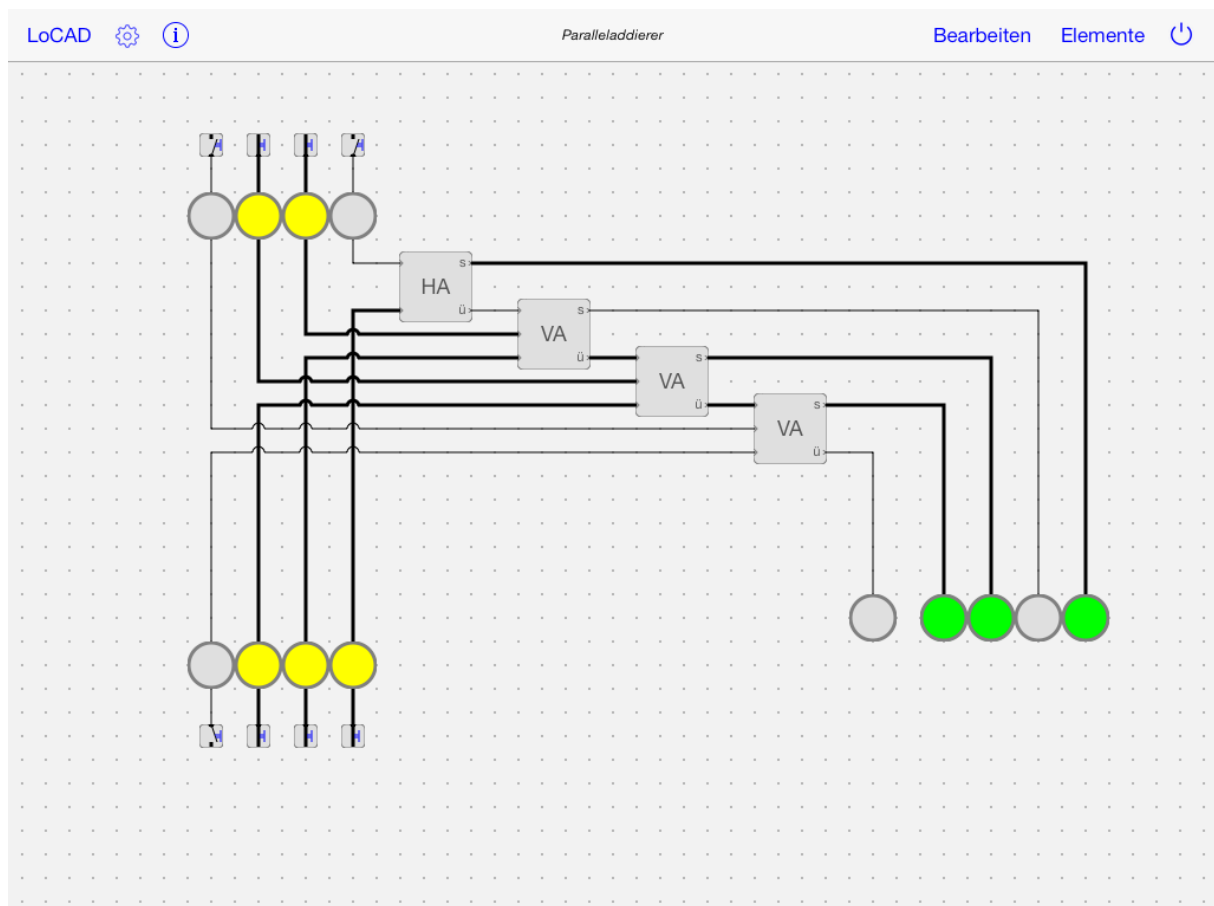


Anleitung zu LoCAD

CAD-System für Logikschaltungen

Der Arbeitsbereich steht im Querformat zur Verfügung.



Inhaltsverzeichnis

1	Start und Einstellungen.....	3
2	Aufbau einer Schaltung	5
	2.1 Bauelemente.....	5
	2.2 Leitungen	8
3	Erweiterung der Schaltung.....	11
	3.1 Verbindungspunkte.....	11
	3.2 Löschen einer Leitung.....	13
	3.3 Nicht-Bauelement	15
4	Beschriftung einer Schaltung.....	18
5	Bearbeiten von Ausschnitten.....	19
6	Speicherung einer Schaltung	20
7	Einstellung des Taktgenerators.....	21
8	Definition von ICs	23

1 Start und Einstellungen

Beim ersten Start der App erhält man einen leeren Arbeitsbereich zum Aufbau einer Schaltung. Sollte der Arbeitsbereich nicht frei sein, kann man über **LoCAD** → **Neu** einen freien Bereich für eine neu zu erstellende Schaltung herstellen.

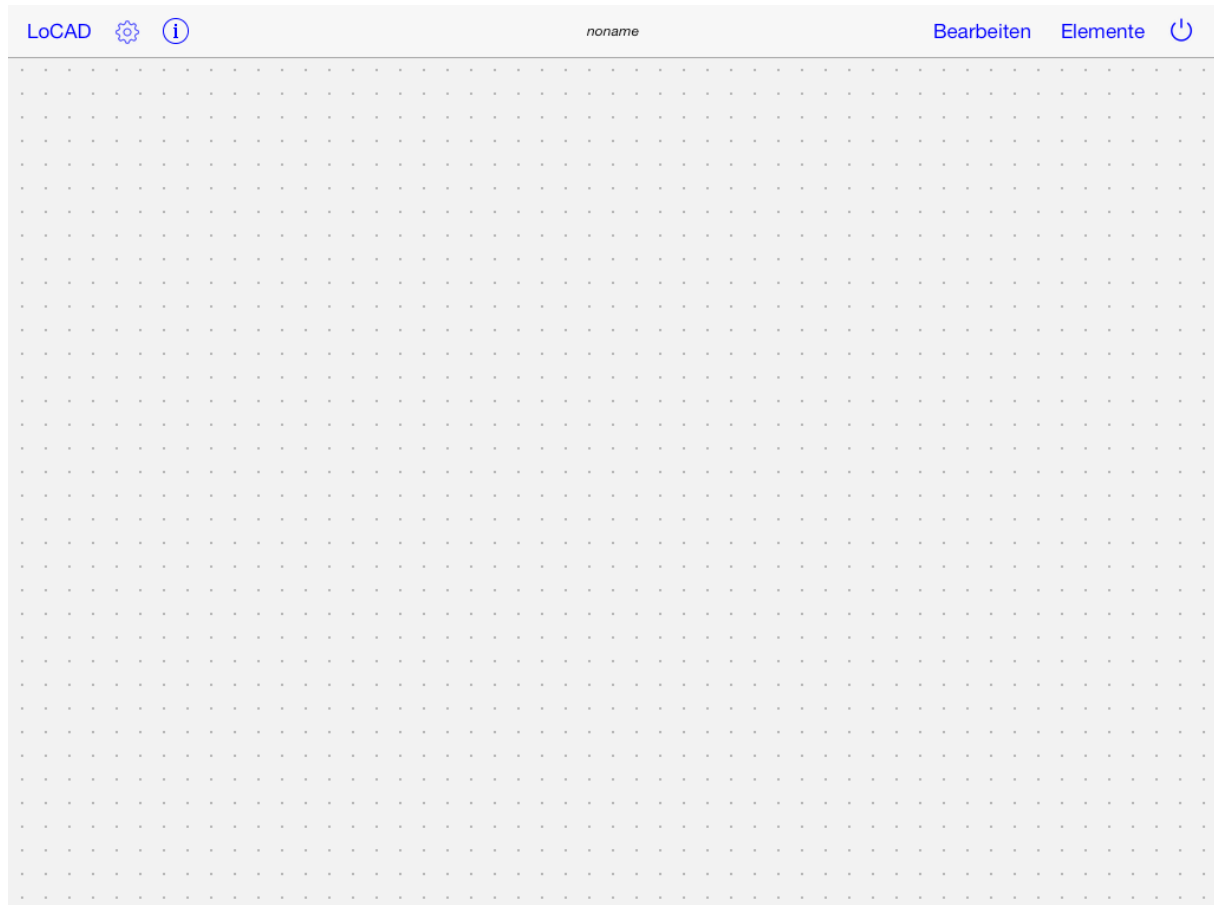



Abb. 1-1 *freier Arbeitsbereich*

Nach Antippen der Schaltfläche  können verschiedene Einstellungen vorgenommen werden.

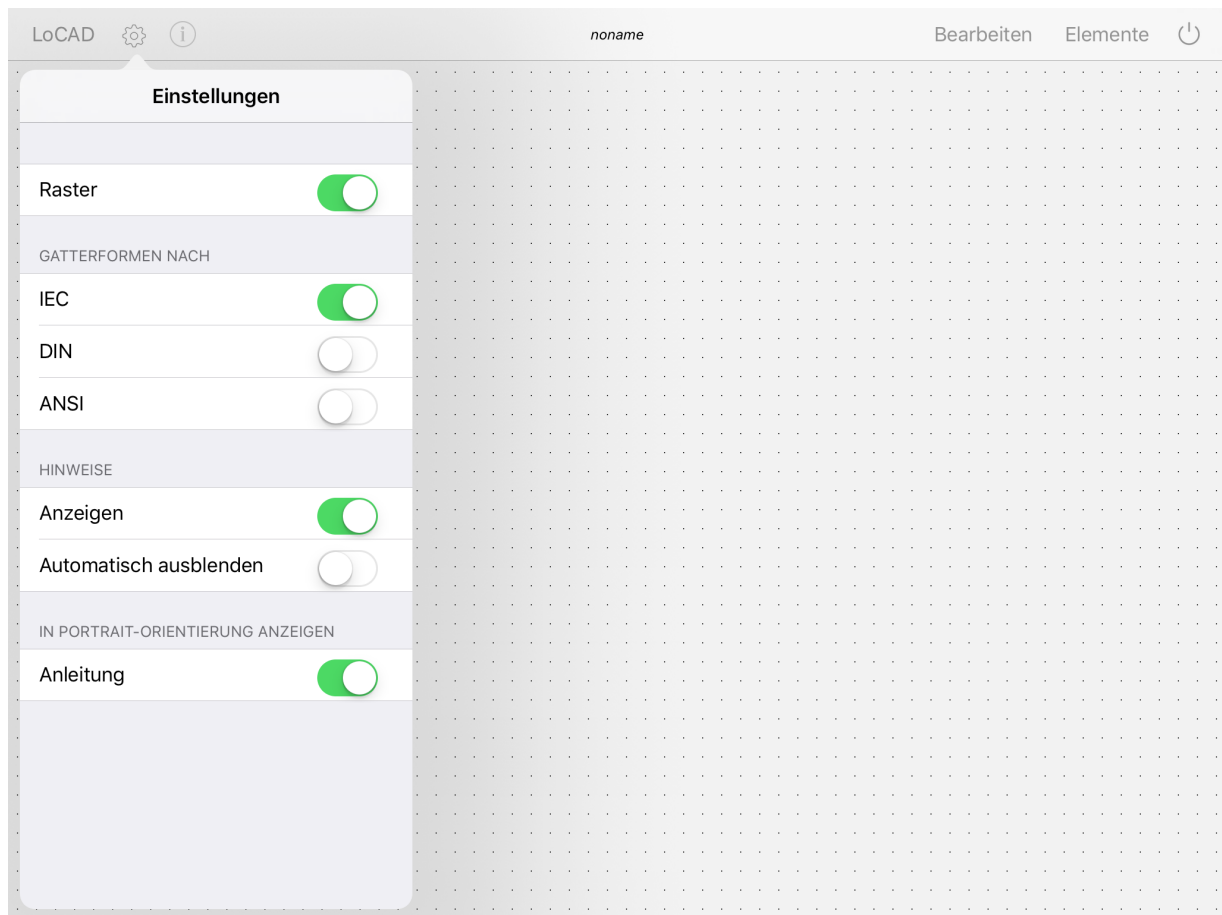


Abb. 1-2 Einstellungen

Mit dem Rasterschalter lässt sich das Hilfsraster für die Positionierung ein- und ausschalten.

Die Bauelemente (Gatter) können in Anlehnung an die Normen

IEC - IEC 60617-12

DIN - DIN 40700 (vor 1976)

ANSI - US ANSI 91-1984

dargestellt werden.

In dieser Anleitung wird die Einstellung auf Formen nach der IEC-Norm verwendet.

Die Anzeige von Hinweisen, die mit OK bestätigt werden müssen, kann ausgeschaltet werden. Weiterhin ist es möglich, die Anzeige so einzustellen, dass die Hinweise ohne Antippen von OK nach kurzer Zeit automatisch ausgeblendet werden.

Der unterste Schalter legt fest, ob beim Drehen des iPads in Portrait-Orientierung die Anleitung angezeigt wird oder nicht.

2 Aufbau einer Schaltung

2.1 Bauelemente

Tippen Sie auf **Elemente**, um einen zweiteiligen Werkzeugkasten einzublenden. Bei einem erneuten Tipp auf **Elemente** wird er wieder ausgeblendet.

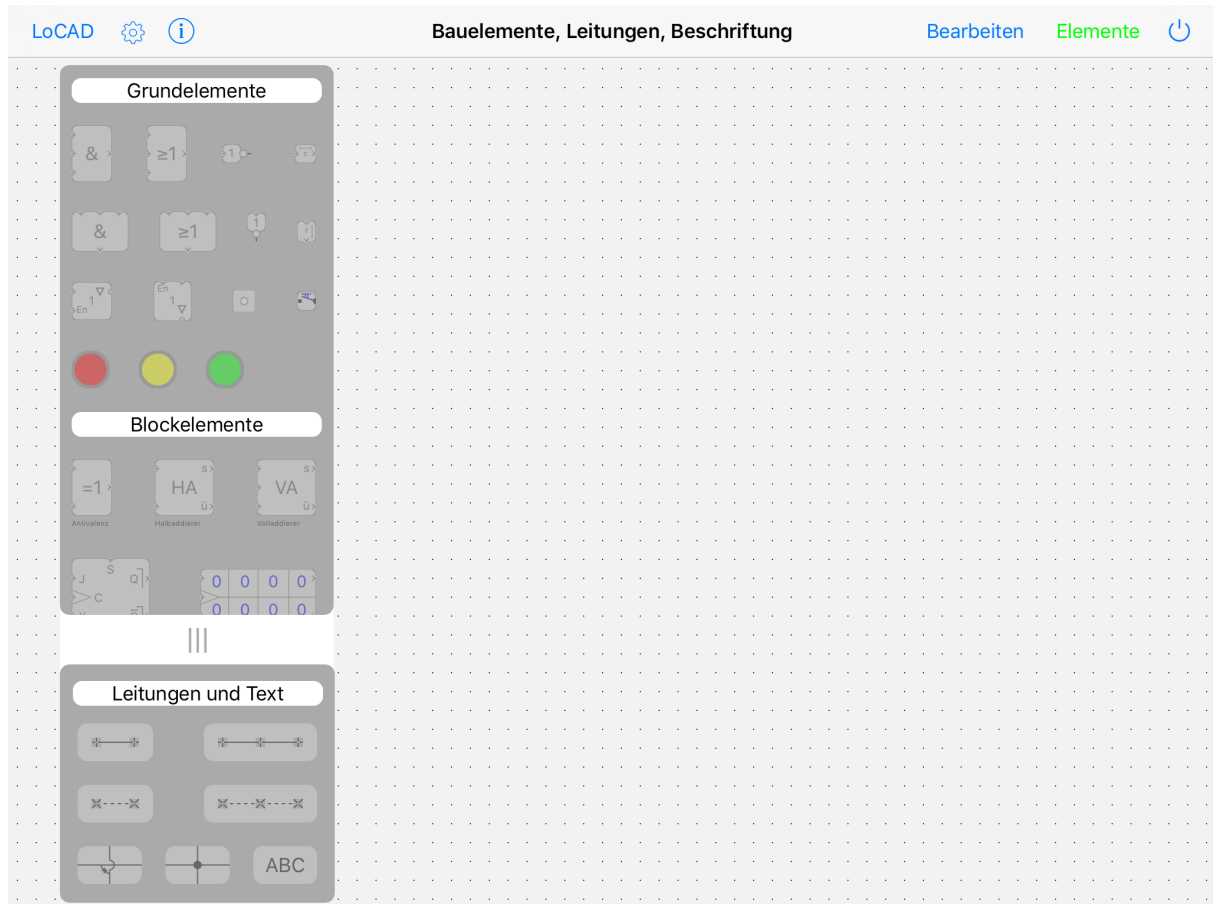


Abb. 1.2-1 Werkzeugkasten

Der Werkzeugkasten enthält im oberen (scrollbaren) Teil *Grundelemente*, *Blockelemente* und *selbstdefinierte ICs*.

Als Grundelementen stehen zur Verfügung:

- Und (in zwei verschiedenen Lagen: Eingänge links und Ausgang rechts bzw. Eingänge oben und Ausgang unten)
- Oder (")
- Nicht (")
- Verzögerungselement (")
- Tri-State-Element (")
- Negationspunkt
- Schalter
- farbige LEDs

Bei den Blockelementen kann ausgewählt werden:

- Antivalenz (Exklusiv-Oder)
- Halbaddierer
- Volladdierer
- Flipflop (zweiflankengesteuertes JK-Master-Slave-Flipflop)

Schieberegister
 Multiplexer
 Demultiplexer
 Taktgeber
 8-Bit-Ziffernanzeige (mit Zweierkomplementdarstellungsmöglichkeit)
 4-Bit-Ziffernanzeige (mit Zweierkomplementdarstellungsmöglichkeit)
 7-Segment-Anzeige
 3-zu-8-Decoder
 8-Bit-Binärzähler (Binary Counter, BC)
 16 x 4-Bit-RAM

Zurzeit ist der Begleittext „*Wie funktionieren Computer? - Einführung in die grundlegenden Prinzipien der Computerhardware*“ in Vorbereitung.

In diesem wird erläutert, wie die einzelnen Bauelemente zu funktionsfähigen Einheiten zusammenschaltet werden können.

Der Bereich *selbstdefinierte ICs* ist zu Beginn noch leer. Hier werden die erstellten ICs aufgeführt.

Im unteren Teil des Werkzeugkastens sind die für die Leitungsführung und Beschriftung notwendigen Elemente vorhanden. Im Einzelnen sind das:



für das Ziehen einer Leitung von einem Anfangs- zu einem Endpunkt,



für das Ziehen einer Leitung von einem Anfangs- zu einem Endpunkt, wobei der Endpunkt automatisch neuer Anfangspunkt wird,



für das Löschen einer Leitung von einem Anfangs- zu einem Endpunkt,



für das Löschen einer Leitung von einem Anfangs- zu einem Endpunkt, wobei der Endpunkt automatisch neuer Anfangspunkt wird,



für das Setzen bzw. Löschen von Koppeldioden,



für das Setzen bzw. Löschen von Lötunkten,



für das Beschriften.

Mit dem durch ||| gekennzeichneten Bereich zwischen dem oberen und unteren Teil kann der Kasten für den Fall, dass er im Wege steht, verschoben werden.

Klicken Sie nun den **Und-Baustein** (Bauelement mit dem &-Zeichen) an. In der Kopfzeile sehen Sie den Hinweis, dass ein Und-Gatter ausgewählt wurde. Bei einem Tipp auf die Arbeitsfläche wird das Gatter gesetzt und kann noch verschoben werden. Beim Abheben des Fingers bleibt es an dieser Stelle gesetzt.

Sie können so lange weitere Bauteile der gleichen Art (in der gleichen Lage) setzen, bis ein anderes Bauteil ausgewählt wird.

Setzen Sie jetzt probenhalber einmal mehrere verschiedene Bauelemente auf die Arbeitsfläche.

Als nächste Übung sollen alle gesetzten Bauteile wieder gelöscht werden. Tippen Sie dazu auf die Schaltfläche **Bearbeiten** und anschließend nacheinander auf alle bisher gesetzten Bauteile.

Die markierten Bauteile werden jeweils mit einem Schatten dargestellt.

Durch Antippen des Mülleimers können die so markierten Elemente gelöscht werden.

Setzen Sie jetzt wieder ein Und-Gatter auf die Arbeitsfläche.

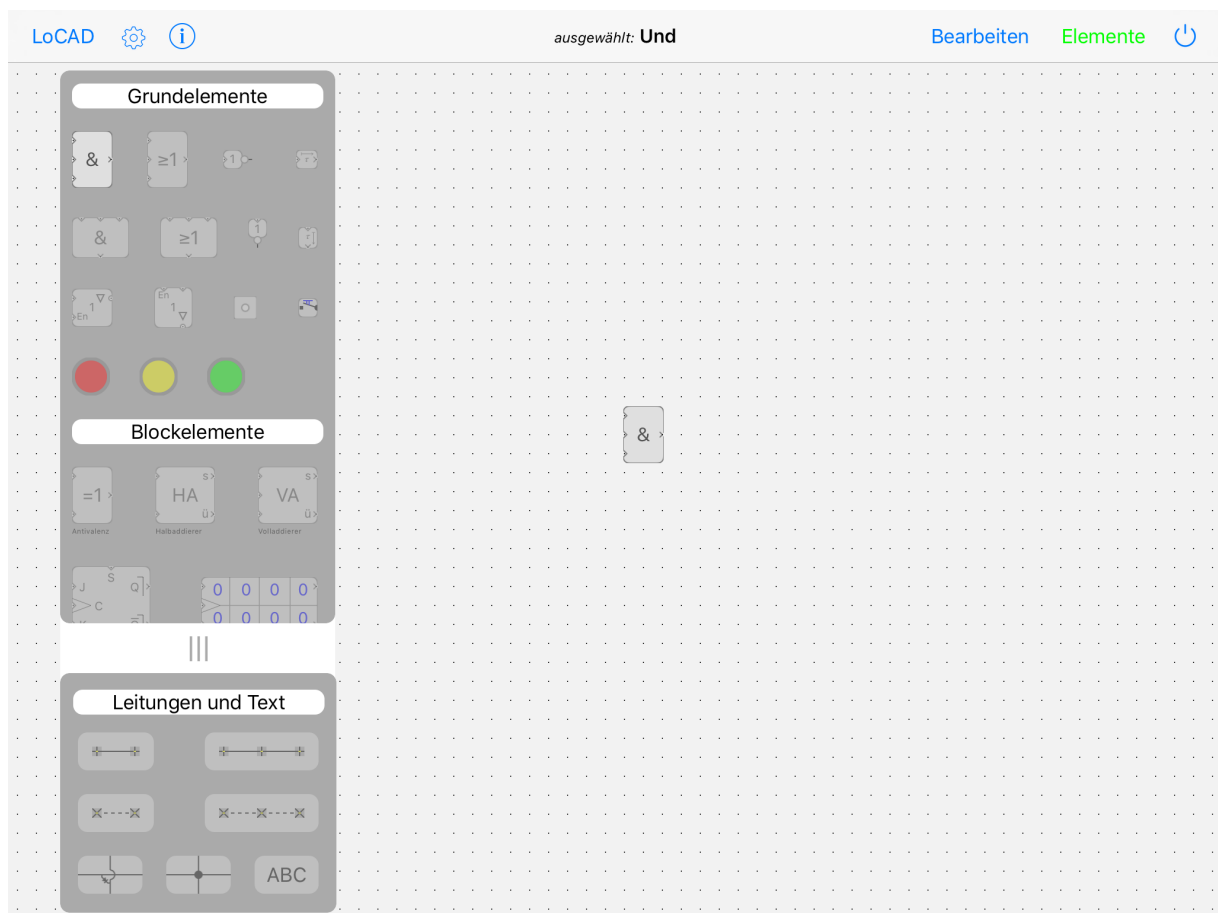



Abb. 2.2-1 Und-Gatter

Das Und-Gatter hat drei Eingänge und einen Ausgang. Diese Anschlüsse sind jeweils mit einem kleinen > - Zeichen markiert. Das ist insbesondere bei selbstdefinierten ICs vorteilhaft, um besser zwischen Ein- und Ausgängen unterscheiden zu können.

☞ **Achtung:**

Um die Schaltpläne übersichtlich zu halten, werden keine Stromversorgungsleitungen für die Bauelemente gezeichnet.

2.2 Leitungen

Nachdem nun ein Bauelement auf dem Arbeitsfeld vorhanden ist, sollen Leitungen an die Eingänge und den Ausgang angeschlossen werden. Klicken Sie hierzu im unteren Teil des Werkzeugkastens auf das Leitungsziehsymbol .

In der Kopfzeile erscheint *Leitungen ziehen (Anfang → Ende)*.

Tippen Sie auf den Ausgang des Und-Gatters. Sollten Sie die Stelle nicht getroffen haben, können Sie die Marke dorthin schieben und den Finger abheben

Hinweis:

Es ist nicht notwendig, dass Sie einen Punkt exakt treffen. Das System stellt sich bei jeder Berührung automatisch auf den nächstgelegenen Rasterpunkt ein.

Zusätzlich versucht es, selbstständig eine direkte kurze Verbindungsleitung zu ziehen. Sollte das nicht möglich sein, müssen Sie die Leitung selbst mit einem entsprechenden Umweg ziehen.

Ziehen Sie jetzt Leitungen wie in der folgenden Abbildung gezeigt.

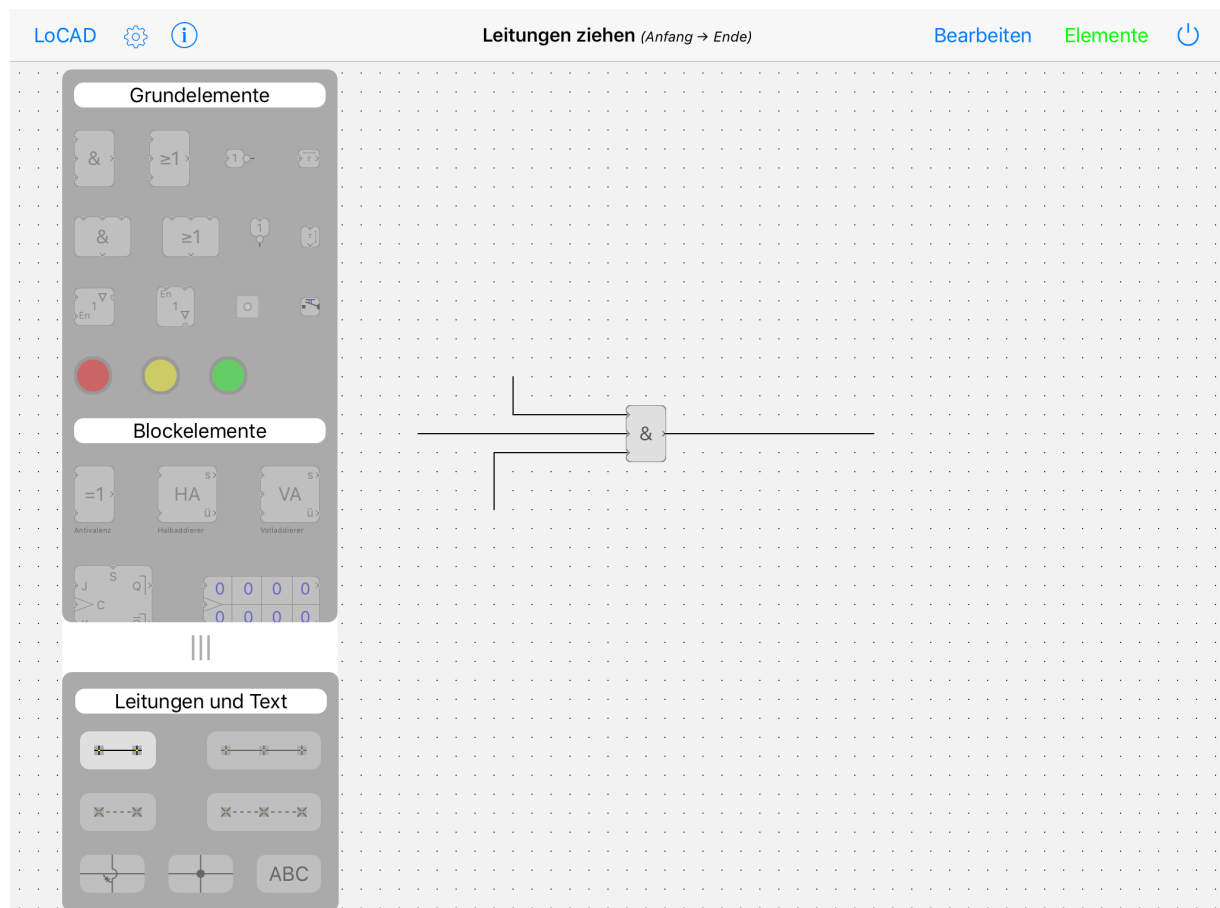


Abb. 2.2-1 Und-Gatter mit Ein- und Ausgangsleitungen

Tippen Sie jetzt bei den Grundelementen den Schalter an und setzen Sie Schalter an die Eingangsleitungen. Der Schalter richtet sich selbstständig entsprechend der Leitungslage aus. Tippen Sie auf die rote LED und platzieren Sie diese ans Ende der Ausgangsleitung.

Hinweis:

Die LED kann nicht wie ein Schalter auf das Leitungsende aufgesetzt werden. Das Zentrum der LED muss wenigstens eine Rastereinheit vom Leitungsende entfernt sein.

Sie haben damit nun folgenden Zustand auf der Arbeitsfläche:

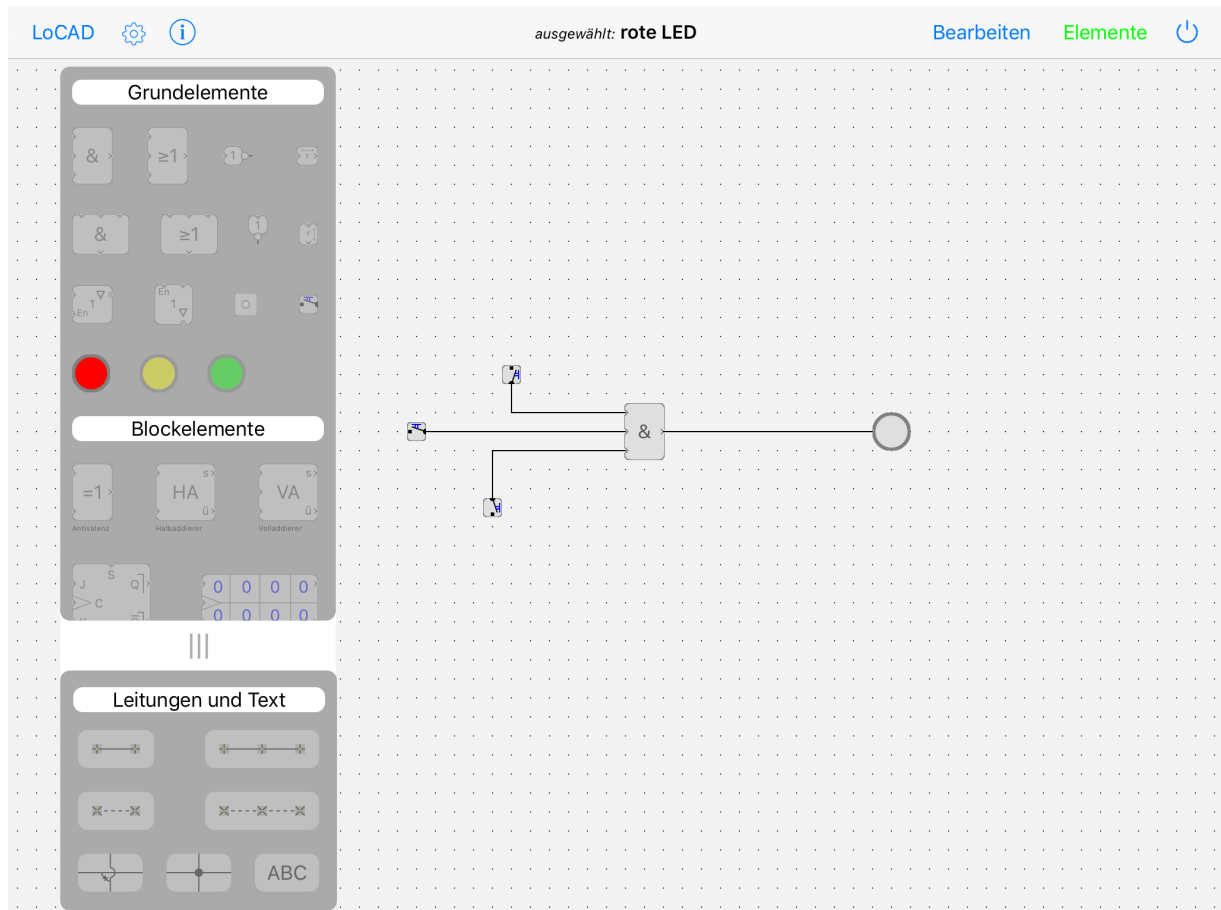




Abb. 2.2-2 Und-Gatter mit Schaltern und LED

Dieses eine Bauelement mit angeschlossenen Leitungen, Schaltern und einer Leuchtdiode soll vorläufig genügen. Die Schaltung wird jetzt in Betrieb genommen. Tippen Sie hierzu den Einschaltknopf  oben rechts an.

Ein Tipp auf einen der drei Schalter führt nun dazu, dass dieser Schalter seinen Zustand wechselt und die angeschlossene Leitung in den 1-Zustand versetzt. Der 1-Zustand einer Leitung wird grafisch durch Verbreiterung der Leitung dargestellt. Sie können sich die Signalausbreitung auch verlangsamt ansehen, indem Sie auf die Schaltfläche  oben links tippen und den erscheinenden Schieberegler nach rechts bewegen.

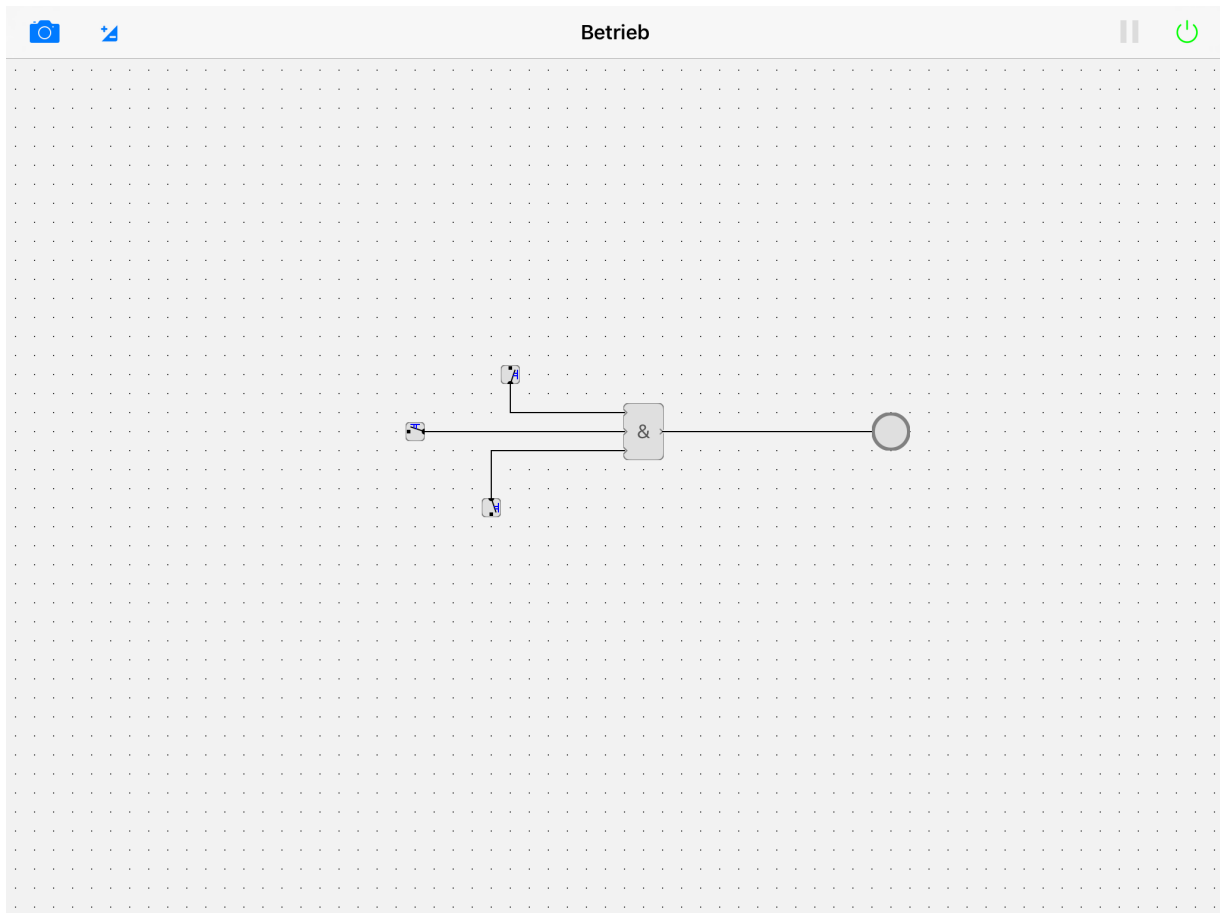


Abb. 2.2-3 Betriebsmodus

Stellen Sie einen Verzögerungswert von etwas 2 ein und tippen Sie anschließend wieder auf den oberen Schalter. Sie sehen eine verlangsamte Ausbreitung des 0-Signals.

Ein erneutes Antippen des Schalters bringt die Leitung wieder in den 1-Zustand. Sie haben jetzt den oberen Eingang des Und-Gatters im 1-Zustand, der Ausgang befindet sich immer noch im 0-Zustand. Ein Und-Gatter hat ja bekanntlich nur dann den Ausgangszustand 1, wenn alle Eingänge im Zustand 1 sind. Schalten Sie also alle Eingänge in den 1-Zustand und beobachten Sie den Ausgang. Sobald Sie einen beliebigen Eingang wieder mit 0-Signal belegen, geht der Ausgang auch wieder auf 0-Signal.

Dieses einfache Schaltungsbeispiel soll nun etwas erweitert werden. Schalten Sie dazu alle drei Eingänge wieder auf 0-Signal.

3 Erweiterung der Schaltung

Schalten Sie durch Antippen des Einschaltknopfes den Betrieb aus und tippen Sie wieder **Elemente** an, um den Werkzeugkasten zu erhalten.

Wählen Sie Oder-Gatter (Bauelement mit dem ≥ 1 -Zeichen) aus und setzen Sie jeweils eins über und unter das Und-Gatter. Um die Bauelemente zusammenzuschalten, müssen jetzt weitere Leitungen gezogen werden. Sie wissen bereits, wie Sie Leitungen ziehen können. Verkabeln Sie die Bauteile wie in der folgenden Schaltung gezeigt.

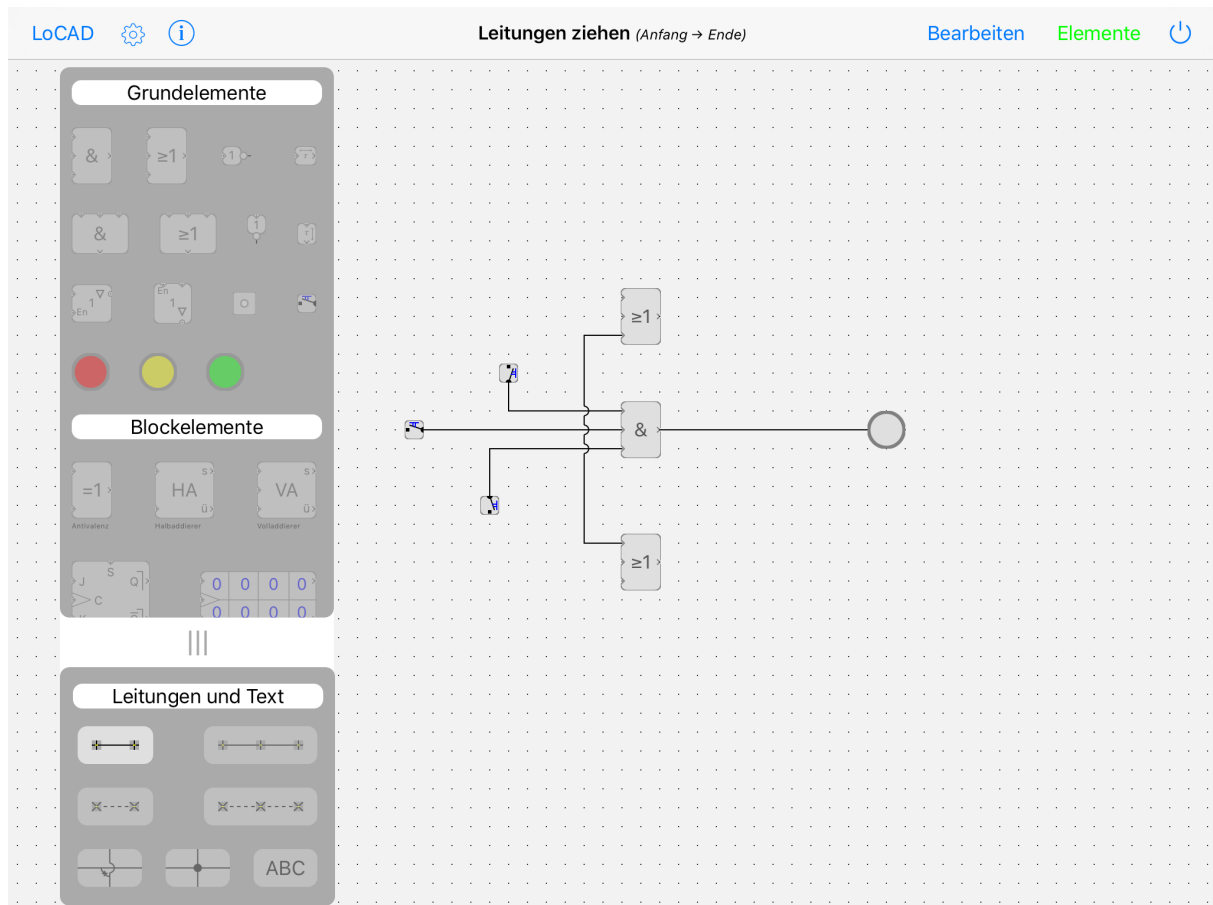


Abb. 3-1 Schaltung mit Und- und Oder-Gattern

3.1 Verbindungspunkte

In obigem Schaltungsbeispiel kreuzt nun die senkrecht verlaufende Leitung die Eingangsleitungen des Und-Gatters. Wenn wir erreichen möchten, dass die Leitung zu den beiden Oder-Gattern das gleiche Signal wie die mittlere Eingangsleitung des Und-Gatters erhält, müssen wir die Leitungen verlöten. Hierzu ist im unteren Teil des Werkzeugkastens der Lötspitzen in der Mitte der untersten Reihe anzutippen und mit einem Tipp auf die entsprechende Stelle der Leitungen zu setzen. Mit einem erneuten Tipp kann der Lötspitzen wieder entfernt werden.

