

Profibus – Schnittstelle zu Thermo-5 (Protokoll Profibus-DP)

Inhalt

1	Allgemein	2
2	Schnittstellenkonzept	2
3	Beschreibung Hardware	2
4	Sicherheitskonzept	2
5	Übertragungsprotokoll	2
6	Anwendungsbeispiel	3
7	GSD-Datei	3
8	Module	3
8.1	Master Sendung (Maschine - Temperiergerät)	3
8.2	Slave Sendung (Temperiergerät - Maschine)	6

1 Allgemein

Dieses erweiterte Protokoll wird nur mit Thermo-5 Geräten unterstützt. Folgende Einstellungen sind am Thermo-5 Gerät vorzunehmen:

Menü **Einstellung \ Fernsteuerbetrieb**

- Parameter **Protokoll** auf "15" setzen
- Parameter **Kompatibilität Profibus zu S4** auf "nein" setzen
- Parameter **Profibusknoten 1..4** entsprechend der verwendeten Knotenadresse einstellen
- Parameter **Adresse** für die einzelnen Geräte entsprechend der in der Profibusumgebung programmierten Adressen einstellen.

2 Schnittstellenkonzept

Die Steuerung der Produktionsmaschine kommuniziert mit den angeschlossenen Temperiergeräten über die genormte Profibus Schnittstelle. Es werden dabei Werte von der Maschine zu den Geräten und umgekehrt gesandt. Die Maschine übernimmt dabei die Master-Funktion, das Temperiergerät reagiert als Slave.

3 Beschreibung Hardware

Die Basissteuerung des Gerätes ist mit einer zusätzlichen Platine ZP bestückt, welche die Kommunikation über Profibus erlaubt. Der externe Anschluss erfolgt über ein 9-pol. Sub-D Steckverbindung.

4 Sicherheitskonzept

Die Übertragung ist mit den Grundverfahren des Profibus abgesichert. Es ist keine zusätzliche Absicherung vorgesehen.

5 Übertragungsprotokoll

Bussystem:	Profibus DP
Schnittstelle:	RS-485
Übertragungsrate:	max. 12 MBit/s
Ablauf:	normales DP-Polling aller Slaves
Format:	Die Nutzdaten bestehen aus 2-Byte-Words. Alle Werte werden dabei im 16-Bit Binär-Wert codiert.
Adresseinstellung:	am Gerät einstellbar (1–125)
Physikalische Einheiten:	Als Temperatureinheit wird die Celsius-Skala verwendet, für die Durchflusswerte L/min.

Es ist eine Master-Meldung und eine Slave-Meldung vorhanden. Der Aufbau der Meldung ist für beide Richtungen grundsätzlich gleich. Die Verarbeitung der Daten in der Gerätesteuerung dauert in der Regel länger als der Abfragezyklus über den Profibus. In der Slave Antwort ist deshalb eine Zählvariable eingefügt, welche bei jeder erneuten Verarbeitung der Daten inkrementiert wird. Dies erlaubt dem Master eine Überprüfung, ob die Daten bereits abgeholt wurden.

6 Anwendungsbeispiel

Als Hilfestellung für die Anbindung eines HB-Therm Temperiergerät in eine Siemens S7 Umgebung stehen mehrere Anwendungsbeispiel unter Download auf www.hb-therm.ch zur Verfügung.

Hinweis:

Die Anwendungsbeispiele sind auf folgender Siemens S7 Hardwareversionen getestet:

- CPU 315-2 DP 6ES7 315-2AH14-0AB0

Auf allen anderen Siemens S7 Hardwareversionen ist die einwandfreie Funktion des Anwendungsbeispiels ohne Gewähr. Allfällige Probleme beim Einsatz von Siemens Hardwareversionen, die oben nicht aufgelistet sind, ist direkt mit dem Siemens Support Kontakt aufzunehmen.

7 GSD-Datei

Die GSD-Datei ist unter Download auf www.hb-therm.ch verfügbar bzw. ist in den Anwendungsbeispielen enthalten.

Hinweis:

Bei vereinzelt Profibus-Mastern der SPS Mitsubishi können aufgrund optionaler Anwendungsbefehle mit der GSD-Datei Probleme auftreten. In einem solchen Fall, kann das Problem behoben werden, indem in der GSD-Datei folgende Änderungen (Bsp. mit einem Texteditor) vorgenommen werden:

- Freeze_Mode_supp = 0
- Sync_Mode_supp = 0

Für die Verfügbarkeit einer bereits angepassten GSD-Datei ist die HB-Therm Vertretung (www.hb-therm.ch) zu kontaktieren.

