

Chiptunes

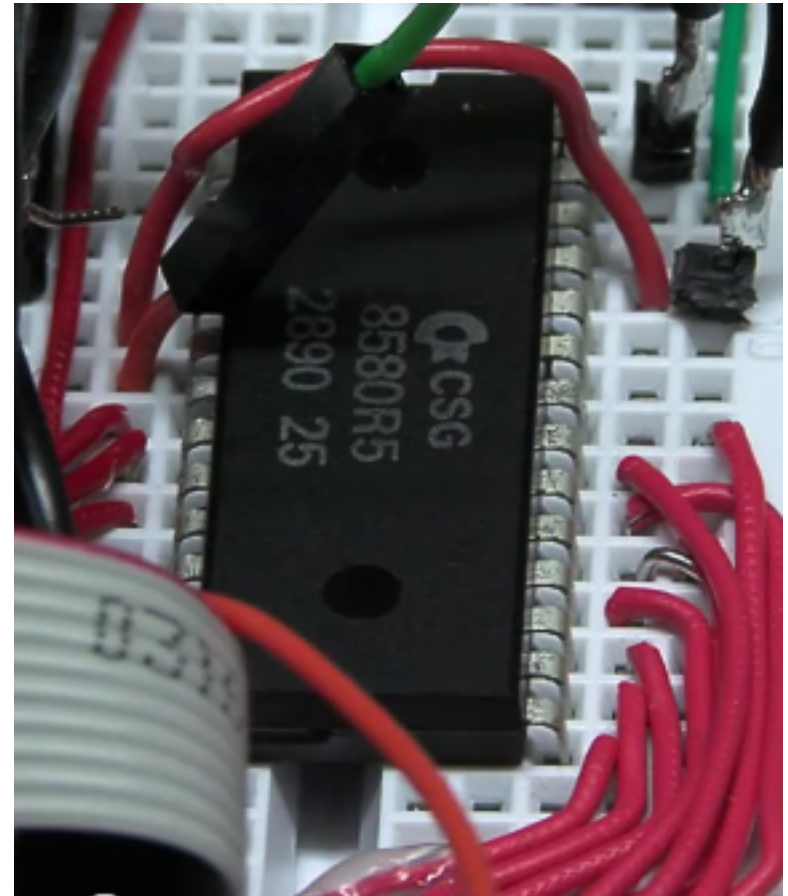
Wie musikalisch ist mein Mikrocontroller?

Martin Wenske WS 2011/2012

09.01.2012

Betreuer: Timo Klingenberg

- Motivation
- Geschichte des Chiptunes
- Signalformen
- Hüllkurvenfilter
- D/A - Umsetzer
- Chiptunes Demo



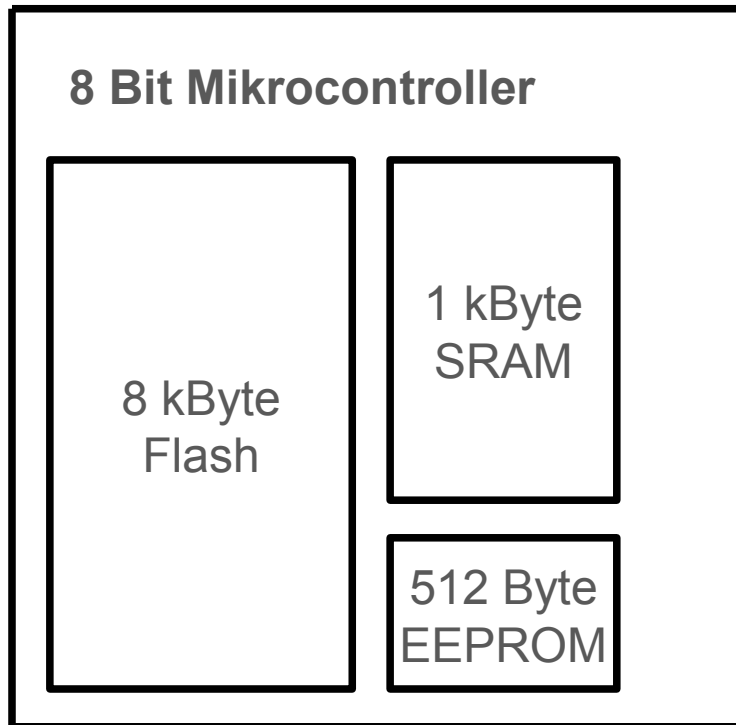
Motivation

- Wozu ist mein Mikrocontroller in der Lage?
 - Musik vom Chip abspielen lassen
- Die begrenzten Ressourcen nutzen
 - 20 MHz Taktfrequenz
 - wenig Speicher

Geschichtliche des Chiptunes

- 1980er:
Die ersten Spielkonsolen (Commodore 64, Amiga) werden erschwinglich (1MHz Taktrate; 64kByte RAM)
- 1980 – 1995:
Komponieren von Musik auf Spielkonsolen ist sehr beliebt;
Die einzige Möglichkeit Musik digital zu erzeugen
- 2012:
Speicher ist zwar nicht mehr teuer, allerdings ist der Speicher auf Mikrocontrollern immer noch relativ knapp (ca. 8 – 64 kByte Flash)

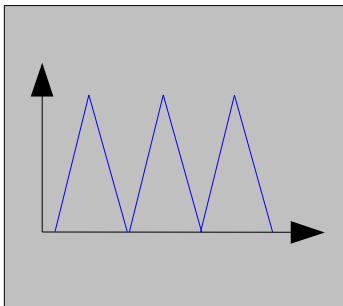
Atmel Mega 8



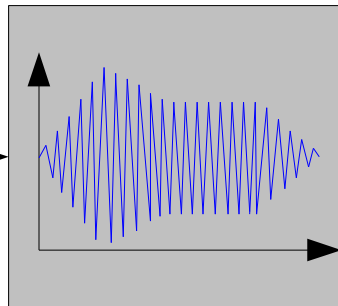
- Musikdaten nur im Flash abspeicherbar
- Vergleich:
Datenrate mp3 := 16 kByte/s
- 1/2 Sekunde speicherbar
- Abspielen von Samples nicht möglich

- Dynamische Erzeugung von Signalformen beliebiger Frequenz

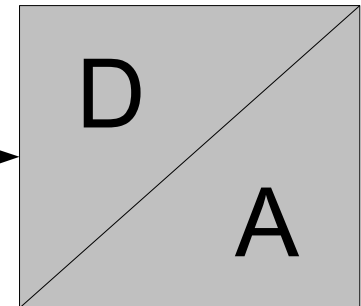
Signalerzeugung



Hüllkurven-Filter



D/A - Wandlung



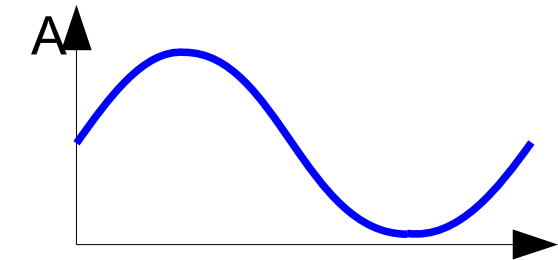
Vorteil:

- extrem geringe Datenrate nötig

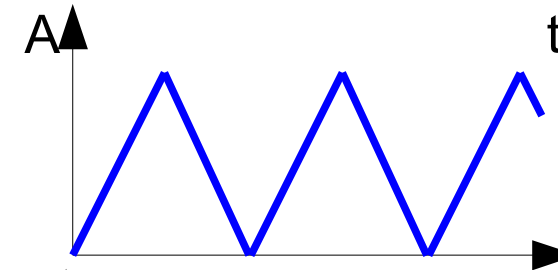
Nachteil:

- Einschränkungen in der Wahl der Signalform
- Wiedergabe von Sampels nicht/nur bedingt möglich

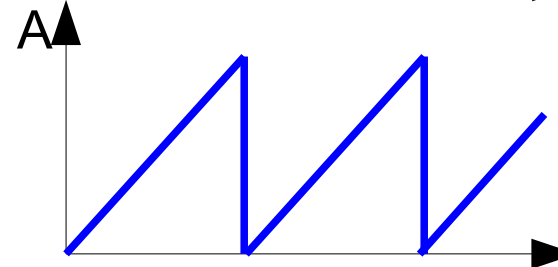
Signalformen



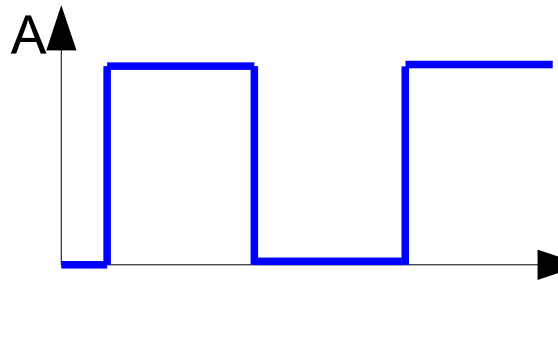
Sinus - 440 Hz



Dreieck - 440 Hz



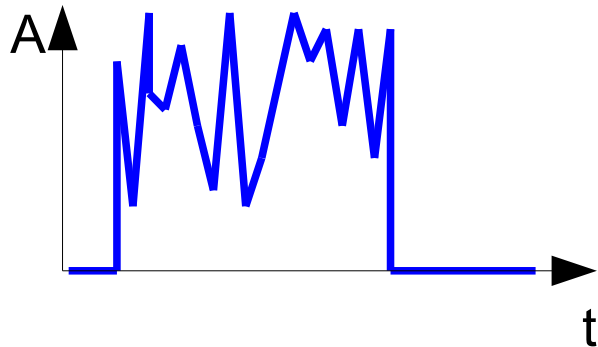
Sägezahn - 440 Hz



Rechteck - 440 Hz



Zusätzliche Signalform - Rauschen

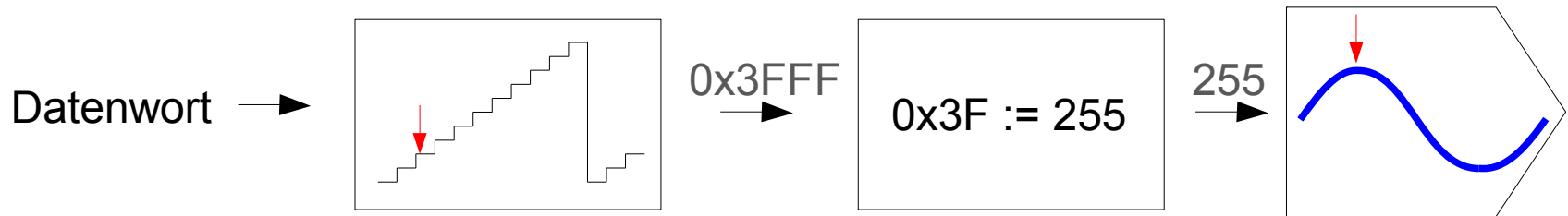
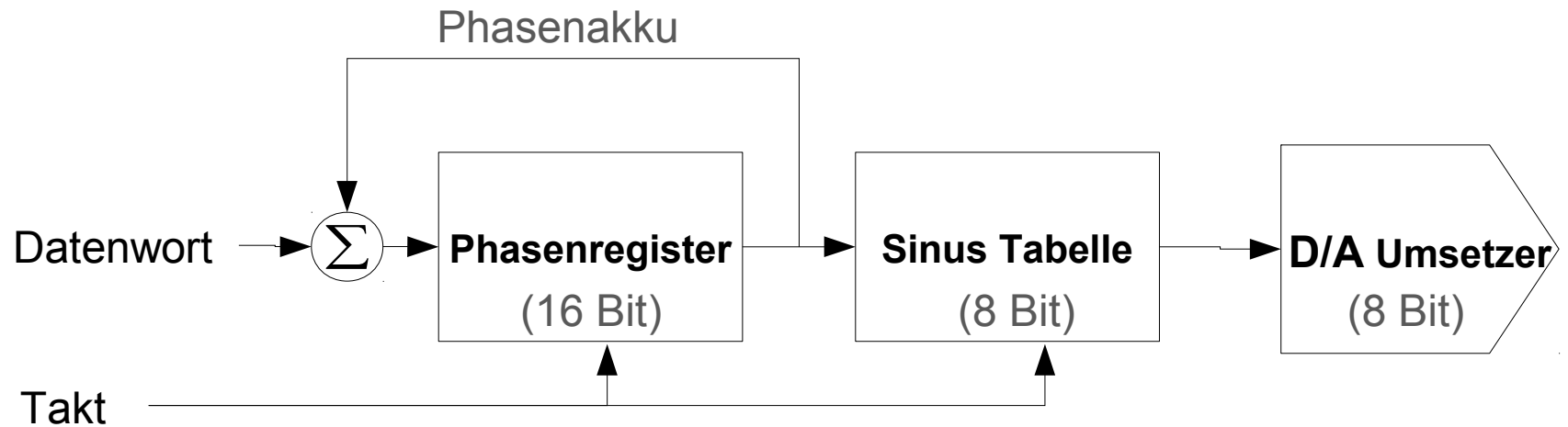


Rauschen



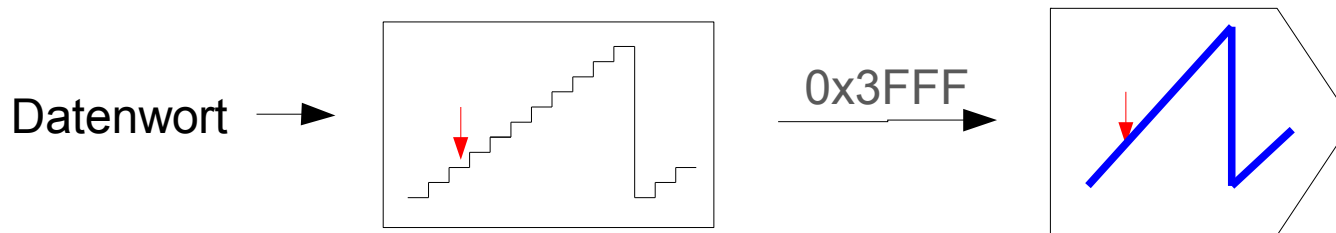
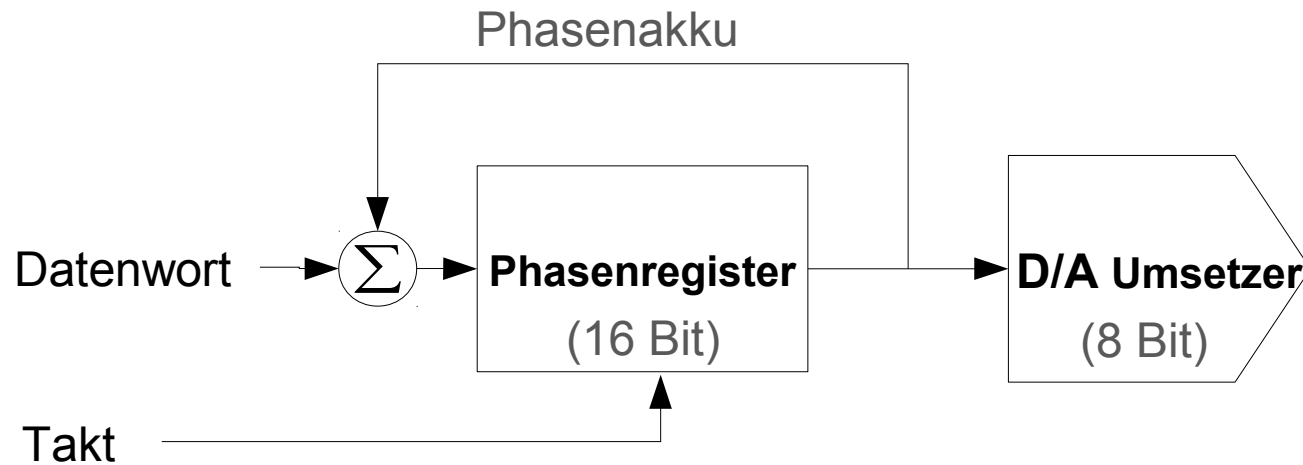
- Wichtig für die Synthese von frequenzreichen Signalen
 - Schlagzeug
 - Regen
 - Wellen

DDS – Direkte Digitale Synthese

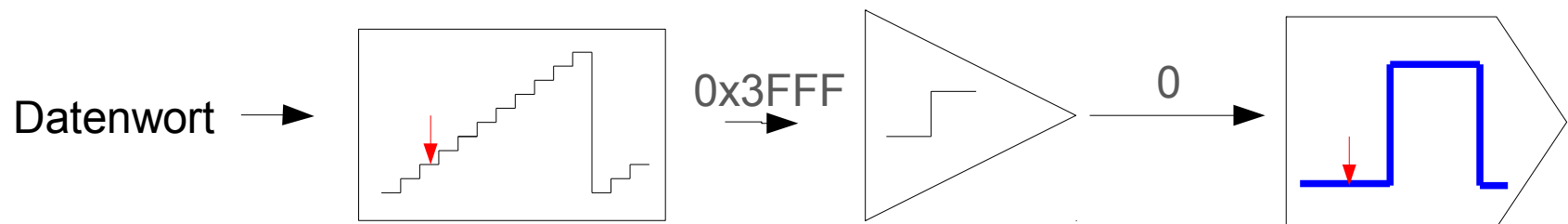
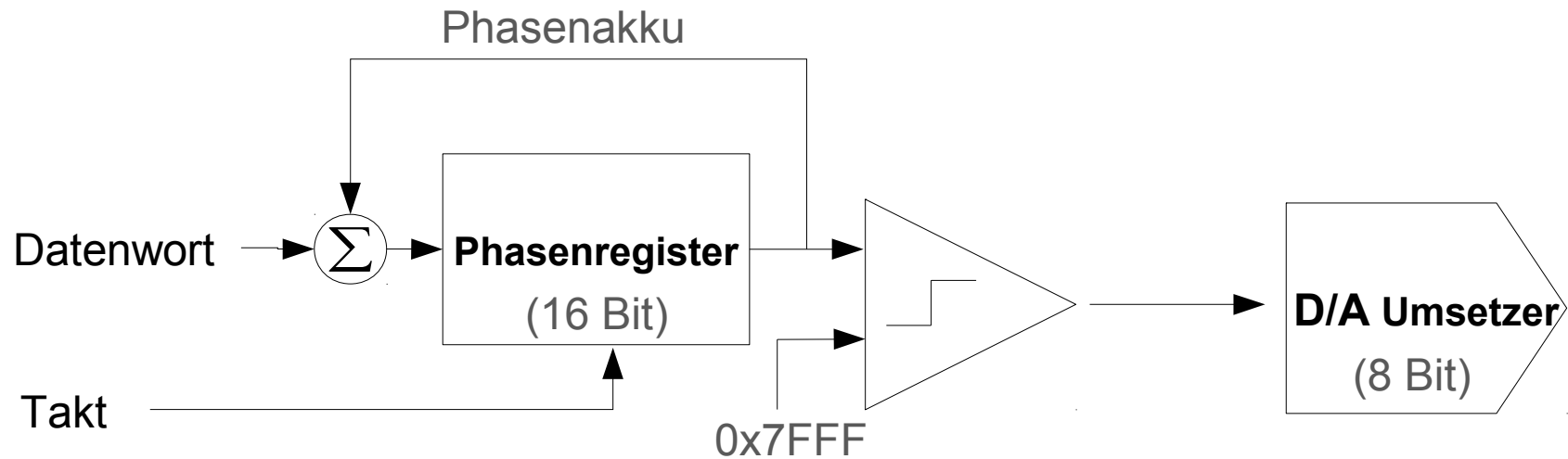


Max. Ausgangsfrequenz = 8000 Hz
Taktfrequenz = 16000 Hz
Frequenzaufösung = 0,24 Hz

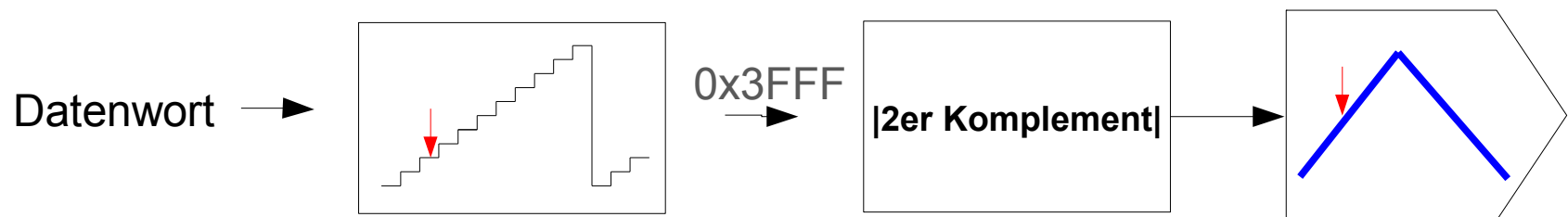
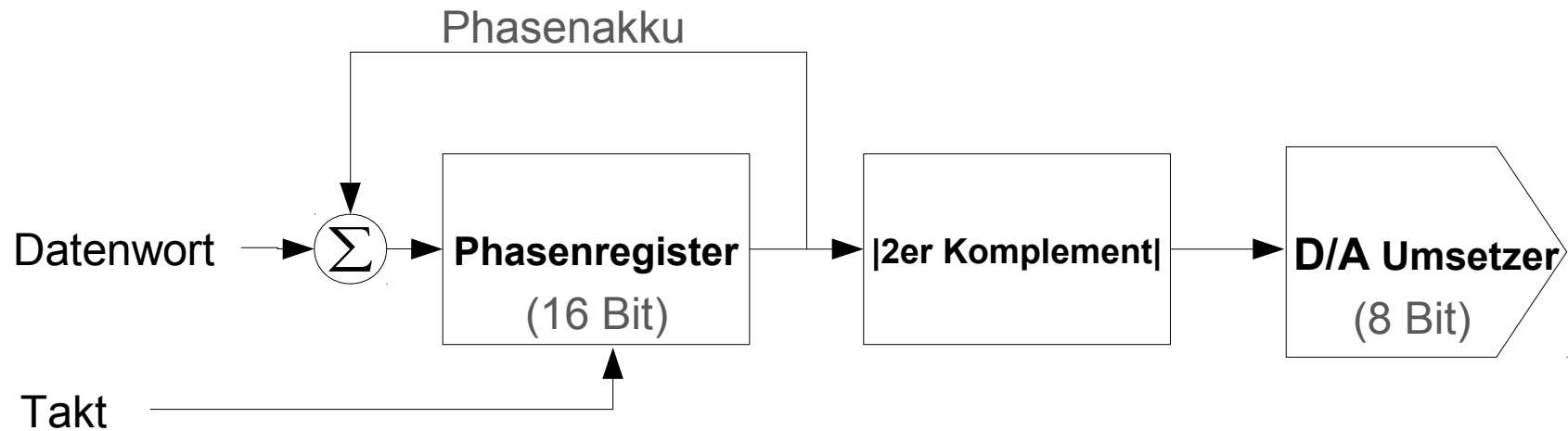
DDS – Sägezahn



