

# **Förderprogramm des Klima- und Energiefonds „Solarthermie – Solare Großanlagen“**

## **Anlagensteckbrief**

**Anton Paar GmbH, Graz, Stmk.**

### **Autor**

MSc Lorenz Leppin

**AEE – Institut für Nachhaltige Technologien**

**Gleisdorf, im Mai 2024**

## Allgemeine Anlagenbeschreibung

<u>Projektname:</u>	Anton Paar GmbH
<u>Adresse:</u>	Anton Paar Straße 20, 8054 Graz
<u>Art der Anwendung:</u>	Solaranlagen in Kombination mit Wärmepumpen
<u>Wärmeverbraucher:</u>	Wärmeversorgung Fußbodenheizung, Lüftung und Warmwasser Kälteversorgung der Sozialräume und der Produktion
<u>Bruttokollektorfläche:</u>	1310m <sup>2</sup> (182 x Viessmann SLK-600, unabgedeckte Absorbermatten)
<u>Neigung:</u>	0°
<u>Nachheizung:</u>	3x Sole-Wasser-Wärmepumpe/Kältemaschine (je 483 kW Heizen/510 kW Kühlen)
<u>Speicher</u>	2x 10.000l Wärmespeicher 2x 10.000l Kältespeicher 1.468 m <sup>3</sup> Eisspeicher
<u>Spezifischer Solarertrag:</u>	486 kWh/m <sup>2</sup> a (lt. Simulation, bezogen auf die Aperturfläche)
<u>Projektstatus:</u>	Monitoringphase gestartet mit Mai 2024
<u>Zuständigkeit Begleitforschung:</u>	AEE INTEC

Die Anton Paar GmbH entwickelt und produziert Präzisionslaborgeräte sowie hochgenaue Prozessmesstechnik und liefert maßgeschneiderte Automations- und Robotik-Lösungen. Das Unternehmen plant in Graz (ST) die Errichtung eines neuen Betriebsgebäudes mit 26.900 m<sup>2</sup> Bruttogeschoßfläche für Büros und Labors und soll mittels effizienter Nutzung der Sonnenwärme durch den Einsatz von Wärmepumpen und einem Eisspeicher zur Deckung des Raumwärmebedarfs ausgestattet werden.

Es wurde eine Solarabsorberfläche mit 1.310 m<sup>2</sup> am Dach des Gebäudes errichtet. Es werden 182 Stück offene Solarabsorber der Fa. Viessmann vom Typ SLK 600 am Flachdach des Gebäudes liegend (Anstellwinkel 0°) montiert. Bei diesem Kollektortyp dienen sowohl die direkte und diffuse Sonneneinstrahlung als auch Umgebungsluft, Niederschläge und Luftfeuchte als Energiequellen. Die so gewonnene solare Wärmeenergie soll in einen Eisspeicher mit einem Volumen von 1.468 m<sup>3</sup> geladen, oder direkt als Wärmequelle der Wärmepumpen genutzt werden.

Der Eis-Energiespeicher, gefüllt mit Wasser, fungiert als saisonaler Pufferspeicher und wird mittels unverglasten Solarkollektoren, sowie durch im Gebäude anfallende Abwärme aus aktiver Kühlung mit Niedertemperatur beladen bzw. regeneriert. Eis-Energiespeicher (Niedertemperatur-Latentspeicher) und Solarkollektoren bilden somit die Wärmequelle für die Wärmepumpen. Der mit Wasser gefüllte Eisspeicher kann Energie (Solar, Erdreich, Abwärme aus Gebäude) zwischenspeichern und an die Wärmepumpe abgeben.

Der Wärmeentzug durch die Wärmepumpen führt zu einem Vereisungsvorgang und damit zur Freisetzung der Kristallisationsenergie, wodurch ein großer Teil der gespeicherten Wärme bei konstanter Temperatur abgeben werden kann. Die Regeneration (Schmelzvorgang) und Beladung des Speichers erfolgt mittels Solarabsorbern, welche die eintreffende Solarstrahlung sowie Lufttemperaturen nutzen, und andererseits durch das den Speicher umgebende Erdreich sowie Abwärme aus dem Kühlbetrieb des Gebäudes, erfolgt.

Mit der Anlage kann sowohl geheizt als auch gekühlt werden. Die Wärmeerzeugung erfolgt über drei Sole-Wasser-Wärmepumpen. Als Wärmequelle dienen der Eis-Energiespeicher im Erdreich, die Solar-Luft-Kollektoren auf dem Dach und die Abwärme aus dem Gebäude im Kühlfall. Die Kühlung erfolgt über einen Plattenwärmetauscher, welcher mit dem Regenerationswärmetauscher im Eis-Energiespeicher verbunden ist. Die Kälteerzeugung kann sowohl durch natürliches Kühlen als auch durch aktives Kühlen erfolgen. Das heißt, der Eis-Energiespeicher dient so lange als Wärmesenke, bis sich die Speichertemperatur der Kühlsolltemperatur auf der Primärseite angenähert hat. Ist dieser Punkt erreicht, so kann mit der Wärmepumpe direkt über den Plattenwärmetauscher gekühlt werden. Die Abwärme wird über den Rückkühler an die Umgebung bzw. den Eisspeicher abgegeben. Bei gleichzeitiger Kühl- und Heizanforderung kann mit den Wärmepumpen auch ein Parallelbetrieb ausgeführt werden. Das heißt, es kann zur gleichen Zeit gekühlt und geheizt werden. Der Wärmetransport zwischen den einzelnen Komponenten auf der Primärseite erfolgt durch ein Wasser-Glykol-Gemisch auf Basis Ethylenglykol.

Die drei Wärmepumpen mit dem Kältemittel R513A (GWP 573) sind für den Heiz- und Kühlbetrieb jeweils unterschiedlich ausgelegt. Systembedingt werden zur Abdeckung der gesamten Kühllast drei Wärmepumpen benötigt. Für den Heizbetrieb und zur Abdeckung der erforderlichen Heizleistungen werden zwei Wärmepumpen mit einer Wärmeleistung von je 483 kW (gesamt 966 kW bei B-5/W45) eingesetzt. Die dritte Wärmepumpe ist aufgrund des hybriden Konzeptes Teil des gesamten Energieversorgungskonzeptes wird aber vorwiegend zur Kältebereitstellung genutzt. In einzelnen Betriebszuständen kann es dazu kommen, dass diese vereinzelt auch Aufgaben der Wärmebereitstellung übernimmt. Es handelt sich um keine redundante Ausführung der Anlage. Für die Bereitstellung der erforderlichen maximalen Kälteleistung sind 3 Wärmepumpen bzw. Kältemaschinen zu je 510 kW (gesamt 1.530 kW bei B45/W6) erforderlich. Der Kühlbedarf während der Heizperiode resultiert aus dem Kühlbedarf der Laborbereiche, welche teilweise ganzjährig Kühlenergie benötigen. Im Sommer ergibt sich der Kühlbedarf als Folge des Betriebes der raumluftechnischen Anlagen (Lüftung für Labor und Bürobereich) samt Entfeuchtungsbetrieb sowie der geplanten Kühldecken zur Raumkonditionierung.

In Abhängigkeit der meteorologischen Bedingungen wird mittels übergeordneter Mess-Steuerungs- und Regelungstechnik die Wärmequelle für die Wärmepumpen ausgewählt. Durch dieses aktive Energiequellenmanagement können verschiedene Betriebsarten auf Basis von Effizienzkriterien umgesetzt werden. Damit kann für die Wärmebereitstellung (Heiz- oder Dualbetrieb) von ca. 1.600 MWh/a eine SJAZ (inkl. Nebenaggregate) von 4,22 erreicht werden. Dabei wird die solare Nutzenergie von den Solar-Kollektoren über Regenerationsenergie in den Eisspeicher (79 MWh/a) und Direktnutzung der Solarabsorberwärme (557 MWh/a) als Wärmequelle für die Wärmepumpen eingesetzt.

Ergänzt wird das Gesamtkonzept um eine PV-Anlage mit rund 50 kWp.



*Abbildung 1: Anlagentechnik am Dach, mit Solarabsorbern im Hintergrund (Quelle: AEE INTEC)*



*Abbildung 2: Anlagentechnik im Betriebsraum (Quelle: AEE INTEC)*



Abbildung 3: Einblick in Eisspeicher, mit sich ausbildender Eisschicht um die Wärmetauscher im Tank (Quelle: AEE INTEC)

## Hydraulik- und Messkonzept

Das gesamte Wärmeversorgungssystem zum Projekt „Anton Paar GmbH“ ist als Blockschaltbild in Abbildung 4 dargestellt.

Die messtechnische Bestückung der Anlage enthält folgende Sensorik:

- 23    Temperaturfühler
- 7     Wärmemengenzähler
- 6     Kältezähler
- 1     Globalstrahlungssensor
- 5     Stromzähler
- 24    Ventilstellung
- 1     Vereisungsgrad
- 1     Betriebsart (Modus)

Es werden 14 unterschiedliche Betriebsmodi gefahren. Diese werden unten über die Prinzipschemata veranschaulicht und sind die Folgenden:

- 2     Entzugsbetrieb
- 3     Mischbetrieb
- 4     Absorberdirektbetrieb
- 5     Regeneration
- 6     Passive Vorkühlung
- 7     Aktive Vorkühlung
- 8     Natürliche Kühlung (NC)
- 9     NC mit Mischbetrieb
- 10    Freie Kühlung (FC)
- 11    FC mit Heizbetrieb
- 12    Aktive Kühlung (AC)
- 13    AC mit Heizbetrieb (AC Dual)
- 16    NC mit Entzugsbetrieb
- 17    NC mit Absorberdirektbetrieb

## Mess- und Instrumentierungsschema

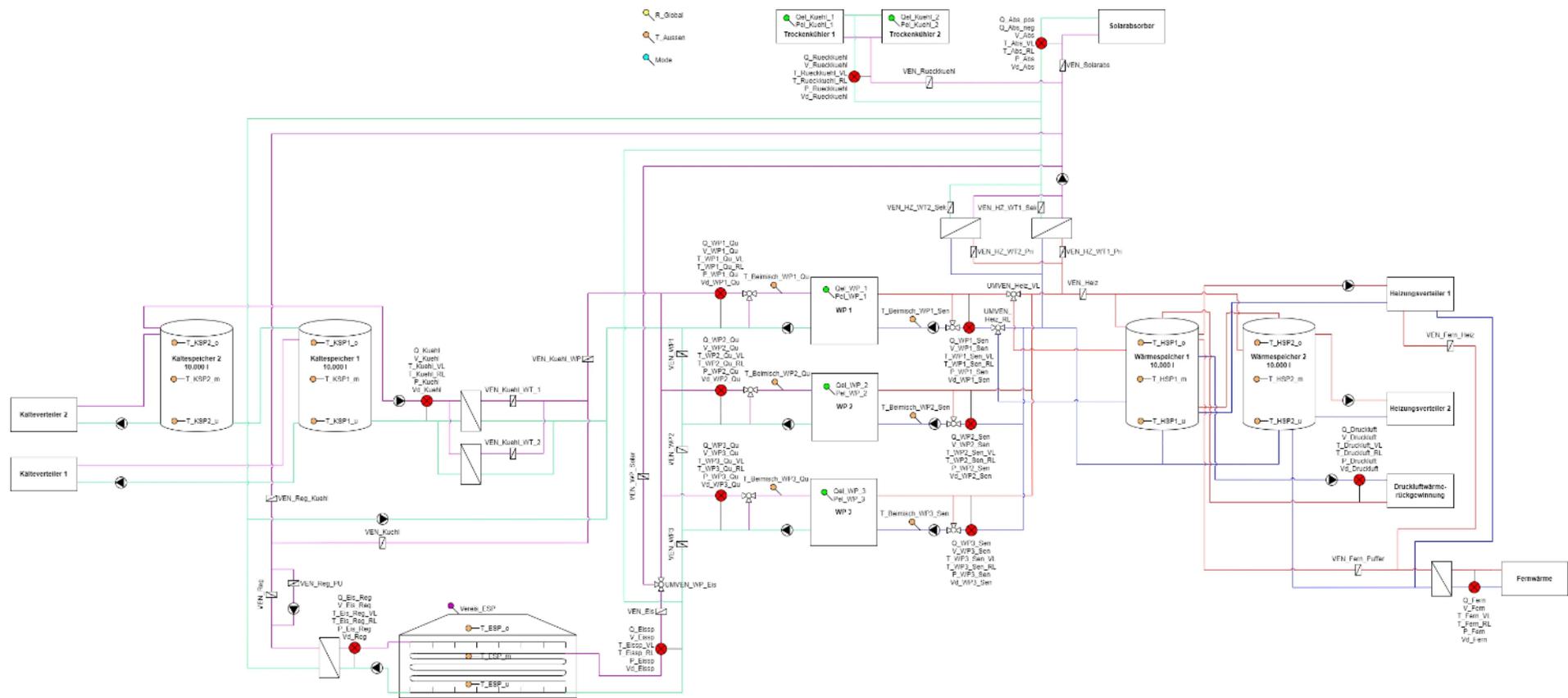


Abbildung 4: Messkonzept zum Projekt „Anton Paar GmbH“ (Orange: Temperaturfühler; Gelb: Einstrahlungssensoren; Rot: Wärme- und Kältemengenzähler; Grün: Strommesser; sowie Ventilpositionen)

## Betriebsmodus 2: Entzugsbetrieb

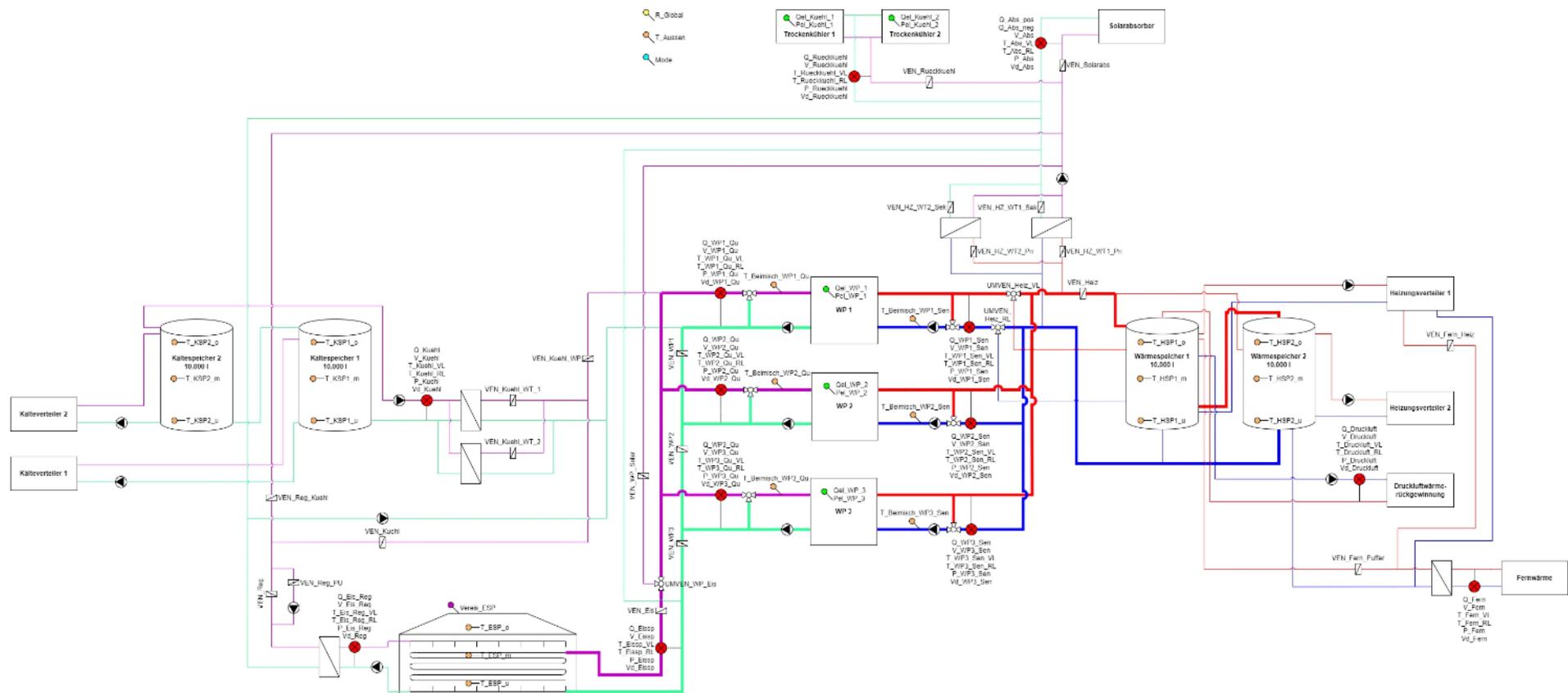


Abbildung 5: Betriebsmodus 2: Entzugsbetrieb – Die Wärmepumpen laufen im Heizbetrieb. Der Eisspeicher dient als primärseitige Quelle für die Wärmepumpen.

## Betriebsmodus 3: Mischbetrieb

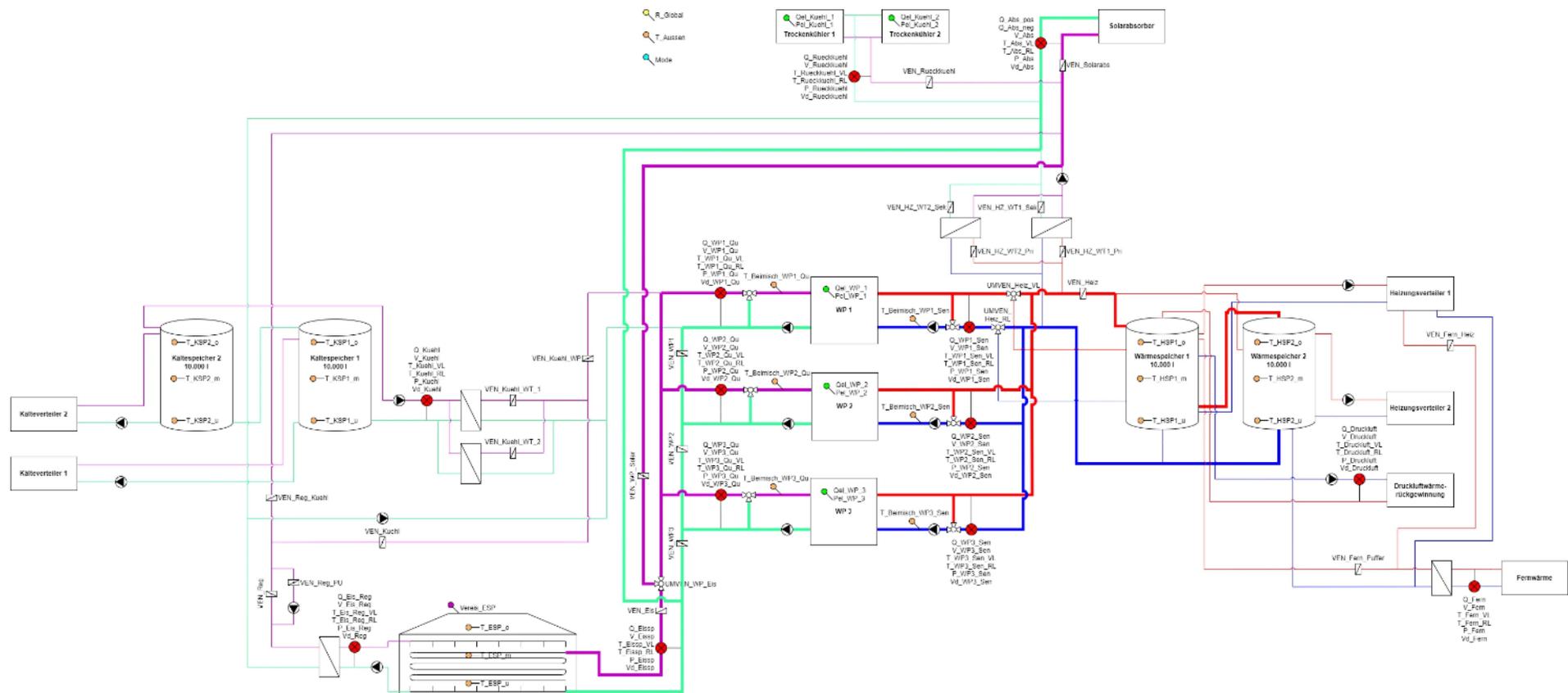


Abbildung 6: Betriebsmodus 3: Mischbetrieb – Die Wärmepumpen laufen im Heizbetrieb. Der Eisspeicher und die Solarabsorber dienen als primärseitige Quelle für die Wärmepumpen.

## Betriebsmodus 4: Direktbetrieb

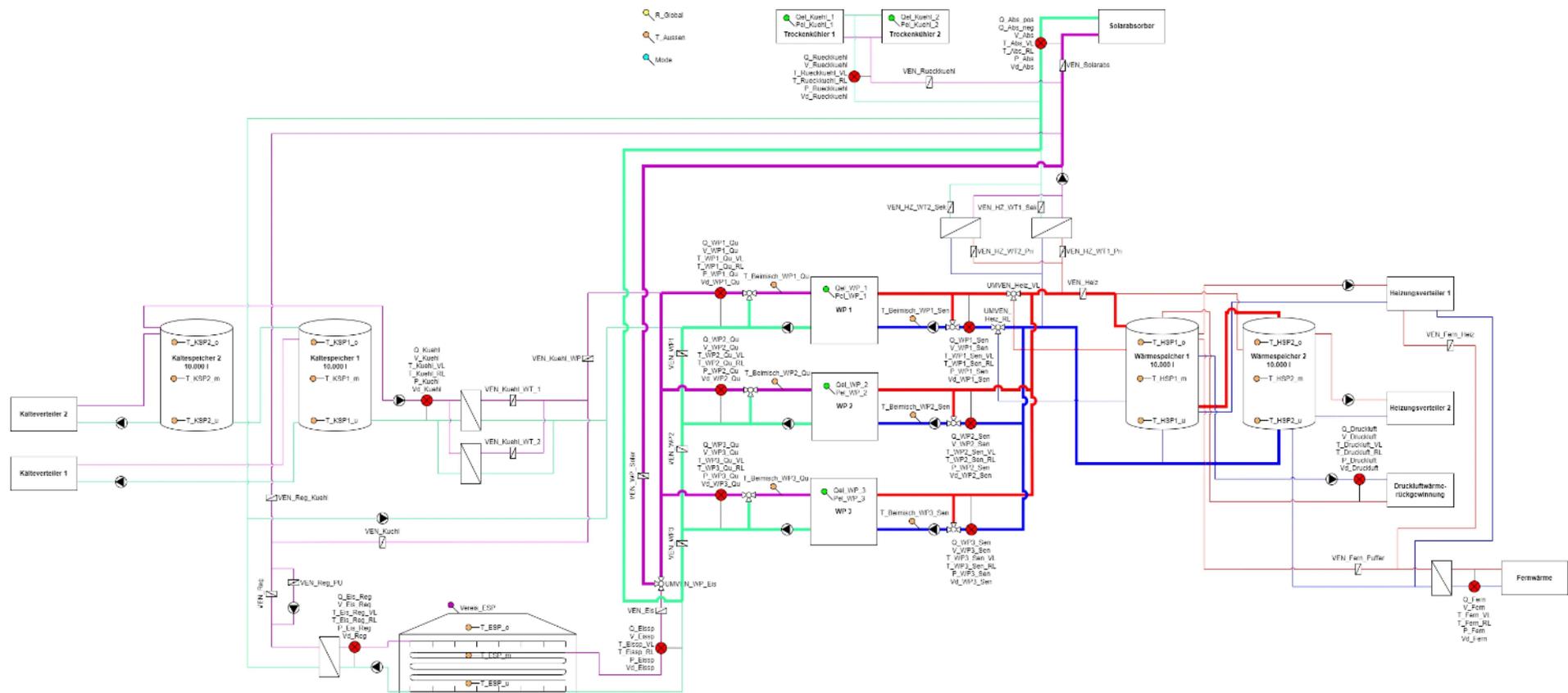


Abbildung 7: Betriebsmodus 4: Direktbetrieb – Die Wärmepumpen laufen im Heizbetrieb. Die Solarabsorber dienen als primärseitige Quelle für die Wärmepumpen.

## Betriebsmodus 5: Regeneration

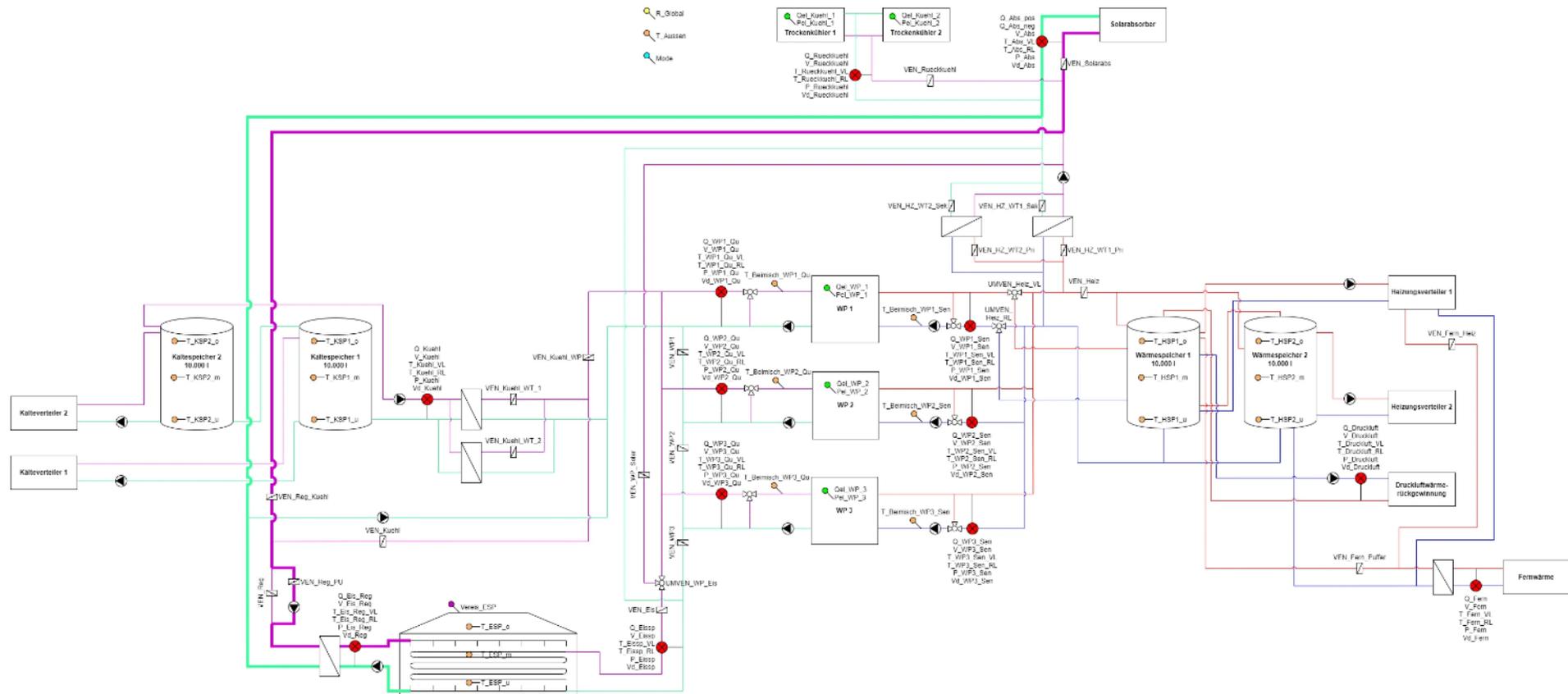


Abbildung 8: Betriebsmodus 5: Regeneration – Der Eisspeicher wird mittels Wärme aus den Solarabsorbern regeneriert (abgeschmolzen bzw. aufgewärmt).

## Betriebsmodus 6: Passive Vorkühlung

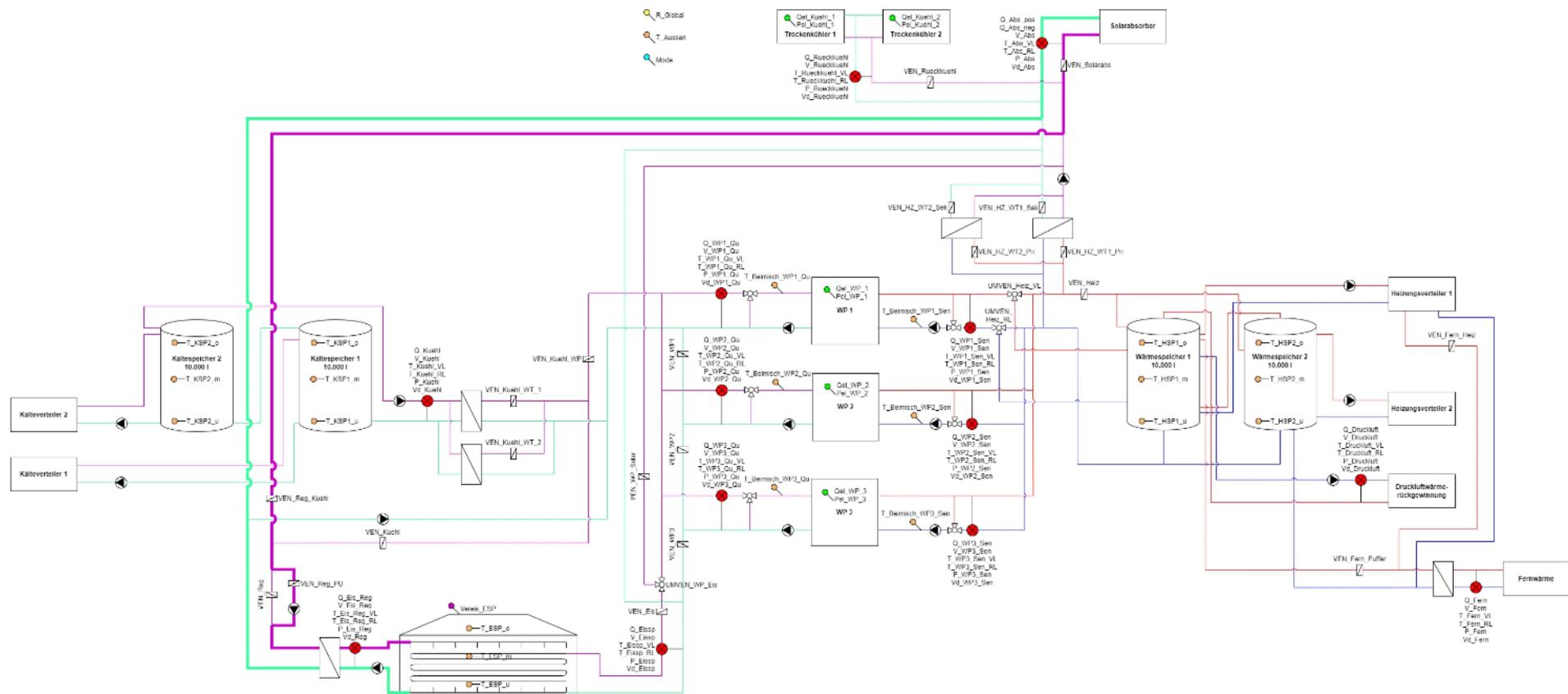


Abbildung 9: Betriebsmodus 6: Passive Vorkühlung – Der Eisspeicher wird über die Solarabsorber abgekühlt.

## Betriebsmodus 7: Aktive Vorkühlung

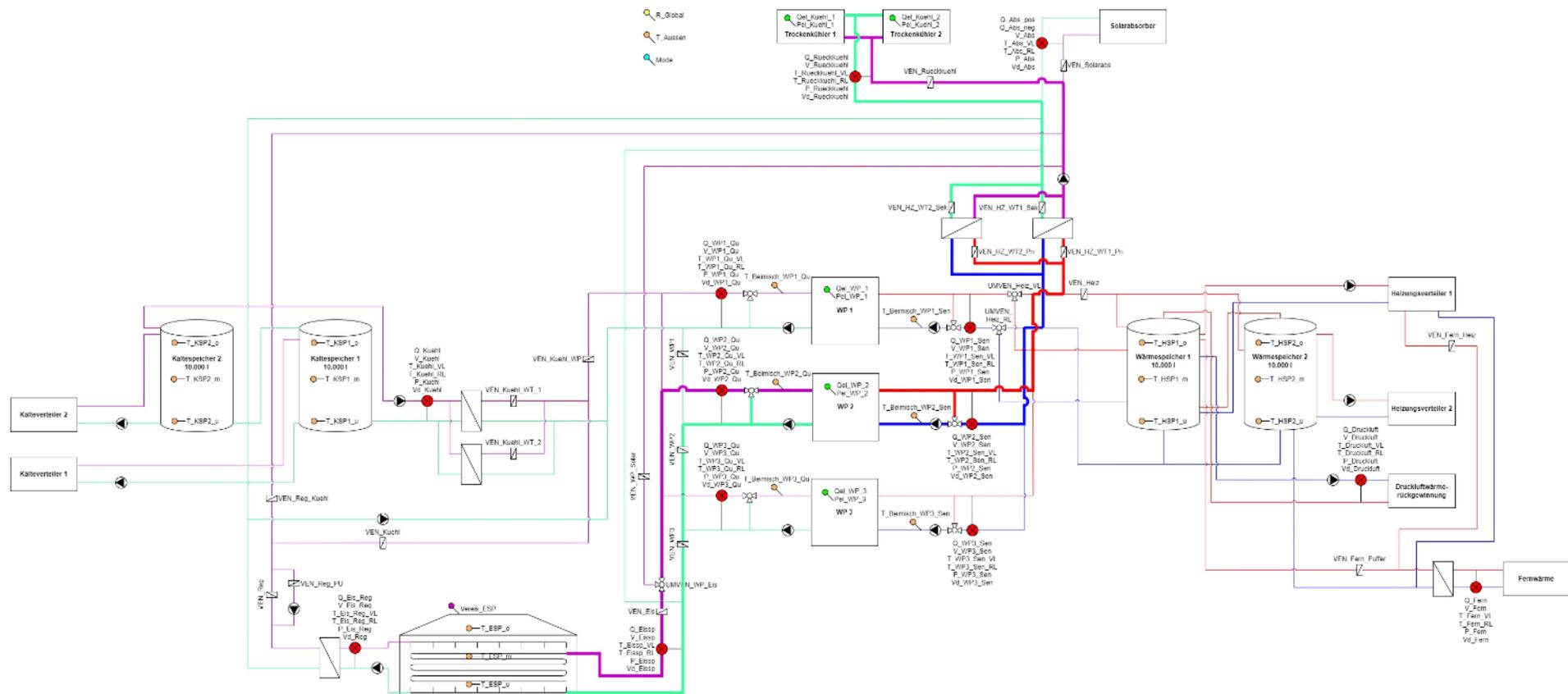


Abbildung 10: Betriebsmodus 7: Aktive Vorkühlung – Der Eisspeicher wird über die Wärmepumpen/Kältemaschinen abgekühlt. Die Abwärme wird über die Trockenkühler abgeführt.

## Betriebsmodus 8: Natürliche Kühlung

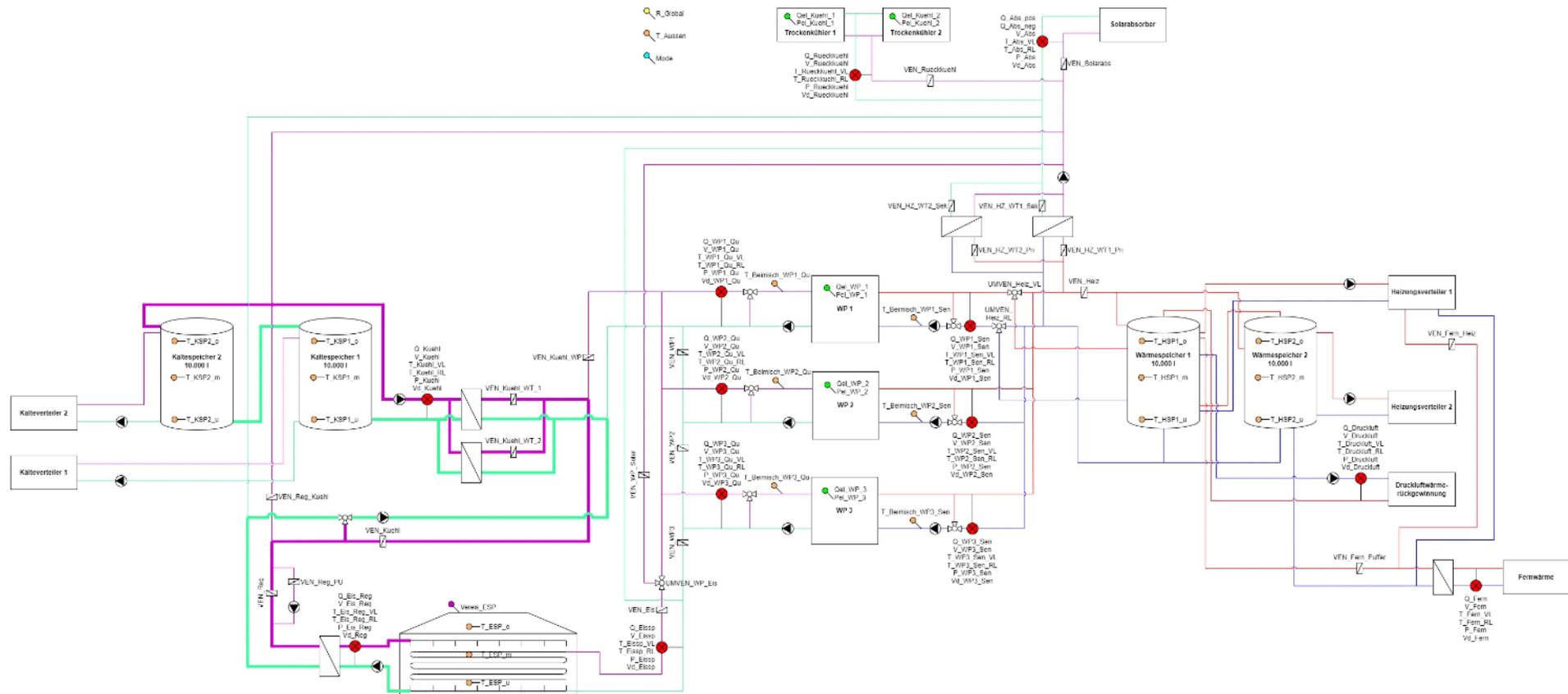


Abbildung 11: Betriebsmodus 8: Natürliche Kühlung (NC) – Der Kühlbedarf wird über den Eisspeicher bereitgestellt.

## Betriebsmodus 9: Natürliche Kühlung mit Mischbetrieb

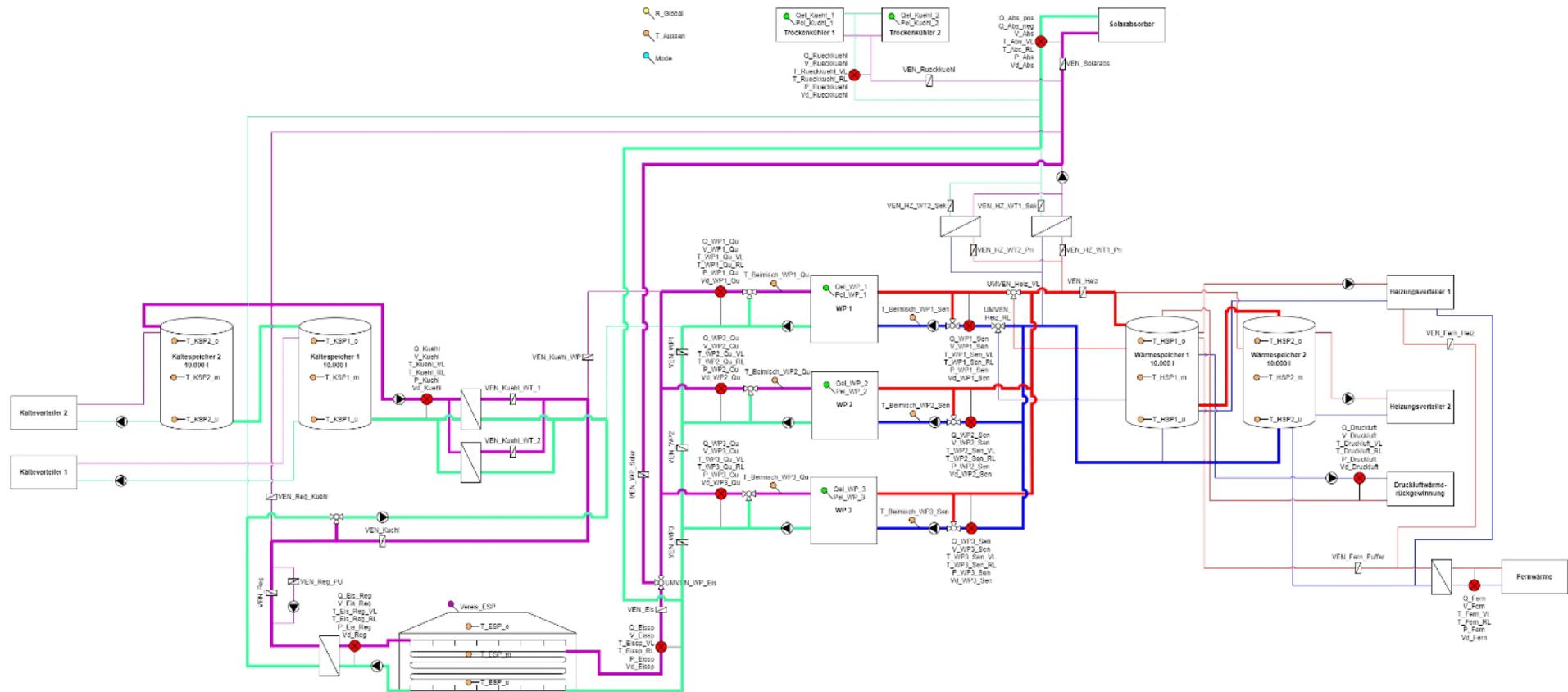


Abbildung 12: Betriebsmodus 9: Natürliche Kühlung mit Mischbetrieb – Der Kühlbedarf wird über den Eisspeicher bereitgestellt. Die Wärmepumpen liefern Heizwärme. Die Primärseitige Energie für die Wärmepumpen wird durch den Eisspeicher und die Solarabsorber bereitgestellt.

## Betriebsmodus 10: Freie Kühlung (FC)

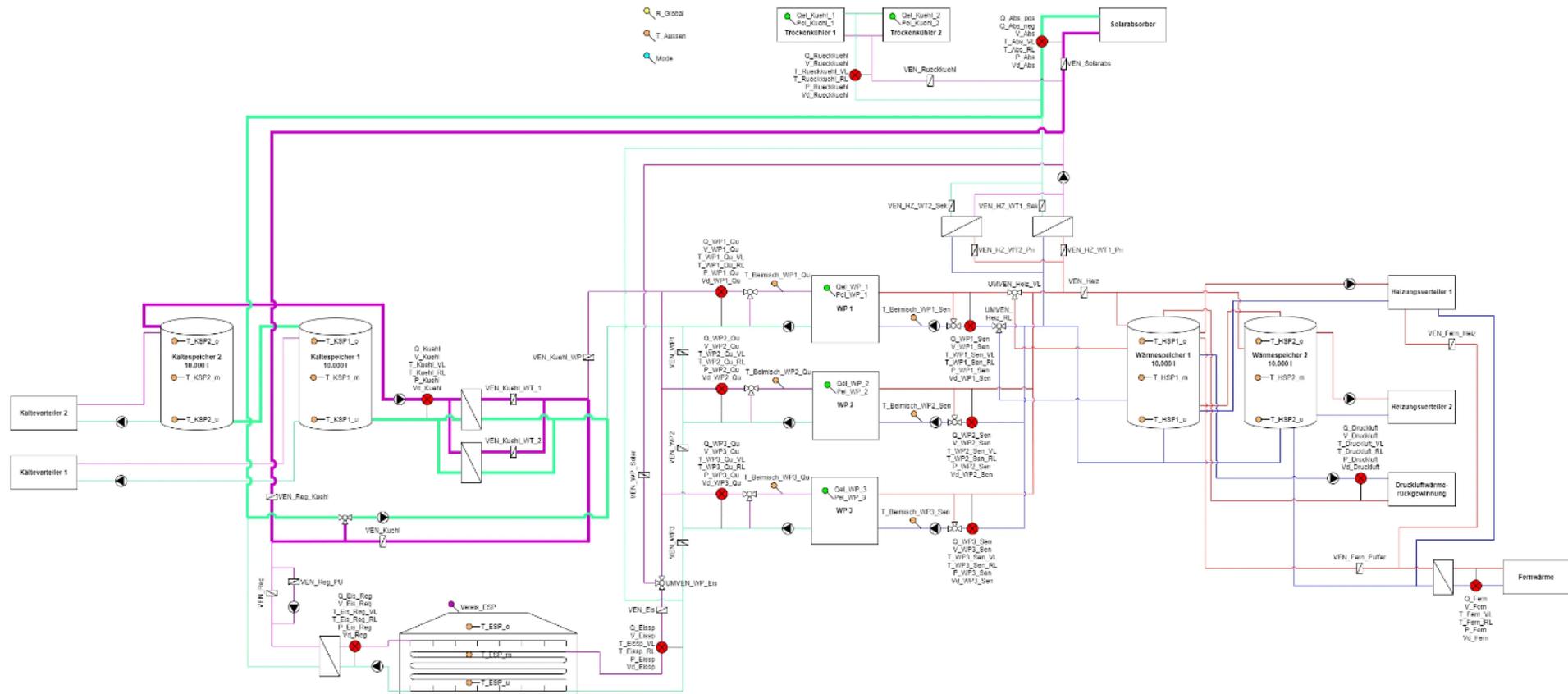


Abbildung 13: Betriebsmodus 10: Freie Kühlung (FC) – Der Kühlbedarf wird über die Solarabsorber bereitgestellt.

## Betriebsmodus 11: Free Cooling mit Heizbetrieb

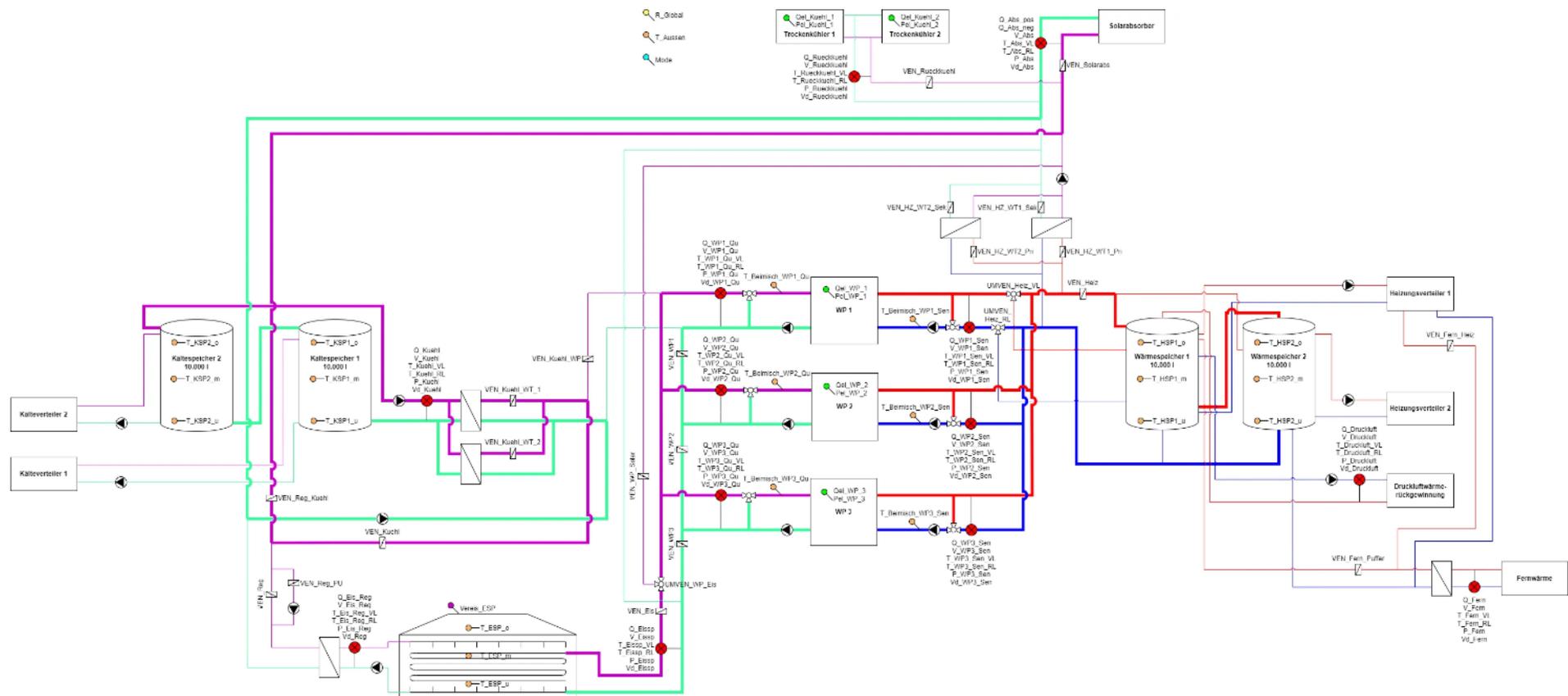


Abbildung 14: Betriebsmodus 11: Free Cooling mit Heizbetrieb – Der Kühlbedarf wird über die Solarabsorber bereitgestellt. Die Wärmepumpen laufen im Heizbetrieb. Der Eisspeicher dient als primärseitige Quelle für die Wärmepumpen.

## Betriebsmodus 12: Aktive Kühlung (AC)

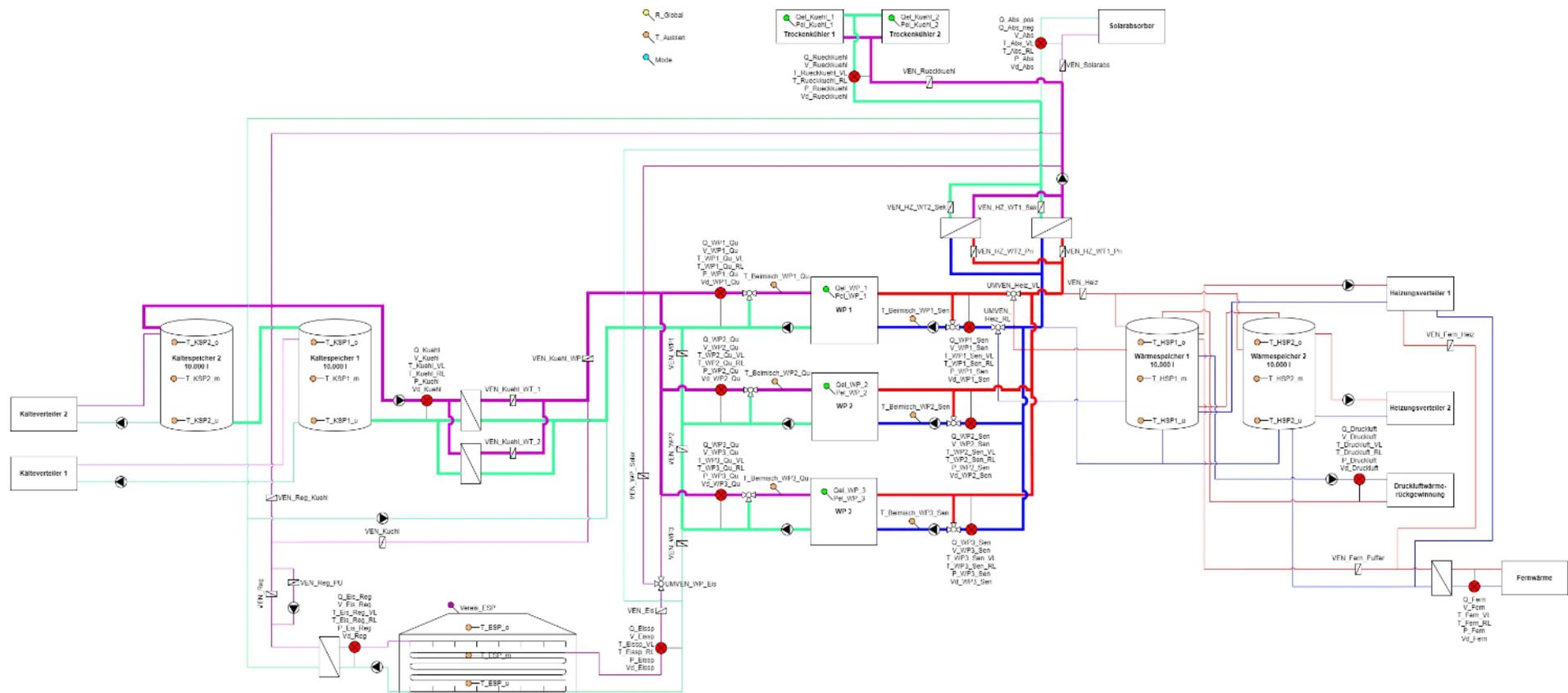


Abbildung 15: Betriebsmodus 12: Aktive Kühlung (AC) – Der Kühlbedarf wird über die Wärmepumpen/Kältemaschinen bereitgestellt. Die Abwärme wird über die Trockenkühler abgegeben.

## Betriebsmodus 13: Aktive Kühlung mit Heizbetrieb (AC Dual)

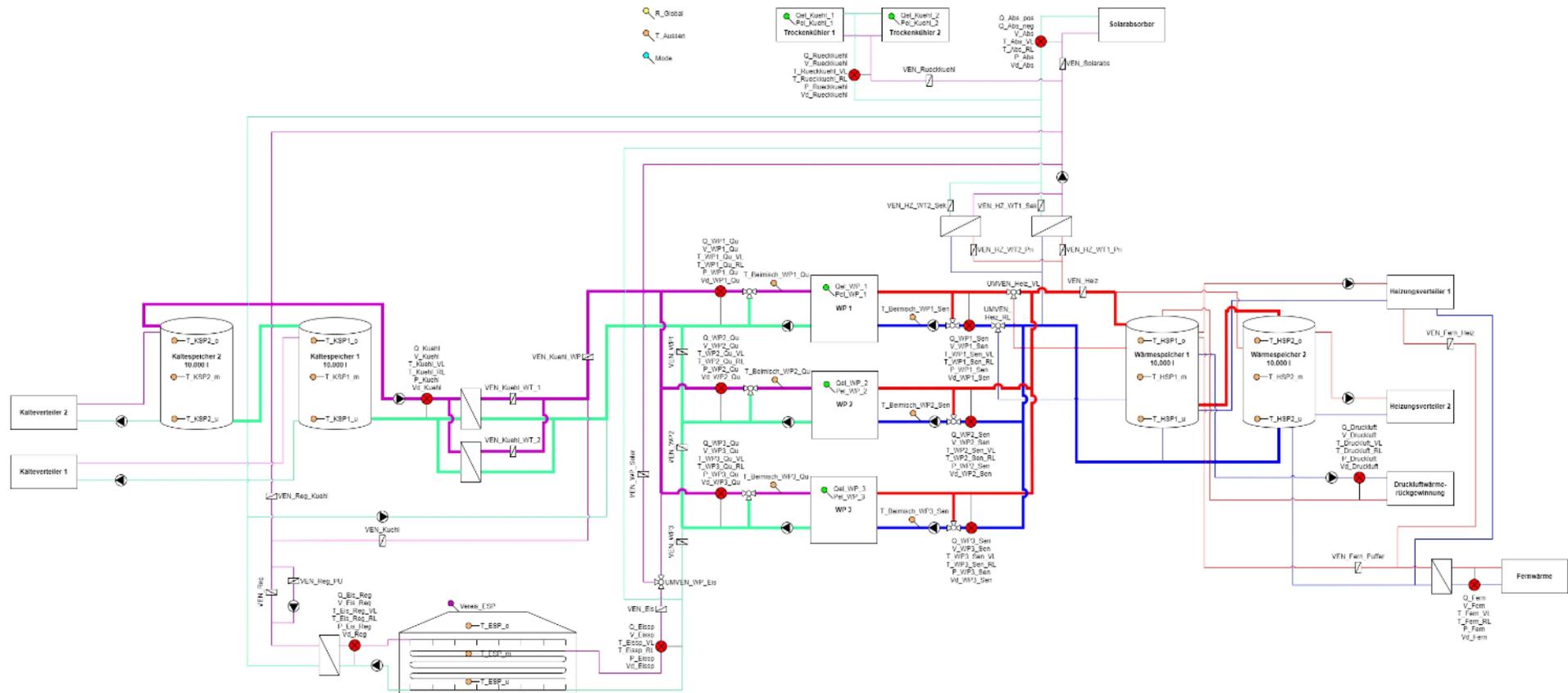


Abbildung 16: Betriebsmodus 13: Aktive Kühlung mit Heizbetrieb (AC Dual) – Der Kühlbedarf wird über die Wärmepumpen/Kältemaschinen bereitgestellt. Die Abwärme wird an die Wärmespeicher zu Heizzwecken abgegeben.

## Betriebsmodus 16: Natürliche Kühlung mit Entzugsbetrieb

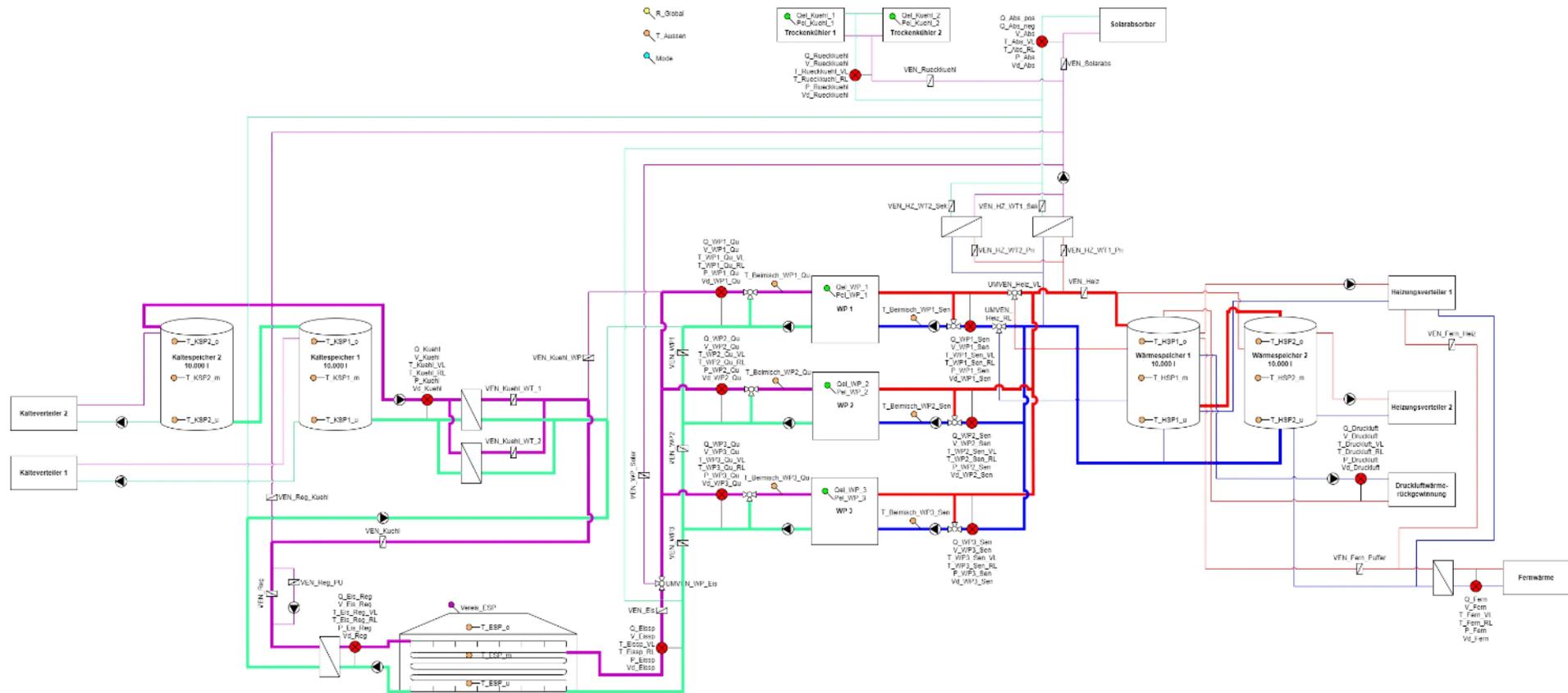


Abbildung 17: Betriebsmodus 16: Natürliche Kühlung mit Entzugsbetrieb – Die Wärmepumpen laufen im Heizbetrieb. Der Eisspeicher dient als primärseitige Quelle für die Wärmepumpen. Der Kühlbedarf wird über den Eisspeicher bereitgestellt.

## Betriebsmodus 17: Natürliche Kühlung mit Absorberdirektbetrieb

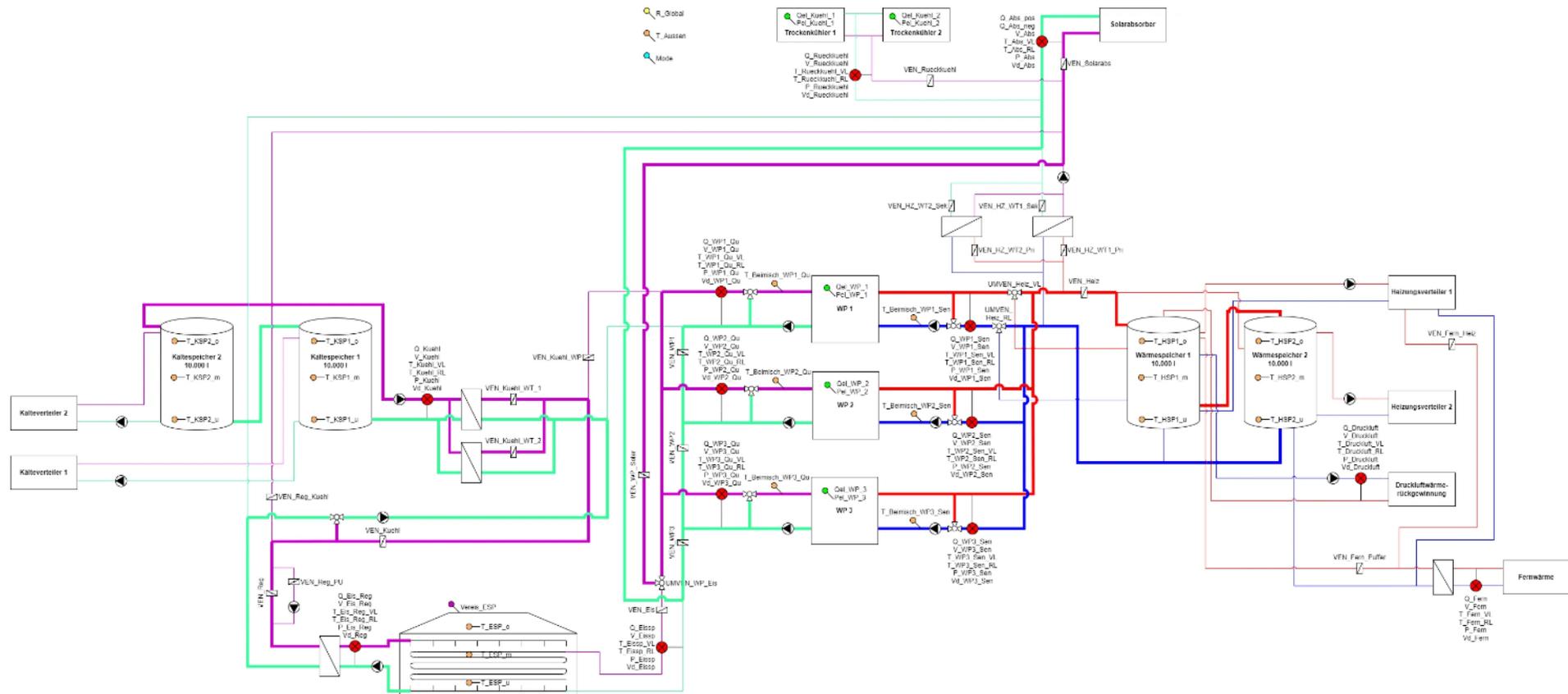


Abbildung 18: Betriebsmodus 17: Natürliche Kühlung mit Absorberdirektbetrieb – Die Wärmepumpen laufen im Heizbetrieb. Die Solarabsorber dienen als primärseitige Quelle für die Wärmepumpen. Der Kühlbedarf wird über den Eisspeicher bereitgestellt.