

# **Kurzbericht zur messtechnischen Stamm- / Stammfuß-Prüfung**

*am 08. April 2009, im Nachgang und als Ergänzung zur  
vorher erfolgten, visuellen, mykologischen und  
baumpflegerischen Begutachtung*

öbvS Hans Letulé, Rathausstr. 14, 78086 Brigachtal  
Tel. 07721 27494, Letule.Baumsachverstaendiger@gmx.de

Erläuterungen zur Messmethodik im Anhang.



## **Mammutbaum (Sequoiadendron giganteum), Marktplatz, Freudenstadt**

### **Zusammenfassung**

Der Mammutbaum verliert, wie es bei dieser Baumart oft natürlicherweise vorkommt, vor allem untere Äste. Dies bedeutet eine Gefährdung der sich in der Nähe aufhaltenden Personen. Bevor aufwändige Baumpflegemaßnahmen in der Krone beauftragt werden, um die Gefahr des Astabwurfes zu minimieren, sollte geprüft werden, ob Stammfuß und Wurzeln intakt sind und überhaupt von einer noch ausreichend langen Standzeit auszugehen ist. Daher erfolgte eine Schalltomographie am Stammfuß mit Wurzeldiagnose, außerdem eine Bohrwiderstandsmessung.

Ergebnis: In den Messergebnissen sehe ich keine Hinweise auf innere Schäden im Stamm oder an Wurzeln, die zu einer Gefährdung der Bruchsicherheit des Stammes oder der Standsicherheit des Baumes führen könnten.

Empfehlung: Entfernung von Totholz und bruchgefährdeter Äste. Sicherung noch intakter, aber ggf. in Zukunft 'abwurfgefährdeter' Äste. Weiterhin eingehende jährliche visuelle Kontrolle.

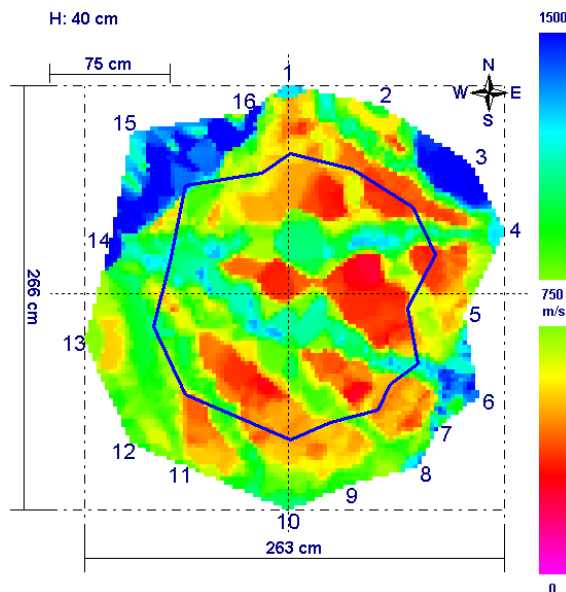
Solange im Zuge der ohnehin erforderlichen regelmäßigen visuellen Baumkontrolle keine Hinweise auf eine mögliche Gefährdung auftauchen (Pilzbefall/Fruchtkörper, Risse im Holz oder Boden, deutlicher Rückgang der Vitalität), sehe ich keine Notwendigkeit für eine erneute messtechnische Untersuchung. Sollten Schnittmaßnahmen in Erwägung gezogen werden, sollte auf eine symmetrische Krone insbesondere in Hauptwindrichtung geachtet werden, um die Torsionsbelastung zu minimieren.



