
„ggf.“
~~Online-Klausur~~

Name: Matrikelnummer:

Studiengang: Unterschrift:

Bearbeitungszeit [Minuten]: 90

Gesamtpunktzahl: 60

Mindestpunktzahl zum Bestehen: 30

1. Verwenden Sie keinen Bleistift oder Rotstift!
 2. Unleserliche Angaben werden nicht gewertet!
 3. Verwenden Sie einen Notizbogen für Nebenrechnungen!
 4. Geben Sie den Rechenweg klar strukturiert und leserlich an!
 5. Lösungen ohne Rechenweg werden nur bewertet falls von der Aufgabe vorgegeben!
 6. Nur Lösungen in den Lösungsfeldern werden gewertet!

Nutzen Sie ggf. die Lösungsboxen der englischen Version!

Online-Examination

Name: Student number:

Branch of studies: Signature:

Working time [minutes]: 90

Total points: 60

Minimum points to pass: 30

1. Do not use lead pen or red ink!
 2. Unreadable sections are not assessed!
 3. Use an additional sheets for side calculatipons!
 4. Give your solutions clearly structured and readable!
 5. Solutions without calculation will be assessed only if demanded by the exercise!
 6. Solutions will be assessed only if given in the text boxes!

Use the text boxes of the german version if required!

Selbstständigkeitserklärung Statement of Authorship

Persönliche Angaben

Name: _____
(Last name)

Vorname: _____
(First name)

Matrikelnummer: _____
(Student-ID)

Studiengang: _____
(Program)

Angaben zur Prüfung

Prüfungsdatum: _____
(Exam date)

Home-Office: ☐

Studierendenausweis



Hiermit versichere ich, dass ich die oben bezeichnete Leistung selbstständig und ohne unzulässige fremde Hilfe sowie ohne Heranziehung nicht zugelassener Hilfsmittel bearbeitet habe. Mir ist bewusst, dass der Verstoß gegen prüfungsrechtliche Regelungen über die Täuschung bei der Erbringung von Prüfungsleistungen oder die Abgabe einer ungültigen Selbstständigkeitserklärung an die Hochschule gemeldet wird.

I declare that I have worked on the above-mentioned assessment independently and without unauthorized assistance. I also confirm that I have not used any non-permissible resources. I am aware that the violation of examination regulations or cheating during examinations or an invalid declaration is reported to the University.

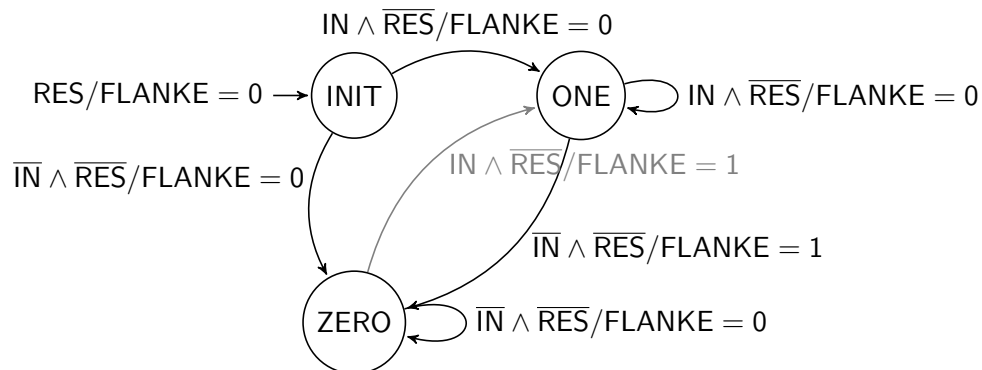
Ort, Datum: _____
(Place, date)

Unterschrift: _____
(Signature)

This page intentionally left blank.

Aufgabe 1: Endliche Zustandsautomaten (20 Punkte)

Gegeben sei folgender Flankendetektor aus den Vorlesungen mit den Eingängen IN und RES sowie dem Ausgang $FLANKE$ und einem synchronen Reset.



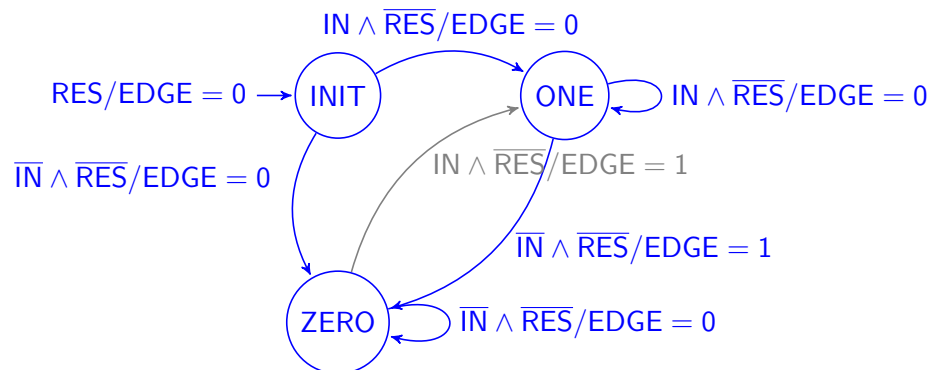
1. Tragen Sie für die gegebene Eingabesequenz die aktuelle Zustände, Folgezustände und Ausgaben in die Tabelle ein. (6 Punkte)

Takt	RES	IN	S_t	S_{t+1}	$FLANKE$
1	1	1	N/A	INIT	0
2	0	1	INIT	ONE	0
3	0	0	ONE	ZERO	1
4	0	1	ZERO	ONE	1
5	1	0	ONE	INIT	0
6	0	1	INIT	ONE	0

pro Zeile 1p = 6p

Exercise 1: Finite Deterministic Automata (20 Points)

Given the following edge detector from lectures with inputs IN and RES , an output $EDGE$ and with synchronous reset.

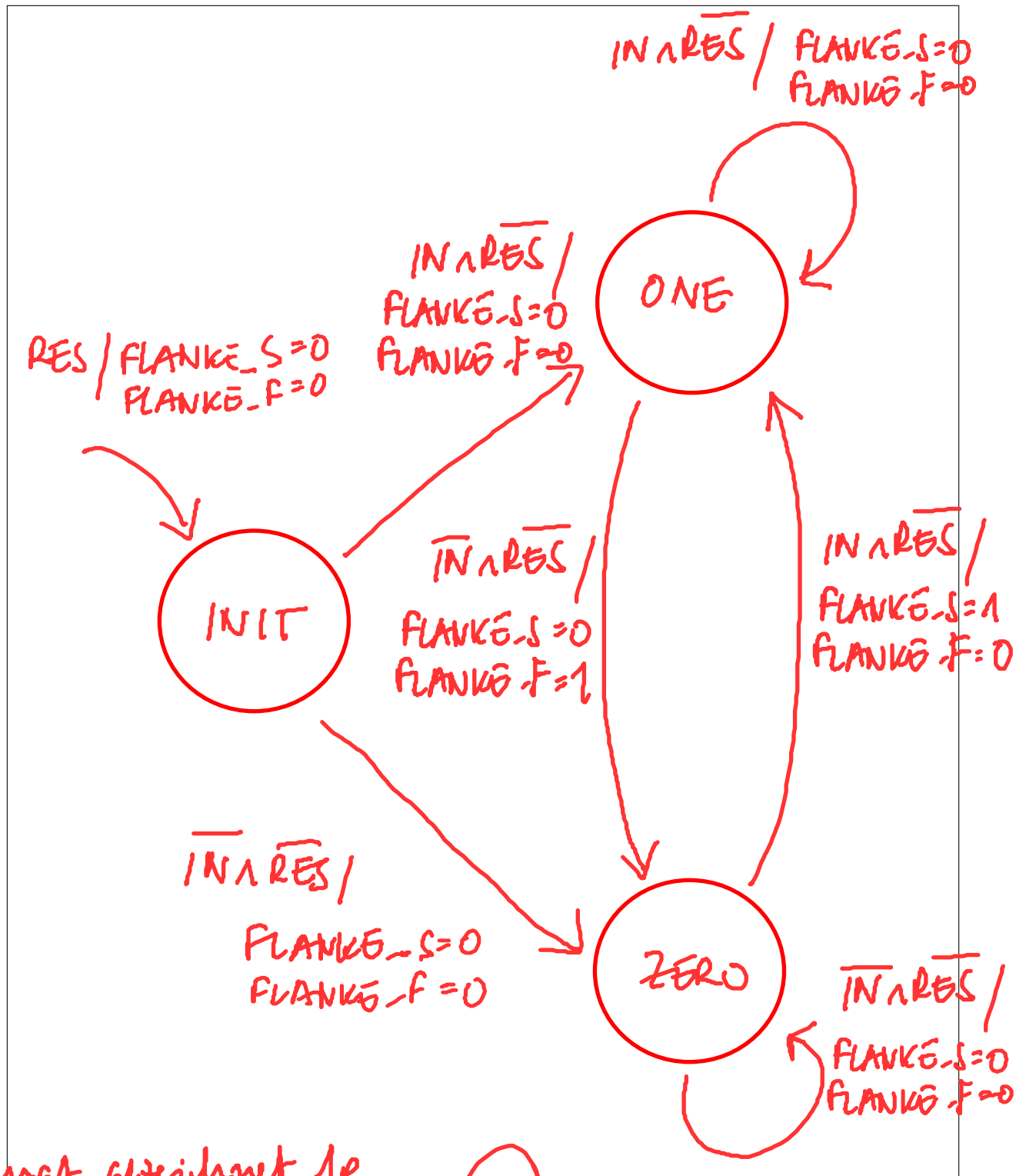


1. For the given input sequence enter the actual states, next states and outputs into the given table. (6 Points)

Cycle	RES	IN	S_t	S_{t+1}	$EDGE$
1	1	1	N/A		
2	0	1			
3	0	0			
4	0	1			
5	1	0			
6	0	1			

2. Erweitern Sie den Automaten aus Teil 1, sodaß steigende und fallende Flanken mit $FLANKE_S$ und $FLANKE_F$ angezeigt werden. (6 Punkte)

Achtung, die Breite des Zustandsspeichers darf sich nicht ändern.

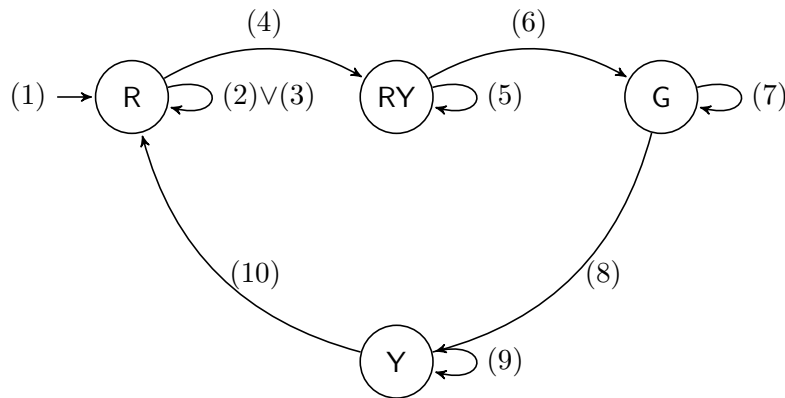


Automat gezeichnet 1p
pro Transition 1p
(identische ausgenommen) = 6p

2. Extend the automata in part 1 so that rising and falling edges are indicated separately by the outputs *EDGE_R* and *EDGE_F*. (6 Points)
Draw the modified automata.

Attention, the state memory width must not increase.

3. Gegeben sei folgender endlicher deterministischer Zustandsautomat für eine Ampelschaltung mit den Eingängen SW , $T1O$, $T2O$, RES und den Ausgängen $T1S$, $T2S$, R , Y , G sowie asynchronem Reset RES .



- (1) $RES == 1$ / $R = 1, Y = 0, G = 0, TS = 0$
- (2) $\overline{SW} \wedge \overline{T1O} \wedge \overline{RES}$ / $R = 1, Y = 0, G = 0, T1S = 0, T2S = 0$
- (3) $SW \wedge \overline{T1O} \wedge \overline{RES}$ / $R = 1, Y = 0, G = 0, T1S = 1, T2S = 0$
- (4) $T1O \wedge \overline{RES}$ / $R = 1, Y = 1, G = 0, T2S = 1$
- (5) $\overline{T2O} \wedge \overline{RES}$ / $R = 1, Y = 1, G = 0, T2S = 0$
- (6) $T2O \wedge \overline{RES}$ / $R = 0, Y = 0, G = 1, T1S = 1$
- (7) $\overline{T1O} \wedge \overline{RES}$ / $R = 0, Y = 0, G = 1, T2S = 0$
- (8) $T1O \wedge \overline{RES}$ / $R = 0, Y = 1, G = 0, T2S = 1$
- (9) $\overline{T2O} \wedge \overline{RES}$ / $R = 0, Y = 1, G = 0, T2S = 0$
- (10) $T2O \wedge \overline{RES}$ / $R = 1, Y = 0, G = 0$

Entwickeln Sie die Ausgabefunktionen für den Ausgang Y .

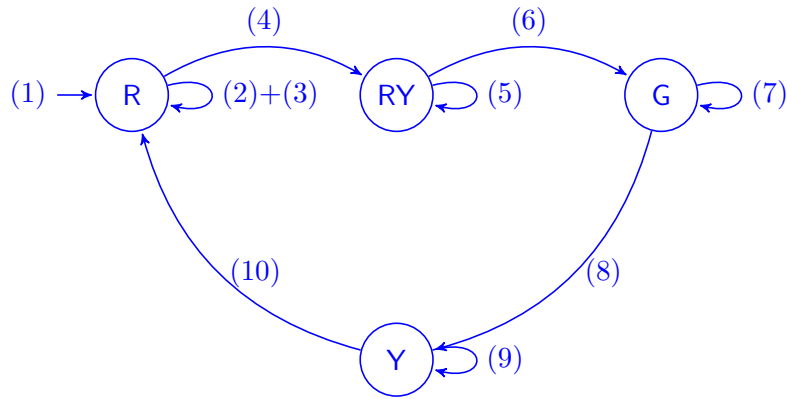
(8 Punkte)

Verwenden Sie dazu folgende Zustandskodierung:

$R = 100$, $RY = 110$, $Y = 010$, $G = 001$.

Schritt 1: Ausgabefunktion erstellen mit
Einträgen f. $y = 1$.

3. Given the following finite deterministic state machine for a traffic lights control with inputs SW , $T1O$, $T2O$, RES and outputs $T1S$, $T2S$, R , Y , G and asynchronous reset RES .



- (1) $RES == 1$ / $R = 1, Y = 0, G = 0, TS = 0$
- (2) $\overline{SW} \wedge \overline{T1O} \wedge \overline{RES}$ / $R = 1, Y = 0, G = 0, T1S = 0, T2S = 0$
- (3) $SW \wedge \overline{T1O} \wedge \overline{RES}$ / $R = 1, Y = 0, G = 0, T1S = 1, T2S = 0$
- (4) $T1O \wedge \overline{RES}$ / $R = 1, Y = 1, G = 0, T2S = 1$
- (5) $\overline{T2O} \wedge \overline{RES}$ / $R = 1, Y = 1, G = 0, T2S = 0$
- (6) $T2O \wedge \overline{RES}$ / $R = 0, Y = 0, G = 1, T1S = 1$
- (7) $\overline{T1O} \wedge \overline{RES}$ / $R = 0, Y = 0, G = 1, T2S = 0$
- (8) $T1O \wedge \overline{RES}$ / $R = 0, Y = 1, G = 0, T2S = 1$
- (9) $\overline{T2O} \wedge \overline{RES}$ / $R = 0, Y = 1, G = 0, T2S = 0$
- (10) $T2O \wedge \overline{RES}$ / $R = 1, Y = 0, G = 0$

Develop the output functions for the output Y .

(8 Points)

Utilize the following (very helpful)

state encoding: $R = 100$, $RY = 110$, $Y = 010$, $G = 001$.

(Fortsetzung 3.)

 4_p

RES	FW	T10	T20	S_t	y
0	-	1	-	R	1
0	-	-	0	Ry	1
0	-	1	-	G	1
0	-	-	0	y	1
sonst					0

Schritt 2: Zustandskodierung einsetzen
und DNF auslesen.

 4_p

$$y = (\overline{\text{RES}} \wedge \text{T10} \wedge S_t(2) \wedge \overline{S_t(1)}) \vee \\ (\overline{\text{RES}} \wedge \overline{\text{T20}} \wedge S_t(2) \wedge S_t(1)) \vee \\ (\overline{\text{RES}} \wedge \text{T10} \wedge S_t(0)) \vee \\ (\overline{\text{RES}} \wedge \overline{\text{T20}} \wedge \overline{S_t(2)} \wedge S_t(1))$$

(auch volle Punktzahl bei auscodierten
Zuständen!)

(3. continued)



Aufgabe 2: Boole'sche Algebra und Hazards (20 Punkte)

Gegeben sei folgender boole'scher Ausdruck.

$$(\bar{A} \wedge B \wedge \bar{C}) \vee \overline{(\bar{A} \vee B \vee C)} = (\bar{A} \wedge B \wedge \bar{C}) \vee (\bar{A} \wedge \bar{B} \wedge \bar{C})$$

1. Zeigen Sie mit Shannon-Entwicklung, daß eine Variable Don't Care ist. (4 Punkte)

Shannon-Entwicklung um B in Disj. Form

$$\begin{aligned}
 &= (B \wedge [(\bar{A} \wedge 1 \wedge \bar{C}) \vee (\bar{A} \wedge 0 \wedge \bar{C})]) \vee \\
 &\quad (\bar{B} \wedge [(\bar{A} \wedge 0 \wedge \bar{C}) \vee (\bar{A} \wedge 1 \wedge \bar{C})]) \\
 &= (B \wedge [\underbrace{\bar{A} \wedge \bar{C}}_{RF1}]) \vee (\bar{B} \wedge [\underbrace{\bar{A} \wedge \bar{C}}_{RF0}]) \rightarrow
 \end{aligned}$$

2. Zeigen Sie mit KV-Diagramm, daß eine Variable Don't Care ist. (3 Punkte)

KV: (2p)

Term + Auswertung: (1p)

		A				
B	C	1	0	0	0	B
		1	0	0	0	

Primiterm: $(\bar{A} \wedge \bar{C})$

Der Ausdruck ist unabh. von B, da B Don't Care ist,

3. Zeigen Sie durch algebraische Umformung, daß eine Variable Don't Care ist. Benennen Sie für jeden Rechenschritt die Rechenregeln. (3 Punkte)

$$\begin{aligned}
 &(\bar{A} \wedge B \wedge \bar{C}) \vee (\bar{A} \wedge \bar{B} \wedge \bar{C}) = \text{De Morgan} \\
 &(\bar{A} \wedge \bar{C}) \wedge (B \vee \bar{B}) = \text{Distributivgesetz} \\
 &\quad \underbrace{1}_{1 = \text{neutr. Element der Konjunktion}} \\
 &(\bar{A} \wedge \bar{C}) \quad \text{Der Ausdruck ist unabh. von B, da B Don't Care ist,}
 \end{aligned}$$

je Umformung u. Result 1p = (3p)

Exercise 2: Boolean Algebra and Hazards**(20 Points)**

Given the following boolean expression.

$$(\bar{A} \wedge B \wedge \bar{C}) \vee \overline{(A \vee B \vee C)}$$

1. Show by Shannon expansion that one variable is Don't Care.

(4 Points)

1p

B ist Don't Care, da die Restfunktionen RF1 u. RF0 gleich sind.

2. Show by KV map that one variable is Don't Care.

(3 Points)

3. Show by algebraic boolean transformation that one variable is Don't Care. Give the transformation rule for every step of calculation.

(3 Points)

4. Entwerfen Sie für den angegebenen Ausdruck eine äquivalente Schaltung mit 2:1 Multiplexern. Zur Vereinfachung zeichnen Sie Multiplexer als vertikale Balken. (5 Punkte)

1p

1p

3p

1. B ist Don't care
2. $(\bar{A} \wedge \bar{C})$ ist Eins, falls $A=C=0$

Canst volle Punktzahl f. Multipler f. A, B u. C)

5. Untersuchen Sie folgende Schaltung auf statische Hazards. (5 Punkte)

$$Y = (A \vee \bar{S}) \wedge (B \vee S)$$

Geben Sie jeweils Typ und Umschaltung an.

1p

Schritt 1: Terme in KV-Programm eintragen

1	1	1	0	B
0	0	1	0	
				A

Schritt 2: Umschaltung zwischen Primentermen

statischer Null-Hazard f. Umschaltung von S von Null auf Eins.

1p

1p

4. For the given expression develop an equivalent circuit with 2:1 multiplexers. Draw the multiplexers as vertical bars for simplifications. (5 Points)

5. Investigate the following circuit for static hazards. (5 Points)

$$Y = (A \vee \overline{S}) \wedge (B \vee S)$$

Give the type and switching event.

Aufgabe 3: Boole'sche Optimierung

(20 Punkte)

Gegeben sei folgende Funktion.

$$Y = (A \wedge \bar{B} \wedge C \wedge D) \vee (A \wedge \bar{B} \wedge \bar{C} \wedge D) \vee (\bar{A} \wedge \bar{B} \wedge C \wedge D) \vee \\ (A \wedge \bar{B} \wedge C \wedge \bar{D}) \vee (\bar{A} \wedge \bar{C} \wedge \bar{D}) \vee (A \wedge B \wedge C \wedge D) \vee \\ (\bar{A} \wedge B \wedge C \wedge D)$$

Optimieren Sie den Term mit dem Algorithmus von Quine McCluskey.

1. Geben Sie die Quine'sche Tabelle 0. Ordnung an.

(5 Punkte)

#	A	B	C	D
15'	1	1	1	1
11'	1	0	1	1
7'	0	1	1	1
9'	1	0	0	1
3'	0	0	1	1
8'	1	0	0	0
4'	0	1	0	0
0'	0	0	0	0

pro Bucket 1p
= (5p)

Exercise 3: Boolean Optimization**(20 Points)**

Given the following function.

$$\begin{aligned} Y = & (A \wedge \overline{B} \wedge C \wedge D) \vee (A \wedge \overline{B} \wedge \overline{C} \wedge D) \vee (\overline{A} \wedge \overline{B} \wedge C \wedge D) \vee \\ & (A \wedge \overline{B} \wedge \overline{C} \wedge \overline{D}) \vee (\overline{A} \wedge \overline{C} \wedge \overline{D}) \vee (A \wedge B \wedge C \wedge D) \vee \\ & (\overline{A} \wedge B \wedge C \wedge D) \end{aligned}$$

Optimize the term with the algorithm of Quine McCluskey.

1. Give Quine's table of zero order.

(5 Punkte)

2. Reduzieren Sie die Terme in die Quine'schen Tabellen höherer Ordnung, gemäß dem Verfahren von Quine McCluskey. (8 Punkte)

1. Ordnung:

#	A	B	C	D
(1,15)'	1	-	1	1
(7,15)	-	1	1	1
(3,11)	-	0	1	1
(3,7)'	0	-	1	1
(9,11)	1	0	-	1
(8,9)	1	0	0	-
(0,8)	-	0	0	0
(0,4)	0	-	0	0

2. Ordnung:

#	A	B	C	D
(3,7,11,15)	-	-	1	1

2. Reduce the expressions into Quine's tables of higher order (8 Points)
according to the algorithm of Quine McCluskey.

3. Erstellen Sie die Überdeckungstabelle und bestimmen Sie alle Kern-Primterme.

(4 Punkte)

Tabelle: 1p

Terme: 1p

	15, 11, 7, 9	3, 8	4, 0,
(3, 7, 11, 15)	x	x	
(9, 11)		x	
(8, 9)		x	
(0, 8)			x
(0, 4)			x

Kern-Primterme: 2p

Kern-Primterme: $(\bar{A} \wedge \bar{C} \wedge \bar{D})$, $(C \wedge D)$

4. Bestimmen Sie eine minimale Überdeckung aus Kern- und Nicht-Kern (3 Punkte) Primtermen und geben damit eine Disjunktive Minimalform an.

Minimale Überdeckung: 2 Kern-Primterme und Term (8,9).

DMF:

$$(C \wedge D) \vee (A \wedge \bar{B} \wedge \bar{C}) \vee (\bar{A} \wedge \bar{C} \wedge \bar{D})$$

pro Implikant 1p = 3p

3. Develop the coverage table and (4 Points)
determine all essential prime terms.

4. Determine a minimum coverage of essential and non-essential prime (3 Points)
terms and give the minimum sum of products.