

# c-Wellen-Addierer

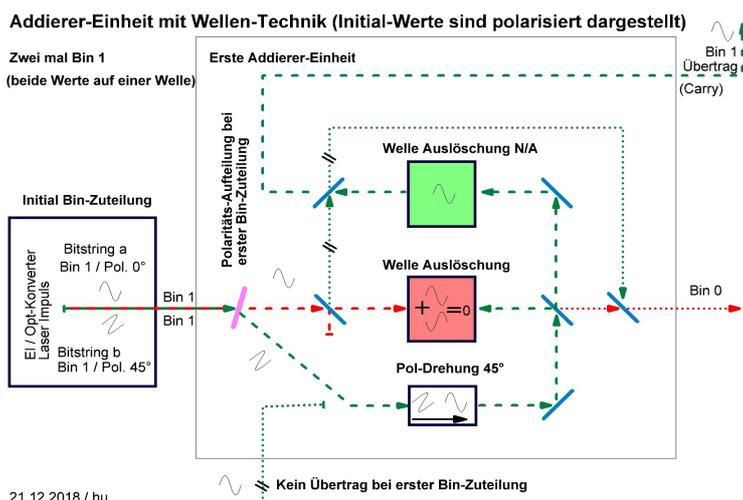
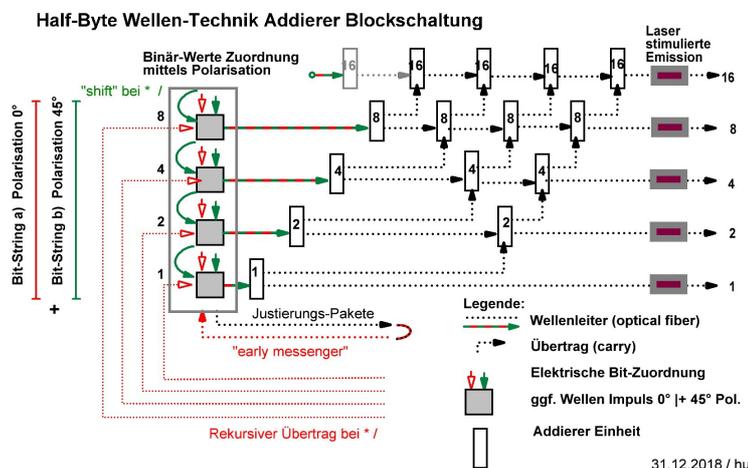
© Hans Ulrich Stalder / 31.12.2018 / Visit [www.quantophon.com](http://www.quantophon.com)

Der hier vorgestellte Half-Byte-Addierer (Prinzip-Schaltung) beschreibt ein Binär-Addierer der mit Lichtwellenleiter (Optical Fiber) und Lichtgeschwindigkeit arbeitet. Er operiert zwischen Input von der Elektronik kommend und elektronischer Resultat-Übernahme (siehe [Nachtrag vom 10.12.2022 – Oxide statt Silizium](#)). Ein Binär-Wert 1 wird durch einen Laser Wellen-Impuls dargestellt (daher mit Lichtpulsen ultrakurzer Dauer mit Amplituden-Modulation). Die Addierer-Funktion kommt ohne verzögernde elektrische Komponente aus. Abstrakt gesehen basiert eine Addition auf zwei gleichzeitig zusammentreffenden Wellen-Impulse mit repräsentiertem Binär-Wert 1. Dies ist die Grundlage einer Addition und resultiert in einem Übertrag an den nächst höheren Binär-Wert („Carry“).

Je nach resultierender Logik nehmen die Wellen-Impulse unterschiedliche Lichtwellenleiter-Wege. Gegebenenfalls löschen sich die Wellen-Impulse mittels Überlagerung aus. Es wird unterschieden nach

