

Saubere Prozesswärme “Out-of-the-Box”



Mit Innovation leistet ein junges Unternehmen aus dem Saarland einen Beitrag zur Dekarbonisierung der Industrie: Kraftblock heißt das Scale-Up und sein Produkt mit thermischer Speichertechnologie für grüne Energie. Während die Hochtemperatur-Wärmespeicher mit FEM-, CFD- und DEM-Simulationen entwickelt wurden und optimiert werden, sollen künftig Digitale Zwillinge ihren reibungslosen und transparenten Betrieb sichern und neue Geschäftsmodelle ermöglichen.

Kraftblock hat klein angefangen. Sehr klein. Denn auf Nano-Ebene forschte der Chemiker Martin Schichtel, der am Leibniz-Institut für Neue Materialien in Saarbrücken promoviert hat, an dem Speichermaterial, das in den Hochtemperatur-Wärmespeichern von Kraftblock arbeitet. 2014 hat er gemeinsam mit der Ökonomin Dr. Susanne König das Unternehmen Kraftblock gegründet. Die Mission: Die Dekarbonisierung der Industrie voranbringen durch eine innovative, effiziente und erschwingliche Bereitstellung von Prozesswärme aus vornehmlich erneuerbaren Energiequellen.

Die Forschungsergebnisse führten zum entscheidenden Baustein der Wärmebatterie – ein Granulat, das Energie als Hitze statt als Strom speichert und dabei sehr nachhaltig ist: Es kommt ohne seltene Erden aus und besteht zu 85% aus recycelten Materialien wie Stahl- oder Glasschlacke, die weltweit in großen Mengen auf Deponien liegen. Abhängigkeiten und Engpässe sind daher ausgeschlossen, zudem ist die Rezeptur für bis zu 40 Jahre getestet. Zum Einsatz kommt das Granulat in einem container-ähnlichen Gehäuse. Das ist der Kraftblock, der Hochtemperatur-Wärmespeicher, der wie sein Hersteller heißt. Er kann Energie aufnehmen und bis zu zwei Wochen speichern, bevor die Wärme „on demand“ abgerufen wird. Die Vorteile: Abwärme aus Produktionsprozessen wird konserviert, Energie aus erneuerbaren Quellen dann eingekauft, wenn sie günstig ist. Davon profitieren energieintensive Industriebereiche, deren Prozesswärme bisher meist aus fossilen Brennstoffen stammt und hohe Emissionen, Abhängigkeiten und Kosten verursacht.

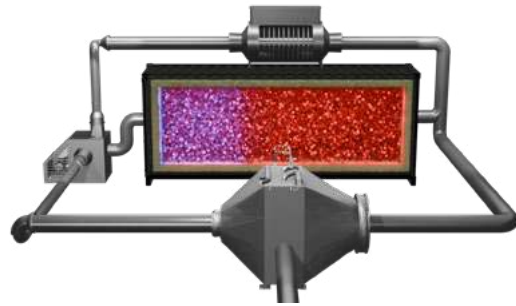


Unser Kernmodell ist, den Energiemarkt schnell und genau zu bespielen und so die günstigsten Preise für flexible Prozesswärme zu erzielen. Um optimal zu agieren braucht es akkurate Simulationen und Vorhersagen des Verhaltens unseres Speichers in jeder Ladesituation.“

Martin Schichtel, CEO & Co-Founder Kraftblock

Maximale Effizienz durch intensive Simulation mit Ansys und CADFEM

Der technische Prozess im Kraftblock ist auf den ersten Blick sehr einfach: Hitze aus Abwärme oder umgewandelter erneuerbarer Energie wird in den Speicher geblasen, wo das Granulat sie absorbiert. Dort verbleibt sie Stunden oder auch mehrere Tage, bis sie für Produktionsprozesse gebraucht wird. Dann wird kalte Luft in den Speicher geblasen, die sich am Material erhitzt und in der benötigten Form als Prozesswärme dem Einsatzbereich zugeführt.

