

## »Gewächshautemperierung mit PCM als schaltbarem Wärmespeichermaterial« Exner Grüne Innovation GmbH

**Product Owner Industrie:** Dieter Exner / Wolfgang Grüne (Exner Grüne Innovation GmbH)

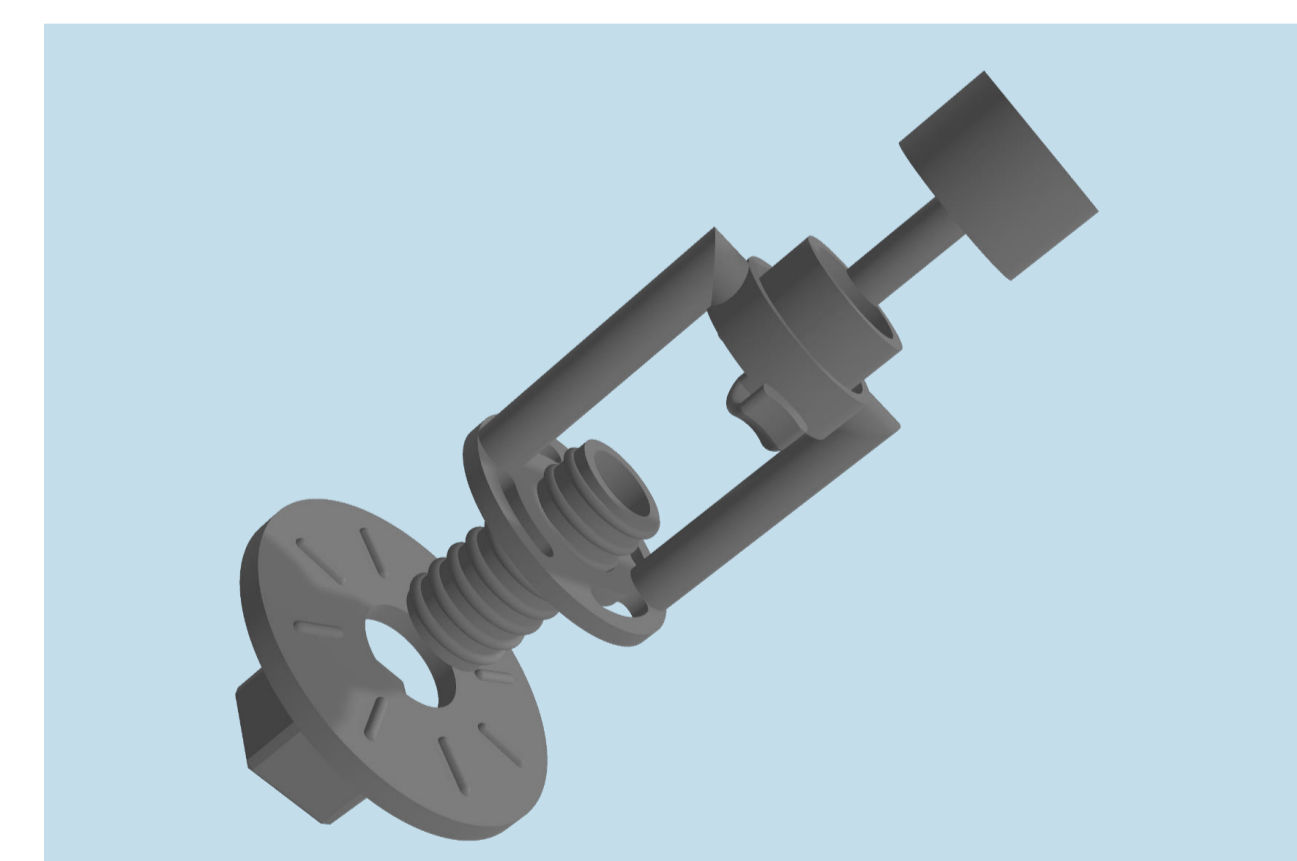
**Teammitglieder:** Kristin Lengsfeld, Sandra Pappert, Christian Teicht (Experten PT 2.1)

**Product Owner CPM:** Moritz Walter (Fraunhofer ICT)

### Zielsetzung/ Use Case

Wir entwickeln innovative Produktlösungen, um den fossilen Primärenergieeinsatz in Gewächshäusern zu senken und die Effizienz des Pflanzenwachstums zu erhöhen. Überschüssige Wärme wird im Gewächshaus aufgenommen, gespeichert und dann abgegeben, wenn sie benötigt wird. Das verbesserte Thermomanagement verkürzt außerdem die Kulturperiode, wodurch das wirtschaftliche Potenzial erhöht wird. Der Einsatz unbedenklicher und recyclingfähiger Materialien komplettiert den nachhaltigen Lösungsansatz.

### Vorarbeiten aus dem CPM



Adaptierbare Injektor-Baugruppe zur manuellen Aktivierung schaltbarer PCM-Module, Herstellung mittels SLA-3D-Druck, Entwickelt 2021 am ICT im Rahmen PT2.1.

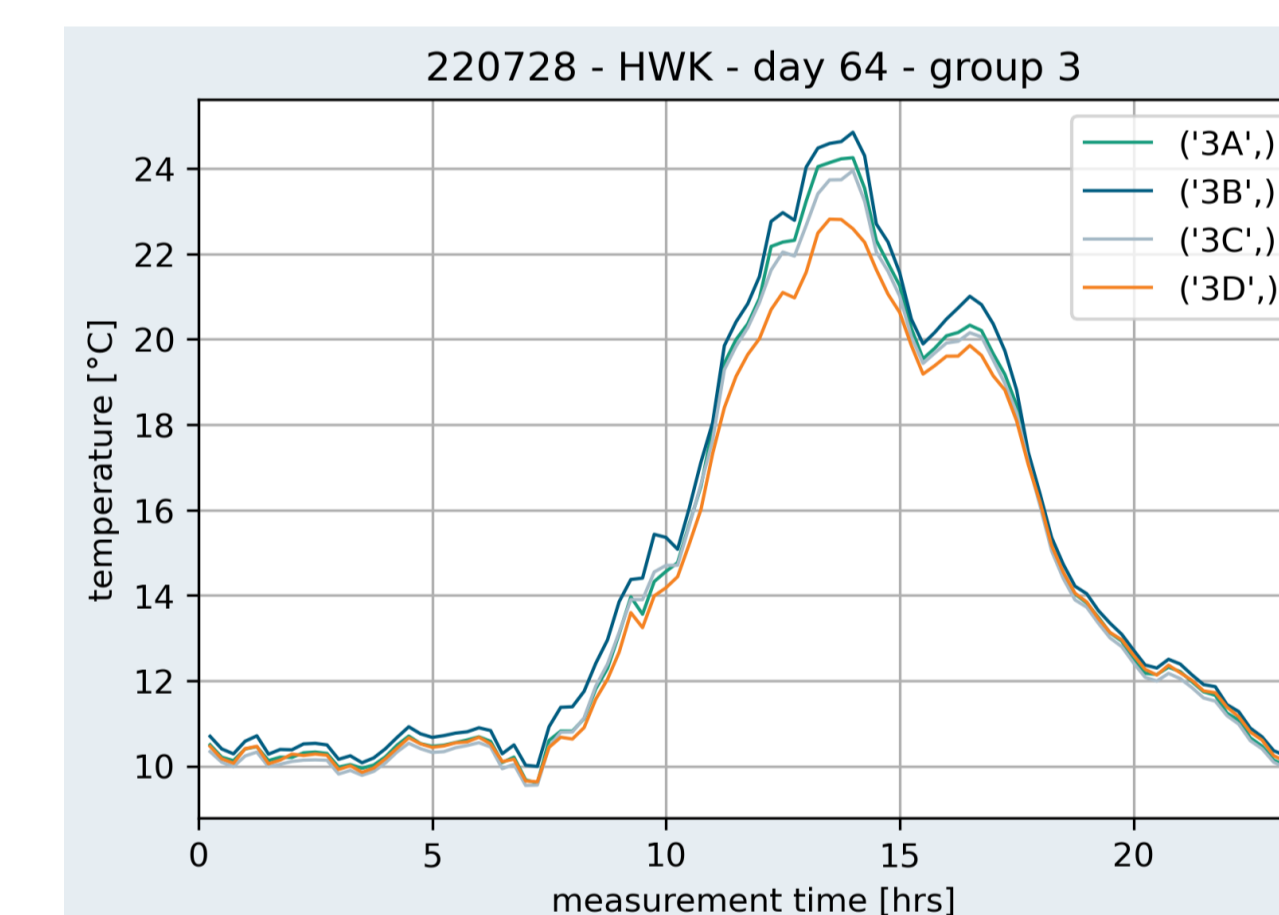
### Produktbeschreibung

Die schaltbaren PCM- Wärmespeichermodule basieren auf unterkühlbaren Salzhydraten und einem speziellen Schaltmechanismus zur Auslösung der Kristallisation. Die Module werden als Einzelmaßnahme oder ergänzend in bereits bestehenden Klimamanagementsystemen eingesetzt. Die gespeicherte Wärme wird zur Steigerung der Energieeffizienz in unmittelbarer Umgebung des Wurzelstocks abgegeben.

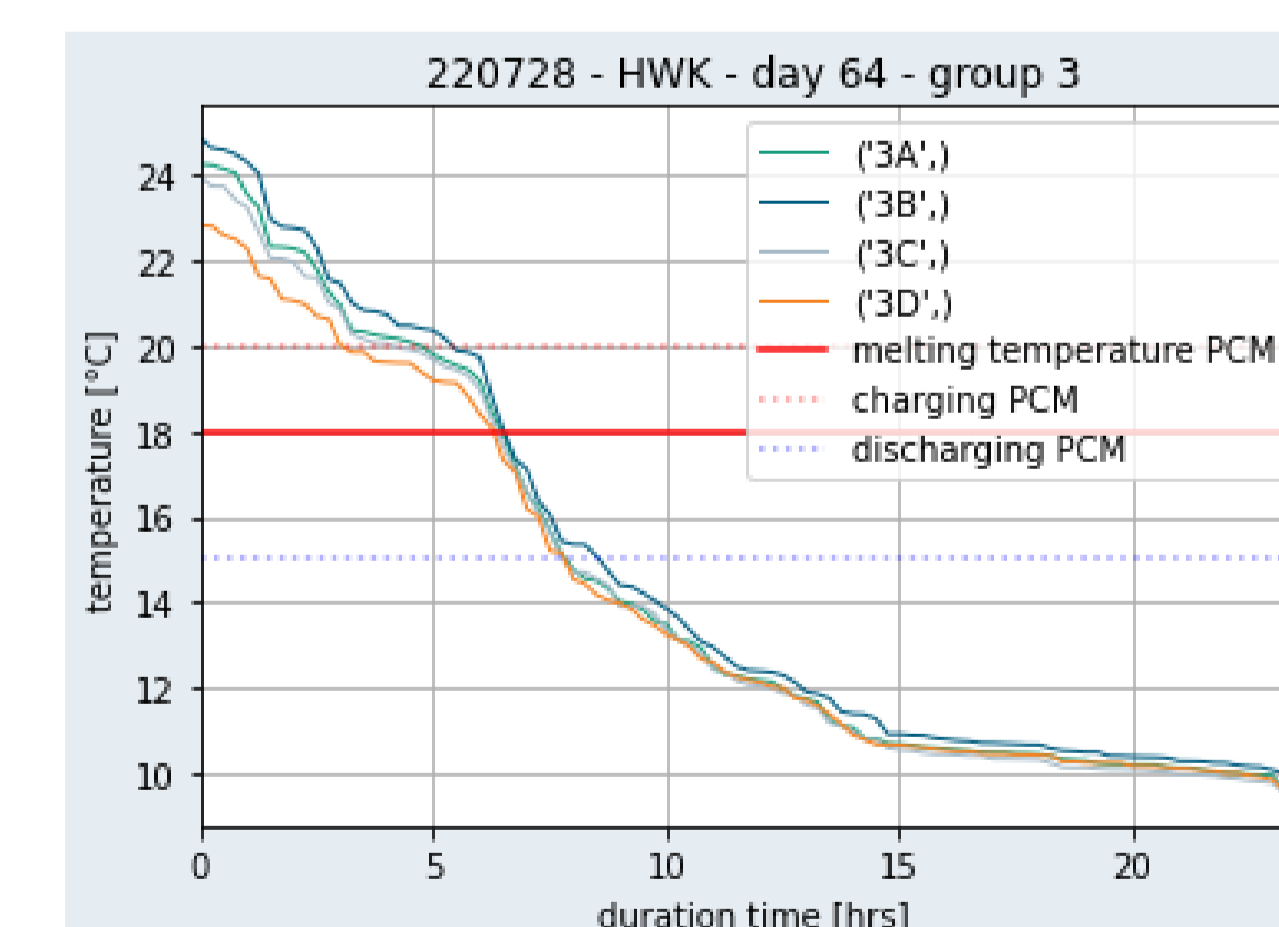
- Gelrezeptur und Vergelungsprozess für formstabile PCM auf  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ -Basis
- Adaptierbare Injektorbaugruppe für unterschiedliche PCM-Umhüllungskonzepte und –größen (Abbildung rechts)
- Funktionsnachweis eines schaltbaren Wärmespeichersystems auf  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ -Basis (100 Zyklen)