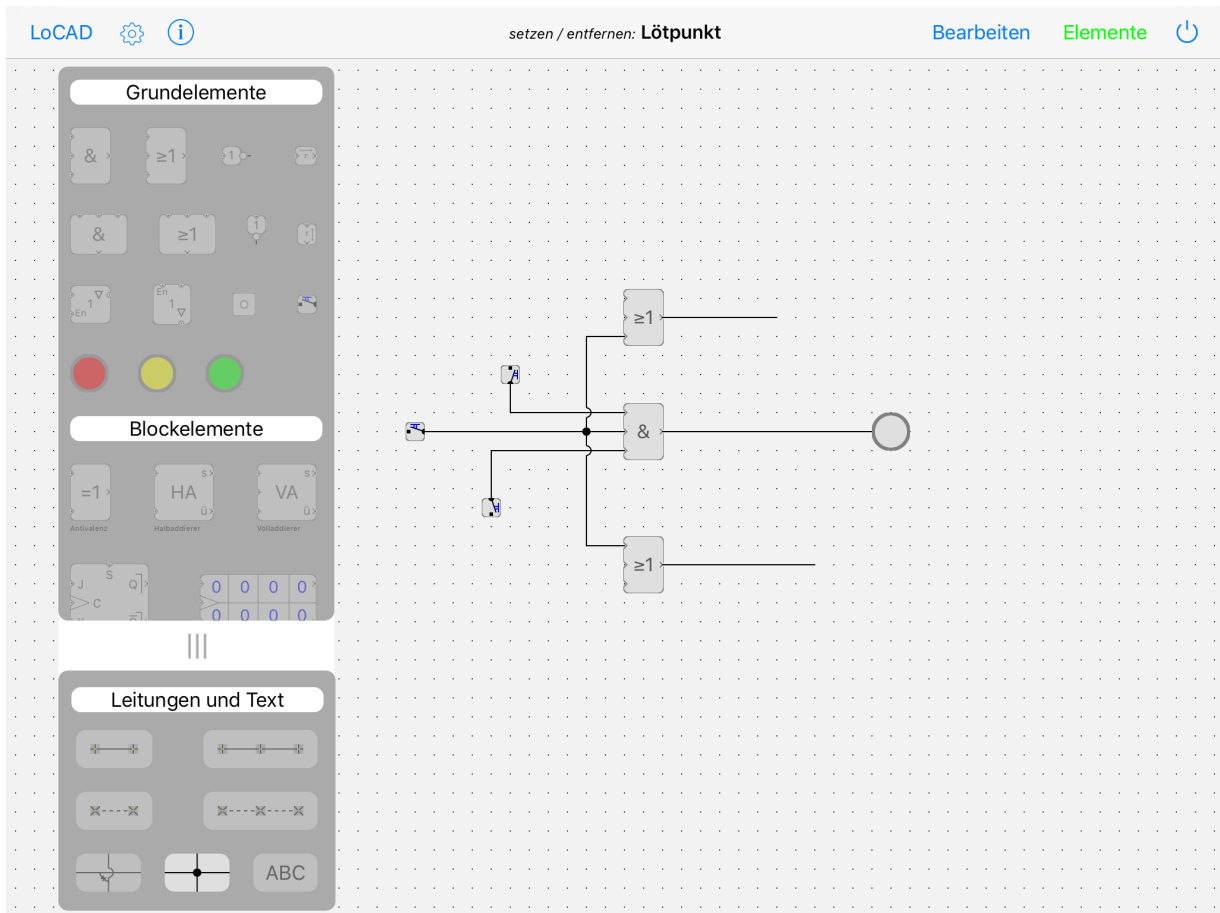


Abb. 3.1-1 *Erweiterte Schaltung mit Lötunkt*

Nehmen Sie die Schaltung jetzt wieder mit einem Tipp auf den Einschaltknopf in Betrieb und schalten Sie die mittlere Eingangsleitung des Und-Gatters auf 1-Signal.

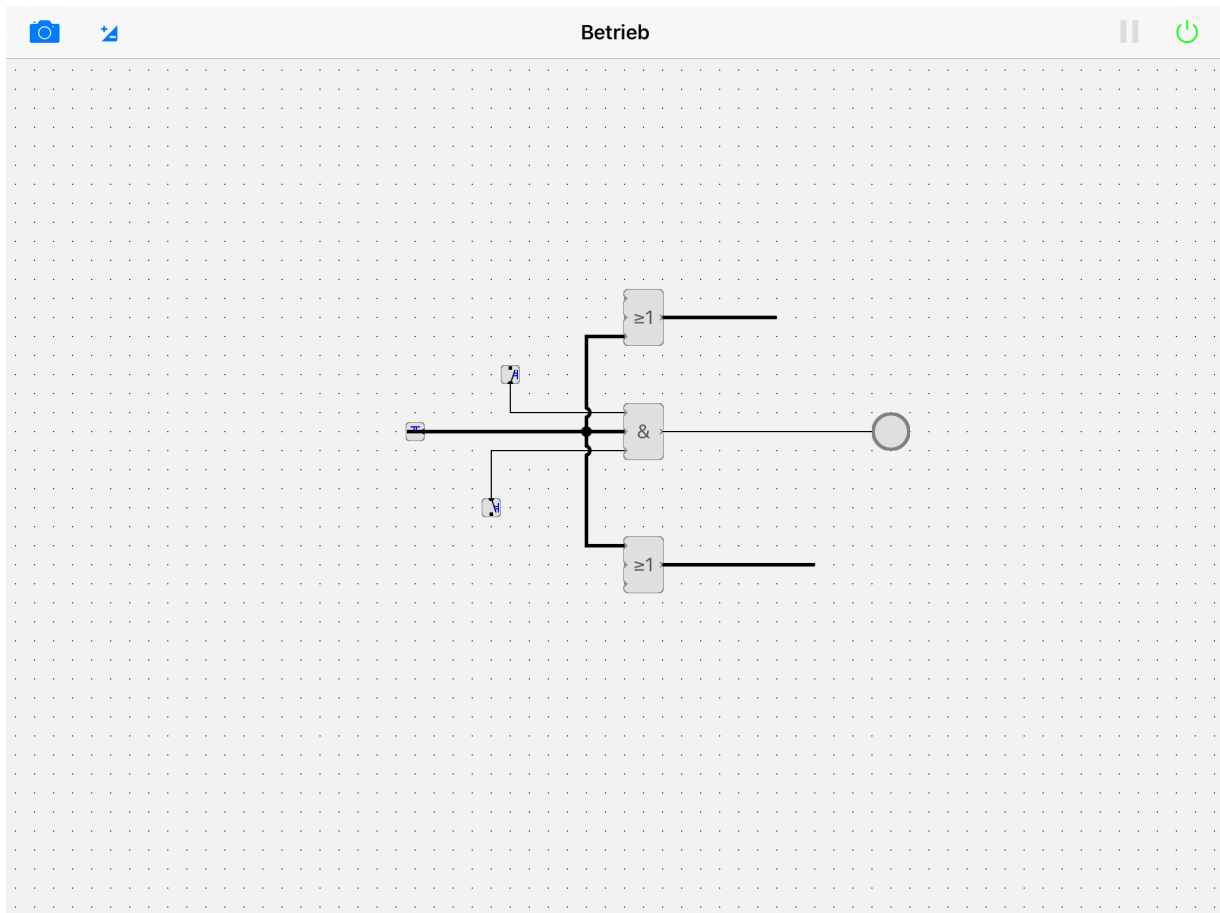



Abb. 3.1-2 Erweiterte Schaltung mit Lötunkt in Betrieb

Hinweis:

Sie können die Signalausbreitung auch kurzzeitig anhalten, indem Sie auf den Pause-Button oben rechts neben dem Einschaltknopf tippen. Nach Tipp auf den dann erscheinenden Play-Button läuft das Signal wieder weiter.

3.2 Löschen einer Leitung

Die obige Schaltung soll nun so abgeändert werden, dass das obere Oder-Gatter mit der oberen Eingangsleitung des Und-Gatters und das untere Oder-Gatter mit der unteren Eingangsleitung des Und-Gatters verbunden ist. Dazu muss ein Teil der senkrechten Leitung gelöscht werden.

Das geht nur, wenn die Leitung im 0-Zustand ist. Schalten Sie also die mittlere Eingangsleitung wieder in den 0-Zustand, klappen Sie den Werkzeugkasten auf, tippen Sie im unteren Teil des Werkzeugkastens auf die Schaltfläche  und dann auf den Anfangs- und Endpunkt des zu löschenden Leitungsstücks.

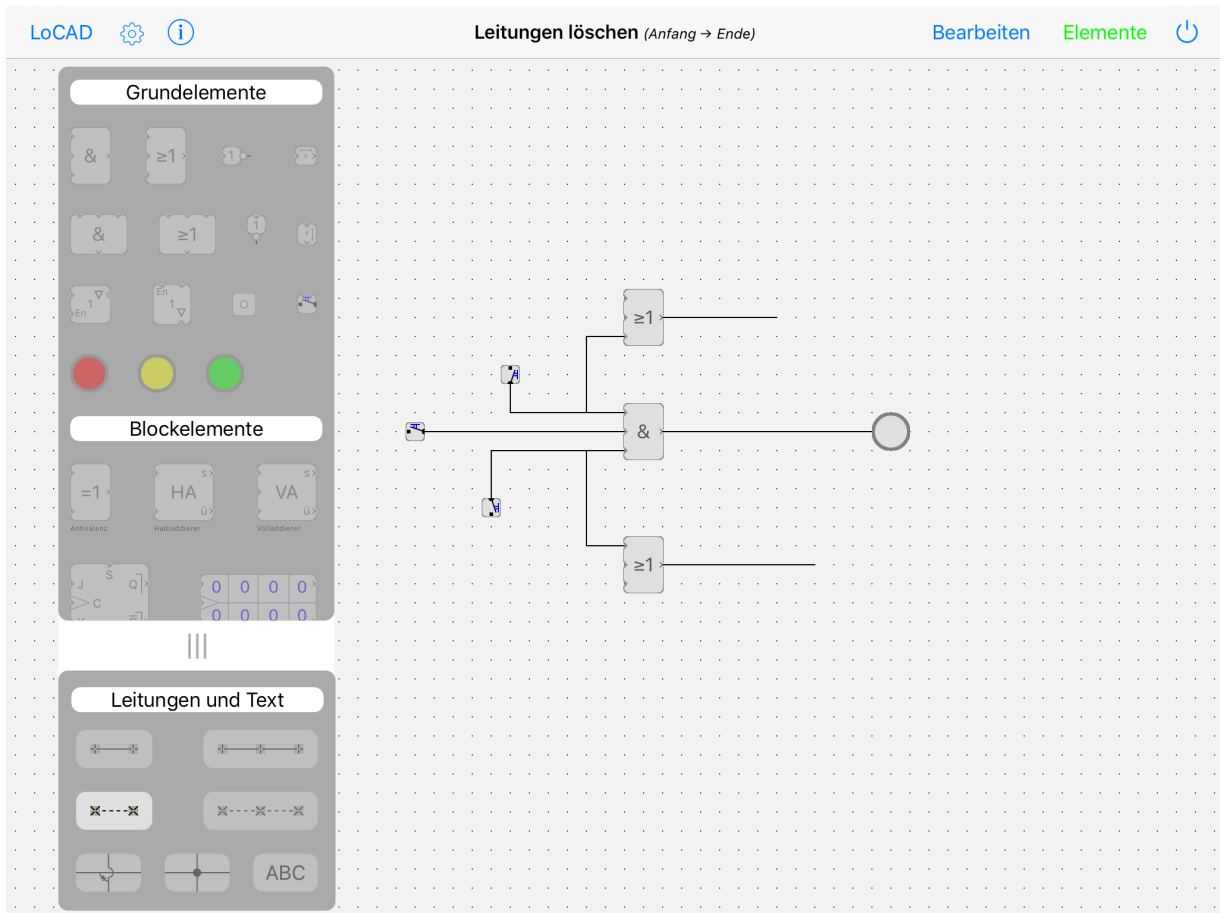




Abb. 3.2-1 Erweiterte Schaltung mit gelöschtem Leitungstück

Hinweis:

Das Löschen eines Leitungstücks auf diese Weise funktioniert nur, wenn Anfangs- und Endpunkt waagrecht oder senkrecht zueinander liegen. Ein ganzer Leitungszug (mit allen eventuell vorhandenen Verzweigungen) kann gelöscht werden, indem Sie über die Schaltfläche **Bearbeiten** in den Bearbeitungsmodus schalten und die entsprechende Leitung an irgendeiner Stelle berühren. Der Leitungszug wird dann mit einem Schatten dargestellt und kann durch Antippen des Mülleimers gelöscht werden.

3.3 Nicht-Bauelement

Das untere Oder-Gatter soll nun mit dem invertierten Signal der unteren Und-Eingangsleitung versorgt werden. Die erste Möglichkeit hierzu besteht darin, in die Leitung zu dem oberen Eingang des Oder-Gatters ein Nicht-Bauelement ( bzw. ) einzusetzen.

