



Die Simulationsumgebung INSEL ermöglicht eine professionelle Energieplanung und Überwachung von erneuerbaren Energiesystemen, energieeffizienten Gebäuden und netzgebundener Verteilung. Das modulare Simulationskonzept mit über 300 bereits verfügbaren Modellblöcken erlaubt eine vollständig flexible Modellentwicklung inklusive der einfachen Integration eigener Programmteile. Alle Modellblöcke sind voll integriert als Blocksets in MATLAB/Simulink nutzbar.

Mit INSEL können Photovoltaik-Kraftwerke, solarthermische Heiz- und Kühlanwendungen, oberflächennahe Geothermie, Windkraftanlagen, solarthermische Kraftwerke samt der zugehörigen Meteorologie simuliert werden. In der Entwicklung sind derzeit dynamische Gebäudemodelle, die automatisch aus Google SketchUp Zeichnungen erzeugt werden sowie die Simulation ganzer Stadtquartiere aus dreidimensionalen CityGML Geometrien samt der thermohydraulischen Netzsimulation.

Die Software wird heute vorrangig für Ertragsgutachten, Energiekonzepte, wissenschaftliche Untersuchungen sowie Unterricht und Lehre eingesetzt. Die vollständig neu entwickelte Grafikoberfläche in der neuen INSEL 8 Version ermöglicht dem Nutzer, komplexe Modelle aus Modellbibliotheken selber zu erstellen, beliebig zu konfigurieren und mit einfach bedienbaren Nutzeroberflächen auszustatten. INSEL 8 läuft unter allen gängigen Betriebssystemen wie Windows (7, Vista, XP), Mac OS X und Linux. Es bietet einen hochprofessionellen Simulationsstandard, der volle Flexibilität für Serveranwendungen, Webservices u.a. ermöglicht.

INSEL für Photovoltaikanwendungen

Für Standardanwendungen in der Photovoltaik, beispielsweise der Auslegung eines Wechselrichters für aus einer Moduldatenbank ausgewählte PV Generatoren, können mit INSEL sehr einfach bedienbare, kundenspezifische Nutzeroberflächen entwickelt werden. Diese können webbasiert parametrisiert werden ¹⁾ oder als eigenständig lauffähige Programme den Kunden bereitgestellt werden ²⁾. Für speziellere Fragestellungen wie dem Einsatz von nachgeführten Systemen, der Modellierung von Dünnschichtmodulen, der Untersuchung des spektralen Effektes oder Schwachlichtverhaltens von Modulen o. ä. bietet sich die offene grafische Oberfläche von INSEL zur Erstellung oder Erweiterung von Simulationsmodellen an. Hier können die im Beispielordner abgelegten Modelle netzgekoppelter Photovoltaikanlagen z.B. um Batteriespeichermodelle ergänzt werden. Damit ist es möglich, die Erhöhung der PV-Strom-Eigennutzung zu untersuchen. Ebenso sind in den Beispielsammlungen Modelle autonomer Stromerzeugungssysteme mit Speichern, Windkraftanlagen, Dieselgeneratoren, Photovoltaik, Elektrolyseuren und vieles mehr verfügbar.

Natürlich können auch komplett neue Modellanwendungen im grafischen Editor aus den unterschiedlichen Toolboxen zur Meteorologie und erneuerbaren Erzeugung entwickelt werden. Hierzu genügt die Auswahl jedes Blockes aus der Modellpalette, das Anordnen auf der grafischen Oberfläche und die Verbindung von Ein- und Ausgängen für die Erstellung des Gesamtmodells. So können photovoltaische Stromerzeugungssysteme beispielsweise mit Wärmepum-

penmodellen verbunden werden, um zu untersuchen, unter welchen Umständen überschüssiger PV-Strom eher elektrisch oder günstiger im thermischen Warmwasserspeicher gespeichert werden kann. Die für jeden Block verfügbare Hilfefunktion springt automatisch an die korrekte Stelle im Blockreferenzhandbuch, wo Inputs, Outputs und Parameter detailliert erläutert und die physikalischen Modelle beschrieben werden.

INSEL für solares Heizen und Kühlen

Für die Simulation solarthermischer Heiz- und Kühlanwendungen sind stationäre und dynamische Simulationsmodelle von Wasser- und Luftkollektoren verfügbar. Prozesswärmeanwendungen oder hohe Temperaturen für mehrstufige solare Kühlung können auch mit konzentrierenden Fresnel- oder Parabolrinnenkollektoren simuliert werden. Der Modellaufbau einer solaren Heiz- oder Kühlanwendung erfolgt in INSEL durch Verbindung der Ein- und Ausgänge jedes Blockes. So werden beispielsweise Kollektoraustrittstemperaturen als Eingang in Schichtenspeichermodelle oder aber direkt auf die Generator Temperatur eines Absorptionskältemodells geführt. Ein Reglerblock steuert im Modell die Pumpenkreise in Abhängigkeit von Temperaturdifferenzen, Einstrahlung und Lastanforderung. Grundsätzlich kann so jedes Modell beliebig erweitert werden, so dass Untersuchungen von Nachheizmöglichkeiten durch Wärmepumpen oder Kessel oder auch Nachkühlung durch elektrische Kompressionskälte möglich sind. Für die solare Kühlung sind Modelle für ein- und mehrstufige Absorptionskältemaschinen verfügbar, deren Parameter

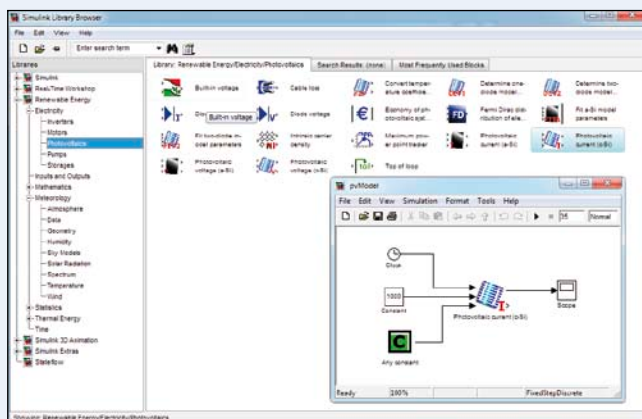


Bild 1: INSEL Renewable Energy Blockset in MATLAB/Simulink

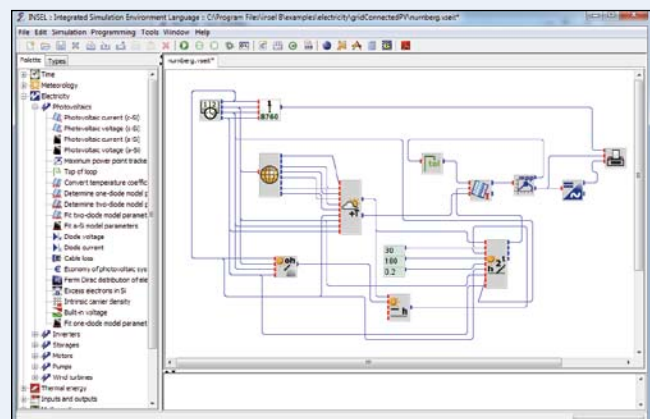


Bild 2: Modell eines netzgekoppelten PV-Generators im Grafikeditor von INSEL

können mit speziellen Fitblocks nach Herstellerangaben angepasst werden. Simulierte Beispielprojekte zeigen die Optimierungspotentiale der erforderlichen elektrischen Hilfsenergie für Kühltürme und Pumpenkreise und ermöglichen die exakte Analyse des Teillastverhaltens aller Komponenten.

Neben der Absorptionskälte können Adsorptionsprozesse mit nicht kontinuierlicher Kälteerzeugung hoch zeit aufgelöst simuliert werden. Mit diesen Modellen können Kaltwasserspeicher zur Glättung von Leistungsspitzen ausgelegt werden oder die Kühlturmventilatoren an die minutlichen Änderungen der Rückkühlleistung angepasst werden. Bei Kühlanwendungen mit hohem Frischluftbedarf sind Modelle für die Lufttrocknung und Verdunstungsbefeuchtung in sorptionsgestützten Klimaanlage verfügbar.

Dynamische Gebäudesimulation und Simulation von Stadtquartieren

Gebäude thermisch zu simulieren, ist immer noch aufwändig, da eine vollständige Geometriebeschreibung sowie viele Parameter für die Bauteileigenschaften und die Gebäudenutzung eingegeben werden müssen. Eine neue Schnittstelle zwischen Google SketchUp und der Simulationsumgebung INSEL vereinfacht die Geometrieingabe und Zuweisung der Bauteilparameter und ermöglicht eine automatisierte dynamische Gebäudemodellerstellung.

Modulare Konzepte für thermische Gebäudesimulation sind selten, da durch langwelligen und konvektiven Strahlungsaustausch die Oberflächen- und Lufttemperaturknoten gekoppelt sind. Die gängigen Gebäudesimulationsverfahren lösen simultan ein linearisiertes Gleichungssystem, in denen alle Temperaturknoten energetisch bilanziert werden. In INSEL wurde konsequent ein modulares Konzept für die Gebäudesimulation entwickelt, in welchem jedes Bauteil als eigener Simulationsblock zur numerischen Lösung der Wärmeleitungsgleichung konzipiert wurde. Weitere Blöcke lösen die konvektive Energiebilanz des Raumluftknotens, den langwelligen Strahlungsaustausch, sowie den kurzwelligen Strahlungsdurchgang durch Verglasungen etc. Da durch die Modularität der Simulationsblöcke jedes Bauteil viele Verknüpfungen der Inputs und Outputs aufweist, ist eine händische Erzeugung des Gesamt-Gebäudemodells in dem INSEL Grafik- oder Texteditor kaum möglich. Die neue Google SketchUp Schnittstelle übernimmt die Modellbeschreibung eines Gebäudes mit beliebig vielen thermischen Zonen. Der Nutzer hat weiterhin vollen Zugriff auf

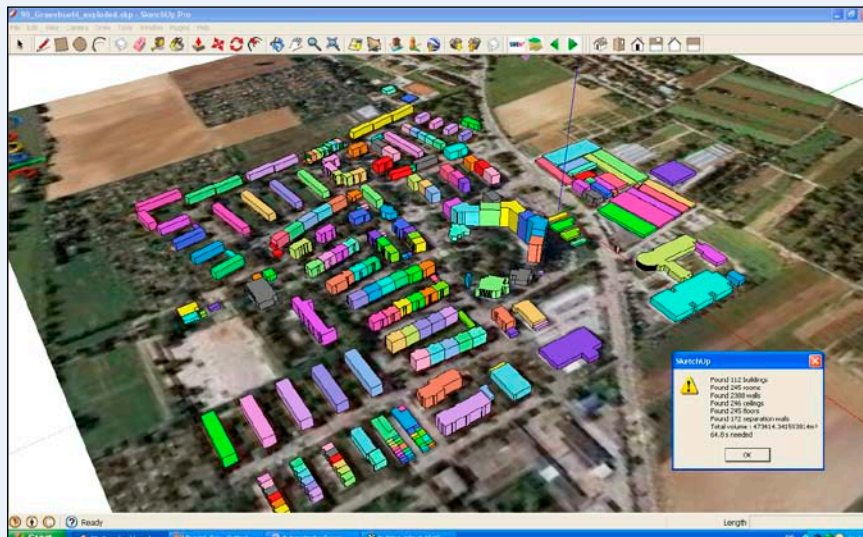


Bild 3: Automatisierte Gebäudeerkennung mit INSEL in Google SketchUp

alle Energiebilanzen und Temperaturen an jedem Knoten, ob in den Wandbauteilen, den Lufttemperaturknoten oder Oberflächen.

Stadtmodellierung

Zur Planung von innovativen Energiekonzepten von Stadtquartieren und der Entwicklung von Netzausbaustrategien ist eine effiziente Möglichkeit zur Berechnung und Visualisierung des Energiebedarfs dringend notwendig. Beides ist aber auf gesamtstädtischer Ebene bisher wenig bis gar nicht untersucht worden, da die verfügbaren Methoden zur Wärmebilanzierung für die Detailbetrachtung von Einzelgebäuden entwickelt wurden und detaillierte Gebäudeinformationen fordern.

Virtuelle 3D-Stadtmodelle basierend auf dem CityGML Standard werden zunehmend zur Lösung von raumbezogenen Aufgabenstellungen aus den Bereichen Stadt- und Raumplanung, Umwelt und Energie eingesetzt. Immer mehr Städte haben virtuelle 3D-Stadtmodelle erstellt, um diese für Analyse und Visualisierungszwecke zu nutzen und anzubieten. Der Einsatz von 3D-Stadtmodellen bietet die Möglichkeit zu umfangreichen räumlichen Analysen wie z.B. Lärmkartierung, Lückenbebauung und Neubauintegration, Klimabelüftungsachsen, 3D-Visualisierung des Bebauungsplans, PV-Potentialanalysen, Netzanbindung, Sichtachsen- und Lärmanalysen zum Beispiel für die Planung der Positionierung von Windrädern sowie für die Wärmebedarfsanalyse und zur Simulation von Sanierungsszenarien, um nur einige zu nennen.

In INSEL sind die 3D-Stadtmodelle beispielsweise für die Wärmebedarfssimulation und solare Potentialanalyse nutzbar. Es wurde ein Verfahren entwickelt, um auf Basis von 3D-Gebäudemodellen

den Wärmebedarf nach DIN 18599 zu berechnen. Bei bisher untersuchten Bestandsgebieten Ludwigsburg-Grünbühl, Karlsruhe-Rientheim und dem Neubaugebiet Ostfildern-Scharnhäuser Park lag der Fehler bei unter 10% im Vergleich zu Verbrauchsdaten.

Links

- www.sunways.eu/de/produkte/konfigurator/
- www.oelmaier-technology.de/de/service-support/pacdimension

Eine Vollversion zum vierwöchigen Testen kann kostenfrei von folgender Internetseite heruntergeladen werden:

- www.insel.eu

ZU DEN AUTOREN:

▶ Ursula Eicker

Professorin und Leiterin des Forschungszentrums Nachhaltige Energietechnik an der Hochschule für Technik (HFT) Stuttgart

ursula.eicker@hft-stuttgart.de

▶ Jürgen Schumacher

Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der HFT und Geschäftsführer der doppelintegral GmbH

juergen.schumacher@hft-stuttgart.de

Produkte | Innovationen

In dieser Rubrik stellen wir Ihnen aktuelle Entwicklungen aus Wirtschaft und Forschung vor: Neue Produkte und Ideen aus dem Bereich Erneuerbare Energien und Energieeffizienz.

Anregungen und Themenvorschläge nimmt die Redaktion gerne entgegen:

■ redaktion@sonnenenergie.de