkabels, das sich für Anwendungen mit schneller magnetischer Rampe eignet und die direkten Kühleigenschaften einer Ausführungsvariante mit herkömmlichem Supraleitermaterial nutzt. Der erzwungene Kühlmittelfluss im Hohlkern dieses Kabeltyps ermöglicht eine direkte lokale Kühlung. Jedoch beschränkt Niob-Titan im Nuklotronkabel die Leistung von Magneten, die mit diesem Leiter hergestellt werden. Daher zielt diese Entwicklung darauf ab, Parameter für ein Kabel mithilfe von HTS zu bestimmen. Aufgrund der großen Unterschiede in den Materialeigenschaften von Niob-Titan und HTS ist dies eine anspruchsvolle Aufgabe. Im ersten Schritt wird das Magnetdesign eines SIS300-Dipolmagneten genutzt, um Ziele für die Kabelentwicklung festzulegen. Zum Einfluss geometrischer, elektrischer, mechanischer und thermischer Parameter wurden einerseits Simulationsrechnungen, andererseits Messungen zum Wärmeübergang durchgeführt, wobei für die letztgenannten Stapel aus HTS-Streifen unter variierender mechanischer Belastung untersucht wurden.

Erkenntnisse Auf Basis thermischer Simulationen wurden Grenzen für Kühlkanaldurchmesser und Wechselstromverluste festgelegt, ebenso der Verlegewinkel der Bänder und die Geometrie des zentralen Kühlkanals. Es wurden Simulationen durchgeführt, die die Machbarkeit von HTS-Kabeln für Anwendungen mit schnellem Stromanstieg belegen. Für eine erzwungene Strömungskühlung beeinflusst der Kühlkanaldurchmesser den Druckabfall und so den Kühlmittelmassenstrom (siehe Abb. 1). Die Temperaturentwicklung bei Magnetfelderhöhung korreliert mit Wechselstromverlusten. Gemäß Abb. 2 steigen die Temperaturen während des Stromanstiegs und erreichen Werte unter 15 K. Alle Temperaturen pendeln sich in 0,4 Sekunden nach Ende der Rampe auf etwa 4,5 K ein.



INDUSTRIE WÄRMEPUMPEN GROSS GEDACHT



DIPL.-ING.

**MARKUS
MÜLLER**

Hauptbereichsleiter



HB 2

KÄLTE- UND WÄRME- PUMPENTECHNIK

Auch im Jahr 2024 war das Thema »Wärmepumpe« DAS bestimmende Thema in unserer Branche der HVAC. So singulär dieses Schlagwort ist, so vielfältig und heterogen sind die Unterthemen, die damit zusammenhängen. Dies spiegelt sich auch in den vielen Tätigkeiten des ILK Dresden im Hauptbereich Kälte- und Wärmepumpen wider.

Mehrere große Forschungsthemen beschäftigen sich mit der Entwicklung von Wärmepumpen (Locardi, Flex-WP, KETEC, Zero-HP), wobei in der Regel nicht die klassische Häusle-Wärmepumpe im Fokus liegt, sondern eher Spezialanwendungen für Industrie, Gewerbe und/oder Wärmenetze mit durchaus größeren Leistungen und höheren bzw. spezielleren Temperaturniveaus/-bereichen im Vordergrund stehen. Auch die Kälte-Wärme-Kopplung zur Verbesserung der Energieeffizienz wird immer mehr nachgefragt. Weiterhin sind die Hauptbauteile von Wärmepumpen – Verdichter und Wärmeübertrager – Themen unserer großen Projekte (COM-TEST, MIX-CHANGE und weitere).

Der innovative Prüfstandsbaus ist seit vielen Jahren ein wichtiges Standbein des Hauptbereichs. Dies spiegelt sich sowohl in großen Forschungsprojekten (PS-KOMP, STEAM-TP) als auch in einer Vielzahl von Prüfstandsentwicklungen für die Industrie wider. Dabei reicht die Spanne von reinen Wärmepumpenprüfständen inkl. Zapfprüfständen für Warmwasser über Verdichterleistungs- und -lebensdauerprüfständen bis hin zu Spezialprüfständen, z. B. für den Test von Sensoren. Auch eigene Prüfstände werden ständig weiterentwickelt bzw. durch neue ergänzt.

Die Weiterentwicklung unserer experimentellen Basis ist auch im Rahmen unseres DAkkS-zertifizierten Testzentrums PLWP essentiell, da die Dienstleistungsmessungen an Wärmepumpen und Verdichtern ein wichtiges Geschäftsfeld unseres Bereiches sind – häufig auch im Zusammenhang mit Forschungsprojekten von Kooperationspartnern des ILK Dresden.

KETEC



Forschung
Kälte-



Projektleitung

Dipl.-Ing.
Markus Müller
Hauptbereichsleiter

Team

M. Sc.
Jan Buntz
Marketingwirtin BAW
Daniela Koch
Dipl.-Ing.
Ralf Noack
Dr.-Ing.
Mathias Safarik

Partner

TUC†
FhS ISE

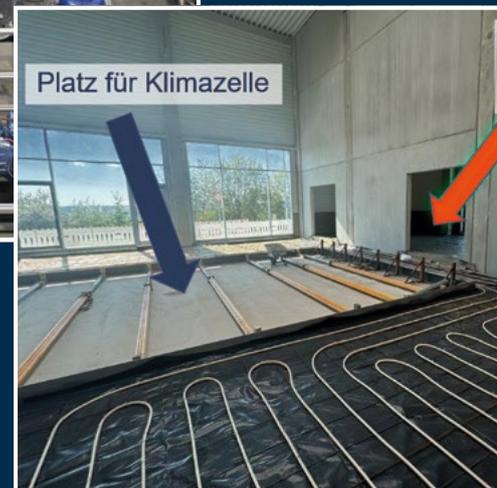
Förderer

Projektträger Jülich
03SF0623B



Die entstehende Forschungsplattform Kälte- und Energietechnik wird auf vielfältige Weise Forschungen und Entwicklungen auf diesem Themengebiet zusammenführen. Für die aktuellen Herausforderungen der Wärme- und Energiewende, vor allem im Hinblick auf Umweltverträglichkeit und Effizienz, werden von den Partnern die unterschiedlichsten Themen bearbeitet.

Dipl.-Ing. Markus Müller



- 1 Hochtemperatur-Wärmepumpe mit 250 kW bei 140 °C Wärmesenktemperatur im Aufbau im ILK Dresden
- 2 Aufstellort der Versuchsanlage zum Test der Ammoniak-Verdampfer

KETEC – FORTSETZUNG

Forschungsplattform Kälte- und Energietechnik

Einsatzbereiche

- Hochtemperaturwärmepumpen zur Wärmeerzeugung in der Industrie
- Eisbrei als Kälte-träger durch Vakuum-eis-erzeuger kleiner Leistung
- Luftkühler für Ammoniak-kälteanlagen mit kleiner Füllmenge

Zielstellung In den Teilprojekten des ILK werden unterschiedliche Technologien entwickelt, die anschließend auf der gemeinsamen Forschungsplattform in Reichenbach unter praxisnahen Bedingungen erprobt werden sollen. TP4 Hochtemperaturwärmepumpe (250 kW bei 130 °C) und modularer Prüfstand – TP5 Vakuum-eis-erzeuger mit kleinem Turboverdichter – TP7 Ammoniakverdampfer für tiefe Temperaturen.

Vorgehen Das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung finanzierte Verbundprojekt umfasst die Planung und den Aufbau einer technischen Plattform. Nach der Inbetriebnahme bietet diese Plattform vielfältige Möglichkeiten, Grundlagen und Techniken im Bereich der Kälte- und Energietechnik zu erforschen bzw. weiterzuentwickeln. Die Arbeiten werden vor allem durch die Erfordernisse des Klimaschutzes und der Energiewende motiviert. Aber auch neue Ansätze im Bereich der Bildung und Digitalisierung beeinflussen die Konzeption.

Die Projektpartner Institut für Luft- und Kältetechnik Dresden, Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme Freiburg und Technische Universität Chemnitz, Professur für Technische Thermodynamik forschen und entwickeln in insgesamt 13 Teilprojekten an Lösungen und Technologien für die Energie-, Kälte- und Wärmeversorgung von morgen.

Im Rahmen des Projektes ist die Errichtung eines Technikums als Außenstelle der TU Chemnitz in der Nähe des Bahnhofs von Reichenbach im Vogtland geplant. Aktuell werden gerade die Weichen dafür gestellt, dass der Freistaat Sachsen diese Außenstelle plant und baut. Dort sollen nach der Phase der Entwicklung an den jeweiligen eigenen Standorten sämtliche Technologien zusammengeführt werden.

Erkenntnisse Im Jahre 2024 wurden sämtliche Teilprojekte von KETEC weiter vorangetrieben. Es wurde inzwischen klar, dass die Forschungsplattform in Reichenbach nicht in der Projektlaufzeit fertiggestellt sein wird. Aus diesem Grund galt es, für alle dort geplanten Untersuchungen Alternativen für die Aufstellung und die Experimente zu finden. Dies führte insgesamt zu weiteren Verzögerungen, inzwischen sind aber für alle Teilprojekte Lösungen gefunden worden. So werden z. B. die Untersuchungen an den Ammoniak-Verdampfern bei der Firma Thermofin durchgeführt – also in unmittelbarer Nähe des zukünftigen Standorts.

Zahlreiche Veranstaltungen innerhalb des Konsortiums fanden im Jahre 2024 statt (Statustreffen, Industriebeirat etc.).





Projektleitung

Dipl.-Ing.
Ralf Noack
Wärmepumpen, Testzentrum PLWP

Team

Dipl.-Ing.
Konstantin Bratanitsch
Roland Grille
Dipl.-Ing.
Torsten KÜchler
Dipl.-Ing. (FH)
René Paatzsch
Dipl.-Ing. (FH)
Andreas Peusch
Andrea Simon

Partner

DME Consult GmbH (DME)
Stadtwerke Neuburg an der
Donau (SWNB)
ventury GmbH (VEN)

Förderer

Projekträger Jülich
FKZ 03EN4041C



Innovative, auf den Anwendungsfall optimierte Konzepte für den wirtschaftlichen Einsatz von Wärmepumpen tragen nicht nur zur Dekarbonisierung bestehender Wärmenetze bei, sondern setzen auch ein klares Zeichen für die Verbindung von Forschung, Technik und Klimapolitik. Das Projekt leistet einen entscheidenden Beitrag zur Wärmewende und zur Transformation urbaner Energieversorgung. **Dipl.-Ing. Ralf Noack**

Forschungsprojekt LoCarDi

Klärwerk als Demonstratorstandort



Mögliche Abwärmenutzung des Klärwerkabflusses als Quelle für die Wasser-Wasser-Wärmepumpe

Demonstratorstandort 1:
Für Wasser-Wasser-Wärmepumpe zur internen Versorgung des Klärwerks

Bestehender Heizhausstandort

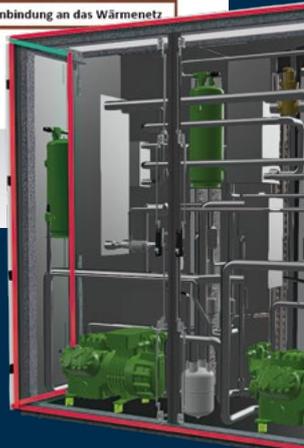
Anbindung an das Wärmenetz

Demonstratorstandort 2:
Für Luft-Wasser-Wärmepumpe zur Anbindung an das Wärmenetz

1



2



- 1 Geplanter Anwendungsstandort
- 2 3D-Darstellung – Wärmepumpenmodul



LOW CARBON DISTRICT HEAT – GROSS- WÄRMEPUMPE FÜR WÄRMENETZ 4.0

Innovative Konzeptionen von Groß-Wärmepumpen für die Transformationen der Wärmeversorgung von bestehenden Quartieren und Gebäuden

Einsatzbereiche Die Forschung konzentriert sich auf die Integration von Groß-Wärmepumpen in bestehende Wärmenetze. Ziel ist es, fossile Wärmeerzeuger mithilfe der Wärmepumpentechnologie zu ersetzen und CO₂-Emissionen zu senken, ohne die Versorgungssicherheit zu beeinträchtigen.

Zielstellung Das Projekt verfolgt die Entwicklung von Konzepten zur Nutzung bisher unerschlossener Wärmepotenziale, wie Abwasser oder Luft. Im Fokus steht die Integration von Groß-Wärmepumpen mit natürlichen Kältemitteln, die bei hohen Temperaturunterschieden effizient arbeiten und die Anforderungen bestehender Quartiere und Wärmenetze erfüllen.

Vorgehen Es gilt, innovative Lösungen für die Transformation von Wärmenetzen zu entwickeln, die sich an den Anforderungen des bestehenden Gebäudebestands orientieren. Dazu gehören u. a. folgende Schritte:

1. Analyse und Planung: Bestehende Wärmenetze werden untersucht, um technische und wirtschaftliche Herausforderungen zu identifizieren. Besondere Aufmerksamkeit gilt den Netztemperaturen, die nur schrittweise abgesenkt werden können.
2. Technologische Entwicklung: Im Projekt werden Groß-Wärmepumpen mit natürlichen Kältemitteln konzipiert, die für hohe Temperaturunterschiede ausgelegt sind (z. B. Temperaturdifferenzen über 80 Kelvin zwischen Quelle und Senke). Diese Systeme sind fähig, Versorgungstemperaturen von über 70 °C effizient bereitzustellen.
3. Demonstration im Realbetrieb: Eine Demonstrationslösung wird bei einem Projektpartner umgesetzt. Hierbei sollen diverse Wärmequellen wie Abwasser und Luft genutzt werden, um die praktische Anwendbarkeit zu validieren.
4. Bewertung und Optimierung: Die Demonstrationsergebnisse werden analysiert, um Rückschlüsse auf die Skalierbarkeit und Effizienz solcher Systeme zu ziehen. Der Fokus liegt auf einer nachhaltigen Dekarbonisierung bestehender Wärmeversorgungsstrukturen.

Erkenntnisse Das Projekt befindet sich in der finalen Phase (12/2022 bis 11/2025). Umfassende Analysen zu nutzbaren Wärmepotenzialen und Wirtschaftlichkeitsaspekten wurden durchgeführt. Die Anwendungsszenarien bestätigen das Potenzial für den Einsatz innovativer Wärmepumpentechnologien. Zudem wurden Kriterien für potenzielle Einsatzfälle geprüft, die für die Identifikation geeigneter Anwendungsoptionen Wärmenetzbetreibern wertvolle Hilfestellungen liefern. Aktuell wird die für hohe Temperaturspreizungen optimierte kaskadierte Wärmepumpe aufgebaut. Die Wärmepumpe wird mit einem natürlichen Kältemittel betrieben. Das gewählte Konzept ist auf die Anforderungen der Transformation zu Wärmenetzen der nächsten Generation ausgerichtet. In der bevorstehenden Phase wird die Umsetzbarkeit und Effizienz der Lösung demonstriert.





Projektleitung

Dr.-Ing. Karl Steinjan

Stellv. Hauptbereichsleiter
Softwareentwicklung

Team

Dipl.-Ing.
Jan Buntz

Dr. rer. nat.
Steffen Feja

Dipl.-Ing.
Peter Giesler

Roland Grille

Dipl.-Ing.
André Illgen

Dipl.-Ing. (FH)
Jens Jirschitzka

Dipl.-Ing.
Markus Müller

Dipl.-Ing. (FH)
René Paatzsch

Partner

PEWO Energietechnik GmbH

Thermotechnik Zeesen TTZ
GmbH & Co. KG

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Für zukünftige »kalte« Fernwärmenetze werden flexible Wärmepumpen mit einer großen Spreizung zwischen Vor- und Rücklauf im Fernwärmenetz benötigt. Dabei können die Temperaturen des Netzes sowie die des Endwärmennutzers sehr variieren. Das Projekt ist eine Gemeinschaftsarbeit des ILK Dresden mit PEWO Energietechnik GmbH (Hersteller Wärmepumpen) sowie TTZ GmbH & Co. KG (Wärmeübertrager). **Dr.-Ing. Karl Steinjan**



1



1

Prüfstand für die Flex-Wärmepumpe

2

Funktionsmuster der Flex-Wärmepumpe



FLEX-WÄRMEPUMPE

Entwicklung einer Wasser-Wasser-Wärmepumpe mit Gemisch aus Kohlenwasserstoffen

Einsatzbereiche Wärmenetze mit großen Spreizungen zwischen Vor- und Rücklauf auf der Wärmequellen und/oder -senkenseite.

Zielstellung Ziel des Projektes ist die Entwicklung einer Wasser-Wasser-Wärmepumpe mit variablen zeotropen Gemischen als Arbeitsmedium. Dies soll höchste Effizienzen bei verschiedenen Temperaturhuben und Spreizungen zwischen Vor- und Rücklauf ermöglichen. Zusätzlich soll im Projekt die passende Prüfinfrastruktur für solche Wärmepumpen entwickelt und bei PEWO aufgebaut werden.

