

# Neue Entwicklungen in der Mehrkanal-Wirbelstromprüftechnik durch innovative Softwaretechnik

G. Scheer, L. Frische  
Test-Maschinen-Technik, Schwarmstedt

## 1. Einleitung

Die Firma Test-Maschinen-Technik GmbH (TMT) stellt seit 1992 PC-Basierte Wirbelstromprüfsysteme her. Diese Systeme bestehen grundsätzlich aus einem handelsüblichen Industrie-PC und ein bis vier eddyMax<sup>®</sup> Wirbelstromkarten, die von TMT entwickelt und hergestellt werden. Darauf aufbauend wurden je nach Anwendungsgebiet unterschiedliche Softwarepakete entwickelt, welche die von den eddyMax<sup>®</sup> Karten bereitgestellten Daten entsprechend verarbeiten, verwalten und darstellen.

Die Anwendungsgebiete für diese Software reichen u.a. von der Prüfung von Tanks und Rohrleitungen, der Prüfung von Wärmetauscherrohren, über das Scannen von rotationssymmetrischen Bauteilen und ebenen Bauteilflächen bis zur Prüfung von Stangen und Rohren in der Produktion. Dabei ist festzustellen, dass insbesondere Systeme, die in der Produktion eingesetzt werden, oftmals durch zusätzliche Erweiterungen und Anpassungen an die spezielle Prüfaufgabe des jeweiligen Kunden ergänzt werden müssen.

Um auf die immer höher werdenden Anforderungen an die Software reagieren zu können, hat sich TMT seit 2003 die Aufgabe gestellt, die Basis aller Softwaresystem in einer Bibliothek zusammenzufassen und diese mit modernen Techniken der Softwaretechnik neu zu entwickeln.

## 2. Anforderungen

Der Entschluss, die Basis aller Softwarepakete auf eine gemeinsame Grundlage zu stellen ist mit hohen Anforderungen verbunden. Gemeinsam ist allen Anwendungen, dass sie grundsätzlich Wirbelstromprüfsignale verarbeiten. Die Ausstattung mit Kanälen, die Darstellung und Analyse der Signale sowie die Verwaltung der Daten kann allerdings von Applikation zu Applikation variieren. Die Basis sollte so flexibel sein, dass ein breites Spektrum an erdenklichen Anwendungen unterstützt werden kann. Darüber hinaus sollte sie so mächtig sein, dass der Aufwand für spezielle Lösungen möglichst gering gehalten werden kann, so dass jederzeit schnell und preisgünstig auf neue Prüfaufgaben reagiert werden kann.

Die Erwartungen an die Qualität von Softwaresystemen sind in letzten Jahren stetig gestiegen. Eine Software die von vielen Anwendern über einen längeren Zeitraum genutzt wird, kann dabei durch das stetige Feedback der Nutzer einen sehr viel höheren Qualitätsstandard erreichen als eine Spezialentwicklung. Die gemeinsame Basis soll es ermöglichen, dass Verbesserungen, Änderungen und Erweiterungen die alle Applikationen betreffen, ohne viel Aufwand in allen Applikationen verfügbar sind. Dadurch sollen Speziallösungen entwickelt werden können, die die hohe Qualität einer Standardsoftware liefern. Gleichzeitig dürfen allerdings Veränderungen, die nur einzelne Applikationen betreffen, nicht die Qualität anderer Applikationen gefährden.

## 3. Lösungsansatz

Die verschiedenen von TMT entwickelten Prüfsysteme können als eine Produktlinie angesehen werden, wobei sich ein Rahmenwerk aus Softwarekomponenten als gemeinsame Grundlage anbietet. Eine Softwarekomponente ist dabei eine ausführbare

Einheit, die über eine definierte Schnittstelle genutzt und konfiguriert werden kann, ohne dass die tatsächliche Implementierung der Komponente zur Zeit der Nutzung bekannt sein muss. Die Schnittstelle muss alle Kontextabhängigkeiten der Komponente vollständig beschreiben, so dass die Komponente in den unterschiedlichsten Kontexten fehlerfrei nutzbar bleibt (vgl. [6], S. 34). Ein Komponentenrahmenwerk wiederum legt fest, wie bestimmte Komponenten miteinander interagieren und kommunizieren können und wie sie gemeinsam angeordnet werden können. Das Rahmenwerk gibt also eine Architektur für die Nutzung einer Gruppe von Komponenten vor.

