

# Steigerung des Automatisierungsgrades in der ZfP - Beispiele zur Komponentenprüfung mit Ultraschall und Magnetpulver

Wolfram A. Karl DEUTSCH, Volker SCHUSTER, Marcus LOK,  
KARL DEUTSCH Prüf- und Messgerätebau, Wuppertal

**Kurzfassung.** Dieser Beitrag erläutert diverse Beispiele, in denen die Prüfkosten durch einen erhöhten Automatisierungsgrad gesenkt werden. Potential bietet sich bei der Komponentenprüfung bei hohen Stückzahlen durch den weitgehend automatisierten Bauteiltransport. Durch die Preisreduktion bei Industrierobotern ist nun auch eine größere Verbreitung in der zerstörungsfreien Prüfung (ZfP) zu beobachten. Der Text erläutert einige Beispiele aus der Ultraschall- und Magnetpulverprüfung. Bei der Ultraschallprüfung kommt eine neu entwickelte ECHOGRAPH-Prüfelektronik zum Einsatz.

## **ECHOGRAPH-Prüfelektronik**

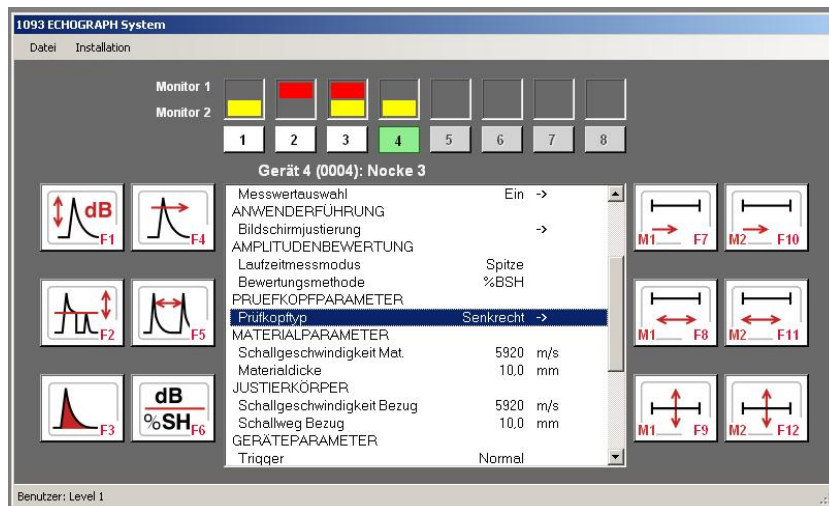
Auf Basis des im Jahre 2005 vorgestellten Handprüfgerätes ECHOGRAPH 1090 wurde eine mehrkanalige Elektronik für kleinere Prüfanlagen entwickelt. Die einfache Bedienung und der schnelle kontrastreiche Bildschirm bleiben als wichtige Geräteeigenschaften erhalten. Während das Handprüfgerät batteriebetrieben arbeitet, wird die Anlagenelektronik vom Stromnetz versorgt und ist auf eine höhere Impulsfolgefrequenz hin optimiert. Pro Prüfkanal sind je nach Schalllaufzeit im Bauteil bis zu 3000 Hz möglich.

Je nach Konfiguration der Elektronik ist pro Prüfkanal ein A-Bild verfügbar oder ein umschaltbares A-Bild, welches dann nur während der Kalibrierung der Anlage für die Bediener relevant ist. Ein übergeordneter PC dient als Bediener-Schnittstelle, als Parameterspeicher aller Kanäle und zur Archivierung bzw. Verarbeitung der Prüfergebnisse.

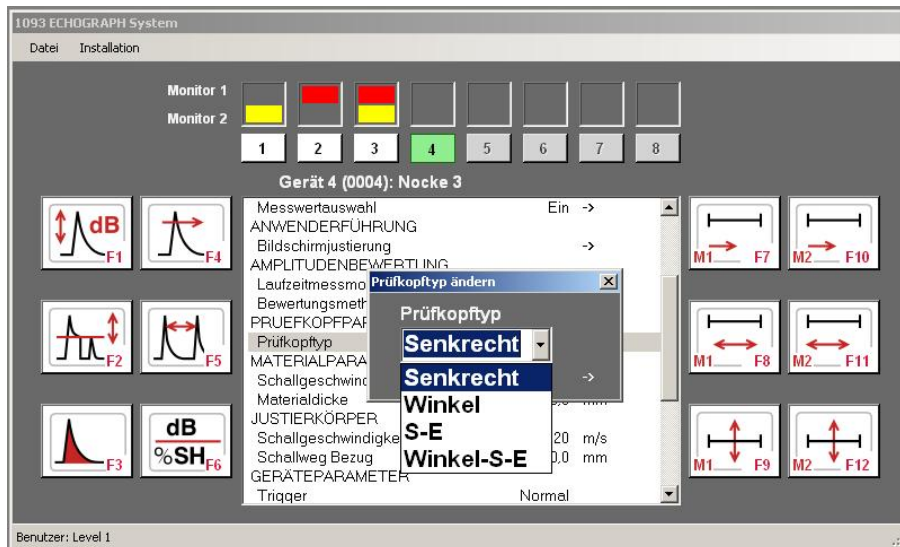
Wenn es die Prüfaufgabe erlaubt oder der Kostendruck dies erfordert, können mehrere Prüfköpfe über einen Multiplexer am gleichen Prüfkanal betrieben werden. Pro Takt des Multiplexers können Verstärkungs- und Laufzeitunterschiede ausgeglichen werden. Auch die Prüfergebnisse sind bezüglich der angeschlossenen Prüfköpfe einzeln rückverfolgbar.



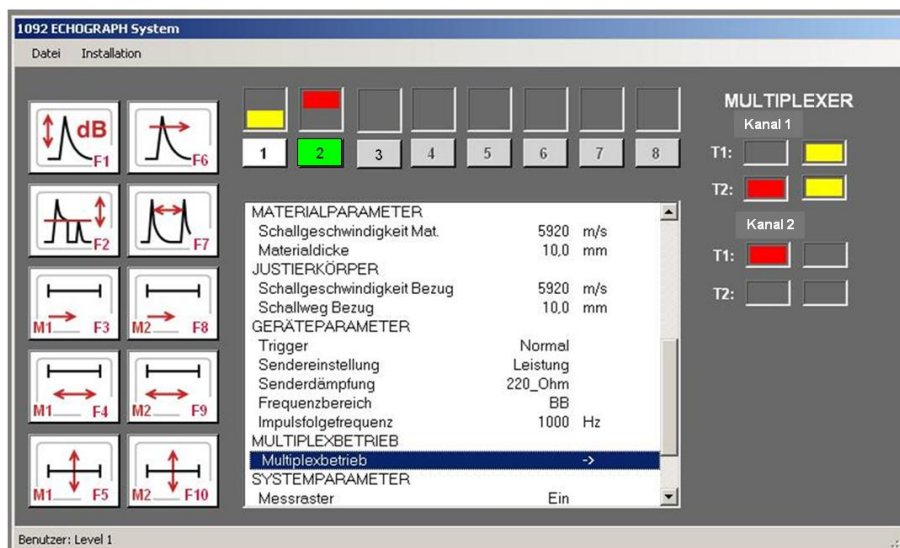
**Bild 1:** Beispiel für eine ECHOGRAPH 1093-Prüfelektronik mit vier Prüfkanälen, realisiert in Form von zwei Doppel-Ultraschallkarten. Ein PC-Modul dient der Steuerung der Gesamtanlage. Ein A-Bild-Modul stellt die Ultraschallsignale dar.



**Bild 2:** Oberfläche der PC-Software zur Steuerung der Gesamtanlage. Die wichtigsten Gerätefunktionen des aktiven Kanals (hier Kanal 4, grün markiert) sind über die Funktionstasten (F1-F12) oder über die Maus einstellbar. Die Auswertung der beiden Monitore für alle Prüfkanäle ist über eine Lampenmatrix visualisiert. Dabei zeigt die rote Lampe ein Ereignis in Monitor 1 und die gelbe Lampe ein Ereignis in Monitor 2.



**Bild 3:** Die restlichen Prüfparameter werden über ein Klartextmenü angewählt und im jeweiligen Untermenü eingestellt. Die eingesetzte Fenstertechnik erleichtert die Bedienung der Anlage.