Vorgehen

Entwicklung Wärmepumpe

- Theoretische Voruntersuchungen zu geeigneten Gemischen aus Kohlenwasserstoffen
- Auswahl und Erprobung des Verdichters
- Untersuchung geeigneter Öle und deren Verhaltens
- Auslegung des Kältekreises und insbesondere der Wärmeübertrager
- Entwicklung des Sicherheitskonzepts
- Konstruktive Umsetzung und Bau des Funktionsmusters
- Inbetriebnahme, Erprobung und Vermessen des Funktionsmusters mit verschiedenen Gemischen und Komponenten

Schaffung Prüfinfrastruktur

- Planung für (Um-)Bau eines geeigneten Prüfstandes
- Entwicklung eines Sicherheitskonzepts
- Beschaffung der Komponenten und (Um-)Bau des Prüfstandes
- Inbetriebnahme, Kalibrierung & Erprobung Prüfstand

Erkenntnisse Um das Funktionsmuster später erproben zu können, musste zunächst der Prüfstand erneuert werden. Das ILK Dresden projektierte einen neuen Prüfstand mit einem sehr großen Temperatur- und Leistungsbereich. Der Bau wurde durch PEWO umgesetzt. Das ILK Dresden unterstützte die Inbetriebnahme und lieferte die Software für den Prüfstand.

Die theoretischen Voruntersuchungen zur Wärmepumpe zeigten verschiedene geeignete Gemische (vorzugsweise Propan, Butan und weitere). Beim Vermessen des ausgewählten Verdichters zeigten sich nur kleine Änderungen im Gütegrad. Es wurde ein erstes Funktionsmuster ausgelegt und aufgebaut. Aktuell laufen erste Versuche mit dem Reinstoff Propan.





Projektleitung

Dr.-Ing. Matthias Böhm
Kältemittelverdichter

Team

Mirko Barthel
M. Sc. Jan Buntz
Roland Grille
Jan Hauptmann
Dipl.-Ing. (FH)
Herbert Leupolt
Dipl.-Ing. (FH)
Andreas Peusch
Dr.-Ing. Peter Röllig

Förderer

EURONORM GmbH
49MF220207

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Kältemittelverdichter sind das Basisbauteil mechanischer Kompressionskälteanlagen. LifeTimeTests liefern wichtige Erkenntnisse zu geeigneten Stress-Simulations- bzw. Stimulations-Methoden, welche Effizienz und Verschleißverhalten der Verdichter in verschiedenen Anlagen, mit differenzierten Leistungsgrößen und unterschiedlichen Bauarten reproduzierbar abbilden können. **Dr.-Ing. Matthias Böhm**



1



2

Verdichter am Prüfstand für LifeTimeTest

Scrollverdichter mit Zustandsveränderungen

COMTEST – KÄLTEMITTELVERDICHTER IM TRANSIENTEN EINSATZ

LifeTimeTests und Zustandsbewertungen an Kältemittelverdichtern aus Kohlenwasserstoffen

Einsatzbereiche Die Testmethodik ist für stationäre und mobile Kälte- und Wärmepumpenanwendungen relevant. Variable Einsatzbedingungen innen- oder außenaufgestellter Anlagen werden am Verdichter nachgebildet.

Zielstellung Entwicklung individueller LifeTimeTests für Propan-Verdichter. Testbasis sind stresssimulierende oder/und verschleißstimulierende Lastbedingungen inner- und außerhalb derer Einsatzgrenzen. Quantifizierte Referenzzustände ermöglichen Cross references zwischen Scroll- oder Rollkolbenverdichtern. Die Methode repräsentiert ein breites Lastspektrum in der Kältetechnik.

Vorgehen

- Analysen zu Beanspruchungsprofilen für Verdichter. Berücksichtigung verdeckter/unerkannter Betriebszustände. Heranziehung einer FMEA anhand verfügbarer Einsatzbeschreibungen (Normen, Literaturstellen, ...)
- Entwicklung einer Ursachenmatrix für mögliche Fehlzustände
- Verknüpfung von FMEA mit verfügbaren Schadensvorgängen an Verdichtern (FTA)
- Identifikation von Einzeleinflüssen und ggf. deren Superposition in differenzierten Stressleveln
- Erstellung einer Matrix: Beanspruchungszustände ↔ Verdichterbauart ↔ Prüfstandsparameter ↔ Struktur Stresslevel (mechanisch/thermische Simulation/Stimulation)
- LifeTimeTests unter Einbeziehung identifizierter Beanspruchungen zur experimentellen Verifizierung der theoretischen Methoden
- Vergleich von Zuständen an unterschiedlichen Verdichtern durch strukturelle Auflösung in einzelne Baugruppen für den Vergleich von Verdichtern gleicher Bauart untereinander und den Kreuzvergleich (cross-reference) von Verdichtern unterschiedlicher Bauart
- Erarbeitung einer quantifizierbaren Bewertung des Verdichtierzustandes. Die Referenzierung von Zustandsbildern erfolgt für unterschiedliche Verdichterbauarten als Bewertungsmaßstab zur Quantifizierung der Zustandsbewertung.

Erkenntnisse Verschiedene Belastungen der Verdichter aus Kältetechnik, Wärmepumpen, Entfeuchtern, mobilen Klimasystemen etc. wurden extrahiert. Eine Matrix »Primärer Verdichterparameter« zur Variation und/oder Kombination im LifeTimeTest wurden erarbeitet. Analysen an Scroll- und Rollkolbenverdichtern aus dem Feld zeigen deren mechanischen Zustand. Eine Quantifizierung des Zustandes anhand von »Vergleichsschäden« der Verdichter wird einen Cross Reference untereinander ermöglichen. Die Kommunikationssituation zwischen Inverter, Parameterraustausch und Prüfstandssteuerung erweist sich als Herausforderung. Der LifeTimeTest am ersten Rollkolbenverdichter ist gestartet.



SAUBERE LUFT

EIN GRUNDBEDÜRFNIS



DR.-ING.
**RALPH
KRAUSE**

Hauptbereichsleiter (l.)

DIPL.-ING.
**RALF
HEIDENREICH**

Bereichsleiter
für Luftreinhaltung (r.)

HB 3

LUFT- UND KLIMATECHNIK

Es ist über 50 Jahre her, dass der Club of Rome mit seinem Buch »Die Grenzen des Wachstums« den Fortschritt der Menschheit in Frage stellte. Darin forderten Fachleute aus verschiedenen Disziplinen und Ländern mehr Nachhaltigkeit für eine lebenswerte Zukunft, um den Kollaps der Erde zu verhindern. Aber was bedeutet diese Nachhaltigkeit konkret für die Luft- und Klimatechnik? Luft ist das Lebensmittel Nr. 1: Der Mensch kommt drei Wochen ohne Essen, drei Tage ohne Wasser, aber nur drei Minuten ohne Luft aus. Täglich atmen wir 10.000 bis 20.000 Liter Luft ein und aus.¹ Die Feinstaubexposition am Arbeitsplatz und in der Außenluft verursacht unstrittig Gesundheitsschäden. Millionen Menschen sterben jährlich durch Luftverschmutzungen; daher haben WHO und EU die Zielwerte angepasst. Die sog. »Staublunge« ist aber nach wie vor eine der häufigsten Berufskrankheiten in Deutschland; durch Quarz und Asbest verursachte Lungenkrankheiten gehören zu den häufigsten anerkannten und entschädigungspflichtigen Berufskrankheiten in Deutschland.² Um die Luftqualität zu verbessern, sind die Mitgliedstaaten der Europäischen Union gesetzlich dazu verpflichtet, Maßnahmen zur Senkung der Luftschadstoffe festzulegen. Dies alles sind demnach Maßnahmen zum nachhaltigen Gesundheitsschutz. Im Bereich Luftreinhaltung des ILK Dresden wurden im Jahr 2024 insbesondere Verfahren zur Reinigung von Prozessgasen sowie Sensoren zur Bestimmung des Nutzungsendes von Gasfiltern entwickelt. Dennoch hat dies eine zweite Seite: Technische Maßnahmen zur Lüftung und Klimatisierung erfordern thermische und elektrische Energie. Nachhaltigkeit bedeutet also auch, energiesparende Techniken anzuwenden. In der Lüftungstechnik ergibt sich die eingesetzte Leistung aus Volumenstrom, Strömungswiderstand und Wirkungsgraden. Es lohnt sich also immer zu hinterfragen, welcher Volumenstrom, welcher Luftwechsel tatsächlich aktuell benötigt wird. Mittels Wärmerückgewinnung, Nutzung von regenerativen Energien, z. B. für sorptive Entfeuchtungsprozesse, strömungsoptimierten Luftführungen und insbesondere auch effektiver Luftführung im Aufenthaltsbereich kann der energetische Fußabdruck reduziert werden. Das ILK Dresden bietet hierfür mit seinen Forschungs- und Entwicklungsergebnissen zur Messung von Luftwechselraten, Simulationen zur Raumströmung und KI-gestützter effektiver Strömungsführung erhebliche Minderungspotentiale an. Am Beispiel der energetisch sehr aufwändigen Entfeuchtung kann ein besonders gelungenes Beispiel aufgeführt werden: Der Einsatz solarunterstützter sorptiver Techniken zur Entfeuchtung ermöglicht eine Energieeinsparung von 38 Prozent. Bis vor kurzem gab es jedoch keine Membranen, die frei von PFAS (»Ewigkeitschemikalien«) sind. Im Rahmen eines Forschungsvorhabens konnte am ILK Dresden im Jahr 2024 jedoch ein Durchbruch im Sinne der Anwendung einer neuen PFAS-freien und recyclebaren Membrantechnologie in neuartigen Wärme- und Stoffübertragern für klimatechnische Luftbehandlungsprozesse erzielt werden. **Ergo: moderne Lüftungs- und Klimatechnik kann auch nachhaltig sein.**

¹ <https://www.elsevier.com/de-de/connect/pflege/zahlen-zur-lunge>

² <https://www.lungenaerzte-im-netz.de/krankheiten/staublunge/was-ist-eine-staublunge/>



Projektleitung

Dipl.-Ing.
Martin Lauer
Filterprüfung

Team

Dipl.-Ing.
Ralf Heidenreich

Dipl.-Ing. (BA)
Stefan Herrmann

Dipl.-Ing.
Stefan Holfeld

M. Sc.
Daniel Kochale

Dipl.-Geogr.
Christina Mann

Mike Schöne

Dr. rer. nat.
Alexander Türke

Dipl.-Wi-Ing. (FH)
Uta Uhlemann

Förderer

EuroNorm GmbH

Gefördert durch:



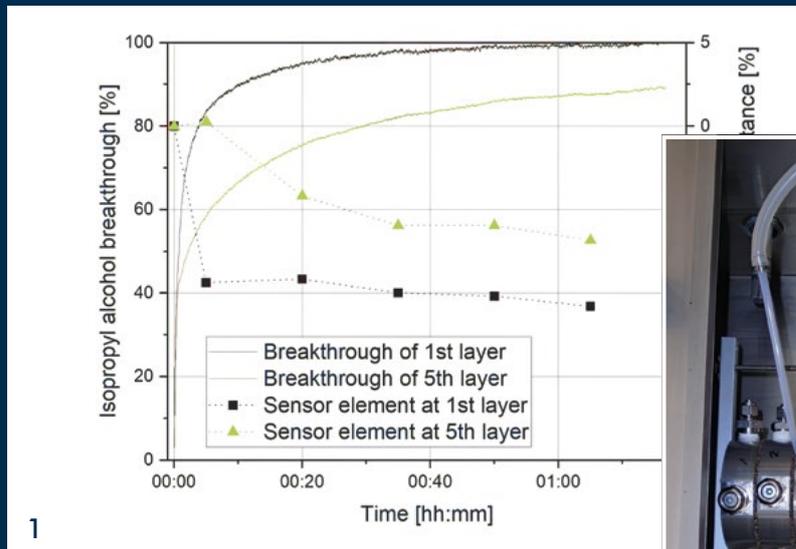
Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Mit dem Projekt erfolgt die Entwicklung und Erprobung des Sensorkonzeptes zunächst anwendungsunabhängig. Das Know-How kann mit der Anpassung auf bestimmte Einsatzbereiche anschließend in die Industrie transferiert werden. Das Projekt leistet einen wichtigen Beitrag zur ressourceneffizienten Luftfiltration durch Möglichkeiten zur Einsparung von Aktivkohle.

Dipl.-Ing. Martin Lauer



1



- 1 Testergebnisse zeigen die Reaktion der Sensorelemente auf den durchbrechenden Schadstoff in Abhängigkeit der Position
- 2 Multischicht-Apparatur für Messungen zum Fortschreiten der Adsorptionsfront unter definierten Bedingungen im Prüfstand

BELADUNGSSENSOR FÜR ADSORPTIONSFILTER

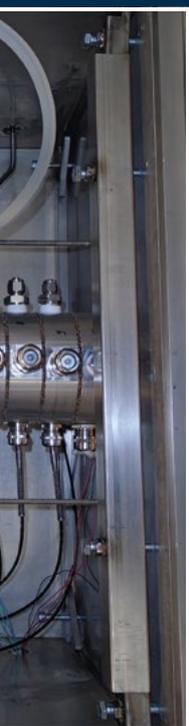
Wann ist der optimale Zeitpunkt zum Wechsel des Sorptionsmittels?

Einsatzbereiche Adsorptionsfilter zur Gasabscheidung im Umwelt- und Gesundheitsschutz, z. B. in industriellen Abluftanlagen, Absauggeräten für Arbeitsplätze, Fahrzeugkabinenfiltern, Prozessluftaufbereitung

Zielstellung Ziel ist die Entwicklung eines Sensorsystems für die Zustandsüberwachung von Sorptionsmitteln (z. B. Aktivkohlen) zur Luft-/ Gasreinigung, welches einen bevorstehenden Schadstoffdurchbruch signalisiert. Der Austausch des Filters erfolgt dann bedarfsgerecht, dessen Kapazität wird optimal ausgenutzt und die Schutzwirkung in der gesamten Nutzungsdauer sichergestellt.

Vorgehen Um das Fortschreiten der Adsorptionsfront innerhalb des Sorptionsmittels zu detektieren beziehungsweise eine momentane Schadstoffpräsenz zu lokalisieren, werden miniaturisierte Sensorelemente entwickelt, die an verschiedenen Positionen direkt im Filter platziert werden können und dem Luftstrom ausgesetzt sind. Die schadstoffsensitiven Elemente basieren auf gedruckter Elektronik, so dass die Anfertigung der Sensoren später kostengünstig in den Herstellungsprozess des Filters integriert werden kann. Eine separate Datenerfassungs- und Auswertungseinheit überwacht den Zustand anhand der elektrischen Eigenschaften der sensitiven Elemente. Eine Veränderung der elektrischen Kapazität signalisiert vorhandenen Schadstoff an der entsprechenden Position des Sensorelementes und somit einen Durchbruch bzw. Verbrauch des stromaufwärts liegenden Sorptionsmittelanteils. Dieses Konzept erlaubt die Zustandsbestimmung unabhängig von der Filterhistorie. Für die Kompensation der Einflüsse von Randbedingungen werden zusätzlich Temperatur- und Feuchtesensoren integriert. Weiterhin wird untersucht, inwieweit die Online-Auswertung der Feuchtigkeitsverläufe eine redundante Durchbruchserkennung ermöglicht.

Erkenntnisse Ein Aufbau für die schichtweise Untersuchung von Sorptionsmittelschüttungen mit Labormesstechnik wurde entwickelt und dient der Analyse der Adsorptionsfront sowie der zugehörigen Randbedingungen an unterschiedlichen Positionen der Lauflänge. Die Konzeptentwicklung ist abgeschlossen, prototypische Sensorelemente wurden hergestellt und sowohl einzeln als auch an einem Adsorptionsfilter getestet. Die Funktionalität des Konzeptes und der Sensorelemente konnte in diesen Laborversuchen mit Isopropanol als Schadstoff nachgewiesen werden. Aktuelle Schritte sind die Abstimmung der sensitiven Materialien auf weitere Schadstoffe sowie die automatisierte Datenerfassung durch die Auswertungseinheit für umfangreichere Testreihen.





