

Mobile Röntgencomputertomographie an lebenden Bäumen zur Bewertung innerer Stammmerkmale

Aus vielerlei Gründen ist es oft wünschenswert einen detaillierten Blick in das Innere eines lebenden Stammes werfen zu können, beispielsweise um Fäulnis, Hohlräume oder Insektenfraß feststellen zu können. Bisher wurden Schadbilder holzfressender Insekten entweder punktuell optisch bewertet durch Abschlagen der Rinde, wobei durch räumliche Ungenauigkeit und damit Unzulänglichkeit die Gefahr falsch negativer Bewertung entsteht. Röntgenanalysen als mögliche Lösung dieses Problems werden aufgrund des verbundenen technischen Aufwands jedoch meist nur stationär genutzt (**Watanabe et al., 2015, Keszthelyi et al., 2022, Cambronero et al., 2024**). Frühere Versuche einer mobilen Computertomographie (CT) waren durch schlechte Auflösung und Bildqualität gekennzeichnet bzw. beschränkten sich auf einen manuell aufzubauenden C-Bogen in Einzelteilen (**Habermehl et al., 1990, 1992, Cruvinel et al., 2003**). In jüngster Zukunft ist diese Anwendung in mobiler Form nur in 2D bekannt, was die Auswertemöglichkeiten einschränkt. (**Bi et al., 2025**).

Ein vollmechanisiertes System, welches bei guter und gleichbleibender Bildqualität eine zügige Aufnahme erlaubt, existierte bisher nicht und würde einen großen Fortschritt in der zerstörungsfreien Untersuchung innerer Holzmerkmale am lebenden Baum darstellen.

Das Fraunhofer EZRT Fürth hat ein solches mobiles Computertomographie-gerät entwickelt, welches hochflexibel auf verschiedenen Trägerfahrzeugen an den Baum gebracht werden kann. Der Vorteil gegenüber bisher genutzten Technologien besteht in der Möglichkeit Fraßgänge und andere Schadbilder direkt am lebenden Baum zerstörungsfrei *dreidimensional* zu visualisieren/quantifizieren, in enger zeitlicher Auflösung. Denkbar wären neben Forschungszwecken auch Schadensbegutachtung an mutmaßlich geschädigten Bäumen (Verkehrssicherung) oder Holzbewertung vor dem Einschlagen (Wertermittlung).

Je nach gewünschter Genauigkeit und verbautem Röntgendetektor kann innerhalb von ca 7 min ein Stamm von bis zu 40cm Durchmesser mit einer Voxel-Auflösung von 100µm dreidimensional vermessen werden. Das beschriebene System steigert die Geschwindigkeit, Genauigkeit, Masse und damit Effizienz der Datenermittlung und damit die Aussagekraft der Untersuchung.

Die Kombination von mobiler Computertomographie und klassischen Baumbewertungsmethoden zur Analyse der inneren Eigenschaften und Schadensmuster von Bäumen ist völlig neu, doch die Aussichten für die erfolgreiche Entwicklung und Kombination dieser Methoden sind äußerst hoch.

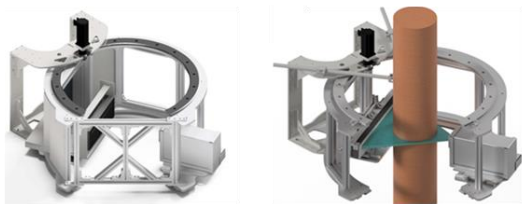
Auswerteergebnisse aus mobilen CT-Aufnahmen sind in der Praxis hochrelevant für die Beurteilung von Holzqualität, Stabilität, potenziellen Gefahren durch Bäume und Pflegebedarf und somit für die allgemeine Waldgesundheit. Besonders innovativ ist die zerstörungsfreie Bewertung all dieser Eigenschaften, wodurch sich das Verfahren besonders für die Anwendung an wertvollen Bäumen in Wäldern, Obstgärten, Parks und urbanen Gebieten eignet. Dies könnte sich zudem positiv auf die Beschäftigung im Bereich der Gutachter und für kleinere Unternehmen in den Bereichen Forstwirtschaft, Obstbau, Weinbau sowie Stadt- und Parkbaumpflege auswirken. Insbesondere die

Kombination von mobiler Computertomographie und konventioneller Bewertung bietet hohes Anwendungspotenzial in den Bereichen Qualitätsmanagement, Gefahrenbewertung, Waldrandpflege und Waldbau. Aufgrund der hohen Anschaffungskosten ist es sehr wahrscheinlich, dass die Geräte zukünftig über qualifizierte Dienstleister angeboten werden.

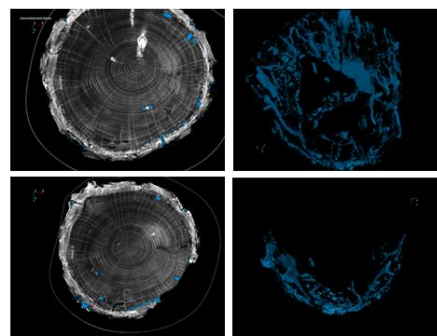
Wissenschaftlich gesehen liefert eine mobile CT lebender Bäume völlig neue Erkenntnisse über den Einfluss von Insektenschädlingen oder anderen Faktoren auf die Holzstruktur. Darüber hinaus lässt sich die Entwicklung von inneren Merkmalen erstmals dynamisch und zerstörungsfrei über die Zeit an einem lebenden Baum verfolgen. Dies liefert außerdem Informationen zur Validität und Zuverlässigkeit herkömmlicher, kleinräumiger, stichprobenbasierter Untersuchungen.

Außerdem werden am Fraunhofer EZRT diverse weitere mobile und stationäre Systeme in verschiedenen Größen und Ausbaustufen zur zerstörungsfreien Prüfung und Begutachtung von Baumsaatgut, Keimlingen, und Pflanzen in Töpfen entwickelt. Somit kann mit Röntgentechnik der gesamte Lebenszyklus der Pflanze mit Phänotypisierung abgedeckt werden.

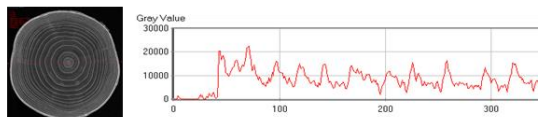
Konstruktion



Schadbilddetektion



Densitometrie



Mobile 3D Röntgen CT im Wald



Wachstumsanalysen

