

Erstellen benutzerdefinierter Bauelemente in NI Multisim

Veröffentlichungsdatum: Jun 06, 2011

Übersicht

NI Multisim und **NI Ultiboard** bilden zusammen eine Plattform zum Entwerfen und Simulieren von Schaltungen sowie zum Entwerfen gedruckter Schaltungen. Mit Hilfe des hochgradig flexiblen Datenbank-Managers kann problemlos ein neues SPICE-Simulationsmodell zu einem selbst festgelegten Schaltzeichen hinzugefügt werden, so dass anschließend ein genauer Footprint auf das Leiterplattenlayout übertragen wird.

Unter **Erstellen benutzerdefinierter Bauelemente in NI Multisim** und **Erstellen benutzerdefinierter Bauelemente in NI Ultiboard** lernen Sie, wie sich schnell und intuitiv benutzerdefinierte Bauelemente erstellen lassen.

Inhaltsverzeichnis

1. [Einführung](#)
2. [Schritt 1: Festlegen der wichtigsten Angaben](#)
3. [Schritt 2: Festlegen des Footprints und Gehäuses](#)
4. [Schritt 3: Eingeben der Bauelementdaten](#)
5. [Schritt 4: Festlegen der Pinparameter](#)
6. [Schritt 5: Festlegen der Zuordnung zwischen Schaltzeichen und Layout-Footprint](#)
7. [Schritt 6: Auswählen des Simulationsmodells](#)
8. [Schritt 7: Pinzuordnung zwischen Schaltzeichen und Modellknoten](#)
9. [Schritt 8: Speichern des Bauelements in der Datenbank](#)
10. [Schritt 9: Testen des neuen Bauelements in Multisim](#)

1. Einführung

Diese Anleitung ist Teil 1 einer Artikelreihe zum Erstellen von Bauelementen in **NI Multisim** und **NI Ultiboard**.

In dieser Anleitung wird erklärt, wie Sie in Multisim Ihre eigenen Bauelemente für Simulationen und für die Leiterplattenbestückung erstellen. Im Laufe der Übung erstellen Sie ein Bauelement und prüfen anschließend seine Funktion. Der Bauelementassistent ist die wichtigste Funktion in Multisim zum Erstellen benutzerdefinierter Bauelemente. Der Bauelementassistent führt Sie durch alle erforderlichen Schritte, mit denen u. a. das Schaltzeichen, Pins (optional), Modelle und Footprint-Parameter festgelegt werden.

Der Erstellungsprozess umfasst folgende Schritte:

- Eingeben der Bauelementdaten
- Auswählen eines Footprints und Konfigurieren des Bauelements
- Auswählen und ggf. Bearbeiten des Schaltzeichens
- Festlegen der Pinparameter
- Zuordnen von Schaltzeichenpins zu Footprint-Pins
- Auswählen des Simulationsmodells
- Zuordnen der Schaltzeichenpins zu Modellpins
- Speichern des Schaltzeichens in der Datenbank

In dieser Anleitung werden Sie schrittweise durch das Erstellen eines Bauelements geführt, das später zur Simulationen oder zum Leiterplattenlayout verwendet werden kann. Aus didaktischen Gründen wurde ein zweiteiliges Bauelement gewählt, das einen Footprint und je zwei Schaltplansymbole und Modelle hat. In der Praxis ist für die meisten Bauelemente in der Regel ein geringerer Aufwand zu erwarten. Sie können auch Bauelemente erzeugen, die nur für einen bestimmten Aspekt der Schaltungsentwicklung (wie Simulation oder Leiterplattenlayout) relevant sind.

In Teil 2 dieser Reihe, **Erstellen benutzerdefinierter Bauelemente in NI Ultiboard** wird beschrieben, wie Sie zu dem hier erstellten SMD-Bauelement einen Ultiboard-Footprint für das Leiterplattenlayout erzeugen. Sie lernen, wie Sie die Form und Abmessungen des Gehäuses und Löt-Augenmusters konfigurieren. Anschließend wird der Footprint in der Multisim-Datenbank mit dem hier erstellten benutzerdefinierten Bauelement verknüpft.

Ein- und mehrteilige Bauelemente

Ein einteiliges Bauelement enthält ein Bauteil pro Chip. Ein mehrteiliges Bauelement enthält mehrere Gatter oder andere Bauteile pro Chip. Zu solchen Bauelementen zählen z. B. Logikgatter oder Operationsverstärker. Die Bestandteile eines mehrteiligen Bauelements sind mit Buchstaben von A bis Z gekennzeichnet.

Der THS7001-Chip von Texas Instruments® ist beispielsweise ein mehrteiliges Bauelement. Er besteht aus einem programmierbaren Verstärker ("Programmable Gain Amplifier" – kurz: PGA) und einer Vorverstärkungsstufe. Beide Schaltungsteile haben eine gemeinsame Stromversorgung und eine gemeinsame Masse. In der vorliegenden Anleitung lernen Sie, wie dieses Bauelement erstellt wird.

Simulationsbauelemente

Mit Bauelementen, die nur zur Simulation dienen, können Schaltungen geprüft werden. Simulationsbauelemente werden nicht auf die Leiterplatte übernommen. Daher haben Bauelemente dieses Typs keine Footprints und ihre Schaltzeichen sind in Multisim zur leichten Erkennung schwarz markiert. Eine ideale Spannungsquelle ist beispielsweise ein Simulationsbauelement.

