

Fotooptische Poltervermessung zur Abrechnung zugelassen

Die fotooptischen Poltervermessungssysteme sScale™ der dänischen Firma Dralle sind seit Jahren mit Millionen vermessenen Kubikmetern in Deutschland im Einsatz. Die Eichbarkeit der auf Fahrzeugen montierten Stereokamera wurde von den Gerätenutzern gewünscht und von der Holzindustrie gefordert. Im Januar 2016 haben nun die ersten drei sScale™-Systeme ein Verfahren zur „Konformitätsbewertung“ nach deutschem Mess- und Eichrecht abgeschlossen. Die Messergebnisse der Polterfrontfläche dieser drei Systeme dürfen damit ab sofort zu Abrechnungen im Holzverkauf verwendet werden.



Foto: C. Stuhlmann

Schneller Überblick

- sScale™ von Dralle A/S ist seit Januar 2016 eichbar; derzeit sind drei Systeme konformitätsbewertet
- Die fotooptische Vermessung mit diesen drei sScale™-Systemen ist damit für die Abrechnung zulässig
- Eine Eichung aller in Deutschland genutzten sScale™-Systeme wird von den Betreibern 2016 angestrebt

Abb. 1: Fotooptisches Stereokamerasystem sScale™ 3.4, montiert auf der Dachreling eines Trägerfahrzeuges mit zwei Kameraeinheiten und drei LED-Scheinwerfern vor einem zu vermessenden Rundholzpolter

Ulrich Heindl, Christian Stuhlmann

Das Stereokamerasystem sScale™ 3.4 der dänischen Firma Dralle A/S wird als fotooptisches Poltervermessungssystem in Deutschland bereits großflächig eingesetzt. Es kommt sowohl im Privatwald in Sachsen-Anhalt als auch durch die Landesbetriebe in Brandenburg, Thüringen und Bayern sowie bei Bundesforst zum Einsatz. sScale™ hat sich im forstlichen Alltag unter den typischen, nicht immer einfachen Rahmenbedingungen bewährt. Mit einem Vermessungsvolumen von ca. 3 Mio. m³ Rundholz im vergangenen Jahr werden bereits relevante Holzmenen in Deutschland umgesetzt.

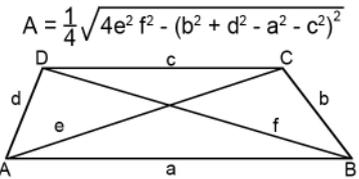
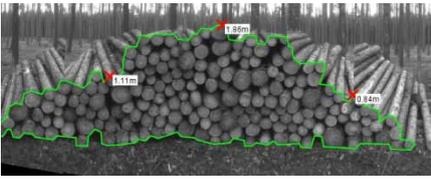
Die Poltervermessung mit sScale™ erfolgt durch die Gerätenutzer direkt vor Ort

im Wald. Das Kamerasystem ist auf einem Fahrzeug montiert und wird über einen Bildschirm vom Fahrer im Auto bedient. Im Vorbeifahren wird eine Fotosequenz des Polters mit zwei Stereokameras aufgenommen, die eine fotooptische Vermessung der Polterfrontfläche und bei Bedarf eine automatisierte Stückzahlermittlung mit Durchmesservertelung der Stammstirnflächen ermöglicht. Referenzmaße sind aufgrund des Stereokamerakonzeptes nicht notwendig. Alle Polterdaten stehen sofort zur Verfügung und können vor Ort vom Systemnutzer verifiziert werden. Starke LED-Scheinwerfer zwischen den beiden Kameras erlauben eine Vermessung rund um die Uhr und unter allen Witterungsbedingungen (Abb. 1). Alle Daten werden online über den kundeneigenen zentralen

und konfigurierbaren sScale™-Server zur Verfügung gestellt. Pro Messgerät und Jahr werden in Deutschland zwischen 200.000 und 350.000 m³ Rundholz von nur einem Gerätenutzer standardisiert vermessen und unmittelbar dem Logistikprozess zur Verfügung gestellt. Neben betriebsinternen Arbeiterleichterungen und Personalentlastung werden im Bereitstellungs-, Vermarktungs- und Logistikprozess Qualitätsverbesserungen erreicht und durch Prozessbeschleunigungen bereits nach kurzer Zeit deutliche Kosteneinsparungen erzielt.

