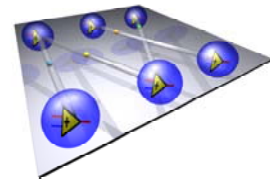


## Objektorientierte grafische Programmierung in Mess- und Automatisierungstechnik



Beispiellösung:

**Nanolaserskalpell mit  
LabVIEW™/ObjectVIEW™**

**Jens Vogel**  
Vogel Automatisierungstechnik GmbH  
Jenaer Straße 7  
D-07778 Dornburg  
Phone: +49 (0) 3 64 27 - 200 30  
Fax: +49 (0) 3 64 27 - 200 31  
Email: Jens.Vogel@vat.de

[www.vat.de](http://www.vat.de)

### Zeit ist kostbar

Komplexe IT-Systeme lassen sich mit Mitteln der Objektorientierung effizienter umsetzen. Darunter werden zahlreiche einzelne Techniken und Prinzipien, die sich ergänzen und verstärken, zusammengefasst. Das Gesamtsystem wird klar nach Verantwortlichkeiten gegliedert - was zu einer robusteren, stabileren Software-Architektur führt.

Wir arbeiten seit über zehn Jahren mit Objekt-Technologien - von der Analyse über den Entwurf bis zur Implementierung. Die Umsetzung von Projekten mit objektorientierten Technologien gehört zu unseren Kernkompetenzen.

Das diesem Artikel zugrunde liegende Vorhaben (Nanolaserskalpell) wurde mit Mitteln des Thüringer Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kultur gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

- Vogel Automatisierungstechnik GmbH
- Graphical Object Technology
  - verteilte Systeme - Einordnung ObjectVIEW
  - Motivation
  - graphische Datenfluss- Programmierung
  - Objektorientierung – Klassen, Vererbung
  - State-Charts, Petri-Netz , Objekt-Netze
- Nanolaserskalpell
  - Anwendung
  - Baugruppenübersicht und Aufbau
  - Programmstruktur – Ereignisgesteuertes Objekt
- Zusammenfassung- Ausblick

Die zunehmende Komplexität produktionstechnischer Prozesse erfordert eine ständige Verbesserung der Produktions- und Analysemethoden. Die Prozessautomatisierung, die Gerätesteuerung sowie die Konzeption und Qualität der Messtechnik stellen dabei wichtige Garanten des Erfolges in der Zukunft dar.

Mit diesem Wissen im Hinterkopf und mit **zukunftsorientierten Ideen** in der Softwareentwicklung gründeten wir im Jahr 1993 die Vogel Automatisierungstechnik GmbH.

## Erfahrungsprofile in Automation und IT

- SPS-Steuerungen - verteilte Intelligenz
- SCADA- und Leitsysteme
- Betriebsdatenerfassung
- Management-Informationssysteme
- Client-/ Server-Systeme
- Expertensysteme -Prozess-Simulation
- Modellbildung mit Neuronalen Netzen
- Gerätesteuerung und Bildverarbeitung
- Softsensorik und Signalanalyse u.a.

Wir verstehen uns als **Berater, Planer** und **Systemintegrator** im Umfeld der Automations- und Informationstechnologie.

Mit innovativen Technologien in den Bereichen:

- **Mess- und Testsysteme,**
- **Anlagenautomatisierung** und
- **Gerätesteuerungen**

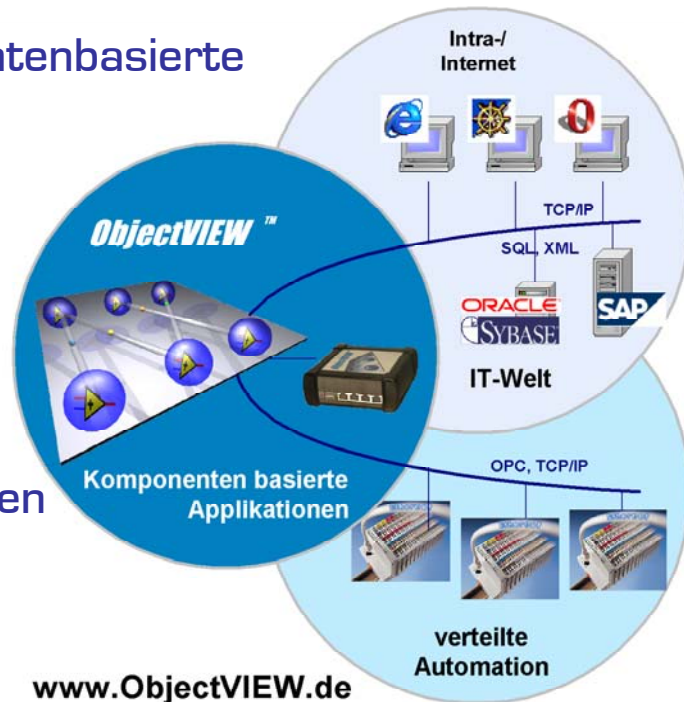
automatisieren und optimieren wir geräte- und produktionstechnische Prozesse.

**Service und Support** gehören ebenso zu unserem Leistungsspektrum.

Dass wir uns auf dem Erreichten nicht ausruhen, beweist unser großes Engagement im Bereich der **Forschung & Entwicklung**. Praxisbezug und Zukunftsorientierung stehen dabei stets im Mittelpunkt.

## Grafisch komponentenbasierte Applikationen

- MES
- Controlsysteme
- HMI / SCADA
- Gerätesteuerungen
- ...



März 2003

OO in Mess- und Automatisierungstechnik

4

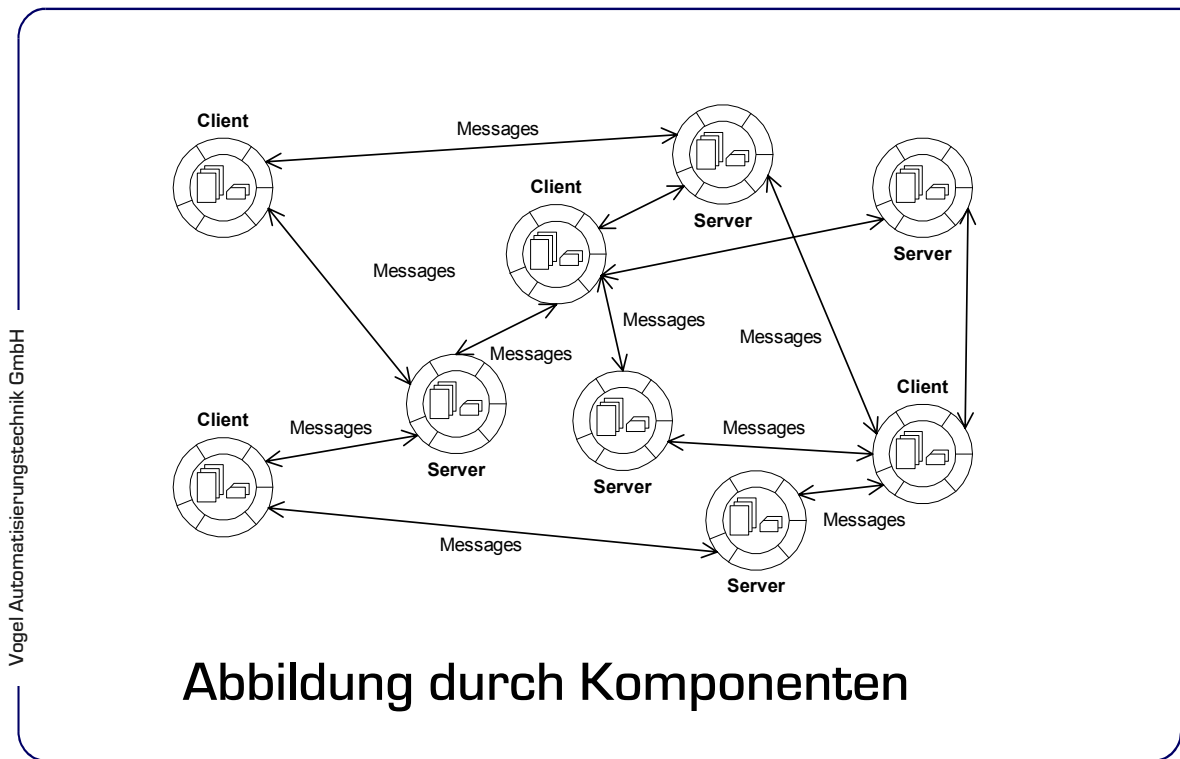
**Wirtschaftlich programmieren** mit dem grafischen Programmierwerkzeug der Neuen Generation

## ObjectVIEW™.

Durch Erweiterung von LabVIEW™ (Laboratory Virtual Engineering Workbench) der Firma National Instruments um OO-Konzepte ist es uns möglich, Automatisierungs- und IT-Lösungen jeglicher Komplexität **schneller, effizienter** und **transparenter** zu kreieren.

Die Reduzierung des Programmieraufwands und die Erhöhung der Anpassungsfähigkeit des Systems verschaffen entscheidende Vorteile.

Ein weiterer großer Vorteil von **ObjectVIEW™** liegt darin, dass es zu derzeitigen **Standardisierungs**-Bestrebungen für verteilte Automatisierungssysteme, wie etwa IEC 61499, PROFInet und UML 2.0 identische Strukturen aufweist.



Verteilte Anwendungen lassen sich effektiv durch Komponenten strukturieren. Diese Komponenten erbringen genau definierte Teilleistungen des Gesamtsystems und können wiederverwendet werden. Das Basiskonzept für die Wiederverwendung beruht darauf, dass Softwaresysteme aus Objekten aufgebaut werden. Diese bestehen aus Datenstrukturen und darauf arbeitenden Funktionen, die Methoden genannt werden. Gleichartige Objekte bilden Klassen, die ihre Eigenschaften an andere Klassen vererben und von anderen erben können. Die Objekte einer Klasse können dynamisch erzeugt (und auch wieder getilgt) werden und heißen Instanzen einer Klasse.

