

4 Technische Beschreibung der Anlage

4.1 Allgemeine Beschreibung der Anlage³

Bei der Rundholzmessanlage handelt es sich um den Typ „Ecoronder 4000“ von der Firma Hecht Electronic AG in Besigheim-Ottmarsheim. Diese Rundholzmessanlage eignet sich besonders für mobile Entrindungsmaschinen, da sie direkt an den Rotor angebaut werden kann und unempfindlich gegenüber Verschmutzung ist.

Die Rundholzmessanlage Ecoronder 4000 ist eichfähig und besitzt eine Zulassung durch die Physikalisch-Technische Bundesanstalt in Braunschweig (PTB). Der Messbereich für den Durchmesser geht von 100 mm bis 900 mm und der Längenmessbereich von 3 m bis 25 m Stammlänge. Da für die Ultraschallsensoren eine Temperaturkompensation nötig ist, ist eine genaue Messung nur im Bereich von -25 C° bis $+50\text{ C}^{\circ}$ Außentemperatur möglich.

Im Moment sind 15 mobile Entrindungsmaschinen in Deutschland mit dieser Messanlage ausgerüstet, davon zwei bei der Firma Weiß GmbH. Vom Prinzip der Messwerterfassung (Länge, Durchmesser) sind alle Entrindungsmaschinen sehr ähnlich. Bei der Funktionsbeschreibung wird auf die Besonderheiten eingegangen, die bei den Entrindungsmaschinen der Firma Weiß GmbH beachtet wurden. Da Messgenauigkeit und Ablauf der Vermessung sehr stark vom System der Entrindungsmaschine beeinflusst werden, beziehen sich die Aussagen und Angaben zu diesen Punkten ausschließlich auf die Entrindungsmaschinen der Firma Weiß GmbH.

Alle drei Stammholzentrindungsanlagen der Firma Weiß GmbH sind vom Typ: „Doll Klosterreichenbach“.

Die Entrindungsmaschinen bestehen aus:

- einem 3-Achs-LKW, mit Kran und Rollenbahn
- und aus einem 4-Achs-Tiefbettanhänger, auf dem der Rotor mit Messanlage und ein weiterer Kran montiert sind.

Die Rotoren der Maschinen sind zum einen von der Firma Linck aus Oberkirch (90 cm Durchlass) und zum anderen von der Firma Rambichler aus Wagging am

³ Aus Betriebsanleitung Firma Hecht (abgeändert und ergänzt)

See (95 cm Durchlass). Auf die Besonderheiten der beiden Rotoren wird weiter unten eingegangen.



Abbildung 2: Entrindungsmaschine im Einsatz (Foto: Weiß)

4.2 Komponenten der Messanlage

Die Rundholzmessanlage besteht aus folgenden Komponenten:

- 4 Ultraschallsensoren zur Durchmessererfassung am Auslass des Entrinders
- 2 Lichttaster zur Längenerfassung am Einlass des Entrinders
- 2 Lichttaster zur Längenerfassung am Auslass des Entrinders
- 1 bzw. 3 Längenimpulsgeber an den Vorschubwalzen
- 1 Referenzsensor und 1 Temperatursensor zur Temperaturkompensation
- 1 Steuerrechner mit Anzeige, Tastatur und Protokolldrucker
- 1 Fahrzeug-PC in der Krankabine
- 1 Funksender zur Eingabe von Baumart und Güte in der Krankabine des Aufgabefahrzeugs

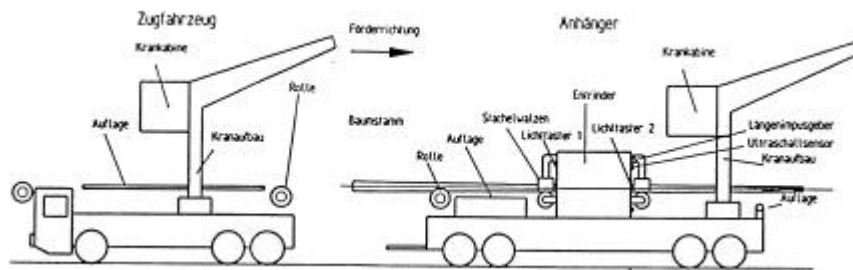


Abbildung 3: Seitenansicht der Entrindungsmaschine (Zeichnung: Hecht)

4.3 Ablauf der Rundholzmessung

Die Vermessung durch die EMA setzt eine sorgfältige Organisation voraus. Der Auftraggeber muss vor Beginn der Vermessung mitteilen, welche Holzliste vermessen werden soll und welche Lose erstellt werden sollen. An die Polter müssen Holzlisten- und Losnummer angespritzt werden, damit die Maschinenführer die richtige Loseinteilung vornehmen können. Soll eine Gütesortierung erfolgen, müssen die Stämme markiert werden. Den Maschinenführern muss mitgeteilt werden, welche Markierung welcher Güte entspricht (Weiteres zur Gütesortierung siehe Kapitel 5.8).

Zu Beginn der Vermessung wird ein neuer Auftrag im Computer angelegt. Der Maschinenführer kann folgende Eingaben vornehmen: Forstamt, Revier, Waldbesitzer, Holzlistennummer, Längenrundung und Stammnummer. Mit dem Wert im Eingabefeld „Längenrundung“ gibt er an, ob die Stämme auf ganze Meter, auf halbe Meter oder auf 10 cm abgerundet werden. Im Eingabefeld „Stammnummer“ kann er den Wert der ersten Stammnummer eingeben. Sind diese Eingaben erledigt wählt er je nach Polter die zugehörige Losnummer und kann mit der Vermessung beginnen.

Bevor der genaue Vermessungsablauf beschrieben werden kann, muss auf die Besonderheiten der einzelnen Anlagen eingegangen werden. Die Beschreibung bezieht sich auf die Anlagen der Firma Weiß GmbH. Alle anderen Anlagen sind vom Prinzip der Messwerterfassung sehr ähnlich und können einem der beiden Typen zugeordnet werden. Der Unterschied besteht im Vorschubwerk für den Stammtransport. Bei einer Anlage werden alle Vorschubwalzen von einem Motor angetrieben (Linck-Rotor) und laufen deshalb gleich schnell. Bei der anderen Anlage wird jede Walze von einem extra Motor angetrieben (Rambichler-Rotor). Dadurch ergeben sich kleine Drehzahlunterschiede, die bei der Längenmessung berücksichtigt werden müssen.

Beschreibung Linck-Rotor

Der Rotor hat insgesamt zwölf Vorschubwalzen. Die Vorschubwalzen sind zu je vier Triangelwerken zusammengefasst. Zwei Triangelwerke sitzen vor den Entrindungsmessern und zwei danach. Alle Walzen sind über eine Antriebswelle und zwei Kettenantriebe miteinander verbunden und werden über einen Hydraulikmotor angetrieben. Dadurch laufen alle Walzen gleich schnell. Deshalb ist nur ein Drehimpulsgeber erforderlich, der auf der zentralen Antriebswelle sitzt. Die Lichttaster am Einlass des Rotors sitzen nach dem ersten Triangelwerk an der vorderen Rotorwand. Die Lichttaster am Auslass des Rotors sitzen an einem Arm nach dem vierten Triangelwerk. Die Ultraschallsensoren sitzen nach dem dritten Triangelwerk an der hinteren Rotorwand.

Beschreibung Rambichler-Rotor

Der Rotor hat insgesamt neun Vorschubwalzen. Die Vorschubwalzen sind zu je drei Triangelwerken zusammengefasst. Zwei Triangelwerke sitzen vor den Entrindungsmessern und eines danach. Jede Walze wird über einen eigenen Hydraulikmotor angetrieben. Dadurch ist eine Drehzahlabweichung der Walzen möglich. Um ein genaues Ergebnis der Längenmessung zu erhalten sind in diesem Rotor in drei Vorschubwalzen Drehimpulsgeber eingebaut. Für die Längenmessung wird immer der Geber verwendet, der die geringste Drehzahl hat. Die Lichttaster am Einlass des Rotors sitzen wie beim Linck-Rotor nach dem ersten Triangelwerk an der vorderen Rotorwand. Da bei diesem Rotortyp die Verschmutzung am Rotorauslass sehr hoch ist, wurden die Lichttaster und die Ultraschallsensoren an einen Sechseckrahmen nach dem dritten Triangelwerk angebracht.



Abbildung 4: Messrahmen an Rambichlerrotor (Foto: Weiß)

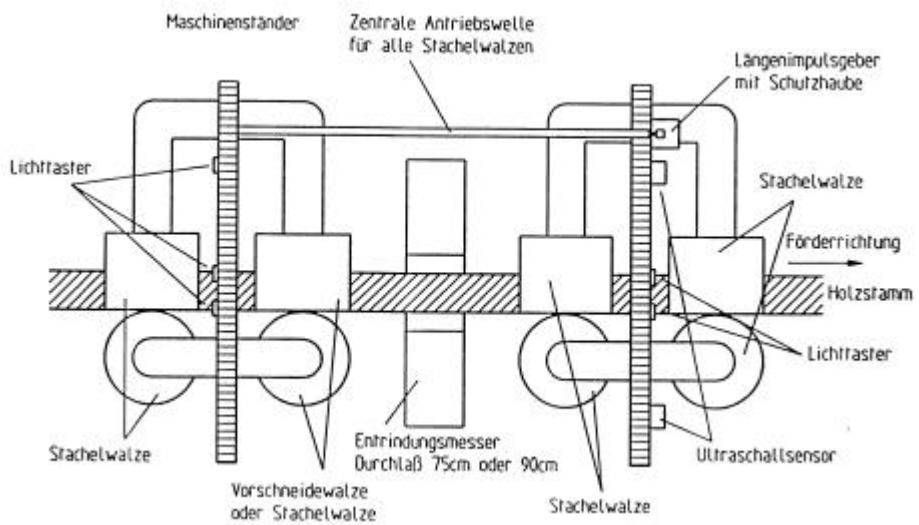


Abbildung 5: Schnitt durch den Linck-Entrinder (Zeichnung: Hecht)

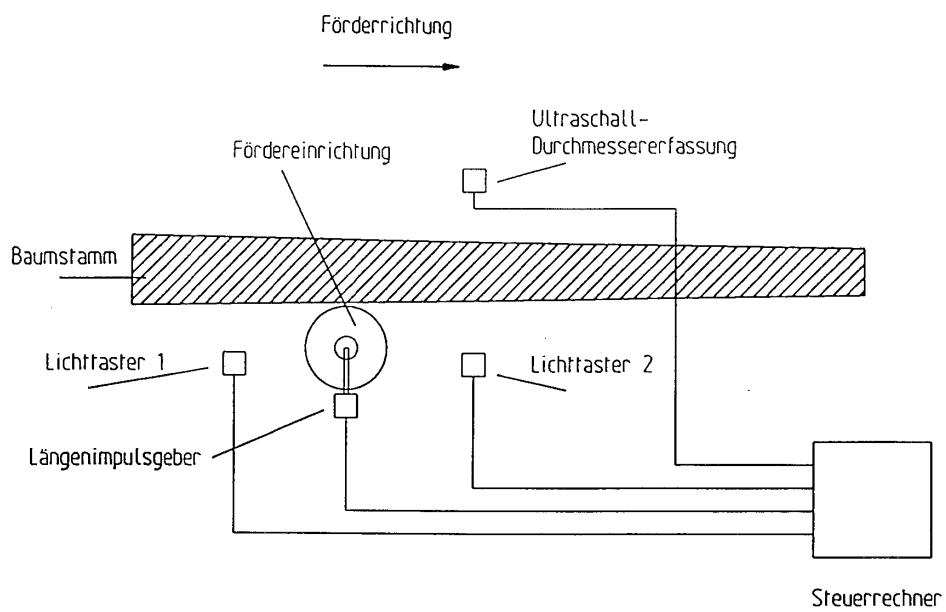


Abbildung 6: Schematische Darstellung der Vermessung (Zeichnung: Hecht)