Projektleitung

Dr.-Ing.
Silvio Tschigale
Numerische Strömungsmechanik

Team

Carsten Bense

Dr.-Ing.
Matthias Buschmann

Dipl.-Ing.
Stefan Holfeld

Dipl.-Ing. (FH)
Christian Friebe

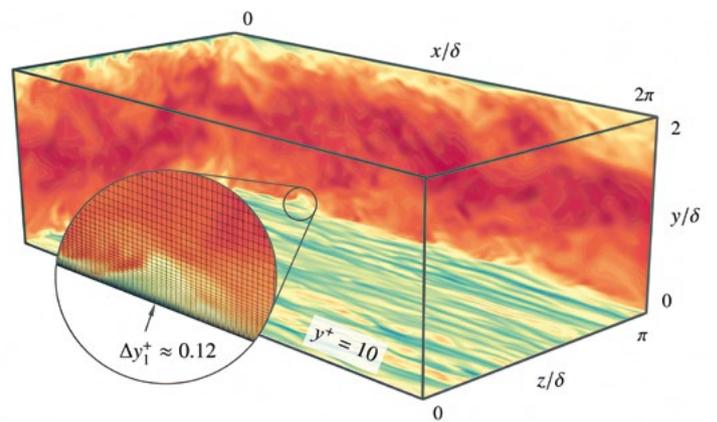
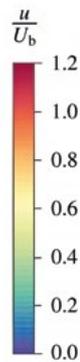
Sylvia Hamann

Prof. Dr.-Ing.
Tobias Kempe

Manuela Springer



Die wissenschaftliche Bedeutung des Projektes MAGNUM liegt in der grundlagenorientierten Untersuchung des Wärmeübergangs in turbulenten Ferro-Nanofluiden unter Magnetfeldeinfluss. Bislang sind die zugrunde liegenden physikalischen Effekte sowie die Grenzen der Technologie nicht abschließend geklärt. **Dr.-Ing. Silvio Tschigale**



1



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

- 1 Beispielsimulation eines Ferrofluids im turbulenten Strömungsregime. Der Konturplot zeigt die Strömungsgeschwindigkeit.
- 2 Versuchsstand mit Halterung eines Permanentmagneten und Aufbau der Isolation, bestehend aus Glaswolle und ARMAFLEX.

WÄRMEÜBERGANG IN FERRO-NANOFLUIDEN UNTER MAGNETFELDEINFLUSS

Potenziale und Grenzen von magnetischen Nanofluiden bei der Wärmeübertragung



▲ PROJEKT
WEBSEITE

Einsatzbereiche Der Einsatz von Ferrofluiden in technischen Systemen mit Wärmeübertragern kann eine signifikante Steigerung des Wärmeübergangs ermöglichen, indem spezielle Magnetfelder auf die Fluide wirken.

Zielstellung Im Rahmen des Projektes soll die zeitliche und räumliche Struktur magnetisch beeinflusster Strömungen aufgeklärt werden. Das Verständnis dieser Strukturen dient der zielgenauen Implementierung von Magnetfeldern zur Erhöhung, aber insbesondere zur Kontrolle und Schaltung der Wärmeübertragung. Magnetfelder werden dabei als lokale bzw. temporäre Aktuatoren verstanden.

Vorgehen Durch den Einsatz von hochauflösenden numerischen Simulationen sowie komplementären experimentellen Untersuchungen werden die physikalischen Effekte beim Wärmeübergang in Ferro-Nanofluiden unter dem Einfluss von Magnetfeldern untersucht. Die daraus gewonnenen Daten dienen der Analyse relevanter Transportmechanismen in turbulenten Ferro-Nanofluiden.

Erkenntnisse Nanofluide können aufgrund der positiven Materialeigenschaften der enthaltenen Nanopartikel den Wärmeübergang im laminaren sowie im turbulenten Strömungsregime deutlich verbessern. Nachteilig ist jedoch, dass das Einbringen der Partikel die viskosen Effekte erheblich verstärkt, was zu einem überproportionalen Anstieg der benötigten Pumpenleistung führt. Durch den Einsatz von Magnetfeldern lässt sich der Wärmeübergang weiter steigern, allerdings nur im laminaren Bereich. Bereits im niedrigen turbulenten Strömungsregime zeigen aktuelle Ferrofluide keine Verbesserung. Dies ist auf die natürliche Sättigungsmagnetisierung der Partikel zurückzuführen, welche eine weitere Zunahme der strömungsbeeinflussenden Kräfte verhindert.



2



Projektleitung

Dipl.-Ing.
Stefan Holfeld
Filterprüfung

Team

Dipl.-Ing. (FH)
Peter Giesler
Dipl.-Ing.
Ralf Heidenreich
Dipl.-Ing. (FH)
Dirk Keßlau
Dipl.-Ing.
Martin Lauer
Ute Leuteritz
Dipl.-Ing. (FH)
Stephan Schulz
Dr. rer. nat.
Alexander Türke
Dipl.-Betriebsw. (BA)
Uta Uhlemann

Förderer

EuroNorm GmbH

Gefördert durch:

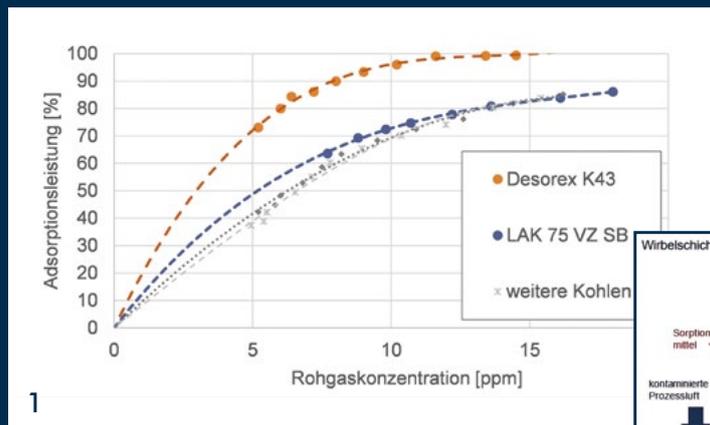


Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

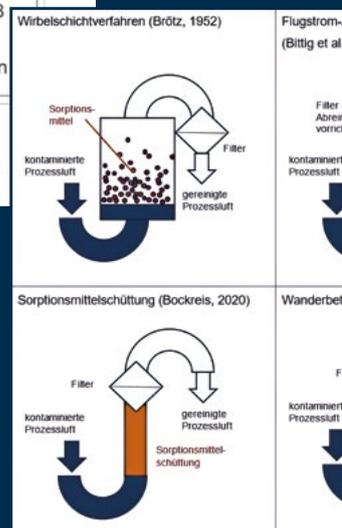
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Die Entwicklung neuer Fertigungsverfahren geht rasant voran. Durch den Einsatz neuer Materialien und Materialgemische entstehen in den Prozessen verschiedene, neuartige Abluftzusammensetzungen. Industrieabluft über Dach abzuleiten ist aus ökonomischen, energie- und umweltpolitischen Gründen nicht erwünscht. Eine Rückführung der Abluft in den Produktionsprozess bedarf aber einer guten Reinigung der Luft. Die große Herausforderung liegt dabei in den Spurenstoffen, mit denen sich dieses Projekt befasste. **Dipl.-Ing. Stefan Holfeld**



1



- 1 Adsorptionsleistung verschiedener Aktivkohlen für einen Spurenstoffcocktail in Abhängigkeit von der Konzentration
- 2 Untersuchte verfahrenstechnische Prinzipien der Abluftreinigung

ABLUFTHANDLUNGSMETHODE ZUR ABSCHIEDUNG VON SPURENSTOFFEN IN NEUEN PRODUKTIONSVERFAHREN

Reinigung von Prozessluft

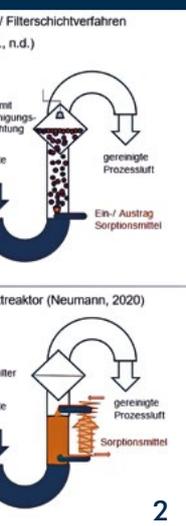
Einsatzbereiche Abluftbehandlung für Batteriefertigung, additive Fertigungsverfahren, Geruchsbeseitigung

Zielstellung Im Projekt sollten technologische Lösungen erarbeitet und entwickelt werden, welche eine Bindung von definierten Spurenstoffen aus der Prozessabluft ermöglichen, die in neuen Produktionsverfahren entstehen.

Vorgehen Es wurden kritische Spurenstoffe durch Messungen in realer Prozessabluft und theoretische Betrachtungen ermittelt, charakterisiert und systematisiert. Durch grundlegende Untersuchungen möglicher Verfahren der Abscheidung dieser Stoffe im Labormaßstab und Bestimmung der Einsatzgrenzen wurde die technologische Basis für die Entwicklung eines entsprechenden Abreinigungsverfahrens geschaffen. Durch den Aufbau eines Versuchsmusters konnte abschließend ein Nachweis für die Funktionalität und technische Umsetzbarkeit des neuen Reinigungsverfahrens erfolgen. In dem Projekt wurde in folgenden Schritten vorgegangen:

1. Identifikation und Analyse auftretender Spurenstoffe
2. Systematisierung der für den Produktionsprozess relevanten Spurenstoffe
3. Entwicklung und Bereitstellung spezieller Sorptionsmittel
4. Labortechnische Untersuchungen zum Abscheideverhalten
5. Labortechnische Entwicklung technologischer Lösungen für die Spurenstoffminderung
6. Aufbau einer Pilot-Versuchsvorrichtung

Erkenntnisse Im Ergebnis wurde ein Abscheideverfahren mit einer Filtrationsstufe, zwei Sorptionsstufen und einem Katalysator entwickelt und an der realen Abluft einer Industrieanlage mit sehr guten Abscheideleistungen von über 90 Prozent getestet. Derzeit ist die Umsetzung einer ersten Anlage in Arbeit.





Projektleitung

Dipl.-Ing.
Timo Eichenhardt
Strömungsmaschinen und Akustik

Team

Ronny Künanz
Dr.-Ing.
Ralph Krause

Partner

Sächsisches Textilfor-
schungsinstitut e. V.

Förderer

EuroNorm GmbH

Gefördert durch:

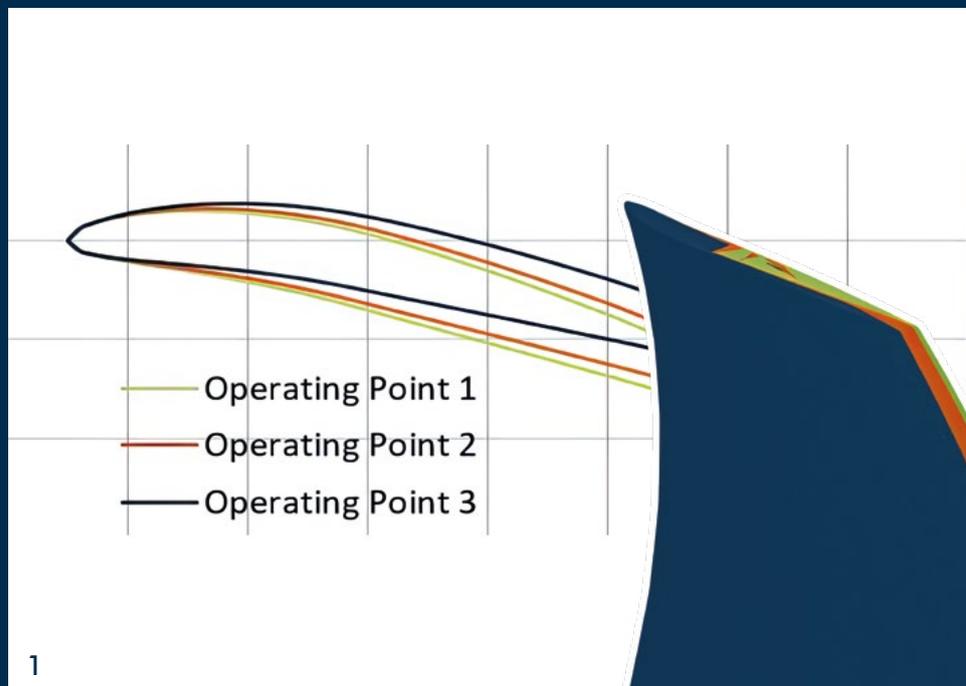


Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Eine globale Herausforderung ist die Vermeidung weiterer Treibhausgasemissionen. In diesem Projekt wird ein Ansatz untersucht, wie der Energieaufwand für Lüftungsanlagen im realen Betrieb verringert werden kann. Damit werden weitere Energiesparpotenziale von Lüftungsanlagen zugänglich. **Dipl.-Ing. Timo Eichenhardt**



- 1 Drei Geometrien (dargestellt im Mittelschnitt) für drei unterschiedliche Betriebspunkte.
- 2 Eine Schaufel, drei Geometrien. Durch die FGL kann sich die Schaufel an wechselnde Bedingungen anpassen.



INFORM FVK

Flexible, adaptierbare Bauteile auf Basis funktionalisierter Textilien



▲ PROJEKT
WEBSEITE



Einsatzbereiche Ventilatoren arbeiten an unterschiedlichsten Orten, von der Klimaanlage im PKW bis hin zur Lüftung von Theatersälen. Überall dort können noch energetische Einsparpotenziale realisiert werden.

Zielstellung Ziel ist die Entwicklung neuer adaptiver, textilbasierter Materialien mit integriertem Aktor einschließlich der zugehörigen Herstellungstechnologie. Die grundlegenden Untersuchungen erfolgen am Beispiel einer Ventilatorschaufel. Die geometrische Anpassung der Schaufel an wechselnde Betriebsbedingungen ermöglicht eine Steigerung des Ventilatorwirkungsgrades.

Vorgehen Ein entscheidender Parameter eines Ventilators ist die Krümmung der Schaufeln. Für jeden Betriebspunkt gibt es exakt eine optimale Schaufelkrümmung. In der Anwendung unterliegen Ventilatoren schwankenden Lasten, wodurch sich wechselnde Betriebspunkte und unterschiedliche optimale Krümmungen ergeben. Durch Entwicklung neuartiger Faserverbundkonstruktionen mit direkt im textilen Herstellungsprozess implementierten Formgedächtnislegierungen (FGL) in Drahtform werden aktorisch nutzbare Geometrien erzeugt. FGL sind dabei metallische Werkstoffe, die ihre Form durch Wärmeeintrag verändern können. Dieser Effekt wird ausgenutzt, um die adaptiven Ventilatorschaufeln zu steuern.

Erkenntnisse Trotz der herausfordernd unterschiedlichen Materialeigenschaften von Metall, Harz und Textil konnten erste Formen, die ihre Form verändern und anschließend eine Rückverformung durchführen, erfolgreich erzeugt werden. Insbesondere über die elektrische Ansteuerung der FGL konnten Erkenntnisse gewonnen werden. Im nächsten Schritt erfolgt die Integration der FGL in Geometrien, die einer Ventilatorschaufel ähnlich sind. Daran können anschließend Untersuchungen im Windkanal erfolgen, die eine Bewertung der Formänderung ermöglichen.





Projektleitung

Dr.-Ing.
Thomas Oppelt
Thermische Simulation

Team

Dipl.-Ing. (BA)
Heiko Frank

Dipl.-Ing. (FH)
Sylvia Hamann

Dr.-Ing.
Ralph Krause

Dipl.-Ing.
Ronny Mai

Ralph Rogge

Dipl.-Ing. (FH)
Hannes Rosenbaum

Dipl.-Ing. (BA)
Uwe Schade

Dipl.-Ing. (FH)
Falko Ziller

Gefördert durch:

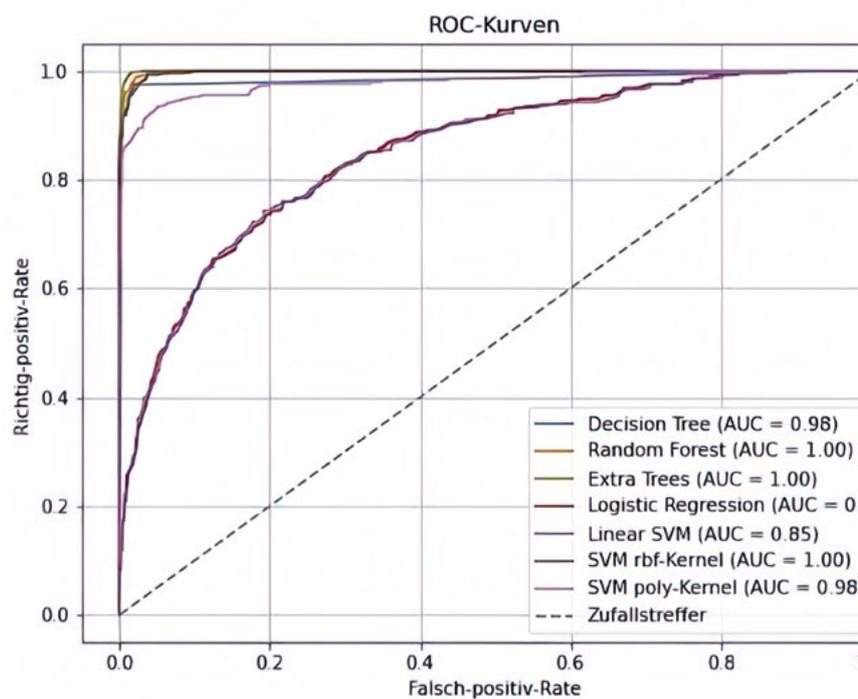


Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Der weltweite Einsatz von raumluftechnischen Systemen für Kühlung und Klimatisierung wächst kontinuierlich. Dabei spielt die Fachplanung eine entscheidende Rolle für die erzielte Effizienz und den Komfort der Nutzer. Dennoch schöpft aktuelle TGA-Planungssoftware weder das Potenzial moderner Rechenkapazitäten noch die vielfältigen Möglichkeiten fortschrittlicher Verfahren des maschinellen Lernens aus. **Dr.-Ing. Thomas Oppelt**



ROC-Kurven für den Test unterschiedlicher Klassifizierungsverfahren

MASCHINENLERNBASIERTE MODULE FÜR INTELLIGENTE TGA-PLANUNGSSOFTWARE

Unterstützung der optimalen Auslegung von Raumkühlsystemen

Einsatzbereiche Zunächst werden intelligente Softwaremodule am Beispiel der Kühllastauslegung und Kühlsystemplanung entwickelt. Perspektivisch sollen weitere Gebiete der TGA-Planung abgedeckt werden.

