

# **NIBO burger – Robot Kit**

## Bauanleitung & Funktionshandbuch



## Sicherheitshinweise

Für den Zusammenbau und den Betrieb des Roboters beachten Sie bitte folgende Sicherheitshinweise:

- Der Roboterbausatz **NIBO burger** ist ausschließlich für lernende, lehrende und experimentelle Zwecke gedacht. Beim Einsatz für andere Aufgaben wird jegliche Haftung ausgeschlossen und der Einsatz besteht auf eigene Gefahr.
- An den Roboter dürfen keine Maschinen angeschlossen werden. Insbesondere ist der Betrieb mit Geräten mit Netzspannung untersagt.
- Der Roboter darf nicht ohne Aufsicht betrieben werden. Der Roboter ist bei Abwesenheit von der Energieversorgung zu trennen.
- Der Roboter darf nur mit einer stabilisierten Gleichspannung von 4,8 Volt betrieben werden. Insbesondere darf der Roboter **nur mit Akkus (1,2V)** und keinesfalls mit normalen Batterien (1,5V) betrieben werden.
- Für Datenverluste eines angeschlossenen Computers wird keine Haftung übernommen.
- Der Roboter darf nur innerhalb von Gebäuden eingesetzt werden. Insbesondere ist der Einsatz des Roboters im öffentlichen Straßenverkehr ausdrücklich verboten!
- Für einen von dieser Anleitung abweichenden Aufbau wird keine Garantie und keine Haftung übernommen, der Betrieb ist auf eigene Gefahr!

Zum Löten beachten Sie bitte auch folgende Hinweise:

- Arbeiten Sie mit dem Lötkolben stets mit äußerster Vorsicht!
- Unsachgemäße Bedienung kann zu schweren Verbrennungen führen oder Brände verursachen.
- Legen Sie den heißen Lötkolben nie auf dem Tisch oder auf anderen Unterlagen ab.
- Lassen Sie den Lötkolben im eingeschalteten Zustand niemals unbeaufsichtigt.
- Achten Sie darauf, dass beim Löten giftige Dämpfe entstehen können. Achten Sie daher auf ausreichende Belüftung und waschen Sie sich nach den Arbeiten gründlich die Hände.
- Halten Sie den Lötkolben fern von Kindern!
- Beachten Sie bitte auch die Sicherheitshinweise des Lötkolbenherstellers!

## Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung und Überblick.....	5
1.1 Funktionsumfang und Ausstattung.....	8
1.2 Antrieb.....	9
1.2.1 Odometrie.....	9
1.2.2 Motorbrücke.....	10
1.3 Sensorik.....	10
1.3.1 IR-Sensor Bricks.....	10
1.3.2 Farb-Sensor Bricks.....	11
1.4 USB-Schnittstelle.....	13
1.5 Schnittstellen / Erweiterungsports.....	13
1.6 Sonstige Hardwarekomponenten.....	14
1.6.1 Frei programmierbare Coding-LEDs.....	14
1.6.2 Funktions-LEDs.....	15
1.6.3 Spannungsschalter / Ladebetrieb.....	15
2 Montage des Roboters.....	16
2.1 Erforderliches Werkzeug.....	16
2.2 Löten.....	17
2.3 Bestückung der Platinen.....	20
2.3.1 Vorbereitende Arbeiten.....	26
2.3.1.1 Übersicht der optoelektronischen Bauelemente.....	26
2.3.1.2 Vereinzeln der Steckleisten.....	27
2.3.2 Bestückung der Sensor Bricks.....	29
2.3.2.1 Bestückung der Platinen Unterseiten.....	29
2.3.2.2 Bestückung der Platinen Oberseiten.....	30
2.3.3 Bestückung der Platinen ⑤ und ⑥.....	36
2.3.4 Bestückung der Platinen ③ und ④.....	39
2.3.5 Bestückung der Platinen ① und ②.....	42
2.3.5.1 Widerstände.....	42
2.3.5.2 Zener-/Schottky-Dioden.....	45
2.3.5.3 Silizium-Dioden.....	45
2.3.5.4 Keramik-Vielschicht-Kondensatoren.....	46
2.3.5.5 Scheibenkondensatoren.....	46
2.3.5.6 Quarz.....	46
2.3.5.7 IC-Sockel.....	47
2.3.5.8 Spannungsregler IC.....	47
2.3.5.9 NPN-Bipolar-Transistoren.....	48
2.3.5.10 PNP-Bipolar-Transistoren.....	48
2.3.5.11 Weiße LEDs.....	48
2.3.5.12 Rote LEDs.....	49
2.3.5.13 Blaue LEDs.....	49

2.3.5.14 Jumper 2-polig.....	50
2.3.5.15 Jumper 3-polig.....	50
2.3.5.16 Taster.....	50
2.3.5.17 Schalter.....	51
2.3.5.18 Elektrolytkondensatoren.....	51
2.3.5.19 Buchse 5-polig – gerade Kontakte.....	51
2.3.5.20 Buchse 5-polig – abgewinkelte Kontakte.....	52
2.3.5.21 Batteriehalter.....	54
2.3.5.22 Steckleisten 5-polig.....	57
2.3.5.23 USB-Buchse.....	58
2.4 Optische Überprüfung der Platine.....	63
2.5 Montage.....	64
2.5.1 Vorbereitende Arbeiten.....	64
2.5.2 Einbau der Motoren / Getriebeeinheit.....	67
2.5.3 Montage des Polyamid-Pins.....	74
2.5.4 Montage der Räder.....	75
2.5.5 Einsetzen der ICs.....	76
2.5.6 Montage der zweiten Ebene.....	77
3 Inbetriebnahme.....	79
3.1 Teil I – Coding-LEDs & Taster.....	79
3.2 Teil II – Sensor-Bricks.....	80
3.3 Teil III – Motoren & Odometriesensoren.....	81
3.4 Teil IV – Kalibrierung der Sensoren.....	83
3.5 Installation der NiboRoboLib.....	84
3.6 Programmierung.....	85
3.6.1 NIBO burger Coding Tutorial.....	85
3.6.2 Online-Compiler – Roboter.CC.....	86
3.6.3 NIBO burger ARDUINO Tutorial.....	88
3.7 Ladefunktion der Akkus über USB.....	89
3.8 Getriebeaufbau mit 25:1 Übersetzung.....	90
3.9 Weitere Informationen.....	92
4 Anhang.....	93
4.1 Widerstandsfarbcodes.....	93
4.2 THT - Bauteilliste.....	94
5 Links zu weiterführenden Internetseiten.....	96

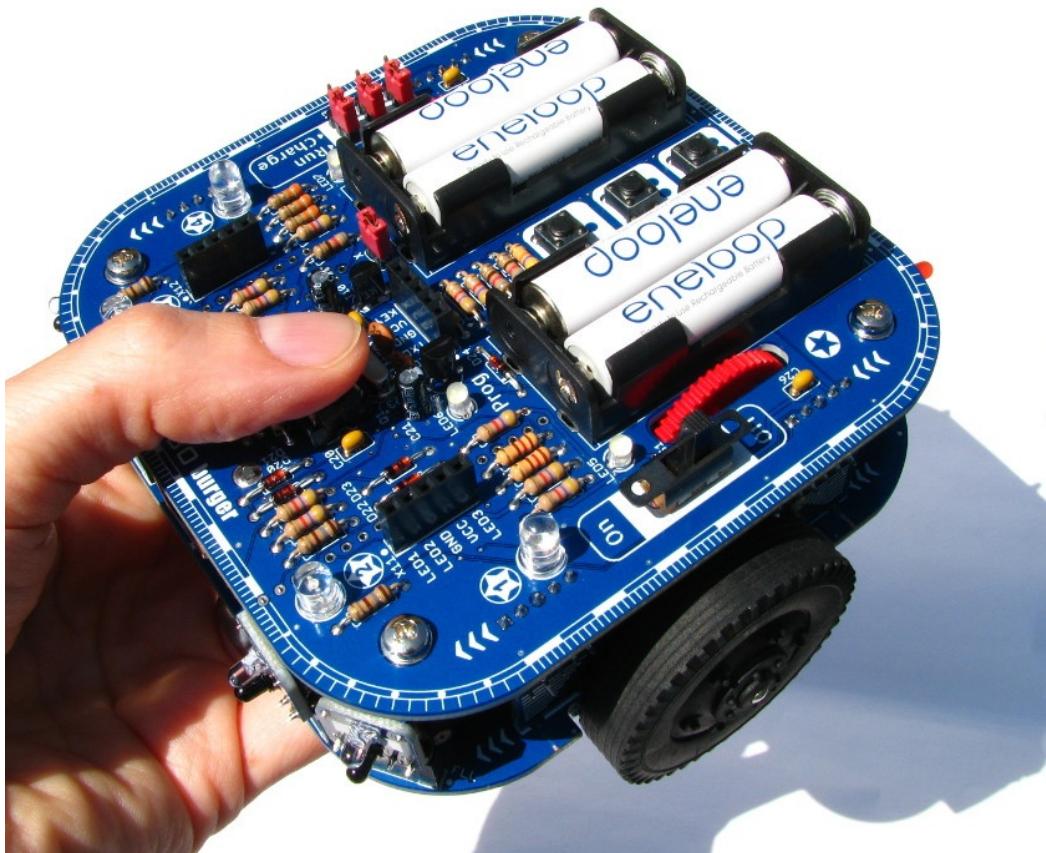
## 1 Einleitung und Überblick

Der Roboterbausatz **NIBO burger** ist ein frei programmierbarer autonomer Roboter mit **9 Sensoren**, der selbstständig auf seine Umwelt reagieren kann.

**NIBO burger** hat einen Atmel ATmega16 als Hauptcontroller, verschiedene Sensoren zur Wahrnehmung seiner Umgebung und einen integrierten USB-Programmer, der zusätzlich als Ladegerät für die Akkus dient. Auf der oberen Etage ist ein Steckplatz für **ARDUINO Shields** integriert.

Das **variable Sensor-System** des Roboters besteht aus **7 Sensor Bricks**, die in **10 Sensor Slots** gesteckt werden können. Die **3 Farb-Sensor-Bricks** ermöglichen eine Farberkennung. Mit den **4 IR-Sensor-Bricks** lassen sich verschiedene Objekte berührungslos detektieren.

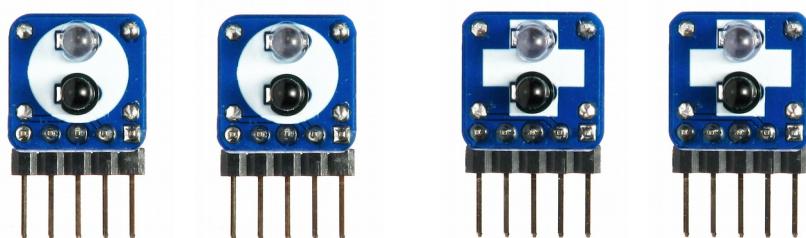
Das **Getriebe** kann in zwei verschiedenen Varianten aufgebaut werden: die **25:1** Übersetzung ermöglicht eine hohe Geschwindigkeit, die **125:1** Übersetzung ermöglicht ein präzises Fahren des Roboters.



