

**Zitieren als:**  
**Rust, S.: Baumdiagnose bei Frost. Grünforum LA, 2003, 33(5),  
36-38. Leicht überarbeitete Fassung.**

# **Baumdiagnose bei Frost**

Prof. Dr. Steffen Rust

## **1 Einleitung**

Defekte an Bäumen müssen das ganze Jahr über beurteilt werden. Im Winter stellt sich dann die Frage, welchen Einfluss starker Frost, der zum Gefrieren zumindest von Teilen des Stammes führt, auf das Ergebnis der Diagnose hat. Um dieser Frage nachzugehen, wurde der Effekt des gefrorenen Holzes auf die Resultate zweier gängiger Diagnoseverfahren, der Bohrwiderstandsmessung und der Schalltomographie, untersucht. Dabei ging es nicht um Probleme rein gerätetechnischer Natur, wie die nachlassende Leistung von Akkumulatoren oder das Abbrechen von Bohrnadeln. Zur Überprüfung der Ergebnisse wurde außerdem die Computertomographie hinzugezogen.

## **2 Methoden**

Um den Einfluss des Frostes zu untersuchen wurden zwei Versuche, hauptsächlich an Kiefern, durchgeführt. Die Kiefer wurde gewählt, weil hier große Zahlen einheitlicher Bäume zugänglich sind und weil Messungen mit dem Computertomographen, der ja radioaktive Strahlung verwendet, im Wald einfacher durchzuführen sind. Im ersten Experiment wurden Kiefern im Sommer mit dem Computertomographen gemessen. Im Winter, nach einer mehrwöchigen Periode mit starkem Frost, wurden 35 defektfreie Bäume ausgewählt und mithilfe eines Bohrwiderstandsmessgerätes untersucht. Außerdem wurden Bohrkerne entnommen. Im zweiten Versuch wurden mehrere Bäume unterschiedlicher Baumarten vor, während und nach einer Frostperiode mit dem Schalltomographen vermessen.

### **2.1 Schalltomograph**

Der Schalltomograph nutzt die Tatsache, dass die Geschwindigkeit von Körperschall im Holz vom Elastizitätsmodul und der Rohdichte des durchschallten Baumes abhängt. Die weitaus meisten Schäden, welche die Bruchsicherheit von Bäumen beeinträchtigen, sind daher mit verminderten Schallgeschwindigkeiten verbunden.

Der Schalltomograph besteht aus einer Reihe von Sensoren (typisch sind 10 bis 12 Stück), die an einem Gurt frei verteilt rings um den Stamm befestigt werden und einem Steuercomputer (Pocket-PC). Die Schalleinkopplung in den Holzkörper erfolgt über Messstifte mit 0,8-2mm Durchmesser, die durch die Rinde auf den äußeren Jahrring gebracht werden. Die Sensoren erfassen die Laufzeiten von manuell erzeugten Schallimpulsen und leiten sie an den Computer weiter. Aus den Laufzeiten der Stoßwelle und den Distanzen zwischen den Sensoren werden scheinbare Schallgeschwindigkeiten errechnet. Ein Auswertungsprogramm erzeugt aus diesen Daten einen Querschnitt des Baumes (Tomogramm), aus dem Informationen über Fäulen und Löcher direkt vor Ort abgelesen werden können.

### **2.2 Bohrwiderstandsmessgerät**

Das von uns verwendete Bohrwiderstandsmessgerät verwendet eine Bohrnadel mit einem Durchmesser von etwa 0,8 mm mit einem 10 mm langen speziell geformten Kopf. Ein Computer zeichnet die zum Erreichen einer bestimmten Eindring- bzw. Auszugsgeschwindigkeit erforderliche Stromstärke auf. Die so erhaltenen Daten können in ein Tabellenkalkulationsprogramm übertragen werden. Stark abfallende Werte geben Hinweise auf Fäulen im Stamm. Je Baum wurden zwei Messungen im Winkel von 90° angesetzt.

