



Dissertationsthema

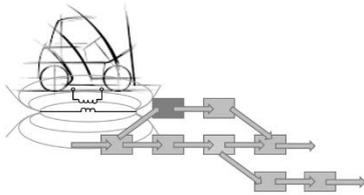
**An approach to potential evaluation of a contactless energy supply infrastructure for occasional recharging in production related, non-automated material handling**

**Patrick L. Fekete**, Assistent Dekanat Technik, [patrick.fekete@dhw-stuttgart.de](mailto:patrick.fekete@dhw-stuttgart.de)

Bearbeitungszeitraum: 03/2013 – 03/2017

Kooperationspartner/Betreuer:

**DHBW Stuttgart, Prof. Dr. Katja Kuhn; Coventry University, Prof Dr Steve Martin**



Die Entwicklung und Integration von E-Mobility Konzepten im öffentlichen und produzierenden Sektor in die bereits bestehende oder geplante Infrastruktur ist eines der beherrschenden Themen der Gegenwart. Die größten Herausforderungen bestehen hierbei im effizienten Design der Systeme hinsichtlich Energieverbrauch und der Energiebereitstellung, so dass sich Forschung und Entwicklung u.A. auf Optimierungen rund um das Thema Batterie fokussieren. Hierzu zählen die Integration einer entsprechenden

Batterieladeinfrastruktur, Ladezyklusoptimierung und die Erzielung von Kostenreduktionen.

Das Konzept der Gelegenheitsladung beschäftigt sich mit der Bereitstellung zusätzlicher Prozessenergie durch kontaktlose Energieübertragung. Im Bereich der Produktion soll durch die optimierte Allokation von kontaktlosen Batterieladestationen zusätzliche Energie für elektrisch betriebene, führungsgesteuerte Flurförderfahrzeuge zur Verfügung gestellt werden. Die Integration der Ladeinfrastruktur basiert auf einer störungsfreien, prozessorientierten Integration, so dass bestehende Förderprozesse und darin befindliche Prozesssequenzen zur Gelegenheitsladung genutzt werden ohne die bestehenden Prozessabläufe zu verändern oder zu unterbrechen.

Bestehende Modelle aus dem Bereich elektrisch betriebener Straßenfahrzeuge zur Allokation elektrischer Batterieladeinfrastrukturen zielen auf die wirtschaftlich maximale Nachfragedeckung ab, welche durch die Reichweitenanforderungen der Fahrzeuge definiert ist. Untersuchungen im Bereich der Gelegenheitsladung in der industriellen Produktion zeigen die Notwendigkeit einer abweichenden Nachfragedefinition. Demnach sind materialfördernde Prozesssequenzen unter Berücksichtigung der Möglichkeit zur Gelegenheitsladung als Potentiale für Systemoptimierungen sowie zur Steigerung der Systemeffizienz zu bewerten. Dieser neuartige Ansatz ändert die Betrachtungsweise der Nachfragedeckung von der Definition als Aufwand zur Bewertung als Potential zur Realisierung zusätzlicher Systemverbesserungen. Das entwickelte Forschungsmodell greift Schwächen bestehender Modelle sowie deren Forschungsempfehlungen auf, untersucht den Einfluss einer funktionsbasierten Deckungsdefinition und integriert detaillierte, reale Energieverbrauchswerte sowie Prozessinformationen.

Die empirischen Studien der Forschungsgruppe beinhalten die Aufzeichnung und Untersuchung von Prozess-, Energie- und Leistungskennzahlen im Bereich von führungsgesteuerten Warentransportsystemen. Dabei bilden detaillierte Verbrauchsanalysen, basierend auf standardisierten Energieverbrauchsfunktionen (SECA = Standardised Energy Consumption Activity), wie auch Prozessanalysen wesentliche Bestandteile des Forschungsmodells. Darauf aufbauende Simulationen ermöglichen die Untersuchung von prozess- und verbrauchsbezogenen Eigenschaften des produktionsbedingten Warentransportes, die durch die Integration einer intelligenten Infrastruktur zur Energiebereitstellung grundlegende Optimierungspotentiale hinsichtlich der Systemkonzipierung erschließt. Durch die Analyse von Prozess- und Systemeigenschaften werden die Potentiale zur Integration einer stationären, kontaktlosen Energiebereitstellungsinfrastruktur untersucht. Auf Basis einer intelligenten, prozessbasierten Integration werden anschließend deren ökonomische und ökologische Auswirkungen auf die System-Energiebilanz beleuchtet. Der Aufbau der Forschungsstudie ist in mehrere Schritte unterteilt. In den ersten drei Schritten werden grundlegende Energie- und Prozessdaten mit Einfluss auf die Effizienz der Systemoptimierung gesammelt, aufbereitet und analysiert. Durch umfangreiche Simulationen verschiedener Systemnutzungen und -

