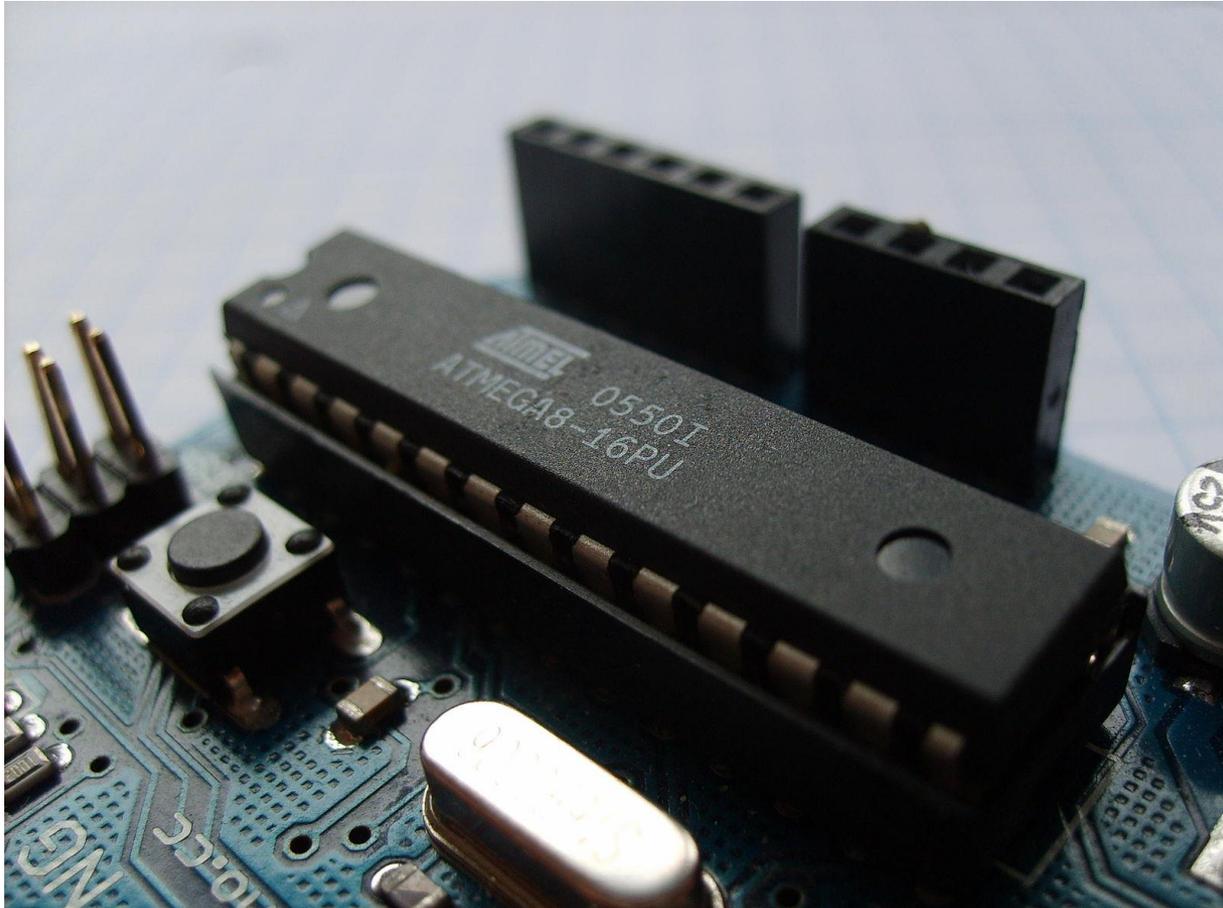


# Teil 3 – Mikrocontroller

- 3.1 Programm- und Datenspeicher
- 3.2 Realisierung von Speicherzellen
- 3.3 Programmierung



