

Abb. 1: 13922.95 CT-Scanner-Steuergerät

INHALT

- **1 SICHERHEITSHINWEISE**
- 2 ZWECK UND MERKMALE
- **3 FUNKTIONS- UND BEDIENELEMENTE**
- 4 HINWEISE ZUM BETRIEB
- 5 HANDHABUNG
- **6 TECHNISCHE DATEN**
- 7 LIEFERUMFANG
- 8 ZUBEHÖR
- 9 GARANTIEHINWEIS
- **10 ENTSORGUNG**

1 SICHERHEITSHINWEISE

- Lesen Sie diese Bedienungsanleitung und auch die Bedienungsanleitung des Echoskops (13921.95) sorgfältig und vollständig durch, bevor Sie das Gerät in Betrieb nehmen. So vermeiden Sie Schäden am Gerät.
- Verwenden Sie das Gerät ausschließlich für seinen bestimmungsgemäßen Zweck.
- Das Gerät darf nur in trockenen Räumen verwendet werden, in denen keine Explosionsgefahr besteht.
- Stellen Sie vor Anschluss der Netzspannung sicher, dass der Schutzleiter des Netzteils vorschriftsmäßig an den Erdleiter der Netzspannungsversorgung angeschlossen ist. Der Netzanschlussstecker darf nur in eine Netzsteckdose mit Erdleiter gesteckt werden. Heben Sie diese Schutzwirkung nicht durch die Verwendung einer Verlängerungsschnur ohne Erdleiter auf.
- Achten Sie darauf, dass die auf dem Typenschild des Netzgeräts angegebene Netzspannung mit der Netzspannung Ihres Stromversorgungsnetzes übereinstimmt.
- Bauen Sie den Versuch so auf, dass jederzeit freier Zugang zum Netzgerät oder Netzstecker des Geräts besteht. Die Lüftungsschlitze des Geräts dürfen nicht abgedeckt werden.
- Der Versuchsaufbau darf nur bestimmungsgemäß verwendet werden.
- Öffnen Sie den Versuchsaufbau nicht.
- Schließen Sie das Gerät nicht an andere Geräte an, für die es nicht konzipiert wurde.
- Achtung: Trennen Sie das Gerät vom Stromversorgungsnetz, bevor Sie Kabelverbindungen trennen, austauschen oder entfernen!

www.phywe.com, © Alle Rechte vorbehalten

2 ZWECK UND MERKMALE

Die Computertomographie ist ein wichtiges Verfahren zur Untersuchung innerer Strukturen. Sie findet nicht nur als medizinisches Diagnoseverfahren, sondern auch im Bereich der Werkstoffprüfung Anwendung. Die Grundlagen der tomographischen Bildgebung sind unabhängig von der verwendeten Messmethode. Neben bekannten Verfahren wie Röntgen oder Kernspinresonanz gibt es weitere Messtechnibeispielsweise die Positronen-Emissionsken wie Tomographie oder die Ultraschalltomographie. Der CT-Scanner besteht aus einer schrittmotorgesteuerten Rotationsachse und einer linearen Achse. Aufgrund dieser zweidimensionalen Verschiebung können die Proben oder Messsonden definiert platziert werden, was für die Erstellung von CT-Scans, B-Scans und Schallfeldmessungen notwendig ist.

3 FUNKTIONS- UND BEDIENELEMENTE

- A CT-Scanner-Steuergerät
 - 1. EIN/AUS-LED
 - 2. Anschluss des Scanner-Steuerkabels
 - 3. Manueller Geschwindigkeitsregler
 - 4. Rotationsregler (links/rechts)
 - 5. Regler für die Linearverschiebung (links/rechts)
 - 6. USB-Anschluss
- B Mechanisches CT-Scanner-System
 - 7. Ansteckbarer Sondenhalter
 - 8. CT-Proben-Phantom
 - 9. Wasserbecken
 - 10. Befestigungsflansche für die Ultraschallsonden
 - 11. Stecker des Scanner-Steuerkabels
 - 12. Proben- und Sondenhalterflansch
 - 13. Befestigungsschraube: manuelle Z-Achseneinstellung



4 HINWEISE ZUM BETRIEB

In Verbindung mit dem Echoskop bilden das CT-Steuergerät und der CT-Scanner ein sehr vielseitiges Scannersystem für die Computertomographie, B-Scans sowie Schallfeldmessungen.

