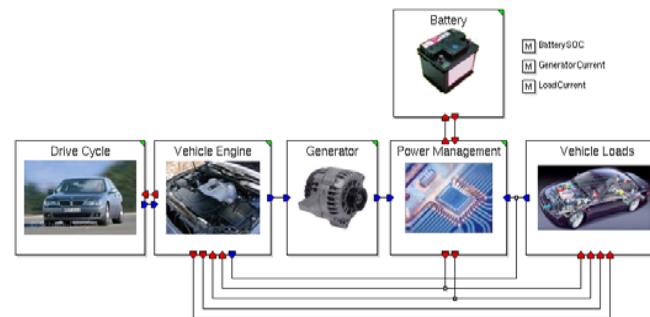


Workshop: System Planning

Power Management durch ausführbare Spezifikationen von Bordnetzen



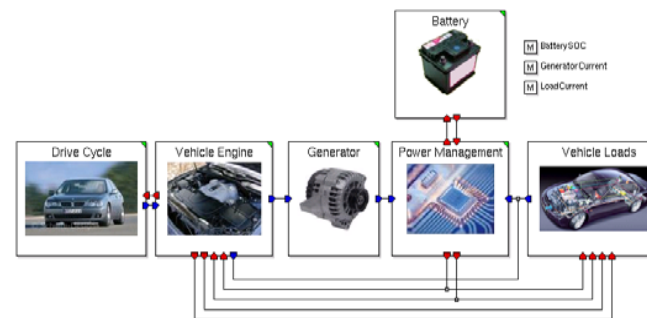
Horst Salzwedel, TU Ilmenau

Horst.Salzwedel@TU-Ilmenau.de, +49-3677-691316

Hannover, 30 November 2006

Outline

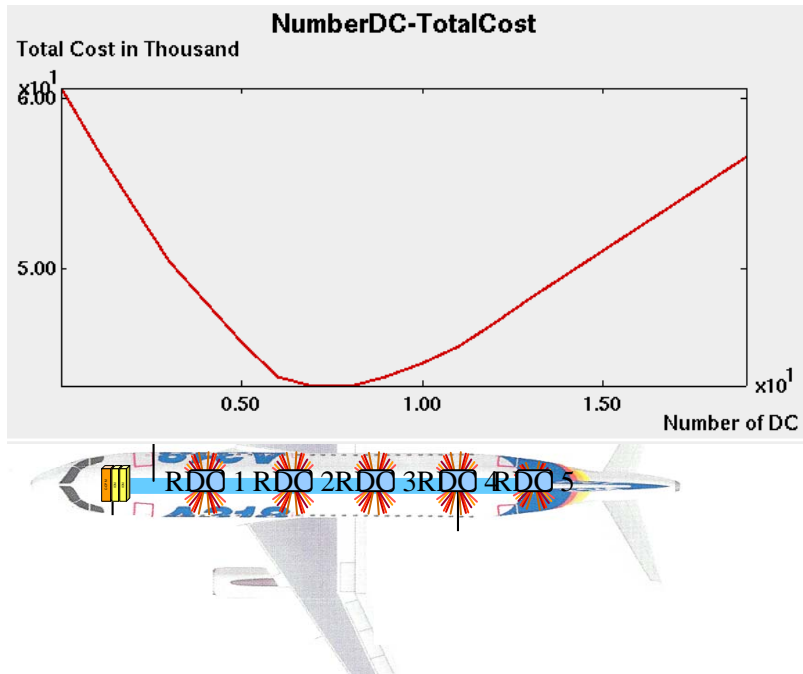
- Ziele von System Planning
- Probleme mit Power Management vernetzter Systeme
- Ausführbare Spezifikationen von Power Management von Bordnetzen
- Ergebnisse und Zusammenfassung



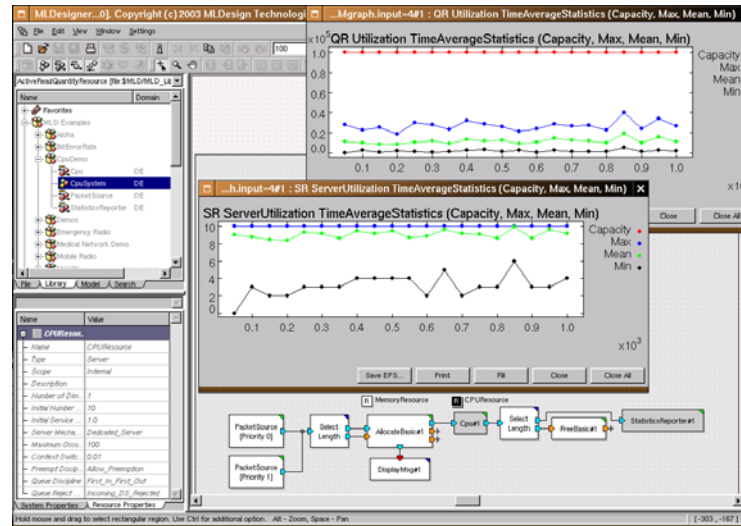
Ziele von System Planning vernetzter Systeme

Während der System Planning Phase des Entwurfs werden validierte Spezifikationen für ein System entwickelt. Diese beinhalten