Vermessung eines Stammes

Die Stämme werden mit dem Kran auf die Rollenbahn des Zugfahrzeugs aufgelegt und in die Vorschubwalzen des Rotors eingeführt. Die Vorschubwalzen fördern den Stamm durch den Entrinder. Während sich der Stamm im Rotor befindet, hat der Maschinenführer des Aufgabefahrzeugs die Möglichkeit, Güte und Baumart über ein Funkterminal einzugeben. Erreicht der Stammanfang den „Lichttaster 2“ am Auslass des Rotors wird der Längenzähler auf Null gesetzt und die Signale des Längenimpulsgebers werden eingelesen. Da bei beiden Anlagen der „Lichttaster 2“ nach dem letzten Walzenwerk angeordnet ist, ist gewährleistet, dass die Längenmessung erst beginnt, wenn alle Walzen im Eingriff sind. Abhängig vom Stand des Längenzählers werden alle 15 mm die Durchmesserwerte eingelesen und abgespeichert. Erreicht das Stammende den „Lichttaster 1“ am Einlass des Rotors, wird der Stand des Längenzählers ausgelesen und der Abstand zwischen „Lichttaster 1“ und „Lichttaster 2“ dazu addiert. Das Ergebnis wird als Stammlänge gespeichert. Verlässt das Stammende den „Lichttaster 2“ am Auslass des Rotors, wird anhand der Stammlänge errechnet wo sich die Stammmitte befindet. Dadurch dass die Längenmessung abgeschlossen ist, bevor das Stammende durch den Rotor läuft, ist gewährleistet, dass alle Walzen im Eingriff sind, so lange die Längenmessung erfolgt. Der Schlupf der Walzen wird dadurch minimiert. Außerdem hat es keinen Einfluss auf die Längenmessung, wenn der Wurzelanlauf schwerer durch die Messer läuft oder hängen bleibt.

Die Stammlänge wird, wie nach HKS vorgeschrieben, um 1 % Übermaß reduziert und auf den eingestellten Längenrundungsfaktor abgerundet. Diese Länge wird als sogenannte Sortenlänge bezeichnet und zur Ermittlung des Mittendurchmessers verwendet.

Ausgehend vom Stammfuß wird nun im Bereich der halben Sortenlänge der kleinste Durchmesser ermittelt. Hierzu werden in einem Bereich ± 12 cm um die Sortenmitte, für jede Achse getrennt, die gespeicherten Durchmesserwerte auf ihren Kleinstwert hin durchsucht. Diese beiden Werte werden als Sortendurchmesser gespeichert. Sie werden bei der Erstellung der Holzliste HKS-konform gerundet und zur Volumenermittlung verwendet. Aus eichtechnischen Gründen müssen zusätzlich noch die Durchmesserwerte in der physikalischen Stammmitte (ohne forstliche Abrundung) abgespeichert werden. Diese Durchmesserwerte werden zusammen mit Stammnummer, physikalischer Stammlänge und dem daraus errechnetem Volumen auf dem Protokoll drucker in der Maschine ausgedruckt. Dieser Protokoll drucker wird vom Eichamt gefordert. Er gewährleistet, dass keine Änderungen an den abgespeicherten Werten vorgenommen werden können. In Zweifelsfällen kann die Holzliste mit den Daten auf dem Protokollausdruck verglichen werden.

Nach Auftrage werden für jeden Stamm folgende Werte auf Diskette abgespeichert:

Physikalische Länge, Durchmesserwerte für beide Achsen in physikalischer Stammmitte und in Sortenmitte, Baumart, Güte, Losnummer und Teillosnummer.

Aus diesen Werten wird am PC im Büro die Holzliste erstellt.

Ist ein Stamm so stark, dass er nicht durch den Rotor passt, muss der Stamm durch die Maschinenführer der Entrindungsmaschine von Hand vermessen werden. Die Daten werden dann von Hand in den Computer eingegeben. Stämme, die von Hand vermessen oder geändert wurden, sind auf der Holzliste im Feld „physikalischer Durchmesser“ mit Sternchen (**.*) oder Nullen (00.0) gekennzeichnet. Dadurch wird auf der Holzliste angezeigt, dass diese Werte nicht von der Vermessungsanlage ermittelt wurden, sondern von Hand geändert wurden. Alternativ können die Daten auch mit einer elektronischen Kluppe erfasst werden und ins System übertragen werden.

Prinzip der Durchmessererfassung

Am Rotorauslass der Maschine sind vier Ultraschallsensoren so angeordnet, dass sich jeweils zwei gegenüberstehen und so eine Messebene bilden. Die beiden Messebenen stehen senkrecht zueinander. Dadurch wird die Forderung der HKS erfüllt, da bei jeder Durchmessererfassung zwei Durchmesser senkrecht zueinander gemessen werden. Die Sensoren ermitteln jeweils das Maß zwischen Sensor und Stamm. Bei diesen Sensoren handelt es sich um reflektorisch arbeitende Ultraschallwandler. Die Sensoren senden ein Schallsignal aus. Nach dem Aussenden des Signals schalten die Sensoren auf Empfang um. Die Sensoren melden nun das vom Objekt reflektierte Signal zurück. Aus der Zeit zwischen Sendesignal und reflektiertem Signal rechnet die Auswerteeinheit nun den Objektabstand zum Sensor aus. Dieser Abstand wird vom einprogrammierten Abstand der Sensoren abgezogen und ergibt den Durchmesser des Stammes.

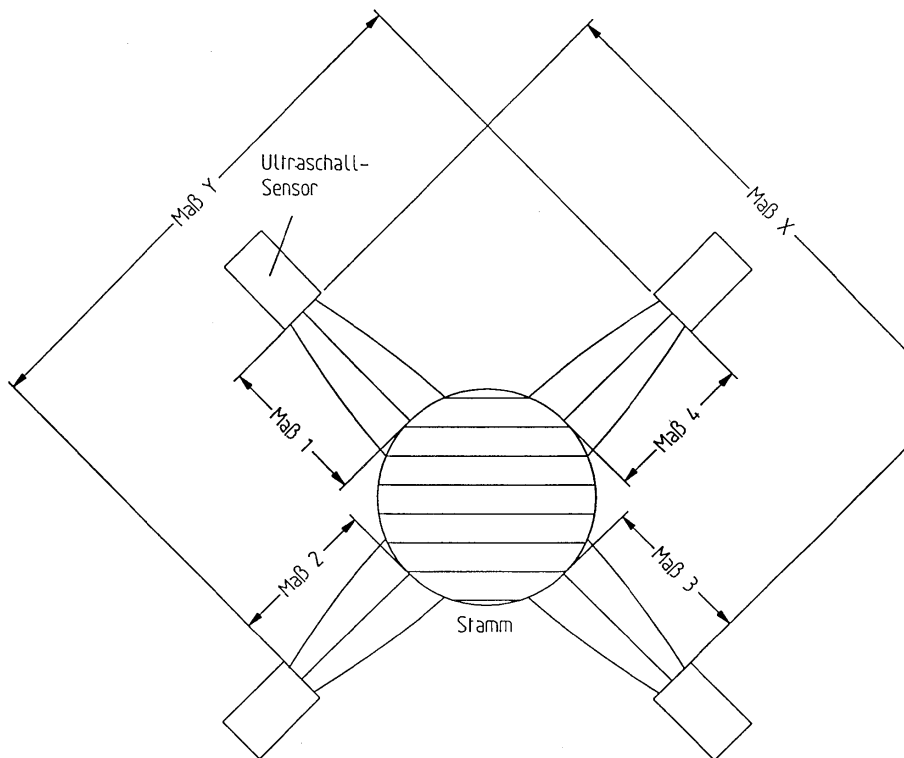


Abbildung 7: Durchmessererfassung (Zeichnung: Hecht)

Die Durchmesser für die Achsen X und Y ergeben sich folgendermaßen:

$$\text{Durchmesser X} = \text{Maß X} - \text{Maß 1} - \text{Maß 3}$$

$$\text{Durchmesser Y} = \text{Maß Y} - \text{Maß 2} - \text{Maß 4}$$

Die Maße X und Y sind anlagespezifische Konstanten, die in der Steuerung fest programmiert sind.

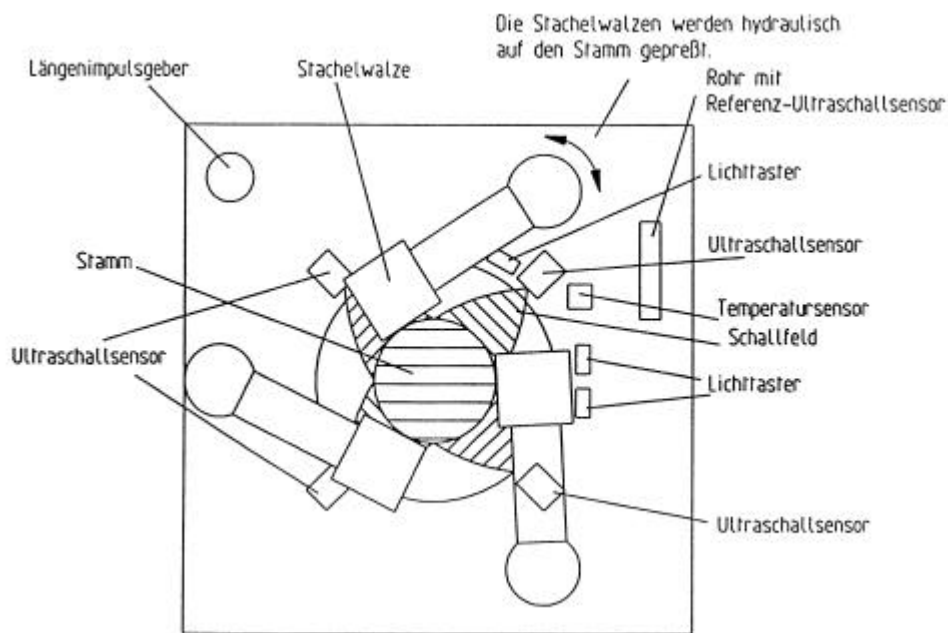


Abbildung 8: Anordnung der Sensoren (Zeichnung: Hecht)

Temperaturkompensation

Da die Schallgeschwindigkeit deutlich von der Lufttemperatur abhängt, ist in der Anlage eine Temperaturkompensation eingebaut. Ein Temperatursensor ermittelt die Lufttemperatur und passt die Messanlage anhand einer Temperaturkurve automatisch an die Außentemperatur an. Über einen Referenzsensor, der auf einen festen Abstand eingestellt ist, wird die Temperaturkompensation kontrolliert. Weicht der Wert zu stark ab, erfolgt eine Fehlermeldung und es kann nicht mehr weitergemessen werden.

4.4 Beschriftung der Stämme

Wie die Auswertung der Umfrage ergeben hatte, legen die meisten Waldbesitzer und Holzkäufer wert auf eine Nummerierung der Stämme. Sie wollen die gemessenen Daten nachprüfen können. Um dieser Forderung gerecht zu werden, wurde in einer Anlage der Firma Weiß GmbH ein Druckkopf eingebaut. Der Druckkopf hat 16 Düsen und arbeitet nach dem Prinzip eines Tintenstrahldruckers. Der Druckkopf ist an einem schwenkbarem Arm am

Sechseckrahmen hinter dem Rotor befestigt. Er wird hydraulisch auf und ab bewegt. Wenn der Stamm durch den Rotor läuft, schwenkt der Druckkopf nach unten auf den Stamm. Es wird dann fünf Mal in einem Abstand von 1,2 m die Stammnummer auf den Stammmantel geschrieben. Nach der letzten Nummer schwenkt der Druckkopf nach oben, damit er beim Ablegen des Stammes nicht beschädigt wird. In der Umfrage wurde noch gefragt welche Daten auf den Stamm geschrieben werden sollen. Aus technischen Gründen war es nicht möglich mehr als die Stammnummer aufzudrucken. Daten wie Länge, Durchmesser, Baumart und Güte stehen erst zur Verfügung, wenn das Stammende den Rotor verlässt. Dadurch ist ein Aufdrucken dieser Daten nicht mehr möglich.

Es wird mit schwarzer Farbe beschriftet, die speziell für diesen Zweck entwickelt wurde. Anhand der Nummer kann dann der entsprechende Stamm mit den Daten der Holzliste verglichen werden.

Da die Nummer auf den Stammmantel gedruckt wird, sind die Nummern der meisten Stämme im Polter nicht sichtbar. Da die Nummer aber hauptsächlich zur Kontrolle des Messergebnisses dient, besteht dadurch die Möglichkeit Stichprobenmessungen durchzuführen.

Da nach der Vermessung durch die Entrindungsmaschine die Stückzahl für jedes Polter bekannt ist, kann dies zur Abfuhrkontrolle benutzt werden. Der Fuhrmann braucht dann nicht jede Stammnummer kontrollieren, sondern nur die Stückzahl pro Polter.



Abbildung 9: Druckkopf Seitenansicht und mit Stammnummer (Foto: Weiß)