

ZEco Thermal Lab

Nachhaltiges Kühlen und Heizen mit Festkörpern

Das ZEco-Thermal Lab entwickelt emissionsfreie und umweltfreundliche (ZEco: Zero emission and ecofriendly) Kühl- und Heiztechnologien auf der Grundlage des elastokalorischen Effekts: Diese Geräte erzielen eine Temperaturänderung mittels Verformung fester Materialien. Daher kommen sie ganz ohne gasförmige, klimaschädliche Kältemittel aus. Das ZEco-Thermal Lab arbeitet an verschiedenen Anwendungen: vom Kühlen auf Mikroebene, beispielsweise für Elektronik, bis hin zu Großgeräten wie Kühlschränken und Klimaanlage. Ziel ist es, nachhaltige Kühl- und Heizlösungen für die Zukunft bereitzustellen.

Derzeit sind weltweit rund drei Milliarden Geräte für Raumkühlung im Einsatz. Sie sind für 20 Prozent des gesamten globalen Stromverbrauchs verantwortlich. Der Markt wird immer noch von konventionellen Kompressionskältemaschinen dominiert, einer zwei Jahrhunderte alten Technologie, die auf gasförmige Kältemittel mit hohem Treibhauspotenzial (GWP: Global warming potential) angewiesen ist. Bei Kühlanwendungen im Miniaturformat wird der wachsende Bedarf vor allem durch thermoelektrische Kühler gedeckt, die jedoch wenig energieeffizient sind.

Elastokalorische Technologie

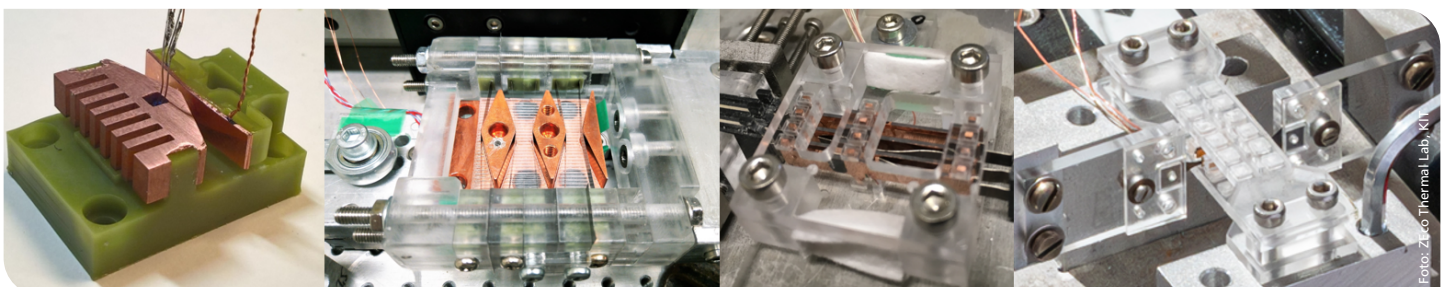
Elastokalorik, auch bekannt als eine aufstrebende Festkörperkühlung. Sie basiert auf mechanisch spannungsinduzierten thermischen Veränderungen in Festkörperkühlmitteln wie zum Beispiel bei Formgedächtnislegierungen (SMAs: Shape memory alloys). Festkörperkältemittel haben kein Treibhauspotenzial und schonen daher das Klima. Superelastische SMAs weisen einen außergewöhn-

lichen elastokalorischen Kühleffekt und eine hohe Materialeffizienz auf. Aufgrund dieser Vorteile hat die Europäische Kommission die elastokalorische Kühlung als die vielversprechendste Nicht-Kompressionskältemaschinen-Technologie für zukünftige Kühlanwendungen anerkannt.

