

Heatcube®

Die Prozesswärme
der Zukunft – ein
effektiver Schritt zur
Dekarbonisierung der
Industrie

Autoren:

Lars Martinussen,
Commercial Director Northern Europe
Kyoto Group AS



Wärme hat den weltweit höchsten Energiebedarf.

Für die Erzeugung von Wärme wird weltweit die meiste Energie verbraucht – und die stammt größtenteils noch von fossilen Brennstoffen, die für 40 % der globalen CO₂-Emissionen verantwortlich sind.

Dies stellt eine enorme Herausforderung für die Emissionsreduktion und die nachhaltige Entwicklung insbesondere in der Industrie dar, auf die 22 % des Gesamtenergiebedarfs entfällt und die große Mengen an CO₂ ausstößt. Der weltweite Bedarf an dekarbonisierter industrieller Prozesswärme beträgt knapp 26.000 TWh pro Jahr. Rund 45 % davon (mit Temperaturen von bis zu 500 °C) lassen sich schon heute mühelos elektrifizieren.



„Die deutliche CO₂-Reduktion, die überschaubare Anfangsinvestition und die Lebensdauer von 25 Jahren machen Heatcube zu einer unmittelbar verfügbaren, kosteneffizienten und nachhaltigen Lösung.“

Die dezentrale Speicherung ist eine tragende Säule der weltweiten Energiewende und eröffnet ganz neue Möglichkeiten der Erzeugung, Speicherung und Verteilung von Energie. Für die Eindämmung des Klimawandels und den Übergang zu einer nachhaltigen Energiewirtschaft sind dezentrale Speicherlösungen praktisch unverzichtbar.

Einer der wichtigsten Treiber für den Umstieg auf dezentrale Speicher ist deren Schlüsselrolle in der Integration erneuerbarer Energien. Auch wenn Solar- und Windkraft immer mehr an Bedeutung gewinnen, macht das schwankende Angebot an Strom aus diesen Quellen eine konstante Versorgung schwierig. Dezentrale Speichersysteme wie z. B. Wärmespeicher lösen dieses Problem, indem sie in Zeiten hoher Erträge überschüssige Energie speichern und wieder freigeben, wenn der Bedarf besonders hoch oder die regenerative Stromerzeugung gering ist. Dies mindert die Abhängigkeit von konventionellen Reservekraftwerken mit

hohem CO₂-Ausstoß und ebnet den Weg für ein klimafreundlicheres und zuverlässigeres Stromnetz.

Doch wie genau lässt sich dies erreichen?

Die Antwort ist eine Kombination aus unterschiedlichen Technologien und Lösungen – und die Elektrifizierung von Prozesswärme ist ein kritisches Teil in diesem Puzzle.

Kyoto Heatcube ist eine Lösung, um industrielle Prozesswärme effektiv zu elektrifizieren. Durch den Umstieg von fossilen Brennstoffen auf Heatcube lassen sich die jährlichen CO₂-Emissionen um 2.000 bis 15.000 Tonnen senken – je nachdem, welcher Energieträger ersetzt wird (z. B. Erdgas, Kohle oder Diesel). Die deutliche CO₂-Reduktion, die überschaubare Anfangsinvestition und die Lebensdauer von 25 Jahren machen Heatcube zu einer unmittelbar verfügbaren, kosteneffizienten und nachhaltigen Lösung.

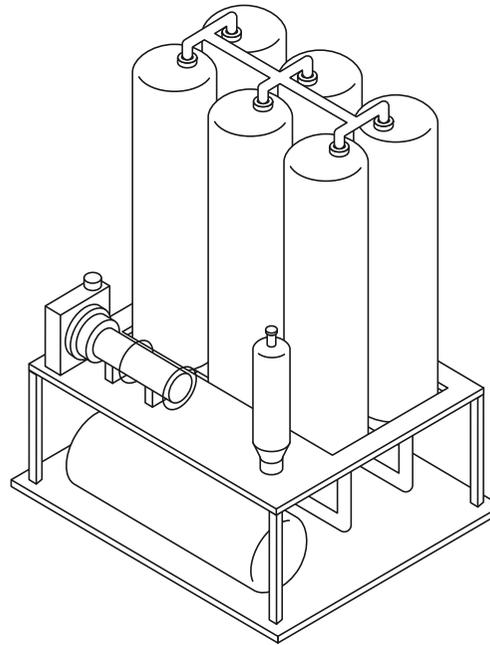


**Bis zu 15,000
Tonnen**

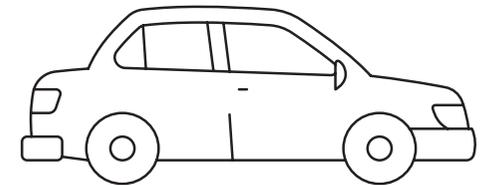
jährliche CO₂-Reduktion

„Durch den Umstieg von fossilen Brennstoffen auf Heatcube lassen sich die jährlichen CO₂-Emissionen um 2.000 bis 15.000 Tonnen senken – je nachdem, welcher Energieträger ersetzt wird (z. B. Erdgas, Kohle oder Diesel)“.

