

# Elektrodenstapler für Lithium-Ionen Akkumulatoren – Entwicklungs- und Steuerungskonzept

Studiengang: Master of Science in Engineering | Vertiefung: Industrielle Technologien

Betreuer: Prof. Roland Hungerbühler, Prof. Dr. Axel Fuerst

Experte: Markus Zimmermann (SBB)

Die Berner Fachhochschule beteiligt sich an der Forschung von Lithium-Ionen Akkumulatoren, indem für deren Produktion eine Pilotlinie aufgebaut wird. In der Masterthesis entstand eine allgemeine Steuerungsarchitektur für die Pilotanlage. Hierbei wurden etablierte Methoden aus der konventionellen Informatik in den Bereich der Steuerungsentwicklung übertragen und angewandt.

Lithium-Ionen Akkumulatoren gehören zu den wichtigsten Energiespeichern der Zukunft. Die Berner Fachhochschule beteiligt sich an der Weiterentwicklung dieser Akkumulatoren. Für die Erreichung einer effizienten Forschung baut die Schule eine automatische Produktionslinie für Akkumulatoren. Dafür wird ein Konzept mit einer allgemeinen Architektur für die Maschinensteuerung und die Visualisierung benötigt. Dieses dient in Zukunft als Framework für eine effiziente Entwicklung neuer Maschinen. Die Steuerung der Pilotanlage basiert auf einer speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) von Beckhoff. Im Gegensatz zur Informatik sind die Entwicklungskonzepte und Methoden für die SPS-Programmierung seit Jahren kaum weiterentwickelt worden. Ein neuartiges Konzept für die Entwicklung von Steuerungsprojekten wird benötigt, um die Organisation, Dokumentation, Qualität und Einarbeitungszeit zu verbessern.

Die Hauptaufgabe bestand darin, etablierte Entwicklungskonzepte aus der Informatik zu analysieren, um daraus ein ganzheitliches Konzept für die Entwicklung von Steuerungsprojekten zu evaluieren. Dieses diente als Grundlage für die Realisierung der Pilotanlage. Der Schwerpunkt des Entwicklungskonzepts liegt auf der Methodologie des Systems Engineerings. Mit dem SYSMOD-Vorgehen wurden Systemarchitekturen für die Entwicklungsumgebung, Produktionslinie und Zellmontage mit Papyrus Eclipse in Form von SysML-Modellen erstellt. Mit Hilfe des Gendoc-Plugins von Atos, einem zusätzlich entwickelten eigenen Eclipse-Plugin und einer spezifischen Vorlage für das Abfüllen der Modellelemente in ein Dokument wurde eine automatische Generierung von Pflichtenheften aus den Modellen realisiert. Auf der Grundlage der Systemarchitekturen wurde eine Softwarearchitektur für die Steuerung und Visualisierung der Zellen entworfen. Als Beispiel für eine Anwendung der Softwarearchitektur wurde der Stapelprozess der Zellmontage umgesetzt. Für die Programmierung in TwinCAT dienten hauptsächlich die UML-Editoren, welche Zustandsautomaten und Klassendiagramme abbilden können. Die Visualisierung wurde als WPF-Anwendung realisiert.

Als Ergebnis lässt sich festhalten, dass die umgesetzten Methoden des Entwicklungskonzepts die erfolgreiche Teilrealisierung der Pilotanlage positiv beeinflussen. Das Systems Engineering mit dem SYSMOD Vorgehen verbesserte die Qualität der Dokumentation und schuf eine gute Grundlage für Diskussionen unter den Projektbeteiligten. Dabei war der grösste Nutzen bei der Darstellung der Systemschnittstellen. Die Umsetzung zeigte, dass die Modellierung von Systemarchitekturen nach SYSMOD zu spät begann. Optimal wäre ein Start der Systemmodellierung zu Beginn des Projekts und unter Einbezug aller Disziplinen. Die Umsetzung der Pilotanlage demonstrierte, dass die Systemarchitekturen für den Entwurf der Softwarestrukturen eine zuverlässige Basis darstellen. Die Systemarchitekturen helfen auf einer höheren Abstraktionsebene das Zusammenspiel der verschiedenen Systeme der Pilotanlage besser und schneller zu verstehen. Die Realisierung der Pilotanlage zeigte, dass die erarbeitete Softwarearchitektur die effiziente Weiterentwicklung mit wiederverwendbaren Modulen und einer klaren Struktur unterstützt. Die Verwendung der UML-Editoren für die Steuerungsprogrammierung verbesserte ebenfalls die Struktur und Dokumentation der Software. Der Einsatz vieler grafischer Diagramme im Projekt zeigte, dass die Zusammenführung von verschiedenen Dateiversionen teilweise Schwierigkeiten bereiten, da nicht alle Werkzeuge eine Zusammenführung unterstützen.

Das Konzept adressiert die Entwicklung von SPS-Programmen mit TwinCAT 3. Bei einem Einsatz mit anderen Systemen muss das Entwicklungskonzept auf die spezifischen Eigenschaften und Anforderungen angepasst werden.



Benjamin Schönholzer