Zielstellung Projektziel ist die Entwicklung von Softwaremodulen, die Programme zur Kühllastberechnung mit intelligenten Funktionen ausstatten. Angestrebt werden drei Stufen der Intelligenz: von der Erkennung grober Fehler über die Feinabstimmung des vorgegebenen Systems bis hin zur automatischen Erstellung einer optimalen Lösung für die jeweilige Aufgabenstellung.

Vorgehen Die Grundlage für die Softwaremodule bilden frei verfügbare Machine-Learning-Bibliotheken. Obwohl die mathematischen Modelle grundsätzlich einsatzbereit vorliegen, besteht Forschungsbedarf bei ihrer konkreten Anwendung. Es gilt zu untersuchen, welche ML-Verfahren für die verschiedenen Modul-Funktionen in Frage kommen, welche davon am besten geeignet sind, mit welchen Hyperparametern die gewünschte Ergebnisqualität erreicht werden kann und wie die Integration in die Planungssoftware zu realisieren ist. Für die Intelligenzstufe 1 wird eine Ausreißerdetektion entwickelt, die auffällige Eingaben oder Ergebnisse identifiziert. In den Intelligenzstufen 2 und 3 sollen mithilfe von Clusteranalysen aus der Datenbasis ähnliche Referenzprojekte extrahiert werden, die als Vergleichsfälle dienen. Zusätzlich wird in diesen Stufen ein Regressionsmodell eingesetzt, um die Ergebnisse bestimmter Konfigurationen näherungsweise vorhersagen zu können, ohne eine vollständige Jahressimulation durchführen zu müssen. Ein weiteres Kernelement der Module ist eine umfassende Datenbasis, die bisher in der erforderlichen Form nicht existiert. Diese wird durch die Kombination automatisierter Variantenberechnungen, Best-Practice-Beispiele, planerischer Erfahrung sowie Vorgaben aus Normen und Richtlinien erstellt.

Erkenntnisse Ein Python-Code wurde entwickelt und validiert, der die Algorithmen zur Kühllast-Auslegung und Jahressimulation nach VDI 6007 und 2078 abbildet. Typische Konfigurationen für gekühlte Räume ergaben über 10.000 Varianten, die berechnet, analysiert und optimiert wurden. Varianten mit bewussten Abweichungen dienten als Testfälle für die Ausreißerdetektion. Für diese wurden überwachte Verfahren wie Decision Tree und Random Forest sowie unüberwachte Methoden wie Isolation Forest getestet. Besonders vielversprechend ist das Verfahren Extra Trees, das ungünstige Varianten mit hoher Genauigkeit erkennt. Tests mit Clustering-Algorithmen zur Identifikation ähnlicher Konfigurationen zeigten bisher keine überzeugenden Ergebnisse.



▲ PROJEKT
WEBSEITE



PRÜFUNG HOCHLEISTUNGS- WERKSTOFFE

HERAUSFORDERUNGEN
UND INNOVATIONEN



PPA. DR. RER. NAT.

**MICHAEL
GOLDBERG**

Hauptbereichsleiter

HB 4

ANGEWANDTE WERKSTOFFTECHNIK

Auch im Jahr 2024 konnten wir unsere Kunden aus der Kälte-, Klima- und Wärmepumpenbranche bei der Entwicklung umweltfreundlicher, energieeffizienter und ressourcenschonender Lösungen erfolgreich unterstützen. Ein besonderer Schwerpunkt lag auf der Erforschung, Optimierung und Freigabe neuer Werkstoffe und Materialien, darunter Elastomere, Polymere sowie Lackdrahtisolationssysteme, für die stationäre und mobile Kältetechnik. Hierfür kamen auch neu entwickelte Methoden wie In-Situ-Untersuchungen zum Quellverhalten von Polymerwerkstoffen unter erhöhten Drücken und Temperaturen zum Einsatz (siehe Bericht zum entsprechenden Forschungsprojekt weiter unten).

Der Trend zu Kältemitteln mit niedrigem Treibhauspotenzial (Low-GWP-Kältemittel) hat sich fortgesetzt. Neben HFOs wie R1234yf und deren Gemischen gewinnen natürliche Kältemittel wie Propan, Isobutan, Kohlendioxid und Ammoniak immer weiter an Bedeutung. Für jede Anwendung muss auch das passende Kältemaschinenöl in Bezug auf Kältemittel und Einsatztemperatur ausgewählt oder gar neu entwickelt werden, insbesondere für anspruchsvolle Anwendungen wie Hochtemperaturwärmepumpen. Wir beraten und unterstützen unsere Kunden durch unser umfangreiches Analyse-Dienstleistungsangebot zur Prüfung der Beständigkeit und Materialverträglichkeit und zur Bestimmung der physikalischen (z. B. Dichte, Viskosität, Dampfdruck, Wärmeleitfähigkeit) und chemischen (z. B. Wasser-/Säure-/Basen-Gehalt, Reinheit) Eigenschaften von Kältemitteln, Ölen und deren Gemischen.

Im Jahr 2024 erweiterten wir unser Labor mit einem modernen Viskosimeter (SWM3001 mit Cold Properties, Anton Paar). Dieses Gerät ermöglicht signifikante Zeit- und Energieeinsparungen gegenüber den zuvor genutzten Ubbelohde-Viskosimetern im Wasserbad und reduziert gleichzeitig die anfallenden Abfälle auf ein Minimum.



Projektleitung

Dr. rer. nat.
Joachim Germanus
Kältetechnische Applikationen

Team

Dr. rer. nat.
Torsten Burkholz

Simon Günther

M. Sc.
Christian Hanzelmann

Dr. rer. nat.
Alexander Türke

Förderer

EuroNorm GmbH
49VF230019

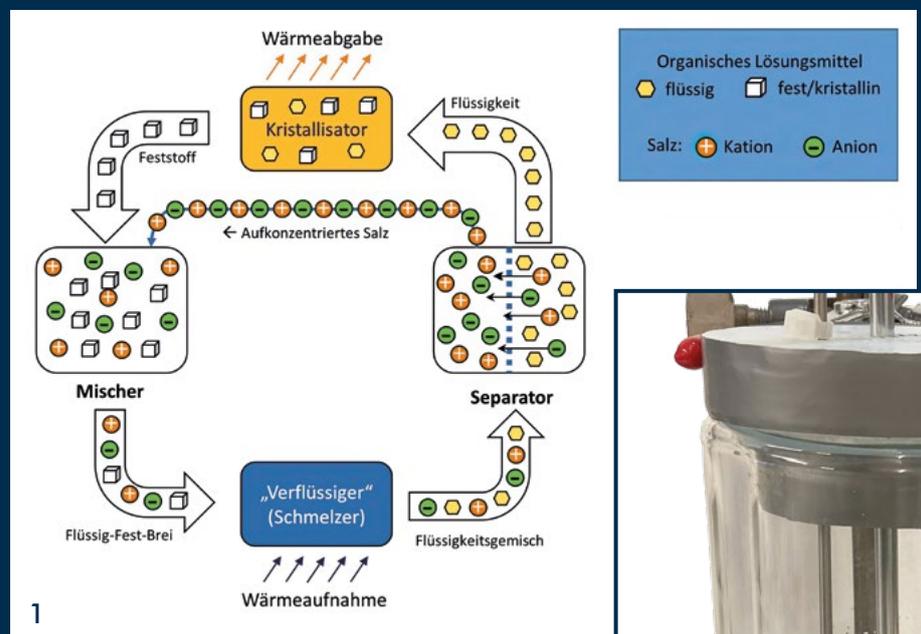
Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Energieeffizienz und Nachhaltigkeit rücken bei Kühlsystemen immer mehr in den Fokus. Verbraucher und Unternehmen setzen auf energieeffiziente Lösungen, um Kosten zu senken und den ökologischen Fußabdruck zu reduzieren. Die steigende Nachfrage treibt die Entwicklung neuer, umweltfreundlicher Kühlsysteme voran – an Lösungen arbeiten wir. **Dr. rer. nat. Joachim Germanus**



- 1 Prinzipdarstellung des ionokalorischen Kreisprozesses in Anlehnung an D. Lilley, *Science* 378, 1344 (2022)
- 2 Vakuumisoliertes Mischgefäß zur thermischen Untersuchung der Substanzgemische

IONOKALORISCHE KÄLTEERZEUGUNG

Abkühlung durch Vermischung von Feststoffen mit Phasenumwandlung (fest – flüssig)

Einsatzbereiche Neben der Lebensmittelkühlung sind auch Anwendungen in der Gebäudeklimatisierung und der Elektronik Kühlung denkbar, für die bisher überwiegend die Kompressionskältetechnik eingesetzt wird.

Zielstellung Das Projekt zielt darauf ab, Stoffpaare zu identifizieren und zu qualifizieren, die für den ionokalorischen Kälte-Kreisprozess geeignet sind und in bestehenden sowie neuen Kühlanwendungen eingesetzt werden könnten. Die ionokalorische Kühlung ist eine neue Variante der Kühlung, die auf der Phasenumwandlung und dem Lösungsprozess beim Durchmischung zweier verschiedener Feststoffe beruht.

Vorgehen Die Auswahl von Arbeitsstoffen für den Einsatz in einem ionokalorischen Kühlprozess orientiert sich idealerweise an Stoffpaaren, die beim Mischen zu großen adiabatischen Temperaturabsenkungen und großen isothermen Entropieänderungen führen. Hierfür eignen sich spezielle Lösungsmittel-Salz-Kombinationen, bei denen das Lösungsmittel eine polare, bei Raumtemperatur feste organische Verbindung ist, die ein hohes Lösungsvermögen für bestimmte ionische Verbindungen (Salze) aufweisen muss. Für den technischen Einsatz solcher Stoffgemische ist zudem deren chemische Stabilität zu prüfen, die ebenfalls im Rahmen des Projektes untersucht wird. Hier spielen insbesondere Wasser und Luftsauerstoff eine negative Rolle, die zu Oxidations- und Hydrolysereaktionen und damit zu stofflichen Veränderungen führen können. Entscheidend für den erfolgreichen Einsatz der ionokalorischen Kühlung wird letztlich die Verfügbarkeit einer effizienten Stoff-Trennmethode sein. Diese ist notwendig, da für den Kälte-Kreisprozess das gebildete flüssige Stoffgemisch wieder in die beiden Einzelkomponenten (feste organische Komponente und Salz/Metallhalogenid) aufgetrennt werden muss. Wie dies möglich ist, soll im weiteren Projektverlauf untersucht werden. Elektrochemische Trennverfahren unter Verwendung geeigneter Membranen wären hierfür ein möglicher Ansatzpunkt.

Erkenntnisse Das Projekt startete im März 2024 und endet im August 2026. Anhand von Stoffdaten wurden aus hunderten Substanzen etwa 20 organische Verbindungen ausgewählt, deren Schmelzpunkte zwischen 30 und 50 °C liegen und die aufgrund ihrer polaren Eigenschaften als potentielle Lösungsmittel für ionische Verbindungen (Salze) geeignet erschienen. Die Messung der Mischungstemperaturen dieser Verbindungen mit verschiedenen Alkali- und Erdalkalihalogenuiden führte zur Auswahl von Ethylencarbonat und Hexandiol als besonders geeignete polare Lösungsmittel und Lithiumiodidtrihydrat und Calciumchloridhexahydrat als ionische Verbindungen. Die Gemischabkühlungstemperaturen für diese Kombinationen lagen zwischen 10 und 30 Kelvin.



▲ PROJEKT
WEBSEITE





Projektleitung

Dipl.-Ing. (FH)
René Seidel

Lecksuche und Dichtheitsprüfung

Team

Dipl.-Ing.
Anina Dietl

Simon Günther

Dr.-Ing.
Carmen Hille

Förderer

EuroNorm GmbH

Gefördert durch:

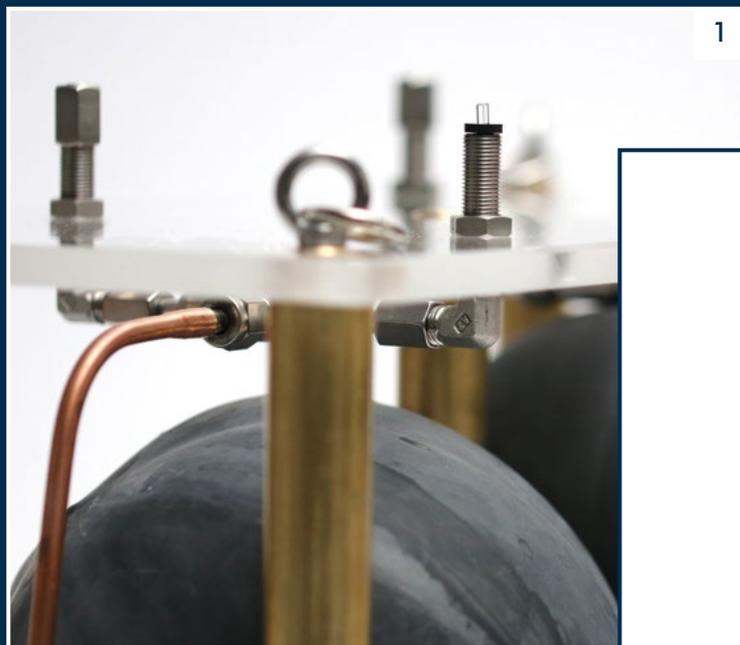


Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

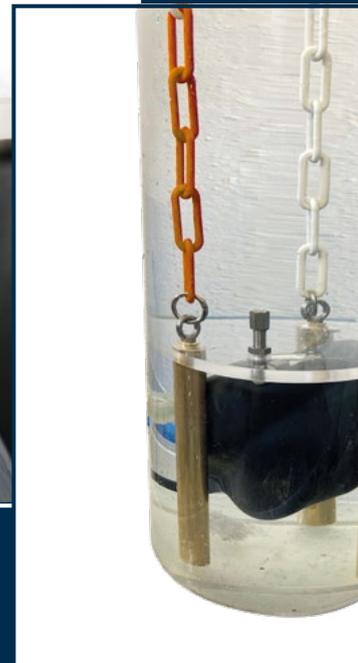
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Um klimaschädliche Emissionen aus Kälte- und Klimaanlageanlagen sowie aus Wärmepumpen zu vermeiden, ist eine qualifizierte Dichtheitsprüfung bei der Fertigung der Komponenten, Bauteile und Geräte unerlässlich. Das im Feld weit verbreitete Wasserbad-Dichtheitsprüfverfahren konnte bisher aufgrund fehlender entsprechender Prüflecks nur bedingt qualifiziert werden. **Dipl.-Ing. (FH) René Seidel**



1 Mehrfachleck mit geöffneter Verschraubung und sichtbarer Kapillare



2 Einfachleck in Wassersäule im Testbetrieb

KALIBRIERLECKS FÜR DIE WASSERBAD-DICHTHEITSPRÜFUNG

Verbesserung der Qualitätssicherung eines etablierten Dichtheitsprüfverfahrens

Einsatzbereiche Zur Qualitätssicherung des im Feld weit verbreiteten Wasserbad-Dichtheitsprüfverfahrens (»Fahrradschlauch«-Methode) ist ein entsprechendes Testleck entwickelt worden.

Zielstellung Ziel war die Entwicklung von Kalibrierlecks für die Wasserbadprüfung in dem Bereich kleiner Leckageraten zwischen 5 bis 500 g/a Kältemittel (entspricht einer Leckagerate von ca. 3×10^{-5} bis 3×10^{-3} mbar l/s R1234yf). Umgerechnet auf Luft entspricht dies einem Volumenstrom der Größenordnung von 0,1 bis 10 ml/h.

Vorgehen Zwei verschiedene Lösungsansätze verfolgten das Ziel, auch unter Wasser eine definierte Leckagerate zu erzeugen. Einerseits wurden Membranen getestet, andererseits kamen Kapillaren zum Einsatz, um die erforderliche definierte Leckagerate zu erreichen.

