

# Betriebssysteme

## Kapitel 6: I/O und Storage

### 6.1: I/O, Disks, SCSI

Stand: WS 08/09

Prof. Dr. Wolfgang Küchlin

*Dipl.-Inform., Dr. sc. techn. (ETH)*

Arbeitsbereich Symbolisches Rechnen  
 Wilhelm-Schickard-Institut für Informatik  
 Fakultät für Informations- und Kognitionswissenschaften

Universität Tübingen

Steinbeis Transferzentrum  
 Objekt- und Internet-Technologien (OIT)

Wolfgang.Kuechlin@uni-tuebingen.de  
<http://www.sr.informatik.uni-tuebingen.de>



# Überblick

Teil 1: I/O und Disks

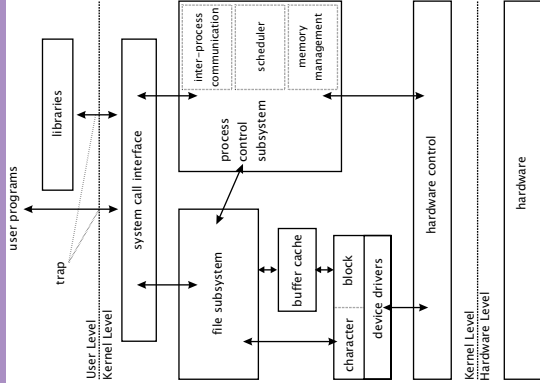
Teil 2: SCSI



Wolfgang Küchlin, WSI und STZ OIT, Uni Tübingen

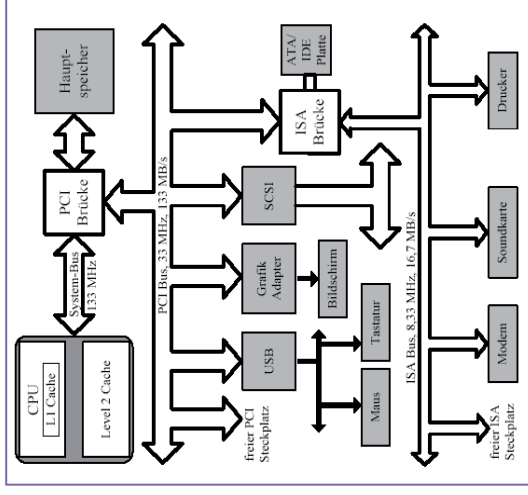


# UNIX System V Kern



Wolfgang Küchlin, WSI und STZ OIT, Uni Tübingen 08.06.2009

# Erinnerung: System-Architektur der Hardware



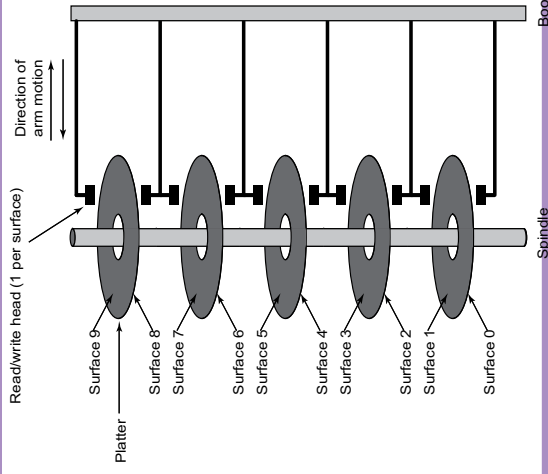
Küchlin, Weber,  
 Abb.2.3:  
 „Architektur eines Intel  
 P2 PC Systems mit  
 mehreren Bussen an  
 Brücken“