## 2.3 Computertomographie

Zur Kontrolle der Daten des Bohrwiderstandsmessgerätes wurde im Sommer eine mobile Computertomographie-Anlage eingesetzt (HABERMEHL et al., 1986; RUST 1999). Das Messprinzip der CT beruht auf der Schwächung radioaktiver Strahlung bei der Durchdringung von Materie. Das von uns benutzte Gerät verwendet die Gamma-Strahlung einer Cäsiumquelle. Der Absorptionskoeffizient  $\mu$  in Abhängigkeit vom Ort im Stammquerschnitt wird dabei aus einer Reihe von Messungen aus unterschiedlichen Richtungen errechnet. Der Koeffizient ist u. a. abhängig von Dichte und Wassergehalt des Holzes. Da bei der Kiefer der Dichteunterschied zwischen Kern und Splint unterhalb der Auflösungsfähigkeit des Tomographiegerätes liegt, entsprechen Unterschiede im Absorptionskoeffizienten Feuchteunterschieden.

## 2.4 Färbetechnik

Bei allen 35 Bäumen wurden je vier Bohrkerne gezogen und diese angefärbt, um die Verteilung von Splint- und Kernholz zu ermitteln (KOCH und KRIEG, 1938; HOLZ 1959).

## 3 Ergebnisse

### 3.1 Bohrwiderstand

90% der Bohrungen ergaben eindeutige Kurven, wie sie in der Abbildung 1 auf der nächsten Seite dargestellt sind. Ausgehend von Bereichen hohen Bohrwiderstands am Rand des Baumes fiel der Widerstand in der Mitte des Baumes deutlich ab, um dann auf der anderen Seite des Baumes wieder deutlich anzusteigen.

Die Ergebnisse der Computertomographie und auch die Bohrkerne zeigen jedoch, dass alle diese Bäume frei von zentralen Fäulen waren. Vielmehr ist der Bereich des abfallenden Bohrwiderstandes identisch mit dem Übergang zwischen Splint- und

Kernholz, der mithilfe der CT und durch Anfärben der Bohrkerne eindeutig bestimmt werden konnte. Das Kernholz weist eine deutlich geringere Holzfeuchtigkeit auf als das umgebende Splintholz. Der erhebliche Abfall des Bohrwiderstandes war also die Folge unterschiedlicher Wassergehalte (Eisgehalte) im Holz, und nicht etwa die Folge eines Defektes im Stamm. Dies wird besonders deutlich, wenn man die Ergebnisse der Bohrwiderstandsmessung in einen Flächenanteil der »Fäule« am Stammquerschnitt umrechnet und den mit der CT berechneten Flächenanteile des Kernholzes graphisch gegenüber stellt (Abbildung 2 auf der nächsten Seite).

### 3.2 Schalltomographie

Auch bei der Schalltomographie gab es einen deutlichen Einfluss des Frostes auf das Messergebnis. Sowohl bei einer Eiche als auch bei einer Kiefer wurde wahrscheinlich der Bereich besonders starker Vereisung gemessen, der fälschlicherweise als Fäule interpretiert werden kann (Abbildung 3 auf Seite 4).

## 4 Schlussfolgerungen

Bei der Kiefer, aber nicht nur bei dieser Baumart, ist das hervorstechende holzphysikalische Merkmal des Kernholzes die deutlich verringerte Holzfeuchtigkeit (TRENDELENBURG und MAYER-WEGELIN, 1955). Offensichtlich weist Holz, wenn es gefriert, je nach Wassergehalt unterschiedliche Schallgeschwindigkeiten und Bohrwiderstände auf. Da für den Gutachter selten ersichtlich ist, ob und wie viel eines Stammes gefroren ist, sind Diagnosen im Winter offensichtlich mit einem kaum abschätzbaren Fehler behaftet. Es muss davon ausgegangen werden, dass diese Fehlerquelle bei allen Geräten und Verfahren auftritt, die mechanische Eigenschaften des Holzes nutzen, um daraus auf den inneren Zustand eines Baumes zu schließen.

## 5 Literaturverzeichnis

Habermehl, A., Ridder, H.-W., and Schmidt, S. (1986) Mobiles Computer-Tomographie Gerät zur Untersuchung ortsfester Objekte. Atomenergie, Kerntechnik 48 (2), 94-99

Holz, D. (1959) Über das »Anfärben« der Jahrringe an Stammscheiben und Bohrspänen. Archiv für Forstwesen 8(8): 743-749

Koch, E. and Krieg, W. (1938) Chemikerzeitung 62: 140-141

Rust, S. (1999) Comparison of three Methods for determining the conductive Xylem Area of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). Forestry 72(2): 103-108

Trendelenburg, R. and Mayer-Wegelin, H. (1955) Das Holz als Rohstoff. München

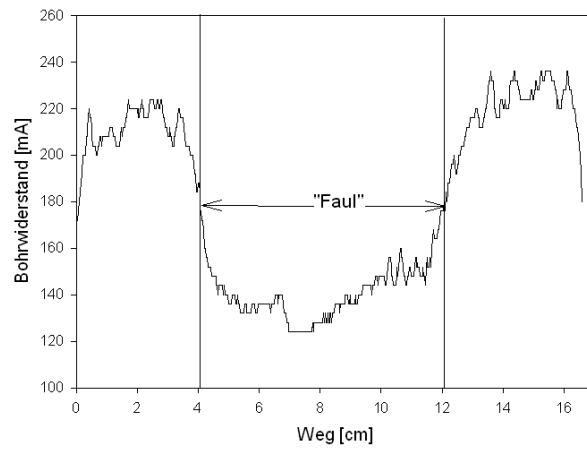


Abbildung 1: Bohrwiderstand einer Kiefer. Deutlich ersichtlich der starke Abfall in der Mitte des Baumes.

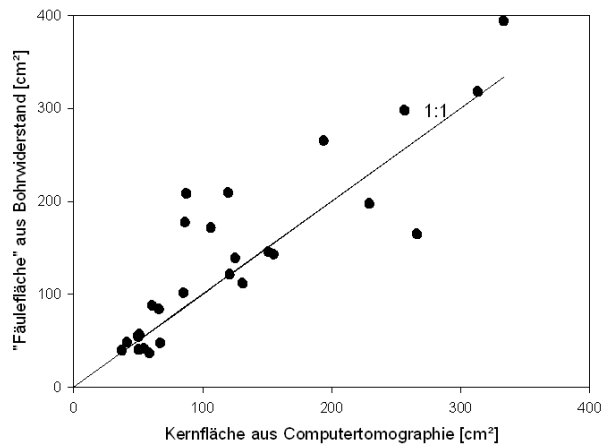


Abbildung 2: Vergleich der aus der Computertomographie geschätzten Kernfläche mit der aus der Bohr-  
widerstandsmessung geschätzten Fläche faulen Holzes.

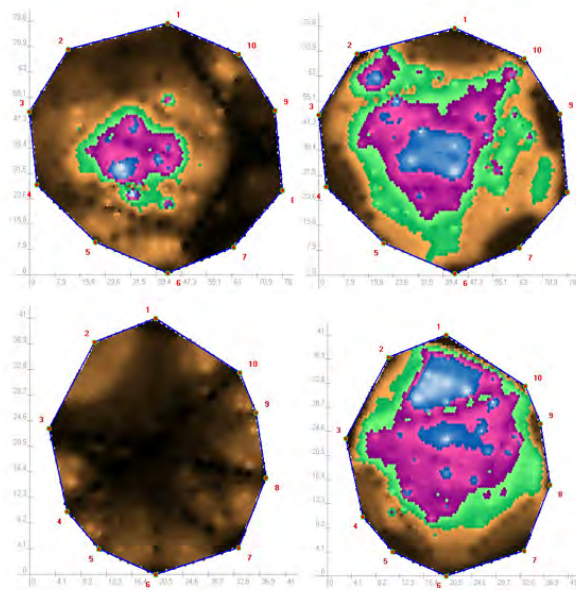


Abbildung 3: Vergleich der Tomogramme einer Eiche (oben) und einer Kiefer (unten) im Sommer (links) und bei Frost (rechts).