Dazu fanden Voruntersuchungen zur druckabhängigen Leckagerate in Abhängigkeit von Innendurchmesser und Austrittsgeometrie der Kapillaren sowie von Dicke und Art der Materialien der Membranen statt. Es wurde eine Vorrichtung entwickelt, die die Beaufschlagung mit unterschiedlichen Prüfdrücken ermöglichte und eine definierte bzw. definierbare Leckagerate über die verwendeten Kapillaren oder Membranen erzeugte. Diese Vorrichtung wurde dann in einem dafür aufgebauten Wasserbecken in verschiedenen Tauchtiefen bis zu einem Meter unter der Wasseroberfläche hinsichtlich der sich einstellenden Leckageraten untersucht. Im Laufe des Projektes konnten verschiedene Funktionsmuster-Varianten des Lecks getestet und optimiert werden.

Erkenntnisse Das entwickelte Prüfleck kann nun zur Mitarbeiterschulung bzw. Ausbildung von Fachkräften genutzt werden, um die entsprechenden Leckageraten in Prüfbeckern zu simulieren und/oder das Auffinden der Leckagestelle durch den Prüfer nachzuweisen. Es kann auch zur Funktionsüberprüfung von Überwachungssystemen (z. B. mittels Ultraschalldetektion) sowie zur Überwachung der Wasserbad-Prüfbeckern-Qualität eingesetzt werden. So können z. B. die Auswirkungen von schlecht beleuchteten Bereichen, von stark verschmutztem Wasser oder eine zu große Entfernung der zu prüfenden Bauteile zum Prüfenden bzw. zur Messtechnik aufgezeigt und dann entsprechende Maßnahmen eingeleitet werden.



▲ PROJEKT
WEBSEITE



2

IN-SITU QUELLVERHALTEN VON POLYMEREN IN BRENNBAREN FLUIDEN

Elastomer in Kohlenwasserstoffen und Wasserstoff unter erhöhten p-T-Bedingungen

Einsatzbereiche Die entwickelte Messapparatur eignet sich für die Qualifizierung von polymeren Dichtungswerkstoffen in brennbaren Fluiden bis zu maximalen Drücken von 100 bar und einer maximalen Temperatur von 90 °C.

Zielstellung Unter den Druck- und Temperaturbedingungen brennbarer Fluide, wie sie in kältetechnischen Anlagen anzutreffen sind, sollen Volumenänderungen an verschiedenen Elastomerwerkstoffen untersucht werden. Um diese durchführen zu können, ist eine geeignete Versuchsanlage gemäß den notwendigen sicherheitstechnischen Kriterien für brennbare Fluide aufzubauen und zu testen.

Vorgehen In einem vorangegangenen Forschungsprojekt wurde ein In-situ-Messverfahren für die Analyse des Quellverhaltens von Polymerwerkstoffen in nicht-brennbaren Fluiden entwickelt. Dabei handelt es sich um ein kamerabasiertes Aufnahmeverfahren, das in zeitlicher Abfolge Bilder von Elastomerproben in einem temperierten Autoklaven aufnimmt, die im Anschluss ausgewertet werden. Im jetzigen Projekt bildet dies die technische Basis für die Untersuchung des Quellverhaltens in brennbaren Fluiden. Aus sicherheitstechnischen Gründen wurde der für die Untersuchungen eingesetzte Autoklav inkl. Peripherie nun in eine Box mit Luftabsaugung und Sensorüberwachung eingehaust (siehe Abbildung). Als Proben kommen O-Ringe zum Einsatz, die auf einem Probenhalter definiert vorgespannt werden. Untersuchungen erfolgten bereits in gasförmigen und flüssigen Kohlenwasserstoffen (Ethan, Propan, i-Butan); im Fall von Ethan sollen auch Untersuchungen in überkritischer Phase erfolgen. Darüber hinaus wurden Untersuchungen in gasförmigem Wasserstoff bei Drücken bis 60 bar durchgeführt. Als Proben kamen HNBR- und NBR-O-Ringe zum Einsatz. Im weiteren Projektverlauf sind Untersuchungen der Werkstoffe in Kohlenwasserstoff-Öl-Gemischen sowie Charakterisierungen von ölbenetzten Proben in gasförmigen Kohlenwasserstoffen vorgesehen.

Erkenntnisse Das Projekt wurde im November 2023 begonnen und soll im April 2026 abgeschlossen werden. Nach einer sicherheitstechnischen Komplettierung eines bestehenden Versuchsstands wurden bereits zahlreiche Messungen an Elastomerproben in Kohlenwasserstoffen sowie in Wasserstoff durchgeführt. Es konnte ein stärkeres Quellverhalten an den Elastomerproben in gasförmigen Kohlenwasserstoffen mit zunehmender Kohlenstoff-Kettenlänge nachgewiesen werden. Im Vergleich zwischen HNBR und NBR weist das HNBR-Material in der Gasphase ein niedrigeres Quellverhalten auf. Demgegenüber zeigten die bisher untersuchten Elastomere unter den angewandten Versuchsbedingungen ein nahezu vernachlässigbares Quellverhalten in Wasserstoff.



▲ PROJEKT
WEBSEITE



2



Projektleitung

Dr. rer. nat.
Torsten Burkholz
Leiter Physikalisch-Chemisches Labor

Team

Dr. rer. nat.
Joachim Germanus
Simon Günther
Thomas Häntzschel
M. Sc.
Christian Hanzelmann
...

Partner

BSH Hausgeräte GmbH

Förderer

EuroNorm GmbH

Gefördert durch:

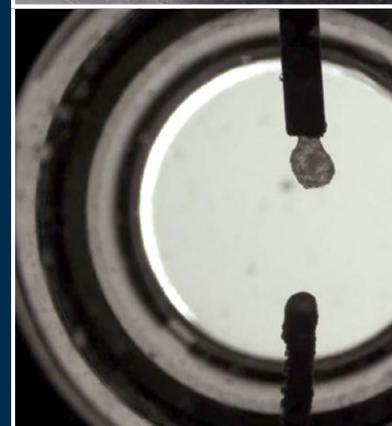
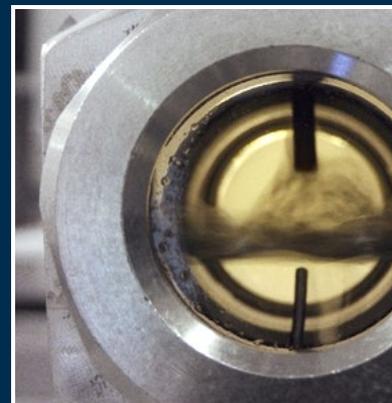
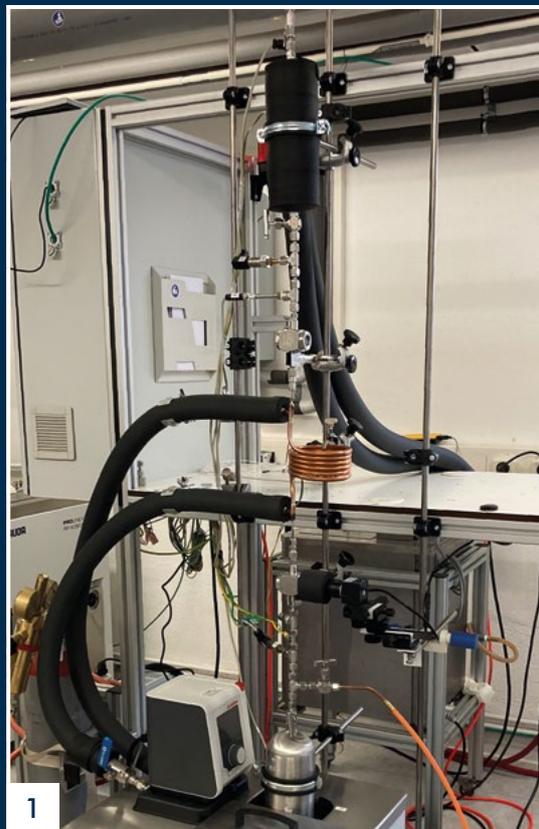


Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Weltweit werden jährlich Millionen neue Kälteanlagen kleiner Leistung in Kühl- und Gefrierschränken produziert. Selbst kleine Optimierungen in diesen Systemen können dabei einen großen Gesamteinfluss in Hinblick auf CO₂-Reduktion und Energieeinsparung haben. **Dr. rer. nat. Torsten Burkholz**



- 1 Optimierte Test-Apparatur zur Überprüfung der Wirksamkeit der Additive
- 2 Schauglas zur optischen Auswertung der Wasser-Vereisung am Kapillar-Ausgang

CHEMISCHE WASSERBINDER/ ENTEISER FÜR KÄLTEKREISLÄUFE – CHEWA

Eine günstige Alternative zur Trocknerkartusche im Kältekreislauf

Einsatzbereiche sind weiße Ware und Kältekreisläufe mit geringer bis mittlerer Leistung.

Zielstellung Ziel des Projektes ist der Ersatz der Funktion des bisher eingesetzten Filtertrockners zur Bindung von Feuchte durch Additive im Kältekreislauf. Durch den Ersatz sollen Herstellungsaufwand (Lötstellen, Material) und damit Kosten sowie Energie und Abfall eingespart werden.

Vorgehen Kältekreisläufe mit ihren unterschiedlichen Bauteilen sind zu komplex, um zielgerichtete Messungen daran vornehmen zu können. Daher werden eigens entwickelte Labor-Apparaturen (z. B. ohne Kompressor) aufgebaut, worin die Arbeitsfluide mit Stoffen aus verschiedenen Chemikalienklassen additiviert werden. Es wird Grundlagenforschung bei der Auswahl der Chemikalien betrieben, da keine Stoffe bekannt sind, die im Kältemaschinenöl Wasser so sicher binden können, dass selbst unter den Bedingungen im Kältemittelverdichter (erhöhter Druck/Temperatur, turbulente Strömung) keine Feuchtigkeit mehr ins Kreislaufsystem gelangt. Auch Enteisungsmittel, die mit dem Kältemittel zusammen im Kreislauf mitgerissen werden, sind unter diesen Bedingungen noch nicht bekannt. Die zugesetzten Chemikalien dürfen dabei die Viskosität des Öles nicht negativ beeinflussen, nicht oxidierend wirken, nicht gesundheitsschädlich und bei Entsorgung nicht umweltgefährdend sein. Diese Voraussetzungen für die Auswahl der zu prüfenden Zusätze machen eine entsprechende Vorauswahl der Stoffklassen und eine Recherche der Stoffeigenschaften durch erfahrenes Fachpersonal absolut notwendig. Auch optimierte Langzeit-Tests im Kältekreislauf erfordern eine entsprechend lückenlose Überwachung der relevanten Betriebsparameter, um bei Problemen rechtzeitig reagieren zu können.

Erkenntnisse Eine Vielzahl an unterschiedlichen Stoffklassen (mehrwertige Alkohole, zyklische Verbindungen, uvm.) wurde bereits in dem eigens dafür angefertigten Prüfstand getestet. Dabei haben sich nur wenige Chemikalien als brauchbar erwiesen, die auch die zuvor genannten Anforderungen erfüllen. Ein Übertrag dieser Erkenntnisse auf weitere (noch zu konstruierende) Prüfstände zur Evaluation der Dauerlauffähigkeit (Lebensdauer eines Kältekreislaufs von mind. 10 Jahren wird zu Grunde gelegt) wird zeitnah erfolgen.



▲ PROJEKT
WEBSEITE



2

MIT WÄRME KÜHLEN

MIT ABWÄRME EINSPARPOTENZIALE
NUTZEN UND FLEXIBEL BLEIBEN



DR.-ING.

**MATHIAS
SAFARIK**

Hauptbereichsleiter

HB 5

ANGEWANDTE ENERGIETECHNIK

Wirtschaftliches Denken und der effiziente Einsatz von Energie sind der Schlüssel, um Einsparpotenziale vollständig auszuschöpfen. Eine besondere Rolle kommt der Abwärmenutzung zu. Sie wird oftmals als ungenutztes Nebenprodukt der Energieerzeugung betrachtet, doch gerade in dieser ungenutzten Energie liegt enormes Potenzial.

Abwärme fällt unvermeidlich an, sei es bei der Stromerzeugung durch motorische BHKW, Gasturbinen oder Brennstoffzellen oder in Servern und Rechenzentren. Eine intelligente Nutzung dieser Wärme zur Energiegewinnung und -speicherung kann nicht nur die Energieeffizienz deutlich steigern, sondern gleichzeitig die wirtschaftliche Bilanz verbessern. Ein Beispiel hierfür ist die bewährte Kälteerzeugung durch Absorptionskältemaschinen (AKM), die in vielen Energieverbundsystemen längst ihren Platz gefunden hat. Doch um den sich wandelnden Bedingungen des Energiemarktes gerecht zu werden, ist es notwendig, diese Systeme weiterzuentwickeln und flexibler zu gestalten.

Ein Schlüsselaspekt ist dabei die Integration von Energiespeichern. In einem Energiesystem, das immer stärker auf volatilen Quellen wie Wind und Sonne basiert, sind Speicherlösungen unabdingbar. Hier sticht das Latentspeichermaterial Wasser/Eis hervor, das durch seine hohe Energiedichte und ökologischen Vorteile punktet. Flüssigeis bietet darüber hinaus durch seine Pumpfähigkeit und konstante Temperatur am Schmelzpunkt eine enorme Flexibilität. Diese Technologien eröffnen nicht nur neue Möglichkeiten der Abwärmenutzung, sondern bieten auch wirtschaftlich attraktive Perspektiven. Nutzen Sie dieses Potenzial! Mit dem ILK Dresden haben Sie einen Partner, der mit Ihnen nicht nur zukunftsweisende Innovationen entwickelt, sondern auch in die Praxis umsetzt.



Projektleitung

Dipl.-Ing.
Lutz Richter
Energie- und Absorptionskältetechnik

Team

Dipl.-Ing.
Frank Prastka
Dipl.-Ing.
Jannik Schug
Dipl.-Ing.
Alexander Wills

Partner

Hörmann Vehicle
Engineering GmbH

IFAM-DD-Fraunhofer-
Institut für Fertigungs-
technik und Angewandte
Materialforschung

WätaS Wärmetauscher
Sachsen GmbH

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Wir müssen die Zukunft komplex denken, in der Energie-
wirtschaft, der Wärme- und Kälteversorgung und auch im
Verkehr. Differenzierte, angepasste Lösungen sind erforder-
lich. Auf nicht elektrifizierten Zugstrecken benötigen
wir Züge, bei denen umweltfreundliche Energieträger mit
höchster Effizienz über innovative Energieumwandlungs-
systeme genutzt werden. Im Bereich Kälteerzeugung
leistet das ILK hier seinen Beitrag. **Dipl.-Ing. Lutz Richter**



- 1 Anteil der Thermischen Kälteerzeugung an der Deckung des Kältebedarfs in Abhängigkeit der Außenlufttemperatur
- 2 Modellbild Brennstoffzellenzug Typ WARAN mit Integration Thermischer Kälteerzeugung zur Zugklimatisierung – Bildquelle: Hörmann



HEAT2COMFORT – ABWÄRMEBASIERTE KLIMATISIERUNG VON BRENNSTOFFZELLEN-TRIEBZÜGEN

Entwicklung einer anforderungsgerechten Absorptionskältemaschine zur abwärmebasierten Kühlung des Fahrzeuginnenraums

Einsatzbereiche Die Thermische Kälteerzeugung findet im mobilen Bereich bei Nahverkehrszügen, U-Bahnen und Straßenbahnen Anwendung.

Zielstellung Ein Triebzug des Schienenpersonennahverkehrs soll über eine Brennstoffzelle elektrisch angetrieben werden. Während die Brennstoffzellenabwärme im Winter direkt zum Heizen des Fahrgastraumes genutzt werden kann, soll im Sommer die Abwärme in Kälte umgewandelt werden. Dafür bietet sich das Prinzip des Absorptionskälteprozesses an. Die Kälteerzeugung dient der Klimatisierung des Fahrgastraumes.

Vorgehen Für die Bearbeitung der komplexen Themenstellung war eine enge interdisziplinäre Zusammenarbeit der Partner aus Wissenschaft und Industrie nötig. Ein permanenter Wissensaustausch bildete die Basis für eine erfolgreiche Durchführung. Die Fa. EAW ist Hersteller von Absorptionskälteanlagen. Projektkoordinator war die Fa. Hörmann Vehicle Engineering GmbH, die spezialisiert ist auf die Entwicklung von Komponenten und Baugruppen für Straßen- und Schienenfahrzeuge. Das Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung entwickelt Sinter- und Verbundwerkstoffe. Die Fa. WätaS ist Spezialist für Energierückgewinnung aus Wärme- und Kälteprozessen und fertigt Lamellenwärmeübertrager und Sonderformen. Wichtige Arbeitsziele der unterschiedlichen Partner unter Nutzung der Brennstoffzellen-Abwärme waren thermische Bauteilaktivierung, Kälteerzeugung, Abwärmespeicherung und Erarbeitung einer prädiktiven und lernfähigen Klimatisierungsregelung. Das ILK Dresden analysierte kältetechnische Anlagensysteme, untersuchte Varianten der Kälteerzeugung und ermittelte eine optimale kälte- und lufttechnische Anlagenverschaltung. Die Kälteverbundanlage, die Thermische Weiche sowie die wärmetechnische Versorgung der Thermischen Bauteilaktivierung wurden im ILK Dresden vermessen.

Erkenntnisse Die ermittelte Vorzugsvariante ist eine Kälteverbundanlage bestehend aus einer Wasser-Lithiumbromid-Absorptionskälteanlage und einer Propan-Kompressionskältemaschine. Die gesamte jährliche Kältebedarfsdeckung allein mit der Thermischen Kälteerzeugung ist unmöglich. Die Kälteerzeugungskomponenten wurden regelungstechnisch aufeinander abgestimmt. Aus den Messwerten wurden Komponentenmodelle für Simulationsberechnungen abgeleitet. Die Berechnungen ergaben, dass der Anteil der Thermischen Kälteerzeugung, die die Abwärme der Brennstoffzelle nutzt, an der jährlichen Kältebedarfsdeckung des Zuges rd. 90 Prozent betragen kann. In einem Nachfolgeprojekt soll die praktische Umsetzung in einem Zug untersucht und erprobt werden.



▲ PROJEKT
WEBSEITE



2





Projektleitung

Dr.-Ing.
Bodo Burandt
Energietechnik

Team

Dipl.-Ing. (FH)
Carsten Heinrich
Dr. rer. nat.
Sirko Kamusella
Uli Riedl
Dipl.-Ing. (FH)
Stefan Sauer

Förderer

EuroNorm GmbH

Gefördert durch:

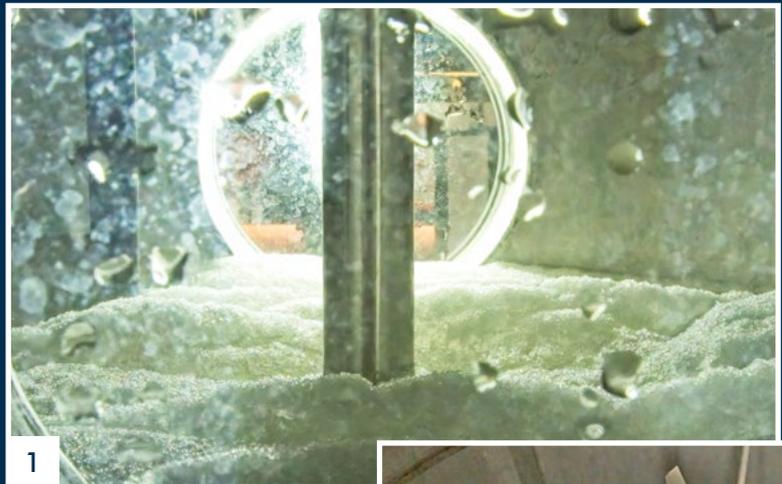


Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Der Anteil fluktuierender, regenerativer Energiequellen wird künftig weiterhin steigen, so dass die Speicherung von Energie eine zunehmende Bedeutung erfahren wird. **Dr.-Ing. Bodo Burandt**



- 1 Labor-Flüssigeis-Speicher mit hohem Eisanteil
- 2 90 m³-Flüssigeis-Speicher mit Eisring

SCHLANKER FLÜSSIGEIS-SPEICHER HOHER LEISTUNGSDICHTE

Untersuchungen und Entwicklung von Flüssigeis-Speichern mit homogener und heterogener Eiszusammensetzung

Einsatzbereiche Der Eisspeicher ist eine Hauptkomponente beim Heizen mit Eis, der Speicherung von Kälte bei schwankendem Angebot von regenerativer Energie zum Antrieb der Kälteanlagen oder zur Abdeckung von Spitzenlasten.

Zielstellung Im Vorhaben sollen Gestaltungsrichtlinien erarbeitet und das Betriebsverhalten von »schlanken« Flüssigeis-Speichern insbesondere in Kopplung mit dem Vakuumeis-Verfahren untersucht werden. Dabei soll u. a. die Frage beantwortet werden, welche maximale Eiskonzentration in Abhängigkeit von welchen Größen und im Speicher verwendeten Bauteilen realisiert werden kann.

Vorgehen Die Untersuchungen und Entwicklungen werden an einem vorhandenen 90 m³ Speicher (Original), einem kleineren Speicher im Technikummaßstab und mittels Strömungssimulation (Ansys CFX) durchgeführt. Folgende Parameter werden variiert:

- Agitation
- Höhen-Durchmesser-Verhältnis
- Additiv
- Entladung mit unterschiedlichen Eiskonzentrationen
- Stagnationszeiten.

Bei der Agitation erfolgen eine Variation von Lage, Anzahl, Form, Größe, Drehzahl der Rührorgane sowie ein intermittierender Betrieb und der Einsatz von Stromstörern. Es wird ein Energieeinsatz von unter 70 W/m³ Speichervolumen angestrebt.

Erkenntnisse Umfangreiche Untersuchungen wurden an einem Labor-Flüssigeispeicher durchgeführt. Die Eiskonzentration im Speicher konnte auf bis zu 70 Prozent erhöht werden. Bis zu einer Eiskonzentration von 35 Prozent bleibt die Antriebsleistung für den Rührer konstant, danach steigt sie deutlich an. Unterschiedliche Rührerkonfigurationen werden weiter mit dem Ziel untersucht, bei hohen Eiskonzentrationen eine gute Durchmischung mit geringen Antriebsleistungen für den Rührer zu realisieren.



▲ PROJEKT
WEBSEITE



2



Projektleitung

Dipl.-Ing.
Lutz Richter
Energie- und Absorptionskältetechnik

Team

Dipl.-Ing.
Jannik Schug
Dipl.-Wi-Ing. (FH)
Christine Tillmann

Partner

Bayerisches Zentrum
für Angewandte
Energieforschung, e. V.
EAW Energieanlagenbau
GmbH; Solar Next AG
Green Chiller
Verband
für Sorptionskälte e. V.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Erst wenn man um Möglichkeiten weiß und deren Vorteile sinkt die Hemmschwelle, ausgetretene Pfade und konventionelle Wege zu verlassen, um zu einem möglichst effizienten Gesamtsystem zu kommen. Daher leistet die Wissensvermittlung beispielsweise zu Sorptionskältesystemen zur Anwendung innerhalb von Energieverbundsystemen einen Teil zur Erreichung übergeordneter Zielstellungen wie Klimaneutralität in der Kälteversorgung. **Dipl.-Ing. Lutz Richter**



1

1 Trailer im Einsatz einer Schulung



2

2 Demonstrator einer Wasser-Lithiumbromid-Absorptionskälteanlage und Teile der Trailerausstattung Analyseköffer und Ultraschallvolumenstrommessgerät

MASSNAHMEN ZUR STEIGERUNG DER STANDARDISIERUNG UND VERBREITUNG VON SORPTIONSKÜHLSYSTEMEN

Entwicklung komplexer Regelalgorithmen thermischer Kälteerzeugung und Vermittlung des Wissens

Einsatzbereiche Zielgruppen der komplexen Systemregelung und für die Wissensvermittlung sind Planer, Techniker, Facharbeiter, Meister, aber auch Anlagenerrichter und Anwender von Sorptionssystemen sowie Studierende und Auszubildende in Weiterbildungskursen, Fachhochschulen und Ausbildungszentren.

Zielstellung Energieverbundsysteme werden zunehmend komplexer. Um eine optimale Integration und höchste Energieeffizienz von Sorptionskälteanlagen zu ermöglichen, ist eine komplexe Systemregelung unter Berücksichtigung aller Systemkomponenten und Betriebsarten erforderlich, die in einem Systemregler integriert sind. Das komplexe Wissen muss allen Beteiligten vermittelt werden.

Vorgehen Das Entwicklungsprojekt beinhaltete zwei Projektteile. Im Teil 1 wurde ein komplexer Systemregler für ein kältetechnisches Gesamtsystem der Thermischen Kälteerzeugung entwickelt. Mit dem komplexen Systemregler kann eine umfassende, aufeinander abgestimmte Regelung des Gesamtsystems erfolgen, das die Bilanzräume Kältemaschine, Kälteanlage und das kältetechnische Anlagensystem, so auch die Rückkühlung der Kälteanlage, die Pumpensteuerung der externen Medien und die Energiespeicherung umfasst. Drei Zielstellungen der Regelkonzepte des Sorptionskälteanlagen systems können angestrebt werden, das wirtschaftliche Optimum oder technische bzw. thermodynamische Zielstellungen. An die Systemregelung ist ein Fehlermanagement- und Monitoringsystem mit Systemfernüberwachung, Fehlererkennung, System- und Fehlervisualisierung sowie Datenerfassung und Fehlerprotokollierung angeschlossen. Die Erkenntnisse des Projektteils 1 wurden im Projektteil 2 integriert. Dort wurden Schulungsunterlagen erstellt, über die die Erkenntnisse und das Wissen hinsichtlich Planung, Anwendung und energieeffizienter Regelung sowie eines optimalen Betriebs von Sorptionskälteanlagen in Schulungen an die Zielgruppen Auszubildende, Facharbeiter, Meister, Anlagenplaner, Anlagenerrichter und Anlagenbetreiber weitergegeben werden können. Unterstützt wird die Wissensvermittlung über einen aufgebauten und für Praxisübungen mit dem erforderlichen Equipment ausgestatteten Trailer, der mobil die Schulungen bspw. bei Weiterbildungskursen, Fachhochschulen, Ausbildungszentren mit einer praktischen Wissensvermittlung ergänzt.

Erkenntnisse Die anvisierten Zielvorgaben wurden erreicht. Die Firmen werden die Systemregelung als Produkt und die Fernüberwachung in ihren Anlagen integrieren. Der Schulungstrailer kann über die Webseite des Green-Chiller e. V. gebucht werden und war bereits bei diversen Veranstaltungen wie bspw. zu Schulungen am IKKE in Duisburg, im Rahmen der studentischen Ausbildung der TU Dresden oder bei der DKV-Tagung in Dresden im Einsatz.



▲ PROJEKT
WEBSEITE



VORTRÄGE

2024



Bodendorfer, K.
Kuhn, M.
Schottenhamel, W.

**Strömungssimulation
an thermischen Schilden**

DKV Tagung 2024
Dresden, 20. – 22.11.2024



Kretschmer, R.
Reinsch, H.

**Controlled Rate Freezing
von Multiwellplatten:
Entwicklung technischer Lösungen
für CRF-Prozesse mit hohen
Probenzahlen und hohen
Gefrieraten**

DKV Tagung 2024
Dresden, 20. – 22.11.2024



Kretschmer, R.
Miksche, R.
Reinsch, H.
Türke, A.

**Lagerbeständigkeit
von Kryoröhrchen –
Erfahrungen und Tests**

12. Nationales
Biobanken-Symposium
Berlin, 23. – 24.09.2024



Kade, A.
Zerweck, U.

**Dry cooling with cryocoolers
for magnets and insertion devices**

3rd I.FAST Annual Meeting:
Industry Workshop
on Cryogenics in Big Science
Paris, 16. – 19.04.2024



Steinjan, K.
Tzscheutschler, A.

**Entwicklung Luft-Luft-Wärmepumpe
integriert in Gebäudefassade**

DKV Tagung 2024
Dresden, 20. – 22.11.2024



Müller, M.
Noack, R.

**Standard-Kältemittelverdichter für
Hochtemperatur-Wärmepumpen?**

KETEC 6. Industriebeiratstreffen
Dresden, 13.11.2024

Müller, M.

**Kältemittelauswahl –
für jedes Problem eine Lösung?**

VDI-Fachkonferenz: »Einsatz von
Großwärmepumpen in der Industrie«
Mannheim, 22. – 23.10.2024

Müller, M.

**Stand Groß-/Hochtemperatur-
Wärmepumpen-Anwendungen**

50 Jahre AK Dozenten
der Klimatechnik
Dresden, 18.10.2024

Steinjan, K.

**Aktuelle Forschung
zu Großwärmepumpen**

Veranstaltung zu Großwärme-
pumpen (Bernd Felgentreff)
Leipzig, 01.10.2024

Röllig, P.

**Vorlesungsreihe Kältetechnik
(Studiengang Energie-und
Gebäudetechnik)**

Duale Hochschule Sachsen
Riesa, Frühjahrs- und
Herbstsemester 2024

Müller, M.
Safarik, M.

**Natürliche Kältemittel –
für jedes Problem eine Lösung?**

KETEC 5. Industriebeiratstreffen
Chemnitz, 11.06.2024

Fürstenau, F.

**Anforderungen an zukünftige
Kältemittel – Folgen der
F-Gase-Verordnung**

Meister trifft Professor
Dresden, 29.05.2024

Müller, M.

**Anforderungen an zukünftige
Kältemittel – absehbarer Pfad
oder Glaskugel?**

Veranstaltung
Bundesamt für Infrastruktur,
Umweltschutz und Dienstleistungen
Dresden, 24.04.2024

Kälte- und Wärmepumpentechnik

HB 2

Müller, M.
Röllig, P. **Anforderungen an zukünftige
Kältemittel – absehbarer Pfad
oder Glaskugel?** Wirtschaftstag SIKK
und VDKF LV Sachsen
Dresden, 30.01.2024

Röllig, P. **Vorlesungsreihe
Kältetechnik** Spezielle Themen
der Energietechnik, HTW
Dresden, 05./19.01.2024

Luft- und Klimatechnik

HB 3

Friebe, C.
Rosenbaum, H. **Kühlpaneel mit indirekter Verduns-
tungskühlung über Membranen** DKV Tagung 2024
Dresden, 20. – 22.11.2024



Heidenreich, R.
Herrmann, S.
Keßlau, D. **Welding dust separation –
new test method to meet actual
reglementation of heavy metals
at workshop places** Filtech Conference 2024
Köln, 12.11.2024

Lauer, M.
Kochale, D.
Türke, A. **Breakthrough sensor
for adsorption filters** Filtech Conference 2024
Köln, 12.11.2024

Keßlau, D.
Schmieder, E.
Heidenreich, R. **Essential filter material test
according IEC 60335-2-69
annex AA using a gravimetric
test method** Filtech Conference 2024
Köln, 12.11.2024

Birnbaum, T. **Fachkunde
Immissionsschutzbeauftragter** IHK Bildungszentrum
Dresden, 11.11.2024
Dresden, 08.04.2024

Heidenreich, R.	Saubere Luft bis 2030 – Chancen und Herausforderungen für die Gesundheit durch die Überarbeitung der EU-Luftqualitätsrichtlinien	50 Jahre AK Dozenten der Klimatechnik Dresden, 18.10.2024
<hr/>		
Heidenreich, R.	Gesamtheitlicher Ansatz für Energieeffizienz der Lufttechnik in Produktionshallen, Partikelabscheideverfahren und Lösungen, Effiziente Schadstoff- und Geruchsabscheidung	VDI-Wissensforum Seminarreihe »Lufttechnik in der Industrie« Frankfurt, 26.09.2024 online, 16.05.2024 Filderstadt, 02.02.2024
<hr/>		
Friebe, C.	Wärmerückgewinnung in der Klimatechnik	Vorlesung HTW Dresden, 24.06.2024
<hr/>		
Friebe, C. Grüttner, R.	Entwicklung eines optischen Echtzeit-Messverfahrens für Luftwechselraten in Innenräumen	22. GMA/ITG-Fachtagung Sensoren und Messsysteme Nürnberg, 11. – 12.06.2024
<hr/>		
Friebe, C. Grüttner, R.	Development of an optical, real time measurement method for Air Change Rates in indoor areas	RoomVent 2024 Stockholm, Schweden 22. – 25.04.2024
<hr/>		
Oppelt, T.	Enhancing indoor learning environments through intelligent air conditioning control	RoomVent 2024 Stockholm, Schweden 22. – 25.04.2024
<hr/>		
Oppelt, T.	Kühllast	Vorlesung HTW Dresden, 08.04.2024 Dresden, 25.03.2024
<hr/>		
Birnbaum, T.	Messungen des Partikelgrößenspektrums mittels EEPS an Kaminöfen und Vergleich mit anderen Messverfahren	DBFZ – 4.Fachgespräch Staubmessverfahren an Kleinfeuerungsanlagen Leipzig, 17.02.2024

Feja, S.
Hanzelmann, C.

**Bringen neuartige Öle einen
Vorteil für Kältemaschinen
und Wärmepumpen?**

**Eine Betrachtung aus
thermodynamischer Sicht**

DKV Tagung 2024
Dresden, 20. – 22.11.2024



Waschull, J.

**Beiträge des ILK Dresden
zum Projekt Med-zeroSolvent**

Abschlusskonferenz zum
BMBF-Verbundvorhaben
Med-zeroSolvent (02WV1566)
Dresden, 24.10.2024

Germanus, J.
Junk, M.

