Solar

Solarthermie und Feststoffkessel/Holzofen – beide opportunistischen Wärmequellen.

- Übersicht
- Einstellungen
- Feststoffkessel-Modus

Übersicht

Übersicht Solar-Modul

Das Solar-Modul steuert eine opportunistische Wärmequelle, die Energie liefert, sobald sie verfügbar ist. Es unterstützt zwei Quellenarten:

- **Solarthermie** (Standard): Klassische Δϑ-Regelung zwischen Kollektor und Pufferspeicher. Die Pumpe startet, sobald der Kollektor wärmer als der Speicher ist.
- **Feststoffkessel/Holzofen** (optional): Wie Solarthermie, aber zusätzlich mit Rücklauf-Anhebung über einen Mischer und einer Mindest-Kesseltemperatur als Freigabe.

Beide Quellen werden mit demselben PID-geregelten Pumpenkreis betrieben. Sie unterscheiden sich nur in den Freigabe-Kriterien und der zusätzlichen Mischer-Steuerung im Holzofen-Modus.

Live-Werte

In der Detailansicht werden die wichtigsten Messwerte und Stellgrößen angezeigt. (Screenshot folgt nach Visu-Update.)

Temperaturen

- **Kollektor- bzw. Kesseltemperatur:** Aktuelle Temperatur der Wärmequelle (Solarkollektor oder Kesselvorlauf bei Feststoff).
- **Speichertemperatur 1:** Temperatur am Hauptspeicher.
- **Speichertemperatur 2:** Temperatur am zweiten Speicher (nur bei aktiver Solar-Umschaltung).
- **Rücklauftemperatur:** Aktuelle Rücklauftemperatur des Heizkreises (nur Feststoff-Modus).

Pumpe & Mischer

- **Pumpendrehzahl:** Aktueller Stellwert in Prozent (0–100 %).
- **Pumpen-Status:** Ein/Aus.

- **Mischer-Position:** Geschätzte Position in Prozent, 0 = ZU, 100 = AUF (nur Feststoff-Modus).
- **Mischer-Aktion:** Aktuelle Bewegungsrichtung (AUF/AUS/ZU).

Energie

- **Pumpen-Betriebsstunden:** Gesamtlaufzeit der Solar-/Kesselpumpe.
- **Berechnete Pumpenenergie:** Geschätzter Stromverbrauch der Pumpe basierend auf Laufzeit und Nennleistung.

Funktionsweise im Überblick

1. **Freigabe-Prüfung:** Im Solar-Modus muss der Kollektor wärmer als der Speicher sein (plus Einschalt-Hysterese). Im Feststoff-Modus muss zusätzlich die Mindest-Kesseltemperatur erreicht sein.
2. **Anlaufphase:** Die Pumpe läuft 10 Sekunden mit der konfigurierten Startdrehzahl, damit der Wasserstrom sicher anliegt.
3. **PID-Regelphase:** Danach übernimmt der PID-Regler. Wird die Quelle zu heiß, erhöht er die Drehzahl (um Wärme abzuführen). Kühlt sie ab, sinkt die Drehzahl.
4. **Rücklauf-Anhebung (nur Feststoff):** Parallel regelt ein 3-Wege-Mischer den Rücklauf auf einen Mindestwert (typisch 60 °C), um Korrosion und Kondensation im Kessel zu verhindern.
5. **Abschaltung:** Bei zu geringer Temperaturdifferenz, bei erreichtem Speichermaximum, bei Sensorausfall oder bei einem Fehler-Zustand wird die Pumpe sofort gestoppt.

Sicherheitsfunktionen

- **Sensorausfall:** Pumpe wird sofort abgeschaltet, sobald ein relevanter Fühler (Kollektor/Kessel oder Speicher) ausfällt.
- **Speicher-Maximaltemperatur:** Pumpe wird gesperrt, sobald der Speicher den eingestellten Höchstwert erreicht.
- **Frostschutz:** Optional kann eine Mindest-Kollektortemperatur konfiguriert werden, unterhalb derer keine Ladung erlaubt ist.

Einstellungen

Einstellungen Solar

Dieses Menü enthält alle Konfigurationsparameter für den Solar- und Feststoffkessel-Betrieb. Änderungen an den PID-Parametern (Seite 2) sollten nur von autorisiertem Fachpersonal vorgenommen werden.

Seite 1: Allgemeine Konfiguration

- **Betriebsart:**
  - **Funktion:** Legt den übergeordneten Betriebsmodus des Solar-Moduls fest.
    - `Aus`: Modul deaktiviert, alle Ausgänge zurückgesetzt.
    - `Manuell`: Ausgänge können direkt über die Visualisierung angesteuert werden (Inbetriebnahme, Service).
    - `Automatik`: Normalbetrieb nach den unten konfigurierten Regeln.
- **Quellen-Typ:**
  - **Funktion:** Wählt zwischen den beiden Quellenarten.
    - `Solar`: Solarthermische Kollektoren.
    - `Feststoffkessel`: Holz-/Pelletofen mit Mindest-Kesseltemperatur und Rücklauf-Anhebung. (Detail-Einstellungen auf separater Seite "Feststoffkessel-Modus".)
- **Soll-Temperatur Speicher 1:**
  - **Funktion:** Zieltemperatur für den Hauptspeicher. Wenn der Speicher diesen Wert unterschreitet und die Quelle wärmer ist, startet die Ladung.
- **Einschalt-Hysterese:**
  - **Funktion:** Die Quellentemperatur muss die Speichertemperatur um diesen Wert übersteigen, damit die Pumpe startet. Verhindert Pendeln.
- **Ausschalt-Hysterese:**
  - **Funktion:** Sinkt die Differenz unter diesen Wert, wird die Pumpe gestoppt.
- **Maximaltemperatur Speicher:**
  - **Funktion:** Sicherheits-Maximum. Erreicht der Speicher diese Temperatur, wird die Pumpe gesperrt, unabhängig von der Quellentemperatur.
  - *Standard: 90 °C. Niemals auf 0 setzen – das würde die Pumpe permanent sperren.*
- **Mindest-Kollektortemperatur:**
  - **Funktion:** Optionaler Frostschutz – die Pumpe darf erst ab dieser Quellentemperatur starten. Bei Solar typisch 0–20 °C, bei Feststoff entfällt die Einstellung zugunsten von "Mindest-Kesseltemperatur" (siehe Feststoff-Modus-Seite).

Seite 2: Pumpenregelung (Expertenebene)

- **Soll-Temperatur Kollektor (PID-Sollwert):**
  - **Funktion:** Die Zieltemperatur, die der PID-Regler am Kollektor bzw. Kessel halten soll. Bei Solar typisch hoch (75–90 °C), bei Feststoff je nach Kesseltyp (70–85 °C).
- **Startdrehzahl Pumpe (%):**
  - **Funktion:** Drehzahl während der 10 Sekunden Anlaufphase. Sorgt für sicheren Wasserstrom, bevor der PID übernimmt.
  - *Standard: 60 %.*
- **Minimaldrehzahl Pumpe (%):**
  - **Funktion:** Untere Grenze der Pumpendrehzahl im Regelbetrieb. Verhindert, dass die Pumpe so langsam läuft, dass kein Volumenstrom mehr entsteht.
  - *Typisch: 30 %.*
- **Maximaldrehzahl Pumpe (%):**
  - **Funktion:** Obere Grenze, z. B. zur Lärm-Reduktion in der Nacht.
  - *Typisch: 100 %.*
- **PID-Parameter kP, kI, kD:**
  - **Funktion:** Proportional-, Integral- und Differential-Anteil des Reglers. Bestimmen das dynamische Verhalten.
- **Sample-Zeit (ms):**
  - **Funktion:** Abtastrate des PID-Reglers. Für Solarkreise meist 1–5 Sekunden, bei trägeren Holzkesseln auch mehr.
- **Totband:**
  - **Funktion:** Innerhalb dieses Bandes um den Sollwert reagiert der Regler nicht, um Pendeln zu vermeiden.
- **Pumpen-Polarität:**
  - **Funktion:** Anpassung an die Hardware der Pumpe.
    - `Normal (0)`: 0 V Steuersignal = Stillstand, 10 V = Maximum.
    - `Invertiert (1)`: 10 V Steuersignal = Stillstand, 0 V = Maximum (z. B. Wilo Yonos PARA).
  - **Wichtig:** Bei Anlagen, die vor Modul-Version 2.2 in Betrieb genommen wurden, ist dieser Wert oft falsch herum gesetzt. Bei Inbetriebnahme bitte einmalig prüfen (Manuell-Modus: 50 % Soll-Drehzahl → Pumpe sollte ungefähr halb laufen).

