

FORSCHUNGS- REPORT [ws 2014/15]



■ ■ ■ für die Elektrotechnik in Baden-Württemberg

Forschung an Elektroweirädern

Noch sind Elektrofahrzeuge die Ausnahme auf deutschen Straßen – im Gegensatz beispielsweise zu Innenstadträumen in China. Lediglich Fahrräder mit elektrischer Antriebsunterstützung haben inzwischen auch in Deutschland eine größere Verbreitung gefunden. Nach wie vor ist jedoch die breite Erfahrung im alltäglichen Einsatz von elektrisch betriebenen Fahrzeugen relativ gering. An der Hochschule Reutlingen steht eine Flotte von 10 Elektroweirädern, bestehend aus 5 Elektrofahrern (Pedelecs) und 5 Elektrorollern (E-Scooter) zur Verfügung. Hiermit werden mehrere Ziele verfolgt: Zum einen soll jedes Mitglied der Hochschule die Möglichkeit haben, Elektrofahrzeuge auszuprobieren und erste Erfahrungen zu sammeln. Andererseits stellen die Fahrzeuge eine Plattform für Forschungs- und Entwicklungsarbeiten dar. So ist ein Internet-basiertes Reservierungs- und Flottenmanagementsystem entstanden, das auch statistische Auswertungen zulässt. Eine weitere Entwicklung befasst sich mit genauen Reichweitenvorhersagesystemen, mit dem Ziel, die bislang recht ungenaue Batterie-Ladestandsanzeige zu verbessern oder zu ersetzen.

Elektromobilität „erfahrbar“ machen

Abbildungen 1 und 2 zeigen die Fahrzeugtypen, die jedem Mitglied der Hochschule Reutlingen zur Ausleihe zur Verfügung stehen und die gleichzeitig Basis für eigene Entwicklungen und Forschungsarbeiten bilden. Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht über die wichtigsten Fahrzeugdaten.



Abb. 1: Elektroweiräder des Projekts

Internet-basiertes Reservierungs- und Flottenverwaltungssystem

Das entwickelte Flottenverwaltungssystem gibt Nutzern einen Überblick über Zustand und Verfügbarkeit der Fahrzeuge und erlaubt deren Reservierung von jedem Rechnerarbeitsplatz der Hochschule aus. Die Ausleihe erfolgt tageweise oder in Ausnahmefällen auch mehrtägig. Hierzu ist vorab aus rechtlichen und versicherungstechnischen Gründen eine einmalige Registrierung des Nutzers notwendig, die mit der Unterzeich-



Abb. 2: Elektroroller im Test

nung einer Nutzungsvereinbarung und der Vergabe eines Passwortes verbunden ist. Kosten für die Ausleihe fallen nicht an. Die Übergabe und Rückgabe der Fahrzeuge erfolgt manuell. Erstmalige (und gewillte wiederholte) Nutzer werden anhand eines ausführlichen Fragebogens gebeten, Erfahrungen während der Nutzung, Testdaten usw. zur Verfügung zu stellen.

Daten der Elektroweiräder (nach Herstellerangaben)

	GUF GECO2	Centurion Electric Fire
Typ	Electric scooter	Electric bike/ Pedelec
Motorleistung [W]	2500	250
Batteriespannung [V]	48	36
Batteriekapazität [Ah]	45 (Bleibatterie) 34.5 (Li-Ionen-Akkumulator)	8
Ladezeit [h]	6	1.5 (Schnellladung) 8 (Normalladung)
Höchstgeschwindigkeit [km/h]	45	Elektrische Fahrunterstützung bis 25
Max. Reichweite [km]	60	145
Gewicht [kg]	130 (Blei-Akkumulator) 85 (Li-Ionen-Akkumulator)	22
Preisregion inkl. MwSt [EUR]	~2300 (mit Blei-Akkumulator) ~4100 (mit Li-Ionen-Akkumulator)	~2200
Führerscheinklasse	EU Klasse M	---

Auswertung von Testdaten und Nutzererfahrungen

Die von Nutzern rückgemeldeten Testdaten und Informationen werden erfasst und anonym nach mehreren Gesichtspunkten ausgewertet und statistisch aufbereitet. Hieraus lassen sich Schlüsse ableiten beispielsweise zur Akzeptanz, zur Witterungsabhängigkeit, zur Zuverlässigkeit der Fahrzeuge, zu Erfahrungen im alltäglichen Verkehr, zum Ladeverhalten usw., die wiederum für einen potenziellen Masseneinsatz von Elektrofahrzeugen wertvoll sind. Auch das zeitliche Verhalten unterschiedlicher Batterietypen lässt sich erforschen sowie der Vergleich von Datenblattangaben und real erreichten Werten, insbesondere hinsichtlich der Reichweitenangaben, ist von erheblichem Interesse.

