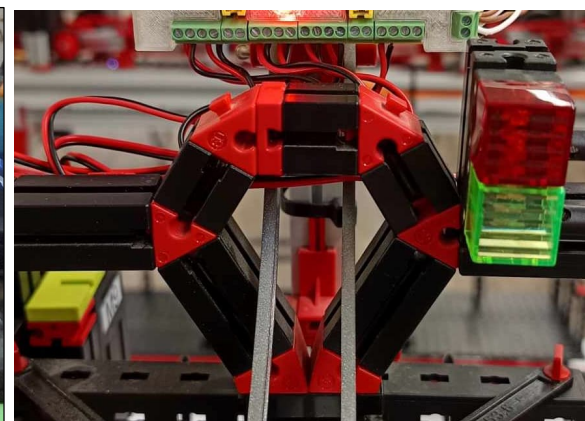
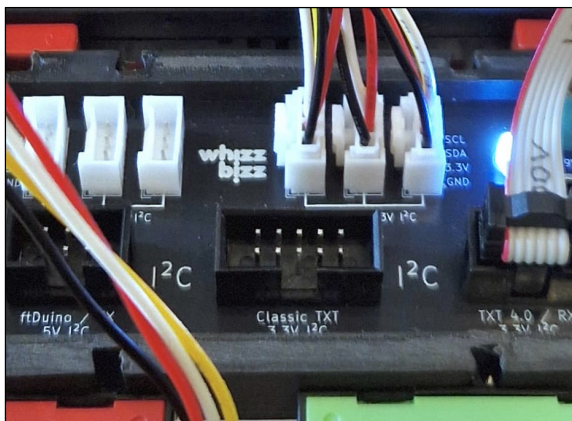
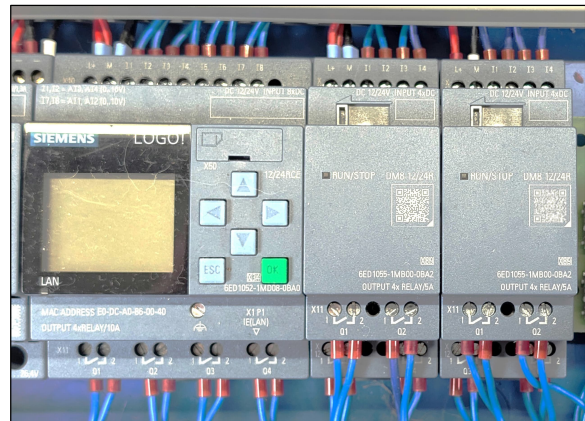
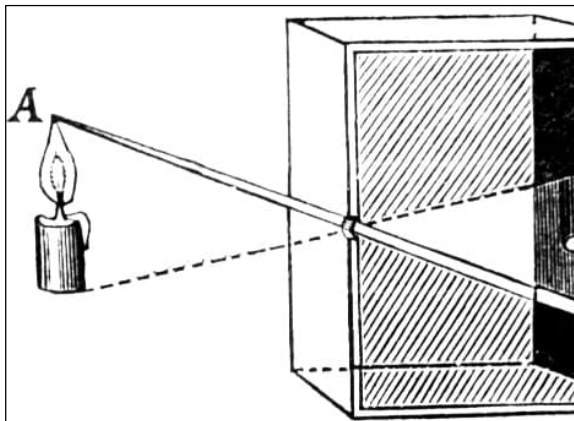
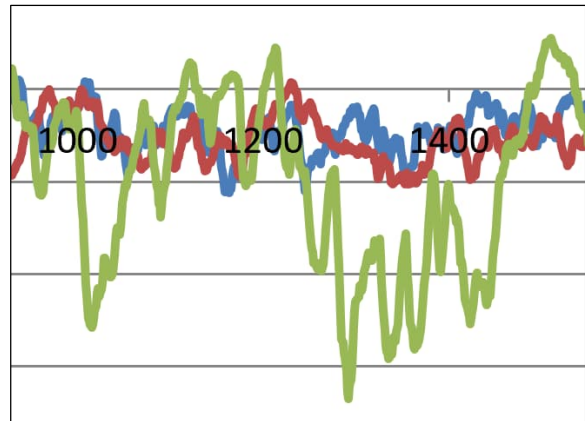
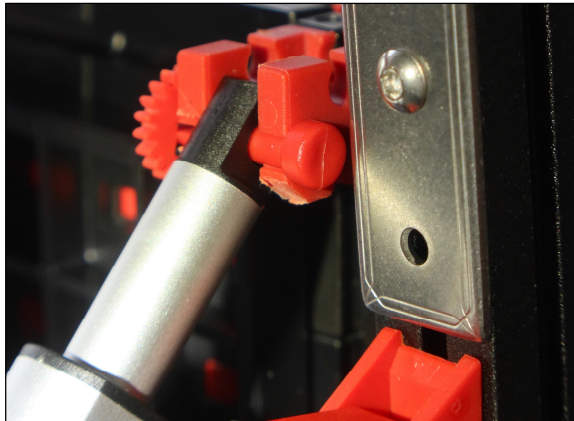




Editorial

PISA-Schock – Zweite Staffel

Dirk Fox, Stefan Falk

Jetzt haben wir es schwarz auf weiß: Deutschland ist Mittelmaß bei Lesekompetenz, Mathematikkenntnissen und naturwissenschaftlicher Bildung der 15- bis 16-jährigen Schülerinnen und Schüler. Die [Ergebnisse der PISA-Studie 2025](#) dokumentieren einen historischen Tiefststand. Nach dem ersten PISA-Schock hatten sich die Werte bis 2012 verbessert – seitdem befinden sie sich im freien Fall. Auch wenn die wirtschaftlichen und politischen Folgen dieser Defizite wahrscheinlich erst in 15 Jahren spürbar werden – die Weichen für die Zukunft werden immer schon Jahrzehnte zuvor gestellt.

Kaum waren die Ergebnisse am 08.09.2026 veröffentlicht, überboten sich die Kommentare im Abstauben altbekannter Kritikpunkte: Es fehle an Lehrkräften, moderner Didaktik und digitalen Lernmedien.

Die Kritik mag berechtigt sein – aber den Kompetenzrückgang kann sie nicht erklären. So besuchten zwar 52% der 6.660 befragten Schülerinnen und Schüler 2025 Schulen mit Lehrkräftemangel. Doch 2022 lag der Anteil noch bei 73%. Die digitale Ausstattung deutscher Schulen liegt im OECD-Durchschnitt. Doch führt die Verwendung digitaler Geräte im Unterricht eher zu Ablenkung als zu Lernfortschritt: Die Ergebnisse in den Naturwissenschaften liegen bei Schülern mit digitalen Geräten 11 Punkte niedriger als bei Schülern ohne. Nur 9% der befragten deutschen Schüler nutzen keine KI-Chatbots – der OECD-Durchschnitt liegt bei 14%.

Statt schneller Schuldzuweisungen lohnt es also, zunächst den Studienergebnissen ein

wenig mehr Aufmerksamkeit zu schenken. So verbesserte sich beispielsweise die Schuldisziplin insgesamt – nur nicht in Deutschland: 34% der Schüler berichten, dass die Mitschüler der Lehrkraft nicht zuhören (OECD-Schnitt: 29%).

Zugleich sinken bei deutschen Schülern Beharrlichkeit und Zielorientierung – die Werte liegen weit unter dem OECD-Durchschnitt. Auch der Anteil der Eltern, die sich zu Hause nach der Schule erkundigen, ist unterdurchschnittlich – und ebenfalls rückläufig.

Erschütternd ist schließlich eine Zahl, die in der öffentlichen Diskussion bisher untergeht: Nur 25% der deutschen Schülerinnen und Schüler glauben, dass die Schule sie auf das Leben vorbereitet. Das ist der mit weitem Abstand schlechteste Wert aller teilnehmenden Länder. Wieso sollten unsere Kinder aber in der Schule etwas lernen, wenn es uns nicht gelingt, ihnen deutlich zu machen, dass Bildung, Wissen und Können zentrale Voraussetzungen für „gesellschaftliche Teilhabe“ sind?

Bevor wir aber in die Klage einstimmen, dass früher alles besser war: Lassen wir lieber unsere Kinder an die Kästen. Wie ließe sich auch besser vermitteln, dass es auf Wissen und Können ankommt, als mit einem funktionierenden eigenen fischertechnik-Modell?

Beste Grüße,
Euer ft:pedia-Team

P.S.: Am einfachsten erreicht ihr uns unter ftpedia@ftcommunity.de oder über die Rubrik [ft:pedia](#) im [Forum](#) der ft-Community.

Inhalt

PISA-Schock – Zweite Staffel	2
Camera obscura	4
Kugel-Labyrinth mit Linear-Antrieben und Joystick-Steuerung	10
Farbenfrohe und flexible I ² C-Kabel.....	14
Anbindung einer Aufzugssteuerung an eine SPS.....	19
Es quietscht und pfeift: Wie man eine Orgel baut (Teil 4).....	24
Großprojekt Seilbahn (14): Neue Steuerung	39

Termine

Was?	Wann?	Wo?
Hobbymesse Leipzig	02.-04.10.26	Messe Leipzig
ftc-Convention	07.-08.11.26	DASA, Dortmund
Clubdag De Bilt	21.11.26	De Bilt (NL)

Impressum

<http://www.ftpedia.de>

Herausgeber: Dirk Fox, Ettlinger Straße 12-14,
76137 Karlsruhe und Stefan Falk, Ulmenweg 9, 76275 Ettlingen

Autoren: Arnoud van Delden, Matthias Dettmer, Stefan Falk,
Dirk Fox, Peter Krijnen, Claus Ludwig, Thomas Püttmann, Tilo Rust.

Copyright: Jede unentgeltliche Verbreitung der unveränderten und vollständigen Ausgabe sowie einzelner Beiträge (mit vollständiger Quellenangabe: Autor, Ausgabe, Seitenangabe) ist nicht nur zulässig, sondern ausdrücklich erwünscht. Die Verwer-tungsrechte aller in der ft:pedia veröffentlichten Beiträge liegen bei den jeweiligen Autoren.

Optik

Camera obscura

Thomas Püttmann

Der Vorläufer des Fotoapparats eignet sich prima als schmuckes Schauobjekt oder zum perspektivischen Zeichnen. In ihm kommt die Linse aus dem STEM-Optics-Kasten mit 103 mm Brennweite zum Einsatz.

Prinzip und Geschichte

Eine *Camera obscura* ist eine dunkle Kammer, in die Licht von einer Seite durch ein kleines rundes Loch (Lochkamera) oder durch eine Linse fällt. Auf der gegenüberliegenden Seite entsteht ein auf dem Kopf stehendes Bild, das von innen betrachtet seitenrichtig ist.

Besteht die Projektionsfläche aus Transparenzpapier oder mattem Glas, so kann man das Bild auch von außen betrachten und abzeichnen. Es ist dann seitenverkehrt.

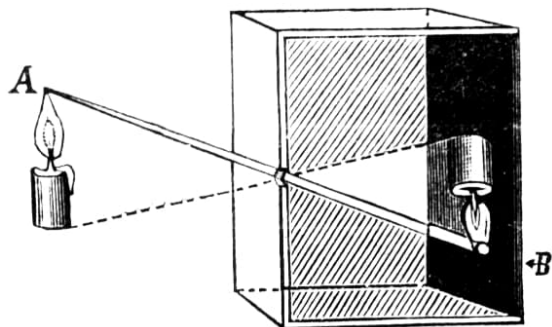


Abb. 1: Prinzip der Camera obscura

Lochkameras sind seit der Antike bekannt. Je kleiner das Loch ist, desto schärfer wird zunächst einmal das Bild. Gleichzeitig wird es aber auch dunkler. Bei sehr kleinen Löchern nimmt dann die Schärfe wieder ab, denn es treten Beugungseffekte durch die Wellennatur des Lichts auf.

Hellere und gleichzeitig scharfe Bilder kann man mit konvexen Linsen erzielen. Aller-

dings werden dadurch nur Motive in einem bestimmten Abstand scharf abgebildet.

Der Einsatz von Linsen in Camera obscuras ist ab der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts dokumentiert. Ab dann wurden solche Apparate auch vermehrt zum perspektivischen Zeichnen eingesetzt.



Abb. 2: Mobile Camera obscura, Radierung aus dem Jahr 1764, unbekannter Künstler

Den Namen „Camera obscura“ prägte der Astronom Johannes Kepler (1571-1630) im Jahr 1604. Er erfand auch eine mobile Variante, in der ein Kopf mit einem Spiegel und einer Linse über einem dunklen Zelt

gedreht wird. Im Zelt wird das Bild der Umgebung auf ein horizontales Blatt Papier projiziert (siehe Abb. 2).

Bis zur Erfindung der ersten chemischen Verfahren, die es ermöglichten, die projizierten Bilder festzuhalten, dauerte es danach allerdings noch fast 200 Jahre.

Einen umfangreichen Überblick über die Geschichte der Camera obscura enthält die englischsprachige Wikipedia-Seite zu diesem Thema [1].

Das fischertechnik-Modell



Abb. 3: Projiziertes Bild (um 180° gedreht)

Die fischertechnik-Linse 203323 aus dem STEM-Optics-Kasten eignet sich hervorragend zum Bau einer Camera obscura. Sie ist achromatisch und besitzt eine deutlich bessere Qualität als die Linsen aus dem alten Advanced-Optics-Baukasten.

Die Linse hat eine Brennweite von 103 mm. Daher beträgt der Abstand von der Linse bis zum Transparentpapier 10,3 cm, wenn weit entfernte Objekte scharf erscheinen sollen.

Falls man etwas näher gelegene Motive fokussieren möchte, muss man die Linse etwas weiter vom Transparentpapier entfernen. Dazu dreht man im gleichen

Umfang an den vier Rastkupplungen vorne. Dadurch wird die gesamte Vorderwand mit der Linse vor oder zurück bewegt.

In Abb. 3 ist der Vordergrund unscharf, ebenso die weit entfernten Bäume. Die Ebene, die scharf abgebildet wird, liegt zwischen der Straßenlaterne und dem Beginn der Häuserreihe. Leider lässt sich das auf dem Foto schlechter erkennen als direkt am Transparentpapier.

Ich platziere die Camera obscura gerne in einem Raum etwas von einem Fenster entfernt und richte sie nach außen aus. Bei sonnigem Wetter oder lockerer Bewölkung



Abb. 4: Camera obscura aus fischertechnik

kann ich mich der Magie der Projektion kaum entziehen. Im YouTube-Video [3] kann man einige Beispielszenen sehen.

Bauanleitung

Zunächst das, was den meisten fischertechnik-Enthusiasten vermutlich am wenigsten Freude machen wird: das Ausschneiden der Innenauskleidung aus schwarzem Ton- oder Samtpapier.

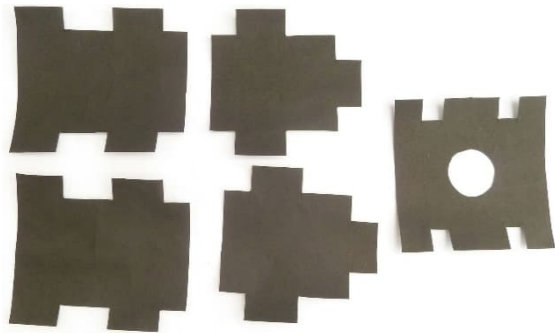


Abb. 5: Auskleidungsteile aus Tonpapier

Der zweite Schritt wird bei Puristen vermutlich auf Widerspruch stoßen: Vier Bausteine 15 mit Bohrung werden um einen Zapfen erleichtert (Abb. 8).

Zu dieser Modifikation ist mir leider keine Alternative eingefallen, die das Design kompakt, elegant und lichtundurchlässig gehalten hätte. Da ich die Camera aber

sowieso für längere Zeit nicht auseinandernehmen werde, war der Schritt für mich vertretbar.

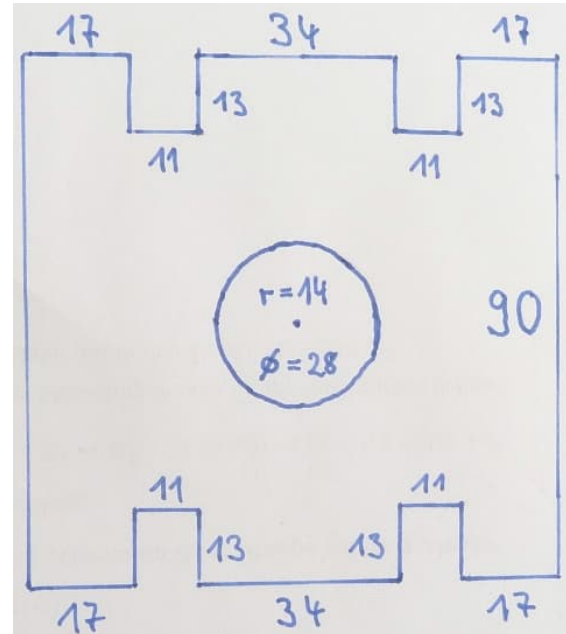


Abb. 7: Das Auskleidungsteil nach vorne

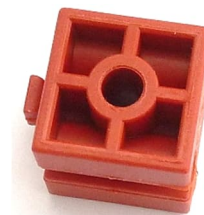


Abb. 8: Modifizierter Baustein 15 mit Bohrung

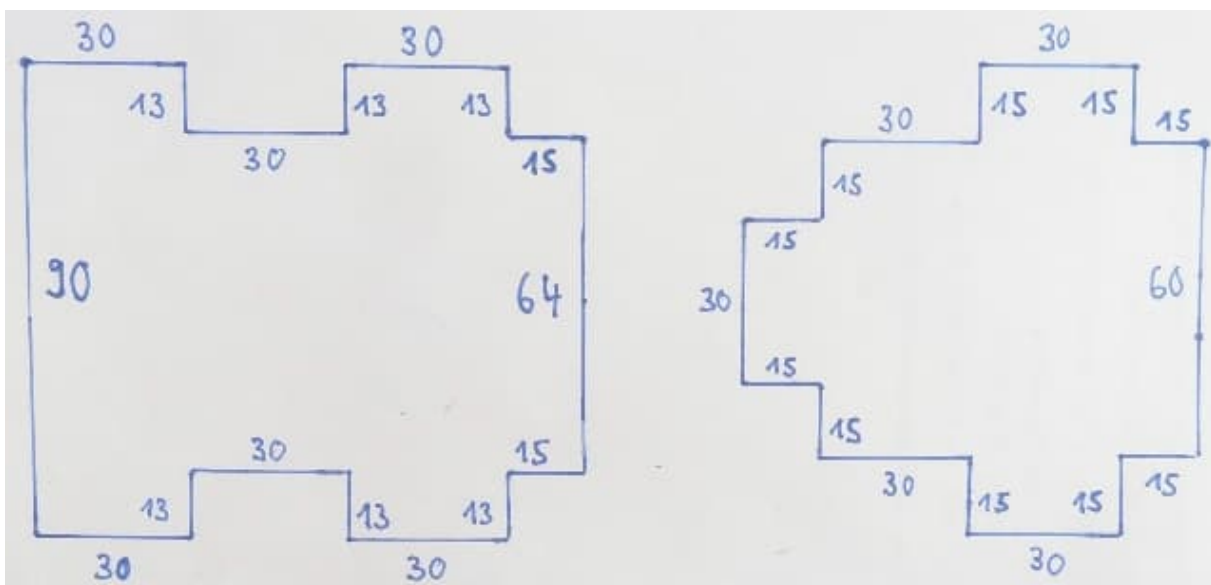


Abb. 6: Auskleidungsteile (je zweimal)

Im nächsten Schritt wird die bewegliche Linseneinheit zusammengebaut.



Abb. 9: Die bewegliche Linseneinheit

Als nächstes wird der vordere Teil des Bodens zusammengebaut.

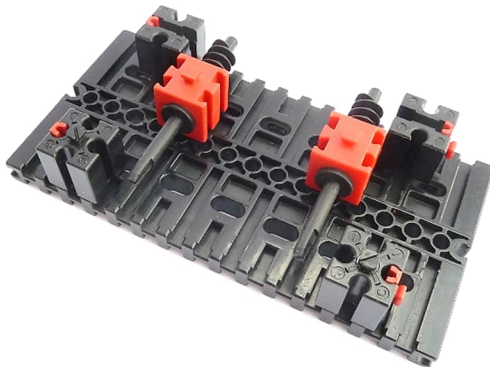


Abb. 10: Vorderer Teil des Bodens

Die Linseneinheit wird eingeschoben und die Rastkupplungen aufgesteckt.

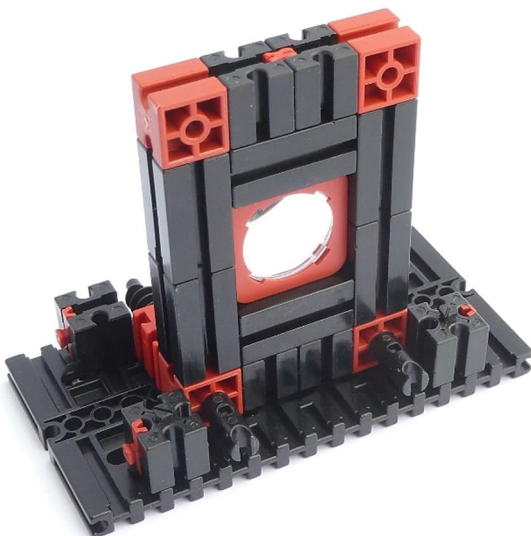


Abb. 11: Aufgesteckte Linseneinheit

Dann wird der Gelenkfuß zusammengebaut und von unten an den vorderen Teil des Bodens gesteckt.

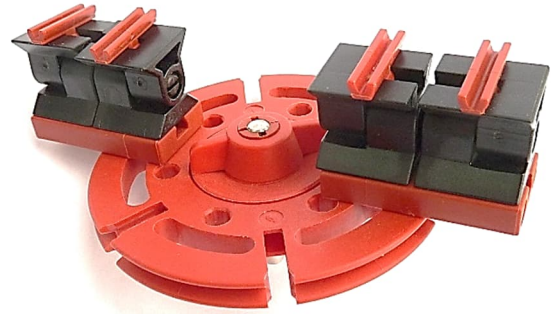


Abb. 12: Der Gelenkfuß



Abb. 13: Gelenkfuß am vorderen Bodenteil

Dann wird der hintere Teil des Bodens zusammen-, angebaut und abgedeckt.

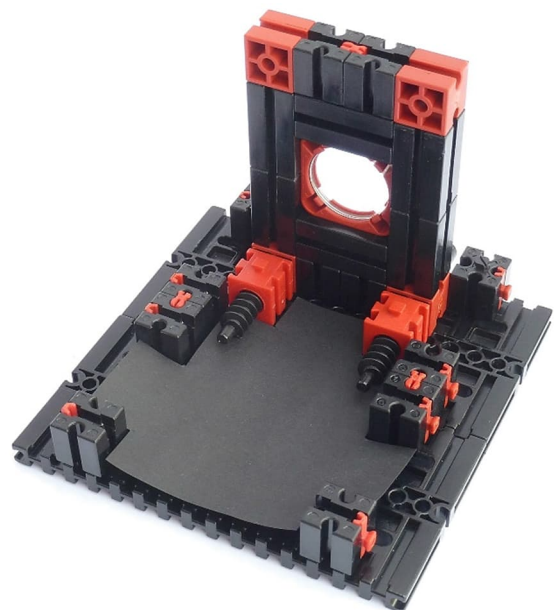


Abb. 14: Der ganze, abgedeckte Boden

Die Seitenteile bestehen aus den Grundplatten 120×90 ([182622](#)). Das linke Seitenteil wird eingesteckt und links und vorne mit Tonpapier ausgekleidet.

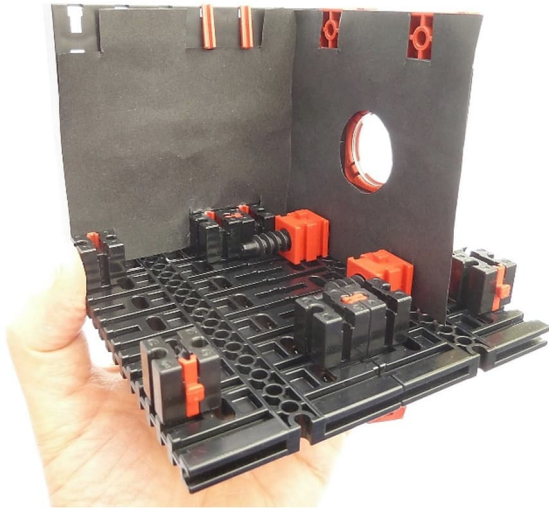


Abb. 15: Zur Seite und nach vorne verkleidet (versehentlich fehlt die Bodenverkleidung)

Die restlichen Wände werden symmetrisch ergänzt und verkleidet. Vorne oben kommen dabei keine Bausteine 15 mit zwei Zapfen zum Einsatz, wie im vorderen Bodenteil, sondern Bausteine 15 mit einem Zapfen.

Anschließend werden die Auskleidungen mit Winkelträgern 30 angedrückt.

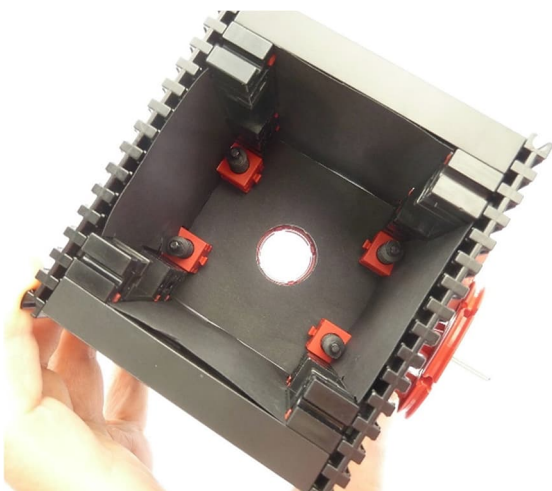


Abb. 16: Vollständig ausgekleidet

Im vorletzten Schritt wird die Front links und rechts mit jeweils zwei Bausteinen 30 vervollständigt.

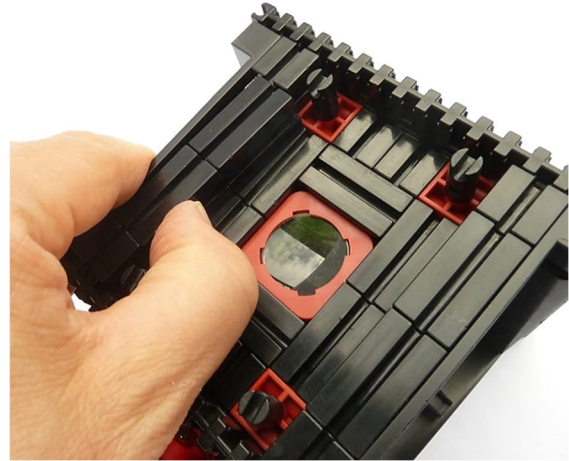


Abb. 17: Vervollständigung der Front

Als letztes wird hinten Transparentpapier mit doppelseitigem Klebeband aufgeklebt oder mit Hilfe zweier Winkelträger 120 geklemmt.

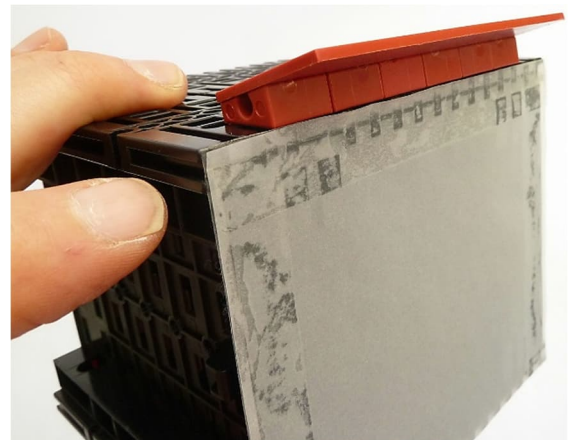


Abb. 18: Aufgeklebtes Transparentpapier

Beim Klemmen entstehen meist leichte Dellen im Transparentpapier. Dafür kann man es leicht austauschen. Das Aufkleben hat den Vorteil, dass das Transparentpapier dellenfrei gespannt werden kann.

Ein mögliches Stativ kann man in Abb. 4 sehen.

Viel Freude mit der Camera!



Abb. 19: Eingeklemmtes Transparentpapier

Quellen

- [1] Wikipedia: [Camera obscura](#) (englisch).
- [2] Essential Vermeer: *Vermeer and the Camera Obscura: Part I*. Auf essentialvermeer.com
- [3] Thomas Püttmann: [Camera Obscura](#). Auf YouTube, 2026.

Modell

Kugel-Labyrinth mit Linear-Antrieben und Joystick-Steuerung

Claus Ludwig

Das bekannteste Kugel-Labyrinth-Modell ist sicherlich das von A. Pettera aus dem Jahr 2003 [1]. Mir bekannt sind weiter das Modell von G. Dümrol von 2016 [2] und die aktuellen fischer-technik-Baukästen [3]. In diesem Beitrag geht es um ein Labyrinth, das mittels Linear-Antrieben in alle Richtungen bewegt werden kann und über einen Joystick gesteuert wird.

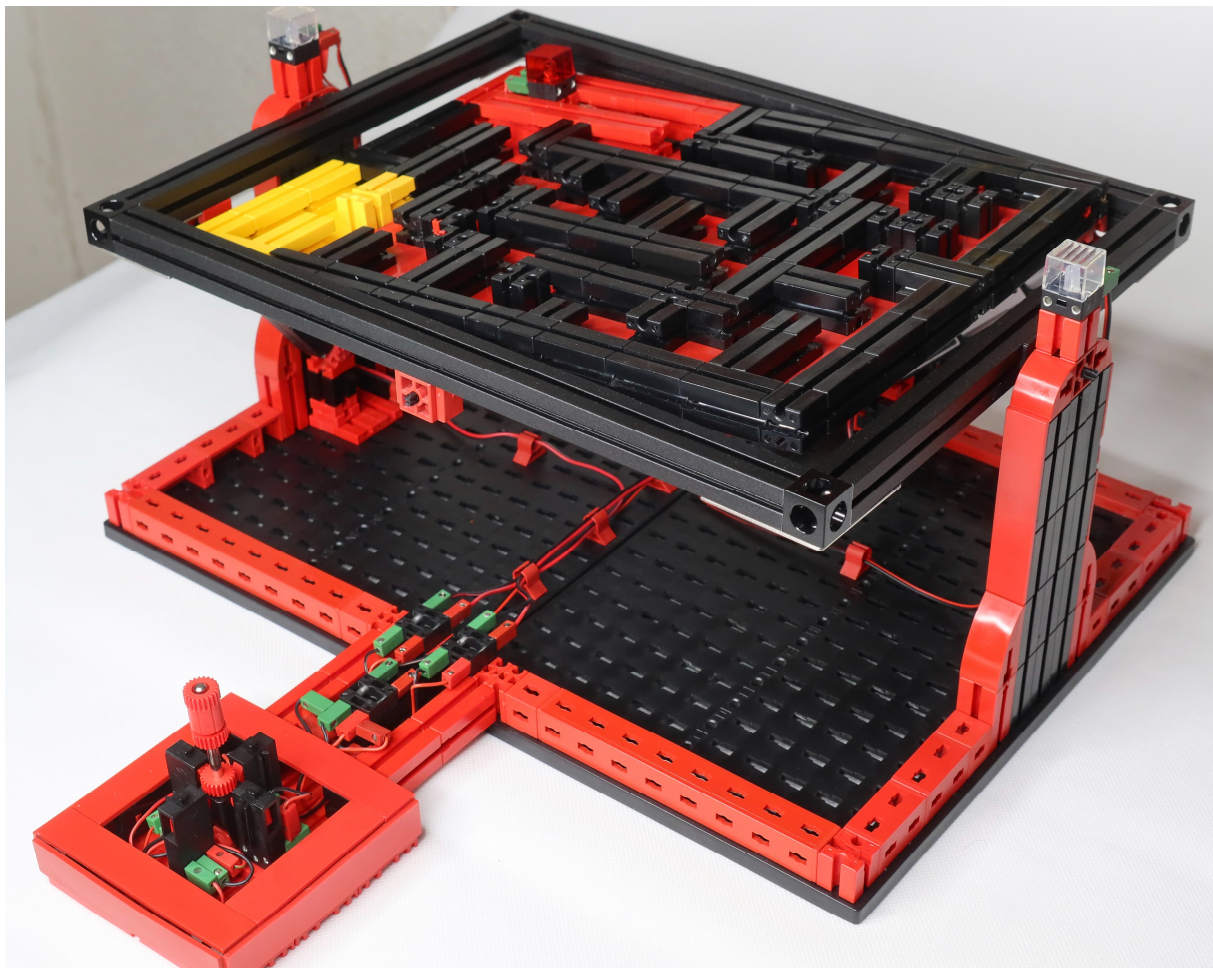


Abb. 1: Gesamtansicht des Labyrinths (von schräg oben)

Die Idee

Die Idee entstand, als ich auf der Internetseite der Kollegen aus den Niederlanden [4] die vielen, vielen Modelle von A. Pettera

durchstöberte und sein Labyrinth-Modell entdeckte (Abb. 2). Die Besonderheit bei seinem Modell ist aus meiner Sicht, dass das Labyrinth feststeht und die Kugel über

einen Magneten auf der Unterseite des Bodens durch das Labyrinth geführt wird. Der Magnet wird dabei über Schneckenantriebe in X- und Y-Richtung bewegt.

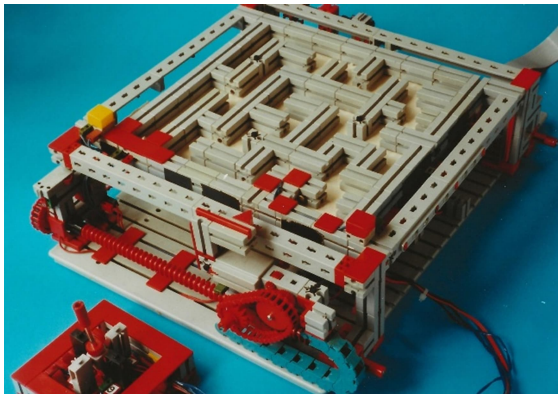


Abb. 2: Labyrinth von A. Pettera und Paul van Damme (2003); Foto: fischertechnikclub.nl [4]

Nun lag diese Idee zum Labyrinth einige Jahre in der Schublade. Aber die heißen Sommertage in diesem Jahr waren Gelegenheit endlich an die Umsetzung zu gehen. Da ich in der Zwischenzeit viele gute Erfahrungen mit den Micro-Linear-Antrieben gemacht habe, wollte ich diese für die Bewegung des Labyrinths einsetzen.



Abb. 3: Gesamtansicht des Labyrinths (von vorne)

Das Labyrinth

Als Bodenplatte habe ich eine Grundplatte 500 (259 mm × 187 mm) verwendet. Die Grundbausteine für den äußeren Rahmen stehen an allen Seiten etwa 12 mm über, sodass sich über die Außenkante der Bau-

steine ein Maß von 285 mm × 210 mm ergibt.

Bei der Gestaltung des Labyrinths habe ich mich zunächst an dem von A. Pettera orientiert und bei den späteren Tests zahlreiche Anpassungen vorgenommen. Startpunkt ist der Bereich aus gelben Grundbausteinen; Ziel ist der Bereich aus roten Grundbausteinen, der zusätzlich mit einer Leuchte versehen ist (Abb. 4).

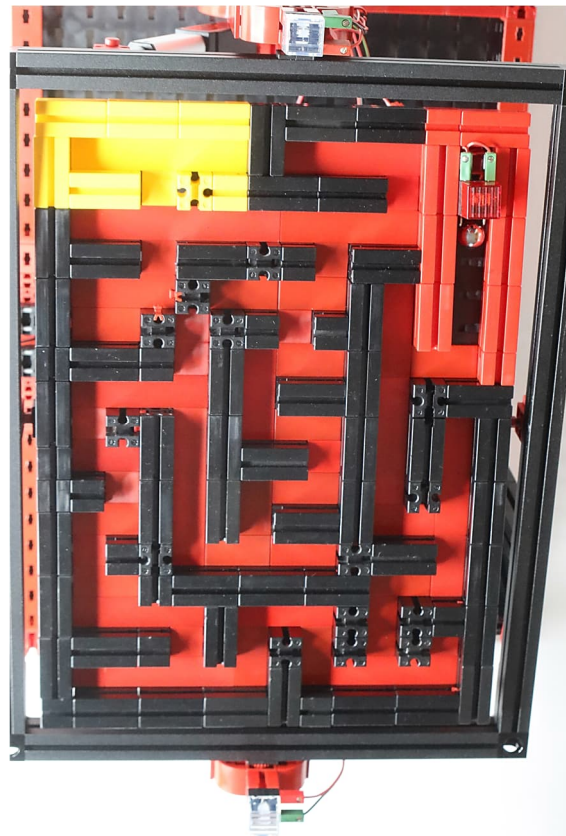


Abb. 4: Draufsicht – Labyrinth mit äußerem Rahmen

Damit die Kugel möglichst leicht und bei wenig Neigung rollt, wurden alle Laufwege mit Bauplatten versehen. Hintergrund war hierbei auch, mit möglichst wenig Hub bei den Linear-Antrieben auszukommen: Der Hub der Linear-Antriebe bestimmt deren Länge und damit auch die Höhe des Modells – und diese sollte so niedrig wie möglich sein.

Für den äußeren Rahmen habe ich Maker Beam Aluprofile 15 mm × 15 mm verwen-

det [5], da die fischertechnik-Profile leider nicht mehr erhältlich sind. Die Profillängen sind 225 mm und 300 mm (zzgl. der Endstücke). Meine Erfahrungen damit sind sehr gut und auch die Optik passt ebenfalls gut. Auf Abb. 5 ist zu sehen, dass die Ecken auf der Unterseite mit L-Stücken verstärkt sind. Damit ergibt sich ein insgesamt sehr stabiler Rahmen.

Die Lagerung in allen vier Lagerpunkten erfolgt über Bausteine 15 mit Loch ([32064](#)) und eine Rastachse mit Platte ([130593](#)).

Anpassung von Bausteinen

Wie bei vielen meiner Modelle gibt es auch beim Labyrinth Bausteine, die verändert wurden. Zum einen sind das vier Roll-lager ([37636](#)) zur Lagerung der Linear-Antriebe. Diese wurden auf einer Seite angeschrägt, damit sich die Antriebe frei bewegen können. Zusätzlich wurde ein Baustein von 15 auf 12 mm gekürzt, damit er unter dem überstehenden Rahmen des Labyrinths verbaut werden konnte (Abb. 5).

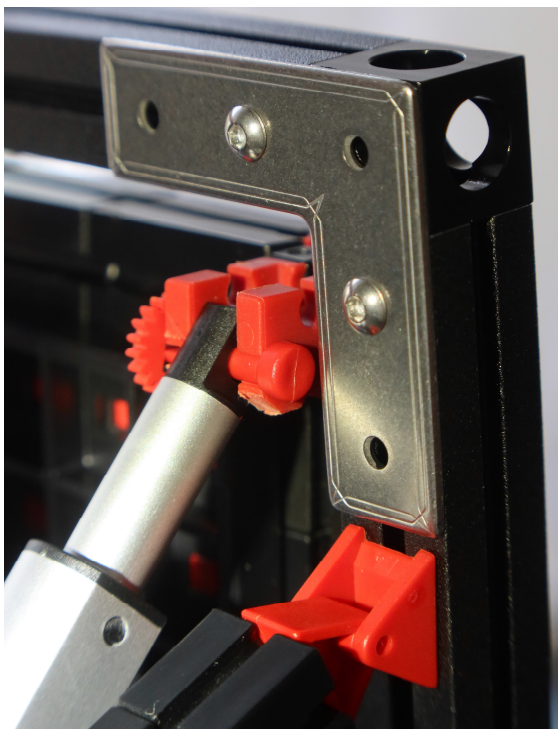


Abb. 5: Angepasstes Rollenlager

Zum zweiten wurden zwei Bausteine 15 ebenfalls von 15 auf 12 mm gekürzt. Auch sie wurden unter dem überstehenden Rahmen verbaut und sind Teil der Lagerpunkte. An ihnen sind zwei der Rastachsen mit Platte befestigt.

Linear-Antriebe

In der Testphase habe ich Linear-Antriebe mit einem Hub von 21 und 30 mm sowie einer Stellgeschwindigkeit von 15 und 30 mm/s ausprobiert, kombiniert mit Spannungen von 6, 9 und 12 V. Meine Wahl ist auf die Antriebe mit 30 mm Hub, einer Stellgeschwindigkeit von 30 mm/s und 6 V Spannung gefallen (Abb. 6).

Joystick

Der Joystick wurde Original von A. Pettera übernommen und ist in der Clubblatt-Ausgabe 1/2004 des NL-Club [1] sowohl vom Bau als auch von der Schaltung beschrieben. Für den Transport kann der Joystick abgenommen werden, daher die vielen Steckverbindungen beim Übergang zur Bodenplatte des Modells (Abb. 7).

Referenzen

- [1] [Clubblatt 14e Jahrgang, 2004, Nr. 1](#), fischertechnikclub.nl
- [2] Bildersammlung, Modelle auf www.ftcommunity.de
- [3] fischertechnik-Baukasten „[Labyrinth](#)“ ([569016](#)), www.fischertechnik.de
- [4] [Modelle von Alfred Pettera](#), www.fischertechnikclub.nl
- [5] [fischerfriendsman](#), unabhängiger fischertechnik-Handel

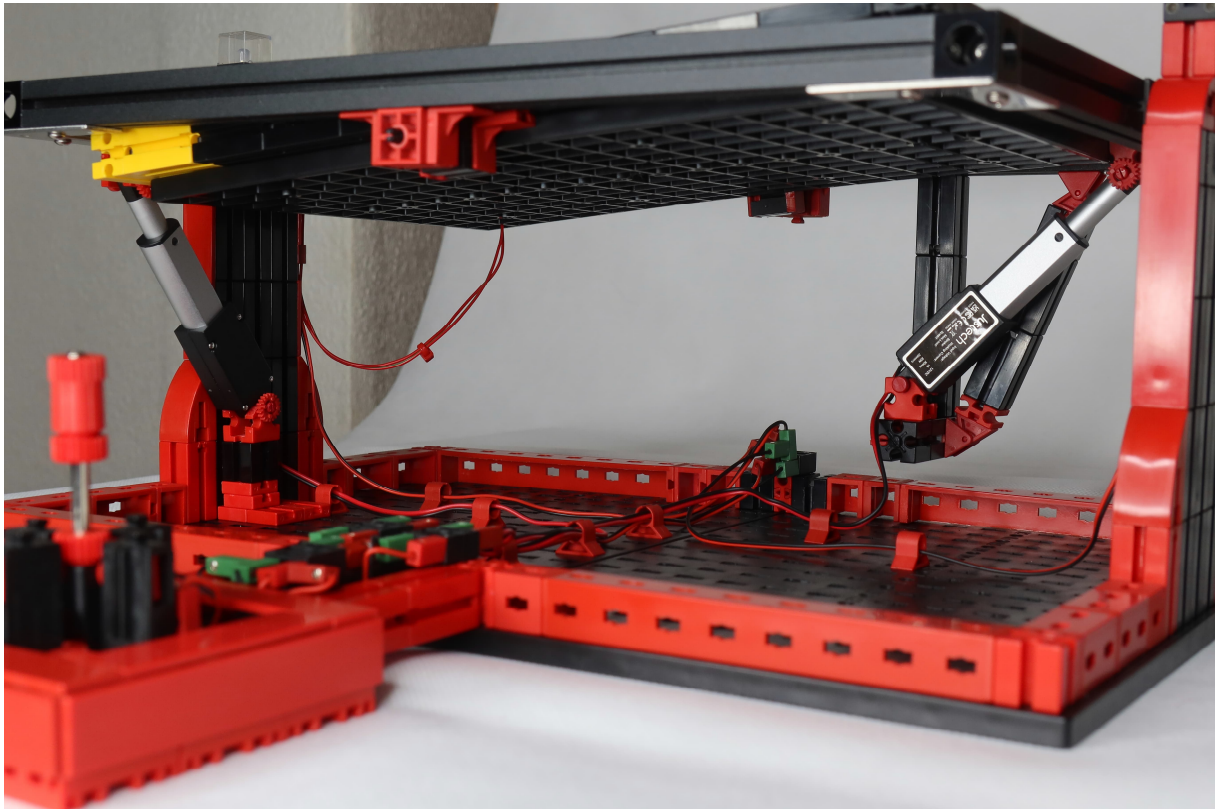


Abb. 6: Einbau der Linearantriebe

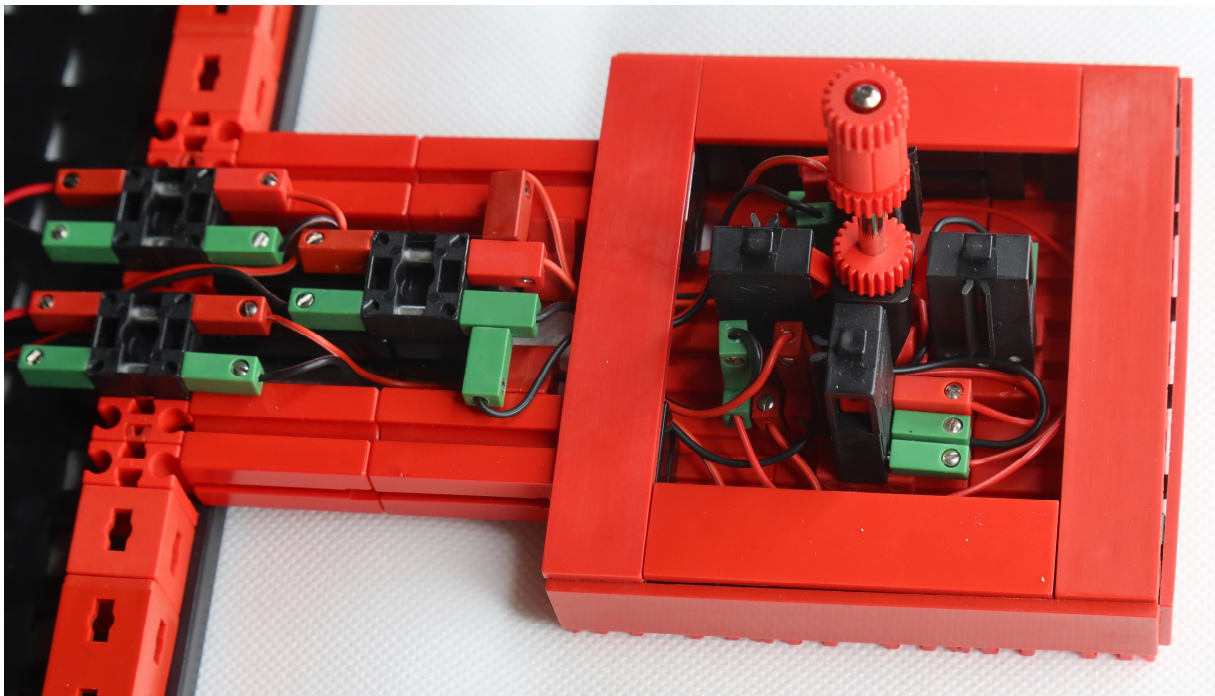


Abb. 7: Joystick

Tipps & Tricks

Farbenfrohe und flexible I²C-Kabel

Arnoud van Delden

Der TXT 4.0-Controller versorgt die an EXT1 oder EXT2 angeschlossenen I²C-Sensoren mit einer Versorgungsspannung von 3,3 Volt. Zwar ist es durch Aufstecken mehrerer 6-poliger IDC-Stecker auf ein Flachbandkabel möglich, mehr als einen Sensor pro Eingang anzuschließen, dabei darf jedoch der gesamte Versorgungsstrom 100 mA nicht überschreiten. Es ist auch nicht möglich, Sensoren mit einem 5-Volt-I²C-Bus anzuschließen und mit Spannung zu versorgen. Der zuvor beschriebene universelle I²C-Hub [1] löst diese Probleme für Sensoren mit Grove-/Seeed-Steckern. In diesem Beitrag beschreibe ich eine Methode, um selbst bunte und flexible Kabel herzustellen, mit denen mehrere fischertechnik-Sensoren mit 6-poligem Stecker mit Grove-Buchsen verbunden werden können.

Viele Sensor-Boards, die nicht von fischertechnik geliefert werden, sind mit Grove-/Seed-, Stemma- oder Qwiic-Steckern mit losen, farbigen Anschlussdrähten ausgestattet. Der in der letzten ft:pedia vorgestellte universelle I²C-Hub mit (mit Versorgungsspannung versehenen) Grove-Anschlüssen bietet hierfür bereits ausreichende Anschlussmöglichkeiten [1]. Damit ist es sogar möglich, eine Kombination aus 3,3- und 5-V-Sensoren oder Peripheriegeräten an den I²C-Bus des TXT 4.0-Controllers anzuschließen.

Zum Anschluss von Sensoren an den Controller verwendet fischertechnik einen sogenannten IDC-Steckverbinder, der auf der Controller- oder Sensorseite in einen DC3-Stecker, einen sogenannten Box-Header, gesteckt werden kann. Eine Ausrichtungsnase verhindert das versehentliche verkehrte Einstecken: Dabei muss die Nase des IDC-Flachkabelsteckers in die Aussparung des DC3-Box-Headers einrasten. Die Abkürzung IDC steht für „Insulation-Displacement Contact“. Diese Art von Stecker verfügt über scharfe, metallene U-Kontakte oder Klingen. Wird ein Flachbandkabel in den Stecker gepresst, schneiden diese Klingen die Isolierung durch und die Kontakte

werden leitend verbunden. Dadurch entstehen die meist grauen Flachbandkabel, mit denen die fischertechnik-Sensoren angeschlossen werden können. Grundsätzlich können auch mehr als zwei IDC-Steckverbinder auf ein Flachbandkabel gepresst werden.



Abb. 1: Werkzeuge zum Selberbauen von JST- und Grove-Steckverbindern

Die IDC-Steckverbinder eignen sich also hervorragend für die Montage an Flachkabeln, doch aufgrund ihrer Montagetechnik ist es nicht einfach, mit einzelnen

farbigen Adern zu arbeiten, um beispielsweise ein Anschlusskabel von einem Grove-/Seeed-Sensor zum TXT 4.0-Controller herzustellen. Umgekehrt ist es erforderlich, die Adern des Flachkabels vorsichtig abzuschneiden, um einen Stecker mit losen Buchsenkontakten an ein Flachkabel anzuklemmen – selbst wenn man über das dafür erforderliche Spezialwerkzeug (Abb. 1) verfügt.

Um einen Arduino an den PC-Hub anzuschließen und damit ein TM1638-LED&Keyboard [2] auszulesen, habe ich bereits einen DC3-Stecker mit Ausrichtungsnase aus einer handelsüblichen 2×3 -poligen Dupont-Buchse gebaut, wie in Abb. 2 zu sehen ist. Um eine 2×3 -polige Buchse in einen brauchbaren IDC-Stecker umzuwandeln, musste lediglich eine dünne „Hülse“ gedruckt werden, die über die weibliche Dupont-Steckerleiste geschoben werden kann.

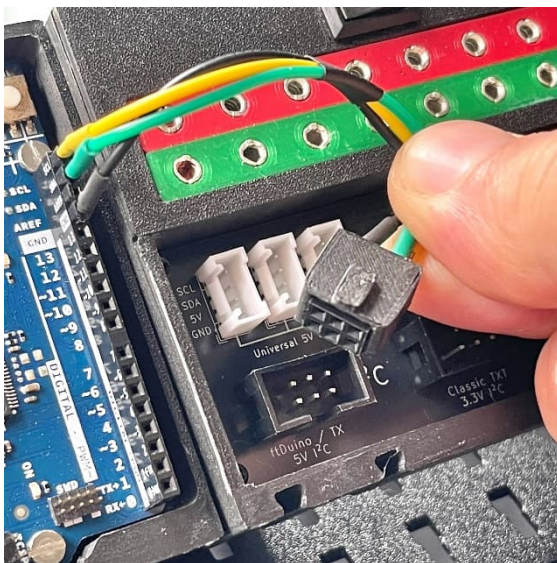


Abb. 2: 3D-gedruckte IDC-Hülse mit Orientierungsnase

Nachdem ich einem Mitglied unseres niederländischen fischertechnik-Clubs den PC-Hub geschickt hatte, fragte er mich, ob es nicht möglich sei, die drei 3,3-V-Grove-Anschlüsse für den gleichzeitigen Anschluss von drei fischertechnik-Sensoren zu nutzen. Dafür wären Adapterkabel von

Grove auf den 6-poligen IDC-Stecker erforderlich, den fischertechnik an den Sensoren und am TXT-4.0-Controller verwendet.

Ich beschloss, für ihn ein abgewinkeltes Modell der Header-Hülse anzufertigen, damit der Stecker flach und bündig auf dem angeschlossenen Sensor aufliegt. Damit war es relativ einfach, die gewünschten Übergangskabel herzustellen. Als Ausgangspunkt nahm ich vierpolig verdrahtete JST-Anschlusskabel. Ich schnitt den JST-Stecker ab und crimpte die Grove-Stecker (HY2.0) selbst daran. Wer noch schneller arbeiten möchte, kauft Verlängerungs- oder Adapterkabel mit bereits montierten Grove-Steckern, deren einzelne Drähte direkt durch die gedruckte Hülse geführt und an den 2×3 -Pin-Steckverbinder angelötet werden können. Die genaue Pin-Reihenfolge im Stecker ist der früheren Dokumentation zu entnehmen [3].

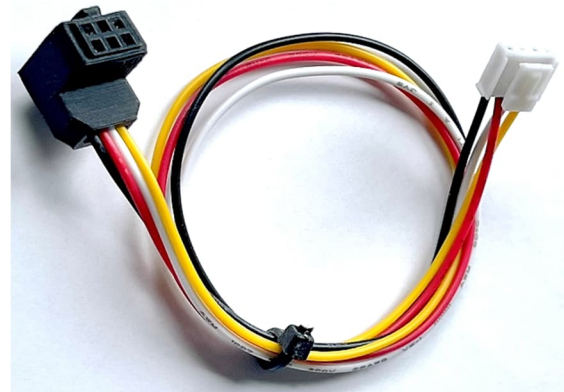


Abb. 3: Selbstgebautes Übergangskabel für fischertechnik-Sensoren

Abb. 3 zeigt das Ergebnis. Mit der gedruckten „Hülse“ lassen sich Übergangsleitungen herstellen, aber natürlich auch eine mit farbigem Draht versehene Variante des grauen DC3-Flachkabels.

Das Kabel kann direkt an den Anschluss EXT1 oder EXT2 des TXT 4.0-Controllers gesteckt werden. Bei Verwendung von EXT2 verlaufen die Anschlussdrähte dann ordentlich nach unten. Ich habe außerdem eine Variante (Modell B) entworfen, bei der sich die Ausrichtungsnase auf der anderen

Seite befindet, um eine „gespiegelte“ Verwendung am EXT1-Anschluss des TXT4.0-Controllers zu ermöglichen. Der Box-Header ist hier nämlich anders herum ausgerichtet, wodurch die Drähte nach oben verlaufen würden. Mit dieser Variante ist es beispielsweise möglich, die Verkabelung über das fischertechnik-Sensor-Gehäuse zu führen, anstatt die in Abb. 4 gezeigte Anschlussweise zu verwenden. Alle 3D-Druckdateien sind online verfügbar [4].

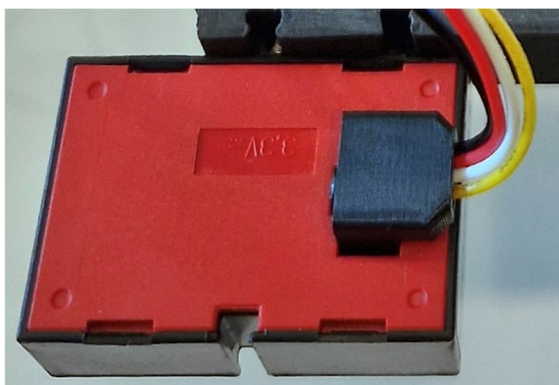


Abb. 4: Flachstecker zum Anschluss von fischertechnik-Sensoren

Ich beschloss, das rechtwinklige Kabel am TXT 4.0-Controller (am EXT2-Ausgang) mit einer Sensorplatine zu testen, die nicht von fischertechnik stammt und über einen Bosch-BME680-Sensorchip sowie einen Grove-Stecker verfügt. Nachdem ich die I²C-Adresse dieses Sensors an die des fischertechnik-Umweltsensors 182974 mit demselben Bosch-Chip (mit der I²C-Adresse 0x76) angepasst hatte, indem ich den „SDO“-Ausgang mit GND verband, funktionierte dies sofort mit dem Standard-ROBO-Pro-Coding-Programm „test_environmental_sensor“, das auf dem fischertechnik-GitLab zu finden ist. Auch der leistungsstärkere Nachfolger des Chips, eine Platine mit dem Bosch-BME688-Sensorchip, funktionierte sofort und problemlos ohne Anpassungen.

Mit freundlicher Genehmigung des Vereinsmitglieds Martin Vogelaar zeigt Abb. 7 eine konkrete Anwendung der neuen Kabel. Er hat den roten Gestensensor ([183267](#)),

den grünen Umgebungssensor und den schwarzen kombinierten Positionssensor ([201257](#), am Heck des Fahrzeugs) mit diesen neuen Kabeln angeschlossen, um Messungen mit seinem durch Mecanum-Räder angetriebenen Roboterfahrzeug durchzuführen.



Abb. 5: Bosch BME680-Sensorplatine, angeschlossen an den EXT2-Anschluss des TXT 4.0-Controllers

Fazit

Zum Anschluss der modernen fischertechnik-Sensoren mit 2×3 -Pin-Steckleisten lassen sich mit ein wenig Bastelgeschick problemlos Kabel aus farbcodiertem und biegsamem Draht herstellen. Es müssen nicht immer die grauen Flachbandkabel mit IDC-Steckern verwendet werden. Dadurch lassen sich die im Fachhandel reichlich erhältlichen Adapter- und Verlängerungskabel mit Grove-Steckern zum Anschluss von Sensoren an den I²C-Bus nutzen. Durch den Einsatz eines I²C-Hubs lassen sich problemlos mehrere Sensoren (auf Wunsch mit unterschiedlichen Versorgungsspannungen) anschließen, ohne dass die EXT1-

und EXT2-Ausgänge des TXT 4.0-Controllers hierfür den Versorgungsstrom liefern müssen.

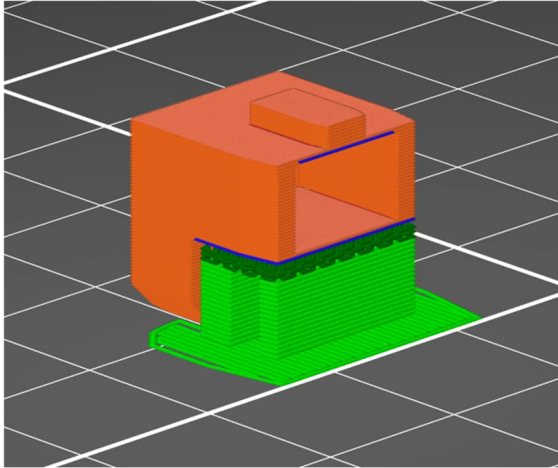


Abb. 6: Ausrichtung des Steckers
beim Drucken

Wählt beim Drucken der IDC-Hülse eine möglichst hohe Auflösung. Es empfiehlt sich außerdem, die „Nahtposition“ pro Schicht zufällig auswählen zu lassen, um die Stabilität der relativ dünnen Hülse an den Ecken zu verbessern. Nach einigen Versuchen erzielte ich die besten Ergebnisse, wenn ich die Hülse in der in Abb. 6 gezeigten Ausrichtung druckte. Da die Schichten hier horizontal verlaufen, wird noch etwas mehr Festigkeit erreicht als beim Drucken im „Querformat“.

Quellen

- [1] Arnoud van Delden: *Ein universeller I²C-Hub*. [ft:pedia 2/2026](#), S. 69–77.
- [2] Arnoud van Delden: *TM1638-Led-Key-board-over-I2C*. Weitere Informationen zu diesem Projekt, das ursprünglich von „juh“ ins Leben gerufen wurde. Auf [github.com](#), 2026.
- [3] Stefan Fuss, Christian Bergschneider, Björn Gundermann, Christian Lauff, Rudenz Schulz: *Plug & Play am I²C-Bus mit dem ftExtender*. [ft:pedia 2/2018](#), S. 55–59.
- [4] Arnoud van Delden: *Sleeve to convert 2x3 pin header into IDC connector*. 3D-Druckdateien. Auf [printables.com](#), 2026.

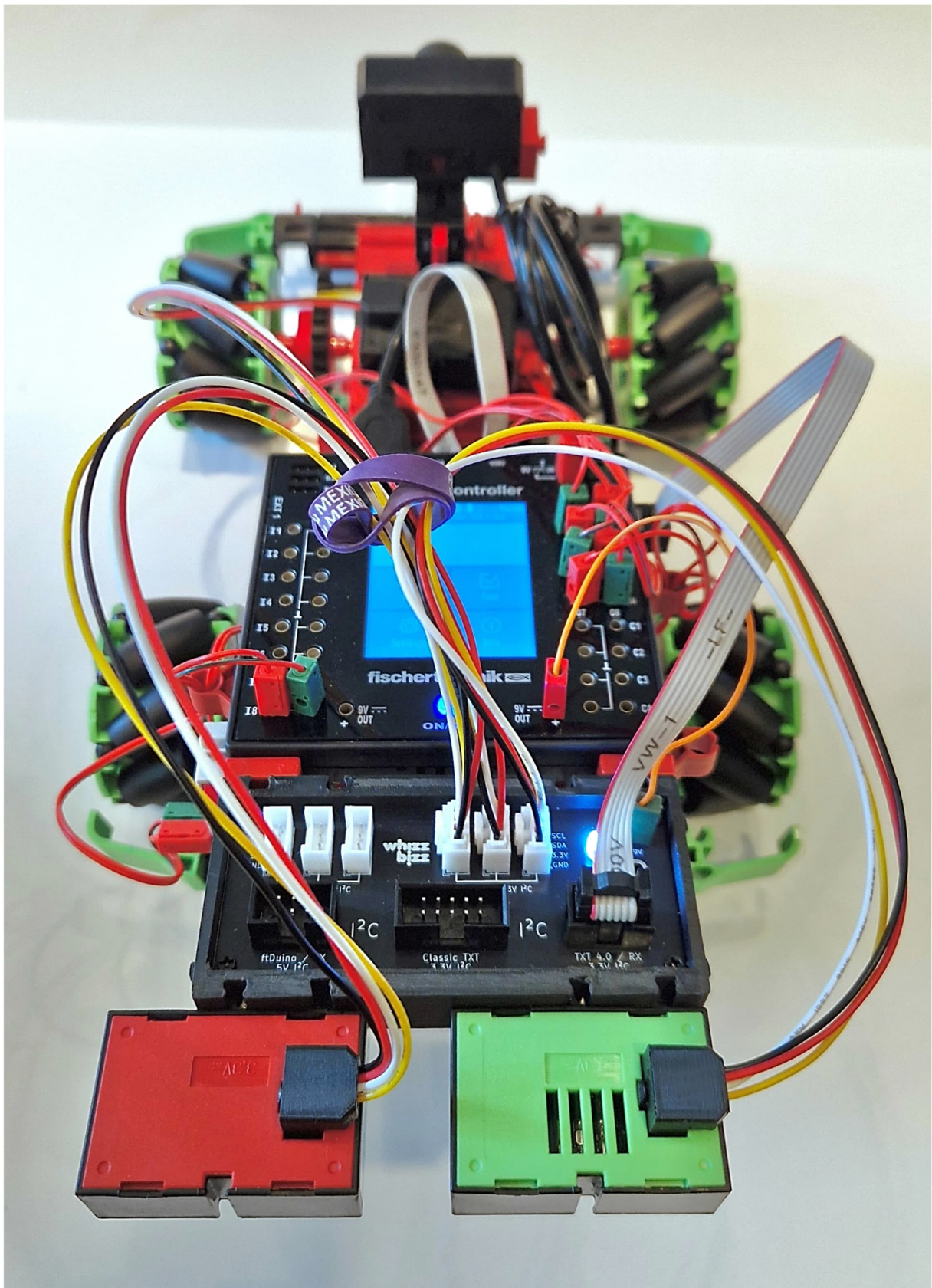


Abb. 7: Mehrere Sensoren gleichzeitig am TXT 4.0-Controller mit eigener 3,3-V-Stromversorgung

Elektronik

Anbindung einer Aufzugssteuerung an eine SPS

Matthias Dettmer

In meinem Beitrag zu einer Aufzugssteuerung mit Silberlingen [1] ist eine Ansteuerung mit der sogenannten „negativen Logik“ beschrieben. Hier wird eine logische „0“ durch eine Spannung nahe der Betriebsspannung dargestellt, so um die 7,5 bis 8 V. Die logische „1“ entspricht dann 0 V. Um die Signale von der „Silberling-Steuerung“ in einer handelsüblichen speicherprogrammierbaren Steuerung „SPS“ [2] abzubilden, braucht man eine elektronische Umsetzung, nicht nur von negativer in positive Logik, sondern auch hin zu einem deutlich höheren Potenzial von 24 V.

Zu meiner „allerersten“ Convention 2013 in Erbes-Büdesheim hatte ich neben meiner Harzer Fahrkunst auch eine Box 1000 mit einer darin eingebauten Siemens-Logo-SPS dabei. Zugegeben, dieses Modell hat nicht viel mehr zu bieten als einen fischertechnik-Motor, zwei Potentiometer und eine sehr einfache Handsteuerung; beim Publikum war das nicht so der Renner. Kein Wunder bei den anderen tollen Modellen dort.

Aber diese kleine Kiste hat damals schon die Grundidee gezeigt: Wie verbinde ich ein fischertechnik-Modell mit einer SPS?

Die „SPS-Box 1000“

Die Box in Abb. 2 hat eine Kaltgerätebuchse mit Ein-Ausschalter (oben links) und einen Sicherungsautomaten (Hutschiene ganz links) zur Stromversorgung. Ohne zugrunde liegende Fachkenntnisse bitte nicht oder nicht so nachbauen!

Auf der Hutschiene folgen von links nach rechts das 24-V-Netzteil, die Siemens Logo selbst und zwei zusätzliche Module mit je vier Ein- und vier Ausgängen.

Eingänge und Ausgänge sind auf je eine Übergabeklemme mit Klemmkontakten auf 26-Pin-Flachbandkabel-Buchse geführt.

Die Flachbandkabel führen aus der Box heraus. Dabei ist die jeweilige Klemme komplett entweder mit Eingängen (im Bild die linke Klemme) oder mit Ausgängen beschaltet.

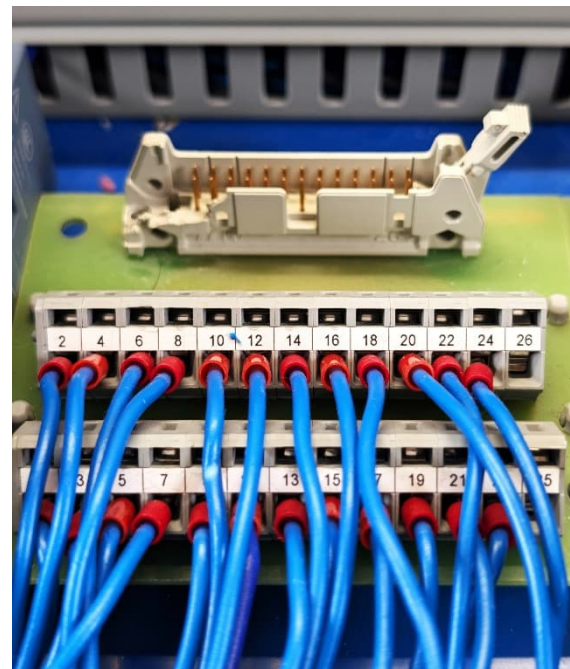


Abb. 1: Übergabe-Klemme SPS (blaue Drähte) nach Flachbandkabel

Bevor wir den Deckel über der Box wieder schließen ein paar Anmerkungen zu den Ein- und Ausgängen der SPS.

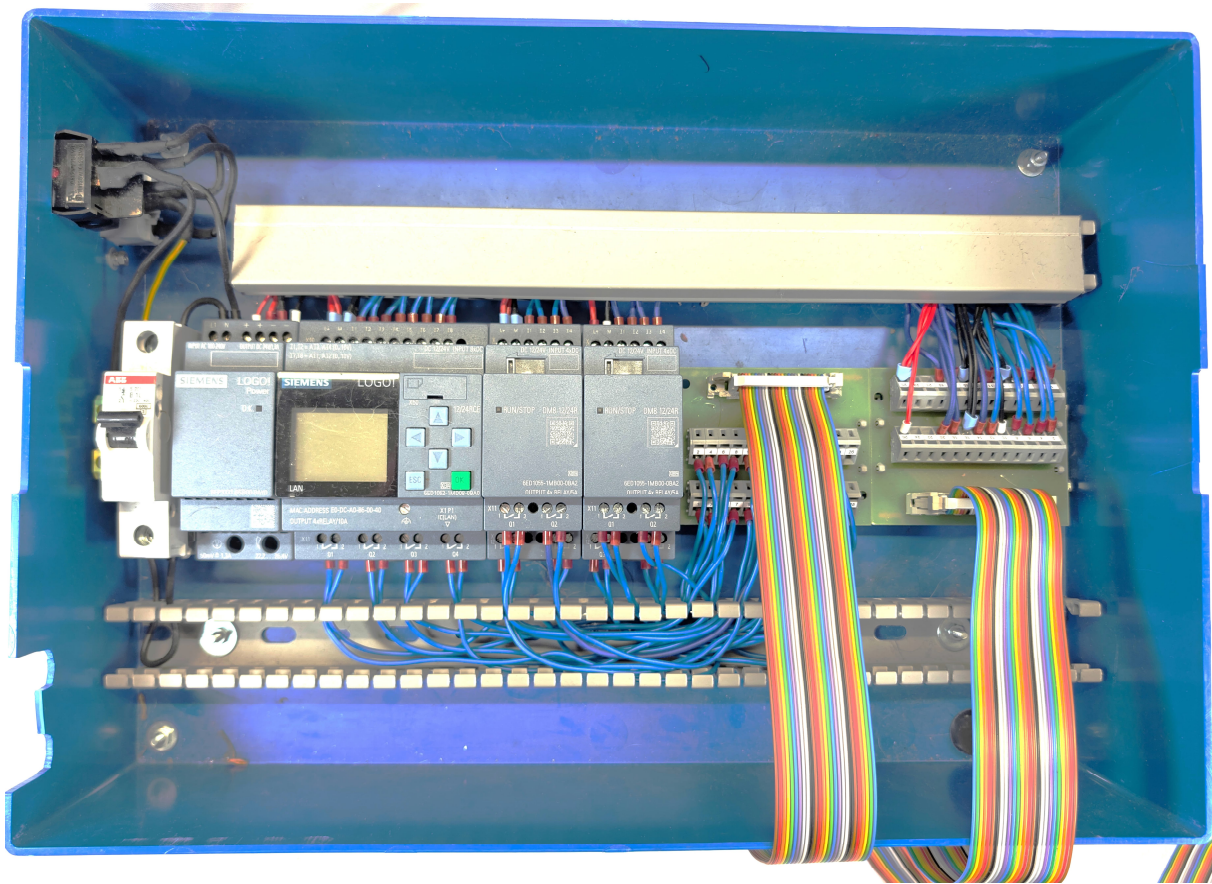


Abb. 2: Siemens Logo8 mit Zusatz-Ein- und Ausgängen

Die acht Eingänge direkt an der SPS können für verschiedene Zwecke programmiert werden. Neben der Verwendung als digitaler Eingang können hier auch Analogwerte von 0 bis 10 V eingelesen werden, und es gibt digitale Zählereingänge. Die zusätzlichen acht Eingänge sind dagegen reine Digitaleingänge.

Die zusammen mit den Zusatzmodulen verfügbaren Digitalausgänge sind in der oben dargestellten Konfiguration Relaisausgänge. Im Vergleich zu den (ebenfalls bestellbaren) 24-V-Transistorausgängen hat das den Nachteil, dass man für einen Schalter die jeweils benötigte Spannung selbst an den „Eingang“ des Schalters verdrahten muss. Der Nachteil kann aber auch als Vorteil gesehen werden: Bei der Verwendung von Relais kann eben auch die „klassische“ fischertechnik-Spannung von 6,8 bzw. 9 V verwendet werden.

Die 2013 verfügbare Siemens Logo hatte die „Familiennummer“ 6, und damals wie heute gab bzw. gibt es eine Variante für 12 bzw. 24 V. Diese Variante kann auch mit 12 V betrieben werden – in Verbindung mit den Relais-Ausgängen muss also für Spannungspegelanpassungen nicht viel Aufwand getrieben werden.

Schnittstelle zwischen SPS und Modell

Im Titel klingt es schon an: fischertechnik arbeitet mit Spannungen unter 10 V, die SPS mit 24 V. Eine direkte Verbindung dieser Potenziale führt unweigerlich zur Zerstörung mindestens der fischertechnik-Komponenten, wahrscheinlich aber auch der SPS.

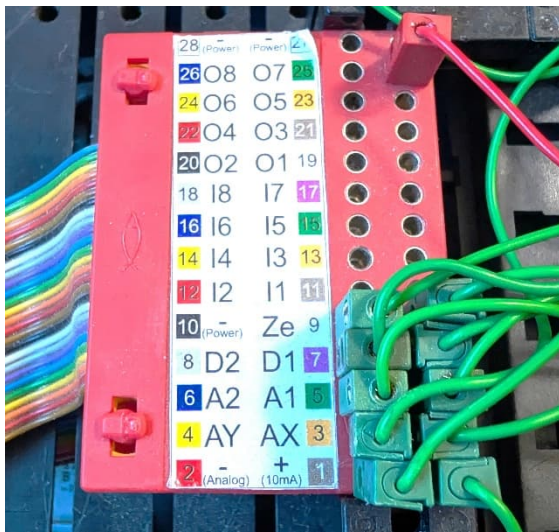


Abb. 3: Kontaktplatte für fischertechnik-Stecker

Beim gezeigten Modell beschränke ich mich bewusst auf die „Beobachtung“ meines Fahrstuhl-Modells durch die SPS. Mit einigen wenigen Relais hätte ich sicher auch den (einzigen) Motor ansteuern können, auch weil die Ausgänge der SPS, wie oben erwähnt, Relaiskontakte sind.

Die beiden 26-poligen Flachbandkabel sind auf je eine Buchsenplatte (75140) verdrahtet. Ab hier arbeiten wir mit den bekannten Steckern von fischertechnik weiter. Die tatsächliche Bedeutung der einzelnen Adern ist hier nicht an der Beschriftung ablesbar.

Die SPS „horcht“ auf insgesamt acht digitalen Leitungen: auf die vier „Stockwerk“-Taster, die anzeigen, wo sich ein stehender Fahrkorb gerade befindet, und auf die vier Ruftaster.

Um der SPS so etwas wie einen erweiterten Zweck zu geben, soll mit vier Lämpchen angezeigt werden, wohin der Korb noch fahren soll – dazu werden die vier Ruftaster abgefragt. Die SPS merkt sich das Zielstockwerk und zeigt es mittels der vier Lämpchen an (siehe Abb. 4). Diese Information konnte ich auf den vielen Ausstellungen nur schwer vermitteln, weil ansonsten nur die (sehr kleinen) Birnchen am jeweiligen „Stockwerks-Flipflop“ hinter dem restlichen Drahtverhau nach einem Ruf

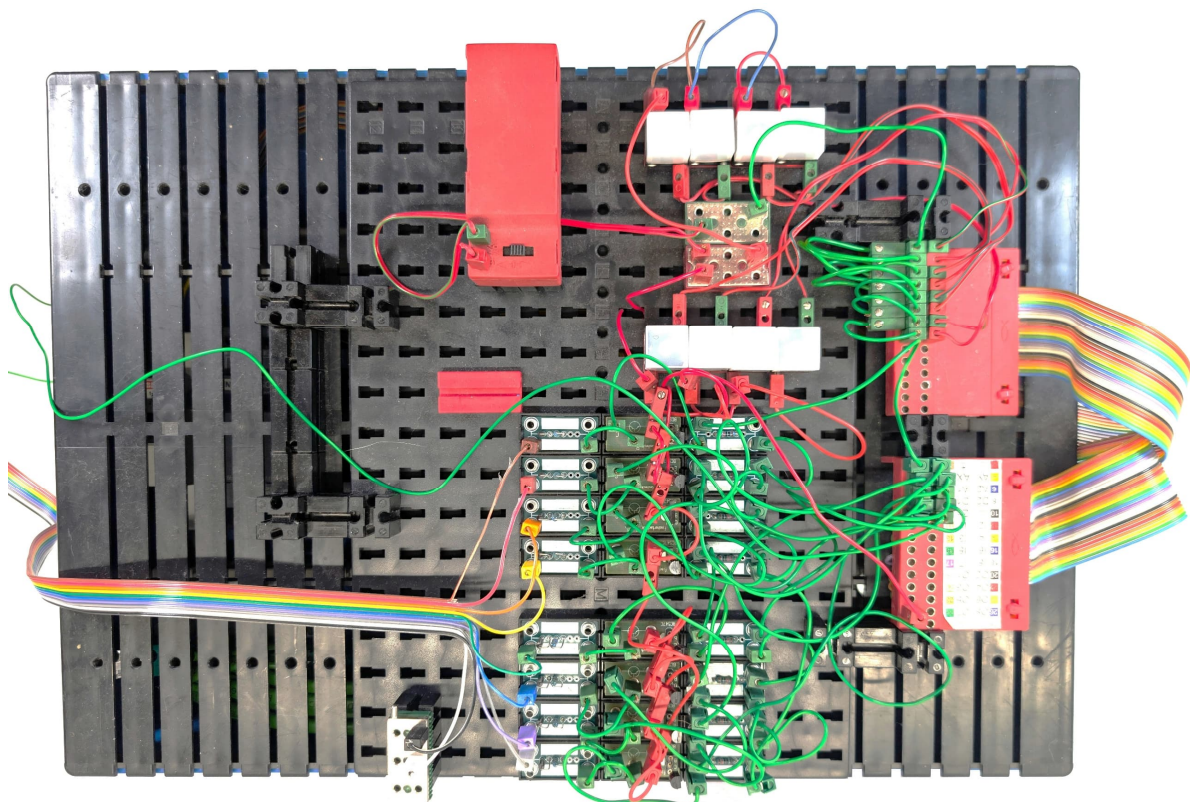


Abb. 4: Signal-Übergabe mit 8 Invertern und 8 Anzeigen

geleuchtet haben. Damit kann es sein, dass bis zu drei Lämpchen gleichzeitig leuchten – bis eben die betreffenden Stockwerke angefahren sind.

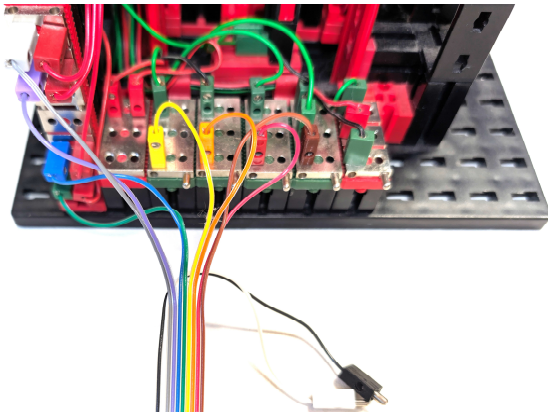


Abb. 5: Am Modell ankommendes Flachbandkabel; Leitung 9 (schwarz) und 10 (weiß) ungenutzt

Die oberen Lämpchen zeigen das jeweilige Stockwerk an, in dem sich der Fahrkorb gerade befindet. Im Modell erfolgt die Anzeige über den Stockwerken nur gerade

dann, wenn der Fahrkorb steht. Ansonsten sind alle „Stockwerk-Lämpchen“ aus, während der Korb fährt. Die SPS schaltet nun die „Stockwerk-Anzeige-Lampe“ erst aus, wenn der Fahrkorb in einem anderen Stockwerk – darüber oder darunter – ankommt. Im Gegensatz zum Modell hat man so immer eine Auskunft, wo sich der Korb grob befindet.

Die Inverter bestehen, analog zu den Verstärkerschaltungen im h4 RB Relaisbaustein, aus je einer Diode und dem Basiswiderstand, einem PNP-Transistor und einem Pullup-Widerstand zum 24 V-Potenzial. Wie man auf dem Bild unschwer erkennen kann, ergibt das für nur acht Eingänge einen ziemlichten Drahtverhau.

Das in Abb. 4 von links hereinkommende farbige Flachbandkabel kodiert seine Adernummern mit den Farbcodes von Widerständen: braun ist eins, rot ist zwei und so weiter bis weiß, als 0 (10, 20, ...). Seit geraumer Zeit bieten Fischerfridsman und andere Lieferanten 3D-gedruckte verschiedenfarbige Stecker an. Um also keinen Verdrahtungsfehler zu provozieren, habe ich die Adern mit entsprechend farbigen Steckern versehen.

SPS-Programm

Zur besseren Übersicht ist das SPS-Programm in zwei Teilen dargestellt.

Im Programmteil von Abb. 6 wird eine betätigte Ruftaste erst entprellt und dann ihr Impuls in einem Flipflop gespeichert – wie im Original ja auch. Entsprechend der Speicherung wird das betreffende Lämpchen eingeschaltet und erst dann wieder aus-

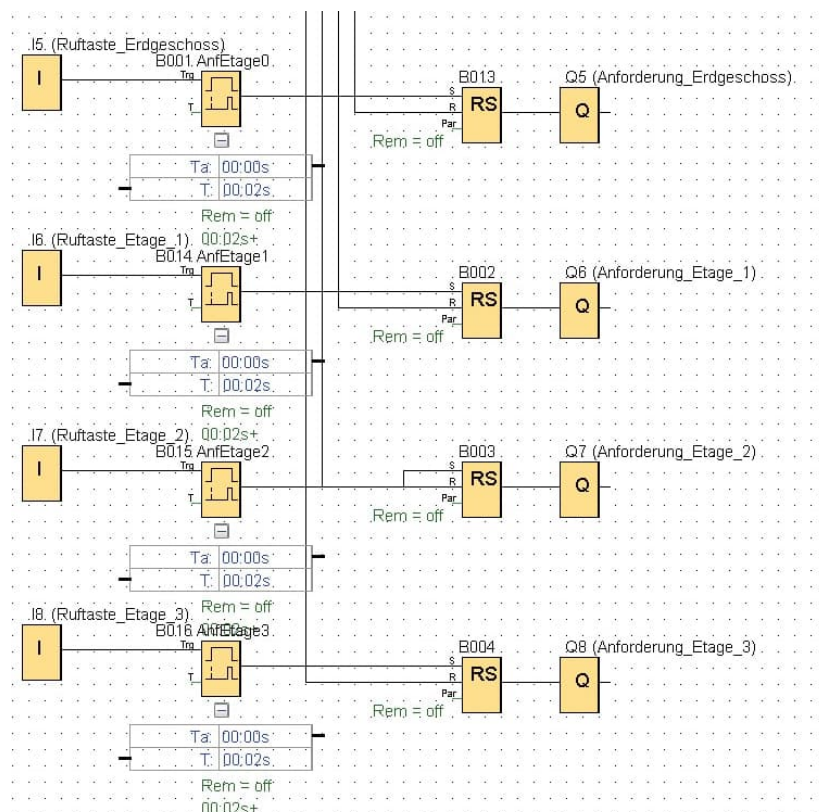


Abb. 6: Speicherung der Anforderung durch Ruftasten in Flipflops

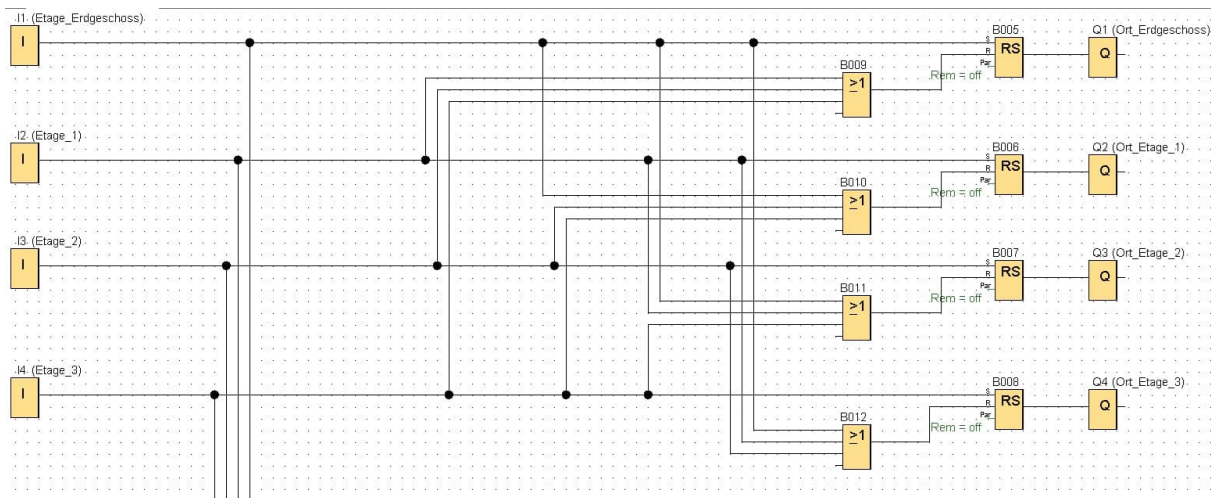


Abb. 7: Erreichen eines Stockwerks und Anzeige

geschaltet, wenn der Fahrkorb das Stockwerk erreicht.

Wird ein Stockwerk erreicht, dann wird, auch über ein Flipflop, der betreffende Ort gespeichert, und die Flipflops aller anderen Stockwerke werden zurückgesetzt.

Hier kann jeweils nur ein einziges Stockwerk angezeigt werden, und zwar so lange, bis ein anderes Stockwerk erreicht und sein Positionstaster betätigt wird.

Manöverkritik

Die beiden nicht verwendeten Adern könnten genauso gut zur Spannungsversorgung verwendet werden. Dann wären das zusätzliche grüne „Massepotenzial-Kabel“ und der kleine Batteriekasten obsolet und die Verkabelung würde sogar etwas einfacher.

Das gezeigte erweiterte Modell ist eine praktisch aufgebaute Studie darüber, was getan werden muss und welche Dinge zu beachten sind, um eine SPS mit einem fischertechnik-Modell zu verbinden.

Die Schaltung des Inverters ist zwar an die Schaltung im Silberling-Relais angelehnt, tatsächlich ist die hier aufgezeichnete Erweiterung aber nicht wirklich brauchbar.

Aufwand und dadurch eingebaute „Wackeligkeit“ stehen in schlechtem Verhältnis zum tatsächlichen Nutzen.

Die Anzeige des oder der Zielstockwerke und die verbesserte Positionsanzeige sind schon eine brauchbare Erweiterung des bestehenden Modells. Allerdings ist der schaltungstechnische Aufwand erheblich.

Das ist aber einzig der negativen Logik der Silberlinge geschuldet. Würde man das Modell „von Anfang an“ in positiver Logik aufbauen, würde deutlich weniger Kabelsalat gebraucht. Der Rest im SPS-Programm zur Ansteuerung des Fahrkorb-motors ist schnell geschrieben. Von der Logik her kann man das gleiche Prinzip wie die originale Steuerung verwenden. Das werde ich in einem späteren Beitrag beleuchten.

Quellen

- [1] Matthias Dettmer: *Aufzugssteuerung mit Silberlingen*. [ft:pedia 3/2025](#), S. 11–20.
- [2] Wikipedia: [Speicherprogrammierung](#).

Modell

Es quietscht und pfeift: Wie man eine Orgel baut (Teil 4)

Peter Krijnen

In diesem Beitrag befasse ich mich mit der Stabilität verschiedener Oszillatorformen. Außerdem beschreibe ich, wie sich die endgültigen musikalischen Töne aus den erzeugten Frequenzen ableiten lassen.

Zunächst muss ich jedoch etwas korrigieren: In Teil 3 der Beitragsreihe erwähnte ich, dass der SN74LS13N nicht funktionieren würde, zumindest nicht im kleinen Taktgeber. Das erschien mir seltsam, da die Funktionsweise des LS13N identisch mit der des SN7413N ist. Ein Händler, bei dem ich regelmäßig Bauteile bestelle, teilte mir mit, dass sich lediglich die Kennlinien des LS geringfügig unterscheiden.

Ich änderte daher die Werte der verschiedenen Bauteile, was jedoch nicht zum gewünschten Ergebnis führte. Wie bereits erwähnt, funktioniert der Taktgeber mit dem SN7413N.

Auf der Suche nach verschiedenen Oszillatorschaltungen sah ich auch in meinem Ordner mit Eminent-Schaltplänen nach, insbesondere im Schaltplan des SOLINA-S-Typs. Hier kommt ein TMS7040-Prozessor zum Einsatz, der von einem 10-MHz-Oszillator getaktet wird. Dieser Oszillator besteht aus zwei Schmitt-Trigger-Invertern, einem 470- Ω -Widerstand, einem 470- Ω -Trimmer und einem 47-pF-Keramikkondensator als frequenzbestimmende Elemente. Soweit nichts Neues, eine Standardkonstruktion also.

Das Merkwürdige an der ganzen Sache war jedoch, dass als IC-Typ ein 74LS13 angegeben war. Der 74LS13 ist aber kein Inverter, sondern ein „Dual 4 Input NAND“.

Hätte dort stattdessen 74LS14 gestanden, hätte ich mir das Ganze gar nicht erst angesehen. Zur Sicherheit habe ich das ursprüngliche Leiterplattenlayout überprüft. Und darauf ist eindeutig zu erkennen, dass tatsächlich ein 74LS13 verwendet wird.

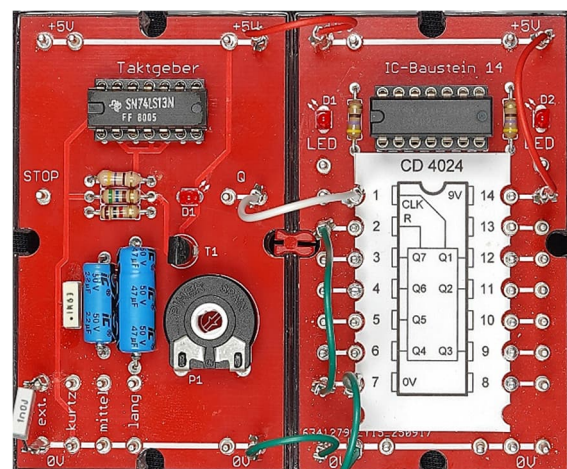


Abb. 1: Der Taktgeber funktioniert doch mit dem 74LS13N

Da ich ohnehin noch einige Teile bestellen musste, habe ich gleich fünf LS13 mitbestellt. Als sie zwei Tage später geliefert wurden, habe ich natürlich als erstes den LS13 in den Taktgeber eingesetzt, und zu meiner großen Erleichterung funktionierte es diesmal.

Obwohl auf den ersten zehn von mir gekauften ICs die Bezeichnung SN74LS13N angegeben ist, handelt es sich

höchstwahrscheinlich um LS20Ns: Beide sind „Dual 4-Input NAND“, allerdings ohne Schmitt-Trigger-Eingänge. Schade.

Wie stabil ist der Taktgeber?

Das ließ sich leicht mit einer Dauermessung herausfinden. Das ist zunächst widersprüchlich, da die Dauermessung 2000 Sekunden dauert.

Wie mein Oszilloskop verfügt auch mein Multimeter über einen USB-Anschluss für einen USB-Stick. Nach einem Blick in die Bedienungsanleitung fand ich heraus, wie man die Daten auf dem Stick speichert. Zuvor hatte ich die Trigger-Frequenz auf 1 Hz eingestellt.

Um ein sauberes Rechtecksignal zu erhalten, schloss ich einen CD4024-Frequenzteiler an den Ausgang an. Ich stellte die Frequenz so ein, dass ich an Q1 des CD4024 3520 Hz maß.

Nach 33,33 Minuten hatte ich also 2000 Messwerte, die auf dem Stick gespeichert werden mussten. Anschließend steckte ich den Stick in einen USB-Anschluss eines meiner Computer, um die Daten in Excel zu importieren. Das ist problemlos möglich, da die Daten im CSV-Format vorliegen. Ich habe nun zwei Spalten in Excel. Die Mess-

werte mussten anschließend durch 100.000 geteilt werden, um die nachfolgenden Nullen zu entfernen. Danach habe ich 3520 subtrahiert, um nur die Frequenzabweichung zu erhalten. Diese Abweichungen habe ich in das Diagramm aufgenommen.

Im Diagramm in Abb. 2 sind sowohl die Kurve des SN7413N als auch die des SN74LS13N zu sehen. Der 7413 ist deutlich stabiler als der LS13. Außerdem war es sehr schwierig, den Taktgeber überhaupt auf die korrekte Frequenz einzustellen.

Als nächstes Modul schloss ich den großen Taktgeber an das Multimeter an. Auch hier musste ich viel Zeit investieren, um die korrekte Frequenz einzustellen. Dies gelang jedoch nicht, da die Frequenz ständig driftete. Dies ist deutlich im Diagramm in Abb. 3 (blau) zu sehen.

Überraschenderweise erwies sich der Grundbaustein als der stabilste von allen und ließ sich zudem mithilfe eines externen Trimmers problemlos auf die korrekte Frequenz einstellen. Dies ist ebenfalls in Abb. 3 (rot) zu erkennen.

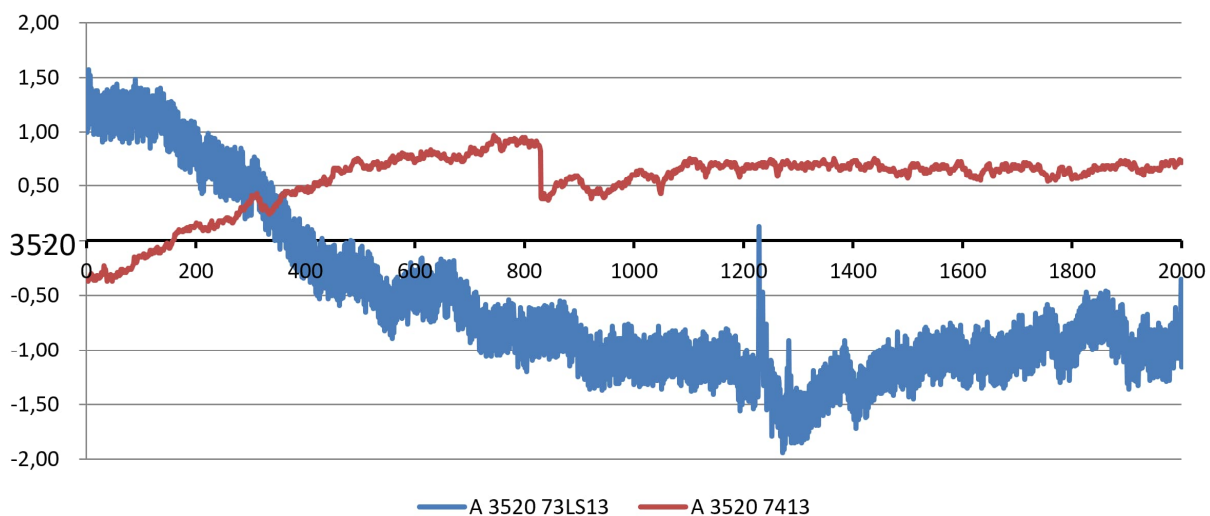


Abb. 2: Es ist deutlich sichtbar: Der 7413N ist wesentlich stabiler als der 74LS13N.
Die Ursache der Sprünge ist mir jedoch unklar.

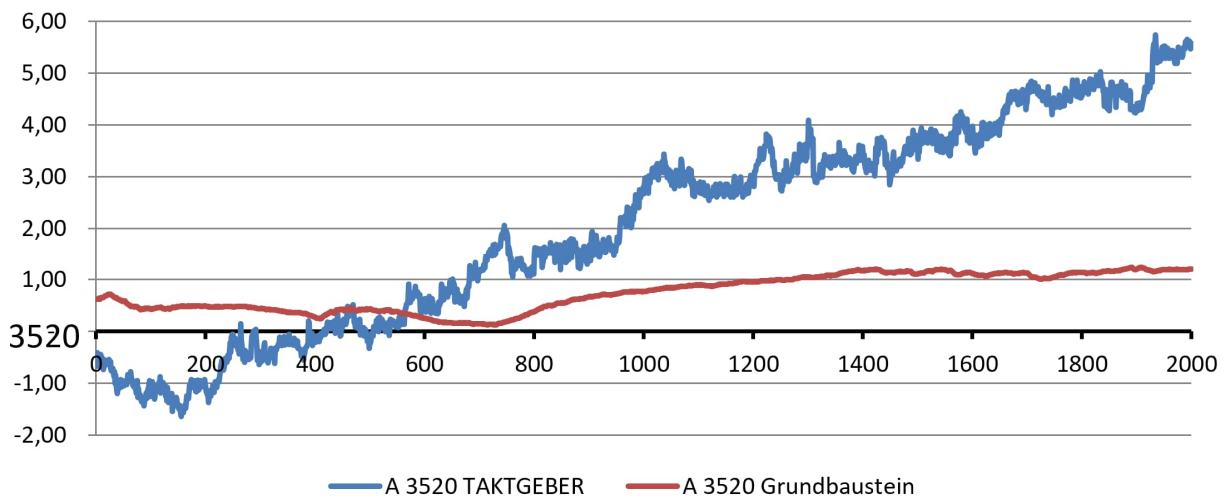


Abb. 3: Ist der Grundbaustein besser als die IC-Module? Das Diagramm (rot) zeigt dies deutlich.

Als viertes und letztes Modul kommt der Schwellenwertschalter. Mit dem SN74LS14N (bei 5 V) schien er recht stabil zu laufen (siehe Abb. 4, blau). Nach 11 Minuten hatte er jedoch genug und beschloss, aus der Reihe zu tanzen. Die Ursache dafür ist mir unbekannt.

Mit einem CD40106B bei 9 V scheint er etwas besser zu funktionieren. Während der ersten fünfzehn Minuten ist noch ein Aufwärtstrend zu erkennen (rot), danach liegt der Durchschnitt bei etwa 3524 Hz.

Ist es möglich, mit den Inhalten anderer fischertechnik-Kästen einen Taktoszillator zu bauen?

Ja, das ist möglich, zumindest mit den Inhalten des Elektronik-Praktikums 30629. Ein Schaltplan mit zwei Transistoren und einem Lautsprecher ist auf den Seiten 38, 39 und 40 des Handbuchs ([39410](#)) abgebildet.

Zwei Transistoren sind auch im Profi Electronics-Kasten ([524326](#)) enthalten. Zwei Schaltungen werden ab Seite 28 des Handbuchs ([152981](#)) besprochen. Die

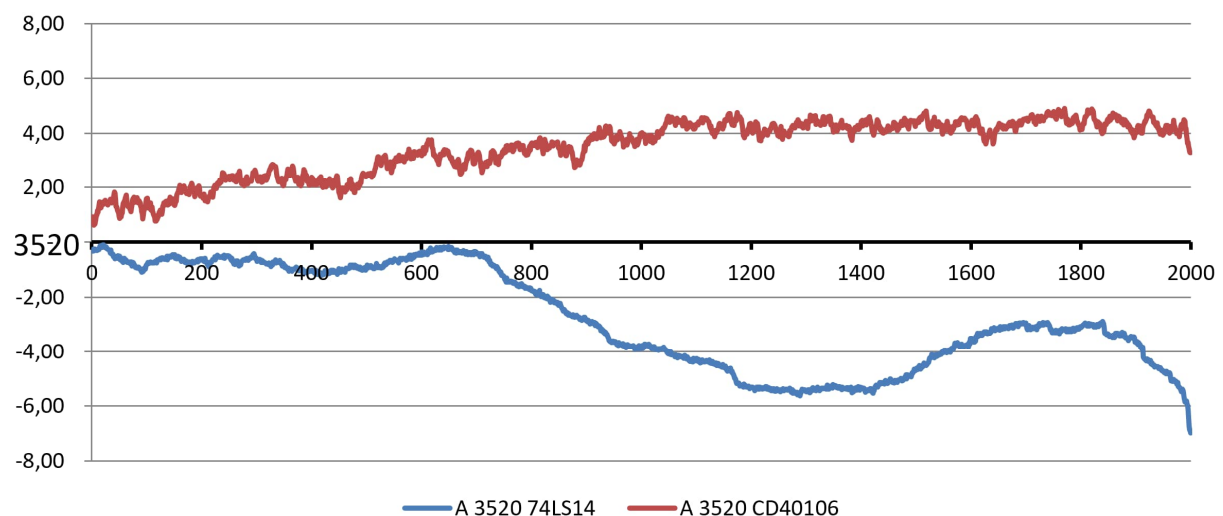


Abb. 4: Schwellenwertschalter mit dem 74LS14N und dem CD40106B.
Für musikalische Zwecke scheint mir der CD40106 besser geeignet.

Werte der verwendeten Widerstände und Kondensatoren reichen jedoch nicht aus, um Frequenzen bis zu 10 kHz zu erzeugen.

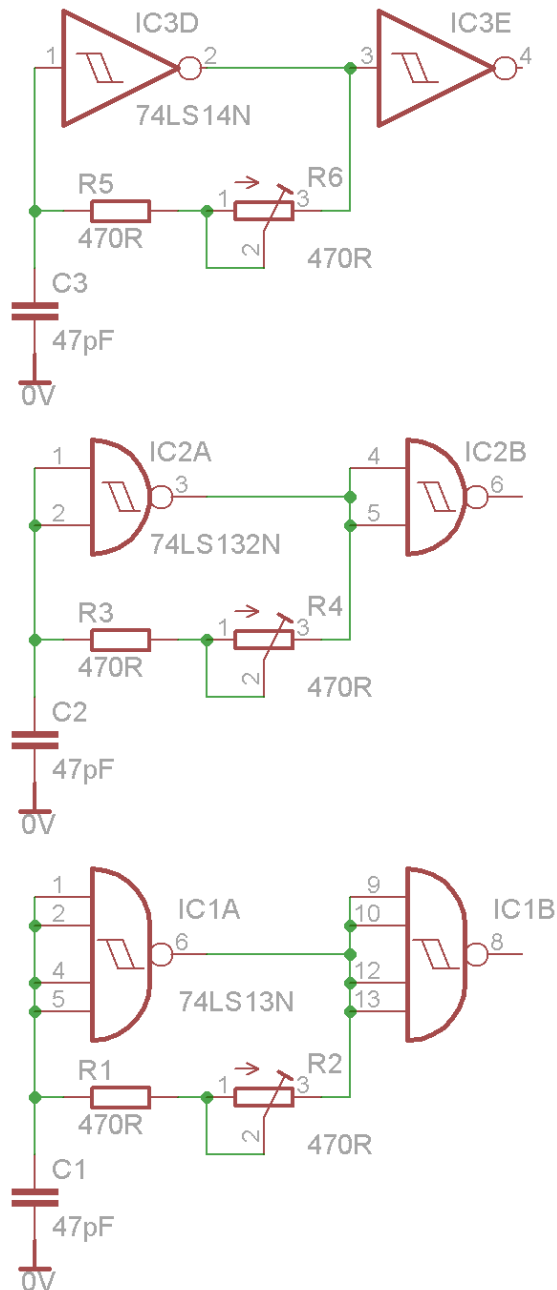


Abb. 5: Drei identische Schaltungen: Inverter, zwei-Eingang-NAND-Gatter und vier-Eingang-NAND-Gatter, alle mit Schmitt-Trigger-Eingängen.

Dies gilt auch für Profi E-Tronic ([559883](#)). Es handelt sich um dieselbe Schaltung wie in Profi Electronics, jedoch mit anders geformten Bauteilen. Besitzt man jedoch

keine der Schul-Kästen, fehlt ein Potentiometer zur Frequenzeinstellung.

Suche

Besitzt man, wie ich, 30 Jahrgänge ELV- und über 40 Jahrgänge ELEKTOR im Bücherregal, hat man mehr als genug Beispiele für Oszillatoren zum Ausprobieren. Das Internet bietet natürlich auch viele Möglichkeiten.

Grundsätzlich benötigt man immer ein invertierendes Element, einen Kondensator und einen Widerstand für die Rückkopplung sowie natürlich ein Potentiometer zur Justierung.

Für mich ist das invertierende Element ein Inverter. Dieser kann in Form eines Inverters (74LS07 oder CD4069) realisiert werden. Alternativ kann man auch ein NAND- (74LS00 oder CD4011) oder NOR-Gatter (74LS02 oder CD4001) verwenden, sofern beide Eingänge gekoppelt sind. Am besten funktioniert es jedoch mit einem Inverter des Typs 74LS14 oder CD40106 oder einem NAND-Gatter des Typs 74LS132 oder CD4093. Diese vier sind mit Schmitt-Trigger-Eingängen ausgestattet.

Der Schmitt-Trigger-Effekt

Um den Ausgang eines normalen Puffers/Inverters, AND-/NAND- oder OR-/NOR-Gatters zu schalten, wird eine Spannung von beispielsweise 2 V benötigt. Fällt die Spannung hingegen wieder unter 2 V, schaltet der Ausgang sofort zurück.

Schmitt-Trigger-Eingänge weisen eine gewisse Hysterese (Verzögerung) auf. Bei den bereits erwähnten ICs beträgt (laut meinem Texas Instruments Databook von 1985) der High-Pegel 1,6 V und der Low-Pegel lediglich 0,8 V. Daher ist das Symbol für „Hysterese“ in den Gattern dargestellt. Die Pegel können jedoch je nach Hersteller variieren (siehe „Figure 2“ im Datenblatt).

Der Effekt eines Schmitt-Triggers besteht darin, dass die Spannung am Kondensator, die gleichzeitig die Eingangsspannung des Inverters ist, auf 1,6 V ansteigen muss, um den Ausgang von High auf Low zu schalten. Da die Ausgangsspannung nun niedriger als die Kondensator-Spannung ist, wird der Kondensator nun in umgekehrter Richtung durch den Widerstand und das Potentiometer entladen. Fällt die Spannung unter 0,8 V, schaltet der Ausgang erneut um und wird somit wieder High. Der Strom kehrt seine Richtung um und der Kondensator wird wieder aufgeladen.

Die Geschwindigkeit dieses Vorgangs hängt von der Größe der Widerstände und des Kondensators ab. Die in Abb. 5 dargestellte Schaltung erzeugt die für den TMS7040 im SOLINA S benötigten 10 MHz.

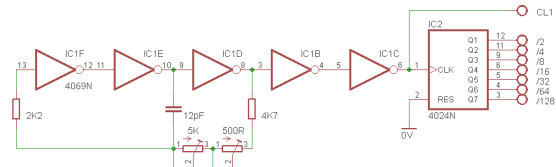


Abb. 6: Diese Schaltung wurde von Valter Narcisi verwendet, allerdings nicht mit dem 7-Bit-Teiler CD4024, sondern mit dem TOS-IC M086.

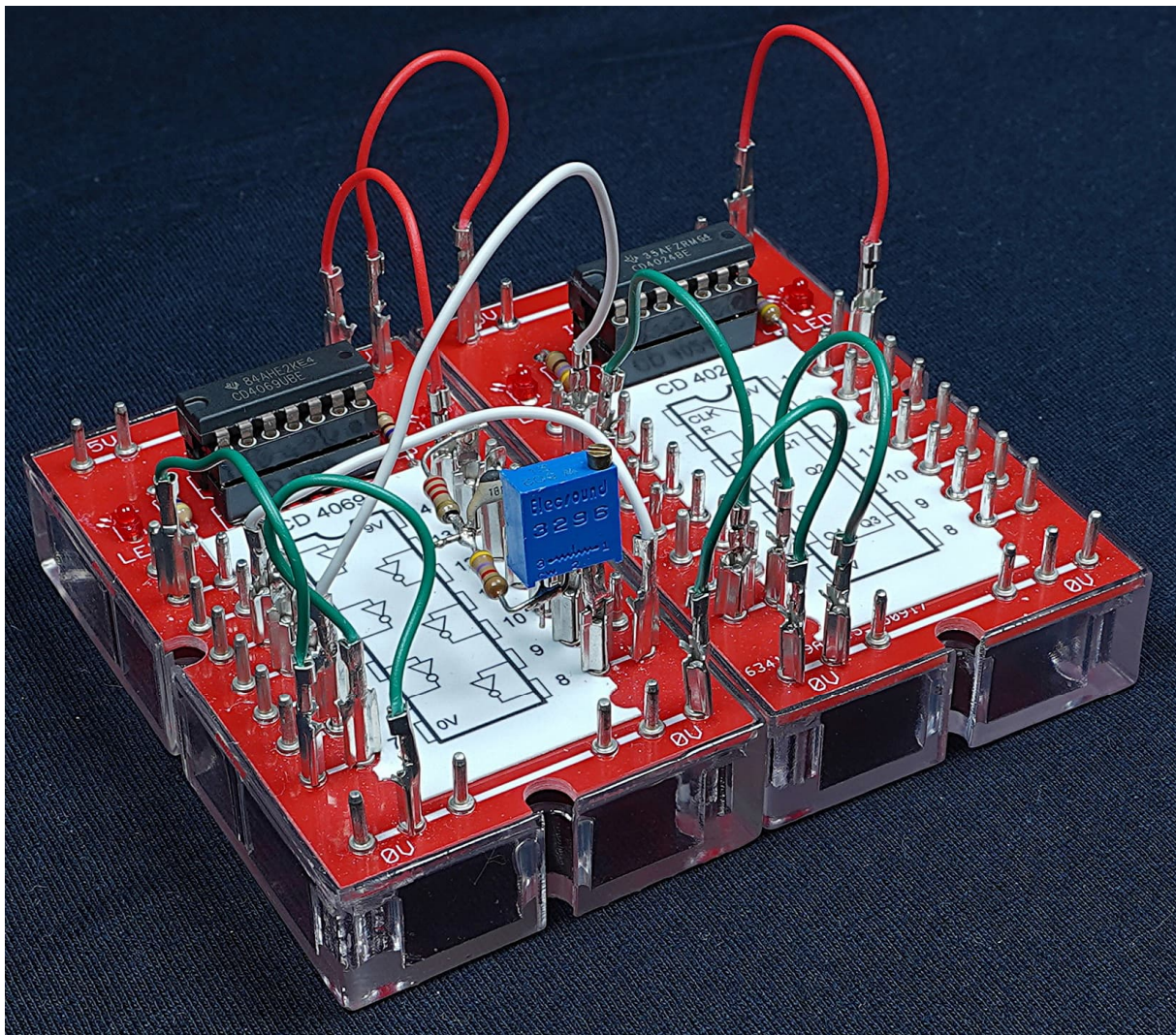


Abb. 7: Meine Version, aufgebaut auf einem IC-14-Modul. Die Widerstände und der Kondensator befinden sich, zwischen den Drähten kaum sichtbar, links vom blauen Trimmer.

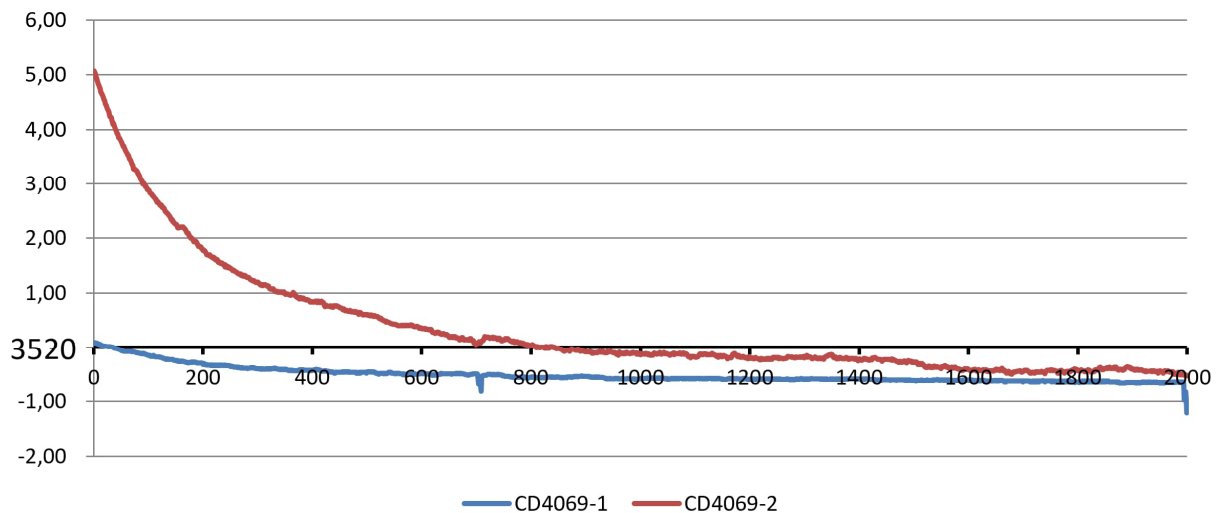


Abb. 8: Am Ende scheint es einigermaßen stabil zu sein – nach einer halben Stunde, wohlgemerkt.

Valter Narcisi [4] zeigt auf seiner Website, dass es auch ohne Schmitt-Trigger geht. Er verwendet fünf Gatter eines MC14069BE. Dies ist die Motorola-Version des CD4069B.

Zusätzlich werden zwei Widerstände, ein Kondensator und zwei Trimmer benötigt. Mit der in Abb. 6 beschriebenen Schaltung werden 2 MHz erzeugt.

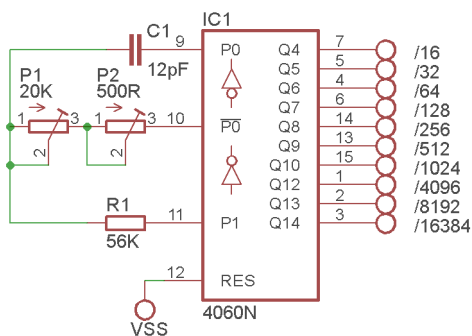


Abb. 9: Oszillator und Teiler in einem, der CD4060 (geeignet bis 800 MHz)

Da ohnehin viele Drähte benötigt werden, habe ich die Widerstände, den Kondensator und den Trimmer auf Lötösen gelötet, die ich zuvor auf die Lötstifte gesteckt hatte (Abb. 7). Diese Abbildung zeigt außerdem, dass die ICs mit einem zusätzlichen Sockel auf dem Modul montiert sind. Der Entkoppelkondensator befindet sich in diesem Sockel zwischen den Pins 7 und 14.

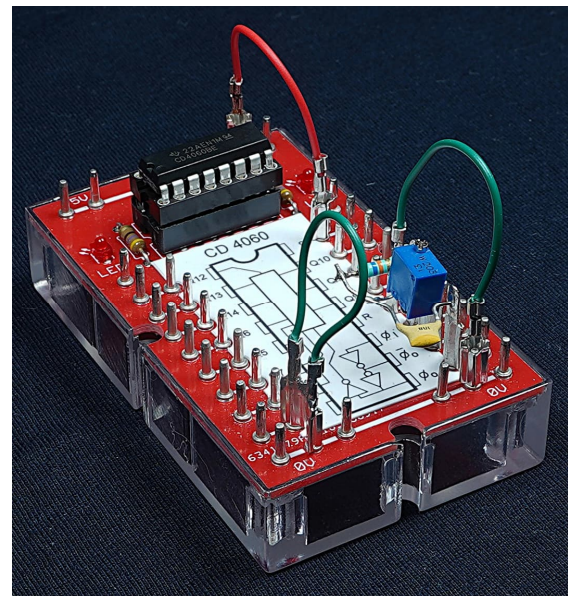


Abb. 10: Aufbau gemäß dem Schaltplan in Abb. 9, aber hier nur mit einem Trimmer

Für die in den Abbildungen 6 und 7 dargestellte Schaltung werden zwei Module benötigt: eines für den Oszillator und eines für den Teiler. Wäre es möglich, dies auf einem einzigen Modul unterzubringen? Ja, das ist möglich. Es gibt einen IC, der beide Funktionen vereint: der CD4060 (Abb. 9). Um beide Funktionen in einem 16-Pin-IC unterzubringen, mussten aber vier Teilerausgänge (Q1, Q2, Q3 und Q11) weggelassen werden. Ich habe diese Version auch auf einem IC-16-Modul aufgebaut (Abb. 10).

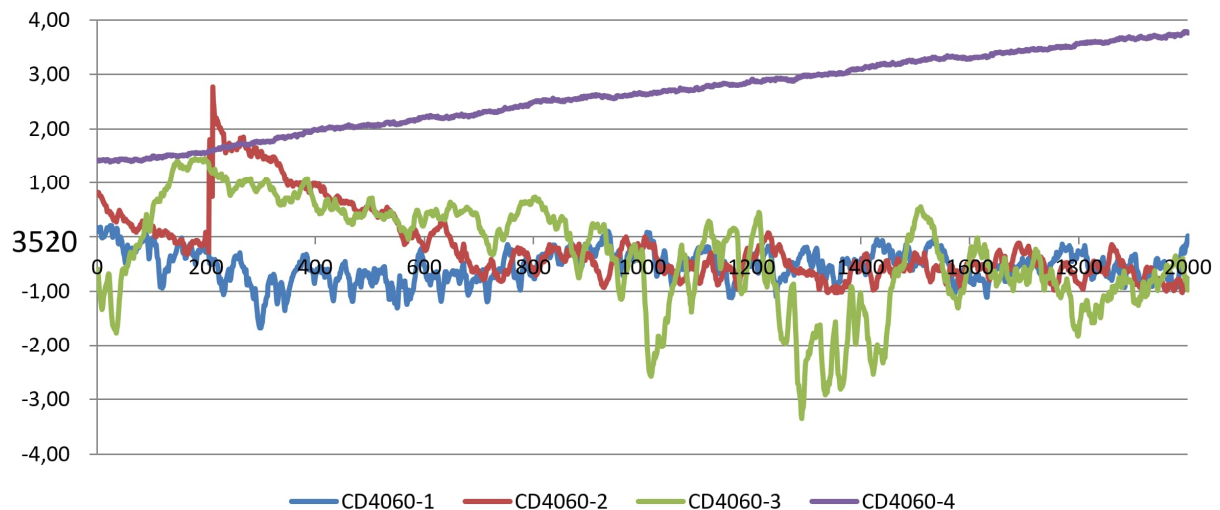


Abb. 11: Vier Messdiagramme des CD4060, alle fehlerhaft

Ein weiterer Nachteil ist, dass mit der in Abb. 9 gezeigten Konfiguration nur Frequenzen bis ca. 800 kHz erzeugt werden können. Der Teiler selbst kann jedoch Frequenzen über 10 MHz verarbeiten.

Quarz

Auf YouTube bin ich auf den Kanal eines gewissen „organfairy“ [1] gestoßen. Er verwendet den CD4060 in Kombination mit einem 4-MHz-Quarz, um ein 250-kHz-Taktsignal an Q4 zu erzeugen (Abb. 12).

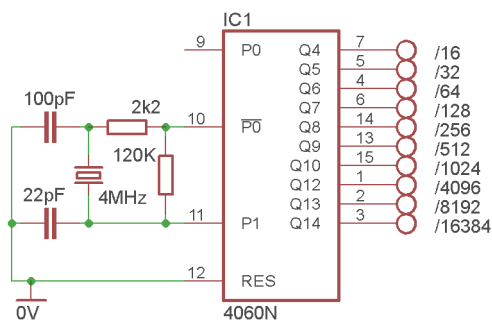


Abb. 12: Mit einem Quarz sind Frequenzen von 10 MHz und mehr möglich

Den folgenden Schaltplan (Abb. 13) fand ich in der ELV-journal Nr. 29 vom Oktober 1983. Auf Seite 51 befindet sich der Schaltplan des „Takt- und Impulsgenerators TIG 7000“. Aufgrund der erforderlichen Präzision wurde ein 10 MHz-Quarzkristall verwendet. Mit dem Kondensatortrimmer lässt sich dies realisieren (Abb. 13).

Ich habe gar nicht erst versucht, diese Schaltung auf dem IC-14-Modul aufzubauen – zu viele lose Bauteile und Drähte. Auf einem Steckbrett geht es besser. Und es funktioniert einwandfrei. Mein Multimeter kann laut Spezifikation nur bis 1 MHz messen, funktioniert aber trotzdem bis 4 MHz. Mit einem 1:10-Teiler davor gemessen, ergab das Ergebnis 999,999 kHz. Dasselbe mit einem 8-MHz-Teiler. Bei 2 und 4 MHz konnte ich ohne Teiler messen, das Multimeter zeigte dann exakt 2 bzw. 4 MHz an.

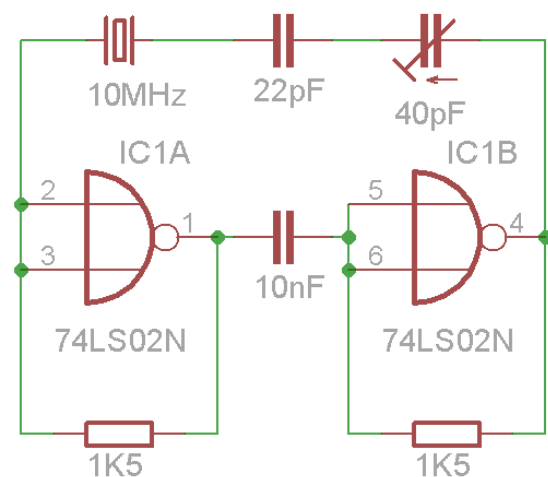


Abb. 13: Anstelle des 10-MHz-Quarzkristalls kann selbstverständlich auch ein anderer Wert verwendet werden.

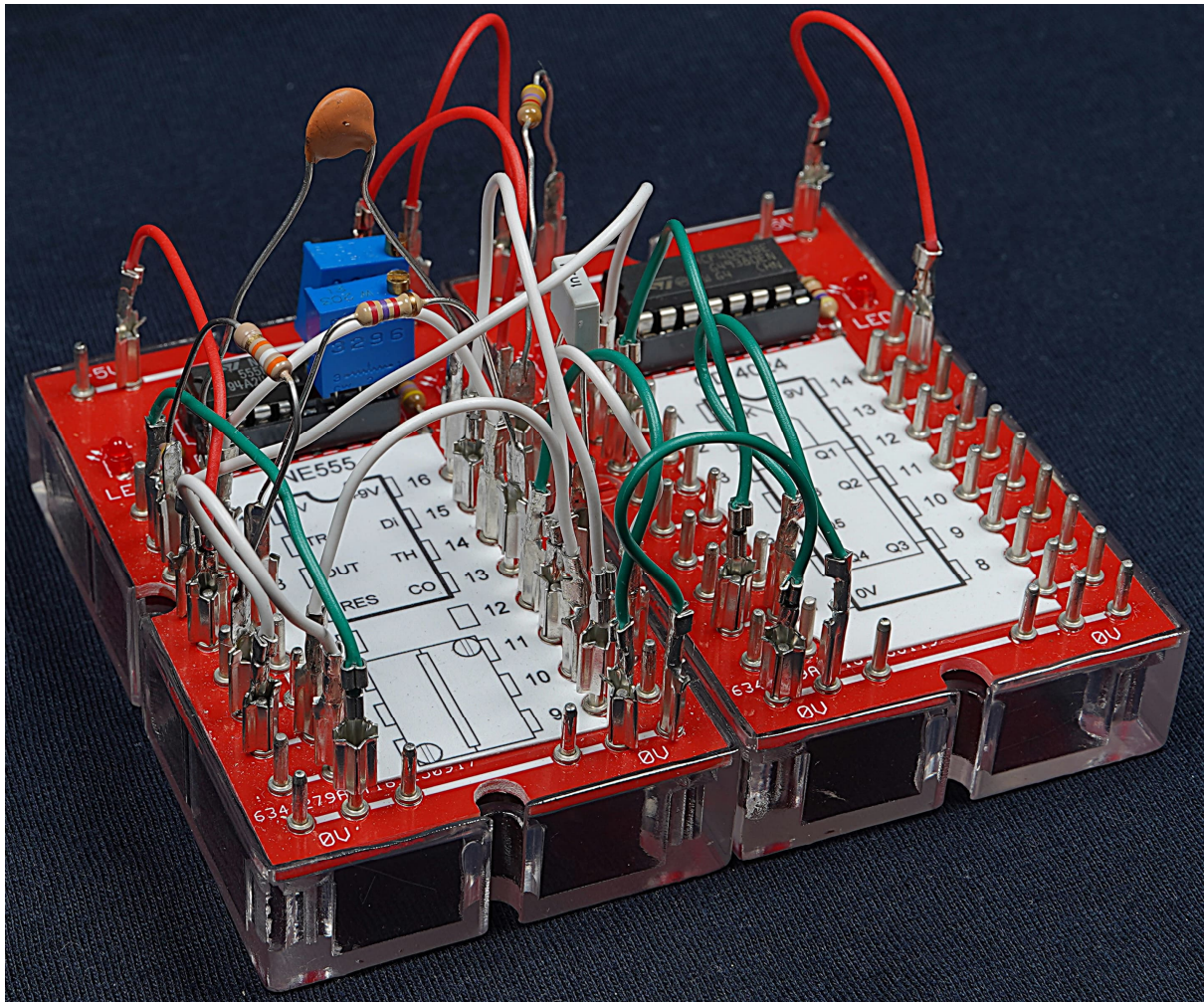


Abb. 15: Die Schaltung aus Abb. 14, aufgebaut auf einem IC-16-Modul.
Ebenfalls auf einem IC-16-Modul: ein 14-poliger CD4024.

555

Wie bitte? Genau, der NE555. Aufgrund seiner vielfältigen Funktionen ist er wohl der bekannteste IC. „organfairy“ verwendet mehrere davon in einer seiner Schaltungen [2]. Ich selbst habe für meine Experimente nur einen verwendet (Abb. 14). Der Wert von R3 bestimmt hauptsächlich den Ton, der sich dann mit beiden Trimmern recht genau einstellen lässt.

Obwohl noch viele lose Bauteile platziert werden müssen, ging das mit dem NE555 etwas einfacher. Ich hatte noch acht Pins an einem IC-16-Modul frei, in die ich die beiden Trimmer einsetzte. Die Bauteile befestigte ich mit Lötösen [3]. Abb. 15 zeigt, wie dieses Kabelgewirr aussieht.

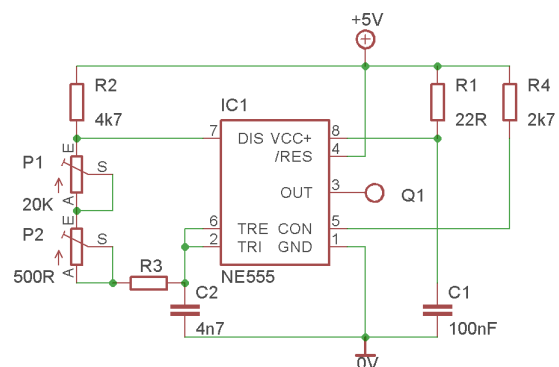


Abb. 14: Eine von vielen Möglichkeiten, einen Oszillator mit dem NE555 zu bauen.

VCO

Auf der Suche nach weiteren Oszillatorschaltungen kehrte ich zum SOLINA-S-Typ zurück. Zusätzlich zu den 10 MHz für den Prozessor werden weitere 1 MHz für

die eigentliche Tonerzeugung benötigt. Dies wird mit einem VCO vom Typ SN74LS624 erreicht. Wem die Abkürzung VCO nichts sagt: VCO steht für „Voltage Controlled Oscillator“ (spannungsgesteuerter Oszillator).

In dieser Konfiguration wird der 74LS624 jedoch anders eingestellt als im Datenblatt angegeben. Normalerweise wird Eingang 13 (FC) zur Frequenzeinstellung verwendet. Der Ingenieur von Eminent hatte jedoch eine andere Meinung dazu. Er wählte einen anderen Ansatz und nutzte Eingang 2 (RNG) zur Einstellung. Dazu muss das an Eingang 13 angeschlossene Potentiometer in die Mittelstellung gebracht werden. Dies ist problemlos möglich, da das Potentiometer einen Rastpunkt in der Mitte besitzt. Mit diesem Potentiometer kann die Orgel bei Bedarf gestimmt werden.

Da der Ausgangspegel von Pin 6 zu niedrig ist, um den Transistor zu schalten, habe ich Ausgang 8 verwendet. Der Nachteil für mich war jedoch, dass der 74LS624 ein TTL-IC ist und daher nur mit 5 V betrieben werden kann. In einem Moment der Un-

achtsamkeit habe ich diesen IC an 12 V angeschlossen: Autsch... Diese ICs sind nicht gerade billig.

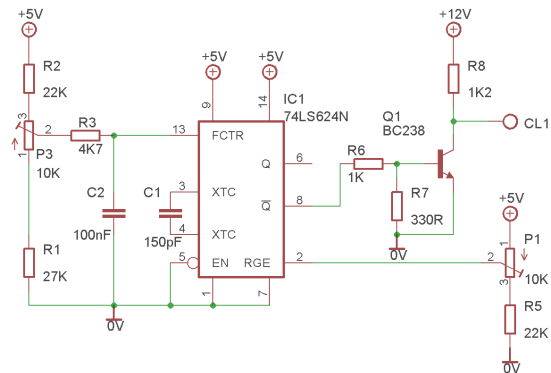


Abb. 16: Mit dieser Konfiguration wird ein 1-MHz-Taktsignal erzeugt.

Um diesen IC als Oszillator zur Ansteuerung eines TOS-ICs zu verwenden, ist die Transistorstufe als Pegelwandler dazwischengeschaltet. Als TOS-IC verwende ich einen TMS3616, der mit 12 V betrieben wird. Wie in Abb. 17 zu sehen ist, konnte ich die Schaltung schließlich doch auf einem IC-14-Modul unterbringen.

Bei all den oben beschriebenen Konfigurationen müssen viele Verbindungen herge-

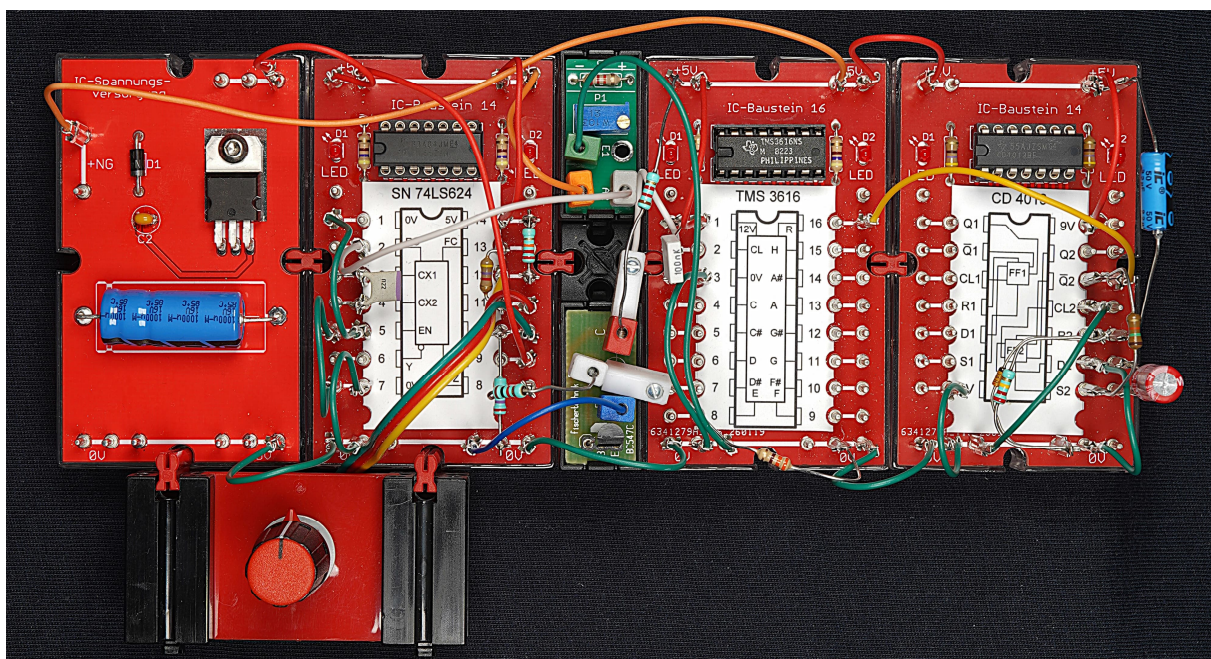


Abb. 17: 5-V-Stabilisator, der 74LS624, der Transistor mit dem Trimmer, der TMS3616 TOS IC und ein CD4013 für den Power-up-Reset.

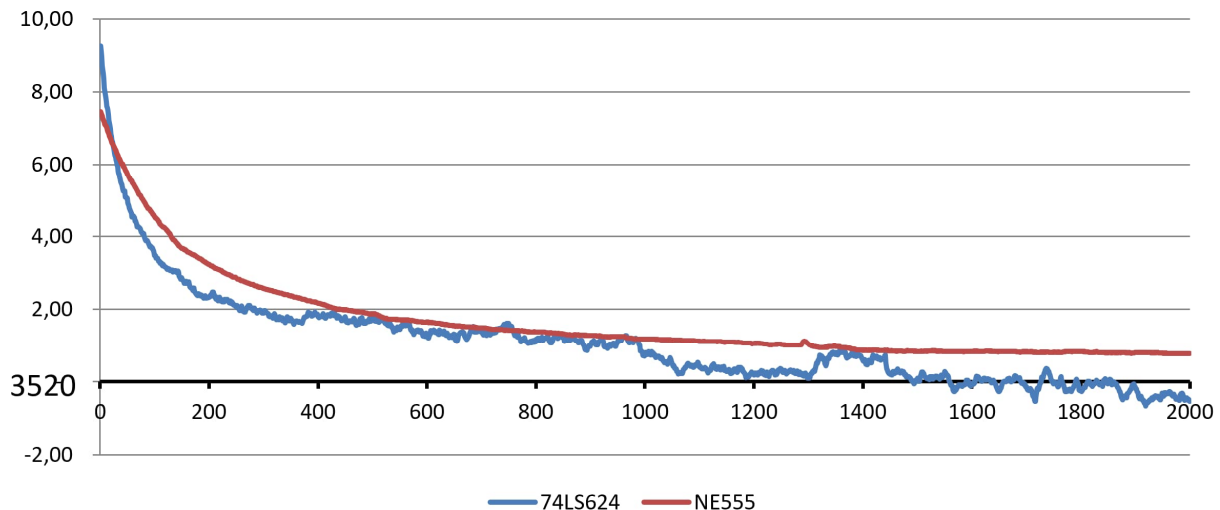


Abb. 18: Freier Fall für die 74LS624 und die NE555. Die NE555 ist hier jedoch die bessere Wahl.

stellt werden. Das verläuft nicht immer reibungslos. Die Drähte verhalten sich zudem wie eine Art Antenne: Je näher man ihnen mit der Hand oder einem Metallschraubendreher kommt, desto stärker wird die Frequenz beeinflusst. Deshalb habe ich mir einen Keramikschraubendreher zum Justieren besorgt. Damit funktioniert es besser.

Leider ist die mechanische Festigkeit der Lötösen nicht optimal, wodurch sie sich leicht lösen. Das wiederum führt zu schlechten Kontakten und einem höheren Kontaktwiderstand. Die Folgen dieser Instabilität sind in den Messdiagrammen erkennbar.

Spule und Kondensator

In den SOLINA-Modellen K, N, P und T wird eine Kombination aus Induktivität und Varicab-Diode als Oszillator verwendet. Das Schaltbild hierfür ist in Abb. 20 dargestellt. Abb. 19 zeigt meine eigene Rekonstruktion, die ich schon 1985 gebaut hatte.

Quarzoszillator

Die beste Alternative ist der Quarzoszillator, und zwar ein vollständiger Oszillator in einem abgeschirmten Metallgehäuse. Er ist kaum größer als ein 14-poliger IC, hat nur vier Anschlusspins und passt daher perfekt auf das IC-14-Modul. Der Nachteil ist jedoch, dass er nur für 5 V erhältlich und

nicht justierbar ist. Folglich hat er eine feste Ausgangsfrequenz.

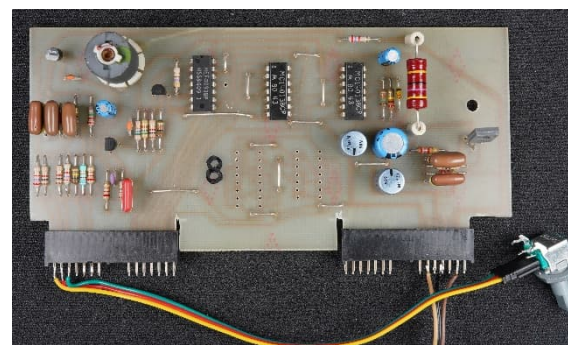


Abb. 19: Links der eigentliche 2-MHz-Oszillator; in der Mitte drei CD4013 als Teiler; rechts die 12-V-Spannungsstabilisierung.

Teiler

Nachdem wir die verschiedenen Aufbaumöglichkeiten eines Oszillators kennengelernt haben, widmen wir uns nun den Teilern. Wir möchten die zwölf Grundtöne erzeugen. In den 1970er- und 1980er-Jahren entwickelten mehrere Hersteller die sogenannten TOS-ICs für diesen Zweck.

TOS steht für Top Octave Synthesizer (Oberoktav-Synthesizer). Dabei handelt es sich jedoch gar nicht um einen Synthesizer. Diese ICs enthalten mehrere Teiler, mit denen aus der Eingangsfrequenz mehrere Töne erzeugt werden. Es gibt ICs, die 4, 6, 12 oder 13 Töne verarbeiten können.

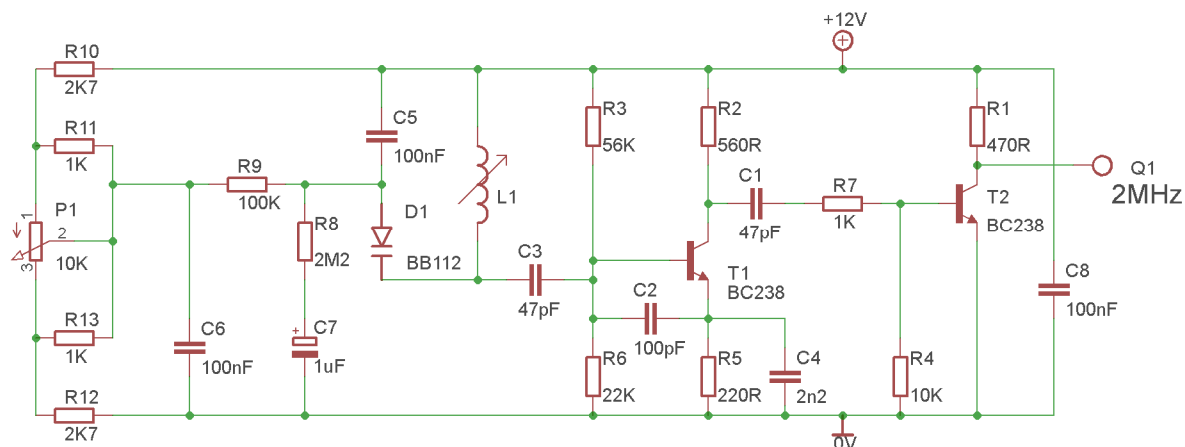


Abb. 20: Aufbau des im SOLINA verwendeten Oszillators.
Die Justierung erfolgt über den Kern der Induktivität.

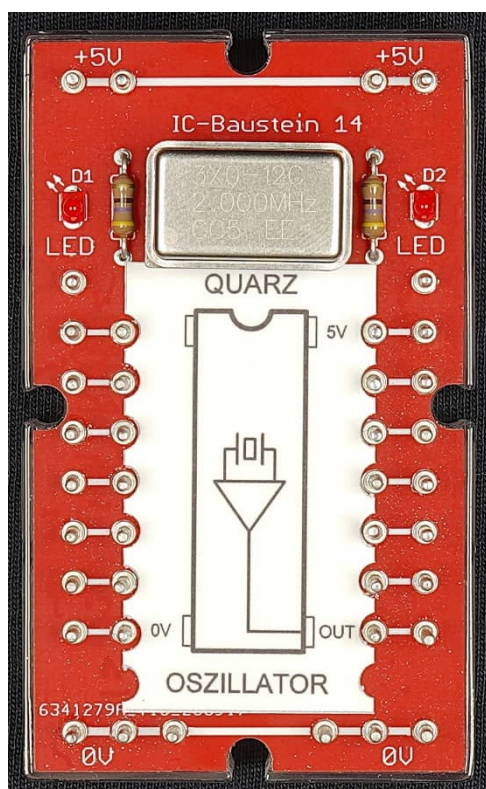


Abb. 21: Kaum erkennbar: 2-MHz-
Quarzoszillator

Valter Narcisi stellt auf seiner Website einige Beispiele zur Verfügung. Bei Eminent wurde der TMS3616 in den SOLINA-Modellen K, N, P und T verwendet. Es ist sinnlos, im Internet nach einem Datenblatt zu suchen oder Texas Instruments zu kontaktieren: Es existiert schlichtweg nicht.

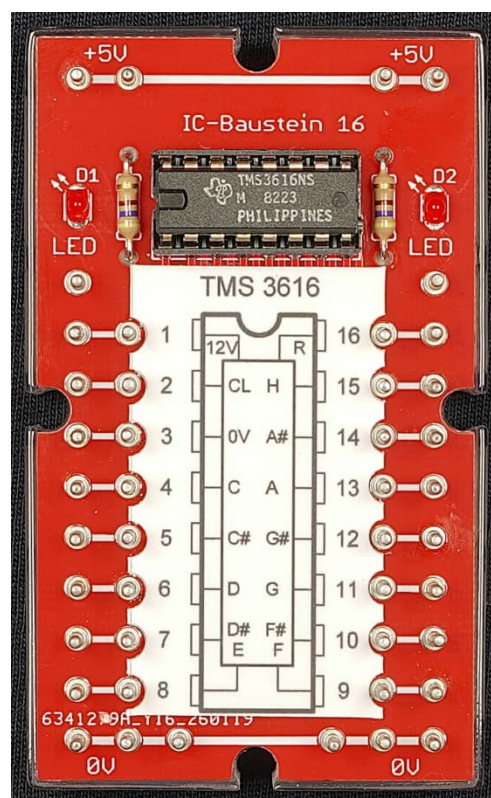


Abb. 22: Die Anschlüsse des TMS3616

Der TMS3616 ist ein 12-Ton-Frequenzteiler. Tabelle 1 bietet einen Überblick über die Teilungsverhältnisse und Frequenzen. Das Verhältnis der Teilungsfaktoren beträgt $12\sqrt{2} \approx 1,059$. Damit haben wir die TOP Oktave. Um die tieferen Oktaven zu erhalten, müssen wir die obere Oktave jedes Mal durch 2 teilen.

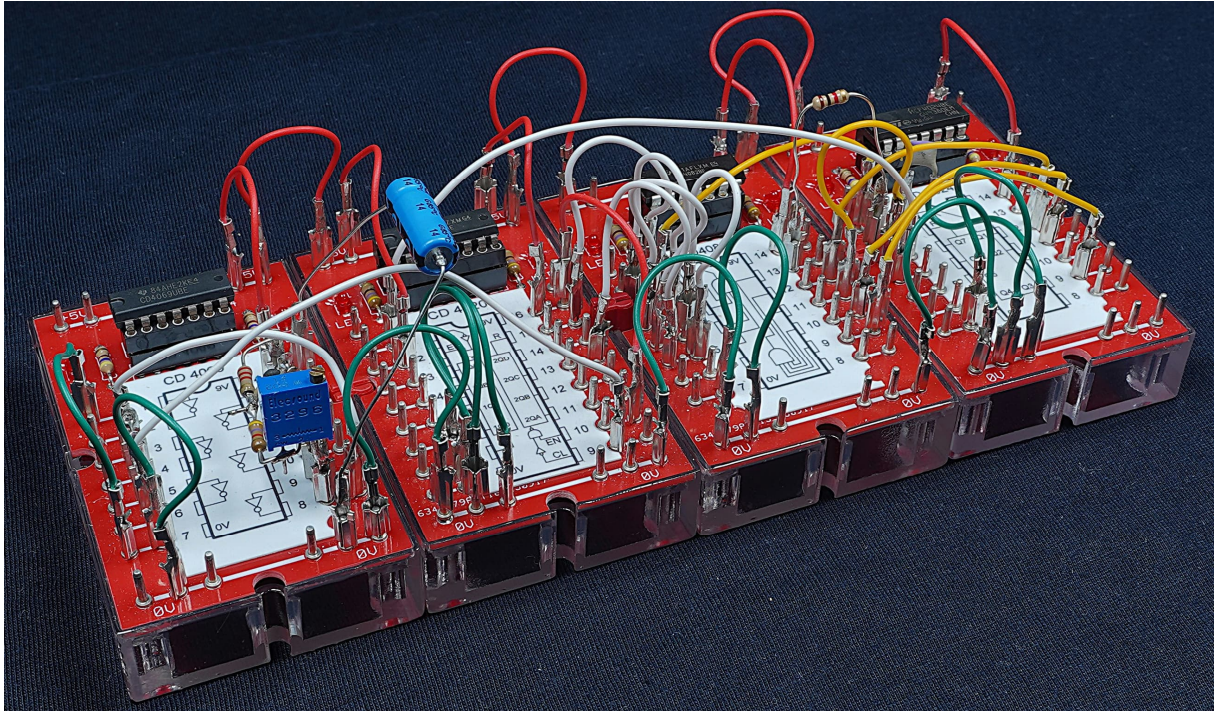


Abb. 24: Der CD4069 als Oszillator mit dem A-Teiler

Die Ausgänge des TOS werden paarweise mit den Eingängen der CD4520-Teiler verbunden. Deren Ausgänge sind mit den Tastern und von dort mit dem Verstärker verbunden. Das ergibt insgesamt elf Module.

Das Ende

Beim Betrachten von Abb. 25 wird sofort deutlich, dass hier zwölf Module zu sehen

sind. Mir schienen die Frequenzen eine Oktave zu hoch zu sein. Da der CD4520 nur vier Ausgänge hat, musste ich einen weiteren CD4024 vor den TMS3616 schalten. Später fiel mir aber ein, dass ich auch das zweite Flip-Flop des CD4013 als Frequenzteiler hätte verwenden können. Aber nun ja, da hatte ich die Bilder ja schon gemacht.

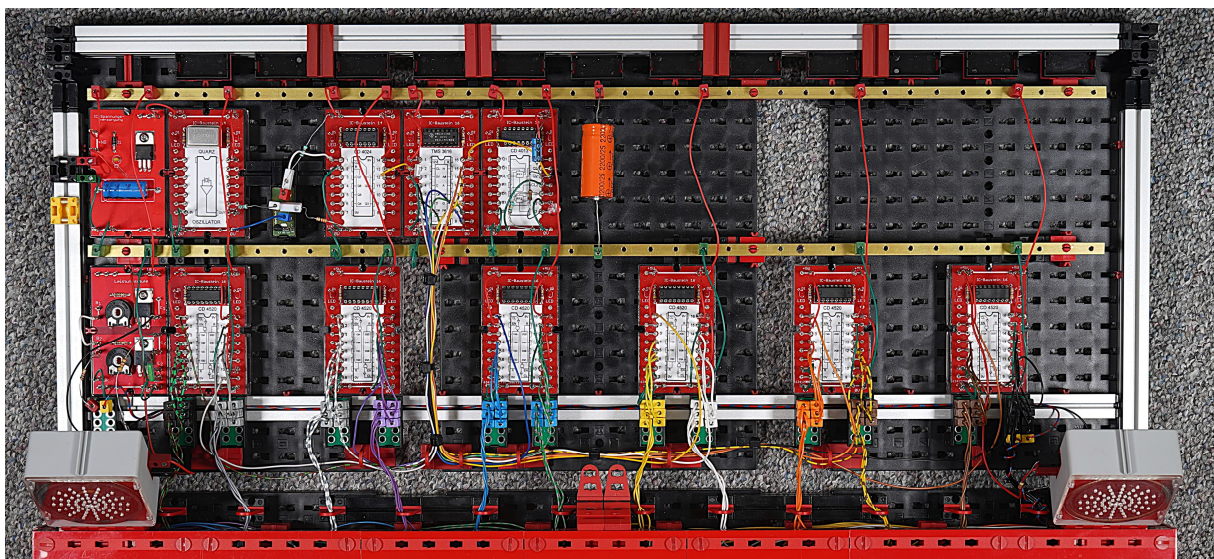


Abb. 25: Die Minimalkonfiguration mit zwölf Modulen

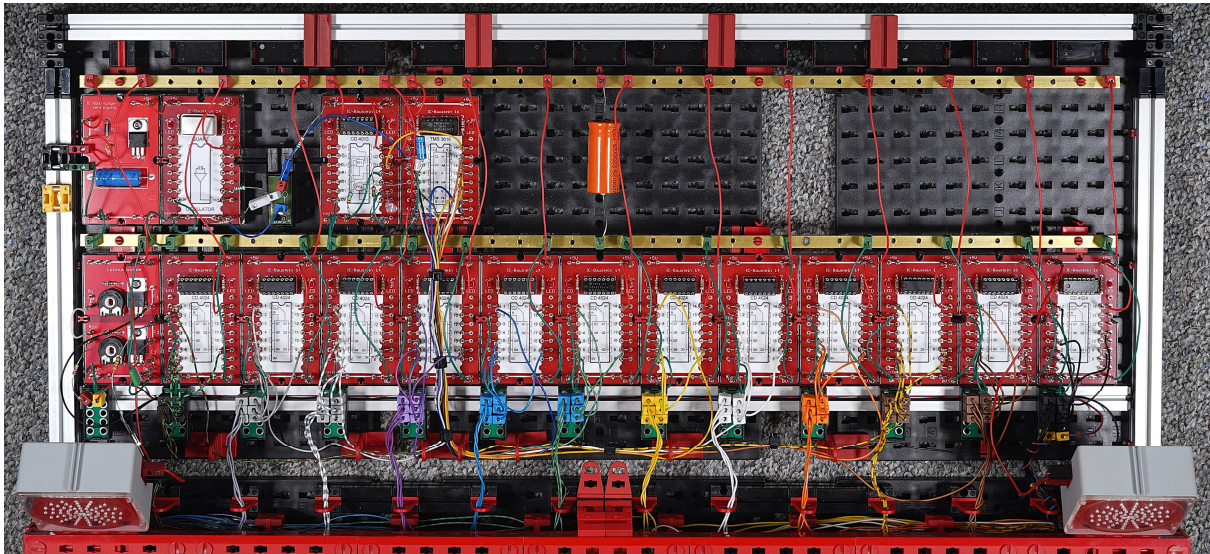


Abb. 26: Meine ultimative Version: 2-MHz-Quarzoszillator, TMS3616 mit POWER UP Reset

Der Klang

Der Klang ist deutlich besser als bei allen vorherigen Versionen. Er wirkt zwar etwas harsch, aber das könnte natürlich auch daran liegen, dass ich jetzt ein 12-V-Netzteil verwende. Es gibt jetzt nur noch einen Oszillator, von dem alle Töne erzeugt werden. Diese sind daher miteinander gekoppelt.

Da die 2 MHz etwas zu hoch sind, sind natürlich auch alle anderen Frequenzen etwas zu hoch. Diese Abweichung hört man aber nicht. Sicher nicht, wenn man bedenkt, dass die Abweichungen von allen vorherigen Versionen um ein Vielfaches schlimmer waren.

Meine ultimative Version verfügt jedoch über zwölf CD4024-Teiler anstelle der sechs CD4520. In Abb. 26 ist diese letzte Version zu sehen. Der Schaltplan ist in Abb. 27 dargestellt.

Fazit

Zusammenfassend kann ich sagen, dass es mir große Befriedigung verschafft hat, letztendlich ein wirklich gut funktionierendes Tasteninstrument gebaut zu haben.

Der wichtigste Aspekt war die Verwendung eines sehr stabilen Oszillators.

Der Grundbaustein erwies sich als das beste aller fischertechnik-Module, obwohl es einige Mühe kostete, ihn auf die gewünschte Frequenz zu bringen. Ein 2-MHz-Quarzoszillator war jedoch die bessere Wahl.

Außerdem ist es wichtig, dass sowohl die Stecker als auch die Klemmhülsen einen guten Kontakt haben. Die Qualität des Mini-Tasters 37783 war ebenfalls nicht optimal. Ich musste mehrere davon austauschen.

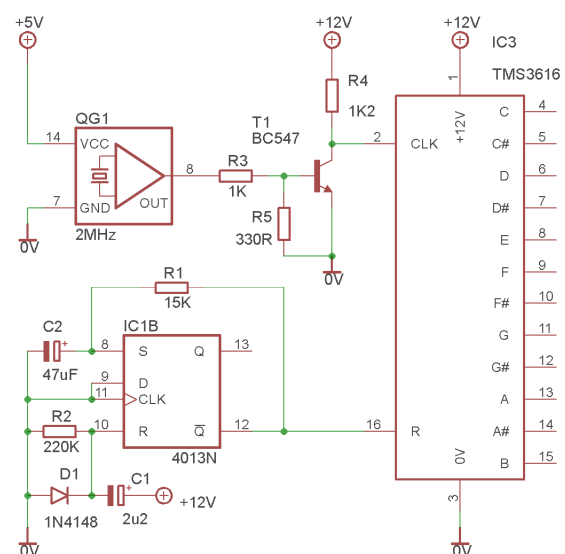


Abb. 27: Schaltplan der Tonerzeugung und der POWER-UP-Reset-Funktion

Wie geht es weiter?

Das weiß ich noch nicht. Ich habe noch ein paar Ideen für die Teiler, die ich als universelles Teilermodul verwenden möchte. Außerdem möchte ich sehen, wie ich den Taster durch etwas anderes ersetzen kann. Mal sehen, was daraus wird.

Quellen

- [1] organfairy: [*Top Octave Divider - the hard way!*](#) Auf YouTube, 2024.
- [2] organfairy: [*The transpose problem on the NE555*](#). Auf YouTube, 2026.
- [3] reichelt elektronik GmbH: [*Lötösen 1,3mm, versilbert, 1000-er Pack*](#). Auf reichelt.de.
- [4] Valter Narcisi: Homepage unter <https://www.narcisivalter.it/>

Modell

Großprojekt Seilbahn (14): Neue Steuerung

Tilo Rust

Diese Beitragsserie begleitet das Großprojekt „Kuppelbare Einseilumlaufbahn / Doppelmayr (10-MGD)“. In dieser Folge berichten wir von der Betriebsaufnahme und Ausstellung der Anlage im Rahmen der Manifesta26 in Herne und dem Einsetzen des Jubiläumssteines.

Hintergrund

Geduldig mussten wir warten, bis wir wieder an unserem Seilbahn-Modell weiterarbeiten konnten. Dafür gelang uns im September 2026 aber ein gewaltiger Schritt: technische Updates in allen Bereichen, eine wunderbare Ausstellung und die Krönung zum größten fischertechnik-Projekt aller Zeiten. Aber nacheinander...

Wie schon berichtet [2] wurde das Modell im Januar 2026 in Herne eingelagert. Vor der ersten Veranstaltung im Januar hatte das Team fünf Tage Zeit, um eingeschränkt weiterzuarbeiten – nur die Antriebsstation und eine Stütze waren aufgebaut, die Anlage also nicht fahrbereit. Doch die Ausstellung wurde ein Besuchermagnet. Und so bot uns die Stadt kurz danach an, im September erneut auszustellen. Herne ist in die Manifesta16 Ruhr, eine internationale Kulturveranstaltung eingebunden und wollte das Modell gerne im Rahmenprogramm der Öffentlichkeit präsentieren.

Denn Herne könnte bald die erste deutsche Stadt mit einer Seilbahn im ÖPNV sein. Eine Pendelbahn würde dann den Bahnhof Herne Wanne-Eickel mit dem Baugebiet Blumenthal verbinden und als „Blumenthal-Airline“ Geschichte schreiben. Unser Modell, das Team und die Ausstellung sollten als *Botschafter urbaner Seilbahnen* vor Ort über Sinn, Nutzen und Fortschritt dieses Bauvorhabens informieren – unter-

stützt mit Daten und Fakten von der Stadt Herne und der Entwicklungsgesellschaft.

Die Suche nach einem Ausstellungsort gestaltete sich jedoch schwierig, da wir diesmal das ganze Modell mit 25 m Länge aufbauen wollten. Einige Orte schieden aus, da die Deckenhöhe nicht ausreichte oder eine Treppe auf dem Weg lag – für unser 1,5-Tonnen-Modell unpassierbar.

Dann kam eine Idee aus dem Oberbürgermeisterbüro: Ein Ladengeschäft direkt in der Innenstadt von Herne-Wanne wurde angemietet und stand unserem Team einen ganzen Monat zur Verfügung.

So froh wir über diese riesige Fläche waren, wir mussten sie mit Inhalt füllen, um den Besuchern eine Ausstellung weit über das Modell hinaus zu bieten. Eine Vorstellung von den dafür erforderlichen Vorbereitungen geben die Einträge im Forum [4].

Fulminanter Start

Das Modell wurde mit Unterstützung des Bauhofs aus dem Lager sicher in die Räume überführt. Ein Team aus Herne, das das Modell vorher nicht einmal gesehen hatte, baute die Anlage nach einer ausführlichen Anleitung bis kurz vor der Inbetriebnahme auf. Die ft:c stellte Ausstellungsmodelle und Tischdecken zur Verfügung; weitere Modellbauer steuerten ihre eigenen und interaktiv bedienbaren Modelle bei.



Abb. 1: Panorama-Ansicht des Modellaufbaus in Herne

Während die Ausstellung Gestalt annahm, wurden am Modell einige vorbereitete Deko-Elemente eingebunden, das Seil eingelegt und die Seilbahn justiert. Der Fahrbetrieb war damit rein mechanisch schon möglich.

Das Panorama der Ausstellung gibt einen ungefähren Eindruck davon, wie groß die Räumlichkeiten waren, in denen neben unserem Modell noch jede Menge anderer wissenschaftlicher Informationen zu den Themen fischertechnik, Modellbau, Seilbahn und dem Herner Bauvorhaben präsentiert wurden.

Ein ausführliches Handout und eine Schulung brachte das Team vor Ausstellungsbeginn auf den gleichen Wissensstand und sorgte für argumentative Sicherheit bei kontroversen Diskussionen. Das Interesse an der Seilbahn-Ausstellung, die noch bis Ende September täglich von 10-18 Uhr geöffnet ist, wächst kontinuierlich: Bereits am ersten Samstag kamen über 140 Besucher, die vom Team mit Führungen und Erklärungen versorgt wurden.

Zentrales Nervensystem

Nach den Erfahrungen auf der CCW24 [1] und einer umfassenden Analyse der ersten Betriebsfahrten des Modells traf unser Team in der Vorbereitungsphase der Ausstellung eine wichtige Entscheidung.

Die Hauptsteuerung der AST (grün markierter Bereich in Abb. 2) bestand bis dahin aus zwei TXT Controllern und einer Menge proprietärer Elektronik. Sie funktionierte, operierte aber an der Leistungsgrenze. Zukünftige Erweiterungen und Features ließen sich damit nicht oder nur

extrem aufwändig umsetzen. Als dann einige Bugs auftraten, die einen kontinuierlichen Betrieb unmöglich machten, versuchten wir diese mit Hilfe des Entwicklers zu beheben. Das gestaltete sich schwieriger als gedacht, denn die Anlage stand nun fernab in Herne.

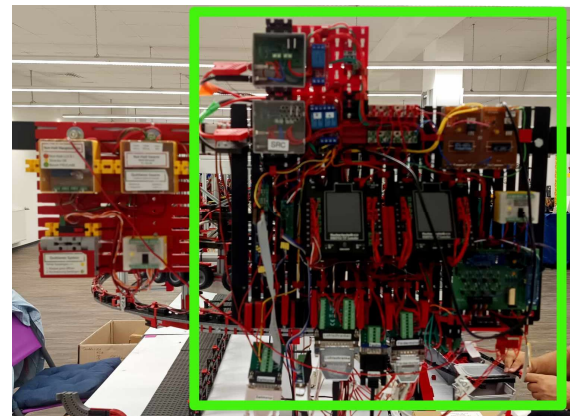


Abb. 2: Alte Hauptsteuerung

An der Umkehrstation (UST) besaß das Modell bereits eine funktionierende modulare, erweiterbare, updatefähige und vor allem mit sehr geringem Aufwand betreibbare Steuerung.

Wir entschlossen uns daher trotz des Zeitdrucks zu einem gewagten Schritt: die alte Steuerung durch ein Duplikat der UST-Steuerung zu ersetzen. Das Entwicklerteam (Stefan Fuss und Christian Bergschneider) produzierte den ftSwarm XL in Rekordzeit, und das Team in Herne entfernte hunderte Kabel und verlegte sie neu – sauber in Kabelbäumen zusammengefasst. Die Sicherheitseinrichtung „Aorta“ (links in Abb. 2 auf roten Bauplatten) blieb unverändert bestehen und wurde erweitert.

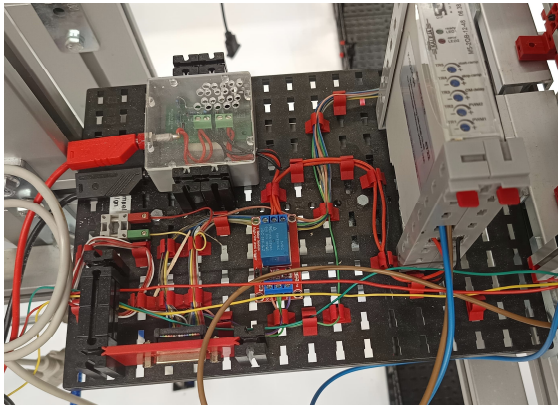


Abb. 3: Alte Antriebssteuerung

Die alte Antriebssteuerung (Abb. 3) für den Hauptmotor wurde ebenfalls komplett abgebaut und nach Integration der neuen ftSwarm XL neu erstellt. Dabei fiel auf, wie zeitraubend beim Auf- und Abbau der Anlage diese alte Steuerung war. Die neue Version spart zukünftig nicht nur Zeit, sondern verhindert auch Fehler.

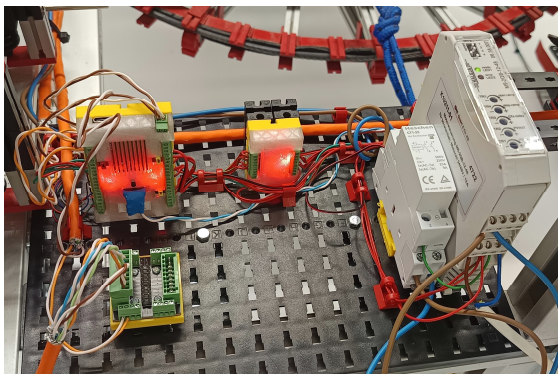


Abb. 4: Neue Hauptsteuerung

Die neue Hauptsteuerung (Abb. 4) sitzt komplett am Platz der alten Motorsteuerung und kann den Hauptantrieb, einen 24V DC Industriemotor mit Planetengetriebe der Fa. Ott, nun im laufenden Betrieb ganz fein steuern. Ein Hauptschütz (kleiner Industriebaustein neben dem Motortreiber ganz rechts in Abb. 4) die Anlage bei einem Not-Aus und verhindert ein Anfahren.

Die ftSwarms binden diese Steuerung nahtlos in die bestehende Modellsteuerung ein und kommunizieren sowohl mit dem Steuerstand als auch der UST per CAN-Bus.

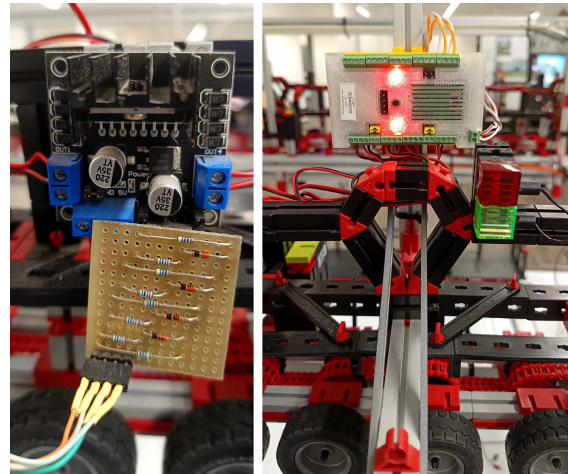


Abb. 5: Generationswechsel

Abb. 5 zeigt die gleiche Stelle vor und nach dem Umbau: In der alten Steuerung (links) mussten wir zusätzliche proprietäre Motortreiber einsetzen, um jeweils zwei fischer-technik-Motoren zu steuern; mit den neuen ftSwarm XL werden bis zu acht Motoren direkt betrieben und gleichzeitig weitere Sensoren abgefragt.

Nachdem die Software eingespielt war konnte die Anlage vom Bedienpult, der Software und der Handsteuerung betrieben werden. Wie geplant zeigt die Software auf der grafischen Oberfläche alle Betriebsdaten, Warnungen und Fehler – wie das Original der Doppelmayr-Connect (Abb. 6).



Abb. 6: Steuerpult

Das Steuerpult (links in Abb. 6 das Original von Doppelmayr, rechts die Softwareemulation der Connect) ist nun vollständig eingebunden. Betrieb und Fehlerbehandlung sind damit möglich.

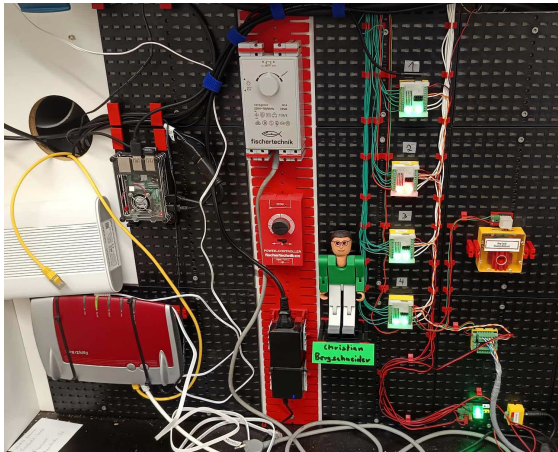


Abb. 7: Hardware

Der Raspberry 4 (links in Abb. 7) dient als zentraler Rechner und steuert über die ftSwarms unsere Anlage. Nicht zu sehen ist der ständig leere Kühlschrank im Fußbereich des Steuerstandes.

Zwischenzeitlich lief das Seil sauber und ununterbrochen auf ganzer Länge. Gondeln konnten fahren und die Stützen und Rollenbatterien, die ein Update erhalten hatten, funktionierten hervorragend. Michael und ich hatten derweil fast alle 120 Reifenförderer der AST umgebaut [3] und die Stationseinläufe stabilisiert.

Rekordmodell

Am 16.09.2026 besuchte Oberbürgermeister Dr. Frank Dudda mit Vertretern der Stadt und der Presse die komplette Ausstellung und befestigte persönlich das 100.000ste fischertechnik-Bauteil – einen zuvor signierten, goldenen BS30 – in der Anlage (Abb. 8, 9). Es wird zukünftig an der Spitze der Stütze 1 ausgestellt bleiben.

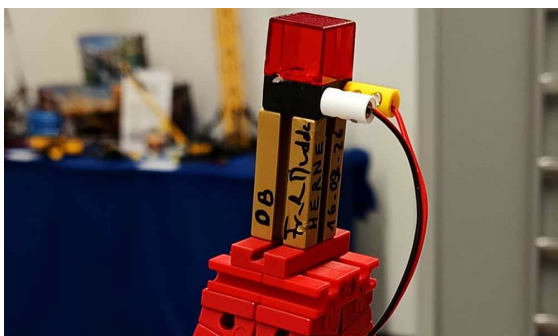


Abb. 8: Signierter goldener BS30



Abb. 9: Einsetzen des Jubiläumsbauteils

Damit ist die Seilbahn das weltweit größte und komplexeste fischertechnik-Modell der Welt: Eine im Anschluss überreichte Urkunde von den fischer-Werken bestätigte diesen Rekord (Abb. 10).



Abb. 10: fischertechnik-Zertifikat

Das Ereignis wollte sich auch NRW-Verkehrsminister Oliver Krischer nicht entgehen lassen und besuchte unsere Ausstellung (Abb. 11). Im kleinen Kreis erzählte er, er habe als Kind ebenfalls mit fischertechnik gespielt.



Abb. 11: NRW-Verkehrsminister Oliver Krischer setzt die Seilbahn in Gang

Ehrenamt

Unser Hobby und die Ausstellungen, Conventions etc. sind ohne Engagement im Ehrenamt nicht möglich. Doch in Herne erlebten wir eine Besonderheit: Das Ehrenamtsbüro der Stadt hatte im Vorfeld einen Aufruf gestartet und für Unterstützung unseres Projektes geworben. Sieben Mitbürger meldeten sich und bildeten das „Team-Herne“. Bemerkenswert: Keiner hatte vorher schon einmal mit fischertechnik konstruiert, und die meisten hatten nicht einmal das Modell gesehen – und zeigten dennoch volles Engagement vom ersten Moment an.

Liebes Team-Herne, ihr habt unglaubliches geleistet – mehr Arbeitsstunden als auf der sechs Monate dauernden BUGA23. Besonders gefiel mir der extrem kameradschaftliche und witzige Umgang. Ich freue mich schon auf ein Wiedersehen bei der nächsten Gelegenheit, das Rekordmodell auszustellen und erneut zu erweitern – es gibt noch viel zu tun, packen wir es an!¹

Weiter geht's

Viele weitere Verbesserungen stehen noch auf unserer Todo-Liste: Stabilisierung der Kurve und Niederhalteschiene, Update der Reifenförderer (UST), Weiterentwicklung der Abtriebsrollen, Update der Einfuhrtrichter, Finalisierung von Verkabelungen und Entfernen von Provisorien, Software Updates, Neuausrichtung der Hilfsmotoren (UST) mit neuer Verkabelung, Update der Dead-Lock-Keys, Anbringen der Bahnsteige mit Anschluss an die Sicherheitssysteme, Integration der Mediafront-Server und Erweiterung des Mittelseils um Datenkabel und Stromversorgung, Vorbereiten neuer Ausstellungswände, Webcams und Telemetrieinheiten für die neue Website, Finalisierung von vier weiteren Gon-

deln, Integration einer multifunktionalen Nachtbeleuchtung für Ausstellungen, Erstellen einiger Schweißteile, die Auf- und Abbau erleichtern, Dekoelemente, Beschilderungen, ... Denn merke: Wirklich fertig ist ein Modell nie.

Nun ist das Modell wieder eingelagert, doch die nächste Veranstaltung ist bereits in Planung. Ein Hindernis gilt es allerdings noch zu überwinden: Viele Baustellen zu haben bedeutet auch, dass Anschaffungen getätigt werden müssen. Kleine, aber wichtige und auch manche große, kostspielige.

Das Projekt wird von mir (Tilo) seit Januar 2026 privat gestemmt. Viele Teile aus meiner fischertechnik-Sammlung und mehrere tausend Euro sind dabei von mir vorgestreckt worden, bis wir einen Sponsor gefunden haben. Bald werden über 20 Gondeln als Werbefläche zur Verfügung stehen, die das nun funktionstüchtige Modell zum Werbeträger machen. Darüber wollen wir finanzielle Unterstützer gewinnen: Mehr als 1000 Besucher innerhalb eines Monats und viele Tausend Views auf YouTube könnten ein Anreiz sein, das Projekt zu fördern.

Referenzen

- [1] Tilo Rust: *Großprojekt Seilbahn (Teil 10): Messefertig*. [ft:pedia 2/2024](#), S. 46–68.
- [2] Tilo Rust: *Großprojekt Seilbahn (Teil 12): Sie lebt!*. [ft:pedia 4/2025](#), S. 55–60.
- [3] Tilo Rust: *Großprojekt Seilbahn (13): Reifenförderer (2)*. [ft:pedia 2/2026](#), S. 13–20.
- [4] ft:community-Forum: [Baumonat Herne / Ausstellung 2.0.](#)

¹ „Es gibt viel zu tun - packen wir es an!“ war in den 70er Jahren des vergangenen Jahrhunderts ein Werbespruch von Esso.