**Testing elastomeric
materials in liquified gases**

22nd International Sealing Conference
Stuttgart, 01. – 02.10.2024

Feja, S.
Hanzelmann, C.
Schmieder, E.

**A novel modelling approach
for thermodynamic data
of refrigerant-oil mixtures**

11th IIR Conference on
Compressors and Refrigerants
Bratislava, Slovak Republic
09. – 11.09.2024

Buschmann, M. H.
Künanz, R.
Rittsche, A.
Zhang, S.

**Experimental investigation
of alternative coolants for
combustion engine valves**

Conference: ASME 2024
7th International Conference
on Micro/Nanoscale Heat
and Mass Transfer
Nottingham, UK, 05. – 07.08.2024

Dutczak, S.
Freitag-Stechl, D.
Karpf, C.
Krebs, P.
Schalk, T.
Schubert, S.
Siebdrath, N.
Sievers-Liebschner, J.
Waschull, J.

**Das Projekt Med-zeroSolvent.
Biologische und weitergehende
Aufbereitung lösungsmittel-
haltiger Abwässer aus der
Herstellung von
Dialysemembranen**

Symposium Hygiene & Nachhaltigkeit
bei der Nierenersatztherapie,
Deutsche Gesellschaft
für Angewandte Hygiene
in der Dialyse e.V.
Lutherstadt Wittenberg;
12. – 13.04.2024

Richter, L. **SorptionTakeOff Schulungs-**
Safarik, M. **unterlagen Sorptionstechnologien**
Tillmann, C. Vorlesung Sorptionstechnologien
TU Dresden, 13.12.2024

Safarik, M. **Vacuum Ice Slurry for cold thermal**
energy storage and aquathermie
Green energy: Community
Online, 05.12.2024

Richter, L. **SIG Science Talk**
Safarik, M. Next Generation Cooling –
Tillmann, C. innovative Kältetechniker
fallen nicht vom Himmel
Online, 26.11.2024

Kamusella, S. **Sonnenstrom**
Safarik, M. **für frische, kalte Milch**
DKV Tagung 2024
Dresden, 20. – 22.11.2024



Honke, M. **Aufbau und Betrieb des GWDG-**
Flüssigeisspeichers | Nachhaltiger
und sicherer RZ-Betrieb für HPC-
und Scientific Computing bei der
Gesellschaft für wissenschaftliche
Datenverarbeitung mbH Göttingen
ECO-Tag bei GWDG
Göttingen, 29.10.2024

Müller, M. **Natürliche Kältemittel –**
Safarik, M. **für jedes Problem eine Lösung?**
KETEC 5. Industriebeiratstreffen
Chemnitz, 11.06.2024

Richter, L. **Development of a thermally**
Safarik, M. **driven ice slurry generator**
Schug, J. 14rh IIR Conference
Tillmann, C. Paris, 29. – 30.05.2025

Burandt, B. **Einsatzmöglichkeiten**
Safarik, M. **von Flüssigeis**
Bundesamt für Infrastruktur,
Umweltschutz und Dienstleistungen
ILK Dresden, 24.04.2024

Tillmann, C. **Kälte aus Wärme
mit Sorptionstechnologien** ERFA | 15. Erfahrungsaustausch Energiemanagement
14.03.2024

Safarik, M. **Einsatzmöglichkeiten
von Flüssigeis** Sächsische Innung
der Kälte- und Klimatechnik
ILK Dresden, 30.01.2024

Honke, M.
Safarik, M.
Steffan, C. **Vakuum-Flüssigeis-Technologie
im Kontext der Aquathermie** Vortragsveranstaltung
SachsenEnergie
ILK Dresden, 12.01.2024

Franzke, U. **Befeuchtung Luxus
oder Notwendigkeit?** FGK Klimatag
Düsseldorf, 18.06.2024

Franzke, U. **Quo vadis
Gebäudetechnik** Effizienz Forum
Hamburg, 12.06.2024



PUBLIKATIONEN

2024



Kuhn, M.
Neuber, E.

**Wärmeübertrager für
kryogene Fluide – Theorie und
praktische Auslegung**

KI Kälte – Luft – Klimatechnik
Hühig Medien
Heft 10, S. 48–52



Adam, R.
Zeng, T.
Röver, L.
Schneider, P.
Werner, H.
Birnbäum, T.
Lenz, V.

**Long-term emission
demonstration using
pretreated urban nonwoody
biomass residues as fuel
for small scale boilers**

Renewable Energy, Volume 237,
Part C, 2024, 121815
ISSN 0960-1481
12/2024

Alves, M.
Buschmann, M. H.
F. Santos, J. V.
Feja, S.
Hanzelmann, C.
Hernández, L.
Künanz, R.
Lourenço, M. J. V.
Mondragón, R.
Nieto de Castro, C. A.
Nunes, V.

**Dynamic Viscosity and Specific
Heat Capacity of Near Eutectic
Gallium–Indium–Tin Alloy**

International Journal
of Thermophysics
Springer, Heft 46, 4



Bęben, G.
Buschmann, M. H.
Mulka, R.
Zajęczkowski, B.

**Magnetic field impact
on ferronano fluid laminar flow**

International Journal of
Thermophysics, Elsevier
Heft 109108



Buschmann, M. H.

Predicting the Density of Solid and Liquid Near-Eutectic Ga-In-Sn Alloy

International Journal of Thermophysics, Elsevier, Volume 45, 10



Alves, M.
Buschmann, M. H.
Lourenço, M. J. V.
Serra, J. M.
Nieto de Castro, C. A.

The Thermal Conductivity of Near-Eutectic Galinstan (Ga68.4In21.5Sn10) Molten Alloy

International Journal of Thermophysics, Elsevier, Volume 45, 6



Buschmann, M. H.
Riehl, R. R.

Impact of particles on thermal performance of closed-loop oscillating heat pipe

Applied Thermal Engineering Elsevier, Volume 236, 121413



Altinsoy, M. E.
Krause, R.
Merchel, S.
Muthuraj, K.
Oppelt, T.
Othmani, C.

A convolutional neural network to control sound level for air conditioning units in four different classroom conditions

Energy and Buildings Elsevier, Volume 324, 1149



Oppelt, T.

Maschinelles Lernen in der Klimatechnik – Stand von Wissenschaft und Technik

KI Kälte – Luft – Klimatechnik Hühig Medien Heft 5, S. 44–48

Germanus, J.

**Untersuchung des
Quellverhaltens von
Elastomerwerkstoffen
unter den in-situ-Bedingungen
von Kälteanlagen**

C3 Prozess- und Analysetechnik
Application Note #1192
11/2024



Richter, L.
Safarik, M.
Schug, J.
Tillmann, C.

**TAF Eis – Development
of athermally driven
ice slurry generator**

14rh IIR Conference Paper
05/2024

Gubsch, T.
HS ZITTAU

Lessmann, D.
UNI BRANDENBURG

Safarik, M.
ILK DRESDEN

Steffan, C.
AQVA SYSERGY

**AQVA HEAT – Field test of a river
heat pump using a vacuum ice
slurrygenerator for heat extraction**

14rh IIR Conference Paper
05/2024

Richter, L.
Shalfeh, Z.
Tillmann, C.

**Entwicklung einer
thermisch angetriebenen
Flüssigeiserzeugung für
Heiz- und Kühlanwendungen**

KI Kälte – Luft – Klimatechnik
Hüthig Medien, 03/2024
Heft 3, S. 42–47





306 IDEEN

ZUM THEMA »NACHHALTIG ARBEITEN AM ILK DRESDEN«

Täglich forschen wir am ILK Dresden an Lösungen für globale Energieeffizienz und Nachhaltigkeit. Seit über einem Jahr haben wir uns zusätzlich entschlossen, auch unseren Arbeitsalltag noch nachhaltiger zu gestalten. Eine umfassende Umfrage unter allen Mitarbeitenden lieferte uns dabei einen detaillierten Überblick über den Ist-Zustand sowie 306 Beiträge und Ideen zu der Frage:

Was können wir noch verbessern?

In einem Workshop im Frühjahr begannen interessierte Mitarbeitende, die gesammelten Ideen zu kategorisieren und zu priorisieren. Die daraus abgeleiteten Kernziele haben wir in unserer Nachhaltigkeitsstrategie festgehalten. Zu den Beispielen zählen die Reduktion unseres Abfallaufkommens und die Minimierung der Anteile an Pkw-Fahrten. Durch regelmäßige Instandhaltung und die Optimierung unserer Infrastruktur wollen wir zudem die Ausfallsicherheit gewährleisten und die Qualität unserer Forschung langfristig sichern.

Was konnten wir bereits umsetzen?

Bereits seit über einem Jahr ist auf unserer Versuchshalle eine PV-Anlage in Betrieb und die in diesem Jahr neu installierte Wärmepumpe sorgt für erhebliche Energieeinsparungen im Vergleich zum vorherigen Modell. Die systematische Analyse des Ist-Zustands sowie die Definition konkreter Zielvorgaben helfen uns, gezielte Maßnahmen umzusetzen.

Klimaschutzzerklärung der Stadt Dresden – wir sind dabei

Das ILK Dresden ist in zahlreichen Netzwerken aktiv vertreten. Diese Sichtbarkeit trägt dazu bei, dass wir auch in schwierigen Zeiten ein verlässlicher Partner bei zentralen Themen wie Energieeffizienz und Ressourcenoptimierung sind – und das auf internationaler Ebene. An unserem Standort in Dresden kooperieren wir eng mit lokalen Akteuren und haben einen freiwilligen Beitrag zur Klimaschutzzerklärung der Stadt Dresden geleistet. Im Rahmen des Netzwerks »Sustainable Coffee Hour« tauschen wir uns regelmäßig mit anderen Akteuren zum Thema interne Nachhaltigkeit aus.

Indem wir das Bewusstsein für Nachhaltigkeit in allen Bereichen – sei es Soziales, Wirtschaftlichkeit oder Ökologie – weiter stärken, sehen wir darin die Existenzgrundlage für ein langfristiges und nachhaltiges Fortbestehen des ILK Dresden.

■ Undine Fleischmann

DIE ZUSE-GEMEINSCHAFT – unsere bundesweite Stimme der wirtschaftsnahen Forschung

Unser Institut gehört zu den 84 Forschungseinrichtungen der Zuse-Gemeinschaft. Ein branchenübergreifender und technologieoffener Forschungsverbund, der als gemeinnütziger, praxisnaher Transferpartner von Unternehmen Erkenntnisse der Wissenschaft in anwendbare Technologien übersetzt.

Durch die schwierige bundesweite Haushaltssituation und die ungelöste Problematik des Besserstellungsverbot fand eine sehr intensive Kommunikation mit den Vertretern der Politik und den Ministerien statt. Dadurch stieg die Bekanntheit der Zuse-Gemeinschaft deutlich.

Angesichts der geplanten Kürzungen der Haushaltsmittel für die wichtigen Förderprogramme der wirtschaftsnahen Forschung ZIM und IGF sowie dem im Vergleich zum Vorjahr unveränderten Ansatz für IGF und INNO-KOM im Entwurf des Bundeshaushalts 2025 forderte die Zuse-Gemeinschaft,

die praxisnahe Industrieforschung nicht weiter zu schwächen, sondern zu deren Förderung mindestens 950 Millionen Euro bereits im Bundeshaushalt 2025 bereitzustellen.

Der Senat der Zuse-Gemeinschaft begrüßte die neu entsandten Vertreter der Ministerien Mitja Müller, Referatsleiter für Innovationsförderung und Strukturstärkung im Bundesministerium für Bildung und Forschung und Tanja Alemany Sanchez de León, Unterabteilungsleiterin für Innovationspolitik und digitale Wirtschaft im Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz.

Das Cluster Digitalisierung & KI der Zuse-Gemeinschaft nahm Bezug auf das diesjährige Gutachten der Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI) und veröffentlichte eine Stellungnahme zum aktuellen Thema „Künstliche Intelligenz als Schlüsseltechnologie“ mit folgenden Handlungsempfehlungen aus:



Senatsitzung im September im dbb forum berlin © Zuse-Gemeinschaft

1. **Praxisorientierte Forschungsförderung:** Der Technologietransfer in die betriebliche Praxis muss gezielt gestärkt werden, wobei die Institute der Zuse-Gemeinschaft als Katalysatoren wirken können.
2. **Dateninfrastruktur:** Der Zugang zu anonymisierten und qualitätsgesicherten Daten für Forschung und Entwicklung sollte erleichtert werden, um innovative KI-Anwendungen zu fördern.
3. **Kooperationsförderung:** Die Zusammenarbeit zwischen Forschungseinrichtungen, Hochschulen und Unternehmen sollte intensiviert werden, um die Kluft zwischen Theorie und Praxis zu überbrücken.
4. **Diversifizierung der Förderung:** Förderprogramme sollten ressortübergreifend gestaltet werden, um vielfältige Perspektiven und Anwendungsfelder zu berücksichtigen.
5. **Aufklärung für KMU:** Maßgeschneiderte Informations- und Beratungsangebote für KMUs müssen gestärkt werden, um deren Verständnis und Nutzung von KI-Potenzialen zu fördern.

Ein weiteres Highlight im Jahr 2024 war die Teilnahme der Zuse-Gemeinschaft am InnoNation-Festival des BDI. Mit dem Projekt „InnoNation“ setzt sich der BDI für ein zukunftsfähiges und innovatives Deutschland ein.



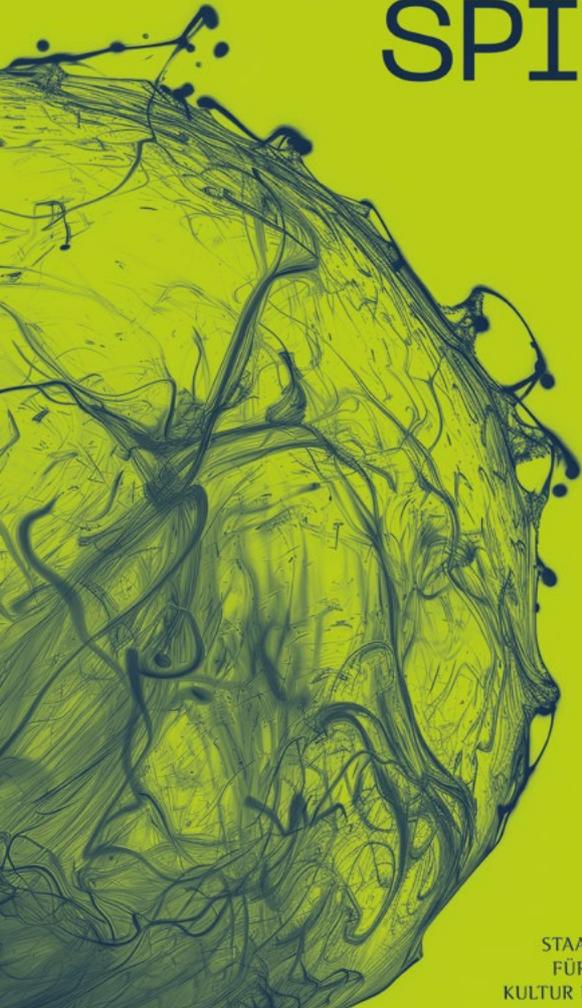
Am Stand der Zuse-Gemeinschaft beim InnoNation-Festival des BDI © Zuse-Gemeinschaft

Weitere Informationen finden Sie unter:
www.zuse-gemeinschaft.de



ZUSE-GEMEINSCHAFT
 FORSCHUNG, DIE ANKOMMT.

SPIN2030



Wissenschafts-
land Sachsen
erleben:

Technische
Sammlungen
Dresden



STAATSMINISTERIUM
FÜR WISSENSCHAFT
KULTUR UND TOURISMUS



WISSENSCHAFTS- FESTIVAL SPIN2030





SPIN2030

1. WISSENSCHAFTSFESTIVAL SACHSENS

Mehr als 40 wissenschaftliche Einrichtungen des Bundeslandes Sachsen präsentierten sich erstmalig auf dem Wissenschaftsfestival am 8. und 9. März 2024 in Dresden. Die gelungene Organisation übernahm federführend das Staatsministerium für Wissenschaft, Kultur und Tourismus mit dem Ziel, die Innovationskraft des Bundeslandes zu bündeln und sichtbar zu machen. Gemeinsam mit der Sächsischen Industrieforschungsgemeinschaft e. V. (www.sig-forschung.de) konnten wir uns dafür stark machen, als gemeinnützige Forschungsinstitute die hohe gesellschaftliche Bedeutung von praxisnaher Industrieforschung zu demonstrieren. **Der Gemeinschaftsstand von IKD, IHD, ITW, KUZ, PTS und ILK Dresden war hoch frequentiert, was aufzeigt, wie wichtig die Transparenz und ein Netzwerk zwischen Forschung, Wirtschaft und Mensch sind. Nur so gelangen Innovationen schnell in den Markt und sorgen langfristig für die Zukunfts- und Wettbewerbsfähigkeit Sachsens.**

Unsere Themen bei »Meet a Scientist«

***Wie breiten sich Aerosole in klimatisierten Räumen aus?
Mit KI auf der Suche nach neuen Beschreibungsmodellen.***

■ *Dr.-Ing. habil. Matthias Buschmann, PD*

Die Forschung im Hauptbereich »Luft- und Klimatechnik« hat unter anderem **das Ziel »Gesunde Luft in öffentlichen Räumen«**. Dazu entwickeln die Wissenschaftler des Instituts für Luft- und Kältetechnik neue Test- und Messverfahren oder verknüpfen sie mit KI, um eine höhere Energieeffizienz zu erzielen. Aktuelle Forschungen von Dr. Buschmann suchen nach neuen numerischen Modellen zur Beschreibung der Ausbreitung von Aerosolen in klimatisierten Räumen oder versuchen, die Effektivität konvektiver Wärmeübertrager mittels Ferro-Nanopartikel zu verbessern.

