

# FORSCHUNG KOMPAKT

Oktober 2017 || Seite 1 | 3

**Doppelt kühlt besser**

## **Mehr Prozessorleistung mit Mikrokanalkühlern**

**Einer der limitierenden Faktoren für die Rechenleistung von Prozessoren ist die Betriebstemperatur. Im Rahmen des Projekts CarriCool unter Federführung von IBM haben Fraunhofer-Forschende eine neue, effektive Kühlmethode entwickelt: Durch die Integration von Mikrokanälen in den Silizium-Interposer ist es erstmals möglich, Hochleistungsprozessoren auch von der Unterseite her zu kühlen. Dadurch kann ein deutlicher Leistungszuwachs erzielt werden. Zusätzlich integrierten die Wissenschaftler passive Bauelemente für Voltageregulatoren, photonische ICs und optische Wellenleiter in den Interposer.**

Wird ein Prozessor zu heiß, drosselt er Taktfrequenz und Betriebsspannung. Das Ergebnis: Die Rechengeschwindigkeit sinkt oder der Prozessor schaltet sich sogar ganz ab, um CPU und Mainboard vor Schäden durch die Hitze zu schützen. Wärme, beziehungsweise deren Kühlung, ist daher ein wichtiger Faktor, wenn es um die Rechenleistung geht. Bisher wird hier meist mit Kühlkörpern gearbeitet, die die Hitze von den Prozessoren ableiten. Gleichzeitig werden die wärmeempfindlichen Bauteile von oben mit Lüftern gekühlt. Ein Forscherteam um Dr. Wolfram Steller, Dr. Hermann Oppermann und Dr. Jessika Kleff vom Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM in Berlin und Dresden hat nun einen Weg gefunden, Mikrochips mit einem flüssigkeitsbasierten Kühlsystem sowohl von der Oberseite als auch von der Unterseite zu kühlen. Das ermöglicht eine effektivere Kühlung und damit mehr Leistung. Dafür werden in den Silizium-Interposer, der sich zwischen Prozessor und Leiterplatte befindet, Mikrokanalstrukturen mit hermetisch versiegelten Durchgangskontakten eingebaut. Durch die Mikrokanäle wird dann Kühlmittel gepumpt, das die unliebsame Wärme vom Prozessor abtransportiert.

### **Mikrokanäle kreuz und quer**

Interposer sind für die elektrische Versorgung und die Kühlung des Prozessors zuständig, liegen wie eine Schicht zwischen Leiterplatte und Chip und sind von oben nach unten alle 200 Mikrometer von elektrischen Kontakten durchzogen, die die Stromversorgung und Datenübertragung des Prozessors gewährleisten. Um auch Hitze aufnehmen zu können und diese vom Prozessor weg zu transportieren, haben die Wissenschaftler des Fraunhofer IZM quer zu den Durchkontaktierungen Mikrofluidkanäle eingebaut, durch die das Kühlmittel geleitet werden kann.

---

#### **Kontakt**

**Janis Eitner** | Fraunhofer-Gesellschaft, München | Kommunikation | Telefon +49 89 1205-1333 | [presse@zv.fraunhofer.de](mailto:presse@zv.fraunhofer.de)

