ERFAHRUNGEN BEI DER PORTIERUNG EINES GROSSEN PEARL-PROGRAMMS

Klaus Landwehr, Jürgen Friedrich, Gisela Stumm, Lüneburg

Zusammenfassung:

Die Portierung großer PEARL-Programmsysteme ist, wie am Beispiel des offenen Prozeßdatenbanksystems BAPAS-DB gezeigt wird, effizient möglich. Im Rahmen von Anwendungsprojekten wurde BAPAS-DB von dem Entwicklungsrechner Siemens 330/R 30 auf Rechenanlagen vom Typ ATM 80-30/MR 80-20, CADMUS 9200 (Motorola 68.000), Siemens 300 CONCEPT 32 und Norsk Data NORD 100 portiert.
Die aufgetretenen Probleme sind im wesentlichen nicht compilerabhängig. PEARL hat sich dabei als gutes Werkzeug für die Portierung erwiesen, das zwar nicht alle Probleme löst, jedoch den Portierungsaufwand erheblich reduziert.

Summary:

The transport of large PEARL program systems can be realized in an efficient way as will be shown by the example of the open database system BAPAS-DB. In connection with application projects, BAPAS-DB was transferred from the Siemens 330/R 30 to computer systems such as ATM 80-30/MR 80-20, CADMUS 9200 (Motorola 68.000), Siemens 300 CONCEPT 32 and Norsk Data NORD 100. The problems which occurred are mainly not compiler dependent. PEARL has proved to be a suitable tool for portation. PEARL, however, does not solve all the problems, but it reduces the efforts of portation considerably.

1. Eigenschaften des PEARL-Programmiersystems

Bei dem portierten PEARL-System handelt es sich um das von Werum erstellte Datenbanksystem BAPAS-DB (Basis für Prozeßautomationssysteme - Datenbanksystem). Das offene Prozeßdatenbanksystem BAPAS-DB /1/ ist ein Echtzeit-Datenbanksystem, das speziell für den Einsatz in Prozeßautomationssystemen auf Mini- und Micro-Rechnern entwickelt wurde.

Erstellt wurde BAPAS-DB auf dem Prozeßrechner Siemens 330/R 30 mit dem Werum-PEARL-Compiler für Siemens 300/R 30 unter dem portablen PEARL-Betriebssystem BAPAS-K.

BAPAS-DB ist derzeit auf Siemens R 30 in mehreren Anwendungssystemen im Einsatz. So wird BAPAS-DB z.B. für die Datenhaltung bei der Überwachung der Fahrzeug-Produktion eines Automobilwerkes in zwei Werken verwendet. Bei diesen Produktionsüberwachungssystemen sind bis zu 13 Siemens R 30 - Rechner über Lichtleiter gekoppelt und es muß ein Datenvolumen von 200.000 Datensätzen in 16 Stunden (≙ 2 Schichten) verarbeitet werden. In der Produktionsruhezeit erstellt das Überwachungssystem Produktionsstatistiken, so daß in diesem System ein 24-Stunden-Betrieb gewährleistet sein muß. Ein weiteres Einsatzbeispiel von BAPAS-DB ist ein Bedien- und Beobachtungssystem auf Basis des Systems EAF-P2A des Fraunhofer-Instituts IITB, Karlsruhe /11/ .
Die wesentlichen Eigenschaften von BAPAS-DB für diese Einsätze sind /3/ :

Einsatz unter Echtzeitbedingungen

Anwenderprogramme und Bediener können zueinander konkurrierend auf die Datenbank zugreifen. Der Zugriff erfolgt prioritätsgesteuert, d.h. Zugriffe von wichtigen Funktionen "überholen" Zugriffe von Funktionen mit niederer Priorität.

Offenheit und Flexibilität

Bei Bedarf können Zugriffsverfahren durch ausgetauschte oder anwendungsspezifische Zugriffsverfahren neu eingefügt werden, ohne daß Änderungen in den Anwendungsprogrammen notwendig sind.
Simultan können verschiedene Dateien verschiedenen Zugriffsverfahren zugeordnet sein.