Rechtlicher Rahmen der Eichbarkeit von sScale™

Fotooptisch wird mit sScale™ im Wald die Polterfrontfläche gemessen. sScale™ ist damit ein Flächenmessgerät und die konformitätsrelevante Messgröße ist die Polterfrontfläche. Anhand dieser Flächenmessung können dann verkaufs- oder kaufmännisch relevante Volumenangaben zu Holzpoltern im Wald hergeleitet werden. So ergibt sich nach Multiplikation mit einer definierten Bestelllänge das Gebindevolumen des Polters – branchenüblich würde man vom

Präzision gegenüber einer Referenzfläche	Reproduzierbarkeit der Frontflächenmessung
<p>Trapezförmiges Viereck an der Polterfrontfläche definiert eine rückführbare Referenzfläche A. Mit rückgeführten Messmitteln werden die Längen a-f gemessen. Mit folgender Formel kann der Flächeninhalt an jedem Polter errechnet werden:</p> $A = \frac{1}{4} \sqrt{4e^2 f^2 - (b^2 + d^2 - a^2 - c^2)^2}$ 	<p>Messung von konkreten Polterfrontflächen</p> <ul style="list-style-type: none"> – bei unterschiedlichen Prüfbedingungen, – durch unterschiedliche Gerätenutzer und – mit jedem einzelnen sScale™-System. 
<p>Messung der Referenzfläche mit sScale™ 3.4 (A_{sScale})</p> <ul style="list-style-type: none"> – bei unterschiedlichen Prüfbedingungen, – durch unterschiedliche Gerätenutzer und – mit jedem einzelnen sScale™-System. 	<p>Die Optimierung des Polygonzuges erfolgt durch den Gerätenutzer entsprechend der Bedienungsanleitung so, dass die Außenkontur der Polterfläche exakt abgebildet wird.</p>
<p>Das Messergebnis A_{sScale} wird der rückgeführten Referenzfläche (A) gegenübergestellt und darf nicht mehr als +/- 3 % davon abweichen.</p>	<p>Aus den Messergebnissen wird eine Mittlere Frontfläche abgeleitet. Die einzelnen Flächenmessungen dürfen davon nicht mehr als +/- 3 % abweichen.</p>

Tab. 1: Flächenvermessung von sScale™ 3.4, bewertet nach Präzision (bezogen auf eine Referenzfläche) und Ergebnis-Reproduzierbarkeit (bezogen auf reale Polterfrontflächen)

Raummaß (brutto) sprechen. Weiterhin kann das Gebindevolumen mit vereinbarten Faktoren korrigiert bzw. reduziert werden, z. B. durch zusätzliche Rückseitenmessung, zur Berücksichtigung eines vereinbarten Raumübermaßes oder zur mathematischen Ableitung des reinen Holzvolumens ohne Rinde und Luft (Festmaß).

Seit Inkrafttreten des neuen MessEG und MessEV am 1. Januar 2015 muss für alle im geschäftlichen Verkehr genutzten Messgeräte mit einer Konformitätsbewertung nachgewiesen werden, dass sie den Anforderungen des Gesetzes genügen. Im neuen MessEG wurde festgelegt, dass ein Regelermittlungsausschuss (REA) auf Grundlage des Stands der Technik u. a. die Regeln, Erkenntnisse und technischen Spezifikationen für die vorhandenen und insbesondere für neue Messgerätearten ermittelt. Dem REA gehören die Physikalisch Technische Bundesanstalt (PTA), die zuständigen Behörden der Länder, Konformitätsbewertungsstellen, staatlich anerkannte Prüfstellen sowie Wirtschafts- und Verbraucherverbände an, deren Mitglieder vom Bundeswirtschaftsministerium (BMWi) für drei Jahre berufen werden.

Mit dem neuen MessEG und MessEV ergab sich für Dralle A/S die Möglichkeit, für sScale™ als Einzelmessgerät im Rahmen des Moduls G eine Konformitätsbewertung – entsprechend internationaler Standards und den Anforderungen und Prüfbedingungen der PTB in Braunschweig – erlangen zu können. Auf dieser neuen rechtlichen Grundlage wurden von Dralle A/S Konformitätsbewertungsverfahren für drei sScale™-Systeme im Januar 2016 abgeschlossen.

