
Archiv-Ex.:

FZR-96

Juni 1995

Bericht der Frühjahrstagung
der Studiengruppe für
Elektronische Instrumentierung
vom 3. bis 5. April 1995 in Jülich

S
E
I

Forschungszentrum Rossendorf e.V.

Postfach 51 01 19 · D-01314 Dresden

Bundesrepublik Deutschland

Telefon (0351) 591 3109

Telefax (0351) 591 3110

Bericht der Frühjahrstagung
der Studiengruppe für Elektronische Instrumentierung
vom 3. bis 5. April 1995 in Jülich

Inhalt:

Teilnehmerliste

Kurzfassung der Vorträge

Bauelemente- und Geräte-Information

Studiengruppe für Elektronische Instrumentierung



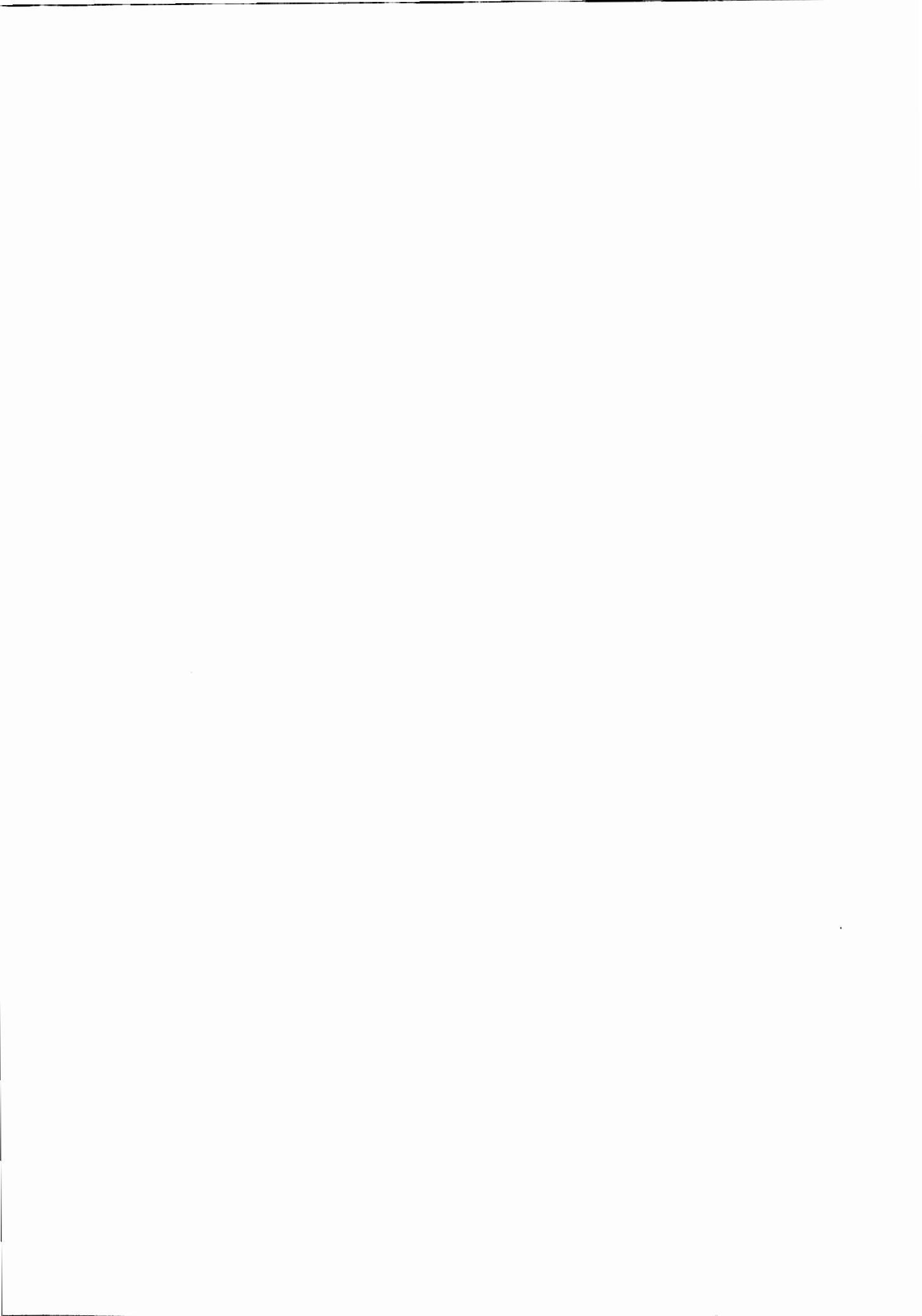
Teilnehmerliste Jülich vom 3. - 5. April 1995

Bastian, C.	IRC-IRMM Geel
Becker, W.	KFA Jülich
Bodura, E.	GSI Darmstadt
Brandt, B.A.	Kirchhain
Büchner, A.	ZF Rossendorf
Christaller, G.	FH Lausitz
Dieckmann, A.	Phys. Inst. Bonn
Durcansky, G.	KFA Jülich
Elis, R.	bte Wolf
Endendyk, G.	INCAA Computers Apeldoorn
Fiedler, B.	Uni Mainz
Gabriel, F.	FZ Rossendorf
Gemmeke, H.	FZ Karlsruhe
Glasenapp, D.	KFA Jülich
Hagedorf, J.	KFA Jülich
Heckmann, R.	KFA Jülich
Isacson, A.	TH Zürich - Villigen
Kennepohl, K.	KFA Jülich
Klein, J.W.	Ruhr-Uni Bochum
Kurz, R.	KFA Jülich
Leopold, H.	TU Graz
Mihlan, H.-F.	PTB Braunschweig
Monkenbusch, M.	KFA Jülich
Motshagen, D.	INCAA Computers Apeldoorn
Müller, K.-D.	KFA Jülich
Notz, D.	Desy Hamburg
Nowack, G.	Ruhr-Uni Bochum
Oelert, W.	KFA Jülich
Otto, J.	Synopsys München
Paul, H.-J.	Uni Hannover
Röhrer, R.	TU Graz
Rost, A.	FH Merseburg
Ruben, A.	Wiener Burscheid
Sattler, E.	Mol
Sauter, R.	Paul Scherrer Inst. Villigen
Schätzler, R.	KFA Jülich
Schneider, M.	FZ Karlsruhe
Terestegge, A.	KFA Jülich
Thielmann, R.	Max-Planck-Inst. Heidelberg
Trebst, H.-J.	Erlangen
Vehres, G.	KFA Jülich
Voigtländer, J.	FZ Rossendorf
von Walter, P.	Phys. Inst. Heidelberg
Wieder, V.	Max-Planck-Inst. Heidelberg
Wolf, R. H.	bte Wolf
Wulf, F.	HMI Berlin
Zillikens, H.-P.	KFA Jülich

Frühjahrssitzung vom 3. bis 5. April im Forschungszentrum Jülich GmbH,
Zentrallabor für Elektronik

Verzeichnis der Vorträge

	Seite
- Das Energiemanagement der Solaranlage PHOEBUS Jülich Wennemar A. Brocke, <i>KFA Jülich</i>	1
- Elektronik für ein Hochtemperatur-SQUID-System F. Zimmermann, G. Brandenburg, U. Clemens, <i>KFA Jülich</i>	4
- Arbeiten für ein MEG-Gerät H. Hallig, <i>KFA Jülich</i>	7
- Positronen-Emissions-Tomographie für Labortiere A. Terstegge, S. Weber, <i>KFA Jülich</i>	9
- Die Behandlung von Daten im Dichte- und Schallmeßgerät DMA 5000 Robert Röhler, <i>Inst. f. Elektronik, TU Graz</i>	15
- Einsatz von Lab VIEW für Camac-Instrumente Friedrich Wulf, <i>HMI Berlin</i>	21
- Echtzeit-Unix zur wirtschaftlichen Lösung von "embedded control" ein Fallbeispiel mit LynxOS H. Kleines, K. Zvoll, <i>KFA Jülich</i>	24
- Hochgeschwindigkeits PCI-VICbus Interface J. Hagedorn, W. Erven, K. Zvoll, <i>KFA Jülich</i>	27
- EMS - einobjektorientiertes Client-Server-Modell zur Experimentsteuerung P. Wüstner, M. Drochner, G. Kemmerling, W. Zvoll, <i>KFA Jülich</i>	31
- Konzept und Implementierung einer objektorientierten graphischen Benutzeroberfläche für EMS P. Wüstner, M. Drochner, G. Kemmerling, W. Zvoll, H.W. Loevenich, J. Hagedorn, W. Erven, <i>KFA Jülich</i>	34
- Entwicklung eines Designkits des IMS-1,2 µm Gate-Forest Prozesses für das EDA-System Viewlogic Matthias Schneider, <i>FZ Karlsruhe</i>	37
- Bauelementeinformation F. Gabriel, <i>FZR Rossendorf</i> K. Kennepohl, <i>KFA Jülich</i>	39 44
- Anwendung neuronaler Netze in der Meßtechnik Hartmut Gemmeke, <i>FZ Karlsruhe</i>	46
- Meßelektronik für einen Impulswirbelstrom-Rißprüfmoich für Pipelines Jörg Voigtländer, <i>FZ Rossendorf</i>	53
- Meßdatenauswertung des Rißprüfmoiches für Pipelines Andree Büchner, <i>FZ Rossendorf</i>	57
- Überregionale Meßnetze, Datenfernverarbeitung, Überwachung, Wartung mit ISDN Rainer H. Wolf, <i>bte - Wolf</i>	59





Forscher fühlten sich beim Mitsubishi-Besuch in „elektronischer Heimat“

(rh) Ein besonders schönes Stück „Heimat“ ihres Fachbereichs erlebten knapp 50 Forscher aus dem Bundesgebiet am Dienstag im Mitsubishi-Park bei Aisdorf (Bild). Zustande kam der Kontakt an diesem Nachmittag über das For-

schungszentrum Jülich (KFA). Dort hatte sich die regelmäßig tagende „Studien- gruppe für Elektronische Instrumentie- rung“ aufgehalten. Die Forscher, allesamt Experten auf dem Sektor Halbleitertechnik, erlebten in Aisdorf die Produktion

ihres „Werkstoffs“, den Semi-Conductors. Vorgestellt von Heinrich M. Rhein (4.v.r.), KFA-Zentrallabor für Elektronik, hieß Walter Esser (nebenan l.), Mitsubishi-Personalleiter, die Wissenschaftler willkommen. Foto: Schwabe

Das Energiemanagement der Solaranlage PHOEBUS Jülich

Wennemar A. Brocke

Zentrallabor für Elektronik der Forschungszentrum Jülich GmbH

In der KFA wird die Photovoltaik-Wasserstoff-Brennstoffzellen-Demonstrationsanlage PHOEBUS Jülich betrieben (Bild 1). Die installierte Gesamtspitzenleistung der vier unterschiedlich orientierten Photovoltaikfelder beträgt 40 kW. Der Bau der Anlage wurde von der Arbeitsgemeinschaft SOLAR Nordrhein-Westfalen finanziert.

Die Aufgabe von PHOEBUS ist die ganzjährige autonome Versorgung von Teilen der Zentralbibliothek der KFA mit bis zu 20MWh/a elektrischer Energie. Da der Bedarf an elektrischer Energie zeitlich nicht mit dem solaren Angebot übereinstimmt, muß die Energie zwischengespeichert werden. Als Kurzzeitspeicher dient eine 220V-Bleibatterie mit einer Kapazität von 1380 Ah oder 300 kWh. Zum Ausgleich von saisonalem Überangebot sowie von saisonaler Unterdeckung wird ein H₂/O₂-Druckspeichersystem mit einer Kapazität von 10 MWh verwendet. Das Speichersystem besteht aus einem 26 kW-Elektrolyseur, ausgerüstet mit in der KFA entwickelten hocheffizienten Elektroden, einem vorgeschalteten Tiefsetzsteller, aus je einem Niederdruck- und einem Hochdruckspeicher für die Gase nebst den Kompressoren sowie einer 6 kW-Brennstoffzelle nebst nachgeschaltetem Hochsetzsteller.

Ein zuverlässiger Betrieb und ein effizienter Umgang mit der ihr zugeführten solaren Energie sind zwei hohe Ansprüche an die Jülicher Demonstrationsanlage. Um diesen gerecht zu werden, ist nicht nur eine sorgfältige Auslegung aller Anlagenkomponenten erforderlich, sondern auch eine durchdachte, rechnergestützte Betriebsführung in Form einer übergeordneten, rechnergestützten Regelung, die man gemeinhin mit "Energiemanagement" bezeichnet. Die Entwicklung und Erprobung eines derartigen Energiemanagements ist ein Forschungsziel des PHOEBUS-Projektes.

Der Entwurf des Energiemanagements wird durch die Regelungsstruktur von PHOEBUS erleichtert. Diese sorgt mit ihren unterlagerten Regelungskreisen für eine Entkopplung aller Energieflüsse der PHOEBUS-Anlage. Die Entwurfsarbeit wird jedoch wegen der Vielzahl von Beschränkungen eingeengt. Zu den Ursachen der Beschränkungen des PHOEBUS-Systems zählen:

- Sehr niedrige Energieeffizienz des Gasspeichersystems
- Schaltverluste der Anlagenkomponenten
- Hoher Hilfsenergieverbrauch und Bereitschaftsverluste
- Restriktive Betriebsvorschriften für die Bleibatterie
- Widersprüchliche Optimierungsziele wie z.B. hohe Effizienz und hohe Zuverlässigkeit

Diese Beschränkungen führen fast zwangsläufig zu einem System zugeschnittener, nichtlinearer Regler (Bild 2):

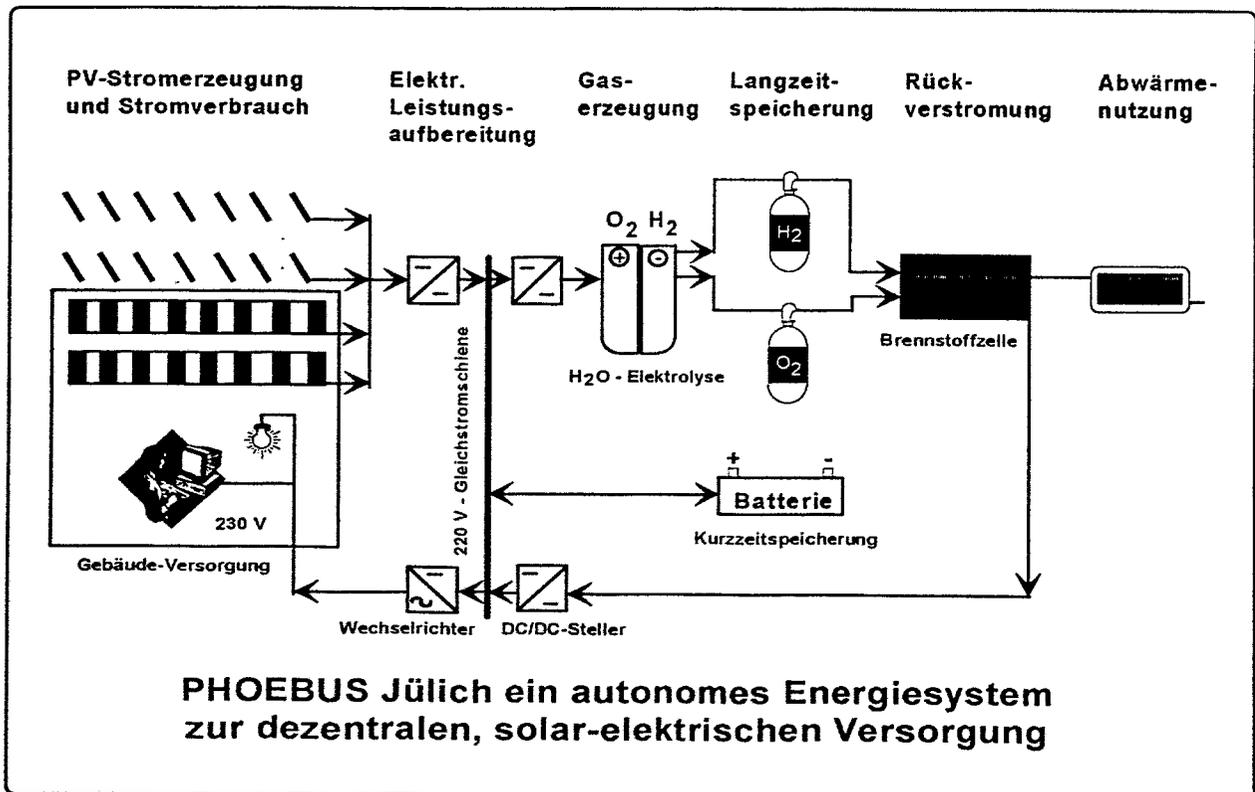
- Ein zeitadaptiver sogenannter Fünfpunktregler zum Schutz der Batterie und zur Ladungsüberwachung, ausgerüstet mit einer breiten inaktiven Zone zur Minimierung der Einsatzzeiten des verlustbehafteten Gasspeichersystems.
- Hystererschleifen der Schaltschwellen zur Minimierung der Schaltfrequenzen der Anlagenkomponenten.
- Vorhersageregungen für Energiewetter und Last zur Maximierung des direkten Energieverbrauchs unter Umgehung der verlustbehafteten Energiespeicher.
- Erzeugung von Leistungsprogrammen zur Minimierung des Ladungsdurchsatzes der Batterie sowie zur Beeinflussung von leistungs- und temperaturabhängigen Leistungswirkungsgraden.

Dieses Reglersystem ist das Ergebnis einer übersichtlichen, heuristischen Entwurfsmethodik, die alle Beschränkungen einzeln und nacheinander berücksichtigt. Die unterschiedlich schweren Beeinträchtigungen des Regelungsproblems durch diese Beschränkungen werden mit den Mitteln der Rechnersimulation untersucht. Ebenso werden die unterschiedlichen Bedeutungen der nichtlinearen Teilregler für das gesamte Regelungsergebnis ermittelt. Darüberhinaus werden die erlaubten Variationsbreiten der Reglerparameter simulatorisch ausgelotet, um damit die Implementierung der Betriebsversion des Energiemanagements auf dem Regelrechner von PHOEBUS sowie deren Optimierung zu unterstützen.

Bild 1

FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH GmbH

KFA



27.4.95

brocke-kfa

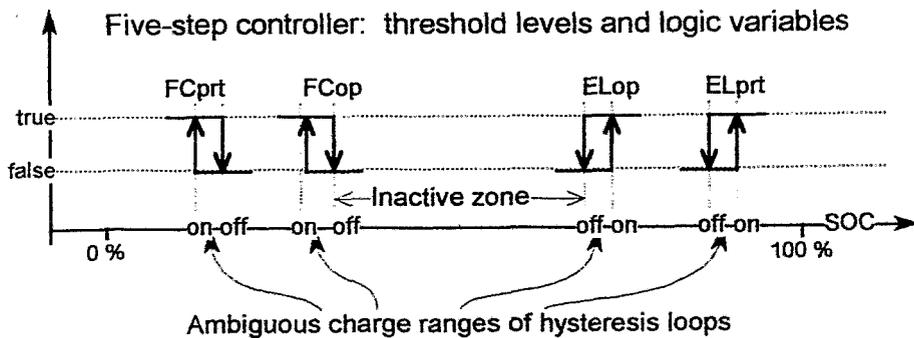
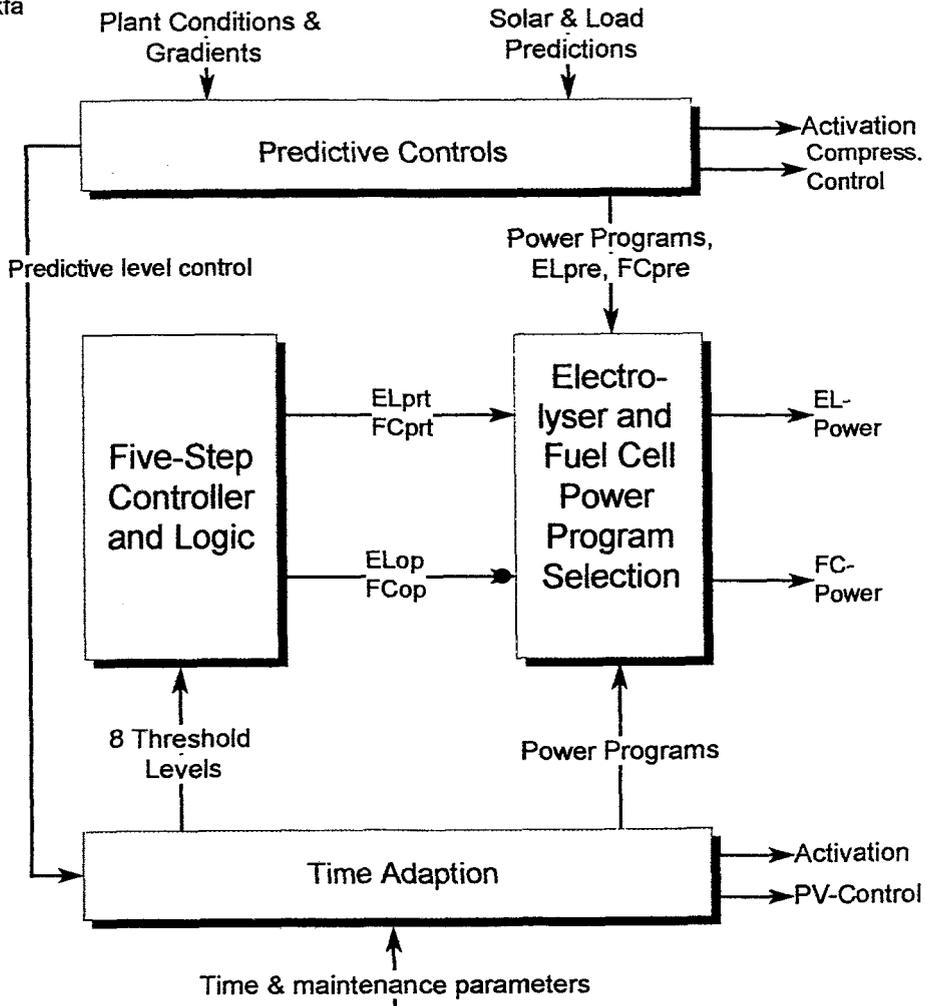


Bild 2: Nichtlineare Regler des Energiemanagements von PHOEBUS

Elektronik für ein Hochtemperatur-SQUID-System

E. Zimmermann, G.Brandenburg, U.Clemens

Zentrallabor für Elektronik
Forschungszentrum-Jülich GmbH
52425 Jülich

SQUIDs (Superconducting Quantum Interferenz Devices) sind Magnetfluß-Sensoren mit extrem hoher Empfindlichkeit bei gleichzeitig kleiner Bauform. Es wird zwischen RF- und DC-SQUIDs bei Betriebstemperaturen von $\approx 4\text{K}$ (Tieftemperatur) und $\approx 77\text{K}$ (Hochtemperatur) unterschieden. Die in den letzten Jahren entwickelten Hochtemperatur-SQUIDs zeigen in der Praxis wegen des einfacheren Betriebs in flüssigem Stickstoff im Vergleich zum Tieftemperatur-SQUID breitere Anwendungsmöglichkeiten.

Beim RF-SQUID, mit nur einem Josephsonkontakt, werden die Magnetfluß gesteuerten elektrischen Parameteränderungen des SQUIDs über einen induktiv gekoppelten Resonanzkreis und einem nachgeschaltetem Lock-In-Hochfrequenzverstärker ausgelesen. Es handelt sich dabei um ein periodisches Spannungssignal mit der Periodenlänge des magnetischen Flußquantums $\phi_0 = 2 \cdot 10^{-15} \text{ Tm}^2$. Dies entspricht bei gegebenen SQUID-Parametern (Loop = $200\mu\text{m}$, Washer = 8mm , KFA ISI) einer Flußdichte von $1,5\text{nT}$.

Der DC-SQUID mit zwei Josephsonkontakten wird direkt mit Leitungen kontaktiert und liefert beim Einprägen eines Stromes ein periodisches Spannungssignal als Funktion des Magnetflusses.

Beim direkten Einsatz des SQUIDs als Magnetometer kann nur für eine maximale Dynamik von $\frac{1}{2} \phi_0$ vom Ausgangssignal auf den Meß-Magnetfluß geschlossen werden. Für den praktischen Einsatz des SQUIDs (z.B. ohne magnetische Abschirmung) ist jedoch eine Dynamik von weit mehr als $\frac{1}{2} \phi_0$ erforderlich. Zudem ist meist ein linearer Zusammenhang zwischen magnetischem Fluß und System-Ausgangsspannung wünschenswert. In den letzten Jahren wird zur Realisierung einer höheren Dynamik und zur Erzeugung eines linearen Zusammenhanges eine Regelschaltung (Nullmethode) zur Kompensation des Eingangssignals verwendet. Das Kompensationssignal des SQUID-Meßflusses hält den SQUID in einem Arbeitspunkt und liefert gleichzeitig das Ausgangssignal.

Um eine möglichst universelle, leicht modifizierbare und leistungsfähige Kompensationsschaltung zu realisieren, wurde eine Analogkarte (AD-DA-Karte) mit Analog-Digital-Umformer (ADC) und Digital-Analog-Umformer (DAC) und eine PC-Karte mit digitalem Signalprozessor (DSP32) entwickelt (Abb. 1).

Die digitale Kopplung von Analogteil und DSP-Karte über eine Lichtwellenleiterstrecke liefert den Vorteil der galvanisch getrennten Datenübertragung mit voller Dynamik und dem möglichen abgesetzten Betrieb des SQUIDs vom PC über größere Entfernungen zur Entkopplung elektrischer und magnetischer Störfelder des PC vom Meßort.

Das SQUID-Signal am Ausgang der HF-Elektronik wird mit dem ADC digitalisiert und über Lichtwellenleiter zum DSP übertragen. Der DSP berechnet aus den digitalisierten Eingangsdaten nach Vorschrift des Regelprogramms das digitale Ausgangssignal, welches

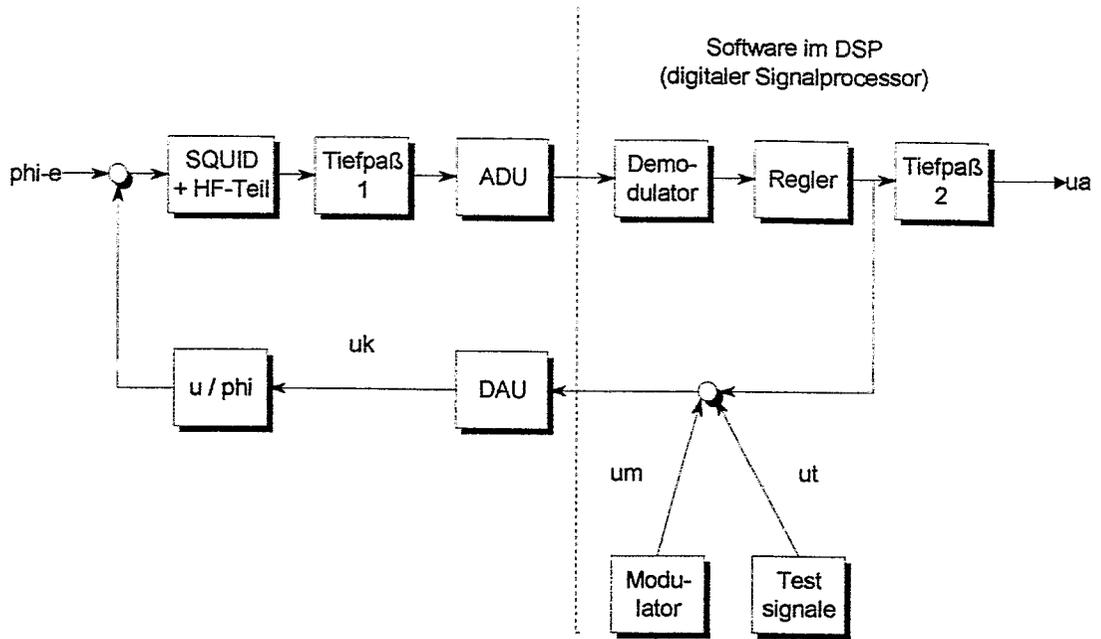


Abb. 2 Blockschaltbild der digitalen Regelung

Zur Ausstattung des Systems gehören Softwarewerkzeuge für Abgleich und Systemanalyse. Auch der vollautomatische Abgleich verschiedener Systemparameter wurde realisiert.

über Lichtwellenleiter zum DAC übertragen und anschließend zur Kompensation des magnetischen SQUID-Meßfeldes ausgegeben wird. Alle Parametereinstellungen des HF-Teils werden vom PC über Lichtwellenleiter durchgeführt.