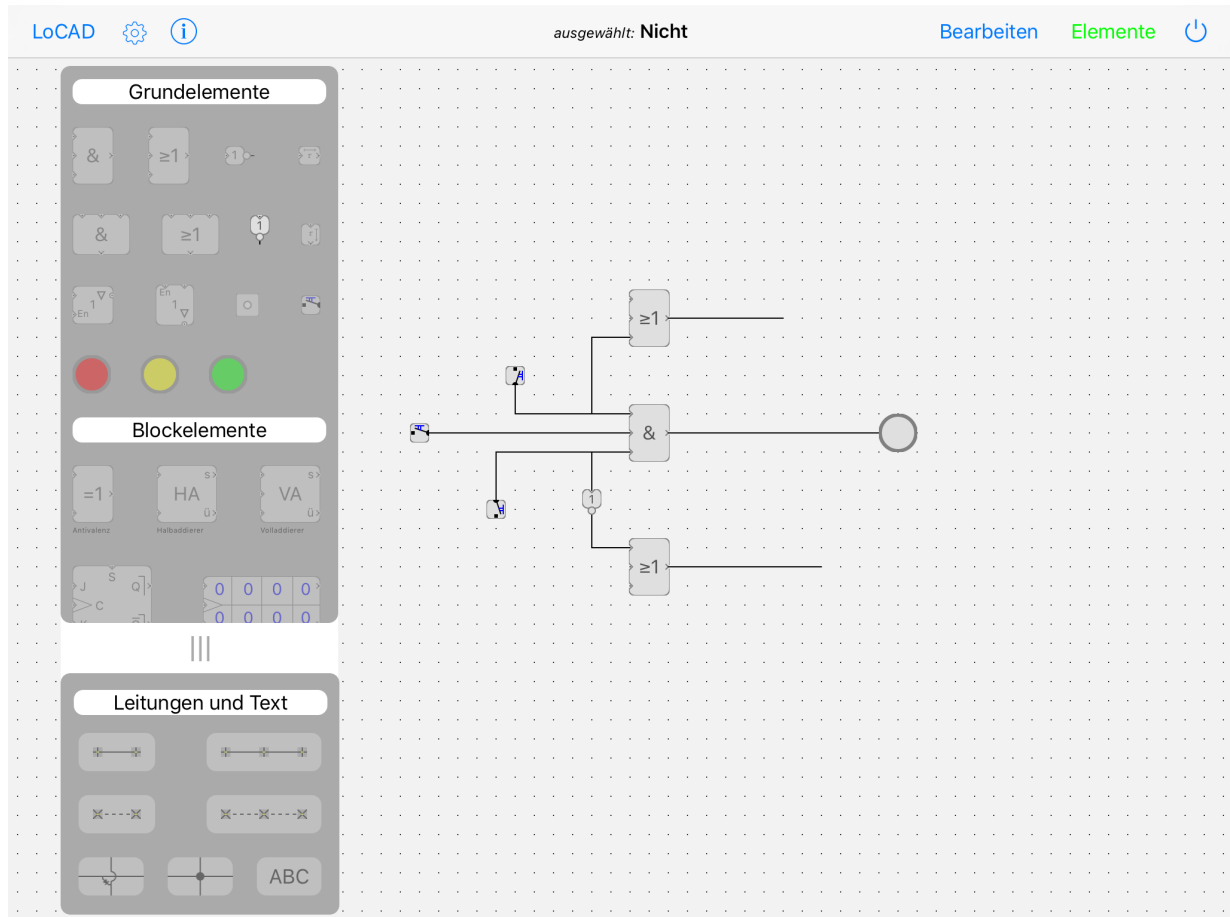


Abb. 3.3-1 *Erweiterte Schaltung mit Nicht-Bauelement*

Nach dem Einschalten stellt sich der in folgender Abbildung gezeigter Zustand ein.

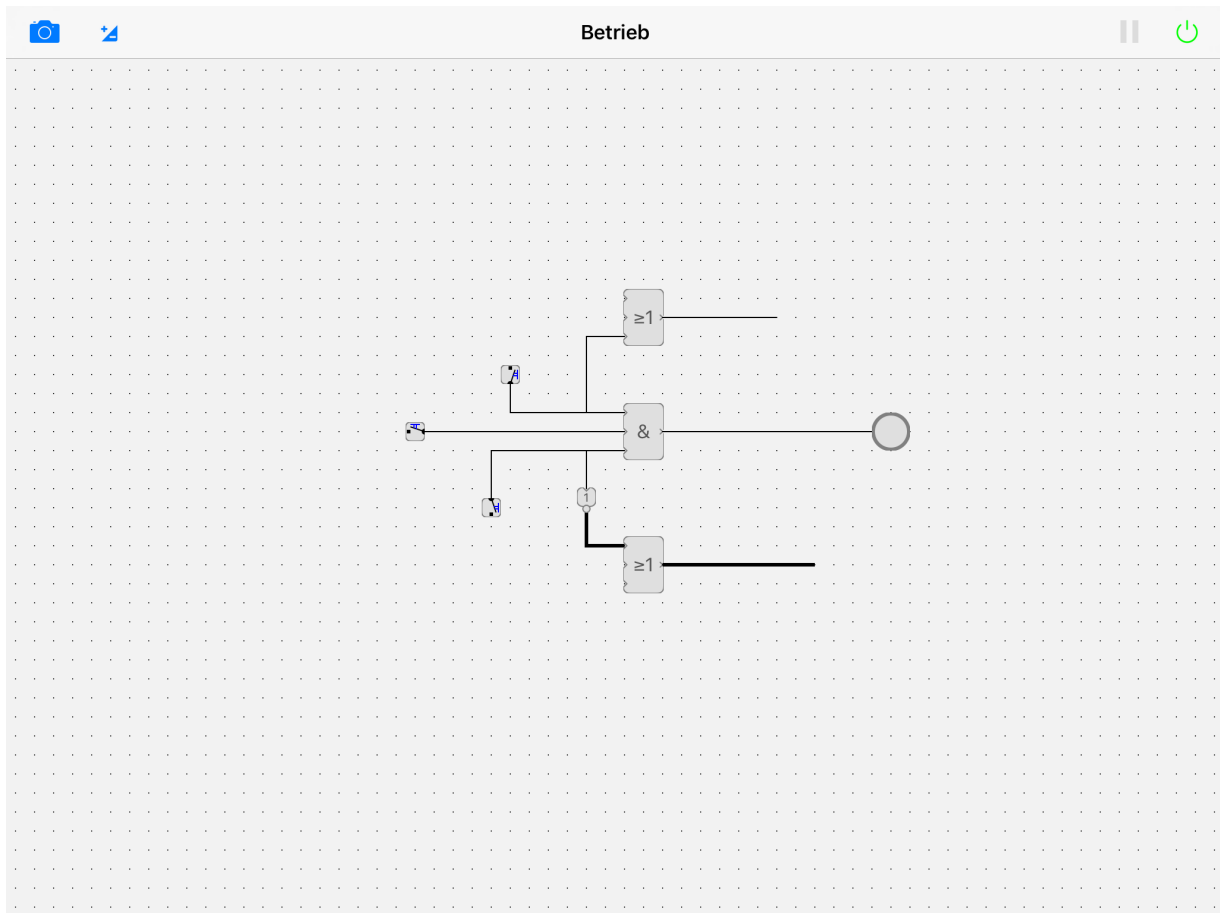


Abb. 3.3-2 Erweiterte Schaltung mit Nicht-Bauelement im Betriebsmodus

Alternativ und etwas platzsparender kann das auch mit einem Negationspunkt erreicht werden.

3.4 Negationspunkte

Negationspunkte können an allen Ein- und Ausgängen der Grund- und Blockelemente angebracht werden. Durch einen Negationspunkt am Ausgang wird ein Und-Element zu einem Nicht-Und-Element (NAND-Gatter) bzw. ein Oder-Element zu einem Nicht-Oder-Element (NOR-Gatter).

Um das Nicht-Element wieder zu löschen und durch einen Negationspunkt zu ersetzen, muss folgendes beachtet werden:


Beim Löschen des Nicht-Gatters entsteht eine Lücke in der Leitung, die an der einen Seite mit einem 1-Signal „in der Luft hängt“. Beim Versuch, diese Lücke mit einem Leitungsstück zu schließen, erscheint der Hinweis „*Leitung erst stromlos machen*“.

Für dieses Problem gibt es folgende Lösungsmöglichkeiten:

Setzen Sie an das Leitungsstück mit dem 1-Signal einen Schalter. Bei Betätigung des Einschaltknopfes wird die Leitung in den Schalterzustand 0 versetzt. Jetzt kann der Schalter wieder gelöscht und die Lücke geschlossen werden.

oder


Schalten Sie vor dem Löschen des Nicht-Gatters den Eingang des Nicht-Gatters in den 1-Zustand (durch den Schalter an der unteren Eingangsleitung des Und-Gatters), löschen Sie dann erst das Nicht-Gatter und setzen Sie den Schalter wieder in den 0-Zustand zurück.


Nachdem die Leitung nun wieder durchgehend ist, kann im Werkzeugkasten bei den Grundelementen der Negationspunkt  (drittes Element in der in der dritten Reihe) ausgewählt und am Eingang des Oder-Gatters gesetzt werden. Ein erneutes Antippen des Negationspunktes am Gatter löscht diesen wieder.

Hinweis:

Wenn ein Ein- oder Ausgang noch nicht verkabelt ist, kann dort auch kein Negationspunkt gesetzt werden.

4 Beschriftung einer Schaltung

Tippen Sie im Werkzeugkasten unten rechts die Schaltfläche  an und tippen Sie auf die Stelle im Arbeitsblatt, an der der Text stehen soll.

Nach dem Schreiben des Textes blenden Sie die Tastatur durch Antippen der Schaltfläche  unten rechts wieder aus.

Über **Bearbeiten** und markieren eines Textes kann er verschoben, editiert und/oder in der Größe verändert werden.

5 Bearbeiten von Ausschnitten

Nehmen wir an, die bisher aufgebaute Schaltung sei insgesamt ungünstig platziert und sollte sich besser an einer anderen Stelle des Bildschirms befinden. Anstatt nun alle Leitungen und Bauteile zu löschen und an anderer Stelle wieder aufzubauen, können Sie die Schaltung als Ausschnitt markieren und an eine beliebige Stelle verschieben.

Wählen Sie dazu unter **Bearbeiten** die Schaltfläche  für den Ausschnittmodus. Nun lässt sich ein Ausschnittbereich aufziehen.

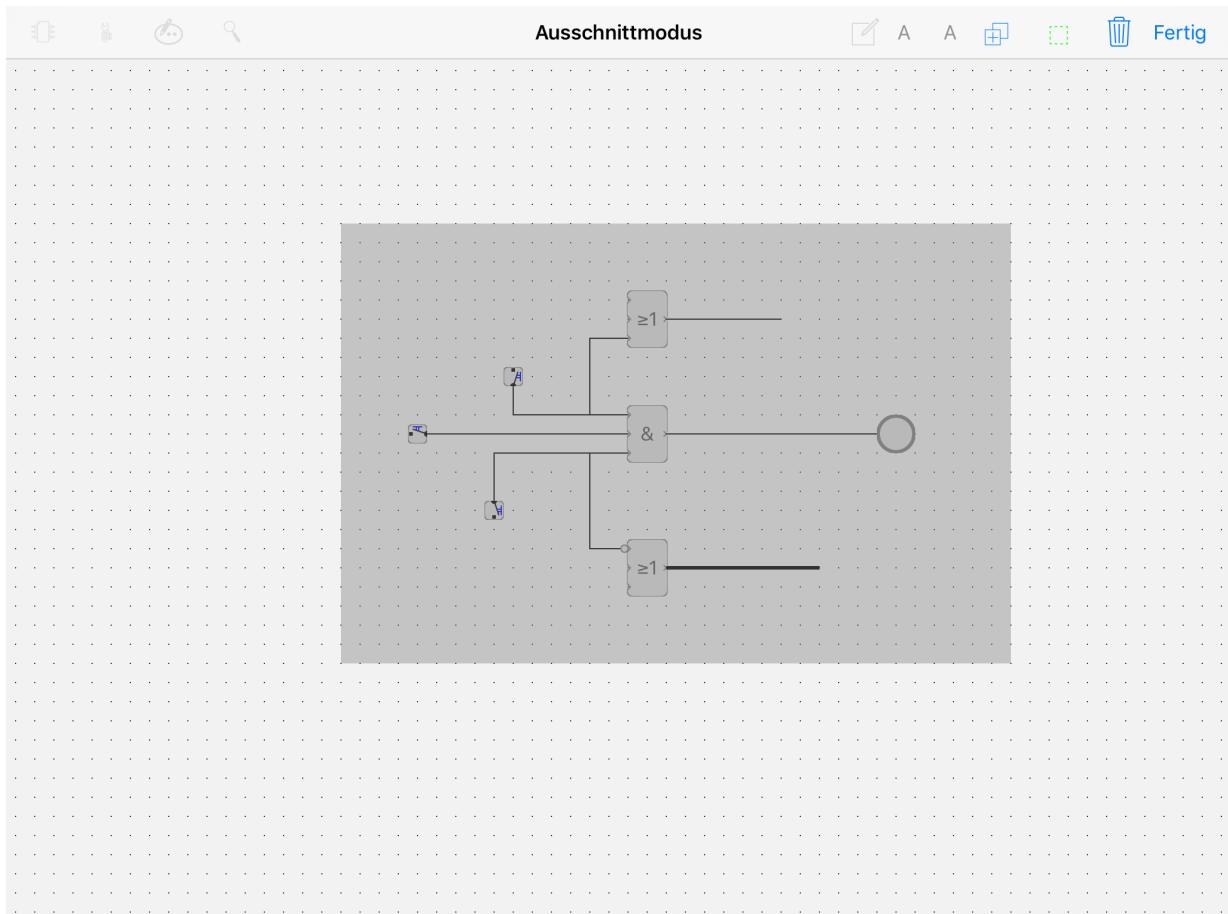



Abb. 5-1 Ausschnittmarkierung

Der markierte Ausschnitt kann jetzt verschoben, kopiert oder gelöscht werden. Zum Verschieben setzen Sie den Finger in den Ausschnitt und bewegen ihn an eine andere Stelle.

Der Ausschnittrahmen bleibt weiterhin bestehen. Es könnte ja sein, dass Sie mit der neuen Position nicht ganz zufrieden sind und noch ein kleines Stück weiter verschieben möchten.

Wir wollen jetzt diesen bereits markierten Ausschnitt an eine andere Stelle kopieren. Tippen Sie hierzu die Schaltfläche  an. Die Elemente im Ausschnitt werden kopiert, der Ausschnitt bekommt eine hellere Farbe und kann dann an eine andere Stelle geschoben werden

6 Speicherung einer Schaltung

Um eine angefertigte Schaltung dauerhaft zu konservieren, sind unter der Schaltfläche **LoCAD** die Unterpunkte **Speichern** und **Speichern unter...** vorgesehen. Eine Schaltung, die bereits einen Namen hat, wird durch Anklicken von **Speichern** direkt ohne weitere Nachfrage abgespeichert.

Hat die Schaltung wie im vorliegenden Fall aber noch keinen Namen erhalten (in der Kopfzeile steht noch *noname*), so wird ein Dialogfenster zur Eingabe eines Namens geöffnet und die Schaltung erst nach Eingabe eines Namens und Antippen von **OK** gespeichert. Mit **Speichern unter...** kann eine Schaltung unter einem anderen Namen abgespeichert werden.

Zur Übertragung bzw. Weitergabe von gespeicherten Schaltungen können diese auch als Mail-Anhang versendet werden.

Im folgenden Abschnitt wird auf die Möglichkeit der automatischen Signalerzeugung mit einem Taktgenerator eingegangen.

