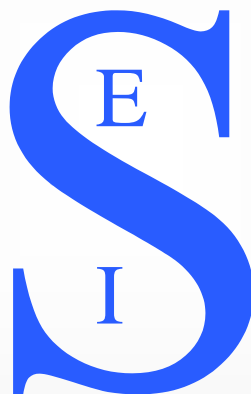


**Bericht der Frühjahrstagung der
Studiengruppe für Elektronische Instrumentierung**

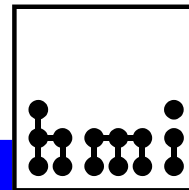
27. bis 29. März 2006

**Forschungsneutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz (FRM II),
Garching**



Herausgeber: Dr. F. Wulf
HMI-B 610 Berlin, Juli 2006

ISSN 0936 – 0891



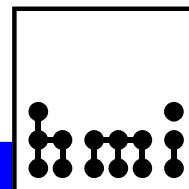
Report of the Spring Meeting of the
Study Group for Electronic Instrumentation
27. bis 29. März 2006,
**Forschungsneutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz (FRM II),
Garching**



Herausgeber: Dr. Friedrich Wulf
HMI-B 610 Berlin, Juli 2006

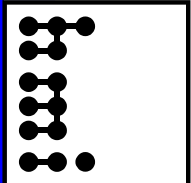
ISSN 0936 – 0891

Hahn-Meitner-Institut Berlin
Abteilung Experimentalsysteme
Glienicker Str. 100
14109 Berlin

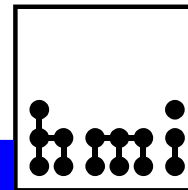


Teilnehmerliste

<u>Name</u>	<u>Institut</u>
Badura, Dr. Eugen	Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI) Darmstadt
Beck, Dr. Dietrich	Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI) Darmstadt
Bönisch, Dr. Sven	Hahn-Meitner-Institut Berlin GmbH
Brand, Dr. Holger	Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI) Darmstadt
Defendi, Ilario	TU München, ZWE - FRM II Detektorlabor
Dirksen, Vollrath	Motorola GmbH
Drochner, Dr. Matthias	Forschungszentrum Jülich GmbH, ZEL
Dube, Sascha	Hahn-Meitner-Institut Berlin GmbH
Dürr, Christian	Hahn-Meitner-Institut Berlin GmbH
Ebersoldt, Dipl. -Ing. Andreas	Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, IPE
Ehret, Dr. Günter	Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, IFP
Engels, Ralf	Forschungszentrum Jülich GmbH
Gabriel, Dr. Frank	Forschungszentrum Rossendorf e.V.
Grimm, Bernhard	Max-Planck-Institut für Astronomie
Heer, Heinz	Forschungszentrum Jülich GmbH
Herbrand, Dr. Frank	Forschungszentrum Rossendorf e.V.
Hering, Stephan	Avnet Technology Solutions GmbH
Hopper, Edward	MACCON GmbH
Hürttlen, Dipl.Ing. Werner	Forschungszentrum Jülich GmbH
Kirsch, Dr. Matthias	Struck Innovative Systeme GmbH
Kleines, Harald	Forschungszentrum Jülich GmbH
Koch, Dr. Karsten	Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI) Darmstadt
Lange, Dipl.-Ing. Jürgen	Softing AG
Nöldgen, Holger	Forschungszentrum Jülich GmbH
Notz, Dr. Dieter	DESY Hamburg
Nowack, Dr.-Ing. Gerd	Ruhr-Universität Bochum
Oehme, Dr.-Ing. Winfried	Forschungszentrum Rossendorf
Paul, Dr. Hans-Joachim	Uni Hannover, Fachbereich Physik
Podehl, Dipl. -Ing. Martin	MACCON GmbH
Schachner, Dipl.-Ing. Robert	RST Industrie Automation GmbH
Schmitz, Andreas	Tameq GmbH
Schöffel, Thorsten	TU München, ZWE - FRM II Detektorlabor
Spahr, Karl	Tektronix GmbH Köln
Spelthann, Hans-Dieter	Acqiris Data Conversion Instruments
Sperling, Dietmar	Meilhaus Electronic GmbH
Stolper, Dipl. -Ing. Matthias	DESY Hamburg
Suxdorf, Frank	Forschungszentrum Jülich GmbH
Wagener, Michael	Forschungszentrum Jülich GmbH
Wulf, Dr.-Ing. Friedrich	Hahn-Meitner-Institut Berlin GmbH
Wüstner, Dr. Peter	Forschungszentrum Jülich GmbH
Zahr, Anita	Hahn-Meitner-Institut Berlin GmbH
Zeitelhack, Dr. Karl	TU München, ZWE - FRM II Detektorlabor
Zillikens, Hans-Peter	Forschungszentrum Jülich GmbH



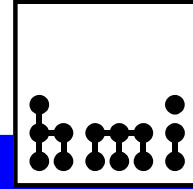
Teilnehmer der SEI-Frühjahrstagung 2006, FRM II Garching



Vorträge

Seite

Zusammenfassung Dr. Friedrich Wulf, HMI Berlin	- V -
Die Forschungsneutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz (FRM II) Dr. Karl Zeitelhack, TU München FRM II	- 1 -
Individual channel readout for fast gaseous neutron detectors - The MILAND project Dr. Ilario Defendi, TU München FRM II	- 21 -
Detektordatenerfassung für Neutronenstreuexperimente am FRM II Thorsten Schöffel, TU München FRM II	- 35 -
Goniometersteuerung und Datenerfassung eines Rutherford Backscattering Systems Heinz Heer, Michael Wagener, Forschungszentrum Jülich (ZEL)	- 52 -
Design der analogen Auswerteelektronik für den ortsauflösenden Neutronendetektor am EXED Dr. Sven Bönisch, Dr. Bernd Namaschk, Dr. Friedrich Wulf, HMI Berlin	- 61 -
5" Szintillationsdetektor für die Neutronenstreuung Ralf Engels, Forschungszentrum Jülich	- 72 -
Gamma als Middleware für strahlungstechnische Lösungen Dipl.-Ing. (FH) Robert Schachner, RST Industrie Automation GmbH	- 83 -
microTCA Stephan Hering, AVNET GmbH	- 106 -
Erweiterte Indexerfunktionalität mit CAM-Funktionen Martin Podehl, MACCON GmbH	- 121 -
OPC - von DCOM über Web Services zur Unified Architecture Dipl.-Ing. Jürgen Lange, Softing AG	- 128 -
Gegenüberstellung von USB-VME/PCI-VME DAQ-Systemen Dr. Matthias Kirsch, Struck Innovative Systeme	- 157 -
Powermanagement und Kommunikationssystem für das MIPAS-Stratosphären-Experiment Dipl.-Ing. Andreas Ebersoldt, Forschungszentrum Karlsruhe	- 172 -
Vergleich zwischen zeitkontinuierlichen und -diskreten Oszillatoren Dr.-Ing. Gerd Nowack, Ruhr-Universität Bochum	- 181 -
Rauschoptmierung mittels verlustfreier transformatorischer Gegenkopplung Christian Dürr, Dr. Sven Bönisch, HMI Berlin	- 188 -
Hard- und Software des Radiochemiemessplatzes ROBL an der ESRF/Grenoble Dr. Winfried Oehme, Forschungszentrum Rossendorf	- 197 -
Sicherheitsinstrumentierung für Jülicher Experimente am FRM II Harald Kleines, Frank Suxdorf, Forschungszentrum Jülich	- 213 -
Auswirkungen der Relativitätstheorie auf die Technik Dr. Dieter Notz, DESY Hamburg	- 223 -



Zusammenfassung

Dr. F. Wulf, HMI Berlin

Der Bericht der SEI-Frühjahrstagung 2006, die vom 27. bis 29. März 2006 an der Forschungsneutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz (FRM II) in Garching stattfand, enthält 17 Beiträge. Ich danke allen Vortragenden und Autoren für die sehr informativen Beiträge. Mein besonderer Dank gilt Herrn Dr. K. Zeitelhack und seinen Kollegen für die sehr gute Organisation und interessante Gestaltung des Rahmenprogramms. Die Besichtigung der Experimente am FRM II zeigte deutlich das hohe Forschungspotential, das durch den neuen Reaktor ermöglicht wird. Die Beteiligung mit 43 Personen aus 21 unterschiedlichen Forschungseinrichtungen, Universitäten und der Industrie führte wieder zu einer breiten Diskussion über die physikalischen und technischen Probleme komplexer Experimentsysteme.

Der Schwerpunkt dieser Tagung befasste sich mit der Instrumentierung derzeitiger und zukünftiger Neutronenstreuexperimente, wie sie am FRM II in Garching speziell im Rahmen des Jülich Center for Neutron Science (JCNS) und am BER II in Berlin aufgebaut werden. Ein wichtiger Punkt ist die Entwicklung neuer Detektoren für die speziellen Anforderungen zukünftiger Experimente. Dazu gehört u. a. die Erfassung der Neutronenereignisse von hochauflösenden Flächendetektoren mit einer Zeitauflösung von kleiner 100 ns. Die daraus resultierende hohe Datenrate und Datenmenge erfordert breitbandige Kommunikationskanäle, wie sie durch neue Advanced TCA und μ TCA Technologie ermöglicht werden.

Durch die verteilten Systeme ist eine leistungsfähige, betriebssystemunabhängige Interprozesskommunikation erforderlich, die durch den Einsatz von CORBA oder auch OPC erreicht werden kann. Der weiterentwickelte OPC-Standard mit der neuen Bedeutung von "Openess, Productivity and Collaboration" wird in der Automatisierungsindustrie, wie auch für die Experimentsteuerung, immer stärker eingesetzt.

Voraussetzung für eine zuverlässige Datenerfassung ist die Umsetzung der analogen physikalischen Signale in digitale Werte. Die damit verbundenen Fragestellungen wurden in den Beiträgen über Rauschen oder auch in der Beschreibung regelungstechnischer Probleme wieder einmal deutlich demonstriert.

Angeregt durch das Einsteinjahr und aufbauend auf die letzten Vorträge über hochgenaue Frequenzmessungen wurden in sehr anschaulicher Weise die Effekte der speziellen und allgemeinen Relativitätstheorie auf die Messtechnik dargestellt.

Acht Firmen aus den verschiedenen Bereichen der elektronischen Instrumentierung und IT-Branche standen für intensive Diskussionen und Beratung zur Verfügung.

Die SEI-Herbsttagung 2006 ist vom 25. bis 27. September 2006 an der Universität Heidelberg, Physikalisches Institut in Heidelberg geplant.

Berlin, Juli 2006

Dr. Friedrich Wulf



Dr. Karl Zeitelhack



Dr. Ilario Defendi



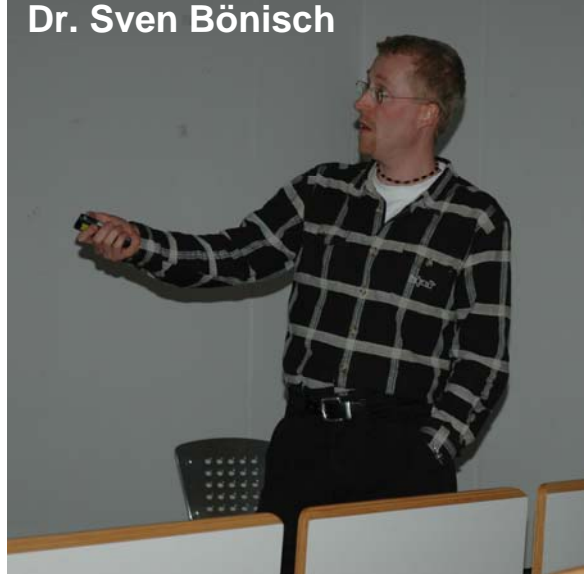
Thorsten Schöffel



Michael Wagener



Dr. Sven Bönisch



Ralf Engels



Robert Schachner



Vollrath Dirksen



Stephan Hering



Edward Hopper



Martin Podehl



Jürgen Lange



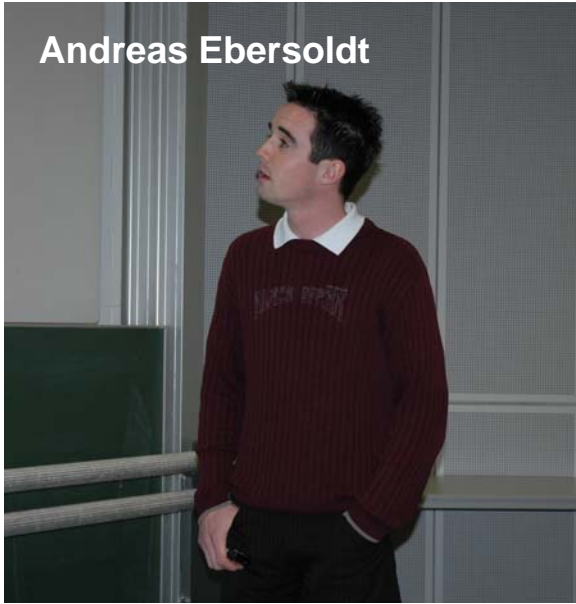
Dr. Matthias Kirsch



Firmenausstellung



Andreas Ebersoldt



Dr. Gerd Nowack



Christian Dürr



Dr. Winfried Oehme



Harald Kleines



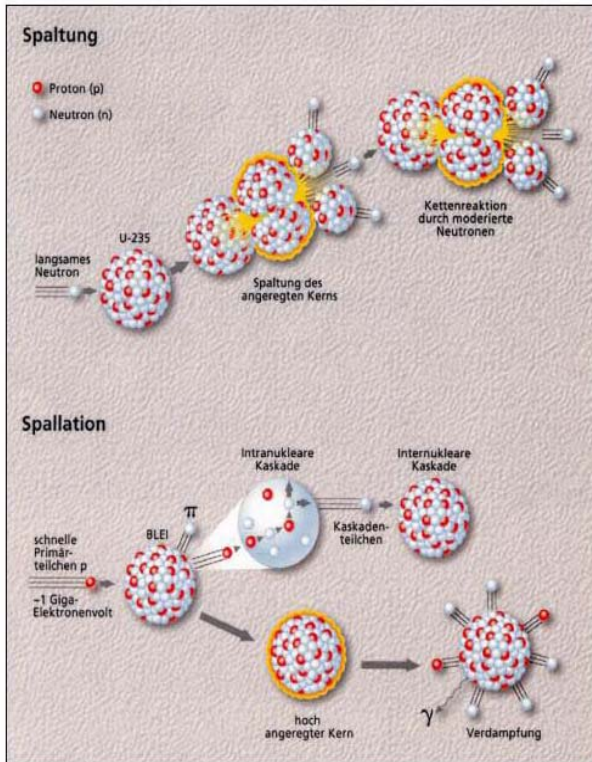
Dr. Dieter Notz



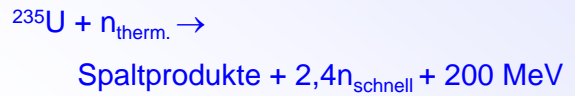
Die Forschungsneutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz (FRM-II)

K. Zeitelhack
Technische Universität München





Kernspaltung



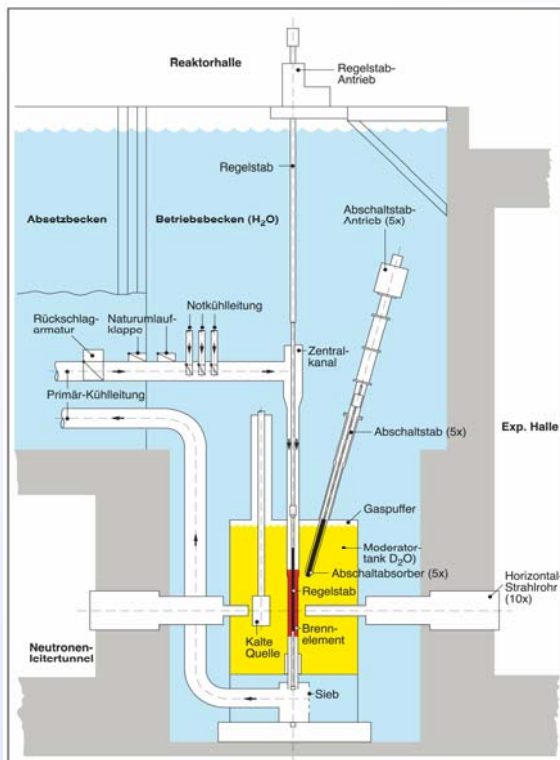
Spallation



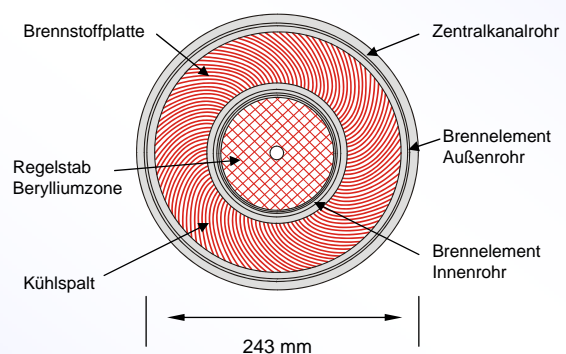
SEI, 27.03.2006

3

kZe



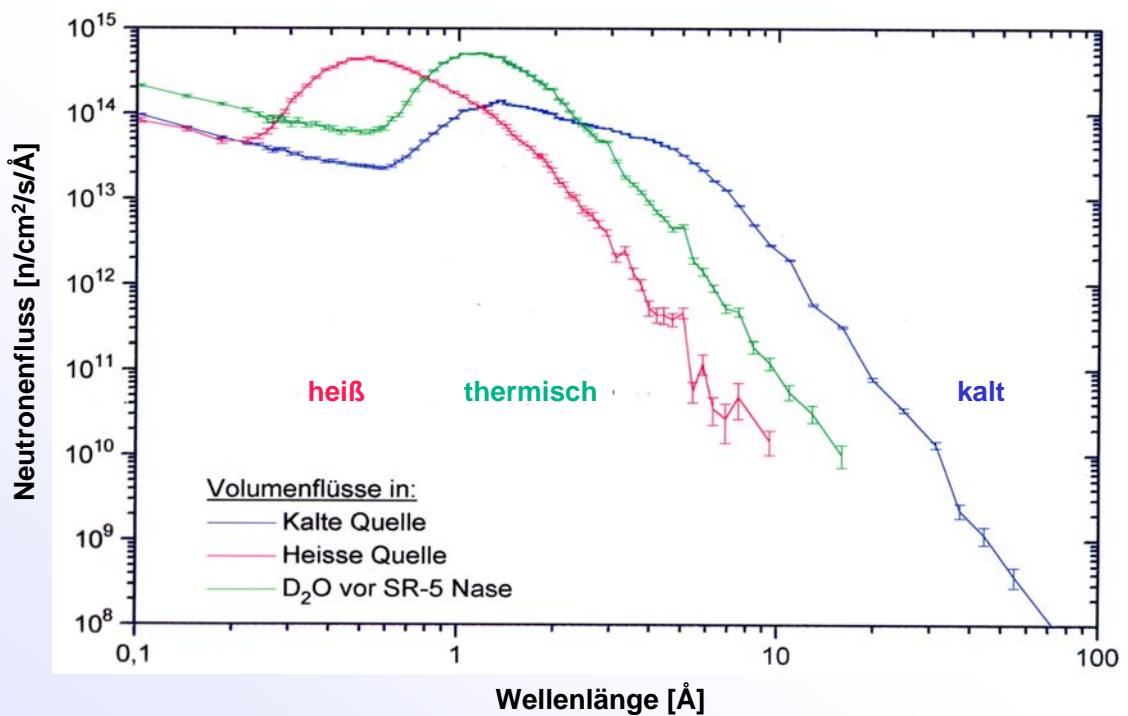
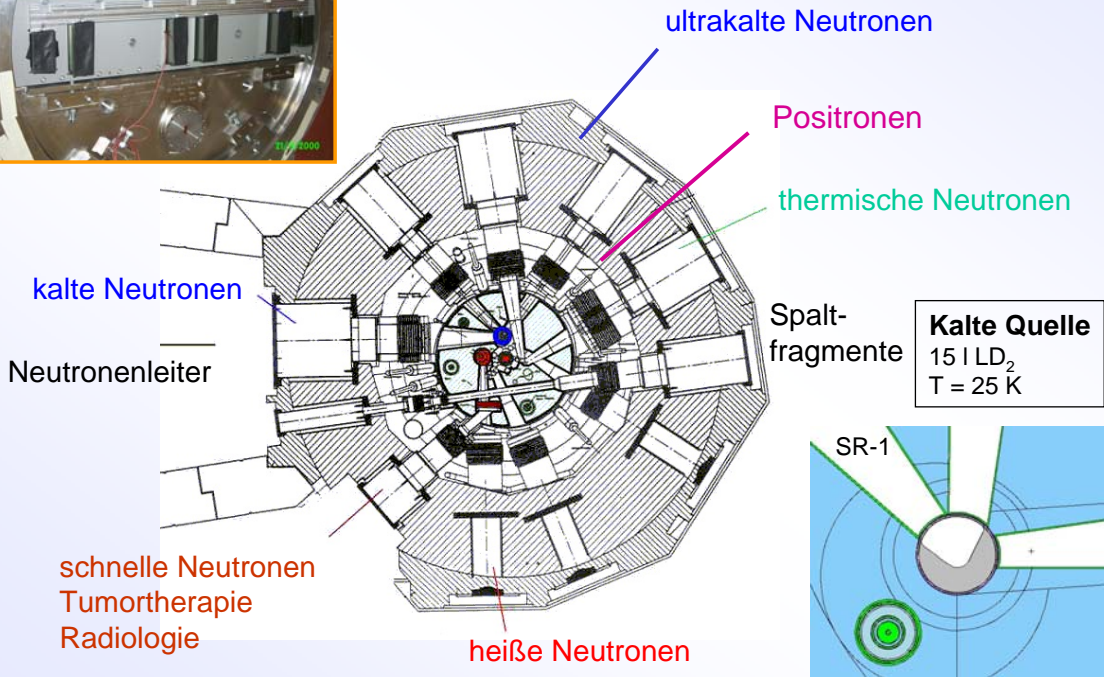
- Brennelement: 8,1 kg ²³⁵Uran
- U₃Si₂-Al Dispersion
- 20 MW thermische Leistung
- 52 Tage Brennelement Zyklus (5 Zyklen/Jahr)
- 10 horizontale, 2 schräge Strahlrohre
- max. ungestörter Fluss 8 x 10¹⁴ n/cm²s

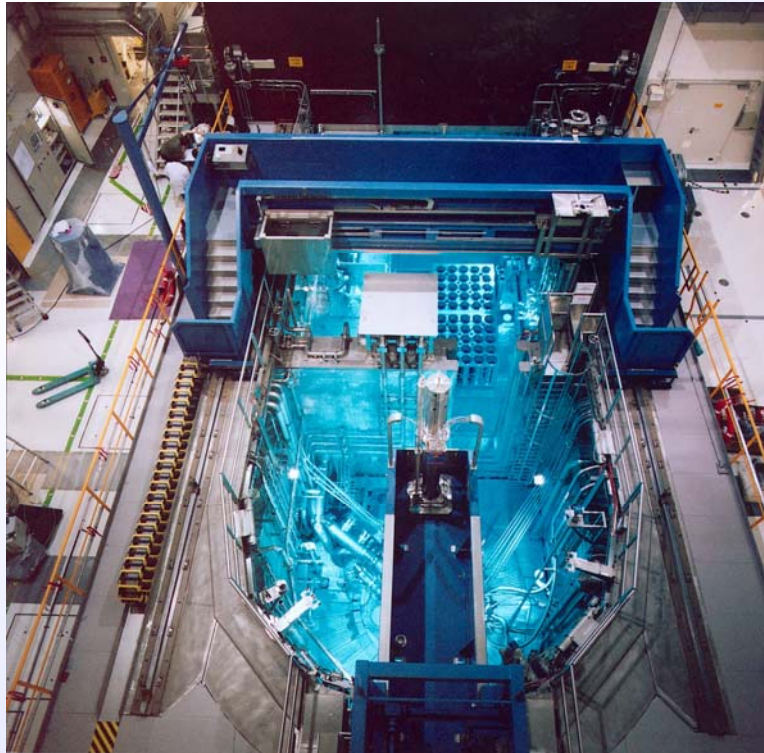


SEI, 27.03.2006

4

kZe

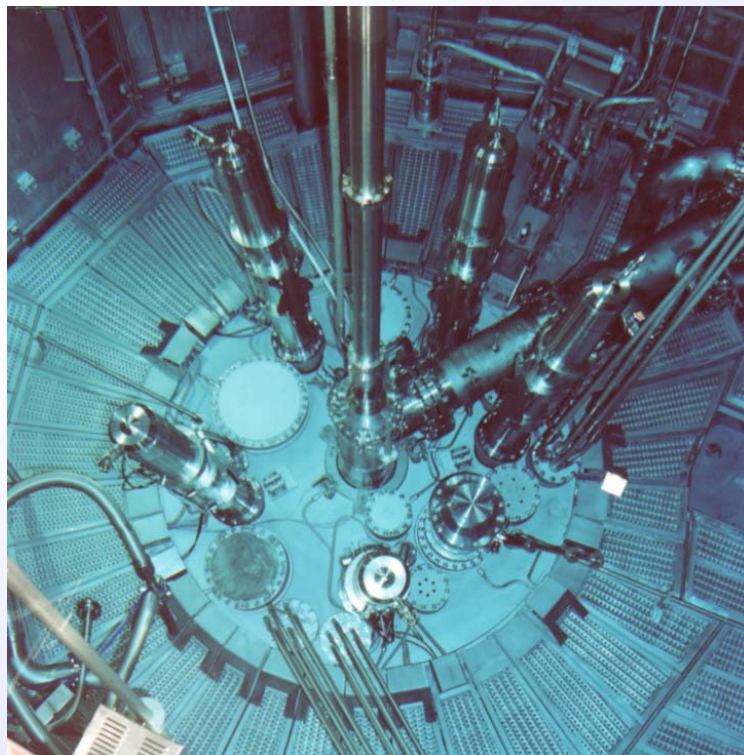




SEI, 27.03.2006

7

kZeI



SEI, 27.03.2006

8

kZeI

neutral

$$m_{\text{Neutron}} = 1836 m_{\text{Elektron}}$$

Als freies Neutron endliche Lebensdauer

$$\tau_n = 886 \pm 2 \text{ sec} \quad n \rightarrow p + e^- + \nu_e$$

Magnetisches Moment $\mu_n \sim 1/1836 \mu_{\text{Elektron}}$

Neutronen haben Wellencharakter.

$$\lambda = \frac{9.045}{\sqrt{E(\text{meV})}}, \quad \lambda_{\text{thermisch}} = 0,18 \text{ nm}$$

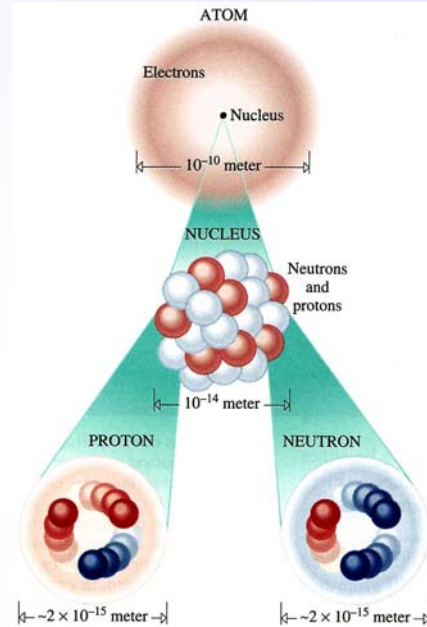
Neutronen werden total reflektiert.

Für ideale Ni-Oberflächen gilt:

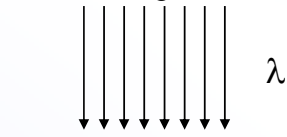
$$\gamma_{\text{total Reflexion}} = 1^\circ \cdot \lambda \text{ (nm)}$$

Neutronen besitzen eine geringe Wechselwirkung mit Materie.

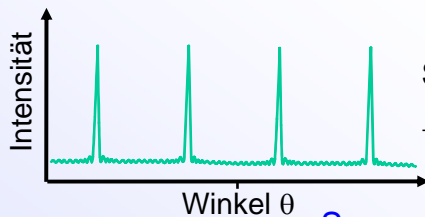
Wechselwirkung ist stark isotonenabhängig.



Beleuchtung mit Neutronen



Atome im Kristall

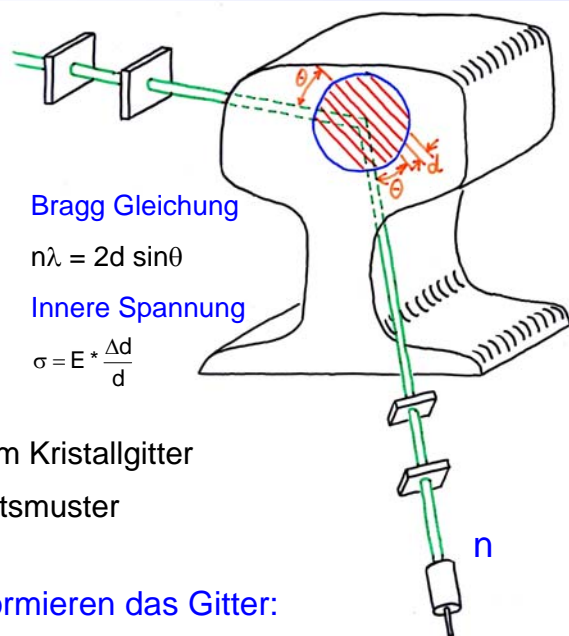


Streuung am Kristallgitter
→ Intensitätsmuster

Spannungen deformieren das Gitter:

→ Struktur des Musters verändert sich

→ Vermessung der Spannungen möglich



Bragg Gleichung

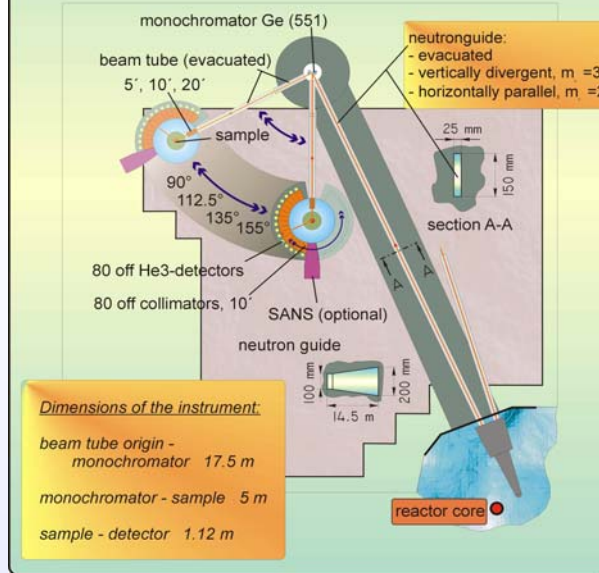
$$n\lambda = 2d \sin\theta$$

Innere Spannung

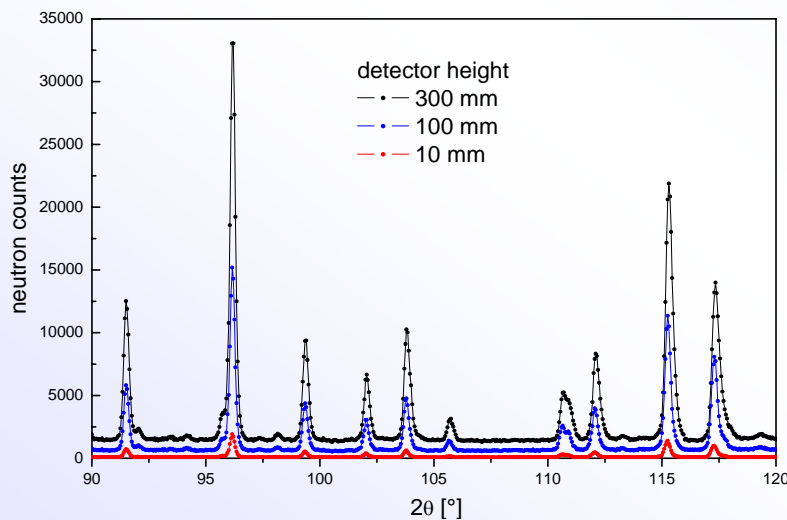
$$\sigma = E \cdot \frac{\Delta d}{d}$$

Detektor

The New **Structure POWder Diffractometer SPODI** at the FRM-II in Garching



Position der Debye-Scherrer-Ringe gemessen an Pulver in guter Übereinstimmung zur Simulation
 → gute 2D Auflösung am Instrument



Korund
 $\lambda = 1.5486 \text{ \AA}$
 5' Soller Kollimator



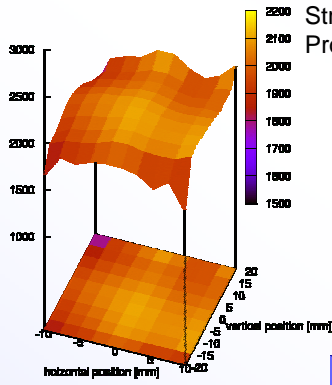
STRESS-SPEC
Turbokompressor für
Dieselmotor



**Neutronen bestimmen nicht nur den Ort der Atome,
sondern auch wie sie sich bewegen.**

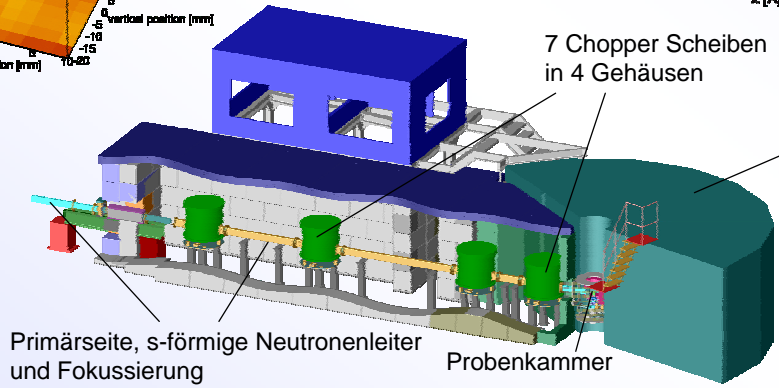
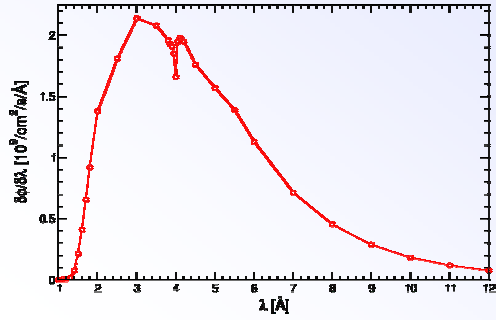
**Messung der Geschwindigkeitsänderung
gestreuter Neutronen.**

Intensity [arbitrary units]



Strahlprofil am Probenort

Differential neutron flux at sample position of the TOFTOF spectrometer
beam cross section: 23 mm x 46 mm, integrated flux: $1 \cdot 10^{18}$ n/cm²/s

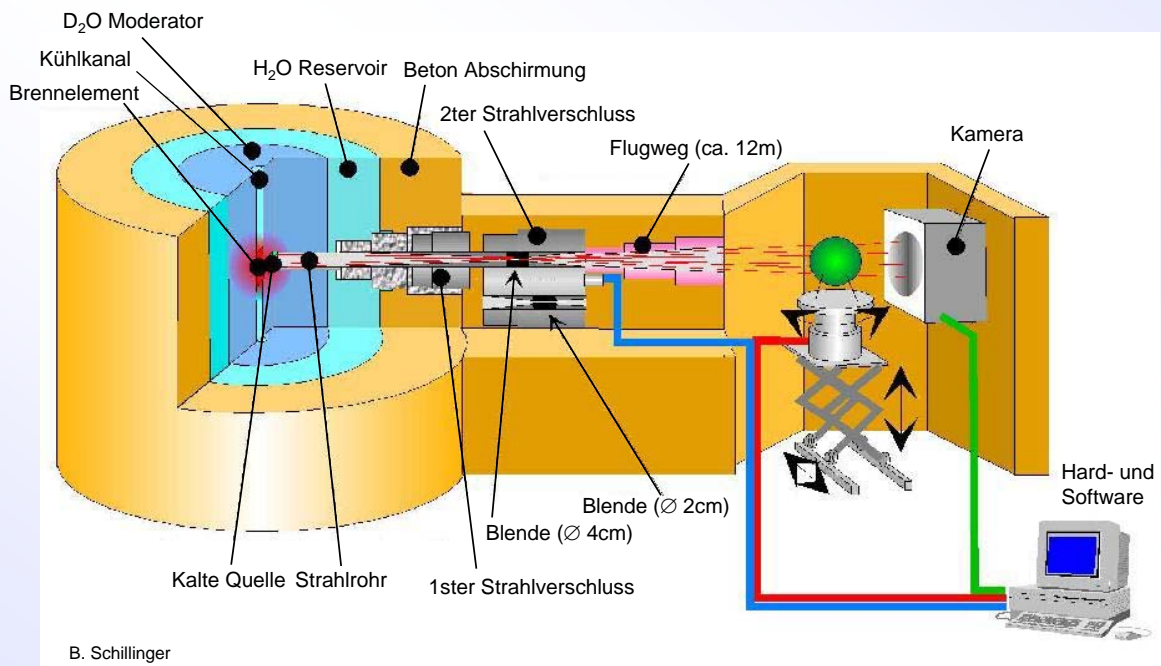


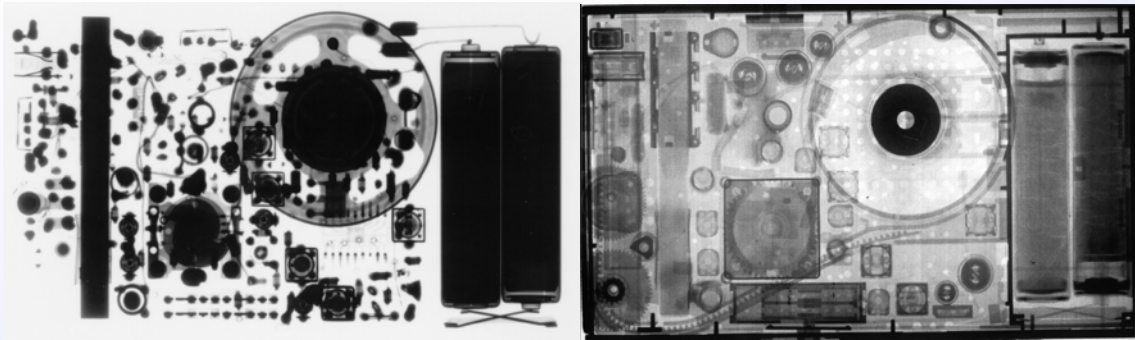
Unruh, Neuhaus, Petry, FRM-II





Anwendungen und Industrielle Nutzung





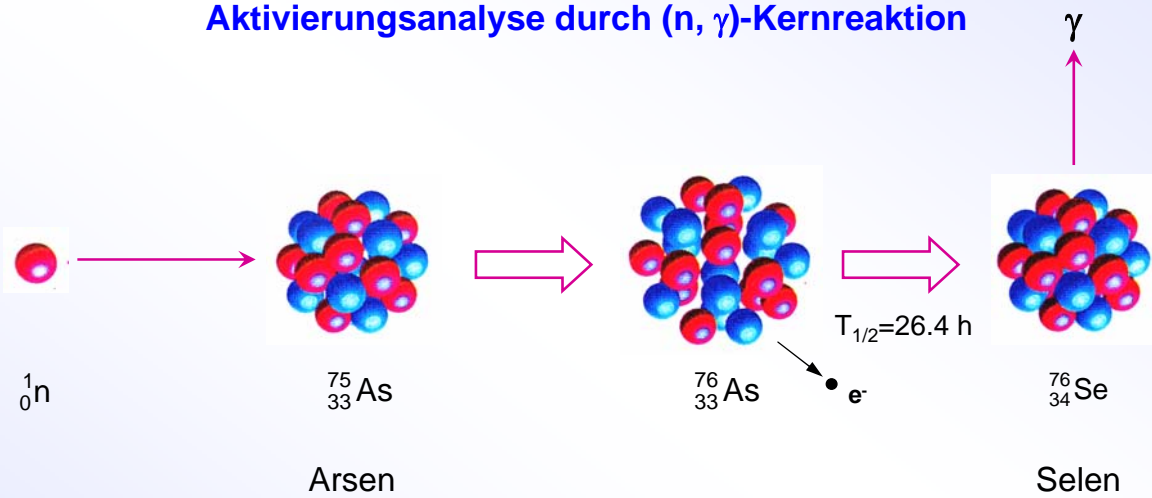
X-ray

Neutronen

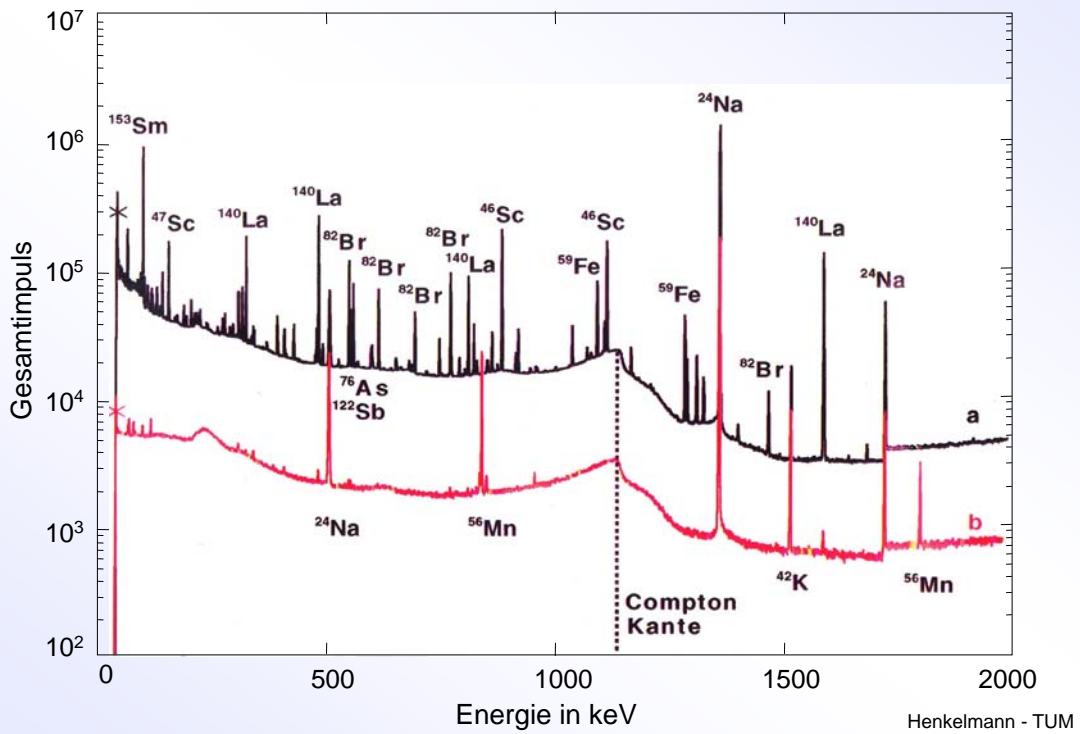
Beispiel: Mini-Transistor-Radio

B. Schillinger

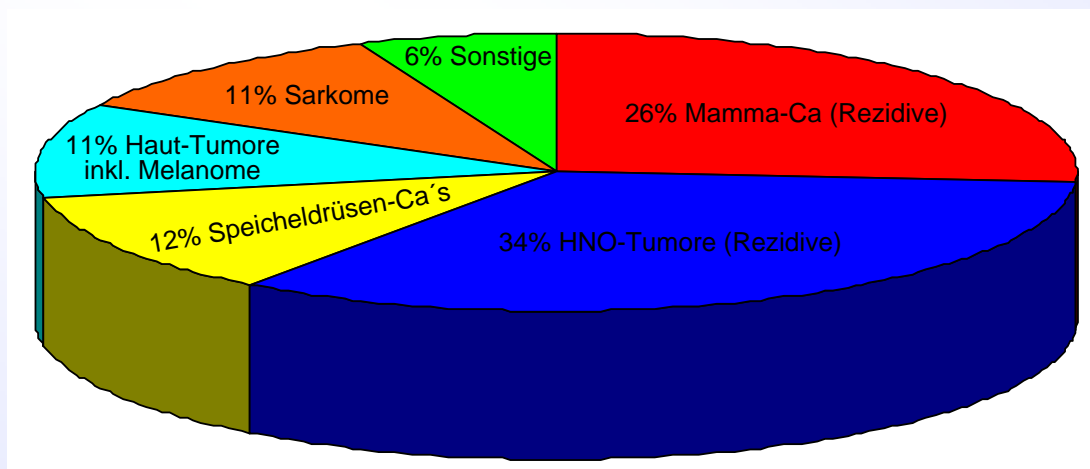
Aktivierungsanalyse durch (n, γ)-Kernreaktion



Henkelmann, TUM



Von 1984 bis 2001 wurden ca. 700 Patienten bestrahlt





Molls, Kneschaurek - TUM

Isotopenproduktion

radioaktive Isotope und
radioaktive Quelle für
Wissenschaft und Technologie
Indikatoren für die Chemie
Verschleißmessung
Radiopharmaka
für Medizin

Aktivierungsanalyse

Spurenanalyse
Umweltanalytik

Dotierung von Silizium für

Leistung Halbleiterbauelement
(Thyristor)

Strahlrohr Reaktor

Grundlagenforschung

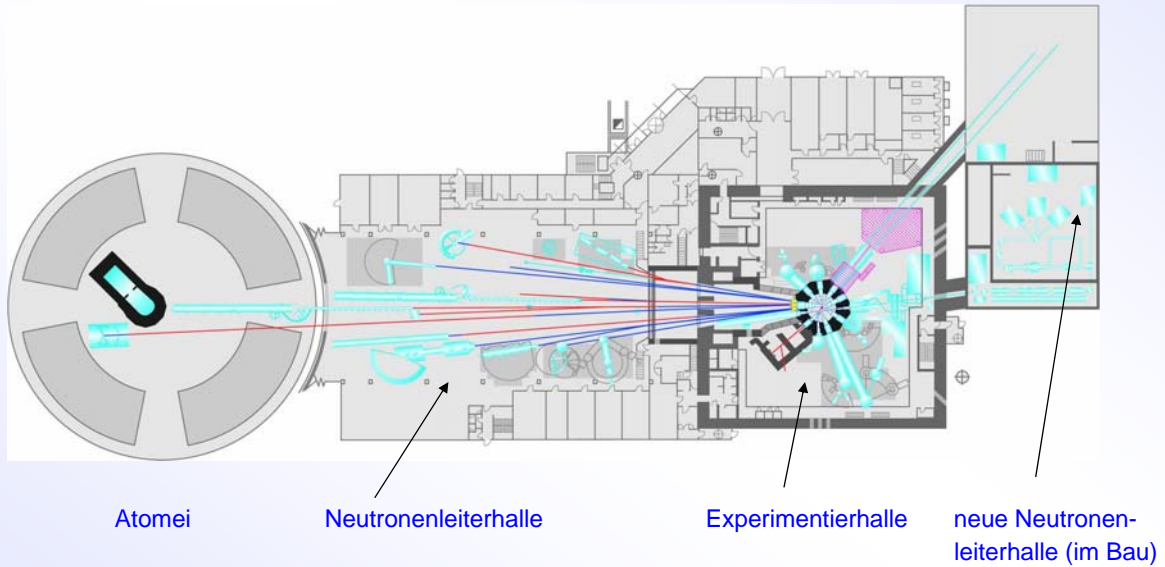
Struktur und Dynamik
in fest/flüssig
Magnetismus
Biophysik
Makromoleküle, Zellen
Nuklearphysik
Physik mit Neutronen
Positronenquelle
Spaltfragmentbeschleuniger

Angewandte Forschung

Materialforschung
Struktur und Dynamik
von neuen Materialien
Spannung, Oberflächenstruktur
Defekte, Funktionsstörung
Tomographie, Radiographie
Zertörungsfreie Untersuchung
von Werkstücken

Medizin

Strahlentherapie
mit schnellen Neutronen
Bor capture Therapie



Neutronenleiter im Tunnel



Neutronenleiter in der Kassematte





Status

Bestrahlungseinrichtungen

Schnelle Rohrpost	$t_{trans} \sim 250 \text{ ms}$	in Planung
Pneumatische Kapselbestrahlungsanlage	$t_{trans} \sim 5-10 \text{ s}$	in Routinebetrieb
Hydraulische Kapselbestrahlungsanlage	$t_{trans} > 10 \text{ s}$	in Routinebetrieb
Bestrahlungsposition im Regelstab	Φ_{schnell}	in Routinebetrieb
Siliziumdotierung	$\varnothing 20 \text{ cm}$, Länge 50 cm	in Routinebetrieb

Klinische Tumorbehandlung

MeV Neutronen	Ende 2006
---------------	-----------

Radio- und Tomographie

mit thermischen Neutronen	MeV Neutronen	in Routinebetrieb
mit schnellen Neutronen		Testbetrieb

Diffraktometer

Materialdiffraktometer	in Routinebetrieb
Pulverdiffraktometer	in Routinebetrieb
Thermisches Einkristalldiffraktometer	in Routinebetrieb
Heißes Einkristalldiffraktometer	in Routinebetrieb
Reflektometer für biologische Proben	Routinebetrieb Sommer 2006
Reflektometer für harte Materialien	Routinebetrieb Sommer 2006

Spektrometer

Resonanz Spin Echo
 RückstreuSpektrometer
 Flugzeitspektrometer
 kaltes Dreiachsspektrometer
 thermisches Dreiachsspektrometer
 polarisiertes Dreiachsspektrometer

Routinebetrieb Sommer 2006
 Routinebetrieb Sommer 2006
 in Routinebetrieb
 in Routinebetrieb
 in Routinebetrieb
 in Routinebetrieb

Positronenquelle

in Routinebetrieb

Fundamentale Fragen

Strahl für die Kernphysik
 Strahl für optische Experimente
 Prompte Gamma Analyse

Routinebetrieb bis Sommer 2006
 in Routinebetrieb
 Routinebetrieb Ende 2006

Projekte

Spaltfragmentbeschleuniger
 Ultrakalte Neutronen
 Kleinwinkelstreuanlage SANS-1
 Biodiffraktometer
 FZJ Außenstation KWS 2
 FZJ Außenstation KWS 1
 FZJ Außenstation KWS 3
 FZJ Außenstation DNS
 FZJ Außenstation Spinecho
 FZJ Außenstation Reflektometer, ToF,
 GKSS Außenstation 2 -2 1/2 Instrumente
 neue BMBF Instrumente

Projekt
 Projekt
 Routinebetrieb Ende 2008
 Projekt
 Routinebetrieb März 2007
 Routinebetrieb Herbst 2007
 Routinebetrieb Sommer 2007
 Routinebetrieb März 2007
 Routinebetrieb Ende 2006
 Projekt
 Projekt
 Projekt

Kommentar zum Vortrag

„Die Forschungsneutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz (FRM-II)“

SEI-Frühjahrstagung 2006, München 27.03.2006

Folie 1:

Blick auf die neue Forschungsneutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz (FRM-II) und das alte Garching „Atomei“

Folie 2:

Luftbildaufnahme des Forschungsgeländes in Garching bei München. Die Forschungsneutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz (FRM-II) ist zentral in den Forschungscampus eingebettet.

Folie 3:

Zur Erzeugung von Neutronen in Forschungsneutronenquellen werden zwei verschiedene Erzeugungsmechanismen verwendet. In Reaktoren nutzt man die Erzeugung von Neutronen durch induzierte Kernspaltung von Uran, in Spallationsquellen die Erzeugung von Neutronen durch Beschuss eines schweren Targets mit hochenergetischen Protonen.

Folie 4:

Konzeptschema des Forschungsreaktors FRM-II. Der Schwerwasser-moderierte Reaktor besitzt einen kompakten Kern mit einem einzelnen Brennelement. Das Element enthält ca. 8kg ^{235}U (93% Anreicherungsgrad) in Form einer $\text{U}_3\text{Si}_2\text{-Al}$ Dispersion. Bei einer thermischen Leistung des Reaktors von 20MW beträgt der ungestörte Neutronenfluss ca. 8×10^{14} n/cm²/s. 10 horizontale und 2 vertikale Strahlrohre führen die Neutronen zu den Experimentierplätzen.

Folie 5:

Abb. 5 zeigt einen schematischen Querschnitt durch den Reaktorblock. Im Zentrum des D_2O -gefüllten Moderatortanks befindet sich das Brennelement. Die „thermischen“ Strahlrohre sind tangential zum Brennelement angeordnet. Zusätzlich befinden sich im Moderatortank die Einbauten für die so genannte Kalte Quelle, die drei Strahlrohre versorgt, und die Heiße Quelle (Strahlrohr SR9).

Folie 6:

Berechnete Quellspektren für ein thermisches Strahlrohr, die kalte und die heiße Quelle.

Folie 7:

Blick auf die Arbeitsebene und den Swimmingpool des Forschungsreaktors FRM-II. In der Bildmitte kann man den Antrieb für den zentralen Regelstab des Reaktors erkennen.

Folie 8:

Blick auf den D_2O -gefüllten Moderatortank im Swimmingpool des Forschungsreaktors. In der Bildmitte kann man den zentralen Regelstabantrieb sowie die fünf Schnellabschaltstäbe des Reaktors erkennen.

Folie 9:

Grundlegende Eigenschaften des Neutrons. Es ist elektrisch neutral, besitzt ein schwaches magnetisches Moment und zerfällt mit einer Lebensdauer $t = 882\text{s}$ in ein Proton, ein Elektron und ein Antineutrino. Neutronen besitzen eine geringe, aber stark isopenabhängige Wechselwirkung mit Materie. Eine wesentliche Eigenschaft ist der Wellencharakter von Neutronen. Ähnlich wie mit Licht lassen sich mit Neutronen Beugungs- und Reflexionsphänomene beobachten.

Folie 10:

Schematische Erläuterung der Beugung von Neutronen der Wellenlänge λ an einer regelmäßigen Kristallstruktur mit einer Gitterkonstanten d . Die Beugung wird durch die Bragg-Gleichung beschrieben. Durch Beobachtung der verschiedenen Beugungsreflexe lassen sich detaillierte Rückschlüsse auf die untersuchte Kristallstruktur vornehmen. Eine typische Anwendung stellt die Vermessung innerer Spannungen in einem Werkstück dar.

Folie 11:

Schematischer Aufbau des Struktur-Pulverdiffraktometers SPODI am Forschungsreaktor FRM-II. Mit Hilfe der Beugung an einem Ge-Kristallmonochromators wird aus dem vom Reaktor einfallenden thermischen Neutronenstrahl ein Neutronenstrahl einer wohl definierten Wellenlänge λ erzeugt und auf die zu untersuchende Probe gelenkt. Die an der Probe gestreuten Neutronen werden in der um die Probe angeordneten Detektoren orts aufgelöst nachgewiesen und analysiert.

Folie 12:

Abbildung 12 zeigt als Beispiel das in den Detektoren gemessene resultierende Streubild einer pulverförmigen Korundprobe. Aus der Winkelposition und Intensität der einzelnen Reflexe lässt sich die Struktur der Probe bestimmen.

Folie 13:

Mit der Methode der Braggstreuung lassen sich am FRM-II auch große Proben detailliert untersuchen. Abbildung 13 zeigt als Beispiel einen Turbokompressor für Dieselmotoren, der am Materialforschungsdiffraktometer STRESS-SPEC einer Eigenspannungsanalyse unterzogen wurde.

Folie 14:

Neutronen eignen sich nicht nur zur Untersuchung der statischen Struktur geordneter Systeme, sondern auch zum Studium deren Dynamik. Aus der Bestimmung des Energieübertrags der an der Probe gestreuten Neutronen lassen sich Rückschlüsse auf die Bewegung atomarer oder molekularer Systeme ziehen.

Folie 15:

Schematischer Aufbau des Flugzeitspektrometers ToFToF am FRM-II. Mit Hilfe eines Choppersystems werden aus dem einfallenden „weißen“ Neutronenstrahl (Inset) Pulse von Neutronen einer definierten Geschwindigkeit selektiert und auf die Probe gelenkt. Die an der Probe gestreuten Neutronen werden in 640 einzelnen Detektoren, die um die Probe angeordnet sind, zeitaufgelöst nachgewiesen. Aus Ort und Flugzeit der gestreuten Neutronen lässt sich der Energieübertrag auf die Probe bestimmen.

Folie 16:

Blick auf die 640 Einzeldetektoren, die in der Flugkammer des Flugzeitspektrometers ToFToF angeordnet sind.

Folie 17:

Spezifische Anwendungen und industrielle Nutzung am Forschungsreaktor FRM-II

Folie 18:

Aufgrund ihrer geringen Wechselwirkung mit Materie eignen sich Neutronen hervorragend zu Radio- und Tomographie dichter, massiver Proben. Ihr stark Isotopenabhängiger Wirkungsquerschnitt erlaubt zudem Kontraste, die mit üblicherweise verwendeten Röntgenstrahlen nicht erzielt werden können. Die Abbildung zeigt eine schematische Darstellung der Tomo- und Radiographiestation ANTARES am Forschungsreaktor FRM-II. Ein Flugrohr mit Blendensystem leitet thermische Neutronen vom Reaktor auf die auf einem Manipulatortisch befestigte Probe. Neutronen, die die Probe durchdringen, werden mit Hilfe eines zweidimensional ortsauflösenden Detektors nachgewiesen.

Folie 19:

Vergleich der Radiographie eines Mini-Transistor Radios mit thermischen Neutronen und Röntgenstrahlung. Aufgrund der unterschiedlichen Absorptionsquerschnitte entsteht ein sehr unterschiedlicher und zum Teil komplementärer Kontrast. Neutronen erzeugen z.B. einen sehr guten Kontrast für stark wasserstoffhaltige Materialien.

Folie 20:

Die Neutronen-Aktivierungsanalyse (NAA) stellt eine bedeutende Methode der Spurenanalytik dar. Bestrahlt man eine Probe mit Neutronen und analysiert die dabei durch die Aktivierung der Probe erzeugte charakteristische Gammastrahlung, so lassen sich sehr genaue Aussagen über Zusammensetzung und Gehalt von Spurenelementen in einer Probe treffen. Am Forschungsreaktor FRM-II bestehen mehrere durch ein Rohrpostsystem versorgte Bestrahlungseinrichtungen zur Aktivierung von Proben.

Folie 21:

Vergleich von gemessenen Gammaenergie-Spektren einer Probe nach Neutronenbestrahlung mit einer Dauer von 7 Minuten und einer Stunde. Durch Identifikation der charakteristischen Emissionslinien und deren Intensitätsbestimmung lässt sich die Zusammensetzung der Probe bestimmen.

Folie 22:

In Zusammenarbeit mit dem Universitätsklinikum der TU München wurde am neuen Forschungsreaktor FRM-II die Station zur Neutronentherapie mit schnellen Neutronen MEDAPP errichtet. Diese baut auf den bereits am alten Garching Forschungsreaktor FRM erzielten Erfahrungen mit Neutronentherapie auf. Seit 1984 wurde bisher ein Kollektiv von ca. 700 Patienten mit Neutronentherapie behandelt.

Folie 23:

Zwei Beispiele einer am FRM erfolgten Behandlung von Patienten mit Neutronentherapie. Im rechten Bild ist die Rückbildung eines ausgeprägten Kehlkopftumors nach dreimonatiger kombinierter Neutronen- und Photonenbestrahlung gezeigt.

Folie 24:

Zusammenstellung der Forschungsschwerpunkte an der Forschungsneutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz (FRM-II). Über die Strahlrohre werden im wesentlichen Experimente zur Grundlagen- und angewandten Forschung sowie zur medizinischen Therapie mit Neutronen versorgt. Die reaktornahen Bestrahlungseinrichtungen dienen zur Produktion von radioaktiven Proben oder der gezielten Dotierung von Materialien.

Folie 25:

Die Abbildung zeigt einen schematischen Grundriss der Forschungsneutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz (FRM-II). Die Instrumente in der so genannten Experimentierhalle sind unmittelbar um das Reaktorpolygon angeordnet, die in der Neutronenleiterhalle befindlichen Experimente werden über Neutronenleiter mit Neutronen aus der kalten Quelle versorgt. Nach dem Rückbau des alten Reaktors FRM im so genannten Atomei wird dieses als weitere Experimentierhalle genutzt werden. Östlich des Reaktor befindet sich bereits derzeit eine weitere Neutronenleiterhalle im Bau.

Folie 26:

Die Abbildung zeigt einen Blick in die Experimentierhalle in der Aufbauphase der Instrumente. Die Instrumente sind direkt um das Reaktorpolygon an den jeweiligen Strahlrohren angeordnet.

Folie 27:

Die Abbildung links zeigt die 6 Primärneutronenleiter und den 6-fach Strahlverschluss direkt am Ende von Strahlrohr SR1 im so genannten Tunnel. Im Bereich des Tunnels befinden sich die Leiter innerhalb evakuierter Strahlrohre. Die Abbildung rechts zeigt die 6 Primärneutronenleiter im Bereich der an den Tunnel anschließenden Kassematte, die an die Neutronenleiterhalle angrenzt. Dort sind die Neutronenleiter als evakuierte Glasleiter ausgeführt.

Folie 28:

Die Abbildung links zeigt einen aktuellen Blick in die Neutronenleiterhalle in Richtung auf das „Atomei“, die Abbildung rechts eine ältere Aufnahme aus der Zeit des Instrumentenaufbaus mit Blickrichtung auf den Reaktor.

Folie 29:

Im Jahre 2006 wurde das südlich der Neutronenleiterhalle neu errichtete Zentrum für industrielle Anwendungen eingeweiht. Das Zentrum beinhaltet Büro- und Laborräume für insgesamt vier Firmen aus dem Bereich der Isotopenproduktion.

Folie 30 und 31:

Gegenwärtiger Status der Instrumentier- und Bestrahlungseinrichtungen an der Forschungsneutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz (FRM-II).

Individual channel readout for fast gaseous neutron detectors - The MILAND project

SEI Frühjahrstagung 2006

Ilario Defendi
Technische Universität München
Forschungsneutronenquelle
Heinz Maier-Leibnitz (FRM-II)

The NMI3 project within the EU 6th Framework Programme (FP6) includes the following Joint Research activities (JRA):

- JRA1 - DETNI
- JRA2 - MILAND**
- JRA3 - NO
- JRA4 - NSF
- JRA5 - PNT
- JRA6 - MCNSI
- JRA7 - D-LAB
- JRA8 - MUON-S

JRA2 - MILAND

7 EU PARTNERS:

- CLRC N. Rhodes
- GKSS R. Kampmann
- BNC L. Rosta
- ILL B. Guerard (Coordinator)
- LLB C. Fermon
- FRM-II K. Zeitelhack
- LIP F. Fraga

3 NON-EU OBSERVERS

- BL G. Smith (USA)
- EFO2SNS R. Cooper (USA)
- EFO3TU H. Takahashi (Japan)

MILAND - Millimeter Resolution Large Area Neutron Detector

Why MILAND ?

SXD, reflectometry and SANS instruments are limited nowadays by the position resolution of their detector and/or its maximum sustained rate.

- progress in optics → increased neutron flux
- demand to use sample $\leq 1 \text{ mm}^3$

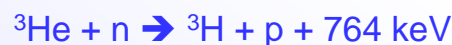
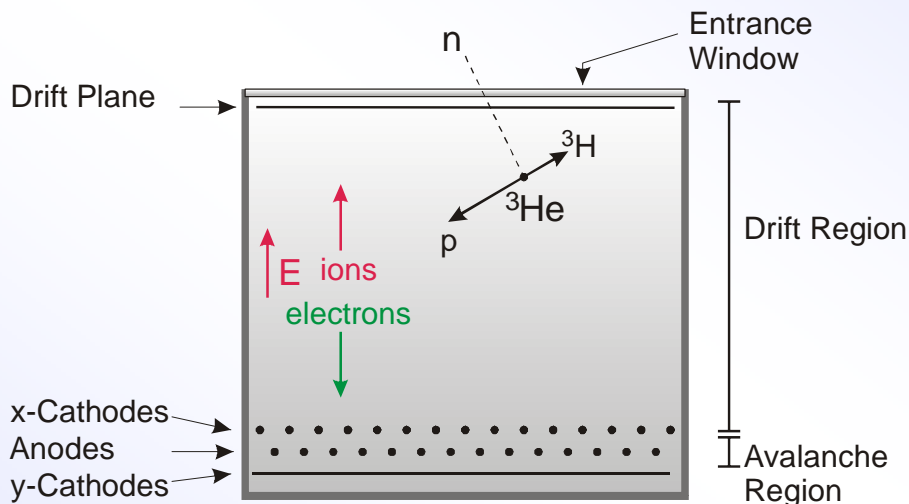
Objectives

Development of a new detector with improved performances in terms of:

- sensitive area $320 \text{ mm} \times 320 \text{ mm}$
- counting rate Global count. rate 1 MHz
- position resolution $\Delta x = \Delta y \leq 1 \text{ mm}$ (FWHM)

⇒ Open-source project

Working principle



Detector parameters

- MWPC 320(X), 320(Y) wires per plane
- 1 mm cathode and anode wire pitch
- 1 mm cathode-anode gap
- Gas mixture: ^3He (≈ 1 bar) and CF_4 (≈ 3 bar)
- Gain gain ≈ 100



Detector prototype: Internal view
(320 x 128 channels)

General specifications

- Global counting rate: 1 MHz
- Max local counting rate: 50 kHz at 10% dead time
- Average wire occupancy per neutron: 3 ÷ 5 (cluster width)
- Input dynamic range: 15 fC to 160 fC

- Self-triggering readout
- Individual channel readout of cathode wires (X and Y)

Which encoding method ?

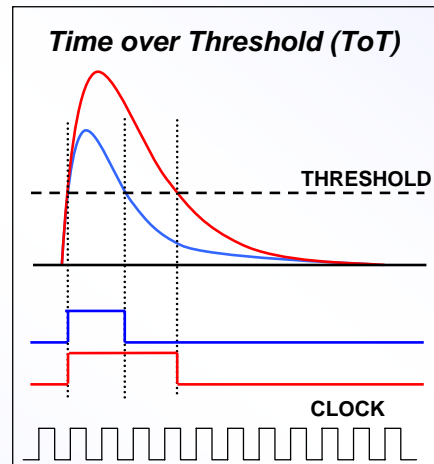
Pure analog: ADC → complex circuitry

Pure binary: monostable → no energy information

or

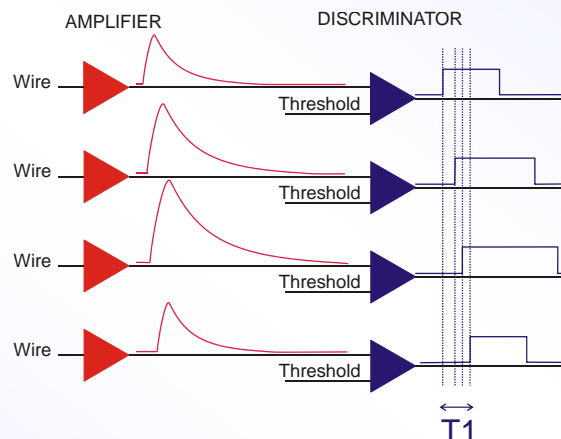
Time over Threshold (ToT)

→ simple electronics
"some" energy information

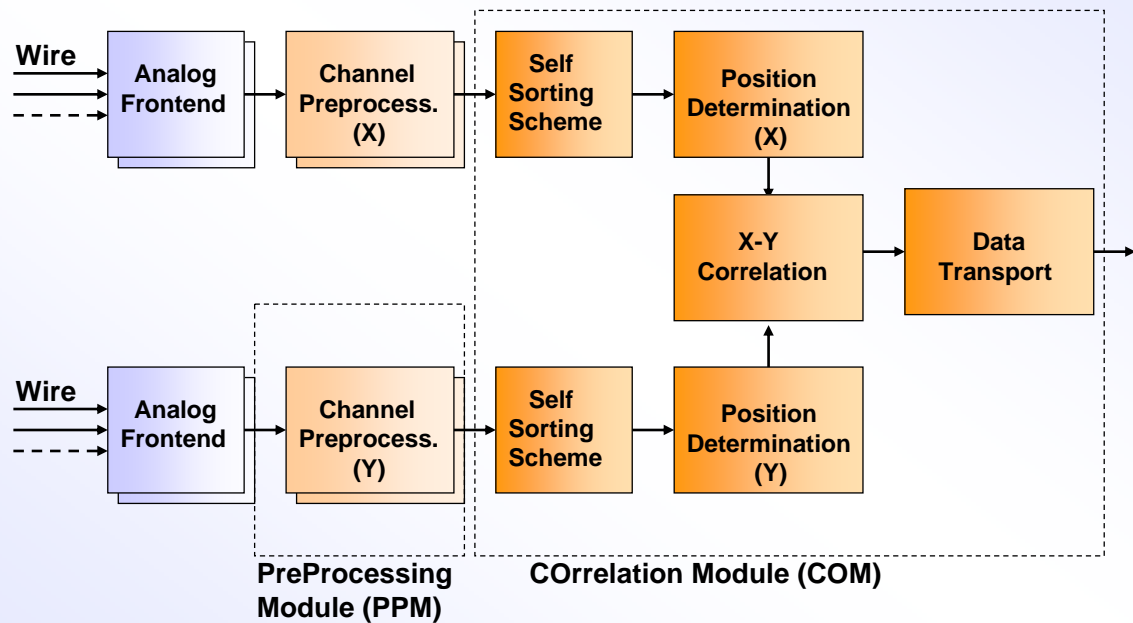


Specification of the digital readout

- Encoding method: Time over Threshold (ToT)
- Position determination:
signal with longest ToT determines the position, or
center of gravity
- ToT resolution ≤ 10 ns
- ToT signal duration: 20 ns – 1 μ s
- X-Y correlation time: ≤ 100 ns
- Cluster extension time: $T_1 \leq 500$ ns



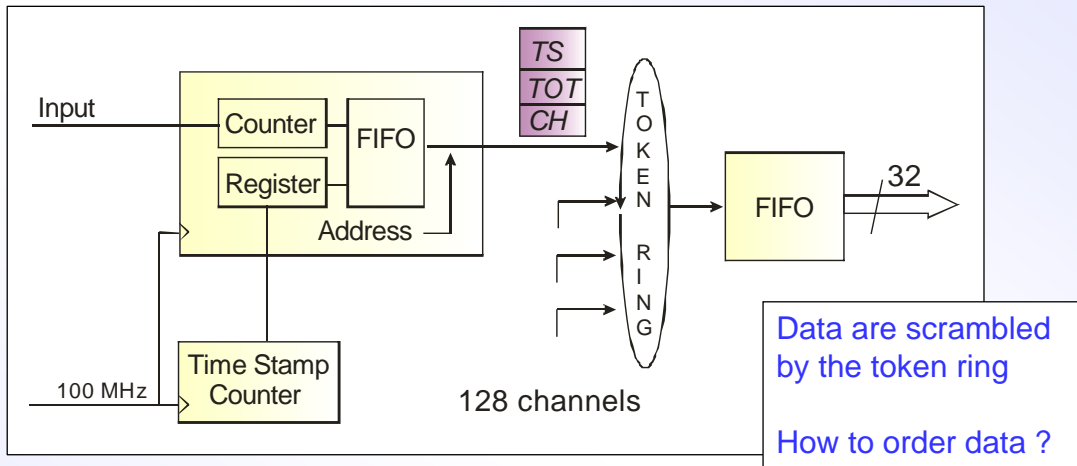
Functional block diagram



MILAND32 board (developed by ILL)

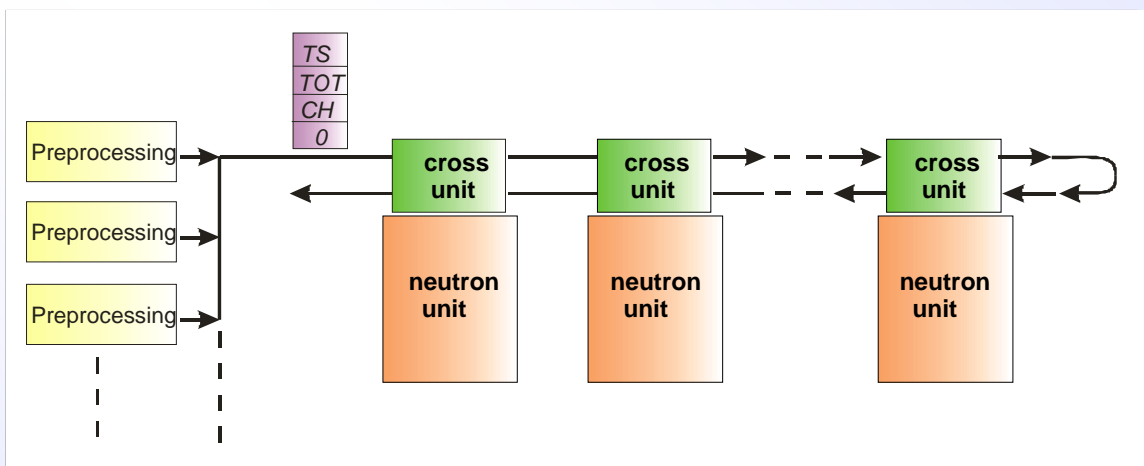
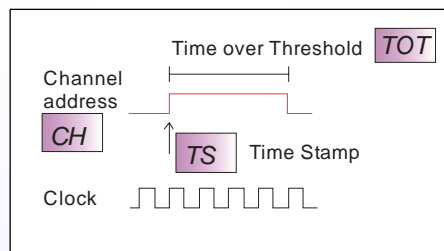
32 individual channels (discrete electronics):

- first-order transimpedance amplifier ($\tau = 130$ ns) with automatic offset cancellation
- discriminator with common threshold
- TTL output

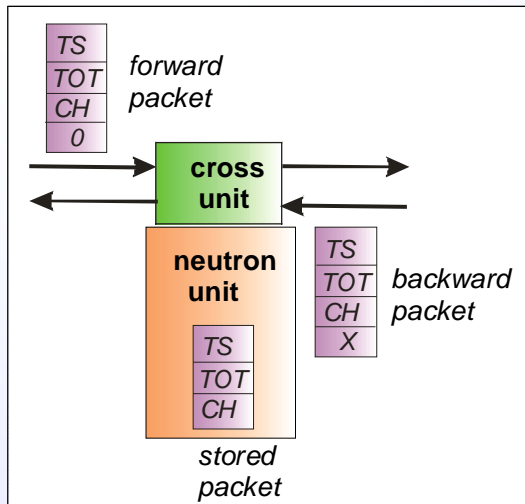


Each event is encoded with a data packet:

- Time stamp
- ToT
- Channel number



- Packets enter the sorting chain; a flag bit is added and set to 0.
- Each neutron unit collects all the packets of one neutron
- When a forward packet arrives at the end of the chain, it starts traveling in the backward direction



Forward packet:

Compared with backward and stored packet.
Flag set to 1 when a similar packet is found:

$$TS_{\text{forward}} = TS_{\text{backward}} \pm P1 \text{ AND}$$

$$|CH_{\text{forward}} - CH_{\text{backward}}| \leq P2$$

OR

$$TS_{\text{forward}} = TS_{\text{stored}} \pm P1 \text{ AND}$$

$$|CH_{\text{forward}} - CH_{\text{stored}}| \leq P2$$

P1, P2 parameters

Backward packet:

flag = 0: the packet has never met a similar packet. The packet is stored in the first empty neutron-unit that it meets during its backward way;

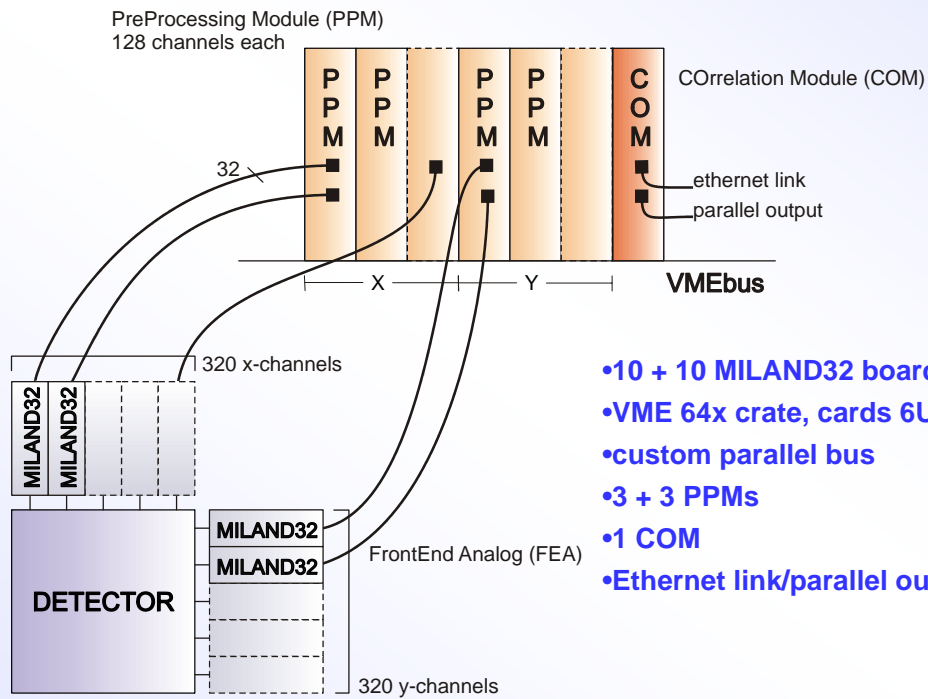
flag = 1: the packet has met at least another packet belonging to the same neutron. The packet must search the correct neutron-unit where it has to be stored.

Neutron unit

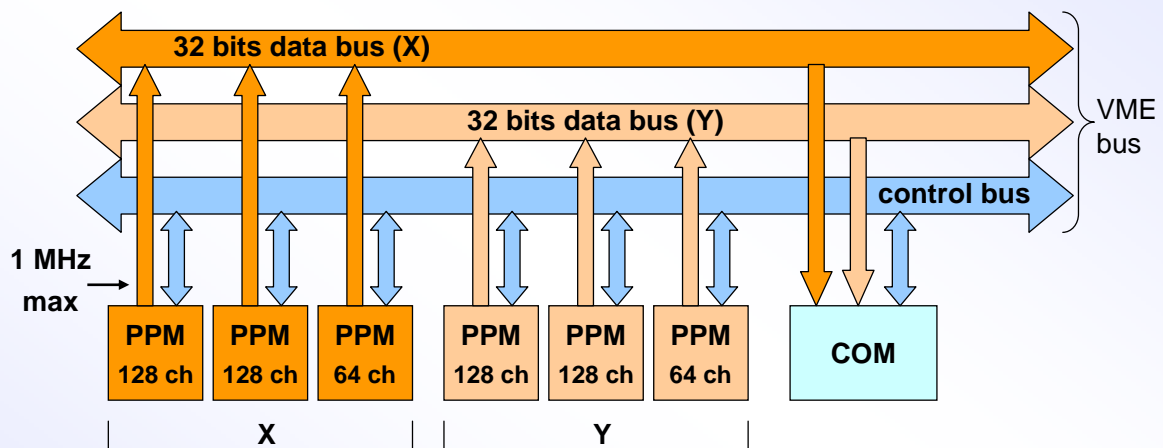
The neutron-unit is read-out and emptied after a certain fixed time
(long enough in order to guarantee that all the packets belonging to the same neutron have been collected)

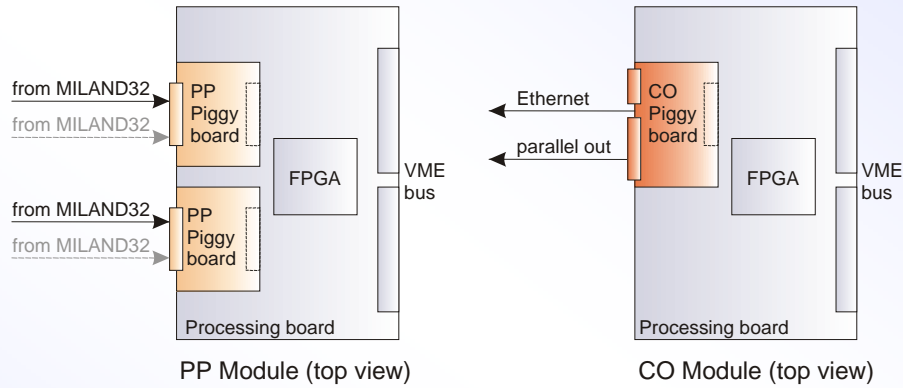
Advantage:

data are compared continuously (no spatial nor temporal boundaries)
modular structure, performance ~ number of cells



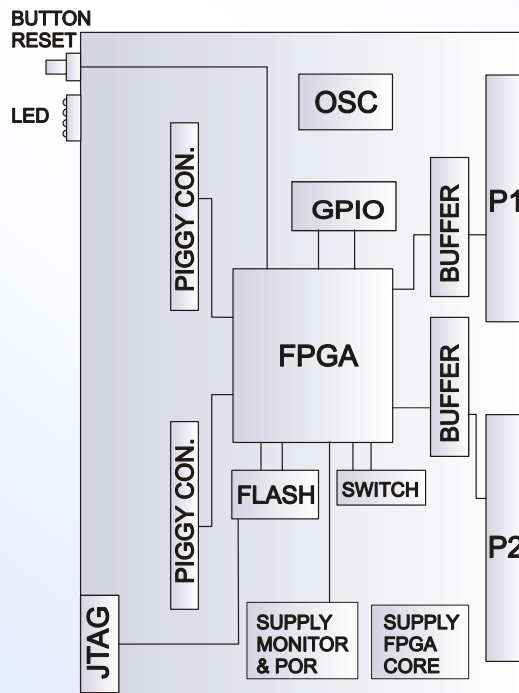
- 10 + 10 MILAND32 boards
- VME 64x crate, cards 6U x 160mm
- custom parallel bus
- 3 + 3 PPMs
- 1 COM
- Ethernet link/parallel output





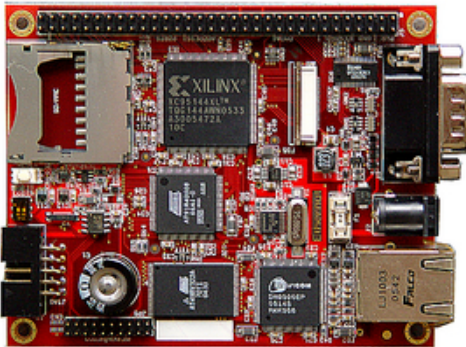
PPM and COM based on a common processing board + specific FPGA design and piggy boards

- PP Piggy board: Frontend buffer
- CO Piggy board: Data transport



- FPGA Altera Cyclone II EP2C35
33216 LEs, Package BGA 672
- Oscillator 25 MHz (PLL → 100 Mhz)
- Configurable I/Os
 - 128 I/Os at piggy board side
 - 32 I/O + 64 I/O (3-state) at VME side
- FPGA design developed in VHDL
- Fully synchronous design

- 100 MBit Ethernet link
- Evaluation of the Ethernet board (open source)
- Required data throughput 32 Mbit



➤ Ethernut board 3.0 D

- CPU AT91R40008 73.728 MHz
- 256 kByte RAM, 4 MByte Flash
- Ethernet chip DM9000E 10/100 MBit
- Programmable HW XC95144XL (CPLD)
- Up to 48 Digital I/Os, partly via CPLD
- 98 mm x 78 mm

Other activity in progress:

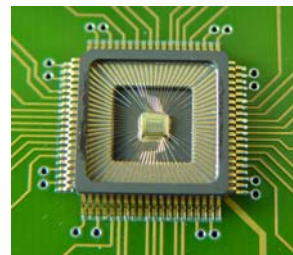
Evaluation of ASIC-based solution for the analog frontend:

- Large number of channels require integrated solution, cost saving

Survey of existing chip:

1. *Tokyo Univ. ASIC (H. Takahashi)* - prototype chip
2. *AMS210(1) (Ch. Hervé, ESRF)* - prototype chip
3. *CV35V32 (F. Millier, ILL)* - prototype chip
4. *VA64TAP2.1 (IdeAS)* - commercial

No ready to use chip, investigation still in progress



Comments to:

“Individual channel readout for fast gaseous neutron detectors - The MILAND project”

I. Defendi, SEI Frühjahrstagung ZWE FRM-II March 27th – 29th ,2006

Page 1

Cover

Page 2

The MILAND Project

The detector and electronics group at FRM-II is actively engaged in the Joint Research Activities MILAND included in the NMI3 project promoted within the 6th European Framework Programme (FP6). The MILAND project involves 7 European partners and 3 non-European observers.

Page 3

Why MILAND ?

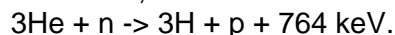
The project is devoted to the development of a new detector that will significantly improve the performances of Single Crystal Diffractometry and Reflectometry neutron instruments, in terms of sensitive area, counting rate, and position resolution. In order to broadly benefit to the neutron user community, techniques that can be transfer to the industry will be given priority.

Page 4

MultiWire Proportional Chamber (MWPC)

The MILAND detector will be based on a MultiWire Proportional Chamber (MWPC) for neutron detection. The working principle of a MWPC is given.

The basic MWPC consists of vessel filled up with ^3He containing a plane of equally spaced anode wires between two cathode planes. Neutrons enter through a window, usually aluminum, and convert in ^3He through this reaction:



The reaction products, a 191 keV triton and a 573 keV proton, are emitted in opposite directions.

The primary ionization created by the proton and triton, about 30,000 electrons, then drifts through the upper wire cathode and an avalanche takes place on the nearest anode wire. The upper cathode wires and anode wires normally run in the same direction whereas the lower cathode wires run at right angles to the anode wires. The anode avalanche induces positive charge on both the upper and lower cathodes. The sampling of induced charge with cathode wires yields the center of gravity of the anode avalanche with high precision.

Page 5

The MILAND Detector

The MILAND detector will be based on a MWPC with cathodes and anode plane with 320 wires both. The cathode and anode wire pitch is 1 mm as well as the cathode-anode gap. The gas mixture will be 1 bar 3He and 3 bar CF₄. CF₄ is used for its high stopping power and quenching properties. The detector will be operated at a gain of 100.

(Picture)

The picture shows the internal view of the MILAND detector prototype developed by the ILL group. Internal view of the prototype detector developed by the ILL group (320 x 128 channels). Above, the upper cathode plane and its flexible connector (320 channels) are visible.

Page 6

The MILAND readout system

The MILAND readout system has to sustain a global counting rate of 1MHz and local counting rate of 50 kHz at 10% dead time.

The average wire occupancy per neutron is between 3 and 5 wires in both directions. The readout system must be self-triggering. In order to achieve a position resolution of 1 mm the system will be based on individual channel readout.

Page 7

Which encoding method?

Three encoding methods can be mainly used to digitize the collected charge by each wire: "pure" analog, "pure" binary and Time over threshold (ToT):

- 1) Analog: For each channel the charge collected on a wire/strip is determined by measuring the pulse height of the shaped analog signal using ADC. Whether a multiplexed scheme or an individual ADC is used, this is the most complex and costly solution.
- 2) Binary: For each channel the shaped signal is fed into an individual discriminator. This method is very simple but the discriminator output does not provide any information on the collected charge.
- 3) For each channel the shaped signal is fed into an individual discriminator. The width of the discriminator output signal is proportional to the time over threshold of the shaped signal that carries some pulse height information in case the pulse shape is constant. The pulse width can be easily measured using a counter and a reference clock signal.

For MILAND, the ToT method has been chosen because of its easy implementation and "some" information on the energy can be used to improve the position resolution that can be achieved using the binary method.

Page 8

Readout System

The neutron position on each plane will be determined by the channel with the longest ToT. Further improvements includes the position determination using the center of gravity. To achieve the required resolution the ToT will be sampled at 100 MHz (10ns period). The expected ToT signal duration is in the range between 20 ns to 1 us and the cluster extension time is assumed to be less than 500 ns. In order to achieve 1 MHz global counting rate, the X and Y coordinates are correlated with a time window of 100 ns.

Page 9

Function block diagram

The diagram shows the basic function blocks of the readout system. It consists of two identical position determination chains, for X and Y coordinate.

Cathodes signals are individually amplified and discriminated by the analog frontend. The ToT signal is provided to the PreProcessing Module (PPM). The PPM is in charge of sampling, encoding and multiplexing the digital signals.

The CORrelation Module (COM) orders data by time and determine clusters. The position is determined using the signal with the longest ToT,

Page 10

Analog Frontend

The analog frontend is based on the MILAND32 board developed by the ILL group. Each board has 32 individual channels each one consisting of a first-order transimpedance amplifier with a time constant of 130 ns and a discriminator. Each channel has an automatic threshold cancellation that allow the use a common threshold for all channels.

Page 11

Preprocessing

The PPM has 128 parallel channels each one consisting of a counter for measuring the ToT, a time stamp register and a FIFO.

Each event is encoded with a packet that contains: Time Stamp, ToT and channel number. A common token ring collects and sends data packets to the Correlation module.

Page 12

Self Sorting Scheme (S3)

Data packets from the PPM are scrambled by the token ring. They need to be sorted and organized before being processed (position determination).

The Self Sorting Scheme (an idea formerly developed by Siro Buzzetti - Hidelberg University) is a useful method that allow to sort a stream of data disordered within a certain distance in time.

The scheme is based on a sorting chain that consist of a series of neutron units connected by a forward and a backward path. Each neutron unit collects all data packets of one neutron. Entering the sorting chain, each packet is compared with all packets already present in chain (backward direction) and the data packet already stored in the neutron units

Page 13

Self Sorting Scheme (S3)

--

Page 14

Self Sorting Scheme (S3)

--

Page 15

Readout system: implementation

The figure presents an overview of the digital readout system. The analog frontend will be based on the MILAND32 boards. 10 + 10 boards are needed to acquire 320 + 320 channels. The digital readout is based on a VME64x crate with 6U cards. The complete system will be equipped with 3 + 3 PPMs and 1 COM. The data output will be via Ethernet link and parallel interface.

Page 16

Data path

The system will be based on a custom data bus defined over the VME backplane. Each coordinate has a dedicated 32 bit bus with an average throughput of about 32 Mbps.

Page 17

Processing board

To reduce cost, development time and design a flexible system, the design of PPM and COM will be based on a common processing board plus specific FPGA design and piggy boards.

Page 18

Processing board

The block diagram shows a preliminary layout of the processing board.

Page 19

Data transport

The overall data throughput of the MILAND detector is about 32 Mbits. The data transport will be based on a Fast Ethernet link using the UDP protocol. At present, we are testing the Ethernut board (Ethernut is an Open Source Hardware and Software Project for building tiny Embedded Ethernet Devices) to evaluate if it is possible to achieve the required throughput with this design.

Page 20

Analog Frontend ASIC

An other activity in progress within the MILAND project is the evaluation of ASIC-based solution for the analog frontend. Several ASICs have been evaluated but at present it's not identified yet a ready-to-use chip that can be for the MILAND detector. (picture). 12-channel prototype chip, without cover – Tokyo University (Prof. H. Takahashi).

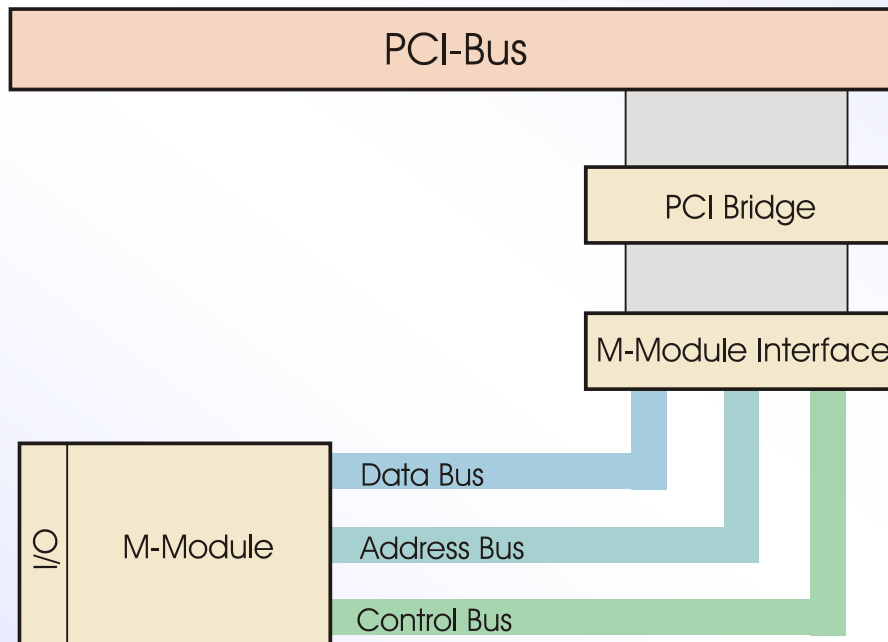
Detektordatenerfassung für Neutronenstreuexperimente am FRM-II

SEI Frühjahrstagung 2006

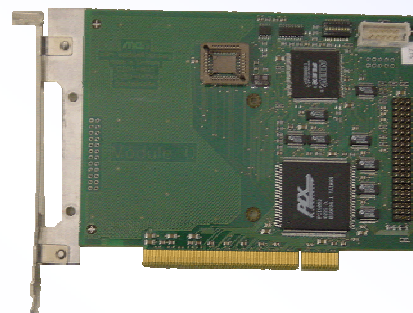
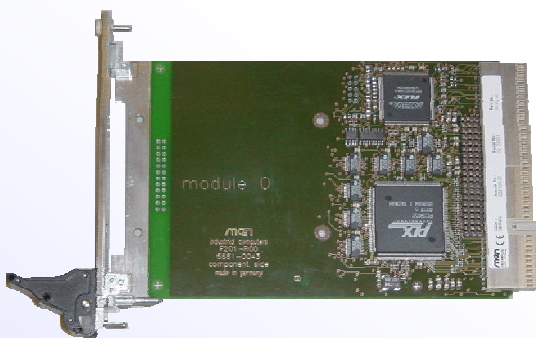
Dipl.-Ing.(FH) Thorsten Schöffel
Technische Universität München
Forschungsneutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz (FRM-II)

1

- Hardwarekonzept
- Designübersicht
 - Zählerkarten
 - Multi Channel Analyzer
- Zusammenfassung und Ausblick



MEN Carrier Boards:

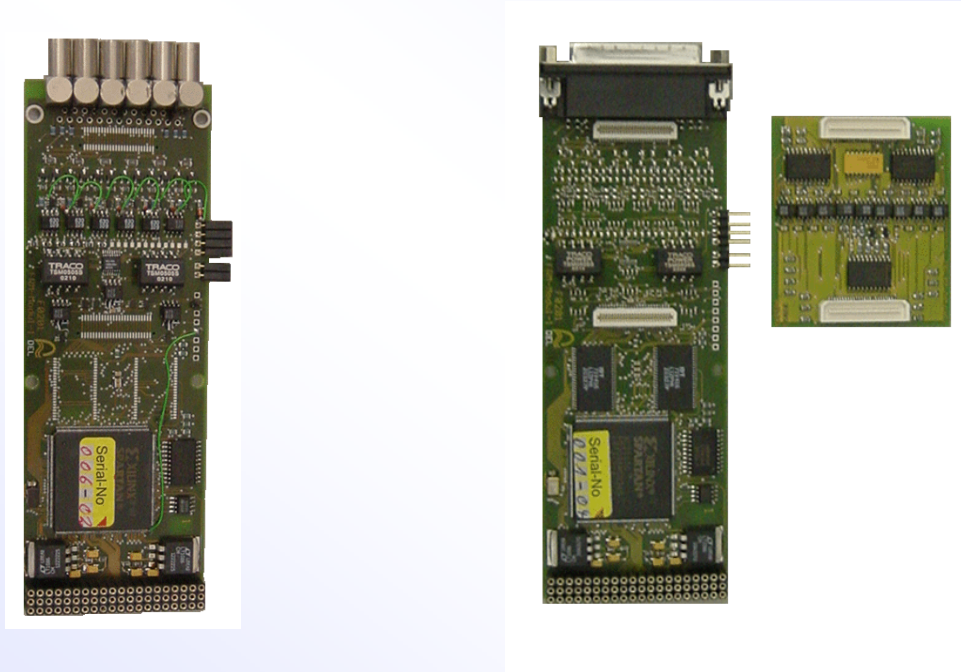


Vorteile:

- Erstellung eigener Treiber unter Linux
- Treiber für Windows durch MEN
- Einbindung in die Instrumentensoftware
- Anpassung an die Instrumente durch Änderung des FPGA-Designs

- **Zählerkarten**
 - CTR-4 (Zählerkarte)
 - TOF-8 (Time-Of-Flight Flugzeitkarte)
 - HEiDi-CTR (Zählerkarte für Instrument HEiDi)
 - TMCS-8 (Time-Multi-Channel-Scaler, ähnlich zu TOF-8)
 - TMCA (Zählerkarte für Instrument Mira)
 - RESI-CTR-4 (CTR-4 + Framing für Instrument RESI)
- **Multi Channel Analyzer**
 - ADC-2 (PeakSensing Analog Digital Converter)

Hardware:



27. März 2006

7

T. Schöffel

CTR-4 Allgemeines:

- 4 32-Bit Ereigniszähler
- 1 32-Bit Messzeitzähler (intern)
- 1 Stop Eingang
- 1 Stop Ausgang

27. März 2006

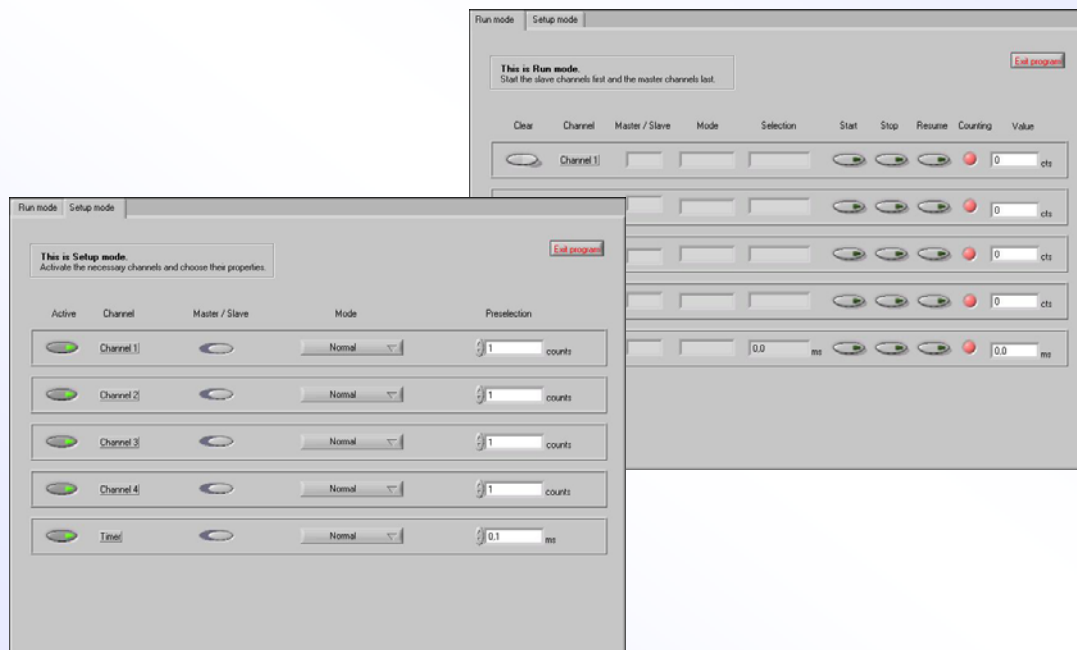
8

T. Schöffel

CTR-4 Betriebsmodi:

- Absolutzähler
- Vorwahlzähler
- Ratemeter (0.1, 1 und 10 Sekunden)

CTR-4 LabView:

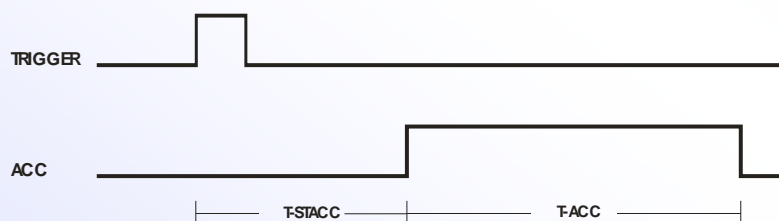


TOF-8 Allgemeines:

- 8 Zählkanäle
- 4 Kontrolleingänge
- 4 Kontrollausgänge

TOF-8 Accumulation:

- 8192 Timesteps
- Cycle Limit 1 - 65536
- Timebase 1 ms / 1 μ s
- Starttime for Accumulation 1 - 65536 * TB
- Accumulationtime 1 - 65536 * TB



„versatile“ ToF-spectrometer:

aperture:
Ø = 1 mm

n - beam

monitor

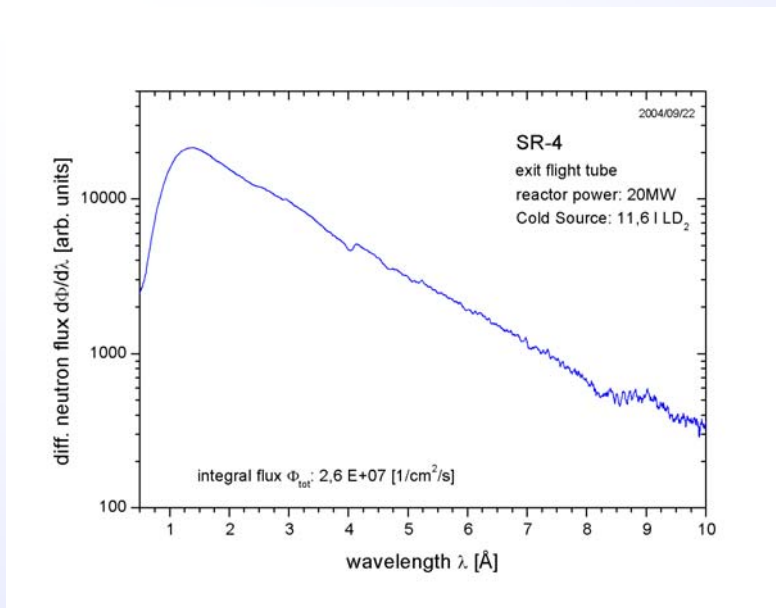
chopper:
single Al-disk
Gd-absorber
4600 rpm
dia = 25 cm

Cd-slit:
1 × 100 mm

detector:
³He-tube
p = 3,5 bar
rect: 1"×1"

$\Delta\lambda/\lambda \approx 0,01 - 0,06$ [10 Å - 1,8 Å] ; $\Delta\alpha \approx 0,1^\circ$

Flugzeit bzw. Wellenlängenspektrum:



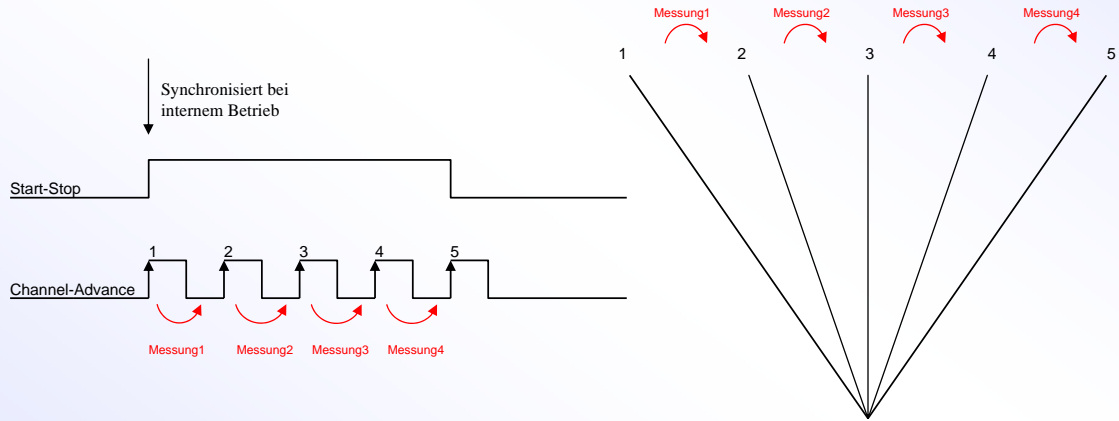
HEiDi-CTR Allgemeines:

- 3 32-Bit Ereigniszähler
- 1 Start-Stop Eingang
- 1 Start-Stop Ausgang
- 1 Channel-Advance Eingang
- 1 Channel-Advance Ausgang
- 1 Interner Zeitzähler

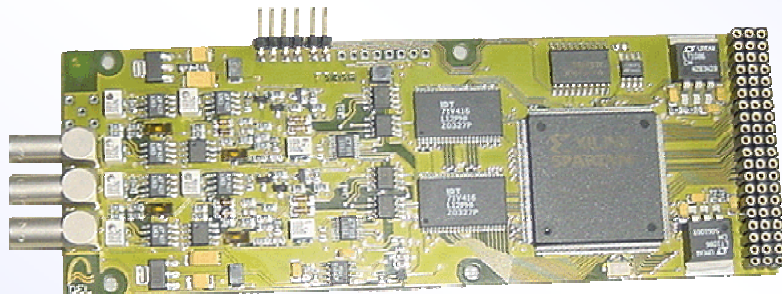
HEiDi-CTR Daten:

- Zeit pro Winkelabschnitt: 0.1 s - 100 s
- Anzahl Winkelabschnitte: 1 - 1023
- Zeitzähler: TB = 100 μ s
- Interne oder Externe Synchronisation

HEiDi-CTR Funktion:



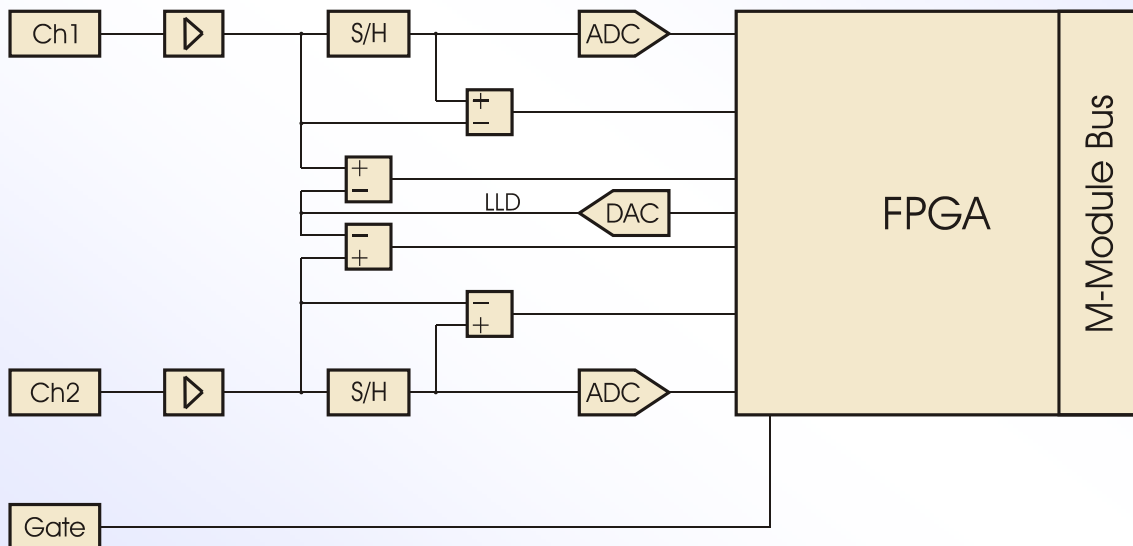
Hardware:



ADC-2:

- 2 Analogeingänge
- 1 Gate Eingang
- 1 Inspect Ausgang

Blockdiagramm:



Technische Daten:

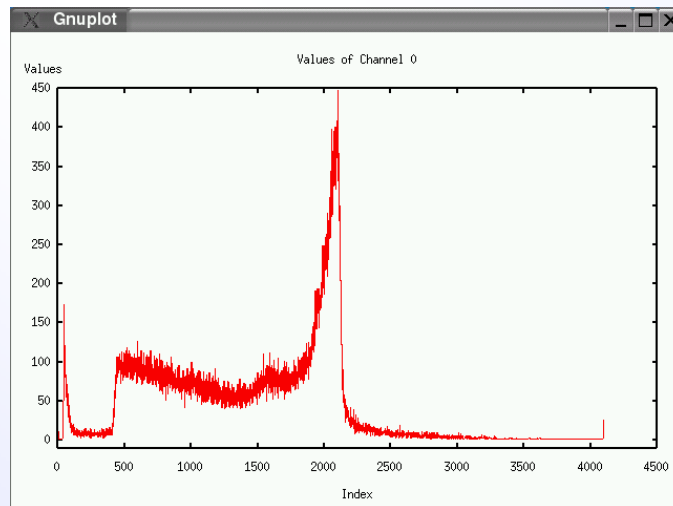
- ADC: 12 Bit
- Auflösung: 4k = 0 - 4096 mV
- LowLevelDetect: 12 Bit DAC = 0 - 4096 mV per Software für beide Kanäle gemeinsam
- Modi:
 - PeakSensing mit/ohne Gate
 - Sampling Modus gesteuert durch externes Gate (Protokollierung Temperatur, Druck, usw.)

Anwendung:

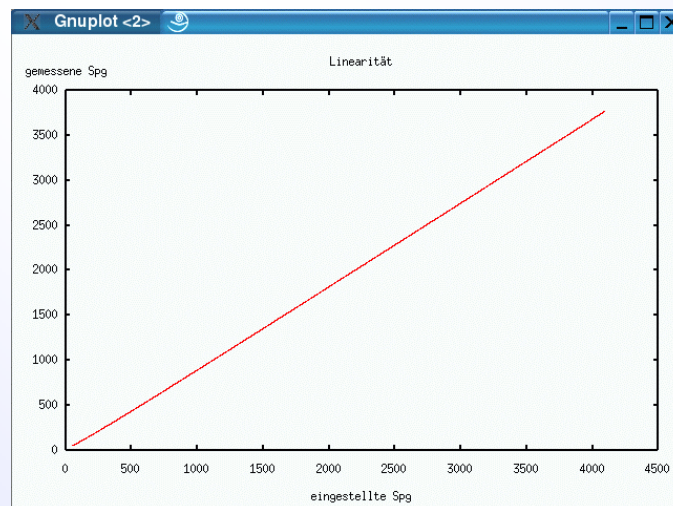
- Überprüfung der Monitor/Zählrohre hinsichtlich ordnungsgemäßer Funktion
- Aufnahme Pulshöhenspektrum
 - Überprüfung der unteren Diskriminatorschwelle (Gamma/Neutronenseparation)
 - „Sättigung“ Zählrohr/Monitor (zu hohe Zählrate)
- Allgemein für Diagnosezwecke und Fehlersuche

Pulshöhenspektrum thermischer Neutronen:

^{252}Cf -Quelle und ^3He -Zählrohr



Linearität:



- 16 Zählerkarten an den Instrumenten
- Pflege und Fortführung der Zählerkarten
- Designänderung für neue Instrumente

- Abschliessende Tests des MCA im Labor
- Einbindung in die Instrumentensoftware
- Test des MCA an einem Instrument
- LabView-Oberfläche für MCA

Hardwarekonzept:

Die Detektordatenerfassung am FRM II basiert auf PCI gestützten Zähler- und ADC-Karten. Diese PCI-Karten bestehen aus zwei Teilen, einer Trägerkarte und einer Aufsatzplatine.

Die Trägerkarte wird von der Firma MEN aus Nürnberg hergestellt und dient zur Umsetzung des PCI Busses auf einen einfacheren sogenannten M-Modul-Bus, der dem ANSI/VITA-Standard für M-Module entspricht (Abb. 1).

Am FRM II werden PCI- und Compact-PCI-Karten eingesetzt, MEN bietet aber auch Trägerkarten für VME, ISA usw. an.

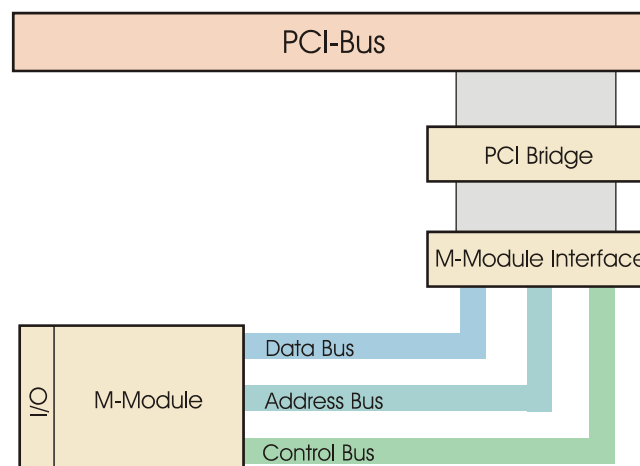


Abbildung 1: Umsetzung PCI- auf M-Modul-Bus

Die Aufsatzplatinen sind Eigenentwicklungen des Detektor- und Elektroniklabors am FRM II. Sie bestehen aus einer Mischung von digitalen und analogen Eingängen, Speicher und einem FPGA. Dieses komplette Hardwarekonzept, bestehend aus Trägerkarte und Aufsatzplatine hat für uns folgende Vorteile:

- Linuxtreiber können in Eigenregie geschrieben werden und somit wird eine Einbindung in die Instrumentensoftware erleichtert.
- MEN bietet die Möglichkeit, diese Treiber auch für Windows zu kompilieren, wodurch wir in der Lage sind, die Karten auch mit LabView anzusteuern und eine gewisse Betriebssystem Unabhängigkeit erreicht wird.
- Durch den Einsatz von FPGAs auf den Aufsatzplatinen können die Funktionen speziell an das Instrument bzw. das Experiment angepasst werden ohne an der Hardware selbst etwas ändern zu müssen.

Zählerkarten:

Bei den Zählerkarten gibt es zwei verschiedene Hardwarevarianten.

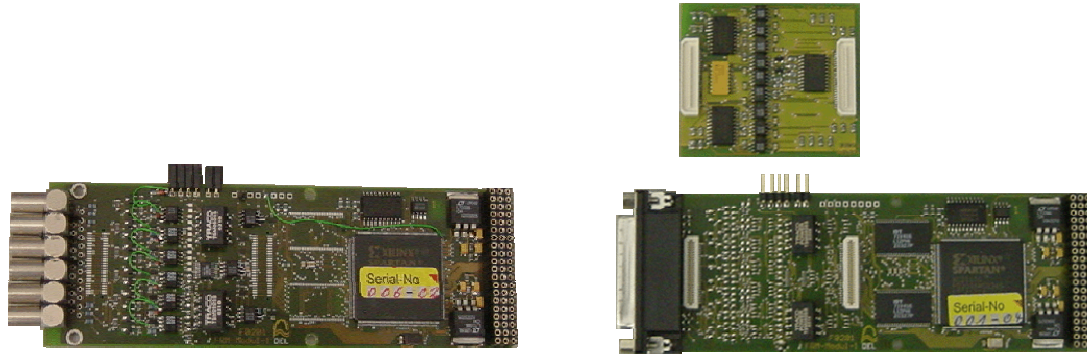


Abbildung 2: Hardwarevarianten der Zählerkarte

Die linke Variante (Abb. 2) ist die Standardkonfiguration der einfachen Zählerkarte. Sie bietet sechs galvanisch entkoppelte I/O-Kanäle, die mit 50 Ohm abgeschlossen sind, bzw. 50 Ohm treiben können. Wird diese Karte noch zusätzlich mit Speicher bestückt, so können direkt Spektren auf ihr erzeugt werden.

Die rechte Variante (Abb. 2) besitzt 17 I/O-Kanäle und der Speicher wird schon standardmäßig bestückt. Sie wird hauptsächlich für zeitaufgelöste Messungen eingesetzt, um z. B. direkt ein Flugzeitspektrum (Abb. 3) in ihr aufzunehmen.

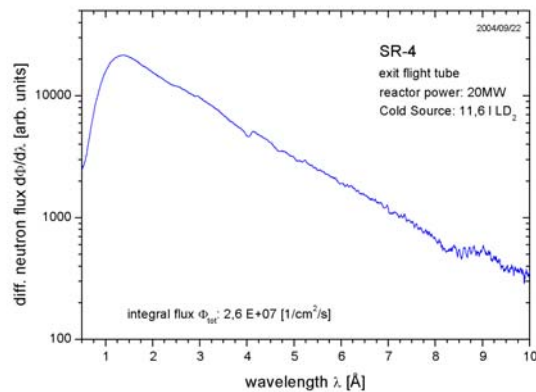


Abbildung 3: Beispiel eines Flugzeit- bzw. Wellenlängenspektrum

Von diesen Zählerkarten sind im Moment 16 Stück an den Instrumenten verteilt. Dabei gibt es derzeit sechs verschiedene FPGA-Designs mit zugehörigen Treibern, die jeweils speziell für die Anforderungen des zugehörigen Instruments erstellt wurden (siehe Folien und Anhang).

Multi Channel Analyzer:

Der Multi Channel Analyzer ist eine Aufsteckplatine, welche zwei unabhängige analoge Eingänge und einen Gate-Eingang besitzt (Abb. 4).

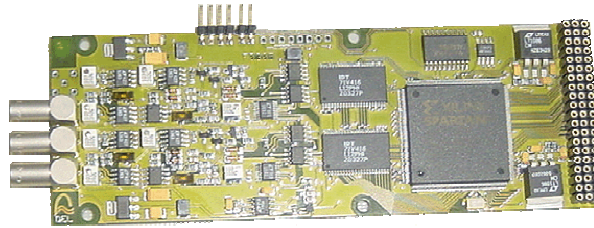


Abbildung 4: Aufsteckplatine des MCA

Die analogen Eingangssignale werden jeweils einem Peakdetektor zugeführt. Wird nun ein Peak erkannt, so wird dieser mittels eines 12-Bit ADCs abgetastet. Dieser Peakwert wird in einem 4k-Spektrum (0-4096 mV) an der entsprechenden Speicherstelle aufaddiert. Somit erhält man für jeden Kanal ein eigenes Pulshöhenspektrum (Abb. 5).

Mit Hilfe eines Low Level Detektors kann eine Schwelle für beide Kanäle gemeinsam gesetzt werden, welche angibt, ab welchem Peakwert die ADCs zum Abtasten freigeschaltet und die Werte in das Spektrum geschrieben werden.

Zusätzlich unterstützt die Karte drei verschiedene Modi, welche getrennt für beide Kanäle einstellbar sind.

Der erste Modus entspricht dem oben beschriebenen ohne weitere Eigenschaften.

Im zweiten Modus wird zusätzlich die Freigabe der ADCs über ein Gatesignal gesteuert. Dieses Gatesignal entspricht einem positiven TTL-Signal, welches an den Gateeingang angeschlossen wird.

Im dritten Modus wird der Peakdetektor überbrückt und das Eingangssignal abhängig vom Gatesignal abgetastet. Dieser Modus kann z. B. zum mitprotokollieren von Temperatur, Druck usw. benutzt werden.

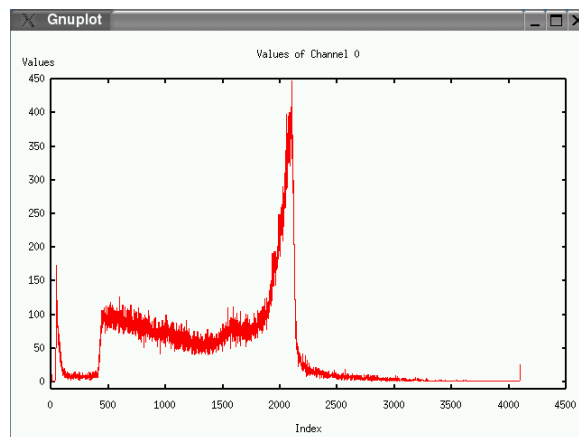


Abbildung 5: Pulshöhenspektrum einer ^{252}Cf -Quelle und ^3He -Zählrohr

Im Moment befindet sich diese Karte im Endstadium der Entwicklung und soll nach abschließenden Tests und der Einbindung in die Instrumentensoftware an die Instrumente verteilt werden. Der hauptsächliche Verwendungszweck dieser Karte ist die Diagnose und Fehlersuche an den Instrumenten bezüglich der Verstärker, Monitore und Zählrohre. Durch Aufnahme eines Pulshöhenspektrums kann der Instrumentverantwortliche seine Diskriminatorschwelle im Hinblick auf die Gamma/Neutronenseparation und der Sättigung der Monitore/Zählrohre überprüfen.

Anhang zu den Folien:

Folie 8:

Der Messzeitzähler läuft in 0,1 ms Schritten.

Folie 9:

Absolutzähler = Der Zähler läuft bis er ein Stoppsignal erhält oder in den Überlauf geht.

Vorwahlzähler = Der Zähler läuft bis zu einer gewählten Vorwahlzahl und stoppt andere Zähler oder löst eine Interrupt aus.

Ratemeter = Der Zähler zählt in Zeitabschnitten von 0.1, 1 und 10 Sekunden.

Folie 12:

Parameter für das Time of Flight Design mit acht Kanälen.

Trigger startet die Messung.

Starttime gibt die Verzögerung bis zum Beginn der Messung an (T-STACC).

Accumulationtime gibt die Zeit an, in welcher die ankommenden Signale gezählt werden (T-ACC).

Folie 13:

Messaufbau für die Flussmessungen am Strahlrohr 4 des FRM II zur Bestimmung des Wellenlängenspektrums.

Folie 14:

Zugehöriges Wellenlängenspektrum zum Messaufbau, aufgenommen mit dem Zählerkartendesign TOF-8

Folie 17:

Das Instrument dreht sich um die Probe und fährt die Winkelabschnitte in verschiedenen Geschwindigkeiten bzw. die Messung soll in Winkelabschnitte aufgeteilt werden. Die Karte erhält oder erzeugt ein Signal zum Weiterschalten des Kanals. In jedem Winkelabschnitt speichert die Karte die gefahrene Zeit und die zugehörige Anzahl von Counts. Bei gleichbleibender Geschwindigkeit kann die Karte die Weiterschaltungen steuern, bei wechselnden Geschwindigkeiten wird die Karte über einen externen Eingang gesteuert.

Folie 24:

Linearitätsmessung des MCA bzw. ADCs

Eingangsspannung vs. abgetastete Spannung



Goniometersteuerung und Datenerfassung eines Rutherford Backscattering Systems

Graphische Bedienoberfläche mit IDL

Zugriff auf die Hardware über C-DLL, RS232 und Ethernet

H. Heer , H. Kleines, I. Vaahsen, M. Wagener (ZEL)

B. Holländer (ISG1)

B. Brijs (IMEC)

27. März 2006

Zentralinstitut für Elektronik (ZEL)
M. Wagener H. Heer

1



Instrumentierung einer RBS Anlage

– Aufgaben der Anlage

Rückstreu Experimente

Puls Höhen Analyse - PHA

Chemische und strukturelle Analyse dünner Schichten

– Neue Instrumentierung

Erfassung der PHA Daten über neue Canberra Module

I/O Kontrolle über DuTec Elektronik

27. März 2006

Zentralinstitut für Elektronik (ZEL)
M. Wagener H. Heer

2



Ernest Rutherford



Ernest Rutherford wurde am 30. August 1871 in Spring Grove,
Neuseeland geboren, erhielt 1908 den Nobelpreis in Chemie.

Er starb am 19. Oktober 1937 in Cambridge.

27. März 2006

Zentralinstitut für Elektronik (ZEL)
M. Wagener H. Heer

3



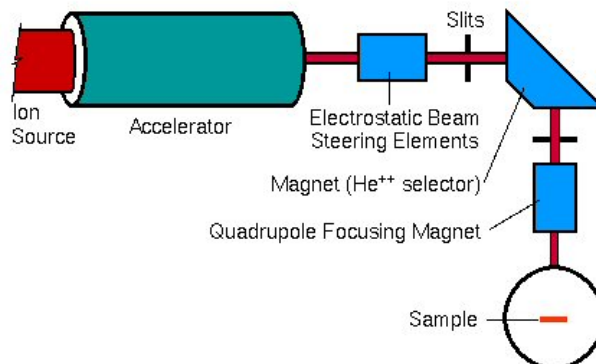
Rutherford Backscattering Spectrometry (RBS)



Atome besitzen Atomkerne (Nachweis 1911)

- Grundlage: (elastischer) Stoß zwischen den Atomkernen
- Mess-Prinzip: Messung der Anzahl/Energie der Ionen, die nach Stoß mit Target-Atomen zurückgestreut werden.
- Bestimmung der Atommasse möglich; Information der Element-Konzentration über Probentiefe

Versuchsaufbau:



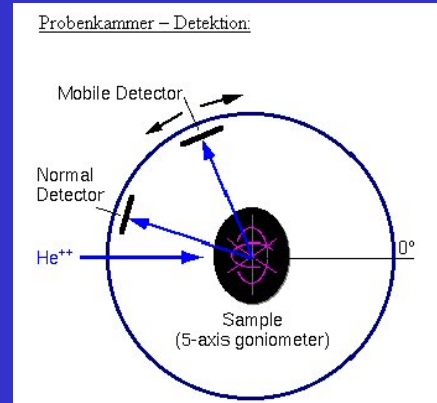
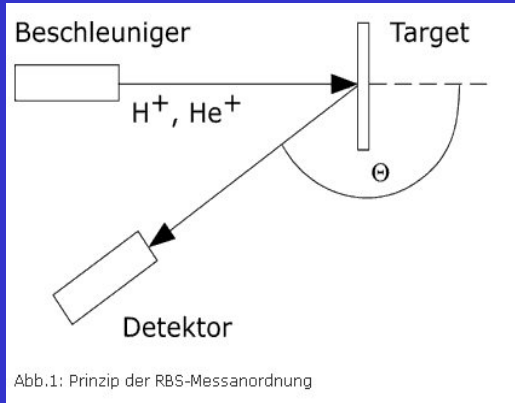
27. März 2006

Zentralinstitut für Elektronik (ZEL)
M. Wagener H. Heer

4



Schematischer RBS Aufbau



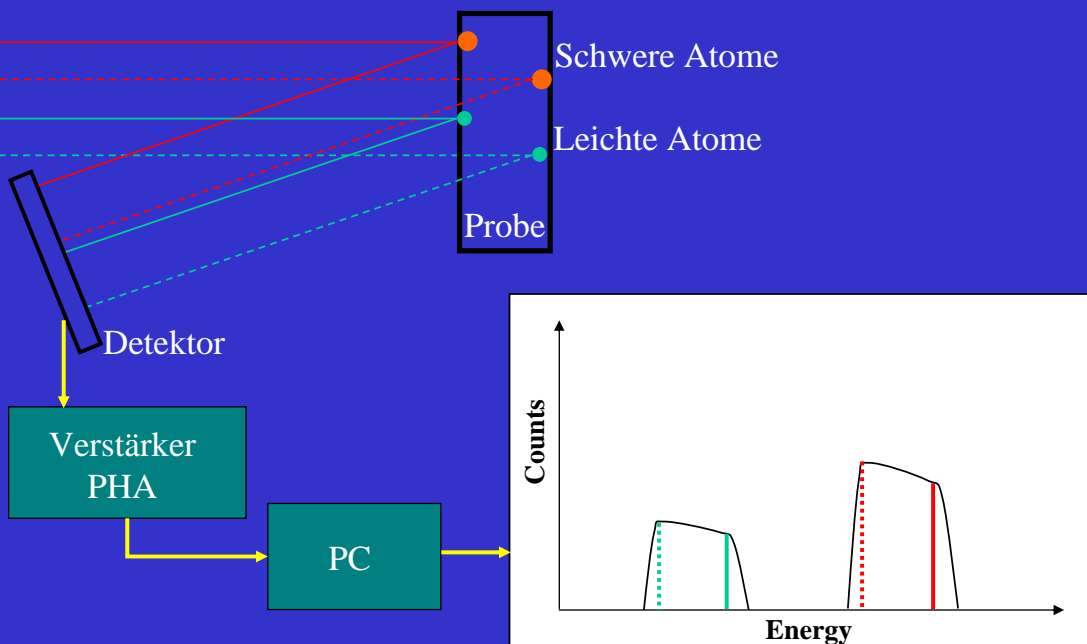
27. März 2006

Zentralinstitut für Elektronik (ZEL)
M. Wagener H. Heer

5



Das RBS-Prinzip



27. März 2006

Zentralinstitut für Elektronik (ZEL)
M. Wagener H. Heer

6



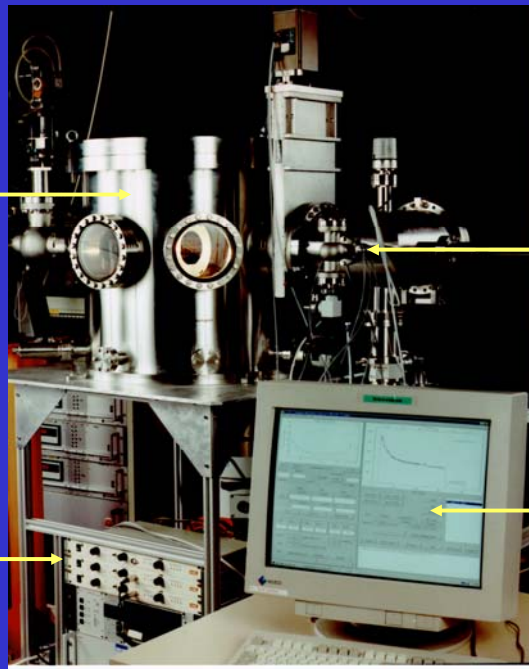
Rutherford Backscattering Anlage FZ Jülich

Probenkammer

Probenwechselschleuse

AML Motor Control

Monitor mit GUI



27. März 2006

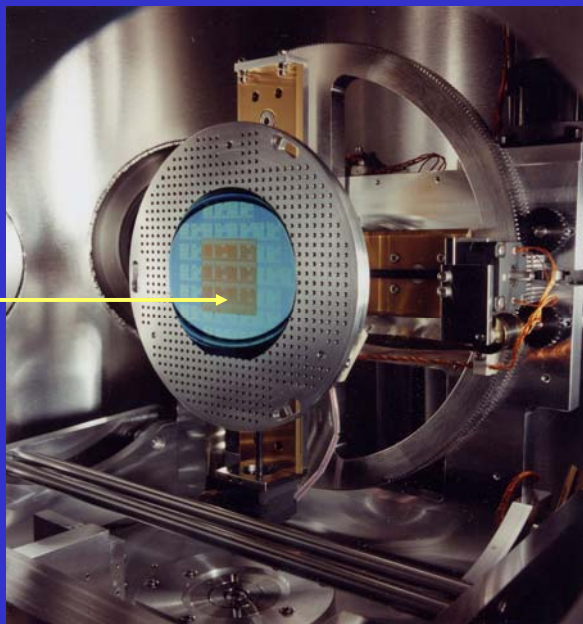
Zentralinstitut für Elektronik (ZEL)
M. Wagener H. Heer

7



GorMet: Goniometer FZ Jülich ISG1

Silizium
Wafer



Rotationsachsen:

Vertikal	> 360°
Horizontal	± 10°
Probe	± 100°
Detektor	> 360°

Translationsachsen:

X / Y	± 75 mm
-------	---------

Genauigkeit:

Rotationen	0.005°
Translationen	0.004 mm

Geschwindigkeit:

Rotation	2.5°/s
Translation	2 mm/s

27. März 2006

Zentralinstitut für Elektronik (ZEL)
M. Wagener H. Heer

8



Rutherford Backscattering IMEC Leuven

Die alte RBS
Kammer



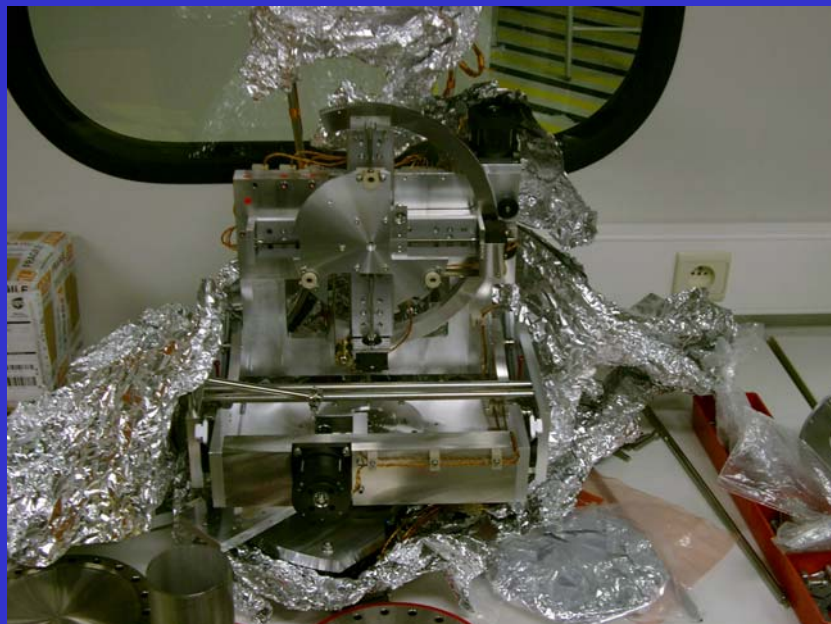
27. März 2006

Zentralinstitut für Elektronik (ZEL)
M. Wagener H. Heer

9



GorMet: Goniometer IMEC Leuven



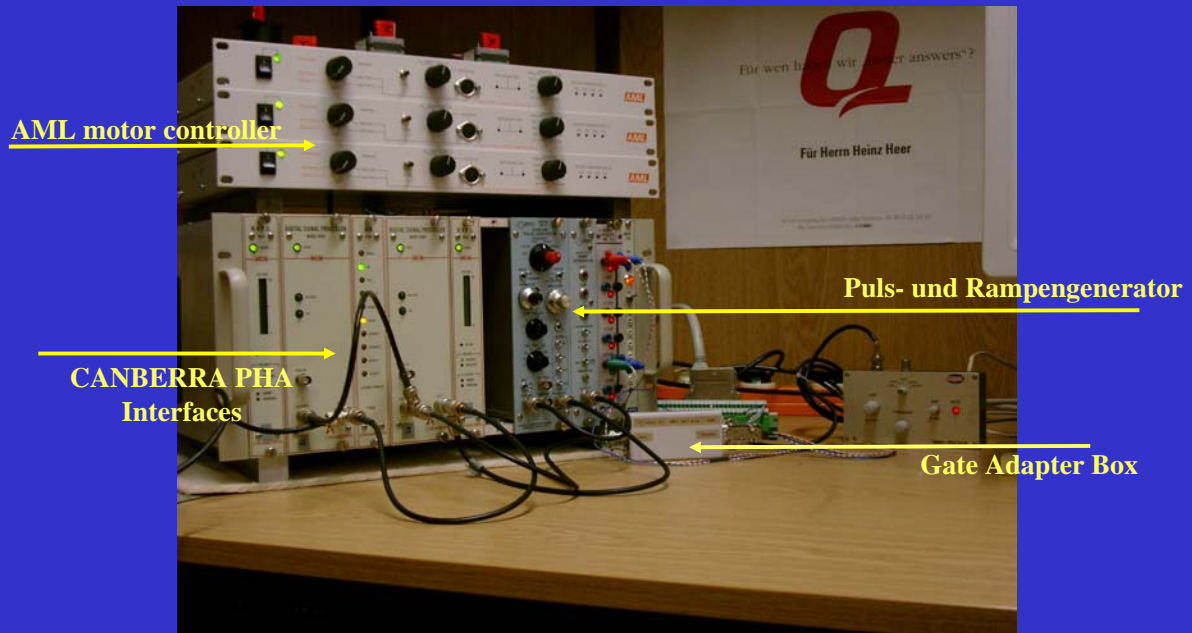
27. März 2006

Zentralinstitut für Elektronik (ZEL)
M. Wagener H. Heer

10



GorMet Elektronik Testaufbau im FZJ



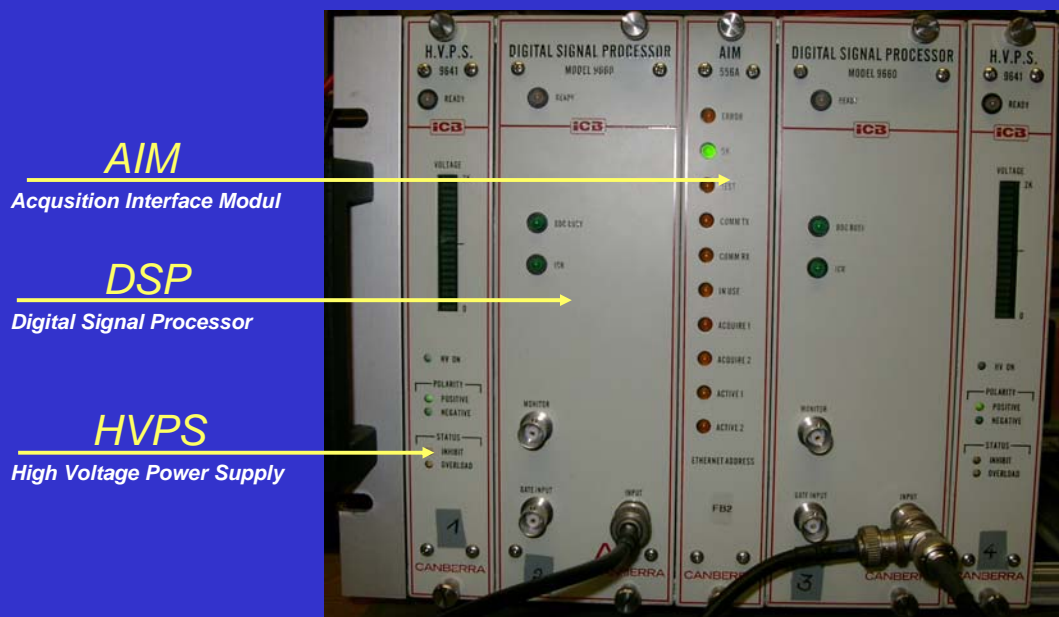
27. März 2006

Zentralinstitut für Elektronik (ZEL)
M. Wagener H. Heer

11



GorMet: CANBERRA PHA Elektronik



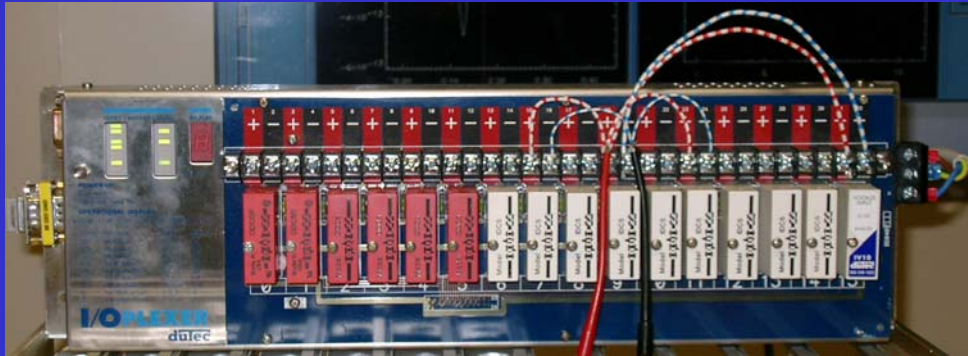
27. März 2006

Zentralinstitut für Elektronik (ZEL)
M. Wagener H. Heer

12



GorMet: DuTec I/O Elektronik



Digital Output

Lamp
Laser
Camera
Faraday Cup
Beamvalve
HV ena/dis

Digital Input

Faraday Cup
Beamvalve
Load Lock Valve
Status Load Lock
Pump I
Pump II

Analog Input

Beam Current

27. März 2006

Zentralinstitut für Elektronik (ZEL)
M. Wagener H. Heer

13



GorMet: AML Stepper Motor Control für 6 Achsen

Achsen:

T: Theta
P: Phi
Z: Zeta
X
Y
S: Scatt. Angle



27. März 2006

Zentralinstitut für Elektronik (ZEL)
M. Wagener H. Heer

14



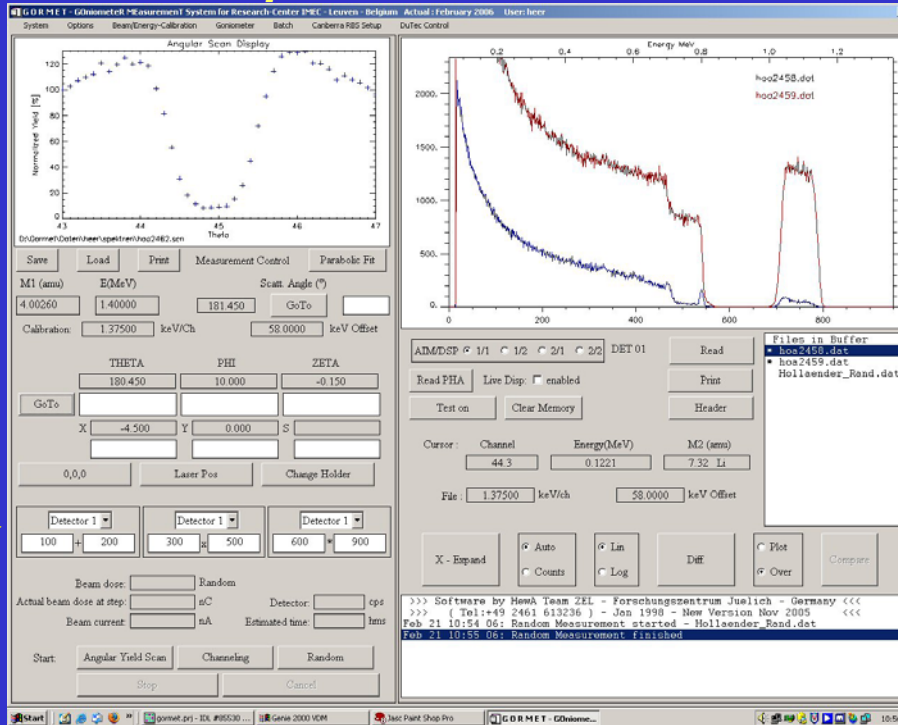
RBS Graphische Oberfläche GUI

Angular yield scan

Motor Control

Detector ROI

Messart



Spektrum

Dateien

Grafik
Einstellungen

Protokoll

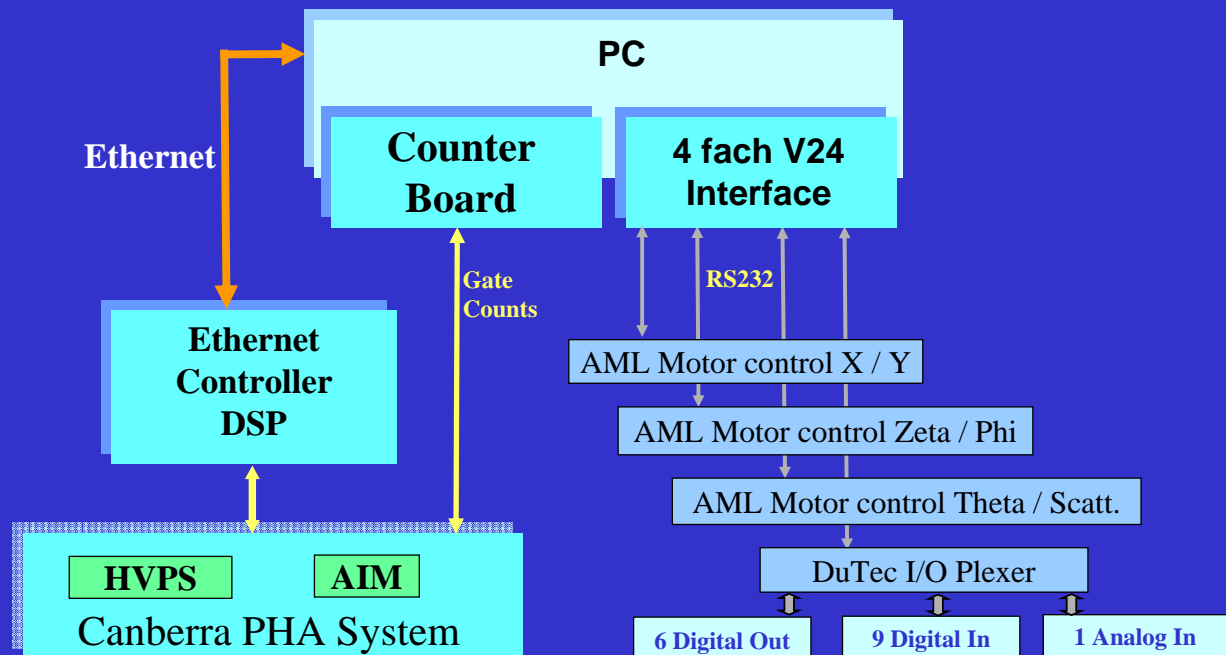
27. März 2006

Zentralinstitut für Elektronik (ZEL)
M. Wagener H. Heer

15



Struktur des Kontrollsystems



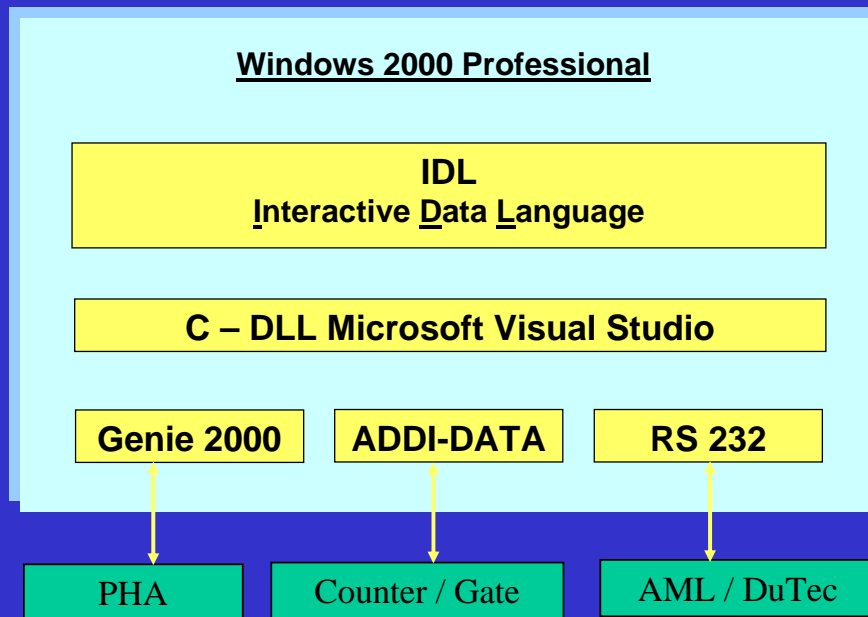
27. März 2006

Zentralinstitut für Elektronik (ZEL)
M. Wagener H. Heer

16



Software-Hierarchie



27. März 2006

Zentralinstitut für Elektronik (ZEL)
M. Wagener H. Heer

17



Zusammenfassung und Ausblick

Wesentliche Ergebnisse / Neuerungen

- Messwerterfassung über Ethernet
- Digitale Ein-/Ausgabe über DuTec Elektronik
- Interlock System

Status

- Installation Leuven / Belgien erfolgt April/Mai 2006
- Zur Zeit Simulationsbetrieb im FZ Jülich

In Zukunft

- Anpassung an Anforderungen bei IMEC
- Korrekturen und ggf. Fehlersuche bei IMEC
- Software Wartung und Pflege über Remote Zugriff

27. März 2006

Zentralinstitut für Elektronik (ZEL)
M. Wagener H. Heer

18

Design der analogen Auswerteelektronik für den ortsauflösenden Neutronendetektor am EXED

SEI-Tagung Garching 2006

Dr. Sven Bönisch
Dr. Bernhard Namaschk
Dr. Friedrich Wulf
Hahn-Meitner-Institut Berlin

1

22.06.2006

Inhalt

- Einleitung – Das EXED (extreme environment diffractometer) in der Neutronenleiterhalle II
- Ortsauflösender Neutronendetektor mit Widerstandsdrahtauslese (resistive wire PSD)
- Struktur der analogen Auswerteelektronik
- Systemeigenschaften
- Optimierung
- Zusammenfassung

2

22.06.2006

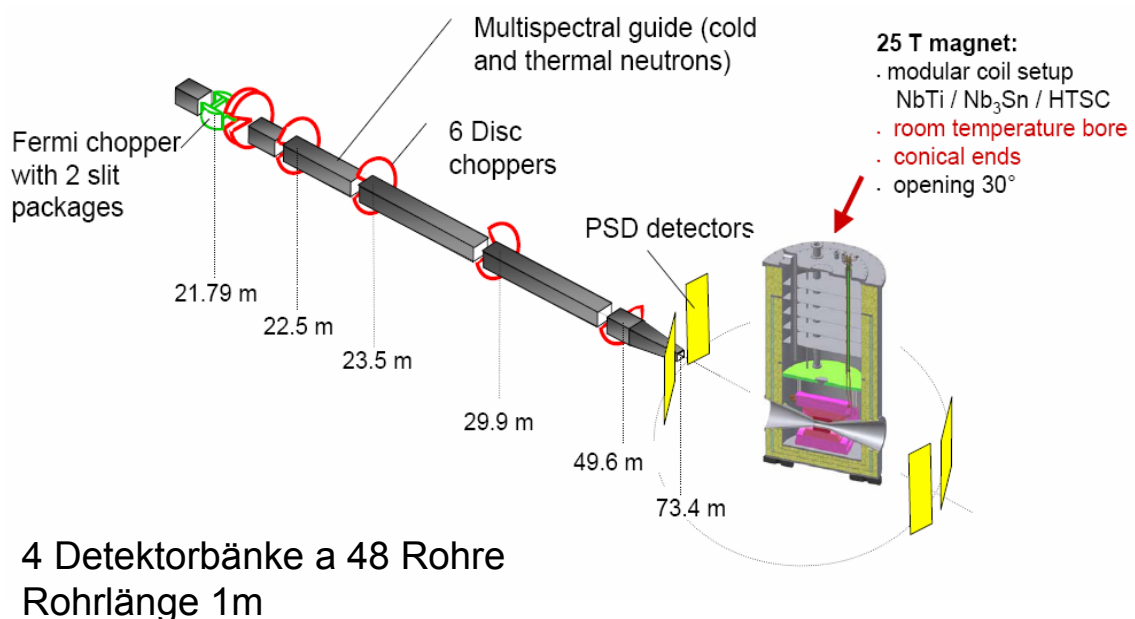
Ziele

- Verständnis der Systemeigenschaften des ortsauflösenden Neutronendetektors mit Widerstandsdrahtauslese
- Spezifikation einer Schaltung für das analoge front-end
- Optimierung des Systems für eine Ortsauflösung $<1\%$ FWHM

3

22.06.2006

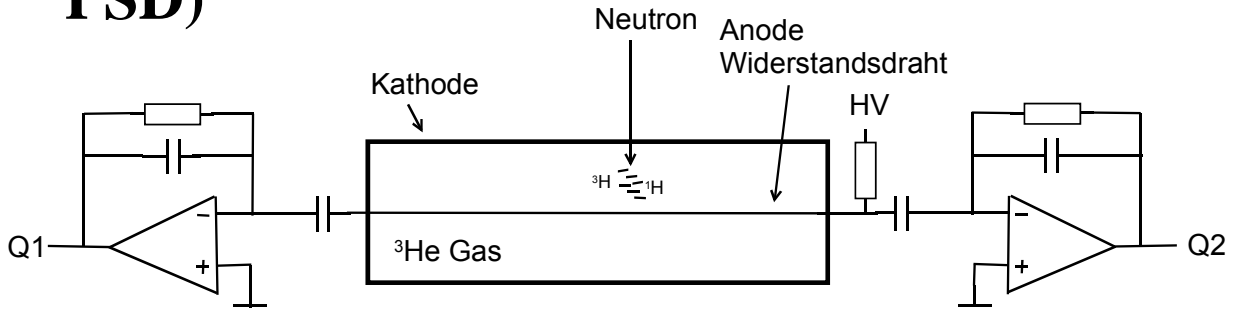
EXED (extreme environment diffractometer)



4

22.06.2006

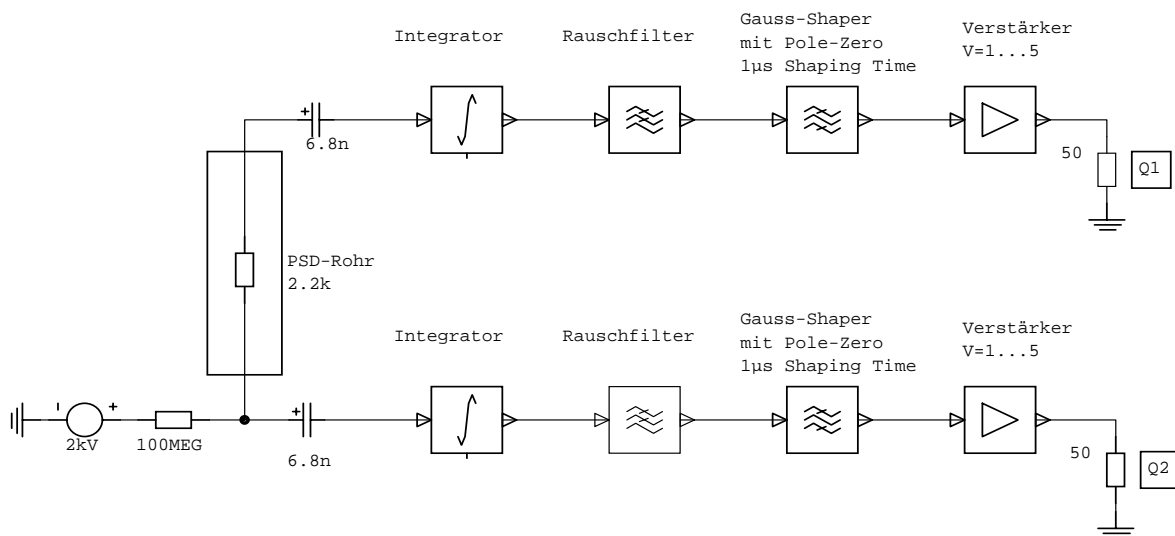
Ortsauflösender Neutronendetektor mit Widerstandsdrahtauslese (resistive wire PSD)



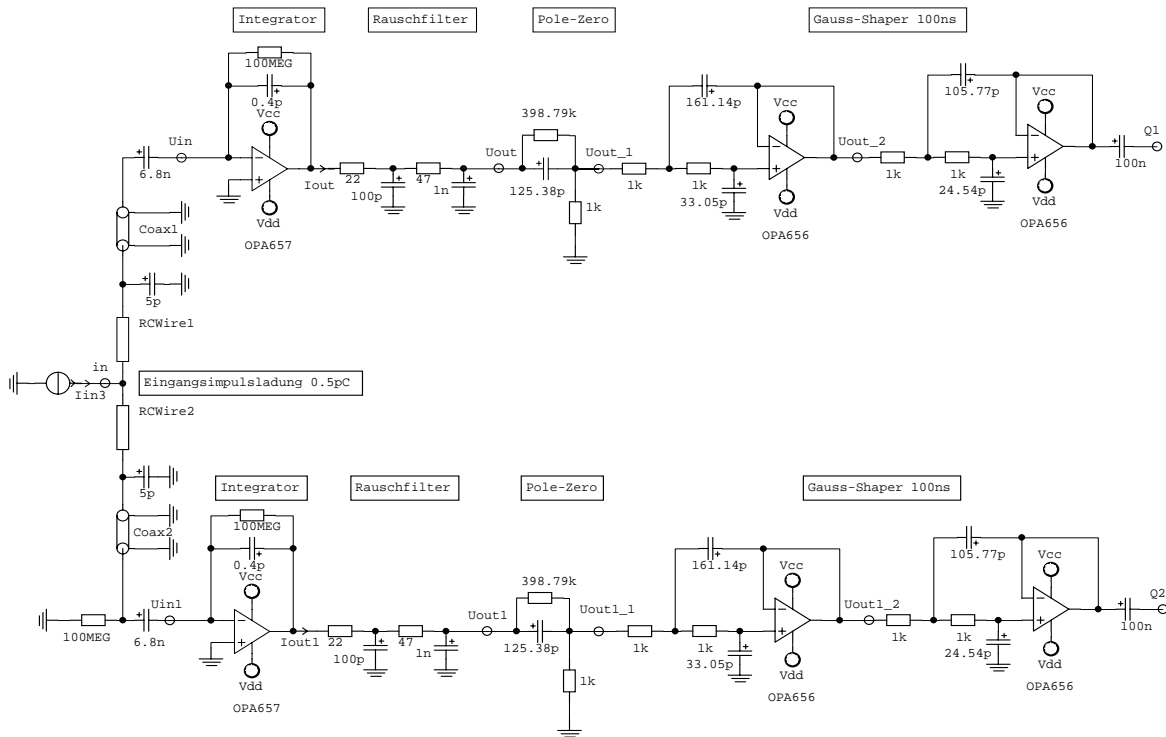
$$\text{Ort} = \frac{Q1}{Q1 + Q2}$$

25000 Elektronen und Ionen pro Neutron (ca. 4fC)
 Gasverstärkung ca. 100 (ca. 0.4pC)

Struktur analoge Auswerteelektronik



Gesamtschaltung

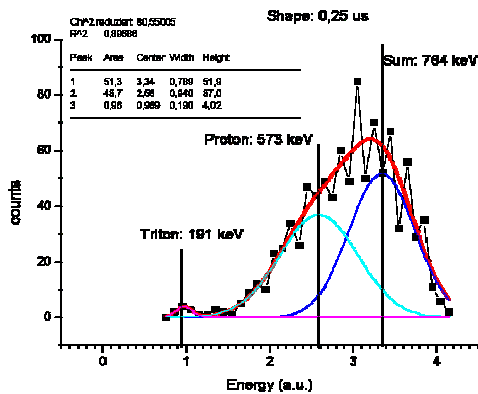


7

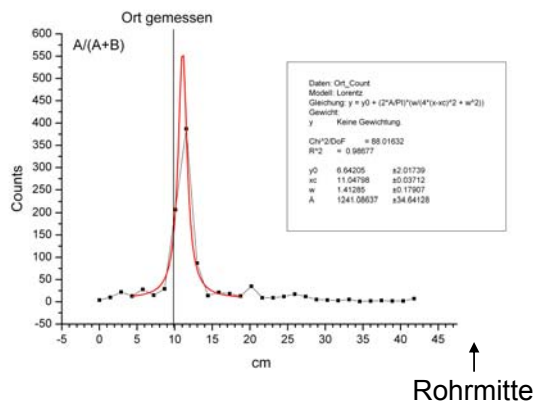
22.06.2006

Meßergebnisse am Prototyp

Energiespektrum



Ortsverteilung



Gemessene Verteilungsfunktionen am Prototyp (CATSA82 Preamp, Tennelec-Shaper 250ns, Gain 5, 1mm Blende auf 9.8cm, $U_{HV}=2275V$, R_{PSD} ca. 2k)

8

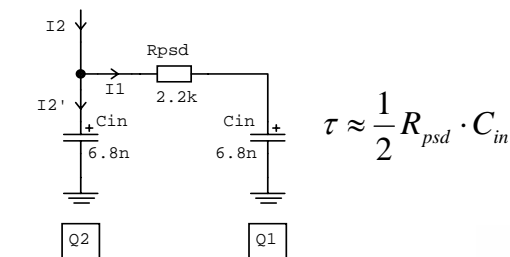
22.06.2006

Systemeigenschaften

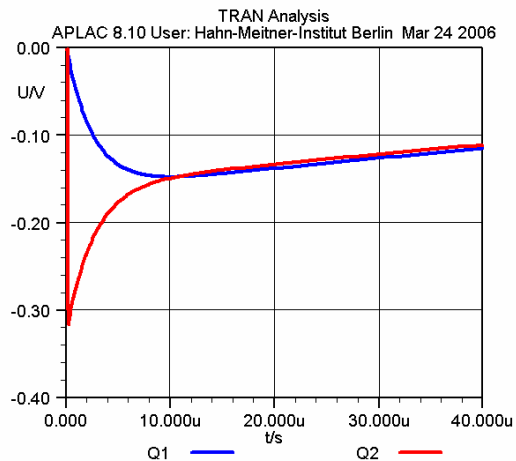
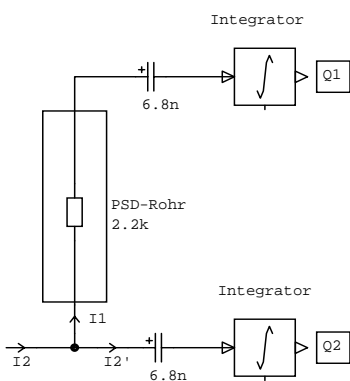
!!! Ortsauflösung <1% FWHM !!!

- Langer Ausgleichsvorgang durch kleine Verkopplung ($\tau \gg$ Shapingzeit)
- Geringes Rauschen ($U_{r_{out}} < 3mV_{eff}$)
- Ladungsproportionalität (Shapingzeit $> 2 \cdot \max.$ Eingangsimpulsbreite)
- ESD-Festigkeit (ca. 2kV, $Q=40nC$)
- Hoher Dynamikbereich ($> 40dB$)
- Kleine Eingangsimpedanz ($100-200\Omega$)

Ausgleichsvorgang bei Kopplung

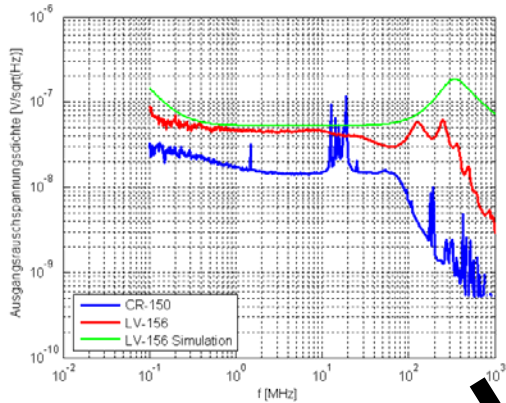


Ausgleich führt zur Verschiebung der Orte in Richtung Rohrmitte!

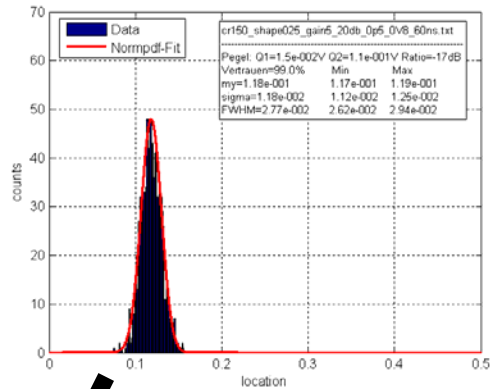


Rauschen

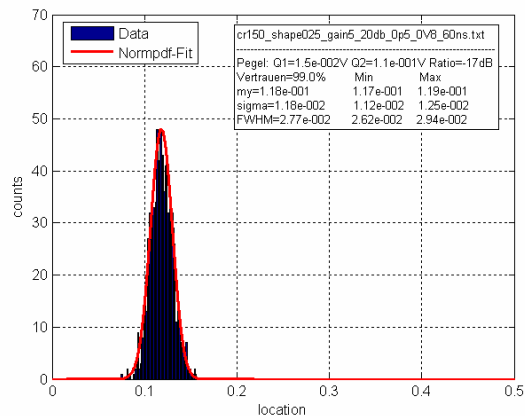
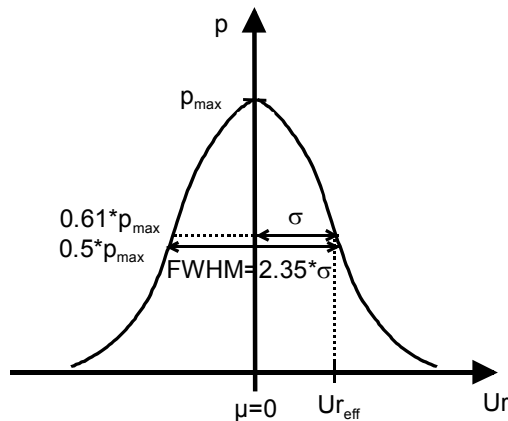
Datenblattangabe



Verteilungsfunktion



Abschätzung der Ortsauflösung



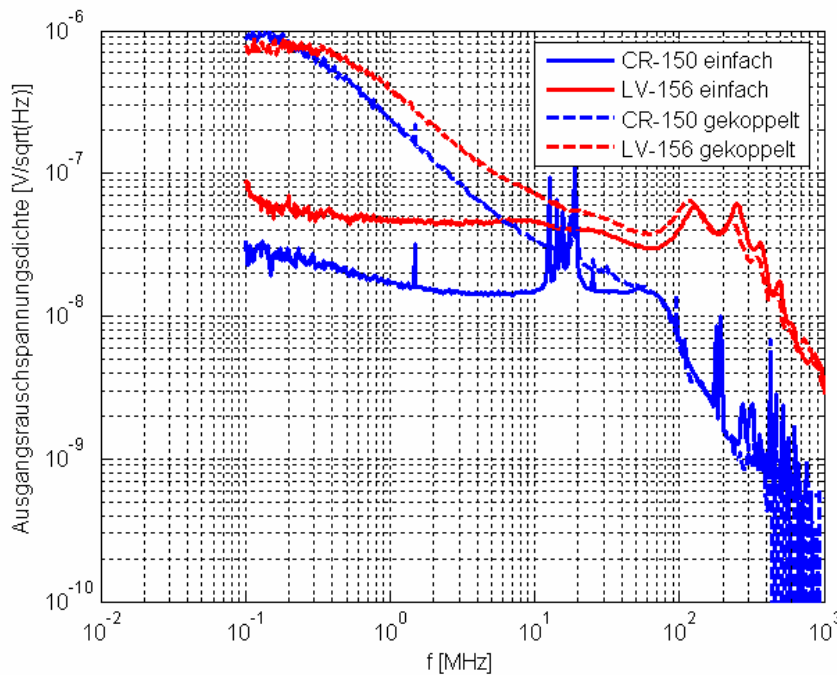
$$Ort_{ideal} = \frac{Q1}{Q1 + Q2}$$

$$\mu = Ort_{ideal}$$

$$Ort_{real} = \frac{Q1 + Ur_{eff}}{Q1 + Ur_{eff} + Q2 - Ur_{eff}}$$

$$\sigma = Ort_{real} - Ort_{ideal}$$

Rauscherhöhung bei Kopplung

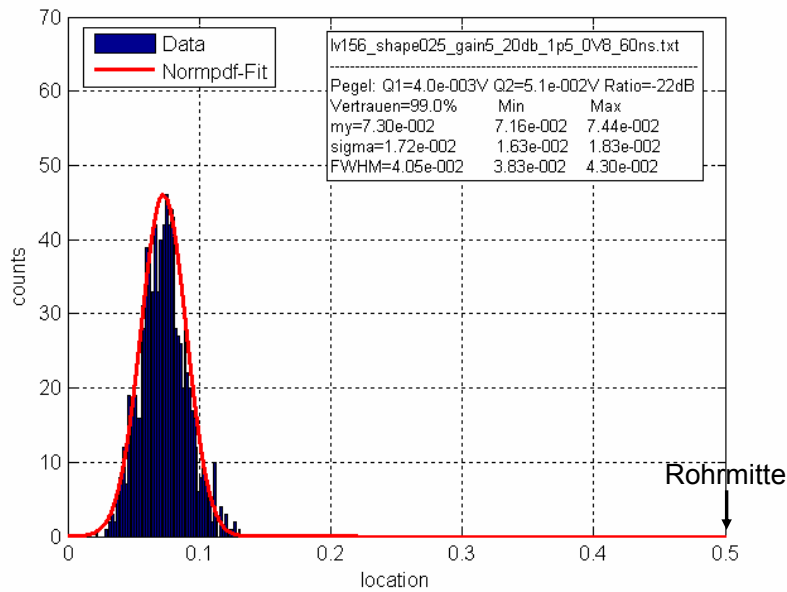


Shaping 250ns:
 $U_{\text{eff}}(\text{BW}=2\text{MHz})$
 CR-150: $532\mu\text{V}$
 LV-156: $653\mu\text{V}$
 →Differenz ca. 23%

Optimierung

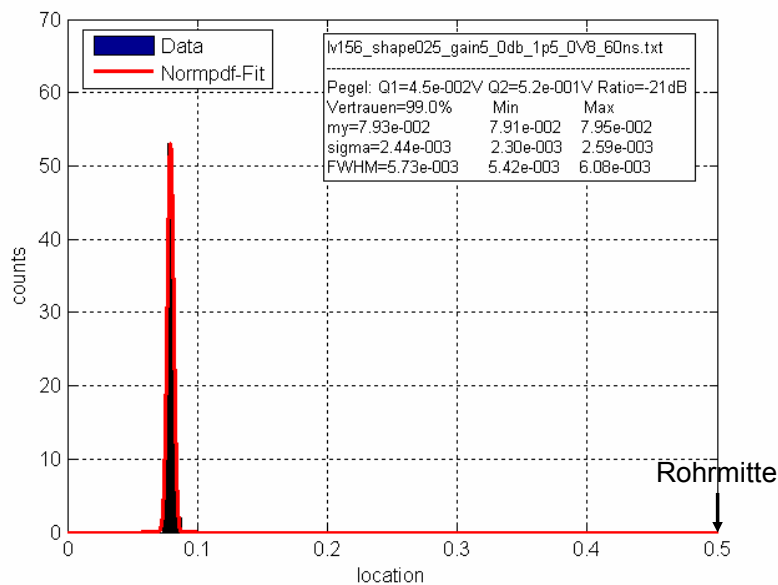
Parameter	Ortsgenauigkeit μ	Ortsauflösung σ
PSD-Drahtwiderstand \uparrow	+	+
HV-Koppelkapazität \uparrow	+	
Eingangsimpedanz \uparrow	-	+
Serienwiderstand \uparrow	-	+
Verstärkung \uparrow	+	-
Aussteuerung \uparrow		+
Shapingzeit/ τ \uparrow	-	-
Rohrsammelzeit \uparrow	-	-

Minimale Systemperformance



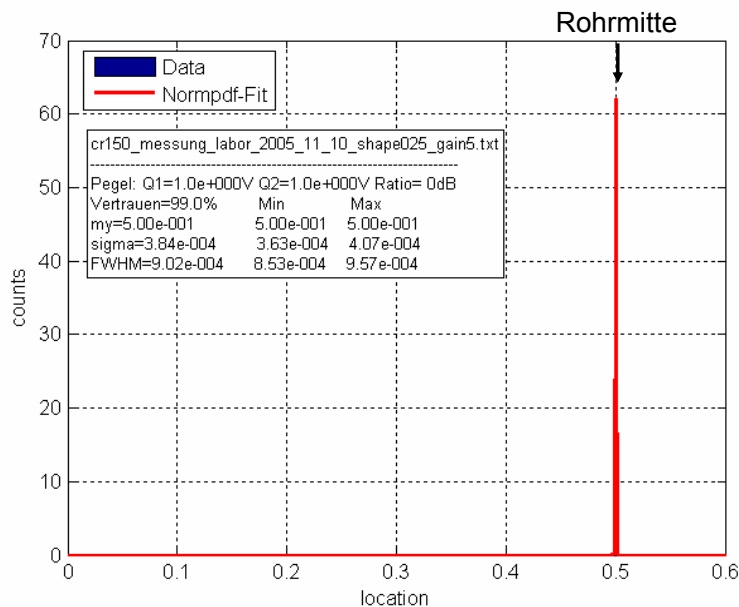
Ortsverteilungsfunktion LV-156 (Tennelec-Shaper 250ns, Gain 5, Eingangsladung 0.05pC, Pulsbreite 60ns, Cf=1.5pF, Rf=100M)

Mittlere Systemperformance



Ortsverteilungsfunktion LV-156 (Tennelec-Shaper 250ns, Gain 5, Eingangsladung 0.5pC, Pulsbreite 60ns, Cf=1.5pF, Rf=100M)

Maximale Systemperformance



Ortsverteilungsfunktion CR-150 (Tennelec-Shaper 250ns, Gain 5, Eingangsladung 0.5pC, Pulsbreite 60ns, Cf=1.5pF, Rf=100M)

17

22.06.2006

Zusammenfassung und Ausblick

- Einflüsse von Kopplung und Rauschen sind verstanden
- Linearität und Ladungsproportionalität ist bei korrektem Systemdesign gegeben
- Toleranzeinflüsse müssen untersucht werden
- Ortsauflösung $< 1\%$ FWHM ist schwer zu erreichen
- Weitere Rauschoptimierung ist nötig

18

22.06.2006

Design der analogen Auswerteelektronik für den ortsauflösenden Neutronendetektor am EXED

Dr. Sven Bönisch, Dr. Bernhard Namaschk, Dr. Friedrich Wulf (HMI-Berlin)

Zusammenfassung

Im Rahmen des Aufbaus des Experiments EXED (extreme environment diffractometer) in der Neutronenleiterhalle II am HMI wurde die analoge Auswerteelektronik für einen Neutronendetektor mit Widerstandsdrahtauslese (resistive wire PSD) spezifiziert und ihr Verhalten eingehend untersucht. Dabei sollten die Systemeigenschaften bestehend aus Detektorrohr und analog front-end für eine relative Ortsauflösung von $<1\%$ FWHM (Halbwertsbreite einer gaußförmigen Verteilungsfunktion) optimiert werden.

Das Detektorsystem besteht aus 4 Detektorbänken mit je 48 Rohren. Die Rohrlänge beträgt 1m. Der ortsauflösende Neutronendetektor benutzt die Widerstandsdrahtauslese zur Ortsbestimmung eines Primäreignisses. Ein einfallendes Neutron bewirkt in einem gasgefüllten Raum (^3He) eine Kernreaktion. Die freigesetzte Energie erzeugt durch Ionisation eine Ladungswolke (Elektronen, Ionen). Die Elektronen werden auf dem Anodendraht aufgesammelt. Sie fließen in beide Richtungen ab. Je nach Entfernung vom Rohrende wird ein mehr oder weniger großer transients Ladungsimpuls erzeugt, der von der nachfolgenden analogen Auswerteelektronik detektiert wird. Aus den elektrischen Signalen kann der Ort und die Energie (Summensignal) des Ereignisses bestimmt werden.

Zur Abtrennung der Hochspannung werden hochspannungsfeste Koppelkondensatoren in den Signalpfad geschaltet. Ein nachfolgender ladungsempfindlicher Verstärker (Integrator) liefert eine ladungsproportionale Spannungsamplitude. Ein Rauschfilter unterdrückt hochfrequentes Rauschen. Der folgende Gauß-Shaper formt das Signal in gauss-ähnliche Impulse mit ladungsproportionaler Signalamplitude und definierter Breite.

Messungen an einem Prototyp mit $2.2\text{k}\Omega$ Drahtwiderstand (Länge etwa 0.8m) lieferten vielversprechende Ergebnisse. Der Drahtwiderstand des Detektors in seinem Endzustand wird jedoch größer sein. Das Energiespektrum zeigt das bekannte Aussehen mit Triton-, Proton-, und Summenpeak. Der Ort (Schlitzblende auf Rohr) war mit einer Ortsauflösung von 3% FWHM auf etwa 10% genau bestimmbar.

Für die Optimierung der Ortsauflösung auf 1% FWHM sind Ausgleichsvorgänge zwischen den Rohrenden sowie das Systemrauschen die entscheidenden Parameter. Der Ladungsausgleich der Eingangskapazitäten über den Drahtwiderstand mit Zeitkonstanten im μs -Bereich führt zu einer Verschiebung der gemessenen Orte in Richtung Rohrmitte. Aus diesem Grunde muß die Signalauswertung (Orts- und Energieberechnung) in wesentlich kürzerer Zeit erfolgen als der Ladungsausgleich erfolgen kann. Zusätzlich muß der Ort numerisch korrigiert werden, wodurch auch die Ortsauflösung proportional zur Größe der Korrektur sinkt. Das Systemrauschen bestimmt jedoch im wesentlichen die Ortsauflösung. Mit den gegebenen Formeln kann direkt aus der effektiven Ausgangsrauschspannung bei einer bestimmten Aussteuerung die Verteilungsbreite (Ortsauflösung) bestimmt werden. Dabei muß berücksichtigt werden, daß bei Zusammenschaltung der Eingänge zweier ladungsempfindlicher Vorverstärker über den Drahtwiderstand der Einfluß des Stromrauschens gerade im unteren Frequenzbereich massiv in Erscheinung tritt (ca. 20dB

mehr gegenüber dem unbeschalteten Eingang). Die multidimensionale Optimierung mit Berücksichtigung aller beeinflussenden Parameter ist ein sehr komplexes Thema und kann im Rahmen dieser Untersuchungen nur für das analoge System behandelt werden. Die Parameter der analogen Auswerteelektronik und ihr Einfluß auf Ortsgenauigkeit (μ) sowie Ortsauflösung (σ bzw. FWHM) sind übersichtlich in einer Tabelle dargestellt. Offene Felder weisen auf weiteren Untersuchungsbedarf hin.

Abschließend kann festgestellt werden, daß eine Ortsauflösung von 1% FWHM über die gesamte Rohrlänge schwer zu erreichen ist. Die minimale Systemperformance liegt mit schlechter Aussteuerung bei etwa 4% FWHM am Rand des Rohres. Bei guter Aussteuerung (etwa 1V Amplitude am Shaper-Ausgang) verbessert sich die Ortsauflösung am Rand des Rohres - ohne numerische Ortskorrektur wegen schlechter Ortsgenauigkeit - auf 0.6% FWHM. Die beste Systemperformance ist bei Messungen in der Mitte des Rohres zu erwarten. Die Ortsauflösung liegt hier bei etwa 0.09% FWHM. Zum sicheren Erreichen der vorgegebenen Ortsauflösung ist eine weitere Rauschoptimierung nötig. Des Weiteren muß der Einfluß der Toleranz von Bauteilen untersucht werden. Hierzu sind an einem 2. Prototyp entsprechende Messungen vorgesehen.

5“ Szintillationsdetektor für die Neutronenstreuung

Ralf Engels
Zentralinstitut für Elektronik
Forschungszentrum Jülich GmbH
r.engels@fz-juelich.de

27.03.2006

Ralf Engels, ZEL

1

Anforderungen an das Detektorsystem

- Ortsauflösung
- Zählrate
- Gamma Sensitivität
- Zeitauflösende Messungen
- Langzeit - Stabilität
- Portabilität
- Kosten

27.03.2006

Ralf Engels, ZEL

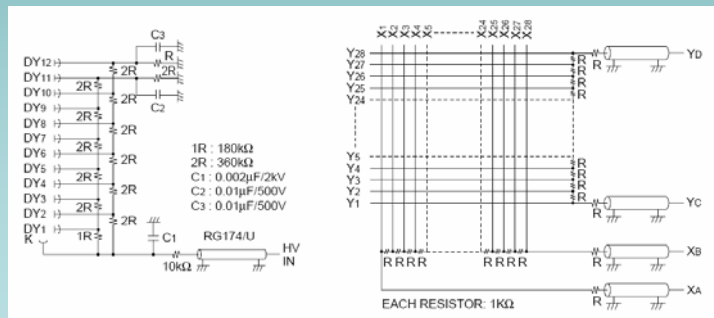
2

Aufbau des Ortsauflösenden Photomultipliers der Firma Hamamatsu

Part Number	R3292-02
Type	Head On
Size	132mm
Active Area Diameter or Length	100mm
Min. Wavelength	300nm
Max. Wavelength	650nm
Peak Sensitivity Wavelength	420nm
Cathode Radiant Sensitivity	72mA/W
Window	Borosilicate
Cathode Type	Bialkali
Cathode Luminous Sensitivity	80µA/lm
Cathode Blue Sensitivity Index	9
Gain	1.0E+05
Dark Current	40nA
Rise Time	6ns
Transit Time	20ns
Number of Dynodes	12
Applied Voltage	1250V

Zwei Anodenebenen mit
28 Drähten in X- bzw. Y-Richtung
2 Widerstandsketten
4 Ausgangssignalen

$$Q_x = \frac{X_2 - X_1}{X_2 + X_1} \quad Q_y = \frac{Y_2 - Y_1}{Y_2 + Y_1}$$



27.03.2006

Ralf Engels, ZEL

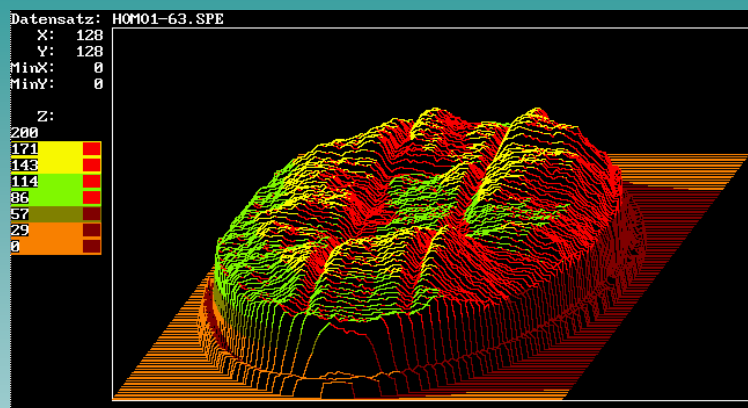
3

QC des Ortsauflösenden PMT



Hamamatsu PM Type R3292-02
Ser.Nr. DA0063

27.03.2006



Messergebnisse vom 2-dimensionalen Scannen
des PMT mit einer blauen LED

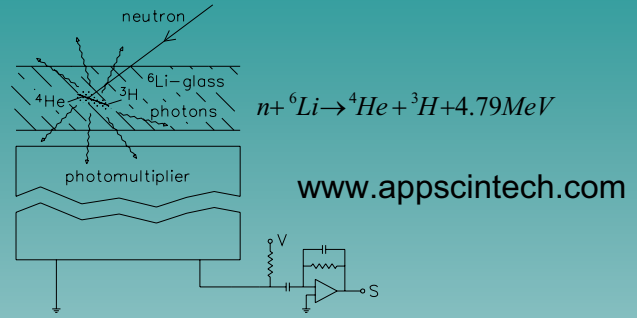
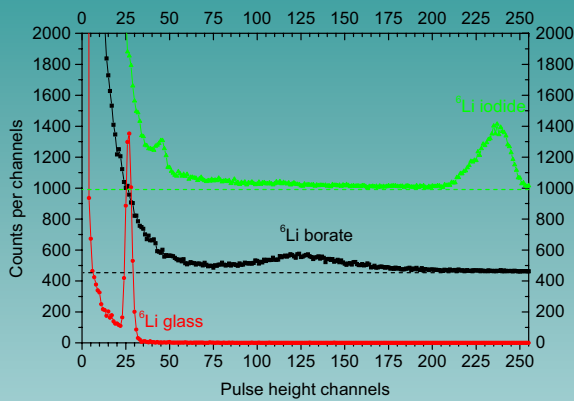
Geforderte Inhomogenität < +/- 25%

Messeinstellungen:
HV = 1080V ; LED Pulsbreite = 0,5µs, Pulshöhe 5V;
typische Messung laut Anleitung

Ralf Engels, ZEL

4

Neutronen - Szintillator



- Drei verschiedene Pulshöhenspektrum an einer ${}^{252}\text{Cf}$ Quelle gemessen.
- Diagramme auf der y-Achse verschoben
- Anstieg bei den niedrigen Kanalnummern :
 - Gammas aus der Neutronen Quelle
 - elektronisches Rauschen

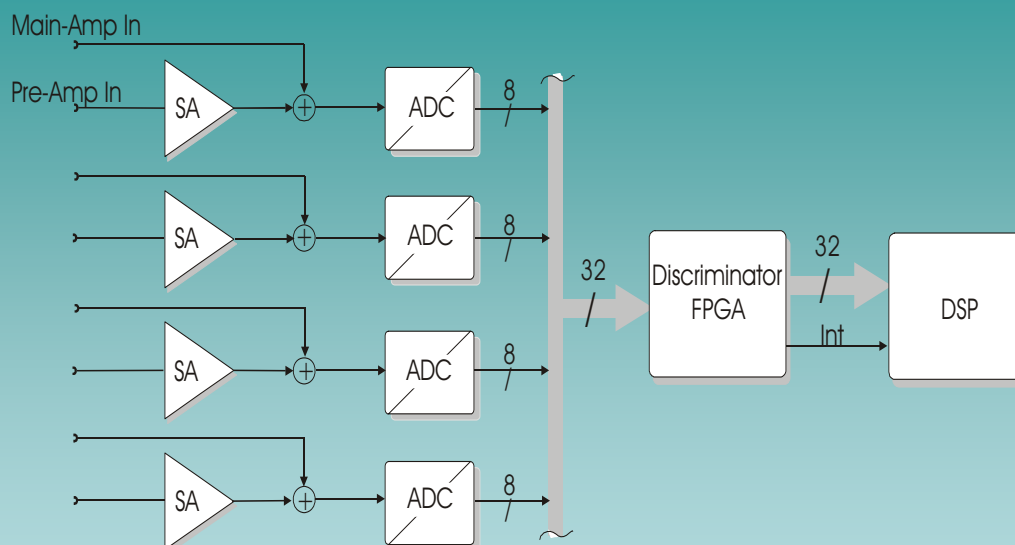
Im Einsatz : ${}^6\text{Li}$ -glass, Typ GS20

27.03.2006

Ralf Engels, ZEL

5

UniDAQ Karte

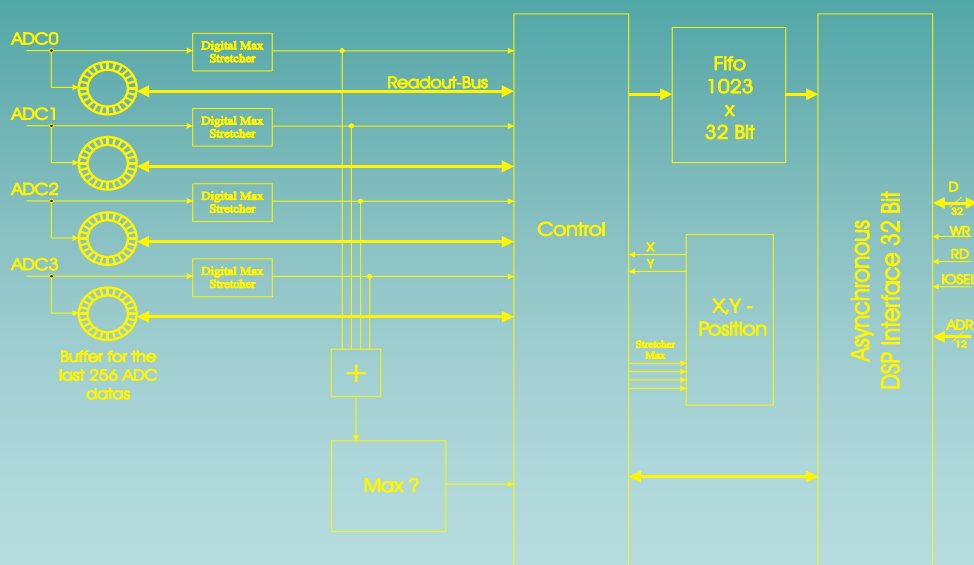


27.03.2006

Ralf Engels, ZEL

6

UniDAQ Karte

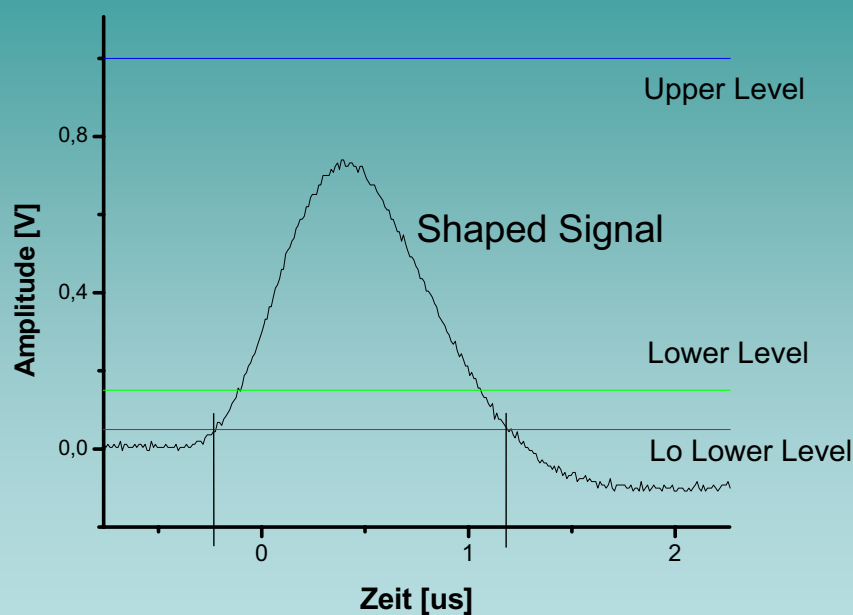


27.03.2006

Ralf Engels, ZEL

7

UniDAQ Karte

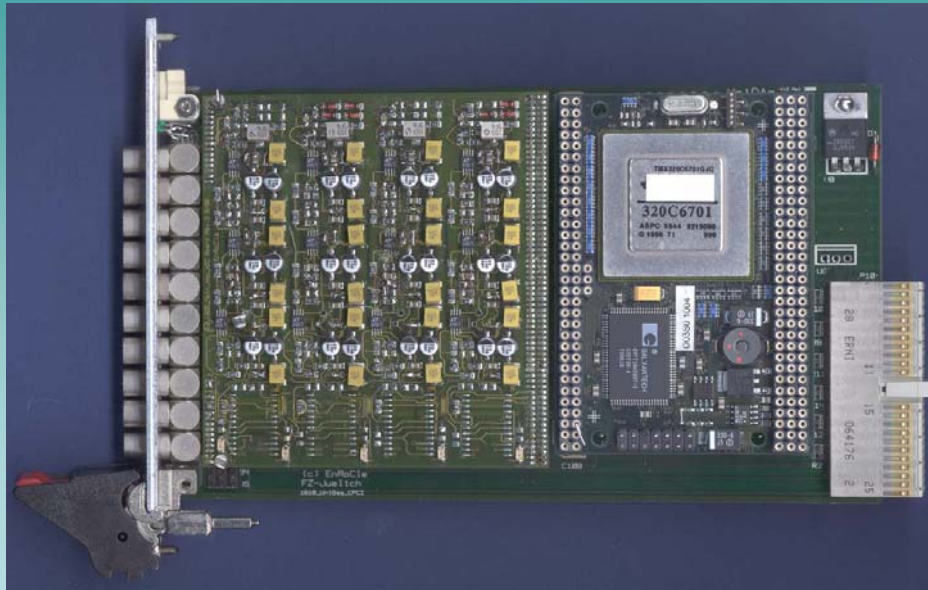


27.03.2006

Ralf Engels, ZEL

8

UniDAQ Karte

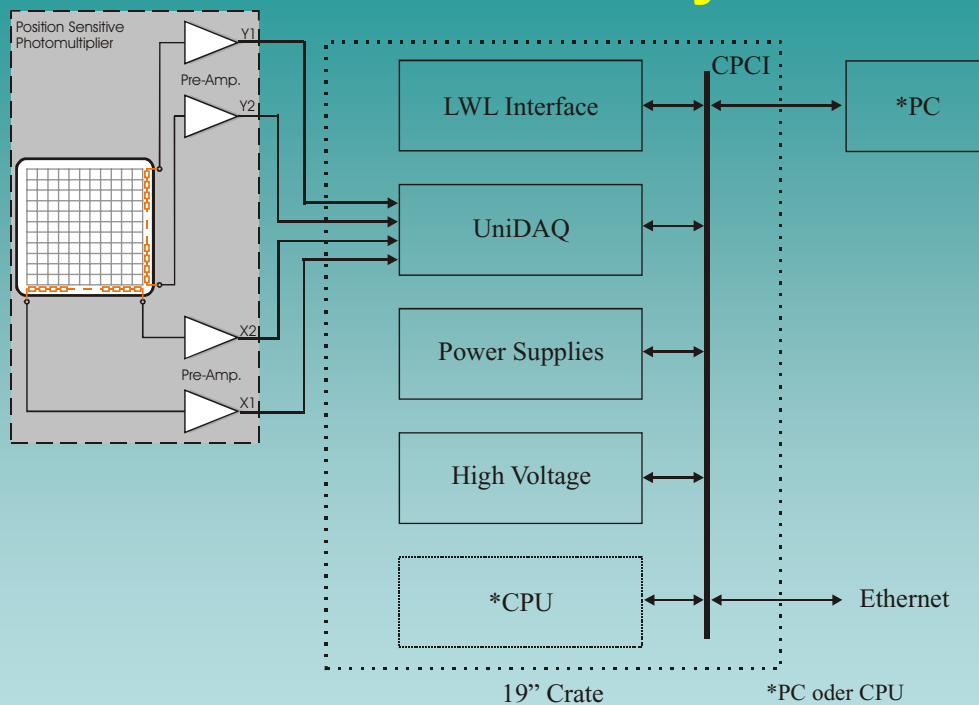


27.03.2006

Ralf Engels, ZEL

9

Detektor System



27.03.2006

Ralf Engels, ZEL

10

Detektor System



27.03.2006

Ralf Engels, ZEL

11

Detektor Spezifikation

Detektor Prinzip	:	Positions-Empfindlicher Photomultiplier
Szintillator	:	1mm ⁶Li Glas (Ce aktiviert)
Empfindliche Detektorfläche	:	90 mm Ø oder 40x50 mm
Neutronen Empfindlichkeit	:	65% für 1 Å Neutronen 85% für 2 Å Neutronen
Orts-Auflösung	:	1.5 mm oder 1.0 mm
Ortsabhängige Diskriminierung	:	65.536 Ortsabhängige Diskriminierungswerte
Gamma Empfindlichkeit	:	< 10⁻⁴ (für Gamma – Energie >1MeV)
Zählrate (periodisch)	:	~400 kHz

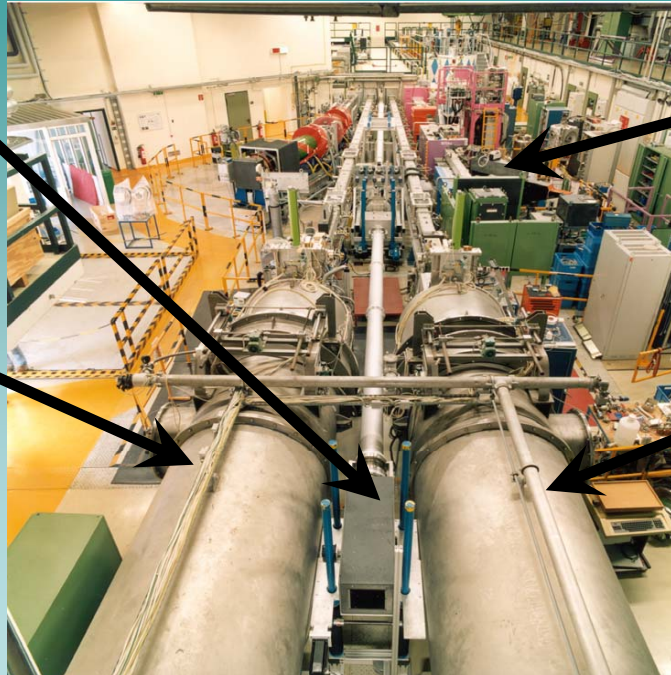
27.03.2006

Ralf Engels, ZEL

12

Ortsauflösende Szintillations - Detektorsysteme am FRJ-2

KWS 3
KWS 2

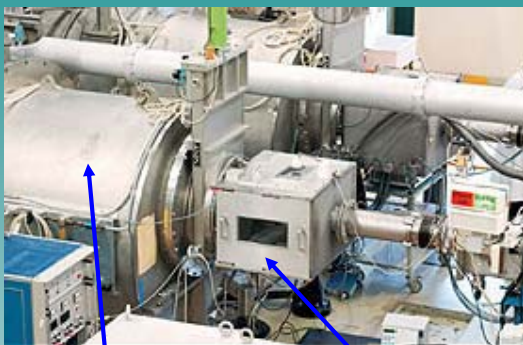


HADAS (TREFF)
KWS 1

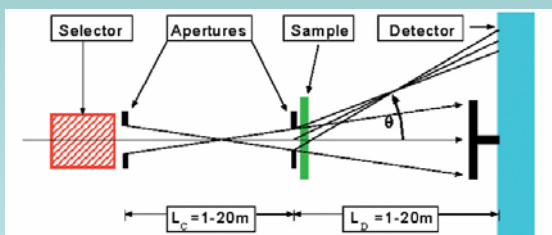
27.03.2006

Ralf Engels, ZEL

Grosser Detektor an KWS 1



Detektorrohr Probenkammer



Instrument Details KWS-1

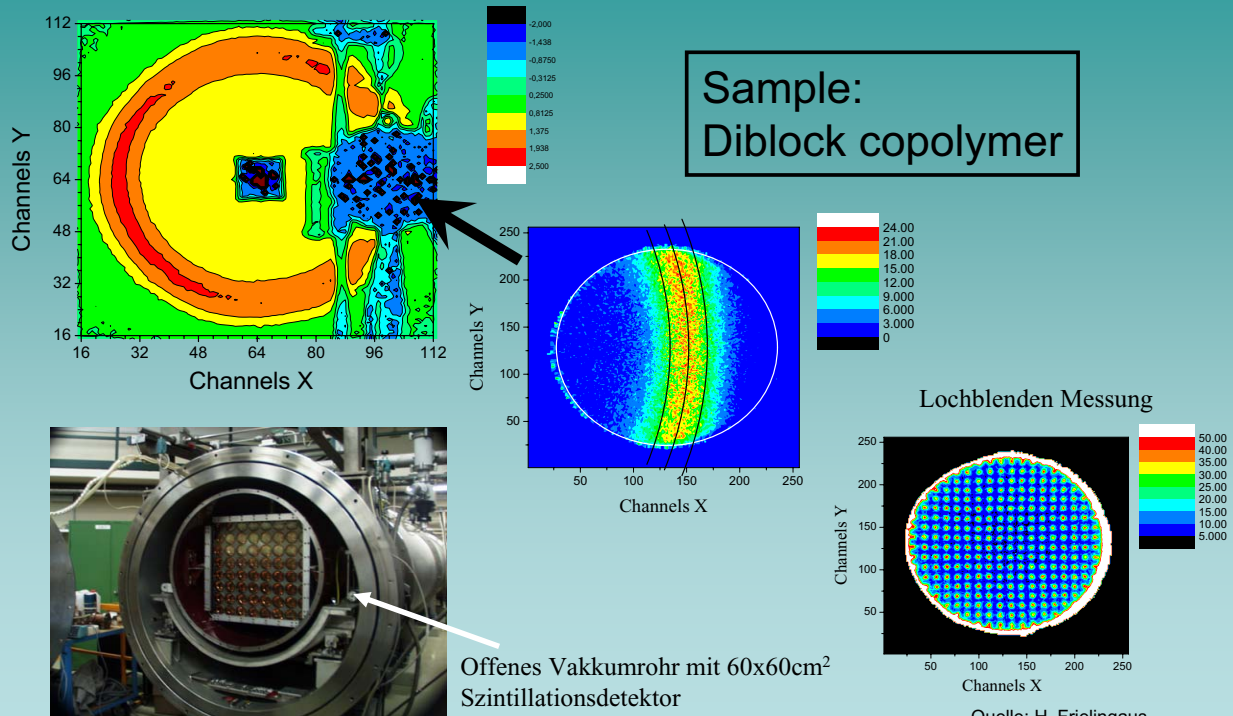
beam tube:	NLIA straight guide cross section: 4.5 cm (height) x 3 cm (width)	
monochromator:	velocity selector (DORNIER) $\Delta\lambda/\lambda = 0.2$	
neutron flux at sample:	$2 \cdot 10^5$ to $2 \cdot 10^7$ n/cm ² s depending on collimation and for 20 MW reactor power, $\lambda = 7 \text{ \AA}$ wavelength and entrance aperture $3 \times 3 \text{ cm}^2$	
incoming beam:	entrance aperture: variable; suggested: 3 cm x 3 cm sample aperture: variable; suggested: 1 cm x 1 cm	
collimation:	length variable from 1 m to 20 m	
detector:	active area:	60 x 60 cm ² in 128x128 channels
	scintillator:	⁶ Li-glass, 1 mm thickness
	space resolution:	0.5 x 0.5 cm ²
	max. pulse rate:	ca. 1 MHz ($\tau_{\text{dead}} = 1 \text{ \mu sec}$)
	detection probability	95 % for $\lambda = 7 \text{ \AA}$
	γ -sensitivity:	$2 \cdot 10^{-4}$ (1 MeV)
wavelength:	$4.5 \text{ \AA} < \lambda < 15 \text{ \AA}$	
momentum transfer range:	$10^{-3} \text{ \AA}^{-1} < Q < 0.2 \text{ \AA}^{-1}$ optional $Q_{\text{max}} \cong 1 \text{ \AA}^{-1}$	
ancillary equipment:	-automatic sample holder in vacuum and air -heating devices: -40 to 200 °C -pressure cell: P = 1 -2000 bar T = -30 to 200 °C -strain rigs and temperature control unit for quenched elongational studies of melts (liq. N ₂)	

Quelle: D. Schwahn

27.03.2006

Ralf Engels, ZEL

Messergebnisse an KWS2

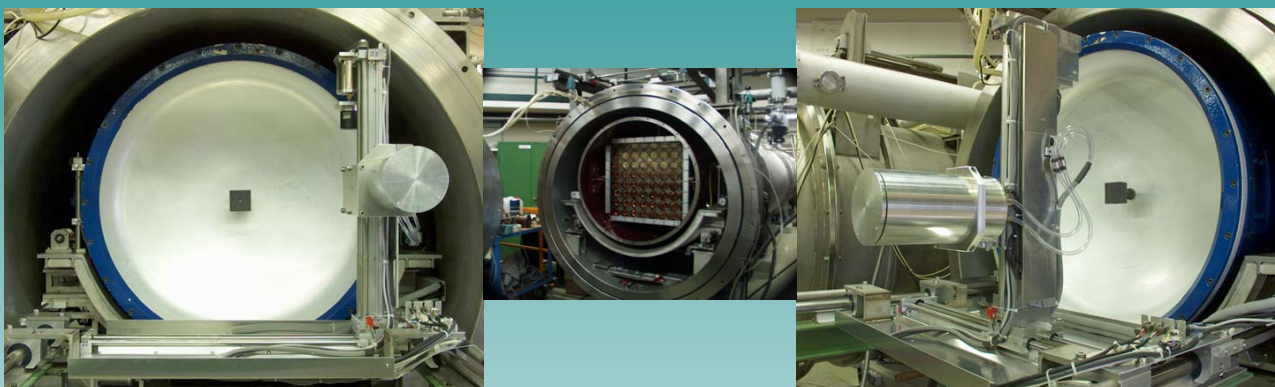


27.03.2006

Ralf Engels, ZEL

15

Kombi - System an der KWS 2 (KWS 1)



- Hochauflösende KWS mit 2-dimensionaler Detektor auf 2-Achsentisch vor dem grossen Szintillations Detektor
- Kleiner Detektor kann in Parkposition gefahren werden
- Kleiner Detektor kann über die gesamte sensitive Fläche des grossen Detektors verfahren werden

Quelle: H. Frielingaus

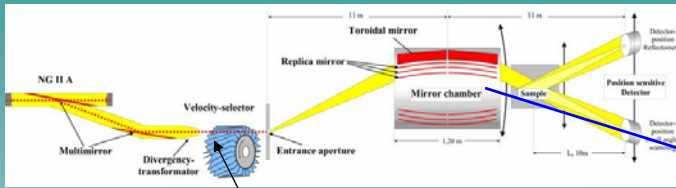
27.03.2006

Ralf Engels, ZEL

16

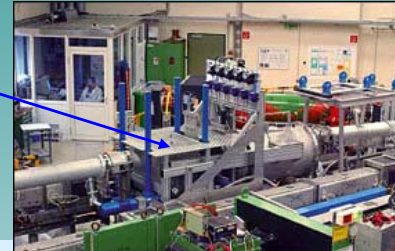
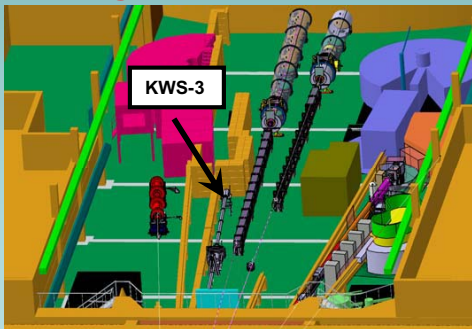
Aufbau der KWS 3

JCNS Symposium
and
European User Meeting
16-17 February 2006
Forschungszentrum Jülich, Germany



Measured flux (Gold Foil Activation):
 $\Phi = 2 \times 10^6$ n/s/cm²

KWS-3 @ FRM-II



Instrumental Details of KWS-3

Wavelength	$\lambda = (12.7 \pm 0.6) \text{ \AA}$ (9% FWHM)
Entrance aperture	$r_E = 1$ to 10 mm
Wave vector resolution given by the opening of the entrance aperture	$\Delta Q = k r_E / L$ ($k = 2\pi/\lambda$)
Scattering wave vector range	$10^{-4} \leq Q \leq 2 \cdot 10^{-3} \text{ \AA}^{-1}$ $10^{-4} \leq Q_z \leq 0.08 \text{ \AA}^{-1}$ in reflectometry mode
Neutron intensity at sample position is proportional to the surface of the entrance aperture:	$I = 180$ n/s per mm ² entrance aperture.
For a wave vector resolution of 10^{-4} \AA^{-1} (2×2 mm ² entrance slit aperture) the intensity is therefore 720 n/s	
Cross section of beam at sample position:	10 cm wide, 2 cm high
Position sensitive detector, 8 cm diameter, 1.5 x 1.5 mm resolution	

Quelle: E. Kentzinger

27.03.2006

Ralf Engels, ZEL

17

HADAS



Technical Data	
beam tube	NL-1, straight neutron guide at the cold source 100 mm (height) x 50 mm (width)
monochromator	(002) pyrolytic graphite double monochromator, vertically focussing
wavelength range	$2 \text{ \AA} < \lambda < 6.5 \text{ \AA}$, $\lambda = 4.52 \text{ \AA}$ for reflectometry
wavelength resolution	1 %
collimation	0.1 mrad $< \Delta\theta < 10$ mrad (unpolarized beam) 0.1 mrad $< \Delta\theta < 1.5$ mrad (polarized beam)
polarizer	remnant polarizing supermirror (m=2.5)
polarization	93.5 %
polarization analysis	stack of 30 double sided polarizing supermirrors (top m=2.5, bottom m=1.8) set up as a divergent collimator
detector	2D position sensitive scintillation detector, 80 mm diameter, resolution < 1.5 mm, at 1.6 m distance from the sample
neutron flux at sample	10^6 unpolarized neutrons / cm ² s with a collimation of $\Delta\theta = 2$ mrad $2 \cdot 10^4$ polarized neutrons / cm ² s with a collimation of $\Delta\theta = 1$ mrad
maximum beam size at sample	50 mm x 10 mm (unpolarized) 20 mm x 2 mm (polarized with polarization analysis)
special sample environment	electromagnet 0.3 mT $< \mu_0 H < 1$ T He flow cryostat 10 K $< T < 300$ K
experiment control	"Jülich-Munich standard" using Linux workstation, TACO protocol and PROFIBUS periphery

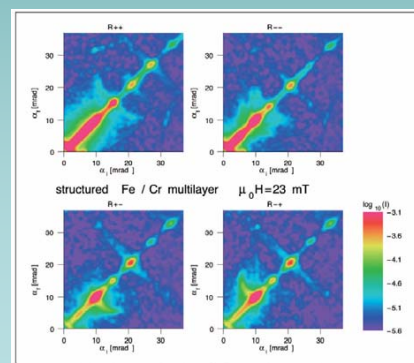
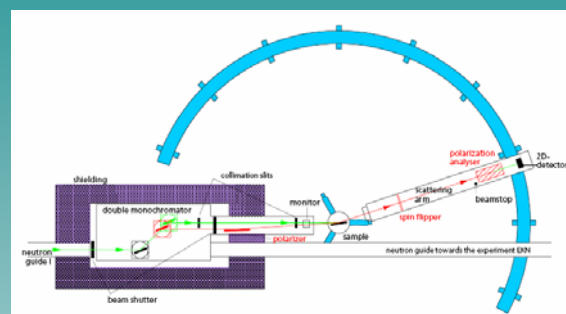


Fig. 4. Specular and off-specular scattering from a lithographically structured magnetic multilayer.

