

# Betriebssysteme (BS)

## VL 3.2 – Unterbrechungen, Hardware – Motorola

**Volkmar Sieh / Daniel Lohmann**

Lehrstuhl für Informatik 4  
Verteilte Systeme und Betriebssysteme

Friedrich-Alexander-Universität  
Erlangen Nürnberg

WS 20 – 9. November 2020



[https://www4.cs.fau.de/Lehre/WS20/V\\_BS](https://www4.cs.fau.de/Lehre/WS20/V_BS)

# Agenda

---

Einordnung

Grundlagen

**Hardware-Architekturen**

Motorola/Freescale 68k

Intel x86

Zusammenfassung

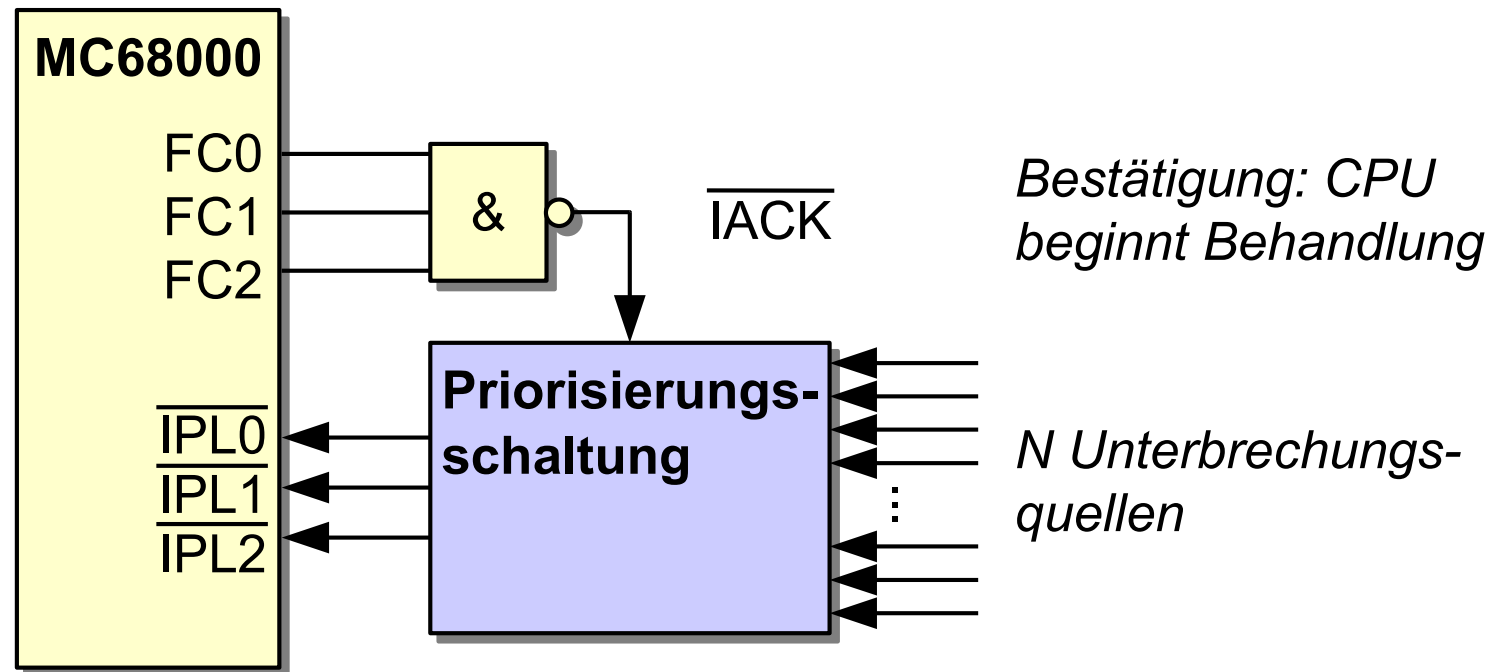


# Unterbrechungen beim MC68000

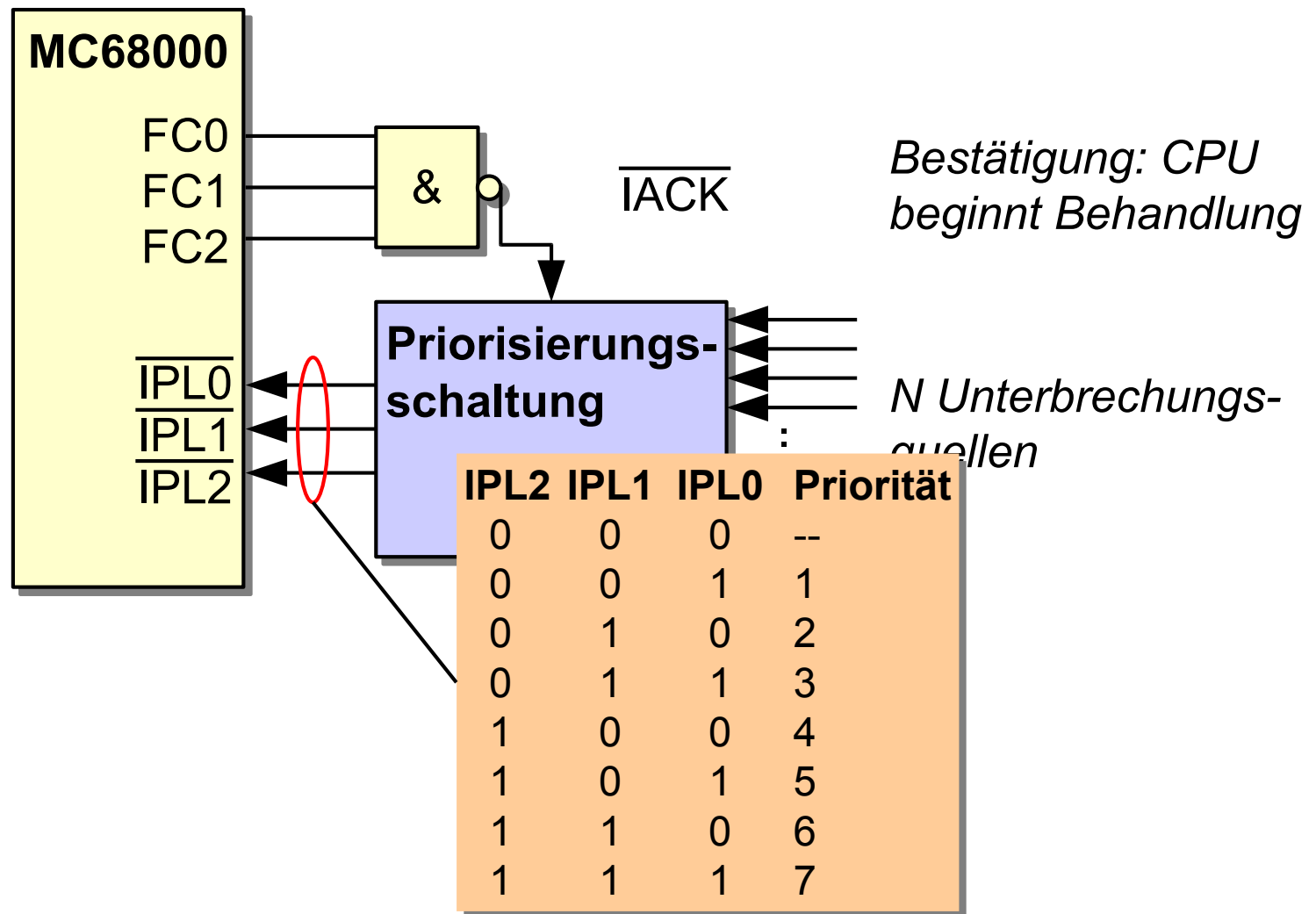
---



# Unterbrechungen beim MC68000

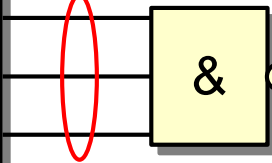
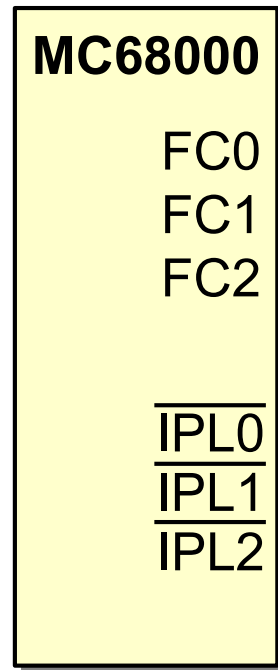


# Unterbrechungen beim MC68000



# Unterbrechungen

FC2	FC1	FC0	Zyklustyp
0	0	0	reserviert
0	0	1	Anwender-Daten
0	1	0	Anwender-Programm
0	1	1	reserviert
1	0	0	reserviert
1	0	1	Supervisor-Daten
1	1	0	Supervisor-Programm
1	1	1	<b>Interrupt aufgetreten</b>



