

## 4. Mikrocontroller-Komponenten

### 4.6 DMA

Für besonders schnellen Datentransfer können leistungsfähige Mikrocontroller Daten ohne Beteiligung des Prozessorkerns transportieren:

DMA (*Direct Memory Access*)

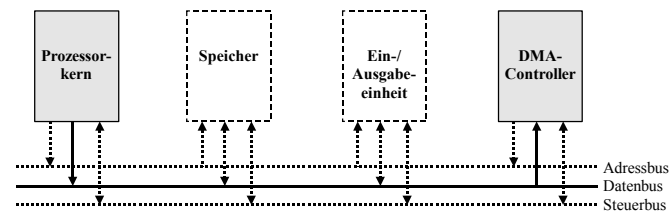
Ein DMA-Datentransfer kann stattfinden zwischen

- Speicher und Ein-/Ausgabeeinheiten
- Speicher und Speicher
- Ein-/Ausgabeeinheiten und Ein-/Ausgabeeinheiten

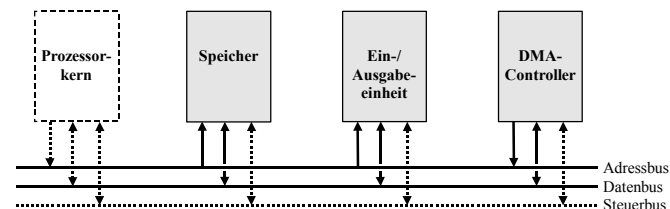
Beispiel: Datentransfer zwischen AD-Wandler und Speicher

## 4. Mikrocontroller-Komponenten

Ablauf  
eines  
DMA  
Transfers



1. Phase: Initialisieren des DMA-Controllers mit Start- und Zieladresse, Anzahl der zu übertragenden Daten, etc.



2. Phase: Datentransfer durch den DMA-Controller ohne Beteiligung des Prozessorkerns, der DMA-Controller übernimmt hierfür den Bus

## 4. Mikrocontroller-Komponenten

Vorteile des DMA-Datentransfers:

- der Prozessorkern wird von der anspruchsvollen Tätigkeit des Datentransfers entlastet
- er kann zeitgleich andere Tätigkeiten ausführen, sofern diese den Bus nicht benötigen
- Der Datentransfer durch spezialisierte Hardware ist schneller als durch Software

## 4. Mikrocontroller-Komponenten

Datentransfer per Software: Programmschleife

1. Befehl zum Lesen des Datums holen
2. Datum von der Quellkomponente in ein Register des Prozessorkerns lesen
3. Befehl zum Schreiben des Datums holen
4. Datum vom Register in die Zielkomponente schreiben
5. Adressen erhöhen, Schleifenzähler erniedrigen
6. Sprungbefehl holen, wenn Schleifenzähler  $> 0$  zum Schleifenanfang springen

=> 6 Schritte (bzw. Buszyklen) zum Transfer eines Datums

## 4. Mikrocontroller-Komponenten

Datentransfer per Hardware: DMA-Controller

Hochspezialisierte Einheit, deren einziger Zweck Datentransfer ist

Zwei Betriebsarten:

*Fly-By-Transfer*

Datentransfer in nur einem Buszyklus von der Quelle zum Ziel (nicht bei Speicher-zu-Speicher-Transfer möglich)

*Two-Cycle-Transfer*

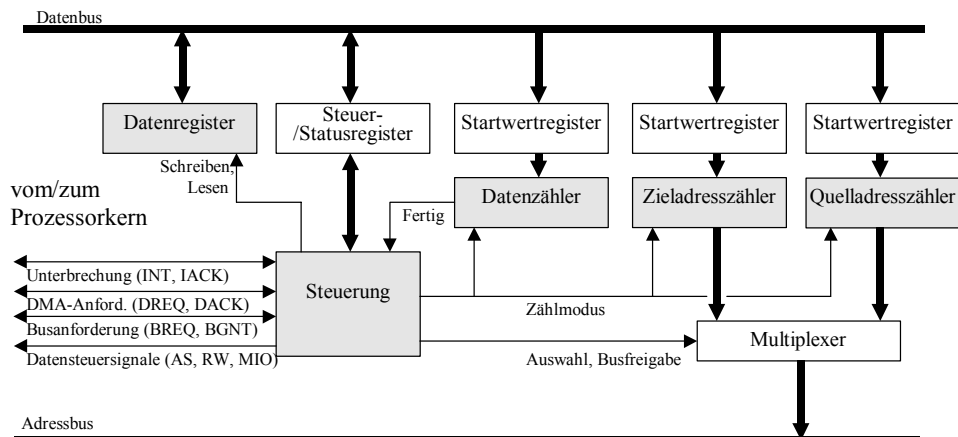
Datentransfer in zwei Buszyklen.

Erster Zyklus: Lesen des Datums von der Quelle -> Register des DMA-Controllers

Zweiter Zyklus: Schreiben des Datums aus dem Register in das Ziel

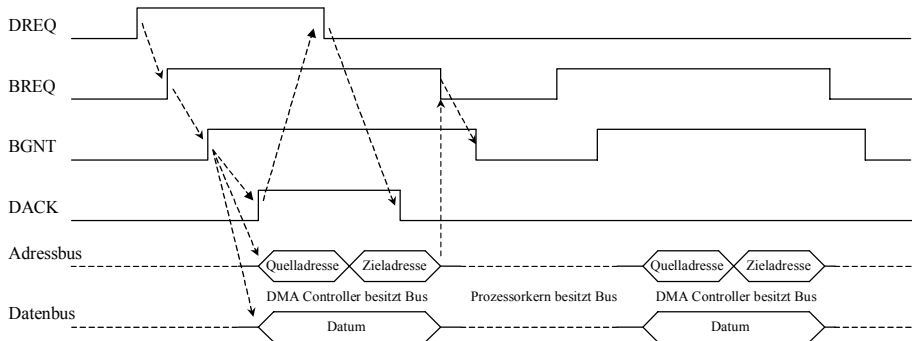
## 4. Mikrocontroller-Komponenten

Aufbau eines DMA-Controllers:



## 4. Mikrocontroller-Komponenten

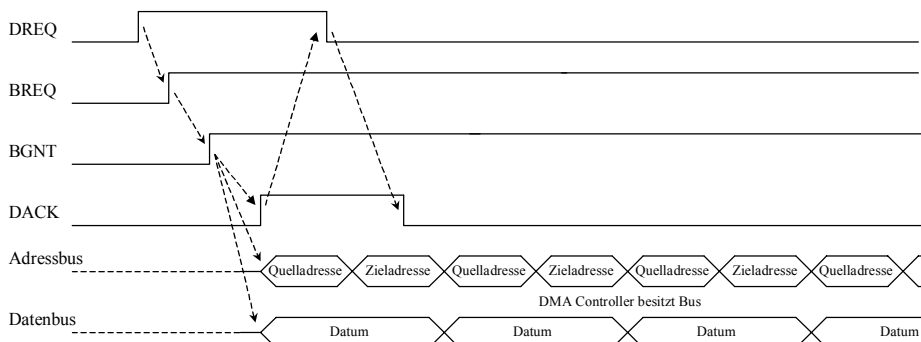
### DMA-Transferarten: Einzeltransfer (*Single Transfer*)



Bus wird immer wieder freigegeben, dem Prozessorkern werden nur einzelne Buszyklen entzogen (*Cycle Stealing*)

## 4. Mikrocontroller-Komponenten

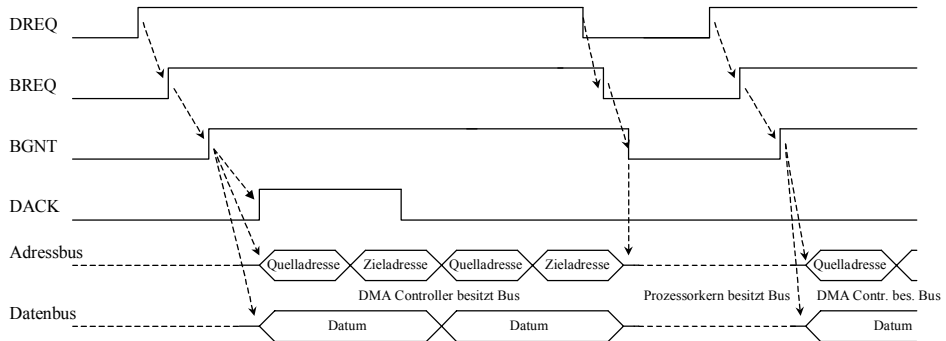
### DMA-Transferarten: Blocktransfer (*Block Transfer*)



Bus wird für die gesamte Dauer des Transfers belegt

## 4. Mikrocontroller-Komponenten

### DMA-Transferarten: Transfer auf Anforderung (*Demand Transfer*)



Bus wird in Schüben belegt, gesteuert von der anfordernden Einheit (*Burst Transfer*)

## 4. Mikrocontroller-Komponenten

Ein Mikrocontroller besitzt meist mehrere Kanäle zum DMA-Datentransfer

=> [DMA-Controller-Kanäle](#) oder [DMA-Kanäle](#)

- Die Zuordnung dieser Kanäle zu den EA-Einheiten des Mikrocontrollers kann fest oder flexibel sein
- Je mehr Kanäle vorhanden sind, desto mehr Transfers können vorbereitet und auf ein einfaches Signal aktiviert werden

## 4. Mikrocontroller-Komponenten

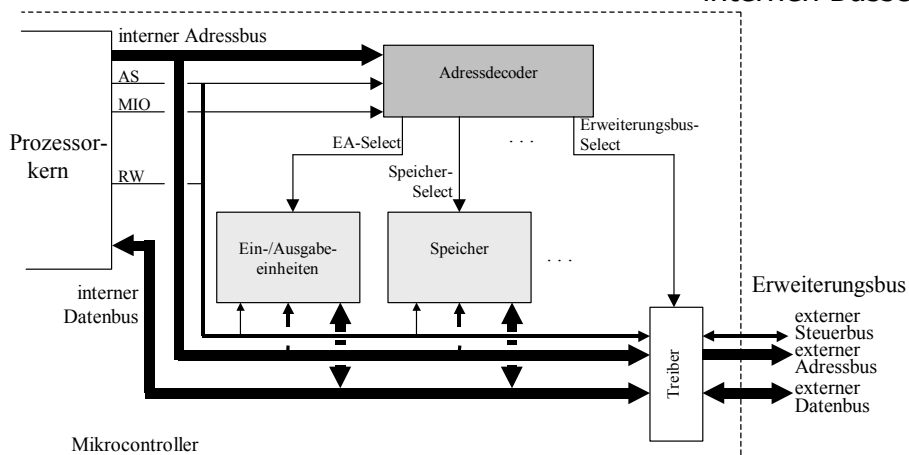
### 4.7 Erweiterungsbus

- Ermöglicht den Anschluss externer Komponenten
- Funktionalität des Mikrocontrollers kann erweitert werden
- Bessere Skalierung auf eine Anwendung möglich

aber: erhöhter Hardware-Aufwand

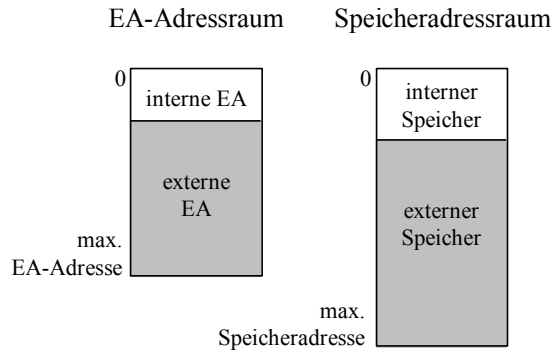
## 4. Mikrocontroller-Komponenten

Anbindung eines einfachen Erweiterungsbus: Herausführen des internen Busses



## 4. Mikrocontroller-Komponenten

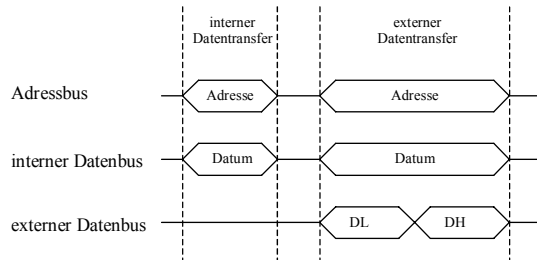
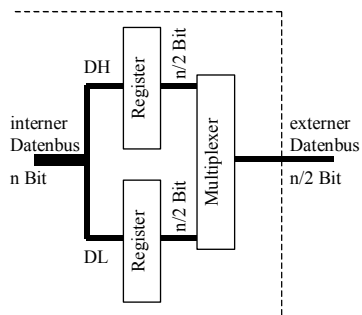
Erweiterung der Adresdecodierung integriert die externen Komponenten in den Adressraum des Mikrocontrollers



## 4. Mikrocontroller-Komponenten

Hauptproblem: Einsparung von Leitungen zur Reduktion der Anzahl externer Anschlüsse

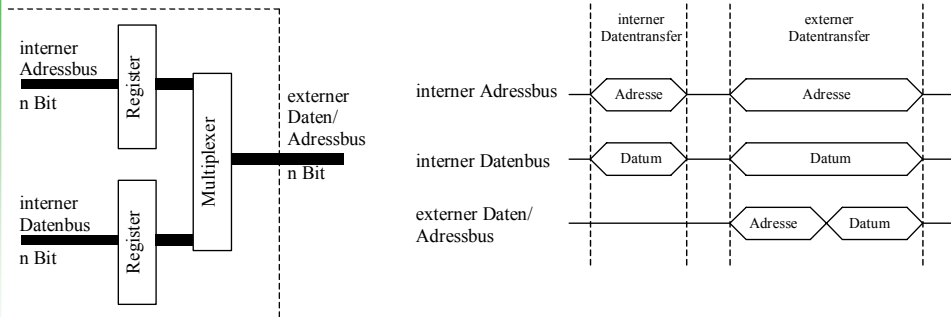
Lösungsmöglichkeit: **Daten-Multiplexing**



z.B. 16 Bit interner und 8 Bit externer Datenbus

## 4. Mikrocontroller-Komponenten

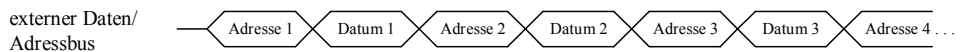
Lösungsmöglichkeit: **Daten/Adress-Multiplexing**



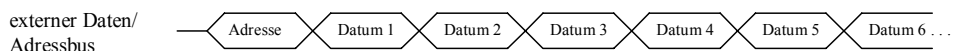
## 4. Mikrocontroller-Komponenten

Das Multiplexen halbiert zunächst auch die maximalen Datenraten am Bus.

Abhilfe: **Burst-Transfers**



a) normaler gemultiplexter Datentransfer



b) Burst-Transfer

Erreicht nahezu die Datenraten des nichtgemultiplexten Busses

## 4. Mikrocontroller-Komponenten

Lösungsmöglichkeit: Skalierung des Adressraums

