

Daniel Walter, Aaron Robin Westermann

# FISCHERTECHNIK® FÜR ECHTE KERLE

FISCHERTECHNIK®-Bausätze mit Elektronik zum Leben erwecken



Bausätze mit Arduino™ und Raspberry Pi motorisieren, programmieren, fernsteuern & mehr

FRANZIS

Auch ohne  
Programmier-  
kenntnisse:  
Alle Codes  
zum Download



#### **Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek**

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie;  
detaillierte Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Hinweis: Alle Angaben in diesem Buch wurden vom Autor mit größter Sorgfalt erarbeitet bzw. zusammengestellt und unter Einschaltung wirksamer Kontrollmaßnahmen reproduziert. Trotzdem sind Fehler nicht ganz auszuschließen. Der Verlag und der Autor sehen sich deshalb gezwungen, darauf hinzuweisen, dass sie weder eine Garantie noch die juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für Folgen, die auf fehlerhafte Angaben zurückgehen, übernehmen können. Für die Mitteilung etwaiger Fehler sind Verlag und Autor jederzeit dankbar. Internetadressen oder Versionsnummern stellen den bei Redaktionsschluss verfügbaren Informationsstand dar. Verlag und Autor übernehmen keinerlei Verantwortung oder Haftung für Veränderungen, die sich aus nicht von ihnen zu vertretenden Umständen ergeben. Evtl. beigelegte oder zum Download angebotene Dateien und Informationen dienen ausschließlich der nicht gewerblichen Nutzung. Eine gewerbliche Nutzung ist nur mit Zustimmung des Lizenzinhabers möglich.

© 2017 Franzis Verlag GmbH, 85540 Haar bei München

Alle Rechte vorbehalten, auch die der fotomechanischen Wiedergabe und der Speicherung in elektronischen Medien. Das Erstellen und Verbreiten von Kopien auf Papier, auf Datenträgern oder im Internet, insbesondere als PDF, ist nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Verlags gestattet und wird widrigenfalls strafrechtlich verfolgt.

Die meisten Produktbezeichnungen von Hard- und Software sowie Firmennamen und Firmenlogos, die in diesem Werk genannt werden, sind in der Regel gleichzeitig auch eingetragene Warenzeichen und sollten als solche betrachtet werden. Der Verlag folgt bei den Produktbezeichnungen im Wesentlichen den Schreibweisen der Hersteller.

**Satz & Layout:** DTP-Satz A. Kugge, München

**Coverillustration und Aufmachergrafiken:** Mathias Vietmeier

**art & design:** [www.ideehoch2.de](http://www.ideehoch2.de)

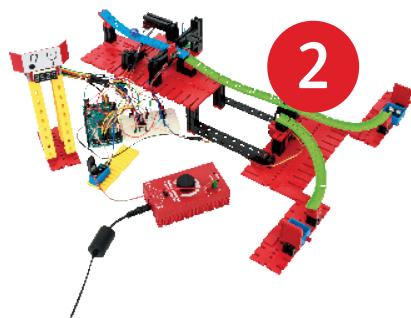
ISBN 978-3-645-25329-1

Pimp your Fischertechnik .....	6
KI, Roboting und Technikspaß preisgünstig .....	6
Wagen Sie einen Blick in den Code.....	7
Fischertechnik-Modding und Aufrüstung mit Fremdteilen.....	7
Fischertechnik als Basis für quelloffene Hardware.....	8
Lust am Bauen, Spaß am Entwickeln.....	9

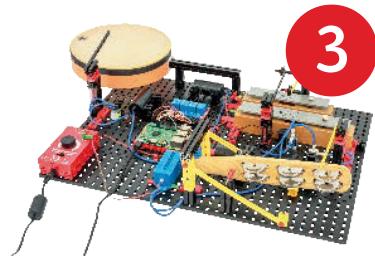
1 Fahrzeuge mit einer RC-Funkfernsteuerung aufrüsten.....	11
1.1 Leistungsstärke von Fischertechnik-Motoren.....	13
1.2 Leistungs- und Funktionstuning per RC-Fernsteuerung .....	14
1.2.1 Mehr Dampf: Der Fahrtregler macht's .....	16
1.3 Projekt 1: Fahrzeug mit Komponenten aus dem RC-Modellrennsport pimpen.....	18
1.4 Projekt 2: Heavy Metall: Baumaschinen, Autos, Traktoren und Trucks mit starken Motoren ausrüsten und zusätzliche Funktionen fernsteuern .....	30
1.4.1 Bauidee 1: Fischertechnik-Powermotoren nachbauen .....	30
1.4.2 Bauidee 2: Starke Fremdmotoren Fischertechnik- tauglich machen.....	34
1.4.3 Bauidee 3: Servos als Ersatz für Fischertechnik- Mini-Motoren einsetzen .....	36
1.4.4 Bauidee 4: Zusatzfunktionen fernsteuern.....	38
1.5 Projekt 3: Eine 6-Kanal-Funkfernsteuerung für kleines Geld selbst zusammenlöten .....	41
1.5.1 Bezeichnungen, Profile und Schaltpläne des TX2-Senders von Deltang .....	44
1.5.2 Den Deltang-Sender vorbereiten.....	46
1.5.3 Die Senderelektronik verlöten .....	48
1.5.4 Ein Gehäuse für den Sender bauen .....	52
1.5.5 Die Inbetriebnahme des Senders .....	58

## Einleitung



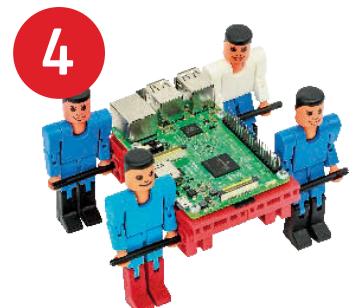


2	Kugelbahnen mit dem Arduino tunen .....	61
2.1	Einkaufstipps für den Arduino und seine Peripherie.....	62
2.2	Bevor es ans Bauen geht: Ihren Rechner fit für die Programmierung eines Arduinos machen .....	63
2.2.1	Die Arduino-IDE installieren.....	64
2.2.2	Die IDE einrichten und die Ansprechbarkeit des Arduinos testen.....	66
2.3	Projekt 4: Kugelbahntuning – kleine Elektronik- und Mechanik-Spielereien mit großer Wirkung dank Arduino und Open Source .....	71
2.3.1	Stahlkugeln anhand von Magnetfeldern erkennen .....	72
2.3.2	Glaskugeln erkennen – auch ohne Magie.....	77
2.3.3	Eine Kugelsortiermaschine mit elektrisch angetriebener Kugelbahnweiche .....	82
2.3.4	Eine Anzeigetafel für die Sortiermaschine .....	94



3	Pneumatik-Schlagzeug mit Raspberry Pi.....	107
3.1	Den Raspberry Pi startklar machen: Betriebssystem aufspielen und updaten .....	109
3.2	Physical Computing – erste Schritte mit dem Raspberry Pi .....	118
3.2.1	Wahl der Programmiersprache .....	120
3.2.2	Die Versuchsanordnung für das erste Physical-Computing-Experiment mit dem Raspberry Pi.....	120
3.2.3	Programmierung mit Scratch .....	123
3.2.4	Programmierung mit C.....	125
3.3	Projekt 5: Ein Pneumatik-Schlagzeug mit dem Raspberry Pi .....	128
3.3.1	Die Hardware fürs Schlagzeug bauen .....	129
3.3.2	Die Pneumatik des Schlagzeugs.....	134
3.3.3	Das elektrische Schlagzeug ohne Computer bedienen .....	135
3.3.4	Interaktion mit dem Raspberry Pi – das Verkabeln der Ein- und Ausgänge .....	137
3.3.5	Das erste C-Programm: Die GPIOs des RasPi ansteuern und auslesen.....	141
3.3.6	Die Pneumatik mit dem Raspberry Pi verkabeln .....	143
3.3.7	Den Takt halten dank Quantisierung.....	148
3.3.8	Schlagzeugnoten in eine Datei schreiben.....	153
3.3.9	Schlagzeugnoten aus einer Datei einlesen und abspielen.....	154

4	Fahrzeugbau mit dem Raspberry Pi .....	165
4.1	Die Stromversorgung von Fahrzeug und Raspberry Pi per Fahrtregler aus dem RC-Modellbau.....	167
4.2	Die Stromversorgung von Fahrzeug und RasPi mit einem L298N-Dual-H-Brücken-Modul.....	168
5	Fernsteuerung per Handy oder Gamepad .....	173
5.1	Projekt 6: 18 Kanäle oder mehr – eine Gamepad- Fernsteuerung mit dem Raspberry Pi .....	174
5.1.1	Fahrzeugbau .....	175
5.1.2	Die SDL installieren .....	176
5.1.3	Ein Blick in den Code von gamepad.c.....	177
5.1.4	Gamepad.c kompilieren und losfahren.....	183
5.2	Projekt 7: Fischertechnik-Modell mit Handy oder Tablet fernsteuern dank Raspberry Pi.....	185
5.2.1	Fahrzeugbau .....	185
5.2.2	Einen Webserver einrichten.....	185
5.2.3	Eine Webseite mit Schiebereglern und Schaltern.....	186
5.2.4	init – das Programm, mit dem der Raspberry Pi für die Steuerung per Handy vorbereitet wird .....	188
5.2.5	Steuern – das Programm, mit dem der Raspberry Pi die von der Webseite gesendeten Steuersignale verarbeiten kann .....	190
5.2.6	Handy aus der Hosentasche, Webseite aufrufen, und es kann losgehen .....	193
6	Roboter mit dem Raspberry Pi und Scratch.....	195
6.1	Projekt 8: Ein autonomer Spurensucher .....	196
6.1.1	Anlegen einer Fahrspur .....	196
6.1.2	Bau eines Versuchsfahrzeugs.....	197
6.1.3	Spurensucher – das Scratch-Programm für die Spurensuche.....	200
	Index.....	205





**F**ischertechnik war und ist das Baukastensystem für Leute – für »echte Kerle« und »echte Frauen« –, die Sachen bauen wollen, die wirklich funktionieren und nicht nur so aussehen, als würden sie es. Mit Fischertechnik geht aber deutlich mehr als »nur« das spielerische Aneignen von Technikverständnis. Gerade die durchdachte Funktionalität, gepaart mit der fast schon sprichwörtlichen Stabilität eines Fischer-DüBELS, lädt dazu ein, Modelle zu bauen, die auch abseits aller pädagogischen Zielsetzungen einen harten Spiel- bzw. Spaßeinsatz aushalten.

### Pimp your Fischertechnik

**F**ischertechnik lässt sich prima pimpen, tunen und aufrüsten. So können Sie mit Teilen aus dem RC-Modellrennsport, wie z. B. einer RC-Fernsteuerung und einem Spezialmotor, einen Fischertechnik-Flitzer bauen, der auch draußen im rauen Gelände richtig Spaß macht. Oder Sie löten sich für wenig Geld eine Mehrkanal-Funkfernsteuerung im Fischertechnik-Look selbst zusammen und steuern damit einen Traktor, eine kräftige Baumaschine oder einen großen Truck. Mit Mikrocontrollern bzw. Mikrocomputern wie z. B. einem Arduino oder einem Raspberry Pi eröffnen sich Ihnen noch mehr spannende Möglichkeiten zum Spiel mit Fischertechnik. Mikrocontrollergesteuerte Zusatzfunktionen für die beliebte Fischertechnik-Kugelbahn sind preiswert mit einem Arduino und ein paar Bauteilen aus dem Elektronikfachhandel realisierbar. Mit einem Raspberry Pi können Sie ein Fischertechnik-Modell natürlich ebenso steuern. Da der Raspberry Pi ein »echter« kleiner Computer ist, sind hier die Möglichkeiten noch deutlich größer und faszinierender. Machen Sie z. B. aus Ihrem Handy oder einem kabellosen Gamepad die Kontrollzentrale für Fischertechnik-Modelle wie z. B. den neu auf den Markt gekommenen Multifunktionstruck aus der Design-Serie. Oder Sie hauchen mit dem Raspberry Pi einem Roboter künstliche Intelligenz ein.

### KI, Roboting und Technikspaß preisgünstig

**D**ie Entwickler von Fischer setzen beinahe schon traditionell neue Techniken zeitnah in funktionierende Modelle um. So gab es z. B. vor Jahren, lange bevor die bekannte Bausteinquelle LEGO Technikmodelle herausbrachte, Modelle zu den Themen Elektronik, Automatisierung sowie – was als Spielzeug für echte Kerle ebenso wie für echte Nerds besonders spannend ist – Computing und Roboting.

Aktuell ist der Fischertechnik-Mini-Rechner namens TXT die Basis für vielfältige Robotermodelle, der einiges an Möglichkeiten bietet. Auf dem Fischertechnik-Rechner bekommen Sie sogar ein quelloffenes Linux zum

Laufen. Leider ist dieser Controller mit seinem Preis von ca. 200 Euro relativ teuer. Mit Arduino und Raspberry Pi haben Sie jedoch Alternativen für den kleinen Geldbeutel, mit denen Sie Robotermodelle mit einem ähnlich großen oder sogar größeren Funktionsumfang bauen können. Einen Arduino bekommen Sie schon ab etwa 15 Euro, und ein Raspberry Pi kostet nicht mehr als 45 Euro. Autonome Roboter mit künstlicher Intelligenz sind mit Raspberry & Co. genauso realisierbar wie z. B. ein 3-D-Drucker. Wobei es sich beim Fischertechnik-3-D-Drucker nicht um ein Modell, sondern um eine »echte« funktionierende Maschine handelt.

### Wagen Sie einen Blick in den Code

In Kombination mit einem Arduino oder einem Raspberry Pi bietet Fischertechnik das perfekte Kreativwerkzeug zum Umsetzen Ihrer Ideen. Allerdings können Sie die mannigfaltigen Möglichkeiten, die Ihnen Mikrocontroller und Einplatinencomputer bieten, nur dann voll nutzen, wenn Sie sich auf das Abenteuer, programmieren zu lernen, einlassen (falls Sie nicht schon mitten in diesem Abenteuer stecken). Um den Programmieranfängern unter den Lesern nicht nur ein paar zusammenhanglose Beispiele für Einsatzmöglichkeiten von Arduino und Raspberry Pi vor die Nase zu setzen, wird im Buch sehr oft ein Blick in den verwendeten Code gewagt. Die Beispiele bauen aufeinander auf und werden zunehmend komplexer. Die ausführlichen Codekommentare, Erläuterungen und Links zu weiteren Informationen sollen Ihnen das Rüstzeug geben, um eigene Ideen umsetzen und hierfür funktionierenden Code schreiben zu können. Zum Einsatz kommen im Buch der C-Dialekt für den Arduino sowie vollwertiges C für den Raspberry Pi. Aber auch Fans grafischer Programmiersprachen, die einen Ersatz für Robo Pro von Fischertechnik suchen, werden im Buch fündig: Die KI (künstliche Intelligenz) des autonomen Spurensuchers in Bauprojekt 8 ist mit der Programmiersprache Scratch realisiert, die sich dadurch auszeichnet, dass Sie keine Zeile schreiben müssen, sondern grafisch dargestellte Programmelemente wie Puzzlestücke per Mausklick zusammenfügen.

### Fischertechnik-Modding und Aufrüstung mit Fremdteilen

Mit Fischertechnik sind Ihrem Erfindungsreichtum kaum Grenzen gesetzt. Was aber tun, wenn ein Modell dringend den Einbau des drehmomentstarken Fischertechnik-Powermotors verlangt, der aber seit Jahren nicht mehr lieferbar ist? Oder aber wenn die praktischen Fischertechnik-Aluprofile für Ihre Bauidee nötig wären, ihr Kauf den Geldbeutel jedoch zu sehr schmerzen? Oder wenn ein Fischertechnik-Bauteil, das es Ihrer Meinung nach dringend geben sollte, eben leider (noch) nicht existiert?

### Bauteile-Modding: Sakrileg oder hohe Kunst?

Die Frage, ob sich das Verändern der Fischertechnik-Originalbausteine für einen echten Fischertechnik-Fan gehört, spaltet die Fischertechnik-Gemeinde von Beginn an zutiefst. Unerschütterlichen Puristen, die keine Mühe scheuen, ein Bauproblem zu lösen, ohne dass auch nur dem kleinsten Bauteil ein Leid zugefügt wird, stehen begeisternte Modder (abgeleitet von Modifizierung) gegenüber, denen das Zersägen, Durchbohren, Verkleben und überhaupt das Verändern von Originalbausteinen den größten Spaß bereitet. Sofern sich damit Funktionalitäten erzeugen lassen, die über das, was mit den verfügbaren Bauteilen erreichbar ist, hinausgehen, ist der Modder-Fraktion fast jedes Mittel recht, während ein Purist seine Lust beim Bauen gerade aus dem trickreichen bis genialen Überwinden der Beschränkung durch die ausschließliche Verwendung von Originalteilen findet. Nun wird dieser Zwist innerhalb der Fischertechnik-Fangemeinde natürlich nicht mit Bierernst, sondern mit einem fröhlichen Augenzwinkern ausgetragen. Dieses Buch jedenfalls will den Anhängern beider Philosophien Anregungen und Lesespaß bieten.

## Einkaufsquellen für Fischertechnik-Bausteine

- Erste Anlaufstation ist immer der örtliche Spielwarenladen.
- Der offizielle Vertriebspartner für Fischertechnik-Ersatzteile ist [www.d-edition.de](http://www.d-edition.de). Dort bekommen Sie nicht nur sämtliche aktuellen Bau- und Ergänzungskästen, sondern auch Artikel aus den Fischertechnik-Produktlinien für Schulen und Industrie. Wichtig ist der Einzelteilservice von D-Edition. Sie können dort (fast) jeden Baustein, einschließlich der diversen Spezialbauteile, zu moderaten Preisen einzeln erwerben.
- Eine weitere empfehlenswerte Adresse für die Versorgung mit Fischertechnik-Material ist [www.Fischerfriendsman.de](http://www.Fischerfriendsman.de). Obwohl der Webshop kein offizieller Fischertechnik-Vertriebspartner ist, hat er doch so gut wie alle Bausteine und Ersatzteile fabrikneu im Angebot. Eine weitere große Stärke dieses Anbieters ist die Auswahl an gebrauchten Teilen, auch von solchen, die nicht mehr im aktuellen Produktionsprogramm von Fischertechnik zu finden sind.
- Neue Baukästen können Sie preisgünstig natürlich auch bei diversen Onlinehandelshäusern erwerben.
- Gebraucht bekommen Sie Fischertechnik bei [www.ebay.de](http://www.ebay.de). Besser kann jedoch der Kauf in einem Second-hand-Spielwarenladen sein, weil Sie dort den Zustand der Teile direkt vor dem Kauf prüfen können, denn Fischertechnik-Teile unterliegen tatsächlich einer Alterung. So können Bausteine, die einige Jahrzehnte zu trocken, zu heiß und/oder der Sonne ausgesetzt gelagert wurden, in ihrer Funktion beeinträchtigt oder brüchig sein.
- Im Forum der Fischertechnik-Community ([forum.ftcommunity.de](http://forum.ftcommunity.de)) gibt es einen Marktplatz, auf dem Sie Teile kaufen, verkaufen und tauschen können.

Neben den oben angesprochenen Bauprojekten widmet sich dieses Buch auch ein wenig dem Bauteile-Modding und dem Teile-Selbstbau. Darüber hinaus nennt es Quellen für Alternativbauteile, die nicht mehr lieferbare ersetzen oder das Fischertechnik-System sinnvoll ergänzen.

## Fischertechnik als Basis für quelloffene Hardware

**F**ür Fischertechnik-Erfinder Artur Fischer war es ein Herzenswunsch, Kinder und Jugendliche zu motivieren, aber auch praktisch in die Lage zu versetzen, selbst große Erfinder zu werden. Fischertechnik ist direkt aus diesem Wunsch heraus entstanden. Während Artur Fischer neben Thomas Alva Edison einer der möglichen Rekordhalterkandidaten im Patente-Anmelden ist, verbreitet sich heute eine scheinbar völlig gegensätzliche Idee immer erfolgreicher: das Verschenken von Information und Wissen.

Die Idee, die Wissensquellen dieser Welt für alle zu öffnen und gemeinsam neue Techniken zu entwickeln, hat inzwischen einige nicht zu ignorierende Erfolge zu vermelden, sei es das Open-Source-Betriebssystem Linux oder die Entwicklung eines preisgünstigen 3-D-Druckers für jedermann – beide Beispiele zeigen die Macht der freien Idee. Die Steuerelektronik des 3-D-Druckers von Fischertechnik basiert übrigens auf Open-Source-Entwicklungen. Falls Sie genügend passende Bausteine Ihr Eigen nennen,



können Sie deshalb jederzeit selbst, ohne auf die originale Fischertechnik-Druckersteuerung angewiesen zu sein, einen 3-D-Drucker selbst preiswert konstruieren und mit Fischertechnik bauen.

Im Download unter [www.buch.cd](http://www.buch.cd) gibt es einen kleinen Überblick darüber, wie Sie dank der Open-Source-Idee, auch ohne die Entwicklungsabteilung einer großen Firma im Rücken, mit Fischertechnik das Entwickeln von Hardware und das Rapid Prototyping sozusagen spielerisch in die eigene Hand nehmen können – wobei mit Open-Source-Hardware grundsätzlich nicht nur der Bau eines 3-D-Druckers möglich gemacht wird, sondern auch der anderer Maschinen, wie z. B. einer CNC-Fräse.

### Lust am Bauen, Spaß am Entwickeln

Letztendlich kann dieses Buch nur der Versuch sein, Ihnen Lust darauf zu machen, wieder einmal zu Ihrem Fischertechnik-Baukasten zu greifen (oder, wenn Sie Neueinsteiger sind, sich einen zu besorgen) und in Kombination mit all der faszinierenden Technik, die es heute preisgünstig im Hobbyelektronikbereich und als Open-Source-Produkte gibt, zu kombinieren und fröhlich draufloszubauen. Selbstverständlich sind die Bauvorschläge im Buch so gestaltet, dass sie nachvollziehbar und nachbaubar sind. Wenn es dabei um den Einsatz von Arduino oder Raspberry Pi geht, wird auch der eingesetzte Code anfängergerecht erläutert. Eins-zu-eins-Bauanleitungen oder gar einen vollständigen Programmierkurs dürfen Sie jedoch nicht erwarten. Das Buch bietet aber mit den Bauprojekten, die beschrieben sind, gute Einstiegspunkte.

Die ftc-Gemeinde ist sehr rege, und schon manches Mal mussten die beiden Autoren leicht frustriert und zugleich mit höchster Anerkennung feststellen, dass einer der Geistesblitze, die ins Buch sollten und von denen sie dachten, er wäre höchst originell, schon längst von jemandem aus der Fischertechnik-Gemeinde realisiert wurde. Wir hoffen trotzdem, dass auch Fischertechnik-Profis noch die eine oder andere Idee aus diesem Buch ziehen können. Für Neueinsteiger oder Fischertechnik-Wiederentdecker, die es reizt, den Spielspaßfaktor des hervorragenden Baukastensystems Fischertechnik mithilfe von etwas Funktechnik, Elektronik und/oder Programmierkunst noch um einiges zu erhöhen, soll das Buch eine Fundgrube sein.

### Werden Sie Teil der FT-Community

Einer der wichtigsten Links im Zusammenhang mit Fischertechnik ist sicher dieser:

[ftcommunity.de](http://ftcommunity.de)

Fischertechnik hat viele Fans in aller Welt. Die größte Fangemeinde ist jedoch die deutschsprachige ftc (Fischertechnik-Community), was bei einem Baukastensystem, das im Schwarzwald entwickelt und auch ausschließlich dort hergestellt wird, nicht verwundert. Eine eigene vierteljährlich erscheinende Zeitschrift mit hervorragenden Inhalten ist die *ftpedia*, die Sie unter <https://ftcommunity.de/ftcomm.php?file=ftpedia> kostenlos als PDF downloaden können. Eine Datenbank mit Einträgen zu fast allen Fischertechnik-Baukästen und -Bauteilen, vielen Bauanleitungen und anderen Veröffentlichungen sowie ein umfangreicher Downloadbereich mit Software- und Hardwaredaten sind einige der Hauptattraktionen der Community-Homepage. Am wichtigsten sind jedoch mit Sicherheit das sehr aktive Forum und der Bereich, in dem Fischertechniker ihre neuesten Ideen und Bauprojekte vorstellen können.



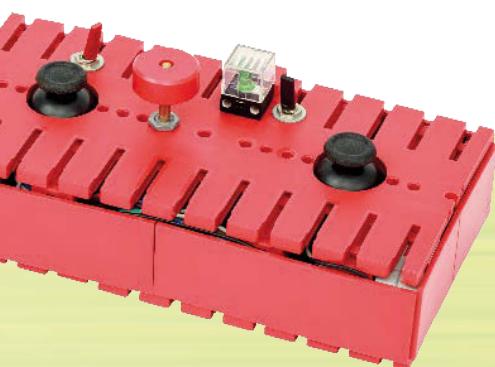


# 1

# MEHR POWER, MEHR FUNKTIONEN!

## Fahrzeuge mit einer RC-Funkfernsteuerung aufrüsten

1.1	Leistungsstärke von Fischertechnik-Motoren	13
1.2	Leistungs- und Funktionstuning per RC-Fernsteuerung	14
1.3	Projekt 1: Fahrzeug mit Komponenten aus dem RC-Modellrennsport pimpen	18
1.4	Projekt 2: Heavy Metall: Baumaschinen, Autos, Traktoren und Trucks mit starken Motoren ausrüsten und zusätzliche Funktionen fernsteuern	30
1.5	Projekt 3: Eine 6-Kanal-Funkfernsteuerung für kleines Geld selbst zusammenlöten	41



Eigentlich sind die drahtlose Bluetooth-Fernsteuerung (540585) und die immer noch erhältliche Infrarot-Fernsteuerung (500881) von Fischer-technik schon ziemlich gut. Vor allem für die jüngeren Fans ist der Reiz groß, ein selbst gebautes Auto durch die (Wohn-)Landschaft zu kutschieren. Wenn ein selbst entworfenes Fahrzeug ins Rennen geschickt wird, ist der Spaß gleich noch größer. Mit vier Kanälen ausgestattet, wovon einer für die Ansteuerung eines sogenannten Servomotors (kurz Servo) geeignet ist, lässt sich ein Fischer-technik-Fahrzeug wunderbar fernsteuern. Per Servo wird gelenkt, während über den zweiten Kanal ein geeigneter Fischer-technik-Motor angesteuert wird. Mit den restlichen beiden Kanälen können Sie zusätzliche Motoren für Spezialfunktionen betreiben.

Beim Traktor FT-524325 könnten das z. B. eine Seilwinde und eine Hebe-einrichtung für den Pflug sein, die mittels je eines XS-Motors in Aktion gebracht werden. Die Bluetooth- und Infrarot-Fernsteuerungen sind sogar proportional. Das bedeutet, dass eine stufenlose Regelung des Lenkeinschlags und der Geschwindigkeit entsprechend dem Ausschlag der Steuerknüppel möglich ist.

Größere Kinder und/oder gar echte Kerle bringen die Infrarot-Fernsteue-rung genauso wie die Bluetooth-Variante aber dann doch schnell an die Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit. Ein Manko der originalen Fischer-technik-Lösung ist die mangelnde Kraftentfaltung am Antriebsstrang. Der oben erwähnte Traktor ist zwar relativ flott, solange er übers Parkett bewegt wird, aber schon eine etwas höhere Teppichkante stellt ein unüberwindbares Hindernis für das kleine Modell dar: Er bleibt einfach stehen. Mit etwas Glück, randvoller 9-V-Blockbatterie und viel Schwung schafft es der eine oder andere Traktorist eventuell doch, Hindernisse zu überwinden, die höher sind als ein Zentimeter. Ein realistisches, modellgetreues Fahrver-halten, das dem eines echten Traktors mit vielen Pferdestärken und einer geeigneten Getriebeübersetzung entspricht, ist das nun wahrlich nicht.

Natürlich könnte ein echter Kerl in das Fischer-technik-Modell eine ver-besserte Übersetzung einbauen. Die sehr geringe Kraftentfaltung an der Motorwelle bliebe jedoch trotzdem Tatsache, sie ist systembedingt. Was aber nicht daran liegt, dass die Fischer-technik-Entwickler nicht wissen, wie man Motoren mit großem Drehmoment baut oder wie man solche in Modellen zum Einsatz bringen kann. Dass sie es können, beweisen z. B. die 24-V-Getriebemotoren, die in Demonstrationsmodellen von Industrieferti-gungsstraßen zum Einsatz kommen. Sie könnten also locker einen Trak-tor mit ordentlich Power liefern, aber: sie dürfen nicht. Fischer-technik ist zwar ein Spielzeug für echte Kerle, aber eben doch ein Spielzeug, das auch

schon die Kleinen fasziniert und genau darum auch gerne an jüngere Kinder verschenkt wird.

Der Gesetzgeber besteht nun, und zwar völlig zu Recht, darauf, dass von Spielzeug für Kinder keine Gefahr ausgeht. Also muss sichergestellt sein, dass keine kleinen Hände schmerhaft zwischen sich drehenden Rädern eingeklemmt werden können oder ein von einem Kind ferngelenktes Fahrzeug andere verletzen könnte. Selbst wenn also ein kleiner Rennfahrer die Kontrolle über sein Fahrzeug verlieren sollte und Ihr Schienbein rammt, können Sie davon ausgehen, dass Sie keinerlei Blutergüsse oder gar bleibende Schäden davontragen werden. Die maximalen Antriebsströme und Drehmomente, die mit einer Fischertechnik-Fernsteuerung erzielbar sind, bewegen sich komplett im sicheren Bereich.

Für jugendliche und erwachsene Fischertechnik-Fans (und für echte Kerle sowieso) ist die Fischertechnik-Fernbedienung aber irgendwann Frustobjekt. Mehr Power muss her. Und mehr Reichweite wäre auch wünschenswert: Zehn Meter bei der Bluetooth-Fernbedienung und etwa genauso wenig bei der IR-Variante können zu wenig sein, um auch mal draußen, im Sand und Dreck, mit dem Offroader rumzuheizen. Für richtig detailgetreue Funktionsmodelle von Fahrzeugen bedarf es oft auch mehr als der bei Fischertechnik-Fernbedienungen vorhandenen vier Kanäle.



## 1.1 Leistungsstärke von Fischertechnik-Motoren

Alle aktuell von Fischertechnik lieferbaren Motoren sind für eine Stromaufnahme von 9 V (Volt) ausgelegt. Eine Ausnahme bilden die speziellen 24-V-Motoren für die großen Industriefertigungsstraßen-Lehrmodelle, die jedoch hier nicht behandelt werden. Ein XM-Motor ist mit seiner maximalen Stromaufnahme von 0,95 Ampere bei einer anliegenden Spannung von 9 Volt in der Lage, 8,55 Watt Leistung bei einem Drehmoment von 8,4 Ncm an der Motorwelle abzugeben. Es gilt folgende Formel:  $1 \text{ Ampere} = 1 \text{ Watt/Volt}$ . Dabei entwickelt der XM-Motor theoretisch an der Welle ein Drehmoment von 8,4 Ncm (also 0,084 Newtonmeter). In der Praxis kann der Wert deutlich geringer sein. Diese geringen Werte erklären, warum der kleine Traktor etwas untermotorisiert wirkt, und zeigen auch, dass eine größere Übersetzung nur wenig bringen würde. Um nennenswerte Steigungen hinauffahren zu können, müsste das Übersetzungsverhältnis so groß gewählt werden, dass der Traktor auch bei höchster Motordrehzahl dahinschleichen würde.

### Alte 6-V-Motoren weiterbetreiben

Die alten schon lange nicht mehr lieferbaren grauen Motoren waren für eine Nennspannung von 6 V ausgelegt. Sie können diese Klassiker jedoch auch problemlos mit 9 V betreiben, sodass einem Einsatz mit den aktuellen 9-V-Stromquellen, die Fischertechnik im Angebot hat, nichts entgegensteht.

Eine gute Übersicht darüber, welcher Fischertechnik-Motor sich für Ihre Bauidee am besten eignet, finden Sie unter <http://www.kinder-technik.de/alternative-bauteile/motoren/>.

## 1.2 Leistungs- und Funktionstuning per RC-Fernsteuerung

**W**ie aber nun können Probleme wie die äußerst geringe Kapazität einer 9-V-Blockbatterie, die relative Kraftlosigkeit des Motors, die geringe Reichweite des Senders oder die Beschränkung auf vier Kanäle überwunden werden? Die Antwort ist relativ einfach und preisgünstig: Verwenden Sie eine Funkfernsteuerung aus dem sogenannten RC-Modellbaubereich. RC steht hier für *Radio Controlled*, also für funkferngesteuert.

Zumindest für das Problem der geringen Kanalzahl bietet Fischertechnik eine Lösung. Mit einem Infrarot-Sender können Sie bis zu vier Empfänger ansteuern, allerdings nicht gleichzeitig. Per DIP-Schalter können Sie von einem Empfänger auf den nächsten umschalten. Für manche Modelle ist dies eine brauchbare Lösung. Am ersten Empfänger eines Kranwagens hängen dann z. B. der Antrieb, die Lenkung und vielleicht die Ansteuerung von ausfahrbaren Stützen. Wenn der Kranwagen an Ort und Stelle gebracht wurde und sicher steht, könnten Sie per DIP-Schalter auf einen zweiten Empfänger umschalten und nun den Kranausleger drehen, nach oben ausfahren und schließlich einen Kranhaken per Seilwinde bewegen.

Die zusätzlichen Fischertechnik-IR-Empfänger kosten jedoch zusätzlich Geld, sodass die Anschaffung einer RC-Fernsteuerung schon aus Budgetgründen die bessere Alternative sein kann.



Die Infrarot-Fernbedienung (500881) inklusive Empfänger mit integriertem Fahrtregler und einem Servo kostet im Handel ca. 70 Euro. Der Nachfolger 540585, das Bluetooth Control Set, hat einen UVP von 79,95 Euro.

Eine moderne RC-Fernsteuerungsanlage mit vier Kanälen, wie z. B. die Reely HT-4, finden Sie im Handel inklusive Empfänger schon für unter 50 Euro. Einen mit dem Fischertechnik-Servo vergleichbaren Servo bekommen Sie für ca. 5 Euro und einen günstigen Fahrtregler für ca. 15 Euro. Über den Fahrtregler, der an den im Modell verbauten Empfänger der RC-Anlage angeschlossen wird, können Sie, wie der Name schon vermuten lässt, Fahrtrichtung und Geschwindigkeit eines Modelfahrzeugs regeln. Sie bekommen also zum Preis einer Fischertechnik-IR-Fernbedienung auch eine vollwertige RC-Anlage mit gleicher Kanalanzahl.

Damit verfügen Sie dann aber über eine deutlich höhere Reichweite (maximal möglicher Abstand zwischen Sender und Empfänger) sowie einen Fahrtregler, der schon in einfacher Ausführung deutlich mehr Leistung abgeben kann als der Regler, der im Empfängerbaustein der Fischer-technik-Fernsteuerung integriert ist. Statt der maximal 1,5 Ampere (A) des Fischer-technik-Reglers bieten Fahrtregler aus dem RC-Modellbaubereich locker 15 Ampere und mehr. Damit können Sie auch Motoren in Ihrem Modell einsetzen, die deutlich mehr Leistung auf die Motorwelle bringen.

Ein weiterer großer Vorteil von RC-Fernsteuerungen besteht in der Möglichkeit, für wenig Geld über mehr Kanäle zu verfügen. Eine 6-Kanal-Steuerung wie die Reely HAT-6 gibt es schon ab ca. 70 Euro, und mit etwas Geschick als Schnäppchenjäger können Sie eine Anlage mit acht Kanälen bereits für unter 100 Euro ergattern.

Die Kanäle der üblichen RC-Empfänger sind standardmäßig für den Anschluss von Servos ausgelegt. Sie könnten also z. B. an einen 6-Kanal-Empfänger ohne zusätzliche Adapter und sonstige Bauteile direkt sechs Servos anschließen. Für jeden normalen Motor, den Sie im Modell einsetzen wollen, benötigen Sie hingegen einen Fahrtregler, um ihn ansteuern zu können, während beim Fischer-technik-Bauteil nur ein Servo, dafür aber drei Motoren angeschlossen werden können. Dies kann von Vorteil, aber auch von Nachteil sein, je nachdem, wie Sie Ihr Modell konzipieren. Beim Traktor (FT-524325) z. B. kann die Zusatzfunktion des Hebens und Senkens des Pflugs mit einem XS-Motor realisiert werden.



Hier sehen Sie (von hinten nach vorne) die Minimalkonfiguration einer RC-Fernbedienung für Fahrzeuge: den Sender, einen Akku, den Empfänger, einen Servo (vorne links) und den Fahrtregler. Rechts hinten sehen Sie ein elektronisch geregelttes Ladegerät, das Sie für die Hochleistungsakkus des RC-Modellbaus benötigen.

## Einkaufstipps für die richtige RC-Fernsteuerung

Seien Sie sehr skeptisch, wenn Sie eine Gebrauchsanlage angeboten bekommen, weil diese eventuell auf einer nicht mehr erlaubten Frequenz sendet und/oder veraltete Technik beinhalten kann, für die es keine Ersatz- und Zubehörteile mehr gibt.

Stellen Sie Überlegungen an, ob Sie die Anlage eventuell für andere Hobbyanwendungen wie z. B. den Flugzeugmodellbau oder die Modelleisenbahn verwenden wollen, wählen Sie eine Fernsteuerung, die für solche zusätzlichen Anwendungen auch geeignet ist.

Wenn Sie eine Anlage, die das Übertragungsprotokoll DSMX beherrscht, wählen, sind Sie, was die beiden oben genannten Punkte betrifft, auf der sicheren Seite.

Wählen Sie einen Empfänger, der auf eine Stromversorgung mit 5 V ausgelegt ist, und einen Fahrtregler, der diesen Empfänger mit genau den 5 V versorgen kann. Achten Sie darauf, dass die Anschlüsse am Empfänger für das sogenannte JR-Stecksystem ausgelegt sind, weil dann auch der Servo, den die Firma Fischertechnik anbietet, direkt passt.

Einkaufsquellen: Elektronikfachmärkte wie z. B. Conrad Elektronik ([www.conrad.de](http://www.conrad.de)), der Modellbaufachhandel, Online-Modellbaushops sowie chinesische Onlineshops wie z. B. Banggood ([www.banggood.com](http://www.banggood.com)).

Dies ist jedoch genauso gut mit einem Servo machbar. Der Einsatz eines Servos hat hier sogar Vorteile: Bei der Bewegung des Pflugs mittels eines XS-Motors bleibt dieser zwar dank seiner geringen Kraftentfaltung einfach stehen, sobald er seine Endposition erreicht hat, wird aber warm und kann letztendlich sogar beschädigt werden, wenn Sie vergessen, den entsprechenden Steuernüppel des Senders wieder in die Neutralstellung zu bringen. Beim Einsatz eines proportionalen Servos kann Ihnen das nicht passieren. Vor allem bei Funktionen wie dem Heben und Senken von Kranarmen, dem Öffnen und Schließen von Türen und anderen Bewegungen zwischen zwei Endpositionen sind Servos normalen Motoren im Modellbau fast immer überlegen.

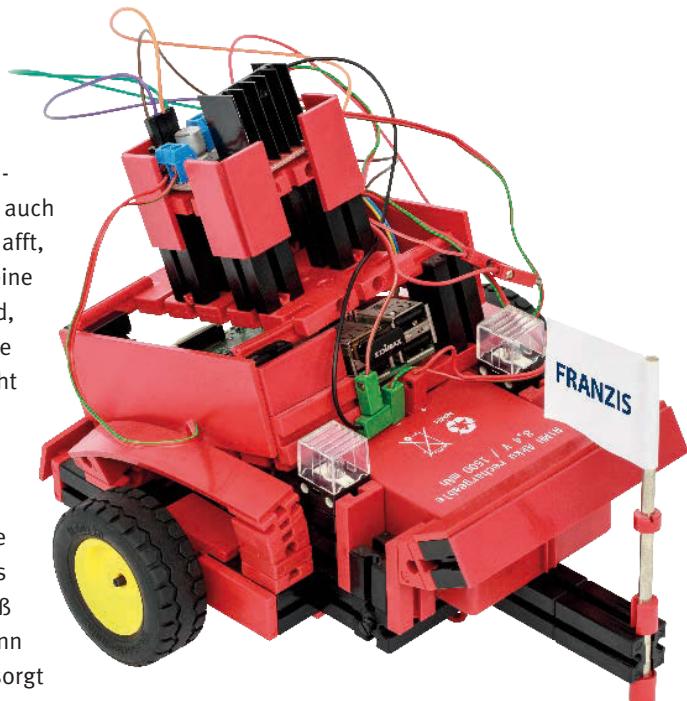
### 1.2.1 Mehr Dampf: Der Fahrtregler macht's

Die durchschnittliche Motorisierung eines elektrisch angetriebenen RC-Einsteigermodells im beliebten Maßstab 1:10 verfügt über einen Fahrtregler für Dauerströme von 15 bis 35 Ampere. Das sorgt für ordentlichen Dampf! In der Wettbewerbsklasse sind übrigens durchaus Werte von 50 Ampere und mehr möglich. Üblich ist eine Nennspannung von 7,2 bis 8,4 V, die der Regler, je nach angeschlossenem Akku, an den Motor abgeben kann. Und diese Nennspannung passt hervorragend zu den Fischertechnik-Akkus, die genau 8,4 V liefern. Da kann die Empfänger-Fahrtregler-Kombination der Fischertechnik-IR-Fernsteuerung mit ihren ca. 1,5 Ampere bei 9 V aus einer Blockbatterie nicht mithalten.

Ein Fahrtregler, der 35 Ampere Dauerstrom abgeben kann, beschleunigt einen 1:10-Modellbuggy, der mit einem geeigneten Motor ausgerüstet

ist, auf Geschwindigkeiten, die innerorts durchaus eine Radarfalle für »echte« Autos auslösen können. Geschwindigkeiten bis zu 75 km/h bei Wettbewerbsgeräten, aber auch schon die 30 km/h, die ein Anfängermodell locker schafft, sind aber für ein Fischertechnik-Modell, dessen Bausteine nicht mit gutem Klebstoff verklebt und gesichert sind, dann doch deutlich zu hoch. Vermutlich würden auch die Kunststoffachsen und Zahnräder diesen Härtetest nicht bestehen.

Aber wer weiß? Vielleicht findet sich ein echter Kerl, der einen Fischertechnik-Buggy mit Radarfallentauglichkeit konstruiert. Realistischer und schlauer ist es jedoch, die Möglichkeiten eines RC-Fahrtreglers nicht für maßloses Geschwindigkeitstuning zu nutzen, sondern auf Spielspaß per Drehmoment und Ausdauer der Akkus zu setzen. Denn der Fischertechnik-Akku mit 1,5 Ah (Amperestunden) sorgt

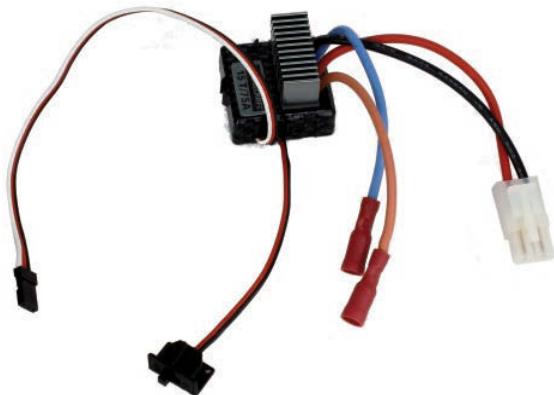


## Einkaufstipps für den richtigen Fahrtregler

- Wählen Sie einen Regler, der für sogenannte siebenzellige Akkus geeignet ist, was einer Spannung von 8,4 V, wie sie auch Fischertechnik-Akkus liefern, entspricht.
- Der Regler sollte unbedingt über eine sogenannte BEC (elektronische Spannungsregelung) verfügen, die einen Empfänger mit Strom bei 5 V Spannung versorgen kann.
- Ein Unterspannungsschutz ist wünschenswert und sogar absolut unverzichtbar, wenn Sie mit dem Regler neben dem Einsatz in Fischertechnik-Modellen auch Flugmodelle oder schnelle Automodelle betreiben wollen.
- Die sogenannte Turnzahl, die oft bei Fahrtreglern angegeben wird, ist für den Betrieb von Fischertechnik-Motoren unerheblich. Falls Sie Motoren aus dem RC-Modellbaubereich einsetzen wollen, gilt die Faustregel: Der Regler sollte die gleiche oder besser eine niedrigere Turnzahl aufweisen als der Motor.
- Fahrtregler für Brushless-Motoren sind für den Einsatz in Fischertechnik-Modellen nicht geeignet. Mit diesen Reglern können Sie nur spezielle bürstenlose Motoren aus dem RC-Sport- bzw. -Wettbewerbsbereich betreiben, die eine spezielle Regelungselektronik benötigen.
- Die Stromstärke, die der Regler abgeben können soll, hängt davon ab, welchen Motor Sie verwenden wollen. Möchten Sie nur Fischertechnik-Motoren einsetzen, würden im Prinzip schon Regler aus dem Micro-RC-Modellbau (meist Lkws im Maßstab 1:87) mit ca. 1,5 bis 2 Ampere genügen. Empfehlenswert ist jedoch ein Fahrtregler für Autos im Maßstab 1:10 bzw. Motoren der sogenannten 540er-Klasse mit 27 oder weniger Turns.

### Faustregel: Je kleiner die Turnzahl, umso mehr Leistung kann der Regler abgeben.

- Falls keine Turnzahl angegeben ist, nehmen Sie einen Regler, der ca. 15 Ampere liefern kann. Die zusätzlichen Ampere können Ihnen als Leistungsreserve bei manchem Bauprojekt noch hilfreich sein.
- Als Stromanschluss ist das Tamiya-Stecksystem zu empfehlen, da es verpolungssicher und weitverbreitet ist, sodass Sie auch Ersatzstecker problemlos erhalten.



Dieser typische Fahrtregler besitzt (von links nach rechts) einen BEC-Stecker im JR-Format für die Stromversorgung (und das Steuersignal) eines Empfängers, einen Ein/Aus-Schalter, Plus- und Minuskabel zur Stromversorgung des Motors sowie einen Tamiya-Stecker, an den der Akku angeschlossen werden kann.

natürlich bei z. B. 16 Ampere permanenter Stromabgabe nur für ca. fünf Minuten Dampf und wird dabei sehr gequält, während sich bei 4 Ampere die Laufzeit des Fahrzeugs vervierfacht und der Akku geschenkt wird. 4 Ampere reichen bereits locker, um einen Fischertechnik-Schwerlasttransporter, der mit einigen Kilogramm Ladung unterwegs ist, mit genügend Kraft zu versorgen. Falls Ihnen die 1,5 Ah des Fischertechnik-Akkus für Ihr Modellbauvorhaben nicht genügen, können Sie entweder mehrere Akkus parallel schalten oder aber auch einen Hochleistungsakku mit vier oder mehr Amperestunden aus dem RC-Modellbau verwenden.

### 1.3 Projekt 1: Fahrzeug mit Komponenten aus dem RC-Modellrennsport pimpfen

Eine typische 4- oder 6-Kanal-RC-Fernsteuerung mit Senderpult und Empfänger sowie ein kleiner Fahrtregler mit BEC, ein siebenzelliger NiMH-Akku mit 8,4 V, das passende Akkuladegerät sowie ein Mini-Servo für zusammen ca. 70 bis 100 Euro sind das Equipment, mit dem die IR-Fernbedienung von Fischertechnik ersetzt werden soll. Als Technologieträger eignet sich z. B. der Baukasten 516185 Pneumatic 3, aus dem sich ein wunderschöner Traktor bauen lässt, oder der Gelände-Buggy aus dem Kasten 516184 Cars & Drives.

Natürlich ist auch der Traktor mit IR-Fernbedienung (524325 Tractor Set IR Control) geeignet, um die IR-Komponenten durch die der RC-Fernsteuerung zu ersetzen. Wenn Sie einen geeigneten Baukasten oder zumindest einen Fischertechnik-Servo, einen XM-Motor mit Differenzial sowie genügend Teile, um ein Fahrzeug mit einer Achsschenkel-Lenkung zu konstruieren, Ihr Eigen nennen, können Sie mit dem Bauen sofort beginnen. Falls Sie stolzer Besitzer des Kastens 524325 sind: Legen Sie einfach los.

Sie können das Modell genau so aufbauen, wie in der Anleitung beschrieben, nur dass Sie den IR-Empfänger und den 9-V-Batterieblock weglassen, da ja diese beiden Bauteile durch einen RC-Empfänger und einen starken Akku ersetzt werden sollen. Falls Sie ein anderes Fahrzeug, wie den Buggy (516184) oder gar (was für einen echten Kerl die schönste Herausforderung darstellt) eine Eigenkonstruktion, mit der RC-Fernsteuerung aufrüsten wollen, helfen Ihnen die nachfolgenden Bilder und Tipps, eine geeignete Lösung für den Einbau von RC-Technik in Ihr Modell zu finden.

**Schritt 1:** Die Lenkung Ihres Kraftfahrzeugmodells mittels eines Servos ist problemlos zu realisieren. Wie Sie den Halter samt Servo in die Vorderachse integrieren können, zeigt beispielhaft ein Blick in die Bauanleitung des Kastens 524325. Das Konstruktionsprinzip auf andere, auch größere Fahrzeuge zu übertragen, wird für Sie kein größeres Problem darstellen.



Die Lenkeinheit von oben betrachtet ...



... und von unten. Aus dieser Perspektive ist die Wirkungsweise des Lenkhebels (Servoarm) besser zu erkennen.

## Einkaufstipps für günstige Mini-Servos im Fischertechnik-Gewand

Der Verkaufspreis des Original-Fischertechnik-Servos 132292 ist mit rund 25 Euro etwa viermal so hoch wie der der billigsten Servos aus dem Modellbau- oder Elektronikfachhandel. Viele der angebotenen Servos der Baugröße »Mini« passen perfekt, oder zumindest nach kleinen, leicht durchzuführenden Anpassungen, in den Servohalter 132290. Wenn Sie gleich noch einen passenden Servoarm 132004 und eventuell eine Servolasche 122900 mitbestellen, bekommen Sie einen RC-Servo, der sich perfekt in Fischertechnik-Modellen verbauen lässt.

Folgende Größe sollte der Servo ungefähr haben, um in den Halter zu passen: **25,9 mm Höhe, 23 mm Länge und 12,1 mm Breite** sowie ein **Antriebsritzel mit 4,9 mm Durchmesser**.

In der Standardqualität mit Kunststoffgetriebe und Gleitlagern, die Sie für ca. 5 Euro überall im Fachhandel oder online bekommen, verfügt der Servo meist über ca. einen 20-Ncm-Stell-Drehmoment, was für den Einsatz in einem Fischertechnik-Modell normalerweise völlig ausreichend ist, gerade wenn Sie bedenken, dass z. B. ein XM-Motor im Vergleich nur ein Drehmoment von ca. 8 Ncm aufweist.

Achten Sie darauf, Servos mit **JR-Stecker** zu kaufen, da diese mit dem von Fischertechnik verwendeten Stecksystem übereinstimmen. Als **Betriebsspannung** sollten **4,8 bis 6 V** angegeben sein, damit eine Kompatibilität sowohl zur RC-Fernsteueranlage als auch zum Fischertechnik-Servo gewährleistet ist. Der Original-Fischertechnik-Servo ist ein sogenannter **analoger Servo**.

### **Moddingtipp: Einen Fremd-Servo mit einem Fischertechnik-Servohalter versehen**

**Schritt 1:** Besorgen Sie sich einen günstigen Servo der passenden Größe, einen in seine Achse passenden Fischertechnik-Servohebel sowie den Servohalter 132290. Stecken Sie den Servo probeweise in den Halter. Wenn er direkt hineinpasst, geht's gleich weiter mit Schritt 3.



Dieser Billigservo soll in den Fischertechnik-Servohalter 132290 ...

**Schritt 2:** Sollte der Servo nicht exakt in den Servohalter passen, können Sie mit einer Mini-Bohrmaschine und einem geeigneten Schleifaufsatz überschüssiges Material abnehmen. Falls der Servo etwas zu klein für den Halter ist und deshalb eventuell nicht fest genug sitzt, hilft eine Verklebung im Halter mit spaltenfüllendem Klebstoff.

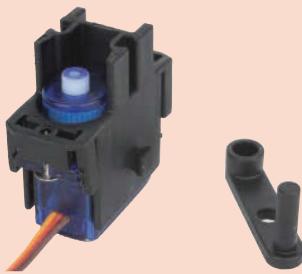


... aber er passt nicht ganz. Der Montagesteg will nicht einrasten.



Nach einer minimalen Modifikation des Servohalters mit der Mini-Bohrmaschine ...

**Schritt 3:** Verschrauben Sie den Servo mit zwei geeigneten Schrauben mit dem Servohalter. Fertig! So einfach kann der Einsatz eines Fremdteils im Fischertechnik-System sein.



... passt der Servo und kann mit den beiden Schrauben, die dem Servo beiliegen, fixiert werden.

## Symbole

7-Segment-Anzeigen 98  
16-Kanal-Relaiskarte 144

## A

Administrator, sudo 115  
Akkukauf 24  
Akku selbstbau 24  
Ameisensäure 21  
Anode, bei LEDs 74  
Arduino 6, 7, 9, 62, 66, 75, 96, 99, 104, 105, 108, 126, 144, 149, 171, 174, 180, 201  
Einkaufstipps 62  
USB-Port 67  
Arduino-Board 66  
Arduino-IDE 76  
Fehlermeldungen 68  
Arduino-IDE installieren 64  
Arduino LLC 64  
Arduino Mega 2560 62  
Arduino Pro Mini 62  
Arduino Uno 62  
Arrays 103  
Artur Fischer 8

## B

BEC beim Zweitregler deaktivieren 39  
Binding, Deltang TX2 59  
Bluetooth-Fernsteuerung 12  
Breadboard 43

## C

C 120  
C-Code, Fehlersuche 151  
C-Programme 126  
automatisch starten 184  
C-Programmierung, Texteditor Geany 141

## D

Dauerstrom 16  
Delay 79

Deltang-Empfänger 45  
Deltang-Sendemodul 42  
Deltang-Sender 44  
Fehlersuche 59  
Inbetriebnahme 58  
vorbereiten 46  
Drehpotentiometer 42  
Dupontkabel 43

## E

Einkaufsquellen,  
Fischertechnik-Bausteine 8  
Einkaufstipps  
7-Segment-Anzeigen 96  
Arduino 62  
Deltang-RC-Anlage 42  
Fahrtregler 17  
für das Gamepad 176  
Kreuzknüppel 43  
L298N-Dual-H-Brücken-Modul 169  
Mini-Servos 19  
Pneumatik-Schlagzeug 129  
Raspberry Pi 109  
RC-Fernsteuerung 16  
zusätzliche Fahrtregler 39  
Elektrische Komponenten,  
Nennspannung 34

## F

Fahrspur anlegen 196  
Fahrtregler 16, 39, 167  
Einkaufstipps 17  
Fahrzeugbau 166, 175, 185  
Farbcodierungen, Widerstände 44  
Fernsteuerung  
per Gamepad 174  
per Handy 174  
Fischertechnik 6, 7  
Modding 7  
pimpen 6  
Fischertechnik-3-D-Drucker, günstig bauen 204

Fischertechnik-Akku 17  
 Verpolungsschutz 25  
**Fischertechnik-Kabel, Leitungsquerschnitt** 28  
**Fischertechnik-Tastschalter** 137  
**Fischertechnik-Teile, verkleben** 21  
**Fritzing** 75  
**FT-Community** 9

**G**

**Gehäuse, für Sender** 52  
**Getriebemotoren** 30  
**Glaskugeln**  
 erkennen 77  
 kaufen 82  
**GNU-Debugger** 151  
**GPIOs, Verhalten beim Booten** 171  
**GPIOs ansteuern** 141  
**GPIO-Server** 124

**H**

**Hall-Sensor** 72  
 Verdrahtung 75  
**H-Brücke** 201  
**Header** 69  
**Heißklebepistole** 21

**I**

**IDE einrichten** 66  
**if-Abfrage** 84  
**Infrarot-Fernsteuerung** 12

**K**

**Kathode, bei LEDs** 74  
**Klangkörper** 129  
**Klangplatten** 129  
**Kreuzknüppelbauteile** 43  
**Kugelbahntuning** 71  
**Kugelbahnweiche** 82  
**Kugelsortieranlage, Verkabelung** 87  
**Kugelsortiermaschine** 82  
 Anzeigetafel 94

**Kühlkörperset** 109  
**Kunststoffkleber** 21

**L**

**Lebensgefahr** 88  
**LED blinken lassen** 120  
**Leitungsquerschnitt, Kabel** 28  
**Lichtschranke** 77  
**Logische Operatoren** 159  
**Loop** 70  
**Löten** 32, 41, 50  
**Löten lernen** 32

**M**

**Mabuchi-540-Klasse, Motoren** 36  
**Magnetfelddichte** 72  
**MakerBeamXL-Aluminiumstangen,**  
 für Fischertechnik 133  
**Mehrkanal-RC-Anlage** 38  
**Micro-SD-Karte, formatieren** 111  
**MIDI versus PPSN** 138  
**Modding** 7  
**Modellbahntransformatoren** 88  
**Modifizierung** 7  
**Motoraufhängung** 32  
**Motoren**  
 Leistungsstärke 13  
 Wellendurchmesser 35  
**Motorhalteplatte** 32  
**Multiplexing** 94

**N**

**Nennspannung** 34  
**Noobs** 110

**O**

**Open Source**  
 die Idee 62  
 Hardware 62

**P**

Physical Computing 118  
Raspberry Pi 120  
Pneumatikbaukästen 128  
Pneumatik-Schlagzeug, Einkaufstipp 129  
Pneumatikzylinder 131  
Pneumatisches Schlagzeug,  
über MIDI fernsteuern 162  
Pointer 154  
Powermotor, Motoraufhängung 32  
Programmbibliotheken einbinden 96  
Programmierung, Scratch 123  
Programmierung mit C 127  
Projekt 1, Fahrzeug pimpen 18  
Projekt 2, Maschinen mit starken Motoren 30  
Projekt 3, 6-Kanal-Funkfernsteuerung löten 41  
Projekt 4, Kugelbahntuning 71  
Projekt 5, Pneumatik-Schlagzeug 128  
Projekt 6, Gamepad-Fernsteuerung 174  
Projekt 7, Fischertechnik-Modell mit  
Handy fernsteuern 185  
Projekt 8, autonomer Spurensucher 196  
Python 120

**Q**

Quantisierung, Takt halten 148

**R**

Raspberry-Halterung bauen 119  
Raspberry Pi 7, 108  
Betriebssystem 109  
Einkaufstipp 109  
erste Schritte 118  
init 188  
Interaktion 138  
IP-Adresse 117  
Physical Computing 120  
Pull-down 140  
Pull-up 140  
startklar machen 109  
Stromversorgung 146

Terminal 114

WLAN-Access-Point 185

Zugriff per SSH 183

Raspbian 110

RasPi 108

Raspian, Softwareverwaltung 117

Rasseln 129

RC-Anlage, Reihenfolge beim Einschalten 30

RC-Fernsteuerung

Einkaufstipps 16

Funktionstuning 14

Leistungstuning 14

RC-Komponenten, Verkabelung 28

Reverse, Deltang TX2 59

Roboter

mit Raspberry Pi 196

mit Scratch 196

**S**

Schaltplan

für 6-Kanal-Sender 48

Steckbrettansicht 81

Schaltpläne lesen 75

Schlagzeugnoten

einlesen und abspielen 154

in Datei schreiben 153

Schrittmotoren 35

Scratch 120, 200

Programmierung 123

Scratch 1.4 123

Scratch 2.0 123

Scratch-IDE 123

SDL installieren 176

Sekundenkleber 21

Senderelektronik verlöten 48

Senderpult 41

Servo-Programmbibliothek 84

Servos 19, 28, 36

ansteuern per PWM 179

hacken 40

Shell-Befehle 120

Sketch  
    Grundstruktur 69  
    Setup 69  
Software-PWM 180  
Spannungsregler 91  
Streifen-Lochplatine 44  
Stromschläge 88  
Stromversorgung  
    Arduino 91  
    Raspberry Pi 146  
sudo, Administrator 115

## T

Tamburin 130  
Tastschalter 43  
Terminal, Raspberry Pi 114  
Texteditor Geany, C-Programmierung 141  
Traktor 12  
Transformatoren 88  
Trim, Deltang TX2 59  
Trommeln 129  
TX2-Sender 56  
TX27 44  
TXT-Controller 108

## V

Variablen 69  
Variablentypen, für Arduino-Projekte 102  
Verbraucher, Strom 145  
Verkabelung, RC-Komponenten 28  
Versuchsfahrzeug 197  
Vier-Tasten-Keyboard 139

## W

Webserver einrichten 185  
Widerstände, Farbcodierungen 44  
WiringPi-Bibliothek 126

## X

XM-Motoren 30

## Y

Y-Kabel selbst herstellen 39

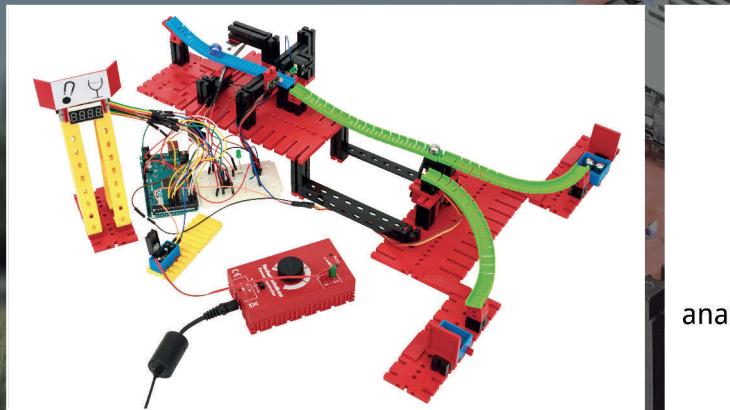
## Z

Zahnräder 37  
Zweikomponentenklebstoff 21

# FISCHERTECHNIK® FÜR ECHTE KERLE

## FISCHERTECHNIK®-Bausätze mit Elektronik zum Leben erwecken

Fischertechnik®, das heißt: Sachen bauen, die wirklich funktionieren – und nicht nur so aussehen, als ob. Deshalb war Fischertechnik® nie ein reines Kinderspielzeug, sondern hat immer auch „die Großen“ fasziniert. Mit diesem Buch ist endgültig Schluss mit Kinderkram: Jetzt wird gebohrt, gelötet, gepimpt und getunt, was das Zeug hält.



Modden Sie Ihre Fischertechnik®-Kugelbahn mit Arduino™

### Pimp your Fischertechnik®

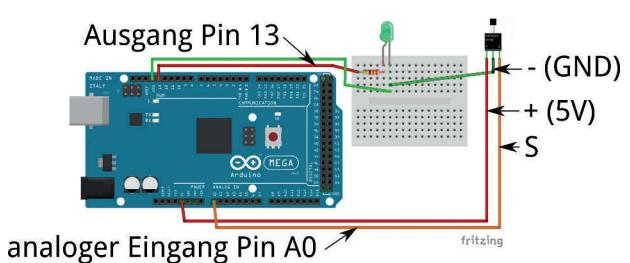
Ihre Modelle sind Ihnen zu lahm? Dann bauen Sie mit einer RC-Fernsteuerung und einem Spezialmotor einen Fischertechnik-Flitzer, der auch draußen im rauen Gelände richtig Spaß macht. Oder löten Sie sich für wenig Geld eine Mehrkanal-Funkfernsteuerung im Fischertechnik-Look selbst zusammen und steuern Sie damit einen Traktor, eine kräftige Baumaschine oder einen großen Truck.

### Blick in den Code

Mikrocontroller und Mikrocomputer wie Arduino™ und Raspberry Pi geben Ihnen noch mehr kreative Freiheit mit Fischertechnik®. Konstruieren Sie eine Sortiermaschine für Ihre Kugelbahn, ein automatisches Schlagzeug oder Ihren ersten eigenen autonomen Roboter. Dabei machen Sie die ersten Schritte in der Welt des Programmierens oder nehmen einfach die fertigen Programmcodes, die es gratis zum Download gibt.

## HIGHLIGHTS

- Leistungs- und Funktionstuning
- Starke Motoren nachrüsten
- Zusätzliche Funktionen anlegen und fernsteuern
- Servos als Ersatz für Fischertechnik®-Motoren
- Programmieren mit Arduino™ und Raspberry Pi
- Kugelsortiermaschine mit elektrischer Weiche
- Pneumatik-Schlagzeug mit Raspberry Pi
- Erste Programme in C und Scratch schreiben
- Stromversorgung von Fahrzeugen regeln
- Fernsteuerung per Handy oder Gamepad
- Fahrzeugbau mit Raspberry Pi
- Autonomen Spuren-sucher konstruieren



Alle Schaltungen sind nachvollziehbar erklärt und bebildert

## ÜBER DIE AUTOREN

Daniel Walter ist studierter Architekt und leidenschaftlicher Bastler, Maker und Modder. Im Franzis-Verlag hat er bereits das Buch „3D-Drucker selber bauen“ veröffentlicht. Gemeinsam mit seinem Sohn Aaron Robin Westermann hat er jetzt die Fischertechnik®-Kiste aus dem Keller geholt und ordentlich auf Vordermann gebracht. Westermann ist Informatikstudent und hat alle verwendeten Codes selbst geschrieben und geprüft.



Der komplette  
Quellcode aus  
dem Buch auf  
[www.buch.cd](http://www.buch.cd)

Besuchen Sie unsere Website:  
[www.franzis.de](http://www.franzis.de)

**FRANZIS**