

## Neue Methoden zur grafischen Modellierung komplexer thermodynamischer Systeme in TRNSYS SIMULATION STUDIO

C. Wilhelms, S. Kütke, K. Zaß, R. Heinzen, K. Vajen, U. Jordan  
 Institut für thermische Energietechnik, Universität Kassel

### KURZFASSUNG

Numerische Simulationsumgebungen wie z. B. TRNSYS oder COLSIM ermöglichen aufgrund steigender Rechenleistung der heutigen PCs einen stetig zunehmenden Detaillierungsgrad bei der Abbildung thermischer Systeme. Diese Flexibilität wirkt sich i. d. R. auf die Bedienbarkeit aus. Um diese zu verbessern steht dem Anwender in TRNSYS die grafische Benutzeroberfläche SIMULATION STUDIO zur Verfügung. Allerdings führen komplexe Systemmodellierungen schnell zur Unübersichtlichkeit und einer daraus resultierenden Unverständlichkeit der Modelle. Daher wurde im Rahmen einer Masterarbeit am Fachgebiet für Solar- und Anlagentechnik eine neue Methode zur grafischen Modellierung in SIMULATION STUDIO entwickelt. Diese basiert auf einer Modularisierung in Subsysteme, die über die Definition von einheitlichen Schnittstellen miteinander verbunden werden und so auch bei komplexen Systemen das Verständnis und den intuitiven Umgang gewährleisten.

### ABSTRACT

Increasing computing power allow numeric simulation tools like TRNSYS or COLSIM the modelling of more and more detailed thermal systems. This progresses in complexity and hard to handle system representations. Therefore graphical user interfaces like SIMULATION STUDIO (for TRNSYS) were developed. But even these tools got problems in managing complex systems turning out in confusing graphical system representations and an incomprehensibility of the models. Due to this fact a new approach of modelling was introduced to SIMULATION STUDIO. This was done within the scope of a Masterthesis at the Department of Solar and System Engineering. A modular concept of subsystems is used. These are connected via uniform interfaces, which were also defined and implemented.

### EINLEITUNG

Die zunehmende Komplexität bei der Modellierung von thermischen Systemen führt häufig zu unübersichtlichen, schwer handhabbaren Systemrepräsentationen (vgl. Abb. 1). Zur Verbesserung der Bedienerfreundlichkeit und eines schnelleren Verständnisses bei der Abbildung solcher Systeme mittels SIMULATION STUDIO, der

grafischen Benutzeroberfläche von TRNSYS, wird eine neue Methode zur grafischen Modellierung vorgestellt. Diese basiert auf einer Modularisierung in Subsysteme. Dadurch wird einerseits die Übersichtlichkeit der grafischen Darstellung deutlich gesteigert und andererseits eine einfache Möglichkeit der Austauschbarkeit von einzelnen Systemteilen geschaffen. Das Konzept wird auf ein weltweit verwendetes Modell eines solarthermischen Kombisystems, das in TRNSYS in Form einer Textdatei vorliegt, angewendet und anhand von Simulationen mit dem Ausgangssystem verglichen. Das untersuchte System wurde im Rahmen einer Arbeitsgruppe der Internationalen Energieagentur<sup>1</sup> entwickelt.

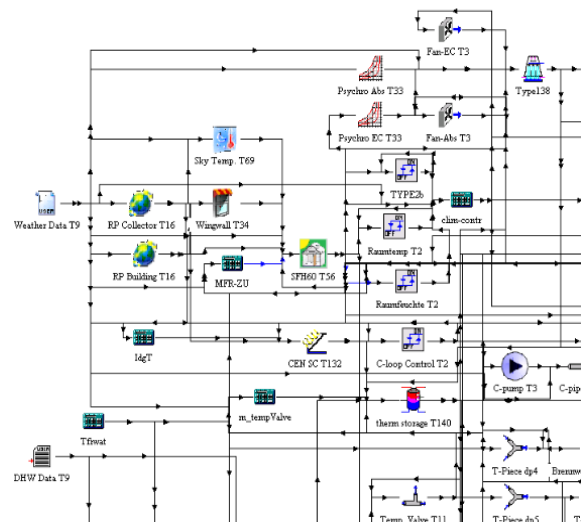


Abb. 1: Ausschnitt einer komplexen Systemrepräsentation in SIMULATION STUDIO (TRNSYS)

### MODULARISIERUNG

Die Idee der Modularisierung sieht jeweils die Zusammenfassung mehrerer zusammengehöriger Komponenten in einzelnen Subsystemen vor. Bei dem vorliegenden solarthermischen System bietet sich eine Untergliederung hinsichtlich der verschiedenen Hydraulikkreise (Kollektorkreislauf, etc.) in Subsysteme an (vgl. Abb. 2). So kann z. B. ein in einem anderen Modell implementierter Kollektorkreislauf leicht integriert werden.

