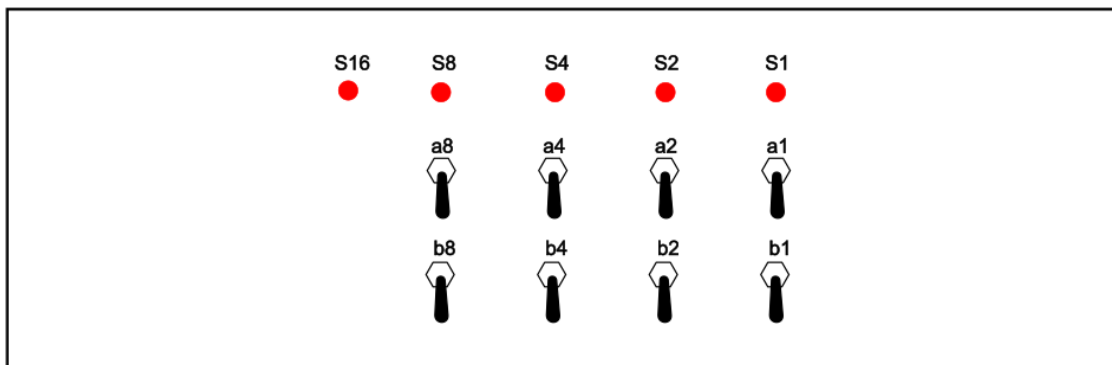


## 4-Bit-Addierer

### Dokumentation



### Beschreibung

Der 4-Bit-Addierer addiert die Bits a1-a8 mit b1-b8 und zeigt die Summe im dualen Zahlensystem mit den LEDs S1-S16 an. Die Beschriftung der Schalter und LEDs resultiert aus der Wertigkeit der Schalter und der LEDs.

Schalter	Wertigkeit binär	Wertigkeit dezimal
a1	$2^0$	1
a2	$2^1$	2
a4	$2^2$	4
a8	$2^3$	8

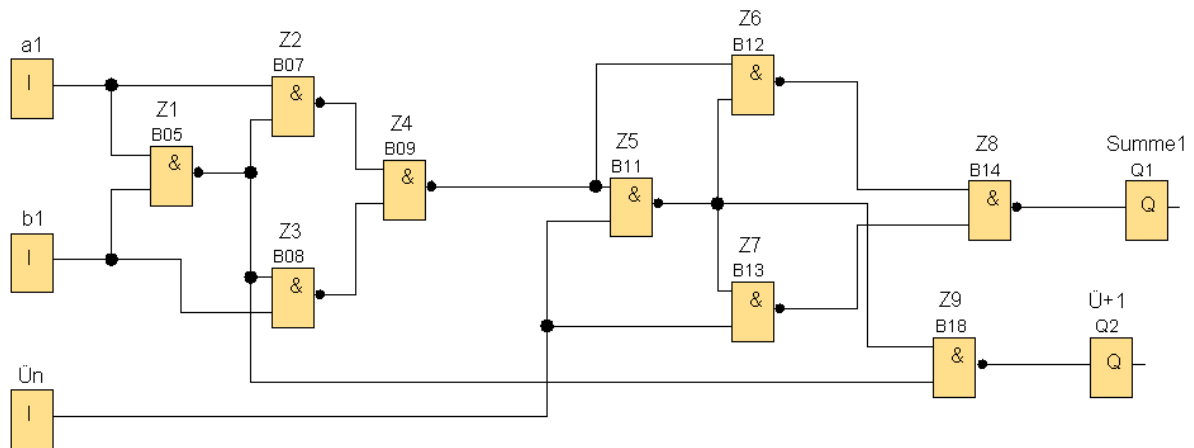
Schalter	Wertigkeit binär	Wertigkeit dezimal
b1	$2^0$	1
b2	$2^1$	2
b4	$2^2$	4
b8	$2^3$	8

LED Summe	Wertigkeit binär	Wertigkeit dezimal
S1	$2^0$	1
S2	$2^1$	2
S4	$2^2$	4
S8	$2^3$	8
S16	$2^4$	16

Schalterstellung unten = 0, Schalterstellung oben = 1

Der 4-Bitt-Addierer besteht aus vier Volladdierer:

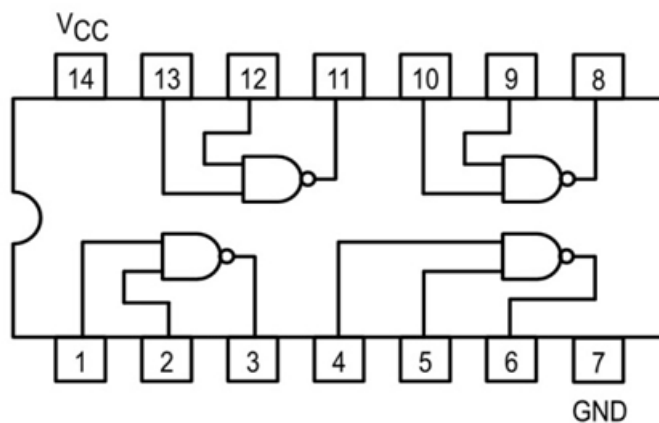
## Volladdierer



Ün	a	b	Summe	Ün+1
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

Funktionstabelle eines Volladdierers

Der 4-Bit-Addierer wurde mit zehn TTL (Transistor-Transistor-Logik) ICs SN74LS00N aufgebaut:

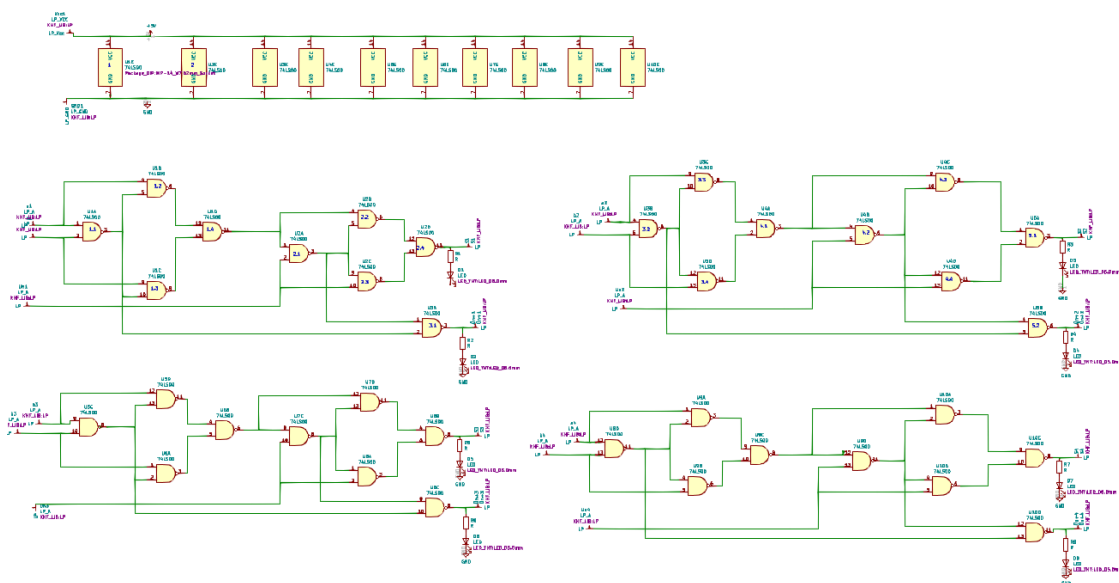


Datasheet SN74LS00N - 4 NAND-Gatter

Eingang 1	Eingang 2	Ausgang
0	0	1
0	1	1
0	0	1
1	1	0

Funktionstabelle NAND SN74LS00N

Damit die Bits a1-a8 mit den Bits b1-b8 addiert werden können, benötigt man vier Volladdierer.



Schaltplan des 4-Bit-Addierers

Bestehend aus vier Volladdierer

Hinweis: TTL-Bausteine haben die Eigenschaft, einen offenen Eingang als logisch 1 zu erkennen. Deshalb muss der Übertrag Un1 des ersten Addierers mit logisch 0 beschalten werden. Dies erfolgte auf der Platine mit einer Drahtbrücke.



Drahtbrücke Un1-&gt;GND



4-Bit-Addier-Platine

Die Platine wurde so konzipiert, dass die vier Halbaddierer auch einzeln verwendet werden können.



4-Bit-Addierer mit Gehäuse und 5V-Netzteil

Zur Frontplatte wurden von der Platine nur die Lötunkte a1-a8, b1-b8, S1-S16 und  $\bar{U}_{n+4}$  (S16) zu den Schaltern und den LEDs verdrahtet.

$\bar{U}_{n1}$  ist mit GND auf der Platine verbunden

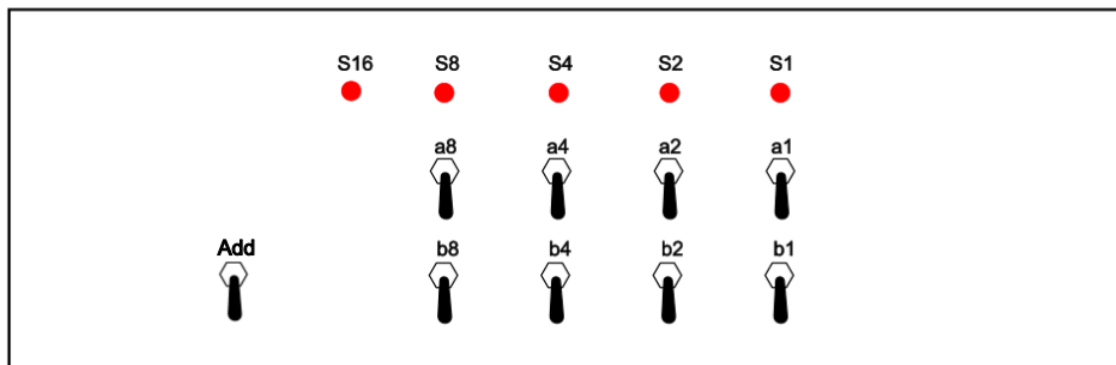
$\bar{U}_{n+1}$  ist mit  $\bar{U}_{n2}$  auf der Platine verbunden

$\bar{U}_{n+2}$  ist mit  $\bar{U}_{n3}$  auf der Platine verbunden

$\bar{U}_{n+3}$  ist mit  $\bar{U}_{n4}$  auf der Platine verbunden

Das 5V-Steckenetzteil ist direkt mit der Platine Vcc und GND verbunden. Der Anschluss des Steckernetzteils ist mit einer PNG-Verschraubung und einer Zugentlastung nach außen geführt.

