

Automatisierte Langzeitüberwachung mit TRNSYS am Beispiel einer großen solarintegrierten Wärmeversorgungsanlage

M. Uecker, M.Hampel, M.Krause, A. Ratka, K. Vajen,
H. Ackermann, Universität Marburg, FB Physik

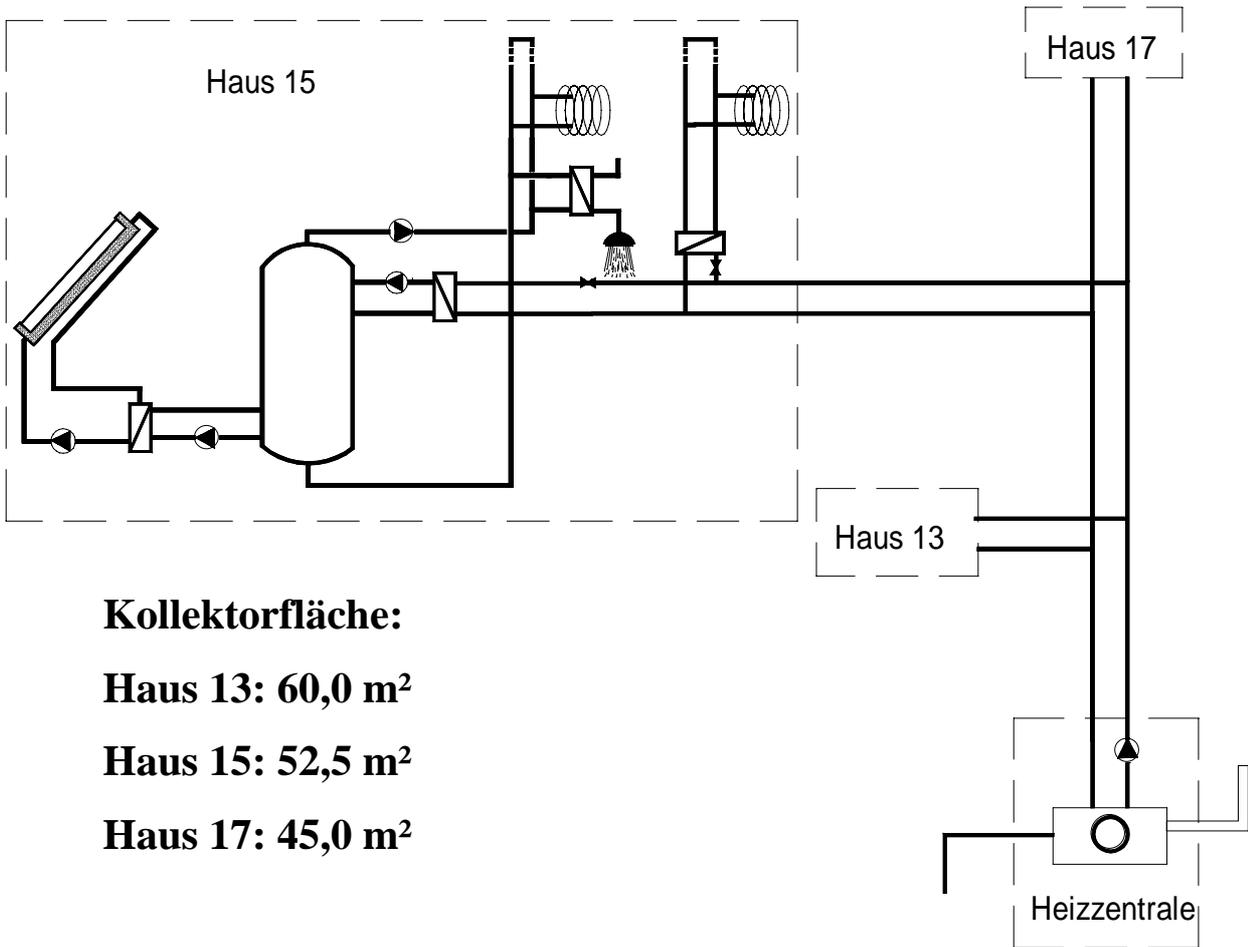


Problematik

- **(Solarintegrierte) Wärmeversorgungssysteme arbeiten häufig in ungünstigen Betriebszuständen**
- **Ausfall/Minderertrag der Solaranlage wird oft erst durch erhöhte Brennstoffrechnung bemerkt**
- **Garantierte solare Erträge sollen Ersteller, Planer und Lieferanten für den einwandfreien Betrieb in die Pflicht nehmen**

**=> kostengünstige und leistungsfähige Methode zur
Langzeitüberwachung von Solarsystemen**

Langzeitüberwachung einer solarintegrierten Wärmeversorgungsanlage von drei Studentenwohnheimen



Kollektorfläche:

Haus 13: 60,0 m²

Haus 15: 52,5 m²

Haus 17: 45,0 m²

- Anlage wird von der Uni Marburg intensiv meßtechnisch betreut

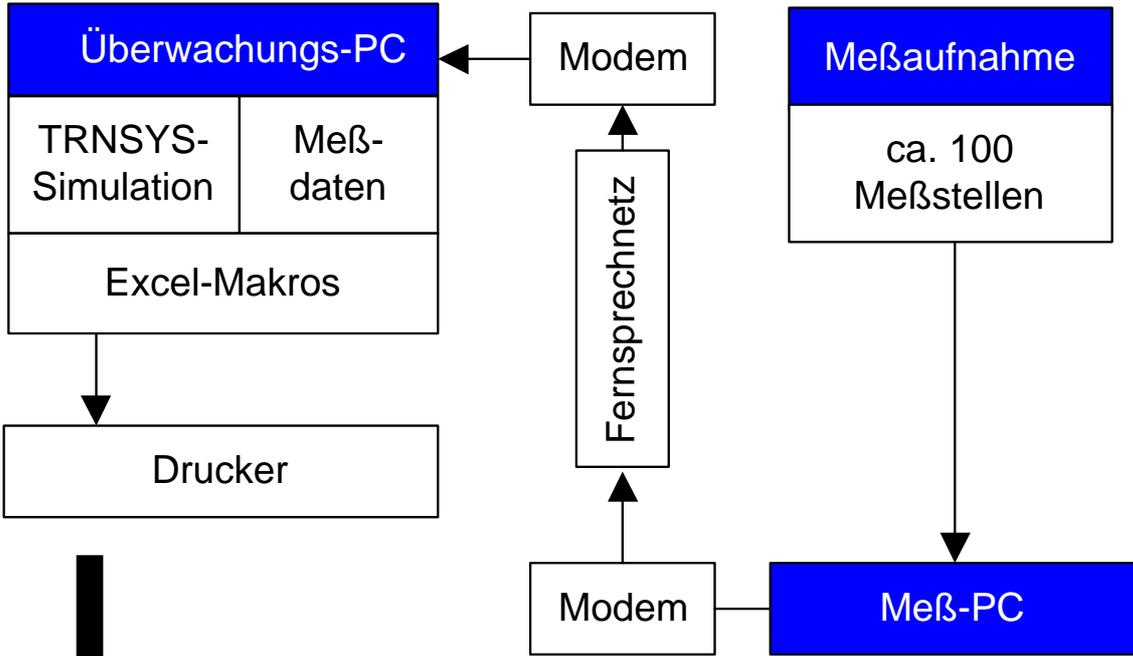
Idee der realisierten Methode zur Langzeitüberwachung



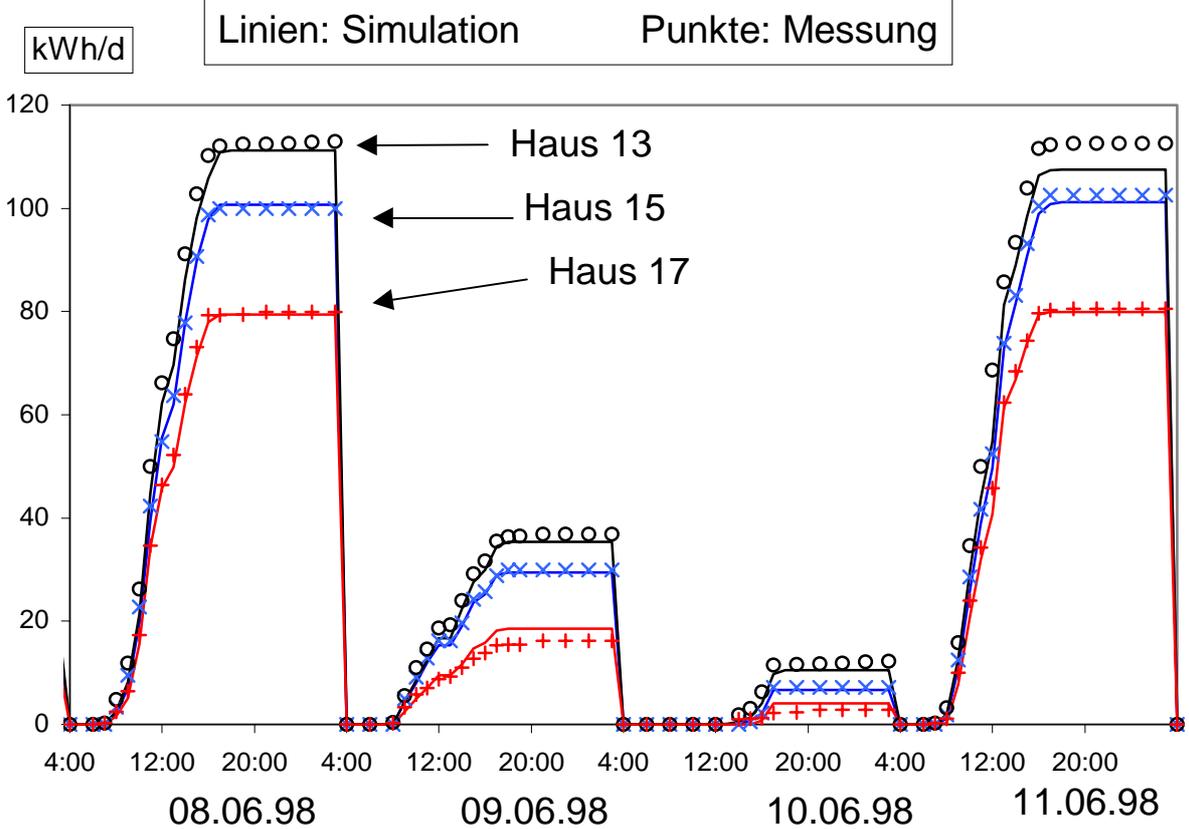
Typische Vergleichsgrößen:

- Solarertrag
- Brennstoff-, Speichernachheizenergie-Bedarf

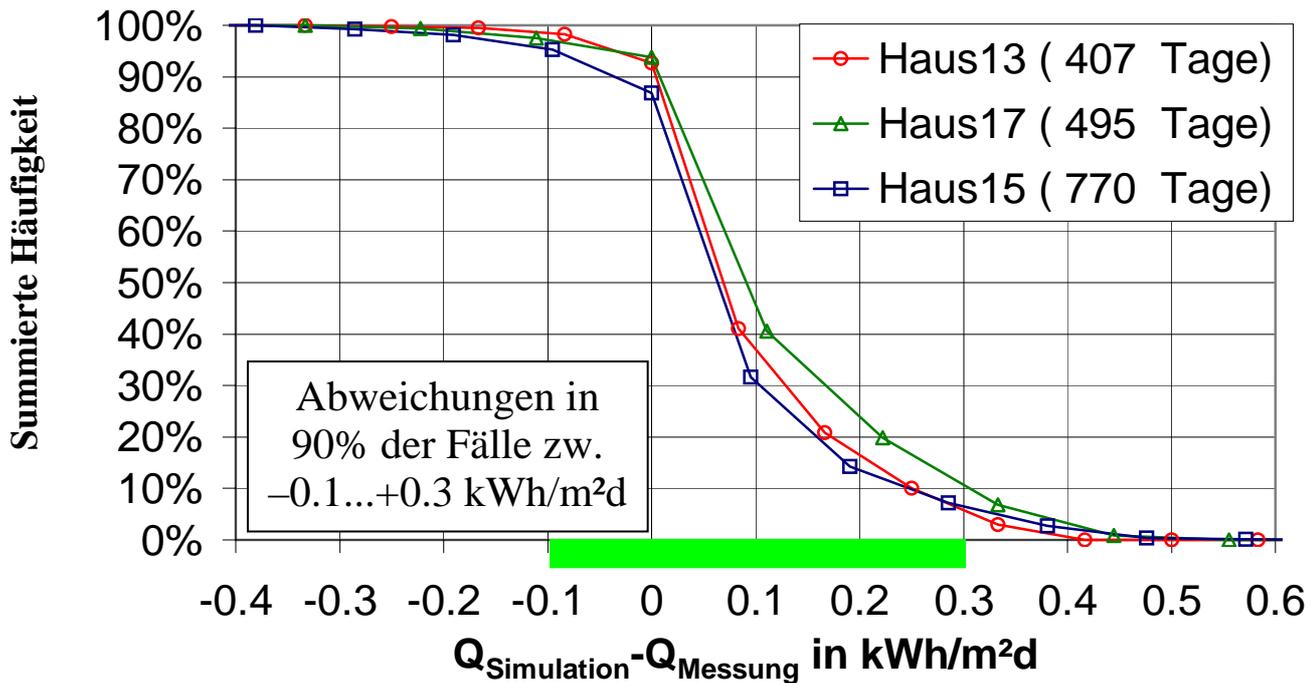
Realisierung der Langzeitüberwachung



Typischer Ausdruck: Solarer Ertrag



Vergleich berechneter und gemessener Tageserträge



Anforderungen der Methode

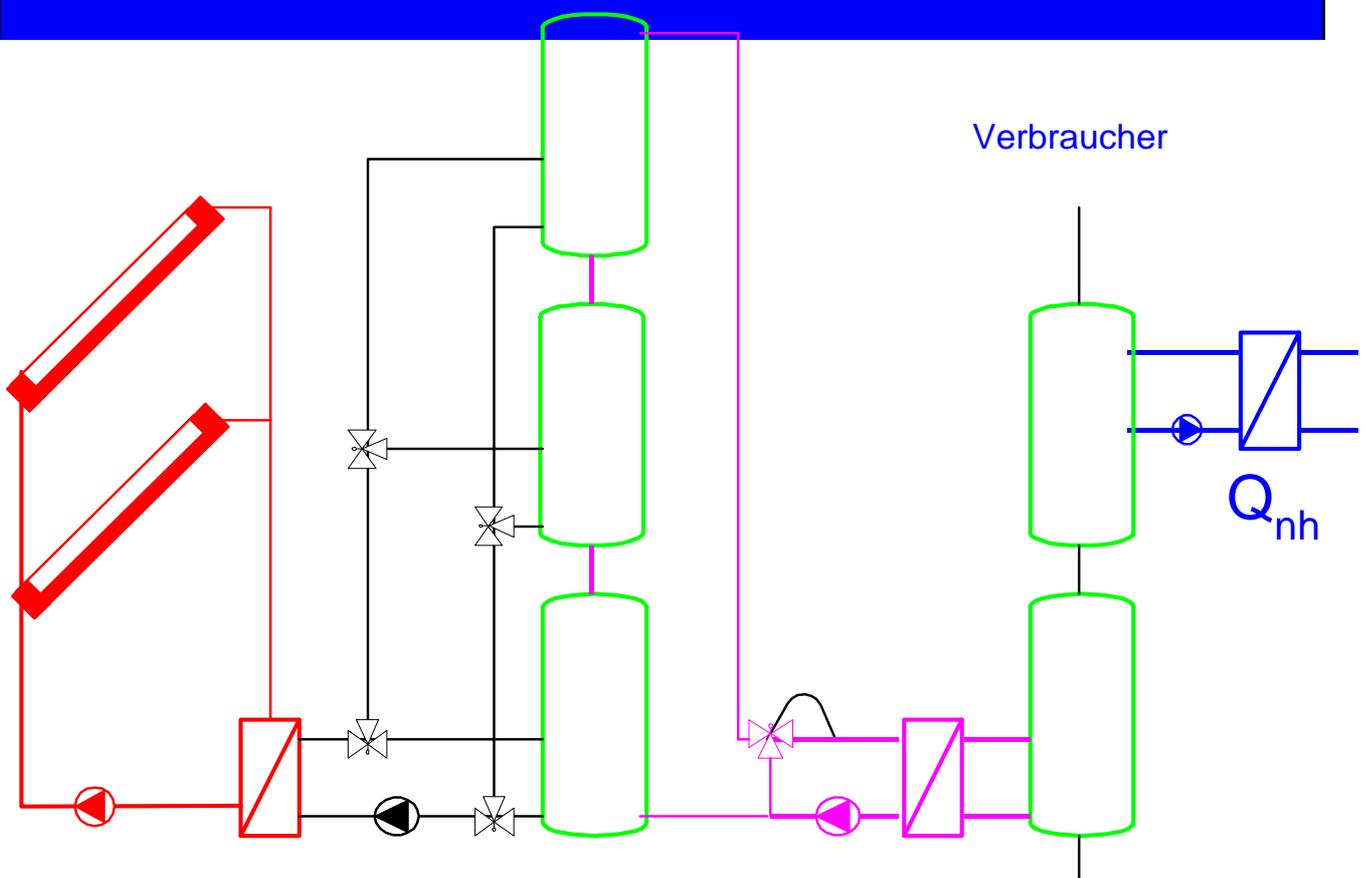
- **Ausreichende Genauigkeit der Simulation**
(=> Genauigkeit von Modellen und Modellparametern)
- **Messung der relevanten Eingangs- und Vergleichsgrößen**
(=> zusätzliche Meßinstrumente ?)

Übertragung auf andere Wärmeversorgungsanlagen

- **Automatisierungsroutinen können übernommen werden**
- **Erstellung eines TRNSYS-Systemmodells (Aufwand begrenzt, da**
 - nur wenige hydraulische Schaltschemata existieren
 - Modellparameter in Datenbanken hinterlegt werden können)
- **Meßaufnahme in Regeleinrichtung integrieren,**
Meßdaten über Schnittstelle in einfachem Loggingsystem speichern

Langzeitüberwachung der solaren Vorwärmanlage eines Krankenhauses

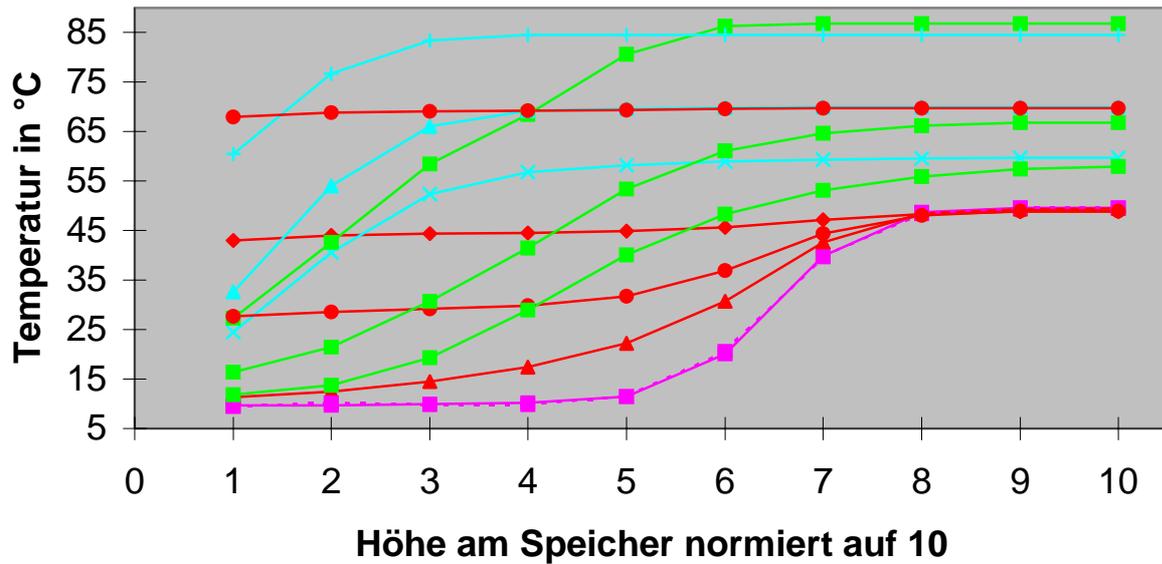
- System: $A_{\text{Koll}} = 240 \text{ m}^2$; $V_{\text{Speicher}} = 6 \text{ m}^3$
- Langzeitüberwachungsoption des Systems vor kurzem ergänzt
- Meßtechnischer Mehraufwand
 - Kalibrierung der verwendeten Temperaturfühler
 - Strahlungsmessung und einige Temperaturfühler



Speicherzustand

- Bestimmung mittels 4 Temperaturfühlern scheint möglich
- Einordnung in verschiedene Klassen

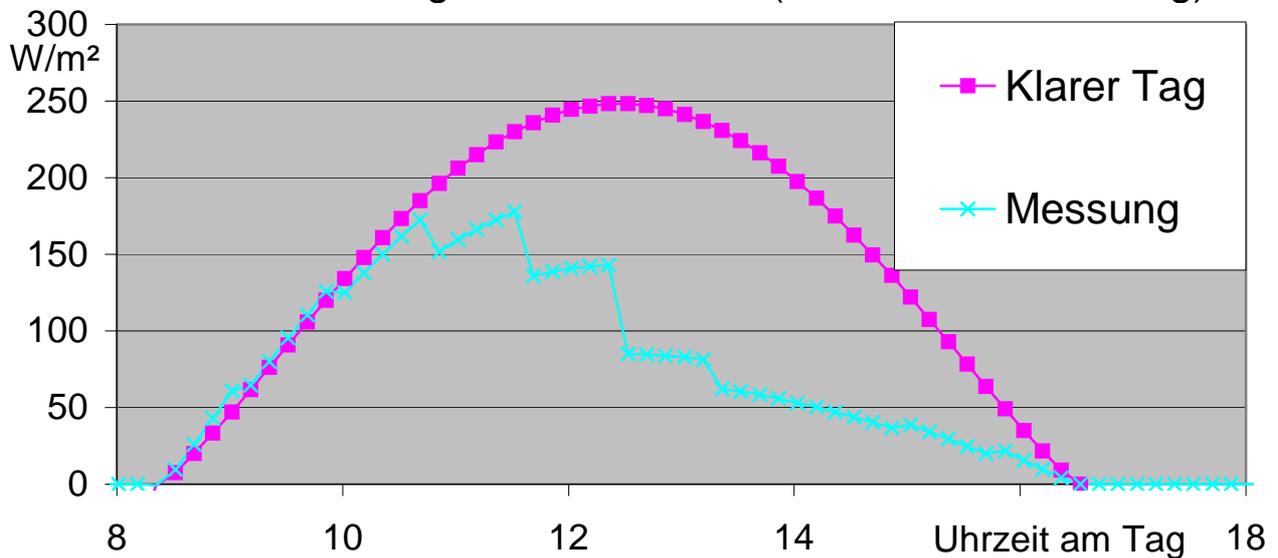
Typische Speicherzustände



Einstrahlung

- Tag im Jahr
=> G_T für klarer Tag
- Clearness = H_T^{MES} / H_T
- Strahlungsprofilklasse

Globalstrahlung in Horizontalen (1.Jan TRY Würzburg)



Vereinfachte Berechnung des zu erzielenden solaren Ertrages

Idee: Schätzung des zu erzielenden solaren Ertrags aus den relevanten Eingangsgrößen mittels einer parametrisierten Funktion

$$Q_{\text{SOL}} = F(p_1, p_2, \dots, p_n, G_K, T_{\text{LUFT}}, Q_{\text{VERBRAUCH}}, \dots)$$

Bestimmung von F(..):