Diese Konzepte werden durch **ObjectVIEW** in **LabVIEW** konsequent umgesetzt.

## Programmieren mit Entwurfsmethoden

- Datenfluss
- Objektorientierung
- Ereignisorientierung
- Hierarchische Objektnetze
- Petri-Netze

LabVIEW

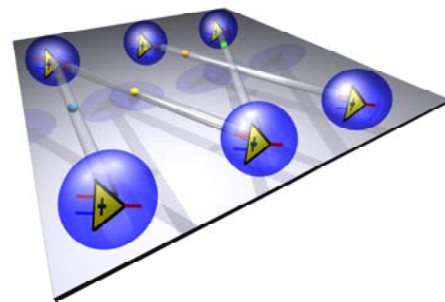
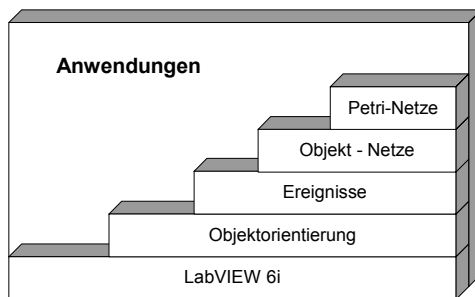
Klassen, Vererbung

Eventkanäle, Reactor

Container, Ports

Nebenläufigkeit beim Entwurf

Vogel Automatisierungstechnik GmbH



März 2003

OO in Mess- und Automatisierungstechnik

6

ObjectVIEW repräsentiert eine Synthese unterschiedlicher Designkonzepte, angefangen vom LabVIEW-immanenten Datenflussansatz über objektorientierte Ansätze mit Klassen und Vererbung, Ereignis-, Signal- und Botschaftermanagement, verteilten – inherent parallelen- intelligenten Objekten, Aggregation, Ports, Petri-Netzen und Objektnetzen.

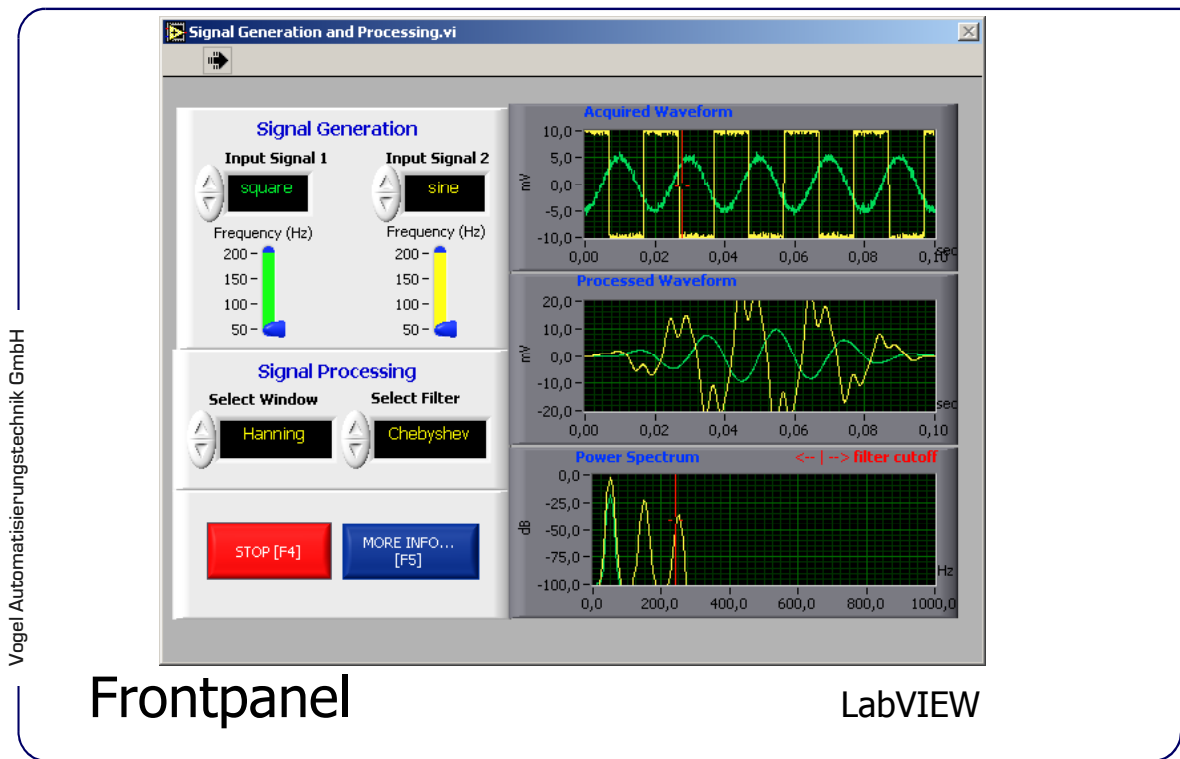
Die Verwendung dieser Technologien führt zu verteilten, leicht wiederverwendbaren, extrem skalier- und wartbaren, redundanten, robusten und sehr zuverlässigen intelligenten Objekten, die eine direkte Problembeschreibung und –Abstrahierung ermöglichen. Die Objekte sind im LAN und eingeschränkt auch in WAN-Umgebungen verteil- und administrierbar.

### Warum ????

- Verkürzung der Time to Market
- Verkürzung der Time to Market
- Verkürzung der Time to Market

Das ist kein Druckfehler es unterstreicht die Wichtigkeit der Tatsache

Die Objekttechnologie bietet die Grundlage für Systeme, die sich schnell an wechselnde Anforderungen adaptieren lassen, d.h. für agile und adaptive, zukunftsfähige Systeme. Sie ist die Voraussetzung, um mit LabVIEW komplexe Systeme klar strukturiert zu verwirklichen.



März 2003

OO in Mess- und Automatisierungstechnik

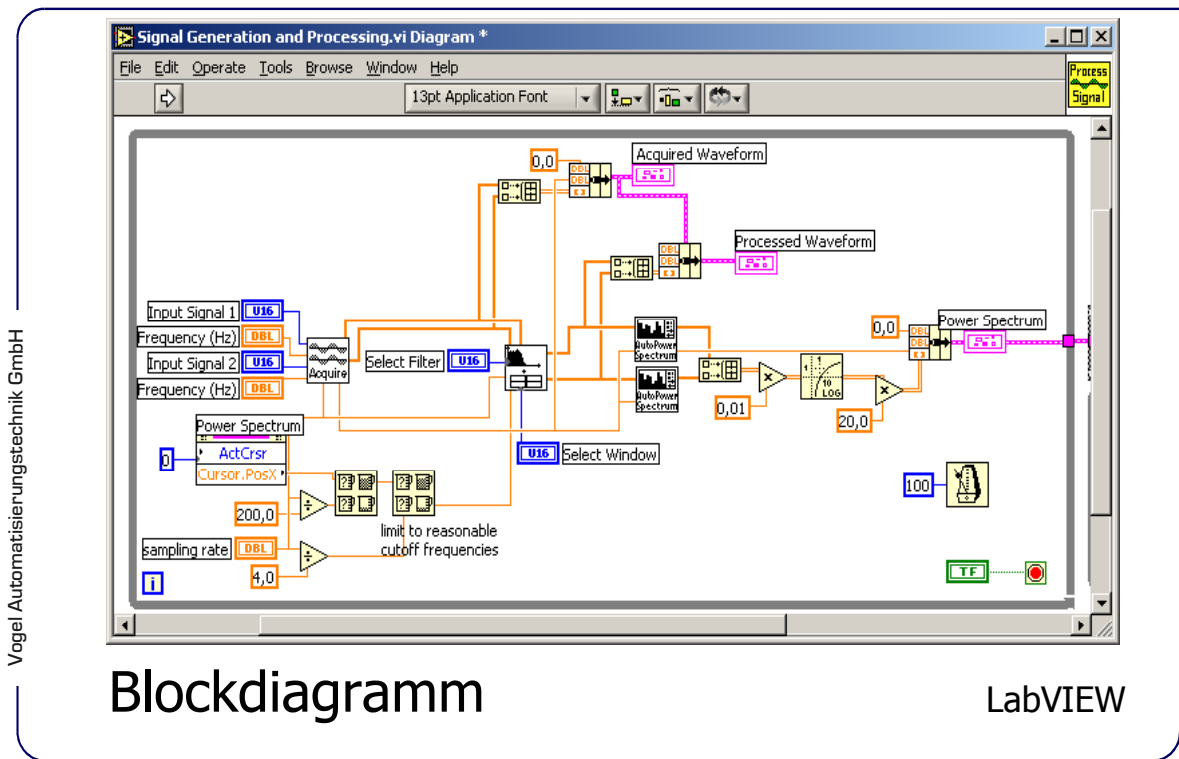
8

**LabVIEW** ist eine Anwendungsentwicklungsumgebung, die sich von konventionellen Programmiersprachen wie C oder Basic vor allem in der Art der Kodierung unterscheidet. Im Unterschied zu den textbasierenden Sprachen entwickelt man in LabVIEW Programme grafisch, und zwar mit Hilfe von Blockdiagrammen und Frontplattenelementen.

Blockdiagrammbestandteile sind mit Hilfe eines sogenannten Wiring Tools (Verbindungsdrähten) miteinander zu verbinden, damit ein voll funktionsfähiges Virtuelles Instrument entstehen kann.

In Analogie zu den Frontplatten von Messgeräten, welche Bedien- und Anzeigeelemente zur Verfügung stellen, und als eigentliche Schnittstelle zwischen Anwender und Gerät dienen, ist das Frontpanel (*Front Panel*) die Bedienoberfläche eines Programms, das Anwendern ermöglicht, mit dem Programm in Interaktion zu treten und die Ergebnisse der Anwendungen zu visualisieren.

Die Funktionalität eines Messgerätes wird durch elektronische und elektrische Komponenten bestimmt, die mit Hilfe elektrischer Schaltkreise miteinander in geeigneter Art und Weise verbunden sind.

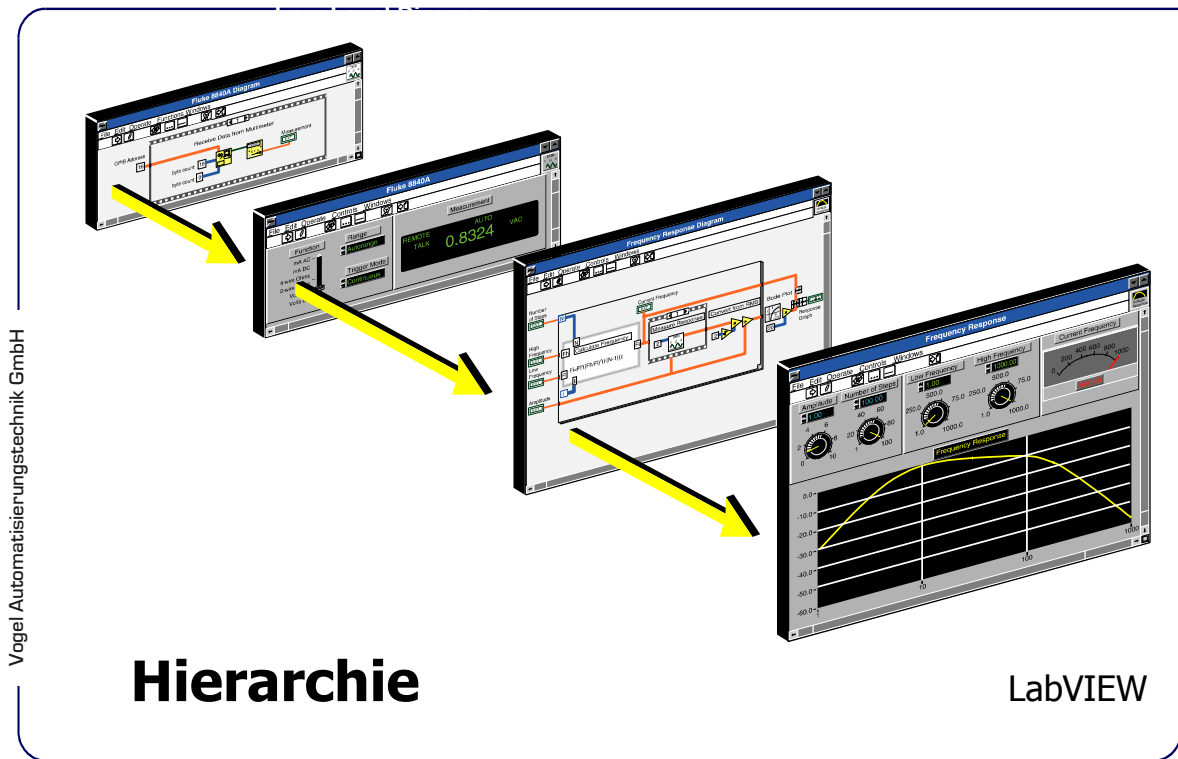


März 2003

OO in Mess- und Automatisierungstechnik

9

Das **Block Diagram** ist der eigentliche Programmcode - ein grafischer Quellcode, der im Gegensatz zum konventionellen, textorientierten Quellcode als Blockschaltbild im Sinne einer Signalflussdarstellung "gezeichnet" wird. Bestandteile dieses Blockschaltbildes können sowohl einfache mathematische Operatoren wie Addierer, Multiplizierer, etc. sein, als auch komplexe Funktionen wie FFT oder selbstdefinierte SubVIs (Unterprogramme). Dies weist auf den dritten Bestandteil eines VIs, den sogenannten Icon/Connector hin, der als Schnittstelle eines SubVIs zum aufrufenden Programm dient. Blockdiagramme können grundsätzlich in drei Elementgruppierungen eingeteilt werden. Knoten (nodes) sind Programmausführungselemente, die mit Statements, Operatoren, Funktionen und Subroutinen konventioneller Programmiersprachen zu vergleichen sind. Terminals sind Ports, durch welche die Kommunikation zwischen Blockschaltbild und Frontplatte erfolgt. Alle Ausführungselemente besitzen Terminals. Die sogenannten Wires (Datenflussverbindungsdrähte) bilden die Verbindungspfade zwischen Ein- und Ausgangsterminals der einzelnen Programmausführungselemente.



März 2003

OO in Mess- und Automatisierungstechnik

10

Der Modul- und Hierarchiebildung sind in LabVIEW keine Grenzen gesetzt, sodass auch innerhalb von Unterprogrammen weitere Unterprogramme verwendet werden können usw. Kurz gesagt: eine Grenze bezüglich der Tiefe an Verschachtelung existiert in LabVIEW nicht.

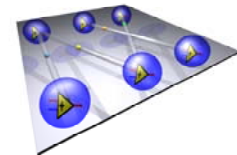
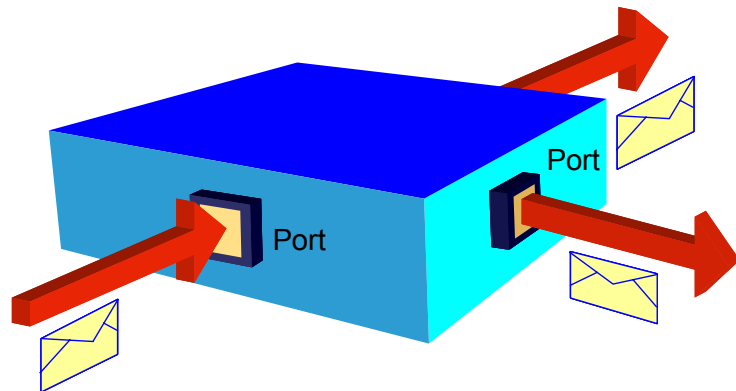
Ein SubVI lässt sich sehr gut vergleichen mit einem integrierten Schaltkreis, der ja auch über verschiedene Ein- und Ausgänge beschaltet werden kann. Auf ein derartiges Modul kann von einem übergeordneten Programm aus, über dessen Icon beliebig oft zugegriffen werden.

Einen Überblick über die Hierarchiestruktur von LabVIEW-VIs geben die sogenannten Hierarchiefenster. Diese Fenster sind ein ideales Hilfsmittel, um sich in komplexen Programmstrukturen zurechtzufinden.

- (aktives) Objekt =
  - + Methoden
  - + Daten
  - + (Ablauffaden)

- Objekt - ID
- Zustand

- Kapselung =
  - kein Zugriff von außen auf interne Daten
  - die Dienste des Objektes lassen sich nur durch Operationen nutzen



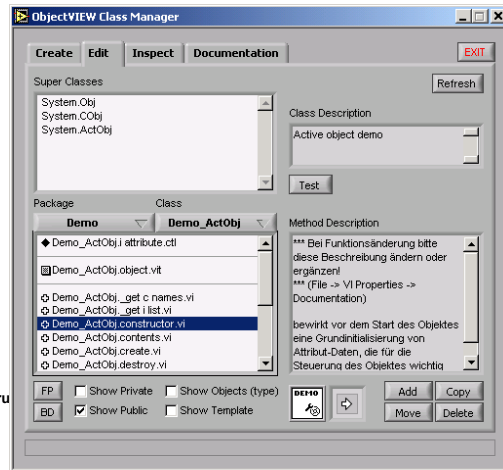
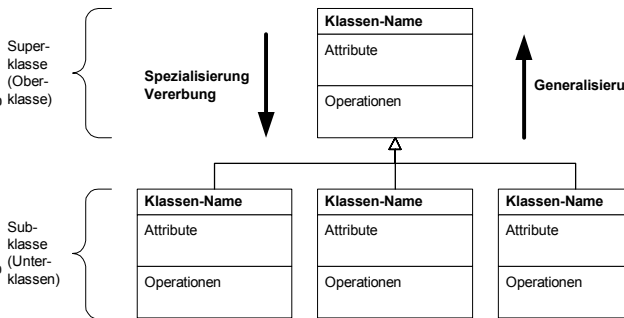
Jedes Objekt stellt eine gekapselte Einheit dar. Aktive Objekte besitzen einen internen Prozess, der selbstständig die ihm zugewiesene Aufgabe ausführt. Dieser Prozess kann aus einer Zustandsmaschine bestehen und/oder ereignisgesteuert sein.

Die Ports bilden die Verbindungstechnologie zwischen aktivem Objekt und Umwelt. Dabei verbirgt der Port die physikalische Adresse des externen Kommunikationspartners vor dem Objekt. Umgekehrt kapselt der Port die interne Verarbeitung der Signale. Das Bild zeigt ein aktives Objekt, das ein Objekt und einen Prozess kapselt. Dieses Objekt kommuniziert ereignisgesteuert und indirekt adressiert über Ports mit seiner Umwelt. Ein Port ist mit einem SubVI-Terminal von LabVIEW vergleichbar, wobei über Ports nur Adressen von ereignisgesteuerten Kommunikationsbeziehungen übermittelt werden.