### Ergebnisse

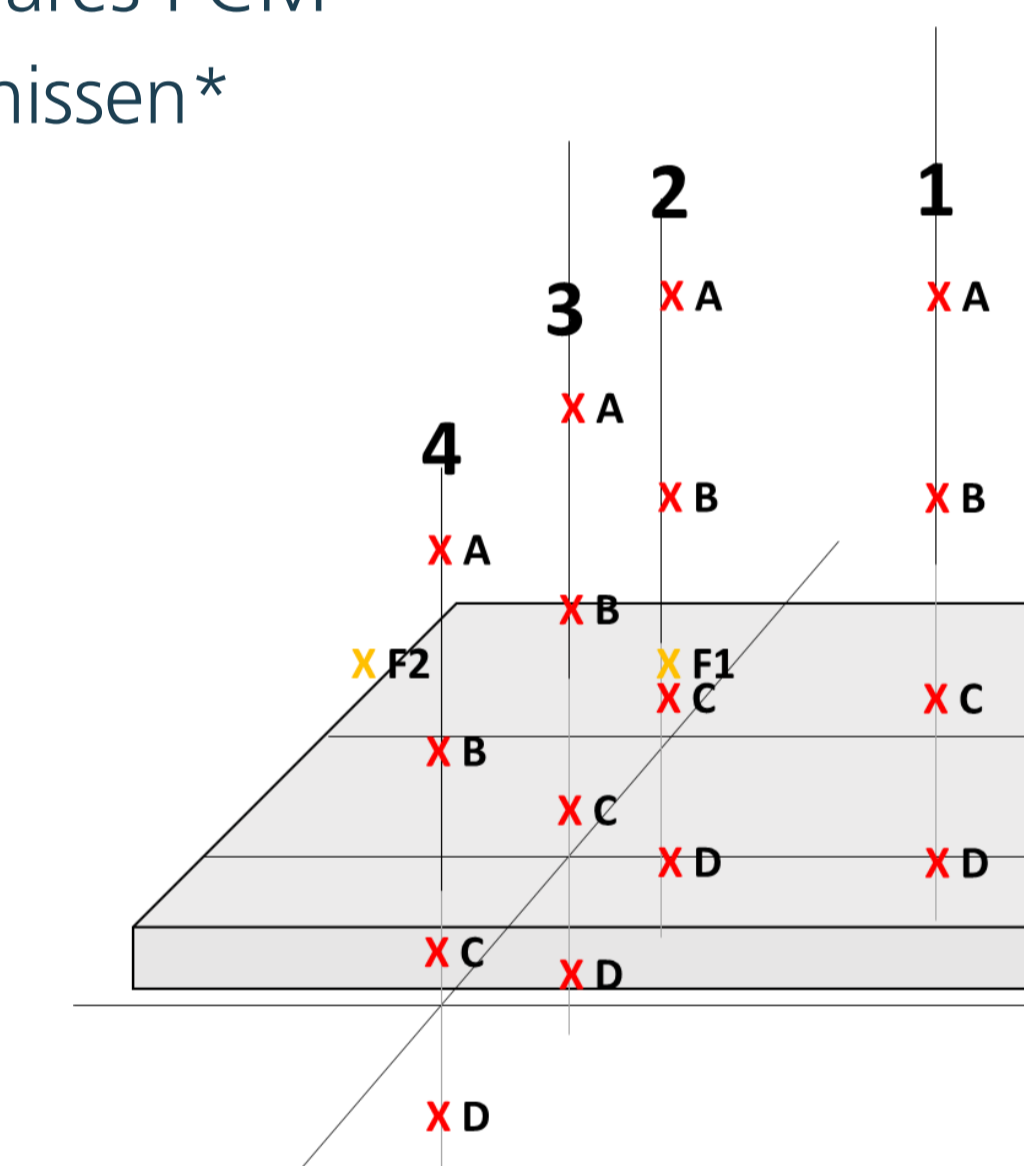
- Potenzial für den Einsatz von PCM vorhanden
- Erste Auswertung der bisherigen Messdaten durchgeführt
- Datenerfassung an mehreren Standorten in Betrieb genommen
- Erster Prototyp zur Integration des schaltbaren PCM hergestellt und integriert (Standort IBP Holzkirchen)
- Prognostiziertes Wirkpotenzial (erstes Simulationsmodell):  
**20%** reduzierter Heizbedarf durch schaltbares PCM\*  
**85%** reduzierte Häufigkeit von Frostereignissen\*



Messdaten an der HWK, Box 2 am 1.10.2022 in der Ebene 10 cm über Pflanztisch.



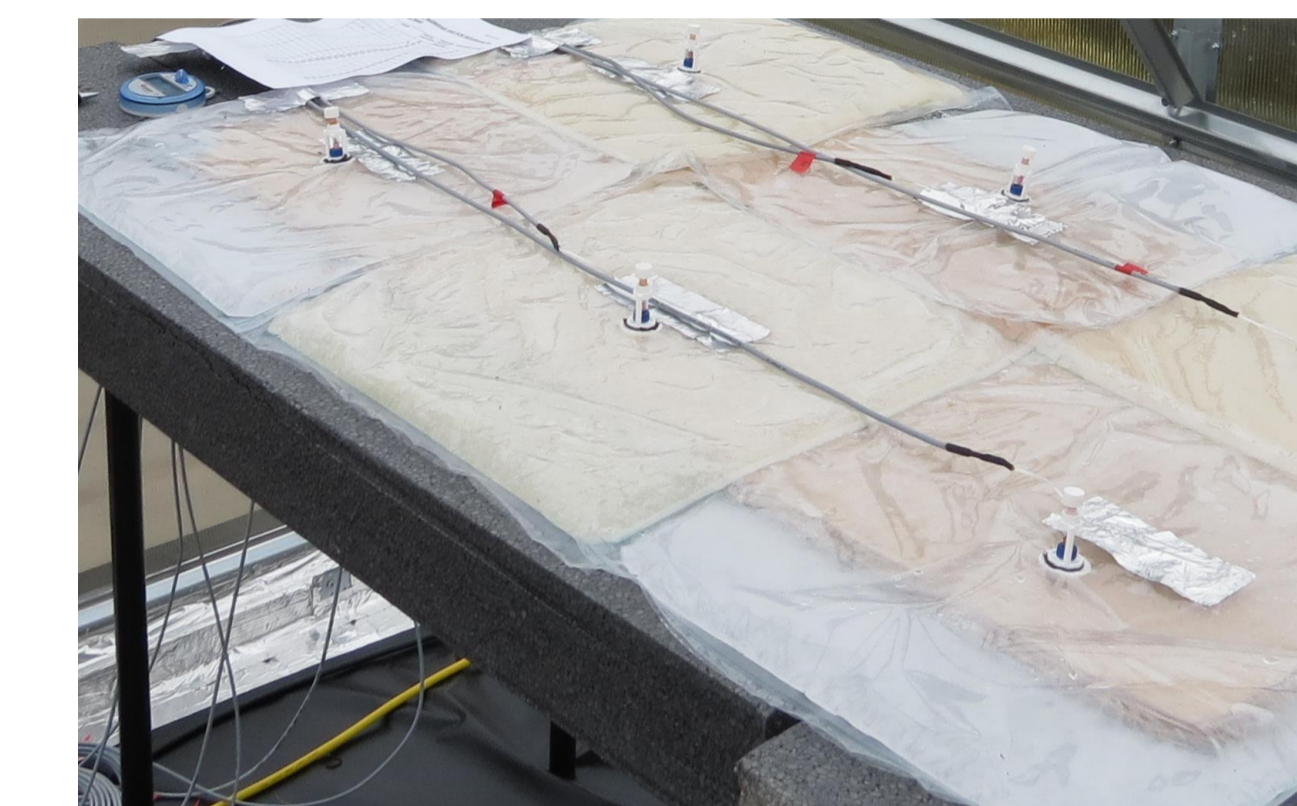
Dauerlinie zur Abschätzung kritischer Kennzahlen und charakteristische Daten zu den abgebildeten Messdaten,



Verteilung der Sensoren zur Messung eines räumlichen T-Profiles (oben),

	T <sub>max</sub> [°C]	ΔT <sub>max</sub> [°C]	t <sub>charge</sub> [h]
A	24,2	14,7	4,75
B	24,9	14,9	5,5
C	23,9	14,4	4,25
D	22,8	13,2	3,25

Charakteristische Daten zur Bewertung des Temperaturprofils generiert aus den abgebildeten Messdaten,



Schaltbare PCM-Module im Versuchsgewächshaus am IBP in Holzkirchen.



Messaufbau zur detaillierten Temperaturerfassung im Altmarkgarten in Oberhausen.

### Nächste Ziele

- Vollständige Auswertung der Daten
- Identifizierung optimaler Materialparameter
- Weiterentwicklung eines multizonalen Simulationsmodells
- Entwicklung Integrationskonzept in nächster Projektphase mit Fa. Otte Metallbau GmbH & Co KG
- Messungen an den aktuellen Standorten werden fortgesetzt
- Projektanbahnung

### Anwendungsfelder, Märkte, weitere mögliche Industriepartner

Der Lösungsansatz zielt auf eine universell anwendbares Integrationskonzept für schaltbare PCM-Module im Agrar-Bereich ab, insbesondere die Märkte für Urban-Farming und Agro-Tech. Die entwickelten Materialien und Module können für weitere Branchen wie z.B. Transport- und Logistik, Energiespeicherindustrie und Haushalts(groß)geräte adaptiert werden.

\*| Quelle: Lengsfeld, K.; Walter, M.; Krus, M.; Pappert, C.; Teicht, C. Innovative Development of Programmable Phase Change Materials and Their Exemplary Application. Energies 2021, 14, 3440.