

## IEA SHC Task67 CTES

IEA SHC Task67 Kompakte thermische Energiespeichermaterialien in Komponenten und Systemen

<b>Programm / Ausschreibung</b>	IEA, IEA, IEA Ausschreibung 2021 - BMK	<b>Status</b>	laufend
<b>Projektstart</b>	01.11.2021	<b>Projektende</b>	31.10.2024
<b>Zeitraum</b>	2021 - 2024	<b>Projektlaufzeit</b>	36 Monate
<b>Keywords</b>	thermische energiespeicher; kompakte wärmespeicher; speichermaterialien; speicherkomponente; systemintegration von thermische speicher		

### Projektbeschreibung

Eine Transformation des Energie- und insbesondere des Wärmesektors ist von entscheidender gesellschaftlicher Bedeutung um die langfristigen Klimaziele zu erreichen. Der Wärmesektor ist für mehr als die Hälfte des österreichischen Endenergieverbrauchs verantwortlich und wird zu knapp 60 % noch von fossiler Energie abgedeckt. Die Energiewende im Wärmesektor und die Erhöhung des Anteils erneuerbare Energie ist damit essentiell für die Erreichung unserer Klima- und Energieziele. Einer der Schlüsseltechnologien, um dieses Ziel zu erreichen, stellen thermische Energiespeicher dar. Eine entscheidende Rolle spielen hierbei kompakte thermische Energiespeicher durch die Möglichkeit der Steigerung des Anteils von Abwärme, solarer Energie (Solarthermie und z.B. Wärme aus Photovoltaiküberschüssen) und andere erneuerbarer Energieträger in unserem Energiesystem als auch zur Erhöhung der Effizienz und Bereitstellung von Flexibilitäten in den Sektoren Gebäude, Fernwärme, Industrie und Stromnetze (Sektorkopplung).

Unter diesem Hintergrund gab es in den vergangenen Jahren weltweit einen deutlichen Zuwachs von Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten auf dem Gebiet neuer innovativer, kompakter Wärmespeichertechnologien. Gleichzeitig ist es in den letzten Jahren auch zunehmend gelungen, nationale und internationale Unternehmen für Technologieentwicklung und Umsetzung zu motivieren.

Nationale Forschungseinrichtungen haben mit der Durchführung von kooperativen F&E-Projekten auf nationaler und internationaler Ebene mit unterschiedlichen Industrien neue Kenntnisse und Erfahrungen generieren können und sich durch ihre Arbeiten im Bereich der kompakten Wärmespeicher als anerkannte, aktive und gut vernetzte internationale Akteure etabliert. Die internationale Vernetzung wurde insbesondere durch die aktive Teilnahme an den IEA SHC/ECES Vorreiter Tasks/Annexes 58/33 sowie durch internationale und EU-geförderte Projekte verstärkt.

Aus den Arbeiten der vergangenen Jahre zeigte sich jedoch auch deutlich, dass vor allem die Gebiete Materialentwicklung (Stabilität von Phasenwechselmaterialien und thermochemische Materialien), die Materialcharakterisierung (Entwicklung von standardisierten Testverfahren für kompakte Speichermaterialien), Bestimmung des Ladezustandes von kompakten Wärmespeichern (noch fehlende, in der Praxis anwendbare Techniken) sowie die Komponentenentwicklung (Interaktion zwischen Speichermaterial und Wärmetauscher und Reaktor) noch F&E-Bedarf aufweisen und auch notwendig sind, um Industrien enger in die Entwicklungen mit einzubeziehen. Die Forschungsfragestellungen der Themenfelder sowie dessen enger Zusammenhang von Materialforschung bis Reaktorbau hin zur Umsetzung von kompakten Wärmespeichern sind

entsprechend umfassend und komplex und können nur durch internationale Zusammenarbeit erfolgreich angegangen werden. Eine Fortführung wäre somit aus den oben genannten Gründen essentiell und der Task 67 bietet hierfür die ideale Basis.

Task 67 - Kompakte thermische Energiespeichermaterialien in Komponenten und Systemen widmet sich der angeführten Fragestellungen und hat als Ziel, durch Intensivierung der internationalen Zusammenarbeit, insbesondere zwischen Materialwissenschaftler und Komponenten- sowie Systementwickler von kompakten Wärmespeichertechnologien voranzutreiben. Die für Österreich wichtigen Fragestellungen in diesen Projekten finden sich als Kernelemente im internationalen Kontext des IEA Tasks wider, weshalb für Österreich eine erhebliche Hebelwirkung besteht, die über nationale Projekte alleine nicht annähernd in dem Umfang und nicht annähernd in der Zeit erreicht werden kann. Die österreichische Beteiligung umfasst die Leitung des internationalen Tasks sowie die Leitung des Subtasks „Materialcharakterisierung und Datenbank“ und die intensive Mitgestaltung der Arbeiten in den weiteren vier internationalen Subtasks.