Wolfgang Küchlin, WSI und STZ OIT, Uni Tübingen



## Komponenten eines Plattenlaufwerks



Stallings, Abb. 11. 18



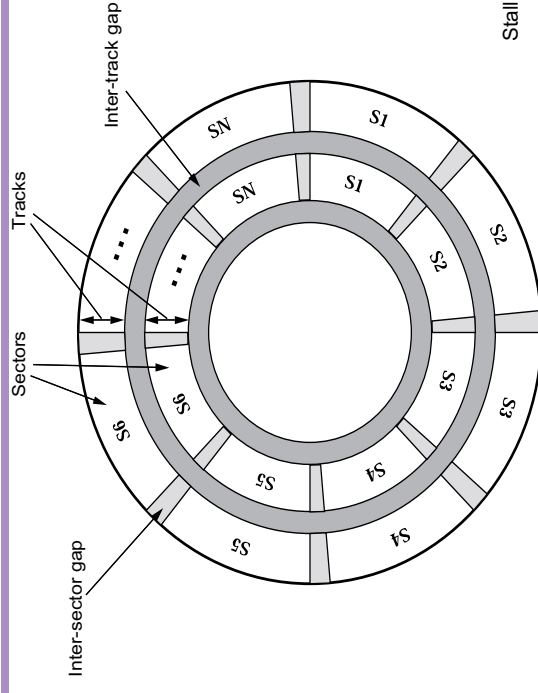
SR

Wolfgang Küchlin, WSI und STZ OIT, Uni Tübingen

5



## Disk Data Layout



Stallings, Abb. 11. 16



SR

Wolfgang Küchlin, WSI und STZ OIT, Uni Tübingen

6



## Überblick

Teil 1: I/O und Disks

Teil 2: SCSI – Small Computer Systems Interface

## SCSI – Funktionsprinzip

- SCSI definiert einen **Bus** und ein **Protokoll** zum Datenaustausch
- SCSI betrachtet gesamte Speicherkapazität einer Festplatte als zusammenhängende **Liste von Datenblöcken** fester Größe.
  - im Gegensatz zu anderen Festplattenschnittstellen (z.B. IDE) mit Spuren und Sektoren
- Verwaltung der Blöcke Aufgabe des intelligenten Controllers
- SCSI Festplatte setzt logische Blocknummer in Spuren und Sektoren um
  - autonomes bad block replacement möglich
- SCSI Bandlaufwerk übernimmt Blocknummern fast unverändert



SR

Wolfgang Küchlin, WSI und STZ OIT, Uni Tübingen



SR

Wolfgang Küchlin, WSI und STZ OIT, Uni Tübingen

## SCSI – Funktionsprinzip

- SCSI-Protokoll besteht aus physikalischen Steuersignalen und logischen Messages.
- SCSI Bus:
  - max. 8 Teilnehmer
  - Beispiele:
    - Festplatten
    - Bandlaufwerke
    - optische Laufwerke
- Gleichzeitig können nur zwei Teilnehmer aktiv sein
- Datenaustausch ohne Eingreifen der CPU möglich

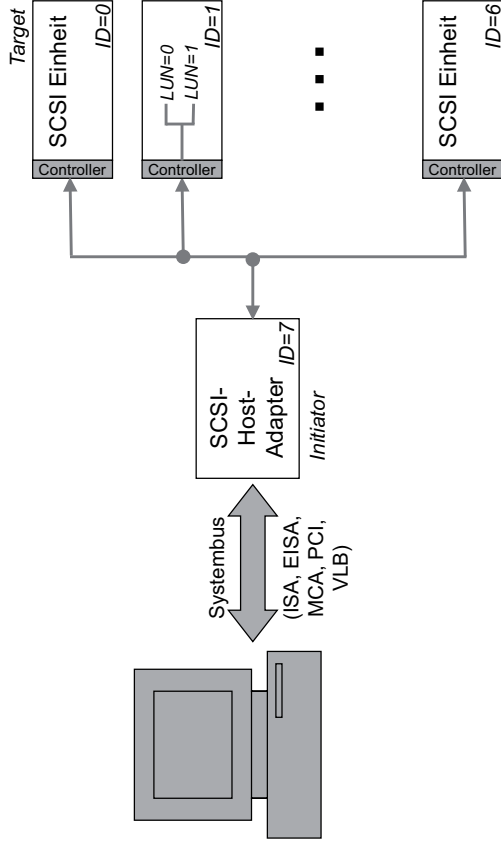


Wolfgang Küchlin, WSI und STZ OIT, Uni Tübingen



SR

## SCSI – Überblick



Wolfgang Küchlin, WSI und STZ OIT, Uni Tübingen



SR

## SCSI vs LUN

- SCSI-ID: SCSI-Adresse für jede SCSI-Einheit
  - Adressen 0 bis 7
  - Hostadapter verwendet meist Adresse Nr.7
  - Hostadapter spricht als Initiator die anderen SCSI-Einheiten (*Targets*) an
    - Genauer: Controller als Verbindung zum SCSI-Bus wird angesprochen
- LUN (= *Logical Unit Number*)
  - Jedes Target kann bis zu acht logische Einheiten enthalten
    - Identifizierung der logischen Einheiten innerhalb eines SCSI-Befehls über LUN.
  - Bsp.: SCSI-Controller, der mehrere Laufwerke steuert (→ RAID)



Wolfgang Küchlin, WSI und STZ OIT, Uni Tübingen



SR

## SCSI – Signale und Datenübertragung

- Datenübertragung
  - acht Datenbits DB(0) bis DB(7)
  - ein Paritätsbit DB(P)
  - neun Steuersignale
- Datenübertragungsrate bei verschiedenen Modi
  - asynchroner Modus: 3MB/s
  - synchroner Modus: 5MB/s
  - Fast-Modus: 10MB/s
  - Ultra-Fast-Modus: 20MB/s