Als Grundlage für die Entwicklung unseres Komponentenrahmenwerks haben wir uns für die Visual Component Library (VCL) der Firma Borland (vgl. [1], [3]) entschieden, da wir seit Jahren erfolgreich die Produkte der Firma Borland zur Entwicklung unserer Software einsetzen. Auf der VCL aufbauende Komponenten können vom Anwendungsentwickler leicht konfiguriert und angeordnet werden. Dies ermöglicht eine weitestgehende Anpassung der Komponenten an unterschiedlichste Anwendungen.

Den Kern unseres Rahmenwerkes bilden die drei Komponenten TSignalRecorder, TDispatcher und TChannel. TSignalRecorder dient grundsätzlich als Schnittstelle zwischen eddyMax<sup>®</sup> Karte und Dateisystem auf der einen Seite und TDispatcher auf der anderen Seite. Daten, die TSignalRecorder von der eddyMax<sup>®</sup> Karte holt, werden an TDispatcher weitergegeben, der die Daten wiederum an diverse Kanalstränge, bestehend aus TChannel Komponenten, verteilt.

TChannel definiert nur eine Schnittstelle, die alle Kanalkomponenten erfüllen müssen. Es gibt verschiedene Kanalkomponenten mit unterschiedlichen Eigenschaften und Fähigkeiten (siehe Tabelle 1).

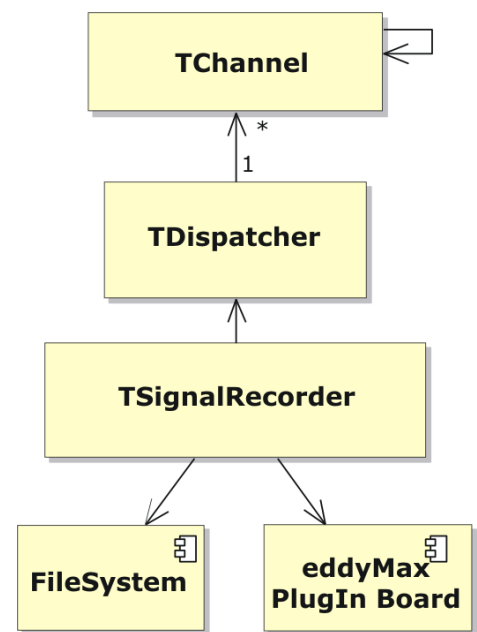


Abbildung 1: Signalfluss

<b>TDSPChannel</b>	Dieser Kanal kann Signale verstärken und in der Phase drehen. Zusätzlich besteht die Möglichkeit Signale mit Hochpass- und Tiefpassfiltern zu bearbeiten.
<b>TMixChannel</b>	Der Mix-Kanal kann beliebig viele Kanäle miteinander verrechnen (‚mischen‘). Jedes Eingangssignal kann individuell gespreizt und in der Phase gedreht werden. Das Ausgangssignal kann wiederum verstärkt und in der Phase gedreht werden.
<b>TXYDispChannel</b>	Der XY-Kanal stellt ein Signal in der Impedanzebene dar.
<b>TScanChannel</b>	Dieser Kanal stellt ein Signal als Scan dar. Dabei kann die Signalkomponente ausgewählt werden (x, y oder Amplitude) und die Farbgebung kann über eine Farbpalette gesteuert werden.
<b>TChartChannel</b>	Der Chart-Kanal stellt eine Signalkomponente über der Zeit dar. Auch beim Chartkanal kann die Farbgebung durch eine Farbpalette gesteuert werden.

Tabelle 1: Beispiele von Kanalkomponenten

Das gesamte Rahmenwerk wird ständig durch neue Komponenten erweitert. Dabei können speziell neue Kanalkomponenten durch die definierte Schnittstelle von

TChannel leicht in bestehende Anwendungen aufgenommen werden. Auf diesem Wege kann neue Funktionalität bereitgestellt werden, ohne dass bestehende Komponenten verändert werden müssen. Dies ist besonders begrüßenswert, da Änderungen in bestehendem Quelltext immer ein potenzielles Risiko an Fehlern bergen.

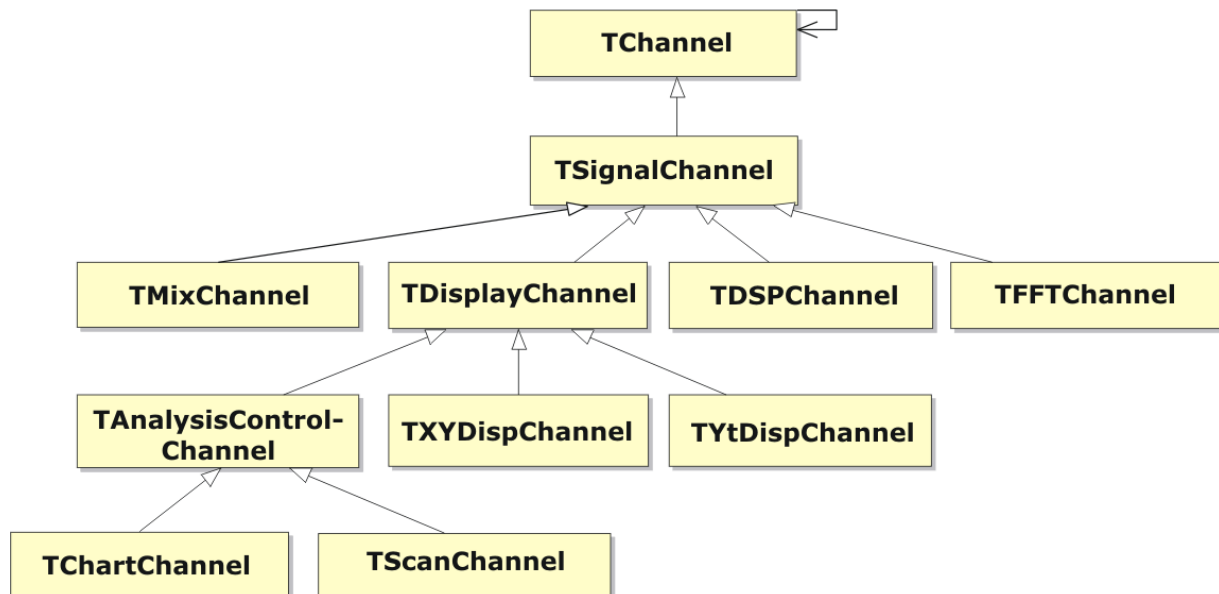


Abbildung 2: Vererbungsdiagramm der Kanalkomponenten

## 4. Flexible Umsetzung

Mittlerweile konnten mehrere Anwendungen bei TMT mit Hilfe des neuen Komponentenrahmenwerks fertig gestellt werden. Dabei ist allen Anwendungen gemeinsam, dass sie grundsätzlich auf denselben Komponenten aufbauen und auch die Applikationsarchitektur weitestgehend vom Rahmenwerk übernommen wurde. Für einfache Anwendungen konnte so der applikationsspezifische Code auf unter 5% des gesamten Codes reduziert werden. Dies hat zu einer massiven Vereinfachung und Vereinheitlichung der verschiedenen von TMT entwickelten Systeme geführt. Auch für die Nutzer ist die gemeinsame Grundlage erkennbar, da auch die Nutzbarkeit und die Benutzungsoberfläche sich bei allen Anwendungen zum großen Teil ähnelt.

Für komplexe Lösungen wie z.B. der Software für das SLOFEC Prüfsystem kann die Konfiguration der Kanalkomponenten auch dynamisch zur Laufzeit erfolgen. Bei SLOFEC wird dies durch eine übergeordnete Verwaltungsstruktur unterstützt, die je nach Konfiguration die entsprechenden Kanäle generiert und verknüpft.

## 5. Beispiele realisierter Prüfsysteme

### 5.1 Inline

Inline dient der Prüfung von Werkstücken (z.B. Rohren) in der Fertigung. Ebenso wie ScanMax können mit Inline bis zu 8 Kanäle mit

