

~~KE-SYSTEM~~



WV ER
V AD

Erweiterungsmodule Eigenbau

Version 1.1

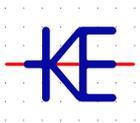
Sicherheitshinweise

Dieses Gerät erfüllt die EU-Bestimmungen 2004/108/EG (CE-Kennzeichnung).

Zur Betriebssicherheit der Gerätes und zur Vermeidung von Verletzungen durch Strom- oder Spannungsüberschlägen sind nachfolgend aufgeführte Sicherheitshinweise zum Betrieb der Gerätes unbedingt zu beachten.

Für Schäden, die durch Nichtbeachtung dieser Hinweise entstehen, sind Ansprüche jeglicher Art ausgeschlossen.

- Gerät nicht auf feuchtem oder nassen Untergrund betreiben, oder betreiben, nachdem das Gerät mit Nässe oder Feuchtigkeit in Berührung gekommen ist
- Gerät nicht in der Nähe starker magnetischer Felder (Motoren, Transformatoren, etc.) betreiben
- Gerät nicht durch andere Spannungsquellen als die USB Schnittstelle (5V) betreiben.
- Signalausgänge nicht an spannungsführende Punkte anschließen.
- Signaleingänge (Trigger-Eingänge) nur innerhalb der angegebenen Spannungsgrenzen betreiben
- Gerät nur in Betrieb nehmen, wenn keine Beschädigungen erkennbar sind und das Gehäuse vollständig verschlossen ist.
- WaverAD ist für den Betrieb bei Raumtemperatur und normaler Luftfeuchtigkeit vorgesehen. Eine Überschreitung dieser Betriebsbedingungen kann eine Fehlfunktion oder in Extremfällen sogar eine Beschädigung des Geräts zur Folge haben.
- Das Gerät beinhaltet keine Komponenten, die vom Kunden eigenständig oder von einem nicht autorisierten Reparaturdienst gewartet werden können. Die beiden Sicherheitssiegel an der Unterseite des Geräts dürfen nicht beschädigt werden.
- Jegliche Gewährleistung erlischt, wenn der Kunde Eingriffe und/oder Reparaturen an dem Gerät ohne ausdrückliche, schriftliche Bestätigung von KE-System vornimmt. Keine Gewähr übernehmen wir für Mängel und Schäden, die aus ungeeigneter oder unsachgemäßer Verwendung, Nichtbeachtung von Anwendungshinweisen oder fehlerhafter oder nachlässiger Behandlung entstanden sind.



KE-System
Ahornstraße 15a
86774 Unterföhring
www.ke-system.de

'KE-System' und 'WaverAD' sind geschützte Marken.



Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis

Sicherheitshinweise.....	2
WaverAD Hardware.....	4
Frontansicht.....	4
Rückansicht.....	4
WaverAD Übersicht.....	5
Erweiterungsmodul Schnittstelle.....	6
Kommunikationsprotokoll.....	7
Erweiterungsmodule erstellen.....	9
Adress-Dekodierung.....	10
Realisierung per MCU.....	10
Realisierung per Logik.....	12
Signal-Modifikation.....	12
Allgemeine Hinweise.....	12

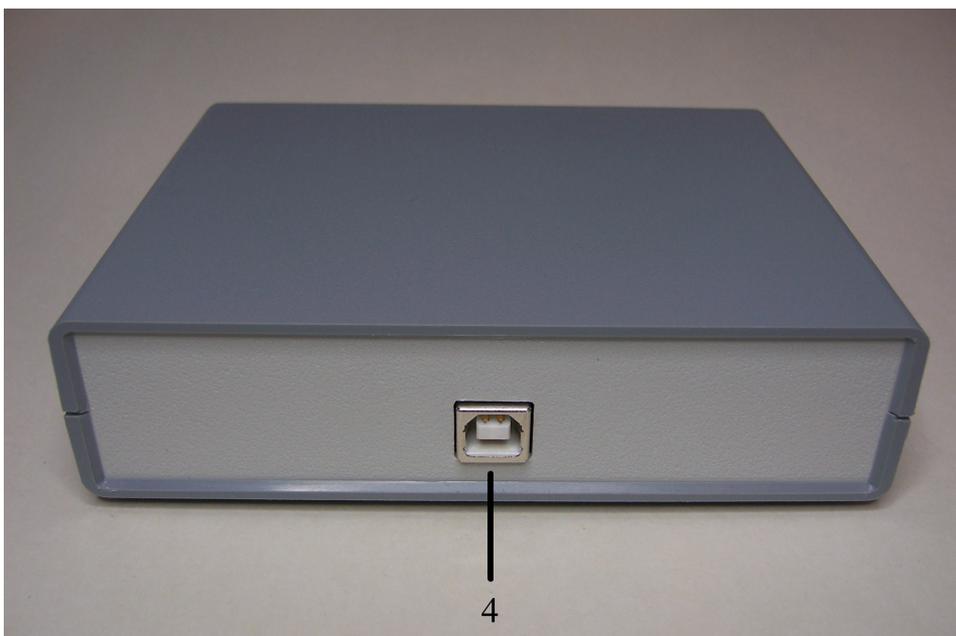
WaverAD Hardware

Frontansicht



- 1: Analoge Schnittstelle (Kanal 0)
- 2: Digitale Schnittstelle (Kanal 0)
- 3: Digitale Schnittstelle (Kanal 1)

Rückansicht



- 4: USB Anschluss

WaverAD Übersicht

WaverAD ist ein arbiträrer Signalgenerator, der speziell an den Bedürfnissen von Anwendern ausgerichtet ist, die zwar volle Flexibilität benötigen, deren Budget allerdings nicht die Anschaffung eines Oberklasse Signalerzeugungssystems erlaubt.

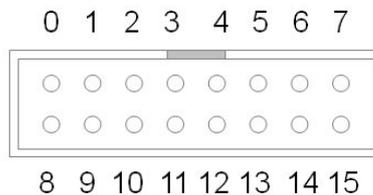
Einige Stichworte darüber, was WaverAD ist:

- Arbiträrer Signalgenerator und Logic Pattern Generator in einem
- USB Peripherie für Windows PC
- Bis zu 100MHz Sample Rate
- Frequenz, Amplitude und Offset sind flexibel einstellbar
- 3,3V und 5,0V Logik Spannungen - mehr über Erweiterungsmodule möglich
- 8 Speicherseiten für unterschiedliche, individuell programmierbare Signale, jederzeit umschaltbar
- Einzelschritt, Einzeldurchlauf und kontinuierliche Ablaufmodi
- Manuell und extern triggerbar
- Intuitives Software-Interface mit einer mächtigen Signalberechnung
- Mehrere WaverAD können nebeneinander auf dem selben PC verwendet werden
- Erweiterbar durch externe Erweiterungsmodule

Erfahrene Benutzer können mit geringem Aufwand eigene Erweiterungsmodule erstellen und somit WaverAD den eigenen Bedürfnissen sehr präzise anpassen. Diese Dokumentation soll eine Hilfestellung für diesen Zweck bieten.

Erweiterungsmodul Schnittstelle

Neben der grundlegenden Funktion, die 8 Bit eines digitalen Signals auszugeben, bieten die zwei digitalen Ausgangs-Schnittstellen des WaverAD-Geräts erweiterte Funktionalität. Die folgende Grafik zeigt die Pinbelegung der beiden Schnittstellen.



Pin-Nummer	Pin-Name	Pin-Typ	Beschreibung
0 ... 7	D0 ... D7	Out	Ausgang Digitales Interface (Bit-Linien 0 ... 7)
8	Trig	In	Triggereingang
9	ExtRC	Out	Erweiterungsmodule RC
10	ExtClk	Out	Erweiterungsmodule Clk
11	ExtDat	Out	Erweiterungsmodule Dat
12	5VOut	Out	5V Ausgang
13	DLOut	Out	Digital-Level Ausgang
14	GND	-	Digital GND
15	DClk	Out	Ausgang Takt-Frequenz (wie in Software eingestellt)

Die drei Pins ExtRC, ExtClk und ExtDat stellen eine Kommando-Schnittstelle dar, über die externe Erweiterungsmodule durch die PC-Software gesteuert werden können.

Erweiterungsmodule können adressiert werden, so dass mehrere Module in Serie oder parallel betrieben werden können. Dazu erhält jedes Erweiterungsmodul eine spezifische Adresse, ebenso wie jedes benutzerdefinierte Steuerelement in der PC-Software. Einzelne Software-Steuerelemente sprechen dabei nur diejenigen Erweiterungsmodule an, die auf die selbe Adresse wie das Software-Steuerelement programmiert sind.