# Advanced Architecture Optimizes the Atmel AVR CPU

## Delivering High Performance and Low Power—With Small Code

Based on the Harvard Architecture

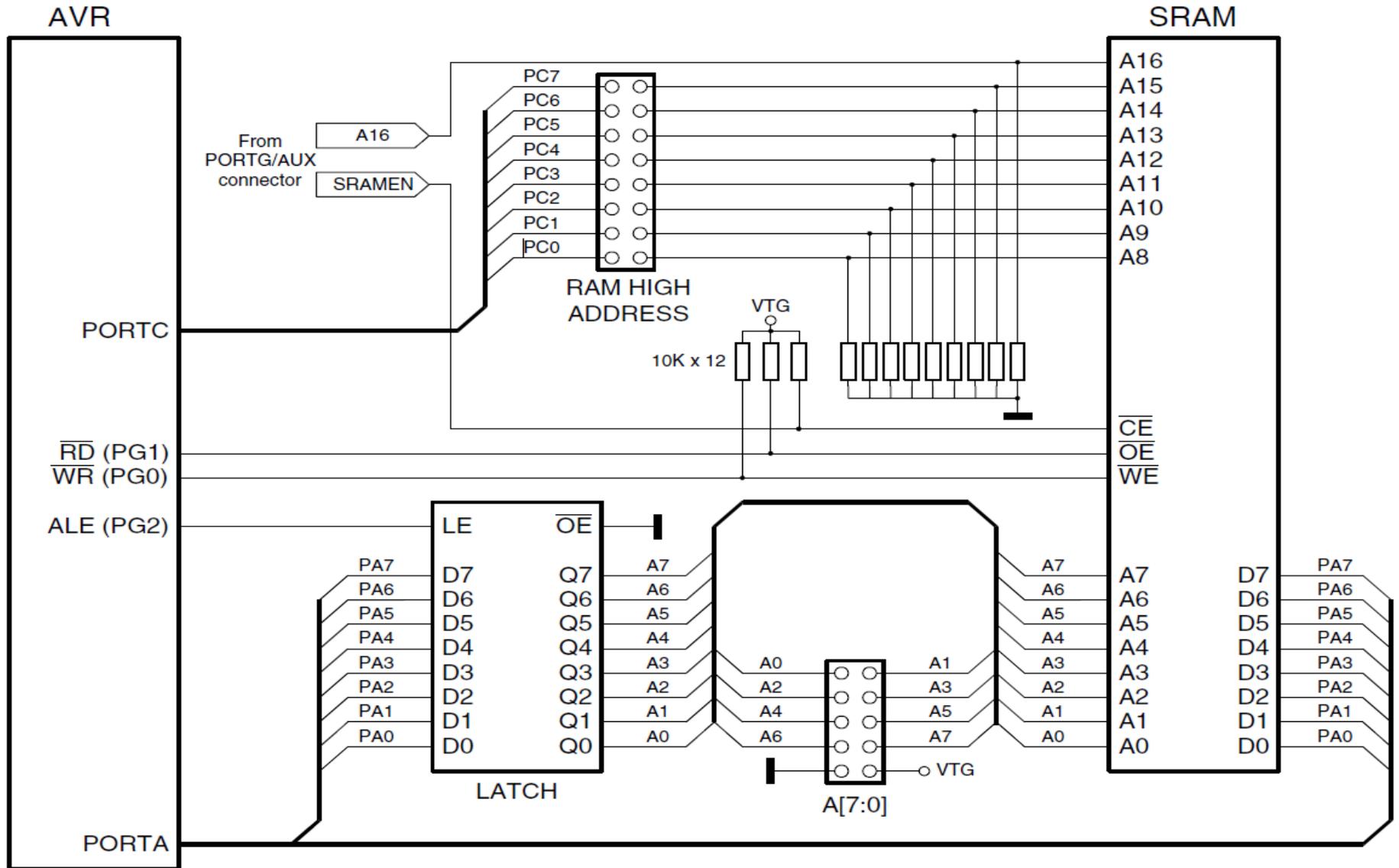
The high performance and low power consumption of the AVR microcontrollers is no accident, but a result of a hard work and patented technology. Atmel's 8- and 32-bit AVR CPUs are based on an advanced Harvard architecture that is tuned for power consumption and performance.

Like every Harvard architecture device, the AVR CPU has two busses: one instruction bus where the CPU reads executable instructions; and one data bus to read or write the corresponding data. This ensures that a new instruction can be executed in every clock cycle, which eliminates wait states when no instruction is ready to be executed. The busses in AVR microcontrollers are configured to provide the CPU instruction bus priority access to the on-chip Flash memory. The CPU data bus has priority access to the SRAM.

→ *Die 8-Bit-Mikrocontroller der AVR-Familie haben einen Datenspeicher mit 8 Bit großen Speicherzellen. Die Maschinenbefehle im Programmspeicher (Flash-Speicher) sind dagegen 16 Bit groß.*

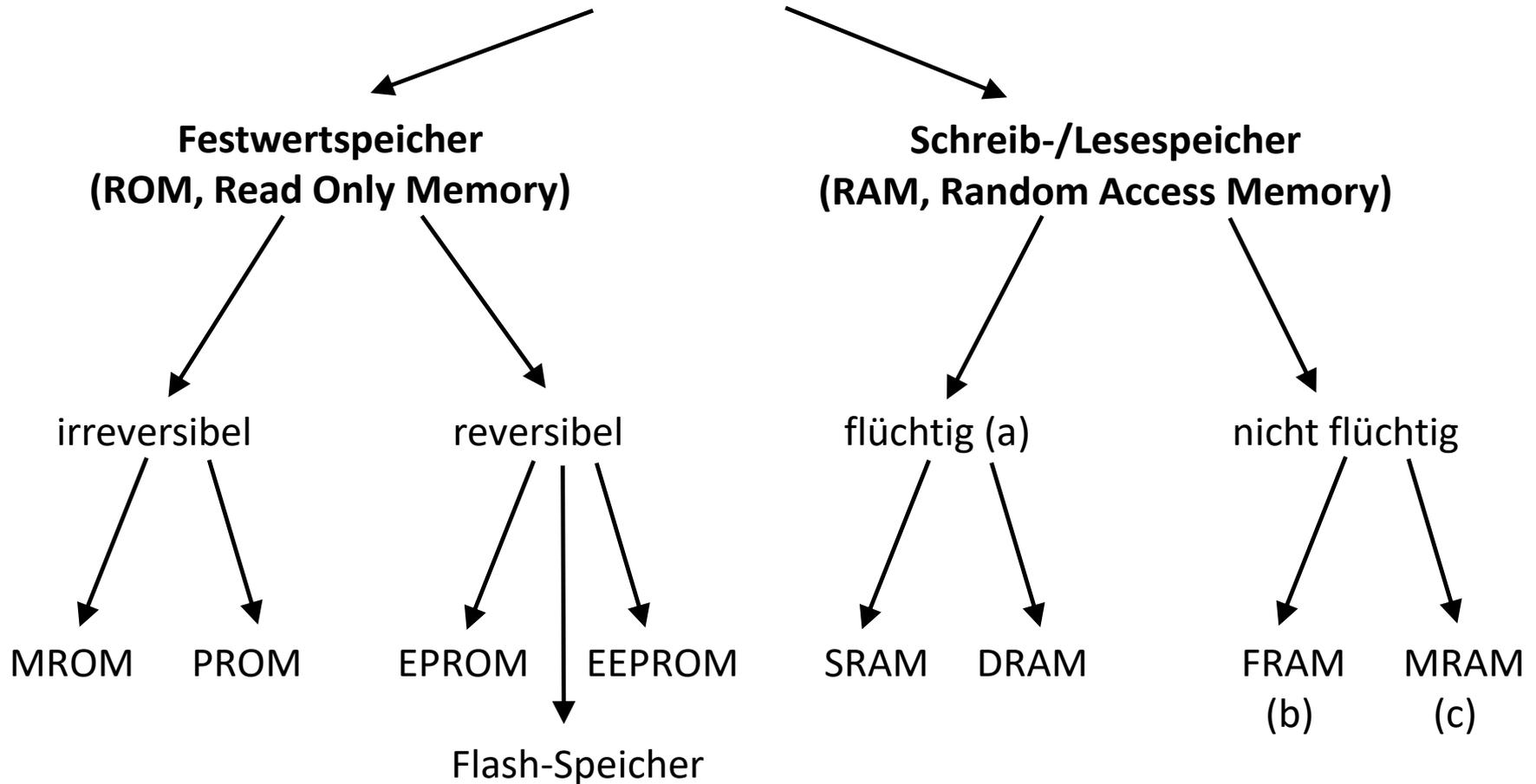
Quelle: [1]

# AVR-Mikrocontroller mit externem Arbeitsspeicher



Quelle: [2]

# Halbleiterspeicher



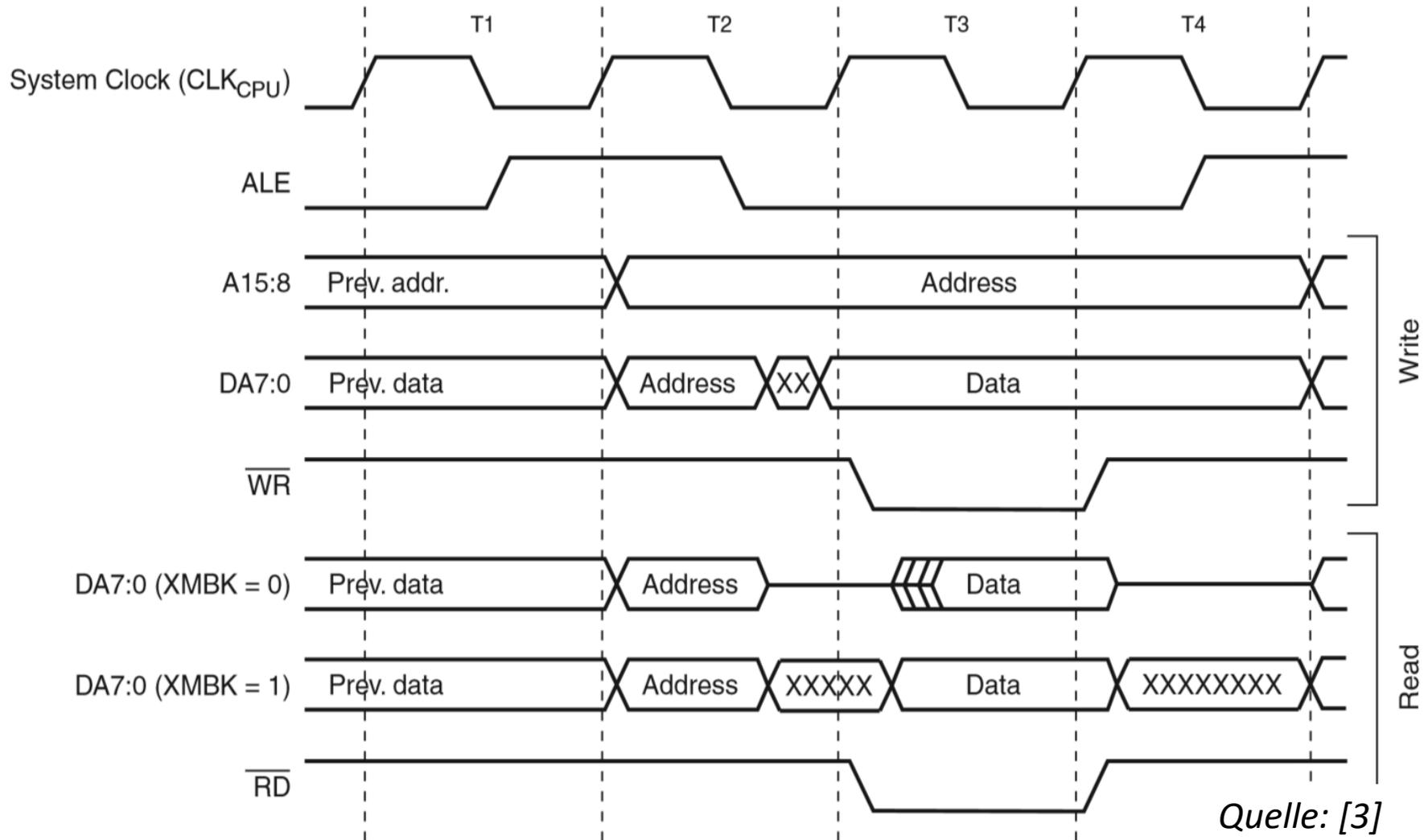
(a) flüchtig = verliert Daten beim Abschalten der Spannungsversorgung

