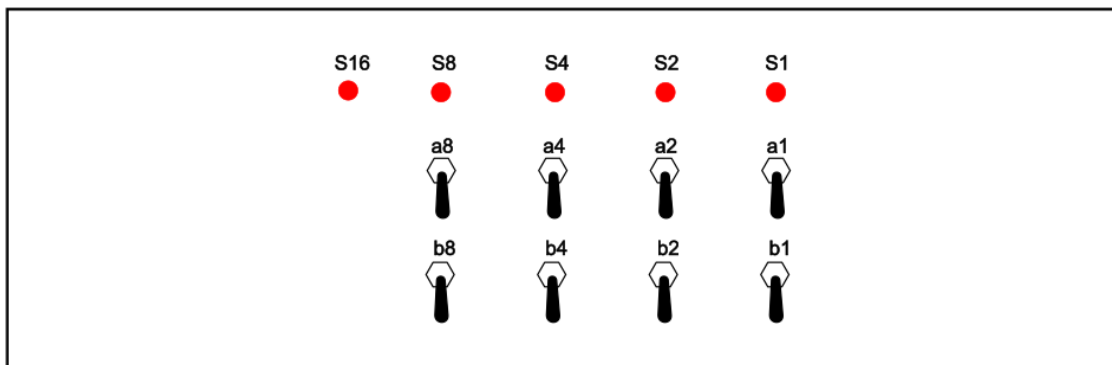


## 4-Bit-Addierer

### 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<br>binär | Wertigkeit<br>dezimal |
|----------|---------------------|-----------------------|
| a1       | $2^0$               | 1                     |
| a2       | $2^1$               | 2                     |
| a4       | $2^2$               | 4                     |
| a8       | $2^3$               | 8                     |

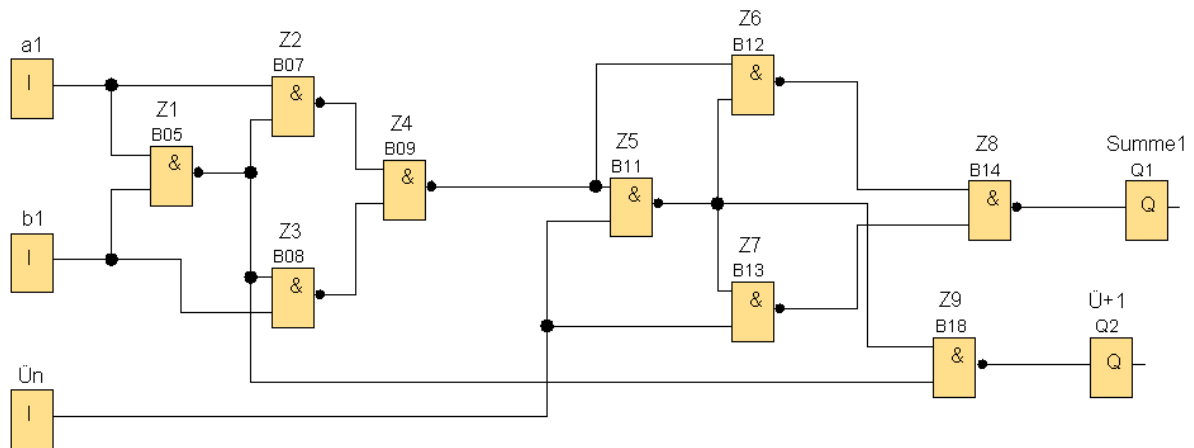
| Schalter | Wertigkeit<br>binär | Wertigkeit<br>dezimal |
|----------|---------------------|-----------------------|
| b1       | $2^0$               | 1                     |
| b2       | $2^1$               | 2                     |
| b4       | $2^2$               | 4                     |
| b8       | $2^3$               | 8                     |

| LED<br>Summe | Wertigkeit<br>binär | Wertigkeit<br>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:

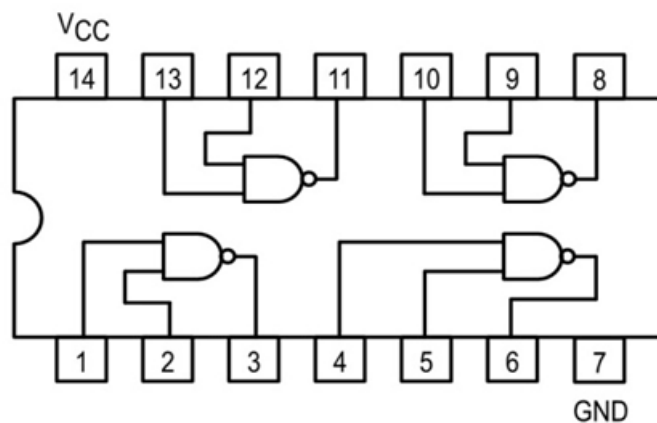
### Volladdierer



| Ü <sub>n</sub> | a | b | Summe | Ü <sub>n+1</sub> |
|----------------|---|---|-------|------------------|
| 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:

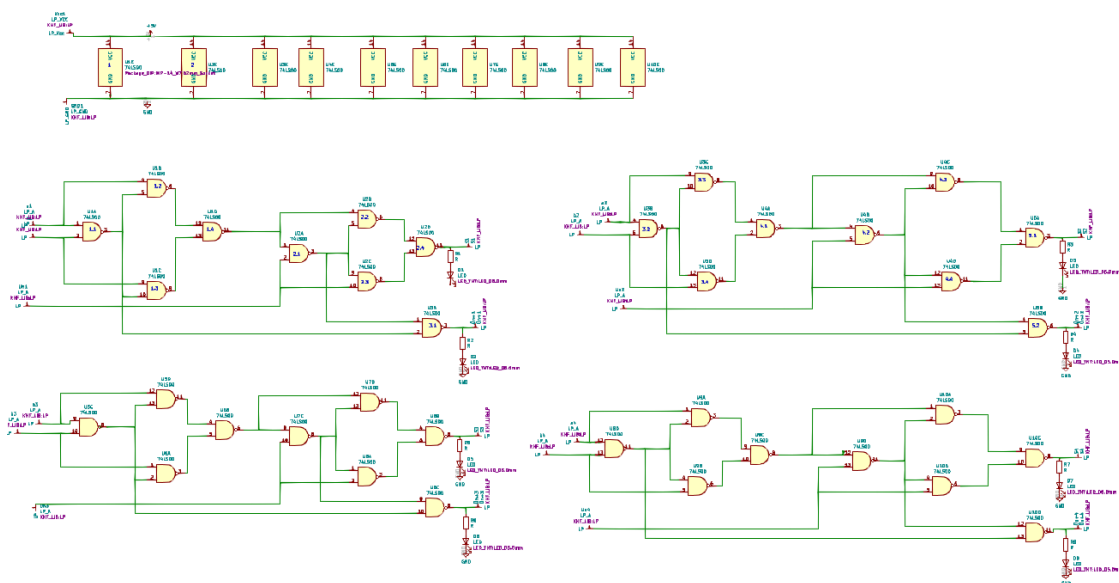


Datasheet SN74LS00N - 4 NAND-Gatter

| 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 Ün+4 (S16) zu den Schaltern und den LEDs verdrahtet.