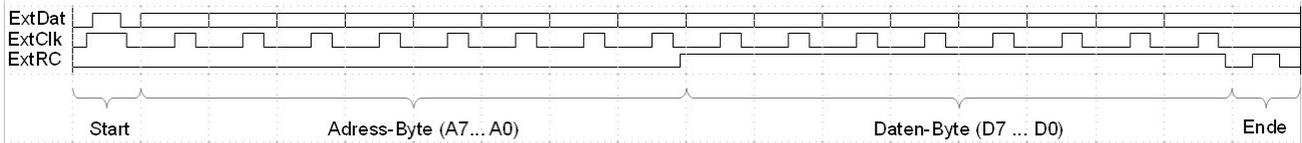
Bei der Benutzung eines Steuerelements im Betrieb wird von der PC-Software ein Adress-Byte gefolgt von einem Daten-Byte an alle angeschlossenen Erweiterungsmodule gesendet. Es ist die Aufgabe der Erweiterungsmodule das Adress-Byte zu analysieren und dann das entsprechende Datenbyte zu verarbeiten.

Erweiterungsmodul Schnittstelle

Kommunikationsprotokoll

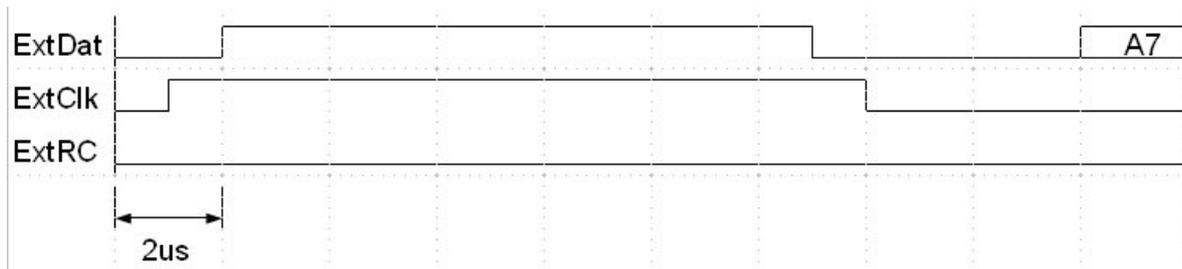
Die Kommando-Schnittstelle für externe Erweiterungsmodule wurde vom Timing so ausgelegt, dass auch niedrig getaktete Prozessoren oder auch normale 8-Bit Serial-In / Parallel-Out Schieberegister zur Analyse eingesetzt werden können.

Eine Kommando-Sequenz besteht aus 4 Phasen:



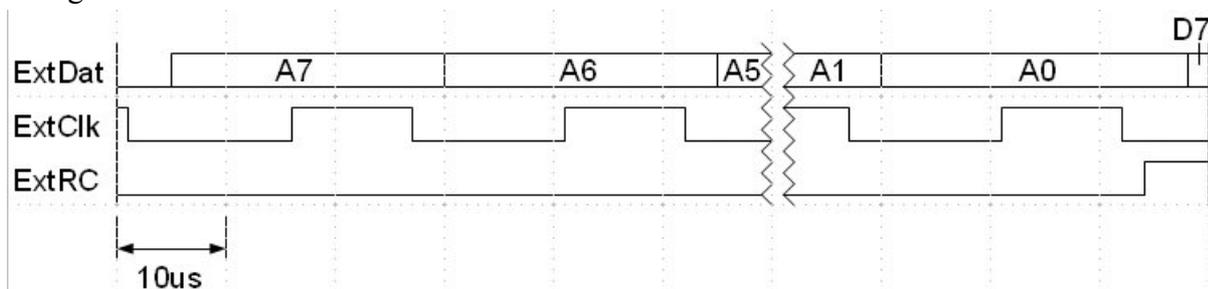
Start-Phase:

Die Startphase synchronisiert das empfangende Erweiterungsmodul auf die anstehende Kommando-Übertragung. Diese Phase ist durch eine Pegeländerung im Signal ExtDat während eines aktiven ExtClk gekennzeichnet.



Adress-Phase:

In der Adress-Phase wird das Adress-Byte an die Erweiterungsmodule gesendet. Die Übertragung erfolgt mit dem MSB zuerst.



Mögliche Adressen für Erweiterungsmodule reichen von 1 bis 254.