***Mit Klimaanlage den Klimawandel stoppen?
Neue Werkstoffe für Kälteanlagen.***

■ *Dr. rer. nat. Franziska Krahl*

Der Hauptbereich »Angewandte Werkstofftechnik« beschäftigt sich am ILK Dresden mit der Erforschung und Erprobung neuer **Kältemittel mit geringem Treibhauspotenzial** sowie mit der Evaluierung neuer Werkstoffe für den Einsatz in Klima- und Kälteanlagen. **Ziel ist es, Emissionen und Energieverbrauch zu reduzieren**. Im Bereich Elektrofahrzeuge prüfen wir z. B. elektrische Komponenten im Antriebsbereich oder auch Lack-Draht-Isolationssysteme.



futureSAX

Idee. Transfer. Innovation.





#IK24

DIE SÄCHSISCHE INNOVATIONSKONFERENZ – SPRUNGBRETT FÜR AQVA HEAT?

FutureSAX ist die zentrale Anlaufstelle im sächsischen Gründungs-, Transfer- und Innovationsökosystem und die #IK24 – sächsische Innovationskonferenz die perfekte Plattform, um die marktreife ILK Dresden-Technologie »AQVA HEAT« zu präsentieren, von der Karsten Schneider (Beauftragter der Bundesregierung für Ostdeutschland) und Christian Bogatu (SPRIND – Bundesagentur für Sprunginnovationen) sichtlich beeindruckt sind. Warum?

AQVA HEAT ist ein zukunftsorientiertes Energiesystem, das großflächig für Quartiers- und Stadtnetze eingesetzt werden kann. Diese energietechnische Spitzenlösung hat enormes Marktpotential und stellt eine echte Sprunginnovation für die »Wärme-/Kältewende« dar:

- 1 in den kalten und gemäßigten Regionen zur energieeffizienten Wärmebereitstellung sowie
- 2 in den warmen und heißen Weltregionen zur Kälteversorgung (Lastmanagement)

Die Herstellung und Anwendung von Flüssigeis unter Vakuumbedingungen ist eine einzigartige Möglichkeit, aus Gewässern auch im tiefsten Winter Wärme zu entnehmen und im Sommer für diverse Anwendungen Kälte on Demand bereitstellen zu können.







60 JAHRE

SPITZENFORSCHUNG

Spitzenforschung ist vergleichbar mit Spitzensport

Eine Eingebung allein macht noch kein belastbares Produkt. Tägliches engagiertes Arbeiten mit Rückschlägen und Zweifeln sind eher die Regel als die Ausnahme. Spitzenforschung heißt auch, sich immer wieder neu zu erfinden, Bewährtes zu hinterfragen und Menschen miteinander, mit ihren Talenten und ihren Fähigkeiten zu vernetzen, um das beste Ergebnis zu erreichen. Das ILK Dresden steht seit seiner Gründung im Januar 1964 für Spitzenforschung.

Hommage
an die sächsische
Industrieforschung

jetzt ansehen ►



ILK
DRESDEN







DANK

2024 beging das Institut für Luft- und Kältetechnik gemeinnützige GmbH sein 60-jähriges Bestehen. Mit diesem visuellen Rückblick bedanken wir uns bei unseren Beschäftigten, unseren Geschäftspartnern, der öffentlichen Hand und allen Dienstleistern, die zum Gelingen unseres großartigen Festaktes am 31. Mai 2024 beigetragen haben! Stellvertretend genannt, sagen wir herzlichen Dank an:



MARTIN GROTHKOPP

der uns als Olympiasieger einen ganz persönlichen Einblick in sein Spitzensportlerleben mit allen Höhen und Tiefen gab und uns zeigte, was man mit innerer Motivation leisten kann.



ANJA KOEBEL

die uns mit ihrer sympathischen Moderation des Festaktes das Lampenfieber nahm.



MICHAEL KRETSCHMER

Ministerpräsident
des Freistaates Sachsen

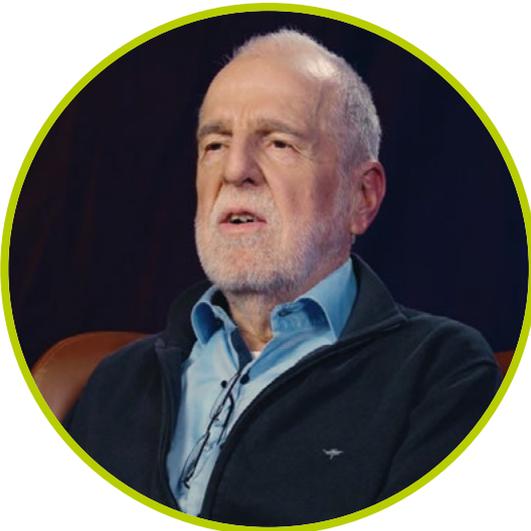
der mit Vision, Verstand und Empathie für sein Land Sachsen und die Menschen brennt und es mit Innovationen und Investitionen an die Spitze führen will. Danke für das mitreißende Grußwort.



MICHAEL KRETSCHMER

Ministerpräsident
des Freistaates Sachsen

Exzellenz ab null Kelvin, doch ich möchte hinzufügen, dieses Institut ist weder eingefroren noch unterkühlt, sondern es ist voller Power, voller Energie und das jetzt seit 60 Jahren.



DR. PETER ALBRING

Leiter des Fachbereiches Wärmetechnik
(seit 1979 am ILK Dresden)

Zu Fasching 1990 haben Kollegen zusammengesessen und gesagt »Mensch, wie soll das weitergehen?«

PROF. DR.-ING. GÜNTER HEINRICH

Gründungsdirektor
des ILK Dresden 1964

60 Jahre ILK sind 60 Jahre eine Erfolgsgeschichte. Was macht Ihr Euch eigentlich Sorgen? Die Kältetechnik hat so viele interessante Aufgaben, hier und in ganz Deutschland und in Europa und weltweit.





ZITATE

ZUM JUBILÄUM »60 JAHRE ILK DRESDEN«

KLAUS-DIETER WÜLFRATH

**Rechtsanwalt und Fachanwalt
für Steuerrecht**

Die Gemeinnützigkeit geht sozusagen auf der fachlichen Seite einher mit der größtmöglichen wissenschaftlichen Unabhängigkeit. Ich glaube, das war der Schlüssel zum Erfolg. Insofern wünsche ich mir für Sachsen, wo das ILK Dresden ohne Frage eine Perle der sächsischen Wirtschaft ist, dass das ILK diese Vorbildfunktionen auch weiterhin erfüllen kann.



DR. STEFAN JAKSCHIK

Geschäftsführung der ULT AG

Wir sind Fan des ILK Dresden.

VALERIUS VENZIK

Director R&D Center Dresden
Viessmann Climate Solutions
Kooperationspartner

Für uns ist es natürlich wichtig, einen Standort dort zu gründen, wo wir eine große Innovationsdichte haben. Und wir haben hier in Dresden das ILK, wir haben die HTW und die TU Dresden. Im Grunde, weil hier so viele Forschungsinstitute ansässig sind, gibt es hier ein riesiges Potential für junge Menschen.



DR. RER. NAT. FRANZISKA KRAHL

Chemische Analytik im Bereich
»Angewandte Werkstofftechnik«
(seit 2012 am ILK Dresden)

Man muss immer am Puls der Zeit bleiben und ich persönlich finde es toll, zu wissen, dass es Projekte gibt, mit denen man etwas dazu beitragen kann, dass etwas besser wird. Gerade zu dem Thema »Energiewende« – wie können wir Energie speichern, wie können wir Energie nutzen – haben wir am ILK Dresden so viele Anknüpfungspunkte.



GESCHÄFTSFÜHRUNG EAW UND WEGRA

Wir bei EAW und WEGRA sagen immer, wenn wir eine Idee haben, besprechen wir sie mit dem ILK.





**PROF. DR.-ING. DR. RER. POL.
CHRISTOPH KAUP**

**Geschäftsleitung Howatherm,
Vorstandsvorsitzender FGK e. V.**

Ich selber kenne das ILK Dresden schon seit 1990. Ich wünsche dem ILK Dresden alles, alles Gute – im Namen von Howatherm und dem FGK.

PAULINA LATTIG

**Studentin der HTW,
Werkstudentin am ILK Dresden**

Ich freue mich auf meine weiteren Aufgaben am ILK Dresden, denn auf dem ganzen Gebiet gibt es noch so viel Neues zu erforschen und zu entwickeln.



PROF. DR.-ING. UWE FRANZKE

Geschäftsführer des ILK Dresden

Bleiben Sie interessiert und engagiert. Möge dieses Jubiläum nicht nur ein Meilenstein in unserer Geschichte sein, sondern auch ein Sprungbrett in die Zukunft.





WER?

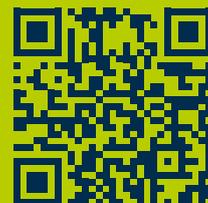
FRIERT UNS DIESEN MOMENT EIN

**Miteinander forschen.
Wirtschaft stärken.
Perspektiven schaffen.
Nutzen Sie unsere Expertise!**

Das ILK Dresden verfügt über 5.000 m² Versuchsfläche, 25 physikalisch-chemische Labore, eine hochmoderne Infrastruktur und eine eigene Werkstatt. Wir sind für viele Mess-, Prüf- und Zertifizierungsverfahren akkreditiert. Wir führen thermische, akustische, strömungstechnische und andere Messungen durch. Unsere Partner lassen bei uns Materialtests durchführen, Simulationen von komplexen Energiesystemen entwickeln oder benötigen individuelle Prüfstände bzw. Prototypen. In der Grundlagenforschung zählen beispielsweise Bereiche wie Life Science, Wasserstoff- und LNG-Technologien in der Kryotechnik oder ein Flüssigeis-Versuchsfeld zu unseren Kompetenzen.

Schon gewusst?

Bereits 1964 wurde im Statut festgelegt, dass das ILK Dresden die Aufgabe hat, neue Produkte mit langer Lebensdauer bei geringem Material- und Energieverbrauch zu entwickeln. Das alles sind Themen, denen wir uns noch heute verpflichtet fühlen. »Blättern« Sie dazu gerne in unserer CHRONIK.



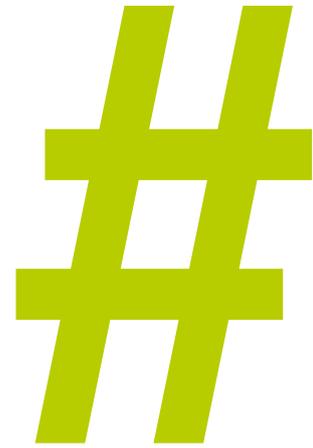








LNDW 2024



EINE GANZ BESONDERE »LANGE NACHT DER WISSENSCHAFTEN«

Wann gefriert gereinigtes Wasser? (1) Was ist der Tripelpunkt? (2) Woher kommt »grüner Wasserstoff«, und was ist einer seiner wichtigen Vorteile? (3) Wodurch entsteht der Wind? (4) Was ist der Unterschied zwischen einer konventionellen und einer supraleitenden Magnetschwebbahn? (5) Luft besteht zu ca. 78 % aus Stickstoff, zu 21 % aus Sauerstoff und zu 1 % aus anderen Gasen. Bei welchen Temperaturen werden die Hauptbestandteile von Luft flüssig? (6) Was kann man mit aktiv durchlüfteten, vitalen Moosflächen an Hauswänden in der Stadt erreichen? (7) Auf diese und noch viel mehr (Quiz-)Fragen konnten die Besucher beim ILK Dresden Antworten finden.

Oberbürgermeister Dirk Hilbert eröffnete das Dresdner Event am Portal unseres Instituts und brachte geladene Gäste, wie die Rektorin der TU Dresden Prof. Dr. Ursula M. Staudinger mit, der es wiederum sichtlich Freude bereitete, den Bob von Olympiasieger Martin Grothkopp zu testen. OB Hilbert erfreute sich eher am Schneeballzielwerfen.

Mittlerweile ist die »Lange Nacht der Wissenschaften« fester Bestandteil des ILK Dresden-Kalenders und zeigt, dass es gar nicht viel braucht, um für das Natürlichste der Welt – die Naturwissenschaften – zu begeistern.





BILDNACHWEIS

U 1 | Leonardo da Vinci: colibris – Juliane Scherz
U 1, U2 | Leonardo da Vinci Brücke: Popcorn WorkShop – sketchfab
S. 2 | colibris – Juliane Scherz
S. 4 | AdobeStock – 1259577320 – Petchladda
S. 6 | AdobeStock – 257861309 – Funtap
S. 7, 8 | colibris – Juliane Scherz
S. 9, 10 | ILK Dresden | Portrait: Gutzeit
S. 13 | colibris – Juliane Scherz
S. 14 | Gutzeit
S. 15 | ILK Dresden | Portrait: Gutzeit
S. 16 | colibris – Juliane Scherz
S. 18 | AdobeStock – 433151449 – AA+W | Portrait: Gutzeit
S. 20, 22 | ILK Dresden | Header: colibris – Juliane Scherz | Portrait: Gutzeit
S. 24 | ILK Dresden | Header: colibris – Juliane Scherz
S. 26 | ILK Dresden | Header: colibris – Juliane Scherz | Portrait: Gutzeit
S. 28 | AdobeStock – 1025212934 – sergey | Portrait: Gutzeit
S. 30 | ILK Dresden | Header: Jacob Müller | Portrait: Gutzeit
S. 32, 34, 36 | ILK Dresden | Portrait: Gutzeit
S. 38 | AdobeStock – 983391541 – Enrique | Portraits: Gutzeit
S. 40 ff. | ILK Dresden | Header: colibris – Juliane Scherz | Portrait: Gutzeit
S. 50 | AdobeStock – 164715142 – Monika-Wisniewska | Portrait: Gutzeit
S. 52 | ILK Dresden | Portrait: Gutzeit
S. 54 | ILK Dresden | Header: colibris – Juliane Scherz | Portrait: Gutzeit
S. 56 | ILK Dresden | Portrait: Gutzeit
S. 58 | ILK Dresden | Header: colibris – Juliane Scherz | Portrait: Gutzeit
S. 60 | AdobeStock – 914065440 – Александр Лобач | Portrait: Gutzeit
S. 62 ff. | ILK Dresden | Header: colibris – Juliane Scherz | Portrait: Gutzeit
S. 68, 75, 76 | colibris – Juliane Scherz
S. 80 | ILK Dresden | colibris – Juliane Scherz
S. 84, 86 | ILK Dresden
S. 88 | colibris – Juliane Scherz
S. 90 f. | Sebastian Rose
S. 92 f. | ILK Dresden | Sebastian Rose
S. 94 ff. | ILK Dresden | Sebastian Rose | Hengst Film
S. 98 f. | ILK Dresden | Sebastian Rose
S. 100 f. | ILK Dresden



LAYOUT colibris – Juliane Scherz



LEKTORAT Frank Richter



HERAUSGEBER

Institut für Luft- und Kältetechnik
gemeinnützige Gesellschaft mbH
Bertolt-Brecht-Allee 20 | 01309 Dresden
+49 351 4081 5000 | info@ilkdresden.de | www.ilkdresden.de

Die Urheberrechte für Konzept, Inhalt und Gestaltung dieses Werkes liegen beim ILK Dresden. Die Vergabe der zeitlich und räumlich unbegrenzten Nutzungsrechte obliegt dem o. g. Urheber. Die ganze oder teilweise Adaption des Konzeptes und der Gestaltung durch unberechtigte Dritte ist untersagt.

2025 | Alle Rechte vorbehalten

Das ILK Dresden bedankt sich
bei allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern,
welche die Produktion und Distribution dieses Buches unterstützt haben.

FORSCHUNGSBERICHT



als PDF-Download

*Miteinander forschen
Wirtschaft stärken
Perspektiven schaffen*



ilkdresden.de