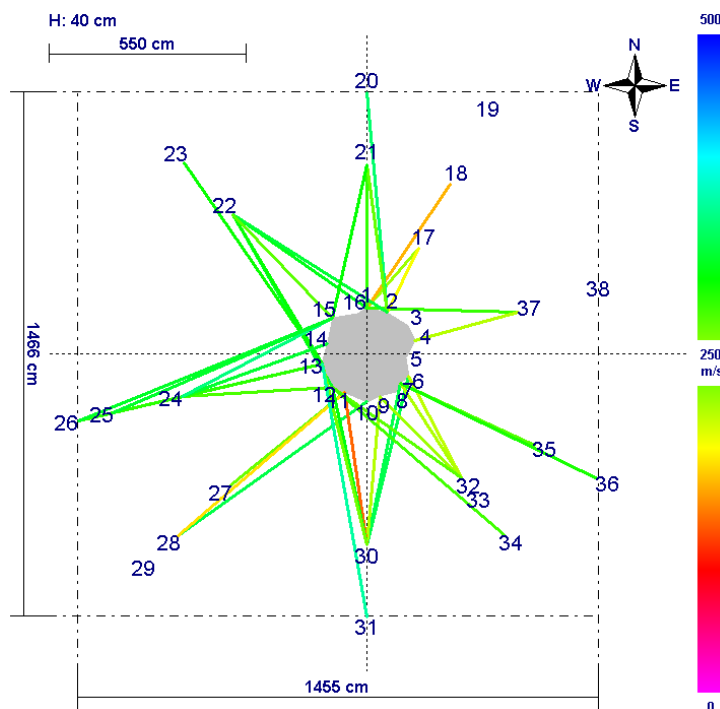
Nordwestlich des Baumes befand sich nach auftraggeberseitiger Auskunft bis vor einigen Jahren noch ein Tennisplatz

## Mammutbaum (Sequoiadendron giganteum), Marktplatz, Freudenstadt

im Abstand von einigen Metern vom Stamm. Daher war vor allem in diese Richtung zu prüfen, ob Wurzelschäden vorliegen. Auch die Würgegewürzeln können als Hinweis aufgefaßt werden, dass möglicherweise Schäden im Stammfuß- und Wurzelbereich vorliegen.



Schalltomogramm auf ca. 40cm Höhe über Boden: die rötlichen Bereiche im Tomogramm wurden wahrscheinlich hauptsächlich durch eingeschlossene Rinde zwischen den Wurzeln erzeugt und weniger durch innere Schäden. Doch selbst wenn dies geschädigte Bereiche wären, würde ich darin keine Gefährdung der Bruchsicherheit des Stammes sehen, da erst ein relativ geringer Anteil des Querschnitts betroffen wäre und die äußeren, für die Stabilität wichtigeren Bereiche in einem guten Zustand sind.



### Wurzeldiagramm:

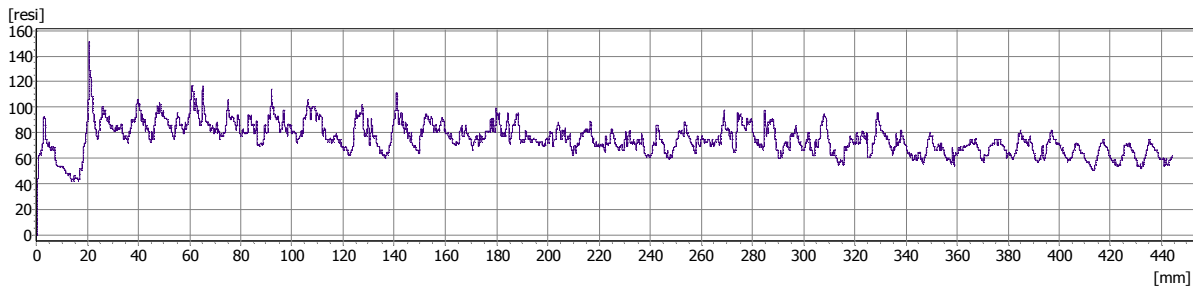
In Hauptwindrichtung (West-Südwest) sowie nach Süden und Norden sind mechanisch wirksam verankerte Wurzeln noch bis in über 5m Entfernung vom Stamm nachweisbar. In andere Richtungen bis in 3 bzw. 4m Abstand.

Lediglich nach Nordost im Bereich des Fußweges sind weniger und schwächere Signale bis zum Baum gelangt.

Daher gehe ich von einer ausreichenden mechanischen Verankerung aus.

