

Spezifikation

NKCCAM – die Kameralösung für den NDR-Klein-Computer



Version 1.1

Idee:

Sascha Neuschl
 Pirolweg 21
 48167 Münster
 Email: scn69@gmx.de

Dokumentenhistorie

Version	Autor(en)	Änderung	Datum
1.0	Neuschl, Sascha	Erste Version	26.10.2020
1.1	Neuschl, Sascha	Erweiterung um I2C-Schnittstelle, industrielle Platinen	25.03.2021

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort.....	4
1.1	Idee.....	4
1.2	Ansatz.....	4
1.3	Aktueller Stand	4
2	Beschreibung des Konzepts	4
3	Schaltungsprinzip.....	5
3.1	Hauptkarte	5
3.2	Treiberkarte	6
4	I2C-Level-Shift mit BSS88 oder ZVNL120 auf 3,3 Volt	6
5	Schaltplan, Layout, Bestückungsplan und Stückliste	7
5.1	Schaltplan:	7
5.2	Bestückungsplan:	10
5.3	Stückliste:	11
6	Anmerkungen.....	13
6.1	Eingänge und Ausgänge:	13
6.2	Allgemeines Verhalten:.....	13
7	Aufbau und Test der CAM - Baugruppen	14
7.1	Anwendungsprogramm	14
8	Anhang.....	17
8.1	Datenblätter TTL-Bausteine:	17
8.1.1	74LS00	17
8.1.2	74LS32	17
8.1.3	74LS139	17
8.1.4	74LS244	18
8.1.5	74LS373	18
8.1.1	74LS688	18
8.2	Verweis auf Datenblätter komplexer Bausteine und Spezifikationen / Quellennachweis	19

1 Vorwort

1.1 Idee

Neben dem Einsatz des NKC für Audio-Aufgaben (Tuner, CD-Player, SPEECH und SOUND) wollte ich ihn schon immer mal für Bildverarbeitung einsetzen. Erste Idee war, einen Scanner zu bauen. Ich wollte dafür einen alten Matrixdrucker verwenden und den Kopf mit einem Fototransistor bestücken.

Aber dann lief mir dieses VGA-Keramodul **OV7670 von OmniVision - mit FIFO-RAM** - über den Weg ...

1.2 Ansatz

Das Keramodul sollte die Bildaufnahme viel einfacher machen - ohne Ansteuerung irgendwelcher Schrittmotoren - und es ist via I2C ansteuerbar. Mit dem FIFO-RAM kann ein Bild (Frame) gespeichert und „langsam“ vom NKC ausgelesen werden.

Dieses Modul ist billig und besitzt ausreichende Qualität. Es ist allerdings nur mit seinen gesamten Möglichkeiten dokumentiert und kaum mit in der Realität verwendbaren Einstellungen. Die Diskussionen um die Einstellung des Moduls im Internet sind endlos.

Zwar gibt es viele Projekte im Internet mit dem arduino, aber sie verwenden meist VGA-Auflösung, was für unsere COL256-Grafikkarte unbrauchbar ist. Zwar besitzt das Keramodul Skalierungsfunktionen, aber deren Anwendung beeinflusst in der Folge sehr viele andere Einstellungen. Deshalb war es langwierig, ein Programm mit den richtigen Einstellungen zu schreiben, damit ein mit der Kamera aufgenommenes Bild korrekt mit der COL256 angezeigt wird.

Des Weiteren wird in den Projekten im Internet das Keramodul oft direkt auf die Karte für den Betrieb gesteckt. Das macht für den Einsatz der Kamera wenig Sinn. Sie wird hier über eine Anschlussleitung angeschlossen, was dann eine weitere kleine Treiberkarte an der Kamera mit Bustreibern erforderlich macht. Zudem wird diese Platine mit 12 Volt versorgt. Die notwendigen Spannungen für die Bustreiber und die Kamera werden mit Spannungsreglern erzeugt, um eine stabile Spannungsversorgung am Ende der Anschlussleitung zu haben.

1.3 Aktueller Stand

Es gibt jetzt industrielle Platinen für die Hauptkarte und die Treiberkarte.

Zusätzlich zu der Anschlussfunktion der Kamera habe ich eine I2C-Schnittstelle auf die Hauptkarte gebracht. Die Beschreibung dazu findet sich in der Spezifikation der NKC-Tunerkarte.

Ein Anwendungsprogramm in Version 1.0 liegt vor.

2 Beschreibung des Konzepts

In diesem Projekt wird das Keramodul **OV7670 mit FIFO-RAM** an den I2C-Bus angeschlossen um Einstellungen vornehmen zu können. Eine I2C-Schnittstelle befindet sich auf der Hauptkarte.

Des Weiteren werden Steuersignale bedient, die das Schreiben eines Bildes (Frame) in das FIFO-RAM durch die Kamera und dessen Auslesung durch den NKC ermöglichen.

Die Daten aus dem FIFO-RAM werden parallel mit 8 Datenleitungen übertragen.

Als Anzeigemedium wird die COL256-Karte eingesetzt.

Das Keramodul wird via eine Treiberkarte mit einer Anschlussleitung an die Hauptkarte angebunden.

