



Grundlagen digitaler Systeme (GDS) Klausur 30.01.2018, WiSe 2017/18	Name: [REDACTED]
	Matrikelnr.: [REDACTED]

Hinweis

Als Hilfsmittel sind erlaubt:

- eigene Mitschriften aus der Vorlesung
- eigene Lösungen von Übungs- und Laboraufgaben
- GDS-Skript + Vorlesungsfolien
- Nicht programmierbarer Taschenrechner

Das Verwenden weiterer Hilfsmittel, sowie die Angabe falscher Voraussetzungen (siehe „Erklärung“) gelten als Täuschung und führen zur Nichtanerkennung der Klausur

Es sind alle Arbeits- und Ableitungsschritte zu dokumentieren. Lösungen ohne erkennbaren Lösungsweg oder kurze Begründung, sowie durchgestrichene oder nicht lesbare Lösungen werden nicht gewertet. Bei zwei angegebenen Lösungen wird keine berücksichtigt. Bitte benutzen Sie keine roten oder grünen Stifte. Mobiltelefone sind abzuschalten und in der Tasche zu verstauen. Der gegenseitige Austausch von Unterlagen, sowie Unterhaltungen während der Klausur sind nicht gestattet. Jeder Täuschungsversuch, sowie das Anfertigen von Kopien führt zum sofortigen Ausschluss und somit zum Nichtbestehen der Prüfung.

Zum Bestehen der Klausur reichen 50 von insgesamt 70 Punkten (100 Punkte mit den Kurztests). Es stehen mehr Aufgaben (20 Punkte) für die Bearbeitung zur Verfügung, als zum Bestehen erforderlich.

Bitte tragen Sie Ihre Lösungen nur in den dafür vorgesehenen Platz auf diesen Aufgabenblättern ein. Für Überlegungen und Nebenrechnungen verwenden Sie bitte separates Papier.

Bearbeitungszeit: 90 min.

Erklärung

Ich bestätige mit meiner Unterschrift, dass ich prüfungsfähig bin und bei Beginn der Klausurarbeit die vollständigen Unterlagen erhalten habe. Ferner erkläre ich, dass ich zu dieser Prüfung angemeldet bin und alle Voraussetzungen zur Zulassung durch eigenständige Bearbeitung min. 5 Laboraufgaben erfüllt habe.

[REDACTED]

(Unterschrift)

Ab hier bitte keine Eintragungen vornehmen!

Aufgabe:	1	2	3	4	5		Klausur	Tests	Summe
Punkte:	15	44	16	5	10		70	30	100
Erreicht:	9	31	4	2	10		56	23	79

Note:

2,3

Aufgabe 1

(15 Punkte)

Tragen Sie in das folgende Feld A die ersten drei Ziffern und in das Feld B die letzten drei Ziffern Ihrer 6-stelligen Matrikelnummer ein. (Rechnen Sie **nichts** um, tragen Sie die Zahlen einfach so ein, wie sie auf Ihrem Studentenausweis stehen!)

A =

8	7	8
---	---	---

 10

B =

6	0	6
---	---	---

 16

Zahl A interpretieren Sie bitte weiterhin als Dezimalzahl, während Zahl B nun so wie sie ist als Hexadezimalzahl betrachtet wird.

Bitte notieren Sie bei den folgenden Berechnungen immer sämtliche Berechnungsschritte. Ergebnisse ohne Zwischenschritte geben keine Punkte.

Hinweis: A und B haben binär 12 Bit!

a) Rechnen Sie die Zahlen A und B in das Binärsystem um:

(5 Punkte)

$$\begin{array}{l}
 878 : 2 = 439 \quad R0 \\
 439 : 2 = 219 \quad R1 \\
 219 : 2 = 109 \quad R1 \\
 109 : 2 = 54 \quad R1 \\
 54 : 2 = 27 \quad R0 \\
 27 : 2 = 13 \quad R1 \\
 13 : 2 = 6 \quad R1 \\
 6 : 2 = 3 \quad R0 \\
 3 : 2 = 1 \quad R1 \\
 1 : 2 = 0 \quad R1 \\
 0 : 2 = 0 \quad R0
 \end{array}$$

$$\begin{aligned}
 606_{16} &= 6 \cdot 16^2 + 0 \cdot 16^1 + 6 \cdot 16^0 \\
 &= 1542_{10} \quad \checkmark
 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{l}
 1542 : 2 = 771 \quad R0 \\
 771 : 2 = 385 \quad R1 \\
 385 : 2 = 192 \quad R1 \\
 192 : 2 = 96 \quad R0 \\
 96 : 2 = 48 \quad R0 \\
 48 : 2 = 24 \quad R0 \\
 24 : 2 = 12 \quad R0 \\
 12 : 2 = 6 \quad R0 \\
 6 : 2 = 3 \quad R0 \\
 3 : 2 = 1 \quad R1 \\
 1 : 2 = 0 \quad R1 \\
 0 : 2 = 0 \quad R0
 \end{array}$$

$$878_{10} = 001101101110 : A \quad \checkmark$$

$$606_{16} = 1542_{10} = 011000000110 = B \quad \checkmark$$

SP

- b) Rechnen Sie Zahl B nun durch Umgruppierung in das Oktalsystem um und bilden das B-Komplement im Oktalsystem (5 Punkte)

$$\begin{array}{cccc} 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ \hline & 3 & 0 & 0 & 6 & & & & & & & \end{array}$$

$$011000000110_2 \equiv 3006_8 \quad \checkmark \quad 2P$$

B-Komplement fehlt!

- c) Führen Sie die Subtraktion B-A durch Addition des 2er-Komplements aus (5 Punkte)

$$\begin{array}{l} A = 001101101110 \\ B = 01100000110 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} ? \quad 110010010001 \\ \cdot \quad \underline{} \\ 110010010010_2 \equiv -878_{10} = -B \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 011000001110 \\ + 110010010010 \\ \hline 1010010011000 \\ 01 \quad -1P \end{array} \quad \leftarrow \text{wie wurde } (-A) \text{ gebildet? } -1P$$

$$\begin{array}{r} 110010011000 \\ - \\ \hline 110010010111 \end{array} \quad ? \quad 2P$$

Aufgabe 2

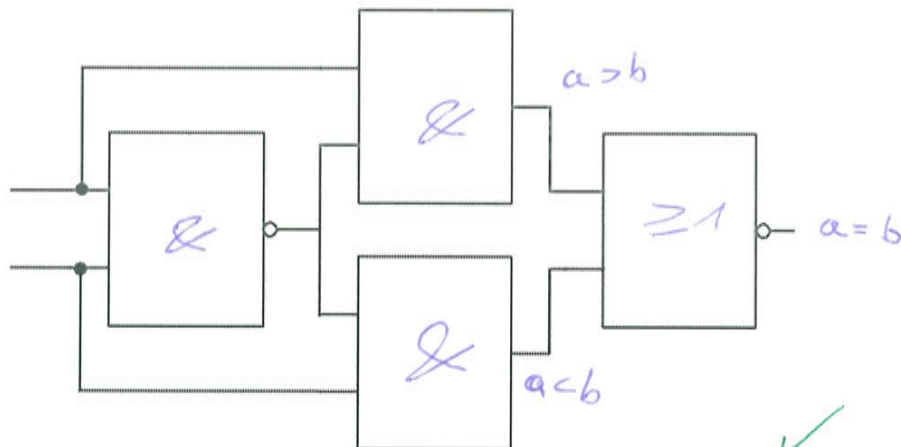
(44 Punkte)

Im Rahmen eines Entwicklungsprojektes soll ein **Vergleicher** für zwei zweistellige Dualzahlen ($A_1, A_0 / B_1, B_0$) entworfen werden.

a) Aufbau eines 1 Bit Komparators

(5 Punkte)

Ihr erster Ansatz ist der Aufbau eines 1 Bit Komparators. Bitte tragen Sie die korrekten Logikgatter in die leeren Rechtecke ein, beschriften Sie die Eingänge und kennzeichnen Sie mit Pfeilen, wo Sie $a < b$, $a = b$ und $a > b$ abgreifen.



b) 2-Bit Vergleich

(8 Punkte)

Im zweiten Schritt soll schrittweise ein 2-Bit Vergleich hergeleitet werden. Erstellen Sie dazu eine Wertetabelle.

A>B	A=B	A<B	B1	B0	A1	A0	
0	1	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	1	1
1	0	0	0	0	1	0	2
1	0	0	0	0	1	1	3
0	0	1	0	1	0	0	4
0	1	0	0	1	0	1	5
1	0	0	0	1	1	0	6
1	0	0	0	1	1	1	7
0	0	1	1	0	0	0	8
0	0	1	1	0	0	1	9
0	1	0	1	0	1	0	10
1	0	0	1	0	1	1	11
0	0	1	1	1	0	0	12
0	0	1	1	1	0	1	13
0	0	1	1	1	1	0	14
0	1	0	1	1	1	1	15

✓
8P

c) KV-Diagramm

(12 Punkte)

Ermitteln Sie das KV-Diagramm für die drei Komparatorausgänge und tragen Sie die für die Vereinfachung zu nutzenden Schleifen ein. Behalten Sie die Spalten und Zeilenbenennungen unbedingt bei. Ein Ändern der Beschriftungen führt zum Verlust der Punkte.

$A=B$		B_0			
		A_0			
—	B_1	1 0	0 1	1 0	0 1
—	A_1	0 2	0 3	0 7	0 6
—	B_1	1 10	0 11	1 15	0 14
—		0 8	0 9	0 13	0 12

✓ 4P

$A < B$		B_0			
		A_0			
—	B_1	0 0	0 1	0 5	1 4
—	A_1	0 2	0 3	0 7	0 6
—	B_1	0 10	0 11	0 15	1 14
—		1 8	1 9	1 13	1 12

✓ 4P

$A > B$		B_0	
		A_0	

✓ 4P

d) DNF

(9 Punkte)

Nutzen Sie das KV-Diagramm um die minimale Disjunktive Form von $A=B$, $A < B$ sowie von $A > B$ abzuleiten und notieren Sie die Funktionen:

$$A=B: (\bar{A}_0 \wedge \bar{A}_1 \wedge \bar{B}_0 \wedge \bar{B}_1) \vee (\bar{A}_0 \wedge A_1 \wedge \bar{B}_0 \wedge B_1) \vee (A_0 \wedge \bar{A}_1 \wedge B_0 \wedge \bar{B}_1) \vee (A_0 \wedge A_1 \wedge B_0 \wedge B_1) = 4 \quad \checkmark \quad 3P$$

$$A < B: (B_1 \wedge \bar{A}_1) \vee (\bar{A}_0 \wedge \bar{A}_1 \wedge B_0 \wedge \bar{B}_1) \vee (\bar{A}_0 \wedge A_1 \wedge B_0 \wedge B_1) = 4 \quad OP$$

Vereinfachung möglich!
Vereinfachung möglich!

$$A > B: (A_1 \wedge \bar{B}_1) \vee (A_0 \wedge A_1 \wedge \bar{B}_0 \wedge B_1) \vee (A_0 \wedge \bar{A}_1 \wedge \bar{B}_0 \wedge \bar{B}_1) = 4 \quad OP$$

Vereinfachung möglich!
Vereinfachung möglich!

e) NAND Schaltung von $A < B$

(5 Punkte)

Wandeln Sie Ihre Funktion für $A < B$ so um, dass eine minimale NAND-Schaltung in zwei Ebenen entsteht. Notieren Sie den Umrechnungsschritt und erstellen Sie eine saubere Zeichnung der Schaltung in DIN-Darstellung.

- Doppelt Invertieren mit De Morgan

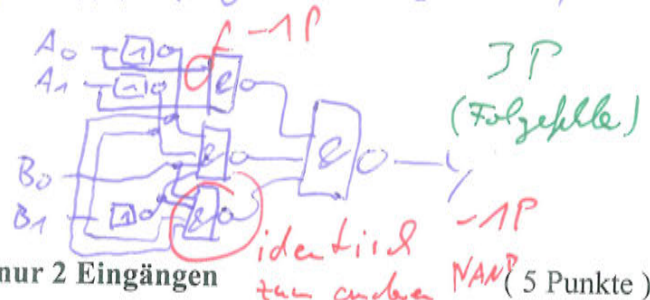
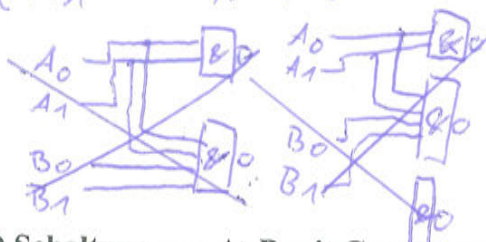
$$Y = (A_1 \wedge B_1) \vee (\bar{A}_0 \wedge \bar{A}_1 \wedge B_0 \wedge \bar{B}_1) \vee (\bar{A}_0 \wedge A_1 \wedge B_0 \wedge B_1)$$

$$Y = \overline{\overline{(A_1 \wedge B_1)} \wedge \overline{(\bar{A}_0 \wedge \bar{A}_1 \wedge B_0 \wedge \bar{B}_1)} \wedge \overline{(\bar{A}_0 \wedge A_1 \wedge B_0 \wedge B_1)}}$$

$$Y = \overline{\overline{(A_1 \wedge B_1)} \wedge \overline{(\bar{A}_0 \wedge \bar{A}_1 \wedge B_0 \wedge \bar{B}_1)} \wedge \overline{(\bar{A}_0 \wedge A_1 \wedge B_0 \wedge B_1)}}$$

$$= \overline{\overline{(A_1 \wedge B_1)} \wedge \overline{(\bar{A}_0 \wedge \bar{A}_1 \wedge B_0 \wedge \bar{B}_1)} \wedge \overline{(\bar{A}_0 \wedge A_1 \wedge B_0 \wedge B_1)}}$$

$$Y = \overline{\overline{(A_1 \wedge B_1)} \wedge \overline{(\bar{A}_0 \wedge \bar{A}_1 \wedge B_0 \wedge \bar{B}_1)} \wedge \overline{(\bar{A}_0 \wedge A_1 \wedge B_0 \wedge B_1)}}$$



f) NAND Schaltung von $A > B$ mit Gattern mit nur 2 Eingängen

(5 Punkte)

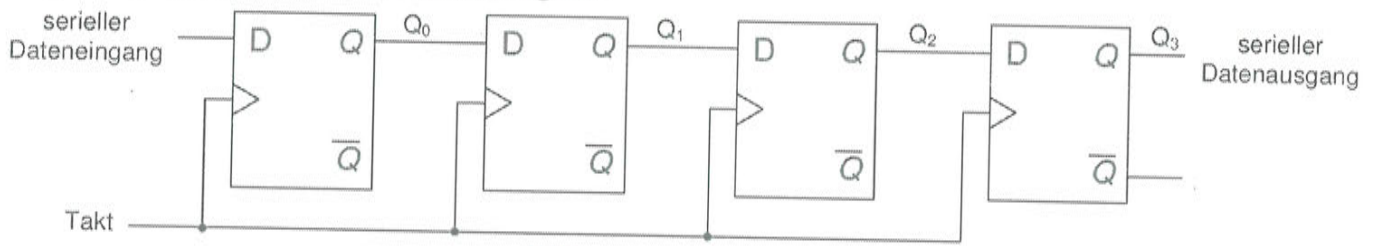
Wandeln Sie Ihre Funktion für $A > B$ so um, dass eine minimale NAND-Schaltung ausschließlich mit Gattern, die 2 Eingänge besitzen, entsteht. Notieren Sie den Umrechnungsschritt. Außerdem liegen die Eingangssignale nun nur in nicht-negierter Form vor. Nutzen Sie wenn nötig zwei unterschiedliche Varianten, um Negationen durchzuführen.

OP

Aufgabe 3

(16 Punkte)

Gegeben ist das folgende 4-Bit Schieberegister:



Unterbrechen Sie die Schaltung jeweils **vor** den Flipflops und fügen an jeder dieser Stellen jeweils einen Multiplexer ein (neue Zeichnung). Beschalten Sie die Multiplexer so, dass Ihr Schieberegister um die folgenden Funktionen erweitert wird:

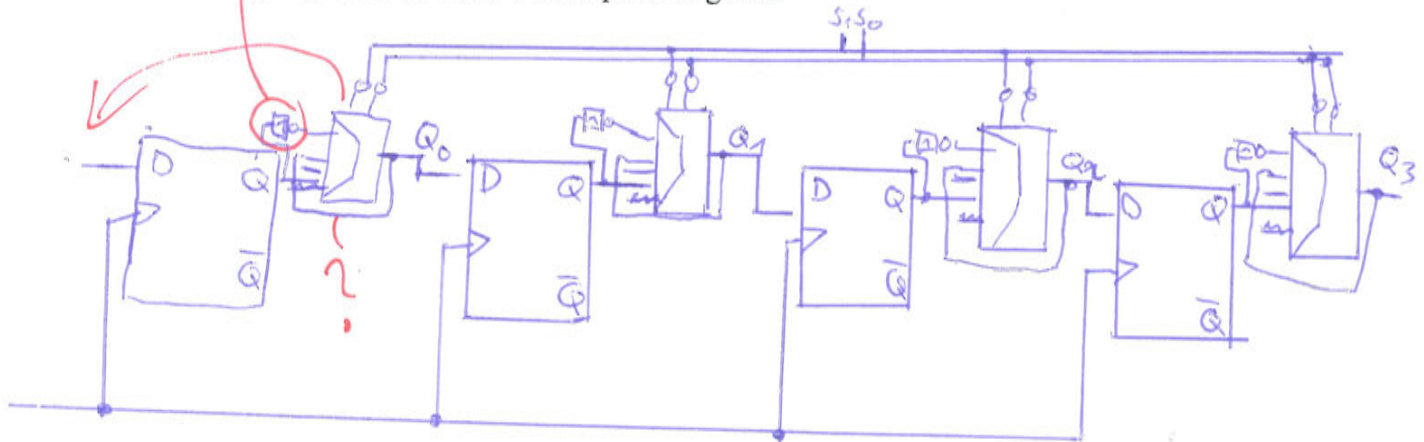
S1	S0	Funktion
0	0	Invertieren
0	1	Halten (Speichern)
1	0	Links schieben
1	1	Rechts schieben

Handwritten notes: Four red 'F' marks are placed to the right of the table rows. Below the table, there is a green checkmark and the text '4P'.

Bitte zeichnen Sie die Schaltung sauber neu und nutzen nach Möglichkeit ein Lineal!

Hinweise:

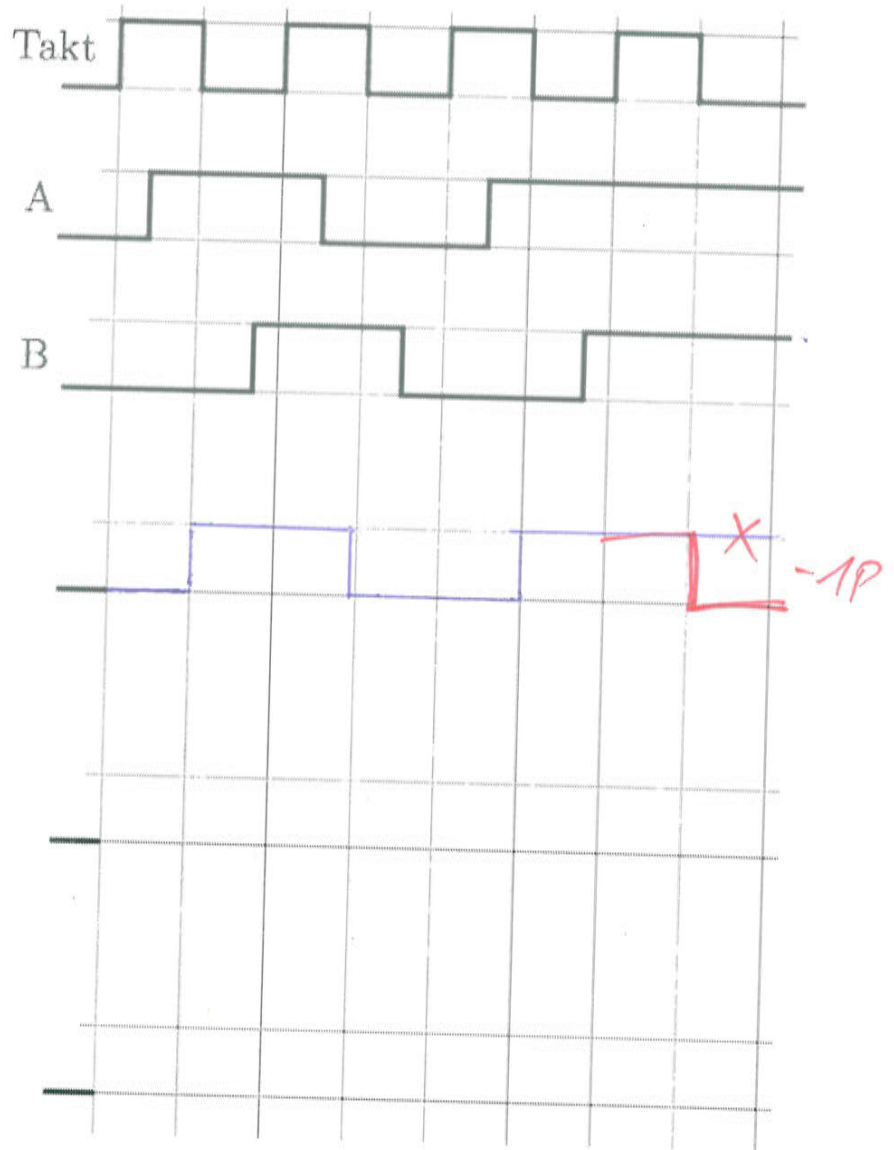
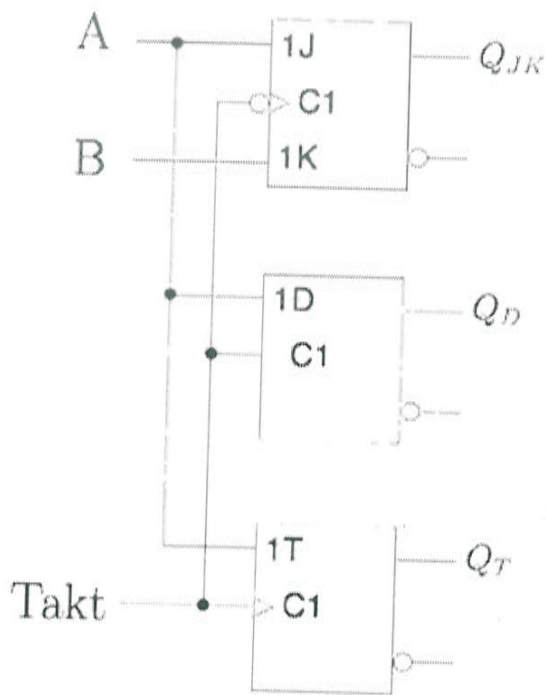
- Sie müssen **keinerlei** Gatter verwenden
- Die Schaltung soll an allen markierten Stellen einheitlich sein
- Die Steuereingänge sind an allen 4 Multiplexern gleich



Aufgabe 4

(5 Punkte)

Vervollständigen Sie die Verläufe der Ausgangssignale Q, für die angegebenen Eingangssignale. Nehmen Sie an, dass bei allen Flipflops die Ausgänge Q zu Beginn ($t=0$) 0 ist.



2?

Aufgabe 5

(10 Punkte)

Sie bekommen die folgende Übertragung von 10 kommagetrennten Dezimalzahlen und sollen die Nachricht durch Zuhilfenahme der ASCII Tabelle entschlüsseln.

71, 101, 104, 116, 32, 100, 111, 99, 104, 33

*	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	NUL	SOH	STX	ETX	EOT	ENQ	ACK	BEL	BS	TAB	LF	VT	FF	CR	SO	SI
1	DLE	DC1	DC2	DC3	DC4	NAK	SYN	ETB	CAN	EM	SUB	ESC	FS	GS	RS	US
2		!	"	#	\$	%	&	'	()	*	+	,	-	.	/
3	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	:	;	<	=	>	?
4	@	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
5	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	[\]	^	_
6	`	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
7	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	{		}	~	

Hinweis zum Lesen der Tabelle:

erste Spalte = erste Stelle der Hexadezimalzahl, erste Zeile = zweite Stelle der Hexadezimalzahl

Beispiel Buchstabe "G" = 47_{16}

Ergebnis:

G	e	h	t		d	o	c	h	!
---	---	---	---	--	---	---	---	---	---

✓
10P

$71 : 16 = 4 \text{ R } 7$
 $4 : 16 = 0 \text{ R } 4$
 $71_{10} = 47_{16}$

$32 \Rightarrow \text{Space} = 20_{10}$
 $100 : 16 = 6 \text{ R } 4$
 $6 : 16 = 0 \text{ R } 4$

$101 : 16 = 6 \text{ R } 5$
 $6 : 16 = 0 \text{ R } 6$

$100_{10} = 64_{16}$

$104_{10} = 68_{16}$

$116 : 16 = 7 \text{ R } 4$
 $7 : 16 = 0 \text{ R } 7$

$116_{10} = 74_{16}$