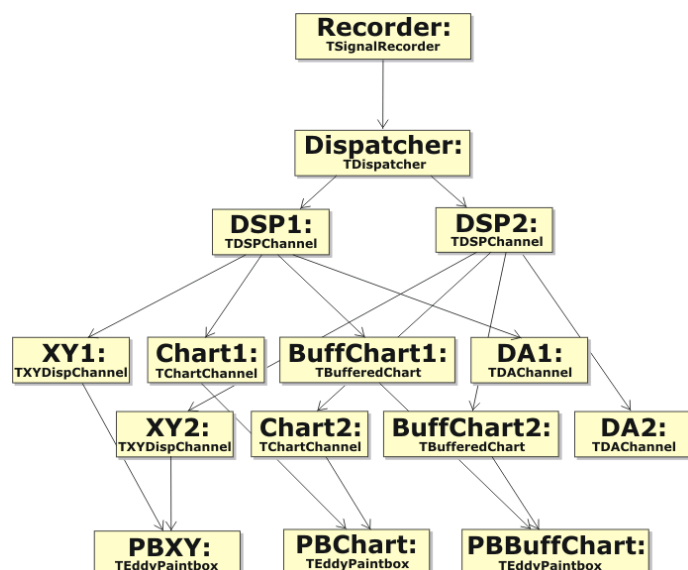


Abbildung 3: Kommunikationsdiagramm der Inline Software

bis zu 4 Frequenzen auf bis zu 2 eddyMax<sup>®</sup> Karten eingestellt werden. Schwellenüberschreitungen können an Ausgangsleitungen der eddyMax<sup>®</sup> Karte oder ein I/O-Modul und Signale von einer Digital/Analog Wandlerkarte ausgegeben werden. Der Prüfablauf kann mit der Anlagensteuerung synchronisiert werden.

Die Darstellung der Signale erfolgt in der Impedanzebene sowie als Chart, wobei ein Chart ständig mit dem Signal ‚mitläuft‘ und ein anderer Chart (TBufferedChart) jeweils das Signal des gesamten letzten Prüfstückes darstellt. Inline ist auch für Rotierprüfungen erweiterbar.

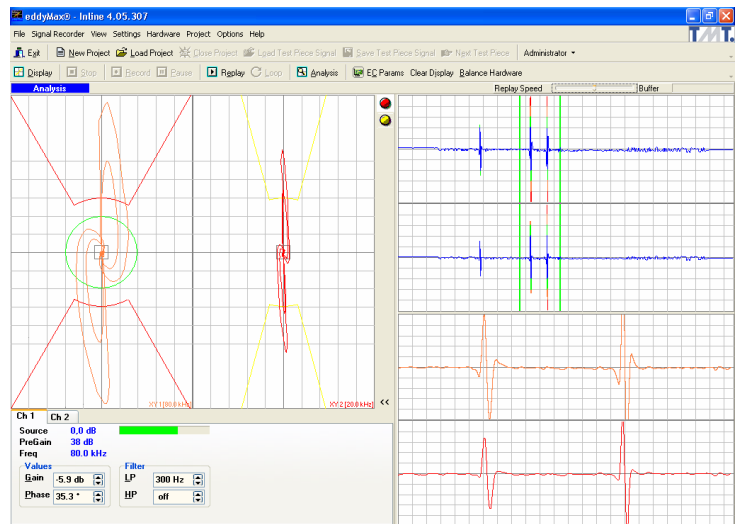


Abbildung 4: Benutzeroberfläche der Inline Software

## 5.2 ScanMax

Zum Scannen von Flächen und zur Rotierprüfung von rotationssymmetrischen Bauteilen hat TMT das Softwarepaket ScanMax entwickelt. ScanMax erlaubt die Anbindung an externe Steuerungen, um z.B. Spurwechsel anzuzeigen und die Signalaufnahme zu synchronisieren. Die Software unterstützt bis zu 8 Kanäle mit bis zu 4 Frequenzen und 2 eddyMax<sup>®</sup> Karten.

Signale werden in der Impedanzebene, Yt- und Scan-Darstellung angezeigt, wobei Yt- und Scan-Darstellungen auch durch eine Chart-Darstellung ersetzt bzw. ergänzt werden können. Es werden darüber hinaus auch Schwellenmodule, die Schwellenüberschreitungen über ein I/O-Modul zur Anlagensteuerung weitergeben können, unterstützt.