3 Schaltungsprinzip

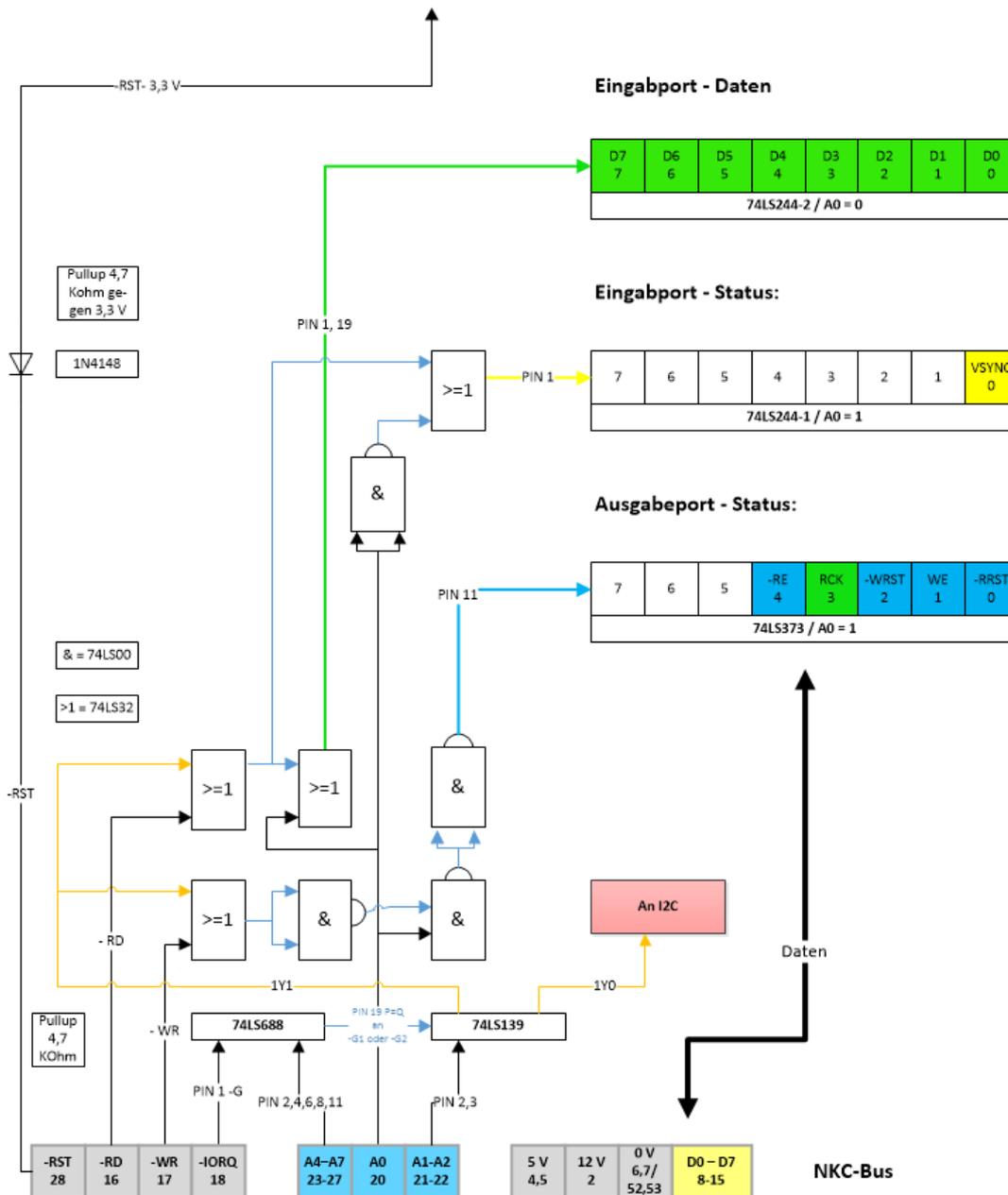
3.1 Hauptkarte

NKC – CAM – Prinzipschaltbild Hauptkarte

Separater 12 V – Anschluss:

Stiftleiste Kameraanschluss:

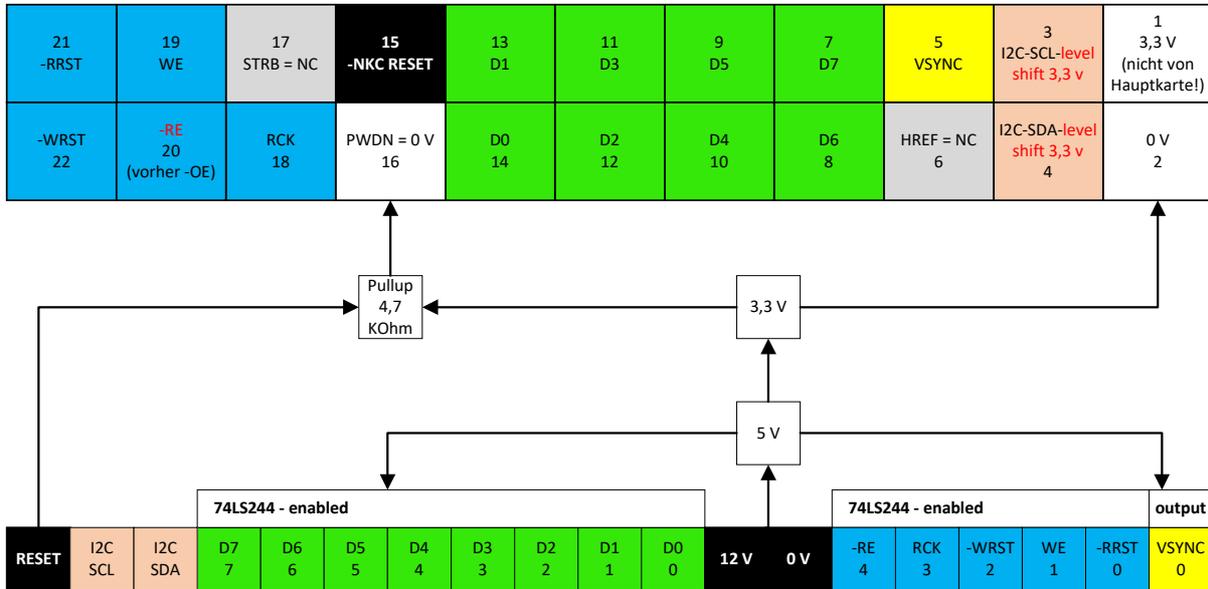
12 V	21 -RRST	19 WE	17 STRB = NC!	15 -NKC RESET	13 D1	11 D3	9 D5	7 D7	5 VSYNC	3 I2C-SCL- level shift 3,3 v	1 3,3 V Treiberkar- te = NC!
12 V	-WRST 22	-RE 20	RCK 18	PWDN = 0 V 16	D0 14	D2 12	D4 10	D6 8	HREF = NC! 6	I2C-SDA- level shift 3,3 v 4	0 V 2



3.2 Treiberkarte

NKC – CAM – Prinzipschaltbild Treiberkarte

Buchsenleiste Kamera:

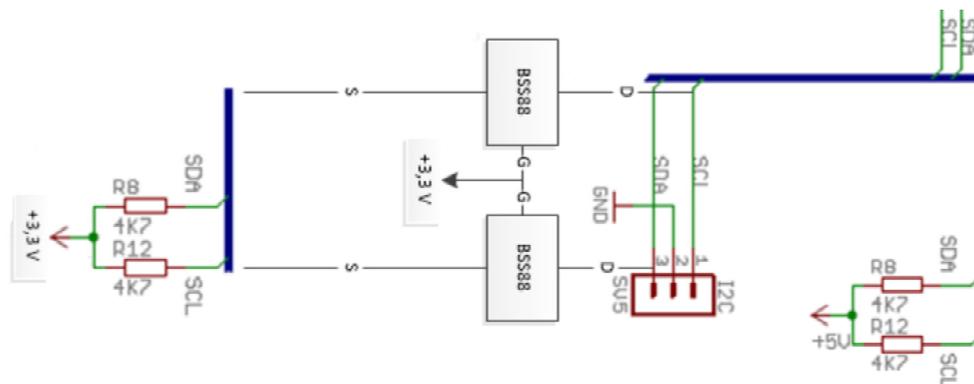


Stiftleiste: Von Kamerakarte über Anschlussleitung (ohne PIN 1 – 3,3 V)

4 I2C-Level-Shift mit BSS88 oder ZVNL120 auf 3,3 Volt

Das Kameramodul benötigt I2C-Bus-Signale mit dem Spannungslevel 3,3 Volt statt im Standard 5 Volt. Dies lässt sich mit 2 FETs vom Typ BSS88 oder ZVNL120 einfach umsetzen. Es können auch andere FET-Typen eingesetzt werden, solange **VGSTH < 2 Volt** ist!

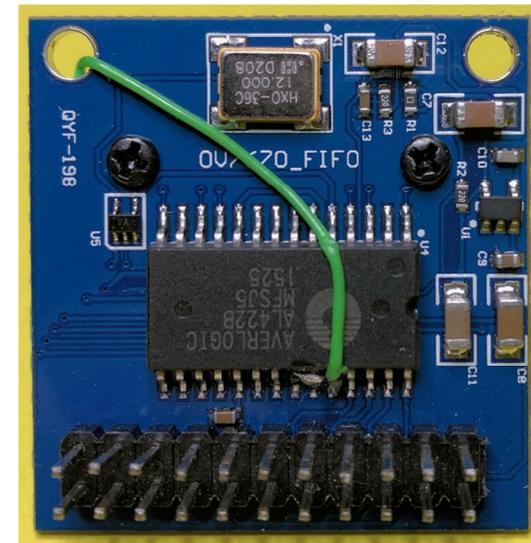
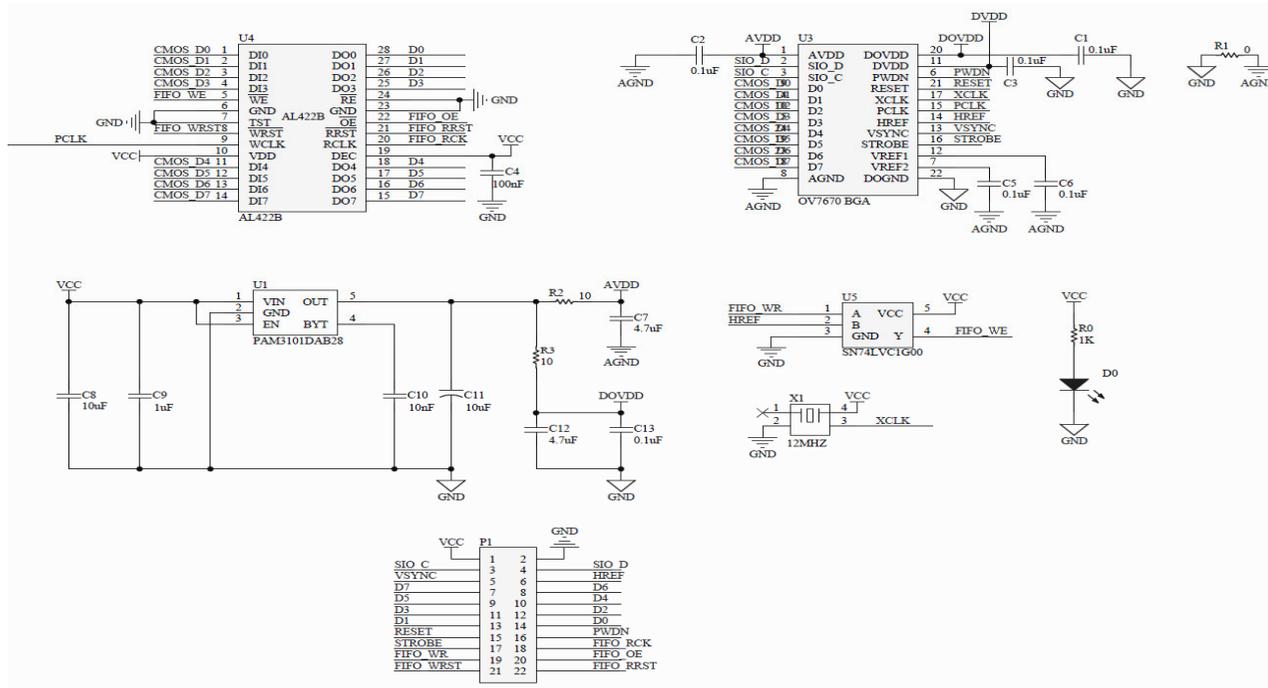
Bei einer langen Anschlussleitung kann man aber auch mit den 5 Volt arbeiten. Eine Messung gibt Aufschluss darüber, was am Ende beim Kameramodul ankommt.



5 Schaltplan, Layout, Bestückungsplan und Stückliste

5.1 Schaltplan:

Kameramodul:

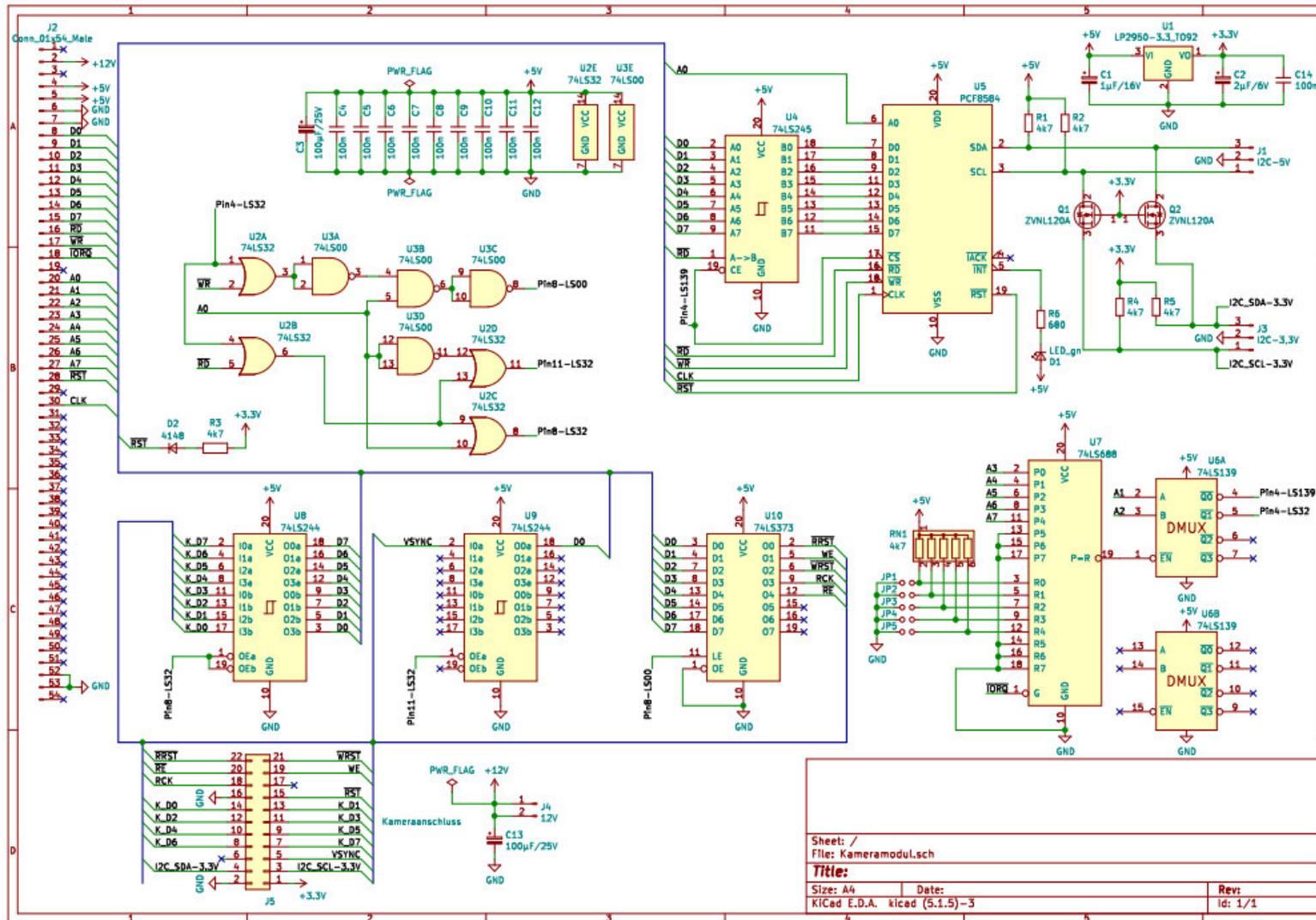


Achtung: Bei den aus China zu beziehenden Kameramodulen mit FIFO-RAM liegt das Signal –RE (READ Enable) fest auf 0 Volt! Laut Spezifikation des FIFO-RAMS ist das aber verboten, wenn das Signal –RRST (Read Pointer Reset) von „0“ auf „1“ wechselt! In meinem Design führt das zu Fe-hlern, beim arduino anscheinend meistens nicht. Der arbeitet aber auch mit höheren Taktfrequenzen.

Deshalb habe ich auf dem Modul das Signal –OE fest auf 0 Volt gelegt und das Signal –RE statt –OE an die Stiftleiste geführt!

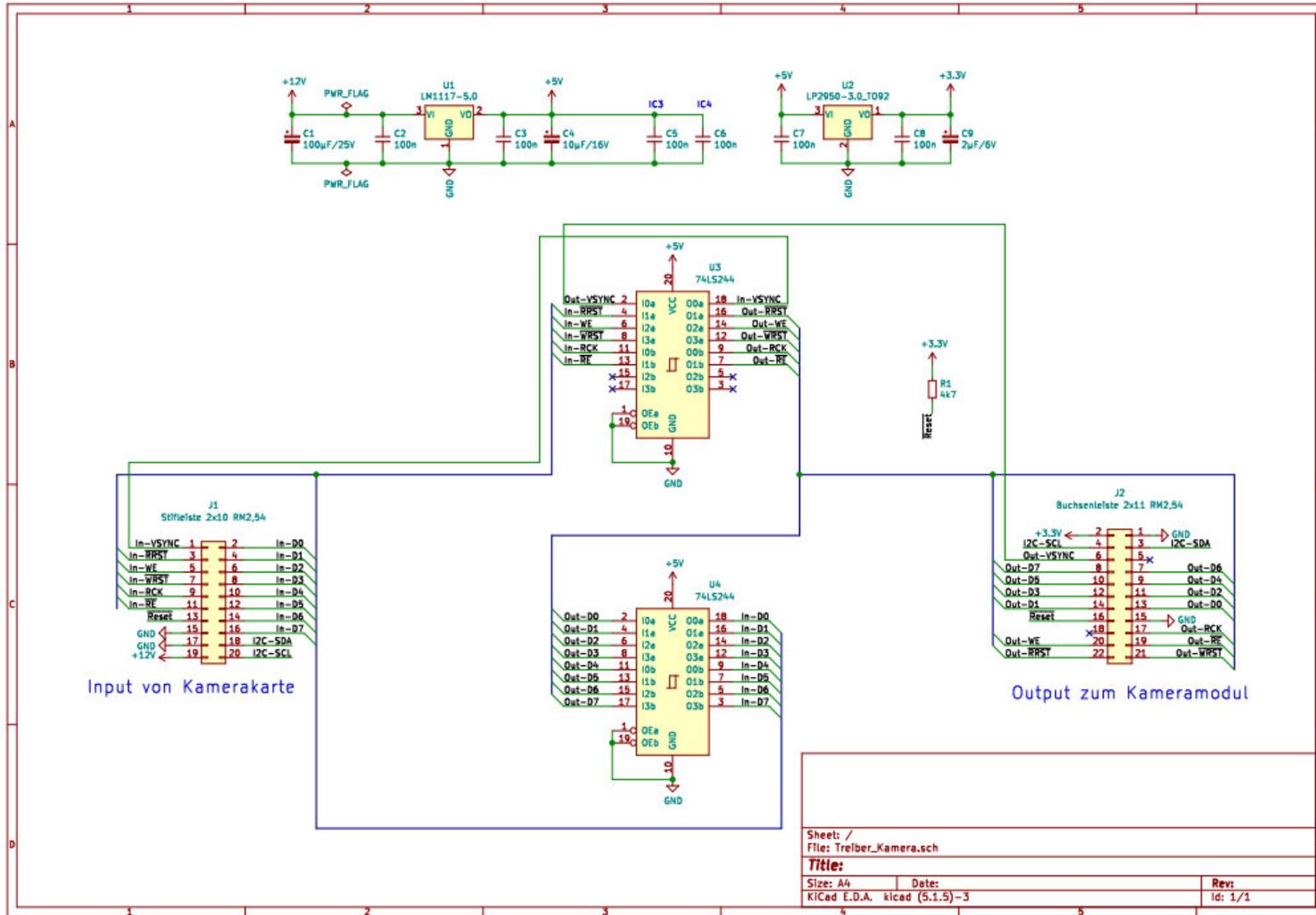
NKCCAM – die Kameralösung für den NDR-Klein-Computer