## ■ Klassen und Vererbung

- Attribute
- Operationen
- (Ablaufdiagramm)

Vogel Automatisierungstechnik GmbH

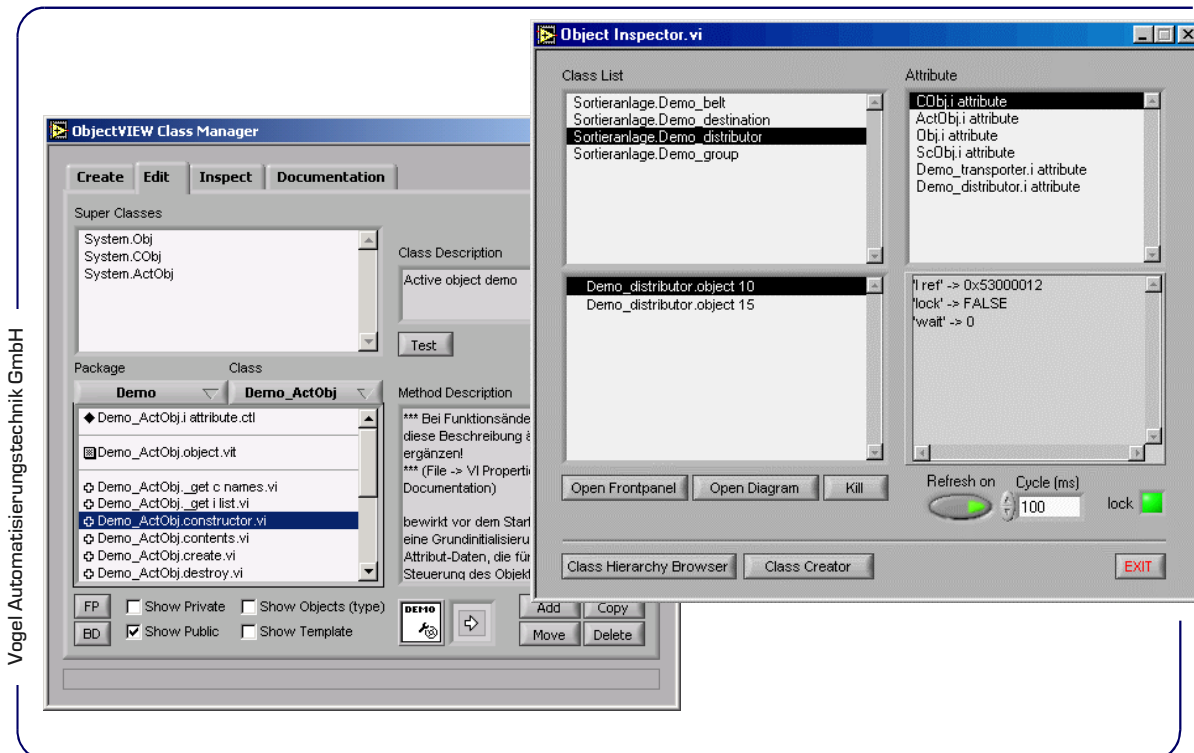


März 2003

OO in Mess- und Automatisierungstechnik

12

Objekte sind Instanzen einer Klasse. Ihr Verhalten wird durch Attribute, Methoden und Ereignisse bestimmt. Die Grundidee: Aufbau von Anwendungen aus einer Menge von unabhängigen, gleichzeitig agierenden Objekten (verteilte nebenläufige dezentrale Objekte). Objekte kapseln Daten und die zugehörigen Verarbeitungsprozeduren. Objekte abstrahieren reale Gebilde nur in ihren für das Projekt wesentlichen Eigenschaften und erben ihr Verhalten von ihren Oberklassen in der Klassenhierarchie und erweitern dieses durch Spezialisierung. Objekte verschiedener Klassen haben die Fähigkeit, auf gleiche Botschaften unterschiedlich zu reagieren (Polymorphismus). Die Kommunikation zwischen den Objekten erfolgt sowohl synchron durch Methodenaufrufe als auch asynchron durch Ereignisse.



März 2003

OO in Mess- und Automatisierungstechnik

13

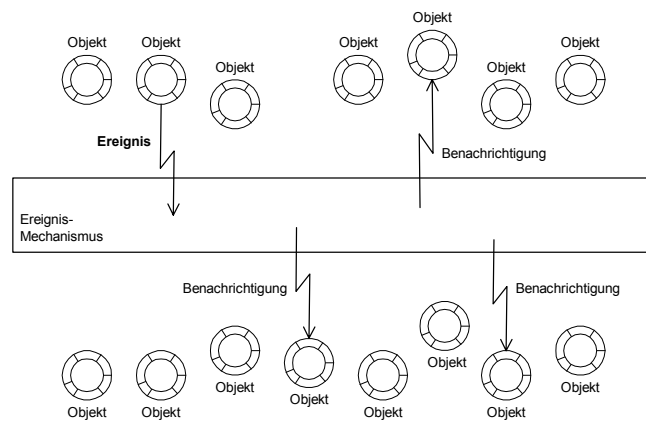
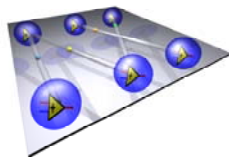
Der **Class Manager** ermöglicht die Inspektion der Klassen und ist vor allem für die Entwicklungszeit bestimmt. Es erfolgt eine Visualisierung aller Superklassen, Attribute, Methoden (private, public und template). Dabei sind neue Methoden erzeugbar. Die vererbten Methoden sind in ihrem Verhalten den Bedürfnissen der neuen Klasse anpassbar.

Zur Laufzeit ermöglicht der Class Manager einen Überblick über die aktuell sich im Speicher befindenden Objekte mit ihren Attributen. Die Frontpanels oder Diagramme sind anzeigbar und zum Debugging überwachbar.

- Ereignis-erzeugende Objekte (event producer)
- Ereignis-interessierte Objekte (event consumer)
- Benachrichtigung
  - aller event consumer
  - bei einer neuen Nachricht von einem event producer.

- Externe Ereignisse
- Interne Ereignisse

Vogel Automatisierungstechnik GmbH



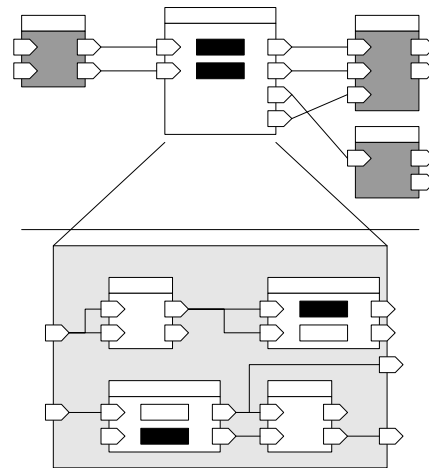
März 2003

OO in Mess- und Automatisierungstechnik

14

Die in LabVIEW eingebettete Datenflussmaschine stellt Parallelisierungs- und Multitasking Konstrukte zur Verfügung. Anders als bei den herkömmlichen textbasierten Programmiersprachen, die von Natur aus sequentiell arbeiten und nur durch aufwendige Programmierung parallelisierten Code erzeugen können, ist es in LabVIEW sehr leicht möglich, konkurrierende, einzeln ablaufende und leicht synchronisierbare Programmteile zu erzeugen. Die Ursache liegt in der Tatsache begründet, dass LabVIEW im Unterschied zu textbasierten Paradigmen, die auf Kontrollflussmechanismen basieren, rein datenflussgetrieben ist. Der datenflussbasierte Ansatz ist eine wesentlich elegantere und natürlichere Art der Formulierung von Problemlösungen. Gerade im Zeitalter der massiv parallelisierenden Strukturen (innerhalb einzelner Prozessoren und durch Einsatz von Multiprozessorsystemen) bei leistungsfähigen Computerarchitekturen spielt der Datenflussansatz seine Stärken aus. **ObjectVIEW** nutzt alle diese Möglichkeiten für aktive Objekte und die ereignisgesteuerte Kommunikation der Objekte untereinander. Die Ereignissteuerung bringt enorme Vorteile bei optimaler Nutzung der vorhandenen Rechnerleistung.

- **Kommunikation**
  - asynchron Signale, Queue
  - synchron Methodenaufrufe
  
- **Synchronisation unter Objekten**
  
- **mit Objekt-Netzen (UML-RT, ROOM)**  
    **aktive Komponenten**  
    **grafisch verschalten**



Automatisierungstechnik zum Erfassen, zum Steuern und zum Regeln sind durch hierarchische Teilsysteme strukturierbar.

Zum Beispiel: Anlage – Teilanlage – Baugruppe – Gerät – Sensor.

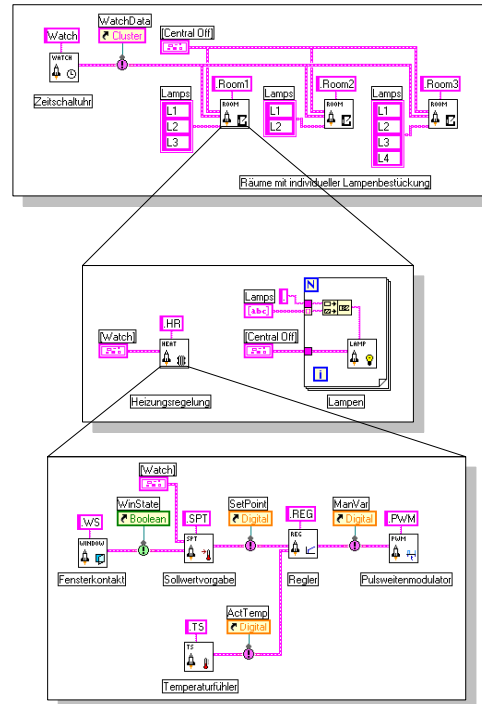
Die Abbildung dieser Strukturen in der Software ermöglicht eine optimale Bearbeitung der Teilaufgaben bezogen auf zeitliche, räumliche und funktionale Anforderungen. Dabei wird die Bearbeitung jedes Teilprozesses des technischen Systems durch je eine Softwarekomponente vorgenommen. Damit ist eine einfache Skalierung der Systeme möglich. Neue Teilprozesse erfordern nur noch neue Instanzen der jeweiligen Softwarekomponente. Diese Vorgehensweise erschließt ein gewaltiges Rationalisierungspotential. Komplexe Systeme können aus vergleichbar einfachen Komponenten zusammengesetzt werden. Diese Komponenten führen die Teilfunktionen selbständig aus und kommunizieren ereignis-gesteuert miteinander. Damit kann die Flexibilität gesteigert und die Gesamtkosten können wesentlich reduziert werden. Die Umsetzung dieser Konzepte für verteilte Systeme führten IEC 61499.