(b) Ferroelectric Random Access Memory, Speicherung durch elektr. Polarisierung

(c) Magnetoresistive Random Access Memory, magnetische Ladungselemente

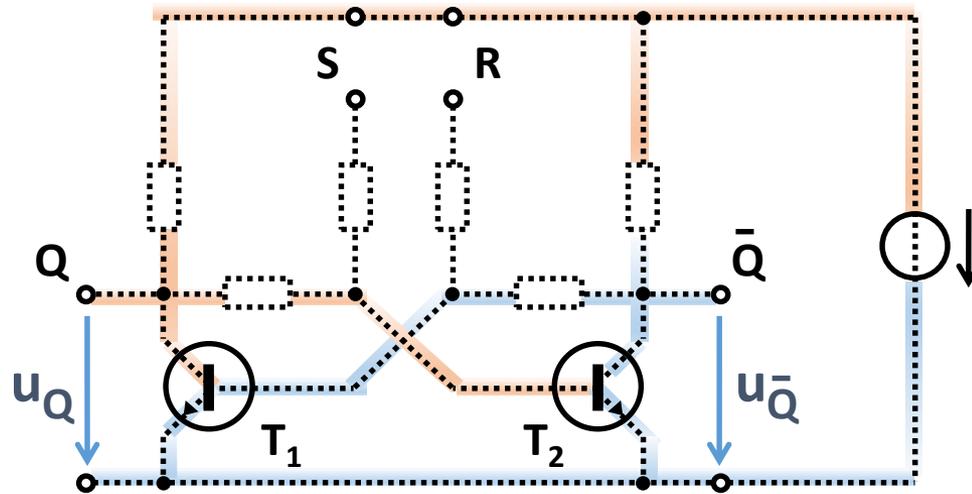
# AVR-Mikrocontroller: Schreib-/Lesezugriff auf ext. Arbeitsspeicher

**Figure 13.** External Data Memory Cycles without Wait State<sup>(1)</sup>  
(SRWn1 = 0 and SRWn0 = 0)



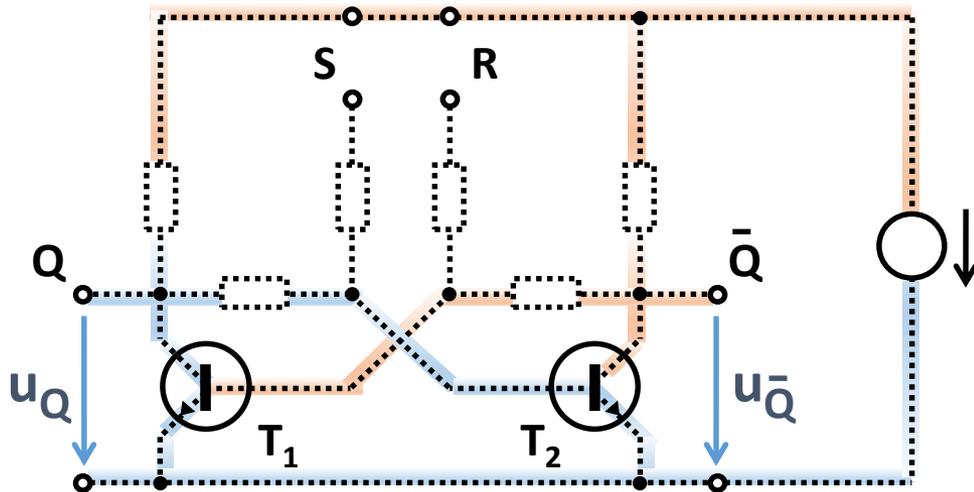
# Das RS-Flipflop

Statische Speicherzelle für 1 Bit



## Zustand 1:

Transistor T1 sperrt,  
Transistor T2 leitet



## Zustand 2:

Transistor T2 sperrt,  
Transistor T1 leitet

## 3.2.4 EPROM

## 3.2.5 OTPROM

Ein EPROM (engl. Abk. für Erasable Programmable Read-Only Memory) ist ein nichtflüchtiger elektronischer Speicherbaustein, der bis etwa in die Mitte der 1990er-Jahre in der Computertechnik eingesetzt wurde, inzwischen aber weitgehend durch EEPROMs abgelöst ist.

