

Aufbau-Beispiel Schritt für Schritt

Hier wollen wir schrittweise ein ganz einfaches Spurtmobil so nachbausicher wie möglich beschreiben.

Das jeweils aktuelle Original dieser Beschreibung befindet sich auf den Web-Seiten <http://spurt.uni-rostock.de/>

Alle email-Hinweise auf Unzulänglichkeiten und andere Rückmeldungen eventueller aktueller "Mitbastler" werden wir immer sofort einarbeiten, so dass mit der Zeit eine wirklich nachbausichere Beschreibung entstehen sollte.

Die hier als Unterpunkte angelegten Seiten werden sich in der kommenden Zeit also häufiger ändern - bis wir aus den Rückmeldungen sehen, dass die Anleitungen so in Ordnung sind.



Verschiedene Einzelteile wird man im Versand bestellen müssen. Da werden wir nach Möglichkeit auch Quellen angeben und sind gleichzeitig für Hinweise auf alternative günstige Bestellmöglichkeiten dankbar.

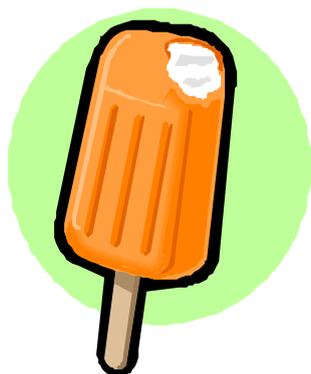
Und: Vom Optimum ist das hier vorgestellte Spurtmobil sicherlich noch sehr weit entfernt, da gibt es jede Menge Reserven, um Funktion, Aufbau und Tempo zu verbessern.

Wichtige Anmerkung:

Nachdem diese Anleitung fertig war, waren die Motoren und nun auch mögliche Ersatztypen bei Conrad ausverkauft und auch anderweitig nicht beschaffbar. Zwischenlösung: Als Ersatz für die Motoren lassen sich auch welche mit der Conrad-Bestellnummer 244414 verwenden, wenn man gleichzeitig den ersten Transistor (also den für den rechten Motor) durch den höher verstärkenden BC875 ersetzt. Dabei unbedingt beachten, dass dessen Anschlüsse *anders* liegen als die vom BC337! Außerdem laufen diese Ersatzmotoren besser mit 6 Volt, wir brauchen also einen Batteriehalter für 4 Mignonzellen.

1. Wir gönnen uns ein Stieleis

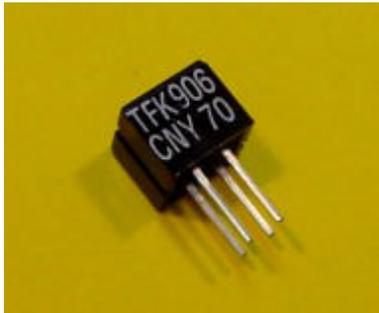
Zuerst suchen wir jemanden, der uns ein Stieleis spendiert, denn den Holzstiel werden wir für das Spurtmobil als "Rumpf" verwenden, an dessen Vorderende der Lichtsensor (ein Reflexkoppler [href="http://www.produktinfo.conrad.com/datenblaetter/175000-199999/184241-da-01-en-cny_70.pdf"](http://www.produktinfo.conrad.com/datenblaetter/175000-199999/184241-da-01-en-cny_70.pdf) CNY 70) sitzt.



Sollten wir keinen Sponsor für ein Eis finden, lohnt es sich, mal mit offenen Augen am Supermarkt oder am Bahnhof vorbei zu gehen - wir werden am Wegrand wahrscheinlich genügend verlorengegangene Eisstiele finden, die noch gut erhalten sind. Nach einem Waschgang im Geschirrspüler sind die wie neu und eignen sich hervorragend für unsere Zwecke (Länge etwa 9 cm oder mehr, Breite egal).

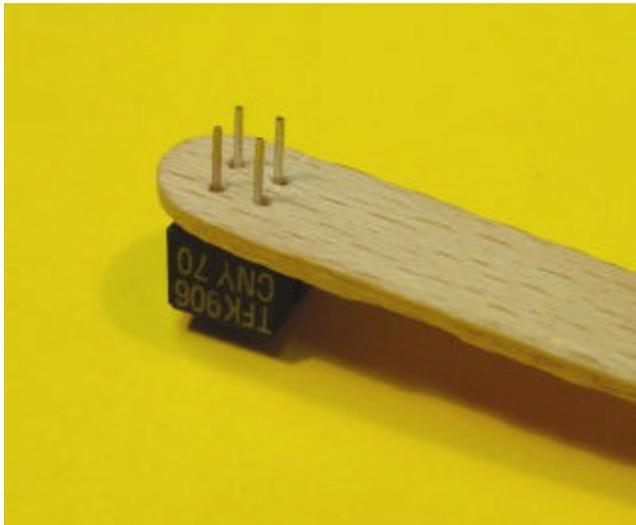


Der Reflexkoppler hat vier Anschlussdrahre, im Quadrat angeordnet, mit Seitenabstand je 2,5 mm. Diese Anschlüsse wollen wir später von unten durch den Rumpf stecken. Wie bohren wir dafür die Löcher von je etwa 0,8 mm?



Bitte *nicht* auf "direktem" Weg mit Nagelbohrer, Nagel, Ahle oder ähnlichem. Dabei würde unser schöner Holzstiel sicherlich spalten.

Ideal wäre eine kleine Ständerbohrmaschine.



1.1 Bohren in Holz

Holz ist ein wunderbarer Werkstoff - wenn man ihn der Situation entsprechend richtig behandelt. In einen größeren Block könnte man ohne weiteres mit der Ahle Löcher stechen, aber eine dünne Leiste wie unser Eisstabchen wird unweigerlich spalten. Das kann man ruhig mal ausprobieren - genug Material dürfte sich beschaffen lassen.

Gut dran ist, wer eine Art Leiterplattenbohrmaschine einsetzen kann. Gut geeignet ist auch ein <http://www.praktiker.de/servlet/PB/-s/12a3m7f4tl3mr3jvkw1nnyi7as72w0n/menu/1017138/1017138.html> "Drillbohrer", für den man allerdings spezielle <http://www.praktiker.de/servlet/PB/-s/12a3m7f4tl3mr3jvkw1nnyi7as72w0n/menu/1017141/1017141.html> "Drillbohrer-Einsätze" braucht.

Evtl. findet jemand eine Möglichkeit, mit einem der beiden Motoren, die wir sowieso brauchen, zwischendurch schnell eine Art Mini-Bohrmaschine zu bauen. Vielleicht so,

dass man aus einer kleinen Lüsterklemme den Metalleinsatz 'rauspult. Dann kann man den mit der einen Seite auf der Motorwelle anschrauben und an der anderen Seite irgendetwas "bohrendes" festschrauben (z.B. eine Nähnaedel mit durchgekniffenem Öhr). Wer sowieso gerade vor hat, seinen Zahnarzt zu besuchen, kann da vielleicht einen stumpf gewordenen Bohrer vor dem Mülleimer retten. Für unsere Zwecke genügt der allemal.

Als Spannung genügen schon die 3 Volt aus unserem Batteriehalter. Man darf nur nicht zu sehr aufdrücken und muss ein klein wenig Geduld haben - auch wenn es mal eine Minute länger dauert.



Diese Lüsterklemmenkonstruktion wird zwar etwas eiern, aber für die vier Löcher, die wir brauchen, ist das zu verschmerzen.

2. Achse: Döbelholz

Als Achse verwenden wir Döbelholz von 8 mm Durchmesser. Davon brauchen wir ein 8 cm langes Stück. Wenn wir nicht das Glück haben, einen Tischler zu kennen, der das so abgibt, werden wir im Baumarkt einen Meter davon kaufen müssen. (Das heißt da etwa: "Riffelstab Buche, Durchmesser 8 mm"; bitte keinen Rundstab mit glatter Oberfläche kaufen!)

Auf die Enden der Achse werden wir später als Räder Kugellager stecken. Da die Staboberfläche rundum geriffelt ist, sitzen die Kugellager mit 8 mm Innendurchmesser schön stramm.

Vorher müssen wir die Achse auf den Rumpf aufkleben: beides genau mittig und natürlich rechtwinklig. Als Leim eignet sich hierfür haushaltsüblicher Alleskleber. (Aber *nicht* Kontakkleber, obwohl auch die sich gern "Alleskleber" nennen! Kontakkleber würde für die kleine Klebestelle nicht fest genug aushärten.)



2.1 Kleben

Allekskleber gibt es unter vielen verschiedenen Namen. Sie bestehen im Wesentlichen aus Cellulosenitrat, das in Aceton aufgelöst ist. Wenn das Aceton verdunstet, wird die Klebestelle hart.

Die Klebestelle sollte man am besten einen Tag lang trocknen lassen. Das gilt erst recht für den Fall, dass man lieber auf Lösungsmittel wie Aceton verzichtet und deshalb <http://www.tesa.de/consumer/products/detail/0,1011,104,00.html> "Allzweckkleber" auf Wasser-Basis vorzieht.

Beispiele für Kleber mit Lösungsmitteln sind <http://www.tesa.de/consumer/products/family/0,1010,50,00.html> "Alleskleber" von Tesa oder http://www.uhu.de/produkte/modell_kunststoff/hart.html "Uhu hart". Da steht unscheinbar auf der Pappschachtel ein ganz ganz wichtiger Tipp, der wirklich gute Ergebnisse bringt: An beiden zu verklebenden Teilen den Leim für 2 min richtig offen antrocknen lassen, danach ein Teil noch mal mit frischem Leim versehen und danach die beiden Teile zusammen kleben. So klebt das wirklich viel schneller und besser als auf die "herkömmliche" Weise (Leim drauf und zusammendrücken).

Sehr gut würde sich auch Zweikomponentenkleber eignen, z.B. so was wie http://www.uhu.de/produkte/2_komponenten/plus_sofort.html "Uhu plus sofortfest" oder "5-Minuten-Epoxy". Das werden aber nur wenige auf Vorrat im Haus haben, und allein für die wenige Kleberei, die wir hier brauchen, lohnt die Geldausgabe nicht. Wenn man öfter mal einiges zu kleben hat, ist die Anschaffung zu empfehlen.

Sekundenkleber mag auch gehen, obwohl er dafür sicherlich nicht ideal ist. Wir werden hier mitteilen, was uns dazu als Erfahrung berichtet wird.

Interaktive Klebeberatungen gibt es z.B. bei <http://www.uhu.de/> "Uhu (Unter "Klebeberatung ... interaktive Klebstoffsuche"). und auch bei <http://www.kleben.de/>

Tip von MartinZippeljr@gmx.de: "...habe für sämtliche Klebestellen Heißkleber benutzt, funktioniert bestens." Unser Kommentar: Probieren kann man's, aber für Metalloberflächen (wie die Motoren) ist der Heißkleber eigentlich nicht gedacht.

3. Kugellager als Räder

Unser Vorschlag: Kugellager "608", wie sie oft in Roller Blades verwendet sind (Außendurchmesser 22 mm, Innendurchmesser 8 mm, Breite 7 mm).



Die passen mit ihrem Innendurchmesser von 8 mm stramm auf die Dübelholz-Steckachse. Leider sind sie im Versand mit 2,53 Euro pro Stück ziemlich teuer. Bei <http://www.hecht-hkw.de/hkw/frames.htm> HKW gibt es die Kugellager in auch ausreichender Qualität (ABEC 1) im Versand billiger, allerdings mit deutlich größeren Versandkosten.

Wer Glück hat, kennt jemanden, der als Hobby skatet und vielleicht noch brauchbare Kugellager abgibt.

Damit sind wir schon am Ende des mechanischen Teils, wenn wir die Motoren nicht dazu rechnen.



Versprechen können wir jetzt schon, dass die Elektronik ähnlich einfach wird.

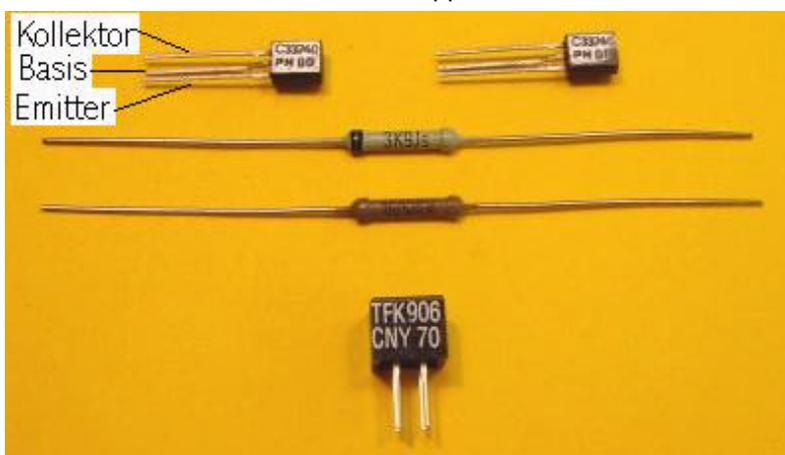
4. Die Motoren

Motoren gibt es in vielen Varianten. Im Grunde braucht man für jede Art Motor eine angepasste Konstruktion von Mechanik und Elektronik. Das heißt gleichzeitig, dass Nachbauwillige nicht umhin kommen, sich genau die hier verwendeten Motoren zu besorgen - wenn sie die gesamte mechanische und elektrische Dimensionierung unverändert übernehmen möchten. Zu dem Zweck stellen wir das zugehörige Link mit der Beschreibung der Motoren hier als Information zur Verfügung:

Besonders geeignet waren die Motoren mit der Conrad-Bestellnummer 463197; geliefert wurden diese Motoren manchmal mit einem Schneckenrad auf der Welle. Für unsere Zwecke benötigen wir dieses Schneckenrad nicht, wir ziehen es mit Kraft und Vorsicht ab, ohne die Welle zu verbiegen. Da dieser Motor bei Conrad ausverkauft ist, geht ersatzweise auch der mit der Bestellnummer 244414 (mit geändertem Transistortyp, wie unter "Schaltung" beschrieben). Allerdings sollte man dafür die Batteriespannung von 3 auf 6 Volt verdoppeln.

5. Schaltung

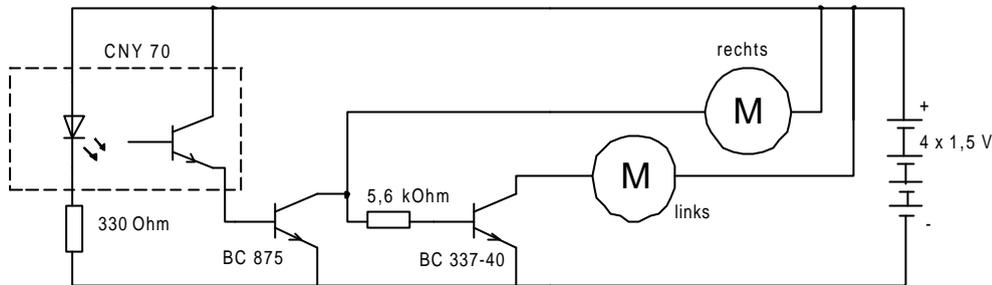
Wir werden (außer den Motoren, die zählen wir mal zur Elektromechanik) fünf Elektronik-Bauteile verwenden: Einen Reflexkoppler, zwei Transistoren und zwei Widerstände:



Achtung: da der Originalmotor bei Conrad wohl nicht mehr zu haben sein wird, ist ein nächstliegender Ersatzmotor vielleicht dieser:

Allerdings braucht der eher eine Spannung von 6 Volt, also 4 Mignon-Zellen, und etwas mehr Strom. Dafür müssen wir für den Transistor, der das Reflexkopplersignal auswertet und den rechten Motor antreibt, einen anderen Typ verwenden. Hier eignet sich ein BC875. Der hat **nicht** die oben angegebene Anschlussbelegung (Kollektor - Basis - Emitter), sondern (auch von oben nach unten wie im obigen Bild) die Reihenfolge Emitter - Kollektor - Basis!

Die Schaltung der Elektronik kann dann so aussehen:



Als Energiequelle für das Spurtmobil werden wir (wegen des Motors 244414) nun vier Zellen von je 1,5 V verwenden. In der Regel werden das die billigeren Mignonzellen sein (heute sozusagen die gewöhnlichste aller Batterien, die jeder aus dem Walkman kennt). Damit läuft das Mobil viele Stunden ununterbrochen. Wer sich den Spaß machen möchte, sein Mobil mehrere Tage lang laufen zu lassen, der wird hier Babyzellen verwenden.

Für die Erkennung der Fahrbahnelligkeit verwenden wir den Reflexkoppler CNY 70. In dessen Gehäuse sind eine Leuchtdiode und ein Fototransistor nebeneinander eingebaut, und jedes dieser Bauelemente ist mit seinen zwei Anschlussdrähten nach außen geführt.

Zum CNY 70 sagt das http://www.produktinfo.conrad.com/datenblaetter/175000-199999/184241-da-01-en-cny_70.pdf Datenblatt, dass die Leuchtdiode allerhöchstens 50 mA Strom führen darf. Gleichzeitig fällt über dieser Leuchtdiode ziemlich gleichbleibend eine Spannung von etwa 1 V ab. Von unseren 6 V Versorgungsspannung liegen also etwa 5 Volt über dem Vorwiderstand. Nach Ohmschem Gesetz ergibt sich damit für den Vorwiderstand als Quotient von 5 V und 50 mA ein Minimum von 100 Ohm, das bei allen späteren Experimenten, die man mit der Schaltung vielleicht mal vor hat, niemals unterschritten werden darf (wenn die Versorgungsspannung von 6 V beibehalten wird). Wir wählen sicherheitshalber einen Widerstandswert von etwa 330 Ohm.

5.1 Funktionsbeschreibung

- Der Widerstand 330 Ohm sorgt dafür, dass die Leuchtdiode (LED) im Optokoppler immer konstant von etwa 15 mA Strom durchflossen wird, damit sie ständig auf die Bahnoberfläche leuchtet (allerdings ist das Infrarotlicht für das menschliche Auge unsichtbar; evtl. hat man mit einer Videokamera die Chance, da etwas zu sehen).
- Der Fototransistor (im Optokoppler) wird leitend, wenn eine weiße Bahnoberfläche viel von dem LED-Licht reflektiert, und er sperrt, wenn eine schwarze Bahnoberfläche wenig von dem LED-Licht reflektiert.
- Wenn der Fototransistor (im Optokoppler) bei weißer Bahnoberfläche leitend ist, versorgt er den Transistor BC875 mit so viel Basisstrom, dass er auch leitend wird und so durch seinen Kollektorstrom den "Motor rechts" antreibt.
- Gleichzeitig wird durch seinen leitenden Zustand die Spannung am Kollektor des BC875 sehr klein, so dass der Transistor BC337 über den Widerstand 5,6 kOhm praktisch keinen Basisstrom erhält, damit also sperrt, und so der "Motor links" stehen bleibt.
- Damit fährt das Mobil also eine Linkskurve. Das ist auch gut so, denn da der Fototransistor (im Optokoppler) eine weiße Oberfläche sieht, heißt das, die Trennlinie zur schwarzen Bahn ist weiter links - deshalb also die Linkskurve.
- Wenn das Mobil dann so weit nach links gekurvt ist, dass der Fototransistor wieder über der schwarzen Bahnseite ist, dann sperrt der Fototransistor (im Optokoppler), weil er nicht mehr genug reflektiertes Licht zum Durchschalten bekommt.

- Damit bekommt auch der Transistor BC875 nicht mehr genug Basisstrom, so dass er nun auch sperrt (also keinen Kollektorstrom führt), und so der "Motor rechts" nicht mehr mit Strom versorgt wird, also stehen bleibt.
- Dadurch, dass der Transistor BC875 nun sperrt, liegt sein Kollektor über dem ziemlich niederohmigen (stehenden) "Motor rechts" fast auf der vollen Versorgungsspannung von 6 V, und wegen dieser 6 V fließt nun durch den 5,6 kOhm Widerstand ein Strom von etwa 1 mA in die Basis des Transistors BC337 hinein.
- Damit schaltet nun dieser Transistor BC337 durch und versorgt den "Motor links" über seinen Kollektorstrom mit Energie, so dass dieser Motor nun läuft.
- Da nun der linke Motor läuft und der rechte steht, fährt das Mobil eine Rechtskurve, bis der Optokoppler wieder über dem weißen Teil der Bahn angelangt ist, und dann fängt das ganze Spiel wieder von vorn an.

6. Zusammenbau

Als erstes verkleben wir die Motoren mit Rumpf und Steckachse, normalerweise wieder mit Uhu hart. Versuche mit Kontaktkleber (nennen sich auch gern "Kraftkleber") lohnen nicht. Wichtig ist, dass Motor und Steckachse möglichst parallel liegen, also nicht windschief.

Außerdem sollen die Enden von Motorwelle und Steckachse bündig liegen, also möglichst gleich weit nach außen ragen. Dann können wir später das Kugellager so aufstecken, dass die Transmission nach beiden Seiten etwas Luft hat.

Je einer der beiden Anschlüsse am Motor ist mit einem roten Farbpunkt gekennzeichnet. Wir wollen die Motoren so anordnen, dass diese roten Markierungen zur Steckachse zeigen.

Als allererstes suchen wir uns ein Stück Plastetüte als Arbeitsunterlage, damit der Tisch nichts abbekommt.

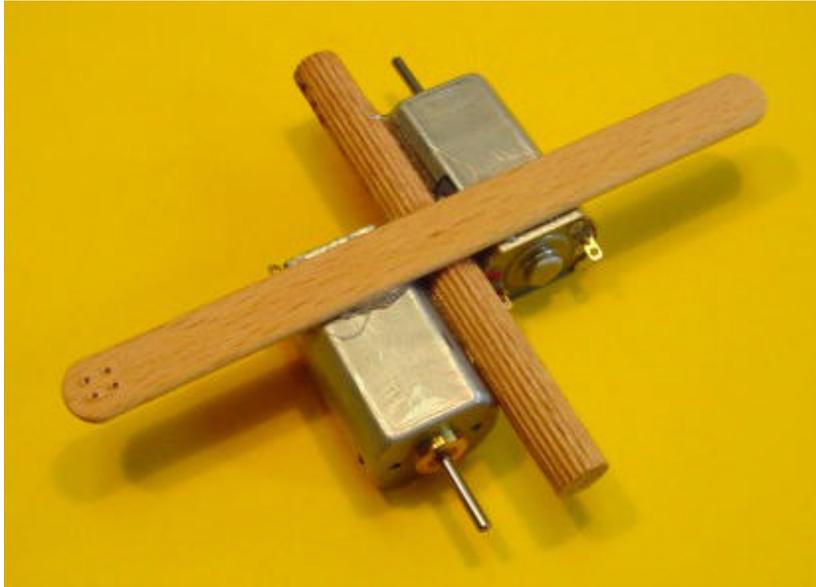
Vor der Klebe-Aktion markieren an den beiden Motoren durch Ritzen mit einer Stopfnadel, wo die Klebestellen sein werden. Dazu halten wir den Motor fest an die vorgesehene Stelle auf dem Rumpf.

Wer der Klebestelle gutes tun will, wischt das Motorgehäuse dann an den zu klebenden Stellen kräftig sauber (z.B. mit einem Papiertaschentuch). Günstig wäre auch, da mit Sandpapier etwas aufzurauen. Wenn uns später mal ein Motor vom Rumpf wieder abfällt, wissen wir, dass wir hier zu wenig getan haben.

Nun werden die markierten Stellen beider Motoren mit etwas Kleber bestrichen - nicht zu viel, er sollte nicht 'runterlaufen, da nützt er nichts.

Beide Motoren legen wir dann schön flach auf den Tisch (natürlich auf die Plastfolie, mit Kleber oben und seitlich, die rot markierten Anschlüsse zueinander gekehrt). Wir setzen unser Kreuz aus Steckachse und Rumpf so von oben zwischen/auf die Motoren, dass das Holz an den künftigen Klebestellen möglichst viel von dem Kleber abbekommt, mit dem wir die Motoren versehen haben. Dann nehmen wir den Rumpf mit Steckachse sofort wieder 'runter und warten zwei Minuten mit Blick auf den Sekundenzeiger. Dann bekommen die beiden Motoren nochmal etwas Leim auf dieselben Stellen wie vorhin, werden wieder flach auf den Tisch gelegt, und jetzt setzen wir unsere Holzkonstruktion endgültig drauf, drücken gegenseitig alles noch mal fest und warten ein paar Stunden.

Achtung: Die Ersatzmotoren mit der Bestellnummer 244414 sind deutlich kürzer; die sitzen nur ganz knapp mit der hinteren Plastkappe auf dem Eisstil auf, und die Motorwelle ragt dann trotzdem nicht bündig mit der Steckachse nach außen.

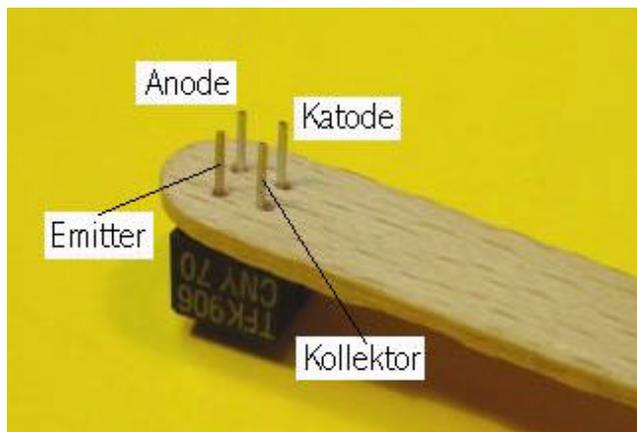


Wer vorher schon weiß, dass er so viel Geduld nicht haben wird, kann auch gleich von Anfang an Sekundenkleber verwenden. Dann ist es aber empfehlenswert, entlang der Ränder der Verbindungsstellen von Holz und Motor noch mal eine Leimnaht mit z.B. "Uhu hart" zu legen.

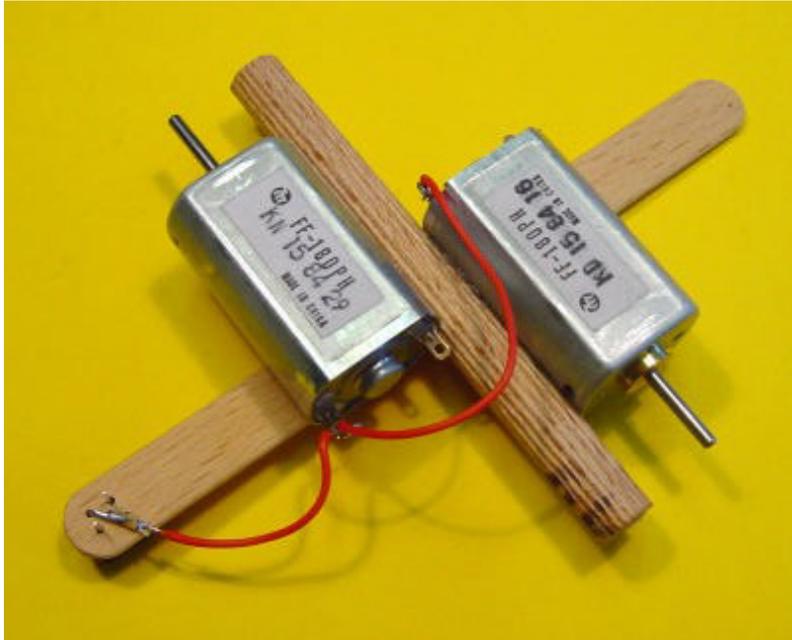
7. Verdrahtung

Nun geht es nicht mehr ohne Löten: Löten macht Spaß - es ist eine ganz eigenartige Erfahrung, durch LötKolbenhitze Metall (Zinn) richtig flüssig zu machen und damit Bauteile zu verbinden.

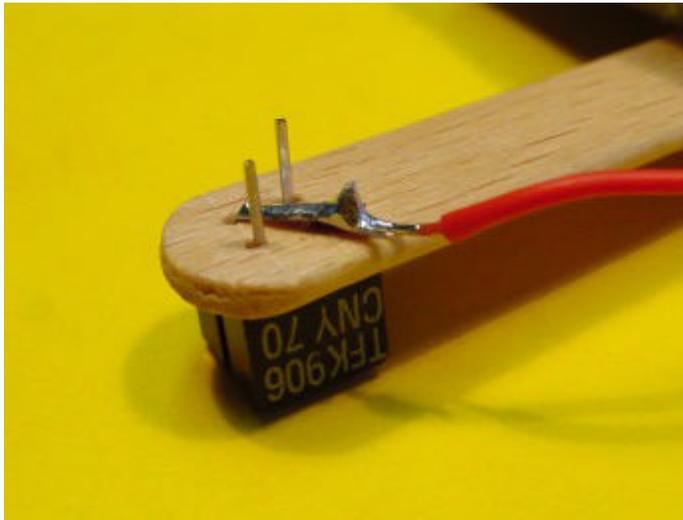
Als erstes stecken wir den Sensor von unten durch die vier vorgebohrten Löcher. Damit wir hier für die Beschreibung einen durchgehenden Bezug haben, bitte so, dass die Beschriftung des Sensors zur linken Seite zeigt:



Nun biegen wir zwei der Beinchen (aber die richtigen!) zur Seite, einfach flach aufs Holz drauf, so dass sie sich berühren und zusammengelötet werden können: und zwar die Anode der Leuchtdiode und den Kollektor des Fototransistors. Die liegen sich diagonal gegenüber und müssen später beide mit dem Pluspol der Batterie verbunden werden, an dem auch beide Motoren liegen. Das Umbiegen der Sensorbeinchen sorgt gleichzeitig für den mechanischen Halt des Sensors am Rumpf. Verlötet mit Schaltdraht bis hin zu den Motoren sieht das dann so aus:

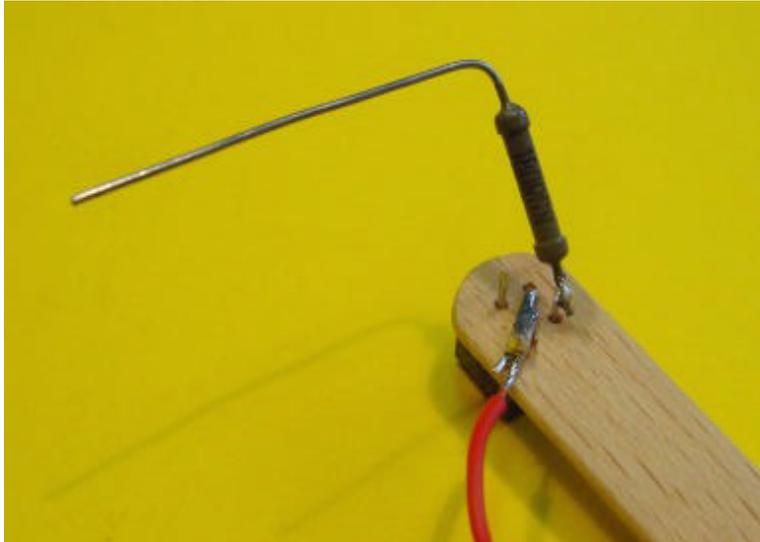


Und hier der Sensoranschluss noch mal aus der Nähe:

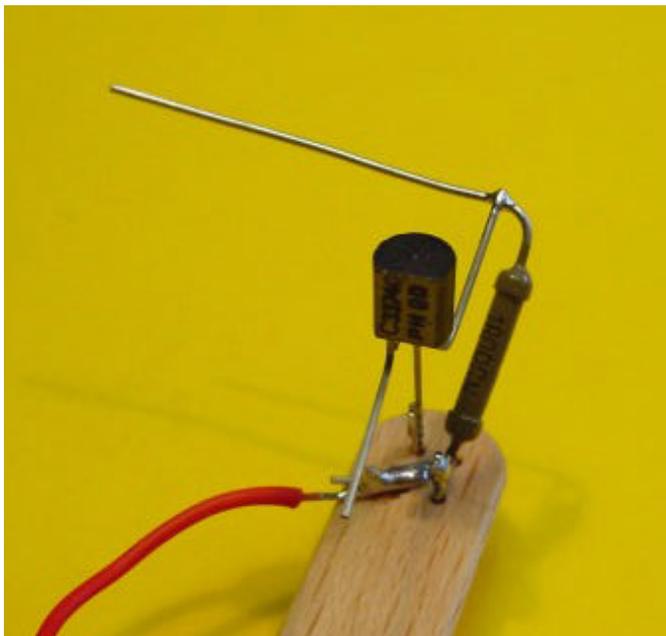


Als nächstes löten wir den Widerstand von 330 Ohm an die Katode des Reflexkopplers. Vorher vergewissern wir uns, dass wir wirklich den Widerstand mit dem richtigen Wert gegriffen haben. Eine Farbring-Kennzeichnung hieße orange-orange-braun; mit einem Digitalmultimeter ist der Wert auch schnell nachgemessen.

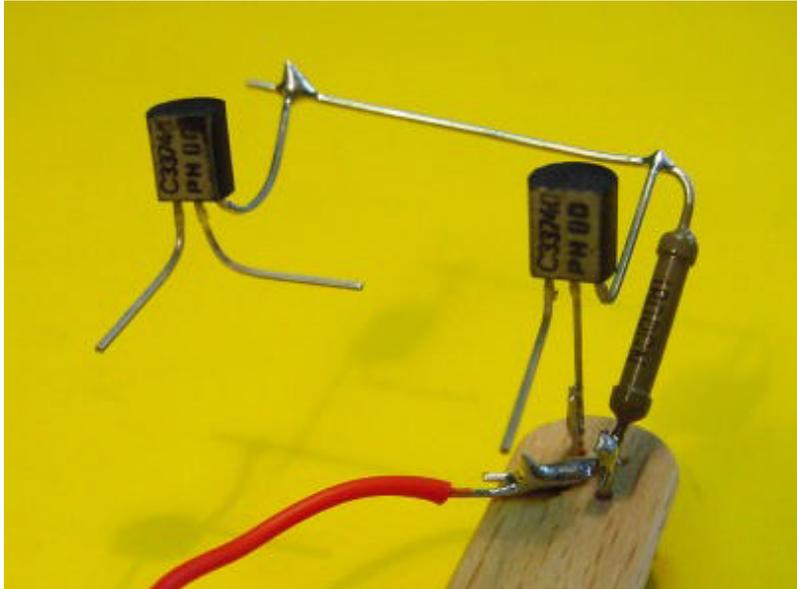
An einer Seite des Widerstandes kneifen wir den Anschlussdraht so kurz ab, dass etwa noch 3 mm blanker Draht zum Löten übrig bleiben, und diese verkürzte Seite löten wir etwas nach vorn geneigt an die Katode. Den lang gelassenen anderen Anschlussdraht biegen wir kurz am Widerstand rechtwinklig nach links:



Vor dem Anlöten der Transistoren werden wir deren Beinchen etwas verbiegen; Transistor Nr. 1: Den Kollektor biegen wir kurz rechtwinklig zur Beschriftungsseite ab, und den Emitter in die entgegengesetzte Richtung. Dabei halten wir das zu biegende Beinchen möglichst mit einer Spitzzange (oder Pinzette) in Gehäusenähe fest, so dass beim Verbiegen keine Kraft auf den Gehäuseaustritt des Beinchen ausgeübt wird. Die Basis lassen wir so, wie sie ist und löten sie senkrecht in gerader Linie am Emitter des Reflexkoppers an - der weggebogene Kollektor des so aufgelöteten Transistors soll dabei nach hinten zu den Motoren zeigen. Vom Emitter biegen wir das Ende noch so weit nach oben, dass es den Widerstand (330 Ohm) erreicht; wo es festgelötet wird:



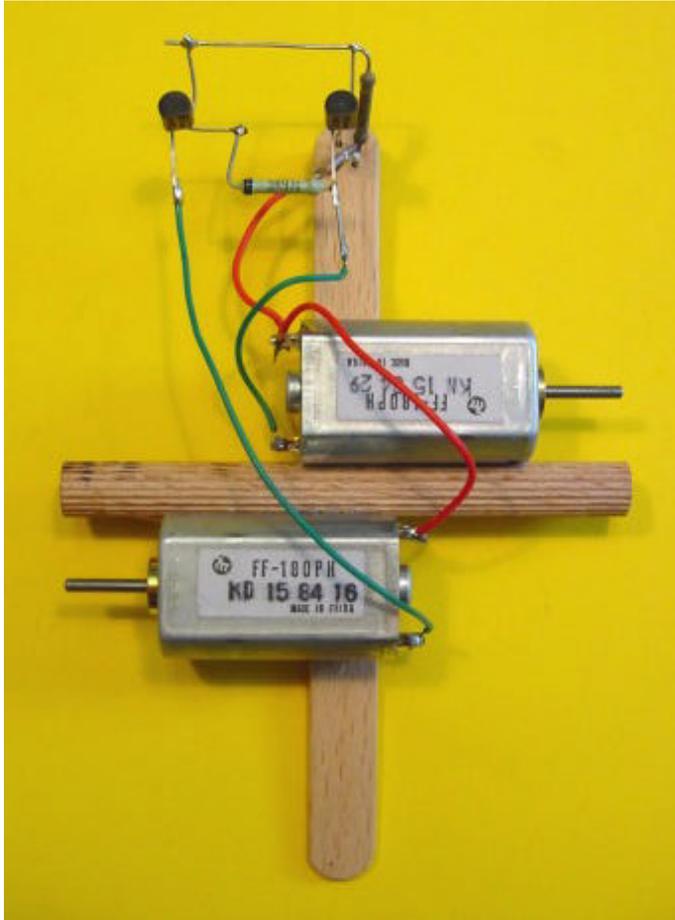
Transistor Nr. 2: Kollektor und Emitter biegen wir so wie bei Transistor Nr. 1 und löten den Emitter in Nähe des Drahtendes vom Widerstand (330 Ohm) fest: Die Basis biegen wir in der Mitte etwas in Richtung Transistor 1, und dabei schön weit am eigenen Emitter vorbei:



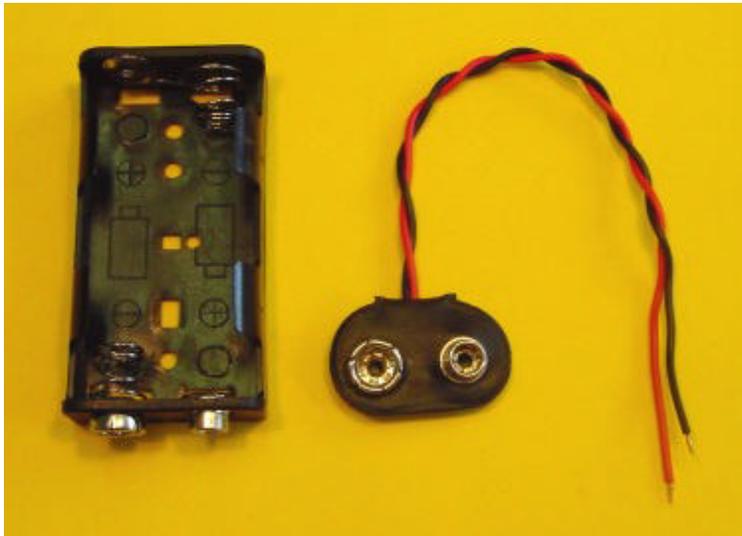
Jetzt biegen wir die Anschlussdrähte des Koppelwiderstands (5,6 k, Farbringe grün-blau-rot) in entgegengesetzten Richtungen am Gehäuse rechtwinklig ab und löten ihn zwischen die beiden Transistoren. Ein Ende "verlängert" praktisch den Kollektor von Transistor 1, und das andere Ende können wir so weit kürzen, dass es genau an die Basis von Transistor 2 gelötet werden kann:



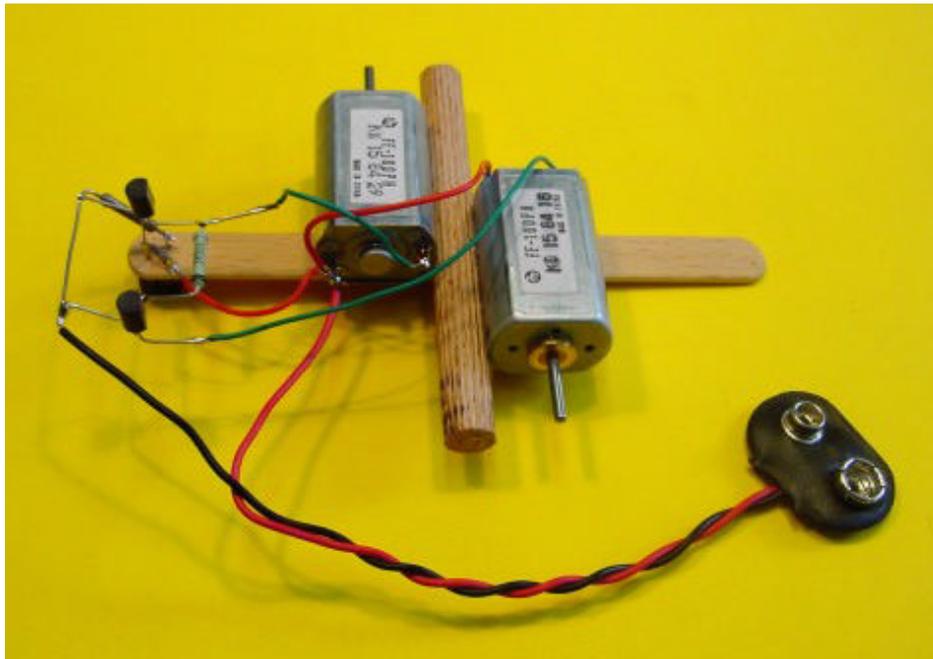
Nun ziehen wir noch von jedem Kollektor einen Schaltdraht zum Motor:



Und jetzt fehlt zur Elektrik wirklich nur noch der Batterieclip. Die rote und die schwarze Leitung dürfen nicht verwechselt werden, sonst funktioniert nichts:



- uff, das war die letzte Lötarbeit:



7.1 Löten

Das geht nur mit einem Elektrolötkolben. Als Leistung genügen 25 Watt, und die Preise fangen etwa bei 5,45 Euro an (Conrad-Bestellnummer 813184). Dazu brauchen wir noch Zinn ("Lötdraht", der ist inwendig hohl und da mit Flussmittel gefüllt).

Wer noch nicht weiß, wo beim Lötkolben vorn und hinten ist, wird zwangsläufig etwas Lehrgeld zahlen müssen, aber dann wird man bald den Bogen 'raus haben.

Ganz wichtig ist von Anfang an, den Lötkolben wirklich immer nur auf dem Lötkolbenständer (Ablageblech) abzulegen und die Zuleitung nach getaner Arbeit unbedingt aus der Steckdose zu ziehen.

Nach wenigen Minuten am Netz ist der Lötkolben heiß. Für unsere Lötstellen brauchen wir nicht mehr Zinn, als einem Stecknadelkopf entspricht.

Als erstes reiben wir etwas Zinn an die heiße Lötkolbenspitze - das muss da schön flüssig haften bleiben. Dann üben wir unsere allererste Lötstelle nicht gleich mit einem Transistor, sondern erst mal mit einem blanken Draht-Ende (z.B. vom Widerstand): Wir legen die Rolle mit dem Zinndraht so auf den Tisch, dass das Zinndraht-Ende ein paar Zentimeter nach oben zeigt. Dann nehmen wir in die eine Hand den Lötkolben und in die andere Hand ein Stück dünnen Draht, von dem wir das Ende mit einem Messer etwas blank gekratzt haben. Da das heiß werden wird, müssen wir einige Zentimeter vom Ende entfernt anfassen (oder wir fassen den Draht mit einer kleinen Zange an). Jetzt halten wir die Lötkolbenspitze an das blankgekratzte Draht-Ende und nähern uns damit dem Ende des nach oben ragenden Zinndrahtes. Nach ganz wenigen Sekunden Berührung sollte etwas Zinn abschmelzen und schön glatt auf unser festgehaltenes Draht-Ende "fließen", wobei wir mit der Lötkolbenspitze durch Reiben vorsichtig nachhelfen können. Wenn kein flüssiges Zinn auf das Draht-Ende fließt, machen wir etwas falsch und müssen uns die Sache von jemand zeigen lassen, der schon löten kann.

Zwei zu verlötende Drahtenden halten wir zusammen (das lassen wir notfalls einen Helfer machen, falls wir nicht genug Hände frei haben) und erhitzen sie mit der Lötkolbenspitze, an der sich schon etwas Zinn befindet. Wenn sich das flüssige Zinn schön über die beiden zusammengehaltenen Enden verteilt hat, nehmen wir den Lötkolben vorsichtig wieder weg und warten ein paar Sekunden, bis das Zinn erkaltet und fest wird. Das erkennt man bald daran, dass die Oberfläche Glanz verliert und matt wird.

Wirklich, wirklich: Die echten Lötarbeiten an Reflexkoppler und Transistoren sollten wir erst dann in Angriff nehmen, wenn wir ausreichend geübt haben und das Verbinden von zwei Drahtenden problemlos und flott von der Hand geht. Da man solche Verbindung jederzeit mit dem heißen Lötkolben auch schnell wieder trennen kann, können wir das

also wieder und wieder üben, bis es Routine ist.

7.2 Wieso überhaupt löten?

Wir haben schon viele gute Ratschläge gehört, wie man anstatt zu löten die Schaltung auch anders aufbauen könnte: mit Lüsterklemmen, mit Quetschverbindungen, mit Steckern und und und... Wenn jemand wirklich ein gut funktionierendes Beispiel einer anderen Technik vorführen kann, werden wir das nur zu gern verbreiten.

Bis dahin aber scheint es so zu sein, dass die Summe guter Eigenschaften (elektrisch und mechanisch stabil, wenig Raumbedarf, billig, unkompliziert, leicht wieder lösbar...) von anderen Techniken noch nicht erreicht wird. Im Moment scheint es für eine freifliegende Löt-Verdrahtung keinen guten Ersatz zu geben, der nicht deutlich aufwendiger ist.

8. Fertigstellung

Wir brauchen einen Luftballon. Wenn wir Glück haben, ist in der Nähe vielleicht gerade eine Geschäftseröffnung oder ein Volksfest. Andernfalls könnten wir versuchen, uns bei Bank, Parteibüro, Krankenkasse oder ähnlichem einen Luftballon schenken zu lassen.

Vom Luftballonhals schneiden wir zwei Ringe von je etwa 8 mm Breite ab. Diese Ringe dehnen wir ordentlich vor; wir benutzen sie als "Treibriemen" über Kugellager und Motorwelle:



Auf jeden Motor kleben wir ein kleines Stück doppelseitiges Klebeband und setzen da den Batteriehalter auf, vorn bündig mit dem rechten Motor, so dass sich (bei eingesetzten Batterien) hinten etwas Übergewicht ergibt. Auf die Rundholzachse stecken wir die Kugellager so weit, dass sie den Motorwellen etwa mittig gegenüber stehen. Gummiringe über Kugellager und Motorwelle, und jetzt holen wir erst mal ganz tief Luft:



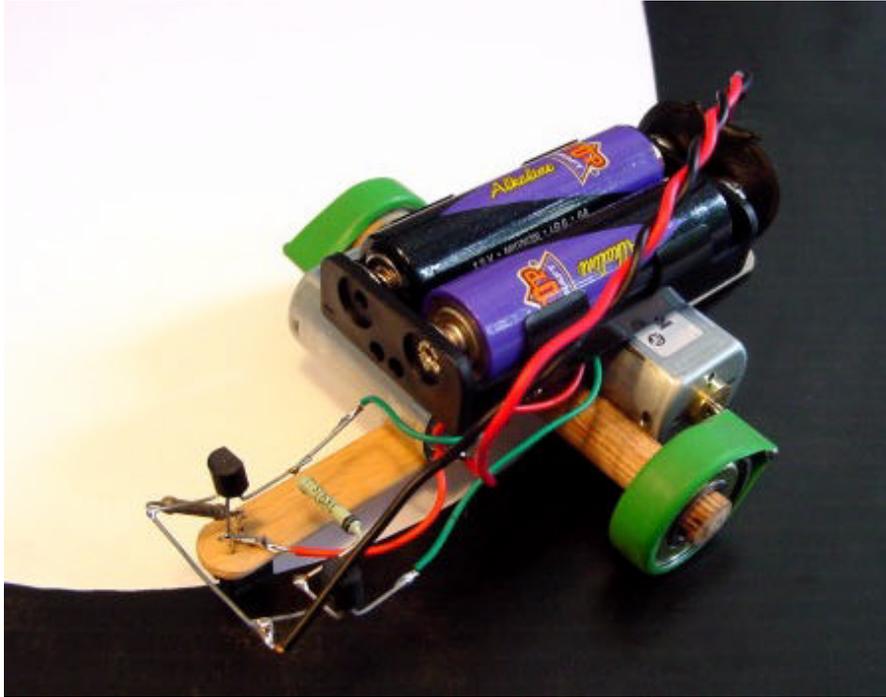
...

Wir setzen das Spurtmobil mit den in den Halter eingesetzten Batterien - aber noch ohne aufgesetzten Batterie-Clip - auf die Tischfläche und schauen uns die Sache von der Seite an: Erst mal muss es hinten wirklich ein Übergewicht haben, d.h. die Sache darf nicht vor und zurück kippln, sondern das Rumpfende soll durch das Eigengewicht immer satt aufliegen. Als zweites stellen wir fest, wie hoch denn der Sensor über der Tischfläche schwebt, und das werden etwa 5 mm sein. Das könnte evtl. zu viel sein; besser wären etwa 2 mm. Deshalb werden wir irgend etwas brauchen, was wir unter dem hinteren Rumpfende befestigen können, um so den Reflexkoppler tiefer zu legen: vielleicht einfach noch ein Stück Eisstiel drunterkleben. Wenn wir so die richtige Höhe für den Reflexkoppler eingestellt haben, müsste eigentlich alles funktionieren.

Wenn wir nun den Clip auf den Batteriehalter setzen, müsste sich sofort ein Rad drehen.

So, und jetzt müssen wir das Ding natürlich testen. Wenn wir den Sensor dicht genug über weißes Papier halten, muss sich das rechte Rad (d.h. der rechte Motor) vorwärts drehen, und wenn wir den Sensor über eine möglichst dunkle Fläche halten, muss sich das linke Rad (d.h. der linke Motor) vorwärts drehen.

Wir setzen das Spurtmobil mitten auf ein weißes Blatt A4-Papier, mit dem linken Rad etwa in der Mitte des Blattes, und jetzt müsste das Mobil eigentlich auf der Stelle um das linke Rad kreisen. Wenn wir es auf eine dunkle Fläche setzen, muss es genau so um das rechte Rad kreisen. Wenn wir eine schöne große dunkle Fläche (Tisch?) haben, können wir mitten darauf das weiße Blatt Papier legen, und das Mobil wird es ständig umkreisen.



8.1 Probleme?

- Wenn ein Rad (d.h. ein Kugellager) zu weit innen sitzt, kann es geschehen, dass der Gummiring versucht, in das Lager der Welle hineinzulaufen und so die Motorwelle stoppt. Abhilfe: Rad etwas nach außen rücken bzw. Gummi etwas schmaler schneiden.
- Frisch abgeschnittene Gummiringe von manchen Ballonsorten neigen dazu, von der Motorwelle 'runter zu laufen. Abhilfe: Den Gummiring mehrmals ordentlich bis zur Elastizitätsgrenze vordehnen, so dass sich dabei auch eventuelle Talkumreste verlieren und so der Gummi elastischer und griffiger wird.
- Wenn das Spurtmobil mehrere Tage Laufzeit hinter sich hat, beginnen die Gummiringe zu zerfallen. Die sind Verschleißteile und müssen ab und zu durch neue ersetzt werden.
- Wenn beim Anlöten des Batterieclips rot und schwarz verwechselt wurden, funktioniert gar nichts. Die schwarze Leitung (= minus) gehört an die Emitter der Transistoren und die rote Leitung (= plus) gehört dahin, wo die beiden Motoren miteinander (und mit dem Reflexkoppler) verbunden sind.
- Andere Motoren: Wenn der eigentlich vorgesehene Motor nicht beschaffbar ist, ergeben sich bei der Verwendung anderer Motoren zunächst mal evtl. mechanische Änderungen je nach Gehäuseform, Länge der Motorwelle, Lage der Anschlüsse usw. Sollte der neue Motor darüber hinaus mehr Strom brauchen, um anzulaufen, muss der zugehörige Transistor eine entsprechend höhere Stromverstärkung haben. Evtl. wird dann dort ein Darlington-Transistor wie der http://www.semiconductors.philips.com/acrobat/datasheets/BC875_879_4.pdf BC 875 eingesetzt werden müssen. Der Transistor für den linken Motor kann ein BC 337 bleiben. Falls hier etwas mehr Strom gebraucht wird, kann man den Basiswiderstand entsprechend verringern. Der zulässige Kollektorstrom darf dabei natürlich nicht überschritten werden, sonst muss doch ein entsprechender Leistungstransistor eingesetzt werden.

9. Stückliste

Voraussichtlich werden wir nicht mehr als die folgenden Teile brauchen:

Rumpf (Stiel vom Eis)

Steckachse (8 cm Dübelholz, "Riffelstab" 8 mm Durchmesser)

2 Kugellager "608" (als Räder)

2 Motoren Conrad-Bestellnummer 463197 (Ersatz wegen Ausverkauf bei Conrad: 244414)
 1 Reflexkoppler CNY 70
 2 Transistoren BC 337-40 (oder bei obigem Ersatzmotor: BC875 und BC337-40)
 1 Widerstand etwa 330 Ohm
 1 Widerstand etwa 5,6 kOhm
 1 Batteriehalter
 1 Anschlußclip für den Batteriehalter
 1 Luftballon (für "Treibriemen" vom Motor zum Rad)
 Etwas doppelseitiges Klebeband zum Befestigen des Batteriehalters auf den Motoren
 Etwas Schaltaht
 Unentbehrliches Werkzeug:
 Lötkolben, Seitenschneider (oder Kneifzange, notfalls stabile Schere), Bohrer
 Empfehlenswertes Messgerät:
 Digitalmultimeter

9.1 Beispiel Bestellschein

Der folgende Bestellschein ist wirklich nur als Beispiel anzusehen. Wer Lötkolben, Zinn, Kabel, Digitalmultimeter schon hat, lässt es natürlich weg. Ebenso die Werkzeugbox (mit Pinzette und Seitenschneider).

Sehr schön wäre es, wenn sich Leute finden, die mal weitere ähnliche Bestellscheine für andere Versandfirmen vorbereiten. Die würden wir hier dann auch gern aufführen.

Bei einer Bestellung über den Versand von Conrad (<http://www.conrad.de/>) könnte der Bestellzettel also etwa so aussehen:

Stück	Produktname	BestellNr.	Einzel- preis / Euro	Summe / Euro
1	TRANSISTOR BC 875	154830	0,51	0,51
1	TRANSISTOR BC 337-40	155918	0,18	0,18
1	CNY 70 OPTO REFLEKKOPPLER	184241	1,92	1,92
2	C-KUGELLAGER 8_22	214477	2,53	5,06
1	WIDERSTAND KOHLE 0,1 W 5_ 330R BF 0204	400190	0,11	0,11
1	WIDERSTAND KOHLE 0,1 W 5_ 5,6K BF 0204	400343	0,11	0,11
2	KLEIN-MOTOR	244414	2,53	5,06
1	BATTERIEHALTERUNG D FÜR 4 MIGNON	615579	1,15	1,15
1	BATTERIECLIP	624691	0,39	0,39

Die obigen Sachen ergeben ein Spurtmobil. Wer will, kann eine Art Batteriehalter natürlich auch selbst bauen und braucht dann auch den Clip nicht.

Falls jemand auch roten und grünen Schaltdraht braucht:

1	KABELRINGE 10M_0.14 ROT	605808	1,00	1,00
1	KABELRINGE 10M_0.14 GRÜN	605832	1,00	1,00

Das Minimum an Lötwerkzeug könnte so aussehen:

1	LÖTDRAHT-BLEIFREI 1.5 MM	811084	3,50	3,50
1	LÖTKOLBEN 30 W	813184	5,45	5,45

Und wer keinerlei Seitenschneider, Pinzette, Schraubendreher, Digitalmultimeter hat, könnte erst mal damit anfangen:

1	Digital Multimeter VC 444	129402	8,95	8,95
1	WERKZEUGBOX 25 TEILIG +++	432547	6,80	6,80