8 Module

Für die Übertragung von Soll- und Istwerten stehen verschiedene Module zur Verfügung, die in einer beliebigen Reihenfolge in die Profibus-Umgebung implementiert werden können. Es ist darauf zu achten, dass die Byteanzahl die über einen Profibusknoten übertragen wird, den maximal zulässigen Wert nicht überschreitet.

8.1 Master Sendung (Maschine - Temperiergerät)

Die nachfolgenden Module stehen mit Schreibzugriff (Write Wr) zur Verfügung.

Modul	Beschreibung	Word	Einheit	Bereich	Bem.
Sollwerte Wr	Sollwert 1	1	0,1 °C	0–4000	
	Sollwert 2	2	0,1 °C	0–4000	
Ueberwachung Temp Wr	Zulässige Abweichung Soll-/Istwert oben	1	0,1 K	0–4000	¹⁾
	Zulässige Abweichung Soll-/Istwert unten	2	0,1 K	0–4000	¹⁾
	Zulässige Temperaturdiff. Vor-/Rücklauf	3	0,1 K	0–4000	¹⁾
Ueberwachung Flow Wr	Zulässiger Durchfluss min.	1	0,1 L/min	0–4000	¹⁾
	Zulässiger Durchfluss max.	2	0,1 L/min	0–4000	¹⁾
Betriebsart Wr	Betriebsart	1	-	-	
	Bit 0: Gerät EIN/AUS ²⁾				
	Bit 1: Abkühlen EIN/AUS				
	Bit 2: Formentleerung EIN/AUS				
	Bit 3: Leckstoppbetrieb EIN/AUS				
	Bit 4: Externfühler EIN/AUS				
	Bit 5: 2. Sollwert EIN/AUS				
	Bit 6,7: Reserve				

Modul	Beschreibung	Word	Einheit	Bereich	Bem.
	Bit 8: Alarm-Reset (für quittierbare P-/M-Alarme) Bit 9–14: Reserve Bit 15: Watchdog				
Istwert Externfühler Wr	Istwert Externfühler	1	0,1 °C	0–4000	4)
Ueberwachung Temp Ext 1–4 Wr	Zulässige Temperaturdiff. Vor-/Rücklauf ext.1	1	0,1 K	0–4000	1), 3)
	Zulässige Temperaturdiff. Vor-/Rücklauf ext.2	2	0,1 K	0–4000	1), 3)
	Zulässige Temperaturdiff. Vor-/Rücklauf ext.3	3	0,1 K	0–4000	1), 3)
	Zulässige Temperaturdiff. Vor-/Rücklauf ext.4	4	0,1 K	0–4000	1), 3)
Ueberwachung Temp Ext 5–8 Wr	Zulässige Temperaturdiff. Vor-/Rücklauf ext.5	1	0,1 K	0–4000	1), 3)
	Zulässige Temperaturdiff. Vor-/Rücklauf ext.6	2	0,1 K	0–4000	1), 3)
	Zulässige Temperaturdiff. Vor-/Rücklauf ext.7	3	0,1 K	0–4000	1), 3)
	Zulässige Temperaturdiff. Vor-/Rücklauf ext.8	4	0,1 K	0–4000	1), 3)
Ueberwachung Flow min Ext 1–4 Wr	Zulässiger Durchfluss ext. 1 min.	1	0,1 L/min	0–4000	1), 3)
	Zulässiger Durchfluss ext. 2 min.	2	0,1 L/min	0–4000	1), 3)
	Zulässiger Durchfluss ext. 3 min.	3	0,1 L/min	0–4000	1), 3)
	Zulässiger Durchfluss ext. 4 min.	4	0,1 L/min	0–4000	1), 3)
Ueberwachung Flow min Ext 5–8 Wr	Zulässiger Durchfluss ext. 5 min.	1	0,1 L/min	0–4000	1), 3)
	Zulässiger Durchfluss ext. 6 min.	2	0,1 L/min	0–4000	1), 3)
	Zulässiger Durchfluss ext. 7 min.	3	0,1 L/min	0–4000	1), 3)
	Zulässiger Durchfluss ext. 8 min.	4	0,1 L/min	0–4000	1), 3)
Ueberwachung Flow max Ext 1–4 Wr	Zulässiger Durchfluss ext. 1 max.	1	0,1 L/min	0–4000	1), 3)
	Zulässiger Durchfluss ext. 2 max.	2	0,1 L/min	0–4000	1), 3)
	Zulässiger Durchfluss ext. 3 max.	3	0,1 L/min	0–4000	1), 3)
	Zulässiger Durchfluss ext. 4 max.	4	0,1 L/min	0–4000	1), 3)
Ueberwachung Flow max Ext 5–8 Wr	Zulässiger Durchfluss ext. 5 max.	1	0,1 L/min	0–4000	1), 3)
	Zulässiger Durchfluss ext. 6 max.	2	0,1 L/min	0–4000	1), 3)
	Zulässiger Durchfluss ext. 7 max.	3	0,1 L/min	0–4000	1), 3)
	Zulässiger Durchfluss ext. 8 max.	4	0,1 L/min	0–4000	1), 3)
Series 5 Wr	Sollwert 1	1	0,1 °C	0–4000	
	Sollwert 2	2	0,1 °C	0–4000	
	Zulässige Abweichung Soll-/Istwert oben	3	0,1 K	0–4000	1)
	Zulässige Abweichung Soll-/Istwert unten	4	0,1 K	0–4000	1)
	Zulässige Temperaturdiff. Vor-/Rücklauf	5	0,1 K	0–4000	1)
	Zulässiger Durchfluss min.	6	0,1 L/min	0–4000	1)
	Zulässiger Durchfluss max.	7	0,1 L/min	0–4000	1)

Modul	Beschreibung	Word	Einheit	Bereich	Bem.
	Betriebsart Bit 0: Gerät EIN/AUS ²⁾ Bit 1: Abkühlen EIN/AUS Bit 2: Formentleerung EIN/AUS Bit 3: Leckstoppbetrieb EIN/AUS Bit 4: Externfühler EIN/AUS Bit 5: 2. Sollwert EIN/AUS Bit 6,7: Reserve Bit 8: Alarm-Reset (für quittierbare P-/M-Alarme) Bit 9–14: Reserve Bit 15: Watchdog	8	-	-	
	Istwert Externfühler	9	0,1 °C	0–4000	

Tabelle 1: Master Sendung (Maschine - Temperiergerät)

- 1) Der Wert 0 bedeutet, Überwachung ausgeschaltet.
- 2) Muss für die Abschaltung über 'Abkühlen' und/oder 'Formentleerung' auf 0 gesetzt werden.
- 3) nur Thermo-5 mit angeschlossenem Durchflussmesser Flow-5.
- 4) Parameter **Fühlertyp Externfühler** auf "Profibus" setzen.

Hinweis:

Wenn gesendete Werte oder Funktionen nicht verfügbar sind, dann werden das Statusbit "unzulässiger Wert" bzw. "unzulässige Funktion" sowie das Bit "Sammelalarm Bedienung" gesetzt, bis der entsprechende Wert erneut richtig gesetzt wird. Ein Alarm-Reset ist nicht erforderlich. Welcher Wert bzw. welche Funktion falsch ist kann durch den Vergleich der Soll- und Istdaten ermittelt werden.

8.2 Slave Sendung (Temperiergerät - Maschine)

Die nachfolgenden Module stehen mit Readzugriff (Read Rd) zur Verfügung.

Modul	Beschreibung	Word	Einheit	Bereich	Bem.
Zaehlervariable Rd	Zählvariable Abfrage	1	-	0–ffffH	⁵⁾
Sollwerte Rd	Sollwert 1	1	0,1 °C	0–4000	
	Sollwert 2	2	0,1 °C	0–4000	
Ueberwachung Temp Rd	Zulässige Abweichung Soll-/Istwert oben	1	0,1 K	0–4000	⁶⁾
	Zulässige Abweichung Soll-/Istwert unten	2	0,1 K	0–4000	⁶⁾
	Zulässige Temperaturdiff. Vor-/Rücklauf	3	0,1 K	0–4000	⁶⁾
Ueberwachung Flow Rd	Zulässiger Durchfluss min.	1	0,1 L/min	0–4000	⁶⁾
	Zulässiger Durchfluss max.	2	0,1 L/min	0–4000	⁶⁾
Betriebsart Rd	Betriebsart (Soll) Bit 0: Gerät EIN/AUS Bit 1: Abkühlen EIN/AUS Bit 2: Formentleerung EIN/AUS Bit 3: Leckstoppbetrieb EIN/AUS Bit 4: Externfühler EIN/AUS Bit 5: 2. Sollwert EIN/AUS Bit 6,7: Reserve Bit 8: Alarm-Reset (für quittierbare P-/M-Alarme) Bit 9–14: Reserve Bit 15: Watchdog ⁹⁾	1	-	-	⁷⁾
Istwert Temp Rd	Istwert Vorlauf	1	0,1 °C	0–4000	
	Istwert Rücklauf	2	0,1 °C	0–4000	
	Istwert extern	3	0,1 °C	0–4000	
Istwert Stellgrad Rd	Stellgrad	1	%	-100 bis +100	
Istwert Durchfluss Rd	Durchfluss	1	0,1 L/min	0–4000	

Modul	Beschreibung	Word	Einheit	Bereich	Bem.
Status Rd	Status Betriebsart Bit 0: Gerät EIN/AUS ^{8) 10)} Bit 1: Abkühlen EIN/AUS ⁸⁾ Bit 2: Formentleerung EIN/AUS ⁸⁾ Bit 3: Leckstoppbetrieb EIN/AUS ⁸⁾ Bit 4: Externfühler EIN/AUS ⁸⁾ Bit 5: 2. Sollwert EIN/AUS ⁸⁾ Bit 6: Fernsteuerbetrieb EIN/AUS Bit 7 Reserve Bit 8 Sammelalarm Prozess (P) Bit 9 Sammelalarm Gerät (M) Bit 10: Sammelalarm Bedienung (B) Bit 11–15: Reserve	1	-	-	
	Status Alarme Bit 0: Obere Abweichung überschritten (P) Bit 1: Untere Abweichung überschritten (P) Bit 2: Temperaturdifferenz überschritten (P) Bit 3: Durchfluss überschritten (P) Bit 4: Durchfluss unterschritten (P) Bit 5: Prozessalarm andere (P) Bit 6: Reserve Bit 7 Störung Füllstand (M) ¹¹⁾ Bit 8 Störung Übertemperatur (M) ¹¹⁾ Bit 9 Störung Fühlerbruch (M) ¹¹⁾ Bit 10: Störung Netz (M) ¹¹⁾ Bit 11: Störung andere (M) ¹¹⁾ Bit 12: Reserve Bit 13: unzulässiger Wert (Soll- oder Grenzwert) (B) Bit 14: unzulässige Funktion (Betriebsart) (B) Bit 15: Reserve	2	-	-	
Ueberwachung Temp Ext 1-4 Rd	Zulässige Temperaturdiff. Vor-/Rücklauf ext.1	1	0,1 K	0–4000	^{6), 12)}
	Zulässige Temperaturdiff. Vor-/Rücklauf ext.2	2	0,1 K	0–4000	^{6), 12)}
	Zulässige Temperaturdiff. Vor-/Rücklauf ext.3	3	0,1 K	0–4000	^{6), 12)}
	Zulässige Temperaturdiff. Vor-/Rücklauf ext.4	4	0,1 K	0–4000	^{6), 12)}
Ueberwachung Temp Ext 5-8 Rd	Zulässige Temperaturdiff. Vor-/Rücklauf ext.5	1	0,1 K	0–4000	^{6), 12)}
	Zulässige Temperaturdiff. Vor-/Rücklauf ext.6	2	0,1 K	0–4000	^{6), 12)}
	Zulässige Temperaturdiff. Vor-/Rücklauf ext.7	3	0,1 K	0–4000	^{6), 12)}

Modul	Beschreibung	Word	Einheit	Bereich	Bem.
	Zulässige Temperaturdiff. Vor-/Rücklauf ext.8	4	0,1 K	0–4000	6), 12)
Ueberwachung Flow min Ext 1-4 Rd	Zulässiger Durchfluss ext. 1 min.	1	0,1 L/min	0–4000	6), 12)
	Zulässiger Durchfluss ext. 2 min.	2	0,1 L/min	0–4000	6), 12)
	Zulässiger Durchfluss ext. 3 min.	3	0,1 L/min	0–4000	6), 12)
	Zulässiger Durchfluss ext. 4 min.	4	0,1 L/min	0–4000	6), 12)
Ueberwachung Flow min Ext 5-8 Rd	Zulässiger Durchfluss ext. 5 min.	1	0,1 L/min	0–4000	6), 12)
	Zulässiger Durchfluss ext. 6 min.	2	0,1 L/min	0–4000	6), 12)
	Zulässiger Durchfluss ext. 7 min.	3	0,1 L/min	0–4000	6), 12)
	Zulässiger Durchfluss ext. 8 min.	4	0,1 L/min	0–4000	6), 12)
Ueberwachung FlowMax Ext 1-4 Rd	Zulässiger Durchfluss ext. 1 max.	1	0,1 L/min	0–4000	6), 12)
	Zulässiger Durchfluss ext. 2 max.	2	0,1 L/min	0–4000	6), 12)
	Zulässiger Durchfluss ext. 3 max.	3	0,1 L/min	0–4000	6), 12)
	Zulässiger Durchfluss ext. 4 max.	4	0,1 L/min	0–4000	6), 12)
Ueberwachung FlowMax Ext 5-8 Rd	Zulässiger Durchfluss ext. 5 max.	1	0,1 L/min	0–4000	6), 12)
	Zulässiger Durchfluss ext. 6 max.	2	0,1 L/min	0–4000	6), 12)
	Zulässiger Durchfluss ext. 7 max.	3	0,1 L/min	0–4000	6), 12)
	Zulässiger Durchfluss ext. 8 max.	4	0,1 L/min	0–4000	6), 12)
Istwert Ruecklauf TempExt 1-4 Rd	Istwert Rücklauf ext. 1	1	0,1 °C	0–4000	12)
	Istwert Rücklauf ext. 2	2	0,1 °C	0–4000	12)
	Istwert Rücklauf ext. 3	3	0,1 °C	0–4000	12)
	Istwert Rücklauf ext. 4	4	0,1 °C	0–4000	12)
Istwert Ruecklauf TempExt 5-8 Rd	Istwert Rücklauf ext. 5	1	0,1 °C	0–4000	12)
	Istwert Rücklauf ext. 6	2	0,1 °C	0–4000	12)
	Istwert Rücklauf ext. 7	3	0,1 °C	0–4000	12)
	Istwert Rücklauf ext. 8	4	0,1 °C	0–4000	12)
Istwert Flow Ext 1-4 Rd	Durchfluss ext. 1	1	0,1 L/min	0–4000	12)
	Durchfluss ext. 2	2	0,1 L/min	0–4000	12)
	Durchfluss ext. 3	3	0,1 L/min	0–4000	12)
	Durchfluss ext. 4	4	0,1 L/min	0–4000	12)
Istwert Flow Ext 5-8 Rd	Durchfluss ext. 5	1	0,1 L/min	0–4000	12)
	Durchfluss ext. 6	2	0,1 L/min	0–4000	12)
	Durchfluss ext. 7	3	0,1 L/min	0–4000	12)
	Durchfluss ext. 8	4	0,1 L/min	0–4000	12)