Konformitätsbewertung von sScale™ 3.4 als Einzelgerät

Neben der Systembeschreibung, der messtechnischen Prüfung der Genauigkeit und Reproduzierbarkeit der fotooptischen Polterfrontflächenmessung wurden die Absicherung von Software und Hardwarekomponenten gegenüber Manipulation eingehend untersucht sowie definierte Vorgaben für die Dokumentation und Markierung der Konformitätsbewertung umgesetzt.

Messtechnische Prüfung

Die Messbeständigkeit und Präzision konnten mit sScale™ für die Bandbreite forstlich relevanter Vermessungsbedingungen mit einer Fehlergrenze von +/- 3 % des Flächenwertes nachgewiesen werden. So müssen z. B.

- die Messergebnisse für ein und dasselbe Polter bei Messung mit unterschiedlichen sScale™-Systemen und Gerätenutzern innerhalb der Fehlergrenze vergleichbar sein und
- die Genauigkeit der Messung anhand von definierten Referenzflächen nachgewiesen werden.

Aus diesem Grund wurden zwei grundsätzliche Ansätze zu Referenzgrößen und zur Bewertung der Flächenmessung angewendet (Tab. 1).

Die Optimierung des Polygonzuges erfolgt durch den Gerätenutzer entsprechend der Bedienungsanleitung so, dass die Außenkontur der Polterfläche exakt abgebildet wird.

Prüfdesign und Ergebnisse

Insgesamt wurden mit fünf Gerätenutzern und drei sScale™-Systemen etwa 500 Flächenmessungen (reale Polterfrontflächen und Referenzflächen) durchgeführt. Geprüft wurden die in Tab. 2 dargestellten Bedingungen. Diese Prüfbedingungen (v. a. bzgl. der

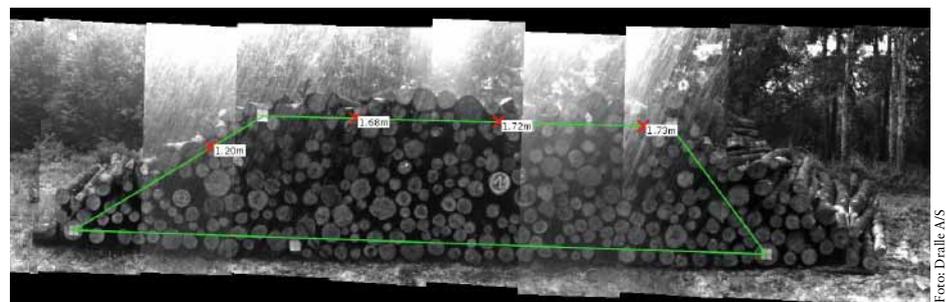


Abb. 2: Beispiel einer Referenzflächenmessung mit sScale™ bei Gegenlicht und Berechnung

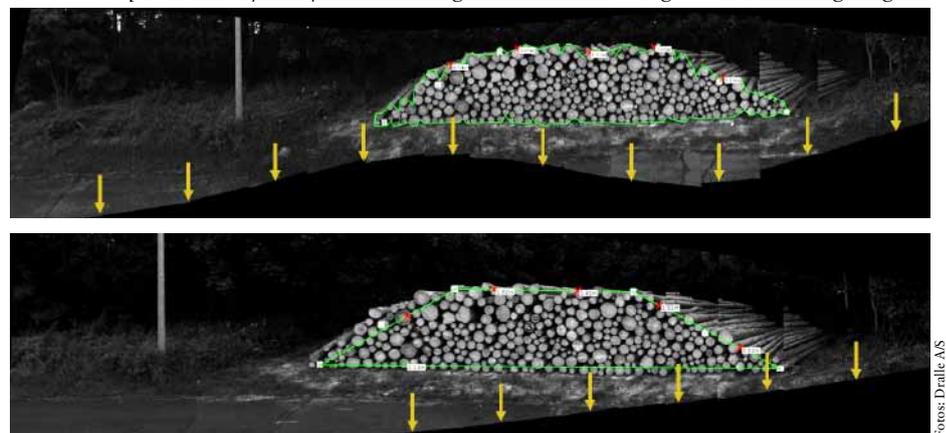


Abb. 3: Messung eines Prüfpolters bei Slalomfahrt (oben) mit Amplitude von 4 m, erkennbar am Verlauf der schwarzen Kante, und bei schräger Fahrt von 6 m auf 2 m Abstand (unten)

Umgebungsbedingungen) ergeben sich aus den Vorgaben der OIML D11-Richtlinie. Die OIML, Internationale Organisation für das gesetzliche Messwesen, ist eine Organisation zur Harmonisierung des Messwesens in Handelsbeziehungen und erstellt Empfehlungen zur Prüfung von Messgeräten.