<sup>1</sup> Der IEA-SHC Task 32 beschäftigte sich mit der Optimierung und Weiterentwicklung solarthermischer Kombisysteme.

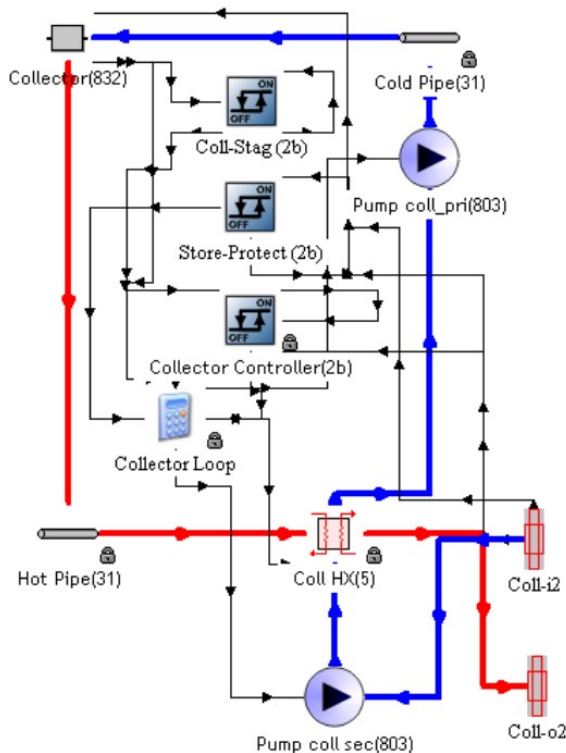


Abb. 2: Subsystem des Kollektorkreislaufs eines solarthermischen Systems

## VERBINDUNG

Die Verbindung bzw. Kommunikation der Subsysteme erfolgt über einheitliche Schnittstellen, über die alle benötigten *inputs* und *outputs* übergeben werden. Da diese in TRNSYS nicht verfügbar sind bzw. kein TYPE mit einer solchen Funktion existiert, wird an dieser Stelle ein Hilfsfeature implementiert. Dazu werden die in TRNSYS vorhandenen EQUATION-Blöcke verwendet. Um einen Austausch einzelner Subsysteme ohne das Löschen von visuellen Verbindungen zu ermöglichen, werden sowohl für die Schnittstellen der *inputs* als auch der *outputs* jeweils EQUATION-Paare eingesetzt und die Möglichkeit der Variablenübergabe ohne visuelle Anbindung in SIMULATION STUDIO genutzt (vgl. Abb. 3).

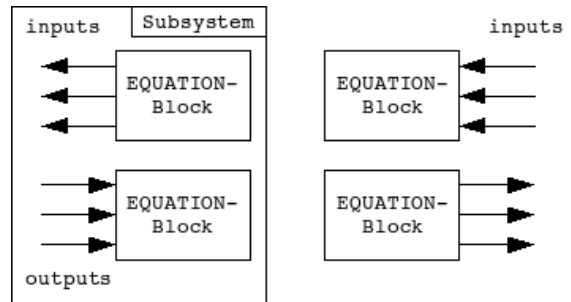


Abb. 3: Schnittstellen der Subsysteme anhand von EQUATION-Paaren

## SIMULATION UND DISKUSSION

Um den Einfluss der als Schnittstellen eingeführten EQUATIONS zu untersuchen, werden Simulationen mit dem Ausgangssystem und dem anhand des vorgestellten Konzepts modifizierten Modell durchgeführt. Als zu untersuchende Zielgrößen werden die Energiebilanzen sowie die solare Deckungsrate miteinander verglichen. Dabei treten aufgrund der als Schnittstellen eingefügten EQUATIONS minimale Abweichungen auf. Diese bewegen sich allerdings in einem Rahmen  $< 1\%$ , so dass sie vernachlässigbar sind.

## ZUSAMMENFASSUNG

Der steigende Detaillierungsgrad bezüglich der Modellierung von thermischen Systemen mit Hilfe von numerischen Simulationsprogrammen erfordert eine Weiterentwicklung in Hinsicht auf die Bedienbarkeit dieser Programme. Darauf aufbauend wurde eine neue Methode zur vereinfachten Modellierung in TRNSYS SIMULATION STUDIO vorgestellt, bei der ein System in verschiedene Subsysteme modularisiert wird, die wiederum über einheitliche Schnittstellen miteinander verbunden werden. Dadurch wird ein leichteres Verständnis für das Gesamtsystem, ein schnelleres Einarbeiten für Dritte und eine Flexibilität bezüglich der Austauschbarkeit einzelner Systemteile erreicht. Da als Schnittstellen TRNSYS interne EQUATIONS verwendet werden, die sich auf die Berechnung auswirken, kommt es zu geringfügigen Abweichungen beim Vergleich des gleichen Systems ohne Subsysteme bzw. Schnittstellen. Diese sind aber  $< 1\%$  und können vernachlässigt werden.