

**VDI 2169 Teil 1:
Funktionskontrolle – Definition, Verfahren und deren
Umsetzung in kommerziellen Reglern**

Lars Staudacher

ZAE BAYERN

1 Anwendungsbereich

2 Normative Verweise

3 Verfahren

4 Funktionskontrolle

4.1 Automatische Funktionskontrolle

4.2 Manuelle Funktionskontrolle

5 Ertragsbewertung

5.1 Anforderungen an Instrumente des Soll-Ist-Vergleichs

5.2 Automatische Ertragsbewertung

5.3 Methoden zur Überprüfung von Ertragsvorhersagen

5.4 Besonderheiten bei Ertragszusagen

Anhang A Fehlerliste

Anhang B Vorgehen bei zu hohen Speicherverlusten

Schrifttum

Übersicht über die möglichen Verfahren



ZAE BAYERN

Verfahren	Kennzeichen/Details	Zweck
Automatische Funktionskontrolle	Die Reglersensorik wird zur Funktionskontrolle verwendet	Erkennen und Anzeigen wichtiger Fehler
Manuelle Funktionskontrolle	Zusätzliche Messtechnik, die für die Untersuchung der System-Komponenten oder Systemzustände sinnvoll ist	Ausgewählte Komponenten können auf ihre Funktion überprüft werden.
Automatische Ertragsbewertung	Vergleich von gemessenen und erwarteten Erträgen	Systemkontrolle durch Bewertung von Soll – Ist Abweichung
Manuelle Ertragsbewertung	Simulation der Anlage, Analyse über einen definierten Zeitraum	Bewertung des System-Ertrags

Was bedeutet Funktionskontrolle?

Funktionskontrolle bedeutet die Überprüfung einer solarthermischen Anlage bzw. ihrer Komponenten hinsichtlich ihrer prinzipiellen Funktionsfähigkeit.

- es werden meist einzelne Komponenten bzw. Anlagenfunktionen überprüft
- es gibt aber auch Methoden zur Überprüfung des Gesamtsystems

Man unterscheidet:

- automatische Funktionskontrolle:

Bei der automatischen Funktionskontrolle werden Messdaten durch einen Algorithmus automatisch bewertet und Fehlermeldungen generiert.

- manuelle Funktionskontrolle:

Bei der manuellen Funktionskontrolle werden Komponenten der Anlage und Messdaten durch einen Fachmann geprüft und Fehler identifiziert. Es kann zusätzliche Messtechnik dafür erforderlich sein.

Kennzeichen der automatischen Funktionskontrolle:

Ein Algorithmus analysiert anfallende Messwerte der Regelung automatisch und gibt Warnmeldungen heraus.

Einige Beispiele zur automatischen Funktionskontrolle:

möglicher Fehler: Volumenstrom im Solarkreis zu gering

Methode: Kontrolle durch einen zusätzlichen Volumenstromsensor oder über ein Temperaturkriterium

mögliche Ursachen: Pumpe defekt, Luft im Solarkreis, ...

möglicher Fehler: Sensor defekt

Methode: Kontrolle durch Plausibilitätsbetrachtungen

mögliche Ursachen: Leitungsbruch

möglicher Fehler: Fehler im Regler

Methode: Selbstkontrolle durch Testroutinen

mögliche Ursachen: Versagen eines Funktionsbausteins

möglicher Fehler: Überschreitung der
Speichermaximaltemperatur

Methode: Überwachung der Speichertemperatur

mögliche Ursachen: defektes Umschaltventil, Regelung

möglicher Fehler: Nachtzirkulation im Kollektorkreis

Methode: Kontrolle durch Temperaturüberwachung im Kollektorkreis und im Speicher

mögliche Ursachen: Schwerkraftumlaufsperrung defekt, Rohrleitungsführung ungünstig

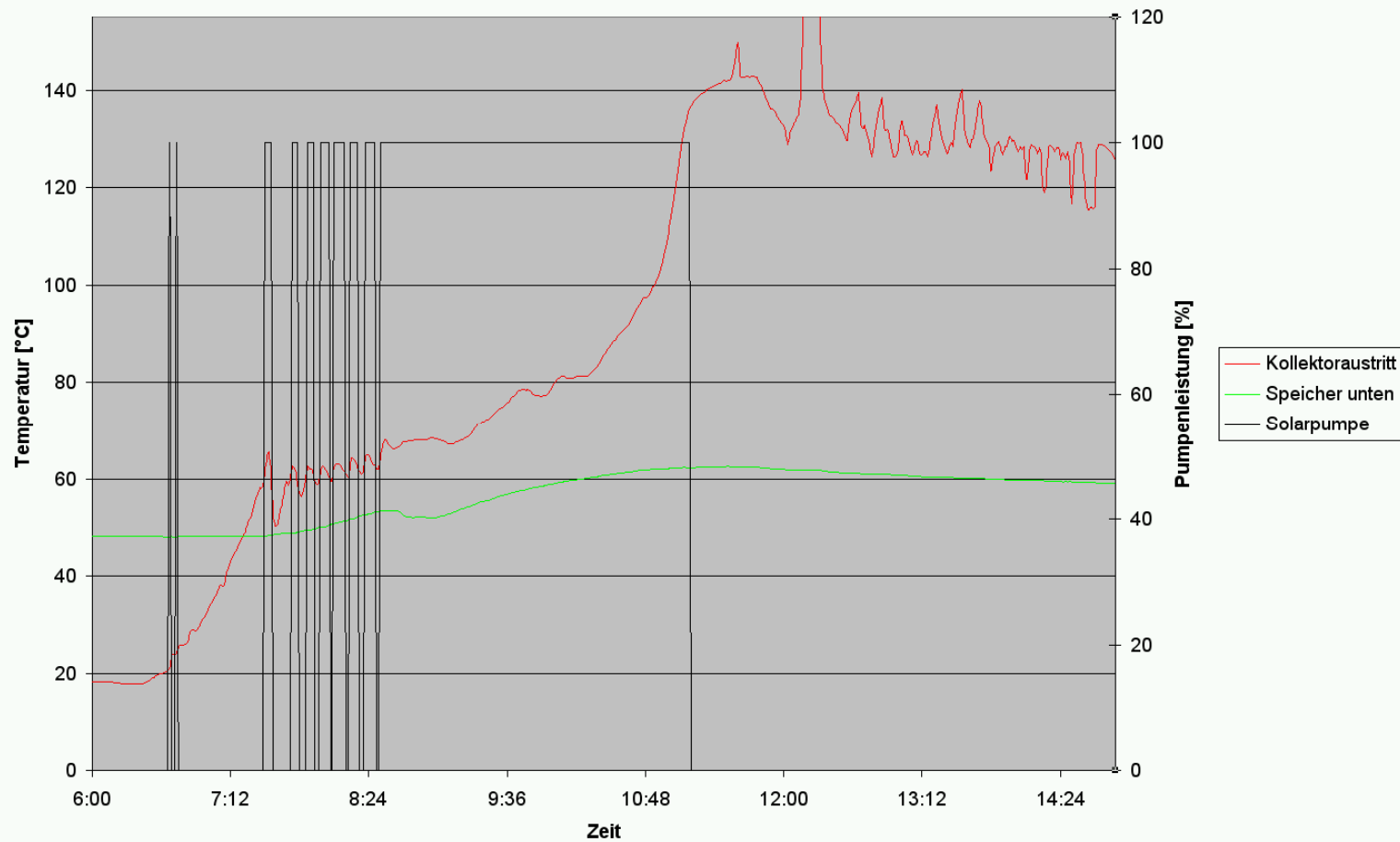
möglicher Fehler: Stromausfall

Methode: Spannungskontrolle im Regler mit Zählerfunktion

mögliche Ursachen:

VDI 2169 beschreibt die derzeit verbreiteten Verfahren zur automatischen Funktionskontrolle in Reglern und enthält eine ausführliche Fehlerliste im Anhang.

z.B. Erkennung von zu geringem Volumenstrom im Solarkreis



Alle Regler für solarthermische Anlagen verfügen über Funktionen zur Funktionskontrolle.

Unterschiede bestehen insbesondere im Umfang der verfügbaren Funktionen und in der Komplexität der Algorithmen zur Überwachung der Solaranlage.

PARADIGMA STAqua II erkennt folgende Anlagenfehler:

- kein Volumenstrom
- zu wenig Volumenstrom
- Luft in der Anlage
- Vor- und Rücklauf vertauscht (Fühlerposition)
- Zonenventil defekt
- falsche Uhrzeit
- Druckabfall in der Anlage
- Stromversorgung nicht konstant
- ...weitere Funktionen

RESOL: DeltaSol® E überprüft folgende Funktionen:

- Selbstkontrolle des Reglers
- Kontrolle der Sensoren
- Überwachung des Volumenstroms im Solarkreis
- Überprüfung von Nachtzirkulation im Solarkreis
- Pumpenüberwachung
- Kontrolle auf Überschreitung der Speichermaximaltemperatur
- Überwachung der Stromversorgung

RESOL: Input/Output Controller

Funktionskontrolle durch Ertragsbewertung

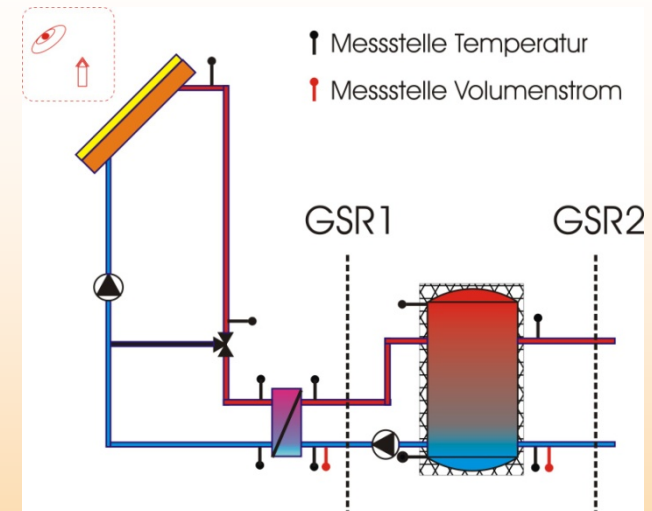
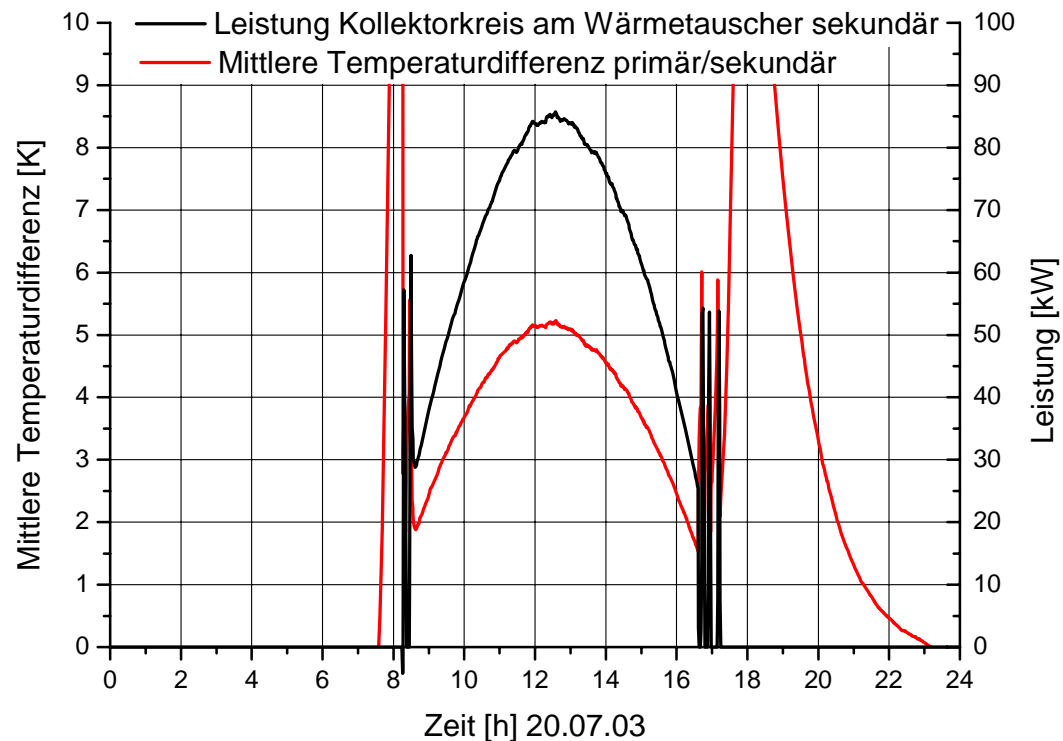
Elemente der manuellen Funktionskontrolle:

- Prüfen der Dokumentation
Produkt- und Planungsunterlagen, Soll- und Einstellwerte ...
- Begehung der Anlage
z.B. prüfen von Kollektorfeld, Rohrleitungen (Wärmeschutz und Befestigungen), Druck ... (Fehlerliste Anhang A)
- Manuelle Funktionskontrolle an Reglern
z.B. Überprüfung der Sensoren auf richtige Position, ...
- Kontrolle der Auslegung
z.B. Wärmeübertrager, Volumenströme, Speichervolumen ...
- Manuelle Kontrolle von Messdaten der Anlage
Bewertung von Komponenten bzw. Anlagenzuständen ...



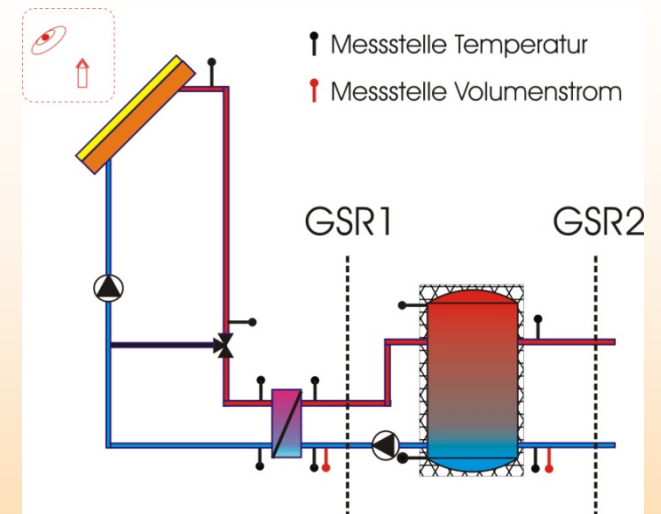
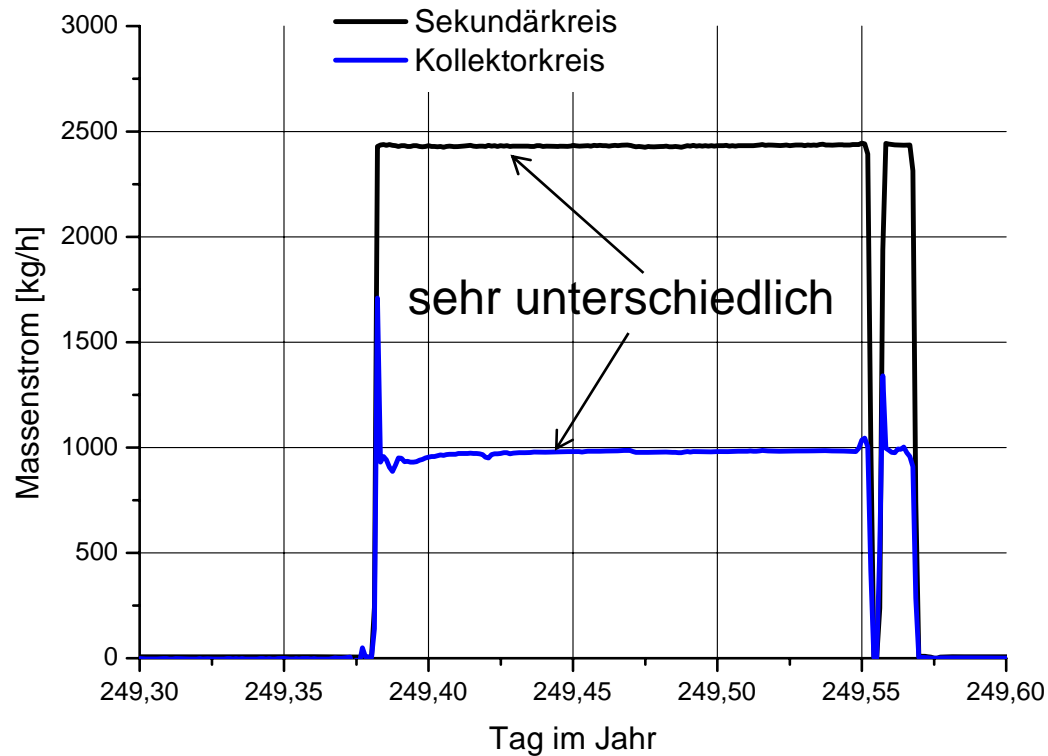
VDI 2169 beschreibt stichpunktartig die wichtigsten Maßnahmen zur manuellen Funktionskontrolle.

Beispiel: Grobe Kontrolle eines Wärmeübertragers

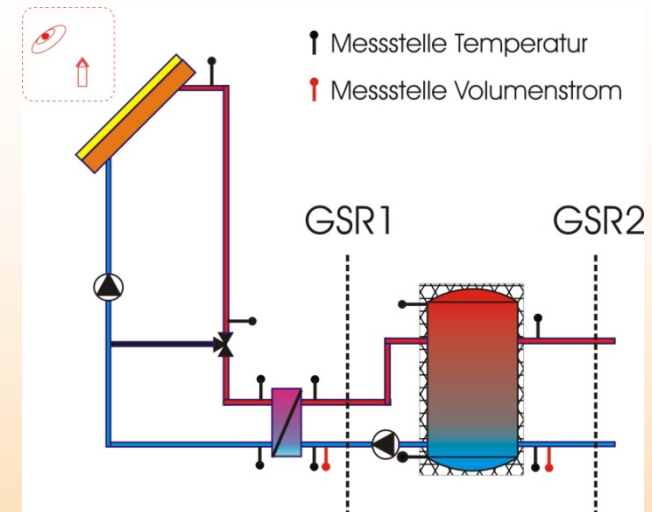
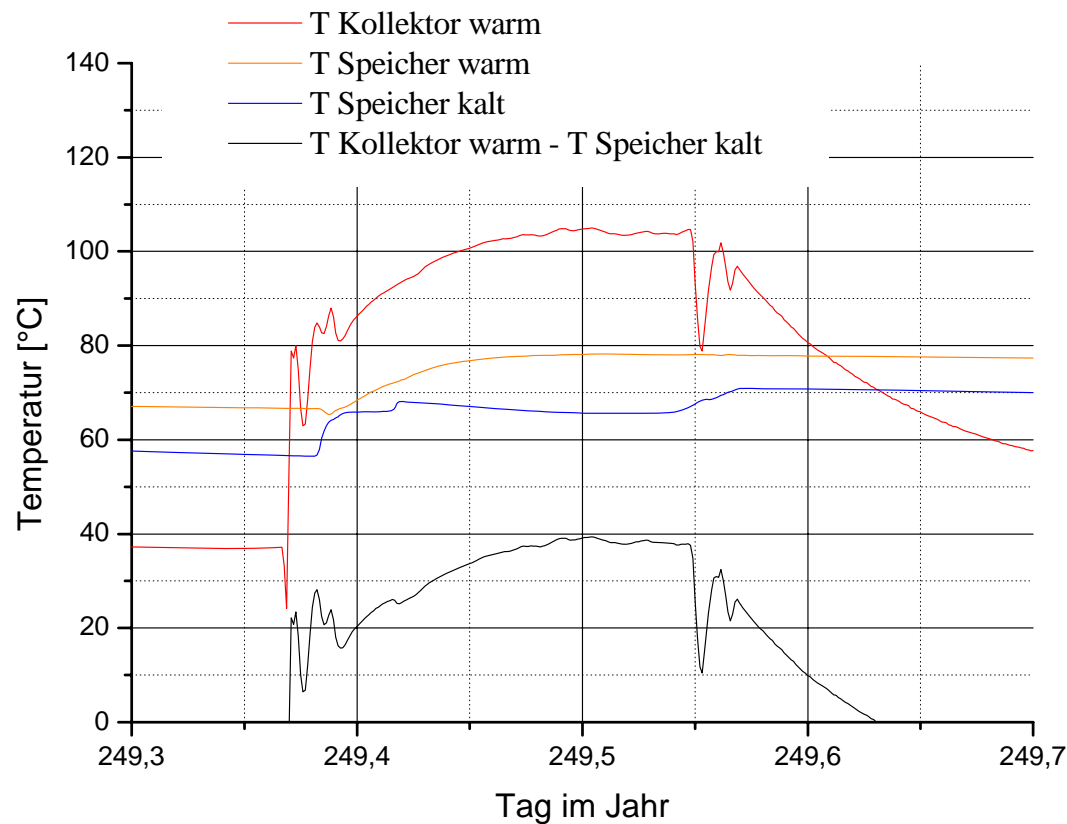


Beispiel: Kontrolle der Volumenströme Kollektor-/Sekundärkreis

$$P_{\text{primär}} = m_{\text{pkt}} \cdot c_p \cdot \Delta T = P_{\text{sekundär}}$$



Beispiel: Kontrolle der Speichertemperaturen





ZAE BAYERN

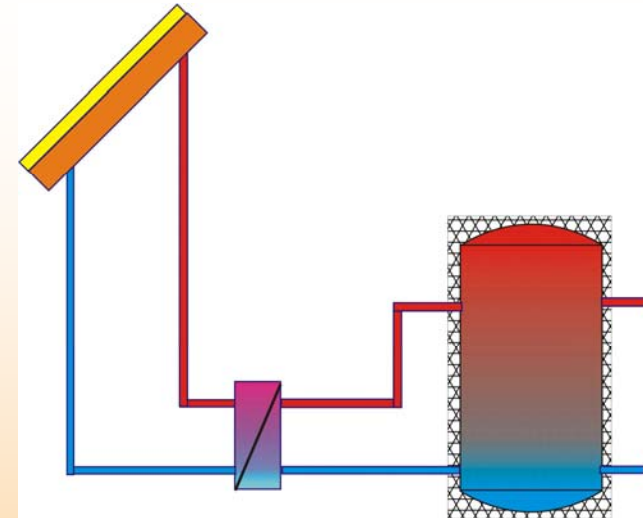
**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit**

**VDI 2169 Teil 2:
Ertragsbewertung - Definition, Verfahren, Beispiele**

Lars Staudacher

ZAE BAYERN

1. Einstrahlung, Umgebungstemperatur
2. Verbrauch, Temperatur (Lastprofil, SD)
3. Ausrichtung, Anstellwinkel
4. Hydraulische Verschaltung
5. Regelung
6. Qualität der Komponenten
7. Verschattung
8.



Eine einfache Ertragsprognose ist in der Regel nicht möglich!

-> Berechnung unter Berücksichtigung der wesentlichen Einflussgrößen

Was bedeutet Ertragsbewertung?

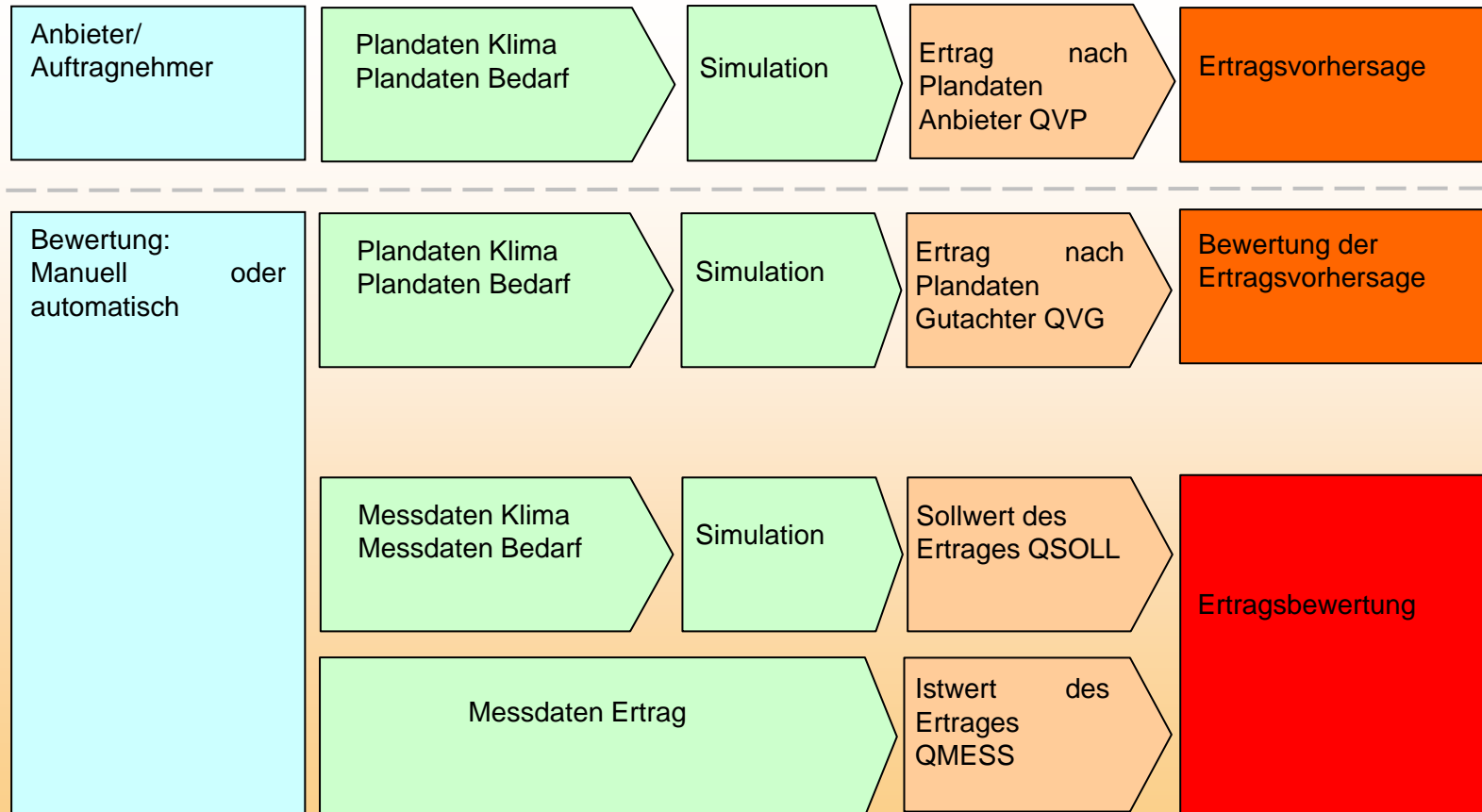
Der Ertrag des Solarsystems wird gemessen und mit einem Sollwert verglichen. Der Sollwert wird mit gemessenen Betriebsbedingungen (Wetter/Bedarfsprofil) durch ein geeignetes Rechenmodell ermittelt.

