

Kompakter Hochleistungs-Wärmespeicher

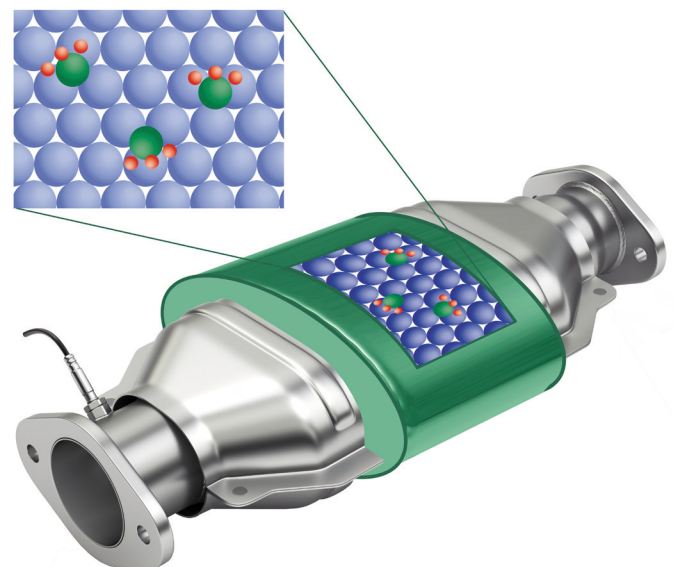
Thermochemisches Speichersystem zur Nutzung von Abwärme von 150° bis 400°C – hochdynamisch und einfach handhabbar

Die Emissionen nach dem Kaltstart eines Verbrennungsmotors können um das 10-fache höher sein als im betriebswarmen Zustand. Diese lassen sich durch entsprechende Vorwärmung des Abgaskatalysators weitgehend eliminieren. 40% aller PKW-Fahrten in Deutschland und Österreich sind unter 5 km lang und damit weitgehend ohne Reinigungswirkung des Katalysators. In der produzierenden Industrie sowie in der Energiewirtschaft geht enorm viel Abwärme ungenutzt verloren. Sie könnte teilweise durch Zwischenspeicherung und Nutzung von Wärme auf geringerem Temperaturniveau sinnvoll verwendet werden und damit zur Senkung des Gesamtenergieverbrauches und des CO₂ Footprints beitragen.

All diese Emissionen können erheblich reduziert werden, sobald verlustarme Wärmespeicher zur Verfügung stehen, die es ermöglichen, die Zeit und nötigenfalls auch die räumliche Distanz zwischen Verfügbarkeit von Abfall-Wärme und Bedarf an Nutz-Wärme zu überbrücken. Die genannten Emissionen sind häufig mit Abwärme auf Temperaturniveaus zwischen 150 und 400°C verbunden, für die in einem großen Bereich derzeit keine entsprechenden Wärmespeicher verfügbar sind. Demgegenüber gibt es für den Niedertemperaturbereich (bis 200 °C) und den Hochtemperaturbereich (ab 400 °C) bereits Systeme, welche Latentwärme speichern (z.B. in Wasser, Sand) oder den Phasenübergang zwischen fest und flüssig nützen (z.B. Wärmepads für den Winter oder andere organische Phasenwechselmaterialien).

Ziel

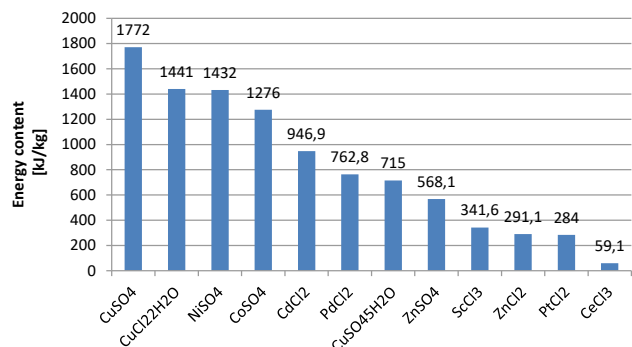
Um Emissionen aus Industrie, Verkehr und Energiewesen erheblich zu reduzieren und die Abwärme noch weit sinnvoller und effizienter nutzen zu können als dies heute möglich ist, braucht es einen neuen Typ von Wärmespeicher. Ziel der Forschungsgruppen um Dr. Peter Weinberger am Institut für angewandte Synthesechemie und Prof. Andreas Werner am Institut für Energietechnik und Thermodynamik war ein Speichersystem, das möglichst verlustfrei tausende Lade- und Entladezyklen überstehen, technisch einfach handhabbar, kompakt und kostengünstig ist. Idealerweise sollte es rasch



reagieren sowie die Abwärme auf unterschiedlichen Temperaturniveaus aufnehmen und Wärme auf verschiedenen, einstellbaren Temperaturniveaus abgeben können, um auch Kaskaden-Nutzung zu ermöglichen, die besonders hohe Verwertungsraten für Abfall-Wärme erwarten lässt.

