

**Projekt Nr. 35752/1 der Deutschen Bundesstiftung Umwelt**  
**des Dr. (Univ. Gent) Peter Gittner**  
**Untersuchung der Schallausbreitung in der Rinde von Eichen**

## **Bericht**

Teilnehmer: Dr. Peter Gittner, Dipl.-Ing. Ralf Demmer (IB Demmer)  
Ort: Kreuzung Wannseebadweg / Kronprinzessinnenweg in Berlin  
Messtermin: 22.06.2020  
Objekt: Eiche mit der Katasternummer L.0046 (Genehmigung des zuständigen Bezirksamtes liegt vor)  
Messgeräte: DPC-Scherwellenprüfköpfe und Defektoskop A1220 Monolith (handelsübliche Ultraschall-Scherwellenprüfköpfe)

## Lageplan

Bild 1



# **1. Versuchsbedingen und Versuchsaufbau, Einstellung der Messparameter und Bestimmung der Messpunkte**

## **1.1. Versuchsbedingungen und Versuchsaufbau**

Bei einer Umgebungstemperatur von 27°C und einer Luftfeuchtigkeit von 85% wird an diesem wolkenlosen Tag die Eiche mit der Katasternummer L.0046, gelegen Kreuzung Wannseebadweg / Kronprinzessinnenweg in Berlin von den Versuchsteilnehmern aufgesucht. Zur persönlichen Sicherung der Versuchsteilnehmer stellt die Fa. Baum Büttner einen Steiger bereit. Die etwa 15 Meter hohe Eiche erscheint gesund und weist äußerlich eine typische Rindenstruktur auf. Keine Feuchtigkeit, keine Bemoosung. Die Versuche werden an der sonnenexponierten Südseite des Baumes durchgeführt.

Zunächst werden die Messinstrumente DPC-Scherwellenprüfköpfe und Defektoskop A1220 Monolith auf ihre Einsatzbereitschaft geprüft. Sende- und Empfangsteil sind intakt und die Stromversorgung für etwa 3 Stunden Dauereinsatz gewährleistet.

Sodann werden die Parameter der Messungen eingestellt

## **1.2. Messparameter: Ausbreitungsgeschwindigkeit und Einstellung des Empfangsteils**

Über definierte Abstände vertikaler Messpunkte wird die zugehörige Laufzeit des Ultraschallsignales gemessen und eine mittlere Ausbreitungsgeschwindigkeit von näherungsweise 1000 m/s bestimmt. Dieser Wert wird - außer für Messung (Nr. 23) - für die weiteren Messungen beibehalten. Wegen der in der horizontalen Rindenstruktur ausgeprägten Anisotropie von Holz unterscheidet sich die Ausbreitungsgeschwindigkeit in der Horizontalen von der in der Vertikalen. Zur besseren Vergleichbarkeit der Messergebnisse wird die gleiche Geschwindigkeit von 1000 m/s für beide Richtungen verwendet. Eine Korrektur ist aufgrund der bekannten Entfernungen im Nachhinein noch möglich.

Die Verstärkungseinstellung des Empfangsteils wurde bei der ersten Messung auf 80 dB eingestellt. Für alle weiteren Messungen wurden 100 dB festgelegt.

### **1.3. Bestimmung der Messpunkte**

Auf der Rinde werden mehrere Positionen bestimmt und farblich (weiß) gekennzeichnet (s. Anhang , Bild 2 - 5).

Der erste, zentrale Referenzpunkt (A) wird in Richtung Süden in Höhe von 120 cm über dem Boden eingezeichnet. Von dort ausgehend werden die Punkte D, E und F in der Vertikalen an der Südseite und die Punkte C, G, H, I in der Horizontalen markiert.

In der Vertikalen werden zudem noch an der Ostseite die Referenzpunkte J und K (via G) eingezeichnet.

In der Horizontalen werden auf der Strecke A-I folgende Abstände festgelegt:

Strecke AB 2,5 cm, Strecke BC 10 cm, Strecke CG 20 cm, Strecke GH 23 cm und Strecke HI 17 cm.

In der Vertikalen werden auf der Strecke E-F (Südseite) folgende Abstände festgelegt:

AD 14 cm, AE 26 cm und AF 10 cm. Die Strecken auf der Ostseite betragen für JG 95 cm und für GK 100 cm.

## **2. Durchführung der Messungen**

Die Untersuchungen erfolgen mit den obengenannten handelsüblichen

Scherwellenprüfköpfen, die zur zerstörungsfreien Untersuchung von Materialien - wie Beton oder Verbundstoffe - verwendet werden. Diese werden manuell gegen die Rinde der Eiche angedrückt. Eine Verankerung der Prüfköpfe in der Rinde ist nicht möglich.

Es werden Messungen zwischen den oben beschriebenen Punkten in vertikaler und horizontaler Richtung durchgeführt. Insgesamt werden 13 Messungen in vertikaler und 12 Messungen in horizontaler Richtung durchgeführt.

## **3. Messprotokolle und Interpretation der Messungen**

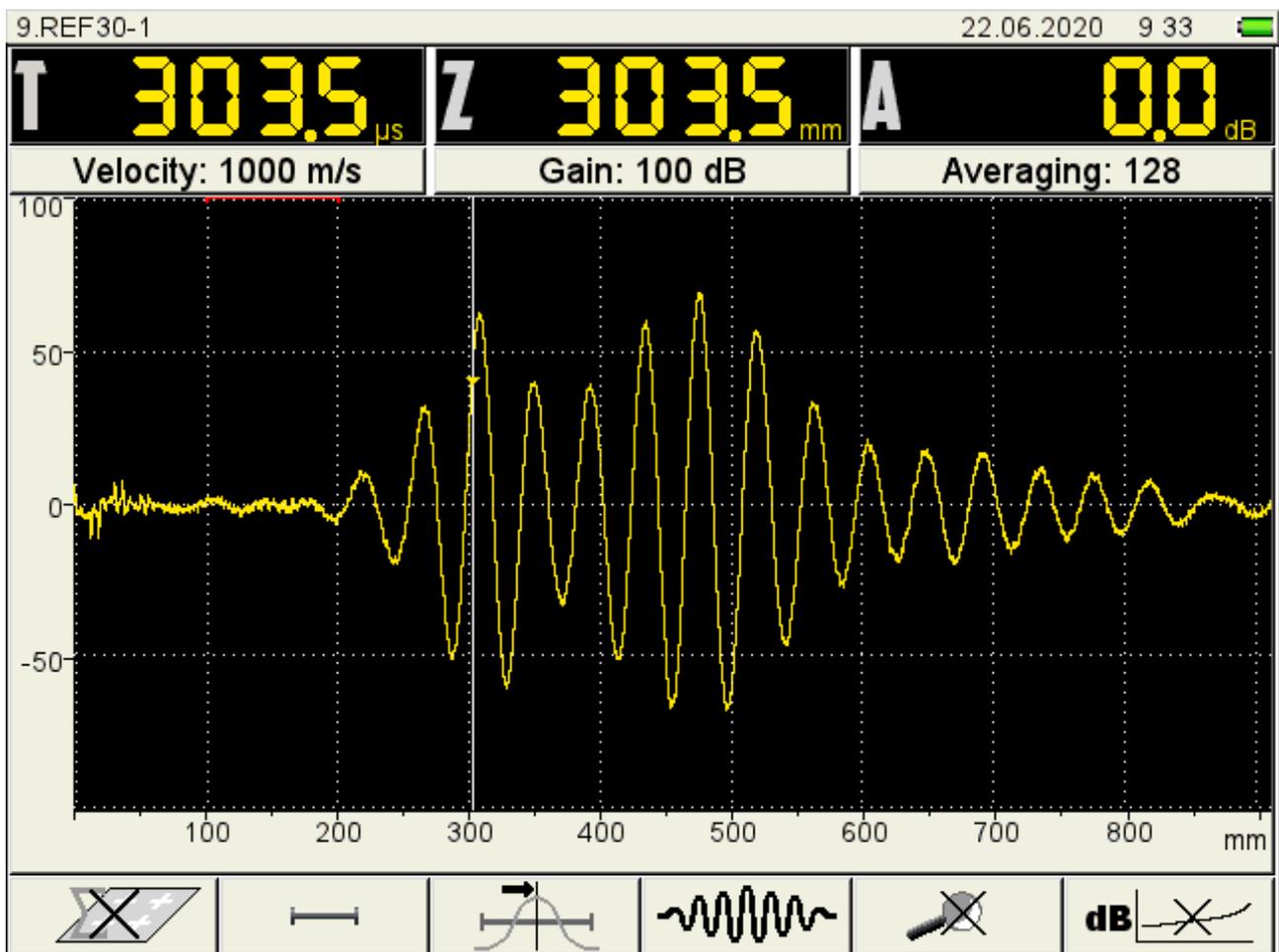
Am Ende der Messreihe stehen acht reproduzierbare und repräsentative Ergebnisse zur Verfügung und zwar je vier Messungen für die vertikale und die horizontale Ausbreitungsrichtung. Jeweils drei Messpunkte werden für eine graphische Darstellung verwendet. (s. Diagramm)

### 3.1. Messprotokolle

#### 3.1.1. Messungen in der horizontalen Ebene

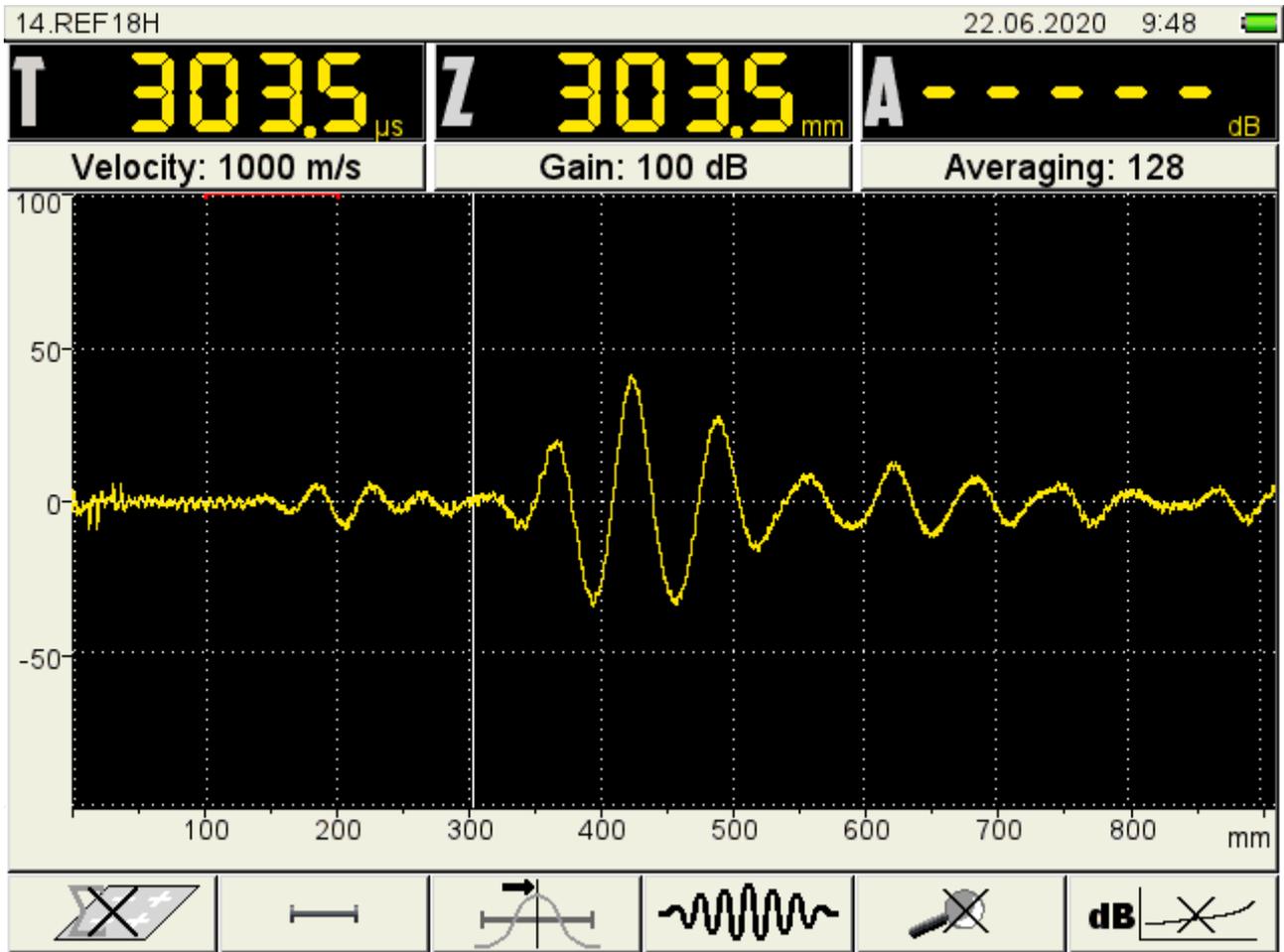
##### 3.1.1.1. Messung Nr. 9, horizontal mit 2,5 cm Abstand, Strecke AB

Amplitude (max.) 24 p



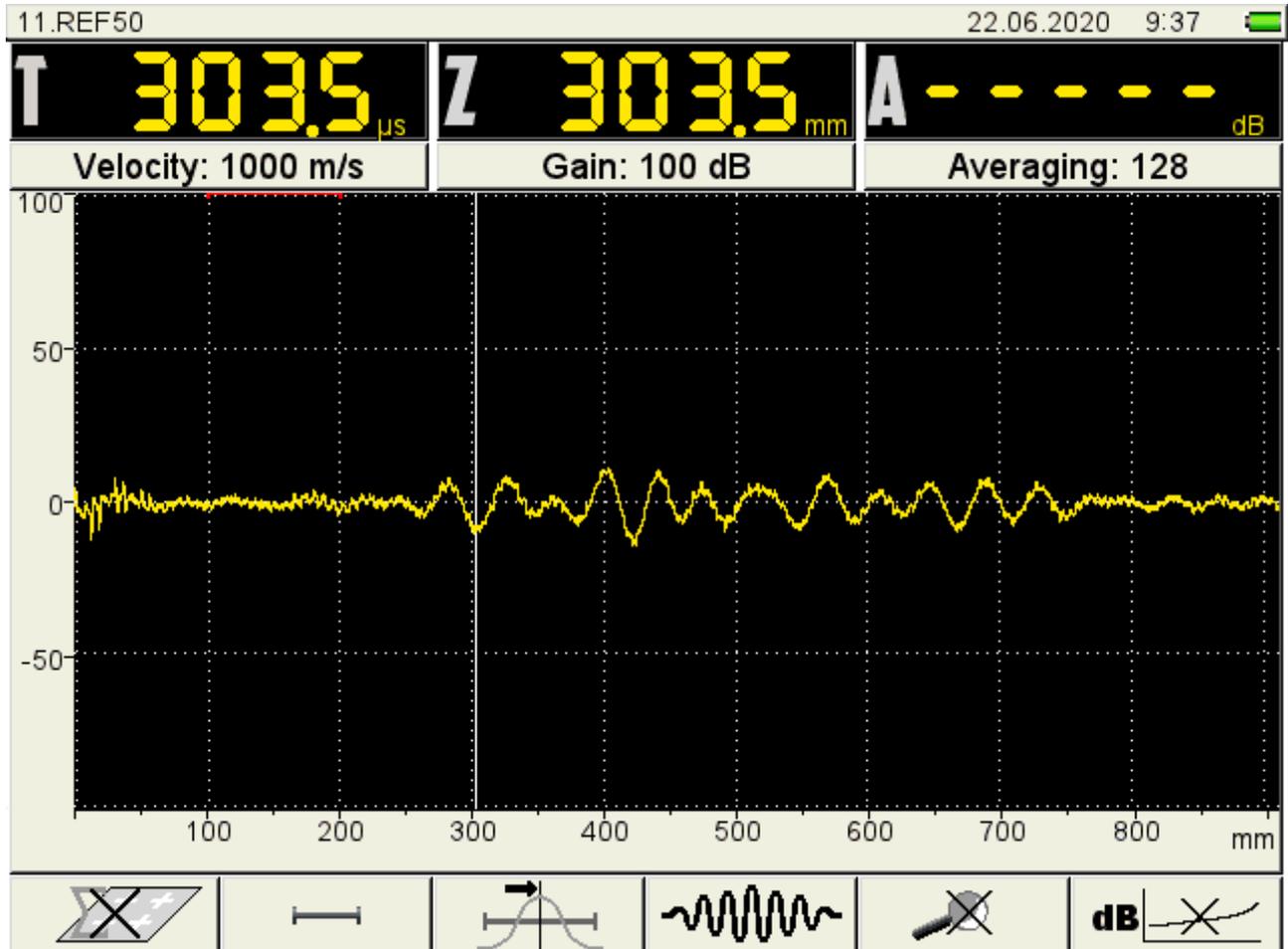
3.1.1.2. Messung Nr.14, horizontal mit 20 cm Abstand, Strecke CG

Amplitude (max.) 13 p



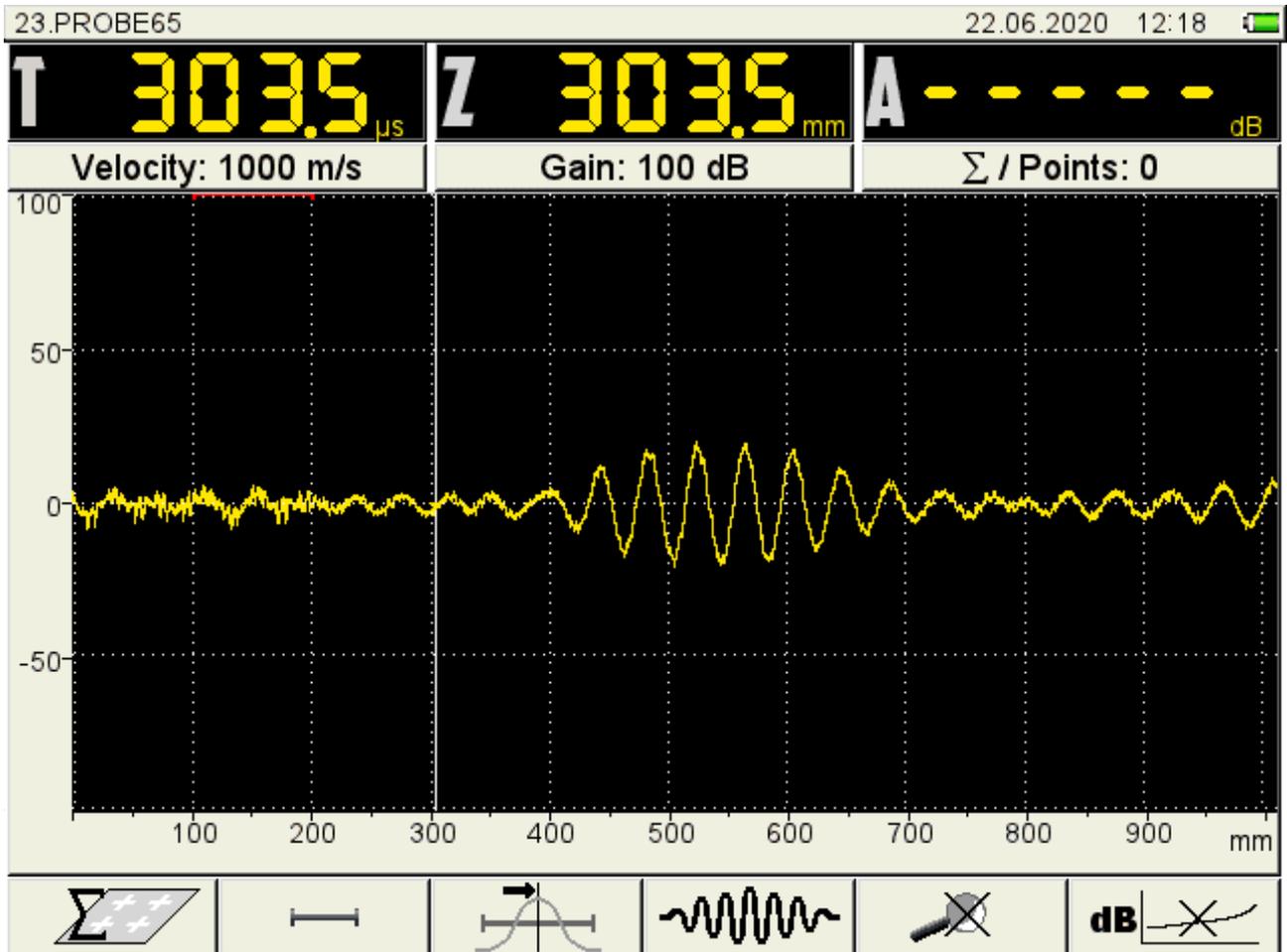
3.1.1.3. Messung Nr. 11, horizontal mit 53 cm Abstand, Strecke BH

Amplitude (max.) 3 p



3.1.1.4. Messung Nr. 23, horizontal mit 62,5 cm Abstand, Strecke AI  
( Geschwindigkeitskorrektur notwendig)

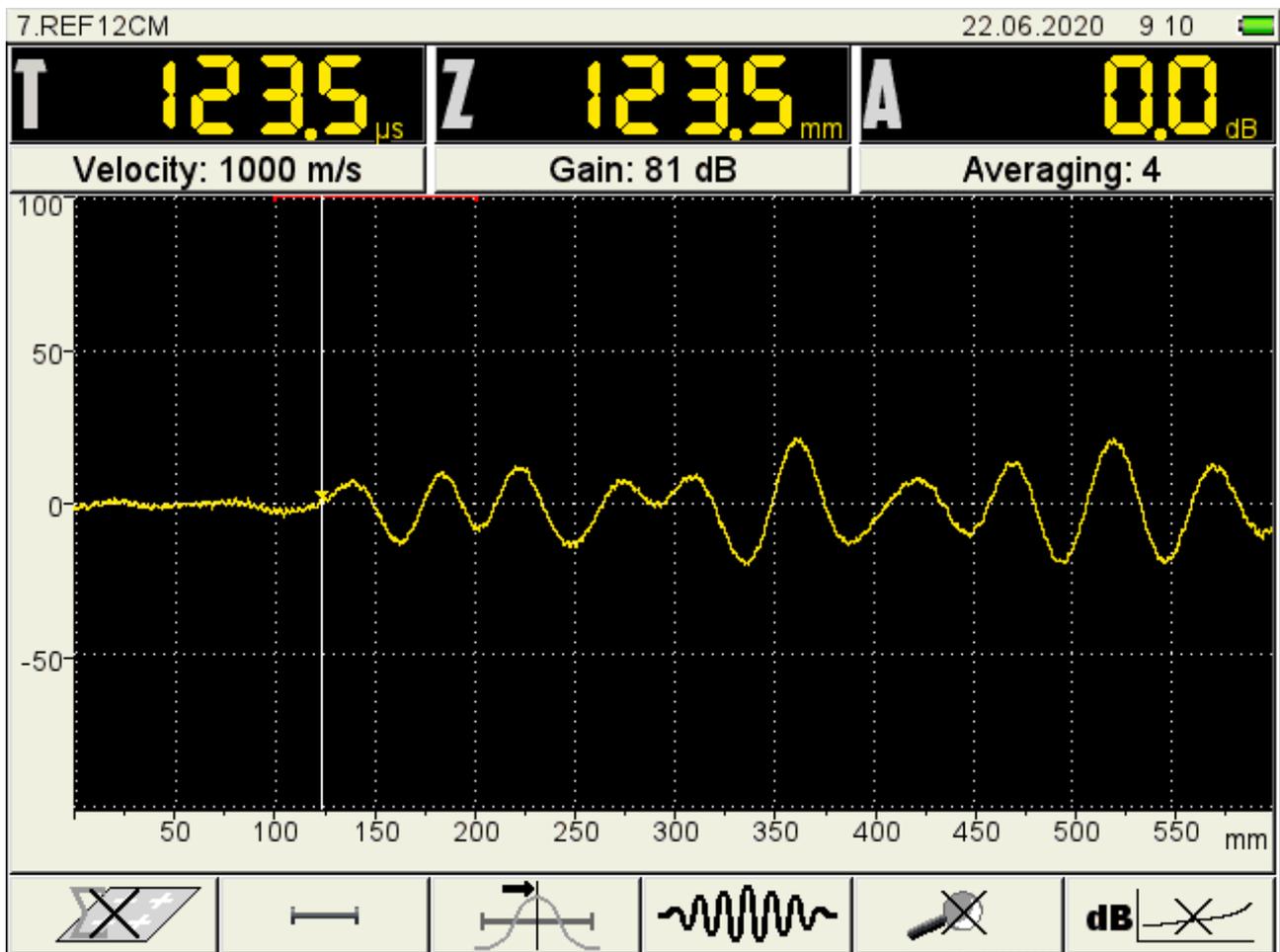
Amplitude (max.) 6 p



### 3.1.2. Messungen in der vertikalen Ebene

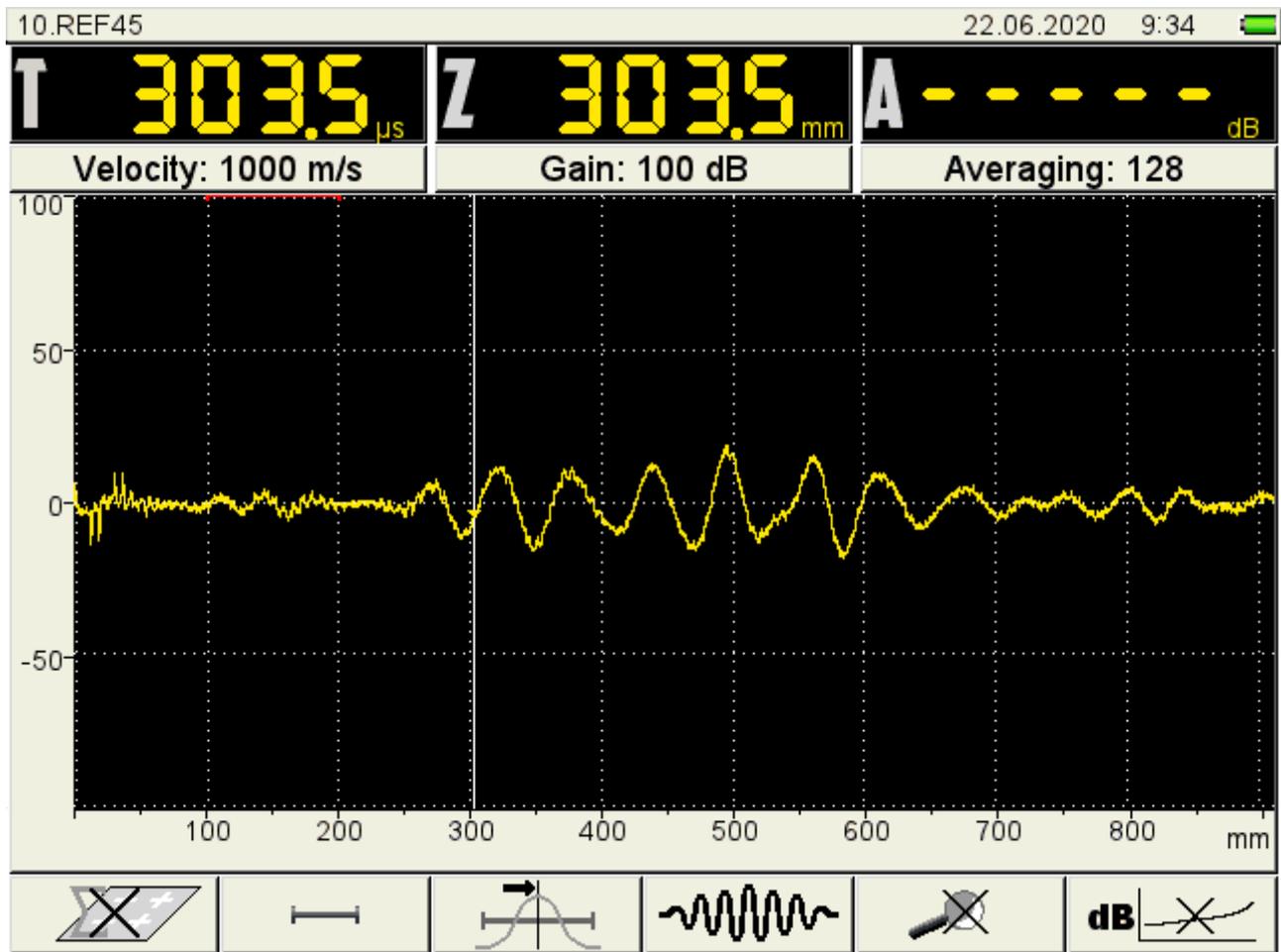
#### 3.1.2.1. Messung Nr. 7, vertikal mit 12 cm Abstand, Strecke DE

Amplitude (max.) 7 p



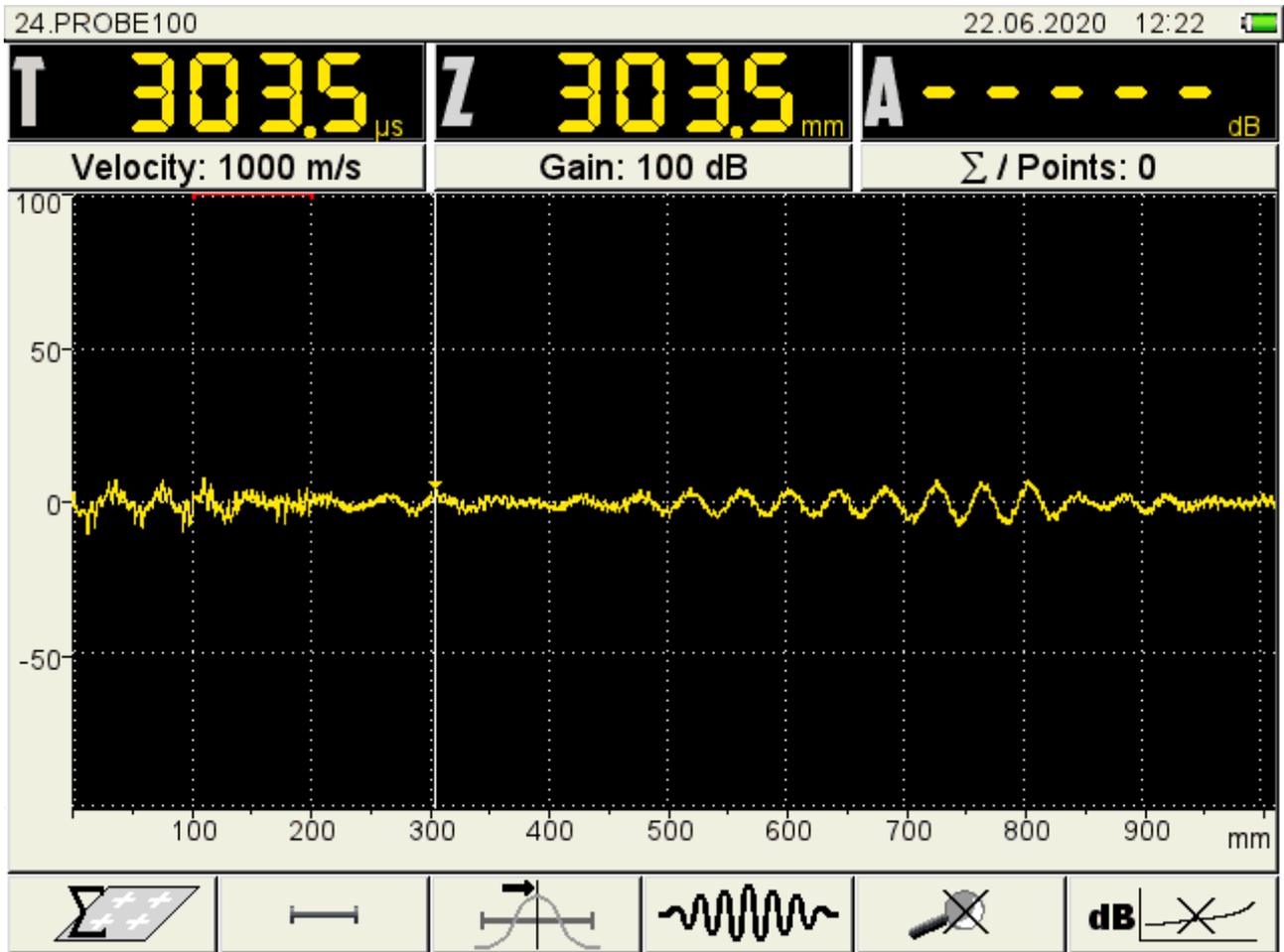
3.1.2.2. Messung Nr. 10, vertikal mit 35 cm Abstand, Strecke EF

Amplitude (max.) 5 p



3.1.2.3. Messung Nr. 24, vertikal mit 95 cm Abstand, Strecke GJ

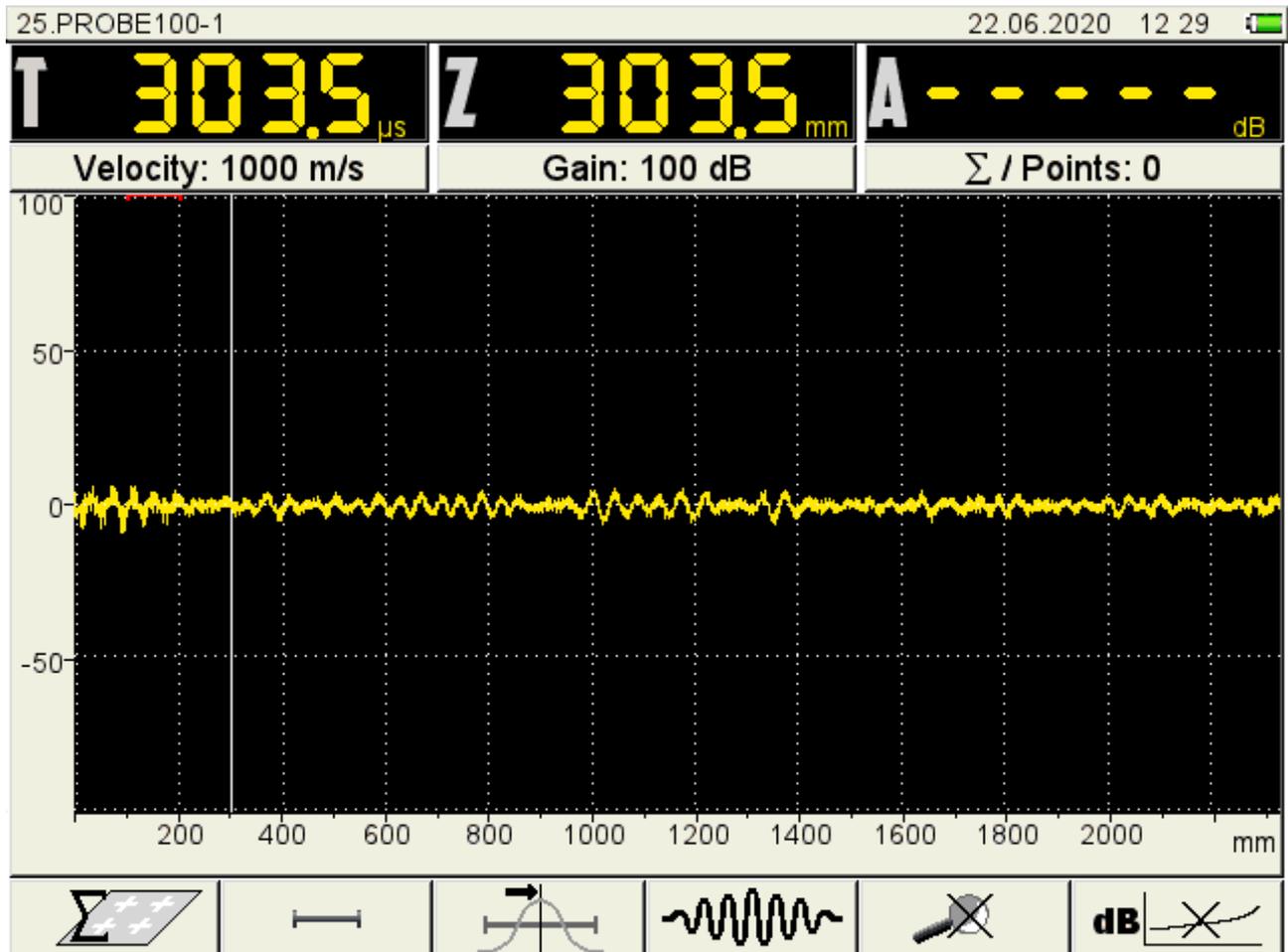
Amplitude (max) 3 p



### 3.1.2.4. Messung Nr. 25, vertikal mit 100 cm Abstand, Strecke GK

Bei dieser Messung gelangt die Konfiguration des Gerätes an die Grenzen ihrer technischen Möglichkeiten. Eine Interpretation ist nur noch bedingt möglich.

Amplitude (max.) 1 p



### 3.2. Interpretation der Messungen

Mit den Messungen konnte die Ausbreitung von Ultraschallschwerwellen in der Rinde einer Eiche nachgewiesen werden. In vertikaler Ausbreitungsrichtung sind die Signale bis zu einer Entfernung von ca. 95 cm zwischen Sender und Empfänger registrierbar. In horizontaler Ebene ist eine Ausbreitung bis zu einer Entfernung von 65 cm messbar.

In der graphischen Auswertung der Messungsergebnisse mittels eines Entfernung-Amplituden-diagramms werden zwei Kurven dargestellt. Auf der x-Achse sind die Messstrecken in cm zwischen Signalgeber und Signalempfänger aufgetragen. Auf der y-Achse werden die aus den Messkurven ablesbaren maximalen Kurvenausschläge (Amplituden) in Punkten eingetragen.

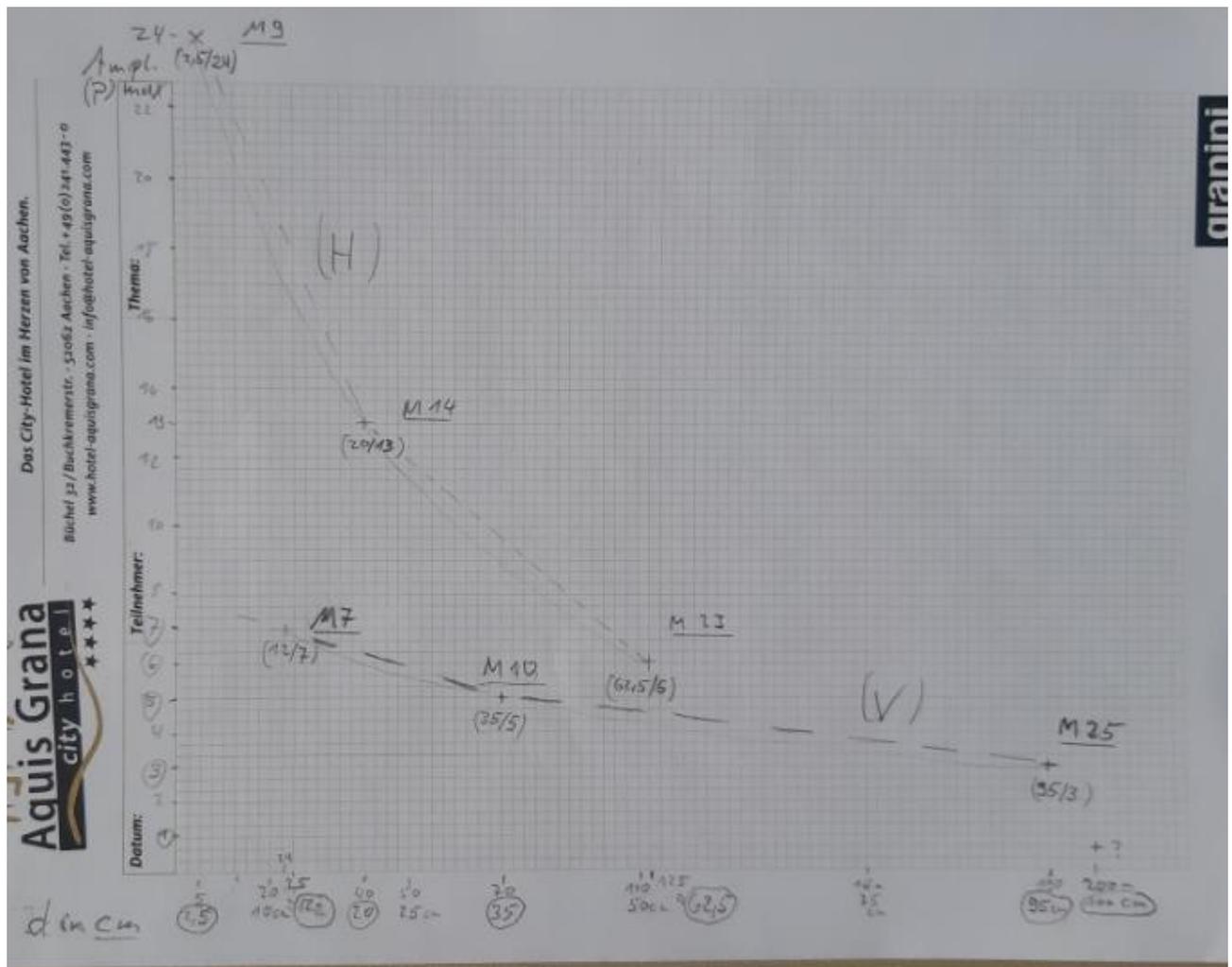
Die Kurve (H) mit den Messungen M 9, M 14 und M23 gibt den daraus ableitbaren Dämpfungsverlauf in der horizontalen Ausbreitungsrichtung wieder.

Die Kurve (V) zeigt den Dämpfungsverlauf der vertikalen Messreihe anhand der Messpunkte M 7, M 10 und M 25.

Es stellt sich für die Kurve (V) eine schwellentypische, linear abstandsabhängige Dämpfung dar. Bis zu einer Entfernung von 95 cm sind die Signale registrierbar.

Die Kurve (H) zeigt einen mit der Entfernung deutlich ausgeprägteren Dämpfungsverlauf als die Kurve (V). Die Amplituden stellen sich jedoch in der horizontalen Ebene unterhalb 63 cm deutlich höher dar, als in der vertikalen Ausbreitungsrichtung.

## Diagramm



## 4. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Der Versuch hat gezeigt, dass in der Rinde eines Baumes Ultraschallimpulse über eine Entfernung von etwa einem Meter registrierbar sind.

Damit konnte erstmals die theoretische Annahme der Übertragung von Ultraschallscherwellen in Baumrinden experimentell nachgewiesen werden.

Zudem bestätigte die Versuchsreihe, dass auch in Baumrinden eine für Transversalwellen typische lineare Dämpfung auftritt. Dies ist insofern von Bedeutung, als dass es durch diesen Effekt zu einer - gegenüber Longitudinalwellen - deutlich geringeren Dämpfung kommt, was sich entsprechend günstig auf die Energiebilanz auswirkt.

Der Versuch zeigte zudem, dass die für den geplanten Einsatz (Verhinderung der Eiablage von EPS) erforderlichen Schallübertragungsstrecken mit einem auf der Rinde aufgesetzten konventionellen Ultraschallgeber, so wie er im Versuch benutzt wurde, nicht erreicht werden können.

Eine wesentliche Verbesserung der Ergebnisse ist durch den Einsatz von Geräten zu erwarten, bei denen der Schallgeber in der Rinde verankert werden kann. Zudem ist davon auszugehen, dass eine höhere Verstärkungsreserve zielführend wären.

Dafür geeignete Prüfköpfe sind jedoch nicht im Handel erhältlich.

Herr Demmer erörterte die Problematik mit Dipl. Ing. Dr. Hasenstab.

Gemeinsam entwickelten Sie einen entsprechenden, verankerungsfähigen Prüfkopf.

Da Dr. Hasenstab an der Verwendung dieses Prüfkopfes interessiert ist, wurde zwischen den Herren vereinbart, dass Herr Dr. Hasenstab die Entwicklungskosten trägt und im Gegenzug Eigentümer dieser Einzelanfertigung wird.

Herr Demmer teilte mir zwischenzeitlich mit, dass Dr. Hasenstab die Messeinheit gegen eine Leihgebühr von 100 € zur Verfügung stelle.

## **5. Weitere Forschungsplanung**

Nächstes Etappenziel ist es, in einer weiteren Versuchsreihe festzustellen, wie weit sich die Scherwellen unter optimierten Bedingungen - wie höheren Verstärkungsleistungen, einem erweiterten Filterverfahren und durch Verankerung des Signalgebers in der Rinde - ausbreiten. Damit wäre auch eine Abschätzung der erforderlichen Bestückung eines Baumes möglich.

Hinsichtlich der möglichen biologischen Wirksamkeit des Ultraschallverfahrens ist die Frage der Hörbarkeit der Signale durch das Insekt von entscheidender Bedeutung.

Da die Registrierung der Schallimpulse mit der verwendeten Apparatur erst ab einem Lautstärkebereich von mehr als 20 dB möglich ist, ist es sehr wahrscheinlich, dass die Schallimpulse auch für das Insekt hörbar sind.

Dies ergibt sich aus daraus, dass Körperschallaufnehmer bzw. deren Verstärkerteile einen

Eigenrauschanteil von 10 - 20 dB haben. Da das Insekt dieses technische Problem nicht hat, ist von einer Schallaufnahme durch das Tier von unter 20 dB auszugehen. Zudem ist der gewöhnliche Umgebungsschall in der Natur von bis zu 40 dB als Maskierungsfaktor für die Schallregistrierung durch das Insekt bedeutungslos, da dessen Hörschwelle für Luftschall oberhalb 40 dB liegt und somit die Wahrnehmung des Luftschalles die Wahrnehmung des Körperschalles nicht übertönt.

Trotz dieser theoretischen Annahmen sollte der Versuch unternommen werden, mit hochempfindlichen Körperschallmikrofonen die dem Insekt angebotene Lautstärken so genau wie möglich zu bestimmen. Von der Firma Brüel & Kjaer in Bremen liegt mir ein Angebot zur Ausleihe solcher Mikrophone vor.

Im weiteren Projektverlauf ist zeitnah (in der Zeit vom 08.09.2020 und 25.09.2020) ein voraussichtlich dreitägiger Besuch der Abteilung für Lepidopterenforschung an der Faculteit der Naturwetenschappen in Amsterdam unter Leitung von Prof. Astrid Groot vorgesehen. Sie hat mich eingeladen, an ihrem Institut die Versuche durchzuführen. Das dafür erforderliche Equipment werde man mir kostenfrei zur Verfügung stellen.

Dabei soll die Fragestellung unter Punkt 5.1 des Antrages vom 16.05.2020, "Forschung zum Nachweis einer Wirkung der Ultraschallsignale auf das Insekt", beantwortet werden. Um feststellen zu können, ob die erwünschte biologische Wirkungen tatsächlich eintritt, sind zunächst Versuche mit Nachtfaltern geplant, die einer direkten Beschallung mit Luftschall während der Eiablage ausgesetzt werden.

Es ist geplant, die Versuche in Amsterdam vor der Fortführung der Messversuche in Berlin durchzuführen.

Dr. (Univ. Gent) Peter Gittner

Aachen, 30.08.2020

Anhang Bilder 2-5

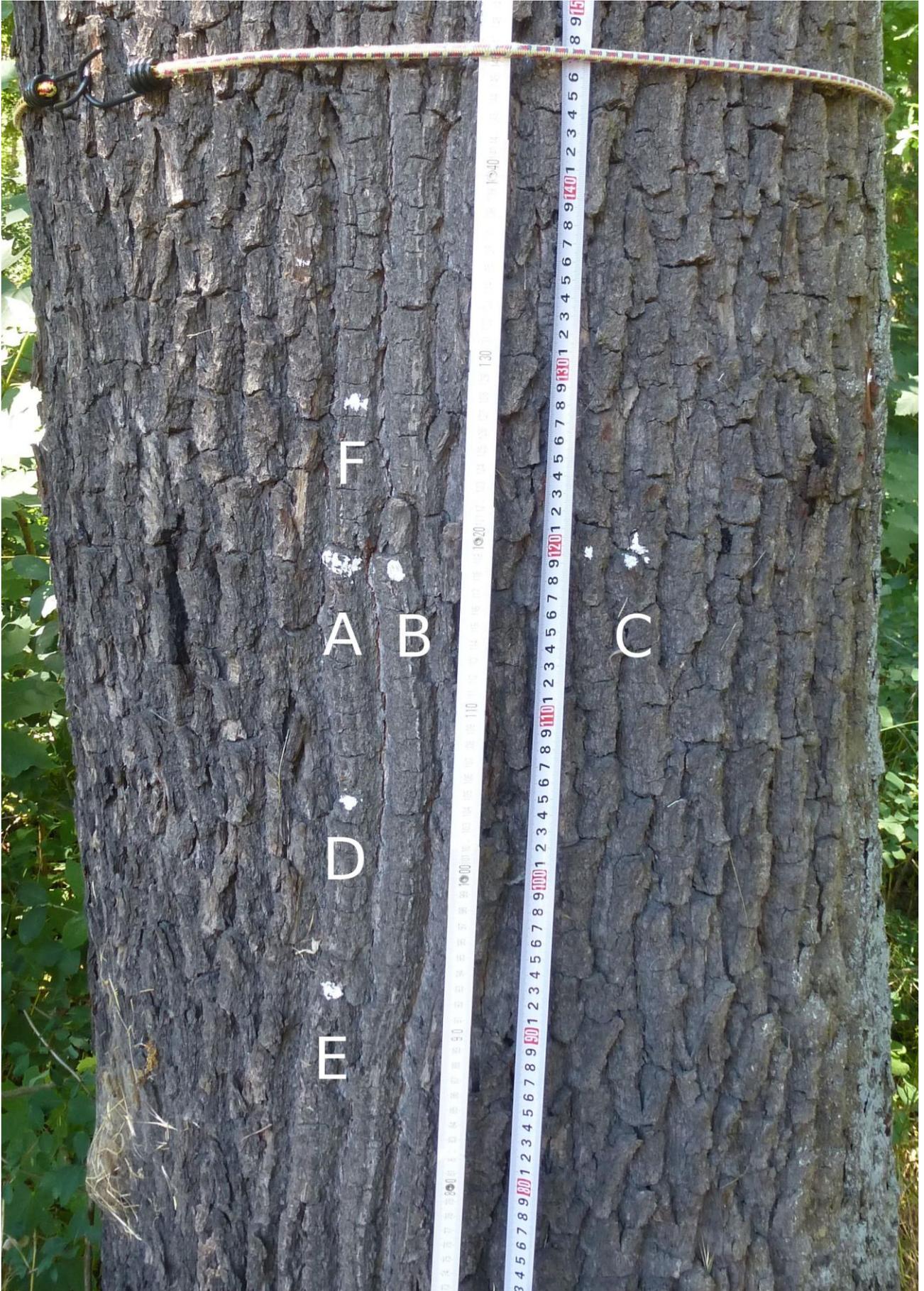


Bild 2



Bild 3



Bild 4

Bild 5