7 Einstellung des Taktgenerators

Anstatt eine Leitung über einen Schalter von Hand mit einem Signal zu belegen, können Sie auch den Taktgeber verwenden.

Damit Sie die Einstellmöglichkeiten des Taktgebers direkt nachvollziehen können, sollten Sie jetzt die folgende Schaltung über **LoCAD** → **Neu** aufbauen und mit dem Einschaltknopf in Betrieb nehmen.

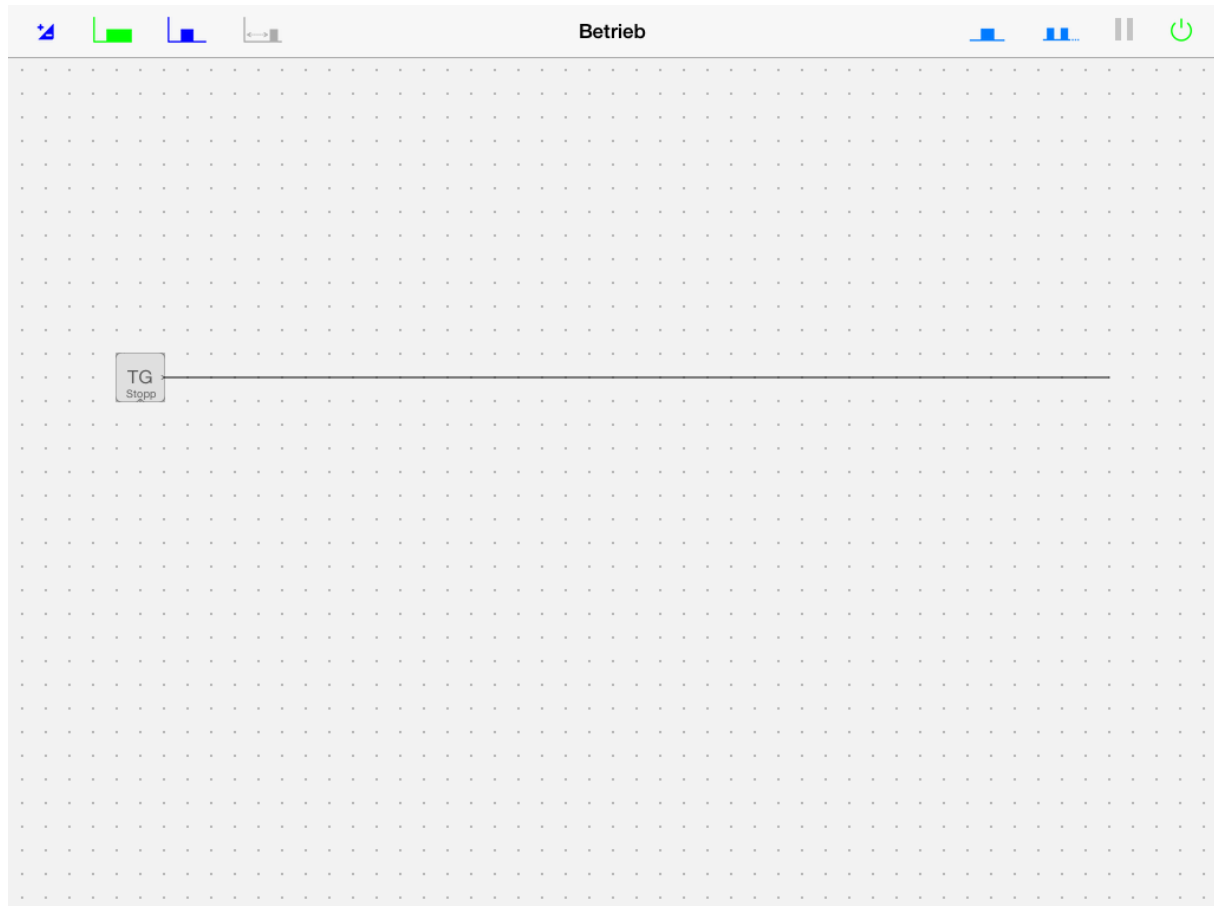


Abb. 7-1 Schaltung mit Taktgenerator


Sie haben jetzt oben rechts zwei weitere Schaltflächen:


- für die Auslösung eines Einzeltaktes
- für Dauertakt


Beim Antippen der Einzeltakt-Schaltfläche gibt der Taktgeber einen einzelnen Taktimpuls ab, bei der Dauertakt-Schaltfläche werden laufend Taktimpulse abgegeben, bis die Pause-Schaltfläche angetippt oder der Betrieb ausgeschaltet wird.

Wenn Sie den Signalablauf nun genau beobachten - eventuell mit einer großen Verzögerung - werden Sie feststellen, dass der Taktgeber stets erst dann einen neuen Signalzustand abgibt, wenn der momentan laufende Zustand das Leitungsende erreicht hat.

Diese nicht ganz realistische - aber in sinnvollen Schaltungen sicherlich nicht störende - Arbeitsweise des Taktgenerators dient der Vereinfachung der Simulation und gewährleistet, dass in einer Schaltung keine unklaren Zustände auftreten und ist insofern

mit der Realität zu vereinbaren, als dort ein Taktsignal auch erst dann ankommen darf, wenn alle beteiligten Komponenten in einem stabilen Zustand sind. Diese Funktionsweise des Taktgenerators wird über die Schaltfläche  (zweite oben links) eingestellt.

Wenn es erforderlich ist, dass der Taktgeber unabhängig von gerade laufenden Signalen arbeitet, kann über die Schaltfläche  die Abgabe von unabhängigen Taktimpulsen eingestellt werden.

Bei der Einstellung auf Taktimpulse lässt sich über die Schaltfläche  das Phasenverhältnis zwischen 1- und 0-Phase verändern.

Eine gewählte Einstellung bleibt solange gültig, bis eine Neueinstellung vorgenommen wird.

Stellen Sie jetzt für das Phasenverhältnis von 1-Phase zu 0-Phase einmal 4:12 ein.

Nach dem Starten des Taktgenerators erhalten Sie die folgende Situation mit voneinander unabhängigen Taktimpulsen auf der Leitung:

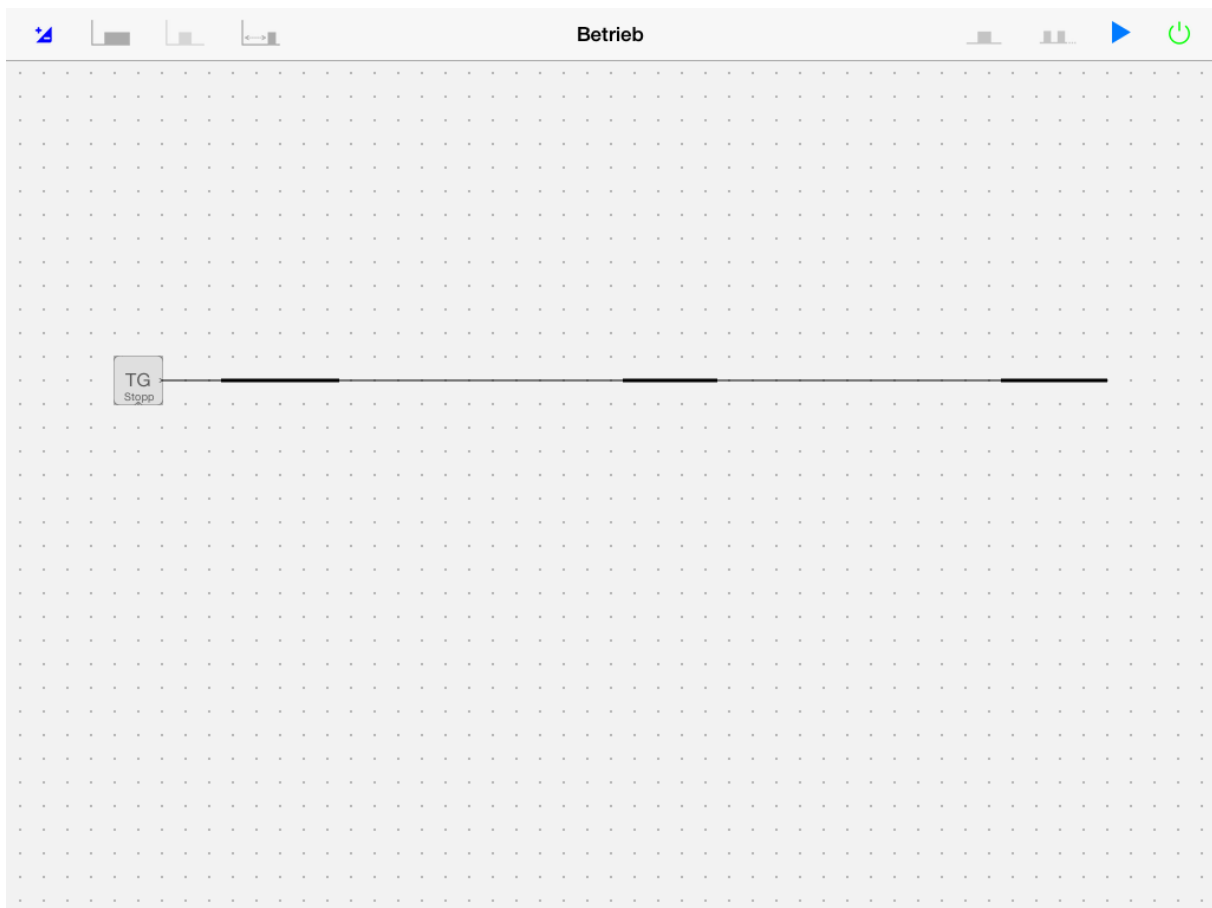


Abb. 7-2 Unabhängige Taktimpulse

Hinweis:

Der Taktgeber hat am unteren Rand einen mit „Stopp“ bezeichneten Eingang. Wenn dieser Eingang ein 1-Signal erhält, wird der Taktgenerator abgeschaltet. Er kann erst dann wieder aktiviert werden, wenn am Stopp-Eingang ein 0-Signal vorliegt.

8 Definition von ICs

Die hier erläuterte Möglichkeit, umfangreiche Schaltungen zu einer integrierten Schaltung (integrated circuit, Abk. IC) zu "schrumpfen", beseitigt die vielleicht als hinderlich empfundene Beschränkung der Arbeitsfläche auf eine Bildschirmseite und ermöglicht durch stufenweise Integration von Schaltungen den Aufbau komplexer Systeme wie z.B. den Aufbau eines kompletten mikroprogrammierten Rechners.

Das Definitionsverfahren soll hier am Beispiel der integrierten Schaltung SN7408 aus der SN74xx-Serie von Texas-Instruments erläutert werden. Die integrierte Schaltung SN7408 beinhaltet vier Und-Gatter mit jeweils zwei Eingängen und hat folgende Anschlussbelegung:

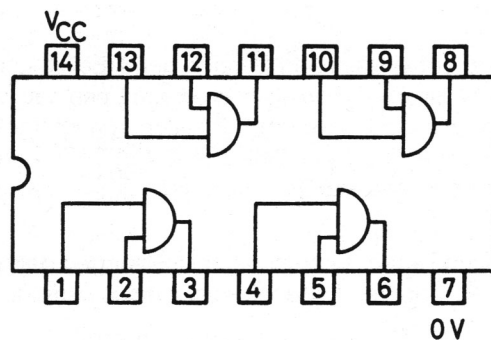


Abb. 8-1 Anschlussbelegung des SN7408

Um diese Schaltung als eigenständigen Baustein mit dem Namen "SN7408" zu definieren, müssen Sie erst einmal die folgende Schaltung aufbauen, indem Sie vier Und-Gatter entsprechend positionieren und die Anschlussleitungen ziehen.

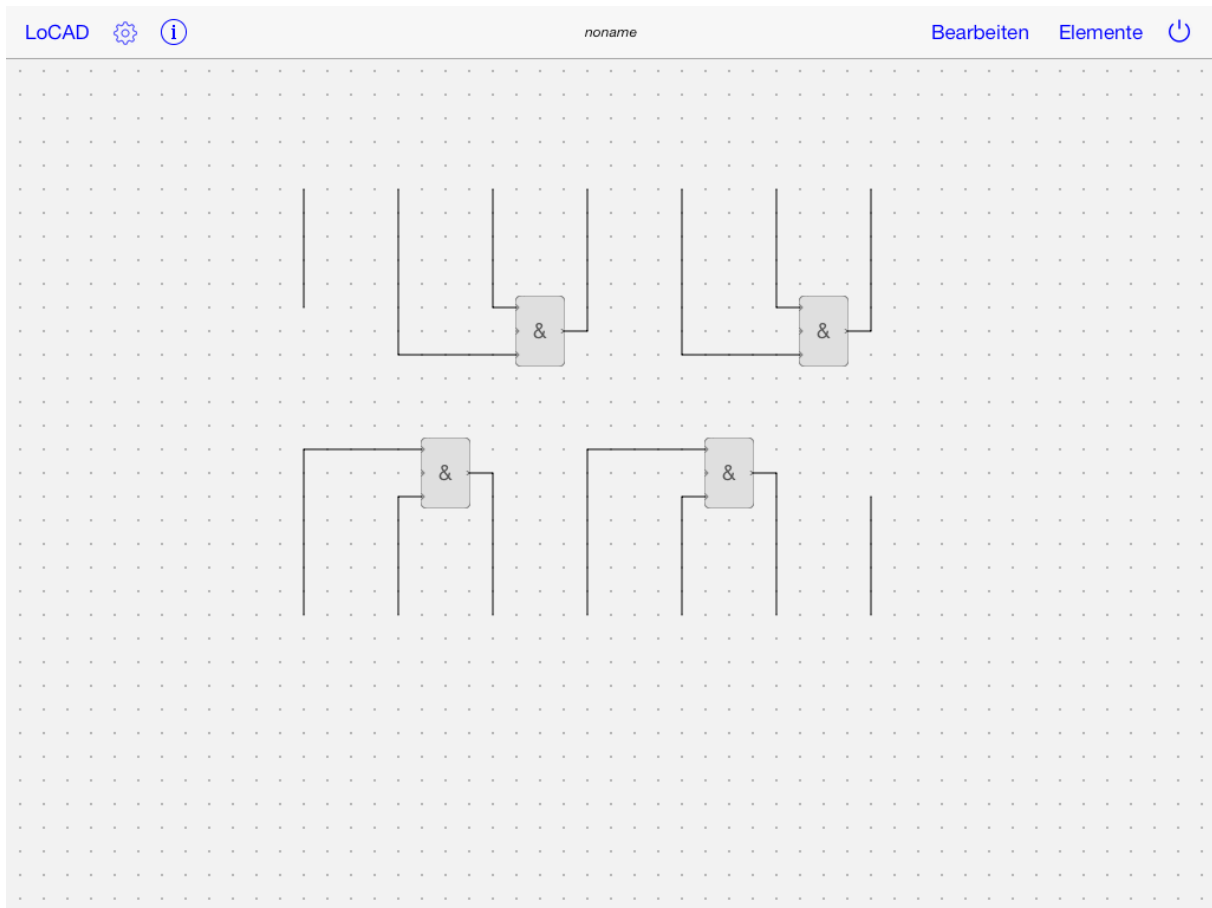


Abb. 8-2 Innenschaltung des SN7408

Die Leitungsstücke ohne Verbindung zu einem Bauelement links oben und rechts unten wurden eingefügt, damit bei der späteren IC-Definition auch die Anschlüsse 14 und 7 erscheinen.

