

Erforschung eines Arbeitsablaufs für die Entwicklung integrierter elektronischer Systeme anhand des Beispiels einer Siebträger-Espressomaschine

Im Zuge der Digitalisierung werden aus ursprünglichen, primär mechanischen Geräten mit elektromechanischen Funktionsanwendungen, komplexe mechatronische Systeme. Dabei werden u.a. neue Funktionalitäten ermöglicht, neue Bedienkonzepte erschlossen und mehr Systeminformation dem Nutzer angeboten. Insgesamt führt die Digitalisierung von Geräten, zu dem was als Industrie 4.0 oder Internet-of-Things (IoT) kommuniziert und durch die öffentliche Hand gefördert wird.

Hochschule für angewandte Wissenschaften München

Fakultät für Maschinenbau
Fahrzeugtechnik
Flugzeugtechnik
Dachauer Straße 98 b
80335 München

Dipl.-Ing. Armin Rohnen LbA
Büro B266
Labor R4.068
T +49 89 306 49 374
E rohnen@hm.edu

me.hm.edu

Das mechatronische System eines Gerätes basiert auf einer integrierten Systemelektronik mit Microcontrollerunit (MCU), einem Embedded System. Die Entwicklung solcher Systeme ist in Einzelschritten beschrieben jedoch als integraler Bestandteil einer geräteorientierter Gesamtentwicklung weitestgehend undefiniert.

Ziel dieser Forschung ist es einen Arbeitsablauf (Workflow) der geräteorientierten Gesamtentwicklung für integrierte elektronische Systeme (Embedded Systems) und die dazu erforderlichen Werkzeuge zu definieren. Basis des Arbeitsablaufes ist das in [1] (Abbildung 1) beschriebene V-Modell, welches aus einem Design-Ast und einen Implementierungs-Ast besteht.

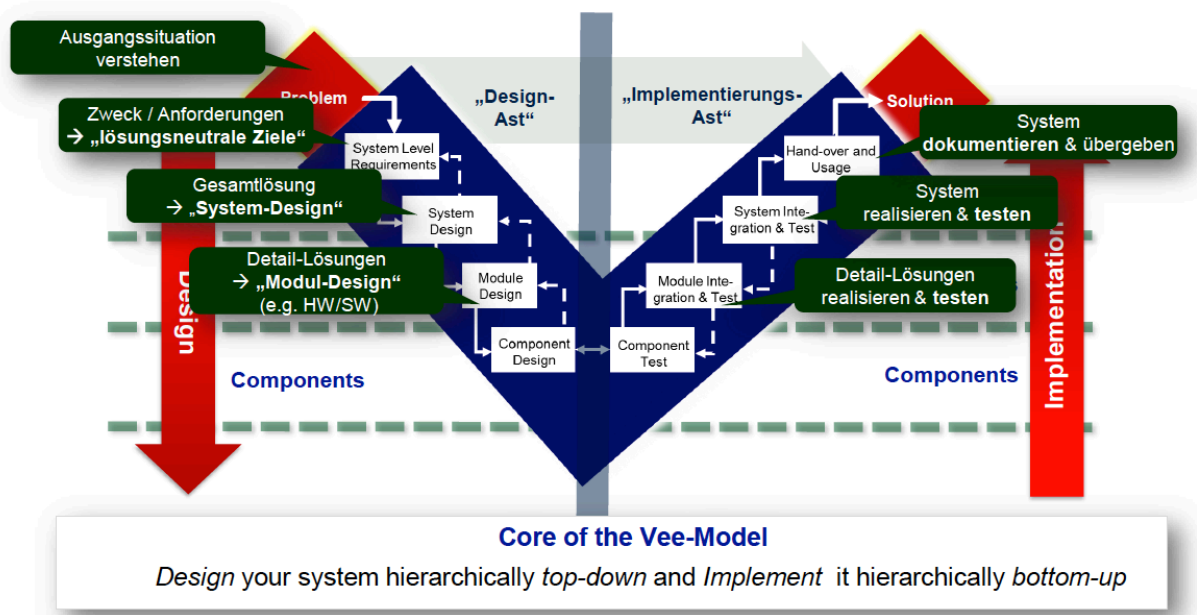


Abbildung 1: Prof. Dr. Herbert Palm, Prof. Dr. Oliver Bohlen, das V-Modell der Systementwicklung.

Bedeutung des Design-Asts in der geräteorientierten Gesamtentwicklung integrierter elektronischer Systeme

Es wird eine Systembeschreibung des Gerätes benötigt. Hierin sind die Funktionalitätsanforderungen an das Gerät definiert. Jede Funktion erfordert mechanische, mechatronische und elektronische Komponenten sowie Programm-Code (Software) welcher die Funktionalitätsanforderung erst ermöglicht.

Um aus Funktionalitätsanforderungen Systementscheidungen abzuleiten ist oftmals eine Zwischenlösung zur Erprobung der Lösungskonzepte erforderlich. Dies führt in einem Zwischenschritt zu einem zunächst „zu großem“ elektronischem System.

Für die Wiederverwendbarkeit einzelner Komponenten ist ein modularer Aufbau der integrierten Elektronik sowie der zugehörigen Software anzustreben. Für die erste Version ist eine Hard- und Softwareumgebung zu wählen, welche auch nicht Elektronikern eine Beteiligung an der Softwareentwicklung ermöglicht.

Im Design-Ast erfolgt die stufenweise Entwicklung der einzelnen Funktionalitäten, aller benötigten Schalt-, Stell- und Regelungsvorgänge sowie erste Implementierungen von Bedienungskonzepten. Idealerweise wird hierbei auf erprobte Entwicklungsumgebungen zurückgegriffen. Für die Microcontrollerprogrammierung bietet sich hierzu microPython an. Ein erheblicher Vorteil von microPython während der Entwicklungsphase ist, dass diese Entwicklungsumgebung auf der MCU eine Read Evaluate Print Loop (REPL, Lesen Auswerten Drucken Schleife) mit Eingabeaufforderung implementiert. Darüber ist ein interaktiver Zugriff auf die MCU möglich, welcher auch über MATLAB®/Simulink® für einen Prozessor in the Loop (PIL) Entwicklungsprozess verwendet werden soll.

Am Ende des Design-Asts werden die Entscheidungen für die finale Version der integrierten Elektronik gefällt und es erfolgt ein Re-Design.

Der Design-Ast im Beispielprojekt Siebträger-Espressomaschine

- Konzeptbeschreibung Kaffee-Maschine [2] mit allen zugehörigen Dokumenten
- Umsetzung der Konzeptbeschreibung in mechanische Konstruktion
- Umsetzung der Konzeptbeschreibung in Systemelektronik
- Stufenweise Inbetriebnahme von Systemelektronik und mechanischer Hardware
- Funktionsprogrammierung der einzelnen Funktionen und Regelungen in microPython
- Entwicklung eines Bedienkonzeptes in MATLAB® und/oder MATLAB®/Simulink®
- Prototypen-Systemintegration in eine erste Hardware, dabei erfolgt die Bedienung zunächst über eine MATLAB®/Simulink®-Schnittstelle zur MCU
- Ausführliche Betriebstests
- Endgültige Entscheidung über mechatronische Komponenten sowie Anzeige und Bedienelemente und das daraus erforderliche Re-Design der Systemelektronik und der Geräte-Hardware
- Dokumentation der einzelnen Arbeitspakete

Bedeutung des Implementierungs-Asts in der geräteorientierten Gesamtentwicklung integrierter elektronischer Systeme

Nach dem Re-Design der Systemelektronik wird auf Basis der getroffenen Entscheidungen ein seriennaher Prototyp in Hardware, Systemelektronik und Systemsoftware aufgebaut. Im Zuge des Aufbaus werden die fertigungstechnischen Rahmenbedingungen ermittelt und die einzelnen Baugruppen definiert.

Es erfolgt eine erste Inbetriebnahme der finalen Systemelektronik.

Die zuvor aus einzelnen Softwaremodulen bestehende Betriebssoftware wird in ein integrales parametrierbares „Maschinen-Betriebssystem“ überführt.

Der Implementierung-Ast im Beispielprojekt Siebträger-Espressomaschine

- Inbetriebnahme der finalen Systemelektronik
- Aufbau einer seriennahen Geräte-Hardware
- Integration der Systemelektronik in die seriennahe Geräte-Hardware
- Entwicklung des „Maschinen-Betriebssystems“
- Betriebstest
- Dokumentation der einzelnen Arbeitsschritte

Literatur und Quellen

- [1] Prof. Dr. Herbert Palm, Prof. Dr. Oliver Oliver Bohlen, Methoden erfolgreicher Entwicklung, Quick Tutorial, SS19
 - [2] Armin Rohnen, Konzept Kaffee-Maschine, 2021
-