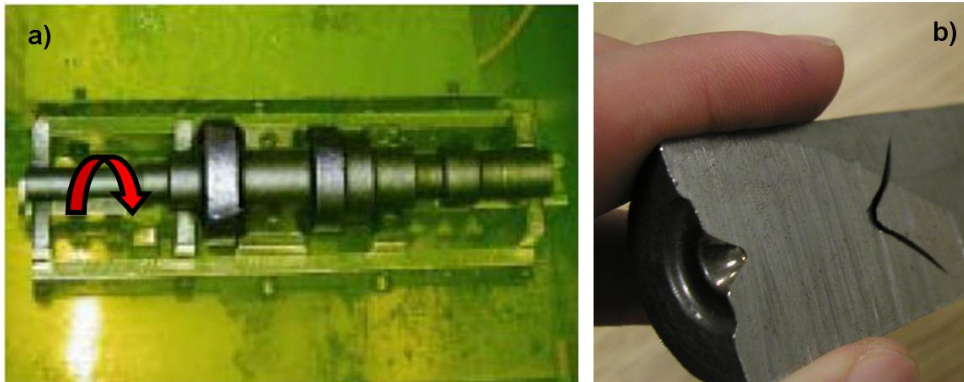
**Bild 4:** Softwareoberfläche für zwei Prüfkanäle und zwei Multiplexer. Eine weitere Lampenmatrix auf der rechten Bildschirmseite zeigt die Ereignisse pro Takt und Prüfkanal. Somit ist auch im Multiplexbetrieb erkennbar, welcher der beiden Prüfköpfe ein Ereignis aufweist. In diesem Beispiel ist im Prüfkanal 2 im ersten Takt (T1 = erster Prüfkopf) ein Ereignis in Monitor 1 (rote Lampe) aufgetreten.

## Ultraschall-Prüfung an Getriebewellen

Beim Herstellungsprozess von Getriebewellen können Innenfehler, so genannte Chevrons, entstehen. Die Prüfung dieser Bauteile erfolgt üblicherweise mit Ultraschall im Tauchtankverfahren. Dabei werden die Wellen im Tauchtank motorisch gedreht und mit mehreren Prüfköpfen geprüft. In der Regel erfolgt eine stirnseitige axiale Einschallung sowie eine Einschallung in diverse Radien. Je nach Geometrie der Welle kann eine Senkrecht- oder eine Winkeleinschallung bei der Prüfung der Radien zur Anwendung kommen.

Beim aktuellen Projekt werden bis zu acht Prüfköpfe eingesetzt. Jeder Prüfkopf wird an einem separaten Prüfkanal betrieben. Zur flexiblen Konfiguration aller Prüfköpfe wurde auf den Einsatz eines Multiplexers verzichtet.

Die Wellen stehen zunächst als Schüttgut zur Verfügung. Über einen Rüttler werden die Wellen vereinzelt und dann automatisiert gleichsinnig gedreht. Ein Roboter legt die Welle in den Tauchtank. Die erste Drehung der Welle sorgt für stabile Ankoppelbedingungen. Während der zweiten Drehung wird die eigentliche Prüfung durchgeführt. Die Entladung der Anlage erfolgt über einen Hubbalken. Leider waren zum Zeitpunkt der Texterstellung noch keine kundenseitigen Photos von der Prüfsituation freigegeben.

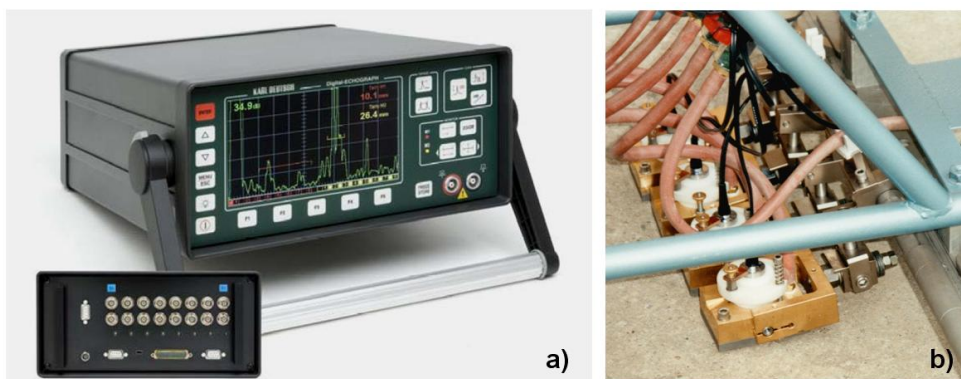


**Bild 5:** Ultraschallprüfung an Getriebewellen, a) Tauchtank mit eingelegter Welle, b) aufgesägte Welle mit großem Innenfehler (Chevron).

### Ultraschall-Prüfung an Grobblechen

Das zweite Beispiel zur Ultraschallprüfung zeichnet sich nicht durch einen hohen Automatisierungsgrad aus, zeigt aber eine weitere Variante der neuen Prüfelektronik. Bei der Dillinger Hütte bestand Bedarf an einer mobilen, batteriebetriebenen Prüfelektronik zur halbautomatischen Prüfung von Grobblechen mit diversen Blechrollern. Diese mobilen Prüfgeräte dienen der Überprüfung der Befunde aus der stationären Grobblech-Prüfanlage.

Die Ansteuerung des mobilen Gerätes über einen PC wurde nicht als walzwerksgerecht angesehen. Es entstand das kompakte Gerät ECHOGRAPH 1094, welches einen 8-kanaligen Multiplexer enthält. Wie bereits erwähnt, können im Multiplexbetrieb prüfkopfabhängige Laufzeit- und Verstärkungsunterschiede ausgeglichen werden.



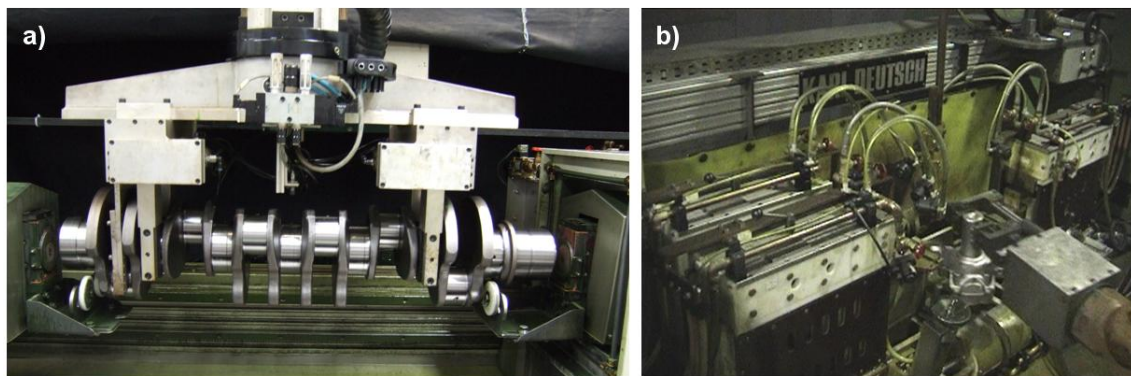
**Bild 6:** Ultraschallprüfung an Grobblechen, a) ECHOGRAPH 1094 mit eingebautem 8-kanaligen Multiplexer, b) Prüfkopfhalterungen eines Blechrollers, Bauart KARL DEUTSCH.

## Magnetpulver-Rissprüfung mit automatisiertem Bauteiltransport

Bei hohen Stückzahlen von zu prüfenden Bauteilen besteht der Wunsch, den Prüfprozess weitgehend zu automatisieren. Entweder gelingt dies über die Verwendung von Spezialmaschinen, welche aber nur schwer auf andere Bauteile umrüstbar sind oder es werden universell einsetzbare Prüfmaschinen mit Transportsystemen (z.B. Robotern) verkettet.

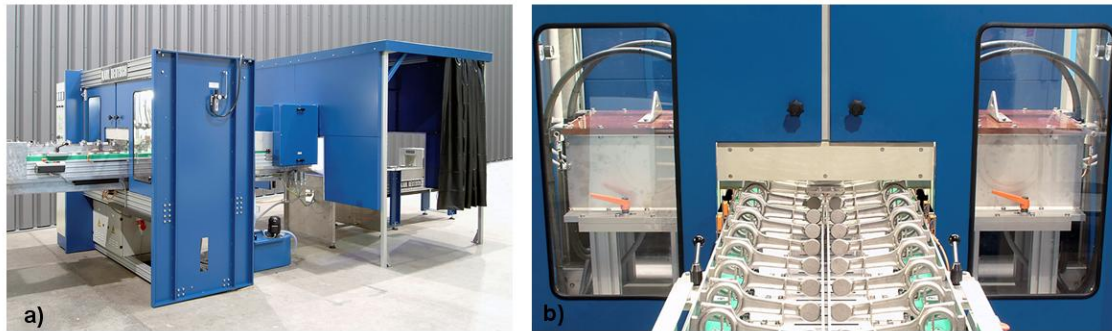
Das erste Beispiel zeigt eine DEUTROFLUX UWS - Maschine zur Prüfung von Kurbelwellen. Die Längsfeld-Magnetisierung erfolgt mit einer Überlaufspule. Die Maschine wird von oben über ein Portalsystem be- und entladen. Das Portalsystem dient nicht nur beim Prüfprozess als Schnittstelle. Eine Vielzahl von Produktionsschritten werden auf diese Weise effizient verkettet.