Quelle : U. Rücker

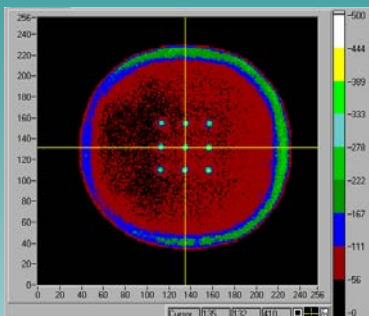
27.03.2006

Ralf Engels, ZEL

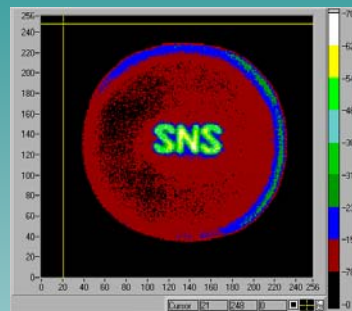
18

Test - Messungen an der IPNS in Argonne

2-dimensionales Image

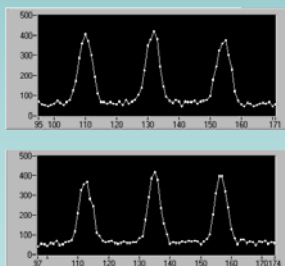


3 x 3 Lochblende
2mm Löcher
10mm Abstand

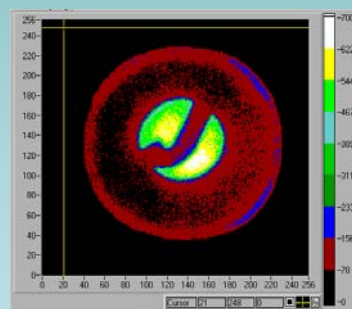


2-dimensionales Image

X- und Y-Schnitt



Peaks in beiden Richtungen
gut zu sehen !!!
-> Ortsauflösung < 2mm



27.03.2006

Ralf Engels, ZEL

19

Neue Aufgaben



27.03.2006

Ralf Engels, ZEL

20

**U. Clemens
G. Kemmerling
H. Nöldgen
H. Rongen
J. Schelten**

**H. Frielinghaus
E. Kentzinger
M. Heiderich
U. Rücker**



27.03.2006

Ralf Engels, ZEL

21



Our Vision and Power for Customer Success in Computing Solutions



Studiengruppe für Elektronische
Instrumentierung
SEI-Frühjahrstagung 2006

1

History



Unsere Erfahrungen gehen bereits auf das Jahr 1987 zurück. Seit dieser Zeit entwickelt die Firma RST vorwiegend Projekte im Echtzeitbereich. 1989 führten wir das erste Client – Server basierte Visualisierungssystem im industriellen Markt ein.

1993 wurde die Firma in Ottobrunn neu firmiert.

Seit 1994 begannen wir unser Know How aus zahllosen Projekten in unser Produkt Gamma einfließen zu lassen.

Seit dieser Zeit haben wir zusammen mit unseren Kunden etwa 200 verschiedene Systeme entwickelt.

Im Moment arbeiten unsere 12 Ingenieure an der Entwicklung von industriellen Produkten in nahezu allen Bereichen der industriellen Automation und Strahlungstechnik

2

Zielsetzung



Unterstützung der Forschung
bei der Entwicklung von Projekten
Mit Hilfe von Produkten und
Dienstleistungen

3

Unser Konzept



Wir ermöglichen dem Kunden die Reduktion auf Kernkompetenz:

- Hardware Level
Business as usual
- Betriebssystem Level
Business as usual
- Middleware Level
Frameworks
Reduktion auf die
Kernkompetenz

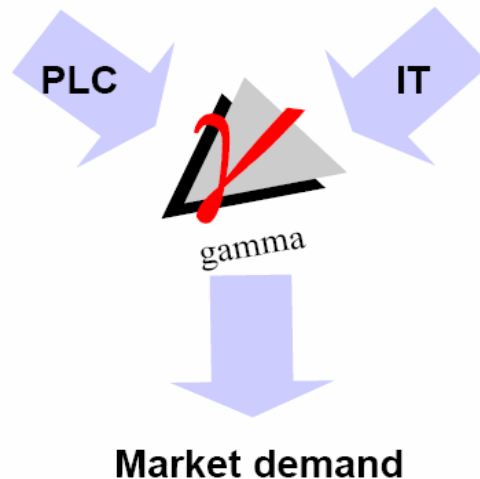
Power PC, X86, 68K...

Linux, LynxOS, Windows, OS9 OS9000

Gamma

4

Gamma vereinigt SPS- und IT Funktionen



- Die Programmierung ist einfach und transparent wie in der SPS Technik
- Flexibel und mächtig wie IT Produkte

5

Was ist Gamma?

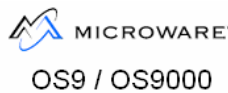


Gamma ist ein Crossdevelopment Tool für:

- Verteilte Applikationen
- vorzugsweise echtzeitfähig
- Plattform unabhängig
- Tool zur Realisierung von Steuer- Mess- und Prüfeinrichtungen jeglicher Art.
- Schnittstellen zur IT, SPS und Produkten wie SPEC und LabView...

6

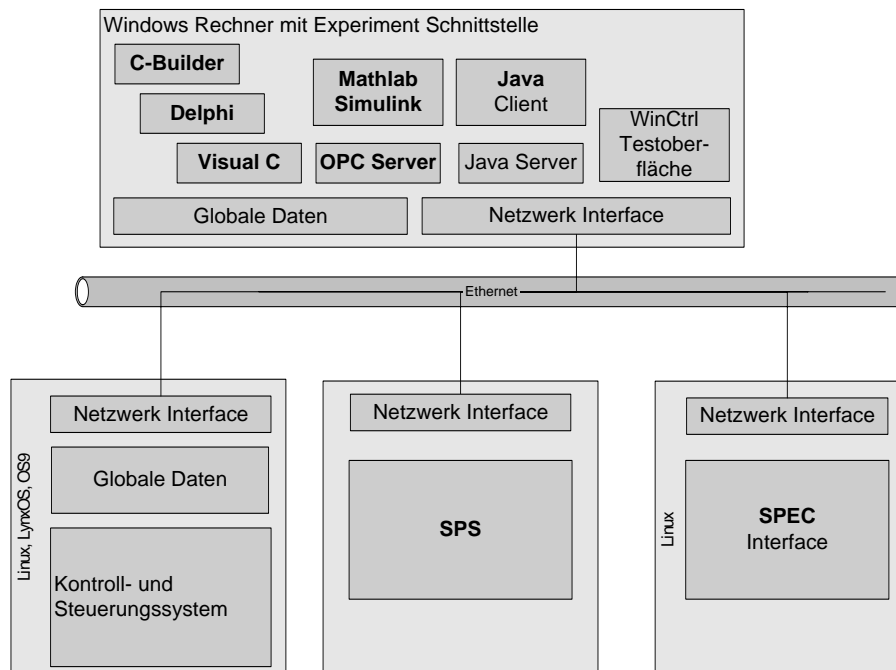
Gamma Plattform Konzept



- Betriebssystem und Hardware unabhängig entwickeln
- Einheitliche Softwarepflege
- Vereinfachte Portierung

7

Beispiel einer Strahlungseinrichtung

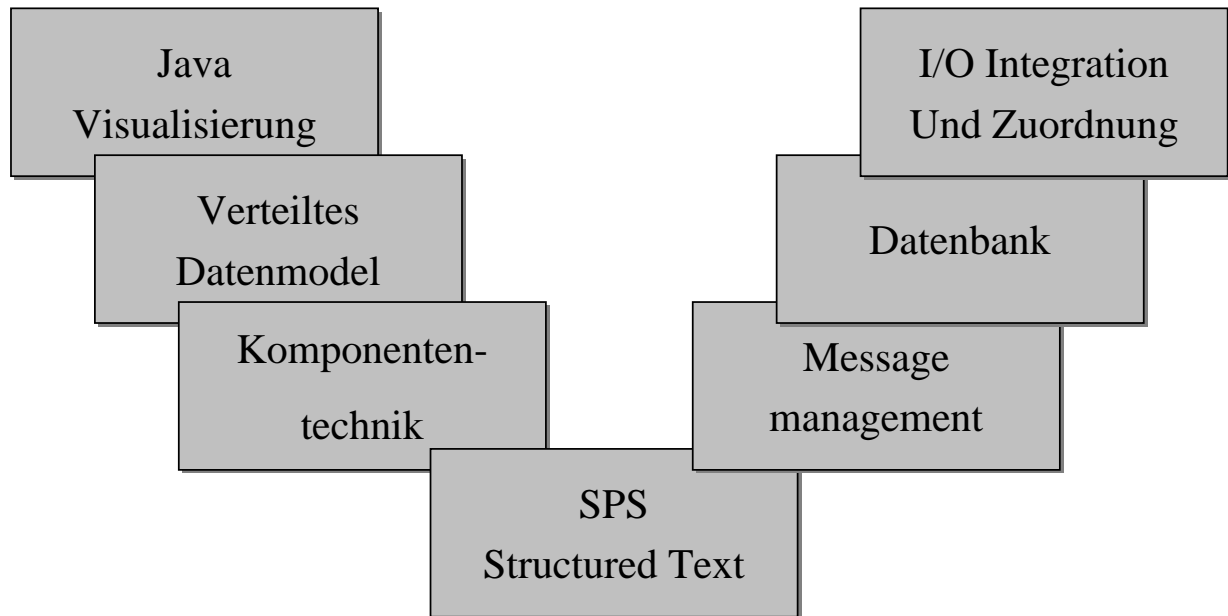


8

Standard Komponenten



Das Standard Paket beinhaltet:



9

Einige zusätzliche Funktionen



Hochsprachen:

Delphi, C-Builder
Visual C

Motorinterfaces:

OMS Motion
CanOpen (Maccon)
Oxford Industries
Pico Motoren (Mostab)
Multiachsensteuerung
Queensgate

Erweiterungen:

Ethernet, Profibus
Sinenc H1, Canopen,
Datenbanken und
Visualisierung

Dateninterfaces:

SPEC Interface
OPC Interface
Excel Interface

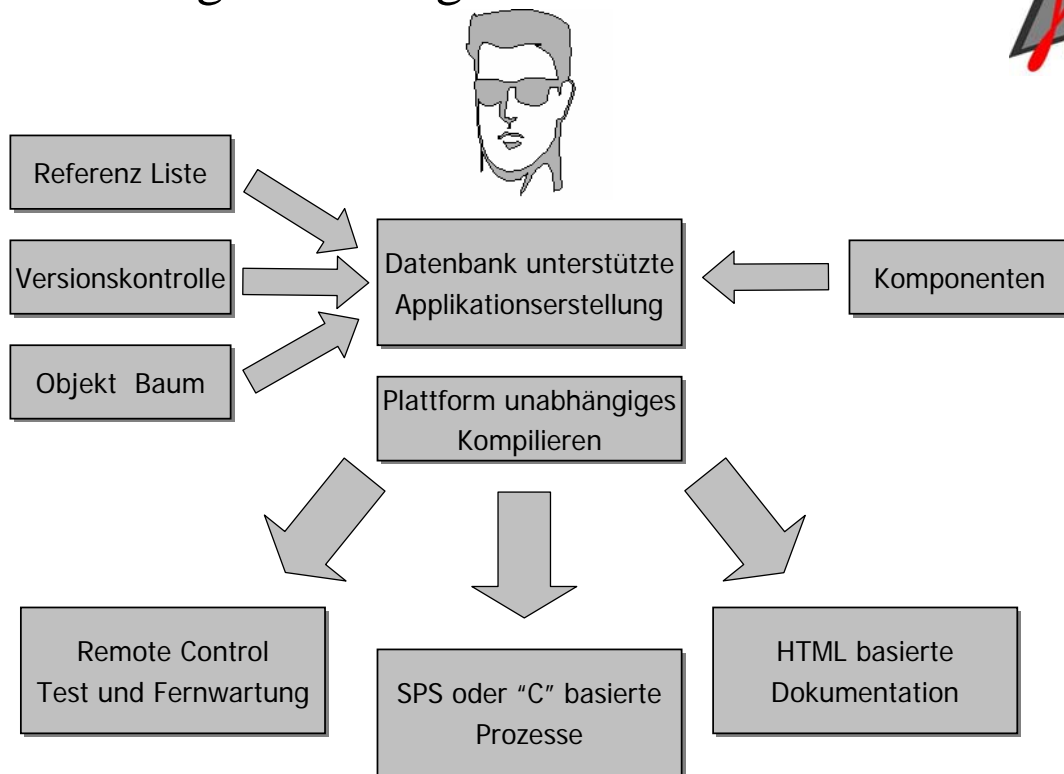
Beamline Komponenten:

Monochromator Bau
LVDT (Positionsmessung)
FMB (Beam Position)
Midivac (Vakuum Pumpe)
Sicherheitskomponenten
TC600 (Turbo Pumpe)
TPG300 (Vakuum Messung)

:

10

Applikationsgenerierung



11

Structured Text



The screenshot shows a software interface for editing Structured Text (ST) code. The window title is 'Logik'. The main area displays the function header 'DBladen(@oidx, @iidx, @cnt)' and a checkbox 'use TOS/CPU DBladen.gst'. On the left, there are two tables: 'IVS' (Input Variables) and 'OVS' (Output Variables). The 'IVS' table has columns 'InTid' and 'TID', with entries like 'DBCommand', 'FMBFileTrigger', 'Command', 'CommandPara', 'ErrorNr', 'TimerLoad', and 'DBaseLoaded'. The 'OVS' table has columns 'ObjName' and 'TID', with entries like 'LoadState' and 'TimerLoadState'. The main editor area shows the following code:

```

1  /* If the parameter are loaded corectly */
2  /* then trigger the component for beam position */
3  /* adjustment */
4  if DBCommand<>0 then
5      FMBFileTrigger=0
6      start_db0:
7      /* First load Dbase parameter */
8      if DBCommand=-1 then
9          DBCommand=5
10     endif
11
12     /* File open */
13     if DBCommand>0 and DBCommand<=10 and FMBFileTri
14         ErrorNr=0
15         CommandPara=1 Command=1 FMBFileTrigger=1
16         LoadState=0
17         DBCommand=DBCommand+10
18     endif
19
20     /* File save */
21     if DBCommand=14 and FMBFileTrigger=0 then

```

12

C/C++ Interface



Logik

IVS/OVS/Code Libraries Desc

Function Header & File Name & Documentation

TestCode(@oidx, @iidx, @cnt)

use TDS/CPU TestCode.c

InTid	TID
u_limit	Untergrenze
o_limit	Obergrenze
step	Schrittweite
output	Ausgangswert CCode

```

20  * @param[in] oidx Start index of output variables.
21  * @param[in] iidx Start index of input variables.
22  * @param[in] cnt Number of available objects of this kind
23  * \return void
24  */
25
26 void TestCode(int oidx, int iidx, int cnt)
27 {
28  /** The variable pointer are used for accessing the gamma de
29   int *pu_limit;
30   int *po_limit;
31   int *pstep;
32   int *poutput;
33   int error;
34
35  /** The function _CGetAddr assigns addresses in the gamma d
36   pu_limit = (int *) _CGetAddr(u_limit, SINT, &error);
37   po_limit = (int *) _CGetAddr(o_limit, SINT, &error);
38   pstep = (int *) _CGetAddr(step, SINT, &error);
39   poutput = (int *) _CGetAddr(output, SINT, &error);
40

```

13

Komponenten Technologie



Expansion Object Editor

File Modules

Expansion Modules

Regler/Ablauf/Graphik/...

Basic Text Informations Lib

Basic Text Informations

Type ANKA

Name TC600_Shell

TID Interface to th

Bitmapname AJOUTER.BMI

Desc Low level inte
This is the log
results).

True = enable

For the trigger
0 = inactive
1 = single sh
-1 = continou

Message class

Nr	TID
1	trigger
2	flood_enat
3	turbo_enal
4	pump_ena
5	heating_er
6	reset_com
7	standby_e
8	usage_ms
9	watch_ms
10	error_msg
11	dest_node
12	logic_level
13	logic_level

EditorForm2

File Edit View Search View Syntax

tc600_shell.c File2 File3 File4 File5 File6 File7 File8 File9 File10 Options

```

if (TC600_Shell.state >= STA_SUCCESS)
{
    TC600_Shell.state= STA_READY;
    MCPU(TC600_Shell, TC600_Shell.state, SINT, sint, TC600_Shell)
}
else
{
    /* In the ca
    /* to show t
    TC600_Shell.
    MCPU(OVS(1),
    result= TC600_Shell.
    if (result =
    {
        resu
    }
    /* only err
    if (TC600_SH
    {
        /*
        /*
        /*

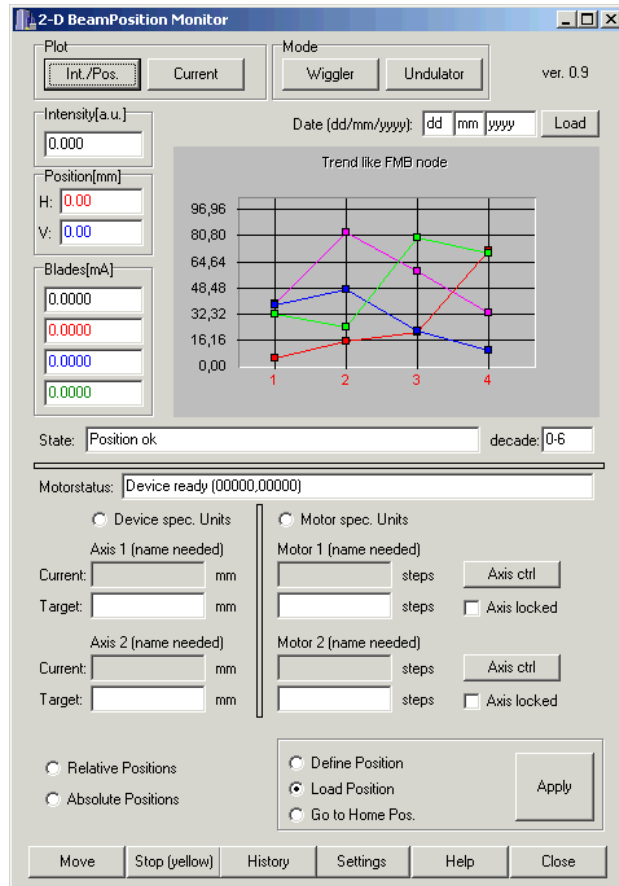
```

Beamline Komponenten:

- Monochromator Bau
- LVDT (Positionsmessung)
- FMB (Beam Position)
- Midivac (Vakuum Pumpe)
- Sicherheitskomponenten
- TC600 (Turbo Pumpe)
- TPG300 (Vakuum Messung)

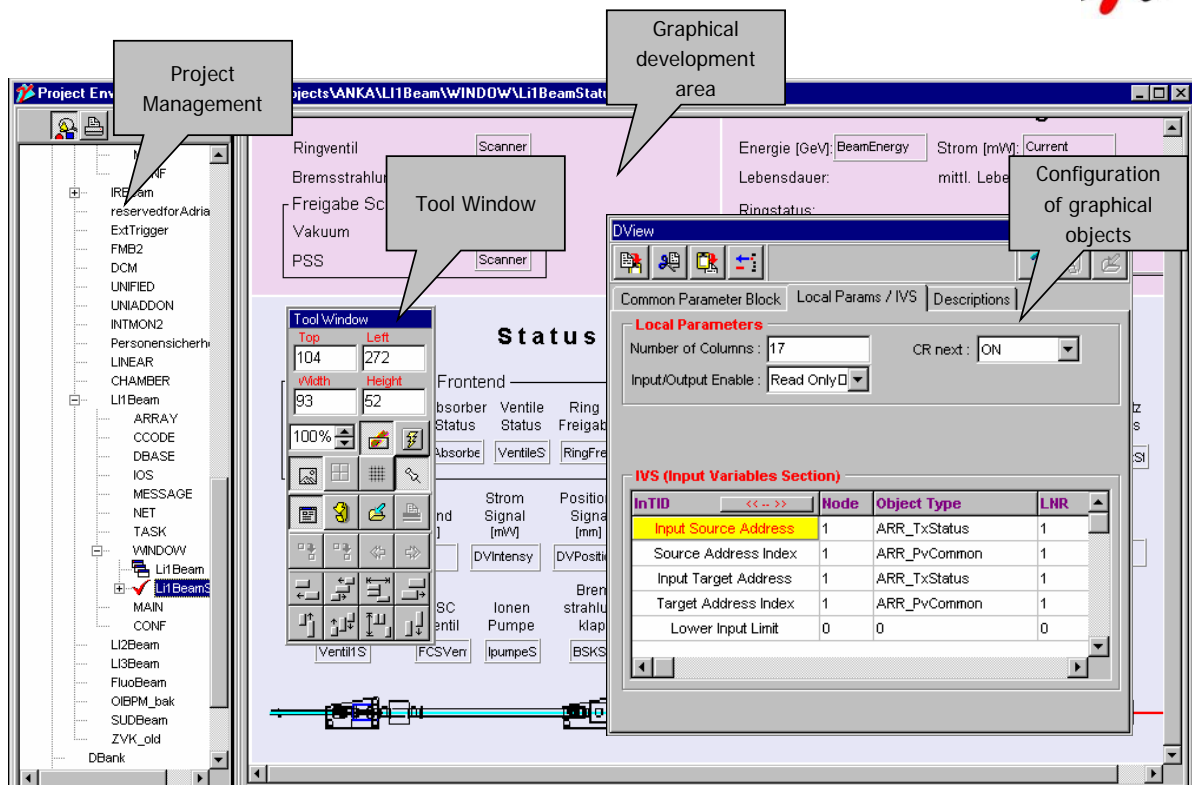
14

Beamposition Monitor



15

Entwicklungsumgebung (Visualisierung)



16

I/O Management - Integration

The screenshot displays the 'RST Card Integrator 2006' software interface. The main window is divided into several sections:

- Card Information:** Shows details for card 'A201' from manufacturer 'MEN'. It includes fields for TID, Online Help, Connection Type (VMEBus), and Manual (01a201s.pdf). A table lists supported operating systems: OS9 (68000), OS9000 (PPC), LINUX (x86), WINDOWS (x86), and LYNXOS (x86).
- Description:** Provides technical details: '4 M-Module slots', '1 VMEbus slot', and 'VMEbus slave A16/A24/D16, interrupter'. A text block explains that the A201S is an M-Module carrier board for universal I/O on the VMEbus.
- Manufacturer management:** A dialog box for managing manufacturer data for 'MEN'. It includes fields for Company Name ('Micro Electronic GmbH Nürnberg'), Country ('Germany'), Postal code ('90411'), City ('Nürnberg'), Street ('Neuwieder Straße 5-7'), and Web Address ('www.men.de'). It also has a 'Contacts' section with fields for Contact name, Phone, E-Mail, and Fax.
- New Card:** A small dialog box for adding a new card, with 'Manufacturer' set to 'MEN' and 'Card Name (TID)' set to 'M28'.

17

I/O Assignment - Kanalzuweisung

The screenshot displays the 'RST Project Creator 2006' software interface, focusing on I/O assignment. The interface is split into two main panes:

- Logical channels:** A table listing 25 channels with columns for DI, DD, AI, AO, and OIO. The 'Position' channel is highlighted.
- Physical channels:** A hierarchical tree diagram showing the assignment of logical channels to physical hardware. The 'Position' channel is assigned to 'VME58' under 'OIO_Area'.

Logical channels table:

DI	DD	AI	AO	OIO	DT	Channel	Channel Info
					1	Execute	Execute
					2	Position	Position
					3	Last_Position	Last_Position
					4	Position_offset	
					5	Encoder_Position	
					6	Reserved	
					7	Motor_Power	
					8	General_Purpose_Bitfield	
					9	Actual_Position	
					10	acc_factor	
					11	brake_factor	
					12	work_frequency	
					13	min_work_frequency	
					14	max_ref_frequency	
					15	creep_frequency	
					16	creep_anticipation_or_gain	
					17	following_error_window	
					18	following_error_timeout	
					19	Rahmen1	
					20	max_work_current	
					21	max_hold_current	
					22	hard_limit_positive	
					23	hard_limit_negative	
					24	Encoder-Ratio-encodercounts	
					25	Encoder-Ratio-motorcounts	

Physical channels tree:

```

IOAssignment
├── VME_Bus_SAMPLE
│   ├── Connection
│   │   ├── Standard
│   │   │   ├── Con1
│   │   │   │   ├── VMOD_IIO
│   │   │   │   │   ├── Connection
│   │   │   │   │   │   ├── ModulBus
│   │   │   │   │   │   │   ├── MoldulBus0
│   │   │   │   │   │   │   │   ├── VMOD_12A4
│   │   │   │   │   │   │   │   │   ├── AO
│   │   │   │   │   │   │   │   │   │   ├── AO_Area
│   │   │   │   │   │   │   │   │   │   │   ├── 12A4_Ch1
│   │   │   │   │   │   │   │   │   │   │   ├── 12A4_Ch2
│   │   │   │   │   │   │   │   │   │   │   ├── 12A4_Ch3
│   │   │   │   │   │   │   │   │   │   │   ├── 12A4_Ch4
│   │   │   │   │   │   │   │   │   └── MoldulBus1
│   │   │   │   │   │   │   └── MoldulBus2
│   │   │   │   │   └── VMOD_BE8
│   │   │   └── MoldulBus3
│   └── Con2
│       ├── VME58
│       │   ├── OIO
│       │   │   ├── OIO_Area
│       │   │   │   ├── Execute
│       │   │   │   ├── Position
│       │   │   │   ├── Last_Position
│       │   │   │   ├── Position_offset
│       │   │   │   ├── Encoder_Position
│       │   │   │   ├── Reserved
│       │   │   │   ├── Motor_Power
│       │   │   │   └── General_Purpose_Bitfield
│       └── Channel Info:
│           Name: Last_Position
│           Dim: S1
│           ChannelNr: 3
│           Info:
└── Channel Info:
    Name: Last_Position
    Dim: S1
    ChannelNr: 3
    Info:
    
```

18

Marktsegmente und Applikationen

In etwa 200 unterschiedlichen Projekten haben wir unsere Kompetenz gezeigt:

19

Beamline control systems:

General management Hard- and Software based on VME and PC Hardware

Forschungszentrum Karlsruhe Anka



Synchrotron light source ANKA Karlsruhe Germany



20

National University of Singapore SSLS



Singapore Synchrotron Light Source SSLS



21

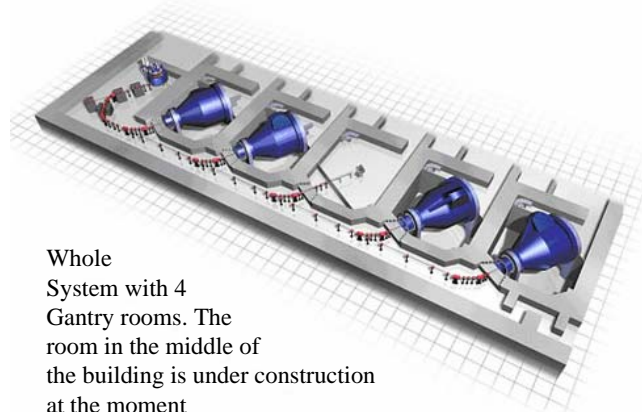
Medicine technique:

Proton therapy center for Rinnecker private clinic in Munich and Cologne

The first hospital in europe Gantry Realtime Control System



Gantry Control system



Whole System with 4 Gantry rooms. The room in the middle of the building is under construction at the moment

22

Textile Industry:



Complete Solution spinning machine firm Suessen AG

130 embedded CPU's per machine connected via CANBus



Rotor spinning machine

23

Industrial TCIP Communication Spool machine firm Zinser

OPC Communication solution based on VME and PC connected to a SCADA System



24

Industrial TCIP Communication firm Truetzschler

OPC Communication solution based on VME and PC connected to a SCADA System



25

Other Projects:

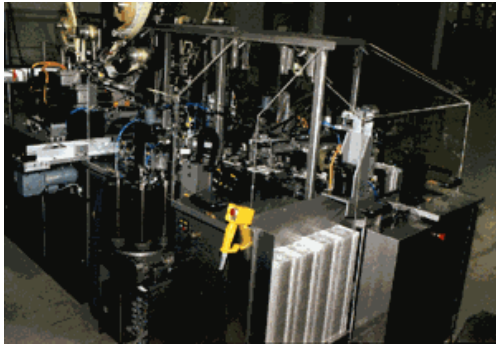


Laser control system to watch the platforms in underground stations
(General Electric)



Bicycle rent system with SMS, developed with Gamma Railway Netherland

26



CD package system

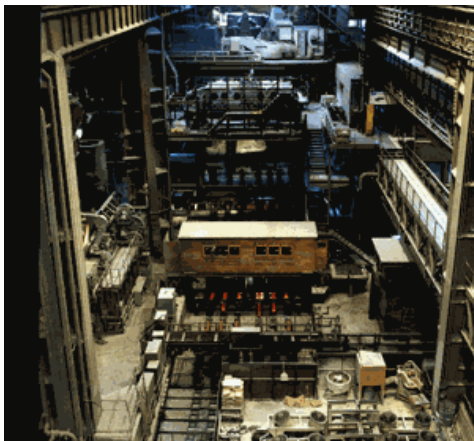


Assisting the development of a x-ray satellite

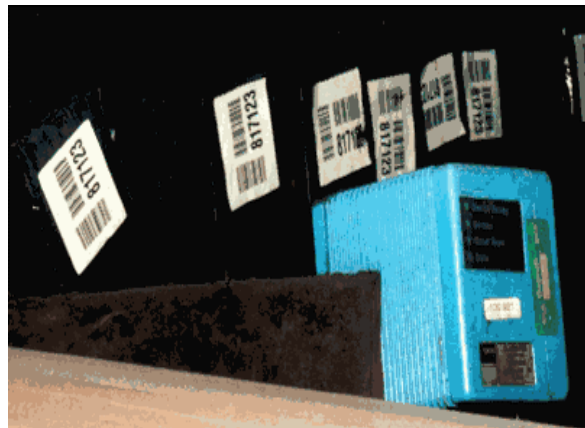


Surface check system for varnish by cars (Daimler Chrysler)

27



Realisation of a Converter Control system for the steel factory Saarstahl AG



Industrial bar-code control systems (Saarstahl AG)

28



RST mit Gamma und seinen Partnern
reduziert den Aufwand auf die
eigentliche Kernkompetenz



29

Synchotron Strahlungsbeamline: Optik

SUL - optics

Beamline Safety

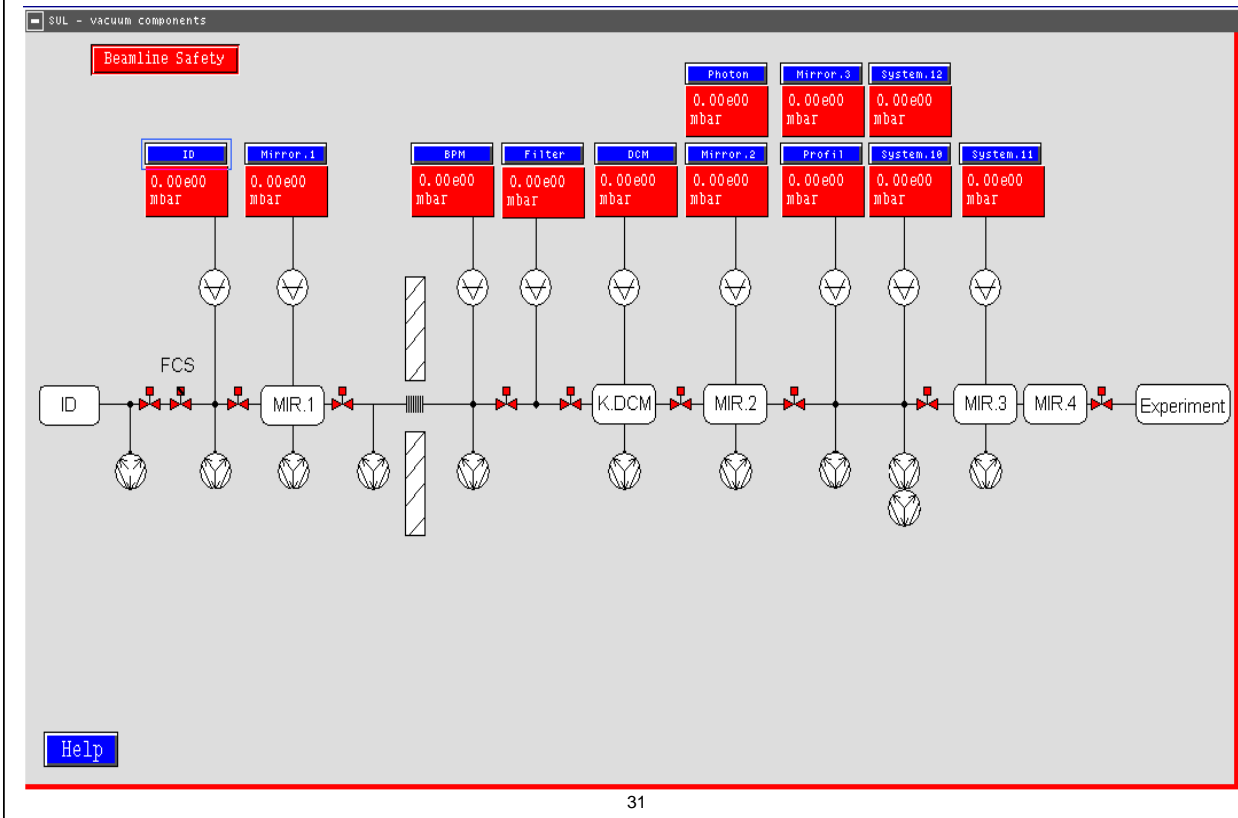
Components: ID, 2D BPM.1, SLIT.1, F.SCR.1, MIR.1, 2D BPM.2, F.SCR.2, FILTER, SLIT.2, PROFIL.1, K.DCM, INTMON, F.SCR.3, MIR.2, SLIT.3, PROFIL.2, SLIT.4, F.SCR.4, POLMON, MIR.3, MIR.4, Exp.

2D BPM. 1: BPM mode: Horz. Pos. [mm]: Vert. Pos. [mm]:	2D BPM. 2: BPM mode: Horz. Pos. [mm]: Vert. Pos. [mm]:		
MIRROR. 1: height [mm]: 0.000 pitch [mrad]: 0.000 roll [mrad]: 0.000 yaw [mrad]: 0.000 finetune [mm]: 0.000 bender [mrad]: 0.000	MIRROR. 2: height [mm]: 0.000 pitch [mrad]: 0.000 roll [mrad]: 0.000 yaw [mrad]: 0.000 finetune [mm]: 0.000 bender [mrad]: 0.000		
MIRROR. 3: height [mm]: 0.000 pitch [mrad]: 0.000 roll [mrad]: 0.000 bender1 [mrad]: 0.000 bender2 [mrad]: 0.000	MIRROR. 4: height [mm]: 0.000 pitch [mrad]: 0.000 roll [mrad]: 0.000 bender1 [mrad]: 0.000 bender2 [mrad]: 0.000		
Slit. 1: vert. width[mm]: 0.000 vert. center[mm]: 0.000 horiz. width[mm]: 0.000 horiz. center[mm]: 0.000	Slit. 2: vert. width[mm]: 0.000 vert. center[mm]: 0.000 horiz. width[mm]: 0.000 horiz. center[mm]: 0.000	Slit. 3: vert. width[mm]: 0.000 vert. center[mm]: 0.000 horiz. width[mm]: 0.000 horiz. center[mm]: 0.000	Slit. 4: vert. width[mm]: 0.000 vert. center[mm]: 0.000 horiz. width[mm]: 0.000 horiz. center[mm]: 0.000

Help

30

Synchrotron Strahlungsbeamline: Vakuum



31

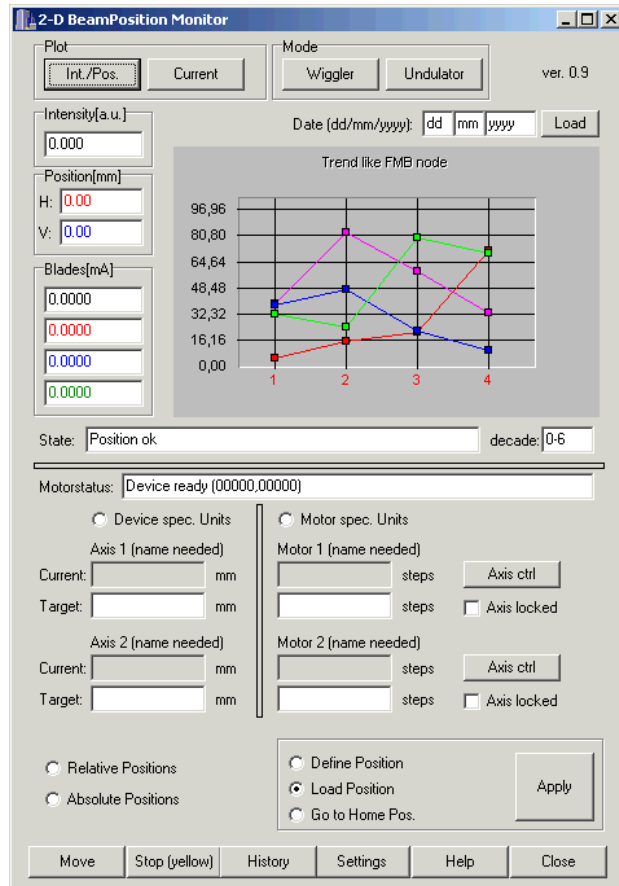
Synchrotron Strahlungsbeamline: Monochromator

The screenshot shows the 'SGM' control interface. It includes several sections for parameter control:

- SGM Section:**
 - Buttons: Limit, Ref.
 - Photon Energy: (Current: 0.000000 eV, Target: 263.97287 eV)
 - Scan Angle: (Current: 0.000000 deg., Target: 1.800000 deg.)
 - Motor Position: (Current: 0 steps, Target: 6598 steps)
 - Buttons: Axis Control, Axis_Locked, Zero Order
- Entrance Slit Section:**
 - Buttons: Limit, Ref.
 - Slit Position: (Current: 0.000000 mm, Target: 1700.0000 mm)
 - Motor Position: (Current: 0 steps, Target: 1750 steps)
 - Buttons: Axis Control, Axis locked, Local, Move
- Exit Slit Section:**
 - Buttons: Limit, Ref.
 - Slit Position: (Current: 0.000000 mm, Target: 4347.7973 mm)
 - Motor Position: (Current: 0 steps, Target: 4447 steps)
 - Buttons: Axis Control, Axis locked, Local, Move
- Mode Section:**
 - Buttons: Dragon, Nogard, Downland
 - scan status: Scan in Idle
- State:** Device ready (0, 0, 0, 30000)
- Initialize Section:**
 - Buttons: Initialize, Define Position, Load Position, Home, Apply
 - Buttons: Stop, Move, Help, Close

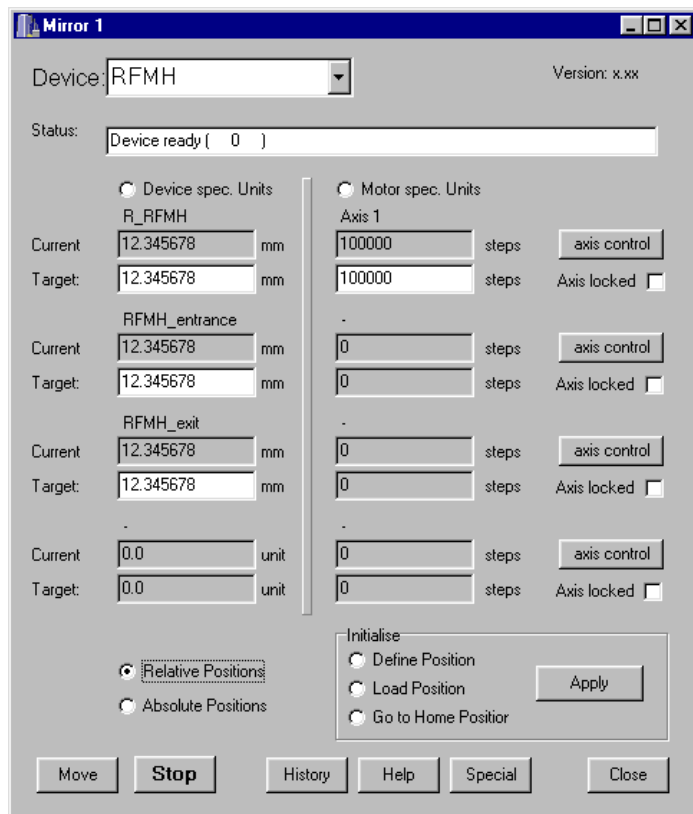
32

Beamposition Monitor



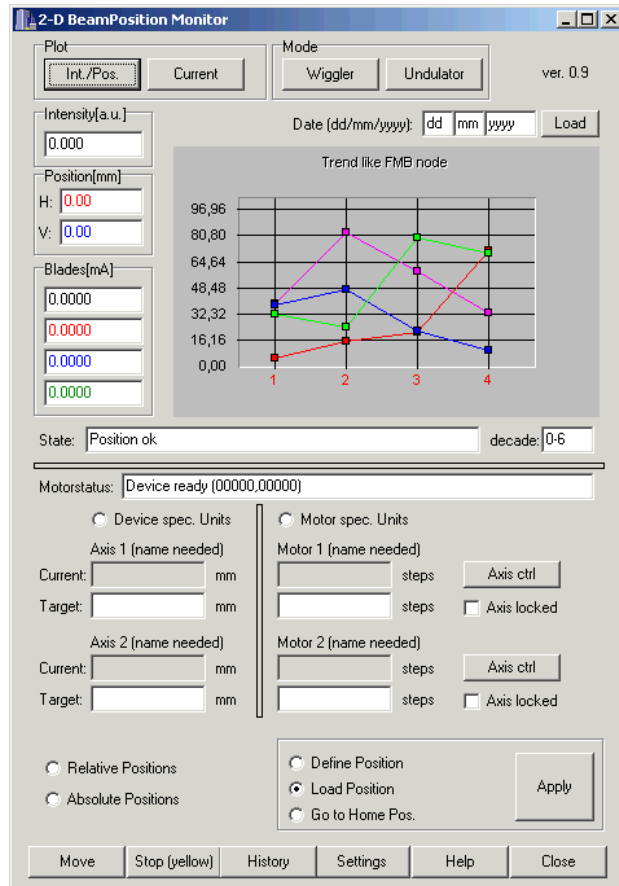
33

Unified Achscontroller



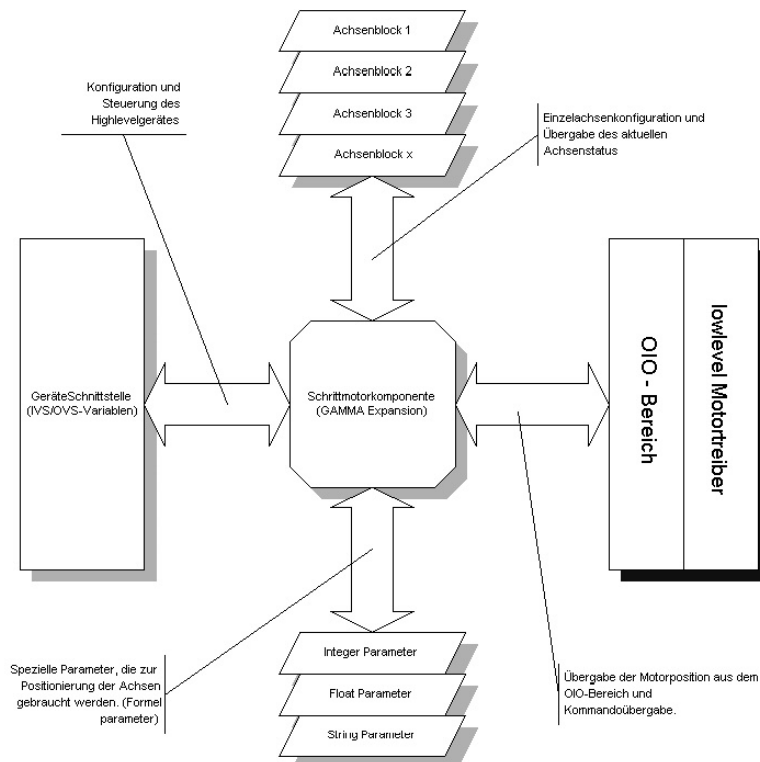
34

Beamposition Monitor



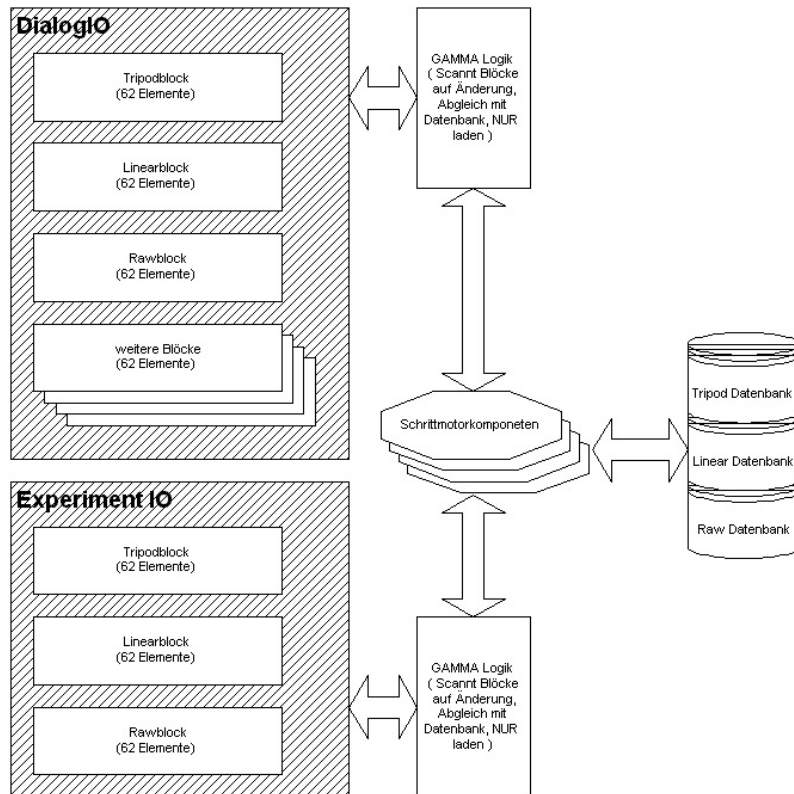
35

Unified



36

Unified Geräte



37

I/O Integration - Info

The screenshot shows the **RST Card Integrator 2006** software interface. The main window displays configuration settings for a VME58 card. The **Card Information** tab is active, showing the following details:

- TID:** VME58
- Online Help:** <http://www.omsmotion.com/documentation>
- Connection Type:** VMEBus
- Manual:** VME58_Specification.pdf
- Buttons:** Add Manual, Delete Manual, ShowManual
- TDS / CPU:**

OS3	68000	X
OS3000	PPC	X
LINUX	X86	X
WINDOWS	X86	X
LYNXOS	X86	X
- Description:**

Output is step & direction
 Independent and coordinated motion of all axes
 Each axis has a pair of limit inputs plus a home input as well as an auxiliary output for drive or amplifier current control.
 Up to 14 "user definable" TTL I/O lines
 All control signals are on the P2 connector
 Independent and coordinated motion of all axes
 Circular interpolation
 Electronic gearing
 Circular interpolation
 Constant velocity linear interpolation (all axes)
 100 pin front panel connection for all signals

An image of the VME58 card is shown on the right side of the interface.

38

I/O Management - Integration

The screenshot shows the 'RST Card Integrator 2006' interface. On the left, a tree view shows 'AcroMac' > 'MEN' > 'A201'. The main area displays details for the 'A201' card, including its TID (A201), online help URL, connection type (VMEbus), and a table of supported OSs and CPUs. A 'Manufacturer management' dialog is open on the right, showing details for 'MEN' (Micro Electronic GmbH Nürnberg) with contact information. A 'New Card' dialog is also visible, showing 'Manufacturer: MEN' and 'Card Name (TID): M28'.

OS	Support	Support
OS9	68000	X
OS9000	PPC	X
LINUX	x86	
WINDOWS	x86	
LYNXOS	x86	

39

I/O Integration Source

The screenshot shows the 'RST Card Integrator 2006' interface with the 'Source Code' tab selected. The left pane shows a tree view of source code files, with 'DIO' expanded. The main area displays the source code for the 'DIO' module, including a case statement for calculating channel signals. A 'Doku' section provides instructions for each physical channel in the DIO Area.

```

TOS/CPU <ALL TOS/CPU>
case (@_ThisCardCount - 1) * 50 + 1): ssig = SIG_MIN_DMS + pi>ind2;
    
```

Doku

For each physical channel in the DIO Area:
 - calculate channel
 - assign a value to the signal...

40

I/O Assignment

The screenshot shows the RST Project Creator 2006 interface. The 'Project' tree on the left shows a hierarchy: IO-Assignment > VME_Bus_SAMPLE > VMOD_IO > VMOD_12A4 > VMOD_BE8 > VME58. The 'Available Cards' list includes AcroMac, Janz, MEN, OMS, and VME58. The 'Manufacturer' is set to OMS, 'TID' to VME58, and 'Connection Type' to VMEBus. The 'Accepted TDS / CPUs' list includes OS9 | 68000, OS3000 | PPC, LINUX | X86, and WINDOWS | X86. The 'Description' field contains technical details about the card's capabilities, such as independent motion of all axes, up to 14 user-definable TTL I/O lines, and various interpolation methods.

41

I/O Assignment - Kanalzuweisung

The screenshot displays the 'Logical channels' and 'Physical channels' assignment screens. The 'Logical channels' table lists 25 channels with their respective data types and UI types. The 'Physical channels' tree shows the mapping of these logical channels to physical hardware components like VME58 and OIO_Area.

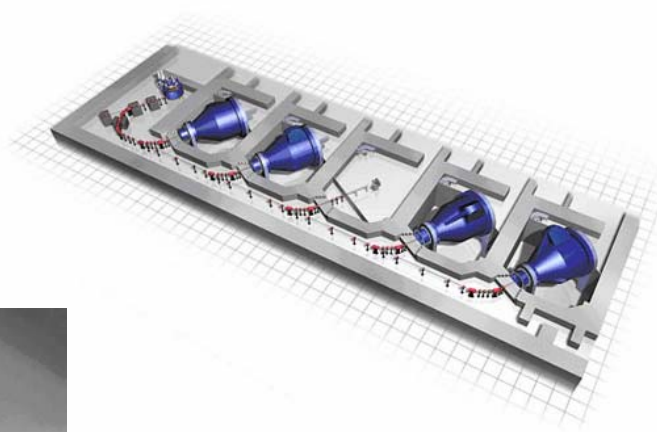
DVS	DVS TID	DT	Channel	Channel Info
1	Execute	UI	Execute	
2	Position	UI	Position	
3	Last_Position	UI	Last_Position	
4	Position_offset	UI		
5	Encoder_Position	UI		
6	Reserved	UI		
7	Motor_Power	UI		
8	General_Purpose_Bitfield	UI		
9	Actual_Position	UI		
10	acc_factor	UI		
11	brake_factor	UI		
12	work_frequency	UI		
13	min_work_frequency	UI		
14	max_ref_frequency	UI		
15	creep_frequency	UI		
16	creep_anticipation_or_gain	UI		
17	following_error_window	UI		
18	following_error_timeout	UI		
19	Rahmen1	UI		
20	max_work_current	UI		
21	max_hold_current	UI		
22	hard_limit_positive	UI		
23	hard_limit_negative	UI		
24	Encoder-Ratio-encodercounts	UI		
25	Encoder-Ratio-motorcounts	UI		

The 'Physical channels' tree shows the following structure:

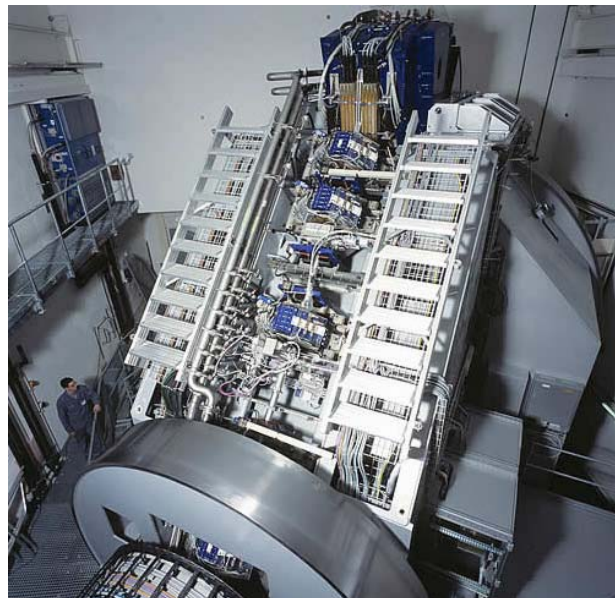
- IOAssignment
 - VME_Bus_SAMPLE
 - Connection
 - Standard
 - Con1
 - VMOD_IO
 - ModulBus
 - MoldulBus0
 - VMOD_12A4
 - AO
 - AO_Area
 - 12A4_Ch1
 - 12A4_Ch2
 - 12A4_Ch3
 - 12A4_Ch4
 - Con2
 - VME58
 - OIO
 - OIO_Area
 - Execute
 - Position
 - Last_Position
 - Position_offset
 - Encoder_Position
 - Reserved
 - Motor_Power
 - General_Purpose_Bitfield

Channel Info:
 Name: Last_Position
 Dim: S1
 ChannelNr: 3
 Info:

42



43



44

Printing Industry:

Industrial Drive Control firm Wiedeg

Portation from PSOS+ VME to OS9000 PowerPC

Improvement in using Gamma Components



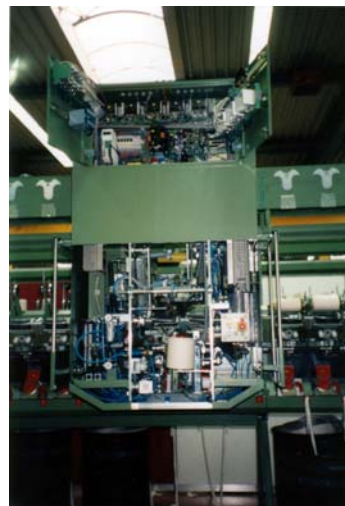
Printing machine for firm Aurentum

Complete gamma solution.

45



Man machine Interface



Spinning robot

46



μTCA

Dipl.-Ing. Vollrath Dirksen / Motorola
Dipl.-Ing. Stephan Hering / Avnet

Avnet Applied Computing Solutions

2006

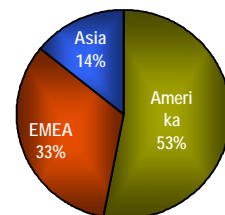


Avnet Inc. Profil

- Weltmarktführer in der Distribution von elektronischen Bauelementen und Computerprodukten
- Einer der weltgrößten Technologievertriebs- und Serviceanbieter
 - Fortune 500 Company
 - 10,2 Mrd USD Umsatz im Fiskaljahr 2004
 - 2,5 Mrd USD Markt-Kapitalisierung
 - Gegründet 1955, Börsennotiert seit 1959 (NYSE: AVT)
 - Rund 9.700 Mitarbeiter
 - Bedient Kunden in 68 Ländern von mehr als 300 Standorten aus
- Enabling Success from the Center of Technology™
 - Elektronische Bauelemente >> Avnet Electronics Marketing (EM)
 - Computer Produkte >> Avnet Technology Solutions (TS)



AVNET ATS Headquarters Phoenix/Arizona



Avnet Applied Computing Solutions

2006

Was ist μ TCA™?

- MicroTCA ist ein neuer Standard für embedded Systeme
- Basis des MicroTCA Standards sind hot-swap-fähige Advanced Mezzanine Card Module, die für AdvancedTCA Trägerkarten definiert/entwickelt wurden
- AMC Module werden beim MicroTCA Standard direkt in das Chassis respektive die Backplane gesteckt

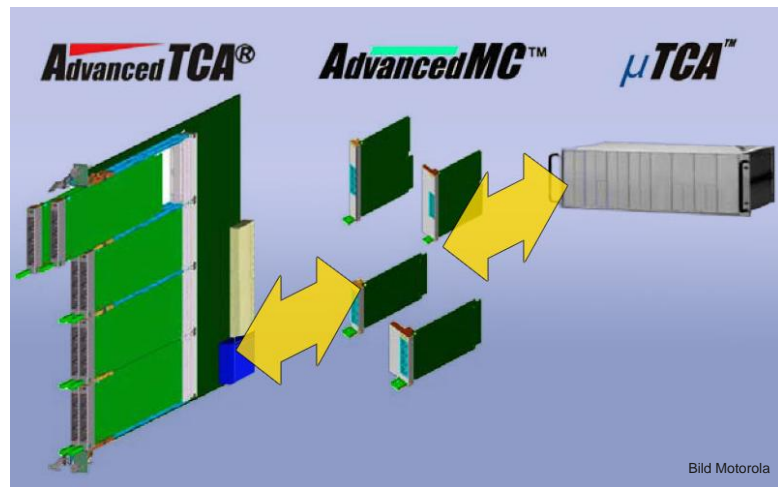
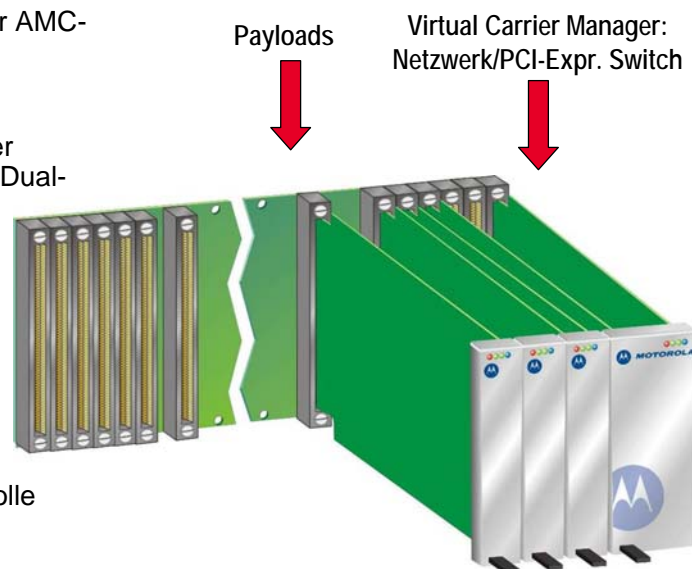


Bild Motorola

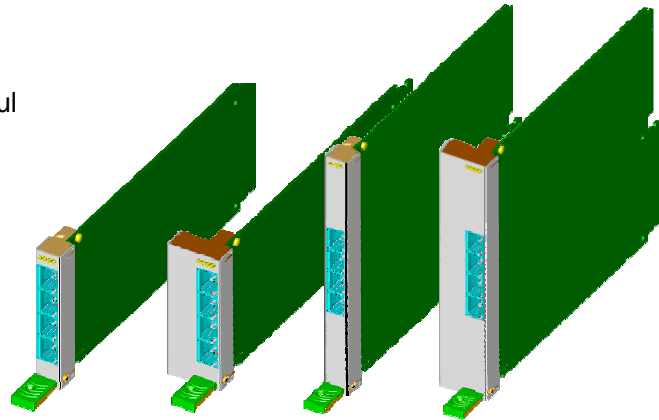
μ TCA die Idee dahinter

- Backplane- und Chassis-Standard für AMC-Module
- Bis zu 12 AMC-Module pro Node
- Vernetzung der Module untereinander erfolgt über Netzwerk in Single-Star, Dual-Star oder Full-Mesh Architektur
- Unterstützte Backplane-Netzwerkstandards:
 - Gigabit Ethernet
 - PCI-Express
 - Fibre Channel
 - Rapid-I/O
- Gemischer Betrieb mehrerer Protokolle auf einer Backplane möglich



μTCA die Idee dahinter

- Datenrate/Modul heute bis zu 21 Gbit/s – zukünftig bis 210 Gbit/s
- Hot-Swap-Unterstützung
- Redundante Stromversorgung möglich
- Vier Modulgrößen
- 20 W bis 60 W Verlustleistung pro Modul
- Unabhängiger Management-Bus
- Erweiterung des Einsatzspektrums für AMC Module in den Bereich kostenkritischer Anwendungen



Avnet Applied Computing Solutions

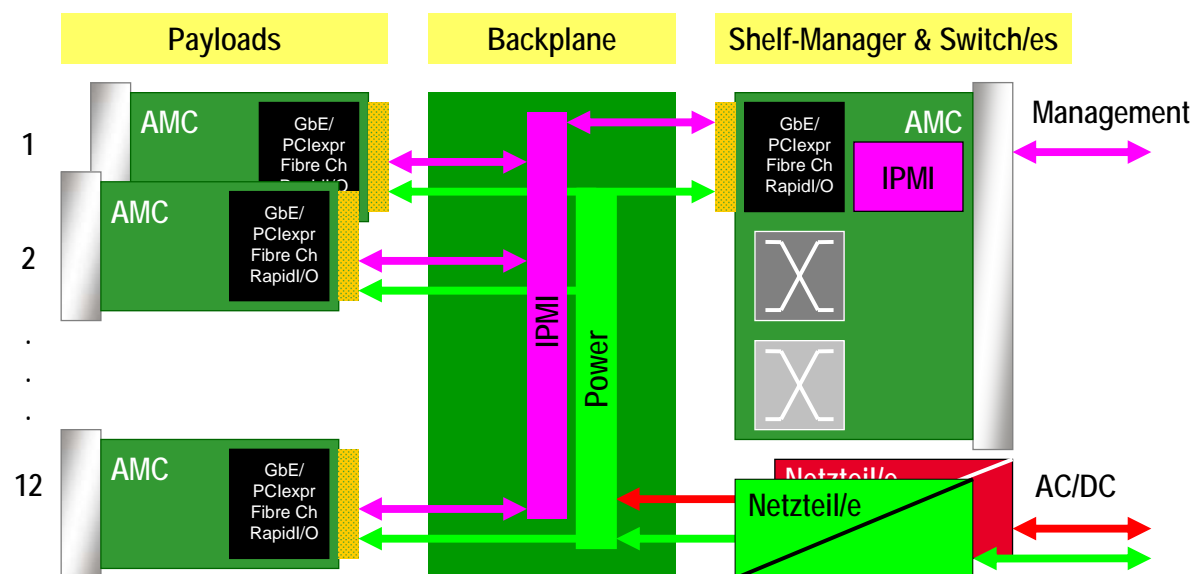
2006



MOTOROLA

5

μTCA Stromversorgung & IPMI-Management



Avnet Applied Computing Solutions

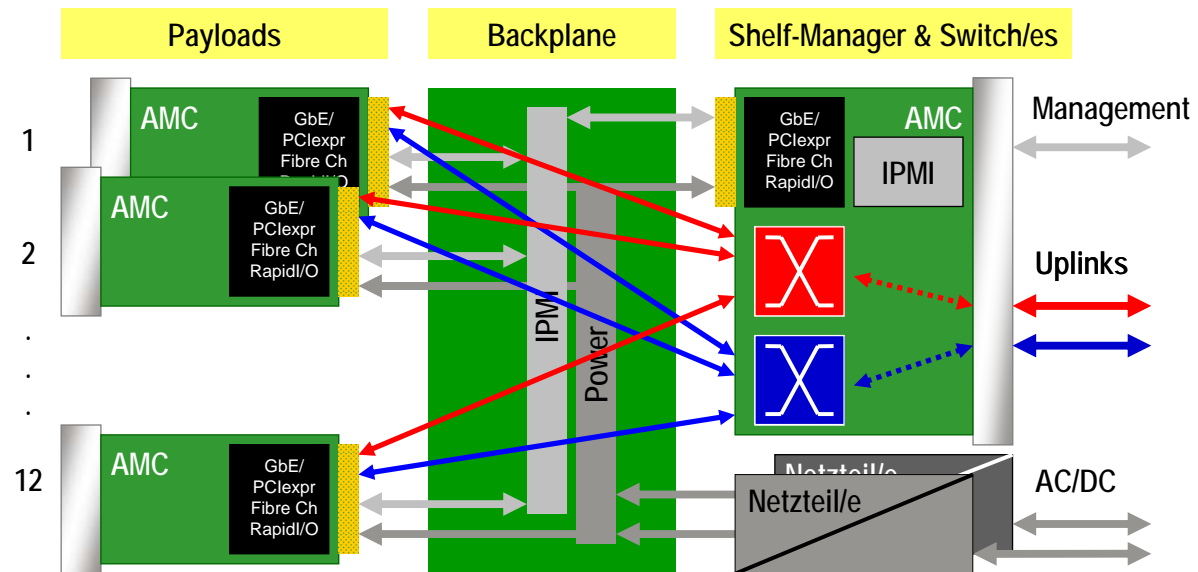
2006



MOTOROLA

6

μTCA Backplane-Netzwerk



Avnet Applied Computing Solutions

2006



MOTOROLA

7

AdvancedMC™

Vergleich PMC, AMC und 3HE cPCI

| Eigenschaften | PMC | AMC | 3HE cPCI |
|-----------------|---|--|---|
| Bauform | einfache und doppelte Breite | einfache und doppelte Breite, halbe oder volle Höhe | Einfache, doppelte und dreifache Breite |
| Fläche | 74 x 149 mm, max. Höhe 1.9 mm (max. 110 cm ²) | 73.4 x 181.5 mm (173 mm nutzbar), 2.6 mm min. Höhe (max. 131 cm ²) | 100 x 160 mm (150 mm nutzbar) (max. 150 cm ²) |
| Steckverbinder | P1386, ungeschirmt | geschirmte, differenzielle Paare mit 21 Duplex-Ports, Direktstecker | IEC 61076-4-101 Stecker, 220 Kontakte, geschirmt |
| Verbindungen | PCI-32/33, -32/66, -64/66, Ethernet | Gbit-Ethernet, 10-Gbit-Ethernet, Fibre Channel, PCI Express, Rapid-I/O | PCI-32/33, -32/66, -64/66 |
| Bandbreite | PCI: 1...4 Gbit/s, Ethernet: 1 Gbit/s | 1 bis 21 mal 1 oder 10 Gbit/s (max. 21 Gbit/s bzw. 210 Gbit/s) | PCI: 1..4 Gbit/s |
| Verwaltbarkeit | keine | IPMI | keine |
| Hot-Swap | nicht möglich | ja | ja |
| Stromversorgung | 7.5 W oder 12 W (Prozessor-PMC) | 25 W (halbe Höhe), 50 W (volle Höhe), 60 W (volle Höhe, doppelte Breite) | 25 W (4TE), 50 W (8TE) |

Vergleich zwischen PMC, AMC und 3HE cPCI. (Quellen: WEKA Verlag und Avnet)

Avnet Applied Computing Solutions

2006



MOTOROLA

8

Vergleich PMC, AMC und cPCI

- Realisierung von erweitertem Temperaturbereich
 - PMC-Modul: Kontaktkühlung nach MIL (teuer)
 - cPCI-Karte: Kontaktkühlung mit Wedge-Locks (sehr teuer)
 - AMC-Modul: Flüssigkeitskühlung (kostengünstig)
- Softwaremodell
 - PMC-Modul: PCI-Bus (Bridges/Busteilnehmer limitiert)
 - cPCI-Karte: PCI-Bus (Bridges/Busteilnehmer limitiert)
 - AMC-Modul: PCI-Express/GbE/10-GbE (unlimitiert)
- Buslänge
 - PMC-Modul: PCI-Bus (nur On-Board)
 - cPCI-Karte: PCI-Bus (auf Chassis Limitiert)
 - AMC-Modul: IP/Ethernet-Bus ermöglicht Zugriff auf Chassis, LAN, MAN, WAN, WWW...