Durch enge Kooperationen von österreichischen Forschungsinstitutionen, Unternehmen und Branchenverbänden soll ein optimaler Transfer und die ideale Nutzbarmachung der Ergebnisse für die österreichischen Stakeholder erreicht werden und damit die internationale Wettbewerbsfähigkeit des österreichischen Forschungs- und Industriestandorts nachhaltig gestärkt werden.

## **Abstract**

In order to reach the long-term climate goals, the transformation of the energy system, especially of the heating sector, is of decisive societal importance. The heating sector accounts for more than half of the national Austrian final energy consumption and is still covered by more than 60% by fossil energy sources. Therefore, the energy transition and the increase of the renewable share is essential for achieving our climate and energy targets. One of the key technologies to achieve these goals is thermal energy storage. An important role in these is played by compact thermal energy storage technologies, as they enable the increased usage of waste heat, of solar energy (solar thermal and excess solar power from PV) and other renewable energy sources in our energy system. They also increase the efficiency and availability of flexibility in the sectors of buildings, district heating, industry and power (sector coupling).

Against this background, there has been a significant increase in research and development activities worldwide in recent years in the field of new innovative, compact thermal storage technologies. At the same time, in recent years it has increasingly been possible to motivate national and international companies for technology development and implementation.

National research institutions have been able to generate new knowledge and experience by carrying out cooperative R&D projects on a national and international level with different industries and have established themselves as recognized, active and well-networked international actors through their work in the field of compact thermal storage systems. The international networking was strengthened in particular by the active participation in the IEA SHC/ECES forerunner Task/Annex 58/33 as well as by international and EU-funded projects.

However, the work of recent years has also clearly shown a further need for targeted R&D in the areas of material development (stability of phase change materials and thermochemical materials), material characterization (development of standardized test procedures for compact storage materials), determination of the state of charge of compact heat storage systems (techniques applicable in practice still missing) and component development (interaction between storage material and heat exchange). These R&D activities are also prerequisite for a closer involvement of industry in the developments. The research questions as well as their close connection from materials research to reactor construction to the

implementation of compact heat storage systems are correspondingly comprehensive and complex and can only be successfully tackled through international cooperation. A continuation would therefore be essential for the reasons mentioned above and Task 67 forms the ideal basis for this.

Task 67 - Compact Thermal Energy Storage Materials within Components within Systems is dedicated to the above questions and aims to advance compact thermal storage technologies by intensifying international cooperation, in particular between materials scientists and component and system developers.

The questions in this project that are important for Austria can be found as core elements in the international context of the IEA Task, which is why there is a considerable leverage effect for Austria, which cannot be achieved by national projects alone, neither in its extent nor in time. The Austrian participation includes the management of the international task as well as the management of the Subtask "Material Characterization and Database" and the intensive participation in the work in the other four international Subtasks.

Through close cooperation between Austrian research institutions, companies and industry associations, an optimal transfer and the ideal utilization of the results for the Austrian stakeholders is to be achieved and thus the international competitiveness of domestic Austrian research and industry is to be sustainably strengthened.

## **Endberichtkurzfassung**

Thermische Energiespeicher (TES) werden in sensible, latente und thermochemische Wärme- und Kältespeicher unterteilt. In Task 67 standen kompakte thermische Energiespeicher (CTES), Materialien und Komponenten für latente Wärme- und Kältespeicherung (Phasenwechselmaterialien, PCM) und für thermochemische Wärme- und Kältespeicherung (TCM) im Mittelpunkt. Eine Vielzahl unterschiedlicher Materialklassen wurden untersucht und als PCM und TCM in TES-Systemen eingesetzt. Eine wachsende Gemeinschaft von Wissenschaftlern arbeitet an neuen Materialien, Materialmischungen und Verbundwerkstoffen.

TES-Komponenten wie Wärme- (und Massen-)tauscher werden zum Laden und Entladen von TES-Einheiten verwendet, die den Anwendungsanforderungen entsprechen. Aufgrund der Vielfalt der verschiedenen TES-Materialien werden unterschiedliche Komponentenkonzepte entwickelt und getestet. Um eine Leistungsbewertung der Komponenten zu ermöglichen, müssen die Prüfprotokolle die Wechselwirkung zwischen Material und Komponente berücksichtigen.

Task 67 zielte darauf ab, die Entwicklung der CTES-Technologie voranzutreiben, um die Markteinführung durch die internationale Zusammenarbeit von Experten aus der Materialforschung, der Komponentenentwicklung und der Systemintegration sowie der Industrie und Forschungseinrichtungen zu beschleunigen. Die übergeordneten Ziele waren 1) ein besseres Verständnis der Faktoren, die die Speicherdichte und den Leistungsabfall von CTES-Materialien beeinflussen, 2) die zuverlässige und reproduzierbare Charakterisierung dieser Materialien, 3) die Entwicklung von Methoden zur effektiven Bestimmung des Ladezustands eines CTES-Systems und 4) die Erweiterung der Wissensbasis für die Konstruktion optimierter Wärmetauscher und Reaktoren.