Entwicklung eines Systems zur genauen Ladezustandsbestimmung und Reichweitenprognose

Die Gefahr des „Liegenbleibens“ aufgrund entladener Batterie wird bei reinen Elektrofahrzeugen, so auch bereits bei den vorhandenen Elektroscootern, die manuell kaum mehr zu bewegen sind, vom Fahrer als durchaus real empfunden. Weiterhin zeigt die Erfahrung, dass die Reichweite, basierend auf einem bestimmten Ladestand der Akkumulatoren stark von Verkehrsbedingungen und vom Höhenprofil der Fahrstrecke abhängt. Hinzu kommt, dass die Ladezustandsanzeige der Scooter (siehe Abb. 3) nur in sehr groben Stufen erfolgt, die Anzeige beruht auf der Batteriespannung als (relativ ungenauem) Indikator der Ladung. So ist auch festzustellen, dass bei Hochlast, beispielsweise bedingt durch Bergfahrten, die Batteriespannung deutlich zurückgeht, danach jedoch wiederum höher ist. Ebenfalls unberücksichtigt bleibt eine mögliche Rekuperation von Energie während anschließender Verzögerungsphasen oder Talfahrten. Die Folge ist, dass die Ladezustandsanzeige als erheblich ungenau und unbefriedigend empfunden wird und daher „vorsichtshalber“ die Fahrzeuge üblicherweise nur auf Strecken weit unterhalb der theoretisch angegebenen Reichweite betrieben werden. Hier kann nun durch ein genaueres System zur Ermittlung des Ladestandes der Batterie und zur Vorausbestimmung der (Rest-) Reichweite eine erhebliche Verbesserung erzielt werden.



Abb. 3: Ladezustandsanzeige Elektroscooter

In einem ersten Schritt wurde ein Datenerfassungsmodul entwickelt und in einen E-Scooter eingebaut, das es erlaubt, den Energiefluss von und zur Batterie direkt zu erfassen und zu speichern, dies erfolgt durch integrierende Messung von Spannung und Strom an der Batterieleitung in beiden Energieflussrichtungen.

Eine wesentlich genauere Reichweitenprognose kann nun durch mehrere Verfahren erzielt werden.

Verfahren 1 (entwickelt): Während einer Testfahrt wird ein GPS-Modul mitgeführt, das auch die Aufnahme des Höhenprofils ermöglicht. Gleichzeitig wird der Energiefluss von und zur Batterie aufgezeichnet. Abb. 4 zeigt den Verlauf der gemessenen Größen während einer solchen Fahrt. Am Ende der Fahrt ist somit der Energiebedarf für die Teststrecke mit hinreichender Genauigkeit ermittelt. Der Energiebedarf wird nun mit der in der Batterie gespeicherten Energie verglichen (Speicherwirkungsgrade können berücksichtigt werden), wodurch sich eine wesentlich genauere Prognose der verbleibenden Restreichweite bezogen auf einmal abgefahrene Teststrecken berechnen lässt.

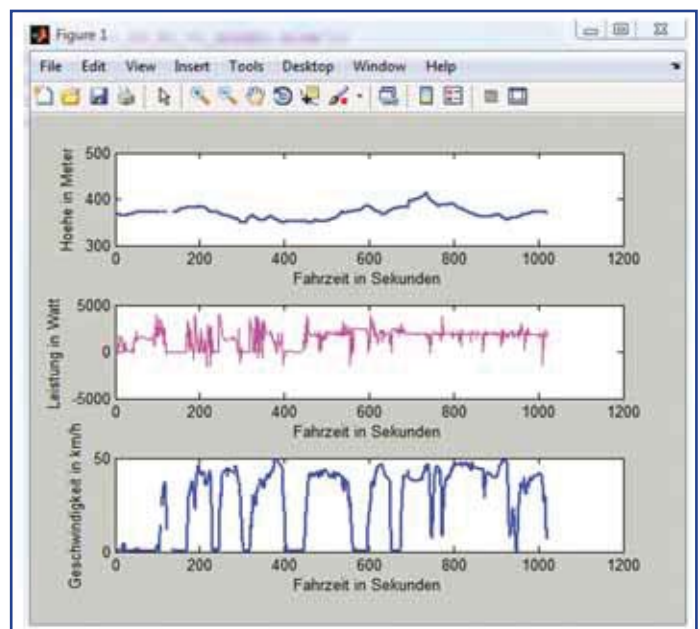


Abb. 4: Während einer Testfahrt aufgezeichnete Fahrzeug- und Fahrdaten eines E-Scooters

