

# Bildgebende Ultraschallhandprüfeinrichtung für die Ausbildung

Daniel KOTSCHATE, Stephan GOHLISCH, Thomas HECKEL,  
BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung  
Fachgruppe 8.4, Akustische und Elektromagnetische Verfahren  
Arbeitsgruppe 8.43, Ultraschallsonderprüftechniken  
Unter den Eichen 87, 12205 Berlin  
Tel.: +49 30 8104 4661  
Fax.: +49 30 8104 1846  
[daniel.kotschate@bam.de](mailto:daniel.kotschate@bam.de)

Fred SONDERMANN,  
DGZfP-Ausbildungszentrum  
Schillerplatz 3, 19322 Wittenberge  
Tel.: +49 3877 5619 12  
Fax.: +49 3877 5619 19  
[sd@dgzfp.de](mailto:sd@dgzfp.de)

**Kurzfassung.** Um den vermehrten Einsatz von mechanisierten Prüfeinrichtungen bei der Ultraschallprüfung in der Ausbildung Rechnung zu tragen, ist es wünschenswert, dieses Themenfeld bereits zu einem frühen Zeitpunkt in die Ultraschallkurse zu integrieren. Aus diesem Grund wurde für die Ausbildung bei der DGZfP in Zusammenarbeit mit der BAM ein teilmechanisiertes Ultraschall-Prüfsystem entwickelt.

Das System basiert auf einem handelsüblichen Ultraschallgerät für die Handprüfung und einem Netbook-Computer. Die berührungslose Positionserfassung wird über den Blenden-Ausgang des Ultraschallgerätes getriggert und die Daten werden mittels Infrarot- und Bluetoothtechnik übertragen. Dies ermöglicht einen kompakten und portablen Aufbau mit kurzen Einrichtzeiten, der sich im Rahmen einer Lehrveranstaltung effektiv einsetzen lässt. Die Ergebnisdarstellung erfolgt mit C-Bildern.

An einfachen Übungsstücken können die Kursteilnehmer, dicht an die Handprüfung angelehnt, die Methoden und Randbedingungen einer mechanisierten Prüfung erfahren.

## Einführung

Speziell für die Ausbildung UT1-M2 im Ausbildungszentrum Wittenberge werden Ultraschallprüfsysteme benötigt, mit denen die Teilnehmer an das Thema mechanisierte Ultraschallprüfung herangeführt werden sollen. Hierbei stehen insbesondere die Themen Positionserfassung und –auflösung neben der Bilddarstellung mittels A-, B-, C- und D-Bildern im Vordergrund. Aufbauend auf einem Prüfsystem, welches bei der Handprüfung Anwendung findet, wurde ein teilmechanisiertes und handgeführtes Prüfsystem entwickelt,

welches mit Hilfe eines PC die Darstellung von C- und D-Bildern erlaubt. Die Erfassung der Prüfkopfposition und die Übertragung der Messdaten erfolgt hierbei drahtlos.

## **Systemkomponenten**

Das eigentliche Ultraschallprüfsystem besteht aus einem handelsüblichem Ultraschallprüfgerät und einem Senkrechtprüfkopf, wie es regelmäßig im Ausbildungsbetrieb eingesetzt wird. Dieses System wurde um drei Komponenten ergänzt: Einem Blendenmodul, welches die Amplituden- und Laufzeitwerte die das Ultraschallgerät ausgibt digitalisiert, einem Positionsmodul, welches die Prüfkopfposition berührungslos erfasst und einem PC, welcher die Amplituden-, Laufzeit- und Positionsdaten auswertet und die Prüfergebnisse online in Form von C- und D-Bildern darstellt. Um die Position des Prüfkopfes zu erfassen, wird auf dem Prüfkopf eine Infrarot-LED befestigt.

