

Design und Implementierung eines Tools zur Visualisierung der Schaltfunktionsminimierung mit KV-Diagrammen

Design and implementation of an e-learning tool for minimization of boolean functions based on KV-diagramms

Sascha Bohn

Benutzerhandbuch

Betreuer: Prof. Dr. Alfred Scheerhorn

Wittlich, 11.07.2007

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
2	Eingabemöglichkeiten.....	2
2.1	Eingabe über das Karnaugh-Veitch-Diagramm.....	2
2.2	Eingabe über den Funktionseditor.....	3
2.3	Eingabe über die Wertetabelle.....	5
3	Anzeigemöglichkeiten.....	6
3.1	Darstellung der Schaltfunktion.....	6
3.2	Anzeige der Min- bzw. Maxterme.....	7
3.3	Hervorheben minimierter Terme, Min- und Maxterme.....	8
4	Einstellungen zur Erzeugung von zufälligen KV-Diagrammen.....	9
4.1	Einstellung Anzahl Eingangsvariablen.....	9
4.2	Einstellung Don't care Terme.....	10
4.3	Einstellung der Verteilung im KV-Diagramm.....	10
5	Slideshow.....	11
5.1	Die Slideshow.....	11
5.2	Einstellung der Verzögerung.....	12
6	Beispiel.....	13
7	Hinweis.....	17

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1: Eingabe der Schaltfunktion über das KV-Diagramm.....	2
Abbildung 2.2: Eingabe der Schaltfunktion über den Funktionseditor.....	3
Abbildung 2.3: Eingabe der Schaltfunktion über die Wertetabelle.....	5
Abbildung 3.1: Darstellung der Schaltfunktion.....	6
Abbildung 3.2: Darstellung von Min- bzw. Maxtermen.....	7
Abbildung 3.3: Hervorheben minimierter Termen.....	8
Abbildung 4.1: Einstellungen zur Erzeugung von zufälligen KV-Diagrammen.....	9
Abbildung 5.1: Slideshow ohne Minimierung.....	11
Abbildung 5.2: Slideshow 1. Minimierung.....	11
Abbildung 5.3: Slideshow 2. Minimierung.....	11
Abbildung 5.4: Slideshow 3. Minimierung.....	11
Abbildung 5.5: Einstellen der Pausenlänge während der Slideshow.....	12
Abbildung 6.1: Beispiel - Auswahl der Eingangsvariablen und Starten des Funktionseditors	13
Abbildung 6.2: Beispiel - Eingabe der Funktion.....	14
Abbildung 6.3: Beispiel - Änderung über das KV-Diagramm.....	15
Abbildung 6.4: Beispiel - Änderung über die Wertetabelle.....	15
Abbildung 6.5: Beispiel - KVD ohne Minimierung.....	16
Abbildung 6.6: Beispiel - Minimierung 1. Schritt.....	16
Abbildung 6.7: Beispiel - Minimierung 2. Schritt.....	16
Abbildung 6.8: Beispiel - Anzeige der konjunktiven Normalform.....	17

1 Einleitung

In diesem Dokument wird beschrieben, wie das Tool KVD Minimierung eingesetzt werden kann.

Voraussetzung für die Ausführung der JAR-Datei ist eine installierte JVM ≥ 1.5 .

Dazu werden die verschiedenen Ein- und Ausgabemöglichkeiten, die möglichen Einstellungen zur Erzeugung von zufälligen Karnaugh-Veitch-Diagrammen und die Visualisierung der Minimierung kurz geschildert.

2 Eingabemöglichkeiten

Das Tool KVD-Minimierung bietet 3 Möglichkeiten, eine Schaltfunktion einzugeben. Diese werden nachfolgend ausführlich beschrieben.