Seite 3: Solar-Umschaltung (Zwei-Speicher-Betrieb)

Nur relevant, wenn zwei Speicher mit einem Umschaltventil bedient werden.

- **Solar-Umschaltung aktiv:**
  - **Funktion:** Aktiviert die automatische Umschaltung zwischen Speicher 1 und Speicher 2.

- **Soll-Temperatur Speicher 2:**
  - **Funktion:** Zieltemperatur für den zweiten Speicher.
- **Umschalt-Hysterese:**
  - **Funktion:** Schaltdifferenz zwischen den beiden Speichern. Verhindert Pendeln des Umschaltventils.
- **Mindest-Differenz Speicher 2:**
  - **Funktion:** Die Quellentemperatur muss diese Differenz über der Temperatur von Speicher 2 liegen, damit auf Speicher 2 geladen wird.

Seite 4: Hardware-Zuordnung (Inbetriebnahme)

- **Eingang Kollektor-/Kessel-Fühler:** Analoger Eingang für die Quellentemperatur.
- **Eingang Speicher-Fühler 1 / 2:** Analoge Eingänge für die Speichertemperaturen.
- **Eingang Rücklauf-Fühler:** Nur für Feststoff-Modus. Analoger Eingang.
- **Ausgang Pumpe:** Analoger 0–10-V-Ausgang für die Drehzahlsteuerung.
- **Ausgang Pumpen-Relais:** Digitaler Ausgang für Pumpe Ein/Aus.
- **Ausgang Umschaltventil:** Digitaler Ausgang für Zwei-Speicher-Umschaltung.
- **Ausgang Mischer AUF / ZU:** Digitale Ausgänge für 3-Wege-Mischer (nur Feststoff-Modus).

Feststoffkessel-Modus

Feststoffkessel-Modus (Holzofen mit Rücklauf-Anhebung)

Dieser Modus wird über den Parameter **Quellen-Typ = Feststoffkessel** auf der Seite "Einstellungen" aktiviert. Er erweitert die Solarthermie-Logik um zwei Funktionen, die für Festbrennstoffkessel zwingend erforderlich sind:

1. **Mindest-Kesseltemperatur** als Pumpenfreigabe (Schutz vor zu kaltem Wasser durch den Kessel).
2. **Rücklauf-Anhebung** über einen 3-Wege-Mischer (Korrosionsschutz, Vermeidung von Taupunktunterschreitung).

Warum Rücklauf-Anhebung?

Festbrennstoffkessel (Holz, Pellets, Hackschnitzel) dürfen nicht mit zu kaltem Wasser durchspült werden. Geschieht das, kondensiert Rauchgas im Inneren und bildet aggressive Säuren – Korrosion und Versottung des Schornsteins sind die Folge. Die Rücklauftemperatur muss daher typischerweise über **55–60 °C** gehalten werden.

Ein 3-Wege-Mischer realisiert das, indem er einen Teil des heißen Vorlaufs in den Rücklauf zurückführt. Bei kaltem Rücklauf schließt der Mischer (mehr Bypass = mehr Anhebung); bei warmem Rücklauf öffnet er (weniger Bypass = mehr Energie in den Speicher).

