

---

# Kurzdarstellung der Funktionsweise einer CALEO-Wärmespeicher-Batterie

---

Gemeinsam mit dem Institut für Gebäudeenergetik, Thermodynamik und Energiespeicherung IGTE an der Universität Stuttgart hat CALEO einen PV-Solar-Hybrid-Wärmespeicher entwickelt. Diese ist in zwei Hauptansprüchen einzigartig und wurde 2022 bereits in einem Gebrauchsmusterschutz hinterlegt.

## Wie funktioniert die CALEO-Wärmebatterie?

- (1) Durch eine PV-Anlage auf dem Dach oder am Gebäude wird Sonnenenergie zu Strom gewandelt und zu einem Teil als Hausstrom im Haus verbraucht. Der verbleibende Teil dient der Aufladung der Wärmespeicher-Batterie. Dies erfolgt über einen speziellen Keramikheizstab (auf Widerstandsbasis) in einem Metallkern, wodurch dieser auf  $\sim 450^{\circ}\text{C}$  erwärmt wird. Der Kern gibt seine Wärmeenergie über ein Metallkonstrukt innerhalb des Moduls, bestehend aus einem Mineral-Komposit, homogen in alle Modulbereiche ab. Diesen Vorgang bezeichnet man als „Einbringungsphase“.
- (2) Die Abgabe der Wärme bei Bedarf erfolgt elektronisch geregelt über ein speziell entwickeltes Thermoöl, welches im Wärmetauschverfahren das Heizungswasser - und auch das Brauchwasser – im Regelfall im Pufferspeicher des Objektes direkt erwärmt. Diesen Vorgang bezeichnet man als „Entladungsphase“.

Die Standardgröße der CALEO-Wärmespeicher-Batterie verfügt über eine Kapazität von  $>200$  kWh an Wärme nach Aufladung. Das reicht in einem KfW 100 Haus mit  $150\text{m}^2$  Wfl. für rund 5-7 Tage Wärmeabgabe ohne weitere Energiezufuhr in dieser Zeit.

## Welche Arten von Strom stehen für den Verbrauch in CALEO-Wärmespeicher-Batterien verfügbar?

Im meteorologischen Normalfall kann PV-Strom in der Zeit zwischen März und Oktober relativ zuverlässig verwendet werden. In Zeiten mangelnder PV-Stromerträge, also speziell im Winterhalbjahr und insbesondere bei Schneeeinlagerung auf den PV-Modulen, kann es zu einer Minderversorgung mit regenerativem Strom vom Dach kommen. In diesem Fall kann die CALEO-Steuerungseinheit *IQ-Brain* Strom aus der sogenannten SRL Regelenergiereserve der Transferstromnetze abrufen.

Mit Regelenergie (auch „Regelleistung“ genannt) bezeichnet man die Energie, die ein Netzbetreiber benötigt, um unvorhergesehene Leistungsschwankungen in seinem Stromnetz auszugleichen. Es wird zwischen positiver und negativer Regelenergie unterschieden. Es gibt zwei Arten von Regelenergie: Positive Regelenergie ist Strom, der ins Netz eingespeist wird, um zu geringer Leistung und sinkender Netzfrequenz entgegenzuwirken. Negative Regelenergie ist Strom, der dem Netz entnommen wird, um zu hoher Leistung und steigender Netzfrequenz entgegenzuwirken. Die negative Regelenergie kann also in die CALEO-Wärmespeicher-Batterien in den Immobilienobjekten eingebracht werden und füllt diese wieder auf. Die Kosten für zugeführte Regelenergie liegt deutlich unter den Preisen für Gas oder Heizöl oder auch Pellets.

Ein Verbund bzw. Zusammenschluss von PV- und CALEO-Heizungsnutzern auf Daten- und Stromnetzbasis führt bei einer Kapazitätsgröße von mindestens 1,0 Mwh zu einem **Virtuellen Regelenergiekraftwerk**. Dieser virtuelle Verbund wird als Regelenergiekraftwerk angemeldet und prequalifiziert, so dass es mit den Übertragungsnetzbetreibern via Schnittstelle in die Stabilisierung der Stromnetze integriert werden kann. Durch den Zusammenschluss dieser Speichers mit allen Teilnehmern des Verbunds kann eine kostenoptimierte Wärmerversorgung in die angeschlossenen Haushalte erfolgen.