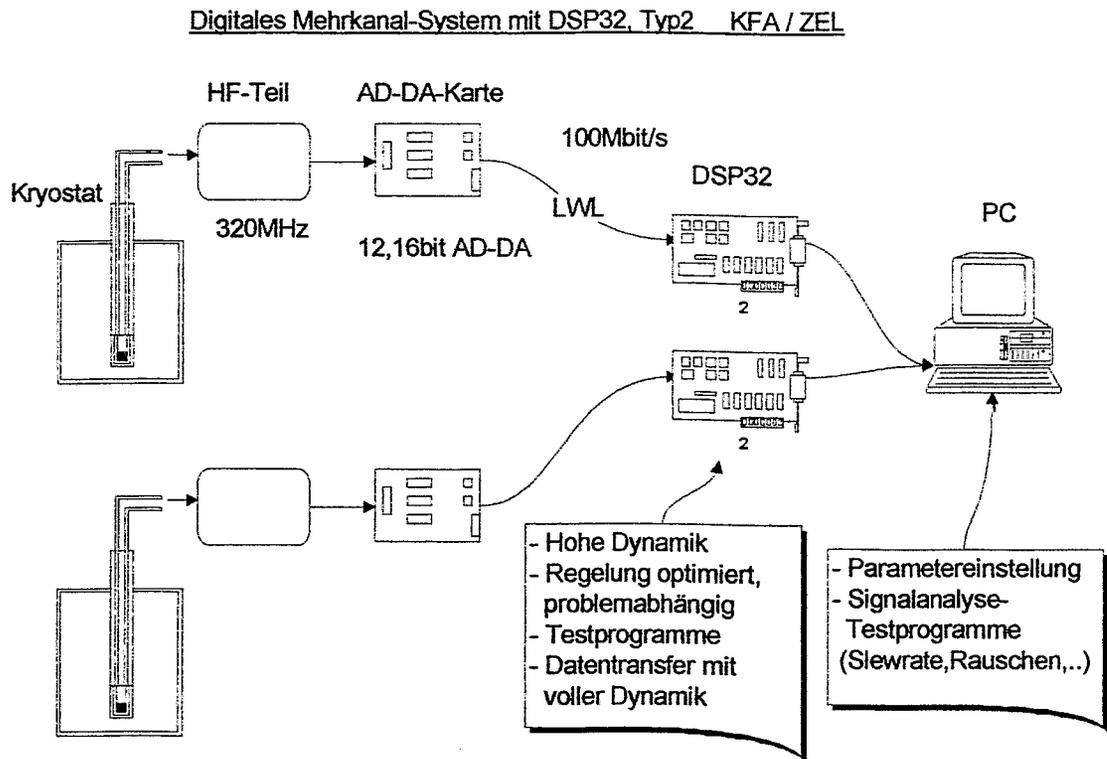


Abb.1 Systemhardware

Im Unterschied zur analogen Regelung, bei der der Dynamikbereich durch den maximalen Spannungshub des Regel-Ausgangsverstärkers begrenzt wird, ermöglicht die digitale Regelung eine weitere Erhöhung der Dynamik. Vor Überschreitung des Kompensations-Spannungsbereiches wird um eine Anzahl von SQUID-Perioden ($n\phi_0$) zurückgesprungen und die Sprungweite (n) gezählt (Flußquantenzähler). Der verwendete Algorithmus nutzt somit die Periodizität (ϕ_0) des SQUID-Signals aus. Nach dieser Methode läßt sich der Dynamikbereich nahezu beliebig erhöhen und ist nur durch die Rechengenauigkeit der digitalen Regelung (DSP) und die Feldunabhängigkeit des SQUID begrenzt.

Als Softwareregler werden Proportionalregler, Integratoren erster und zweiter Ordnung eingesetzt. Die softwaremäßige Implementierung der Regelalgorithmen liefert Flexibilität und Modifizierbarkeit.

Zur Unterdrückung des $1/f$ -Rauschens der Elektronik wird ein Modulationsverfahren mit einer Modulationsfrequenz von 50kHz verwendet.

Arbeiten für ein MEG

H. Halling, KFA, ZEL

Die Magnetencephalographie (MEG) ist eine nicht invasive Meßtechnik, um die neuronalen Aktivitäten im lebenden menschlichen Gehirn zu studieren. Dabei erlaubt das Verfahren Zeitauflösungen im Millisekundenbereich und Ortsauflösungen von 2 bis 5 mm (an der Cortexoberfläche). Die schwachen Magnetfelder, die durch Ströme im Gehirn erzeugt werden und deren Feldstärken bei 10 fT (Femto Tesla) bis 1 pT (Pico Tesla) liegen, werden von einer Multi-SQUID-Anordnung gemessen. Die SQUIDs (Superconducting Quantum Interference Device) sind hochempfindliche Meßfühler, die auf Heliumtemperatur arbeiten. Die magnetischen Felder werden von supraleitenden Spulen erfaßt, über supraleitende Drähte weitergeleitet und magnetisch an die SQUIDs angekoppelt. Da im normalen Labor- oder Klinikumfeld hohe magnetische Störungen (Netzströme, Lifte, Autos, Straßenbahn etc.) existieren, muß eine sorgfältig angelegte Entstörung und Schirmung für eine Unterdrückung dieser Störsignale am Meßort sorgen. Gewöhnlich werden aufwendige magnetische Abschirmkammern eingesetzt. Diese Kammern kosten etwa 500.000,- DM und können im allgemeinen niedrige Frequenzen im Hertz- und Sub-Hertz-Bereich nur sehr unvollkommen abschirmen. Um dennoch Einflüsse dieser Art auszuschließen, werden Gradiometer-Anordnungen verwendet, die Gleichfelder oder lineare Gradienten per Hardware oder zunehmend per Software kompensieren. Dabei dient eine orthogonale Referenzanordnung zur Messung der Kompensationswerte.

Derzeit werden MEG-Geräte, die aus den Sensoren und deren Elektronik, der digitalen Signalvorverarbeitung, einem Rechnersystem für die Meßablaufsteuerung und Kompensation und einem Auswerterechner bestehen, nur von kleinen hochspezialisierten Firmen hergestellt. Diese müssen sich dabei auch um die Hilfssysteme wie Mechanik, Kryotechnik (Helium), Abschirmkammer, Stimulationsgeräte, Fernsehüberwachung, Positionsmessung des Patienten etc. kümmern. Dadurch bleiben Fragen der Software für technisch-wissenschaftliche Fragestellungen vielfach auf der Strecke.

Unsere Aufgabe besteht nun in der Erstellung eines Softwaresystems, das vorhandene Software nach Möglichkeit integriert und für die neue Software bedarfsangepaßt entwickelt werden soll.

Die Software enthält folgende Teile, die für verschiedene Funktionen benötigt werden.

1. Signalverarbeitungssoftware

Für Multisignal-Meßsysteme erweist sich digitale Signalverarbeitung als unumgänglich. Das umfaßt so anspruchsvolle Aufgaben wie die Kompensation von externen magnetischen Störungen, Kompensation der Störungen durch das Herzsignal (dieses ist 100fach stärker als das Signal aus dem Cortex), Filterung (zeitliche und räumliche), Berechnung der Kovarianzmatrizen, zeitliche und örtliche Mittelwertbildungen und Transformationen (Fourier, Gabor). Die Signalverarbeitung wird mit dem Softwarepaket LabVIEW von National Instruments durchgeführt. Dieses Paket erlaubt graphische Programmierung und nutzt eine umfangreiche Programmbibliothek. Es läuft kompatibel auf den Rechnern Sun Workstation PC und Macintosh.

2. Vorwärtsrechnung

Bei bekannten Stromquellen im Kopf sollen die Signale für eine gegebene Sensoranordnung berechnet werden. Dazu stehen drei Verfahren zur Verfügung: a) Analytische Methode, b) Boundary Element Methode, c) Finite Elemente Methode.

a) Analytische Methode

Der Kopf wird durch eine Kugel ersetzt. Dies erlaubt eine Formelberechnung der Magnetfelder im Außenraum.

b) Boundary Element Methode

Der Einfluß der nicht kugelförmigen Kopfform und Grenzflächen zwischen Teilvolumina mit unterschiedlicher Leitfähigkeit führt über Oberflächenintegrale zur Berechnung der Magnetfelder im Außenraum.

c) Finite Elemente Methode

Finite Raumelemente erlauben Volumenberechnungen von Strömen und Magnetfeldern und damit die Berechnung der Außenfelder mit diskretisierten Maxwellgleichungen.

Von a) nach c) steigt der Rechenaufwand und die erreichbare Genauigkeit. Eine Vorwärtsrechnung ist die Voraussetzung für Rekonstruktionen der Stromquellen aus den gemessenen Magnetsensorwerten (inverse Problem).

3. Rekonstruktion der Stromquellen

Die Rekonstruktion der Stromquellen aus den Magnetfeldmeßwerten der Sensoren stellt ein schwieriges, unterbestimmtes Problem dar. Mehrere Methoden mit unterschiedlichen a-priori-Annahmen werden benötigt, um den Lösungsraum einzuschränken. Eine eindeutige, genaue Lösung gibt es nur in Ausnahmefällen.

3.1 Grobe Beurteilung von Aktivitäten (Strömen) nahe der Cortexoberfläche durch gerichtete Differenzierung der interpolierten Meßdaten (V3 - Laplace Operatoren)

Für eine erste Sichtung der Daten als Funktion der Zeit wichtig (Animation von Aktivitätsmustern).

3.2 Volumenaktivierungen ohne Annahme von Stromdipolen

Berechnung von wahrscheinlichen Aktivitätsbereichen in eingeschränkten Volumenbereichen (Magnetfeldtomographie, Räumliche Filterung).

3.3 Rückrechnung mit Multidipolmodellen

Das ist bei konzentrierter Aktivität die genaueste Methode. Bei verteilten Aktivitäten gibt es keine Konvergenz der Rückrechnung. Schwierigkeiten treten bei allen Methoden auf, wenn viele Quellen tief liegen. Konfidenzbereiche der einzelnen Methoden und Kritik der a-priori-Annahmen sind von hoher Bedeutung für die jeweilige Problemstellung.

3.4 Multimodalitäten

Daten aus anderen bildgebenden Verfahren wie MRI (Magnetresonanzbildgebung) und PET (Positronenemissionstomographie) werden mit MEG-Daten überlagert, um eine räumliche Zuordnung zu erreichen. Fragen der unterschiedlichen Resultate aus den verschiedenen Verfahren, geometrische Anpassung und statistische Relevanz führen zu komplexen Programmen.

3.5 Stimulationssoftware

Für Experimente am MEG, PET und MRI werden akustische und optische Stimulationssequenzen benötigt, die per Software erstellt und ausgeführt werden. Hohe Bedienfreundlichkeit und Flexibilität werden gefordert.

3.6 Visualisierungssoftware und Bedienoberfläche

Für alle oben angesprochenen Programmpakete wird anspruchsvolle Software für eine menügeführte Bedienung und interaktive Visualisierung benötigt. Dies wird vorrangig über das IDL-Programmiersystem erstellt und muß systemweit über das Rechnernetzwerk bedienbar sein.

Die Erstellung der Software erfolgt in enger Zusammenarbeit mit den Anwendern und im Kontakt mit Fachleuten in anderen Forschungseinrichtungen in In- und Ausland. Gegen Ende 1995 soll eine erste umfassende MEG-Software vorliegen, die sich bei der Analyse von Meßdaten einsetzen läßt. In der Folge ist vorgesehen, Probleme der Datenbankorganisation, Stereovisualisierung, Normalisierung und Koregistrierung von Modalitäten zu bearbeiten.

Positronen-Emissions-Tomographie für Labortiere

S.Weber*, A.Terstegge, H.Halling*, H.Herzog

*Institut für Medizin, Zentrallabor für Elektronik, Forschungszentrum Jülich GmbH

9. Mai 1995

1 Motivaton eines Tier-PET

Zur Zeit wird im Forschungszentrum Jülich an der Entwicklung eines Positronen-Emissions-Tomographen (PET) für Labortiere gearbeitet. Insbesondere soll das Tier-PET für Mäuse und Ratten verwendet werden, da diese sich einerseits direkt für viele Studien eignen, andererseits Untersuchungen mit Mäusen und Ratten als Vorbereitung für Untersuchungen größerer Tiere dienen, z.B. Affen, Schweine oder Hunde. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen (z.B. Herzstudien) können unter Umständen auf den Menschen übertragbar sein.

Das Tier-PET soll einerseits verwendet werden zur Erforschung neuer Radiopharmaka, insbesondere für Rezeptorstudien und zur Untersuchung der Pharmakokinetik. Eine weitere Anwendung liegt in Therapiestudien, z.B. die Untersuchung von Erfolgen in der Tumorthherapie. Bei der Positronen-Emissions-Tomographie handelt es sich um eine nicht-invasive Untersuchungsmethode, d.h. es können mit einem einzigen Tier mehrere Untersuchungen durchgeführt werden. Der Vorteil eines Tier-PET gegenüber einem Menschen-PET liegt in der zu erwartenden besseren Ortsauflösung und höheren Sensitivität. Dabei ist das Gerät an sich sehr kompakt, und der Aufwand für die Installation ist gering.

2 Anforderungen

Es wird eine Ortsauflösung von besser als 3 mm im Zentrum des Untersuchungsobjektes angestrebt. Wichtig für Kinetik-Studien ist eine hohe Sensitivität, damit in möglichst kurzen Zeitrahmen aufeinanderfolgende Messungen aufgenommen werden können. Ein wesentlicher Parameter für die Sensitivität ist der Raumwinkel, der von den Detektoren bedeckt wird. Von den Detektoren des Tier-PET wird ein Raumwinkel von ca. 30% überdeckt, ein Menschen-PET (Scanditronix PC4096-15WB) liefert einen Raumwinkel von ca. 10%.

Um unerwünschte Koinzidenzen zu unterdrücken, ist eine gute Zeitauflösung (ca. 20 ns, Unterdrückung von zufälligen Koinzidenzen) und eine gute Energieauflösung (ca. 20%, Unterdrückung von Streukoinzidenzen) notwendig.

Abb. 1 zeigt den prinzipiellen Aufbau eines Tier-PET-Systems: Die 511 keV-Strahlung wird mit Szintillatoren und ortsempfindlichen Photomultipliern nachgewiesen. Die Signale werden über eine Analog-Elektronik und Koinzidenz-Elektronik zu einem PC geleitet und von dort zur Rekonstruktion und Archivierung auf eine Workstation gegeben.

3 Szintillatoren

Eine wesentliche Komponente zur Verbesserung der Parameter eines PET-Systems ist die Wahl eines entsprechenden Szintillators.

Notwendig für den Nachweis der 511 keV-Strahlung ist eine möglichst hohe Dichte des Szintillators. Tab.1 gibt einen Überblick über einige Szintillatoren.

Szintillatoren mit ortsauflösenden PM

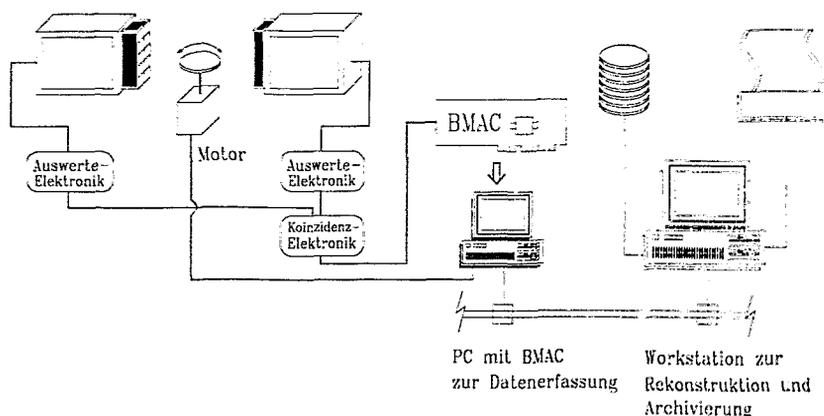


Abbildung 1: Prinzipieller Aufbau eines Tier-PET-Systems

Aufgrund seiner hohen Dichte ist BGO ein Szintillator, der zur Zeit in den meisten PET-Systemen eingesetzt wird. Er hat allerdings eine geringe Lichtausbeute und eine relativ lange Szintillations-Zerfallszeit. Es gibt einige Neuentwicklungen von Szintillatorkristallen, die sich durch günstigere Parameter auszeichnen.

GSO:Ce (Cer-dotiertes Gadolinium-Oxyorthosulfat) hat bei genügend hoher Dichte eine gegenüber BGO erhöhte Lichtausbeute und eine kurze Szintillations-Zerfallszeit [5]. Daher wird GSO zum Teil in neuen PET-Systemen eingesetzt. LSO:Ce (Lutetium-Oxyorthosulfat) hat eine sehr hohe Lichtausbeute bei sehr hoher Dichte [1] und ist damit ein sehr interessanter Szintillator für PET, ist aber zur Zeit noch nicht kommerziell erhältlich. YAP:Ce (Yttrium-Aluminium-Perowskit) hat eine mehr als doppelt so hohe Lichtausbeute wie BGO bei akzeptabler Dichte und kurzer Szintillations-Zerfallszeit [6]. Dabei ist der Kristall nicht hygroskopisch und leicht zu bearbeiten. Daher läßt sich mit YAP folgende Szintillatoranordnung realisieren: 400 kleine Kristalle (2mm x 2mm x 15 mm) werden optisch gegeneinander entkoppelt und zu einem Modul von 4cm x 4cm x 15mm zusammengesetzt.

Szintillatorparameter					
	NaJ	BGO	GSO:Ce	LSO:Ce	YAP:Ce
Dichte [g/cm ³]	3.67	7.13	6.71	7.4	5.37
Brechungsindex	1.85	2.15	1.85	1.82	1.95
Lichtausbeute	100	15-20	20-25	75	40
Emissionswellenlänge [nm]	415	480	440	420	370
Zerfallszeit[ns]	230	300	30-60	12+42	25

Tabelle 1: Parameter ausgewählter Szintillatoren

4 Simulationen

Zur Festlegung der genauen Modulgröße wurden mit dem Programmpaket GEANT, das am CERN entwickelt wurde, einige Simulationen gemacht.

K_{geom} ist die geometrisch bedingte maximale Anzahl szintillierender Kristalle (Penetration)(Abb. 2).

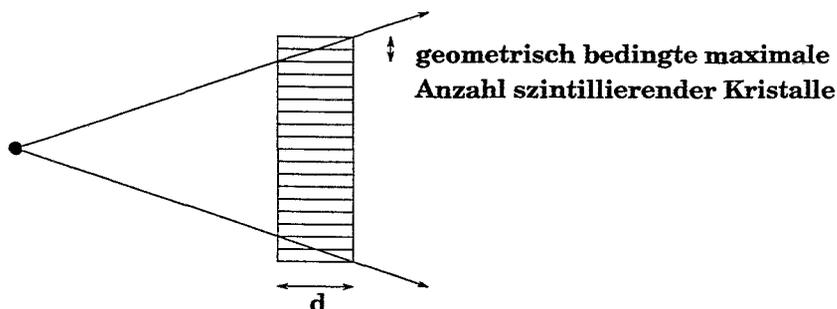


Abbildung 2: Geometrisch bedingte maximale Anzahl szintillierender Kristalle; Penetration-Effekt

Untersucht wurde zunächst die mittlere Anzahl szintillierender Kristalle in Koinzidenz in Abhängigkeit von K_{geom} (Abb. 3). Bei zunehmender Penetration steigt die mittlere Anzahl szintillierender Kristalle. Damit ist eine Verschlechterung der Ortsauflösung verbunden.

In einer zweiten Simulation wurde die Abhängigkeit der Gesamtsystem-Effizienz von K_{geom} untersucht (Abb. 4). Die Gesamtsystem-Effizienz wird beeinflusst von dem Raumwinkel der Detektoren und der Ansprechwahrscheinlichkeit der Szintillatoren. Dabei wurde die Effizienz für koinzidente Ereignisse bestimmt. Die Effizienz nimmt mit steigender Penetration stark zu.

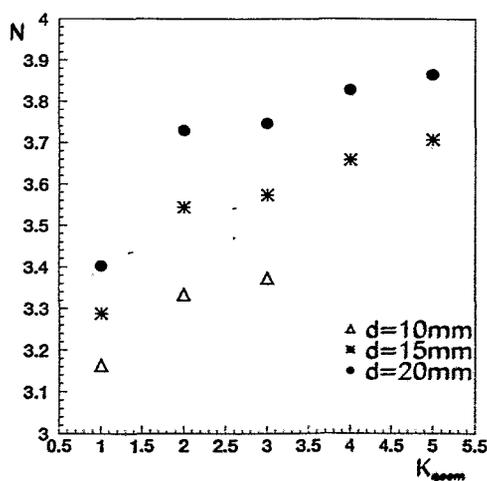


Abbildung 3: Mittlere Anzahl szintillierender Kristalle in Abhängigkeit von der Penetration

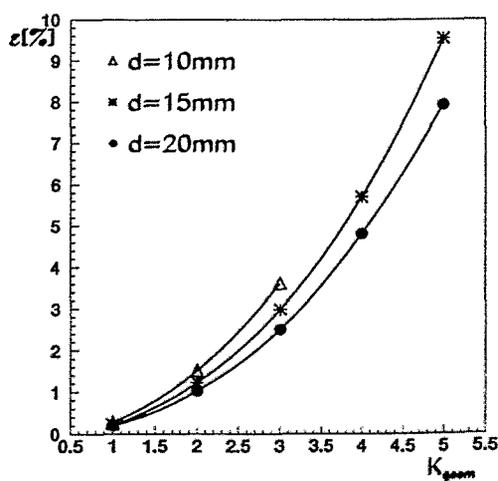


Abbildung 4: Gesamtsystem-Effizienz in Abhängigkeit von der Penetration

Aus diesen Ergebnissen ist ersichtlich, daß durch die Wahl der zugelassenen Penetration bestimmt werden kann, ob mit guter Ortsauflösung oder mit hoher Sensitivität gemessen werden soll.

5 Erste Variante mit ortsauflösendem Photomultiplier

Zum Nachweis der Szintillationsphotonen werden ortsauflösende Photomultiplier verwendet. Die Ortsauflösung gelingt hier durch gekreuzte Anodendrähte, der Ort wird bestimmt durch Schwerpunktbildung der Ausgangssignale [3].

Die Photokathode ist auf ein Glasfenster aufgebracht. Das führt dazu, daß das Szintillationslicht auf dem Weg zur Photokathode aufgespreizt wird. In einer Simulation mit dem Programm DETECT [4] wird der Effekt deutlich (Fig. 5). Es wurde ein Array von 3x3 YAP-Szintillatoren simuliert, wobei im mittleren Kristall Photonen emittiert wurden. Da die Szintillatoren optisch gegeneinander entkoppelt sind, ist direkt am Austrittspunkt aus den Szintillatoren nur der mittlere Kristall hell. Mit zunehmender Fensterdicke spreizt sich der Lichtfleck immer mehr auf. Da die Ortsbestimmung im Photomultiplier durch Schwerpunktbildung gelingt, ist auch nach 2 oder 3 mm Fenster eine Ortsbestimmung möglich, aber dazu ist eine gute Statistik, d.h. möglichst viele Photonen pro Szintillationereignis nötig. Das bestärkt die Anforderung, daß der Szintillator eine möglichst hohe Lichtausbeute haben soll.

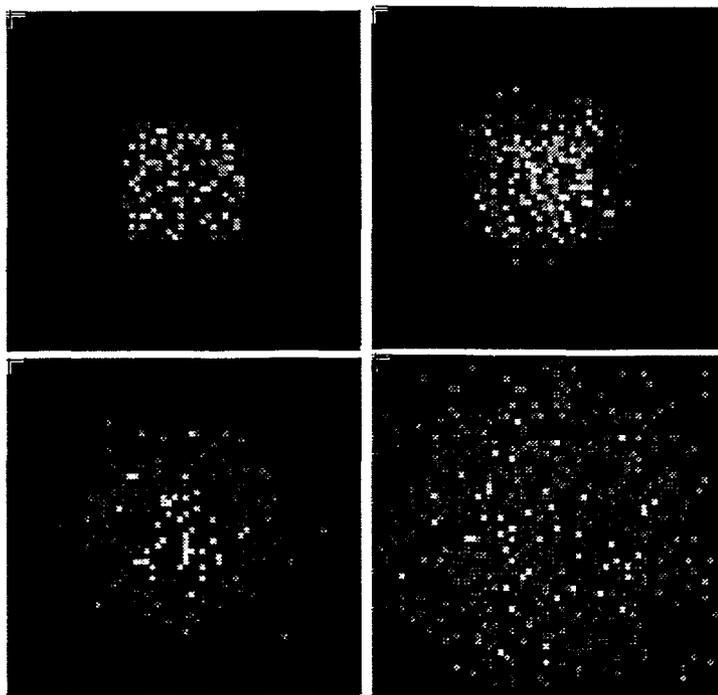


Abbildung 5: Verschmierung des Lichtflecks zwischen Szintillator und Photokathode

6 Zweite Variante mit Avalanche Photodioden

In letzter Zeit ist eine neue Technologie entwickelt worden, die in einigen Anwendungen den Photomultiplier ersetzen kann. Dabei handelt es sich um Avalanche Photodioden (APD) [2]. APD sind Photodioden, die durch Lawinenbildung eine Verstärkung von ca. 10^3 erreichen können.

Bei einem Aufbau mit APD hat jeder Kristall einen eigenen Photodetektor. Ein solcher Aufbau macht die Anordnung sehr flexibel und, aufgrund der geringen Größe der Photodioden, sehr kompakt. Allerdings benötigt jede Photodiode eine eigene Elektronik.

In der KFA gibt es ein Institut für Schicht- und Ionentechnik, in dem bereits APD's hergestellt

werden. Uns werden einzelne APD's für erste Untersuchungen zur Verfügung gestellt. Es ist geplant, nach diesen Untersuchungen eine zweite Version des Tier-PET mit APD's aufzubauen.

7 Rekonstruktion

Für die Rekonstruktion der Aktivitätsverteilung wurde ein iterativer Expectation-Maximum (EM)-Algorithmus [7] [8] untersucht und für den 3-dimensionalen Fall implementiert. Dieser Algorithmus berechnet die Aktivitätsverteilung auf der Basis einzelner Koinzidenzlinien, und arbeitet daher ohne hohen Speicherplatzbedarf.

$$\lambda^{new}(b) = \frac{\lambda^{old}(b)}{\sum_{d=1}^D p(b, d)} \sum_{d=1}^D \frac{n^*(d)p(b, d)}{\sum_{b'=1}^B \lambda^{old}(b')p(b', d)} \quad (1)$$

$\lambda(b)$ sind die Aktivitätswerte in den Voxeln b , ($b = 1 \dots B$), während $p(b, d)$ die Wahrscheinlichkeit darstellt, ein Ereignis mit Ursprung b in der Ereignisröhre d , ($d = 1 \dots D$) zu detektieren. Die $n^*(d)$ sind die gemessenen Zählwerte in jeder Ereignisröhre d . Durch die Verbindung von je zwei koinzidenten Kristallen werden diese "lines of response", hier Ereignisröhren genannt, gebildet. Abb. 6 und Abb. 7 zeigen rekonstruierte Datensätze für $4 \times 4 \times 4$ simulierte Punktquellen und für eine Na_{22} -Quelle, gemessen mit NaJ vor zwei ortsempfindlichen Photomultipliern. Die Ergebnisse wurden in beiden Fällen nach 20 Iterationsschritten erhalten. Die Anzahl der verarbeiteten Ereignisse betrug in Abb. 7 ca. 10^6 Ereignisse, und in Abb. 6 ca. 10^5 Ereignisse. Für die Rekonstruktion in Abb. 7 ergibt sich ein FWHM von ca. 3 mm. In Abb. 6 haben die einzelnen Punktquellen einen Abstand von 2 mm, wobei die Kantenlänge jedes rekonstruierten Voxels 0.5 mm beträgt. Der mittlere FWHM-Wert ist ungefähr 1.5 mm in jeder Richtung unter Voraussetzung eines idealen Detektors.

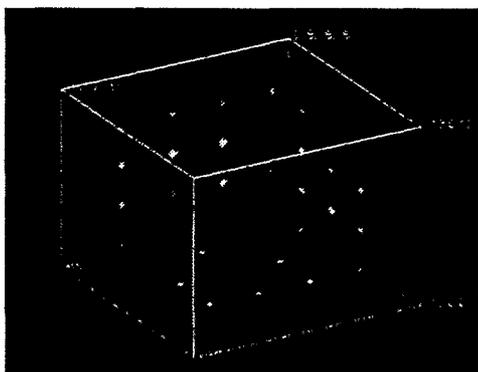


Abbildung 6: Rekonstruierter Datensatz für $4 \times 4 \times 4$ simulierte Punktquellen, Abstand je 2 mm.

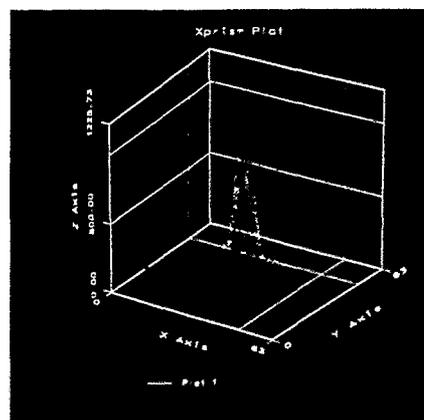


Abbildung 7: Rekonstruierter Datensatz für eine Na_{22} -Quelle.

8 Zusammenfassung und Ausblick

Bisher wurden einige Vorarbeiten für die Entwicklung eines Tier-PET durchgeführt. Es wurden mit NaJ-Kristallen vor ortsempfindlichen Photomultipliern eine Na_{22} -Quelle und Verteilungen von FDG (Flourdeoxyglucose) gemessen. Weiterhin wurde nach neuen Szintillatorkristallen gesucht und zur Szintillatoranordnung und zur Lichtausbreitung Monte-Carlo-Simulationen ge-

macht. Sowohl die Meß- als auch die Simulationsergebnisse wurden mit einem iterativen EM-Algorithmus rekonstruiert.

Noch in diesem Jahr soll eine erste Version eines Tier-PET mit YAP-Kristallen und ortsempfindlichen Photomultipliern aufgebaut werde, so daß das System bereits für Messungen zur Verfügung steht.

Des weiteren werden Avalanche Photodioden getestet, und es ist geplant, eine zweite Version des Tier-PET mit Avalanche Photodioden aufzubauen.

Der Aufbau wird eine sehr große Flexibilität aufweisen. Es können verschiedene Detektoranordnungen realisiert werden. Insbesondere kann durch die Wahl des Abstandes der Quelle vom Szintillator entschieden werden, ob eine besonders gute Ortsauflösung oder eine hohe Sensitivität erreicht werden soll. Die verwendete Software zur Rekonstruktion ist so flexibel, daß sie für die verschiedenen Verwendungsmöglichkeiten benutzt werden kann.

Literatur

- [1] F. Daghighian, P. Shenderov, K. S. Pentlow, M. C. Graham, B. Eshaghian, C. L. Melcher, and J. S. Schweitzer. Evaluation of cerium doped lutetium oxyorthosilicate (LSO) scintillation crystal for PET. *IEEE transactions on nuclear science*, 40(4):1045, 1993.
- [2] S. J. Fagen. Avalanche photodiode arrays boost PET scanners. *Lasers and Optronics*, 12(12):15, 1993.
- [3] Hamamatsu Photonics, Electron tube division. *Position-sensitive photomultiplier tubes with crossed wire anodes R2487 series*, 1989.
- [4] G. F. Knoll, T. F. Knoll, and T. M. Henderson. Light collection in scintillation detector composites for neutron detection. *IEEE transactions on nuclear science*, 35(1):872, 1988.
- [5] C. L. Melcher, J. S. Schweitzer, T. Utsu, and S. Akiyama. Scintillation properties of GSO. *IEEE transactions on nuclear science*, 37(2):161, 1990.
- [6] R. Pani, F. de Notaristefani, K. Blazek, P. Maly, R. Pellegrini, A. Pergola, A. Soluri, and F. Scopinaro. Multi-crystal YAP:Ce detector system for position sensitive measurements. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A*, 348:551, 1994.
- [7] L.A. Shepp and Y. Vardi. Maximum likelihood reconstruction for emission tomography. *IEEE transactions on medical imaging*, MI-1(2):113-122, October 1982.
- [8] Y. Vardi, L.A. Shepp, and L. Kaufmann. A statistical model for positron emission tomography. *Journal of the American Statistical Association*, 80(389):8-20, March 1985.

Die Behandlung von Daten im Dichte- und Schallmeßgerät DMA 5000

R. Röhler
Institut für Elektronik
Technische Universität Graz

Zusammenfassung:

Das Meßgerät DMA 5000 ist ein am Institut für Elektronik der T.U. Graz, am Institut für Sensorik der Joanneum Research und am Labor für Meßtechnik, Dr. Stabinger entwickeltes Laboranalysegerät. Es dient zur Messung der Dichte bzw. der Schallgeschwindigkeit von flüssigen Medien. Auf Grund der Messung dieser beiden physikalischen Größen ist es möglich Konzentrationen von 3-Stoffgemischen zu bestimmen. Der Einsatz dieses Gerätes erfolgt in den Bereichen Nahrungsmittelindustrie, Pharmazie, Petrochemie, Photo- bzw. Nuklearindustrie.

Nach einem kurzen Überblick über das Meßgerät wird ein allgemeines Kompatibilitätskonzept und Datensicherungskonzept für elektronische Systeme vorgestellt und die Verwirklichung in der DMA 5000 diskutiert.

Das Dichte- und Schallmeßgerät DMA 5000

Sensorblock

Zentrales Element des Meßgerätes ist der thermisch isolierte Sensorblock. Er beinhaltet den Dichte- und den Schallgeschwindigkeitssensor. Da beide physikalische Größen stark temperaturabhängig sind wird der Sensorblock thermostatisiert. Das Stellglied dieser Regelstrecke ist ein Peltierelement, welches in Verbindung mit dem Meßfühler (Pt100) und einem digitalen PI-Regler den Sensorblock auf konstanter Temperatur hält. Um Temperaturgradienten innerhalb des Sensorblocks zu erfassen, wird die eigentliche Temperatur am Dichtesensor mit einem weiteren Meßfühler (Pt100) erfaßt.

Der Dichtesensor arbeitet nach dem Biegeschwingerprinzip. Das bedeutet, daß ein Glasrohr mit dem zu-messenden Medium befüllt wird. Die Periodendauer des zu ungedämpfter Schwingung erregten Glasrohres ist ein Maß für die Dichte dieses Mediums. Die Abnahme dieser Schwingung erfolgt durch eine Infrarotlichtschranke.

Der Schallgeschwindigkeitssensor beruht auf einer Laufzeitmessung des Schalls innerhalb eines Rohres mit bekanntem Innendurchmesser. Das Hybridmodul VSE41 bewirkt die periodische Abgabe von Schallimpulsen mittels eines Piezoelementes. Die Laufzeit dieses Pulses im Medium wird gemessen und als Periodendauer ausgegeben.

Sensor Actor Interface (SAI)

Dieses Modul stellt die Verbindung der Sensoren bzw. Aktoren zum übergeordneten Controller her. Es beinhaltet den Erregerverstärker für den Dichtesensor sowie 20-Bit A/D-Umsetzer für die Messung von Pt100 Widerständen.

Sensor Actor Controller (SAC)

Der Controller hat die Aufgabe die Signale der Sensoren in Echtzeit auszuwerten, sowie die für die Messung notwendigen Aktoren zu betätigen. Die vorverarbeiteten Daten stellt er an einem seriellen Bus (SBUS) zur Verfügung. Über diesen Bus wird der Controller auch mit dem für ihn bestimmten Programm geladen.

Neben dem digitalen Temperaturregler enthält dieses Programm Signalverarbeitungsroutinen für die Auswertung der Schwingersignale, der Schallelektronik (VSE41), der Geräteinnentemperatur, sowie das Interface für die A/D-Umsetzung der PT100 Widerstandswerte.

Außer der Abarbeitung der für die Sensoren notwendigen Meß- und Verrechnungsprogramme steuert der SAC auch Aktoren wie Zellenbeleuchtung, Pumpe und Ventilator. Einen äußerst komplexen Aktor stellt der Befüllautomat (SHS) dar. Dieser dient zur ordnungsgemäßen Befüllung der Meßzelle. Die Befüllalgorithmen werden dabei über Tabellen parametrisiert dem SAC zur Verarbeitung übertragen.

Device Control Computer (DCC) und Front Panel (FRP)

Als Hauptrechner wird in der DMA 5000 ein nach PC Architektur aufgebauter Einplatinenrechner verwendet. Er ist für die gesamte Verrechnung der Meßdaten zuständig und stellt die Verbindung zum Benutzer des Meßgerätes bzw. zu einem übergeordneten Netzwerk her. Mittels PCMCIA-Card oder über ein Netzwerk (Host-Rechner) werden sowohl das SAC- als auch das DCC-Programm einmalig geladen und im DCC nichtflüchtig gespeichert.

Im normalen Betriebsfall wird nach jedem Einschalten des Gerätes als erste Tätigkeit der SAC geladen und gestartet. Die am SBUS ankommenden Daten werden im DCC verrechnet und dem Anwender auf einem graphischen LC-Display, einem Drucker, oder an einen Host-Rechner ausgegeben. Zusätzlich zur Anzeige trägt das Front-Panel auch eine Tastatur, mit der die Gerätebedienung erfolgt. Für umfangreiche Konfigurationstätigkeiten kann eine externe PC-Tastatur angeschlossen werden.

Sample Handling System (SHS)

Das vom SAC gesteuerte System dient zur Befüllung bzw. Reinigung und Trocknung der Meßzelle. Es ermöglicht schnelle, automatische Messungen der im Magazin befindlichen Proben. Durch die auf das zu messende Präparat abgestimmte Ablaufsteuerung ist eine ordnungsgemäße Befüllung und anschließende Reinigung der Meßzelle gewährleistet.

Peltier Amplifier & Voltage Regulator (PVR)(PPA)

Dieses Modul erzeugt aus der 24 Volt Ausgangsspannung des Netzteils eine geregelte 5 Volt Versorgung. Weiters stellt es den für die Temperaturregelung erforderlichen Strom durch das Peltier-Element ein. Seine Information erhält es vom SAC in Form eines Tastverhältnisses.

Umfangreiche EMV Maßnahmen am gesamten Gerät sowie ein 50 Watt Schaltnetzteil mit sinusförmiger Stromaufnahme und einem Eingangsspannungsbereich von 85 bis 264 Volt (45 bis 65 Hz) garantieren den störfesten Betrieb an jeder Steckdose der Welt.

Kompatibilitätskonzept für elektronische Systeme

Allgemeines

Durch die steigende Komplexität und Modularität in elektronischen Systemen und Geräten kommt es immer häufiger zu Fehlfunktionen aufgrund von Inkompatibilitäten in Hard- und Software. Um diese Probleme zu vermeiden, wird ein Konzept vorgestellt, das die Funktionalität bei Änderungen und Erweiterungen im System sicherstellt. Zusätzlich dient dieses Konzept zur Verbesserung der Wartbarkeit von in Betrieb befindlichen Systemen. Bei auftretendem Fehlverhalten des Systems erleichtert es die Fehlerdiagnose und ermöglicht die exakte Nachbildung eines ausgelieferten Systems beim Hersteller.

Begriffsdefinition

Der Begriff Objekt steht im folgenden für eine abgeschlossene Funktionseinheit, die für die Kompatibilität im System von Bedeutung ist. Beispielsweise sollen darunter in der Hardware bestückte Leiterplatten, Netzteile, Ein- und Ausgabeeinheiten, in der Software definierte Datenfelder, Betriebssysteme oder Anwenderprogramme verstanden werden.

Realisierung

Jedes Objekt wird mit einer eindeutigen Objektkennung versehen. Diese besteht aus vier 6-stelligen natürlichen Zahlen, welchen folgende Bedeutung zukommt:

Projektnummer
Identifikationsnummer
Kompatibilitätsnummer
Revisionsnummer

Projektnummer

Die Projektnummer ordnet ein Objekt einem bestimmten Projekt zu. Sollte das gleiche Objekt in einem anderen Projekt Verwendung finden, so wird die als erste dem Objekt vergebene Projektnummer so lange beibehalten, bis sich das Objekt vom Stammobjekt in irgend einer Weise unterscheidet. In diesem Fall wird das Objekt dem gegenständlichen Projekt zugeordnet.

Identifikationsnummer

Die Identifikationsnummer dient zur Unterscheidung von Objekten innerhalb eines Projekts. Die Unterscheidung der Objektarten wird durch die höchstwertige Stelle (Kennziffer) der Identifikationsnummer vorgenommen.

Derzeit sind folgende Objektarten definiert:

Hardwareobjekte (Kennziffer 1)
Programmobjekte (Kennziffer 2)
Datenobjekte (Kennziffer 3)

Kompatibilitätsnummer

Die Kompatibilitätsnummer stellt die Kompatibilität von Objekten mit derselben Projekt- und Identifikationsnummer sicher. Objekte, deren Projekt-, Identifikations- und Kompatibilitätsnummer übereinstimmt, müssen uneingeschränkt austauschbar sein.

Revisionsnummer

Diese dient zur Unterscheidung von Revisionen eines Objekts, welche die Kompatibilität nicht betreffen.

Implementierung des Kompatibilitätskonzepts in der DMA 5000

Prinzipiell ist die Kompatibilität der einzelnen Objekte zueinander in der DMA 5000 durch folgende Operationen gefährdet:

- Austausch von fehlerhafter Hardware.
- Einbringen von zusätzlicher Hardware. (z. B. Befüllautomat)
- Update von fehlerhafter Software.
- Einbringen von zusätzlicher Software (z. B. Kundenspezifische Funktionen).
- Datenverkehr mit anderen Geräten sowie Eingaben von dem Benutzer.

Aus dieser Aufzählung ersieht man, daß nur externe Zugriffe auf das Gerät die Kompatibilität gefährden; das heißt diese nur in diesen Fällen überprüft werden muß. Ausdrücklich sei hier darauf verwiesen, daß die Datensicherheit sowie die Zuverlässigkeit der Hardware im Gerät gewährleistet sein muß, um die Funktionalität des Gerätes zu sichern, diese jedoch die Kompatibilität in dem vorher definierten Sinn nicht beeinflussen.

Die Kennzeichnung der Objekte in der DMA 5000 erfolgt nun folgendermaßen:

- Hardwareobjekte besitzen einen Aufkleber mit der Objektkennung, können aber zusätzlich durch Software abfragbar sein.
- Programmobjekte besitzen ein Datenfeld mit der Objektkennung.
- Datenobjekte, die als Datei gespeichert werden, sind am Dateianfang mit der Objektkennung (24 Bytes im ASCII-Code) gekennzeichnet und tragen eine spezifische Extention.

Als Datenträger der gesamten Kompatibilitätsinformation wird auf der internen RAM Disk, die sich physikalisch im batteriegepufferten RAM des DCC befindet, eine gerätspezifische Datei (Stammblatt) angelegt, deren Aufbau sich an die von Windows bekannten *.ini Dateien anlehnt und neben den Objektkennungen auch wichtige Daten wie Seriennummer des Gerätes, Schwingerkonstanten, Temperaturfühlerkonstanten, Erstjustierungen, Gerätekonfiguration u. s. w. trägt.

Einträge in dieses Stammblatt sowie Änderungen der Gerätesoftware (mit Ausnahme von Kundenfunktionen, die über eine Interpretersprache abgewickelt werden) können nach der Auslieferung des Gerätes nur durch PCMCIA Karten vorgenommen werden, die im Herstellerwerk programmiert wurden.

Bei Servicefällen (Austausch defekter Hardware, Ergänzung von Optionen) wird der Servicetechniker ebenfalls durch eine PCMCIA Karte ausgewiesen und unterstützt.

Auszug aus einer Stammblattdatei der DMA5000:

[IDENTIFY]

NAME = DMA5000
TYPE = B
NUMBER = 123457 ; serial number
SOUND = NONE
SAMPLER = NONE

[PCB]

DCC = 000226/100004/000001/940210
SAC = 000226/100001/000001/940210
SAI = 000226/100006/000001/940210
PVR = 000226/100002/000001/940210

[DCC]

8087 = NONE
EPLD = 000226/100041/006001/930510
SYSTABLE = 000226/300001/000001/950328
BIOS = 000226/200001/002001/940614
SYSDRV = 000226/200002/001004/941006
BGIDRV = 000226/200003/001000/950117

[SAC]

EPLD = 000226/100011/001000/940902
LOADER = 000226/200001/001001/940315
PROGRAM = 000226/200002/001001/940713
PROTOCOL = 000226/300001/001000/940101

[PARAMETER]

AVALUE = 1.234E-07
BVALUE = -1.45
PT1A =
PT1B =
PT2A =

[UPDATE]

CARD =
DATE =

Speicherkonzept der DMA 5000

In der DMA 5000 sind folgende Speicher vorhanden:

DCC:

64 KByte EPROM
512 KByte Flash EPROM
256 KByte batteriegepuffertes statisches RAM
512 KByte statisches RAM
optional PCMCIA Karte

SAC:

64 KByte EPROM
128 KByte statisches RAM
2 KByte EEPROM

Im EPROM des DCC ist der feste Kern des Betriebssystems abgelegt. Der FLASH-Speicher des DCC dient zur Speicherung der Erweiterungen des Betriebssystems und der gerätespezifischen Programme von DCC und SAC. Diese werden nach dem Einschalten des Gerätes in die jeweiligen flüchtigen Speicher geladen und dort exekutiert.

Alle Datenobjekte und Konfigurationen werden mit einem 16Bit CRC versehen und auf dem batteriegepufferten RAM des DCC in der Organisation einer RAM Disk gespeichert. Sie kann nur durch das (D)OS-Filesystem benutzt werden, da sie vom Betriebssystem aus dem direkt zugreifbaren Speicherbereich ausgeblendet ist (Schutz vor Fehlfunktionen durch fehlerhafte Programme).

Im EPROM des SAC befindet sich ein Programm, das zwei Funktionen beinhaltet. Die erste Funktion dient zum Laden des gerätespezifischen SAC Programms vom DCC zum SAC, die zweite zum Laden des als Backup Speicher verwendeten EEPROMs im SAC, beziehungsweise dem Rücktransport dieses Speicherinhalts zum DCC.

Der Sinn dieses Backupspeichers besteht darin, daß bei einem Hardwaredefekt die zur Wiederherstellung eines Gerätes durch den Servicetechniker unbedingt notwendigen Daten (Stammbblatt des Gerätes) auf zwei verschiedenen Leiterplatten nichtflüchtig abgespeichert sind.

Die PCMCIA Karte dient primär zum Einbringen von Programmen in das Gerät. In diesem Fall trägt sie auch das Update-Programm, das für die Überwachung der Kompatibilität verantwortlich ist. Falls sie mit Flash EPROMs bestückt ist, können diese auch von der DMA programmiert werden. Bei einer NVRAM-Bestückung ist sie als Massenspeicher für Meßdaten vorgesehen.

Einsatz von LabVIEW für CAMAC-Instrumentierungen

G. Herdam, W. Woletz, F. Wulf, A. Zahr

Viele der zur Zeit mit CAMAC gesteuerten Experimente im HMI werden auch zukünftig weiter betrieben. Bei einer Analyse der Systeme hat sich herausgestellt, daß die Hardware durch neuere Komponenten nur sehr schwer ersetzt werden kann. Hierbei sind sowohl technische als auch finanzielle Gesichtspunkte entscheidend. Andererseits sind die derzeit noch im Einsatz befindlichen Kontroll- und Steuerungsrechner mit ihren teilweise auch unzureichenden Dokumentationen nicht mehr wartbar. Eine Ablösung der Kontrollrechner ist daher zwingend notwendig geworden. Neben der Auswahl neuer Rechnerplattformen war auch die Frage nach kommerziellen Softwareprodukten gegeben, die für die Steuerung, Datenerfassung und On-Line-Visualisierung dieser Experimentensysteme geeignet sind. Aus der großen Anzahl von Möglichkeiten haben wir uns im HMI für das Softwareprodukt LabVIEW entschieden. In einigen Fällen ist auch LabWindows/CVI im Einsatz. Die grafische Programmiersprache von LabVIEW, verbunden mit der einfachen Portierbarkeit zwischen den einzelnen Hardwareplattformen (PC, Macintosh, Sun, HP, und zukünftig auch AXP), war ebenso entscheidend für unsere Auswahl wie die große Verbreitung dieses Produktes im Industrie- und Forschungsbereich.

Die unterschiedlichen CAMAC-Instrumentierungen benutzen bereits verschiedene Crate-Controller. Wir haben daher die bereits im Einsatz befindlichen CAMAC-Crate-Controller im Zusammenspiel mit einem PC untersucht. Ein typischer PC mit einem 486- wie auch mit einem Pentium-Prozessor wurde für diesen Test eingesetzt. Als Vergleich für die Geschwindigkeit der Kommunikation zwischen PC und einem CAMAC-Crate-Controller wurde jeweils ein Schreib- und ein Lesezyklus gewählt.

Die verschiedenen Möglichkeiten des CAMAC-Betriebes von einem PC sind in der Tabelle 1 zusammengestellt.

PC	Übertragungsart	Crate Controller
IEC-Bus	600 KBytes/s 8 Bit	Kinetic 3988
Canberra PC 004	8 Bit	Canberra DSP 6001/2
Kinetic PC 2920	8 Bit	Kinetic 3920
Kinetic PC 2927	800 KBytes/s 16 Bit	Kinetic 3922

Tabelle 1 Zusammenfassung der untersuchten PC-CAMAC -Verbindungen

Die Ansteuerung der CAMAC-Crate-Controller über die PC-Einsteckkarten erfolgte über direkte Programmierung in LabVIEW unter Benutzung von Inport/Outport-Virtuelle Instruments (VIs) und über Code Interface Nodes (CIN). Im Falle der IEC-Bus-Verbindung wurde der IEC-Bus-Treiber von National Instruments verwendet.

Für die Schreib- und Leseoperationen müssen jeweils 8 Interface-Register im CAMAC-Crate-Controller beschrieben oder gelesen werden. Im Falle der Benutzung von Inport- und Outport-VIs ist durch deren wiederholtes Aufrufen während des Programmablaufes mit einer längeren Ausführungszeit gegenüber dem einmaligen Aufruf des C-Programms zu rechnen. Ein über einen CIN-Aufruf eingebundenes C-Programm ermöglicht daher einen prinzipiell schnelleren Ablauf.

Für die Einbindung von C-Routinen in ein LabVIEW-Programm stehen Code Interface Nodes zur Verfügung. Ein CIN ist mit einem C-Modul verbunden, das 7 Routinen zur Beschreibung der Funktionalität enthält und die zu verschiedenen Zeitpunkten angesprochen werden. So wird z. B. ein CINLoad/CINInit aufgerufen, sobald ein VI, der ein CIN enthält, in den Speicher geladen wird. Man kann den Aufruf benutzen, um spezielle Daten zu initialisieren oder Speicherbereiche zuzuteilen. Der wesentliche Aufruf ist CINRun, in dem die eigentliche CAMAC-Read/Write Operation durchgeführt wird. Einer Routine können von LabVIEW Parameter übergeben werden. In diesem Fall werden der NAF-Befehl und ein 24 Bit-Wert übergeben und die Parameter LAM, X und Q wieder zurückgegeben. Durch das C-Programm werden die Parameter in die Register der Interfacekarte geschrieben und das Statusregister nach erfolgter CAMAC-Operation gelesen. Die Abbildung 1 zeigt den CIN-Aufruf und das C-Programm für die CAMAC-Schreiboperation.

Die in Tabelle 2 zusammengefaßten Ergebnisse zeigen deutlich, daß größere Leistungsfähigkeit des verwendeten Prozessors die Ausführungsgeschwindigkeit deutlich erhöht.

Controller	CAMAC-Write		CAMAC-Read	
	LabVIEW	CIN	LabVIEW	CIN
Kinetic 3988 via IEC-Bus	3900 µs		7600 µs	
Canberra 6002 PC004 (8-Bit)	450 µs 190 µs)	80 µs 50 µs *)	450 µs	80 µs
Kinetec 3920 PC2920 (8Bit)	360 µs	85 µs	360 µs	85 µs
Kinetic 3922 PC 2927 (16-Bit)	380 µs	75 µs	380 µs	75 µs

*) Pentium 90

Tabelle 2 Vergleich der Ausführungszeiten von CAMAC-Read/Write-Operationen unter Verwendung verschiedener PC-CAMAC- Controller.

Es ist an dieser Stelle anzumerken, daß mit der Einführung von LabVIEW Version 3.1 durch das direkte Ansprechen von DLLs (Direct Link Library) eine wesentliche Vereinfachung in der Einbindung von C-Programmen erreicht wurde. Inwieweit diese auch zu einer Erhöhung der CAMAC-Datenrate führen wird, ist Gegenstand derzeitiger Untersuchungen. Zusätzlich wird auch die Realisierung eines DMA-Betriebs zwischen CAMAC und PC verfolgt.

CIN-Beispiel: Eine CAMAC-Write Operation

```

#include "extcode.h"           // CIN-definitions
#include <conio.h>             // outp(), inp()

#pragma argsused              // turn off some warnings

CIN MgErr CINInit(void)      { return noErr; }
CIN MgErr CINDispose(void)  { return noErr; }
CIN MgErr CINAbort(void)    { return noErr; }

CIN MgErr CINRun( LVBoolean *wait,      // true, if wait 4 Q
                  uInt32 *address,      // start-port
                  uInt32 *value,        // 24-bit value
                  uInt8 *A,             // submodule
                  uInt8 *F,             // function
                  uInt8 *N,             // module
                  uInt8 *returned)      // L, Q, X
{
    outp(*address, (*value));           // put the 24 bits
    outp((*address)+1, (*value)>>8);   // in 3 ports ...
    outp((*address)+2, (*value)>>16);

    outp((*address)+3, *A);
    outp((*address)+4, *F);
    outp((*address)+5, *N);

    outp((*address)+7, 0);              // starts the cycle

    *returned = inp((*address)+8);

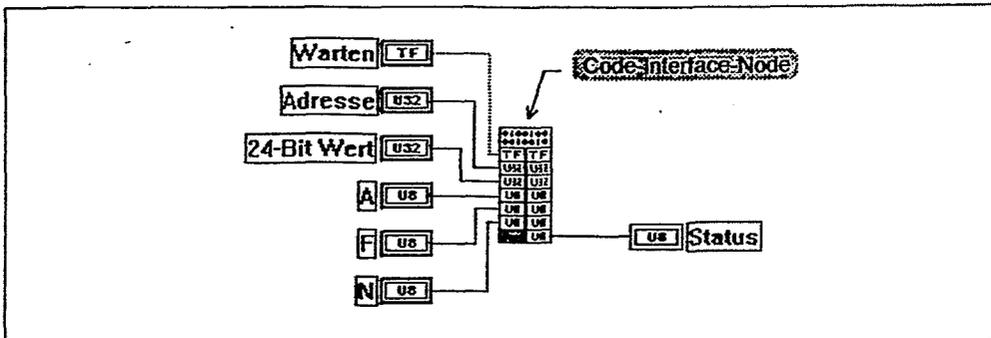
    if (*wait == LVTRUE)
        while ((*returned = inp((*address)+8)) & 1);
        // will terminate, if Q = 1

    return noErr;
}

CIN MgErr CINLoad(RsrcFile rf) { return noErr; }
CIN MgErr CINUnload(void)     { return noErr; }
CIN MgErr CINSave(RsrcFile rf) { return noErr; }
// EOF ca_write.c

```

CIN: Der ANSI-C-Code einer CAMAC-Write Operation*



LabVIEW®: So wird der compilierte Code aufgerufen

Abbildung 1 ANSI-C-Code einer CAMAC-Write Operation für einen CANBERRA-Crate-Controller mit dem dazugehörigen LabVIEW Aufruf.

Echtzeit-UNIX zur wirtschaftlichen Lösung von "Embedded Control" - ein Fallbeispiel mit LynxOS -

H. Kleines, K. Zwoll

Zentrallabor für Elektronik (ZEL) des
Forschungszentrums Jülich GmbH (KFA)

- Entwicklung einer intelligenten Kommunikationsbaugruppe für ein ISO/OSI Protokollprofil
- Klassisches Beispiel für "Embedded Control" mit Echtzeitkern
- unkonventioneller Ansatz: "Echtzeit-Unix"

Gliederung:

1. Esprit Projekt AMICOS
2. Hardware Design der Kommunikations-Baugruppe
3. Aspekte der Implementierung von Kommunikationsprotokollen
4. Überblick über LynxOS
5. Software Design
6. Arbeitsumgebung
7. Erste Leistungsmessungen
8. Bewertung

1. Das Esprit-Projekt AMICOS (Advanced MAP Mining Communication System)

* ISU (Integr. Steuerungs- und Überwachungssystem)
- Automatisierungskonzept für den Steinkohlebergbau

* MAP Mining

- MAP 3.0 Derivat für den Steinkohlebergbau

- spezielle Eigenschaften:

Eigensicherheit, Redundanz

128kBit/s unidirektional, phase coherent FSK

Uhrzeitführung, MMS Subset

* AMICOS Konsortium

- AITEMIN (Spanien)

- KFA Jülich (Deutschland)

- MB Data (Deutschland)

- assoziierter Partner: RAG

* Ziel von AMICOS:

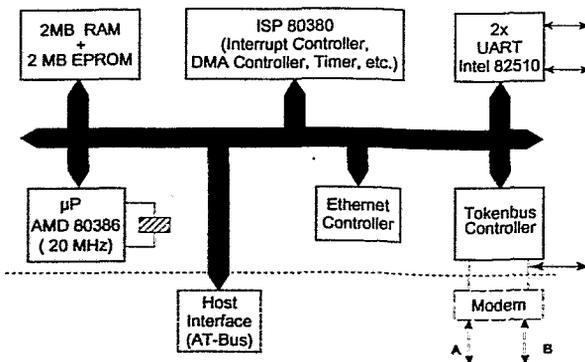
Realisierung von auf MAP Mining basierenden

integr. Prozeßleitsystemen in beiden Ländern

⇒ Implementation, Integration, Pilotinstallation

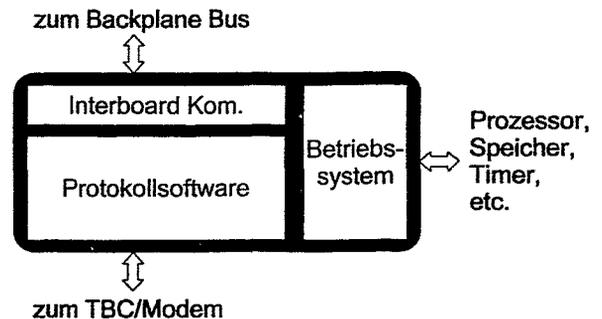
Detailaufgabe: Entwicklung intelligenter
MAP-Mining Baugruppen

2. HW Design der Kommunikationsbaugruppe



- Hardware-Kern identisch für 3 verschiedene Formfaktoren.
- Durch Skalieren des Prozessortaktes eigensichere Designs möglich
- Redundanzsteuerung über zusätzlichen UART-Kanal
- Ethernetanschaltung für "MAP über Ethernet" und komfortable Entwicklung

3. Aspekte der Implementierung von Kommunikationssoftware



* Protokoll-SW: modulare Schichtenstruktur
(LLC, CLNP, ESIS, TP4, ..., ACSE, MMS)

* Aufgaben des Betriebssystems:

- Speicherverwaltung
- Task Scheduling
- Intertask-Kommunikation
- Timerverwaltung
- Logging

* konventioneller Ansatz:

Schichten als Tasks unter einem Echtzeit-Kern

Implementierungsansätze

* Betriebssystem

- Standard Echtzeitkern erwerben und portieren



- eigenen Minimalkern implementieren



* Protokollsoftware

- portablen Source Code erwerben und portieren



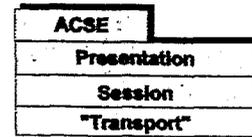
- Stack neu implementieren



- Suche nach Public Domain Code

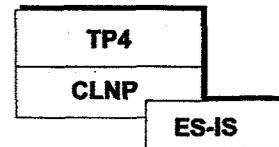
Public Domain Software

* ISODE



- plus Utilities und Anwendungen
- 16 MByte Source Code
- Unix User Level: signal(), fork(), select()

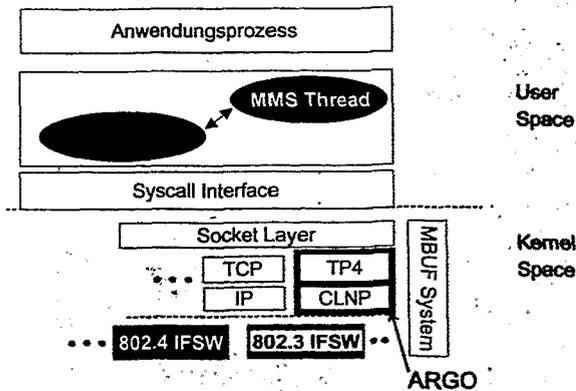
* ARGO



- BSD 2nd Network Release
- Im Kern unterhalb des Socketlayers
- Schnittstelle über "Protocol Switch Table"
- mbuf-System, splx(),....

⇒ UNIX-kompatibles Betriebssystem für eingebettete Anwendungen möglichst echtzeitfähig

5. Das Software Design



* Protokoll-Module + IFSW als Kernel Threads

* Probleme:

- Schnittstellen undokumentiert: (Socketlayer, Mbuf-System, Routing Support)
- Semantik der Socketschnittstelle unterschiedlich
- Sehr komplexer Treiber
→ langwierige Testphase

4. Überblick über LynxOS

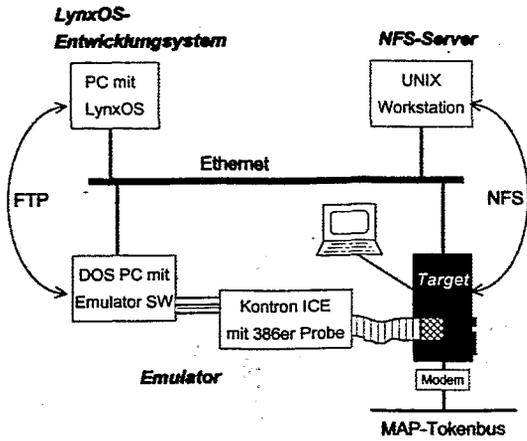
- * Unix-kompatibel
- * Echtzeiterweiterungen (POSIX)
- * spezieller echtzeitfähiger Systemkern
- * Kernel Threads
- * nachladbare Treiber
- * skalierbar
- * PROMbar
- * Plattformen: Intel 80386/486
Motorola 68030/40, 88K
Mips R3000
Sun Sparc
HP PA-RISC

* Porting Kit verfügbar

* Probleme:

- Speicherplatzbedarf
- interne Schnittstellen für Treiber
- Performance
- Kosten?

6. Die Arbeitsumgebung



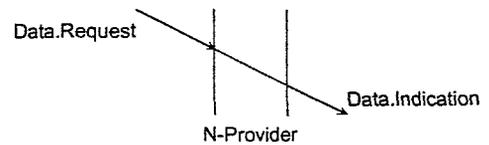
* Probleme

- Performance, RAM
- fehlende FPU
- dynamisches Nachladen von Treibern

* Vorteile

- "selfhosted"
- vertraute Arbeitsumgebung
- Netzwerksupport

7. Erste Leistungsmessungen



	AT (80486, 66MHz)	Target (80386, 20MHz)	MVME372 (68020, 12,5MHz)
Taskwechsel	15 μ s	310 μ s	230 μ s
TCP	1,2 ms	7 ms	---
Transport	2,4 ms	13 ms	22 ms
Session	3,5 ms	20 ms	17 ms
Presentation	4,5 ms	22 ms	33 ms

* Problem: Prototyp Hardware

* TP4/CLNP wird langsamer sein als TCP/IP

* Speicherplatzbedarf:

- RAM: ca. 900 kByte (ohne Netzwerksoftware)
- EPROM: < 1Mbyte (incl. TCP+NFS+Shell)

8. Bewertung

* Mindest-Voraussetzung für Echtzeit-UNIX:

- 32 Bit CPU mit MMU, 2MB RAM, 1MB ROM

* Direkte Entwicklung auf Target:

- mehr Leistung, mehr Speicher + FPU
- Achtung: kein Swapping über Netz

* Zukünftiger Trend:

- mehr Speicher
- RISC CPU auch für Embedded Control

* Produktivitätssteigerung

- Arbeitsumgebung, Netzwerkfähigkeit

* Zugriff auf Standard-Software

* Leistungsfähigkeit: zufriedenstellend

* Echtzeitfähigkeit mit entsprechenden Ausdrucksmitteln

Hochgeschwindigkeits PCI-VICbus-Interface

J. Hagedorn, M. Drochner, W. Erven,
J. Holzer, P. Wüstner, K. Zwoil

- Grundlagen zum VICbus
ISO/IEC 26.11458
- Grundlagen zum PCI-Bus
PCI Local Bus Specification Revision 2.0
April 30, 1993
- Vorstellung des entwickelten Interfaces

ZEL

VICbus

Highlights

- VIC - "VME Inter Crate" bus
- maximal 31 Devices (24 Devices bei 5m und 5 Devices bei 100m)
- maximale Kabellänge 100m
- wired or - Logik -> Broadcast-Messages
- 63 Signale werden über twisted pair Kabel und differential Treiber übertragen
- synchroner (non-compelled) und asynchroner (compelled) Betrieb möglich
- rotating Arbiter
- Interrupt - Möglichkeit

ZEL

VICbus

Transfer

gemultiplexter 32 Bit Bus ->

Adressphase

Datenphase

zusätzlich 4 Kontrolleitungen und 5 Identifikationsleitungen zur Kodierung der einzelnen Zyklen

Adressphase

Identifikationsleitungen kodieren entweder 1 von 31 Devices bzw. alle Devices

Controlleitungen kodieren den einzelnen Zyklus:

Transparent VME-A64
Transparent BLA
IACK
Direct Compelled
Direct Non-Compelled 1
Direct Non-Compelled 2
Transparent VME

Datenphase

Identifikationsleitungen kodieren interne Register des entsprechenden Devices

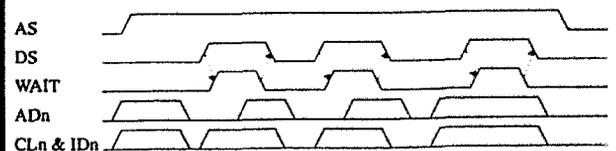
Controlleitungen spezifizieren den Datenzyklus (read/write, block/non block, Byteanordnung)

ZEL

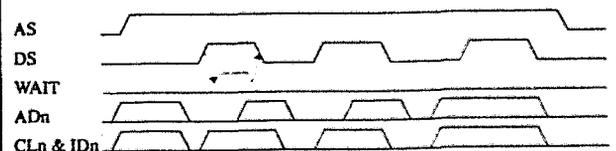
VICbus

Timing

Compelled Protokoll



Non Compelled Protokoll



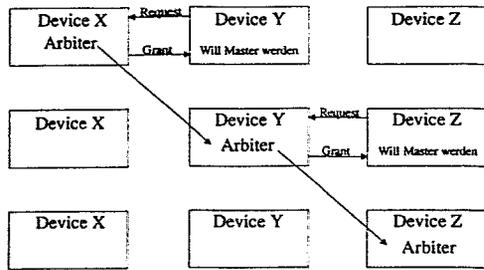
ZEL

VICbus

Arbitrierung Signale

Request	Anfrage eines Device, um Master zu werden
Grant	Zuteilung des Device als Master
AP	Arbiter Present, im Fehlerfall muß ein Arbiter festgelegt werden
ALOCK	dient zum Abschalten von Stationen, ohne das Gesamtsystem abzuschalten

Rotating Arbiter



ZEL

VICbus

Interruptmöglichkeiten

8 Interruptleitungen -> 32 Interruptmöglichkeiten aufgrund zweier Multiplexsignale

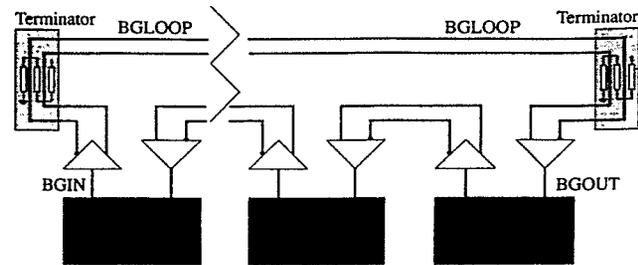
Empfehlung: entsprechend der Device-Nr. jedem Device einen Interrupt zuordnen

Interrupt Acknowledge Cycle

Elektrische Besonderheiten

Differential-Signale -> Treiber: AMD 26LS38

Terminierung: 240Ohm zwischen Signal und VCC/GND
130Ohm zwischen den Signalen



ZEL

PCI Peripheral Component Interconnect

Highlights

Clock-Rate: 20 -33MHz

Busbreite: 32/64 Bit

Übertragungsbandbreite (32 Bit):

Einzeltransfer: 67 MByte/s

Blocktransfer: 129 MByte/s

Protokoll: gemultiplexter Adress- und Datenbus

Software - Konfiguration

JTAG-Interface

typische Anzahl an PCI-Devices:

10 Devices (Konnektor = 2 Devices)

PCI Local Bus Specification
Revision 2.0

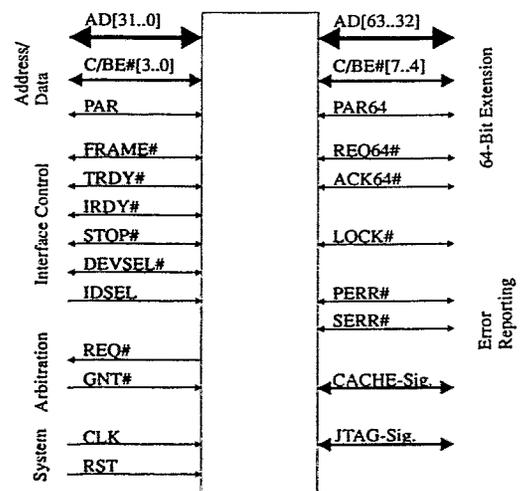
Proposed Standard Physical and
Environmental Layers for a PCI
Mezzanine Card: PMC
Sponsored by the Bus Architecture
Standards Committee of the IEEE
Computer Society

P1386.1/Draft 0.1
November 9, 1993

ZEL

PCI

Signale



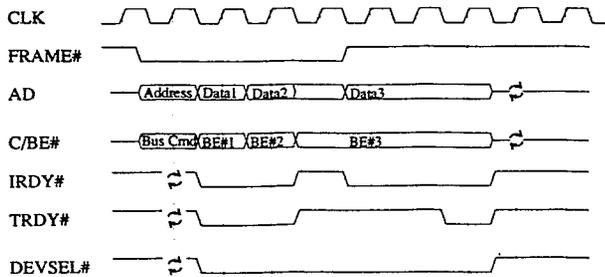
ZEL

PCI

Beim PCI-Bus sind 16 Kommandos zur Datenübertragung festgelegt:

- Interrupt Acknowledge
- Special Cycle
- I/O Read and Write
- Memory Read and Write
- Configuration Read and Write
- Kommandos für den Cache - Speicher

Beispiel: Normaler Schreibzyklus



ZEL

PCI

Arbitrierung

zentraler Arbitrer (auf dem PCI-Motherboard)
-> stellt auch die zentrale Clock

REQUEST# -> Busanforderung des Master-Device

GNT# -> Zuteilung des Busses

Interrupt

Interrupt-Signale auf dem PCI-Bus: INTA#..INTD#

Register: welche Leitung (INTA#..INTD#) dem Interface zugeweiht wird

Register: welche Hardware Leitung (INT9, INT10,...) das Interface bekommt

Basisadresse

jedem Interface können verschiedene Basisadressen zugeweiht werden, um einen Adreßkonflikt zu verhindern

ZEL

PCI-Bus

Elektrische Spezifikation

Pegel: 5V Pegel
3.3V Pegel

Treiberleistung: sehr gering
Impulse werden aus Überlagerung von hin- und rücklaufender Welle generiert.

- > Einsatz von ASIC's möglich
- > Begrenzung der Leitungslänge gefordert
z.B. Clock genau 2.5 inch (vom Stecker zum ASIC)

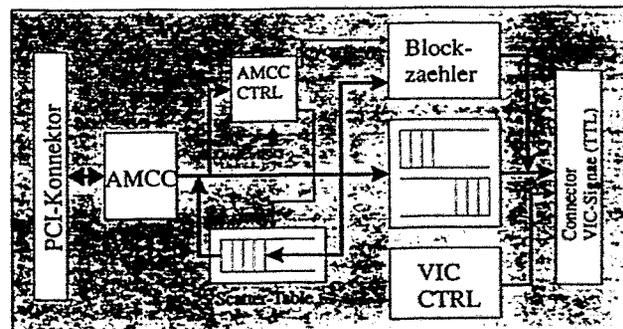
Mechanische Spezifikation

- Größe einer normalen PC-Karte (Bestückung auf der 'Rückseite')
Stecker: spezielle PC-Slotleiste
- Mezzanine Board (Größe: 1/3 einer Doppelpackkarte)
Stecker: Mezzanine Stecker

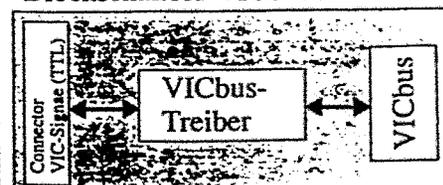
ZEL

Das PCI-VICbus Interface

Blockschaltbild PC-Karte



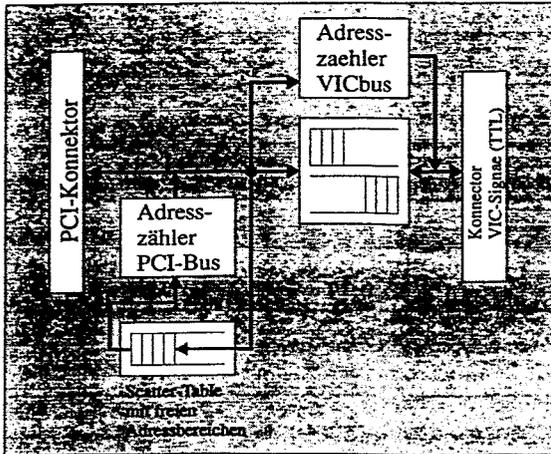
Blockschaltbild VICbus Extender



ZEL

Das PCI-VICbus Interface

DMA-Transfer



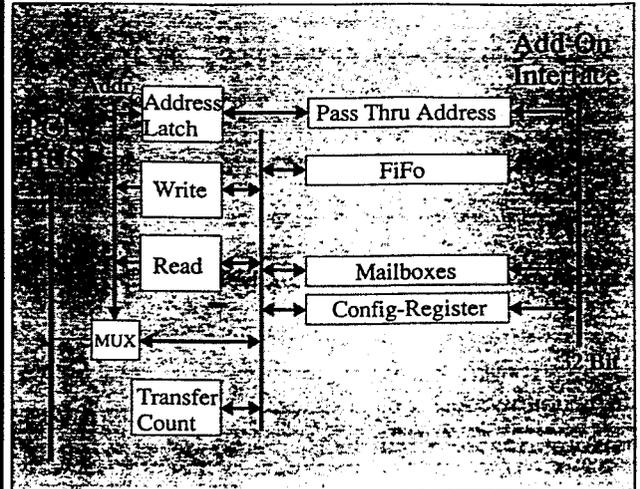
Multimaster - Betrieb

gleichzeitig Master auf dem VICbus
und Master auf dem PCI-Bus

ZEL

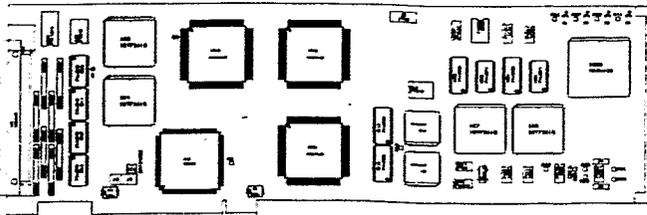
AMCC-CHIP

Blockschaltbild

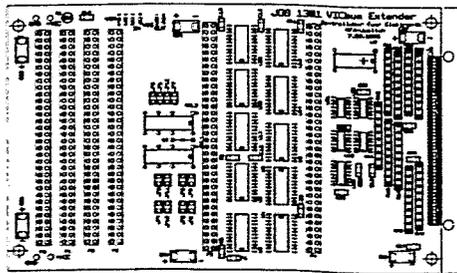


ZEL

Die PCI-VICbus-Karte

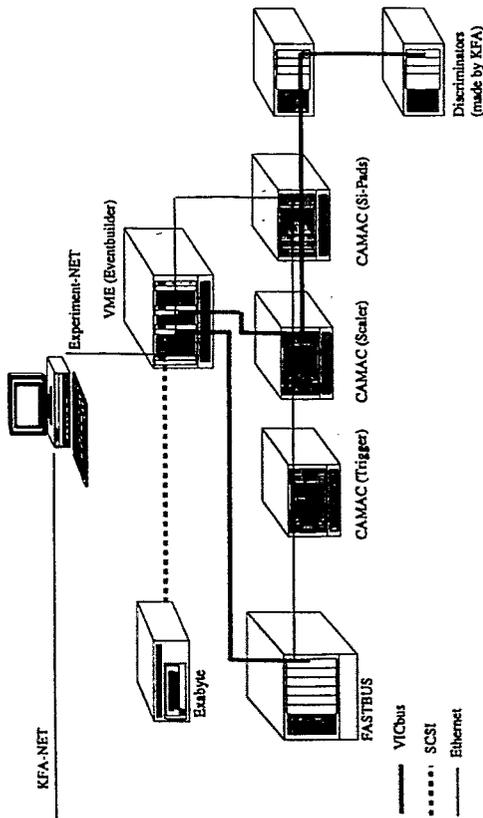


Die VICbus Extender Karte



ZEL

Topology



- VICbus
- SCSI
- Ethernet

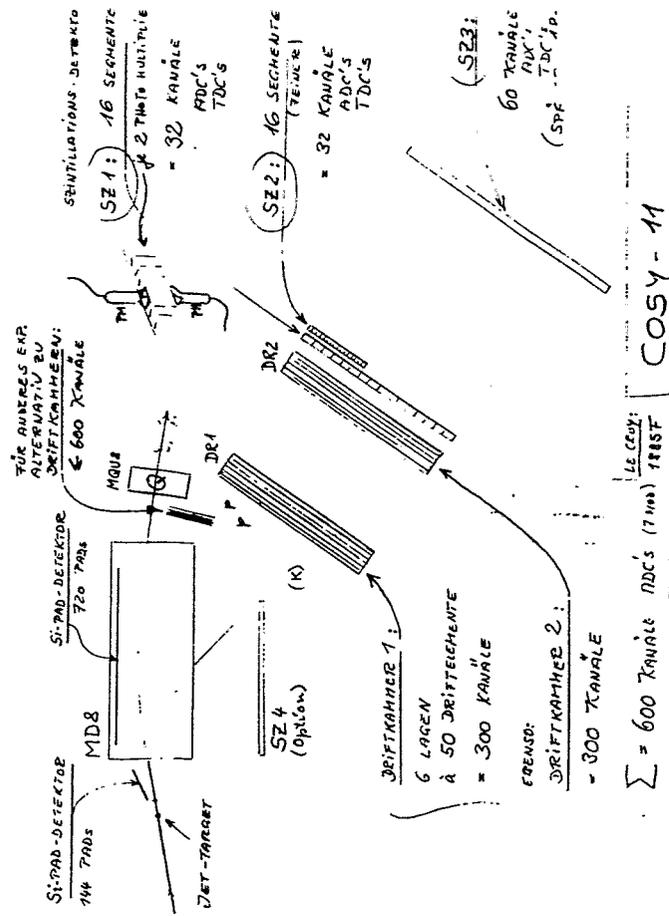
EMS

ein Klient-Server-Modell
zur Experimentsteuerung

P. Wüstner, M. Drochner, K. Zwoll

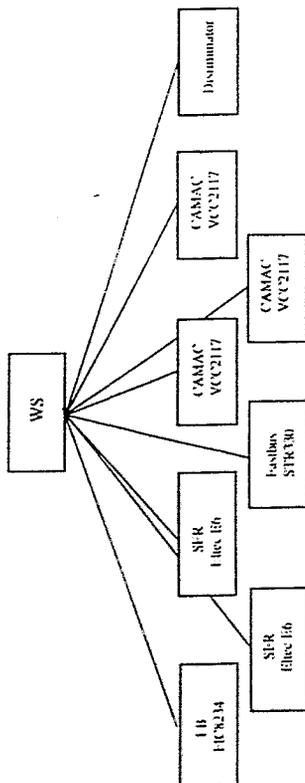
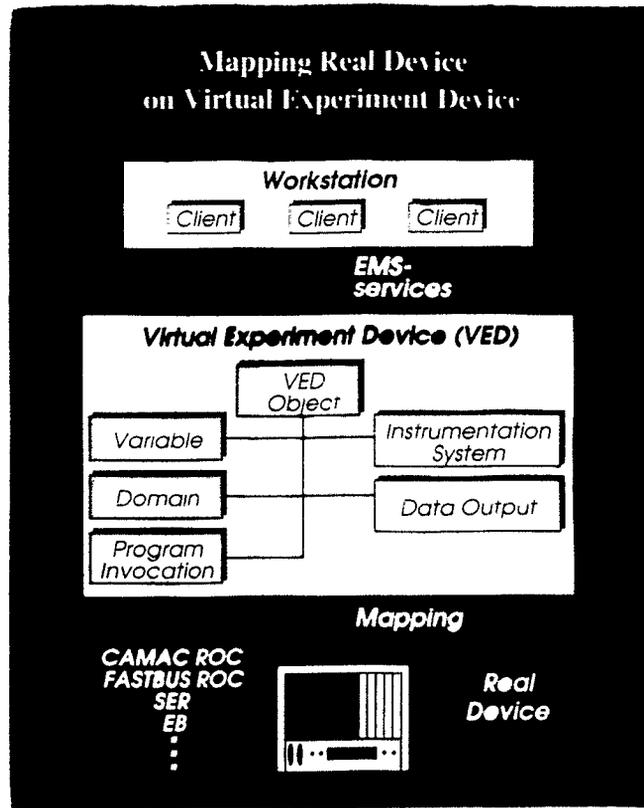
ZEL KFA Jülich

- Beispiel: Experiment COSY 11
- Topologie der Hardware
- Konzept der Software (EMS)
- Erfahrungen



EMS

- Experimental Message Spezifikation
- derived from MMS
(Manufacturing Message Specification ISO 9506)
- scalable
- object oriented
- distributed system
- client server model

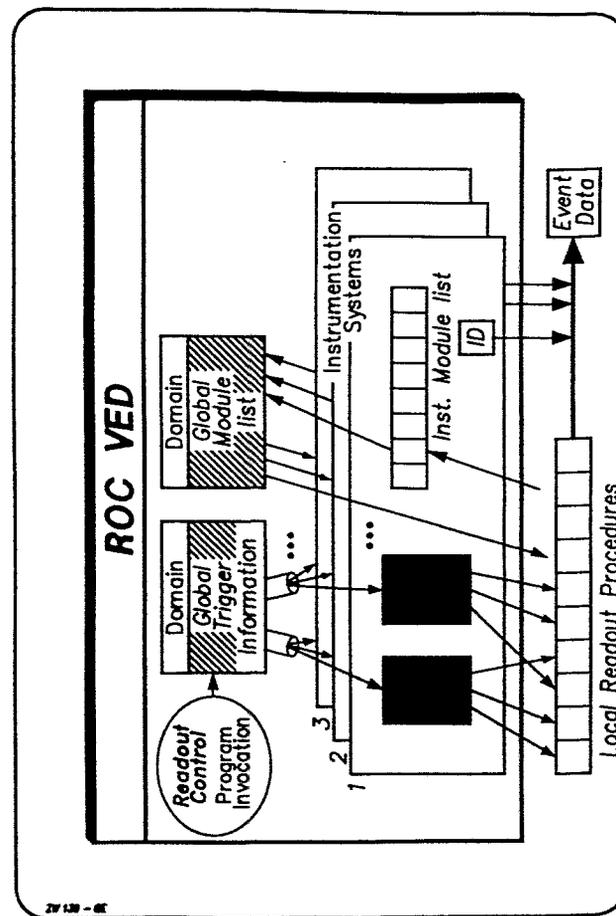


EMS-Objekte

VED	(Identifikation)
Domain	
Modulliste	(Module im Crate)
Datain	(Eventstrom "von unten")
Dataout	(Eventstrom "nach oben")
Trigger	(Triggerprozedur)
Lam-Prozeduren	
ProgramInvocation	
Readout	
Lam	
Variablen	
Instrumentierungssysteme	

Instrumentierungssysteme

- Gruppe von Modulen mit gleicher Funktionalität oder logischer Zusammengehörigkeit
- Einheit von Hardware und Software
- + Modulliste
- + Readoutlisten
- (+ local Procedures)



Erfahrungen

- Portierbarkeit
- Flexibilität
- klare Schnittstellen

- COSY 10, NIST, NSE, Zero Degree Facility(?), LEX
HMI Berlin, TU Dresden

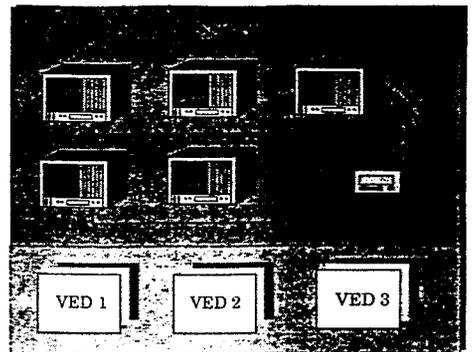
Konzept und Implementierung einer
objektorientierten grafischen Benutzeroberfläche
für EMS

G. Kemmerling
ZEL, Forschungszentrum Jülich

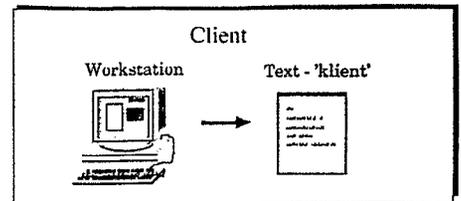
Einführung
Anforderungen
Auswahl der Werkzeuge
Programmstruktur
Ausblick

ZEL

EMS



Kommunikationsprozeß



ZEL

Text - 'klient'

EMS über 'klient' voll bedienbar

aber:

- erfordert sehr genaue Kenntnisse über EMS
- sehr spezielle Syntax
- keine automatisierten Statusabfragen
- nur Kommandozeilen-Modus
- jeweils nur eine VED bedienbar

allgemeine grafische Benutzeroberfläche
für EMS

ZEL

Anforderungen

- Steuerung und Überwachung von physikalischen Experimenten und Apparaturen
- Laden, Editieren und Speichern von Konfigurationen über grafische Eingabelemente
- Error und Message Logging
- volle Bedienbarkeit von EMS
- modulares, flexibles und erweiterbares Softwaredesign
- netzwerkfähige Lösung

ZEL

Auswahl der Werkzeuge

Sprache: C++

- enthält 'C' als Subset
- objektorientiert

Grafik: InterViews

- auf allen Plattformen verfügbar
- netzwerkfähig
- enthält zusätzliche Objekte (Dispatcher, ...)

Datenbank

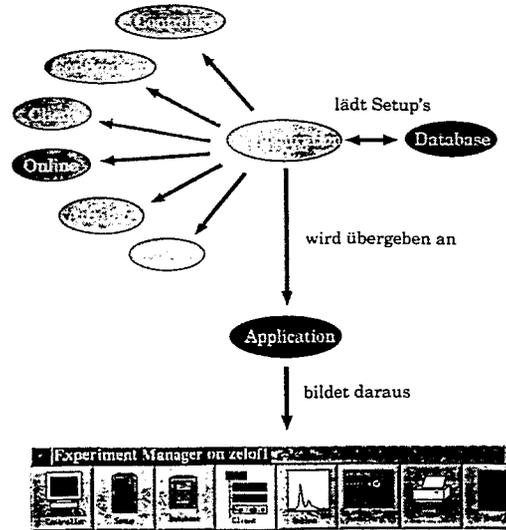
- Object/DB, netzwerkweit, kommerziell
- Arjuna, netzwerkweit, public domain

ZEL

Programmstruktur

SetupSink

SetupSource



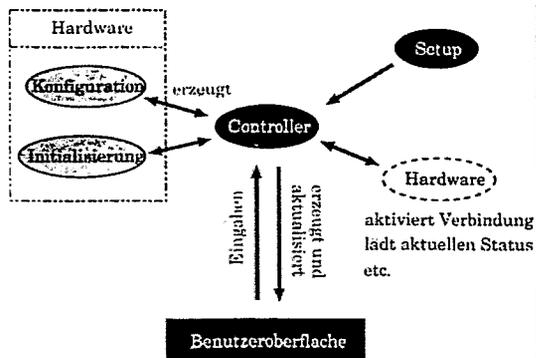
ZEL

Controller



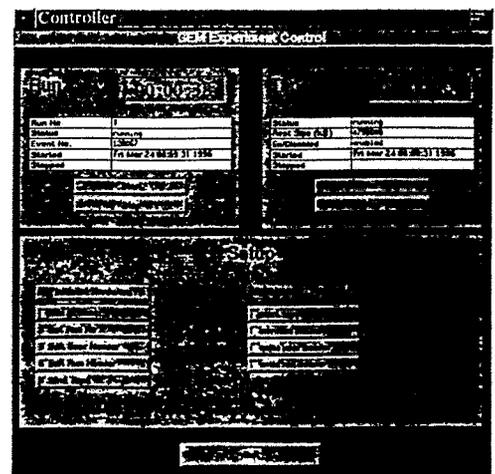
Objekt zur

- Initialisierung der Hardware
- Steuerung und Überwachung des Experimentes

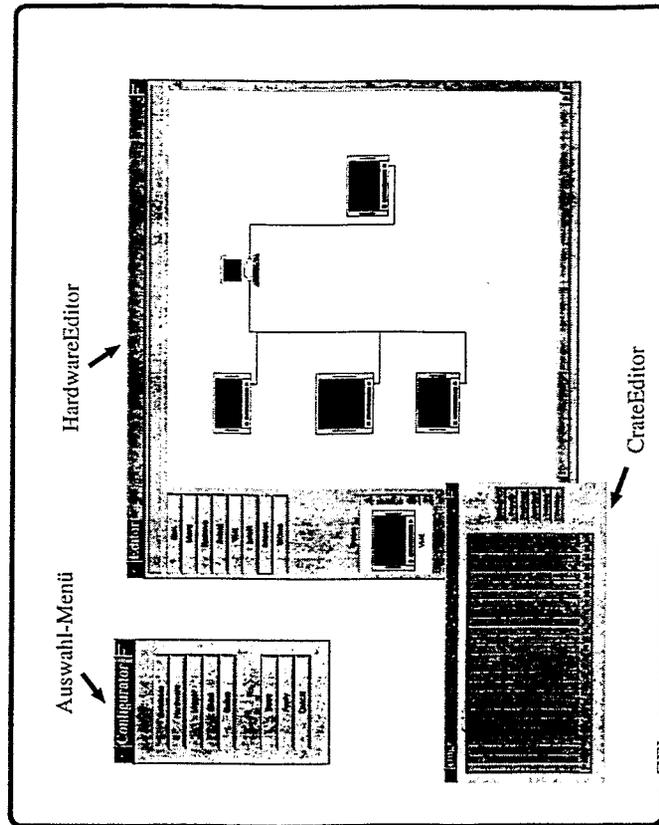
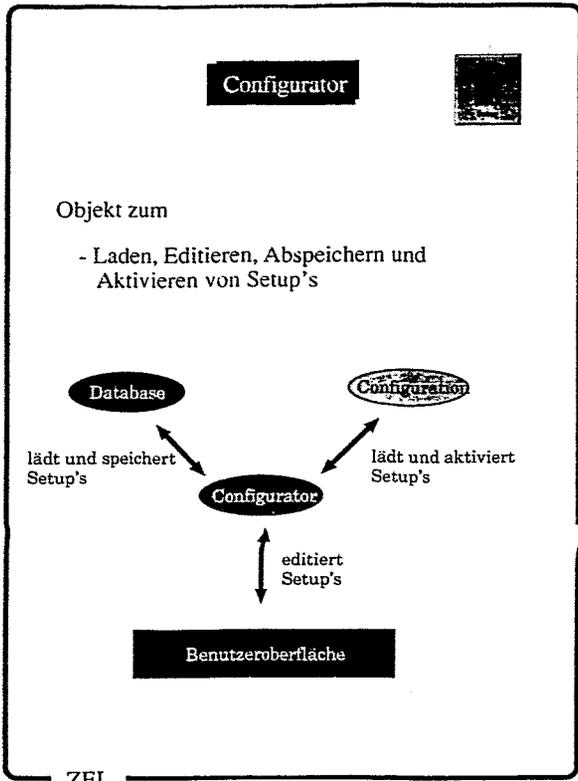


ZEL

GEM - Run Control



ZEL



- 

Database:
Tools zur Datenbank-Administration
(noch nicht implementiert !)
 - 

Client:
Programmstarter - späterer Ausbau zu eigenem Programmobjekt
 - 

Online:
Programmstarter für Online-Darstellungsprogramme
 - 

Auxiliary:
Programmstarter - späterer Ausbau zu eigenem Programmobjekt
 - 

Logger:
Error und Message Logging in Window und File
 - 

Exit:
Definiertes Beenden des Programms
- ZEL

- ### Ausblick
- Vervollständigung des Konfigurationsmechanismus
 - Integration von bereits existierenden Slow-Control Komponenten (HV-Steuerung, Discriminator-Steuerung)
 - Entwurf und Implementation eines grafischen Clients
 - Integration von frei verfügbaren Datenbanken
- ZEL

Entwicklung eines Designkits des IMS - 1.2µm Gate Forest Prozesses für das EDA-System VIEWlogic

Matthias Schneider
Forschungszentrum Karlsruhe GmbH
Hauptabteilung Prozeßdatenverarbeitung und Elektronik (HPE)
Postfach 3640
76021 Karlsruhe
(Email: schnei@hpesun3.kfk.de)

Das Institut für Mikroelektronik Stuttgart (IMS) ist für das Forschungszentrum Karlsruhe (FZK) ein enger Partner bei der Realisierung von ASIC-Lösungen. Dabei können am IMS u.a. ASICs in einem eigenen 1.2µm CMOS-Prozeß als Gate-Arrays (Institutsbezeichnung: Gate Forest) gefertigt werden. Die Standardschnittstelle zwischen Kunden und IMS ist eine simulierte Gatternetzliste, die dem IMS im EDIF-Format übergeben wird. Das bedeutet für den Kunden, daß er alle Front-End Entwurfsaktivitäten mit seinem EDA-System durchführen muß. Am IMS erfolgen dann die, dem Back-End Bereich zugehörigen, Entwurfsschritte, sowie die Fertigung und der Test der Schaltkreise. Der Kunde benötigt für das Front-End Design eine spezifische Datenbasis des Halbleiterprozesses für sein EDA-System. Diese Datenbasis wird als Halbleiterbibliothek bezeichnet und ist der wesentlichste (meist auch ausschließliche) Bestandteil eines speziellen ASIC-Designkits für ein EDA-System. Im FZK werden EDA-Werkzeuge der Firma VIEWlogic für das ASIC-Design eingesetzt. Für die Realisierung von ASIC Projekten des FZK am IMS ist deshalb die Bereitstellung eines entsprechenden Designkits für das EDA-System VIEWlogic notwendig. Die Erstellung dieses Designkits wurde im Rahmen der Kooperation zwischen IMS und dem FZK von diesem übernommen und im 1. Halbjahr 1994 durchgeführt.

Das VIEWlogic-Designkit für den IMS-Gate Forest Prozeß unterstützt alle technologieabhängigen Entwurfsaktivitäten des Front-End Designs. Das bedeutet konkret die Bereitstellung der Datenbasis für:

- schematic Entry (graphische Eingabe des Gatterschaltplans)
- Gate-Level-Simulation (funktional und zeitlich nach einem linearen gatter-, last- und flanken-abhängigen Verzögerungsmodell)
- VHDL-Logiksynthese
- EDIF-Interface

Weiterhin enthält das Designkit noch eine Reihe von Hilfsprogrammen, z.B. zur Generierung von Simulationsfiles im Generic Trace Format.

Im Bild 1 ist der Front-End Designflow mit VIEWlogic-Werkzeugen, sowie deren Referenz der ASIC-Herstellerbibliothek dargestellt.

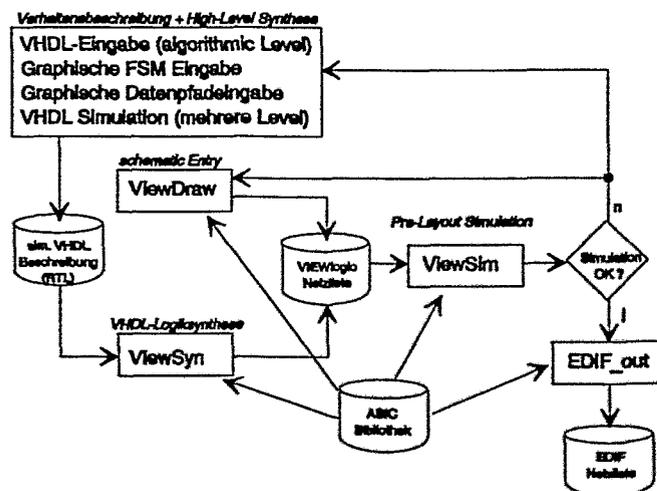


Bild 1: Front-End Design mit VIEWlogic Werkzeugen

Für die Erstellung der IMS 1.2µm Bibliothek für das Entwurfssystem VIEWlogic wurde eine automatisierte Methode entwickelt, um auch später VIEWlogic-Bibliotheken für andere IMS-Prozesse zu generieren. Zur Unterstützung dieser Vorgehensweise wurde von der Fa. VIEWlogic das VML (VIEWlogic Master Library)-Bibliotheksformat definiert. In einem File dieses Formats sind alle prozeßspezifisch relevanten Angaben, einschließlich des funktionalen und zeitlichen Verhaltens der Bibliothekszellen abgelegt. Seitens der Fa. VIEWlogic werden spezielle Datenextraktoren bereitgestellt, die dann die jeweiligen Datenbasen der in Bild 1 dargestellten VIEWlogic-Tools erzeugen. Diese Extraktoren sind Bestandteil des 'VIEWlogic ALEX/VML Development Kits' und können als Public-Domain Software über den FTP-Server *ftp.viewlogic.com* bezogen werden. Eine Ausnahme bildet das Erzeugen der ViewDraw-Symbole der Bibliothekszellen für die graphische Schaltplaneingabe bzw. die Schaltplanvisualisierung. Dieser Arbeitsschritt ist nicht automatisiert und muß manuell realisiert werden.

Die Ausgangsdaten für die Erzeugung der VML-Bibliothek bilden Charakterisierungsfiles der Gate Forest Zellen für das EDA-System der Firma COMPASS Design Automation. Dieses Entwurfssystem wird am IMS eingesetzt. Zur Konvertierung der COMPASS-Daten nach VML wurde ein entsprechendes Programm unter Verwendung der Programmiersprache C entwickelt. Diese Vorgehensweise ist damit nicht nur für die Integration der IMS-Bibliothek in die VIEWlogic Umgebung geeignet, sondern auch für die Überführung anderer COMPASS-Bibliotheken nach VIEWlogic. Bild 2 zeigt den prinzipiellen Weg zur Erstellung der VIEWlogic Bibliothek des Gate Forest Prozesses aus den COMPASS-Daten des IMS.

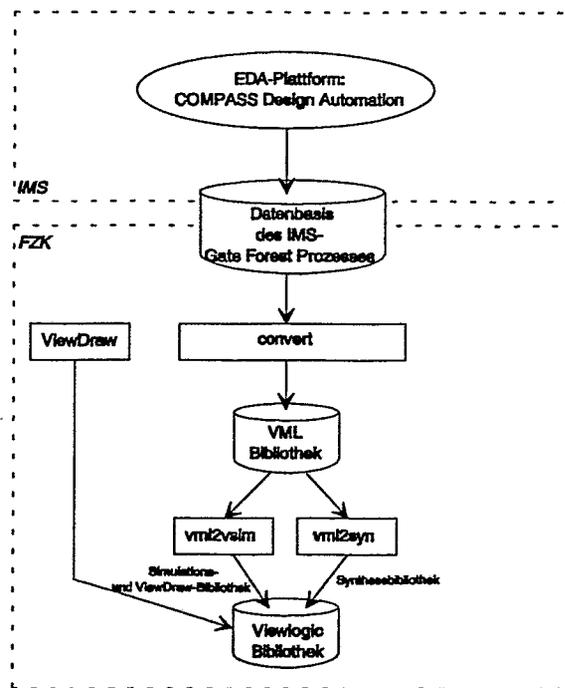


Bild 2: Erzeugung der Viewlogic Bibliothek aus den IMS-Daten

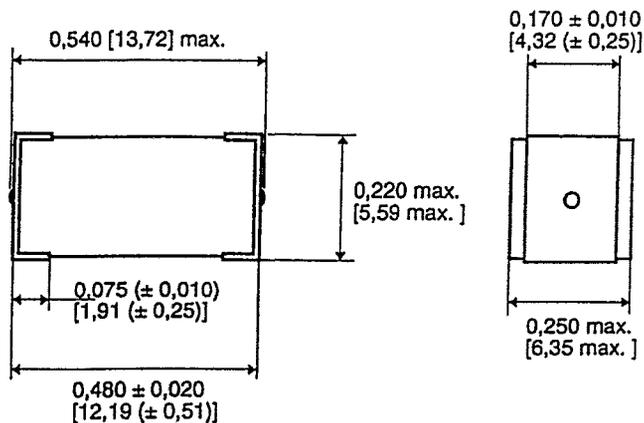
Das so erzeugte Designkit besitzt folgende Leistungsmerkmale:

- schematic Entry mit ViewDraw
- Timing Simulation mit ViewSim
- VHDL-Logiksynthese mit ViewSyn
- EDIF Netzlisteninterface

Als weiterführende Arbeiten sind die Erstellung eines VIEWlogic Designkits für den IMS-0.8µm Gate Forest Prozeß, sowie die Integration der Datenbasis für Fehlersimulation, ATPG und Testsynthese mit ViewTest in das Designkit im Verlauf des Jahres 1995 geplant.

MODEL IHSM-4825 High Current

Dimensional Configurations [mm]

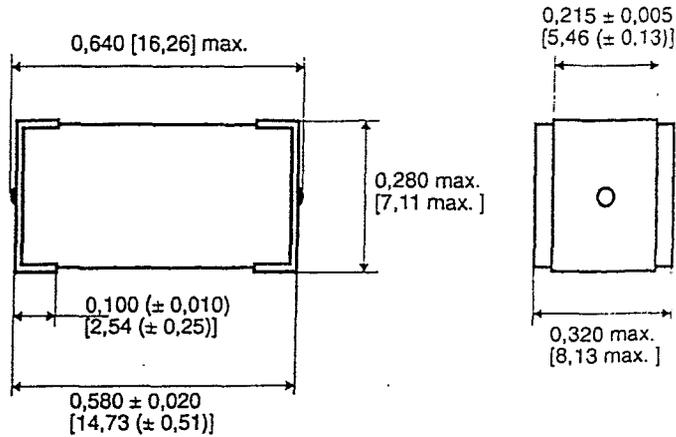


Standard Electrical Specifications

IND. @ 1 kHz (μ H)	DCR MAX. (Ohms)	RATED CURRENT (Max. Amps)	INCREMENTAL - CURRENT (Amps Approx.)
1.0	0.013	8.6	4.1
1.2	0.018	7.6	3.8
1.5	0.02	6.9	3.5
1.8	0.021	6.5	3.2
2.2	0.029	5.7	2.9
2.7	0.034	5.1	2.6
3.3	0.038	4.6	2.4
3.9	0.042	4.3	2.2
4.7	0.047	4.0	2.0
5.6	0.051	3.8	1.9
6.8	0.058	3.5	1.7
8.2	0.063	3.3	1.5
10.0	0.071	3.1	1.4
12.0	0.079	2.7	1.3
15.0	0.089	2.3	1.2
18.0	0.119	1.9	1.1
22.0	0.152	1.7	1.02
27.0	0.179	1.6	0.95
33.0	0.222	1.3	0.88
39.0	0.315	1.19	0.8
47.0	0.362	1.07	0.74
56.0	0.397	0.95	0.68
68.0	0.446	0.87	0.62
82.0	0.604	0.8	0.56
100.0	0.672	0.73	0.5
120.0	0.735	0.66	0.45
150.0	0.998	0.58	0.4
180.0	1.37	0.5	0.35
220.0	1.58	0.56	0.32
270.0	1.77	0.41	0.3
330.0	2.51	0.37	0.28
390.0	2.73	0.34	0.26
470.0	3.36	0.32	0.24
560.0	3.75	0.3	0.23
680.0	4.31	0.28	0.2
820.0	6.04	0.26	0.17
1000.0	6.9	0.24	0.15

MODEL IHSM-5832 High Current

Dimensional Configurations [mm]

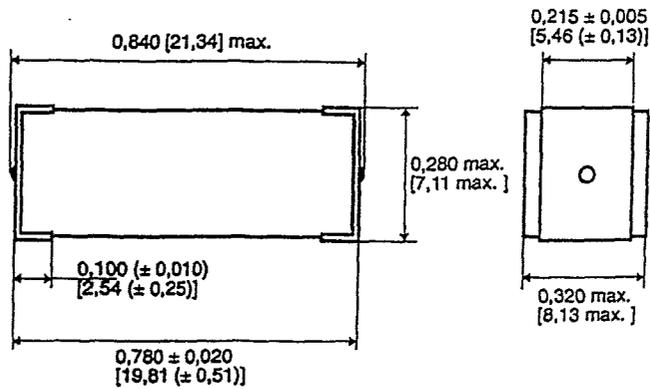


Standard Electrical Specifications

IND. @ 1 kHz (μ H)	DCR MAX. (Ohms)	RATED CURRENT (Max. Amps)	INCREMENTAL CURRENT (Amps Approx.)
1.0	0.01	9.0	6.2
1.2	0.011	8.8	5.6
1.5	0.012	8.7	5.0
1.8	0.013	8.6	4.4
2.2	0.015	8.5	4.0
2.7	0.017	8.4	3.7
3.3	0.02	8.3	3.4
3.9	0.021	7.9	3.1
4.7	0.023	7.4	2.8
5.6	0.024	7.0	2.6
6.8	0.038	6.1	2.3
8.2	0.047	5.1	2.0
10.0	0.053	4.3	1.8
12.0	0.068	3.9	1.7
15.0	0.078	3.5	1.6
18.0	0.083	3.2	1.5
22.0	0.12	2.8	1.3
27.0	0.14	2.3	1.2
33.0	0.17	1.9	1.1
39.0	0.19	1.8	1.03
47.0	0.215	1.77	0.93
56.0	0.236	1.71	0.9
68.0	0.305	1.43	0.82
82.0	0.357	1.14	0.75
100.0	0.452	0.95	0.68
120.0	0.53	0.88	0.63
150.0	0.609	0.82	0.58
180.0	0.809	0.75	0.54
220.0	1.1	0.69	0.48
270.0	1.27	0.64	0.43
330.0	1.42	0.59	0.38
390.0	1.89	0.54	0.34
470.0	2.21	0.49	0.31
560.0	2.42	0.46	0.28
680.0	2.73	0.43	0.25
820.0	3.78	0.4	0.23
1000.0	4.2	0.37	0.21
1200.0	5.51	0.32	0.19
1500.0	7.35	0.29	0.17
1800.0	8.66	0.25	0.16
2200.0	9.71	0.22	0.14
2700.0	11.29	0.2	0.13
3300.0	15.6	0.18	0.12
3900.0	20.74	0.16	0.11
4700.0	23.1	0.14	0.1
5600.0	31.0	0.13	0.09
6800.0	34.7	0.11	0.083
8200.0	45.7	0.1	0.076
10000.0	50.9	0.09	0.070

MODEL IHSM-7832 High Current

Dimensional Configurations [mm]



Standard Electrical Specifications

IND. @ 1 kHz (μ H)	DCR MAX. (Ohms)	RATED CURRENT (Max. Amps)	INCREMENTAL CURRENT (Amps Approx.)
1.0	0.011	9.0	5.3
1.2	0.012	8.8	4.8
1.5	0.012	8.6	4.4
1.8	0.013	8.5	4.0
2.2	0.014	8.4	3.6
2.7	0.016	8.2	3.2
3.3	0.017	8.1	2.8
3.9	0.02	7.3	2.6
4.7	0.023	6.7	2.4
5.6	0.025	6.0	2.3
6.8	0.028	5.6	2.1
8.2	0.032	5.3	1.9
10.0	0.036	5.0	1.7
12.0	0.04	4.8	1.5
15.0	0.043	4.5	1.4
18.0	0.047	4.2	1.3
22.0	0.054	3.8	1.2
27.0	0.074	3.4	1.1
33.0	0.084	3.0	0.99
39.0	0.095	2.8	0.93
47.0	0.12	2.6	0.87
56.0	0.14	2.4	0.82
68.0	0.16	2.1	0.76
82.0	0.184	1.9	0.72
100.0	0.226	1.7	0.68
120.0	0.305	1.5	0.61
150.0	0.362	1.4	0.54
180.0	0.399	1.3	0.48
220.0	0.536	1.1	0.44
270.0	0.599	0.95	0.4
330.0	0.714	0.86	0.36
390.0	0.819	0.8	0.33
470.0	1.1	0.74	0.31
560.0	1.2	0.68	0.29
680.0	1.58	0.63	0.26
820.0	2.08	0.57	0.23
1000.0	2.42	0.51	0.21
1200.0	2.68	0.46	0.19
1500.0	3.15	0.4	0.17
1800.0	4.2	0.34	0.15
2200.0	4.62	0.31	0.135
2700.0	6.3	0.29	0.12
3300.0	7.09	0.27	0.11
3900.0	9.14	0.25	0.1
4700.0	10.6	0.23	0.09
5600.0	11.8	0.21	0.08
6800.0	15.8	0.19	0.0775
8200.0	21.8	0.17	0.0725
10000.0	24.6	0.16	0.07
12000.0	28.4	0.14	0.0625
15000.0	37.8	0.12	0.055
18000.0	44.1	0.11	0.05

SMT POWER INDUCTOR/TRANSFORMERS

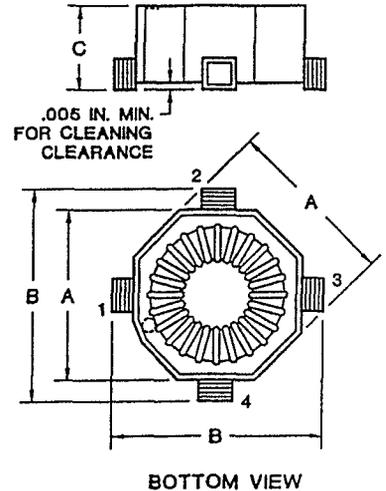
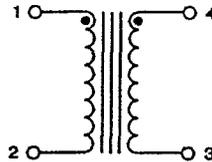
OCTA-PACs are versatile surface mount magnetic devices that can be individually used in multi-design applications as single or dual inductors, or as 1:1 transformers providing isolation between the two windings. They offer wide-band frequency response in all configurations to 1 megaHertz.

Wired in series as an inductor, OCTA-PACs provide high inductance at a moderate current value. When connected in parallel, they provide less inductance with twice the current value. When used as transformers, they find wide acceptance in flyback and buck/boost converter circuits with an extremely wide transformation range.

OCTA-PACs are designed for easy use in any SMT sub-assembly manufacturing process. Their physical package makes them ideal "pick-and-place" devices, and each OCTA-PAC pin #1 is marked for clear identification. They can also be supplied in "Tape and Reel" packages to further facilitate their use.

OCTA-PACs are manufactured utilizing materials superior to powdered iron thus providing much greater efficiencies at approximately 20% lower core losses. When efficiencies and core losses are not primary concerns, these devices are available in lower cost powdered iron versions.

OCTA-PACs are manufactured using high-temperature resistant materials suitable for normal exposure to infrared reflow soldering procedures.



COILTRONICS PART NUMBER	PARALLEL RATINGS			DCR OHMS	SERIES RATINGS			ENERGY μJ	A	B	C	MAX	WEIGHT GRAMS
	INDUCTANCE μH	CURRENT ADC			INDUCTANCE μH	CURRENT ADC	DCR OHMS						
CTX10-1	10	2.000	.038	40	1.000	.150	14	.350	.450	.165		1.0	
CTX20-1	20	1.150	.175	80	.575	.700	13	.350	.450	.165		1.0	
CTX50-1	50	.730	.300	200	.365	1.200	13	.350	.450	.165		1.0	
CTX100-1	100	.510	.375	400	.255	1.500	13	.350	.450	.165		1.0	
CTX200-1	200	.360	.700	800	.180	2.800	13	.350	.450	.165		1.0	
CTX10-2	10	2.500	.040	40	1.250	.160	26	.350	.450	.235		1.2	
CTX20-2	20	1.600	.103	80	.800	.412	26	.350	.450	.235		1.2	
CTX50-2	50	1.020	.180	200	.510	.720	26	.350	.450	.235		1.2	
CTX82-2	82	.730	.320	328	.365	1.280	26	.350	.450	.235		1.2	
CTX100-2	100	.730	.375	400	.365	1.500	26	.350	.450	.235		1.2	
CTX300-2	300	.420	.625	1200	.210	2.500	26	.350	.450	.235		1.2	
CTX10-3	10	3.000	.038	40	1.500	.150	32	.450	.550	.180		1.3	
CTX20-3	20	1.500	.100	80	.750	.400	23	.450	.550	.180		1.3	
CTX50-3	50	.950	.350	200	.475	1.400	23	.450	.550	.180		1.3	
CTX100-3	100	.670	.375	400	.335	1.500	23	.450	.550	.180		1.3	
CTX300-3	300	.390	.720	1200	.195	2.880	23	.450	.550	.180		1.3	
CTX10-4	10	4.000	.029	40	2.000	.110	55	.450	.550	.250		2.0	
CTX20-4	20	2.100	.050	80	1.050	.200	45	.450	.550	.250		2.0	
CTX50-4	50	1.350	.090	200	.675	.360	45	.450	.550	.250		2.0	
CTX100-4	100	.950	.175	400	.475	.700	45	.450	.550	.250		2.0	
CTX150-4	150	.720	.175	600	.360	.700	45	.450	.550	.250		2.0	
CTX250-4	250	.600	.600	1000	.300	2.400	45	.450	.550	.250		2.0	
CTX300-4	300	.550	.750	1200	.275	3.000	45	.450	.550	.250		2.0	

Microelectronics
Technology
Limited

Countax House,
Haseley Trading Estate,
Stadhampton Road,
Great Haseley,
Oxford OX44 7PF.



COILTRONICS
INCORPORATED

Tel: (0844) 278781
Fax: (0844) 278746

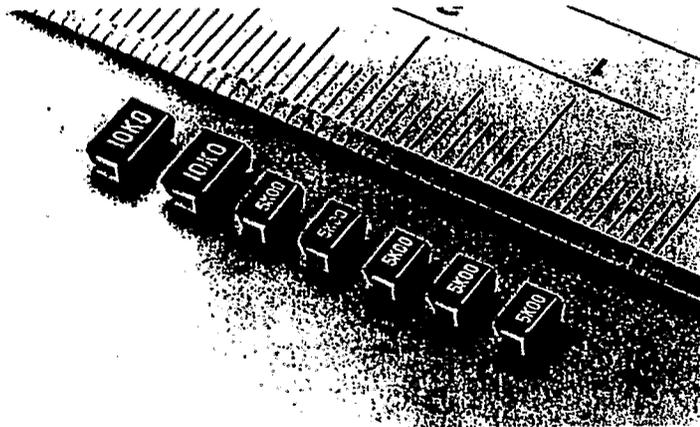
tion, FL 33487 • Telephone: (407) 241-7876 • FAX: (407) 241-9339

RHOPOINT COMPONENTS

(A DIVISION OF RHOPOINT LTD.)

Holland Road, Hurst Green,
Oxted, Surrey RH8 9BB, England
Telephone: (0883) 717988
Fax: (0883) 712938 Telex: 957094

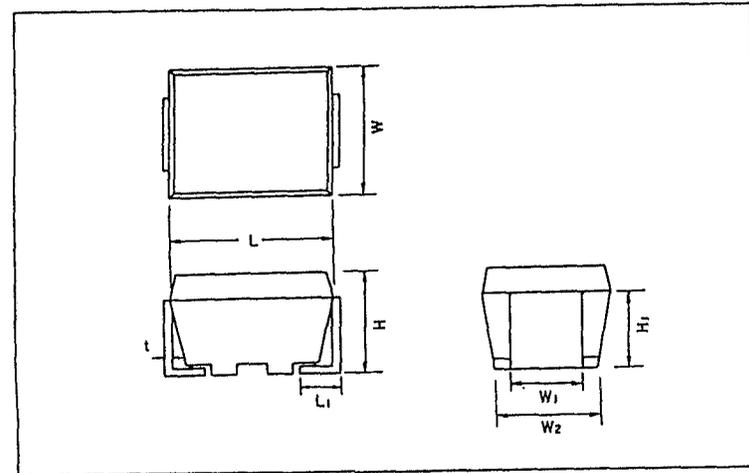
43



TCR, Resistance Range, Tolerance, Rated Power

Type	TCR (ppm/°C) -55°C--+125°C	Resistance Range (Ω)*	Resistance Tolerance (%)	Rated Power (W) at 125°C
MP	0±10	30-100	±0.1	0.1
	0±5	100-30K	±0.05	
MQ	0±10	30-100	±0.1	0.125
	0±5	100-60K	±0.05	

* Select resistance values in E-24 and E-96 series.



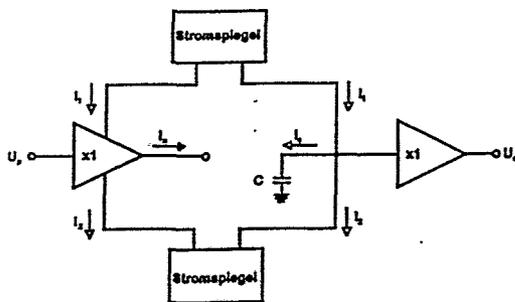
Type	MP	MQ
L	3.2±0.2	4.5±0.2
W	2.5±0.2	3.2±0.2
H	2.0±0.2	
L ₁	0.8±0.2	1.0±0.2
W ₁	1.4±0.3	
W ₂	2.3±0.2	3.0±0.2
H ₁	1.5±0.3	
t	0.15±0.05	

Dimensions in mm

CF - Verstärker (Amp)

1. CF-Verstärker gleich „current feedback“-Verstärker bzw. -Amplifier.
2. In den vergangenen Jahren hat sich auf dem Gebiet der breitbandigen Operationsverstärker eine neue Verstärkerentwicklung durchgesetzt, die sogenannten Transimpedanzverstärker, auch „current feedback amplifier“ genannt.
3. Besondere Eigenschaften sind:
 - -3db-Bandbreite ca. 150MHz
 - Einschwingen auf ca. 0,1% in 10ns
 - geringe Verlustleistung (ca. 150 mW)
 - übersteuerungs- und kurzschlußfest
 - Stabil ohne Frequenzkompensation
 - Anstiegszeit der Ausgangsspannung > 1200V/µs
 - hoher Ausgangsstrom (ca. 100mA)
 - treibt 50Ω- oder 75Ω-Kabel
 - geringer Ruhestrom (ca. 1+5mA)
4. Anwendungen:
 - schnelle präzise A/D-Konversion
 - Fotodioden- und CCD-Vorverstärker
 - Video-Kabeltreiber
 - IF-Verstärker
 - für Breitband-Monitore
 - Bildverarbeitung
 - aktive Breitbandfilter
 - Video-Schalter
5. Spezielle elektrische Merkmale:
 - Stromgegenkopplung (niederohmig)
 - gleiche -3b-Grenzfrequenz und konstante „slew rate“ bei allen Verstärkereinstellungen
 - niedriger Ausgangsimpedanz (< 1Ω)
 - „top flat“ von DC bis ca. 100MHz
 - hohe Eingangsimpedanz (> 150kΩ nicht invertierend)
 - Eingangs-Offset-Spannung (5+10mV)
 - Offset-Drift (ca. 10+50µV/°C)
 - Spannungsanstiegszeit (ca. 1+3ns)

Modell des CF-Verstärkers

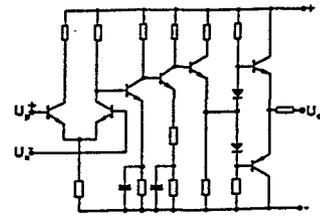


$$i_n = I_1 - I_2$$

$$i_c = I_1 - I_2$$

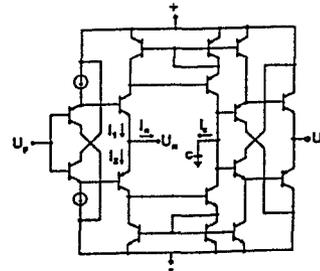
$$I_n = I_c$$

Aufbau des OP mit Spannungsgegenkopplung



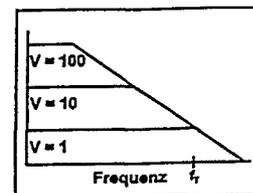
- Schaltungsmerkmale:
- Differenzverstärker im Eingang
 - Nachfolgende Verstärkerstufen
 - Ausgangstreiberstufe

Aufbau des „current feedback“-OP

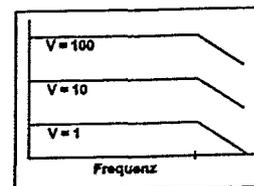


- Schaltungsmerkmale:
- Eingangsbuffer
 - zwei Stromspiegel
 - Ausgangsbuffer

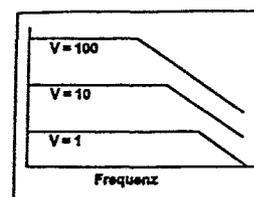
Bodediagramm des konventionellen OP



Idealisiertes Bodediagramm des CF-Verstärkers



Wirkliches Bodediagramm des CF-Verstärkers



Einige Current Feedback- bzw. Transimpedanzverstärker

Typ	Hersteller	V/ μ s	Verst..	f, [MHZ]	μ V/ $^{\circ}$ C	DM/25St.
CLC 401	Comlinear	1200	20	150	20	15,-
CLC 406	Comlinear	1500	6	160	30	10,-
CLC 409	Comlinear	1200	2	350	25	14,-
EL 2030	Elantec	2000	2	110	25	8,-
EL 2070	Elantec	1600	2	100	25	8,50
OPA 644	Burr-Drown	2500	5	200	45	15,-
HA 5004	Harris	1200	2	100	10	18,20
HFA 1130	Harris	2300	11	150	10	13,33
HFA 1135	Harris	1500	1	350	20	8,30

Die Preise gelten für das 8pin Dual-Inline-Gehäuse in Plastik bei Bestellmengen von 25÷100 Stück (grob angefragt bei entsprechenden Händlern)

Anschriften:

Comlinear

Transtech Hochfrequenz GmbH
Burgweg 4, Postfach
D-82104 Germering / München
Tel.: 089-894330-0; Fax.: 089-8417568

Elantec

Atlantik-Elektronik GmbH
Frauenhoferstraße 11a
D-82152 Planegg
Tel.: 089-85700-0; Fax.: 089 8573702

Burr-Brown International GmbH

Kurze Straße 40
D-70794 Filderstadt
Tel.: 0711-7704-0; Fax.: 0711-7704-109

Harris Semiconductor GmbH

Putzbrunner Straße 69
D-8000 München
Tel.: 089-63813-0; Fax.: 089-6376201
Vertrieb: Enatechnik Alfred Neye GmbH, Quickborn

Anwendung Neuronaler Netze in der Meßtechnik

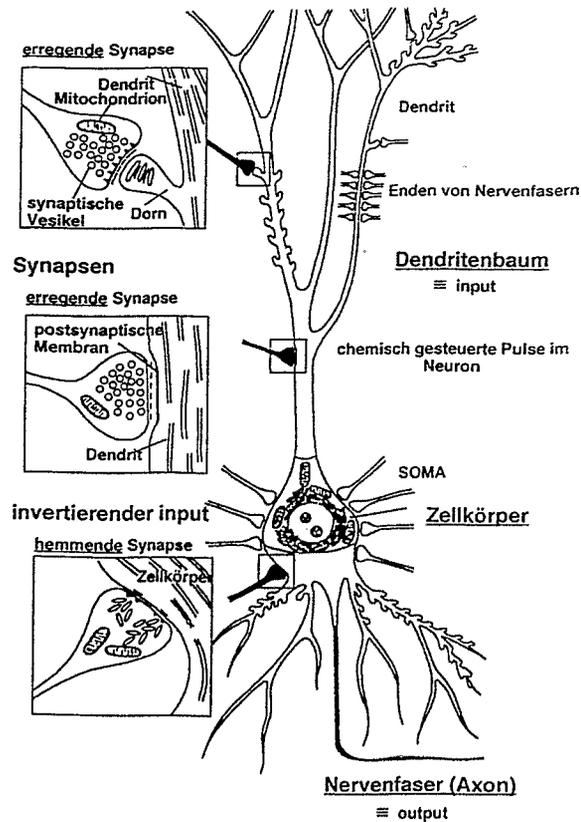
M. Balzer, A. Bernatzki, M. Bühl, A. Cechin, W. Eppler
Forschungszentrum Karlsruhe
S. Neusser, Institut für Mikroelektronik Stuttgart

Motivation - Einführung in NN - Anwendungen

Abgrenzung der Thematik:

- Funktionsprinzipien unseres ZNS ?
- neuronal inspirierte Informationsverarbeitung
in Hard- und Software
künstliche neuronale Netze (KNN)
(artificial neuronal networks (ANN))

NERVENZELLE



Physikalische Eigenschaften

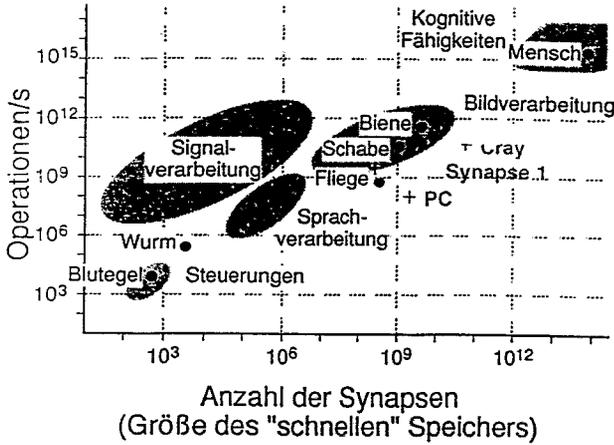
des menschlichen Gehirns

- Prozessor ~100 verschiedene Klassen von Neuronen (Stern-, Pyramidalzellen)
- Signalkodierung elektrochemisch, $\Delta U \approx 70 \text{ mV}$
- #Prozessorelemente 10^{11} Neuronen
- t_{schalt} $t_r = 0.5 \text{ ms}$ $t_f \geq 2 \text{ ms}$
- Verbindungen/Neuron 1000 - 10000, 0,1 - 2000 mm lang
- v_{signal} 10 - 100 m/s
- Synapsen $10^{14} - 10^{15}$
- $T_{\text{komponenten}}$ mittel (Neuronen sterben leicht)
aber T_{system} hoch (ca. 70 Jahre)
- Prozessorleistung total 10 Operationen/Verbindung/s
 $10^{15} - 10^{16}$ Operationen/s
- Gewicht 1,5 kg
- Leistungsaufnahme 0,3 W

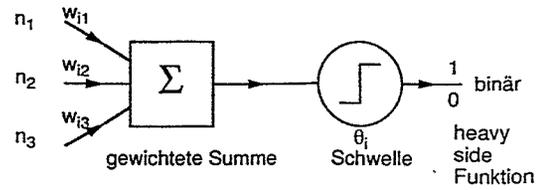
Computer

CRAY YNPC90 mit 10 (z.T. verschiedenen) parallel arb. Funktionseinh./Prozessor
ECL, $\Delta U \approx 1000 \text{ mV}$
16
4 ns ∇
~10, 10 - 1000 mm
~ $2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ ∇
~ $2,56 \cdot 10^8$ Worte (64 bit/Wort)
mittel (≥ 20 Jahre)
niedrig (MTBF ~ Jahr, ECC)
 $2,5 \cdot 10^9$ /s/Proz. (peak)
 $4 \cdot 10^{10}$ Operationen/s
~6000 kg
200 000 W

Komplexität intelligenter Systeme



Modell künstlicher Neuronen (binär):



Mc Culloch & Pitts (1943):

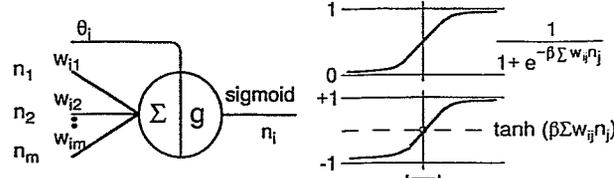
$$n_i(t+1) = g(\sum_j w_{ij} n_j(t) - \theta_i)$$

$w_{ij} < 0$ (-1) hemmend

$w_{ij} > 0$ (+1) erregend

Perzeptron:

Transferfunktion ist differenzierbar



Rosenblatt (1962)

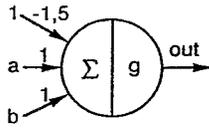
$$n_i = g(\sum_{j=1}^m w_{ij} n_j - \theta_i)$$

Was kann ein Perzeptron ?

1. n-fach "und"

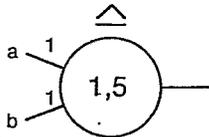
$a, b \in \{0,1\}$

$out = g(a + b - 1,5)$



a	b	Σ	out
0	0	-1,5	0
1	0	-0,5	0
0	1	-0,5	0
1	1	0,5	1

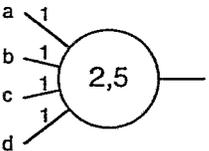
2. n-fach "oder"



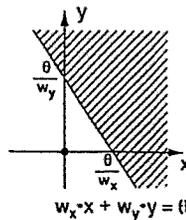
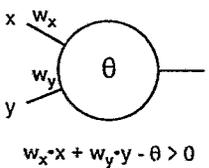
a	b	Σ	out
0	0	-0,5	0
1	0	+0,5	1
0	1	+0,5	1
1	1	+1,5	1

3. zählen

sind ≥ 3 von 4 Eingängen "an"



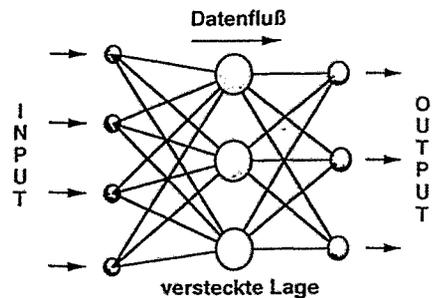
4. eine Fläche (Raum) in 2 Teile trennen



Geschichte der NN-Forschung

- 1969 Minsky & Papert Kritik des Perzeptrons, d.h. einlagiger Netze
- 1974 Werbos Backpropagation Lernalgorithmus für mehrlagige Netze
- 1985 Hopfield NN eignen sich für Optimierung (Problem des Handlungsreisenden)
- 1986 Rumelhart & Cleland Parallel distributed Processing (Wiederentdeckung der Backpropagation)

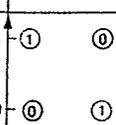
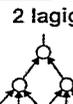
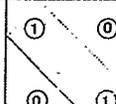
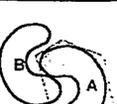
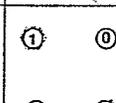
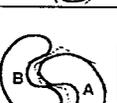
"feed forward" Netzwerk



feed forward: keine Rückkopplung, keine Querverbindung
promptes Ausgangssignal

innere Lagen: keine Verbindungen nach außen,
ist weder input noch output

Was kann man mit mehrlagigen Netzen berechnen oder klassifizieren ?

Typ	Geometrie klasse	XOR Problem	Bananen Problem	allgem. Beispiel
1 lagig 	Halbebene (linear sep. Probleme)			
2 lagig 	konvexe einfach zusammenhängende Gebiete			
3 lagig 	beliebig komplexe Strukturen			

Mit 2 versteckten Lagen bzw. einem 3-lagigen Netz lassen sich zwei beliebige Menge A, B trennen

sofern $A + \epsilon$ -Umgebung disjunkt von $B + \epsilon$ mit $\epsilon > 0$

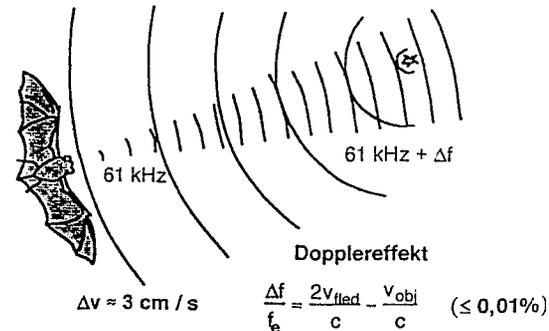
Lernmodelle für KNN's

ohne Lehrer (unüberwachtes Lernen, z.B. Kohonen):

Neuronendichte \propto Informationsdichte

auditive Kortex der Fledermaus ?

Abstand = Zeitdifferenz Ultraschall Echo
Größe der Beute \propto Amplitude
Geschwindigkeit \propto Frequenzverschiebung (nur bewegte Objekte sind Beuteobjekte)

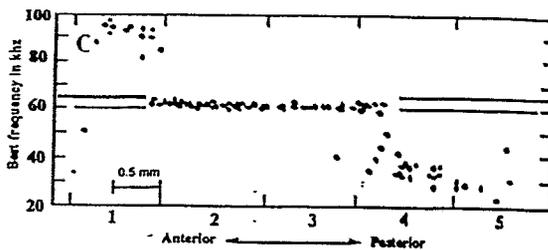


mit Lehrer (überwachtes Lernen):

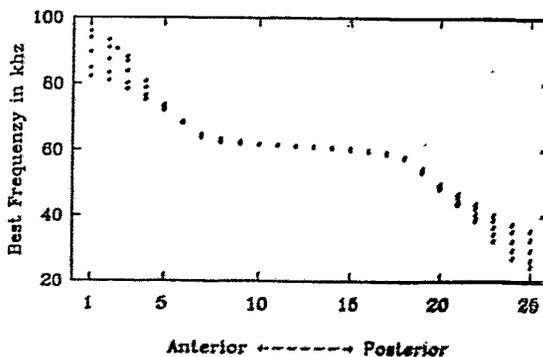
Es existieren zusätzliche externe Informationen

- die Antwort ist richtig / falsch (Verstärkungslernen)
- numerischer Wert der richtigen Antwort
- ➔ Abweichung von der richtigen Antwort = Regelsignal für den Lernprozeß (korrigierendes Lernen)

Verteilung der Frequenzen auf der Kortex der Fledermaus



Verteilung der Frequenzen auf der "KOHNEN" Modell-Kortex

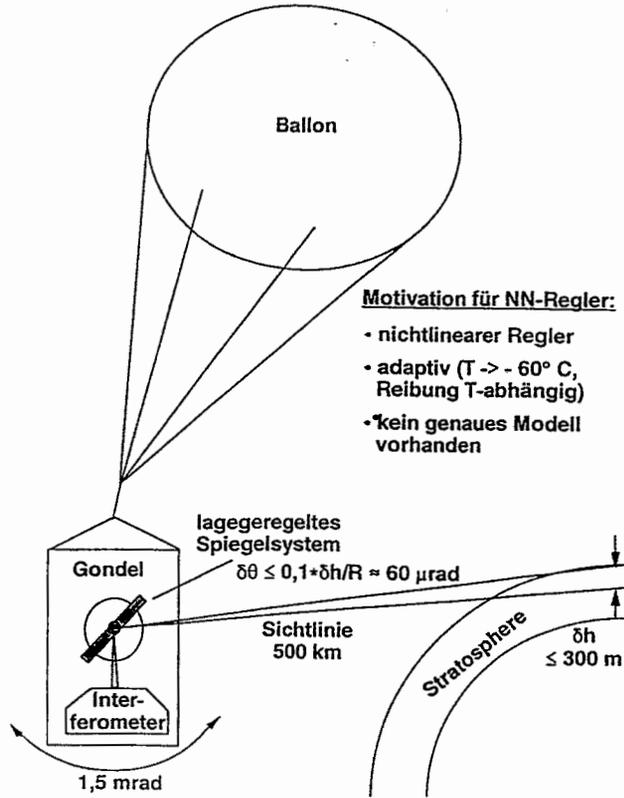


Anwendungsziele:

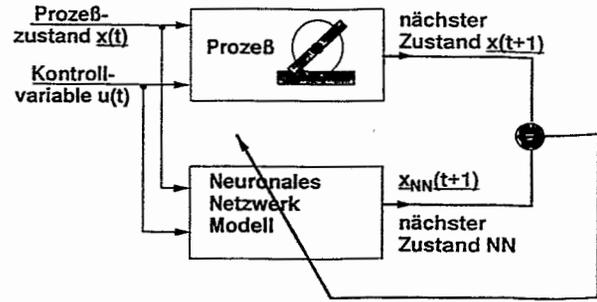
- assoziatives Gedächtnis
 - Ne. ron. I. etz. → Assoziation → Neuronale Netze
- Computerprobleme mit NN leichter (schneller, mit weniger Aufwand) lösbar ???
- selbst-organisierende Netze (Kohonen) -> Merkmalsextraktion, Datenkompression
- Signale (elektrisch, akustisch, visuell,...) (vor-) verarbeiten:
 - hohe Datenrate -> viele parallele Prozesse
 - nichtlineare Abbildung der Daten - gelernt von Daten (z.B. intelligente Mikrosensorsysteme oder schnelle adaptive Trigger in der Hochenergiephysik)
- Mustererkennung
 - statisch: Bilder, Signale (Cervix Schmieretest, Prostata Tumor-Diagnose)
 - dynamisch: zeitabhängige Muster erkennen oder generieren (z.B. Sprache)
- Steuerung von Multi-Sensor Automaten (z.B. adaptive, nichtlineare Regelsysteme)

Lageregelung für MIPAS-Ballon-Experiment

(Michelson Interferometer für passive Atmosphärische Sondierung
H. Fischer et al., IMK)



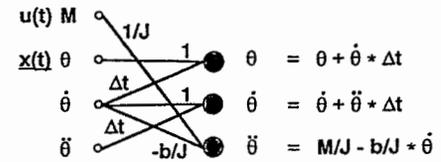
Neuronales Netz lernt den Prozeß



$$\underline{x}(t) = (\theta, \dot{\theta}, \ddot{\theta}, \dots), u(t) = M$$

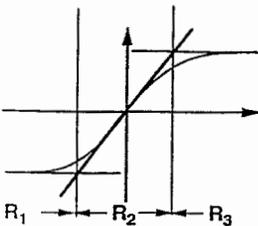
Was wird gelernt? Differentialgleichung des Problems
(in lokal linearer, quadratischer oder höherer Näherung)

$$z.B.: J \ddot{\theta} = M - b \dot{\theta}$$



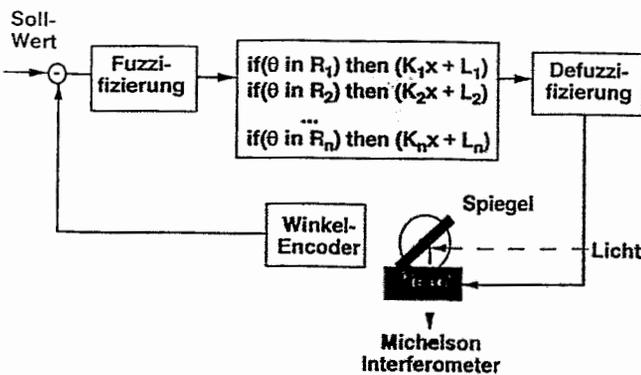
NN: 5 - 6 - 4 (Eingangslage, versteckte Lage und Ausgang)
Lernzeit (Feineinstellung) : 1 - 2 min

Automatische Generierung des Reglers aus NN



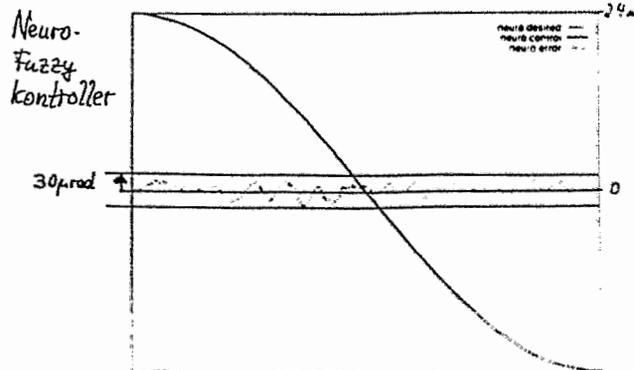
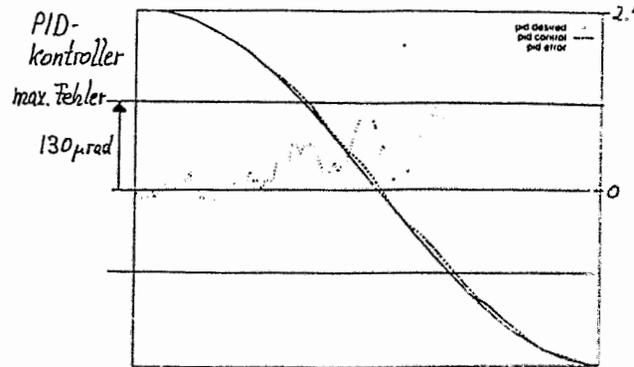
- jede sigmoid Funktion wird linear approximiert
- "fuzzy" an den Bereichsgrenzen R_i verbunden
- linearer Teil wird in Deadbeat Regler übersetzt
 $\underline{x}(t+1) = (A) \underline{x}(t) + (B) u(t) + (C)$
 $\rightarrow K \underline{x} + L$

Struktur des Reglers



- derartige Regler lassen sich leicht in digitalen Signalprozessoren realisieren

Vergleich von PID und Neuro-Fuzzy Controller



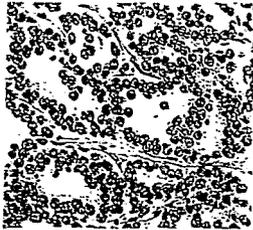
Klassifizierung von Prostata-Tumoren

(R.Stotzka et al., Uni. Mannheim)

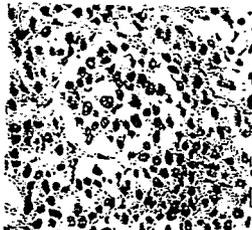
Technik: optische Begutachtung von Gewebeproben
Originalbilder: Mikroskop-Scan mit 0,5µ Auflösung
512 * 512 Pixel pro Bild

Beurteilung: Tumor zerstört strukturierte Anordnung der Zellkerne

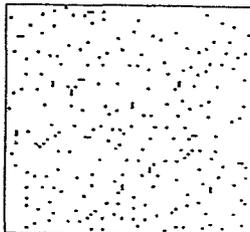
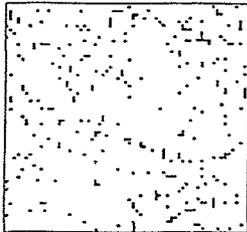
Problem: gradueller Übergang der Strukturierung
(Pathologen treffen zu 80% richtige Diagnose)



differenziert



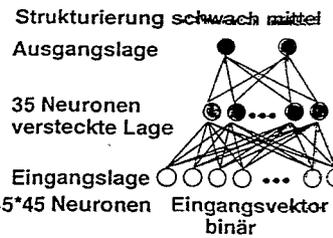
schwach differenziert



nach Datenkompressions Filter -> 64*64 Pixel

Neuronales Klassifizierungs-System

- Lernziel:
45² * 35 + 35 =
70 875 Gewichte
+ 35 Schwellen !!!



- jedes Bild zufällig ausgewählt aus Trainingsatz von 500 Präparaten

- Position im Bild zufällig
=> Resultat translationsinvariant

- Teilbilder (45*45 von 64*64) zufällig verdreht
=> Resultat rotationsinvariant

- Lernen mit Backpropagation auf SUN SPARC2
nach 20 Tagen CPU-Zeit abgebrochen:

Lernerfolg 82%
Generalisierung 65%

(getestet an 130 Bildern)

Statistischer (Bayes) Klassifizierer

$$P(\text{Klasse } r \mid \text{Merkmalsvektor } \underline{X}) = P(r) * \frac{P(\underline{X} \mid r)}{P(\underline{X})}$$

Verteilung der Merkmalsvektoren

- 45*45 Matrix enthält 2^{45*45} ≈ 10⁶¹⁰ Merkmale !!!
nur 330 Merkmale ausgewählt

Lernerfolg 98,5 %
Generalisierung 78 %

Bayes Klassifizierer:

Satz von der totalen Wahrscheinlichkeit:

a - posteriori a-priori

$$P(\text{Klasse } r \mid \text{Merkmalsvektor } \underline{X}) = P(r) * \frac{P(\underline{X} \mid r)}{P(\underline{X})}$$

Verteilung der Merkmalsvektoren !!!

Entscheidungsregel (z.B. 2 Möglichkeiten):

$$P(1) * P(\underline{X} \mid 1) > \text{Diskriminante}(\underline{X}) > P(2) * P(\underline{X} \mid 2)$$

Problem: Bestimmung der P(X | r) im Merkmalsraum

- viele Lernmuster
- Annahmen über Verteilungsfunktion im IRⁿ, z.B.:

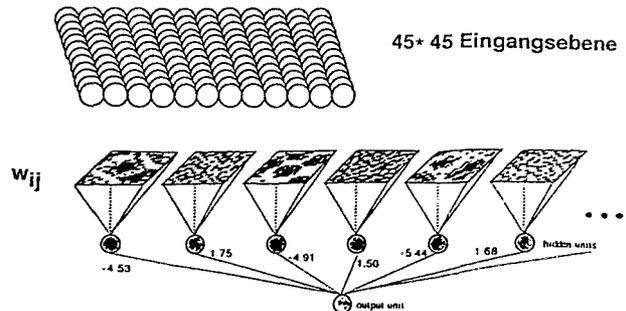
$$P(\underline{X} \mid r) \propto \exp(-0.5 (\underline{X} - \bar{\underline{X}})^T (\text{covar.})^{-1} (\underline{X} - \bar{\underline{X}}))$$

quadratische Näherung

Diskriminante ? z.B. Maximum aller P(1) * P(X | 1)

Hybrides neuronales Modell

Informationsinhalt der Synapsen der 1. versteckten Lage ???



- Projektion: Synapsengewichte => Urbild = Merkmalsfilter
(■ w_{ij} < 0, □ w_{ij} ≥ 0)

- 63 Merkmalsfilter nach 1/4 der Rechenzeit extrahiert

- darauf statistischen Klassifizierer angewandt:

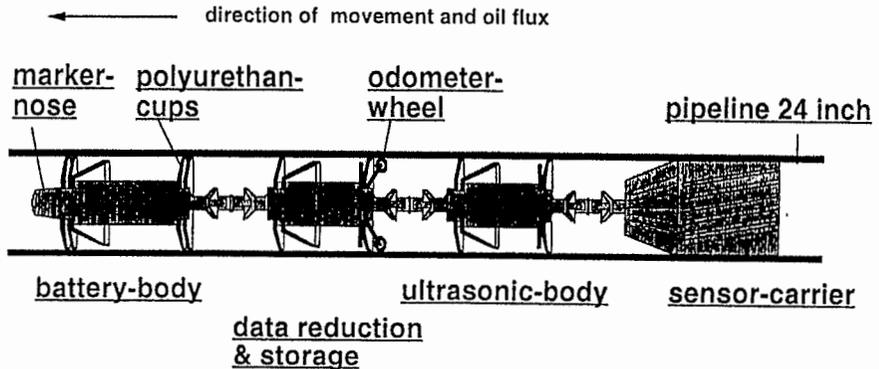
- Lernerfolg 96 %

- Generalisierung 77 %

- Fazit: Bilderkennung und Klassifizierung
(nicht nur neuronale)
begrenzt durch Computing Power
und kreative Ideen !!!

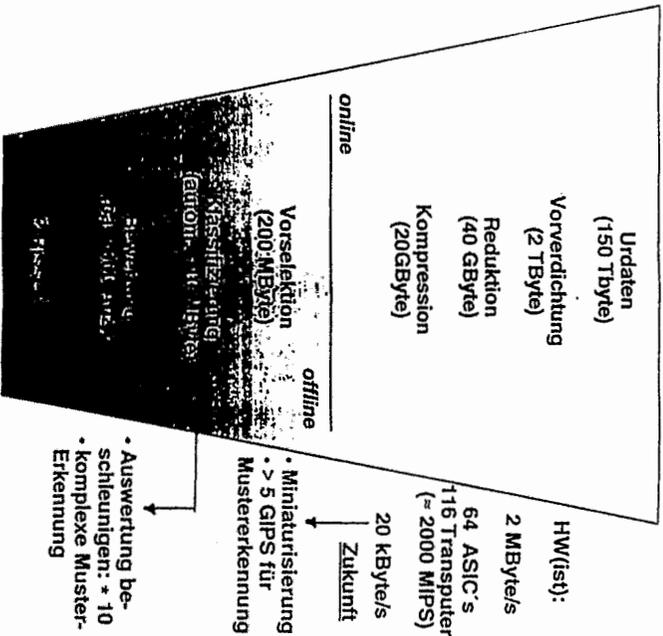
Ultraschall Rißprüfmolch

Technologie-Transfer-Projekt :
 Pipetronix
 Forschungszentrum Karlsruhe (HPE)
 Fraunhofer-Institut für zerstörungsfreie Prüfverfahren

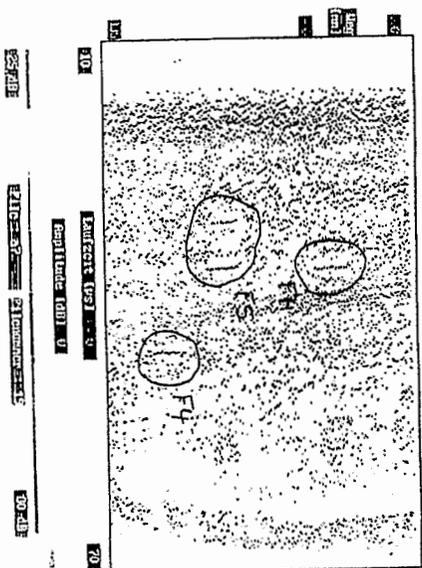
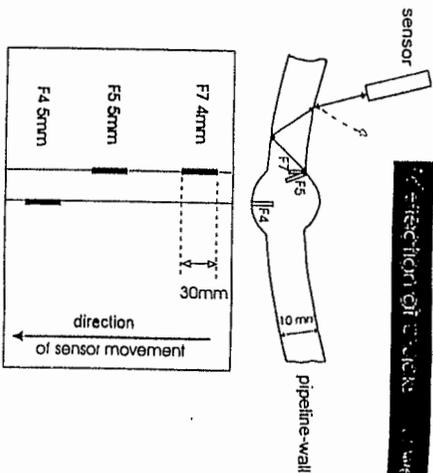


Ultraschall-Rißprüfmolch - Datenverarbeitung

512 US-Sensoren, 100 km Meßstrecke, 2mm Längsaufösung
 Geschwindigkeit 1 m / s



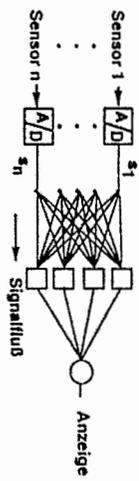
Section of cracks



Auswertung

Von Signalen aus Multisensoranordnungen

z.B.: Ort, Richtung, Meßbereich, Korrekturgrößen, Zeitabhängigkeit, etc. → nichtlineare, komplizierte Zusammenhänge



- Chips notwendig mit:
- einfacher Handhabung
 - hinreichender Genauigkeit : feed forw. 8 Bit Lernen 12-16 Bit
 - wenig äußerer Hardware in der Anwendung
 - preiswert
 - geringer Leistungsverbrauch

VLSI-Chips für neuronale Netze

Prozessor System	Arithmetik	PE	Arbeitsphase (MOS)	Lernphase (MOS)	Clock
HNC-SNAP	32 Bit GI	4	64	1280	302
CNAPS	8/16 Bit F	64	512	5800	1950
Synapsel	16 Bit F	16	128	2600	1300
ETANN	6 Bit analog	4096	-	1300	-
Sparc 10/20	32 Bit GI	-	-	1,9	0,75
HPFEMS	8/12 Bit F	4	-	200	407

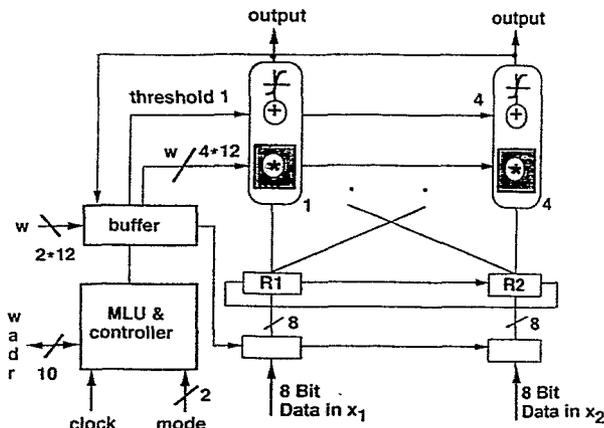
* Existierende Chips = Beschleuniger für Simulation, nicht für praktische Anwendung geeignet

HPE/IMS : Neuro-Chip

- Vorhanden: "Neuro-Baukasten"
im Institut für Mikroelektronik Stuttgart
Multiplizierer, Addierer und Controller
für 1.2µ Prozeß Gatearray

Neuro - Chip SAND1 (simple applicable neuro device)

- 2 Eingänge (8 Bit), 4 Neuronen (8*12 Bit Multiplizierer und 24 Bit Addierer) für bis zu 256 Synapsen (12 Bit, externe Gewichte), Schwelle θ (12 Bit), Ausgang sigmoid (8 Bit), kaskadierbar
- konfigurierbar mit "mode switch" als 2-256 Synapsen Eingang
- begrenzte Adaptivität ("Lernen auf dem Chip")



Zusammenfassung

- NN werden durch Daten *trainiert* und nicht programmiert!

aber Topologie-Optimierung ist ein Problem:

- es gibt viele Spezialnetze
- Struktur des Problems (Typ der DGL, Abhängigkeiten,...) hilfreich

- NN sind natürlicherweise *massiv parallel*

-> hohe Geschwindigkeit

-> Fehlertoleranz

- Für die Anwendung von NN's sollten zumindest 2 von 4 Argumenten erfüllt sein:

- parallele
- nichtalgorithmische
- fehlertolerante
- flexible

Datenverarbeitung

sonst wo statistische Methoden, Modelle oder Algorithmen bekannt sind,

kann man auf KNN's verzichten ☹

Literatur zu Fuzzy Logic und Neuronalen Netzen (Fuzzy Neuronen)

1. B. Kosko, "Neural Networks and Fuzzy Systems", Prentice Hall, Englewood Cliffs 1992, (S).
2. W. Eppler, "Vorstrukturierung Neuronaler Netze mit Fuzzy-Logik", VDI-Verlag, 1993.

Literatur zu FUZZY

1. H. Bandemer and W. Nather, "Fuzzy Data Analysis", Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1992.
2. H. Bothe, "Fuzzy Logik", Springer-Verlag, Berlin, 1993 (E).
3. D.J. Brubaker, "Introduction to Fuzzy Logic Systems", The Huntington Group, 883 Santa Cruze Avenue, Suite 27, Menlo Park, CA 94025-4669, 1991.
4. D. Driankov, H. Hellendoorn and M. Reinfrank, "An Introduction to Fuzzy Control", Springer-Verlag, Berlin, 1993.
5. Dubois and H. Prade, "Fuzzy Sets and Systems: Theory and Applications", Academic Press, 1980.
6. D. Dubois, H. Prade and R. Yager (Eds.), "Readings in fuzzy Sets for Intelligent Systems", Morgan Kaufmann, San Mateo, 1993.
7. M. Jamshidi, N. Vadiiee and T. Ross (Eds.), "Fuzzy Logic and Control", Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1993.
8. J. Kahlert, H. Frank, "Fuzzy-Logik und Fuzzy-Control, Braunschweig, Vieweg, 1993.
9. A. Kandel and G. Langholz (Eds.), "Fuzzy Control System", CRC Press, Boca Raton, 1994.
10. E.E. Kerre (ed.), "Introduction to the Basic Principles of Fuzzy Set Theory and Its Applications", Communication and Cognition, Brussels, 1991.
11. G.J. Klir, T.A. Folger "Fuzzy Sets, Uncertainty, and Information", Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1992.
12. R. Kruse, J. Gebhardt, R. Palm (Eds.), "Fuzzy Systems in Computer Science, Braunschweig, Vieweg, 1994.
13. D. Nauck, F. Klawonn, R. Kruse, "Neuronale Netze und Fuzzy-Systeme", Braunschweig, Vieweg, 1994.
14. W. Pedrycz, "Fuzzy Control and Fuzzy Systems", John Wiley, New York, 1993.
15. C. Welch, "Fuzzy Logic: From Software to Silicon", Toga Infralogic, 5 Vanderbilt, Irvine, CA 92718, 1992.

Hartmut Gemmeke
September 1994

16. R. Yager and L.A. Zadeh (eds.), "An Introduction to Fuzzy Logic Applications in Intelligent Systems", Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1992.
17. L. A. Zadeh, "Fuzzy Sets and Applications (selected papers)", John Wiley, New York, 1987.
18. L.A. Zadeh and J. Kacprzyk (Eds.), "Fuzzy Logic for the Management of Uncertainty", John Wiley & Sons, New York, 1992.
19. H.J. Zimmermann, "Fuzzy Set Theory and Its Applications", 2nd edition, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1990

Literatur zu Neuronalen Netzen

1. S.R. Ammendolia, Neural Network Tutorial, INFN Pisa, Italy, IEEE 1992, N55, Orlando
2. R. Brause, Neuronale Netze, Teubner, Stuttgart, 1991, (E)
3. G. Dorffner, "Konnektionismus", Teubner, 1991
4. J.R. Hecht-Nielsen, "Neurocomputing", Addison Wesley, 1990
5. J. Hertz, A. Krogh, and R. Palmer, "Introduction to the Theory of Neural Computation", Addison Wesley, Reading, 1991, (S)
6. Neural Networks and cellular automata in experimental high energy physics, Comp. Phys. Com. 49 (1988)429
7. H. Ritter et al., Neuronale Netze, Addison Wesley Pub. Comp., 1992
8. R. Rojas, Theorie der neuronalen Netze, Springer-Verlag, Berlin 1993, (S)
9. D.E. Rumelhart and J. L. McClelland, "Parallel Distributed Processing". Voll. 2, MIT Press, 1986, (S)
10. Spektrum der Wissenschaften, "Gehirn und Nervensystem", Heidelberg 1988.
11. A. Zell, "Simulation Neuronaler Netze", Addison-Wesley, Bonn, 1994, (S)

Standardwerke sind mit (S) und Einführungen sind mit (E) gekennzeichnet

Meßelektronik für einen Impulswirbelstrom-Rißprüfmolch für Pipelines

Von Jörg Voigtländer, Hans Langenhagen, Forschungszentrum Rossendorf und Gerda Bach, Pipetronix GmbH, Karlsruhe

Impuls-Wirbelstrommolch EddyScan CD zur Detektion von Innenrissen, eine Entwicklung im Auftrage und in Zusammenarbeit mit der **Pipetronix GmbH Karlsruhe,** die vom BMFT unter BEO 0327106A gefördert wurde.

1. Pipelinediagnose mit Molchen

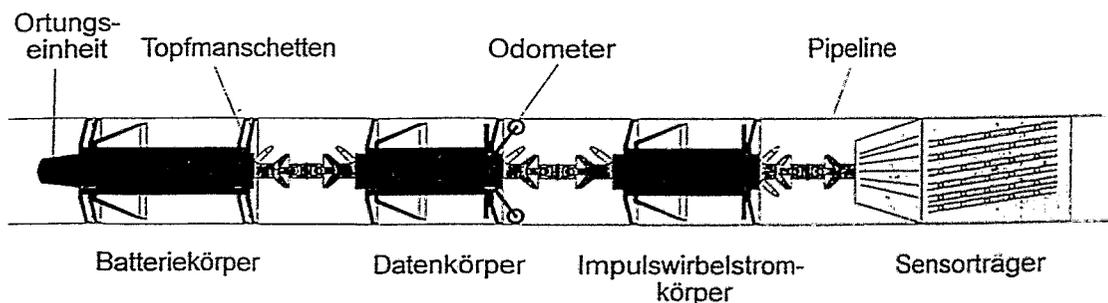
Molche sind Pipeline-Inspektionssysteme, die ähnlich einer Rohrpost mit dem Förderstrom durch die Rohrleitung gefahren werden. Da ein großer Teil der weltweit verlegten Pipelines bereits vor zwei bis drei Jahrzehnten gebaut wurde, ist die Überprüfung auf Schäden von besonderer Bedeutung. Neben den Standardmolchen, die zur Reinigung der Rohre, zur Trennung von unterschiedlichen Medien oder zur Abdichtung zum Zwecke einer Reparatur eingesetzt werden, gewinnen die intelligenten Molche zunehmend an Bedeutung. Deren Hauptanwendungsgebiete sind:

- Erkundung von Rohrdeformationen (Beulen, Unrundheiten)
- Korrosionsbestimmung
- Risserkennung
- Lecksuche

Je nach Anwendungsgebiet werden in den Molchen unterschiedliche zerstörungsfreie Prüfverfahren (Ultraschall, Magnet-Streufuß, Wirbelstrom) eingesetzt.

Der in Zusammenarbeit zwischen der Pipetronix GmbH Karlsruhe und dem Forschungszentrum Rossendorf entwickelte Prüfmolch dient der Erkennung von Rissen und lokaler Korrosion (Lochfraß) an der Innenseite der Pipelinerohre. Durch das verwendete Impulswirbelstrom-Prüfverfahren ist ein Einsatz in sowohl in Gas- als auch in Flüssigproduktpipelines (z.B. Erdöl) möglich.

Den Aufbau eines Prüfmolches für Pipelines mit einem Durchmesser von 20" zeigt Bild 1:



Die in dem Sensorträger angebrachten Wirbelstromsensoren gewährleisten eine vollflächige Prüfung der gesamten Rohrinne. Wirbelstromelektronik, Bordcomputer, Speichermedien und Stromversorgung befinden sich in druckdichten Containern, die von Topfmanschetten in der Rohrmitte geführt werden. Ein Odometersystem dient der Messung des zurückgelegten Weges, um die Meßdaten exakt der Lage im Rohr zuordnen zu können. Die Ortungseinheit wird zur Molchverfolgung und zur Synchronisierung der Odometerinformationen verwendet.

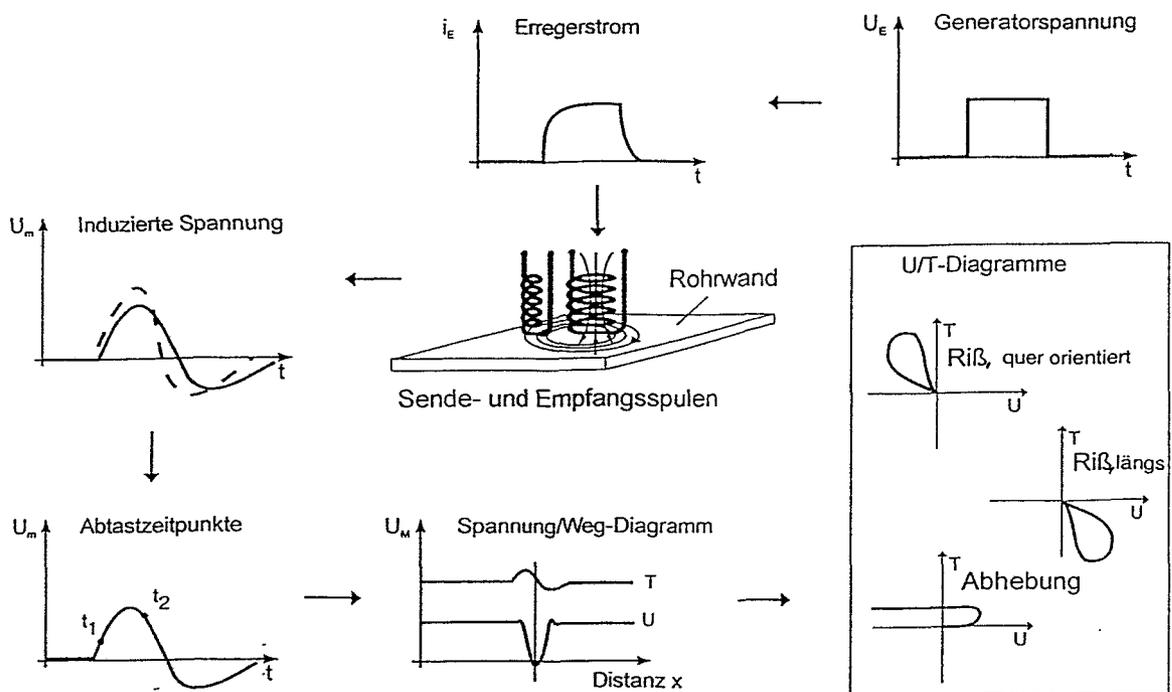
2. Meßelektronik des IWS-Rißprüfmolches

2.1. Funktionsprinzip des Impulswirbelstrom-Prüfverfahrens

In einer Pipeline treten die unterschiedlichsten Ereignisse auf. Dabei sind die zu detektierenden Fehler von technologischen und physikalischen Störern zu trennen. Technologische Störer sind Schweißnähte sowie Einbauten wie Schieber, Abzweige u. dgl. Diese sollen sich in den Meßdaten abbilden, müssen sich aber charakteristisch von den Fehleranzeigen unterscheiden. Demgegenüber sollen die Anzeigen physikalischer Störer wie Abhebungen und Kippungen der Sensoren, aber auch Permeabilitätsänderungen des Rohrmaterials weitgehend unterdrückt werden.

Diese Aufgabe läßt sich nur mit einem Mehrfrequenz-Wirbelstromverfahren lösen, wobei sich die Zahl der zu verwendenden Meßfrequenzen nach der Zahl der zu trennenden Fehler und Störer richtet. Bei der Komplexität der vorliegenden Prüfaufgabe war der Übergang zu einer breitbandigen, d.h. impulsförmigen Erregung zweckmäßig.

Bild 2 zeigt die Signalgewinnung:

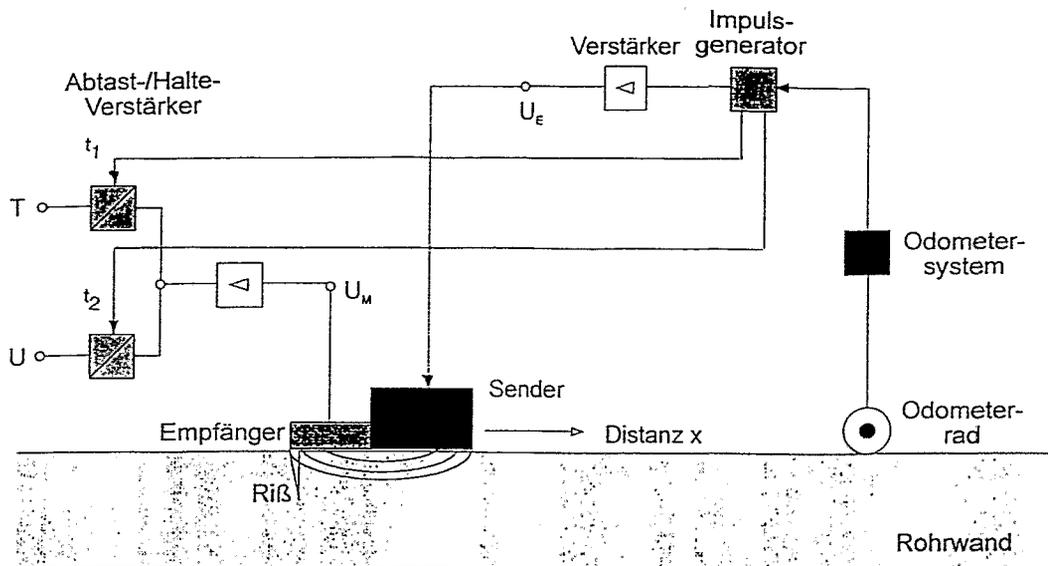


Es werden transformatorische Absolutsonden eingesetzt. Die induzierte Meßspannung wird zu zwei Zeitpunkten t_1 und t_2 abgetastet, die bezogen auf den Erregerimpuls konstant sind. Die so gewonnenen Meßspannungen bilden, über dem Fahrweg aufgetragen, die für die weitere Auswertung benötigten Signale T und U .

Ein Hilfsmittel zur Identifikation eines Ereignisses ist die Darstellung in der Form $T=f(U)$, die aus der Wirbelstromprüfung als Ortskurve bekannt ist. In dieser Darstellung bilden sich Fehler und Störer mit jeweils charakteristischen, sich unterscheidenden Ortskurven ab.

2.2. Aufbau der MeBelektronik

Die Impulswirbelstrom-MeBelektronik zeichnet sich durch einen sehr einfachen Aufbau aus, der in Bild 3 gezeigt ist:



Das Odometersystem erzeugt eine weg-äquidistante Triggerung der IWS-MeBelektronik. Ausgehend vom Impulsgenerator werden die Senderspulen mehrerer Wirbelstromsensoren von einer Sende-Endstufe gespeist. Die in den Empfängerspulen induzierten Meßspannungen werden nach einer Vorverstärkung den Abtast-/Halte-Verstärkern zugeführt. Die Ansteuerung der Abtast/Halte-Verstärker erfolgt durch den Impuls-generator, sodaß die konstante zeitliche Zuordnung zum Erregerimpuls gewährleistet ist. Die abgetasteten Meßspannungen werden anschließend digitalisiert.

2.3. Besondere Probleme und deren Lösung - Beispiel Sende-Endstufe

Für die Dimensionierung der elektronischen Baugruppen bestehen besondere Anforderungen:

- Minimierung der Stromaufnahme, um mit der vorhandenen Batteriekapazität eine möglichst lange Laufstrecke zu erreichen.
- Minimierung der Verlustleistung, da über die Container nur begrenzt Wärme an das Medium abgegeben werden kann.
- sehr begrenzter Platzbedarf
- hohe Stoßbelastbarkeit

Somit war einerseits eine Sensoroptimierung mit dem Ziel maximal möglicher Erregerdurchflutung durchzuführen, andererseits mußte die Verlustleistung der Sende-Endstufe minimiert werden.

Die Sensoroptimierung erfolgte in zwei Schritten:

1. Ermittlung der optimalen Geometrie der Erregerspule bei vorgegebener Sensor-Wirkbreite
2. Bestimmung der optimalen Wicklungsdaten sowie der energetisch günstigsten Anregungsparameter (Impulsbreite und -amplitude).

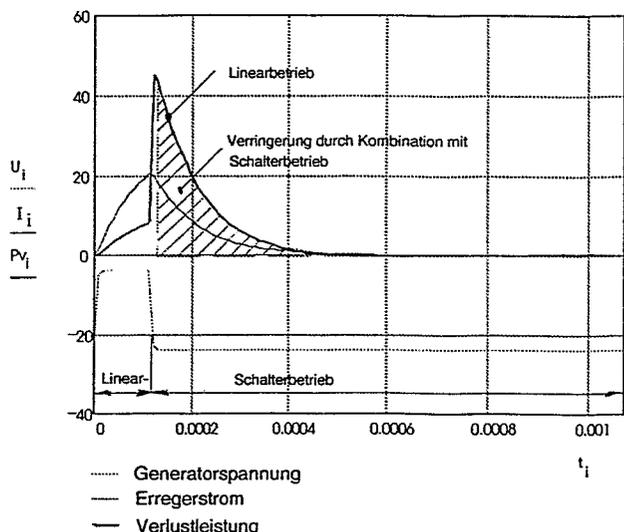
Beide Optimierungen wurden unter Anwendung von MathCad-Berechnungsprogrammen durchgeführt, die eigens zu diesem Zweck geschrieben wurden. Im Ergebnis entstand ein durchflutungsoptimierter Sensor, der ein Maximum an Meßempfindlichkeit gewährleistet.

Simulationen der Sende-Endstufe (Pspice) ergaben, daß bei linearer Betriebsweise erhebliche Verlustleistungen auftreten. Durch die Speicherwirkung der Erregerspule wird ein Großteil der Verlustleistung in den Impulspausen erzeugt. Bei reinem Schalterbetrieb entstehen aus dem gleichen Grunde hohe Querströme durch die Schaltertransistoren, die zu unvermeidbaren Offsets der Ausgangsspannung führen.