Wer steht hinter μ TCA™

- μ TCA ist ein weltweit etablierter PICMG Standard
- Rund 100 Hersteller unterstützen bereits μ TCA und entwickeln Produkte dafür:

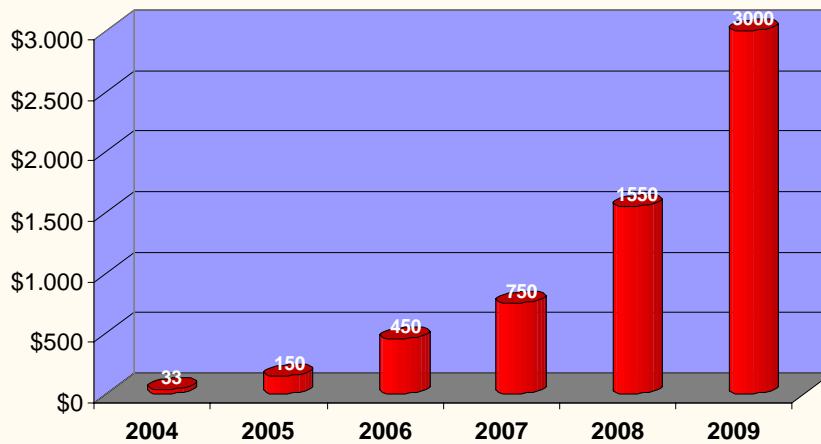
Motorola, Intel, NMS Communications,
N.A.T., Interphase, SBS, GE Fanuc,
Concurrent Technologies, Artesyn,
Kontron, Rittal, Schroff, Elmar,



.....

Wirtschaftlicher Ausblick

Marktentwicklung AdvancedTCA und MicroTCA für 2004..2009 in Millionen USD



Avnet Applied Computing Solutions

2006



MOTOROLA

μ TCA™ Spezifikations-Status

MicroTCA Specifications

0.85
Release

0.9
Release

1.0
Ratification



TARGET RELEASE
FEB '06



TARGET Q2-06

AdvancedMC™ (AMC) Specifications

AMC.0
AMC.1,2,3



RATIFIED

AMC.0
ECN1



TARGET RELEASE
Q1-06

Other Specifications

IPMI/IPMB

SAF/HPI

PICMG 3.0

2005

2006

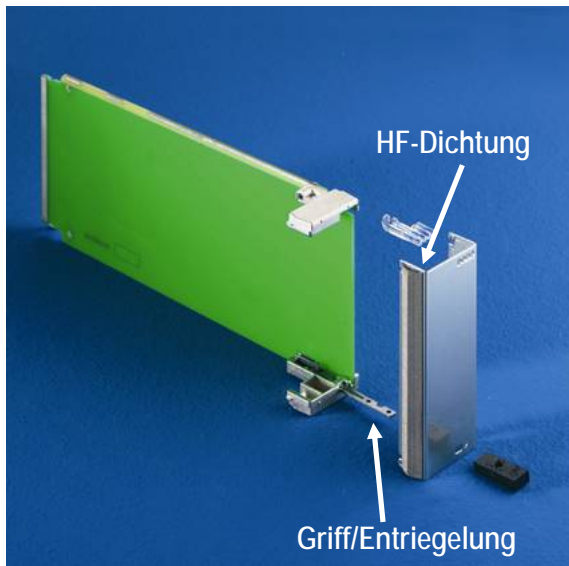
Avnet Applied Computing Solutions

2006



MOTOROLA

μ TCA mechanischer Aufbau



Avnet Applied Computing Solutions

2006

13

μ TCA mechanischer Aufbau



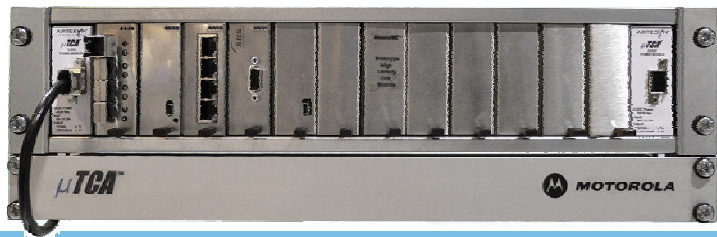
Avnet Applied Computing Solutions

2006

14

AMC Modul und μ TCA Beispiele

- Motorola AMC Prozessor-Module
- Intel PentiumM AMC
- PowerPC Single/Dual CPU AMC
- Hard-/Flashdisk Storage AMC
- Switch AMC
- VoIP AMC
- 11 Slot Single und Dual-Star Chassis



Avnet Applied Computing Solutions

2006



MOTOROLA

15

AMC Modulbeispiel NAMC-8560-xE1/T1/J1

- Kommunikations-Modul
- MPC8560 @ 667MHz bis 1GHz
- 4/8 E1/T1/J1 (Front- und Rear-I/O)
- I-TDM (1000BX)
- TDM Cross-Connect
- Geth für LAN Zugang (Front- und Rear-I/O)
- 4 Lanes PCI-Express
- IPMI
- Signalisierung ISDN und SS7
- H.110 / SCSA
- VxWorks, Linux und OK1

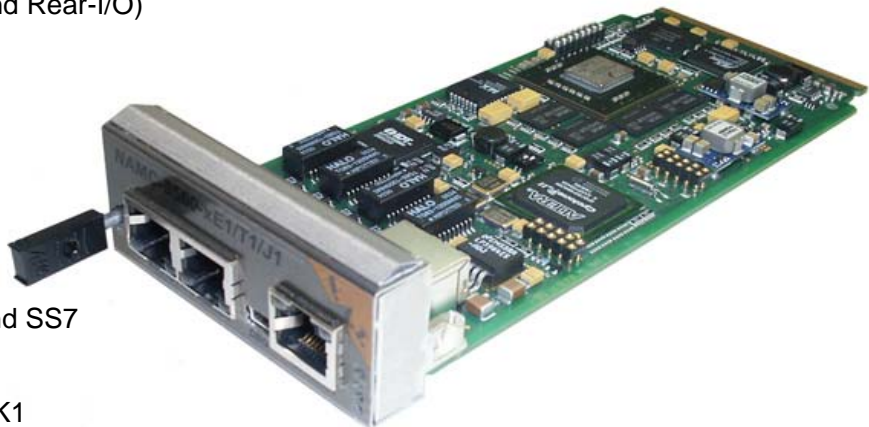


Photo: N.A.T.

Avnet Applied Computing Solutions

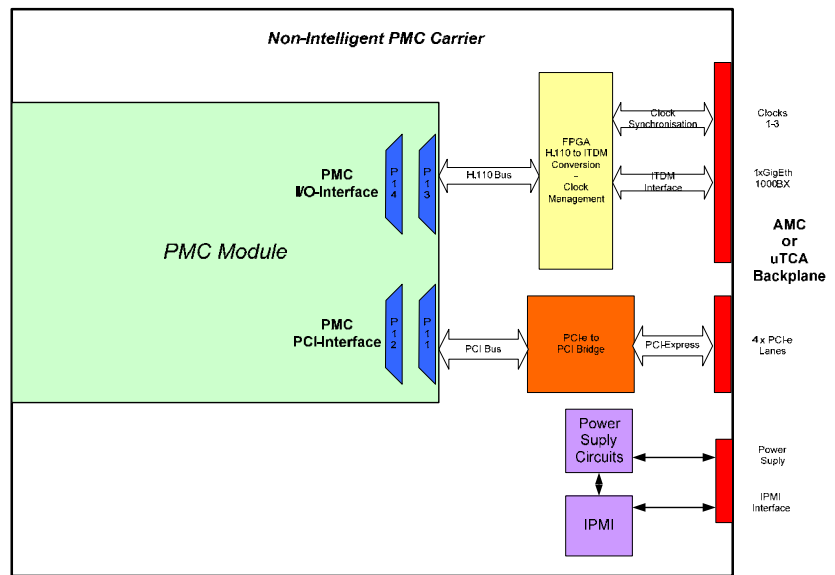
2006

16



AMC Modulbeispiel NAMC-PMC

- N.A.T. PMC-Träger
- Adaptierung bestehender PMC Module auf μ TCA Systeme
- Doppelt-breites Modul
- Rear-I/O PTMC kompatibel
- 4 PCI-e Lines Bus-Interface
- 64-bit/66 MHz PMC-Interface
- IPMI Management



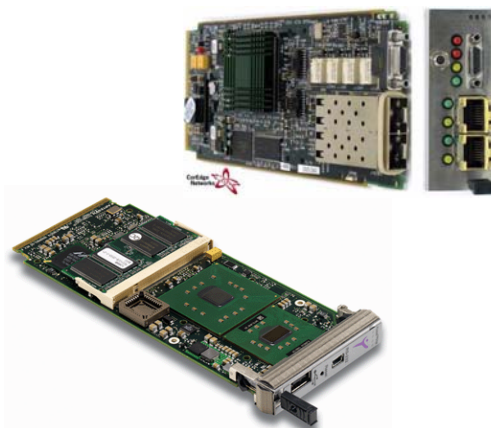
Avnet Applied Computing Solutions

2006

17

Weitere AMC Modulbeispiele

- DSP AMCs
- OC3 / OC12 AMCs
- Serial AMCs
- Grafik AMCs
- Security AMCs
- NW-Prozessor AMCs
- FPGA AMCs
-



Photos: Motorola, CoreEdge Networks

Avnet Applied Computing Solutions

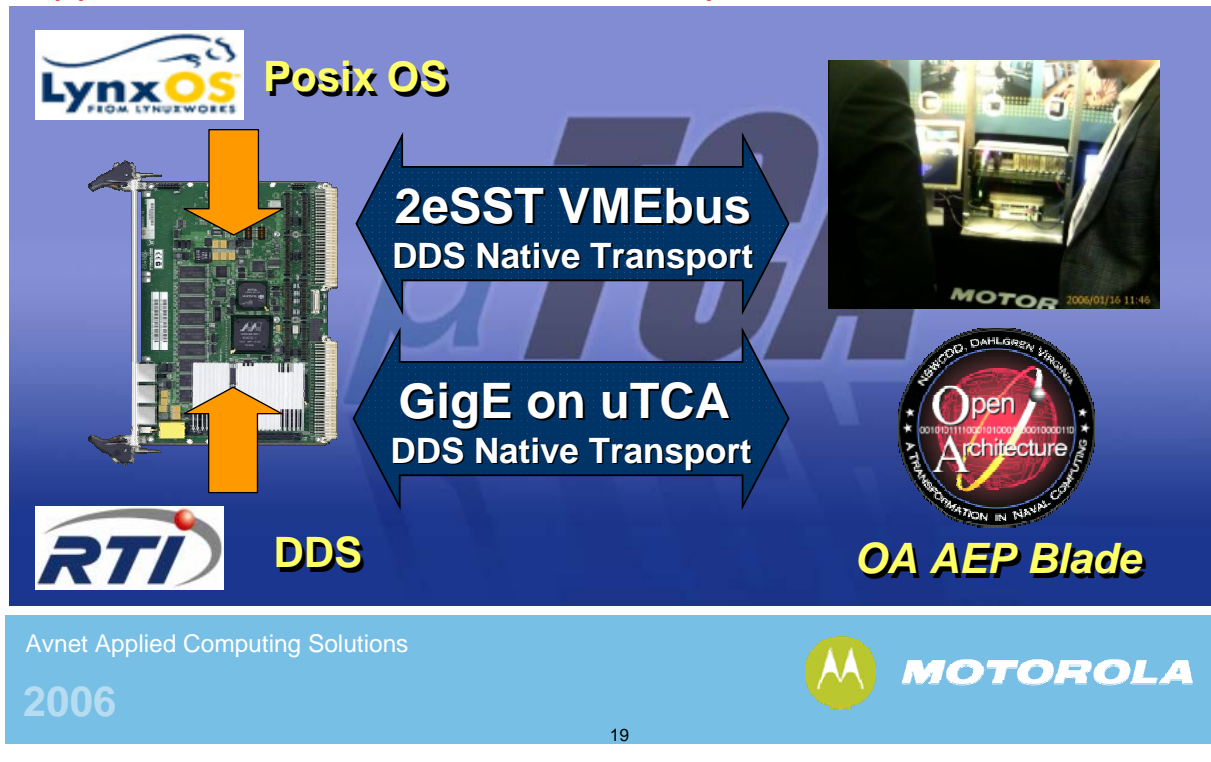
2006



MOTOROLA

18

Application Enabled Platforms - Beispiel



LynxOS Posix OS


RTI DDS

2eSST VMEbus
DDS Native Transport

GigE on uTCA
DDS Native Transport

OA AEP Blade

Avnet Applied Computing Solutions
2006



19

Hinweise und Quellen

- Standardisierung
 - www.picmg.org Standardisierung von PCI basierten Baugruppen und Systemen
 - <http://www.pcisig.com> Standardisierung des PCI, PCI-X und PCI-Express Busses
 - www.vita.com Standardisierung von embedded Systemen
- Hersteller
 - www.motorola.com/computers Motorola embedded Computer Produkte
 - <http://www.intel.com/standards> Intels Standardisierungsaktivitäten
- Benchmarks
 - www.eembc.org Embedded Microprocessor Benchmark Consortium
- 1st Kontakt
 - Motorola: Vollrath Dirksen, Tel. 04402 960400, eMail: vollrath.dirksen@motorola.com
 - AVNET: Stephan Hering, Tel. 05139 95718-18, eMail: stephan.hering@avnet.com

20

Ende



Avnet Applied Computing Solutions

2006



MOTOROLA

21

Anhang

AVNET Produktspektrum für Industrieanwendungen

Avnet Applied Computing Solutions

2006

22

Unsere Lines für Industrieanwendungen



Langlebige Mainboards in den Formfaktoren ATX, μ ATX, ETX, 3,5" und 5,25" sowie Industrie-Barebones

ELMA

Chassis und Aufbausysteme für ATCA, cPCI, VMEbus und ATX Boards



Server, Boards, Blades, Network Attached Storage, Media Ressource Boards, Line- und Netzwerk Interfaces



Langlebige Mainboards in den Formfaktoren ATX, μ ATX, ETX, 3,5" und 5,25" sowie Industrie-Barebones



Boards und Software für VoIP, Unified Messaging, Video-Streaming, Sprachgesteuerte Applikationen, Sicherheitslösungen, Video-, Audio- und Web Konferenzsysteme



Boards und Systeme auf Intel und PowerPC Basis in den Formfaktoren ATCA, MicroTCA, AMC, PICMG2.16, CompactPCI, VMEbus und PrPMC



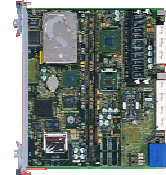
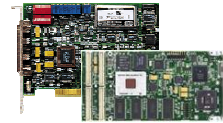
Chassis und Aufbausysteme für ATCA, cPCI, VMEbus und ATX sowie Schaltschränke und Klimageräte



Server, Workstations und Boards auf Sparc, Intel und AMD Opteron Basis, Workgroup Storage Lösungen

SUPERMICR

Server, Workstations und Mainboards auf Intel und AMD Opteron Basis



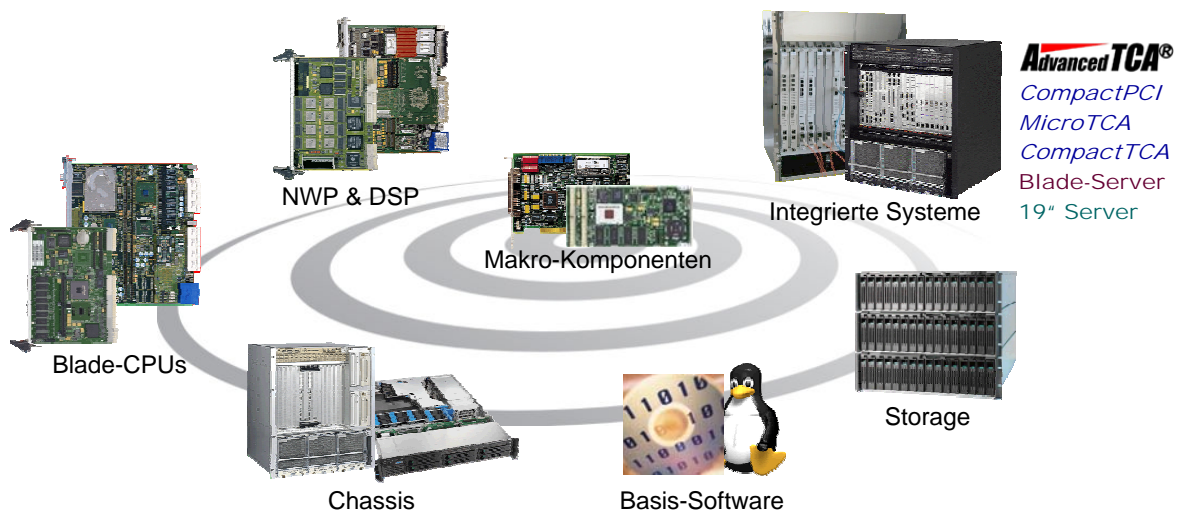
Avnet Applied Computing Solutions

2006

Alle oben aufgeführten Logos, Marken- oder Produktnamen sind eingetragene Warenzeichen oder Trademarks der jeweiligen Markeninhaber.

23

Produktübersicht



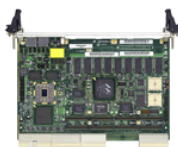
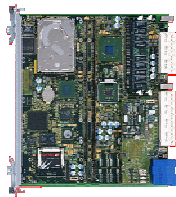
Avnet Applied Computing Solutions

2006

24

CPU-Karten und Blades

| Technologie/Line | Advantech | BCM | IBM | Intel | ITOX | Motorola | SUN | SuperMicro |
|------------------|-----------|-----|-----|-------|------|----------|-----|------------|
| AdvancedTCA | | | | • | | • | | |
| PICMG 2.16 | • | | | | | • | | |
| CompactPCI | • | | | | | • | • | |
| AMC/μTCA | | | • | | | • | | |
| PrPMC | | | | | | • | | |
| Slot-CPU | • | | | | | | | |
| ATX, uATX | • | • | | • | • | | | • |
| Blades | | | • | • | | | • | |



Avnet Applied Computing Solutions

2006

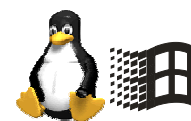


MOTOROLA

25

Chassis & Systeme

| Technologie/Line | Advantech | BCM | IBM | Intel | ITOX | Motorola | SUN | SuperMicro |
|------------------|-----------|-----|-----|-------|------|----------|-----|------------|
| AdvancedTCA | | | | • | | • | | |
| PICMG 2.16 | • | | | | | • | | |
| CompactPCI | • | | | | | • | • | |
| μTCA | | | | | | • | | |
| Slot-CPU | • | | • | • | | | • | |
| ATX, uATX | • | • | • | • | • | | • | • |
| Blades | | | • | • | | | | |
| Linux | • | • | • | • | • | • | • | • |
| VxWorks | • | | | • | | • | | |
| Solaris | | | | | | • | • | |
| Windows | • | • | • | • | • | • | • | • |



Avnet Applied Computing Solutions

2006



MOTOROLA

26

Storage

| Technologie/Line | Adaptec | IBM | Intel | Motorola | SUN |
|------------------|---------|-----|-------|----------|-----|
| iSCSI | | | • | • | |
| FC-AL | • | • | • | • | • |
| NFS | • | | | | • |
| RAID | • | • | • | • | • |
| Intern | | • | • | • | • |
| 19" | • | • | • | • | • |
| Tower | | | • | | • |



Avnet Applied Computing Solutions

2006

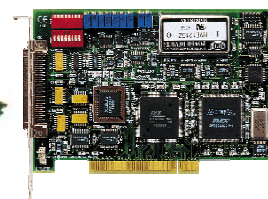


MOTOROLA

27

PCI, PMC und AMC Module und Karten

- Analog und Digital-I/O
- Feldbus Schnittstellen: CAN-Bus, Profibus, Interbus, LON, Arcnet
- Zähler, Timer, Winkelcodierer (SSI)
- FPGA-Module
- DSP, Netzwerkprozessor
- Switches, Fast & Gigabit Ethernet, FDDI
- Serielle Schnittstellen (EIA-232/422/485..)
- E1/T1/J1, T3, ATM, OC3, OC12
- Flash/Harddisk, SRAM, DRAM
- Multifunktion, Display
- Grafik, Video, Frame-Grabber
- ProzessorPMC, Intel, PowerPC
- Reflective Memory
- SCSI, RAID, Fiber-Channel
- Infiniband
- MIL-STD-1553, ARINC-429
- Sonderausführungen:
 - Erweiterter Temperaturbereich
 - Kontaktgekühlt
 - Conformal-Coating



Avnet Applied Computing Solutions

2006



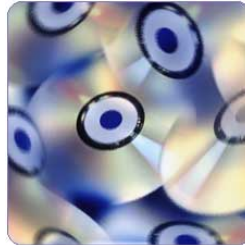
MOTOROLA

28

Software

Produkte:

- FACT
- Fusion
- GAMMA
- Genesys
- Windows
- ELinOS
- VxWorks
- OS9
- Solaris



Partner:

- RST
- Microsoft
- Ardence
- Motorola
- Sysgo
- Radisys
- NMS
- SUN

Avnet Applied Computing Solutions

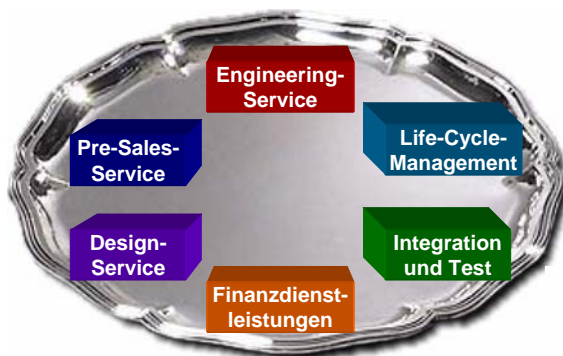
2006



MOTOROLA

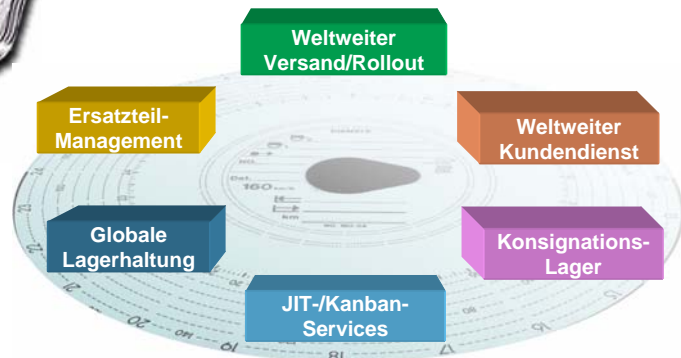
29

Dienstleistungen & Logistik



- Gehäuseanpassungen und Sondergehäuse
- Kundenspezifische Lackierung, Druck und Verpackung

- Hardware-Systemintegration und Bundles
- Software-Systemintegration
- Technische Dokumentation



Avnet Applied Computing Solutions

2006

30

„The World in Motion“

MACON
MOTION UNDER CONTROL

MACCON



DSM - Digital ServoModul

MACCON Antriebskomponenten GmbH
MACCON Elektronik-Entwicklungs GmbH
MACCON Vertriebs GmbH

MACCON
The Mechatronics Company

1

„The World in Motion“

MACON
MOTION UNDER CONTROL

Unser Leitbild

Unser Ansatz ist es, unsere Kunden bei der Lösung Ihrer antriebs- und regelungstechnischen Probleme in Maschinen, Fertigungsprozessen und Experimentalaufbauten zu unterstützen. Unser Spezialgebiet ist:

MOTION UNDER CONTROL

- Ein großes Sortiment an qualifizierten antriebstechnischen Produkten
- Präzision, Dynamik und koordinierte Bewegungen in Mehrachssystemen
- Anpassung an übergeordnete Steuerungen
- Adaption unserer Produkte an spezielle Schnittstellen und Umgebungen
- Unser umfassendes technisches Wissen und unsere Erfahrung auf dem Gebiet der Mechatronik

2

„The World in Motion“

Produkte

Antriebskomponenten GmbH

Servomotoren & Sensoren



Motoren & Steuerungen

Elektromechanik



Vertriebs GmbH

DC/DC-Wandler



Elektronik

Entwicklungs GmbH

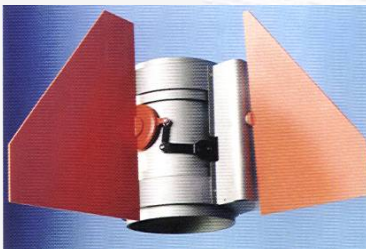
Elektromotoren



Software/CAE
Werkzeuge

„The World in Motion“

Luftfahrt



„The World in Motion“

Unterhaltung- und Medizin



„The World in Motion“

Optische Geräte



„The World in Motion“

Halbleiterindustrie



7

„The World in Motion“

Sondermotoren und Aktuatoren



8

Wissenschaft und Forschung



+ Space!

9

Technologie - Direktantrieb

- Hohe Beschleunigungen
- Große dynamische Steifigkeit
- Hohe Präzision und Wiederholbarkeit
- Große Zuverlässigkeit
- Gleichmäßige Leistung über einen breiten Temperaturbereich
- Lange Lebensdauer – keine Verschleißteile
- Niedrige Geräuscentwicklung
- Hohlwellenausführung möglich
- Niedriges oder kein magnetisches Rastmoment
- Verschiedenste Größenausführungen



10

Technologie - Elektromechanik

- Elektromagnete
hohe Anzugskräfte
- Linear- und Drehmagnete
schnelle Bewegung zwischen
mechanischen Begrenzungen
- Voice-coil Motoren
für hochdynamische Anwendungen
- Schrittmotoren
- Dosen- und Hybridmotoren
- Schlingfederkupplungen
kompakt und schnell
- Schleifringe
viele verschiedene Ausführungen



11

Technologie – zentrale Steuerung

+/-10V Sollwert
analoger Sollwert für Strom
oder Geschwindigkeit

PWM Sollwert
digitaler Sollwert für Strom
oder Geschwindigkeit

UV-Schnittstelle
analoger Sollwert für
kommutierte Phaseströme

The image shows a variety of industrial control units and modules. On the left, there is a large grey rack-mounted unit and a smaller blue unit. In the center, there are several blue and white modules of different sizes. On the right, there are more modules, including a large white rack-mounted unit and several smaller blue and white units. The text labels describe the functions of these units: analog reference for current or speed, digital PWM reference for current or speed, and a UV interface for commutated phase currents.

12

„The World in Motion“

Technologie – dezentrale Automatisierung

Box-PC

CANopen
Profile und Bahnsteuerung

Indexer
RS232 Interface

Indexer
vorprogrammierte Sequenzen (I/O)

Schritt/Richtung
TTL-Impulse

„The World in Motion“

25 Jahre

MACON
MOTION UNDER CONTROL

MACCON
The Mechatronics Company



OPC

von DCOM über Web Services zur
Unified Architecture

Jürgen Lange
Softing AG
Mitglied des OPC ESC



■ Stationen – von DDE bis OPC UA

- DDE wird zu Windows hinzugefügt

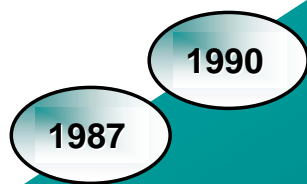


- Copy und Paste wird dynamisch
- DDE Server liefern DDE Clients automatisch aktualisierte Daten



■ Stationen – von DDE bis OPC UA

- Industrielle DDE basierte Produkte
- DDE wird durch OLE und COM abgelöst



- Objektorientierung
- Code re-use
- Embedded Objekte

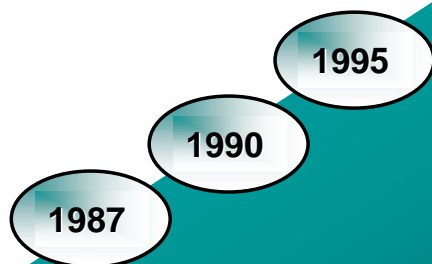
28.03.2006 SEI Tagung – www.softing.com

3

softing

■ Stationen – von DDE bis OPC UA

- Gründung der OPC Task Force



Fisher Rosemount, Intellution,
Intuitive Technology, Opto22,
Rockwell, Siemens

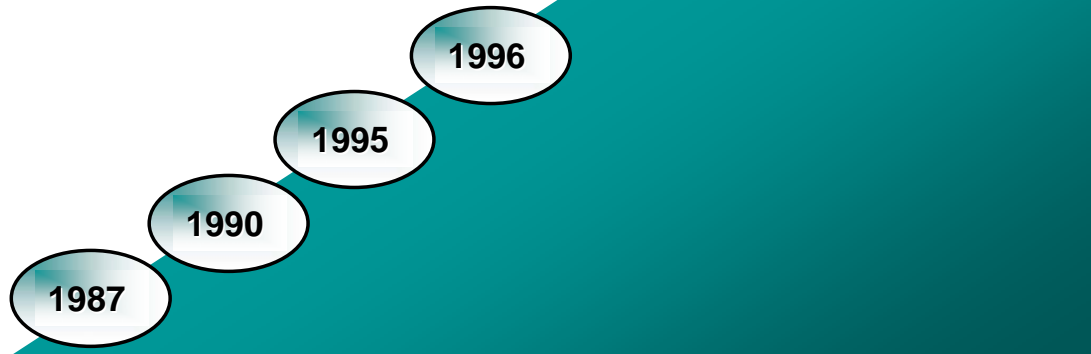
28.03.2006 SEI Tagung – www.softing.com

4

softing

■ Stationen – von DDE bis OPC UA

- Gründung der OPC Foundation
- Erste OPC Spezifikation Version 1.0



28.03.2006 SEI Tagung – www.softing.com

5

softing

■ Stationen – von DDE bis OPC UA

- OPC Spezifikation Version 1.0a
- Umbenennung in Data Access 1.0a



28.03.2006 SEI Tagung – www.softing.com

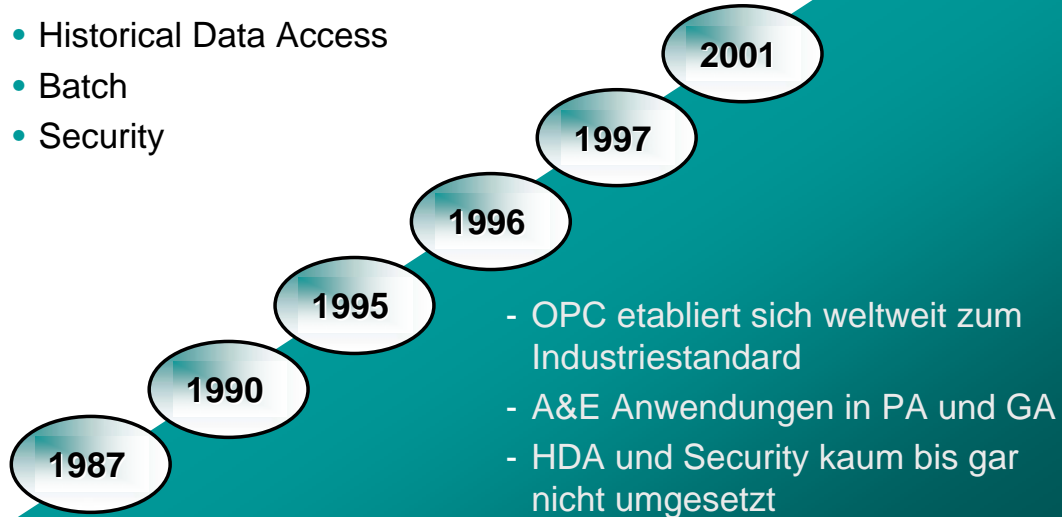
6

softing

■ Stationen – von DDE bis OPC UA

1997 bis 2001

- Data Access 2.0
- Alarms and Events
- Historical Data Access
- Batch
- Security



- OPC etabliert sich weltweit zum Industriestandard
- A&E Anwendungen in PA und GA
- HDA und Security kaum bis gar nicht umgesetzt

28.03.2006 SEI Tagung – www.softing.com

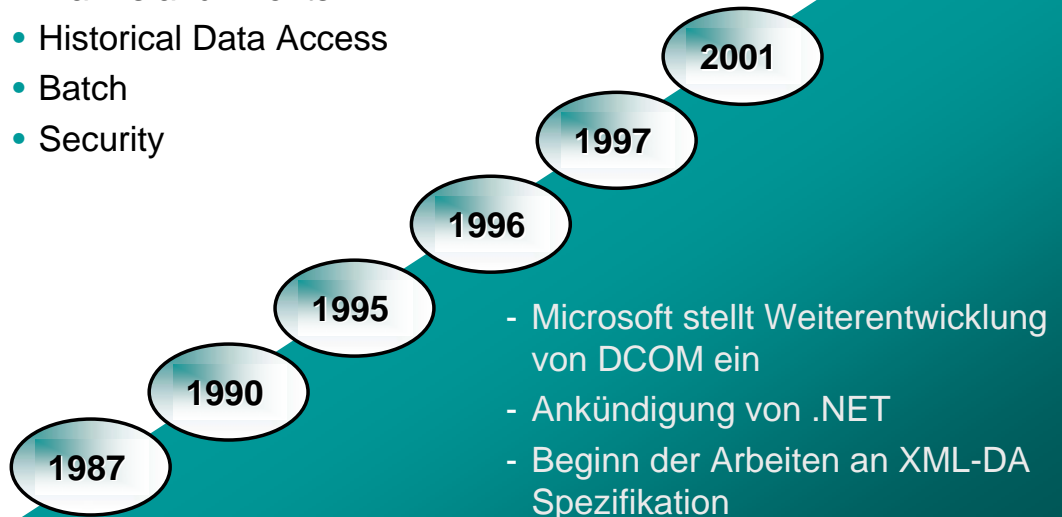
7

softing

■ Stationen – von DDE bis OPC UA

1997 bis 2001

- Data Access 2.0
- Alarms and Events
- Historical Data Access
- Batch
- Security



- Microsoft stellt Weiterentwicklung von DCOM ein
- Ankündigung von .NET
- Beginn der Arbeiten an XML-DA Spezifikation

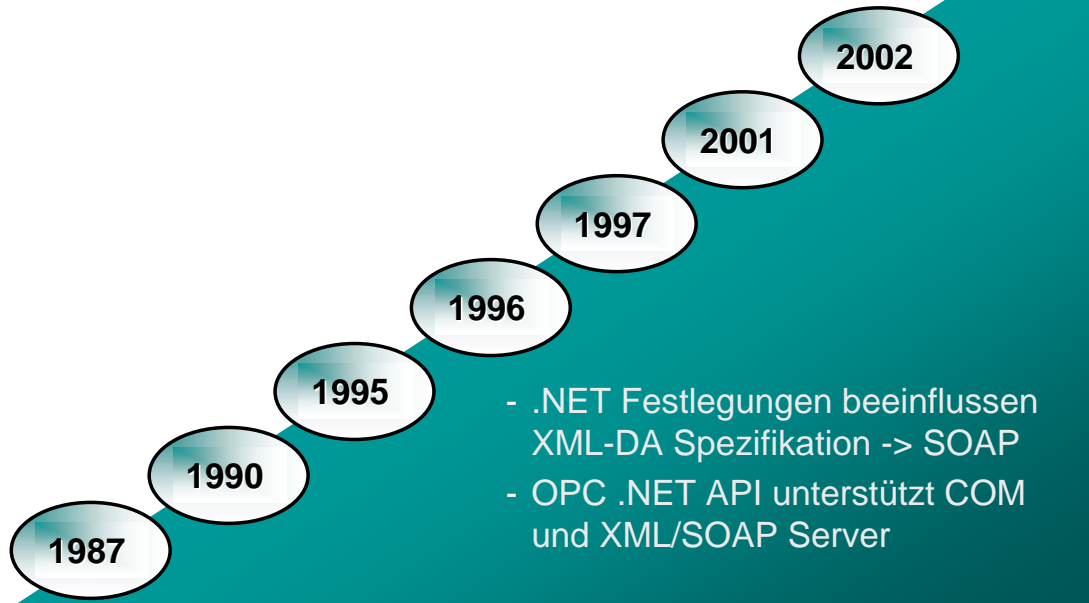
28.03.2006 SEI Tagung – www.softing.com

8

softing

■ Stationen – von DDE bis OPC UA

- .NET



- .NET Festlegungen beeinflussen XML-DA Spezifikation -> SOAP
- OPC .NET API unterstützt COM und XML/SOAP Server

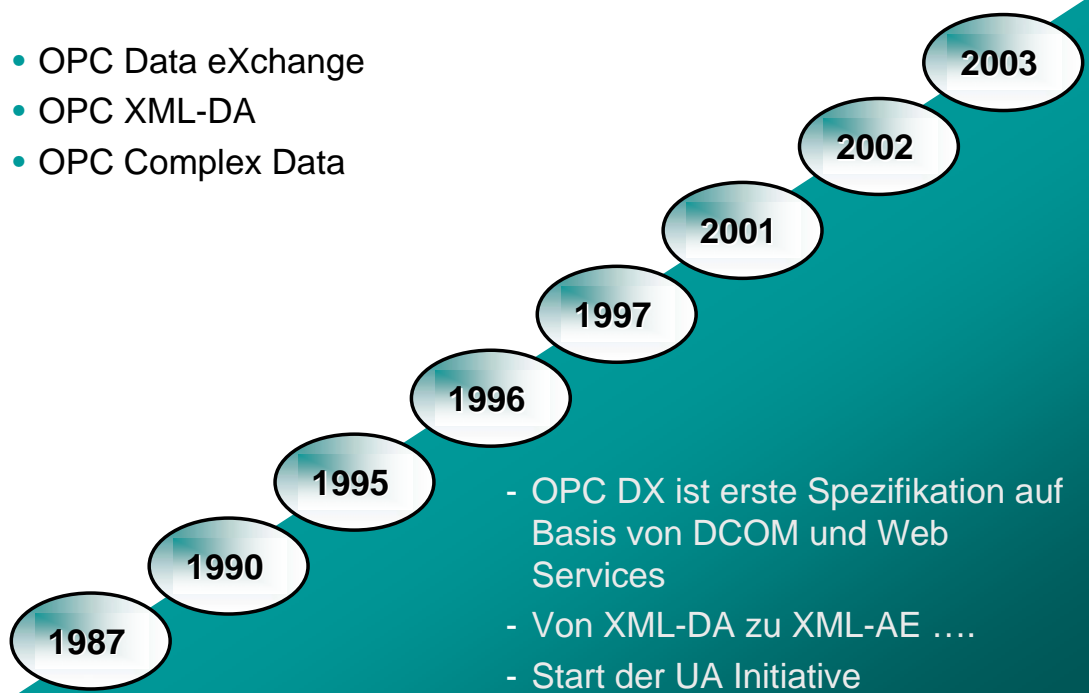
28.03.2006 SEI Tagung – www.softing.com

9

softing

■ Stationen – von DDE bis OPC UA

- OPC Data eXchange
- OPC XML-DA
- OPC Complex Data



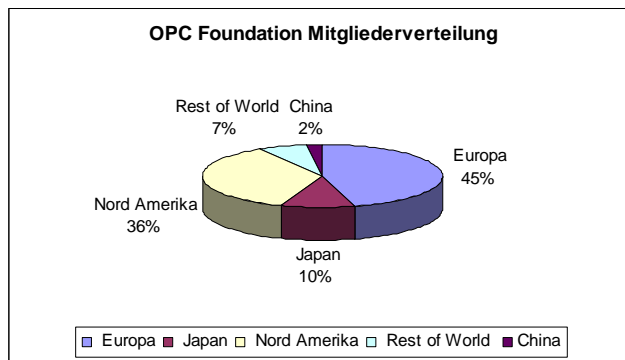
- OPC DX ist erste Spezifikation auf Basis von DCOM und Web Services
- Von XML-DA zu XML-AE
- Start der UA Initiative

28.03.2006 SEI Tagung – www.softing.com

10

softing

Stationen – von DDE bis OPC UA



2005

- 10 Jahre OPC
- Fast 400 Mitglieder weltweit
- An der Schwelle zur nächsten Generation OPC mit OPC UA

28.03.2006 SEI Tagung – www.softing.com

11

softing

OPC heute

- OPC steht für „Openess, Productivity and Collaboration“,



- überbrückt Kommunikationsbarrieren zwischen Softwareanwendungen und Geräten verschiedener Hersteller,
- ist heute weltweit de-facto Standard
 - mit über 7.500 OPC Produkten (Quelle: OPC Foundation)
 - und mehreren Millionen Installationen
- wird zur Übertragung mehrerer Hunderttausend Datenpunkte verwendet

28.03.2006 SEI Tagung – www.softing.com

12

softing

■ OPC – Einsatzgebiete

- Branchen
 - Fertigungsindustrie
 - Prozess- und Verfahrenstechnik
 - Gebäudeautomation
 - Automobilindustrie (Prüfstände)
 - Energietechnik
 - IT
- Einsatzgebiet
 - Bedienen und Beobachten
 - Visualisierung, Parametrierung
 - Datenerfassung, Datenverarbeitung
 - Steuerung (mit Grenzen)
 - Integration von Fremdsystemen und –komponenten
 - Gateway zwischen Automatisierungswelten
 -

28.03.2006 SEI Tagung – www.softing.com

13



■ OPC – Einsatzgebiete

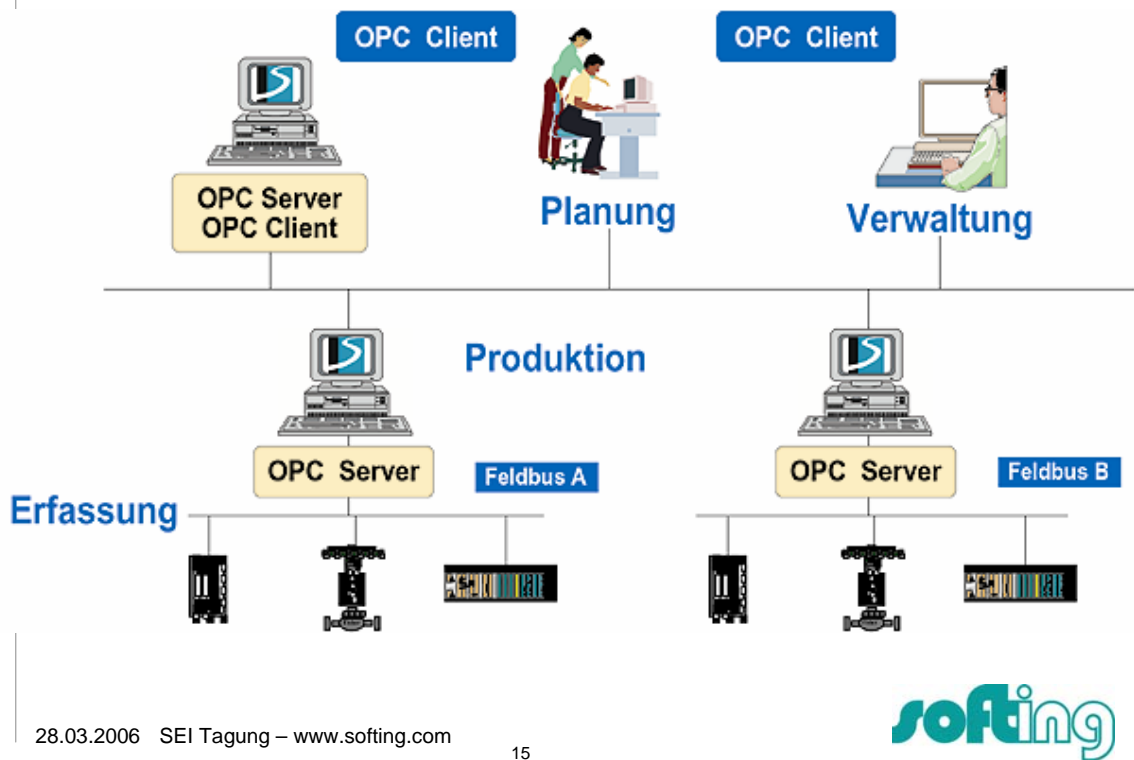
- Systemarten
 - HMI / SCADA
 - PLS / DCS
 - BIS
 - ERP, MES
 - Datenbanken
 - spezielle Branchenlösung (z.B. AGV, ...)
 -

28.03.2006 SEI Tagung – www.softing.com

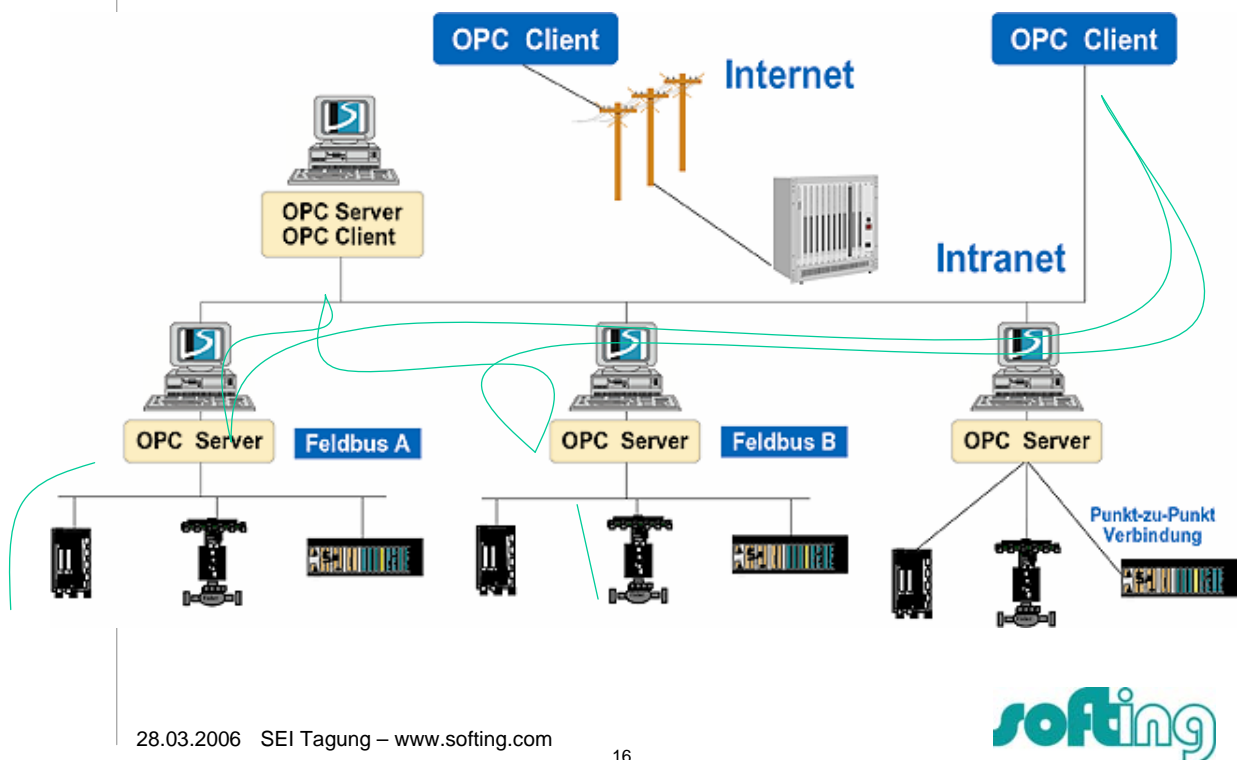
14



Integration mit OPC



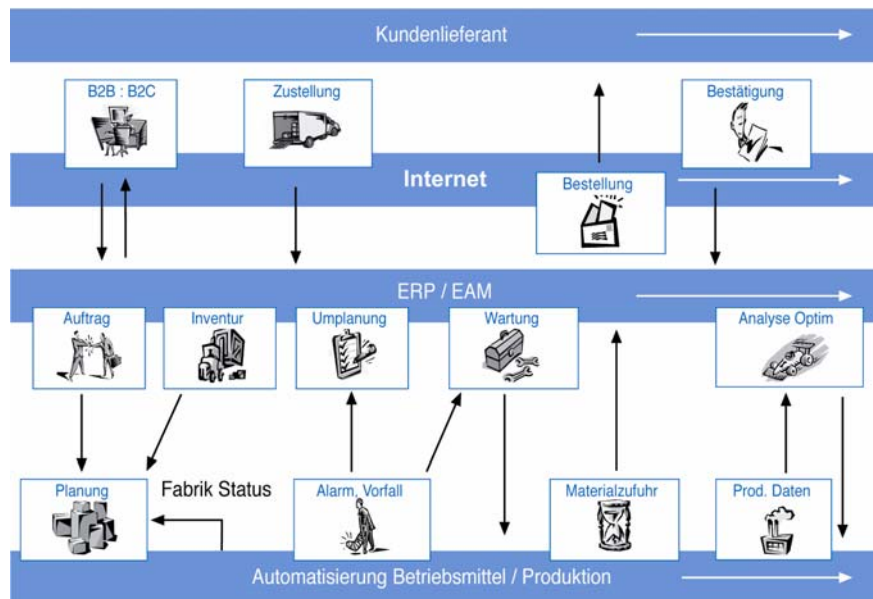
Integration mit OPC



Vertikale Integration mit OPC

Integration von Business-/ IT- und industriellen Anwendungen

Kontinuierlicher Datenfluß vom Kunden bis zum Gerät



28.03.2006 SEI Tagung – www.softing.com

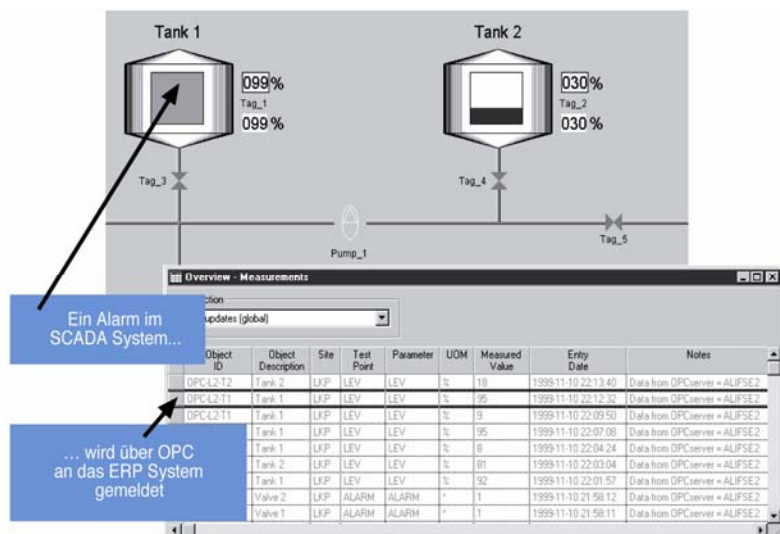
17



Vertikale Integration mit OPC

SCADA / HMI System als „OPC Gateway“

Datenüberwachung für präventive Wartung



28.03.2006 SEI Tagung – www.softing.com

18



■ Welchen Nutzen bringt OPC?

- Durch OPC wird es für Hersteller, Integratoren und Anwender
 - einfacher (eine Schnittstelle / Technologie)
 - effizienter (Plug&Play, Multi Client, Multi Server,)
 - kostengünstiger
- OPC ermöglicht neue Anlagenkonzepte mit signifikanter Erhöhung der Flexibilität und Profitabilität

■ Aber

- OPC kann keine Verbindung zwischen MS und Nicht-MS Windows Systemen herstellen
 - OPC Applikationen können nicht auf Nicht-MS Windows Systemen ausgeführt werden, z.B. auf UNIX basierten ERP Systems, embedded Linux etc.
 - OPC DCOM Interaktionen über das Internet (durch Firewalls) sind nicht möglich
- ⇒ XML, HTTP und Web Services können genutzt werden, um diese Lücken zu schließen.

■ eXtended Markup Language

- XML ist ein W3C Standard mit folgenden Vorteilen
 - XML ist eine flexible und einfach erlernbare Technologie
 - XML Unterstützung ist auf fast jeder Plattform verfügbar
 - XML wird bereits auf sehr vielen Anwendungsgebieten genutzt
 - Es gibt viele Tools zur Erstellung von XML Dokumenten
- XML wird genutzt um Daten und Funktionsaufrufe zu beschreiben.

■ Web Services

- Ein Web Service ist eine Applikation, die einer Client Applikation Daten und Dienste zur Verfügung stellt.
- Der Client greift auf den Web Service (über Internet) über seine URL (Uniform Resource Locator) zu, wie auf eine Webseite.
- Es gibt keine besonderen Anforderungen an die Implementierung eines Web Service und die Funktionalität, die der Web Service zur Verfügung stellt (black box).
- Web Services werden mittels der Web Services Description Language (WSDL) beschrieben. WSDL basiert auf XML.
- Es werden strukturierte XML Daten verwendet, um mit einem Web Service zu interagieren z.B. für einen Leseaufruf.
- Das Simple Object Access Protocol SOAP mit HTTP als Transportprotokoll wird verwendet, um zwischen Web Applikationen zu interagieren (W3C Standard).

■ Web Service basierte OPC Kommunikation

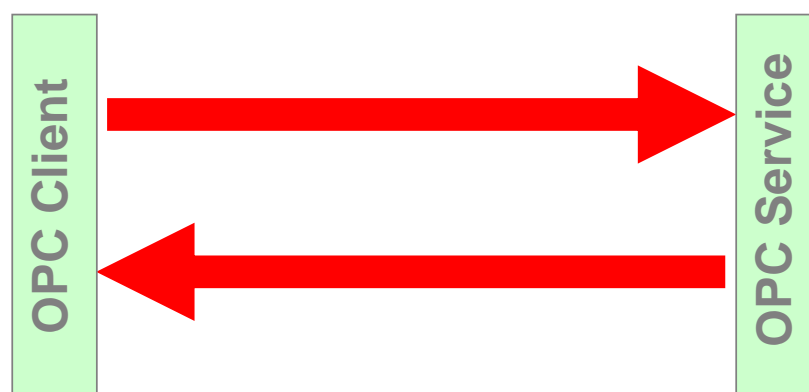
- Web Services können auf allen Systemen eingesetzt werden, die XML und HTTP unterstützen, d.h. praktisch auf allen gängigen Plattformen.
- Die OPC XML-DA Spezifikation definiert, wie ein OPC Server als ein OPC (Web) Service implementiert wird.
- Die Verwendung von XML und HTTP (SOAP) für die Interaktion eines OPC Service mit einem OPC Client erweitert die Einsatzmöglichkeiten der OPC Technologie signifikant.
- OPC Services können beliebig verteilt werden und über das Internet interagieren.
- OPC Services können auf beliebigen Plattformen mit XML und HTTP Unterstützung installiert werden.

28.03.2006 SEI Tagung – www.softing.com

23



■ Web Service basiertes OPC

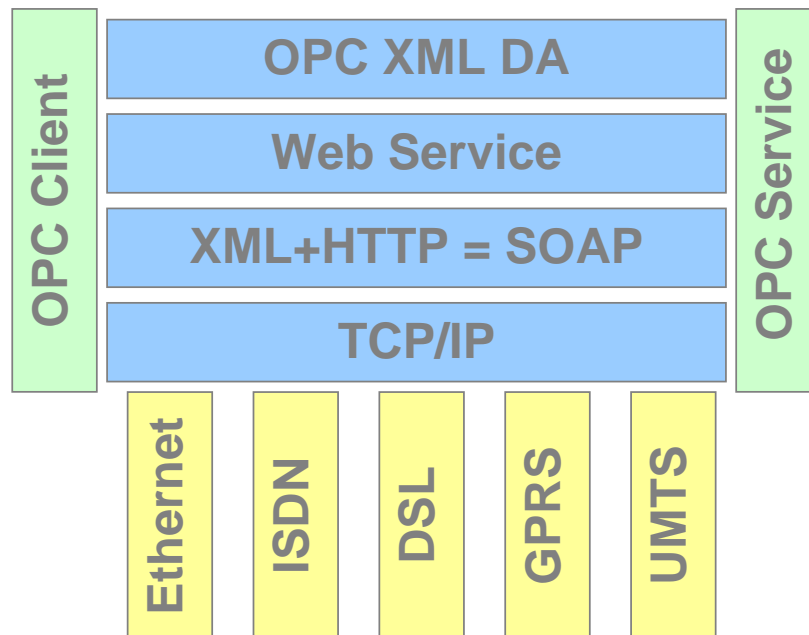


28.03.2006 SEI Tagung – www.softing.com

24



■ Web Service basiertes OPC



28.03.2006 SEI Tagung – www.softing.com

25



■ Einsatzgebiet

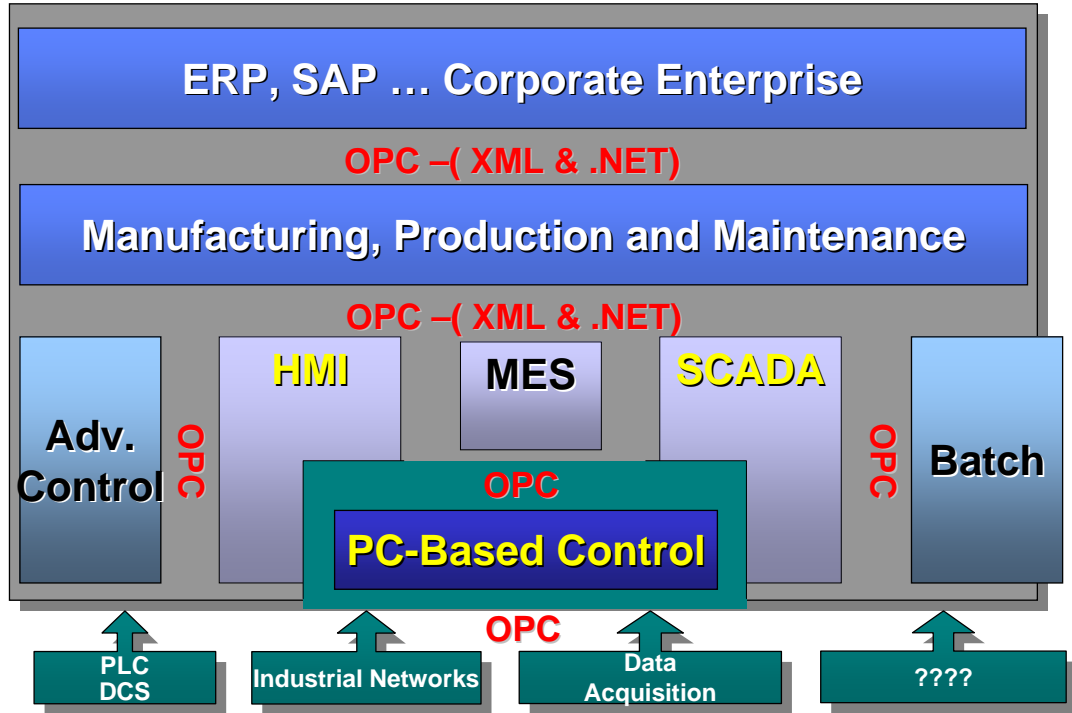
- Fernzugriff auf OPC Daten über das Internet zur Fernbedienung, Fernparametrierung, Fernwartung.
- Integration von OPC in IT-Anwendungen (vertikale Integration, B2B).
- OPC Anwendungen auf Nicht-MS-Systemen (ohne DCOM) z.B. auf Linux Systemen, in SPS oder Embedded Devices.
- Die OPC Vision von der globalen Interoperabilität:
 - jeder berechtigten Person,
 - jede gewünschte Information,
 - zu jeder Zeit,
 - an jedem Ort,
 - auf jeder Betriebssystem-Plattformzur Verfügung zu stellen.

28.03.2006 SEI Tagung – www.softing.com

26



■ Bindeglied unternehmensweiter Kommunikation

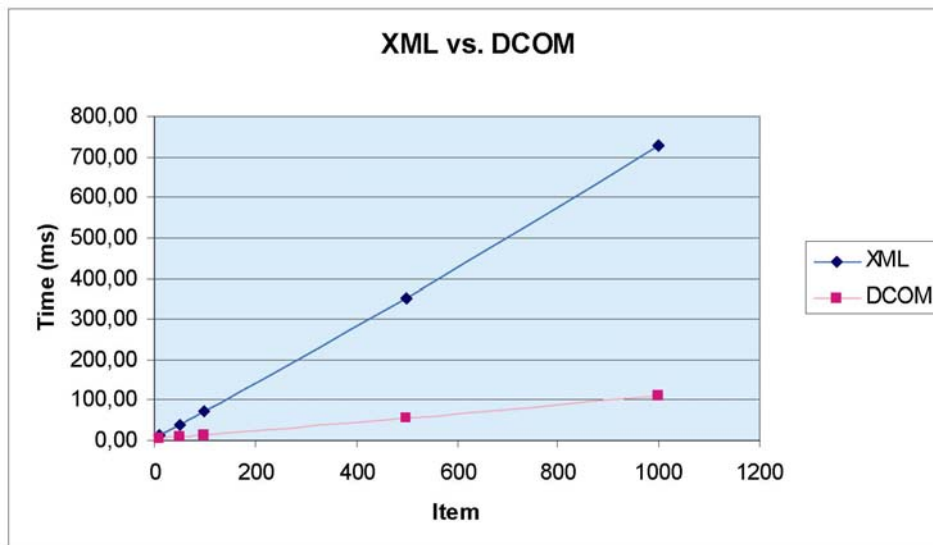


28.03.2006 SEI Tagung – www.softing.com

27



■ Performance: DCOM DA vs. XML-DA

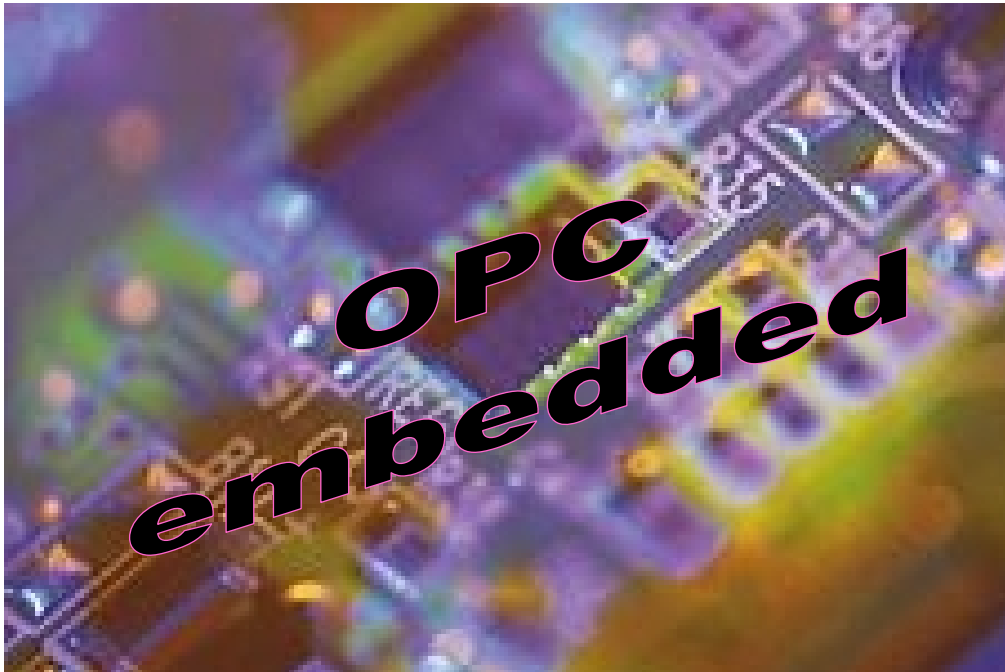


28.03.2006 SEI Tagung – www.softing.com

28



■ Beispiel 1 – embedded XML-DA Server



28.03.2006 SEI Tagung – www.softing.com

29



■ OPC embedded

- OPC XML-DA eröffnet erstmalig den Einsatz von OPC auf Nicht Windows Betriebssystemen.
- Ein „small footprint“ OPC XML-DA Kern mit schlankem integrierten Web Server ermöglicht die Realisierung von embedded OPC Systemen.
- L-OPC ist ein Beispiel der Firma LOYTEC electronics GmbH in Österreich für eine distributed OPC XML embedded Server Architektur.
- L-OPC ist ein LON Router für LonMark Netzwerke.

