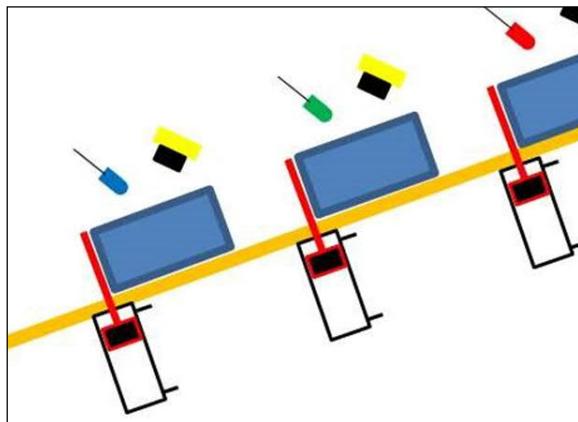
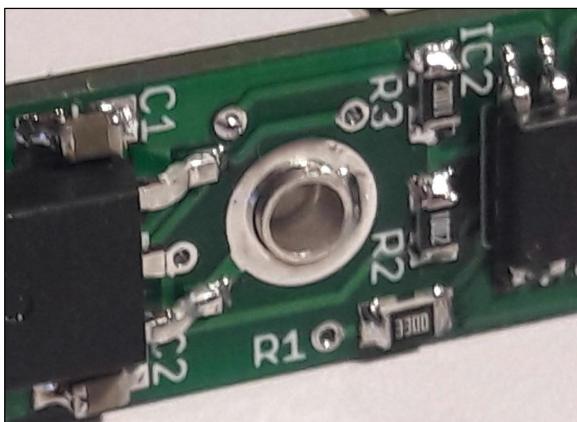


# ft:pedia

Heft 3/2019



Herausgegeben von  
Dirk Fox und Stefan Falk

ISSN 2192-5879

## Editorial

## Ran an die Kästen – wörtlich gemeint

„In jedem Sprichwort steckt ein Körnchen Wahrheit“, sagt man gerne. Und Sprichworte gibt ja zur Genüge: „Man kann alles schaffen, wenn man nur will!“ ist zum Beispiel so eines. Bei auch nur etwas näherer Betrachtung kommt man aber schnell darauf, dass man dergleichen nicht allzu wörtlich nehmen darf. Vermutlich wird niemand von uns eine Stunde lang die Luft anhalten können, „wenn man nur will“.

Das andere Extrem ist aber auch nicht erstrebenswert: Zu früh aufgeben. Dinge nicht einmal versuchen. Sich das gesetzte Ziel nicht zutrauen und gar nicht erst zu überlegen, wie es wohl erreichbar sein könnte.

Wie so oft muss man also auch beim Zielecken einen angemessenen Mittelweg beschreiten: Versuchen. Und bei Fehlschlägen – Aufstehen, Krönchen richten, weitermachen! Sich den Sinn dafür schaffen und bewahren, was man erreichen kann, „wenn man nur will“, und wo beim Überstreifen eine Gefahr entstehen könnte, die tatsächlich schlimm ist. Dafür wiederum gibt es einen, wie wir finden, tollen Spruch:

**Machen ist wie wollen.**

**Nur *krasser*.**

Ganz in diesem Sinne wollen wir eine Tradition aufgreifen, die zu einigen interessanten Ergebnissen führte. Von 2004 bis 2016 wurden im fischertechnik-Forum mehrere Konstruktions-Wettbewerbe ausgerufen (ihr findet sie alle durch Suchen nach *Konstruktionswettbewerb* im fischertechnik-Community-[Bilderpool](#)).

Dirk Fox, Stefan Falk

Heute ruft die ft:pedia zu einem solchen Wettbewerb auf. Die Aufgabenstellung:

*Wer baut ein funktionierendes, durch ein Haushaltsgummi angetriebenes Fahrzeug aus den wenigsten Teilen?*

Die Regeln lauten:

- Außer dem Gummi dürfen nur unveränderte fischertechnik-Teile verwendet werden.
- Außer dem Gummi darf kein Motor verbaut werden.
- Das Fahrzeug muss mit aufgezogenem Gummi mindestens einen Meter auf ebenem Grund fahren können.
- Das Modell mit den wenigsten Bauteilen gewinnt. Falls mehrere Modelle mit gleich vielen Teilen eingereicht werden, entscheidet die Community im Forum – wir werden dann dort eine Abstimmung durchführen.
- Jedes zusammenhängende Stück fischertechnik-Kette, egal ob mit oder ohne Raupenbelägen, zählt als ein Bauteil.

Sendet eure Vorschläge bitte mit gut ausgeleuchteten, scharfen Fotos und einer Stückliste an [ftpedia@ftcommunity.de](mailto:ftpedia@ftcommunity.de). Wir werden die Modelle und insbesondere die Sieger in der Weihnachtsausgabe der ft:pedia veröffentlichen.

Und jetzt: Ran an die Kästen!

Beste Grüße,  
Euer ft:pedia-Team

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

## Inhalt

Ran an die Kästen – wörtlich gemeint.....	2
Mini-Modelle (Teil 22): Dumper.....	4
Das Klettermännchen .....	6
Citroën Typ H.....	9
Rüttelplatte.....	13
Getriebe mit feiner Verzahnung .....	18
Lego-Sortiermaschine aus fischertechnik .....	22
Der Mini-Servo-Adapter .....	27

## Termine

Was?	Wann?	Wo?
<a href="#">Science Days</a>	17.-19.10.19	Europapark Rust
Clubdag	26.10.2019	Schoonhoven, NL

## Impressum

<http://www.ftcommunity.de/ftpedia>

**Herausgeber:** Dirk Fox, Ettlinger Straße 12-14,  
76137 Karlsruhe und Stefan Falk, Siemensstraße 20,  
76275 Ettlingen

**Autoren:** Stefan Falk, Dirk Fox, Till Harbaum, Markus  
Lobmaier, Rüdiger Riedel, Harald Steinhaus.

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

Modell

## Mini-Modelle (Teil 22): Dumper

Rüdiger Riedel

*Was sind Dumper? Es sind grundsätzlich Muldenkipper zum Transport von Schüttgütern wie Schotter, Kies und Gestein.*

### Mini-Dumper

Wir betrachten hier kleine, z. B. im Gartenbau eingesetzte Lastwagen mit vorn liegender Kippmulde. Früher hatten sie gerne eine Hinterradlenkung, heute bevorzugt Knicklenkungen. Ein Beispiel eines solchen Klein-LKW zeigt Abb. 1:



Abb. 1: Dumper mit Allradantrieb  
(Quelle: Vorderkipper. [Gemeinfreies Bild](#), Wikipedia 2012)

### Das Modell

Für die Mulde unseres Mini-Dumpers benutzen wir einen Förderbecher, der sonst für Eimerkettenbagger gebraucht wird.

Die Knicklenkung funktioniert einwandfrei!

Auch wenn es anders aussieht, der Mini-Dumper hat ausreichend Bodenfreiheit.



Abb. 2: Unser Mini-Dumper



Abb. 3: Ansicht von unten



Abb. 4: Ansicht von vorn

## Teileliste

<a href="#">37468</a>	Baustein 7,5	2
<a href="#">37237</a>	Baustein 5	1
<a href="#">38423</a>	Winkelstein 10	1
<a href="#">38459</a>	Hubgelenkstein 15	1
<a href="#">37209</a>	Förderbecher 15·15·24	1
<a href="#">31982</a>	Federnocken rot	2
<a href="#">35408</a>	V-Achse 28 gelb	2
<a href="#">36573</a>	V-Rad 14	4

## Bisher erschienene Mini-Modelle:

- [1] René Trapp: *Mini-Modelle (Teil 1): Gabelstapler.* [ft:pedia 4/2013](#), S. 4-5.
- [2] Johann Fox: *Mini-Modelle (Teil 2): Panzer.* [ft:pedia 2/2014](#), S. 18-19.
- [3] René Trapp: *Mini-Modelle (Teil 3): Scheinwerfer.* [ft:pedia 3/2014](#), S. 11.
- [4] Johann Fox: *Mini-Modelle (Teil 4): Hubschrauber.* [ft:pedia 3/2014](#), S. 12-13.
- [5] René Trapp: *Mini-Modelle (Teil 5): Traktor.* [ft:pedia 4/2014](#), S. 7.
- [6] Johann Fox: *Mini-Modelle (Teil 6): Bagger.* [ft:pedia 4/2014](#), S. 8-9.
- [7] Johann Fox: *Mini-Modelle (Teil 7): Hovercraft.* [ft:pedia 1/2015](#), S. 4-5.
- [8] René Trapp: *Mini-Modelle (Teil 8): Flugsaurier.* [ft:pedia 4/2015](#), S. 4.
- [9] Norbert Doetsch: *Mini-Modelle (Teil 9): Motorrad.* [ft:pedia 1/2016](#), S. 6.
- [10] René Trapp: *Mini-Modelle (Teil 10): Jojo.* [ft:pedia 1/2016](#), S. 4.
- [11] René Trapp: *Mini-Modelle (Teil 11): Flugzeug.* [ft:pedia 1/2016](#), S. 14.
- [12] Stefan Falk: *Mini-Modelle (Teil 12): Mondrakete.* [ft:pedia 2/2016](#), S. 5.
- [13] Martin Westphal, René Trapp: *Mini-Modelle (Teil 13): Visitenkartenhalter.* [ft:pedia 2/2016](#), S. 13.
- [14] René Trapp: *Mini-Modelle (Teil 14): Brieföffner.* [ft:pedia 2/2016](#), S. 17.
- [15] René Trapp: *Mini-Modelle (Teil 15): Nudelholz.* [ft:pedia 3/2016](#), S. 4.
- [16] Ralf Geerken: *Mini-Modelle (Teil 16): Radarschirm.* [ft:pedia 1/2017](#), S. 8-9.
- [17] Rüdiger Riedel: *Mini-Modelle (Teil 17): Der Biegemann oder Schwanenhals.* [ft:pedia 3/2017](#), S. 4.
- [18] Rüdiger Riedel: *Mini-Modelle (Teil 18): Nurflügler im Formationsflug.* [ft:pedia 4/2017](#), S. 4.
- [19] Rüdiger Riedel: *Mini-Modelle (Teil 19): fischertechnik tanzt in den Mai.* [ft:pedia 1/2018](#), S. 5-6.
- [20] Rüdiger Riedel: *Mini-Modelle (20): Knopfkreisel.* [ft:pedia 3/2018](#), S. 7-8.
- [21] Rüdiger Riedel: *Mini-Modelle (21): Kleine Radlader mit Knicklenkung.* [ft:pedia 4/2018](#), S. 5-9.

Modell

## Das Klettermännchen

Rüdiger Riedel

*Vor vielen Jahren habe ich auf einem Weihnachtsmarkt ein hübsches Holzfigürchen gekauft, das ein Seil hinaufklettern konnte. Aber wie funktioniert so ein Klettermännchen? Das Minimodell bringt es an den Tag.*

Klettern, Seilklettern ... in Englisch heißt es *rope climbing* und war einmal olympische Disziplin.

Unser Figürchen reißt keine Rekorde, aber klettern kann es.



Abb. 1: Das Klettermännchen

Hält man in Abb. 1 das Seil oben fest und zieht immer wieder ruckartig unten an der Perle, dann klettert der kleine Schornsteinfeger das Seil hinauf. Beim Ziehen streckt er sich und rutscht ein kleines Stück am Seil nach oben, beim Lockerlassen scheint er sich mit den Händen am Seil festzuhalten und zieht die Beine hoch.

Wollen wir hinter das Geheimnis kommen und die Figur nachbauen, dann empfiehlt es sich, Gewicht zu sparen. Heraus kommt dann kein Männchen, sondern eine Funktionsfigur, man könnte sie als Spannerraupe (s. u.) interpretieren.

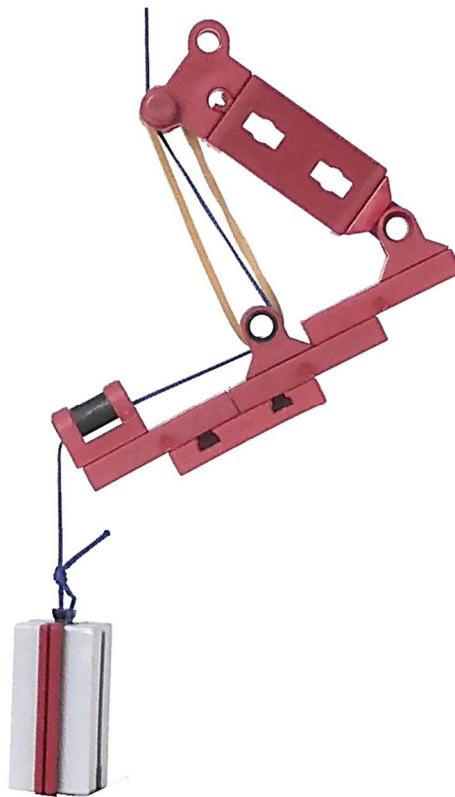


Abb. 2: Der Kletterer beim Start

Abb. 2 zeigt die Grundhaltung, die durch den Gummiring gegeben ist. Wenn wir am Baustein 15 ziehen, streckt sich die Figur und steigt etwas nach oben.



Abb. 3: Langgezogen

Abb. 4 zeigt die Führung von Seil und Gummiring. Der Gummiring wird um die rechte Lagerhülse gelegt und zweimal um die V-Achse 20 geführt (hier kann auch eine einfache Kunststofffachse mit zwei Klemmbuchsen verwendet werden). Das Seil wird durch die linke Lagerhülse gezogen und um die rechte Lagerhülse gelegt. Zum Schluss wird es unter dem Gummiring nach oben herausgeführt.

Das Seil habe ich an beiden Enden mit Schlaufen versehen, um je einen Baustein 30 gelegt und mit Verbindern 30 ([31061](#)) gesichert (siehe Abb. 2 unten).

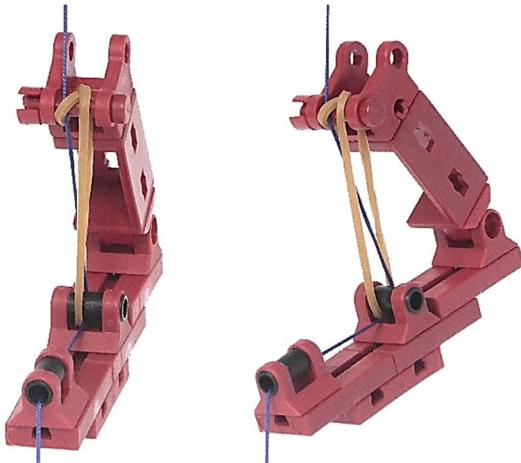


Abb. 4: Seil- und Gummiführung

Wir halten das obere Seilende fest und ziehen unten. Durch die Verkantung erhöht sich die Seilreibung an der unteren Lagerhülse, und weil der Gummiring noch lose hängt, kann der obere Teil der Figur etwas nach oben rutschen. Im Laufe der Figurstreckung erhöht sich die Seilreibung am Gummiring oben, es klemmt und unten wird das Seil nachgezogen.

## Teileliste

<a href="#">31690</a>	V-Achse 20 Rastachse	1
<a href="#">37679</a>	Klemmbuchse 5	1
<a href="#">35049</a>	Baustein 5 15·30	3
<a href="#">38428</a>	Baustein 5 15·30 3N	1
<a href="#">127472</a>	Winkelträger 30 rot (oder andere Farbe)	1
<a href="#">31426</a>	Gelenkwürfel-Zunge 7,5	1
<a href="#">31436</a>	Gelenkwürfel-Klaue 7,5	3
<a href="#">36819</a>	Lagerhülse 15	2
<a href="#">31982</a>	Federnocken rot	1
<a href="#">32085</a>	Rollenbock 15	1
<a href="#">35039</a>	Seil 600 (blau)	1
	Gummiring (nicht von fischertechnik)	1

## Die Spannerraupe

Wir können unsere Figur auch nach dem Vorbild von Abb. 5 auf dem Tisch kriechen lassen. Das Bild stammt aus „Meyers Konversationslexikon 1894-1896“ [1] (dazu dem Link folgen und unten auf „Faksimile“ oder „hochauflöste Faksimile“ klicken).



Abb. 5: Stachelbeerspanner *Abraxas grossulariata* [1]



Abb. 6: Gleich kriecht sie los

Wir tauschen die V-Achse 20 gegen eine längere Kunststoffachse, z. B. eine Achse 50 mit zwei Klemmbuchsen 5. In Abb. 6 ist es eine rote V-Achse. Auf diese Weise kippt die Figur nicht um und vollführt Bewegungen wie der Stachelbeerspanner.

### Kleiner Tipp

Die Lagerhülse in eine Gelenkwürfel-Klaue hinein zu drücken gelingt mit Hilfe eines Bausteins 30 recht einfach. Aber wie bekommen wir sie wieder heraus?

Wir nehmen eine Kunststoffachse Vierkant ([38412](#), [19318](#) oder [78237](#)), schieben sie in die Lagerhülse und drücken dann die Klaue mit dem Vierkant auf den Tisch, wodurch die Hülse nach oben herausrutscht.

### Quellen

- [1] F. A. Brockhaus: [\*Raupen \(Tafeln\)\*](#).  
In: Meyers Konversationslexikon.  
Leipzig, 1894-1896.

Modell

## Citroën Typ H

Harald Steinhäus

Die Karosserien von fischertechnik-Modellen real existierender Fahrzeuge erwecken nicht immer den Originaleindruck eines Lego-Modells – aber manchmal eben doch. Und wenn sich dann unter einer Haube mit hohem Wiedererkennungswert auch noch technische Kleinode verbergen, macht das fischertechniker-Herz kleine Sprünge.

Den „Citroën Typ H“ oder „den HY“ kennt jeder. Bei fragenden, vornehmlich jungen Gesichtern muss man nur noch „dieser alte Transporter aus Wellblech“ oder „französische Gangsterfilme aus den 60ern“ oder „Louis de Funès“ dazu sagen, dann „klingelt“ es. Ja, es gibt schönere.

Aber der Typ H hat innere Werte, auch wenn die Lärmkulisse und das Dreiganggetriebe nicht dazu zählen. Mit der üppigen Nutzlastkapazität von 1,8 Tonnen in einem großen und leicht zugänglichen Laderraum stellt er viele andere in den Schatten. Es gibt ihn in kurz, nicht ganz so kurz, etwas länger und so richtig lang. Die Aufbauten reichen

von flacher Pritsche über Kasten und Mannschaftsbus bis zum Viehtransporter. Seit Jahren außer Produktion, hat der Typ H immer noch Fans unter Campern und Gemüsemarktbeschickern.

Der Typ H spricht eine klare Formensprache: es gibt rund herum fast nur gerade Kanten und ebene Flächen. Das Wellblech wurde seinerzeit verbaut, weil es (a) nichts Besseres gab und (b) die Flächen dadurch steifer werden und weniger Materialstärke nötig ist. Diese Formen kann man mit fischertechnik besser nachbilden als irgendwelche geschwungenen.



Abb. 1: Citroën Typ H

Das vorgestellte Modell wurde auf einem Streetfood-Festival gesichtetet (Abb. 1). Ein bisschen vollmundig ist die Angebotsliste (siehe Beschriftungen rund herum, Abb. 2, 3) schon, und es riecht da sicher interessant.



Abb. 2: Front- und ...



Abb. 3: ... Schrägansicht



Abb. 4: Im Einsatz (Streetfood-Festival)

Wenn auf den Bildern Teile schief sitzen oder wackeln, dann ist das natürlich nur der Originaltreue geschuldet. Das Fahrzeug hat folgende „Features“:

- Frontantrieb
- Lenkung über Servo
- Bluetooth-Fernbedienung
- Gefederte Hinterachse mit Einzelradaufhängung
- verstellbare Federung der Hinterachse
- große Heckklappen mit niedriger Ladekante
- Schiebetür auf der rechten Seite
- Fahrer- und Beifahrertür sind als „Selbstmördertüren“ („suicide doors“) hinten angeschlagen, so wie beim Ur-Typ H
- Kabinenaufbau für einen „Food-Truck“ mit Theken links und hinten
- Rücklicht, Frontlicht
- Ledersitze
- Innenbeleuchtung

## Hinterachse

Die Hinterachse verwendet Einzelradaufhängung mit je einer Schraubenfeder. Zusätzlich gibt es einen Gummizug, der auf der Unterseite quer von links nach rechts verläuft und anschließend unterm Dach der Ladefläche nach vorn gespannt wird. Im Alkoven über den Vordersitzen befindet sich ein Motor, der über einen Flaschenzug (Abb. 5) diesen Gummizug spannt und damit das Fahrwerk an die aktuelle Nutzlast anpassen kann.



Abb. 5: Spannen des Gummizugs

## Klappen

Die großen Klappen links und hinten werden mit fischertechnik-Streben gegen Herunterfallen gesichert. Dabei sorgen jeweils zwei „Statikadapter doppelt“ (35975) dafür, dass die Streben nicht ungewollt zur falschen Seite hin einknicken. Abb. 6 zeigt zwei Varianten, mit denen man unterschiedliche Anstellwinkel der Heckklappe erhält.



Abb. 6: Sicherung der Klappen

## Antrieb

Der Antrieb verwendet ein gemoddetes Teil von Andreas Tacke: Die Motorlagerung besteht aus einer Bodenplatte 30x90 (32859), links und rechts gekürzt und mit einem neuen Loch für die Motorwelle versehen und rückseitig plan gefräst. Sie trägt auf der einen Seite den Motor und auf der anderen das Differenzial (Abb. 8).



Abb. 7: Gefederte Einzelradaufhängung

Alle vier Räder sind auf Freilaufnaben montiert. Die Vorderräder (Reifen 60, 37236) haben einen Zahnkranz, der zu den anderen fischertechnik-Teilen im Modul 1 kompatibel ist – hier wird das weiße Planetenkegelzahnrad (31412) zusammen mit dem Rastkegelzahnrad (35061) eingesetzt, um die Motorkraft nach zweimaliger Umlenkung um 90° auf die lenkbaren Räder zu übertragen.



Abb. 8: Lenkung

Die Lenkung ist in Abb. 8 überstreckt worden (das Auto liegt auf dem rechten Rad und drückt es in die Seite). Ein halbierter BS7,5 war nötig (je eine Hälfte als schlankes Achslager links und rechts), um einen hinreichend großen Einschlagwinkel möglich zu machen. Ein bisschen weißes Teflonband aus dem Klempnerzubehör sorgt für bessere Klemmung der Teile. Abb. 9

zeigt den Platz, in dem der Akku baumelt. Er ist an der Achse befestigt, um die auch die Motorhaube schwenkt und die das Armaturenbrett trägt.



Abb. 9: Lenkservo und Akku-Hohlraum

## Scharniere

Die Scharniere aller Türen und Klappen bestehen aus einer Lenkwürfelklaue (35998) mit zwei „Hülsen mit Scheibe“ (35981) und einem Reedkontakthalter (Kabelschelle, 35969) als bewegliches Teil. Den Zusammenbau sieht man in der [Bildergalerie des ft:c-Forums](#). Beim Aufbau mit einem fischertechnik-Scharnier liegt der Drehpunkt immer neben einer Säule. Die Anordnung mit der Lenkwürfelklaue hat den Vorteil, dass der Drehpunkt einer Tür mittig in eine Säule oder Strebe gelegt werden kann, d. h. man kann nach oben und unten weiter anbauen. Diesen Aufbau habe ich zuvor schon bei der „[Ente](#)“ („Döschwo“ oder 2CV) verwendet. Der Nachteil ist ein Sprung im Raster um 7,5 mm. Dafür kann man mit den leichten Statikteilen weiterarbeiten. Die Alternative mit dem fischertechnik-Scharnier (Abb. 10) bleibt im Raster, braucht aber Steine mit Nuten.

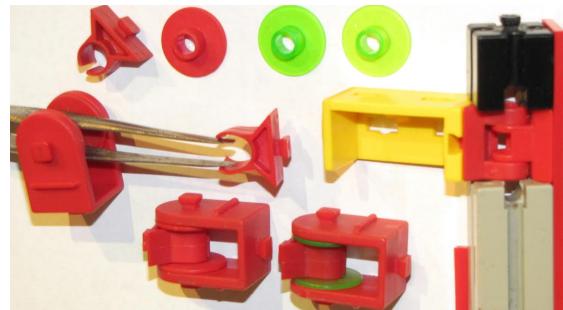


Abb. 10: fischertechnik-Scharnier

Bei übermäßiger Kraftausübung gibt der Kabelhalter nach und das Scharnier fällt auseinander. Man kann es mit Hilfe einer Pinzette auch an seinem Einbauort wieder zusammensetzen: Pinzette über die beiden Hülsen+Scheiben schieben, vorne zusammenbiegen und den Kabelhalter über die Spitzen schieben. Dann die Pinzette mit samt dem Kabelhalter zurückziehen, und voilà – der Kabelhalter sitzt wieder auf seinem Platz.



Abb. 11: Blick ins Heck

## Exotische Teile

Die Motorhaube verwendet gleich sechs Mal die „BSB Spur N Grundplatte“ (36093) – die gab es bei einem fischertechnik-Tag in Tümlingen frisch aus der Spritzgussmaschine. Auch die goldenen „Bretter“ der äußeren Thekenflächen sind Original-Platten 15x45 aus der fischertechnik-Spritzgussmaschine, zum Anlass eines fischertechnik-Fanclub-Tags.

Modell

## Rüttelplatte

Rüdiger Riedel

Auf eine zünftige Baustelle gehört eine Rüttelmaschine: Wo immer gebuddelt, aufgegraben und wieder zugeschüttet wird, ist der Untergrund locker. Damit er nicht im Laufe der Zeit einsackt, sondern rasch begehbar, bebaubar oder sonst wie nutzbar wird, müssen wir ihn verdichten.

Eine Unwucht betreibt das Ganze, das kennt jeder vom Handy oder Smartphone, wenn es brummt und rappelt. Die Achse des Mikro-Motors aus einem alten Handy in Abb. 2 geht nicht durch die geometrische Achse des Messingzylinders, sondern ist seitlich versetzt.

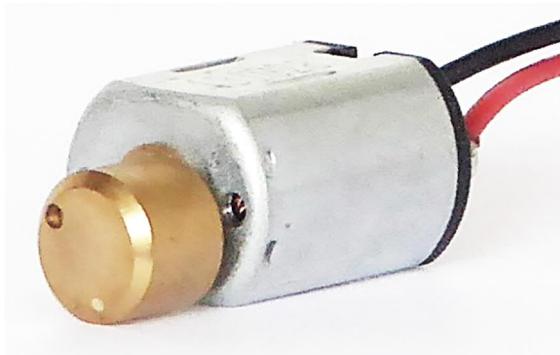


Abb. 2: Mikro-Motor mit Unwucht

Bei der Drehung entstehen umlaufende Fliehkräfte, die zu Vibrationen führen.

### Unser Rüttler-Modell

Als Vorbild habe ich den Borstenroboter genommen [1].

Wie dort besteht die Unwucht aus einem V-Rad 23·10 ([146535](#), [36581](#)) oder eine andere Farbe), einer Kunststoffachse 30 ([38413](#)) und einer Klemmbuchse 10 ([31023](#)), Abb. 4.



Abb. 3: Ein paar Bauteile

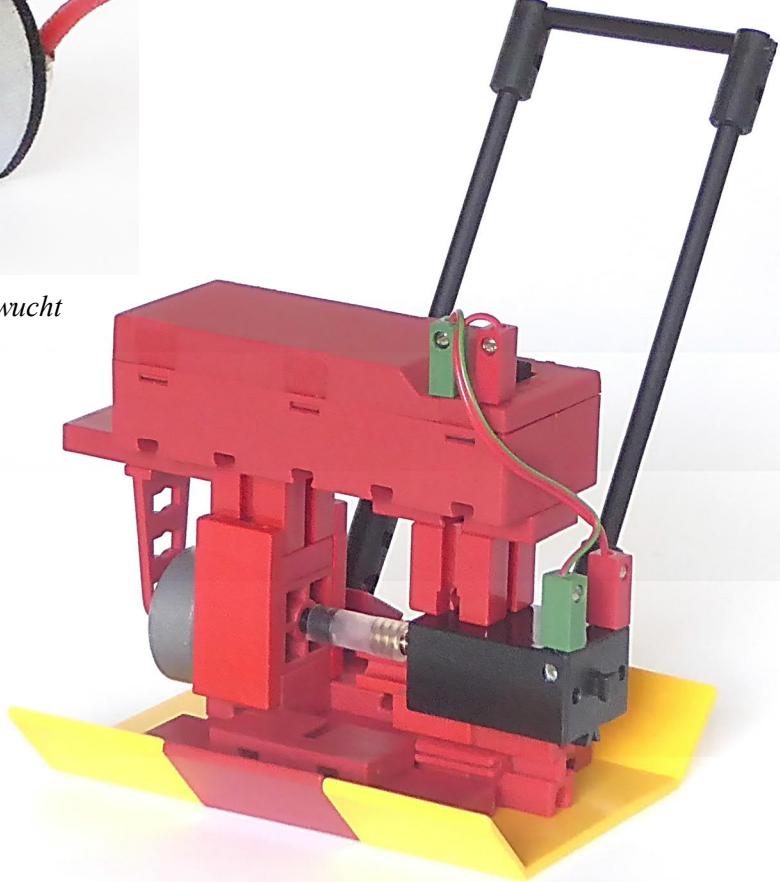


Abb. 1: Das ist unsere Rüttelplatte



Abb. 4: Die Unwucht

Gelagert wird sie in einem BS 15 mit Bohrung ([32064](#)), der auf zwei BS 5 ([37237](#)) sitzt und einem Baustein 5 15·30 ([35049](#)). Obendrauf sitzt ein Baustein 5 2Z ([37238](#)). Bleibt noch die Verbindung zum Motor. Da müssen wir ein fischertechnik-Fremdteil verwenden: Ich nehme ein Stück Silikonschlauch aus dem Internet mit 4 mm Innen- und 6 mm Außendurchmesser (Abb. 5).

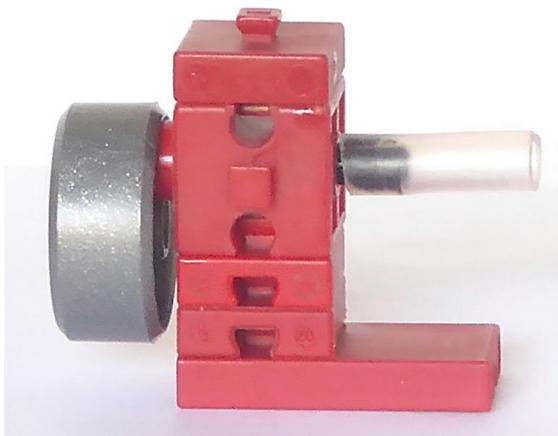


Abb. 5: Die Unwucht eingebaut

Für die Bodenwanne verwenden wir drei Kotflügel 75·30 3Z rot ([31896](#)) oder Kotflügel 75·30 3Z gelb ([31895](#)).

Darauf kommen die Basisteile von Abb. 6: Zweimal zwei Bausteine 5 15·30 ([35049](#)), die mit je einem Baustein 5 15·30 3N ([38428](#)) verbunden werden. Auf der Seite des Handgriffs (Abb. 6 links) kommen ein

BS 7,5 mit einem Federnocken ([31982](#)) hinzu, sowie ein Verbinder 45 ([31330](#)) und zwei Winkelsteine 60° ([31010](#)).

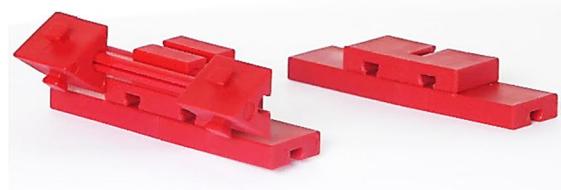


Abb. 6: Basisteile auf den Kotflügeln

Der XS-Motor wird mit zwei BS 7,5 – zusammengehalten durch zwei Verbinde 15 ([31060](#)) – auf dem äußeren Kotflügel befestigt und der Silikonschlauch (Abb. 5) über die Antriebsschnecke geschoben.

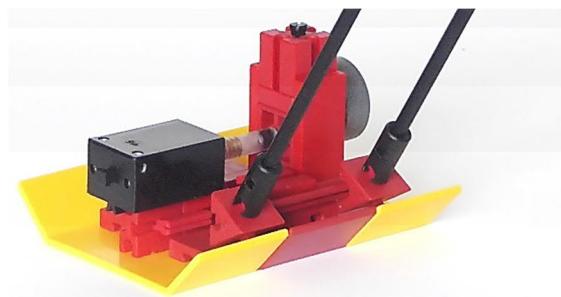


Abb. 7: Es fehlt nur noch die Batterie

Oben auf das Unwuchtlager setzen wir einen BS 15 ([116252](#)) und sichern das Ganze mit zwei Bauplatten 15·30·3,75 1N ([32330](#)) gegen Verschieben (Abb. 7).



Abb. 8: Der Rüttler

Als Haltegriff verwenden wir vier Rastadapter 20 ([36227](#)), zwei Rastachsen 90 ([35066](#)) und eine Kunststoffachse 40 ([38414](#)).

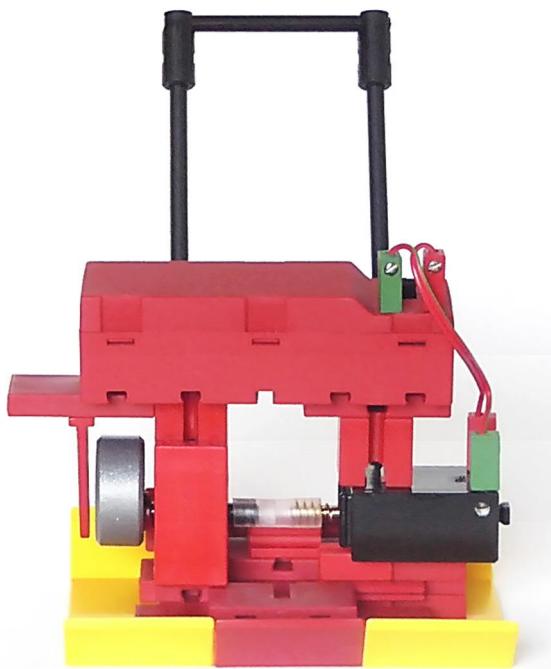


Abb. 9: Ansicht von vorne



Abb. 10: Vorher und nachher

Der Batteriekasten ([135719](#)) erhält an der Unterseite einen Baustein 5 15·30 ([35049](#)) mit einer S-Kupplung ([38260](#)) sowie am anderen Ende einen Baustein 5 15·30 3N ([38428](#)) mit Federnocken ([31982](#)) und

einen BS 15 ([116252](#)). Der Batteriekasten wird über der Unwucht befestigt, während die andere Seite mit dem BS 15 am Motor nur aufliegt.

Jetzt noch ein Kabel anschließen und der Betrieb kann beginnen.

### Wie funktioniert das?

Die Unwucht führt dazu, dass die Bodenplatte neben den Seitbewegungen die gewünschte Auf- und Abbewegung durchführt.

Die Fliehkraft lässt sich berechnen zu:

$$F = m \cdot s \cdot (2\pi \cdot n)^2$$

$F$  = Fliehkraft, gemessen in N (Newton)

$m$  = Masse der Unwucht, gemessen in kg

$s$  = Abstand der Unwucht von der Drehachse in m

$n$  = Drehzahl in Umdrehungen pro Sekunde

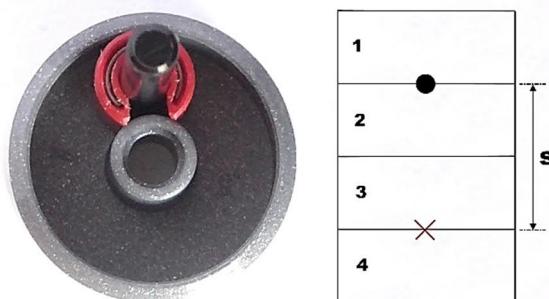


Abb. 11: Unwuchtmodell

Die Unwucht unseres Modells ist nicht leicht zu ermitteln, deshalb machen wir dazu ein Gedankenexperiment:

Wir denken uns das V-Rad 23·10 vereinfacht zu einem Rechteck mit dem schwarzen Punkt als Drehachse und dem roten Kreuz als Mittelpunkt der Unwuchtmasse  $m$ . Wenn die Masse des Radanteiles oberhalb der Achse (1) so groß ist wie der Anteil (2) darunter, dann gleichen sie sich aus und bewirken keine Unwucht. Es bleiben die Massen (3) und (4) mit ihrem Schwerpunkt am roten Kreuz. Somit ist der

Abstand der Unwuchtmasse  $m$  gleich dem Abstand  $s$  von der Drehachse.

## Die Modelleigenschaften

Wenn wir keinen allzu großen Wert auf Genauigkeit legen, können wir eine Abschätzung der Modelleigenschaften ermitteln.

Die Masse des V-Rades 23 mm beträgt etwa 1,75 g [3].

Meine Schätzungen:

$$m = 1,15 \text{ g} = 1,15 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

$$s = 10,5 \text{ mm} = 10,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$n = 60 \frac{\text{U}}{\text{s}} = 3600 \frac{\text{U}}{\text{min}}$$

Somit ist die Rüttelkraft  $F = 1,7 \text{ N}$ .

Zum Vergleich: Das Gewicht der Maschine beträgt komplett 148 g, damit drückt sie mit der Gewichtskraft von

$$F = 0,148 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1,45 \text{ N}$$

auf den Boden.



Abb. 12: Kommerzielle Rüttelplatte [2]

Zum Schluss noch der Hinweis, dass sich unsere Rüttelplatte zwar auch horizontal bewegt, aber nicht geradeaus nach vorne oder hinten: Sie macht immer einen Bogen rechts oder links herum. Das liegt daran,

dass die Unwucht seitlich auf der Platte angebracht ist. Kommerzielle Rüttelplatten haben die Unwucht zentral vorne.

Mit einem kleinen Umbau lässt sich das zeigen.

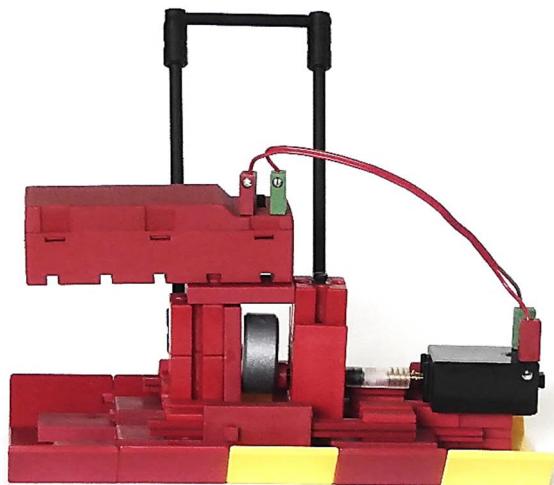


Abb. 13: Die XXL-Platte

In Abb. 13 habe ich zwei Kotflügel angebaut; die Unwucht ist jetzt etwa in der Mitte (von vorne gesehen). Der Batteriekasten ist für einen Massenausgleich rechts-links seitlich verschoben.

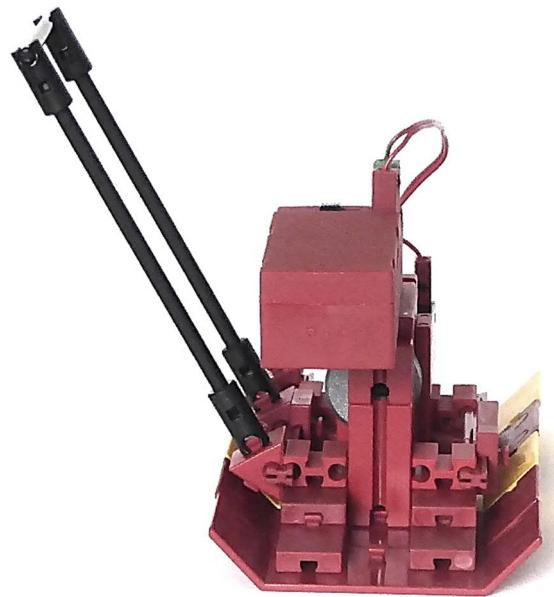


Abb. 14: XXL-Platte von der Seite

Das reicht aber noch nicht. Damit die Unwucht „vorne“ ist, muss der Schwerpunkt nach hinten verlagert werden (siehe Abb. 14).

Wir haben nun eine sowohl selbständig vorwärts laufende als auch reversierende (vor- und rückwärtslaufende) Maschine, so wie in der handelsüblichen Technik. Das hängt nur von der Drehrichtung der Unwucht ab.

## Quellen

- [1] Rüdiger Riedel: *Borstenroboter – Bristlebot*. ft:pedia [3/2018](#), S. 33-36.
- [2] Wikipedia: [\*Rüttelplatte\*](#).
- [3] ft-Datenbank: *V-Rad 23·10* Nr. [36581](#).

Getriebe

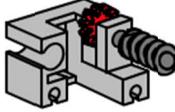
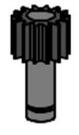
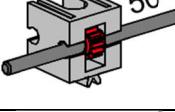
## Getriebe mit feiner Verzahnung

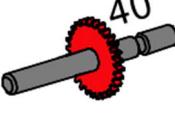
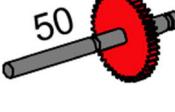
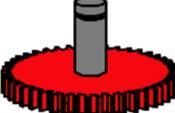
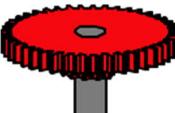
Stefan Falk

Die typischen fischertechnik-Getriebe bestehen aus den „groben“ Zahnrädern im Modul 1,5. Mit den recht vielen Teilen mit „feiner“ Verzahnung im Modul 0,5 lässt sich aber ebenfalls viel erreichen – ein Überblick.

### Zahnräder mit feiner Verzahnung

Es gibt einen ganzen Zoo von verschiedenen Zahnrädern mit feiner Verzahnung im Modul 0,5:

Zähne	Artikel
14	 <a href="#">31069</a> Getriebebock + Schnecke m0,5 mini
14	 <a href="#">32912</a> Ritzel Z14 m0,5 (für <a href="#">75006</a> M-Motor-Getriebe m1,5 m0,5 komplett)
14	 <a href="#">31067</a> Getriebehalter 50 mini
20	 <a href="#">36334</a> Riegelscheibe
22	 <a href="#">35113</a> Spannzange Z22

Zähne	Artikel
22	 <a href="#">35695</a> Zahnrad Z15 m1,5 Z22 m0,5 anreihbar
28	 <a href="#">31064 U-Achse</a> 40 u. ä.
28	 <a href="#">31082</a> Rastachse + Zahnrad Z28 m0,5
36	 <a href="#">31020</a> Klemmring Z36 m0,5 für Seiltrommel
44	 <a href="#">31050</a> Metallachse 50 + Zahnrad Z44 m0,5 u. ä.
44/18	 <a href="#">32915</a> Zahnrad Z44-18 m0,5 Metallachse
44/14	 <a href="#">32916</a> Zahnrad Z44-14 m0,5 Metallachse

## Was kann man damit machen?

Die verschiedenen Teile erlauben es, raffinierte kleine und Platz sparende Getriebe aufzubauen! Das kam mir z. B. in einigen Uhrengetrieben gerade recht, lässt sich aber bestimmt auch anderswo nutzbringend anwenden. Beispiele:

### **Es geht im Raster!**

Thomas Püttmann steuerte (bereits in der zweiten Ausgabe der ft:pedia überhaupt) das erste Foto eines im fischertechnik-Raster liegenden Getriebes mit feinen Zahnrädern bei [1]. Zwei BS 7,5, verbunden mit einem BS 5 mit zwei Zapfen, nehmen zwei feine Zahnräder genau auf:

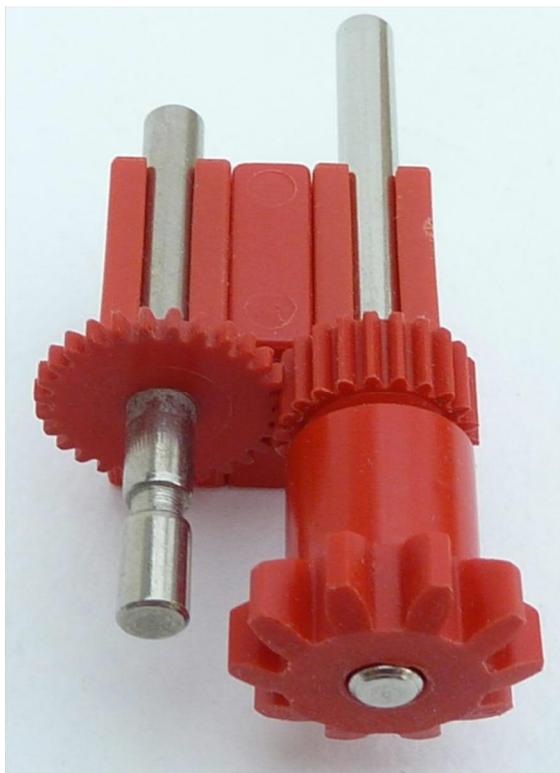


Abb. 1: Z28 und Z22 im Raster

Das Getriebeverhältnis ist hier also (von links nach rechts gesehen) 28:22, also gekürzt 14:11.

### **Einfaches kleines Getriebe**

In Abb. 2 sollen zwei nur 15 mm auseinander liegende Achsen (die unten liegenden) in der gleichen Drehrichtung laufen (für das mehrstufige Förderband in [2] nämlich).

Wir benötigen also ein Zwischenzahnrad, und hier tut die [U-Achse 40 \(31064\)](#) oben drüber perfekten Dienst – alles ist im fischertechnik-Raster (Abb. 2).



Abb. 2: Zwei Achsen in gleicher Drehrichtung antreiben

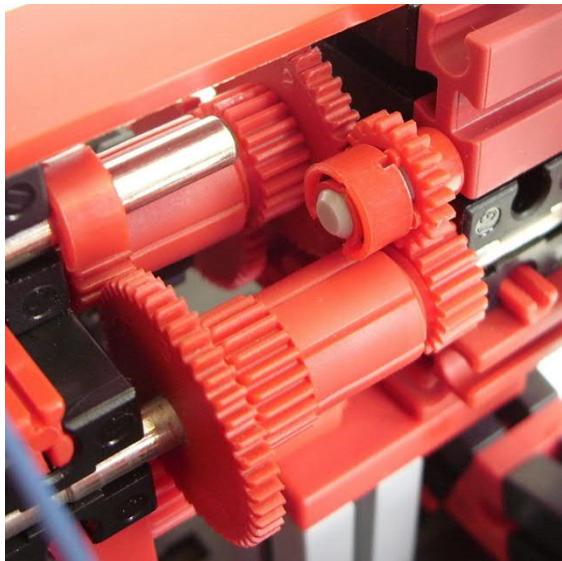
Auf einen der beiden BS 15 mit Bohrung kommt senkrecht ein BS 7,5, an dem per Federnocken ein zweiter befestigt ist. Der sitzt nun präzise mittig über den BS 15, und in sein unteres Achslager kann die U-Achse gesteckt werden. In diesem Beispiel wird sie von einem zweiten BS 7,5 (in Abb. 2 im Vordergrund) noch besser gelagert. Abb. 3 zeigt eine andere Ansicht.



Abb. 3: Eine andere Ansicht auf die Förderband-Stufe

Das Getriebeverhältnis ist hier  $22:28 \cdot 28:22 = 22:22 = 1:1$  – beide unteren Achsen laufen gleich schnell.

### Kleine Uhrengetriebe



*Abb. 3: Uhrengetriebe einer selbststellenden Analoguhr [3]*

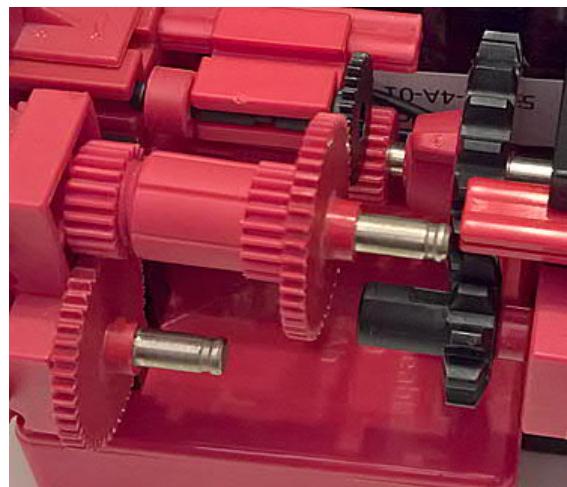


*Abb. 4: Uhrengetriebe einer leicht stellbaren Analoguhr mit Schrittmotor [4]*

In verschiedenen Uhren konnte ich die feinen Zahnräder schon zum Bau relativ winziger 1:12-Untersetzung zwischen Minuten- und Stundenzeiger verwenden. Das erste Mal gelang das bei einer selbststellenden Uhr – hier kam sogar eine Riegelscheibe als Zwischenzahnrad für die richtigen Drehrichtungen zum Einsatz (Abb. 3)

Merke: Mit der Kombination von 44 und 22 Zähnen erhält man leicht ein Verhältnis von  $44:22 = 2:1$ !

Eine Variante davon kam in einer leicht manuell einstellbaren Analoguhr mit Schrittmotor-Antrieb zur Geltung (Abb. 4). In fast genau gleicher Bauart wurde dieses Getriebe auch für eine akkubetriebene kleine Uhr verwendet (Abb. 5).



*Abb. 5: Akkubetriebene Mini-Uhr [5]*

Meine jüngste Variante schließlich ist das kleinste Uhrengetriebe, das mir bisher gelang [6]. Es stammt aus einer computergesteuerten, nur mit einem durchlaufenden XS-Motor angetriebenen Uhr. Bei ihm trägt außer einem Z10 und einem Z15 nicht ein einziges Zahnrad mit groben Zähnen zum Untersetzungsgetriebe bei (Abb. 6).

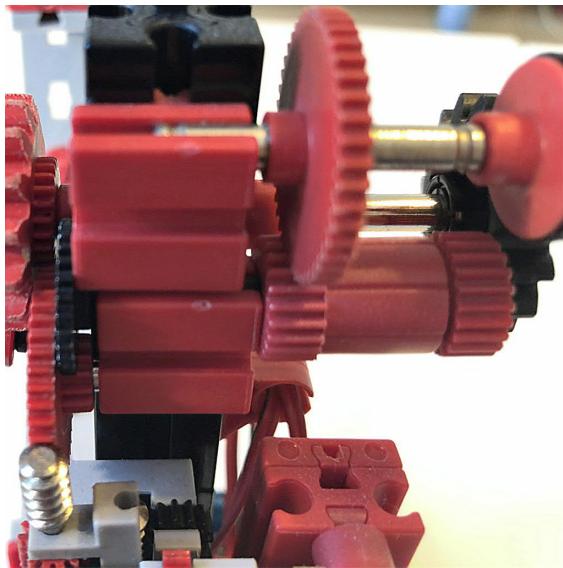


Abb. 6: Winz-Uhrengetriebe (1)

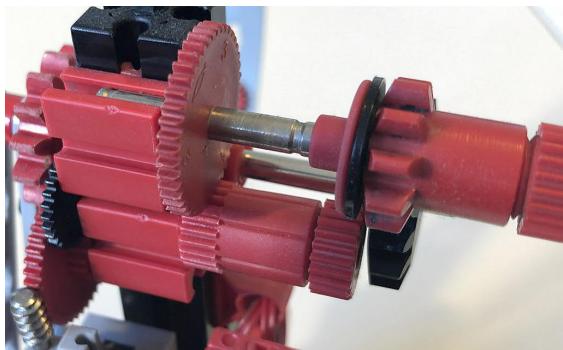


Abb. 7: Winz-Uhrengetriebe (2)

Hier sind die Untersetzungsverhältnisse etwas kniffliger, weil sich das Getriebe ab dem Z44 an der Motorschnecke in zwei Stränge verzweigt. In Richtung Minutenzeiger geht es (die Schnecke mitgezählt) so:

$$1:44 \cdot 44:22 = 1:22$$

Die „22“ sind die des Zahnrads Z15 m1,5 Z22 m0,5 ([35695](#)) anreihbar ganz links in Abb. 6 (das Z15 dabei hält den Minutenzeiger).

In Richtung Stundenzeiger geht es so:

$$1:44 \cdot 14:28 \cdot 22:44 \cdot 10:15$$

$$= 1:44 \cdot 1:2 \cdot 1:2 \cdot 2:3$$

$$= 1:44 \cdot 1:6$$

Das klingt übel für ein Uhrengetriebe, aber zwischen Minuten- und Stundenzeiger haben wir (in Abb. 6 wieder von links nach rechts gesehen):

$$22:44 \cdot 14:28 \cdot 22:44 \cdot 10:15$$

$$= 1:2 \cdot 1:2 \cdot 1:2 \cdot 2:3$$

$$= 1:8 \cdot 2:3$$

$$= 1:4 \cdot 1:3$$

$$= 1:12$$

Und das ist ja genau das Verhältnis, das wir zwischen Minuten- und Stundenzeiger brauchen! Da stört es nicht, dass der Antrieb „in der Mitte“ des gesamten Getriebestrangs ansetzt (dessen Regelung ist in dieser Uhr komplex, aber in [6] ausführlich beschrieben).

Ich kann also nur dafür werben, die feinen Zahnräder aus ihrem Dörnröschendasein zu locken und nützlichen Erfindungen zuzuführen – das Tüfteln damit macht Spaß!

## Quellen

- [1] Püttmann, Thomas: *Zahnräder und Übersetzungen (Teil 1)*. ft:pedia [2/2012](#), S. 30.
- [2] Falk, Stefan: *Elektronisch gesteuerte Sortieranlage für 3 Bausteinlängen*. [ft Community](#), 2017.
- [3] Falk, Stefan: *Selbststellende Analoguhr mit Miniatur-Uhrwerk*. [ft Community](#), 2009.
- [4] Falk, Stefan: *Leicht stellbare Analoguhr mit Schrittmotor*. [ft Community](#), [hackster.io](#), 2018.
- [5] Falk, Stefan: *Akkubetriebene Mini-Uhr*. [PDF auf OneDrive](#), 2018.
- [6] Falk, Stefan: *Mikro-Uhr mit geregeltem Motorantrieb*. [PDF auf OneDrive](#), [hackster.io](#), 2019.

Modell

## Lego-Sortiermaschine aus fischertechnik

Markus Lobmaier

*Spielen mit Lego: Ein Traum für die ganze Familie. Einen Wermutstropfen gibt es allerdings: Das Sortieren und Aufräumen. Alle wissen, dass nach einem kreativen Tag mit Lego immer eine mühsame und langweilige Sortier- und Aufräumaktion gestartet werden muss.*

Aus diesem Grund entwickelten wir eine Maschine mit dem Ziel, das Aufräumen der Legosteine für uns zu übernehmen. Nach mehreren Entwicklungsstufen ist die Maschine heute in der Lage, sowohl die Größe als auch die Farbe der Legosteine zu erkennen und sie dann anschließend anhand dieser Kriterien zu sortieren. Die Hauptkonstruktion, die auf einem Holzgerüst aufgebaut wurde, besteht aus rund 3.500 fischertechnik-Einzelbauteilen. Die Steuerzentrale der Sortiermaschine bilden drei fischertechnik-Controller. Das Kernstück der Farberkennung stellt ein von uns entwickelter Farbsensor dar.

Das ganze Projekt startete zu Zeiten, als es noch keine Raupenbeläge für die fischertechnik-Ketten gab. Damals haben wir uns überlegen müssen, wie wir ein Förderband bauen können. Einige Jahre später führte damals Lego Technic die Raupenketten ein. Daraufhin haben wir einfach fischertechnik und Lego Technic vereint. So entstand ein ein Meter langes Förderband, von welchem wir die Steine herunter sortiert haben.

Seitdem entwickle ich an einer Legosortiermaschine, die selbständig sortieren kann; mein jüngerer Bruder Lukas hat lange Zeit die Programme dazu entwickelt.

In diesem Beitrag beschreibe ich die Maschine, die wir letztes Jahr (2018) im Sommer gefilmt haben [1].

### Aussortierung von zu großen Steinen

Der erste Schritt der Maschine besteht darin, zu große Steine auszusortieren. Dies gelingt mit einer Trommel, die sich um sich selbst dreht, und dabei mit einer kleinen Menge an Steinen befüllt ist.

Die Trommel ist aufgebaut wie ein drehendes Sieb. Größere Steine bleiben in der Trommel hängen, da die Sieblöcher zu klein für diese Steine sind. Die anderen Steine gelangen nach und nach durch das Sieb, womit die Steine zusätzlich noch vereinzelt werden.

Danach geht es auf eine Rutsche, die einen so großen Spalt hat, dass zu dünne Steine den Spalt nicht passieren können, die anderen Steine schon. Die zu dünnen Steine fallen hinein und werden anschließend über eine Rutsche aus der Maschine aussortiert.

Dadurch bleiben zum Schluss nur noch drei verschiedene Steintypen in der Maschine. Wir bezeichnen diese drei Steintypen nach ihrer Größe mit den Attributen klein, mittel und groß.

### Drehung der Steine und Vereinzelung

Im nächsten Schritt müssen die Steine ausgerichtet werden, damit die glatte Seitenfläche der Steine immer nach oben zeigt. Dies ist wichtig für die Farberkennung im späteren Verlauf des Prozesses. Außerdem

hat dies einen besseren Rutscheffekt der Steine zur Folge. Dieser ist sehr wichtig sowohl für die Sortierung der Größe nach als auch bei der Verwendung von Rutschen in der Farberkennung.

## Sortierung der Steingrößen

Im nächsten Abschnitt der Maschine werden nun die Steine nach ihrer Größe sortiert. Dabei benutzen wir im heutigen

Aufbau eine mechanische Lösung, die auf dem Prinzip des Drehpunktes eines Steines beruht.

Zunächst werden die Steine senkrecht auf ein gekipptes Förderband gestellt, das durch Trennkammern die Steine voneinander trennt und mit dem Förderband mitbewegt. Die Bande, die sich auf der zugeneigten Seite des Förderbands befindet, verhindert,

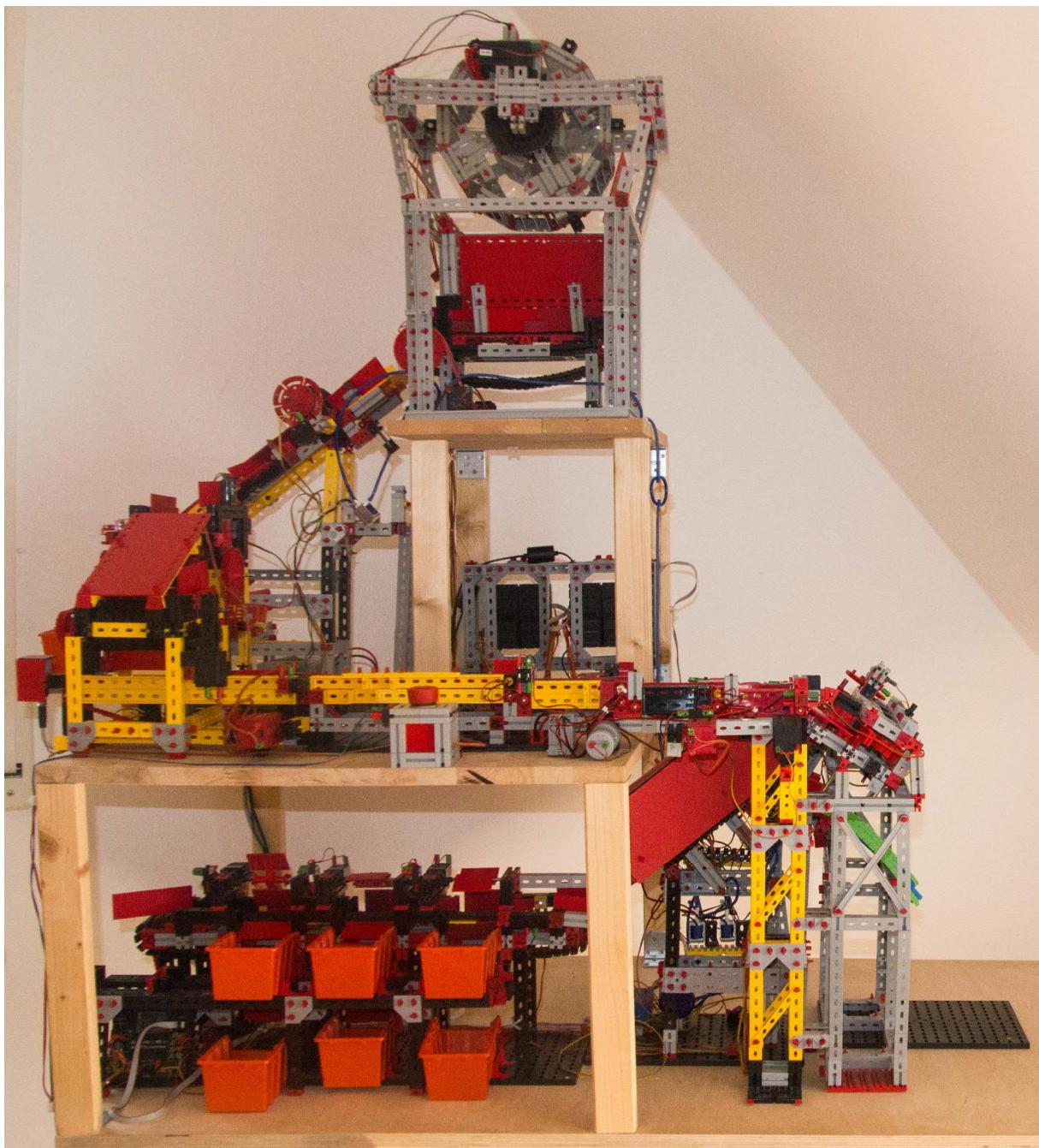


Abb. 1: Die Legosteine-Sortiermaschine

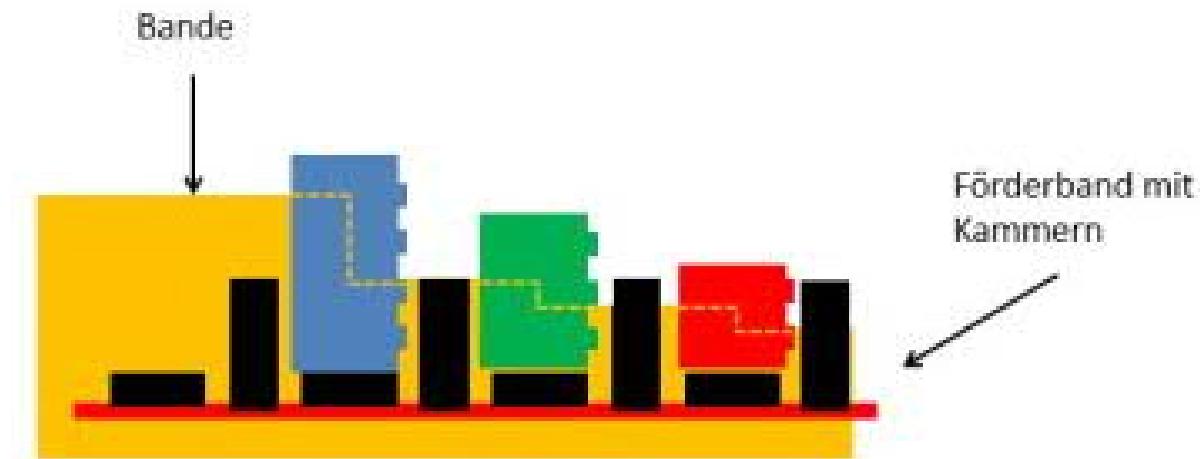


Abb. 2: Seitenansicht der Größensortierung

dass die Steine ungewollt vom Förderband fallen. Jedoch wird die Schwerkraft gezielt genutzt, um die Steine vom Förderband auszusortieren. Dies geschieht mit unterschiedlich großen Vertiefungen der Banden, deren Höhe etwas tiefer als der Mittelpunkt des Steines sein muss. Jedoch ist zu beachten, dass am Anfang der größte Stein aussortiert werden muss, damit alle drei Steintypen bei der gewünschten Stelle das Förderband verlassen.

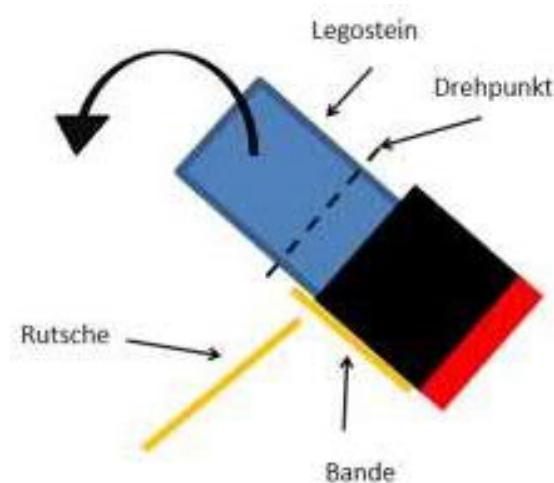


Abb. 3: Profilansicht der Größensortierung

## Farberkennung

Nachdem die Steine der Größe nach sortiert worden sind, muss nun die Farbe der Steine ermittelt werden, um sie anschließend vollständig sortieren zu können.

Bei der Farberkennung der großen Steine fallen diese auf eine Rutsche, wo sie zunächst durch den ersten Druckluftzylinder gestoppt werden. Eine Lichtschranke auf der Rutsche startet dann die Farberkennung. Als erstes wird – unter rotem Licht – der Wert des Fotowiderstands gemessen.

Sobald die Messung erfolgt ist, fährt der erste Zylinder ein, damit der Stein weiterrutschen kann. Der zweite Zylinder stoppt den Stein erneut und nun erfolgt die zweite Messung, dieses Mal unter grünem Licht. Währenddessen fährt der erste Zylinder wieder aus, damit gleich der nächste Stein gemessen werden kann.

Nachdem die zweite Messung beendet wurde, öffnet der zweite Zylinder und der Stein rutscht bis zum ausgefahrenen dritten Zylinder. Sobald der Stein wieder gestoppt wurde, fährt wieder der zweite Zylinder aus, damit der nächste Stein unter grünem Licht gemessen werden kann. Unter der dritten Lichtfarbe (blau) wird die letzte der drei Messungen durchgeführt.

Nachdem alle Farben gemessen worden sind, wird daraus die Farbe des Steins ermittelt. Abschließend öffnet sich der dritte Zylinder und der Stein gelangt auf die Sortierstrecke.

Allgemein muss beachtet werden, dass die Zylinder erst dann eingefahren werden, wenn die Position vor ihnen frei ist. Dadurch verhindern wir, dass sich zwei (oder mehr) Steine im gleichen Abschnitt der Farberkennung befinden.

### Funktion unseres Farbsensors

Nachdem wir uns den Farbsensor von fischertechnik gekauft hatten, hatten wir das Problem, alle Farben voneinander zu trennen. Der Farbsensor von fischertechnik hat nur eine rote Farbdiode. Daraufhin haben wir die Steine mit unterschiedlichen Farbdioden bestrahlt und den Farbsensor von fischertechnik nachgestellt:

Mit den Ergebnissen aus Tab. 1 können wir die Reflexionswerte vergleichen und der jeweiligen Farbe eines Steins zuordnen.

### Sortierung

Nach der Farberkennung gelangen die großen Steine auf ein Förderband. Im folgenden Abschnitt werden die Steine anhand der zuvor ermittelten Farbe vom Förderband aus- und dann in die richtigen Kisten eingesortiert.

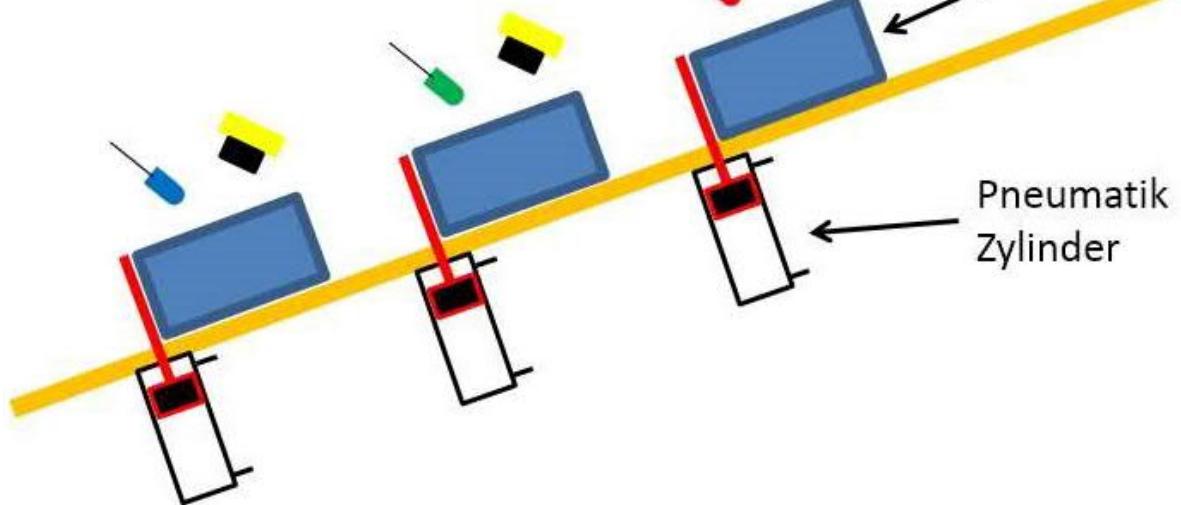


Abb. 4: Schrittweise Farbmessung

Dies geschieht nach dem gleichen Prinzip wie bei einem Tischkicker. Somit kann sich sowohl links als auch rechts vom Band eine Sortierkiste befinden, wodurch das Förderband nur halb so lang muss.

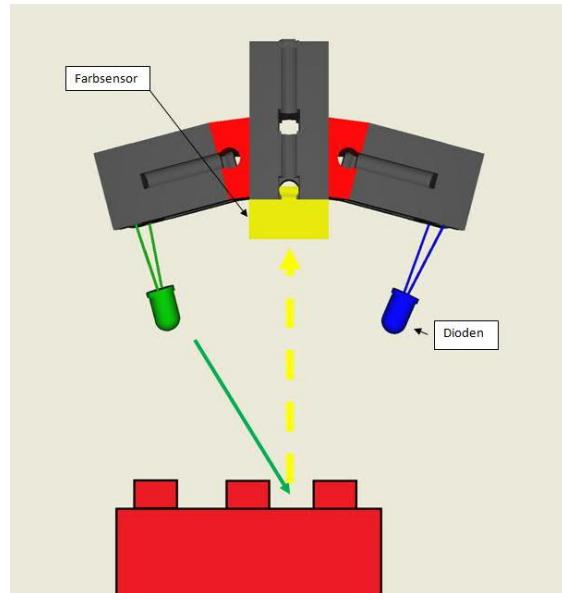


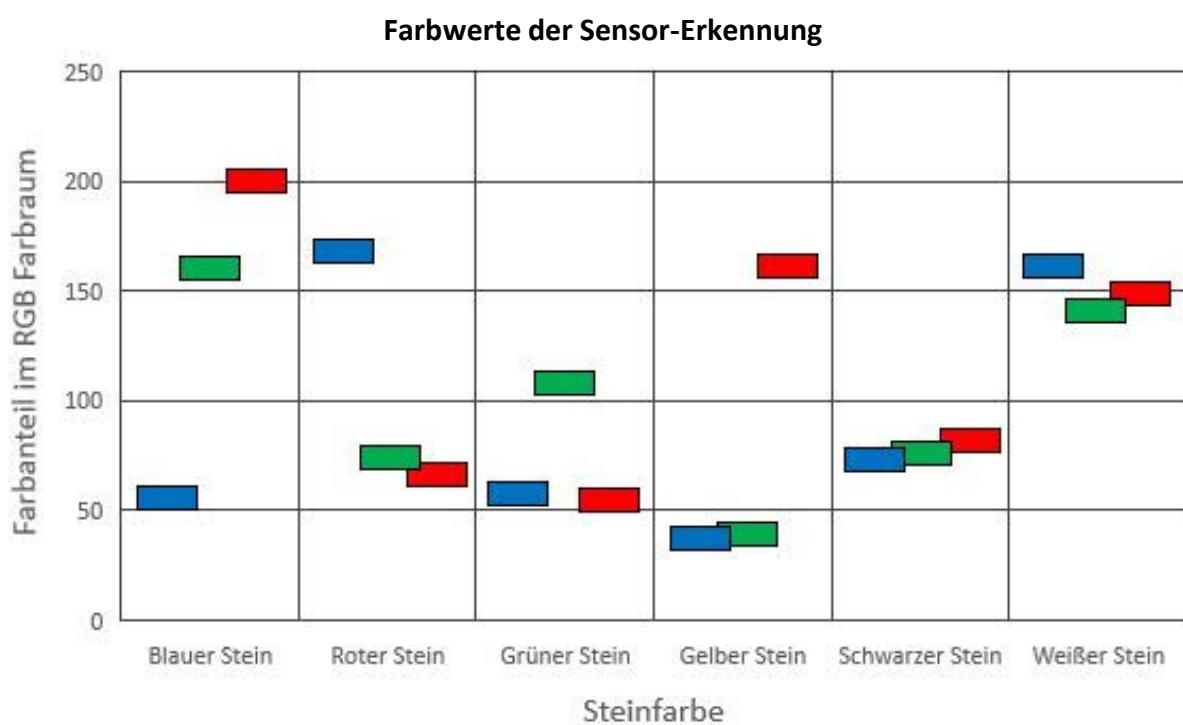
Abb. 5: Simulierter Farbsensor

Der Unterschied zum Tischkicker liegt bei unserer Maschine in der Tatsache, dass der Kicker über vier statt zwei Anspielflächen verfügt. Durch eine Lichtschranke am Anfang der Sortierung wird die Position des Steines auf dem Förderband ermittelt und ausgerechnet, wann der Stein vom Förderband geschoben werden muss.

Derzeitig werden mit diesem Prinzip nur die großen Steine sortiert. Da unsere fischertechnik-Materialkapazitäten vollständig ausgeschöpft sind, können wir keine weiteren Sortierstrecken bauen.

## Quellen

- [1] Markus Lobmaier: *Lego Sortiermaschine aus Fischertechnik*.  
[youtube](#), 2018.



Tab. 1: Erkannte Farbwerte für verschiedene Lego-Steine

Computing

## Der Mini-Servo-Adapter

Till Harbaum

Servomotoren waren und sind Bestandteil des offiziellen fischertechnik-Programms. Leider führen diese eigentlich recht universell einsetzbaren Motoren dort ein Nischendasein und werden nur zur Lenkung von Fahrzeugen verwendet. Der Mini-Servo-Adapter verbindet die Servos mit dem ftDuino und macht sie so auch in Robotermödellen nutzbar.

Servos enthalten im Gegensatz zu den üblichen fischertechnik-Motoren immer etwas eigene Sensorik und etwas Elektronik. Als Sensor kommt normalerweise ein verstellbarer Widerstand, ein sogenanntes Potentiometer zum Einsatz. Dieses Poti ist in der Lage den Drehwinkel des Servos zu messen. Zusammen mit der Elektronik ist der Servomotor so in der Lage, einen bestimmten Winkel anzufahren und zu halten. Die von fischertechnik eingesetzten Servos kommen aus dem Modellbaubereich und werden hier, wie bei fischertechnik auch, vor allem zur Lenkung eingesetzt, indem sie Lenkachsen antreiben oder zum Beispiel auch Ruder und Klappen an einem Flugmodell (Abb. 1).



Abb. 1: fischertechnik-Servo-Motor

Damit laufen Servos eigentlich etwas dem üblichen fischertechnik-Konzept entgegen, das alle elektrischen und mechanischen Eigenschaften sichtbar und erlebbar macht.

Servos sind dagegen zu weiten Teilen „Black Boxes“, die eben auf Kommando einen Winkel ansteuern. Wie sie das tun bleibt kaum erkennbar. Nichtsdestotrotz sind sie praktisch. Auch mit den Encodermotoren von fischertechnik kann man zu einem gewissen Grad Winkel auswerten und wiederholbar anfahren. Aber diese Motoren sind groß und ihre Ansteuerung nicht einfach. Die kleinen Servos sind hier oft die einfachere Wahl.

Die Ansteuerung von Servomotoren aus dem Modellbaubereich ist relativ einfach. Über zwei Adern ihrer dreadrigen Verbindung werden sie mit einer Versorgungsspannung von 5-6 Volt versorgt. Die dritte Ader führt das Steuersignal, das für eine bestimmt Zeit vom 0-Volt-Ruhepegel auf den 5V-Pegel wechselt. Die zeitliche Länge des sich dadurch ergebenden positiven Signal-Pulses bestimmt den Auslenkwinkel des Servos. Eine Länge von einer Millisekunde steht dabei für vollen Linksausschlag des Servos. Eine Pulslänge von 1,5 Millisekunden bedeutet dem Servo die Mittelposition anzufahren, und eine Pulslänge von zwei Millisekunden schließlich richtet den Servomotor nach rechts aus (Abb. 1). Zwischenwerte resultieren in Zwischenwinkeln. Dieser Puls sollte ca. alle 20 ms wiederholt werden, sodass der Servo immer weiß welchen Winkel er anzufahren hat.

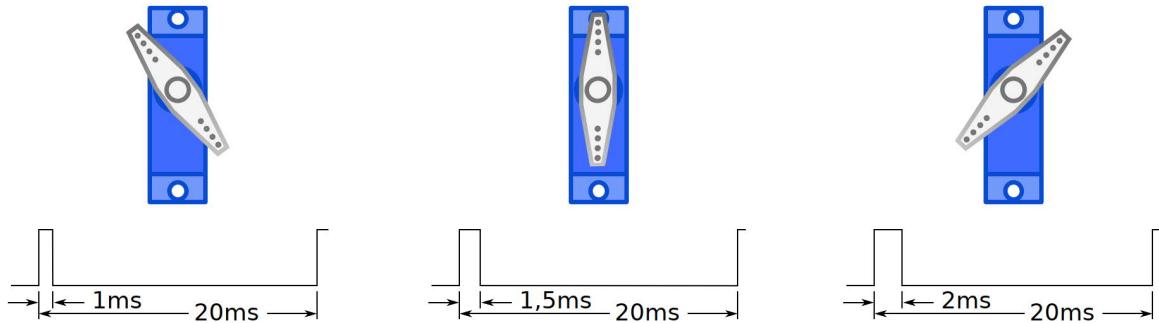


Abb. 2: Einstellung der Servo-Position über die Pulslänge

So ein Signal ist mit einem der Ausgänge z. B. eines Arduino leicht zu erzeugen. Entsprechende Bibliotheken für den Arduino finden sich direkt in der Arduino-IDE [1]. Auch der ftDuino lässt sich mit solch einer Bibliothek betreiben. Dazu werden die beiden eigentlich für den I<sup>2</sup>C-Anschluss am ftDuino vorhandenen Ausgangspins etwas zweckentfremdet, wie in Abschnitt 6.5 der ftDuino-Anleitung beschrieben [2]. Neben der Erzeugung des Steuersignals hat man im fischertechnik-Umfeld eine zweite Aufgabe zu lösen, da Servos wie erwähnt für eine Versorgung mit 5-6 Volt ausgelegt sind. Sie lassen sich daher nicht direkt an den fischertechnik-üblichen 9 Volt betreiben.

Die ftDuino-Anleitung schlägt den Einsatz eines einfachen Spannungsreglers vor. Diese Lösung hat gleich ein paar Nachteile: Neben der Bastelei bei der Spannungsversorgung verliert man die eigentliche I<sup>2</sup>C-Funktion und kann neben den Servos z. B. keine weiteren Sensoren anschließen. Zudem benötigt diese Art der Signalerzeugung direkt durch den Arduino/ftDuino permanent etwas Rechenleistung, da ja alle 20 Millisekunden erneut der Steuer-Puls gesendet werden muss. Speziell wenn der Arduino nebenbei andere Dinge schnell oder mit hoher Präzision erledigen soll, kann es dabei zu kurzen Signalstörungen bei der Pulserzeugung kommen, was sich in einem kurzen, unerwünschten Zucken des Servos äußert.

So ganz glücklich waren wir daher mit dieser Lösung nie, und einer der Herausgeber der ft:pedia hat immer wieder seinen Wunsch nach einer etwas professionelleren Lösung geäußert. Diesem Wunsch zu entsprechen gab den Startschuss für die Entwicklung des Mini-Servo-Adapters.

Der Mini-Servo-Adapter sollte genau die drei genannten Schwachpunkte der bestehenden Lösung vermeiden: Erstens sollte er den Servo aus einer fischertechnik-üblichen Spannungsquelle versorgen können. Zweitens sollte er dem ftDuino die Pflicht abnehmen, sich permanent um den Servo kümmern zu müssen. Und drittens sollte er dem I<sup>2</sup>C-Anschluss des ftDuino nicht seine eigentliche Funktion entziehen. Dazu kam das Ziel eine möglichst kompakte und kostengünstige Lösung zu schaffen.

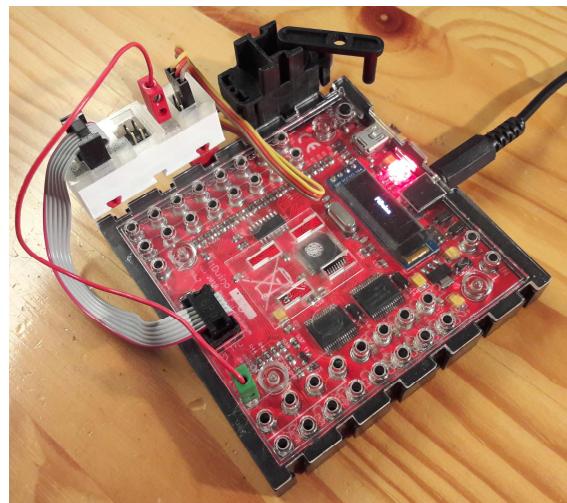


Abb. 3: Mini-Servo-Adapter zum Anschluss an den ftDuino

Zwei Bauteile sind mindestens nötig um alle Ziele zu erreichen: Ein Spannungsregler, der aus 9 Volt die Servo-kompatiblen 5 Volt erzeugt, und ein Mikrocontroller, der die Aufgabe des „sich Kümterns“ übernimmt und mit dem ftDuino auf I<sup>2</sup>C-kompatiblere Weise kommuniziert. Dazu kommen natürlich noch die nötigen Steckerverbindungen zum Anschluss eines bzw. zweier Servos, zum Anschluss an den ftDuino und schließlich zur Spannungsversorgung per fischertechnik-üblichem Zwergstecker (Abb. 3).

Das alles sollte in einem Gehäuse in BS30-Größe Platz haben. Um den I<sup>2</sup>C-Anschluss des ftDuino nicht komplett zu blockieren sollte der Adapter einen weiteren I<sup>2</sup>C-Anschluss erhalten, über den das eingehende I<sup>2</sup>C-Signal an weitere Sensoren weitergeleitet werden kann. So lassen sich auch mehrere Servo-Adapter in Reihe schalten, um die Zahl der ansteuerbaren Servos zu erhöhen.

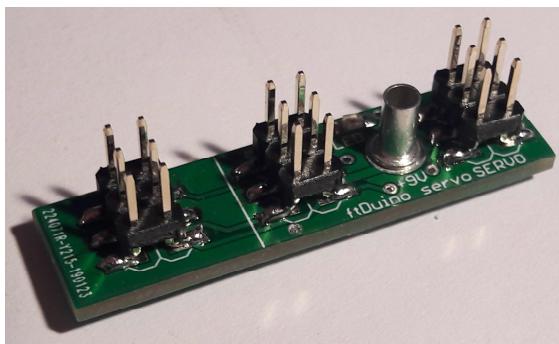


Abb. 4: Mini-Servo-Adapter-Platine oben ...

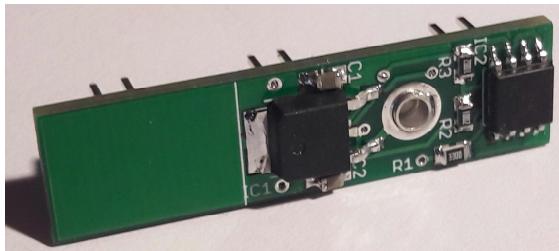


Abb. 5: ... und von unten

Auf Abb. 4 und 5 ist zu sehen, dass der Platz gerade so eben für alle Vorgaben ausreicht.

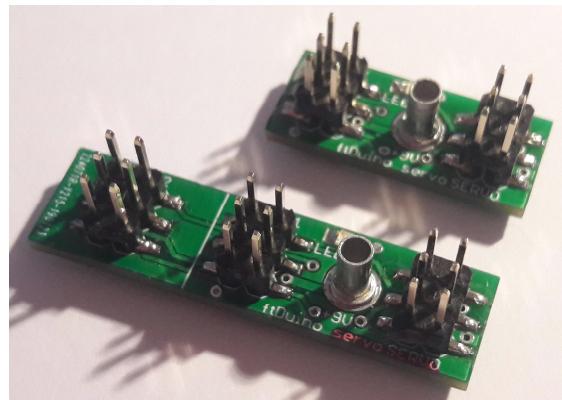


Abb. 6: Platine mit und ohne I<sup>2</sup>C-Erweiterungsstecker

Beachtet man, dass der zusätzliche I<sup>2</sup>C-Stecker ganz links nur optional ist und sich bei Bedarf einfach absägen lässt, dann wird deutlich, dass auf dem Rest der Platine der Platz für Spannungsregler und Mikrocontroller nur dann reicht, wenn man wirklich die kleinstmöglichen Bauteile verwendet (Abb. 6).



Abb. 7: Zwei Gehäusegrößen – BS30 und BS30+BS15

Entsprechend gibt es das Gehäuse in zwei Varianten: einer 45 Millimeter langen Version mit Platz für zwei I<sup>2</sup>C-Aschlüsse und einer 30 mm-Version, die dann zum Einsatz

kommt, wenn der zusätzliche Stecker z. B. mit einem Dremel vorsichtig abgetrennt wurde (Abb. 7). Da der Mikrocontroller die

```
#include <Wire.h>

void setup() {
    Wire.begin();
}

void loop() {
    // Wert 63 in Register 0 schreiben: Servo nach links
    Wire.beginTransmission(17);
    Wire.write(0);
    Wire.write(63);
    Wire.endTransmission();

    delay(1000);

    // Wert 125 in Register 0 schreiben: Servo nach rechts
    Wire.beginTransmission(17);
    Wire.write(0);
    Wire.write(125);
    Wire.endTransmission();

    delay(1000);
}
```

*Listing: Sketch zur Ansteuerung des Mini-Servo-Adapters*

Die Wire-Bibliothek kommt auf dem Arduino und damit dem ftDuino immer zum Einsatz, wenn über I<sup>2</sup>C kommuniziert werden soll. Die Kommunikation mit dem Mini-Servo-Adapter ist dabei so einfach, dass keine separate Bibliothek entwickelt wurde. Die Kommunikation mit dem Servo-Adapter geschieht unter I<sup>2</sup>C-Adresse 17. Will man mehr Adapter in einem System betreiben, so kann diese Adresse mit Hilfe eines speziellen Sketches leicht geändert werden [3].

Das erste Datenbyte gibt dann an, welcher der beiden Servo-Anschlüsse des Mini-Servo-Adapters gemeint ist. An jeden Mini-Servo-Adapter lassen sich bis zu zwei Servos anschließen; der erste ist unter Nummer 0 erreichbar, der zweite unter Nummer 1. Das nächste gesendete Byte gibt schließlich die Länge des Pulses und damit die Position an, an die der Servomotor gefahren werden soll. Der normale Arbeitsbereich eines Servos reicht hier von 63 (ganz links)

Signalerzeugung selbst übernimmt, beschränkt sich die Verwendung auf ftDuino-Seite auf wenige Zeilen (Listing 1):

bis 125 (ganz rechts). Werte außerhalb dieses Bereiches werden auf diese Grenzen beschränkt. Mit weiteren Kommandos an den Mini-Servo-Adapter lassen sich diese Grenzen aufheben und man kann den Drehbereich ggf. über den Bereich eines handelsüblichen Servos hinaus erweitern. Dabei sollte man Vorsicht walten lassen, denn einige (billige) Servos reagieren darauf mit mechanischen Problemen oder nehmen sogar Schaden. Weitere Infos zu diesen erweiterten Möglichkeiten des Mini-Servo-Adapters finden sich im Abschnitt 6.13.9 des ftDuino-Handbuchs [4].

Natürlich ist der Mini-Servo-Adapter nicht auf Servos von fischertechnik beschränkt. Mit dem Mini-Servo-System hat Forums-Mitglied „juh“ eine wunderbare Alternative zu den fischertechnik-eigenen Servos geschaffen (Abb. 8). Dieses System geht weit über das hinaus was fischertechnik selbst anbietet, und auch die mechanische Integration in das fischertechnik-System ist

wesentlich schöner gelöst. Diese Servos lassen sich natürlich direkt am Mini-Servo-Adapter betreiben; die Namensverwandtschaft ist auch nicht ganz zufällig.

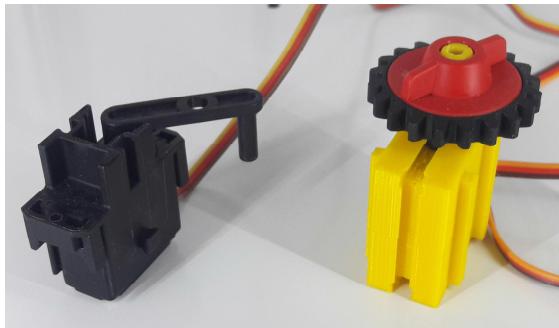


Abb. 8: fischertechnik-Servo und Mini-Servo

Schließlich ist der Mini-Servo-Adapter nicht nur für den Einsatz am ftDuino geeignet. Er lässt sich z. B. auch am TX-Pi betreiben. Sogar am TXT ist – zumindest im Offline-Modus – ein Betrieb möglich. Im Online-Modus sind Mini-Servo-Adapter und TXT leider nicht ganz verträglich und die Kommunikation bricht nach einigen Sekunden ab. Hier ist ggf. noch etwas Nacharbeit an der Firmware des Mini-Servo-Adapters nötig (und möglich).

Servos sind unbestritten praktische kleine Helfer. Mit dem Mini-Servo-Adapter ist ihr Einsatz am ftDuino besonders einfach geworden. Sämtliche Unterlagen zum Nachbau des Mini-Servo-Adapters finden sich im [Github](#). Für die, die den Aufwand scheuen, haben wir eine Kleinserie des

Mini-Servo-Adapters industriell fertigen lassen. Der Adapter kann inklusive 3D-gedrucktem Gehäuse und I<sup>2</sup>C-Anschlusskabel betriebsbereit für zwölf Euro unter [info@ftduino.de](mailto:info@ftduino.de) erworben werden.

## Quellen

- [1] [Arduino Servo-Bibliothek](#). arduino.cc
- [2] Till Harbaum: [Servos am ftDuino](#). ftDuino-Handbuch, Abschnitt 6.5. github.com
- [3] [Änderung der Mini-Servo-Adresse](#). github.com
- [4] Till Harbaum: [Mini-Servo-Adapter](#). ftDuino-Handbuch, Abschnitt 6.13.9, guthub.com
- [5] juh: [Mini-Servo-System](#). ft:c-Forum

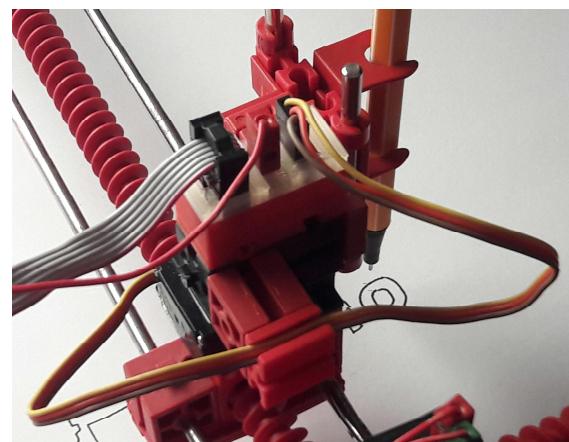
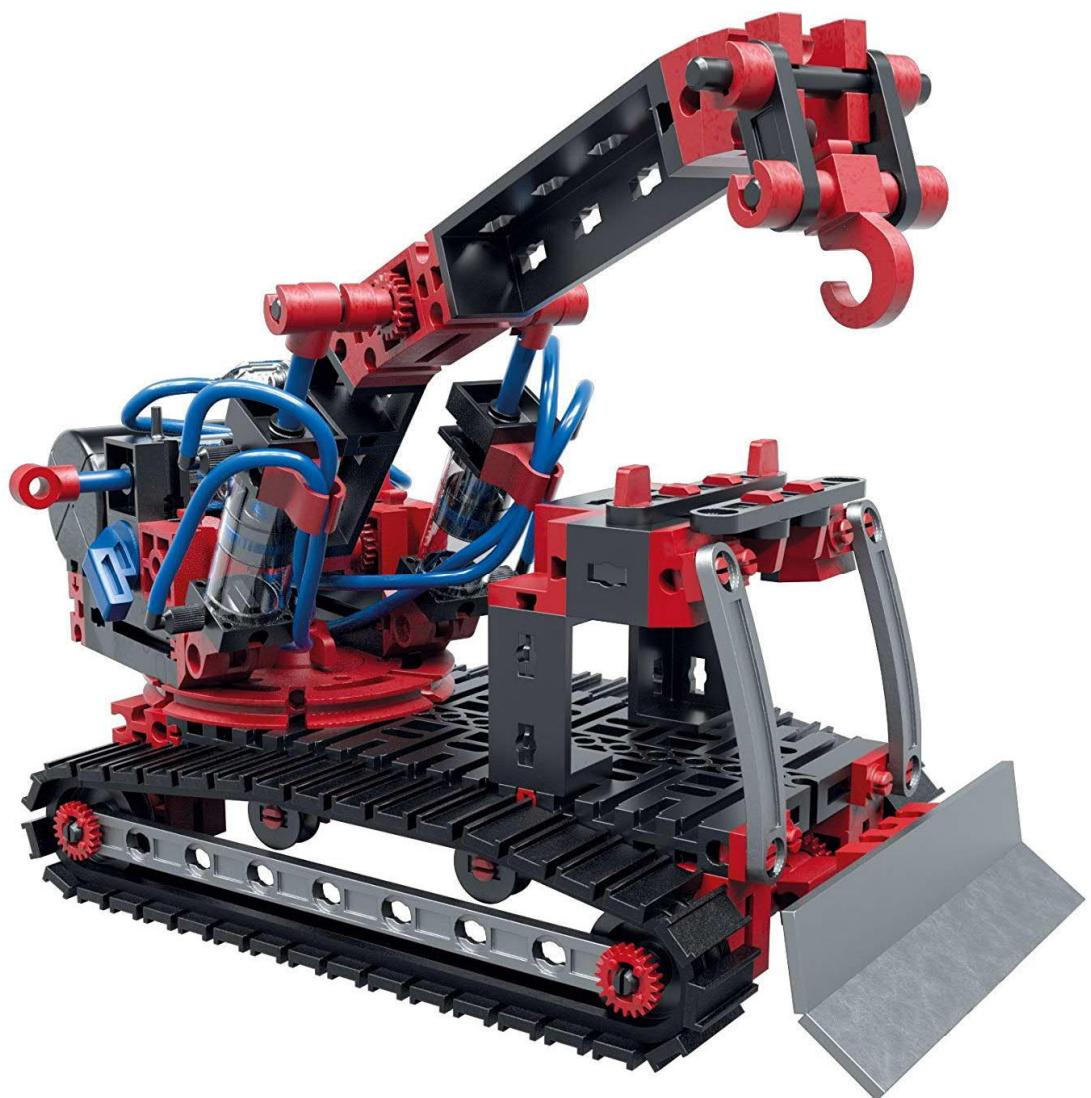


Abb. 9: Einsatz eines Servo-Motors im Plotter



*Bergungsraupe aus dem fischertechnik-Kasten „Pneumatic Power“ (533874)*