Parameter Feststoffkessel

- **Mindest-Kesseltemperatur:**

    - **Funktion:** Die Ladepumpe wird erst freigegeben, wenn die Kesseltemperatur diesen Wert überschreitet. Verhindert kalten Wasser-Durchsatz beim Anheizen und beim Abkühlen.
    - *Standard: 60 °C.*
- **Sollwert Rücklauftemperatur:**
    - **Funktion:** Die Zieltemperatur am Rücklauffühler. Der Mischer regelt darauf ein.
    - *Standard: 60 °C.*
- **Hysterese Rücklauf-Anhebung:**
    - **Funktion:** Schaltdifferenz um den Rücklauf-Sollwert. Innerhalb dieses Bandes hält der Mischer seine Position.
    - *Standard: 3 K.*
- **Mischer-Laufzeit:**
    - **Funktion:** Komplettlaufzeit des Mischer-Stellantriebs in Sekunden (Vollöffnung bis Vollschluss). Wird vom System genutzt, um die Position zu schätzen und Endlagenfahrten zu erkennen.
    - *Typisch: 140 s.*
- **Mischer-Polarität:**
    - **Funktion:** Anpassung an die Drehrichtung des Stellantriebs.
        - `Normal (0)`: Spannung auf Ausgang AUF dreht in Richtung "Mischer AUF".
        - `Invertiert (1)`: Umgekehrte Drehrichtung.

Funktionsweise

Rücklauftemperatur	Mischer-Aktion
Unter Sollwert − Hysterese	**ZU** (mehr Bypass über Rücklauf-Anhebung)
Innerhalb Hysterese	**AUS** (Position halten)
Über Sollwert + Hysterese	**AUF** (weniger Bypass, mehr Energie in Speicher)

Bei Ausfall des Rücklauffühlers wird der Mischer in Mittelstellung gestoppt und die Ladepumpe abgeschaltet.

Inbetriebnahme Feststoffkessel

1. **Hydraulik prüfen:** Mischer und Bypass-Verrohrung müssen den Kessel-Rücklauf physisch umgehen. Falsche Verrohrung kann durch Software nicht ausgeglichen werden.
2. **Endlagen testen:** Im Manuell-Modus den Mischer einmal ganz AUF und ganz ZU fahren. Achtung: Antrieb kann gegen Endanschlag fahren – Antrieb dabei beobachten.
3. **Polarität festlegen:** Wenn beim Befehl "AUF" der Mischer in Richtung "ZU" fährt, Polarität invertieren.

4. **Laufzeit messen:** Mit Stoppuhr die Komplettlauf-Zeit messen und in den Parameter eintragen. Zunächst 30 s einstellen, dann anpassen.
5. **Sollwerte konfigurieren:**
   - Mindest-Kesseltemperatur 60 °C (Standardwert eines Holzkessels).
   - Rücklauf-Soll 60 °C, Hysterese 3 K als Startwerte.
6. **Probe-Heizung:** Holz auflegen, Anheizphase beobachten. Pumpe muss erst starten, wenn Kessel > Mindest-Temperatur. Mischer muss bei steigender Rücklauftemperatur öffnen.

Sicherheits-Hinweise

- **Niemals** ohne Rücklauf-Anhebung in den Kessel pumpen – Kondensation und Korrosion.
- Bei längerer Stillstandzeit der Anlage: Mischer in definierte Position (z. B. ZU) fahren lassen, um die Hydraulik im "warmen Bypass" zu halten.
- Endlagenschalter am Mischer mechanisch verifizieren (Antrieb darf nicht gegen den Anschlag fahren).
- Die Mischer-Positionsanzeige in der Visualisierung ist eine **Schätzung** auf Basis der Laufzeit. Sie ersetzt keine echte Positionsrückmeldung am Antrieb.