Layoutbauelemente

Für Layoutzwecke erstellte Bauelemente spielen bei Simulationen keine Rolle. Ihnen sind keine SPICE-Modelle, VHDL-Modelle oder Verhaltensmodelle zugeordnet. Wenn Layoutbauelemente einer Schaltung parallel geschaltet werden, haben sie keinen Einfluss auf die Simulation. Bei der Reihenschaltung verhalten sie sich hochohmig, unterbrechen also den Stromfluss. Alle Bauelemente dieser Art sind in Multisim grün dargestellt. Ein Steckverbinder ist beispielsweise ein Bauelement, das nur für das Leiterplattenlayout gebraucht wird.

Erstellen eines THS7001-Chips von Texas Instruments® in NI Multisim

Der THS7001-Chip ist ein programmierbarer Verstärker mit Vorverstärkungsstufe. Der Verstärkungsfaktor wird mittels dreier TTL-Eingänge gesteuert. Das Datenblatt des THS7001 ist diesem Dokument als Anhang angefügt.

2. Schritt 1: Festlegen der wichtigsten Angaben

Starten Sie den Bauelementassistenten vom Multisim-Hauptmenü aus, indem Sie auf **Extras » Bauelementassistent** klicken. Geben Sie hier alle erforderlichen Kenndaten Ihres Bauelements an (Abbildung 1). Wählen Sie den **Bauelementtyp** und den Verwendungszweck aus (Simulation, Layout oder beides).

Klicken Sie anschließend auf **Weiter >**.

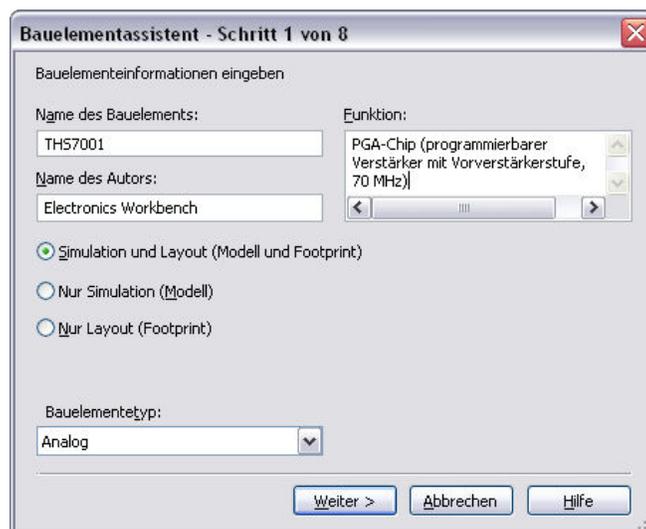


Abbildung 1 - Bauelementangaben zum THS7001

3. Schritt 2: Festlegen des Footprints und Gehäuses

a.) Klicken Sie auf **Footprint auswählen** und legen Sie den Footprint des Bauelements fest.

Hinweis: Bei Simulationsbauelementen sind die Footprint-Felder deaktiviert.



Abbildung 2 - Auswahl eines Footprints (1 von 2)

b.) Wählen Sie den Footprint dem Herstellerdatenblatt entsprechend aus. Wählen Sie also für den THS7001-Chip aus der Hauptdatenbank den Footprint TSSOP20 aus. Klicken Sie anschließend auf **Auswählen**.

Hinweis: Wenn Sie den Footprint-Namen kennen, können Sie ihn auch direkt in das Feld **Footprint-Typ** eingeben.

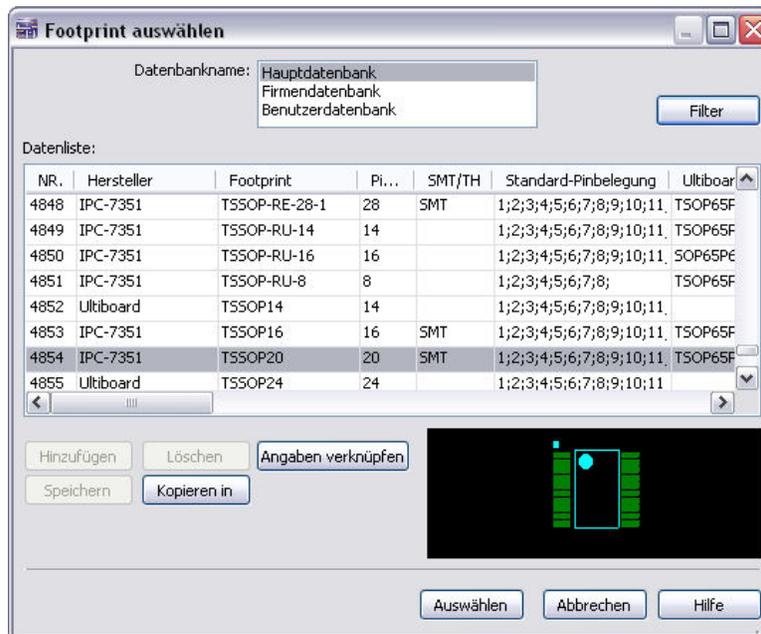


Abbildung 3 - Auswahl eines Footprints (2 von 2)

c.) Benennen Sie die Bestandteile des Bauelements und legen Sie für jeden Bestandteil die Pinanzahl fest. In unserem Fall gibt es zwei Bestandteile, und zwar den Vorverstärker (A) und den PGA (B).

Hinweis 1: Wenn Sie die Pinanzahl für die Teilschaltungen bestimmen, dürfen Sie dazu nicht den Footprint heranziehen, da der Footprint beide Teilschaltungen in sich vereinigt. Sie sollten stattdessen für jede Teilschaltung so viele Pins veranschlagen, wie das dafür erstellte Schaltzeichen enthalten soll.

Hinweis 2: Beim THS7001 teilen sich zwar beide Teilschaltungen einen Masse- und Ruhestromanschluss, aber beide Schaltzeichen des Chips müssen jeweils einen Masse- und einen Ruhestrompin enthalten.

Klicken Sie auf **Weiter**, wenn Sie fertig sind.

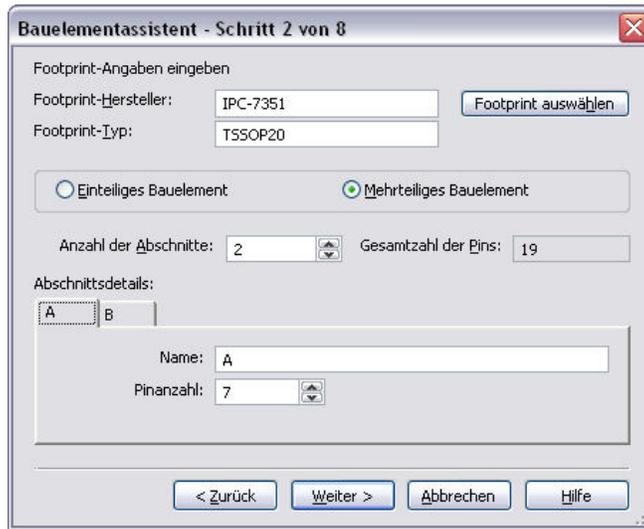


Abbildung 4 - Festlegen eines Bauelementbestandteils (1 von 2)



Abbildung 5 - Festlegen eines Bauelementbestandteils (2 von 2)

Hinweis: Um zu lernen, wie ein benutzerdefinierter Footprint in NI Ultiboard erstellt wird, lesen Sie bitte den Abschnitt [Erstellen eines benutzerdefinierten Bauelements in NI Ultiboard](#).

4. Schritt 3: Eingeben der Bauelementdaten

Nach dem Festlegen der Bestandteile und des Footprints müssen Sie jeder Teilschaltung ein Schaltzeichen zuweisen. Dazu können Sie entweder im Schaltzeichen-Editor über **Bearbeiten** ein Schaltzeichen bearbeiten oder über **Kopieren** ein bestehendes Schaltzeichen aus der Datenbank kopieren. Das Kopieren vorhandener Schaltzeichen aus der Datenbank ist weniger zeitaufwändig und wird daher empfohlen. In den Schaltzeichen-Editor können auch fertige Schaltzeichendateien geladen werden. Die Schaltzeichen für den THS7001-Chip sind dieser Anleitung beigelegt.

a.) Laden Sie das Schaltzeichen für den Vorverstärker. Gehen Sie dazu wie folgt vor:

Klicken Sie zum Öffnen des Schaltzeichen-Editors auf **Bearbeiten**.

Klicken Sie anschließend im Schaltzeichen-Editor auf **Datei » Öffnen** und öffnen Sie das Verzeichnis, in dem Sie die angefügten Dateien gespeichert haben. Wählen Sie **preamp.sym**. Das geladene Schaltzeichen wird in Abbildung 6 dargestellt.

Hinweis: Damit gemeinsame Pins im Schaltplan keine Probleme verursachen, müssen diese überall den gleichen Namen haben. Außerdem müssen sie, wie in Schritt 4 beschrieben, als COM (common) gekennzeichnet werden.

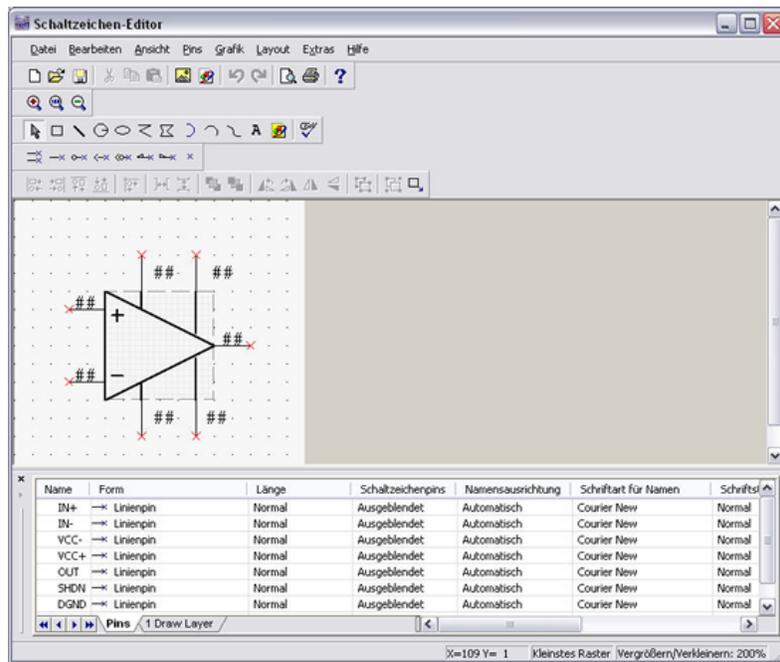


Abbildung 6 - Schaltzeichen für den Vorverstärker

Schließen Sie den Schaltzeichen-Editor. Wählen Sie **Ja**, wenn Sie zum Speichern aufgefordert werden.

Das Schaltzeichen des Vorverstärkers wird nun im Vorschaufeld angezeigt. Wenn Sie das Bauelement internationalen Kollegen zugänglich machen möchten, empfiehlt es sich, ein DIN- und ein ANSI-Schaltzeichen dafür zu erstellen. Klicken Sie dazu auf **Kopieren in...** und wählen Sie die einzige angezeigte Option für die betreffende Teilschaltung aus, also **Abschnitt A (ANSI)** oder **Abschnitt A (DIN)**.

b.) Laden Sie das Schaltzeichen des PGAs.

Wechseln Sie zu Abschnitt B und klicken Sie zum Starten des Schaltzeichen-Editors auf **Bearbeiten**.

Wählen Sie **Datei » Öffnen** und öffnen Sie den Ordner, in dem Sie die angefügten Dateien gespeichert haben. Wählen Sie dort die Datei **pga.sym** aus. Das Schaltzeichen sollte Abbildung 7 entsprechen.

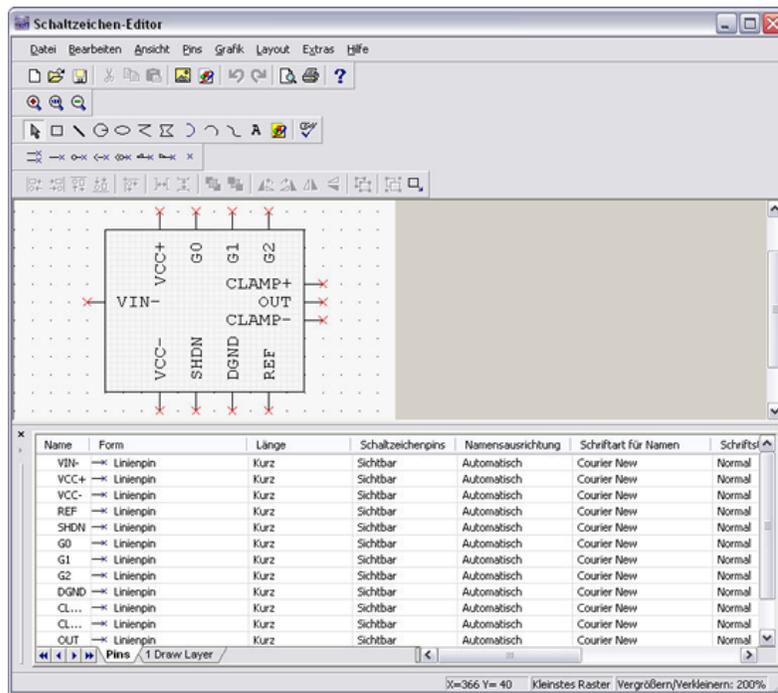


Abbildung 7 - Schaltzeichen für den PGA

Schließen Sie den Schaltzeichen-Editor. Wählen Sie **Ja**, wenn Sie zum Speichern aufgefordert werden.

Das Schaltzeichen des PGAs wird im Vorschaufeld angezeigt. Wenn Sie das Bauelement internationalen Kollegen zugänglich machen möchten, empfiehlt es sich, ein DIN- und ein ANSI-Schaltzeichen dafür zu erstellen. Klicken Sie dazu auf **Kopieren in...** und wählen Sie die einzige angezeigte Option für die betreffende Teilschaltung aus, also **Abschnitt B (ANSI)** oder **Abschnitt B (DIN)**.

Klicken Sie anschließend auf **Weiter**.

5. Schritt 4: Festlegen der Pinparameter

Alle Pins des Bauelements sind in Schritt 4 aufgeführt und in Abbildung 8 veranschaulicht. Multisim verwendet die Pinparameter bei der Prüfung auf Einhaltung elektrischer Schaltungsregeln. Die Pinparameter werden auch benötigt, um für digitale Bauelemente die passenden Leitungstreiber auszuwählen. In diesem Schritt können Sie dem Bauelement auch versteckte Pins hinzufügen. Pins dieser Art werden nicht im Schaltzeichen angezeigt, aber können vom Modell oder Footprint genutzt werden.

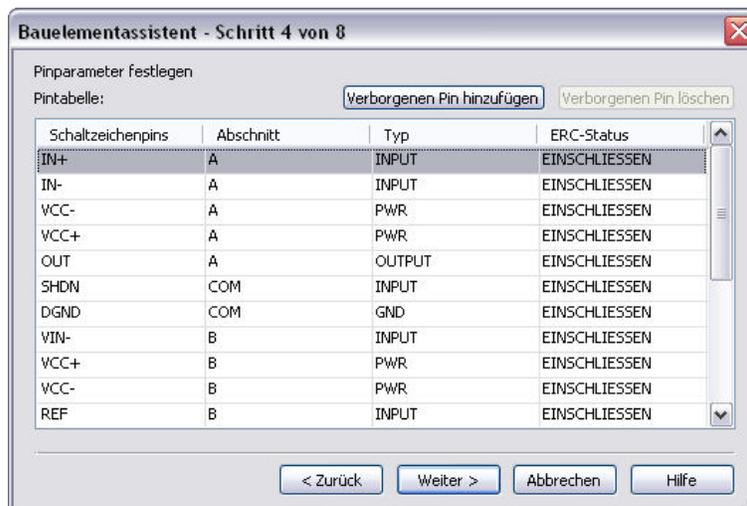


Abbildung 8 - Pinparameter

a.) Ändern Sie die Einstellungen der Pintabelle entsprechend Tabelle 1.

Schaltzeichenpins	Abschnitt	Typ	ERC-Status
IN+	A	INPUT	EINSCHLIESSEN
IN-	A	INPUT	EINSCHLIESSEN
VCC-	A	PWR	EINSCHLIESSEN
VCC+	A	PWR	EINSCHLIESSEN
OUT	A	OUTPUT	EINSCHLIESSEN
SHDN	COM	INPUT	EINSCHLIESSEN
DGND	COM	GND	EINSCHLIESSEN
VIN-	B	INPUT	EINSCHLIESSEN
VCC+	B	PWR	EINSCHLIESSEN
VCC-	B	PWR	EINSCHLIESSEN
REF	B	INPUT	EINSCHLIESSEN
SHDN	COM	INPUT	EINSCHLIESSEN
G0	B	INPUT	EINSCHLIESSEN
G1	B	INPUT	EINSCHLIESSEN
G2	B	INPUT	EINSCHLIESSEN
DGND	COM	GND	EINSCHLIESSEN
CLAMP-	B	INPUT	EINSCHLIESSEN
CLAMP+	B	INPUT	EINSCHLIESSEN
OUT	B	OUTPUT	EINSCHLIESSEN

Tabelle 1 - THS7001-Pinparameter

Klicken Sie anschließend auf **Weiter**.

6. Schritt 5: Festlegen der Zuordnung zwischen Schaltzeichen und Layout-Footprint

In diesem Schritt werden die sichtbaren und verborgenen Schaltzeichen-Pins zum Leiterplatten-Footprint zugeordnet. Wenn Sie Bauelemente erstellen, die nur für Simulationen verwendet werden, können Sie diesen Schritt überspringen.

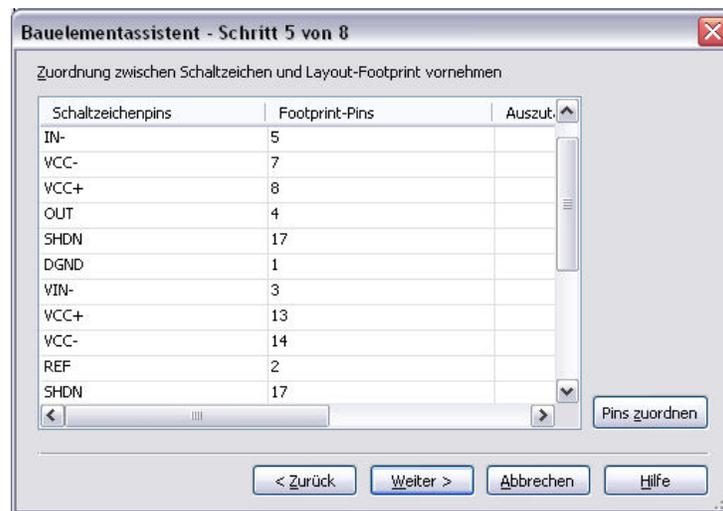


Abbildung 9 - Zuordnung zwischen Schaltzeichen und Footprint

a.) Nehmen Sie die Zuordnung zwischen Schaltzeichen und Footprint der Tabelle 2 entsprechend vor und nehmen Sie ggf. das Datenblatt zu Hilfe.

Hinweis: Pin 17 wird von SHDN des Vorverstärkers und SHDN des Verstärkers verwendet und Pin 1 von DGND des Vorverstärkers sowie GND des Verstärkers.

Schaltzeichenpins	Footprint-Pins	Pintausch- gruppe	Gattertausch- gruppe
IN+	6		
IN-	5		
VCC-	7		
VCC+	8		
OUT	4		
SHDN	17		
DGND	1		
VIN-	3		
VCC+	13		
VCC-	14		
REF	2		
SHDN	17		
G0	20		
G1	19		
G2	18		
DGND	1		
CLAMP-	15		
CLAMP+	12		
OUT	16		

Tabelle 2 - Pinzuordnung zwischen Schaltzeichen und Footprint

Klicken Sie anschließend auf **Weiter**.

Hinweis 1: Pins, die zur selben Pintauschgruppe gehören, können auf der Leiterplatte automatisch ausgetauscht werden, wenn dadurch die Leiterbahnführung vereinfacht wird. ICs enthalten beispielsweise oft mehrere Massepins. Wenn Sie die Pins einer Pintauschgruppe zuordnen, kann NI Ultiboard diese Pins flexibel behandeln und das Layout eventuell durch Austauschen der Pins optimieren.

Hinweis 2: Manche ICs enthalten darüber hinaus mehrere Bauteile des gleichen Typs (der 74HC00-Chip enthält beispielsweise 4 identische NAND-Gatter). Zur Optimierung der Leiterbahnführung können diese Gatter einer Tauschgruppe zugeordnet werden.

Der THS7001-Chip enthält keine identischen Pins. Ebenso wenig gibt es identische Gatter. Daher sind keine Angaben zum Austauschen von Pins und Gattern vorhanden.

7. Schritt 6: Auswählen des Simulationsmodells

Beim Erstellen eines Bauelements für die Simulation müssen Sie für jeden Bestandteil des Bauelements ein Simulationsmodell angeben. Simulationsmodell erhalten Sie durch:

- Herunterladen eines SPICE-Modells von der Hersteller-Website oder einer anderen Quelle
- Manuelles Erstellen einer Teilschaltung oder eines Grundmodells
- Verwenden eines Multisim-Modellgenerators
- Bearbeiten eines vorhandenen Modells

Multisim kann anhand des Inhalts der Bauelementdatenbank mit Hilfe von so genannten Modellgeneratoren automatisch SPICE-Modelle für bestimmte Bauelemente erzeugen. So sind in Multisim beispielsweise Modellgeneratoren für Operationsverstärker, Bipolartransistoren, Dioden oder Halbleiter enthalten. Weitere Informationen zu den unterschiedlichen Modellgeneratoren finden Sie in der Hilfe zu Multisim.

Für den THS7001-Chip soll ein SPICE-kompatibles Modell vom Hersteller verwendet werden. Beide Teilschaltungen haben unterschiedliche Modelle.

Hinweis: Bei Layoutbauelementen können Sie die Schritte 6 und 7 überspringen.

a.) Wählen Sie auf der Registerkarte für den Bestandteil A die Option **Aus Datei laden** aus. Öffnen Sie den Ordner mit den Dateien zu dieser Anleitung. Wählen Sie **sloj028.cir** und klicken Sie auf **Öffnen**. Daraufhin wird das SPICE-Modell für den Vorverstärker geladen und auf der Registerkarte für Teil A angezeigt (vgl. Abbildung unten).

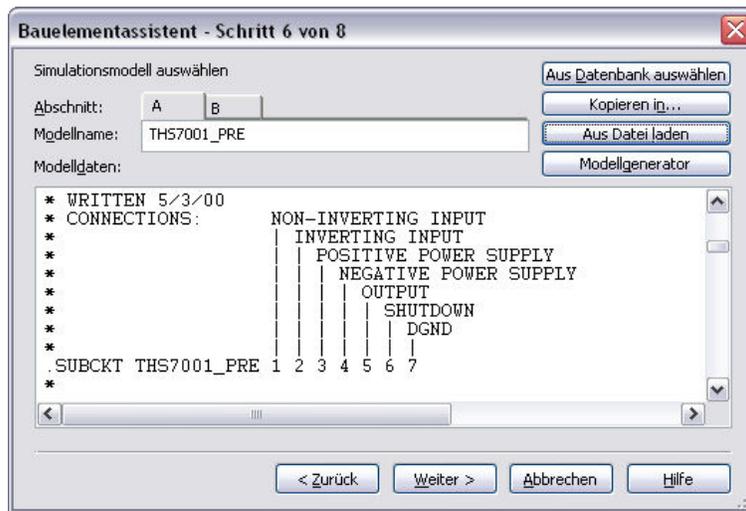


Abbildung 10 - SPICE-Modell für die Vorverstärkerstufe des THS7001

b.) Wechseln Sie zur Registerkarte für den Bestandteil B und wählen Sie zum Laden des SPICE-Modells für die Verstärkerstufe **Aus Datei laden**. Öffnen Sie den Ordner mit den Dateien zu dieser Anleitung. Wählen Sie **sloj029.cir** und klicken Sie auf **Öffnen**. Das SPICE-Modell wird daraufhin im Bestandteil B von Schritt 6 des Bauelementassistenten angezeigt.

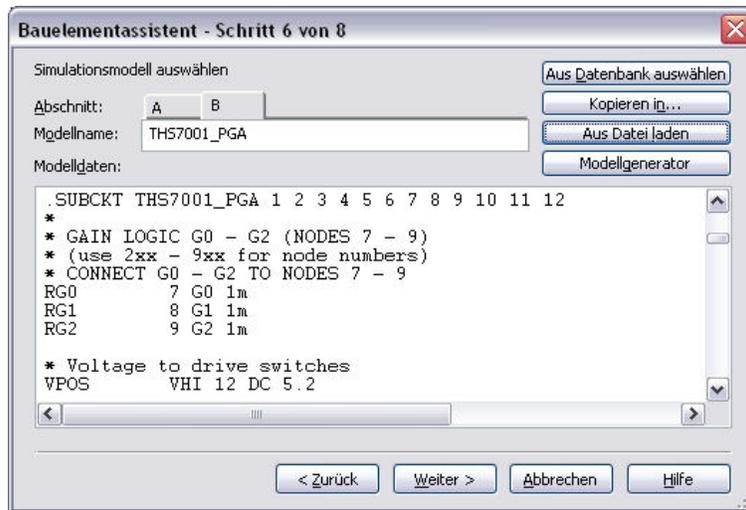


Abbildung 11 - SPICE-Modell für die Verstärkerstufe des THS7001

Klicken Sie anschließend auf **Weiter**.

8. Schritt 7: Pinzuordnung zwischen Schaltzeichen und Modellknoten

Damit das Bauelement ordnungsgemäß simuliert werden kann, ist eine Pinzuordnung zwischen Schaltzeichen und SPICE-Modell-Knoten vorzunehmen.

Bei Teilschaltungs- und Makromodellen sind die Modellknoten üblicherweise im Kopfzeilentext des SPICE-Modells aufgeführt. Dort ist meist auch eine Zeile enthalten, in der das Modell als Teilschaltungsmodell deklariert wird. In dieser Zeile sehen Sie den Modellnamen und danach die Modellknoten, die mit externen Schaltungskomponenten verbunden sind.

Die Modellknoten für des Vorverstärkers des THS7001-Chips sind in der Datei **sloj028.cir** aufgeführt und die Modellknoten des Verstärkers in der Datei **sloj029.cir**.

Die Kopfzeile und die .SUBCKT-Zeilen für den Vorverstärker sehen folgendermaßen aus:

```

* THS7001 PREAMP SUBCIRCUIT REV -
* WRITTEN 5/3/00
* CONNECTIONS:  NON-INVERTING INPUT
*                | INVERTING INPUT
*                || POSITIVE POWER SUPPLY
*                ||| NEGATIVE POWER SUPPLY
*                |||| OUTPUT
*                ||||| SHUTDOWN
*                |||||| DGND
*                |||||||
.SUBCKT THS7001_PRE 1 2 3 4 5 6 7

```

Comment lines:
 describe the order and
 operation of model
 nodes

 .subckt line: declares model
 is a subcircuit model, lists
 the name of the model, and
 lists the external nodes

Sie müssen nun die Pinnamen des Schaltzeichens den Modellknoten zuordnen. **Beachten Sie die Reihenfolge der Modellknoten!**

a.) Füllen Sie die Pinzuordnungstabelle für den Vorverstärker (Teil A) entsprechend der Tabelle 3 aus.

Schaltzeichenpins	Modellknotenreihenfolge
IN+	1
IN-	2
VCC-	3
VCC+	4
OUT	5
SHDN	6
DGND	7

Tabelle 3 - Pinzuordnung zwischen Schaltzeichen und Modellknoten für den Vorverstärker

b.) Klicken Sie auf die Registerkarte für Bestandteil B und füllen Sie die dortige Pinzuordnungstabelle entsprechend der Tabelle 4 aus.

Schaltzeichenpins	Modellknotenreihenfolge
VIN-	2
VCC+	3
VCC-	4
REF	1
SHDN	6
G0	7
G1	8
G2	9
DGND	12
CLAMP-	11
CLAMP+	10
OUT	5

Tabelle 4 - Pinzuordnung zwischen Schaltzeichen und Modellknoten für den Verstärker

Klicken Sie anschließend auf **Weiter**.

9. Schritt 8: Speichern des Bauelements in der Datenbank

Das Bauelement kann nun in der Firmen- oder Benutzerdatenbank gespeichert werden. Gehen Sie dazu wie folgt vor:

a.) Wählen Sie die Gruppe und die Bauelementfamilie aus, unter der Sie das Bauelement speichern möchten. Wenn keine Bauelementfamilie angegeben ist, können Sie durch **Familie hinzufügen** eine neue hinzufügen.

b.) Klicken Sie zum Fertigstellen auf **Beenden**.

Hinweis: Durch Auswahl von Extras » Datenbank » Datenbank-Manager aus dem Hauptmenü von Multisim können Sie im Datenbank-Manager das Symbol für eine neue Bauelementfamilie nach eigenen Vorstellungen gestalten.

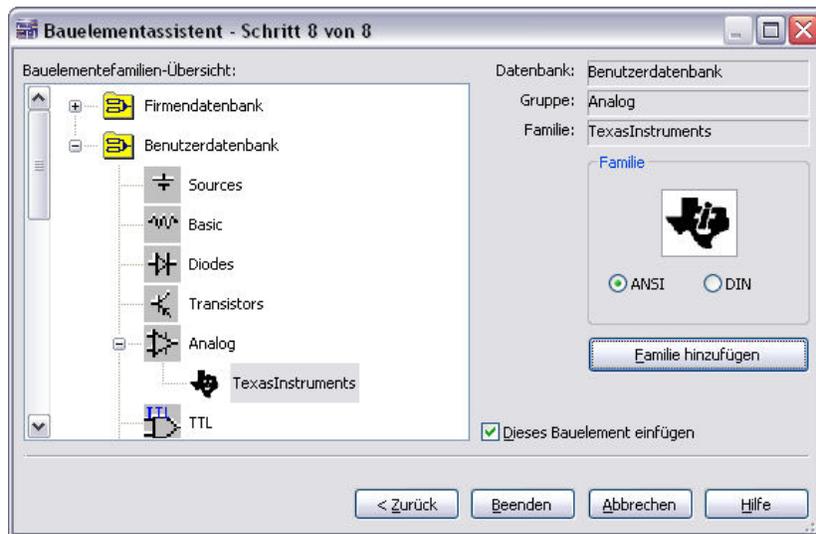


Abbildung 12 - Speichern des Bauelements in der Datenbank

FERTIG!

10. Schritt 9: Testen des neuen Bauelements in Multisim

Nach dem Erstellen und Speichern des Bauelements kann es in Multisim genutzt werden. Testen Sie das Bauelement anhand der Datei **THS7001 Tester.ms9**, die dieser Anleitung angefügt ist. Ersetzen Sie U2a durch den Teil A des neuen Bauelements und U2b durch Teil B. Zum Ersetzen eines Bauelements klicken Sie das bestehende Bauelement doppelt an und wählen Sie **Ersetzen**. Suchen Sie dann den Speicherort der Datenbank und suchen Sie nach dem Bauelement, das Sie gespeichert haben. Wählen Sie den passenden Bestandteil aus.

