

|                                                                                                  |                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div>Vorlesung</div> <div>Systemprogrammierung I</div> <div>Wintersemester 1997/98 (10320)</div> |                                                                                                                                                                     |
| SP I                                                                                             | <div>Systemprogrammierung I</div> <div>© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997</div> <div>0-Tile.doc (1997-11-10 13:47)</div> <div>A-1</div> |

Reproduction of the article for use in teaching or learning is permitted by the University of Erlangen-Nürnberg, subject to the conditions of the license.

|                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div>A Organisatorisches</div>                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| A.1                                                               | <div>Dozent</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Dr.-Ing. Franz J. Hauck, IMMD IV (Lehrstuhl für Betriebssysteme)</li> <li>♦ <a href="mailto:hauck@informatik.uni-erlangen.de">hauck@informatik.uni-erlangen.de</a></li> </ul>                                 |
|                                                                   | <div>Vorlesung</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ „Systemprogrammierung I“</li> <li>♦ Grundlagen der Betriebssysteme (eingeschränkt auf Monoprozessoren)</li> <li>♦ für Studierende der Fachrichtung Informatik im 3. Semester und einige weitere</li> </ul> |
| <div>Termine: Mi. und Do. von 16.15 bis 17.45 im H4 (4 SWS)</div> |                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| SP I                                                              | <div>Systemprogrammierung I</div> <div>© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997</div> <div>A-Orig.doc (1997-11-12 11:13)</div> <div>A.1</div>                                                                                                      |

Reproduction of the article for use in teaching or learning is permitted by the University of Erlangen-Nürnberg, subject to the conditions of the license.

|                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div>A.1 Vorlesung (2)</div> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| SP I                         | <div>Skript</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ zwei Alternativen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Folien der Vorlesung werden im WWW zur Verfügung gestellt und können selbst ausgedruckt werden</li> <li>• Folien werden kopiert und vor der Vorlesung ausgegeben; Gutscheinverkauf in den ersten Übungen; Kosten 10,00 DM</li> </ul> </li> <li>♦ weitergehende Informationen zum Nachlesen findet man am besten in der angegebenen Literatur</li> </ul> |
|                              | <div>URL zur Vorlesung</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ <a href="http://www4.informatik.uni-erlangen.de/LehreWS97V_SP1/">http://www4.informatik.uni-erlangen.de/LehreWS97V_SP1/</a></li> <li>♦ hier findet man Termine, Folien zum Ausdrucken und evtl. Zusatzinformationen</li> </ul>                                                                                                                                                                           |
| SP I                         | <div>Systemprogrammierung I</div> <div>© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997</div> <div>A-Orig.doc (1997-11-12 11:13)</div> <div>A.2</div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

Reproduction of the article for use in teaching or learning is permitted by the University of Erlangen-Nürnberg, subject to the conditions of the license.

|                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div>A.1 Vorlesung (3)</div> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| SP I                         | <div>Literatur</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ A. Silberschatz; P. B. Galvin: Operating Systems Concepts. 4th Edition, Addison-Wesley, 1994.</li> <li>♦ A. S. Tanenbaum: Modern Operating Systems, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1992.</li> <li>♦ R. W. Stevens: Advanced Programming in the UNIX Environment. Addison-Wesley, 1992.</li> <li>♦ A. Hieronymus: UNIX - Systemarchitektur und Programmierung. Vieweg, 1993.</li> </ul> |
|                              | <div>Systemprogrammierung I</div> <div>© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997</div> <div>A-Orig.doc (1997-11-12 11:13)</div> <div>A.3</div>                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

Reproduction of the article for use in teaching or learning is permitted by the University of Erlangen-Nürnberg, subject to the conditions of the license.

## A.1 Vorlesung (4)

- Live-Übertragung nach Nürnberg
- Rückmeldungen und Fragen
- ◆ Gute Vorlesung kann nicht entstehen, wenn nur Informationen vom Dozent zu den Hörern fließen!
- ◆ Machen Sie mich auf Fehler aufmerksam!
- ◆ Stellen Sie Fragen!
- ◆ Nutzen Sie außerhalb der Vorlesung die Möglichkeit elektronische Post zu versenden: [hauck@informatik.uni-erlangen.de](mailto:hauck@informatik.uni-erlangen.de) !

SP I

Systemprogrammierung I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997

A-Orig.doc (1997-11-12 11:13)

A.4

Reproduktion oder andere Verwendung dieser Vorlesung stellt ein Verstoß gegen die Urheberrechte dar. Die Weitergabe ist ohne schriftliche Genehmigung der Universität Erlangen-Nürnberg untersagt.

## A.2 Übungen

- Verantwortlich für die Übung
- ◆ Dr.-Ing. Jürgen Kleinöder
- ◆ Dipl.-Inf. Martin Steckermeier
- ◆ Dipl.-Inf. Michael Golm
- ◆ und studentische Hilfskräfte
- Inhalt
- ◆ Betriebssystemsmittstelle des UNIX Betriebssystems
- ◆ Umgang mit sogenannten „System calls“
- ◆ Umgang mit den in der Vorlesung vorgestellten Betriebssystemkonzepten

SP I

Systemprogrammierung I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997

A-Orig.doc (1997-11-12 11:13)

A.5

Reproduktion oder andere Verwendung dieser Vorlesung stellt ein Verstoß gegen die Urheberrechte dar. Die Weitergabe ist ohne schriftliche Genehmigung der Universität Erlangen-Nürnberg untersagt.

## A.2 Übungen (2)

- Schein
- ◆ wird auf die Lösung von Übungsaufgaben vergeben
- ◆ Mindestpunktzahl jeweils für die Aufgaben vor und nach Weihnachten erforderlich
- ◆ Aufgaben sollten in Gruppen zu zwei Personen gelöst werden
- ◆ Mitglieder einer Zweiergruppe müssen an der selben Tafelgruppe teilnehmen
- Aufteilung
- ◆ Tafelübung – 2 SWS
- ◆ Rechnerübung – 2 SWS
- Anmeldung zur Übung und Einteilung in die Übungsgruppen
- ◆ „login: span“ an allen CIP-Workstations der Informatik

SP I

Systemprogrammierung I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997

A-Orig.doc (1997-11-12 11:13)

A.6

Reproduktion oder andere Verwendung dieser Vorlesung stellt ein Verstoß gegen die Urheberrechte dar. Die Weitergabe ist ohne schriftliche Genehmigung der Universität Erlangen-Nürnberg untersagt.

## A.2 Übungen (3)

- Tafelübungen
- ◆ Mo. 10:00 - 12:00 Raum 00.151
- ◆ Mo. 12:00 - 14:00 Raum 2.038
- ◆ Mo. 14:00 - 16:00 Raum 0.031
- ◆ Mo. 16:00 - 18:00 Raum 00.151
- ◆ Di. 10:00 - 12:00 Raum 0.031
- ◆ Di. 12:00 - 14:00 Raum 0.031
- ◆ Besprechung von Übungsaufgaben
- ◆ Klärung offener Fragen
- ◆ Vermittlung ergänzender Informationen

SP I

Systemprogrammierung I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997

A-Orig.doc (1997-11-12 11:13)

A.7

Reproduktion oder andere Verwendung dieser Vorlesung stellt ein Verstoß gegen die Urheberrechte dar. Die Weitergabe ist ohne schriftliche Genehmigung der Universität Erlangen-Nürnberg untersagt.

## A.2 Übungen (4)

- Rechnerübungen
- ◆ ~~Mo. 10:00 - 12:00 Raum 01.155~~ Mi. 08:00 - 10:00 Raum 01.155
- ◆ Mo. 16:00 - 18:00 Raum 01.155
- ◆ Di. 16:00 - 18:00 Raum 01.155
- ◆ Lösung der Übungsaufgaben
- ◆ Raum 01.155 ist reserviert (Vorrang am Rechner für Übungsteilnehmer)
- ◆ Übungsleiter steht für Fragen zur Verfügung

SP I

Systemprogrammierung I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997

A-Orig.doc 1997-11-12 11:13

Reproduzieren oder Verwenden dieser Vorlesung ist ohne Genehmigung der Universität Erlangen-Nürnberg strafbar. Jeder der Zustimmung des Autors.

A.8

## B Einführung

### B.1 Was sind Betriebssysteme?

- DIN 44300
- ◆ „...die Programme eines digitalen Rechensystems, die zusammen mit den Eigenschaften der Rechenanlage die **Basis der möglichen Betriebsarten** des digitalen Rechensystems bilden und die insbesondere die **Abwicklung von Programmen steuern und überwachen**.“
- Tanenbaum
- ◆ „...eine Software-Schicht ..., die alle Teile des Systems verwaltet und dem Benutzer eine Schnittstelle oder eine *virtuelle Maschine* anbietet, die einfacher zu verstehen und zu programmieren ist [als die nackte Hardware].“

SP I

Systemprogrammierung I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997

B-Intro.doc 1997-11-07 11:48

Reproduzieren oder Verwenden dieser Vorlesung ist ohne Genehmigung der Universität Erlangen-Nürnberg strafbar. Jeder der Zustimmung des Autors.

B.1

## B.1 Was sind Betriebssysteme? (2)

- Silberschatz/Galvin
- ◆ „... ein Programm, das als Vermittler zwischen Rechnernutzer und Rechner-Hardware fungiert. Der Sinn des Betriebssystems ist eine Umgebung bereitzustellen, in der Benutzer bequem und effizient Programme ausführen können.“
- Brinch Hansen
- ◆ „... der Zweck eines Betriebssystems [liegt] in der Verteilung von Betriebsmitteln auf sich bewerbende Benutzer.“
- ★ Zusammenfassung
- ◆ Software zur Betriebsmittelverwaltung
- ◆ Bereitstellung von Grundkonzepten zur statischen und dynamischen Strukturierung von Programmsystemen

SP I

Systemprogrammierung I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997

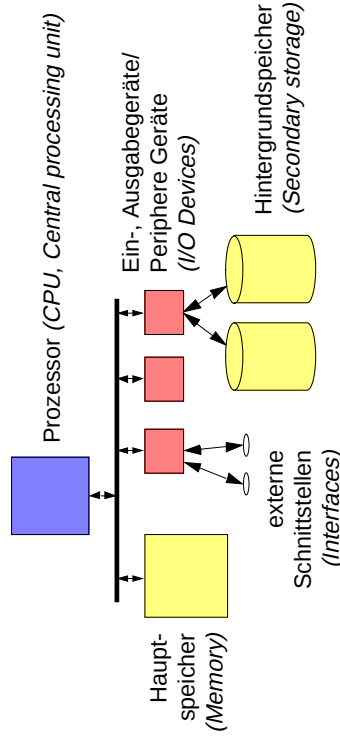
B-Intro.doc 1997-11-07 11:48

Reproduzieren oder Verwenden dieser Vorlesung ist ohne Genehmigung der Universität Erlangen-Nürnberg strafbar. Jeder der Zustimmung des Autors.

B.2

## 1 Verwaltung von Betriebsmitteln

- Betriebsmittel



SP I

Systemprogrammierung I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997

B-Intro.doc 1997-11-07 11:48

Reproduzieren oder Verwenden dieser Vorlesung ist ohne Genehmigung der Universität Erlangen-Nürnberg strafbar. Jeder der Zustimmung des Autors.