beanspruchungen werden Rückschlüsse auf die Systembeeinflussung ermöglicht, so dass anschließende Sensitivitätsanalysen Optimierungspotentiale erschließen.

Erste Fallstudien zur Integration einer Batterieladeinfrastruktur zur Gelegenheitsladung von Flurförderfahrzeugen in der Linienfertigung zeigten eine positive Erhöhung der Prozessenergie. Weitere Verbesserungen hinsichtlich der verfügbaren Prozessenergie konnten durch Prozesssimulationen zur Optimierung der Ladeinfrastrukturallokation erreicht werden, die in einer Erhöhung der Batterieenergie um bis zu 60% resultierten. Durch die Erhöhung der nutzbaren Batterie-Energie können vorzuhaltende Batteriekapazitäten und damit verbundene Systemkosten um bis zu 45% reduziert werden.

Durch die Nutzung eines kontaktlosen, auf Induktion basierenden Energieübertragungssystems zeigte sich eine erhöhte Emission von CO<sub>2</sub> von +6,89%, welche maßgeblich auf der verminderten Übertragungseffizienz dieser technischen Energieübertragungsvariante beruht.

### **Begleitende Publikationen:**

1. Fekete, P., Martin, S., Kuhn, K. and Wright, N. (2014) 'The status of energy monitoring in science and industry by the example of material handling processes'. *Business, Management and Education* (12), 213-227
2. Fekete, P., Martin, S., Kuhn, K. and Wright, N. (2015) 'Kontaktlose Energieübertragung im produktionsbezogenen Warentransport – Prozess- und Standardverbrauchsanalysen als Grundlage zur Bewertung von Integrationspotentialen'. *Horizonte* (45), 14-16
3. Fekete, P., Lim, S., Martin, S., Kuhn, K. and Wright, N. (2015) 'Combined energy and process simulation to foster efficiency in non-automated material handling system design'. *Studies in Engineering and Technology* (3), 28-39
4. Fekete, P. and Martin, S. (2016) *An approach to potential evaluation of contactless energy supply infrastructure for occasional recharging in production related, non-automated material handling*. Unpublished poster presentation at 'CU Research Symposium'. Held 24 February 2016 at Coventry University
5. Fekete, P. (2016) *Energie und ihre Potentiale im intralogistischen Materialfluss – am Beispiel kontaktloser Gelegenheitsladung. Energy and its potentials within intralogistic material handling – by the example of contactless occasional charging. '14. Loerracher Logistik Forum – Innovationen in Logistiktechnik und Logistikmanagement'*. Presentation, 22 April 2016. Loerrach, Germany
6. Fekete, P., Martin, S., Kuhn, K. (2016) Potentiale kontaktloser Batterieladung im führergesteuerten Materialfluss. Potentials of contactless battery recharging in man-guided material handling. 'Stuttgart Research Forum'. Poster presentation, 12 May 2016. Stuttgart, Germany
7. Fekete, P., Martin, S., Kuhn, K. and Wright, N. (2016) *Contactless energy supply for occasional recharging in production related, non-automated material handling*. 'Energy Systems Conference'. Poster presentation, 14./15. Juni 2016. London, United Kingdom
8. Fekete, P., Lim, S., Martin, S., Kuhn, K. and Wright, N. (2016) 'Improved energy supply for non-road electric vehicles by Occasional Charging Station Location Modelling'. *Elsevier Energy* (114), 1033-1040
9. Fekete, P. (2017) 'An approach to potential evaluation of a contactless energy supply infrastructure for occasional recharging in production related, non-automated material handling'. Dissertationsschrift