Hauptkarte:



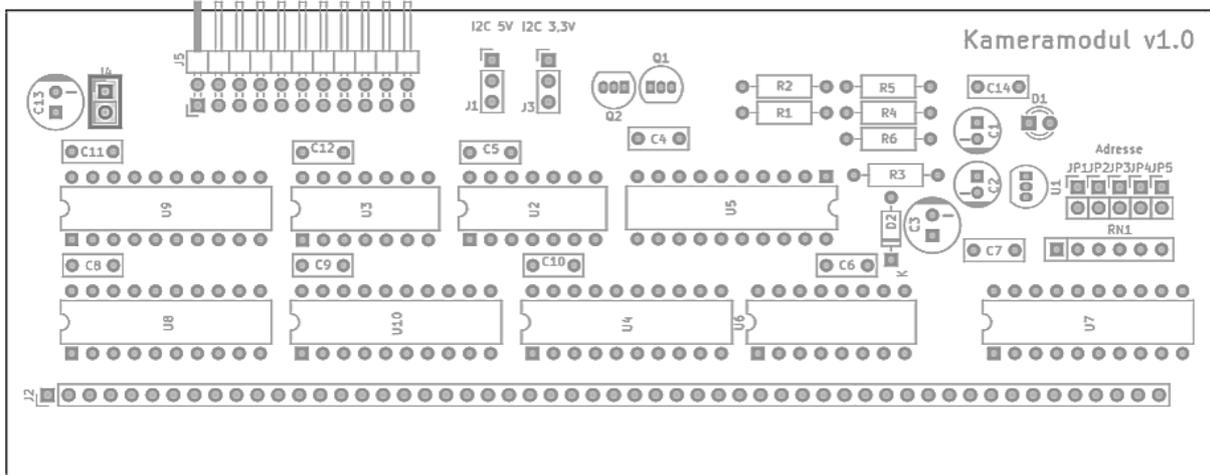
NKCCAM – die Kameralösung für den NDR-Klein-Computer

Treiberkarte:

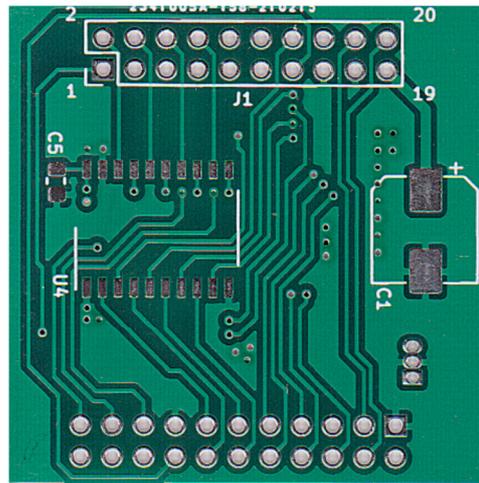
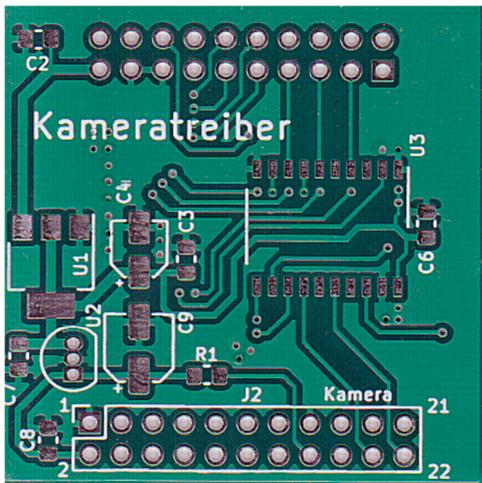


5.2 Bestückungsplan:

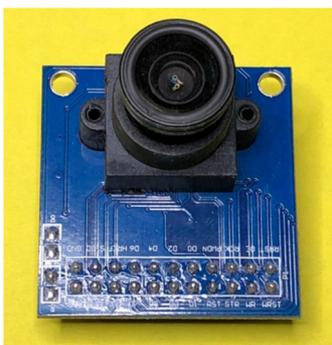
Hauptplatine:



Treiberplatine:



Kameramodul:



5.3 Stückliste:

Mechanisch:

Gehäuse und Standfuß für Kameramodul und Treiberkarte	1 Stück
Hauptplatine 15 cm X 5,5 cm	1 Stück
Treiberplatine 4 cm X 4 cm	1 Stück
Stiftleiste - einreihig, abgewinkelt, 54 polig (J2 – NKC Bus)	1 Stück
Stiftleiste - zweireihig, gerade, 10 polig (JP1-JP5 – Adresse)	1 Stück
Stiftleiste - zweireihig, gerade, 22 polig (Verbindungsleitung Kamera)	2 Stück
Stiftleiste - einreihig, grade, 2 polig (J4 - Verbindungsleitung 12 Volt)	1 Stück
Stiftleiste - einreihig, grade, 3 polig (J1, J3 – I2C)	1 Stück
Buchsenleiste - zweireihig, gewinkelt, 22 polig (J5 – Kamera HPL)	1 Stück
Buchsenleiste - zweireihig, gerade, 22 polig (J2 – Kamera TPL)	1 Stück
Buchsenleiste - zweireihig, gerade, 20 polig (J1 – Kamera TPL)	1 Stück
IC-Fassung - 14 polig	2 Stück
IC-Fassung - 16 polig	1 Stück
IC-Fassung - 20 polig	6 Stück

Widerstände (1/4 Watt):

680 Ω (R6)	1 Stück
4,7 K Ω (R1-R5 - I2C Level Shift und Pullup –RESET)	5 Stück
4,7 K Ω SMD (R1 - Pullup –RESET – Kamera TPL)	1 Stück
Netzwerk 4,7 K Ω 6/5 (RN1 – Adresseinstellung)	1 Stück

Kondensatoren:

100 nF – Keramik (C4-C12, C14 – Abblock-Cs für ICs / Spg-Regler)	10 Stück
100 nF – Keramik SMD (C2, C3, C5-C8 – Abblock-Cs TPL)	10 Stück
1 μ F / 16 V (C1 - Stützkondensator für 3,3 Volt)	1 Stück
2 μ F / 16 V (C2 - Stützkondensator für 3,3 Volt)	1 Stück
10 μ F / 16 V SMD (C4, C9 C1 - Stützkondensator für 5 / 3,3 Volt TPL)	2 Stück
100 μ F / 25 V (C3, C13 – Stützkondensatoren für 5 Volt, 12 Volt)	2 Stück
100 μ F / 25 V SMD (C1 – Stützkondensator für 12 Volt TPL)	1 Stück

Dioden:

LED 3mm grün low current (D1)	1 Stück
1N4148 (D2)	1 Stück

FET:

BSS88 / ZVNL120 o. ä. mit VGSTH < 2 Volt (Q1, Q2 – I2C Lvel Shift)	2 Stück
--	---------

NKCCAM – die Kameralösung für den NDR-Klein-Computer

Spannungsregler:

78L3,3 (U1 – I2C HPL und U2 Kamera TPL)	2 Stück
7805 (U1 – Spannungswandler für Bus-Treiber auf TPL)	1 Stück

TTL:

74 LS 00 (U3)	1 Stück
74 LS 32 (U2)	1 Stück
74LS 139 (U6)	1 Stück
74 LS 244 (U8, U9)	2 Stück
74LS244 SMD (U3, U4 TPL)	2 Stück
74 LS 245 (U4)	1 Stück
74 LS 373 (U10)	1 Stück
74 LS 688 (U7)	1 Stück

I2C-Prozessor:

PCF8584 (U5)	1 Stück
--------------	---------

6 Anmerkungen

6.1 Eingänge und Ausgänge:

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

Steckverbinder	Beschreibung	Bemerkung
Adressjumper (JP1-JP5)	Jumper zur Einstellung der NKC-IO-Adresse der Hauptkarte	Im Anwendungsprogramm ist die IO-Adresse \$FFFFFF58 verwendet.
Anschlussstecker Kamera (J5)	Anschluss der Kamera	<ol style="list-style-type: none"> 1) Direkter Anschluss 2) Über die Anschlussleitung mit Treiberkarte
12 Volt - Anschlussstecker (J4)	12 Volt-Versorgung der Treiberkarte	Wenn das Kameramodul nicht direkt an der Hauptkarte, sondern über die Anschlussleitung mit Treiberkarte betrieben wird, dann muss die Anschlussleitung mit J2 und J4 verbunden werden!
I2C-Bus 5 Volt (J1)	I2C-Bus 5 Volt	---
I2C-Bus 3,3 Volt (J3)	I2C-Bus 3,3 Volt	---

6.2 Allgemeines Verhalten:

Beim Betrieb der Haupt- und der Treiberkarte traten keine instabilen Situationen auf.

7 Aufbau und Test der CAM - Baugruppen

Es existieren jetzt industriellen Platinen für die Haupt- und die Treiberplatine. Die Treiberkarte kann entfallen wenn man das Kameramodul über eine kurze Anschlussleitung betreibt.

7.1 Anwendungsprogramm

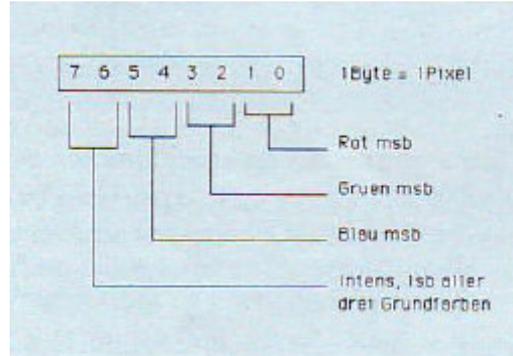
Die Karte wird mit dem Grundprogramm für 68xxx unter JADOS getestet:

- **Voraussetzungen:**
 - o I2C-Bus-Schnittstelle mit I2C-Prozessor PCF8584:
 - Datenregister = \$ffff58*CPU
 - Control-/Statusregister = \$ffff59*CPU
 - o I2C-Adressen des Kameramoduls:
 - Schreiben = \$42
 - Lesen = \$43
 - o Steuersignale:
 - Lesen = \$ffff5A*CPU
 - Schreiben = \$FFFFFF5B*CPU
 - o Ablage des Bildes aus dem FIFO-RAM des Kameramoduls im NKC-Speicher / Speicherfenster der COL256:
 - 64K-Bank ab Adresse = \$90000

