Modul Wärmepumpe

Technische Anleitung: Modul Wärmepumpe (Acond)

1. Funktion des Moduls

Dieses Modul dient der Ansteuerung und Regelung einer Acond Wärmepumpe. Es fungiert als Schnittstelle zwischen der übergeordneten Systemlogik (Heizanforderungen, Kaskaden-Management) und der spezifischen Steuerung der Wärmepumpe über Modbus.

Das Modul empfängt eine Soll-Temperatur vom System und regelt die internen Komponenten der Wärmepumpe (Kompressor, Pumpe) so, dass diese Temperatur effizient erreicht wird. Es stellt zudem Betriebsdaten, Leistungs- und Energiewerte zur Visualisierung und für andere Systemmodule bereit.

2. Konfiguration und Parameter

Die Funktion des Moduls wird über die folgenden Einstellungen in der Benutzeroberfläche angepasst.

2.1. Betriebsmodus

- **Modus:** Legt die grundlegende Arbeitsweise fest.
  - `Aus`: Die Wärmepumpe ist deaktiviert.
  - `Manuell`: Manuelle Steuerung (derzeit nicht implementiert, verhält sich wie `Aus`).
  - `Automatik`: Die Wärmepumpe reagiert auf Heizanforderungen aus dem System.
  - `Nur Heizstab`: Ausschließlich der elektrische Heizstab wird für die Wärmeerzeugung verwendet. Der Kompressor der Wärmepumpe bleibt dauerhaft abgeschaltet. Dieser Modus ist z.B. bei einem Kompressor-Defekt sinnvoll oder bei extremen

Außentemperaturen, bei denen der Wärmepumpenbetrieb nicht mehr möglich ist. Kühlbetrieb ist in diesem Modus nicht verfügbar.

2.2. Kaskaden- & Bivalenz-Einstellungen

Diese Parameter steuern das Verhalten der Wärmepumpe im Zusammenspiel mit anderen Wärmeerzeugern.

- **Kaskaden-Priorität:** Legt die Priorität der Wärmepumpe fest, wenn mehrere Wärmeerzeuger verfügbar sind. Eine niedrigere Zahl bedeutet eine höhere Priorität (z.B. `1` ist höher als `2`).
- **Bivalenztemperatur:** Die Außentemperatur, unter der die Wärmepumpe gesperrt wird und ein anderer Wärmeerzeuger (z.B. ein Heizstab oder Ölkessel) übernehmen muss.
- **Maximale Temperatur:** Die maximale Vorlauftemperatur, die die Wärmepumpe im Kaskadenbetrieb anstreben soll.

2.3. Regelungsparameter (Heizen)

Diese Einstellungen definieren, wie die Wärmepumpe ihre Leistung im Heizbetrieb anpasst.

- **Rücklauf-Delta-T:** Die gewünschte Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf. Die interne Pumpe wird so geregelt, dass dieser Wert erreicht wird.
- **PID-Reglermodus:** Bestimmt die Kernstrategie, nach der die Leistung des Verdichters geregelt wird.
  - `Drehzahl`: Der Regler passt die **Verdichterdrehzahl** direkt an, um die Soll-Rücklauftemperatur zu erreichen. Dies ist eine einfache und robuste Regelungsart.
  - `Thermische Leistung`: Der Regler ermittelt basierend auf der Rücklauftemperatur eine **Soll-Wärmeleistung in Watt**. Ein zweiter, unterlagerter Regler passt dann die Verdichterdrehzahl so an, dass die Wärmepumpe exakt diese Wärmeleistung abgibt. Dies ermöglicht eine präzisere Leistungsdosierung.
  - `Elektrische Leistung`: Dieser Modus ist für zukünftige Erweiterungen vorgesehen (z.B. für die Anbindung an einen Energy Manager) und aktuell nicht implementiert.

2.4. Drehzahl-Kennlinie (Speed Points)

Die Leistung der Wärmepumpe ist stark von der Außentemperatur abhängig. Über vier Kennlinienpunkte (`SP1` bis `SP4`) wird die minimale und maximale Kompressordrehzahl in Abhängigkeit von der Außentemperatur festgelegt. Das System interpoliert zwischen diesen Punkten, um die optimale Drehzahl für die jeweilige Witterung zu finden.

- **SPx Temperatur:** Die Außentemperatur für diesen Kennlinienpunkt.
- **SPx Min. Drehzahl:** Die minimale Kompressordrehzahl bei dieser Temperatur.

- **SPx Max. Drehzahl:** Die maximale Kompressordrehzahl bei dieser Temperatur.

2.5. Laufzeit-Einstellungen

- **Mindestlaufzeit:** Die minimale Zeit in Minuten, die der Kompressor nach dem Start laufen muss. Verhindert schädliches Takten.
- **Mindeststandzeit:** Die minimale Zeit in Minuten, die der Kompressor nach dem Abschalten ausgeschaltet bleiben muss.

2.6. Silent-Modus

Ermöglicht einen zeitgesteuerten, geräuschreduzierten Betrieb (z.B. nachts).

- **Silent-Modus aktiv:** Aktiviert oder deaktiviert die Funktion.
- **Startzeit / Stoppzeit:** Definiert den Zeitraum, in dem der Silent-Modus aktiv ist.

---

3. Funktionsweise der Automatik

1. **Anforderung:** Das Modul erhält eine Heizanforderung (Soll-Vorlauftemperatur) von der übergeordneten Regelung (z.B. von einem Heizkreis oder Pufferspeicher).
2. **Freigabe:** Das Modul prüft, ob die Freigabebedingungen erfüllt sind:
   - Die Außentemperatur liegt über der eingestellten `Bivalenztemperatur`.
   - Die `Mindeststandzeit` seit dem letzten Lauf ist abgelaufen.
3. **Regelung:**
   - Die Wärmepumpe startet. Die `Mindestlaufzeit` beginnt.
   - Der **Kompressor** wird je nach gewähltem `PID-Reglermodus` entweder über die Drehzahl oder die thermische Leistung geregelt, um die geforderte Rücklauftemperatur zu erreichen. Die erlaubte Leistung wird dabei dynamisch aus der Kennlinie anhand der aktuellen Außentemperatur ermittelt.
   - Die interne **Pumpe** wird gleichzeitig so geregelt, dass die eingestellte Spreizung (`Rücklauf-Delta-T`) zwischen Vor- und Rücklauf eingehalten wird.
4. **Abschaltung:** Die Wärmepumpe schaltet ab, wenn keine Heizanforderung mehr besteht. Die `Mindeststandzeit` beginnt.

4. Kaskadenbetrieb

Im Zusammenspiel mit anderen Wärmeerzeugern meldet das Modul kontinuierlich seinen Status an die Kaskadenlogik:

- **Priorität:** Die eingestellte Priorität.
- **Betriebsbereitschaft (`EnergyLow`):** Das Modul meldet, ob es aktuell ineffizient läuft (z.B. weil die Temperaturdifferenz am Verdampfer zu gering ist). Die Kaskade kann dann entscheiden, einen anderen Wärmeerzeuger zu nutzen.
- **Kosten pro kWh:** Basierend auf dem aktuellen Strompreis und dem Wirkungsgrad (COP) berechnet das Modul die Kosten für eine erzeugte Kilowattstunde Wärme. Dies ermöglicht der Kaskade eine ökonomische Entscheidung.

Revision #3
Created 2025-09-28 19:26:37 UTC by Christian
Updated 2026-05-12 18:08:09 UTC by Christian