CT-Scanner-Konfiguration: Der Scanner verfügt über einen Probenhalter [12] für das Prüfobjekte [8]. Dieser Probenhalter wird von einem Schrittmotor in Rotation versetzt. Ein zweiter Schrittmotor sorgt für eine lineare Verschiebung mit einer Ortsauflösung < 10 μ m. Das Prüfobjekt taucht in ein mit Wasser gefülltes Becken ein [9]. Außen an diesem Becken werden auf gegenüberliegenden Seiten zwei Ultraschallsonden befestigt [10]. Während der Messung wird der Halter senkrecht zur Messachse verschoben. Nach jedem linearen Scan wird die Probe in Einklang mit dem CT-Algorithmus gedreht. Der gesamte Halter kann vertikal verschoben werden [13], um die Position der Querschnittsmessung einzustellen.

B-Scans und Schallfeldmessung: Mit dem Scanner kann eine Reihe von Versuchen durchgeführt werden, welche die Erzeugung von Querschnittbildern verdeutlichen. Daher wird eine Ultraschallsonde (1, 2 oder 4 MHz) am Sondenhalter [7] befestigt. Das Prüfobjekt (z.B. ein Prüfblock oder ein Brust-Phantom) wird in das Wasserbecken gelegt und dann mithilfe des Scanner-Steuergeräts gescannt. Der Scanner wird entweder manuell oder mithilfe der im Lieferumfang enthaltenen Software **measure Ultra Echo** gesteuert. Die aufgezeichneten B-Scans sind frei von Bewegungsartefakten und weisen eine hohe Ortsauflösung auf. Die Qualität kann durch Verlängerung der Messdauer verbessert werden.

5 HANDHABUNG

5.1 Einschalten der Stromversorgung

Vergewissern Sie sich, dass die auf dem Typenschild des Netzteils angegebene Netzspannung mit der Netzspannung Ihres Stromversorgungsnetzes übereinstimmt.

Da der Scanner aus zwei beweglichen Teilen besteht, vergewissern Sie sich zunächst, dass der Rotationsregler [4] und der Regler für die Linearverschiebung [5] auf OFF stehen, also ausgeschaltet sind.

Schließen Sie den Scanner an das Steuergerät und das Steuergerät wiederum an die Stromversorgung an. Schalten Sie das Steuergerät ein. Der Netzschalter befindet sich auf der Geräterückseite. LED [1] muss aufleuchten.

5.2 Manuelle Steuerung

Sie können den Proben- und Sondenhalterflansch manuell mit stetiger Geschwindigkeit verschieben oder rotieren. Stelen Sie zunächst mit Regler [3] die gewünschte Geschwindigkeit ein. Zum Rotieren der Probe stellen Sie Regler [4] auf Linkslauf (Left) oder Rechtslauf (Right). Zum linearen Verschieben der Probe stellen Sie Regler [5] auf Linkslauf (Left) oder Rechtslauf (Right).

5.3 Software-Einstellungen

Die Software **measure Ultra Echo** dient zur Aufzeichnung, Anzeige und Auswertung der vom Echoskop gelieferten Daten. Außerdem steuert die Software den CT-Scanner.

5.3.1 Menü: Options (Optionen)

Data Transfer (Datenübertragung)

M Data Transfer	×
USB-1200: - no adapter info found switched to simulation	
Transfer to AScan: PC connection	
○ Simulation	
no adapter info found	
Transfer to CT Scanner	
Check CT Scanner	
no adapter found	
no adapter info found	
Refresh Connections	
Close	

Die Software measure Ultra Echo kann das Echoskop (13921.95) und das CT-Scanner-Steuergerät über einen USB-Anschluss steuern oder im Simulationsmodus laufen. Die entsprechenden Einstellungen können im Fenster "Data Transfer" vorgenommen werden. Um es zu öffnen, wählen Sie im Menü "Options" die Option "Data Transfer" aus.

