

# MAGNATEST® D

Magnetinduktive Prüfung von Komponenten auf magnetische und elektrische Eigenschaften



## Das Unternehmen

**FOERSTER ist einer der Technologieführer auf dem Weltmarkt der zerstörungsfreien Prüfung metallischer Werkstoffe. Als „Hidden Champion“ ist FOERSTER mit einem Netzwerk aus zehn eigenen Tochterunternehmen und qualifizierten Vertretungen in mehr als 60 Ländern weltweit aktiv und immer nah am Kunden.**

### **FOERSTER Komponenten-Prüfung (CT)**

Für die zerstörungsfreie Qualitätskontrolle metallischer Komponenten in der Automobil- und Zulieferindustrie entwickelt die Division CT (Component Testing) Prüfgeräte sowie kundenspezifische und vollautomatische Komplettsysteme.

Basierend auf dem Wirbelstrom-Verfahren können mit diesen Prüfgeräten Oberflächenfehler wie Risse und Poren mit höchster Prüfsicherheit und Zuverlässigkeit detektiert und dokumentiert werden. Durch die berührungslose Arbeitsweise ist das Verfahren auch für empfindliche Oberflächen bestens geeignet.

Ein weiteres Einsatzgebiet ist die Prüfung von Werkstoffeigenschaften. Hierbei können Materialverwechslungen vermieden und falsche Wärmebehandlungszustände frühzeitig erkannt werden. Die magnetinduktiven Systeme ermöglichen insbesondere die Kontrolle der Oberflächenhärte und der Einhärtetiefe an unterschiedlichsten Bauteilgeometrien.

Hauptmärkte für diese Prüfgeräte und Systeme sind die Automobilindustrie sowie deren unterschiedlichste Zulieferunternehmen. Im Rahmen der prozessbegleitenden Qualitätskontrolle von sicherheits- und funktionsrelevanten Bauteilen, wie beispielsweise Bremscheiben, Radnaben, Antriebswellen, Ventilen und Nockenwellen, vertraut man weltweit auf die hohen Maßstäbe der FOERSTER Technologien.



## Magnetinduktives Prüfverfahren für die Komponentenprüfung



### Qualitative Gefügeprüfung einfach gemacht

Selbst bei vollautomatisierten Produktionsabläufen können u.a. Materialverwechslungen auftreten, die erhebliche wirtschaftliche Schäden bei Werkzeugen in der Fertigungslinie, bis hin zu Folgeschäden bei Anwendern anrichten können. Für die automatisierte und zerstörungsfreie Verwechslungsprüfung metallischer Komponenten, wie zum Beispiel Ventile, Zahnstangen oder Nocken steht das MAGNATEST D zur Verfügung. Das große Sortiment an Sensoren mit unterschiedlichen Geometrien und Durchmessern ermöglicht eine exakte Anpassung an das zu prüfende Material.

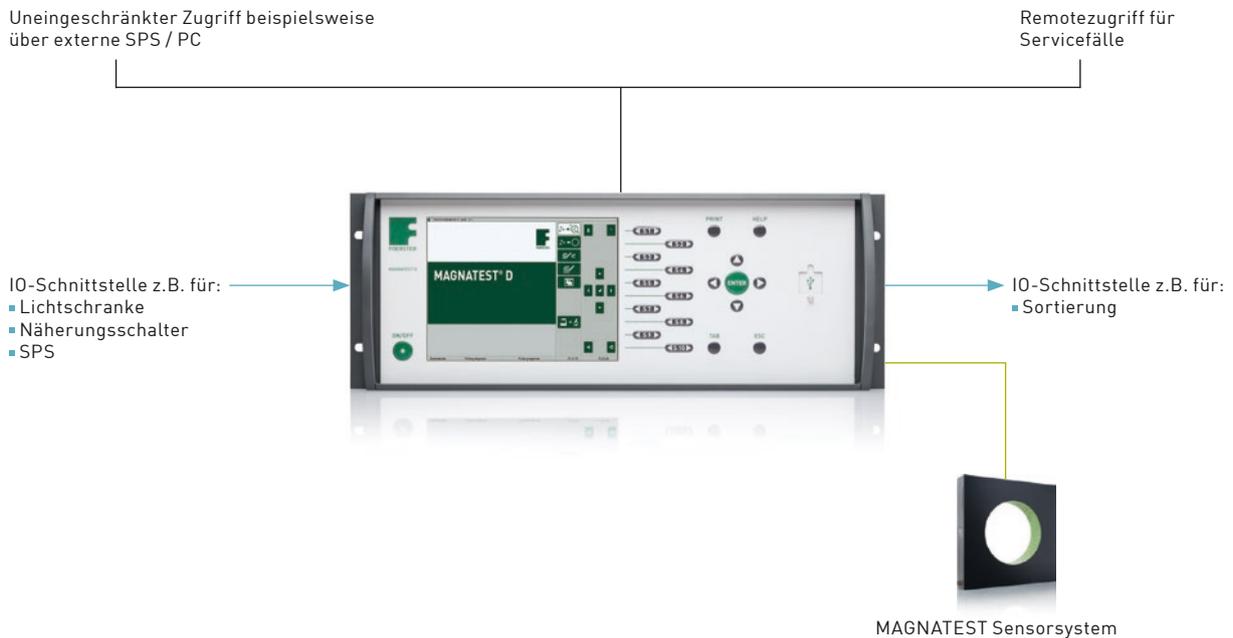
### Vollautomatische Prüfung mit MAGNATEST® D

Das MAGNATEST D garantiert magnetinduktive Prüfungen auf dem höchsten Niveau: das System führt vollautomatisiert die Materialprüfung auf Werkstoffeigenschaften durch. Dies geschieht im Einspulen-Absolutbetrieb und macht eine Vergleichsspule überflüssig. Die Kombination hoher Erregerströme mit einer aufwändigen Auswerteelektronik lässt auch sehr geringe Gefügeunterschiede sichtbar werden. Das MAGNATEST D bietet zudem umfassende Möglichkeiten zur Dokumentation der Prüfergebnisse wie Prüfteilstatistik, Histogrammdarstellung und Prüfdatenexport, die auf dem großen farbigen Display übersichtlich dargestellt werden. Bei der Einstellung der Geräte wird der Anwender durch eine intuitive Bedienung unterstützt.

### Vorteile MAGNATEST® D

- Keine Vergleichsspule erforderlich, da Einspulen-Absolutbetrieb
- Gleichbleibende magnetische Feldstärke durch eingepprägten Erregerstrom
- Hohe Erregerstromstärke möglich für eine hohe Prüfempfindlichkeit auf die magnetischen Eigenschaften durch gezielte Aussteuerung der Hysterese
- Erhöhte Prüfsicherheit durch Mehrfrequenzprüfung
- Prüffrequenzen von 2 Hz bis 128 kHz
- 8 Ein- und Ausgänge zur Linie
- Volle Netzwerkintegration und Remotezugriff zur Prozessintegration
- Automatische Bildung von statistisch gesicherten Sortiergrenzen entsprechend der Anzahl der Kalibrierteile
- Kontinuierliche Erhöhung der statistischen Sicherheit durch Aktivierung des dynamischen Kalibriermodus
- Aktivierung einer Trendverfolgung der Sortierbereiche während der Prüfung möglich
- Integrierter Bedienrechner mit Microsoft® Windows 7
- Einfache Bedienung durch intuitive Funktionstasten und hochauflösendem TFT-Farbbildschirm
- Standardisierte Schnittstellen für Peripheriegeräte (Tastatur, Maus, Drucker, USB, Netzwerk, etc.)
- Einfache Integration in Schaltschränke
- Optional verfügbar: Multiplexer mit 4 Kanälen (erweiterbar auf 8 Kanäle)

## Integration und Funktionsweise



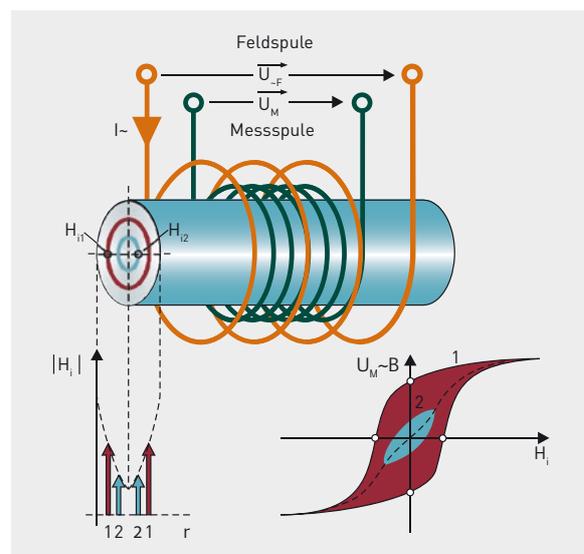
### Manuelle und vollautomatische Prüfung