2.1 Eingabe über das Karnaugh-Veitch-Diagramm

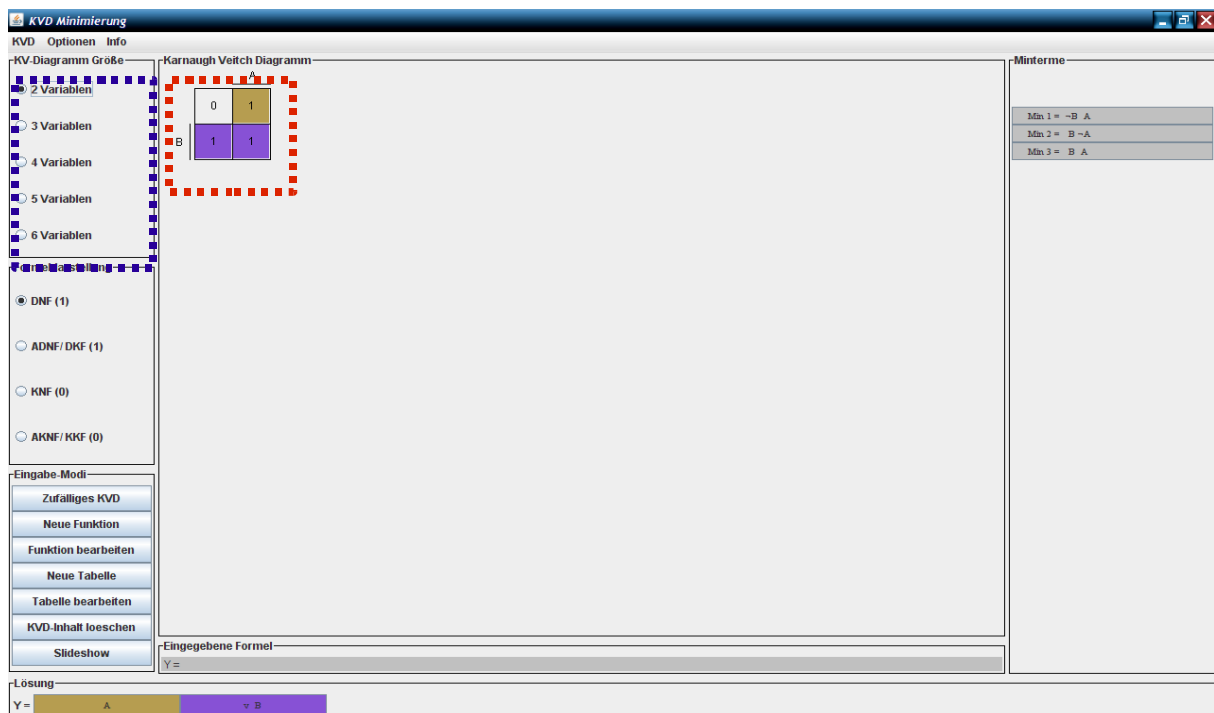


Abbildung 2.1: Eingabe der Schaltfunktion über das KV-Diagramm

1. Schritt: Auswahl der Variablenanzahl im KV-Diagramm. Hier besteht die Möglichkeit, zwischen einer Anzahl von 2 bis 6 Eingangsvariablen zu wählen. Die Einstellung wird mit einem Klick auf die linke Maustaste geändert.
2. Schritt: Jetzt werden die entsprechenden Felder im KV-Diagramm durch Klicken der linken Maustaste markiert. Die Anzeige im Feld toggelt zwischen den Werten „0“, „1“ und „X“ (Don't care).

3. Schritt: Nach vollständiger Eingabe kann die Schaltfunktion gespeichert, als DNF, KNF, ANDF oder AKNF angezeigt, über die Schalttabelle oder das KV-Diagramm geändert oder die Minimierung als Slideshow angezeigt werden (nur im Darstellungsmodus DNF und KNF möglich).

2.2 Eingabe über den Funktionseditor

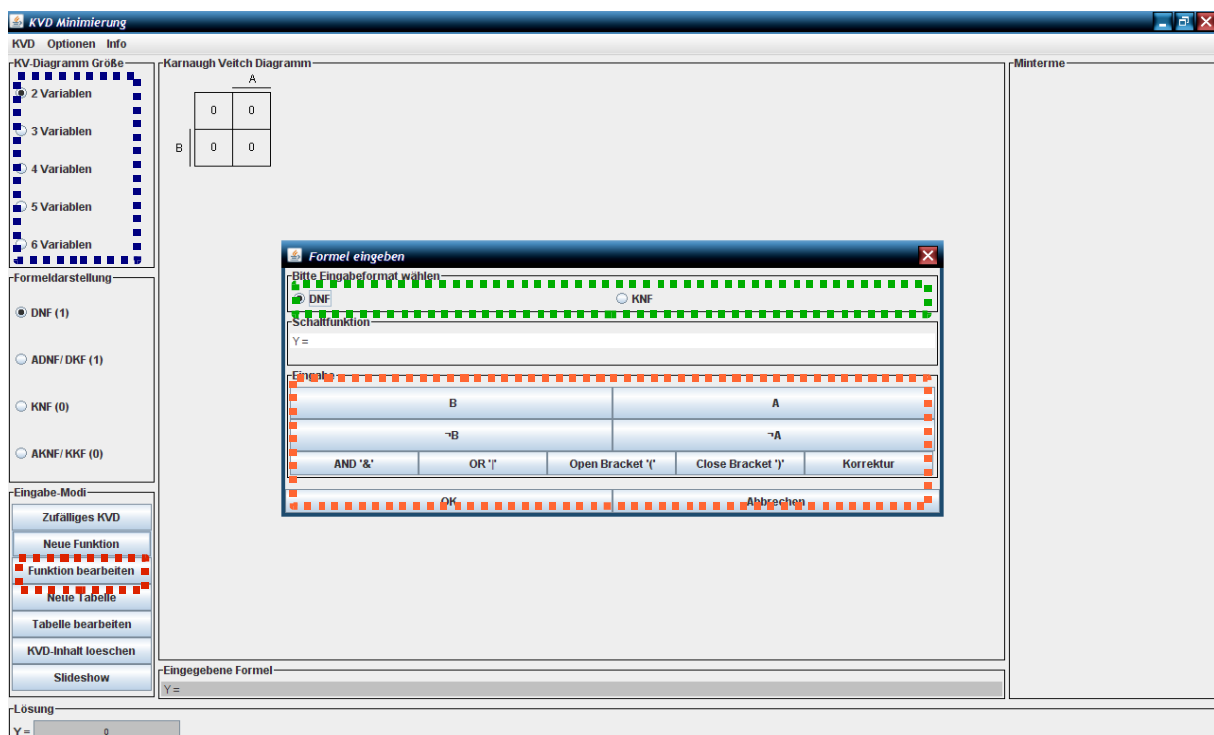


Abbildung 2.2: Eingabe der Schaltfunktion über den Funktionseditor

1. Schritt: Auswahl der Variablenanzahl im KV-Diagramm.
2. Schritt: Öffnen des Funktionseditor mit einem Klick auf den Button „Neue Funktion“.
3. Schritt: Angeben, ob die Schaltfunktion als disjunktive oder konjunktive Normalform eingegeben wird.

- 4. Schritt:** Die Eingabe der Funktion erfolgt über die Buttons des Funktionseditor. Bei falscher Eingabe besteht die Möglichkeit, diese mit dem Korrektur-Button rückgängig zu machen. Sollte versehentlich eine Funktion eingegeben werden, die nicht der Form einer DNF bzw. KNF entspricht, wird die Eingabe vom Editor verworfen und eine Fehlermeldung angezeigt. Nach vollständiger und korrekter Eingabe wird die Schaltfunktion mit einem Klick auf den OK-Button bestätigt.
- 5. Schritt:** Nach vollständiger Eingabe kann die Schaltfunktion gespeichert, als DNF, KNF, ADNF oder AKNF angezeigt, nachträglich über den Button „Funktion bearbeiten“ geändert oder die Minimierung als Slideshow dargestellt werden (nur im Darstellungsmodus DNF und KNF möglich). Eine nachträgliche Änderung über das KV-Diagramm oder die Schalttafel ist ebenfalls möglich, bewirkt aber keine Änderung an der eingegebenen Schaltfunktion.

3 Anzeigemöglichkeiten

3.1 Darstellung der Schaltfunktion

The screenshot shows the 'KVD Minimierung' software interface. The main window displays a Karnaugh map (KV-Diagramm) for a 5-variable function. The map is a 4x4 grid with columns labeled C, D, C, D and rows labeled B, A. The cells contain values 0 or 1, with some cells highlighted in different colors (yellow, green, blue, purple) to represent groups. The minimized expression is shown in the 'Minterme' list on the right, listing 10 minterms from Mm 0 to Mm 29. The 'Formeldarstellung' section on the left shows the selected 'DNF (1)' option. The 'Eingabe-Modi' section contains buttons for 'Zufälliges KVD', 'Neue Funktion', 'Funktion bearbeiten', 'Neue Tabelle', 'Tabelle bearbeiten', 'KVD-Inhalt löschen', and 'Slideshow'. The 'Lösung' section at the bottom shows the minimized expression: $Y = \vee E-DA \vee ED-B \vee -E-D-C-B \vee -EB-A \vee -ED$.

Abbildung 3.1: Darstellung der Schaltfunktion

Das Tool KVD-Minimierung bietet verschiedene Möglichkeiten, eine Schaltfunktion darzustellen. Es besteht die Auswahl, eine Funktion als disjunktive Normalform (DNF), konjunktive Normalform (KNF), ausgezeichnete bzw. kanonisch disjunktive Normalform (ADNF/ KDNF) oder als ausgezeichnete bzw. kanonisch konjunktive Normalform (AKNF/ KKNF) anzeigen zu lassen. Die Einstellung erfolgt über das Interaktionselement [Formeldarstellung](#).

Der Darstellungsmodus kann zu einem beliebigen Zeitpunkt gewechselt werden.

3.2 Anzeige der Min- bzw. Maxterme

Je nach Darstellungsmodus, disjunktive oder konjunktive Funktionsdarstellung, werden im rechten Interaktionselement (blaue Markierung in Abbildung 3.2) die Min- oder Maxterme angezeigt. Disjunktive Funktionsdarstellungen beziehen sich auf Einsen im KV-Diagramm, hier werden standardmäßig die Minterme angezeigt. Die konjunktive Funktionsdarstellung bezieht sich auf die Nullen im KV-Diagramm, hier werden standardmäßig die Maxterme angezeigt. Der Index des Terms spiegelt den Dezimalwert der Binärdarstellung wieder.

Don't care Belegungen werden sowohl als Minterm, wie auch als Maxterm dargestellt.

The screenshot shows the 'KVD Minimierung' software interface. The main window displays a Karnaugh map (KV-Diagramm) with variables A, B, C, and D. The map is a 4x4 grid with columns labeled A and rows labeled B. The cells contain binary values (0 or 1). The cells containing '1' are highlighted in purple, and the cells containing '0' are highlighted in light blue. The map is labeled 'Karnaugh Veitch Diagramm'.

On the left side, there are several control panels:

- KV-D:** Includes 'Zufalls KVD', 'Slideshow', and radio buttons for 'Maxterm (0)' and 'Minterm (1)'. The 'Minterm (1)' option is selected and highlighted with a red dashed box.
- Formeldarstellung:** Includes radio buttons for 'DNF (1)', 'ADNF/ DKF (1)', 'KNF (0)', and 'AKNF/ KKF (0)'. The 'DNF (1)' option is selected.
- Eingabe-Modi:** Includes buttons for 'Zufälliges KVD', 'Neue Funktion', 'Funktion bearbeiten', 'Neue Tabelle', 'Tabelle bearbeiten', 'KVD-Inhalt loeschen', and 'Slideshow'.

On the right side, there is a list of minterms (Minterme) with a blue dashed border around the list:

- Mm 0 = $\neg D \neg C \neg B \neg A$
- Mm 3 = $\neg D \neg C B A$
- Mm 4 = $\neg D C \neg B \neg A$
- Mm 7 = $\neg D C B A$
- Mm 8 = $D \neg C \neg B \neg A$
- Mm 11 = $D \neg C B A$
- Mm 12 = $D C \neg B \neg A$
- Mm 15 = $D C B A$

At the bottom, the 'Lösung' section shows the simplified function: $Y = \neg B \neg A \vee BA$.

Abbildung 3.2: Darstellung von Min- bzw. Maxtermen

Über die Einstellungsmöglichkeit **Optionen-Minterm** bzw. **Optionen-Maxterm** kann explizit festgelegt werden, welche Art von Term angezeigt werden soll.

3.3 Hervorheben minimierter Terme, Min- und Maxterme

The screenshot shows the 'KVD Minimierung' software interface. The main window displays a Karnaugh map (KVD) with variables A, B, C, D, and E. The map is a 4x4 grid with columns labeled E and rows labeled A. The cells contain 0s and 1s. Some cells are highlighted in red (1s) and some in purple (0s). A blue dashed border highlights a group of cells. The interface includes a menu on the left with options like 'Zufalls KVD', 'Slideshow', 'Maxterm (0)', and 'Minterm (1)'. Below the menu are buttons for 'Formeldarstellung' (DNF, ADNFK, KNF, AKNF/KKF) and 'Eingabe-Modi' (Zufälliges KVD, Neue Funktion, Funktion bearbeiten, Neue Tabelle, Tabelle bearbeiten, KVD-Inhalt löschen, Slideshow). At the bottom, there is a 'Lösung' section showing the minimized function: $Y = \neg D \neg C \neg B \vee DCB \vee E \neg D \neg A \vee E \neg C \neg B$.

Abbildung 3.3: Hervorheben minimierter Termen

Häufig werden bei der Minimierung einzelne Terme mehrmals verwendet. Dies führt dazu, dass die Markierung im KV-Diagramm teilweise von anderen Markierungen überdeckt wird. Um sich nun die Markierung komplett anzeigen zu lassen, wird die Maus in der Anzeige der minimierten Funktionsdarstellung über den Term bewegt, der hervorgehoben werden soll.

Auf die gleiche Art und Weise kann die Position der Min- bzw. Maxterme im KV-Diagramm hervorgehoben werden.

4 Einstellungen zur Erzeugung von zufälligen KV-Diagrammen

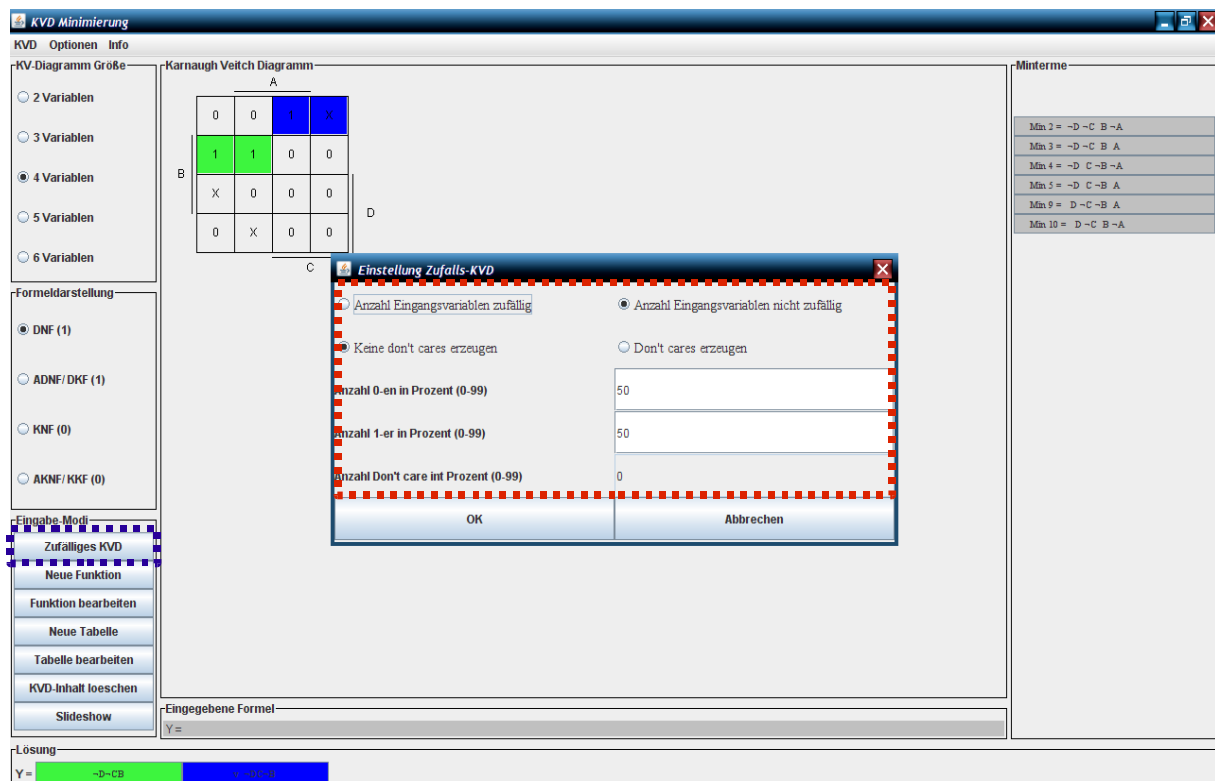


Abbildung 4.1: Einstellungen zur Erzeugung von zufälligen KV-Diagrammen

Der Dialog „Einstellung Zufalls-KVD“ wird über Optionen-Zufalls-KVD geöffnet. Hier können die folgenden Einstellungen vorgenommen werden:

4.1 Einstellung Anzahl Eingangsvariablen

Anzahl Eingangsvariablen „zufällig“ oder „nicht zufällig“. Ist die Einstellung „Anzahl Eingangsvariablen nicht zufällig“ gewählt, wird die Anzahl der Variablen über die Einstellung im Hauptfenster festgelegt.

Standardmäßig ist „zufällig“ eingestellt.

4.2 Einstellung Don't care Terme

Don't care Terme „erzeugen“ oder „nicht erzeugen“. Die Einstellung legt fest, ob Don't care Terme im KV-Diagramm vorkommen oder nicht.

Standardmäßig ist „nicht erzeugen“ eingestellt.

4.3 Einstellung der Verteilung im KV-Diagramm

Über die Textfelder „Anzahl der Nullen“, „Anzahl der Einsen“ und „Don't care“ wird die prozentuale Verteilung im KV-Diagramm angegeben.

Standardmäßig ist eine Verteilung der Nullen und Einsen „im Verhältnis 50 zu 50“ eingestellt.

Die Einstellungen werden mit einem Klick auf den OK-Button übernommen. Über den Button „Zufalls-KVD“ werden jetzt nur noch zufällige KV-Diagramme erzeugt, die sich nach den vorgenommenen Einstellungen richten.

5 Slideshow

5.1 Die Slideshow

Mit dem Button „Slideshow“ wird die Minimierung Schritt für Schritt dargestellt. Dabei werden die Terme der minimierten Schaltfunktion von links nach rechts in das KV-Diagramm eingefügt. Intern werden die minimierten Terme nach der Anzahl der Markierungen im KV-Diagramm sortiert (viele bis wenige Markierungen).

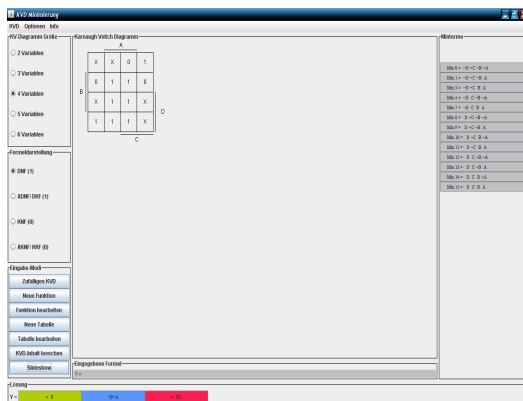


Abbildung 5.1: Slideshow ohne Minimierung

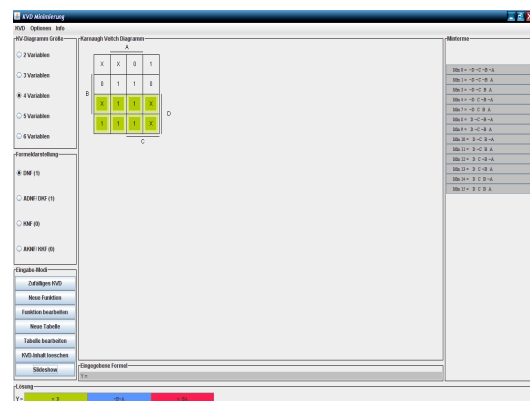


Abbildung 5.2: Slideshow 1. Minimierung

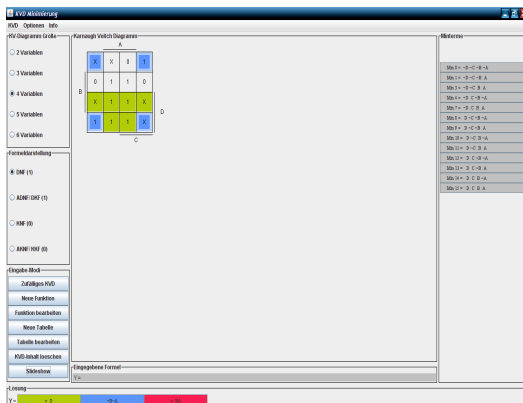


Abbildung 5.3: Slideshow 2. Minimierung

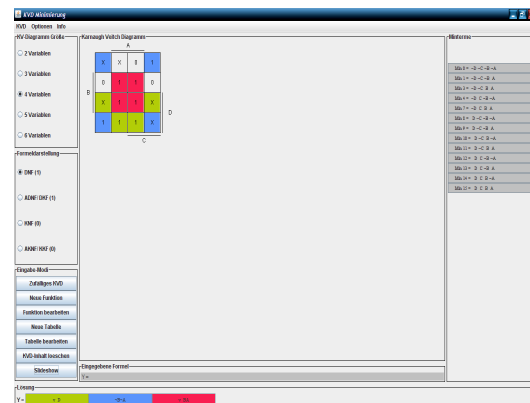


Abbildung 5.4: Slideshow 3. Minimierung

5.2 Einstellung der Verzögerung

The screenshot shows the 'KVD Minimierung' software interface. On the left, there are options for the number of variables (2 to 6) and the formula representation (DNF, ADNF/DKF, KNF, AKNF/KKF). The main area displays a Karnaugh map with variables A, B, and C. The map has a 4x4 grid with values 0, 1, X, and 0. A dialog box titled 'Einstellung der Verzögerung' is open, showing a text input field for 'Verzögerung in Sekunden [1-9]' with the value '3'. Below the input field, it says 'Eingabe bitte mit 'Return' bestätigen'. On the right, there is a list of minterms: Min 2 = $\neg D \neg C B \neg A$, Min 3 = $\neg D \neg C B A$, Min 4 = $\neg D C \neg B \neg A$, Min 5 = $\neg D C \neg B A$, Min 9 = $D \neg C \neg B A$, and Min 10 = $D \neg C B \neg A$. At the bottom, the solution is shown as $Y = \neg D \neg C B \neg A + \neg D C \neg B A$.

Abbildung 5.5: Einstellen der Pausenlänge während der Slideshow

Über „Optionen-Slideshow“ besteht die Möglichkeit, die Pausenlänge zwischen „einer und neun“ Sekunden zu variieren.

Standardmäßig ist eine Pausenlänge von einer Sekunde eingestellt.

6 Beispiel

Als Beispiel wird die Formel

$$f(a,b,c,d) = Y = \overline{abcd} + \overline{a}bcd + \overline{ab}cd + \overline{abc}d + \overline{abcd}$$

über den Funktionseditor eingegeben und nachträglich über das KV-Diagramm um die Don't care Terme

$$DC_1 = \overline{abcd} \quad DC_2 = \overline{abcd}$$

erweitert. Anschließend wird über die Wertetabelle am Index 3 und am Index 11 ein Don't Care Term hinzugefügt.

$$\text{Index}_3 = \overline{abcd} \quad \text{Index}_{11} = \overline{abcd}$$

1. Schritt: Einstellen der Eingangsvariablen auf 4 Variablen.

2. Schritt: Öffnen des Funktionseditor über den Button „Neue Funktion“.

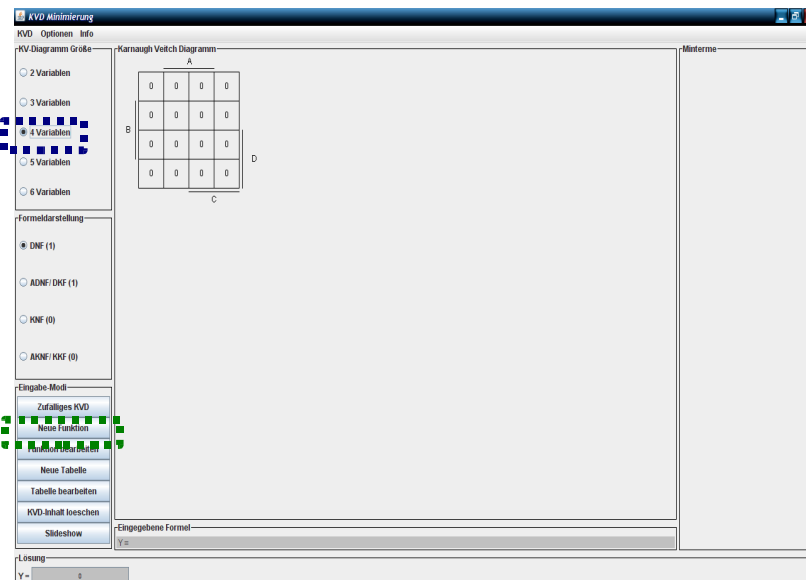


Abbildung 6.1: Beispiel - Auswahl der Eingangsvariablen und Starten des Funktionseditors

3. Schritt: Da es sich bei der Funktion um eine ODER-Verknüpfung von Mintermen, also um eine Funktion in disjunktiver Normalform handelt, muss im Funktionseditor die Einstellung DNF ausgewählt werden.

4. Schritt: Eingabe der Funktion über die Buttons und anschließendes Bestätigen mit OK. Die eingegebene Funktion wird im Hauptfenster nachgehalten.

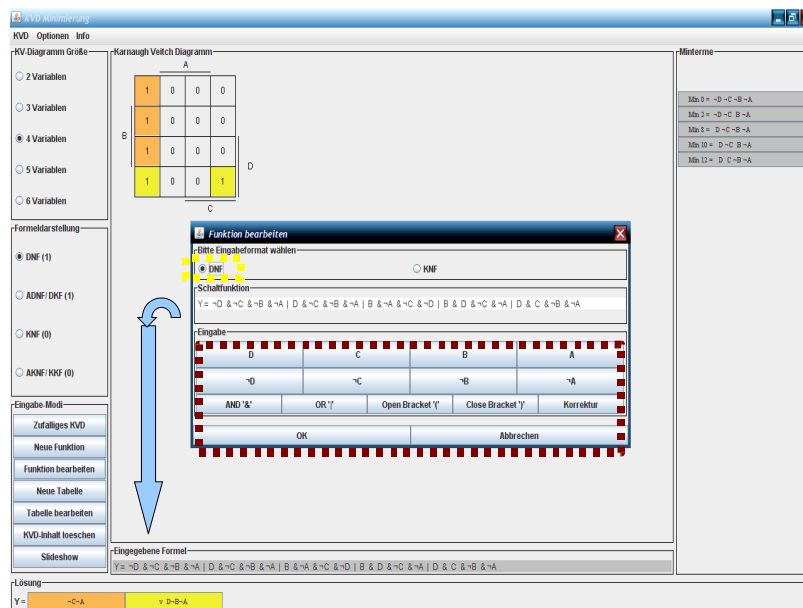


Abbildung 6.2: Beispiel - Eingabe der Funktion

5. Schritt: Wenn die Markierungen dem KV-Diagramm in der Abbildung 6.2 entsprechen, können nun die zwei Don't care Terme DC_1 und DC_2 über das KV-Diagramm eingegeben werden. Hierzu wird solange auf das entsprechende Feld geklickt, bis dies durch ein „X“ markiert ist.

Sollten die Markierungen nicht dem KV-Diagramm in Abbildung 6.2 entsprechen, muss die Funktion über den Editor korrigiert werden. Hierzu wird der Funktionseditor über den Button „Funktion bearbeiten“ geöffnet, die Funktion über den Korrektur-Button bis zur fehlerhaften Stelle gelöscht und die Funktion wieder neu eingegeben.

Nach der Eingabe der zwei Don't care Terme entspricht das KV-Diagramm der Abbildung 6.3. Der zweite Don't care Term ist in dem KV-Diagramm nicht markiert, da er momentan nicht für die Minimalform benötigt wird.

Zu beachten ist außerdem, dass die nachträglichen Änderungen im KV-Diagramm keine Auswirkung auf die eingegebene Funktion haben.

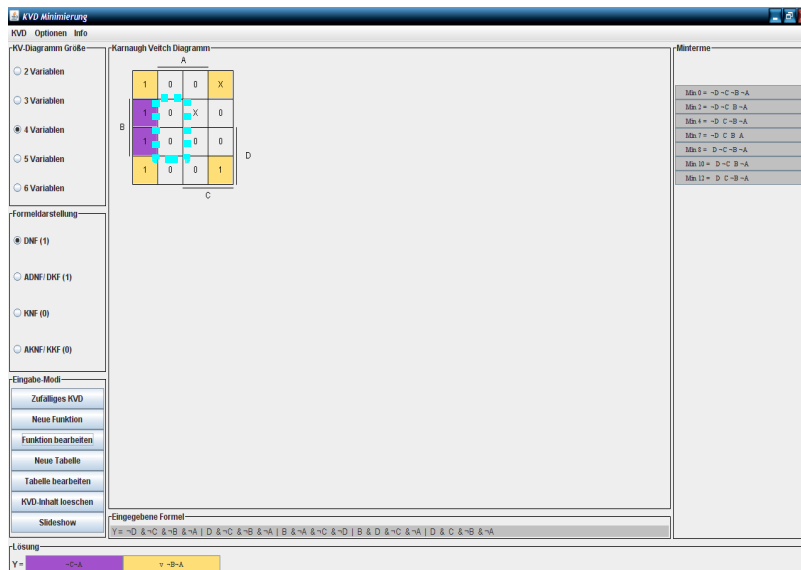


Abbildung 6.3: Beispiel - Änderung über das KV-Diagramm

6. Schritt: Nun wird das KV-Diagramm über die Wertetabelle an dem Index 3 und 11 geändert. Hierzu wird die Wertetabelle über den Button „Tabelle bearbeiten“ geöffnet.

In der Wertetabelle wird nun an den Positionen 3 und 11 solange geklickt, bis die Buttons durch ein „X“ markiert sind. Anschließend werden die Änderungen durch einen Mausklick auf OK bestätigt.

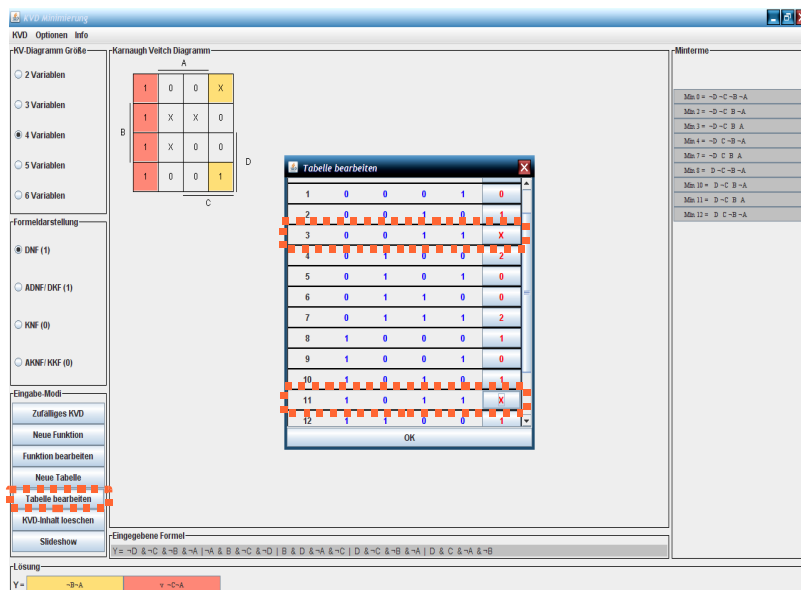


Abbildung 6.4: Beispiel - Änderung über die Wertetabelle

Auch diese Änderungen bewirken weder eine weitere Minimierung der Funktion, noch eine Änderung an der eingegebenen Funktion.

7. Schritt: Jetzt wird durch einen Klick auf den Button „Slideshow“ die Minimierung Schritt für Schritt angezeigt.

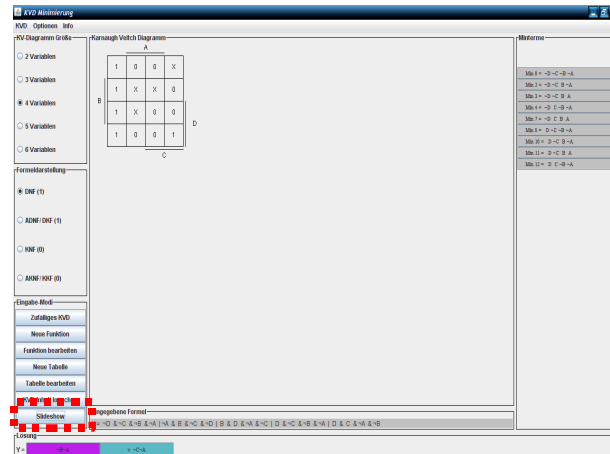


Abbildung 6.5: Beispiel - KVD ohne Minimierung

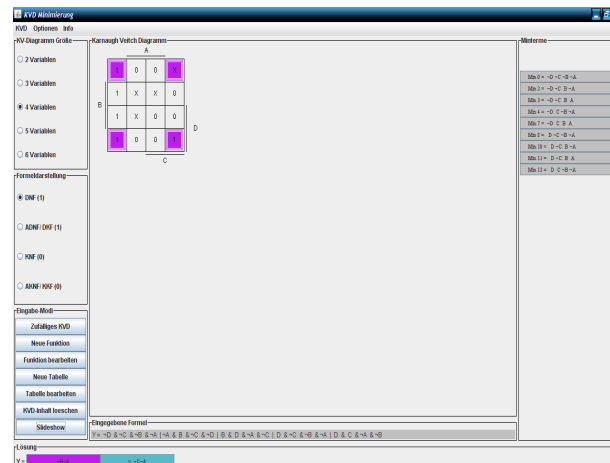


Abbildung 6.6: Beispiel - Minimierung 1. Schritt

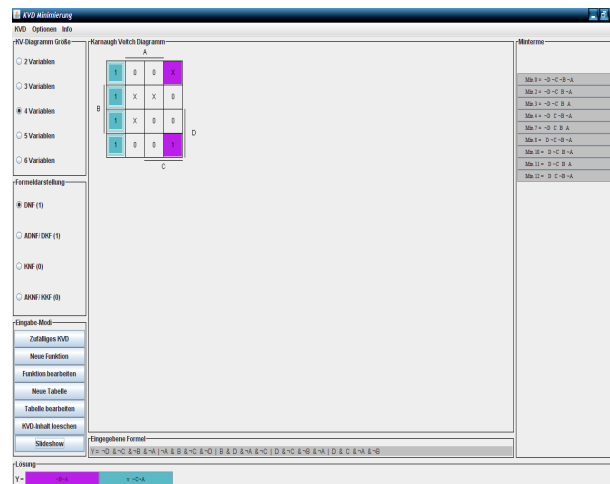


Abbildung 6.7: Beispiel - Minimierung 2. Schritt

8. Schritt: Abschließend wird die Anzeige der Funktion von DNF auf KNF umgeschaltet. Hierzu wird die Auswahl „KNF“ im Interaktionselement „Formeldarstellung“ ausgewählt.

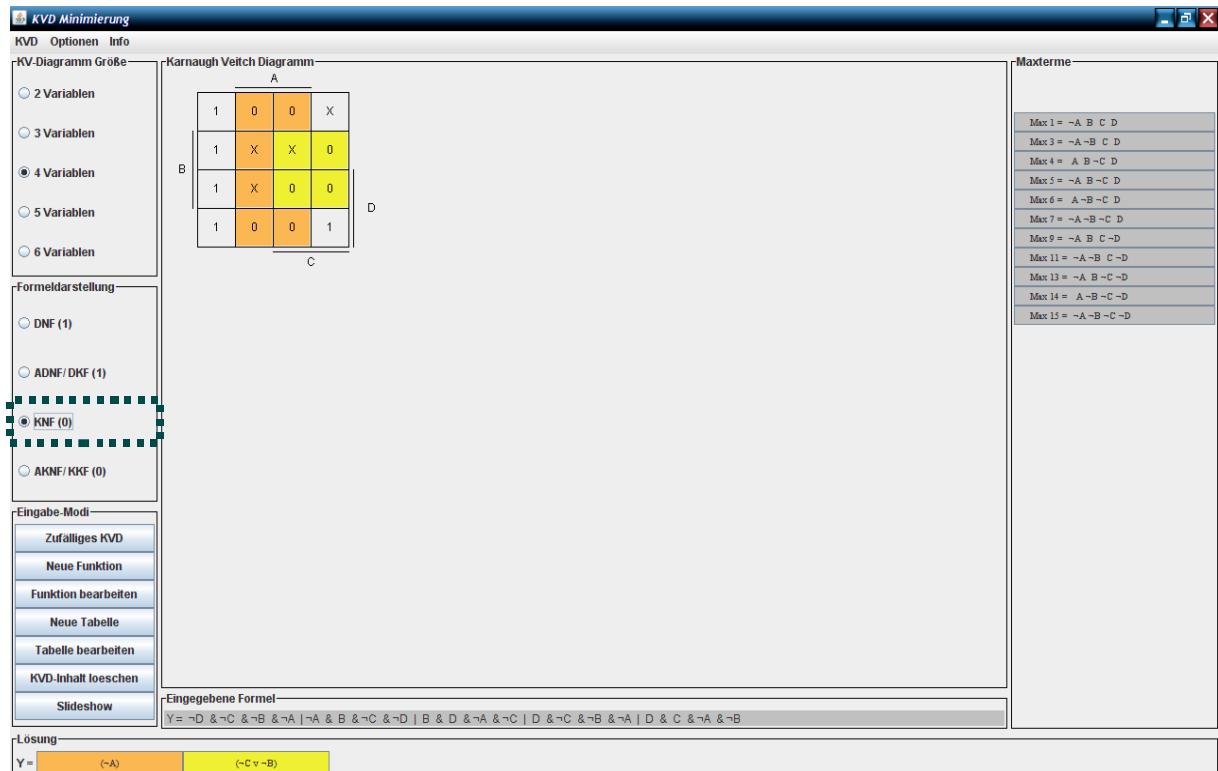


Abbildung 6.8: Beispiel - Anzeige der konjunktiven Normalform

7 Hinweis

Der zur Minimierung eingesetzte Algorithmus bestimmt nur eine Minimalform der Funktion. Wie aber am vorhergehenden Beispiel ersichtlich (Darstellungsmodus DNF), kann es vorkommen, dass es zu einer Belegung im KV-Diagramm mehrere Lösungen gibt. Im Beispielkapitel gibt es die beiden Minimalformen (Darstellungsmodus DNF):

$$Y = \overline{ba} + \overline{ca} \quad \text{(Angezeigte Minimalform)}$$

$$Y = \overline{ba} + \overline{cb} \quad \text{(Äquivalente Minimalform)}$$