

ACTIPIPE: NACHHALTIGE KÜHLKONZEPTE – AKTIV-HEATPIPES ZUR UMWELTFREUNDLICHEN UND EFFIZIENTEN KÜHLUNG

Heute werden fast alle Kälte- und Klimasysteme durch konventionelle kompressor- bzw. kältemittelbasierte Kühltechnik betrieben. Allerdings hat diese Technologie einige schwerwiegende Nachteile: Alle heutigen **Kältemittel weisen ein mehr oder weniger großes Treibhauspotenzial** auf. Trotz entsprechender Recycling-Verordnungen gelangen von den Kältemitteln auch in Deutschland enorme Mengen in die Atmosphäre. Nach einer Studie der Deutschen Umwelthilfe entspricht das dadurch verursachte Treibhauspotential 5,9 Millionen Tonnen CO₂, genau so viel, wie der gesamte Autoverkehr in Sachsen. Neben Umweltschädlichkeit sind aber auch **niedrige Effizienz, Geräuschemission** und **geringe Lebensdauer** prinzipielle Nachteile der heute verwendeten Kompressortechnologie.

Ziel des Projektes **ActiPipe** ist es, die Grundlagen für ein neues Kühlsystem basierend auf einer Kombination von Heatpipes mit magnetokalorischen Materialien mit zu entwickeln (Patent eingereicht). Heatpipes sind durch das Ausnutzen von Verdampfungs- und Kondensationsenthalpie in der Lage, Wärme äußerst effizient zu transportieren, und das ohne die Verwendung von Pumpen. Gleichzeitig können **Heatpipes** so ausgelegt werden, dass sie als thermische Diode fungieren, Wärme also nur in eine Richtung transportieren.

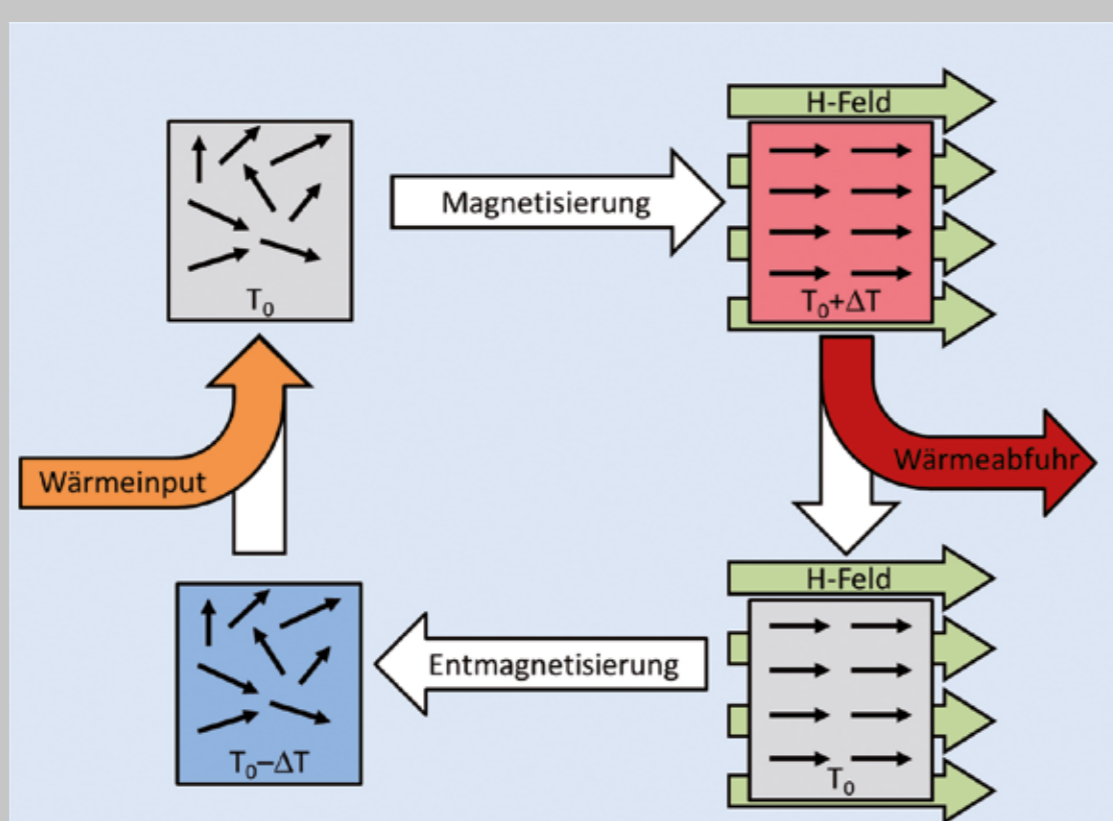


Abbildung 1: Prinzip der magnetokalorischen Klimatechnik:

Magnetisierung: Magnetokalorisches (MK) Material wird einem magnetischen Feld ausgesetzt und erwärmt sich auf Grund der erzeugten magnetischen Ordnung von der Temperatur T_0 auf $T_0 + \Delta T$.

Wärmeabfuhr: Das MK-Material wird mit einer Wärmesenke verbunden, sodass die entstandene Wärme abgeführt werden kann, das MK-Material nimmt wieder die Temperatur T_0 an.

Entmagnetisierung: Wird nun das magnetische Feld entfernt, kühlt sich das MK-Material ab und befindet sich auf einer niedrigeren Temperatur $T_0 - \Delta T$ als zu Beginn des Zyklus.

