

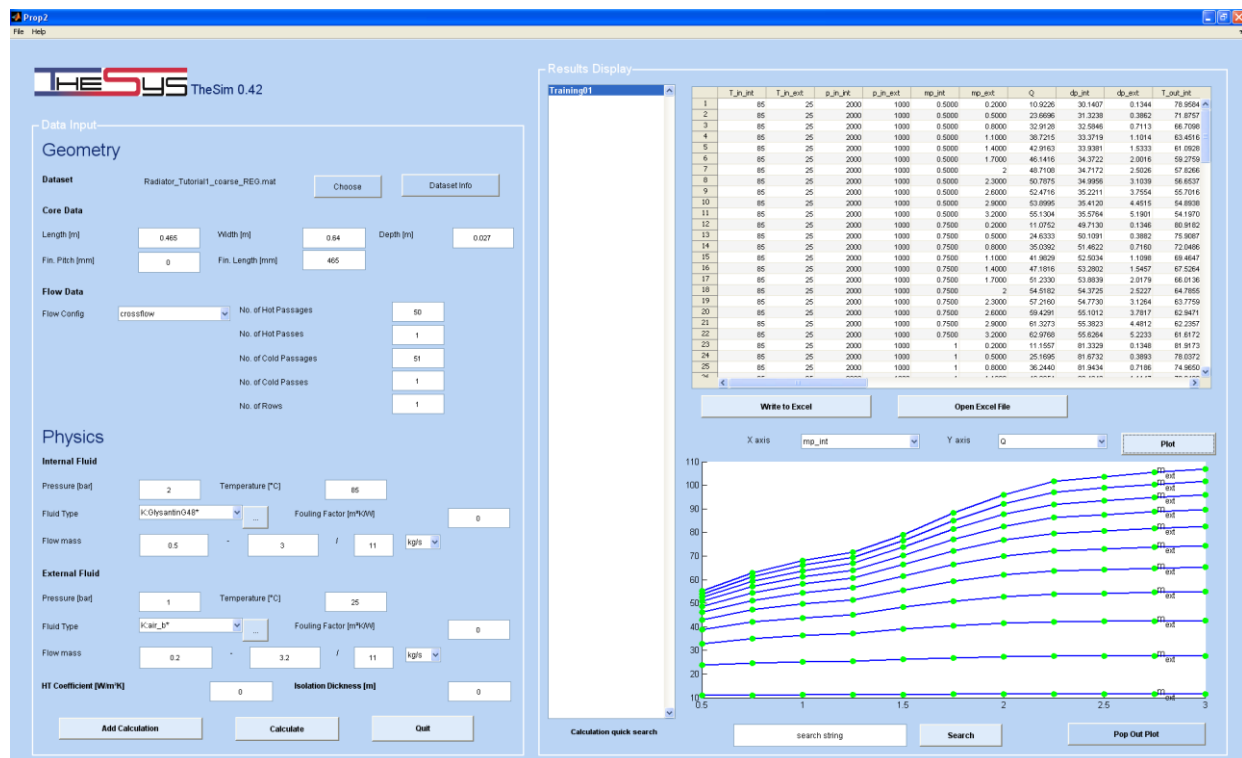
# Thermodynamische Simulation

- 0D – Simulation ► Leistungsauslegung
- 1D – Simulation ► Systemsimulation
- 3D – Simulation ► CFD–Strömungssimulation

Um die Wärmeübergänge und Kühlmittelströme in einem komplexen Fahrzeugsystem zu simulieren, benötigt man mehr als Software. Damit im Fahrzeug an jedem Ort die richtige Temperatur herrscht, gilt es zunächst, thermodynamische Systeme richtig zu modellieren und die im späteren Betrieb herrschenden Strömungen korrekt zu berechnen. Das dafür erforderliche Know-how sitzt in den Köpfen der Ingenieure bei TheSys.

## 0D – Simulation

Ist Erfahrung bei der mathematischen Abbildung physikalischer Vorgänge unverzichtbar, so ist es spezielle Software, die dazu beiträgt, diese Modellbildung zeit- und kosteneffizient zu gestalten. Besonders kritisch ist die Leistungs-Beschreibung der Schlüsselkomponente „Wärmeübertrager“. Bei TheSys erfolgt dieser Schritt mit Hilfe des im eigenen Haus entwickelten Programms „TheSim“.

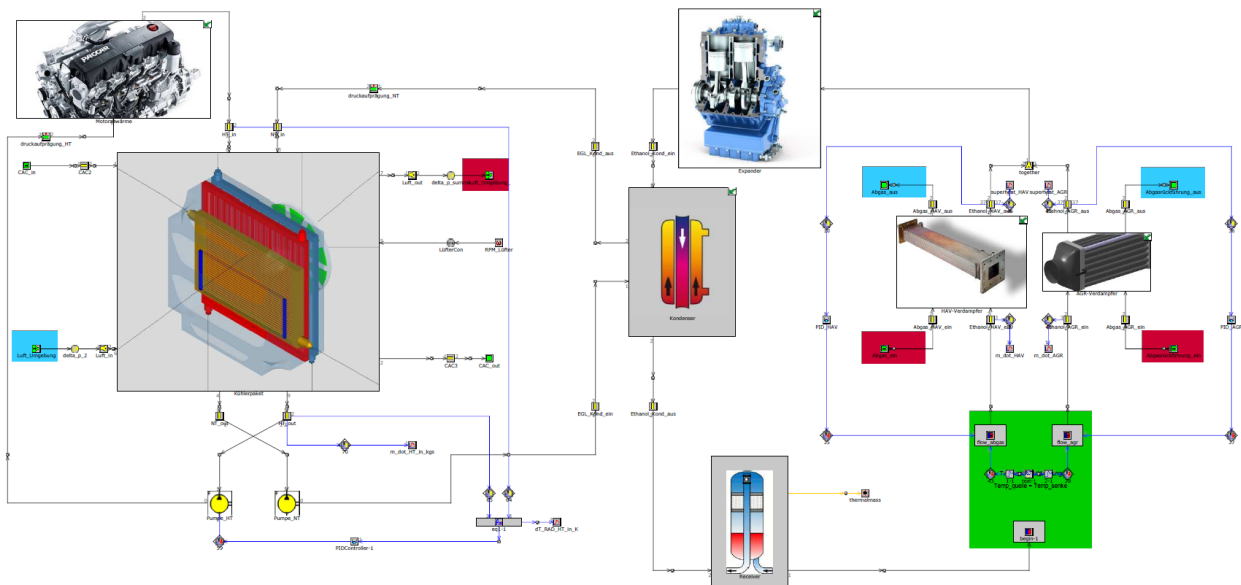
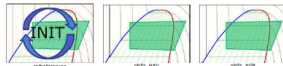


Auslegung eines Wärmeübertragers in TheSim

Mit Hilfe von TheSim analysieren wir den Druckverlust und die Leistung von Wärmeübertragern im Detail und sind damit in der Lage, eine reale Komponente punktgenau auszulegen und gezielt zu optimieren. Eine Besonderheit ist, dass wir dieses Verfahren auch für 2-Phasenkomponenten wie Kondensatoren und Verdampfer anwenden.

## 1D – Simulation

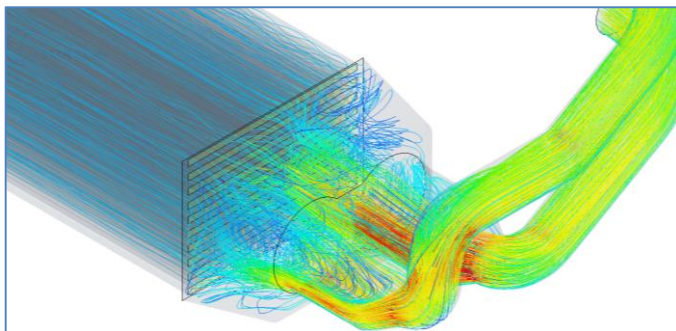
Besonders spannend wird die darauf folgende Simulation des Gesamtsystems, wenn nicht einzelne stationäre Betriebspunkte, sondern das Verhalten unter realen Lastkollektiven untersucht wird. TheSys simuliert das gesamte Kühlsystem eines hybridisierten Linienbusses im realen transienten Fahrbetrieb. Mit solchen Untersuchungen sind Aussagen über die optimale Bauteildimensionierung möglich – das spart nicht nur Kosten, sondern auch ökologische Ressourcen. Weitere Beispiele sind die Untersuchung von komplexen Mehrtemperatur-Kühlsystemen zur indirekten Kühlung von Ladeluft, Getriebeöl oder auch Kältemittel und die gekoppelte Simulation eines Rankine-Abwärmenutzungssystems mit der Kühlanlage eines Nutzfahrzeugs.



Modell eines Rankine-Abwärmenutzungssystems, gekoppelt mit der Fahrzeugkühlanlage eines Nutzfahrzeugs in GT-Suite

## 3D – Simulation / CFD

Die reale Welt ist dreidimensional. Ab einem gewissen Punkt in der Entwicklung muss daher jedes Bauteil, jede Komponente und jedes System in seiner Einbausituation betrachtet werden. Lokale Wärmeübergangskoeffizienten, die Gleichverteilung der Fluidströme auf ihrem Weg durch den Wärmeübertrager, die Strömung der Kühlluft durch den Vorderwagen eines Fahrzeugs, die Strömung der Fluide durch die hydraulischen Kreisläufe, all dies wird in der 3D-CFD-Simulation sichtbar und beeinflussbar.



3-dimensionale Strömungsverteilung der Abgasströmung im Eintrittsbereich eines Verdampfers zur Abgaswärmenutzung