Das Programm überprüft die Verbindung. Wenn der Test erfolgreich verlief, wird das Ergebnis in grüner Schrift an-

gezeigt. Konnte keine Verbindung hergestellt werden, zeigt das Programm eine Fehlermeldung in roter Schrift an und weist außerdem auf die wahrscheinliche Fehlerursache hin.



2

In diesem Fall schaltet das Programm automatisch in den Simulationsmodus um.

Im Simulationsmodus werden die Daten vom Computer erzeugt. Dieser Modus dient zu Programmdemonstrationszwecken, ohne dass Messungen vorgenommen werden. In diesem Modus verbleibt das Programm bis zur nächsten erfolgreichen Überprüfung der Datenübertragung.

Anmerkung: Das Programm speichert die getroffene Auswahl zur Datenübertragung und greift beim nächsten Programmstart wieder darauf zurück. Dies gilt auch für den Simulationsmodus, wobei beim Programmstart eine entsprechende Hinweismeldung ausgegeben wird.

Wenn das Kontrollkästchen "check CT scanner" aktiviert ist, wird zusätzlich die Verbindung zum Scanner überprüft. Aktivieren Sie dieses Kontrollkästchen nur, wenn ein CT-Scanner angeschlossen und eingeschaltet ist.

Wenn keine Verbindung hergestellt werden konnte, empfiehlt sich das folgende schrittweise Vorgehen:

- o Schalten Sie die Geräte aus und trennen Sie sämtliche Datenkabel.
- o Schließen Sie das Gerät wieder an und schalten Sie es ein. Aktualisieren Sie die Verbindung.
- o Wenn ein Scanner vorhanden ist, führen Sie diese Schritte auch für den Scanner durch.

5.3.2 CT-Mode

Neben der Anzeige von Diagrammen bietet die Software eine Reihe unterschiedlicher Auswerte- und Filterfunktionen. Wenn kein Gerät angeschlossen ist, wird automatisch der Offline-Simulationsmodus aktiviert.

Nach dem Programmstart misst das System im A-Scan-Mode. Neben dem A-Scan-Mode gibt es noch weitere Messmodi: manueller B-Scan, TM-Mode (Time Motion Mode) und einen optionalen mechanischen CT-Mode (hierfür wird das CT-Scanner-Zubehör, Artikel-Nr. 13922.99, benötigt). (Siehe auch das Menü "*Modi*".)



Wählen Sie den CT-Mode aus, indem Sie auf die Schaltfläche CT klicken.



Der Aufbau des Bildschirms ähnelt dem im B-Mode oder TM-Mode. Auf der rechten Seite ist eine verkleinerte Version des A-Scan-Bildschirms dargestellt. Informationen zu den Parametereinstellungen des A-Scan-Bildschirms finden Sie in der Bedienungsanleitung des Echoskops (13921.95).

Darunter werden in einem zusätzlichen Diagramm die Änderungen des Amplitudensignals (rot) und der Laufzeit (blau) während der Messung in Abhängigkeit von der x-Achsenposition angezeigt.



Sie haben die Auswahl zwischen den Optionen "*Move*" (Bewegung), "*CT Scan*" und "*Sound Field*" (Schallfeld). Je nach Auswahl ändert sich die darunter liegende Anzeige. Für alle Modi müssen Sie die Richtung (*Direction*) und die Geschwindigkeit (*Speed*) festlegen, um die Bewegung des Scanners zu steuern (Die Geschwindigkeit wird in Prozent angegeben, wobei 100% die maximal mögliche Geschwindigkeit darstellt).

<mark>m</mark> ı	Ultrasour	id Com	upter	Tomo	graphy			
File	Options	Scale	View	Modi	About	SignalView	Save	
0	Move	0.0	CT Sca	n @	Sound Field	Speed: [%]	100 • •	Direction • + • •

Um eine möglichst gleichmäßige Bewegung zu erreichen, stoppt der Scanner nicht an jedem Messpunkt. Wenn der Scanner den nächsten Messpunkt erreicht, werden die Daten im Vorbeilaufen gemessen. Ist die Geschwindigkeit für die gewählte Genauigkeit zu hoch eingestellt, kann es passieren, dass der Scanner bereits beim nächsten Messpunkt angekommen ist, bevor der PC die Daten des letzten Messpunktes verarbeiten konnte. In diesem Fall werden die Werte interpoliert. Als Warnhinweis wird die aktuelle Position in roter Schrift angezeigt. (Wenn die Signalansicht im verkleinerten Hauptbildschirm deaktiviert oder ausgeblendet wird, spart dies Rechenzeit. Dies kann besonders bei älteren oder langsamen Computern hilfreich sein. Siehe auch die Beschreibung des Menüs "*SignalView*" in der Bedienungsanleitung 13921.95.)

a) Move-Mode (Bewegungsmodus)

Im Move-Mode kann der Schlitten des CT-Scanners positioniert werden. Durch Drücken der Schaltfläche "Move Free" (freie Bewegung) bewegt sich der Schlitten so lange in die gewählte Richtung, bis die Schaltfläche erneut gedrückt wird. Wird die Schaltfläche "Move Path Length" (Bewegung auf Weglänge) gedrückt, bewegt sich der Schlitten auf einer bestimmten Weglänge, die im danebenliegenden Eingabefeld festgelegt werden kann. Die Schaltfläche "Rotate Angle" (Rotationswinkel) funktioniert analog.



b) Sound Field Scan Mode (Schallfeldmessung)

Ausgehend von der aktuellen Position fährt der Schlitten über eine Distanz, die im Eingabefeld "Scan Length" (Scan-Länge) in Schritten je nach gewählter "Accuracy" (Genauigkeit) festgelegt wurde. Das Amplitudensignal (rot) und die Laufzeit (blau) werden im Diagramm in Abhängigkeit von der Position angezeigt. Mit "Save Scan" (Scan speichern) können die Werte in eine Text-Datei (ASCII-Datei) exportiert werden.

In Kombination mit einem Hydrophon kann dieser Modus dazu verwendet werden, das Schallfeld eines Ultraschallwandlers in Längs- oder Querrichtung zu vermessen.

Scan Length: [mm]	80	•		Accuracy: length [um]	1000	◀	Start Sound Field Scan
fright	· · · · ·		_	iengin (µin)	·	_	

c) CT-Scan-Mode



Ultraschall-CT-Der Scanner besteht aus einem Sender und einem Empfänger. Wir können die gedämpfte Schallintensität nur in einer eindimensionalen Achse messen. Daher wird für jede Winkelposition die Schallintensität an mehreren Punkten gemessen, indem die Messachse über die gesamte Probenbreite verschoben wird. Die Scan-Länge (Eingabefeld "Scan Length") entspricht mindestens der Probenbreite (da das gesamte Prüfobjekt durch das Messfeld laufen muss). Der Abstand zwischen zwei Punkten wird in das Feld "Accuracy" (Genauigkeit) eingetragen. Die Anzahl der Messpunkte

pro Scan ergibt sich durch "*scan length / accuracy" (Scan-Länge/Genauigkeit).* Nach jedem linearen Scan wird das Prüfobjekt um den im Eingabefeld "Angle" (Winkel) eingegebenen Winkel gedreht und es wird ein neuer linearer Scan durchgeführt. Die Scans werden so lange wiederholt bis 360° erreicht oder überschritten wurden. Die Messung wird durch Drücken der Schaltfläche "Start CT Scan" gestartet. In diesem System bewegt sich das Prüfobjekt, während die Wandler-Empfänger-Einheit stationär ist.

