Einsatz der RFID Technologie zur Bestimmung des Heizwertes in der Abfallaufbereitung

Tobias Ziep, Peter Krehahn, Volker Wohlgemuth

HTW Berlin
Fachbereich 2 – Ingenieurwissenschaften 2
Betriebliche Umweltinformatik
Wilhelminenhofstraße 75A
12459 Berlin
tobias.ziep@htw-berlin.de
peter.krehahn@htw-berlin.de
volker.wohlgemuth@htw-berlin.de

Abstract: An einem praktischen Beispiel wird gezeigt, wie die RFID Technologie in Schüttgut dazu beitragen kann, die Prozesstransparenz und Ressourceneffizienz zu steigern. Dazu werden zunächst technische Aspekte umrissen, das ungewöhnliche Einsatzgebiet erläutert und die Problematik der durch RFID-Tag-Eintrag veränderten Abfallströme diskutiert. Anschließend wird ein Fallbeispiel der Untersuchung einer Abfallaufbereitungsanlage vorgestellt. Das Ziel ist die zeitliche Bestimmung des Heizwertes des Endproduktes für einen optimierten Einsatz. Dazu werden die Prozesse im Aufbereitungsprozess kurz skizziert und die Funktionsweise einer zu entwickelnden automatischen, softwaregestützten Lösung vorgestellt. In einem ersten Testlauf wird festgestellt, dass eine RFID-Erfassung in heterogenen Abfallströmen funktioniert, die Leseeigenschaften hingegen noch verbesserungswürdig sind.

1 Einleitung

Der effiziente Einsatz von Rohstoffen und Energie liegt im Interesse eines jeden Unternehmens. Zum einen lassen sich dadurch Kosten einsparen und unnötige Umweltbelastungen vermeiden. Die Schwierigkeit liegt oft bei der Aufdeckung von Einsparpotenzialen bzw. an den mangelnden Ressourcen, um entsprechende Prozessanalysen bestehender Prozesse durchzuführen [DLW07]. Der optimale Zustand ist ein vollständig transparenter Prozess, der durch aktuelle Daten gesteuert werden kann. Eine Möglichkeit, Prozesse transparenter zu gestalten, ist der Einsatz der RFID-Technologie. Im Rahmen des Forschungsvorhabens MOEBIUS[1] wird ein Projekt zur Erprobung des Einsatzes der RFID-Technologie im praktischen Versuch bei einem mittelständischen Abfall aufbereitendem Unternehmen durchgeführt.

[1] http://moebius.htw-berlin.de/

erschienen im Tagungsband der INFORMATIK 2011
Lecture Notes in Informatics, Band P192
ISBN 978-3-88579-286-4
weitere Artikel online:
http://informatik2011.de/519.html

Das Projekt MOEBIUS beschäftigt sich allgemein mit der digitalen, mobilen Erfassung von umweltrelevanten Daten in kleinen und mittleren Unternehmen, um Medienbrüche zu vermeiden und damit eine leicht zu erschließende Datenquelle anzubieten [WKZ10]. Neben Wasser- und Energieverbrauchsdaten stehen, wie in dem hier vorgestellten Fallbeispiel relevant, Prozess- und Stoffstromdaten zur ökologischen und ökonomischen Prozessoptimierung im Fokus.

2 Theoretische Betrachtungen

Die schwierigen Umfeldbedingungen in einem Abfallaufbereitungsprozess erfordern eine sorgfältige Evaluation der Fähigkeiten der unterschiedlichen RFID-Technologien. Um eine ausreichende Lesequalität zu gewährleisten, wurde mit einem technischen Berater einer externen Firma die Ultrahochfrequenz-Technologie (im Folgenden UHF-Technologie) ausgewählt, da sie die höchsten Lesereichweiten ermöglicht. Ein Nachteil der UHF-Technologie sind "störenden Reflexion des Antennenfeldes an Metallen, Flüssigkeiten und anderen Materialien" [Bi06]. Diesem Problem wurde baulich mit einem umschließenden Tunnel und zwei unabhängigen Antennen begegnet. Der Preis für eine Gesamtlösung der UHF-Technologie ist im Vergleich zur Niedrigfrequenz- (NF) und Hochfrequenztechnologie (HF) hoch [Sc10]. Bei den eingesetzten Mengen an RFID-Tags bei guter Lesequalität ist der preisliche Faktor aber eher unwichtig.