Vom Mikrogerät bis zum Großgerät

Das ZEco Thermal Lab hat mehrere Prototypen von elastokalorischen Mikrokühlgeräten entwickelt. Seine Forschung fokussiert sich auf folgende Punkte: Erweiterung der Temperaturspanne für ein breiteres Spektrum von Anwendungen, Erhöhung der Kühlleistung für verschiedene Anforderungen, Verlängerung der Lebensdauer durch Verwendung von SMAs mit extrem geringer Ermüdung sowie Steigerung der Effizienz. Darüber hinaus erforscht das ZEco Thermal Lab kostengünstige Materialien, um die elastokalorische Mikrokühlung für die Kommerzialisierung weiterzuentwickeln. Potenzielle Anwendungen schließen Kühlgeräte für Mikroelektronik, Lab-on-a-Chip-Systeme, Batterien, Sensoren und bioanalytische Chips mit ein.

Die Forschungsgruppe entwickelt aktiv zudem große elastokalorische Kühl- und Wärmepumpensysteme. Sie befasst sich mit neuen SMA-Konfigurationen zur Verbesserung der Kühlleistung und zur Optimierung der Systemintegration. Die Hochskalierung der elastokalorischen Technologien ermöglicht ihren Einsatz in der Gebäudeklimatisierung, in der industriellen Kühlung und in Fernwärmesystemen. Die Entwicklung fortschrittlicher Regeneratoren, mehrstufiger Kühlsysteme sowie hybrider Systeme ermöglichen die Integration erneuerbarer Energien und die Steigerung der Energieeffizienz.

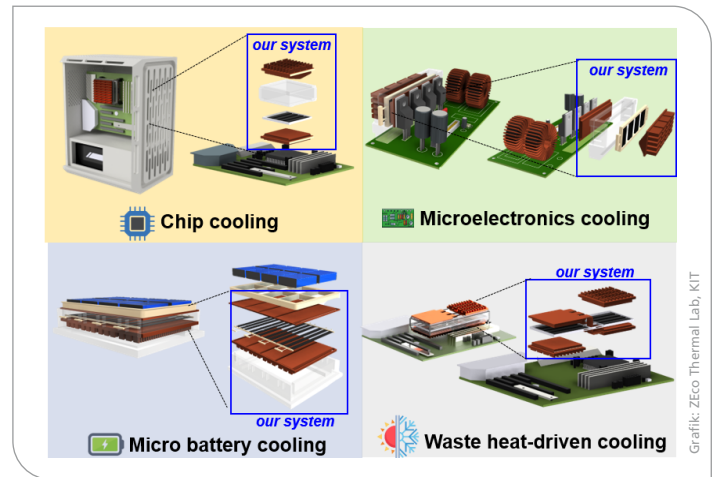


Elastokalorische Mikrokühlprototypen (von links): einstufiges Gerät als Benchmark, paralleles Gerät für erhöhte Kühlleistung, Kaskadengerät für eine erweiterte Temperaturspanne, Gerät für ultrahohe Lebensdauer mit einer Gebrauchsdauer von über zehn Millionen Zyklen.

