



CAS-NEO

CAS und Kassettenrecorder Ersatz
mit Erweiterungen zum SD-Card zugriff
für den NDR-Klein-Computer

Stand: August 2017

Copyright © by Jens Mewes

Wichtiger Hinweis:

Die in dieser Anleitung wiedergegebenen Schaltungen und Verfahren werden ohne Rücksicht auf die Patentlage oder Lizenzrechte Dritter mitgeteilt. Sie sind ausschließlich für private Zwecke und Lehrzwecke bestimmt und dürfen nicht gewerblich genutzt werden.

Alle Schaltungen und technische Angaben in dieser Anleitung wurden vom Autor sorgfältig erarbeitet bzw. zusammengestellt. Trotzdem sind Fehler nicht auszuschließen. Daher kann der Autor weder eine Garantie noch die juristische Verantwortung oder irgend eine Haftung für Folgen, die auf fehlerhafte Angaben zurückgehen, übernehmen. Für die Mitteilung eventueller Fehler ist der Autor jederzeit dankbar.

Die Rechte an Firmennamen, Logos und Warenzeichen, die in dieser Anleitung genannt werden, liegen bei den jeweiligen Inhabern.

Sehr bedanken möchte ich mich an dieser Stelle bei Ingo aka. Deff für das Erstellen der Platinenlayouts.

Jens Mewes

Inhaltsverzeichnis

Wichtiger Hinweis:.....	1
Vorwort.....	4
Kurzbeschreibung der Funktion	4
Bedienung	5
Das Datenregister:	5
Das Command-/Statusregister:	5
CAS-Modus	6
Initialisierung (Command-Register):	6
Mögliche Meldungen nach der Initialisierung:	6
Einstellen des Datei(teil)namen	7
Speichern von Daten	8
Mögliche Fehlermeldungen (Aufnehmen):	8
Laden von Daten	9
Mögliche Fehlermeldungen (Abspielen):.....	9
DISC-Modus (Festplatten Modus).....	10
Initialisierung (Command-Register):	10
Antwort nach Initialisierung (Datenregister):	10
Befehle (Datenregister):.....	10
0x31 xxxx Setze Sektor.....	10
0x32 Lese Sektor	10
0x33 Schreibe Sektor.....	10
FAT-Modus.....	11
Initialisierung (Command-Register):	11
Antwort nach Initialisierung (Datenregister):	11
Befehle:.....	12
0x20 DIR / LS Verzeichnis ausgeben	12
0x21 CD Verzeichnis wechseln.....	12
0x22 MKDIR Verzeichnis anlegen	12
0x23 RM Verzeichnis/Datei löschen	12
0x24 OPEN Datei öffnen.....	13
0x25 CLOSE Datei schließen	13
0x26 CREATE Anlegen einer Datei	13
0x29 BLOAD Laden einer Binärdatei	13
0x2a BSAVE Speichern einer Binärdatei.....	14

0x2b	TLOAD Laden einer Textdatei.....	14	
0x2c	TSAVE Speichern einer Textdatei.....	14	
0x2d	EXIST Vorhandensein einer Datei prüfen	14	
0x2e	TEST Interaktiver FAT-Modus.....	15	
Aufbau	.....	16
Hauptplatine	.....	16
Stückliste	.....	16
Bestückungsplan	.....	17
Jumpereinstellung	.....	17
Bedienteil	.....	18
Stückliste	.....	18
Bestückungsplan Rückseite	.....	19
Bestückungsplan Vorderseite	.....	20
Verbindungskabel	.....	21
Schaltplan Hauptplatine	.....	22
Layout Hauptplatine	.....	23
Bestückungsseite	.....	23
Lötseite	.....	24
Schaltplan Bedienteil	.....	25
Layout Bedienteil	.....	26
Vorderseite	Rückseite	26

Vorwort

Mitte der 1980er Jahre, als der NKC entwickelt wurde, waren Massenspeicher rar und teuer. Es lag daher nahe, den in praktisch jedem Haushalt vorhandenen Kassettenrecorder, dafür zu "missbrauchen". Dafür wurde das serielle Interface CAS entworfen.

Heutzutage sind Kassettenrecorder eine Rarität und Kassetten werden schon länger nicht mehr produziert.

Aufgrund dieses Umstandes entstand die Idee, ein Interface zu entwickeln, dass moderne Speichermedien verwendet, aber keinerlei Änderung an der alten Software verlangt.

Das Ergebnis ist die CAS-Neo.

Die CAS-Neo vereint die Funktionalität der alte CAS-Karte sowie den Kassettenrecorder auf zwei Platinen - der Hauptplatine sowie dem Bedienteil.

Kurzbeschreibung der Funktion

Die alte CAS-Karte wird, soweit nötig, durch TTL ICs nachgebildet. Die Aufzeichnung der Daten, die Verwaltung der (Mikro-) SD-Karte und des FAT-Dateisystems übernimmt ein AVR vom Typ ATMega644.

Im Bedienteil sorgt ein ATMega88 für die Ansteuerung der Siebensegmentanzeige und die Abfrage der Tasten.

Zwischen beiden Teilen erfolgt die Kommunikation über eine serielle Verbindung.

Die CAS-Neo verfügt über 3 verschiedene Arbeitsmodi, welche durch die Initialisierungssequenz ausgewählt werden.

Bedienung

Die CAS-Neo verfügt wie die alten CAS-Karte mit dem 6850 über 2 Register.

Das Datenregister:

Hierüber erfolgt der Datenaustausch zwischen dem NKC und dem ATmega644. Die Standardadresse ist 0xCB bzw. \$FFFFFFCB.

Das Command-/Statusregister:

Die Standardadresse ist 0xCA bzw. \$FFFFFFCA.