28.03.2006 SEI Tagung – www.softing.com

30



■ L-OPC

- „LON-Box“ mit integriertem OPC XML-DA Server
- Ermöglicht den Zugriff auf LonWorks Datenpunkte über Internet
- Routet Datenpakete zwischen LonWorks Netzen und IP Netzen
- RTEMS Betriebssystem Plattform (ähnlich Linux)

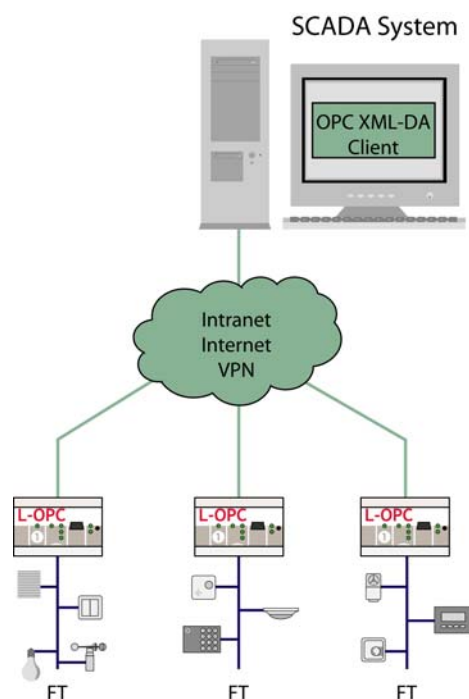


28.03.2006 SEI Tagung – www.softing.com

31



■ Verteilte OPC XML-DA Server



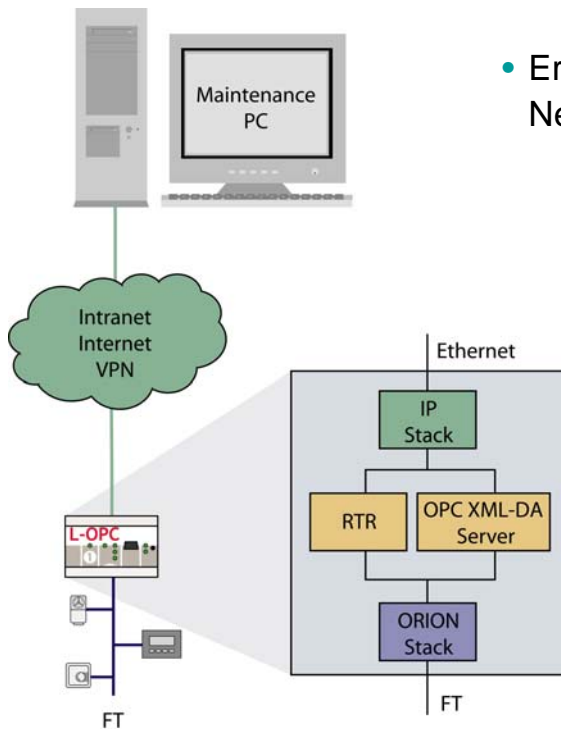
- Embedded OPC XML-DA Server bilden kleine Subsysteme
- Reduktion der Datenpunkte pro Subsystem (mehrere Hunderttausend in LON Netzwerken)
- Stark skalierbar
 - Minimiert die Reaktionszeit zwischen den Subsystemen
 - Maximiert die Gesamtsystem Performance
 - Anwendbar für beliebige Größe eines Systems

28.03.2006 SEI Tagung – www.softing.com

32



■ Mit integriertem Router



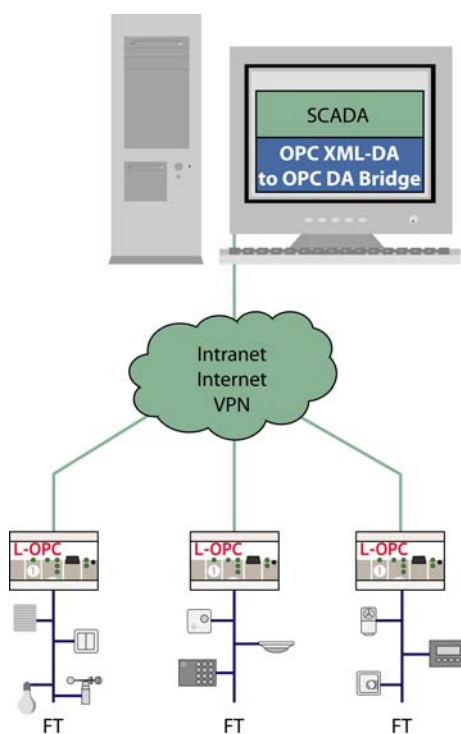
- Ermöglicht den Fernzugriff auf LON Netzwerkknoten zur
 - Inbetriebnahme
 - Konfiguration
 - Wartung
- RTEMS Betriebssystem
- LON Framework
- Web Server
- XML-DA Server Toolkit

28.03.2006 SEI Tagung – www.softing.com

33

softing

■ Bridge DCOM – XML



- Ermöglicht standard SCADA Systemen mit DCOM OPC Client den Zugriff auf XML-DA Server
- Automatismen zur Bridge Konfiguration
- Bridge läuft auf dem SCADA Rechner (mit DCOM)

28.03.2006 SEI Tagung – www.softing.com

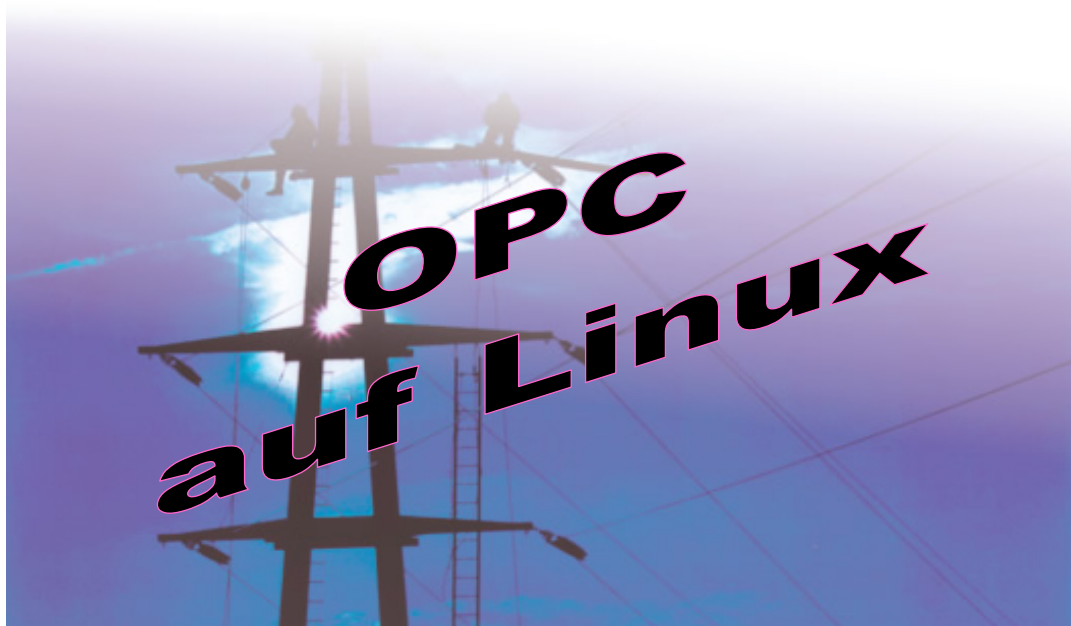
34

softing

■ OPC XML-DA Performance

- Read Service Behandlung ca. 50 ms
- 100 Datenpunkte (Analogzähler 4 Byte) 500-600 ms

■ Beispiel 2 – OPC in der Energieindustrie



■ OPC in der Energieindustrie

- Energie Management Systems (EMS) Systeme werden von Kraftwerkseinrichtungen genutzt, um die Generierung, Transport und Verteilung der Energie zu steuern und zu überwachen.
- Sehr hohe Datenmengen
- geringe Performanceanforderung
- Häufig Unix basierte Systeme



■ OPC Beispiel

- Entwicklung eines OPC XML-DA Server unter Linux durch die Firma Ensico, Ljubljana/Slowenien
- Server ist Teil eines Energie Management Systems (EMS) von SNC-Lavalin
- Implementierung eines OPC XML-DA Clients in ein SCADA System eines Energieunternehmens



■ OPC Beispiel



- Einsatz des EMS OPC XML-DA Server in einem ELES Kontrollcenter
 - Überwachung von 126 Remote Terminal Units
 - Insgesamt 30.000 Datenpunkten, ca. 10.000 analoge and 20.000 digitale Punkte
 - Änderung von mehreren Tausend Datenpunkten pro Stunde

28.03.2006 SEI Tagung – www.softing.com

39



■ Status Quo bzgl. neuer Anforderungen

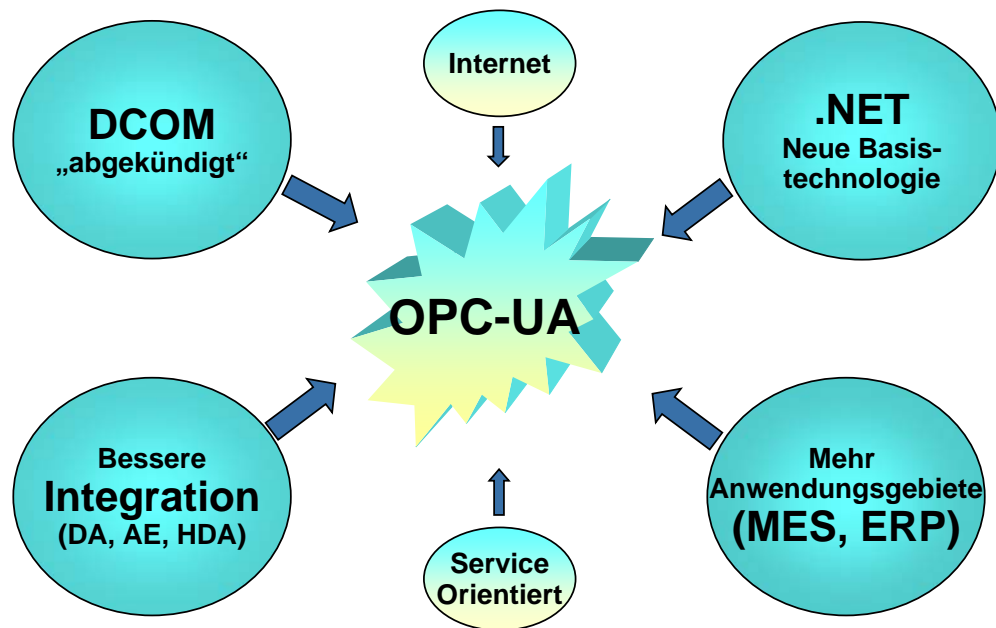
- Mit OPC XML-DA ist der Sprung von DCOM zu Web Services erfolgt.
- XML-DA OPC Server unter Windows, Linux u.a.
- Unterstützung von DCOM DA und XML-DA in einem OPC Server.
- Aber: (noch) kein XML-AE, XML-HDA, XML-Commands
- Höhere Anforderungen in Bezug auf Robustheit, Authentifizierung, Redundanz und Übertragungsgeschwindigkeit mit zunehmendem Einsatz von OPC in zeit- und sicherheitskritischen Projekten.
- Unterschiedliche Server mit unterschiedlicher Item-Adressierung für DA, AE, HDA eher hinderlich

28.03.2006 SEI Tagung – www.softing.com

40



■ OPC UA – Motivation



28.03.2006 SEI Tagung – www.softing.com

41

softing

■ OPC UA – Ziele

- Migrationspfad von DCOM zu Service Orientierung
- Internetfähigkeit
- Plattformunabhängigkeit
- Integration der Datenmodelle von OPC DCOM
- Multifunktionale (Unified) Server
 - Prozessdaten
 - Alarm and Events
 - Historische Daten
 - Commands
- Transport der Daten/Informationen vom Sensor bis zur Unternehmenssoftware unter Berücksichtigung von Informationsmodellen anderer Organisationen

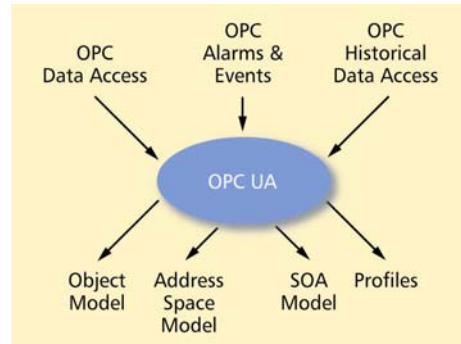
28.03.2006 SEI Tagung – www.softing.com

42

softing

■ OPC UA – Grundlagen

- Architektur
 - Integration von DA, AE, HDA, Commands, Complex Data
- Technologiebasis
 - Web Standards (W3C) XML, WSDL, SOAP, WS-*
 - Protokoll und Kodierung gemäß WS-Richtlinie
 - Subscription-Architektur entsprechend WS-Eventing

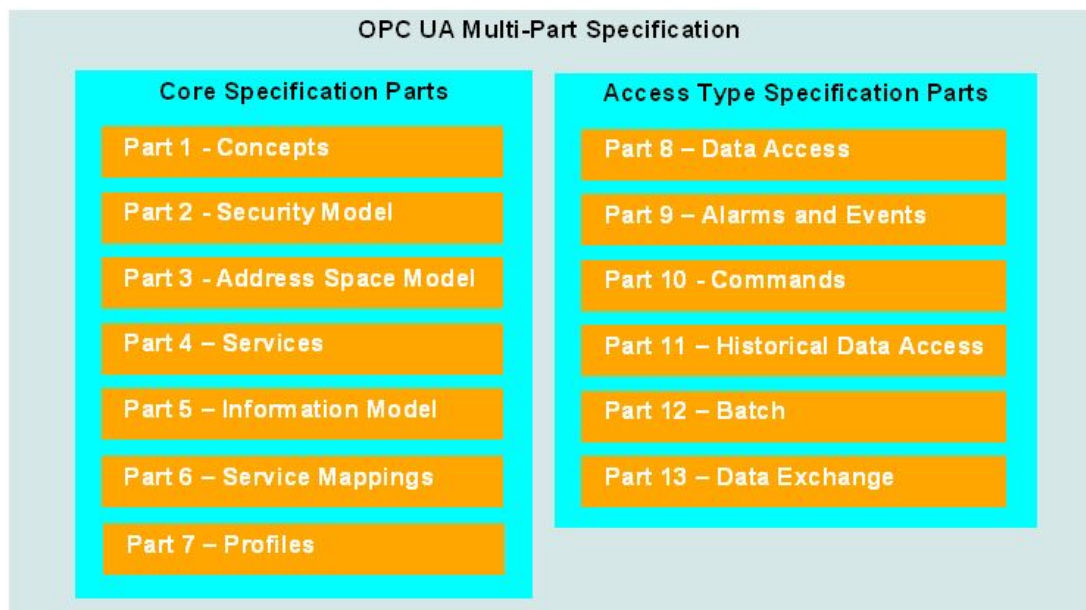


28.03.2006 SEI Tagung – www.softing.com

43



■ OPC UA – mehrteilige Spezifikation



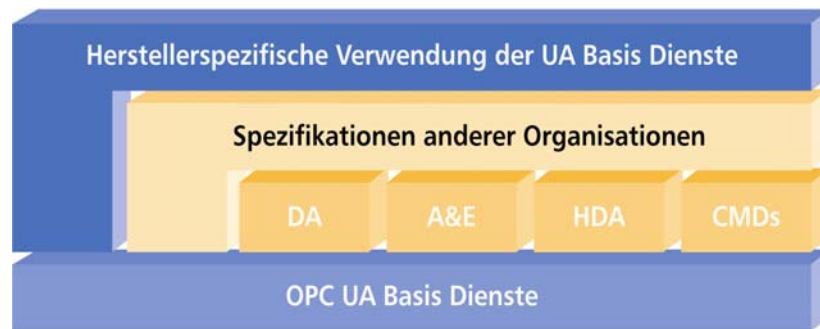
28.03.2006 SEI Tagung – www.softing.com

44



■ OPC UA – Eigenschaften

- OPC UA definiert eine Interoperabilitäts Plattform mit einem Satz von UA Web Services
- OPC UA vereinheitlicht die Verwendung unterschiedlicher OPC Server und Clients (DA, AE, HDA, ...) für den vertikalen und horizontalen Datenaustausch.



28.03.2006 SEI Tagung – www.softing.com

45



■ OPC UA – Eigenschaften

- Leichte Migration und Investitionsschutz:
 - Straight-Forward-Migration von existierenden (DCOM) OPC-Produkten und eingesetzten Systemen zu OPC Unified Architecture durch OPC UA Adapter (Wrapper).
 - Transparente Integration existierender OPC Objekträume in OPC UA Server
 - „Evolution statt Revolution“
- OPC UA ist skalierbar - Einsatz in kleinen Fabrikanlagen bis zu komplexen Unternehmensanwendungen.
- Funktionsaufrufe durch integrierte OPC Commands Funktionalität
- Für Intranet optimiert (binary XML).

28.03.2006 SEI Tagung – www.softing.com

46



■ OPC UA – Eigenschaften

- Erweiterte Zuverlässigkeit und Interoperabilität
 - Testbarkeit (Simulation) und Diagnose ist in OPC Komponente integriert
 - Konzept für einfache (optionale) Client- und Server-Redundanz
 - Robuster Datentransfer unabhängig von den Kommunikationsprotokollen.
 - Keep-alive Nachrichten ermöglichen Clients, einen abgetrennten Server oder Kanal schnell zu erkennen
 - Sequenznummern in jeder Update-Nachricht ermöglicht Client-Re-sync, um vermisste Nachrichten zu erhalten

28.03.2006 SEI Tagung – www.softing.com

47



■ OPC UA – Eigenschaften

- Mehr Sicherheit
 - Die OPC UA Spezifikation definiert ein Sicherheitsmodell – die OPC UA Security mit den drei Ebenen
 - User Level Security – Benutzer Authentifizierung
 - Application Level Security – Austausch digital signierter Zertifikate
 - Transport Level Security – (Optionale) Verschlüsselung der Nachrichten

28.03.2006 SEI Tagung – www.softing.com

48



■ OPC UA – Interoperabilitätsstrategie

- OPC – Kooperation (Collaboration) mit anderen Organisationen
 - MIMOSA (Plant Operations and Maintenance)
 - ISA-88 (Batch Control)
 - ISA-95 (Enterprise Integration)
 - ISA-99 (Security)
 - EDDL (Gerätebeschreibung)
 - MS MUG & NAMUR
 -
- Informationsmodelle dieser Organisationen beschreiben das „Was“
- OPC UA definiert das „Wie“
- Rohdaten der Fabrikebene werden in aussagekräftige Informationen umgewandelt für Wartungspersonal, Controller, Manager usw.

28.03.2006 SEI Tagung – www.softing.com

49



■ Welche Chancen bringt OPC UA?

- Mit OPC UA wird der Zugriff auf Prozessdaten, Alarme, historische Daten einheitlich
=> einfacher
- OPC UA ist Internet fähig und plattformunabhängig
=> höhere Reichweite von offener OPC Kommunikation
- OPC UA erfüllt höhere Anforderungen in Bezug auf Robustheit, Sicherheit (Authentifizierung, Redundanz) und Datendurchsatz
=> sicherer, robuster, leistungsfähiger
- Zahlreiche Kooperationen mit anderen Organisationen
=> OPC wird universeller, globaler, bedeutsamer, verbreiteter
- OPC UA bringt uns der Vision von der globalen Interoperabilität deutlich näher:
 - jeder berechtigten Person an jedem Ort, zu jeder Zeit und zukünftig auch auf jeder Betriebssystem-Plattform die gewünschte Information zur Verfügung zu stellen.

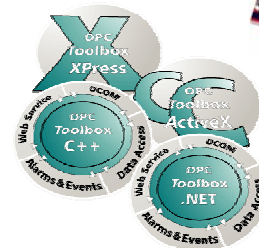
28.03.2006 SEI Tagung – www.softing.com

50



■ OPC UA – wie geht's weiter?

- Fertigstellung OPC UA Spec: Q3/2006
- Samplecode, OPA UA Wrapper: Ende 2006
- OPC UA Compliance Test: Ende 2006
- OPC DevCon in München: Okt. 2006
- OPC UA Hersteller Seminar: Q3/2006
- Consulting: verfügbar
- Literatur, OPC Buch 3. Auflage: verfügbar
- UA Client und Server Prototypen: 2006
- Toolkits zur Entwicklung von OPC UA Clients und Servern: 2006
- DCOM DA -> XML-DA -> OPC UA



28.03.2006 SEI Tagung – www.softing.com

51



■ OPC UA – wer ist dabei?

- Siemens
- ABB
- Emerson
- Yokogawa
- ICONICS
- VTT Technical Research Center Finland
- Schlumberger
- GE Fanuc
- Sisco
- OSISoft
- Commitments von Nicht Mitgliedern

28.03.2006 SEI Tagung – www.softing.com

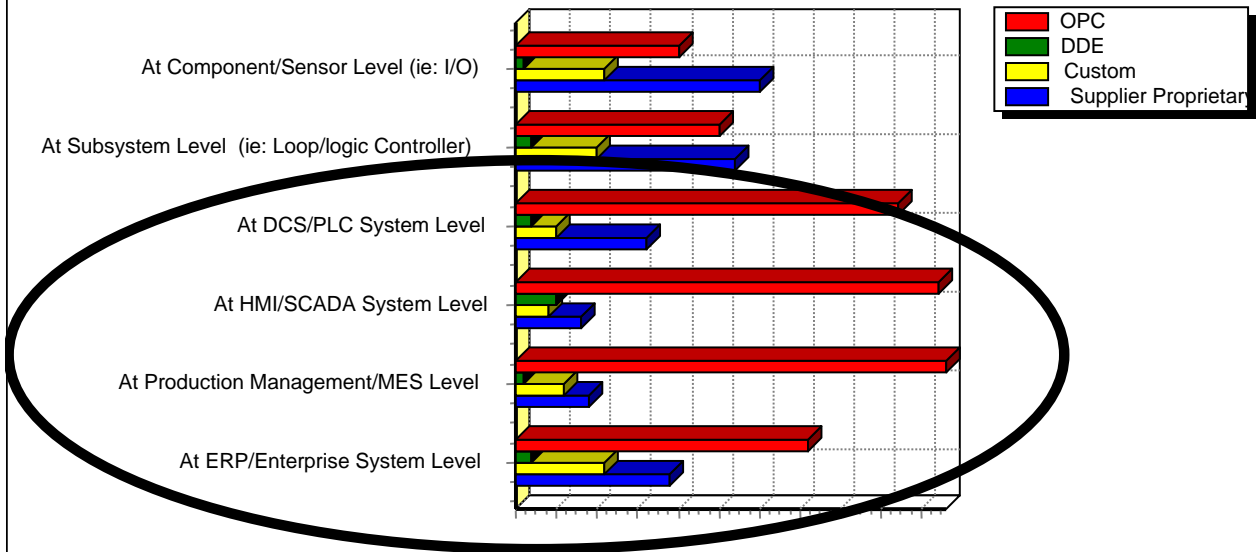
52



ARC Marktbefragung

What is your preferred method for providing Plant Connectivity?

Please comment if you have another preferred system or method.



OPC is the Preferred method

28.03.2006 SEI Tagung – www.softing.com

53



OPC Marktbefragung / Hersteller






| What OPC functionality do you use or would you plan to use? (Please choose all that apply) | Number of Responses | Response Ratio |
|--|---------------------|----------------|
| Data access | 152 | 97% |
| XML data exchange | 57 | 36% |
| Alarms and events | 93 | 59% |
| Batch | 18 | 11% |
| Historian data access | 83 | 53% |
| Security | 32 | 20% |
| Web Services | 48 | 31% |
| Unified Architecture | 42 | 27% |
| VIEW Other, Please Specify | 7 | 4% |

28.03.2006 SEI Tagung – www.softing.com

54



■ OPC Marktbefragung / Hersteller





| How many nodes are using OPC
6. technology/applications in your system? | | Number of Responses | Response Ratio |
|--|---|---------------------|----------------|
| 1-10 |  | 67 | 45% |
| 11-20 |  | 16 | 11% |
| 21-50 |  | 21 | 14% |
| 51-200 |  | 27 | 18% |
| 201 and above |  | 17 | 11% |
| Total | | 148 | 100% |

28.03.2006 SEI Tagung – www.softing.com

55



■ OPC Marktbefragung / Anwender

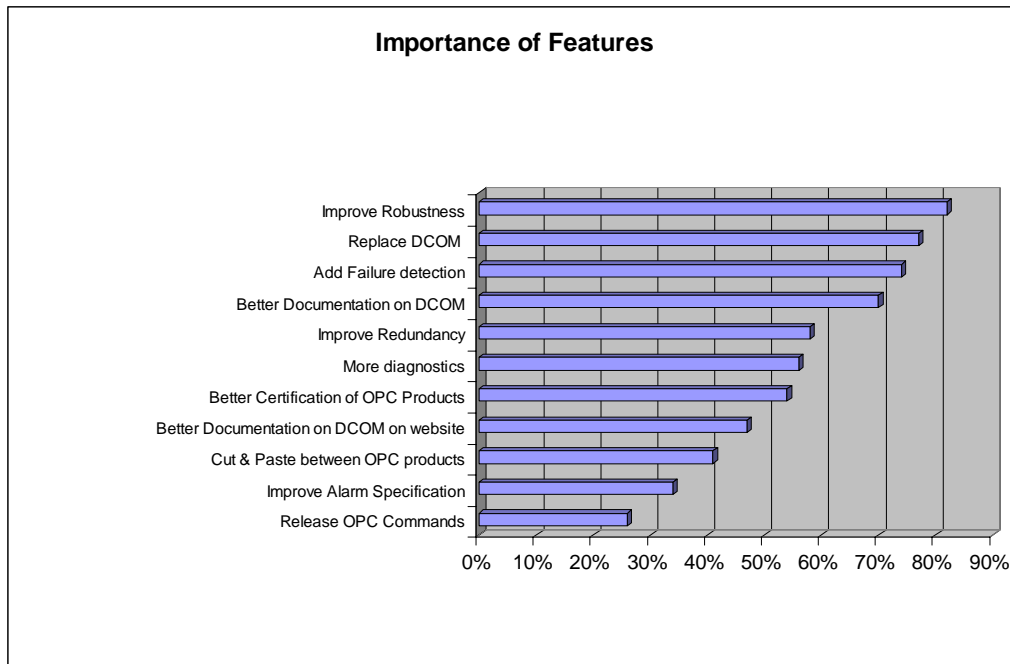
| To what level do you expect your suppliers to support
5. the OPC standard? (Please choose only one) | | Number of Responses | Response Ratio |
|--|---|---------------------|----------------|
| Supplier must be certified and pass OPC interoperability tests with other vendors' products. |  | 61 | 41% |
| Supplier must be OPC certified. |  | 23 | 15% |
| Supplier must support OPC with products. |  | 48 | 32% |
| Supplier must support OPC in the future. | | 4 | 3% |
| Supplier does not need to support OPC. |  | 14 | 9% |
| Total | | 150 | 100% |

28.03.2006 SEI Tagung – www.softing.com

56



■ OPC Marktbefragung / Anwender



28.03.2006 SEI Tagung – www.softing.com

57



■ OPC Marktbefragung / Anwender



28.03.2006 SEI Tagung – www.softing.com

58



Gegenüberstellung USB/PCI zu VME Interfaces und Anwendungen

Dr. Matthias Kirsch

matthias.kirsch@struck.de

1

Agenda

- Kurz über Struck Innovative Systeme
- Wo steht VME in der „Bus“ Welt?
- PCI-VME Gegenüberstellung USB2.0-VME
- Anwendung Amanda (PCI)
- Anwendung Gamma Readout System (USB)
- Anwendung Roll Surface Inspection System (PCI)
- Zusammenfassung
- Ausblick
- Schlussbemerkungen

Koordinaten

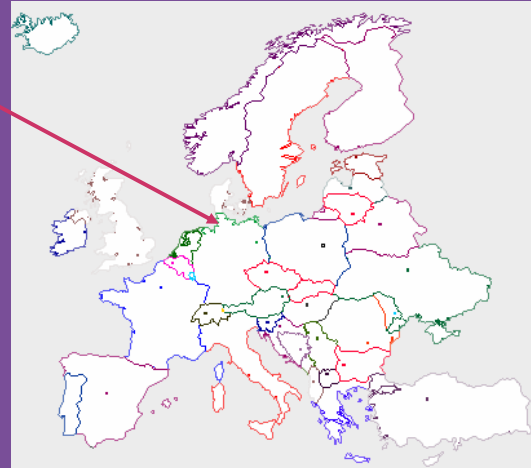
■ Struck Innovative Systeme GmbH



Harksheider Strasse 102A
D-22399 HAMBURG
Germany



www.struck.de



USB/PCI-VME DAQ
© Copyright SIS 2006

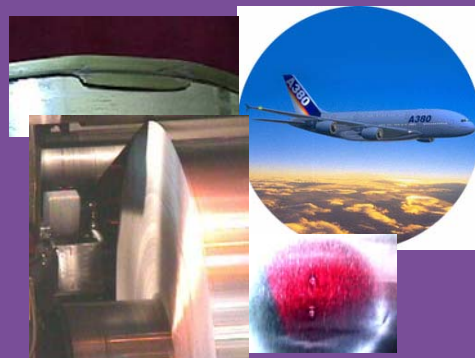
SEI, Garching 2006
3

www.struck.de

Struck Innovative Systeme

- **Betrieb:** seit 1998
- **Produkte:** Board Level Elektronik für schnelle Daten Erfassung
Inline Inspektions Systeme
- **Aktivitäten:** Hardware/Software Design, Endmontage, Test, Vertrieb
Externe Produktion (Platinen, Bestückung, Mechanik)
- **Personal:** 8 (inkl. ein Azubi)
- **Verkauf:**
 - 55% Board Level Produkte
 - 45% Inspektions Systeme

 - Europa 40%
 - USA & Canada 50%
 - Asia + Rest 10%



USB/PCI-VME DAQ
© Copyright SIS 2006

SEI, Garching 2006
4

www.struck.de



The VME Renaissance vision includes a faster parallel control plane bus, a switched serial data plane interconnect, point-to-point mezzanines and other enhancements. All of these innovations are being introduced with the intent of maintaining backwards compatibility with existing VMEbus investments.

Multiple waves of technology have been mapped out for the future of VMEbus. The first wave improves the performance of the traditional parallel control plane bus to over 300MB/s by combining the VME 2eSST protocol with PCI-X. The second wave adds switched serial interconnects for data planes.

VME continues to be a platform for leading edge technology innovation.

Wo steht VME in der „Bus“ Welt?

| Bus | Geschwindigkeit in MBytes/s (Blocktransfer) | Kommentar |
|---------------------|---|----------------------------|
| CAMAC | 4 | |
| VME | 40 | |
| VME MBLT64 | 80 | |
| PCI | 133 | |
| PCI-Express 1-lane | 250 | Nicht duplex, Pkt zu Pkt |
| VME 2eSST | 320 | Tundra TS-148 Bridge |
| PCI-X | 540 | |
| PCI-Express 4-lane | 1000 | Nicht duplex, Pkt zu Pkt |
| PCI-Express 16-lane | 4000 | Nicht duplex, Pkt zu Pkt |
| VXS (VITA 41.0) | 45000 | 20-slot, Standard? |
| VME switched serial | | Spezialsysteme, Pkt zu Pkt |

Vorteil VME Interface gegenüber Single Board Computer (SBC)

- Kein Betriebssystem, d.h. Crate aus/ein in Sekunden (speziell im Testbereich von Interesse)
- SBCs normal 1-2 Generationen hinter Desktops
- Schneller Upgrade auf aktuelle PC Generation (Rechenleistung, 1G -> 10G Ethernet,...)
- Optimierter VME Master (nicht notwendigerweise PCI basierend, ggf. DSP Untertstützung,...)
- Ggf. direkte DAQ Interaktion über Frontpanel I/Os (z.B. Totzeit Handling, Status,...)

Vorstellung SIS1100/3100 und SIS3150USB

■ SIS1100/3100 PCI zu VME

Gemeinschaftenwicklung mit ZEL/FZ
Jülich

Seit ca. 5 Jahren auf dem Markt

ca. 400 Stück im Einsatz

< 10% im industriellen Einsatz



SIS1100/3100

■ SIS3150 USB2.0 zu VME

Basierend auf SIS3150 CMC Träger

Seit ca. 1,5 Jahren auf dem Markt

Ca. 20 Stück im Einsatz

> 20% im industriellen Einsatz



SIS3150USB

Vergleich PCI/USB zu VME

| Transfer | SIS1100/3100
PCI | SIS3150
USB2.0 | Kommentar |
|---------------|---------------------|----------------------|---------------|
| D32 | 5 μ s/Langwort | 107 μ s/Langwort | |
| DMAed D32 | 14 MBytes/s | 7 MBytes/s | |
| BLT32 | 30 MBytes/s | 20 MBytes/s | |
| MBLT64 | 60 MBytes/s | 33 MBytes/s | |
| 2eVME | 80 MBytes/s | NA | SST evtl. 100 |
| D32 DSP | 600 ns | 600 ns | |
| Piped D32 DSP | NA | 200 ns | |
| DSP IRQ ACK | 200 ns | < 50 ns | |

Bandbreite von Anforderungen

- Datenaufnahme häufig nicht durch maximale Blocktransfer Bandbreite limitiert
- Synchrotron Beamlines z.B. sehr viele Einzelzyklen (Motor 1-N verfahren, warten auf Erreichen der Position, messen, ...)
- Berechnung auf Datenstrom von 80 MBytes/s macht selbst mit Dual Prozessor PC massiv Totzeit
- Limitierung durch Archivierungskapazität

■ Amanda at the South Pole

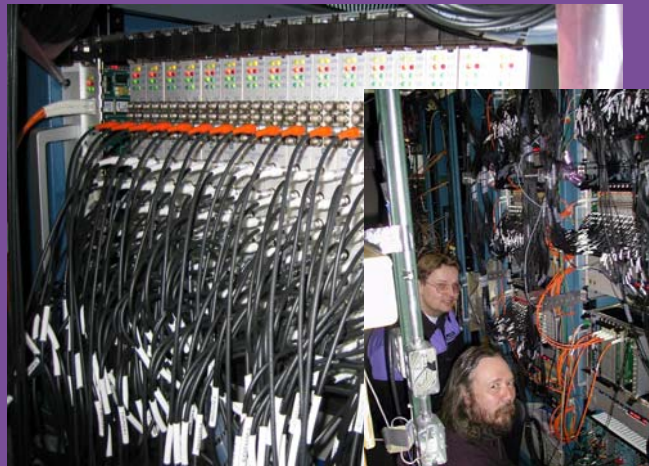


- 640 Digitizer Channels
- 12 Bit 100MS/s
- SIS3100/3100 VME-VME

(read out of photo multiplier arrays buried within Antarctic ice using the ice as scintillator medium)



USB/PCI-VME DAQ
© Copyright SIS 2006



SEI, Garching 2006
11

www.struck.de

Amanda

■ Custom SIS3300 ADC Firmware

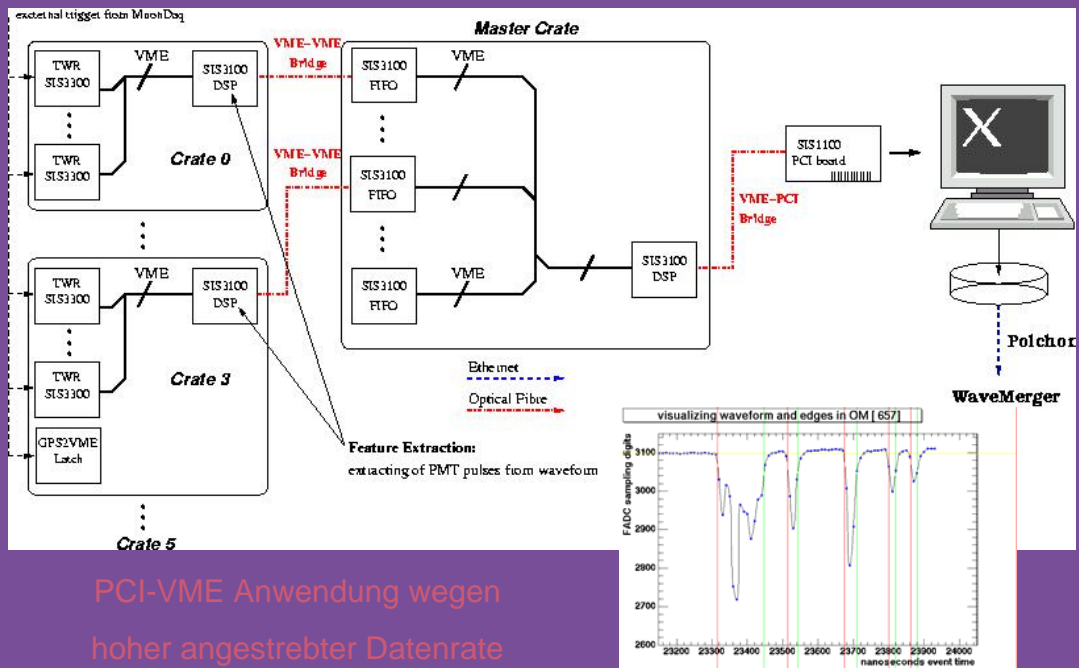
- Free running trigger on individual ADC channel
- N over threshold plus clustering
- Variable number of samples acquired
- Memory bank change upon one channel almost full
- Minimum deadtime between triggers
- Plus:
 - SIS3100/3100 firmware as VME-VME interface
 - Development of VME-VME DSP code
 - Example code for event collection
- Limited by: max. data rate to disk /satelite link
with minimum bias trigger



USB/PCI-VME DAQ
© Copyright SIS 2006

SEI, Garching 2006
12

www.struck.de



PCI-VME Anwendung wegen
hoher angestrebter Datenrate

USB/PCI-VME DAQ
© Copyright SIS 2006

SEI, Garching 2006
13

www.struck.de

64 Kanal Gamma System

- Auslese segmentierter ua. Germanium Detektoren
- synchroner und asynchroner Mode mit Timestamp
- FIR Trigger auf Kanal Basis
- Flexible Auslese, Rohsignal, partielles Rohsignal, Energie mit Zeitmarke, ...
- 1K Frontend Langwort Buffer (Eventanzahl je nach gewünschter Auslese Art)
- NI Labwindows CVI grafische Benutzeroberfläche

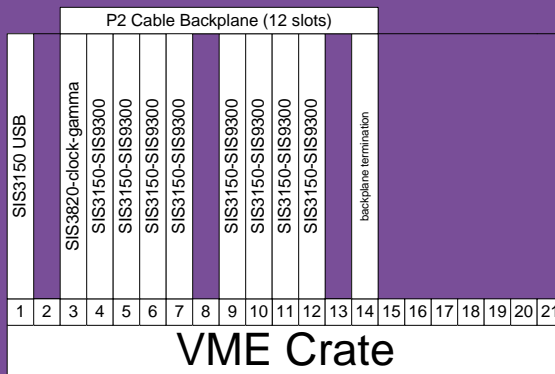
USB/PCI-VME DAQ
© Copyright SIS 2006

SEI, Garching 2006
14

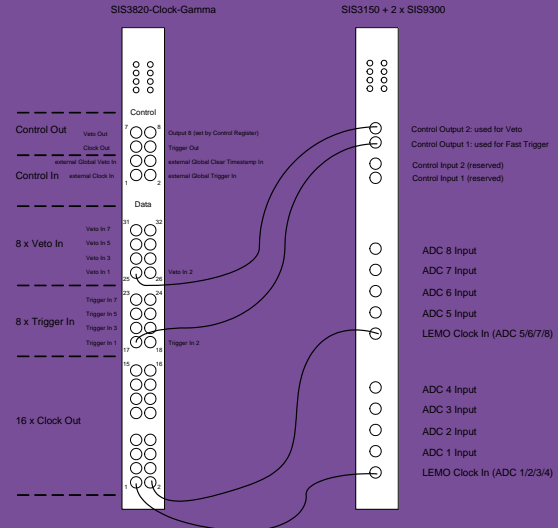
www.struck.de

Gamma System Aufbau

Gamma VME Crate



Gamma Trigger/Veto



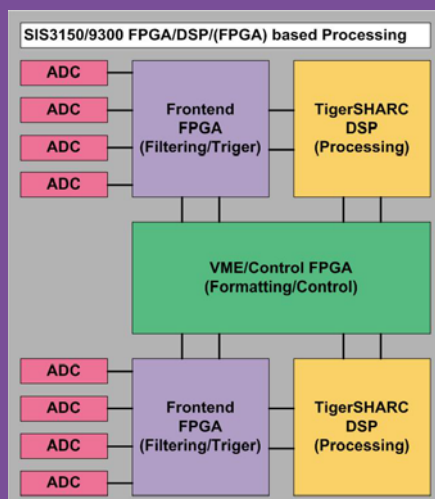
USB/PCI-VME DAQ
© Copyright SIS 2006

SEI, Garching 2006
15

www.struck.de

Signalverarbeitung mit SIS3150/9300

- 8 Kanäle 100 MHz ADC auf 2 CMCs
- 14-bit mit DAC/VGA



USB/PCI-VME DAQ
© Copyright SIS 2006

SEI, Garching 2006
16

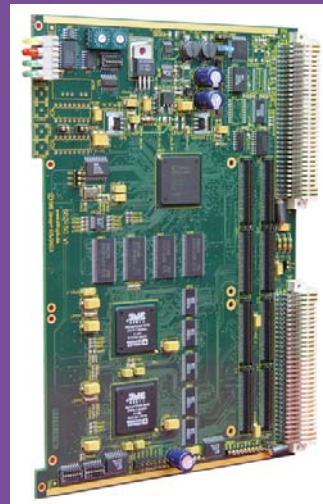
www.struck.de

SIS3150 Twin TigerSHARC Dual CMC Träger

struck innovative
systeme

■ Common Mezzanine Card Standard

- 2 Mezzanine Steckplätze
- bis zu 2 TS101 TigerSHARC DSPs
- XC2S600 FPGA
- 64 MB SDRAM
- High Speed VME Master/Slave
- 2 Front Panel In/2 FP Outputs
- P2 A/C Zugang zu CMC Steckplätzen
- JTAG/VME Firmware Upgrade Fähigkeit



USB/PCI-VME DAQ
© Copyright SIS 2006

SEI, Garching 2006
17

www.struck.de

SIS9300 4 Kanal 14-bit 100 MHz ADC CMC

struck innovative
systeme

- Offset DAC
- Variable Gain Amplifier Option
- Leistungsfähiger FPGA (Trigger, ...)
- Digitaler FP Eingang
- Digitale P2 und Träger Board I/Os
- TigerSHARC Links
- 1 FP SMD LED pro Kanal
- 1 zusätzl. FP SMD LED pro Board
- 2 Karten passen auf SIS3150

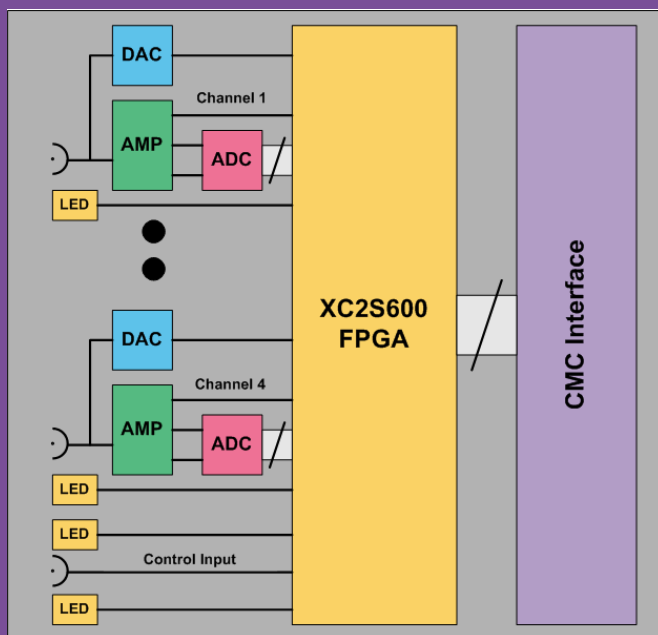


USB/PCI-VME DAQ
© Copyright SIS 2006

SEI, Garching 2006
18

www.struck.de

SIS9300 4 Channel 14-bit 100 MHz ADC CMC Block Diagram



USB/PCI-VME DAQ
© Copyright SIS 2006

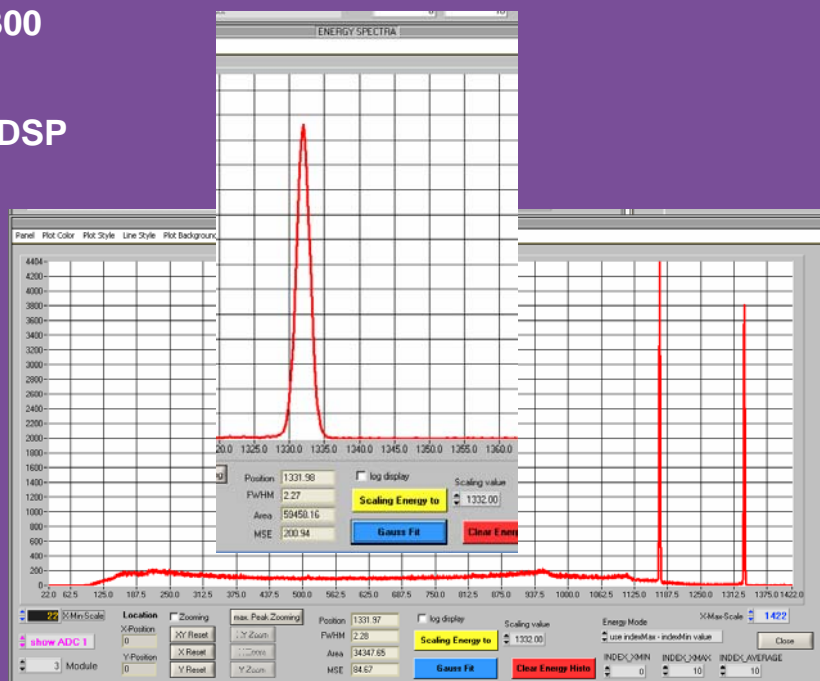
SEI, Garching 2006
19

www.struck.de

SIS3150/9300 Gamma

- Filter/Trigger in 9300
- Energie im FPGA
- Formatierung mit DSP
- < 0.2% Auflösung
- Bereich 50 KHz pro Kanal

Bis zu hohen Raten
ist hier das USB
Interface
ausreichend,
da Bufferung
in den Frontends



USB/PCI-VME DAQ
© Copyright SIS 2006

SEI, Garching 2006
20

www.struck.de

Aufgabenstellung

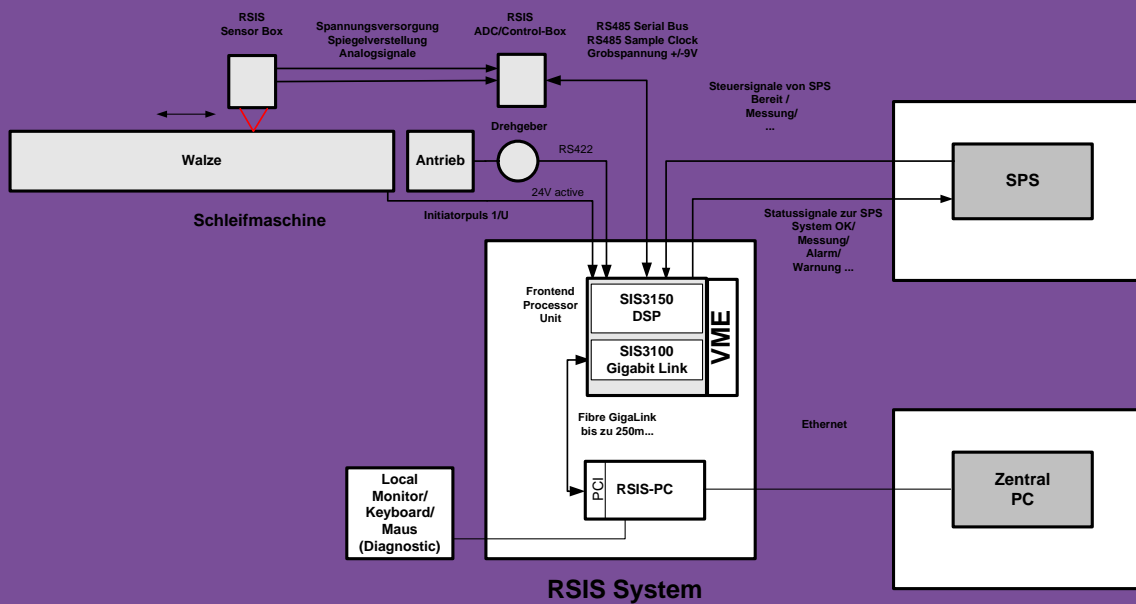


- **Optische Inspektion von Arbeitswalzen während des Schleifvorgangs**
- **Mit dem Auge kaum wahrnehmbare Defekte führen bei Einbau im Walzgerüst zu Ausschussproduktion**
- **Systeme oft ohne Bediener oder ein Bediener für mehrere Maschinen**

Lösungsansatz PCI-VME System

- **In diesem Fall nicht unbedingt Performance getrieben**
- **Sicherheit Latch an den Fasern gegenüber USB Kabel**
- **VME Entscheidung wegen Time to Market (Nutzung vorhandener Komponenten und Firmware)**
- **Erweiterbarkeit (massive Rechenleistung erforderlich)**
- **Komplettes In House Projekt (Firmware Änderung „auf Zuruf“)**

Gesamtsystem

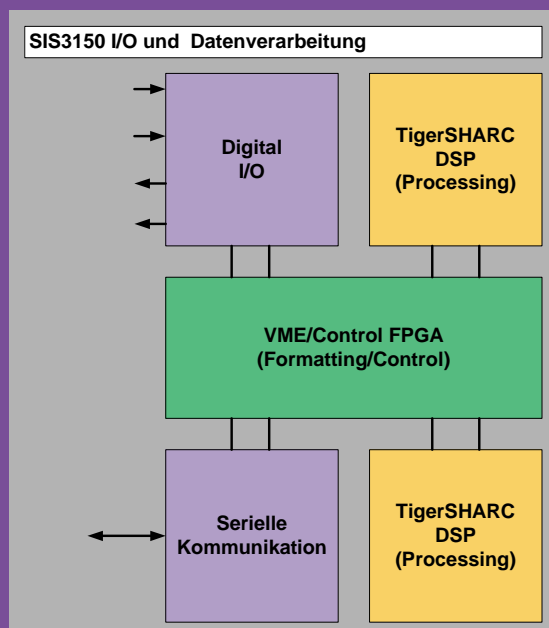


USB/PCI-VME DAQ
© Copyright SIS 2006

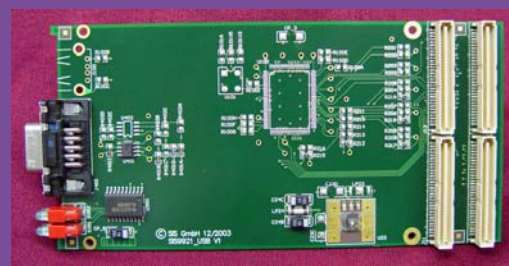
SEI, Garching 2006
23

www.struck.de

SIS3150 CMC Carrier als Frontend



Digital I/O CMC



RS485 CMC (Alternativbestückung USB2.0)

USB/PCI-VME DAQ
© Copyright SIS 2006

SEI, Garching 2006
24

www.struck.de



PC und VME System



Netzteile/Kabelrouting



Sensorkopf



ADC Box

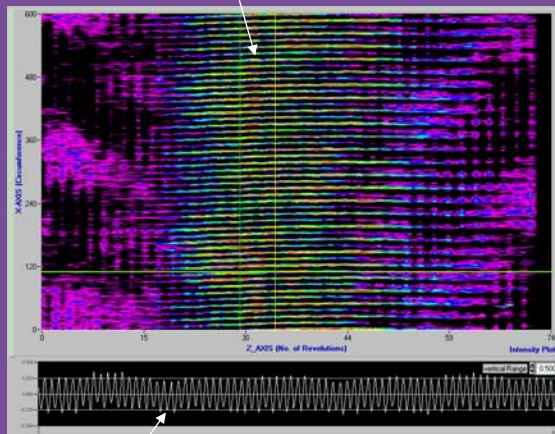
USB/PCI-VME DAQ
© Copyright SIS 2006

SEI, Garching 2006
25

www.struck.de

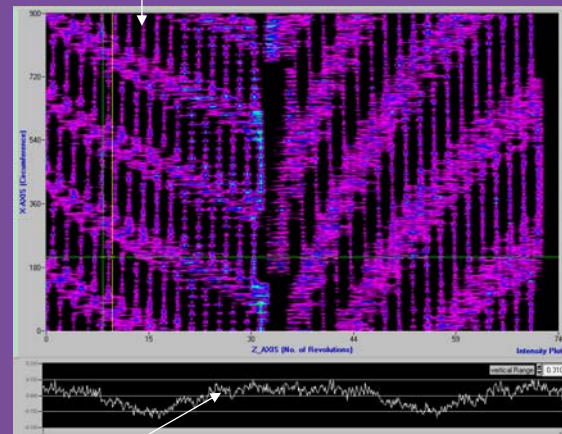
Walze A (Schaden durch erfahrenen Bediener gut zu sehen)

- Visueller Eindruck
sichtbare Rattermarken



Ratteramplitude ca. 0.25V

- sichtbare Vorschublinien



Vorschubamplitude ca. 0.15V

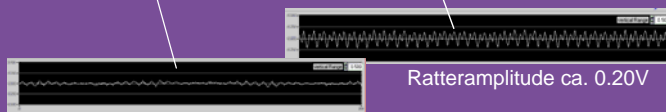
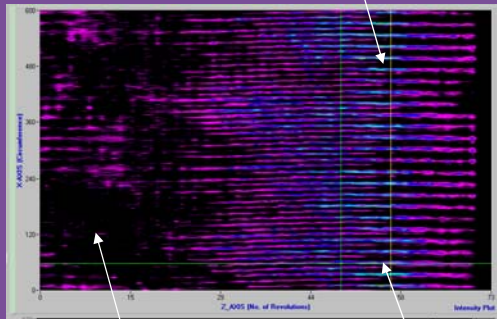
USB/PCI-VME DAQ
© Copyright SIS 2006

SEI, Garching 2006
26

www.struck.de

Walze B (Schaden kaum zu sehen)

■ Visueller Eindruck Rattermarken im Zentrum

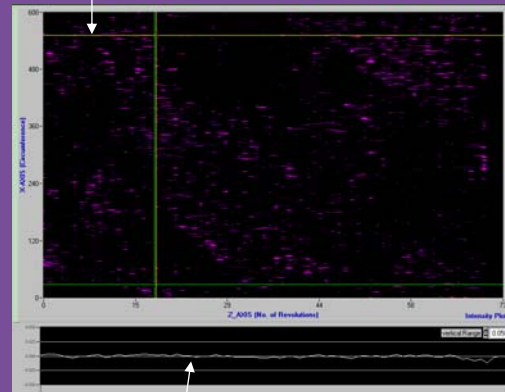


Ratteramplitude < 0.10V

Struktur noch leicht erkennbar

Ratteramplitude ca. 0.20V

keine Vorschubmarkierungen



Keine periodische Vorschublinienstruktur

Zusammenfassung

- PCI-VME sowohl bei Single Cycle als auch maximaler Block Transfer Geschwindigkeit überlegen
- USB-VME macht bei dedizierten Systemen speziell mit DSP Sinn
- USB-VME gute Lösung für flexible Test Setups
- Anforderungen vieler Systeme weit unter den Möglichkeiten beider Interfaces

- 4G/s Optical Interface für 2006 geplant (VME 2eSST im 300 MB/s Bereich), Gegenseite aktuell noch offen
- Schnellere Digitizer als Slaves
- Bei entsprechendem Bedarf (Mainboards) PCI Express Version der SIS1100 CMC Träger Karte
- LINUX Treiber für SIS3150USB in Arbeit



- Seit Frühjahr 2005 sind unsere Interfaces auch durch Meilhaus zu beziehen
- Am Tisch von Meilhaus steht ein USB2.0 Interface mit SIS3301 100 MHz ADC zur Demo und ein SIS3302 100 MHz 16-bit ADC zur Ansicht zur Verfügung



- RoHS konforme Lose der Interfaces in der Bestückung (SIS3100 z.B. verzögert durch späte bleifrei Verfügbarkeit Vitesse SERDES Chip)

Powermanagement und Kommunikationssystem für das MIPAS-Stratosphären-Experiment



Übersicht

- **Das MIPAS-Projekt**
 - *Allgemein*
 - *Instrument*
 - *Elektronik*
 - *Flugzeug*
- **Powermanagement**
 - *Notwendigkeit*
 - *Funktionsweise*
 - *Ultra Cap-USV*
 - *Akku-USV*
- **Kommunikationssystem**
 - *Notwendigkeit*
 - *Funktionsweise*
- **Fazit**

Das MIPAS-Projekt

- **Allgemein:**
 - MIPAS = Michelson Interferometer für passive atmosphärische Sondierung
 - Klimaforschungsprojekt seit 1996 der Forschungszentrum Karlsruhe GmbH
 - Kooperation zweier Institute
 - Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK)
 - Institut für Prozessdatenverarbeitung und Elektronik (IPE)
 - Messung von Spurengasen in der Stratosphäre mit dem Höhenforschungsflugzeug Geophysika
 - Weltweiter Einsatz bei Messkampagnen

Das MIPAS-Projekt

- **Instrument:**
 - Messung von Spurengasen in der Stratosphäre (Ozon, Wasserdampf, Stickoxide, Fluorchlorkohlenwasserstoffe)
 - Einsatz hochempfindlicher, heliumgekühlter Si:As Detektoren zur Messung der durch Moleküle emittierten Infrarotstrahlung (Wärmestrahlung)



Das MIPAS-Projekt

- **Elektronik:**

- **Extreme Anforderungen:**

- $T = -60$ bis $+45$ °C
- $p = 20$ mbar (keine Konvektion)
- 1kW Bordsender des Flugzeugs
- EMV-Verhalten



- **Aufgabe:**

- Steuerung des gesamten Ablaufs
- Regelung (Sichtlinie)
- Datenerfassung (Interferogramme & Housekeepings (U, I, T, p))

- **Aufbau:**

- Basis ist ein Rugged - PC mit Lynx-Betriebssystem für die Ablaufsteuerung
- Kommunikation mit restlicher Peripherie über VME-Bus zu Transputern und deren Links zu FPGA's der einzelnen Funktionsbereiche

Das MIPAS-Projekt

- **Flugzeug**

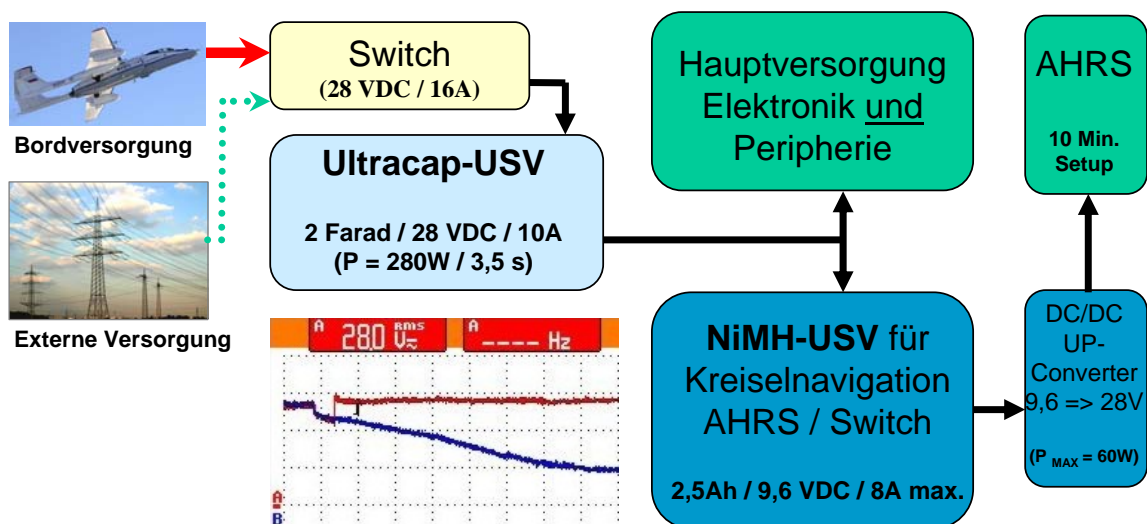
- Ehemaliges Spionageflugzeug M55 vom russischen Militär
- Entwickelt in den 60'ern
- 5 Exemplare wurden gebaut, eines wurde zum Forschungsflugzeug „Geophysika“ umgebaut
- Erstflug (M55 Nr.4): 1988
- Maximale Flughöhe: 21km
- Gesamtzuladung an Forschungsequipment maximal 2250 kg



Notwendigkeit des Powermanagements

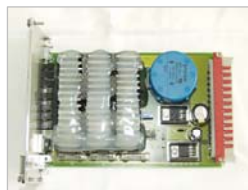
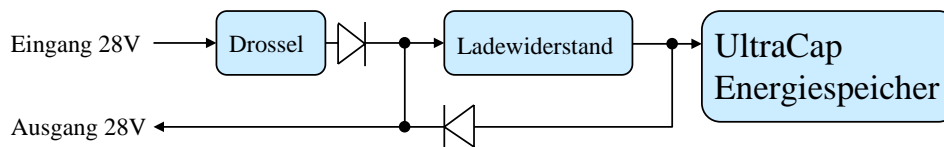
- Startvorbereitung des Flugzeugs mit externem Generator
- Starten des MIPAS Experiments zur Initialisierung aller Systeme
- Start des Kreiselnavigationssystems (AHRS) zur genauen Lagebestimmung (für Initialisierung und Ermittlung der genauen Lage werden ca. 30 Minuten benötigt)
 - ⇒ Eigene NiMH-USV, die einen kontinuierlichen Betrieb des AHRS für 10 Minuten ohne Versorgung gewährleistet
 - ⇒ Keine Neuinitialisierung des AHRS beim Neustart des kompletten Experiments
- Start der Turbinen -> Umstellung auf flugzeugeigene Generatoren
 - ⇒ Überbrückung der kurzen Umschaltzeit zwischen den beiden Generatoren!
 - ⇒ Einsatz einer UltraCap-USV (Versorgung des kompletten Systems (28V / 280W) für ca. 3,5s)

Funktionsweise des Powermanagements



UltraCap-USV des Powermanagements

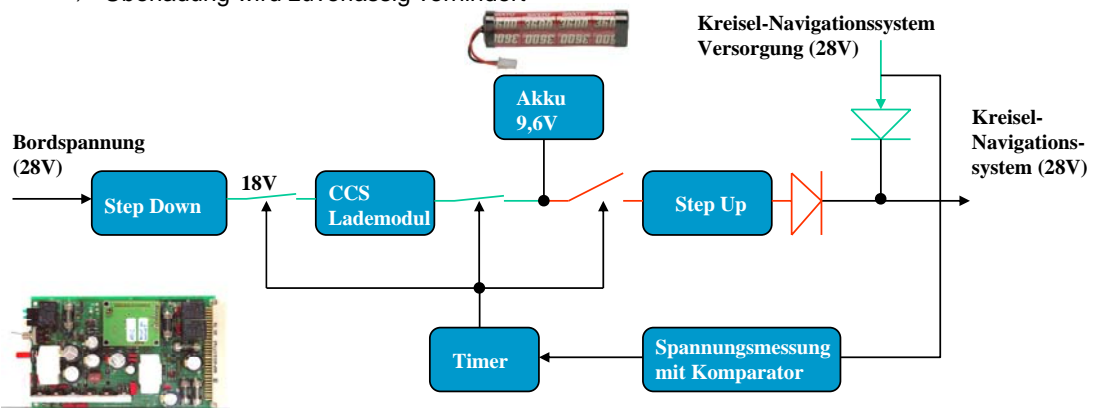
- Hochkapazitive, wartungsfreie Kondensatoren (UltraCap)



- Zusätzliches Verwenden von Komparatorschaltungen
⇒ Zustandsanzeige der USV (Ready, Charge, Aktive und Main Power) über LED

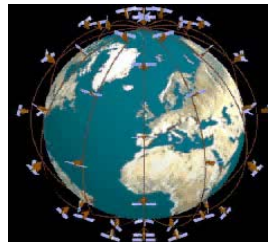
NiMH-USV des Powermanagements

- Automatisches CCS - Ladeverfahren zur Messung der inneren Impedanz eines Akkus.
 - Charakteristischer Verlauf im Vollladezustand, der von Zelltyp, Zellenanzahl und Temperatur unabhängig ist.
 - ⇒ Überladung wird zuverlässig verhindert



Notwendigkeit eines Kommunikationssystems

- **Kontrolle der Funktionsfähigkeit des Systems während eines Messfluges**
- **Möglichkeit zum Eingriff per Telekommandos**
 - ⇒ Einflussnahme auf Verhalten des Systems
 - ⇒ Sicherstellung des Erfolges einer sehr kostenintensiven Kampagne (mehrere 100t €)
- **Die Iridium Satelliten:**
 - globale Abdeckung
 - 66 polumlaufende Satelliten
 - Höhe: 780 km
 - 1 Gateway in Tempe/Arizona



Funktionsweise des Kommunikationssystems



Fazit

- **Powermanagement**

- Problemloses Überbrücken der Umschaltzeit zwischen externer- und eigener Flugzeugversorgung
- 10 Minuten Laufzeit des Kreiselnavigationssystems ohne externe Versorgung
- Geringes Akkugewicht aufgrund des Einsatzes eines StepUp-Wandlers
- Wartungsfreies Lademanagement
- Elektronik am IPE des Forschungszentrum Karlsruhe entwickelt

- **Kommunikationssystem**

- Überwachung aller Systeme während des Messfluges
- Möglichkeit des Eingriffs in die Ablaufsteuerung durch Telekommandos
- Flugbahn der Geophysika ständig erfassbar

Das MIPAS Elektronikteam



Andreas Ebersoldt

Helmut Giraud

Klaus Petry

Powermanagement und Kommunikationssystem für das MIPAS-Stratosphären-Experiment

**Dipl.-Ing. (BA) Andreas Ebersoldt
Institut für Prozessdatenverarbeitung und Elektronik (IPE)
Forschungszentrum Karlsruhe GmbH**

Das MIPAS-Klimaforschungsexperiment auf dem Stratosphärenflugzeug Geophysika besteht seit 1996 aus einer Kooperation des „Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK)“ und dem „Institut für Prozessdatenverarbeitung und Elektronik (IPE)“. Beide am Forschungszentrum Karlsruhe ansässigen Institute betreuen gemeinsam dieses Klimaforschungsprojekt, dessen Ziel es ist, bei weltweiten Messkampagnen, Spurengase, die als Vorläufersubstanzen zur Ozonbildung gelten, in der Stratosphäre aufzuspüren.

Das Instrument selbst, das im IMK entwickelt wurde, misst die von Gasmolekülen emittierte schwache Infrarotstrahlung (Wärmestrahlung) unter dem Einsatz von hochempfindlichen, heliumgekühlten Silizium-Arsenit Detektoren. Durch Interferometrie kann dann mit einer sehr hohen spektralen Auflösung, die Art und Konzentration der Gase festgestellt werden. Schwerpunktgase die gezielt betrachtet werden sind u.a. Wasserdampf, Stickoxide und Fluorchlorkohlenwasserstoffverbindungen.

Aufgrund des weltweiten Einsatzes des Experimentes werden sehr hohe Anforderungen an die vom IPE für dieses Projekt entwickelte Elektronik gestellt. Dazu zählen vor allem der extreme Umgebungstemperaturbereich von -60 bis +45°C, der geringe Druck in der Stratosphäre von 20mbar, bei dem nahezu keine Konvektion erfolgt, und die Wärmeableitung ausschließlich durch Kontaktkühlung und Abstrahlung erreicht werden kann. Eine zusätzliche Herausforderung besteht in der Resistenz gegenüber elektromagnetischer Immission (1kW Bordsender des Forschungsflugzeuges) und hohen Anforderungen nach geringer elektromagnetischer Emission, um das Bordequipment des Flugzeuges keinen Störungen auszusetzen.

Die Aufgabe der im IPE entwickelten Elektronik besteht in der Steuerung des Messablaufs, der Regelung der Sichtlinie unter Zugriff auf Daten eines eigenen AHRS-(Attitude-Heading-Reference-System)-Kreiselnavigationssystems und der Datenerfassung der eigentlichen Messwerte (Interferogramme). Zusätzlich werden sogenannte Housekeepings wie Spannung, Strom, Temperatur, Druck, etc. online überwacht und aufgezeichnet.

Das System basiert auf einem Rugged-PC, auf dem eine Ablaufsteuerung unter einem speziell angepassten Lynx-Betriebssystem ausgeführt wird und über einen VME-Bus mit weiterer Peripherie kommuniziert.

Das Flugzeug ist ein ehemaliges Spionageflugzeug des russischen Militärs vom Typ M55 und wurde in den 60'er Jahren entwickelt. Seitdem wurden bis Mitte der 90'er Jahre fünf Exemplare gebaut. Drei davon existieren noch heute. Eines wurde zum Höhenforschungsflugzeug „Geophysika“ umgebaut. Der Erstflug der Geophysika

erfolgte 1988. Die maximale Flughöhe mit Forschungsequipment (max. 2,25t) beträgt 21km mit einem maximalen Startgewicht von 24t.

Der Vortrag stellt weiterhin die Notwendigkeit eines Powermanagements und Kommunikationssystems dar.

Da die Lagekoordinaten während eines Messfluges ständig vom eigenen AHRS-Kreiselnavigationssystem erfasst werden und dieses 30 Minuten zum Initialisieren benötigt, ist es erforderlich dessen Energieversorgung durch eine eigens für dieses System entwickelten USV (unterbrechungsfreie Stromversorgung) zu puffern. Dies erfolgt durch eine im IPE entworfene und auf NimH-Akkus basierende USV, die das AHRS für 10 Minuten betreiben kann.

Zusätzlich wird die gesamte Energieversorgung des MIPAS-Experimentes durch eine auf UltraCaps (hochkapazitive Kondensatoren) basierende USV, die ebenfalls im IPE entwickelt wurde, unterstützt. Aufgrund der Umschaltung von Bodenversorgung zum flugzeugeigenen Bordnetz vor jedem Messeinsatz ist diese zur Hauptversorgung des MIPAS-Experimentes parallel geschaltet und kann ohne relevante Umschaltzeit die Stromversorgung des Experiments für maximal 3,5s übernehmen.

Das Kommunikationssystem beruht auf der Iridium-Satellitentechnik und ermöglicht die ständige Überwachung des Experiments während eines Messfluges. Es können Daten online überprüft und gegebenenfalls sogenannte Telekommandos gesendet werden. Durch diese Einflussmaßnahme wird der Erfolg einer sehr kostenintensiven Kampagne sichergestellt.

Vergleich zwischen zeitkontinuierlichen und –diskreten Oszillatoren (Probleme grenzstabiler Systeme)

Gerd Nowack

Arbeitsgruppe Digitale Signalverarbeitung
c/o Lehr- und Forschungsbereich Kommunikationstechnik
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Ruhr-Universität Bochum, IC 5/51, D-44780 Bochum
Gerd.Nowack@rub.de

Abstracts

„Das Prinzip der Selbsterregung liegt in der Rückkopplung eines Verstärkers begründet.“ Das schrieb 1959 Heinrich **Schröder** in seinem bekannten Buch: Elektrische Nachrichtentechnik. Obwohl Transistorverstärker schon bekannt waren, beschränkt er sich auf Röhrenoszillatoren. Keine Oszillatoren werden in dem berühmten Buch: Einführung in die theoretische Elektrotechnik von Karl **Küpfmüller**, das 1932 zum ersten Mal erschien, erwähnt.

Aber „Oszillatoren“ gab es bereits zu einer Zeit, in der noch keine Verstärkerelemente existierten. Der berühmte Heinrich **Hertz** (1857-1894) benutzte einen durch Entladungsfunken erregten „linearen Oszillator“ als Funksender. Mit einem Resonanzkreis und passiver Funkenstrecke als Empfänger wies er nach, dass elektromagnetische Wellen und Licht identische Erscheinungen sind. Aber der Hertz'sche Oszillator mit seinen Schwingungsimpulsen war nicht grenzstabil sondern stabil (abklingende, oszillatorische Entladung).

Ein exakt grenzstabiler Oszillator würde nach Einschaltung weiterhin die Ausgangsspannung Null behalten. Erst eine vorübergehende Instabilität ($v_R > 1$) erzeugt aus einer Rauschspannung eine aufklingende Schwingung, deren Amplitude nur mit Hilfe von Nichtlinearitäten auf einen gewünschten Endwert stabilisiert werden kann.

Zeitdiskrete Oszillatoren können im allgemeinen Fall wegen der endlichen Auflösung numerischer Werte nicht grenzstabil (sich periodisch wiederholende Zahlenfolge) realisiert werden. Die Impulsantwort ist also keine unendliche Zahlenfolge mit konstanter Maximalamplitude. Auch die fortgesetzte Wiederholung von Tabellenwerten liefert keine exakte Lösung. Das „Quantisierungsrauschen“ (Rundungseffekte) führt auf eine Verbreiterung der Spektrallinie.

1. Einleitung

Ein kleiner historischer Abriss über die Entwicklung der Oszillatoren:

1827 G.S. **Ohm** (1789-1854) erkennt den Zusammenhang von Ursache und Wirkung für die elektrischen Größen Spannung und Strom. Das Verhältnis der beiden nennt er Widerstand.

1831 M. **Faraday** (1791-1867) untersucht die elektromagnetische Induktion (Faraday'schen Induktionsgesetz) und erfindet den Funkeninduktor.

1862 B.W. **Feddersen** (1836-1918) bildet die Funken des Funkeninduktors mit schnell rotierenden Spiegeln auf Fotoplatten ab. Die Helligkeitsverteilung hängt von der Polarität ab.

1865 J.C. **Maxwell** (1831-1879) veröffentlicht die „Maxwell'schen Gleichungen“ in seinem Buch: Dynamical Theory of the Electromagnetic Field. Maxwell war reiner Theoretiker. Die experimentelle Bestätigung zeigte Heinrich **Hertz** mit seinem Funkenoszillator.

1897 G. **Marconi** (1874-1937) erfindet die drahtlose Telegraphie.

1898 Ph. **Lenard** (1862-1947) (Schüler von Hertz, 1920 Nobelpreis) führt das Gitter in Röhren ein. Die Elektronen wurden durch den lichtelektrischen Effekt ausgelöst (Fensteröhre).

1905 R.v. **Lieben** (Austria) (1878-1913!) erfindet die Gitter-Triode als Verstärkungselement.

1905 J.A. **Fleming** (1849-1945) schafft über den glühelektrischen Effekt eine konstante Elektronenquelle. Er verwendet als erster die Triode zur Verstärkung von Antennensignalen.

1906 L.de **Forest** (USA) (1873-1961) erfindet die Audionröhre (Triode). (1955 schreibt er seine Autobiographie: Father of Radio).

1922 Einführung des Rundfunks

1930 W. **Schottky** (1886-1976) entwickelt die Röhre (bei Siemens) zu einem technischen Massenprodukt. 1935 entdeckt er die Diodenwirkung am Kristall/Metall-Übergang und entwickelt die Theorie der Störbandleitung (in Halbleitern bei tiefen Temperaturen).

1928 F. **Bloch** (1905-1983) -ein Quantenphysiker- sagt die Oszillation von Elektronen im periodischen Gitter eines Halbleiters voraus. Wegen der hohen Frequenzen (Größenordnung 10 THz) und starker Streueffekte ist der experimentelle Nachweis nur schwer möglich.

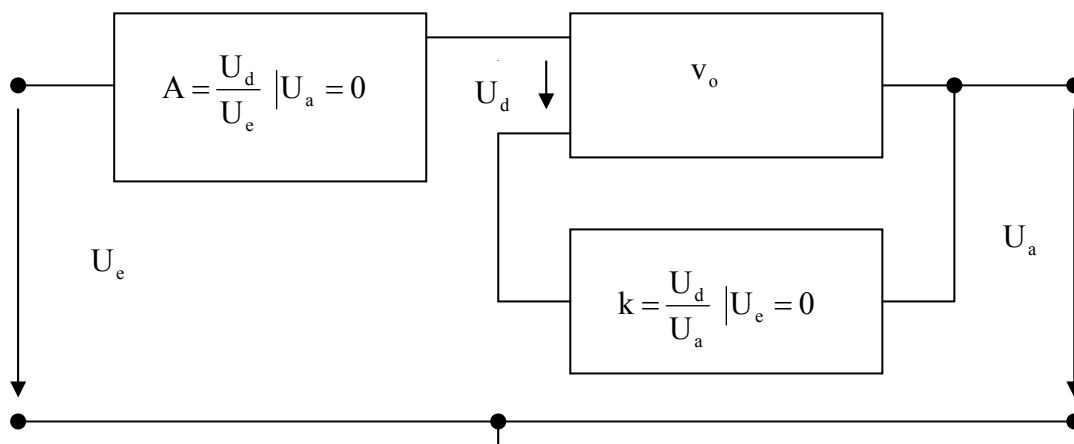
2001 Th. **Dekorsy** (Forschungszentrum Rossendorf) gelingt der Nachweis optisch angeregter Blochoszillationen unter Verwendung des Freien Elektronen-Lasers (FEL). Ein elektrisch betriebenes Halbleiterbauelement existiert bis heute nicht.

Vom Beginn der Elektrotechnik (vor etwa 200 Jahren) an haben Oszillatoren bei der Frage nach der Natur der elektromagnetischen Strahlung eine große Rolle gespielt. Im Folgenden soll ein Überblick über verschiedene Funktionsprinzipien der Oszillatoren gegeben werden:

1. Phasenschieber-Oszillator mit mehreren (meist 3) RC-Tiefpässen
2. LC-Oszillator mit 180° Phasendrehung: Colpitts- und Hartley-Oszillator
3. Quarzstabilisierter Oszillator mit hoher Frequenzstabilität
4. Oszillator mit negativem Widerstand zur Entdämpfung
5. Laufzeit- (Relaxation-) Oszillator: Stark mitgekoppelte, astabile Multivibratoren
6. Maser-Oszillator: Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation: ein Teil der Mikrowellenleistung stimuliert den Elektronenübergang zwischen zwei atomaren Energieniveaus (z.B. von Gasmolekülen)
7. Laser: Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation: Wie beim Maser besitzen die beiden relevanten Energieniveaus eine negative Differenz der Besetzungswahrscheinlichkeiten. (Spontane Emission wie bei der LED ergibt keine Oszillation.)

2. Grundlagen elektronischer Oszillatoren am Beispiel des HF-Colpitts-Oszillators

Elektronische Oszillatoren sind rückgekoppelte Verstärker mit einem Frequenz bestimmenden Mitkopplungsnetzwerk. Das Blockschaltbild eines rückgekoppelten Systems:



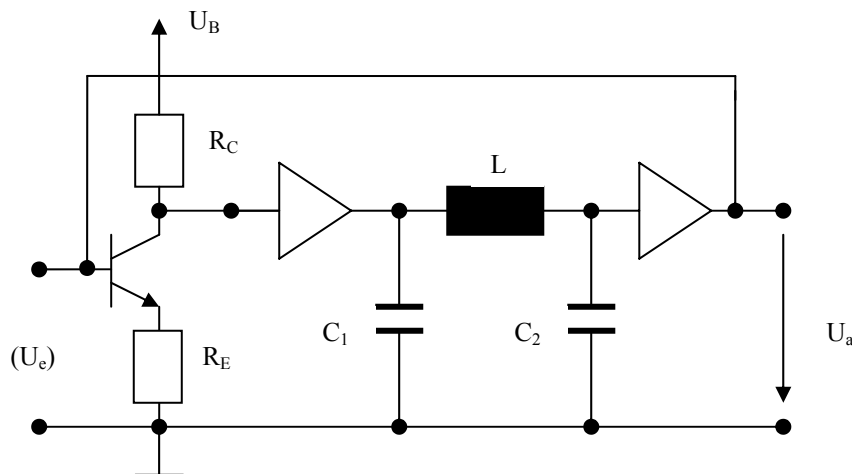
Die Betriebserstärkung v_B mit dem Ankopplungsfaktor A , dem Rückkopplungsfaktor k und der Leerlaufverstärkung v_o , beträgt:

$$v_B = A \frac{v_o}{1 - k v_o} = -\frac{A}{k} \frac{1}{1 - \frac{1}{v_R}} = v_{B\infty} F_R(v_R)$$

Mit $A = 1$ ergibt sich die allgemein bekannte Formel rückgekoppelter Systeme, die nur für „Reinformen“ der Rückkopplung gilt, wie z.B. die spannungsgesteuerte Spannungsrückkopplung oder die stromgesteuerte Stromrückkopplung. Der Ankopplungsfaktor A eines invertierenden OP-Verstärkers beträgt: $A = \frac{-R_1}{R_1 + R_2}$. R_1 und R_2 sind die Beschaltungswiderstände.

Ein Oszillator, der eine Ausgangsspannung ohne Eingangsspannung erzeugt, muss die Betriebsverstärkung $v_B = \infty$ haben. Die Schleifenverstärkung (Loop gain) muss $v_R = k v_o \equiv 1$ sein. Das Produkt: $0 * \infty$ ist ein mathematisch unbestimmter Ausdruck, der auch den Wert Null haben könnte. Schaltet man also einen Oszillator mit $v_R = 1$ (genau!) ein, dann bleibt seine Ausgangsspannung auf Null. (Einschaltbedingung ist also: $v_R > 1$.)

Die Schwingbedingung für den eingeschwungenen Zustand ($v_R = k v_o \equiv 1$) ist erfüllt, wenn $\varphi_R = 0$ (Phasenbedingung) und $|v_R(\omega_0)| = |k(\omega_0)| |v_o(\omega_0)| = 1$ (Amplitudenbedingung) gelten. Das Rückkopplungsnetzwerk wird für eine stabile Oszillatorfrequenz passiv aufgebaut. Im Idealfall hat der Verstärker in der Nähe der Oszillationsfrequenz eine konstante, positive oder negative Verstärkung. Ist sie negativ, dann ist die Phasenbedingung erfüllt, wenn das Rückkopplungsnetzwerk genau eine Phasendrehung von $\pm 180^\circ$ besitzt, und die Amplitudenbedingung, wenn dessen Dämpfung durch den Verstärker (zu 1) kompensiert wird. Diese Verhältnisse sind am Colpittsoszillator leicht verständlich zu machen:



Die Resonanzfrequenz des Oszillators beträgt: $f_{osc} = \frac{1}{2\pi \sqrt{\frac{L C_1 C_2}{C_1 + C_2}}}$.

Für $C_1 = C_2$ folgt z.B.: $\omega_{osc} = \frac{1}{\sqrt{L C/2}}$. Für die Übertragungsfunktion des Mitkopplungsnetz-

werkes ergibt sich eine reelle, frequenzabhängige Funktion: $H(j\omega) = \frac{1}{1 - \omega^2 L C_2}$. Setzt man

ω_{osc} in $H(j\omega)$ ein, so ergibt sich für $C_1 = C_2 = C$: $H(j\omega_{osc}) = -1$. Eine grenzstabile Schwingung ergibt sich also, wenn die Verstärkung der Verstärkerstufe -1 beträgt:

$$v_{ES} = -\frac{\beta R_C}{R_{BE}} \Big|_{\text{ohne GK}} = -\frac{\beta R_C}{R_{BE} + \beta R_E} \Big|_{\text{mit GK}} \cong -\frac{R_C}{R_E} \Big|_{\text{mit GK}} = -1$$

Es ist nicht möglich, diesen Wert exakt einzustellen. Tatsächlich sind die Transistorkennwerte: β und R_{BE} frequenz- und temperaturabhängig. Eine stabile Amplitude des Oszillators setzt also eine Regelung der Verstärkung voraus. Im Kleinsignalbetrieb wird die Verstärkung etwas größer als -1 gewählt. Nach dem Einschalten steigt also die Ausgangsamplitude exponentiell an. Der Verstärkerteil arbeitet aber nur solange linear, solange die Spannung U_{BE} kleiner als $U_T = 30 \text{ mV}$ beträgt. Die bei Nichtlinearität auftretenden Effekte sind:

1. Es treten am Verstärkerausgang Oberwellen auf.
2. Die Grundwellenamplitude steigt unterproportional zum Eingangssignal.
3. Die Oberwellen werden durch das stark selektive Mitkopplungsnetzwerk ausgefiltert.

Aufgrund der 2. Eigenschaft wird die Verstärkung immer genau auf den Wert $|-1|$ reduziert (also durch NL). Der Oszillator ist dann durch Amplitudenregelung exakt in einem grenzstabilen Zustand. Die frequenz- und temperaturabhängigen Transistorkennwerte (β und R_{BE}) wirken trotzdem in geringem Maße auf die Amplitude und Frequenz der Oszillation ein.

Die Frequenzstabilität kann wesentlich erhöht werden, wenn die Induktivität durch einen Quarz ersetzt wird. Ein Quarz ändert bei geringsten Frequenzänderungen Betrag und Phase der Übertragungsfunktion des Mitkopplungsnetzwerkes stark d.h. die Driften der Transistorkennwerte können durch minimale Frequenzänderung kompensiert werden. Wird der Transistor durch einen Emitterwiderstand gegengekoppelt, so tritt die zur Amplitudenstabilisierung notwendige Nichtlinearität erst bei größeren Werten der Basis/Emitter-Spannung U_{BE} auf:

$U_{BE}|_{mit\ GK} = (1 + S R_E) U_{BE}|_{ohne\ GK}$ Mit einer Transistorsteilheit von $S = 0,1S$ und einem Gegenkopplungswiderstand $R_E = 100\Omega$ ergibt sich in etwa eine 10-mal größere Ausgangsspannung des Oszillators (bei gleich großem Klirrfaktor). 1979 wurde auf der SGNE in Göttingen /1/ eine aktive Amplitudenregelung mit einem FET vorgestellt, die allerdings den Nachteil hat, dass unsymmetrische Nichtlinearitäten auftreten, denn die FET-Kennlinien sind nicht punktsymmetrisch.

In der angegebenen Schaltung werden Trennverstärker benutzt. Der Ausgangstrennverstärker könnte wegfallen, wenn die Transistoreingangskapazität $C_e = C_s (1 - v_{ES})$ (Millereffekt: C_s ist die Sperrschichtkapazität und v_{ES} die Stufenverstärkung) in C_2 additiv mitberücksichtigt wird. Der Eingangstrennverstärker befreit den Transistorausgang von der kapazitiven Last durch C_1 . Der Betrag des komplexen Eingangswiderstandes beträgt bei 10 MHz und 10 nF nur noch etwa 1 bis 2Ω .

Ein Blick in die Literatur zeigt nicht immer optimale Entwürfe. In /2/ werden ein Phasenschiebersoszillator für 1 kHz und ein Colpittsoszillator für 10 MHz vorgestellt. Der NF-Oszillator ist optimal dimensioniert, der Colpittsoszillator liefert dagegen sowohl ein unbefriedigendes Einschwingverhalten als auch eine stark nichtlineare Ausgangsspannung. Die Werte wurden mit PSPICE errechnet. Allerdings werden bekanntlich dadurch Entwurfsfehler nicht korrigiert. (Die Ringverstärkung bei kleinen Frequenzen ist viel größer als 1!)

3. Zeitdiskrete Oszillatoren

Gesucht wird ein System, das die Abtastwerte einer Sinusfunktion als Zahlenfolge generiert. Da es sich um ein kausales System handelt, soll es durch eine diskrete Einheitsimpulsfolge

angeregt werden. Dieses Eingangssignal $\delta(k)$ hat folgende Werte: $\delta(k) = \begin{cases} 1 & \text{für } k = 0 \\ 0 & \text{für } k \neq 0 \end{cases}$

Die vorgegebene Impulsantwort: $h(k) = \sin(\Omega_0 k)$ definiert das System, dessen Realisierung mit Hilfe der z-Transformation (zT) der Sinusfunktion gelingt. Die zT ist für kausale Systeme

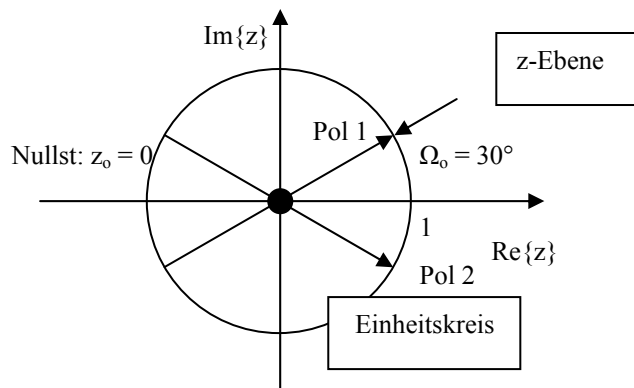
allgemein definiert durch: $X(z) = \sum_{k=0}^{+\infty} x(k) z^{-k}$. Mit $\sin(\Omega_0 k) = \frac{1}{2j} (e^{j\Omega_0 k} - e^{-j\Omega_0 k})$ folgt:

$$X(z) = \sum_{k=0}^{\infty} \sin(\Omega_0 k) z^{-k} = \frac{1}{2j} \left\{ \sum_{k=0}^{\infty} \left(\frac{e^{j\Omega_0}}{z}\right)^k - \sum_{k=0}^{\infty} \left(\frac{e^{-j\Omega_0}}{z}\right)^k \right\} = \frac{1}{2j} \left\{ \frac{1}{1 - \frac{e^{j\Omega_0}}{z}} - \frac{1}{1 - \frac{e^{-j\Omega_0}}{z}} \right\}$$

$$X(z) = \sum_{k=0}^{\infty} \sin(\Omega_0 k) z^{-k} = \frac{1}{2j} \left\{ \frac{z}{z - e^{j\Omega_0}} - \frac{z}{z - e^{-j\Omega_0}} \right\} = \frac{1}{2j} \left\{ \frac{z(z - e^{-j\Omega_0}) - z(z - e^{j\Omega_0})}{(z - e^{j\Omega_0})(z - e^{-j\Omega_0})} \right\} =$$

$$= \frac{1}{2j} \left\{ \frac{z(e^{j\Omega_0} - e^{-j\Omega_0})}{z^2 - z(e^{-j\Omega_0} + e^{j\Omega_0}) + 1} \right\} = \frac{z \sin \Omega_0}{z^2 - 2z \cos \Omega_0 + 1} \equiv H(z) = \frac{X(z)}{1 (= zT \{ \delta(k) \})}$$

Die Eigenschaften des Systems $H(z)$ werden bestimmt durch die Lage der Pol- und Nullstellen der Funktion: Die Nullstelle liegt bei $z_0 = 0$. An den Polstellen von $H(z)$ ist der Nenner Null. Es ergeben sich zwei Pole: $z_{\infty 1,2} = \cos \Omega_0 \pm j \sin \Omega_0$. Man kann leicht zeigen, dass (unabhängig von Ω_0) beide konjugiert komplexen Pole (Polpaar) genau auf dem Einheitskreis liegen. Sind die Pole auf dem Einheitskreis einfach, ist das System grenzstabil (ein Sinusgenerator).



Die Realisierung mit Hilfe eines Blockschaltbildes erhält man dadurch, indem man zunächst $H(z)$ durch Division mit z^{-2} umstellt:

$$H(z) = \frac{z \sin \Omega_0}{z^2 - 2z \cos \Omega_0 + 1} = \frac{z^{-1} \sin \Omega_0}{1 - 2z^{-1} \cos \Omega_0 + z^{-2}} = \frac{X(z)}{V(z)}$$

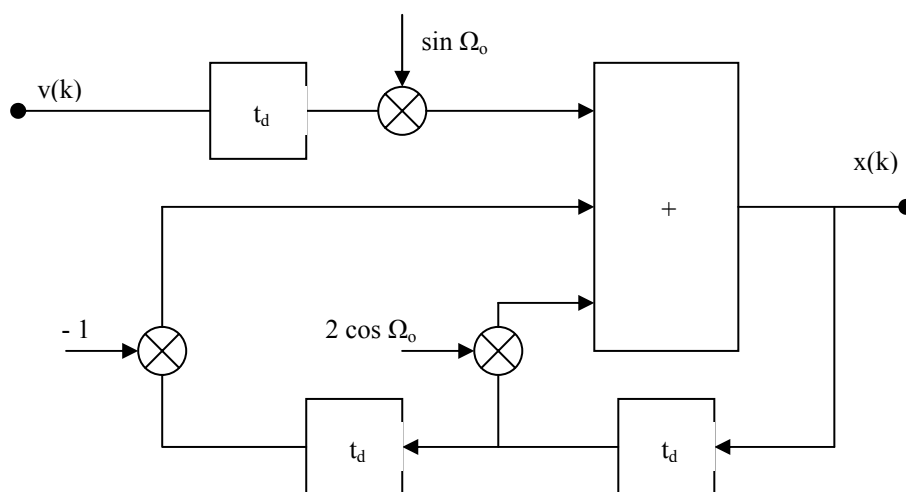
Durch Umstellen ergeben sich Summanden, die sich leicht zurück transformieren lassen:

$$X(z)(1 - 2z^{-1} \cos \Omega_0 + z^{-2}) = V(z)z^{-1} \sin \Omega_0$$

$$X(z) = V(z)z^{-1} \sin \Omega_0 + 2X(z)z^{-1} \cos \Omega_0 - X(z)z^{-2}$$

$$x(k) = v(k-1) \sin \Omega_0 + 2x(k-1) \cos \Omega_0 - x(k-2)$$

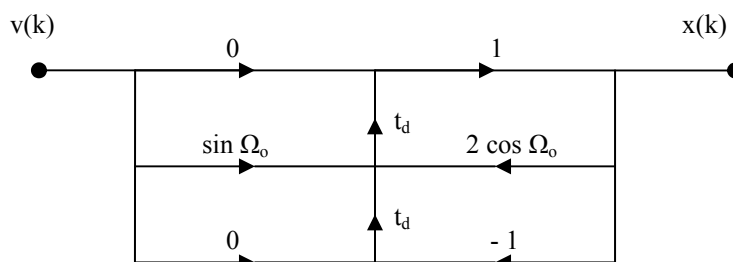
Die Realisation (Blockschaltbild) nach der letzten Gleichung sieht folgendermaßen aus:



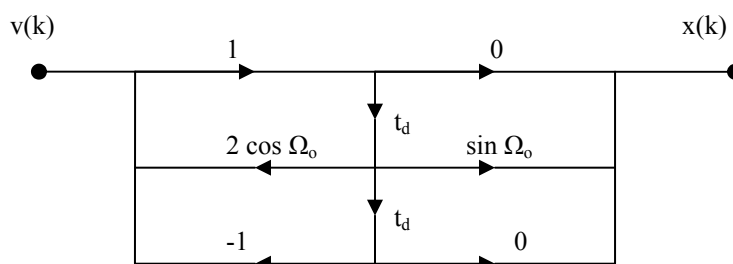
Diese Realisation hat mehr Verzögerer t_d (3), als es für ein System 2-ter Ordnung notwendig (nur 2) ist. Systeme mit der Mindestanzahl von Verzögerern heißen kanonisch.

Im Folgenden werden kanonische Realisierungen mit reellen Koeffizienten dargestellt:

Die 1. **kanonische Realisierung** (Direktform):



Die 2. **kanonische Realisierung** (transponierte Direktform):



Alle angegebenen und möglichen Realisierungen haben die gleiche Übertragungsfunktion $H(z)$. Aber der jeweilige Aufwand (Anzahl der Additionen und Multiplikationen) und die Auflösung der Zahlenwerte der Zahlenfolgen sind unterschiedlich. In Serien- und Parallelform (Hier nicht angegeben!) sind sogar Multiplikationen mit komplexen Zahlen erforderlich. Ein Rechner kann jede Zahl nur mit endlicher Auflösung (Stellenzahl) darstellen. Reelle Zahlen können also nicht exakt vorliegen. In diesem Beispiel werden für die trigonometrischen Funktionswerte: $\sin \Omega_0$ und $\cos \Omega_0$ also keine exakten Werte vorliegen, d.h. das betrachtete „grenzstabile System“ wird sich so verhalten, dass die Ausgangszahlenfolge $x(k)$ für große k -Werte entweder gegen Null oder gegen Unendlich strebt. Die Polstellen der Funktion $H(z)$ liegen nicht auf, sondern nur in der Nähe des Einheitskreises. Liegen sie innerhalb, entsteht eine „gedämpfte Schwingung“, die für große k gegen Null strebt. Liegen sie außerhalb, tritt eine „ungedämpfte Schwingung“ auf, die zunächst „langsam“ ansteigt, dann aber „exponentiell“ gegen Unendlich strebt: Rechner-Overflow $> 10^{450}$.

Um die Auswirkungen zufällig ab- oder aufgerundeter Zahlenwerte systematisch zu zeigen, wurden mit Hilfe eines Programms einige Probeläufe durchgeführt, bei denen die Länge des komplexen Polzeigers variiert wurde. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle niedergelegt. Der Sollbetrag der Polzeiger beträgt eins. Abweichungen werden durch ϵ ins Programm eingegeben. Die untersuchten Zahlenfolgen (über ca. 5 Perioden) wurden für die 12-fache Abtastfrequenz berechnet, d.h. alle 30° wird der Wert der Sinusfunktion bestimmt, also fortlaufend und rekursiv.

Wegen der begrenzten Zahlenauflösung ist ein zeitdiskretes, grenzstabiles System im Allgemeinen nicht realisierbar. In der Praxis wird deshalb eine Look-up-table definiert, in der alle Werte für eine Periode gespeichert sind. Diese werden dann periodisch wiederholt. Aber auch bei dieser Lösung sind die Werte der Zahlenfolge nicht exakt (Rundungseffekte), d.h. eine „ausgleichende“ Sinusfunktion geht einerseits nicht genau durch die exakten Werte der Zahlenfolge und ist andererseits nicht mit der angestrebten Sinusfunktion identisch.

Analoge grenzstabile Systeme regeln die Lage der Pole auf dem Einheitskreis (bzw. der imaginären Achse der Laplace-Transformation) mit Hilfe der nicht-linearen Verstärkungsanpassung. Eine in der Wirkung vergleichbare Maßnahme müsste auch für zeitdiskrete Oszillatoren eingesetzt werden.

| ε in % | Abw. der Periodendauer in % | Abweichung der Amplitude in % | |
|---|-----------------------------|-------------------------------|----------------------|
| Polstellen außerhalb des Einheitskreises: | | | |
| + 10 | + 69,4 | + 80,8 | nach 5 Perioden |
| + 15 | + 483,3 | + 537,8 | nach 5 Perioden |
| + 15,5 | Keine Sinusschwingung mehr | Overflow | nach x „Perioden“ |
| + 15,75 | Keine Sinusschwingung mehr | Overflow | nach 3,75 „Perioden“ |
| + 16 | Keine Sinusschwingung mehr | Overflow | nach 3 „Perioden“ |
| + 17,5 | Keine Sinusschwingung mehr | Overflow | nach 1,8 „Perioden“ |
| + 20 | Keine Sinusschwingung mehr | Overflow | nach 1,3 „Perioden“ |
| Polstellen innerhalb des Einheitskreises: | | | |
| - 10 | - 22,65 (Frequ. % = +29,3) | - 28,2 | nach einer Periode |
| - 20 | - 35,4 (Frequ. % = +54,8) | - 44,56 | nach einer Periode |
| - 30 | - 43,1 (Frequ. % = +75,7) | - 57 | nach einer Periode |
| - 50 | - 53,4 (Frequ. % = +114,6) | - 72,3 | nach einer Periode |
| - 75 | - 61 (Frequ. % = +156,4) | - 87,2 | nach einer Periode |
| - 90 | - 63,3 (Frequ. % = +172,5) | - 95 | nach einer Periode |
| - 99 | - 66,5 (Frequ. % = +198,5) | - 99,5 | nach einer Periode |

4. Danksagung

Ich danke meinem Lehrmeister in Digitaler Signalverarbeitung Professor Heinz Göckler.

5. Literatur

/1/ Gerd **Nowack**, Lehrstuhl für Elektronische Schaltungen, Ruhr-Universität Bochum, **Der Feldeffekt-Transistor (FET) als steuerbarer Widerstand für Großsignalansteuerung**, Bericht der Studiengruppe für Nukleare Elektronik (SGNE), Herbst 1979, Göttingen, 1. – 3. Okt. 1979, S. 4 – 7

/2/ Thomas **Schubert**, Ernest **Kim**, University of San Diego, **Active and Non-Linear Electronics**, John Wiley, N.Y. USA, 1996, Chapter 12: Oscillators Circuits, page 727 – 750 (In Umfang und Inhalt vergleichbar mit Tietze/Schenk: Halbleiter-Schaltungstechnik)

/3/ Thomas **Frey**, Martin **Bossert**, **Signal- und Systemtheorie**, Teubner Verlag, Stuttgart, 1. Aufl., 2004

/4/ Karl-Dirk **Kammeyer**, Kristian **Kroschel**, **Digitale Signalverarbeitung**, Teubner Verlag, Stuttgart, 5. Aufl., 2002

Rauschoptimierung mittels verlustfreier transformatorischer Gegenkopplung

SEI-Tagung in Garching 2006

Dipl. Ing. (FH) Christian Dürr
Dr. -Ing. Sven Bönisch

SEI-Frühlingstagung 2006

1

26.06.2006

Inhalt

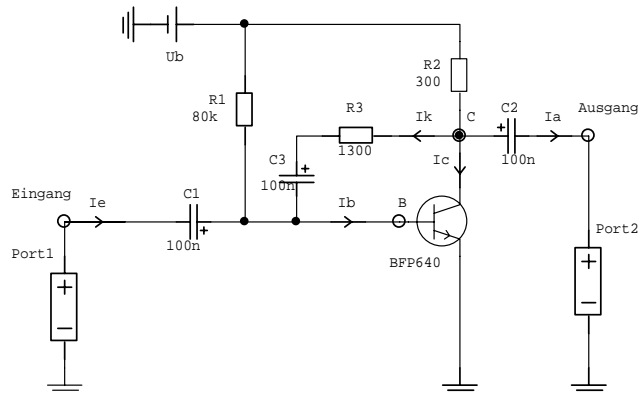
- Ausgangsbasis
- Vorstellung reaktiver Rückkopplung
- Messungen und Ergebnisse
- Zusammenfassung

SEI-Frühlingstagung 2006

2

26.06.2006

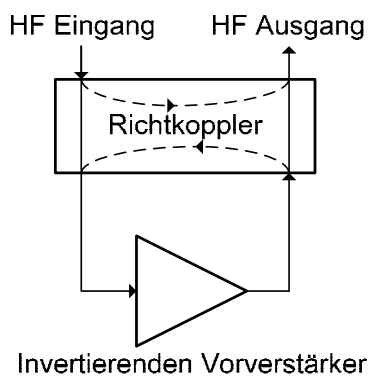
Ausgangsbasis



Vorverstärker IV-113 mit dem Transistor BFP640 und passiver Rückkopplung (R_3C_3)

- Noise Figure 1,1 dB
- Verstärkung 23 dB
- Reflexionsfaktor -20 dB
- lineares Übertragungsverhalten

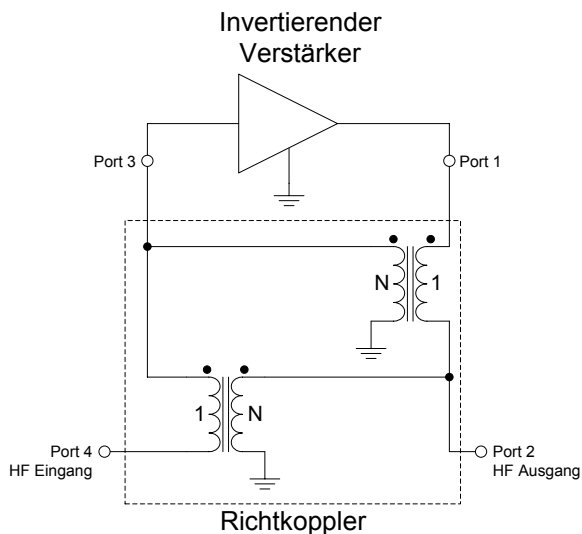
Schaltungskonzept alternativer Rückkopplung



Rückkopplung erfolgt mittels Richtkoppler

- Idee von D. Norton (1971)
- verlustlos
- reziprok

Schaltungsdesign reaktiver Rückkopplung



- 0° Kopplung
- zwei unabhängigen Transformatoren
- Übertragungsverhältnis zw. T_1 und T_2 kann variieren
- Kopplungsgrad ist individuell einstellbar

SEI-Frühlingstagung 2006

5

26.06.2006

Eigenschaften reaktiver Rückkopplung

Vorteile:

- Verbesserung der Linearität des Verstärkers
- erlaubt Reduktion der Rauschzahl auf ein theoretisches Minimum
- höhere Bandbreite

Nachteile:

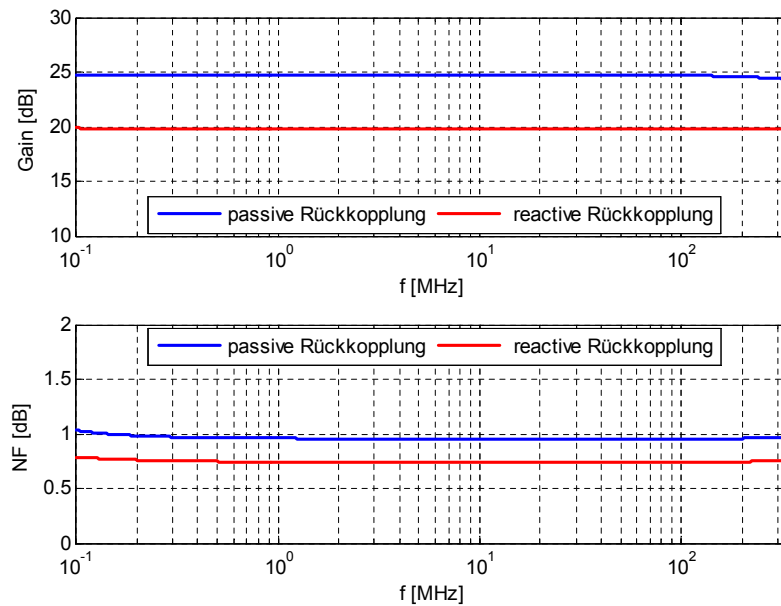
- erfordert komplexeres Schaltungsdesign
- erhöhte Schaltungsinstabilität wahrscheinlich
- Reduktion der Verstärkung
- Reduktion der Rückflussisolierung

SEI-Frühlingstagung 2006

6

26.06.2006

Vergleich zwischen passiver und reaktiver Rückkopplung (theoretisches Modell)



SEI-Frühlingstagung 2006

7

26.06.2006

Entwicklung des Richtkopplers

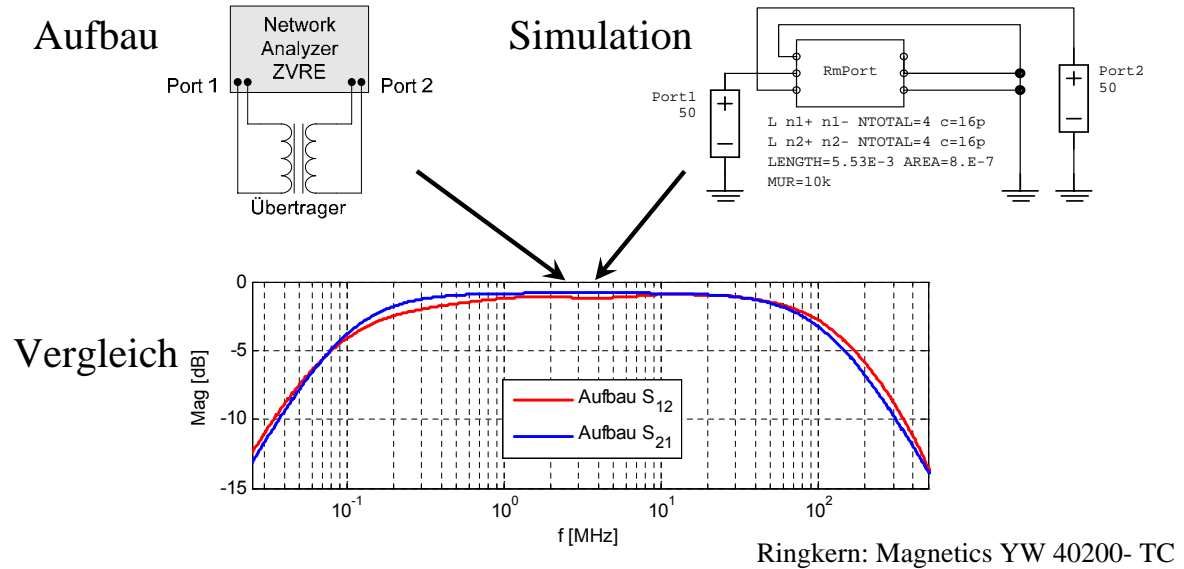
- Verifizierung von Simulations- und Messdaten
- Wahl des Kernmaterials (z.B. K1, N30, YW)
- Wahl der Kerngröße
- Wahl des Übertragungsverhältnis von T_1 und T_2

SEI-Frühlingstagung 2006

8

26.06.2006

Verifizierung von Simulations- und Messdaten des Richtkopplers

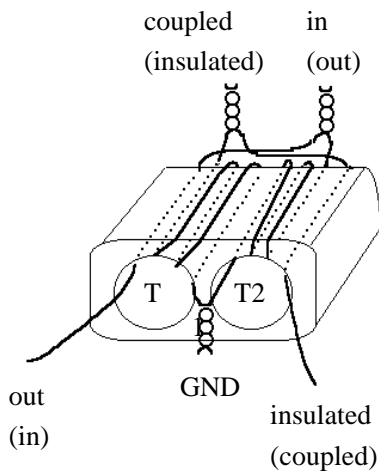


SEI-Frühlingstagung 2006

9

26.06.2006

Aufbau und Struktur des Richtkopplers



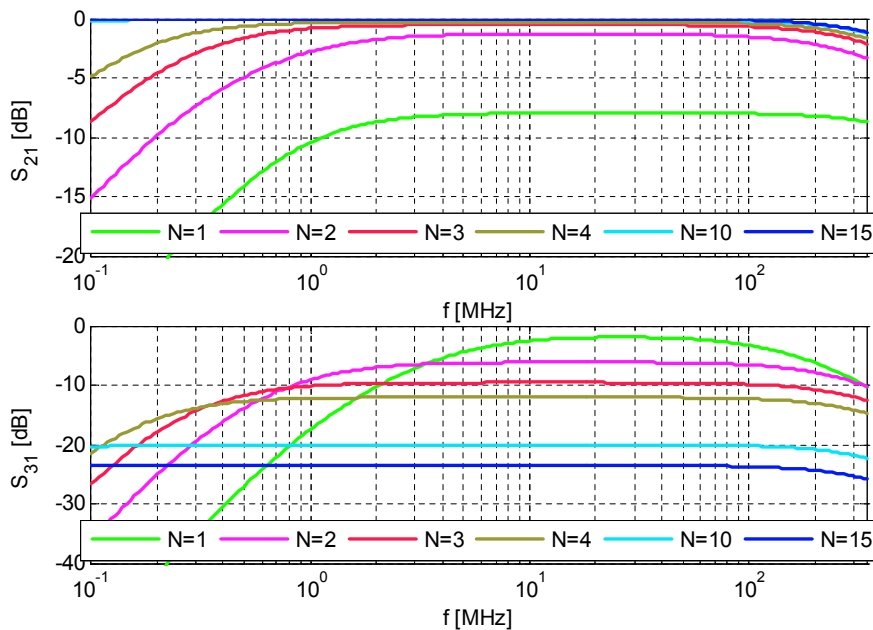
- Kernmaterial (z.B. K1,N30, YW)
- Kernform bzw. Kerngröße (Ringkerne, Doppellochkern)
- Koppelfaktor: $10 \cdot \log(N^2 + 1)$ [dB]
- kurze Masseführung
- kurze Leitungslängen bei HF

SEI-Frühlingstagung 2006

10

26.06.2006

Frequenzverhalten des Richtkopplers in Abhängigkeit des Übertragungsverhältnis N

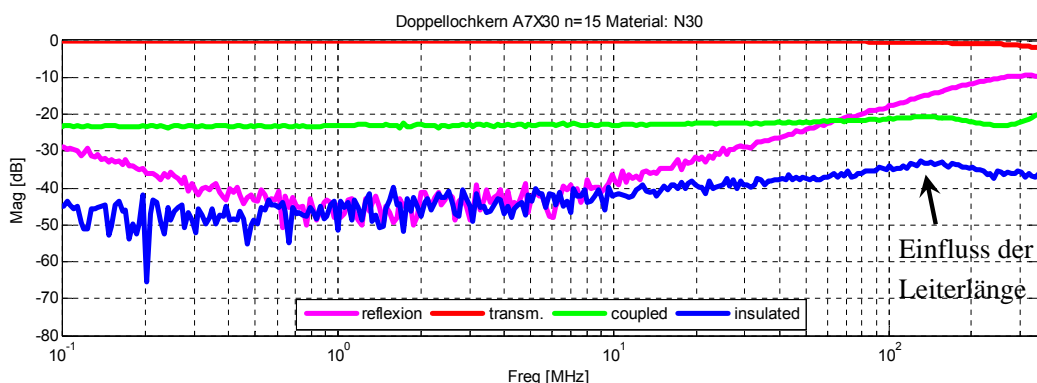


SEI-Frühlingstagung 2006

11

26.06.2006

Messung eines Richtkopplers



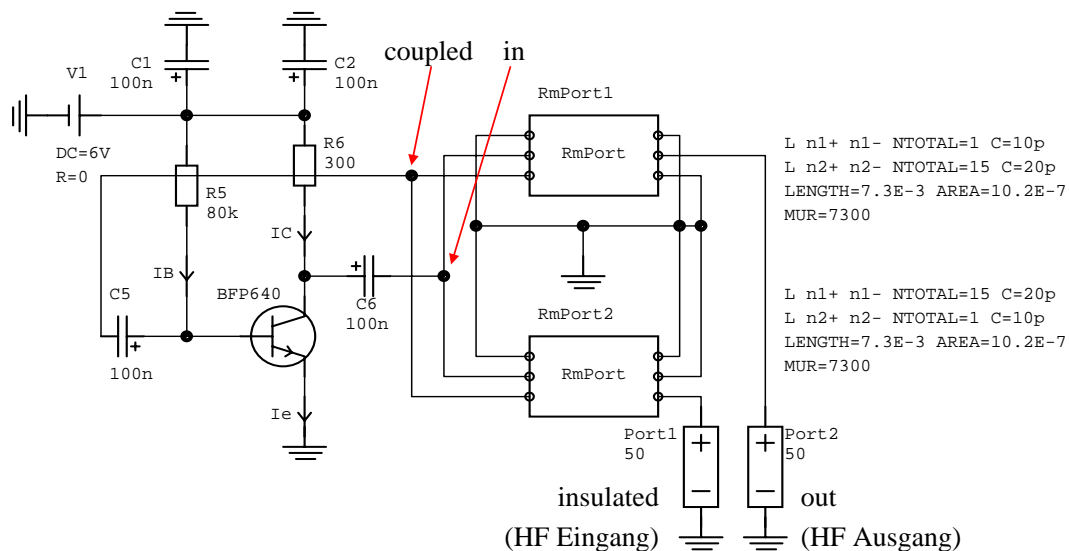
- Koppeldämpfung beträgt 23 dB mit N=15
- ausreichende Bandbreite
- Einfluss von Windungskapazitäten bei hohen Frequenzen sichtbar

SEI-Frühlingstagung 2006

12

26.06.2006

Schaltungsdesign des Vorverstärkers mit reaktiver Rückkopplung

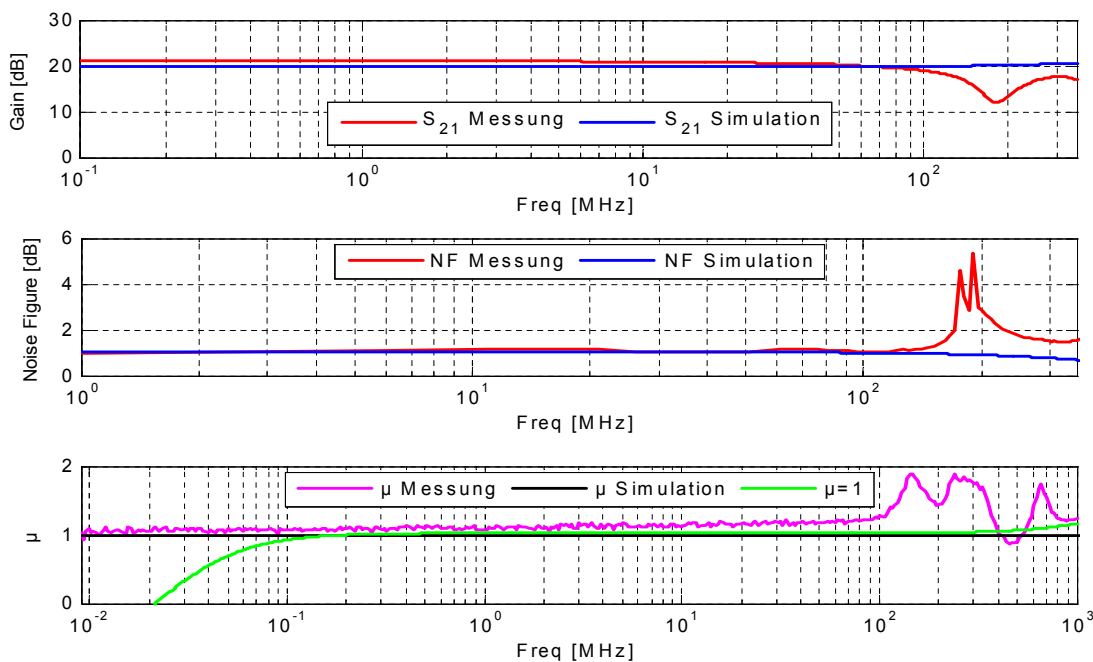


SEI-Frühlingstagung 2006

13

26.06.2006

Vergleich Simulation und Messung

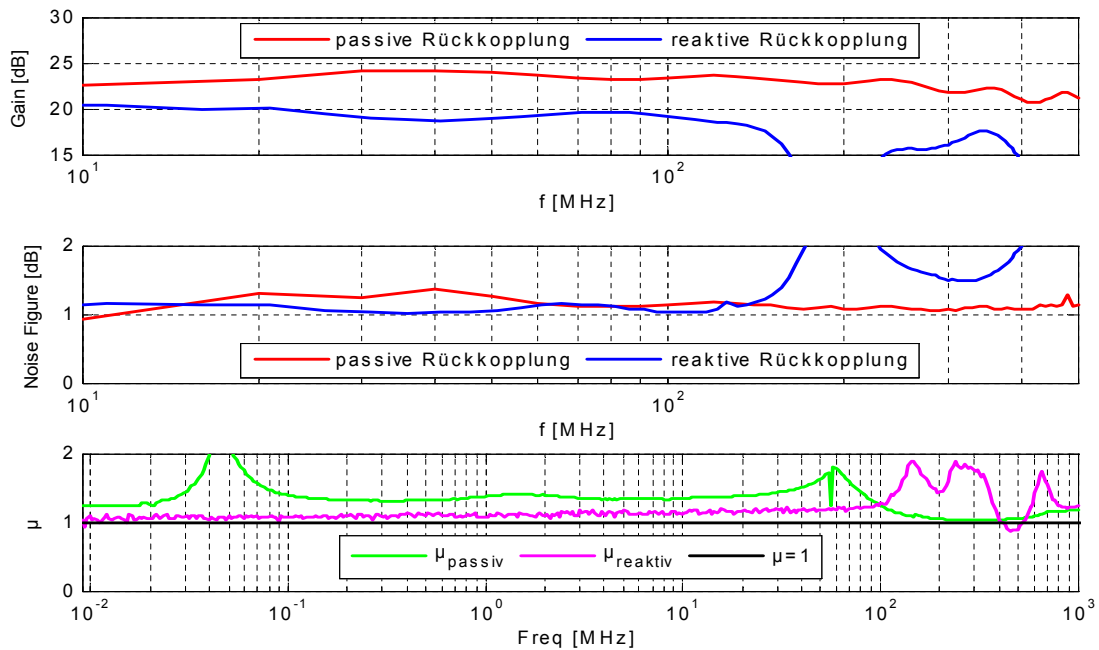


SEI-Frühlingstagung 2006

14

26.06.2006

Vergleich reaktiver und passiver Rückkopplung



SEI-Frühlingstagung 2006

15

26.06.2006

Ergebnisse

| | passiv | reaktiv |
|--|--------------------|--------------------|
| Rauschzahl (Noise Figure) | ≈ 1,1 dB | ≈ 1,05 dB |
| Eingangsanpassung | ≈ -20 dB ± 0,2 dB | ≈ -17 dB ± 0,2 dB |
| Ausgangsanpassung | ≈ -23 dB ± 0,2 dB | ≈ -21 dB ± 0,2 dB |
| Verstärkung | ≈ 23 dB ± 0,2 dB | ≈ 20 dB ± 0,2 dB |
| Effektive Eingangsrauschspannung
(350 MHz, 50 Ω, 290 K) | ≈ 9,53 μV ± 0,2 μV | ≈ 9,57 μV ± 0,2 μV |

SEI-Frühlingstagung 2006

16

26.06.2006

Zusammenfassung

- praktische Umsetzung konnte nicht zufrieden stellend erreicht werden
 - Probleme im Stabilitätsverhalten
 - Reduktion der Rauschzahl nur im unterem Frequenzbereich erreicht
 - (geringere Verstärkung)
- weitere Untersuchungen für Optimierung sind notwendig

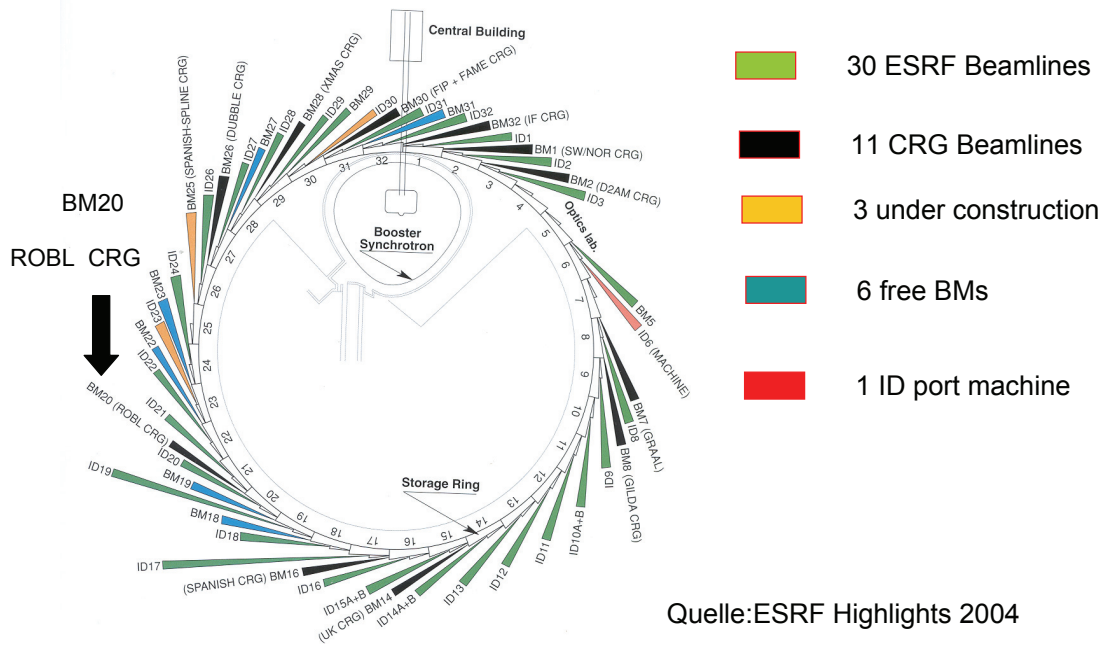
Hard- und Software des Radiochemiemessplatzes ROBL an der ESRF/Grenoble



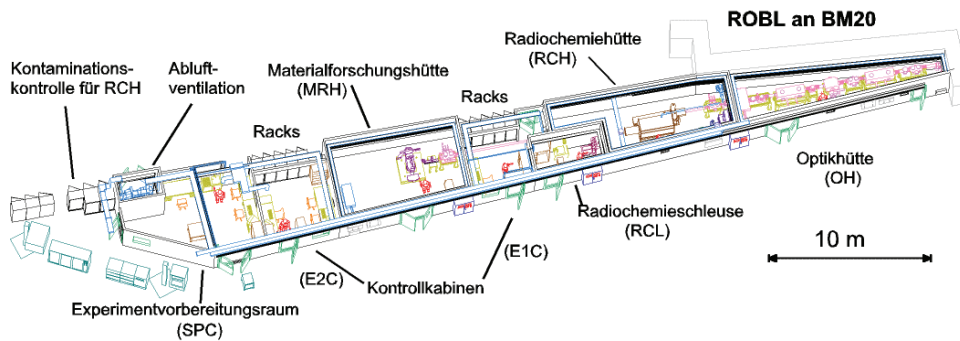
Das Forschungszentrum Rossendorf betreibt an der European Synchrotron Radiation Facility (ESRF) in Grenoble in Frankreich eine eigene Beamline (**Folie 1**). Gegenwärtig sind etwas mehr als 40 Beamlines in Betrieb (**Folie 2**). Eine davon, gelegen am Bendingmagnet BM20, ist ROBL (**R**ossendorf **B**eamLine). Die Beamline wurde unter Projektleitung von Herrn Dr. Wolfgang Matz 1997 aufgebaut und 1998 in Betrieb genommen. Sie ist eine Gemeinschaftsentwicklung des Instituts für Ionenstrahlung und Materialforschung, des Instituts für Radiochemie sowie der Zentralabteilung Forschungstechnik. **Folie 3** enthält eine schematische Darstellung. Beginnend mit der Wand zum Synchrotron sind die Optikhütte (Konfektionierung des Röntgenstrahls) und der Experimentierplatz für Radiochemie, mit entsprechenden Sicherheitskomponenten und zugehöriger Elektronikkabine, dargestellt. Ihr schließt sich der Experimentierplatz für Materialforschung mit separater Elektronikkabine an. Danach folgen weitere Einrichtungen zur Probenpräparation bzw. für den technischen Support und Sicherheitsausstattungen für den Radiochemiemessplatz. Die beiden Experimentierplätze sind alternativ nutzbar.

Auf Grund der harten Röntgenstrahlung sind alle Hütten mit Bleiabschirmungen ausgestattet und können während des Strahlbetriebs nicht betreten werden. Hinzu kommen weitere sicherheitstechnische Festlegungen für den Radiochemiemessplatz, der den Anforderungen eines radiochemischen Labors genügen muss.

Beamlines an der ESRF/Grenoble



CRG-ROBL Beamline BM20



Der Vortrag soll sich ausschließlich auf den Radiochemiemessplatz konzentrieren und stellt ihn hauptsächlich aus technischer Sicht vor. Der Messplatz ist besonders interessant, weil er immer noch Alleinstellungsmerkmale, zumindest innerhalb Europas hat. Er wurde ursprünglich von Herrn Professor Tobias Reich konzipiert und unter seiner Leitung lange Zeit erfolgreich betrieben. Mit seiner Berufung an die Universität Mainz begann unter Leitung von Herrn Dr. Andreas Scheinost eine etwa zweijährige Modernisierung dieses Messplatzes, die nun einen gewissen Abschluss gefunden hat.

In **Abbildung 1** ist das Schema des Radiochemiemessplatzes vergrößert dargestellt. Ein wichtiges Merkmal ist die Radiochemieschleuse (RCL - Radiochemistry Lock Room) für den Zutritt zum Experimentierplatz. **Abbildung 2** zeigt als eine Besonderheit dieses Messplatzes eine speziell konstruierte Handschuhbox, hier von der Operatorseite, in der die radioaktiven Proben manipuliert und gemessen werden können. Zugehörig sind Strahlungsmessgeräte und ein aufwendiges, doppelt ausgelegtes Lüftungssystem, das über Filter und ein Unterdrucksystem dafür sorgt, dass keinerlei Kontamination der Umgebung möglich ist.

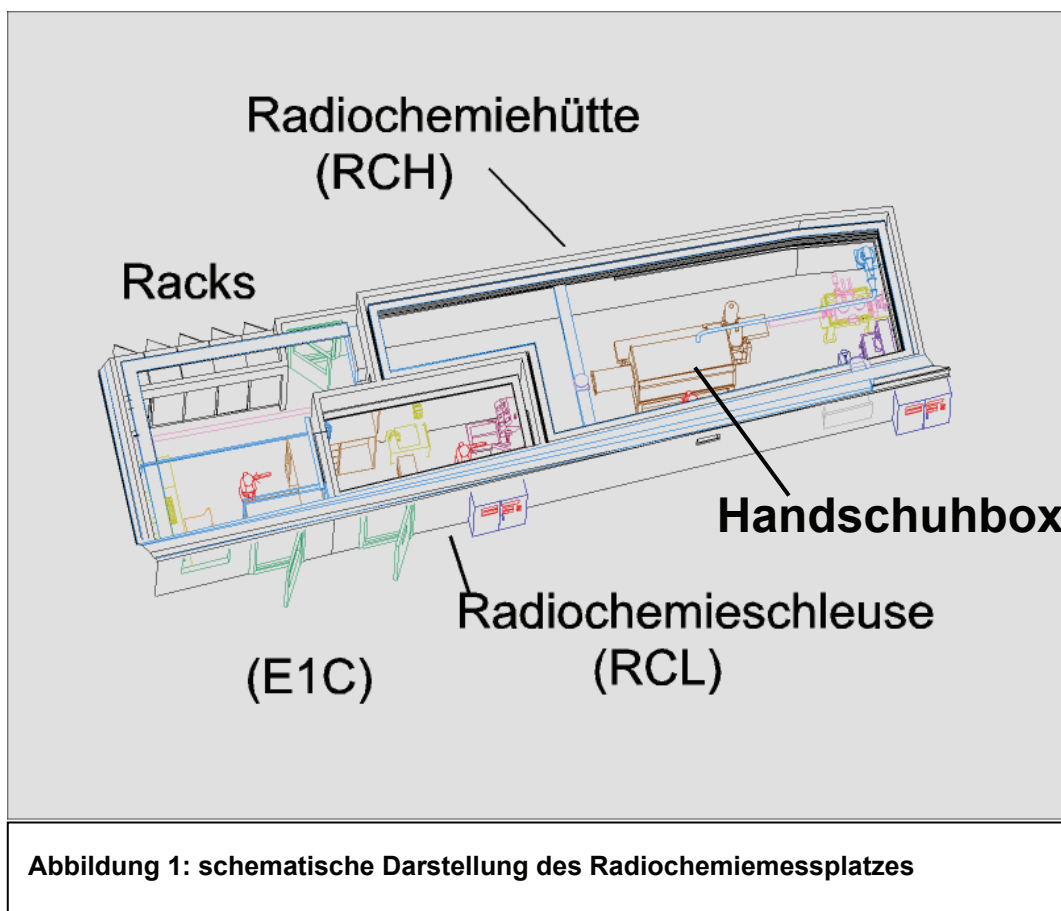




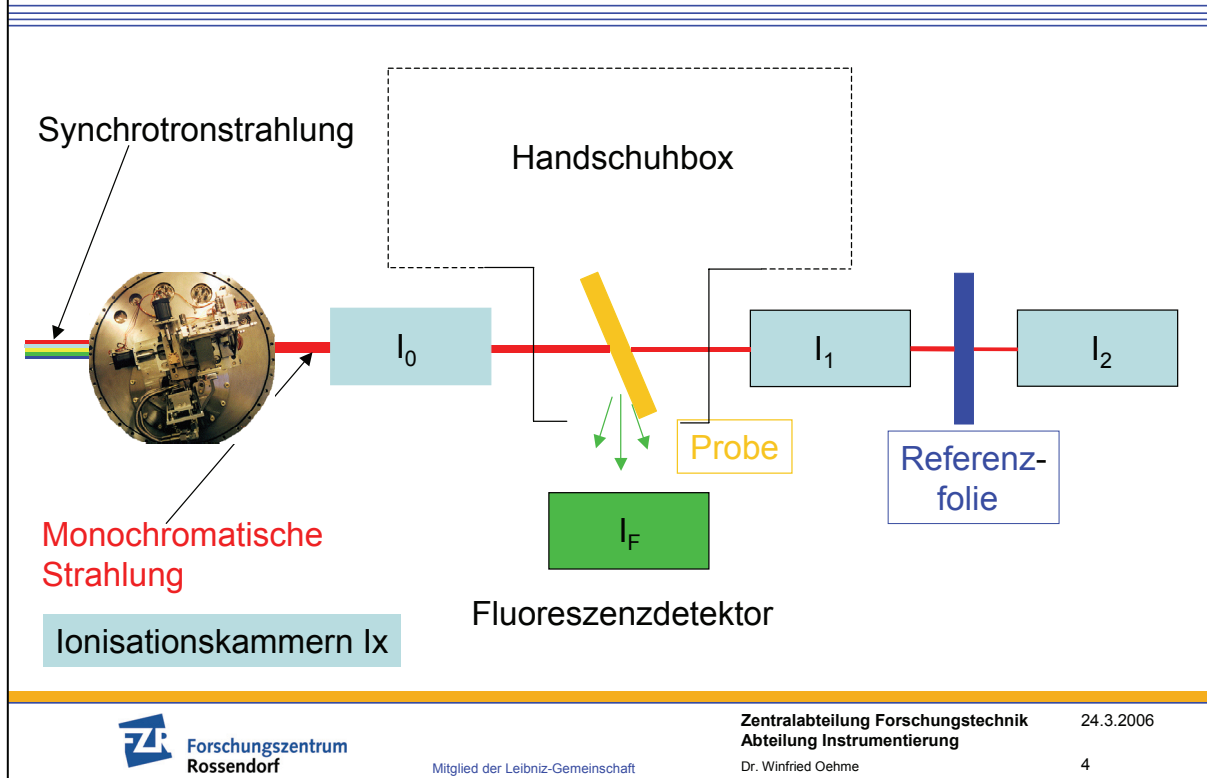
Abbildung 2: Operatorseite der Handschuhbox mit Filtern, Schleuse und Teilen der Lüftungsanlage

Aus Sicht der Instrumentierung des Messplatzes musste auf Grund der Röntgenstrahlung während des Betriebs als auch wegen der Zutrittserschwerenisse infolge der radiochemischen Schleuse von vornherein auf eine umfassende Fernbedienbarkeit und die Sicherheit aller Komponenten geachtet werden.

Forschungsgegenstand des Instituts für Radiochemie sind die Actinide, also die schwersten Elemente des Periodensystems, vorrangig Uran, Plutonium, Neptunium, Curium... Es geht dabei um die Identifikation, Strukturbestimmung und Quantifizierung dieser Elemente und ihrer Verbindungen vor allem in stark verdünnten Proben. Eine sehr wichtige Methode ist dabei die Röntgenabsorptionsspektroskopie. Diese soll in ihren Grundzügen nachfolgend dargestellt werden. In **Folie 4** ist das Messprinzip, wie es bei ROBL praktiziert wird, schematisch dargestellt.

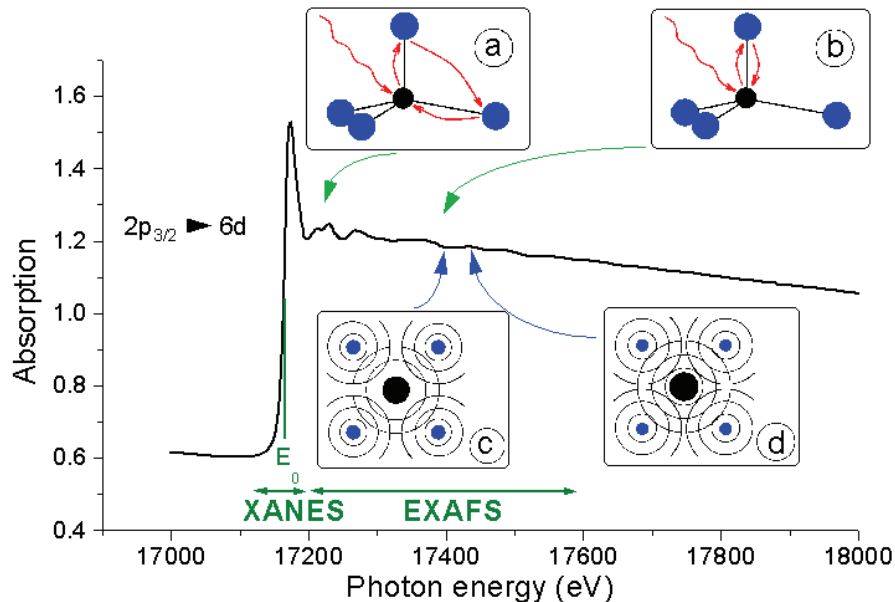
Wegen der kleinen Effekte benötigt man eine sehr gute Röntgenquelle mit hohem Photonenfluss, wie er an diesem modernen Synchrotron vorhanden ist. Auf Grund des Messprinzips muss die Röntgenquelle „durchstimmbare“ sein. Dies wird durch einen Doppelkristallmonochromator (DCM) erreicht. Er monochromatisiert den weißen Röntgenstrahl und gewährleistet, dass an seinem Ausgang ein Röntgenstrahl mit einer wählbaren Energie austritt (ca. 5 bis 35 keV.) Dieser wird durch eine Ionisationskammer I_0 geleitet und seine Wechselwirkung mit einem geeigneten Edelgas bzw. einem Edelgasgemisch wird gemessen.

Schema Röntgenabsorptionsspektroskopie (XAS – X-ray absorption spectroscopy)



Der Röntgenstrahl trifft danach auf die zu messende Probe, die sich innerhalb der Handschuhbox befindet und die mit verschiedenen Positioniersystemen und Probenhaltern sowie optional einem Kryostat ausgestattet ist. Mit dem Kryostat können die Proben bis 10 Kelvin abgekühlt werden, um thermische Effekte während der Messung zu minimieren. Während des Durchgangs des Röntgenstrahls durch die Probe werden zwei wesentliche Effekte genutzt. Zum einen tritt eine Absorption des Röntgenstrahles auf, die im wesentlichen darauf beruht, dass eine Resonanz zwischen der Energie des monochromatischen Strahles und Elektronen des Atoms, vorwiegend der K-, LI- oder LIII-Schalen auftritt. Mittels einer zweiten Ionisationskammer I_1 werden die sogenannten Transmissionseffekte bestimmt, die sich aus dem Verhältnis der Zählraten in beiden Kammern ergeben und elementspezifisch sind. Anschließend folgt eine Referenzfolie, deren Absorptionsverhalten bekannt ist und das über eine dritte Ionisationskammer I_2 aus dem Verhältnis von I_2 und I_1 bestimmt wird. Der Vergleich dieser Messung mit der bekannten Referenz dient dazu, die Güte der Energieauswahl durch den Monochromator zu bewerten und zu korrigieren. Neben der Absorption können auch Streueffekte des Strahles an Nachbaratomen festgestellt werden. Dies ist schematisch in **Folie 5** angegeben, die Herr Dr. Funke aus der Literatur herausgesucht und mir zur Verfügung gestellt hat. Die relativ ungerichtete Fluoreszenzstrahlung entsteht bei der Rückkehr des Atoms in seinen stabilen Zustand und ist schwieriger zu messen, liefert aber sehr wichtige Strukturinformationen, wenn ein sehr guter Detektor und eine geeignete Auswertesoftware bereitstehen.

Beispiele für Röntgenabsorptionsspektren



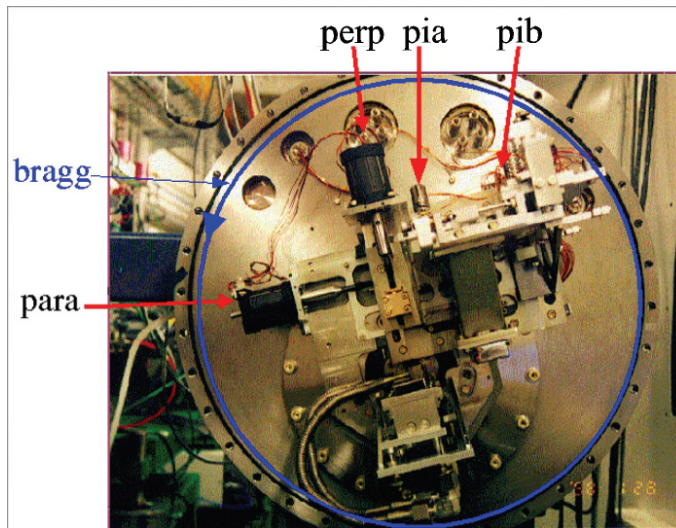
XAS-Spektrum für die L_{III} Kante von Uran in der Substanz Calciumuranat ($CaUO_4$),
in Anlehnung an P. Behrens, Trends in analyt. Chem. 11[1992]218

E_0 entspricht der Energie eines Elektrons auf der LIII-Schale von Uran. In den Einblendungen c) und d) sind sich auslöschende und sich verstärkende Rückstreuungseffekte an Nachbaratomen angedeutet. Die Auswertung der Messdaten erfordert leistungsfähige Software, sowie Kenntnisse und Erfahrungen eines Radiochemikers. Während der Messung wird üblicherweise das Absorptionsspektrum und die Fluoreszenz angezeigt, damit der Experimentator die Qualität der Messung sofort grob bewerten und darauf basierend Einfluss nehmen kann.