Die Teilnehmer profitieren so von verfügbaren, nahezu emissionsneutralem Strom aus dem Netz, welcher Heizen mit Strom preislich absolut wettbewerbsfähig macht.

### **Kann eine CALEO-Wärmespeicher-Batterie mit einer bereits in Nutzung stehenden Heizanlage (Gas, Öl) kombiniert werden und ist das zulässig?**

Nach den aktuell zu erwartenden Bedingungen des Ministeriums und der EU wird es bei neuen und ausgetauschten Heizanlagen ab 2024 Pflicht sein, einen Wärmedeckungsbedarf von mind. 65% aus erneuerbaren Energien zuzusteuern. Die auch adaptive Wärmeversorgung genannte Versorgung wird durch die CALEO-Wärmespeicher-Batterie vollständig erfüllt und stellt eine kostengünstige Alternative dar, rechtzeitig in den neuen Wärmeweg einzusteigen.

## **Wissenswertes zur CALEO-Wärmebatterie**

### ***Welche Funktionen führt die Wärmebatterie im Rahmen des adaptiven Verbaues an einer Hausheizung aus?***

Die CALEO-Wärmebatterie unterstützt jeder herkömmliche Wohnraumheizung, welche mit Öl, Gas oder Pellets/Hackschnitzel betrieben wird. Dabei nutzt sie Wärme, welche sie aus PV-Strom oder jeder anderen Art von Stromzufuhr produziert. Diese Wärme speichert die Batterie (je Batterie bis zu 215 kWh) und gibt diese an den Heizkreislauf des Hauses ab. Solange diese Wärmemengen ausreichend für Heizungs- und Brauchwasser ausfallen, wird die Hausheizung abgeschaltet, der Brenner arbeitet also nicht. Öl, Gas oder andere Heizprimärenergien werden nicht eingesetzt.

Ist die genutzte PV-Anlage ausreichend dimensioniert – erstrebenswert sind Leistungen von ca. 7-10kWp im EFH Bereich, um ausreichende Stromenergien sicherzustellen – können die CALEO-Wärmebatterien während der Monate April – Oktober (einschließlich, wetterabhängig) die Warmwasserverfügbarkeit im Wohnanwesen insgesamt vollständig abdecken, die Hauptheizung bleibt während dieser Zeit außer Betrieb.

Sinken die Temperaturen, schaltet sich ein CALEO-Stromgenset (Option) erst dann, und auch nur fallweise, zu, wenn die Wärmebatterien zur vollständigen Erwärmung nicht mehr ausreichen. Bei schneefreien Wintermonaten und guten Lichtverhältnissen kann das allerdings auf ein Minimum beschränkt sein. Auch eine noch redundante Heizung kann in solchem Fall automatisch angesteuert und eingeschaltet werden.

Die Zuschaltung der Hauptheizung im Bedarfsfall regelt die Steuereinheit ***IQ-Brain*** der CALEO-Wärmebatterien automatisch bedarfsgesteuert. Sie interagiert zwischen den Wärmebatterien und der Hausheizung. Die Steuerung kann auch in der Erweiterungsoption zugleich eine vollständige Smart-Home-Funktion übernehmen (in Vorbereitung, voraussichtlich lieferbar ab Anfang 2024).

### ***Nach welchem Prinzip arbeiten die CALEO-Wärmebatterien?***

Die CALEO-Wärmebatterien stellen, ebenso wie die Caleo-Brauchwassertherme WTH, einen unbeschränkt wieder aufladbaren Wärmespeicher auf Hochtemperatur- und Feststoffbasis dar. Die Aufladung erfolgt durch Stromzufuhr, vorzugsweise von einer PV-Anlage. Diese erwärmt ein elektrisches Heizmodul im Kern der Wärmebatterie und erwärmt den Feststoffkörper innerhalb der Batterie auf ca. 400-430°Celsius. Durch einen gesteuerten Wärmeübertrag findet ein Wärmeaustausch in ein flüssiges Transfermedium statt, welches letztendlich das Heizungswasser (auch Brauchwasser) auf die gewünschte Temperatur für den passenden Heizungsvorlauf anhebt.