Dieser Bausteintyp ist mit Hilfe spezieller Programmiergeräte („EPROM-Brenner“) programmierbar. Er lässt sich mittels UV-Licht löschen und danach neu programmieren. Nach etwa 100 bis 200 Löschvorgängen hat das EPROM das Ende seiner Lebensdauer erreicht. Das zur Löschung nötige Quarzglas-Fenster (normales Glas ist nicht UV-durchlässig) macht das Gehäuse relativ teuer.

Daher gibt es auch Bauformen ohne Fenster, die nominal nur einmal beschreibbar sind (OTPROM, One Time Programmable Read-Only Memory).

→ **OTPROMs eignen sich für Kleinserien, nachdem die Entwicklungsphase mit EPROMs abgeschlossen ist. EPROMs und OTPROMs sind aber beide heutzutage nur noch selten zu finden.**

Quelle: [4]

### 3.2.7 Flash-Speicher

Flash-Speicher sind digitale Speicherbausteine; die genaue Bezeichnung lautet Flash-EEPROM. Sie gewährleisten eine nichtflüchtige Speicherung bei gleichzeitig niedrigem Energieverbrauch. Flash-Speicher sind portabel und miniaturisiert, es lassen sich jedoch im Gegensatz zu gewöhnlichem EEPROM-Speicher bei neuen Flash-EEPROM Bytes, die kleinsten adressierbaren Speichereinheiten, nicht einzeln löschen bzw. überschreiben. Flash-Speicher sind auch langsamer als Festwertspeicher (ROM).

Flash-Speicher finden überall dort Anwendung, wo Informationen persistent (nichtflüchtig) auf kleinstem Raum – ohne permanente Versorgungsspannung – gespeichert werden müssen. Dazu zählen Speicherkarten für Digitalkameras und andere mobile Geräte wie Mobiltelefone, Smartphones und Handhelds

Zunehmend im Interesse steht der Einsatz als Haupt-Massenspeichermedium in Computersystemen. Hier können Flash-Speicher in Form von Solid State Drives (dt. Festkörperlaufwerk) die herkömmlichen magnetischen Festplatten ersetzen oder ergänzen (vgl. Hybridfestplatten).

*Quelle: [5]*

## 3.3.1 Programmierung durch den Speicherhersteller

MROM wird bereits vom Hersteller – zum Beispiel Samsung [6] – programmiert. Auch Flash-Speicher kann auf Wunsch bereits vorprogrammiert bestellt werden.

### S3C7 SERIES MASK ROM ORDER FORM

#### Product description:

Device Number: S3C7 \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ (write down the ROM code number)

Product Order Form:  Package  Pellet  Wafer Package Type: \_\_\_\_\_

#### Package Marking (Check One):

Standard

Custom A  
(Max 10 chars)

Custom B  
(Max 10 chars each line)

<b>SEC</b> @ YWW Device Name
---------------------------------

@ YWW Device Name
_____

@ YWW
_____
_____

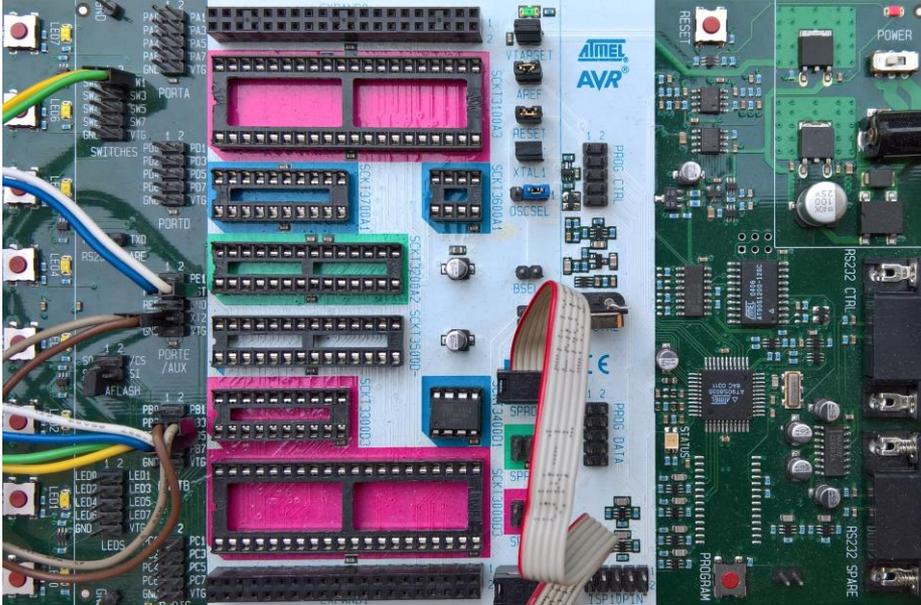
@ : Assembly site code, Y : Last number of assembly year, WW : Week of assembly