Erweiterte Verfahren (teilweise implementiert bzw. noch zu implementieren): Aufgrund von digital verfügbarem Kartenmaterial einschließlich Höheninformation wird eine Fahrstrecke geplant und ausgewählt. Dabei wird grob ermittelt, durch welche Verkehrswegesituationen die Strecke führt, um Erfahrungswerte für zu erwartende Beschleunigungs- und Verzögerungsvorgänge heranziehen zu können. Sodann wird aus bekannten physikalischen Größen (Masse Fahrzeug und Fahrer, Lageenergie, Luftwiderstand, Reibwiderstand, Energiebilanz des Fahrzeugs bei Beschleunigungs-/Verzögerungsvorgängen) der zu erwartende Energiebedarf berechnet und mit der verfügbaren gespeicherten Energie verglichen und damit die zu erwartende Reichweite ermittelt.

Eine abgewandelte Form des erweiterten Verfahrens ist ebenfalls von Interesse und noch zu untersuchen. Aufgrund von Testfahrten werden

Fahrstrecken in typische Segmente zerlegt (horizontale Streckenabschnitte, Berg-/Talstreckenabschnitte mit bestimmten Neigungen, Beschleunigungs- und Verzögerungsvorgänge) und aus den aufgezeichneten Daten (vgl. Abb. 4) der jeweils zugehörige Energiefluss empirisch ermittelt. Mit Hilfe des digitalen Kartenmaterials wird eine geplante Fahrstrecke in typische Segmente zerlegt und aus den empirisch ermittelten Energieflüssen der Energiebedarf ermittelt und somit die Reichweite berechnet.

Danksagung

Das Projekt wird gefördert vom kommunalen Energieversorger Fair-Energie Reutlingen und von Robert Bosch GmbH

Autor

*Prof. Dr.-Ing. Prof. e.h. Gerhard Gruhler
Vizepräsident (Forschung)*

*Hochschule Reutlingen
Reutlingen Research Institute (RRI)
Alteburgstr. 150, 72762 Reutlingen*

Tel.: +49 (0) 7121 / 271-7048

*E-Mail: Gerhard.Gruhler@reutlingen-university.de
www.reutlingen-university.de*

engineering people. supporting experts.

Als innovativer Entwicklungsdienstleister unterstützt engineering people technische Unternehmen in vielfältigen Denk- und Realisierungsprozessen – von der Idee über Entwicklung, Konstruktion, Applikation, Testing bis hin zu Serienreife und Dokumentation/CE. Zahlreiche Technologieunternehmen und Fachleute setzen auf die Kompetenz von engineering people - u. a. aus Maschinen- und Anlagenbau, Fahrzeug- und Elektrotechnik, Medizin- und Energietechnik sowie Luft- und Raumfahrt.

Kunden und Team profitieren von Leistung, Wertschätzung und hoher Professionalität. Mittlerweile ist die Ingenieurgesellschaft bundesweit mit 330 Fachleuten an zehn Standorten präsent. In Baden-Württemberg sind es Ulm, Stuttgart, Mannheim und Friedrichshafen.

„Trotz des Wachstums sind wir ein familiäres Unternehmen geblieben“, so Geschäftsführer Winfried Keppler. „Und bieten mit unserem Bildungskatalog die Chance, Kompetenzen und Schlüsselqualifikationen gezielt zu entwickeln.“ Profis nutzen das Angebot ebenso wie Young Professionals und Berufseinsteiger. Manchen dient es als Sprungbrett – andere bleiben über viele Jahre.

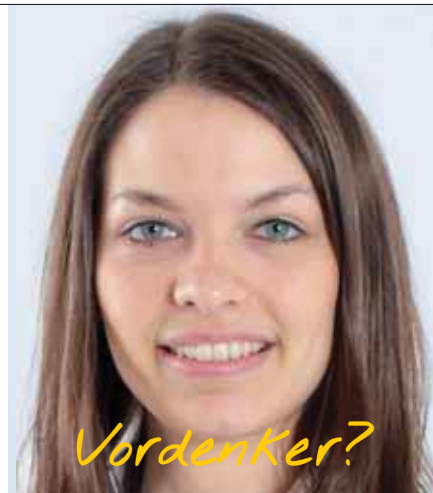


*Winfried Keppler,
Geschäftsführer ep.*

www.engineering-people.de



Entwickler?



Vordenker?



Teamplayer?

Verbinden Sie Ihre Stärken mit den Impulsen unserer innovativen Ingenieurgesellschaft! Fragen? ep Ulm: 0731 20790-132. ep Stuttgart: 0711 806093-232. ep Mannheim: 0621 178228-712. ep Friedrichshafen: 07541 38870-167.

engineering people. supporting experts.