### **Blendenmodul**

Typischerweise geben Ultraschallgeräte Blendeninformationen als digitale (überschritten bzw. unterschritten) oder analoge Werte (Amplitudenhöhe in % Bildschirmhöhe oder Laufzeit in % Blendenlänge) aus. Das im Rahmen dieses Projektes entwickelte Blendenmodul kann zwei Analogwerte mit einer Auflösung von 10 Bit oder zwei Digitalwerte als TTL-Signal erfassen. Mit dieser Schnittstelle kann das Modul an alle gängigen Ultraschallhandprüfgeräte mit Blendenausgang adaptiert werden. Im Ausbildungszentrum Wittenberge werden für diese Prüfaufgabe Geräte vom Typ USM 25 verwendet. Es wird hierbei die Blendenüberschreitung als digitales Signal und die Laufzeit als analoges Signal übertragen. Die Datenübertragung erfolgt als serieller Datenstrom via Bluetooth mit einer konstanten Übertragungsrate von 60 Hz. Das Positionsmodul ist für den Netzbetrieb oder Akkubetrieb mit einer Laufzeit von ca. 12 Stunden ausgelegt.

### **Positionsmodul**

Das im Rahmen dieses Projektes entwickelte Positionsmodul erfasst mit Hilfe eines integrierten Infrarotempfängers die Position der auf dem Prüfkopf montierten Infrarot-LED. Die Koordinatenerfassung erfolgt zweidimensional in einem konstanten Zeitintervall von 16,67 ms. Die Auflösung der Koordinatenebene wird vom Abstand des Prüfkopfes zum Sensor und dem Neigungswinkel des Sensors zur Bauteiloberfläche bestimmt. Bei einem Abstand von ca. 700 mm kann eine Auflösung von zirka einem Quadratmillimeter erreicht werden. Mit diesem Abstand können die üblichen Übungsstücke der praktischen DGZfP-Ultraschallausbildung abgedeckt werden. Die Datenübertragung der X/Y-Koordinaten erfolgt ebenfalls als serieller Datenstrom via Bluetooth. Das Positionsmodul ist für den Netzbetrieb oder Akkubetrieb mit einer Laufzeit von ca. 12 Stunden ausgelegt.

### **Infrarot-LED**

Die Infrarot-LED ist in einem separaten Gehäuse eingebaut, welches so auf handelsüblichen Senkrechtprüfköpfen positioniert werden kann, dass die LED direkt über dem Schallaustrittspunkt zu sitzen kommt. Somit bezeichnet die LED die Position des Zentralstrahles des Schallbündels. Wird die LED mit dem Finger zugedeckt, so wird keine Position erfasst und der Prüfkopf kann ohne Datenaufnahme bewegt werden. Diese Funktion ist z. B. bei der Zuführung und Verteilung von Koppelmittel sinnvoll. Die Stromversorgung der LED kann entweder über einen Adapter von den

Schnittstellenanschlüssen des Ultraschallgerätes oder von einer USB-Buchse des PCs erfolgen.

## **PC und Software**

Es kann jeder handelsübliche PC mit Windows-Betriebssystem für den Betrieb der Prüfsoftware verwendet werden. Für den mobilen Versuchsaufbau im Rahmen einer Ultraschallausbildung bietet sich jedoch die Nutzung eines Tablet-PCs oder Netbooks mit Touch-Screen Bedienung an. Der PC muss mit einem internen oder externen Bluetooth-Adapter ausgerüstet sein. Die Prüfsoftware stellt das Ergebnisbild in Form eines kombinierten C- und D-Bildes in kartesischen Koordinaten online dar. Hierbei erfolgt entweder die Darstellung der Amplitude oder der Laufzeit als Farbcodierung. Die Software ist speziell an die Anforderungen der Ausbildung angepasst, so dass nur die von den Teilnehmern relevanten Informationen für die Prüfung vor der Durchführung der Übungsaufgabe eingegeben werden müssen.

## **Ablauf der Prüfung**

In einem ersten Schritt erarbeiten die Kurssteilnehmer die Einstellparameter für die Prüfaufgabe und justieren das Ultraschallgerät entsprechend, inklusive der Einstellung der Blenden und Blendenausgänge. In einem zweiten Schritt erarbeiten die Kurssteilnehmer die Parameter für die Positionserfassung, wie z.B. Spurbstand, Messpunktauflösung, Fahrbereiche, etc. Anschließend werden diese Parameter in die Prüfsoftware eingegeben. Hierzu wird in den folgenden Schritten vorgegangen:

1. Herstellen der Verbindungen zum Blenden- und Positionsmodul
2. Eingabe des Prüfbereiches
3. Eingabe der Messpunktauflösung
4. Kalibrieren der Positionserfassung
5. Durchführung der Prüfung

Die aufgenommenen Blendeninformationen werden ortsbezogen online dargestellt und das Bild entsteht interaktiv.

## **Einführung in die Ausbildung**

Ein Prüfsystem wird ab August im Ausbildungszentrum Wittenberge im Rahmen des Kurses UT1-M2 eingesetzt und auf Praxistauglichkeit im Rahmen einer Übungsaufgabe getestet. Nach Umsetzung der Erfahrungen aus dieser Testphase und gegebenenfalls notwendigen Optimierungen werden zwei Prüfsysteme ab Oktober planmäßig in mehreren überarbeiteten Übungsaufgaben bei der Ausbildung in den Kursen UT1-M2 und UT1-M4 eingesetzt. Auch die Einbindung einer Vorführung im Rahmen der Ultraschallausbildung zur Stufe 2 ist denkbar.

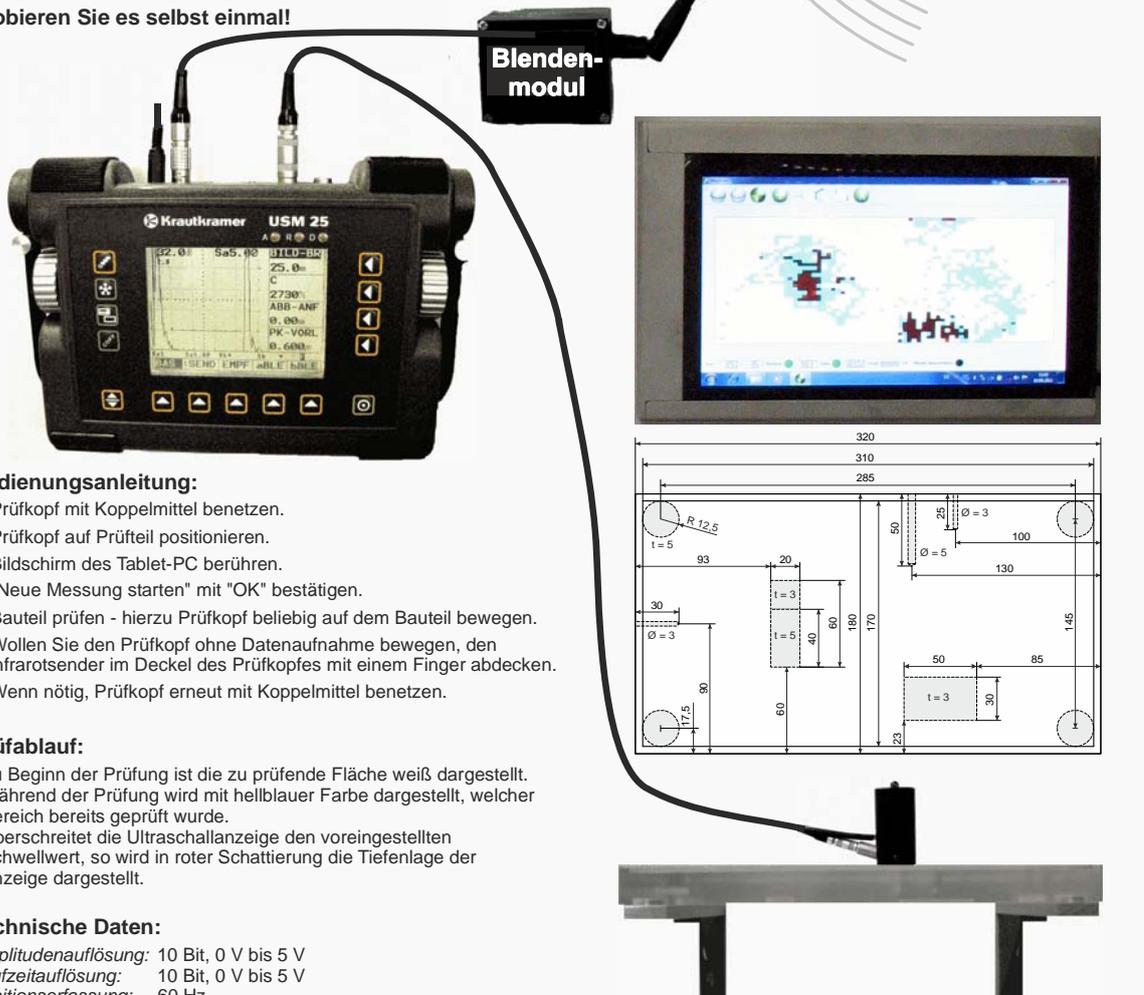
# Bildgebende Ultraschallhandprüf- einrichtung für die Ausbildung

D. Kotschate, S. Gohlisch, T. Heckel  
BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin  
F. Sondermann, DGZfP Ausbildung und Training GmbH, Wittenberge

Um auf den gestiegenen Ausbildungsbedarf im Bereich mechanisierter Ultraschallprüfung zu reagieren, wurde eine Prüfeinrichtung entwickelt, mit der Kurssteilnehmer dicht an die Handprüfung angelehnt, die Methoden und Randbedingungen einer mechanisierten Prüfung erfahren können.

Das System basiert auf einem handelsüblichen Ultraschallgerät und einem Tablet-PC. Die berührungslose Positionserfassung und Datenübertragung erfolgt mit Infrarot- und Bluetooth-Technik. Die Ergebnisdarstellung erfolgt mit einem kombinierten C- und D-Bild.

**Probieren Sie es selbst einmal!**



## Bedienungsanleitung:

1. Prüfkopf mit Koppelmittel benetzen.
2. Prüfkopf auf Prüfteil positionieren.
3. Bildschirm des Tablet-PC berühren.
4. "Neue Messung starten" mit "OK" bestätigen.
5. Bauteil prüfen - hierzu Prüfkopf beliebig auf dem Bauteil bewegen.
6. Wollen Sie den Prüfkopf ohne Datenaufnahme bewegen, den Infrarotsender im Deckel des Prüfkopfes mit einem Finger abdecken.
7. Wenn nötig, Prüfkopf erneut mit Koppelmittel benetzen.

## Prüfablauf:

- Zu Beginn der Prüfung ist die zu prüfende Fläche weiß dargestellt.
- Während der Prüfung wird mit hellblauer Farbe dargestellt, welcher Bereich bereits geprüft wurde.
- Überschreitet die Ultraschallanzeige den voreingestellten Schwellwert, so wird in roter Schattierung die Tiefenlage der Anzeige dargestellt.

## Technische Daten:

- Amplitudenaufösung:** 10 Bit, 0 V bis 5 V  
**Laufzeitaufösung:** 10 Bit, 0 V bis 5 V  
**Positionserfassung:** 60 Hz  
**Ortsaufösung:** abhängig vom Abstand des Infrarotsensors zum Prüfteil, besser 1 mm x 1 mm bei der vorgestellten Applikation  
**Prüffläche:** abhängig vom Abstand des Positionsmoduls zum Prüfteil, wird mit 4-Punkt-Kalibrierung festgelegt