

Schlussbericht

der Forschungsstelle(n)

1, Lehrstuhl für Forstliche Arbeitswissenschaft und Angewandte Informatik

zu dem über die



im Rahmen des Programms zur
Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF)

vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

geförderten Vorhaben **16085N**

***Optimierung der Informationsflüsse in der Wertschöpfungskette Holz durch den Einsatz
von RFID für elektronische Lieferscheine und das Lagermanagement***

(Bewilligungszeitraum: 01.06.2009 - 31.05.2011)

der AiF-Forschungsvereinigung

Gesellschaft für Verkehrsbetriebswirtschaft und Logistik (GVB) e.V.

Freisig, 19.11.2011

Ort, Datum

Christian Kaul

Name und Unterschrift des/der Projektleiter(s)
an der/den Forschungsstelle(n)

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Vorwort

Das Forschungsprojekt wurde in enger Zusammenarbeit mit zahlreichen Vertretern aus der Forst- und Holzbranche durchgeführt. Allen Projektpartnern sei an dieser Stelle für die konstruktive Zusammenarbeit und die Unterstützung der Forschungsarbeit gedankt.

Im Rahmen des Projekts wurden zwei Studienabschlussarbeiten vergeben. Herr Florian Fischer hat seine Master's Thesis „Der Einsatz von RFID für elektronische Lieferscheine und das Lagermanagement“ bereits erfolgreich abgeschlossen. Herr Philipp Falk wird seine Bachelor's Thesis zum Thema „Technische Umsetzung von digitalen Informationsflüssen in der Rundholzbereitstellung“ in den nächsten Monaten abschließen. Beide Studenten haben das Forschungsprojekt sehr unterstützt und mit ihren Abschlussarbeiten zu dem vorliegenden Bericht mit beigetragen.

Großer Dank gilt den Mitgliedern des Projektbegleitenden Ausschuss, die das Projekt stets unterstützt haben und viele wertvolle Ideen und Anregungen beigesteuert haben.

Projektleitung

Dipl.-Ing silv. Univ. Christian Kaul
Lehrstuhl für Forstliche Arbeitswissenschaft und Angewandte Informatik
Technische Universität München
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 2
85354 Freising
Fon +49 8161 7147-58
Fax +49 8161 7147-67
Email kaul@wzw.tum.de
Web www.forst.wzw.tum.de/awinf

Projektfinanzierung (Förderhinweis)

Das IGF-Vorhaben (16085N) der Forschungsvereinigung (Gesellschaft für Verkehrsbetriebswirtschaft und Logistik (GVB) e.V.) wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung und –entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert

Inhalt

1	Zusammenfassung	6
2	Einleitung	7
2.1	Die deutsche Forst- und Holzwirtschaft	7
2.2	Die Logistik der Rundholzbereitstellung	7
2.3	Stand des Wissens.....	8
2.4	Projektziele	12
3	Status quo, Probleme und Schwachstellen	13
3.1	Polterkennzeichnung im Wald	13
3.2	Rundholztransport zum Sägewerk	14
3.3	Zwischenlagerung auf dem Rundholzplatz	15
4	Konzept zur Verbesserung des Informationsflusses	19
4.1	Polterkennzeichnung im Wald	19
4.2	Rundholztransport zum Sägewerk	20
4.3	Zwischenlagerung auf dem Rundholzplatz	21
5	Rechtliche Rahmenbedingungen	22
5.1	Allgemeine Grundlagen	22
5.2	Transportdokumente bei Rundholztransporten.....	23
5.3	Das elektronische Transportdokument im rechtlichen Kontext.....	24
5.4	Lieferscheine bei Rundholztransporten	25
5.5	Der elektronische Lieferschein im rechtlichen Kontext	26
5.6	Fazit.....	26
6	Technische Anforderungen	28
6.1	Hardware.....	28
6.1.1	Mobile Datenerfassungsgeräte	28
6.1.2	Transponder zur Polterkennzeichnung im Wald	29
6.1.3	Transponder zur Fahrenkennzeichnung im Sägewerk.....	29
6.2	Software	30
6.2.1	Lastenheft: „MobileForst@RFID“	30
6.2.2	Lastenheft: „Rundholzlager@RFID“	34

7	Laborversuche zur Auswahl geeigneter Transponder.....	37
7.1	Messung der theoretischen Lesereichweite.....	37
7.1.1	Das Messsystem „Voyantic Tagformance“.....	37
7.1.2	Methodik.....	39
7.1.3	Ergebnisse.....	42
7.2	Messung der tatsächlichen Lesereichweite.....	46
7.2.1	Methodik.....	46
7.2.2	Ergebnisse.....	48
7.3	Fazit.....	49
8	Funktionsweise der entwickelten Softwarelösung.....	50
8.1	Software „MobileForst@RFID“.....	50
8.1.1	Funktion: Polteraufnahme und Datenspeicherung auf dem Poltertransponder.....	51
8.1.2	Elektronisches Frachtpapier erstellen.....	56
8.1.3	Elektronischen Lieferschein versenden.....	59
8.1.4	Datenverarbeitung im Sägewerk.....	60
8.2	Software Rundholzlager@RFID.....	61
9	Praxistest.....	64
9.1	Ziel.....	64
9.2	Vorgehensweise.....	64
9.3	Erkenntnisse.....	71
9.4	Fazit.....	73
10	Kosten-Nutzen-Betrachtung.....	74
10.1	Kosten.....	74
10.2	Nutzen.....	77
10.3	Fazit und Handlungsempfehlung.....	79
11	Literaturverzeichnis.....	80

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Polterkennzeichnung in der Praxis (Quelle: Fischer 2011)	13
Abbildung 2: Rundholzzwischenlager und Rundholzaufgabe im Sägewerk.....	16
Abbildung 3: Ladefahrzeuge für den betriebsinternen Rundholztransport	17
Abbildung 4: Zwischengelagerte LKW-Fuhre mit Beschriftung.....	17
Abbildung 5: Befestigung der Transponder während der Messungen	41
Abbildung 6: Übersichtsmessung Tagformance (Frequenzbereich: 800-1000 MHz; Intervall: 5 MHz)	43
Abbildung 7: Messergebnisse Tagformance (Frequenzbereich: 860-875 MHz; Intervall: 1 MHz)	45
Abbildung 8: Leserate in Abhängigkeit von der Leseentfernung; Inlay „G-Inlay“ bei 0,5 Watt ERP (links) und 2 Watt ERP (rechts)	48
Abbildung 9: Leserate in Abhängigkeit von der Leseentfernung; Inlay „Sqiggle Inlay 9640“ bei 0,5 Watt ERP (links) und 2 Watt ERP (rechts)	48
Abbildung 10: Leserate in Abhängigkeit von der Leseentfernung; Inlay „AD-843“ bei 0,5 Watt ERP (links) und 2 Watt ERP (rechts)	49
Abbildung 11: Startbildschirms (Screenshot aus <i>MobileForst@RFID</i>).....	50
Abbildung 12: Menü zur Aufnahme der Polterdaten, Registerkarte 1 (Screenshot aus <i>MobileForst@RFID</i>)	51
Abbildung 13: Menü zur Aufnahme der Polterdaten, Registerkarte 2 (Screenshot aus <i>MobileForst@RFID</i>)	52
Abbildung 14: Menü zur Aufnahme der Polterdaten, Registerkarte 3 (Screenshot aus <i>MobileForst@RFID</i>)	53
Abbildung 15: Menü zur Aufnahme der Polterdaten, Registerkarte 4 (Screenshot aus <i>MobileForst@RFID</i>)	54
Abbildung 16: Datenübertragung auf den Transponder (Tag) (Screenshots aus <i>MobileForst@RFID</i>)	55
Abbildung 17: Datenübertragung auf das MDE-Gerät des LKW-Fahrers (Screenshots aus <i>MobileForst@RFID</i>)	56
Abbildung 18: Menüs zur Aufnahme der Polterdaten, Registerkarten 4 und 5 (Screenshots aus <i>MobileForst@RFID</i>)	57
Abbildung 19: Übersicht über gespeicherte Frachtpapiere (Screenshot aus <i>MobileForst@RFID</i>)	58
Abbildung 20: Datenübertragung an das Sägewerk (Screenshot aus <i>MobileForst@RFID</i>)	59
Abbildung 21: Screenshot aus der entwickelten Wareneingangssoftware.....	60
Abbildung 22: Benutzeroberfläche (Screenshot aus <i>Rundholzlager@RFID</i>).....	61

Abbildung 23: Menü zur Eingabe der Speicherorte (Screenshot aus Rundholzlager@RFID)	62
Abbildung 24: Benutzeroberfläche mit Leseergebnis (Screenshot aus Rundholzlager@RFID)	62
Abbildung 25: Poltertransponder am Holz befestigt und mit Sprühfarbe markiert...	64
Abbildung 26: Mit Transponder markierter Polter im Wald	66
Abbildung 27: Datenübertragung auf den Poltertransponder.....	67
Abbildung 28: Transponderetikett zur Fuhrenkennzeichnung auf dem Rundholzplatz	69
Abbildung 29: Kennzeichnung der Fuhre auf dem Rundholzplatz mit einem Transponderetikett	70
Abbildung 30: Auslesen der Transponderetiketten auf dem Rundholzplatz.....	72

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Transponderinlayauswahl für die Versuche zur theoretischen Lesereichweite (Bildquelle: Printronix Deutschland GmbH)	40
Tabelle 2: Transponderauswahl für die Versuche zur tatsächlichen Lesereichweite (Bildquelle: Printronix Deutschland GmbH)	47
Tabelle 3: Kenndaten der im Praxistest verwendeten Poltertransponder	65
Tabelle 4: Kenndaten der RFID-Etiketten für den Rundholzplatz	68

1 Zusammenfassung

Der Strukturwandel in der Holzwirtschaft hin zu industriellen, hochproduktiven Großsägewerken führt zu steigenden Anforderungen im Bereich der Rundholzversorgung. Die Ansprüche an die Rundholzlogistik nehmen kontinuierlich zu. Ein durchgängiger und fehlerfreier Informationsfluss gewinnt zunehmend an Bedeutung. Die Rundholzbereitstellung von Massensortimenten ist derzeit jedoch durch einen fehleranfälligen Informationsfluss gekennzeichnet.

Der Gesamtprozess gliedert sich in die Prozessschritte Poltermarkierung, Rundholztransport zwischen Wald und Werk sowie innerbetriebliche Zwischenlagerung auf dem Rundholzplatz mit anschließendem Transport zur Vermessungsanlage. Zunächst wurde der Status quo der Informationsflüsse vom Polter im Wald bis zur Vermessungsanlage im Sägewerk beschrieben und die Schwachstellen analysiert. Auf Basis der Erkenntnisse wurde ein Konzept für den Einsatz von Transpondern zur Polterkennzeichnung sowie zur Kennzeichnung der Fuhren auf dem Rundholzplatz entwickelt. Das Kernelement bildet ein elektronischer Lieferschein, der eine Weitergabe der vom Poltertransponder übernommenen Daten an das Sägewerk ermöglicht. Im Sägewerk zwischengelagerte Fuhren werden mit einem Transponderetikett markiert, was eine sichere Identifikation der Fuhre bei der späteren Vermessung ermöglicht.

Dieses Konzept wurde im Rahmen eines Praxistests umgesetzt. Dazu wurden Demo-Softwareversionen entwickelt, mit denen es möglich war, den Informationsfluss entlang der gesamten Prozesskette praktisch umzusetzen. Es wurden umfangreiche Laborversuche durchgeführt, um möglichst leistungsfähige Transponder für den Testeinsatz auszuwählen. Im Rahmen des Praxistests konnte die technische Machbarkeit nachgewiesen und demonstriert werden. Durch den Einsatz von elektronischen Lieferscheinen ist es gelungen, einen durchgängigen digitalen Informationsfluss vom Polter im Wald bis zur Vermessungsanlage im Sägewerk, auch im Falle einer Zwischenlagerung, zu realisieren.

Die Kosten-Nutzen-Betrachtung zeigt, dass von einer grundsätzlichen Wirtschaftlichkeit des Verfahrens ausgegangen werden kann. Ein erster Einstieg in die Nutzung der neuen Technik ist bereits mit geringem finanziellem Aufwand möglich und kann schrittweise erfolgen. Der Nutzen ist für alle Beteiligte klar darstellbar. Daher kann die Handlungsempfehlung gegeben werden, das entwickelte Konzept auf Basis der Projektergebnisse umzusetzen.

Das Ziel des Vorhabens wurde erreicht.

2 Einleitung

2.1 Die deutsche Forst- und Holzwirtschaft

Die Situation der Forst- und Holzbranche hat sich in den letzten Jahren grundlegend geändert. Der Strukturwandel in der Holzwirtschaft hin zu industriellen, hochproduktiven Großsägewerken führt zu steigenden Anforderungen im Bereich der Rundholzversorgung. Die Ansprüche an die Rundholzlogistik nehmen kontinuierlich zu. Kriterien wie Termintreue, minimale Durchlaufzeiten und erhöhte Flexibilität gewinnen dabei zunehmend an Bedeutung. Dies bedingt wiederum eine deutliche Intensivierung der Koordination und Kommunikation zwischen den beteiligten Partnern, wodurch die Disziplin der Logistik innerhalb der Wertschöpfungskette Holz (WSK Holz) eine zentrale Stellung einnimmt. Ein stärkerer Einsatz moderner Informations- und Kommunikationstechnologien (IuK) wird in Zukunft unverzichtbar werden.

2.2 Die Logistik der Rundholzbereitstellung

Der Holzbereitstellungsprozess ist in Deutschland derzeit durch zwei wesentliche Verfahrensvarianten gekennzeichnet. Bei dem Holzverkauf „frei Waldstraße“ wird der Transport zu den Betrieben der Holzindustrie vom Käufer (z. B. einem Sägewerk) organisiert. Der Eigentumsübergang erfolgt an den Holzlagereinheiten (Poltern) an der Waldstraße, wo ein Holzeinkäufer das Rundholz abnimmt und als gekauft markiert. Die andere Variante ist der Verkauf „frei Werk“. In diesem Fall wird der Transport durch den Lieferanten (Waldbesitzer) organisiert. Der Eigentumsübergang erfolgt dabei am Werkseingang. Verfahrensvarianten, bei denen Rundholzspediteure als Zwischenhändler auftreten, spielen derzeit nur eine untergeordnete Rolle.

Im Falle der Lieferung „frei Waldstraße“ verfügt das abnehmende Werk quasi über ein temporäres, externes Lager im Wald. Die Besonderheit dabei ist, dass die Holzmengen, die sich in diesem externen Lager befinden, erst durch die Anlieferung mit dem Rundholz-LKW für die Produktion verfügbar werden. Die Lieferung „frei Werk“ wird in der Regel nur von Groß-Lieferanten wie z. B. der Bayerische Staatsforsten AöR, aber auch von großen Waldbesitzervereinigungen (WBV) angeboten. Dabei erfolgen die Verwaltung der Polter und die Organisation der Abfuhr durch den Lieferanten (Waldbesitzer).

Kennzeichnend für beide Varianten ist allerdings, dass das geerntete Holz als Polter an der Waldstraße zwischenlagert und durch den Waldbesitzer erfasst wird. Es wird mit einer Polternummer sowie weiteren Informationen versehen. Zusätzlich wird ein

Hinweis auf das abnehmende Werk, entweder durch den Holzeinkäufer (Variante „frei Waldstraße“) oder durch den Waldbesitzer (Variante „frei Werk“), angebracht.

Der Rundholzspediteur erhält die Polterinformationen zusammen mit seinem Fuhrauftrag. Darauf basierend wird durch den Frächter ein Frachtpapier bzw. ein Lieferschein erstellt. Der Lieferschein dient der Informationsweiterleitung an den Empfänger. Er übermittelt die Information, zu welchem Kaufvertrag die gelieferte Teilmenge gehört.

Im Werk angekommen, wird das Rundholz teilweise direkt, zum Teil aber auch erst nach einer Zwischenlagerung auf dem Rundholzplatz weiterverarbeitet. Der Verarbeitungsprozess beginnt in der Regel mit der automatischen Vermessung des Rundholzes. Diese Vermessung dient zum einen dazu, die Abschnitte für den weiteren Prozess nach Länge und Stärke zu sortieren, zum anderen hat sie den Zweck, das Volumen und die Qualität des Holzes festzustellen. Das hier ermittelte Volumen wird in der Regel bei der „frei Werk“-Lieferung für die Abrechnung mit dem Waldbesitzer herangezogen. Bei einem Verkauf „nach Waldmaß“, bei dem das vom Waldbesitzer ermittelte Volumen für die Abrechnung genutzt wird, ist das Werksmaß ein wichtiges Kontrollinstrument für die Abnehmerseite.

Daher ist es bei der Vermessung unbedingt erforderlich, das festgestellte Volumen sowie die Qualitätseinstufung dem entsprechenden Auftrag und Lieferanten (Waldbesitzer) zuordnen zu können. Dafür müssen im Fall der sofortigen Verarbeitung die Informationen durch den Frächter fehlerfrei an die Werksvermessung übergeben werden. Muss das Holz zwischengelagert werden, so ist eine Markierung des Holzes erforderlich, die später eine zuverlässige Zuordnung ermöglicht.

2.3 Stand des Wissens

Trotz vieler Vorteile und dem erfolgreichen Einsatz in vielen verschiedenen Logistikanwendungen ist die RFID-Technologie in der Holzbereitstellungskette der deutschen Forst- und Holzbranche noch nicht verbreitet. Jedoch belegen mehrere Forschungsprojekte, dass der Einsatz von RFID in der Forst- und Holzwirtschaft zur Optimierung innerhalb der Prozesskette beitragen und ökonomische Vorteile schaffen kann. Nachfolgend sollen diese Zusammenhänge und Potenziale anhand von Zielen und Ergebnissen aus aktuellen Forschungsprojekten zum Einsatz von RFID in der Forstwirtschaft kurz dargestellt werden.

In den Jahren 2000 bis 2003 wurde das LINESET-Projekt (linking raw material characteristics with industrial needs for environmentally sustainable and efficient)

von der schwedischen Forschungs- und Entwicklungsvereinigung SP Trätek durchgeführt. Ziel des Projektes war es, mit der Entwicklung eines sicheren und automatischen Identifikationssystems den Warenfluss vom Wald bis zum Endverbraucher abzubilden, den Nachweis der Herkunft des Rohstoffes Holz zu ermöglichen und damit seine Nutzung zu verbessern. Dafür wurden verschiedene Techniken zur eindeutigen Kennzeichnung und Verfolgung von Holz mit automatischen Identifikationssystemen, wie RFID, Barcode, Farbkodierung und OCR-Identification (Optical Character Recognition), von der Holzernte bis zur Verarbeitung im Sägewerk angewandt. Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigten, dass die Kennzeichnung von Holz mit Auto-ID-Systemen zu Verbesserungen bei der Holzbereitstellung führt und dadurch die Wertschöpfung in der Forst- und Holzwirtschaft optimiert werden kann (UUSIJÄRVI 2003).

Am Lehrstuhl für Forstliche Arbeitswissenschaft und Angewandte Informatik der TU München wurden in Zusammenarbeit mit verschiedenen Projektpartnern in den Jahren 2004 bis 2009 die AiF-Forschungsprojekte 14186 „Reorganisation der Informations- und Warenflussprozesse in der Holzerntekette mit Hilfe der Transpondertechnologie“ sowie 15247 „Einsatz von Auto-ID-Systemen in der Holzerntekette vom Rundholz bis zum Schnittholz zur Sicherung der Rückverfolgbarkeit und Kontrolle des Materialflusses“ bearbeitet. Beide Projekte wurden vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen "Otto von Guericke" e.V. (AiF) gefördert und im Auftrag der Gesellschaft für Verkehrsbetriebswirtschaft und Logistik e. V. (GVB) durchgeführt.

Ziel des ersten Projektes war, die technische und logistische Implementierung eines RFID-Einsatzes in der Holzbereitstellungskette unter realen Bedingungen zu untersuchen und ein ökonomisches Wertschöpfungspotential herauszuarbeiten. Sowohl bei der motormanuellen als auch bei der hochmechanisierten Holzernte wurden eigene Verfahren entwickelt, um jeden einzelnen Stamm bzw. Abschnitt mit einem Transponder zu versehen und dadurch eindeutig identifizieren zu können. Getestet wurden LF-Transponder für den Einsatz in der motormanuellen Holzernte und HF-Transponder für den Einsatz in der hochmechanisierten Holzernte. Die weltweit eindeutige alphanumerische Identifikationsnummer des angebrachten Transponders wurde mit den Dimensions-, Qualitäts- und Eigentümerdaten des jeweiligen Stammes digital verknüpft und gespeichert. Im weiteren Verlauf der Holzbereitstellungskette konnten die Prozessschritte des einzelnen Stammes in der zentralen Datenbank dokumentiert und von den Beteiligten eingesehen werden. Im Rahmen der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wurden Systemmehrkosten für einen RFID-Einsatz von ca. 4,50 €/fm in der hochmechanisierten und 1,50 €/fm in der

motormanuellen Holzerntekette kalkuliert. Sie resultierten beim hochmechanisierten Holzeinschlag aufgrund der geringen Stückmasse und den dadurch hohen Transponder-Stückzahlen pro Festmeter zu über 90 % aus den Kosten für die Transponder selbst. Ein Einsatz von RFID erscheint jedoch bei Langholzsortimenten in Anbetracht der höheren Stückmasse ökonomisch sinnvoller als bei Schwachholzsortimenten (Massenware), da die Transponderkosten aufgrund der hier geringeren erforderlichen Stückzahl pro Festmeter weniger stark ins Gewicht fallen (KORTEN und SCHNEIDER 2006).