- Grafische Komponenten
  - Aktive Objekte
  - Objekt + Ablaufknoten
  
- Connectoren und Ports
  - ereignisgesteuerte Kommunikation
  - grafische Verschaltung
  
- Container-Objekte
 

hierarchische Strukturierung

Theoretische Grundlage ist:

- ROOM** Real-Time Object-Oriented Modeling language
- UML-RT** Unified Modeling Language for Real-Time

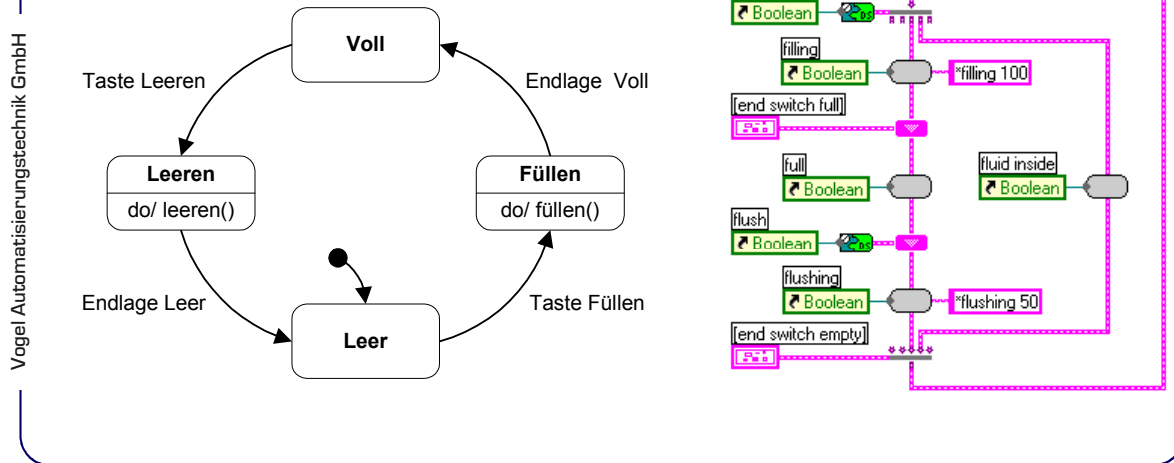


Ein aktives Objekt, welches wiederum aktive Objekte enthält, bezeichnet man als Objektnetz. Dieses Konzept ist auch unter den Begriffen **UML-RT** (Unified Modelling Language for Real Time) oder **ROOM** (Realtime Object Oriented Modeling Language) bekannt und wird z.Z. in **UML 2.0** (draft) aufgenommen.

Mit Hilfe von Objektnetzen sind die Kommunikationsbeziehungen und die hierarchische Struktur einer Applikation auf anschauliche Weise darstellbar. Die Kommunikation zwischen diesen Objekten geschieht ereignisgesteuert über Ports. Jedes Objekt stellt eine gekapselte Einheit dar. Die Ports bilden die Verbindungstechnologie zwischen aktivem Objekt und Umwelt. Dabei verbirgt der Port die physikalische Adresse des externen Kommunikationspartners vor dem Objekt. Umgekehrt kapselt der Port die interne Verarbeitung der Signale. Das Bild zeigt ein aktives Objekt, das ein Objekt und einen Prozess kapselt. Dieses Objekt kommuniziert ereignisgesteuert und indirekt adressiert über Ports mit seiner Umwelt. Der Entwurf (Programmierung) von Objektnetzen kann bei Einsatz ObjectVIEW direkt im Blockdiagramm von LabVIEW erfolgen.

## ■ Beschreibung des Objektlebenszyklus

- flache Zustandsautomaten
- Harel Zustandsautomaten



Vogel Automatisierungstechnik GmbH

März 2003

OO in Mess- und Automatisierungstechnik

17

Zustandsautomaten (finite state machine; sequential machines) besitzen eine endliche Anzahl von Zuständen. Zustandswechsel definieren den Übergang zwischen zwei Zuständen. Zustandswechsel erfolgen auf Grund von Ereignissen, Methodenaufrufen oder ablaufzeitgesteuert. Innerhalb einzelner Zustände sind Aktionen und Aktivitäten auslösbar.

Harel Statecharts sind Zustandsautomaten mit erweiterter Funktionalität. Sie verfügen zusätzlich über bedingte Zustandsübergänge, nebenläufige Zustände und die Möglichkeit der hierarchischen Strukturierung.

Statecharts eignen sich damit besser zur Modellierung komplexer Zusammenhänge als einfache Zustandsautomaten.

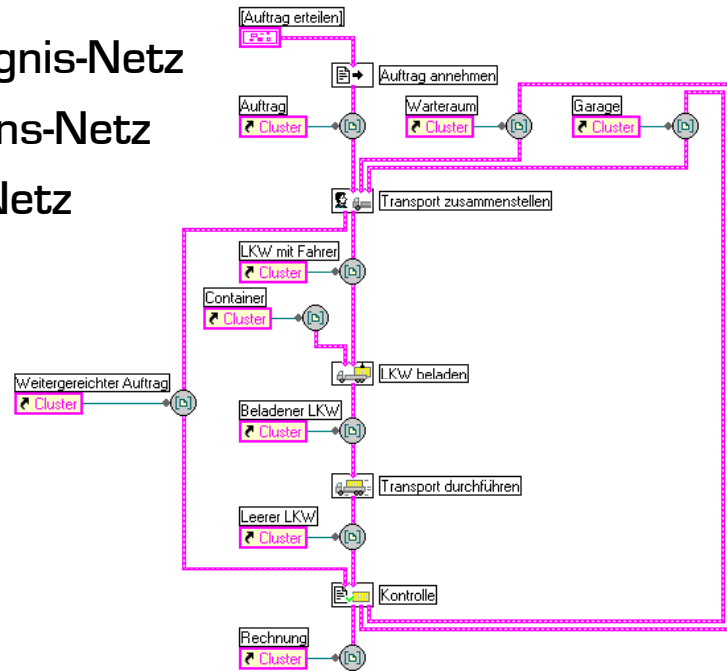
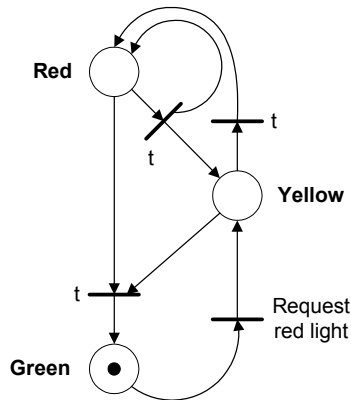
Mit Hilfe eines Statecharts soll das Befüllen und Entleeren eines Tanks gesteuert werden. Im Bild wird der UML-Entwurf und die Implementierung mit ObjectVIEW gezeigt.

Der Entwurf (Programmierung) von Zustandsautomaten kann bei Einsatz ObjectVIEW direkt im Blockdiagramm von LabVIEW erfolgen.

- Bedingungs/Ereignis-Netz
- Stellen/Transitions-Netz
- High Level Petri-Netz

(CPN, XML-Netz, ...)

Vogel Automatisierungstechnik GmbH



März 2003

OO in Mess- und Automatisierungstechnik

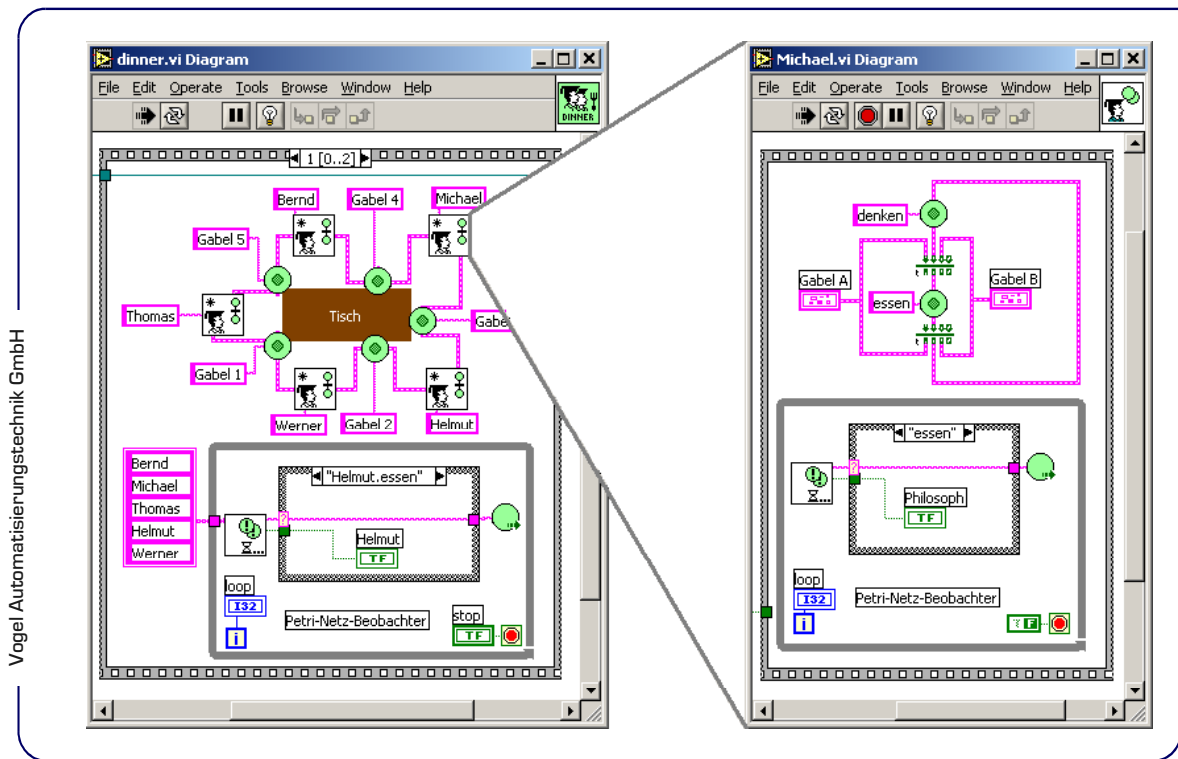
18

Petri-Netze erlauben die Abbildung von dynamischen Systemen mit nebenläufigen, selbst nicht deterministischen Vorgängen. Es ist möglich, Petrinetze zu koppeln, hierarchisch zu strukturieren oder in Objekte einzubinden.

Im Gegensatz zu einer Zustandsmaschine kann ein Petri-Netz mehrere aktive Zustände haben. Es besteht die Möglichkeit eines Parallellaufs von Zuständen sowie die Einrichtung von Unterzuständen.

Mit dem Petri-Netz-Konzept ist bei einer hohen Übersichtlichkeit eine schrittweise Annäherung an die Problemlösung möglich. Damit bietet es sich für den Entwurf von Lösungen mit anfangs nicht genau bestimmbarer Struktur an, wie beispielsweise komplexe Automatisierungslösungen und Workflow-Applikationen.

Der Entwurf (Programmierung) von Petri-Netzen kann bei Einsatz ObjectVIEW direkt im Blockdiagramm von LabVIEW erfolgen.



Vogel Automatisierungstechnik GmbH

März 2003

OO in Mess- und Automatisierungstechnik

19

Das Beispiel der dinnierenden Philosophen veranschaulicht die Einbindung von Petri-Netzen in Objekt-Netze. Das Gesamt Petri-Netz wird aufgeteilt in ein übergeordnetes und 5 untergeordnete (Hierarchie). Die untergeordneten Netze werden durch aktive Objekte (Objekte mit Prozess) realisiert, die als Instanzen der Klasse "Philosoph" dynamisch erzeugt werden. Das Unternetz "Philosoph" wird aus zwei Transitionen, zwei Plätzen und einem Netzbeobachter gebildet. Die Transitionen und der Netzbeobachter arbeiten parallel und ereignisgesteuert, wobei jede Transition auf Änderungen aller mit ihr durch Kanten verbundenen Plätze ereignisgesteuert reagiert. Ist die Schaltbedingung (alle Vorgänger markiert und alle Nachfolger nicht markiert) gegeben, schaltet die Transition im wechselseitigen Ausschluss mit allen anderen Transitionen. Das Petri-Objekt-Netz "Dinner" wird durch 16 nebenläufige, ereignisgesteuerte und koordinierte Prozesse realisiert und gibt einen eindrucksvollen Einblick in die Leistungsfähigkeit der **Petri-Objekt-Netze** mit ObjectVIEW.

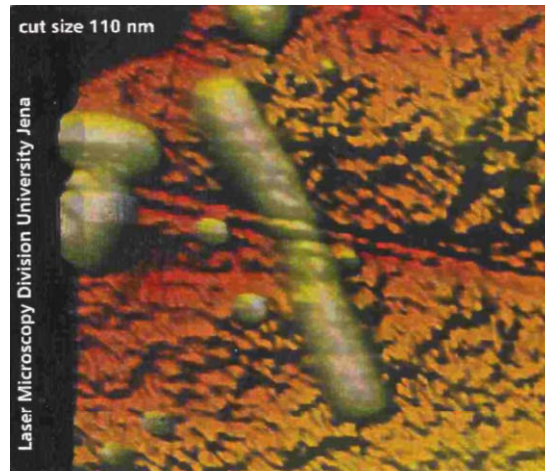
- hochpräzise Operationen in lebenden Zellen.
- umliegendes Gewebe wird nicht geschädigt.
- gezielte Schnitte an Chromosomen oder Mitochondrien

## Mögliche Anwendungsgebiete:

- Tumor- und Neurochirurgie
- Gentherapie
- Gendiagnostik
- Entwicklungsbiologie

Hersteller: JenLab GmbH

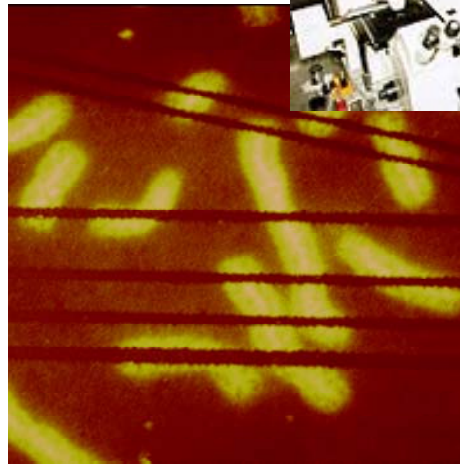
[www.JenLab.de](http://www.JenLab.de)



Das **neuartige Verfahren dieses Nanochirurgischen Instrumentes** für das Schneiden in biologischen Materialien mit 110 nm Schnittbreite, ist wie folgt beschreibbar.

Das Gerät sendet rund achtzig Millionen Lichtblitze in der Sekunde aus, die jeweils nur 100 billionstel Sekunden (100 Femtosekunden) andauern. Es handelt sich also um ein hochintensives, ultrakurzgepulstes Femtosekunden-Lasergerät. Per integriertem super hoch auflösendem Spezialmikroskop ist das System genauestens justierbar. Es ist zum Beispiel möglich, einzelne Zellbestandteile, sogen. Organellen, hochpräzise zu treffen. So können mit gezielten Schnitten einzelne Mitochondrien ausgeschaltet werden, die innerhalb einer Zelle für die Energieversorgung zuständig sind. Dies ermöglicht, beispielweise die Rolle dieser Minikraftwerke beim "programmierten Zelltod" zu untersuchen. Während der OP heizen die kurzen Lichtimpulse das umliegende Gewebe nicht auf und ermöglichen es daher, in der lebenden Zelle äußerst schonend zu operieren. Das Verfahren besteht darin infrarotes Laserlicht im Schneidemodus als berührungsloses Skalpell zu nutzen. Immerhin ist es bereits gelungen, Chromosomen zu zerschneiden, die nur ein tausendstel Millimeter breit sind.

- Mit dem neuartigen Verfahren konnten erstmals 110 nm Schnitte in biologischen Materialien erzeugt werden.
- Die Schnittbreite entspricht 1/1000 der Breite eines menschlichen Haares.



März 2003

OO in Mess- und Automatisierungstechnik

21

Derzeit ist ein Eingriff mit dem Laser-Skalpell jedoch erst **Forschungsmethode**. Denn es ist noch zu untersuchen, wie schwerwiegend die Folgen eines Eingriffes für eine Zelle und für ihre Nachbarn tatsächlich sind. Dabei spielt die Modulation des Laserstrahls eine sehr ausschlaggebende Rolle. In aufwendigen Analyseverfahren mit Fluoreszenzfarbstoffen wird nachgewiesen, ob Zellmembranen und andere Zellbestandteile noch intakt sind. Zudem findet die Weiterbeobachtung mehrerer Tochtergenerationen der Zellen statt.

Die Perspektiven dieser Forschung liegen darin, in einem lebenden Körper Krebszellen gezielt außer Gefecht zu setzen, indem ihre Reproduktionsfähigkeit ausgeschaltet werden kann. Die Verhinderung der Teilung einer Tumorzelle und das allmähliche Absterben wäre ein nanochirurgischer "Knock-out" und könnte auch dann eingesetzt werden, wenn andere Mittel versagen.

Bevor der erste krebserkrankte Mensch eine solche Therapie erhält, werden allerdings noch einige Jahre ins Land gehen.



März 2003

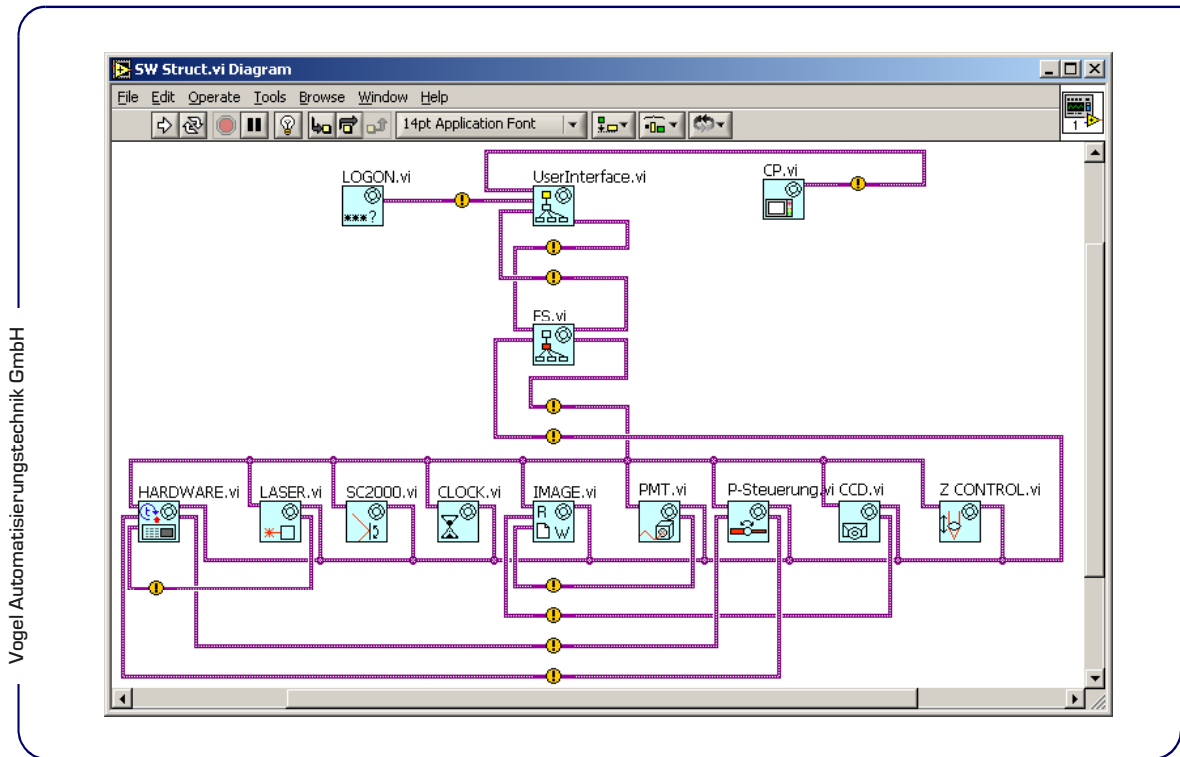
OO in Mess- und Automatisierungstechnik

22

Das **Nano-Laser-Skalpell** ist ein **Laborgerät** für die medizinische Forschung und ist in einem FE-Kooperations-Projekt entwickelt worden. Hier haben in einem Zeitraum von ca. 1,5 Jahren Spezialisten der Anatomie der FSU Jena und die Firmen JenLab GmbH und Vogel Automatisierungstechnik GmbH zusammengearbeitet.

Ziel war es ein Gerät zu entwickeln, mit dessen Hilfe in lebenden Zellen operiert werden kann. Während der OP sollen Zellbestandteile hochpräzise angezeigt und herausgetrennt werden, welche nur wenige Millionstel Millimeter klein sind und so, dass weder Zellwand noch Kernmembran eine Beschädigung erhalten.





Vogel Automatisierungstechnik GmbH

März 2003

OO in Mess- und Automatisierungstechnik

24

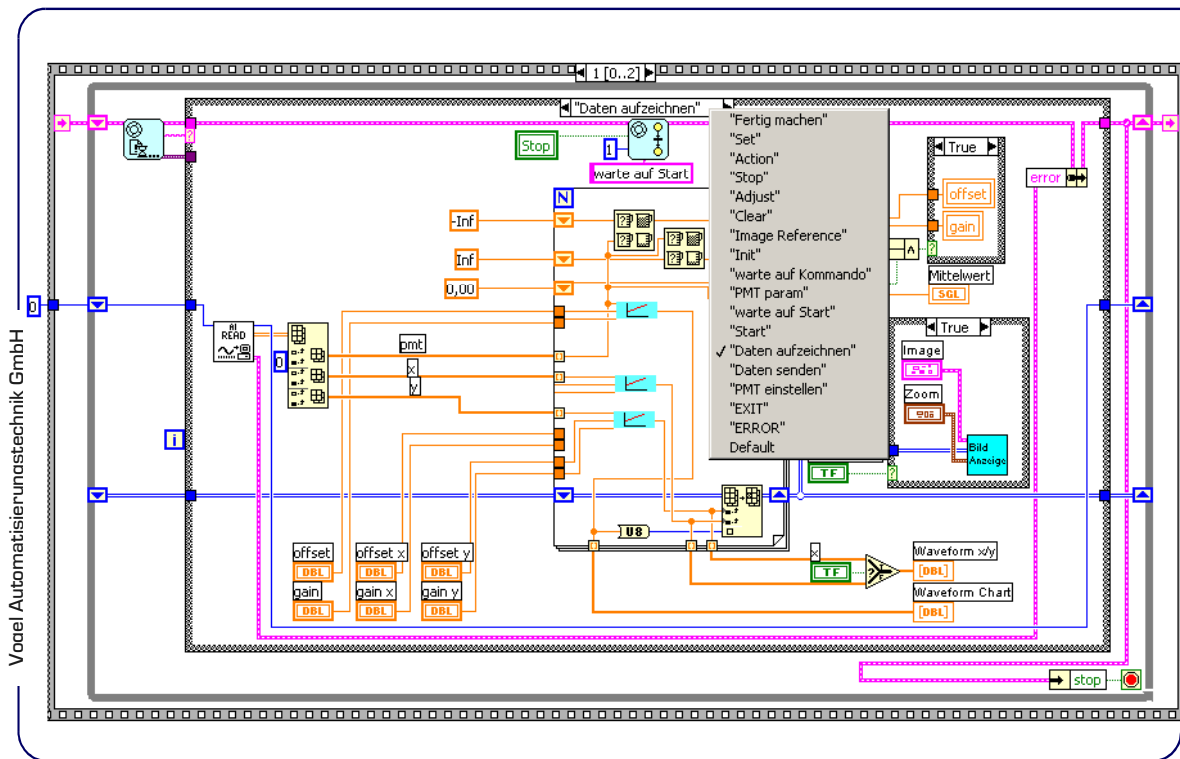
Die Softwarestruktur ist in 3 Schichten gegliedert:

- GUI – Grafischer User Interface
- Koordinierungsebene
- die Gerätetreiber für jede Hardwarebaugruppe

Jedem physikalischem Gerät ist ein entsprechender Gerätetreiber zugeordnet. Alle diese Komponenten sind durch aktive Objekte realisiert. Diese agieren selbständig und unabhängig voneinander und bilden die Funktion der Baugruppen durch die Software ab. Die Kommunikation der Komponenten erfolgt ereignisgesteuert über Nachrichten.

Die Struktur der Nachrichtenkanäle wird durch das Objektnetz, in dem alle aktiven Komponenten eingebettet sind dargestellt. Die Programmierung entspricht dem Entwurf laut ROOM/UML-RT und kann direkt im Blockdiagramm von LabVIEW erfolgen.

Durch die Möglichkeit der hierarchischen Strukturierung sind auch komplexe Systeme sehr einfach programmierbar.



Vogel Automatisierungstechnik GmbH

März 2003

OO in Mess- und Automatisierungstechnik

25

Alle aktiven Objekte haben ein indentisches Grundmuster.

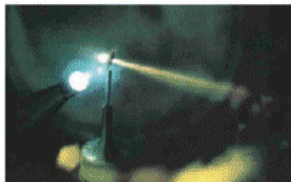
Dieses soll am Beispiel des Photomultipliertube-Objektes erläutert werden.

Nach Aktivierung des Objektes werden zyklische und oder ereignisgesteuerte Aktionen abgearbeitet. Dies wird durch eine While-Schleife mit einer eingebetteten Case-Struktur erreicht. Für jede Aktion ist ein Case –Fall in der Case-Struktur vorhanden. Zustandsgesteuerte Aktionen kommen als Hintergrundaktivitäten zur Ausführung. Eintreffende Nachrichten unterbrechen diese Hintergrundbearbeitung an genau definierten Eintrittspunkten und veranlassen die Auswertung und Verarbeitung der eingetroffenen Nachricht. Die Aktionen bestehen aus grafischem Code, der vor der Abarbeitung compiliert wird. Dieser bewirkt einen Bearbeitung der Informationen und die Weiterleitung der Resultate mit Hilfe von Nachrichten an andere Objekte. Zwischen der Abarbeitung der Aktionen wartet das Objekt passiv, d.h. ohne Verbrauch von CPU-Zeit. Alle Objekte arbeiten selbständig und quasigleichzeitig ihre Aufgaben ab. Die Priorisierung der aktiven Objekte ermöglicht die vorrangige Bearbeitung zeitkritische Aufgaben.

# PHELIX

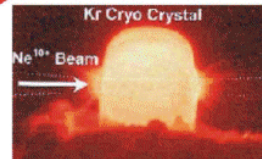
## Synergetics of High-Energy Laser and Heavy-Ion Beam

PW High-Energy Laser  
 $10^{21} \text{ W/cm}^2 @ 450 \text{ fs}$   
 4-6 kJ @ 5-20 ns

