**Masterarbeit auf dem Gebiet der Industriellen Informationstechnik**

Name: Bernhard Föllmer

Matrikelnummer: 314258

Fakultät: V

Studiengang: Physikalische Ingenieurwissenschaft

**Thema: PCB Part Recognition for Material Recycling**

Die Rückgewinnung von Edelmetallen, Seltenen Erden und anderen kritischen Rohstoffen aus alten Leiterplatten ist von ökologischer und ökonomischer Bedeutung. Ausgediente Leiterplatten enthalten eine hohe Konzentration kritischer Ressourcen in ihren elektronischen Bauteilen, die über verkettete Recyclingschritte (z.B. Schreddern, dann Einschmelzen) verarbeitet werden. Dabei werden jedoch aus wirtschaftlichen sowie aus verfahrensbedingten, thermodynamischen und physischen Gründen nicht alle bedeutsamen Materialien zurückgewonnen. Höhere Wertstoffrückgewinnungsquoten könnten durch einen vorgelagerten Materialidentifikations- und -demontageprozess erzielt werden, der jedoch bisher aus Aufwandsgründen nicht realisiert wurde. Solch ein Verfahren würde auch das Reuse von Komponenten und das Upgraden von Elektroniksystemen unterstützen.

Im Rahmen dieser Arbeit soll ein Software-Demonstrator zur automatisierten Auswertung von 2D-Bilddaten von Leiterplatten hinsichtlich der verbauten Teile und Materialien entwickelt werden. Dazu soll ein Datenfusionsmodell zur Bauteilerkennung und Klassifizierung entworfen und implementiert werden. Das Datenfusionsmodell integriert verschiedene Algorithmen mit dem Ziel der Merkmalsgenerierung für Bauteilpackages. Die Merkmale bzw. Features (z.B. Bauteilform, -farbe oder –frequenzspektrum) ermöglichen die Umsetzung einer Packageklassifizierung und somit den Vergleich mit Referenzbauteilen in einer Datenbank.

In einem zweiten Schritt soll ermittelt werden, welche Bauteile sich in den erkannten Packages befinden. Dazu sind OCR-Verfahren (Optical Character Recognition-Verfahren) zur Auswertung der Packagebeschriftungen einzusetzen.

Mittels erkannter Bauteilpackages soll ein sog. Life-cycle-inventory-Platinenmodell automatisch generiert werden, welches mittels ILCD-Format (International Reference Life Cycle Data System Format) in LifeCycle Assessment-Software (z.B. GaBi, openLCA) eingelesen werden kann. Durch das Life-cycle-inventory-Modell soll die Menge an Ressourcen abgeschätzt werden, die sich in den erkannten elektronischen Bauteilen befindet.

Folgende Aufgabenpakete sind im Rahmen der Masterarbeit zu bearbeiten:

1. Recherche des Standes der Technik zum Materialrecycling sowie zur Objekterkennung mittels Bildanalyseverfahren:

* Merkmalsgenerierung
* Bauteilklassifikation
* Decision-Fusion

1. Konzeptentwurf für den Bauteil- und Materialerkennungsprozess sowie der zu verwendenden Elemente (Informationen, Daten, Systeme und Algorithmen)
2. Erstellung einer Datenbank für eine Auswahl von Bauteilpackages der Baugruppe Arduino Due und Zuordnung von LCI-Modellen (LifeCycle Inventory) aus LCA-Datenbanken (LifeCycle Assessment)
3. Implementierung von Algorithmen zur Merkmalsgenerierung und Integration in ein Datenfusionsmodell
4. Implementierung von Algorithmen zur Bauteilklassifikation mit Auswahl einer geeigneten Decision-Fusion-Technik zur Bauteilzuordnung
5. Testreihen und Evaluierung von OCR-Verfahren zur Schrift- und Bauteilerkennung
6. Umsetzung eines Software Demonstrators für den Bauteil- und Materialerkennungsprozess mit Exportmöglichkeit für ILCD-Dateien
7. Diskussion der Ergebnisse hinsichtlich des Nutzenpotentials

Die Arbeit ist in ständigem Kontakt mit den betreuenden Assistenten Herr Dipl.-Ing. Hendrik Grosser (Fraunhofer IPK) und Frau Dr.-Ing. Perrine Chancerel (Fraunhofer IZM) durchzuführen.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Prof. Dr.-Ing. Rainer Stark

Der Empfang der Aufgabenstellung und das Einverständnis mit der Überlassung zweier Exemplare der Ausarbeitung an das Fachgebiet werden hiermit bestätigt.

Berlin, 18. November 2014

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Bernhard Föllmer