Lösung

Die Forscher an der TU Wien entschlossen sich, dafür Materialien näher zu untersuchen, die thermochemische Reaktionen erwarten lassen – wie sie etwa bei „Löschen“ von Kalk mit Wasser auftreten, die spontan zu Wärmeentwicklung führt. Diese ermöglichen kompakte Systeme zur langen verlustfreien Lagerung und mit hoher Energiedichte, die auf Feststoffen basieren. Die Feststoffe können mit Hilfe spezieller Strukturierung und räumlichen Anordnung in ihrer Reaktionskinetik gezielt beeinflusst werden. In Grundlagenforschung wurden etwa 5.000 chemische Reaktionen identifiziert, die Wärme in Feststoffen speichern können. Hinsichtlich Speicherdichte, Reaktionsgeschwindigkeit, Zyklenbeständigkeit, technischer Handhabung und Kosten der Einsatzstoffe verblieben ein Dutzend vielversprechende Stoffpaarungen.

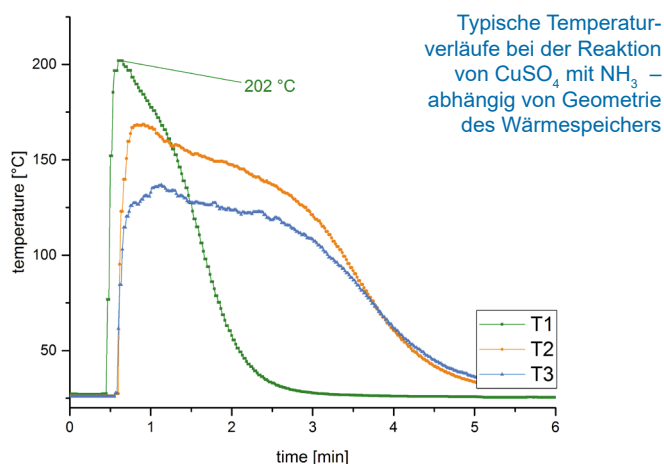


Massebezogene Speicherdichte verschiedener Metallammoniate

Ergebnis

Mit etwa 1,8 MJ/kg zeigt Kupfersulfat (CuSO₄), das mit geringen Mengen an Ammoniak (NH₃) gänzlich reversibel reagiert, die höchste Wärmespeicherdichte. Das CuSO₄ wird auf eine poröse und chemisch inerte Trägersubstanz aufgebracht und zur Wärmefreisetzung mit NH₃ in Kontakt gebracht. Zur Regeneration wird das Ammoniakat durch Abwärme beheizt, wodurch das NH₃ wieder vom Feststoff gelöst wird. Eine einfache Vorrichtung, welche wie eine Vakuumpumpe wirkt, fördert den Ammoniak in eine Vorratskammer, wo er für den nächsten Zyklus bereitgehalten wird.

Das System ist hochdynamisch und gibt bereits wenige Sekunden nach Auftreffen des Ammoniaks auf den Feststoff die Wärme auf höchstem Temperaturniveau ab, das auf bis über 300°C liegen kann. Dieses Temperaturniveau kann, ebenso wie jenes für die Wärmeaufnahme, durch die Strukturierung und Geometrie des Trägermaterials sowie die gewählte Technik der Wärmeübertragung gezielt beeinflusst werden. Das System ermöglicht eine zeitliche und, wenn der Kompaktspeicher transportiert wird, auch eine räumliche Entkoppelung zwischen dem Anfall der Abfall-Wärme und der Freisetzung und Nutzung der gespeicherten Wärme.



Durch eine gezielte Ausprägung von Temperaturstufen, auf denen die Abgabe bzw. die Aufnahme von Wärme stattfindet, kann eine Adaptierung des Speichers für gewünschte Kaskaden-Nutzung und/oder Kaskaden-Beladung vorgesehen werden.

Je nach Anwendungszweck und den vorgegebenen räumlichen Bedingungen kann das vorliegende System optimiert und konkret zum Einsatz gebracht werden.

Vorteile

- erster hochdynamischer Speicher zur Nutzung von Abwärmeneiveaus zwischen 150°C und 400°C
- hohe Energiedichte von 1,8 MJ/kg
- hochdynamische Wärmeabgabe – in einigen Sekunden auf Spitzentemperatur
- liefert Wärme auf hohem Temperaturniveau von bis zu über 300°C
- kurze Aufladezeit von wenigen Minuten
- hohe Zyklenbeständigkeit
- einstellbare Temperaturprofile für Wärmeaufnahme und -abgabe
- einzigartige und kostengünstige Materialien
- auch als Langzeitspeicher geeignet – über mehrere Monate

Anwendungen

- Vermeidung von Emissionen bei Kaltstarts von Verbrennungsmotoren – für PKW, LKW, Schiffe, Bau- und Zugmaschinen
- Abwärmennutzung in wärmeintensiven produzierenden oder verarbeitenden Industrien
- Energiewirtschaft

Kontakt

Prof. Dr. Andreas Werner
TU Wien

Institut für Energietechnik und Thermodynamik
www.iet.tuwien.ac.at

T: +43 1 58801 302314

andreas.werner@tuwien.ac.at