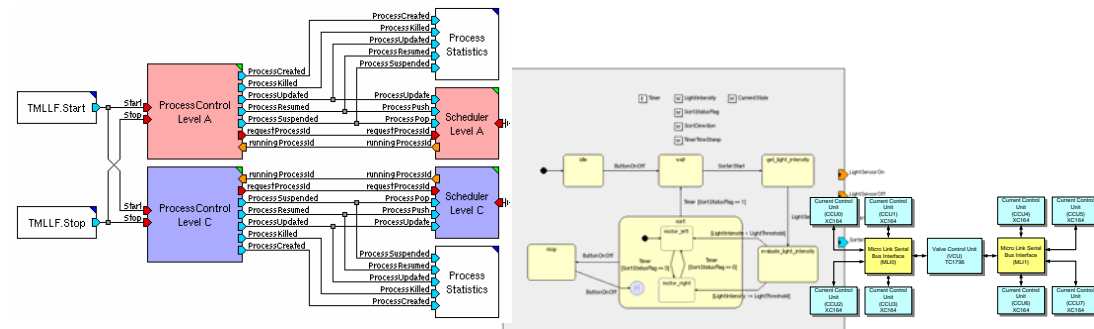
Spezifikationen für die Architektur des vernetzten Systems



Spezifikationen für Leistungswerte der verwendeten Ressourcen

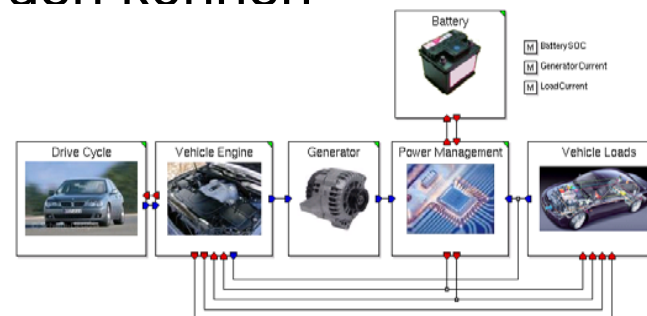


Spezifikationen für Protokolle und den Datentransport



Probleme mit Power Management vernetzter Systeme

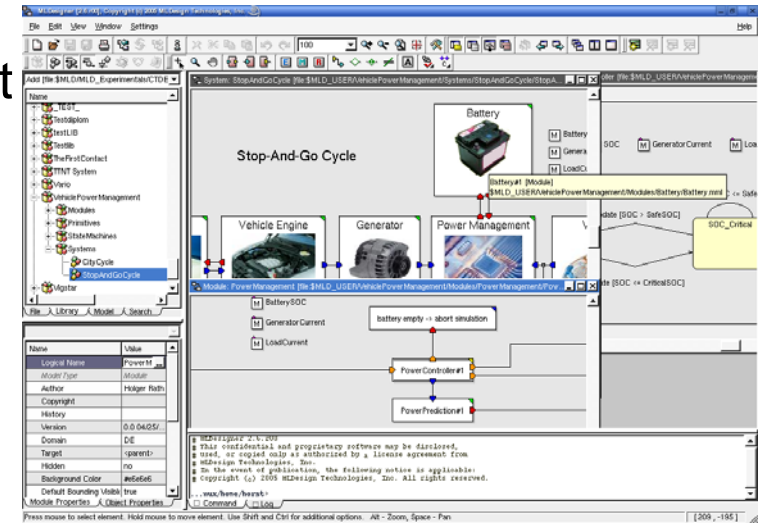
- Die Einführung von immer mehr Elektronik führt zunehmend zu kritischen Problemen im Power Management von komplexen vernetzten Systemen in
 - Automobilen, Flugzeugen und Satelliten
 - oder auch einfacheren Dingen wie Batterien selber
- Vor allem Fortschritte von Sicherheits-, Komfort-, Unterhaltungs- und Kommunikationssystemen, sowie die Einführung hybrider Antriebssysteme im Automobil fordert komplexe Bordnetze und zeigt zunehmend die Grenzen von Entwicklungen basiert auf Papier-Spezifikationen
- Das folgende Beispiel zeigt wie Spezifikationen durch ausführbare Modelle validiert werden können



MLDesigner PM-Spec. Modell wurde in 1 Woche entwickelt:

Simulation der PM-Spezifikation ermöglicht:

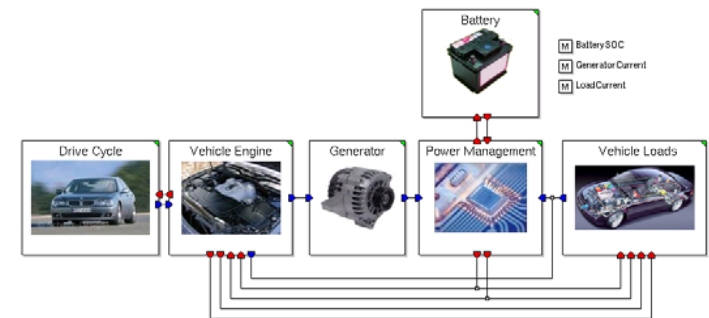
- Engine-specific mission level analysis of different
- Generator/Battery configurations under
- High load conditions in
- Low RPM drive cycles (stop-and-go, city drive, etc.)