Das klassische Anwendungsgebiet der RFID-Technologie ist die Logistik bzw. Warenwirtschaft [Bi06]. Die Anwendung von RFID-Tags in Schüttgut hingegen ist ein kaum untersuchtes Feld. Bisher wurde im Rahmen einer Dissertation untersucht, wie eine Rückverfolgung von Lebensmitteln am Beispiel von Getreide mittels der RFID-Technologie bewerkstelligt werden kann [Be07]. Inwieweit Getreide als homogenes Schüttgut mit sehr heterogenen Abfällen vergleichbar ist, bleibt zu untersuchen. Hier sind vor allem die statistischen Betrachtungen interessant - so zum Beispieln die minimal benötigte Menge der einzubringenden RFID-Tags, um sichere Aussagen treffen zu können.

Ein kritisch zu betrachtender Punkt bei dieser Untersuchung ist die Produktion von Abfall durch die Untersuchung selbst. Da es sich bei RFID-Tags um elektronische Teile handelt, muss hier besonderes Augenmerk auf die Konsequenzen gelegt werden. Laut Umweltbundesamt bestehen RFID-Tags hauptsächlich aus Kunstoffen und enthalten u.a. Kupfer, Silber, Aluminium und Nickel (vgl. [EH09], S. 22). Ein massenhafter Eintrag dieser Stoffströme, wie er in Zukunft zu erwarten ist, kann die Recyclingprozesse negativ beeinflussen. Hier sind vor allem das Glas- und Weißblechrecycling zu erwähnen (ebd. S. 37ff und S. 59ff). Für den untersuchten Sachverhalt sind aber vor allem die Auswirkungen bei der Verbrennung von RFID-Tags in Ersatzbrennstoffen von Bedeutung. Es ist möglich, dass sich dadurch die Metallanteile in der Schlacke erhöhen. Sollten sie nicht zurückgewonnen werden können, gehen diese Wertstoffe verloren und die Schlacke kann nicht mehr als Ersatzbaustoff eingesetzt werden (vgl ebd. S.67ff). Es ist aber davon auszugehen, dass nur ein sehr kleiner Anteil dieser Metalle auf diesem Weg in die Deponie gelangt. Daher sind die negativen Einflüsse des Eintrags von RFID-Tags „mit großer Wahrscheinlichkeit zu vernachlässigen" (ebd. S.70).

3 Fallbeispiel

Der beschriebene RFID-Ansatz wird beim Kooperationspartner in der Praxis erprobt, da ein transparenter Prozess für diesen enorme Vorteile beinhaltet. Beim Partner werden verschiedenste Industrie- und Haushaltsabfälle in mehreren Bearbeitungslinien für die thermische Verwertung in Kraftwerken aufbereitet. An einer dieser Aufbereitungsanlagen soll mit Hilfe von RFID-Chips der Weg der Abfälle nachvollzogen und so eine Optimierung des Heizwerts des Endprodukts erreicht werden. Dazu sollen die Abfalllieferungen, die von vielen verschiedenen Lieferanten stammen und sehr unterschiedlich sein können, mit RFID-Chips versehen werden. Hierbei werden Abfallherkunft und Abfallart sowie die RFID-Identifikationsnummern erfasst. Im Aufbereitungsprozess wird dann ein RFID-Lesegerät positioniert, das die RFID-Tags liest. Die resultierenden Daten werden anschließend verarbeitet und zur Bestimmung des Heizwerts des Endprodukts genutzt. Zu diesem Zweck werden zwei Softwareprodukte entwickelt. Eine Verwaltungssoftware zur Erfassung von Abfallladungen und Auswertung der Ergebnisse und eine zweite Software zur Steuerung der Lesegeräte und zur Übermittlung der Daten. Die beiden Softwareteile werden auf der gleichen Datengrundlage arbeiten.

3.1 Prozessbeschreibung

Bei Ankunft einer Abfalllieferung wird eine entsprechende Menge RFID-Tags an einem Desktop-PC eingelesen und mit Lieferantendaten verknüpft. Zusätzlich erfolgt eine Sichtkontrolle und Einordnung zu vorher definierten Abfallkategorien. Zu den einzelnen Lieferanten und Abfallkategorien werden durchschnittliche Heizwerte im Labor ermittelt, die später zu statistischen Auswertungen verwendet werden.

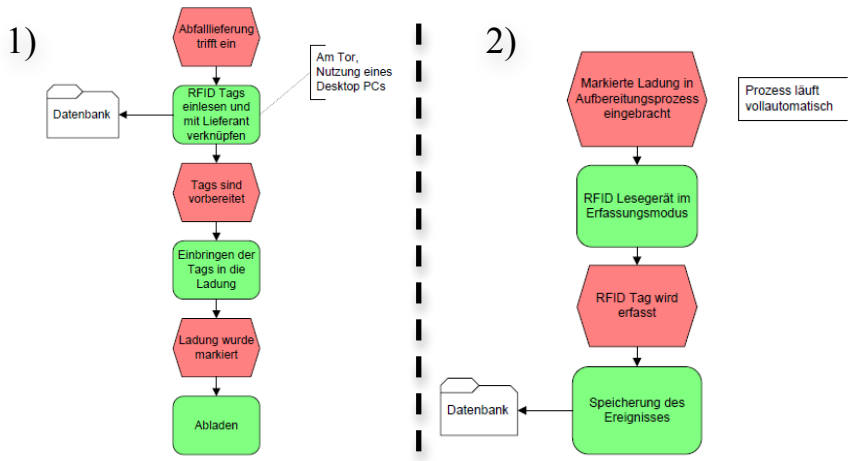

Abbildung 1: Prozessbeschreibungen

Nachdem die Tags erfasst wurden, müssen sie in die Lieferung eingebracht werden. Anschließend wird die Ladung an der dafür vorgesehenen Stelle abgeladen (vgl. Abbildung 1, Nummer 1). Der Erfassungsprozess in der Aufbereitungslinie läuft vollautomatisch. Das RFID-Lesegerät löst bei Erkennung eines RFID-Tags ein Ereignis aus. Die Identifikationsnummer wird an eine Steuerungssoftware übermittelt. Diese prüft, ob die Identifikationsnummer zu den erfassten RFID-Tags gehört und speichert diese dann mit Zeitstempel in einer Datenbank (vgl. Abbildung 1 – Nummer 2). Ziel ist es hier aufgrund der statistischen Verteilung der erkannten RFID-Tags, eine Aussage zu treffen, welchen Heizwert das Produkt zu einem bestimmten Zeitpunkt aufweist. Dies wird durch die Anzahl der erkannten Tags und einer Zuordnung zu den entsprechenden Lieferanten bewerkstelligt. Es sollen verschiedene Auswertungen möglich sein. So soll z.B. der momentane Heizwert, der Heizwert zu einem bestimmten Zeitpunkt oder eine Heizwertverteilung über einen bestimmten Zeitraum angezeigt werden können.

3.2 Praktischer Testlauf

Unter Laborbedingungen wurde zuerst geprüft, ob der Leseabstand und die Leserate bei unterschiedlichen Durchlaufgeschwindigkeiten zufriedenstellend sind. Außerdem wurden die gleichen Tests mit beschädigten und verdeckten Tags durchgeführt. Diese ersten Tests verliefen zufriedenstellend und es folgte ein Test unter realen Prozessbedingungen. Dafür wurde das Lesegerät an der dafür vorgesehenen Stelle über dem Laufband montiert und an einen Laptop zur Datenaufnahme angeschlossen (siehe Abbildung 2). Das Testziel war eine grundsätzliche Tauglichkeitsprüfung der RFID-Erfassung in Abfallströmen im realen Einsatzszenario. Weiterhin sollte geprüft werden, welche Formfaktoren und Größen von RFID-Tags die besten Leseergebnisse erzielen. Dieser Test war notwendig, da die RFID-Erfassung im Einsatzszenario unter extrem schwierigen Bedingungen stattfindet. Zum einen müssen die RFID-Tags durch eine Zerkleinerungsmaschine laufen, in der eine Beschädigung sehr wahrscheinlich ist. Zum anderen variieren die Parameter, welche die Lesequalität beeinflussen (Feuchtigkeit, Verdeckung, Metallgehalt, Ausrichtung) je nach verarbeitetem Abfall recht stark.

Abbildung 2: Versuchsaufbau vor Ort

erschienen im Tagungsband der INFORMATIK 2011
Lecture Notes in Informatics, Band P192
ISBN 978-3-88579-286-4
weitere Artikel online:
http://informatik2011.de/519.html

Für den Test wurden von jedem RFID-Tagtyp jeweils vier Sets zu je fünf Tags vorbereitet. Das heißt diese Tags wurden vor dem Versuch mit eindeutigen Nummern beschrieben und pro Set in einem Briefumschlag aufbewahrt. Insgesamt standen vier unterschiedliche RFID-Tagtypen zur Verfügung (siehe Tabelle 1).

