

# Simulationsprogramme für thermische Solaranlagen

**Computerprogramme können zu erheblichen Zeit- und Kosteneinsparungen beitragen.**

**Hierbei ist jedoch entscheidend, das richtige Programm für die jeweilige Aufgabe zu finden, denn das bedienungsfreundliche Programm für den universellen Einsatz gibt es nicht. Dieser Beitrag soll wichtige Entscheidungshilfen liefern.**

Während in der Vergangenheit Angebotserstellung sowie Anlagenplanung und -auslegung häufig nur auf Basis von Erfahrungswerten erfolgte, kann heute durch den Einsatz von Computerprogrammen viel Zeit und Geld eingespart werden. Eine Anlagenauslegung ist, sofern man in ein Programm eingearbeitet ist, schnell und präzise durchzuführen. Stehen bei der Anlagenplanung verschiedene Varianten zur Auswahl, lassen sich diese mit Computerprogrammen durchrechnen, um die beste Lösung unter energetischen, wirtschaftlichen oder ökologischen Gesichtspunkten zu bestimmen. Weichen einige Parameter von üblichen Standardlösungen ab, lassen sich die Auswirkungen mit den geeigneten Programmen ermitteln. Sollen Komponenten oder Anlagenkonzepte neu entwickelt oder verbessert optimiert werden, kann hierzu ebenfalls der Computer eingesetzt werden. Damit lassen sich Fehlentwicklungen und der Umfang notwendiger Versuchsaufbauten drastisch verringern. Einige Computerprogramme eignen sich aufgrund ihrer ansprechenden grafischen Oberfläche zur direkten Vorführung beim Kunden. Wirtschaftlichkeits- und Emissionsberechnungen liefern notwendige Verkaufsargumente und professionelle Computerausdrucke verbessern den Gesamteindruck einer Anlagenplanung. Somit lassen sich auch Kosten bei der Angebotserstellung und beim Marketing einsparen.

Trotz dieser Vielzahl von Argumenten für den Einsatz von Computerprogrammen sollten einige wichtige Aspekte beachtet werden. Wer das falsche Programm für eine bestimmte Aufgabe wählt und nach Tagen vergeblicher Einarbeitung nicht zu den gewünschten Ergebnissen kommt, wird sich ziemlich schnell wieder in die präelektronische Zeit zurückwünschen. Am Anfang gilt es also, das richtige Programm für die jeweilige Aufgabe zu finden. Hierbei kann grob in drei Kategorien unterschieden werden.

## Grobanalyseprogramme

Kategorie 1 umfaßt Grobanalyseprogramme. Diese Programme basieren vornehmlich auf statistischen Verfahren in Kombination mit einfachen Berechnungen. Meistens werden die Ergebnisse auf Basis von Monatswerten bestimmt. Grobanalyseprogramme sind anwendungsnah und liefern die Ergebnisse extrem schnell. In der Regel sind sie jedoch wenig flexibel und nur für Standardsysteme verwendbar. Am bekanntesten ist hierbei das f-Chart-Verfahren, das von Beckman und Klein an der University of Wisconsin-Madison entwickelt wurde. Außer in den später vorgestellten deutschsprachigen Programmen *F-CHART* und *Energizer* kommt es vor allem in amerikanischen f-Chart-Versionen zum Einsatz. Grobanalyseprogramme sollten dann benutzt werden, wenn es gilt, für Standardsysteme schnelle Simulationsergebnisse zu erhalten.

## Zeitschrittsimulationsprogramme

Unter Kategorie 2 fallen Zeitschrittsimulationsprogramme. In diesen Programmen sind Modelle für verschiedene Komponenten wie Kollektoren, Speicher, Rohrleitungen oder Wärmetauscher für zahlreiche festgelegte Anlagenvarianten implementiert. Dabei wird die jeweilige Anlage in stündlicher oder kürzerer zeitlicher Auflösung anhand von solaren

Einstrahlungsdaten, Temperaturen und Verbrauchswerten für ein typisches Jahr simuliert. Diese Programme benötigen eine deutlich größere Rechenzeit als Grobanalyseprogramme. Durch die zunehmende Rechenleistung moderner Computersysteme hat dieser Nachteil jedoch deutlich an Bedeutung verloren. Zeitschrittsimulationsprogramme sind deutlich flexibler als Grobanalyseprogramme. Zwar ist hier meist auch nur ein festgelegtes Anlagenrepertoire vorhanden, doch können Anlagen mit untypischen Parametern mit einer deutlich größeren Präzision simuliert werden.

Dennoch haben auch Zeitschrittsimulationsprogramme aufgrund der implementierten Verfahren ihre Grenzen. Wer zum Beispiel mit einem Zeitschrittsimulationsprogramm, dessen Verfahren für die Simulation von kleinen Brauchwassersystemen in Einfamilienhäusern ausgelegt sind, eine über hundert Quadratmeter große Anlage auf einem Industriegebäude oder gar eine Siedlung mit einer solaren Nahwärmeversorgung simulieren möchte, wird hierbei zwangsläufig Schiffsbruch erleiden. Zwar erlauben viele Simulationsprogramme auch die Eingabe von großen Kollektorflächen und Speichern und für viele Programme wird gar ein universeller Einsatz versprochen. Simulationen von existierenden Großanlagen haben jedoch gezeigt, daß die Ergebnisse aufgrund der beschränkten Gültigkeit der Berechnungsverfahren die tatsächlichen Verhältnisse oft nur sehr unbefriedigend widerspiegeln. Aufgrund sehr unterschiedlicher Ausführungen und der komplizierten Verrohrung lassen sich Großanlagen nur selten mit einem Standardschema beschreiben. Hier kommt man oftmals um die individuelle Anlagenbeschreibung in einem Simulationssystem nicht herum.

Dies zeigt, daß viele Programme auch ihre Grenzen haben. Da in der Regel jedoch nicht vor fehlerhaften Simulationsergebnissen gewarnt wird, empfiehlt es sich deshalb immer, Simulationsergebnisse anhand von Erfahrungswerten auf ihre Plausibilität hin zu überprüfen.

### **Simulationssysteme**

Möchte man Anlagen simulieren, bei denen auch Zeitschrittsimulationsprogramme an ihre Grenzen stoßen oder gar völlig neue Komponenten und Anlagenvarianten berechnen, benötigt man ein Programm aus der dritten Kategorie (Simulationssysteme). Mit diesen Systemen können eigene Simulationsmodelle geschrieben und in die Berechnungen implementiert werden. Das bekannteste Simulationssystem ist *TRNSYS*. Auch das an der TU Berlin entwickelte *SMILE* fällt in diese Programmkategorie. Die Vorteile der Simulationssysteme müssen jedoch über eine deutlich größere Einarbeitungszeit erkaufte werden. Bei professionellen Zeitschrittsimulationsprogrammen mit einer benutzerfreundlichen Oberfläche gelingt eine Anlagensimulation auch unerfahrenen Computernutzern bereits innerhalb der ersten Arbeitsstunden. Bei Simulationssystemen muß man hingegen mit Einarbeitungszeiten von mehreren Tagen oder gar Wochen rechnen. Somit eignen sie sich vor allem für Forschungs- und Entwicklungszwecke.

Neben den drei beschriebenen Programmkategorien sind noch Tools zur Vorbereitung von Eingabedaten zu erwähnen. Sind für einen Standort keine Solarstrahlungsdaten vorhanden können diese mit Hilfe von Programmen wie *METEONORM* synthetisch erzeugt werden. Auf zusätzliche Tools kann hier jedoch nicht näher eingegangen werden.

Neben der Simulation von solarthermischen Anlagen ist natürlich auch die Simulation von Photovoltaikanlagen möglich. Eine aktuelle Übersicht über Simulationsprogramme im Bereich der Photovoltaik ist der Zeitschrift *Photon* 6/98 oder im Internet zu finden [1][2].

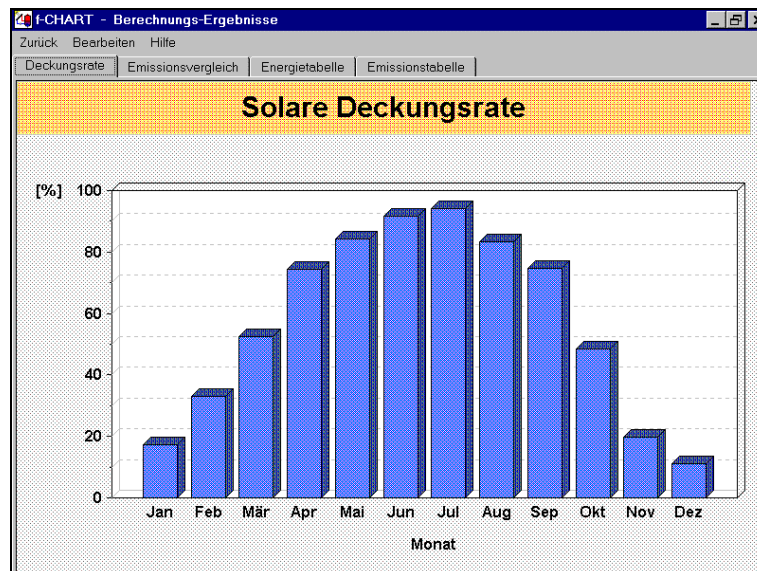
Im folgenden wird eine Auswahl von Simulationsprogrammen auf dem deutschen Markt beschrieben, die gut verfügbar sind. Theoretische Hintergründe zur Berechnung von solarthermischen Anlagen sowie eine CD-ROM mit Demoversionen der meisten hier beschrie-

benen Programme sind im Fachbuch Regenerative Energiesysteme, das im Carl Hanser Verlag erschienen ist, enthalten [3].

## F-CHART

Das Programm *F-Chart* ist ein sehr weit verbreitetes Simulationsprogramm und liegt nun auch in einer Windows-Version vor. Das Berechnungsverfahren beruht auf der international anerkannten f-Chart-Methode. Sie ermöglicht es, mit minimalem Zeitaufwand den jährlichen Energieertrag einer Standard-Solaranlage zu ermitteln. Für jeden Monat des Jahres wird der Anteil der Sonnenenergie an der Deckung des Energiebedarfs für die Warmwasserbereitung ermittelt. Ergänzend berechnet das Programm die durch den Einsatz der Solaranlage reduzierten Verbrennungsschadstoffe. Die zur Berechnung nötigen Parameter werden dabei in einer übersichtlichen Eingabemaske abgefragt, die von Beginn an mit sinnvollen Angaben vorbesetzt ist. Die Steuerung des Programms ist äußerst einfach. Themenbezogene Hilfetexte geben neben Erläuterungen zum Programm auch Informationen zu Grenzen und Dimension der einzugebenden Größen. Bei Eingabefeldern, für die eine Listenauswahl vorgesehen ist, erscheint nach Betätigung der Leertaste eine Auswahlliste am Bildschirm. Das Programm beinhaltet ca. 100 vorbereitete Wetterdatensätze und eine Kollektorliste mit ca. 80 Kollektormodellen. Beide Datensätze sind vom Anwender leicht erweiterbar. Durch den geringen Zeitaufwand bei der Simulation lassen sich sehr schnell und sehr einfach verschiedenste Auslegungsvariationen durchrechnen.