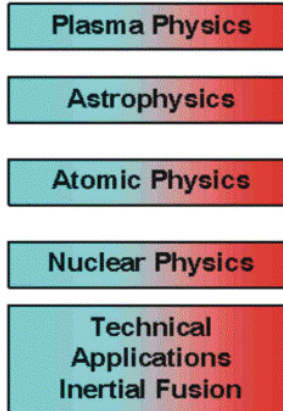


- Hot Plasma Creation
- X-Ray Generation
- Intense  $\gamma$ -Pulses

Heavy-Ion Beam  
 1 kJ, 100 ns



- Homogeneous Plasmas
- High Z Ions
- Exotic Nuclei



Vogel Automatisierungstechnik GmbH

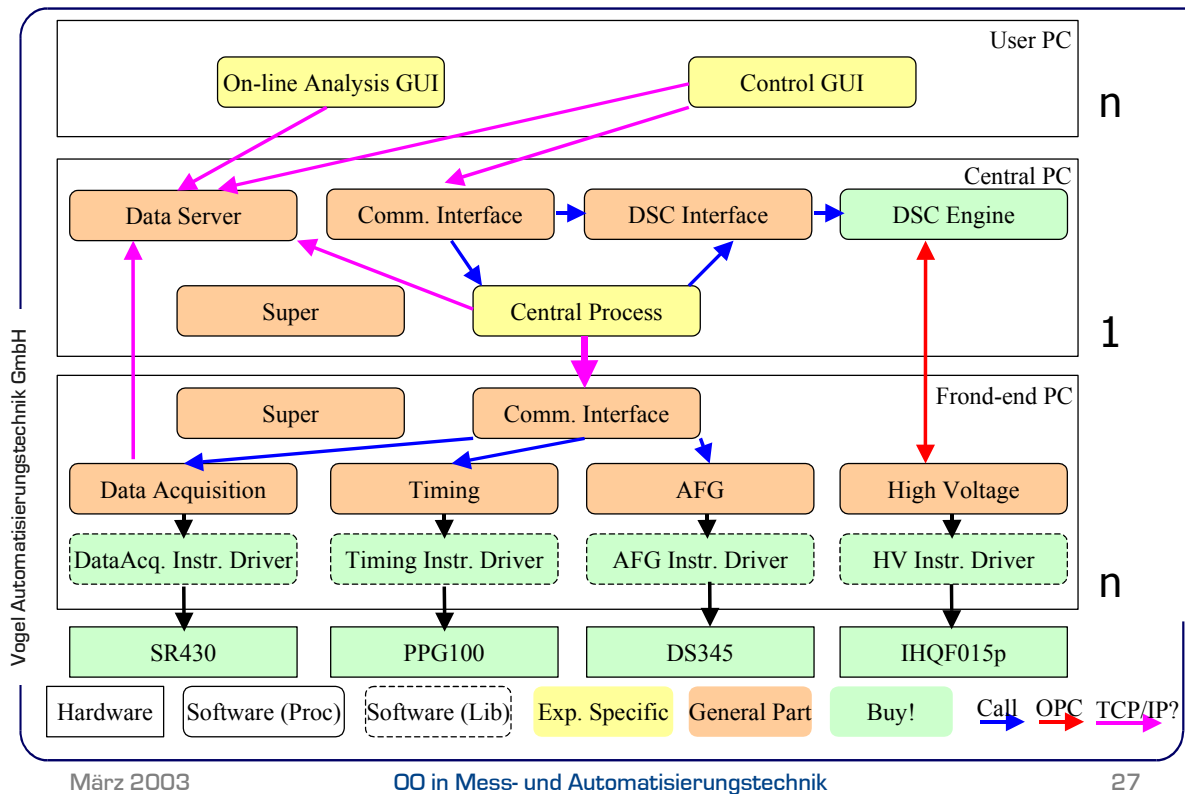
März 2003

OO in Mess- und Automatisierungstechnik

26

Das PHELIX Kontrollsystem dient der Bereitstellung eines vom Experimentator angeforderten Laserpulses in einem der Experimentierareale (Hochenergieschuss). Für diesen Zweck sind mehrere Aufgaben zu realisieren. Der Experimentator kann mittels verschiedener Parameter die Eigenschaften des Lasers festlegen. Die grundsätzlichen Parameter sind die Auswahl der Laserquelle, die Wahl des Strahlweges und die Parametrierung der Subkomponenten. Die Parametrierung der Lasereigenschaften kann über die Auswahl von vordefinierten bzw. historischen Parameterdatensätzen erfolgen. In diesen Datensätzen sind die wichtigsten Einflussgrößen auf den Laserpuls hinterlegt. In der Eigenschaft des Shot-Operators kann der Bediener einen Hochenergieschuss auslösen. Während dieses Hochenergieschusses wird die Parametrierung durch andere Bediener unterbunden. Die Gewährleistung der Personen- und Gerätesicherheit ist eine wesentliche Aufgabe des PHELIX Kontrollsystems. Hierzu ist vom Kontrollsystem eine Laserschuss-Ablaufsteuerung und eine Interlockbehandlung zu realisieren. Dem Experimentator werden nach erfolgtem Laserschuss umfangreiche Diagnosedaten zur Verfügung gestellt.

# Control System - Construction Kit



Das PHELIX Kontrollsystem wird auf mehrere normale PCs verteilt. Die Kommunikation der Rechner untereinander erfolgt über Ethernet mit TCP/IP. Es sind die unterschiedlichen Hardwareschnittstellen in ausreichender Menge im System zu integrieren (Profibus, IEEE1394, Datenerfassungskarten).

Die Applikation wird objektorientiert mit LabVIEW 6.1 unter Zuhilfenahme von ObjectVIEW erstellt. Die Entwicklungsumgebung soll während des Einsatzes nicht zur Verfügung stehen, sondern lediglich ein Laufzeitsystem der Software.

Das Kontrollsystem steuert ca. **800 Geräte** und wird auf ein Cluster von ca. 25 Frond-end PCs für die Gerätesteuerung, ca. 8 User-PCs für das Grafische User Interface und einen Zentral-PC, für die Koordinierung des Gesamtsystemes, aufgeteilt.

Die Leistung ist durch das Hinzufügen von PCs sehr einfach skalierbar.

Die Grundstruktur der Applikation ist fast identisch mit dem Nanolaserskalpell.

LabVIEW mit ObjectVIEW ermöglicht:

Realisierung von einfachen und **komplexen Automations-, Mess- und IT-Systemen**

mit **Entwurfsmethoden**

UML-RT, State-Chart, Petri Nets, ...

- **starke Verkürzung der Entwicklungs-, Wartungszeiten**
- **direkte grafische Programmierung**
- **Entwurf, Programm, Dokumentation, Visualisierung bilden eine Einheit**

Die grafische Objekttechnologie mit ObjectVIEW ist die Vereinigung der Konzepte, Grafischer Datenflussprogrammierung, Objektorientierter Programmierung mit Vererbung, Grafischen Softwareentwurfsmethoden (StateChart, Petri Netz, UML-RT, usw.) und Maschinenkodeerzeugung direkt aus der Grafik.

ObjectVIEW erweitert die Einsatzmöglichkeiten für LabVIEW für beliebig große und komplexe Softwaresysteme bei gleichzeitiger, drastischer Verkürzung der Realisierungszeiten – time to market.

ObjectVIEW™ ermöglicht die Vereinigung der Vorteile der unterschiedlichen Softwaremethoden unter der einheitlichen Oberfläche von LabVIEW™ .

Der Softwareentwickler wird durch ein Schichtenmodell wirksam bei der Erstellung seiner Applikationen unterstützt.

In allen Schichten wird die Software durch passive Objekte und vor allem „Aktive Objekte“ (Aktoren) realisiert.

- Automations- und IT-Lösungen
- Entwicklung spezieller Frameworks
- Beratung und Schulung
- ObjectVIEW als Produkt

Die Firma Vogel Automatisierungstechnik GmbH hat sich in den 10 Jahren seit bestehen einen Pool an Baukastenlösungen entwickelt. Diese umfassen den Bereich PC- gestützte Mess- und Testsysteme, Prozessautomation mit Batchprozessen, Managementinformationssysteme, sowie die Integration von Automation und Informationstechnologie. Dabei wurde die Mehrzahl der Lösungen als offene Baukastensysteme, sogenannte Anwendungs-Frameworks, konzipiert. Diese umfassen unter anderem

- dezentrale Komponenten (Ein-, Ausgabe, Verarbeitung)
- Bussysteme ( Profibus, Interbus, EIB, LON, Modbus, . . .)
- SPS-Technik (Siemens, IEC-1131)
- PC-Base-Contol
- Visualisierungssysteme
- Leitsysteme
- SAP-Kopplung

Diese Frameworks stellen vergegenständlichtes Anwendungswissen dar.

Gern erstellen wir Ihnen Anwendungen auf dieser Basis oder wir entwickeln Ihnen Ihr ganz spezielles Baukastensystem für Ihren Anwendungsbereich.

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Weitere Informationen unter . . .

- [www.vat.de / objectview](http://www.vat.de/objectview)
- [www.ni.com/labview](http://www.ni.com/labview)

## Quellen :

- [1] Karsten König, Institut für Anatomie II, Friedrich Schiller Universität Jena, Femtosekunden-Laser-Mikroskopie in der Biomedizin, Wissenschaftliche Gesellschaft Lasertechnik e.V. (WLT), Dezember 1999
- [2] Nano-Laserskalpell schneidet präzise in kleinste Zellstrukturen, Uni-Journal-Jena, 4: 12, 1999,
- [3] Vogel Automatisierungstechnik GmbH, ObjectVIEW Anwenderhandbuch 2001-2002 <http://www.vat.de/ObjectVIEW>
- [4] Vogel Automatisierungstechnik GmbH, Anwendungsbericht Nano-Laserskalpell <http://www.vat.de/Loesungen/Steuerungen/Bioinstrumente>
- [5] Jamal, Rahman; Hagedstedt, Andre: LabVIEW Das Grundlagenbuch, Addison-Wesley Deutschland GmbH, München, 3. Auflage, ISBN 3-8273-1714-2, 2001
- [6] Furrer, Frank J.: Objekt- Technologie (Band 1), SYSLOGIC- Press (Schweiz), ISBN 3-9520919-1-X, 1999
- [7] Balzert, Helmut: Lehrbuch der Software- Technik, Software- Entwicklung, Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg, Berlin, 2. Auflage, ISBN 3-8274-0480-0, 2000
- [8] Baumgarten, Bernd: Petri- Netze Grundlagen und Anwendungen 2. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg, ISBN 3-8274-0175-5, 1996
- [9] Nützel, Jürgen; Fengler, Wolfgang; Böhme, Thomas: Objektorientierter Entwurf verteilter eingebetteter Echtzeitsysteme auf Basis höherer Petri-Netze, Promotion TU-Ilmenau