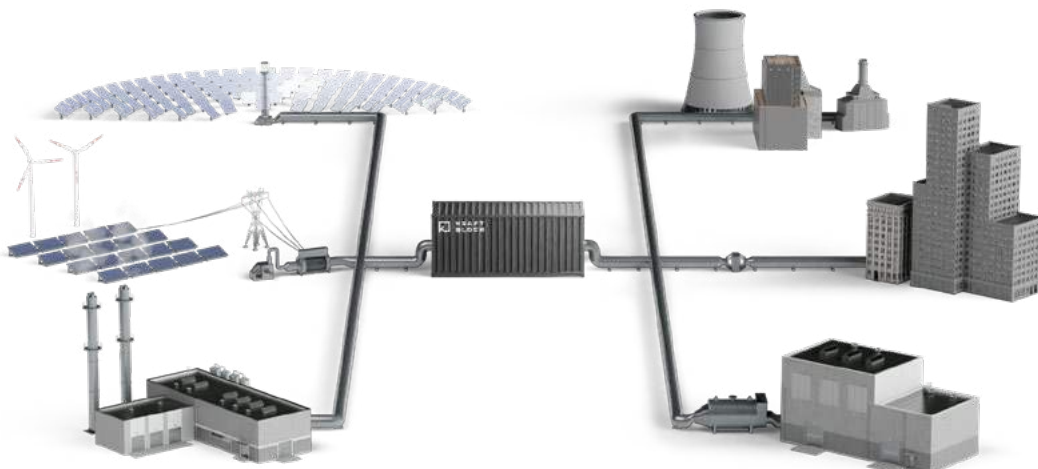


↑ Blick in den Kraftblock: Laden, Speichern, Entladen – die komplexen physikalischen Vorgänge werden mit Ansys Simulationen optimiert, um Verluste zu minimieren. © Kraftblock

Was einfach klingt, ist physikalisch ein komplexes Zusammenspiel aus Temperatúraustausch mit struktur- und strömungsmechanischen Vorgängen und Partikelwechselwirkung.

Um es genau verstehen, entscheidende Parameter identifizieren und optimieren zu können, simuliert Kraftblock mit Ansys Werkzeugen. Mit Dr. Stephan Rother und seinem Team hat Kraftblock dafür ausgewiesene Experten im Haus, die bei Bedarf durch Spezialisten von CADFEM unterstützt werden.

Von CADFEM bezieht Kraftblock auch die Ansys Software. Genutzt wird Ansys Mechanical für viele strukturmechanische und thermische Simulationen und Optimierungen: Es reicht von kleinen und großen Verformungen über Kontakt- und Beulanalysen, Betrachtungen des Verhaltens des Kraftblocks bei Erdbeben bis hin zu thermischen Analysen im Hinblick auf Isolation.

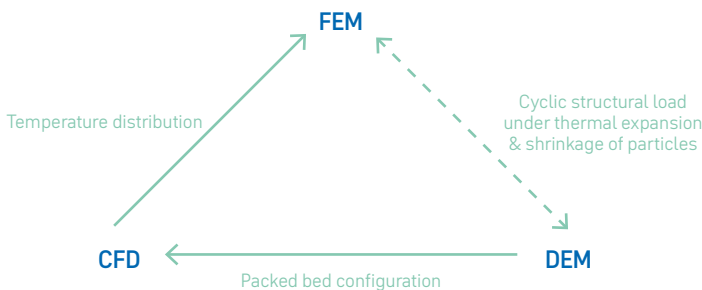


← Das Kraftblock-Prinzip: Energie wird dann aufgenommen, wenn es sich lohnt und als Prozesswärme abgegeben, wenn sie gebraucht wird.
© Kraftblock

Für CFD-Berechnungen setzt Kraftblock auf Ansys Fluent und Ansys CFX. Dabei geht es meist um die Simulation des Strömungsverhaltens der Luft und dem Temperatúraustausch in dem porösen Medium, also die Wechselwirkung mit Material und Struktur. Weil es hier auf jedes Detail ankommt, sind die Modelle sehr groß und werden mit GPU-Technologie und einem HPC-Cluster mit 8 Kernen gerechnet.

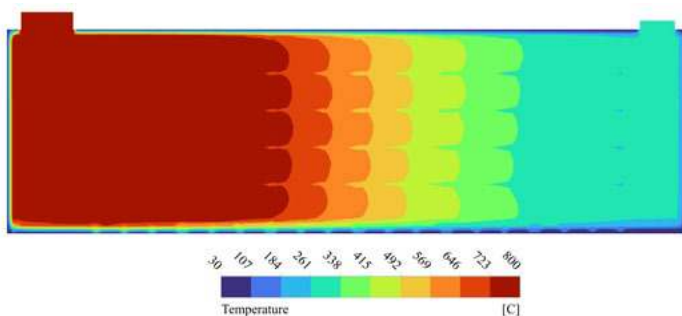
Mit Ansys Rocky werden das Setzverhalten und die Packdichte des Speichergranulats auf Basis der Diskrete Elemente Methode (DEM) abgebildet.

Das hilft dem Kraftblock-Team, das Verhalten des Speichermaterials und seiner Verteilung zu analysieren und in der Interaktion mit den Strömungsvorgängen und dem Strukturverhalten optimal zu allokkieren.



↑ Simulationen in verschiedenen physikalischen Domänen helfen den Kraftblock-Ingenieuren, physikalische Zusammenhänge und Wechselwirkungen zu verstehen und auszunutzen. © Kraftblock

↓ Blick in den digitalen Kraftblock beim Ladevorgang: Temperaturzunahme im Granulat und Strömungsverhalten. © Kraftblock



Kraftblock profitierte bei den Simulationen in verschiedenen Domänen einschließlich der Wechselwirkungen in den ersten Jahren vom Ansys Startup-Paket, das Zugriff auf viele Ansys-Werkzeuge gibt. CADFEM selbst unterstützt zusätzlich mit Seminaren, Support und Beratungsleistungen.

Darüber hinaus ist CADFEM der Sparringspartner des technischen Kraftblock-Teams bei der Evaluierung neuer Anwendungsfelder – wie simulationsbasierte Digitale Zwillinge.

Transparenz für alle: Digitaler Zwilling schafft Klarheit

Dass Simulation bei Kraftblock inzwischen über die Betrachtung und Optimierung physikalischer Eigenschaften und Zusammenhänge hinausgeht, zeigt ein neues Projekt, das das Kraftblock-Team um Stephan Rother gemeinsam mit CADFEM vorantreibt. Der Dritte im Bunde ist die ITficient AG, der Spezialist für Smart Factories und digitalisierte Industrieprozesse innerhalb der CADFEM Group. Darin geht es um den laufenden Betrieb des Kraftblock. Sein Verhalten soll in einem virtuellen Modell detailgenau abgebildet werden, indem Daten aus verschiedenen Quellen und IT-Werkzeuge verknüpft werden. Dieser Digitale Zwilling ist ein vollständiges digitalisiertes Produktsystem, das eine Zustandsüberwachung in Echtzeit („Condition Monitoring“) und damit echte Mehrwerte für Betreiber der Anlage ermöglicht.



Der auf dem Weg zum Digitalen Zwilling verfolgte mehrstufige Ansatz umfasst die Genauigkeitssteigerung der 3D-CFD-Simulationen, die KI-basierte Modellreduktion sowie die kontinuierliche Adaption des reduzierten Modells anhand von Messdaten. Dadurch soll eine hochpräzise und echtzeitfähige Abbildung des Systemverhaltens ermöglicht werden.

Stephan Rother, Simulation Engineer, Kraftblock

Mit CADFEM und ITficient in vier Schritten zum Ziel

CADFEM und ITficient haben schon für und mit unterschiedlichen Kunden Digitale Zwillinge entwickelt. Für den gemeinsamen Weg von der Idee bis zur Umsetzung hat sich ein vierstufiges Konzept bewährt. Ausgangspunkt für jeden der vier Projektschritte ist jeweils ein Workshop mit klarer Zielsetzung:

1. Analyse Status Quo, Ziele & Identifikation eines geeigneten Use Cases
2. Fokus Technologielandschaft, Prozesse und Datenquellen
3. Fokus vorhandene vs. notwendige IT- und Test-Infrastruktur
4. Technisches Detailkonzept und Roadmap für die Umsetzung

Relevanter Use Case: State of Charge

Ein Kraftblock ist eine Wärmebatterie und hat damit eine Eigenschaft, die man auch von konventionellen Batterien kennt: Ihr genauer Ladezustand ist ohne Hilfsmittel unklar. Weil diese Information für Betreiber essenziell ist, sind im Kraftblock Sensoren verbaut, über die der Ladezustand festgestellt werden kann.

Der Knackpunkt: Sensoren können nur mit viel Aufwand ausgetauscht werden; fallen sie aus, werden die Informationen zum Ladezustand ungenauer und ein effizienter Betrieb beeinträchtigt.

Genau in diesem Szenario wurde der konkrete Use Case identifiziert, der im Projekt Volt umgesetzt wird: Darin baut der niederländische Energieversorger Eneco ein Kraftblock-System bei PepsiCo zur Dekarbonisierung der Lebensmittelproduktion, beispielsweise Kartoffelchips, die bei 300°C frittiert werden. Für diese Anlage soll der Prototyp eines Digitalen Kraftblock-Zwillings entwickelt werden, der den aktuellen „State-of-Charge“ zuverlässig anzeigt. Dies soll über virtuelle Sensoren erfolgen, die vorhandene physische Sensorik ergänzen oder sogar ersetzen.

Gelingt dies, profitieren verschiedene Personengruppen:

- Der Operator des Speichersystems Eneco, bei der Steuerung der Wärmezufuhr für die Produktion.
- Das Management von Eneco beim Monitoring und der Optimierung der Prozesse.

Und auch für Kraftblock selbst ist dieser Use Case interessant. Denn er ist einer der Schlüssel für eigene neue Geschäftsmodelle wie „Heat-as-a-Service“.

↓ Die Anlage des Projektes Volt von Eneco, mit dem PepsiCo die Lebensmittelproduktion dekarbonisiert. © Kraftblock



Digitaler Zwilling als Schlüssel für Heat-as-a-Service

Bei „Heat-as-a-Service“ geht es darum, Kunden eine Alternative zum Kauf von Energiespeicheranlagen anzubieten. Statt einem Speicher erwirbt der Kunde Wärmeversorgungsverträge, die auf seinen Bedarf abgestimmt sind. Dieses Modell setzt die Kenntnis des genauen Ladezustands voraus. Nur so können in einem definierten Zeitfenster Dampf, Thermoöl oder heiße Luft mit der vorgegebenen Temperatur und dem erforderlichen Massenstrom bereitgestellt werden. Die Verantwortung dafür liegt bei Kraftblock als Systemlieferanten, der dafür ein zuverlässiges Condition Monitoring benötigt.

Am Digitalen Zwilling dafür arbeitet das technische Kraftblock-Team gemeinsam mit seinen Kollegen des neuen Geschäftsbereichs Energy-Services, mit CADFEM und ITficient. Der in diesem Kreis in den Workshops entwickelten Roadmap folgend, wird die Arbeitsweise der Sensoren im Kraftblock anhand der verfügbaren Daten – viele davon aus den vorangegangenen FEM-, CFD- und DEM-Simulationen – abgebildet. Der Validierung, Verdichtung und Ableitung von Sensitivitäten folgen Systemsimulationen, die dann mit der geeigneten IT-Infrastruktur verknüpft werden. Mit der Fertigstellung des ersten produktiven Zwillings für Eneco Volt rechnet Kraftblock im Frühjahr 2027.

Einmal für den ersten Use Case entwickelt, kann er im Rahmen des neuen Geschäftsmodells für kommende Heat-as-a-Service Aufträge und deren Randbedingungen skaliert und zugeschnitten werden.

ÜBER KRAFTBLOCK

Kraftblock baut und entwickelt Anlagen zur Dekarbonisierung von Wärmeprozessen in Industrien und dem Energiesektor. Die Technologie ersetzt fossile Brennstoffe und erhöht die Energieeffizienz von Prozesswärme. Durch den hauseigenen Hochtemperatur-Energiespeicher bietet Kraftblock ein Schlüsselement für die Energiewende. Die Kraftblock GmbH mit Sitz im saarländischen Sulzbach wurde 2014 von Chemiker Dr. Martin Schichtel und Ökonomin Dr. Susanne König gegründet

kraftblock.com

MEHR ZUM THEMA

Digitale Zwillinge bei CADFEM
cadfem.net/digital-twin

Über ITficient
itficient.com

Start-up Programm
cadfem.net/startup