Das Nachfolgeprojekt (Nr. 15247) prüfte aufbauend auf den Erkenntnissen des Vorläuferprojektes den Einsatz von Auto-ID-Systemen entlang der gesamten Supply Chain. Es wurde die Rückverfolgbarkeit des Holzes mit Auto-ID-Systemen unter wirtschaftlichen und technischen Gesichtspunkten vom Wald bis zum Warenausgang im Sägewerk analysiert. In diesem Projekt wurden UHF-Transponder zur individuellen Kennzeichnung der einzelnen Baumstämme in den Prozessschritten zwischen Wald und Sägewerk eingesetzt. Mit Hilfe von automatischen Auslesungen der Transponder im Werk konnte dadurch ein vollständiger und konsistenter Überblick über den Wareneingang ermöglicht werden. Des Weiteren wurden technische Möglichkeiten eines Einsatzes von Auto-ID-Systemen innerhalb der Holzverarbeitung im Sägewerk aufgezeigt, im Praxisbetrieb getestet und anschließend analysiert. Durch Fortsetzung der Kennzeichnung konnte eine lückenlose, transparente und eindeutige Rückverfolgung eines jeden Endproduktes (Brett) bis zum Wald ermöglicht werden. Die Ergebnisse zeigten erhebliche Rationalisierungsmöglichkeiten. (KAUL und SCHNEIDER 2009).

"Intelligentes Holz – RFID in der Rundholzlogistik" war ein Forschungsvorhaben unter Leitung des Fraunhofer Instituts für Fabrikbetrieb und –automatisierung (IFF) in Magdeburg. Das Ziel war es, eine funktionstüchtige und praxistaugliche Gesamtlösung für einen verbesserten Material- und Informationsfluss innerhalb der Holzbereitstellungskette der deutschen Forst- und Holzwirtschaft zu erarbeiten. Durch den Einsatz von RFID sollten innerhalb des Logistikprozesses von Massenh Holzsortimenten die Kosten gesenkt und die Effizienz gesteigert werden. In diesem Projekt sollte, um die Kosten für den späteren Nutzer möglichst gering zu halten, nicht jeder einzelne Abschnitt, sondern nur eine repräsentative Anzahl von Abschnitten pro Polter markiert werden. Dazu wurden speziell für die Forst- und Holzwirtschaft taugliche kunststofffreie Transponder entwickelt. Die Anzahl der für eine garantierte Polteridentifizierung und Abfuhrkontrolle pro Holzpolter benötigten Transponder wurde statistisch ermittelt. Weiterhin wurden eine automatische Auslesung am Sägewerkseingang und die digitale Integration der Informationen in

Softwaresysteme zur Auftrags- und Abrechnungsabwicklung in Aussicht gestellt (STIEBITZ et al. 2009; IFF 2010).

Die bisherige Forschungs- und Entwicklungsarbeit befasste sich vornehmlich mit der Markierung von Einzelstämmen mittels Transponder. Diese Einzelstammmarkierung erweist sich bei Langholz als geeignet, da hier im Vergleich zu Kurzholz aufgrund der höheren Stückmasse der Einsatz günstig zu beurteilen ist. Die Transponderkosten fallen hier weniger stark ins Gewicht. Im Bereich der Massensortimente ist aufgrund der momentan noch teuren Transponder eine Einzelstammmarkierung ökonomisch nicht sinnvoll. Da für die Organisation der Holzbereitstellungskette vom Wald ins Werk der Holzpolter die entscheidende logistische Einheit ist, können durch eine Markierung des Polters mit einem Transponder die Vorteile einer Kopplung zwischen Materialfluss und Informationsfluss zu vertretbaren Kosten erreicht werden.

2.4 Projektziele

Das geplante Forschungsprojekt betrachtet den Rundholzbereitstellungsprozess für Sägewerke sowie das Lagermanagement auf den Rundholzplätzen. Durch Markierung von Lagereinheiten soll der Informationsfluss auch in der Prozesskette der Massensortimente wesentlich verbessert werden.

Das Projekt hat folgende Ziele:

- Der Status quo der Informationsflüsse in der Prozesskette soll beschrieben und Schwachstellen identifiziert werden.
- In Zusammenarbeit mit Praktikern sollen die organisatorischen Anforderungen innerhalb des neuen Logistikprozesses entwickelt und praxisnahe Lösungen erarbeitet werden.
- Die technischen Anforderungen an die Hard- und Softwarelösungen sollen ermittelt und in Lastenheften beschrieben werden.
- Auf Basis der Software-Lastenhefte sollen Demo-Programme für die im Rundholztransport sowie auf dem Rundholzplatz eingesetzten MDE-Geräte entwickelt werden. Ferner müssen geeignete Transponder für den Einsatz im Wald und auf dem Rundholzplatz in Feld und Laborversuchen ausgewählt werden.
- Die technische Machbarkeit des Verfahrens soll im Rahmen eines Praxistests demonstriert werden. Die Praxistauglichkeit der eingesetzten Hard- und Software wird im Anschluss an den Praxistest von den Beteiligten evaluiert. Ferner wird die Umsetzbarkeit des entwickelten Verfahrens (Praxisreife) bewertet.
- Die konkreten Potenziale bzw. der Nutzen für die jeweiligen Prozessbeteiligten werden in einer Kosten-Nutzen-Betrachtung dargestellt.

3 Status quo, Probleme und Schwachstellen

3.1 Polterkennzeichnung im Wald

Im Zuge der Bereitstellung von Massensortimenten wird das geerntete Holz nach Sortimenten getrennt an der Waldstraße gelagert, dort erfasst und mit einer aufgesprühten Kennzeichnung versehen. Diese Beschriftung erfolgt in der Regel mit Farbspray auf der Stirnseite der Holzstämme und enthält Informationen zu Lieferbetrieb, Revier, Los und Polternummer, sowie in manchen Fällen Sortiment, Volumen und Stückzahl der gelagerten Holzstämme. Zusätzlich wird teilweise auch ein Hinweis auf das abnehmende Werk angebracht.

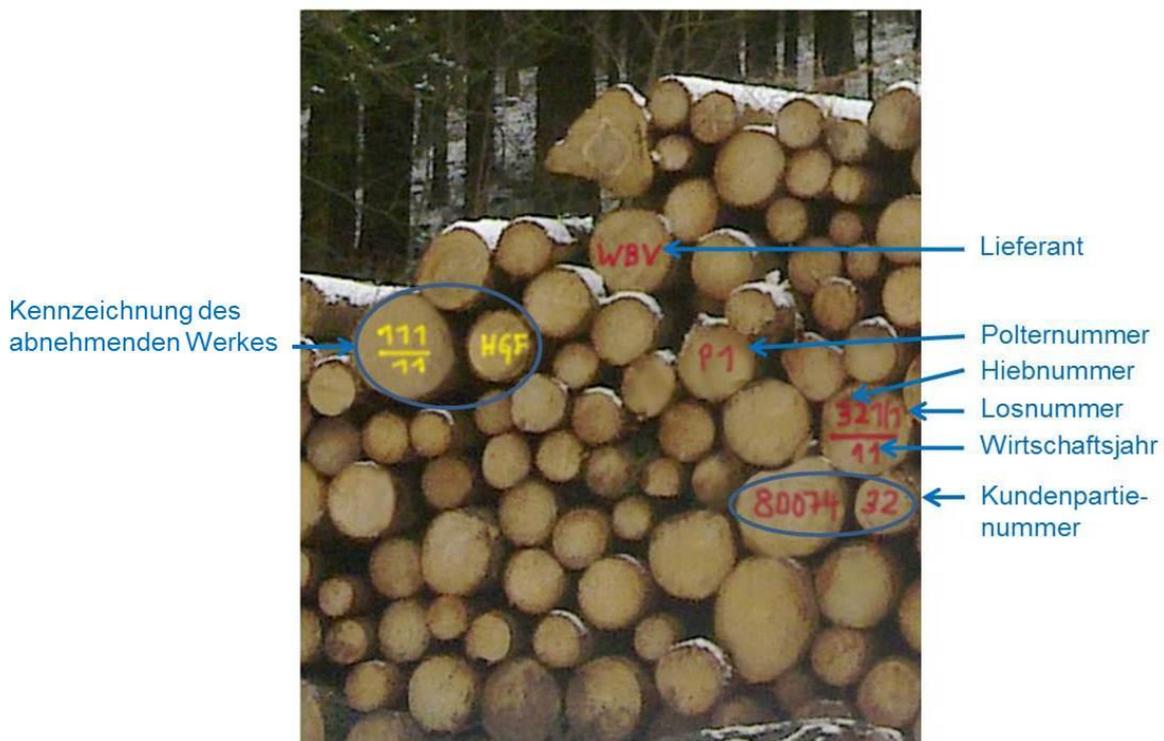


Abbildung 1: Polterkennzeichnung in der Praxis (Quelle: Fischer 2011)

Die angesprühten Informationen sind sehr vielfältig und es gibt in Deutschland keine einheitliche und standardisierte Nomenklatur. So werden im Kleinprivatwald Holzpolter oft nur mit dem Namen des Waldbesitzers und evtl. mit dem Namen oder Kürzel des Holzkäufers bzw. Sägewerks versehen. Dies ist beispielsweise dann der Fall, wenn an ortsansässige Sägewerke verkauft wird und dadurch keine weitere Kennzeichnung notwendig ist. Bei großen Privatforstbetrieben, Landesbetrieben

oder forstlichen Zusammenschlüssen ist es jedoch nötig, jeden einzelnen Polter individuell zu kennzeichnen, um ihn im Nachgang bei der Abrechnung und Kontrolle eindeutig identifizieren zu können. Hierzu werden Ziffernfolgen und Abkürzungen verwendet. Die Kombination aus diesen individuellen Informationen soll eine spätere Verwechslung der einzelnen Lagereinheiten vermeiden. Die Polternummern beginnen betriebsintern bei jedem neuen Hieb wieder mit der Ziffer 1. Erst durch die Kombination mit weiteren Informationen wie bspw. der Hiebsnummer ist dann eine eindeutige, wenn auch nur betriebsinterne Zuordnung möglich. Spätestens bei betriebsübergreifenden Prozessen kann aber eine Verwechslung nicht mehr ausgeschlossen werden. Zusätzlich können bei der Anbringung der handschriftlichen Poltermarkierung mit Farbspray Fehler auftreten, die durch falsches Ablesen oder Übertragen der Informationen aus dem Holzaufnahmeprotokoll entstehen. Zusätzlich können durch unleserliche Schriftzeichen, Schreibfehler oder Zahlendreher bzw. unvollständige Anbringung notwendiger Informationen Probleme im Zuge der folgenden Informationsweiterleitung entstehen. Bei geringen Stammdurchmessern erstreckt sich die Beschriftung meist über mehrere Abschnitte. Bei großen Poltern, die in mehreren Teilfrachten verladen und über einen längeren Zeitraum abgefahren werden, entstehen dann möglicherweise Datenverluste, da einzelne markierte Stämme bereits abgefahren wurden. Eine Identifizierung des Holzpolters kann dadurch unmöglich werden. Daneben kann sie auch durch Ausbleichen der Farbe oder abgewaschene Schriftzeichen sowie unleserliche Korrekturen erschwert werden.

VON BODELSCHWINGH (2001) zeigte in einer Situationsanalyse zum Rundholztransport bereits, dass bei einem Viertel aller Fuhren die Polter nicht eindeutig markiert waren und daher Schwierigkeiten bei der Identifizierung auftraten.

3.2 Rundholztransport zum Sägewerk

Das Rundholz wird in der Regel von Rundholzfrächtern vom Holzpolter im Wald zum Sägewerk transportiert. Der Frächter erhält dabei einen schriftlichen Fuhrauftrag, der die Polterinformationen und den Lagerort enthält. Die Angaben aus dem Fuhrauftrag gleicht der LKW-Fahrer vor Ort im Wald mit den angesprühten Polterinformationen ab. Bei Übereinstimmung erfolgt die Beladung des Rundholz-LKW. Zusammen mit den Informationen aus dem Fuhrauftrag und den spezifischen Fuhrdaten (Transportdatum, geschätzte geladene Holzmenge, Anzahl der geladenen Stämme etc.) fertigt der Fahrer einen handschriftlichen Lieferschein in dreifacher Ausfertigung an. Dieser Lieferschein dient zum einen als Warenbegleitpapier im Straßenverkehr, zum anderen zur Weiterleitung der Polter- und Fuhreninformationen an den Abnehmer. Am Werkseingang wird der Lieferschein dem Abnehmer vorgelegt. Im

Werk werden die Lieferscheininformationen manuell in das betriebseigene Warenwirtschaftssystem eingegeben. Wird das angelieferte Holz direkt vom Frächter zur Rundholzaufgabe gebracht, wird es umgehend vermessen, die Qualität wird festgestellt und das Holz dem Bearbeitungsprozess zugeführt. Hier dienen die Angaben aus dem Lieferschein dazu, das Volumen und die Qualität dem entsprechenden Auftrag und Lieferanten zuzuordnen. Bevor der LKW-Fahrer das Werksgelände nach der Entladung verlässt, erhält er einen gegengezeichneten Lieferschein vom Werkspersonal. Dieser dient dem Frächter als Quittung für die ordnungsgemäße Erfüllung des Fuhrauftrages.

Bei der beschriebenen Vorgehensweise können zahlreiche Fehler auftreten. Die ersten Fehler können aus zuvor genannten Gründen bereits beim Ablesen der Polterbeschriftung und bei der Datenübertragung auf den Lieferschein entstehen. Doch auch im Falle einer korrekten und gut lesbaren Poltermarkierung kann es durch mangelnde Konzentration des LKW-Fahrers zu falschen Angaben aufgrund von Zahlendrehern oder Schreibfehlern auf dem Lieferschein kommen. Für die Informationsweiterleitung an das Sägewerk übergibt der LKW-Fahrer bei Ankunft am Sägewerk den angefertigten Lieferschein an das Personal am Werkseingang. Diese Informationen werden in das EDV-System des Sägewerkes manuell eingegeben. Wird an dieser Stelle eine falsche Information weitergegeben oder durch die erneute manuelle Dateneingabe ein Fehler erzeugt, fällt dies zunächst niemandem auf. Die Fehler werden erst bei nachträglichen Kontrollen erkannt, wenn es zu Differenzen bei den Abrechnungsvolumina kommt.

3.3 Zwischenlagerung auf dem Rundholzplatz

Im Sägewerk werden regelmäßig Fuhren nicht direkt auf die Rundholzaufgabe geladen, sondern auf dem Rundholzplatz zwischengelagert. Dies ist dann der Fall, wenn z.B. zu viele LKW zeitgleich anliefern (Stau). In diesem Fall wird auf dem Rundholzplatz entladen, um den Fahrern längere, unproduktive Wartezeiten zu ersparen. Auch technische Defekte an der Vermessungsanlage oder den nachgelagerten Anlagen zur Entrindung und Sortierung können eine Zwischenlagerung der laufend eintreffenden Fuhren erforderlich machen. Das durchschnittliche Volumen einer Fuhre Fichtenkurzholz liegt bei etwa 28 Festmetern. Ein Sägewerk mit einem Einschnittsvolumen von 600.000 Festmetern Rundholz pro Jahr erhält dieses Volumen also in ca. 21.500 LKW-Fuhren. Bei 240 Produktionstagen im Jahr bedeutet das ca. 90 Fuhren am Tag, die sich keinesfalls gleichmäßig über den Tag verteilen. Etwa 15% bis 30% dieser Fuhren werden auf dem Rundholzplatz zwischengelagert. Das entspricht ca. 3.000 bis 6.500 Fuhren pro Jahr (Auskunft im Rahmen eines Treffens des PA).

Soll eine Fuhre auf dem Rundholzplatz zwischengelagert werden, wird dem LKW-Fahrer durch den Platzmeister ein Abladeplatz zugeteilt. Das Rundholz wird dann vom Fahrer an dem zugewiesenen Platz abgeladen. Die Lagerung muss nach Fuhren getrennt erfolgen. Zur Trennung der einzelnen Fuhren ist es üblich, zwei Querhölzer als Abschluss auf die jeweilige Fuhre zu legen. Anschließend muss die Fuhre mittels Farbspray gekennzeichnet werden, indem bspw. die Lieferscheinnummer angeschrieben wird. In Abbildung 2 ist im Vordergrund die nach Fuhren getrennte Zwischenlagerung des Rundholzes zu erkennen. Im Hintergrund sieht man zwei Rundholzaufgaben.



Abbildung 2: Rundholzzwischenlager und Rundholzaufgabe im Sägewerk

Die saubere Trennung und Beschriftung des Holzes liegt gänzlich in der Verantwortung des LKW-Fahrers. Fehler führen an dieser Stelle unweigerlich zu Abweichungen zwischen dem erhobenen Waldmaß und dem Werksmaß.



Abbildung 3: Ladefahrzeuge für den betriebsinternen Rundholztransport

Die durch den LKW-Fahrer aufgesprühte Information wird an die Werksvermessung weitergeleitet. Dafür liest der Fahrer der Ladefahrzeuge die aufgesprühten Informationen ab und übermittelt sie per Sprechfunk an die Werksvermessung. In der Steuerzentrale der Werksvermessung gibt der Bediener die Daten manuell in das EDV-System des Sägewerks ein. Das Ergebnis der Vermessung und der Qualitätsbeurteilung wird dann mit dem zugehörigen Auftrag verknüpft.



Abbildung 4: Zwischengelagerte LKW-Fuhre mit Beschriftung

Bei der handschriftlichen Kennzeichnung des zwischengelagerten Holzes durch den LKW-Fahrer mit Farbspray (Abbildung 4) kann es zu Fehlern, wie beispielsweise Zahlendrehern oder Schreibfehlern bei der Informationsübertragung vom Lieferschein, kommen. Es kommt auch vor, dass die Kennzeichnung unvollständig ist oder gar nicht vorgenommen wurde.

Soll die Fuhre dem Bearbeitungsprozess zugeführt werden, so wird sie mit einem Ladefahrzeug zur Rundholzaufgabe gefahren. Der Fahrer übermittelt die abgelesenen Informationen mündlich per Sprechfunk an den Anlagenbediener. Hier können Fehler auftreten, weil sich der Fahrer verliest. Ferner kann eine schlechte Funkverbindung bzw. Verständigung zu einer falschen Datenweitergabe führen. Daneben besteht auch die Gefahr, dass trotz richtigen Ablesens der Polterinformationen es durch Unachtsamkeit oder einen Versprecher zu einer verfälschten Informationsweiterleitung an die Werksvermessung kommt. Das Personal der Werksvermessung gibt die über Sprechfunk erhaltenen Informationen manuell in das EDV-System ein. Hierbei können Fehler beim Eingeben auftreten.

Der dargestellte Prozess ist folglich an allen Schnittstellen des Informationsflusses durch ein hohes Fehlerrisiko gekennzeichnet. Die auftretenden Fehler verursachen aufwändige Nachforschungen, die besonders dadurch erschwert werden, dass es gleichzeitig mehrere Fehlerquellen und zusätzlich auftretende Folgefehler geben kann. Die Fehler fallen dann als Abweichungen des Gesamtvolumens eines Polters und damit erst nach der vollständigen Abfuhr des Polters und der kompletten Vermessung des Holzes auf. Dadurch können mehrere Tage oder gar mehrere Wochen vergehen, bis ein Fehler bemerkt wird. In diesem Fall muss in Rücksprache mit dem beteiligten Rundholzfrächter jede einzelne Fuhre des entsprechenden Polters mit den Vermessungsprotokollen und handschriftlichen Listen über die Zwischenlagerung auf dem Rundholzplatz abgeglichen werden.

Die absolute Fehlerhäufigkeit wird von den Sägewerken streng vertraulich behandelt. Aus der täglichen Praxis lassen sich jedoch für die Branche gewisse Rahmenwerte beschreiben. Es kann davon ausgegangen werden, dass es in ca. 3%-10% der Polteraufträge zu Fehlern kommt, die umfangreiche Nachforschungen und hohen Korrekturaufwand erforderlich machen.

4 Konzept zur Verbesserung des Informationsflusses

Die in Kapitel 3 beschriebenen Probleme und Schwachstellen können durch den Einsatz moderner IuK-Technologien überwunden werden. Die Brüche im Informationsfluss machen wiederholte manuelle Datenaufnahmen und -eingaben erforderlich. Durch einen Einsatz von RFID können diese Brüche verhindert und das Fehlerrisiko drastisch gesenkt werden. Bei Massensortimenten ist ein Einsatz von RFID auf Einzelstammebene aufgrund der geringen Stückmasse derzeit nicht wirtschaftlich umzusetzen (vgl. Kapitel 2.3 bzw. KORTEN & SCHNEIDER 2006). Nachfolgend wird ein Konzept vorgestellt, wie Transponder in der Rundholzbereitstellung von Massensortimenten sinnvoll eingesetzt werden können.

4.1 Polterkennzeichnung im Wald

Das Problem der geringen Stückmasse kann umgangen werden, indem man anstatt der Einzelstämme ganze Lagereinheiten (Polter) markiert. Es wird also an jedem gerückten und an der Forststraße gelagerten Holzpolter jeweils nur ein Transponder angebracht. Werden Transponder mit ausreichender Speicherkapazität verwendet, können neben einer Identifikationsnummer auch die vollständigen Polterinformationen sowie sinnvolle Zusatzinformationen direkt am Polter digital verfügbar gemacht werden (dezentrale Datenhaltung). Der Vorteil dabei ist, dass fast alle Daten für das Frachtpapier und den elektronischen Lieferschein sehr einfach am Polter verfügbar sind. Zusätzlich besteht eine feste physische Verbindung zwischen der Information und dem zu transportierenden Gut, wodurch das Risiko, einer falschen Verknüpfung drastisch reduziert wird. Diese Verbindung wäre auch gegeben, wenn der Polter mit einem Transponder markiert würde, der lediglich eine Identifikationsnummer enthält. Über diese Nummer könnten dann die Polterinformationen aus Datenbanken abgerufen werden. Hier besteht allerdings das Problem der unzureichenden Mobilfunknetzabdeckung im Wald. Das Verfahren ist außerdem störanfälliger als das direkte Einlesen der Daten vom Transponder. Neben einer funktionierenden Internetverbindung müssen auch der Datenbankzugriff auf die Onlineplattform und die Datenübertragung auf das Endgerät gelingen.

Die Holzaufnahme erfolgt in der Regel durch den Waldbesitzer, den Revierleiter selbst oder den Einsatzleiter eines forstlichen Zusammenschlusses. Nach dem Poltern an der Waldstraße wird ein HF-Transponder am Holz angebracht. Die Polterinformationen werden direkt im Wald in ein mobiles Datenerfassungsgerät eingegeben, welches zusätzlich mit einem RFID-Reader/Writer ausgestattet ist. Die erhobenen Daten können dann auf den Transponder übertragen werden. Eine nachträgliche Änderung der Daten ist ebenfalls möglich. Bei Verkauf „frei

Waldstraße“ wäre es auch denkbar, dass der Rundholzeinkäufer des Sägewerkes den Transponder anbringt mit den Polterinformationen beschreibt.