An insgesamt sieben unterschiedlichen Polterfronten wurden Vierecke markiert und die Referenzflächen mit geeichten Maßbändern manuell bestimmt. Mit dem sScale™-System wurde dann die Polterfront regulär im Vorbeifahren mit den Stereokameras als Fotosequenz erfasst und ausgewertet. Der vom System errechnete Polygonzug um die Außenkontur der Polterfrontfläche wurde auf vier Stützpunkte reduziert, exakt auf den Markierungskreuzen platziert, sodass die Referenzfläche fotooptisch abgebildet werden konnte und das Messergebnis mit dem Referenzwert verglichen. Abb. 2 zeigt bei-

spielhaft das dokumentierte Ergebnis einer Referenzflächenmessung für die Umgebungsbedingungen bei Gegenlicht mit simuliertem Starkregen und unebener Fahrbahn. An den Polygonzügen werden im Abstand von 2 m, beginnend von der linken Außenkante des grünen Polygons, Vertikalabstände zwischen der Ober- und Unterseite eingeleitet. Diese Information ist jedoch eichrechtlich ohne Bedeutung.

Fünf Polterfronten wurden für das Spektrum der Prüfbedingungen von fünf Gerätenutzern und drei sScale™-Systemen vermessen. Der Polygonzug wurde von den Gerätenutzern entsprechend der Bedienungsanleitung optimiert, sodass die Außenkontur der Frontfläche präzise abgebildet wurde. Abb. 3 zeigt beispielhaft die Vermessungsdokumentation für das gleiche Polter bei folgenden Prüfbedingungen:

- mit unterschiedlicher Belichtung,

- mit slalomartiger Vorbeifahrt und
- einer Fotosequenzaufnahme von weiter weg beginnend, schräg zur Polterfront fahrend.

Neben den unterschiedlichen Fahrzeugbewegungen und Fahrbahnbeschaffenheiten wurden typische Umgebungsbedingungen für den Wald simuliert, um nachzuweisen, dass dadurch die Messgenauigkeit oder Reproduzierbarkeit der Ergebnisse nicht beeinflusst wird. Abb. 4 zeigt beispielhaft Prüfbedingungen, die von unterschiedlichen Gerätenutzern und sScale™-Systemen zu absolvieren waren.

Gegenüber der Referenzfläche konnten maximale Abweichungen von +/- 3 % innerhalb des Geltungsbereiches eingehalten werden (Abb. 5). Bezüglich der Abweichung der optimierten Polygonflächen der Polterkontur vom Mittelwert wurden +/- 2 % nicht überschritten.

Geltungsbereich

Der Geltungsbereich definiert den Anwendungsrahmen, in dem gesicherte Messungen erfolgen können und wird in Tab. 3 zusammenfassend dargestellt. Dabei wird sichergestellt, dass bei ungünstigen Messbedingungen Fehlermeldungen entstehen oder die fotooptische Bildanalyse automatisch abgebrochen wird.

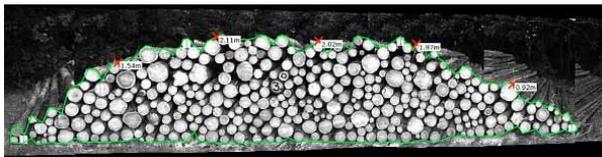
Grundsätzlich kann bei allen Witterungs- und Belichtungsbedingungen gemessen werden, solange die Bildsequenz die Polterfrontfläche mit den einzelnen Stammenden in ausreichender Qualität abbildet. Bildsequenzen oder Sequenzbereiche mit unzureichender Bildqualität werden nicht ausgewertet, die fotooptische Vermessung ist dann nicht möglich.