Ün1 ist mit GND auf der Platine verbunden

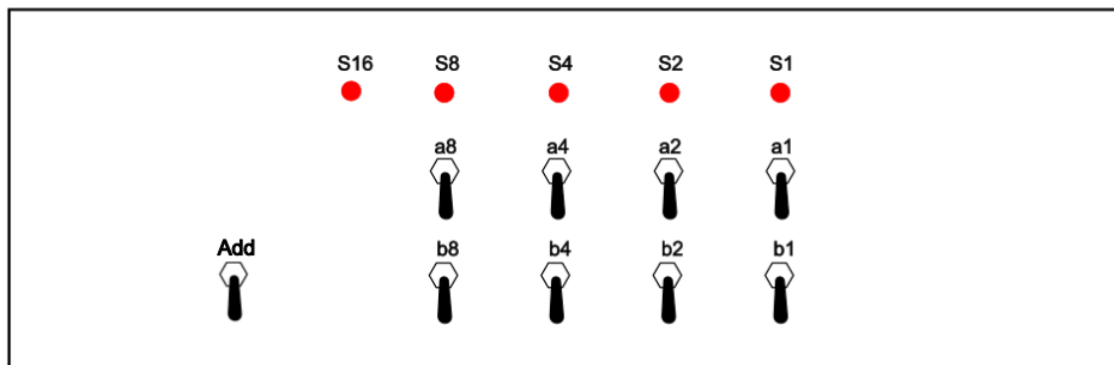
Ün+1 ist mit Ün2 auf der Platine verbunden

Ün+2 ist mit Ün3 auf der Platine verbunden

Ün+3 ist mit Ün4 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 die Schaltung wie beschrieben als 4-Bit-Addierer. Die Bits a1 – a8 werden mit den Bits b1 – b8 addiert und die Summe mit den LEDs S1 – S16 angezeigt.

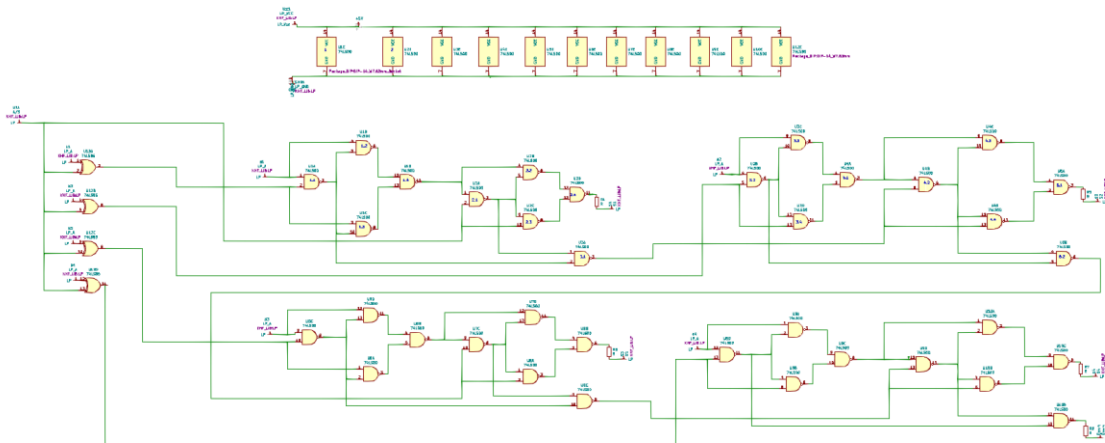
Wird der Kippschalter Add nach unten geschaltet, funktioniert die Schaltung als Subtrahierer positiver Zahlen. Die Bits b1 – b8 werden von den Bits a1 – a8 subtrahiert und das Ergebnis mit den LEDs S1 – S16 angezeigt.

Der 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 |            | 1  | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Addition        |            | 0  | 0 | 1 | 0 | 0 |
| +1              |            |    |   |   |   | 1 |
| Ergebnis        |            | 0  | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 17              | 17         | 1  | 0 | 0 | 0 | 1 |
| -9              | 9          | 0  | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Einerkomplement |            | 1  | 0 | 1 | 1 | 0 |
| Addition        |            | 0  | 0 | 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 |            | 1  | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Addition        |            | 0  | 0 | 1 | 0 | 0 |
| +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 mit logisch 1 beschalten.



Schaltplan des 4-Bit-Addierers mit der Eingangsbeschriftung für die Subtrahierfunktion

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:

