

Kurzfassung der Dissertation von Ivan Stoychev:

„Sensorsysteme mit galvanischer Trennung für den Einsatz in E-Mobil Ladesäulen mit erweiterten Möglichkeiten zur robusten Absicherung von Ladevorgängen“

Um die Akzeptanz für die Elektromobilität zu erhöhen, wird zukünftig ein dichtes Netz privater und öffentlicher Ladesäulen benötigt. Der Aufbau und die Realisierung einer solchen Infrastruktur bedarf den Einsatz hoher Investitionen. Das führt u.a. zu der Notwendigkeit zum Entwurf kostengünstiger und robuster Energieerfassungssysteme zur möglichst genauen Erfassung und Abrechnung der geladenen Energiemengen.

Damit die Funktionen zukünftiger Energieerfassungssysteme genau definiert werden können, werden in dieser Arbeit zunächst die unterschiedlichen Ladebetriebsarten bzw. Ladesäulentypen vorgestellt. Dabei kann zwischen kabelgebundenen Wechselstrom- und Gleichstrom-Ladesäulen, sowie kabellosen Ladesäulen zum induktiven Laden unterschieden werden. Hier stellt sich heraus, dass aktuell für die Energieerfassung in den verfügbaren AC-Ladesäulen lediglich gewöhnliche Haushaltsstromzähler zum Einsatz kommen. Diese sind insbesondere für den Einsatz in DC-Ladesäulen ungeeignet. Dort werden spezielle Stromzähler benötigt, um den DC-Ladestrom zu erfassen. Bisher eingesetzte Stromzähler werden nur für die Abrechnung der geladenen Energie verwendet und bieten keine Unterstützung bei der Realisierung von Sicherheitsfunktionen an. Vor diesem Hintergrund wird in dieser Arbeit ein universelles und neuartiges Systemkonzept beschrieben, welches nicht nur die Abrechnung der verbrauchten Energie in allen Ladesäulentypen übernimmt, sondern auch weitere Eigenschaften für die elektrische Betriebssicherheit beinhaltet.

Die Realisierung moderner Energieerfassungssysteme benötigt hochgenaue A/D-Wandler. Daher werden in der Arbeit die unterschiedlichen Verfahren zur Digitalisierung analoger Signale betrachtet und speziell der Delta-Sigma-A/D-Wandler ($\Delta\Sigma$ -A/D-Wandler) für den Einsatz in einem Ladesäulensystem begründet ausgewählt. Der $\Delta\Sigma$ -A/D-Wandler bietet mehrere Vorteile gegenüber anderen A/D-Wandlern. Der wichtigste ist, dass der Zusammenhang des Bitstroms in Wortbreite und Datenrate erst nach der Datenübertragung über eine galvanische Trennung in der Recheneinheit mit Hilfe von digitalen Filtern festgelegt wird. Somit kann dieser Zusammenhang während der Entwicklungsphase und bei Systemerweiterungen leicht verändert werden. Auf diese Weise wird eine hohe Flexibilität für die Aufgaben in der digitalen Weiterverarbeitung erreicht.

Nach der Analyse verschiedener Systementwürfe wurden einige Schwächen aufgedeckt und deshalb mehrere Optimierungen vorgenommen und nachgewiesen. Dabei wurden diskrete und integrierte Ausführungen des $\Delta\Sigma$ -A/D-Wandlers für den Einsatz in der Sensoreinheit erprobt. Insbesondere bei der Realisierung der Datenübertragung über der galvanischen Trennung stellte sich heraus, dass diese eine Reduzierung der Auflösung eines $\Delta\Sigma$ -A/D-Wandler-Systems bewirken kann. Aus diesem Grund wurden insgesamt drei Ansätze zur Lösung dieses Problems vorgeschlagen. Innerhalb der Recheneinheit zur Datenaufbereitung wurde zusätzlich ein Softwaresystem für die parallele Datenfusion konzipiert. Diese beinhaltete mehrere Funktionsblöcke, die für eine korrekte Berechnung der geladenen Energie benötigt werden. Des Weiteren implementieren diese Blöcke Algorithmen zur Detektion von Fehlerzuständen, die die elektrische Sicherheit betreffen. Die neuen Ansätze zeigen insgesamt eine deutliche Verbesserung der Systemfunktionalität für moderne Ladesäulen.