Das Commandregister (nur schreibend) verfügt nur über die Bits #0 und #1. Darüber wird der Reset generiert sowie der Modus ausgewählt. Die Moduswahl erfolgt nur nach einem vorherigen Reset.

Kommandos:

0x53 (0x03) Reset
0x52 (0x02) FAT-Modus
0x51 (0x01) Disc-Modus
0x50 (0x00) CAS-Modus

Die Werte in Klammern stellen den eigentlichen Befehl dar. Die vorderen Werte sind analog und werden von der alten CAS Software (0x53 und 0x50) verwendet

Das Statusregister (nur lesend) besitzt 8 Bit von denen aktuell aber nur 3 verwendet werden. Die Bits #0 und #1 sind in ihrer Funktion identisch mit denen des 6850 auf der alten CAS und stellen die Handshake-Signale für den Datenaustausch über das Datenregister dar.

Bit #0 1=Receive-Daten sind da

Bit #1 1=Transmitter ist leer

Bit #7 1=Statusbyte liegt am Datenregister an (nur FAT-Modus)

CAS-Modus

Die ist der Modus, der einen Kassettenrecorder emuliert. Die Bedienung ist ähnlich der eines echten Kassettenrecorders. Dazu dienen die Tasten und die Anzeige des Bedienteils. Auf der SD-Karte muss ein Verzeichnis Namens CAS angelegt sein, da bei FAT16 sonst max. 512 Dateien (im Root-DIR) gespeichert werden könnten. Die CAS-Neo bietet aber die Möglichkeit bis zu 10.000 Dateien zu verwalten.

Die einzelnen „Aufnahmen“ sind jeweils eine Datei, deren Name sich wie folgt zusammensetzt: FILExxxx.CAS.

Das xxxx steht für die am Bedienteil eingestellte Nummer.

Initialisierung (Command-Register):

0x53 (0x03) Reset

0x50 (0x00) CAS-Modus

Diese Initialisierungssequenz wird von den „alten“ Programmen automatisch vorgenommen.

Mögliche Meldungen nach der Initialisierung:



Meldung nach einem RESET. Wenn diese Meldung dauerhaft angezeigt wird, ist die Kommunikation zwischen Hauptplatine und Bedienteil unterbrochen.



Fehlermeldung, dass keine SD-Karte erkannt wurde. Leider gibt es (Mikro-)SD-Karten, die nicht mit diesem System zusammenarbeiten.



Fehlermeldung über eine nicht kompatible FAT-Formatierung. Es werden FAT16 und FAT32 unterstützt.



Fehlermeldung, dass benötigte Verzeichnis CAS ist nicht vorhanden.



Allgemeiner Fehler, falscher Befehl.

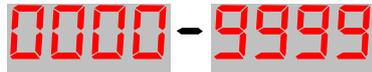
Wenn die Initialisierung erfolgreich war erscheint



auf der Siebensegmentanzeige.

Einstellen des Datei(teil)namen

Die Siebensegmentanzeige ist nicht mit dem Bandzählwerk des Kassettenrecorders vergleichbar, sondern gibt den Teilnamen der Datei an, die aktuell im Zugriff ist. Dieser baut sich wie folgt auf: FILExxxx.CAS. Die xxxx repräsentieren die Zahlen der Siebensegmentanzeige. Alle Dateien werden im Verzeichnis „CAS“ abgelegt.



Betriebsart des CAS-Modus

Zum Einstellen der Ziffern muss man

1. Den Knopf des Drehencoders drücken. Ein Segment blinkt dann.
2. Durch drehen des Encoderknopfes ist dann die gewünschte Ziffer einzustellen.

Diese beiden Punkte müssen für alle vier Ziffern durchgeführt werden.

Zum Abschluss noch einmal den Knopf drücken.

Sobald keine Ziffer mehr blinkt, ist der Dateiname eingestellt.

Speichern von Daten

Das Speichern der Daten erfolgt im Zusammenspiel mit dem jeweiligen NKC-Programm. Es sind von daher unterschiedliche Vorgehensweisen bei der Bedienung des NKCs notwendig.

Am Bedienteil wird der Knopf „Record“ gedrückt, es erscheint:



"Aufnehmen" einer Datei

auf der Siebensegmentanzeige.

Danach ist das Speichern auf der NKC-Seite zu starten.

Wenn das Speichern beendet ist, drückt man am Bedienteil den Knopf „Stop“, dies beendet die Aufzeichnung.

Es erscheint:



"Stoppen" einer Aufnahme bzw. einer Wiedergabe

Nach kurzer Zeit sollten wieder die Ziffern in der Anzeige erscheinen.

Mögliche Fehlermeldungen (Aufnehmen):

Nach drücken der „Record“ Taste erscheint nur:



Fehler beim "Aufnehmen"

Das bedeutet, dass die Hauptplatine nicht auf die Anforderung des Bedienteils reagiert. Dies kann auftreten, wenn die Hauptplatine einen vorherigen Befehl nicht oder nicht ganz abgearbeitet hat.

Nach drücken der „Stop“ Taste erscheint nur:



Fehler beim "Stoppen"

Auch hier bekommt das Bedienteil nicht die Bestätigung, dass die Aktion ausgeführt wurde. Passieren kann das, wenn bei der Datenübertragung Unstimmigkeit über die Anzahl zu transferierender Bytes zwischen NKC und CAS-Neo herrscht. Meist ist die „Aufnahme“ dennoch korrekt.

Laden von Daten

Das Laden der Daten erfolgt im Zusammenspiel mit dem jeweiligen NKC-Programm. Es sind von daher unterschiedliche Vorgehensweisen bei der Bedienung des NKCs notwendig.

Am NKC wird das Laden der Daten gestartet.

Am Bedienteil wird der Knopf „Play“ gedrückt, es erscheint:

 "Abspielen" einer Datei

Wenn das Laden des NKC-Programm beendet ist, drückt man am Bedienteil den Taster „Stop“. Dies beendet das Abspielen.

Es erscheint:

 "Stoppen" einer Aufnahme bzw. einer Wiedergabe

Nach kurzer Zeit sollten wieder die Ziffern in der Anzeige erscheinen.

Mögliche Fehlermeldungen (Abspielen):

Nach drücken der „Play“ Taste erscheint:

 Fehlermeldung, die gewünschte Datei ist nicht vorhanden,

oder:

 Fehler beim "Abspielen"

Das Bedeutet, dass die Hauptplatine nicht auf die Anforderung des Bedienteils reagiert. Dies kann auftreten, wenn die Hauptplatine einen vorherigen Befehl nicht oder nicht ganz abgearbeitet hat.

 Fehler beim "Stoppen"

Auch hier bekommt das Bedienteil nicht die Bestätigung, dass die Aktion ausgeführt wurde. Auftreten kann das bei Unstimmigkeiten über die Anzahl zu transferierender Bytes bei der Datenübertragung zwischen NKC und CAS-Neo.

DISC-Modus (Festplatten Modus)

Dieser Modus dient dem direkten Zugriff auf die SD-Karte, so wie es ein Betriebssystem benötigen würde.

Für den Disc-Modus ist das Bedienteil nicht notwendig. Es wird lediglich nach der Initialisierung der Status angezeigt

Initialisierung (Command-Register):

0x53 (0x03) Reset

0x51 (0x01) Disc-Modus

Antwort nach Initialisierung (Datenregister):

0x39 Ready, es können Befehle übergeben werden.

Anzeige Bedienteil: 

0xA0 Es konnte keine SD-Karte gefunden/identifiziert werden.

Anzeige Bedienteil: 

Befehle (Datenregister):

0x31 xxxx Setze Sektor

Nachdem der Befehl 0x31 ins Datenregister geschrieben wurde, muss die gewünschte Sektornummer ans Datenregister übergeben werden. Die Sektornummer besteht immer aus 4 Byte, wobei das höchstwertige zuerst gesendet werden muss.

0x32 Lese Sektor

Mit diesem Befehl, wird der CAS-Neo mitgeteilt, das der über Befehl 0x31 eingestellte Sektor, zum Lesen bereitgestellt werden soll. Im Anschluss müssen 512 Byte gelesen werden. Nach der Ausführung des Befehls, wird der interne Sektorzähler um eins erhöht.

0x33 Schreibe Sektor

Mit diesem Befehl wird das Schreiben des eingestellten Sektors gestartet. Im Anschluss daran müssen 512 Bytes geschrieben werden. Nach der Ausführung des Befehls, wird der interne Sektorzähler um eins erhöht.

FAT-Modus

Dieser Modus ermöglicht direkten Zugriff auf das Inhaltsverzeichnis, sowie die Dateien der SD-Karte.

Für den FAT-Modus ist das Bedienteil nicht notwendig. Es wird lediglich zur Statusanzeige nach der Initialisierung benötigt.

Zu beachten ist, dass immer nur eine Datei zur Bearbeitung geöffnet werden kann. Pfadangaben sind nicht möglich, man muss per CD zwischen den Verzeichnisebenen wechseln.

Initialisierung (Command-Register):

0x53 (0x03) Reset

0x52 (0x02) FAT-Modus

Antwort nach Initialisierung (Datenregister):

0x39 Ready, es können Befehle übergeben werden.

Anzeige Bedienteil: 

0xA0 Es konnte keine SD-Karte gefunden/identifiziert werden.

Anzeige Bedienteil: 

0xA1 Es konnte keine kompatible FAT-Formatierung gefunden werden.

Anzeige Bedienteil: 

Befehle:**0x20 DIR / LS****Verzeichnis ausgeben**

Es wird das aktuelle Verzeichnis der SD-Karte übertragen. Zum Abschluss der Übertragung wird das Statusbit (#7) im Command-Register gesetzt und eine 0 im Datenregister übergeben.

0x21 CD**Verzeichnis wechseln**

Im Anschluss an den Befehl muss der Verzeichnisname (auch „.“) übergeben werden, dieser kann bis zu 12 Zeichen lang sein (8+3 und der Punkt) und muss mit 0x0a, 0x0d oder 0x00 abgeschlossen sein.

Die Rückmeldung ist ein Byte, das mit gesetztem Statusbit übergeben wird:

0x00 Verzeichniswechsel erfolgreich

0x80 Verzeichniswechsel fehlgeschlagen

0x22 MKDIR**Verzeichnis anlegen**

Im Anschluss an den Befehl muss der Verzeichnisname übergeben werden, dieser kann bis zu 12 Zeichen lang sein (8+3 und der Punkt) und muss mit 0x0a, 0x0d oder 0x00 abgeschlossen sein.

Die Rückmeldung ist ein Byte, das mit gesetztem Statusbit übergeben wird:

0x00 Verzeichnis erfolgreich angelegt

0x23 RM**Verzeichnis/Datei löschen**

Im Anschluss an den Befehl muss der Verzeichnis-/Dateiname übergeben werden, dieser kann bis zu 12 Zeichen lang sein (8+3 und der Punkt) und muss mit 0x0a, 0x0d oder 0x00 abgeschlossen sein.

Achtung, wenn ein nicht leeres Verzeichnis gelöscht wird, bleiben die darin befindlichen Dateien als „Leichen“ zurück.