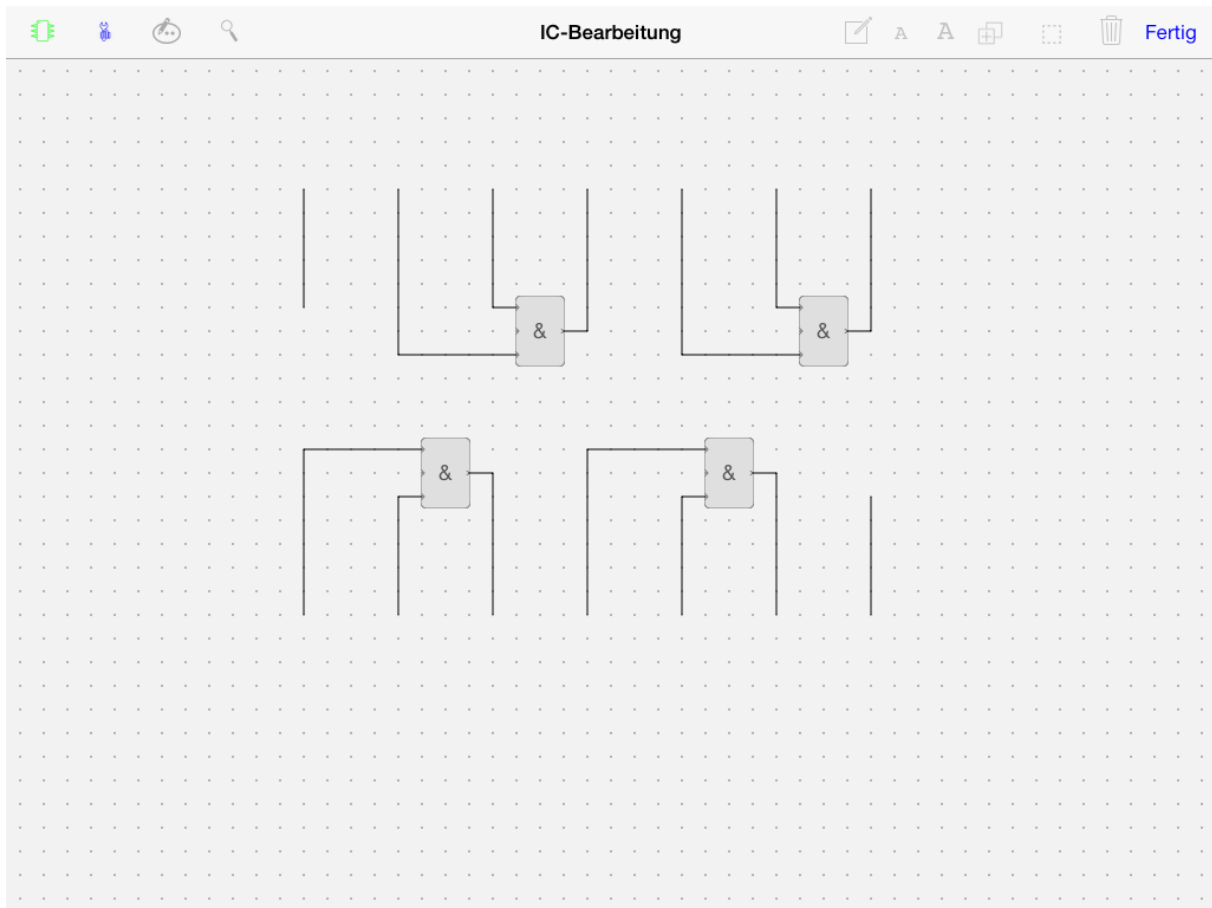



Abb. 8-3 IC-Bearbeitung

Wählen Sie nun durch Tippen auf **Bearbeiten** und dann auf  oben links den IC-Bearbeitungsmodus aus.

Ein Tipp auf  ermöglicht nun die Festlegung des Bereich, der zu einem IC geschrumpft werden soll. Ziehen Sie diesen Bereich wie in der nachfolgenden Abbildung gezeigt auf

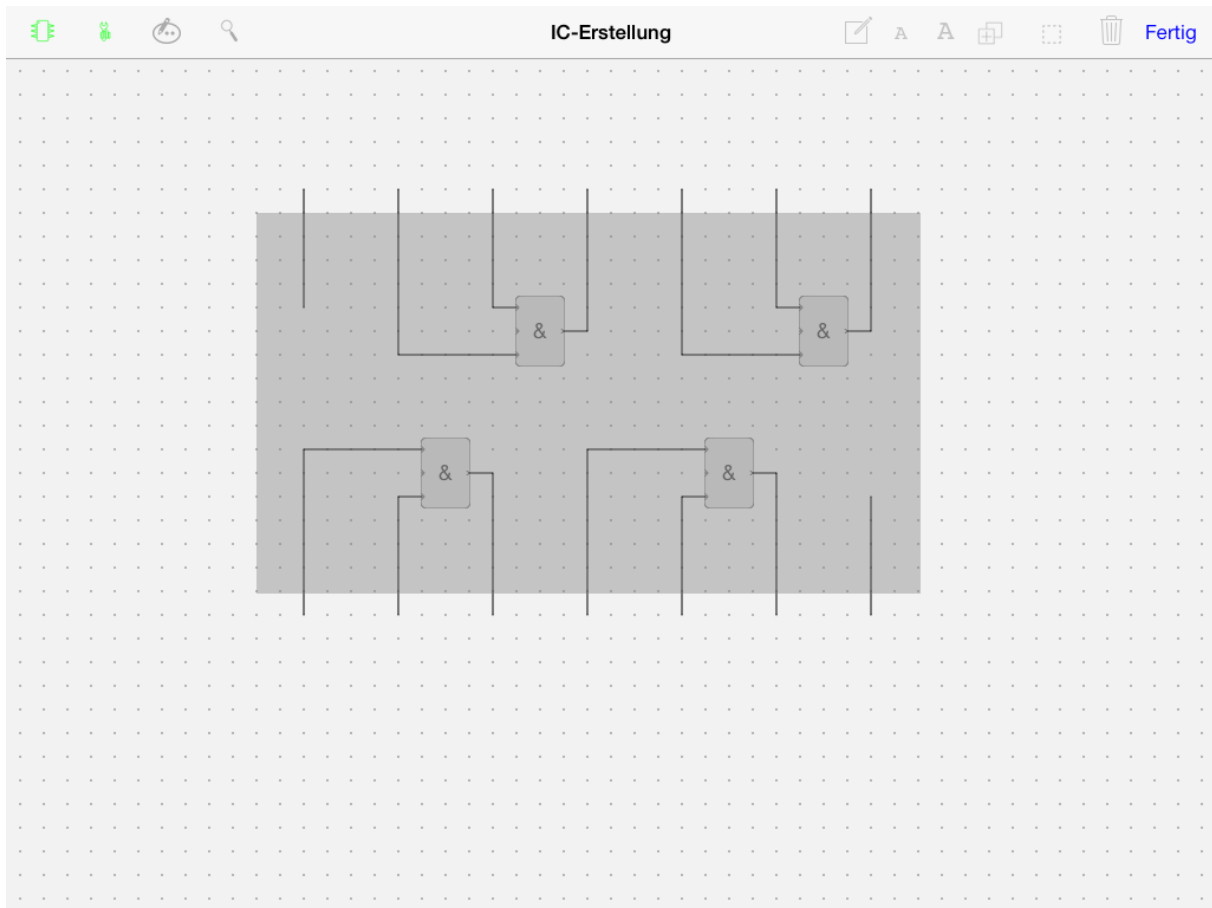


Abb. 8-4 IC-Bereichsfestlegung

und geben Sie eine Kurzbezeichnung (das was auf dem IC als Name erscheinen soll) und einen aussagekräftigen Dateinamen für die Schaltung an.

In diesem Fall bietet sich für beide Angaben „SN7408“ an.

Nach Tipp auf **OK** wird die zugrundeliegende Innenschaltung automatisch als „SN7408.stg“ und die integrierte Schaltung als „SN7408.icc“ gespeichert und steht ab sofort im Werkzeugkasten zur Verfügung.

Wenn Sie nun eine neue Schaltung aufbauen und den gerade definierten IC setzen, sehen Sie, dass die Eingänge automatisch mit *e1* bis *e10* und die Ausgänge mit *a1* bis *a4* durchnummeriert wurden.

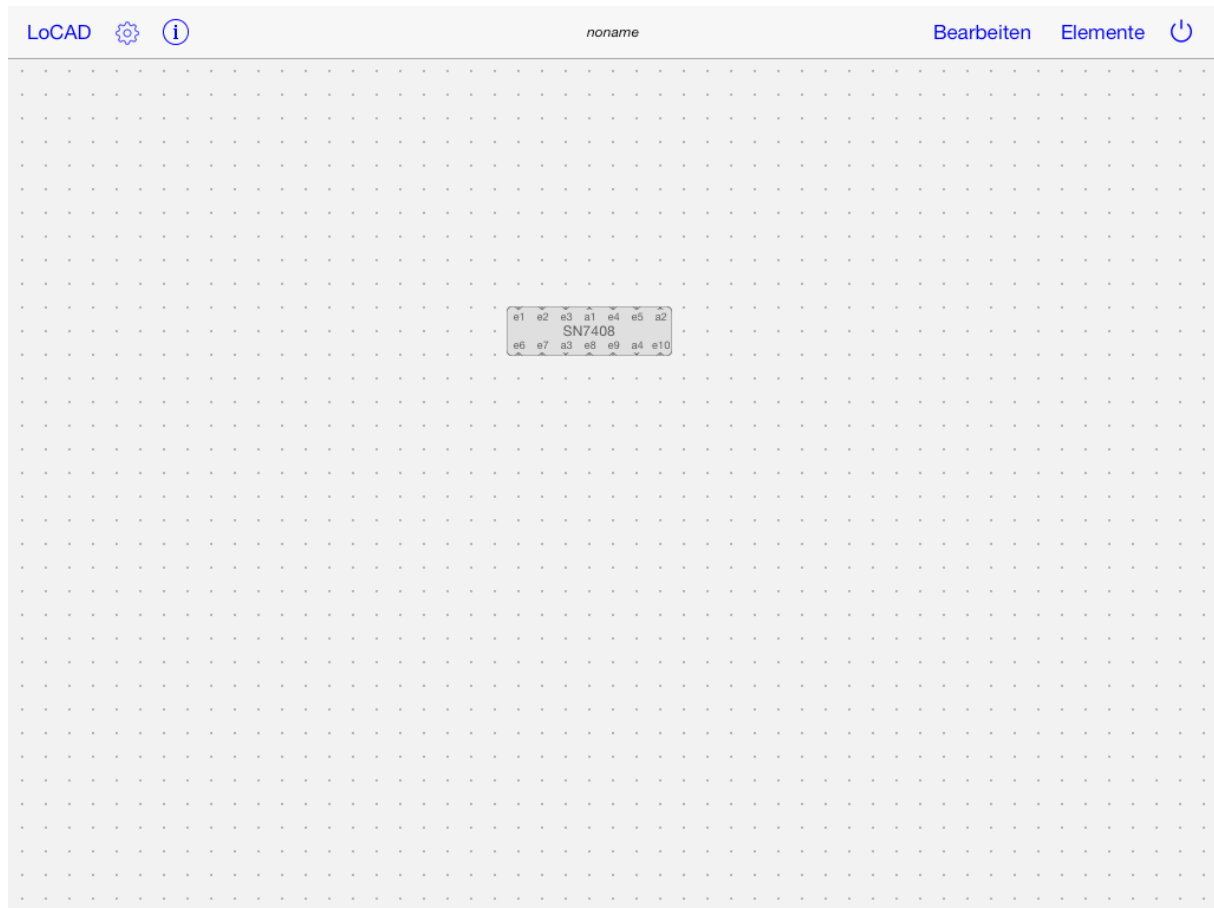




Abb. 8-5 *definierter IC-Baustein*

Um die Anschlussbezeichnungen so wie im Datenblatt angegeben zu erhalten, können Sie über **Bearbeiten** →  und nach Tipp auf den IC mit der Schaltfläche  eine Bezeichnungsliste erhalten, in der Sie die gewünschten Änderungen vornehmen können.

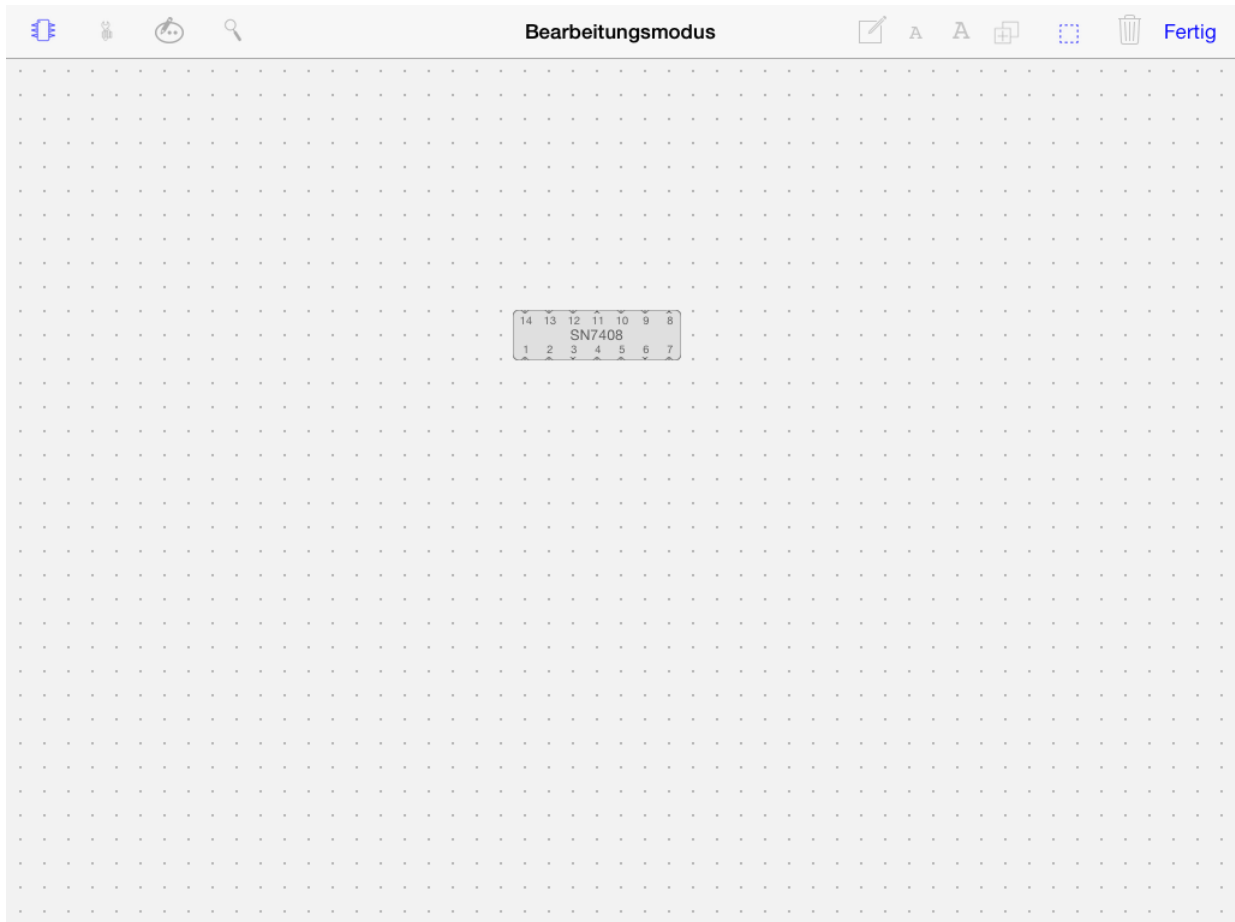


Abb. 8-6 IC mit angepassten Anschlussbezeichnungen

Setzen Sie nun einige Leitungen an den IC (siehe nachfolgende Abbildung).

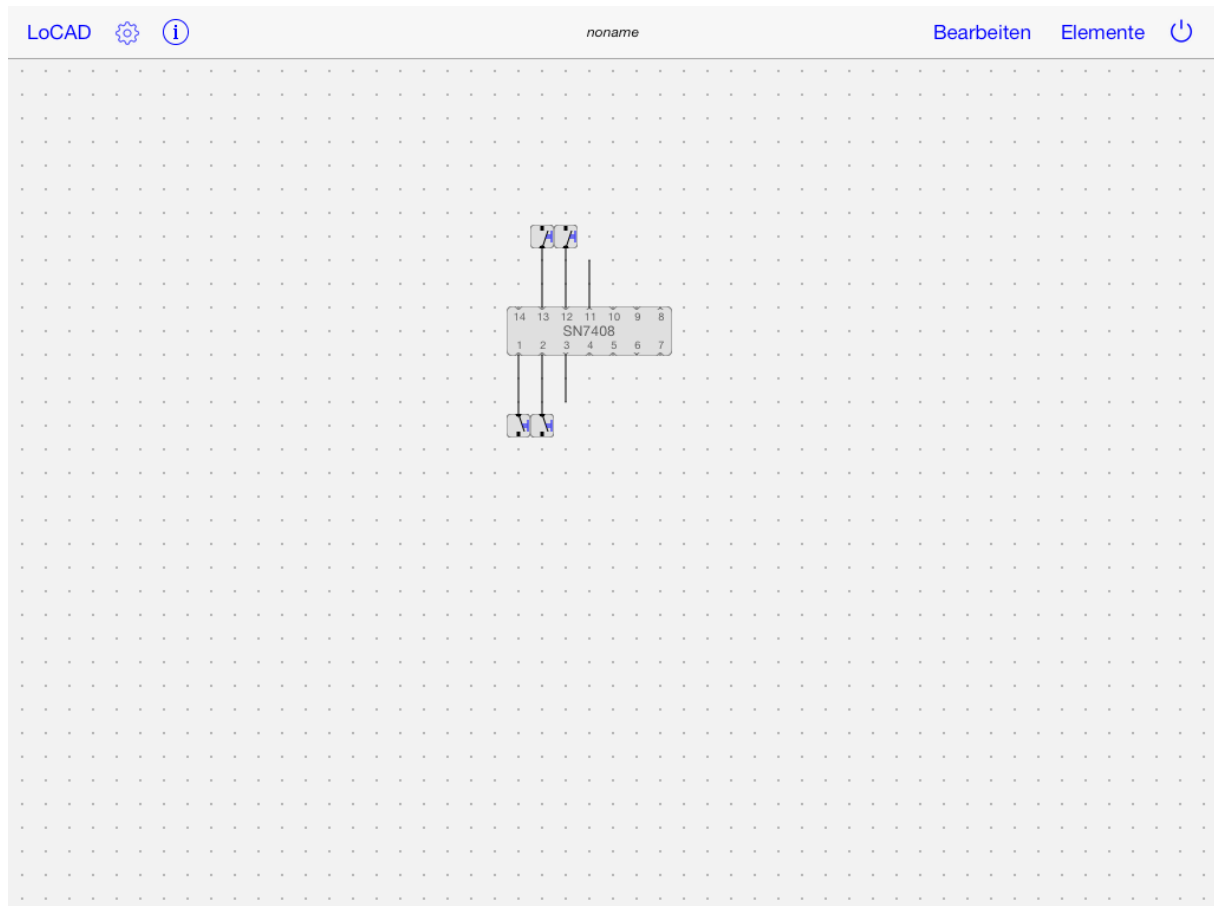


Abb. 8-7 IC mit Anschlussleitungen

Nehmen Sie die Schaltung mit dem Einschaltknopf in Betrieb.
Wenn Sie nun die Anschlüsse mit 1-Signal belegen, sehen Sie an den Ausgängen die der
Innenschaltung entsprechenden Zustände.

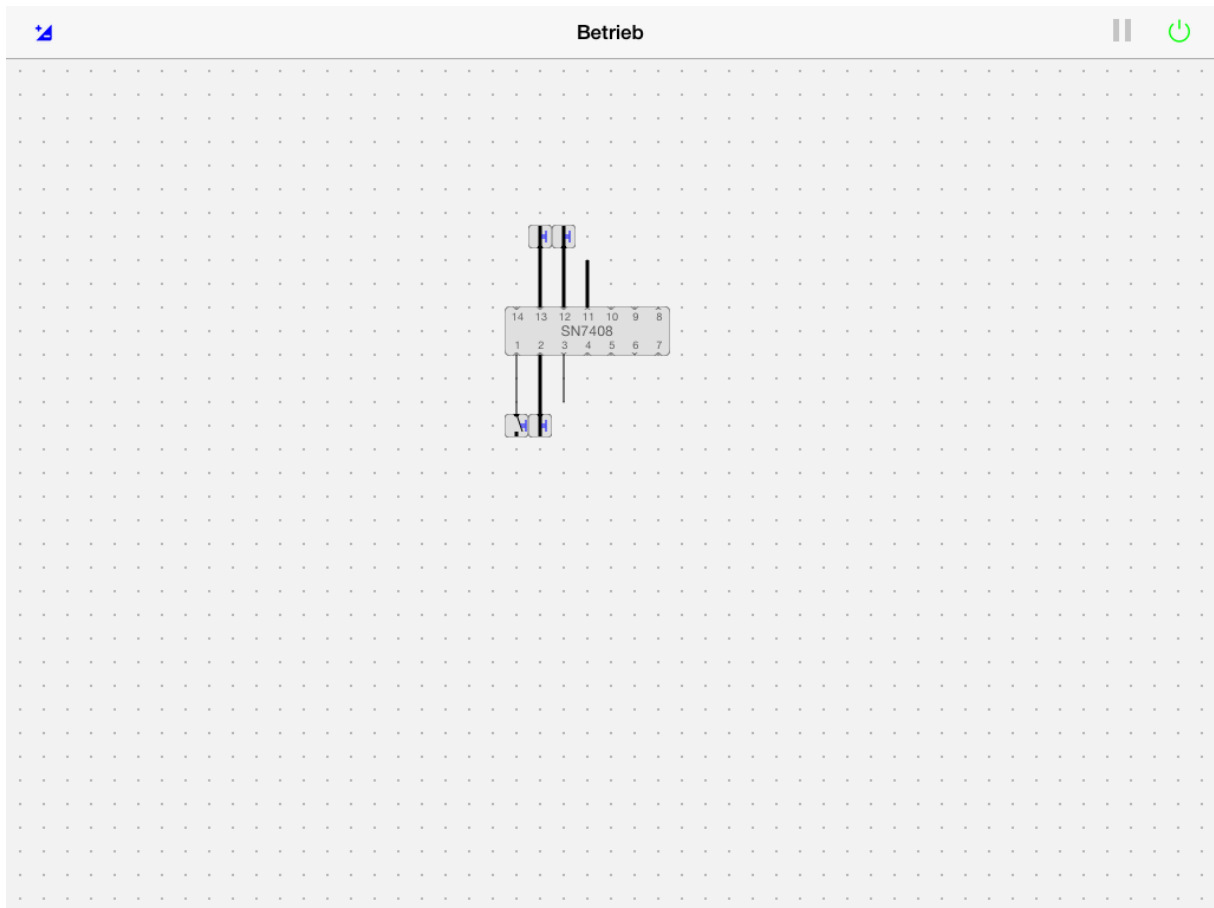


Abb. 8-8 IC mit Anschlussleitungen im Betriebsmodus

Sie können sich jederzeit den Zustand im Inneren des Bausteines anschauen indem Sie ihn antippen.

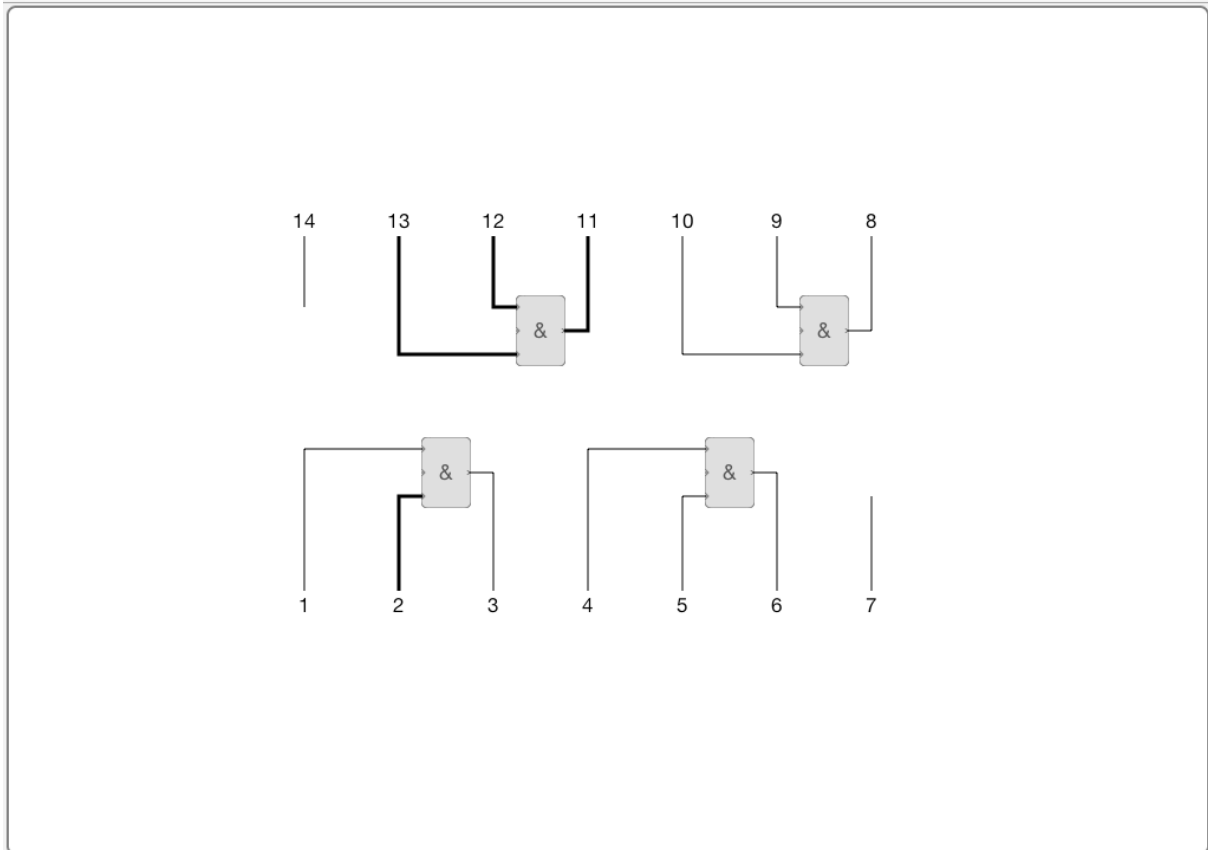


Abb. 8-9 Innenschaltung des SN7408 mit Signalen

Sollte eine Innenschaltung weitere ICs beinhalten, können Sie auch diese Stufe um Stufe durch Antippen öffnen und mit der Schaltfläche **< zurück** stets wieder eine Stufe zurückgehen.

Eine Änderung an einem bereits definierten Bauelement ist prinzipiell immer in der Form möglich, dass Sie die zugrundeliegende Innenschaltung laden, die notwendigen Änderungen vornehmen und das Bauelement erneut definieren.

Mit Hilfe der hier gezeigten Integrationsmöglichkeit lässt sich das Modulkonzept bzw. das Integrationsprinzip der modernen Digitaltechnik besonders gut verdeutlichen. Durch geschachtelte Integration ist es möglich, äußerst komplexe Schaltungen zu entwickeln, die dennoch übersichtlich bleiben.