Manipulationsabsicherung nach WELMEC 7.2

Um die Absicherung der Soft- und Hardware gegenüber absichtlicher oder auch unabsichtlicher Manipulation zu gewährleisten, müssen verschiedene Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden. Die WELMEC ist eine europäische Organisation, deren Aufgabe die Harmonisierung des gesetzlichen Messwesens in Europa ist und die für gleichbleibend hohe Anforderungen an die Hersteller von Messgeräten aller Art die Verantwortung trägt. Diese Sicherheitsvorkehrungen wurden für sScale™ nach dem Leitfaden WELMEC 7.2 geprüft und gemäß der Sicherheitseinstufung des zu überprüfenden Gerätes bewertet und umge-

Polterzustände	Umgebungsbedingungen	Fahrbewegungen
Anzahl Referenzflächen: 7	Temperatur: -20 °C bis +40 °C	Entfernung zu Polterfront 2 m bis 6 m
Anzahl Polterfrontflächen: 5	Rel. Luftfeuchte: 20 % bis 90 %	Geschwindigkeit: 1 m/s bis 10 m/s
Baumarten: Fichte und Ahorn	Lichtstärke: 0 bis 3.000 Lux	Slalom: Amplitude bis 4 m
Flächengröße: 2,4 m² bis 52 m²	Licht: von vorn, hinten, seitlich	Schräg auf Polter zu und weg
Polterlänge: 2,7 m - 25 m	Bewölkung: klar – bedeckt	Bodenebenenheiten: 15 cm Höhe
Anschnitt: frisch bis verwittert	Dämmerung und Nacht	Vibration und Erschütterung
Sortimente: Industrieholz und Sägeholzabschnitte	Stark- (ca. 300 l/m²·h) und Sprühregen; Nebel (bis Sichtweiten unter 10 m)	

Tab. 2: Prüfbedingungen, umgesetzt in etwa 500 Messungen, mit drei Messgeräten und fünf Nutzern, um die Fehlergrenze und Reproduzierbarkeit der Messergebnisse nachzuweisen.

Nennbetriebsbedingungen	Geltungsbedingungen
Messgröße	Ausgewählte Fläche auf dem Bild eines Polters in definierter festgelegter Relation zur Polterfrontfläche 
Messbereich	2 m² bis 1.000 m²
Umgebungsbedingungen	Temperaturbereich: -25 °C bis +40 °C Feuchtigkeitsbedingungen: 20 % bis 90 % rF; Betauung Sichtweite: mehr als 5 m Mechanische Umgebungsbedingungen: Klasse M3 Elektromagnetische Umgebungsbedingungen: Klasse E2 (EMC-Test) Grundsätzlich kann bei allen Witterungs- und Belichtungsbedingungen gemessen werden, solange in der Bildsequenz die Polterfrontfläche mit den einzelnen Stammenden in ausreichender Qualität abgebildet wird. Bildsequenzen oder Sequenzbereiche mit unzureichender Bildqualität werden nicht ausgewertet und die fotooptische Vermessung ist nicht möglich.
Fahrzeuggestaltung	Fahrabstand: mindestens 1,9 m maximal 6 m Fahrgeschwindigkeit: bis 20 km/h
Polteranforderungen	entsprechend Polteranforderungen Sektionsraummaß in RVR (2014) zusätzlich: 1. Polterausrichtung mit den Stirnflächen der Stammstücke zum Abfuhrweg zeigend. 2. Gewährleistung der Pkw-Passierbarkeit der Polterfront im Abstand der durchschnittlichen Polterhöhe. 3. Freie Sicht auf die Vorderseite des Holzpolters; die untere Stammreihe muss komplett sichtbar sein.

Tab. 3: Geltungsbereich der konformitätsbewerteten Nutzung von sScale™ 3.4 mit Nennbetriebsbedingungen und Polteranforderungen



Abb. 4: Auswahl unterschiedlicher Prüfbedingungen: Nachtmessung (oben), Messung bei eingeschränkter Sicht durch eine Nebelmaschine (Mitte), Passieren von Bodenunebenheiten bei starker Beregnung (unten)

setzt. Generell muss gewährleistet sein, dass Manipulationen nicht möglich sind oder offenkundige Spuren an der Software hinterlassen. Diese Spuren müssen vom Nutzer des Systems jederzeit erkennbar sein.

