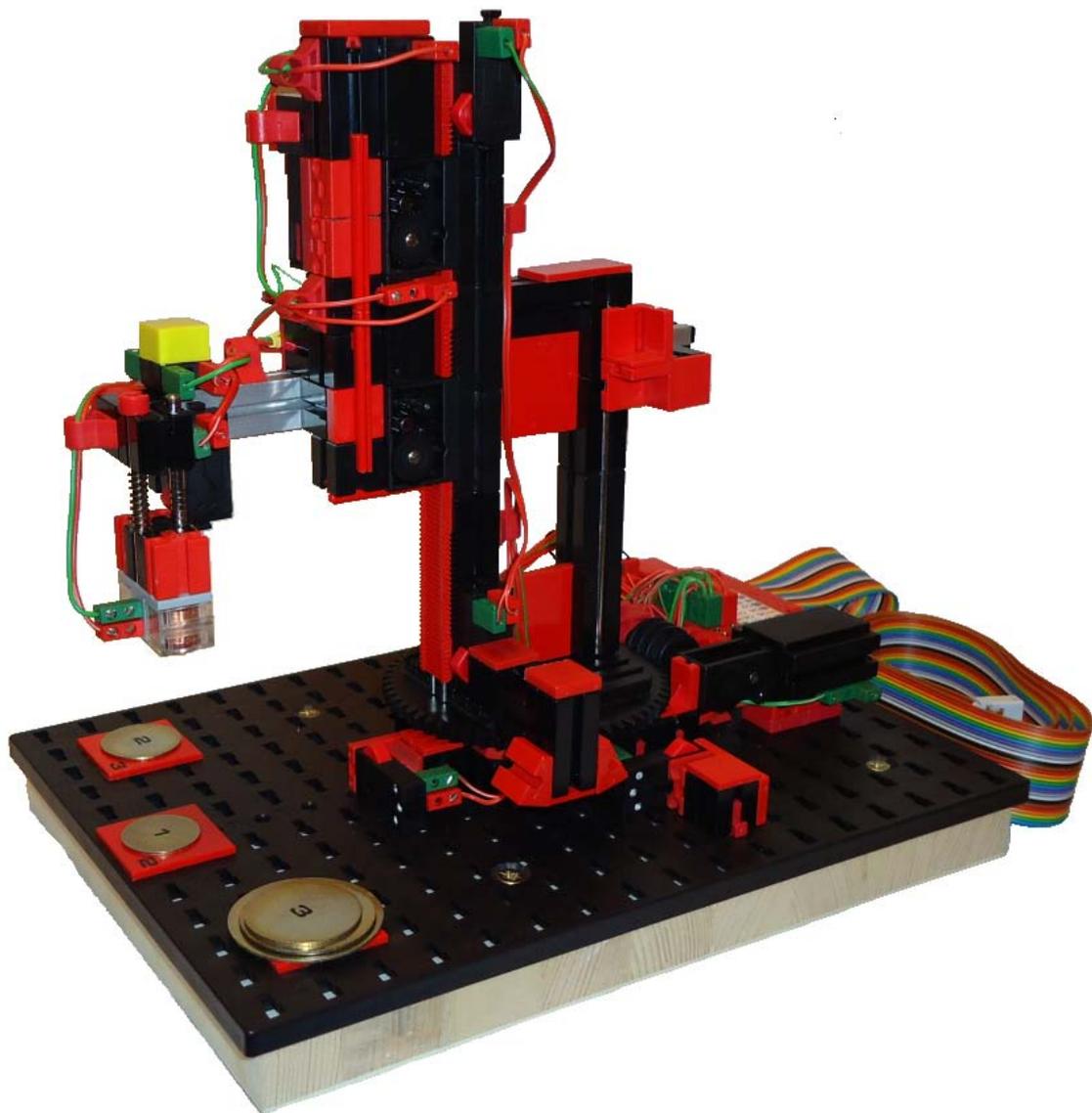


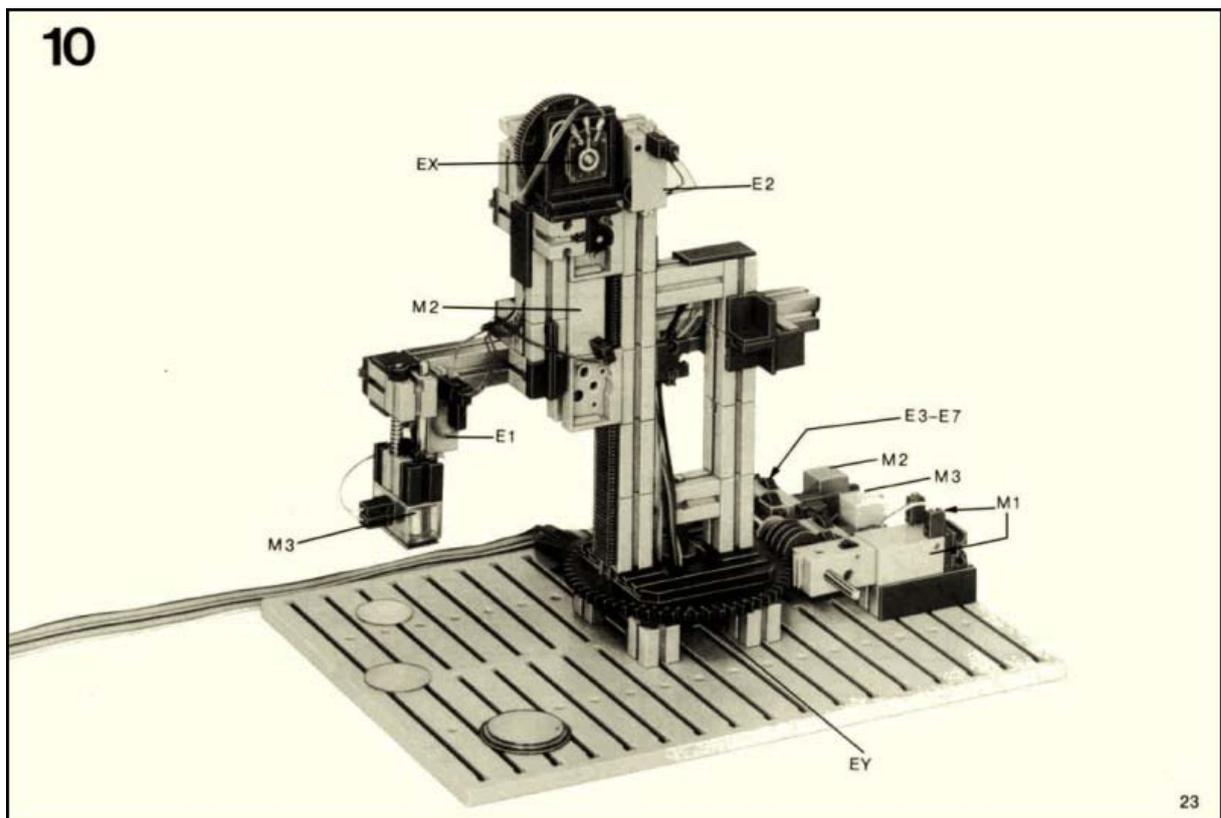
# *Die Türme von Hanoi*



Volker-James Münchhof  
2011



# Die Türme von Hanoi



Das Handbuch ft# 38496 zu dem Baukasten "fischertechnik Computing" ft# 30554 aus dem Jahr 1984 enthielt auf den Seiten 17 bis 24 die Bauanleitung "Turm von Hanoi". Das obenstehende Bild zeigt die Seite 23 mit dem fertig aufgebauten "Turm von Hanoi".

Der Aufbau und die Steuerung des Modells war ausgelegt auf das Parallel-Interface und einer Programmierung in Basic auf einem DOS-Computer. Das alles sind Technologien aus der "fernen Vergangenheit". Ein Nachbau mit neueren Technologien, wie ROBO-Interface und ROBOPro-Software, sowie einer moderneren, digitalen Positionierung mit Impuls-Zählern statt mit analogen (etwas ungenauen) Dreh-Potentiometern, ist angesagt.

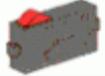
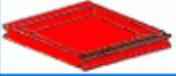
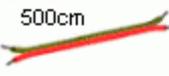
Das damalige Modell war so "klassisch", daß es im Wesentlichen erhalten bleiben soll. Um sich trotzdem von diesem "Turm von Hanoi" zu unterscheiden, wird die modernere Ausführung "Die Türme von Hanoi" genannt. Eine Umstellung auf modernere Technologie beinhaltet auch, daß die 6,8 Volt für Antriebe und Elektro-Magnet auf heutige 9 Volt heraufgesetzt werden. Das bedeutet, daß S-Motore und XS-Motore und neuere Elektro-Magnete eingesetzt werden müssen.

Zur Anwendung kommen auch ft-Teile aus dem neueren Programm. Lieferanten sind sowohl für neue, ungebrauchte ft-Teile und für ältere, gebrauchte ft-Teile allgemein bekannt. Zur Anwendung kommt ein einziges nicht-ft-Bauteil: Das "Hubgetriebe mit Impulsrad zur Positionsabfrage" aus dem Sonderzubehör von Andreas (TST) (im weiteren Verlauf kurz "Impuls-Hub" genannt). Zwei ft-Bauteile, Bauplatte (Abdeckplatte), ft# 32330, werden durch Absägen von 30x15 auf 15x15 verändert (verkürzt), wobei die entstehenden Teile (Hälften) mit der durchgehenden Nut von Interesse sind. In die Zuleitung der Verkabelung zum "Hubtisch" können Steckverbindungen zur leichteren Montage und Demontage des "Hubtisches" eingebaut werden.

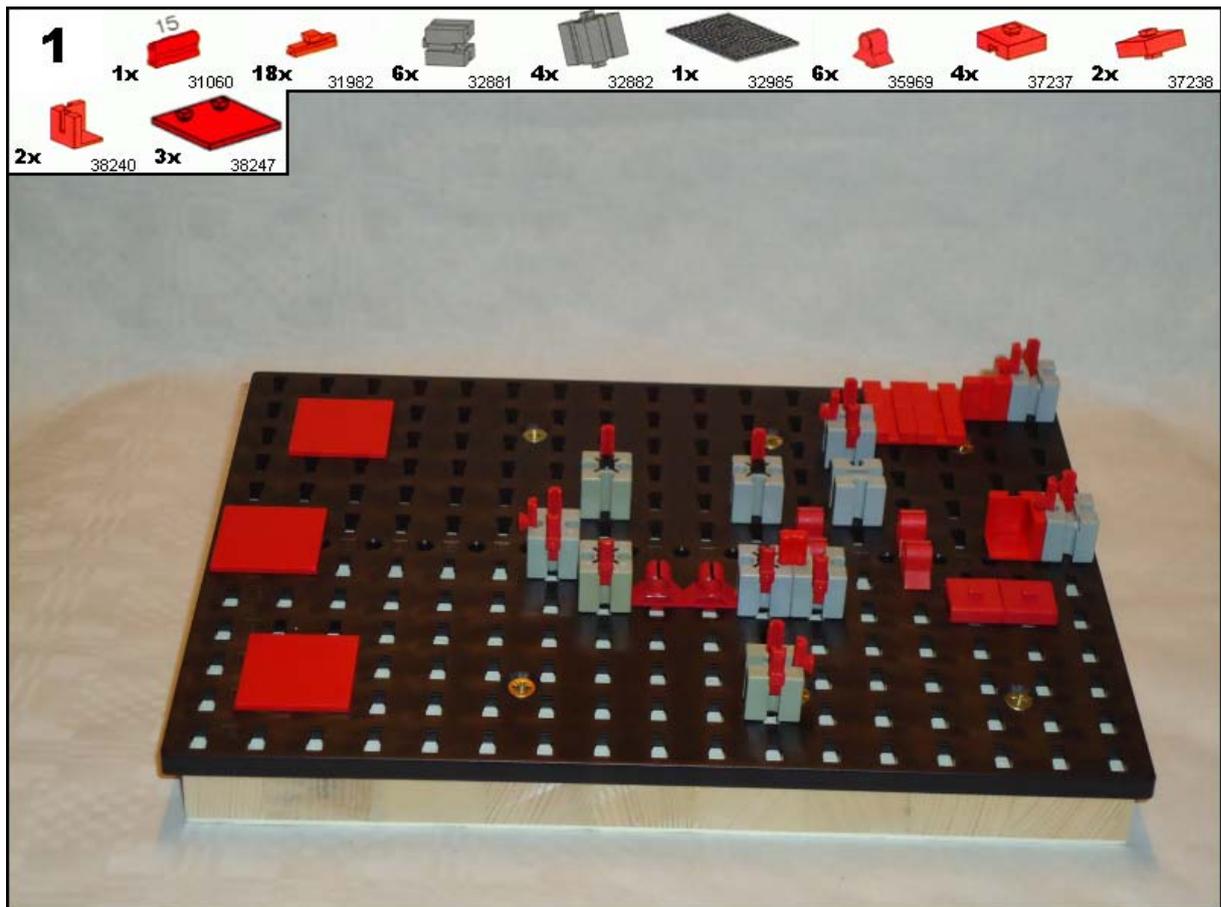
Die dazugehörige ROBOPro-Software "Die Türme von Hanoi", nebst verschiedenen Hilfsprogrammen, ist so modular wie möglich aufgebaut. Das erleichtert das Verständnis der Funktionsweise einer fremdentwickelten Software. Gleichzeitig kann die rekursive Lösung der gestellten Aufgabe leichter erkannt werden. Jedes Hinzufügen einer weiteren Scheibe, greift auf die schon vorhandenen Lösungen zurück.

Die "Die Türme von Hanoi" sind sehr gut als Projekt einer Projektwoche bei entsprechender Altersstufe einsetzbar.

# Einzelteilübersicht

	31011 <b>2x</b>		31506 <b>8x</b>		33582 <b>2x</b>		37783 <b>7x</b>
	31013 <b>2x</b>		31982 <b>24x</b>		35049 <b>2x</b>		37869 <b>1x</b>
	31031 <b>2x</b>		32064 <b>1x</b>		35063 <b>1x</b>		38163 <b>1x</b>
	31060 <b>6x</b>		32122 <b>1x</b>		35072 <b>1x</b>		38216 <b>1x</b>
	31061 <b>8x</b>		32123 <b>1x</b>		35696 <b>1x</b>		38240 <b>4x</b>
	31078 <b>1x</b>		32124 <b>1x</b>		35969 <b>14x</b>		38241 <b>1x</b>
	31082 <b>1x</b>		32125 <b>1x</b>		36779 <b>1x</b>		38246 <b>3x</b>
	31198 <b>2x</b>		32126 <b>1x</b>		37157 <b>1x</b>		38247 <b>3x</b>
	31229 <b>1x</b>		32293 <b>1x</b>		37161 <b>2x</b>		38413 <b>1x</b>
	31317 <b>1x</b>		32315 <b>1x</b>		37237 <b>11x</b>		38414 <b>1x</b>
	31328 <b>2x</b>		32330 <b>6x</b>		37238 <b>2x</b>		38423 <b>1x</b>
	31330 <b>5x</b>		32363 <b>1x</b>		37272 <b>1x</b>		75140 <b>1x</b>
	31336 <b>25x</b>		32879 <b>23x</b>		37351 <b>3x</b>		137096 <b>2x</b>
	31337 <b>23x</b>		32881 <b>16x</b>		37468 <b>10x</b>		Impuls <b>1x</b>
	31337s <b>2x</b>		32882 <b>6x</b>		37636 <b>3x</b>		
	31393 <b>1x</b>		32985 <b>1x</b>		37679 <b>3x</b>		

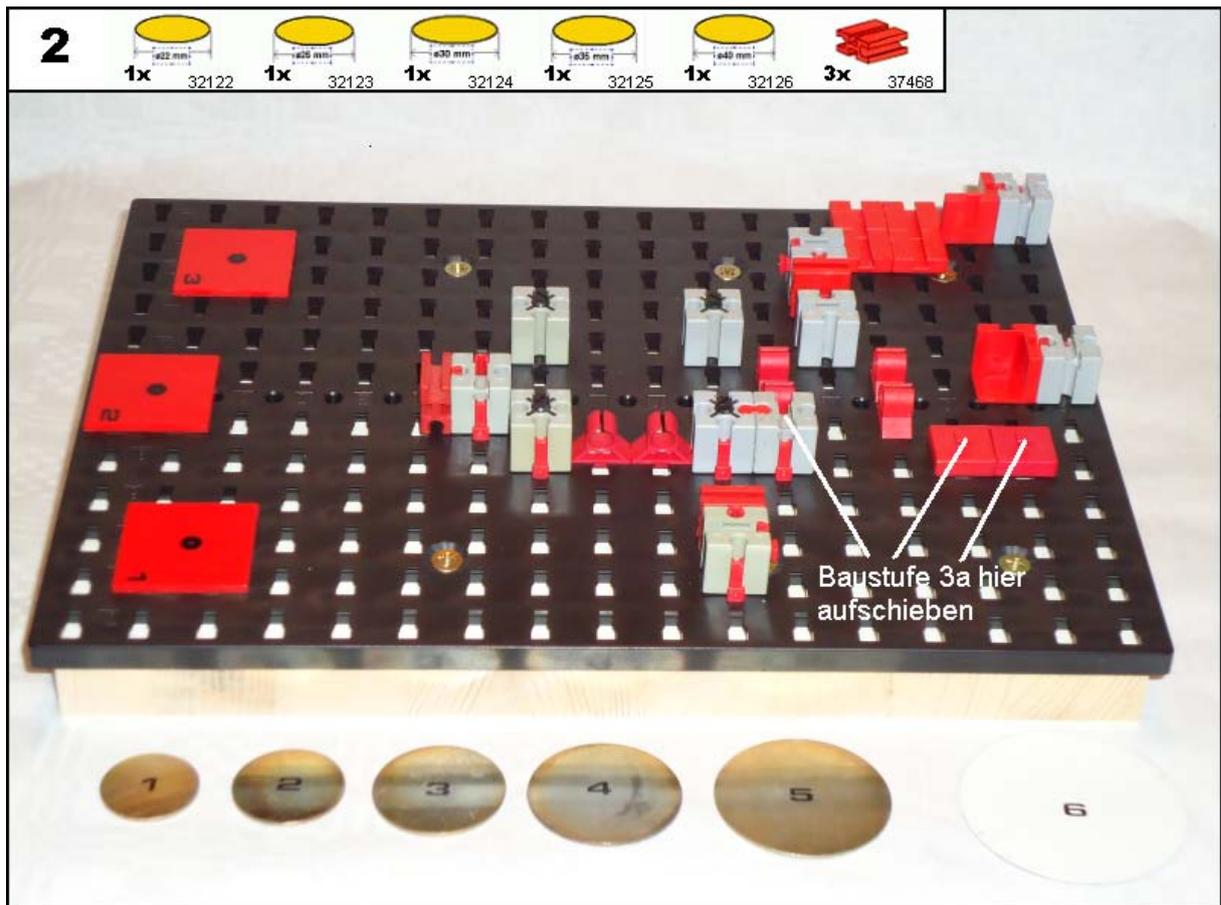




Unter die Grundplatte, ft# 32985, wurde eine Sperrholzplatte 18 x 25 cm aus Pappelholz (18 mm dick) mittig geschraubt und unter dieser 5 Filzgleiter zur Möbelschonung befestigt. Durch das Maß 18 x 25 cm für die Sperrholzplatte passt die gesamte Einheit noch als "Deckel" in eine 500er Sammelbox.

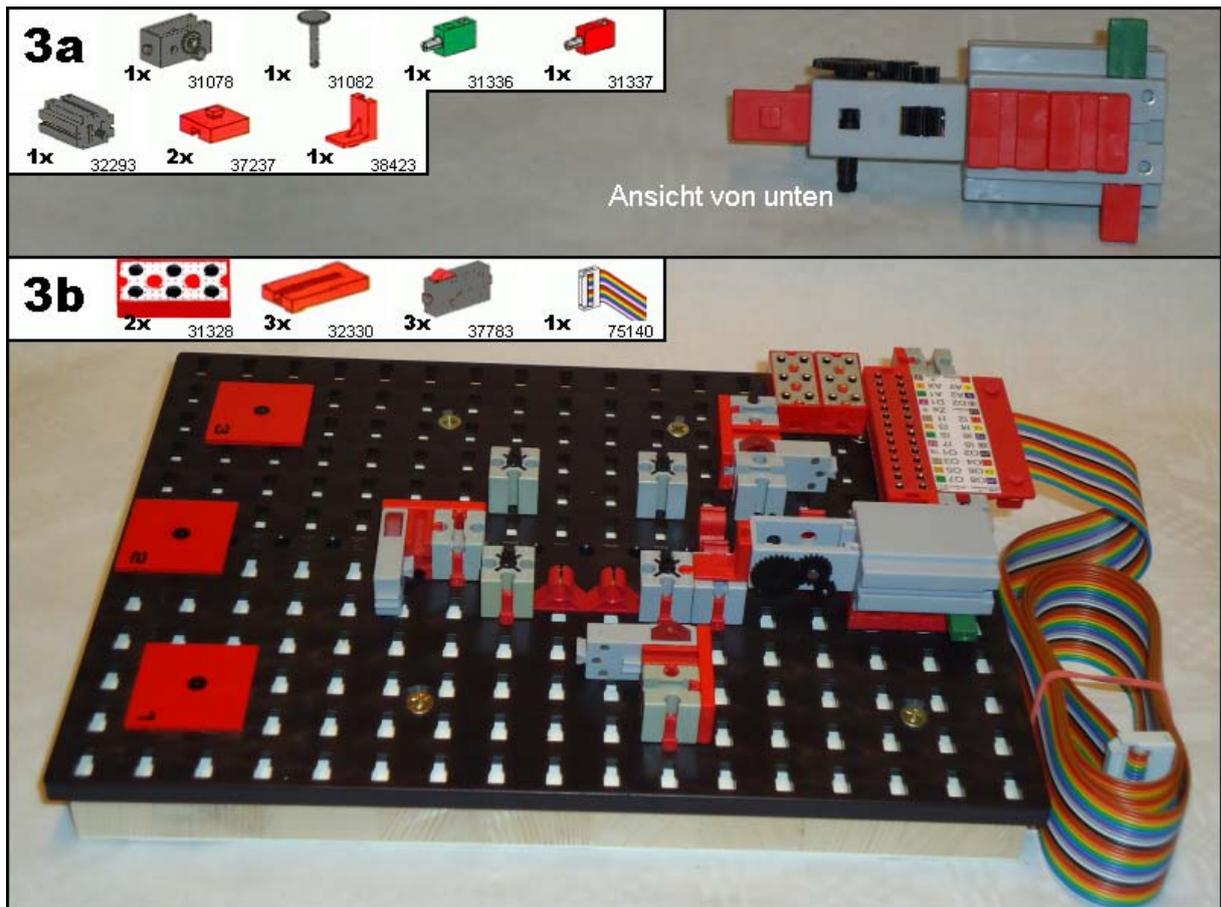
Die Federnocken, ft# 31982, und das Verbindungsstück, ft# 31060, wurden zur Verdeutlichung nur in die Nuten der Bausteine "eingesetzt". Die Federnocken und das Verbindungsstück werden dann jeweils bis zum Anschlag in die Nuten eingeschoben. Die Federnocken, die zur Arretierung der Bausteine vorgesehen sind, lassen sich tiefer eindrücken und werden bis in die Grundplatte hinein eingedrückt und zwar so tief bis der Nocken auf der Grundplatte aufzuliegen kommt. Dadurch wird der Baustein in seiner Position auf der Grundplatte verriegelt.

Schwarze Bausteine auf schwarzer Grundplatte sind die "Wunschkombination" eines jeden Fotografen. Für die Fotoaufnahmen wurden, wenn aus Gründen des Kontrastes notwendig, die für den Aufbau vorgesehenen schwarzen Bausteine durch graue Bausteine ersetzt.



Die Felder für die Ablage der Scheiben, ebenso die Scheiben, wurden für die Verfolgung des Lösungsablaufes numeriert. Der Mittelpunkt eines jeden Feldes wurde mit einer Markierung versehen. Hier wurden Abreibe-Symbole und Abreibe-Ziffern aus dem "edding transfer" Programm verwendet (jeder andere Filzschreiber erfüllt die gleiche Aufgabe) und mit einer Schicht Klarlack zum Schutz versehen. Im Bild ist eine 6. Scheibe (nicht aus dem "fischertechnik computing" ft# 30554 Baukasten) hinzugefügt. Das zeigt, daß "Die Türme von Hanoi" ganz leicht um weitere Scheiben erweitert werden können.

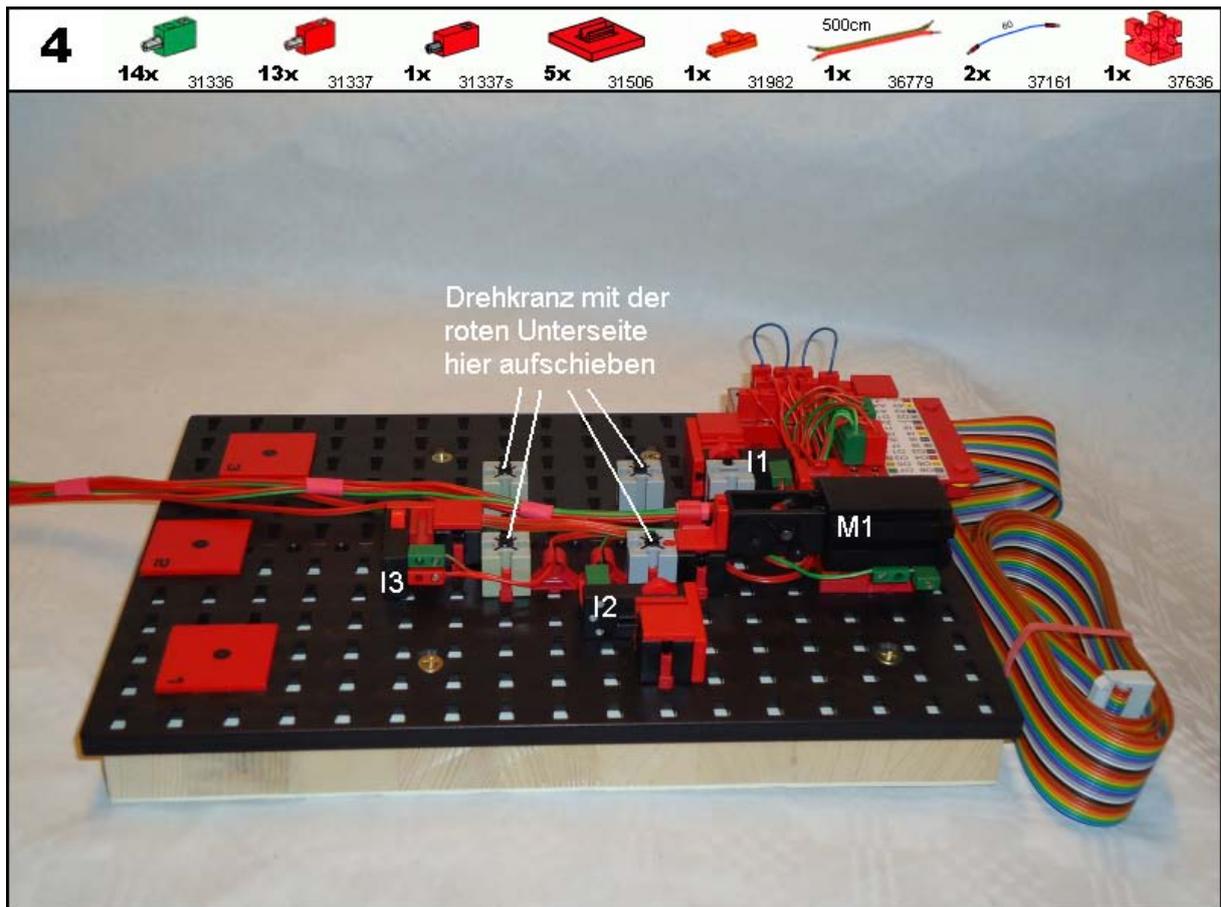
Die Federnocken, die der Verriegelung von Bausteinen dienen, sind, deutlich erkennbar, bis zur Auflage auf die Grundplatte eingedrückt worden.



Die gesamte Baustufe 3 zeigt die Montage der "elektrischen" Komponenten auf der Grundplatte.

Die beiden Stecker (rot und grün) am S-Motor ermöglichen die Bildung einer "Eck-Steck-Verbindung" (aus Platzgründen) an dieser Stelle am S-Motor.

Das Teil ft# 75140 ist ein 26-poliger Pfostenstecker mit 26-poligem, farbcodiertem Flach- Bandkabel und einer 28-poligen Buchsenplatte durch die "Die Türme von Hanoi" an das Robo-Interface angeschlossen werden.

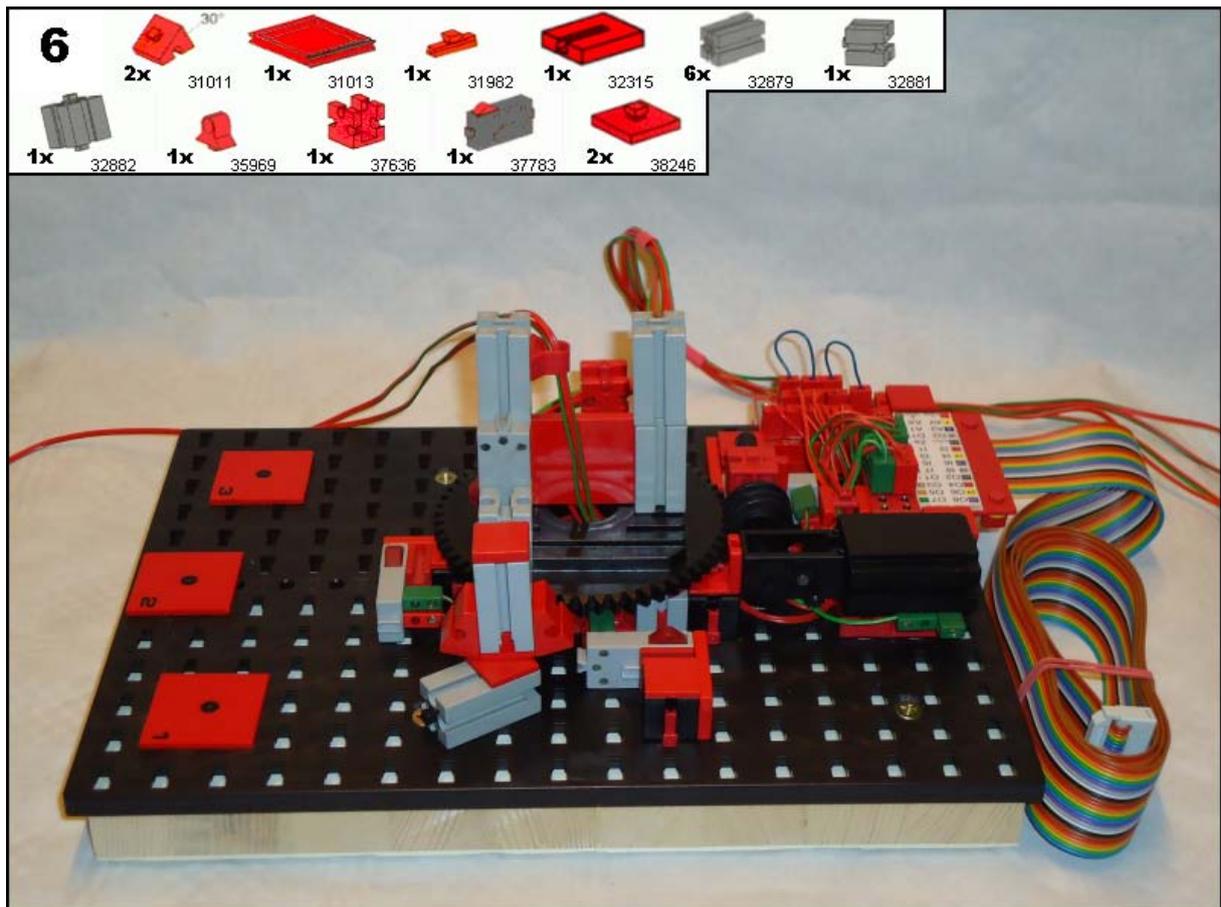


Bevor der Drehkranz auf die 4 Bausteine 15 aufgeschoben wird, ist es sinnvoll die Verkabelung zu beginnen.

Die Taster I1 bis I3 und der S-Motor M1 werden schon mit der Verteilerplatte und der 28-poligen Buchsenleiste verdrahtet. Dabei kommt der schmale rote Stecker in die mittlere Buchse des Tasters I1. Die Verkabelung für die Taster I4, I5 sowie der Kabelbaum für die Taster I6 und I7 und die XS-Motore M2 und der Elektromagnet M3 des Hubtisches werden vorbereitet. Der Kabelbaum für den Hubtisch wird mit kurzen Stücken Schrumpfschlauch fixiert und ebenfalls schon an die Verteilerplatte und die 28-polige Buchsenplatte angeschlossen.

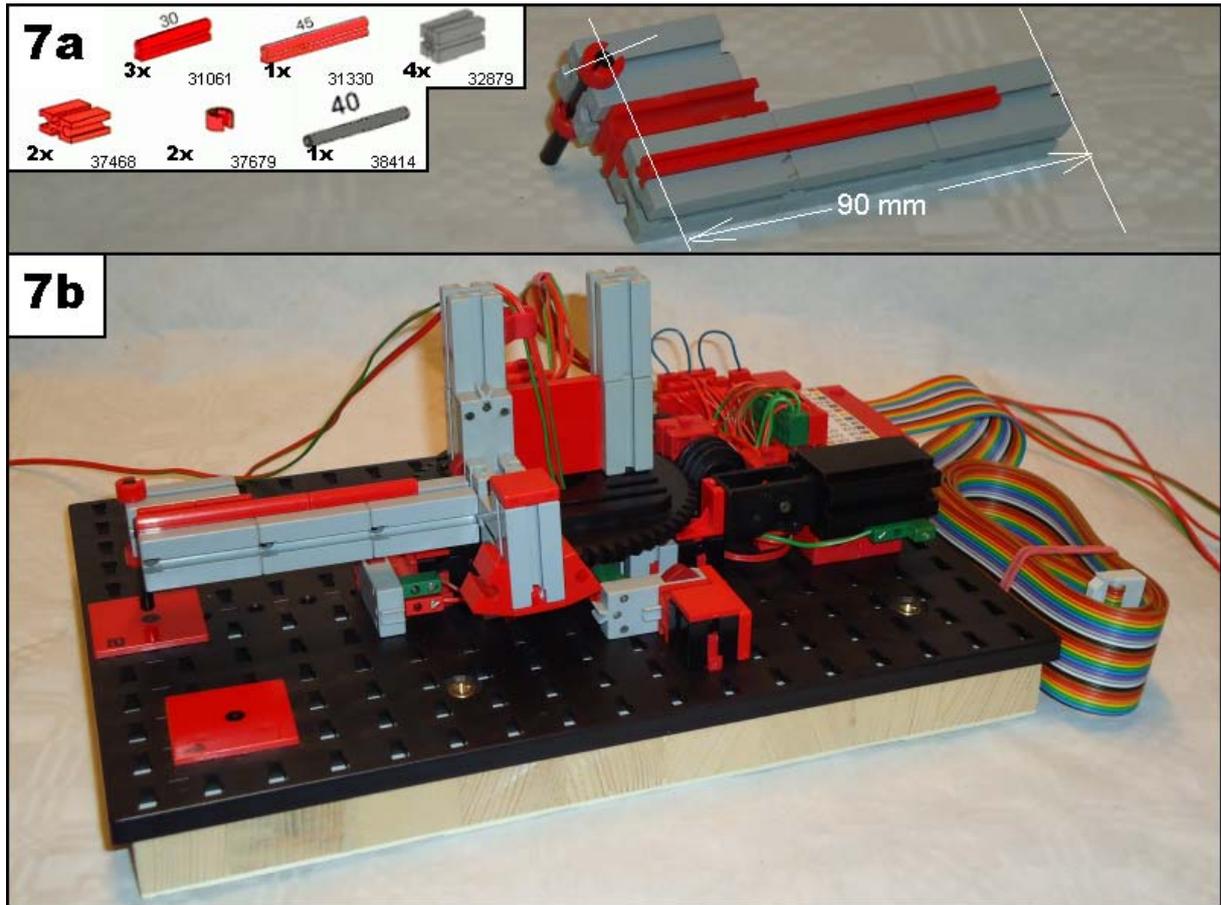
Die beiden Kabelstränge (I2, I3, I4 und I5 sowie I6, I7, M2 und M3) werden unter der Rastschnecke zwischen zwei Kabelschellen ebenfalls durch zwei Schrumpfschlauchstücke geführt. Das verhindert das Ergreifen von Kabeln durch die Rastschnecke.





Mit der Baustufe 6 beginnt auf dem Drehkranz der Aufbau des Trägers für den Hubtisch, des unteren End-Tasters I4 für den Hubtisch und des Schaltnockens für die End-Taster I2 und I3 des Drehkranzes.

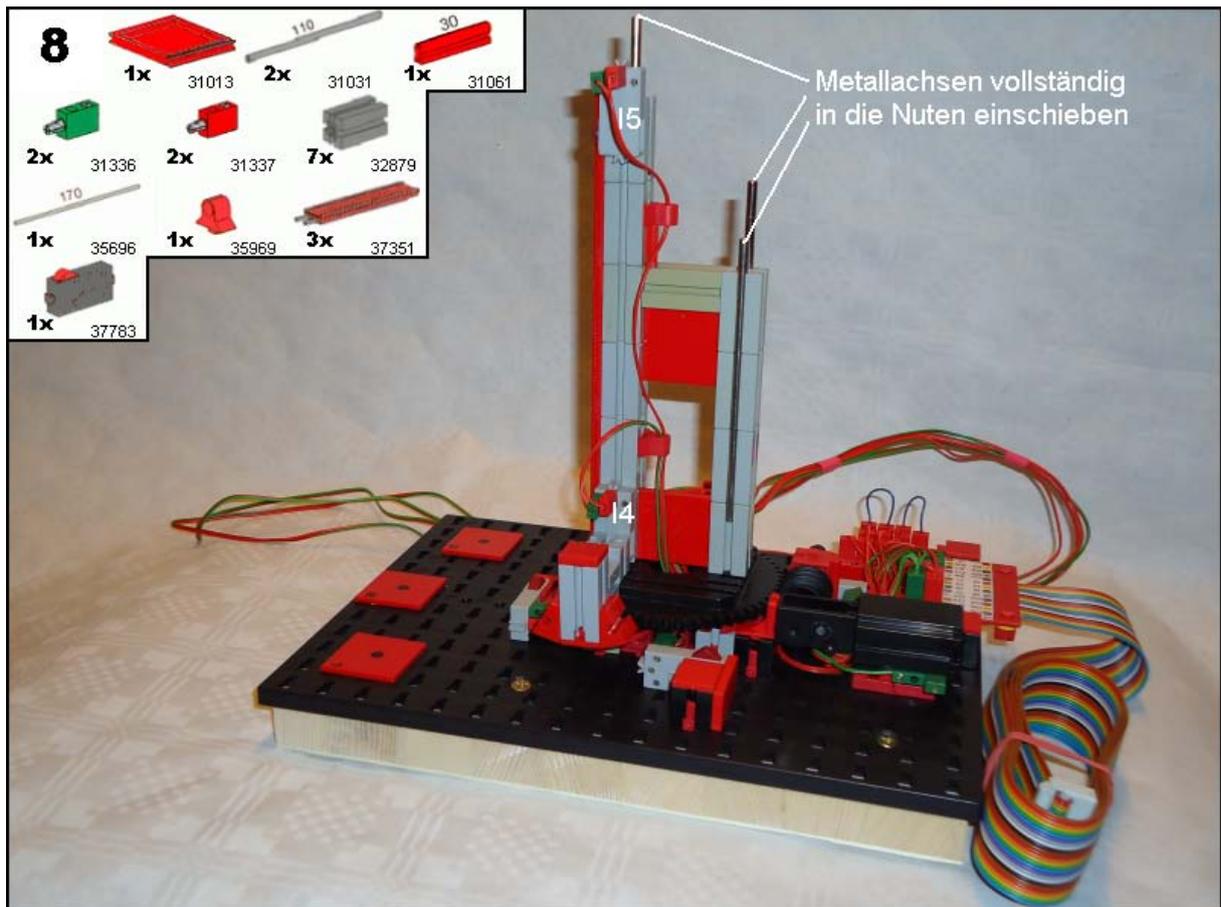
Gleichzeitig wird ein Werkzeug aus einem Baustein 30 und einer Bauplatte 15x15 erstellt, mit dessen Hilfe eine Höheneinstellung des Schaltnockens vorgenommen werden kann. Der Schaltnocken soll über die beiden End-Taster I2 und I3 gleiten können und diese bestimmt betätigen können. Das Bild zeigt das Werkzeug unter dem Schaltnocken.



Nach der Baustufe 6 können schon die Zählimpulse des Drehkranzes für die Ablagefelder der Scheiben ermittelt werden. Dazu wird ein "Zeigestab" gebaut, der den Mittelpunkt des späteren Elektromagneten nachbildet. Der Drehkranz wird soweit gedreht, bis sich die Mittellinie des Zeigers (ft# 38414) über dem Mittelpunkt des Feldes befindet. Die gezählten Impulse von der "Nullstellung" (ausgelöst durch den Taster I2 im Uhrzeigersinn ganz links) bis zur Feldmitte des angesteuerten Feldes werden in das RPP-Programm "Die Türme von Hanoi" übernommen. Der "Vollausschlag" (ausgelöst durch den Taster I3 im Uhrzeigersinn ganz rechts) wird bei diesen Versuchen ebenfalls ermittelt.

Bei dem Zeigestab ist wichtig, daß der Mittelpunkt des Zeigers (ft# 38414) genau 90 mm von der Hinterkante des Zeigestabes entfernt ist (siehe Skizzierung in Baustufe 7a).

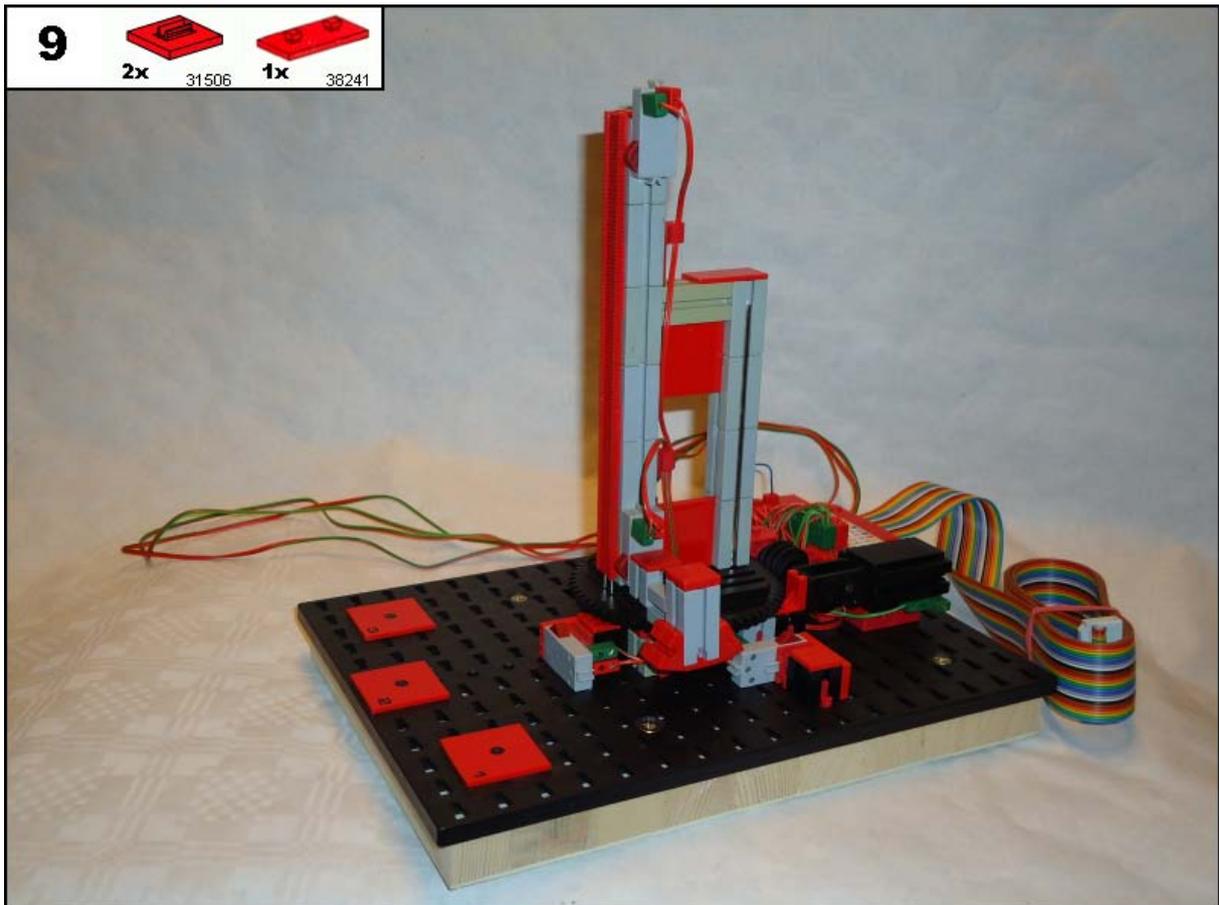
Nach den Versuchen wird der Zeigestab wieder entfernt.



In dieser Baustufe wird der Träger des Hubtisches auf dem Drehkranz fertig gestellt, der obere End-Taster I5 und die drei Zahnstangen, an denen sich der Hubtisch fortbewegt, werden angebracht. In die seitlichen Nuten der hohen und der mittelhohen Säulen werden Metallachsen eingeschoben. Diese dienen der Steifigkeit der Säulen und der Ausrichtung der Bausteine 30 der Säulen.

Bei der mittelhohen Säule helfen die beiden Metallachsen auch den "Gleitsteinen" des Hubtisches an der Säule entlang zu gleiten in dem sie die Oberfläche der Säule für die "Gleitsteine" glätten.

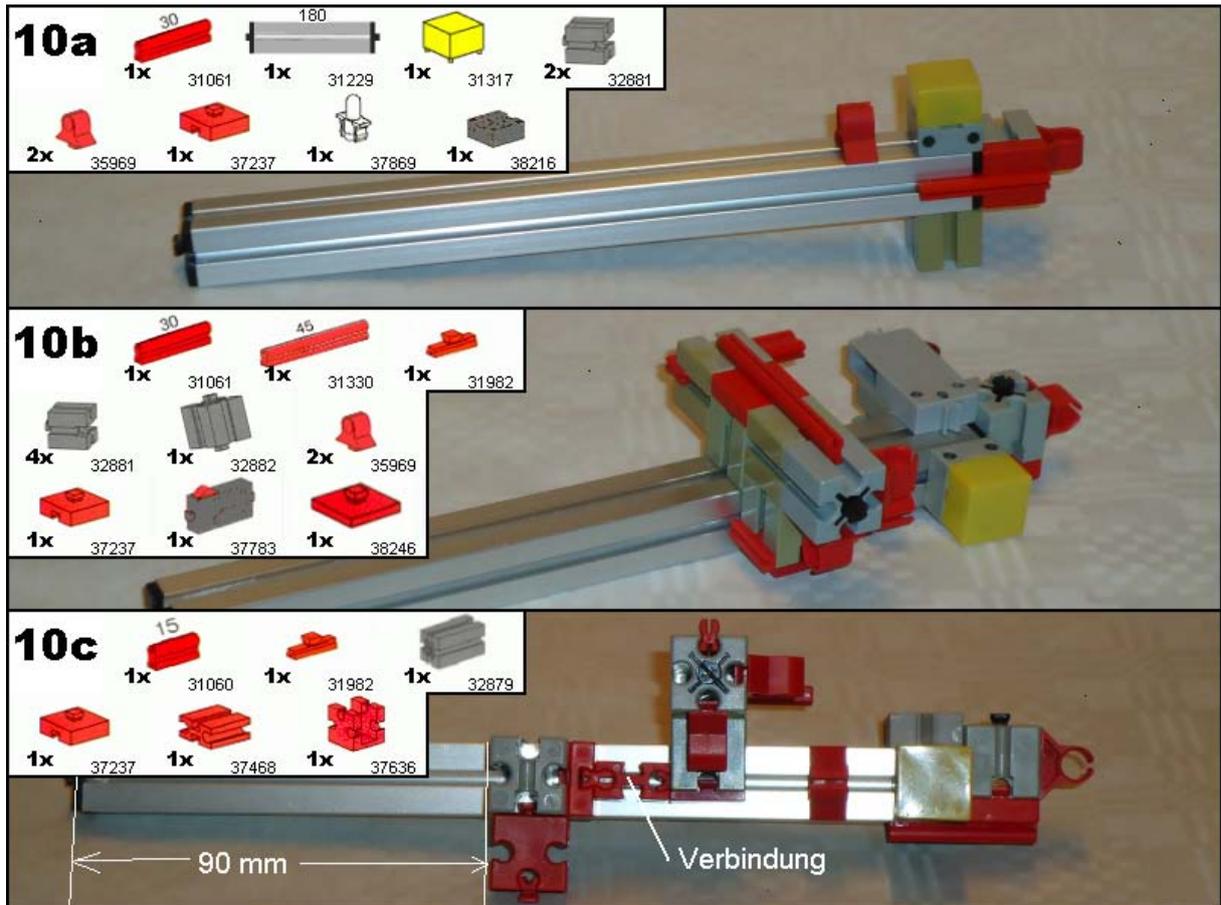
Die beiden Taster I4 und I5 werden an die schon verlegten Kabel angeschlossen und somit elektrisch mit der Verteilerplatte und der 28-poligen Buchsenplatte verbunden.



Nach dem Entfernen des Zeigers, mit dessen Hilfe die Mittelpositionen der Ablagefelder für die Scheiben ermittelt wurden, wird die kleine Säule neben dem Taster I4 und die hohe Säule mit den Zahnstangen mit "Bauplatten zum Clipsen" abgedeckt.

Die mittelhohe Stützsäule wird mit einer "Bauplatte mit 2 Zapfen" abgedeckt und mit dem Stützpfiler stabil verbunden.

Die Grundplatte mit dem Drehkranz ist jetzt fertig montiert und verkabelt.

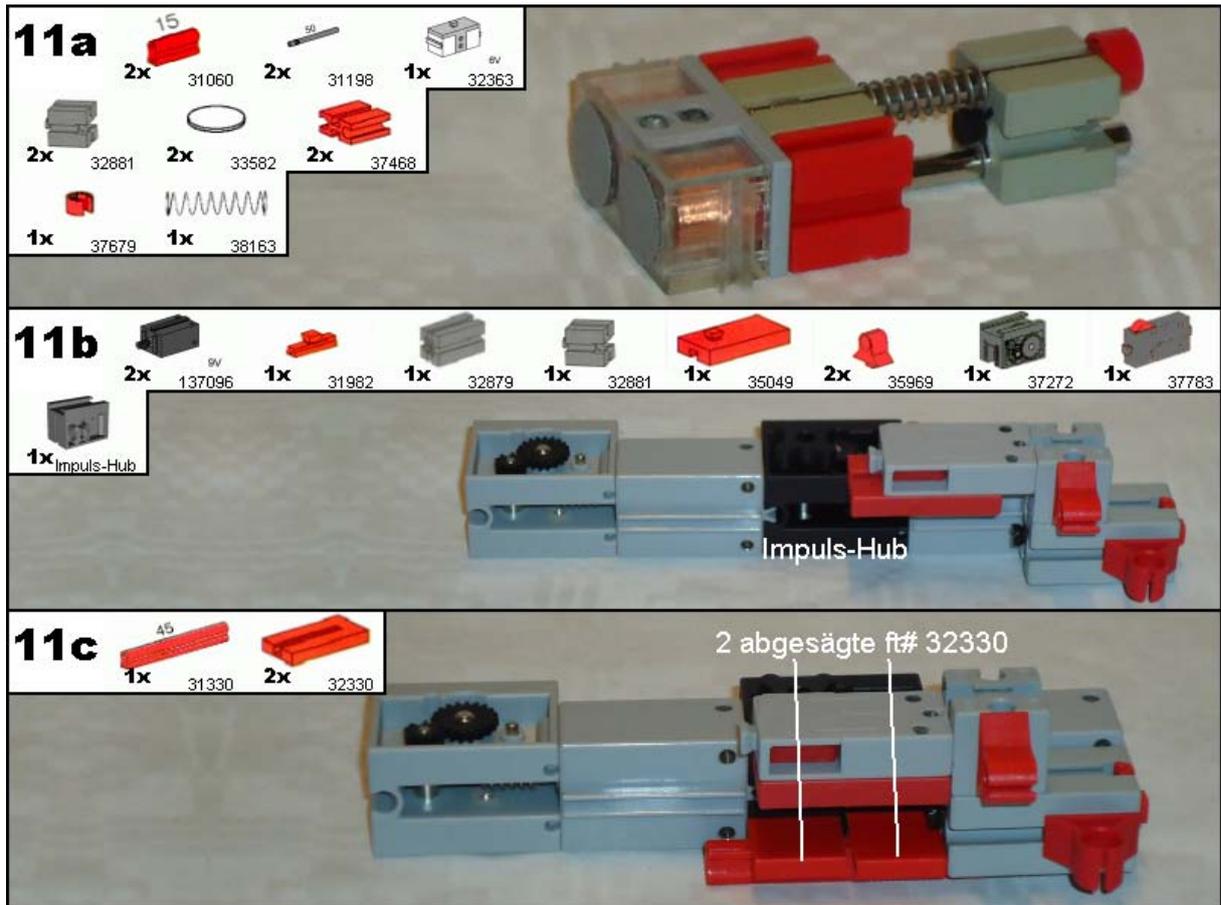


Mit der Baustufe 10 wird mit dem Aufbau des Hubtisches begonnen.

Der Hauptträger des Hubtisches (ft# 31229) wird an einem seiner Enden mit der Halteeinrichtung des Elektromagneten, der zugehörigen Kontrollleuchte und der Halteeinrichtung des Tasters I7 versehen (Baustufe 10a).

Danach wird der Hauptträger mit der Trageeinrichtung für die Hubgetriebe, deren Antriebsmotore und dem Taster I6 bestückt (Baustufe 10b).

Abschließend wird mit dem Aufbau einer Stütze für die Trageeinrichtung aus Baustufe 10b angefangen, die über die Bauteile ft# 37237, ft# 31060 und ft# 37468 mit dem Bauteil ft# 31982 aus der Baustufe 10b verbunden wird. Wichtig ist hier, daß die Stütze nach der Verbindung zur Baustufe 10b genau 90 mm vom noch freien Ende des Hauptträgers des Hubtisches entfernt ist (siehe Skizzierung in Baustufe 10c).

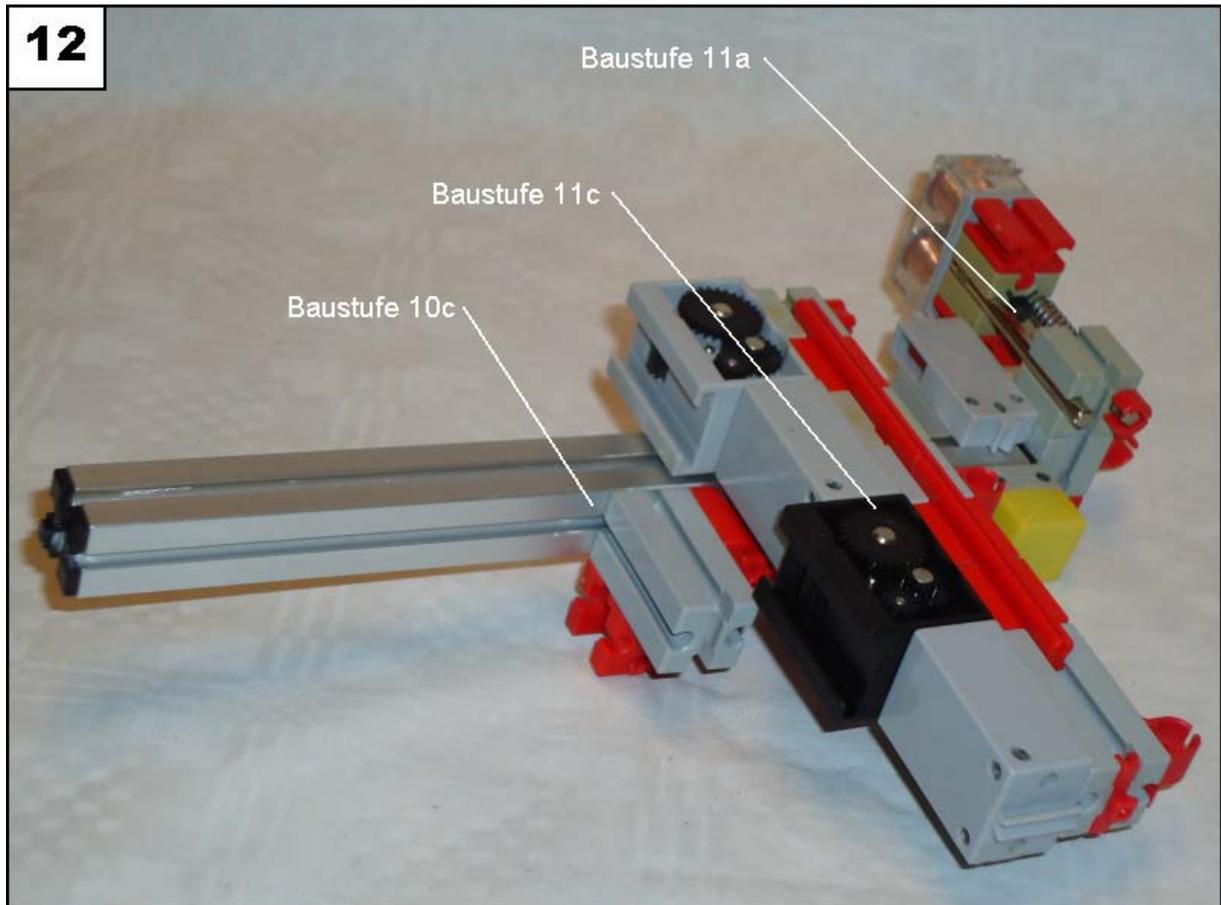


Baustufe 11a zeigt den Zusammenbau des Elektromagneten mit seiner Trägereinheit. Deutlich zu sehen sind die beiden Klebepunkte an den Polen des Elektromagneten, die verhindern sollen, daß die Scheiben nach Abschalten des Haltestromes wegen einer Aufmagnetisierung am Elektromagneten "kleben" bleiben.

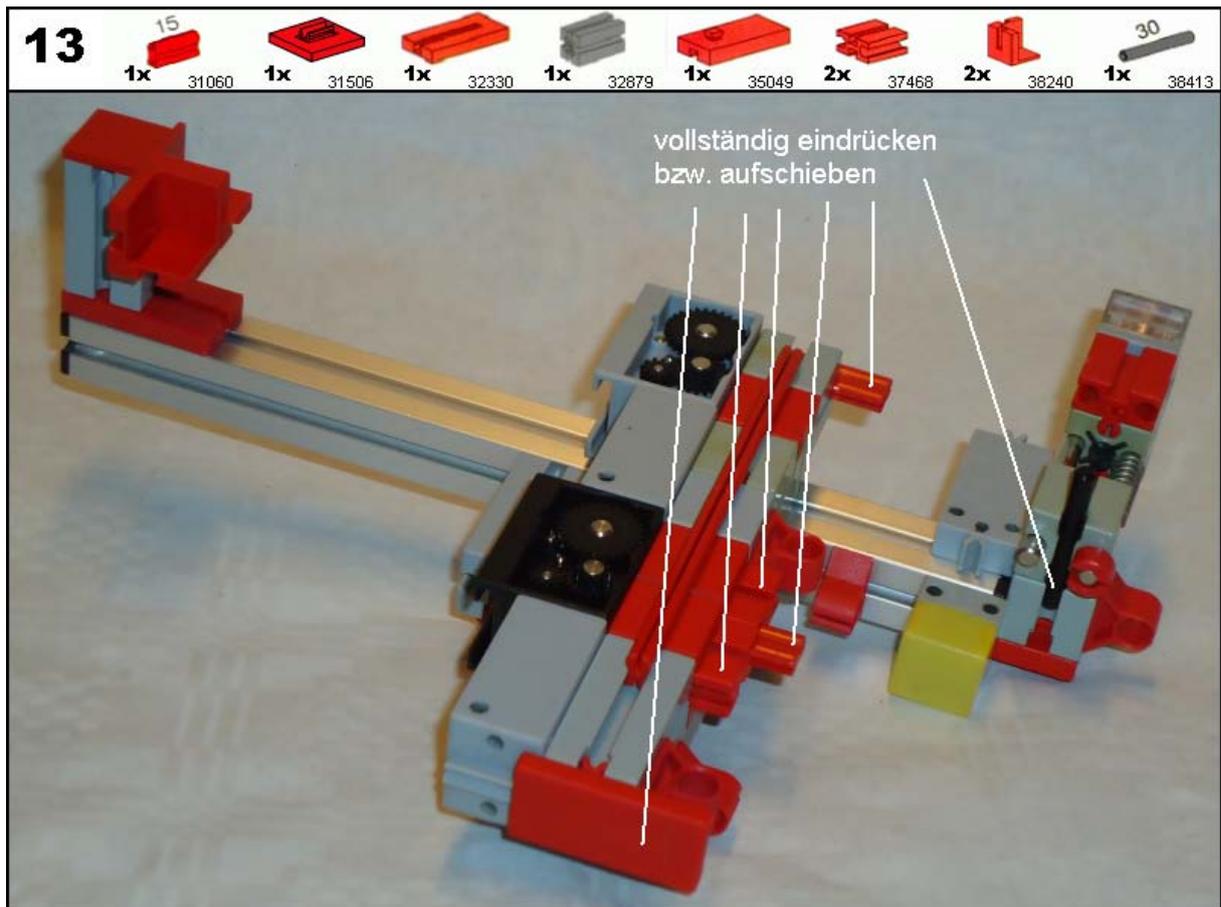
Die Baustufen 11b und 11c verdeutlichen den Aufbau des Antriebes für Hubtisch und Taster I6 der Impulzzählung. Hier kommen auch den beiden Teile der abgesägten Bauplatten (Abdeckplatten) ft# 32330 zum Einsatz. Die durchgehende Nut ist erforderlich, damit der Verbinder 45 (im Bild leicht überstehend) die beiden Teile mit Hilfe der Nachbarbausteine tragen kann.

Zwei Antriebsmotore und zwei Hubgetriebe tragen das Gewicht des Hubtisches besser als die "einfache" Ausführung beim Original von 1984. Bei dem damaligen Modell rutschte der Hubtisch wegen seines Gewichtes gern durch. Die Zahnwalzen der heutigen "schwarzen" Hubgetriebe scheinen auch etwas breiter (und damit belastbarer) zu sein als die der damaligen "grauen" Hubgetriebe.

**12**

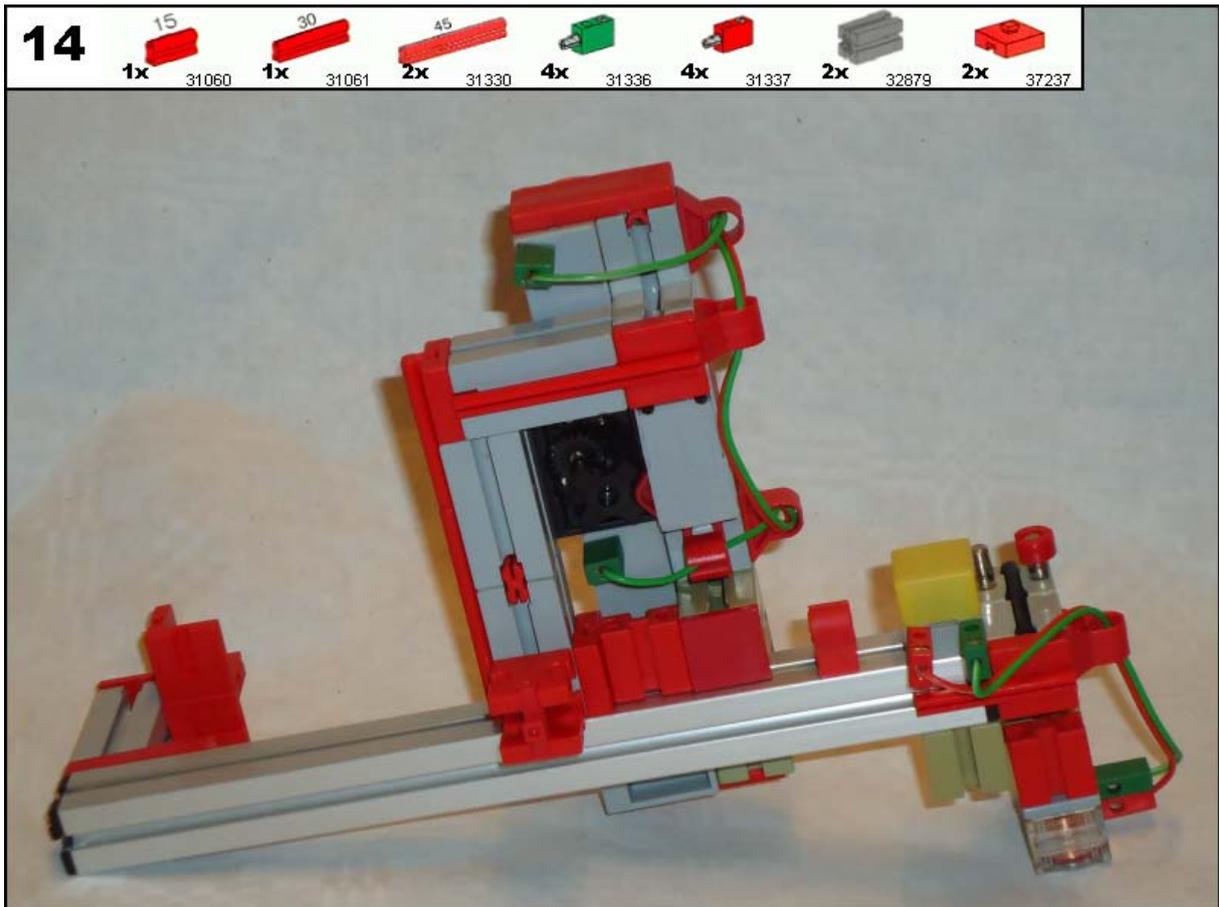


In der Baustufe 12 werden die Teilkomponenten der Baustufen 10c, 11a und 11c zusammengefügt.



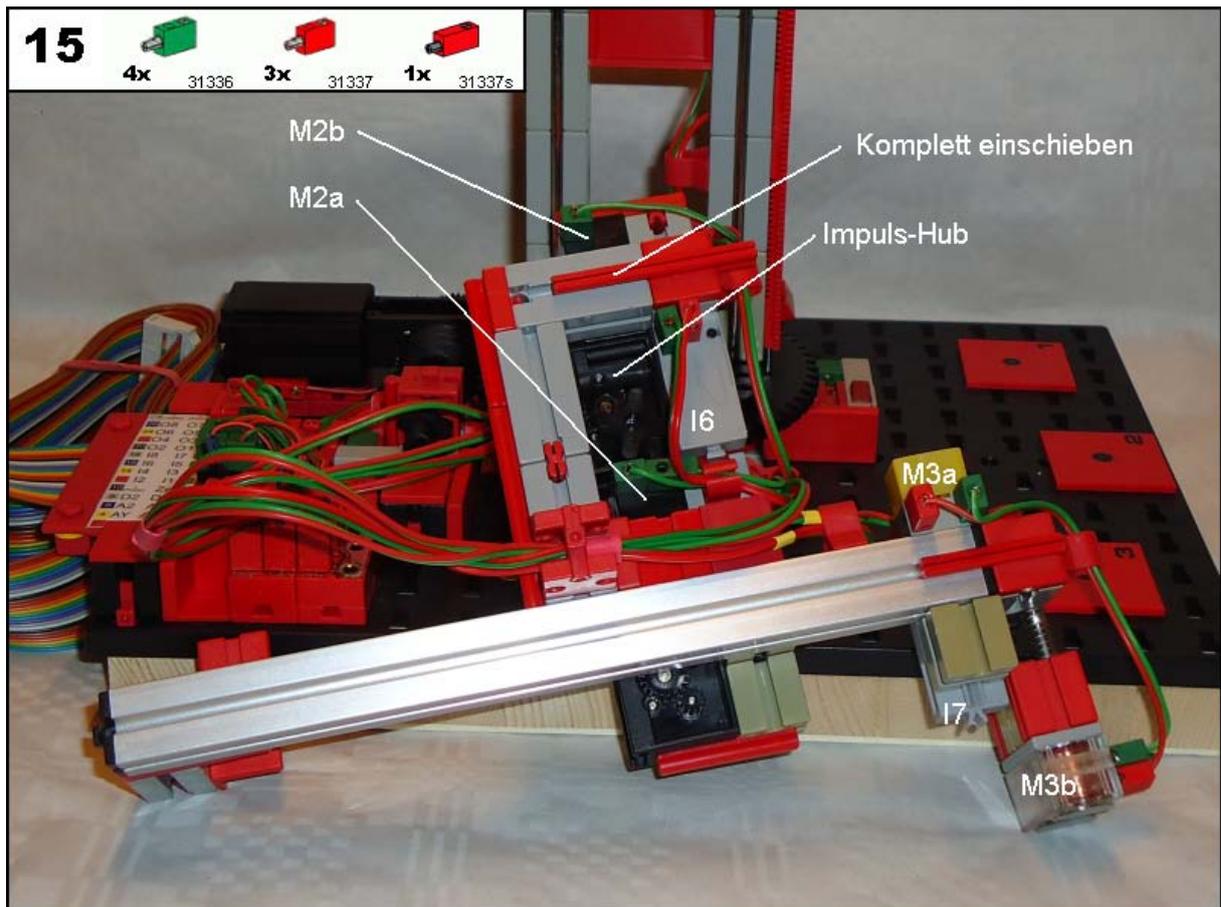
In der Baustufe 13 werden alle Teilkomponenten miteinander verbunden und die Verbindungen werden komplett eingedrückt bzw. aufgeschoben (siehe Hinweise im Bild).

Das Hubtisch-"Gegenlager" mit den "Gleitsteinen" wird am noch offenen Ende vom Hubtisch-Träger aufgebaut und zunächst dort belassen. Nach dem Einfädeln des Hubtisches wird das Gegenlager an der mittelhohen Stützsäule des Drehkranzes ausgerichtet.



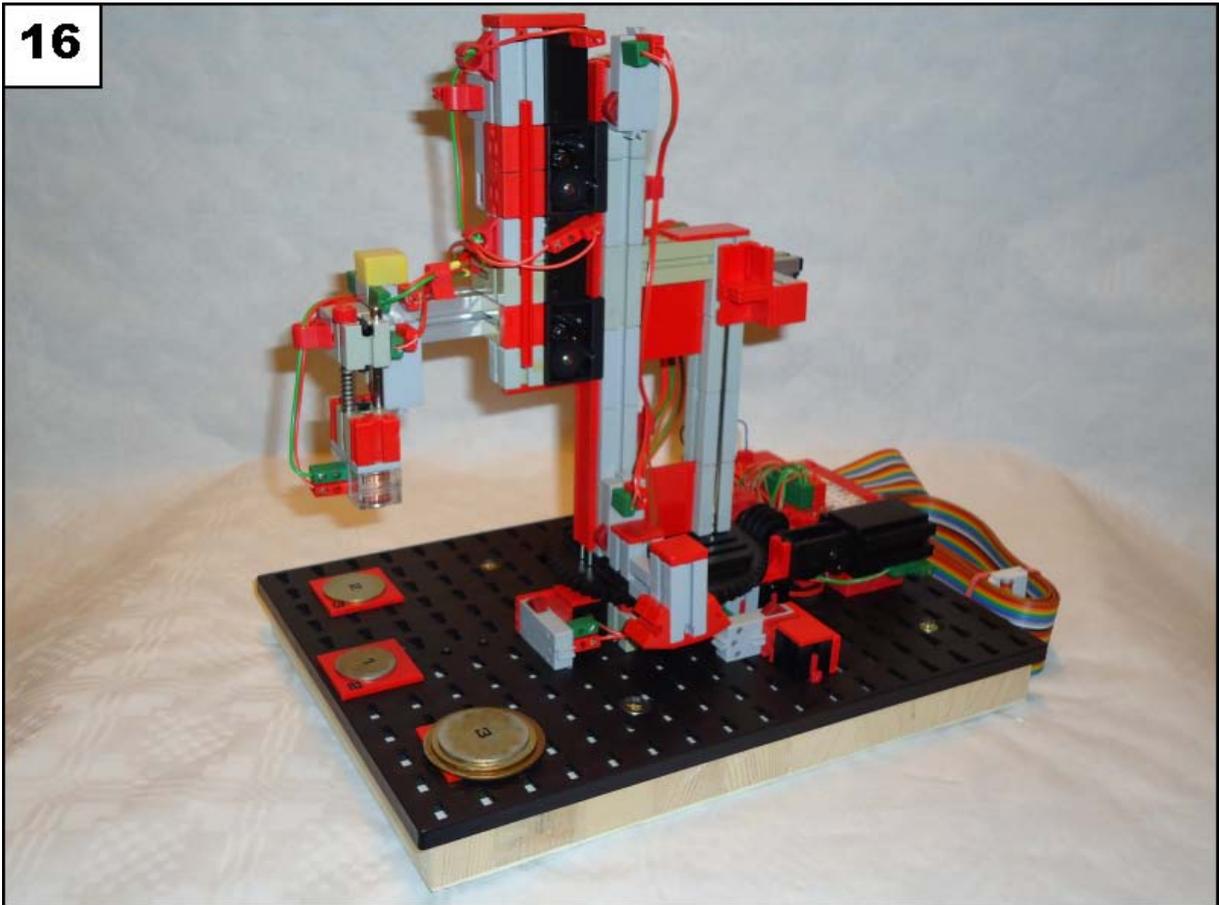
Die Baustufe 14 zeigt den fertig montierten Hubtisch, mit auf- bzw. eingeschobenen Verbindern, Bauplatten (Abdeckplatten) und Kunststoffachsen.

Zusammengehörige elektrische Bauteile sind schon teilverkabelt.



Der Hubtisch ist fertig montiert, verkabelt (der schmale rote Stecker kommt in die mittlere Buchse des Tasters I6) und elektrisch mit der Verteilerplatte und der 28-poligen Buchsenplatte verbunden und kann mit Hilfe des Hilfs-Programmes "Hub-tisch einfädeln" auf die Stützsäulen des Drehkanzes "eingefädelt" werden. Nach dem "Einfädel-Vorgang" werden die "Gleitsteine" am Ende des Hubtisches an die mittelhohe Stützsäule angepasst, so daß diese Stützsäule leichtgängig umschlossen wird und der Hubtisch sich frei auf und ab bewegen kann.

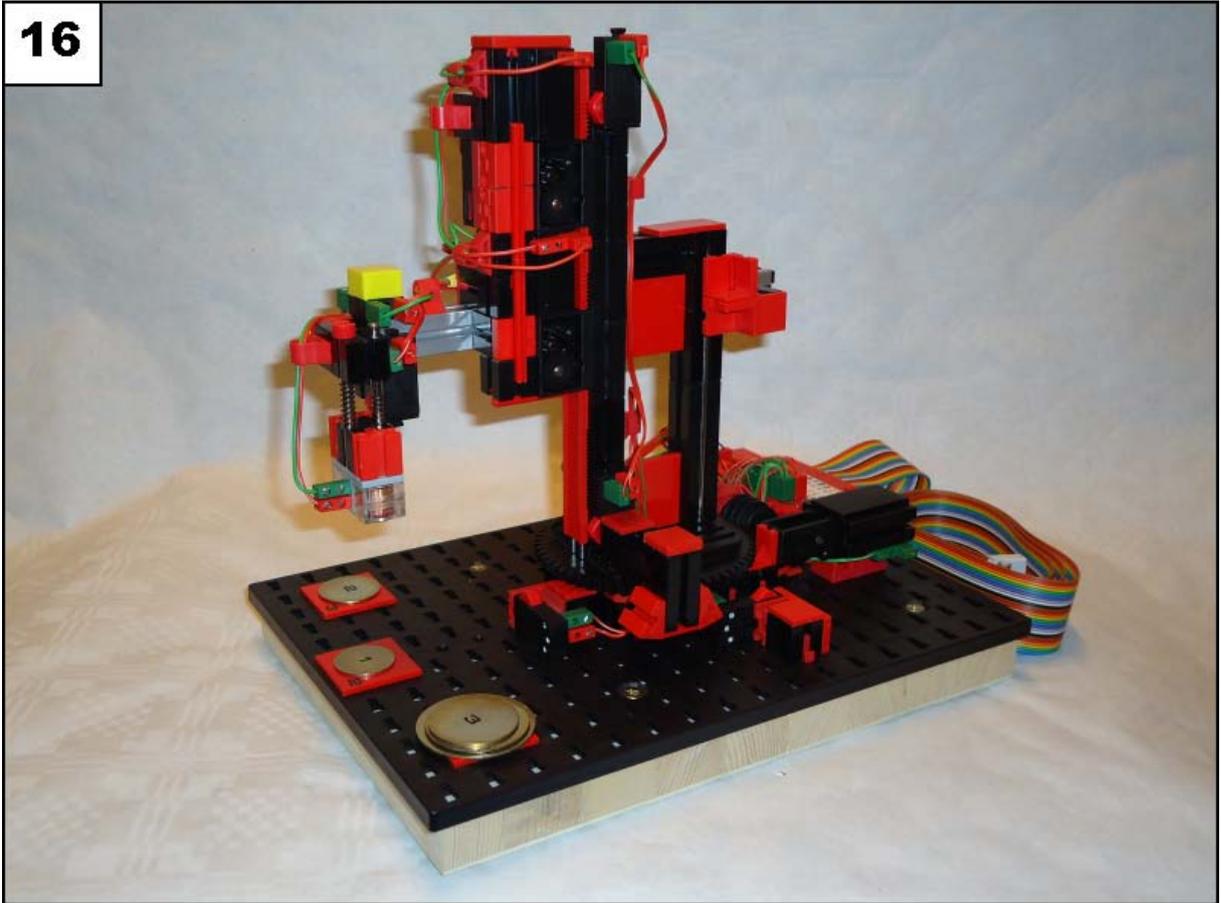
16



"Die Türme von Hanoi" sind nun fertig aufgebaut. Das aufgenommene Bild entspricht dem Bild aus der Bauanleitung von 1984 auf Seite 1 dieser Bauanleitung, zumindest, was den Blickwinkel und die Perspektive angeht.

"Die Türme von Hanoi" sind einsatzbereit.

**16**



Die Baustufe ist unverändert die Baustufe 16.

Alle für die kontrastreiche Foto-Darstellung verwendeten grauen Bausteine wurden durch schwarze Bausteine ersetzt.

'Die Türme von Hanoi.rpp', Funktion 'Hauptprogramm'



Init

Lösung

fertig!



Dateneingabe:

Anzahl  
4

Startfeld  
1

Endfeld  
3

Ablauf:

Zug  
0

Scheibe  
0

von  
0

nach  
0

Transit  
0

Weitere Informationen zum Programmablauf und den Funktionen befinden sich jeweils unter dem Reiter "Beschreibung" (und manchmal auch "Bedienfeld")!

Dreh "1"  
0

Dreh "2"  
0

Dreh "3"  
0

Dreh "4"  
0

Kranz ist  
0

Kranz soll  
0

Counter  
0

Hub "1"  
0

Hub "2"  
0

Hub "3"  
0

Hub "4"  
0

Hub ist  
0

Hub soll  
0

Distance  
0

"frei"  
0

Stack "1"

Stack "2"

Stack "3"

Taster 17  
0

Anz "1"  
0

Anz "2"  
0

Anz "3"  
0

Die RPP-Programme "Die Türme von Hanoi", "Drehkranz Test", "Hubtisch ausfädeln", "Hubtisch einfädeln", "Hubtisch Test" sowie die PDF-Bauanleitung "Die Türme von Hanoi" befinden sich in der ZIP-Datei "Die Türme von Hanoi" unter

[www.ftcommunity.de/downloads.php](http://www.ftcommunity.de/downloads.php)  
Kategorie: Software

Alle RPP-Programme sind unter dem Reiter "Beschreibung" umfangreich dokumentiert. Die vorhergehenden Abbildungen und der zugehörige Text zu den Abbildungen sind zusammen mit der Einzelteilübersicht in der PDF-Bauanleitung zusammengefasst.