Anmerkung: Es ist zwar möglich, im CT-Messmodus mit aktivierter TGC (tiefenselektiver Verstärkung) zu arbeiten, allerdings kann das zu unvorhersehbaren Ergebnissen führen. Der verwendete CT-Algorithmus kann während einer Messung nicht mit unterschiedlichen Verstärkungen umgehen. Es wird daher dringend empfohlen, die TGC während der CT-Messung zu deaktivieren.

Messung

Der Startpunkt der Messung liegt immer in der Mitte des Prüfobjekts. Wenn die Werte für "Scan Length", "Angle" und "Accuracy" eingestellt und die Messung durch Drücken der Schaltfläche "Start CT Scan" gestartet wurde, bittet das Programm darum, den Scanner in die Mitte des Prüfobjekts zu bewegen. Wenn dies nicht bereits zuvor geschehen ist, kann der Benutzer die Position mithilfe der Regler auf der Bedienfront des Scanner-Steuergeräts einstellen. Nach erfolgter Positionierung bewegt sich der Scanner um die halbe Scan-Länge auf die erste Scan-Position und beginnt mit der Messung.



Die Signalamplitude und die Laufzeit werden für jeden Scan in Abhängigkeit von der Position im ∆amp/∆TOF-Diagramm dargestellt. Die aktuelle Position wird als senkrechte Linie angezeigt. Parallel dazu werden die Position, der Winkel und die Messdauer als Werte im oberen Bildschirmbereich angezeigt. Mit der Schaltfläche "Break/Continue" (Unterbrechen/Fortsetzen) kann die Messung unterbrochen bzw. fortgesetzt werden. Mit "Cancel" (Abbruch) wird sie vollständig gestoppt.

00:00:24 X-Position: 73,0 mm	Break	Cancel
Rotation: 160,0* (17/36)		

Wenn der Linearscan für einen Winkelwert beendet wurde, werden die Messdaten in graustufenskalierte (oder farbskalierte) Werte umgerechnet und in die links stehenden Bilder eingefügt. Diese Prozedur wiederholt sich nach jedem Linearscan, so dass sich das Bild schrittweise aufbaut.

Es werden vier Bilder angezeigt. In den beiden oberen Bildern wird die Dämpfung und die Laufzeit ungefiltert dargestellt. Die beiden unteren Bilder zeigen dieselben Ergebnisse, diesmal jedoch mit einem mathematischen Filter zur Verbesserung der Konturen. Ausgehend vom Grundbild wird so die Bildqualität erhöht. Das Dämpfungs- und Laufzeitbild liefert ergänzende Informationen über die innere Struktur des vermessenen Objekts.

Es können wahlweise alle vier oder nur ein ausgewähltes Bild angezeigt werden. Wenn Sie auf das "+" oberhalb der Bilder klicken, öffnet sich das Feld für die Farbskalierung. Hier können Sie zwischen der Farbskalierung in Regenbogenfarben und der Graustufenskalierung auswählen und die Amplitudenpegel, die den Farben zugeordnet sind, verändern, um die Farbverteilung zu optimieren.

		grayscale / color							
C gray	level:	0		log: 0					
rainbow	width:	100 4	$ \mathbf{F} $	invers					

Nach Beendigung der Messung können die Bilder mithilfe des Menüpunktes "File" (Datei) -> "Save Images" (Bilder speichern) gespeichert oder mithilfe von "File" (Datei) -> "Print Form" (Drucken) ausgedruckt werden.

Neben der Schaltfläche "Start CT Scan" können Sie die Funktion "Raw Data" (Rohdaten) auswählen. Ist diese Funktion aktiviert, werden während der nächsten Messung die Amplituden- und Laufzeitdaten (siehe das Diagramm rechts unten) gespeichert. Diese Daten dienen als Grundlage für die Bildberechnung mit dem CT-Algorithmus.