#### Delivery Dates and Quantities:

Deliverable	Required Delivery Date	Quantity	Comments
ROM code	–	Not applicable	See ROM Selection Form
Customer sample			
Risk order			See Risk Order Sheet

## 3.3.2 Programmierung mittels Programmiergerät

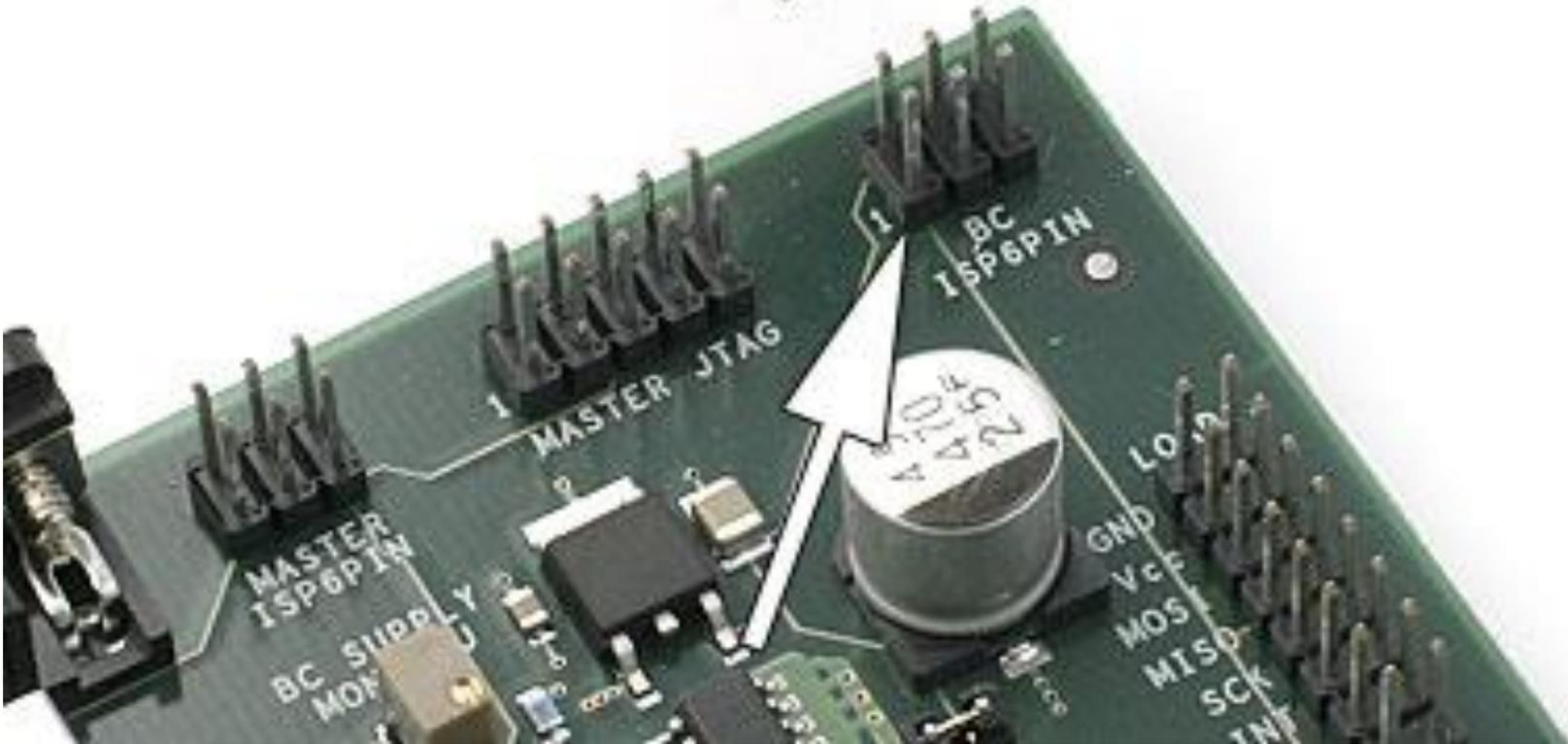
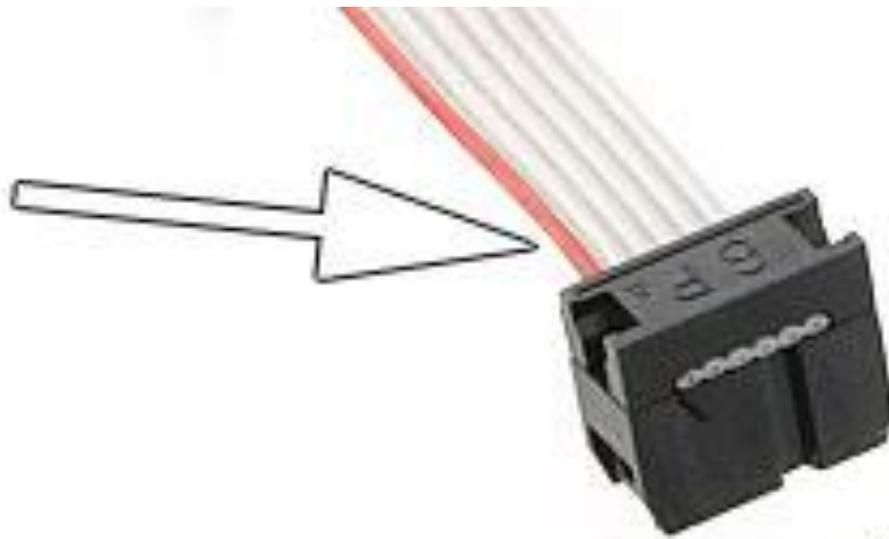
Die linke Abbildung zeigt das Programmiergerät STK500 der Firma Atmel für AVR-Mikrocontroller. Damit können einzelne Controller programmiert werden.