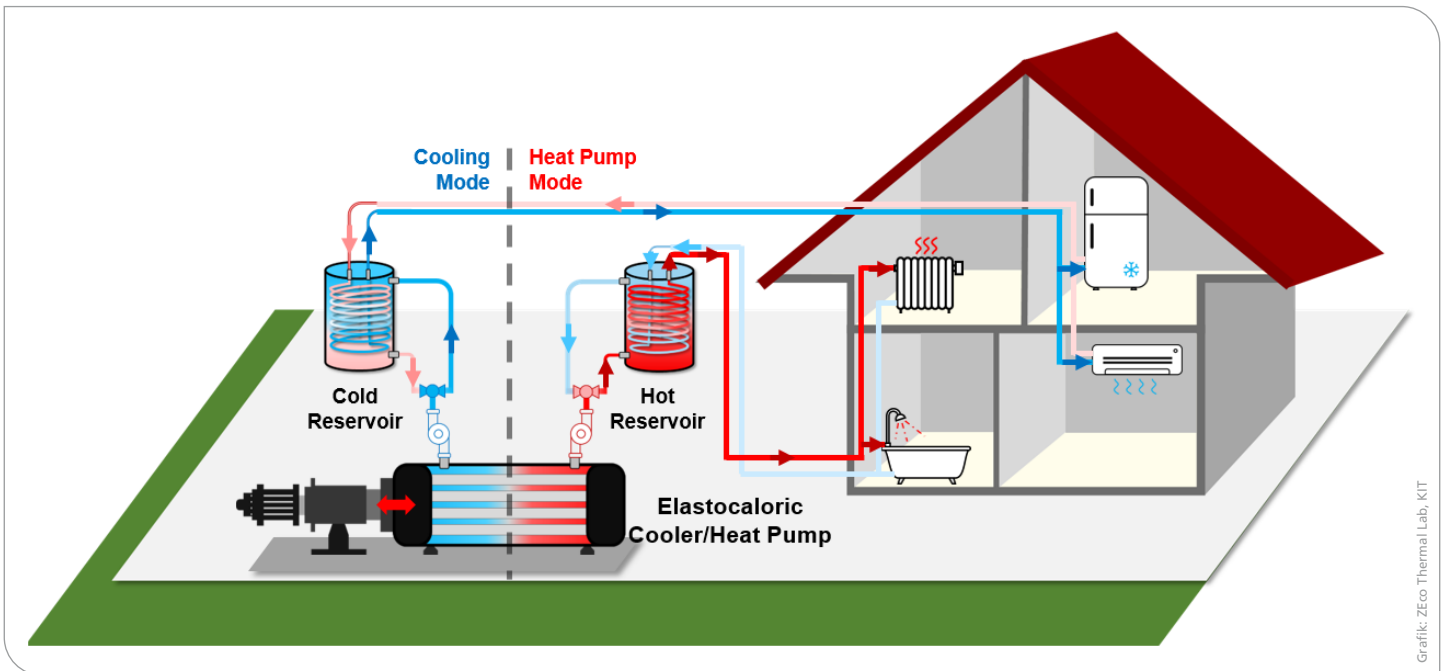
Nutzung von erneuerbaren Energien und Abwärme

Das ZEco Thermal Lab arbeitet an der Verknüpfung von elastokalorischer Kühlung und Heizung mit Solarthermie, Geothermie und Abwärme, um energiesparende und stromfreie Lösungen zu entwickeln. So können elastokalorische Systeme hochleistungsfähige Kühl- und Heizgeräte bereitstellen und zugleich den Energieverbrauch und die Treibhausgasemissionen erheblich reduzieren.

Dr. Jingyuan Xu, Leiterin des ZEco Thermal Lab, ist vom Carl-Zeiss-Stiftung (CZS) mit einem CZS Nexus ausgezeichnet worden. Die Arbeit des Teams wird von der Carl-Zeiss-Stiftung, der Baden-Württemberg Stiftung, der Alexander von Humboldt-Stiftung, der Klaus Tschira Stiftung sowie der Hector Fellow Academy gefördert.



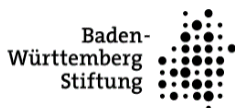
Mögliche Anwendungen und Integration von elastokalorischen Mikrokühlgeräten.



Ein großes elastokalorisches Kühl- und Wärmepumpensystem, das die potenzielle Anwendung für Heizungen, Warmwasserbereitung, Kühlschränke und Klimaanlage in Gebäuden aufzeigt.

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
 Institut für Mikrostrukturtechnik (IMT)
 ZEco Thermal Lab

Dr. Jingyuan Xu
 Tel.: +49 721 608-24781
 E-Mail: jingyuan.xu@kit.edu
 Web: www.imt.kit.edu/3484.php



Klaus Tschira
 Stiftung