Die Berechnung von Bewertungsgrößen wie z.B. dem Systemnutzungsgrad und der Vergleich gleichartiger Anlagen damit.

Ertragsbewertung



ZAE BAYERN



VDI 2169 definiert:

- Anforderungen zur Ermittlung des Sollwerts
QSOLL
- Anforderungen zur Ermittlung des Istwerts
QMESS

Man unterscheidet:

- automatische Ertragsbewertung:

Bei der automatischen Ertragsbewertung wird der Sollwert der Anlage durch einen Algorithmus oder ein Simulationsmodell automatisch berechnet und mit dem gemessenen Ertrag verglichen. Bei einer Abweichung der beiden Werte außerhalb des Vertrauensbereichs erfolgt eine automatische Warnmeldung.

- manuelle Ertragsbewertung:

Bei der manuellen Ertragsbewertung sind Teile der Verfahrensschritte nicht automatisiert.

Verfahren:

1. Input-Output-Verfahren

- die gesamte Bewertung erfolgt vor Ort
- die Anwendbarkeit ist eingeschränkt

2. Applikationsserver und Netzwerk

- Die Bewertung erfolgt dezentral auf einem Server, der das Ergebnis der Bewertung zurück an den Regler sendet.
- Das Verfahren ist im Prinzip auf alle Anlagentypen anwendbar.

Beispiel: Solaranlage mit bivalentem Trinkwasserspeicher:

Problem: Trennung der Energieströme, Bestimmung der Speicherverluste

Messung:

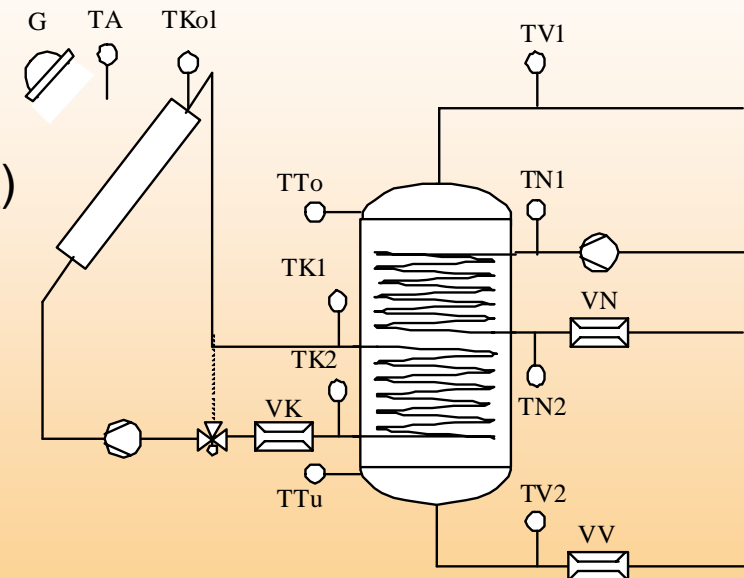
$$Q_{S_{\text{Mess}}} = Q_{K_{\text{Mess}}} - Q_{\text{Mess,VS,solar}}$$

$$Q_{\text{Mess,VS,solar}} = Q_{\text{Mess,VS}} * Q_{K_{\text{Mess}}} / (Q_{K_{\text{Mess}}} + Q_{N_{\text{Mess}}})$$

Simulation:

$$Q_{S_{\text{Soll}}} = Q_{K_{\text{Soll}}} - Q_{\text{Soll,VS,solar}}$$

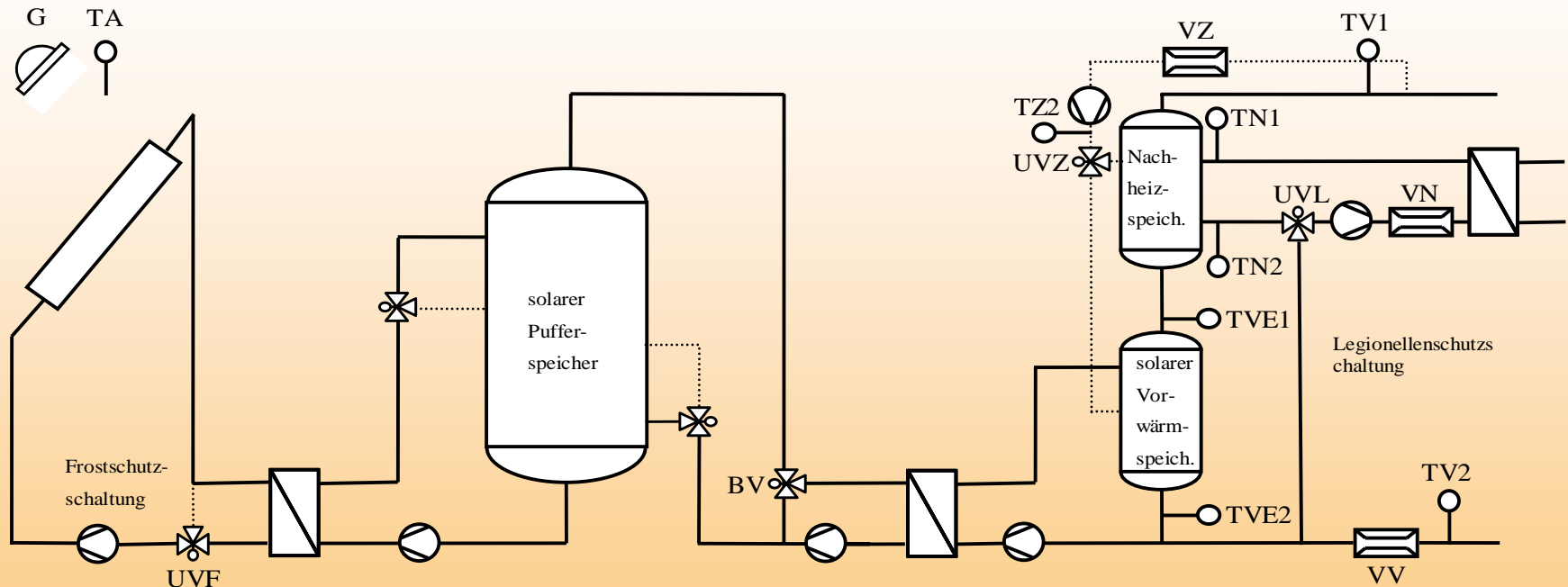
$$Q_{\text{Soll,VS,solar}} = Q_{\text{Soll,VS}} * Q_{K_{\text{Soll}}} / (Q_{K_{\text{Soll}}} + Q_{N_{\text{Soll}}})$$



VDI 2169 beschreibt ein Verfahren zur Ermittlung und Bewertung des solaren Systemertrags

Beispiel: Solaranlage mit solarem Pufferspeicher:

Der solare Systemertrag kann genau ermittelt werden.



VDI 2169 beschreibt ein Verfahren zur Ermittlung und Bewertung des solaren Systemertrags

Überprüfung von Ertragszusagen

Der Planer oder Installateur sagt vertraglich einen Mindestertrag für das Solarsystem zu.

Die Ertragszusage ist eine Ertragsprognose für die Solaranlage auf Basis von Planungsannahmen.

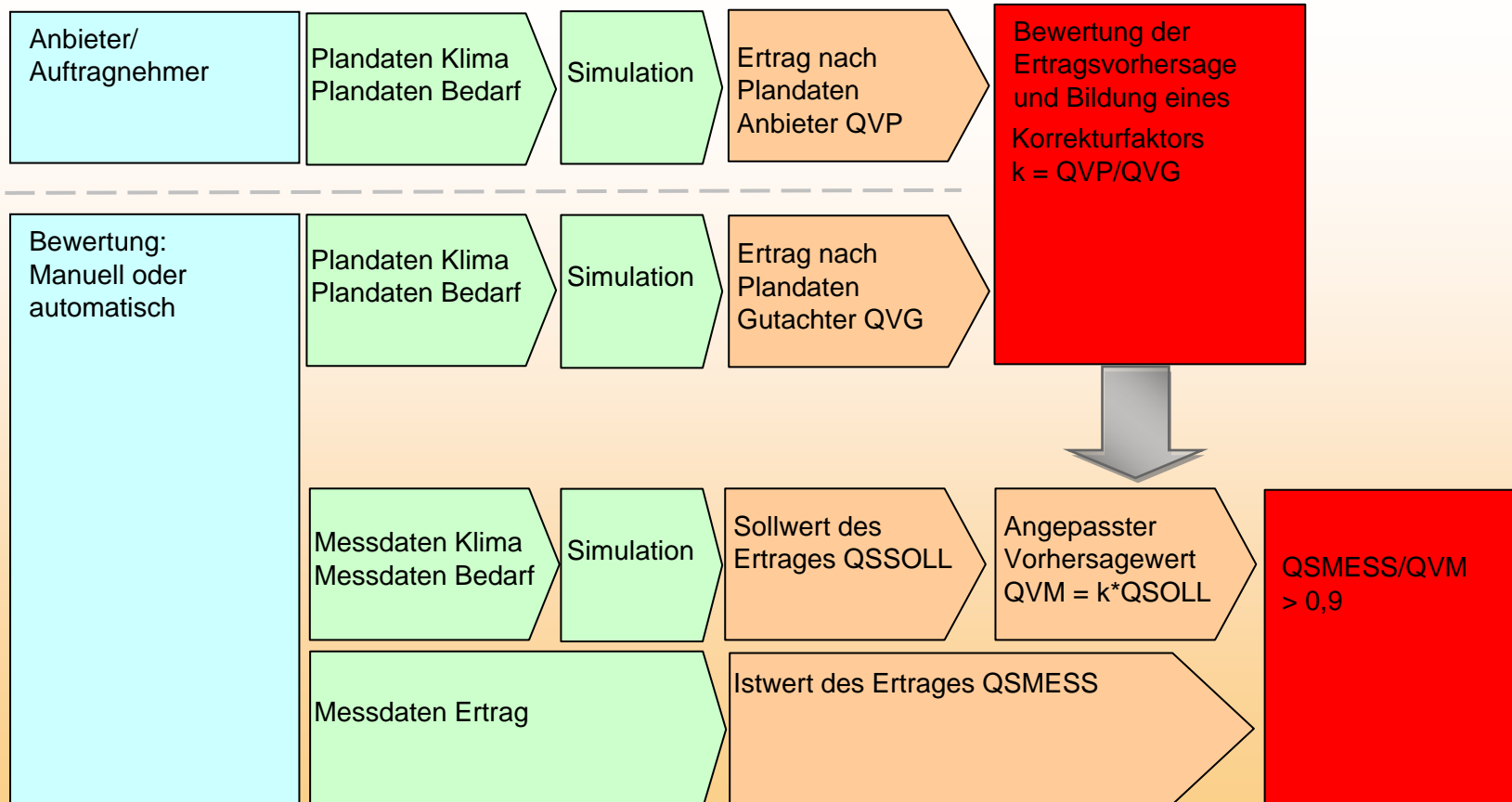
Was unterscheidet die Überprüfung von Ertragszusagen von der Ertragsbewertung?