Modul	Beschreibung	Word	Einheit	Bereich	Bem.
Series 5 Rd	Zählvariable Abfrage	1	-	0–ffffH	5)
	Sollwert 1	2	0,1 °C	0–4000	
	Sollwert 2	3	0,1 °C	0–4000	
	Zulässige Abweichung Soll-/Istwert oben	4	0,1 K	0–4000	6)
	Zulässige Abweichung Soll-/Istwert unten	5	0,1 K	0–4000	6)
	Zulässige Temperaturdiff. Vor-/Rücklauf	6	0,1 K	0–4000	6)
	Zulässiger Durchfluss min.	7	0,1 L/min	0–4000	6)
	Zulässiger Durchfluss max.	8	0,1 L/min	0–4000	6)
	Betriebsart (Soll)	9			7)
	Bit 0: Gerät EIN/AUS				
	Bit 1: Abkühlen EIN/AUS				
	Bit 2: Formentleerung EIN/AUS				
	Bit 3: Leckstopbetrieb EIN/AUS				
	Bit 4: Externfühler EIN/AUS				
	Bit 5: 2. Sollwert EIN/AUS				
	Bit 6, 7: Reserve				
	Bit 8 Alarm-Reset (für quittierbare P-/M-Alarme)				
	Bit 9–14 Reserve				
	Bit 15 Watchdog ⁹⁾				
	Istwert Vorlauf	10	0,1 °C	0–4000	
	Istwert Rücklauf	11	0,1 °C	0–4000	
	Istwert extern	12	0,1 °C	0–4000	
	Stellgrad	13	%	-100 bis +100	
	Durchfluss	14	0,1 L/min	0–4000	
	Status Betriebsart	15			
	Bit 0: Gerät EIN/AUS ^{8) 10)}				
	Bit 1: Abkühlen EIN/AUS ⁸⁾				
	Bit 2: Formentleerung EIN/AUS ⁸⁾				
	Bit 3: Leckstopbetrieb EIN/AUS ⁸⁾				
	Bit 4: Externfühler EIN/AUS ⁸⁾				
	Bit 5: 2. Sollwert EIN/AUS ⁸⁾				
	Bit 6: Fernsteuerbetrieb EIN/AUS				
	Bit 7: Reserve				
	Bit 8: Sammelalarm Prozess (P)				
	Bit 9: Sammelalarm Gerät (M)				
	Bit 10: Sammelalarm Bedienung (B)				
	Bit 11–15: Reserve				

Modul	Beschreibung	Word	Einheit	Bereich	Bem.
	Status Alarme	16			
	Bit 0: Obere Abweichung überschritten (P)				
	Bit 1: Untere Abweichung überschritten (P)				
	Bit 2: Temperaturdifferenz überschritten (P)				
	Bit 3: Durchfluss überschritten (P)				
	Bit 4: Durchfluss unterschritten (P)				
	Bit 5: Prozessalarm andere (P)				
	Bit 6: Reserve				
	Bit 7: Störung Füllstand (M) ¹¹⁾				
	Bit 8: Störung Uebertemperatur (M) ¹¹⁾				
	Bit 9: Störung Fühlerbruch (M) ¹¹⁾				
	Bit 10: Störung Netz (M) ¹¹⁾				
	Bit 11: Störung andere (M) ¹¹⁾				
	Bit 12: Reserve				
	Bit 13: unzulässiger Wert (Soll- oder Grenzwert) (B)				
	Bit 14: unzulässige Funktion (Betriebsart) (B)				
	Bit 15: Reserve				

Tabelle 2: Slave Sendung (Temperiergerät - Maschine)

- 5) Zählvariable Abfrage wird bei jeder steuerungsinternen Abfrage inkrementiert.
- 6) Der Wert 0 bedeutet Überwachung ausgeschaltet.
- 7) "Betriebsart (Soll)" ist normalerweise der Spiegel von der Master-Meldung (Echo). Ist eine Funktion im Gerät nicht vorhanden, so wird ein AUS (0) gesendet und gleichzeitig das Bit "Sammelalarm Bedienung" gesetzt.
- 8) "Status Betriebsart" meldet die effektiven Zustände. Diese können aber verzögert erfolgen, wenn wegen Temperatur- oder Zeitabhängigkeiten eine Funktion noch nicht unmittelbar aktiviert werden kann (z.B. Formentleerung nach Abkühlen).
- 9) Der vom Master geschriebene Watchdog wird so zurückzugeben, wie er vom Master gesendet wurde.
- 10) Bei den Funktionen **Abkühlen** und **Formentleerung** wird Bit 0 (Gerät EIN/AUS) erst dann zurückgesetzt, wenn das Gerät nach Ablauf dieser Vorgänge ganz ausschaltet.
- 11) Quittierung in der Regel erforderlich.
- 12) nur Thermo-5, mit angeschlossener externer Durchflussmesseinheit Flow-5.

Hinweis:

Wenn gesendete Werte oder Funktionen nicht verfügbar sind, dann werden das Statusbit "unzulässiger Wert" bzw. "unzulässige Funktion" sowie das Bit "Sammelalarm Bedienung" gesetzt, bis der entsprechende Wert erneut richtig gesetzt wird. Ein Alarm-Reset ist nicht erforderlich. Welcher Wert bzw. welche Funktion falsch ist kann durch den Vergleich der Soll- und Istdaten ermittelt werden.