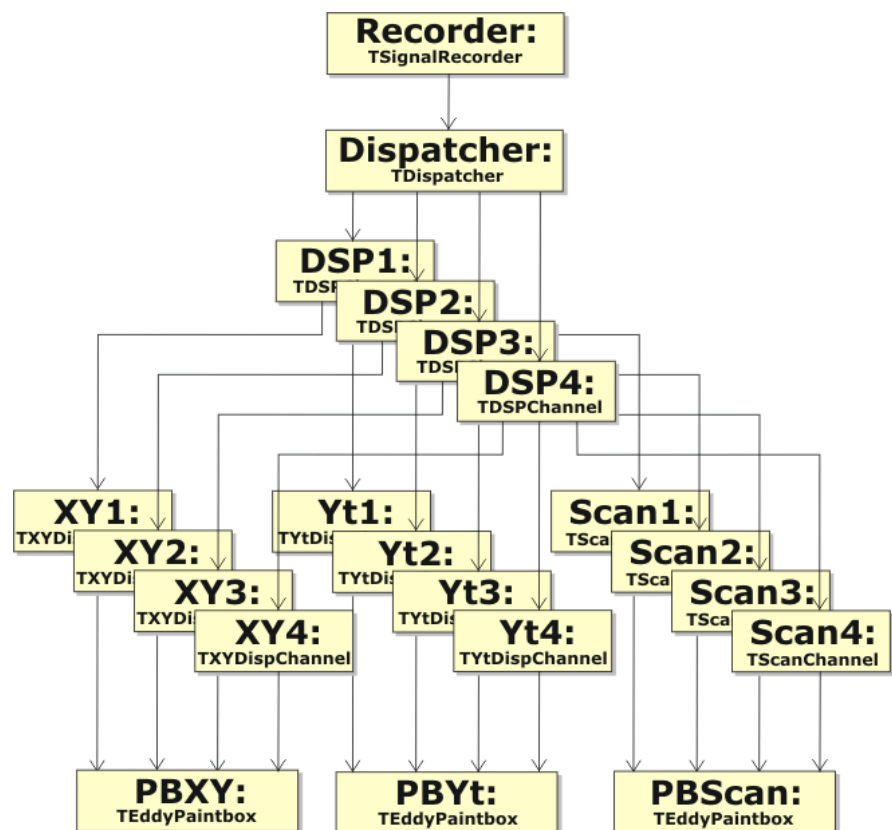


Abbildung 5: Kommunikationsdiagramm der ScanMax Software

## 5.3 SLOFEC

SLOFEC ist eine Software Prüfung von Tankböden und Rohrleitungen (vgl. [2]). Die Applikation unterstützt ein oder zwei eddyMax<sup>®</sup> Karten, sowie ein oder zwei Sensorarrays mit jeweils bis zu 32 Sensoren. Es besteht die Möglichkeit der Auswertung mit unterschiedlichen Analyse-Layern, z.B. Oberseite und Unterseite bei

der Prüfung von Tankböden. Analyse-Layer erlauben unterschiedliche Einstellungen von Phase, Verstärkung und Filtern zur Signalbewertung. Der Nutzer kann beliebig viele Analyse-Layer definieren und die Verwaltungsstruktur generiert aus diesen Vorgaben die gewünschte Signalverarbeitungskette.

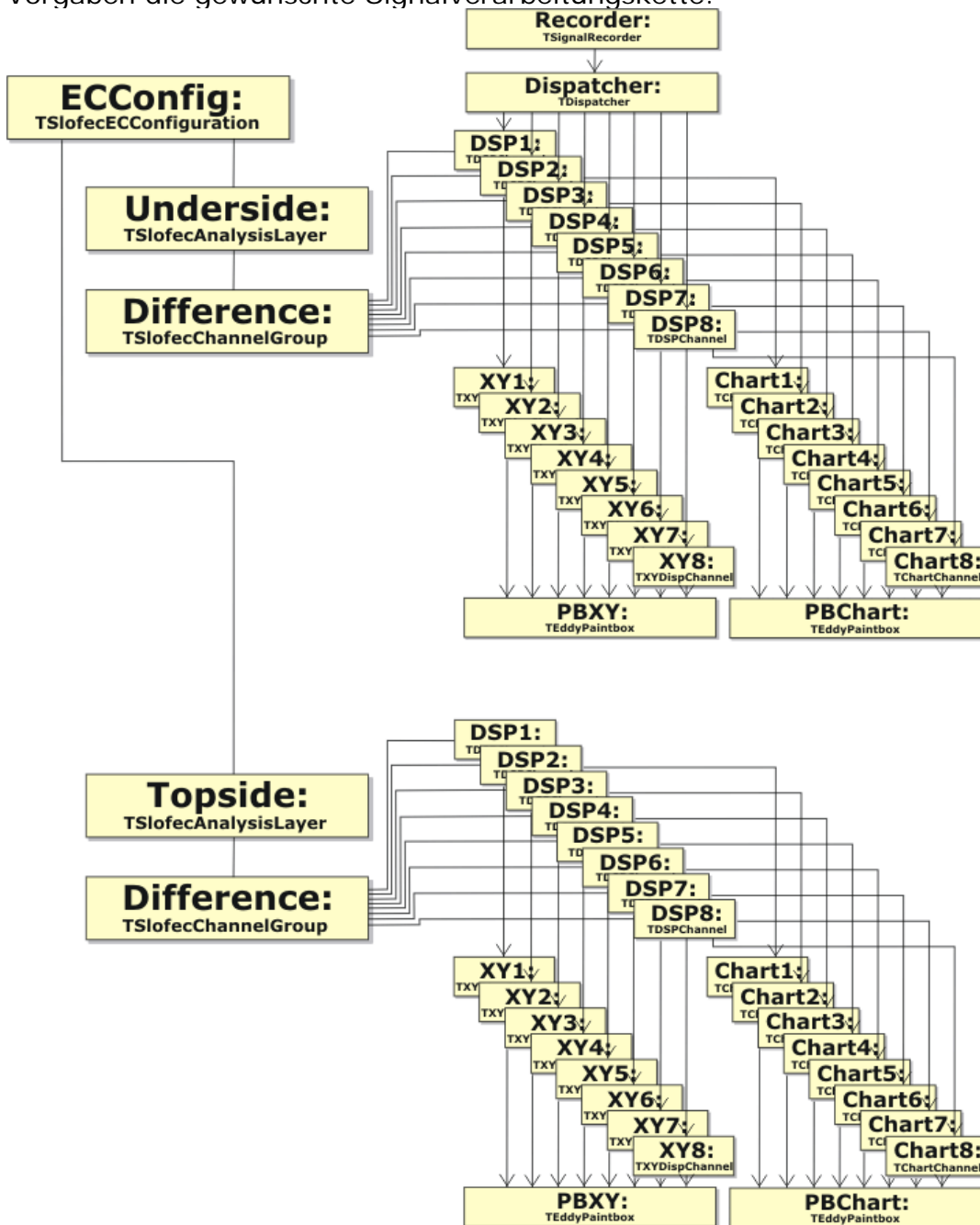


Abbildung 6: Kommunikationsdiagramm der SLOFEC Software

## 6. Zusammenfassung

TMT hat seit 2003 erfolgreich die Basis seiner Softwaresysteme auf ein neues Komponentenrahmenwerk umgestellt. Die Komponentenorientierte Entwicklung erlaubt dabei die Entwicklung von Spezialsoftware, die in Qualität und Aufwand nur wenig von entsprechender Standardsoftware abweicht.

Durch die Entwicklung von Softwarekomponenten können in hohem Maße modulare Systeme entwickelt werden, die dynamisch ihre interne Struktur ändern können. Diese Vorteile lassen sich insbesondere zur optimalen Unterstützung bei Mehrkanal-Anwendungen nutzen, indem z.B. der Prüfanwendung angepasste SignalDarstellungen

eingestellt werden. Des weiteren besteht die Möglichkeit, die Signale der Sensorkanäle zu duplizieren und simultan mit unterschiedlichen Einstellungen in virtuellen Kanälen zu verarbeiten und darzustellen. Während jedoch bei den Sensorkanälen weiterhin die Hardware die Anzahl begrenzt, sind virtuelle Kanäle nahezu unbegrenzt verfügbar.

### Referenzen:

[1] Borland (2002) Component Writer's Guide, wird als Bestandteil der Dokumentation von Borland Delphi 7 mitgeliefert.

[2] Bönisch A., Dijkstra F.H., de Raad J.A. (2000) Magnetic Flux and SLOFEC Inspection of Thick Walled Components, *Proceedings, 15<sup>th</sup> World Conference on Non-Destructive Testing, WCNDT2000* (online Version ist verfügbar unter: <http://www.ndt.net/article/wcndt00/papers/idn352/idn352.htm>).

[3] Gamma E., Helm R., Johnson R. und Vlissides J. (1995) Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software, Addison Wesley, Reading, MA.

[4] Konopka R., Pharaoh A., Brooke C. (2002) Creating Components (Borland VCL Framework), (online Version ist verfügbar unter: [www.componentsource.com/Services/VCLWhitePaper.asp](http://www.componentsource.com/Services/VCLWhitePaper.asp)).

[5] Scheer G., Hanemann P., Kelb W. (1996) Qualitätssicherung an rotationssymmetrischen Prüfoberflächen mit der Wirbelstrom-C-Scan-Technik, *Tagungsband der DACH Jahrestagung 1996, Lindau*.

[6] Szyperski C. (1998) Component Software – Beyond Object-Oriented Programming, Addison-Wesley, Reading, MA.

[7] Weck W. (1997) Independently extensible component frameworks, *Proceedings, Intl. Workshop on Component-Oriented Programming (WCOP96) at ECOOP96, Linz, Österreich*. In Mühlhäuser M. (ed.) *Special Issues in Object-Oriented Programming – ECOOP96 Workshop Reader*. dpunkt Verlag, Heidelberg.