$\overline{\text{IACK}}$



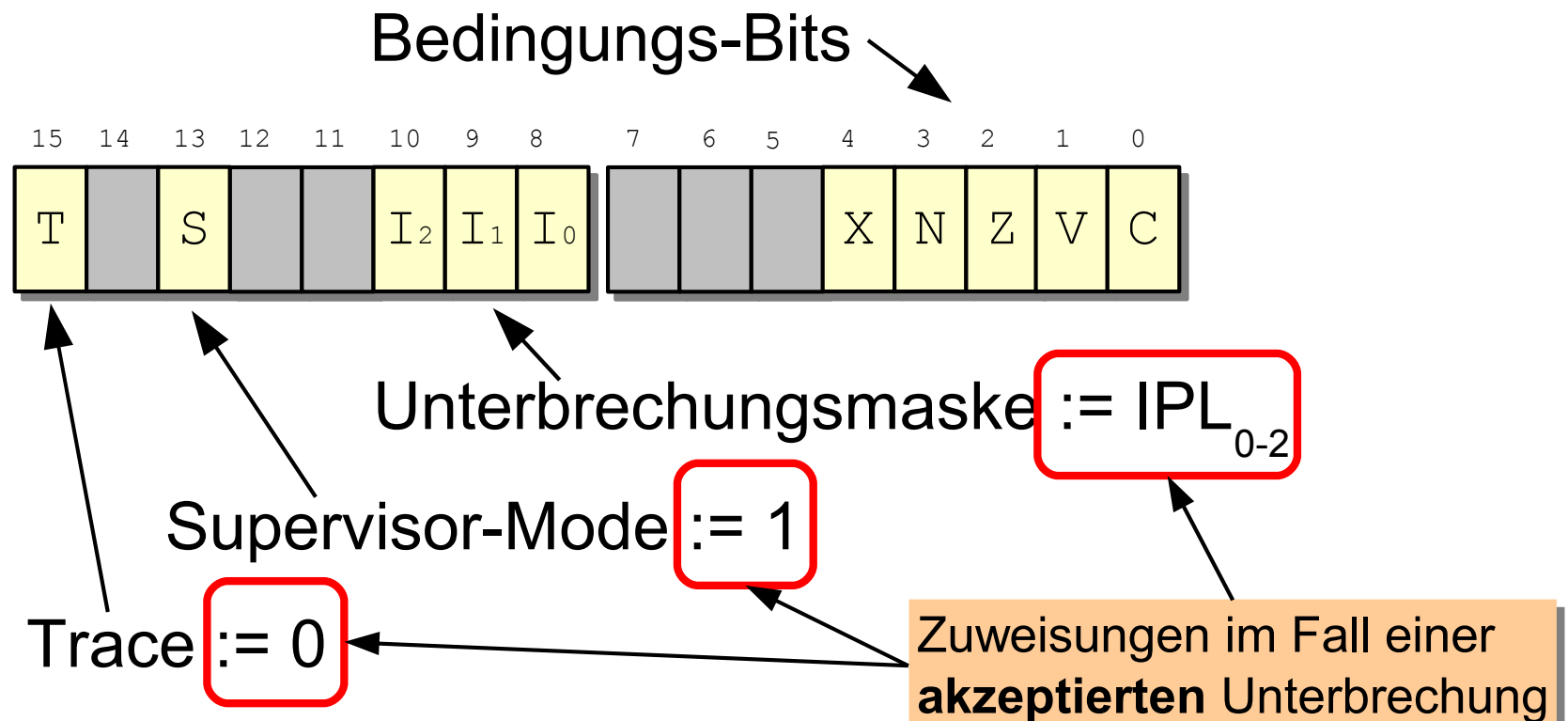
*Bestätigung: CPU beginnt Behandlung*

*N Unterbrechungsquellen*



# Das Statusregister (SR) des MC68000

- enthält u.A. die aktuelle Unterbrechungsmaske
  - bei einer Unterbrechung wird geprüft, ob  $IPL_{0-2} > I_{0-2}$  ist. Wenn nein, wird der Anforderung (noch) nicht stattgegeben.
  - eine Unterbrechung mit  $IPL_{0-2} = 7$  wird aber immer bearbeitet (NMI)