Die Ergebnisse werden in tabellarischer und grafischer Form ausgegeben. Auf Tastendruck erhält man einen zweiseitigen repräsentativen Ausdruck. Auf einer separaten Seite können die Daten zur Reduzierung von Emissions-Schadstoffen ausgedruckt werden. Das Programm *F-Chart* ist eine nützliche Unterstützung bei der Beratungstätigkeit und ist auch zu Ausbildungs- und Schulungszwecken sehr gut geeignet. Typische Anwender für dieses Programm sind Handwerker, Installateure und Energieberater.



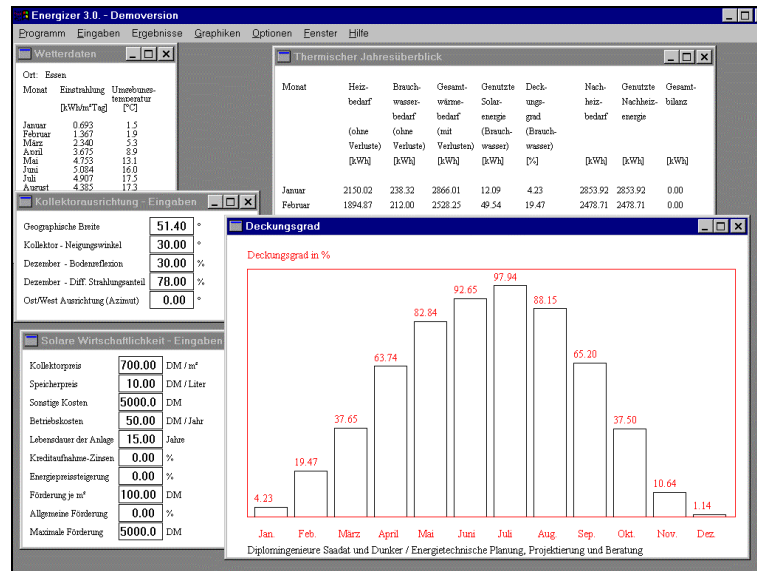
## Energizer

Ein weiteres Grobanalyseprogramm, das nach der f-Chart-Methode arbeitet ist *Energizer*. Das Programm ist für die Auslegung von solarthermischen Anlagen für Einfamilienhäuser geeignet, die aus einem Kollektor (bis max. 40 m<sup>2</sup>) und einem Speicher bestehen.

*Energizer* arbeitet mit monatlichen Energiemengen und liefert dadurch in Sekundenbruchteilen die Ergebnisse.

*Energizer* zeichnet sich dadurch aus, daß sich Änderungen von Eingabedaten wie Kollektortyp, Kollektorausrichtung, Energiebedarf oder Wirtschaftlichkeitsparameter direkt auf die angezeigten Ergebnisse auswirken. Die Ergebnisse können in Form von ständig aktualisierten Tabellen oder Grafiken ausgegeben werden.

Neben der Simulation von solarthermischen Anlagen lassen sich mit *Energizer* auch Blockheizkraftwerke (BHKW) und Photovoltaikanlagen berechnen. Die Ergebnisse können auch zur weiteren Verarbeitung zu Anwendungen wie MS-Excel exportiert werden.



## GetSolar

*GetSolar* ist ein weit verbreitetes und anerkanntes Programm zur Simulation solarthermischer Brauchwasseranlagen. Die aktuelle Version des Programms arbeitet noch unter MS-DOS. Eine Windows-Version von *GetSolar* ist für Mai 1999 angekündigt. Käufer der jetzigen Version werden für das Update auf die Windows-Version Sonderkonditionen eingeräumt.

*GetSolar* gehört zur Kategorie der Zeitschrittsimulationsprogramme. Es ist ein sehr schnell arbeitendes Berechnungsprogramm, das keine hohen Anforderungen an die PC-Hardware stellt. Für die Simulationsrechnungen steht eine Wetterdatenbank mit über 100 Standorten in Deutschland zur Verfügung, die frei erweiterbar ist. Die Eingabe der Simulationsparameter erfolgt benutzergeführt. Ein Programmfeature von *GetSolar* ist der Verschattungseditor. Neben der Berechnung von Sonnenstand, Einstrahlung und Außentemperatur, erfolgt über die Prognose relevanter Betriebsgrößen wie Kollektorwirkungsgrad, Solarkreisverluste, Zapfmengen und der Speicherverluste die Abschätzung der daraus resultierenden Energieströme und Anlagentemperaturen. Zur Unterstützung der Analyse des Anlagenverhaltens können auch Momentanleistungen dargestellt werden. Weitere Ergebnisse sind die Stillstandstemperatur und der Anlagenüberschuß für Heizungsunterstützung oder Schwimmbadbeheizung.

Diese Ergebnisse werden sowohl grafisch als auch tabellarisch dargestellt und können mit der eigenen Firmenanschrift für Leistungsnachweise ausgedruckt werden. Die Struktur von *GetSolar* unterstützt die schnelle Klärung von Dimensionierungsfragen. Damit ist das Programm nicht nur aufgrund seines attraktiven Preises sowohl für Bereich der Aus- und Weiterbildung als auch für die Kundenberatung im professionellen Einsatz interessant.



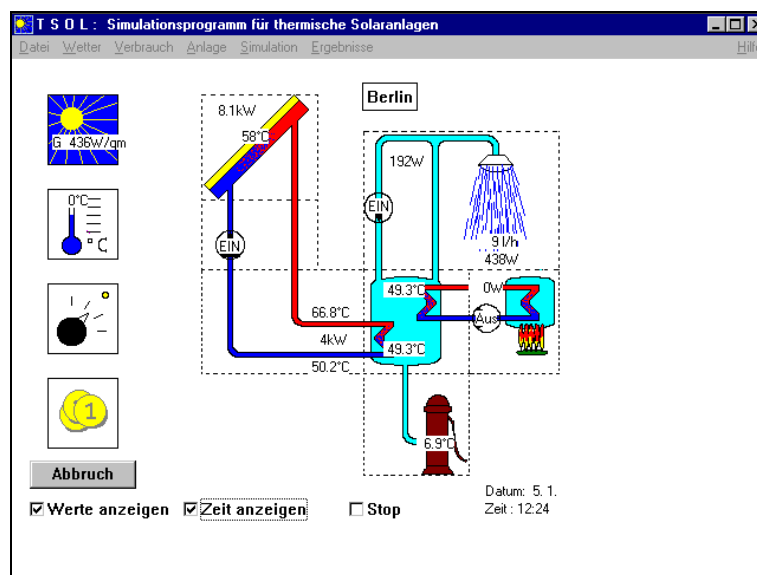
## T\*SOL

Im Bereich der Zeitschrittsimulationsprogramme wird der Markt derzeit hauptsächlich von *T\*SOL* und *POLYSUN* beherrscht. *T\*SOL* eignet sich vor allem für die Auslegung und Planung von thermischen Solaranlagen. Hierbei können insgesamt fünf klassische Anlagentypen in verschiedenen Variationen simuliert werden. Bei der Version 3.2 ist auch die Simulation von Schwimmbadanlagen möglich. Durch Variation der Anlagenparameter läßt sich die für die tatsächlichen äußeren Gegebenheiten optimale Anlage konfigurieren und deren Erträge vorherbestimmen. Das Programm erlaubt eine schnelle Auslegung von Kollektorfläche und Speichervolumen durch eine Optimierungsrechnung für einen Auslegungstag.

*T\*SOL* berechnet für jede Minute des Jahres die Systemtemperaturen und Betriebszustände. Schon während der Simulation lassen sich die sich einstellenden Temperaturen und Energieströme im Anlagenschema auf der Oberfläche des Programms ablesen. Die Ergebnisse (Temperaturen, Energien, Nutzungsgrade, Deckungsanteil, Wärmepreis usw.) können auf dem Bildschirm dargestellt und ausgedruckt werden.

Durch die gelungene grafische Oberfläche läßt sich *T\*SOL* auch hervorragend zur Präsentation beim Kunden einsetzen und ist damit vor allem für Ingenieurbüros und Handwerksbetriebe aber auch für die Aus- und Weiterbildung zu empfehlen.

Derzeit ist eine stark erweiterte Version 4.0 von *T\*SOL* in Vorbereitung, die Mitte des Jahres auf dem Markt erscheinen wird.

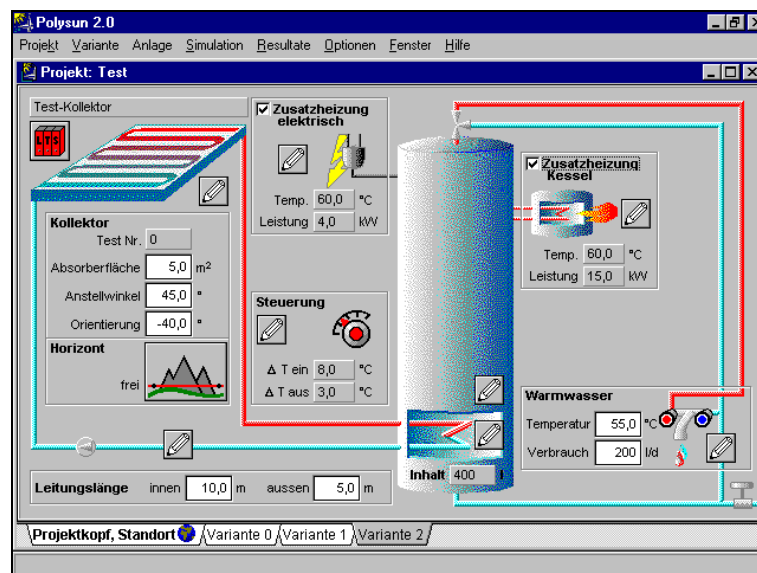


## POLYSUN

Das Programm *POLYSUN* liegt augenblicklich noch in der Version 2.0 vor. Ein Update auf die Version 3.0 ist für Februar 1999 angekündigt. *POLYSUN* ist ein Produkt der Solartechnik Prüfung Forschung (SPF), Ingenieurschule ITR aus Rapperswil (Schweiz) und wurde im Auftrag des Schweizerischen Bundesamts für Energiewirtschaft (BEW) erstellt.