B.3

## 1 Verwaltung von Betriebsmitteln (2)

- Resultierende Aufgaben
  - ◆ Multiplexen von Betriebsmitteln für mehrere Benutzer bzw. Anwendungen
  - ◆ Schaffung von Schutzumgebungen
- Ermöglichung einer koordinierten gemeinsamen Nutzung von Betriebsmitteln, klassifizierbar in
  - ◆ aktive, zeitlich aufteilbare (Prozessor)
  - ◆ passive, nur exklusiv nutzbare (periphere Geräte, z.B. Drucker u.ä.)
  - ◆ passive, räumlich aufteilbare (Speicher, Plattenspeicher u.ä.)
- Unterstützung bei der Fehlererholung

# sp I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997

B-Intro.doc 1997-11-07 11.48

## B.4

Beim Gebrauch jeder Art aller Verwendungen dieser Urkunde, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

## 2 Schnittstellen

- Betriebssystem soll Benutzervorstellungen auf die Maschinengegebenheiten abbilden
- ◆ Bereitstellung geeigneter Abstraktionen und Schnittstellen für
  - Benutzer:** Dialogbetrieb, graphische Benutzeroberflächen
  - Anwendungsprogrammierer:** Programmiersprachen, Modularisierungshilfen, Interaktionsmodelle (Programmiermodell)
  - Systemprogrammierer:** Werkzeuge zur Wartung und Pflege
  - Operateure:** Werkzeuge zur Gerätebedienung und Anpassung von Systemstrategien
  - Administratoren:** Werkzeuge zur Benutzerverwaltung, langfristige Systemsteuerung
  - Programme:** „*Supervisor calls (SVC)*“
  - Hardware:** Gerätetreiber

# sp I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997

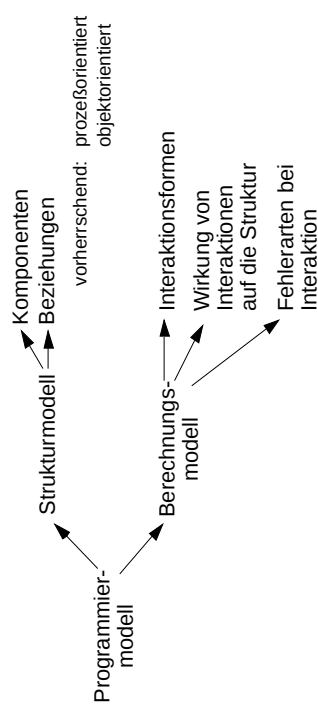
B-Intro.doc 1997-11-07 11.48

## B.5

Beurteilung dieser Art oder Verwerfung dieser Urteilung auf der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors

### 3 Programmiermodelle

- ◆ Keine Notwendigkeit genauer Kenntnisse über Hardwareeigenschaften und spezielle Systemsoftwarekomponenten
- ◆ Schaffung einer begrifflichen Basis zur Strukturierung von Programmsystemen und ihrer Ablaufsteuerung



**1 ds**

# Systemprogrammierung I

uck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997

B-Intro.doc 1997-11-07 11.48

Reinhold Meier, *Die Art der Verwissenschaftlichung der Unterhaltung: an der Grenze zwischen Unterhaltung und Literatur*, Berlin: Suhrkamp, 2010, 198,- €.

### 3 Programmiermodelle (2)

- Beispiele für Strukturkomponenten
  - ◆ Dateien (Behälter zur langfristigen Speicherung von Daten)
  - ◆ Prozesse (in Ausführung befindliche Programme)
  - ◆ Klassen (Vorlagen zur Bildung von Instanzen)
  - ◆ Instanzen
  - ◆ Prozeduren
  - ◆ Sockets (Kommunikationsendpunkte, "Kommunikationssteckdosen")
  - ◆ Pipes (Nachrichtenkanäle)
- Beispiele für Beziehungen
  - ◆ A kann B referenzieren, beauftragen, aufrufen, modifizieren
  - ◆ Pipe P verbindet A und B

ids

# Systemprogrammierung I

uck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997

B-Intro.doc 1997-11-07 11.48

Reproduktion jeder Art oder Vermehrung dieser Unterlinge, aufßer zu Lehrzwecken in der Universitätsbibliothek, bedarf der Zustimmung des Autors.

### 3 Programmiermodelle (3)

- Beispiele für Interaktionsformen
  - ◆ Prozedur-(Methoden-)Aufruf
  - ◆ Nachrichtenaustausch
  - ◆ Gemeinsame Speichernutzung
- Wirkung von Interaktionen auf die Struktur
  - ◆ Erzeugung und Tilgung von Prozessen
  - ◆ Instantiierung
- Fehlerarten bei Interaktion
  - ◆ Verlust, Wiederholung oder Verspätung von Nachrichten
  - ◆ Abbruch aufgerufener Methoden

SP I

Systemprogrammierung I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997

B-Intro.doc 1997-11-07 11:48

B.8

Reproduktion oder andere Verwendung dieser Vorlesung ist ohne schriftliche Genehmigung der Universität Erlangen-Nürnberg strafbar.

### 4 Ablaufmodelle

- Realisierungen von Ablaufumgebungen
- Bereitstellung von Hilfsmitteln zur Bearbeitung von Benutzerprogrammen und zur Steuerung ihrer Abläufe.
  - ◆ Laden und Starten von Programmen
  - ◆ Überwachung des Programmablaufs
  - ◆ Beenden und Eliminieren von Programmen
  - ◆ Abrechnung (*Accounting*)

SP I

Systemprogrammierung I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997

B-Intro.doc 1997-11-07 11:48

B.9

Reproduktion oder andere Verwendung dieser Vorlesung ist ohne schriftliche Genehmigung der Universität Erlangen-Nürnberg strafbar.

