Entwicklung eines passiven Kühlsystems für lüfterlose Industrie-PCs durch direkte Chipkühlung mittels Verdampfungs- und Kondensationsansatz basierend auf dem Jumping-Droplet-Effekt

Im Projekt wird ein Bauelement entwickelt, das eine Vapor Chamber-ähnliche Funktion zur verbesserten Wärmespreizung und -leitung übernimmt. Es wird in ein umfassendes Kühlsystem integriert, das einen vertikalen Wärmeabtransport über Heatpipes sowie die Wärmeabgabe an die externe Umgebung über das Gehäuse umfasst. Das zu entwickelnde Element besteht aus zwei parallel angeordneten Platten, wobei eine Seite eine superlyophile und die andere eine superlyophobe (flüssigkeitsabweisende) Oberfläche aufweist. Diese Eigenschaften werden durch Mikrostrukturierung (z. B. Laserbearbeitung, Ätzen) und eine lyophobe Beschichtung realisiert. Die Steuerung des Rechners wird so optimiert, dass die Rechenleistung durch die Eliminierung von Hotspots gesteigert und die Kühlung somit eine bessere Nutzung der Chipleistung ermöglicht. Der Aufbau des Kühlelements ist so gestaltet, dass die rückgeführte kondensierte Kühlflüssigkeit die kalte Platte nicht über Rückführungskanäle oder Kapillareffekte an den Wänden wie bei existierenden Vapor Chambers oder Heatpipes erreicht, sondern durch den Sprungeffekt der Tropfen selbst direkt über die gesamte Kühlplatte. Durch die schnellere und räumlich gleichmäßigere Rückführung der Kühlflüssigkeit kann mehr Wärme bei gleichbleibender Fläche abgeführt werden oder eine Flächenreduktion bei gleichbleibender Kühlleistung erreicht werden. Es entstehen keine Hotspots, da die Flüssigkeitsrückführung nicht punktuell, sondern flächendeckend über die gesamte Zwischenräumlichkeit erfolgt.

Eckdaten

Kurztitel

DropCool

Forschungsschwerpunkt

Sustainable Production, Energy Technologies and Smart Materials

Laufzeit

01.09.2025 - 28.02.2028

Fördergeber

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

Projektträger

AiF Projekt GmbH

Projektleitung

Prof. Raimund Förg

Ziele

Das Ziel des Forschungs- und Entwicklungsprojekts ist die Entwicklung eines lüfterlosen PCs mit einem innovativen Kühlansatz basierend auf dem Jumping-Droplet-Effekt (JDE). Dieser Effekt beschreibt das Phänomen, bei dem kleine Tropfen, die auf einer superhydrophoben Oberfläche kondensieren, nach der Verschmelzung mit anderen Tropfen von der Oberfläche abspringen. Die Funktionsweise des JDE gliedert sich in vier Schritte: Zunächst kondensieren kleine Tropfen auf der Oberfläche. Danach verschmelzen zwei oder mehr dieser Tropfen zu einem größeren Tropfen, wobei die Oberflächenenergie des Systems in kinetische Energie umgewandelt wird. Diese kinetische Energie führt schließlich dazu, dass der Tropfen von der Oberfläche abspringt.

Gefördert durch: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages; ZIM Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand

Forschungsnetzwerk Mittelstand