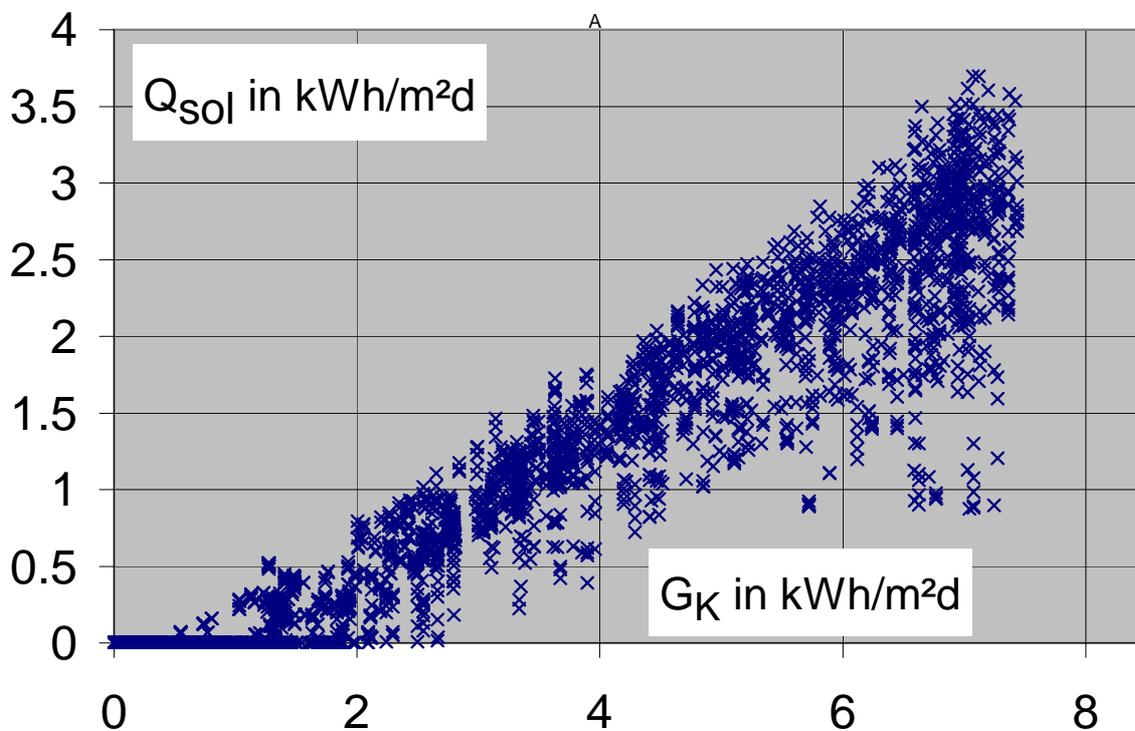
1.) Durchführung von Jahressimulationsrechnungen für das betrachtete

System $\Rightarrow Q_{\text{SOL}}, G_K, T_{\text{LUFT}}, Q_{\text{VERBRAUCH}}, \dots$

2.) Teile Ergebnisdaten aus 1.) in Datensätze A und B

3.) Anpassung der p_i an Datensatz A: $\sum [F(..) - Q_{\text{SOL}}]^2 = \min$

4.) Berechnung der Reproduktionsfehler für Datensatz B: $F(..) - Q_{\text{SOL}}$



\Rightarrow linearer Zusammenhang $Q_{\text{SOL}} = p_1 G_K + p_2$ gut, aber nicht ausreichend

Beispielhafte Reproduktionsergebnisse für an Simulationswerte angepaßte Funktionen F

Fragen: Welche Größen (G_T , T_{LUFT} , $Q_{VERBRAUCH..}$) werden benötigt ?
Wie sollte die Struktur der Funktion $F(..)$ gewählt werden ?

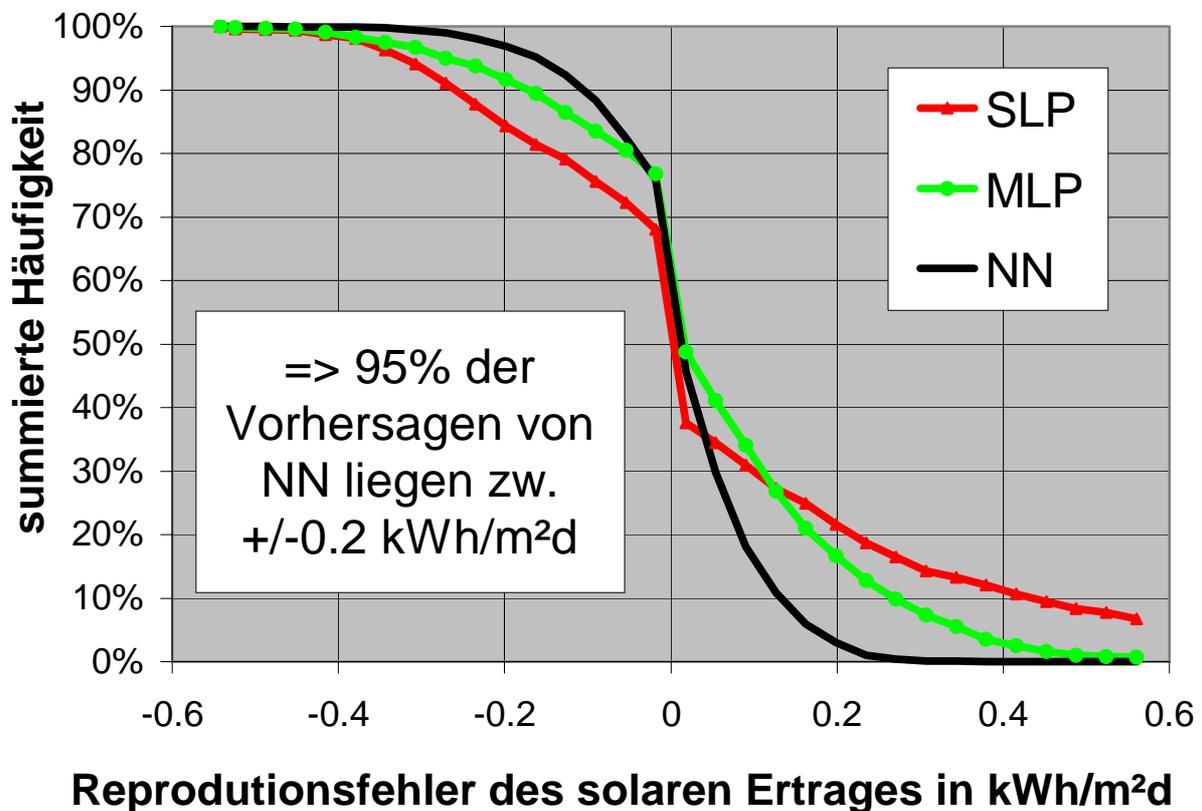
S(ingle)**L**(inear)**P**(roportional) $Q_{SOL} = p_1 G_K + p_2$

M(ulti)**L**(inear)**P**(roportional) $Q_{SOL} = p_1 G_K + \dots + p_{11} T_{LUFT}$

N(euromales) **N**(etz) $Q_{SOL} = \text{Neuronales Netz} (G_K, \dots, T_{LUFT})$

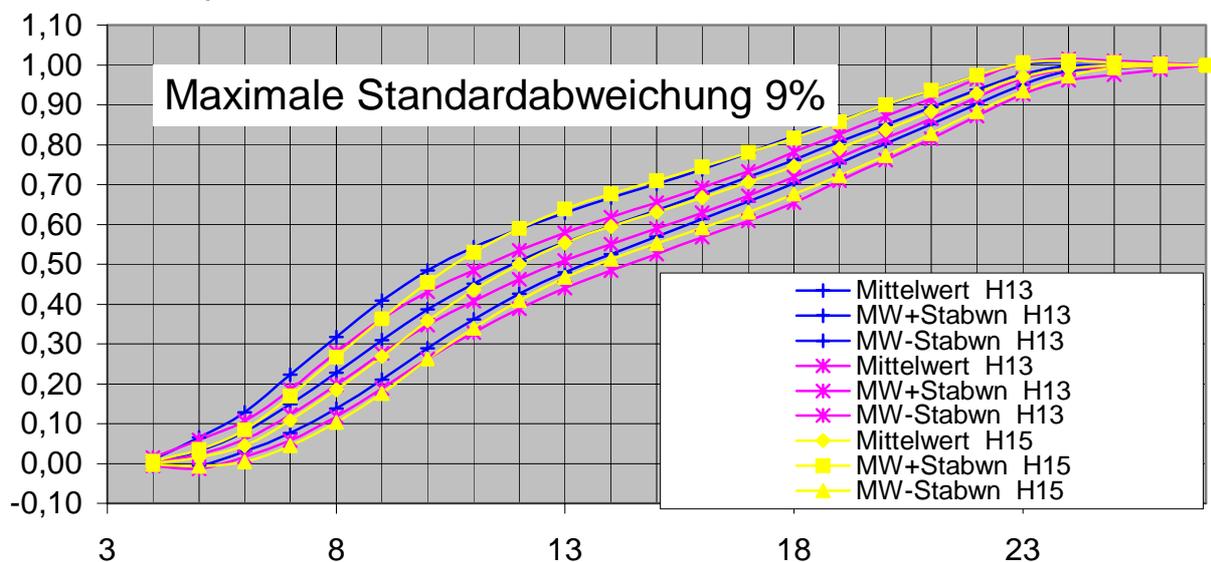
Berücksichtigte Größen:

- Globalstrahlungssumme G_K am Tag (gesamt, bis 9 Uhr, bis 15 Uhr)
- Direktstrahlungssumme, Lufttemperatur
- Tagesverbrauch Q_{LAST} am Tag (gesamt, bis 9 Uhr, bis 15 Uhr)
- Speichertemperaturen um 3 Uhr morgens