Für EXAFS-Messungen (Extended X-Ray Absorption Fine Structure) ist die **programmgesteuerte** Einstellbarkeit des Monochromators eine wichtige Voraussetzung. Das steht im Kontrast zu vielen Messungen mit Synchrotronstrahlung, die bei einer fest eingestellten Energie durchgeführt werden und diese relativ aufwendig manuell justieren können.

Folie 6 zeigt das „Innenleben“ des bei ROBL eingesetzten Monochromators. Es ist im ganzen über einen hier nicht sichtbaren DC-Antrieb um den **bragg**-Winkel mit hoher Präzision drehbar. Der Braggwinkel bestimmt letztendlich, je nach verwendeten Kristallen, die monochromatisierte Energie. Der Doppelkristallmonochromator (DCM) besitzt zwei Siliziumkristalle, von denen der erste fest montiert ist. Der zweite Kristall kann über zwei „para“ und „perp“ genannte Schrittmotore parallel und senkrecht verschoben werden. Weiterhin sind drei Picomotorantriebe für eine Grobjustage und zwei digital Piezotranslators (DPTs, „pia“ und „pib“) für eine Feinjustage- bzw. -korrektur vorhanden.

Double Crystal Monochromator



Forschungszentrum
Rossendorf

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

Zentralabteilung Forschungstechnik
Abteilung Instrumentierung
Dr. Winfried Oehme

24.3.2006

6

Ein Energiescan bedeutet letztlich das programmgesteuerte Einstellen des Braggwinkels nach den in **Folie 7** angegebenen Beziehungen. Die Aufnahme eines Absorptionsspektrums besteht aus aneinandergelagerten Energiescans unterschiedlichen Typs, sogenannten Regionen. Üblich sind Vorkanten- und Kantenscans mit E-Regionen, bei denen Start-, Stop- und Energieschrittweite sowie eine konstante Messzeit vorgegeben werden. Der EXAFS-Bereich hingegen wird als k-Region vorgegeben.

Der Parameter k ist die Wellenzahl, ein Maß für die Wellenlänge [$1/\lambda$]. Für $k=0$ ergibt sich die Kantenenergie E_0 , die mit der Messzeit k_{\min} gemessen wird. Mit der Variation von k (im Bereich k_{\min} bis k_{\max} um k_{step}) wachsen sowohl die Energieabstände als auch die Messzeiten, weil man davon ausgeht, dass die Wechselwirkungen mit Nachbaratomen mit wachsender Entfernung kleiner werden. Prinzipiell lässt die Software bis zu 16 solcher frei definierbarer Regionen zu. Typisch werden drei bis fünf Regionen benutzt, wobei Standard-scans vordefiniert sind, bei denen lediglich E_0 zu wechseln ist.

Ein wichtiges Problem ist die Gewährleistung einer konstanten Höhe des Strahlaustritts aus dem Monochromator (Fixed Exit). Dies ist in **Folie 8** dargestellt. Mit dem Drehen des Monochromators verändert man den Bragg-Winkel. Eine Folge wäre eine Veränderung der Strahlaustrittshöhe. Dies wird durch einen zweiten, senkrecht (G) und parallel (R) verschiebbaren Kristall korrigiert. Infolge der angegebenen Beziehungen ergeben sich je nach Energieänderung unterschiedlich große Korrekturbewegungen. Bei Verwendung der Kristalle vom Typ Si111 ergeben sich oberhalb von 15 keV nur noch geringe Korrekturen. Üblich ist es, in diesen Bereichen auf eine Korrektur zu verzichten. Dies ist bei den hauptsächlich zu untersuchenden Actiniden möglich. Mit der Korrektur bekommt man nämlich einen unangenehmen Nebeneffekt, der in einer leichten Veränderung der Parallelstellung beider Kristalle zueinander resultiert. Dieses Problem versucht man über verschiedene Methoden zu minimieren. Beispielsweise wird ein elektronischer Regler eingesetzt, der Intensitätsschwankungen in I_0 durch Verkippen des zweiten Kristalls über einen Piezosteller entgegenwirkt.

Energieeinstellung am DCM (1)

$$\vartheta_1 = -\text{asin}\left(\frac{12.398}{2E \cdot d_{\text{hkl}}}\right) \frac{180}{\pi} \text{ [Grad]}$$

dhkl: Gitterebenenabstand,
kristallabhängig

z.B. Si111: 3.1355
Si311: 1.6375

$$E = \frac{-12.398}{2 \sin\left(\vartheta_1 \cdot \frac{\pi}{180}\right) d_{\text{hkl}}} \text{ [keV]}$$

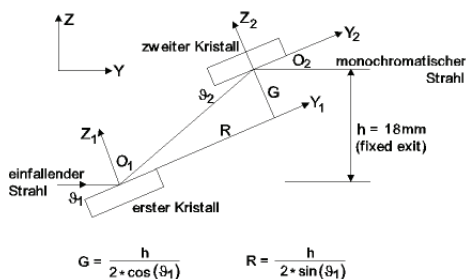
Umrechnung Braggwinkel \leftrightarrow Energie (negativer Braggwinkel)

Übliche Vorgaben in sogenannten **Regionen** im E-Bereich (eV) bzw. k-Bereich (1/Ångström)
Standard sind 3 Regionen (Vorkantenbereich(E), Kantenbereich(E), EXAFS-Bereich(k))

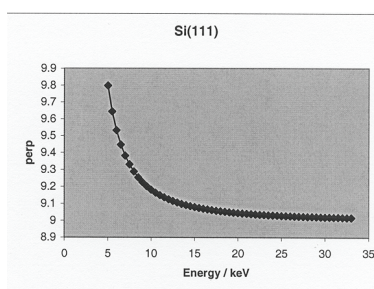
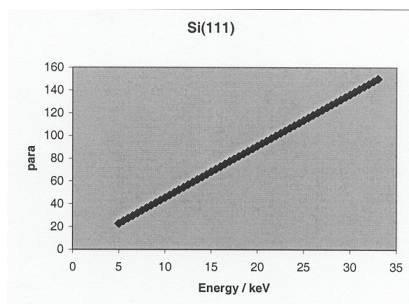
- E-Bereich \rightarrow Start-Energie, Stop-Energie, Schrittweite, Messzeit
- k-Bereich \rightarrow Energieabstände und Messzeiten erhöhen sich nach Näherungsformel mit Entfernung von Kantenenergie E_0

$$E = \frac{k^2}{0,262} + E_0 \text{ [eV]} \quad t = k_{\text{tmin}} + \frac{k^{\text{kn}} (k_{\text{tmax}} - k_{\text{tmin}})}{k_{\text{max}}^{\text{kn}}} \text{ [s]}$$

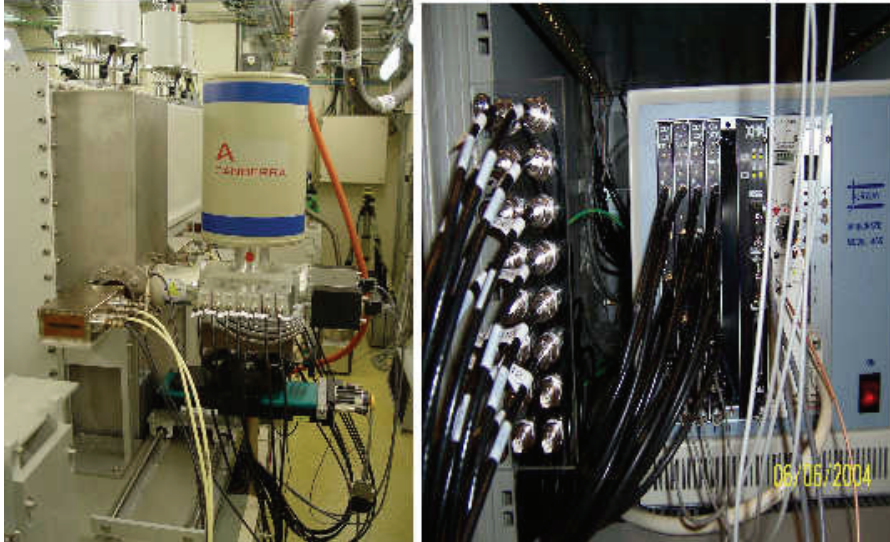
Energieeinstellung am DCM (3) (Fixed Exit)



$$G = \frac{h}{2 \cdot \cos(\vartheta_1)} \quad R = \frac{h}{2 \cdot \sin(\vartheta_1)}$$



GE-13Detektor mit XIA-Elektronik



Folie 9 zeigt im linken Bild die Rückseite der Handschuhbox mit dem 13 Elemente Germaniumdetektor und seinen Vorverstärkern von Canberra zum Messen der Fluoreszenz. Er ist horizontal verschiebbar. Vor dem Erker der Handschuhbox ist die Ionisationskammer I_0 angeordnet. Die beiden anderen Ionisationskammern befinden sich dahinter. Innerhalb des Erkers ist die zu messende Probe auf einem horizontal und vertikal verschiebbaren Probenhalter montiert. Im rechten Bild ist ein CAMAC-Crate (Firma Jorway) dargestellt, das die Elektronik der Firma XIA (X-ray Instrumentation Associates) für den Detektor enthält. Sie beruht auf 13 digitalen Signalprozessoren (DSPs) und liefert 13 Spektren zu je 8k. Die Kopplung zur Rechentechnik geschieht über eine SCSI-Kopplung mit 40MB/s. Für das Auslesen der Spektren ist der CAMAC-Bus das begrenzende Element. Für die elektronische Instrumentierung ergeben sich folgende Komponenten. In **Folie 10** sind zunächst die Detektoren dargestellt. Drei Ionisationskammern werden über einen Verstärker SR570 (Stanford Research) auf einen Voltage-Frequency-Converter (VFC) geschaltet. Die resultierenden Zählraten werden auf ein VME-Modul VCT6 (VME Counter/Timer-Modul mit sechs Kanälen / ESRF) gegeben. Dieser Modul bestimmt auch die Messdauer. Parallel dazu wird die Elektronik des GE-13 Fluoreszenzdetektors betrieben. Hierzu existiert ein auf LabView basierendes Kalibrierungsprogramm von XIA. Während der Messung wird ein von der ESRF entwickeltes Programm (Device Server), das auf Xeres-Bibliotheken von XIA beruht, verwendet (importiert).

Elektronische Instrumentierung (1)

Detektoren

- Ionisationskammern → Verstärker SR570 → VFC2504 → VCT6
- GE-13 Detektor Canberra mit Vorverstärkern an Elektronik von XIA im CAMAC-Standard (Digitale Signal Prozessoren, 13 MCA a 8K) → SCSI-Schnittstelle zu PC (40MB/s)

Monochromator (intelligente Controller über serielle Schnittstellen)

- McLennan Ltd. PM 304 DC Servo Motor, Tacho, Encoder → Bragg
- McLennan Ltd. PM 301 Schrittmotorsteuerung → Yaw, Jacks (Justage)
- AML-SMD2 Controller Schrittmotorsteuerung → Para, Perp
- PI-Controller Piezos Pia, Pib (Ersatz für Queensgate DPT-C AX301)
- DESY Hamburg D-Mostab Modul (Pia-Control)
- New Focus Controller Picomotor (P1, P2, P3)
- Schaevitz-Controller MP-2000 LVDT
- medingLab Thermostat E10

Die Steuerung des Monochromators ist die zweite wichtige Komponente für EXAFS-messungen. Hier dominieren intelligente Steuergeräte, die sämtlich über serielle Schnittstellen nach den jeweiligen Protokollen mit Software (Eigenentwicklung) bedient werden. Als Koppelmodule dienen gegenwärtig IBAM-Module im VME-System mit jeweils bis zu 18 seriellen Schnittstellen.

Folie 11 zeigt weitere Gerätetechnik. Zunächst sind alle Probenhalter und Detektoren mit Antriebssystemen der Firma Micos ausgestattet, um eine ferngesteuerte Justage und Optimierung (Proben- bzw. Detektor-scans) mit Röntgenstrahl zu ermöglichen. Von besonderer Wichtigkeit ist ein 8-fach Probenwechsler, der den automatisierten Ablauf einer Vielzahl von Messungen ohne Bedienereingriff ermöglicht. Wir benutzen bis zu fünfzehn Pegasus-Controller, die über eine gemeinsame serielle Schnittstelle bedienbar sind. Diese wiederum ist über eine Ethernet-Kopplung in das System integriert (Entfernungs- und Schikanen-Probleme).

Ein neuer Kryostat der Firma CryoVac ist alternativ einsetzbar und ersetzt den bisher benutzten. Der eingesetzte Controller verfügt über eine GPIB-Schnittstelle und ist mit Hilfe eines GPIB-Ethernet Controllers von National Instruments in das System integriert.

Elektronische Instrumentierung (2)

Probenhalter- bzw. Detektorbewegungen

- Ethernet → W&T Com Server → serielle PEGASUS Steuerung (Micos) mit 15 PEGASUS Schrittmotor-Controllern
- besonders wichtig 8-fach Probenwechsler → Automatisierung der Messungen

Kryostat (CryoVac)

- Controller TIC304-MA mit GPIB-Schnittstelle → NI-GPIB/Ether100 Controller



Forschungszentrum
Rossendorf

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

Zentralabteilung Forschungstechnik
Abteilung Instrumentierung

Dr. Winfried Oehme

24.3.2006

11

Elektronische Instrumentierung (3)

Rechentechnik / Front-End Elektronik / Software

- Übernahme von Konzepten der ESRF/Grenoble (soweit möglich)
- fast ausschließlich Open Source
- ursprünglich HP- oder Sun-Workstations (HP-UX bzw. Solaris)
- diskless OS-9 Systeme (Motorola MVME167/162) im VME-System
- VME-Module → ESRF-Standardsortiment
- 100% Nutzung Driver Software der ESRF
- TACO Device Server Konzept (etwa 60% Nutzung von ESRF Servern), Export logischer Geräte
- eigenes Messprogramm **xatros** mit Import logischer Geräte

Modernisierung Rechentechnik / Front-End Elektronik / Software

- Linux-Migration (Ersatz OS9-Systeme und MVME167-Prozessoren) → Industrie-PC
- PCI/VME Bus-Koppler zur Weiterverwendung von VME-Modulen
- verstärkter Einsatz von PCI-Karten und autonomer Systeme
- Übernahme Driver/Server für Linux von ESRF und Anpassung für ROBL
- Portierung eigener Device Server bzw. Anpassung von eigenen Applikationen
- Übergang Taco → Tango (?)



Forschungszentrum
Rossendorf

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

Zentralabteilung Forschungstechnik
Abteilung Instrumentierung

Dr. Winfried Oehme

24.3.2006

12

In **Folie 12** ist die benutzte Rechentechnik in ihrer Weiterentwicklung ersichtlich. Insgesamt haben wir uns bemüht, Konzepte der ESRF zu übernehmen und uns mit unseren Entwicklungen auf die ROBL-spezifischen Lösungen zu konzentrieren. Dies ermöglichte uns die Übernahme bewährter Lösungen mit Basishard- und -software der ESRF und gewährleistet auch einen besseren Support vor Ort. Auch bei der Modernisierung des Messplatzes zeigten sich die Vorteile. So konnten wir mit der Migration zu Linux eine Vielzahl von Basissoftware, die Entwickler der ESRF portiert hatten, problemlos übernehmen und für unser Beamline adaptieren. Auf die eigentlichen Mess- und Steuerprogramme hatte dies geringe Auswirkungen, da die logischen Schnittstellen nach dem TACO Device Server Konzept erhalten blieben.


Insgesamt zeigt sich bei der Modernisierung des Radiochemiemessplatzes eine Verlagerung von ehemals acht VME-Modulen auf nur noch drei hin zu autonomen Systemen mit eigener Steuerung und Systemintegrationsmöglichkeit.

Elektronische Instrumentierung (5)

Messprogramm xatros

- Grafische Nutzerschnittstelle – mehrere Dialoge
- unterstützt alle am Messplatz üblichen Mess- und Justagemethoden
- Importiert eine Vielzahl logischer Geräte (Exportiert von Device Servern)

- Wiederverwendung von Einstellungen über Datenbankeinträge
- Vordefinition kompletter Messungen für den unbeaufsichtigten Betrieb z.B. Wochenende, Nachtschicht
- Erfassung der Messungen in Datenbank
- Online-Visualisierung der Messung und der 13 Spektren (GE-13 Detektor)
- Direkte interaktiv-grafische Festlegung der SCAs aus den Spektren
- Erzeugung der Daten im EXAFSPAK-Format
→ partielle Direktauswertung auch während Messung möglich
- Vorbereitete einfache SMS-Benachrichtigung im Fehlerfall bzw. Statusabfragemöglichkeit



Forschungszentrum
Rossendorf

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

Zentralabteilung Forschungstechnik
Abteilung Instrumentierung
Dr. Winfried Oehme

24.3.2006
13

Eine wichtige Besonderheit des Radiochemiemessplatzes ist die Verwendung eines messplatzspezifischen Programms „xatros“. Es ist eine Eigenentwicklung des Forschungszentrums Rossendorf (**X**-ray **a**cquisition **t**ool from **R**ossendorf) und repräsentiert langjährige Erfahrungen mit diesem Messplatz. Es wurde auf Wunsch von und in Zusammenarbeit mit Professor Tobias Reich entwickelt, nachdem ursprüngliche Versuche mit dem an der ESRF benutzten Standardmessprogramm „spec“ (Ursprung G.Swislow, CSS) sich als nicht so gut geeignet für unsere EXAFS-Messungen erwiesen hatten. Spec benutzen wir am anderen Messplatz und für Teile der Optikeinstellung. Das Programm „xatros“ wurde im Laufe der Jahre fortentwickelt und konnte auch sehr gut an die Erfordernisse des neuen GE-13 Detektors angepasst werden.

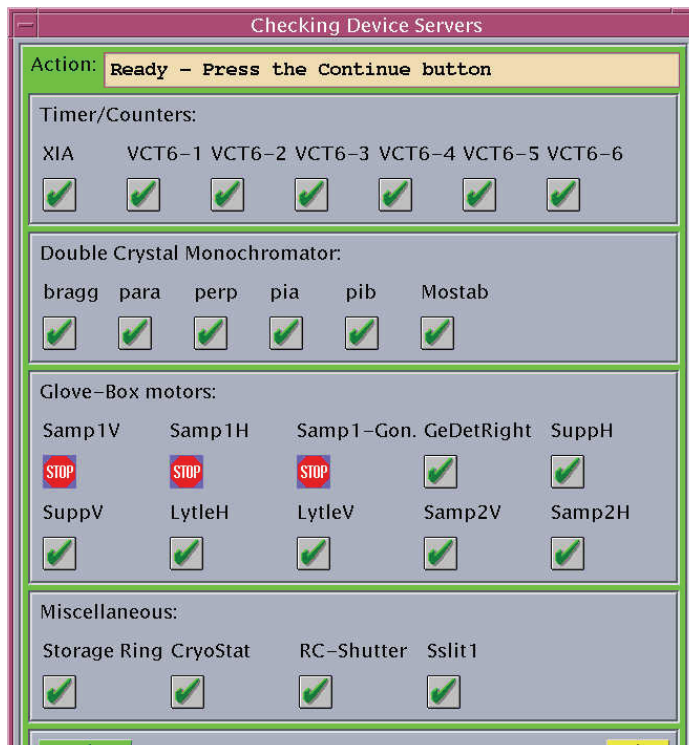
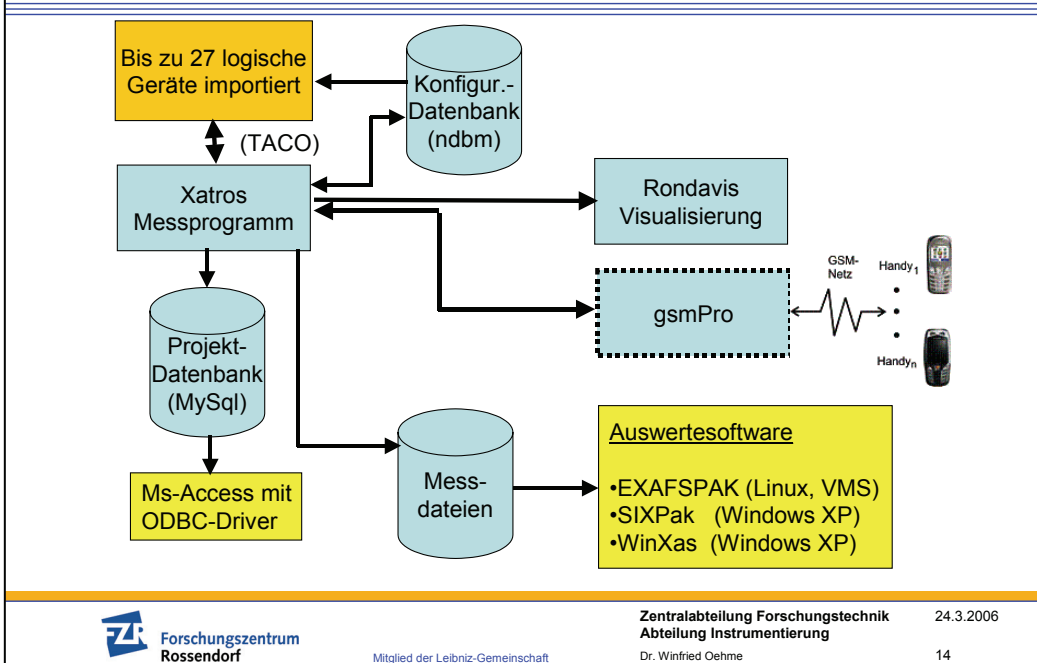


Abbildung 3: Import der logischen Geräte durch „xatros“ bei Programmstart

Schema-Messprogramm xatros (2)



Folie 14 zeigt ein Grobschema des Messprogramms. Es importiert bei Programmstart logische Geräte (nach dem TACO-Standard der ESRF) und zeigt deren Verwendbarkeit an (Abbildung 3). Auf Grund des Platzmangels in der Handschuhbox sind nicht alle Geräte gleichzeitig nutzbar. Das Programm liest und schreibt Konfigurationsdaten aus bzw. in eine Datenbank (ndbm). Dabei sind auch wiederverwendungsfähige Messabläufe. Jede Messung wird in einer Projektdatenbank erfasst (MySql). Hier kann man beispielsweise

mit Microsoft Access nach Messungen recherchieren. Dazu wird die Kopplungsfähigkeit von MsAccess mit der MySql-Datenbank über ODBC-Driver (Open Database Connectivity) benutzt. MsAccess speichert die Daten nicht, sondern wird nur für die Recherche benutzt. Mittlerweile sind etwa 5000 Messungen gespeichert. Das Programm ermöglicht über die eigentliche Messungen hinausgehend sämtliche am Messplatz erforderliche Einstell- und Optimierungsarbeiten (z.B. Probenjustage über spezielle Scans, Energiekalibrierung...). Im Detail kann hier nicht auf die Vielzahl der Möglichkeiten eingegangen werden. Während die Messdateien erzeugt werden, wird schritthaltend eine online-Visualisierung der Messdaten (Programm „rondavis“) vorgenommen, um gegebenenfalls Einfluss auf den Messverlauf nehmen zu können. Die Daten werden in einem Ascii-Format erzeugt. Die Datei ist so strukturiert, dass sie ohne weitere Konvertierungen in das meistens genutzte Auswerteprogramm EXAFSPAK aus Stanford eingelesen werden kann, teilweise sogar während der laufenden Messung. Neben diesem Auswertepaket kommen SIXPak und WinXas zum Einsatz. Alle Auswerteprogramme sind Nachnutzungen anderer Forschungseinrichtungen (vor allem Stanford, University of Washington).

Ein bereits realisiertes, aber momentan noch nicht im Einsatz befindliches System, ermöglicht die Benachrichtigung eines Messzeitverantwortlichen per SMS durch das Programm in Sondersituationen bzw. auf Anfrage des Messzeitverantwortlichen per SMS.

Abbildung 4 bzw. **Folie 15** zeigen Teile des grafischen Nutzerinterfaces. Das Programm selbst verfügt über eine Anzahl weiterer Subdialoge, die hier nicht dargestellt werden können. Abbildung 4 stellt das Hauptbedienfenster dar, mit dem die Messung gestartet, gestoppt, fortgesetzt bzw. abgebrochen werden kann. Es zeigt in der Übersicht die wichtigsten Einstellungen und den Status der Messung an. Prinzipiell können komplette Messungen für eine Nachtschicht oder ein ganzes Wochenende automatisiert ablaufen.

Folie 15 zeigt einen Subdialog, der sich mit dem GE-13 Detektor befasst und in komprimierter Form alle Parameter sowie die 13 Spektren visualisiert sowie die Auswahl der SCAs¹ numerisch oder interaktiv-grafisch ermöglicht. Durch Anklicken der Grafik mit der Maus kann eine Großdarstellung erreicht werden.

Auf Grund der relativ großen Datenmenge beim Auslesen der 13 Spektren waren besondere programmtechnische Maßnahmen erforderlich, um die Gesamtdauer der Messzeiten denen des zuvor benutzten einfacheren GE-4 Detektors mit Analogelektronik anzupassen. (Bei diesem älteren Detektor mussten die SCAs mühselig von Hand voreingestellt werden. Er lieferte keine Spektren, und er hatte eine geringere Auflösung). So wird beispielsweise im „Differenzmode“ gearbeitet, um das jeweilige, zeitaufwendige Starten und Stoppen der Digitalelektronik zu vermeiden und ausschließlich über ein Gate-Signal synchronisiert. Weiterhin wird die jeweils nächste Energieeinstellung mit dem Monochromator parallel zum Datenlesen vorgenommen.

¹ Single Channel Analyzer aus früheren Hardwarerealisierungen, Bezeichnung wird beibehalten obwohl es sich nun eher um ROIs (Regions of Interest) handelt

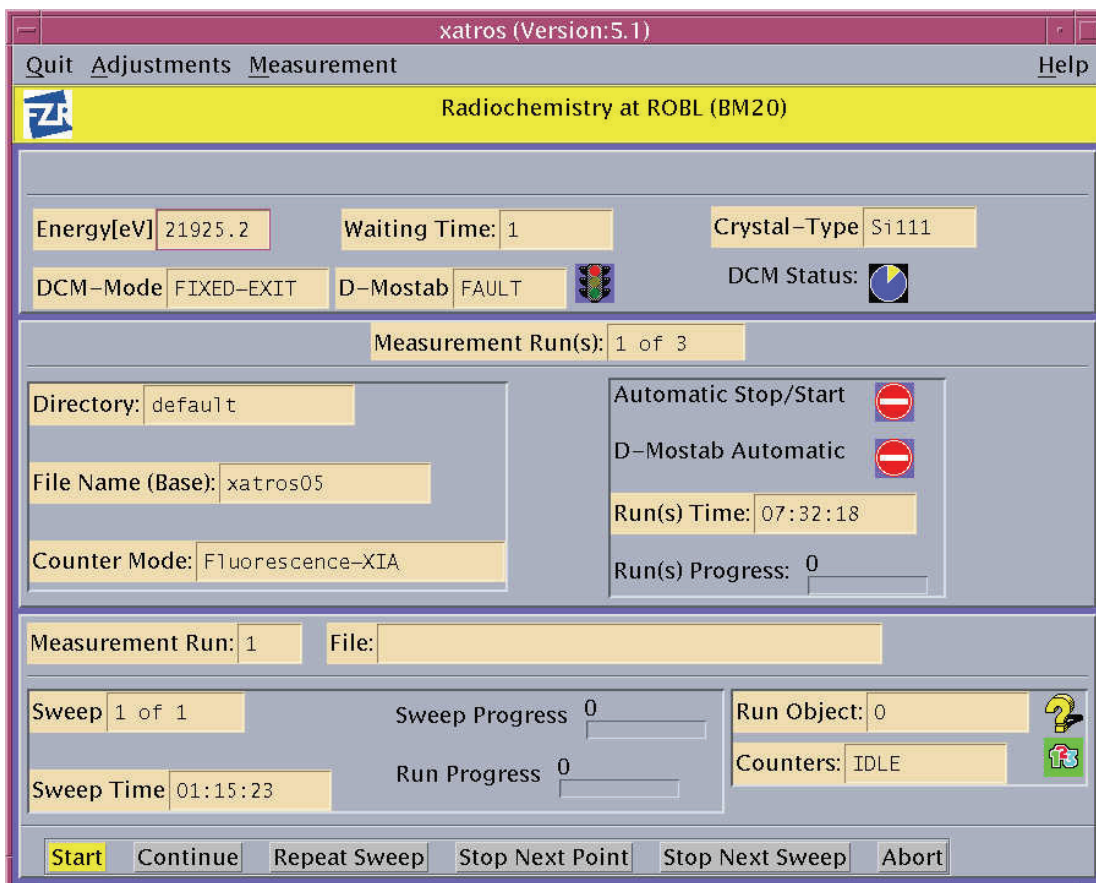


Abbildung 4: Hauptbedienfenster xatros

Schema-Messprogramm xatros (3) Xia-Dialog (GE-13 Detector)

XIA Electronics Dialog

Check Channels... Copy limits of first SCA to the rest Download (up to 2 minutes)-> U_3bin_pt0p25.sav

| Det.Nr. | OCR | ICR | Life[ms] | Dead[%] | Events | SCA | leftLim | rightLim | MCA Mini View |
|---------|--------|--------|----------|---------|---------|--------|---------|----------|---------------|
| 1 | 221733 | 342027 | 10036 | 35 | 2754215 | 128904 | 4254 | 5041 | |
| 2 | 213225 | 310997 | 10209 | 31 | 2648534 | 118907 | 4254 | 5041 | |
| 3 | 221229 | 332369 | 9987 | 33 | 2747962 | 131820 | 4254 | 5041 | |
| 4 | 231392 | 342022 | 9981 | 32 | 2874200 | 139213 | 4254 | 5041 | |
| 5 | 238524 | 367053 | 9945 | 35 | 2970258 | 144296 | 4254 | 5041 | |
| 6 | 223080 | 327618 | 10163 | 31 | 2777947 | 130672 | 4254 | 5041 | |
| 7 | 232837 | 362530 | 9822 | 35 | 2899448 | 143017 | 4254 | 5041 | |
| 8 | 237475 | 377746 | 9698 | 37 | 2957194 | 146937 | 4254 | 5041 | |
| 9 | 220846 | 325398 | 10159 | 32 | 2756984 | 126309 | 4254 | 5041 | |
| 10 | 225107 | 342248 | 9974 | 34 | 2810186 | 135594 | 4254 | 5041 | |
| 11 | 239945 | 371144 | 9922 | 35 | 2995410 | 145889 | 4254 | 5041 | |
| 12 | 235538 | 370232 | 9835 | 36 | 2940392 | 145084 | 4254 | 5041 | |
| 13 | 230178 | 343965 | 10089 | 33 | 2880682 | 136576 | 4254 | 5041 | |

Close Window Help...

Forschungszentrum
Rossendorf

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

Zentralabteilung Forschungstechnik
Abteilung Instrumentierung

Dr. Winfried Oehme

24.3.2006

15

Gemeinschaftsarbeit

- Projektleitung ROBL Beamline: Dr. W.Matz (FZR / Institut für Ionenstrahlphysik und Materialforschung)
- Messplatz-Entwicklung: Prof. T.Reich (FZR / Institut für Radiochemie jetzt Universität Mainz)
- Messzeitverantwortliche: Dr. A.Scheinost (FZR / Institut für Radiochemie)
- Dr. C.Hennig (FZR / Institut für Radiochemie)
- Dr. H.Funke (FZR / Institut für Radiochemie)
- Dr. A.Roßberg (FZR / Institut für Radiochemie)
- Mechanik/Lüftung: J.Claußner (FZR / ZA Forschungstechnik)
- Elektronik: S.Dienel (FZR / ZA Forschungstechnik)
- P.Pinel (ESRF / CSEL)
- Software/Systemintegration:
 - Dr. W.Oehme (FZR / ZA Forschungstechnik)
 - E.Papillon (ESRF / BLISS)
 - A. Götz (ESRF / TACO -TANGO)
- Und viele andere...

Die Entwicklung des Messplatzes war eine Gemeinschaftsarbeit vieler Personen aus unterschiedlichen Einrichtungen und Professionen. In der **Folie 16** habe ich die meiner Meinung nach wichtigsten (ohne Vollständigkeit, z.B. Strahlenschutz, Facharbeiter...) angegeben.



Sicherheitsinstrumentierung für Experimente des FZ Jülich am FRM-II

H. Kleines, F. Suxdorf, M. Drochner

Zentrallabor für Elektronik (ZEL), Forschungszentrum Jülich

- *Jülich Center for Neutron Science (JCNS)*
- *Rechtliche Rahmenbedingungen*
- *Technologie und Produkte*
- *Beispiel: Rückstreuenspektrometer SPHERES (RSSM)*

Zentrallabor für Elektronik (ZEL)

1



Jülich Centre for Neutron Science

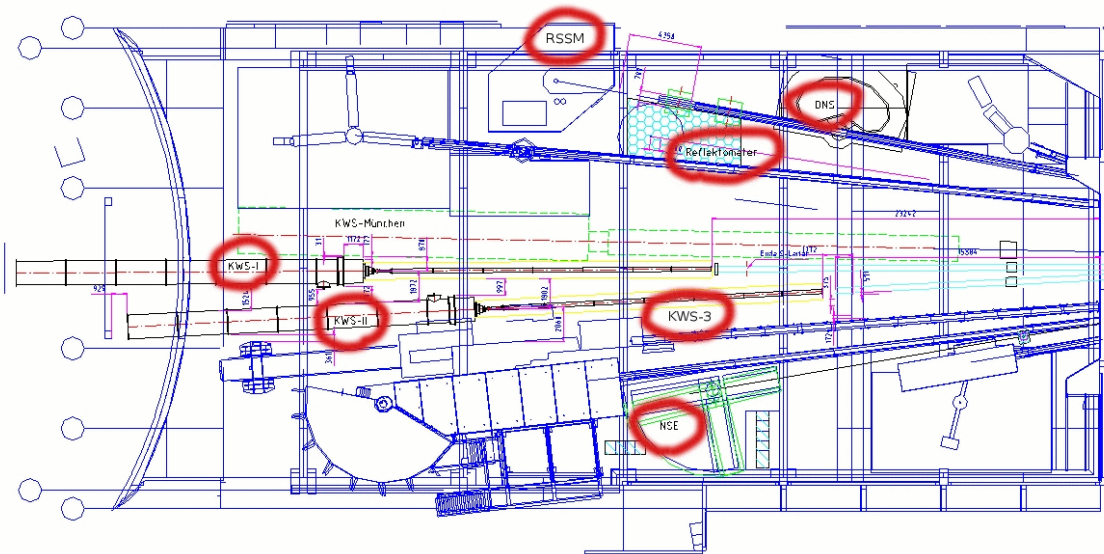
- *Abschaltung Forschungsreaktor FRJ-2 im Mai 2006*
=> *Gründung Jülich Centre for Neutron Science (JCNS)*
 - *Zentrale in Jülich*
 - *Außenstellen am FRM-II (Garching), am ILL (Grenoble) und an der SNS (Oak Ridge)*
- *Außenstelle des JCNS am FRM-II*
 - *3 völlig neue Experimente (RSSM/SPHERES, MARIA, TOPAS),*
 - *5 Experimente aus Jülich (FRJ-2) mit wesentlichen Erweiterungen (KWS1, KWS2, KWS3, NSE, DNS)*
 - *„Temporary“ Reflektometer TREFF*
 - *Aufbauphase bis 2009*
 - *ca. 30 neue Stellen*
 - *Einmalige Investitionen: ca. 10 Mio € von der HGF*
 - *Bürogebäude vom Land Bayern finanziert*

Zentrallabor für Elektronik (ZEL)

2



Instrumente des JCNS am FRM-II



- *Thermisches Flugzeit-Experiment TOPAS in neuer Halle*

Zentrallabor für Elektronik (ZEL)



Jülich-Münchener Standard

- *Synergien durch Definition gleicher Systemtechnik gemeinsam mit der Instrumentierungsgruppe in München (Dr. Neuhaus)*

| | | | |
|-----------------------|----------------------|------------------------|-----------------|
| Applikation | Scripts:
python | Qt, C++ | |
| Middleware | TACO (ESRF) | | |
| Experiment-rechner | PCs mit Linux | | |
| Prozess-kommunikation | GPIB +
seriell | PROFIBUS
DP | Modbus,
ADAM |
| Steuerung | S7-300 (CPU 315-2DP) | | |
| Feldebene | ET200 | | ADAM |

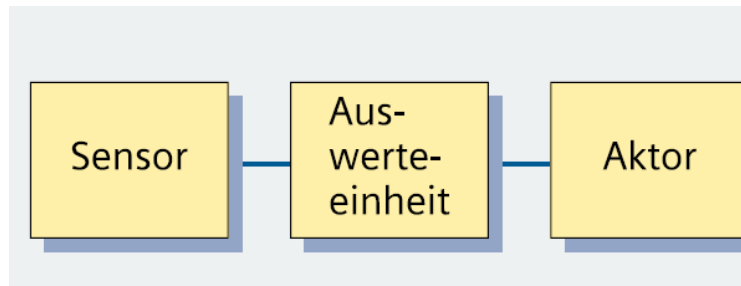
- *Sicherheitstechnische Subsysteme: Strahlschiebersteuerung, Vakuumtechnik, Not-Aus, etc.*
- *Anforderung: Programmierbarkeit, Einsatz von Bussystemen*
- ***SPS-Technik nicht hinreichend für Experiment-Sicherheit!!!***

Zentrallabor für Elektronik (ZEL)



Funktionale Sicherheit

- *Sicherheitstechnik: Minimierung der Gefährdung von Mensch und Umwelt*
- *Gefahrenquellen: Hitze, Elektrizität, Bewegung, Radioaktivität,....*
- *Vielzahl nationaler und internationaler Bestimmungen (Medizingerätegesetz, Arbeitsschutz, Strahlenschutzverordnung,....)*
- *Steuerungstechnik: Minimierung von Fehlfunktionen (Funktionale Sicherheit)=> Vorschriften und Normen der EU*



Zentrallabor für Elektronik (ZEL)

5



Richtlinien der EU

- *Vorgaben für den nationalen Gesetzgeber*
- *„Seveso“-Richtlinie II:*
 - *Richtlinie 96/82/EG des Rates vom 9.12.96 zur Beherrschung von schweren Unfällen mit gefährlichen Stoffen*
 - *In Deutschland: Störfallverordnung*
 - *Für die Prozessindustrie*
 - *Typische Anforderung: Hochverfügbarkeit*
- *Maschinenrichtlinie (98/37/EG):*
 - *In Deutschland: 9. Verordnung zum Gerätesicherheitsgesetz*
 - *Sehr allgemeines Maschinenkonzept => auch für Experimente*
 - *Typische Anforderung: Abschalten führt zu sicherem Zustand*

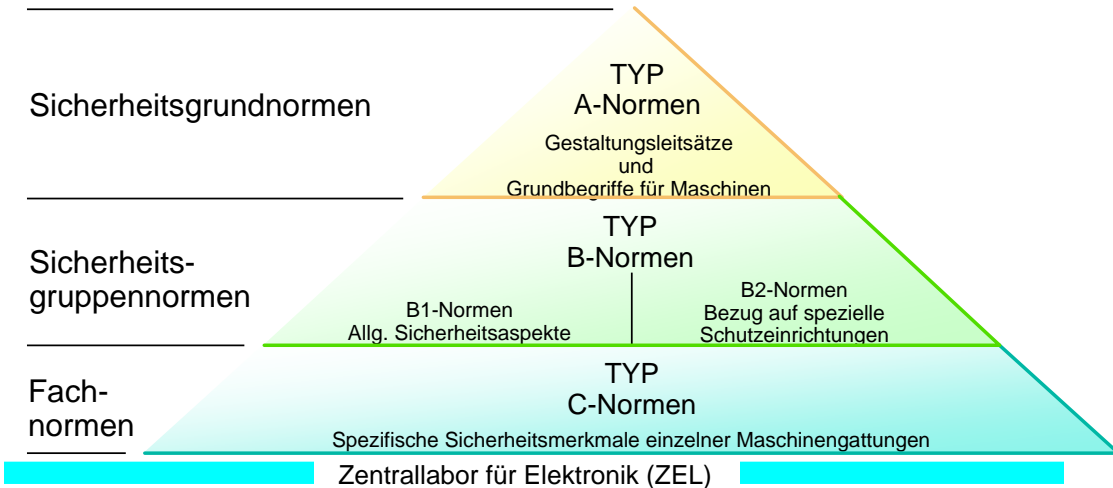
Zentrallabor für Elektronik (ZEL)

6



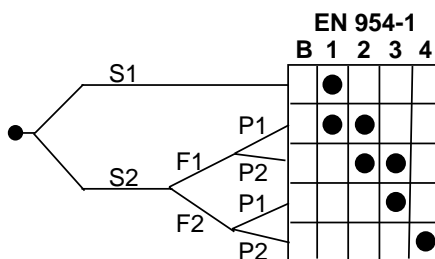
Maschinenrichtlinie

- „New Approach“-Richtlinie
 - nur allgemeine Ziele und grundlegende Anforderungen
 - Technische Details in „harmonisierten“-Normen => Erfüllungsvermutung
 - Harmonisierte Normen => Zurückziehen nationaler Normen



EN954

- EN954 „Sicherheitsrelevante Teile von Steuerungen“
 - Sicherheitsgruppennorm vom Typ B1
 - Nur für „einfache“ Steuerungen konzipiert
 - Rein qualitativer Mechanismus zur Risiko-Klassifikation
 - FRM-II fordert Erfüllung von EN954 Kategorie 2



Schwere der Verletzung

- S1: Leichte Verletzung
- S2: Schwere irreversible Verletzung einer oder mehrerer Personen oder Tod einer Person

Häufigkeit und/oder Aufenthaltsdauer

- F1: Selten bis öfter
- F2: Häufig bis dauernd

Möglichkeit zur Vermeidung von Gefährdungen

- P1: Möglich unter bestimmten Bedingungen
- P2: Kaum möglich



EN IEC61508

- *EN IEC61508 „Functional safety of electrical/ electronic/programmable safety-related systems“*
 - *Konzipiert für programmierbare Elektronische Steuerungen*
 - *Noch nicht harmonisiert*
 - *Quantitative Riskklassifikation*
 - *SIL 1 entspricht etwa Kategorie 2 (Regelmäßige Tests)*
 - *SIL2 entspricht etwa Kategorie 3 (Erkennung von Einfachfehlern)*

| Safety integrity level | Betrieb im häufigen Anforderungs- oder kontinuierlichen Modus (Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Ausfalls pro Stunde) | Betrieb im geringen Anforderungsmodus (Mittlere Wahrscheinlichkeit des Versagens der vorgesehenen Funktion bei Anforderung) |
|------------------------|---|---|
| 4 | $\geq 10^{-9}$ bis $< 10^{-8}$ | $\geq 10^{-5}$ bis $< 10^{-4}$ |
| 3 | $\geq 10^{-8}$ bis $< 10^{-7}$ | $\geq 10^{-4}$ bis $< 10^{-3}$ |
| 2 | $\geq 10^{-7}$ bis $< 10^{-6}$ | $\geq 10^{-3}$ bis $< 10^{-2}$ |
| 1 | $\geq 10^{-6}$ bis $< 10^{-5}$ | $\geq 10^{-2}$ bis $< 10^{-1}$ |

Zentrallabor für Elektronik (ZEL)

9



Produkte

- *Speziell zertifizierte Sensoren (Schalter, Laserscanner, Lichtgitter, etc.)*
- *Speziell zertifizierte Aktoren*
- *Spezielle Steuerungen*
 - *„große“ Hersteller: Siemens,*
 - *Spezialanbieter: HIMA, Pilz, ...*
- *Fehlersichere Kommunikation über Standard-Feldbusse (SafetyBus p, PROFIsafe, Safety at Work)*
- **Safety Integrated:** *Massiver Markteintritt von Siemens auf allen o.g. Gebieten*
 - *Extreme Skalierbarkeit*
 - *Koexistenz von Standard-, Failsafe und Hochverfügbaren Systemen*
 - *Homogenität*



=> *Im folgenden: Produkte der Firma Siemens*

Zentrallabor für Elektronik (ZEL)

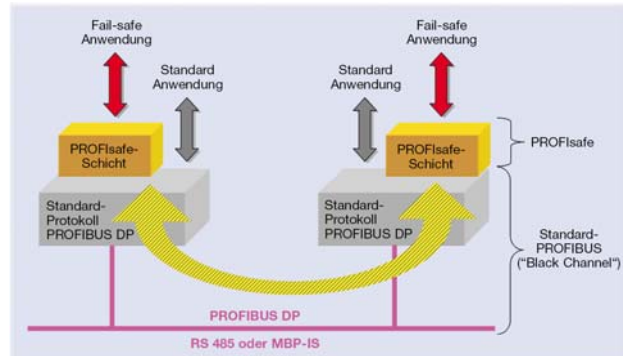
10



PROFIsafe

- *Sichere Kommunikation auf Standard-PROFIBUS*
 ⇒ *Safety Layer auf Schicht 7*
 ⇒ *Standard-Teilnehmer und sicheren Teilnehmer*
- *Erreichbar: IEC61508 SIL3 bzw. EN954 Kategorie 4*

| Fehlerart | Maßnahme | Fortlaufende Nummerierung | Zeitüberwachung mit Quittung | Kodierung von Sender und Empfänger | Prüfung der Datenkonsistenz |
|---|----------|---------------------------|------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| Wiederholung | | X | | | |
| Verlust | | X | X | | |
| Einfügung | | X | X | X | |
| Reihenfolge | | X | | | |
| Datenverfälschung | | | | | X |
| Verzögerung | | | X | | |
| Maskerade (Standard-Nachricht mimt fail-safe) | | | X | X | X |
| FIFO-Fehler im Router | | | X | | |



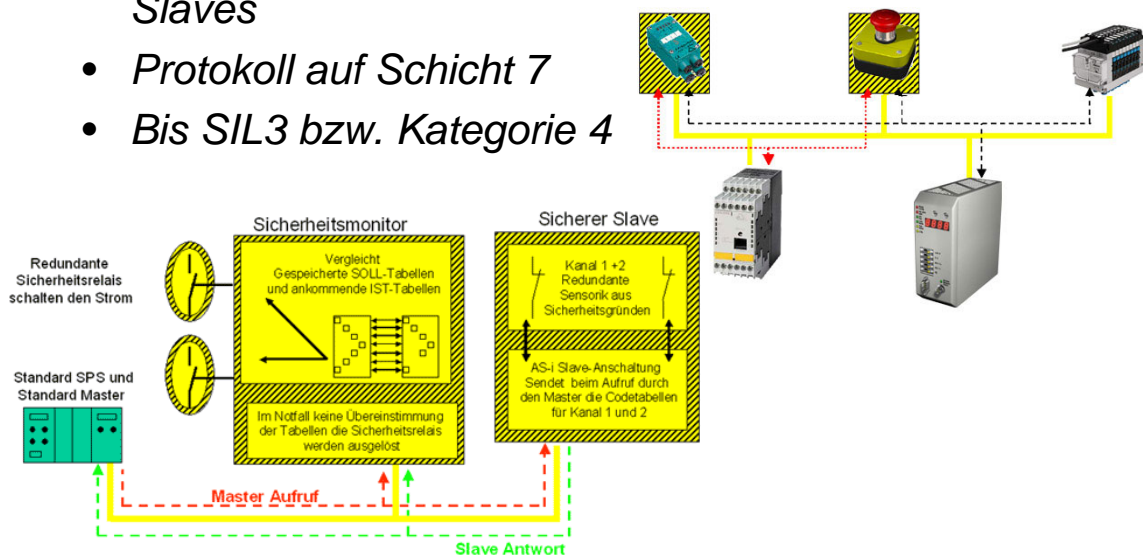
Zentrallabor für Elektronik (ZEL)

11



Safety at Work

- *Sichere Kommunikation im Standard ASi-Netz*
- *Sicherheitsmonitor (Freigabekreise) + sichere Slaves*
- *Protokoll auf Schicht 7*
- *Bis SIL3 bzw. Kategorie 4*



Zentrallabor für Elektronik (ZEL)

12



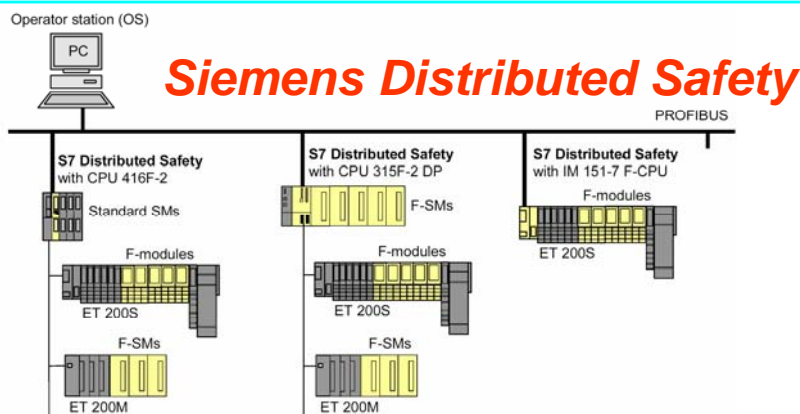
Siemens S7-400FH



- Hochverfügbare Systeme
- IEC61508 SIL3 bzw. EN954 Kategorie 4 erreichbar
- Ausschließlich dezentraler Aufbau mit S7-400H CPUs
- Programmierung nur in CFC
- Für Prozessindustrie
- Einsatz am CERN für LHC-Detektorsysteme
- Skaliert nicht für Neutronenstreuung

Zentrallabor für Elektronik (ZEL)

13



- „Failsafe“: Sicherer Zustand durch Abschalten
- IEC61508 SIL3 bzw. EN954 Kategorie 4 erreichbar
- F-CPU's für ET200S, S7-300, S7-400
- Mischung von Standard-Baugruppen + sicheren Baugruppen
- ⇒ Skaliert gut
- ⇒ vom ZEL favorisierte System für Neutronenstreuung

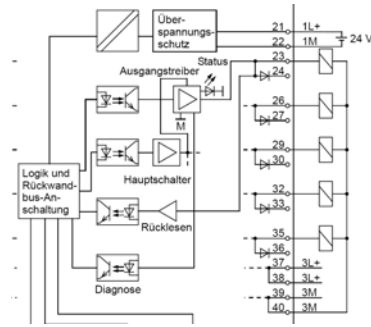
Zentrallabor für Elektronik (ZEL)

14

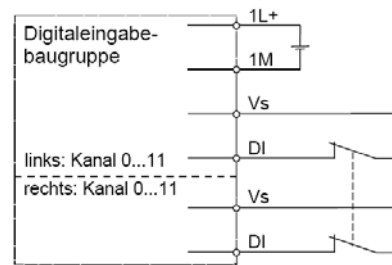


F-Peripherie

- **Digitale Ausgänge**
 - Dunkelzeit (<1ms) => EN954 Kat. 2
 - Für Kat. 3 zusätzlich:
Hellzeit (<1ms) oder Signal wechselt mindestens täglich



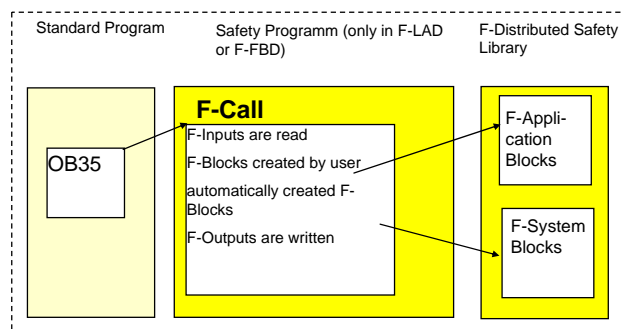
- **Digitale Eingänge:**
 - Generierung von Signalen zum Test der Inputs
 - 1v1-Auswertung => EN954 Kat. 2
 - 2v2-Auswertung => EN954 Kat. 3



Zentrallabor für Elektronik (ZEL)



Softwareentwicklung



- Koexistenz von Standardprogramm und Sicherheitsprogramm auf der gleichen CPU
- Sicherheitsprogramm: Nur F-FUP und F-KOP
- Im ZEL: F-FUP
- TÜV-zertifizierte Bausteine für bestimmte Anwendungen verfügbar

Zentrallabor für Elektronik (ZEL)



Experimentensicherheit am FRM-II

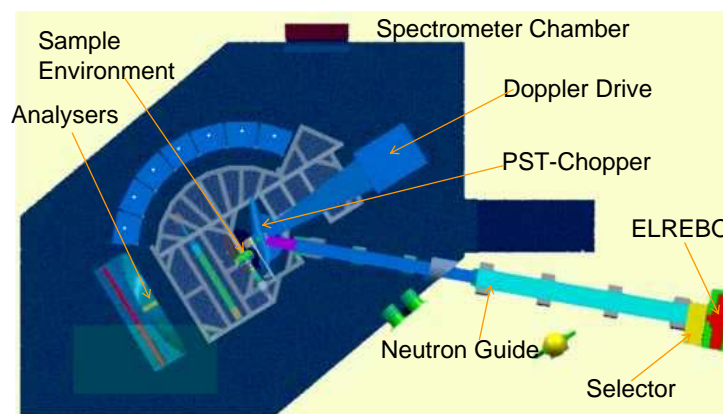
- *Forderung: Mindestens Kategorie 2 nach EN954*
- *Vorgaben für Signal-Ampel*
- *Zwingend: Instrumentenbox für Strahlschieberanschluß*
 - *Übergabepunkt zwischen NLA-Leittechnik und Experimenten*
 - *Statusinformationen vom Reaktor*
 - *Ansteuerung für Experiment-Shutter*
 - *Sensoreingang*
 - *Anforderung Schnellschuss-Shutter*
- *Sicherheitssteuerung Pilz PNOZ für einfache Verriegelung*
 - *Sehr begrenzte Funktionalität*
 - *Keine Ferndiagnose*
 - *Keine Fernprogrammierung*

Zentrallabor für Elektronik (ZEL)

17



Rückstreuспекrometer RSSM/SPEHRES



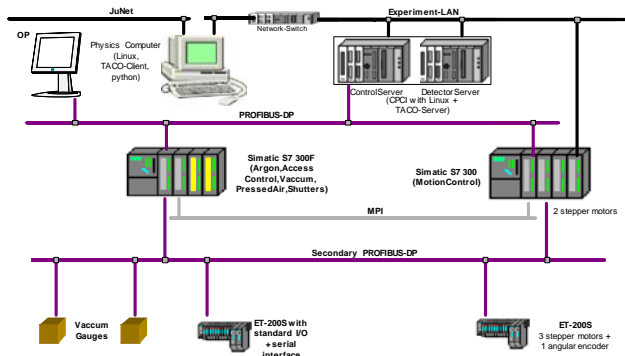
- *Sicherheitsrelevante Aspekte:*
 - *Strahlschiebersteuerung*
 - *Argon-Füllung*
 - *Pressluft*
 - *NOT-AUS*

Zentrallabor für Elektronik (ZEL)

18



RSSM Kontrollsystem



- Ersetze Elrebo durch Strahlverschluss
 - Pneumatischer Türverschluss nicht fertig
- => Neues Konzept

Zentrallabor für Elektronik (ZEL)

19



Schlußbetrachtung

- Umfang, Komplexität und zeitliche Dynamik von Vorschriften und Normen => vollständige Einhaltung angesichts Menge und Ausbildung des Personals im Forschungsbereich unrealistisch
- Pragmatischer Ansatz: Weiterbildung, Auswahl von konformen Produkten,....
- Produktspektrum von Siemens sehr vielfältig und skalierbar
- Für Neutronenstreuung: Distributed Safety

Quellen der Grafiken: Siemens AG, Pilz AG, FZ-Jülich

Zentrallabor für Elektronik (ZEL)

20

Auswirkungen der Relativitätstheorie auf die Technik

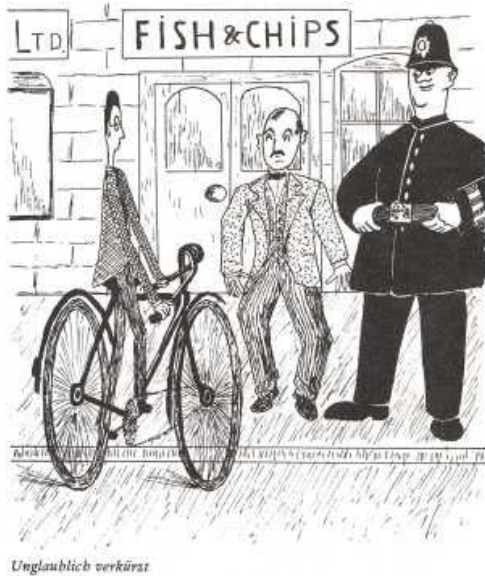
Dieter Notz

Deutsches Elektronen-Synchrotron, DESY, Hamburg, Germany

EMAIL: Dieter.Notz@desy.de

SEI Tagung FRMII, 29. 3. 2006

Auf der SEI Tagung am HMI im Herbst 2005 trug H. Borutta über die Frequenznormalen der durch die GPS Satelliten ausgestrahlten Signale vor. Bei dieser Betrachtung müssen



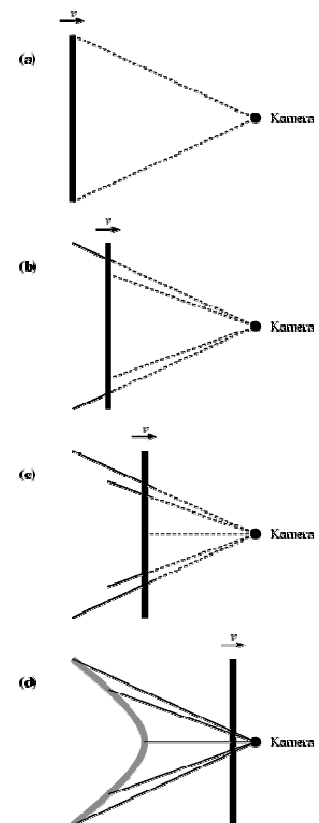
relativistische Effekte der speziellen und allgemeinen Relativitätstheorie berücksichtigt werden. Ich werde diese Dinge hier nicht weiter vertiefen, sondern möchte einige Aspekte eines Vortrags von Hanns Ruder an der Urania anlässlich der DPG Tagung 2005 in Berlin wiedergeben. Der Vortrag stand unter dem

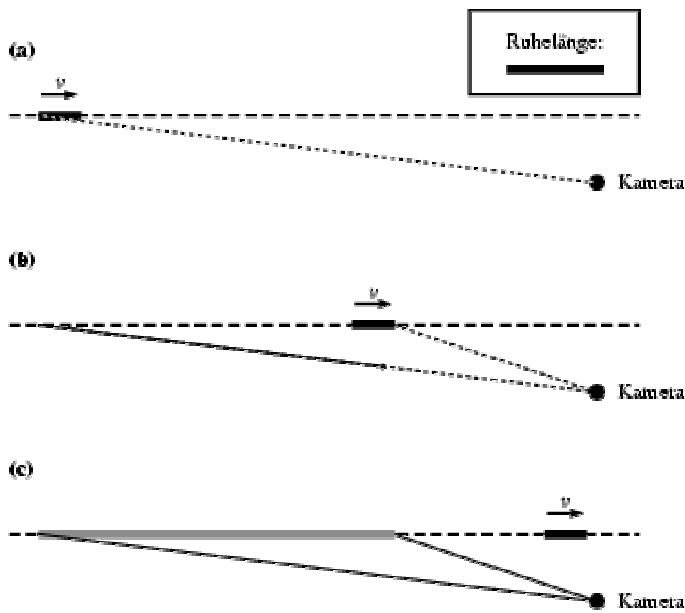
Titel "Was Einstein gern gesehen hätte". Es wurden in dem Vortrag auch einige Kurzfilme von bewegten Objekten gezeigt, die ich hier zeige. Mein Material stammt aus dem WEB unter www.tempolimit-lichtgeschwindigkeit.de.

lichtgeschwindigkeit.de.

Bei hohen Geschwindigkeiten werden Objekte verkürzt (Lorentzkontraktion). So wie auf dem Bild hat sich das der Physiker Gamow vorgestellt. Leider ist diese Darstellung falsch, da nicht berücksichtigt wird, dass das ausgesandte Licht gleichzeitig im Auge oder in der Kamera ankommen muss.

Wie sieht ein senkrechter Stab aus, der auf uns zu fliegt? Rechts im Bild wird gezeigt: Der Stab wird gebogen!

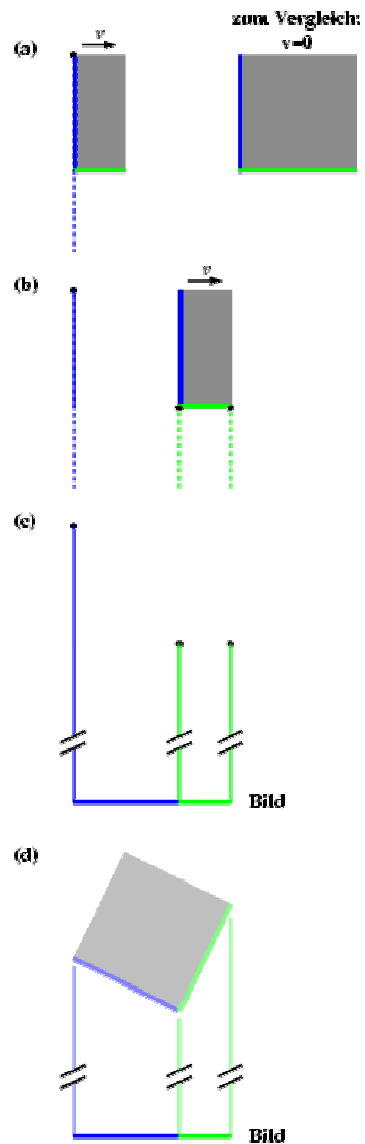
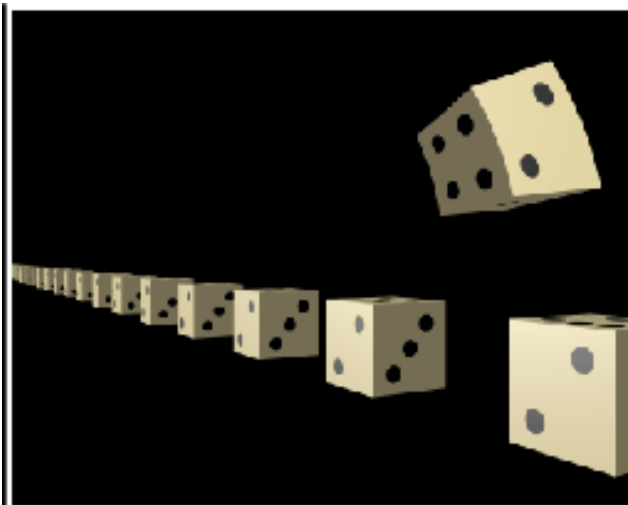




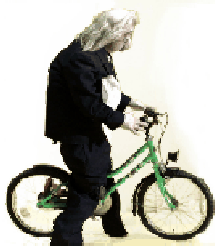
Was passiert mit einem waagerechten Stab, der in Längsrichtung auf uns zu fliegt?

Er wird zwar Lorentzkontrahiert, erscheint uns aber wegen der Lichtlaufzeiten verlängert.

Wie sieht ein Würfel aus, der auf uns zufliegt? Er wird verdreht.



Genauso wird der Gamowsche Radfahrer verdreht.



(a)



(b)



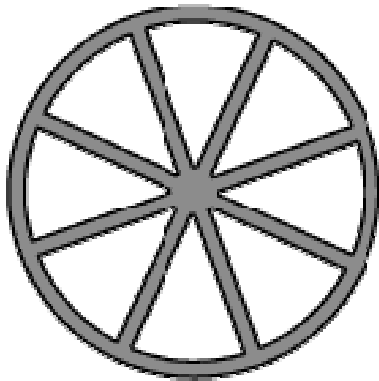
(c)

"Der Gamowsche Radfahrer ist mit 93 % der Lichtgeschwindigkeit unterwegs, wie man anhand der

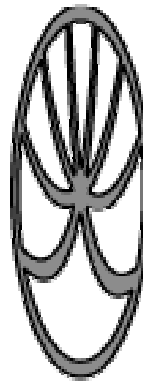
Längenkontraktion der Räder leicht

berechnen kann. Das bedeutet für die Bewegung eines einzelnen Rads:

Der Punkt auf dem Radmantel, der gerade die Straße berührt, ist in Ruhe, die Radnabe bewegt sich mit der Geschwindigkeit $0.93 c$ (c ist die Lichtgeschwindigkeit), und der Mantelpunkt oben auf dem Rad bewegt sich relativ zur Nabe mit $0.93 c$, relativ zur Straße also mit $2v/(1+v^2/c^2) = 0.997 c$ gemäß der relativistischen Geschwindigkeitsaddition. Wenn man ein



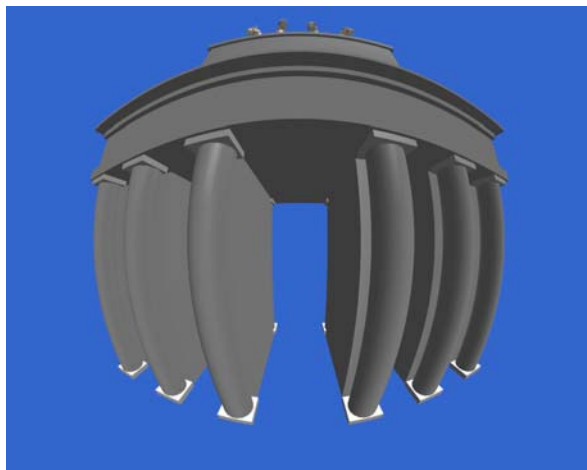
(a)



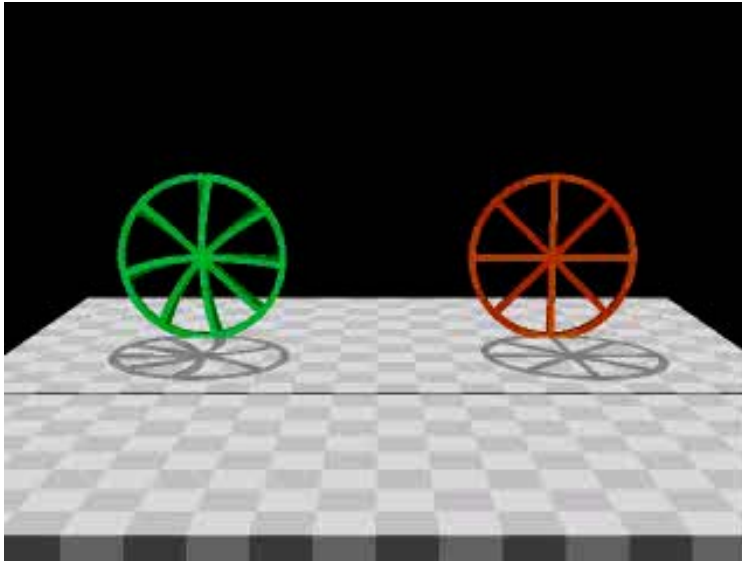
(b)

Rad aus der Ruhe in eine Rotation mit annähernd Lichtgeschwindigkeit bringen möchte, stößt man allerdings auf ein gravierendes mechanisches Problem: Der Mantel wird, da er sich längs seines Umfangs bewegt, längenkontrahiert, bei einer Mantelgeschwindigkeit von $v = 0.93 c$ um den Faktor 2.7. Die Speichen hingegen bewegen sich senkrecht zu ihrer Ausdehnung und werden

somit nicht verkürzt. " (aus dem WEB).
Das Brandenburger Tor wird gekrümmt:



Und wie sehen rollende Räder aus?



Das rote Rad ruht, das grüne rotiert stationär im Uhrzeigersinn, so dass ein Punkt auf dem Mantel die Geschwindigkeit $0.93 c$ hat, und das blaue Rad rollt mit $0.93 c$ von links nach rechts durch die Szene. (Aus dem WEB)

Wie sieht Tübingen aus, wenn man mit hoher Geschwindigkeit hindurchfährt?



Ref:

<http://www.tempolimit-lichtgeschwindigkeit.de/>