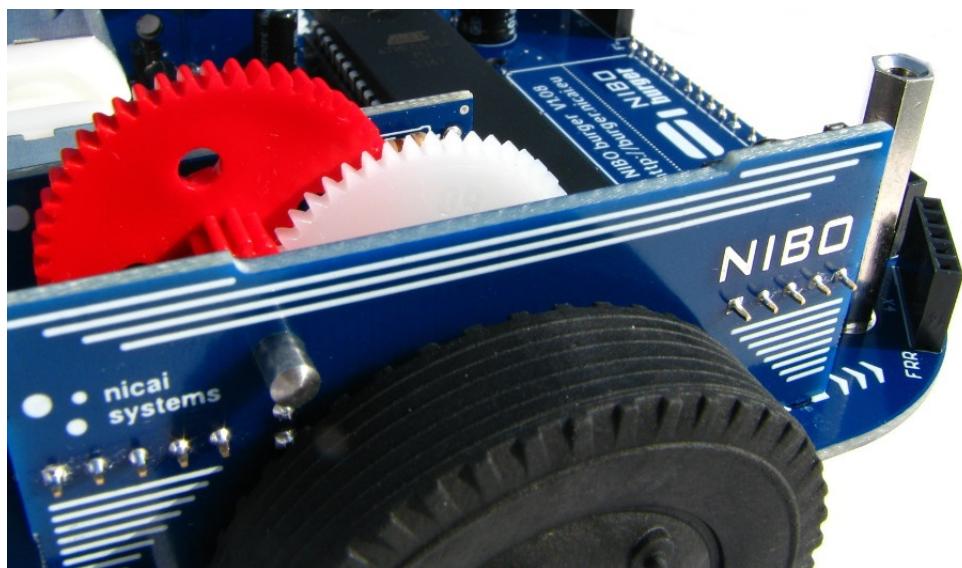
**Farb-Sensor-Bricks:**



**IR-Sensor-Bricks:**

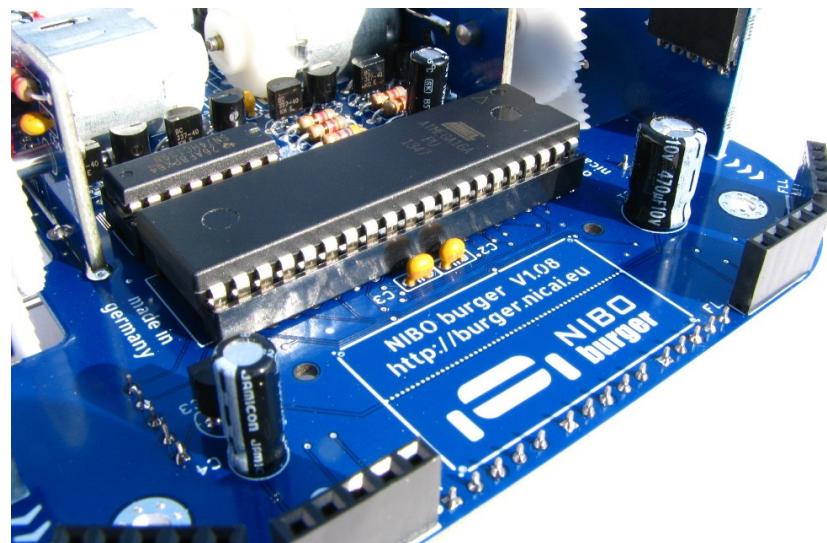


Eine Bauanleitung mit vielen Abbildungen erklärt den Zusammenbau und die erforderlichen Lötarbeiten Schritt für Schritt. Insbesondere wurde bei der Entwicklung auf eine leicht ansteuerbare Sensorik und komfortable Programmierbarkeit geachtet, so dass Anfänger schnell einen motivierenden Einstieg in die Bereiche Robotik, Programmierung und Elektronik finden.

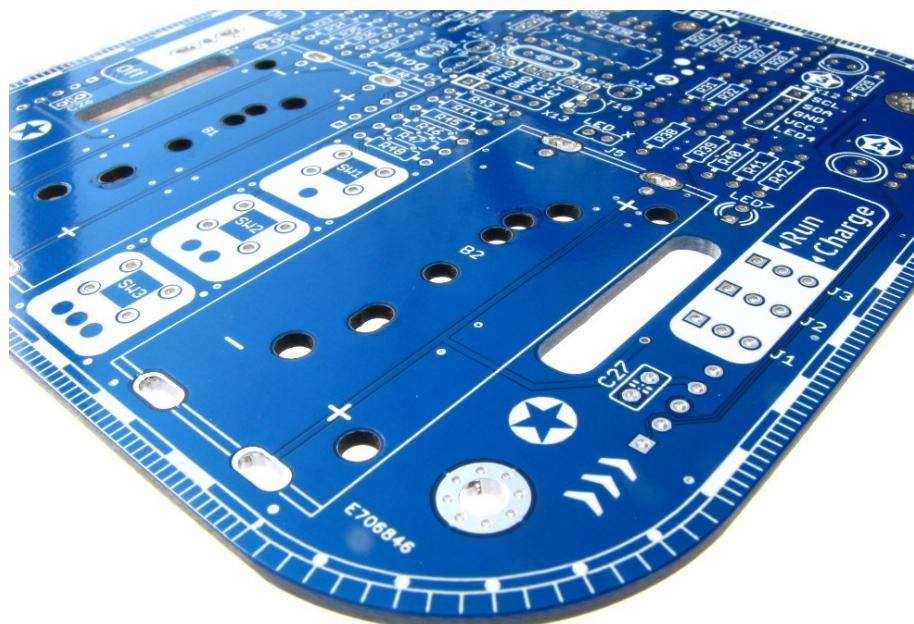


Abgerundet wird das Ganze durch die **NiboRoboLib**, einer Open Source Bibliothek in der alle wichtigen Grundfunktionen fertig implementiert zur Verfügung stehen, und durch ein Programmier-Tutorial für die ersten Schritte.

Nach dem Zusammenbau kann so direkt mit der eigenen Programmierung losgelegt werden.



Durch eine großzügige Verteilung der elektronischen Bauteile auf der Platine lässt sich der Roboter einfach löten.



## 1.1 Funktionsumfang und Ausstattung

### Technische Daten:

- Abmessungen: (B x L x H) 126 x 108 x 58 mm
- Gewicht: 295g (mit Akkus)
- Energie: 4 AAA Micro-Akkus mit je 1,2 V
- Bordspannungen: 4,8 V und 3,3V (stabilisiert)
- Abmessung der Platine: 108 x 108 mm

### Ausstattung:

- ATmega16 (16 kB Flash, 1 kB SRAM, 15 MHz)
- ATTiny44 zur Ansteuerung des integrierten USB-Programmers
- USB-Programmer mit Ladefunktion für die Akkus
- 4 frei ansteuerbare Coding-LEDs
- 3 Funktions-LEDs zur Statusanzeige
- 3 Farb-Sensor-Bricks
- 4 IR-Sensor-Bricks
- 10 Sensor-Slots als Steckplätze für die Sensor-Bricks
- 3 frei programmierbare Taster
- 2 Odometriesensoren
- Antrieb durch zwei Motoren mit 125:1 Getriebe (umrüstbar auf 25:1)
- Jumper zur Deaktivierung der Motoren – Anti Move Funktion
- 3 Erweiterungssports mit je 3 Bit (I<sup>2</sup>C, UART) für eigene Ideen/Experimente
- Open Source Bibliothek
- Footprint für ARDUINO Shields

**Applikationen:**

- Verfolgung einer Linie
- Geregelte Geradeausfahrt
- Berührungslose Rundum-Erkennung von Hindernissen
- Autonomes Verhalten
- Unterscheidung von verschiedenen Bodenbelägen
- Farberkennung
- Barcode Erkennung
- Wandverfolgung

**Features:**

- Hauptprozessor mit 16 kByte Flash-Speicher
- Programmierbar in C, C++ und Java (GNU gcc und nanoVM)

## 1.2 Antrieb

Die Fortbewegung des Roboters erfolgt mit zwei Motoren, die die Räder über ein Getriebe mit einer 125:1 bzw. 25:1 Untersetzung antreiben. Die Motoren werden von einer H-Brücke mit einem 14,7 kHz PWM-Signal angesteuert. Das PWM-Signal kann mit Hilfe der Odometriesensoren geregelt werden, wodurch eine konstante Geschwindigkeit ermöglicht wird.

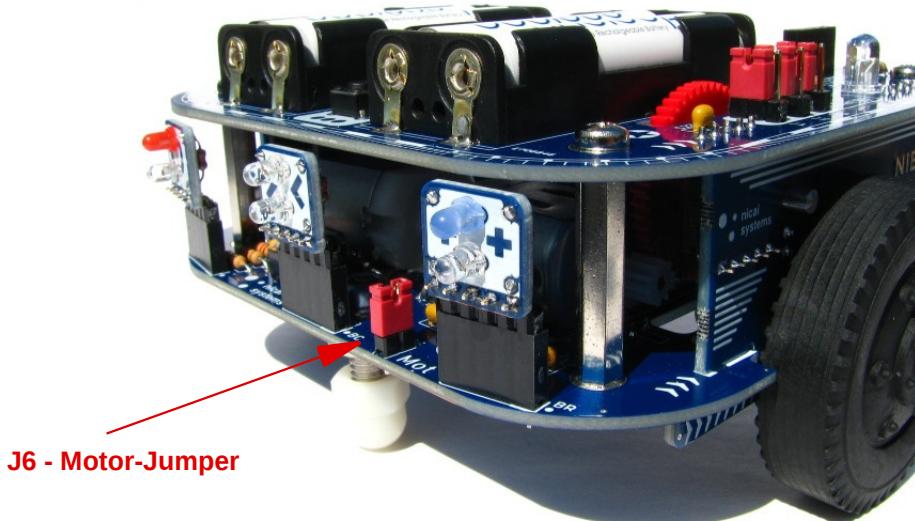
### 1.2.1 Odometrie

Die Geschwindigkeit der Räder wird mit zwei Phototransistoren und zwei IR-LEDs an den roten Zahnrädern der Getriebe gemessen. Die Geschwindigkeit ist direkt proportional zur Frequenz des Signals.

### 1.2.2 Motorbrücke

Die Motorbrücke wird zur Stromverstärkung der Mikrocontrollersignale benötigt. Der Motor bekommt vom Vierquadrantensteller eine von drei möglichen Signalkombinationen: Plus/Minus (vorwärts), Minus/Plus (rückwärts), Plus/Plus (kurzgeschlossen). Der kurzgeschlossene Betrieb (Freilauf) dient zur besseren Energieausnutzung bei der PWM-Ansteuerung, da der Strom dabei nicht gegen die Versorgungsspannung fließen muss. Zusätzlich sorgt der Freilauf für ein stabileres Drehmoment im unteren Ansteuerungsbereich.

Die **Motorbrücke** kann durch **Entfernen des Jumpers J6 (Mot)** komplett **deaktiviert** werden.



### 1.3 Sensorik

Die Sensoren ermöglichen dem Roboter die Wahrnehmung seiner Umwelt und somit eine Reaktion auf Umwelteinflüsse. Im Folgenden sind die einzelnen Sensoren beschrieben:

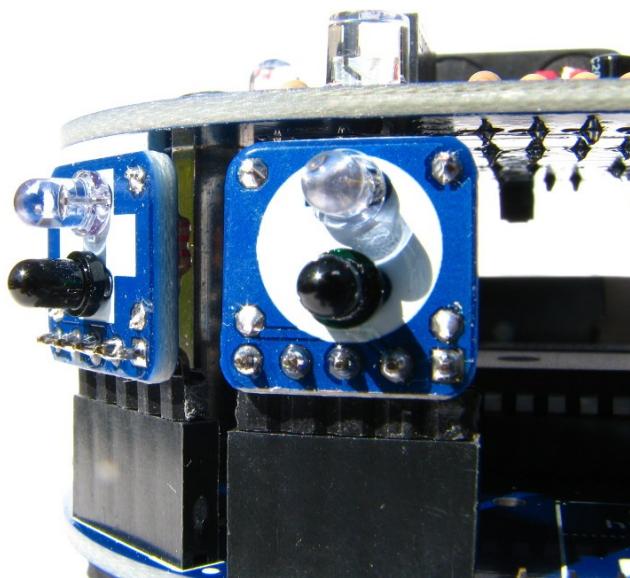
#### 1.3.1 IR-Sensor Bricks

Um Hindernisse / Objekte berührungslos erkennen zu können, ist der **NIBO burger** mit vier IR-Sensor Bricks ausgestattet. Jeder IR-Sensor Brick

besteht dabei aus einem IR-Phototransistor und einer IR-LED. Somit kann der **Reflexionsfaktor** gemessen und ausgewertet werden. Zur Vermeidung von Streulichteneinflüssen empfiehlt es sich, ein **Modulationsverfahren** anzuwenden. Dieses Verfahren ist in der *NiboRoboLib* implementiert.

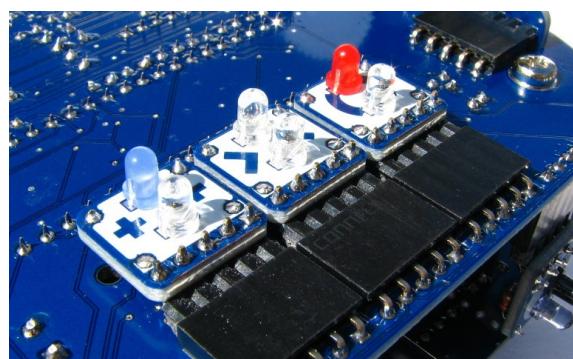
Durch das Sensor System mit **10 Sensor Slots** können die Sensor Bricks am Roboter variabel eingesetzt werden.

Es sind **verschiedene Setups** möglich: Beispielsweise kann man alle 4 Sensoren im Frontbereich einstecken, oder auch 2 Sensoren im Frontbereich und 2 Sensoren auf der Rückseite, oder auch 3 Sensoren zur Bodenanalyse verwenden.