Die Rückmeldung ist ein Byte, das mit gesetztem Statusbit übergeben wird:

0x00 Verzeichnis / Datei erfolgreich gelöscht

0x80 Löschen war nicht möglich

0x24 OPEN**Datei öffnen**

Im Anschluss an den Befehl muss der Dateiname übergeben werden, dieser kann bis zu 12 Zeichen lang sein (8+3 und der Punkt) und muss mit 0x0a, 0x0d oder 0x00 abgeschlossen sein.

Die Rückmeldung ist ein Byte, das mit gesetztem Statusbit übergeben wird:

0x00 Datei erfolgreich geöffnet

0x80 Öffnen der Datei war nicht möglich

0x25 CLOSE**Datei schließen**

Dieser Befehl schließt eine geöffnete Datei.

Die Rückmeldung ist ein Byte, das mit gesetztem Statusbit übergeben wird:

0x00 Datei erfolgreich geschlossen

0x80 Schließen einer Datei war nicht möglich

0x26 CREATE**Anlegen einer Datei**

Im Anschluss an den Befehl muss der Dateiname übergeben werden, dieser kann bis zu 12 Zeichen lang sein (8+3 und der Punkt) und muss mit 0x0a, 0x0d oder 0x00 abgeschlossen sein.

Dieser Befehl legt eine neue Datei an und öffnet sie.

Die Rückmeldung ist ein Byte, das mit gesetztem Statusbit übergeben wird:

0x00 Datei erfolgreich angelegt

0x80 Anlegen der Datei war nicht möglich

0x29 BLOAD**Laden einer Binärdatei**

Dieser Befehl lädt die geöffnete (binär) Datei. Es werden alle Daten bis zum Ende der Datei übertragen. Das Ende der Übertragung wird durch setzten des Statusbits signalisiert.

Die Rückmeldung ist ein Byte, das mit gesetztem Statusbit übergeben wird:

0x00 Datei erfolgreich übertragen

0x80 Übertragen der Datei war nicht möglich

0x2a BSAVE
Speichern einer Binärdatei.

Nach Schreiben dieses Befehls ins Datenregister, muss die Dateigröße ans Datenregister übergeben werden. Die Dateigröße besteht immer aus 4 Byte, wobei das höchstwertige zuerst gesendet werden muss.

Anschließend müssen so viele Bytes übertragen werden, wie durch die Dateigröße festgelegt wurde.

Die Rückmeldung ist ein Byte, das mit gesetztem Statusbit übergeben wird:

0x00 Datei erfolgreich übertragen

0x80 Übertragen der Datei war nicht möglich

0x2b TLOAD
Laden einer Textdatei

Dieser Befehl lädt die geöffnete (Text) Datei. Es werden alle Daten bis zur ersten binären Null übertragen.

Die Rückmeldung ist ein Byte, das mit gesetztem Statusbit übergeben wird:

0x00 Datei erfolgreich übertragen

0x80 Übertragen der Datei war nicht möglich

0x2c TSAVE
Speichern einer Textdatei

Dieser Befehl speichert Daten in die geöffnete (Text) Datei. Es werden alle Daten bis zur ersten binären Null gespeichert.

Die Rückmeldung ist ein Byte, das mit gesetztem Statusbit übergeben wird:

0x00 Daten erfolgreich übertragen

0x80 Übertragen der Daten war nicht möglich

0x2d EXIST
Vorhandensein einer Datei prüfen

Im Anschluss an den Befehl muss der Dateiname übergeben werden, dieser kann bis zu 12 Zeichen lang sein (8+3 und der Punkt) und muss mit 0x0a, 0x0d oder 0x00 abgeschlossen sein.

Mit diesem Befehl wird geprüft, ob die genannte Datei im aktuellen Verzeichnis vorhanden ist.

Die Rückmeldung ist ein Byte, das mit gesetztem Statusbit übergeben wird:

0x00 Datei vorhanden

0x80 Datei nicht vorhanden

0x2e TEST
Interaktiver FAT-Modus

Dieser Befehl bietet die Möglichkeit mit einfachen Textkommandos auf die SD-Karte zuzugreifen. Alle Kommandos und Antworten bestehen ausschließlich aus ASCII-Zeichen, die mit einem Return abgeschlossen werden. Zwischen einem Kommando und einem Datei-/Verzeichnisnamen oder Text muss ein Space stehen.

?

Listet alle verfügbaren Kommandos auf.

LS

Gibt das aktuelle Verzeichnis aus.

CD Verzeichnisname

Wechselt in das angegebene Verzeichnis, auch „..“

MKDIR Verzeichnisname

Erstellt das angegebene Verzeichnis.

RM Datei-/Verzeichnisname

Löscht die angegebene Datei bzw. das Verzeichnis.

Achtung, fällt ein nicht leeres Verzeichnis gelöscht wird, bleiben die darin enthaltenen Dateien als „Leichen“ zurück.

APPEND Text

Hängt den Nachfolgenden Text an die geöffnete Datei an.

CLOSE

Schließt die offene Datei.

EXIT

Beendet den Testmodus.

N

Legt 5 Dateien im aktuellen Verzeichnis an.

OPEN?

Zeigt an, ob eine Datei offen ist.

OPEN Dateiname

Öffnet eine Datei. Falls sie noch nicht vorhanden ist, wird sie angelegt.

SHOW

Zeigt den Inhalt der geöffneten Datei.

WRITE Text

Schreibt den Text in die geöffnete Datei.