# Vektortabelle des MC68000

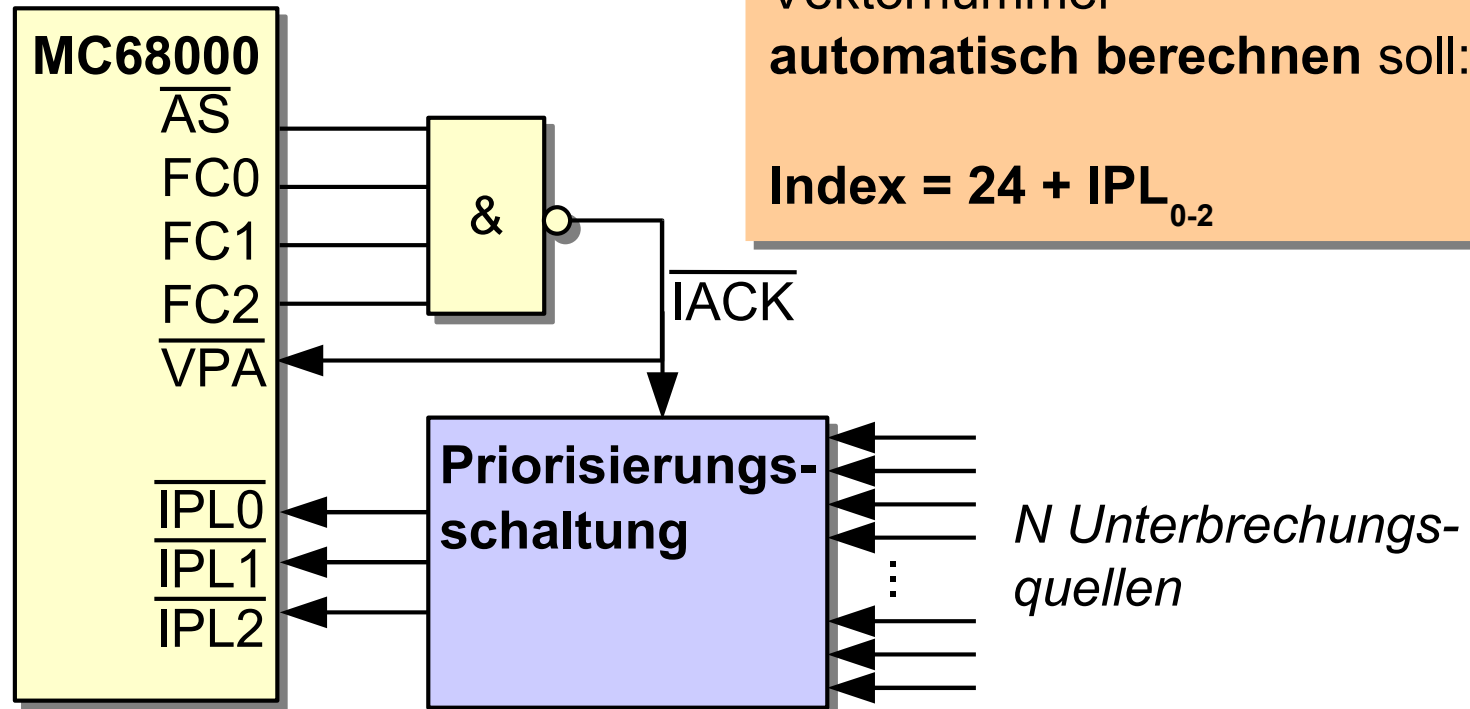
Index	Adresse	Bedeutung
0	0x000	Reset: Supervisor-Stapelzeiger
1	0x004	Reset: PC
2	0x008	Busfehler
3	0x00c	Adressfehler
4	0x010	Illegaler Befehl
5	0x014	Division durch Null
...		
24	0x060	unechte Unterbrechung
25	0x064	<b>autovektorielle Unterbrechung, Ebene 1</b>
26	0x068	<b>autovektorielle Unterbrechung, Ebene 2</b>
...		
30	0x078	<b>autovektorielle Unterbrechung, Ebene 6</b>
31	0x07c	<b>autovektorielle Unterbrechung, Ebene 7 (NMI)</b>
32-47	0x080	TRAP-Befehlsvektoren
48-63	0x0c0	reserviert
64-255	0x100	<b>Anwender-Unterbrechungsvektoren</b>



# Autovektorielle Unterbrechungen

über **VPA** signalisiert die externe Schaltung, dass die CPU die Vektornummer **automatisch berechnen** soll:

$$\text{Index} = 24 + \text{IPL}_{0-2}$$



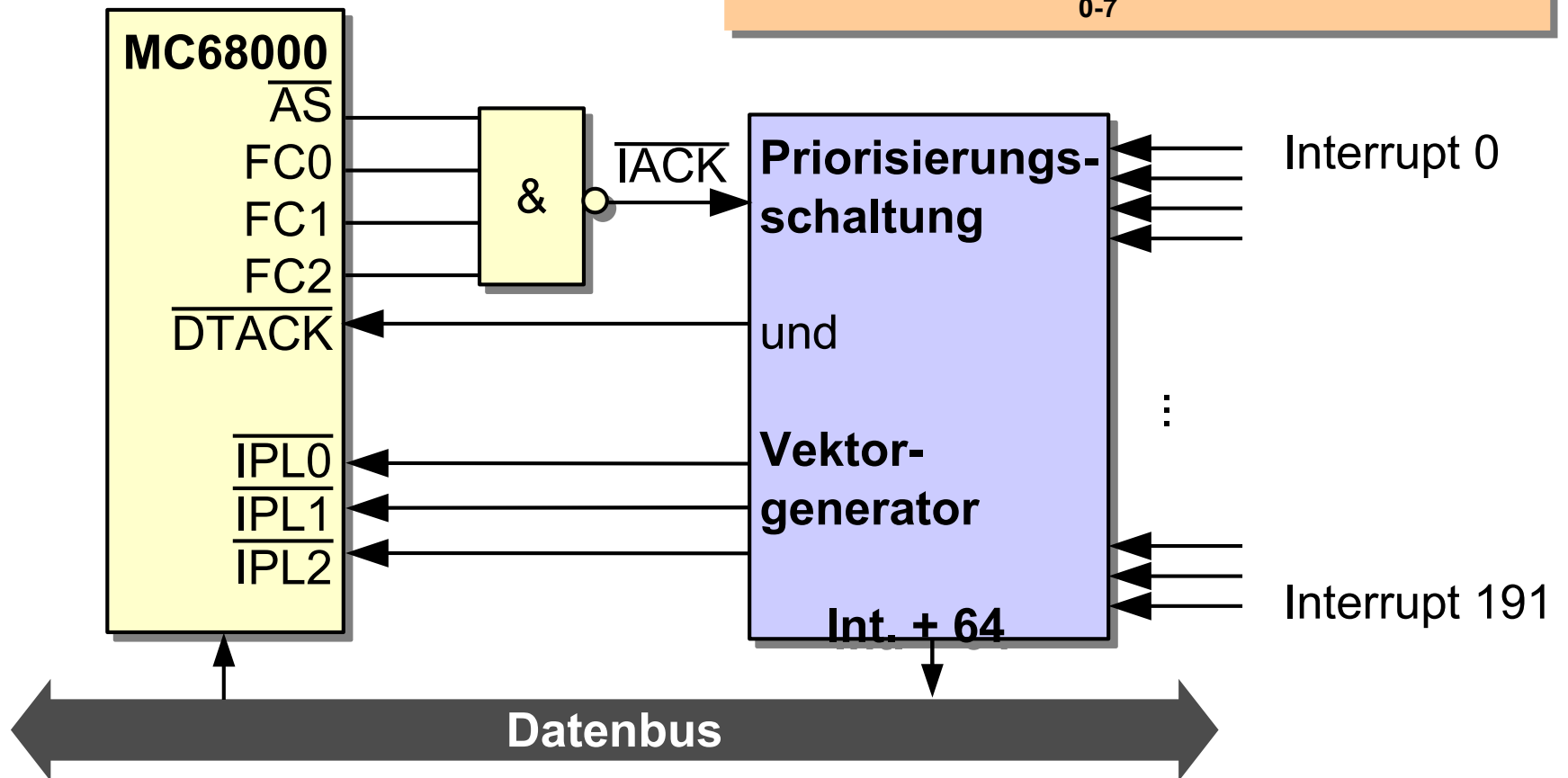
**Problem: Es stehen nur 6 Vektoren für Geräte bereit. Bei mehr Geräten ist „sharing“ nicht zu vermeiden.**