Folgerungen und Konsequenzen

Mit dem grundsätzlichen Nachweis der Eichbarkeit von sScale™ als fotooptisches Poltermessgerät und den ersten drei Konformitätsbewertungen von Einzelgeräten kann Dralle A/S der Forst- und Holzbranche ab 2016 eine Basis für ein rechtssicheres, präzises und transparentes Waldmaß anbieten.

Entsprechend der Formulierung in der RVR (2014) sollte mit dem neuen rechtlichen Rahmen, der sich aus der Konformitätsbewertung von sScale™ ergibt, die fotooptische Poltervermessung auf Basis einer geeichten Flächenmessung im Sinne der unter 5.2 angeführten abrechnungsrelevanten Messverfahren konform und zulässig sein.

sScale™ wird als Einzelgerät in der Rubrik „fotooptisches Flächenmessgerät“ konformitätsbewertet. Messgröße ist die Polterfrontfläche mit einer maximalen Fehlergrenze von +/- 3 %. Multipliziert mit einer definierten Sortenbestelllänge kann ein Gebindevolumen – das Raummaß – als kaufmännische Zielgröße für Polter abgeleitet werden. Auf Basis der konformitätsbewerteten Messgröße können über andere Berechnungsgrößen (z. B. vertraglich geregelte Umrechnungsfaktoren, Volumenübermaße oder sonstige Korrekturfaktoren) andere kaufmännisch relevante Polterkennwerte ermittelt werden. Diese verkaufsrelevanten „Zielgrößen“ basieren dann auf einer konformitätsbewerteten Messgröße, sind jedoch für sich nicht konformitätsbewertet und Teil der vertraglichen Regelungen zwischen Holzverkäufer und Käufer. Ansätze für die Herleitung von Zielgrößen gibt z.B. die Rahmenvereinbarung für den Rohholzhandel (RVR), sie sind auch Thema des Regelermittlungsausschusses.

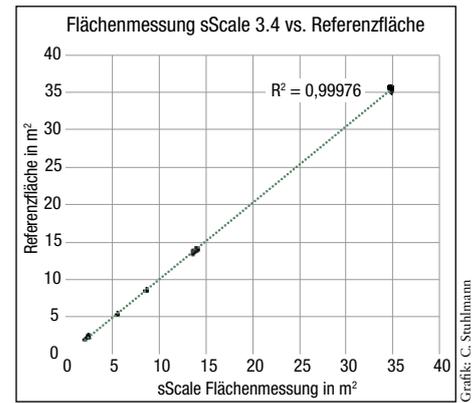


Abb. 5: 307 Messungen von 7 definierten (rückgeführten) Referenzflächen mit sScale™, mit drei unterschiedlichen sScale™-Systemen und fünf verschiedenen Gerätenutzern – in der vollen Bandbreite der Messbedingungen des Prüfdesigns

Holzverkäufer und Käufer sollten gemeinsam über Anwendungsmöglichkeiten von sScale™ innerhalb des Geschäftsprozesses der Holzvermarktung sprechen und für beide Seiten praktikable vertragliche Regelungen finden.

sScale™ hat sich in Deutschland in den vergangenen Jahren im forstlichen Alltag bewährt und kann jetzt von den Nutzern als zentrales Instrument für alle Geschäftsprozesse des Polterdaten-Managements genutzt werden. Die automatisierte Integration der Polterdaten in kundeneigene Datenverarbeitungssysteme führt dabei zu einer erheblichen Arbeiterleichterung und zu Qualitätssteigerungen im Bereitstellungs-, Vermarktungs- und Logistikprozess mit entsprechenden Kosteneinsparungen durch die Prozessbeschleunigung.

Sowohl Holzverkäufer als auch Holzeinkäufer können sScale™ als System zur Vermessung und des Polterdaten-Managements benutzen und von den prozessverbessernden Aspekten profitieren. Alternativ ist eine externe Vermessung und Datenbereitstellung in Dienstleistung durch Dritte denkbar. Langfristig kann auf diese Weise ein enges, flächendeckendes und Eigentum übergreifendes Netz einer standardisierten Poltervermessung im Wald entwickelt werden.

Ulrich Heindl, ulh@dralle.dk, und Christian Stuhlmann sind Mitarbeiter der Dralle A/S – Deutschland.