Das MAGNATEST D kann sowohl in eine Prüflinie integriert, als auch zur manuellen Prüfung im Werkstofflabor eingesetzt werden. Die Linienintegration erfolgt über acht zur Verfügung stehende digitale Ein- und Ausgänge. Über die Ethernetanbindung ist der Remotezugriff, beispielsweise für die Übertragung der aktuellen Prüfergebnisse an einen übergeordneten Rechner, möglich. Die direkte Bedienung erfolgt über die auf der Frontseite befindlichen Funktionstasten. Auch ist der Anschluss eines Monitors, einer Tastatur, einer Maus und einem Drucker möglich. Die flexiblen Integrationsmöglichkeiten, durch das äußerst kompakte und robuste 4 HE Gehäuse, sind ideal für das industrielle Umfeld.

### Prüfung auf Werkstoffeigenschaften

Zur Prüfung auf Werkstoffeigenschaften passieren die Prüflinge in der Regel eine umfassende Durchlaufprüfpule. Für spezielle Anwendungen, beispielsweise zur lokalen Kontrolle der Oberflächenhärte oder der Einhärtetiefe, werden dem Prüfteil angepasste Sensorsysteme eingesetzt. Die vom Sensor erfasste Prüfspannung resultiert aus den magnetischen und

elektrischen Eigenschaften des Prüfteils, wobei der Spannungswert als Messpunkt grafisch dargestellt wird. Durch die statistische Auswertung mehrerer Messwerte wird im Rahmen der Kalibrierung automatisch eine Sortiergrenze gebildet. Bei der anschließenden Serienprüfung werden alle weiteren Messpunkte mit den vorgegebenen Toleranzgrenzen verglichen. Entsprechend dem jeweiligen Prüfergebnis erfolgt die Sortierung der Werkstücke.

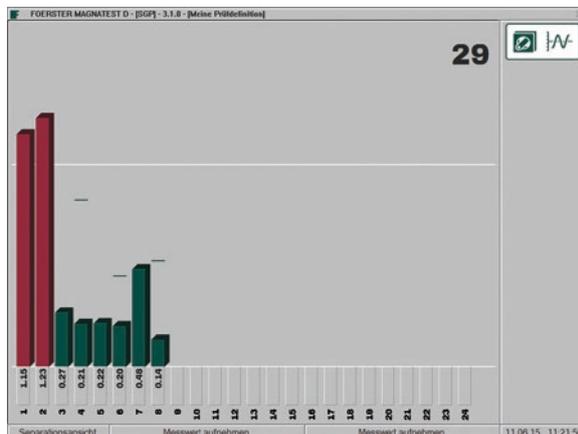


Aus den elektrischen und magnetischen Eigenschaften ferromagnetischer Bauteile ermittelt die Magnet-Induktiv-Prüfung die benötigten Werkstoffeigenschaften

# Mehrfrequenzprüfung und Oberwellenauswertung

## Mehrfrequenzprüfung

Durch Kombination mehrerer Frequenzen und Magnetisierungsfeldstärken können gleichzeitig unterschiedliche Materialeigenschaften bewertet und/oder Störgrößen gezielt unterdrückt werden. Die serielle Mehrfrequenzprüfung arbeitet daher mit mehreren unterschiedlichen Prüffrequenzen. Dabei werden nacheinander in einem einzigen Prüfvorgang mit den definierten Frequenzeinstellungen die einzelnen Prüfinformationen ermittelt. Dieser Vorgang wird vom Prüfsystem automatisch gesteuert. Die Anzahl der eingestellten Frequenzen bestimmt die Gesamtprüfzeit.

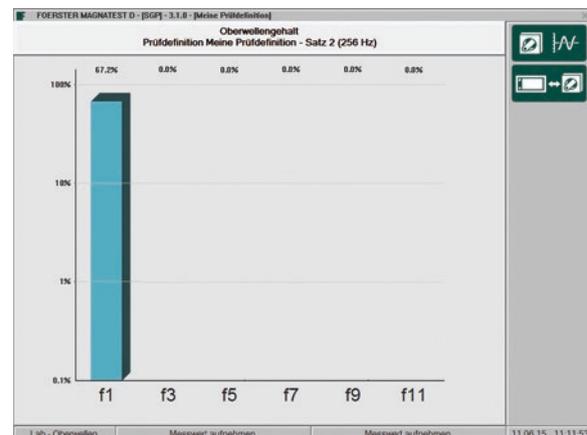


Bei der Mehrfrequenzprüfung können die Ergebnisse von maximal 24 Einzelfrequenzen mit den dazugehörigen Separationsindizes in einer Übersicht dargestellt werden

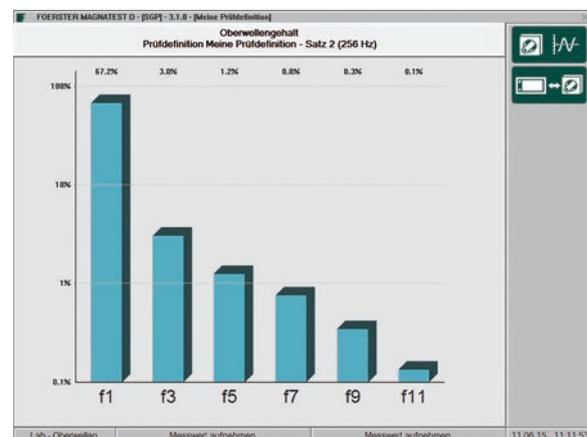
## Oberwellenauswertung

Um auch unter Störeinflüssen, wie beispielsweise schwankenden Prüfteiltemperaturen oder Fehlpositionierungen des Prüfteils in der Prüfspule, eine sehr gute Wiederholpräzision zu garantieren, wird die sogenannte Oberwellenauswertung eingesetzt. Diese sichert eine hohe Langzeitstabilität der Prüfergebnisse. Selbst ein Chargenwechsel oder eine Temperaturänderung der Prüfteile macht in der Regel keine Neukalibrierung erforderlich.

Voraussetzung für die Oberwellenauswertung ist ein leistungsfähiger Verstärker, wie er bei den MAGNATEST-Prüfgeräten eingesetzt wird. Er sorgt für die Durchdringung der Bauteile mit starken magnetischen Wechselfeldern innerhalb der Prüfspule. Die Wechselfeldmagnetisierung ferromagnetischer Bauteile wird durch die sogenannte „Hysteresekurve“ beschrieben, welche einen sehr empfindlichen Indikator für eine Vielzahl von Werkstoffeigenschaften darstellt. Durch die „hochenergetische“ Magnetfeldanregung ist das MAGNATEST D in der Lage, Bestandteile der Hysteresekurve als sogenannte Oberwellen (ungeradzählige Vielfache der Sendefrequenz) auszuwerten. Hierbei handelt es sich um harmonische Empfangsfrequenzen für jede Sendefrequenz. Dadurch unterscheidet sich das MAGNATEST D von Geräten mit sequentieller Mehrfrequenzprüfung, bei denen eine Prüfung mit mehreren Einzelfrequenzen nacheinander durchgeführt wird.



Spektrum des Empfangssignals bei der Grundwellenauswertung



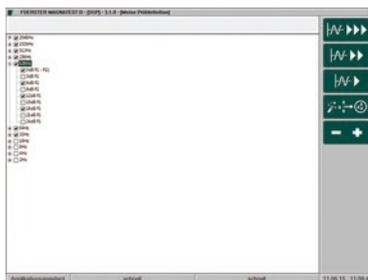
Spektrum des Empfangssignals bei der hochenergetischen Oberwellenauswertung

# Professionelle Software-Unterstützung

## Applikationsassistent zur Bedienerunterstützung

Die Separationsfähigkeit der magnetinduktiven Verwechslungsprüfung hängt in hohem Maß von den Prüfparametern, insbesondere der Prüffrequenz und der Magnetfeldstärke, ab. Der Applikationsassistent ermittelt die optimale Prüfeinstellung für die jeweilige Applikation auf Basis vorwählbarer Parameter und reduziert dadurch den Arbeitsaufwand erheblich.

- Schrittweise Bedienerführung durch den Optimierungsprozess
- Berechnung der Separation nach Aufnahme von mindestens fünf Gutteilen
- Anzeige der optimalen Prüfeinstellungen nach Prüfung des zu trennenden Prüfteils
- Aktivierung der ermittelten Prüfparameter für die Serienprüfung durch den Bediener



Darstellung der möglichen Parameterkombinationen des Prüfgeräts MAGNATEST D

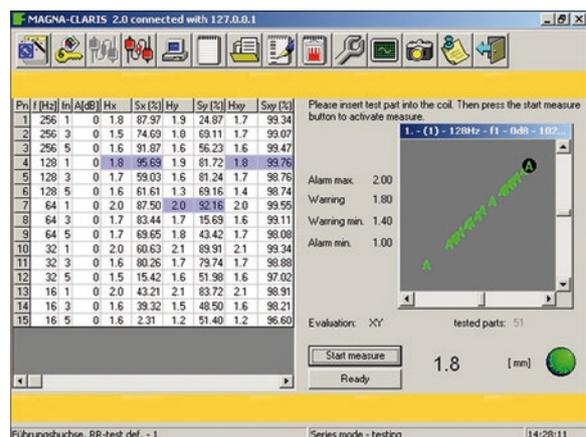
Frequenz [Hz]	Abschleichen	Hauptmische	Elgen	Kern	Rechtsh.	Belegungsindex
3200	0/0	F1	8.82	8.72	18.05	29.98
3200	0/0	F1	8.81	8.46	28.21	46.36
20480	0/0	F1	7.24	5.13	18.34	46.31
20480	0/0	F1	7.25	5.08	6.86	36.28
20480	0/0	F1	4.17	5.02	6.22	38.77
10240	0/0	F1	5.36	4.02	6.42	38.07
5120	0/0	F1	5.64	5.36	5.82	21.73
1280	0/0	F1	5.27	5.04	5.81	28.98
1280	0/0	F1	5.51	5.18	5.18	18.81
640	0/0	F1	6.28	6.24	6.07	18.88
2560	0/0	F1	5.27	5.18	5.37	18.07
15360	0/0	F1	4.82	4.86	5.32	18.82
20480	0/0	F1	8.81	8.08	8.26	17.69
3200	0/0	F1	8.82	8.72	18.05	29.98
3200	0/0	F5	33.84	16.21	63.08	193.52
640	0/0	F5	98.28	29.49	38.08	87.77
1280	0/0	F5	31.24	16.88	88.08	88.88
640	0/0	F7	79.82	26.26	22.62	63.82
6720	0/0	F7	7.48	4.13	4.13	61.63
1280	0/0	F7	38.13	46.12	47.88	53.38
6720	0/0	F7	24.21	7.08	6.36	51.87
3200	0/0	F3	43.32	47.77	48.05	48.85
3200	0/0	F9	29.76	36.26	48.88	48.88
640	0/0	F9	45.18	38.08	46.57	46.57
1280	0/0	F9	34.41	18.12	22.71	49.15
640	0/0	F11	47.88	18.07	24.38	38.24
3200	0/0	F11	36.88	25.21	34.64	34.64

Wenn eine Separation der beiden aufgenommenen Zustände möglich war, ist bereits der Parametersatz mit der besten Separation (dem höchsten Separationsindex) markiert. Da die Separationsfähigkeit auch von der Form des Toleranzfeldes abhängig ist, wird der Wert jeweils für alle möglichen Prüfklassentypen angezeigt

## MagnaClaris

Für schnelle Analysen und um noch mehr Informationen über das Prüfteil und dessen Zustand zu erhalten, wurde die Software MagnaClaris entwickelt. Sie unterstützt bei der Datenaufbereitung der durch die magnetinduktive Prüfung ermittelten elektrischen und magnetischen Eigenschaften des Prüfteils. Diese Größen stehen in einem engen Zusammenhang mit den technologischen Eigenschaften des Werkstoffs. Bei einem näherungsweise linearen Zusammenhang zwischen den Prüfdaten des MAGNATEST D und den technologischen Eigenschaften der Prüfteile kann nach einer Kalibrierung aus den Prüfergebnissen mittels linearer Regression auf eine technologische Größe zurückgerechnet werden. Zu dem zweidimensionalen Wirbelstromkennwert wird zusätzlich der konventionell ermittelte technologische Wert gespeichert.

