

Sachverständigenbüro

Hans Letulé Dipl. Ing. (FH)

Öffentlich bestellter und vereidigter  
Sachverständiger für Gehölze

Mitglied in der Arbeitsgemeinschaft  
für Sachverständige

Rathausstraße 14

78086 Brigachtal-Überauchen

Telefon / Fax 07721 /

Mail:

letule.baumsachverstaendiger@gmx.de

www.letule-baumsachverstaendiger.de

## **Gutachten über die Standsicherheit und Verkehrssicherheit und Möglichkeiten der Erhaltung eines Mammutbaums (Se- quoiadendron giganteum) in Freudens- tadt**



## Inhaltsverzeichnis

1. Auftraggeber und Eigentümer	Seite 3
2. Auftrag	Seite 3
3. Standort	Seite 3
4. Ortstermin	Seite 3
5. Grund für die Begutachtung und Zustand des Baumes	Seite 3
6. Vorgehen des Sachverständigen	Seite 4
7. Ergebnisse der Begutachtung	
a) optische Begutachtung	Seite 7
b) Arbotommessungen	Seite 8
c) Resistographmessungen	Seite 8
8. Folgerungen	Seite 9
9. Notwendige Maßnahmen	Seite 9
10. Schlussbemerkungen	Seite 10
11. Anlagen	Seite 10

**1a Auftraggeber :**

Stadt Freudenstadt, Bauamt, Herr Rittmann.

**1b Eigentümer:**

Stadt Freudenstadt.

**2. Auftrag:**

Begutachtung und vollständige gerätetechnische Untersuchung eines Mammutbaumes auf dem Marktplatz in Freudenstadt und Vorschläge zur Erhaltung bzw. Sanierung des Baumes. Erstellung eines schriftlichen Gutachtens.

Der Baum hat einen Stammdurchmesser von im Mittel 2,65 Metern, eine Höhe von 27 Metern und einem Kronendurchmesser von ca. 16 Metern.

Die Höhe ist für dieses Alter und den Durchmesser zu gering, was aber auf den Verlust des ersten Gipfels zurückzuführen ist.

**3. Standort:**

Marktplatz Freudenstadt.

Untergrund: Rasen, Wegplatten.

**4. Ortstermin:**

Am 8. April 2009 zusammen mit Herrn Rittmann und Herrn Frank Rinn von der Fa. Rinntech, Heidelberg, u.a.

**5. Grund für die Begutachtung und Zustand des Baumes:**

Dieser Mammutbaum wurde als erster seiner Art im Jahre 1856 (geändert am 20.1.2010 auf „1865“) von der Wilhelma an die Stadt Freudenstadt abgegeben. Er stellt deshalb für die Stadt einen besonderen Wert dar.

Trotz Artilleriebeschusses des Marktplatzes überlebte er diese Kriegswirren ohne größere Schäden und ist gewissermaßen ein sichtbares Zeichen für den Wiederaufbau.

Außerdem ist ein Mammutbaum in dieser Höhenlage als Seltenheit zu bezeichnen.

Herr Rittmann stellte nun fest, dass herabhängende Äste aufgerissen sind und sog. „Unglücksbalken“ ausbilden.

Außerdem ist die einwandfreie Verankerung im Boden fraglich, da sich im unmittelbaren Bereich früher Kleingärten und ein Tennisplatz befanden. Es ist somit davon auszugehen, dass Erdarbeiten,

welche durchaus zu Wurzelverletzungen führen können, möglich sind.

In beiderseitigem Einvernehmen wurde, weil die beiden speziellen Geräte derzeit beim unterzeichnenden Sachverständigen noch nicht vorhanden sind, beschlossen, Herrn Frank Rinn mit einer Wurzelmessung und auch eine Kontrolle mit dem neuen elektronisch gesteuerten Resistograph(®) durchzuführen.

## 6. Vorgehen des Sachverständigen:

Bei derartig wertvollen Bäumen, welche aber mit entsprechenden Fehlern auch ein erhebliches Gefahrenpotential darstellen können, erfolgt in der Regel eine eingehende gerätetechnische Untersuchung. Letztendlich geschieht das aber nicht nur aus Sicherheitsgründen, sondern auch, dass nicht ein noch erhaltungsfähiger Baum zu früh entfernt wird.

Die zusätzliche Untersuchung mit dem „Arboradix“, welches gleichermaßen wie das Arbotom funktioniert, wurde wegen der Möglichkeit von Wurzelverletzungen im Bereich des ehemaligen Tennisplatzes durchgeführt.

Eine Sanierung der Krone wäre bei solchen Schäden nicht mehr sinnvoll.

Damit die Art der Untersuchungen für Auftraggeber und Eigentümer nachvollzogen werden können, soll hier eine kurze Erläuterung der Untersuchungsmethoden erfolgen:

Der Baum wurde zunächst sowohl optisch begutachtet als dann auch gerätetechnisch mit dem Arbotomgerät, dem Arboradix bzw. auch dem Resistographen untersucht.

Zur Untersuchung der Kronenäste wurde eine extra hierfür von der Stadt Freudenstadt angemietet Hubarbeitsbühne verwendet.

Bei der Untersuchung nach der **VTA - Methode** versucht der Sachverständige bestimmte positive oder negative Merkmale äußerlich zu erkennen, welche auf den Zustand des Baumes schließen lassen. Nachfolgend einige wenige Beispiele:

Viele Schäden sind bereits am Rindenbild oder an Wuchsanomalien erkennbar. Z. B. zeichnen sich größere Faulherde durch Aufwölbungen ab. Durch aufsteigende Wurzelfäule bilden manche Bäume einen „Flaschenhals“ und extrem starke Wurzelanläufe aus. Hier lagert der Baum vermehrt gesundes Gewebe an, um den Verlust durch das abgefaule Holz zu kompensieren. Die am deut-

lichsten sichtbaren Zeichen sind z.B. offene Faulhöhlen oder näs-sende Stellen.

Gefährliche Zwiesel bilden regelrechte Nasen aus, welche dem Fachmann anzeigen, dass das Holz darunter in Bewegung ist.

Abgefaultes Wurzelwerk und daraus resultierende Neigung des Baumes lässt sich sowohl an der Stammform als auch am Boden ablesen

### 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 gegebenenfalls die Kombination mit Bohrwiderstandsmessungen 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  $\frac{1}{3}$  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 unter-

schiedlichen 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 Querschnitte 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, also einzelne Messung handelt. Beim Rückschluss auf den Querschnittzustand können erhebliche Ungenauigkeiten auftreten, die ohne Tomographie oder etliche Zusatzbohrungen nicht quantifizierbar sind.

## **7. Ergebnisse der Untersuchungen:**

### **a) Ergebnis der optischen Begutachtung:**

Am durch Beschuss im Jahre 1945 verlorenen Gipfel haben sich wieder neue Gipfel gebildet. Diese sind stabil und im Übrigen auch durchaus mammutbaumtypisch. Mammutbäume in Kalifornien sehen nach Blitzschlag genau so aus. Diese Stämmlinge und auch ein starker Ast sind durch Kronensicherungen abgesichert.

Mehrere sehr starke Äste sind stark nach unten gebogen. Durch Windbewegungen haben Sie sich mehr oder weniger „aufgedreht“ und bilden sog. „Unglücksbalken“. Es ist jederzeit möglich, dass wiederum ein Astabwurf erfolgt.

Dies ist nicht unbedingt als Fehler am Baum zu sehen, sondern eben auch mammutbaumtypisch; die langen herabhängenden Äste werden sehr oft im Wind gedreht und reißen auf, um schließlich abzuknicken. In Natur sind Mammutbäume auf bis über 40 Meter Höhe astfrei.

Optisch ist der Baum sonst weitgehend gesund. Auffallend ist die etwas schütterere Benadelung im untersten Kronenteil.

Diese kann drei Ursachen haben:

- a) Natürlicher Abgang von Zweigmaterial in Folge des Alters.
- b) Die Trockenheit im Jahre 2003 war für die flach wurzelnden Mammutbäume ein Problem.
- c) Neuartige Waldschäden, wie Sie in den Wäldern um Freudens-  
tadt besonders auch an Fichte zu sehen sind. Diese führen  
ebenfalls zu einer Verlichtung.

**b) Ergebnis der Arbotomuntersuchungen:**

Die Messung wurde in 40 cm Höhe durchgeführt.

Die Laufzeiten und Geschwindigkeiten sind für diesen Baum als  
durchaus normal anzusehen.

Die rot eingefärbten Bereiche im Tomogramm wurden wahr-  
scheinlich hauptsächlich durch eingeschlossene Rinde zwischen  
den Wurzeln erzeugt und wohl kaum durch innere Schäden.  
Aber selbst, wenn dies geschädigte Bereiche wären, würde ich  
darin keine Gefährdung der Bruchsicherheit des Stammes se-  
hen, da dies erst einen relativ kleinen Querschnitt des Stammes  
betrifft. Die für die Stabilität wichtigen Bereiche sind in einem gu-  
ten Zustand.

Die Mechanik – Grafik weist nach, dass das Widerstandsmo-  
ment gegen Biegung ausreicht. Durch die Windbelastung hat  
sich der Baum in Richtung Westen stabilisiert (grüner Pfeil), das  
gewichtete Verhältnis weicht nicht viel davon ab (she. auch bei-  
gefügte Erläuterungen Seite sechs).

**c) Ergebnis der Arboradixmessung der Wurzeln:**

Das Wurzelendiagramm zeigt sehr deutlich die Stabilität des Wur-  
zelwerks auf. Auf einem Querschnitt von über 14 Metern sind  
Wurzeln nachweisbar. Als Regel gilt, dass die Wurzeln mindes-  
tens den zweifachen Stammdurchmesser betragen sollten. Der  
Baum übertrifft dies bei weitem und ist somit noch sehr wirksam  
im Boden verankert.

Lediglich im Nordosten im Bereich des Fußweges sind weniger  
und schwächere Signale zum Baum gelangt.

**d) Ergebnis der Resistographmessungen;**

Im Bereich des schwächeren Wurzelwerks, ausgehend von dem  
Wurzelanlauf bei Sensor drei wurde zur genauen Abklärung eine  
Resistograph (®) Bohrwiderstandsmessung durchgeführt. Der  
gleichmäßige Jahrringsaufbau ohne irgendwelche Absenkungen  
zeigt, dass der Wurzelanlauf gesund ist.



Das schwächere Wurzelwerk hier dürfte eine Folge des Fußweges sein

### **8. Folgerungen:**

Der Baum ist nach derzeitigem Stand bruch- und standsicher; in dieser Beziehung besteht keine Gefahr.

Eine latente Gefahr bilden vielmehr die aufgerissenen und teilweise abgeknickten Äste.

### **9. Notwendige Maßnahmen:**

Der ca. 20 cm dicke Ast, welcher sich über einen der neuen Stämmlinge gelegt hat und dann senkrecht in Richtung Süden herabhängt, ist in sich verdreht, aufgerissen, oben hohl und innen faul. Er sollte entfernt werden. Das Kronenbild wird dadurch nicht stärker leiden.

Knapp unterhalb der Gabelung befindet sich in Richtung Nordost ein ebenfalls 20 – 25 cm starker Ast, welcher ebenfalls steil nach unten herabhängt. Nach etwa drei Metern Länge ist er abgeknickt, und aufgerissen.

Dieser Ast ist aber gesund und die Wunde ist vom Rand her sehr gut überwält. Er hat sich, zumindest im Augenblick, somit selbst stabilisiert.

Ca. fünf bis sechs Meter unterhalb der Kronenverzweiselung in Richtung Südwesten hängt ebenfalls ein Starkast fast senkrecht nach unten. Er ist stark aufgerissen und hohl, zeigt aber keinerlei Überwallung. Er sollte unmittelbar am Riss unterhalb des Abgangs von Seitenzweigen abgenommen werden. Diese sollten erhalten bleiben.

Sollten zwischenzeitlich weitere Äste aufgerissen sein, so sollten auch diese entnommen werden.

Eine regelmäßige Kontrolle des Astwerks ist notwendig.

Irgendwann wird sich der Astmantel naturgemäß nach oben schieben und somit den Blick auf den mächtigen Stamm frei geben.

Sollte es wieder zu sehr trockenen Sommern kommen, so muss für eine gute Bewässerung gesorgt werden. Am Sinnvollsten hat sich hier (Insel Mainau) eine Bewässerung mit einer Bewässerungsanlage mit kleinen Düsen unterhalb der Kronentraufe bewährt.

Um zu einer Kräftigung des Baumes auf dem äußerst mageren Standort (Oberer Buntsandstein) zu kommen und auch um den neuartigen Waldschäden vorbeugen zu können, sollten eine Bodenverbesserung auch im Feinwurzelbereich, also mindestens bis

zur Traufkante, mit einem der zahlreichen gängigen Mittel und etwa ein bis zwei Jahre später eine Mykorrhizierung mit Endomykorrhiza erfolgen.

#### **10. Schlussbemerkungen:**

Die Messungen beziehen sich auf die angegebene Messhöhe, welche aus der optischen Begutachtung hergeleitet wird.

Bei extremen Witterungsverhältnissen kann jedoch auch ein gesunder Baum versagen!

#### Literatur

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. Pro-Baum 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.

#### **11. Anlagen:**

Ein Ausdruck der Arbotom – Messwerte, 2 Seiten

ein Ausdruck der Flächengrafik,

ein Ausdruck der Wurzelmessung,

Erläuterung der Mechanic- Graphic

ein Messstreifen des Resistographen(®) (Fa Rinn),

sechs Fotos,

Feststellung zum Urheberrecht am Gutachten.

Das Gutachten umfasst mit den Anlagen insgesamt 24 Seiten und wird doppelt ausgefertigt.

Brigachtal, den 14. April 2009

Letulé, Dipl. Ing. (FH)  
(Vom Regierungspräsidium Freiburg öffentlich bestellter  
und vereidigter Sachverständiger für Gehölze)