Nach der Markierung des Polters mit einem Transponder erfolgt die Freigabe zur Abfuhr und ein Fuhrauftrag wird an einen Frächter vergeben.

4.2 Rundholztransport zum Sägewerk

Nach der Poltermarkierung mit einem Transponder und der Fuhrauftragserteilung an einen Frächter, fährt ein Fahrer mit einem Rundholz-LKW zum Holzpolter an der Forststraße. Der Poltertransponder wird mit einem MDE-Gerät mit RFID-Reader ausgelesen. Alle Polterinformationen sind damit einfach und schnell auf dem Bildschirm des Gerätes einsehbar.

Anhand der Informationen und den Daten aus dem Fuhrauftrag kann der Fahrer eindeutig erkennen, ob er sich am richtigen Polter befindet. Bei Übereinstimmung erfolgt die Beladung des LKW. Das Auslesen des Transponders vor der Beladung hat einen weiteren Vorteil. Der Fahrer muss den Transponder am Polter aufsuchen, um ihn auszulesen. Der markierte Abschnitt ist damit vor der Beladung bekannt. Das Risiko, dass der Abschnitt mit dem Transponder versehentlich verladen wird, ist daher sehr gering.

Die am Polter vorgehaltenen Informationen sollen zunächst für ein elektronisches Transportdokument sowie nachfolgend für einen elektronischen Lieferschein genutzt werden. Dafür müssen die vor der Beladung ausgelesenen Polterinformationen um die geladene Holzmenge in Festmetern (Schätzmenge), die Anzahl der geladenen Stammstücke und die Information über eine verbliebene Restmenge im Wald ergänzt werden. Diese Eingaben erfolgen direkt durch den LKW-Fahrer.

Zusätzlich zu den vom Transponder ausgelesenen und vom LKW-Fahrer manuell hinzugefügten Informationen können weitere wichtige Daten von einer MDE-Software automatisch generiert beziehungsweise vorgelegt werden. Dies wären z.B. die aktuelle Uhrzeit und das Transportdatum sowie die Namen des Transportunternehmens bzw. des Fahrers und das amtliche Kennzeichen des LKW.

Die Frachtinformationen müssen sich im Falle einer Kontrolle als Transportdokument auf dem Bildschirm darstellen lassen.

Bei der Ankunft im Sägewerk kann das MDE-Gerät selbständig eine Verbindung mit einem Drahtlosnetzwerk aufbauen. Über diese Netzwerkverbindung können dann die Frachtinformationen als elektronischer Lieferschein an das Werk übertragen werden. Wird auf der Empfängerseite eine Software eingesetzt, die mit dem

Programm auf dem MDE-Gerät des Frächters korrespondiert, können die einzelnen Datensätze problemlos für einen Import direkt in das verwendete Warenwirtschaftssystem des Sägewerkes konvertiert werden. In diesem Fall können Herkunfts- und Vertragsinformationen vom Polter ohne einen einzigen Bruch im Informationsfluss bis in das Warenwirtschaftssystem des Sägewerkes übertragen werden.

4.3 Zwischenlagerung auf dem Rundholzplatz

Wurden die Frachtinformationen erfolgreich als elektronischen Lieferschein an das Sägewerk übermittelt, gibt es zwei Möglichkeiten. Entweder wird das Holz direkt auf die Rundholzaufgabe geladen und vermessen, oder es erfolgt eine Zwischenlagerung auf dem Rundholzplatz. Im Falle der Zwischenlagerung muss wiederum eine physische Verknüpfung des Holzes mit der Frachtinformation hergestellt werden. Dies kann durch ein Transponderetikett erfolgen, das nach dem Abladen am Holz befestigt wird. Dabei kann entweder die Frachtinformation im Warenwirtschaftssystem durch die Transpondernummer (Lagereinheitsnummer) ergänzt werden oder es wird z.B. direkt die Lieferscheinnummer auf den Transponder geschrieben. Zusätzlich können Angaben wie Lieferant oder Spedition in Klarschrift auf das Etikett gedruckt werden.

Die Etiketten können mit einem RFID-Etikettendrucker direkt am Rundholzplatz erstellt werden. Das Etikett wird dem Fahrer übergeben. Nach dem Abladen befestigt er das Etikett an einem Abschnitt der Fuhre. Da das Holz eine sägeraue Oberfläche hat und die Kraft des Klebers für eine sichere Befestigung nicht ausreicht, müssen die Etiketten angeheftet werden. Die fehleranfällige handschriftliche Kennzeichnung des Holzes mit Sprühfarbe kann so vermieden werden.

Sobald die Lagereinheit dem Produktionsprozess zugeführt werden soll, kann der Fahrer des Transportfahrzeuges den Transponder des Etiketts mit einem Lesegerät auslesen. So kann dem Personal an der Rundholzaufgabe die Fuhrenidentifikationsnummer zur Verfügung gestellt werden. Dieser Vorgang ermöglicht eine sichere Verknüpfung der Vermessungsergebnisse mit den Lieferantendaten, da eine mündliche Weitergabe der Informationen per Sprechfunk und eine manuelle Dateneingabe in das EDV-System nicht mehr erforderlich sind.

5 Rechtliche Rahmenbedingungen

Im Folgenden werden die rechtlichen Rahmenbedingungen für einen Einsatz von elektronischen Transportdokumenten und elektronischen Lieferscheinen im Zuge der Rundholzbereitstellung erläutert.

5.1 Allgemeine Grundlagen

Auf Basis eines geschlossenen Fuhrvertrages zwischen Waldbesitzer (Variante „frei Werk“) bzw. Holzkäufer (Variante „frei Waldstraße“) und Frächter ist der Frächter laut §407 Abs. 1 HGB (Handelsgesetzbuch) verpflichtet, eine bestimmte Ware zu ihrem Bestimmungsort zu befördern.

Nach §7 Abs. 3 GüKG (Güterkraftverkehrsgesetz) hat der Frächter dafür zu sorgen, dass während einer Beförderung im gewerblichen Güterkraftverkehr ein Begleitpapier oder ein sonstiger Nachweis mitgeführt werden wird, der das beförderte Gut, den Be- und Entladeort und den Auftraggeber anführt.

Gemäß §408 Abs. 1 HGB ist auf Verlangen des Frächters durch den Absender ein Frachtbrief zu erstellen. Der Paragraph enthält mögliche Angaben für den Frachtbrief, die jedoch nicht alle zwingend erforderlich sind, solange sie die Minimalanforderungen nach §7 Abs. 3 GüKG erfüllen:

- Ort und Tag der Ausstellung
- Name und Anschrift des Absenders
- Name und Anschrift des Frachtführers
- Stelle und Tag der Übernahme des Gutes, sowie die für die Ablieferung vorgesehene Stelle
- Name und Anschrift des Empfängers und eine etwaige Meldeadresse
- die übliche Bezeichnung der Art des Gutes und die Art der Verpackung, bei gefährlichen Gütern ihre nach den Gefahrgutvorschriften vorgesehene, sonst ihre allgemein anerkannte Bezeichnung
- Anzahl, Zeichen und Nummern der Frachtstücke
- das Rohgewicht oder die anders angegebene Menge des Gutes
- die vereinbarte Fracht und die bis zur Ablieferung anfallenden Kosten sowie einen Vermerk über die Frachtzahlung
- den Betrag einer bei der Ablieferung des Gutes einzuziehenden Nachnahme
- Weisungen für die Zoll- und sonstige amtliche Behandlung des Gutes

- eine Vereinbarung über die Beförderung in offenem, nicht mit Planen gedecktem Fahrzeug oder auf Deck.

Wenn weitere Informationen über das Transportgut beiden Parteien zweckmäßig erscheinen, können diese hinzugefügt werden (§408 Abs. 1 S. 1 HGB). Frachtbriefe in Papierform werden in dreifacher Ausführung ausgestellt. Jeweils eine Ausfertigung ist für den Absender und für den Frächter bestimmt. Eine weitere verbleibt bei dem Transportgut (§408 Abs. 2 HGB).

Für das Begleitpapier oder den sonstigen Nachweis ist jedoch keine bestimmte Form (z.B. Papierform) vorgeschrieben. Laut Güterkraftverkehrsgesetz (GüKG) §7 Abs. 3 muss „das Fahrpersonal [...] das Begleitpapier oder den sonstigen Nachweis [...] während der Beförderung mitführen und den Kontrollberechtigten auf Verlangen zur Prüfung aushändigen oder in anderer geeigneter Weise zugänglich machen“.

5.2 Transportdokumente bei Rundholztransporten

Im Rundholztransport verlangen die Frächter vom Auftraggeber keinen klassischen Frachtbrief. Nach einem geschlossenen Fuhrvertrag zwischen Waldbesitzer und Frächter verpflichtet sich der Frächter, eine bestimmte Menge Rundholz vom Wald ins Sägewerk zu transportieren. Da der Absender, z.B. der Waldbesitzer, nicht genau weiß, wie viel Holz der Fahrer aufladen wird, kann er keine Auskunft über die geladene Menge und Stammzahl im Frachtbrief machen. Auch genaue Angaben über Tag und Uhrzeit werden schwierig, da der Waldbesitzer bei der Verladung in der Regel nicht dabei ist.

Der Fahrer ist gemäß §7 Abs. 3 GüKG verpflichtet, ein Begleitpapier mitzuführen, welches das beförderte Gut beschreibt, den Be- und Entladeort angibt sowie den Auftraggeber benennt. Bei einer Verkehrskontrolle müsste im gewerblichen Güterkraftverkehr nach §7 Abs. 3 GüKG das Fahrpersonal ein Begleitpapier während der Beförderung mitführen und Kontrollberechtigten auf Verlangen zur Prüfung aushändigen oder in anderer geeigneter Weise zugänglich machen. Damit der Fahrer dies erfüllt, kann er ein solches Begleitpapier auch komplett selbst erstellen und ist nicht auf die Ausstellung durch den Absender angewiesen.

Bei Holzlieferungen von großen Forstbetrieben oder FZus in der Variante „frei Werk“ stellen diese den Fahrern Vordrucke zur Verfügung, bei denen die geladene Menge (Schätzmenge) und die Stammzahl sowie Uhrzeit und Datum vom Frächter ergänzt werden. Diese Art von Vordrucken verwenden auch Sägewerke bei Transporten von Rundholz in der Variante „frei Waldstraße“.

Im Folgenden wird der Begriff des Frachtbriefes, wie er im Handelsgesetzbuch (§408 Abs. 1 HGB) für ein Dokument, welches vom Absender ausgestellt wird, definiert ist, durch den Begriff Transportdokument ersetzt, da es im Rahmen des Rundholztransportes nicht gewährleistet ist, dass das Transportdokument vom Absender erstellt wird. Dieses Transportdokument erfüllt zusätzlich die Vorgaben für ein Begleitpapier, wie es nach §7 Abs. 3 GüKG gefordert wird.

5.3 Das elektronische Transportdokument im rechtlichen Kontext

Im Handelsgesetzbuch (HGB) gibt es keine Vorschriften, die eine bestimmte Form für Transportdokumente festlegen. Der §408 Abs. 2 S. 1 HGB verlangt, dass der Frachtbrief in drei Originalausfertigungen ausgestellt wird, die vom Absender unterzeichnet werden. Daher könnte gefolgert werden, dass es sich um Schriftstücke handeln müsse, denn sonst würde die Forderung sinnlos erscheinen. Aber eine Interpretation der Regelung über drei Originalausfertigungen kann laut GEHRKE (2005) auf die Schriftform nicht vollzogen werden. Die Erstellung von drei Exemplaren ist auch mittels der elektronischen Form machbar und rechtfertigt daher keinen Ausschluss der elektronischen Form.

Weiterhin ist hier §126 Abs. 3 BGB zu beachten. Der Paragraph ermöglicht eindeutig den Ersatz der Schriftform durch die elektronische Form, wenn sich aus dem Gesetz nichts anderes ergibt.

Die Anforderungen des §7 Abs. 3 GüKG, ein Begleitpapier für einen gewerblichen Warentransport mitzuführen, welches das beförderte Gut beschreibt, den Be- und Entladeort angibt sowie den Auftraggeber benennt, erfüllen die im Rundholztransport verwendeten handschriftlichen Dokumente. Da es aufgrund der erörterten Grundlagen möglich ist, die Form des elektronischen Transportdokuments zu nutzen, ist es auch möglich, die auf dem Transponder gespeicherten Polterdaten als Begleitpapier zu nutzen.

Das Güterkraftverkehrsgesetz (GüKG) besagt in §7 Abs. 3, dass das Begleitpapier während der Beförderung mitzuführen und Kontrollberechtigten auf Verlangen zur Prüfung in geeigneter Weise zugänglich zu machen sei. Die „geeignete Weise“ aus §7 Abs. 3 (GüKG) erzwingt damit jedoch nicht das Vorzeigen des Begleitpapiers bei einer Kontrolle in Papierform. Es kann auch in elektronischer Form erfolgen. Bedenken aus der Praxis, dass elektronische Datensätze nicht für ein Begleitpapier ausreichen und nur schriftliche Ausformulierungen die Anforderungen erfüllen würden, konnten nicht bestätigt werden (GEHRKE 2005).

5.4 *Lieferscheine bei Rundholztransporten*

Ein Lieferschein ist im Gegensatz zur Rechnung keine Anweisung im Sinne des Gesetzes (BERGWANGER und SCHÄFER 2011). Mit dem Lieferschein gibt der Frächter lediglich Auskunft über eine durchgeführte Warenlieferung.

Beim Rundholztransport enthält der Lieferschein in der Regel folgende Daten:

- Datum des Transportes
- Lieferscheinnummer
- Angaben zum Lieferanten
- Angaben zum Empfänger
- Angaben zur Spedition
- Name des Fahrers
- Amtl. Kennzeichen des LKW
- Polternummer
- Partienummer
- Holzart
- Sortiment
- Qualität
- Volumen der Ladung (Schätzwert)
- Anzahl der Stämme / Abschnitte

Der Lieferschein wird vom Sägewerk als genutzt, um die Verknüpfung der Vermessungsergebnisse zum Vertrag mit dem Waldbesitzer herzustellen. Die termingerechte Anlieferung kann somit überprüft und die gelieferte Holzmenge verbucht werden.

Weiterhin dienen diese Angaben des Lieferscheins als Informationsgrundlage für das interne Warenwirtschaftssystem des Abnehmers. Sie werden bisher manuell eingegeben und dem zugehörigen Auftrag zugeordnet. Im Gegenzug erhält der Frächter einen vom Empfänger quittierten Lieferschein zurück, um die ordnungsgemäße Lieferung der Ware bestätigt zu bekommen. Im folgenden Kapitel werden rechtliche Rahmenbedingungen erörtert, um bereits digital vorliegende Informationen zu verarbeiten und diese als elektronischen Lieferschein bzw. elektronische Empfangsbestätigung zu nutzen und zu versenden.

5.5 Der elektronische Lieferschein im rechtlichen Kontext

Beim Wareneingang im Werk bietet sich die Nutzung elektronischer Lieferscheine an, um Prozesse zu vereinfachen und zu automatisieren, da sie sich vor allem bei der Bearbeitung von großen Liefermengen gut eignen und manuell erforderliche Dateneingaben vermindern. Hierfür müsste jedoch der elektronische Lieferschein gegenüber der Papierform gleichberechtigt sein und sie somit ersetzen können.

Im Jahre 2001 wurde das Bürgerliche Gesetzbuch (BGB) durch ein Formvorschriftenanpassungsgesetz geändert. Der §126a BGB wurde eingeführt. Dieser Paragraph stellt die elektronische Form der Schriftform gleich und nennt sie ersetzbar, soweit sich aus dem Gesetz nichts anderes ergibt (§126a BGB; §126 Abs. 3 BGB, GEHRKE 2005).

Die elektronische Form ist dann gleichwertig in der Funktion zur Schriftform, wenn das Gesetz nichts anderes erfordert und die beteiligten Unternehmen explizit oder nach Maßgabe bisheriger Geschäftsgepflogenheiten der Verwendung der elektronischen Form zustimmen (§126 BGB; BT-Drucks. 14/4987).

Die Nutzung der elektronischen Form macht eine elektronische Signierung, welche die Anforderungen des Gesetzes erfüllt erforderlich, um die eigenhändige Unterschrift zu ersetzen. Die Definition findet sich in §2 Nr. 1 des Gesetzes über Rahmenbedingungen für elektronische Signaturen (SigG). Unter elektronischen Signaturen sind gemäß SigG Daten in elektronischer Form, die anderen elektronischen Daten beigefügt oder logisch mit ihnen verknüpft sind und die zur Authentifizierung dienen, zu verstehen. Sie stellen damit sicher, dass eine Nachricht unverfälscht einem bestimmten Absender zugeordnet werden kann (SigG; GEHRKE 2005; SCHLAURI 2002).

Unter Beachtung der Vorschriften zur digitalen Signatur (SigG), entspricht die prozessuale Beweiskraft von digital signierten Dokumenten der Beweiskraft von unterschriebenen Dokumenten (NÖCKER 2002).

Die Rechtslage würde es also ermöglichen, die am Holzpolter digital vorliegenden und im Transportdokument bereits verwendeten Daten nachfolgend auch als Lieferschein zu nutzen.

5.6 Fazit

Es steht also, nach bisherigem Erkenntnisstand, der Nutzung der vom Poltertransponder ausgelesenen Daten und der zusätzlichen hinzugefügten spezifischen Fuhrinformationen vom LKW-Fahrer als elektronisches Begleitpapier

nichts entgegen. Daher kann, bei entsprechender technischer Ausstattung, im Falle von Ladungskontrollen durch berechnigte Personen das Begleitpapier (elektronisches Transportdokument) beispielsweise am Bildschirm eines MDE-Gerätes oder Laptops vorgezeigt werden.

Bei der Ankunft im Werk könnte der LKW-Fahrer z.B. mit seinem MDE-Gerät oder Laptop Verbindung zum internen WLAN des Sägewerks erhalten. Darüber würde er die Daten des elektronischen Transportdokumentes als elektronischen Lieferschein mit Signatur nach §126a BGB an das Sägewerk weiterleiten. Das Personal auf dem Rundholzplatz des Sägewerks könnte daraufhin die Daten aus dem elektronischen Transportdokument auf Richtigkeit prüfen und sie anschließend automatisch ins Warenwirtschaftssystem übernehmen. Dem LKW-Fahrer würde dann ein Abladeplatz auf dem Werksgelände mitgeteilt. Nach der Entladung würde der Platzmeister dem LKW-Fahrer bei der Ausfahrt aus dem Werk eine elektronische Empfangsbestätigung über die ordnungsgemäße Anlieferung des Rundholzes übermitteln, die als Quittung gemäß §368 BGB dient.

6 Technische Anforderungen

6.1 Hardware

6.1.1 Mobile Datenerfassungsgeräte

6.1.1.1 Einsatzbereiche: Forst und Rundholztransport

Zur Aufnahme der Polterdaten und Übertragung der Daten auf den Poltertransponder müssen robuste, forsttaugliche Datenerfassungsgeräte eingesetzt werden. Die gleichen Geräte sollen auch von den LKW-Fahrern im Zuge des Rundholztransportes zum Auslesen der Poltertransponder und zur Übertragung der Lieferscheine verwendet werden. Das Gerät muss über einen RFID-Reader-Writer verfügen, der nach Möglichkeit fest verbaut sein sollte und gegen Umwelteinflüsse gut geschützt sein muss. Denkbar wären hier bspw. Reader für SD- oder CF-Steckplätze mit einer entsprechenden Schutzkappe. Die Industrieschutzklasse IP54 stellt die absolute Untergrenze dar. Der verbreiteten höheren Schutzklasse IP67 wäre klar der Vorzug zu geben. Die Geräte müssen auch bei starkem Regen uneingeschränkt eingesetzt werden können. Der Akku sollte einen Betrieb des Geräts, auch bei Verwendung des RFID-Readers, von mindestens einem Arbeitstag ermöglichen. Das Gerät sollte aus Gründen der Bedienerfreundlichkeit mindestens über ein 3,5“ VGA-Display verfügen. Da die Datenübertragung im Sägewerk in einem Drahtlosnetzwerk erfolgen soll, müssen die Geräte über eine WLAN-Schnittstelle verfügen. Als Betriebssystem kommt im Hinblick auf die anstehende Softwareentwicklung, aber auch aufgrund der Kompatibilität zu vorhandenen Anwendungen für die Forstlogistik, nur Windows Mobile in Frage.

6.1.1.2 Einsatzbereich: Rundholzplatz

Die hier verwendeten Transponder müssen über eine Distanz von mindestens 2 Metern, besser 3 Metern ausgelesen werden können. Die MDE-Geräte müssen dazu über einen besonders leistungsstarken RFID-Reader verfügen. Aufgrund der erforderlichen Lesereichweite kommt nur ein Einsatz der UHF-Technik in Frage. Stationäre Reader mit außen am Ladefahrzeug fest verbauten Antennen scheiden aufgrund der starken physikalischen Einflüsse, zumindest im Rahmen des Praxisversuches aus. Handlesegeräte haben den Vorteil, dass sie entsprechend einfach genau zum Transponder am Holz ausgerichtet werden können. Allerdings ist die Lesereichweite von Handlesegeräten geringer als von stationären Readern. Daher ist bei der Auswahl eines Handlesegerätes auf eine möglichst hohe Sendeleistung (ERP) zu achten (Long-Range-Reader). Auf dem Rundholzplatz kann nur Technik eingesetzt werden, die robust und unempfindlich gegen Verschmutzung ist. Das Einsatzgebiet ist eine Freifläche, keine Lagerhalle. Da die Geräte im

Führerhaus verwendet werden, erscheint die Industrieschutzklasse IP54 als ausreichend. Die Geräte sollten aus Gründen der Bedienerfreundlichkeit mindestens über ein 3,5“-VGA-Display verfügen. Da die Datenübertragung zur Vermessungsanlage in einem Drahtlosnetzwerk erfolgen soll, müssen die Geräte über eine WLAN-Schnittstelle verfügen. Als Betriebssysteme kommen sowohl Windows Mobile als auch Windows CE in Frage.

6.1.2 Transponder zur Polterkennzeichnung im Wald

Das Konzept sieht eine dezentrale Datenhaltung vor. Das bedeutet, dass alle eigentlichen Polterinformationen (Holzart, Sortiment, Volumen etc.) und alle Zusatzinformationen (Lieferanten- bzw. Empfängerdaten, Kontaktdaten von Ansprechpartnern etc.) auf dem Transponder gespeichert werden müssen. Dies setzt eine vergleichsweise hohe Speicherkapazität voraus. Für das Projekt wird von einer Mindestspeicherkapazität von 1kB ausgegangen. Eine hohe Lesereichweite ist grundsätzlich wünschenswert, da sie das Auslesen erleichtert. Es wäre vorteilhaft, die Auslesung der Transponder unmittelbar aus dem Führerhaus und somit ohne Verlassen des Fahrzeuges vornehmen zu können. Allerdings muss der Fahrer zur Beladung ohnehin das Führerhaus verlassen, um den Ladekran zu besteigen. Die Auslesung der Transponder lässt sich dabei ohne Zusatzaufwand auch bei einer geringen Lesereichweite direkt am Polter erledigen. Die Transponder müssen absolut sicher am Polter befestigt werden können. Eine sehr praxisnahe Lösung wäre eine Integration in Holznummerierplättchen (vglb. dem Signumat RFID Holzmarkierungssystem mit UHF Inlay der Firma Latschbacher). Für den Praxisversuch wäre ein Anschrauben z.B. von Scheibentranspondern mit Loch eine gute Lösung. Eine Auslesung sollte sowohl bei sehr niedrigen Temperaturen als auch bei sehr hohen Temperaturen möglich sein. Auch Witterungseinflüsse, wie beispielsweise Regen, Eis und Schnee, dürfen die Funktion der Transponder nicht außer Kraft setzen. Ebenfalls sollte im Falle einer Verschmutzung der Transponder weiterhin ausgelesen werden können.

6.1.3 Transponder zur Fuhrenkennzeichnung im Sägewerk

Die Transponder zur Fuhrenkennzeichnung müssen sicher am Holz befestigt werden können. Die Befestigung muss durch den jeweiligen LKW-Fahrer erfolgen. Hierzu darf kein Spezialwerkzeug nötig sein. Die äußere Bauform sollte möglichst einfach gestaltet sein. Die Transponder können vor dem Produktionsprozess nicht entfernt werden. Es handelt sich also gezwungenermaßen um ein Einwegsystem. Spritzgussgehäuse wären hier zum einen unnötig teuer, zum anderen würde die vergleichsweise große Menge an Kunststoff das Sägerestholz derart verunreinigen, dass Möglichkeiten der Weiterverwertung stärker als nötig eingeschränkt würden (Zellstoffindustrie). Die Transponder müssen gelesen werden können, ohne dass der

Fahrer des Ladefahrzeugs dazu das Führerhaus verlassen muss. Das bedeutet, dass eine Mindestlesereichweite unter den gegebenen Einsatzbedingungen von mindestens 2 Metern, besser 3 Metern erreicht werden muss. Die derzeitige Beschriftung erlaubt es, die zwischengelagerten Fuhren der entsprechenden Spedition und dem Waldbesitzer zuzuordnen. Mangelnde Arbeitsgenauigkeit bei der Lagerung kann also ohne größeren Aufwand dem Fuhrunternehmen zugeordnet werden. Ebenso ist es möglich, schlechte Holzqualitäten oder ähnliches dem jeweiligen Waldbesitzer zuzuordnen. Diese Möglichkeit sollte auch weiterhin bestehen. Eine manuelle Beschriftung mit Sprühfarbe könnte umgangen werden, wenn mit dem Transponder auch der Name der Spedition und die Herkunft des Holzes in Klarschrift angebracht werden könnten.

6.2 Software

6.2.1 Lastenheft: „MobileForst@RFID“

Auf der Basis der zuvor beschriebenen Anforderungen wurde ein Lastenheft zusammengestellt. Aus Kostengründen wurde die Entwicklung einer Software in Auftrag gegeben, die sowohl zur Polterkennzeichnung als auch zur Frachtpapier-Lieferschein-Erstellung eingesetzt werden kann. Nachfolgend werden wesentliche Auszüge aus dem Lastenheft aufgeführt.

Zweck

Das Lastenheft Poltermarkierung/elektronischer Lieferschein beschreibt die Anforderungen an die Software MobileForst@RFID, die im Rahmen des AiF-Forschungsprojektes 16085N „Optimierung der Informationsflüsse in der Wertschöpfungskette Holz durch den Einsatz von RFID für elektronische Lieferscheine und das Lagermanagement“ eingesetzt werden soll.

Das Lastenheft wird an die Firma Latschbacher GmbH, Freilassing zur weiteren Bearbeitung bzw. zur Umsetzung übergeben.

Umfang

Im Rahmen des Forschungsprojektes wird der Rundholzbereitstellungsprozess für die Sägewerke sowie das Lagermanagement auf den Rundholzplätzen untersucht.

Die Rundholzbereitstellung soll durch ein verbessertes Informationsmanagement effizienter gestaltet werden. Vom Wald bis zum Werk soll dies durch einen Einsatz von Transpondern zur Poltermarkierung und eine mobile elektronische Datenverarbeitung geschehen. Auf mobilen Endgeräten sollen durch Auslesen der

Transponder am Polter elektronische Lieferscheine generiert werden, die bei der Ankunft im Sägewerk via WLAN übertragen werden können.

Produkteinsatz

Polterinformationen sollten idealerweise auch aus der Software MobileForst® der Firma Latschbacher übernommen und auf den Poltertransponder geschrieben werden können. Für die Testanwendung ist diese Möglichkeit nicht erforderlich.

Produktfunktionen

Die nachfolgende Prozessbeschreibung skizziert das praktische Forschungsziel eines optimierten Informationsflusses.

Die Lagereinheiten (Polter) sollen im Wald mit einem Transponder markierte werden. Auf dem Tag sind die für den Transport relevanten Polterinformationen gespeichert. Grundsätzlich sind hier zwei Szenarien denkbar.

1. Der Transponder wird durch den Förster (Waldbesitzer/Dienstleister) beschrieben und am Polter angebracht.
2. Der Transponder wird durch einen Außendienstmitarbeiter des Sägewerkes im Zuge der Holzabnahme beschrieben und am Polter angebracht. Hierzu sollten die Polterinformationen auch direkt in die zu entwickelnde Software eingegeben werden können.

Auf dem Transponder werden dann die wesentlichen Polterinformationen, die für den weiteren Logistikprozess benötigt werden, gespeichert.

Im Einzelnen sind dies:

- Holzart; Sortiment; Sortimentslänge
- Gesamtmenge Volumen; Gesamtmenge Stammzahl
- Polternummer; Transponder-ID
- Lagerort Name Wald; Lagerort Name Abteilung; Lagerort Abteilungsnummer
- Holzabnehmer Name; Holzabnehmer Ort
- Ansprechpartner Abnehmer Name; Ansprechpartner Abnehmer Telefon
- Holzlieferant Name ; Forstamt Name; WBV/FBG Name; Forstrevier Name
- Ansprechpartner Lieferant Name; Ansprechpartner Lieferant Telefon

Die Polterinformationen sollen im Zuge des Rundholztransportes durch den LKW-Fahrer ausgelesen werden. Hierfür sollen entweder mobile Endgeräte mit eingebautem RFID-Reader, alternativ festinstallierte Geräte mit separatem RFID-Reader (Bluetooth) eingesetzt werden. Die Polterinformationen sollen dem Fahrer angezeigt werden, so dass er einen Abgleich mit dem Frachtauftrag vornehmen kann.

Nach dem Verladen des Holzes werden weitere Informationen durch den Fahrer direkt eingegeben.

Im Einzelnen sind dies:

Ladung Volumen; Ladung Stammzahl

Folgende Informationen sollten automatisch im Zuge der Auslesung erfasst werden:

Datum Transport; Uhrzeit Verladung

Als Kopfdaten für den elektronischen Lieferschein sollten folgende Angaben hinterlegt sein:

Name Spedition; Anschrift Spedition

Name Fahrer; Kennzeichen LKW

Als Verknüpfung zwischen Frachtauftrag und elektronischem Lieferschein kann die einmalige Polter-ID genutzt werden. Zusätzlich muss aber der durchgeführte Transport einer Teilmenge des Polters (und damit auch des Frachtauftrages) durch eine Lieferscheinnummer individualisiert werden. Diese Nummer kann durch die Software automatisch generiert werden. Möglich wäre hier sicherlich eine Kombination aus Polter-ID, Datum und KFZ-Kennzeichen bzw. einer anderen Fahrzeug-ID.

Bleibt nach dem Verladen des Holzes KEINE Restmenge des Polters im Wald zurück, so sollte der Fahrer die Möglichkeit haben, durch einfaches Setzen eines Hakens diese Information in den elektronischen Lieferschein mit aufzunehmen – Polter vollständig abgefahren; Frachtauftrag abgeschlossen!

Der elektronische Frachtbrief

Im Falle einer Kontrolle durch die Polizei, das BAG oder den Zoll müssen die Informationen des elektronischen Lieferscheines auf dem Bildschirm des mobilen oder stationären Endgerätes aufgerufen und als elektronisches Frachtpapier abgebildet werden können.

Der elektronische Lieferschein

Bei der Ankunft im Werk soll die Ladungsinformation als elektronischer Lieferschein via WLAN direkt an den Werkseingang übermittelt und automatisch dem Lagermanagement zur Verfügung gestellt werden. Im Idealfall sollte das Endgerät automatisch das Funknetzwerk des zu beliefernden Werkes erkennen und den Fahrer zur Bestätigung der Übertragung des elektronischen Lieferscheines auffordern.

Im Rahmen des Forschungsprojektes bzw. des geplanten Versuchseinsatzes sollen die Informationen des elektronischen Lieferscheines mindestens in eine Versuchs-Datenbank übernommen werden. In diese Versuchs-Datenbank werden die einzelnen Fuhraufträge eingegeben und mit den Daten des elektronischen Lieferscheines abgeglichen.

Im Falle einer Zwischenlagerung werden ausgewählte Informationen an einen RFID-Etikettendrucker übermittelt. Dieser druckt die Informationen auf ein Transponderetikett (UHF), das durch den Fahrer nach dem Abladen am Holz befestigt wird. Je nach weiterer Vorgehensweise wird entweder die Transponder-ID des Etiketts durch den Drucker ausgelesen und mit den Lieferscheininformationen verknüpft oder es muss eine konkrete Fuhreninformation (Lieferscheinnummer/Partienummer) auf den Transponder geschrieben werden.

Für die Datenübertragung vom Endgerät in die Versuchs-Datenbank muss ein Dateiformat gewählt werden, das eine zuverlässige Daten-Übernahme gewährleistet. Bei der Werksausfahrt sollte dem Fahrer eine Lieferbestätigung (Quittung) auf Basis des elektronischen Lieferscheines ausgestellt werden. Diese könnte bspw. als PDF-Datei via WLAN auf das mobile Endgerät übermittelt werden. (Optional; für den Praxistest nicht zwingend erforderlich)

Benutzercharakteristika

Die Holzaufnahme bzw. die Übertragung der Polterinformationen auf den Transponder erfolgt durch forstlich ausgebildetes Personal (Forstwirt, Revierförster, Forstunternehmer/Dienstleister).

Die Transponder werden bei der Verladung im Wald durch den Fahrer des Rundholz-LKW ausgelesen. Dieser muss die Ergänzungen im elektronischen Lieferschein durchführen und die Datenübermittlung bei Ankunft im Sägewerk einleiten.

6.2.2 Lastenheft: „Rundholzlager@RFID“

Auf der Basis der in Kapitel 4.3 beschriebenen Anforderungen wurde ein Lastenheft für die Software zusammengestellt, die im Zuge der Fahrenidentifikation auf dem Rundholzplatz eingesetzt werden kann. Nachfolgend werden wesentliche Auszüge aus dem Lastenheft aufgeführt:

Zweck

Das mobile Lesegerät soll auf dem Rundholzplatz im Sägewerk eingesetzt werden.

Hier werden zwischengelagerte Rundholzfuhren mit einem Transponderetikett gekennzeichnet. Zur Kennzeichnung wird eine Ziffernfolge verwendet, die durch ein Trennzeichen in zwei Teilbereiche getrennt ist. Sie setzt sich aus einer 9-stelligen Kundenpartienummer und einer 5-stelligen Lieferscheinnummer zusammen.

Bsp.: 123456789-12345

Diese Ziffernfolge soll als Barcode (EAN 128) auf das Etikett aufgedruckt werden. Darunter soll die Ziffernfolge zusätzlich in Klarschrift gedruckt werden.

Die gleiche Ziffernfolge soll zusätzlich auch auf den Transponder geschrieben werden. Bei der Wahl des Speicherortes ist zu beachten, dass der Etikettendrucker diesen Speicherbereich beschreiben und das mobile Lesegerät diesen Speicherbereich auslesen kann!

Ziel ist es, sicherzustellen, dass die zwischengelagerte Fuhre Rundholz jederzeit zuverlässig identifiziert und dem jeweiligen Lieferanten zugeordnet werden kann.

Umfang

Im Rahmen des Forschungsprojektes wird der Rundholzbereitstellungsprozess für die Sägewerke sowie das Lagermanagement auf den Rundholzplätzen untersucht.

Die Rundholzbereitstellung soll durch ein verbessertes Informationsmanagement effizienter gestaltet werden. Auf dem Rundholzplatz des Sägewerkes soll dies durch einen Einsatz von Transponderetiketten zur Fahrenkennzeichnung und eine mobile elektronische Datenverarbeitung geschehen. Die Etiketten sollen mit mobilen Lesegeräten ausgelesen werden und die Identifikationsnummer dem Werksvermessungssystem über ein Funknetz bereitgestellt werden.

Produktfunktionen:

Bei der Ankunft im Sägewerk wird auf der Grundlage der Lieferscheininformation das Transponderetikett (inkl. Barcode) erstellt und durch den Fahrer an der zwischengelagerten Fuhre angebracht.

Ein Ladefahrzeug (Highlifter) verlädt das Rundholz auf eine Förderanlage, um die einzelnen Stammabschnitte dem Produktionsprozess zuzuführen.

Dem Bediener der Vermessungsanlage müssen die Kundenpartienummer und die Lieferscheinnummer der Fuhre mitgeteilt werden.

Das Vermessungssystem (Microtec) verknüpft das Vermessungsergebnis anhand der zwei Nummern mit dem Warenwirtschafts- und Buchhaltungssystem des Sägewerkes.

Der Benutzer muss also zunächst wählen können, mit welchem System er arbeiten möchte; mit Barcode oder mit RFID.

Das Versuchssägewerk verfügt über zwei Rundholzaufgaben mit separaten Vermessungsstationen. Beide Stationen werden von dem gleichen Ladefahrzeug versorgt. Daher muss der Fahrer des Laders VOR der Auslesung des Etiketts eine Auswahl treffen können, für welche der zwei Stationen die Fuhre bestimmt ist.

„RUNDHOLZAUFGABE 1“ oder „RUNDHOLZAUFGABE 2“

Im Anschluss soll die Ziffernfolge ausgelesen und im Netzwerk bereitgestellt werden, so dass der Bediener der Vermessungsanlage, anstelle einer manuellen Dateneingabe, die Kundenpartie- sowie die Lieferscheinnummer per Mausklick „an der Schnittstelle abholen“ kann, an der sie vom Handlesegerät hinterlegt wurden. Die Schnittstellen sind so zu wählen, dass eine eindeutige Zuordnung zu den Vermessungsanlagen sichergestellt ist!

Weitere Funktionen

Nachdem die Stammabschnitte auf die Anlage verladen worden sind, ist das Etikett nicht mehr zugänglich; eine nochmalige Auslesung ist nicht möglich.

Daher muss sichergestellt sein, dass die Nummern auch wirklich für das Vermessungssystem bereitgestellt worden sind.

Der Fahrer muss zunächst eine optische und akustische Bestätigung über den Leseerfolg erhalten. Danach sollte angezeigt werden, ob die Nummern auch tatsächlich an der Schnittstelle zum Vermessungssystem bereitgestellt wurden.

Das Lesegerät sollte eine Liste der ausgelesenen Nummer fortschreiben, so dass bei Bedarf eine ausgelesene Nummer erneut bereitgestellt werden kann (Zwischenspeicherung).

Für die Auswertung des Versuches ist es wichtig, die Funktionalität der beiden Auto-ID-Systeme vergleichen und beurteilen zu können. Hier stellt sich die Frage, wie viele Leseversuche für einen Leseerfolg benötigt werden. Hierfür wäre es erforderlich, dass das Handlesegerät eine „Protokolldatei“ erstellt, in der die Leseereignisse in Kombination mit einem Zeitstempel und der Information, ob der Leseversuch erfolgreich war, aufgelistet werden.

7 Laborversuche zur Auswahl geeigneter Transponder

Das Konzept sieht vor, die zwischengelagerten Führen im Sägewerk mit RFID-Etiketten zu kennzeichnen. Es müssen UHF-Transponder eingesetzt werden, da eine Lesereichweite von mindestens zwei Metern erforderlich ist. Es wurde bereits gezeigt, dass frisches Buchenholz als Applikationsuntergrund einen starken Einfluss auf die Leistungsfähigkeit von UHF-Transpondern hat (KAUL & SCHNEIDER 2009). Im Rahmen des Praxisversuches soll frisches Fichtenholz stirnseitig mit einem Transponderetikett gekennzeichnet werden. Es musste davon ausgegangen werden, dass auch bei frischer Fichte Leistungseinbußen auftreten, zumal der Abstand zwischen dem Inlay und der Holzoberfläche bei Etiketten sehr gering ist. Für einen reibungslosen Testeinsatz mussten solche UHF-Inlays ausgewählt werden, die unter den beschriebenen Bedingungen eine möglichst hohe Leistung (Lesereichweite) erbringen. Hierzu wurden Laborversuche durchgeführt. Die Untersuchung erfolgte schrittweise und unter Anwendung zweier unterschiedlicher Messverfahren.

Im ersten Versuch (Kapitel 7.1) wurden 20 ausgewählte Transpondermodelle der führenden Hersteller mit dem Messsystem „Tagformance“ der Firma Voyantic im Testlabor des Lehrstuhls für Fördertechnik, Materialfluss und Logistik der TU München in Garching untersucht. Dieses Messverfahren hat den großen Vorteil, dass mit einem vertretbaren Zeitaufwand sehr viele Transponder unter vergleichbaren und kontrollierten Bedingungen auf ihre Leistungsfähigkeit getestet werden können. Auf Basis dieser Testergebnisse wurden mit den Transpondern, die sich durch eine überdurchschnittliche Leistung auszeichnen, Versuche zur tatsächlichen Lesereichweite durchgeführt (Kapitel 7.2). Diese Untersuchung wurde auf der Transpondertestbahn des Testlabors durchgeführt.

7.1 Messung der theoretischen Lesereichweite

7.1.1 Das Messsystem „Voyantic Tagformance“

Das Messsystem besteht aus einem speziellen RFID-Reader mit einem Ein- und Ausgangskanal, einer Steuerungs- und Analysesoftware, sowie einer Leseantenne. Während der Abstand zwischen Antenne und dem Transponder in diesem Test konstant bei 0,5 Meter bleibt, wird die Ausgangsleistung des Readers so lange erhöht, bis der Transponder aktiviert und ein Antwortsignal vom Messsystem empfangen wird. Die benötigte Energie für die Aktivierung und die Energie des Antwortsignals werden gemessen (VOYANTIC 2009).

Somit ist es möglich, bei gleichbleibender Entfernung eine Aussagekraft über die benötigte Energie zur Aktivierung des Transponders und über die Energie, mit der

dieser antwortet, zu treffen und daraus die theoretische Lesereichweite zu berechnen.

In allen Versuchen wurden die folgenden zwei Werte (transmitted power und backscattered power) gemessen und die theoretische Lesereichweite (theoretical read range) daraus berechnet.

Transmitted power: Dieser Messwert beschreibt die minimale Energie des Lesefeldes, die benötigt wird, um den Chip des Transponders zu aktivieren. Transponder, die sich bei geringerer Energie aktivieren lassen, werden weitere Lesereichweiten ermöglichen als Transponder, die eine hohe Aktivierungsenergie benötigen, da im Praxisbetrieb die Sendeleistung der Leseantenne konstant ist und die Feldstärke mit zunehmendem Abstand von der Antenne abnimmt.

Backscattered power: Dies ist die gemessene Energie, mit der ein Transponder ein Signal zurücksendet.

Theoretical read range: Hierbei handelt es sich um einen errechneten Wert des Messsystems. Die theoretische Lesereichweite ergibt sich durch die Interpretation einzelner Messwerte. Die Leistungsfähigkeit von verschiedenen Transpondern lässt sich anhand der theoretischen Lesereichweite besonders anschaulich darstellen und vergleichen.

Das Messsystem wird vor Beginn der Messreihen mit einem Referenz-Transponder kalibriert, dessen Leistungsparameter dem Messsystem bekannt sind. Damit kann der Einfluss der Umgebungsbedingungen auf die Messergebnisse direkt berücksichtigt werden. Werden die Bedingungen im Lesefeld bewusst geändert (z.B. der Applikationsuntergrund), kann der Einfluss dieser Änderung genau ermittelt werden

7.1.2 Methodik

7.1.2.1 Getestete Transponderinlays

Zunächst wurde eine Vorauswahl für in Frage kommende UHF-Transponderinlays getroffen. Bei der Vorauswahl der Inlays wurde darauf geachtet, einen möglichst großen Bereich an verschiedenen Typen und Antennengrößen zu berücksichtigen.

Die untersuchten Inlays können der Tabelle 1 entnommen werden.

**Tabelle 1: Transponderinlayauswahl für die Versuche zur theoretischen Lesereichweite
(Bildquelle: Printronix Deutschland GmbH)**

Nr.	Lieferant	Hersteller	Name Inlay	Größe [mm]	N	Bild
1.	FML	Alien Technology	G-Inlay 9654	96,5 x 23,2	5	
2.	Schreiner	Alien Technology	Squiggle-Inlay 9640	98,2 x 12,3	5	
3.	Schreiner	Alien Technology	Short-Inlay 9662	73,5 x 21,2	5	
4.	Schreiner	Avery Dennison	AD-612	140 x 25	5	
5.	Schreiner	Avery Dennison	AD-805	16 x 16	5	
6.	Schreiner	Avery Dennison	AD-814	22 x 22	5	
7.	Schreiner	Avery Dennison	AD-824	29,9 x 50	5	
8.	Schreiner	Avery Dennison	AD-826	29,9 x 50	5	
9.	Schreiner	Avery Dennison	AD-828	15 x 40	5	
10.	Schreiner	Avery Dennison	AD-833	38 x 93,5	5	
11.	Schreiner	Avery Dennison	AD-840	38 x 94	5	
12.	Avery Dennison, Schreiner	Avery Dennison	AD-843	94 x 38	5	
13.	Schreiner	Avery Dennison	AD-226iL	95 x 8	5	
14.	Schreiner	UPM	Button	11	3	
15.	Schreiner	UPM	Hammer	70 x 22	3	
16.	Bluhm, Gera Ident	UPM	Short-Dipole	93 x 11	5	
17.	Bluhm, Gera Ident,	UPM	Short-DipoleX	93 x 11	5	
18.	Bluhm, Schreiner	UPM	Dog Bone™	93 x 24	5	
19.	Gera Ident	UPM	Raflatac-3000843	93 x 11	3	
20.	Schreiner	UPM	Raflatac-3000989	70 x 13	5	

7.1.2.2 Feststellung der Wiederholgenauigkeit des Messsystems

Zunächst wurde untersucht, ob der Versuchsaufbau bei den Messungen eine hohe Wiederholgenauigkeit aufwies und keine externen Einflüsse die Messergebnisse verfälschten. Daher wurden zunächst transmitted power und backscattered power eines Transponders zehnmal in Folge im Frequenzbereich zwischen 800 und 1000 MHz in 5-MHz-Schritten gemessen und jeweils die theoretische Lesereichweite daraus errechnet. Für die Messreihe wurde der Transponder „AD-840“ verwendet.

Im realen Einsatz befinden sich die Transponder direkt auf der Holzoberfläche. Da die getesteten Inlays im Laufe der verschiedenen Messreihen mehrfach wiederverwendet werden mussten, wurde die Verwendung in einem Klebeetikett simuliert. Die Transponder wurden mittig auf der Stammscheibe mittels einer drei Zentimeter dicken Styroportafel und zwei Gummibändern fest an das Holz gedrückt und so fixiert (Abbildung 5). Styropor verhält sich im Lesefeld aufgrund seiner physikalischen Eigenschaften weitestgehend neutral und hat nur einen sehr geringen Einfluss auf das absolute Messergebnis. Somit ist die verwendete Anbringungstechnik vergleichbar mit der eigentlichen Befestigungsmethode. Die Leseantenne und die Stammscheibe mit dem Transponder wurden parallel zueinander ausgerichtet. Als Maß für die Wiederholgenauigkeit wurde die statistische Varianz verwendet.



Abbildung 5: Befestigung der Transponder während der Messungen

7.1.2.3 Vergleichsmessungen zur Ermittlung der Leistungsfähigkeit

Zunächst wurde eine Übersichtsmessung im Frequenzbereich von 800-1000 MHz in 5-MHz-Schritten durchgeführt. Hieraus ergab sich ein Überblick über die Leistungsfähigkeit und das Leistungsoptimum jedes einzelnen Transponders. Die Holzfeuchte (U) der Stammscheibe betrug dabei ca. 50 Prozent.

Zur genaueren Beurteilung der Leistungsfähigkeit wurden nachfolgend Messungen in 1-MHz-Schritten im Frequenzbereich zwischen 860 und 875 MHz durchgeführt.

Es wurden mindestens drei und höchstens fünf Transponder einer Bauart (je nach Verfügbarkeit) ausgewählt und gemessen. Anschließend wurde der Mittelwert der Messergebnisse pro Frequenz ermittelt und grafisch dargestellt. Durch den Einsatz mehrerer Transponder einer Bauart konnte zusätzlich die Gleichmäßigkeit der Transpondermodelle beurteilt werden.

7.1.3 Ergebnisse

7.1.3.1 Wiederholgenauigkeit des Messsystems

Der Versuch zur Wiederholgenauigkeit des Messsystems zeigte im Frequenzbereich zwischen 860 und 870 MHz eine Varianz kleiner 0,0001. Das bedeutet, dass die Leistungsunterschiede zwischen den einzelnen Messungen auf Unterschiede in der Leistungsfähigkeit der Inlays zurückgeführt werden können.

7.1.3.2 Leistungsfähigkeit der Transponderinlays

Abbildung 6 zeigt die Ergebnisse der Übersichtsmessung. Als Messergebnis wird jeweils der Mittelwert aus den Einzelmessungen der verwendeten drei bis fünf Testexemplare des jeweiligen Transpondermodells angegeben. Als Maß für die Leistungsfähigkeit wird die theoretische Lesereichweite verwendet. Sie erlaubt einen besonders anschaulichen Vergleich der einzelnen Transponder. Es ist deutlich zu erkennen, dass es erhebliche Unterschiede zwischen den einzelnen Transpondermodellen gab. Ferner zeichnet sich ab, dass es drei Kollektive gibt. Transponder mit starker Leistung, die theoretische Lesereichweiten von über 2 Metern erreichen, Transponder mit durchschnittlicher Leistung, die theoretische Lesereichweiten von 1,5 bis 2 Metern erreichen und solche mit schlechter Leistung, die lediglich theoretische Lesereichweiten von unter 1,5 Metern erreichen bzw. überhaupt nicht erfasst werden konnten.

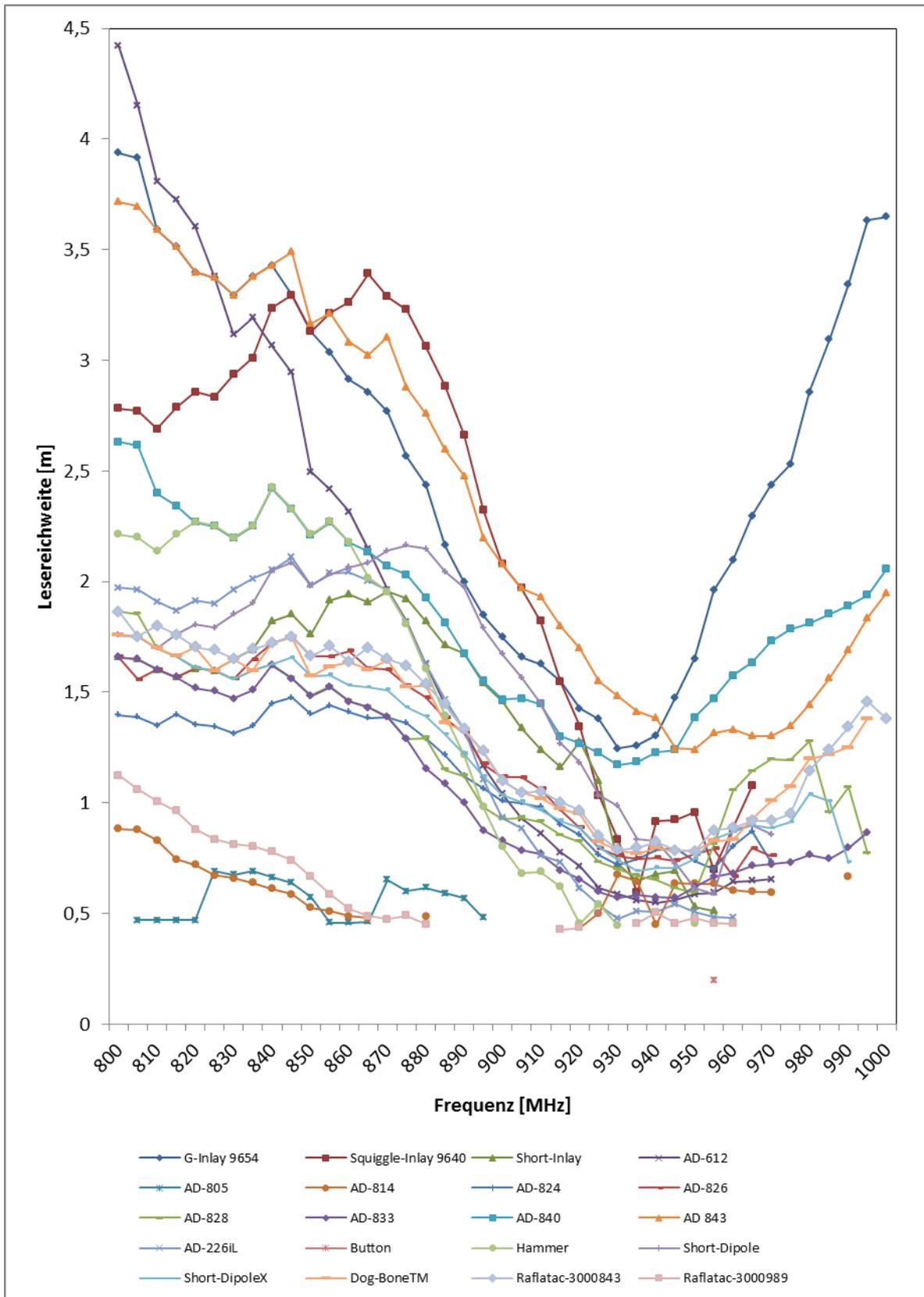


Abbildung 6: Übersichtsmessung Tagformance (Frequenzbereich: 800-1000 MHz; Intervall: 5 MHz)

Abbildung 7 zeigt die Ergebnisse der Messungen im Frequenzbereich zwischen 860 und 875 MHz in 1-MHz-Schritten. Als Messergebnis wird wieder jeweils der Mittelwert aus den Einzelmessungen der verwendeten drei bis fünf Testexemplare des jeweiligen Transpondermodells angegeben. Die drei Transpondermodelle „G-Inlay“, „Squiggle-Inlay“ und „AD-843“ heben sich bezüglich der Lesereichweite von den übrigen Transpondern deutlich ab. Sie erreichen bei Arbeitsfrequenzen um 868 MHz theoretische Lesereichweiten von 3m bis 3,5m Meter. Der Mittelwert der theoretischen Lesereichweite aller getesteten Transponder beträgt bei 868 MHz 1,74m.

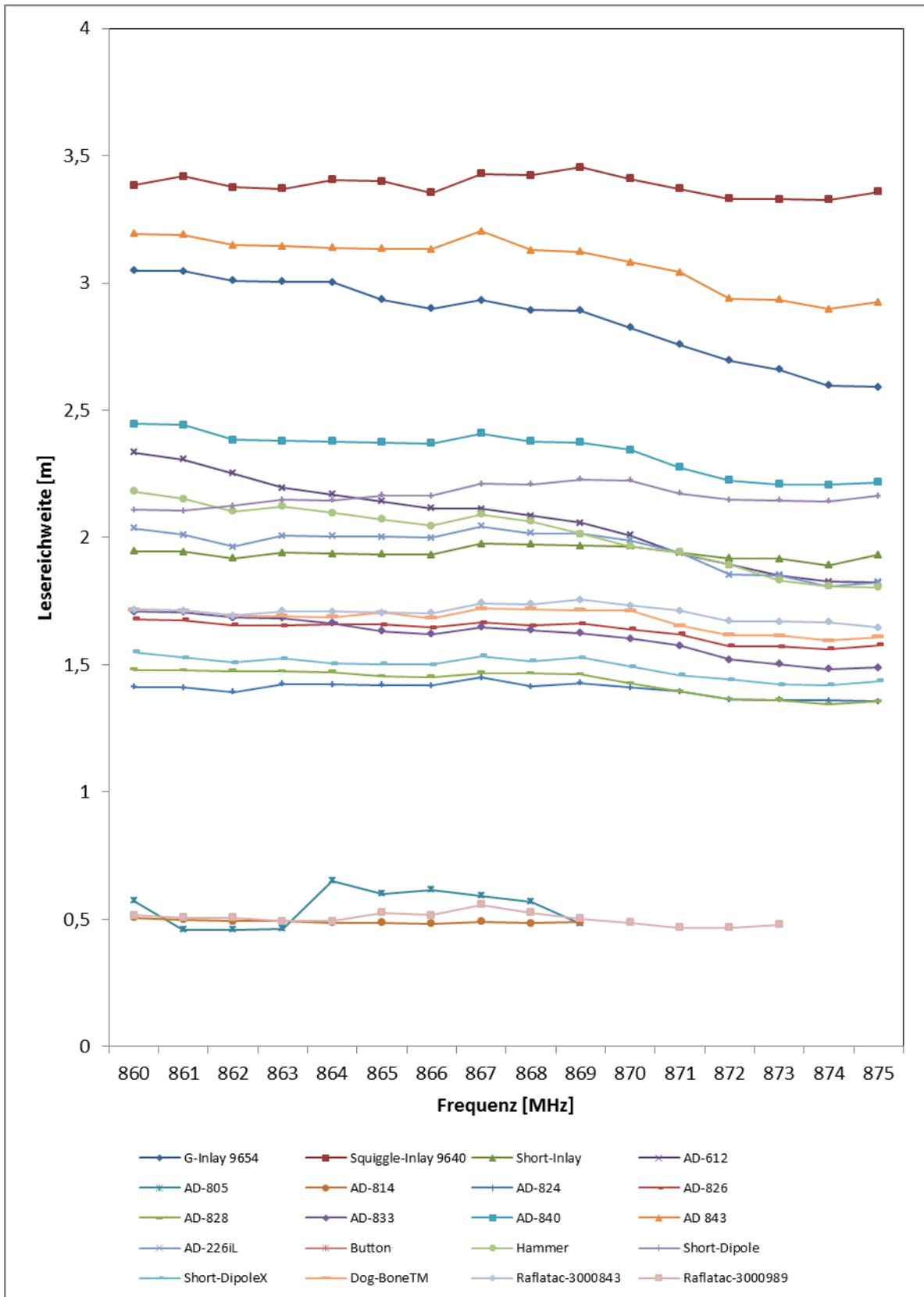


Abbildung 7: Messergebnisse Tagformance (Frequenzbereich: 860-875 MHz; Intervall: 1 MHz)

7.2 Messung der tatsächlichen Lesereichweite

Die im Kapitel 7.1 gemessene theoretische Lesereichweite erlaubt einen anschaulichen Vergleich der Inlays, kann jedoch nicht als absoluter Wert in die Realität übertragen werden. Daher wurden weitere Untersuchungen zur tatsächlichen Lesereichweite mit den drei leistungsstarken Inlays durchgeführt.

Die Versuche zur Ermittlung der tatsächlichen Lesereichweite wurden auf einer Transpondertestbahn durchgeführt. Hierbei wurden die Distanz zwischen der Leseantenne und einer Stammscheibe mit dem jeweiligen Testtransponder automatisch schrittweise vergrößert und die Lesebarkeit überprüft. Durch entsprechende Wiederholungen konnte so die Leserate in Abhängigkeit von der Distanz zwischen Leseantenne und Inlay und somit auch die tatsächliche zuverlässige bzw. maximale Lesereichweite eines Inlays ermittelt werden. Wird ein Inlay bei einer bestimmten Entfernung zur Leseantenne nicht mehr erfasst, bei weiter zunehmender Entfernung allerdings wieder gelesen, so liegt ein so genanntes Leseloch vor. Leselöcher treten allerdings in Abhängigkeit von den jeweiligen Umgebungsbedingungen auf. Ein Auftreten unter den störungsarmen Laborbedingungen ist daher lediglich hinweisgebend, jedoch nicht uneingeschränkt auf einen Praxiseinsatz zu übertragen.

7.2.1 Methodik

Die jeweiligen Transponder (Tabelle 2) wurden mittig in zentraler Position auf einer Stammscheibe aus Fichtenholz mit einer Holzfeuchte [U] von ca. 50 % befestigt. Die Fixierung erfolgte wie auch schon in den vorherigen Versuchen mittels einer Styroportafel und zwei Gummibändern. Diese Stammscheibe wiederum wurde mit einer Vorrichtung auf einem Schlitten befestigt, der mittels eines Servomotors auf einer Schiene in 0,1 Meter Intervallen von der Antenne entfernt wurde. Die Antenne und die Stammscheibe mit dem Transponder waren dabei parallel zueinander ausgerichtet. Die Startdistanz betrug 0,5 Meter. Die Messungen endeten bei 5,0 Meter Distanz. Nach jedem 0,1-Meter-Intervall wurde die Lesbarkeit des Transponders geprüft. Pro Transponderbauform wurden fünf Transponder bezüglich ihrer tatsächlichen Lesereichweite und auf eventuell auftretende Leselöcher untersucht sowie die Leserate für jedes Intervall berechnet.

Die Ausgangsleistung an der Antenne betrug in der ersten Messreihe 0,5 Watt ERP. ERP (effective radiated power) bezeichnet die effektive Sendeleistung, die an der Antenne abgestrahlt wird, und entspricht mit 0,5 Watt ERP der maximalen Sendeleistung eines starken Handlesegerätes.

Die zweite Messreihe wurde in gleicher Weise, jedoch mit einer Sendeleistung von 2 Watt ERP. Diese Sendeleistung kann von fest installierten UHF-Long-Range-Readern erreicht werden und stellt das zulässige Maximum dar.

**Tabelle 2: Transponderauswahl für die Versuche zur tatsächlichen Lesereichweite
(Bildquelle: Printronix Deutschland GmbH)**

Nr.	Lieferant	Hersteller	Name Transponder	Größe [mm]	Bild
1.	FML	Alien Technology	G-Inlay 9654	96,5 x 23,2	
2.	Schreiner	Alien Technology	Squiggle-Inlay 9640	98,2 x 12,3	
12.	Avery Dennison, Schreiner	Avery Dennison	AD-843	94 x 38	

7.2.2 Ergebnisse

Abbildung 8 zeigt die Testergebnisse des Transpondermodells „G-Inlay“. Das „G-Inlay“ kann sowohl bei 0,5 Watt ERP als auch bei 2 Watt ERP bis zu einer Distanz von 2,5 Metern zuverlässig ausgelesen werden. Jenseits dieser Distanz treten Leselöcher auf. Es zeichnet sich jedoch ab, dass bei höherer Sendeleistung die Bedingungen für eine erfolgreiche Auslesung besser sind.

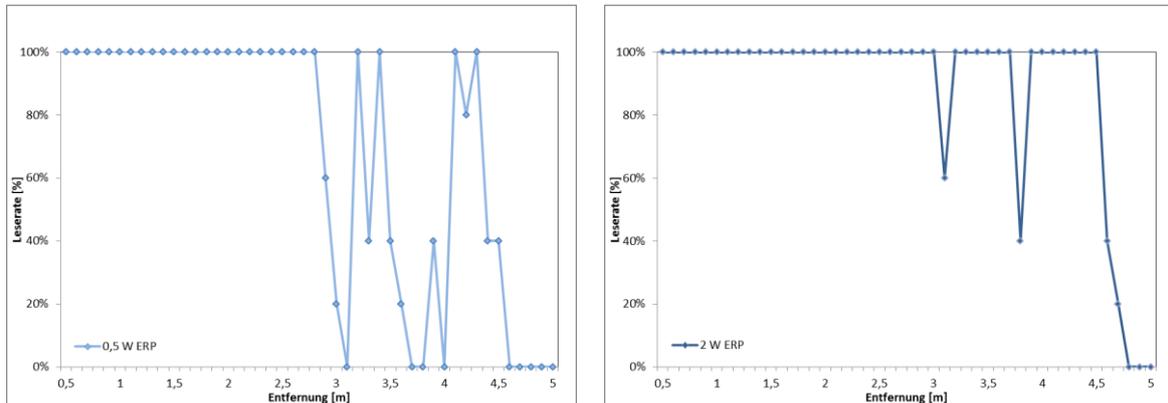


Abbildung 8: Leserate in Abhängigkeit von der Leseentfernung; Inlay „G-Inlay“ bei 0,5 Watt ERP (links) und 2 Watt ERP (rechts)

Abbildung 9 zeigt die Versuchsergebnisse des Transpondermodells „Sqiggle Inlay 9640“. Das Modell kann bis zu einer Distanz von ca. 1,7 Metern sehr zuverlässig ausgelesen werden. Jenseits dieser Distanz bricht die Lesbarkeit allerdings sehr schnell ab. Bereits ab 1,9 Metern war unter den Versuchsbedingungen keines der verwendeten Inlays mehr lesbar.

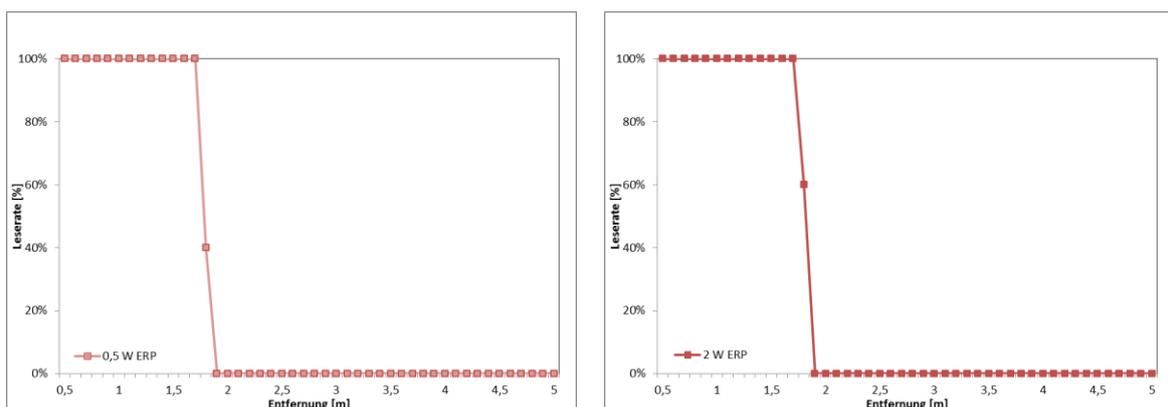


Abbildung 9: Leserate in Abhängigkeit von der Leseentfernung; Inlay „Sqiggle Inlay 9640“ bei 0,5 Watt ERP (links) und 2 Watt ERP (rechts)

Abbildung 10 zeigt die Messergebnisse des Transpondermodells „AD-843“. Das Modell „AD-843“ kann sowohl bei 0,5 Watt ERP als auch bei 2 Watt ERP bis zu einer Distanz von etwa 3 Metern zuverlässig ausgelesen werden. Jenseits dieser Distanz treten Leselöcher auf. Es zeichnet sich jedoch ab, dass bei höherer Sendeleistung die Bedingungen für eine erfolgreiche Auslesung besser sind.

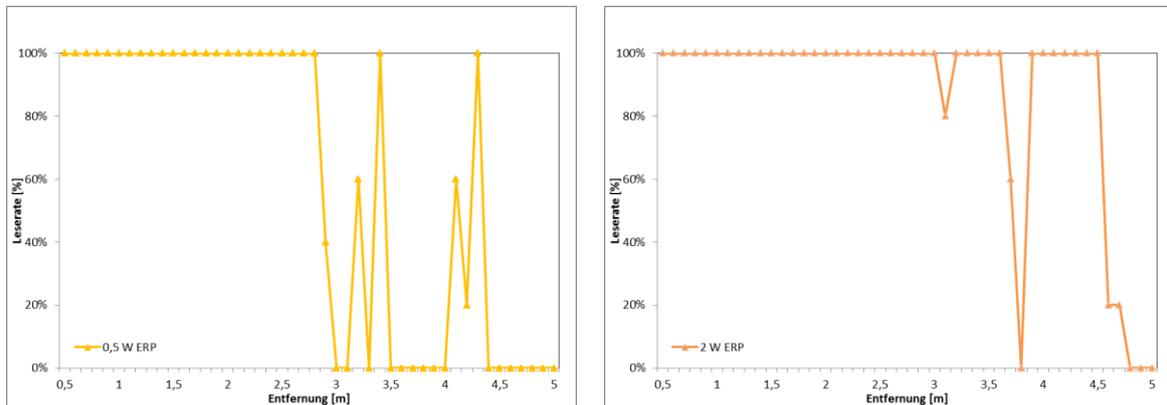


Abbildung 10: Leserate in Abhängigkeit von der Leseentfernung; Inlay „AD-843“ bei 0,5 Watt ERP (links) und 2 Watt ERP (rechts)

7.3 Fazit

Ziel der Laborversuche war, gut geeignete Transpondermodelle für den Praxistest zu ermitteln. Das entscheidende Kriterium war dabei die erreichbare Lesereichweite bei Anbringung auf frischem Fichtenholz. In einer ersten Versuchsreihe konnten durch Vergleichsmessungen drei potenziell geeignete Modelle ermittelt werden. Eine zweite Versuchsreihe hat gezeigt, dass mit den drei Modellen ausreichende Lesereichweiten erzielt werden können. Die Ergebnisse spiegeln die Ergebnisse der Vergleichsmessungen wieder. Die Modelle „G-Inlay“ und „AD-843“ entsprechen mit Lesereichweiten bis 3 Meter und mehr den Anforderungen. Das Modell „Sqiggle Inlay 9640“ ist mit einer zuverlässigen Lesbarkeit bis zu einer Distanz von knapp 2 Metern für einen Praxiseinsatz lediglich eingeschränkt tauglich. Die tatsächliche Lesereichweite weicht von den absoluten und relativen Ergebnissen der Vergleichsmessung ab.

8 Funktionsweise der entwickelten Softwarelösung

8.1 Software „MobileForst@RFID“

Die Software wurde entsprechend den Vorgaben des Lastenheftes entwickelt. Der Nutzer gelangt bei Programmstart in ein Menü, das eine Auswahl aus vier Optionen erlaubt (Abbildung 11).

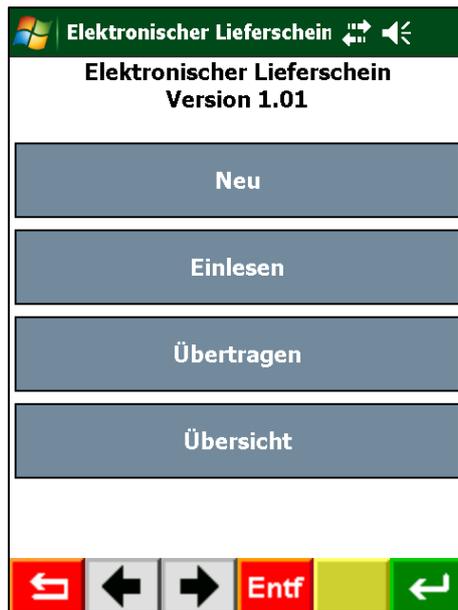


Abbildung 11: Startbildschirms (Screenshot aus *MobileForst@RFID*)

Die Schaltfläche *NEU* öffnet das Menü zur Polterdatenerfassung. Sie wird z. B. durch den Förster betätigt, wenn ein neues Polter erfasst werden soll.

Die Schaltfläche *EINLESEN* aktiviert den RFID-Reader. Sie wird betätigt, wenn Informationen von einem Poltertransponder eingelesen werden sollen.

Die Schaltfläche *ÜBERTRAGEN* löst die drahtlose Übertragung der Fuhreninformation (elektronischer Lieferschein) an das Sägewerk aus.

Die Schaltfläche *ÜBERSICHT* öffnet eine Tabelle mit allen Lieferscheinen, die aktuell auf dem Gerät gespeichert sind.

Alle Funktionen lassen sich also direkt von diesem Startmenü ausgehend aufrufen. Die Vorgehensweise wird nachfolgend in der Reihenfolge vorgestellt, die dem Einsatz in der Praxis entspricht.

8.1.1 Funktion: Polteraufnahme und Datenspeicherung auf dem Poltertransponder

Zur Erfassung eines neuen Polters wird nach dem Programmstart die Schaltfläche *NEU* betätigt. Es öffnet sich das Menü zur Aufnahme der Polterdaten (Abbildung 12).

Lieferschein						
1	2	3	4	5		
Holzart:	FICHTE					
Sortimentslänge:	5.0					
Sorte:	SL					
Ges.Volumen:	110.00					
Ges.Stammzahl:	523.00					
Polternummer:	P0155-01					
HAB-Nummer:	[Green Box]					
A	B	C	D	E	F	G
H	I	J	K	L	M	Ü
N	O	P	Q	R	S	Ö
T	U	V	W	X	Y	Ä
Z	^				123	?!/
[Red Arrow]	[Black Arrow]	[Black Arrow]	[Red Entf]	[Green Box]	[Green Arrow]	

Abbildung 12: Menü zur Aufnahme der Polterdaten, Registerkarte 1 (Screenshot aus *MobileForst@RFID*)

Das Menü gliedert sich in fünf Unterregister. In der Registerkarte 1 werden die Grundinformationen des Polters erfasst. Dies sind zunächst die Holzart, die Länge des Sortiments sowie das Sortenkürzel. Ferner wird das Holzvolumen des gesamten Polters und, falls ermittelt, die Anzahl der Abschnitte/Stämme eingegeben. Weiterhin kann die forstbetriebsinterne Polternummer sowie die HAB-Nummer des Hiebes erfasst werden.

In der Registerkarte 2 werden die Informationen zum Lagerort erfasst (Abbildung 13).

The screenshot shows a mobile application interface titled 'Lieferschein'. At the top, there are five tabs labeled 1 through 5, with tab 2 selected. Below the tabs, there are several input fields: 'PolterID 1:' with the value 'A2F02546', 'PolterID 2:', 'PolterID 3:', 'Lagerort Wald:' with the value 'THALHAUSER FORST', 'Lagerort Abt.:' with the value 'SCHEIBENTAL', and 'Lagerort Abt.Nr.:' with the value '6'. Below the form is a QWERTZ keyboard layout with letters A-Z and symbols like '^', '123', and '?!/'. At the bottom, there is a navigation bar with buttons for back, left, right, delete (Entf), and home.

Abbildung 13: Menü zur Aufnahme der Polterdaten, Registerkarte 2 (Screenshot aus *MobileForst@RFID*)

Es können die Namen des Forstes sowie der Abteilung und die Abteilungsnummer eingegeben werden. Zusätzlich wird automatisch eine eindeutige Identifikationsnummer für den Polterdatensatz vergeben, die jederzeit eine korrekte Zuordnung ermöglicht.

In der Registerkarte 3 werden die Grundinformationen zu Lieferant (Forstbetrieb) und Abnehmer (Holzwirtschaft) erfasst.

Lieferschein						
1	2	3	4	5		
Holzabnehmer:		ILIM TIMBER BAVARI				
Holzab. Ort:		LANDSBERG / LECH				
Holzlieferant:		BAYSF AÖR				
Forstamt:		FREISING				
WBV/FBG:						
Forstrevier:		FREISING				
A	B	C	D	E	F	G
H	I	J	K	L	M	Ü
N	O	P	Q	R	S	Ö
T	U	V	W	X	Y	Ä
Z	^				123	?!/
←		←		→		Entf
←		→		←		

Abbildung 14: Menü zur Aufnahme der Polterdaten, Registerkarte 3 (Screenshot aus *MobileForst@RFID*)

Als Erstes können der Firmenname und der Firmensitz des Holzkäufers eingegeben werden. Danach werden die Informationen des Lieferbetriebes (Forstbetrieb) eingegeben. Dabei ist es möglich, bis zu drei Organisationsebenen (z.B. Landesbetrieb, Forstamt/-betrieb und Forstrevier) einzugeben. In Verbindung mit dem Lagerort (Waldort/Abteilung) wird damit die Herkunft des geladenen Holzes für das elektronische Frachtpapier ausreichend und über die derzeitige Praxis hinausgehend beschrieben.

Die Registerkarte 4 erfasst weiterführende Daten zum Lieferanten und zum Empfänger (Abbildung 15).

1	2	3	4	5
Lieferant Ans.:		TILLYSTR 2 REGENSB		
Lieferant Tel.:		0941.6909xxx		
Abnehmer Ans.:		FR. KOLLM. STR. 5, L		
Abnehmer Tel.:		08191.94712xxx		
Ladung Volumen:		[Green bar]		
Ladung Stammz.:		[Empty field]		
7	8	9		
4	5	6		
1	2	3		
0	.	abc	?!/	
[Red Back]	[Grey Left]	[Grey Right]	[Red Entf]	[Yellow]
[Green Left]				

Abbildung 15: Menü zur Aufnahme der Polterdaten, Registerkarte 4 (Screenshot aus *MobileForst@RFID*)

Hier können die genauen Firmenanschriften des liefernden und des belieferten Betriebes eingegeben werden. Zusätzlich können Telefonnummern der jeweiligen Ansprechpartner eingegeben werden. Bei eventuellen Rückfragen zum Fuhrauftrag kann somit problemlos Kontakt mit dem zuständigen Mitarbeiter auf der Lieferanten- bzw. der Empfängerseite aufgenommen werden.

Damit ist die Erfassung der Polterinformationen abgeschlossen.

Die Eingabefelder *Ladung Volumen* und *Ladung Stammzahl* werden bei der Polteraufnahme durch den Förster nicht ausgefüllt. Sie beziehen sich auf die jeweilige Fuhre. Die Eintragungen werden durch den LKW-Fahrer vorgenommen. Die Registerkarte 5 erfasst weitere Transportdaten. Sie wird daher im Kapitel 8.1.2 näher beschrieben.

Die Datenerfassung wird mit einem Klick auf die Schaltfläche *Bestätigen* (weißer Pfeil auf grünem Grund am unteren rechten Bildschirmrand) abgeschlossen. Das Programm startet daraufhin automatisch eine Abfrage, ob der Datensatz auf dem Transponder gespeichert werden soll (Abbildung 16).



Abbildung 16: Datenübertragung auf den Transponder (Tag) (Screenshots aus *MobileForst@RFID*)

Wird mit der Schaltfläche *Ja* bestätigt, erfolgt automatisch die Datenübertragung auf den Poltertransponder. Die Übertragung dauert, in Abhängigkeit von der Datenmenge, zwischen 5 und 10 Sekunden. Der Begriff „Lieferschein“ ist in diesem Zusammenhang nicht korrekt. Es handelt sich um einen Fehler in der Programmierung. Richtig wäre es, stattdessen die Begriffe „Polterdaten“ oder „Polterinformationen“ zu verwenden.

8.1.2 Elektronisches Frachtpapier erstellen

Der LKW-Fahrer kann die gleiche Software einsetzen, um sich die Polterdaten auf sein MDE-Gerät zu laden und durch ergänzende Angaben ein elektronisches Frachtpapier zu erstellen. Nach dem Programmstart wird dazu im Hauptmenü die Schaltfläche *EINLESEN* angeklickt (vgl. Abbildung 11). Die Software aktiviert daraufhin automatisch den RFID-Reader. Dieser beginnt, einen Transponder im Lesefeld zu suchen. Auf dem Bildschirm erscheint eine entsprechende Meldung, dass ein Transponder (RFID-Tag) gesucht wird. Wird ein Transponder im Lesefeld gefunden, erhält der Nutzer die Meldung, dass die Polterinformationen eingelesen werden (Abbildung 17).



Abbildung 17: Datenübertragung auf das MDE-Gerät des LKW-Fahrers (Screenshots aus *MobileForst@RFID*)

Der Begriff „Lieferschein“ ist in diesem Zusammenhang ebenfalls nicht korrekt, jedoch weniger irreführend als bei der Poltermarkierung (vgl. Kapitel 8.1.1).

Nach vollständiger Datenübertragung öffnet sich automatisch das Menü zur Dateneingabe. In der Registerkarte 4 gibt der Fahrer das Volumen der Ladung sowie die Anzahl der geladenen Abschnitte/Stämme ein. In der Registerkarte 5 werden die Stammdaten des Transportunternehmens erfasst. Neben dem Namen und der Anschrift der Spedition können auch der Name des Fahrers und das amtliche Kennzeichen des LKW erfasst werden (Abbildung 18).

1	2	3	4	5
Lieferant Ans.:		TILLYSTR 2 REGENSB		
Lieferant Tel.:		0941.6909xxx		
Abnehmer Ans.:		FR. KOLLM. STR. 5, L		
Abnehmer Tel.:		08191.94712xxx		
Ladung Volumen:		28.00		
Ladung Stammz.:		102		

1	2	3	4	5
Datum:		11.05.2011		
Uhrzeit:		17:00:09		
Spedition:		FIRMA HERBST		
Anschrift:		TALSTR. 5		
Fahrer:		MEIER, ERNST		
Kennz. LKW:		FS-TZ 123		
<input type="checkbox"/> Abgefahren		<input type="checkbox"/> Übertragen		

7	8	9
4	5	6
1	2	3
0	.	abc ?!/

A	B	C	D	E	F	G
H	I	J	K	L	M	Ü
N	O	P	Q	R	S	Ö
T	U	V	W	X	Y	Ä
Z	^				123	?!/

Abbildung 18: Menüs zur Aufnahme der Polterdaten, Registerkarten 4 und 5 (Screenshots aus *MobileForst@RFID*)

Die Datenerfassung wird mit einem Klick auf die Schaltfläche *Bestätigen* (weißer Pfeil auf grünem Grund am unteren rechten Bildschirmrand) abgeschlossen. Das Frachtpapier wird gespeichert. Aus dem Hauptmenü gelangt man über die Schaltfläche *Übersicht* zu einem tabellarischen Überblick über die gespeicherten Frachtpapiere (Abbildung 19).

Polternummer	HAB Nr.	A	Ü
P0123-1	2011.0153	x	x
P0155-02			
P0155-03			
P0035.2			
P0035.1			
P0035.3			
P0035.4			
P0035.5			
P0035.6			
P0035.7			
P0035.8			

Abbildung 19: Übersicht über gespeicherte Frachtpapiere (Screenshot aus *MobileForst@RFID*)

In den Spalten *A* und *Ü* wird angezeigt, ob die Fuhre abgefahren (*A*) bzw. das Frachtpapier als elektronischer Lieferschein bereits an das Werk übertragen (*Ü*) wurde.

8.1.3 Elektronischen Lieferschein versenden.

Bei Ankunft im Sägewerk stellt das MDE-Gerät automatisch eine Verbindung mit einem freigegebenen Drahtlosnetzwerk her. Zur Datenübertragung wird im Hauptmenü die Schaltfläche **ÜBERTRAGUNG** angeklickt. Besteht die Netzwerkverbindung, erhält der Nutzer die Meldung, dass die Datenübertragung läuft.

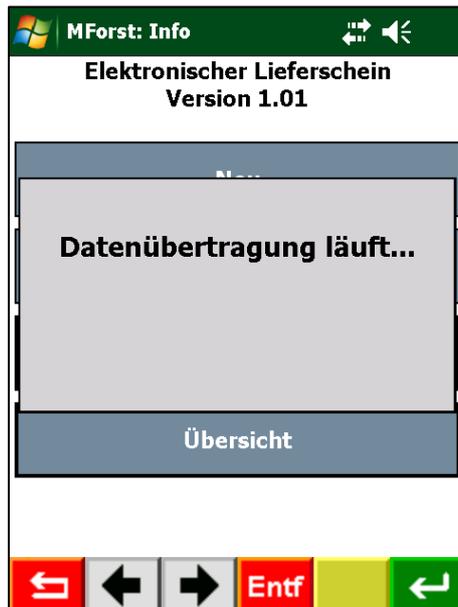


Abbildung 20: Datenübertragung an das Sägewerk (Screenshot aus *MobileForst@RFID*)

Besteht keine Netzwerkverbindung, werden alle verfügbaren Netzwerke angezeigt und aktiv nach weiteren Netzwerken gesucht. Bleibt diese Suche erfolglos, erhält der Nutzer eine Meldung, dass ein Fehler bei der Übertragung aufgetreten ist und keine Netzwerkverbindung hergestellt werden konnte.

War die Datenübertragung erfolgreich, erhält der Nutzer eine Meldung, dass die Daten vom Werkssystem verarbeitet wurden.

8.1.4 Datenverarbeitung im Sägewerk

Werkseitig werden die Lieferscheindaten von einer eigens für diesen Zweck entwickelten Software verarbeitet (Abbildung 21). Die Fuhreninformation wird in einer Versuchsdatenbank gespeichert. Wird die Fuhre direkt auf die Rundholzaufgabe geladen und vermessen, kann die erforderliche Fuhreninformation direkt dem Vermessungssystem zugeleitet werden. Soll die Fuhre auf dem Rundholzplatz zwischengelagert werden, kann aus der Wareneingangssoftware ein Druckauftrag für ein Transponderetikett ausgeführt werden

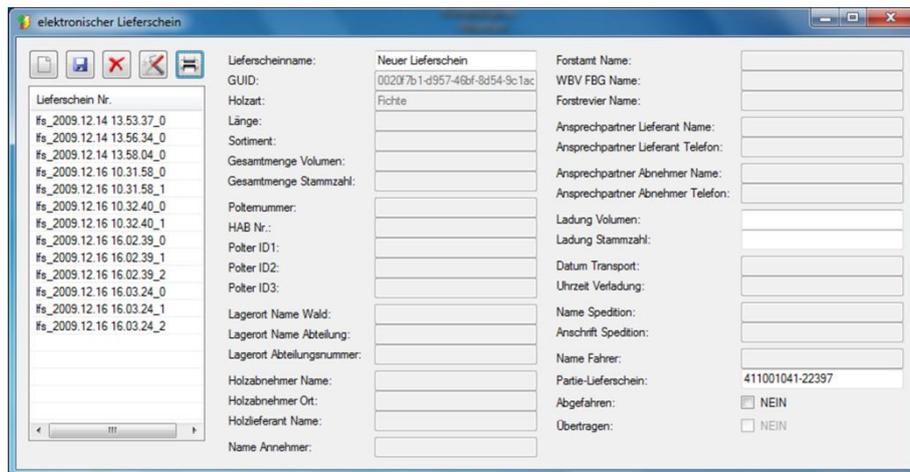


Abbildung 21: Screenshot aus der entwickelten Wareneingangssoftware

Am linken Rand sind die eingegangenen Lieferscheine aufgelistet. Die jeweilige Fuhreninformation kann per Mausklick aufgerufen werden.

Neben dem Empfang der elektronischen Lieferscheine ist auch die Möglichkeit einer manuellen Dateneingabe umgesetzt worden. Damit können während des Praxistests auch für solche Fuhren Transponderetiketten erstellt werden, die mit einem konventionellen Lieferschein in Papierform im Werk eintreffen. Dadurch könnten alle zwischengelagerten Fuhren markiert werden.

8.2 Software Rundholzlager@RFID

Auf Basis des Lastenheftes (Kapitel 6.2.2) wurde eine Software für das Fahrzeugterminal entwickelt, die es erlaubt, die Transponderetiketten auf dem Rundholzplatz auszulesen und die Informationen zu der jeweiligen Fuhre drahtlos auf einem Laufwerk des Firmennetzwerkes bereitzustellen.

Abbildung 22 zeigt die Benutzeroberfläche des Programms.

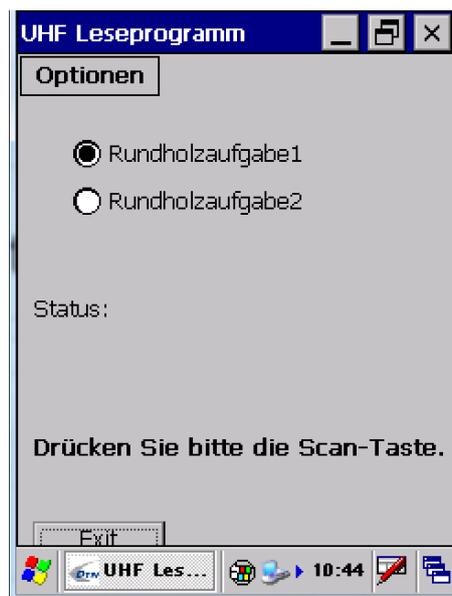


Abbildung 22: Benutzeroberfläche (Screenshot aus Rundholzlager@RFID)

Jede Rundholzaufgabe verfügt über ein eigenes Datenverarbeitungssystem. Verfügt das Sägewerk über zwei Rundholzaufgaben, muss zunächst festgelegt werden, welcher Anlage die Fuhreninformationen übermittelt werden sollen.

Damit die Informationen vom Vermessungssystem verarbeitet werden können, muss einmalig der Pfad zum Speicherort eingegeben werden. Dies erfolgt im Menü *OPTIONEN* (Abbildung 23). Es ist jeweils der Pfad für die zwei verschiedenen Aufgaben einzugeben.

Der dritte Dateipfad führt in eine LOG-Datei, in der jedes Leseergebnis mit Datum und Uhrzeit sowie den Fuhreninformationen protokolliert wird. Damit können im Rahmen des Praxistests der Einsatzumfang des Gerätes sowie die erfolgreichen Lesungen leicht nachvollzogen werden.

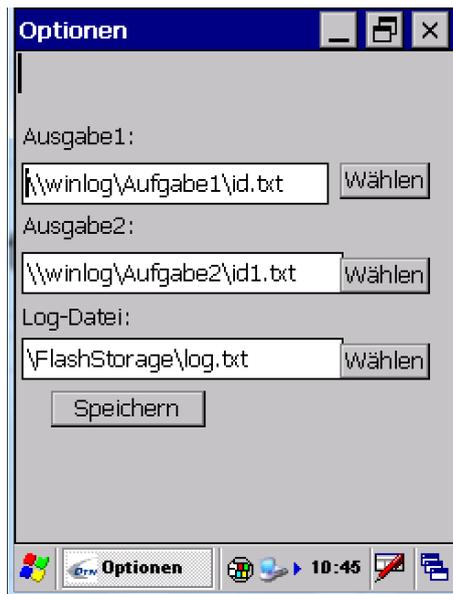


Abbildung 23: Menü zur Eingabe der Speicherorte (Screenshot aus Rundholzlager@RFID)

Hat der Nutzer eine Auswahl für die Aufgabe 1 oder die Aufgabe 2 getroffen, kann das Etikett ausgelesen werden. Konnte das Etikett gelesen und die Informationen auf dem Netzwerklaufwerk gespeichert werden, wird das Ergebnis auf dem Bildschirm angezeigt (Abbildung 24: „411001091-9304 geschrieben“).

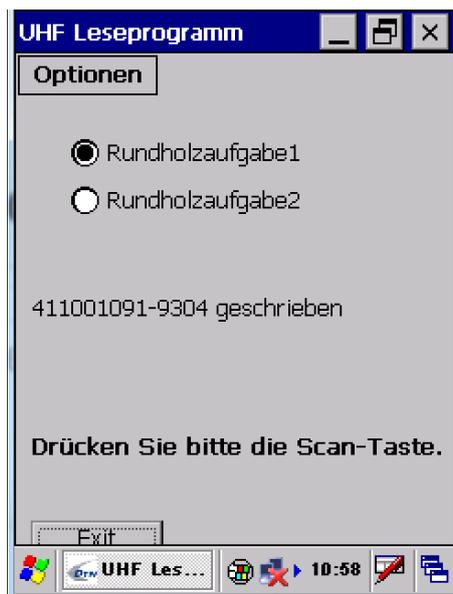


Abbildung 24: Benutzeroberfläche mit Leseergebnis (Screenshot aus Rundholzlager@RFID)

Da die Datenübertragung auf das Netzlaufwerk drahtlos erfolgt, besteht die Möglichkeit, dass zu dem Zeitpunkt, in dem das Transponderetikett ausgelesen wird, keine Funkverbindung und somit auch keine Netzwerkverbindung besteht. In diesem Fall wird die Information auf dem Fahrzeugterminal zwischengespeichert. Die Software überprüft dann fortwährend, ob eine Netzwerkverbindung besteht. Dies wird dem Nutzer durch einen kontinuierlich laufenden Fortschrittsbalken angezeigt. Ist man wieder in der Reichweite des Drahtlosnetzwerkes, wird die Verbindung automatisch hergestellt und die Information auf das Laufwerk geschrieben.

Das Netzlaufwerk dient als Übergabepunkt für die Fuhrendaten. Das Fahrzeugterminal bekommt keine Rückmeldung, ob die dort hinterlegten Daten vom Vermessungssystem bereits übernommen wurden. Diese Systemeigenschaft birgt ein gewisses Fehlerrisiko. Jede Rundholzaufgabe kann zwei Fuhren im System verarbeiten, eine Fuhre im Status „in Bearbeitung“ und eine Fuhre im Status „in Vorbereitung“. Hat der Fahrer des Ladefahrzeugs eine Fuhre vollständig auf den Aufgabebalken geladen, befindet sich die Information zu dieser Fuhre bereits im Netzwerk. Hat der Bediener der Rundholzaufgabe die soeben aufgeladene Fuhre aber noch nicht im Status „in Vorbereitung“ in sein System übernommen, wurde die Information auch noch nicht aus dem Netzwerk abgeholt. Falls der Fahrer des Ladefahrzeugs jetzt ein neues Transponderetikett ausliest, darf die alte Information im Netzwerk nicht überschrieben werden. In diesem Fall erhält der Nutzer die Meldung, dass bereits ein Datensatz vorhanden ist, verbunden mit der Abfrage, ob der vorhandene Datensatz überschrieben werden soll. In diesem Fall wäre die Schaltfläche *NEIN* zu betätigen und nach kurzer Wartezeit ein erneuter Leseversuch zu unternehmen.

Sollte der Fahrer des Ladefahrzeuges versehentlich ein falsches Etikett ausgelesen haben, liegt ein falscher Datensatz im Netzwerk. Bemerkt er seinen Fehler, wird er zeitnah das richtige Etikett auslesen. Auch in diesem Fall wird er die Meldung erhalten, dass bereits ein Datensatz vorhanden ist, wiederum verbunden mit der Abfrage, ob der vorhandene Datensatz überschrieben werden soll. Durch betätigen der Schaltfläche *JA* kann der Fehler korrigiert werden. Erhält er die Meldung über den bereits vorhandenen Datensatz nicht, wurde die falsche Information bereits vom Vermessungssystem übernommen. In diesem Fall muss sofort Kontakt mit dem Bediener der Anlage aufgenommen werden. Dieser kann den falschen Datensatz verwerfen und eine erneute Datenabfrage aus dem Netzwerk durchführen. Die korrekte Information wurde hier ja bereits hinterlegt.

9 Praxistest

9.1 Ziel

Ziel des Praxistests ist, das entwickelte Konzept praktisch umzusetzen, um die technische Machbarkeit zu prüfen und zu demonstrieren. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen es ermöglichen, konkrete und praxisnahe Handlungsempfehlungen für die Branche zu entwickeln.

9.2 Vorgehensweise

Im Rahmen des Praxistests wurden die Polter mit HF-Transpondern versehen. Die Transponder wurden mit einer Schraube durch das mittige Montageloch am Holz festgeschraubt. Der Anbringungsort wurde mit Sprühfarbe zusätzlich markiert, um eine bessere Auffindbarkeit zu erreichen (

Abbildung 25).

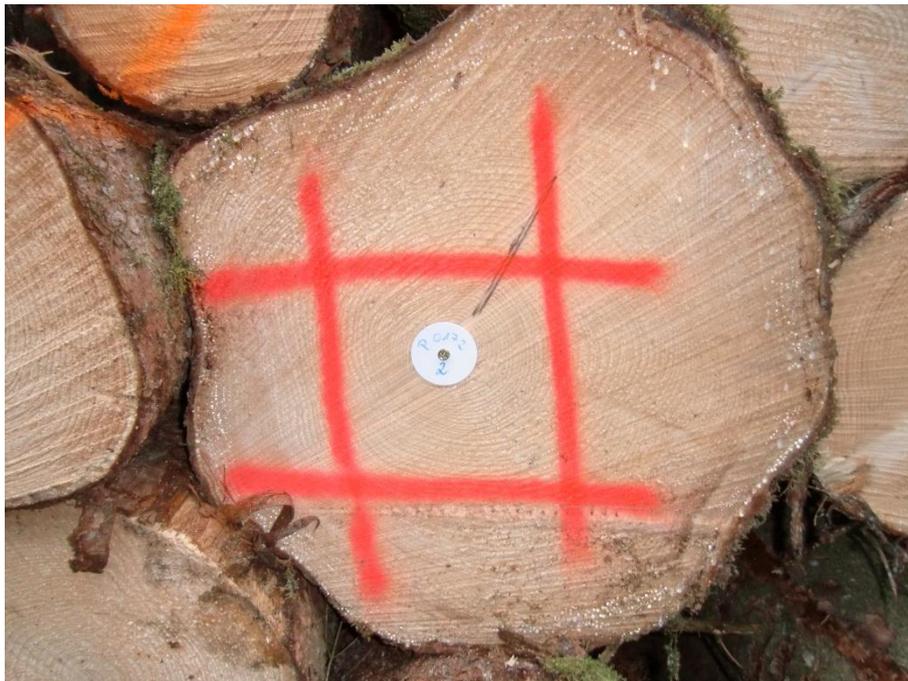


Abbildung 25: Poltertransponder am Holz befestigt und mit Sprühfarbe markiert

Es wurden PVC-Disc-Transponder der Firma Euro-ID verwendet. Die Kenndaten können der Tabelle 3 entnommen werden.

Tabelle 3: Kenndaten der im Praxistest verwendeten Poltertransponder

Bauform	Disc-Transponder mit Montageloch
Durchmesser	50 mm
Betriebsfrequenz	13,56 MHz
Betriebstemperatur	-25 °C bis +50°C
Speichergröße	2 kB
Außenmaterial	PVC

Grundsätzlich stellt sich die Frage, wo der Transponder am besten am Polter angebracht werden sollte. Die Stirnseiten der gelagerten Stämme bieten sich aufgrund der glatten Oberfläche eher an als eine rindenseitige Befestigung. Grundsätzlich ist sowohl die Stirnseiten der Vorderseite des Polters, als auch die der Rückseite denkbar.

Bei einer Anbringung an der Rückseite des Polters ist die Wahrscheinlichkeiten für Vandalismus oder für einen Diebstahl des Transponders geringer. Die Anbringung und das Auslesen würden aber in bestimmten Situationen (am Hang, bei Schnee etc.) sehr aufwändig sein und einen hohen Zeitbedarf in Anspruch nehmen. Die Anbringung auf der Vorderseite des Polters ist wesentlich einfacher durchzuführen, als auf der Rückseite. Zusätzlich hat der Fahrer bei der Verladung freie Sicht auf den Transponder und wird den markierten Abschnitt nicht versehentlich verladen. Diese Vorzüge überwiegen eine möglicherweise erhöhte Diebstahl- und Vandalismusgefahr. Bei langfristigen Feldversuchen zur Einzelstammmarkierung mit RFID im Jahr 2009 kam es in keiner der Testregionen zu Fällen mutwilliger Zerstörung oder von Diebstahl (KAUL & SCHNEIDER 2009).

Der Transponder sollte nicht an den oberen Abschnitten des Polters angebracht werden, da der markierte Abschnitt bis zur letzten Fuhre im Wald verbleiben muss. Der Transponder sollte allerdings auch nicht an den unteren Abschnitten angebracht werden, da er sonst beispielsweise mit Schnee bedeckt und nicht mehr aufgefunden werden könnte.

Eine mögliche Lösung, die einer irrümlichen, vorzeitigen Abfuhr entgegenwirken würde und langes Suchen vermeiden könnte, wäre das Befestigen des Transponders auf der Stirnseite eines Stammabschnittes an der vorderen Seite im unteren Bereich des Polters. Falls die Abfuhrichtung offensichtlich ist, sollte diese zusätzlich berücksichtigt werden, da in der Regel die Verladung in Abfuhrichtung erfolgt. Die

Wahrscheinlichkeit, dass der Abschnitt mit dem Transponder erst bei der letzten Fuhre verladen wird, ist dadurch sehr groß.

Auf den Polter sollte die Polternummer auch weiterhin angesprüht werden, damit der Frächter beim Rundholztransport vom Wald ins Werk den Polter bereits vom Führerhaus aus erkennen kann. Die anschließende Auslesung der Polterinformationen vom Transponder gibt dann die Gewissheit, den richtigen Polter gefunden zu haben.

Abbildung 26 zeigt die Polterkennzeichnung, wie sie im Praxistest durchgeführt wurde. Die Transponder wurden in Abfuhrichtung etwa in Brusthöhe an einem Abschnitt mit vergleichsweise großer Stirnfläche angebracht und mit einer roten Raute gekennzeichnet.



Abbildung 26: Mit Transponder markierter Polter im Wald

Die Polterinformationen wurden mit einem MDE-Gerät der Firma Latschbacher aufgenommen und auf den Transponder übertragen (Abbildung 27). Hierzu wurde die auf Basis der ermittelten Anforderungen entwickelte Software MobileForst@RFID verwendet (vgl. Kapitel 8.1.1).



Abbildung 27: Datenübertragung auf den Poltertransponder

Für den Rundholztransport wurden die gleichen MDE-Geräte an die teilnehmenden Speditionen ausgegeben. Die Software wurde so entwickelt, dass sowohl ein Einsatz im Forstbereich als auch für den Rundholztransport möglich ist (vgl. Kapitel 8.1.2). Die LKW-Fahrer wurden in der Bedienung der Geräte geschult. Dies geschah entweder direkt am Polter bei der ersten Anfahrt oder auf dem Speditionsgelände. Die Ziele des Vorhabens konnten in etwa 10-15 Minuten erläutert werden. Der reine Zeitaufwand für die Einweisung in die Software betrug weitere ca. 15 Minuten.

Danach wurde das Gerät von den Fahrern selbständig bei den Transporten eingesetzt. Zuerst wurden die Polterdaten eingelesen, danach erfolgte die Beladung des Fahrzeugs. Das geschätzte Ladevolumen und die Anzahl der geladenen Stämme wurden in die Software eingegeben. Anschließend erfolgte der Abtransport in das Sägewerk.

Bei Ankunft im Sägewerk mussten die Fahrer den elektronischen Lieferschein an die werksseitig installierte Software versenden. In der Versuchsdatenbank wurden die

Lieferscheininformationen abgeglichen und der erfolgreiche Informationsfluss so dokumentiert.

Sollte die Fuhre zwischengelagert werden, wurde mit einem RFID-Etikettendrucker ein Lageretikett erstellt. Hierzu wurde ein Zebra RZ400 UHF-Etikettendrucker verwendet. Die Spezifikationen der verwendeten Etiketten können der Tabelle 4 entnommen werden.

Tabelle 4: Kenndaten der RFID-Etiketten für den Rundholzplatz

Format	100 x 70 mm
Typ	selbstklebend auf Papierträger
Obermaterial	Polyester
RFID-Inlay	Alien Squiggle 9640

Grundsätzlich kamen auf Basis der in Kapitel 7 beschriebenen Laborversuche drei verschiedene Transponderinlays in Frage. Das verwendete Inlay (Modell: Alien Squiggle 9640) war in den Tagformance-Versuchen das Inlay mit der höchsten Leistung. Auf der Transpondertestbahn konnten diese Bestleistung jedoch nicht reproduziert werden.

Für den Praxistest konnten Etiketten mit diesem Inlay zu vertretbaren Kosten angeschafft werden. Etiketten mit einem der zwei anderen überdurchschnittlichen Inlays (vgl. Kapitel 7.2.2) hätten extra angefertigt werden müssen. Das war aus Kostengründen nicht zu rechtfertigen.

Daher wurde ein zusätzlicher Vorversuch mit den in Tabelle 4 beschriebenen Etiketten durchgeführt. Es wurde die mögliche Lesereichweite direkt auf dem Rundholzplatz getestet. Hierzu wurde das für den Praxistest angeschaffte Lesegerät verwendet. Der Vorversuch hat gezeigt, dass im realen Einsatz in der Regel Lesereichweiten zwischen 2m und 3m, aber auch darüber hinaus erreicht werden können. Die Anforderungen für einen Praxiseinsatz wurden damit erfüllt und die Etiketten für den Praxistest angeschafft und verwendet.

Die Etiketten wurden im Falle einer Zwischenlagerung direkt aus der Software, die zur Verarbeitung der empfangenen elektronischen Lieferscheine entwickelt wurde, erstellt. Das jeweilige Etikett wurde an den Fahrer ausgegeben.



Abbildung 28: Transponderetikett zur Fahrenkennzeichnung auf dem Rundholzplatz

In Klarschrift wurden Angaben zum Lieferanten, die HAB-Nummer, die Anzahl der Abschnitte, das Datum und der Name der Spedition aus dem Lieferschein aufgedruckt. Zusätzlich konnte der Name des annehmenden Mitarbeiters im Sägewerk aufgedruckt werden. Im Rahmen des Praxistests wurde zur eindeutigen Identifikation der Fuhre eine Kombination aus der 9-stelligen Kundenpartienummer und einer bis zu 5-stelligen Lieferscheinnummer gewählt. Diese Ziffernfolge wurde durch den Drucker auf dem Transponder gespeichert und zusätzlich in Klarschrift und als Barcode auf das Etikett gedruckt (Abbildung 28). Diese Vorgehensweise wurde gewählt, weil ein direkter Zugriff auf die Warenwirtschaftssysteme des Testbetriebes technisch anspruchsvoll und aus Gründen der Vorwettbewerblichkeit aus Projektmitteln auch nicht zu finanzieren gewesen wäre. Da folglich keine Transpondernummer im Warenwirtschaftssystem mit den Fuhrendaten verknüpft werden konnte, wurde die beschriebene Kennziffernkombination gewählt, mit der sich jede Fuhre bei der Werksvermessung zuverlässig zuordnen ließ.

Die Fahrer wurden gebeten, die Etiketten möglichst weit oben an der Stirnseite eines Abschnittes anzuheften. Auf den Etiketten wurden Markierungen aufgedruckt, an

welcher Stelle die Heftklammern anzusetzen waren. Dadurch sollten Beschädigungen des Transponderinlays durch das Anheften verhindert werden.



Abbildung 29: Kennzeichnung der Fuhre auf dem Rundholzplatz mit einem Transponderetikett

Beim Transport des zwischengelagerten Holzes zur Rundholzaufgabe wurden die Etiketten durch den Fahrer des Ladefahrzeugs ausgelesen. Hierzu wurde ein Handlesegerät mit einem UHF-Long-Range-Reader mit einer Sendeleistung von 0,5 Watt ERP eingesetzt. Auf dem Lesegerät wurde die für den Praxistest entwickelte Software eingesetzt (vgl. Kapitel 8.2). Der Fahrer wählte zunächst die Aufgabe aus, an die das Holz geliefert wird. Danach wurde das Etikett ausgelesen, und die Ziffernfolge in einer Textdatei auf dem entsprechenden Netzlaufwerk hinterlegt. Das Vermessungssystem konnte auf diese Textdatei zugreifen und die Kundenpartienummer in Verbindung mit der Lieferscheinnummer dazu nutzen, die Lieferantendaten zu dieser Fuhre aus dem Warenwirtschaftssystem aufzurufen und die Ergebnisse der Vermessung und der Qualitätsbeurteilung zu verbuchen.

Bei der gewählten Vorgehensweise begleitet die im Wald digital erfasste Information das Rundholz über die Transport- und Lagerungsprozesse bis zu dem Prozessschritt, wo die fehlerfreie Herkunftsinformation letztmalig benötigt wird.

9.3 Erkenntnisse

Ziel des Praxistests war, die technische Machbarkeit des Konzeptes unter realistischen Bedingungen zu prüfen und zu demonstrieren. Dieses Ziel wurde erreicht. Der Informationsfluss konnte über alle Schnittstellen hinweg vom Polter im Wald bis zur Werksvermessungsanlage digital umgesetzt werden.

Die verwendeten **Poltertransponder** funktionierten ohne Beanstandung. Das Beschreiben und Auslesen funktionierte regelmäßig im ersten Versuch. Während der Praxistests gab es keine Ausfälle durch technische Defekte. Es wurden keine Transponder gestohlen oder mutwillig beschädigt. Die Frächter zeigten sich mit der Vorgehensweise der Anbringung zufrieden. Das Auffinden der Transponder bereite keine Mühen. Die markierten Stämme verbleiben ausnahmslos bis zur letzten Fuhre im Wald. Versehentliche Abtransporte kamen nicht vor.

Der Umgang mit der **Software** bereitete den Testfahrern keine Probleme. Der Schulungsaufwand von insgesamt weniger als 30 Minuten erwies sich als völlig ausreichend. Alle Fahrer waren nach dieser Einweisung in der Lage, selbständig mit den Geräten und der Software zu arbeiten. Die korrekte Datenübermittlung konnte in der Versuchsdatenbank nachvollzogen werden. In einem Fall konnte das MDE-Gerät keine Verbindung mit dem Drahtlosnetzwerk des Sägewerkes aufbauen. Nach telefonischer Rücksprache konnte der Fehler schnell gefunden werden. Das Netzwerkpasswort war nicht mehr auf dem Gerät vorhanden. Wie es zu diesem Fehler kam, konnte nicht geklärt werden. Der Fahrer konnte jedoch in wenigen Minuten unter telefonischer Anleitung das Problem beheben und den elektronischen Lieferschein an das Werk versenden. Der Fehler verursachte also keinen Datenverlust.

Der **Etikettendrucker** arbeitete zuverlässig. Fehler bei der Datenübertragung auf die Transponderetiketten traten im Testbetrieb nicht auf. Es ist allerdings darauf zu achten, dass die automatische Kalibrierung deaktiviert wird. Vorversuche haben gezeigt, dass es durch die Auto-Kalibrierung zu Fehlfunktionen kommen kann.

Die **Fuhretnetiketten** konnten problemlos am zwischengelagerten Holz befestigt werden. Auf ein Ankleben wurde in der Regel verzichtet. Die Etiketten wurden auf dem Trägerpapier mit einem Hefter am Holz befestigt. Wichtig ist dabei, dass ein Hefter verwendet wird, bei dem sich der Federdruck einstellen lässt. Die Kombination von Heftklammern mit kurzer Schenkellänge und einem Hefter mit hohem Federdruck führt dazu, dass der Eindringwiderstand so gering ist, dass das Etikett an den Heftstellen einreißt und damit nicht sicher am Holz befestigt ist. Dies konnte allerdings bereits in den Vorversuchen festgestellt werden, so dass für den

Praxistest entsprechend eingestellte Hefter verwendet wurden. Die so angebrachten Etiketten waren am Holz haltbar befestigt. Es kam zu keinen Verlusten. Die Etiketten sollten möglichst weit oben am gelagerten Holz befestigt werden. Dadurch ist bei der Auslesung aus der Kabine des Ladefahrzeugs heraus eine geringere Lesereichweite erforderlich, als bei einer niedrigeren Anbringung. Die Transponderetiketten lassen sich im Prinzip aus der Kabine des Ladefahrzeuges heraus auslesen. Der dafür nötige Aufwand hängt jedoch von dem Zusammenspiel mehrerer Faktoren ab. Wird das Etikett relativ weit oben (> 2m Höhe) an der Ladung angebracht und der Fahrer kann nah an den markierten Abschnitt heranfahren, beträgt die Distanz zwischen dem Seitenfenster des Ladefahrzeuges und dem Etikett weniger als 2 Meter. In diesem Fall kann der Transponder auch durch das geschlossene Fenster gelesen werden. Wird der Transponder in geringerer Höhe (1,5m-2m) angebracht und der Fahrer fährt etwas weniger dicht an das Holz heran, beträgt die Distanz deutlich über 2 Meter. Dann muss für eine erfolgreiche Auslesung das Seitenfenster geöffnet und das Lesegerät am ausgestreckten Arm aus dem Fenster gehalten werden. Der Fahrer kann die Lesbarkeit niedrig angebrachter Etiketten nicht dadurch verbessern, dass er möglichst nah an das gelagerte Holz heranfährt. Die Distanz zwischen dem Etikett und der Kabine reduziert sich nur minimal, da der Lesewinkel bereits steil nach unten zeigt. Die Lesebedingungen werden immer schlechter, da bei zunehmend steiler Lesung nach unten immer mehr Metall des Ladefahrzeuges einen störenden Einfluss im Lesefeld ausübt. Bei niedrig angebrachten Etiketten ist es daher besser, nicht zu nah an das Holz heranzufahren und stattdessen die Kabinentür zu öffnen und das Lesegerät möglichst direkt auf das Etikett zu richten (Abbildung 30).



Abbildung 30: Auslesen der Transponderetiketten auf dem Rundholzplatz

Die **Datenverarbeitung** war mit der entwickelten Software weitgehend problemlos möglich. Bei mehreren Fehllesungen in Folge kam es vor, dass die Software nicht mehr reagierte. Das Problem war allerdings mit dem Neustart der Anwendung zu beheben. Im laufenden Testbetrieb trat das Problem nur sporadisch auf. Nach anfänglichen Schwierigkeiten konnten die Identifikationsnummern auch vom Vermessungssystem übernommen werden. Die Einrichtung der Schnittstelle war hier sehr aufwändig und zeitintensiv.

9.4 *Fazit*

Der Start des Praxistests musste aufgrund von Verzögerungen bei den externen Entwicklungsarbeiten mehrfach verschoben werden. Damit war zum Ende der Projektlaufzeit der geplante Umfang des Tests noch nicht erreicht. Der Test wird daher über die Projektlaufzeit hinaus fortgesetzt. Der Testumfang wurde zusätzlich auf mehrere Monate erhöht und um zusätzliche Expeditionen erweitert. So können genauere Informationen zur Praxistauglichkeit gewonnen werden

Die grundsätzliche technische Machbarkeit des Konzeptes konnte jedoch nachgewiesen werden. Die eingesetzten Geräte und Transponder haben sich im Praxiseinsatz bewährt. Auch die verwendete Software funktionierte zufriedenstellend und konnte bereits nach kurzer Einweisung korrekt benutzt werden. Durch den Einsatz von elektronischen Lieferscheinen ist es gelungen, einen durchgängigen digitalen Informationsfluss vom Polter im Wald bis zur Vermessungsanlage im Sägewerk, auch im Falle einer Zwischenlagerung, zu realisieren. Indem die Lagereinheiten mit Transpondern gekennzeichnet wurden, konnte eine enge Verknüpfung der Informationen mit dem Material erreicht werden, was die Fehleranfälligkeit des Systems zusätzlich reduziert. Alle Beteiligten zeigten sich dem getesteten Verfahren gegenüber aufgeschlossen. Die Ergebnisse des Praxistests wurden sehr positiv bewertet.

10 Kosten-Nutzen-Betrachtung

Ziel der Betrachtung der Kosten und des Nutzens ist, zu prüfen, ob der Nutzen eines RFID-Einsatzes für elektronische Lieferscheine und das Lagermanagement den damit verbundenen Aufwand rechtfertigt.

Es wurde bereits gezeigt, dass sich der betrachtete Abschnitt des Rundholzbereitstellungsprozesses in drei Teilprozesse untergliedert; die Poltermarkierung im Wald, den Rundholztransport zum Sägewerk und das Lagermanagement im Sägewerk. Prozessbeteiligte sind hierbei folglich die Waldbesitzer bzw. Förster, die Transportunternehmen und die Sägewerke. Es muss berücksichtigt werden, welche Kosten für den einzelnen Beteiligten auftreten bzw. welcher Nutzen jeweils gegenübersteht.

10.1 Kosten

Bei einer praktischen Umsetzung fallen einmalige Anschaffungskosten für die erforderliche Hardware wie Lesegeräte und Software an. Zusätzlich entstehen laufende Kosten durch die benötigten Transponder.

In der Regel erfolgt die Poltermarkierung durch den Waldbesitzer bzw. den zuständigen Förster. In professionellen Forstbetrieben werden im Zuge der Polteraufnahme teilweise bereits MDE-Geräte eingesetzt. Die Polterinformationen werden vor Ort eingegeben und zu einem späteren Zeitpunkt in ein Warenwirtschaftssystem für die Forstwirtschaft übertragen. Sollen die Informationen anstelle des Anschreibens mit Sprühfarbe auf einen Transponder übertragen werden, wird ein RFID-Reader-Writer für das vorhandene MDE-Gerät benötigt. Zur Verbindung können am Gerät vorhandene CF- oder SD-Steckplätze verwendet werden. Die Kosten für einen solchen RFID-Reader-Writer als Zusatzgerät belaufen sich auf ca. 180 bis 300 Euro. Wird noch kein MDE-Gerät bei der Polterdatenaufnahme eingesetzt, kommen die Anschaffungskosten für ein solches Gerät hinzu. Professionelle Geräte, die für einen forstlichen Einsatz geeignet sind, sind bereits ab ca. 1200 Euro erhältlich. Ausgerüstet mit dem erforderlichen RFID-Reader-Writer liegen die Einstiegskosten also bei ca. 1.450 Euro. Weiterhin wird eine Software benötigt, die neben der Polterdatenaufnahme auch die Übertragung der Daten auf den Transponder ermöglicht. Dies müsste in der Praxis als Erweiterung der bereits vorhandenen MDE-Software für die Forstwirtschaft umgesetzt und als Update Angeboten werden. Die Kosten für ein solches Update bzw. die eventuellen Mehrkosten für eine solche Software können nicht abgeschätzt werden. Es kann allerdings davon ausgegangen werden, dass sie für den Anwender eine untergeordnete Rolle bei der Umsetzung des Konzeptes spielen werden.

Weitere Kosten bei der Polterkennzeichnung entstehen durch die benötigten Transponder. Die Stückpreise hängen stark davon ab, welche Stückzahlen gekauft werden. Würde sich ein bestimmtes Transpondermodell für die Polterkennzeichnung etablieren und damit in großen Stückzahlen über den Forst-Fachhandel vertrieben werden, ließen sich auch günstige Stückpreise realisieren. Bei einer entsprechenden Nachfrage kann davon ausgegangen werden, dass auch Anpassungen der Bauform bzw. der Anbringungsmethode möglich wären. Die Firma Latschbacher hat bspw. Holznummerierplättchen mit eingebauten UHF-Transpondern entwickelt und in das Sortiment aufgenommen. Ähnliches wäre auch für HF-Poltertransponder denkbar. Die im Praxistest verwendeten Transponder sind bei Abnahmemengen ab 250 Stück für ca. 0,90 Euro/Stück erhältlich. Es kann davon ausgegangen werden, dass für einen Poltertransponder, abhängig von der Bauform, dem Inlay und der Stückzahl, Kosten zwischen 0,75 Euro/Stück und 1,00 Euro/Stück anfallen werden. Berücksichtigt man dabei, dass nur ein Transponder pro Polter benötigt wird, so ergeben sich folgende Kostenbelastungen pro Festmeter durch den Transponder:

Bei einem Poltervolumen von:

10 Festmetern	→ 0,075-0,1 Euro pro Festmeter
25 Festmetern	→ 0,03-0,04 Euro pro Festmeter
50 Festmetern	→ 0,015-0,02 Euro pro Festmeter
75 Festmetern	→ 0,01-0,013 Euro pro Festmeter
100 Festmetern	→ 0,0075-0,01 Euro pro Festmeter

Das Anbringen des Transponders am Polter erfordert einen gewissen Zeitbedarf. Dieser Zeitbedarf wird jedoch dadurch ausgeglichen, dass die Polterbeschriftung in ihrem Umfang deutlich reduziert wird. Insgesamt kann davon angenommen werden, dass im Zuge der Polteraufnahme im Wald weder ein höherer Zeitaufwand entsteht noch nennenswerte Zeiteinsparung realisiert werden können. Dabei wird davon ausgegangen, dass immer forstliches Fachpersonal die Polterinformation vor Ort aufnimmt. Im Kleinprivatwald ist das aber nicht immer der Fall. Das Fachpersonal der forstwirtschaftlichen Zusammenschlüsse wird auf der Fläche häufig durch sogenannte Waldwarte vertreten. Die Waldwarte nehmen das Holz auf und beschriften die Polter. Die durch einen Waldwart bearbeiteten Holzmengen sind deutlich geringer als die eines Revierförsters. Die Ausstattung aller Waldwarte mit den erforderlichen Datenerfassungsgeräten wird in der Regel nicht realisierbar sein. Hier wäre es aber z.B. denkbar, dass sich mehrere Waldwarte ein MDE-Gerät teilen.

Für den Rundholztransport ist die gleiche technische Ausrüstung nötig wie für die Polterkennzeichnung. Es ist darauf zu achten, dass die hier eingesetzten Geräte über eine WLAN-Schnittstelle für die Datenübertragung im Sägewerk verfügen. Die Softwarekosten können nicht genau beziffert werden. Die im Praxistest verwendete Software ist speziell für den Testeinsatz entwickelt worden. Sie ist zwar geeignet die Umsetzung zu demonstrieren. Für die Serienreife müsste weitere Entwicklungs- und Programmierarbeiten geleistet werden. Die MDE-Geräte bieten zahlreiche weitere Funktionen. Sie können neben dem beschriebenen Einsatz auch als Mobiltelefon, Navigationssystem etc. eingesetzt werden. Das benötigte Zubehör wie KFZ-Ladekabel und Halterung beläuft sich auf ca. 250-300 Euro.

Im Sägewerk muss ein Funknetzwerk installiert sein. Ist ein solches nicht bereits vorhanden, ist mit einem Kostenaufwand von 1000 bis 2500 Euro zu rechnen. Der Kostenumfang hängt davon ab, welche Flächenabdeckung benötigt wird und wie diese unter den jeweiligen Bedingungen technisch realisiert werden kann. Für die Verarbeitung der empfangenen Daten muss eine Software installiert werden. Diese könnte vom Hersteller der Lieferscheinsoftware bereitgestellt werden. Die Software muss die Daten für einen Import in das Warenwirtschaftssystem konvertieren. Alternativ wäre auch eine direkte Schnittstelle zum Warenwirtschaftssystem denkbar. Die Kosten hängen stark von den individuellen Verhältnissen ab und müssen daher im Einzelfall geprüft werden. Für das Erstellen der Lageretiketten wird ein RFID-Etikettendrucker benötigt, für dessen Anschaffung 4.000-6.000 Euro zu veranschlagen sind. Für die Programmierung der Druckaufträge (individuelles Layout, RFID-Commands) müssen ca. 500-1.000 Euro veranschlagt werden. Die Kosten für die RFID-Etiketten zur Kennzeichnung der zwischengelagerten Führen hängen von der benötigten Stückzahl ab. Geht man von ca. 5.000 zwischengelagerten Führen pro Jahr aus, besteht ein Bedarf an 5.000 Etiketten pro Jahr. Abhängig vom verwendeten Inlay und davon, ob es sich um einen Einzelauftrag oder ein Serienetikett handelt werden Kosten in Höhe von 0,40-1,20 Euro pro Etikett anfallen. Bei einem durchschnittlichen Führenvolumen von 28 Festmetern beträgt der Anteil der Transponderkosten für die Zwischenlagerung einer Fuhre durchschnittlich 0,014-0,042 Euro pro Festmeter. Für das Auslesen der Etiketten wird ein UHF-Handlesegerät mit großer Lesereichweite benötigt. Hierfür entstehen Kosten in Höhe von 3.000-5.000 Euro. Auf dem Gerät muss eine Software installiert werden, die das Auslesen der Transponder ermöglicht und das Leseergebnis einem entsprechenden Speicherort zuordnet. Maßgeblich ist hierbei der Datenimport in das Vermessungssystem. Die Software für das Handlesegerät muss daher in Zusammenarbeit mit dem Hersteller der Vermessungsanlage programmiert werden. Es wäre auch denkbar, dass der Hersteller der

Vermessungsanlage eine auf das System abgestimmte Standardanwendung für MDE-Geräte anbietet. Der Kostenaufwand ist nur schwer zu schätzen. Für individuelle Lösungen ist mit 3.000 bis 6.000 Euro zu rechnen.

10.2 Nutzen

Der zu erwartende Nutzen wird maßgeblich daraus gezogen, dass Fehler bei der Dateneingabe bzw.-weitergabe vermieden werden. Dadurch kann der bisher hohe Korrekturaufwand reduziert werden.

Dieser Nutzen lässt sich nur schwer finanziell beschreiben. Dafür wäre es erforderlich, dass Branchenvertreter die Fehlerquote des eigenen Betriebes und den erforderlichen Aufwand für Korrekturen offenlegen. Diese Zahlen liegen nicht vor. Während der Projektlaufzeit wurden daher mehrere Branchenvertreter gebeten, eine Schätzung im Hinblick auf den Anteil fehlerhafter Aufträge abzugeben. Der Anteil wird in der Branche auf durchschnittlich 3-10% geschätzt. Als Haupteinflussfaktor wird die individuelle Sorgfalt der Mitarbeiter genannt. Genau hier setzt das entwickelte Verfahren an. Die Abhängigkeit von der individuellen Sorgfalt des Mitarbeiters und eventuellen Schwankungen der Tagesform wird weitgehend aufgehoben. Bevor der prozessübergreifende Gesamtnutzen dargestellt wird, soll zunächst auf den individuellen Nutzen der einzelnen Beteiligten eingegangen werden.

Der Waldbesitzer bzw. der Förster kann durch das Speichern der Daten auf dem Poltertransponder den Grundstein für einen fehlerfreien Informationsfluss legen. Er leistet damit einen wichtigen Beitrag zur unternehmensübergreifenden Verbesserung des Gesamtprozesses im Sinne des Supply Chain Managements. Die Forstwirtschaft macht über 90 Prozent ihres Umsatzes durch die Vermarktung von Holz. Alle Bemühungen zur Verbesserung des Rundholzbereitstellungsprozesses dienen somit der Förderung des finanziell bedeutendsten Geschäftsbereichs.

Der Rundholzfrächter übernimmt neben dem Holztransport auch die Weiterleitung der Herkunftsinformation an das Sägewerk. Er trägt dabei die Verantwortung, durch eine korrekte Datenweitergabe die Geschäftsabwicklung zwischen dem Waldbesitzer und dem Sägewerk zu ermöglichen. Die Qualität der Daten wird jedoch in der Praxis dadurch gefährdet, dass eine fehleranfällige Form der Datenaufnahme und -weitergabe praktiziert wird. Der Faktor Mensch spielt dabei eine wesentliche Rolle. Der Einsatz elektronischer Lieferscheine löst das Problem. Die wesentlichen Herkunftsinformationen und Identifikationsnummern werden nicht mehr vom Fahrer bearbeitet. Er ist damit nicht mehr in der Situation, für die Richtigkeit der Daten garantieren zu müssen. Nach dem Auslesen der Poltertransponder (Zeitbedarf <10

Sekunden) muss nur die geladene Holzmenge (Angabe des Volumens und der Stückzahl) eingegeben werden. Im Vergleich zum Ausfüllen eines handschriftlichen Lieferscheines spart der Fahrer hierbei sogar Zeit. Im Sägewerk angekommen, kann der Lieferschein übertragen werden, ohne dass dafür das Führerhaus verlassen werden muss. Wird eine Lieferquittung als Empfangsbestätigung an das MDE-Gerät auf dem LKW verschickt, reduziert sich die erforderliche Kontaktzeit und eventuelle Wartezeiten können vermieden werden.

Die verwendete Lieferscheinsoftware sollte unbedingt auch eine manuelle Dateneingabe der Lieferscheininformationen erlauben. Werden Fahren von Poltern durchgeführt, an denen die Informationen nicht auf einem Transponder hinterlegt sind, können die Daten von Hand in die Software eingegeben werden und später an das Sägewerk versendet werden. Für den Fall, dass die Polterinformationen digital auf einem Transponder vorliegen, das belieferte Sägewerk jedoch nicht über die Möglichkeit verfügt, elektronische Lieferscheine zu verarbeiten, könnte ein Lieferschein als PDF-Datei versendet oder auch im Führerhaus ausgedruckt und übergeben werden. In diesen Fällen wird zwar nicht das ganze Potenzial zur Prozessverbesserung ausgeschöpft, aber es erlaubt einen schrittweisen Einstieg in die Nutzung der Technik.

Das Sägewerk hat den größten Datenverwaltungsaufwand von allen Beteiligten. Fehlerhafte Datensätze führen hier zu einem erheblichen Korrekturaufwand. Ist bei den zwischengelagerten Fahren ein Fehler bei der Datenweiterleitung der Polter- bzw. Fahreninformation aufgetreten, kommt erschwerend hinzu, dass bereits Stunden oder Tage seit der Anlieferung vergangen sind. Der erforderlichen Recherchen sind dann wesentlich schwieriger und aufwändiger. Geht man von einer Fehlerrate vom 3-10% und 21.500 Fahren pro Jahr aus (vgl. Kapitel 3.3), müssen in 645-2.150 Fällen Fehlersuchen und Korrekturen vorgenommen werden. Der Zeitbedarf für die Korrekturen hängt stark davon ab, an welcher Stelle der Fehler aufgetreten ist. Einfache Fehler lassen sich in weniger als 5 Minuten korrigieren, schwere Fehler, wie bspw. der völlige Datenverlust einer Fuhre können mehr als 30 Minuten für die Korrektur in Anspruch nehmen. Zu den dabei entstehenden Personalkosten kommen regelmäßig noch Stehzeiten der Anlagen hinzu, wenn der Bediener selbst seine Arbeit unterbrechen muss, um den Fehler zu korrigieren.

10.3 Fazit und Handlungsempfehlung

Bei einem Einsatz von RFID für elektronische Lieferscheine und die Führenmarkierung im Sägewerk wird der Nutzen den erforderlichen Aufwand überwiegen. Der Waldbesitzer kann bei minimalem Aufwand einen wesentlichen Beitrag zur reibungslosen Abwicklung der Rundholzbereitstellung beitragen. Der Rundholzfrächter hat einen relevanten Investitionsaufwand, der jedoch im Hinblick auf das Nutzenpotenzial gerechtfertigt werden kann. Das Sägewerk hat den höchsten Investitionsaufwand. Hier muss im Einzelfall genau geprüft werden, wie hoch die Fehlerrate tatsächlich ist und welcher Korrekturaufwand dadurch tatsächlich entsteht bzw. welche Folgekosten verursacht werden.

Der Nutzen ist für alle Beteiligten grundsätzlich darstellbar. Daher kann die Handlungsempfehlung gegeben werden, das entwickelte Konzept auf Basis der Projektergebnisse umzusetzen.

11 Literaturverzeichnis

- Bergwanger, J. und Schäfer, F. 2011. Gabler Wirtschaftslexikon.
[Download vom: 23. 02 2011.]
<http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/10521/lieferschein-v8.html>.
- Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung (IFF) (Hrsg.). 2010. Intelligentes Holz - RFID in der Rundholzlogistik. Magdeburg. Interforst München 2010, Poster.
- Gehrke, F. 2005. *Das elektronische Transportdokument - Frachtbrief und Konnossement in elektronischer Form im deutschen und internationalen Recht*. Hamburg: LIT Verlag, 2005. S. 286
- Kaul, C.; Schneider, J. (2009). *Einsatz von Auto-ID-Systemen in der Holzerntekette vom Rundholz bis zum Schnittholz zur Sicherung der Rückverfolgbarkeit und Kontrolle des Materialflusses*, Abschlussbericht AiF 15247, Lehrstuhl für Forstliche Arbeitswissenschaft und Angewandte Informatik der TU München; Fachgebiet Logistik der Universität Dortmund: 263.
- Korten, S.; Schneider, J. (2006). *Reorganisation der Informations- und Warenflussprozesse in der Holzerntekette mit Hilfe der Transpondertechnologie*. Abschlussbericht AiF 14186, Lehrstuhl für Forstliche Arbeitswissenschaft und Angewandte Informatik - TU München / Fachgebiet Logistik - Universität Dortmund. 151 S.
- Nöcker, G. 2002. *Die beleglose Spedition*. Hamburg: LIT Verlag, 2002. S. 282
- Schlauri, S. 2002. *Elektronische Signaturen*. Rechtswissenschaftliche Fakultät, Universität Zürich. 2002. S. 269, Dissertation.
- Stiebitz, N., Wittau, F. und Chmara, S. 2009. Intelligentes Holz - RFID in der Rundholzlogistik. AFZ - Der Wald. 2009, 64 (10), S. 516-517.
- Uusijärvi, R. (2003). *Linking raw material characteristics with industrial needs for environmentally sustainable and efficient transformation processes (LINESET)*. Rapport P 0309034, Trätek. 195 S.
- von Bodelschwingh, E. 2001. *Rundholztransport-Logistik - Situationsanalyse und Einsparpotenziale*. Lehrstuhl für Forstliche Arbeitswissenschaft und Angewandte Informatik, TU München. 2001. S. 94, Diplomarbeit.