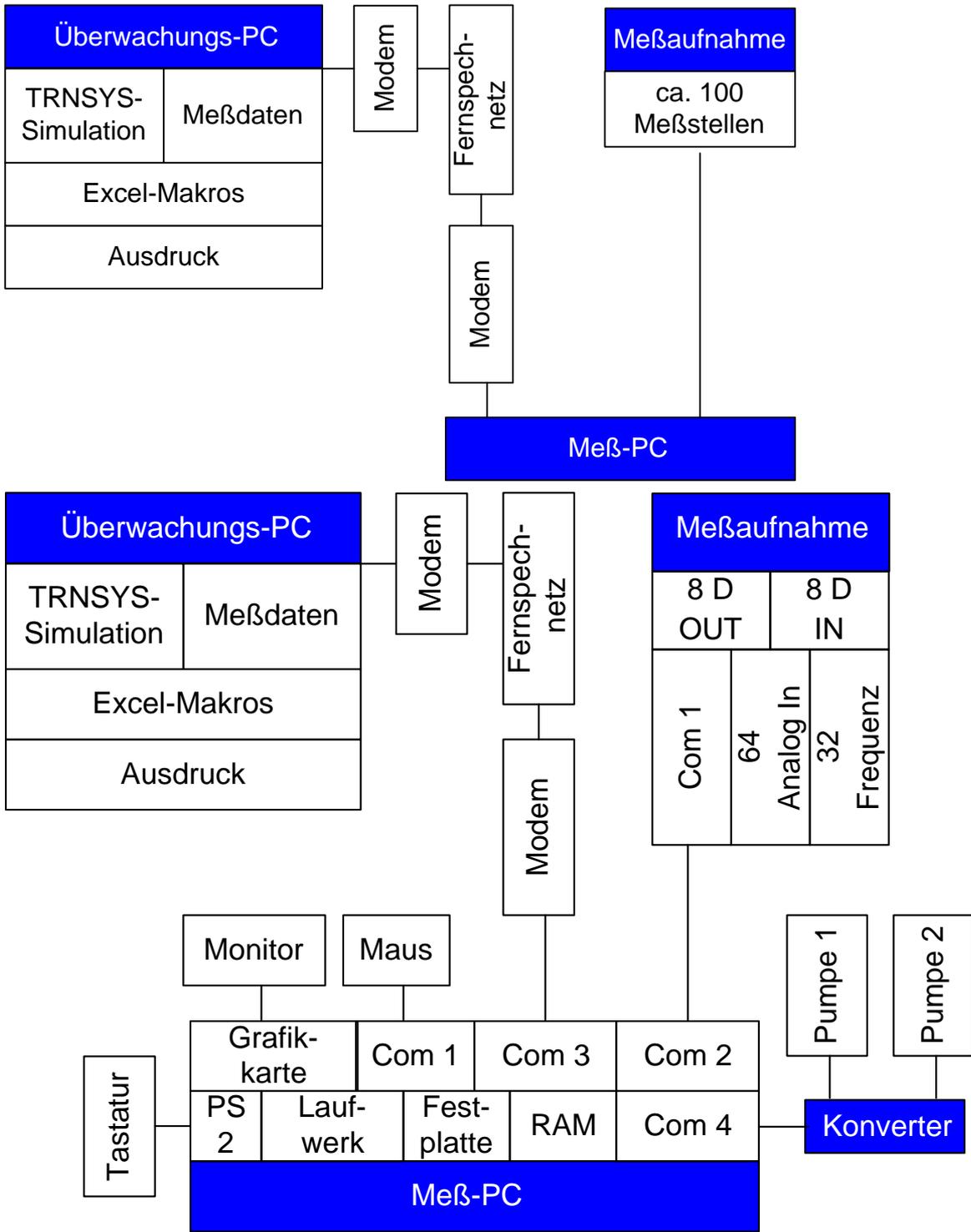
8 Uhr	Speicherzustandsklasse
12 Uhr	Speicherzustandsklasse
16 Uhr	Speicherzustandsklasse
20 Uhr	Speicherzustandsklasse
24 Uhr	Speicherzustandsklasse Tagesverbrauch, Verbrauchprofilklasse, Trlmit Tagesstrahlungssumme, Klearness, Strahlungsprofilklasse Umgebungstemperatur (Mittelwert und Amplitude) Solar Ertrag(Ist und Soll), Speichernachheizbedarf (IST/SOLL)
4 Uhr	Speicherzustandsklasse
8 Uhr	Speicherzustandsklasse
12 Uhr	Speicherzustandsklasse

Verbrauchsprofil Haus 15, Haus 13, Haus 17 - Statistik 23.11.95-16.6.98



Umgebungstemperatur, (Idee: Tagesittelwert +Sinus-Amplitude)

Diffusstrahlungsanteil (Idee: Berechnung aus Clear-Sky-Strahlungssumme und Klearness)



Der Titel meines Vortrags lautet:

Automatisierte Langzeitüberwachung mit Trnsys am Bsp einer solarintegrierten Wärmeversorgungsanlage

Sie kennen das alle: Oft wenn man ein solares Projekt umsetzen will, ist man froh nach der Realisierung wie hier z.B. eine Kollektoranlage auf einem Studentenwohnheim und wendet sich voller Engagement dem nächsten Projekt zu. Inwiefern die realisierte Anlage dann auch das bringt, was geplant wurde ist jedoch nicht immer sicher. Wie Stichprobenhafte Untersuchungen zeigen arbeiten

Wärmerversorgungsanlagen häufig in ungünstigen Betriebszuständen. Ich habe hier bewußte das solarintegrierte eingeklammert, denn es gilt auch konventionelle Systeme arbeiten häufig in ungünstigen Betriebszuständen. Führen Bei solarintegrierten Systemen können jedoch ungünstige Betriebszustände zu einem Minderertrag oder gar Ausfall der Solaranlage führen. Oft wird dies erst detektiert durch eine erhöhte Brennstoffrechnung

Aufgetragen ist, wie häufig die Simulations eine n um x kWh/m² d größeren solaren Ertrfag vorraussagt, wie din Realität durch die Messung tatsächlich bestimmt wurde