# Nicht-autovektorielle Unterbrechungen

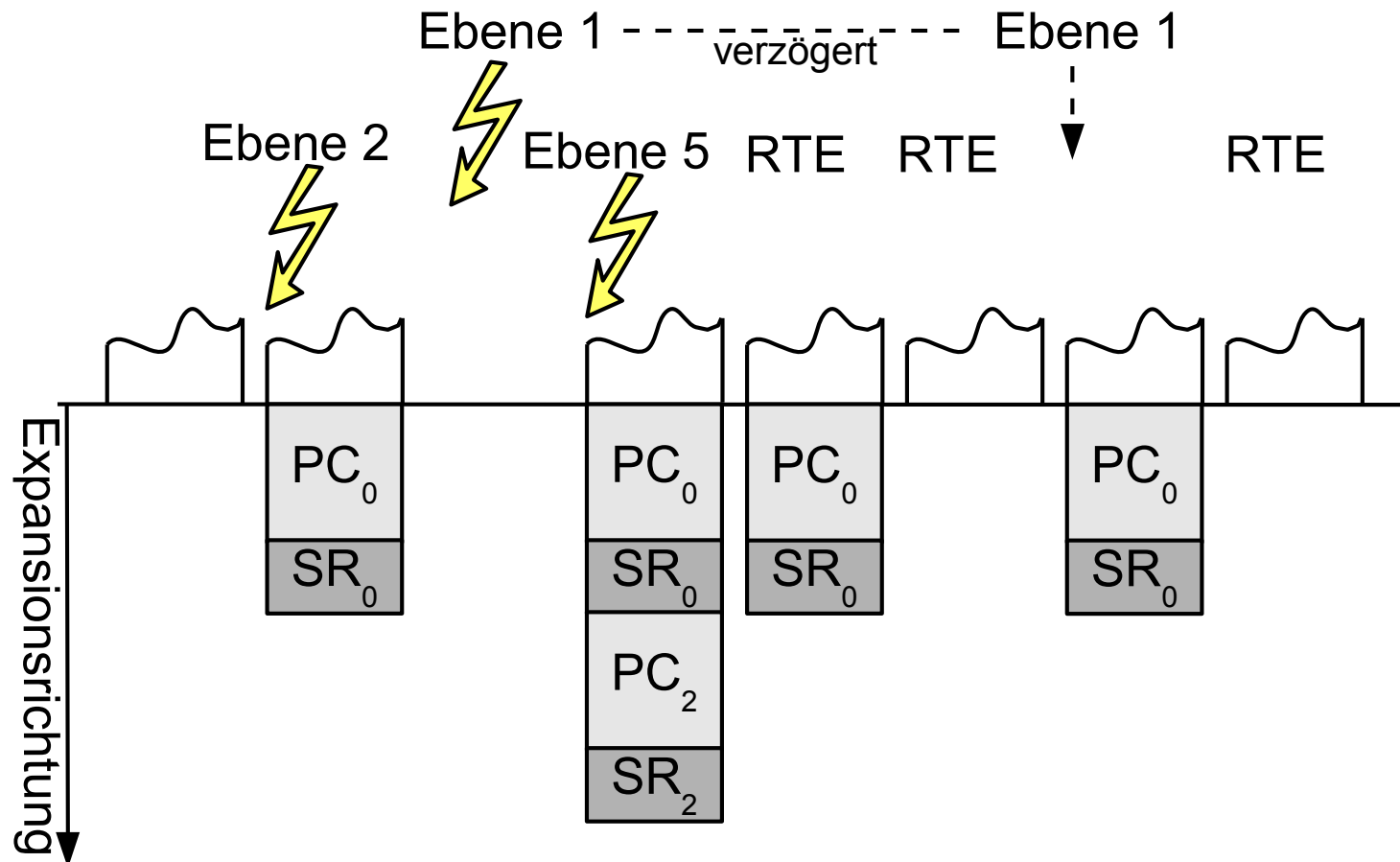
über **DTACK** signalisiert die externe Schaltung, dass die CPU die Vektornummer **über den Datenbus lesen soll**.

$$\text{Index} = 64 + D_{0-7}$$



# Zustandssicherung beim MC68000

- der vorherige SR Inhalt und der PC werden bei einer Unterbrechung auf dem Supervisor-Stapel gesichert
- der RTE Befehl macht den Vorgang rückgängig



# MC68000 - Zusammenfassung

---

- 6 Prioritätsebenen für Hardware-Unterbrechungen + NMI
  - Unterbrechungsebene 1-6, NMI Ebene 7
  - „Maskierung“ über  $I_{0-2}$  im Statusregister möglich
- nur Unterbrechungen höherer Priorität und der NMI können eine laufende Behandlung unterbrechen
  - Statusregister wird automatisch angepasst
- automatische Zustandssicherung auf dem *Supervisor*-Stapel, geschachtelte Behandlung möglich.
- die Vektornummernerzeugung erfolgt entweder ...
  - autovektoriell: Index = Priorität + 24
  - nicht-autovektoriell (durch externe Hardware): Index = 64 ... 255
- keine Multiprozessorunterstützung