### 1.3.2 Farb-Sensor Bricks

NIBO burger ist mit 3 Farb-Sensor Bricks (blau, grün, rot) ausgestattet:

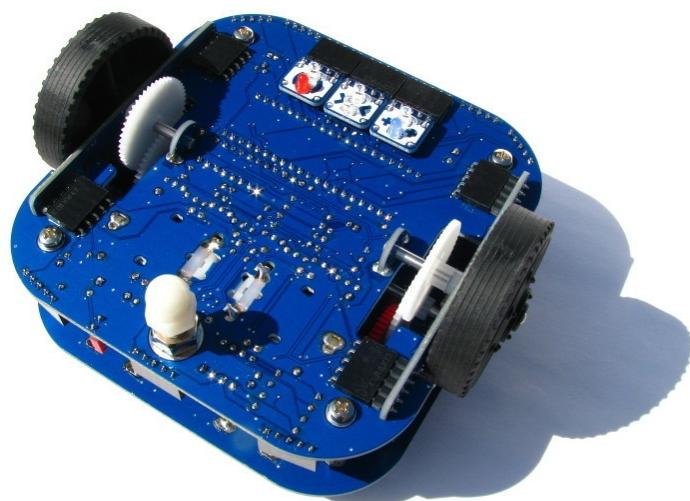


Diese können ebenso wie die IR-Sensor Bricks variabel in den 10 Sensor-Slots konfiguriert werden.

Beispielsweise können die Farb-Sensoren auf der Rückseite eingesteckt werden, um so farbige Objekte / Flächen zu untersuchen:

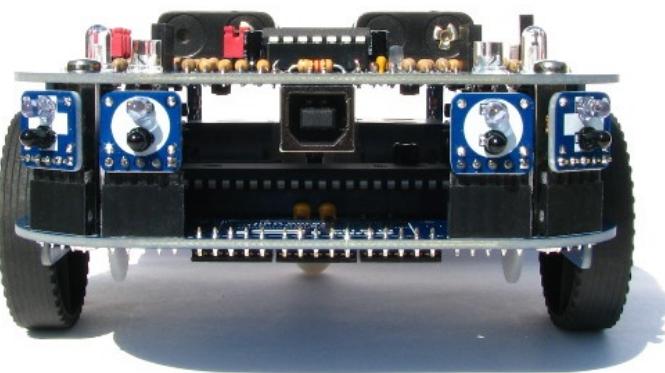


Zur Boden-Farb-Analyse können die Sensoren in die 3 Sensor Slots auf der Unterseite des Roboters gesteckt werden. Dieses Setup eignet sich auch sehr gut zum Folgen einer Linie.



## 1.4 USB-Schnittstelle

Der **NIBO burger** wird über eine USB-Schnittstelle mit einem Computer verbunden und programmiert. Zusätzlich können die Akkus über diese Schnittstelle geladen werden.



## 1.5 Schnittstellen / Erweiterungsports

Der **NIBO burger** verfügt über 3 Erweiterungsports. Jeder dieser Ports hat fünf Anschlüsse: Plus, Minus und 3 Signalbits.

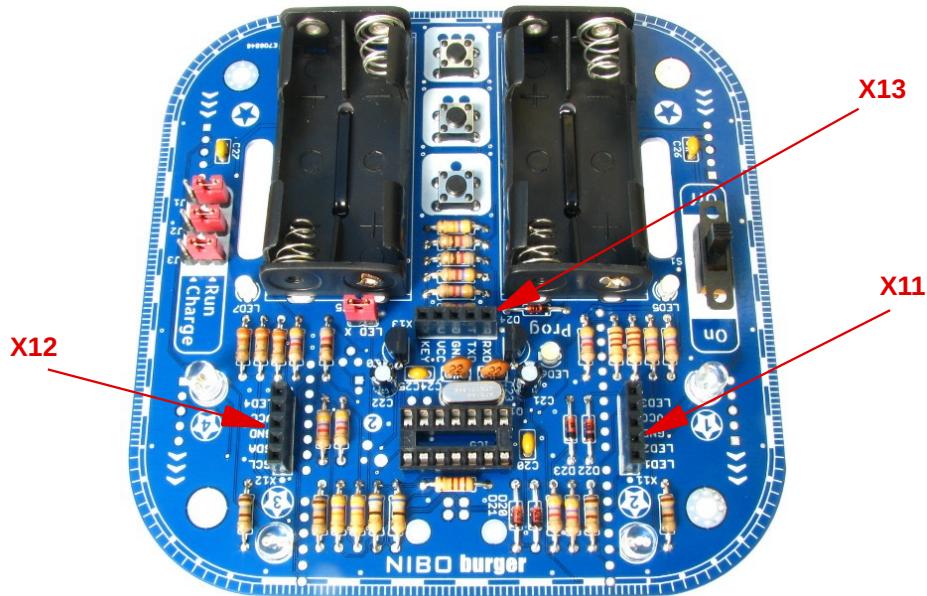
Alle Ports besitzen zusätzliche Funktionen:

Port	Signal 1	Signal 2	Signal 3	Information
X11	LED1	LED2	LED3	Digitale Schnittstelle
X12	SCL	SDA	LED4	I <sup>2</sup> C-Schnittstelle
X13	RXD	TXD	KEY	Serielle Schnittstelle

Am Port **X12** können eigene Erweiterungen mit einer I<sup>2</sup>C-Schnittstelle angeschlossen werden. Am Port **X13** können Erweiterungen mit einer seriellen Schnittstelle angeschlossen werden.

Die Signale **LED1 – LED4** können nach der Entfernung von Jumper J5 (**LED\_X**) frei für eigene Zwecke verwendet werden.

Das **KEY** Signal kann als analoger Eingang verwendet werden, solange keine der Tasten SW1 – SW3 gedrückt werden.



## 1.6 Sonstige Hardwarekomponenten

### 1.6.1 Frei programmierbare Coding-LEDs

Die zwei roten LEDs (*LED 1* und *LED 4*) und die zwei blauen LEDs (*LED 2* und *LED 3*) können von selbst erstellten Programmen frei angesteuert und verwendet werden.



### 1.6.2 Funktions-LEDs

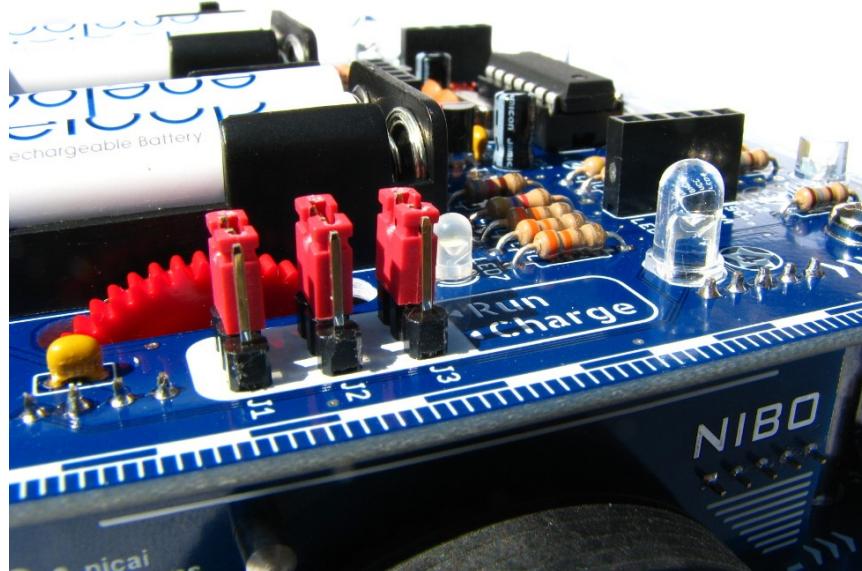
Die kleinen weißen LEDs dienen zur Funktionsanzeige. Die Funktionen sind in folgender Tabelle aufgeführt:

<b>LED 5</b>	<b>Betriebsanzeige</b> : leuchtet solange der <b>NIBO burger</b> eingeschaltet ist
<b>LED 6</b>	<b>Programmierung</b> : leuchtet während des Programmievorgangs
<b>LED 7</b>	<b>Ladeanzeige</b> : leuchtet während des Ladevorgangs

### 1.6.3 Spannungsschalter / Ladebetrieb

Der Spannungsschalter **S1** trennt die Akkuspannung von der Schaltung und ermöglicht in Verbindung mit den Jumfern J1, J2 und J3 das Laden der Akkus (siehe Kapitel 3.7).

Normaler Betrieb (RUN):



## 2 Montage des Roboters

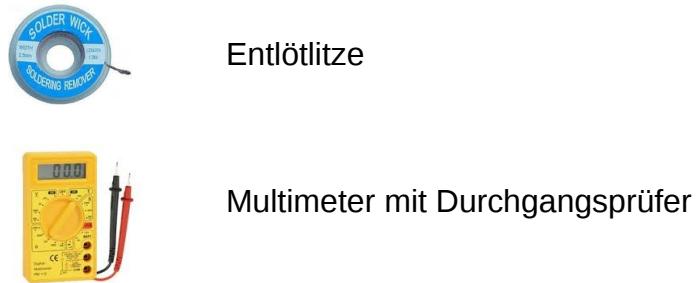
Der folgende Abschnitt beschreibt den Zusammenbau des Roboters. Am besten lesen Sie das Kapitel erst komplett durch, bevor Sie mit dem Zusammenbau beginnen!

### 2.1 Erforderliches Werkzeug

Für die Montage des NIBO burger werden folgende Werkzeuge benötigt:



**Falls** nach dem Zusammenbau Fehler festgestellt werden, ist folgendes Werkzeug zusätzlich nützlich:

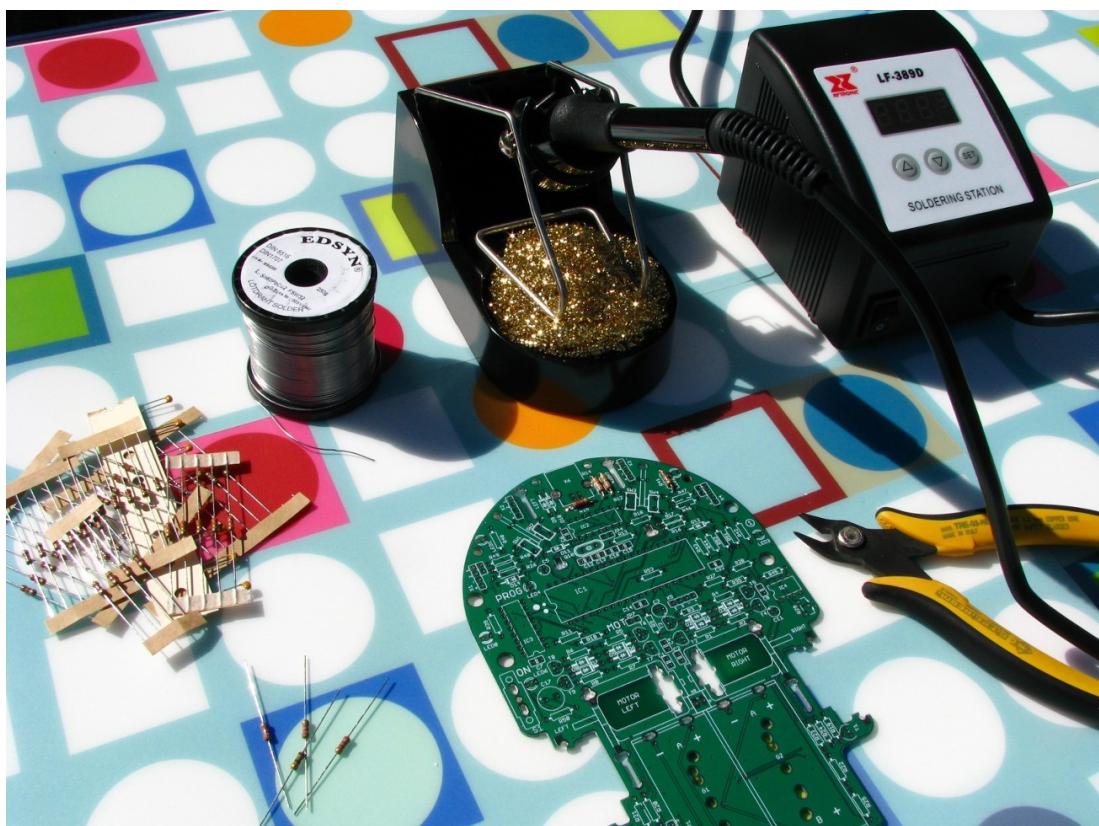


## 2.2 Löten

Zum Löten verwendet man am besten eine **geregelte** Lötstation mit **mindestens 50 Watt** und feiner Spitze.

**Hinweis:** Das Wort „geregelt“ sollte auf jeden Fall im Beschreibungstext der Lötstation aufgeführt sein. Eine geregelte Lötstation bedeutet, dass diese „weiß“, welche Temperatur die Lötkolbenspitze genau hat, und so bei Bedarf sofort nachregeln kann. Dadurch gibt es keinen Temperaturabfall während des Lötvorganges, was enorm hilfreich ist!

Man wählt in etwa eine Temperatur von 370 °C, je nach Lötstation kann das auch bis zu 400 °C variieren. Am besten probiert man dies aus. Als Lötdraht sollten Sie flussmittelhaltiges Elektroniklötzinn mit einem Durchmesser von 0,5 mm verwenden. Für Anfänger empfiehlt es sich, bleihaltiges Lötzinn (**SN60PB40**) zu verwenden.



Das Löten sollte in etwa so aussehen:

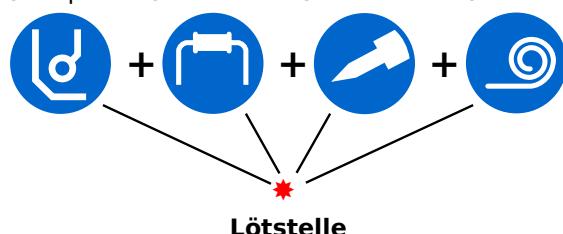
 **Video „Löten in 30 Sekunden“** <http://www.nicai.eu/soldering>

Falls der Lötvorgang nicht so funktioniert, wie im Video zu sehen ist, dann überprüft man am besten das eigene Lötequipment und/oder holt sich sachkundige Hilfe.

Die Lötzeit sollte nur Sekunden (nicht Minuten!) betragen, da die meisten Bauteile empfindlich auf die hohe Temperatur reagieren. Bei **besonders** hitzeempfindlichen Bauteilen geht man wie folgt vor: Man lötet zunächst 3-5 Sekunden, sollte die Lötstelle anschließend noch nicht ausreichend sein, lässt man das Bauteil wieder abkühlen und lötet anschließend noch einmal 3-5 Sekunden. Besonders hitzeempfindlich sind die optischen Bauelemente (LEDs, IR-LEDs und Phototransistoren).

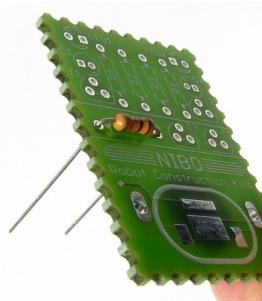
Wesentliche Komponenten beim Löten:

- ① Lötpad    ② Beinchen    ③ Lötkolben    ④ Lötzinn

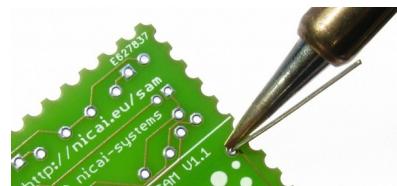


#### Vorgehen:

Zunächst steckt man das gewünschte Bauteil in die vorgesehenen Lötpads der Platine. Bei **einigen** Bauteilen muss hierbei auf die korrekte **Polarität** geachtet werden, das heißt, es ist wichtig, welches Beinchen in welches Lötpad gehört!



Jetzt erhitzt man von der **Unterseite** der Platine mit der Lötkolbenspitze **gleichzeitig** das **Lötpad** und das **Bauteilbeinchen**:



Dann hält man **zusätzlich** das **Lötzinn** an das Lötpad. Wenn alles heiß genug ist, schmilzt das Lötzinn und verbindet so das Beinchen mit dem Lötpad:

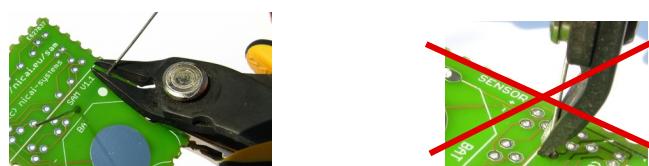


Die fertige Lötstelle sollte in etwa so aussehen:



Das Bauteilbeinchen muss fest fixiert am Lötpad sein. Wackelt dort noch etwas, muss erneut gelötet werden!

Nun wird mit einem kleinen Seitenschneider das überstehende Beinchen abgetrennt. Dabei wird die Zange **parallel** zur Platine gehalten, um keine Leiterbahnen zu durchtrennen:



**Fertige Lötstelle:**

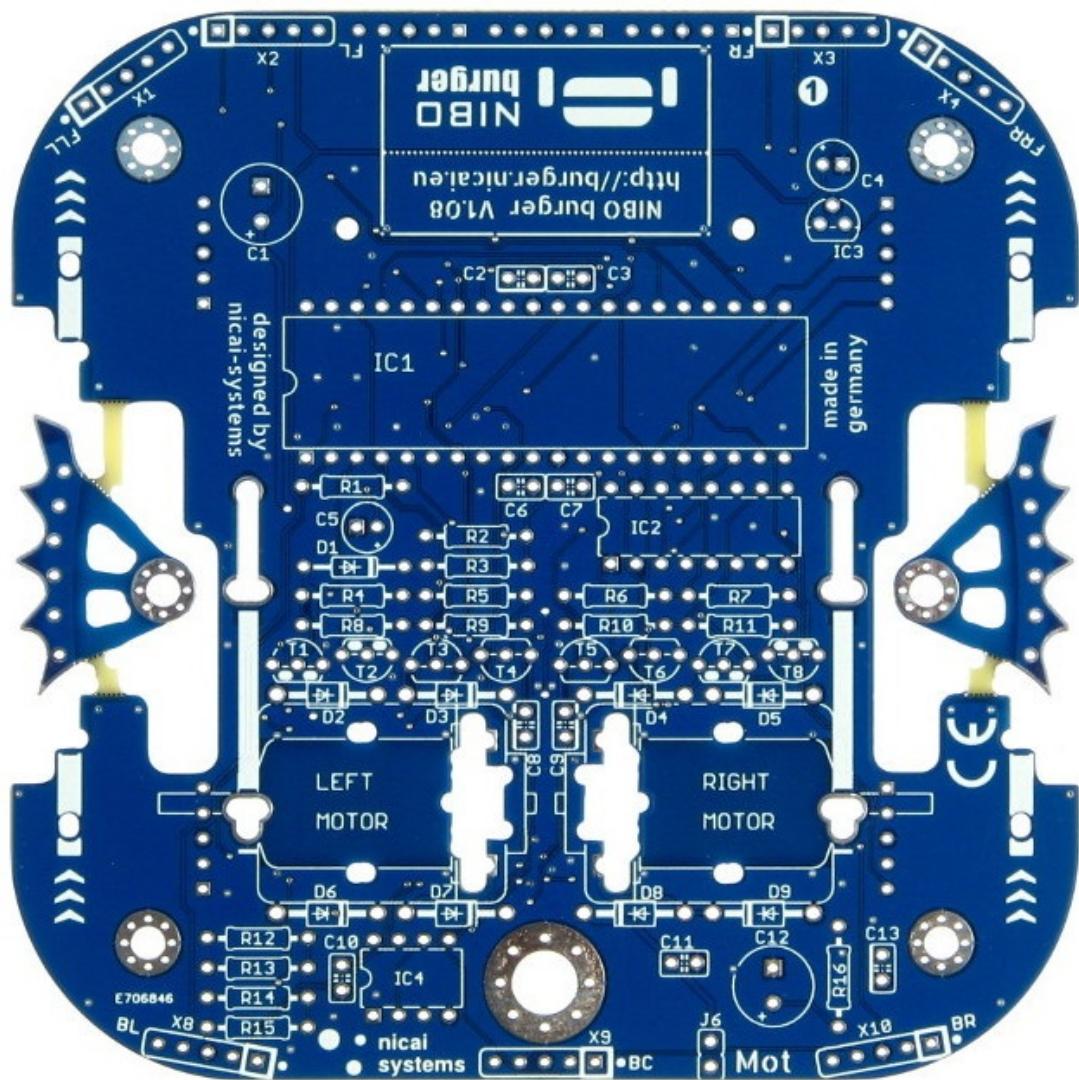


**Hinweis:** Lötdämpfe nicht einatmen & nach dem Löten Hände waschen!

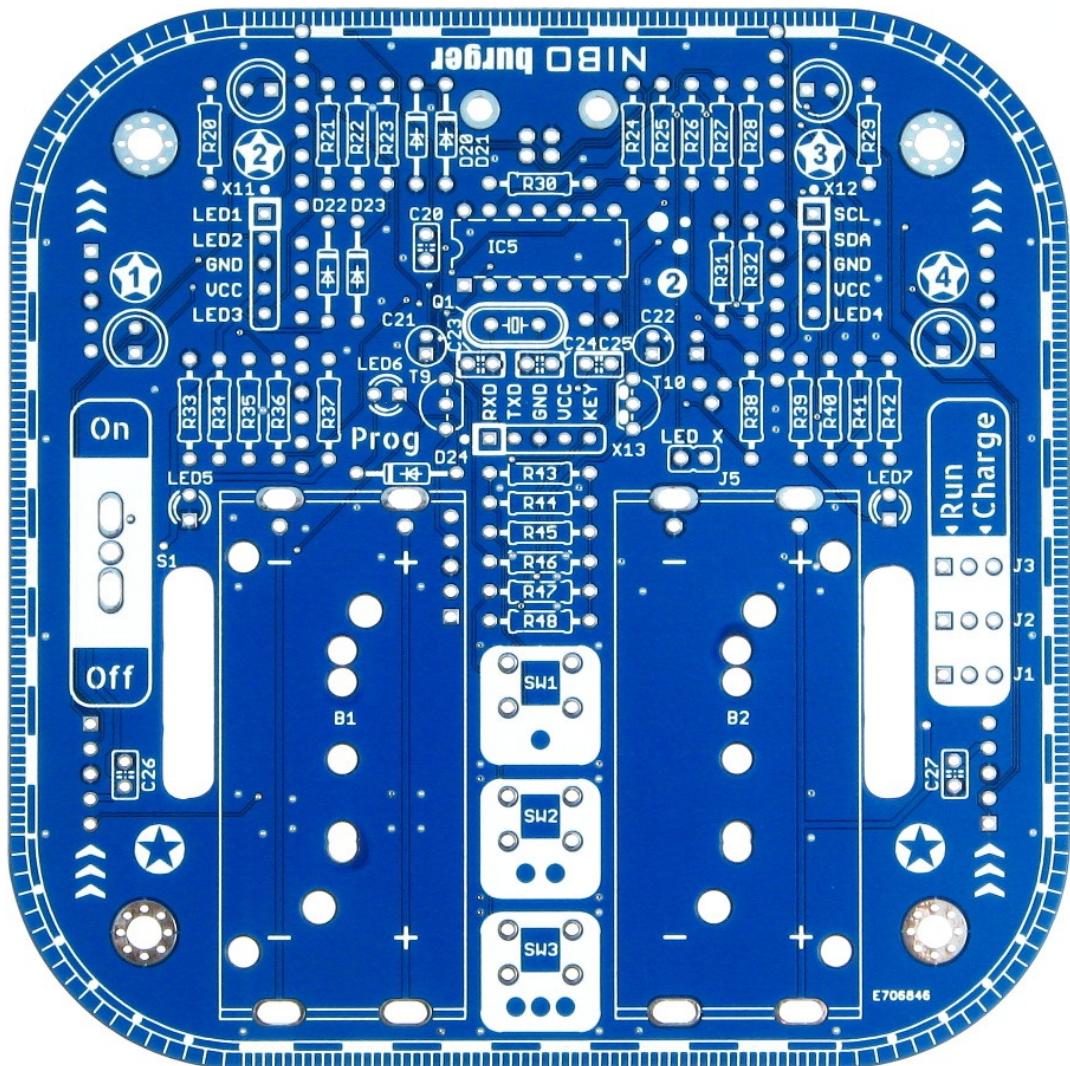
## 2.3 Bestückung der Platinen

In diesem Abschnitt wird die Bestückung der Platten mit den elektronischen Bauteilen beschrieben. Zunächst ein Überblick der Rohplatten:

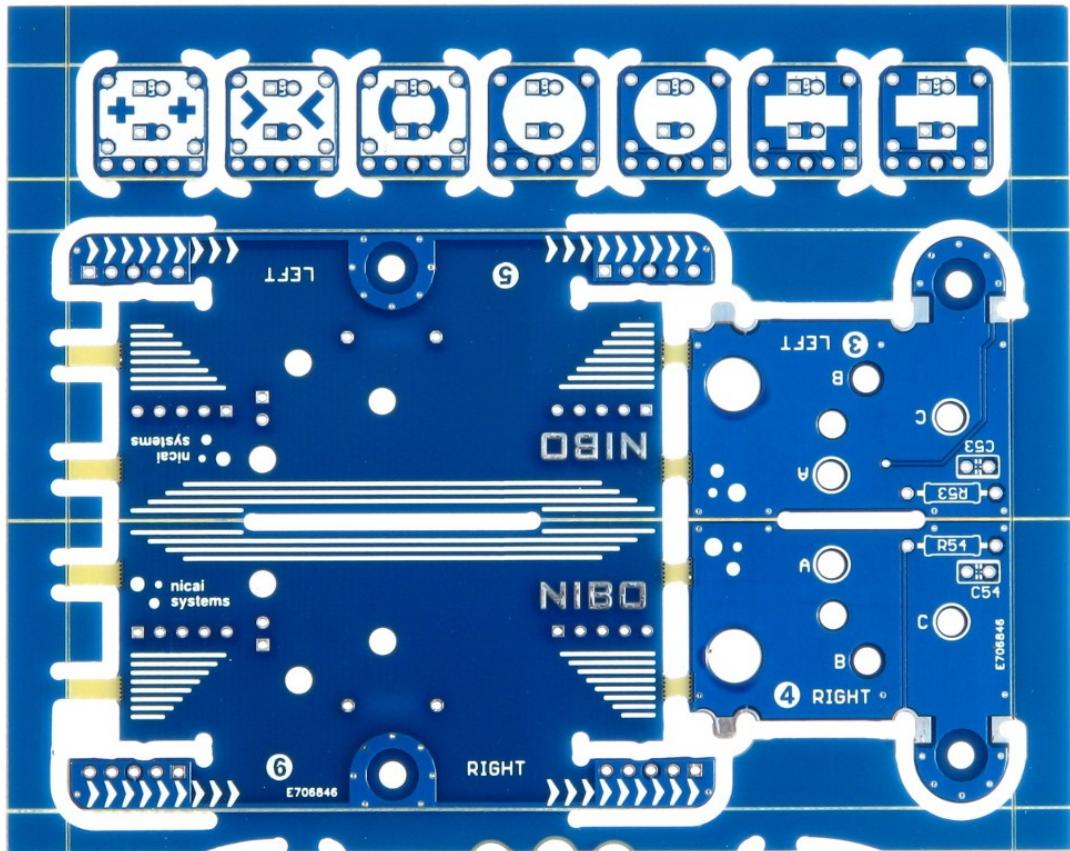
Platine ① - Erste Etage:



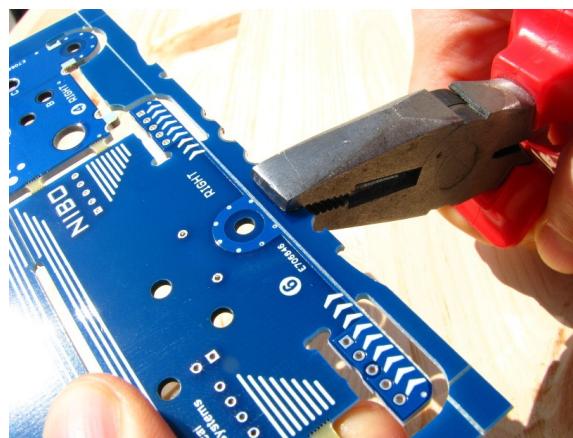
Platine ② - Zweite Etage:



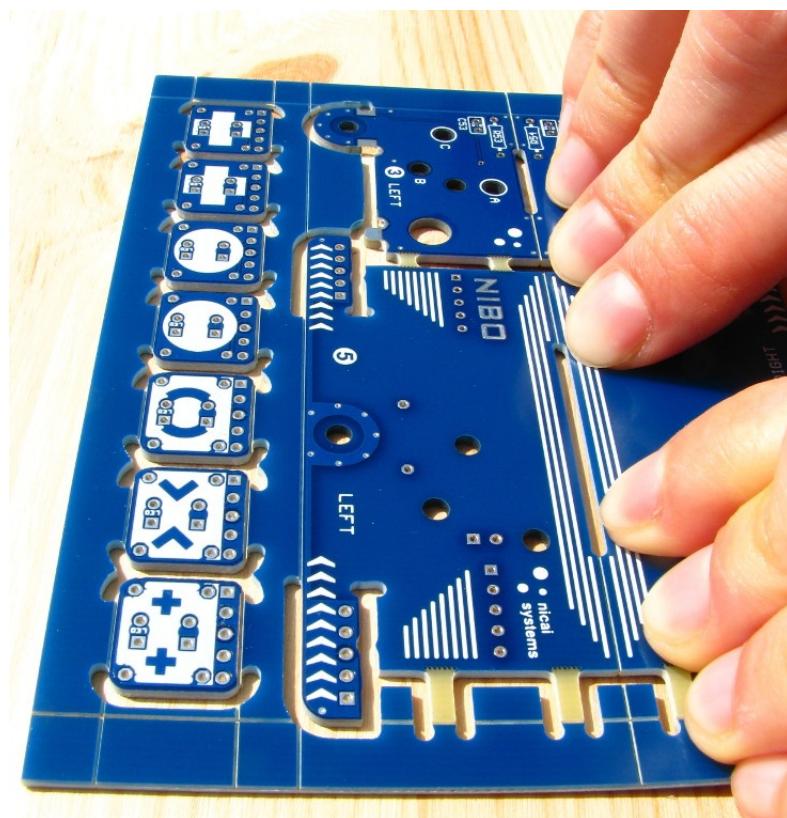
Platinen ③, ④, ⑤, ⑥ und die Sensor Bricks:



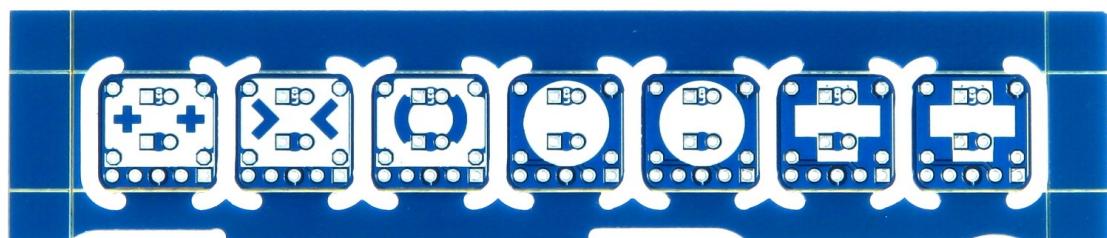
Die Platinen ③ - ⑥ (**NICHT die Sensor Bricks!**) müssen zunächst z.B. mittels einer Kombizange aus dem Rahmen heraus gebrochen und voneinander getrennt werden:



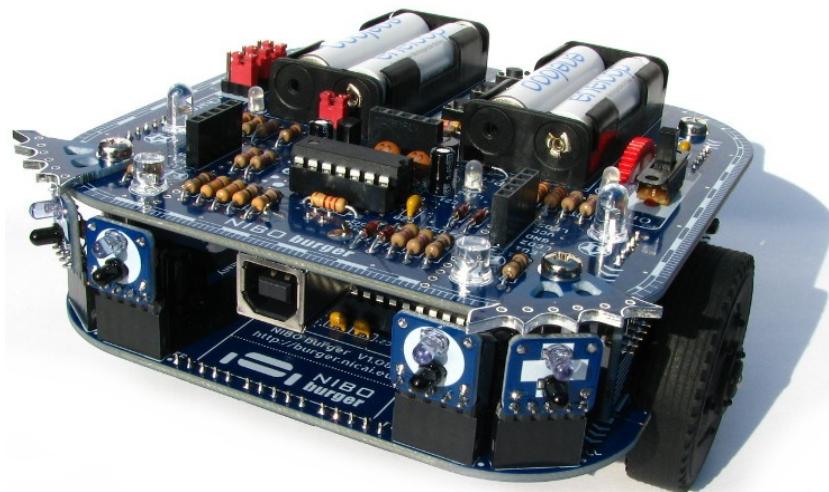
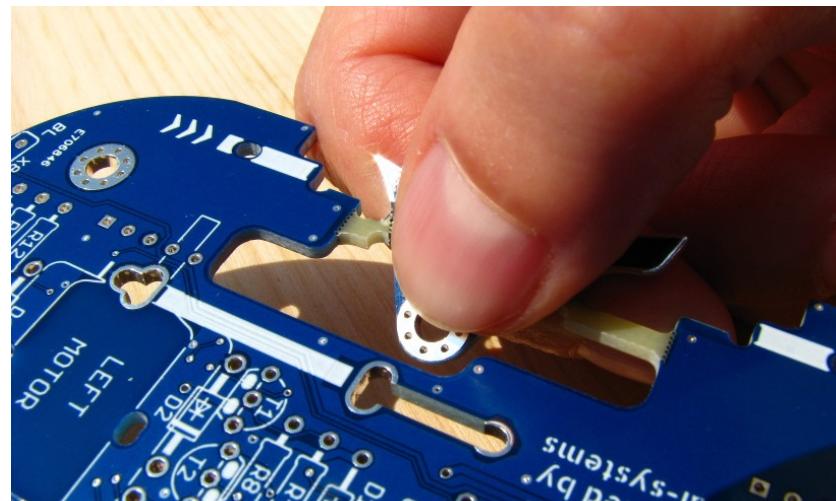
Um die einzelnen Platinen nicht mit der Kombizange zu beschädigen, kann man die mittlere Trennung vorsichtig auf einer ebenen Fläche ohne Zange machen:



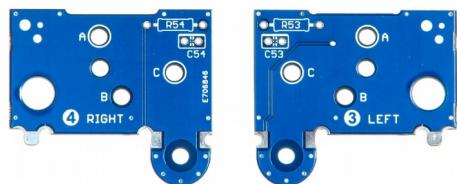
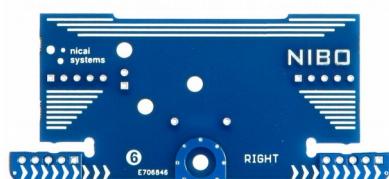
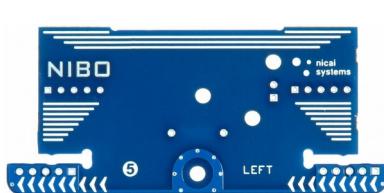
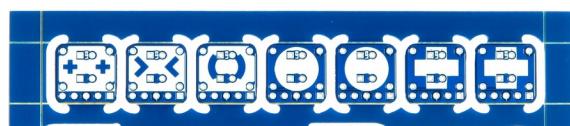
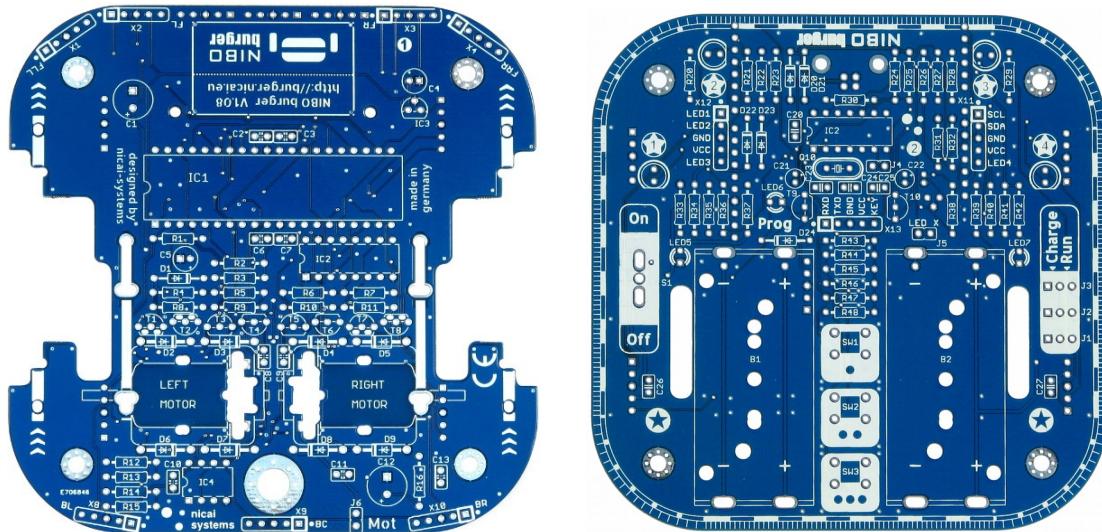
**Tip:** Wenn man die Sensor Bricks Platinen zunächst **nicht** vereinzelt, hat man es später beim Einlöten der Bauteile wesentlich leichter:



Die „Wings“ dienen zur Verzierung und zum Schutz der vorderen Sensoren und können durch einfaches Drehen aus Platine ① herausgelöst werden:



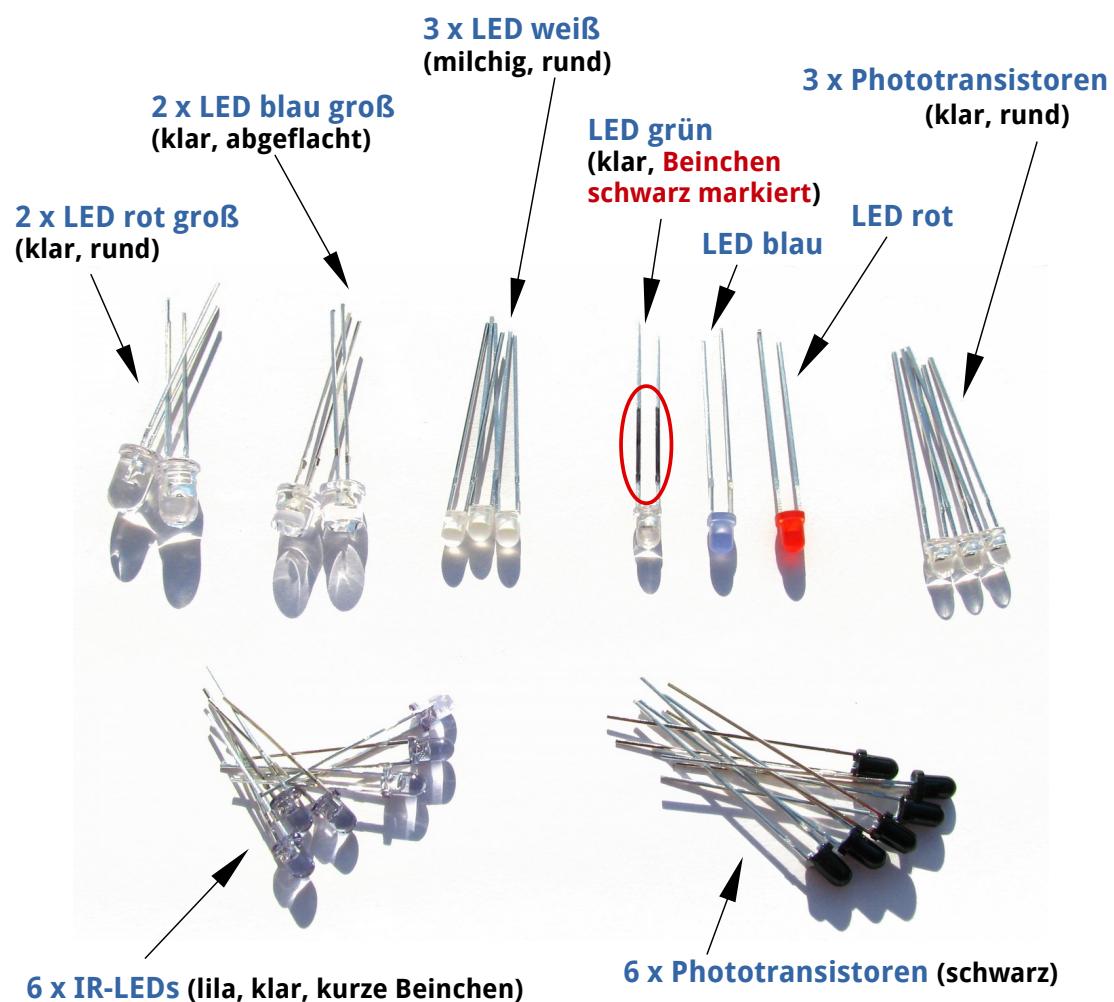
Insgesamt erhält man folgende Platinenteile:



## 2.3.1 Vorbereitende Arbeiten

### 2.3.1.1 Übersicht der optoelektronischen Bauelemente

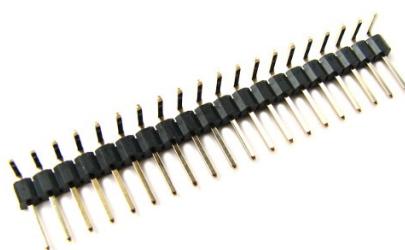
Da die optoelektronischen Bauelemente teilweise sehr **ähnlich aussehen**, sollten sie zunächst anhand der folgenden Übersicht **sortiert** werden:



### 2.3.1.2 Vereinzeln der Steckleisten

Dem Bausatz liegen **zwei Sorten** Steckleisten bei, aus denen vor dem Zusammenbau 5-polige Stecker hergestellt werden:

**Sorte A: Abgewinkelte Leisten:**



**Sorte B: Gerade Leisten:**



Da **alle Stecker 5-polig** werden müssen, zählt man 5 Kontakte ab und bricht die Leiste dann z.B. mit den Daumennägeln an der richtigen Stelle:



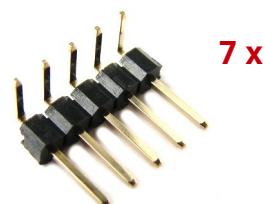
**Tip:** Um sich nicht zu verzählen, kann man vor dem Brechen eine 5-polige Buchse aufstecken.

Der Kunststoff lässt sich leicht brechen:

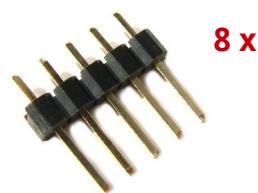


Insgesamt benötigen wir:

**7 abgewinkelte 5-polige Stecker**



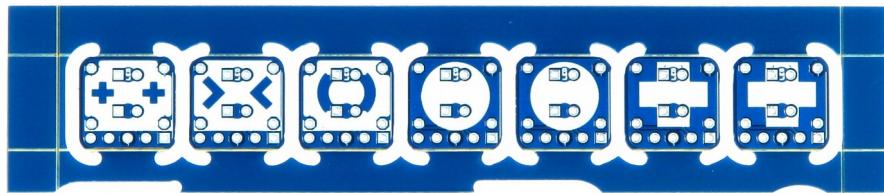
und **8 gerade 5-polige Stecker**



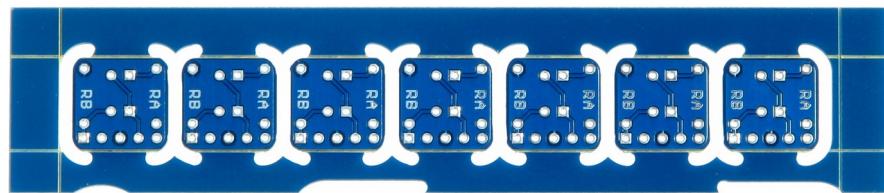
### 2.3.2 Bestückung der Sensor Bricks

Zunächst werden die Sensor Bricks mit jeweils zwei Widerständen und zwei optoelektronischen Bauteilen bestückt.

Platinen **Oberseiten** (mit Aufdruck):



Platinen **Unterseiten** (ohne Aufdruck):

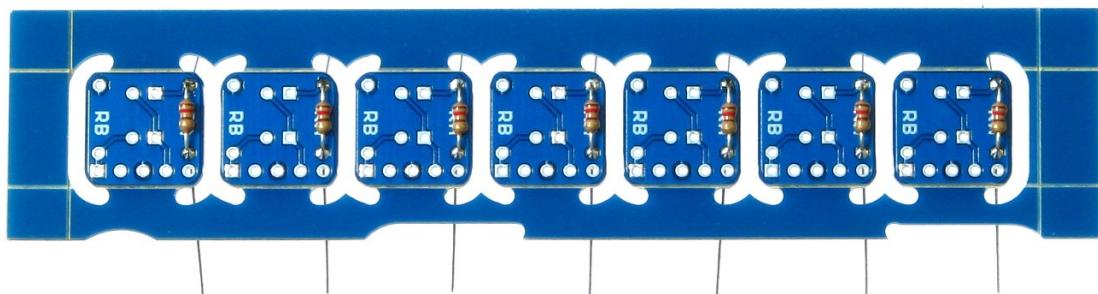


#### 2.3.2.1 Bestückung der Platinen Unterseiten



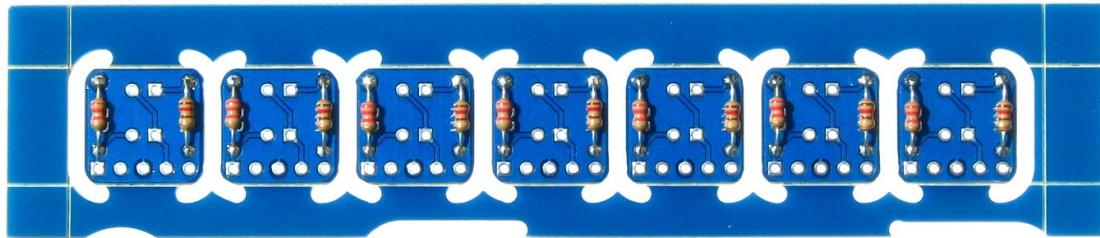
In die Lötpads **RA** werden die **kleinen Miniatur!!**-Widerstände mit dem Wert 120  $\Omega$  (Farbcode: braun-rot-braun- (gold)) eingelötet:

**ACHTUNG:** 120  $\Omega$  gibt es auch in groß!!!





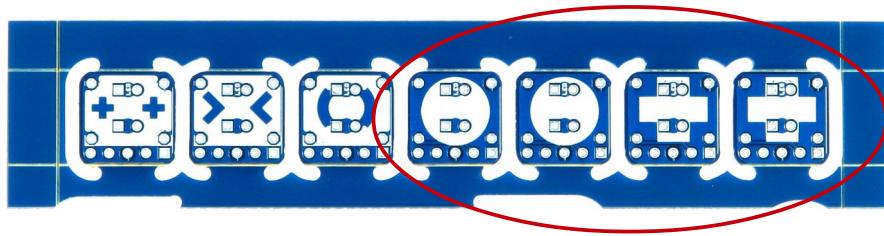
In die Lötpads **RB** werden die **kleinen Miniatur!!**-Widerstände mit dem Wert  $2,2\text{ k}\Omega$  (*Farbcodes*: rot-rot-rot- (gold)) eingelötet:



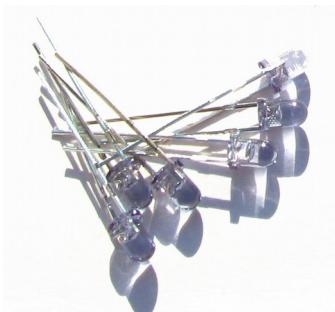
### 2.3.2.2 Bestückung der Platinen Oberseiten

#### Teil 1: IR-Sensor Bricks

Jetzt werden zunächst die IR-Sensor Bricks von der **Platinen-Oberseite** bestückt:



**IR-Sensor Bricks**



In die **oberen** Lötpads (Kennzeichnung **LED**) werden vier IR-LEDs eingelötet.

Dabei muss die **Polarität** beachtet werden:

Das **kurze Beinchen** muss in das **rechteckige Lötpad!**



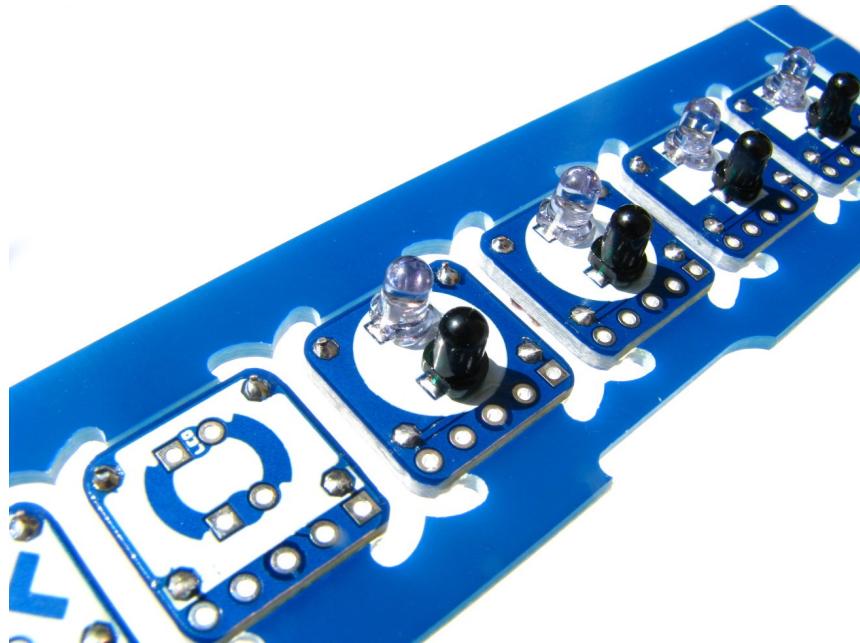
In die **unteren** Lötpads werden vier schwarzen Photo-Transistoren eingelötet.

Dabei muss die **Polarität** beachtet werden:

Das **kurze Beinchen** muss in das **rechteckige Lötpad!**

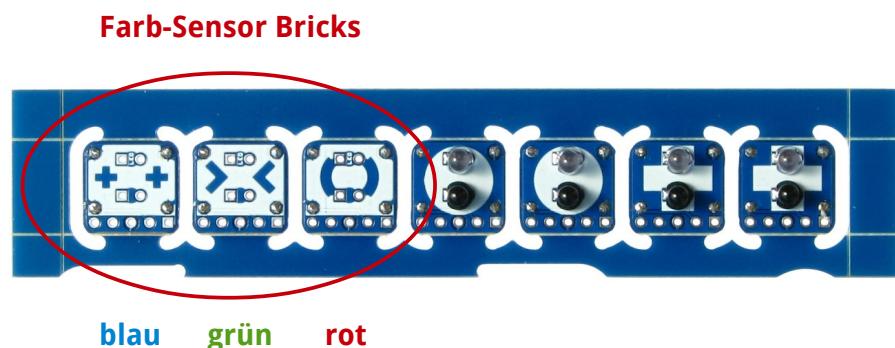


Das Ergebnis sollte in etwa so aussehen:



## Teil 2: Farb-Sensor Bricks

Jetzt werden zunächst die Farb-Sensor Bricks von der **Platinen-Oberseite** bestückt:



In die **oberen** Lötpads (Kennzeichnung **LED**) werden die blaue, die grüne und die rote LED eingelötet.