Wärmeinput: Das MK-Material wird nun mit der zu kühlenden Stelle verbunden und kann Wärme aufnehmen, bis es wieder die Temperatur T_0 erreicht hat.«

(© Fraunhofer IPM)

Durch die Kombination **magnetokalorischer Materialien** mit Heatpipes lässt sich eine »aktive Heatpipe« realisieren, die Wärme aktiv, d. h. auch entgegengesetzt zu einem Temperaturgefälle, pumpen kann. Magnetokalorische (MK) Materialien erwärmen sich um ΔT , wenn man sie einem magnetischen Feld aussetzt, und kühlen sich um ΔT wieder ab, sobald man das Feld entfernt. Hierdurch lässt sich ein Kühlzyklus realisieren, siehe Abbildung 1.

Kühlsysteme auf Basis von MK-Materialien bieten gegenüber der konventionellen Kompressor-Technologie zahlreiche prinzipbedingte Vorteile:

- Potentiell um 20–30 % höhere Wirkungsgrade
- keine klimaschädlichen und gesundheitsschädlichen Kältemittel mit Treibhauspotenzial sind nötig
- keine verschleißanfälligen Teile, dadurch minimaler Wartungsbedarf
- geräuscharmes Arbeiten

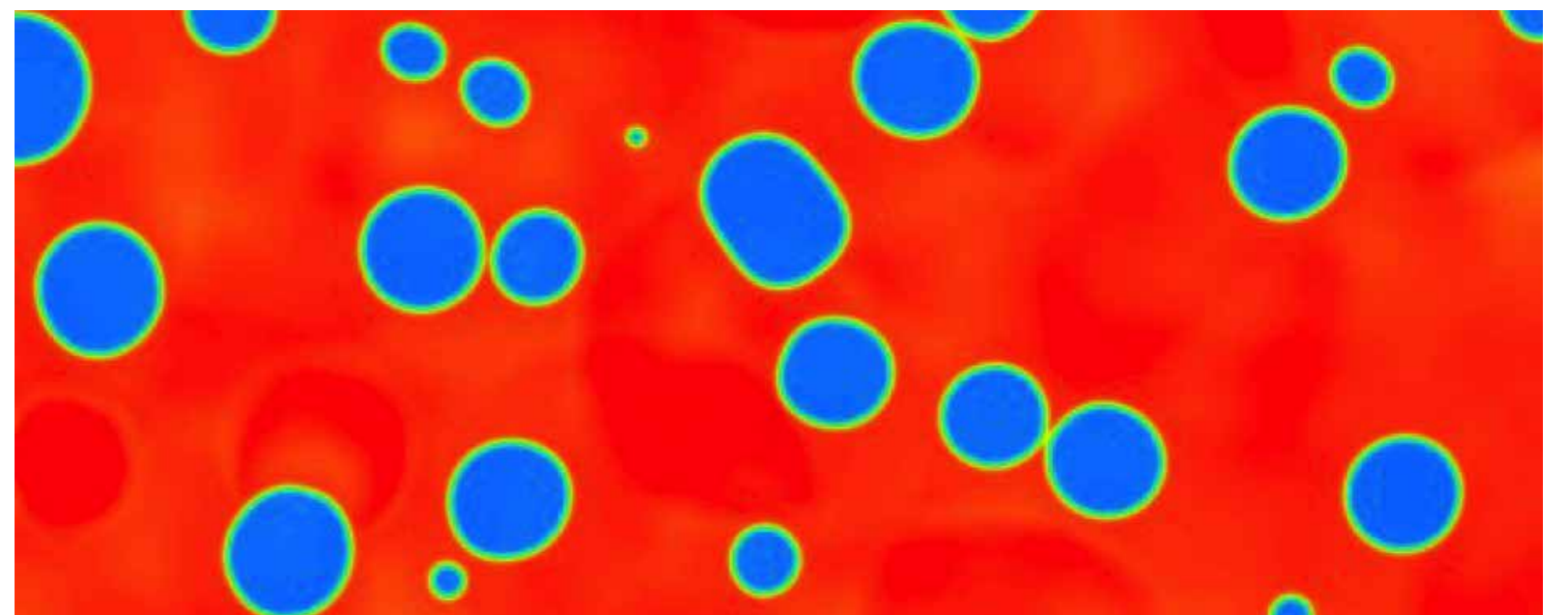


Abbildung 2: Ergebnisse einer Simulation zum Verhalten eines zweiphasigen Fluids. (© Uni Freiburg)

Diese Eigenschaften, der hocheffiziente Transport von Wärme sowie die Funktion als thermische Diode sollen im Projekt ActiPipe ausgenutzt werden, um die Grundlage für hocheffiziente kältemittelfreie Klimasysteme auf Basis magnetokalorischer Materialien zu legen.

Für die optimale Auslegung einer aktiven Heatpipe ist allerdings ein detailliertes Verständnis der darin ablaufenden Prozesse Grundvoraussetzung. Die Abteilung für **Angewandte Mathematik der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg** wird die fluiddynamischen Prozesse in einer aktiven Heatpipe simulieren und somit die Basis für eine Optimierung der Kerngrößen einer solchen Heatpipe legen. Das **Fraunhofer IPM** baut und charakterisiert diese Systeme, wodurch die Simulationen verifiziert werden können und die wissenschaftliche Basis für den späteren Bau **hocheffizienter, kältemittelfreier Klimasysteme auf Basis magnetokalorischer Materialien** gelegt wird.

Kontakt



Dr. Kilian Bartholomé
Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM
kilian.bartholome@ipm.fraunhofer.de



Dr. Martin Nolte
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Abteilung für angewandte Mathematik
nolte@mathematik.uni-freiburg.de

Gefördert durch: