

Technische Universität Chemnitz  
Fakultät für Naturwissenschaften  
Institut für Physik  
Professur Experimentelle Sensorik

BeST Berliner Sensortechnik GmbH

Exposé für eine Bachelorarbeit zum Thema:

**Verbessertes Modell des elektrochemischen Verhaltens von NiMH-Batterien**

Vorgelegt von:

Hanna Kretz  
Markusstr. 30  
09130 Chemnitz  
E-Mail: [kretz.hanna@web.de](mailto:kretz.hanna@web.de)

Matrikelnummer: 644 848  
Sensorik und kognitive Psychologie  
5. Fachsemester  
Betreuung: Oliver Völckers und Prof. Dr. Ulrich Schwarz

Datum: 14.02.2023

Im Folgenden wird der Plan und die Struktur der Bachelorarbeit zum Thema „Verbessertes Modell des elektrochemischen Verhaltens von NiMH-Batterien“ von Hanna Kretz, welche durch Oliver Völckers (BeST Berliner Sensortechnik GmbH) und Prof. Dr. Ulrich Schwarz (Technische Universität Chemnitz) betreut wird, ausgeführt. Die Bachelorarbeit ist Teil meiner Arbeit bei BeST Berliner Sensortechnik GmbH.

Jeder Nutzer eines mobilen Gerätes nutzt auch die darin verbauten Batterien. Es ist allgemein bekannt, dass Akkumulatoren, d.h. sekundäre Batterien, wieder aufgeladen werden müssen, wenn das Gerät mangels Energie ausgeht. Die elektrochemischen Vorgänge im Inneren der Batterien sind jedoch nach außen in der Regel nur durch die messbare Spannung bemerkbar, gelegentlich noch durch Wärme. Die einfache Vorstellung von einer Batterie als einen Speicher, der wiederholbar und linear Energie aufnehmen und wieder abgeben kann, entspricht nur grob der Realität. Besonders wenn die Batterien schon etwas gealtert und beschädigt sind, weichen sie von den Spezifikationen und Entladungskurven der Hersteller ab. Angesichts der Vielzahl von Bauformen und Batterie-Chemien sind die bekannten theoretischen Modelle der Batterieladung und -entladung zu ungenau, um das konkrete Verhalten bestimmter Batterien präzise vorhersagen zu können. Daraus ergibt sich, dass Batteriespannungen in der Praxis unerwartet früh abfallen oder die Batterien eine niedrigere Kapazität aufweisen als erwartet. Das hat dann einen plötzlichen Ausfall des batteriebetriebenen Geräts zur Folge.

Ziel dieser Arbeit ist es daher, die Abläufe im Inneren der Batterie und das Verhalten von Strom und Spannung zu untersuchen, um ihr Verhalten besser als bisher modellieren zu können. In dieser Bachelorarbeit wird ein Evaluierungsboard für NiMH-Batterien entwickelt. Die eingesetzten NiMH-Batterien werden in Drucksensormodulen verwendet, welche den Druck beim Abpumpen von ICE-Toilettentanks messen. Die Batterieanalyse soll langfristig in diesen Drucksensormodulen geschehen, alle Messwerte werden dann aufgezeichnet und über Funk versendet. Die Hardware für die Batterieanalyse im Drucksensormodul ist bereits vorhanden, es fehlen die passende Software und Datenübertragung.

Gemessen werden aktuell die Spannung der Batterie, die Temperatur und die Luftfeuchtigkeit innerhalb des Messgeräts. Auch der Strom und der Innenwiderstand der Batterien sollen erfasst werden, um die Kapazität bzw. elektrische Ladung zu berechnen und die Entladung so beurteilen zu können. Anhand all dieser physikalischen Messgrößen wird das Verhalten der Batterien in verschiedenen Modi (verschiedene Belastungen / Stromstärken) beobachtet, aufgezeichnet und analysiert. Mit den ermittelten Daten wird ein verbessertes Modell entwickelt, das die Vorgänge in der Batterie beschreibt. Durch eine Optimierung der Batterieentladung soll die Energieeffizienz und die Batterielaufzeit erhöht werden.

Teil der Arbeit ist zu Beginn außerdem eine ausführliche Recherche zum Batterietyp, zu vorhandener Forschung und zur möglichen Umsetzung. Es gibt Produkte, die eine solche Batterieanalyse übernehmen, zum Kauf. Jedoch sind diese häufig für andere Batterie-Chemien gebaut oder sie übernehmen nicht alle nötigen Funktionen, die in diesem Messgerät benötigt werden. Es wird also ein eigenes Programm mit speziellen Funktionen entwickelt.

Eine Methode, eine höhere Energieausbeute aus einer Batterie zu erreichen, ist das getaktete Entladen. Dabei werden höhere und niedrige Ströme bei der Belastung der Batterie abgewechselt, um Erholungsphasen zu ermöglichen. Im Entlade-Modus besteht ein deutlich höherer Energiebedarf als im Stand-by-Modus, in dem sich das Drucksensormodul den Großteil der Zeit befindet. In der Bachelorarbeit wird untersucht, wie sich die Batterie möglichst schonend entladen lässt, abhängig vom Strombedarf der einzelnen Bauteile in diesem Messgerät. Dafür wird der jeweilige Energiebedarf der einzelnen Bauteile gemessen und dokumentiert. Auch verschiedene

Erholungsphasen werden beim getakteten Entladen getestet. Aus den Ergebnissen soll eine möglichst energiesparende Entladung der Batterie entwickelt werden. Für diese Entwicklung einer energieeffizienten Lösung der Entladung wird die Software geschrieben und nach mehrfachem Ausprobieren optimiert und weiterentwickelt.

In meinem Betriebspraktikum bei BeST im September 2022 setzte ich mich bereits mit dem Thema der Batterieanalyse auseinander und entwickelte in Zusammenarbeit mit Oliver Völckers ein Batterieanalyse-Gerät für bestimmte NiMH-Batterien. Allerdings war dieses Gerät unabhängig vom realen Gebrauch und den Messgeräten, in denen die Batterien verwendet werden. Die Batterien wurden nur unter Laborbedingungen bewertet. Außerdem beschäftigte ich mich für das Modul „Messen Interpretieren Verarbeiten“ theoretisch weiter mit dem Thema, als ich das Paper von Park et al. (2001) vorstellte.

Vorläufige Struktur der Bachelorarbeit:

1. Aufgabenstellung und Zielsetzung
2. Forschungsstand / theoretischer Input / Grundlagen
3. Dokumentation der Hauptarbeit und Analyse
4. Ergebnisse und Auswertung
5. Endprodukt
6. Diskussion und Zusammenfassung

Zeitplan:

Die Bearbeitungszeit wird sich etwa vom 06. März bis zum 10. Juli 2023 erstrecken und insgesamt 18 Wochen betragen. Angesetzt sind 20 Arbeitsstunden pro Woche.

Wochenanzahl	Aufgabe
3	Theoretische Auseinandersetzung mit Thema & Recherche Vorhandene Batterie-Spezifikationen kennenlernen und analysieren Stand der Hardware verstehen & einarbeiten
6	Experimentieren, Strategien entwickeln Ggf. neue Hardware-Schaltung aufbauen, Software entwickeln
3	Optimierung, Finalisierung, Endprodukt erstellen
6	BA schreiben, Dokumentation

Literaturverzeichnis:

Park, S., Savvides, A., & Srivastava, M. (2001, August). Battery capacity measurement and analysis using lithium coin cell battery. In *Proceedings of the 2001 international symposium on Low power electronics and design* (pp. 382-387).

Kostenplan

/