Bedingt durch die Bauart verfügt die CALEO-Wärmebatterie über ein Dämmsystem, welches die abgespeicherten Temperaturen für sehr lange Zeit bei geringsten Verlusten verfügbar halten kann. Dadurch können sonnenarme Perioden für kurze bis mittlere Zeiträume überbrückt werden. Auch bei schlechtem Wetter und Lichtverhältnissen steht somit im Regelfall kurzfristig ausreichend Wärmeenergie bereit.

### ***Welche Stromenergie finden Verwendung und wie rechnet sich das?***

Wie schon vorerwähnt, entstammt die primär genutzte Stromenergie zum Erwärmen aus einer Photovoltaik-Anlage (PV), welche im Regelfall auf dem Dach installiert ist. Dies ist die günstigste Stromenergie, dazu erneuerbar und CO<sub>2</sub> frei. Die Kosten bestimmen sich aus der Amortisationsberechnung der PV-Anlagen-Anschaffung und ggfs. eines Windgenerators, falls diese Produkte nicht gemietet werden. Im Gegensatz zu Netzstrom fallen keine Netzdurchleitungsgebühren oder EEG-Umlagen (-30kWp) an, wodurch der Strom sehr günstig verfügbar wird.

Eine weitere Stromquelle besteht aus sogenannter Regelenergie. Näheres hierzu finden Sie ebenfalls in der vorstehenden Grundinformation.

Als erstes Heizungsmodul sind CALEO-Wärmespeicher erstmalig Regelstrom fähig. Dabei erfährt Ihre Anlage eine netzdienliche Verwendung und hilft bei der Stabilisierung der Stromnetze mit. Der überschüssige Netzstrom muss dabei aus dem Netz abgeführt und sodann von den Netzbetreibern an dafür geeignete Speichereinheiten, wie CALEO-Feststoffwärmespeicher, zugeführt werden. Dabei kann der zugeführte Strom zumeist auch in Ihrem Haus befindliche und integrierte Stromspeicher (Batterien) geladen werden.

Die Nutzung von Regelenergie wird nach derzeitigem Stand voraussichtlich ab Ende 2023/Anfang 2024 zugänglich sein.

Bei dunklen Lichtverhältnissen und im Winter steht als Option zur Erzielung erhöhter Autarkheit ein weiterer CALEO-Baustein zu Ihrer Energieversorgung zur Verfügung:

- der Caleo-5 KW - Microgenerator, der nicht nur ausreichend Strom, sondern auch Wärme liefert. Dieses Produkt ist ebenfalls ab 2024 erhältlich.

Weitere Information rund um die CALEO-Wärmebatterien erfahren Sie unter [info@caleo-energies.com](mailto:info@caleo-energies.com) oder Telefon Hotline:

+49 (0) 421 – 3658 3638, oder mobil +49 (0) 157-8 762 4570.

Stand: 08/2023. Alle Angaben unverbindlich und ohne Gewähr.

**CALEO – Für was steht dieser Name?**

CALEO stammt aus dem Lateinischen und bedeutet „Ich wärme Dich“.

**Wie lange gibt es die Firma CALEO schon?**

Die Unternehmung CALEO besteht seit Juli 2019. Sie wurde im Anschluss auf davor ablaufende Entwicklungen und Forschungen, seit 2011 durchgeführt maßgeblich von der Gründerfamilie Hagenbauer, als Umsetzungsunternehmen gegründet.

**Wo ist der Firmensitz von CALEO?**

Die CALEO-Renewable Energies Development UG Sitz in 28199 Bremen. Die Abteilung Forschung, Entwicklung und Prototypen- und Werkzeugbau sitzt in 83022 Rosenheim und 83059 Kolbermoor. Die Produktion der Brauchwassertherme BWT (dient der reinen Brauchwassererwärmung) soll ab dem zweiten Halbjahr 2024 auch in Bremen bzw. regionalnah für den nördlichen Vertriebskreis stattfinden.

**Wodurch zeichnet sich die CALEO-Konstruktion aus? Gibt es USP's (unique selling points) ?**

Die CALEO-Wärmebatterie steht für einen Feststoff-Hochtemperatur-Speicher (FHS), bestehend aus einem geschützten Mineral-Metall-Komposit zur Speicherung von Wärme bis zu 430°C. Dadurch erhöht sich die einlagerbare Energiedichte im Vergleich zu Heißwasserspeichern (85-90°C) um bis das 4,5-fache. Während ein 1.000 Liter Wasserspeicher ca., 56 Kwh Kapazität aufweisen kann, sind es beim CALEO-Speicher mit 1.000 Litern bei 400°C ca. 200 kWh.

Diese Speicherkapazität steht derzeit an der Spitze von käuflichen Wärmespeichersystemen. Als weiteres, einzigartiges Produktmerkmal kann die CALEO-Wärmebatterie mit günstigster Regelernergie aus den Übertragungsnetzen geladen werden. Dadurch leistet ein virtueller Verbund von CALEO-Wärmebatterien einen erheblichen Beitrag zur Regulierung der Übertragungsstromnetze, dies als einzig bekanntes Wärmespeichersystem in Europa.

**Woher bezieht die CALEO-Wärmebatterie die elektrische Energie (Power-to-Heat)?**

Primär wird Energie von einer Photovoltaikanlage (PV) bezogen. Reichen die Lichtverhältnisse im Winter nicht mehr zur Gänze aus, z.B. durch Schneeeauflage, kann kurzfristig grüner Heizstrom netzparallel bezogen werden oder der als Option lieferbare Microgenerator (5Kw) übernimmt automatisiert. Sofern die alte Heizung noch verfügbar und zugelassen ist (65% Regel), kann auch diese kurzzeitig redundant angesteuert werden.

Ein weiterer Bezug von Stromenergie ist für angeschlossene Kunden durch die Regelernergie aus den Stromnetzen möglich. Dabei gibt der Netzbetreiber Überströme zum Erhalt der Netzstabilität an Regelpartner (CALEO) zu außergewöhnlich günstigen Kosten ab. Die Kosten für diesen Strom, der fallweise immer wieder abgegeben werden kann, liegen beim Verbraucher deutlich unter den Preisen für Gas, Öl oder regulärem Strom. CALEO ist das einzig bekannte Wärmespeichersystem in Europa, das für Regelernergieverwendung geeignet ist. Selbst in reinem Netzbetrieb liegen die Betriebskosten einer CALEO-Wärmebatterie im Regelfall unter jenen einer Wärmepumpe bei Kosten zwischen 650 – 1.000€ je Jahr.

**Wurde das CALEO-System patentrechtlich geschützt?**

Ja. Es liegt seit 2022 ein entsprechender Gebrauchsmusterschutz für Deutschland vor. Dieser gilt vorerst für 3 Jahre und ist auf 10 Jahre verlängerbar und ebenso international ausweitbar.

### **Liegt für das Produkt bereits eine Marktzulassung vor? Was ist nötig?**

Im EU-Bereich ist die Kennzeichnung mit dem CE-Zeichen durch den Hersteller nötig. Die Vorgaben hierzu wurden während der Entwicklung beachtet und eingehalten. Zudem sind die Richtlinien 2014/30/EU (EMV) zur elektromagnetischen Verträglichkeit zu beachten. Es besteht keine Prüfpflicht. Der Inverkehrbringer ist verpflichtet die Schutzanforderung des EMVG durch vollständige Anwendung gelisteter Normen einzuhalten. Dies erfolgt im Fall der CALEO-Wärmebatterie.

### **Wie unterscheidet sich die CALEO-Wärmebatterie von herkömmlichen Wärmepumpen?**

Die CALEO-Wärmebatterie erzeugt Wärme und kann diese bis zu 7 Tage ohne weitere Energiezufuhr von außen speichern. Damit ist auch ein Nachbetrieb mit erneuerbarer Energie – z.B. durch Strom aus den PV-Modulen vom Dach – möglich, indem die Wärme nachts daraus gespeist wird. Eine Wärmepumpe kann dies im Regelfall nicht und läuft daher dauerhaft mit Strom. Bei lichtschwachen Zeiten ist ein Betrieb mit Dachstrom bei Wärmepumpen nicht mehr möglich.

Zudem fällt der Stromverbrauch im Betriebsschnitt erheblich höher aus.

Der COP (Coefficient of Performance) ist eine Kennzahl für die Effizienz einer Wärmepumpe. Sie beschreibt das Verhältnis aus nutzbarer und aufgebrachter Energie. Im Gegensatz zum CALEO-System, welches seine Wärmeleistung völlig unabhängig von Außentemperaturen (Luft/Wasser WP) erbringt, sinkt der COP-Wert bei Wärmepumpen von ca. 3:1 bis 1:1 und sogar weniger ab Außentemperaturen von  $\sim -8^{\circ}\text{C}$ .

Ein weiterer signifikanter Unterschied liegt im Kostenbereich. Während Luft-/Wasser-Wärmepumpen inkl. Montage häufig zwischen 30.000 € und 45.000 € liegen, liegt der UVP für die CALEO-Wärmebatterie RED200 bei 19.800 € netto. Der Erwerb ist zudem auch als günstiges Mietkaufsystem mit Monatsprämien ab ca. 200 € (Zinsabhängig) möglich.

Weiteres zum Vergleich CALEO-Wärmebatterie vs. Wärmepumpe im gesonderten Blatt „Der Wärmepumpenvergleich.“

### **Kommt es im Betrieb der CALEO-Wärmebatterie zu Störungen durch Betriebsgeräusche?**

Nein, der Betrieb ist annähernd lautlos. Die Unterbringung des ca. 1,1 m<sup>3</sup> großen Systems findet im Regelfall im Außenverbau auf dem angrenzenden Grund am Haus statt. Die Unterbringung – Gerätekabine – entspricht der Optik eines kleinen Gerätehäuschens im Garten von ca. 2,70 x 2,00 x 1,7 m und ist genehmigungsfrei.

### **Ersetzt die CALEO-Wärmebatterie eine herkömmliche Hausheizung?**

Die CALEO-Wärmebatterie kann ein Anwesen durch Abgabe der gespeicherten Wärmeenergie vollständig erwärmen. Darunter fällt natürlich auch die Brauchwassererzeugung. In herkömmlichen Heizungssystemen wird dazu der Heizbetrieb auch im Sommer beibehalten. Dies entfällt beim CALEO-System, die bisherige Heizung bleibt in den wärmeren Monaten des Jahres abgeschaltet und spart erhebliche Betriebskosten ein.

Auch eine adaptive Wärmeabgabeunterstützung zu 65% zur Erfüllung der umweltpolitischen Vorgaben ist möglich. Primär aber wird die vollständige Hauswärmeleistung mit der CALEO-Wärmebatterie übernommen.

### **Eignet sich das CALEO-System für alle Haustypen? Auch für Gewerbe?**

Während Wärmepumpen häufig nur in Niedrigenergiehäusern und Passivhäusern zufriedenstellende Leistungen erbringen, ist die CALEO-Wärmebatterie sowohl für Neu- als auch Altbauten geeignet. Vorlauftemperaturen bis zu 65°C und mehr stellen für die CALEO-Wärmebatterie normale Arbeitszustände dar.

Das System ist skalierbar bis zu Größen für Kommunen und Industrie von 5Mwh und mehr.

### **Gibt es staatliche Förderprogramme?**

Für das Herstellungsunternehmen sind keine maßgeblichen Förderungen zu erhalten. Förderprogramme für die Verbraucher gibt es für Wärmepumpen. Die Förderung der CALEO Systeme wird in gleichem Umfang als bei Wärmepumpen durch Vorstellung und Beantragung des Systems für Energiespeicher betrieben.

Interessante großvolumige Förderprogramme gibt es durch die BaFa für Kommunen und Gemeinden. Hierzu bestehen bereits kommunale Kontakte.

### **Ist die Energieverordnung für Heizungen ab 2024 schon Teil des Konzeptes?**

Bedingt, da übergeordnet CALEO nicht unter die Heizungsgesetzgebung fällt, sondern unter Speicher. Noch (08/23) ist der Entwurf für Heizungen noch nicht verabschiedet. Die gesamte umweltpolitische Entwicklung führt aber in dieses Segment regenerativer Energien, insbesondere zu Power-to-Heat Systemen und Wärmepumpen. Ergänzend reflektiert der Markt massiv die veränderten geostrategischen Entwicklungen des russischen Energiemarktes. Dadurch wird unser System im Effekt gefördert.

### **Wie ist der Vertrieb und der Handel geplant?**

Direktvertrieb mit Vertriebsprovisionen ist über Fachhandel und Handwerksbetriebe mit geplant. Ebenso die reine Vertriebsverkaufsbasis durch darauf spezialisierte Vertriebe gegen Vermittlungsprovisionen. Ein weiterer aktiver Verkaufskanal findet in den Webmedien (Verkaufsportale, E-Commerce) und Social Media Bereichen statt. Printmedien und TV stehen im Plan für den Bereich Public Relation und Promotion.

Ein zusätzlicher Direktvertrieb kann durch kommunale Vortragsabende (organisiert mit der Kommune/Bürgermeister) und Webinare erfolgen.

### **In welche Länder soll der CALEO-Wärmespeicher verkauft werden?**

Der Vertrieb wird zunächst in Deutschland in definierten, der Werbung kongruent entsprechenden Regionen, beginnen. Sofern die Produktionskapazitäten es zulassen, sind auch die Nachbarländer Österreich, Schweiz und Niederlande vorgesehen. Ein europaweiter Absatz entspricht der konzeptionellen Zielsetzung, auch zur nötigen Marktpräsenz im Bereich des Wettbewerbs.

### **Wie lange besteht Garantie für die CALEO-Wärmebatterie? Wie lange ist die Haltbarkeitsdauer?**

Die Garantie beträgt 5 Jahre. Eine aufpreispflichtige Verlängerung auf 10 Jahre ist möglich.

Die Produkthaltbarkeit wird laut Einschätzung der IGTE mit 50 Jahren und darüber hinaus angenommen.

## Der Vergleich: CALEO-Wärmebatterie vs. Wärmepumpen

---

### Worin unterscheidet sich das CALEO-System von einer Luft-/Wasser-Wärmepumpe?

Das ist mit Abstand jene Betrachtung, die Verbraucher und auch Politiker am meisten verwirrt und Unklarheiten häufig die Diskussionen bestimmen.

Zunächst einmal die unterschiedlichen Bauarten. Wie funktioniert eine Luft-/Wasser-Wärmepumpe?

Die Funktionsweise einer Wärmepumpenheizung lässt sich wie folgt beschreiben:

1. **Der Verdampfer:** Der Verdampfer der Wärmepumpe entzieht der Umgebungsluft, dem Grundwasser oder der Erde Wärme und verdampft dabei ein Kältemittel.
2. **Der Kompressor:** Das verdampfte Kältemittel<sup>\*)</sup> wird im Kompressor auf ein höheres Temperaturniveau gebracht, indem es unter hohem Druck komprimiert wird. Hierbei wird elektrische Energie benötigt.
3. **Der Verflüssiger:** Im Verflüssiger gibt das Kältemittel die aufgenommene Wärme an das Heizsystem des Gebäudes ab, indem es verflüssigt wird.
4. **Das Expansionsventil:** Durch das Expansionsventil wird der Druck und somit auch die Temperatur des Kältemittels wieder gesenkt, bevor es erneut in den Verdampfer gelangt.

<sup>\*)</sup> Die Kältemittel in Wärmepumpen enthalten fast immer Per- und Polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS). Diese künstlichen Gase gelten als sehr giftig und persistent, also ewig bestehend beziehungsweise nicht verschwindend oder nicht abbaubar. Zudem gelten sie als krebserregend. **Unter anderem aus diesen gravierenden Gründen werden PFAS in Europa künftig verboten!**

Für diesen Prozess verbrauchen durchschnittliche Luft-/Wasser-Wärmepumpen, mit einer Leistung von z.B. 12kW, pro Jahr ca. 9.600 kWh. Bei den Durchschnittspreisen der deutschen Stadtwerke ergibt sich so ein Mittel von **rund 3.648 Euro pro Kalenderjahr**. Diese Preise für Heizstrom sind allerdings unter dem Vorbehalt zu betrachten, dass der Stromlieferant die Lieferung in verknappten Situationen jederzeit unterbrechen kann, die Heizung ist dann vorübergehend aus.

Wird die Energiezufuhr durch eine Photovoltaikanlage (PV) unterstützt, können die Stromeinkaufskosten entsprechend verringert werden. Im Winter trifft dies jedoch in kürzeren Perioden, und manchmal gar nicht, zu.

Ein weiterer Nachteil bei PV-Unterstützung ist der fehlende Wärmespeicher. Die Energie muss also während dem Heizen fortwährend zugeführt werden. Dies ist speziell in den bereits dunkleren Tageszeiten und in den Abend hinein aus PV-Deckung nicht mehr möglich.

Die Haltbarkeit einer Wärmepumpe liegt nach heutigem Erkenntnisstand bei ca. 20 Jahren. Durch die vielen unter hoher Belastung arbeitenden beweglichen Bauteile unterliegt eine WP gewissen Verschleißerscheinungen.

Auch in der Verfügbarkeit gelten für Wärmepumpen seit einiger Zeit andere Regeln. Durch den politisch forcierten Druck bei den Verbrauchern entstand immenser Bedarf an Wärmepumpen. Im laufenden Jahr 2023 beträgt der erfasste Bedarf weitere 330.000 WP –50% mehr als im Jahr 2022. Diese Mengen sind nicht verfügbar und die Lieferzeiten betragen derzeit (8/2023) ein bis eineinhalb Jahre.

Auch verfügt der Markt nicht über genügend Installationsfachkräfte.

Die Funktionsweise einer CALEO-Wärmebatterie lässt sich hingegen wie folgt beschreiben:

1. **Das Wärmemodul:** Eine 200kWh Wärmebatterie besteht aus 6 Einzelmodulen je  $\sim 35\text{kWh}$ , bestehend aus einem Mineral-/Aluminium-Komposit.
2. **Die Wärmeerzeugung:** Ein hochbelastbarer elektrischer Widerstand erzeugt im inneren jedes Einzelmoduls Wärme durch den Vorgang Power-to-Heat, indem der Strom mit einem Wirkungsgrad von ca. 99% direkt gewandelt wird. Dabei werden Temperaturen im Modul bis zu  $600^\circ\text{C}$  erreicht.
3. **Betriebstemperatur:** Die erzeugte Wärme wird mit bis zu  $430^\circ\text{C}$  in den Modulen eingelagert. Dabei kann je  $\text{m}^3$  bis zu 200kWh und mehr abgelegt werden.
4. **Die Wärmeentnahme:** Die jeweils benötigte Wärme zur Abgabe an den Heiz-/Brauchwasserkreislauf wird in einem geschlossenen Wärmeträgerölkreislauf aus den Modulen zu den Wärmetauschern abgeführt. Dabei wird nur immer ein geringer Teil des Wärmeträgeröls zur Temperierung des Heizwassers benötigt, wodurch die autarke Wärmeversorgung eines  $150\text{m}^2$  Hauses bis zu 5 Tagen und mehr ermöglicht wird.
5. **Brauchwasser:** Die CALEO-Wärmebatterie RED 200 besteht aus 4 Einzelmodulen, konfektioniert in einem Isolationsgehäuse. Ein Einzelmodul für sich kann auch als Brauchwassertherme eingesetzt werden. Diese Alternative zu einem Solarmodul arbeitet Wetter unabhängig während dem ganzen Jahr und stellt den Brauchwasserbedarf eines 4-Familienhaushalts bis zu 7 Tagen völlig autark sicher. So kann der Heizbetrieb einer noch redundant verfügbaren Heizung während der warmen Monate vollständig abgeschaltet bleiben. Dadurch werden große Mengen an Betriebsmitteln eingespart.

### Wie unterscheiden sich die Betriebskosten der CALEO-Wärmebatterie von jenen einer Wärmepumpe?

Bisher bestimmten die Preise für Gas oder Heizöl die Betriebskosten zur Erzeugung von Quartierwärme. Es gilt also, die Preise für den benötigten Strom und vor allem seine Herkunft zu ermitteln.

Die CALEO-Wärmebatterie kann durch seine hohe Speicherfähigkeit über lange Zeiträume hinweg durch PV-Strom betrieben werden, auch nachts. Eine Wärmepumpe hingegen ist auf eine kontinuierlich gleichbleibende Stromversorgung (Frequenztreu) angewiesen. PV-Strom stellt also nur eine Nutzungsmöglichkeit bei optimalen Lichtverhältnissen dar. Sie werden daher in meist allen Fällen hauptsächlich über Netzstrom betrieben.

Hier eine kurze **Beispielrechnung für eine 12 kW-Wärmepumpe** bei einer durchschnittlichen JAZ von 2,5, was realistisch einem mittelstrengen Winter entspricht:

Kaufpreis: Luft-/Wasserwärmepumpe inkl. aller Bauteile, ca. 30.000 – 40.000 € (netto)

(12kW Heizleistung : 2,5 JAZ) x 2.000 Heizstunden/p.a. = **9.600 kWh**

9.600 x 38 €Cent Stromtarif = 3.648 €

**Somit: Jahresstromkosten 3.648 € + 150 € Wartungskosten = 3.798 € p.a. total**

Erläuterung: diese Kosten sind abhängig vom jeweiligen Stromtarif und den meteorologischen Bedingungen. Je höher der genutzte PV-Ertrag, umso weiter sinken die tatsächlichen Stromkosten. Mit gerechnet müssen dann allerdings die Amortisationskosten der PV-Anlage

Demgegenüber eine kurze **Beispielrechnung für eine 12 kW CALEO-Wärmebatterie** bei einem mittelstrengen Winter:

Kaufpreis: Caleo-Wärmebatterie RED 200 inkl. aller Bauteile, UVP 19.800 € (netto)

Leistung während Grundaufwärmphase: 12 kW (benötigt p.a. ~ 8% der Heizphase)

Leistung während dem Deltaausgleich 40°C: 4 kW (benötigt p.a. ~92% der Heizphase)

(12 kW Heizleistung x 132 Heizstunden<sup>1)</sup>) = 1.584 kWh      Gesamt = **8.184 kWh**

( 4 kW Heizleistung x 1.650 Heizstunden) = 6.600 kWh

8.184 x 38 €Cent Stromtarif = 3.110 €

**Somit: Jahresstromkosten 3.110 € + 150 € Wartungskosten = 3.260 € p.a. total**

Erläuterung: diese Kosten sind abhängig vom jeweiligen Stromtarif und den meteorologischen Bedingungen. Je höher der genutzte PV-Ertrag, umso weiter sinken die tatsächlichen Stromkosten. Mit gerechnet müssen dann allerdings die Amortisationskosten der PV-Anlage. Unter Nutzung des Speichers in Verbindung mit PV können zusätzlich rund 3.500 kostenpflichtige kWh eingespart werden.

Die Aufteilung der effektiven Heizstunden zu 8% und 92% entsprechend den Aufheizstunden je Kalenderjahr und den Stunden des Deltaausgleichs.

### **Betrachtung zum Strombedarf der beiden Systeme**

Die **Wärmepumpe** wird im Regelfall mit Netzstrom betrieben.

Dies hängt in erster Linie mit dem Bedarf kontinuierlicher, Frequenz getreuer Stromenergie zusammen. Eine Stromqualität, die bei PV-Anlagen nicht immer stabil gewährleistet wird und in der Summe einen höheren Stromverbrauch zur Folge hat. Je instabiler der Lichtertrag der PV-Zellen ausfällt, umso ineffizienter fällt die Menge des nutzbaren Betriebsstroms PV aus.

Die **Caleo-Wärmebatterie** wird im Regelfall mit Photovoltaik (PV) Strom betrieben.

Das ist deshalb problemlos möglich, weil das CALEO-System integriert einen Wärmespeicher nutzt. Der PV-Stromertrag wird kontinuierlich eingespeichert und unterliegt beim Abruf keinerlei Schwankungen.

Zudem ist die CALEO-Wärmebatterie als einzig bekanntes Wärmespeichersystem in der Lage, sogenannte negative Sekundär-Regelenergie aus den Übertragungsnetzen aufzunehmen. Näheres zu Regelenergie vorstehend und unter FAQ.

Gerade im Winter ist diese Leistungsaufnahme ein ergänzender Bestandteil der Stromzufuhr, wenn die PV-Erträge schlechter ausfallen. Die Werte im Winter aus der Vergangenheit zeigen einen mehrmals je Woche auftretenden Überschuss von Strom im Transfernetz auf. Häufig ist dies auf zu hohe Windstromanteile in dieser Jahreszeit zurückzuführen, aber auch etwas niedrigere Lastprofile durch geringeren Verbrauch spielen eine Rolle.

**Resümee:** eine Wärmepumpe benötigt auch im Sommer zur Wasseraufbereitung Netzstrom, sobald die PV-Module verschattet sind und deutlich weniger Strom produzieren. Das CALEO-Wärmebatterie-System verfügt über einen Wärmespeicher, der über mehrere Tage auf Energie von außen nicht angewiesen ist.