Aufbau

Hauptplatine

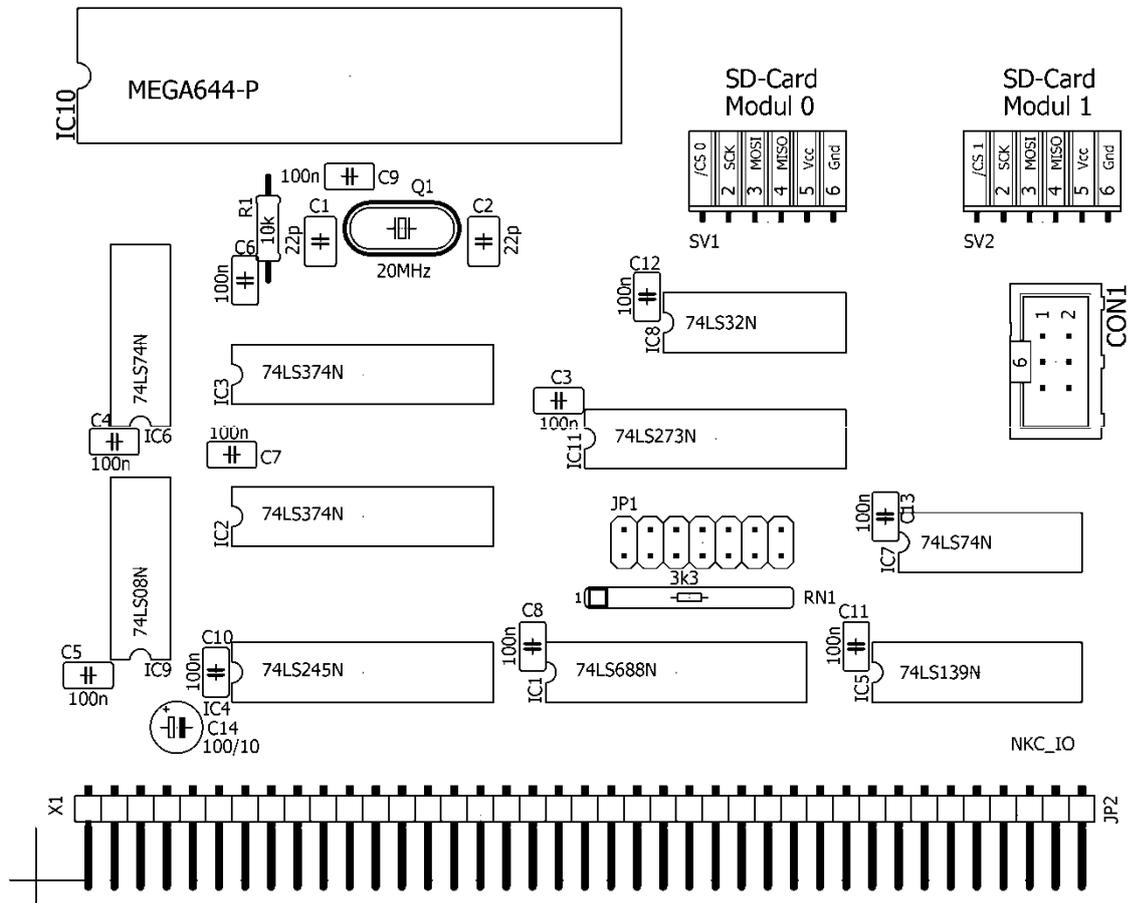
Der Aufbau der Hauptplatine gestaltet sich einfach, da hier alle Bauteile auf der Bestückungsseite platziert werden. Es ist natürlich auf die Polung des Elkos, des Wannensteckers, des Widerstandnetzwerkes und der ICs zu achten.

Der ATmega644 ist mit der Firmware CAS_Neo_Hauptteil.hex zu programmieren. Die Fuses müssen wie folgt eingestellt werden LOW: 0x8F, HIGH: 0xD9 und EXTENDED: 0xFF. Das SD-Card Modul 1 wird von der aktuellen Firmware noch nicht unterstützt.

Stückliste

Bezeichnung	Wert	Anzahl	Link->Reichelt	Hinweise
C1, C2	22p	2	KERKO 22P	
C3 - C13	100n	11	X7R-2,5 100N	
C14	10µF	1	KS-A 10U 35	
IC1	74LS688N	1	LS 688	
IC2, IC3	74LS374N	2	LS 374	
IC4	74LS245N	1	LS 245	
IC5	74LS139N	1	LS 139	
IC6, IC7	74LS74N	2	LS 74	
IC8	74LS32N	1	LS 32	
IC9	74LS08N	1	LS 08	
IC10	MEGA644-P	1	ATMEGA 644P-20PU	
IC11	74LS273N	1	LS 273	
Q1	20MHz	1	20,0000-HC49U-S	
R1	10k	1	0,6W 10K	
RN1	3k3	1	SIL 8-7 3,3K	
SV1, SV2	FE06W	1 (2)	BL 1X20W8 2,54	Diese Buchsenleiste wäre auf 2x6 polig aufzutrennen.
CON1	ML6	1	WSL 6G	
JP1	PINHD-2X7	1	MPE 087-2-014	
X1	NKC_IO	1	SL 1X40W 2,54	
IC Fassungen	DIL14	4	GS 14 (P)	
	DIL16	1	GS 16 (P)	
	DIL20	5	GS 20 (P)	
	DIL40	1	GS 40 (P)	
SD-Card Modul		1 (2)	SD-Card-Modul	TF Micro SD Card Memory Modul Arduino

Bestückungsplan



Jumpereinstellung

Die Adresswahl für die CAS-Neo erfolgt über das Jumperfeld JP1. Standardadresse ist 0xCA/0xCB bzw. \$FFFFFFCA/\$FFFFFFCB, diese wird wie folgt eingestellt:



Bedienteil

Beim Bedienteil muss darauf geachtet werden, das einige Bauteile auf die Vorder-, andere auf die Rückseite der Platine kommen. Es ist vom Aufbau her sinnvoll, zuerst die Rückseite zu bestücken. Weiterhin ist auf die Polung des ICs, des Elkos, des Wannensteckers, der Siebensegmentanzeigen und der Transistoren zu achten. Der Bestückungsdruck ist eindeutig!

Der ATmega88 ist mit der Firmware: CAS_Neo_Bedienteil.hex zu programmieren. Die Fuses müssen wie folgt gesetzt werden. LOW: 0xFF, HIGH: 0xDF und EXTENDED: 0x07.

Stückliste

Bez.	Wert	Anzahl	Link->Reichelt	
C1	100n	1	X7R-2,5 100N	
C2, C3	22p	2	KERKO 22P	
C4	100µF	1	RAD 100/25	
R1	10k	1	0,6W 10K	
R2 - R5	1k5	4	0,6W 1,5K	
R6 - R13	220R	8	0,6W 220	
IC1	MEGA88-P	1	ATMEGA 88PA-PU	
T1 - T4	BC328	4	BC 328-40	
Q1	20MHz	1	20,0000-HC49U-S	
SS1 - SS4	SA 52-11	4	SA 52-11 RT	
SV1		1	WSL 6W	oder WSL 6G
SW1	EC12E_SW	1	STEC12E08	+ KNOPF 10-150E

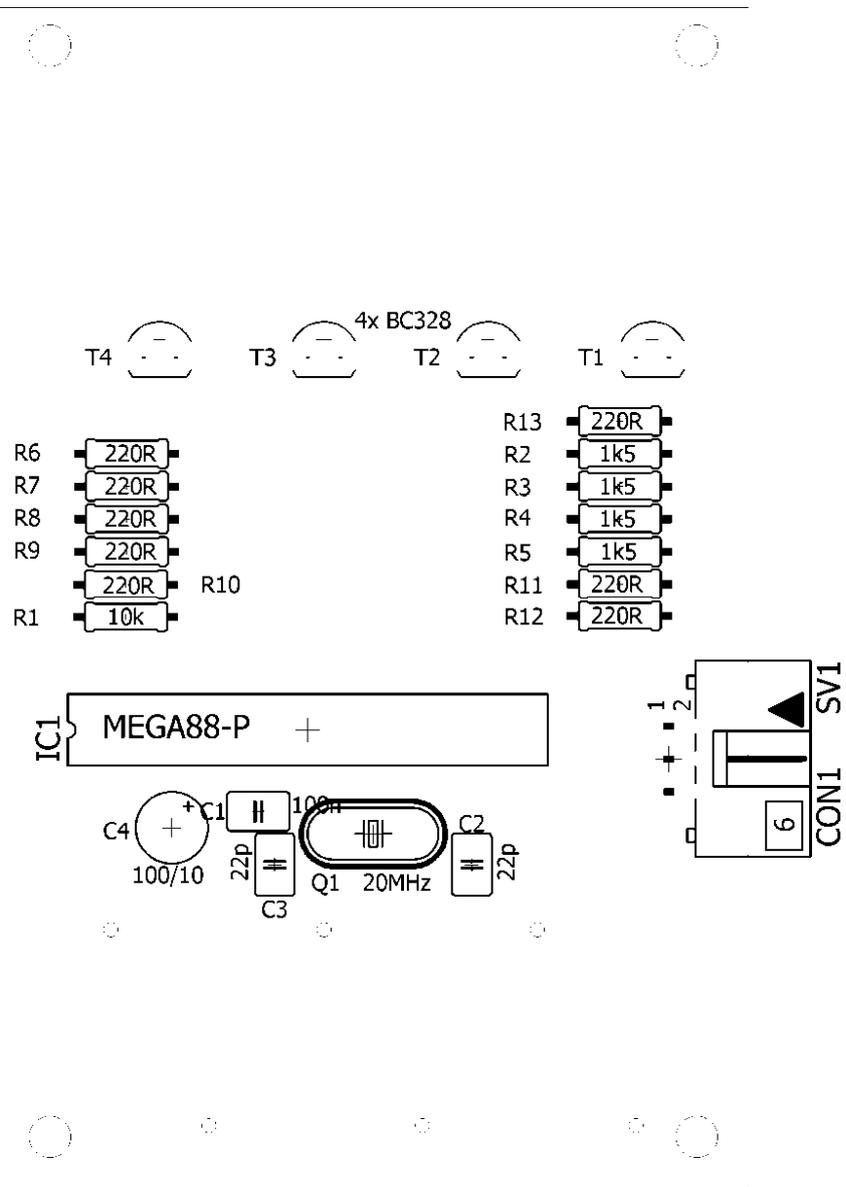
Bedientasten (REC, PLAY, STOP), eine von den 3 Varianten wählen

Digitast	3	DIT (RT, BL, SW, WS,...)	+Stößel: RAFI
RACON 8	3	RAFI 100.502	167.044
Kurzhubtaster 6x6mm, Höhe: 8,0mm	3	TASTER 9305	
IC-Fassung			
DIL28-S	1	GS 28 (P) -S	

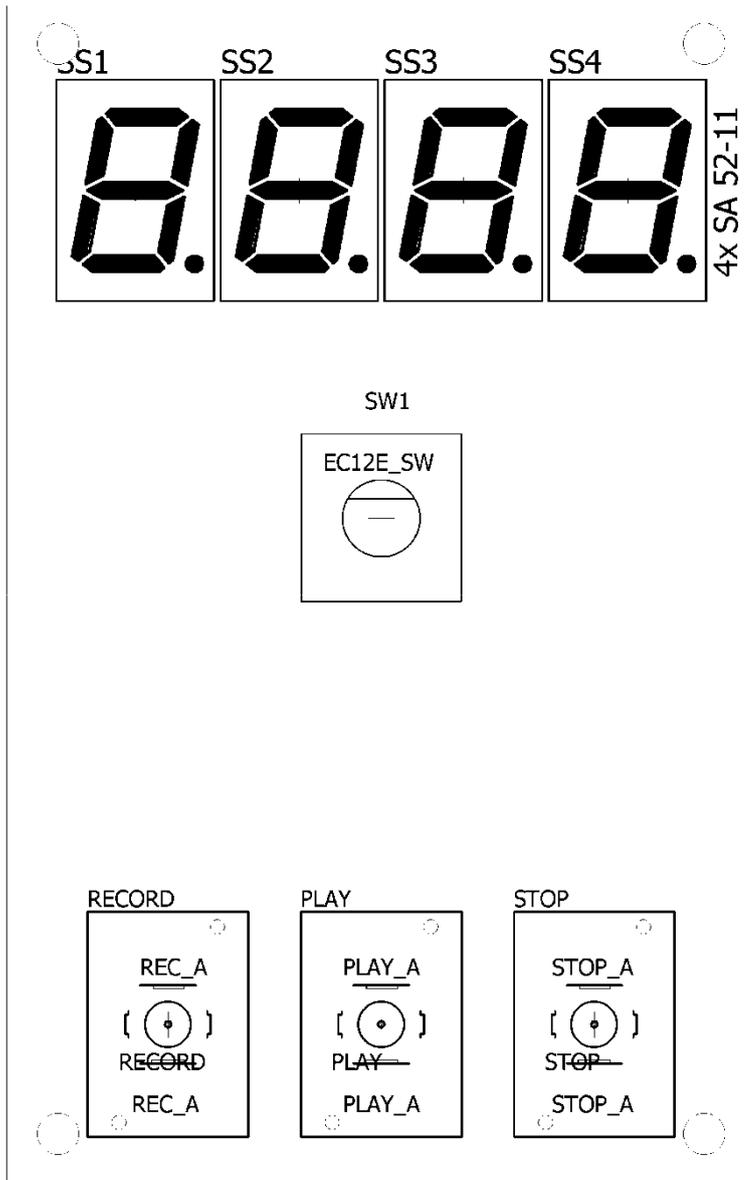
Verbindung zwischen Bedienteil und Hauptteil

Pfostenbuchse 6-polig	2	PFL 6
Flachbandkabel 6-polig	1	

Bestückungsplan Rückseite



Bestückungsplan Vorderseite



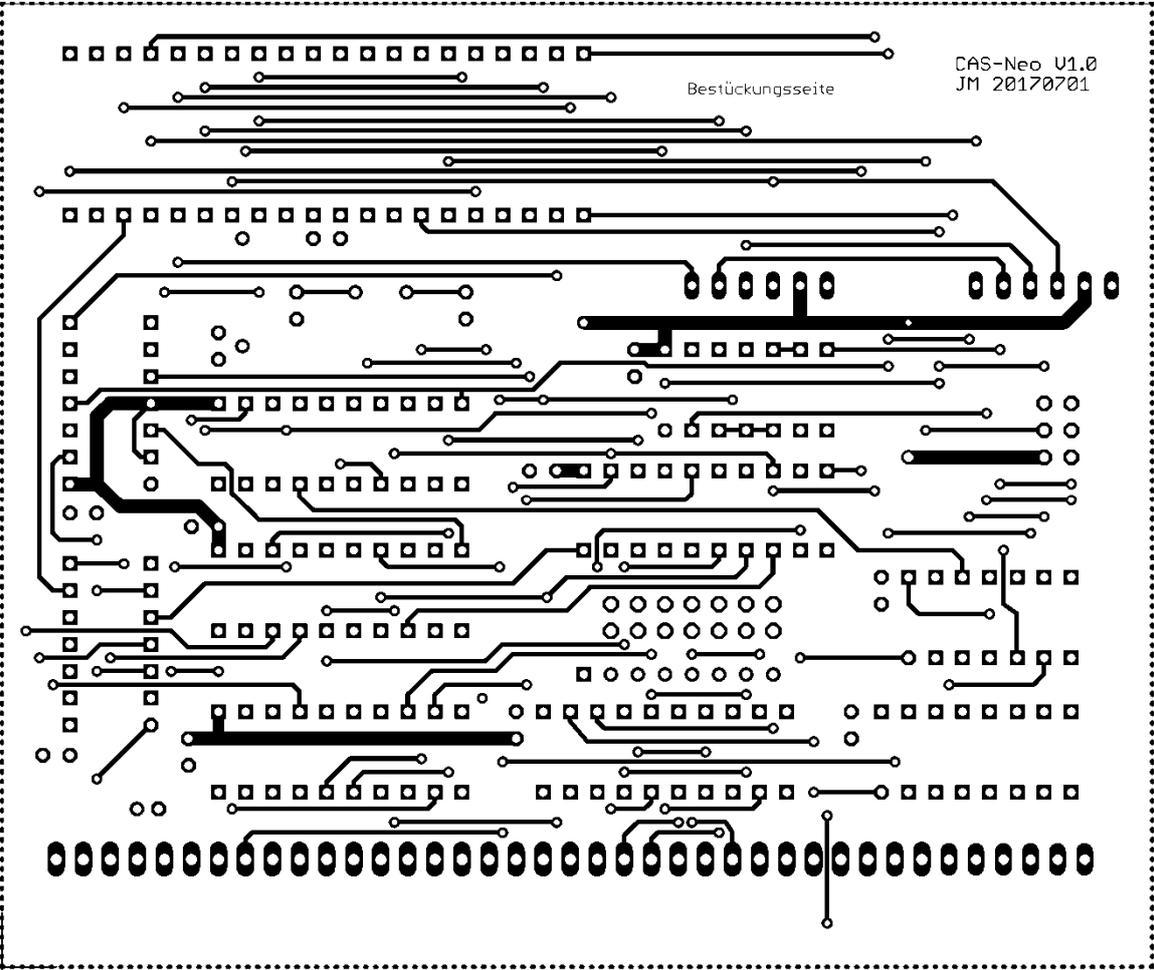
Verbindungskabel

Aufgrund eines kleinen Schaltungsfehlers, müsse die ersten drei Adern des Flachbandkabels gedreht werden. Siehe Bild:

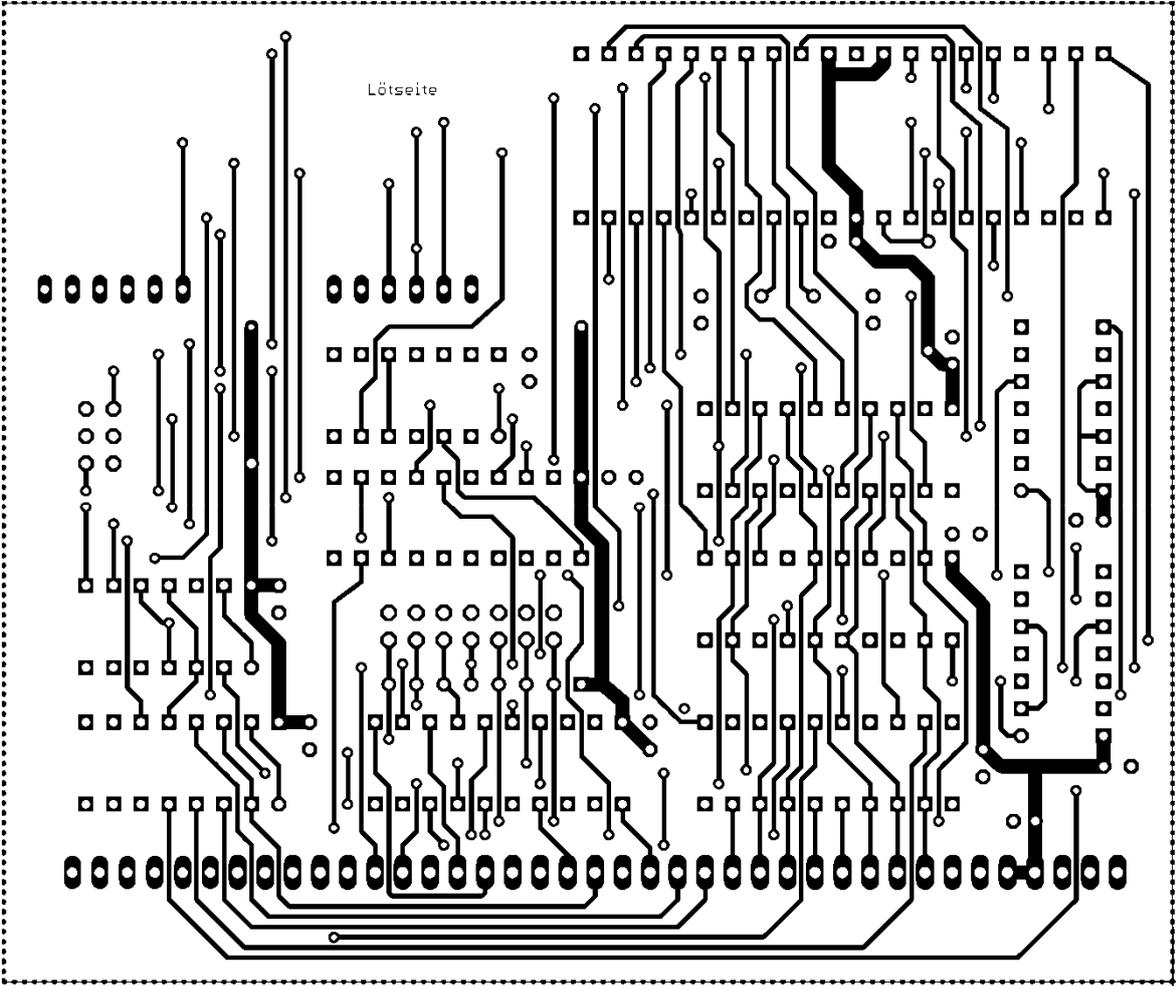


Layout Hauptplatine

Bestückungsseite

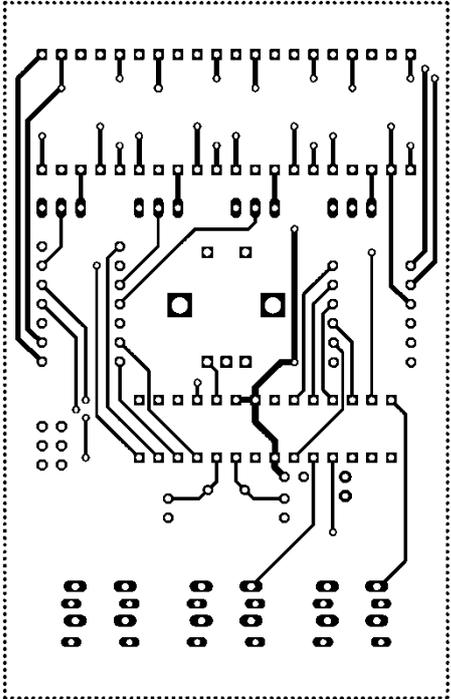


Lötseite



Layout Bedienteil

Vorderseite



Rückseite