- **Funktionen:**
 - o Anzeige von Datum und Zeit
 - o Anzeige von Status und Modus
 - o Prüfung, ob ein Kameramodul angeschlossen ist, durch Lesen der DEVICE ID.
 - o Prüfung, ob JADOS geladen ist, durch Suche in der Bibliothek.
 - o Bedienung:
 - **Scan** – Aufnahme eines Bildes und Anzeige via COL256
 - **Clear** – Löschen des Bildes auf der COL256
 - **Mode:**
 - video – Anzeige eines aufgenommenen Bildes
 - test – Anzeige des internen Testbilds des Kameramoduls
 - JADOS-Funktionen über JADOS-TRAPS:
 - **Save** – Speichern eines Bildes als Datei unter JADOS
 - **Load** – Laden einer Datei aus JADOS und Anzeigen des Bildes
 - **Dir** – zeigt den Verzeichnisinhalt des aktuellen JADOS-Laufwerks mit maximal 32 Dateinamen (8 Zeilen mit 4 Spalten)
 - **Drive** – Auswahl des aktuellen JADOS-Laufwerks
 - **ESCAPE** – Ende
 - **Bildeinstellung:**
 - **Brightness** – Helligkeit in 5 Schritten von -2 bis +2
 - **Contrast** – Kontrast in 5 Schritten von -2 bis +2

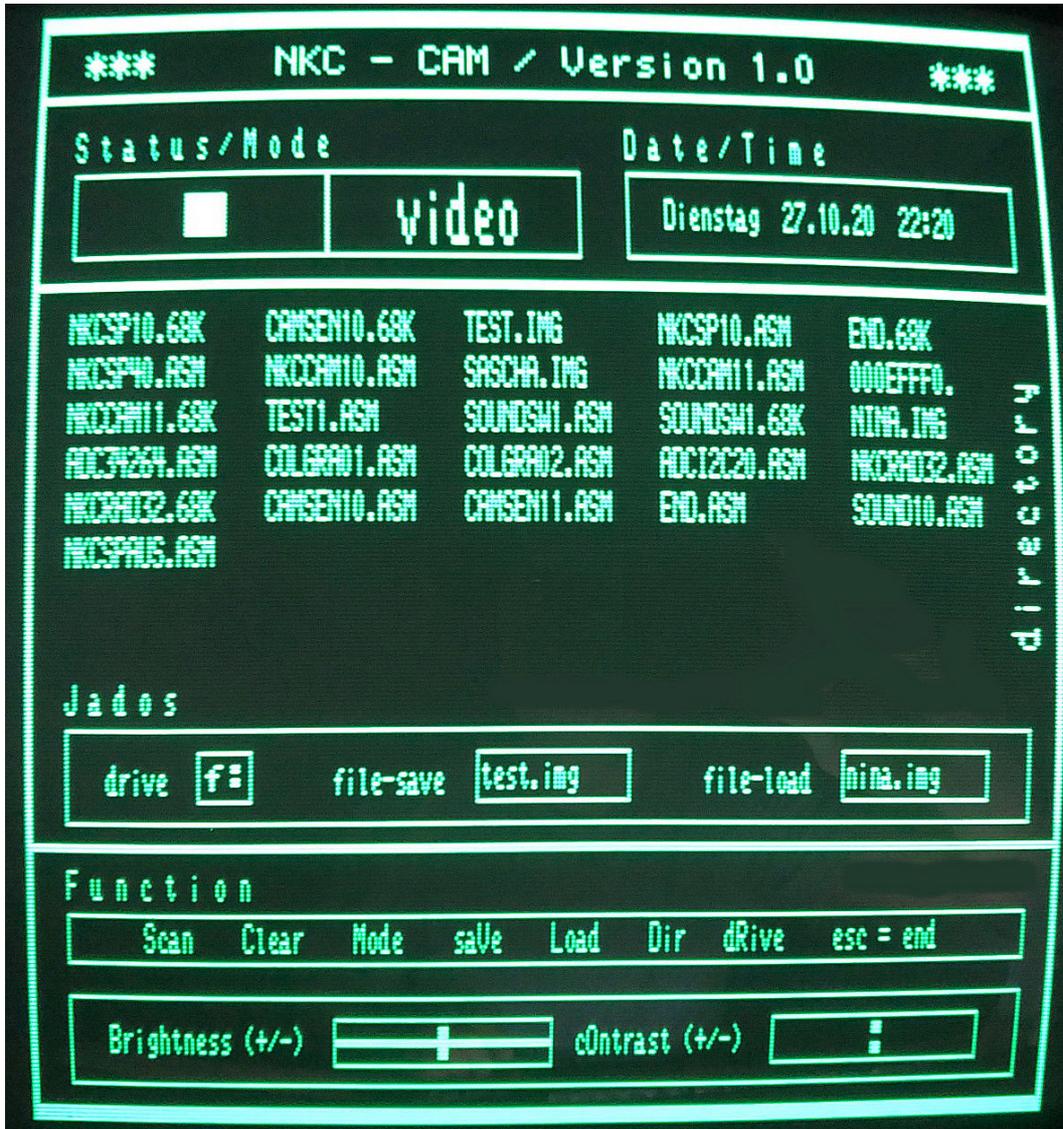
- **Bildeinstellungen:**
 - o Skalierung des VGA-Bildes der Kamera auf **QVGA** (320 X 240 Bildpunkte)
 - o Definition eines Bildfensters von 256 X 240 Bildpunkten als **Zielformat** für die COL256
 - o Bildformat = RGB444
 - wobei für das NKC Zielformat eines Bildpunkts nur die beiden höherwertigen Bits jeder Farbe verwendet werden.
 - Die Intensität berechne ich als Veroderung der Bit-Werte aller 3 Farben.

NKCCAM – die Kameralösung für den NDR-Klein-Computer



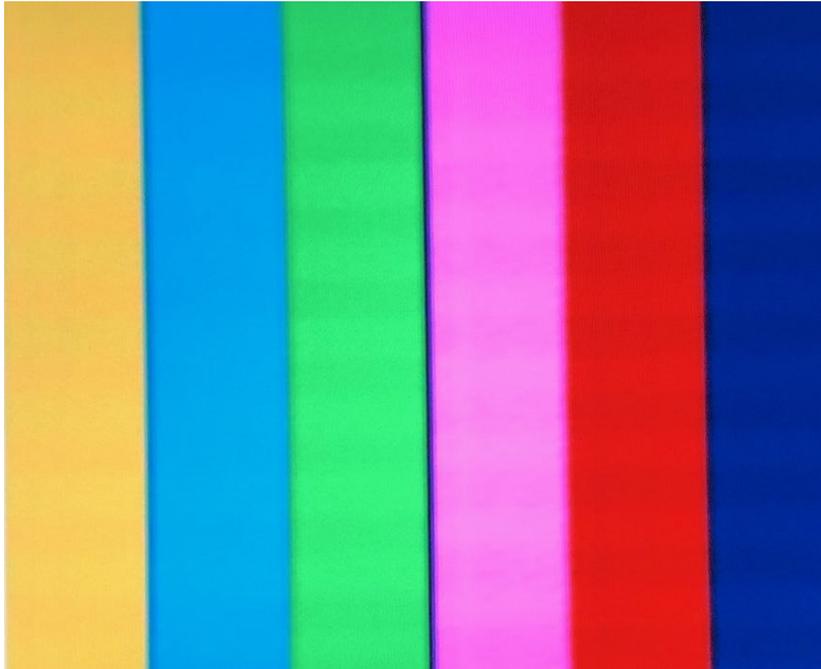
- **Andere Kameraeinstellungen:**
 - o Die anderen Kameraeinstellungen sind dem OV76 - software application note in Verbindung mit dem OV7670- data sheet entnommen.

Bildschirmmaske:



NKCCAM – die Kameralösung für den NDR-Klein-Computer

Testbild:



Scanbild:



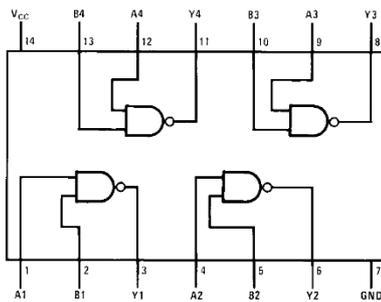
Anmerkung: Das Bild ist von einem 21 Zoll-Bildschirm aufgenommen. Wählt man einen kleineren Bildschirm, sieht das Bild durch die natürliche Integration des Auges realitätsnäher aus.

8 Anhang

8.1 Datenblätter TTL-Bausteine:

8.1.1 74LS00

Connection Diagram



Function Table

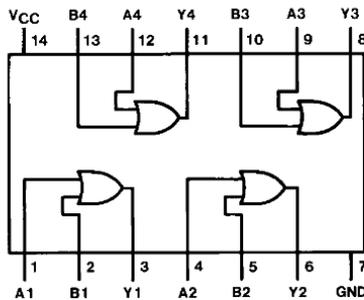
$$Y = \overline{AB}$$

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

8.1.2 74LS32

Connection Diagram



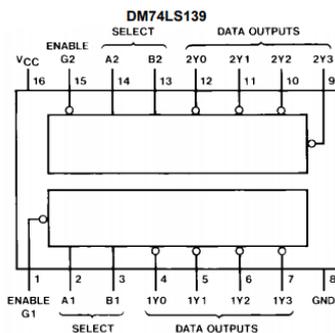
Function Table

$$Y = A + B$$

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

H = HIGH Logic Level
 L = LOW Logic Level

8.1.3 74LS139

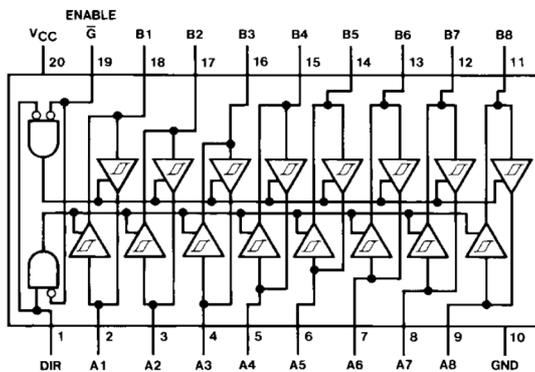


DM74LS139

Inputs			Outputs			
Enable	Select		Y0	Y1	Y2	Y3
G	B	A				
H	X	X	H	H	H	H
L	L	L	L	H	H	H
L	L	H	H	L	H	H
L	H	L	H	H	L	H
L	H	H	H	H	H	L

8.1.4 74LS244

Connection Diagram

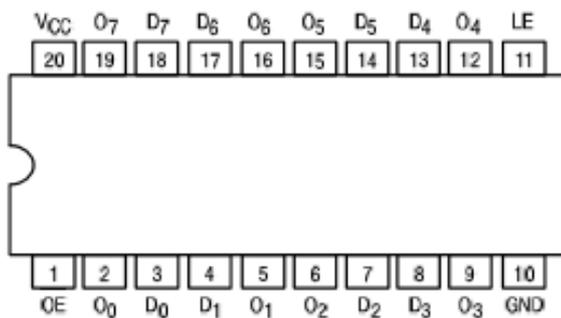


Function Table

Enable \overline{G}	Direction Control DIR	Operation
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

8.1.5 74LS373

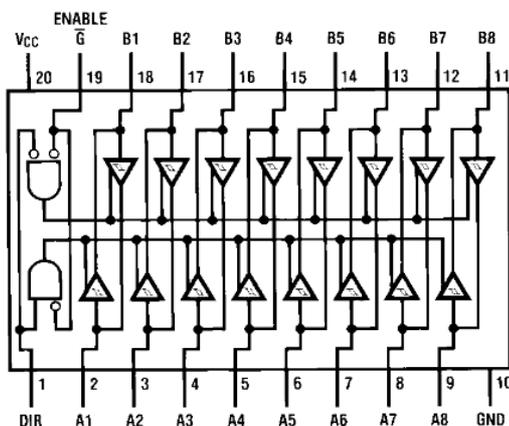


D_n	LE	OE	O_n
H	H	L	H
L	H	L	L
X	L	L	Q_0
X	X	H	Z^*

H = HIGH Voltage Level
 L = LOW Voltage Level
 X = Immaterial
 Z = High Impedance

8.1.1 74LS688

Connection Diagram



Function Table

Control Inputs		DM74LS645
\overline{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

8.2 Verweis auf Datenblätter komplexer Bausteine und Spezifikationen / Quellennachweis

Baustein/Objekt	Typ	Datei
Kameramodul OV7670	Datenblatt	OV7670_data_sheet.pdf
Kameramodul OV7670	Implementation Guide	OV7670_implementation_guide.pdf
Kameramodul OV7670	Software Application Note	OV7670_software_application_note.pdf
Kameramodul OV7670	SCCB Bus (I2C)	OV_SCCB_bus.pdf
FIFO-RAM AL422B	Datenblatt	AL422B.pdf
PCF8584	Datenblatt	PCF8584.pdf