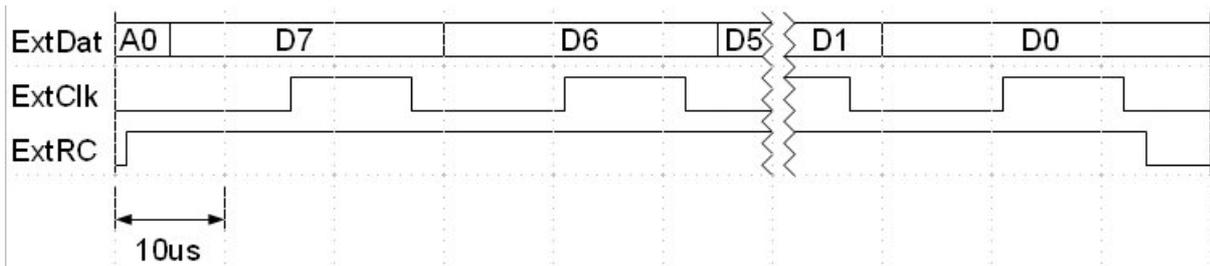
Die Adresse 0 (b00000000) ist eine reservierte Adresse.

Die Adresse 255 (b11111111) ist ein Sonderfall. Diese wird als Kommando benutzt, um den an den WaverAD angeschlossenen Erweiterungsmodulen eine Adresse zuzuweisen, über die sie dann im späteren Betrieb identifiziert werden. Die zuzuweisende Adresse wird in der diesem Kommando folgenden Daten-Phase übertragen.

Daten-Phase:

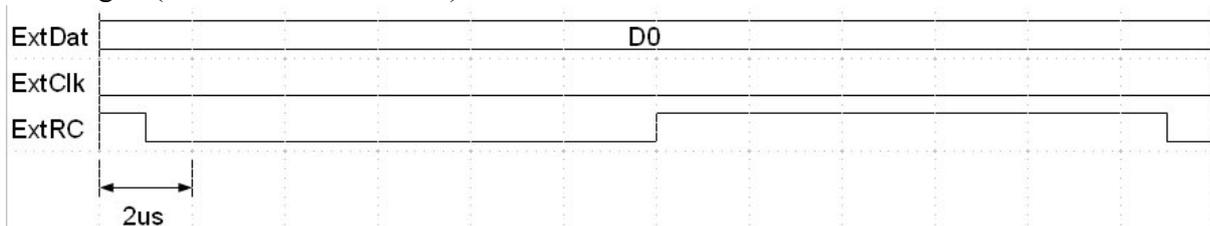
In der Daten-Phase wird das Daten-Byte an die Erweiterungsmodule gesendet. Die Übertragung erfolgt mit dem MSB zuerst.

Erweiterungsmodul Schnittstelle



End-Phase:

Die End-Phase schließt die Kommando-Sequenz ab. Der abschließende ExtRC-Puls kann dazu verwendet werden, das seriell empfangene Daten-Byte in ein paralleles Latch-Register zu übertragen (z.B. beim SN74xx595).



Es ist zu beachten, dass die Signale ExtDat und ExtRC auch außerhalb einer Kommando-Sequenz zufällige Pegeländerungen erfahren können.

ExtClk Pegeländerungen finden dagegen nur innerhalb einer Kommando-Sequenz in der oben beschriebenen Weise statt.

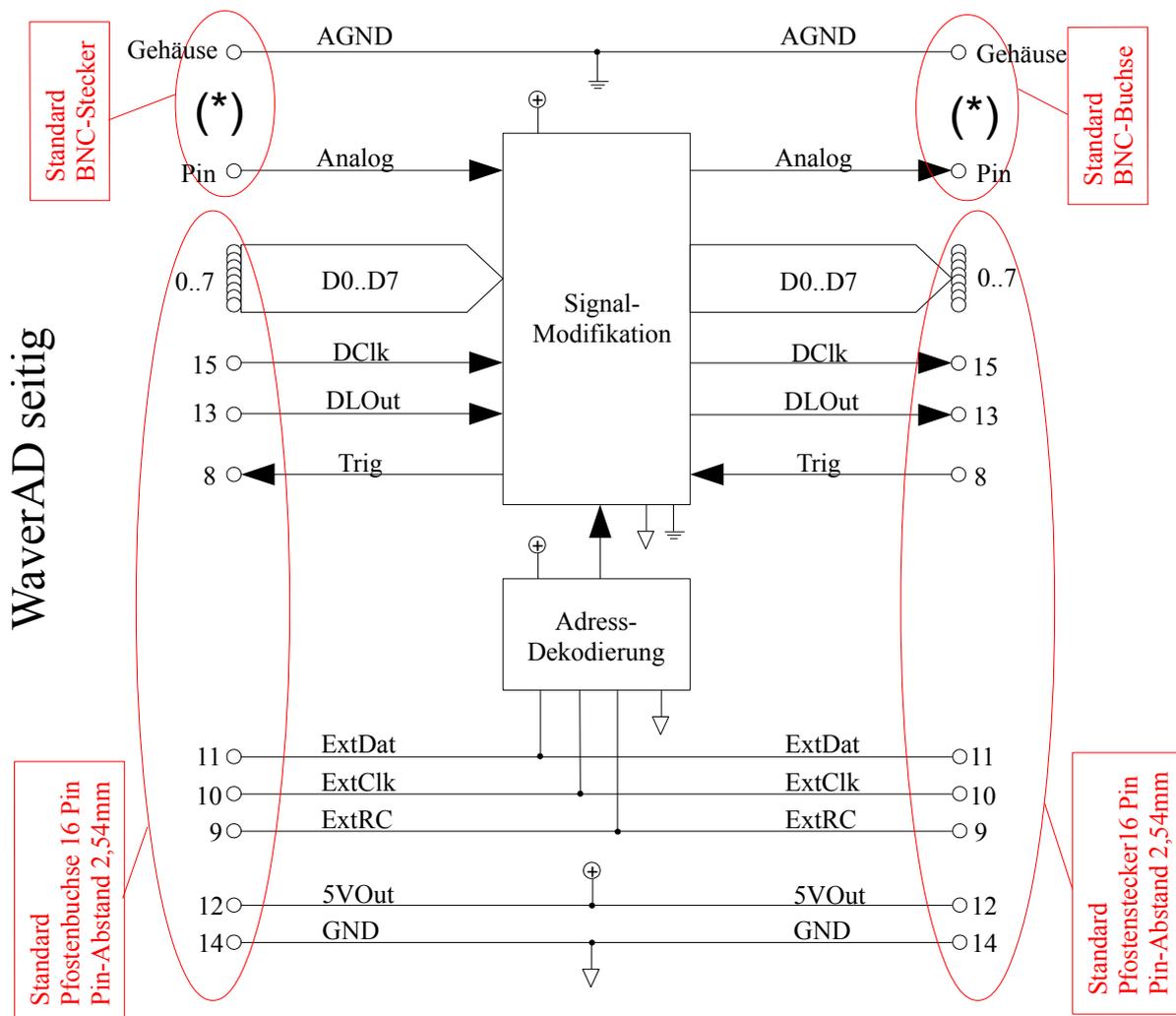
Erweiterungsmodule erstellen

Prinzipiell sollte jedes Erweiterungsmodule so aufgebaut sein, dass dieses mit weiteren Modulen kaskadiert werden kann. Zu diesem Zweck ist darauf zu achten, dass die Erweiterungsmodule Ausgangsinterfaces anbieten, die kompatibel zu dem Interface des WaverAD sind. Hierbei ist es empfehlenswert, dass die Pinbelegung des Ausgangsinterfaces dem des WaverAD-Interfaces entspricht. Ebenso sollten insbesondere die folgenden Pins des Interfaces unverändert und eventuell gepuffert vom Eingang zum Ausgang geleitet werden:

- GND
- 5VOut
- ExtRC
- ExtClk
- ExtDat

Je nach Funktion des Erweiterungsmoduls sollte auch mit anderen Signalleitungen, die nicht durch das Modul verändert werden, ähnlich verfahren werden.

Die prinzipielle Funktionsweise sollte dementsprechend dem folgenden Schema folgen:



Erweiterungsmodule erstellen

Abhängig von der Funktion des Moduls müssen nicht alle aufgezeigten Signale durch den Modifikationsblock geführt werden. Solche Signale sollten dann unverändert und eventuell gepuffert vom Eingang zum Ausgang geleitet werden.

(*) Obwohl das Analog-Signal des WaverAD nicht über die digitale Schnittstelle ausgegeben wird, sind dennoch Erweiterungsmodule vorstellbar, die zwar über die digitale Schnittstelle gesteuert werden, aber das analoge Signal (BNC-Schnittstelle) modifizieren. Eine Trennung des analogen GND (AGND, Metall-Gehäuse der BNC Schnittstelle) und dem digitalen GND (GND, Pin 14 der digitalen Schnittstelle) ist dabei empfehlenswert.

WaverAD verwendet folgende Ausgangsschnittstellen.

Digitale Schnittstelle: Standard Pfostenstecker 16 Pin, Pin-Abstand 2,54mm

Analoge Schnittstelle: Standard BNC-Buchse, 50 Ohm

Adress-Dekodierung

Der Adress-Dekodierung Block überwacht den Kommandobus für die externen Erweiterungsmodule. Er liest dazu alle Übertragungen auf dem Bus mit und prüft, ob die in der entsprechenden Adress-Phase übermittelte Adresse seiner eigenen entspricht. Ist dies der Fall, wird das Datenbyte aus der Datenphase gelesen und eventuell entsprechend aufbereitet an den Signal-Modifikation Block weitergereicht.

Mögliche Adressen für Erweiterungsmodule reichen von 1 bis 254.

Adresse 0 ist reserviert.

Die Adresse 255 ist ein Sonderfall. Diese wird als Kommando benutzt, um den an den WaverAD angeschlossenen Erweiterungsmodulen eine Adresse zuzuweisen, über die sie dann im späteren Betrieb identifiziert werden.

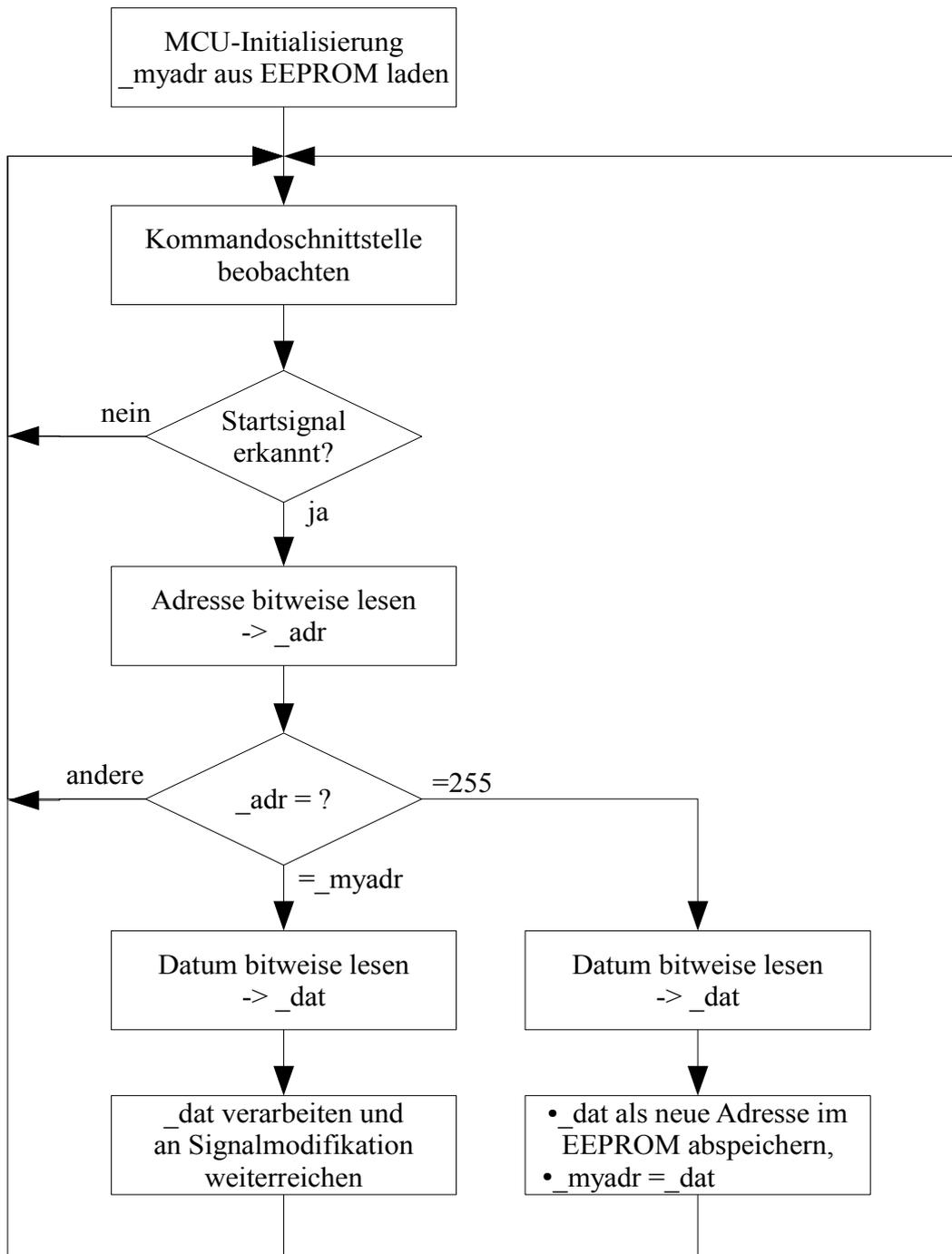
Realisierung per MCU

Die flexibelste Art, eine Adress-Dekodierung zu realisieren, erfolgt durch die Verwendung eines kleinen Microcontrollers. Idealerweise verfügt dieser über mindestens 3 digitale Eingänge, die für die Ansteuerung des Signal-Modifikationsblocks nötigen Ausgänge und einen integrierten nichtflüchtigen Speicher (z.B. EEPROM) zur Abspeicherung der einprogrammierten Adresse (1 Byte).

Da das Kommunikationsprotokoll eine nur sehr geringe Datenrate hat, wird keine besonders hohe Anforderung an die Taktrate des Controllers gestellt. Typischerweise (abhängig von der Prozessorarchitektur) ist 1MHz ausreichend.

Das folgende Ablaufdiagramm zeigt die empfohlene Struktur des Programmcodes.

Erweiterungsmodule erstellen

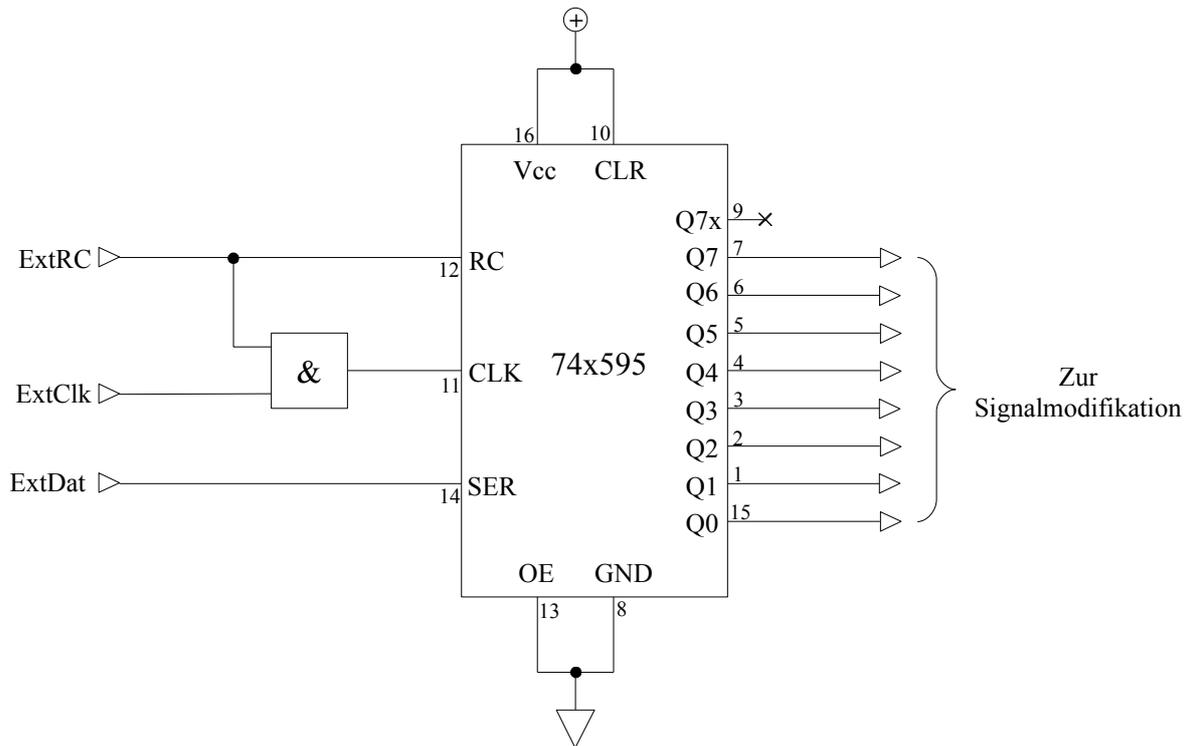


Ablaufdiagramm für eine vollständige Adress-Dekodierung mittels eines Microcontrollers