CO₂-Reduktion



=



CO₂-Einsparung
in Höhe der Emissionen von

7,155

Autos

Ablösung von Erdgas
in der Industrie durch

1x 52 MWh

Die thermische Batterie für eine nachhaltige Zukunft.

In Sonnenwärmekraftwerken kommt die thermische Energiespeicherung (TES) mit geschmolzenem Salz schon seit fast zwei Jahrzehnten standardmäßig zum Einsatz.

Mit Heatcube wird die bewährte TES-Technologie herunterskaliert und mit einer neuen Prozessauslegung kombiniert, sodass sie auch für industrielle Prozesse genutzt werden kann. Heatcube steigert die Nachfrageflexibilität, indem der Bedarf an industrieller Prozesswärme von der sofortigen Verfügbarkeit von Strom abgekoppelt wird. Dadurch sind Leistungen wie die Bedarfsverschiebung, die Integration von erneuerbaren Energien und die Sektorenkopplung (Strom und Wärme) möglich. Heatcube setzt die Lastverschiebung effizient um und nutzt im Überschuss vorhandene und preiswerte erneuerbare Energie zur stabilen Erzeugung von klimafreundlicher Prozesswärme.



Heatcube ist ein besonders flexibles, multifunktionales Energiespeichersystem, das entwickelt wurde, um Wärme für industrielle Anwendungen bedarfsgerecht bereitzustellen. Für eine optimale Leistung kann Heatcube durch den Einsatz von drei Kernkomponenten zum Laden, Speichern und Entladen an die Anforderungen des jeweiligen Wärmebedarfs angepasst werden.

Durch die Kombination einer bewährten Technologie mit einer hochmodernen Auslegung liefert Heatcube konstant Dampf im Temperaturbereich von 150 bis 300 °C. Dank des modularen Ansatzes von Kyoto können die Lösungen in puncto Lade- und Speicherkapazität sowie Wärmeerzeugung an die Bedürfnisse des jeweiligen Industriekunden angepasst werden.

Industriespezifische Auslegung

Heatcube kann innerhalb von Stunden voll geladen werden und – je nach installierter Kapazität und der erforderlichen Wärmekapazität – für 24 Stunden Wärme bereitstellen. Ein besonderes Merkmal von Heatcube ist die gleichzeitige Ladung und Entladung – so kann Strom aus erneuerbaren Energien genutzt werden, sobald er verfügbar ist, ohne dass die Wärmezufuhr unterbrochen wird. Die kurze Hochlaufzeit eröffnet für Betreiber den Zugang zu Ausgleichsmärkten (Regelreserve).

Die Ladekapazität beträgt 10, 15 oder 20 MW aus

Der Kreisprozess

Ladevorgang:

Durch Zirkulation im Elektroheizer wird Salz geschmolzen und im heißen Zustand gespeichert.

Entladevorgang:

Das geschmolzene Salz zirkuliert aus den Tanks in einen Dampferzeuger – es entsteht Dampf. Das erkaltete Salzgemisch wird wieder in die Tanks eingeleitet.

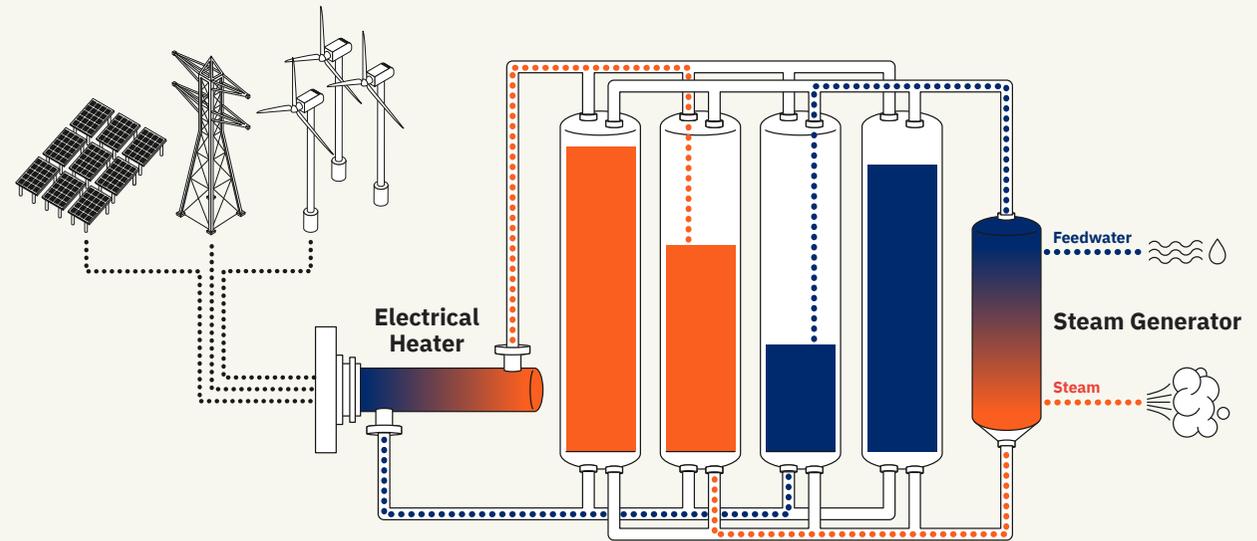


Abb. 1: Der Lade- und Entladeprozess von Heatcube.

dem Netz bzw. von netzunabhängigen regenerativen Energieerzeugungsanlagen. Das modulare System mit einer Speicherkapazität von 13 MWh pro Tank kann auf eine Gesamtkapazität von 104 MWh erweitert werden.