### Erweiterung zum Subtrahierer positiver Zahlen



Der 4-Bit-Addierer wurde mit einem Kippschalter und einer EXOR-Eingangsbeschaltung zum Subtrahierer erweitert. Ist der Kippschalter Add in der Position oben funktioniert der Addierer vor beschrieben als 4-Bitt-Adierer. Die Bits a1 – a8 werden mit den Bits b1 – b8 addiert und die Summe mit den LEDs S1 – S16 angezeigt.

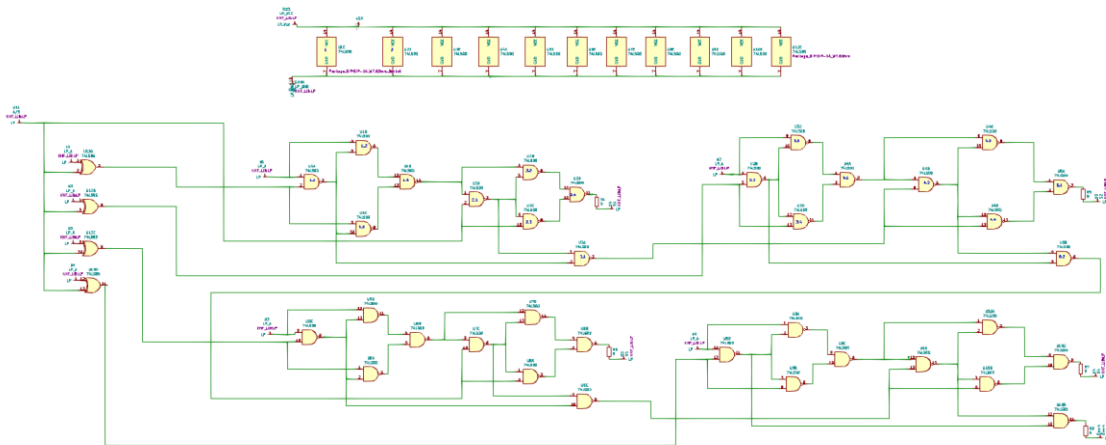
Wird der Kippschalter Add nach unten geschaltet, funktioniert der 4-Bit-Addierer als Subtrahierer. Die Bits b1 – b8 werden von den Bits a1 – a8 subtrahiert und das Ergebnis mit den LEDs S1 – S16 angezeigt.

Einer Subtraktion von Dualzahlen liegt eine Addition zugrunde. Dabei wird beim Subtrahend (b1 – b8) der Kehrwert gebildet und mit dem Minuend (a1 – a8) addiert. Diesen Vorgang nennt man Einerkomplement bilden. Im Anschluss wird dem Ergebnis eine 1 addiert.

**Beispiel:**

Subtraktion	Wertigkeit	16	8	4	2	1
12	12	0	1	1	0	0
-7	7	0	0	1	1	1
Einerkomplement	Einerkomp.	1	1	0	0	0
Addition	Add	0	0	1	0	0
+1	+1					1
	Ergebnis	0	0	1	0	1
17	17	1	0	0	0	1
-9	-9	0	1	0	0	1
Einerkomplement	Einerkomp.	1	0	1	1	0
Addition	Add	0	0	1	1	1
+1	+1					1
	Ergebnis	0	1	0	0	0
15	15	0	1	1	1	1
-10	10	0	1	0	1	0
Einerkomplement	Einerkomp.	1	0	1	0	1
Addition	Add	0	0	1	0	0
+1	+1					1
	Ergebnis	0	0	1	0	1

Die Negation der Minuenden wurde Schaltungstechnisch mit einem EXOR an den Eingängen von b1 – b8 realisiert. Die +1 Addition erfolgt beim ersten Volladdierer am Eingang Un1. Dieser Eingang wird bei einer Subtraktion logisch 1 beschalten.



Schaltplan des 4-Bit-Addierers mit der Eingangsbeschaltung für den Subtrahierer

Die Platine ist mit dem Open Source Programm KiCad erstellt worden.

Link: <https://kicad.org/download/>

Die Frontplatte wurde mit dem Open Source Programm Inkscape erstellt.

Link: <https://inkscape.org/de/release/inkscape-1.0.1/>

Der Link für den download der Dateien: <https://github.com/frankyhub/4Bit-Addierer>

Der 4-Bitt-Addierer wurde erstellt im

FabLab Oberland e.V.

Tölzer Str. 3A,

83703 Gmund am Tegernsee

Lizenz:

