

Das Forschungskonsortium ECO-COOL – ein K-Projekt, gefördert von der österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft FFG sowie den Ländern Steiermark, Kärnten und Tirol – beschäftigt sich mit Methoden zur Effizienzsteigerung von Haushaltskühlgeräten. Um dieses ehrgeizige Ziel zu erreichen, gibt es erstmalig eine intensive Kooperation von Wissenschaft (IVT, TTM, EAM der TU Graz), Komponentenherstellern (Infineon Technologies Austria, Villach und Secop Austria, Fürstenfeld), dem Gerätehersteller Liebherr-Hausgeräte Lienz und den Simulationsexperten von SimTech aus Graz.

Ein grundlegendes Ziel des K-Projekts ECO-COOL ist die Entwicklung eines Computersimulationsprogramms für die virtuelle Optimierung und Auslegung von Haushaltskühlgeräten. Dazu ist es notwendig, dass sämtliche Bauteile des Kältekreislaufes in einem mathematischen Modell abgebildet werden.

Das Funktionsprinzip eines Kühlgeräts beruht auf der Förderung eines Kältemittels in einem abgedichteten Kreislauf. In diesem Kreislauf verändern physikalische Vorgänge die Eigenschaften des Kältemittels und damit gelingt es Wärme vom isolierten, mit Lebensmitteln beladenen Kühlraum an die Umgebungsluft zu trans-

portieren. Im Inneren des Kühlgeräts wird dabei eine künstliche kalte Zone zur Lebensmittelkonservierung geschaffen. Der Aufwand zur Aufrechterhaltung dieses Niedrigtemperaturraumklimas ist der Einsatz von elektrischem Strom.

Der Strom wird dabei zum Antrieb des Kältemittelkompressors und zur kontinuierlichen Regelung der Kühlraumtemperatur benötigt.

Grundsätzlich besteht jedes Kühlgerät aus einem isolierten Kühlraum mit verschiedenen Fächern und Ablagemöglichkeiten für die Lebensmittel, einem Kältekreislauf und einer Kühlraumtemperaturregelung.

Der Kältekreislauf an sich umfasst drei Wärmeübertrager, eine Drosselstelle und den Verdichter, der das Kältemittel in Bewegung setzt. Die Wärmeübertrager sind in verschiedensten Ausprägungen in Haushaltskühlgeräten verbaut. Mit ihrer Hilfe wird Wärme von einem Medium auf eine anderes übertragen, ohne dass diese in direktem Kontakt miteinander sind.

Die zeitabhängigen Zustandsänderungen des strömenden Kältemittels sind vor allem in den Wärmeübertragern als Folge der Phasenänderungen äußerst komplex und anhand von Experimenten nicht eindeutig zu bewerten.

Um trotzdem ein besseres Verständnis für den Kühlbetrieb zu bekommen, bietet sich die Verwendung computergestützter Simulationen an.

Zurzeit ist es mit keinem kommerziellen Softwarepaket möglich, die zeitabhängigen Zustände eines gesamten Kühlgeräts mit dem gewünschten Detaillierungsgrad zu berechnen. Kommerzielle Softwarelösungen werden heute in erster Linie zur Auslegung und Optimierung von Einzelkomponenten bei einer überschaubaren Anzahl von zeitlich konstanten Bedingungen verwendet. Mit dieser Vorgehensweise ist es aber nicht möglich festzustellen, wie sich die einzelnen Kreislaufbauteile nach dem Zusammenbauen im Betrieb gegenseitig beeinflussen.

Da genau dieses Zusammenspiel der Systemkomponenten das Betriebsverhalten und damit den Energieverbrauch des Geräts bestimmt, ist bei Vernachlässigung dieser Effekte eine vernünftige Prognose des Energieverbrauchs nicht möglich.

Aus diesen Gründen wurde im Rahmen von ECO-COOL ein Gesamtkreislaufsimulationsmodell entwickelt. Bei der Modelerstellung, also der Beschreibung der realen Physik mit Hilfe von mathematischen Gleichungen, wurde der folgende Grundsatz verfolgt: Die komplexen physikali-

schen Phänomene sollten so einfach wie möglich, aber so genau wie nötig abgebildet werden. Mit diesem Ansatz gelingt es die entscheidenden zeitabhängigen Vorgänge zu erfassen und die Berechnungszeit trotzdem in Grenzen zu halten.

Die Validierung des Simulationsmodells erfolgte anhand von speziell für diesen Zweck entwickelten Experimenten.