DDS – Rechteck

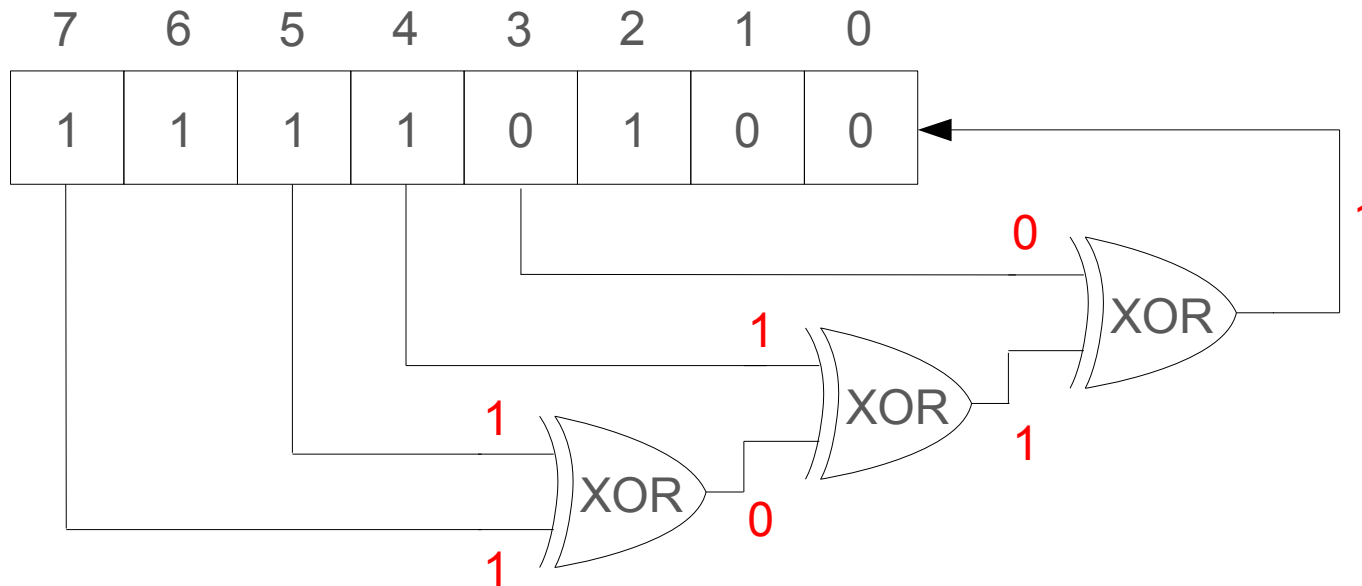


DDS – Dreieck



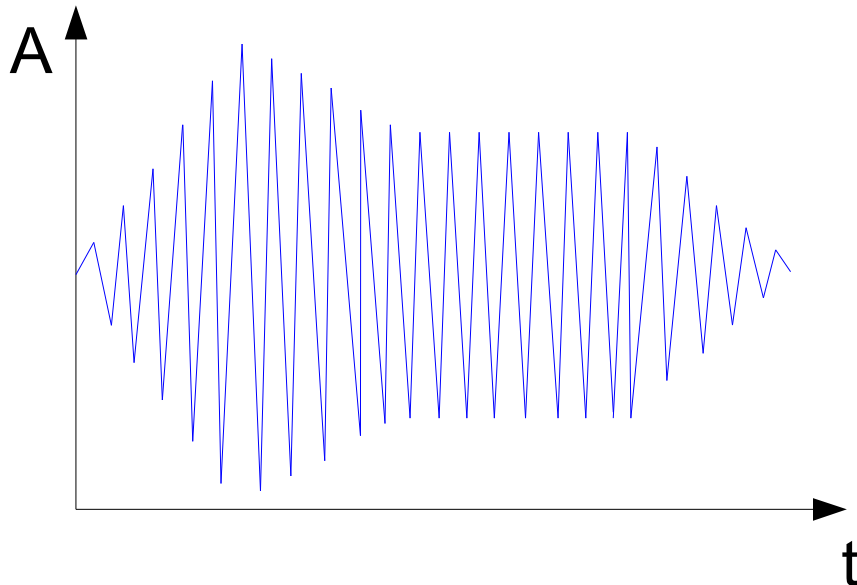
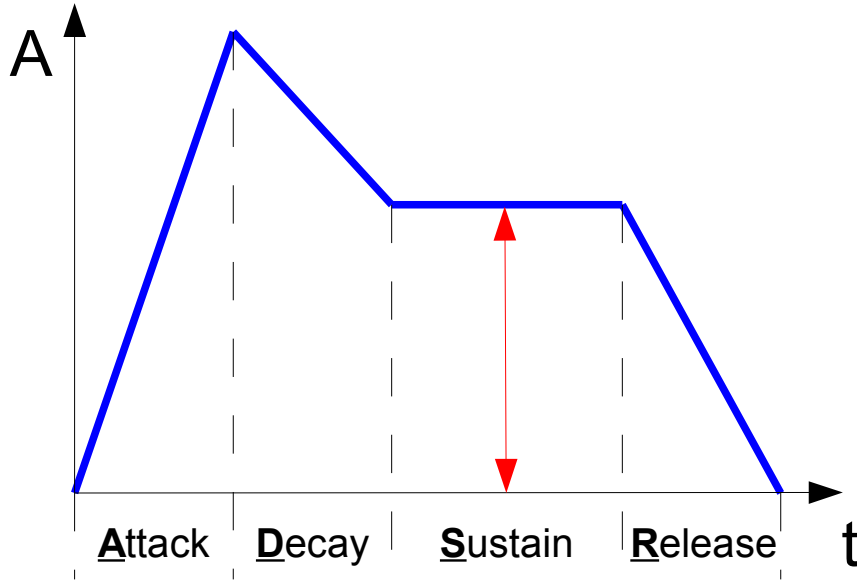
Erzeugung von Rauschen

LFSR - Linear Feedback Shift Register:



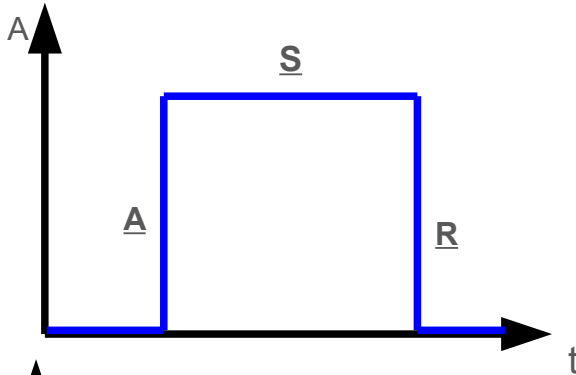
- Darf nicht mit 0x00 initialisiert werden!
- Primitives Polynom => Folge des LFSR maximal
- $2^8 - 1$ unterschiedliche Registereinträge

ADSR Hüllkurven Filter

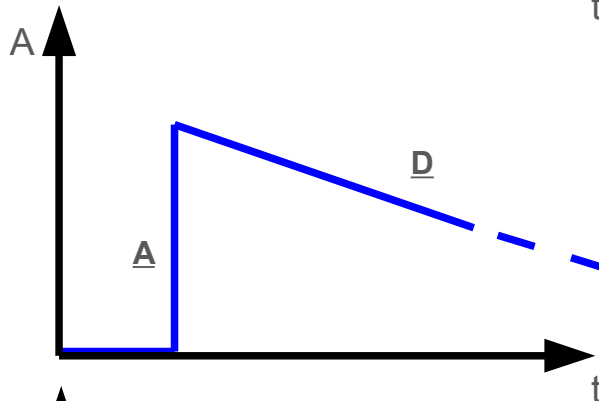


- Hüllkurve ist in vier Bereiche unterteilt:
 - **A**ttack: Anstiegszeit bis Signal seine maximale Amplitude erreicht
 - **D**ecay: Abfall der Amplitude bis auf einen bestimmten Wert
 - **S**ustain: Halten der Amplitude solange der Ton noch aktiv ist
 - **R**elease: Abfall der Amplitude auf null
- Erzeugung vielfältiger Klangkurven
- Auch nicht-instrumentenähnliche Verläufe sind möglich

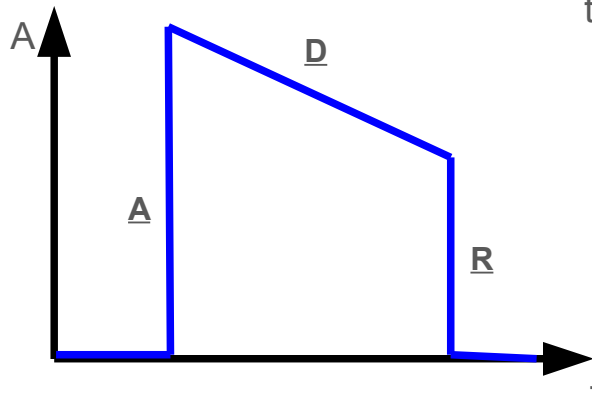
Instrumentelle Hüllkurvenformen



- Steiler Anstieg
- Haltephase
- Steiler Abfall



- Steiler Anstieg
- Langsamer Signalabfall



- Steiler Anstieg
- Abfallphase
- Steiler Abfall



Besondere Hüllkurvenformen

- Umgekehrter Signalverlauf



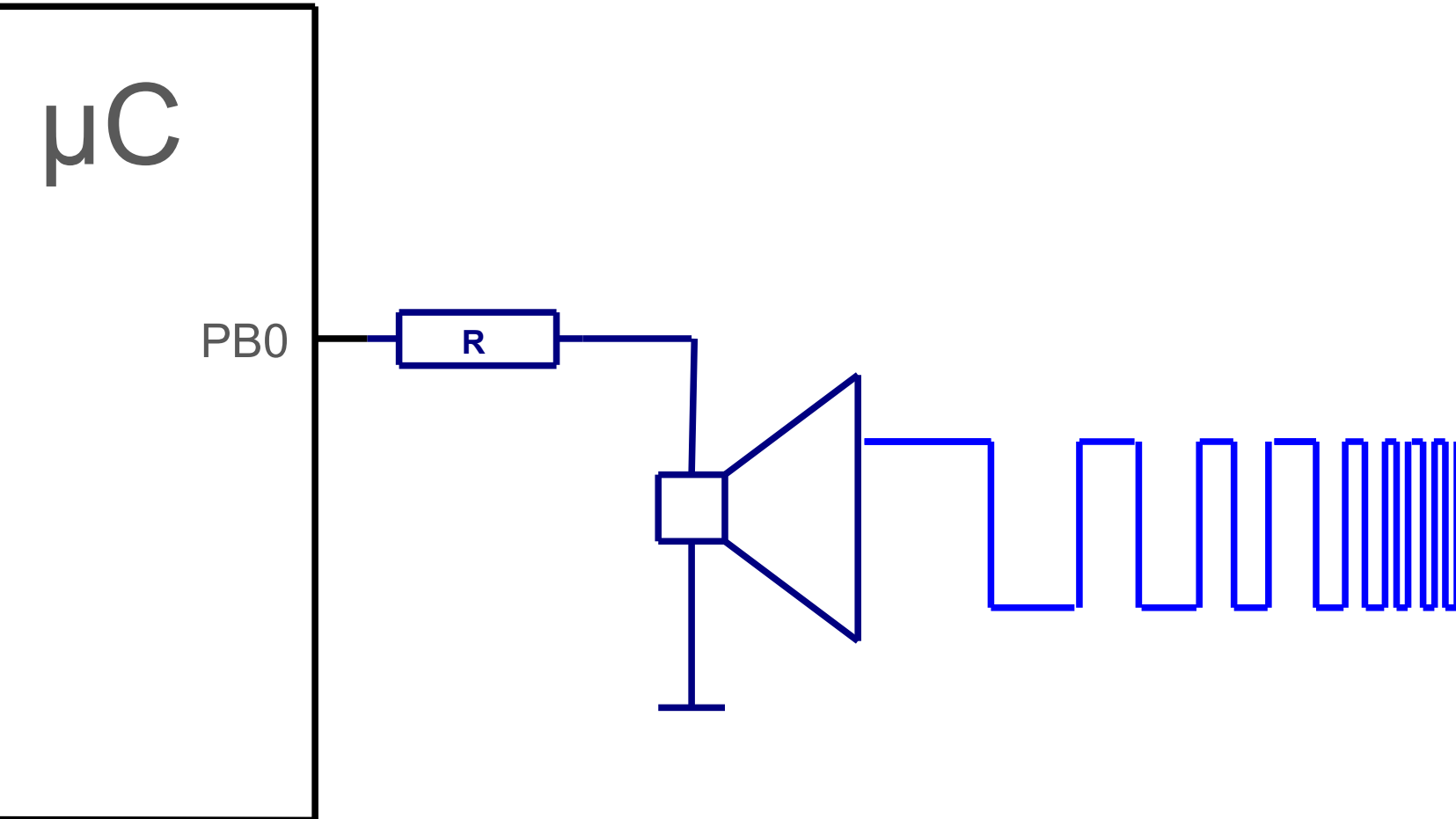
- Rauschen
- Steiler Anstieg
- Sehr kurze Haltephase
- Steile Abfall



- Rauschen
- Steiler Anstieg
- Langsamer Abfall

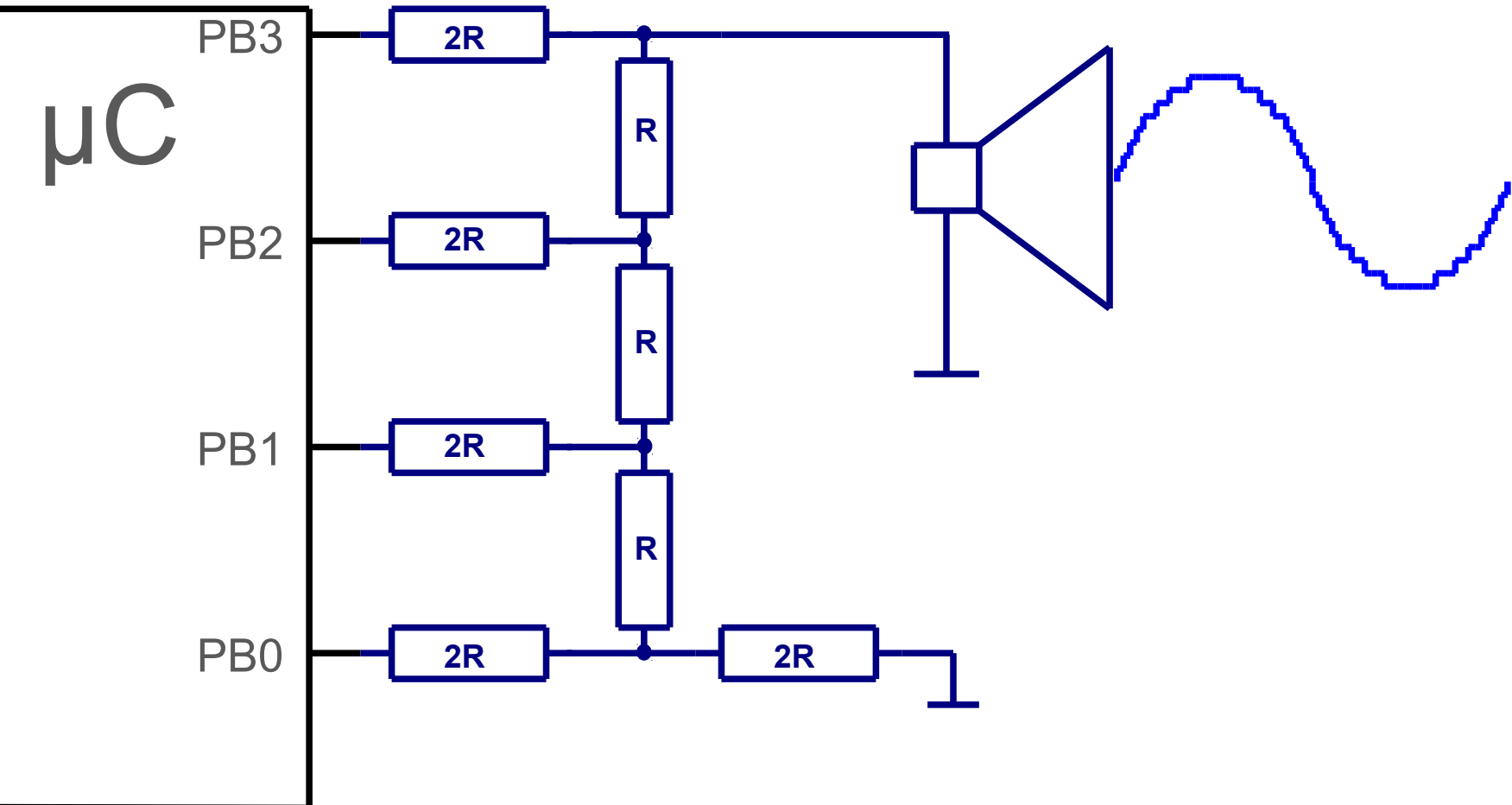


Signalerzeugung – Direkter Pinausgang



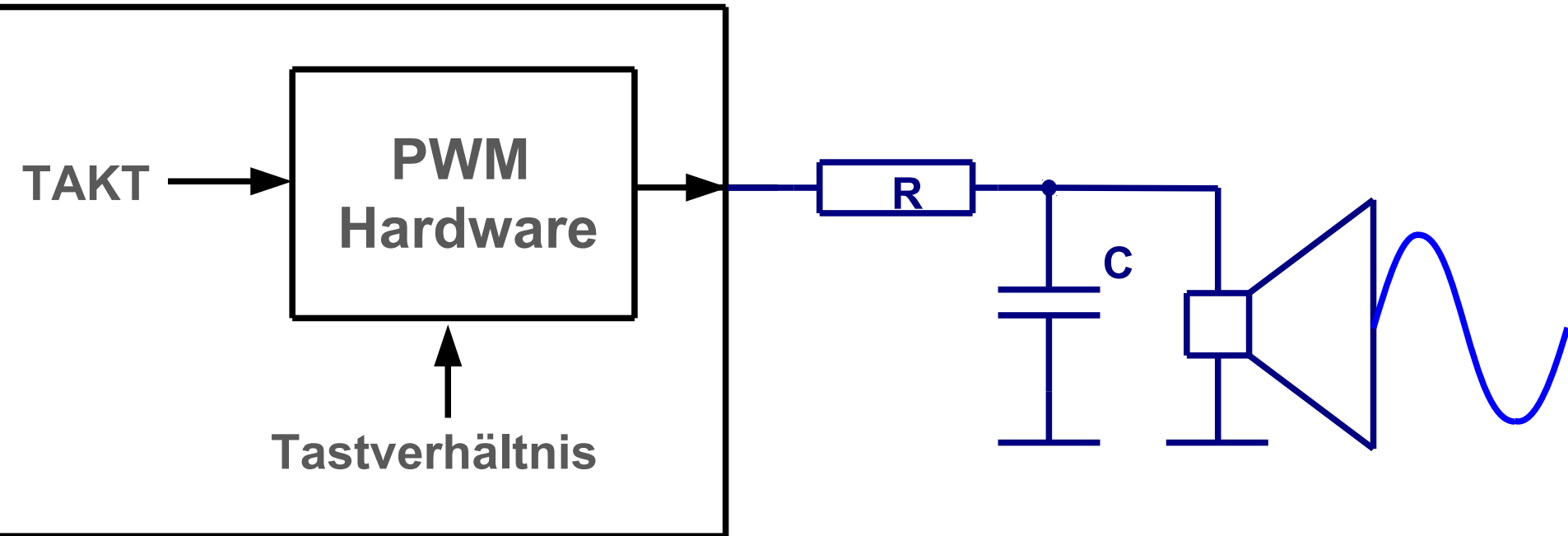
- Kaum Schaltungsaufwand
- Erzeugung zusätzlicher höherer Frequenzen

Signalerzeugung – R2R Netzwerk



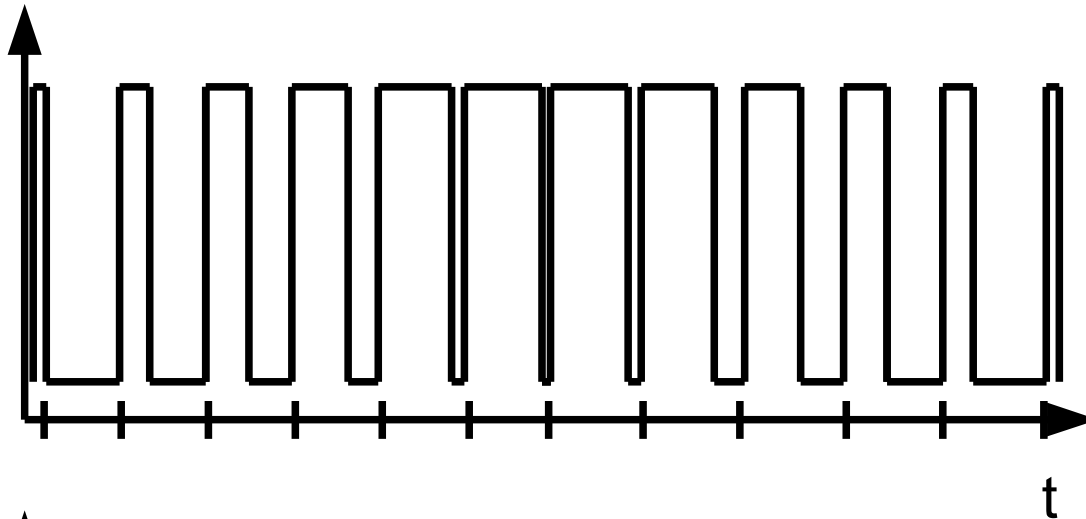
- 4 Bit => 16 Inkremente
- Hoher Schaltungsaufwand

Signalerzeugung – Pulsweitenmodulation

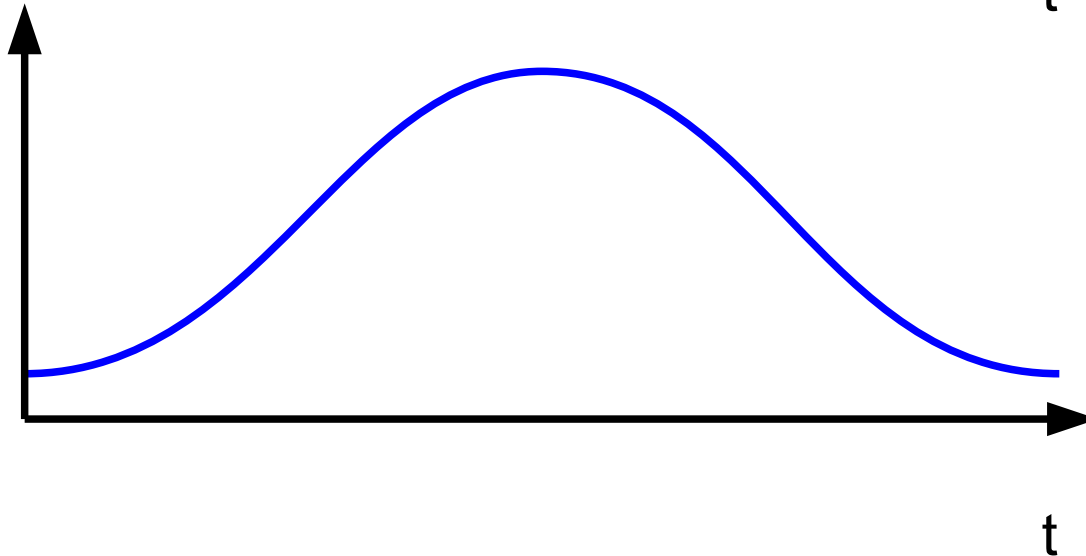


- Nutzt internen PWM Generator des Mikrocontrollers
- Wenige Bauelemente nötig
- Maximale Frequenz begrenzt

Signalerzeugung – Pulsweitenmodulation

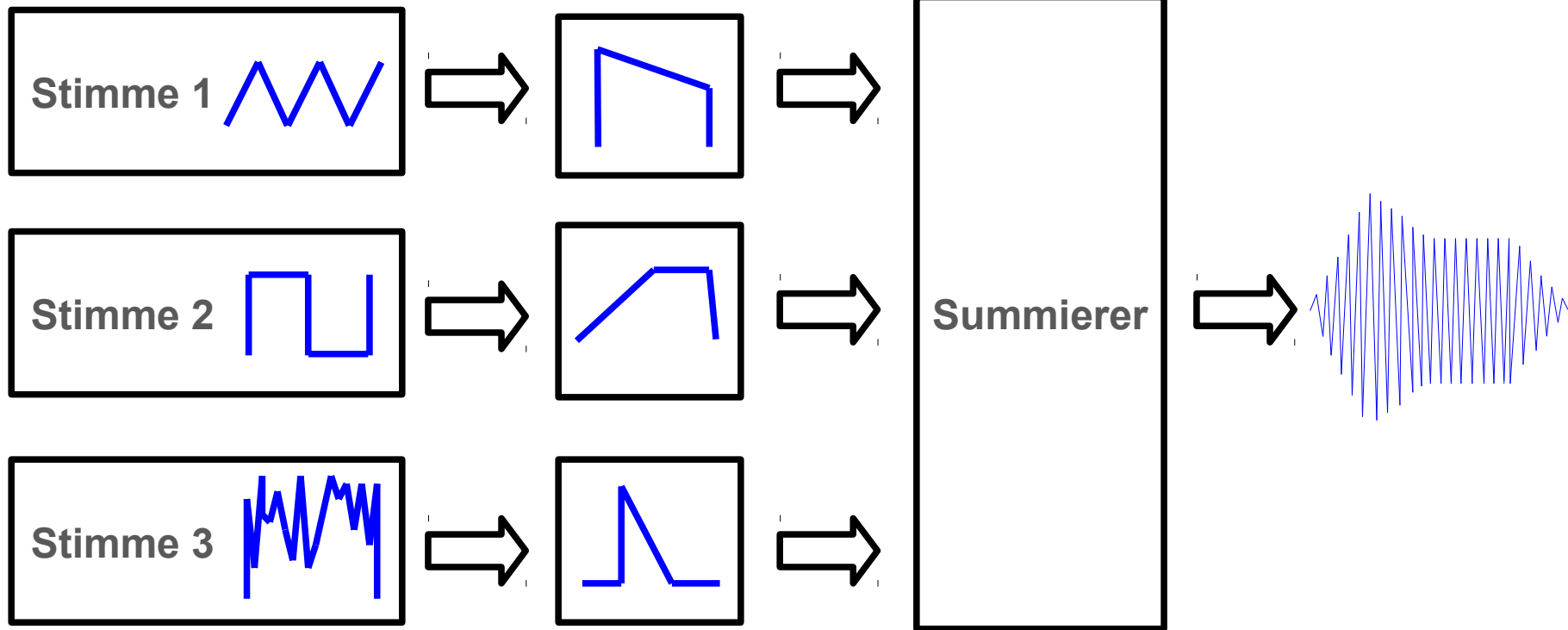


$$\textit{Tastverhältnis} = \frac{t_{\text{ein}}}{t_{\text{aus}}}$$



Funktionsschema – 3 Stimmig

ADSR



Geschrieben von Linus Akesson (lft)

Hardware:

- Atmel mega 88
- 8 kByte Flash
- 1 kByte SRAM
- 8 MHz Taktfrequenz
 - 16 kHz Abtastrate
 - 500 Takte zur Berechnung des nächsten Samples
- 8 Bit – R2R Netzwerk

Software:

- 4 Kanäle
- Je Kanal ein Rechteck/Dreieck/Rausch Generator nutzbar

Quellen

- http://de.wikipedia.org/wiki/Primitives_Polynom
- http://de.wikipedia.org/wiki/Linear_rückgekoppeltes_Schieberegister
- http://de.wikipedia.org/wiki/Direct_Digital_Synthesis
- <http://www.linusakesson.net/hardware/chiptune.php>
- <http://www2.atmel.com/>
- <http://www.ag.s.tu-bs.de/?id=e.lab:projekte:sidplayer>

Weiterführende Inhalte:

- <http://www.mikrocontroller.net>



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit