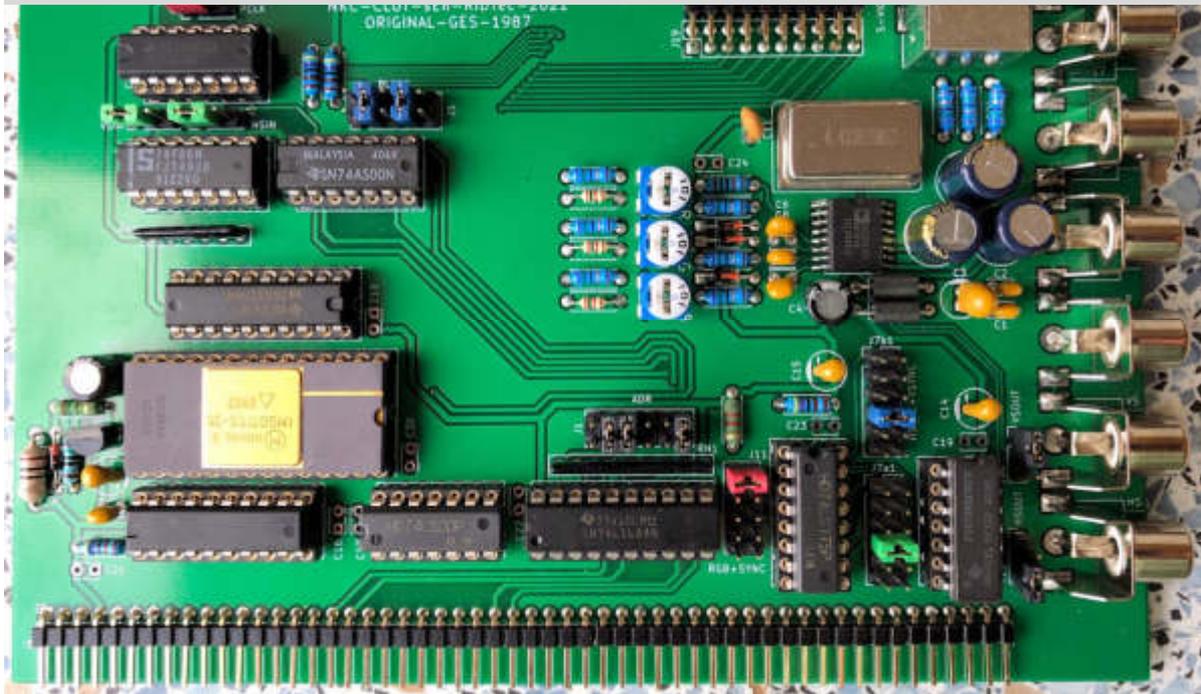


# Spezifikation

## Neuaufgabe Colour Lookup Table CLUT für den NDR-Klein-Computer



## Version 1.1

### Idee:

Sascha Neuschl  
 Pirolweg 21  
 48167 Münster  
 Email: [scn69@gmx.de](mailto:scn69@gmx.de)

### Industrielle Ausführung:



### Dokumentenhistorie

Version	Autor(en)	Änderung	Datum
1.0	Neuschl, Sascha	Erste Version	20.07.2021
1.1	Neuschl, Sascha	Revision 1: IMMSG171 zugefügt, Korrektur Schaltplan/Bestückungsplan/ GERBER-Daten, Umbenennung Jumper, Anpassung Stückliste	25.08.2021

# Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort.....	4
1.1	Idee.....	4
1.2	Ansatz.....	4
1.3	Aktueller Stand .....	4
2	Beschreibung des Konzepts.....	4
3	Schaltungsprinzip (Originaldokumentation).....	5
4	Schaltplan, Bestückungsplan und Stückliste .....	7
4.1	Schaltplan: .....	7
4.2	Bestückungsplan: .....	8
4.3	Stückliste: .....	8
5	Einstellungen .....	10
5.1	Eingänge und Ausgänge: .....	10
5.2	Jumper Settings für den Betrieb mit dem FBAS-Mischer.....	12
5.3	Abgleich RGB-Eingänge des FBAS-Mischers.....	13
5.4	Allgemeines Verhalten:.....	13
6	Aufbau und Test der CLUT mit der COL256 .....	13
6.1	Einfacher Test.....	13
6.2	Initialisierung der CLUT-Karte .....	14
7	Anhang.....	17
7.1	Datenblätter TTL-Bausteine: .....	17
7.1.1	74LS00 / 74F00 .....	17
7.1.2	74F04.....	17
7.1.3	74F86.....	17
7.1.4	74S140 .....	17
7.1.5	74LS175 .....	18
7.1.6	74LS244 .....	18
7.1.7	74LS245 / 74LS645.....	18
7.1.1	74LS688 .....	18
7.2	Verweis auf Datenblätter komplexer Bausteine und Spezifikationen / Quellennachweis .....	19

# 1 Vorwort

## 1.1 Idee

Hier handelt es sich um den Nachbau der alten CLUT-Karte des NDR-Klein-Computers. Die ehemalige Schaltung wurde um einen FBAS-Mischer mit einem Ausgang für „Composite Video“ und „S-Video“ erweitert.

## 1.2 Ansatz

Die CLUT-Karte ist eine Colour Lookup Table. In Zusammenarbeit mit der COL256-Karte, die 256 verschiedene Farben darstellen kann, ist es nun möglich, 256K Farben darzustellen, wobei immer aus einer Palette (Tabelle) von 256 Farben ausgewählt wird.

Aufgrund der alten Unterlagen zur CLUT-Karte von Graf Elektronik-Systeme konnten der neue Schaltplan und auch die neue Platine recht gut entwickelt werden.

## 1.3 Aktueller Stand

Es gibt industrielle Platine.

# 2 Beschreibung des Konzepts

In diesem Projekt wird die CLUT-Karte zusammen mit der COL256-Karte verwendet.

Mit der CLUT-Karte wird die Anzahl der von der COL256-Karte darstellbaren Farben von 256 auf 256K erhöht. Dabei wird immer aus einer Palette (Tabelle) von 256 Farben ausgewählt.

Die Tabelle mit den 256 Farbwerten kann unabhängig von der Bildwiedergabe geändert werden. Der Farbwert eines Tabelleneintrags besteht aus 18 Bit **BBBBBBGGGGRRRR** – jeweils 6 Bit für den Rot-, Grün- und Blauanteil.

Die COL256-Karte liefert als Input für die CLUT-Karte nacheinander 256 Zeilen mal 256 Bildpunkte zu je einem Byte. Das Byte besitzt den Aufbau **IIBGGRR**, wo bei I die Intensität ist und für alle Farben in dem Byte gilt.

Für den Eingang der CLUT-Karte spielt der „Farbinhalt“ des von der COL256-Karte gelieferten Bytes keine Rolle. Der Wert des gelieferten Bytes stellt nur die Adresse in der Tabelle dar, die angesprochen wird. Die CLUT zeigt dann den Inhalt dieser Tabellenadresse – den Farbwert – an.

Das von der COL256-Karte gelieferte Byte kann auf der CLUT-Karte „maskiert“ – also mit einem Byte-Wert eines Registers und-verknüpft - werden. Damit ist es möglich, mit unterschiedlichen Byte-Werten der COL256-Karte dieselbe Adresse in der Tabelle der CLUT-Karte anzusprechen.

Es ist aber auch möglich, durch die Maskierung unterschiedliche Bereiche der Tabelle anzusprechen. Würde man in der Tabelle der CLUT-Karte 4 Bereiche mit je 64 Farbwerten einrichten – z.B. eine rote, grüne, blaue und gelbe Untertabelle, so könnte man durch einfaches Ändern der Maske das von der COL256-Karte kommende Bild mit Rot, Grün-, Blau- oder Gelbstich darstellen. Dies geht dann sehr schnell, weil keine Farbwerte in der Tabelle geändert werden müssen. Ein bewegtes Objekt auf dem Bildschirm kann dann sehr schnell seine Farbe ändern – von Normalzustand des Raumschiffs in Blautönen zur Explosion in Rottönen.

### 3 Schaltungsprinzip (Originaldokumentation)

Die Baugruppe CLUT kann im Großen und Ganzen in vier Blöcke aufgeteilt werden:

1. Baustein IMS G170 (siehe Datenblatt IMSG170.pdf und IMSG1271.pdf)
2. Schnittstelle zum NKC-Bus
3. Schnittstelle zur COL256-Karte
4. Mischen und Aufbereiten der Synchronsignale
5. FBAS-Mischer

#### Der Baustein IMSG170 und sein Nachfolger IMSG171:

Beide Bausteine sind verwendbar. Statt –SYNC beim IMSG170 besitzt der IMSG171 an Pin 15 –RD. Da i.d.R. keine Synchronsignale in die Farben RGB eingemischt werden, fehlt diese Eigenschaft nicht. Der Pin liegt fix auf „high“. Dafür sind die Register beim IMSG171 auslesbar. Allerdings nicht mit der CLUT-Karte.

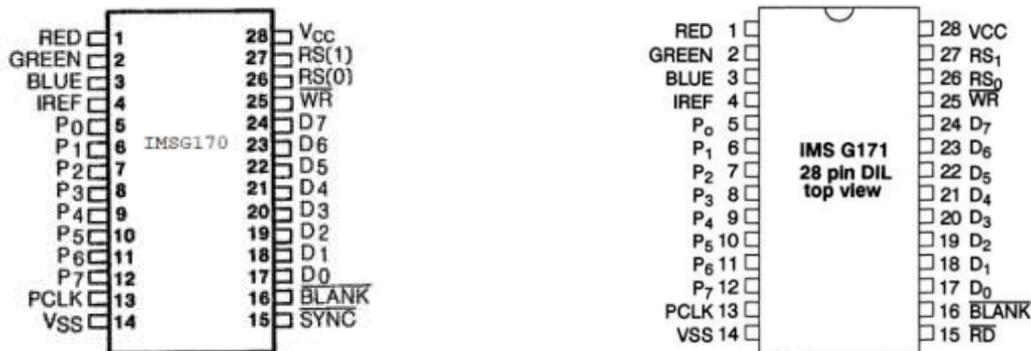


Abbildung 1

#### Die Schnittstelle zum NKC-Bus:

Über den Vergleicher 74LS688 wird der I/O-Adressbereich ausdekodiert. Dabei werden die Adressen A2 bis A7 mit der an J1 eingestellten Portadresse verglichen. Außerdem wird an diesem Vergleicher bereits das -IORQ- und das -WR-Signal auf LOW überprüft. Der CS-Eingang des Vergleichers ist fest auf LOW, sodass bei einem I/O-Schreib-Zugriff der Ausgang U3/19 aktiviert (LOW) wird. Mit diesem Signal wird der Baustein IMS G170 vom Rechner aus aktiviert (U1/25).

Welches der drei internen Register dann angesprochen wird, wird durch die beiden Eingänge RSO und RS1 (U1/26 und U1/27) festgelegt. Diese beiden Signale werden von den Adressbits A0 und A1 gesteuert, die noch über Treiber (U11) geführt werden. Der bidirektionale Bustreiber 74LS245 (U2) wird hier nur in einer Richtung betrieben (der Eingang DIR (U2/1) liegt über R1 auf +5V). Der CS-Eingang (U2/19) wird direkt vom IORQ-Signal angesteuert. Der Treiber wird damit bei jedem I/O-Zugriff aktiviert und befördert die Daten in Richtung U1. Aber die Daten werden nur von diesem übernommen, wenn der -WR-Eingang (U1/25) auf LOW geht.

#### Schnittstelle zur COL256-Karte:

Die CLUT-Karte benötigt sämtliche Ausgangssignale der COL256-Baugruppe. Diese Signale werden von der Baugruppe über die 10-polige Stiftleiste (ST3) zugeführt. Zum einen ist dies das Daten-byte pro Bildpunkt (Pixel). In diesem Datenbyte steckt - digital verschlüsselt - die Farbinformation für einen Bildpunkt. Diese Daten werden noch über den Treiber (U4) zu U1 geführt. Mit diesen Byte wird eines der 256 18-Bit breiten Farbbregister der Farbtabelle von U1 ausgewählt.

Außerdem werden noch die Signale BLKB, BLKW, HSYNC, VSYNC und CLK von der COL256-Baugruppe übertragen. Die Signale BLKW und BLKB sind die sogenannten Austastsignale. Sie sind auf der COL256-Karte an ST3 nicht belegt! Diese beiden Signale können über J3 invertiert oder nicht invertiert werden. Sie werden anschließend so verknüpft, dass am Eingang -BLANK (U1/16) ein

## CLUT – Colour Lookup Table der COL256 für den NDR-Klein-Computer

LOW-Signal erscheint, wenn eines der beiden Signale aktiviert ist. Wenn dieser Eingang LOW ist, werden die Ausgänge RGB (U1/1,2,3) auf Schwarzpegel geschaltet (Prinzip des Austastsignals).

Der CLK oder PHI ist der Takt (Pixel Clock), mit dem das Bild aufgebaut wird. Bei jeder steigenden Flanke des Taktsignales wird ein Punkt auf dem Bildschirm gezeichnet. Dieser sogenannte Pixel Clock kann ebenfalls invertiert oder nicht invertiert werden (J2) und wird an U1/13 geführt.

Die beiden Synchronsignale HSYNC und VSYNC dienen normalerweise direkt zur Synchronisierung des Bildes in einem Monitor. Diese Signale können hier ebenfalls invertiert oder nicht invertiert werden (J5 und J6). Außerdem können diese Signale einzeln, oder auch gemischt über J11 zum U1/15 geführt werden. Die beiden NAND U6/1,2,3 und U6/4,5,6 mischen das HSYNC und VSYNC so, dass auch während des VSYNC-Signales ein HSYNC erzeugt wird. Die beiden EXOR U12/9,10,8 und U12/12,13,11 mischen das HSYNC und VSYNC so, dass während des VSYNC kein HSYNC generiert wird. Außerdem kann über J1 der SYNC-Eingang (U1/15) über den Widerstand R13 auf HIGH gelegt werden. Das Signal, das auf diesen Eingang (U1/15) gegeben wird, wird in die Analog-Signale RGB eingemischt. Wird auf diesen Eingang z. B. nur das VSYNC gelegt wird auch nur das VSYNC in die Ausgangssignale RGB gemischt.

### Mischen und Aufbereiten der Synchronsignale

Die Signale, die der Farbmonitor benötigt, sind die Farbsignale RGB (Rot Grün und Blau) und die beiden Synchron-Signale HSYNC und VSYNC. Die Signale RGB stellt der Baustein U1/1,2,3 direkt zur Verfügung. Die beiden Synchronsignale müssen von der COL256-Baugruppe verwendet werden. Diese Synchronsignale werden hier - wie vorher beschrieben - direkt durchgeführt oder gemischt. Die an J11 ankommenden Synchron-Signale (4 Möglichkeiten: HSYNC einzeln, VSYNC einzeln, HSYNC und VSYNC gemischt mit HSYNC während VSYNC und HSYNC und VSYNC gemischt ohne HSYNC während VSYNC) werden auf die Dateneingänge der D-FLIP-FLOPs U7/4,5,12,13 gelegt. Der Takteingang der FLIPFLOPs wird vom Pixel-Clock der COL256-Baugruppe gesteuert. Dadurch wird erreicht, dass die Synchronsignale synchron zum Pixeltakt ausgegeben werden. Über die Jumper J7a1 (HSYNC) und J7b1 (VSYNC) können jeweils Möglichkeiten der Synchronmischung eingestellt werden. Außerdem können diese Signale noch mit J15 (HSYNC) und J12 (VSYNC) entweder direkt verwendet oder mit U8 für einen 75 Ohm Ausgang aufbereitet werden. Dabei werden sie allerdings invertiert und müssen gegebenenfalls dann vorher mit ihrer Polarität umgekehrt werden. So können für jeden Monitor die gewünschten Synchronsignale zusammengestellt werden.

### FBAS-Mischer

Die ursprüngliche CLUT-Karte besitzt nur getrennte Ausgänge für die Farben RGB und die beiden Synchronsignale VSYNC und HSYNC. In dieser Ausgabe gibt es zusätzlich einen FBAS-Mischer, der ein CSV-Signal bzw. ein S-Video-Signal erzeugt. Dazu werden die Farbsignale und die Synchronsignale der Einzelausgänge verwendet.

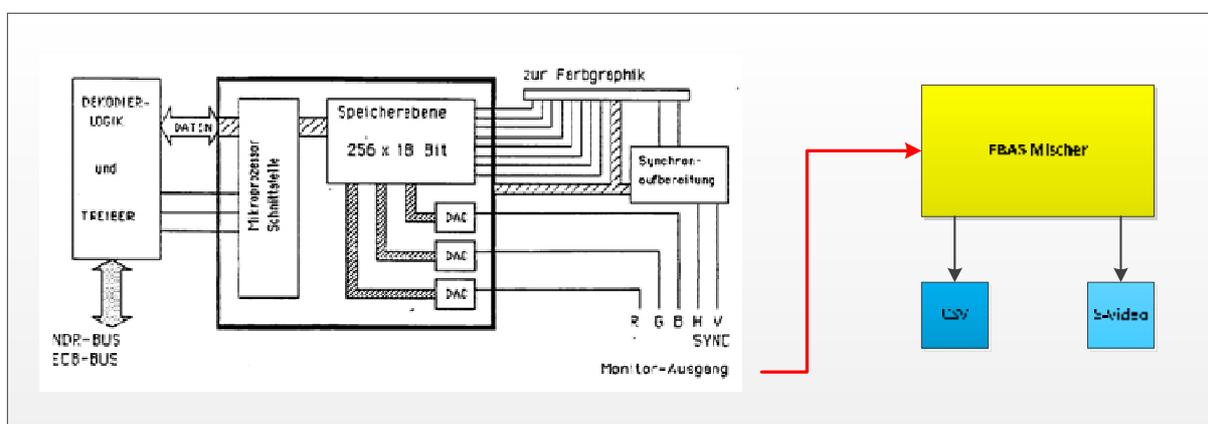


Abbildung 2

# 4 Schaltplan, Bestückungsplan und Stückliste

## 4.1 Schaltplan:

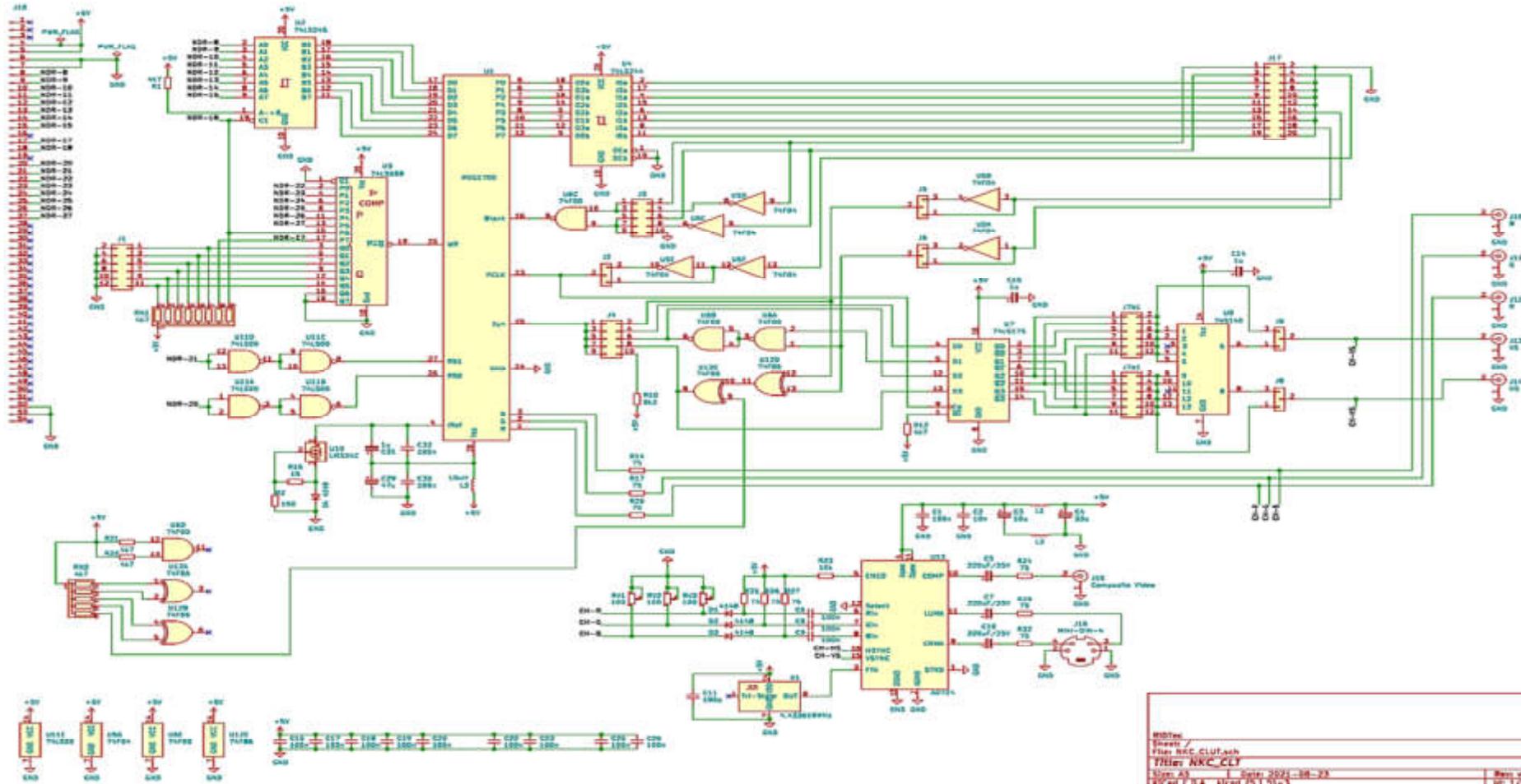


Abbildung 3

## CLUT – Colour Lookup Table der COL256 für den NDR-Klein-Computer

### 4.2 Bestückungsplan:

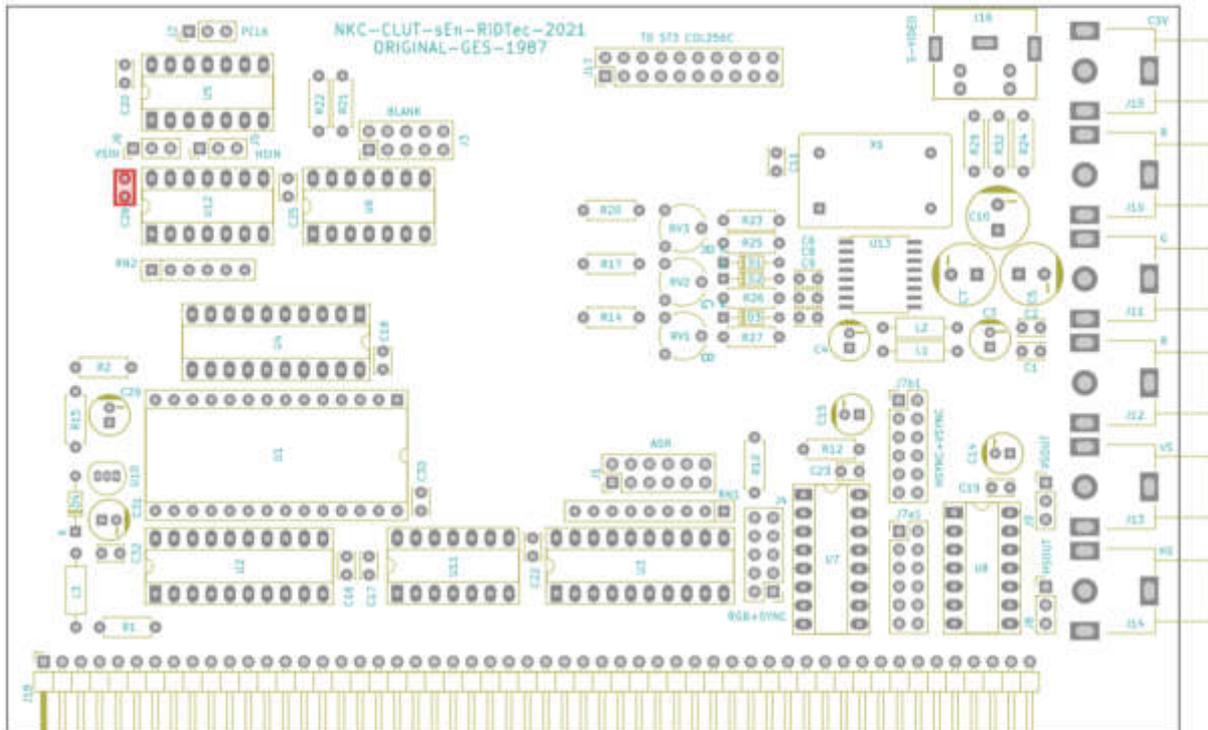


Abbildung 4

### 4.3 Stückliste:

Für die Verbindung COL256 und CLUT benötigt man noch 10 cm Flachbandleitung mit 20 Adern und zwei 20-polige Pfostenstecker.

Obwohl in der Originaldokumentation anders aufgeführt wurde durch Test bestätigt:  
 Es reicht, wenn  $U2 = 74LS245$ ,  $U4 = 74LS244$ .

## CLUT – Colour Lookup Table der COL256 für den NDR-Klein-Computer

Position	Bauelement	Wert	Menge
1	C11	100p	1
2	C2	10n	1
3	C1, C6, C8, C9, C16, C17, C18, C19, C20, C22, C23, C25, C26, C30, C32	100n	15
4	C14, C15, C31	1u	3
5	C3	10u	1
6	C4	33u	1
7	C29	47u	1
8	C5, C7, C10	220uF/25V	3
9	R15	15 Ohm	1
10	R14, R17, R20, R24, R25, R26, R27, R29, R32	75 Ohm	9
11	R2	150 Ohm	4
12	R1, R12, R21, R22	4k7	4
13	R10	8k2	1
14	R23	10k	1
15	RN1	9-8 - 4k7	1
16	RN2	6-5 - 4k7	1
17	RV1, RV2, RV3	Trimmer 100 Ohm	3
18	L1, L2	Ferritperle	2
19	L3	10uH	1
20	D1, D2, D3, D4	4148	4
21	X1	Quarz-oszillator 4,433619MHz	1
22	U6	74F00	1
23	U11	74LS00	1
24	U5	74F04	1
25	U12	74F86	1
26	U8	74S140	1
27	U7	74LS175	1
28	U4	74AS244	1
29	U2	74LS245	1
30	U3	74LS688	1
31	U1	MSG170S-35 oder MSG171-35	1
32	U13	AD724	1
33	U10	LM334Z	1
34	J10	Chinch B	1
35	J11	Chinch G	1
36	J12	Chinch R	1
37	J13	Chinch VS	1
38	J14	Chinch HS	1
39	J15	Chinch Composite Video	1
40	J16	S-Video Mini-DIN-4	1
41	J2, J5, J6, J8, J9	Conn_01x03	5
42	J18	Conn_01x54_Male	1
43	J3, J4	Conn_02x05_Odd_Even	2
44	J1, J7a1, J7b1	Conn_02x06_Odd_Even	3
45	J17	Conn_02x10_Odd_Even	1
46		IC-Fassung - 14-polig	5
47		IC-Fassung - 16-polig	1
48		IC-Fassung - 20-polig	3
49		IC-Fassung - 28-polig	1

Tabelle 1

## 5 Einstellungen

### 5.1 Eingänge und Ausgänge:

Hier werden alle Ein- und Ausgänge sowie Steckverbinder und Jumper der CLUT-Karte beschrieben:

Steckverbinder	Beschreibung	Bemerkung
Anschlussstecker COL256 (J19)	Anschluss der COL256-Baugruppe (ST3) an die CLUT-Karte	Via Flachbandleitung und zwei 20-polige Pfostenstecker
Adressjumper (J1)	Jumper zur Einstellung der NKC-IO-Adresse ( <b>Abbildung 5</b> )	In Absprache mit Jens Mewes wird die Adresse <b>\$FFFFFF64</b> verwendet
Pixel Clock (J2)	Polarität des Pixel Clocks von der COL256-Baugruppe ( <b>Abbildung 5</b> )	---
Blanking (J3)	Kombinationen des Bildaustastsignals ( <b>Abbildung 5</b> )	Wird von der COL256-Baugruppe nicht geliefert! Für Betrieb mit FBAS-Mischer wird U1/Pin 16 auf „high“ gelegt.
Mix HSYNC/VSYNC in RGB (J4)	Mischung von Kombinationen der Synchron-signale in die RGB-Ausgänge ( <b>Abbildung 5/6</b> )	Für Betrieb mit FBAS-Mischer keine Mischung!
HSYNC - IN (J5)	Polarität des Horizontalsynchronsignals der COL256-Baugruppe ( <b>Abbildung 6</b> )	---
VSYNC - IN (J6)	Polarität des Vertikalsynchronsignals der COL256-Baugruppe ( <b>Abbildung 6</b> )	---
HSYNC - OUT (J7a1)	Kombinationen der Synchronsignale für den Monitorausgang ( <b>Abbildung 6</b> )	---
VSYNC - OUT (J7b1)	Kombinationen der Synchronsignale für den Monitorausgang ( <b>Abbildung 7</b> )	---
VSYNC - Signal (J8)	Signalform TTL oder 75 Ohm ( <b>Abbildung 7</b> )	---
HSYNC – Signal (J9)	Signalform TTL oder 75 Ohm ( <b>Abbildung 7</b> )	---
Blau - Monitor (J10)	Farbausgang Grün für Monitor / Eingang für FBAS-Mischer	---
Grün - Monitor (J11)	Farbausgang Blau für Monitor / Eingang für FBAS-Mischer	---
Rot - Monitor (J12)	Farbausgang Rot für Monitor / Eingang für FBAS-Mischer	---



# CLUT – Colour Lookup Table der COL256 für den NDR-Klein-Computer

Funktion: CLUT	- Belegung der Jumper - r1	CLUT Jumperbelegung
<b>Jumper 7b: VS-Signal</b>		
o o	= HS + VS positiv	o -- o = HS + VS negativ
o -- o	ohne HS während	o o ohne HS während
o o	VS (negativ wenn	o o VS (positiv wenn
o o	75 Ohm)	o o 75 Ohm)
o o		o o
o o		o o
o o		o o
o o	= HS + VS positiv	o o = HS + VS negativ
o o	mit HS während	o o mit HS während
o o	VS (negativ wenn	o o VS (positiv wenn
o o	75 Ohm)	o o 75 Ohm)
o -- o		o -- o
o o		o o
<b>Jumper 8: HS Ausgangspegel:</b>		
o	= Output TTL	o = Output TTL 75 Ohm
I		I
o		o
I		I
o		o
<b>Jumper 9: VS Ausgangspegel:</b>		
o	= Output TTL	o = Output TTL 75 Ohm
I		I
o		o
I		I
o		o

Abbildung 7

## 5.2 Jumper Settings für den Betrieb mit dem FBAS-Mischer

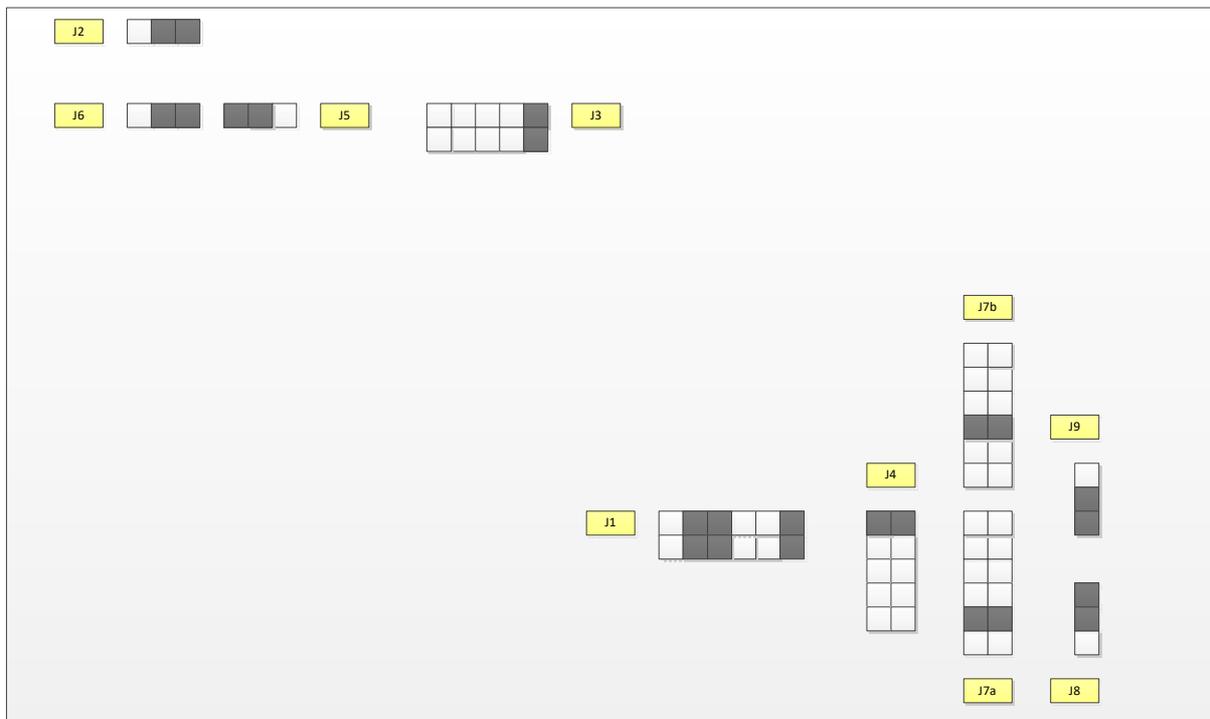


Abbildung 8

## 5.3 Abgleich RGB-Eingänge des FBAS-Mischers

Über die Trimmer RV3 (Rot), RV2 (Grün) und RV1 (Blau) wird der Weißabgleich für den FBAS-Mischer durchgeführt.

Dazu lässt man die COL256-Baugruppe ein weißes Bild anzeigen (Schreiben des Wertes \$FF in jede Bildschirmspeicherzelle).

Nun kann man entweder durch Verstellen der Trimmer ein subjektiv weißes Bild erzeugen oder mit dem Oszilloskop die Signale für rot, Grün und Blau identisch einstellen.

## 5.4 Allgemeines Verhalten:

Beim Betrieb der Karte traten keine instabilen Situationen auf.

# 6 Aufbau und Test der CLUT mit der COL256

Es existiert eine industrielle Platine. Die Karte wird mit dem Grundprogramm für 68xxx getestet.

## 6.1 Einfacher Test

Dazu lässt man die COL256-Baugruppe ein weißes Bild anzeigen (Schreiben des Wertes \$FF in jede Bildschirmspeicherzelle).

**Die CLUT-Karte bzw. der Baustein IMMSG170/IMMSG171 besitzt folgende interne Register:**

1. Portadresse \$FFFFFF64: Adressregister (Wert: 0...255) - nur schreibbar
2. Portadresse \$FFFFFF65: Werte-Register (3 Bytes mit Wert 0...63) - nur schreibbar
3. Portadresse \$FFFFFF66: Maskenregister (Wert 0...255) - nur schreibbar

Zuerst muss das **Maskenregister** programmiert werden. Für den Test belegen wir dieses Register mit **%00000000**. D.h. jeder von der COL256 kommende Pixel spricht die interne Adresse 0 (Tabellenposition 0) an, weil eine logische UND-Verknüpfung mit dem Registerwert stattfindet. Damit entsteht ein Bild in einer homogenen Farbe.

Im nächsten Schritt belegen wir das **Adressregister** mit der internen Adresse (Tabellenposition) ab der Werte in die Tabelle / Farbpalette eingetragen werden sollen. Wir starten bei **Adresse #0**.

Danach belegen wir die interne Adresse 0 (Tabellenposition 0) mit einem Farbwert. Das **Werteregister** wird mit dem Schreiben von 3 aufeinanderfolgenden Bytes für den Rot-, Grün- und Blauanteil gefüllt. Von jedem Byte werden nur die untere 6 Bit ausgewertet. Nachdem das 3. Byte geschrieben wurde, findet ein **Autoinkrement des Adressregisters um 1** statt. Wir schreiben **#63 (Rot), #0 Grün und #63 (Blau)**.

```
cpu      equ 1                * 68008
cluta    equ $ffffff64*cpu    * Adressregister
clutw    equ $ffffff65*cpu    * Werte-Register
clutm    equ $ffffff66*cpu    * Maskenregister

move #0, clutm
move #0, cluta
move #63, clutw
move #0, clutw
move #63, clutw

rts
```

## CLUT – Colour Lookup Table der COL256 für den NDR-Klein-Computer

Wenn alles funktioniert, entsteht eine Fläche in Lila auf dem Bildschirm:



Abbildung 9

## 6.2 Initialisierung der CLUT-Karte

Um generell den Anschluss des Monitors über die CLUT-Karte zu machen, muss diese für die Standardfarbwerte der COL256-Baugruppe eingestellt werden.

Dies geschieht dadurch, dass in die Tabelle der CLUT-Karte alle möglichen Bitkombinationen der von der COL256-Baugruppe gelieferten Pixel geschrieben werden.

```
*****
*   Initialisierung der CLUT-Baugruppe   *
*****

;* Einstellungen CLUT

cluta    equ $ffffff64
clutw    equ $ffffff65
clutm    equ $ffffff66

clutinit:
  move.b  #%11111111, clutm.w    ;* Pixel wird nicht maskiert
  clr.b   cluta.w                ;* Mit Tabellenposition 0 anfangen
  lea    clutw.w, a0
  clr    d5                      ;* Mit Tabellenposition 0 anfangen
clutinlp:
  move   d5, d0
  move   d0, d1                  ;* Rot
  lsl   #2, d1
  and   #12, d1
```

## CLUT – Colour Lookup Table der COL256 für den NDR-Klein-Computer

```

move d0, d2                ;* Gruen
and #12, d2
move d0, d3                ;* Blau
lsr #2, d3
and #12, d3
lsr #6, d0
and #3, d0                ;* Intensitaet
add d0, d1                ;* Rot + Intensitaet
mulu #4, d1               ;* Maximalwert 4*15 = 60
add d0, d2                ;* Gruen + Intensitaet
mulu #4, d2               ;* Maximalwert 60
add d0, d3                ;* Blau + Intensitaet
mulu #4, d3               ;* Maximalwert 60
move.b d1, (a0)           ;* Einstellen Rot
move.b d2, (a0)           ;* Einstellen Gruen
move.b d3, (a0)           ;* Einstellen Blau
addq #1, d5                ;* Naechste Tabellenposition
cmp #256, d5              ;* Bis zur letzten Tabellenposition
bne.s clutinlp
rts

```

Lädt man ein FUBK-Testbild in die COL256, erhält man das folgende Ergebnis:

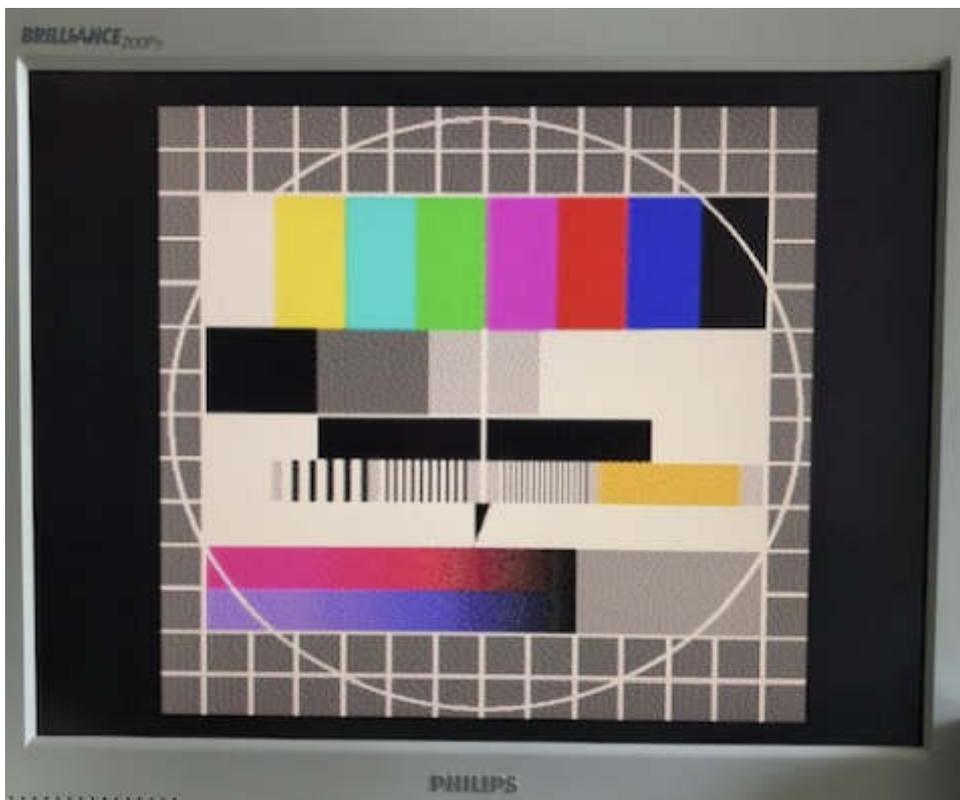


Abbildung 10

## CLUT – Colour Lookup Table der COL256 für den NDR-Klein-Computer

Ändert man den Wert im Maskenregister auf %00000011 (Rot), so ergibt sich:

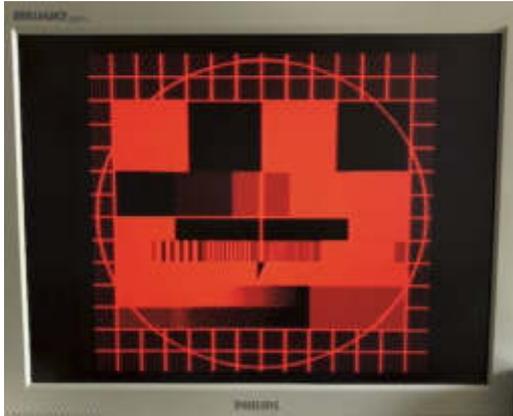


Abbildung 11

Ändert man den Wert im Maskenregister auf %00001100 (Grün), so ergibt sich:

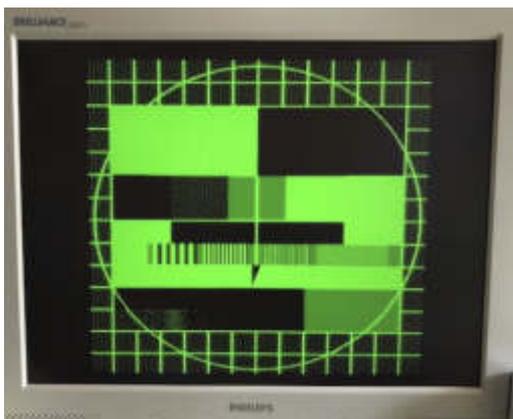


Abbildung 12

Ändert man den Wert im Maskenregister auf %00110000 (Blau), so ergibt sich:



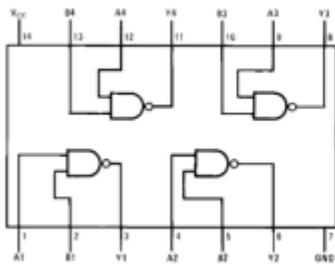
Abbildung 13

# 7 Anhang

## 7.1 Datenblätter TTL-Bausteine:

### 7.1.1 74LS00 / 74F00

Connection Diagram



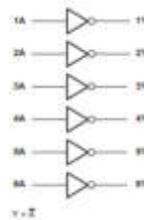
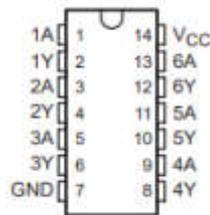
Function Table

$Y = \overline{AB}$

Inputs		Output
A	B	Y
L	L	H
L	H	H
H	L	H
H	H	L

H = HIGH Logic Level  
 L = LOW Logic Level

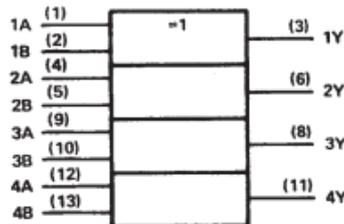
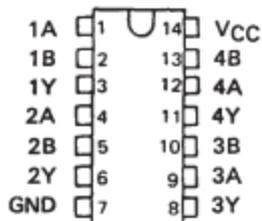
### 7.1.2 74F04



FUNCTION TABLE  
 (each inverter)

INPUT	OUTPUT
A	Y
H	L
L	H

### 7.1.3 74F86

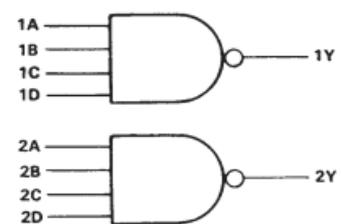
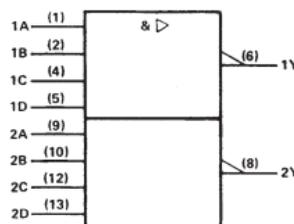
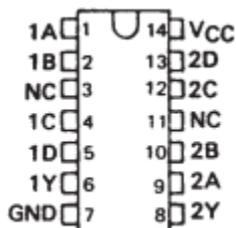


FUNCTION TABLE

INPUTS		OUTPUT
A	B	Y
L	L	L
L	H	H
H	L	H
H	H	L

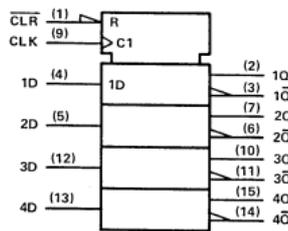
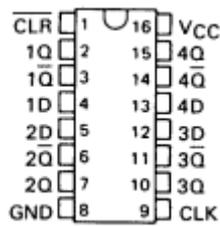
H = high level, L = low level

### 7.1.4 74S140



# CLUT – Colour Lookup Table der COL256 für den NDR-Klein-Computer

## 7.1.5 74LS175

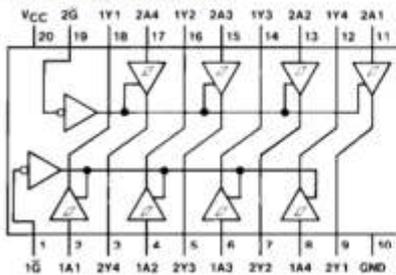


**FUNCTION TABLE  
(EACH FLIP-FLOP)**

INPUTS		OUTPUTS		
CLEAR	CLOCK	D	Q	Q̄†
L	X	X	L	H
H	↑	H	H	L
H	↑	L	L	H
H	L	X	Q <sub>0</sub>	Q̄ <sub>0</sub>

## 7.1.6 74LS244

Connection Diagram



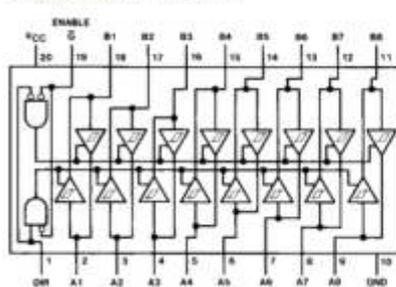
Function Table

Inputs		Output
G	A	Y
L	L	L
L	H	H
H	X	Z

L = LOW Logic Level  
 H = HIGH Logic Level  
 X = Either LOW or HIGH Logic Level  
 Z = High Impedance

## 7.1.7 74LS245 / 74LS645

Connection Diagram



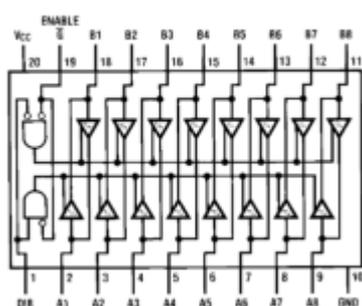
Function Table

Enable	Direction Control	Operation
G	DIR	
L	L	B Data to A Bus
L	H	A Data to B Bus
H	X	Isolation

H = HIGH Level  
 L = LOW Level  
 X = Irrelevant

## 7.1.1 74LS688

Connection Diagram



Function Table

Control Inputs		DM74LS645
G	DIR	
L	L	B data to A bus
L	H	A data to B bus
H	X	Isolation

H = HIGH Level  
 L = LOW Level  
 X = Irrelevant

## 7.2 Verweis auf Datenblätter komplexer Bausteine und Spezifikationen / Quellennachweis

Baustein/Objekt	Typ	Datei
CLUT-Karte	Alte Dokumentation	CLUT_BAU.PDF
IMSG170 (Colour-Lookup-Table)	Datenblatt	IMSG170.pdf
IMSG171 (Colour-Lookup-Table / Nachfolger IMSG170)	Datenblatt	IMSG171.pdf
AD724 (FBAS-Mischer)	Datenblatt	AD724.pdf
LM334 (Einstellbare Stromquelle für IMSG170 / IMSG171)	Datenblatt	LM334.pdf

Tabelle 3