### 5 Implementierung

- Umfang zehntausende bis mehrere Millionen Befehlszeilen
- Verschiedene Strukturkonzepte
  - ◆ monolithische Systeme
  - ◆ geschichtete Systeme
  - ◆ Minimalkerne
  - ◆ offene objektorientierte Systeme

SP I

Systemprogrammierung I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997

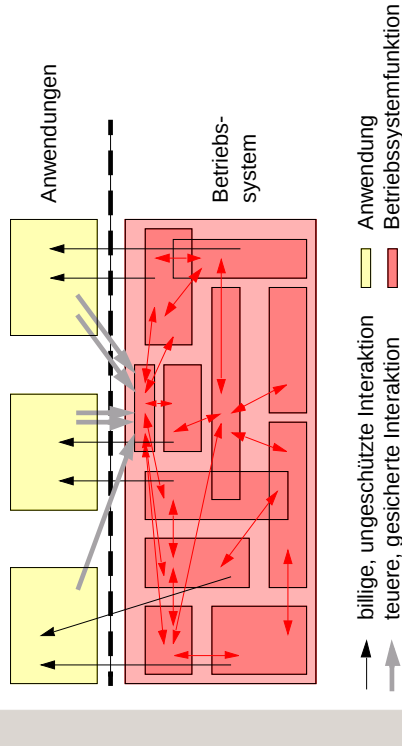
B-Intro.doc 1997-11-07 11:48

B.10

Reproduktion oder andere Verwendung dieser Vorlesung ist ohne schriftliche Genehmigung der Universität Erlangen-Nürnberg strafbar.

### 5 Implementierung (2)

- Monolithische Systeme



SP I

Systemprogrammierung I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997

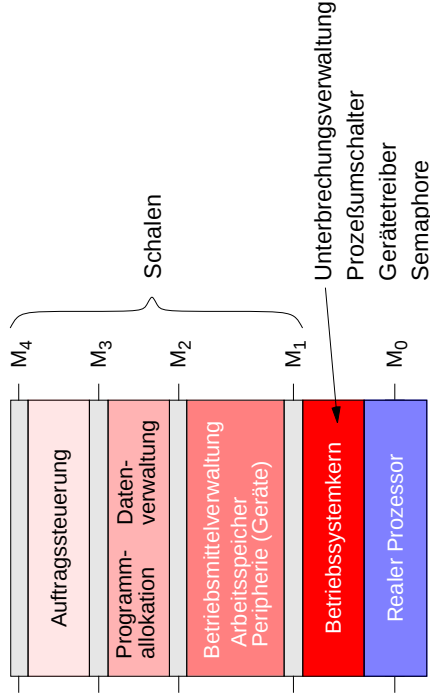
B-Intro.doc 1997-11-07 11:48

B.11

Reproduktion oder andere Verwendung dieser Vorlesung ist ohne schriftliche Genehmigung der Universität Erlangen-Nürnberg strafbar.

## 5 Implementierung (3)

### ■ Geschichtete Systeme



SP I

Systemprogrammierung I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997

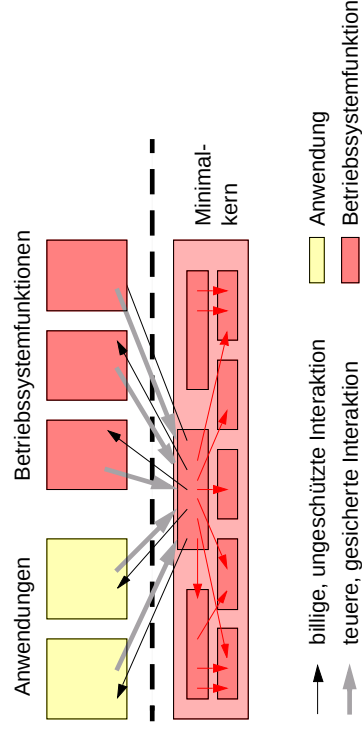
B-Intro.doc 1997-11-07 11:48

B.12

Reproduktion oder die Weiterverbreitung dieses Dokuments ist ohne schriftliche Genehmigung der Universität Erlangen-Nürnberg. Jede Weiterverbreitung ist strafbar.

## 5 Implementierung (4)

### ■ Minimalkerne



SP I

Systemprogrammierung I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997

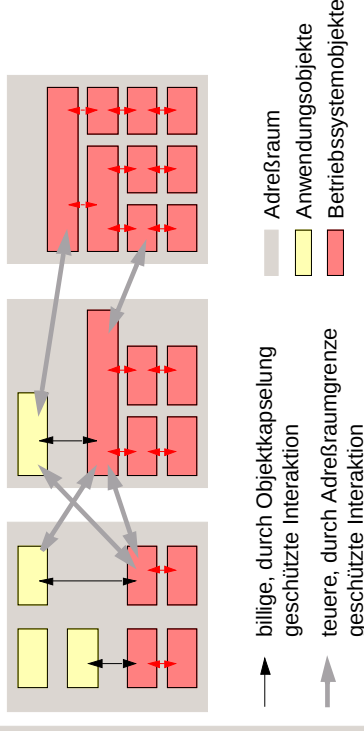
B-Intro.doc 1997-11-07 11:48

B.13

Reproduktion oder die Weiterverbreitung dieses Dokuments ist ohne schriftliche Genehmigung der Universität Erlangen-Nürnberg. Jede Weiterverbreitung ist strafbar.

## 5 Implementierung (5)

### ■ Objektbasierte, offene Systeme



SP I

Systemprogrammierung I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997

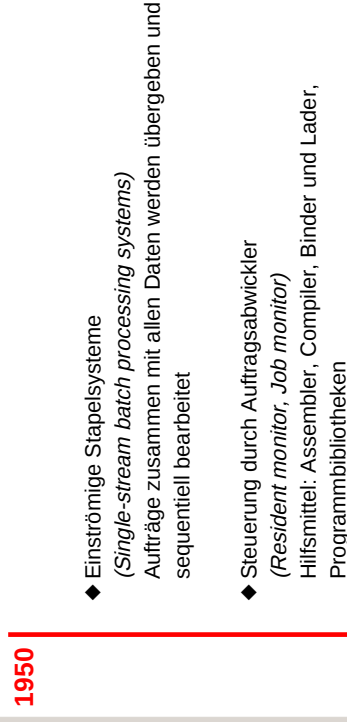
B-Intro.doc 1997-11-07 11:48

B.14

Reproduktion oder die Weiterverbreitung dieses Dokuments ist ohne schriftliche Genehmigung der Universität Erlangen-Nürnberg. Jede Weiterverbreitung ist strafbar.

## B.2 Geschichtliche Entwicklung

1 1950–1960



SP I

Systemprogrammierung I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997

B-Intro.doc 1997-11-07 11:48

B.15

Reproduktion oder die Weiterverbreitung dieses Dokuments ist ohne schriftliche Genehmigung der Universität Erlangen-Nürnberg. Jede Weiterverbreitung ist strafbar.

## 2 1960–1965

- ◆ Autonome periphere Geräte → Überlappung von Programmbearbeitung und Datentransport zw. Arbeitsspeicher und peripheren Geräten möglich
- Wechselfufferbetrieb (abwechselndes Nutzen zweier Puffer)
- Mehrprogrammbetrieb (*Multiprogramming*)
- Spooling (*Simultaneous peripheral operation on-line*)
- ◆ Mehrere Programme müssen gleichzeitig im Speicher sein → Auslagern von Programmen auf Sekundärspeicher
- ◆ Programme müssen während des Ablaufs verlagerbar sein (*Relocation problem*)
- ◆ Echtzeitdatenverarbeitung (*Real-time processing*), d.h. enge Bindung von Ein- und Ausgaben an die physikalische Zeit

1965

### SP I

Systemprogrammierung I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997

B-Intro.doc (1997-11-07 11:48)

Reproduktion oder die Verbreitung dieser Unterlagen oder die Weitergabe an Dritte ist ohne schriftliche Genehmigung der Universität Erlangen-Nürnberg strafbar.

B.16

## 3 1965–1970

- ◆ Umsetzung von Programmadressen in Speicherorte zur Laufzeit: Segmentierung, Seitenadressierung (*Paging*)
- ◆ Virtueller Adreßraum: Seitentausch (*Paging*)  
Seiten werden je nach Zugriff ein- und ausgelagert
- ◆ Interaktiver Betrieb (*Interactive processing, Dialog mode*)
- ◆ Mehrbenutzerbetrieb, Teilnehmersysteme (*Time sharing*)
- ◆ Problem: Kapselung von Prozessen und Dateien → geschützte Adreßräume, Zugriffsschutz auf Dateien
- ◆ Dijkstra: Programmsysteme als Menge kooperierender Prozesse (heute *Client-Server*)
- ◆ Problem: Prozeßinteraktion bei gekapselten Prozessen → Nachrichtensysteme zur Kommunikation, gemeinsamer Speicher zur Kooperation

1965

OS/360

THE

MULTICS

UNIX

1970

### SP I

Systemprogrammierung I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997

B-Intro.doc (1997-11-07 11:48)

Reproduktion oder die Verbreitung dieser Unterlagen oder die Weitergabe an Dritte ist ohne schriftliche Genehmigung der Universität Erlangen-Nürnberg strafbar.

B.17

## 4 1970–1975

- ◆ Modularisierung: Datenkapselung, Manipulation durch Funktionen (nach Parnas)
  - ◆ Virtuelle Maschinen: Koexistenz verschiedener Betriebssysteme im gleichen Rechner
- 
- Diagramm zur Entwicklung von Betriebssystemen:
- 1970:** VM (Virtual Machine) - Betriebssystem-entwicklung
  - 1975:** HYDRA (Symmetrische Multiprozessoren: HYDRA) - MVS (Komplexe Dateisysteme)

1975

### SP I

Systemprogrammierung I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997

B-Intro.doc (1997-11-07 11:48)

Reproduktion oder die Verbreitung dieser Unterlagen oder die Weitergabe an Dritte ist ohne schriftliche Genehmigung der Universität Erlangen-Nürnberg strafbar.

B.18

## 5 1975–1985

- ◆ Vernetzung
  - ◆ Protokolle (z.B. TCP/IP)
  - ◆ Verteilte Systeme
  - ◆ Newcastle Connection
  - ◆ Fernaufruf (*Remote procedure call, RPC*)
- 
- Diagramm zur Entwicklung von Vernetzung und Verteilten Systemen:
- 1975:** LOCUS (Newcastle Connection)
  - 1980:** MS-DOS (Fernaufruf), NC (Newcastle Connection)
  - 1985:** EDEN (Verteilte Systeme)

1975

LOCUS

1980

MS-DOS

NC

EDEN

1985

### SP I

Systemprogrammierung I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997

B-Intro.doc (1997-11-07 11:48)

Reproduktion oder die Verbreitung dieser Unterlagen oder die Weitergabe an Dritte ist ohne schriftliche Genehmigung der Universität Erlangen-Nürnberg strafbar.