MLDesigner Modellierungsumgebung

Ausgabe der Simulation zeigt Vergleich von:

- Engine RPM,
- Generator current,
- Load current and
- Battery state of charge (SOC)

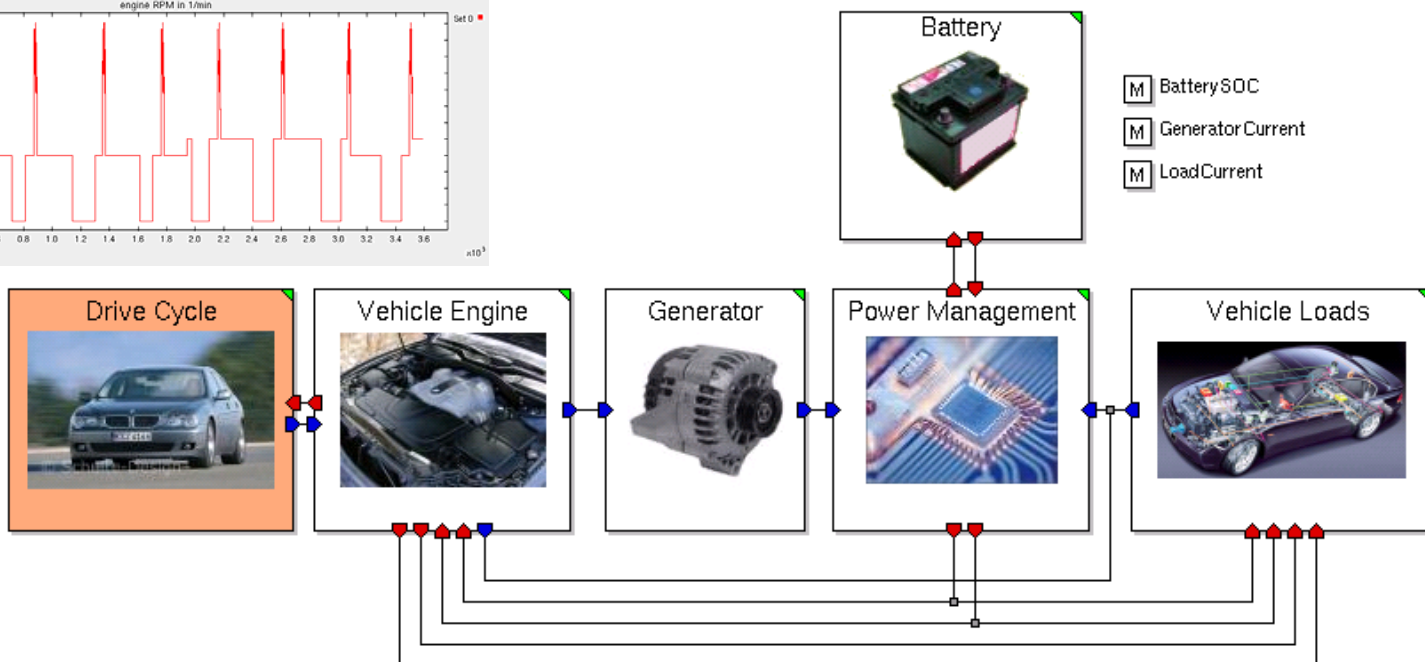
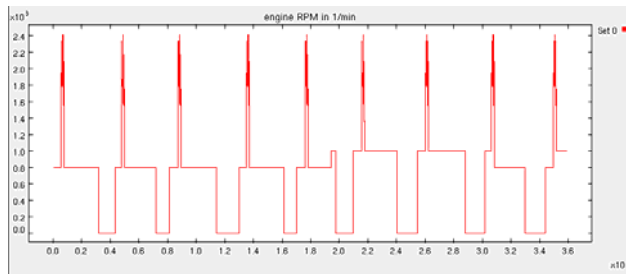


Simulation von 1 h drive cycle benötigt weniger als 1 sec!