Heatcube kann mit einer thermischen Leistung von bis zu 14 MW und einem Druck von bis zu 25 bar an unterschiedlichste Wärmeprozesse angepasst werden.

„Heatcube wurde für eine nahtlose Integration in einen bestehenden Produktionsprozess entwickelt. Die Plug-and-Play-Lösung wird einfach an die Stromversorgung, die Wassereinspeisung und den Dampfauslass angeschlossen.“

Betrieb

Die operative Steuerung von Heatcube erfolgt über das integrierte Batteriemanagementsystem (BMS).

Das BMS dient erstens dazu, notwendige Daten für die Steuerung, Berichterstattung, Statistik und Datenbankspeicherung zu erfassen, und zweitens, Heatcube mechanisch sicher zu betreiben. Das BMS sorgt dafür, dass alle Batterievorgänge ordnungsgemäß und sicher durchgeführt werden, ist jedoch von externen Systemen abhängig, um den Lade- und Entladeprozess zu starten und zu stoppen.

Gleichzeitiges Laden und Entladen

Das Flüssigsalz-Kreissystem ist für separates Laden (Elektroheizer) und Entladen (Prozesswärme, z. B. Dampf) konzipiert. Dadurch kann das Wärmespeichersystem gleichzeitig ge- und entladen werden. Der Betreiber kann so für die Erzeugung von Prozesswärme jederzeit den gerade verfügbaren preiswerten Ökostrom nutzen.

Salz als Speichermedium

Die effizienteste Nutzung von Energie zur Erzeugung von Prozesswärme besteht darin, die Energie

als Wärme zu speichern. Die Verwendung von geschmolzenem Salz als Speichermedium bietet verschiedene Vorteile für industrielle Anwendungen. Das ternäre Salz ist nachhaltig und wird innerhalb seiner Betriebsbedingungen eingesetzt, damit es mit der Zeit nicht degradiert. Die intelligente Wärmespeicherung sorgt für eine gleich bleibende Qualität und Temperatur der Prozesswärme im Bereich von 150 bis 300 °C.

Heatcube verwendet keine seltenen Erden. Das Salzgemisch ist weder entzündlich noch explosiv und die Salze wurden in den vergangenen Jahrzehnten weltweit für verschiedenste Lösungen der Energieerzeugung und -speicherung genutzt. Das Salz ist abbauresistent und kann daher recycelt und in neuen Heatcubes wiederverwendet werden.

Nahtlose Integration

Heatcube wurde für eine nahtlose Integration in einen bestehenden Produktionsprozess entwickelt. Die Plug-and-Play-Lösung wird einfach an die Stromversorgung, die Wassereinspeisung und den Dampfauslass angeschlossen.



150 - 300°C

Dampf Temperatur

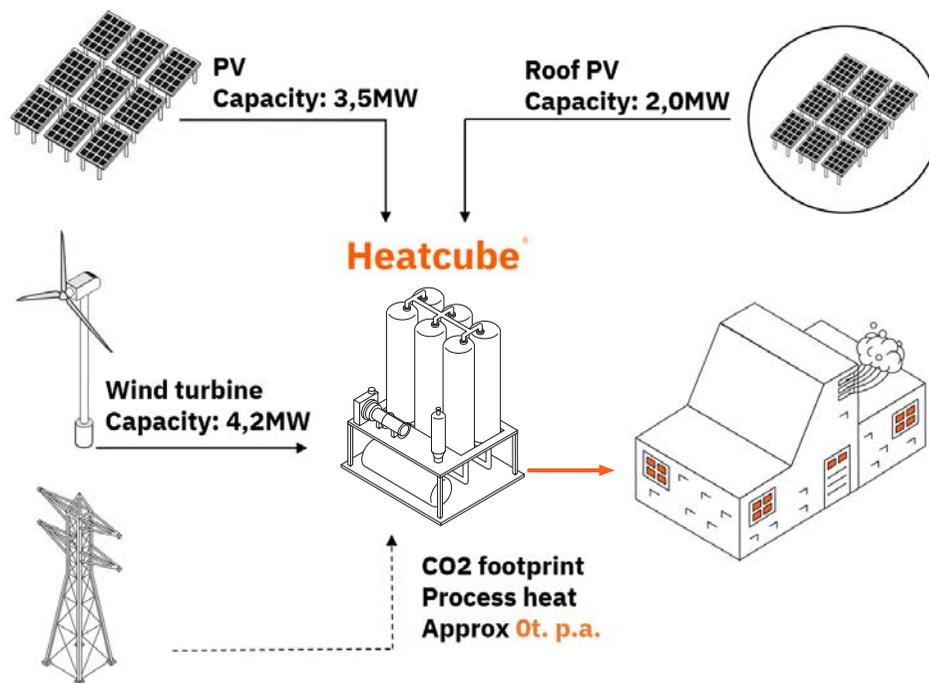
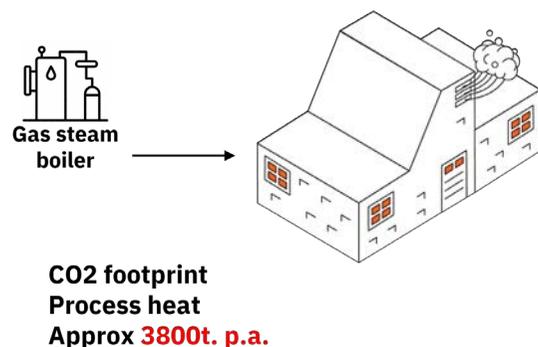


„Die effizienteste Nutzung von Energie zur Erzeugung von Prozesswärme besteht darin, die Energie als Wärme zu speichern. Genau das erreichen wir mit Heatcube.“

Wärme für das Papier, das um die Welt geht.

75 % aller transportierten Güter werden in Kartons aus Wellpappe verpackt. In der Kartonindustrie wird der Dampf zum Vorheizen, Rillen, Kleben, Erhitzen und Trocknen der Wellpappe mit fossilen Brennstoffen erzeugt.

Abb. 2: Wärmespeicher ermöglichen die Umstellung der Wellpappenproduktion von fossiler Energie auf preiswerte erneuerbare Energien.



2020 betrug die CO2-Bilanz der Branche insgesamt 11,5 Mio. Tonnen CO2e. Ohne Gegenmaßnahmen wird diese Zahl bis 2050 auf insgesamt 17,6 Mio. CO2e steigen. Branchenberichten zufolge werden die energiebezogenen Investitionen bis 2030 jedoch um das Vierfache und in den nächsten Jahrzehnten um mehr als Zehnfache anziehen. Zudem geht man davon aus, dass Kartonhersteller bis zu 40 % ihres Strombedarfs aus netzunabhängigen regenerativen Energieerzeugungsanlagen decken können (Quelle: FEFCO Climate Neutrality Roadmap).

Ein deutscher Kartonhersteller investiert derzeit in den Ausbau von Photovoltaik- und Windenergieanlagen auf eine Gesamtkapazität von ca. 10 MW, um seine CO2-Emissionen bis 2030 um 55 % zu senken. Aktuell fallen bei der Herstellung von Wellpappe jährlich 3.800 Tonnen CO2 an – pro Standort. Die Einführung von regenerativen Energien setzt Möglichkeiten zur Speicherung solcher volatiler Energie voraus – und mit Kyoto Heatcube wird die Erzeugung von fossilfreiem Prozessdampf möglich.

Jetzt ist Tempo gefragt!

Um die Ziele des Pariser Klimaabkommens zu erreichen, muss die weltweite Energiewende vier- bis sechsmal schneller vollzogen werden als bisher – zu diesem Ergebnis kommen die Internationale Energieagentur (IEA) und die Internationale Agentur für erneuerbare Energien (IRENA).

Wärme hat weltweit den höchsten Energiebedarf und wird derzeit noch fast vollständig mit fossilen Brennstoffen (89 %) erzeugt. Gleichzeitig werden umfangreiche Maßnahmen ergriffen, um der Industrie fossilfreie Alternativen wie z. B. Wasserstoff bereitzustellen. Auf lange Sicht wird Wasserstoff voraussichtlich ein Teil der Lösung sein – er birgt jedoch auch wirtschaftliche, technische und strukturelle Herausforderungen, insbesondere für die Temperaturen und Mengen, die für die meisten industriellen Prozesse benötigt werden.

Um die ambitionierten Ziele der Industrie zu erreichen, muss jetzt gehandelt werden. Die Technologien sind bereits vorhanden, um einen erheblichen Anteil des Bedarfs an Prozesswärme zu elektrifizieren und industrielle Prozesswärme aus günstigen erneuerbaren Energien zu erzeugen. Die Elektrifizierung von Prozesswärme gilt als einfach



Abb. 3: Der Norbis Park Heatcube im dänischen Aalborg ersetzt Kohle als Energieträger für die Erzeugung von Fernwärme. Die Anlage hat eine Ladekapazität von 5 MW und eine Speicherkapazität von 18 MWh. Dieser Heatcube senkt die CO₂-Emissionen um bis zu 2.000 Tonnen pro Jahr.

Elektrifizierung in der Praxis

erreichbar, da skalierbare Lösungen bereits vorhanden sind.

Dabei lohnt es sich im Hinterkopf zu behalten, dass es Anfang 2024 nur noch 72 Monate bis zum Jahr 2030 waren.

Bei der Anlage im Kraftwerk Nordjylland im dänischen Aalborg handelt es sich um den weltweit ersten Einsatz der Flüssigsalztechnologie für die Wärmeerzeugung und -speicherung in Verbindung

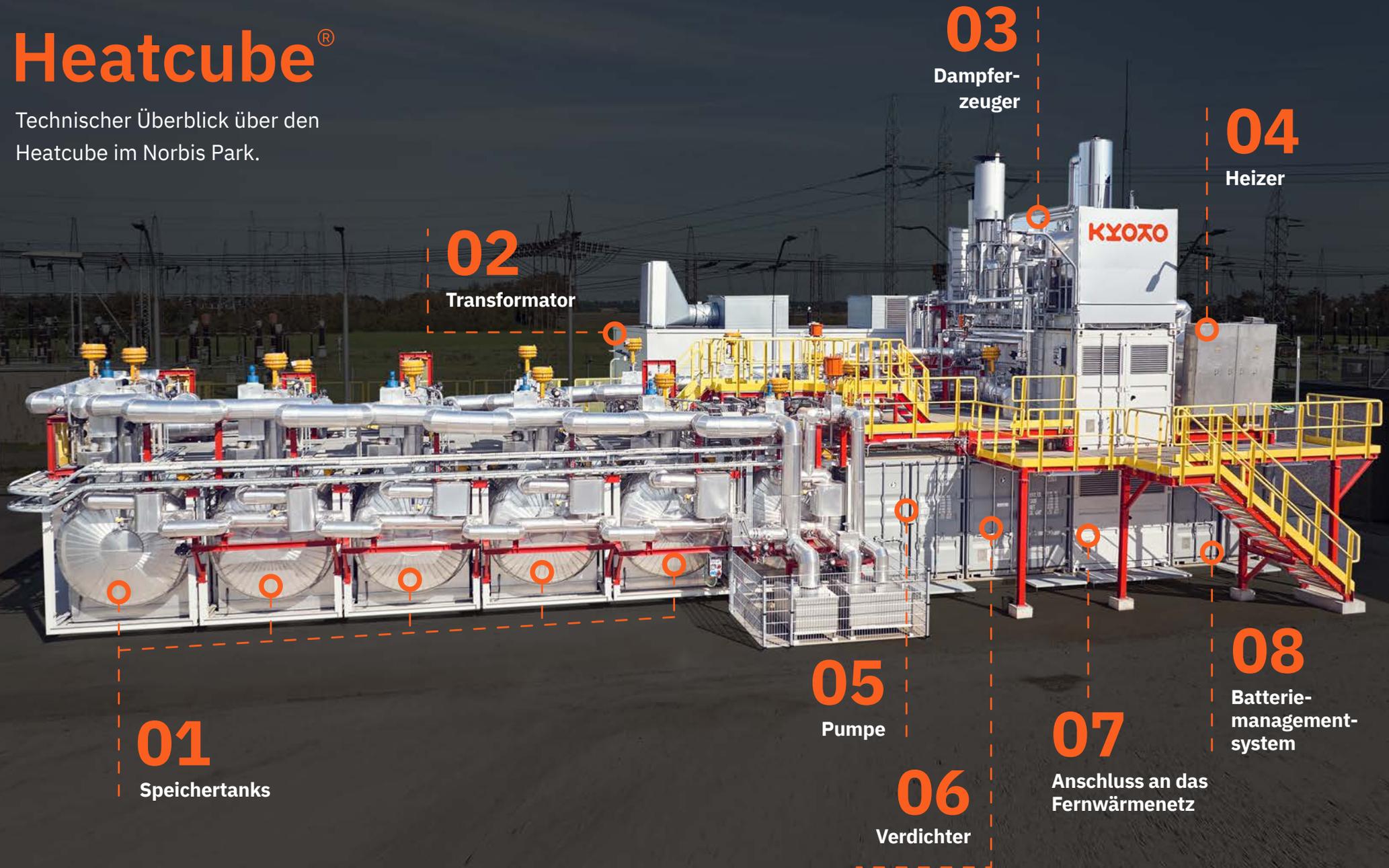
mit einem kommunalen Fernwärmenetz.

Dieser Heatcube ersetzt Kohle als Energieträger zur Erzeugung von Fernwärme durch erneuerbaren Strom bzw. Strom aus dem öffentlichen Stromnetz und führt so zu einer deutlichen Senkung der CO₂-Emissionen.

Aalborg Forsyning kann Heatcube zudem als Erzeugungsanlage für die Flexibilitätsvermarktung nutzen.

Heatcube®

Technischer Überblick über den Heatcube im Norbis Park.



01

Speichertanks

02

Transformator

03

Dampfer-
zeuger

04

Heizer

05

Pumpe

06

Verdichter

07

Anschluss an das
Fernwärmenetz

08

Batterie-
management-
system

Warum ist die dezentrale Wärmespeicherung der Schlüssel zur Dekarbonisierung?

Die Überlastung des europäischen Stromnetzes ist angesichts des schnellen Ausbaus der Erneuerbaren zu einem drängenden Problem geworden. Grund für die Überlastung ist die schwankende Verfügbarkeit von Energie aus regenerativen Quellen in Kombination mit einer mangelhaften Netzinfrastruktur.

Dadurch wird die effiziente Energieübertragung beeinträchtigt: Es entstehen Engpässe, die Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Energien wird zunehmend gedrosselt und der Ausgleich von Angebot und Nachfrage auf dem europaweiten Strommarkt erschwert.

Dezentrale Wärmespeicher wie Kyoto Heatcube fördern den Netzausgleich, weil sie überschüssigen Strom aus erneuerbaren Energiequellen in Zeiten der Überproduktion speichern. Bei Spitzenlasten oder geringer Einspeisung von Ökostrom wird die gespeicherte thermische Energie freigegeben und dient so als flexible und zuverlässige Energiequelle. Dies fördert die Netzstabilität, gleicht Schwankungen aus und erhöht allgemein die Resilienz des Stromnetzes.

Scope 1 und 2 und Scope 3

Dekarbonisierungsmaßnahmen in den Geltungsbereichen Scope 1 und 2 sind für die Senkung von direkten und indirekten Treibhausgasemissionen entscheidend. Scope 1 betrifft die Emissionen

aus Quellen, die sich direkt im Besitz oder unter der Kontrolle eines Unternehmens befinden; hier gilt es, die eigene Nutzung fossiler Brennstoffe zu minimieren. Scope 2 betrifft die indirekten Emissionen, die durch die Erzeugung von zugekaufter Energie entstehen, und erfordert einen Umstieg auf erneuerbare Energiequellen und Energieeffizienz für eine umfassende Dekarbonisierung. Die meisten Unternehmen haben sich zum Ziel gesetzt, ihre Emissionen bis 2030 um 50 bis 60 % zu senken, und streben bis 2050 das Netto-Null-Ziel an. Scope 3 umfasst die indirekten Emissionen aus der Wertschöpfungskette eines Unternehmens, einschließlich Lieferanten, Kunden und Produktlebenszyklen.

Die Berücksichtigung von Scope-3-Emissionen spielt für umfassende Dekarbonisierungsstrategien von Unternehmen eine immer wichtigere Rolle. Amazon gehört zu den Unternehmen, die sich vorgenommen haben, die Emissionen entlang ihrer gesamten Lieferkette zu senken: Ab 2024 wird Amazon seine Lieferkettenstandards aktualisieren und seine

Lieferanten verpflichten, ihre Emissionen regelmäßig zu berichten und Reduktionsziele festzulegen. Amazon hofft, seine Größe und Reichweite zu nutzen, um Unternehmen zu unterstützen, die sich der Dekarbonisierung verschrieben haben, und will Produkte und Tools bereitstellen, die Emissionen überwachen und gleichzeitig zu deren Senkung beitragen können. Laut Amazon wird das Unternehmen ausgewählte Lieferanten dabei unterstützen, den Umstieg auf CO₂-freien Strom zu vollziehen. Diesen Ansatz verfolgen auch Unternehmen wie z. B. Walmart und Apple.

Scope 3 wird zukünftig eine immer wichtigere Rolle spielen, da dieser Geltungsbereich die indirekten Emissionen eines Unternehmens umfasst und somit einen Einfluss auf dessen Attraktivität für Investoren und Anleger hat. Immer mehr Anleger bevorzugen Unternehmen, die über umfassende Strategien für die Emissionsminderung verfügen und den Fokus auf Nachhaltigkeit und langfristige ökologische Verantwortung legen.

Wärmespeicher zur Bereitstellung von Regelenergie

Dezentrale Wärmespeicher können zur Bereitstellung von Kapazitätsreserven genutzt werden, um die Netzstabilität zu fördern und Erlöse zu erzielen. Dies bietet neue Möglichkeiten, damit dezentrale Energiespeichersysteme zur Netzstabilität beitragen und für ihre Dienstleistungen vergütet werden.

Heatcube bietet verschiedene Vorteile, z. B. schnelle Reaktionszeiten, eine höhere Netzstabilität, Flexibilität und die Integration der erneuerbaren Energieerzeugung vor Ort und stellt somit eine wertvolle Anlage für die aFRR- und mFRR-Märkte dar. Durch eine schnelle Reaktion auf Schwankungen der Netzfrequenz trägt Heatcube zur Netzstabilität bei und hilft, ein Ungleichgewicht im Stromnetz zu vermeiden.

Energinet, der staatliche dänische Übertragungsnetzbetreiber im Besitz des dänischen Ministeriums für Klima, Energie & Versorgung, hat Heatcube als Anbieter von Flexibilitätsdienstleistungen für das Netzgebiet DK1 zugelassen.

Kürzlich durchgeführte Tests zur Reaktionszeit haben die außergewöhnliche Betriebsleistung des Heatcube bestätigt. Dabei wurde ein nahtloses und zuverlässiges Hochfahren des Heizers von 0 MW auf 5 MW in weniger als 3 Sekunden nachgewiesen. Diese schnelle Reaktionszeit übertrifft die Anforderungen für alle Flexibilitätsmärkte.

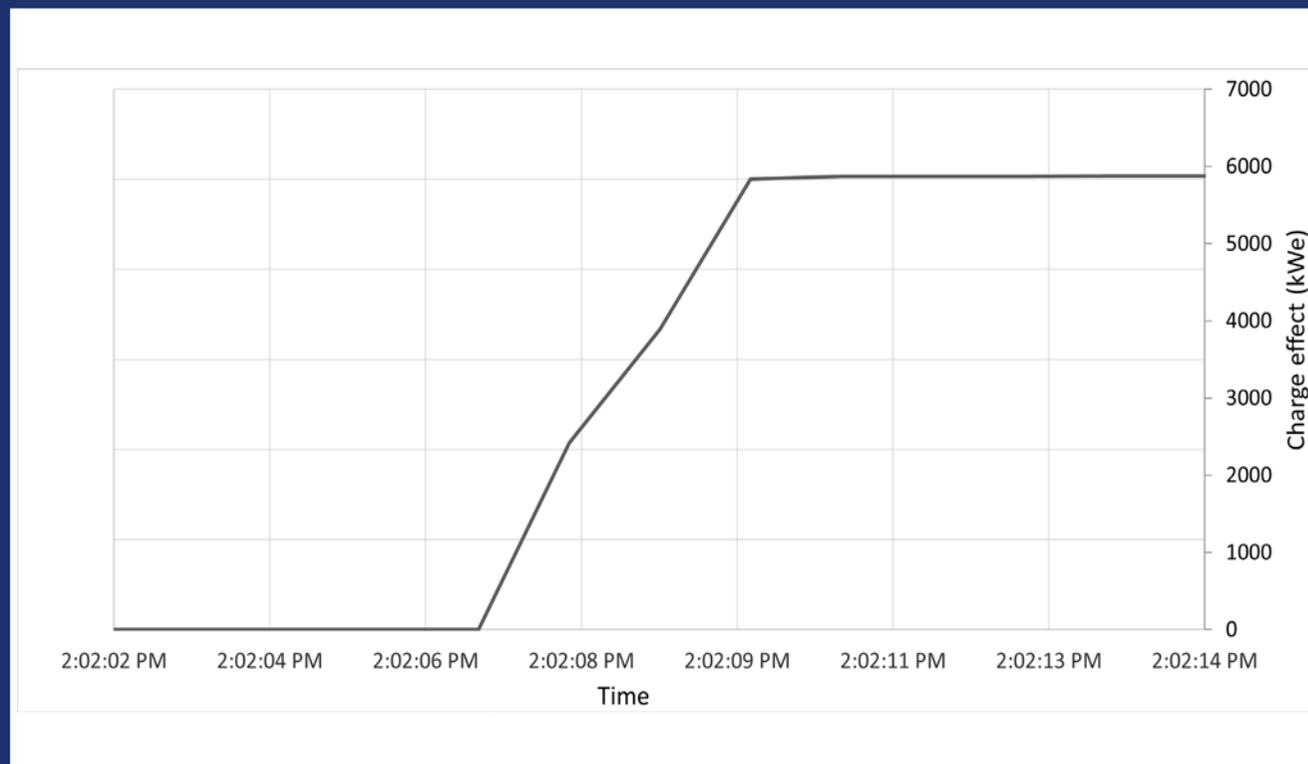


Abb. 4: Grafische Darstellung der Ergebnisse des Hochlauftests.

Das Diagramm ist eine grafische Darstellung der Ergebnisse.

KI-gestützte Handelsplattformen wie z. B. inspired tragen zur Optimierung von Wärmespeichern bei, was zu geringeren Strompreisen für Industrieunternehmen führt. Diese Systeme nutzen künstliche Intelligenz, um umfangreiche Datensätze wie z. B. Markttrends, Wetterprognosen und Energiebedarfsmuster auszuwerten. Durch

die genaue Vorhersage von Spitzenlasten und Marktschwankungen können die thermischen Batterien mithilfe von KI-gestützten Algorithmen präzise optimiert werden.

Der wesentliche Vorteil besteht darin, dass diese Batterien in Off-Peak-Zeiten geladen werden können, wenn der Verbrauch minimal ist und die Energiepreise geringer sind. In verbrauchsintensiven Zeiten wird die gespeicherte Energie dann effizient freigegeben, sodass der Bedarf an teuren Energiequellen entfällt.

Digitalisierung mit Kyoto.

Durch die Digitalisierung der Wärmespeicherung kann das Energiemanagement in Echtzeit überwacht und gesteuert werden, was den Umstieg auf klimafreundliche Energie deutlich fördert.

Die präzise Optimierung der Wärmespeicherung mithilfe von smarten Technologien ermöglicht die Lastregelung und die Integration von verschiedenen erneuerbaren Energien. Prädiktive Analytik steigert die Effizienz und Zuverlässigkeit der Anlage und minimiert Ausfallzeiten durch proaktive Wartung.

Diese digitale Integration fördert eine resiliente und reaktionsfähige Energieinfrastruktur und senkt so die Betriebskosten und Umweltauswirkungen. Darüber hinaus fördert das nahtlose Wechselspiel mit intelligenten Stromnetzen die Netzstabilität und erleichtert den Übergang zu einer nachhaltigen,

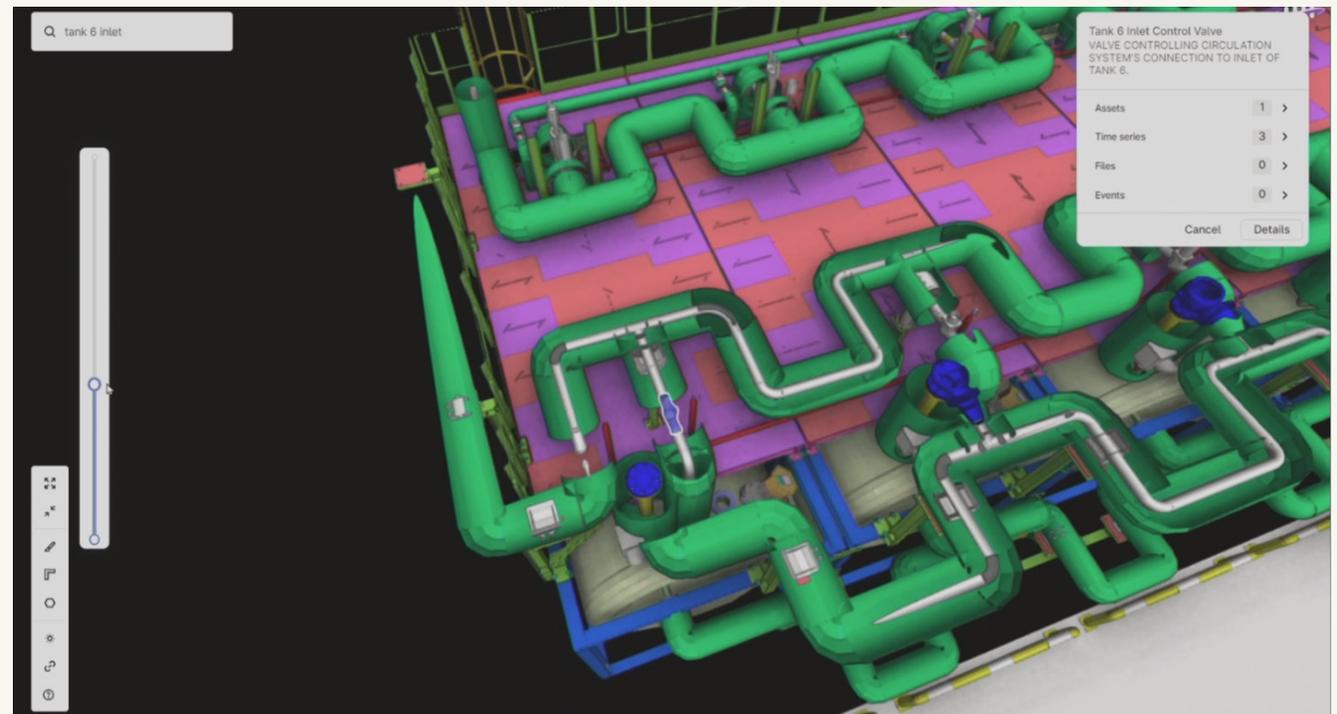


Abb. 5: Digitaler Zwilling des Heatcube im Norbis Park in Aalborg, Dänemark.

dezentralen Energielandschaft – ein entscheidender Schritt in eine effiziente, kohlenstoffarme Zukunft.

Es lässt sich Heatcube einfach mit neuen Akteuren auf dem Strommarkt integrieren und bietet Flexibilität und mögliche neue Einnahmequellen für Besitzer von Industrieanlagen. Durch die Integration sind Kunden von Kyoto außerdem in der Lage, das Datenmanagement und die Betriebskosten zu

optimieren – auf der Grundlage einer erstklassigen vorbeugenden und vorausschauenden Wartung.

Fazit

Kyoto Heatcube ist eine Anlage zur Elektrifizierung der industriellen Prozesswärme. Die Technologie ist nachweislich in der Lage, fossile Brennstoffe durch erneuerbare Energien zu ersetzen, und eignet sich somit als konkrete Lösung für die Industrie, ihre Emissionsziele bis 2030 und darüber hinaus zu erreichen.

Der modulare Aufbau, die Skalierbarkeit und die industriespezifische Plug-and-Play-Auslegung erfüllen die Anforderungen der meisten Industrieunternehmen mit Bedarf an Prozesswärme. Die bewährte Flüssigsalztechnologie bietet zudem eine hohe Flexibilität sowohl bei der Nutzung von überschüssigem Ökostrom als auch bei der Bereitstellung von gespeichert-er Energie für den Flexibilitätsmarkt.

Quellen:

<https://sustainability.aboutamazon.com/carbon-methodology.pdf>

<https://sustainability.aboutamazon.com/2022-sustainability-report.pdf>

<https://www.greenbiz.com/article/get-ready-amazon-will-ask-supply-chain-report-emissions-starting-2024>

[FEFCO Climate Neutrality Roadmap.pdf](#)



Folgen Sie uns
auf Social Media:



YouTube



LinkedIn

Kontakt

Kyoto Group AS

www.kyotogroup.no

Lars Martinussen,

Commercial Director Northern Europe

lars.martinussen@kyotogroup.no



Lohnt sich der Umstieg auf erneuerbare Wärme?



Finden Sie heraus, wie viel Sie mit Kyoto sparen können. Besuchen Sie unsere Website.