B.19

6 1985–1997

- ◆ Kryptographie
- ◆ Authentifizierung und Authentisierung
- ◆ Objektorientierte Systeme
- ◆ Parallele Systeme
- ◆ Mikrokerne
- ◆ Objektorientierte Mikrokerne
- ◆ Internet, Multimedia

1985

OS/2

MACH 3.0

1990

WINDOWS

SPRING

WIN NT

1997

SP I

Systemprogrammierung I

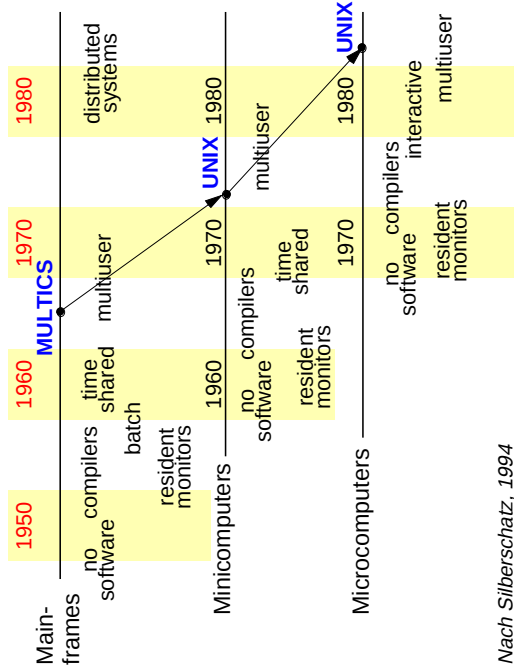
© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997

B-Intro.doc 1997-11-07 11:48

Reproduktion oder Verbreitung dieses Dokuments ist ohne schriftliche Genehmigung der Universität Erlangen-Nürnberg. Jede Weiterverbreitung ist ohne schriftliche Genehmigung der Universität Erlangen-Nürnberg.

B.20

7 Migration von Konzepten



SP I

Systemprogrammierung I

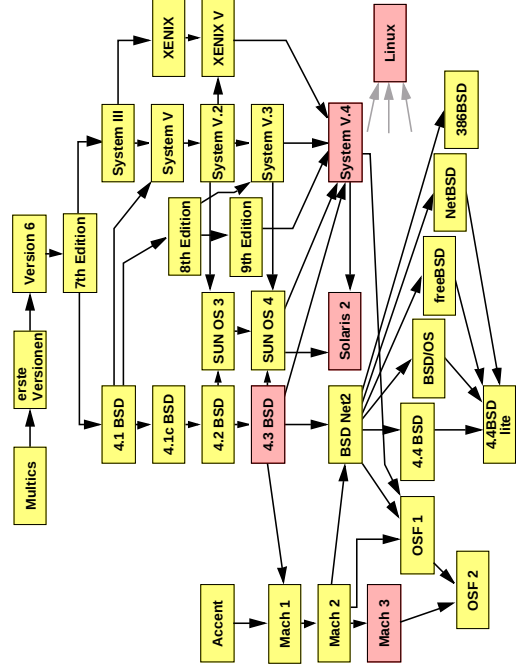
© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997

B-Intro.doc 1997-11-07 11:48

Reproduktion oder Verbreitung dieses Dokuments ist ohne schriftliche Genehmigung der Universität Erlangen-Nürnberg. Jede Weiterverbreitung ist ohne schriftliche Genehmigung der Universität Erlangen-Nürnberg.

B.21

8 UNIX Entwicklung



SP I

Systemprogrammierung I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997

B-Intro.doc 1997-11-07 11:48

Reproduktion oder Verbreitung dieses Dokuments ist ohne schriftliche Genehmigung der Universität Erlangen-Nürnberg. Jede Weiterverbreitung ist ohne schriftliche Genehmigung der Universität Erlangen-Nürnberg.

B.22

B.3 Warum Systemprogrammierung I?

- Rasche Einarbeitung in spezielle Systeme
- ◆ MVS, BS2000, VM, Solaris, Unix, Windows NT, Windows 95, MS/DOS
- Strukturierung komplexer Programmsysteme
- ◆ Unterteilung in interagierende Komponenten
- Konzeption und Implementierung spezialisierter Systeme
- ◆ Embedded systems
- ◆ Automatisierungssysteme
- Erstellung fehlertoleranter Systeme
- Verständnis für Abläufe im Betriebssystem
- ◆ Ökonomische Nutzung der Hardware
- ◆ Laufzeitoptimierung anspruchsvoller Anwendungen

SP I

Systemprogrammierung I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997

B-Intro.doc 1997-11-07 11:48

Reproduktion oder Verbreitung dieses Dokuments ist ohne schriftliche Genehmigung der Universität Erlangen-Nürnberg. Jede Weiterverbreitung ist ohne schriftliche Genehmigung der Universität Erlangen-Nürnberg.

B.23

## 1 Phänomene der Speicherverwaltung

- Beispiel: Initialisierung von großen Matrizen

```
#define DIM 6000

int main()
{
    register long i, j;
    static long matrix[DIM][DIM];

    for( i= 0; i < DIM; i++ )
        for( j= 0; j < DIM; j++ )
            matrix[i][j]= 1;
    } Variante 1

    for( j= 0; j< DIM; j++ )
        for( i= 0; i < DIM; i++ )
            matrix[i][j]= 1;
    } Variante 2

    exit(0);
}
```

SP I

Systemprogrammierung I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997

B-Intro.doc: 1997-11-07 11:48

Reproduzieren oder Abdruck ohne Genehmigung dieser Universität ist strafbar. Bei der Verwendung dieser Vorlesung ist die Universität Erlangen-Nürnberg schriftlich zu benachrichtigen.

B.24

## 1 Phänomene der Speicherverwaltung (2)

- Meßergebnisse

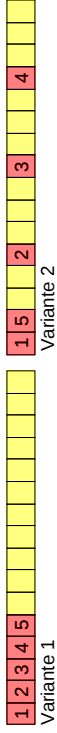
◆ Variante 1:  
User time= 3,69 sec; System time= 1,43 sec; Gesamtzeit= 22,03 sec

◆ Variante 2:  
User time= 21,86 sec; System time= 2,33 sec; Gesamtzeit= 86,39 sec

- Ursachen

◆ Variante 1 geht sequentiell durch den Speicher;  
Variante 2 greift versetzt ständig auf den gesamten Speicherbereich zu

Beispiel: matrix[4][4] und die ersten fünf Zugriffe



◆ Seitenadressierung: Variante 2 hat weniger Lokalität  
◆ Virtueller Speicher:  
bei Variante 2 muß viel mehr Speicher ein- und ausgelagert werden

SP I

Systemprogrammierung I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997

B-Intro.doc: 1997-11-07 11:48

Reproduzieren oder Abdruck ohne Genehmigung dieser Universität ist strafbar. Bei der Verwendung dieser Vorlesung ist die Universität Erlangen-Nürnberg schriftlich zu benachrichtigen.

B.25

## 2 Phänomene des Dateisystems

- Beispiel: Sequentielles Schreiben mit unterschiedlicher Pufferlänge

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/stat.h>
#include <fcntl.h>
#define BUFLen 8191

int main()
{
    static char buffer[BUFLen];
    int i, fd= open( "filename",
                   O_CREAT|O_TRUNC|O_WRONLY|O_SYNC,
                   S_IRUSR|S_IWUSR );

    for( i= 0; i < 1000; i++ )
        write( fd, buffer, BUFLen );

    exit(0);
}
```

SP I

Systemprogrammierung I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997

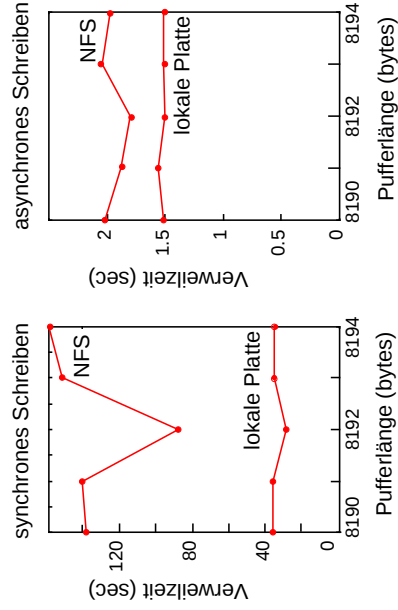
B-Intro.doc: 1997-11-07 11:48

Reproduzieren oder Abdruck ohne Genehmigung dieser Universität ist strafbar. Bei der Verwendung dieser Vorlesung ist die Universität Erlangen-Nürnberg schriftlich zu benachrichtigen.

B.26

## 2 Phänomene des Dateisystems (2)

- Meßergebnisse



SP I

Systemprogrammierung I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997

B-Intro.doc: 1997-11-07 11:48

Reproduzieren oder Abdruck ohne Genehmigung dieser Universität ist strafbar. Bei der Verwendung dieser Vorlesung ist die Universität Erlangen-Nürnberg schriftlich zu benachrichtigen.

B.27

## 2 Phänomene des Dateisystems (3)

### ■ Ursachen

- ◆ Synchrones Schreiben erfordert sofortiges Rausschreiben der Daten auf Platte (nötig beispielsweise, wenn hohe Fehlertoleranz gefordert wird – Platte ist immer auf dem neuesten Stand)
- ◆ 8192 ist ein Vielfaches der Blockgröße der Plattenblocks
- ◆ kleine Abweichungen von der Blockgröße erfordern zusätzliche Blocktransfers

SP I

Systemprogrammierung I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997

B-Intro.doc 1997-11-07 11:48

Reproduzieren oder Verwenden dieser Vorlesung ist ohne schriftliche Genehmigung der Universität Erlangen-Nürnberg. Jegliche Vervielfältigung ist ohne schriftliche Genehmigung der Universität Erlangen-Nürnberg. Jegliche Vervielfältigung ist ohne schriftliche Genehmigung der Universität Erlangen-Nürnberg.

B.28

## B.4 Überblick über die Vorlesung

### ★ Inhaltsübersicht

- A. Organisation
- B. Einführung
- C. Dateisysteme
- D. Prozesse und Nebenläufigkeit
- E. Speicherverwaltung
- F. Implementierung von Dateien
- G. Ein-, Ausgabe
- H. Verklemmungen
- I. Sicherheit

SP I

Systemprogrammierung I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997

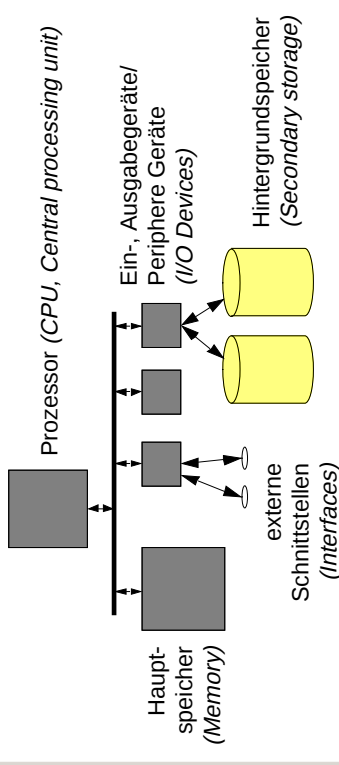
B-Intro.doc 1997-11-07 11:48

Reproduzieren oder Verwenden dieser Vorlesung ist ohne schriftliche Genehmigung der Universität Erlangen-Nürnberg. Jegliche Vervielfältigung ist ohne schriftliche Genehmigung der Universität Erlangen-Nürnberg. Jegliche Vervielfältigung ist ohne schriftliche Genehmigung der Universität Erlangen-Nürnberg.

B.29

## C Dateisysteme

### ■ Einordnung



SP I

Systemprogrammierung I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997

C-File.doc 1997-11-14 11:22

Reproduzieren oder Verwenden dieser Vorlesung ist ohne schriftliche Genehmigung der Universität Erlangen-Nürnberg. Jegliche Vervielfältigung ist ohne schriftliche Genehmigung der Universität Erlangen-Nürnberg. Jegliche Vervielfältigung ist ohne schriftliche Genehmigung der Universität Erlangen-Nürnberg.

C.1

## C Dateisysteme (2)

### ■ Dateisysteme speichern Daten und Programme persistent in Dateien

- ◆ Betriebssystemabstraktion zur Nutzung von Hintergrundspeichern (z.B. Platten, CD-ROM, Floppy Disk, Bandlaufwerke)
  - Benutzer muß sich nicht um die Ansteuerungen verschiedener Speichermedien kümmern
  - einheitliche Sicht auf den Sekundärspeicher

### ■ Dateisysteme bestehen aus

- ◆ Dateien (*Files*)
- ◆ Katalogen / Verzeichnissen (*Directories*)
- ◆ Partitionen (*Partitions*)

SP I

Systemprogrammierung I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997

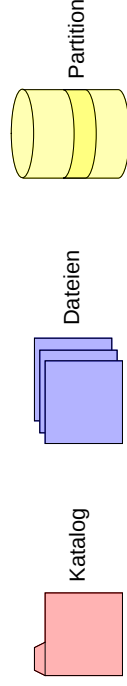
C-File.doc 1997-11-14 11:22

Reproduzieren oder Verwenden dieser Vorlesung ist ohne schriftliche Genehmigung der Universität Erlangen-Nürnberg. Jegliche Vervielfältigung ist ohne schriftliche Genehmigung der Universität Erlangen-Nürnberg. Jegliche Vervielfältigung ist ohne schriftliche Genehmigung der Universität Erlangen-Nürnberg.

C.2

## C Dateisysteme (3)

- Datei
  - ◆ speichert Daten oder Programme
- Katalog
  - ◆ erlaubt Benennung der Dateien
  - ◆ enthält Zusatzinformationen zu Dateien
- Partitionen
  - ◆ eine Menge von Katalogen und deren Dateien
  - ◆ Sie dienen zum physischen oder logischen Trennen von Dateimeingen.



### Systemprogrammierung I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997

C-File.doc: 1997-11-14 11:22

Reproduktion oder Verbreitung dieses Dokuments ist ohne schriftliche Genehmigung der Universität Erlangen-Nürnberg. Jegliche Weiterverbreitung ist ohne schriftliche Genehmigung der Universität Erlangen-Nürnberg.

C.3

## C.1 Dateien

- Kleinste Einheit, in der etwas auf den Hintergrundspeicher geschrieben werden kann.

### 1 Dateiattribute

- *Name* — Symbolischer Name, vom Benutzer les- und interpretierbar
  - ◆ z.B. **AUTOEXEC.BAT**
- *Typ* — Für Dateisysteme, die verschiedene Dateitypen unterscheiden
  - ◆ z.B. sequentielle Datei, satzorientierte Datei
- *Ortsinformation* — Wo werden die Daten physisch gespeichert?
  - ◆ Gerätenummer, Nummern der Plattenblocks

### Systemprogrammierung I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997

C-File.doc: 1997-11-14 11:22

Reproduktion oder Verbreitung dieses Dokuments ist ohne schriftliche Genehmigung der Universität Erlangen-Nürnberg. Jegliche Weiterverbreitung ist ohne schriftliche Genehmigung der Universität Erlangen-Nürnberg.

C.4

## 1 Dateiattribute (2)

- *Größe* — Länge der Datei in Größeneinheiten (z. B. Bytes, Blocks, Sätze)
  - ◆ steht in engem Zusammenhang mit der Ortsinformation
  - ◆ wird zum Prüfen der Dateigrenzen z.B. beim Lesen benötigt
- *Zeitstempel* — Zeit und Datum der Erstellung, letzten Modifikation etc.
  - ◆ unterstützt Backup, automatische Dateierzeugung, Benutzerüberwachung etc.
- *Rechte* — Zugriffsrechte bestimmen, wer lesen, schreiben etc. kann
  - ◆ z.B. nur für den Eigentümer schreibbar für alle anderen nur lesbar
- *Eigentümer* — Identifikation des Eigentümers
  - ◆ Eventuell eng mit den Rechten verknüpft
  - ◆ Zuordnung beim Accounting (Abrechnung des Plattenplatzes)

### SP I

### Systemprogrammierung I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997

C-File.doc: 1997-11-14 11:22

Reproduktion oder Verbreitung dieses Dokuments ist ohne schriftliche Genehmigung der Universität Erlangen-Nürnberg. Jegliche Weiterverbreitung ist ohne schriftliche Genehmigung der Universität Erlangen-Nürnberg.

C.5

## 2 Operationen auf Dateien

- Erzeugen (*Create*)
  - ◆ Nötiger Speicherplatz wird angefordert
  - ◆ Katalogeintrag wird erstellt
  - ◆ Initiale Attribute werden gespeichert
- Schreiben (*Write*)
  - ◆ Identifikation der Datei
  - ◆ Daten werden auf Platte transferiert
  - ◆ Eventuelle Anpassung der Attribute, z.B. Länge
- Lesen (*Read*)
  - ◆ Identifikation der Datei
  - ◆ Daten werden von Platte gelesen

### SP I

### Systemprogrammierung I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1997

C-File.doc: 1997-11-14 11:22

Reproduktion oder Verbreitung dieses Dokuments ist ohne schriftliche Genehmigung der Universität Erlangen-Nürnberg. Jegliche Weiterverbreitung ist ohne schriftliche Genehmigung der Universität Erlangen-Nürnberg.

C.6