Die Eingabedialoge sind einfach und verständlich gestaltet. Umfangreiche Hilfetexte geben zu jedem Dialog Auskunft und enthalten viele weitere Zusatzinformationen. Ein Vorlagenmanager ermöglicht die typisierte Anlagenauswahl bzw. produktorientierte Dimensionierung entsprechend den Anforderungen des Programmanwenders. In *POLYSUN* sind die Rechenkerne von Meteororm 95 und HELIOS-PC (EMPA, Abt. Bauphysik, Dübendorf) integriert. Als Programmfeature besitzt *POLYSUN* einen leicht handhabbaren Verschattungeditor. In dem Kollektordatenkatalog sind mehr als 100 Kollektoren enthalten (gemessen an der SPF). Dieser Katalog wird mit neuen Meßdaten laufend aktualisiert, läßt sich aber auch leicht benutzerdefiniert erweitern und editieren. Ein weiteres Feature ist die Optimierung der Kollektororientierung je nach Bauart, Horizont und jahreszeitlicher Nutzung. Interessant ist auch die Möglichkeit zur Berechnung von Anlagen mit Schicht- oder Kombispeichern. Durch den hohen Detaillierungsgrad bei der Eingabe können beispielsweise die für die Speicher- verluste wichtigen Anschlußverluste berücksichtigt werden.

Die Report-Ausgabe erfolgt in den 3 Stufen - des Detail-Reports, des Ingenieur-Reports und des kundenorientierten Präsentations-Reports. Die Resultate der Simulationsrechnungen können auch über ASCII-Dateien von beliebigen Programmen übernommen und weiter ausgewertet werden. Das Programm ist sowohl für Ingenieur- und Planungsbüros, als auch im Bereich der Aus- und Weiterbildung sinnvoll einsetzbar.



## GOMBIS

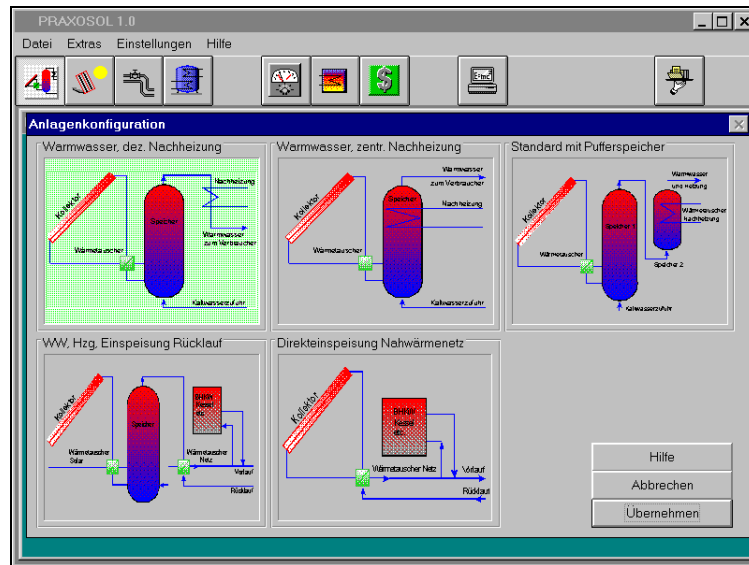
*GOMBIS* ist ein umfangreiches Programmpaket zum Vergleich von konventionellen Versorgungslösungen mit BHKWs, solarthermischen Anlagen und Photovoltaikanlagen. Neben der Simulation der Energiebereitstellung für Heizwärme, Brauchwasser, Kälte und Elektrizität sind auch umfangreiche wirtschaftliche Analysen möglich.

In *GOMBIS* ist das praxisorientierte Solarthermiesimulationsprogramm *PRAXOSOL* enthalten, das die Simulation von fünf typischen solaren Anlagenkonfigurationen ermöglicht.



Neben solaren Standardsystemen umfassen diese auch solare Nahwärmeversorgungen. Die Zeitschrittsimulation wird in Abständen von 60 Sekunden für ein Jahr durchgeführt. Dabei liegen jeweils Stundenwerte für Einstrahlung und Temperatur zugrunde. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt wahlweise in Form einer Übersicht, die die wesentlichen Parameter wie Wärmebedarf, solare Deckungsrate, Einstrahlung auf Kollektorfläche und die ausschlaggebenden Anlagenparameter enthält, oder in der Ausgabe von Jahres-, Monats- und Tageswerten der energetischen Ergebnisse und der Deckungsrate.

Vom Programmumfang kann zwar *PRAXOSOL* nicht ganz mit *T\*SOL* und *POLYSUN* mithalten. Wer jedoch neben einer einzelnen solarthermischen Anlage umfangreiche Versorgungslösungen planen möchte, ist mit *GOMBIS* sehr gut beraten.



## SW-SIMU

Als ein Spezialprogramm für Freibäder unterscheidet sich *SW-SIMU* von den anderen vorgestellten Programmen. Es ermittelt die komplette Energiebilanz eines Freibads in Stundenritten. Alle Verlustglieder werden einzeln ermittelt und ausgewiesen (Verdampfung, Konvektion, Leitung, langwellige Abstrahlung). Der Verlauf der Beckentemperatur läßt sich über beliebige Zeiträume darstellen. Die Berechnung kann wahlweise mit Solaranlagen, Wärmepumpen, Heizungsanlagen und Beckenabdeckungen durchgeführt werden und dies für bis zu drei Becken gleichzeitig.

Die von *SW-SIMU* verwendeten Modelle wurden mit 15-Minuten-Meßwerten von mehreren Freibecken an fünf verschiedenen Standorten in Deutschland validiert. Somit dürfte *SW-SIMU* das am meisten erprobte Programm für solare Freibadheizungen sein. Typische Anwender dieses Programms sind Kommunen und Ingenieurbüros. *SW-SIMU* ist jedoch noch ein MS-DOS-Programm, das aber auch unter den gängigen Windows-Versionen läuft.

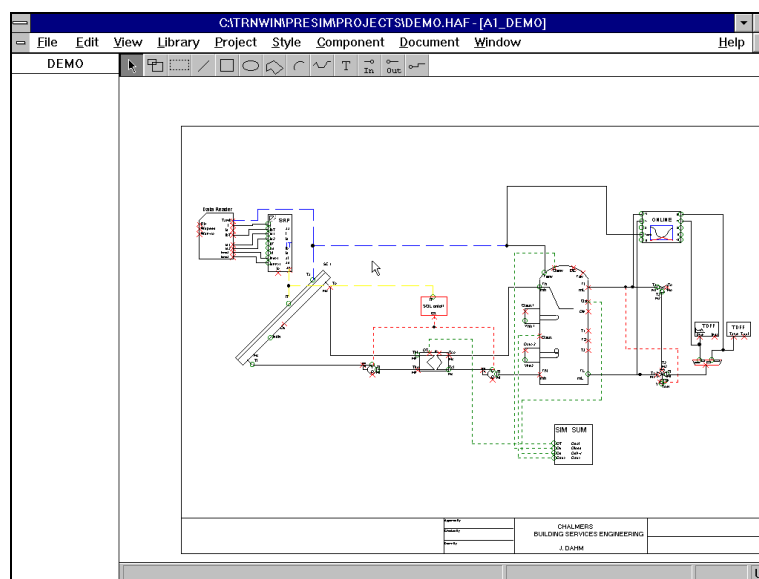
## TRNSYS

*TRNSYS* wurde 1974 am Solar Energy Laboratory der University of Wisconsin, Madison, USA entwickelt und seitdem kontinuierlich verbessert. *TRNSYS* ist heute Marktführer unter den Simulationssystemen und ermöglicht die Bewertung von Konzepten zur rationellen Energienutzung und Systemen zur aktiven und passiven Solarenergienutzung.

Um ein Energiesystem wie eine solare Brauchwassererwärmungsanlage mit *TRNSYS* zu simulieren, wird das System aus Komponenten wie Solarkollektor, Speicher etc. aufgebaut. Die

benötigten Anlagenkomponenten liegen in einer *TRNSYS*-Bibliothek vor. Die Bibliothek beinhaltet auch Ausgabefunktionen und Unterprogramme, um Wetterdaten oder zeitabhängige Funktionen einzulesen. Der modulare Aufbau des Programms ermöglicht dem Anwender, selbst erstellte Komponenten einzubinden. Zahlreiche Zusatzprogramme wie grafische Eingabeoberflächen oder Pakete zur Ergebnisdarstellung vereinfachen die Bedienung von *TRNSYS*.

*TRNSYS* zeichnet sich vor allem durch seine große Flexibilität und unbegrenzte Variationsmöglichkeiten aus. Mit *TRNSYS* lassen sich auch alle erdenklichen Parameter berechnen und ausgeben, was bei einer Anlagenentwicklung und -optimierung nützlich ist. Zwar können auch Simulationen von einfachen Standardanlagen durchgeführt werden, aufgrund seines hohen Preises und der doch nicht ganz einfachen Einarbeitung ist *TRNSYS* hierfür weniger zu empfehlen. Bei komplexen Systemen, individuellen Lösungen und Neuentwicklungen kann *TRNSYS* jedoch seine Stärken voll ausspielen.



## SMILE

Seit 1990 wird an der TU Berlin und der GMD First die neuartige Simulationsumgebung *SMILE* entwickelt. Sie dient vornehmlich der Simulation und Optimierung komplexer energiewandelnder Systeme. Zur Simulationsumgebung *SMILE* gehört eine objekt- und gleichungsorientierte Simulationssprache mit Übersetzer, Laufzeitsystem, verschiedenen numerischen Lösern, einem Optimierungsframework und einer Komponentenbibliothek. Diese Komponentenbibliothek stellt einen Basissatz von Modellen zur Beschreibung nahezu beliebiger Energiewandler und deren Verknüpfungen zur Verfügung und gestattet es dem Anwender, nach dem „Baukastenprinzip“ eine energietechnische Anlage zusammenzustellen, diese zu simulieren und gegebenenfalls zu optimieren. Aufgrund der Gleichungs- und Objektorientierung lassen sich eigene Modelle einfach integrieren bzw. bestehende leicht erweitern. Die Anwendungsgebiete von *SMILE* erstrecken sich über thermische Solarenergienutzung, Heizungs- und Klimatechnik, Gebäudesimulation, hydraulische Netze und Kraftwerkstechnik. Modelle für Photovoltaikanlagen sind in Vorbereitung.

Aufgrund seiner Leistungsfähigkeit kann *SMILE* durchaus mit *TRNSYS* konkurrieren und hat in einigen Bereichen sogar die Nase vorn. So wird zum Beispiel die Zeitschrittweite automatisch gewählt, was die Bearbeitung regelungstechnischer Probleme ermöglicht. Im Gegensatz zu *TRNSYS* gibt es für *SMILE* jedoch keine grafischen Oberflächen und Ergebnis-



darstellungen. Außerdem ist *SMILE* im Moment nur für UNIX-Plattformen erhältlich. Für die nichtkommerzielle Nutzung kann *SMILE* derzeit kostenlos über das Internet bezogen werden.

*Volker Quaschnig, Technische Universität Berlin*  
*Mike Zehner, Fachhochschule München*

### **Literatur**

- [1] Zehner, Mike; Reise, Christian; Quaschnig, Volker: Software für Photovoltaikanlagen. Photon 6/98, S. 54-65.
- [2] Internet: <http://emsolar.ee.tu-berlin.de/simulation/pvprogs98.html>
- [3] Quaschnig, Volker: Regenerative Energiesysteme. Carl Hanser Verlag München 1998, ISBN 3-446-19369-3

**erschieden in der Zeitschrift**  
Sonnenenergie & Wärmetechnik  
Heft 2/1999  
Seite 24-29  
[www.bva-solar.de](http://www.bva-solar.de)

Programm	Programmname	Energizer	F-CHART	GetSolar	GOMBIS	POLYSUN	SMILE	SW-SIMU	T*SOL	TRNSYS
	Aktuelle Version	1.5	7.0	5.0	7.0	2.0	1.0.20	3.0	3.2	14.2
	Markteinführung	1998	1988	1993	1998	1994	1997 (nichtkommerzielle Nutzung)	1988	1993	1974
<b>Autoren</b>		Jörg Dunker / Ali Saadat / Guido Dunker	Benno Tesche	Axel Horn (SEI)	Ali Saadat / Günther Korb / Norbert Paulowatz	SPF, Rapperswil (Schweiz)	TU Berlin / GMD First	Benno Tesche	Dr. Valentin / Bernhard Gatzka	University of Wisconsin
<b>Vertriebspartner</b>	Firmenname	Ingenieurbüro Brennpunkt	IST Datentechnik GmbH	Energiewende Verlag&Vertrieb	Ingenieurbüro Günther Korb	econcept Energieplanung GmbH	TU Berlin	IST Datentechnik GmbH	Dr. Valentin + Partner GbR	Transsolar
	Ansprechpartner	Jörg Dunker	Benno Tesche	Michael Landy	Günther Korb / Ali Saadat	Volker Jung	Christoph Nitsch (TUB) / Thilo Ernst (GMD)	Benno Tesche	Herr Gatzka	Marion Hiller, Alexander Koinisch
	Anschrift	Bouchéstr. 12	Ritterweg 1	Postfach 1100	Martin Luther Str. 56	Wiesentalstr. 29	Marchstr. 18	Ritterweg 1	Köpenicker Str. 9	Nobelstrasse 15
	PLZ Stadt (Land)	D-12435 Berlin	D-79400 Kandern	D-83381 Freilassing	D-10779 Berlin	D-79115 Freiburg	D-10587 Berlin	D-79400 Kandern	D-10997 Berlin	D - 70569 Stuttgart
	Tel.-Nr.	030 / 53311302	07626 / 9154-0	08654/6400-1	030 / 2141522	0761 / 40166-27	030 / 31423280	07626 / 9154-0	030 / 61791780	0711/ 679 76 - 0
	Fax.	030 / 53311302	07626 / 9154-30	08654/6400-4	030 / 2141522	0761 / 40166-20	030 / 31479304	07626 / 9154-30	030 761791788	0711/ 679 76 - 11
	Webseite (Internetadresse)	online.de/home/brennpunkt/index.htm	http://www.istnet.de/01f-chart.htm	http://www.solarenergie.com/	http://www.quattro.de/gombis	http://www.econcept.com	berlin.de/Energie/technik/EVT_KT/smil	http://www.istnet.de/d/sw-simu.htm	http://www.valentin.de	http://www.transsolar.de
<b>Anwenderunterstützung</b>	Hotline	O	X	X	O	X	Mailing-Liste (siehe Homepage)	X	X	X
	Handbücher (Sprache)	X - D	X - D, Engl.	X - D	X - D	X - D	X - D	X - D	X - D, Engl., Span.	X - D
	Hilfefunktion im Programm	X	X	X	X	X	O	X	X	X
	Schulungskurse	O	O	O	X	X	O	O	X	X
<b>Computerplattform</b>	Hardwareanforderungen / minimale Computerkonf.	386 DX, 4 MB RAM	486 DX, 66 MHz	486 DX, 66 MHz, 1 MB RAM, 1 MB Festplatte	486 DX, 66 MHz, empfohlen Pentium, 16 MB RAM	486 DX, 66 MHz, empfohlen Pentium, 16 MB RAM	Pentium, 32 MB RAM	486 DX, 66 MHz	486 DX, Pentium empfohlen, 16 MB RAM, 10 MB HD	Pentium, 32 MB RAM, 40 MB HD
	Betriebssystem(e)	ab Windows 3.1	DOS / Windows - Versionen	Ab MS-DOS 3.3	Ab Windows 3.11, empfohlen Windows 95/NT	Ab Windows 3.11, empfohlen Windows 95/NT	Linux	DOS / Windows - Versionen	ab Windows 3.11	Unix, Win95/Win98/WinNT
<b>Sonstiges</b>	Demoversion	X - kostenlos	X - Internet	X - Internet	X - (50,- DM)	X - Internet	O	X - Internet	X - Internet	X - Internet
	Sprache(n)	D	D	D	D	Engl.	Engl.	D	D, Engl., Span.	X - Engl.
	Einzellicenzpreis (incl. MWST. und Versand)	Ca. 500,- DM	Ca. 575,- DM	Ca. 300,- DM	4.600,- bis 8.100,- DM	Ca. 1050,- DM	für nicht kommerzielle Nutzung frei	Ca. 1300,- DM	986,- DM	Ca. 7800,- DM (Forschung) ca. 9900,- DM Industrie
<b>Leistungsmerkmale</b>	Anwendungsschwerpunkt	thermische Brauchwasseranlagen mit Heizungsunterstützung, PV, Biogas	Kleine Warmwassersysteme	Warmwassersolaranlagen mit Heizungsunterstützung	Energieversorgungs-konzepte	Warmwassersolaranlagen mit Heizungsunterstützung	Solartechnik, Gebäudetechnik, Klimatechnik, komplexe Energietechnische Anlagen	Größere kommunale Freibäder	Brauchwasseranlagen für EFH und MFH mit Heizungsunterstützung sowie Großanlagen	Thermische Systemsimulation von der einfachen Brauchwasseranlage bis zur saisonalen Wärmespeicherung und Gebäudesimulation
	Programmkategorie	Grobanalyseprogramm	Grobanalyseprogramm	Zeitschrittsimulations-programm	Zeitschrittsimulations-programm	Zeitschrittsimulations-programm	Simulationssystem	Zeitschrittsimulations-programm	Zeitschrittsimulations-programm	Simulationssystem
	Zeitschrittweite	entfällt	entfällt	6 min bis 1 h	1 min	1 h	variabel	1 h	1 min.	frei wählbar
	Programmeigenschaften	Sofortige Darstellung der Ergebnisse bei Parametervariation	Sehr schnelle Abschätzungen und Bilanzierungen	Verschattungseditor, Momentanleistungen	Wahl von 5 Anlagenvarianten	Integration von HELIOS (Gebäudesimulation), Abschattungseditor, SPF-InfoCD, 3 Reportsstufen, Schicht-/Kombispeicher	Eigene Simulations-sprache, objektorientiert, gleichungsorientiert, austauschbare numer. Lösungsverfahren	Becken-temperatur, mit und ohne Abdeckung, Wärmepumpe, Nachheizung ab einer min. Becken-temperatur	kompakte Ausgabe, graf. Darstellung von Temperatur und Energien, Online Darstellung der Betriebszustände	Schnittstellen zu anderen Programmen, eigene Komponenten-Modellentwicklung
	Optimierungsfunktionen	X	O	O	O	X	X	O	X - Auslegung	X
<b>Unterstützte Anlagentypen</b>	Brauchwasseranlagen (1 Speicher)	X	X	X	X	X	X	O	X	X
	Brauchwasseranlagen (2 Speicher)	O	O	X	X	X	X	O	X	X
	Industrielle Warmwasserbereitung	O	O	X	X	X	X	O	X	X
	Solare Heizungsunterstützung	O	O	X	X	X	X	O	X	X
	Thermische Gebäudesimulation	O	O	O	X	X	X	O	O	X
	Solare Nahwärmesetze	O	O	O	X	O	X	O	X	X
	Solare Schwimmbadheizung	O	O	O	O	O	O	X	X	X
	Wirtschaftlichkeitsberechnungen	X	O	O	X	O	X	O	X	O
	Emissionsbilanz	X	X	O	X	O	X	O	X	X
<b>Handhabung</b>	Projektverwaltung	X	X	X	X	X	O	X	X	X
	Art der Bedienoberfläche	WO, PDM, DE, EM	WO, PDM, DE, EM	PDM, EM	WO, DE, EM, PDM	WO, DE, EM, PDM, GE	TE	WO	WO, DE, EM, PDM, TE, MO	WO, TE, GE, PDM
	Eingabeunterstützung	V, P	V, P	V, P	V, P	V, P	O	V, P, U	V, P	V, P
	Kommentarzeile	O	X	O	O	X	X	O	O	X
	Bibliotheken (Wetter) Umfang	Ca. 100 Dt. Standorte, Monatswerte	Über 100 Europ. Standorte	Über 100 Dt. Standorte	Testreferenzjahr	Über 40 Dt. / Schweiz. Standorte	O	Über 100 Europ. Standorte	50 Dt., 100 Internat. Standorte	Nur Nordamerik. Standorte
	Bibliotheken (Wetter) Import	O	X	O	X	X	X - TRY, Meteonorm, ASCII	X	X - TRY, Meteonorm, ASCII	X
	Bibliotheken (Wetter) Editierbarkeit	X	X	X	O	X	X	X	X	X
	Bibliotheken (Kollektor, Speicher, Zubehör, Verbrauch) Umfang	X - K, S	X - K	X - K	X - K, R, J	X - K, V	X - K, S, P, R, J	O	X - K, V, P, R	O
	Bibliotheken (Kollektor, Speicher, Zubehör, Verbrauch) Import	O	X	O	O	X	O	O	X	X
	Bibliotheken (Kollektor, Speicher, Zubehör, Verbrauch) Editierbarkeit	X	X	X	X	X	X	O	X	X
<b>Ergebnis-ausgabe</b>	Dokumentation Eingabedaten	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Beurteilungsparameter	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Grafische Darstellung	X	X	X	X	X	O	X	X	X
	Drucker / Hardcopy	X	X	X	X	X	O	X	X	X
	Dateien (Export)	X - MS-Excel	X	X - Textdatei	X - ASCII	X	X	X	X - Zwischenablage	X
	Zeitl. Auflösung der Ergebnisse	1 Monat / 1 Jahr	1 Monat / 1 Jahr	Momentanwerte / 1 Monat / 1 Jahr	1 h	1 Monat / 1 Jahr	Beliebig	Tages-/Monats-/Jahreswerte	Momentanwerte / 1 min. bis 1 Jahr	Beliebig

### Legende

- Art der Bedienoberfläche: Windows-Oberfläche (WO), Pull-Down-Menüs (PDM), dialoggeführte Eingabe (DE), Eingabemasken (EM), Texteditor (TE), Grafikeditor (GE), Multimediaoberfläche (MO)
- Eingabeunterstützung: Voreinstellungen / Default-Werte (V), Plausibilitätskontrolle bei der Eingabe (P), Unschärfe Eingaben (U)
- Bibliotheken (Kollektor / Speicher): Kollektor (K), Speicher (S), Verbrauchsprofile (V), Pumpen (P), Rohre (R), Isolierungen (I)
- X: Vorhanden
- O: Fehlt