## Mammutbaum (*Sequoiadendron giganteum*), Marktplatz, Freudenstadt

Die Resistograph®-Bohrwiderstandsmessung im Wurzelanlauf bei Sensor #3 zeigt intakte Holzstrukturen:



## Erläuterungen zur Messmethodik

### Schall-Impuls-Tomographie (ARBOTOM®)

Die Schalltomographie am Stamm erfolgt, um mögliche innere Schäden zerstörungsfrei aufzufinden. Die Sensoren werden meist an die maximalen inneren und äußeren Radiusabweichungen (Wurzelanläufe/Beulen) positioniert oder direkt an den Stamm. Der jeweils erste Sensor der Messkette (0 bzw. 1) liegt, sofern nicht anders beschrieben, in Nordrichtung. Die Sensoren messen die Laufzeit von Schallimpulsen (=Stoßwellen) durch das Holz (in Mikrosekunden). Aus diesen Messwerten ergibt sich eine fiktive Schallgeschwindigkeit [m/s], die in einer farbigen Liniengraphik dargestellt wird. Die Zahlenwerte der Farbskalen entsprechen den Schallgeschwindigkeiten in Meter pro Sekunde [m/s]. Eine Interpretation der Linien- und Flächen-Tomogramme ist stets nur in Bezug auf die jeweilige Farbskala möglich. Dabei ist die prinzipbedingte Unschärfe in der Rekonstruktion des Tomogramms von oftmals 10 bis 30% zu beachten. Um präzisere Angaben zu ermitteln, ist die Kombination mit Bohr widerstandsmessungen erforderlich.

In Abhängigkeit von der Baumart berechnet ein Computerprogramm ein farbiges Flächenbild des untersuchten Querschnitts (Tomogramm). Durch blaue und grüne Bereiche im Tomogramm lief der Schall schnell und ohne Umwege. Rote und violette Bereiche wurden von den Impulsen nicht erreicht, weil sie entweder verfault, anderweitig geschädigt oder mechanisch entkoppelt sind - und damit nicht mehr wesentlich zur Stabilität des untersuchten Querschnitts beitragen können.

Liegt die äußere Restwandstärke deutlich unter 1/3 des Radius, sinkt das Widerstandsmoment des Querschnitts gegen Biegung und insbesondere gegen Torsion stark ab. Die Wahrscheinlichkeit für den Bruch eines solchen, zugleich voll bekronten Baumes steigt entsprechend an - was nicht bedeutet, dass jeder Baum mit geringerer Restwandstärke sogleich bruchgefährdet ist. Vor allem ältere Bäume mit reduzierter Krone benötigen geringere Restwandstärken.

Bei Bedarf werden die ARBOTOM®-Schalltomogramme in unterschiedlichen Farb- und Zahlenskalierung für die aus den Laufzeiten errechneten, fiktiven Schallgeschwindigkeiten gezeigt: im Vergleich zu einer absoluten Skala (z.B. 0...2500m/s) und/oder in der an die gemessenen Werte angepassten Minimum- und Maximum-Spanne. Die entsprechenden Farbtomogramme beider Skalierungen unterscheiden sich nicht wesentlich, wenn es im betreffenden Baum einerseits noch zusammenhängende Bereiche intakten Holzes und andererseits ausgedehnte starke Schäden gibt. Sind die Querschnitt im wesentlichen intakt, kann es erhebliche Unterschiede geben.

Der 'Mechanik-Graph' zeigt drei relativ (0 bis 100%) skalierte Kurven des Widerstandsmoments des Querschnitts gegen Biegung durch Wind aus verschiedenen Himmelsrichtungen. Die Kurven laufen um den Querschnitt herum und beulen sich in die Himmelsrichtung am meisten 'aus', wohin das relative Widerstandsmoment gegen Biegung am schwächsten ist. Die grüne Kurve gilt für den intakten Querschnitt und deutet an, wie sich die Querschnittform an die lokalen mechanischen Belastungen (u.a. durch Wind) angepasst hat. Die rote Kurve zeigt den relativen Widerstandsmomentverlauf unter Berücksichtigung des im Tomogramm visualisierten Zustands an. Die blaue Kurve zeigt das Verhältnis der beiden vorgenannten zueinander an, beult sich also dort am meisten nach außen aus, wo die Schwächung des Querschnitts durch die eventuell festgestellten Schäden zur stärksten prozentualen Minderung des Widerstandsmoments führen. Diese Betrachtungen werden meist dazu genutzt, um Baumpflegemaßnahmen zu optimieren, indem die Krone beispielsweise für die gefährlichste Windrichtung möglichst symmetrisch geschnitten wird, damit dort nicht noch zusätzlich Torsionsbelastungen auftreten.

### Schall-Impuls-Tomographie zur Wurzeldiagnostik (ARBORADIX™)

Über eine Stahlstange werden mechanische Impulse in den Boden eingeleitet und ihre Laufzeit zum Baum hin gemessen. Die Positionen der Impulseinleitung in den Boden zur Wurzeluntersuchung sind graphisch gekennzeichnet. Diese Messungen erfolgen, je nach Möglichkeit am Standort, meist in Abständen ca. 1m, 2m bis ca. 5m, gemessen vom zugehörigen Sensor am Stamm und in Verlängerung von dessen Radiuslinie nach außen.

Für die seit 2004 angewendete Wurzelanalyse liegen noch keine standardisierten Vergleichswerte vor, wohl aber Erfahrungswerte. Bislang konnten Wurzeln von ca. 2cm Durchmesser in einer Tiefe von bis zu ca. 0,5m festgestellt werden. Falls ein Wurzelanlauf stark geschädigt, verfault oder gekappt ist, dann kommen von ihm entweder keine oder (im Vergleich zu noch intakten Wurzeln) nur sehr langsame Impulse am Stamm an. Es handelt sich bislang also um relative und vergleichende Analysen, die der jeweiligen sachverständigen Interpretation bedürfen und noch keine numerische Ermittlung der Standsicherheit ermöglichen.

### Bohrwiderstandsmessungen (Resistograph®)

Die RESISTOGRAPH®-Bohrwiderstandsmessgeräte treiben eine im Schaft 1,5mm dünne Nadel unter schneller Rotation in das Holz, messen den

Eindringwiderstand und zeichnen diesen als Kurve auf Papier und in einem Computerspeicher auf. Der mechanische Eindringwiderstand hängt hauptsächlich von der Dichte des Holzes am Ort der Nadelspitze (3mm) ab. Kommt sie in eine Zone harten Holzes (z.B. Spätholz eines Jahrrings) oder in einen Ast, so steigt die Kurve; kommt sie in eine weiche Zone (z.B. Frühholz eines Jahrrings) oder eine Fäule, so sinkt die Kurve. Auch wenn Restwandstärken und Zuwachszonen im Bohrwiderstandsprofil exakt vermessen werden können, ist zu beachten, dass es sich hierbei um eine punktuelle Messung handelt. Beim Rückschluss auf den Querschnittzustand können erhebliche Ungenauigkeiten auftreten, die ohne Tomographie oder etliche Zusatzbohrungen nicht quantifizierbar sind.

#### Grundsätzliches

Alle Messungen an natürlichen Systemen sind mit Fehlerschwankungen behaftet, nicht nur am Baum - auch dies ist bei nachfolgenden Ausführungen zu beachten, auch wenn bei Schalltomographie und Bohrwiderstandsmessungen nur relative Skalen angegeben und nur ungefähre Aussagen getroffen werden. Details zu Schwankungsbreiten sind der angegebenen Literatur zu entnehmen, u.a.:

Rinn, Frank (2003): Technische Grundlagen der Impuls-Tomographie, Baumzeitung 8, S. 29–31, Thalacker-Verlag, Braunschweig.

Rinn, Frank (2004a): Holzanatomische Grundlagen der Schall-Tomographie an Bäumen, Neue Landschaft 7, S. 44-47, Patzer-Verlag, Berlin–Hannover.

Rinn, Frank (2004b): Statische Hinweise im Schall-Tomogramm von Bäumen, Stadt und Grün 7, S. 41-45, Patzer-Verlag, Berlin-Hannover.

Rinn, Frank (2005): Fehlerrechnung in der Baumkontrolle? AFZ 24/05.

Rinn, Frank (2006): Zur Fehlerrechnung in der Baumkontrolle. ProBaum 1/2006, S. 12-20, Patzer-Verlag, Berlin–Hannover.

Rinn, Frank (2007): Sachverständige Anforderungen an Messgeräte und Messverfahren. Der Sachverständige DS 3/2007, S. 46-51.

Rinn, Frank (2007): Kleine schalltomographische Farbenlehre. AFZ 08/2007, S. 404-405.