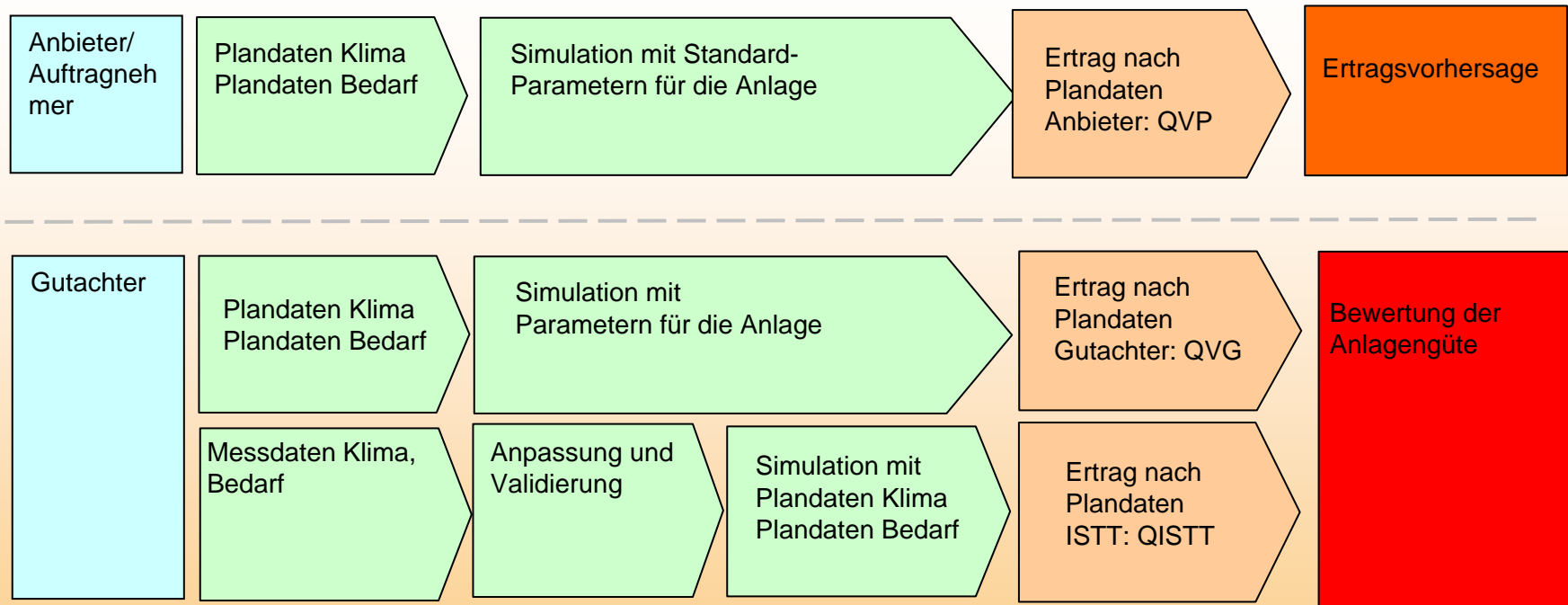
Der zugesagte Ertrag bezieht sich auf Annahmen bei der Auslegung d.h.

Wetter und Bedarfsprofil stimmt nicht mit der Messung überein!!!

Der zugesagte Wert (Ertragszusage) kann nicht direkt gemessen werden. Es ist deshalb eine Umrechnung erforderlich!!!

1. **Langzeitverfahren: Messungen über mindestens ein halbes Betriebsjahr und Vergleich von Soll- und Istwert auf Basis der gemessenen Betriebsbedingungen (Wetter/Bedarf)**
2. **Kurzzeitverfahren: Messungen über 6 – 8 Wochen und Anpassung eines Simulationsmodells an die reale Anlage. Vergleich von Soll und Istwert auf Basis der Betriebsbedingungen laut Planung**







ZAE BAYERN

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit**