

Anweisung für die Holzübernahme nach Liefergewicht (lutro) und Atrogewicht (atro)

Diese Weisungen gelten für die Bestimmung des Liefergewichts (lutro) sowie die Probenahme, die Manipulation und die Trocknung von Holzproben zur Bestimmung des Atrogewichts. In der Regel gilt die Werkübernahme.

1 Übernahmeinheit

- Als Übernahmeinheit wird die **Wagenladung** (Bahnwagen, Strassenfahrzeug, Anhänger) bezeichnet.
- Wenn Fahrzeug und Anhänger mit dem gleichen Sortiment beladen sind, können beide zusammen als eine Übernahmeinheit betrachtet werden.

2 Sortimente

- Für die Übernahme gemäss dem Liefergewicht (lutro) kommen prinzipiell alle Sortimente in Frage.
- Die Übernahme nach dem Atrogewicht (atro) ist vor allem für Industrie- und Energieholzsortimente üblich.
- Grundsätzlich wird für die Übernahme per Atrogewicht zwischen stückigem Material und Schüttgut unterschieden. Dies ist durch die unterschiedliche Probenahme bedingt.
- **Stückiges Material:** Langes oder kurzes Rundholz, Schwarten, Spreissel oder anderes Material.
- **Schüttgüter:** Z. B. Hackschnitzel, Späne und Sägemehl.

3 Ermittlung des Liefergewichts (lutro)

- Das Liefergewicht wird auch mit Lutrogewicht (lutro = lufttrocken) oder Frischgewicht bezeichnet. Es handelt sich dabei um das **Gewicht einer Übernahmeinheit zum Zeitpunkt der Vermessung**.
- Das Liefergewicht wird als Differenz des beim Werkeingang zu messenden Bruttogewichtes (Fahrzeuggewicht und Ladung) und des beim Verlassen des Werkes zu messenden Taragewichtes (Fahrzeuggewicht nach dem Entladen) ermittelt.
- Die Wiegung soll immer ohne Fahrer erfolgen, Zubehör ist bei der Anfahrt und der Wegfahrt auf dieselbe Art zu verwiegen.
- Zugfahrzeug und Anhänger können nach Absprache zwischen Lieferant und Abnehmer getrennt gewogen werden.

- Die **Gewichtsermittlung ist mit einer geeichten Brückenwaage vorzunehmen**. Entsprechend den eingebauten Druckstufen muss das **Gewicht in Kilogramm so genau wie möglich** angegeben werden. Achsdruckwiegen ist mit Genehmigung des Eichamtes möglich.

4 Probenahme für die Ermittlung des Trockengehaltes (atro)

- Von der Lieferung wird Probematerial entnommen. Die Entnahme hat möglichst repräsentativ für die gesamte Übernahmeeinheit zu erfolgen. Unterschiedliche Feuchtigkeit, Baumartenmischung, unterschiedliche Lagerdauer und verschiedene Abmessungen des gelieferten Materials sind zu berücksichtigen.
- Die Entnahme hat an **mindestens 12 Probestellen** zu erfolgen. Bei Anhängerzügen sind je mindestens 6 Probestellen für das Zugfahrzeug und für den Anhänger zu wählen.

(CEN/TS 14778-1 schlägt für homogenes Material grösser als 10 mm mindestens 11 Einzelproben vor, bei heterogenem Material sollte die Anzahl Einzelproben verdoppelt werden.)

- Probenahme seitlich an den Fahrzeugen (stückiges Material oder Schüttgut): Entnahme auf verschiedener Höhe, gut verteilt. Möglichst auf beiden Fahrzeugseiten jeweils etwa gleich viele Proben entnehmen. Die Probenahme hat nach Möglichkeit auf einer diagonalen Linie zu erfolgen.
- Probenahme von oben (Schüttgut): Bei Containerfahrzeugen kann die Probenahme von oben erfolgen. Probenahme abwechselnd seitlich links oder rechts und in der Mitte. Probestelle mindestens 30 cm tief (d.h. es ist eine Schicht von 30 cm zu entfernen und erst dann die Probe zu entnehmen).
- Probenahme bei Entlad (Schüttgut): Bei Fahrzeugen mit Schubböden können mit einer Schaufel sehr gut vom herausrieselnden Material Proben entnommen werden. Bei Kippsystemen ist dies nur möglich, falls sehr dosiert entladen wird.
- Probenahme bei Entlad (stückiges Material): Bei Entlad mit dem Kran können in Intervallen Proben mit der Motorsäge entnommen werden.
- Probenahme nach Entlad (Schüttgut): Beidseitig entlang den eindeutig zuordnungsbaaren Haufen auf verschiedenen Höhen unmittelbar nach dem Entlad. Die Probenahme kann z. B. auch von einem Transportband erfolgen.
- Probenahme bei stückigem Material: Die Probenahme erfolgt in der Regel mit einer Motorsäge, an der ein Behälter installiert ist, der das Probematerial auffängt. Die Kette muss scharf sein und eine gleichmässige Spannung aufweisen. Es kann auch eine Spezialfräse für die Probenahme verwendet werden. Bei Rundholz ist der Einschnitt mit der Motorsäge über den halben Querschnitt bis ins Mark des Probestücks zu führen. Dadurch wird das Splint- und Kernholz im richtigen Verhältnis erfasst. Bei der Spezialfräse wird dies durch die Tiefenbegrenzung und die Einschnittwinkel gewährleistet.

Bei langem Rundholz (Länge über 2 m) müssen die Probestellen mindestens 50 cm von den Stirnseiten einwärts liegen, bei kurzem (Länge 1 m oder 2 m) mindestens 15 cm. Pro Stamm darf nur ein Einschnitt vorgenommen werden.

- Probenahme bei Schüttgut:
Bei Schüttgütern werden die Proben von Hand, mit Schaufeln oder anderen Hilfsmitteln entnommen.
- Sehr grosse Probemengen können für die Auswertung nach ausreichender Mischung reduziert werden.
- **Die gesamte Probemenge sollte mindestens das Dreifache der minimalen einzuwiegenden Probemenge betragen** (z. B. Späne mindestens 300 g, Hackschnitzel mindestens 900 g). Bei weiteren Auswertungen (z. B. Fraktionierung) ist die Menge entsprechend zu erhöhen.
- Die Probe ist unverwechselbar zu kennzeichnen.
- Die Trockengehaltsbestimmung (Messung des Frischgewichtes) ist sofort einzu-leiten. Ansonsten muss die Probe so verwahrt werden (luftdicht verpackt), dass eine Änderung des Trockengehaltes vermieden wird (SN EN 14774-2).

5 Ermittlung des Trockengehalts

5.1 Vorbereitung und Gewichtsbestimmung

- Die Gewichtsbestimmungen sind auf einer **geprüften Präzisionswaage mit Digitalanzeige auf 0,1 g genau** vorzunehmen (SN EN 14774-2).
- Der leere, saubere Trocknungsbehälter wird gewogen (Tara). Es sind Trocknungsbehälter aus korrosions- und hitzebeständigem Material zu benutzen (SN EN 14774-2).
- Die gesammelte Probemenge jeder Lieferung ist vor der Trockengehaltsbestimmung mit **mindestens 8 Mischbewegungen** gut zu durchmischen.
- Aus dieser Mischprobe sind **bei feinem Material (z. B. Späne, Sägemehl) mindestens 100 g, bei grobem Material (z. B. Hackschnitzel) mindestens 300 g** zu entnehmen.
(SN EN 14774-2 gibt mindestens 300 g vor. Bei feinen Partikeln wie z. B. Sägespänen kann gemäss SN EN 14774-2 die Prüfmenge auf 200 g reduziert werden.)
- Der Trocknungsbehälter mit der Probe wird gewogen (Brutto feucht).
- Durch sorgfältige Behandlung ist sicherzustellen, dass die Probemenge weder vermehrt noch vermindert werden kann (geschützt lagern).
- Damit eine gleichmässige Austrocknung gewährleistet ist, darf das Probematerial im Trocknungsbehälter nicht zu hoch geschichtet werden, d. h., die Gefässe für die Probentrocknung sind relativ flach zu wählen.
(SN EN 14774-1 empfiehlt pro Gramm Probematerial 1 cm² Grundfläche.)

5.2 Trocknung

- Für die Trockengehaltsbestimmung ist die Probe **bei 105 ± 2 °C bis zur Gewichtskonstanz zu trocknen** (SN EN 14774-2).
- Gewichtskonstanz ist erreicht, wenn sich bei einer weiteren Trocknung innerhalb einer Stunde weniger als 0,2% Gewichtsverlust ergibt.
- Im Trockenschrank muss die Verweildauer **mindestens 10 Stunden** betragen. Bei grobem Material oder grosser Probemenge ist die Trocknungszeit zu verlängern, bis die Gewichtskonstanz erreicht wird.
- Der Trockenschrank darf nicht vollständig gefüllt werden, und es sind ausreichend Zwischenräume zwischen und über den Proben für eine gute Luftzirkulation freizuhalten.
- Die Anzahl Luftwechsel im Trockenschrank pro Stunde soll zwischen 3 und 5 liegen (SN EN 14774-2).

5.3 Rückwiegen und Auswertung

- Das Rückwiegen nach der Trocknung muss rasch erfolgen, damit die getrocknete Probe nicht aus der Umgebungsluft Feuchtigkeit aufnehmen kann. Die getrocknete Probe wird dem heissen Trockenschrank entnommen und innerhalb von 15 Sekunden zur Feststellung des Trockengewichtes nochmals gewogen (SN EN 14774-2).
- Das eingangs festgestellte Taragewicht (Trocknungsbehälter) wird vom festgestellten Bruttogewicht nach der Trocknung abgezogen. Damit ist das Trockengewicht der Probe bestimmt. **Mit dem Trockengewicht der Probe wird der Trockengehalt in Prozent berechnet.**

$$t = \frac{m_o}{m_u} \times 100$$

Dabei ist:

t Trockengehalt in %

m_u Masse der feuchten Probe

m_o Masse der Probe im darrtrockenen Zustand

- **Der Trockengehalt ist auf 0,1% genau anzugeben.**

6 Atrogewicht der Lieferung

- **Das Atrogewicht (atro = absolut trocken) einer Übernahmeinheit errechnet sich aus dem Liefergewicht und dem Trockengehalt.**

$$A = \frac{L \times t}{100}$$

Dabei ist:

A	Atrogewicht
L	Liefergewicht
t	Trockengehalt in %

- **Das Atrogewicht ist auf ein Kilogramm genau anzugeben** (z.B. 16'860 kg Liefergewicht, Trockengehalt 43,6% → 16'860 kg mal 0,436 = 7'351 kg atro oder 7,351 t atro).
- Der Trockengehalt ist bei der Abrechnung aufzuführen.

7 Abweichende Verfahren

- Verfahren, die von dieser Weisung abweichen, sind zwischen Lieferant und Abnehmer speziell zu vereinbaren.
- Die Trockengehaltsbestimmung kann auch mit einem Heissluftgerät in kürzerer Zeit (15 Minuten) erfolgen. Die Resultate mit Heissluftgerät stimmen bezüglich Genauigkeit mit dem Trockenschrank überein (für die Spezialanfertigung Heissluftgerät: Genauigkeit von der EMPA überprüft; andere Geräte müssen entsprechend getestet werden).
- Für die Probenahme bei anderen Systemen gelten die Anweisungen sinngemäss.
- Bei Proben von Schnitzzellagern sind auch mindestens 12 Probestellen zu berücksichtigen. Dabei ist besonders zu beachten, dass sich die Feuchtigkeitsverteilung durch die Lagerung verändert (Gärung: trockenere Schnitzel unten, feuchtere oben).
- Für spezifische Qualitätsbeurteilungen (z.B. Einhaltung der vereinbarten Lieferqualität) sind mindestens 10 Proben mit statistischer Auswertung notwendig, damit eine genügende Aussagegenauigkeit erreicht wird.
- Speziell zu beachten ist, dass bei einer chemischen Analyse die Probetrocknung bei tieferer Temperatur als für die Trockengehaltsbestimmung erfolgen muss (z.B. bei maximal 60°C).

8 Qualitätssicherung

- **Die Abnahme per Atrogewicht wird durch eine unabhängige Organisation regelmässig überprüft.** Dabei werden Parallelauswertungen zur Trockengehaltsbestimmung durchgeführt (Schweizer Handelsgebräuche für Rohholz).
- Bei den Industrieholzverarbeitern ist für die Kontrollen die Schweizerische Interessengemeinschaft Industrieholz zuständig (Handelsgebräuche für Rohholz).

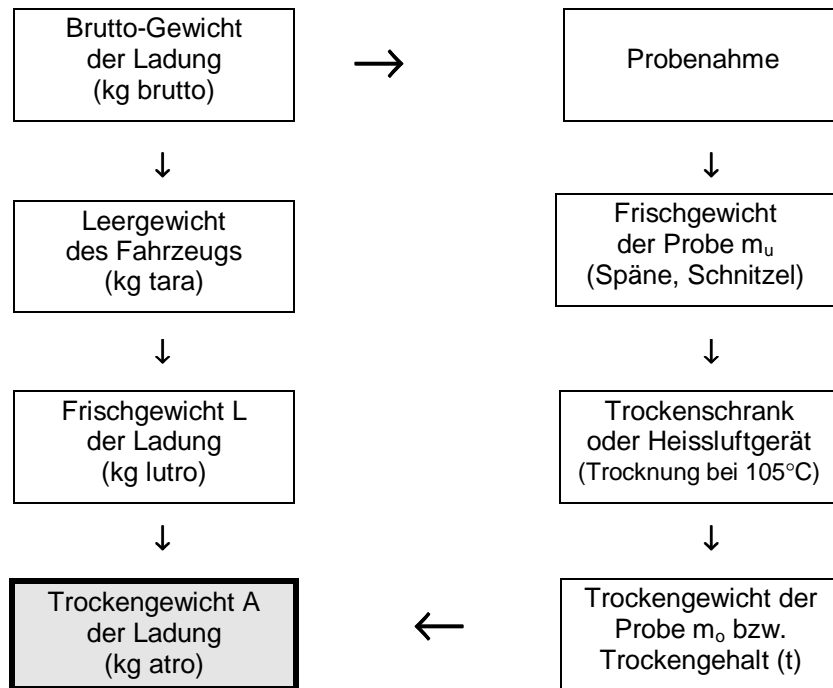
9 Kontrolle Holzlieferung und Holzübernahme

- Bei einer Holzlieferung ist zuerst die **Sortimentseinteilung zu überprüfen**. Dabei muss bei einer Kontrolle einerseits geprüft werden, ob das Sortiment entsprechend den Anforderungen bereitgestellt ist und andererseits, ob es entsprechend den Anforderungen klassiert wird.
- Neben den direkten Verfahren zur Bestimmung des Atrogewichts, bei denen durch Verdunstung das Wasser vom Probematerial getrennt wird, gibt es auch indirekte Verfahren. Bei den indirekten Verfahren wird der Wassergehalt aufgrund der Eigenschaften und Wirkungen des Wassers bestimmt. Die indirekten Verfahren (z.B. Messung der Feldkapazität oder des elektrischen Widerstandes) sind nur unter bestimmten Voraussetzungen (z.B. sehr homogenes Probematerial, beschränkter Messbereich) sinnvoll einsetzbar.
- Aufgrund der hohen Reproduzierbarkeit wird das **Trockenschrankverfahren (Darmmethode) als Referenzverfahren** für die Kontrolle und Kalibrierung aller anderen Verfahren eingesetzt.
- Die **tolerierbare Abweichung** der eingesetzten Verfahren zum Referenzverfahren (Trockenschrankmethode) ist für die Holzübernahme nach Atrogewicht **auf ± 3 % festgelegt** (Schweizer Handelsgebräuche Rohholz, 2010). Der Toleranzwert wurde vor allem im Hinblick auf sehr unterschiedlich zusammengesetzte Lieferungen (z.B. verschiedene Baumarten, grosse Durchmesserspanne und unterschiedlicher Lagerzustand) bestimmt.
- Da es sich bei der Holzübernahme nach Atrogewicht um ein **Stichprobenverfahren** handelt, ist der Vergleich von Einzelproben nicht aussagekräftig. **Für Kontrollen sind mindestens 10 Lieferungen zu vergleichen** (Schweizer Handelsgebräuche Rohholz, 2010).
- Bei der Auswertung von Parallelproben gibt es zwei Möglichkeiten zu unterscheiden: **Abhängige und unabhängige Parallelproben**.
- Bei abhängigen Parallelproben wird für die Auswertung mit dem Referenzverfahren **dasselbe Probenmaterial** verwendet wie für das zu prüfende Verfahren. Das bedeutet, dass die **Verfahren direkt verglichen** werden. Die Auswertung mit der Referenzmethode ist daher an einem anderen Ort mit einer anderen Infrastruktur durchzuführen. Mit der abhängigen Parallelprobe kann die Qualität der Messung (Geräte, Erfassung) und das Vorgehen (Handhabung der Proben) überprüft werden.
- Bei unabhängigen Parallelproben wird für die Referenzmethode eine **separate Probenahme** durchgeführt. Das heisst, dass speziell auch die Aussage-

genauigkeit (Repräsentativität) geprüft wird. Die zusätzliche Information ist, wie gut die **Zusammensetzung der Lieferung** durch die Probe abgebildet wird.

- Das Resultat der Vergleichsuntersuchungen wird durch die durchschnittliche Abweichung und die Streuung (einfache Standardabweichung) angegeben.
- Die Werkangaben zum Trockengehalt weichen beispielsweise im Vergleich zur Referenzmessung um $+ 0.7 \pm 0.5 \%$ ab (absolute Werte für alle Proben der Vergleichsserie). Das bedeutet, der Trockengehalt bei der Werkmessung wird im Durchschnitt um 0.7 % zu hoch angegeben und die Standardabweichung beträgt 0.5 %. Wurde bei einer konkreten Lieferung vom Werk ein Trockengehalt von 42.7 % abgerechnet, so liegt der Referenzwert im Mittel bei 42.0 % und die Streuung beträgt 0.5%. Der Referenzwert mit Standardabweichung liegt also zwischen 41.5 % und 42.5 %.
- Im vorliegenden Beispiel wird die vorgegebene Toleranz von $\pm 3 \%$ eingehalten.
- Speziell zu beachten ist, dass auch für unabhängige Parallelproben eine maximal zulässige Abweichung des Trockengehalts von $\pm 3 \%$ gilt.
- Die **Trocknungstemperatur** von $105 \pm 2 \text{ °C}$ (SN EN 14774-2) soll periodisch mit speziellen Geräten, die den Temperaturverlauf aufzeichnen (Datenlogger), kontrolliert werden. Die EMPA hat für ähnliche Anwendungen (ISPM 15) folgende Geräte geprüft: Elpro ECOLOG TN2 und HOBO U12-015.

10 Ablaufschema Gewichtsvermessung



atro = absolut trocken (Gewicht der reinen Holzsubstanz ohne Wasser)
lutro = lufttrocken (Frisch- oder Feuchtgewicht von Holz)

- Feststellen des Bruttogewichts (Holz und Fahrzeug) bei Werkseingang auf einer Brückenwaage.
- Nach dem Entladen erfolgt beim Verlassen des Werks die Tarawägung (Leergewicht Fahrzeug).
- Die Differenz zwischen Brutto- und Taragewicht entspricht dem Netto- oder Frischgewicht (L) des Holzes, d.h. dem Holzgewicht bei der Anlieferung im Werk.
- Beim Werkseingang wird zur Ermittlung des Trockengehalts (t) Probematerial entnommen.
- Davon werden mindestens 100 g bei Spänen oder mindestens 300 g bei Hack-schnitzeln gewogen (m_u) und für die Trocknung in ein Gefäß abgefüllt.
- Das Probematerial wird dann bis zur Gewichtskonstanz bei 105 ± 2 °C getrocknet und erneut gewogen (m_o).
- Der Trockengehalt (t) der Probe wird berechnet nach der Formel:
$$t = m_o / m_u * 100 \text{ (\%)}$$
- Aus dem Frischgewicht (L) und dem Trockengehalt (t) errechnet sich das Atro-gewicht (A) nach der Formel: $A = L * t / 100$ (kg)

11 Literatur

- SN EN 14774-1:2009. Feste Biobrennstoffe –Bestimmung des Wassergehalts – Ofentrocknung - Teil 1: Gesamtgehalt an Wasser - Referenzverfahren; Oktober 2009; CEN, Schweizerische Normenvereinigung.
- SN EN 14774-2:2009. Feste Biobrennstoffe –Bestimmung des Wassergehalts– Ofentrocknung - Teil 2: Gesamtgehalt an Wasser – Vereinfachtes Verfahren; November 2009; CEN, Schweizerische Normenvereinigung.
- CEN/TS 14778-1:2005. Feste Biobrennstoffe – Probenahme – Teil 1: Verfahren zur Probenahme; Europäisches Komitee für Normung CEN.
- Schweizer Handelsgebräuche für Rohholz, Ausgabe 2010. Herausgeber Lignum, Holzwirtschaft Schweiz, Zürich. Inkraftsetzung 1. September 2010.
- IG Industrieholz: Messung von Industrieholz; Merkblatt, Ausgabe 2012; Schweizerische Interessengemeinschaft Industrieholz, c/o Riegger GmbH, Zürich.
- IG Industrieholz: Gewichtsvermessung – Messvorgang im Werk; Merkblatt, Ausgabe 2012; Schweizerische Interessengemeinschaft Industrieholz, c/o Riegger GmbH, Zürich.
- IG Industrieholz: Reglements-Vorschlag für die Abnahme von Hackschnitzeln nach Atro-Gewicht; (intern), Ausgabe 2003; Schweizerische Interessengemeinschaft Industrieholz, c/o Riegger GmbH, Zürich.
- IG Industrieholz: Checkliste Vermessung: Kontrolle Industrieholz; Ausgabe 2012; Schweizerische Interessengemeinschaft Industrieholz, c/o Riegger GmbH, Zürich.
- ISPM 15, Merkblatt Nr. 11, Anhang 2: ISPM-Standard 15 – Technische Richtlinien zur Hitzebehandlung, Referenz/Aktenzeichen K503-1732, Februar 2012. Bundesamt für Umwelt BAFU und EMPA.
- W. Risi, 1991: Praktische Überprüfung eines Heissluft-Trockengerätes zur Bestimmung des Trockengehaltes von Holzspänen. Untersuchungsbericht der EMPA Dübendorf, 7 Seiten.
- Wald und Holz Nr. 9, 1992, Seiten 22-24: Nach 15 Minuten Atro-Gehalt bestimmt. Fachbeitrag Werner Riegger, Schweizerische Interessengemeinschaft Industrieholz.

Die vorliegende Anweisung wurde aufgrund der Unterlagen der IG Industrieholz erstellt, an die Schweizer Handelsgebräuche für Rohholz (2010) angepasst und für die praktischen Bedürfnisse der Werkvermessung und der Kontrolle ergänzt.