Modell Komponenten

Mission = Fahrscenario

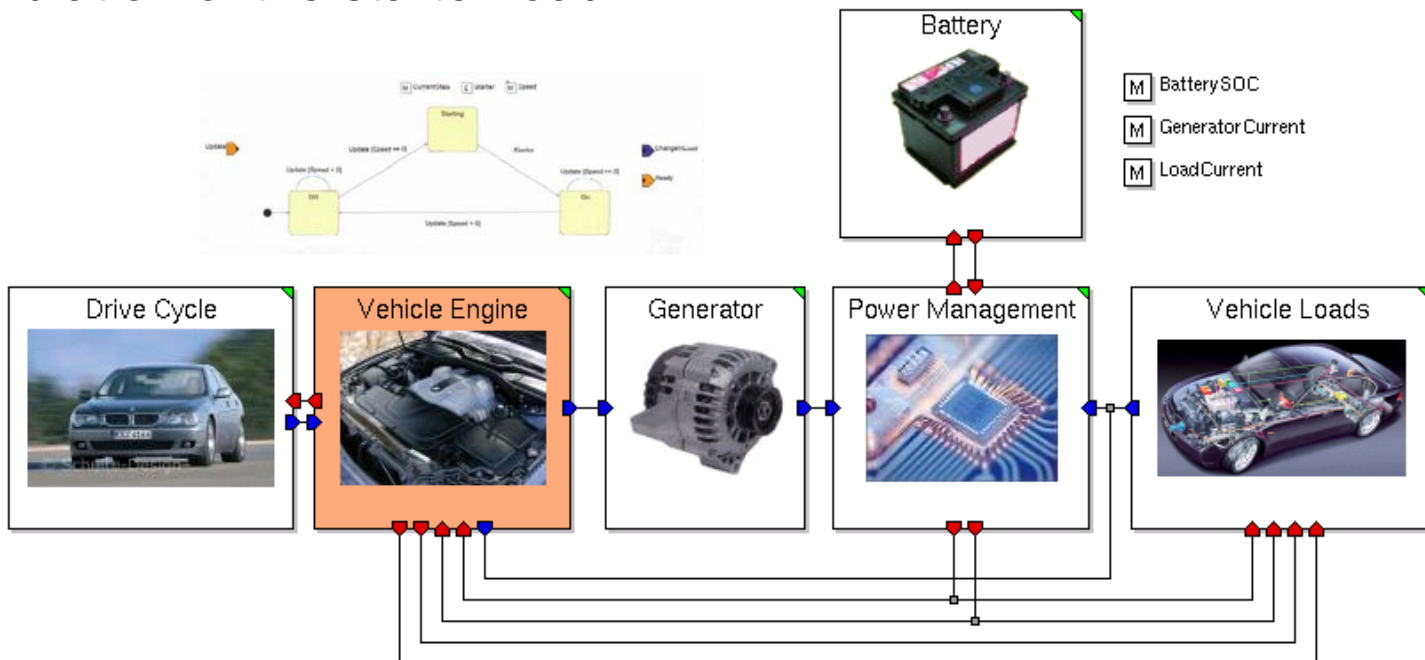
- Definition of the drive cycle
- Periodic speed look-up dependent on simulation run length
- Random engine-idle- and engine-off-durations enable loop-independent driving scenarios



Modell Komponenten

Fahrzeug Motor Block

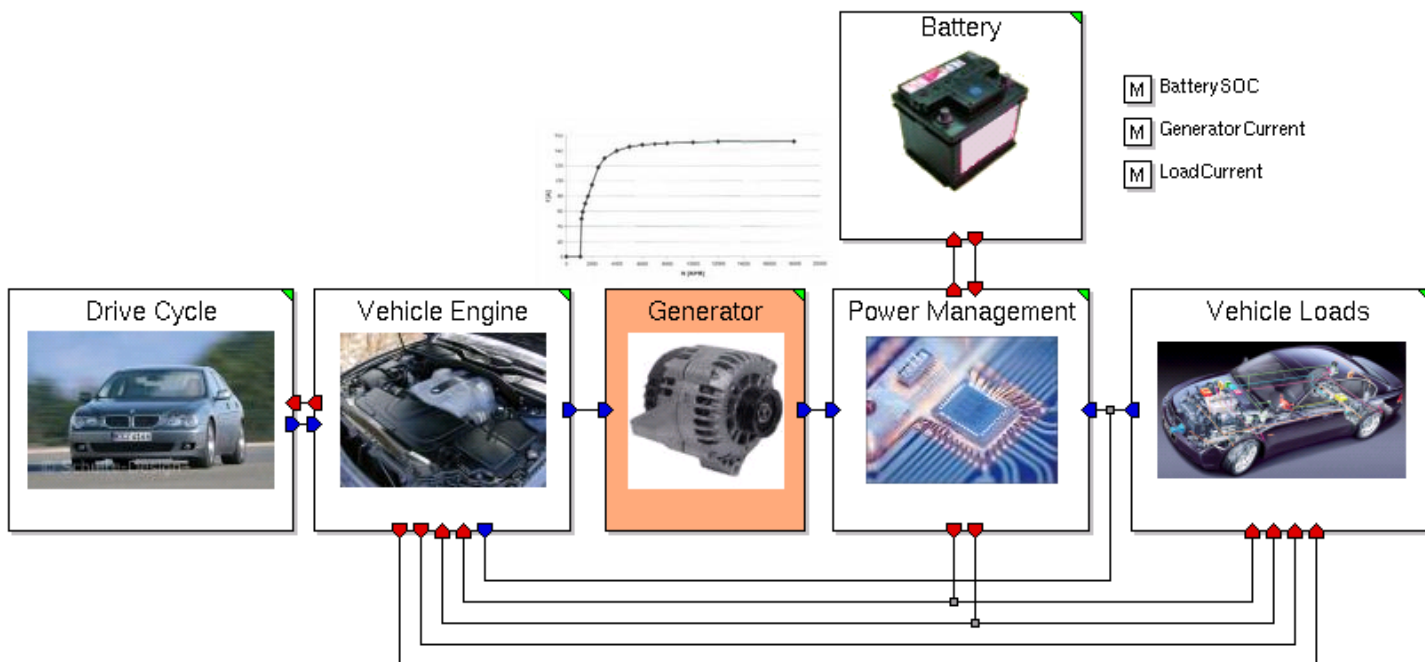
- Speed to engine RPM conversion
- Definition of engine-specific parameters (number of gears, gear transmission, min/max RPM, etc.)
- Simulation of the starter load



Modell Komponenten

Generator Block

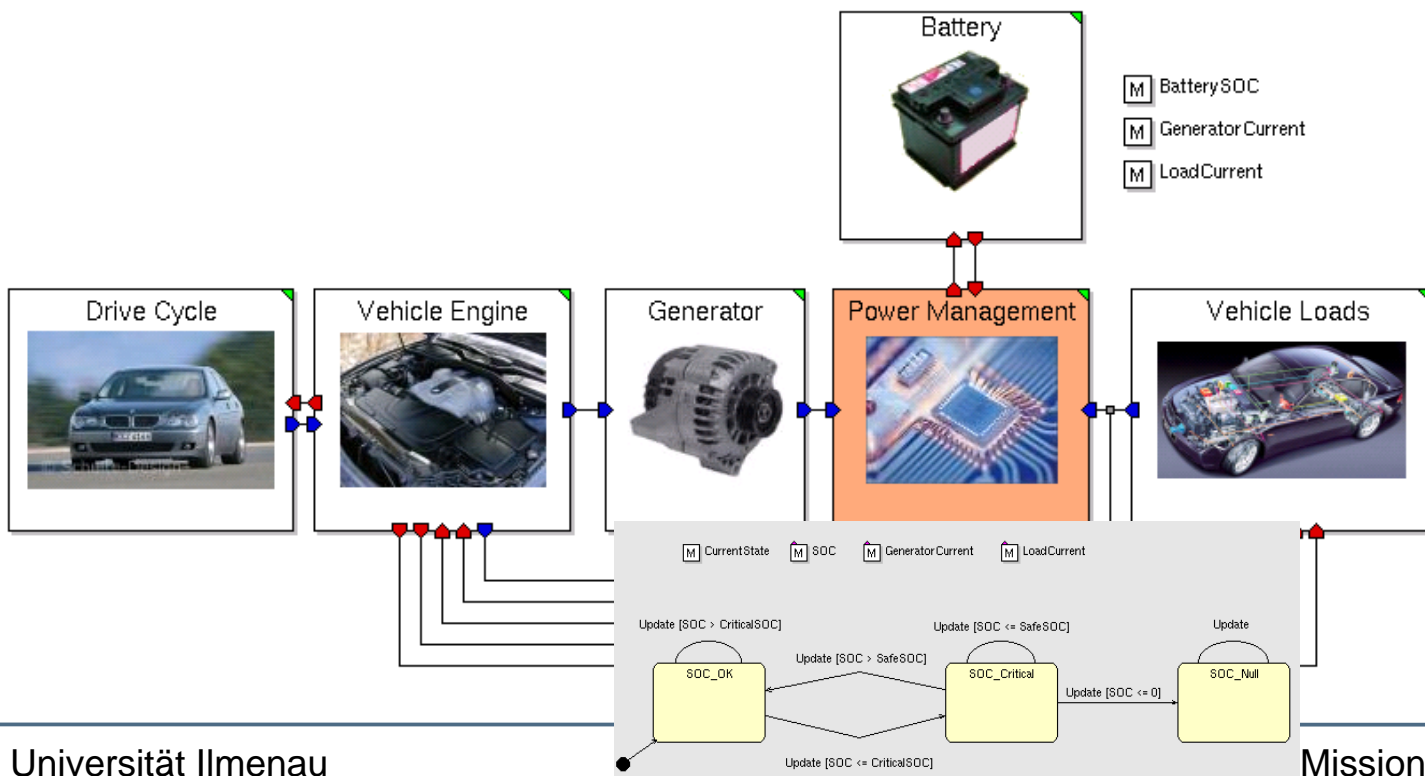
- Calculation of the generator current
- Definition of the engine/generator ratio
- Definition of the generator characteristic (table look-up and linear interpolation)



Modell Komponenten

Power Management Block

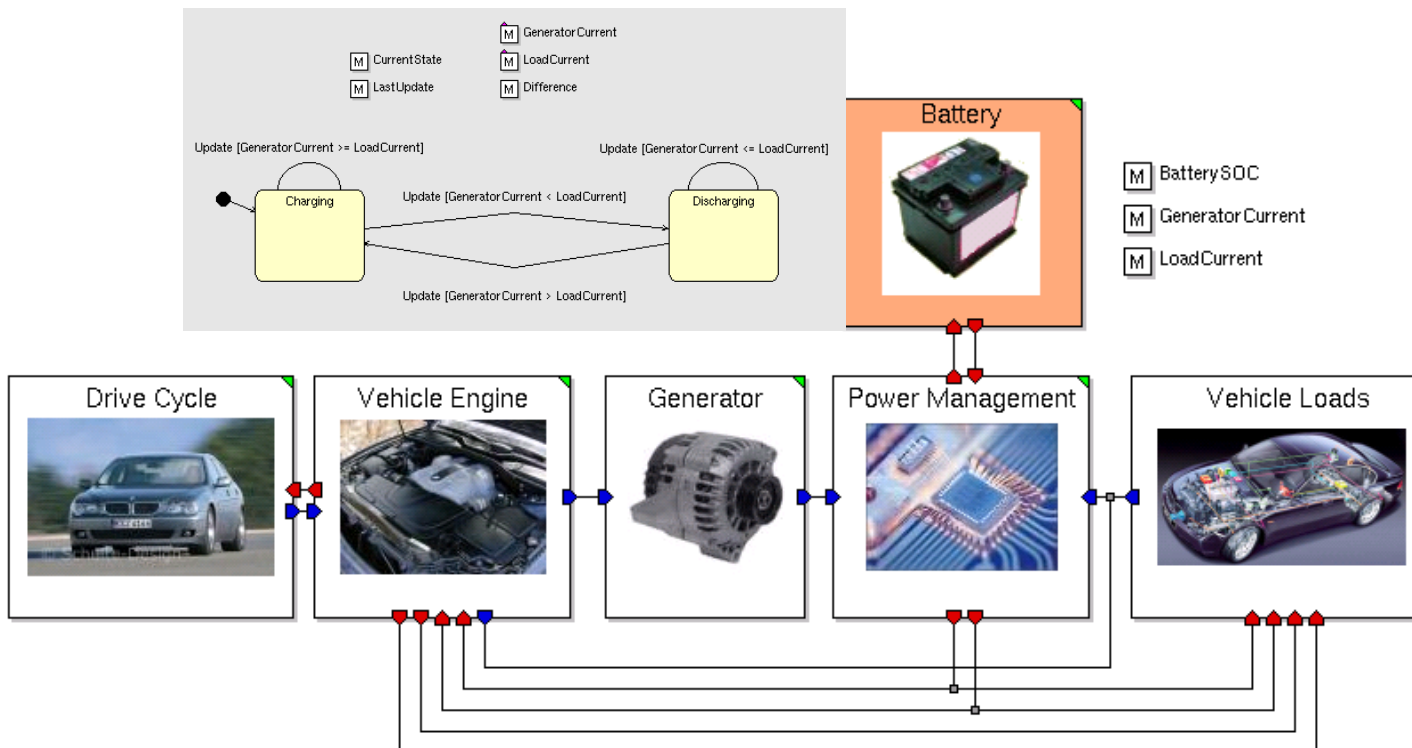
- Battery management (charging/discharging)
- Two-level hysteresis control of generator current and load current (Turn-off of unimportant loads and increment of the engine idle RPM at a critical battery level, turn-on of unimportant loads and decrement of the engine idle RPM at a safe battery level)



Modell Komponenten

Batterie Block

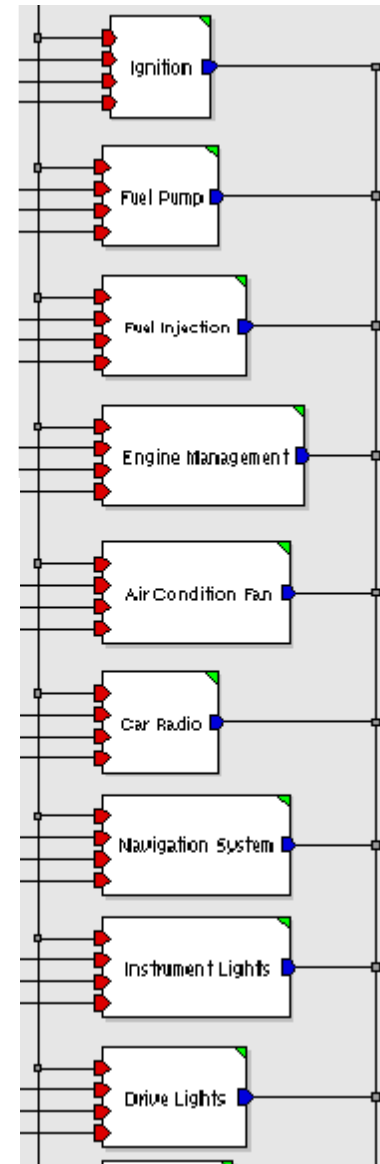
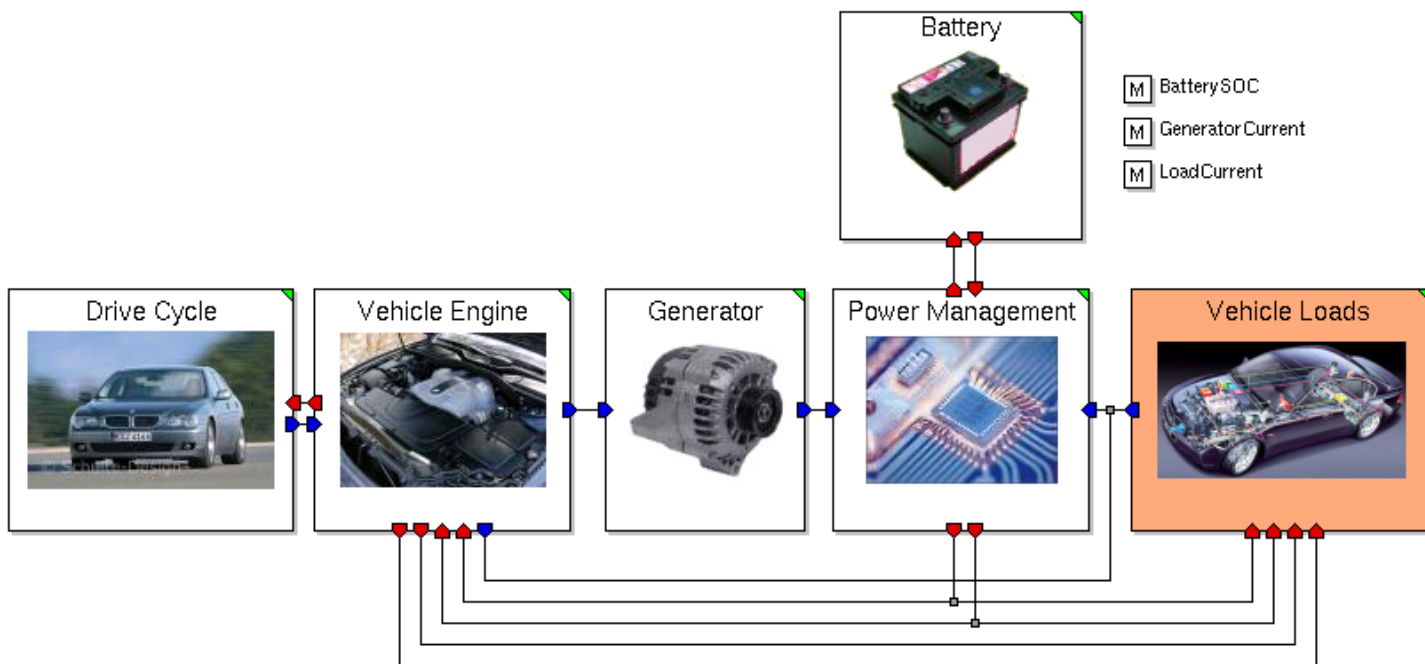
- Simulation of the battery charging/discharging process
- Definition of battery-specific parameters (capacity, initial SOC)



Modell Komponenten

Vehicle Loads Block

- Simulation of the vehicle loads
- Definition of all important and unimportant loads with either a constant or random characteristic of electric power consumption (ignition, fuel injection, engine management, air condition, radio, navigation system, seat heating, drive lights, etc.)



Beispiel: 1-Hour-Stop-And-Go Cycle

Simulation Setup (1/2)

- Periodic stop-and-go driving scenario
(engine on => speed-up to 32 km/h => braking => stop => random idle period => engine off)
- Engine idle RPM at critical battery level: 800
- Engine idle RPM at safe battery level: 1000
- Maximum engine RPM: 6000
- Electric power consumption of the starter: 200 A
- Random engine start duration between 1 and 4 seconds
- Engine/Generator ratio: 2.0
- Generator 0A RPM: 1400
- Generator current at 6000 RPM: 150 A

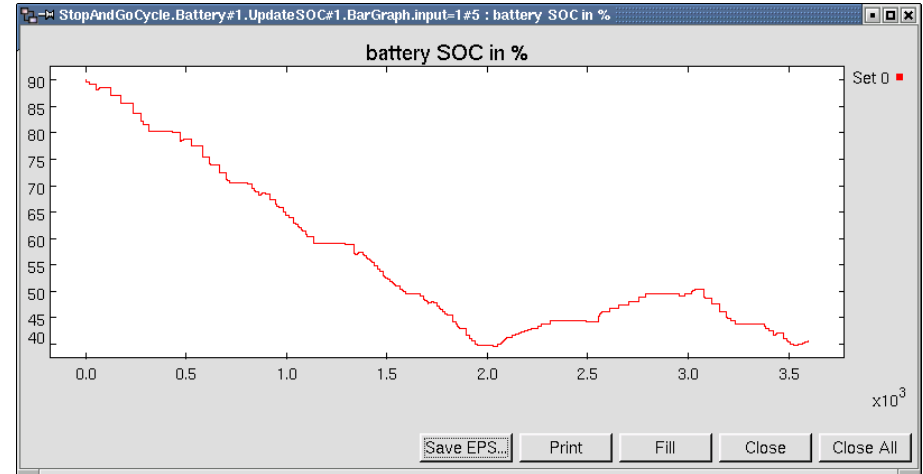
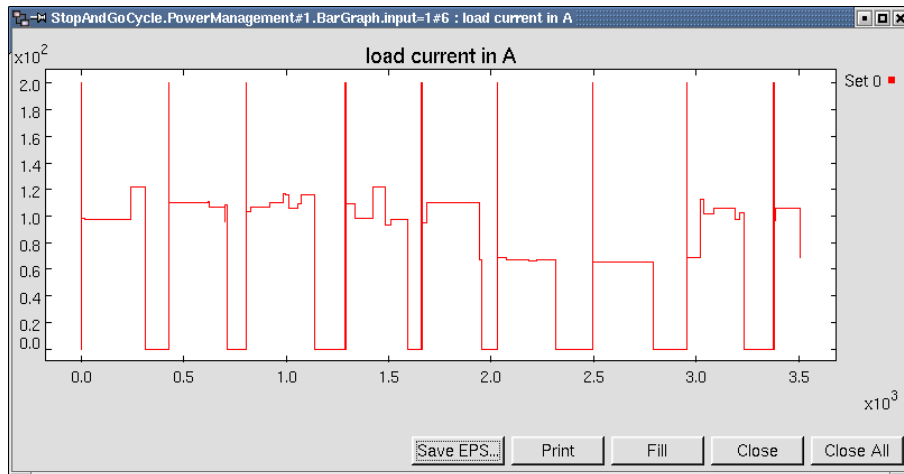
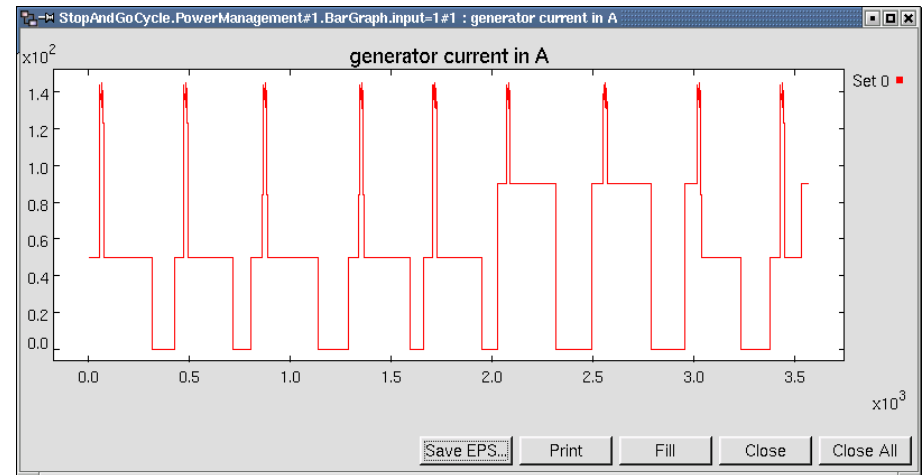
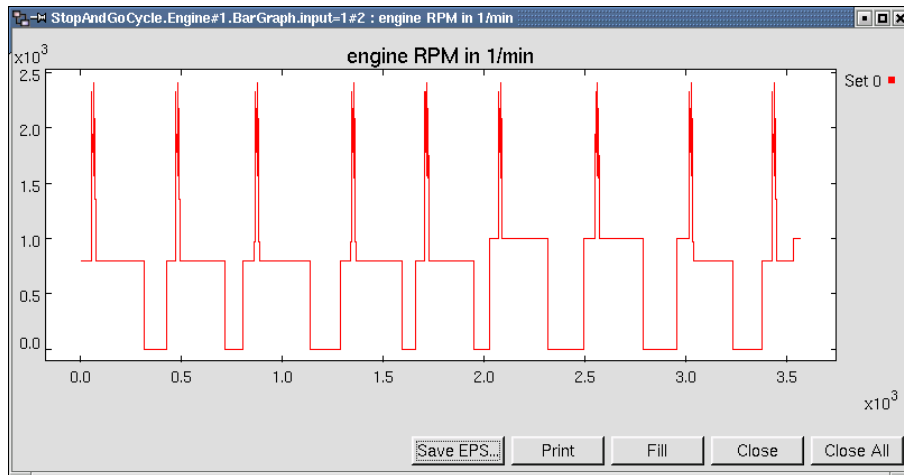
Beispiel: 1-Hour-Stop-And-Go Cycle

Simulation Setup (2/2)

- Battery capacity: 44 Ah
- Battery initial SOC: 90 %
- Critical battery level: SOC \leq 40 %
- Safe battery level: SOC \geq 50 %
- Constant electric power consumption of important loads: 60 A (ignition, fuel pump, fuel injection, engine management, etc.)
- Constant electric power consumption of unimportant loads: 27 A (seat heating, navigation system)
- Random electric power consumption of additional loads: (indicator, stop lights, brights, power windows, etc.)
 - Between 5 A and 10 A at critical battery level
 - Between 5 A and 40 A at safe battery level

Beispiel: 1h Anhalten und Weiterfahren im Stau

Simulationsergebnisse



Zusammenfassung

- Eine ausführbare Spezifikation für ein Power Management Systems eines Bordnetzes wurde entwickelt
- Die gewählte Abstraktion erlaubte es das Bordnetz für kritische Stop and Go Szenarien in einer Sekunde zu simulieren (vorher war es nicht möglich eine Simulation des Gesamtsystems durchzuführen)
- Validierte Spezifikationen konnten innerhalb kürzester Zeit entwickelt werden
- In anderen Entwicklungen wurden ausführbare Spezifikationen entwickelt für
 - Flugzeuge, Satelliten, LKWMaut
 - Eingebettete Systeme, rekonfigurierbare Elektronik
 - Entwicklungsprozesse, Produktionsprozesse und Organisationsprozesse

