

Li-Ion Ladedauer Modellierung E-Bikes



Abb. 1: Messplatz mit zwei Akkus am Aufzeichnen der Ladekurve (links) und ein Akku am Entladen (rechts)

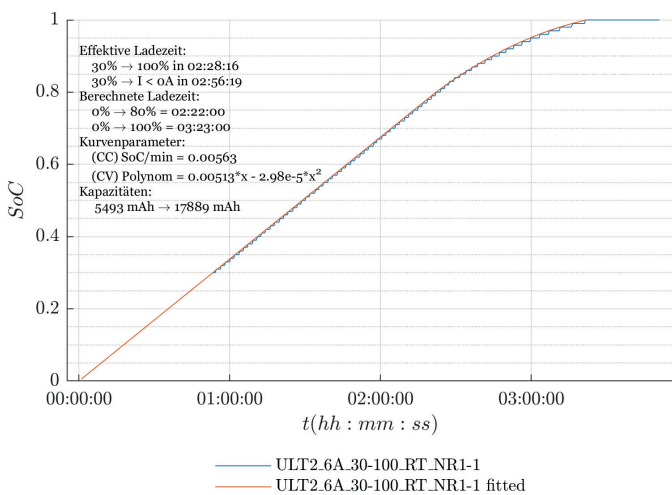


Abb. 2: Kurven-Fit der SoC-Ladekurve mit dem extrahierten Parameter für die lineare CC-Phase (0%–80%) und nicht-lineare CV-Phase (80%–100%).

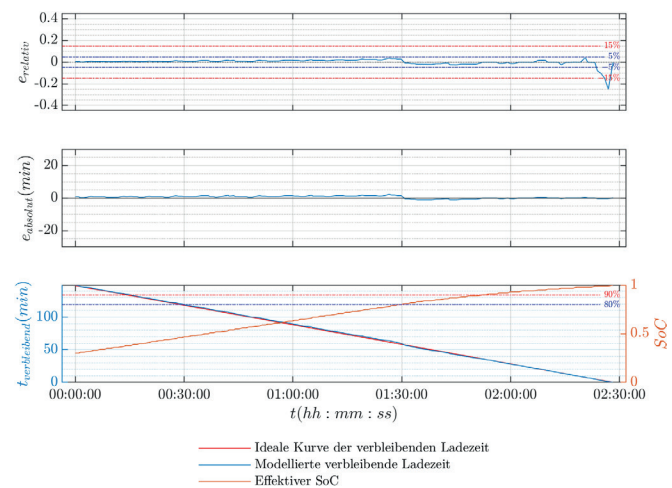


Abb. 3: Fortlaufende Genauigkeit der Ladedauerschätzung auf dem E-Bike-System mit relativem und absolutem Fehler.

Problemstellung

Bei Ladepausen auf E-Bike-Touren ist nicht klar, wie lange das Aufladen des Akkus dauert und die Pause kann nicht optimal geplant werden. Eine Abschätzung der Ladezeit ist daher ein wichtiger Aspekt für das Nutzererlebnis. Für Elektroautos gibt es solche Funktionen bereits, jedoch noch nicht für E-Bikes. Die Firma Biketec GmbH, die u.a. die Elektronik und Software für Flyer-E-Bikes entwickelt, möchte deshalb eine Ladedauer-Vorhersage für ihr E-Bike-System.

Lösungskonzept

Da die Batteriemanagementsysteme der verschiedenen Hersteller der gekauften Batterien den SoC-Wert (State Of Charge, zu Deutsch: Ladezustand) bereits mit ihrer geschützten, proprietären Software modellieren, kann der Verlauf des SoC-Wertes nicht vorhergesagt werden. Dies macht die Verwendung von gängigen Batteriemodellen zur Vorhersage der Ladedauer unmöglich. Meine Lösung bestand nun darin, den SoC-Wert und damit die Ladedauer auf der Grundlage früherer Ladezyklen zu schätzen.

Realisierung

Um das Modell zu verbessern und zu verifizieren, wurden in einem ersten Schritt über 30 Ladekurven mit drei verschiedenen Batterien aufgezeichnet (Abb. 1). Jeweils mit unterschiedlichen Anfangs- und End-SoC-Werten sowie Aussentemperaturen. Jede Ladekurve wurde parametrisiert (Abb. 2) und dann überprüft, ob die Ladezeit der nachfolgenden Ladung genau geschätzt werden kann. Es wurde festgestellt, dass es unvorhersehbare Schwankungen der Ladedauer im höheren einstelligen Prozentbereich gibt. Durch Mittelwertbildung der extrahierten Parameter aus den letzten fünf vorherigen Kurven konnte dieses Problem minimiert werden. Nachdem das Modell in Matlab zufriedenstellend funktioniert hatte, wurde es in C auf dem Biketec-System implementiert.

Ergebnisse

Es wurden wieder sechzehn Messungen mit zwei verschiedenen Batterien und verschiedenen Anfangs- und Endwerten des SoC durchgeführt. Bei allen Messungen wurde die vom Biketec-System vorhergesagte Ladezeit mit der tatsächlich verbleibenden Zeit verglichen (Abb. 3). Das implementierte Modell hat die Ladedauer mit einem mittleren Fehler von 2% vorhergesagt (Std.-Abw.: 2%). Dies entspricht einer durchschnittlichen absoluten Abweichung von 3,7 Minuten (Std.-Abw.: 3,6 Minuten).

Ausblick

Unter Laborbedingungen konnten die Anforderungen erfüllt werden. Feldtests müssen nun zeigen, ob die Genauigkeit der Vorhersage auch unter realen Bedingungen ausreichend ist.



Diplomand
 Birrer Nathanael

Dozent
 Prof. Dr. P. Eberle

Themengebiet
 Modellieren/Simulieren, Messen, Analyse, Recherche, Evaluation, Studie erstellen

Projektpartner
 Biketec GmbH