Die Lösung ist hier eine Kombination aus Linear- und Schalterbetrieb. Während der Erregerimpulsdauer arbeitet die Endstufe im Linearbetrieb. Damit bestehen während der eigentlichen Messung alle Vorteile der linearen Erzeugung des Erregerimpulses:

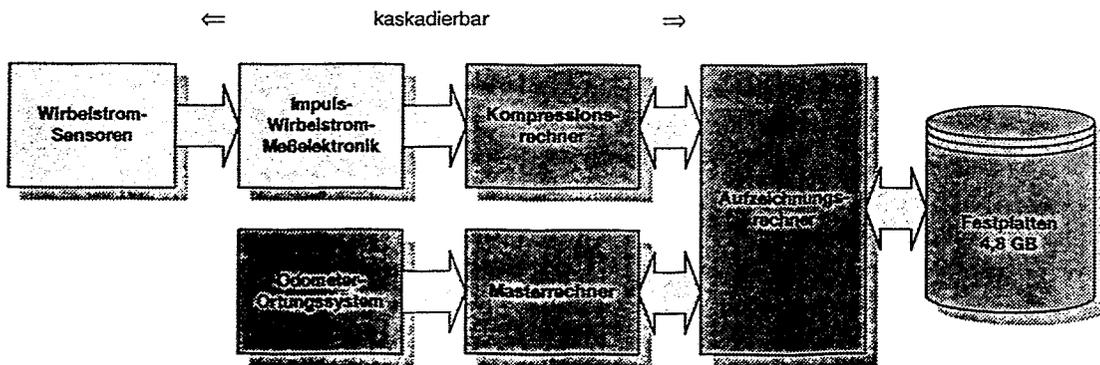
- hohe Konstanz des Impulses
- geringes Offset
- Möglichkeit einer Stromüberwachung ohne Erhöhung des Ausgangswiderstandes.

In den Impulspausen wird der Spulenstrom mittels eines Schalttransistors kurzgeschlossen. Dies führt zu einer drastischen Verringerung der Verlustleistung:



3. Interne Signalverarbeitung

Die gesamte Meßelektronik ist modular aufgebaut und kann je nach Molchgröße kaskadiert werden. Die digitalisierten Meßwerte der Sensoren werden von Kompressionsrechnern gruppenweise erfaßt, vorverdichtet und dann einem Aufzeichnungsrechner übergeben, der alle Daten auf den internen Festplatten des Molches speichert. Ein Masterrechner ist für die Erfassung aller Zustandsinformationen eingesetzt (Weginformationen, Lage, Marker, interne Zustände etc.). Diese Informationen werden ebenso mittels des Aufzeichnungsrechners auf den Festplatten gespeichert.



Die während des Laufes gespeicherten Informationen werden nach Beendigung des Laufes und der Entnahme des Molches aus der Pipeline ausgelesen und der Datenauswertung zugeführt.

Meßdatenauswertung für den Impulswirbelstrom-Rißprüfmolch

Von Dr. Andree Büchner, Forschungszentrum Rossendorf und Johannes Beyer, Pipetronix GmbH

Impuls-Wirbelstrommolch EddyScan CD zur Detektion von Innenrisse,
eine Entwicklung im Auftrag und in Zusammenarbeit mit der Pipetronix GmbH Karlsruhe,
die vom BMFT unter BEO 0327106A gefördert wurde.

1. Aufgaben der Auswertung

Die zu prüfenden Pipelines können einen Durchmesser von 60" haben, wobei die Länge mehrere 100 Kilometer betragen kann. Daraus folgt z.B. für eine Länge von 208 Kilometer eine zu prüfende Fläche von ca. 1000 000 m². In dieser Fläche sollen Risse einer Länge von 5 cm gefunden werden. Es werden 2 Meßwerte mit 0,5 cm Abstand in Rohrlängsrichtung und 1 cm Abstand in Rohrumfangsrichtung gewonnen. Für 1000 000 m² ergibt sich eine auszuwertende Datenmenge von ca. 80 GByte pro Molchlauf. Die Auswertung soll möglichst schnell erfolgen. Es ist deshalb soviel wie möglich automatisch auszuwerten, um die Auswerter zu entlasten.

Der Kunde erhält verschiedene Berichte, die eine genaue Beschreibung des Zustandes der Pipeline geben sollen. Weiterhin erhält der Kunde die vorverarbeiteten Meßwerte, um selbst seine Entscheidungen treffen zu können. Es soll möglich sein, die Ergebnisse mehrerer Molchläufe miteinander zu vergleichen.

1.1. Genutzte Hard- und Software

Die Auswertung erfolgt off-line auf vernetzten Hochleistungs-PC's. Als Betriebssystem wird Windows NT verwendet. Die Datenbank wird von einem SQL-Server verwaltet. Zur Archivierung werden die Daten auf CD's gebrannt. Die Programmierung erfolgt mit Microsoft C++ unter Verwendung der MFC-Klassenbibliothek 3.0. Die Multitasking-Funktionen des Betriebssystems werden genutzt.

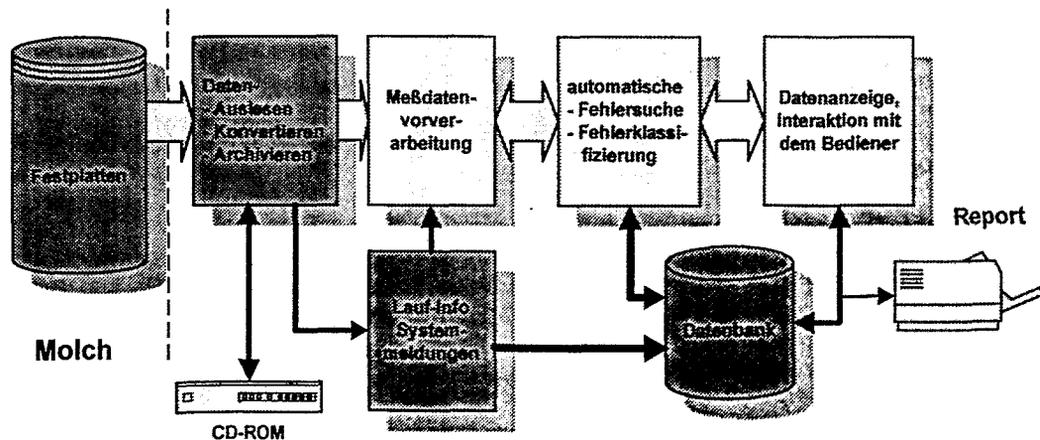


Abb. 1: Überblick über die einzelnen Bestandteile der Auswertung

Die Auswertung erfolgt halbautomatisch. Bestandteile der automatischen Datenauswertung sind die Vorverarbeitung, die Rohrbucherstellung, die Ereignisdetektion und die Fehlerklassifikation.

2. Vorverarbeitung

Die Vorverarbeitung dient der Erzeugung eines äquidistanten, rechtwinkligen Rasters (das ist nötig für die Bildverarbeitungsalgorithmen) sowie der Eliminierung von Sondertoleranzen.

3. Datenanzeige

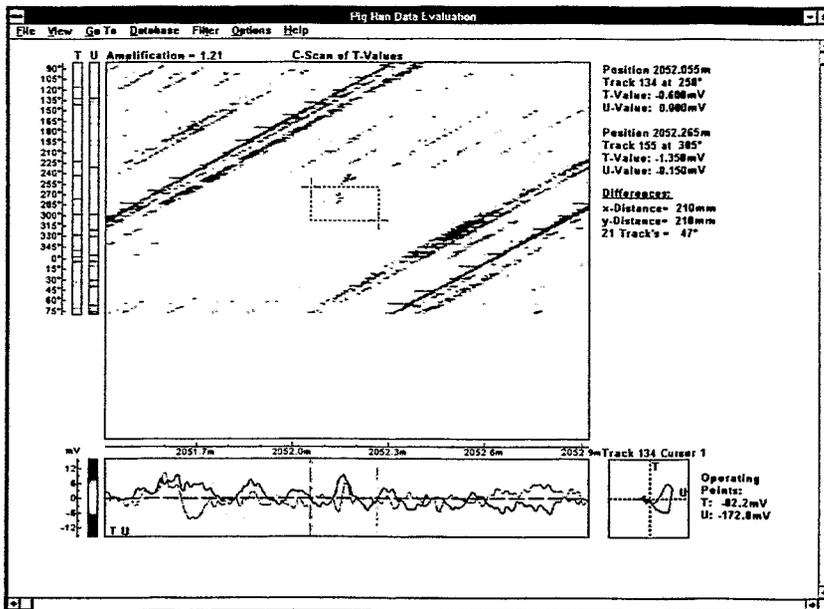
Es sind die Darstellung des C-Scan's eines kompletten Rohrabchnittes als Falschfarben-Anzeige (vom T-Signal, vom U-Signal, vom Betrag und von der Phase beider Signale), die Darstellung des Weg-Scan's einer Spur; (ebenfalls für alle Signale), die Darstellung der Ortskurve einer Spur (T über U) sowie die Darstellung der Sondenarbeitspunkte (relativ zueinander) möglich. Die Farbpalette kann ausgewählt und verändert werden. Die Anzeige eines Binärbildes ist möglich. Die Anzeigeverstärkung ist änderbar und es können verschiedene Zoomfaktoren in X- und Y-Richtung eingestellt werden.

Die Anzeige beinhaltet exakt beschriftete Skalen und 2 Bildcursoren mit Beschriftung und Distanzangaben. Die Werte der Sondenarbeitspunkte werden angezeigt.

Es gibt "Gehe zu Weg" und "Gehe zu Ereignis" - Funktionen, eine Anzeigezentrierung und ein Blättern um ein 2/3 Bild nach rechts oder nach links. Ein fortlaufendes Durchscrollen des Bildes nach rechts

oder nach links ist möglich.

Als Molch-spezifische Funktionen können ein manueller Kranzausgleich in der Anzeige und verschiedene Filter mit einstellbaren Parametern (Spike-Filter, Smooth-Tiefpaß, X-Hochpaß, Y-Hochpaß, 2D-Hochpaß, diagonalen Hochpaß) eingesetzt werden. Es können Einträge in die Datenbank vorgenommen werden und vorhandene Einträge ediert werden.



4. Automatische Rohrbucherstellung

Die automatische Rohrbucherstellung dient der Ermittlung aller Schweißnähte und deren exakter Positionen und trägt diese Informationen in die Datenbank ein.

Dazu erfolgt eine Unterdrückung des Untergrundes durch eine 2D-Hochpaß-Filterung und eine Tiefpaß-Filterung zur Unterdrückung von Störungen. Nach der Bildung des Betrages der beiden Signale und der Binärisierung der Daten erfolgt eine richtungssensitive Suche mit Schwellwertoperationen.

5. Automatische Ereignisdetektion

Die Aufgabe der automatischen Ereignisdetektion ist es, Ereignissen zu finden und zu beschreiben. Die Ereignisse können in Ergebnisdateien zur manuellen Auswertung gespeichert werden. Ebenso werden diese Informationen in die Datenbank eingetragen. Weiterhin werden die Ereignisse für den Klassifikator aufbereitet (Normierung).

Dazu erfolgt ebenfalls eine Unterdrückung des Untergrundes durch eine 2D-Hochpaß-Filterung und eine Tiefpaß-Filterung zur Unterdrückung von Störungen. Nach der Bildung des Betrages der beiden Signale wird eine Hochpaß-Filterung innerhalb der Spuren vorgenommen. Anschließend wird innerhalb einer Spur mit Schwellwertoperationen nach Ereignissen gesucht (Detektion eines Ereignisbeginns und eines Ereignisendes). Die Spurereignisse werden zu flächigen Ereignissen zusammengefaßt. Die flächigen Ereignisse werden in Ergebnisdateien gespeichert. Zur Speicherung in der Datenbank werden die Ereignisgeometrie und -lage, das Maximum des Ereignisses und weitere Parameter ermittelt. Für den Klassifikator erfolgt eine Normierung der Ereignisse bezüglich der Amplitude und der Länge.

6. Automatische Fehlerklassifikation

Die Klassifikation basiert auf einem k-Nächster-Nachbar-Klassifikator. Sie wird über die Ermittlung des Abstands des Signals zu den Repräsentanten vorgenommen. Es werden mehrere Repräsentanten pro Klasse genutzt. Die Klassifikation liefert eine Wahrscheinlichkeitsangabe für das Klassifikationsergebnis, die weiter verarbeitet werden kann (z.B. sicher erkannt, erkannt mit geringer Wahrscheinlichkeit, unsicher erkannt, es könnte evtl. auch eine andere Klasse sein (die angegeben wird), nicht erkannt).

Das Hauptproblem bei der Klassifikation ist das Anlernen. Dazu werden durch den Bediener Lernsignale vorgegeben. Beim k-Nächster-Nachbar-Klassifikator gibt es eine brauchbare Anfangslösung auch bei einer geringen Zahl angelernter Signale. Daraus werden automatisch über eine Clusterbildung die Repräsentanten für den Klassifikator gebildet. Wichtig ist, das die Repräsentanten und die Vorgehensweise des Klassifikators kontrollierbar sind (es ist noch möglich, den Einfluß der angelernten Signale auf das Klassifikationsergebnis festzustellen).

Überregionale Meßnetze

Rainer H. Wolf

Datenfernverarbeitung, Fernüberwachung und -wartung mit ISDN

Das Meßnetz

Messen - Steuern - Regeln.

In diesem Umfeld sind die Begriffe Datenfernübertragung - Datenfernverarbeitung - Fernwirken seit langem gebräuchlich und mehr oder weniger gut mit Inhalt erfüllt.

Gegen den großflächigen Einsatz der Fernverarbeitungstechniken standen meist hohe Kosten wegen langer Übertragungszeiten oder teurerer Leitungs-Mietgebühren.

Mit ISDN existiert nun ein Dienst mit vergleichsweise hoher Übertragungsgeschwindigkeit. Verbunden mit einer fortschrittlichen Rechnertechnik ergeben sich für die Datenfernverarbeitung neue Perspektiven.

Die Strukturen von Fernverarbeitungsnetzen sind weitgehend unabhängig von der Art der Datenübertragung: Die verteilten Datenquellen (i.a. Meßstellen) werden konfiguriert und liefern über eine Aufbereitungseinheit an einen Erfassungsrechner (Gruppen- oder Stationsrechner). Je nach Sensibilität der Daten kann dieser Rechner auch als Doppelrechnersystem ausgebildet sein.

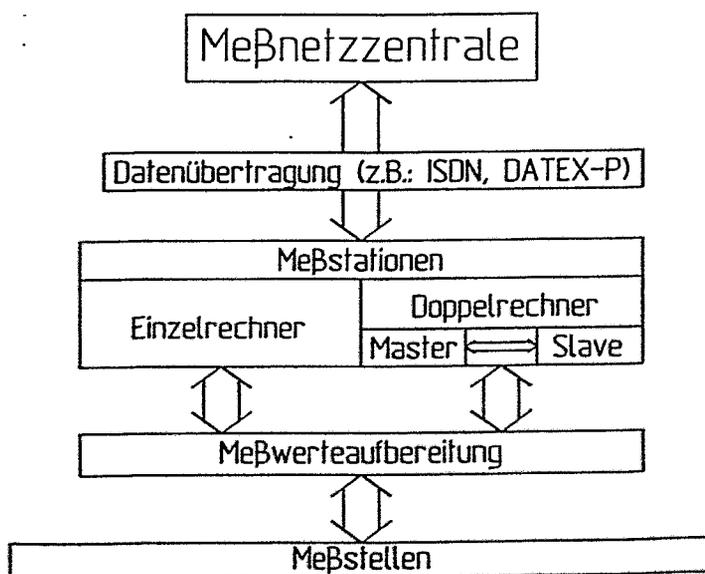
Die Zwischenspeicherung der Roh- oder vorverarbeiteten Daten erfolgt in der Regel auf dem Stationsrechner. Je nach Zweckmäßigkeit holt der zentrale Rechner die zwischengespeicherten Daten von den Stationsrechnern in vorgegebenen Zeitrastern ab oder die Stationsrechner senden die Daten zu festgelegten Zeiten zum Zentrale-Rechner.

Kosteneffizienz:

- schneller Verbindungsaufbau
- bundes- (europa-)weites Kommunikationsnetz
- günstige Grundgebühr
- 120 kByte Daten in 20 Sekunden übertragen
- keine Notwendigkeit für eine Daten-Standleitung

Fernwartung:

Das System ist grundsätzlich fernwartungsfähig. Ein Wartungsrechner kann neben dem Meßnetzzentrale-Rechner und davon unabhängig eingesetzt sein und für den reibungslosen Betrieb der Station bzw. Meßstellengruppen z.B. durch regelmäßiges Abarbeiten von Prüfroutinen, durch Fehlerstatistik und Empfehlungen zur vorbeugende Instandhaltung sorgen.



Die Meßnetzzentrale

Die Meßnetzzentrale bietet neben der Funktion als Datenspeicher und -verteiler für alle Netzteilnehmer die Möglichkeit der Fernbedienung, der Fernwartung und der Konfiguration aller angeschlossenen Meßstellen-Gruppen (Meßstationen). Zusätzlich können die Meßdaten einzelner Stationen in der Meßnetzzentrale angezeigt, verarbeitet, ausgewertet und gespeichert werden.

An den Rechner der Meßnetzzentrale können derzeit bis zu 255 Meßgruppen/-stationen angeschlossen werden. Voraussetzung: Meßnetzzentrale und jede Meßstation/-gruppe sind

mit einem Anschluß geeigneter Telekomdienste, wie ISDN oder DATEX-P, ausgerüstet.

In der Meßnetzzentrale steht das Bedienungsprogramm der Stationen mit erweiterten Funktionen zur Verfügung. Um eine Meßstation zu konfigurieren, wird die Oberfläche des Stationsmonitors auf dem Bildschirm der Zentrale dupliziert. Die Eingaben werden übertragen und sind dann in der Station wirksam.

Nach einem zuvor definierten Zeitschema werden die Daten der einzelnen Stationen automatisch abgerufen und gespeichert.

Stations-Überwachung	Stationsname: BRM1
17/03/1994 15:12:00 Daten auslesen !!!	Datei GDE.DAT geschrieben Datei ANA.DAT geschrieben PDF-Datei angelegt! KFÜ-Datei angelegt!
15:12:54 ND66/AIM Datenübertragungs-Fehler: 1637	
17/03/1994 15:14:00 Daten auslesen !!!	Datei GDE.DAT geschrieben Datei ANA.DAT geschrieben PDF-Datei angelegt! KFÜ-Datei angelegt!
15:14:54 ND66/AIM Datenübertragungs-Fehler: 1637	
17/03/1994 15:16:00 Daten auslesen !!!	Datei GDE.DAT geschrieben

Überwachungsbildschirm einer Meßstation

ANUCS Konfiguration Meßstelle 07 ** Wachlauf inaktiv **	
<M> Meßstellename : Windgeschwindigkeit	<S> Meßst. Status : MESSUNG
 Kurzbezeichnung : WTV	<E> physik. Einheit: m/s
<A> Alarm : AUS <P> HW-Port : A1	<Z> Auslese-Zyklus : 002 min
<W> Warnung : AUS <K> Portkanal : 06	
Alarmschwellwert in m/s	Plausibilitätskriterien in m/s
<1> unterer Grenzwert : 0.000E+00	<H> Sprunghöhe in % : 0100
<2> oberer Grenzwert : 0.000E+00	<V> untere Schwelle : 0.000E+00
	<T> obere Schwelle : 2.000E+02
Warnungsschwellwert in m/s	<N> Meßsignalbereich in mV
<3> unterer Grenzwert : 0.000E+00	<5> unterer Wert (von) : 0.000E+00
<4> oberer Grenzwert : 0.000E+00	<6> oberer Wert (bis) : 5.000E+00
<R> Schaltschwellwert für Relais : 0	Meßwertbereich in m/s
<0> unterer Grenzwert : 0.000E+00	<7> unterer Wert (von) : 0.000E+00
<U> oberer Grenzwert : 0.000E+00	<8> oberer Wert (bis) : 4.000E+01
<PgUp> bzw. <PgDn> Blättern	<0> Speichern + zurück in Menü

Konfigurationsmaske für eine Meßstelle

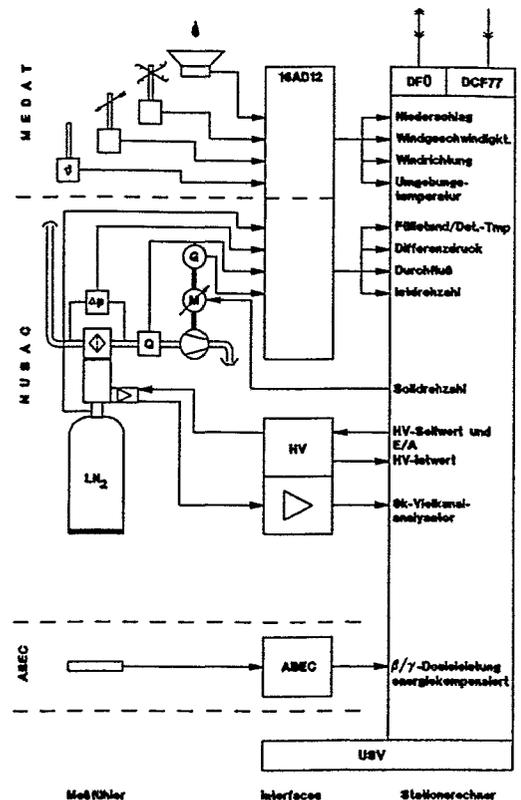
Die Meßstellengruppe / -station

Die Abarbeitung der Meßstellen in einer Meßstellengruppe/-station erfolgt vollautomatisch durch den Gruppenrechner unter dem Betriebssystem OS/2. Dieses ermöglicht durch Multitasking die gleichzeitige Arbeit mit Bedienungs- und Wartungsprogrammen. Dabei erfolgt eine automatische Protokollierung von Fehlern und Warnungen wahlweise auf dem Monitor, in einer Log-Datei oder/und auf dem Drucker.

Die Meßstation kann aktiv und passiv über geeignete Telekom-Dienste, wie ISDN und DATEX-P, mit der Meßnetzzentrale kommunizieren. Eine Fernbedienung und Fernwartung der Meßstation ist von der Meßnetzzentrale aus möglich.

Bei Bedarf kann zur Erhöhung der Betriebssicherheit der Einsatz eines Doppelrechnersystems vorgesehen werden.

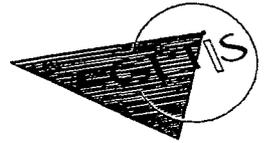
Jeder Meßstellengruppen/-stationsrechner ist in der Lage, (derzeit) die Daten von bis zu 64 Meßstellen aufzubereiten. Bis zu 16 wählbare Meßstellen kann man in einer Online-Anzeige, sowohl als Meßwerte als auch als Meßsignale, zur Anzeige bringen.



Beispiel einer Meßstellengruppe

On-line-Anzeige der 16 analogen Meßstellen einer Gruppe

A N U C S Istwert-Anzeige der Analog-Ports (c) GETIS GmbH Ilmenau			
1 LU_T 10.30 °C	2 LU_F 72.30 ‰	3 LU_D 1027 hPa	4 WI_V 12.4 m/s
5 IR_T 20.20 °C	6 IR_F 55.70 ‰	7 NSCH 0.90 mm	8 WI_R 326 Grad
9 BA_WT 25.80 °C	10 BA_LT 26.20 °C	11 BA_LF 86.34 ‰	12 n.b.
13 n.b.	14 n.b.	15 n.b.	16 n.b.

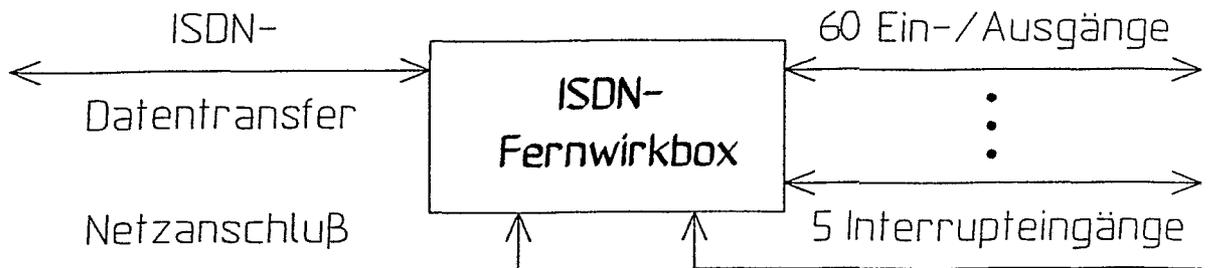


intelligente

ISDN-Fernwirkbox IIFW

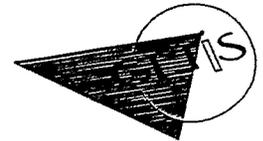
ISDN, der (nationale) integrierte Sprache- und Datendienst der Telekom ermöglicht u.a. Rechnerkopplung und damit Datenübertragung mit hoher Sicherheit bei großer Übertragungsgeschwindigkeit. Gleiches gilt auch für EURO-ISDN auf europäischer Ebene.

ISDN revolutioniert die Fernwirmöglichkeiten: waren bisher lediglich zeitabhängige Ein-/Aus-schaltvorgänge durchführbar, ermöglicht die neue Technik nunmehr die Durchführung interaktiver Programme, individuellen Programmwechsel, aktive Rückmeldung von Meßwerten und Zustandsbeschreibungen.



Die intelligente ISDN - Fernwirkbox ist besonders attraktiv für Anwendungen in personalarmen bzw. -losen Außenstellen und temporären Meßeinrichtungen unterschiedlichster Art.:

- * großräumig verteilte automatische Meßstationen in Industrieanlagen (z.B. Petrochemie)
- * Fertigungsüberwachung und Qualitätssicherung mit fertigungsintegrierten Prüfanlagen (z.B. Glashüttenindustrie, Autozulieferindustrie)
- * Prüfstandsteuerung und -überwachung
- * autom. Meßstationen in Umweltmeßnetzen (Metereologie, Boden-, Wasser-, Luftgüte usw.)
- * temporäre Meßeinrichtungen zur Feststellung von Umweltvergehen oder zur meßtechnischen Begleitung überwachungspflichtiger Maßnahmen



Geräteausführung

Die IIFW umfaßt in der Grundausrüstung einen Einplatinenrechner PC/x86, eine ISDN-Karte und eine Multifunktionskarte BUM V.4. Routinemäßig läuft die IIFW im Remote-Betrieb, zu Wartungszwecken sind Monitor- und Tastaturstecker vorhanden. Sicheren Betrieb gewährleistet eine auf der BUM V.4 untergebrachte Wachhundschtaltung: bei "verhaktem" Programm erfolgt ein Hardware-Reset, worauf der IIFW-Rechner wieder hochfährt.

Die Grundausrüstung der IIFW umfaßt

- * 60 Ein-/Ausgänge, die in 5 Gruppen zu je 8 und in 3 Gruppen zu je 1,5 x 4 Kanälen zusammengefaßt sind
- * 5 Interrupteingänge mit zuordenbarem IRQ
- * einen Ausgabetakt 1 ms
- * eine Wachhundschtaltung
- * Stecker-Netzteil

Die Erweiterung des Funktionsumfangs der IIFW wird einfach durch eine direkt ansteckbare Funktionsbox ermöglicht (siehe Datenblatt IIFW-Fxx).

Programmorganisation

So modular wie der Geräteaufbau zeigt sich auch die Programmstruktur:

Basisprogramm

- * Organisation des Datenflusses
- * Organisation der ISDN-Kommunikation
- * Überwachung der Datensicherheit und der Zugriffe

zeitgesteuerte Module

Hierunter fallen Programme, die in vorgegebenen Zeitraster definierte Aufgaben ausführen.

statusabhängige Module

Module, die nur unter bestimmten Bedingungen aus verschiedenen Ebenen heraus, oder über ISDN, aktiv oder inaktiv geschaltet werden können (z.B.: Alarmmodule, Servicemodule)

Erweiterungsmodule

- * Initialisierung des Busumsetzers für die spezifische Anwendung

- * spezielle Programme für die Steuerung und Bedienung der Peripheriegeräte

Hersteller:
GETIS GmbH
Ehrenbergstr. 31
D-98693 Ilmenau
Tel: 036771666727
Fax: 03677162983

Vertriebspartner:
COGIMESS GmbH
Breitenauer Straße 1
D-96484 Großwalbur
Tel.: 09566/9221-0
Fax.: 09566/922121

NUSS Ges.mbH
Ortstraße 18
A-2331 Vösendorf
Tel.: 0043-1-682320
Fax: 0043-1-695733

Technische Büros
Baden-Württemberg:
Postfach 1238/Mühlcaweg 2
D-76289 / 76297 Stutensee
Telefon: 072 44 / 9 18 12

Thüringen/Sachsen:
in Vorbereitung