In den Abbildungen 13 bis 16 unten wird gezeigt, wie sich die Testschaltung verhalten sollte.

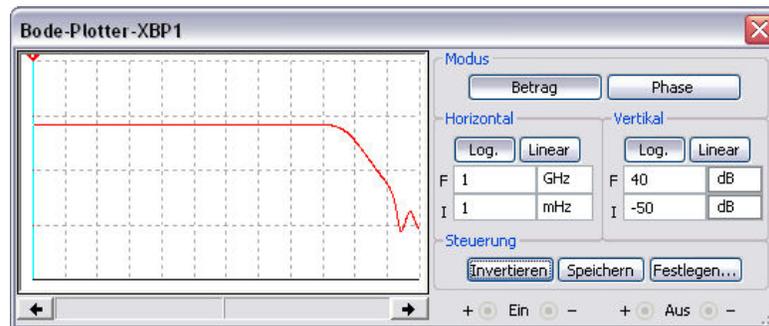


Abbildung 13 - Bode-Kennlinie für den Vorverstärker der Testschaltung

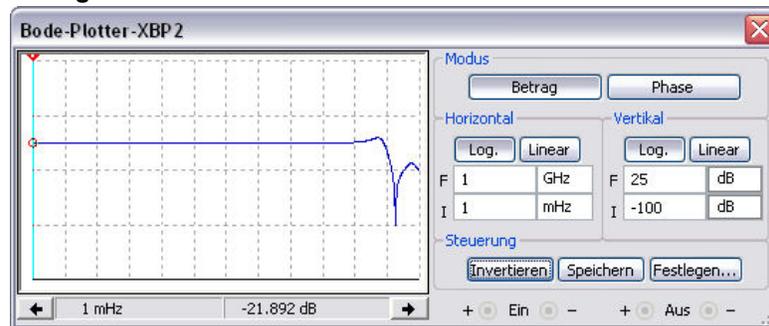


Abbildung 14 - Bode-Kennlinie des PGAs mit dem Verstärkungswert "111"

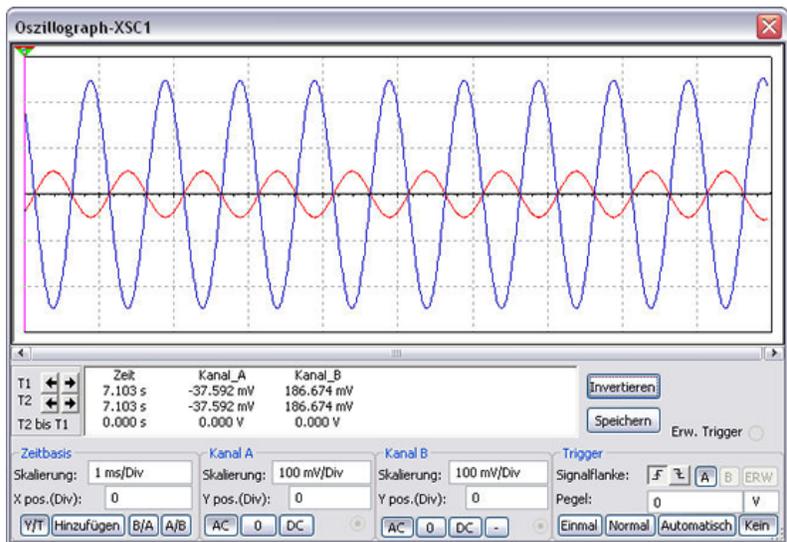


Abbildung 15 - Zeitbereichskennlinie des Vorverstärkers

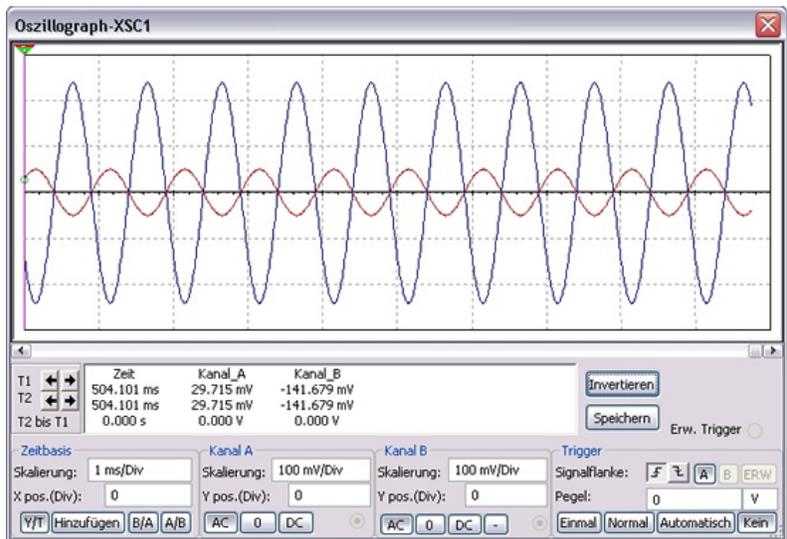


Abbildung 16 - Zeitbereichskennlinie des PGAs mit dem Verstärkungswert 111