Zur Produktion von mittleren Stückzahlen werden „Production Programmer“ (auch: „Gang Programmer“) eingesetzt, die mehrere Bausteine gleichzeitig beschreiben können, siehe rechte Abbildung (XELTEC SuperPro6104GP).

Quelle: [7]

# In-System-Programmierung eines AVR-Mikrocontrollers der Firma Atmel



Quelle: [8]

# Arduino

AVR-Mikrocontroller (ATmega328) auf Platine mit USB-Anschluss und Bootloader.



Quelle: [9]

# Quellenverzeichnis

- [1] [www.atmel.com/Technologies/cpu\\_core/AVR.aspx](http://www.atmel.com/Technologies/cpu_core/AVR.aspx) (Stand: 27.09.2016)
- [2] [www.atmel.com](http://www.atmel.com): „Using the STK501 top module“ (Stand: 05.04.2016)
- [3] [www.atmel.com](http://www.atmel.com): Datenblatt ATmega64, S. 30 (Stand: 12.04.2016)
- [4] Wikipedia: „Erasable Programmable Read-Only Memory“ (Stand: 27.09.2016)
- [5] Wikipedia: „Flash-Speicher“ (Stand: 27.09.2016)
- [6] [www.samsung.com](http://www.samsung.com): „S3C7 Series Mask Rom Order Form“ (Stand: 27.09.2016)
- [7] Wikimedia Commons: „SuperPro6104GP Production Gang Programmer.jpg“  
von CT Reference (CC BY-SA 4.0, Stand: 27.09.2016)
- [8] [www.atmel.com](http://www.atmel.com): „AVRISP MkII Introduction“ (Stand: 05.04.2016)
- [9] Wikimedia Commons: „Barbone [sic!] Arduino Uno.jpg“  
von Kallap85 (CC BY-SA 4.0, Stand: 27.09.2016)