FAKULTÄT RESSOURCENMANAGEMENT GÖTTINGEN



Fachhochschule Hildesheim/Holzminden/

University of Applied Sciences and Arts

Fakultät Ressourcenmanagement

BACHELORARBEIT

im Studiengang Forstwirtschaft

Lehrgebiet: Forsttechnik und Rundholzlogistik

vorgelegt von	Tim Jonas Eickmann	
am	02.05.2012	
Erstprüfer	Prof. Dr. Bettina Kietz	
Zweitprüfer	Dr. Dieter Holodynski	

Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der Abbildungen	3
Danksagung	
1 Einleitung	
2 Historischer Rückblick und Anlass der Arbeit	6
3 Stand des Wissens und der Technik	9
4 Material und Methoden	11
4.1 Das Testsystem	11
4.1.1 Aufbau des Senders	11
4.1.2 Funktion des Systems	12
4.1.3 Überlegungen vor Testbeginn	14
4.1.4 Einbau der Probe GPS-Sender	15
4.1.5 Weitere Vorbereitungen des Tests	17
4.2 Vorüberlegungen für ein neues Gehäuse und Einbauverfahren	18
4.2.1 Entwicklung und Konstruktion von Transponderdummys	19
4.3 Überlegungen und Vorbereitung der Einbautests	23
4.3.1 Konstruktion eines Späneauffangbehälters	24
4.4 Versuchsaufbau und Durchführung der Tests	25
4.4.1 Einbautest des zylindrischen Dummys	25
4.4.2 Späneauffangbehälter	27
4.4.3 Einbautests der rechteckigen Dummys	27
4.5 Überlegungen und Vorbereitungen für die Verschlussversuche	28
4.5.1 Versuchsaufbau und Durchführung der Verschluss- und Ausbautests	28
4.6 Entwicklungen eines Überwachungsverfahrens	29
5 Ergebnisse	29
5.1 Ergebnisse des Testsystems	29
5.2 Ergebnisse der Dummyentwicklung	31
5.2.1 Ergebnisse des zylindrischen Dummys	31
5.2.2 Ergebnisse der rechteckigen Dummys	34
5.3 Ergebnisse des Ein- und Ausbaus sowie der Tarnung der Einbaustelle	35
5.3.1 Tarnung der axialen und der radialen Bohrung	36
5.3.2 Entfernen des Verschlusses bzw. der Tarnung des Bohrlochs	38
5.4 Ergebnisse der Überwachungsverfahren	39
5.4.1 Überwachungsverfahren nummerierter Stämme	40
5.4.2 Überwachung nicht nummerierter Stämme	41
6 Diskussion	41
7 Zusammenfassung	45
Literaturverzeichnis	46
Anhang	48

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1: Preisverlauf der Holzpreise am Leitsortiment Fichte B	9
Abbildung 2: Platine des Senders	12
Abbildung 3: Schemazeichnung Alarmierungskette	13
Abbildung 4: Screenshot ENAiKOON Überwachungssoftware	13
Abbildung 5: Transponderdummy, zylindrische Form	21
Abbildung 6: Transponderdummys, rechteckige Form	
Abbildung 7: Bild der getesteten Bohrer	
Abbildung 8: Prototypen der Späneauffangbehälter	25
Abbildung 9: Test des Schalungsbohrers	
Abbildung 10: Test des offenen Auffangbehälters	
Abbildung 11: Ergebnisse der durchgeführten Probebohrungen	
Abbildung 12: Akkubohrschrauber GSR 18 VE-2-Li, mit 30 mm Schlangenbohrer	
Abbildung 13: Das ausgewählte System	34
Abbildung 14: Ergebnis der Einbautests des rechteckigen Dummys	
Abbildung 15: Bohrschacht mit Holzstopfen ohne weitere Tarnung	
Abbildung 16: Tarnen des Bohrlochs	
Abbildung 17: Entfernen des Verschlusses	

Danksagung

Hiermit möchte ich mich ganz herzlich bei Herrn Stadtamtmann Ekkehard Eder, Stadtarchivar der Stadt Osterode am Harz und Herrn Rainer Kutscher, Heimatforscher in Lerbach, für die Bereitstellung der historischen forstwirtschaftlichen Aufzeichnungen und Akten aus dem Raum Osterode am Harz bedanken. Frau Karin Eickmann danke ich für die mündlichen Mitteilungen zum Thema Holzwirtschaft vergangener Tage in Osterode am Harz.

Bei Herrn Polizeioberkommissar Christoph Schlemm, Mitglied der Ermittlungsgruppe Holz im Polizeikommissariat Goslar, möchte ich mich für die Bereitstellung der Daten über Holzdiebstahlsdelikte der letzen Jahre bedanken.

Herrn Markus Semm, Geschäftsführender Gesellschafter ENAiKOON GmbH Berlin und seinem Mitarbeiter Sebastian Kleemann danke ich für die Bereitstellung der verwandten Technik. Die vertrauensvolle Zusammenarbeit und das Engagement dieser beiden Herren trug ganz entscheidend zum Gelingen dieser Arbeit bei. Ich bin ihnen zu großem Dank verpflichtet.

Weiterhin möchte ich mich bei Herrn Forstwirtschaftsmeister Heiko Jaehn und der Leitung des Niedersächsischen Forstamts Riefensbeek für die technische und finanzielle Unterstützung der Arbeit bedanken.

Ohne die oben genannten Personen wäre diese Schrift nicht zustande gekommen, ich habe mich sehr über ihr Interesse an meiner Arbeit und ihre Unterstützung gefreut.

1 Einleitung

Holz ist wie jeder andere Rohstoff auch ein erheblicher Wirtschaftsfaktor. Nicht nur seine Verwendung als Baumaterial sondern seine weiteren vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten sind der Grund, warum Holz auch in heutiger Zeit noch einen sehr hohen Stellenwert hat. Gerade Schwellenländer wie China tragen durch größer werdenden Wohlstand dazu bei, dass Holz als Baustoff für Innenausbau und die Möbelindustrie stärker nachgefragt wird (HOLODYNSKI 2012). Es reiht sich so also ähnlich wie seltene Metalle oder seltene Erden in die Kette der weltweit sehr stark nachgefragten Rohstoffe ein.

Holz ist jedoch im Vergleich zu anderen Rohstoffen ein relativ kurzfristig nachwachsender Rohstoff. Diese Tatsache führt dazu, dass in Industrienationen mit steigendem Umweltbewusstsein Holz als Rohstoff kontinuierlich an Bedeutung gewinnt. Vor allem Nadelholz und hier die Fichte, ist durch seine vielfältige Verwendungsmöglichkeit davon betroffen. Diese Gegebenheiten ließen die Holzpreise für das Leitsortiment Fichte B seit dem Jahr 2005 um rund 60 Indexpunkte ansteigen (Abb. 1). Auch die Subventionierung nachwachsender Rohstoffe trägt zur Verstärkung dieses Effektes bei. Es ist eine logische Schlussfolgerung, dass diese starken Preisanstiege auch bei kriminellen Elementen Begehrlichkeiten wecken. So kam es in der Vergangenheit ähnlich wie bei seltenen Metallen vermehrt zu Holzdiebstählen, die den Waldbesitzer oder Holzkäufer finanziell erheblich geschädigt haben. Mithin bringen die engen Margen der Holzabfuhr manche Holzspedition an den Rand der Existenz (HOLODYNSKI 2012) und aufgrund dessen kann der Schritt zur Kriminalität für die Betroffenen teilweise als der einzige Ausweg erscheinen und sein.

Die Eindämmung dieser Diebstähle mit Hilfe von GPS-Systemen (Global Positioning System) sollte im Niedersächsischen Forstamt Riefensbeek getestet werden und wurde so zum Ausgangspunkt dieser Arbeit.

Im Folgenden wird zunächst ein kurzer Rückblick auf die Historie der Holzdiebstähle in der Umgebung des Forstamts geworfen. Anschließend werden die in jüngerer Vergangenheit aktenkundig gewordenen Fälle von Holzdiebstahl und der bisherige Stand der Technik sowie der Überwachungsversuche beschrieben. Die Darstellung der praktischen Umsetzung der Tests, der gesammelten Erfahrungen und Ergebnisse als auch die Entwicklung eines praktikablen Gehäuses und Einbauverfahrens für die Forstwirtschaft sind Kernpunkte dieser Arbeit.

Aufgrund der guten Absatzmöglichkeiten des Massensortiments Fichte und der Konzentration der Diebstähle auf diese Holzart, beschränken sich die Untersuchungen ausschließlich auf das Nadelholz.

2 Historischer Rückblick und Anlass der Arbeit

Holz spielte in der Vergangenheit eine sehr große Rolle. Brenn- und Bauholz stellen nur einige der Verwendungszwecke dieser Tage dar. Zusammen mit Wasser und Nahrungsmitteln sicherte es das Überleben der Menschen. Viele Städte im südniedersächsischen Bergland verfügen über beträchtliche Flächen stadteigenen Waldes, als Beispiel sei hier die Heimatstadt des Autors Osterode am Harz genannt.

Der Osteroder Stadtwald befindet sich seit 1447 urkundlich beglaubigt im Eigentum der Stadt Osterode am Harz. Die Waldinventur der Jahre 1980 bis 1989 ergibt eine Gesamtwaldfläche von 1.113 ha. (BUFF 1987)

Das große Waldeigentum und die daran hängenden Industriezweige, z.B. Bergbau, Köhlerei und Lohgerberei verhalfen Osterode zum Ende des Mittelalters zu großem Reichtum (EICKMANN 2012).

Die ersten Holzdiebstähle, damals als Forstfrevel beschrieben, sind im frühen 18. Jahrhundert in den Akten der Stadt Osterode am Harz festgehalten worden. In jüngerer Vergangenheit tauchen Holzdiebstähle vermehrt in den Jahren und Folgejahren des ersten und zweiten Weltkriegs, wohl in Folge der Kriegsnot, wieder auf. So sind in den Jahren 1912 bis 1924 einige Fälle des Holzdiebstahls, meist Brennholz, bei der Stadtverwaltung Osterode aktenkundig geworden.

Beispielhaft wird in einem Schreiben der Polizeiverwaltung Osterode vom 26.02.1917 von einem Fall berichtet, bei dem sogar noch stehendes Holz im Schutze der Dunkelheit im Forstort Uehrder Berg geschlagen und in die Stadt gebracht worden war (ANONYMUS 1 1917).

Einer der Fälle sticht jedoch besonders heraus, da sogar in diesen frühen Zeiten des 20. Jahrhunderts bereits größere Mengen Holz, auch Bauholzqualitäten, gestohlen wurden. Es ist in den Akten zu lesen, dass ein ortsansässiger Fuhrwerksbesitzer im Jahr 1920 von der Abfuhr von Holz aller Art aus dem Osteroder Stadtwald ausgeschlossen wurde, da er in diesem Bereich mehrfach vorbestraft war und sich noch weitere Verfahren gegen ihn in der Schwebe befanden.

Auch Holzkäufer ohne eigenes Fuhrwerk durften ihr gekauftes Holz von diesem Unternehmer aus dem Stadtwald nicht mehr abfahren lassen.

(ANONYMUS 2 1920)

Am Anfang der 1920er Jahre, also kurz nach dem ersten Weltkrieg, muss der Holzdiebstahl in der städtischen Oberförsterei Osterode und den umliegenden Oberförstereien auf einem Höchststand angelangt sein.

Der städtische Oberförster bittet in einem Brief an den Osteroder Magistrat am 19.03.1920 nach kurzer Darstellung der bisherigen Fälle von Holzdiebstahl, in den verschiedenen Oberförstereien um die zusätzliche Einstellung von "3-6 energischen Forst-Polizeikräften", um der Diebstahlgefahr Herr zu werden. Er sah es als nicht möglich an, dass ein einziger Förster den 4000 Morgen großen Harzbezirk wirksam gegen Diebstahl sichern könnte.

(ANONYMUS 3 1920)

Die nächsten Vorfälle in erwähnenswertem Umfang treten nun erst wieder Ende der 1940er, Anfang der 1950er Jahre in Osterode und Umgebung auf.

In den verschiedenen Industriezweigen Osterodes wurden im zweiten Weltkrieg vielfach Zwangsarbeiter beschäftigt. Diese Zwangsarbeiter wurden in Barackensiedlungen untergebracht, die bis in die 1950er Jahre hinein auch weiterhin noch von diesen Arbeitern bewohnt wurden. (EICKMANN 2012)

Durch das in dieser Notzeit schwierige Verhältnis zwischen den Arbeitern und den Bürgern der Stadt Osterode kam es auch im Forst immer wieder zu Auseinandersetzungen und Diebstählen. So berichtet ein Revierförster dem Forstmeister der Stadt Osterode, dass ein großer Teil des gestohlenen Holzes von den Bewohnern der verschiedenen Lager entwendet worden sei. Weiterhin schreibt der Revierförster, ihm gegenüber seien die Diebe äußerst feindselig und aggressiv aufgetreten, wenn er diese erwischt habe. Alleine hätte er keine Chance gehabt. Auch hier wurde vom Einsatz eines sonderbeauftragten Försters für Holzdiebstahl berichtet, der zusammen mit der Polizei Hausdurchsuchungen bei Holzdieben durchführen durfte. (Anonymus 4 1950)

Zwar wurden in den meisten Fällen nur geringere Mengen Brennholz gestohlen, jedoch wurde aufgrund der Rohstoffknappheit zur damaligen Zeit diese Straftat relativ hart bestraft (EICKMANN 2012).

Seit diesen Tagen fand lange Zeit, bis in das Jahr 2010, kein Holzdiebstahl in größerem Maße statt. Seit dem 23.01.2010 treten wieder vermehrt Holzdiebstähle auf. Dieser erste

größere Diebstahl ereignete sich im Waldgebiet Fissekental nahe der Ortschaft Kalefeld in Südniedersachsen. Hier wurden 32 Fm Fichtenlangholz entwendet. Der Schaden dieses Diebstahls belief sich auf ca. 2.300 €. Auch die Diebstähle der folgenden Monate und Jahre konzentrierten sich auf den südniedersächsischen Raum. Bis zum 05.03.2012 wurden 39 Fälle von Holzdiebstahl in den Zuständigkeitsbereichen der Polizeiinspektionen Goslar und Northeim/Osterode angezeigt.

Während es im Jahr 2010 noch zehn Fälle in den Zuständigkeitsbereichen der eben genannten Polizeiinspektionen gab, so waren es im Jahr 2011 schon 26 Diebstähle, was einer Steigerung von 160 % entspricht. Auch im noch recht jungen Jahr 2012 sind bereits drei Fälle gemeldet. Der Gesamtschaden dieser Diebstähle innerhalb der letzen drei Jahre beläuft sich auf ca. 127.615 €.

Der größte Einzelschaden bei einem Holzdiebstahl geschah in der Nacht vom 30.11.2011 auf den 01.12.2011. Hier wurden im Forstamt Neuhaus, in der Revierförsterei Neuhaus, acht Eichenstämme mit einem Gesamtwert von 10.000 € entwendet.

Die genannten Zahlen beziehen sich auf alle Waldbesitzarten, in denen Diebstähle zur Anzeige gebracht wurden. Bezogen auf die Niedersächsischen Landesforsten waren es 28 Fälle von Holzdiebstahl mit einem Gesamtschaden von ca. 104.005 €.

In 32 Fällen war es Nadelholz, hier zu 91 % Fichte. Dabei handelte es sich bei 75 % um Langholz; bei 25 % um Kurzholz. Ferner wurde in sieben Fällen Laubholz entwendet. (POLIZEIINSPEKTION GOSLAR 2012)

Die Aufschlüsselung der Diebstähle lässt also feststellen, dass sich die Diebe auf Fichtenlangholz spezialisiert haben. Da die Fahrzeugtechnik, für die Abfuhr von Langholz, im Vergleich zu anderen LKW-Systemen relativ speziell und selten ist, muss also die Gruppe der Diebe über entsprechende Technik verfügen.

Seitens der Polizei wird vermutet, dass bedingt durch den rasanten Anstieg der Holzpreise in den letzten sieben Jahren, hier vor allem der der Fichtensortimente, auch der Holzdiebstahl plötzlich wieder zugenommen hat. (SCHLEMM 2012)

2009 sind die Holzpreise für das Leitsortiment Fichte B aufgrund der Wirtschaftskrise kurzfristig eingebrochen. Jedoch ist zu beobachten, dass sie langfristig seit dem Jahr 2005 bis in das Jahr 2011 um rund 60 Indexpunkte angestiegen sind (Abb. 1).

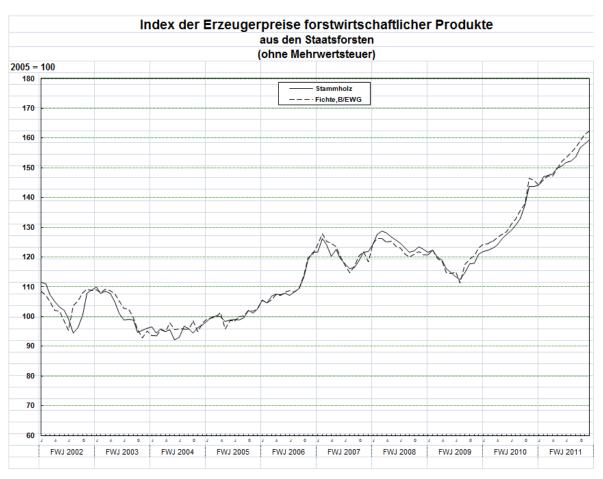


Abbildung 1: Preisverlauf der Holzpreise am Leitsortiment Fichte B (Quelle: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz 2012)

3 Stand des Wissens und der Technik

Langenhorst 2012).

zum Teil eigene Präventivmaßnahmen getroffen, um den Holzdiebstahl einzudämmen. So wird im Forstamt Münden konsequent bei jedem Holz-LKW, der von Förstern und Forstwirten im Wald angetroffen wird, die Abfuhrgenehmigung kontrolliert (SCHMIDT-

Die vom Holzdiebstahl gefährdeten Forstämter der Niedersächsischen Landesforsten haben

Im stark vom Holzdiebstahl betroffenen Forstamt Neuhaus gibt es verschiedene Ansätze, um den Holzdiebstahl einzudämmen. Ähnlich wie im Forstamt Münden werden hier verstärkt Kontrollen der Holz-LKW durchgeführt. Jedoch wird noch eine andere Personengruppe ins Boot geholt; die der Jäger. Jeder Jäger, der sachdienliche Hinweise zur Ergreifung eines Holzdiebes liefert, bekommt vom Forstamt einen Rothirsch der Klasse 3b jagdbetriebskostenfrei freigegeben. Auch setzt das Forstamt auf moderne Überwachungstech-

nik. So wurde schon in der Vergangenheit mit Wildbeobachtungskameras Holz überwacht. (HENNECKE 2012)

Um die steigende Anzahl von Anzeigen effektiver zu bearbeiten und Strategien zur Diebstahlbekämpfung entwickeln zu können, wurde von der Polizeiinspektion Goslar die *Ermittlungsgruppe Holz* ins Leben gerufen. Hier wurde in Zusammenarbeit mit dem Forstamt Bad Lauterberg ein ganz eigenes Überwachungssystem geschaffen. Wenn in den Revierförstereien Holz eingeschlagen und anschließend im Wald gelagert wird, informieren die Revierförster die *Ermittlungsgruppe Holz* mit einer E-Mail darüber. So weiß die Polizei, wo Holz gelagert wird und wo die Diebstahlgefahr erhöht ist. Will der rechtmäßige Käufer nun das Holz abfahren, so muss er dies ebenfalls per E-Mail bei der *Ermittlungsgruppe Holz* kundtun. Um den Polizeibeamten die Arbeit zu erleichtern, wurde seitens der *Ermittlungsgruppe Holz* ein Infoschreiben verfasst, in dem die Markierungen auf den Holzpoltern erklärt sind. (SCHLEMM 2012)

Die erhöhte Gefahr des Holzdiebstahls veranlasste auch das Forstamt Riefensbeek eigene Maßnahmen zu entwickeln, um das Holz gegen Diebstahl zu sichern.

Durch einen Artikel in einer Fachzeitschrift wurde der Forstamtsleiter des Niedersächsischen Forstamts Riefensbeek, auf die Firma ENAiKOON aufmerksam. Hier wurden erste Erfahrungen im Bereich Diebstahlüberwachung von Rohholz mittels GPS-Technik dargestellt.

Die Firma ENAiKOON ist europaweit eine der führenden Firmen der GPS-Überwachung und Telematik, sie ist technischer Vorreiter auf diesem Gebiet. In diesem Jahr feiert die Firma ihr 10-jähriges Bestehen. ENAiKOON arbeitet europaweit mit Sicherheitsfirmen, Logistikunternehmen und anderen Industriezweigen zusammen. Es wird ein breites Spektrum an Lösungen für Diebstahlsicherung, Fuhrpark-Organisation und -Verwaltung sowie Mitarbeiterüberwachung und Koordination angeboten. Die Aktivitäten der Firma gliedern sich wie folgt auf: 1/3 Logistik, 1/3 Baumaschinenüberwachung und 1/3 Sonstiges, z.B. Forst. Einer der Produktbereiche sind Geräte, die auf ein Stromnetz einer Maschine angewiesen sind. Diese Geräte finden Anwendung in der LKW- und Taxiüberwachung, um sie gegen Diebstahl zu sichern und logistische Abläufe optimieren zu können. Weiterhin werden energieautarke Geräte produziert, die Anwendung in der Überwachung von z.B. Baumaschinen und Überseecontainern finden. Letztere sind von ihrer Grundfunktion her für

die Holzpolterüberwachung im Forstbereich geeignet. Es besteht die Möglichkeit, diese GPS-Sender mit Überwachungskameras zu kombinieren. Diese Kameras werden dann ebenfalls über den GPS-Sender ausgelöst und halten die geschehenden Vorgänge als Bilddatei fest. Die hierfür benötigte Software für die Überwachung der Sender wird ebenfalls von ENAiKOON angeboten. (SEMM 2012)

4 Material und Methoden

4.1 Das Testsystem

Nach Rücksprache mit dem Projektleiter der Firma ENAiKOON wurden dem Forstamt drei Testgeräte zur Verfügung gestellt.

Diese Testgeräte werden unter anderem zur langfristigen Überwachung von Überseecontainern eingesetzt und sind deshalb für den Forstbereich in punkto Batterielebensdauer und Gehäusegröße überdimensioniert (SEMM 2012). Es sollte jedoch mit ihnen ein Testlauf durchgeführt werden, bevor mit der Entwicklung eines praktikablen Gehäuses und Einbauverfahrens für die Forstwirtschaft begonnen werden würde.

4.1.1 Aufbau des Senders

Die Hardware, also der GPS-Sender, besteht im Wesentlichen aus 3 Komponenten:

- Platine mit Rüttelsensor (1), SIM-Kartenhalter (2) (Subscriber Identity Module),
 GSM-Modem (3) (Global System for Mobile Communications),
 GPS-Empfänger (4) und GPS-Patchantenne (5) (Abb. 2)
- 2. Stromversorgung in Form von Akkus oder Batterien
- 3. Gehäuse

Sowohl unser Testgerät als auch alle anderen denkbaren Formen eines GPS-Senders bestehen aus diesen Bauteilen. Die Form und Größe des Transponders stehen hier in engem Zusammenhang mit dem Aktivitätszeitraum des Transponders. Das Testgerät war aufgrund seiner bisherigen Einsatzbereiche mit Hochleistungsbatterien ausgestattet, die einen Überwachungszeitraum von bis zu 10 Jahren ermöglichen. Auch die Häufigkeit der Positionsangaben stellt einen limitierenden Faktor dar, was im nächsten Punkt ausführlich erläutert wird. (SEMM 2012)

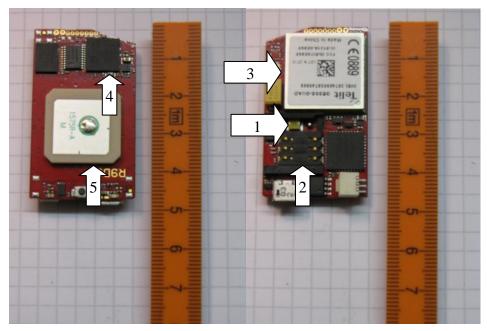


Abbildung 2: Platine des Senders

4.1.2 Funktion des Systems

Um während des Zeitraums der Überwachung so wenig Strom wie möglich zu verbrauchen, wird der Transponder in den Standby-Modus gesetzt, sobald er im Holz platziert wurde. Durch den in der Platine befindlichen Rüttelsensor wird der Transponder hochgefahren, sobald der Stamm bewegt wird. Die Empfindlichkeit des Sensors ist hierbei frei wählbar.

Wird nun das Holz in Bewegung gesetzt, ermittelt der Transponder mit Hilfe der GPS-Antenne die aktuelle Position und sendet diese dann über das GSM-, also Handy-Netz, an die Server der Firma ENAiKOON. Hier kann die Taktung der Datenübermittlung ebenfalls frei gewählt werden, z.B. zeitbasierend oder nach Bewältigung einer bestimmten Wegstrecke. Parallel hierzu ist es möglich, eine Alarmierungs-SMS oder E-Mail an mehrere vorher registrierte Handynummern oder E-Mail Accounts zu verschicken. Diese Nachrichten werden abgesetzt, sobald das Holz einen Radius (sog. Geofence) um den Lagerort verlässt (Abb. 3). Mit Hilfe einer weiteren Funktion des Senders können mehrmals am Tag Daten mit der aktuellen Position an die Server gesendet werden, ohne dass vorher der Rüttelsensor aktiviert worden sein muss. Dieses wirkt sich jedoch negativ auf die Lebensdauer der Stromversorgung aus. Es ist jedoch ratsam, dass täglich eine Positionsmeldung (sog. Still-Alive Meldung) vom Sender an die Server gesendet wird. Hierdurch kann die fehlerfreie Funktion des Senders gewährleistet werden. Bleibt die Positionsmeldung aus, bekommt der zuständige Mitarbeiter eine Information und kann den fehlerhaften Sender überprüfen.

Wenn die Daten beim Server angekommen sind, werden sie verarbeitet und der Nutzer hat die Möglichkeit am PC oder Smartphone die Route, die der Transponder genommen hat, auf einer Landkarte nachzuvollziehen. Natürlich kann auf diese Weise auch der aktuelle Aufenthaltsort des Senders bestimmt werden (Abb. 4). (SEMM 2012)

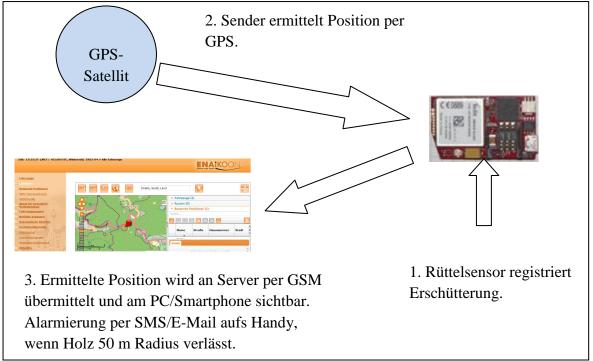


Abbildung 3: Schemazeichnung Alarmierungskette (Quelle Screenshot: ENAIKOON GmbH 2012)



Abbildung 4: : Screenshot ENAIKOON Überwachungssoftware (Quelle: ENAIKOON GmbH 2012)

Die Software für die Überwachung wurde von ENAiKOON eigens für diesen Zweck entwickelt und bietet dem Nutzer viele Anpassungsmöglichkeiten. Weiterhin ermöglicht sie die Überwachung beliebig vieler GPS-Sender. Für die Datenübertragung werden

SIM-Karten benötigt, es wird hier auf ausländische SIM-Karten zurückgegriffen, da sich diese in alle verfügbaren Netze einwählen können. So kann selbst bei schlechter Netzabdeckung eine bestmögliche Sendeleistung, insbesondere während der Lagerung des Holzes, gewährleistet werden. SIM-Karten inländischer Anbieter haben diese Möglichkeit nicht, dadurch sind sie für den Einsatz im Wald weniger geeignet.

Sollte trotz dieser Option einmal kein Handynetz auf der Route vorhanden sein, auf der sich der Stamm samt Transponder in Bewegung gesetzt hat, stellt dies auch kein Problem dar. In diesem Fall versucht der Transponder solange die Daten per SMS zu übermitteln, bis es das Netz zulässt. Auch eine Lagerung des Holzes mit Transponder in Gebieten, in denen keine Netzabdeckung gegeben ist, ist problemlos. Auch in diesem Fall sendet der Transponder die ersten Daten und die Alarmierungs-SMS/E-Mail dann ab, sobald Netz vorhanden ist. (SEMM 2012)

4.1.3 Überlegungen vor Testbeginn

Vorrangig sollte das Überwachungssystem auf Funktionalität und Eignung für die Forstwirtschaft getestet werden. Da das System jedoch, abgesehen von dem recht unhandlichen und dadurch schwer im Holz zu verbergenden Sender, voll funktionsfähig war, entschlossen sich die Verantwortlichen besonders diebstahlgefährdete Polter mit dem Sender zu versehen. Dieses sind insbesondere solche Holzpolter, die zwar nicht direkt von der Straße zu sehen sind, sich jedoch nahe an öffentlichen Straßen befinden. Die Diebe haben so die Möglichkeit, das Holz ungesehen aufzuladen und sich im Anschluss schnell vom Ort des Geschehens zu entfernen. Aufgrund der rechtlichen Situation ist die Kontrolle der Fuhrleute durch Forstpersonal ausschließlich auf Forstflächen möglich. Oft wird auch der Holzkäufer geschädigt, da er das Holz bereits vom Waldbesitzer übernommen hat. Ein weiterer Punkt ist die Qualität und damit der Wert der im Polter befindlichen Stämme. Die Wahrscheinlichkeit, dass besonders wertvolle Hölzer gestohlen werden, ist meist höher, gleichzeitig steigt auf diese Weise natürlich auch der Schaden für den Waldbesitzer oder Holz-Aufgrund dieser Tatsache wurden käufer. zwei Fichtenlangholz-Douglasienlangholzpolter ausgewählt.

Zwar ist das System in anderen Branchen schon sehr bewährt, jedoch wollten die Verantwortlichen das System noch einmal eigens für den Einsatz im Forst testen. Es sollten vorrangig folgende Fragen geklärt werden:

- Ist ein Verbergen der Sender im Holz möglich, oder wird so die Sendeleistung durch die Abdeckung mit Holz zu stark eingeschränkt?
- Eignet sich dieses System für den Einsatz im Wald oder wird es durch Funklöcher und Witterung zu stark beeinflusst?
- Ist ein praktikabler Einsatz der Software in Forstbetrieben mit Revierstrukturen möglich?
- Wie gestaltet sich der Einsatz des Systems im täglichen Dienstgebrauch?
- Arbeitet das System genau genug, um Holzdiebe verfolgen zu können?

4.1.4 Einbau der Probe GPS-Sender

Am Tag des Einbaus wurden die drei Polter aufgesucht und die Sender durch zwei verschiedene Einbauverfahren eingebracht.

Aspekte, die beim Einbau berücksichtigt werden mussten:

- Die Sender sind in der Lage durch maximal 30 mm Holz zu senden, da der Wassergehalt im Holz die Sendeleistung stark einschränkt (SEMM 2012).
- Durch ihre sonstige Verwendung sind die Testgeräte recht groß, was ein Verbergen im Holz erschwert.
- Die Platine mit GPS- und GSM-Antenne muss möglichst freie Ausrichtung gen Erdumlaufbahn des Satellitensystems haben (SEMM 2012).
- Der Eingriff sollte nach Beendigung des Einbaus möglichst wenig sichtbar sein, um ein Auffinden der markierten Stämme durch mögliche Diebe zu vermeiden.

Daraus resultiert:

- Vermeidung von liegenbleibenden Sägespänen.
- Vermeidung von frischen Schnittkanten.
- Verräterisch helle Holzstellen mit Erde tarnen.
- Der Sender muss in einen Baumstamm eingebaut werden, der möglichst keine Markierungen mit Sprühfarbe aufweist, da Fälle vergangener Zeit gezeigt haben, dass diese Stämme von den Dieben gerne liegen gelassen wurden.

Die durch die eben genannten Aspekte beeinflussten Einbauverfahren gliederten sich in folgende Schritte auf:

Verfahren 1 (siehe parallel hierzu Anlage I):

- 1. Bei dieser Variante wurde an der Stirnfläche des Stammes gearbeitet. Um den Sender hinterher wieder verdecken zu können, wurde von einem der oberen Stämme des Polters mit Hilfe der Motorsäge eine dünne ca. 20 mm starke Holzscheibe abgeschnitten und beiseite gelegt. Immer wenn mit der Motorsäge gearbeitet wurde, versuchte man die Sägespäne mit einer Folie aufzufangen, um die Arbeiten nicht erkennbar zu machen.
- Um die Maße des Senders auf das Holz zu übertragen, wurde der Sender an der Stirnseite platziert und mit Forstkreide umrissen.
- 3. Anschließend wurde wieder unter Zuhilfenahme der Motorsäge eine Art Kasten aus dem Stammfuß herausgefräst.
 - Diese Arbeit benötigt sehr viel Geschick im Umgang mit der Motorsäge und birgt auch Gefahren. Es wird fast ausschließlich mit der Schienenspitze gearbeitet, was die Unfallgefahr durch den *Kick-Back-Effekt* stark erhöht. (JAEHN 2012)
- 4. Im nächsten Schritt wurde der Sender noch mit einigen Feinarbeiten in den Kasten eingepasst und mit der GPS-Antenne nach außen im Kasten positioniert. Um ein Verrutschen des Senders zu verhindern, wurde der Kasten noch mit Füllmaterial aus Styropor versehen.
- 5. Im nächsten Schritt wurde der Sender im Stammfuß wieder mit der beiseitegelegten Holzscheibe verschlossen. Hierzu wurde die Scheibe exakt in die gleiche Position gebracht, in der sie sich vorher am Stamm befand. Mit drei Schrauben wurde sie mit Hilfe eines Akkuschraubers wieder am Stamm fixiert.
- 6. Als Abschluss wurden die übrigen Sägespäne vom Stamm entfernt und die Schnittkante bzw. die Schraubenköpfe mit ein wenig feuchter Erde getarnt.

Werkzeuge und Betriebsmittel waren hierbei: Motorsäge, Doppelkanister mit Sonderkraftstoff und Kettenöl, Forstkreide, Beil, Gliedermessstab, Müllsack, Handfeger, Akkuschrauber und Schrauben.

Verfahren 2 (siehe parallel hierzu Anlage II):

- 1. Auch hier wurde zuerst die Größe des Senders auf dem Holz angezeichnet. Jedoch nicht an der Stirnfläche, sondern auf der Mantelfläche des Stammfußes. Unter Zuhilfenahme einer Bügelsäge wurden zwei gleichtiefe Schnitte in die Mantelfläche eines Stammes am Stammfuß gesetzt. Um später einen besseren Halt des herausgetrennten Holzstückes zu gewähren, wurden diese Schnitte schwalbenschwanzförmig angelegt.
- 2. Um nun das so entstandene Holzstück vom Stamm zu lösen, wurde ein Stechbeitel eingeschlagen und das Holzstück durch eine Hebelbewegung abgespalten.
- 3. Anschließend wurde mit der Motorsäge, ähnlich wie beim ersten Verfahren, ein Kasten in das Holz geschnitten, in dem der Sender versenkt werden konnte. Auch hier wurde eine Folie zum Auffangen der Späne verwendet.
- 4. Im nächsten Schritt sind Sender und Füllmaterial in den Kasten eingesetzt worden.
- 5. Das vorher abgespaltene Holzstück ist nun wieder aufgesetzt und mit vier Schrauben fixiert worden.
- 6. Auch hier wurden als Abschluss des Einbaus die Sägespäne entfernt und die Schnittkanten mit feuchter Erde getarnt.

Werkzeuge und Betriebsmittel waren hierbei: Bügelsäge, Motorsäge, Doppelkanister mit Sonderkraftstoff und Kettenöl, Forstkreide, Beil, Gliedermessstab, Müllsack, Handfeger, Stechbeitel, Akkuschrauber und Schrauben.

4.1.5 Weitere Vorbereitungen des Tests

Bei Auslieferung wurden die Sender seitens der Firma ENAiKOON aktiviert. Nun konnten sich alle Beteiligten, so auch die betroffenen Revierleiter und der Autor, in die Homepage der Software einwählen. Die Überwachungssoftware benötigte als Browser *Mozilla Firefox* 7, *Microsoft Internet Explorer* 8 oder *Google Chrome V15*. Da die PCs des Forstamts jedoch mit einer älteren Version des Microsoft Internet Explorers liefen, musste hier auf private PCs zurückgegriffen werden. Um die Alarmierung per SMS freizuschalten, wurden die Handys der Revierleiter ebenfalls bei der Software registriert.

Da die Holzpolter zum Teil schon verkauft waren und zur Abfuhr bereitlagen, wurden die betroffenen Holzkäufer verständigt, damit der Verlust oder Beschädigung der Sender verhindert wird. Um auf jeden Fall eine Antwort auf die oben gestellten Fragen zu bekommen, ist mit einem Holzkäufer abgestimmt worden, dass der Sender erst auf seinem Holzhof entfernt wird. So konnte ein Diebstahl simuliert werden.

4.2 Vorüberlegungen für ein neues Gehäuse und Einbauverfahren

Nach Abschluss der Testphase mit den Standardgeräten sollte mit der Entwicklung eines speziellen Gerätes und Einbauverfahrens für die Forstwirtschaft begonnen werden. Da sich die Firma ENAiKOON sehr interessiert an einer speziellen Lösung für den forstwirtschaftlichen Bereich zeigte, wurde ein persönlicher Termin zwischen dem Autor und der Firmenleitung vereinbart. Kurze Zeit später besuchte der Autor die Firma ENAiKOON in Berlin. Um ein innovatives und doch recht aufwändiges Überwachungssystem wie dieses in der Forstwirtschaft dauerhaft und erfolgreich einsetzen zu können, werden an das System hohe Anforderungen gestellt.

Folgende Fragen und Fakten wurden festgestellt, um das System in Form und Einbauverfahren optimal entwickeln zu können:

 Welche Sortimente sollen überwacht werden und wie werden diese im Regelfall im Wald gelagert?

• Überwachungszeiträume:

Das eingeschlagene Holz wird in der Regel nach zwei bis drei Wochen dem Holz-käufer vorgezeigt. Mit Vorzeigung und der Rechnungslegung geht die Gefahr auf ihn über. Sondersortimente oder nicht im Vorvertrag abgesichertes Holz kann oft bis zur Käuferfindung mehrere Wochen im Wald liegen bleiben. Hier hätte dann der Forstbetrieb, der Verkäufer, den Schaden zu tragen, der durch den Holzdiebstahl entstanden ist. *Just-in-Time-Lieferungen* sind durch die Besonderheiten der Forstwirtschaft oft nicht möglich.

Im Normalfall wird jedoch eine Zeit von mehr als drei Monaten nicht überschritten (HOLODYNSKI 2012).

• Gehäuse:

Eine der wichtigsten Eigenschaften neben der Größe des Gehäuses ist sicherlich die Widerstandskraft des Transponders gegen Witterungseinflüsse wie Kälte, Hitze und Feuchtigkeit. Auch sollte ein solcher Sender durch seine Bauform gegen alle möglichen Arten von Erschütterungen und Verschmutzungen geschützt sein. Die Größe des Transponders sollte so klein wie möglich sein, um ein Verbergen im Holz zu

erleichtern. Ein weiterer wichtiger Faktor in Bezug auf die Verbaubarkeit ist die geometrische Form des Senders.

Farblich sollte er relativ auffällig gestaltet sein, um ihn auch bei Verlust im hohen Gras oder ähnlichen Situationen wieder auffindbar zu machen. Die Farbgebung spielt beim Verbau keine Rolle, da der Transponder im Holz verborgen ist.

Einbauart:

Das Gehäuse gibt durch seine Form die Art des Einbaus vor. Wichtig an der Art des Einbaus ist, dass er sich gut in den forstlichen Arbeitsablauf integrieren lässt. Es muss also möglich sein, ohne größeren Aufwand an Maschinen und Zeit den Sender zu verbauen.

4.2.1 Entwicklung und Konstruktion von Transponderdummys

Durch die oben aufgeführten Überlegungen waren die Rahmenbedingungen vorgegeben. Die Firma ENAiKOON ist grundsätzlich in der Lage, jede Form von Gehäuse zu konstruieren und zu fertigen, in die sich die Stromquelle und die Platine integrieren lassen. (SEMM 2012)

Der Autor hielt es für zweckdienlich, mindestens zwei Arten von Transponderformen im Einbau zu testen. Beachtet werden musste hierbei jedoch, dass die Maschinen und Techniken, die im Wald eingesetzt werden können, sehr begrenzt sind. Nach längerem Überlegen und Abwägen der Vor- und Nachteile wurden nur ein Bohrgerät mit entsprechendem Bohrer und die Motorsäge als zweckdienlich angesehen. Es wurde sich deshalb daraufhin verständigt, einen Dummy in zylindrischer Form und zwei Dummys in rechteckiger Form herzustellen, da diese mit den eben genannten Geräten verbaut werden können. Wie oben schon erwähnt, steht die Größe des Gehäuses stark im Zusammenhang mit der verwendeten Batterie und so mit der Länge des Überwachungszeitraums.

Einfach gesagt, je länger der Überwachungszeitraum desto größer die Batterie. Durch die Vorgaben eines dreimonatigen Überwachungszeitraumes wurden folgende Bauteile und Maße für die Sender ermittelt:

Für die zylindrische Form (Abb. 5):

- Platine mit Verkabelung
- Baby C-Batterie

Entwicklung:

Mit einer Programmierung, bei der der Sender im Alarmfall Daten überträgt, wären mit dieser Stromquelle Überwachungszeiträume von mehr als sechs Monaten möglich.

Die Bauteile sollten möglichst platzsparend angeordnet werden, um das Gehäuse so klein wie möglich zu halten. Hier blieb bedingt durch die Bauteile und die Vorgaben der GPS-Antenne nur die Möglichkeit, die Bauteile hintereinander anzuordnen. Die Batterie weist die Maße 50x26 mm auf, während die Platine die Größe von 46x27x8 mm hat. Hieraus wird ersichtlich, dass durch die Breite der Platine der Durchmesser des Transponders vorgegeben ist. Die Länge ergibt sich aus Addition der Länge der Platine und der Länge der Batterie plus ca. 3 mm für das Gehäuse. Da für Gehäusewand und Verkabelung noch ein wenig Platz mitberechnet wurde, entwickelte man einen Dummy mit den Maßen 120x30 mm. Zwar sind die 120 mm ein wenig zu lang, da 100 mm ausgereicht hätten, jedoch sollte für die Entwicklung des echten Senders noch ein wenig Spielraum vorhanden sein.

Konstruktion:

Um den Arbeitsaufwand bei der Konstruktion des Dummys so gering wie möglich zu halten, wurde versucht, auf ein Bauteil zurückzugreifen, das den vorgegebenen Maßen bereits nahe kam. Nach Recherchen in einem Baumarkt wurde der Autor auf ein Bauteil aus der Möbelkonstruktion aufmerksam. Dieses Bauteil, ursprünglich als Möbelfuß konstruiert, wies den richtigen Durchmesser auf und musste vom Autor nur noch auf das richtige Maß mit Hilfe einer Metallsäge abgelängt werden. Ein weiterer Vorteil dieses Bauteils war, dass es an einer Seite ein Gewinde aufwies, um den Verbau an Möbeln zu ermöglichen. Dieses Gewinde wurde in Verbindung mit einer Kunstoffgewindestange genutzt, um den Dummy wieder aus dem Holz zu entfernen. Abschließend wurde die bisherige silberfarbene Lackierung entfernt und, um bessere Kontraste für Fotos zu gewährleisten, gegen eine rote ersetzt (Abb. 5).

Material und Geräte: Möbelfuß mit Kunststoffgewindestange, Kunststoffkappe, Metallsäge, Gliedermessstab, Metallfeile, Sandpapier, Sprühlack rot, Baumwolllappen, Bleistift.



Abbildung 5: Transponderdummy, zylindrische Form

Für die rechteckige Form (Abb. 6):

- Platine mit Verkabelung
- 3 Flachakkus

Entwicklung:

Auch hier sind mit der oben genannten Programmierung Überwachungszeiträume von sechs Monaten kein Problem. Um bei der rechteckigen Bauweise ein möglichst flaches Gehäuse konstruieren zu können, wurde auf die Flachakkus zurückgegriffen. Diese haben die Maße von 40x30x8 mm, während die Platine genau wie bei vorherigen Bauweise die Maße von 46x27x8 mm aufweist. Weiterhin haben sie den Vorteil, dass sie nach der Überwachungsmaßnahme wieder geladen werden können. Durch diese Maße ergaben sich mehrere Möglichkeiten der horizontalen Anordnung der Bauteile. Auf eine vertikale Anordnung der Bauteile sollte verzichtet werden. Zwar hätte sich dadurch der Sender in seiner Längen- und Breitenausdehnung verkleinern lassen, doch wäre er damit natürlich höher geworden, was sich auf den Einbau mit der Motorsäge negativ ausgewirkt hätte. Um die Anordnung der Bauteile optimal zu gestalten und vorstellbar zu machen, wurde vom Autor eine Handzeichnung erstellt, in der jede mögliche Form der Anordnung ausprobiert wurde (Anlage III). Durch diesen Versuch wurde die bestmögliche Lage der Teile ermittelt (Anlage III). Die Horizontalmaße des Dummys betrugen einschließlich einer Zugabe für

Gehäusestärke 100x65 mm. Die endgültige Höhe der Sender war noch nicht bekannt, da diese von der Art der Verkabelung und der Wandstärke des Gehäuses abhängig war. Aufgrund dieser Tatsache wurden vom Autor zwei Dummys entwickelt, die zwar die gleichen Horizontal- jedoch unterschiedliche Vertikalmaße aufwiesen. Die Maße des einen Dummys betrugen 100x65x13 mm, die des anderen 100x65x20 mm.

Konstruktion:

Um bei der Konstruktion der Dummys den Werkstoff gut manipulieren zu können, wurde hier auf Holz zurückgegriffen. Der erste Dummy wurde mit einer Pendelhub-Stichsäge aus einem 20 mm starken Brett ausgeschnitten. Hierzu wurden die Maße mittels Winkelmaß aufgezeichnet.

Für den zweiten Dummy wurden zwei Pressspanplatten, eine mit einer Stärke von 4 mm und eine mit 9 mm, zusammengeleimt. So wurde eine Platte mit einer Stärke von 13 mm hergestellt. Anschließend wurde der Dummy, wie oben beschrieben, ausgeschnitten. Um beide Dummys nach den Versuchen besser ausbauen zu können, wurden sie mit einer Drehöse versehen. Auch diese rechteckigen Dummys wurden aus Kontrastgründen rot lackiert (Abb. 6).

Material und Geräte: Holzbrett 20 mm, Pressspanplatten 4 mm und 9 mm, Pendelhub Stichsäge, Gliedermessstab, Winkelmesser, Sandpapier, Drehösen, Holzleim, Schraubzwingen, Sprühlack rot, Baumwolllappen, Bleistift.



Abbildung 6: Transponderdummys, rechteckige Form

4.3 Überlegungen und Vorbereitung der Einbautests

Wie oben beschrieben blieben aufgrund der eingeschränkten Möglichkeiten von Technikeinsatz im Wald nur die Motorsäge und eine Bohrkombination, um die Transponder einzubauen.

Die Auswahlmöglichkeiten bei der Auswahl der Motorsäge waren recht eingeschränkt. Aus Gründen der Ergonomie und der Handhabbarkeit sollte hier eine Dolmar 115 mit einer 38 cm Schiene und einer .325" Kettenteilung zum Einsatz kommen. Die Kombinationen im Bohrbereich waren hier jedoch vielfältig.

Da für den Einbau des zylindrischen Dummys Bohrer mit einem Durchmesser von 30 mm benötigt wurden, recherchierte der Autor ausgiebig in den verschiedenen Werkzeugfachhandelunternehmen. Hierbei stellte sich heraus, dass das Angebot von Bohrern im 30 mm Bereich sehr beschränkt ist. Ein weiteres grundlegendes Problem war, dass für den Transponder ein Sackloch mit einer Tiefe von mindestens 130 mm gebohrt werden musste.

Auch wenn einige Bohrer aufgrund ihrer Beschaffenheit die Arbeitstiefe nicht erreichten, wurden sie trotzdem getestet. Es hätte die Möglichkeit bestanden, sie bei positivem Testergebnis mit Hilfe einer Gewindestange zu verlängern. Es sollten folgende Bohrer getestet werden:

Forstnerbohrer 30 mm von Bosch (1), Flachbohrer 30 mm von Bosch (2), Schlangenbohrer 30 mm von Bosch (3), Schalungsbohrer 30 mm von Würth (4) (Abb. 7).

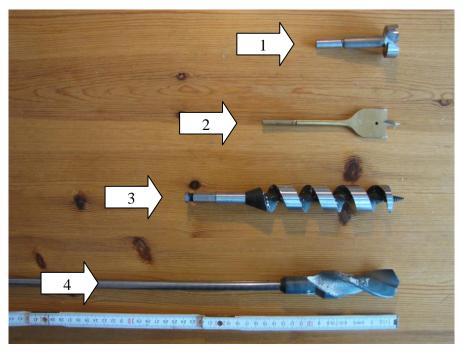


Abbildung 7: Bild der getesteten Bohrer

Da die Bohrer einen erheblichen Bohrwiderstand aufbringen, wurde bei der Bohrtechnik darauf geachtet, dass die Bohrgeräte mit einem solchen Bohrdurchmesser nicht überlastet wurden. Aus diesem Grund schieden auch herkömmliche Bohrmaschinen, wie sie heute im Heimwerkermarkt zu finden sind, aus.

Diese Bohrmaschinen verfügen über eine sogenannte Rutschkupplung und könnten bei mehrmaligem Test erheblichen Schaden nehmen. Nur Bohrmaschinen, die älter sind als 20 Jahre, oder neue Getriebebohrmaschinen besitzen andere Getriebearten, die einer solchen Belastung standhalten. (BURGHOLTE 2012)

Auch Geräte des Profisegments sind in der Lage, solche Bohrungen ständig durchzuführen, ohne Schaden zu nehmen. Um alle Möglichkeiten auszuschöpfen, wurden sowohl Geräte mit Akku, als auch solche mit normalem Netzanschluss getestet.

Folgende Bohrmaschinen kamen zum Einsatz: Bosch Akkubohrschrauber GSR 18 VE-2-Li, Bosch Bohrmaschine PBH 14-RLE (Baujahr ca. 1983) (siehe Anlage IV) in Verbindung mit einem Notstromaggregat, Würth Akkubohrschrauber Master 14,4V (siehe Anlage V). Es sollte versucht werden, sowohl von axialer als auch von radialer Seite in das Holz zu bohren, um den Sender im Loch zu versenken. Um die Testergebnisse der Bohrertests gut festhalten zu können, wurde vom Autor ein Testbogen mit verschiedenen Fragestellungen entworfen, der im Punkt "Ergebnisse" weiter vorgestellt wird.

4.3.1 Konstruktion eines Späneauffangbehälters

Um bei dem Einbauverfahren mit einem Bohrer an der Bohrstelle verräterische Bohrspäne zu vermeiden, hatte der Autor die Idee, eine Art Auffangbehälter zu konstruieren. Diese Auffangbehälter werden im Baumarkt für herkömmliche Bohrungen in Wände oder Hölzer angeboten. Aufgrund der im Versuch verwendeten Bohrergröße eignen sich diese jedoch nicht für den Versuch. Es wurden verschiedene Behältnisse des täglichen Gebrauchs beschafft, anschließend wurden sie auf einer Seite mit einem 35 mm Loch und auf der anderen mit einem 55 mm Loch (Abb. 8) versehen. So sollte es möglich werden, den Bohrer durch das Behältnis zu schieben um dann zu bohren. Es war geplant, dass die Späne in die Behältnisse fallen. Die Maße der zwei rechteckigen Behältnisse betrugen 90x65x170 mm (1) und 130x100x160 mm (2). Die des kegelstumpfförmigen Behältnisses betrugen 110x130 mm. Weiterhin unterschieden sich die Behältnisse in Form und Aufbau. Behälter eins ist ein oben offener Kunststoffquader (1), während das zweite Behältnis ein ringsum

geschlossener Quader aus Holz mit einem Deckel ist (2). Das dritte Behältnis ist ein Kegelstumpf aus Kunststoff mit einem Deckel (3).

Material und Geräte: Behältnisse verschiedener Art, Akkuschrauber, Forstnerbohrer 35 mm, Lochsäge 55 mm, Bleistift, Sandpapier, Messschieber, Gliedermessstab.

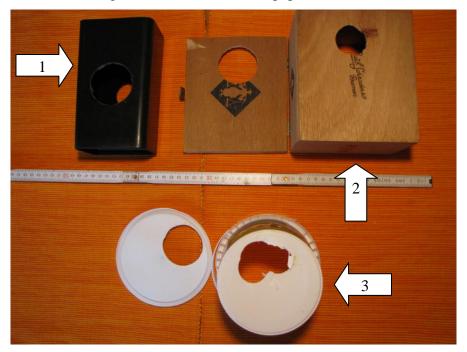


Abbildung 8: Prototypen der Späneauffangbehälter

4.4 Versuchsaufbau und Durchführung der Tests

Um die Versuche so realitätsnah wie möglich zu gestalten, sollten sie im Wald in der Nähe einer frischen Fichtenhauung durchgeführt werden. Zur Durchführung der Versuche wurde eine 3 m lange, frisch geschlagene Fichtenrolle mit einem Mittendurchmesser von 43 cm mit Rinde genutzt. Da sich jedoch nicht alle Versuche aus logistischen Gründen im Wald durchführen ließen, wurden auch einige im Garten des Autors bzw. auf dem Gelände der Firma Dittmar GmbH & Co. KG in Osterode durchgeführt.

4.4.1 Einbautest des zylindrischen Dummys

Es wurde mit den Bohrtests für den Einbau des zylindrischen Dummys begonnen. Als Erstes sollten die verschiedenen Bohrer getestet werden. Um für jeden Bohrtest die gleichen Bedingungen zu schaffen, wurde jeder der Bohrer mit der Bosch Bohrmaschinen PBH 14-RLE und dem Notstromaggregat getestet. Es war bei dieser Kombination klar, dass sie aufgrund des hohen Drehmoments in der Lage war, alle Bohrer im Holz zu versenken.

Hierzu wurden das Notstromaggregat und die Bohrmaschine mit Bohrer in Betrieb gesetzt. Nun wurde der Bohrer angesetzt und bis zu der definierten Tiefe von 130 mm ins Holz versenkt (Abb. 9). Um ständiges Nachmessen der Bohrung zu umgehen, wurde diese Bohrtiefe mit einem Filzmaler auf dem Bohrer abgetragen. Sollte aufgrund der Bohrerlänge diese Tiefe nicht möglich gewesen sein, so wurde der Bohrer bis zum Anschlag des Bohrfutters versenkt. Es wurde jeweils von axialer und radialer Seite gebohrt. Die Zeiten, die die Bohrer vom Bohrbeginn bis in eine Tiefe von 130 mm benötigten bzw. bis das Bohrfutter angeschlagen war, wurden mit einer Stoppuhr ermittelt.

War das Loch vorhanden, so wurde getestet, ob sich der zylindrische Dummy in ihm versenken ließ. Anschließend wurde er mit Hilfe der Gewindestange wieder entfernt. Die Ergebnisse der Bohrung wurden auf dem oben erwähnten Fragebogen notiert.

Die Bohrer, die sich in diesem ersten Test als geeignet erwiesen, wurden anschließend mit dem Bosch Akkubohrschrauber GSR 18 VE-2-Li und dem Würth Akkubohrschrauber Master 14,4V getestet, um die Eignung dieser Geräte festzustellen.



Abbildung 9: Test des Schalungsbohrers

Werkzeuge und Betriebsmittel: Testbohrer und -maschinen, Fichtenrolle 3 m, Filzmaler, Forstkreide, Notstromaggregat, Stoppuhr, Verlängerungskabel, Testbogen, Gliedermessstab, Senderdummys.

4.4.2 Späneauffangbehälter

In Verbindung mit den Bohrtests wurden auch die verschiedenen Späneauffangbehälter auf ihre Eignung getestet (Abb. 10). Hierzu wurden die geeigneten Bohrer aus den Bohrversuchen in das Bohrfutter der Bohrmaschine PBH 14-RLE eingespannt und der Auffangbehälter an der Stelle platziert, an der gebohrt werden sollte. Nun ist der Bohrer durch den Behälter bis aufs Holz geführt worden, anschließend wurde der Bohrvorgang gestartet. Nach Beendigung des Bohrvorgangs wurde das Ergebnis anhand der Späne ermittelt, die nicht in den Behälter gefallen waren.

Werkzeuge und Betriebsmittel: Testbohrer und -maschinen, Fichtenrolle 3 m, Filzmaler, Forstkreide, Notstromaggregat, Späneauffangbehälter.



Abbildung 10: Test des offenen Auffangbehälters

4.4.3 Einbautests der rechteckigen Dummys

Auch der Einbau der beiden rechteckigen Dummys sollte sowohl von der axialen als auch von der radialen Seite getestet werden. Wie oben beschrieben sollte dies mit der Motorsäge Dolmar 115 getestet werden. Weder eine Kette mit .325" noch eine mit 3/8" Kettenteilung erreicht eine Schnittbreite von 13 mm. Da der niedrige Dummy jedoch 13 mm hoch ist, mussten zwei Schnitte nebeneinander angelegt werden. Um eine Schnitttiefe von 120 mm zu erreichen (100 mm Dummy + 20 mm für den Verschluss des Schnittes) wurde auf der Schiene bei 120 mm, ausgehend von der Schienenspitze, ein Strich gezeichnet. So war es dem Motorsägenführer möglich, ohne mehrmaliges Nachschneiden einen 120 mm tiefen

Schnitt zu tätigen. Die Motorsäge wurde mit einem Stechschnitt in den Baumstamm bis zur Markierung geführt. Anschließend wurde versucht, einen zweiten Schnitt neben den ersten zu setzen, um diesen so zu erweitern. Nach Fertigstellung der beiden Schnitte wurden die Dummys in den Schacht eingeführt, um die Größe zu testen. Anschließend wurden sie mit Hilfe der Drehösen wieder entfernt.

4.5 Überlegungen und Vorbereitungen für die Verschlussversuche

Die Überwachung mit den GPS-Sendern kann nur erfolgreich verlaufen, wenn die Löcher bzw. Schächte für die Transponder nach Einbau wieder so verschlossen werden können, dass kein Eingriff zu sehen ist.

Auch für diesen Teil der Tests wurden umfangreiche Recherchen im Fachhandel und verschiedenen Baubedarfskatalogen angestellt. Hierbei stellte sich heraus, dass die Möglichkeiten nicht sehr vielfältig sind, da ein Großteil der Materialien für Reparaturen von Holzmöbeln oder Ähnlichem gedacht sind. Der Verschluss sollte zwei Funktionen erfüllen: Erstens soll das Herausfallen des Senders aus dem Loch oder Schacht verhindert werden und Zweitens ist beabsichtigt, die Öffnung des Senders für Unbefugte unauffindbar zu machen. Ein weiteres Problem war, dass die verschlossenen Stellen unmittelbar der Witterung ausgesetzt sind und so viele Verschlussmaterialien nicht austrocknen können. Um den Verschlussvorgang praktikabel und praxisnah zu gestalten, wurde auf einen minimalen zeitlichen und technischen Aufwand Wert gelegt.

Die Löcher bzw. Schächte sind sowohl axial als auch radial in die Rolle eingebracht worden. Selbstverständlich sollten die Öffnungen beider Seiten und Dummys einem Verschlussversuch unterzogen werden. Dieses war wichtig, da wie oben bereits erwähnt, die Qualität des Verschlusses einen entscheidenden Einfluss auf den Erfolg des GPS-Projekts hat.

Durch diese Beschränkungen sollten folgende Materialien auf ihre Eignung, die Löcher und Schlitze zu verschließen, geprüft werden: Holzleim in Verbindung mit Holzspänen, Acryl in Farbton Bergahorn (Fichte nicht verfügbar), Holzstopfen in verschiedenen Durchmessern, natürliche Materialien wie Rinde und Erde.

4.5.1 Versuchsaufbau und Durchführung der Verschluss- und Ausbautests

Um auch hier eine möglichst realistische Versuchssituation zu bekommen, wurden diese Tests ebenfalls im Wald durchgeführt. Die bei der Erprobung der verschiedenen Dummyformen entstandenen Einbauschächte in axialer und radialer Richtung dienten als Versuchsschacht. Nun wurden die Dummys wieder in die Schächte eingebracht und der Verschluss mit den verschiedenen Materialien getestet. Nach Abschluss der Verschlussarbeiten wurden die Ergebnisse nach Praktikabilität und Tarneignung überprüft und notiert. Anschließend wurden die Verschlüsse der Schächte unter Zuhilfenahme verschiedener Werkzeuge wieder entfernt. So konnte auch die Entnahme der Sender aus den verschlossenen Schächten überprüft werden.

Werkzeuge und Betriebsmittel: Akkuschrauber, Holzbohrer 3 mm, Holzschraube, Messer, Stechbeitel, Schraubendreher.

4.6 Entwicklungen eines Überwachungsverfahrens

Ein dauerhafter Einsatz von GPS-Sendern zur Diebstahlüberwachung von Holz bedarf einer gut organisierten Ein- und Ausbaulogistik. Bei den Überlegungen zur Entwicklung eines Überwachungsverfahrens stellten sich vorranging diese Fragen:

- Welche Personen werden in den Prozess der Überwachung, also von Auswahl der Polter bis zum Ausbau der Sender, eingebunden?
- Welche Polter bzw. welche Sortimente sollen überwacht werden?
- Wann und wo werden die Sender wieder entnommen?
- Wie kann der besenderte Holzstamm auch von befugten Dritten, beispielweise dem Holzkäufer, wiedergefunden werden?

Um diese Fragen zu klären und eine geeignete Lösung zu finden, wurde mit verschiedenen Personen der Niedersächsischen Landesforsten als auch der Holzindustrie bzw. mit Holz-käufern gesprochen. Die Ergebnisse dieser Gespräche wurden vom Autor zusammengetragen. So wurde versucht, eine praktikable Lösung zu erarbeiten.

5 Ergebnisse

5.1 Ergebnisse des Testsystems

Das gesamte Testsystem wurde seitens der Firma ENAiKOON zur Verfügung gestellt. Hierzu gehörten die drei Standard GPS-Sender einschließlich der SIM-Karten und die Accounts für das Onlineportal der Überwachungssoftware. Es wurden drei Holzpolter festgelegt, die aufgrund ihrer Lage, ihres Wertes und der Holzart als besonders diebstahlgefährdet galten. Es waren dies zwei Fichtenlangholz- und ein Douglasienlangholzpolter. Die Testgeräte wurden mit zwei unterschiedlichen Einbauverfahren verbaut. Hierbei stellte sich

heraus, dass sich das Verfahren an der Stirnseite des Holzes am besten eignet, um die Testgeräte zu nutzen. Der zeitliche und technische Aufwand ist hier um ein Vielfaches geringer als der des Verbaus in der Mantelfläche des Stammes.

Da die Sender schon bei Auslieferung aktiviert waren, konnten nun alle Handys der betroffenen Revierleiter und des Forstamtsleiters für die Alarmierungs-SMS freigeschaltet werden. Weiterhin bekamen alle Beteiligten einen Account für das Überwachungsportal. Die Erprobungsphase lief von Mitte November bis Anfang Januar, also über ca. sechs Wochen, und enthielt die harztypischen Wetterlagen zu dieser Jahreszeit. Es waren dies Temperaturen unterhalb des Gefrierpunkts, Schneelage und stärkere Niederschläge. Weiterhin wurde in Absprache mit einem Holzkäufer ein Diebstahlversuch simuliert. Hierzu wurde eines der markierten Polter, welches von der Firma erworben wurde, von ihr abgefahren. Die Aktivierung der Sender nach ihrem Einbau sowie die Registrierung der Handys gelangen auf Anhieb und ohne Probleme. Die Software der Firma ENAiKOON ist äußerst anwenderfreundlich und selbsterklärend. Allerdings müsste hierfür eine Anpassung der EDV-Systeme der Landesforsten stattfinden, da die PCs des Forstamts mit einer älteren Browserversion arbeiten, als es das Überwachungsportal verlangt. Die Software eignet sich gut für Forstämter mit Revierstrukturen, da beliebig viele Unterkonten im Account angelegt werden können. Auch kann bei Bedarf jederzeit die Position der markierten Stämme ermittelt werden. Sämtliche Einstellungen, wie z.B. die Taktung der Datenübertragung oder Aktivierung der Sender, können vom Anwender selbst eingestellt werden, so dass der Forstbetrieb die Möglichkeit hat, seine Sender selbstständig und unkompliziert einzusetzen. Die Überwachung der Stämme konnte so sehr leicht in den täglichen Dienstablauf integriert werden. Probleme bei der Funktion des Senders auch in GSM-Netz schwachen Gebieten konnten in keiner Weise festgestellt werden.

Der simulierte Diebstahl ergab, dass im Ernstfall sowohl Hard-, als auch Software störungsfrei arbeiten. Die Alarmierungs-SMS wurde an die registrierten Handys versandt und auch die Verfolgung der Route, die der LKW mit dem geladenen Langholz nahm, war vom Polterplatz bis zum Holzplatz der Firma ohne Unterbrechung nachzuvollziehen. Hieraus ergibt sich, dass der Sender ohne Probleme in der Lage ist, die Datenpakete durch 20-30 mm Holz zu senden. Nach Ausbau der Sender und Rückgabe an ENAiKOON konnte festgestellt werden, dass der Sender weder durch Frost noch durch Niederschlag irgendwelchen Schaden erlitten hatte.

5.2 Ergebnisse der Dummyentwicklung

Nach erfolgreichem Abschluss der Erprobungsphase des Testsystems sollte ein Sender entwickelt werden, der sich aufgrund seiner Form und Einbauweise für den forstwirtschaftlichen Sektor eignet. Aufgrund der technischen Voraussetzungen wurden zwei rechteckige Senderdummys mit den Maßen 100x65x13 mm und 100x65x20 mm und ein zylindrischer mit den Maßen von 120x30 mm konstruiert. Mit diesen Dummys wurden die Einbauversuche in axialer und radialer Richtung durchgeführt.

5.2.1 Ergebnisse des zylindrischen Dummys

Um den zylindrischen Dummy einbauen zu können, bedarf es solider und moderner Bohrtechnik. Die vom Autor getesteten Bohrer konnten nicht alle den hohen Anforderungen gerecht werden. In Abbildung 11 sind die Ergebnisse der Bohrtests zu sehen. Hierbei wird deutlich, dass sich einige der Bohrer, vor allem der Forstnerbohrer, als völlig ungeeignet erwiesen. Aufgrund seiner Bauform ließ er ein Eindringen von mehr als 30-40 mm nur unter größter Druckabgabe auf die Bohrmaschine zu. Ein Erreichen der Bohrtiefe von 130 mm wäre so nur in einer unakzeptablen Zeit möglich. Der Schalungsbohrer wies besonders in den Feldern, welche die Ergonomie (Bohrer zieht sich gut ohne viel Druck durchs Holz) betreffen, negative Seiten auf. Die Bohrzeiten des Schlangenbohrer der Firma Bosch konnten sich stark von den restlichen Bohrern absetzen. Hier wurden alle Parameter zumindest mit einem der zwei möglichen Pluszeichen bewertet, lediglich ein Parameter, nämlich das Schlagen des Bohrers während des Bohrvorgangs, wurde negativ bewertet. Dieses Schlagen entsteht durch das große Volumen der Bohrung in Verbindung mit dem Bohrwiderstand, den das Holz aufbringt, sowie durch die Kraft der Bohrmaschine. Ein weiterer wichtiger Punkt war die Zeit, die der jeweilige Bohrer benötigte, um die vorgegebenen 130 mm Bohrtiefe zu erreichen. Hier wurde die Bohrzeit in axialer Richtung der verschiedenen Bohrer verglichen. Auch hier konnte der Schlangenbohrer durch eine Bohrzeit von 35 Sekunden überzeugen. Nachdem der geeignete Bohrer mit Hilfe der Bohrmaschine ermittelt worden war, sollte nun das richtige Bohrgerät ausfindig gemacht werden. Hier stellte sich schnell heraus, dass die Kombination aus Bohrmaschine und Notstromaggregat für den forstlichen Alltag völlig ungeeignet ist. Das Notstromaggregat kann aus technischen Gründen nicht im Fahrzeug betrieben werden, es muss für den Betrieb ausgeladen werden. Hierdurch entstehen bei mehrmaligem Ein- und Ausladen für den Anwender erhebliche körperliche Belastungen im Rückenbereich, auch wenn es sich um ein Gerät mit angepasster Größe handelt. Ein weiterer negativer Aspekt ist der enorme Arbeitszeitverlust, bedingt durch Rüstzeiten wie Ein- und Ausladen, Tanken, Inbetriebnahme des Aggregats und Anschluss der Bohrmaschine.

Auch die Größe des Testaggregates verursachte beim Transport Schwierigkeiten, da es in PKW mit kleinerem Kofferraum nicht transportiert werden konnte.

	Schlangenbohrer	Forstnerbohrer	Schalungsbohrer	Flachbohrer		
Bohrer fasst schnell	++					
im Holz	++			+		
Bohrer zieht sich						
ohne viel Druck	++		-	+		
durchs Holz						
Bohrer fördert Späne	++	+		+		
gut nach außen	++	+	-			
Bohrer lässt sich						
jederzeit entfernen	+	++		++		
und frisst sich nicht	T	T T				
fest						
Schlagen des Boh-						
rers ist nicht fest-	-	++	++	+		
stellbar						
Bohrtiefe von	++		++			
130 mm erreicht	1 1		, ,			
Schnittbild am	++	+	+	+		
Mundloch sauber	T T	1	1	l l		
Schnittbild im Loch	+	++	+	+		
sauber	+					
Bohrzeit in axialer		Bohrtiefe		Bohrtiefe nicht		
Richtung	35 Sekunden	nicht erreicht	80 Sekunden	erreicht		
++ = trifft voll zu; + = trifft eher zu; - = trifft nicht zu; - = trifft eher nicht zu						

Abbildung 11: Ergebnisse der durchgeführten Probebohrungen

Der Akkubohrschrauber Master 14,4V der Firma Würth war in der Lage, den Bohrer im Holz zu versenken und ein qualitativ hochwertiges Bohrloch zu schaffen. Auch ist er posi-

tiv durch sein geringes Gewicht und das kleine Packmaß aufgefallen. Jedoch ist der Master 14,4V mit nur einem Handgriff ausgestattet, was das bereits erwähnte Schlagen des Bohrers nur schwer bewältigen ließ und er so wenig ergonomisch war. Hierbei sind Drehbewegungen entstanden, die für den Anwender kaum zu bewältigen waren. Beschränkt durch die Leistungsfähigkeit des Akkus konnten mit einem vollgeladenen Akku lediglich zwei Bohrungen durchgeführt werden. Somit erwies sich auch diese Bohrmaschine als wenig geeignet.

Als beste Lösung für den Einbau des zylindrischen Dummys wurde der Akkubohrschrauber GSR 18 VE-2-Li der Firma Bosch in Verbindung mit dem Schlangenbohrer von Bosch getestet (Abb. 12).



Abbildung 12: Akkubohrschrauber GSR 18 VE-2-Li, mit 30 mm Schlangenbohrer

Dieser mit zwei Handgriffen ausgestattete Akkubohrschrauber ermöglichte es dem Anwender sowohl in axialer als auch radialer Richtung zu bohren, ohne dass der Akku auch nach mehreren Bohrungen Leistungsabfälle zeigte. Nach Angaben der Firma Bosch sind mit dem Bohrschrauber in Verbindung mit dem 30 mm Schlangenbohrer mit einem vollgeladenem Akku 40-50 Bohrungen möglich (ROSE 2012). Durch den zweiten Haltegriff können die Schlagbewegungen des Bohrers gut und ergonomisch abgefangen werden. Ein weiterer Vorteil des Systems ist das geringe Gewicht und die schnelle Einsatzbereitschaft. Der Preis des Bohrschraubers mit einem zweiten Akku und Schnellladegerät beläuft sich auf ca. 380 €, was für ein solches System durchaus angemessen ist.

Bei der Erprobung der verschiedenen Späneauffangbehälter bewährte sich der oben geöffnete Kunststoffquader (Abb. 13). Durch Größe und Form des Quaders wird ein optimales Auffangen der Bohrspäne gewährleistet. Die Tests ergaben, dass bei einem angemessenen Anpressdruck des Behälters an den Holzkörper während des Bohrvorgangs fast 100 % der Bohrspäne aufgefangen werden können. Es hat sich hierbei die Arbeit in der Zwei-Personen-Arbeitsgruppe bewährt. Durch die obere Öffnung können die Späne gut entsorgt werden und es bildet sich kein Spänestau im Inneren des Behälters. Die beiden anderen Behälter schieden aufgrund ihrer komplizierten Handhabung während des Bohrvorgangs aus.

Die optimale Lösung zum Verbau des zylindrischen Dummys ist also der 30 mm Schlangenbohrer von Bosch mit einer Arbeitstiefe von 160 mm in Verbindung mit dem Akkubohrschrauber GSR 18 VE-2-Li, ebenfalls von Bosch (Abb. 13). Es wird die Verwendung des Späneauffangbehälters empfohlen. Bei der Arbeit mit diesem System sollten Handschuhe und Schutzbrille getragen werden.



Abbildung 13: Das ausgewählte System

5.2.2 Ergebnisse der rechteckigen Dummys

Bei den Einbauversuchen der rechteckigen Dummys wurde schnell festgestellt, dass ein direktes Nebeneinanderführen von zwei Motorsägenschnitten nur sehr schwer möglich ist. Die Motorsägenschiene rutschte bei dem zweiten Schnitt immer wieder in den ersten ab. Somit konnte kein sauberer Schacht hergestellt werden. Auch durch das Anlegen von zwei parallelen Schnitten und dem anschließenden Herausbrechen der Zwischenwand konnte

kein sauberer Schacht erreicht werden (Abb. 14). Weiterhin war es aus arbeitstechnischen Gründen nicht möglich, mit der Schienenspitze im rechten Winkel in den Stamm einzustechen. Bei Ansatz der Schiene wird diese zuerst ein wenig angewinkelt und erst im weiteren Verlauf des Schnittes in einen rechten Winkel zum Stamm gebracht. Hierdurch erweiterte sich das Mundloch. Weder der 13 mm noch der 19 mm starke Dummy konnte fachgerecht eingebaut werden. Die Verletzungsgefahr wurde vom Autor als erhöht eingestuft, da in diesem Arbeitsschritt viel mit der Schienenspitze gearbeitet wurde. Durch Arbeiten mit der Schienenspitze kann es vermehrt zu einem gefährlichen Hochschlagen der Schienenspitze kommen. Ein weiteres großes Problem stellte das Auffangen der Späne da. Ein großer Teil der Späne konnte durch eine am Boden liegende Plane aufgefangen werden. Jedoch spritzte ein nicht unerheblicher Teil der Sägespäne durch die hohen Umlaufgeschwindigkeiten der Kette und die Lage der Motorsäge während des Sägevorgangs auch weiter weg. Diese weit verteilten Späne konnten nicht in angemessener Zeit entfernt werden, so dass sie möglichen Holzdieben die Einbaustelle verraten würden. Auch die Möglichkeit, eine Art Auffangsack unter dem Kettenraddeckel der Motorsäge zu platzieren, schied aus Gründen der Unfallverhütung aus.



Abbildung 14: Ergebnis der Einbautests des rechteckigen Dummys

5.3 Ergebnisse des Ein- und Ausbaus sowie der Tarnung der Einbaustelle

Bei den Einbauversuchen des rechteckigen Dummys ist kein befriedigendes Ergebnis erzielt worden. Für das bei den rechteckigen Dummys entstandene große und unförmige

Mundloch hätte keine Chance der Tarnung bestanden. Aus diesem Grund ist nur das Bohrsystem bei den Tarnversuchen berücksichtigt worden. Der zylindrische Dummy hat sich ohne Probleme in das Bohrloch einbringen lassen. Bei der Entfernung des Dummys aus dem Bohrloch erwies sich der Einsatz der Gewindestange zum Einschrauben in das Gewinde des Dummys als sehr hilfreich; es sollte auch in den Prototypen eingearbeitet werden.

5.3.1 Tarnung der axialen und der radialen Bohrung

Für die axiale Bohrung erwiesen sich Acryl und das Holzleim-Spänegemisch für das Schließen des Bohrlochs als ungeeignet. Das Loch ist für diese Materialien zu groß und zu voluminös, so dass zu viel der genannten Materialien in das Bohrloch eingebracht werden musste. Ein Aushärten der Materialien unter Witterungseinflüssen in angemessener Zeit war so nicht möglich und dadurch auch kein wirksamer Verschluss der Bohrung. Auch der Tarneffekt war nicht zufriedenstellend, da sich die aufgefüllte Fläche zu stark von dem Rest der Holzfläche abhebt. Für die Tarnung und den Verschluss der axialen 30 mm Bohrung fiel die Wahl auf den Verschlussstopfen aus Nadelholz. Er hat eine Höhe von ca. 10 mm. Das Loch muss hierfür eine Tiefe von 130 mm aufweisen, um auf den 120 mm langen Senderdummy den Stopfen aufbringen zu können. Um ein Herausfallen des Senders zu verhindern, wurde er mit wasserfestem Holzleim fixiert. Der Stopfen fügt sich besser als Acryl und Späne in das Holzbild ein und fixiert den Sender zuverlässig im Bohrloch. Jedoch ist er bei genauerem Hinsehen immer noch gut zu erkennen, damit ist er noch nicht die optimale Lösung (Abb. 15). Das Tarnergebnis kann jedoch durch das nachträgliche Aufbringen von feuchter Erde auf den Holzstopfen verbessert werden. Dies ist jedoch nur dann zweckmäßig, wenn der Rest des Stammes auch entsprechende Verschmutzungen aufweist.



Abbildung 15: Bohrschacht mit Holzstopfen ohne weitere Tarnung

Bei den Verschlussversuchen der radialen Bohrung kam der Autor zu der Erkenntnis, dass sich keines der Materialien allein zur Tarnung eignet. Jedoch konnte durch die Kombination von Verschlussstopfen, Acryl und natürlichen Materialien in Form von Rinde, ein gutes Ergebnis erzielt werden. Es erwies sich folgendes Ergebnis als zweckmäßig (Abb. 16):

- 1. Ablösen einer Rindenschuppe mit Hilfe eines Messers
- 2. Einbringen des Senders in das Bohrloch
- 3. Verschluss des Bohrlochs mit einem Holzverschlussstopfen
- 4. Aufbringen und Verteilen von Acryl auf den Stopfen, sodass ein wenig Acryl übersteht
- 5. Ankleben der abgelösten Rindenschuppe durch das überstehende Acryl

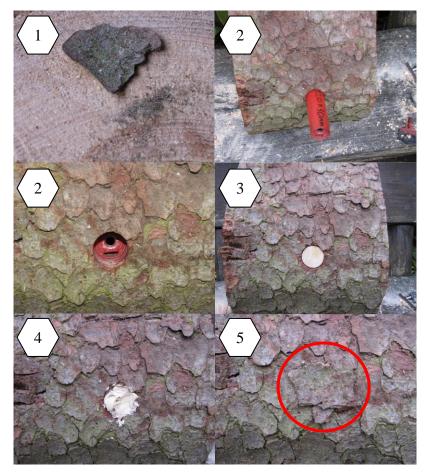


Abbildung 16: Tarnen des Bohrlochs

Der Verschlussstopfen kommt deswegen zusätzlich zum Acryl zum Einsatz, da sonst das Acryl direkt auf den Sender aufgebracht werden müsste. So würde späteres Entfernen erschwert und der Sender verschmutzt werden.

Durch dieses Vorgehen ist es selbst einer fachkundigen Person nur schwer möglich, das angelegte Bohrloch wieder aufzufinden. Es kann so festgestellt werden, dass dieses Verfahren als Optimum gilt.

5.3.2 Entfernen des Verschlusses bzw. der Tarnung des Bohrlochs

Um den Verschluss bzw. die Tarnung des Senders zu entfernen, wurde folgende Technik entwickelt (Abb. 17):

Nur für die zweite Variante:

1. Entfernen der Rindenschuppe und des Acryls mit Hilfe eines Stechbeitels.

Für beide Varianten:

2. Anbohren des Holzverschlussstopfens mit einem Akkuschrauber und einem 3 mm Holzbohrer, jedoch nur ca. 8 mm tief, um den Stopfen nicht zu durchbohren.

- 3. Einschrauben der Holzschraube in das vorgebohrte Loch.
- 4. Entfernen des Holzstopfens durch leichte Hebelbewegungen mit der Schraube.

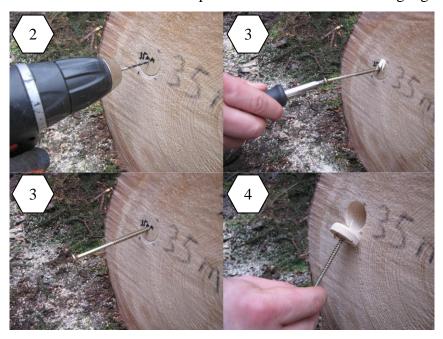


Abbildung 17: Entfernen des Verschlusses

5.4 Ergebnisse der Überwachungsverfahren

Die wichtigste Erkenntnis, die der Autor schon nach kurzer Recherche erlangte, war, dass es sehr wichtig und stark vereinfachend ist, wenn die GPS-Überwachung personell funktionalisiert wird. Hier ist z.B. ein Betriebsforstwirtschaftsmeister eine gute Wahl. Die organisatorischen und logistischen Anstrengungen, die eine Dezentralisierung beispielsweise auf der Revierleiterebene zur Folge hätte, wären für den flüssigen Arbeitsablauf im Forstamt nicht förderlich. Ein weiterer Vorteil dieser Maßnahme wäre, bei absoluter Verschwiegenheit aller Beteiligten, dass so nur wenige Personen (GPS-Funktioner, Revierleiter, rechtmäßiger Holzkäufer, ggf. Forstamtsleiter) in den Überwachungsprozess eingebunden wären. Dadurch wäre die Ungewissheit möglicher Holzdiebe sehr hoch, ob das begehrte Holz besendert ist oder nicht.

So ließe sich die Außeninformation über die markierten Polter auf ein Minimum reduzieren. Selbst wenn diese in Verbindung mit dem Forstamt stünden oder dort beschäftigt wärren

Sollten doch Informationen an Unbefugte weitergegeben werden, bleibt immer noch die Abschreckungswirkung durch die gut versteckten Sender und durch die Tatsache, dass bei Manipulation des Stammes, der den Sender enthält, der Rüttelsensor alarmiert und somit eine Alarmnachricht abgesetzt wird.

Die bisherigen Fälle von Holzdiebstahl zeigten, dass vorrangig Nadellangholz gestohlen wurde. Aus diesem Grund sollten in erster Linie diese Polter besendert werden, besonders dann, wenn sie sich in diebstahlgefährdeten Lagen befinden. Diese sind, wie oben bereits beschrieben, solche Polter, die nicht besonders weit entfernt von der Straße liegen, jedoch nicht direkt zu sehen sind. Natürlich können genauso Polter jeder anderen Art besendert werden. Eine finanzielle Beteiligung der Holzkäufer ist denkbar und hängt wohl damit zusammen, ob das Holz noch über den Gefahrenübergang hinaus überwacht werden soll. Auch eine Absprache mit der örtlichen Polizei ist möglich.

Bei der Überwachung von Poltern müssen zwei Arten von Poltern unterschieden werden: Solche, bei denen jeder Stamm mit Nummernplättchen o.ä. markiert ist, und solche, in denen die Stämme nicht einzeln markiert sind. Diese Faktoren haben entscheidenden Einfluss auf das Überwachungsverfahren.

5.4.1 Überwachungsverfahren nummerierter Stämme

Das Überwachungsverfahren nummerierter Stämme sollte folgendermaßen ablaufen:

- Der Revierleiter teilt die diebstahlgefährdeten Polter dem GPS-Funktioner per E-Mail oder Telefon mit.
- 2. Der GPS-Funktioner baut die Sender ein. Hierbei wird darauf geachtet, dass einer der oberen Stämme des Polters besendert wird, um eine optimale Funktionalität des Systems zu gewährleisten. Weiterhin ist es sinnvoll, den Sender immer an gleicher Stelle zu verbauen, um ein Wiederauffinden zu erleichtern, z.B. 50 cm oberhalb des Stammfußes. Es wird genau notiert, welcher Baumstamm mit welcher Nummer besendert wird.
- 3. Die Alarmierung wird auf den GPS-Funktioner und Revierleiter registriert. Nach Abschluss der Maßnahme erfolgt eine Rückmeldung an den Revierleiter.
- 4. Soll das Holz abgefahren werden, meldet sich der rechtmäßige Käufer bei dem GPS-Funktioner, um einen Fehlalarm zu verhindern. Bei Bedarf kann nun der Sender deaktiviert werden. Wenn gewünscht, kann nun der GPS-Funktioner möglichst kurzfristig vor der geplanten Abfuhr den Sender aus dem Holz ausbauen. Wenn nicht, siehe Punkt 5.

5. Ist das Holz auf dem Gelände des Käufers angelangt, wird der Sender mit den Informationen des GPS-Funktioners über Stammnummer und Position ausgebaut; hier kann die Verwendung eines Splittersuchgerätes sinnvoll sein. Ist der Sender ausgebaut, wird er auf dem Postweg oder mit dem nächsten Holz-LKW an den Forstbetrieb zurückgeführt.

5.4.2 Überwachung nicht nummerierter Stämme

Bei nicht nummerierten Stämmen ist eine optische Wiedererkennung nicht möglich. Sollte der Holzkäufer seiner Verarbeitung ein Splittersuchgerät vorgeschaltet haben, kann wie im obigen Beispiel vorgegangen werden. Sollte er jedoch nicht über eine solche Einrichtung verfügen, muss wie folgt verfahren werden:

- Der Revierleiter teilt die diebstahlgefährdeten Polter dem GPS-Funktioner per E-Mail oder Telefon mit.
- 2. Der GPS-Funktioner baut die Sender ein. Hierbei wird darauf geachtet, dass einer der oberen Stämme des Polters besendert wird, um eine optimale Funktionalität des Systems zu gewährleisten. Bei besonders großen bzw. langen Poltern kann die Verwendung mehrerer Sender sinnvoll sein. Weiterhin ist es ratsam, den Sender immer an gleicher Stelle zu verbauen um ein Wiederauffinden zu erleichtern, z.B. 50 cm oberhalb des Stammfußes. Es wird genau notiert, welcher Baumstamm besendert wird.
- 3. Die Alarmierung wird auf den GPS-Funktioner und Revierleiter registriert. Nach Abschluss der Maßnahme erfolgt eine Rückmeldung an den Revierleiter.
- 4. Soll das Holz abgefahren werden, meldet sich der rechtmäßige Käufer bei dem GPS-Funktioner, um einen Fehlalarm zu verhindern.
- 5. Der GPS-Funktioner baut nun möglichst kurzfristig vor der geplanten Abfuhr den Sender aus dem Holz.

6 Diskussion

Holzdiebstähle kommen schon so lange vor, wie es geregelte Forstwirtschaft gibt. Dass sie jedoch in solch großer Zahl auftreten, wie in den letzten Jahren, ist neu. Zwar wurden auch in der Vergangenheit Maßnahmen ergriffen, um den Holzdiebstahl einzudämmen, allerdings sind klassische Maßnahmen, wie die Kontrolle der Abfuhrpapiere, nur bedingt geeignet, diesen organisierten Diebstahl zu unterbinden. Ein komplexes Meldesystem wie es

im Niedersächsischen Forstamt Bad Lauterberg eingesetzt wird, kann bei konsequenter Durchführung sicher Erfolge erzielen. Jedoch ist der Verwaltungsaufwand bei Waldbesitzer, Polizei und Holzkäufer durch den vielen Schriftverkehr wohl so hoch, dass ein dauerhafter Einsatz dieses Systems nur schwer vorstellbar ist. Auch lässt sich die Zwischenlagerung von Holz aufgrund vieler arbeitsorganisatorischer Einflüsse meist nicht verhindern, so dass *Just-in-Time-Lieferungen* oft nur einem Wunschdenken entsprechen.

Die moderne Foto- und Kameratechnik bietet Forstbetrieben zahlreiche Möglichkeiten, ihr Holz zu überwachen, jedoch sind diese Maßnahmen aus datenschutzrechtlicher Sicht als bedenklich anzusehen. Im Moment setzen sich Techniken wie RFID (radio-frequency identification) oder GPS-Satellitennavigation immer mehr in der Forstlogistik durch. Auch mit diesen Technologien ist eine Verknüpfung der Holz-GPS-Technik in Zukunft sicher denkbar.

Die Überwachung von Rohholz mittels GPS-gestützter Verfahren ist völliges Neuland. Bis auf einen Fall, in dem ein Forstbetrieb einzelne Stämme mit vorhandener GPS-Technik überwachen ließ, ist dem Autor zur Zeit der Niederschrift dieser Arbeit keine weitere Maßnahme bekannt. Die Überwachung von Holz durch GPS-Technik wirkt auf den ersten Blick etwas übertrieben. Bei genauerer Betrachtung, vor allem des Schadens, der allein in der Region Südniedersachsen entstanden ist, wird festgestellt, dass ein solch innovatives System durchaus seine Berechtigung haben kann.

Sicherlich ist der Holzdiebstahl nicht nur in den Zuständigkeitsbereichen der Polizeiinspektionen Goslar und Northeim/Osterode auf dem Vormarsch, jedoch mussten die Ausführungen des Autors auf dieses Gebiet beschränkt werden, da von anderen Regionen keine Daten zur Verfügung standen. Holz überhaupt mit GPS-Technik zu überwachen stellt natürlich für den Forstbetrieb einen erheblichen Kosten-, Personal- und Zeitaufwand dar. Unter Umständen rentiert sich das System jedoch schon nach einmaligem Erfolg; nämlich dann, wenn damit ein Dieb und evtl. dessen Hehler überführt werden kann.

Da langfristig von einem weiteren Anstieg der Holzpreise und so auch den Holzdiebstählen auszugehen ist, ist eine Lösung gefragt, die langfristig und flächendeckend eingesetzt werden kann.

Das Angebot der Firmen, die Lösungen zur Telematik und GPS-Technik anbieten, ist sehr vielfältig. Der Autor hielt es aber für sinnvoll, sich auf die Zusammenarbeit mit der Firma ENAiKOON, Berlin, zu beschränken. Hier liegt jahrelange Erfahrung in diesen Bereichen vor und weiterhin das besonders starke Interesse, den Markt im Forstbereich zu erschlie-

ßen. Die weiteren technischen Möglichkeiten der Firma, die GPS-Technik mit Kameraund RFID-Technik zu kombinieren, sind für die Zukunft sicher auch in anderen Bereichen der Forstwirtschaft interessant, hätten aber zum Erfolg dieser Arbeit nicht beigetragen oder das Überwachungssystem entscheidend verbessert.

Das Testsystem war mit den großen für Containerüberwachung verwendeten Transpondern natürlich für Forstzwecke durch seine Größe und Form völlig ungeeignet. Auch war ein Erfolg der Überwachung der Stämme fraglich, da der Eingriff für diese Test-Sender doch recht auffällig war. Wenn mit diesem System zwar nicht direkt ein Dieb überführt werden konnte, so lieferte der Test für das Niedersächsische Forstamt Riefensbeek und alle Beteiligten doch wertvolle Daten und Erkenntnisse. Diese gesammelten Erfahrungen bewegten die Beteiligen dazu, weitreichendere Forschungen und Überlegungen zu den Sendern und dem Überwachungsverfahren einzugehen.

Die vom Autor ausgewählten Formen und Ausstattungen der Dummys bzw. Probegehäuse spiegeln sicher nicht das volle Spektrum der sich fast täglich verbessernden GPS-Technik wider. Hier sind mit weiterführenden Forschungsarbeiten in Zukunft sicher noch andere Formen und Möglichkeiten denkbar. Zum Zeitpunkt der Arbeit stellte sich das beschriebene System jedoch als Optimum dessen dar, was mit dem Umfang solcher Untersuchungsarbeit und dem Fachwissen des Autors ermöglicht werden konnte. Der Betrieb der Sender mit Akkus oder Batterien ist abhängig von Dauer und Art der Überwachungseinsätze. Batterien haben eine längere Laufzeit und können somit auch größere Zeiträume überwachen, sie müssen jedoch nach Entleerung entsorgt werden. Akkus hingegen können mehrmals aufgeladen werden, haben allerdings eine gewisse Selbstentladung und sind dadurch in ihren Einsatzzeiträumen stärker beschränkt.

Art und Weise des Einbaus und das Verfahren sind vor allem für die Überwachung von Nadellangholz- und Kurzholzpoltern sowie von wertvollen Einzelstämmen gedacht. Sollen andere Sortimente und Baumarten überwacht werden, müssen die Verfahren sehr wahrscheinlich in einigen Punkten an die Vorgaben angepasst werden, die dieser Wechsel mit sich bringt.

Die verwendeten bzw. getesteten Materialien für die Einbau-, Verschluss- und Tarntechniken sind sicher von vielfältigen Herstellern bzw. Anbietern evtl. auch in noch besserer Qualität zu beziehen. Es war dem Autor jedoch wichtig, möglichst nur solche Materialien zu verwenden, die von jedem Forstbetrieb ohne Probleme bezogen und verwendet werden können. Ein weiterer begrenzender Punkt war natürlich der finanzielle Rahmen, der für die Arbeit gesteckt wurde. Hier ist nun auf die einzelnen Komponenten einzugehen. Die Verwendung des Akkubohrhammers GSR 18 VE-2-Li der Firma Robert Bosch GmbH, Gerlingen-Schillerhöhe, ist dem Autor von mehreren unabhängigen Stellen empfohlen worden. Zwar stellen andere Firmen ähnlich qualitativ hochwertige Werkzeuge her, jedoch ist die Summe der Eigenschaften für hier benötigte Aufgaben nur bei dieser Firma zu finden. Der bei den Bohrversuchen benutzte 30 mm Schlangenbohrer der Firma Robert Bosch GmbH, Gerlingen-Schillerhöhe, eignete sich bestens für die an ihn gestellten Aufgaben. Durch Temperatur und Holzfeuchteveränderungen und das damit verbundene Arbeiten des Rohholzes könnte es sinnvoll sein, auf einen Schlangenbohrer mit 32 mm Bohrvolumen zurückzugreifen.

Da die Produktpalette von Bosch jedoch bei 30 mm endet und auch sonst nicht viele Firmen Bohrer dieser Größe herstellen, kann hier die Firma Famag, Remscheid, empfohlen werden. Diese auf Bohrer aller Art spezialisierte Firma bietet Schlangenbohrer dieser Größe in verschiedenen Ausführungen an.

Das vom Autor publizierte Überwachungssystem ist als Hilfestellung für ein Überwachungssystem auf Forstamtsebene gedacht. Sicher wird sich die ein oder andere Änderung durch Ereignisse in der Praxis einstellen müssen. Aus genannten Gründen hält der Autor jedoch stark an einer personellen Funktionalisierung fest. Die Alternative zu eigenem Personal würde eine professionelle Sicherheitsfirma sein. Diese Möglichkeit wird aufgrund der schwierigen logistischen und organisatorischen Bedingungen der Forstwirtschaft in den meisten Fällen jedoch ausscheiden.

Es ist fraglich, ob ein junger Forstmann die richtige Person für die Entwicklung eines solchen hoch technischen Verfahrens ist. Es sollte jedoch im Rahmen dieser Arbeit ein robustes und zuverlässig arbeitendes System entwickelt werden, das im täglichen Gebrauch eingesetzt werden kann. Es stand hierbei die Praxistauglichkeit im Vordergrund und nicht die technische Entwicklung bis in das kleinste Detail. Durch seine bisherige berufliche Erfahrung in der Forst versuchte der Autor diese Vorgaben in Zusammenarbeit mit der Firma ENAiKOON, Berlin, zu erfüllen.

Abschließend kann festgestellt werden, dass das entwickelte System reif für eine Praxiserprobung ist und nach weiterer Überprüfung auch flächendeckend eingesetzt werden kann.

7 Zusammenfassung

Schon seit dem frühen 18. Jahrhundert existieren in der Region Osterode am Harz Aufzeichnungen über Holzdiebstähle. In den folgenden Jahren schwankte die Zahl der Delikte, oft beeinflusst durch Kriege und deren anschließende Notzeiten. In den letzten zwei bis drei Jahren erlangte der Holzdiebstahl jedoch eine neue Qualität. Seit dieser Zeit wird den verschiedenen Waldbesitzern in den Zuständigkeitsbereichen der Polizeiinspektionen Goslar und Northeim/Osterode immer wieder auch in größerem Umfang Holz gestohlen, meist Fichtenlangholz.

In den betroffenen Niedersächsischen Forstämtern wurden verschiedene Strategien entwickelt, um diesem Diebstahl Einhalt zu gebieten. Im Forstamt Riefensbeek wurde ein GPS-Sender der Firma ENAiKOON, Berlin, zur Überwachung des Holzes getestet. Da dieser Sender jedoch für andere Einsatzbereiche konzipiert war, eignete er sich nur zur Erprobung der Funktionsweise des Systems. Diese Eignungsprüfung ergab, dass sich ein solches System grundsätzlich für die Überwachung von Holzpoltern eignet. Um ein für die Forstwirtschaft geeigneten Sender und ein praktikables Einbausystem zu entwickeln, konstruierte der Autor in Absprache mit ENAiKOON, verschiedene Senderdummys, um ihre Eignung für die Forstwirtschaft zu testen. Hierbei stellte sich heraus, dass ein zylindrischer Sender mit den Maßen 130x30 mm die geeignetste Form für die Überwachung von Rohholz darstellt. Dieser Sender kann mit einem Akkubohrschrauber und einem 30 mm Schlangenbohrer von der Firma Robert Bosch GmbH, Gerlingen-Schillerhöhe, in das Holz eingebracht werden. Um den Einbau nicht zu verraten, werden die Bohrspäne durch ein hierfür konstruiertes Behältnis aufgefangen. Verschlossen und getarnt wird der Bohrschacht mit Sender durch eine Kombination aus einem Holzverschlussstopfen 30 mm, Acryl aus dem Baubereich und einer Rindenschuppe des besenderten Stammes. Durch Gespräche mit Personen der Forst- und Holzwirtschaft wurden verschiedene Überwachungssysteme für nummerierte und nichtnummerierte Stämme erstellt. Kernpunkt ist hierbei, die personelle Funktionalisierung der GPS-Überwachung. Dieses ist wichtig, um den Erfolg der Aktion zu gewährleisten und den Organisationaufwand so gering wie möglich zu halten. So kann diese Funktionsstelle bei unnummeriertem Holz selbst für den Ein- und Ausbau sorgen und bei nummeriertem Holz dem Käufer Informationen über die Position des Senders liefern. Abschließend ist festzuhalten, dass ein solches GPS-Überwachungssystem in Zukunft eine praktikable Möglichkeit der Holzpolterüberwachung sein kann.

Literaturverzeichnis:

Anonymus 1, 1917: Bestand 3, Nr. 436, 1912-1932. Stadtarchiv Osterode am Harz.

Anonymus 2, 1920: Bestand 2, Nr. 701, 1914-1943. Stadtarchiv Osterode am Harz.

Anonymus 3, 1920: Bestand 2, Nr. 701, 1914-1943. Stadtarchiv Osterode am Harz.

Anonymus 4, 1950: Akte 1949-1950. Privatarchiv Rainer Kutscher. Osterode/Lerbach.

BMELV BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ, 2012: Norbert Riehl, Referat 535 Nachhaltige Waldbewirtschaftung, Holzmarkt, Bonn.

BUFF, J., 1987: 500 Jahre Osteroder Stadtwald. 1. Auflage. Giebel & Oehlschlägel. Osterode, 400 S.

POLIZEIINSPEKTION GOSLAR, 2012: Ermittlungsgruppe Holz, Polizeiinspektion Goslar 2010 - 2011, Polizeiinspektion Northeim/Osterode 2010-2012.

Mündliche Mitteilungen:

BURGHOLTE 2012: Jörg Burgholte, Mitarbeiter in der Werkzeugabteilung der Firma Dittmar GmbH & Co. KG in Osterode.

EICKMANN 2012: Karin Eickmann, Stadtführerin der Stadt Osterode am Harz.

HENNECKE 2012: Walter Hennecke, Forstamtsleiter des Niedersächsischen Forstamts Neuhaus.

HOLODYNSKI 2012: Dr. Dieter Holodynski, Forstamtsleiter des Niedersächsischen Forstamts Riefensbeek.

JAEHN 2012: Forstwirtschaftsmeister Heiko Jaehn, Betriebsmeister im Niedersächsischen Forstamt Riefensbeek.

ROSE 2012: Arnold Rose, Fachberater der Robert Bosch GmbH, Gerlingen-Schillerhöhe.

SCHLEMM 2012: Polizeioberkommissar Christoph Schlemm, Ermittlungsgruppe Holz, Polizeiinspektion Goslar.

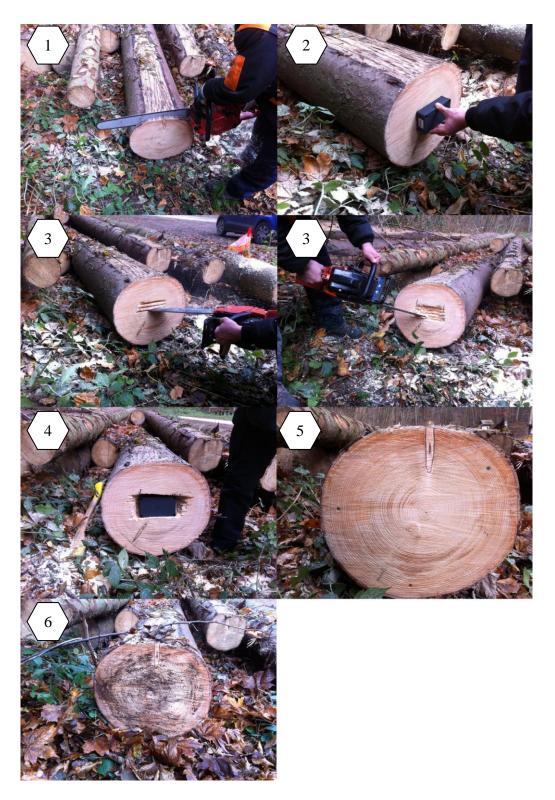
SCHMIDT-LANGENHORST 2012: Dr. Thomas Schmidt-Langenhorst, Forstamtsleiter des Niedersächsischen Forstamts Münden.

SEMM 2012: Dipl.-Ing. Markus Semm, geschäftsführender Gesellschafter ENAiKOON GmbH, Berlin.

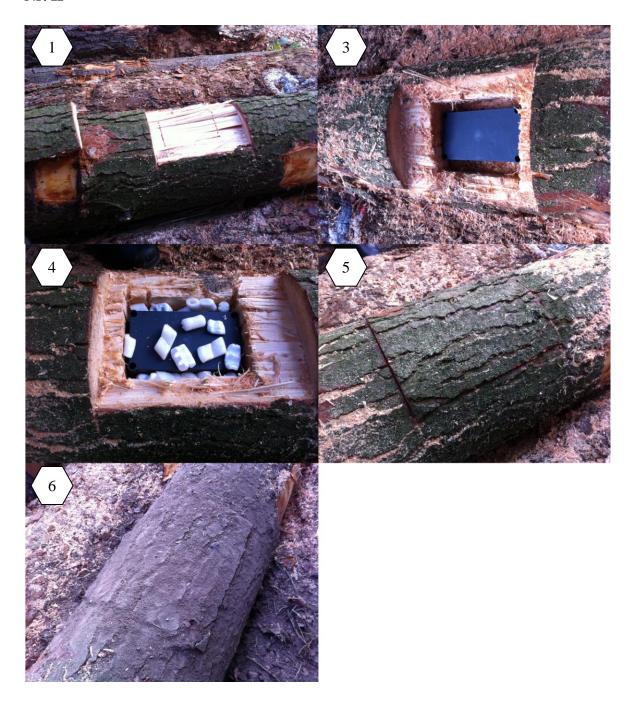
Internet:

Anhang

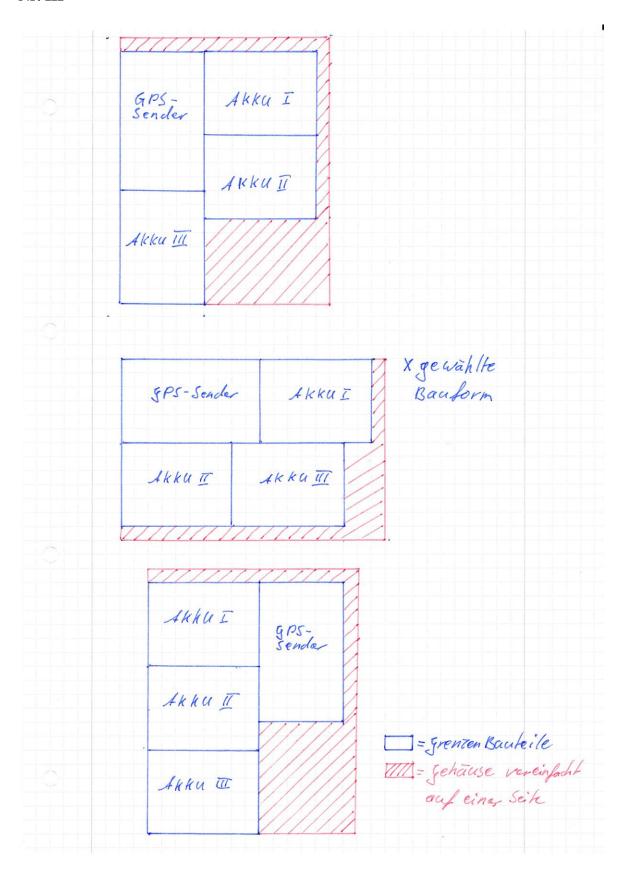
Nr. I



Nr. II



Nr. III



Nr. IV



Nr. V



FAKULTÄT RESSOURCENMANAGEMENT IN GÖTTINGEN



Fachhochschule Hildesheim/Holzminden/ Göttingen

University of Applied Sciences and Arts

Fakultät Ressourcenmanagement

Allgemeiner Hinweis

Die Prüfer übernehmen keine Gewähr für die Richtigkeit der Ergebnisse und Aussagen von Abschlussarbeiten.

Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich diese Arbeit selbständig erstellt und nur die angegebenen Hilfen benutzt habe.

Ich bin damit einverstanden, dass meine Abschlussarbeit von der Bibliothek des Fachbereiches ausgeliehen werden darf.

Name:	Tim Jonas Eickmann	
Straße:	Unterer Ristchenweg 13	
Ort:	37520 Osterode am Harz	
Göttingen,_		(Unterschrift)