Nach der Messung werden die Bilder mit "File" (Datei) -> "Save Images" (Bilder speichern) gespeichert. Auch die Rohdaten werden unter ähnlichem Namen wie die Bildnamen in ASCII-Dateien abgespeichert. In den ASCII-Dateien ent-

www.phywe.com, © Alle Rechte vorbehalten

Empfohlene Parameter für Messungen mit dem CT-Proben-Phantom [8]:

Frequenz:	1 MHz
Weglänge:	80 mm
Genauigkeit:	500 μm
Winkel:	<=15°

5.3.3 B-Mode

Nach dem Programmstart misst das System im A-Scan-Mode. Neben dem A-Scan-Mode gibt es noch weitere Messmodi: manueller B-Scan, TM-Mode (Time Motion Mode) und einen optionalen mechanischen CT-Mode (hierfür wird das CT-Scanner-Zubehör, Artikel-Nr. 13922.99, benötigt). (Siehe auch das Menü "*Modi*".)



Wählen Sie durch Drücken der entsprechenden Schaltfläche den B-Mode aus.

Informationen zu den Parametereinstellungen finden Sie in der Bedienungsanleitung des Echoskops (13921.95). Zur Scanner-Einstellung aktivieren Sie das Kontrollkästchen "use CT Scanner" (CT-Scanner verwenden).



Geben Sie die Weglänge in das Feld "Path Length" und die Geschwindigkeit in Prozent in das Feld "Speed" ein und wählen Sie die gewünschte Richtung (Feld "Direction") aus. Starten Sie die Messung.

6 TECHNISCHE DATEN

Dieses Qualitätsinstrument erfüllt sämtliche technischen Anforderungen, die in den aktuellen EU-Richtlinien aufgeführt sind. Die Merkmale dieses Produkts qualifizieren es für das CE-Zeichen.

Computeranschluss:	Steuergerät über USB
Scan-Weg:	max. 350 mm
Laterale Genauigkeit:	1 mm
Winkelgenauigkeit:	1°

7 LIEFERUMFANG

Der CT-Scanner (13922.95) ist ausschließlich als Set erhältlich:

13922.99 Ultraschall-Computertomographie

Lieferumfang: CT-Scanner CT-Steuergerät Wasserbecken CT-Prüf-Phantom Sondenhalter



Abb. 3: 13922-99 Erweiterungsset: Ultraschall-Computertomographie

8 ZUBEHÖR

13921.99	Basic Set: Ultraschallechographie
13921.01	Erweiterungsset: zerstörungsfreie Werk- stoffprüfung
13921.02	Ultraschallsonde 4 MHz
13921.03	Erweiterungsset: Scherwellen
13921.04	Erweiterungsset: Ultraschalldiagnose
13921.05	Ultraschallsonde 2 MHz

9 GARANTIEHINWEIS

Für das von uns gelieferte Gerät übernehmen wir innerhalb der EU eine Garantie von 24 Monaten, außerhalb der EU von 12 Monaten. Von der Garantie ausgenommen sind: Schäden, die auf Nichtbeachtung der Bedienungsanleitung, unsachgemäße Behandlung oder natürlichen Verschleiß zurückzuführen sind.

Der Hersteller kann nur dann als verantwortlich für Funktion und sicherheitstechnische Eigenschaften des Gerätes betrachtet werden, wenn Instandhaltung, Instandsetzung und Änderungen daran von ihm selbst oder durch von ihm ausdrücklich hierfür ermächtigte Stellen ausgeführt werden.

10 ENTSORGUNG

Die Verpackung besteht überwiegend aus umweltverträglichen Materialien, die den örtlichen Recyclingstellen zugeführt werden sollten.



Dieses Produkt gehört nicht in die normale Müllentsorgung (Hausmüll). Soll dieses Gerät entsorgt werden, so senden Sie es bitte zur fachgerechten Entsorgung an die unten stehende Adresse.

PHYWE Systeme GmbH & Co. KG Abteilung Kundendienst Robert-Bosch-Breite 10 D-37079 Göttingen

Telefon	+49 (0) 551 604-274
Fax	+49 (0) 551 604-246