Im nächsten Schritt berechnet die Software die Regressionsgrade. Das Qualitätsmaß dieses Zusammenhangs wird als Korrelationsfaktor bezeichnet und als Zahlenwert oder Prozentzahl angegeben. Je höher dieser Wert ist, desto präziser kann die Zielgröße bestimmt werden. In der Folge kann der technologische Wert unbekannter Teile aus den Wirbelstromkennwerten berechnet werden. Die Einsatzmöglichkeit muss in jedem Fall verifiziert werden.



Prüfergebnisdarstellung mit MagnaClaris

## Robuste Sensoren für präzise Prüfergebnisse

### FOERSTER Sensoren für hochwertige Prüfergebnisse

FOERSTER ist als führender Entwickler für Prüfspulen stets bestrebt, seinen Kunden neue und innovative Lösungen anzubieten, um optimale Prüfergebnisse zu erreichen. Deshalb steht eine Vielzahl von Sensoren für unterschiedliche Formen und Durchmesser zur Verfügung, um sicherheitsrelevante und funktionskritische Komponenten auf deren Eigenschaften zu prüfen. Bewährt und über Jahrzehnte im Einsatz leisten die Sensoren reproduzierbare Prüfergebnisse in der Qualitätskontrolle und Prozesssteuerung.



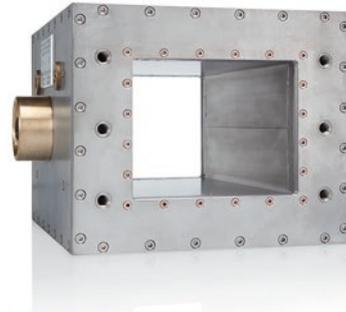
#### Spulen

Die lichte Weite der Öffnung bei Durchlaufspulen richtet sich nach den zu prüfenden Teilen. Je nach Form und Querschnitt des Prüflings lassen sich die Spulen austauschen und so die Prüfsysteme einfach auf andere Aufgaben umrüsten.



#### Taster

Dort, wo umfassende Spulen nicht verwendet werden können, setzt man der Prüfaufgabe angepasste Taster ein. Hierdurch besteht die Möglichkeit, beispielsweise an schwer zugänglichen Stellen zu prüfen oder lokale Gefügestrukturen gezielt zu erfassen.



#### Wassergekühlte Spulen

Um die Gefügeeigenschaften von sehr heißen Teilen prüfen zu können, werden spezielle wassergekühlte Spulen eingesetzt. Diese sind durch ihre robuste Bauart besonders für raue Umgebungen ausgelegt. Dank des integrierten Kühlkreislaufs ist die Lebensdauer der Spule deutlich erhöht.



#### Formangepasste Taster

Spezielle formangepasste Taster kommen hauptsächlich bei der Prüfung im Inneren eines Prüflings zum Einsatz. Mit ihnen wird beispielsweise die Einhärtetiefe überprüft. Durch das optimierte Wechselwirkungsvolumen ergibt sich eine größere Trennschärfe und eine höhere Reproduzierbarkeit der Prüfergebnisse gegenüber herkömmlichen Spulen.

## Weltweite Vertriebs- und Service-Niederlassungen



### Zentrale

- Institut Dr. Foerster GmbH & Co. KG, Deutschland

### Tochterfirmen

- Magnetische Pruefanlagen GmbH, Deutschland
- FOERSTER France SAS, Frankreich
- FOERSTER U.K. Limited, Vereinigtes Königreich
- FOERSTER Italia S.r.l., Italien
- FOERSTER Russland AO, Russland
- FOERSTER Tecom spol s.r.o., Tschechische Republik
- FOERSTER (Shanghai) NDT Instruments Co., Ltd., China
- FOERSTER Japan Co., Ltd., Japan
- NDT Instruments Pte Ltd, Singapur
- FOERSTER Instruments Inc., USA

Die FOERSTER Group wird weltweit in über 60 Ländern durch Tochterfirmen und Vertretungen repräsentiert.

### Magnetische Pruefanlagen GmbH

In Laisen 65  
72766 Reutlingen  
Deutschland  
+49 7121 1099 0  
info@mp-ndt.de  
www.mp-ndt.de