Problemorientierte Benutzerschnittstelle

Über die Datenbank-Abfragesprache kann der Benutzer im Dialog beliebige Daten miteinander verknüpfen und

abfragen, ohne daß sämtliche Suchkriterien schon bei der Installation der Datenbank berücksichtigt sein müssen. Die Abfragesprache läßt sich einfach an die speziellen "Sprachwünsche" der Anwender anpassen.

Datensicherheit, verteilte Systeme

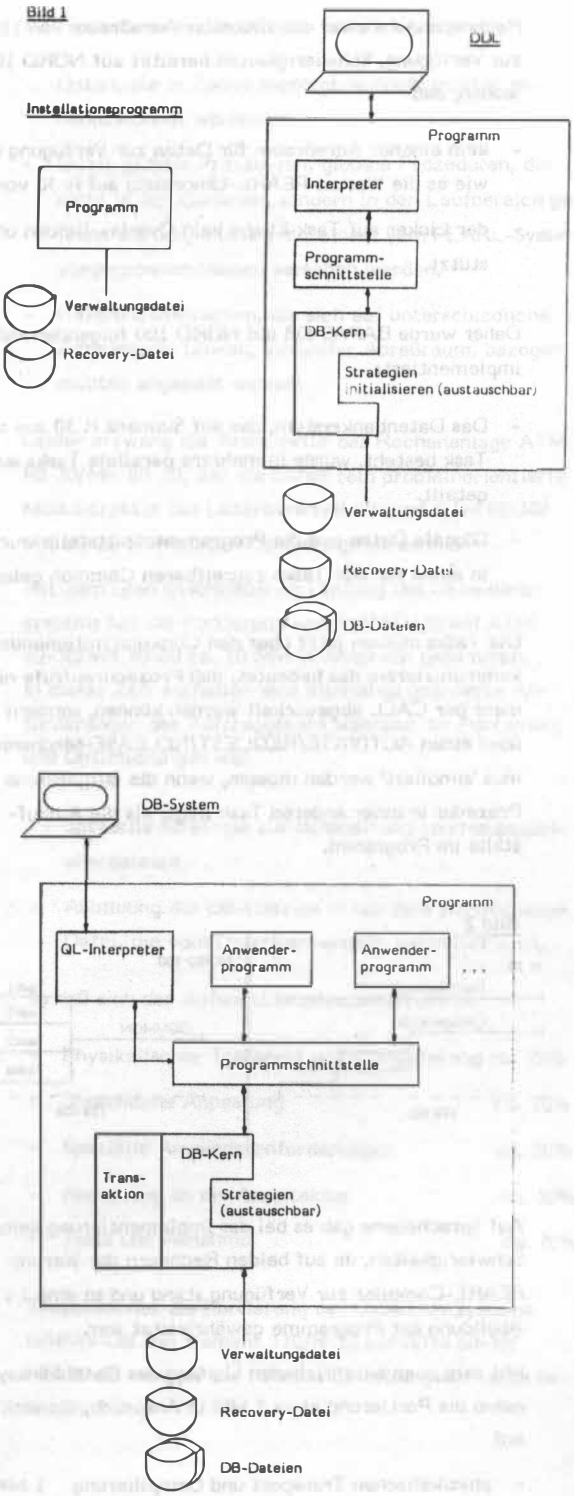
Die Konsistenz der Daten ist in allen Fällen, auch bei parallelen Schreibvorgängen, gewährleistet.
Ein automatischer Restart wird voll unterstützt, Sicherungsmaßnahmen gegen Datenverlust (doppeltes Schreiben, Logbuch, Sicherungspunkte) sind vorhanden.

Programmtechnisch besteht BAPAS-DB aus sieben logisch unterscheidbaren Programmteilen:

- Das Installationsprogramm kreiert die Arbeitsdatei, in der die Datenbankbeschreibung abgelegt wird sowie die Recovery-Dateien.
- Die Data Description Language (DDL) dient zur Beschreibung der Datenbank, mit der interaktiv über die Query Language oder über die Programmschnittstelle per Anwenderprogramm gearbeitet werden soll.
- Die Programmschnittstelle, über die vom Anwenderprogramm auf die Datenbank zugegriffen werden kann.
- Der BAPAS-DB-Kern ist die Arbeitsform des Datenbanksystems. Er besteht aus einem Satz von strategieunabhängigen Systemfunktionen.
- Die Strategien werden in den BAPAS-DB-Kern eingebettet und können, je nach Anwendungsproblem, ausgetauscht oder ergänzt werden.
- Die Query Language (QL) erlaubt einen interaktiven Zugriff vom Terminal auf die Datenbank.
- Die Transaktion zur Bearbeitung mehrerer Datensätze, die zu jedem Zeitpunkt in einem logisch konsistenten Zustand zueinander stehen müssen.

Unter Einbeziehung der Standard-Strategien FIFO/LIFO, HASH, INDSQL (indexsequentielles Verfahren) und BBAUM (B*Baum-Verfahren) umfaßt das vollständig in PEARL geschriebene Programmsystem ca. 45.000 Quellzeilen.

Bild 1



2. Portierung mit dem PEARL-Programmiersystem von Werum

2.1 Implementation auf NORD 100

Für die weitere Entwicklung des Datenbanksystems und den Einsatz bei Programmproduktionsumgebungen wurde das Datenbanksystem auf den Rechnertyp NORD 100 übertragen, auf dem der PEARL-Compiler von Werum zur Verfügung steht.

Zu bewältigen waren bei dieser Implementierung hauptsächlich die architekturellen Unterschiede der beiden Rechnertypen Siemens R 30 und NORD 100. Auf beiden

Rechnern steht zwar ein virtueller Adreßraum von 128 KB zur Verfügung, Schwierigkeiten bereitet auf NORD 100 jedoch, daß

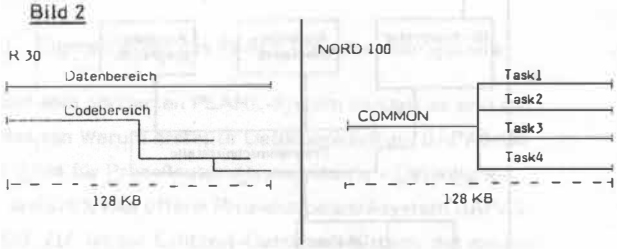
- kein eigener Adreßraum für Daten zur Verfügung steht, wie es die Werum-PEARL-Umgebung auf R 30 vorsieht,
- der Linker auf Task-Ebene kein Overlay-Binden unterstützt.

Daher wurde BAPAS-DB auf NORD 100 folgendermaßen implementiert:

- Das Datenbanksystem, das auf Siemens R 30 aus einer Task besteht, wurde in mehrere parallele Tasks aufgeteilt.
- Globale Daten und die Programmschnittstelle wurden in einen für alle Tasks zugreifbaren Common gelegt.

Die Tasks müssen jetzt über den Common miteinander kommunizieren; das bedeutet, daß Prozeduraufrufe nicht mehr per CALL abgewickelt werden können, sondern über einen ACTIVATE/REQUEST/RELEASE-Mechanismus 'simuliert' werden müssen, wenn die aufgerufene Prozedur in einer anderen Task liegt, als die Aufrufstelle im Programm.

Bild 2



Auf Sprachebene gab es bei der Implementierung keine Schwierigkeiten, da auf beiden Rechnern der Werum-PEARL-Compiler zur Verfügung stand und so eine 1 : 1-Abbildung der Programme gewährleistet war.

Mit dem oben beschriebenen Umfang des Datenbanksystems nahm die Portierung etwa 2 MM in Anspruch, die sich auf

- physikalischen Transport und Compilierung 1 MW
- Anpassung an die Architektur 5 MW
- Tests und Optimierungen 2 MW

verteilen.

2.2 Implementation auf PEARL Engine 68.000

Zur Erstellung einer Programmproduktionsumgebung und als Basis für größere Anwendungsprojekte wird BAPAS-DB auf der PEARL Engine 68.000 installiert /12/ .

Da für die Installation sowohl der Werum-PEARL-Compiler als auch das Werum-PEARL-Ablaufsystem benutzt werden, sind auf Sprachebene keine Schwierigkeiten aufgetreten. Da Beschränkungen des virtuellen Adreßraums erst im MB-Bereich auftreten, ist es möglich, BAPAS-DB im vollen Funktionsumfang linear zu installieren, so daß auch keine Probleme mit der Architektur des Rechners entstehen.

2.3 Implementation auf Siemens 300 CONCEPT 32

Im Rahmen des Prozeßwartensystems ISKAMATIC-P wurde BAPAS-DB als Datenbank für die Bildrechner auf den 32-Bit-Rechner CONCEPT 32 transportiert.

Die PEARL-Quellprogramme wurden dafür mittels des Werum-PEARL-IL1-PASCAL-Umsetzers auf einem Siemens 330-Rechner nach PASCAL umgesetzt. Die Implementation auf dem Zielrechner erfolgte über den PASCAL-Compiler der CONCEPT 32. Weiterhin war es notwendig, auf dem gleichen Weg das PEARL-Betriebssystem BAPAS-K auf CONCEPT 32 zu installieren, d.h. auch die PEARL-Umgebung mußte auf dem Zielrechner geschaffen werden.

Im Gegensatz zu den anderen Implementierungen waren durch den PASCAL-Weg mehr Vorarbeiten für den Transport zu leisten, die sich vor allem auf die folgenden Punkte konzentrierten:

- Anpassung des PEARL-IL1-PASCAL-Umsetzers an den PASCAL-Compiler der CONCEPT 32.
- Erstellung einer PEARL-Umgebung auf dem Zielrechner
- Anpassung der PEARL-Quellen an den PEARL-IL1-PASCAL-Umsetzer für eine optimale PASCAL-Codeerzeugung.

Da auf dem Zielrechner keine PEARL-Umgebung vorhanden war, ist ein detailierter Vergleich mit Transporten auf PEARL-Rechnern schwierig zu bewerten. Als Faustregel kann man jedoch feststellen, daß die Implementation um etwa 50% aufwendiger ist, als der Transport auf einen Rechner mit einer fremden PEARL-Umgebung.

3. Portierung mit einem fremden PEARL-Programmiersystem

Der für PEARL wohl interessanteste Fall der Portierung von BAPAS-DB war die Installation auf den Zielrechner

ATM 80-30/MR 80-20 mit dem PEARL-Programmiersystem von ATM.

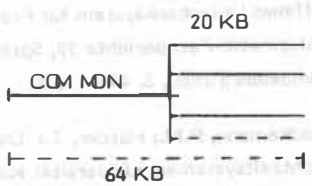
Anwendungshintergrund ist der Einsatz von BAPAS-DB als Datenbank für das System ARES /8/ .

Untersuchungen des PEARL-Systems der ATM 80-30/MR 80-20 ergaben, daß BAPAS-DB mit relativ geringem Aufwand auf diesem Rechner implementiert werden kann. Die Untersuchungen ergaben weiter, daß der "fremde" PEARL-Compiler wenig Anpassungen, die Architektur des Rechners jedoch Umstrukturierungen des Datenbanksystems erfordern würden, ohne aber die Programmablauflogik zu verändern.
Die hauptsächlich zu überwindenden Architekturmerkmale der ATM 80-30/MR 80-20 waren:

- Virtueller Adreßraum von nur 64 KB
- Keine Trennung von Code und Daten des ATM-PEARL-Compilers
- Kein Linker, der auf Task-Ebene Overlay-Binden unterstützt
- Begrenzter Speicherraum von 256 KB des Zielsystems für Datenbank und Anwendungsprogramme.

Ähnlich wie bei der Implementierung auf NORD 100 wurde daher das Datenbanksystem in mehrere parallele Tasks aufgeteilt.

Bild 3



Im Gegensatz zur Implementation auf NORD 100 konnten auf der ATM 80-30/MR 80-20 größere Datenmengen in sogenannten Zonensegmenten - spezielle, nur für Daten vorgesehene Adreßräume - abgelegt werden, so daß der Common entlastet wurde. Trotzdem standen für die einzelnen Tasks nur 20 KB Adreßraum zur Verfügung, so daß es nicht, wie auf der NORD 100, möglich war, den BAPAS-DB-Kern zu den Datenbank-Anwenderprogrammen hinzuzubinden. Der Kern mußte daher auch noch in Tasks aufgespalten werden. Zur Code-Optimierung war es auch notwendig, die logische modulare Struktur des Datenbanksystems zu verändern, um mit möglichst wenig PEARL-Moduln zu implementieren.

Auf Sprachebene gab es kaum Schwierigkeiten.

- Daten, die in Zonen abgelegt wurden, mußten gekennzeichnet werden.
- Quasi-globale Prozeduren, globale Prozeduren, die nicht in den Common, sondern in den Laufbereich geladen werden, mußten mit einem vom PEARL-System vorgegebenen Namen versehen werden.
- Referenzansprachen, die sich auf unterschiedliche Adreßräume (Zonen, virtueller Adreßraum) bezogen, mußten angepaßt werden.

Leider erzwang die Architektur der Rechenanlage ATM 80-30/MR 80-20, daß die bisher rein problemorientierte Modulstruktur des Datenbanksystems auf ATM 80-30/MR 80-20 architekturorientiert geworden ist.

Mit dem oben beschriebenen Umfang des Datenbanksystems hat die Portierung von BAPAS-DB auf ATM 80-30/MR 80-20 ca. 10 MM in Anspruch genommen. In dieser Zeit enthalten sind allerdings geänderte Anforderungen des Auftraggebers während der Portierung und Optimierungen wie

- Spezielle Strategie zur Bearbeitung von Hauptspeicherdateien
- Abbildung der DB-Dateien in nur eine physikalische Datei, die vom Datenbanksystem verwaltet wird,

so daß sich der Aufwand in etwa unterteilt in

- Physikalischer Transport und Compilierung ca. 10%
- Sprachliche Anpassung ca. 10%
- Spezielle Anwenderanforderungen ca. 20%
- Anpassung an die Architektur ca. 50%
- Tests und Abnahme ca. 20%

Trotzdem hat die Portierung des Datenbanksystems BAPAS-DB von Siemens 330/R 30 auf ATM 80-30/MR 80-20 weniger als 10% des Erstellungsaufwands beansprucht.

4. Ergebnis der Transporte

Für den Einsatz in Anwendungsprojekten wurde BAPAS-DB von der Mutterversion Siemens 330/R 30 auf Rechenanlagen folgender Typen portiert /4/ :

ATM 80-30/MR 80-20
PEARL Engine 68.000
Siemens 300 CONCEPT 32
Norsk Data NORD 100 .

In Vorbereitung ist die Implementierung auf Intel 8086.

Bei der Portierung wurden drei verschiedene Wege beschritten:

Portierung mittels des portablen PEARL-Compilers von Werum

Portierung mittels eines fremden PEARL-Compilers

Portierung mittels Sprachumsetzer von Werum (PEARL nach PASCAL).

Der Vergleich der Implementierungswege hinsichtlich der Übertragbarkeit von PEARL ergab:

Weg 1 : Transport mittels Werum-PEARL-Compiler /5/

Dieser Weg verursachte am wenigsten Probleme, da für alle Rechnertypen ein einheitlicher PEARL-Sprachumfang /6/ zur Verfügung steht und die Architektur-Unterschiede durch die Implementierung des identischen PEARL-Compilers bereits weitgehend ausgeglichen werden.

Weg 2 : Transport mittels fremdem PEARL-Compiler

Die Unterschiede des AEG-PEARL-Sprachumfangs zu dem von BAPAS-DB vorausgesetzten Sprachumfang wurden durch Umprogrammierung in den PEARL-Quellen von BAPAS-DB abgefangen. Die Änderungen betrafen fast ausschließlich Datendeklarationen (Typen und Strukturen) und nicht die Programmlogik.

Weg 3 : Transport mittels PASCAL-Compiler

Die Umsetzung von PEARL nach PASCAL war grundsätzlich möglich. Es war jedoch notwendig, eine Reihe ineffizienter PASCAL-Konstrukte durch Umprogrammierung in den PEARL-Quellen zu umgehen.

Folgende Probleme haben Einfluß auf Technik und Aufwand der Portierung:

- Effizienz und damit Echtzeitverhalten des Zielsystems
- Unterschiedliche Adreßräume (Adressierungsmöglichkeiten)
- Strukturierbarkeit der Programme im Zielsystem
- Bei fremden Compilern: Compiler-Beschränkungen.

Diese Probleme lassen sich dann weitgehend reduzieren, wenn auf dem Zielsystem ein effizientes PEARL-System zur Verfügung steht.

Kein wesentliches Problem war die Anpassung an die jeweilige E/A des Zielsystems.

Für den Portierungsaufwand bei größeren Programmsystemen sind zwei Fälle zu unterscheiden:

- Die Portierung auf ein leistungsfähigeres Zielsystem läßt geringeren Aufwand und wenig technische Probleme erwarten.
- Die Portierung auf ein weniger leistungsfähiges Zielsystem ist mit höherem Aufwand verbunden, und es sind technische Probleme in unterschiedlichem Ausmaß zu erwarten, es sei denn, daß ein leistungsfähiges PEARL-System auf diesem Zielsystem zur Verfügung steht.

Die Erfahrung bei der Portierung von BAPAS-DB hat jedoch gezeigt, daß in beiden Fällen mit einem Portabilitätsfaktor von mindestens 90% gerechnet werden kann, d.h. der Übertragungsaufwand war kleiner als 10% des ursprünglichen Erstellungsaufwands.
In dem für PEARL besonders interessanten Fall der Portierung von BAPAS-DB über einen fremden PEARL-Compiler wurden 70% des Übertragungsaufwands verursacht durch Datentransport und Anpassung an spezielle Anwenderanforderungen bzw. Rechner-Architektur und nur 30% durch Anpassung des PEARL-Programms an einen anderen PEARL-Compiler sowie Test und Abnahme.

Literatur :

/1/ Goede, K.; Landwehr, K.: BAPAS-DB - Ein portables offenes Datenbanksystem für Prozeßrechner. Informatik-Fachberichte 39, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg 1980, S. 443 - 452.

/2/ Lockemann, P.M.; Härder, T.: Datenhaltung in Echtzeitsystemen. Universität Karlsruhe 1981.

/3/ BAPAS-DB. User Manual, Werum GmbH, Reg. 3.2.1/8303/FB.

/4/ BAPAS-DB. Systemhandbücher ATM 80-30, CONCEPT 32, Werum GmbH.

/5/ Portables PEARL-Programmiersystem. Werum GmbH, Reg. 2.1.2/8301/EX.

/6/ Werum, W.; Windauer, H.: Introduction to PEARL. Vieweg, Wiesbaden 1982.

/7/ Landwehr, K.; Windauer, H.: Database Management Systems for Process Control. Computer in der Industrie, Proceedings of the European Workshop on Industrial Computer Systems, April 1983, Oldenbourg-Verlag, S. 37 - 46.

/8/ Krönig, D.: ARES - Artillerie-Raketen-Einsatzsystem. PEARL Rundschau Bd. 3, Nr. 4, S. 151 - 155, November 1982.

/9/ PEARL für Computersysteme ATM 80-30. ATM Computer GmbH.

/10/ ATMOS - Betriebssystem für Computersystem ATM 80-30. ATM Computer GmbH.

/11/ Hertlin, I.: Gekoppelte Methoden- und Echtzeitdatenbank: Ein neues Hilfsmittel zur Lösung von Automatisierungsaufgaben. FhG-Berichte 1/2, 1981, S. 55 - 58.

/12/ Schindler, F.; Windauer, H.: PEARL Engine 68.000. Tagungsband der PEARL-Tagung 1984.

Anschrift der Autoren

Dipl.-Math. Klaus Landwehr
Dipl.-Inform. Jürgen Friedrich
Dipl.-Inform. Gisela Stumm
Werum Datenverarbeitungssysteme GmbH
Glogauer Straße 2 A
2120 Lüneburg
Tel.: 04131/53066