RFID Tag	Hesteller	Bez.	Maße (mm)	Fläche (mm²)
Typ 1	UPM	208_3	54x34	1836
Typ 2	UPM	202_5	80x40	3200
Typ 3	UPM	211_3	97x15	1455
Typ 4	KSW Microtec	--	90x90	8100

Tabelle 1: Untersuchte RFID-Tags

Tags des Typs 2 konnten in keinem Fall erfasst werden. Auch bei Tags des Typs 4 wurde nur ein Exemplar erfasst. Die etwas kleineren Tagtypen 1 und 3 zeigten bessere Leseergebnisse (siehe Tabelle 2). Die Zeitspanne zwischen Einwurf und Erfassung lag meist bei ein bis zwei Minuten.

RFID Tag	Gesamt	Erfasst	%
Typ 1	20	2	10
Typ 2	20	0	0
Typ 3	20	5	25
Typ 4	20	1	5

Tabelle 2: Leseergebnisse

Grundsätzlich ist zu sagen, dass eine Erfassung von RFID Tags in den untersuchten Abfallströmen möglich ist. Jedoch eignen sich nicht alle Tags gleichermaßen. Das Ergebnis lässt vermuten, dass kleinere Tags besser durch den Abfallaufbereitungsprozess gelangen.

Mit „klein“ ist hier die Fläche gemeint. Die Kantenlängen scheinen dabei keine Rolle zu spielen. Je größer die Tags sind, desto schwerwiegender sind scheinbar die Beschädigungen. Es ist unklar, welchen Effekt die Menge des Abfalls hat, der auf dem Band gerade befördert wird. Bei den Beobachtungen war diese Menge sehr unterschiedlich.

ISBN 978-3-88579-286-4

4 Fazit und Ausblick

Die Untersuchung hat gezeigt, dass es theoretisch möglich ist, die Transparenz in automatisierten Prozessen mit Hilfe statischer RFID-Lesegeräte und mobiler RFID-Tags zu erhöhen. Die Erfassung von RFID-Tags in einer Abfallaufbereitungsanlage stellt durch die Zerkleinerungsschritte gewisse Anforderungen an die Technik. Eine sorgfältige Auswahl der RFID-Tags ist erforderlich. Durch die recht frühe Phase der Untersuchungen kann noch keine Aussage über die Tauglichkeit der zu entwickelnden Software getroffen werden. Ein Problem, welches noch gelöst werden muss, ist die Lesequalität der durchlaufenden RFID-Tags. Mögliche zu optimierende Parameter sind hier der Leseabstand, die Abstrahlleistung des RFID-Lesegerätes und die Größe der RFID-Tags. Diese Optimierungen erfordern erneute Testläufe vor Ort.

Es ist weiterhin denkbar, mehrere RFID-Lesegeräte an verschiedenen Stellen im Prozess zu installieren, um ein erhöhtes Prozessverständnis zu erlangen.

Sollte sich bei einer Nachuntersuchung eine deutliche Verbesserung der Leseeigenschaften ergeben, ist im nächsten Schritt die Software zu entwickeln und im laufenden Betrieb einzusetzen. Die Ergebnisse können dabei mit Hilfe eines in der Anlage verbauten optischen Scanners, der durch eine Materialerkennung Rückschlüsse auf den Heizwert zulässt, validiert werden.

Danksagung

Dieses Problemstellung wird im Rahmen des BMBF geförderten Projekts MOEBIUS (FKZ 17N2109) bearbeitet. Die Autoren bedanken sich für die Unterstützung.

Literatur

[Be07] Beplate-Haarstrich, L. (2007). Entwicklung eines Korndummies zur direkten Markierung von Getreide mittels Radiofrequenzidentifikation (RFID) als technische Möglichkeit zur Rückverfolgung (Dissertation). Göttingen.

[Bi06] BITKOM. (2006). RFID Guide 2006.

[DLW07] Demir, S., Lotter, M., & Wohlgemuth, V. (2007). Durchführung einer Stoffstromanalyse als Ausgangspunkt für eine Potenzialanalyse mit den Schwerpunkten Material- und Energieeffizienz bei der PanTrac GmbH. in V. Wohlgemuth, Berichte aus der Umweltinformatik. Aachen: Shaker Verlag.

[EH09] Erdmann, L., & Hilty, L. (2009). *Einfluss von RFID-Tags auf die Abfallentsorgung.* Umweltbundesamt.

[Sc10] Schlaudraff, A. (2010). *RFID-Technologie und Potenziale zur Vermeidung von Abfällen.* Smart-TEC GmbH & Co. KG.

[WKZ10] Wohlgemuth, V., Krehahn, P., & Ziep, T. (2010). Mobile Anwendungen als Datenquelle für das Stoffstrommanagement. *Informatik 2010 - Proceedings.* Leipzig: Gesellschaft für Informatik.