

Ralf Steinmetz, Hermann Schmutz, Jürgen Nehmer:

[SSN90] aktuelles Schlagwort: Netz-Betriebssystem - verteiltes Betriebssystem. In:
Informatik Spektrum, Springer-Verlag, January 1990.

In jedem Heft werden unter dieser Rubrik aktuelle Begriffe aus der Informatik und ihren Anwendungsgebieten vorgestellt. Wir wollen damit dem Problem abhelfen, daß Begriffe, hinter denen sich neue Methoden und neue technische Verfahren verbergen, so wie es in der einschlägigen Fachpresse üblich ist, ohne nähere Erläuterung benützt werden. Aufgabe dieser Rubrik ist es, einige wenige Schlagwörter abzuhandeln, wobei eine Mischung aus Begriffen der technischen, praktischen und theoretischen Informatik sowie der Anwendungen angestrebt wird. Jeder Artikel soll ein oder zwei Literaturhinweise enthalten, die es dem Leser gestatten, sich detaillierter zu informieren.

Hinweise und Vorschläge aus dem Leserkreis werden uns helfen, möglichst aktuelle und interessante Beiträge zu veröffentlichen. Vorschläge nehmen Herr Dr. Dadam und Herr Prof. Herzog entgegen, die diese Rubrik verantwortlich betreuen.

Netz-Betriebssystem/verteiltes Betriebssystem

Durch die zunehmende Bedeutung verteilter Systeme treten in verstärktem Maße die Begriffe Netz-Betriebssystem [1] und verteiltes Betriebssystem [2, 3] auf. Diese beiden Betriebssystem-Konzepte unterscheiden sich von zentralen Organisationsformen, die beispielsweise in UNIX, VMS und MVS realisiert sind.*

Man kann verschiedene Stufen der Integration verteilter Systeme unterscheiden, die durch einen steigenden Grad der Kopplung zwischen den einzelnen Rechnerknoten gekennzeichnet sind.

Auf einem Rechner ohne jegliche Kommunikationskomponenten läuft ein autonomes lokales Betriebssystem (LOS). Heutige Rechner sind jedoch meistens an Netzwerke angeschlossen, typischerweise an lokale Netzwerke. Ein Beispiel für eine solche Konfiguration ist die Verbindung zwischen PC's und einem Großrechner: Zur Kommunikation mit dem Großrechner muß sich der Anwender vom PC aus zuerst dort anmelden. Anschließend kann er beispielsweise Dateien transferieren. Im allgemeinen Fall sind die beteiligten LOS unterschiedlich. Dies wird in Abb. 1 durch LOS A und LOS B ausgedrückt. Die entsprechenden Kommunikationskomponenten (KOM) basieren auf denselben Protokollen und sind in die jeweiligen LOS eingebettet. Eine Anwendung sieht in dem dargestellten *netzwerkfähigen Betriebssystem* die Funktionen des lokalen Betriebssystems (LOS-IF A bzw. B) erweitert um eine Kommunikations-Schnittstelle (KOM-IF). Eine eigenständige Kooperation der LOS findet nicht statt.

Der Übergang von nur kommunizierenden zu kooperierenden Systemen wird durch eine Erweiterung der autonomen lokalen Betriebssysteme erreicht. Durch diese Erweiterung wird den Betriebssystemen die Fähigkeit verliehen, im Zuge der Abwicklung von Funktionsaufrufen eigenständig miteinander zu kooperieren. Man spricht dann von *Netz-Betriebssystemen* (NOS, d.h. „network operating system“). Dabei können unterschiedliche LOS verbunden werden.

Ein Anwender muß sich in diesem Fall beispielsweise nicht explizit an dem anderen System anmelden, um einige

seiner Dienste zu verwenden. Ortstransparenz [3] ist dabei generell wünschenswert. Strukturtransparenz kann bei der Verarbeitung von Daten auf unterschiedlichen LOS durch das NOS hergestellt werden: Die Darstellung von Daten desselben Typs - beispielsweise reelle Zahlen - kann auf verschiedenen Rechnern unterschiedlich sein. Die Datentransformation wird in heterogenen Systemen von vielen Anwendungen benötigt und sollte als Dienst des NOS angeboten werden. Um bei der Transformation der Dateien eine typgemäße Interpretation zu gewährleisten, wird intern im NOS eine einheitliche Beschreibung verwendet (in OSI ASN.1), für die Konvertierungsroutinen existieren. Der Administrator jedes Rechners verwaltet autonom seine lokalen Betriebsmittel. Er bestimmt, wann wer in welchem Umfang Zugriffsrechte erteilt bekommt. Für alle im NOS integrierten Rechner gibt es keine zentrale Instanz, die sämtliche Zugriffsrechte aller Betriebsmittel verwaltet. Vielmehr ist die Verwaltung der Zugriffsrechte verteilt.

Ein *Multi-Image-Netz-Betriebssystem* ist in Abb. 2 dargestellt: Das NOS greift auf die entsprechende LOS-Schnittstelle (LOS-IF) und die Kommunikationsschnittstelle (KOM-IF) zu. Ein Anwendungsprogramm kann die Dienste des jeweiligen LOS verwenden und gleichzeitig verteilte Dienste über die NOS-Schnittstelle (NOS-IF A bzw. B) ansprechen. Bei unterschiedlichen LOS sind auch die NOS-Schnittstellen unterschiedlich. Beispielsweise könnte bei der Zusammenschaltung eines OS/2- und eines UNIX-Systems ein

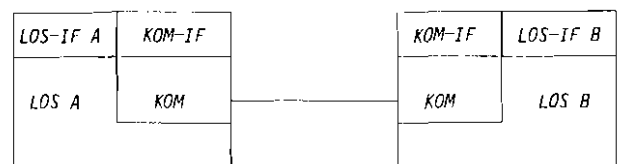


Abb. 1. Netzwerkfähige Betriebssysteme

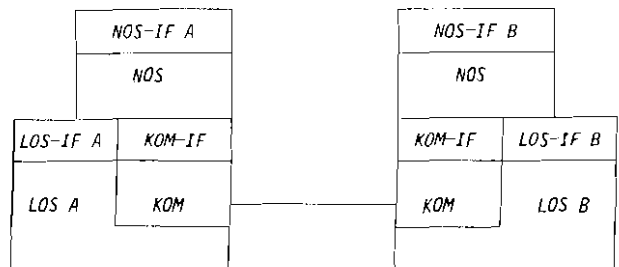


Abb. 2. Multi-Image-Netz-Betriebssystem

* In diesen Beitrag werden folgende eingetragenen Warenzeichen verwendet: AIX, PC-DOS, MVS, OS/2, VM/CMS von IBM (International Business Machines Corporation); UNIX von AT&T Bell Laboratories; VAX, VMS von DEC (Digital Equipment Corporation).

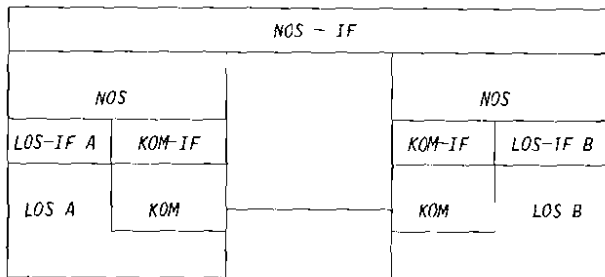


Abb.3. Single-Image-Netz-Betriebssystem

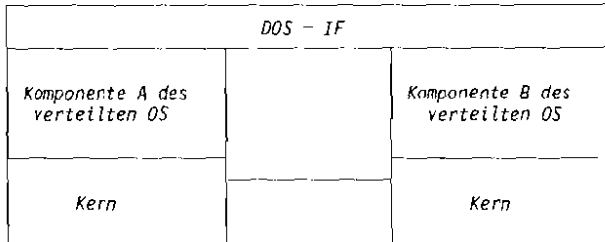


Abb.4. Verteiltes Betriebssystem

UNIX-Benutzer ein globales UNIX-Dateisystem, ein OS/2-Anwender ein globales OS/2-Dateisystem sehen. Das NOS würde die entsprechenden Konvertierungen von entfernten Dateistrukturen und ggf. auch -inhalten vornehmen.

Ein Beispiel für ein Multi-Image-NOS ist „DACNOS“ [1] (Distributed Academic Computing Network Operating System). DACNOS wurde im Rahmen des Kooperations-Projektes „HECTOR“ (Heterogeneous Computers Together) gemeinsam durch die Universität Karlsruhe und das Europäische Zentrum für Netzwerkforschung der Fa. IBM in Heidelberg entwickelt. Basierend auf der „Remote Service Call“-Schnittstelle [1] werden u. a. ein verteiltes Dateisystem, ein verteiltes Katalogsystem und eine Autorisierungskomponente als Dienste angeboten. Die „Remote Service Call“-Schnittstelle und die angebotenen Dienste ermöglichen eine einfache Implementierung verteilter Anwendungen. Es bestehen Prototyp-Implementierungen mit VMS auf VAX, VM/CMS auf IBM/370, PC-DOS auf IBM PC, AIX auf IBM RT und OS/2 auf IBM PS/2.

Wenn auf verschiedenen, autonomen LOS dieselbe einheitliche Funktionalität zur Verfügung gestellt wird, spricht man von einem *Single-Image-Netz-Betriebssystem* (s. Abb. 3). Damit haben Benutzer und Anwendungen auf allen Systemen dieselbe Systemschnittstelle (NOS-IF). Für Dateien bedeutet dies ein globales, einheitliches Dateisystem. Beispielsweise würde dann überall ein UNIX-Dateisystem angeboten, obwohl das LOS VMS sein könnte. Die lokalen LOS werden verdeckt. Ein Vertreter dieser Systemkategorie ist das NetWare-Betriebssystem von Novell.

Die bisher beschriebenen Netz-Betriebssysteme werden auf der Basis bestehender autonomer Systeme realisiert. Sie benötigen immer ein Wirtssystem, das LOS. Ein grundsätzlich anderer Weg wird mit einem *verteiltten Betriebssystem* [2, 3]

beschritten (DOS = Distributed Operating System). Anstelle eines Verbundes von autonomen LOS wird hier ein Betriebssystem in funktionale Komponenten aufgespalten, die auf Rechnerknoten verteilt werden. Die Funktionalität des verteilten Betriebssystems wird durch Kooperation zwischen den spezialisierten Funktionskomponenten hergestellt. Typische Funktionskomponenten sind z. B. Datei-Server und Druck-Server. Rechnerknoten, auf denen Anwendungsprogramme ablaufen, stellen eine identische Sicht auf das verteilte Betriebssystem in Form der Schnittstelle DOS-IF in Abb. 4 zur Verfügung.

Die Realisierung verteilter Betriebssysteme setzt gewöhnlich einen identischen Betriebssystemkern pro Rechnerknoten voraus.

Die herausragenden Merkmale verteilter Betriebssysteme sind:

1. Vermeidung unnötiger Replikation von Betriebssystemcode auf jedem Knoten;
2. Wegfall der Autonomie eines Rechnerknotens;
3. der Begriff „Ortstransparenz“ verliert seinen Sinn, da die Charakterisierungen „lokal“ und „entfernt“ nicht mehr definiert sind.

Ein bekannter Vertreter verteilter Betriebssysteme ist das V-System [4]. Der V-Kernel wurde an der Stanford University entwickelt und läuft dort seit September 1982 auf SUN und μ VAX. Die minimale Funktionalität des Kerns beschränkt sich im wesentlichen auf eine effektive Inter-Prozeß-Kommunikation, die Speicherorganisation, das Prozeßmanagement und ein einheitliches Zugriffsverfahren auf Ein- und Ausgabegeräte. Eine Kopie dieses Kerns befindet sich auf jedem Rechnerknoten. Bemerkenswert ist, daß beispielsweise das Dateisystem und die Zugriffsrechte als gewöhnliche Prozesse oder Dienste betrachtet werden. Ein Benutzer arbeitet dann typischerweise an einer Workstation ohne jeglichen Sekundärspeicher, und seine Daten liegen auf einem entfernten Dateiserver.

Abschließend sei noch bemerkt, daß die verwendete Software und nicht die Hardware bestimmt, ob es sich um netzwerkfähige Betriebssysteme, Single-Image NOS, Multi-Image NOS oder DOS handelt. Dabei sind die Grenzen nicht immer eindeutig. Ein netzwerkfähiges Betriebssystem und ein NOS verwenden bestehende Hardware und Betriebssysteme. Ein verteiltes Betriebssystem setzt eine Neukonstruktion voraus.

R. Steinmetz, H. Schmutz (Heidelberg)
J. Nehmer (Kaiserslautern)

Literatur

1. Krüger, G., Müller, G. (eds.): HECTOR, Heterogeneous Computers Together, Vol. II: Basic Projects. Berlin: Springer 1988
2. Nehmer, J.: Verteilte Systeme, Einführung in die Thematik. Informationstechnik 29, 377-378 (1987)
3. Tanenbaum, A. S., Renesse, R. van: Distributed Operating Systems. ACM Comput. Surv. 17, 419-470 (1985)
4. Cheriton, D. R.: The V Distributed System. Commun. ACM 31, 314-333 (1988); siehe auch Stumm, M.: Verteilte Systeme: Eine Einführung am Beispiel V. Info.-Spekt. 10, 246-261 (1987)