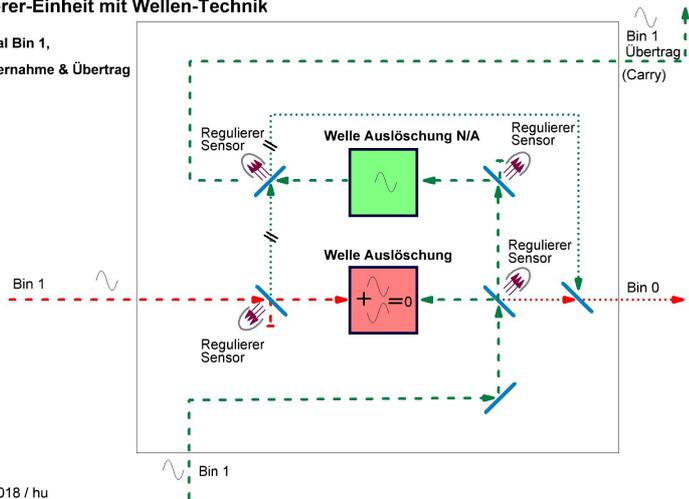
- Addition der beiden Eingangs-Signale mit Übertrag und deren Auslöschung,
- eine Binär-Wert 1 Weiterleitung oder einer
- Übertragung vom Wert Null (keine Welle wird übertragen).

Beim hier vorgestellten Verfahren wurde auf die Laufzeiten der Wellen-Impulse und den Amplituden-Effektivwert vorerst keine Rücksicht genommen. Dies wird im Kapitel „[Wellen-Auslöschungs-Einheit](#)“, nachgeholt. Es wird weiter vorausgesetzt, dass sich die Wellen-Amplituden für die Welle-Auslöschung komplementär treffen, das heisst, dass die Wellenzüge kohärent sind.



**Addierer-Einheit mit Wellen-Technik**

Zwei mal Bin 1,  
von Übernahme & Übertrag

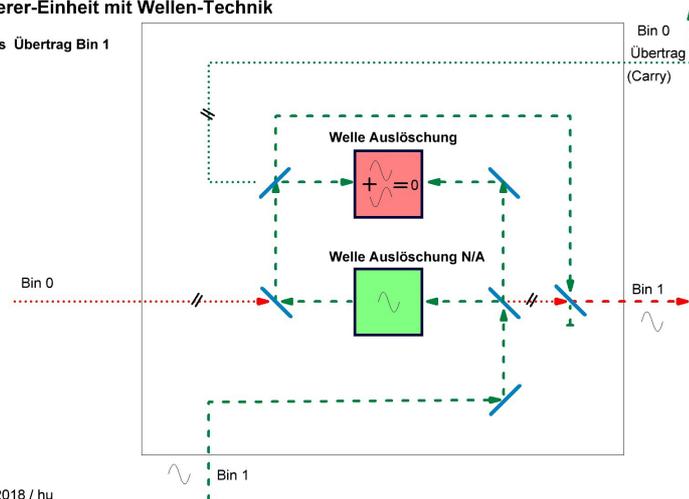


21.12.2018 / hu

Die hier eingezeichneten Impuls-Sensoren stehen stellvertretend für alle hier aufgeführten Addierer-Einheiten.

**Addierer-Einheit mit Wellen-Technik**

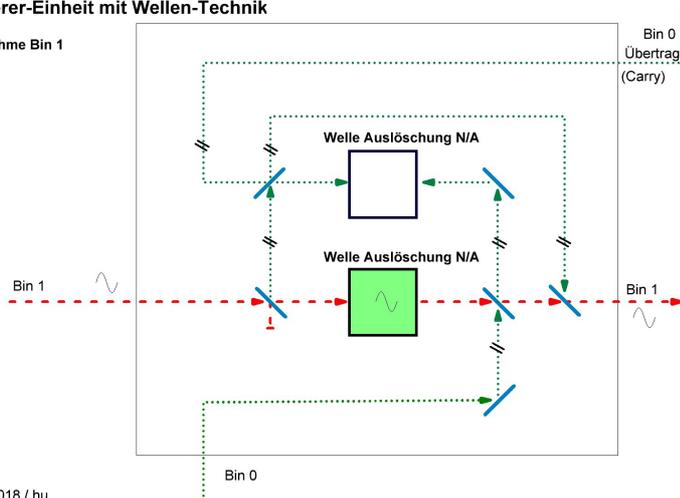
Nur aus Übertrag Bin 1



21.12.2018 / hu

**Addierer-Einheit mit Wellen-Technik**

Übernahme Bin 1



21.12.2018 / hu

## Wellen-Auslöschungs-Einheit

Die vorgängig erwähnte Prinzip-Schaltung beinhaltet folgende Probleme:  
Für eine gegenseitige Auslöschung muss die positive Amplitude Zeitgenau auf die negative Amplitude treffen. Im Weiteren müssen die beiden Wellen-Impulse gegenläufig in der „Wellen-Auslöschungs-Einheit“ eintreffen, ohne dabei dem Superpositionsprinzip unterworfen zu sein. Zudem werden die Amplituden in den teildurchlässigen Spiegel gedämpft.

Zur Kompensation der Dämpfung erfolgt nach jeder Half-Byte Addierer-Kaskade eine stimulierte Emission von Photonen (Laser-Technik).

Konstruktive Interferenzen können sich wieder gegenseitig auslöschen, einmal gegenseitig ausgelöschte Amplituden können aber nicht wieder entstehen. Diese Tatsache macht man sich hier zu Nutze.

Der Wellen-Impuls ist, wie bereits erwähnt, eine Amplituden modulierte und aber zugleich polarisierte Laser Sinus-Welle. Treffen sich zwei solcher Wellen-Impulse aus entgegengesetzter Richtung, verstärken oder dämpfen sie sich zwar momentan, aber sie löschen sich nicht gegenseitig aus. Daher werden die Wellen-Impulse in einen miniaturisierten Spiegel-Ring geleitet (die zwei mal pro Addierer-Einheit vorhanden sind). Gegebenenfalls kommt von der einen Seite der „Übernahme-Impuls“, von der gegenüberliegenden Seite der „Übertrag-Impuls“.

Der Spiegel-Ring ist eine n-kantige Spiegel-Anordnung mit einem Durchmesser von einigen Millimeter. Die Reflexionsflächen sind effektiv Rillen im Abstand von  $<20 \mu\text{m}$  (zwar kann ein Durchmesser eines Laserstrahls den halben Wert einer Wellenlänge einnehmen, er sollte aber nicht weniger als  $10 \mu\text{m}$  sein, daher ggf. 20 Terahertz,  $15 \mu\text{m}$ ). Besondere Beachtung ist der ungewollten Polarisation bei Reflexion zu schenken.

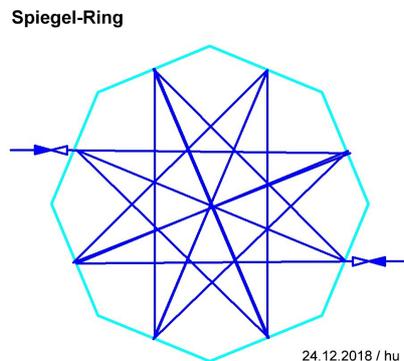
Die Spiegel im Spiegel-Ring sind dahingehend ausgerichtet, dass nach Durchlauf aller Reflexionen die Wellen-Impulse im gegenüberliegenden Wellenleiter ankommen, sofern sich die Wellen-Impulse nicht vorher gegenseitig auslöschen. In der Spiegel-Ring-Mitte kreuzen sich die beiden Laser-Wellen-Impulse mehrere tausend mal mit kleinsten Richtungsunterschieden bis zu 180 Grad. Dabei verstärken sich die Amplituden oder sie löschen sich gegenseitig aus.

Wie oft sich Laser-Wellen für eine gegenseitige Löschung, respektive tolerierte Restwelligkeit, kreuzen müssen, ist noch zu eruieren. Die Wahrscheinlichkeit jedenfalls ist gegeben, dass sich die Amplituden phasenverschoben überlagern (gleiche Frequenz und gleiche Polarisation) und sich letztlich auslöschen. Allerdings liegt die Wahrscheinlichkeit für eine Auslöschung pro einzelner Wellenkreuzung unter zehn Prozent. Bei Wellenkreuzungen in den Tausenden sollte dies aber kein Problem sein.

Alles nach bestem Wissen und Gewissen - Asche auf mein Haupt!

Kommt ein Wellen-Impuls nur von einer Seite, verlässt er den Spiegel-Ring wieder ungehindert nach ein paar Pico-Sekunden auf der gegenüberliegenden Seite. Nun muss noch sichergestellt werden, dass die Wellen-Impulse gleichzeitig im Spiegel-Ring eintreffen. Der Spiegelring lässt es zwar zu, dass ein Wellen-Impuls wenige Pico-Sekunden später eintrifft. Generell muss aber die Wellen-Laufzeit von der „Übernahme“ kommend, und die vom „Übertrag“ kommend, gleich lang sein. Für Anwendungen im Licht-Bereich ist daher eine Fein-Justierung zwingend. Dazu wird jedes mal vor dem Absetzen eines Binär-Wellen-Impuls, allerdings mit anderer Frequenz, ein Justierung-Frequenz-Paket in das System eingespeist. Zur Feststellung von Laufzeit-Differenzen hat es auf der Rückseite der betroffenen teildurchlässigen Spiegel Licht-Sensoren (siehe Addierer-Einheit mit zwei mal Bin 1 Input). Die Regulierer-Sensoren detektieren die Justierung-Frequenz-Pakete, dann werden deren Laufzeiten verglichen und elektrisch die Auslenkung von Piezo-Kristallen eingeleitet. Nämlich die der Faserendkappen um die Distanz zum Spiegelring zu justieren (von einigen hundert Mikrometer) und bei grösseren Differenzen, um die Verformung vom Spiegel-Ring einzuleiten (um ein Laser-Impuls kurzzeitig im Spiegelring zurück zu halten).

Die folgende Graphik demonstriert das Prinzip vom Spiegelring (hier mit nur acht Spiegel dargestellt). Bei der vorliegenden Anordnung geht jeder zweite Strahl durch das Zentrum zwecks gegenseitiger Auslöschung der Amplituden vom Wellen-Impuls. Andernfalls, wie bereits erwähnt, verlässt der Wellen-Impuls den Spiegel-Ring wieder auf der gegenüberliegenden Seite.



Um den vorliegenden Addierer zum Rechner zu machen, müssen dem Addierer-System die Operatoren mitgeteilt werden. Dies wird über die vorausseilenden Justierung-Frequenz-Pakete mittels Polarisation gemacht :  $0^\circ \hat{=} \text{Addition}$  und Signal an die elektronische Resultat-Übernahme vom Ende einer Rekursion;  $45^\circ \hat{=} \text{Subtraktion}$ ;  $90^\circ \hat{=} \text{Multiplikation}$  und  $135^\circ \hat{=} \text{Division}$ . Im Weiteren werden 64 Addierer-Einheiten benötigt. Ausser bei der Addition müssen die Binär-Werte vor der Zuordnung entsprechend konvertiert, resp. invertiert werden. Eine Multiplikation sowie eine Division erfordert zusätzlich eine Ergebnis-Rekursion an Bit-String a (mit Durchlauf bei der Binär-Werte Zuordnung). Zusätzlich erfolgt ein entsprechender „shift“ am Bit-String b (gemäss Operations-Algorithmus), nämlich partiell am Faktor2 sowie vom Divisor. Gespeicherter Faktor2 und Divisor sind der Register-Ersatz und werden bei der Binär-Werte Zuordnung, nach Eintreffen vom „early messenger“ und ggf. rekursivem Ergebnis, wieder ausgelöst.

**Nachtrag vom 10.12.2022 – Oxide statt Silizium**  
Artikel aus Zeitung „Baden“ vom 10. Dezember 2022,

Zitat:

„Mit diesen transparenten und leitfähigen sogenannten Perowskiten wären Schaltelemente möglich, bei denen die elektronischen Eigenschaften direkt mit den optischen Eigenschaften gekoppelt sind. Dadurch wären Transistoren denkbar, die sich mit Licht schalten lassen“.

Haftungsausschluss / Disclaimer / Hyperlinks

Für fehlerhafte Angaben und deren Folgen kann weder eine juristische Verantwortung noch irgendeine Haftung übernommen werden. Änderungen vorbehalten. Ich distanzieren mich hiermit ausdrücklich von allen Inhalten aller verlinkten Seiten und mache mir diese Inhalte nicht zu eigen.

\* \* \* \* \*