Erweiterungsmodule erstellen

Realisierung per Logik

Wesentlich unflexibler als die Realisierung per MCU, dafür aber auch mit einfachsten Mitteln und ohne Programmierung einer MCU lässt sich eine Adress-Dekodierung auch per Logik aufbauen. Wenn gänzlich auf eine Adress-Dekodierung verzichtet werden kann (weil z.B. nur ein Erweiterungsmodul an den WaverAD angeschlossen ist), kann die folgende Schaltung basierend auf dem 74595 Schieberegister verwendet werden, um das Datenbyte aus dem Kommunikationsprotokoll zu extrahieren.



Einfache Schaltung zur Extrahierung des Datenworts aus dem Kommunikationsprotokoll. Ein Erweiterungsmodul mit dieser Schaltung wird Daten von jedem Software-Steuerelement entgegennehmen, unabhängig von einer Adressierung.

Signal-Modifikation

In dem als Signal-Modifikation bezeichneten Block findet die eigentliche Funktion des Erweiterungsmoduls statt. Hier kann der Nutzer die steuerbare Funktion seiner Wahl abbilden. Mögliche Optionen könnten beispielsweise sein:

- Kontinuierliche Einstellung des Levels der Digitalspannung
- Konfigurierbarer Triggereingang (z.B. einstellbarer Trigger-Level und/oder -Flanke)
- Einstellbare Signalverstärkung für das Analog-Signal über die Ausgangsspannung des WaverAD hinaus (z.B. per externer Spannungsversorgung)

Allgemeine Hinweise

Grundsätzlich ist bei der Entwicklung eines Erweiterungsmoduls auf die elektrischen Parameter der WaverAD Hardware Spezifikation zu achten (siehe WaverAD Handbuch).

Erweiterungsmodule erstellen

Insbesondere sind dies:

- Korrekte Verschaltung
Es ist unbedingt darauf zu achten, dass spannungs-gebende Pins der WaverAD Interfaces (Ausgangssignale, Spannungs-Pins) nicht mit externen, spannungsführenden Punkten verbunden werden. Eine Nichtbeachtung kann die Beschädigung des WaverAD-Geräts zur Folge haben.
- Ausgangsspannungen der Signal- und Spannungspins
Sollten diese für das Erweiterungsmodul nicht ausreichend sein, muss die benötigte Spannung innerhalb des Erweiterungsmoduls erzeugt oder evtl. sogar von außen zugeführt werden.
- Ausgangsströme der Signal- und Spannungspins
Die Ausgangsströme auf den Pins des Digitalinterfaces sind stark begrenzt. Dies ist eine Folge aus der USB-Spannungsversorgung des WaverAD, die nicht unbegrenzt elektrische Leistung liefern kann. Um auch bei kaskadierten Erweiterungsmodulen nicht die maximalen Ströme auszuschöpfen, empfiehlt es sich, auf leistungshungrige Komponenten in Erweiterungsmodulen zu verzichten oder evtl. das Erweiterungsmodul durch eine externe Spannungsquelle zu unterstützen.
- Signalspannung und Ausgangswiderstand der Kommandosignale (ExtRC, ExtClk, ExtDat)
Die Signalspannung der Kommandosignale ist 3,3V. Angeschlossene Adress-Dekoder müssen auf diese Signalspannung ausgelegt sein. Ebenso muss sichergestellt sein, dass ein angeschlossener Adress-Dekoder entsprechend hochohmige Eingänge hat, um die Signalquelle nicht übermäßig zu belasten. Unter Umständen müssen die Kommandosignale vorab gepuffert werden.
- Maximale Trigger Eingangsspannung
Erweiterungsmodule, die ein Triggersignal an den WaverAD weitergeben, müssen die maximalen Eingangsspannungen des Trigger-Eingangs beachten. Eine Überschreitung der maximalen Werte kann eine Beschädigung des WaverAD nach sich führen.

Bei Erweiterungsmodulen, die das analoge Ausgangssignal (BNC-Schnittstelle) modifizieren, sollte auf eine Trennung das analogen GND (Metall-Gehäuse der BNC-Schnittstelle) und des digitalen GND (Pin 14 der digitalen Schnittstelle) geachtet werden.