



**Energie**

Nationale Forschungsprogramme 70 und 71

# Projekt

## Kühlung von SiC-Festkörpertransformatoren



## Cleveres Kühlsystem für Leistungselektronik

Das Stromnetz der Schweiz benötigt neue Bauteile, die mit der schwankenden Einspeisung erneuerbarer Energiequellen umgehen können. Eine Forschungsgruppe der EPFL hat für solche Leistungselektronik eine Kühlung entwickelt, die selbst keine Energie verbraucht.



Auf das Stromnetz der Zukunft kommen grosse Veränderungen zu: Wegen der vielen dezentralen Photovoltaik- und Windkraftanlagen benötigt es neue, hochleistungsfähige Kühlsysteme für Bauteile. *Quelle:* undefined





## Auf einen Blick

- Das Stromnetz der Zukunft wird nicht mehr wie heute von wenigen zentralen Kraftwerken, sondern aus vielen dezentralen erneuerbaren Energiequellen wie Wind- und Photovoltaikanlagen gespeist.
- Um mit der stark schwankenden Einspeisung der erneuerbaren Energiequellen umzugehen, benötigt das Stromnetz neue Leistungselektronik-Bauteile.
- Diese werden im Betrieb heiss und müssen gekühlt werden.
- Eine Forschungsgruppe der ETH Lausanne (EPFL) hat dafür ein effizientes Kühlsystem entwickelt, das ohne Lüfter oder Pumpen auskommt.

In den nächsten Jahrzehnten nimmt die Schweiz ihre Kernkraftwerke sukzessive ausser Betrieb. Das sieht die Energiestrategie 2050 des Bundes so vor. Damit fallen die bisherigen grossen Einspeiser des Stromnetzes weg. Gleichzeitig steigt die Anzahl der Photovoltaik- und Windkraftanlagen, die kleinere und nicht konstante Mengen Strom in das Netz einspeisen.

Diese Umstellung von wenigen zentralen Kraftwerken auf eine Vielzahl kleiner dezentralen Anlagen stellt das Stromnetz vor neue Herausforderungen, denn weiterhin braucht es einen konstanten Ausgleich zwischen der benötigten und der von den Kraftwerken bereitgestellten Leistung, damit Netzfrequenz und -spannung ungeachtet der Schwankungen in Verbrauch und Einspeisung stets konstant bleiben.

Damit dies gelingt, braucht es neue Leistungselektronik. Darunter versteht man zum Beispiel Bauteile, die die elektrische Energie im Netz auf eine gewünschte Spannung anheben oder absenken können. Oder sogenannte Gleichrichter und Wechselrichter, die aus Wechselspannung Gleichspannung machen oder umgekehrt.

## Neue Kühlsysteme sind gefragt

Die Bauweise der Leistungselektronik stellt höchste Anforderungen an die Ingenieure. Denn die Elemente werden beim Betrieb sehr heiss. Wird dabei eine Maximaltemperatur überschritten, sinkt die Effizienz des Bauteils rapide ab. Aus diesem Grund braucht es gleichzeitig auch neue, hocheffiziente Kühlungssysteme.

Die Entwicklung eines solchen Kühlsystems war das Ziel des Ingenieurteams des Heat and Mass Transfer Laboratory der ETH Lausanne (EPFL). Die Forschenden verfolgten beim Design ihres Kühlsystems einen neuen und innovativen Ansatz: Das Kühlsystem sollte seine Arbeit verrichten, ohne dabei selbst noch zusätzliche Energie zu verbrauchen.

Um das zu erreichen, konstruierten die Forschenden einen sogenannten Thermosiphon. Das ist ein geschlossenes System, auf dessen einer Seite sich die Bauteile der Leistungselektronik befinden, die gekühlt werden sollen. Auf der anderen Seite befindet sich die Aussenluft, an die die Wärme abgegeben wird. Ein Kältemittel leitet die Wärme von der einen Seite auf die andere ab. Der Trick am Thermosiphon der EPFL-Forschenden ist nun, dass sich dessen Kältemittel wegen der speziellen Bauweise allein durch die Schwerkraft bewegt. So sind keine Pumpen oder Lüfter notwendig, die selbst Strom verbrauchen.

## Grosses Energiesparpotenzial

Dadurch kann eine Menge Energie gespart werden, die das Stromnetz sonst allein durch seinen eigenen Betrieb verursacht. Mit dem schweizweiten Einsatz dieser Kühltechnologie könnten gemäss Schätzung der Forschenden jedes Jahr tausende von Gigawattstunden an Energie gespart werden. Zudem könnte das neuartige Kühlsystem auch in anderen Bereichen zum Einsatz kommen, etwa bei Hochleistungscomputern, die ebenfalls gekühlt werden müssen.

Um die optimalen Bedingungen für den Thermosiphon zu eruieren, betrieben die Forschenden einen Prototyp mit einer Reihe verschiedener Kältemittel. Sie verglichen deren Wärmeleitfähigkeit, deren thermischen Widerstand und die Gesamteffizienz im laufenden Betrieb. Am besten schnitt das Kältemittel mit dem Namen R-1234yf ab. Dieses Kältemittel, welches auch in Klimaanlage von Autos zum Einsatz kommt, war in den Versuchen nicht nur das effizienteste, sondern auch das umweltfreundlichste. Sein Treibhauspotenzial ist kleiner als das von Kohlenstoffdioxid – im Vergleich dazu liegt das Treibhauspotenzial der anderen getesteten Kältemittel teilweise tausendfach über dem von Kohlenstoffdioxid. So tut das Kühlsystem der EPFL-Forscher nicht nur etwas Gutes für das Stromnetz, sondern auch für das Klima.



## Produkte aus diesem Projekt

- Kickoff-Poster  
Publikationsdatum: 30.01.19
- Experimental Evaluation of a Passive Thermosyphon Cooling System for Power Electronics  
Publikationsdatum: 08.02.19
- Experimental evaluation of a passive thermosyphon cooling system using different low-GWP refrigerants  
Publikationsdatum: 08.02.19
- Experimental performance of a completely passive thermosyphon cooling system rejecting heat by natural convection using the working fluids r1234ze, r1234yf, and r134a  
Publikationsdatum: 08.02.19
- Experimental evaluation of the thermal performances of a thermosyphon cooling system rejecting heat by natural and forced convection  
Publikationsdatum: 08.02.19



**Energie**

Nationale Forschungsprogramme 70 und 71

## Team & Kontakt

Prof. John R. Thome

Laboratory of Heat and Mass Transfer (LTCH)

École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)

1015 Lausanne

+41 21 693 59 81 [john.thome@epfl.ch](mailto:john.thome@epfl.ch)



John R. Thome  
Projektleiter

Filippo Cataldo

Brian D'Entremont

Alle Aussagen diesen Seiten bilden den Stand des Wissens per  
12.06.2019 ab.