Task 67 wurde in fünf Unteraufgaben unterteilt. In Subtask A, Materialcharakterisierung und Datenbank, wurden standardisierte Messverfahren für CTES-Materialien entwickelt und validiert, und eine Material- und Wissensdatenbank wurde überarbeitet und gepflegt. In Subtask B, CTES-Materialverbesserung, wurden geeignete Strategien zur Abstimmung der Eigenschaften von CTES-Materialien ermittelt und analysiert, um deren Leistung in Komponenten und Systemen zu verbessern. In Subtask C, State of Charge Determination, wurden Techniken gesammelt und diskutiert, mit denen der

Ladezustand eines CTES-Systems zuverlässig und kosteneffizient bestimmt werden kann. Ziel von Subtask D, Stability of PCM and TCM, war es, die Forschung und Entwicklung zur Stabilität von PCM und TCM zu unterstützen, indem die zugrunde liegenden Degradationsmechanismen verstanden und klassifiziert werden. Das Thema von Subtask E, Effektive Bauteilleistung mit innovativen Werkstoffen, war die (Bewertung der) Wechselwirkung zwischen Material und Bauteil zur Verbesserung der Systemleistung.

Task 67 basiert wie seine Vorgänger auf einer engen Zusammenarbeit innerhalb der internationalen CTES-F&E-Gemeinschaft. Die folgenden Ergebnisse wurden in den fünf Unteraufgaben erzielt.

Die Experten der Task 67 erzielten wesentliche Fortschritte bei der Arbeit an standardisierten Messmethoden, die zu verbesserten Fähigkeiten der teilnehmenden Forscher und Labors bei der Charakterisierung von TES-Materialien führten. Zu diesem Zweck wurden Ringversuche zur Wärmeleitfähigkeit/Diffusionsfähigkeit, spezifischen Wärmekapazität pulverförmiger Materialien, Enthalpieänderung aufgrund von Sorption oder chemischer Reaktion, Dichte und Viskosität durchgeführt. Die Anforderungen an eine überarbeitete CTES-Materialdatenbank wurden definiert, bewertet und in einem Software Requirements Specification (SRS) Dokument zusammengefasst.

Die gesammelten Informationen zur Verbesserung von CTES-Materialien zeigen, wie komplex die Untersuchung dieser Materialien ist, aber auch, wie geeignete Strategien - wie Materialmischungen und Verbundstoffe - es ermöglichen, Materialien mit abgestimmten Eigenschaften für den potenziellen Einsatz in CTES-Anwendungen zu erhalten. Offene Fragen betreffen die Definition von Leitlinien für die Materialoptimierung und die Quantifizierung der Auswirkungen auf das TES-System.

Insgesamt wurden sechszwanzig Methoden und Konzeptnachweise zur effektiven Bestimmung des Ladezustands von PCM- oder TCM-Systemen gesammelt und klassifiziert. Vier Prototypsysteme, bei denen eine direkte Interaktion zwischen dem Materialverhalten und dem Kontrollsystem besteht, werden vorgestellt und diskutiert.

Der entwickelte Ansatz zur Abbildung der Degradation von CTES-Materialien bietet einen verständlichen Überblick über die Degradationsmechanismen und die entsprechenden Degradationsfaktoren, die für ein bestimmtes Material oder eine Materialklasse relevant sind. Es wurden elf verschiedene Beispiele für die Degradationskartierung von CTES-Materialien erarbeitet. CTES-Materialstabilitätstests unter Anwendungsbedingungen können nur dann sinnvoll durchgeführt werden, wenn ein Verständnis für die Abhängigkeiten zwischen Degradationsfaktoren, Degradationsmechanismen und Auswirkungen auf das CTES-Material und -System besteht.

Es wurden Leistungsindikatoren für PCM vorgeschlagen, die einen fairen Vergleich von Latentwärmespeichern ermöglichen. Dies war bisher nicht möglich. Zum Beispiel wird ein Vergleich der durchschnittlichen Wärmeleistung stark von den Anfangs- und Randbedingungen während des Versuchs beeinflusst. Um diese Einflüsse zu minimieren und eine vergleichbare Analyse zu ermöglichen, wurden von den Task-Teilnehmern drei Methoden entwickelt. Für die Bewertung der TCM-Komponenten wurden ein standardisiertes Absorptionskurven-basiertes Performance Mapping und ein standardisiertes temperaturbasiertes Testverfahren für den Sorptionswärmespeicher in der Raumwärmeanwendung entwickelt.

## **Projektkoordinator**

- AEE - Institut für Nachhaltige Technologien (kurz: AEE INTEC)

## **Projektpartner**

- AIT Austrian Institute of Technology GmbH
- Technische Universität Wien
- FH OÖ Forschungs & Entwicklungs GmbH