

## Informatik-Fachberichte 231

---

Herausgeber: W. Brauer  
im Auftrag der Gesellschaft für Informatik (GI)

R. Henn K. Stieger (Hrsg.)

# PEARL 89 - Workshop über Realzeitsysteme

10. Fachtagung des PEARL-Vereins e.V.  
unter Mitwirkung von GI und GMA  
Boppard, 7./8. Dezember 1989  
Proceedings



Springer-Verlag  
Berlin Heidelberg New York  
London Paris Tokyo Hong Kong

**Herausgeber**

Richard K. H. Henn  
GPP Gesellschaft für Prozeßrechnerprogrammierung mbH  
Kolpingring 18 a, D-8024 Oberhaching

Klaus Stieger  
Universität der Bundeswehr München, Fakultät für Informatik  
Werner-Heisenberg-Weg 39, D-8014 Neubiberg

CR Subject Classification (1987): C.2.5, C.3, D.2.1-2, D.3.2

ISBN-13:978-3-540-51986-7 e-ISBN-13:978-3-642-75291-9

DOI: 10.1007/978-3-642-75291-9

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der Fassung vom 24. Juni 1985 zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1989

## Vorwort

Die Realzeit-Datenverarbeitung ist ein Zweig der Informatik, der zunehmend an Bedeutung gewinnt und nicht mehr als Spezialdisziplin angesehen werden kann. Die Bedeutung erklärt sich aus der Tatsache, daß die zunehmende Automatisierung vieler technischer Prozesse ohne den Einsatz von Rechnern nicht mehr möglich ist. Die Problemstellungen sind dabei vielschichtig. So ergeben sich in vielen Anwendungsgebieten Aufgabenstellungen, bei deren Lösung der Faktor Zeit eine essentielle Rolle spielt, die weit über reine Leistungsbetrachtungen hinausgeht. Häufig verschärft sich die Problematik noch durch hohe Sicherheitsanforderungen, die an die Systeme gestellt werden. Als weiterer Aspekt kommt die Interaktion zwischen Mensch und Maschine mit all den damit verbundenen Fehlerquellen hinzu. Außerdem erfordert die Lösung in der Regel die interdisziplinäre Zusammenarbeit von Informatikern und Ingenieuren unterschiedlicher Sparten. Einige Beispiele zeigen, daß sowohl alltägliche als auch "exotische" Applikationen mit hohem Sicherheitsrisiko mehr oder weniger harten Realzeitbedingungen unterliegen können: ABS im Auto, Steuerung und Überwachung von Flugzeugen im zivilen wie im militärischen Bereich, Automatisierung in der industriellen Fertigung und in der Verfahrenstechnik, interaktive Buchungs- und Informationssysteme, Verkehrsleitsysteme, Simulation etc. In einem Wortspiel läßt sich die Situation ganz gut beschreiben: Realzeitsysteme sind nicht nur Abbilder der realen Welt, sie interagieren auch mit ihr, und das unter Einhaltung von oft harten Realzeitbedingungen.

Vor wenigen Jahren noch war die Realzeit-Datenverarbeitung eine Domäne der klassischen Prozeßrechner. Heute ist das Spektrum der Rechner in diesem Gebiet viel breiter geworden. Es reicht vom Ein-Chip-Rechner zur Steuerung einfacher Vorgänge über den Bereich der offenen Bussysteme, die wegen ihrer guten Konfigurierbarkeit für komplexere Anwendungen eingesetzt werden, bis zu vernetzten Systemen, in denen oft sehr viele Rechner unterschiedlicher Leistungsklassen zusammenwirken. Selbst die ursprünglich für den Büroeinsatz konstruierten Personal Computer finden gelegentlich Verwendung, z.B. in den Labors bei der automatischen Durchführung von Versuchs- und Meßreihen.

Besonders in den USA wird seit einigen Jahren auf dem Gebiet der Realzeit-Datenverarbeitung intensiv geforscht. Die Mittel dafür stammen überwiegend aus dem militärischen Umfeld, was die - aus wissenschaftlicher Sicht bedauerndswerte - Folge hat, daß die Ergebnisse selten veröffentlicht werden.

In Deutschland, wo die Forschung in diesem Bereich eine vergleichsweise lange Tradition hat, beschäftigen sich Experten aus Hochschulen, Forschungseinrichtungen und der Industrie mit der Erarbeitung von Methoden für den ingenieurgerechten Aufbau und Einsatz von Realzeitsystemen. Einen Schwerpunkt dieser Bemühungen bildet seit 1969 die Entwicklung und Definition der Realzeitprogrammiersprache PEARL (Process and Experiment Automation Real-Time Language). Das Ergebnis dieser deutschen Sprachentwicklung, das unter technisch-wissenschaftlichen Aspekten einen internationalen Vergleich nicht zu scheuen braucht, führte 1982 zur Normung der Sprache - DIN 66 253.

Mit PEARL wird der Automatisierungsingenieur in die Lage versetzt, schnell, zuverlässig und eigenständig seine Realzeitprobleme anwendergerecht zu lösen. Die PEARL-Norm definiert dazu u.a. eine virtuelle Betriebssystemschnittstelle zur Steuerung nebenläufiger Aktivitäten und ermöglicht eine einheitliche Programmierung der Prozeßperipherie. Daher sind in PEARL geschriebene Programme in hohem Maß portabel, was die Wiederverwendbarkeit von Software fördert und zur Sicherung von Investitionen beiträgt. Dem Trend zu fehlertoleranten Mehrrechner-Systemen wurde mit der Entwicklung von Mehrrechner-PEARL DIN 66 253 Teil 3 Rechnung getragen. Zur Zeit wird an einer Überarbeitung von PEARL gearbeitet. Erste Ergebnisse liegen vor und werden in diesem Band unter dem programmatischen Titel PEARL 90 erstmals einer breiteren Öffentlichkeit präsentiert.

In diesem Zusammenhang ist auch die Gründung des PEARL-Vereins zu sehen, der inzwischen mit Unterstützung seiner Mitglieder einen wesentlichen Teil der Entwicklungsarbeit trägt. Das Interesse und die Aktivitäten des Vereins waren jedoch zu keinem Zeitpunkt auf PEARL beschränkt. Vielmehr hat sich in den zehn Jahren des Bestehens gezeigt, daß der Verein als Ansprechpartner für Fragen über den Einsatz von Rechnern in zeitkritischen Anwendungen anerkannt ist und an vielen Tagungen und Entwicklungen maßgeblich beteiligt war.

Mit seiner 10. Jahrestagung bietet der PEARL-Verein Nutzern und Erstellern von Realzeitsystemen wieder ein Forum an, auf dem über neue Trends und Entwicklungen vorgetragen und diskutiert wird. In den zurückliegenden zehn Jahren hat die Thematik nichts an Aktualität

verloren, im Gegenteil: Die Realzeit-Datenverarbeitung gewinnt in der Forschung und im industriellen Einsatz an Bedeutung. So ist diese Jubiläumsveranstaltung für uns nicht in erster Linie Anlaß, Rückschau zu halten, sondern vor allem eine Gelegenheit, mit neuem Schwung in die Zukunft zu blicken.

Die in diesem Band gesammelten Beiträge sind in fünf Themengruppen gegliedert:

- Realzeitsysteme in den 90er Jahren
- Rechnernetze in der Produktion
- PEARL: Anwendungen und Weiterentwicklung
- Standardbetriebssysteme und Realzeit
- Software Engineering in Realzeitprojekten

Wir danken allen Vortragenden für deren Bereitschaft, ihr Wissen zu vermitteln und somit die wesentlichen Inhalte der Tagung und dieses Bandes zu bestimmen, den Mitgliedern des Programmkomitees für die konstruktive Zusammenarbeit bei der Gestaltung des Programms, den bei der Vorbereitung der Tagung mitwirkenden Gesellschaften GI und GMA sowie allen mit der Organisation befaßten Personen. Für die Aufnahme des Tagungsbands in die Informatik-Fachberichte des Springer-Verlags danken wir dem Herausgeber und dem Verlag.

Veranstalter und Programmkomitee wünschen allen Beteiligten, daß die Themen und Inhalte der Vorträge ihren Erwartungen entsprechen. Darüber hinaus wollen wir durch den Workshop-Charakter der Tagung den intensiven Informationsaustausch unterstützen und so zu einer fundierten Meinungsbildung beitragen, die für eine qualifizierte wissenschaftliche Arbeit ebenso wichtig ist wie für die Entscheidungsfindung in industriellen Projekten.

München, im September 1989

R. Henn und K. Stieger

#### **Programmkomitee**

D. Eberitzsch, Bremen

H. Meyerhoff, Bremen

W. Gerth, Hannover

H. Rzehak, Neubiberg

R. Henn, Oberhaching (Vorsitz)

D. Sauter, München

A. Küchle, Friedrichshafen

H. Windauer, Lüneburg

K. Mangold, Konstanz

## Inhaltsverzeichnis

### **Einführungsvorträge**

- Schwerpunkte der internationalen Forschung im Bereich  
Echtzeitsysteme 1  
*W. A. Halang*
- Ist PEARL noch aktuell? 13  
*E. Kneuer, H. Windauer*

### **Rechnernetze in der Produktion**

- Bewertung von Polling-Verfahren in realzeitkritischen  
Fertigungsumgebungen 25  
*M. Schümmer*
- Der Zeitbedarf für Kommunikationsaufträge in MAP-Netzen 40  
*A. E. Elnakhal, H. Rzehak*
- CAM auf der Basis von IBM PS/2 im lokalen Netz -  
ein praktisches Beispiel 53  
*V. Tristram*
- Die ISO-Transaktionsverarbeitung als Grundlage für den  
Nachrichtenaustausch in Verteiltem PEARL 58  
*G. Heß, U. Bohnert, P. Holleczeck*

### **PEARL: Anwendungen und Weiterentwicklung**

- Betrieb, Fehlersuche und Erweiterungen bei einem zentralen  
Netzleitsystem der Stadtwerke Hannover AG 68  
*J. Rehmer, U. Gutt*
- PEARL in der hybriden Simulation 78  
*G. Seibert*
- Mehrrechner-PEARL - Ein Wegweiser zu Multiprozessor\_Ada? 90  
*K. Mangold*
- PEARL 90 - Die Weiterentwicklung von PEARL 99  
*K. Stieger*

### **Standardbetriebssysteme und Realzeit**

- Multitasking-Betriebssysteme für Realzeitanwendungen auf  
AT-kompatiblen Personal Computern 139  
*U. Berger, O. Eggenberger*

MS-DOS kontra Echtzeitdatenverarbeitung <i>B. Schönhoff</i>	149
Das Mikrocomputer-System SX mit seinem Echtzeit-UNIX- Betriebssystem SORIX - Ein System für die Realisierung von verteilten Automatisierungs-Aufgaben <i>W. Trennhaus</i>	157
<b>Software Engineering in Realzeit-Projekten</b>	
Applikative Beschreibungsmethoden in verteilten Prozeßsteuerungen <i>B. Igel</i>	172
Strukturierter Entwurf, Implementation und Validation eines Menü-geführten Identifikations-Programmpaketes auf einer PEARL-Engine <i>G. Thiele, D. Popovič, P. Baacke, P. Flügel, L. Renner</i>	196
Softwareentwurfsmethodik von Kommunikationsprotokollen <i>B. Haase</i>	210
Simulation und Rapid Prototyping für Realzeitanwendungen auf Spezifikationsebene <i>M. Popall</i>	231