
Online-Klausur



Bearbeitungszeit:	90 Minuten
Gesamtpunktzahl:	60 Punkte
Mindestpunktzahl zum Bestehen:	30 Punkte
zulässige Hilfsmittel:	Veranstaltungsunterlagen selbst erstellte Merktzettel Literatur

1. Verwenden Sie keinen Bleistift oder Rotstift!
2. Unleserliche Angaben werden nicht gewertet!
3. Verwenden Sie einen Notizbogen für Nebenrechnungen!
4. Geben Sie stets den theoretischen Ansatz und den Rechenweg an!
5. Lösungen ohne Rechenweg werden als vollständig bewertet, falls so vorgegeben!
6. Nur Lösungen in den Lösungsfeldern werden gewertet!
Nutzen Sie ggf. die Lösungsboxen der englischen Version!
7. Die Korrektur erfolgt nach den Kriterien Lösungsansatz, -weg und Korrektheit der Lösung.
8. Die Bewertung erfolgt in Schritten zu 0.5 Punkten.

Online-Examination

Working time:	90 Minutes
Total points:	60 Points
Minimum Points to Pass:	30 Points
permitted assessories:	course materials self-written reminders literature

1. Do not use lead pen or red ink!
2. Unreadable sections are not assessed!
3. Use an additional sheets for side calculatipons!
4. Always give your theoretich approach and procedures of solution!
5. Solutions without procedures will be rated complete only if demanded as such!
6. Solutions will be assessed only if given in the text boxes!
Use the text boxes of the german version if required!
7. The assessment is based on solution approach, solution path and solution correctness.
8. The rating is performed in steps of 0.5 points.

Selbstständigkeitserklärung Statement of Authorship

Persönliche Angaben

Name: _____
(Last name)

Vorname: _____
(First name)

Matrikelnummer: _____
(Student-ID)

Studiengang: _____
(Program)

Angaben zur Prüfung

Prüfungsdatum: _____
(Exam date)

Falls in Räumlichkeiten der Hochschule

Raum/Aufsicht: _____
(Room/Proctor)

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 ein Verstoß gegen prüfungsrechtliche Regelungen über die Täuschung bei der Erbringung von Prüfungsleistungen 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 a violation of examination regulations or cheating during examinations is reported to the University.

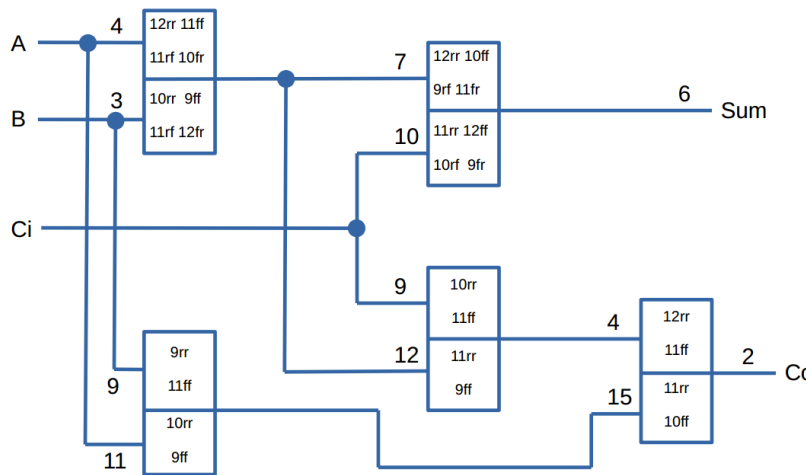
Ort, Datum: _____
(Place, date)

Unterschrift: _____
(Signature)

This page intentionally left blank.

Aufgabe 1: Statische Timinganalyse (20 Punkte)

Gegeben sei folgende Timingmodell (mit Leitungslatenzen).



1. Welche Modi der statischen Timinganalyse kennen Sie (2 Punkte) und warum unterscheidet man zwischen diesen Timingmodi?

1p Earlymode und Latenmode Analyse, wegen Ungenauigkeiten im Produktionsprozess (Technologie).
1p

2. Welche Bedeutung hat der Slack in der statischen Timinganalyse? (3 Punkte) Wie berechnet sich der Slack für die unterschiedlichen Timingmodi?

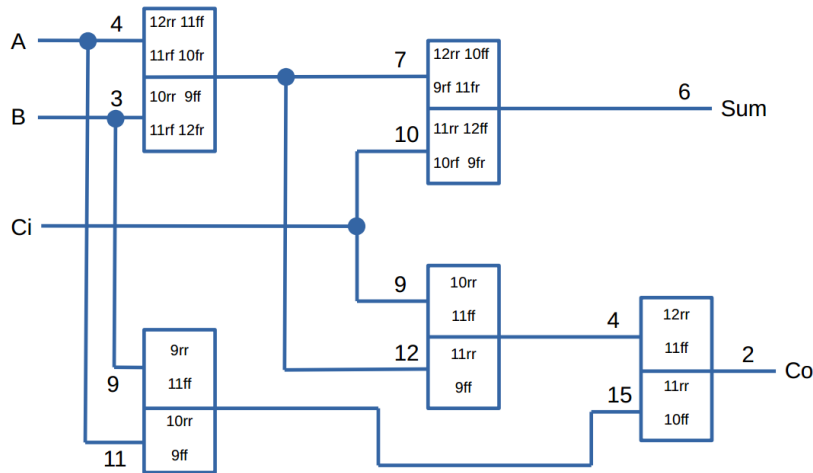
1p Falls der Slack kleiner Null ist, so werden Setup- oder Hold-Zeit an dem Speicher-elementen verletzt, ein Wert kann nicht gespeichert werden (Metastabilität).
1p $S_{in} = (A_{clk} + T_{clk} - t_s) - A_{data}$ $S_{en} = A_{data} - (A_{clk} + t_h)$
1p $t_s = \text{Setup-Zeit}$ 1p $t_h = \text{Hold-Zeit}$

3. Welcher Sachverhalt liegt vor, wenn der Slack kleiner Null ist? (3 Punkte) Erläuern Sie den Sachverhalt kurz für die unterschiedlichen Timingmodi.

1p Bei Latenmode: Das Datensignal kommt zu spät.
1p Bei Earlymode: Das Datensignal kommt zu früh.
1p Ein negativer Slack kann zu einem metastabilen Zustand führen.

Exercise 1: Static Timing Analysis (20 Points)

Given the following timing model (with line delays).



1. What are the modes of the static timing analysis and why do these different timing modes exist? (2 Points)

2. What is the meaning of the slack in the static timing analysis? How is the slack calculated with the different timing modes? (3 Points)

3. What is the scenario if the slack is less than zero? Explain the situation for the different timing modes. (3 Points)

Erstellen Sie aus dem gezeigten Timingmodell für den Eingang C_i zu den Ausgängen Sum und Co ein Latenzmodell, welches die gezeigten Latenzen der betroffenen Pfade zu den charakteristischen Latenzen (rr , rf , fr und ff) zusammenfasst.

4.1 Berechnen Sie die Latenzen.

(10 Punkte)

C_i nach Sum :

$0r + 10 + 11rr + 6 = 27rr$ $0f + 10 + 12ff + 6 = 28ff$
 $0r + 10 + 10ff + 6 = 26rf$ $0f + 10 + 9fr + 6 = 25fr$

C_i nach Co :

$0r + 9 + 10rr + 4 + 12rr + 2 = 37rr$
 $0f + 9 + 11ff + 4 + 11ff + 2 = 37ff$

Hinweis: Da alle Umschaltzeiten nur einmal auftreten, sind in diesem speziellen Fall early- und late-mode identisch.

4.2 Tragen Sie die betreffenden Werte an die entsprechenden Stellen in folgendes Latenzmodell ein.

(2 Punkte)

	Sum		Co		
A	rr=	rf=	rr=	rf=	Sum
	fr=	ff=	fr=	ff=	
B	rr=	rf=	rr=	rf=	Co
	fr=	ff=	fr=	ff=	
Ci	rr= 27	rf= 26	rr= 37	rf= -	
	fr= 25	ff= 28	fr= -	ff= 37	

Hinweis: Aufgrund der Schaltung sind early- und late-mode Modell identisch.

Create a latency model from the shown timing model from the input Ci to the outputs Sum and Co that combines the latencies of the relevant paths to the characteristic latencies (rr, rf, fr and ff).

4.1 Calculate the latencies.

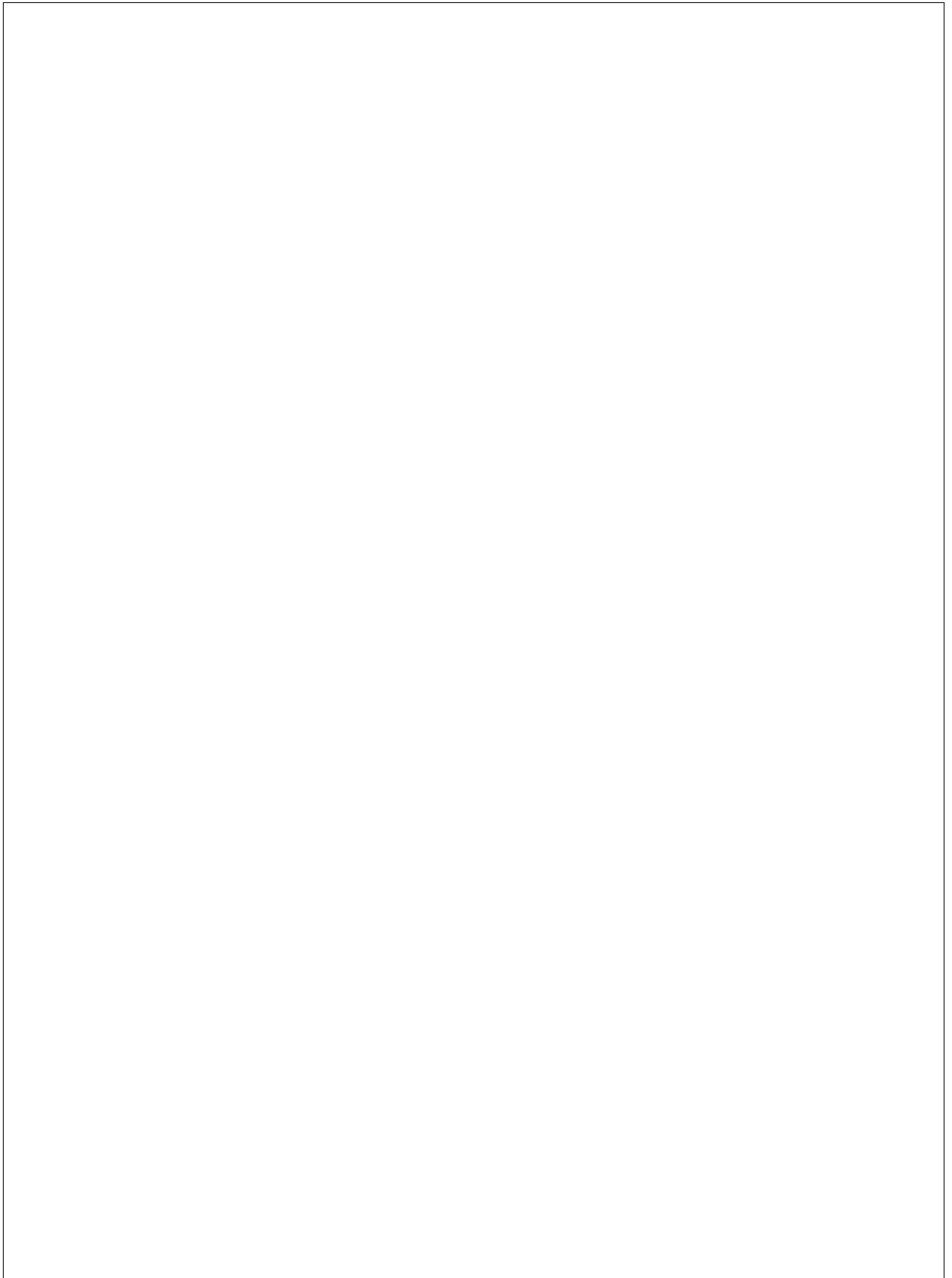
(10 Points)

4.2 Enter the relevant latencies to their respective locations in the following latency model.

(2 Points)

	Sum		Co		
A	rr=	rf=	rr=	rf=	Sum
	fr=	ff=	fr=	ff=	
B	rr=	rf=	rr=	rf=	Co
	fr=	ff=	fr=	ff=	
Ci	rr=	rf=	rr=	rf=	
	fr=	ff=	fr=	ff=	

(Fortsetzung Aufgabenteil 4)



(Part 4 continued)



Aufgabe 2: Digitale Arithmetik (20 Punkte)

Geben Sie den dezimalen Wertebereich, $\boxed{W_{10,min}} < W_{10} < \boxed{W_{10,max}}$, ...

1. ... des Binärcodes mit 8 Vorkommastellen an. (1 Punkt)

1p

$$0_{10} \leq W_{10} \leq 255_{10}$$

2. ... des Zweierkomplement Codes mit 8 Vorkommastellen an. (1 Punkt)

1p

$$-128_{10} \leq W_{10} \leq 127_{10}$$

3. ... des Einerkomplement Codes mit 4 Vor- und 4 Nachkommastellen an. (2 Punkte)

2p

$$-(2^3 - 2^{-4}) = -7,9375_{10} \leq W_{10} \leq +7,9375 = +(2^3 - 2^{-4})$$

4. Was müssen Sie bei der Addition mit Komplement Codes beachten? (2 Punkte)

je
1p

* Möglichst positive und negative Werte addieren.
* Addiere maximal zwei Werte und beachte die Korrektheit der Summe.
* End-Nand Carry beachten, wenn Einerkomplement
* Sign-Extension bei Werten unterschiedlicher Breite

bis max
2p

5. Wie wird die Korrektheit des Ergebnisses einer Addition mit Komplement Codes beurteilt? (4 Punkte)

1p

Summe korrekt wenn:

- Vorseichen der Summanden unterschiedlich.
- Vorseichen der Summanden gleich,
kein Überlauf u. kein Vorseichenwechsel Summe / Summanden.

1p

Summe falsch wenn:

2p

- Vorseichen der Summanden gleich und
("Überlauf oder Vorseichenwechsel zw. Summe (Summanden)

Exercise 2: Digital Arithmetics**(20 Points)**

Give the range of decimal values, $W_{10,min} < W_{10} < W_{10,max}$, for a ...

1. ... binary code with 8 pre-decimal point positions. **(1 Point)**

2. ... Two's Complement code with 8 pre-decimal. **(1 Point)**

3. ... des One's Complement Code with 4 pre-decimal and 4 decimal places. **(2 Points)**

4. What needs to be considered when adding with complement codes? **(2 Points)**

5. How is the correctness of additions with complement codes assessed? **(4 Points)**

5. Gegeben seien drei Werte im Zweierkomplement Kode.

(10 Punkte)

$$A = 00001011_{ZK}$$

$$B = 00000110_{ZK}$$

$$C = 10010101_{ZK}$$

Führen Sie die Rechnung $(A \cdot B) + C$ im Zweierkomplement Kode durch.

Beurteilen Sie die Korrektheit des Ergebnisses.

B hat zwei Einsen, sodaß insgesamt drei Additionen ausreichen

1p B · A
(16 Stellen)

1p + C
(16 Stellen)

1p

0000 0110 * 0000 1011_{ZK}

 0000 10110_{ZK} 3p f. mult.
 0000 101100_{ZK}

 0 ... 000 10000 10_{ZK} → korrekt, da pos + pos = pos. 1p
 + 11100 10101_{ZK} 2p f. Add. und kein Überlauf,

 1 ... 111 1010111_{ZK} → korrekt, da pos + neg immer korrekt. 1p

Reduktion der Stellen auf 8 zulässig, da führende Eins erhalten bleibt.
(Prinzip der Voreinheitsergänzung)

Ergebnis: 1101 0111_{ZK} (auf 8 Stellen reduziert)
 16 Stellen ergeben auch volle Punktzahl f. Erg.

Bew: nach jeder Verrechnung von zwei Werten hat eine Prüfung der Korrektheit zu erfolgen!
 Verrechnet man mehr als zwei Werte, ist diese Prüfung nicht möglich, wenn die Anzahl Stellen begrenzt ist.

Bew: Falls die Addition mit 8 Stellen durchgeführt wird, so ist zu erklären, warum ohne Verlust der Korrektheit von 16 auf 8 Stellen reduziert werden darf.

5. Given three values in Two's Complement code. (10 Points)

$$A = 00001011_{ZK}$$

$$B = 00000110_{ZK}$$

$$C = 10010101_{ZK}$$

Perform the calculation $(A \cdot B) + C$ with Two's Complement calculations.
Assess the correctness of the result.

Aufgabe 3: Boole'sche Algebra & Optimierung (20 Punkte)

1. Zeigen Sie durch algebraische Umformung, daß $(A \vee C) \oplus C = (A \wedge \bar{C})$ (5 Punkte)

$$\begin{aligned}
 (A \vee C) \oplus C &= ((A \vee C) \wedge C) \vee ((A \vee C) \wedge \bar{C}) && 1p \\
 &= ((\bar{A} \wedge \bar{C}) \wedge C) \vee (A \wedge \bar{C}) \vee \underbrace{(C \wedge \bar{C})}_{=0} && 2p \\
 &= (\underbrace{\bar{A} \wedge \bar{C} \wedge C}_{=0}) \vee (A \wedge \bar{C}) && 1p \\
 &= (A \wedge \bar{C}) && 1p
 \end{aligned}$$

2. Erstellen Sie die vollständige Wahrheitstabelle für den Ausdruck (5 Punkte)

$$A \vee (B \wedge (A \vee C)) = y$$

Verwenden Sie Don't Cares wo möglich!

$$= A \vee (B \wedge A) \vee (B \wedge C) = A \vee (B \wedge C)$$
 (Disjunktive Normalform) 1p

$$= (A \vee B) \wedge (A \vee C)$$
 (Kongjunktive Normalform) 1p

mit Don't Care Variablen

Implikate (Nullterme)		A	B	C	y
• $(A \vee B)$	---	0	0	x	0
• $(A \vee C)$	---	0	x	0	0
Implikanten (Eiںterme)		x	1	1	1
• A	---	1	x	x	1
• $(B \wedge C)$	---				

3p

Exercise 3: Boolean Algebra & Optimization (20 Points)

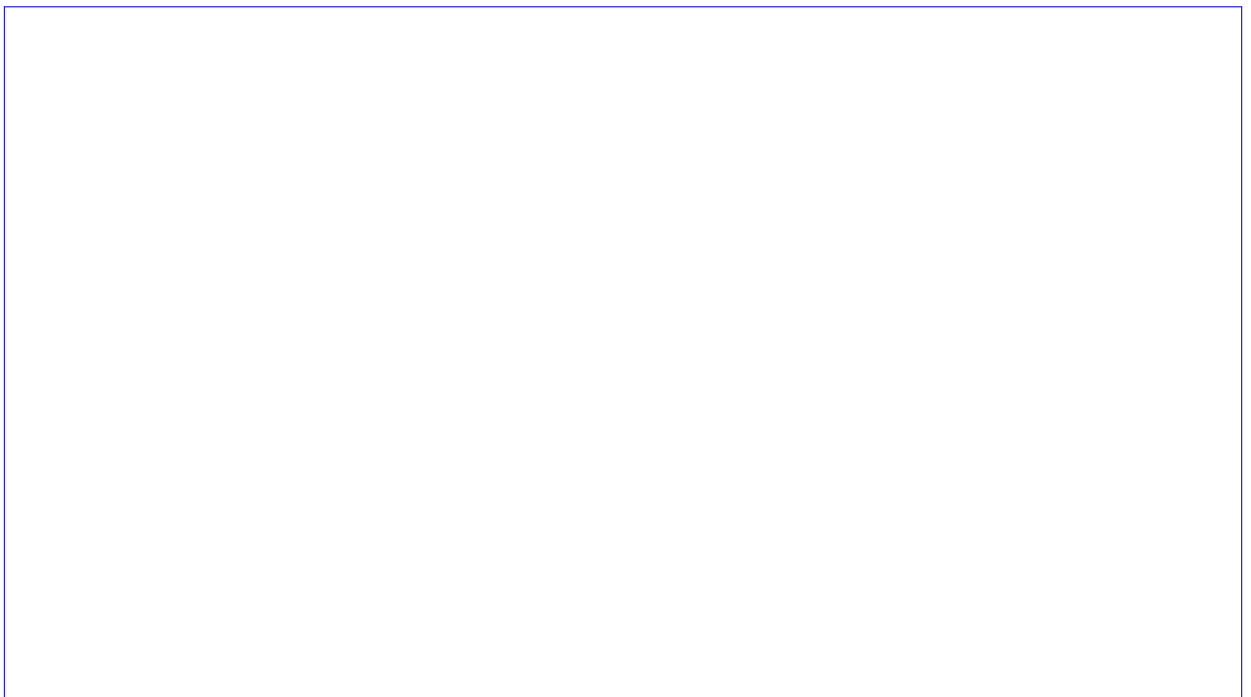
1. Show by algebraic transform that $(A \vee C) \oplus C = (A \wedge \overline{C})$ (5 Points)



2. Create the complete truth table for the expression (5 Points)

$$A \vee (B \wedge (A \vee C))$$

Use Don't Cares where possible!



3. Zeigen Sie durch Shannnon-Entwicklung, daß die Variable A (5 Punkte)
im Ausdruck $(A \vee B \vee C) \wedge (A \vee \bar{B} \vee C)$ NICHT redundant ist.

Shannon-Entwicklung um A:

$$(A \vee [(0 \vee B \vee C) \wedge (0 \vee \bar{B} \vee C)]) \wedge$$

$$(\bar{A} \vee [\underbrace{(1 \vee B \vee C)}_1 \wedge \underbrace{(1 \vee \bar{B} \vee C)}_1])$$

} 3p

Restfunktion 0: $(B \vee C) \wedge (\bar{B} \vee C) = C$

Restfunktion 1: 1

} $1 \neq C$ } 2p

Da die beiden Restfunktionen ungleich sind, ist A NICHT Don't Care.

4. Erläutern Sie, wie Don't Care Variablen in der Eingabefunktion bei (5 Punkte)
der Optimierung nach Quine McCluskey zu behandeln sind. Begründen Sie!

Die Terme der Eingabefunktion mit Don't Care Variablen sind
in die Quine'sche Tabelle 0. Ordnung aufzulösen, damit
alle Primeimpone ermittelt werden können. } 3p

Werden nicht alle Don't Care Variablen in die 0. Ordnung
aufgelöst, so liefert die Optimierung nicht immer die
Minimalform. } 2p

3. Show by Shannon expansion that variable A is NOT redundant (5 Points) in the expression $(A \vee B \vee C) \wedge (A \vee \overline{B} \vee C)$.

4. Explain how Don't Care variables in the input expression need to be managed according to the Quine McCluskey algorithm. Why is that? (5 Points)