



Vermessungsverfahren für Brennholz mit Kranwaage

Stand August 2013

Einleitung

Das Vermessungsverfahren geht zurück auf die Initiative der Forstrevierleiter O. Esper (Forstrevier Kirburg) und J. Panthel (Forstrevier Bad Marienberg) des Forstamtes Rennerod, Landesforsten Rheinland-Pfalz.

1 Grundprinzip

Das Verfahren dient der Vermessung von Brennholzpoltern, die durch Tragschlepper gerückt werden.

Mit einer speziellen Waage im Kranarm des Tragschleppers wird beim Abladen des Holzes an der Waldstraße das Gewicht eines Polters im waldfrischen Zustand gemessen.

Durch präzise Verwiegung und Volumenermittlung einer geeigneten Stichprobe wird ein hiebsbezogener Faktor ermittelt, der die Umrechnung des Gewichtes eines Polters in das forstübliche Verkaufsvolumen ermöglicht.

2 Anwendungsbereich

Für die Genauigkeit des Verfahrens ist die korrekte Ermittlung des hiebsspezifischen Umrechnungsfaktors von wesentlicher Bedeutung.

Idealerweise werden holzartenreine Polter gebildet und ein holzartenspezifischer Umrechnungsfaktor ermittelt.

- Sorten: Brennholz
- Sortenlängen: fallende Längen oder Kran-/ Standardlängen, abhängig vom Tragschlepper bis etwa 7 m
- Holzarten: alle

3 Zielgröße

- Volumen: F_m o. R.
als Verkaufsmaß

4 Anforderungen

4.1 Allgemein

- Das Rücken des Holzes wird mit einem Tragschlepper durchgeführt. Dieser ist mit einer geeigneten Kranwaage ausgestattet.
- Der gesamte Vermessungsvorgang findet unter gleichbleibenden Holzfeuchtebedingungen statt, um die Gültigkeit des ermittelten hiebsbezogenen Umrechnungsfaktors zu gewährleisten. Dies bedeutet, dass die Verwiegung der Polter und die Ermittlung des Umrechnungsfaktors zeitnah und ohne größere Unterbrechung erfolgen. Ebenso wird der Holzeinschlag in einem Zug ohne größere zeitliche Verzögerung durchgeführt.
- Es wird empfohlen holzartenreine Polter zu bilden. Dies führt zu den genauesten Ergebnissen.
- Fällt neben der Hauptholzart eine weitere Holzart in ausreichendem Umfang an, wird für diese ein eigener Umrechnungsfaktor ermittelt. Zum Umgang mit Mischbaumarten siehe Ziff. 5.4.
- Bei Eis- oder Schneeanhang findet keine Verwiegung statt.
- Regen hat auf die Gewichtsermittlung keinen relevanten Einfluss.

4.2 Kranwaage

- Die eingesetzte Kranwaage verfügt über die Möglichkeit im dynamischen Wiegemodus zu verwiegen¹.
- Der Wiegebereich bzw. die Höchstlast der Waage ist für die Ermittlung des Gewichtes ganzer Greiferladungen ausreichend groß (Empfehlung: bis 3 Tonnen).
- Die Waage verfügt über eine gültige innerstaatliche Eichung bzw. gültige Konformitätserklärung für den dynamischen Wiegemodus und eine entsprechende Kennzeichnung an der Waage².
- Eine drahtlose Übertragung der Messwerte von der Wiegeeinheit an die Ablesereinheit ist empfehlenswert.
- Die Waage verfügt über eine ausreichende Anzahl getrennter Speichermöglichkeiten, die es erlauben, die Gewichte für mehrere Polter parallel zu erfassen. Am Ende des Rückevorganges sind somit für mehrere Polter die jeweiligen Gesamtgewichte im Speicher der Waage separat erfasst.



4.3 Bedienperson

Die Bedienperson des Tragschleppers führt das Verfahren weitgehend selbständig durch. Die Bedienperson muss sich bewusst sein, dass hier Rohholz für Verkaufszwecke vermessen wird. Es muss mit höchster Sorgfalt gearbeitet werden.

Die Bedienperson ist im Verfahren unterwiesen und mit der Bedienung der Waage vertraut.

5 Beschreibung des Verfahrens

5.1 Allgemein

Das ermittelte Gewicht einer Holzart spiegelt neben wuchsspezifischen Unterschieden den aktuellen Frischezustand des Holzes innerhalb eines Hiebes wider. Vom Frischezustand hängt maßgeblich der Wassergehalt des Holzes ab. Über eine Stichprobe wird ein Umrechnungsfaktor ermittelt, der das Verhältnis des Volumens zum aktuell ermittelten Gewicht des Holzes beschreibt.

5.2 Vermessung der Stichprobe und Ermittlung des Umrechnungsfaktors

Über eine forstübliche Messung der Einzelstücke wird das Volumen der Stichprobenstämme bestimmt und von denselben Stammstücken das Gewicht ermittelt. Dem Volumen wird das Gewicht gegenüber gestellt und daraus der Umrechnungsfaktor berechnet. Damit steht ein aktueller, hiebs- und holzarten-bezogener Dichtewert zur Verfügung, über den die Gewichte der einzelnen Polter in Fm o.R. umgerechnet werden können.

5.2.1 Stichprobe: Vorbereitung

- Die Stichprobe setzt sich aus repräsentativ ausgewählten Stücken zusammen. Es ist darauf zu achten, dass sie:
 - verschiedene Stammteile (Erd-, Mittel- und Kronenstücke),
 - verschiedene Durchmesser,
 - Stücke aus verschiedenen Orten des Hiebes
 enthält.
- Wo möglich, werden die Teile eines kompletten Stammes ausgewählt, sofern diese in den Poltern vorhanden sind.
- Um das Volumen über die forstübliche einzelstammweise Mittenstärkenvermessung möglichst einfach und exakt bestimmen zu können, dürfen die Stichprobenstämme nicht zu abholzig, zu krumm oder zu astig sein.
- Die Größe der Stichprobe richtet sich nach der geschätzten Gesamtstückzahl der zu verriegenden Holzart eines Hiebes.

geschätzte Gesamtstückzahl je Hieb bzw. Holzart	Mindest- stichprobenumfang
≤ 1.000	25 Stück
> 1.000	35 Stück

- Die für die Stichprobe ausgewählten Stämme eines Hiebes werden für die Vermessung gut zugänglich als Einzelstammholter auf Unterlagen ausgelegt.
- Für die Vermessung wird ein Messprotokoll nach angefügtem Muster erstellt (siehe Ziff. 7.1 „Aufnahmebeleg Stichprobenvermessung“).



5.2.2 Stichprobe: Volumen messen und Holz wiegen

- Jedes Stück wird eindeutig nummeriert und forstüblich mit Kluppe und Maßband vermessen:
 - Die Länge wird als kürzester Abstand zwischen den Stammenden gemessen und auf ganze Zentimeter abgerundet.
 - Der Mittendurchmesser wird forstüblich ohne Rinde ermittelt. Mögliche Teilentrindungen an den Messstellen sind dabei zu berücksichtigen.
- Länge und Durchmesser werden zur späteren Nachvollziehbarkeit angeschrieben.
- Auf Grundlage der gemessenen Werte wird das Volumen forstüblich berechnet.
- Die Stämme der Stichprobe werden sorgfältig gewogen. Auf eine technisch maximal mögliche Auslastung der Ladekapazität des Greifers ist unbedingt zu achten. Das Messergebnis wird in Kilogramm angegeben.
- Die Anzahl der Wiegunen wird notiert.



5.2.3 Stichprobe: Umrechnungsfaktor berechnen

- Der Umrechnungsfaktor beschreibt das Verhältnis zwischen Holzvolumen und Holzgewicht.
- Der Umrechnungsfaktor der Stichprobe wird aus dem Verhältnis des Gesamtvolumens der Stichprobe zum Gesamtgewicht der Stichprobe berechnet:

$$\text{Umrechnungsfaktor} = \frac{\text{Gesamtvolumen}_{\text{Stichprobe}} [Fm \text{ o.R.}]}{\text{Gesamtgewicht}_{\text{Stichprobe}} [t_{\text{turo}} \text{ m.R.}]}$$

- Der Umrechnungsfaktor wird auf drei Dezimalen gerundet

$$\frac{Fm \text{ o.R.}}{t_{\text{turo}} \text{ m.R.}}$$
 und führt die Einheit $\frac{Fm \text{ o.R.}}{t_{\text{turo}} \text{ m.R.}}$
- Der ermittelte Umrechnungsfaktor gilt nur für den Hieb, aus dem die Stichprobenstämme entnommen wurden.

5.2.4 Stichprobe: Nachprüfbarkeit

- Die Stichprobenvermessung muss während des gesamten Rückevorganges eines Hiebs nachvollziehbar und wiederholbar sein.
- Das Stichprobenpolter wird bis zum Abschluss der Holzaufnahme nicht verändert.
- Der Auftraggeber überprüft die Einhaltung des Verfahrens durch Nachmessen und Nachwiegen der Stämme des Stichprobenpolters in seinem Beisein. Das Gewicht ist als Mittelwert aus drei Verwiegunen zu ermitteln (zulässige Fehlergrenze siehe Ziff. 5.3).

5.3 Polter zusammenstellen und verwiegen

- Die Ermittlung des Umrechnungsfaktors und das Verwiegen der Polter sollte ohne größere zeitliche Unterbrechung erfolgen.
- Das Holz des zu verwiegenden Sortiments wird an den Fahrweg gerückt.
- Beim Abladen zur Polterbildung erfolgt die Verwiegung der Greiferladungen im dynamischen Modus. Das an der Anzeigeeinheit der Waage ablesbare Gewicht wird unter einer eindeutigen Polternummer gespeichert.



- **Beim Abladen ist darauf zu achten, dass:**
 - **der Kran ruhig und gleichmäßig bewegt wird,**
 - **das Holz waagrecht im Greifer hängt und**
 - **das freie Heben der Last gewährleistet ist.**

- Bereits zu Beginn des Poltervorganges werden die Polter dauerhaft nummeriert, um eine eindeutige Zuordnung der einzelnen Greiferladungen zu gewährleisten.
- Die Polter werden in Größe und Holzartenmischung nach Vorgabe des Auftraggebers zusammengestellt.
- Das Poltervolumen wird wie folgt berechnet:
$$\text{Poltervolumen [Fm o.R.]} = \text{Poltergewicht [t}_{\text{luro}} \text{ m.R.]} * \text{Umrechnungsfaktor} \frac{[\text{Fm o.R.}]}{[\text{t}_{\text{luro}} \text{ m.R.]}}$$
- Das Gesamtgewicht aller Greiferladungen, aus denen sich ein Polter zusammensetzt, wird unter einer eindeutigen Polternummer gespeichert.
- Dem einzelnen Polter wird das zugehörige Gesamtgewicht (in t luro m.R.) und das daraus berechnete Volumen (in Fm o.R.) eindeutig zugeordnet.
- Das Messprotokoll für die Stichprobe und der Aufnahmebeleg mit den Hiebsdaten sind auszufüllen und dem Auftraggeber zur Verfügung zu stellen (Muster siehe Ziff. 7.1 und Ziff. 7.2).
- Der Auftraggeber überprüft die Einhaltung des Verfahrens durch Nachwiegen eines zufällig ausgewählten Polters in seinem Beisein. Das Poltergewicht ist als Mittelwert aus drei Wiegungen zu ermitteln. Die zulässige Fehlergrenze von $3e$ je Greiferladung³ ist dabei einzuhalten. Auf eine technisch maximal mögliche Auslastung der Ladekapazität des Greifers ist unbedingt zu achten.

Beispiel:

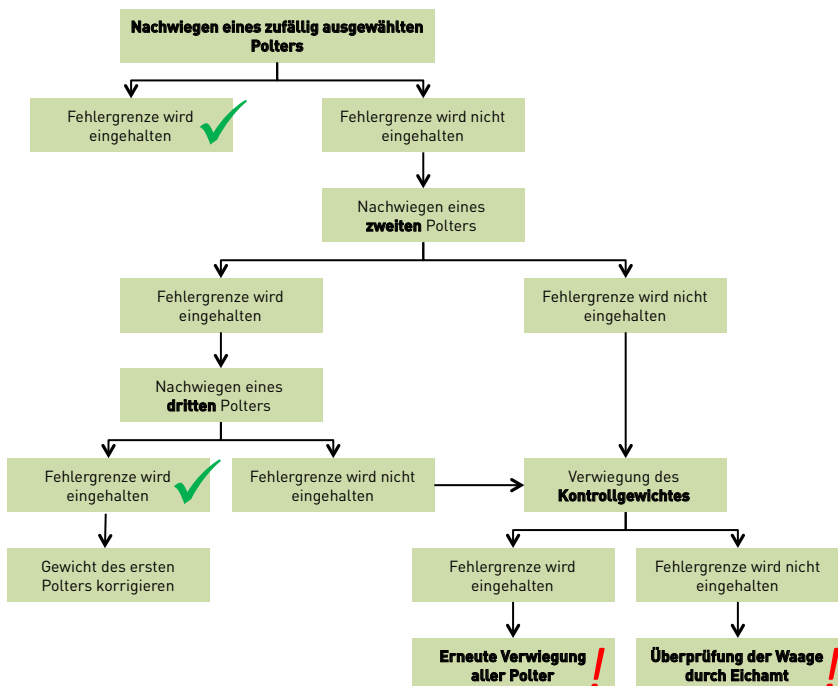
- zufällig ausgewähltes Polter: Gesamtgewicht = 2.150 kg
- Eichwert der Waage: $e = 10$ kg

Ein dreimaliges Nachwiegen des Polters ergibt folgende Werte (die Verwiegung des gesamten Polters erfolgt in jeweils zwei Greiferladungen):

Gewicht (in kg)			
Wiegung Nr.	1. Greiferladung	2. Greiferladung	Gesamt
1	1.120	1.050	2.170
2	1.080	1.100	2.180
3	1.020	1.110	2.130
Mittelwert der Gesamtgewichte der drei Wiegunge			2.160

- Die zulässige Fehlergrenze für die Wiegung eines Polters beträgt hier 60 kg und ergibt sich aus der zulässigen Fehlergrenze je Greifer von $3 \cdot 10$ kg mal der Anzahl Greiferladungen je Polterwiegung.
- Zur Einhaltung der Fehlergrenze muss das ermittelte Poltergewicht zwischen 2.100 kg (= 2.160 kg - 60 kg) und 2.220 kg (= 2.160 kg + 60 kg) liegen.
- Das Gewicht von 2.150 kg liegt im zulässigen Fehlerrahmen.

Ist die festgestellte Abweichung größer als die Erlaubte, wird wie folgt vorgegangen:



5.4 Umgang mit Mischholzarten

Lässt es sich nicht vermeiden, Holzarten in einem Polter zu mischen, wird für gleich gemischte Polter die Mischung im Umrechnungsfaktor berücksichtigt. Dazu werden bei der Zusammenstellung der Stichprobe anteilig Mischholzstücke mit ausgewählt und mit vermessen. Der ermittelte Umrechnungsfaktor gilt nur für alle Polter mit dieser Holzartenmischung.

5.5 Bedienung und Einstellung der Kranwaage

Die Bedienperson des Tragschleppers lädt nicht nur Holz ab, sondern vermisst Holz. Entsprechend angepasst muss gearbeitet werden.

- Die Kranwaage besteht aus zwei Komponenten:
 - der Wiegeeinheit, eingebaut in den Kranarm des Tragschleppers
 - dem (mobilen) Fahrzeug-Computer, mit Anzeigeeinrichtung und Bedienfeld und evtl. externem Bedienknopf (z.B. Fußschalter), im Regelfall in der Fahrerkabine untergebracht
- Zur Bedienung der Kranwaage steht die herstellereigene Gebrauchsanleitung zur Verfügung, mit der sich die Bedienperson vertraut machen muss.
- Die Genauigkeit des Ergebnisses hängt stark von der sorgfältigen und besonnenen Bedienung der Waage ab.
- Täglich vor Beginn der Rückarbeiten tariert die Bedienperson die Waage im Ruhezustand des Krans, so dass bei frei hängendem, leerem Greifer die Waage „0 kg“ anzeigt.
- In regelmäßigem Abstand überprüft die Bedienperson die Funktionstüchtigkeit der Waage durch Verwiegen eines Prüfkörpers mit bekanntem Gewicht und dokumentiert das Wiegeergebnis (Kalibrierung der Waage). Weicht das angezeigte Gewicht um mehr als 3e vom tatsächlichen Gewicht des Prüfkörpers ab, muss die Waage vom Eichamt neu justiert und anschließend neu geeicht werden.
- Die Kontrolle der Genauigkeit der Waage während des Rückens erfolgt durch erneutes Wiegen der Stichprobe, siehe Ziff. 5.2.4. Die Stichprobe muss bis zum Abschluss der Holzaufnahme unverändert liegen bleiben.



6 Verantwortlichkeit

Die Revierleitung ist verantwortlich für die korrekte Durchführung des Vermessungsverfahrens durch die Bedienperson des Tragschleppers, insbesondere für die korrekte Ermittlung des Umrechnungsfaktors und die korrekte Maßermittlung der Verkaufseinheiten. Dies wird im Zuge der Erstellung der Holzliste bestätigt.

7 Anhang

7.1 Aufnahmebeleg Stichprobenvermessung

Kranwiegen von Brennholz / Industrieholz							
Aufnahmebeleg Stichprobenvermessung							
Waldbesitzer, Waldort:					Name:		
Holzart:					Datum:		
Nr.	Länge [m]	Durchmesser o.R. [cm]	Volumen [Fm]	Nr.	Länge [m]	Durchmesser o.R. [cm]	Volumen [Fm]
1				26			
2				27			
3				28			
4				29			
5				30			
6				31			
7				32			
8				33			
9				34			
10				35			
11				36			
12				37			
13				38			
14				39			
15				40			
16				41			
17				42			
18				43			
19				44			
20				45			
21				46			
22				47			
23				48			
24				49			
25				50			
Gesamtvolumen der Probestämme						Fm o. R.	
Gesamtgewicht der Probestämme						t (lutro m. R.)	
Anzahl der Wiegen							
1 t m. R. entspricht (Umrechnungsfaktor)						Fm o. R.	

Fußnoten:

¹ Im dynamischen Wiegemodus wird das Ladungsgewicht während der Bewegung des Krans ermittelt. Im Unterschied dazu wird im statischen Modus der Kran zur Gewichtsermittlung für kurze Zeit nicht bewegt, um die Ruhiglage des Messgutes zu erreichen. Innerhalb dieser Phase erfolgt die Erfassung des Gewichtes.

² Eingesetzte Waage mit Bauartzulassung oder EG-Baumusterprüfbescheinigung und durchlaufenem Konformitätsbewertungsverfahren nach EG-Recht (entspricht der früheren Ersteichung nach deutschem Recht); Eichgültigkeitsdauer 2 Jahre (CE-Zeichen mit dem Jahr der Aufbringung der CE-Kennzeichnung und benannter Stelle), danach muss Eichung nach deutschem Eichrecht alle 2 Jahre wiederholt werden.

³ Der Eichwert e ist der kleinste, bei der Eichung geprüfte Ziffernschritt und ist an der Waage angegeben. Die angegebene Fehlergrenze gilt für den Wiegebereich bis $200e$, der für eine Greiferladung angenommen wird.

Inhalt und Gestaltung: ForstBW / Fachbereich Tübingen 83 Holzverkauf, Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Abteilung Waldnutzung

Auskünfte:

www.forstbw.de

www.fva-bw.de

ForstBW / Fachbereich Tübingen 83 Holzverkauf, Im Schloß, 72074 Tübingen, Tel. 07071 602 329

Bilder: FVA, ForstBW