Das zweite Beispiel zeigt eine DEUTROMAT-Mehrkontaktmaschine zur Prüfung von LKW-Achsschenkeln. Die Beladung von vorne erfolgt über einen Industrieroboter, die Entladung nach hinten über ein Panzerkettenband. Eine Vielzahl von Achsschenkel-Geometrien können über eine komfortable Verstellung der Magnetisieraggregate (Verschiebung der Joche in zwei Richtungen, Winkelverstellung ist möglich) auf dieser Maschine geprüft werden. Die Prüfparameter für jedes Bauteil werden über die elektrische Steuerung realisiert. Das SPS-Programm heißt DEUTROFLUX Memory und ermöglicht eine Bedienung der S7-Steuerung durch übersichtliche Klartext-Menüs und seit neuestem auch über einen Touchscreen-Monitor.



**Bild 7:** Robotergestützte Beladung bei der Magnetpulver-Rissprüfung, a) Prüfung von Kurbelwellen mit Portalbeladung, b) Prüfung von LKW-Achsschenkeln mit Roboterbeladung.

Das dritte Beispiel zeigt den automatisierten Bauteiltransport über einen DEUTROMAT mit Kettenförderer. Die Zu- und Abführung der Bauteile (Pleuelstangen) erfolgt über ein Kettenband, welches mit Werkstückaufnahmen ausgerüstet ist. Die Werkstückaufnahmen können bei einem Bauteilwechsel über Schnellverschlüsse gewechselt werden. Um besonders hohe Durchsatzraten zu erzielen, werden vier Bauteile pro Prüftakt geprüft (= 2,5 s pro Bauteil).



**Bild 8:** Bauteiltransport mit einem Kettenförderer, a) Seitenansicht der Prüflinie, b) Einlaufseite der Prüfmaschine.

### **Automatisierte Überwachung des Rissprüfmittels und Auswertung von Rissanzeigen**

Die Automatisierung von zwei weiteren Schritten bei der Magnetpulver-Rissprüfung wird in getrennten Veröffentlichungen abgehandelt.

Die kontinuierliche messtechnische Zustandsüberwachung des Rissprüfmittels über das kürzlich patentierte FLUXA-Control ersetzt die bisher übliche Auswertung von Testkörpern (MTU- bzw. FLUXA-Testkörper). Hiermit wird eine wesentliche Verbesserung bezüglich der Reproduzierbarkeit der Prüfergebnisse erzielt. Das Rissprüfmittel wird genau dann getauscht, wenn sein Zustand dies erfordert [5].

Bei der automatisierten Rissauswertung über kameraoptische Systeme liegen viel versprechende neue Ergebnisse der Firma AUTOMATION W + R aus München zur Prüfung z.B. von Radnaben und Stahlknüppeln im Durchlauf vor [6].

### **Referenzen**

- [1] V. Deutsch, M. Platte, M. Vogt: Ultraschallprüfung – Grundlagen und industrielle Anwendungen, Springer-Verlag, 1997
- [2] V. Deutsch, M. Platte, M. Vogt, W.A.K. Deutsch, V. Schuster: Die Ultraschallprüfung, Band 1 aus der Reihe *ZfP kompakt und verständlich*, Castell-Verlag Wuppertal, 77 Seiten, 2002
- [3] V. Deutsch, W. Morgner, M. Vogt: Magnetpulver-Rissprüfung – Grundlagen und Praxis, VDI Verlag, 261 Seiten, 210 Abbildungen, 1993
- [4] V. Deutsch, M. Vogt, M. Platte, V. Schuster, W. Deutsch: Die Magnetpulver-Rissprüfung, Band 3 aus der Reihe *ZfP kompakt und verständlich*, Castell-Verlag Wuppertal, 55 Seiten, 1999
- [5] V. Schuster, F. Bartholomai, W.A.K. Deutsch, P. Müller: Automatisierte Überwachung der Anzeigefähigkeit des Magnetpulver-Rissprüfmittels mit FLUXA-Control, Jahrestagung der DGZfP in Fürth, Mai 2007
- [6] E. Guttenger: Null Fehler durch automatische Rissprüfung, Jahrestagung der DGZfP in Fürth, Mai 2007



**Bild 9:** Die populäre *Rote Reihe* über die zerstörungsfreie Prüfung ist nun komplett in deutscher und englischer Sprache verfügbar. In 13 Bänden werden alle wichtigen ZfP-Verfahren - kompakt und verständlich - erläutert. Acht der 13 Bücher stammen aus der Feder von Prof. Dr.-Ing. Volker Deutsch unter Mithilfe von Fachleuten aus dem Hause KARL DEUTSCH. Die restlichen Bände wurden von namhaften Co-Autoren geschrieben.