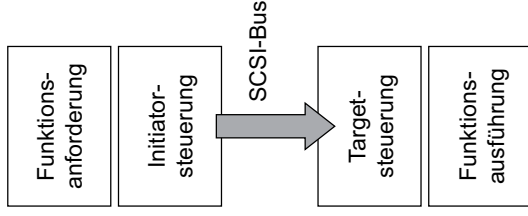
Wolfgang Küchlin, WSI und STZ OIT, Uni Tübingen



SR

## SCSI – Datenübertragung

- Jede SCSI-Einheit kann als Initiator die Steuerung des SCSI-Bus übernehmen.
- Initiator aktiviert über SCSI-Adresse ein Target, das eine bestimmte Funktion ausführen soll.
  - Initiator belegt Bus nur zur Befehls- und Datenübertragung
  - Beispiel für auszuführende Funktion: Lesen eines Blocks
- Target stellt nach Befehlsausführung für Datenübertragung Verbindung zum Initiator wieder her.
- Ansonsten ist der Bus frei für andere SCSI-Einheiten.



Wolfgang Küchlin, WSI und STZ OIT, Uni Tübingen



SR

## SCSI – Busphasen und Messages

- Acht Busphasen bei SCSI
    - Bus frei
    - Arbitration
    - Selection
    - Reselection
    - Command
    - Daten
    - Message
    - Status
- Informationstransferphase



Wolfgang Küchlin, WSI und STZ OIT, Uni Tübingen



SR

## SCSI – Busphasen und Messages

- Bus-frei-Phase
  - keine SCSI-Einheit nutzt oder steuert den Bus im Moment
- Arbitration-Phase
  - SCSI-Einheit kann als Initiator oder Target die Steuerung des Buses übernehmen
- Selection-Phase
  - Initiator kann eine Target-Einheit für eine auszuführende Funktion auswählen
- Reselection-Phase
  - Target kann Verbindung mit dem Initiator *wieder* aufnehmen
- Bsp: Ausführung eines Lesebefehls
  - während interner Ausführung beim Target: Bus-frei-Phase



Wolfgang Küchlin, WSI und STZ OIT, Uni Tübingen



SR

## SCSI – Busphasen und Messages

- Command-Phase
  - adressiertes Target kann Befehlsdaten vom Initiator anfordern
- Daten-Phase
  - Target verlangt Daten vom Initiator (*Data-out*)
  - Target liefert Daten an den Initiator (*Data-in*)
- Message-Phase
  - Control Messages werden vom oder zum Target geschickt
  - Beispiele für Messages
    - Befehl abgeschlossen
    - Trennen (z.B. während der internen Verarbeitung)
    - Abbruch
    - ...
- Status-Phase
  - Target übergibt Statusinformationen an den Initiator



Wolfgang Küchlin, WSI und STZ OIT, Uni Tübingen



SR

## SCSI – Busphasen und Messages

### ➤ Jeder Initiator besitzt zwei Sätze à drei Zeiger

- aktive Zeiger
  - betreffen gegenwärtig aktive Verbindung
  - zeigen auf nächstes zu übertragendes Befehls-, Daten- bzw. Statusbyte
- gesicherte Zeiger
  - gibt es für jeden aktiven Befehl, auch wenn Verbindung zwischen Initiator und Target temporär nicht besteht
  - Befehlszeiger weist auf Beginn des Befehlsblocks
  - Statuszeiger weist auf Beginn des Statusbereichs



Wolfgang Küchlin, WSI und STZ OIT, Uni Tübingen



SR

## SCSI – Befehle und Programmierung

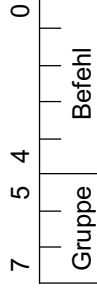
### ➤ Schema für SCSI-Befehle:

Befehlscode (1 Byte)
LUN (3 Bits)
Blockadresse /-Länge/ Parameter (variable Länge)
Steuerbyte (1 Byte)

### ➤ Aufbau eines Befehlsbytes

- Befehl (5 Bits)
  - Wert 0 bis 31: Befehlscode
- Gruppe (3 Bits)

0	6-Byte-Befehl
1,2	10-Byte-Befehl
3,4	Reserviert
5	12-Byte-Befehl
6,7	Hersteller



- Aus dem Aufbau folgt:
- Acht mögliche Befehlsgruppen
  - pro Gruppe 32 Befehle
  - insgesamt: 256 verschiedene Befehle



Wolfgang Küchlin, WSI und STZ OIT, Uni Tübingen



SR

## SCSI – Aufbau eines 6-Byte-Befehls

Bit Byte	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Befehlscode							
1	LUN		LBA (MSB)					
2	Logische Blockadresse							
3	Logische Blockadresse (LSB)							
4	Transfer-/Zuweisungslänge/Parameter							
5	Steuerbyte							

Logische Blockadresse: umfasst 21Bits vom most significant bit (MSB) bis zum least significant bit (LSB).

Transferlänge : Anzahl der zu übertragenen Daten in Blöcken  
Bei 1Byte für Transferlänge können daher 256 Blöcke auf einmal übertragen werden.



Wolfgang Küchlin, WSI und STZ OIT, Uni Tübingen



SR

## SCSI – Aufbau eines 10-Byte-Befehls

Bit Byte	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Befehlscode							
1	LUN	reserviert						REL
2	Logische Blockadresse (MSB)							
3	Logische Blockadresse							
4	Logische Blockadresse							
5	Logische Blockadresse (LSB)							
6	reserviert							
7	Transfer-/Zuweisungslänge/ Parameter							
8	Transfer-/Zuweisungslänge/ Parameter							
9	Steuerbyte							

REL : Bit für relative Adressierung

2 Bytes für Transferlänge = max. 65K Blöcke Übertragung



Wolfgang Küchlin, WSI und STZ OIT, Uni Tübingen



SR

## SCSI – Aufbau eines 12-Byte-Befehls

Bit Byte	7	6	5	4	3	2	1	0	
0	Befehlscode								
1	LUN		reserviert						REL
2	Logische Blockadresse (MSB)								
3	Logische Blockadresse								
4	Logische Blockadresse								
5	Logische Blockadresse (LSB)								
6	Transfer-/Zuweisungslänge/ Parameter								
7	Transfer-/Zuweisungslänge/ Parameter								
8	Transfer-/Zuweisungslänge/ Parameter								
9	Transfer-/Zuweisungslänge/ Parameter								
10	reserviert								
11	Steuerbyte								

4 Bytes für Transferlänge =  
max. 4G Blöcke Übertragung



Wolfgang Kuchlin, WSI und STZ OIT, Uni Tübingen



SR

## SCSI – Befehle und Programmierung

### ➤ Aufbau eines Steuerbytes

- F (Flag) (1 Bit)
  - 0 : Message verketteter Befehl abgeschlossen übergeben
  - 1 : Message verketteter Befehl mit Flag abgeschlossen übergeben
- L (Link) (1 Bit)
  - 0 : keine Befehlsverkettung
  - 1 : Befehlsverkettung
- reserviert (4 Bit)
- H (Hersteller) (1 Bit)



### ➤ Ist L=1, verlangt Initiator Befehlsverkettung

- Target übergibt nach Abschluss eines Befehls nur Zwischenstatus und fordert nächsten Befehl
- Verbindung wird nicht unterbrochen und Initiator übergibt sofort nächsten Befehl



Wolfgang Kuchlin, WSI und STZ OIT, Uni Tübingen



SR

## SCSI – beispielhafte Befehlsausführung (I)

- SCSI-Bus aktivieren
- Ende der **Arbitration-Phase** bestimmen und sicherstellen, dass Host-Adapter Kontrolle über Bus erlangt hat
- **Selection-Phase** zum Anwählen eines Targets
- Ermitteln ob Target auf Selection-Phase reagiert und Bussteuerung übernommen hat
- Beginn der **Command-Phase** ermitteln
- Befehlsausführung starten durch Übermittlung des Befehlsblocks an das Target über den SCSI-Datenport



Wolfgang Kuchlin, WSI und STZ OIT, Uni Tübingen



SR

## SCSI – beispielhafte Befehlsausführung (II)

- Beginn der **Data-Out-Phase** ermitteln und wenn nötig
  - Parameterliste über den SCSI-Datenport ausgeben
  - Datenblock über den SCSI-Datenport ausgeben
- Wenn ein Datenblock an Initiator übergeben werden soll, Beginn der **Data-In-Phase** erkennen und Datenblock über den SCSI-Datenport einlesen.
- Beginn der **Status-Phase** ermitteln und über den SCSI-Datenport das Statusbyte empfangen.
- Beginn der **Message-In-Phase** bestimmen und die Message über den SCSI-Datenport einlesen.



Wolfgang Kuchlin, WSI und STZ OIT, Uni Tübingen



SR

## SCSI – Die verschiedenen Standards

---

- Vorteile von SCSI gegenüber IDE
  - bei Einsatz von diverser Peripherie
    - mehrere Festplatten
    - CD-Writer
    - Scanner
    - Tape-Streamer
  - einfacher Datenaustausch bspw. mittels SCSI-Wechselplatten
- SCSI-II
  - geräteunabhängige und daher sehr flexible Busschnittstelle