**Georg Weigelt** | Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM | Telefon +49 30 46403-279 |

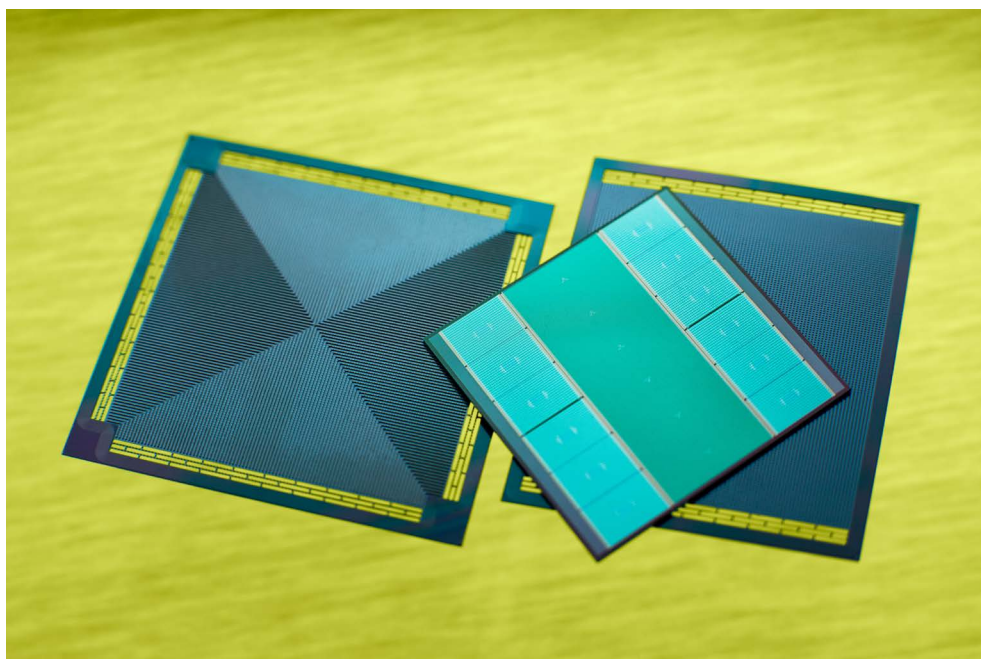
Gustav-Meyer-Allee 25 | 13355 Berlin | [www.izm.fraunhofer.de](http://www.izm.fraunhofer.de) | [georg.weigelt@izm.fraunhofer.de](mailto:georg.weigelt@izm.fraunhofer.de)

Die besondere Herausforderung war es nicht nur, die kleinen Kanäle in den Interposer einzubauen, sondern diese auch hermetisch abzudichten und so von den elektrischen Bahnen zu trennen. Die Lösung der Forschenden: Der Interposer wird aus zwei Silizium-Platten gefertigt. In diese werden sowohl die horizontal verlaufenden Kühlkanäle als auch die vertikal verlaufenden Kanäle für die elektrischen Leitungen komplementär eingearbeitet. Um einen Kontakt des Wassers mit den elektrischen Durchkontaktierungen auszuschließen, wird jeder einzelne Kontakt speziell versiegelt.

»Bislang gehen die Kühlstrukturen nicht so nah an den Rechnerkern selbst. Das heißt, Kühler werden meist additiv von oben aufgebracht«, weiß Dr. Hermann Oppermann, Gruppenleiter am Fraunhofer IZM. »Je näher man mit der Kühlung aber an die Hitzequelle geht, desto besser kann die Temperatur begrenzt beziehungsweise die Leistung erhöht werden. Gerade beim High Performance Computing gibt es immer höhere Datenraten. Entsprechend wichtig ist eine effektive Kühlung, die eine hohe Taktrate gewährleistet. Bisherige Kühlsysteme sind in diesem Zusammenhang begrenzt. Mit dem neuen Kühlsystem kann die Leistung deutlich gesteigert werden.«

### **Mehr als nur Kühlung**

Als wäre das Kühlsystem nicht genug, haben die Fraunhofer-Forschenden zusätzlich auch Voltaregulatoren für die Spannungsversorgung sowie optoelektronische Bauteile zur Datenübertragung in den Interposer integriert. Während der Voltaregulator den Prozessor mit der passenden Betriebsspannung versorgt, wandelt die Optoelektronik elektrische Signale aus dem Prozessor in Lichtsignale um. Dadurch können auch große Datenmengen verlustarm mit hoher Signalqualität übertragen werden – im Gegensatz zu Kupferleitungen, in denen die Verluste mit wachsender Datenrate zunehmen. »Mit dem Zusammenfassen von Interposer, Kühlung, Voltaregulatoren und optischer Verbindungstechnik haben wir eine neue Stufe der Integration erreicht, die kleinere Schaltkreise mit mehr Leistung ermöglicht«, führt Oppermann aus. »Gerade im High Performance Computing ist dies ein wichtiger Schritt, da wir eine höhere Taktrate auf gleichem Raum erzielen.«



Die Integration von Mikrokanälen in den Silizium-Interposer erlaubt es erstmals, einen Prozessor auch von der Unterseite effektiv zu kühlen und dadurch die Rechenleistung zu erhöhen.

© Fraunhofer IZM | Bild in Farbe und Druckqualität: [www.fraunhofer.de/presse](http://www.fraunhofer.de/presse).