Dabei muss die **Polarität** beachtet werden:

Das **kurze Beinchen** muss in das **rechteckige Lötpad**!

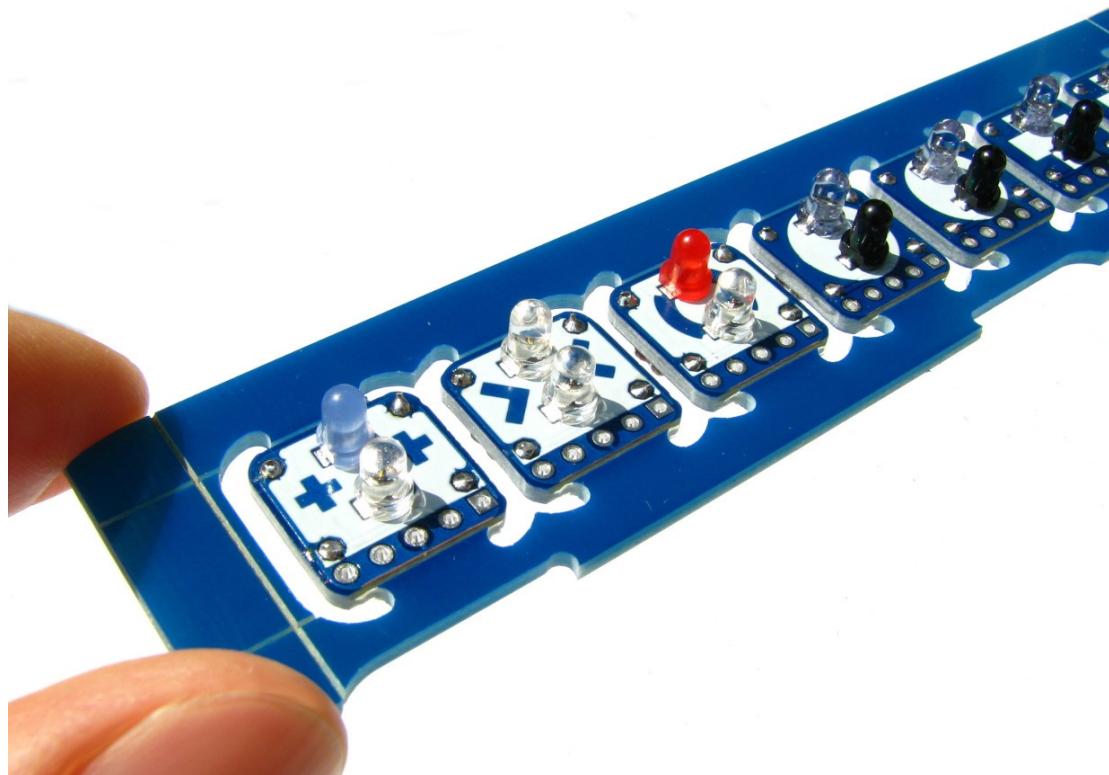


In die **unteren** Lötpads werden drei **klare** Phototransistoren eingelötet.

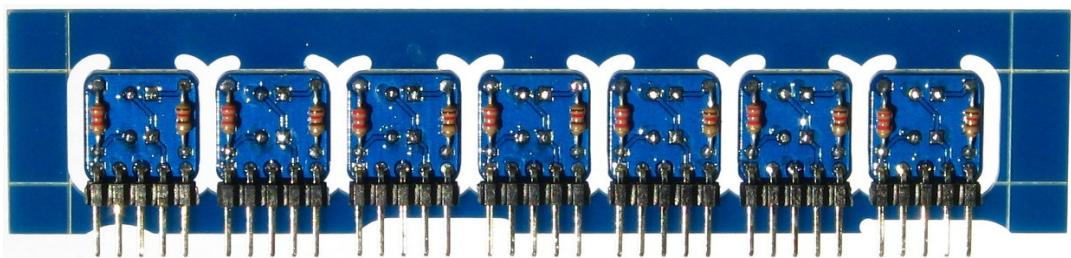
Dabei muss die **Polarität** beachtet werden:

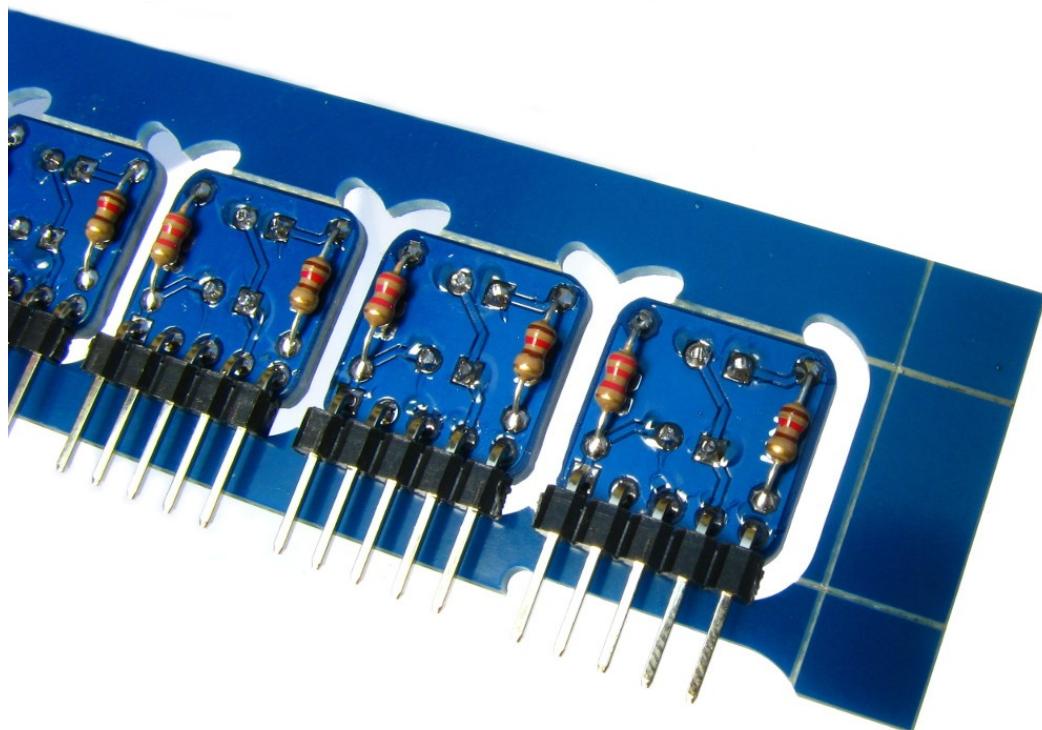
Das **kurze Beinchen** muss in das **rechteckige Lötpad**!

Das Ergebnis sollte in etwa so aussehen:



Jetzt werden noch alle Sensor Bricks von der **Unterseite** mit den 5-poligen Steckern bestückt.

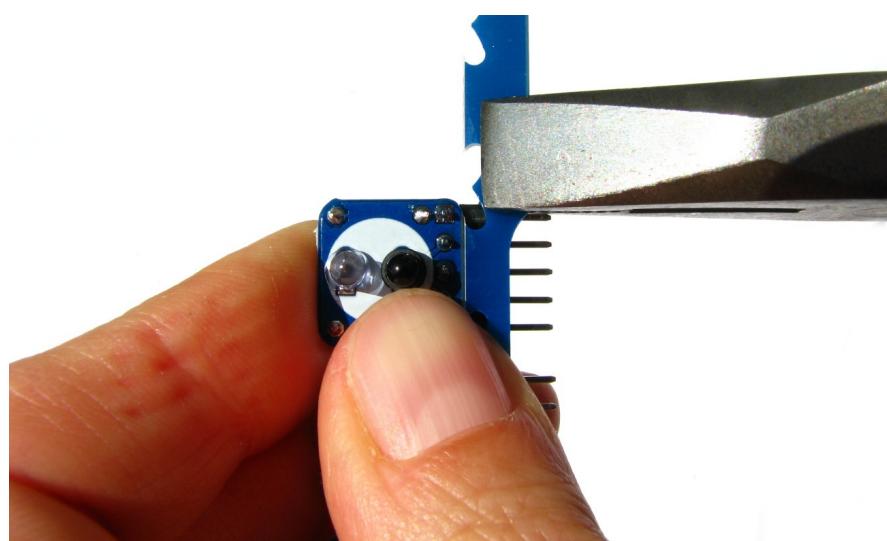
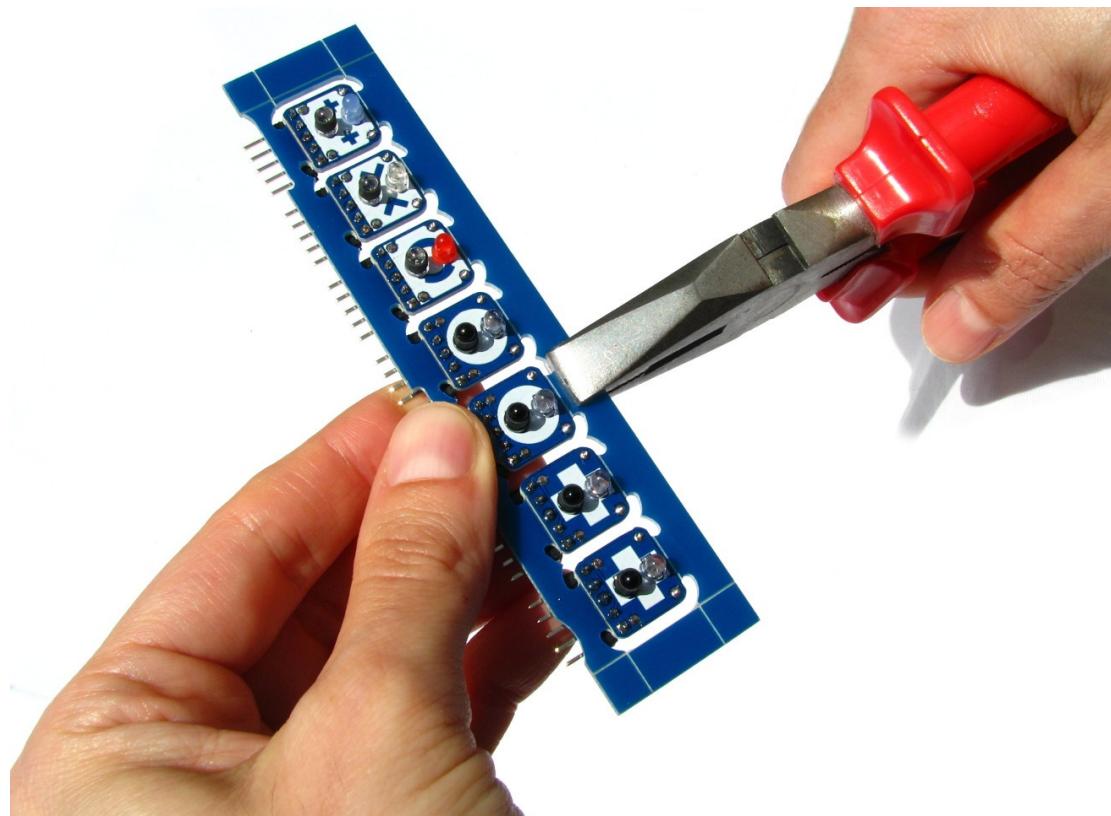




Für optimale Sensorwerte empfiehlt es sich, **alle Phototransistoren** abschließend mit 3mm breiten Schrumpfschlauch-Stücken einzuschrumpfen:



Nun können die einzelnen Sensor Bricks aus dem Rahmen herausgetrennt werden:

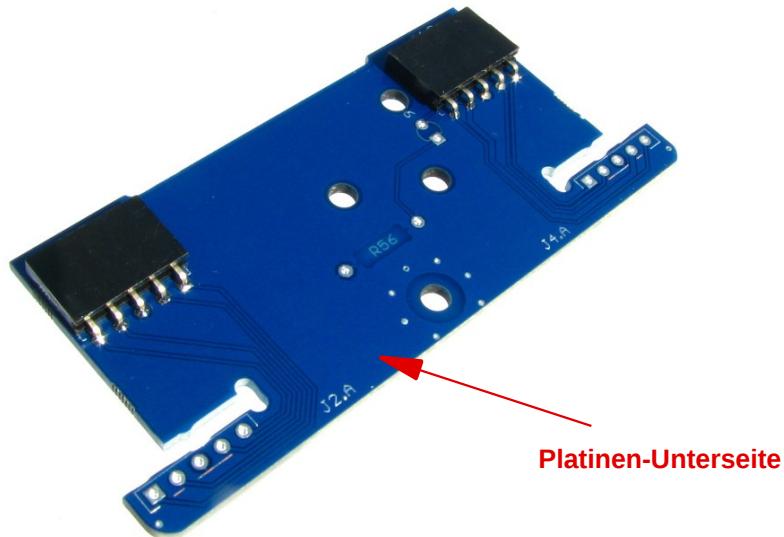


### 2.3.3 Bestückung der Platinen ⑤ und ⑥

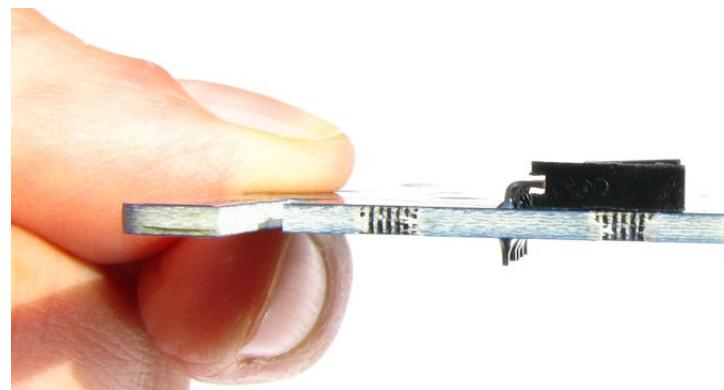
In diesem Kapitel werden die beiden Seitenteile des NIBO burger mit Bauteilen bestückt. **Alle** Bauteile werden auf den **Platinen-Unterseiten** bestückt:



Zuerst werden vier 5-polige Buchsen mit den abgewinkelten Kontakten von der Platinen-**Unterseite** in die Lötstellen **J1.B**, **J2.B**, **J3.B** und **J4.B** eingesteckt und von der Oberseite fest gelötet:



Die Buchsen sollten möglichst flach auf den Platinen aufliegen:





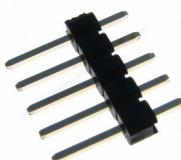
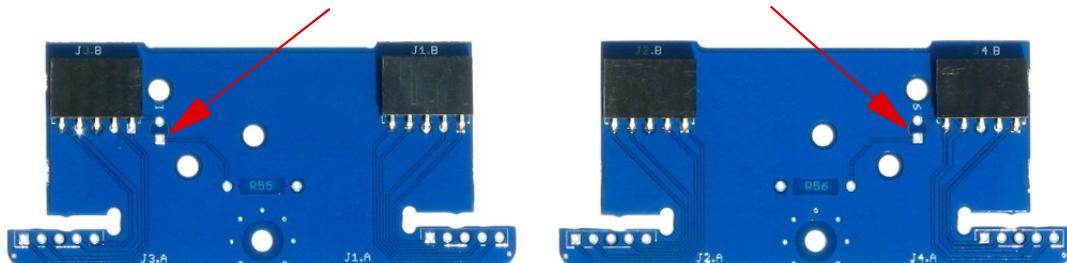
In die Lötpads **R55** und **R56** werden nun auf der Platinen-**Unterseite** Widerstände mit dem Wert **180  $\Omega$**  (Farbcode: braun-grau-braun- (gold)) eingelötet.



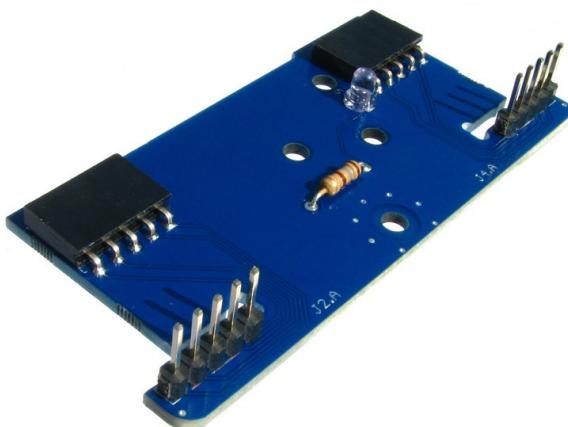
In die markierten Lötpads (siehe Fotos) wird jeweils eine IR-LED (lila) eingelötet.

Dabei muss die **Polarität** beachtet werden:

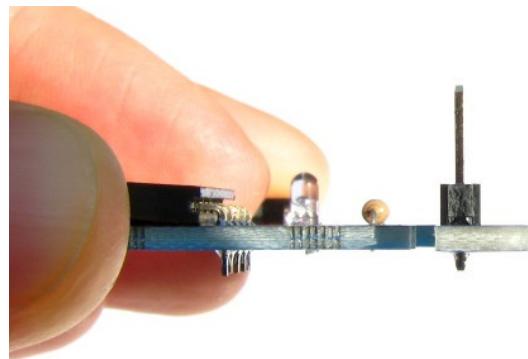
Das **kurze Beinchen** muss in das **rechteckige Lötpad!**



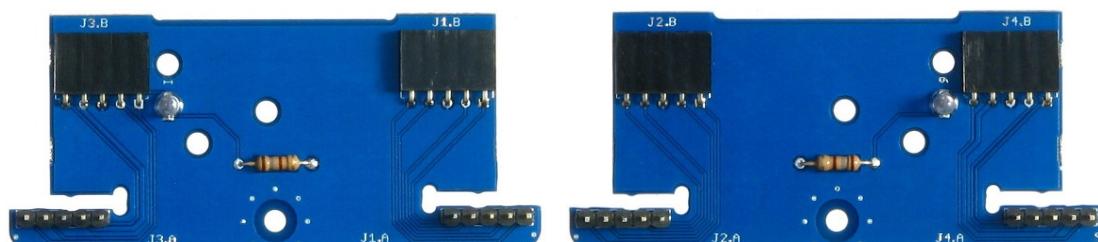
Abschließend werden noch vier 5-polige Stecker (mit den geraden Kontakten) von der Platinen-**Unterseite** in die Lötstellen **J1.A**, **J2.A**, **J3.A** und **J4.A** eingesteckt und von der Oberseite fest gelötet:



Damit die Seitenteile später optimal mit den anderen Platinen zusammengesteckt werden können, sollten die Stecker möglichst **senkrecht** auf der Platine eingelötet werden:



#### Fertige Platinen-Unterseiten:



#### Fertige Platinen-Oberseiten:



### 2.3.4 Bestückung der Platinen ③ und ④

Die Platinen ③ und ④ werden von der Unterseite **und** von der Oberseite bestückt. Wir beginnen mit der Platinen-**Unterseite**:



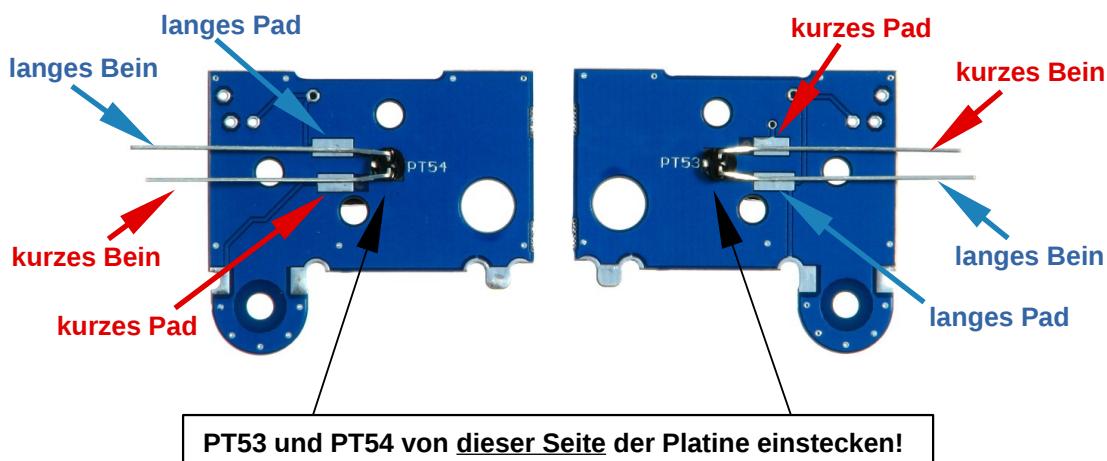
In die Lötpads **PT53** und **PT54** wird jeweils ein schwarzer Photo-Transistor eingelötet.

Dabei muss die **Polarität** beachtet werden:

Das **kurze Beinchen** muss in das **rechteckige Lötpad!**

**PT53** und **PT54** dienen zur Messung der Motordrehzahl. Die Phototransistoren werden **von der Platinen-UNTERSEITE** so durch das Loch gesteckt, dass das **kürzere** Beinchen auf dem **kürzeren** der beiden Lötpads eingelötet werden kann. (**Falls** die Phototransistoren nicht durch die Bohrung passen, muss das Loch mit einem 3mm Bohrer um **wenige hundertstel mm** geweitet werden).

Anschließend werden die Beinchen in Richtung der Lötpads umgebogen:



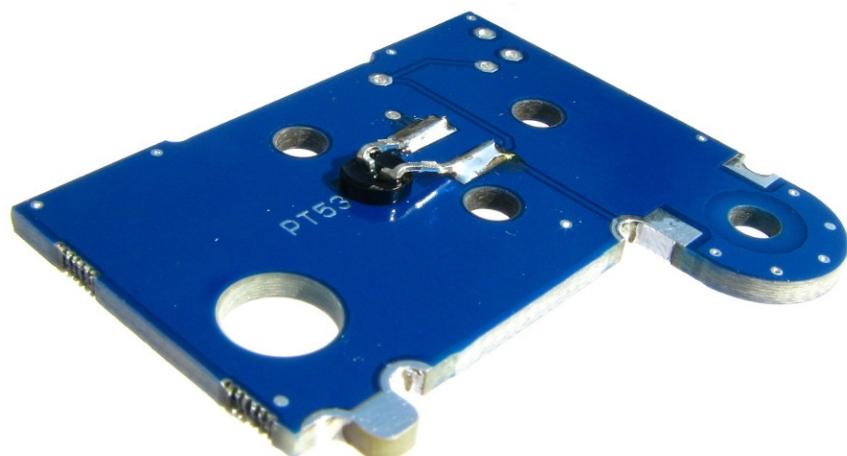
Dann werden die Beinchen gekürzt:



Nun werden die Bauteile  
**festgelötet:**



Das Ergebnis sollte in etwa so aussehen:



Nun werden die Platinen **umgedreht**!



In die Lötpads **R53** und **R54** werden nun auf der Platinen-**Oberseite** Widerstände mit dem Wert **820 Ω** (Farbcodes: grau-rot-braun- (gold)) eingelötet.

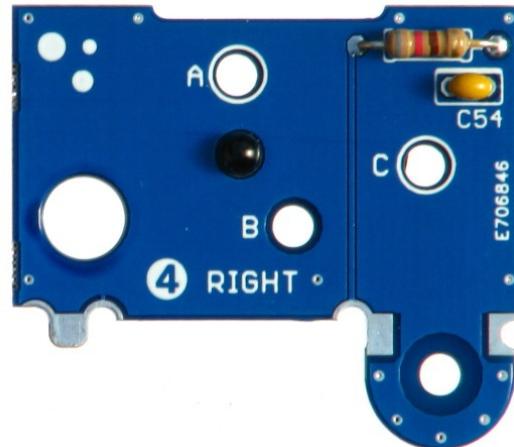
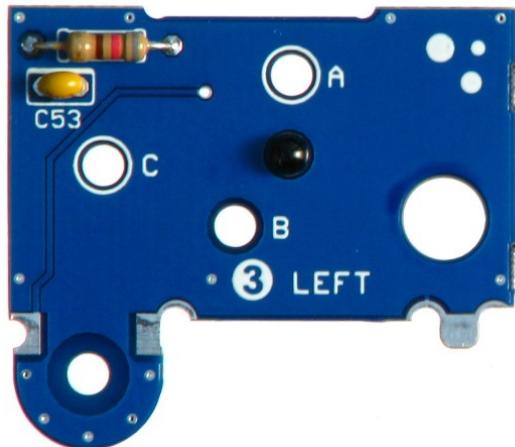


In die Lötpads **C53** und **C54** werden nun auf der Platinen-**Oberseite** Keramik-Vielschicht-Kondensatoren mit dem Wert **10 nF** (Aufdruck: **103**) eingelötet.

Es muss beim Einbau keine Polarität beachtet werden.

**Hinweis:** Die Widerstände und die Kondensatoren der Platinen ③ und ④ müssen ganz **bündig** eingelötet werden, da sie sonst später dem Getriebe im Weg sind!

Die fertigen Platinen (**Oberseiten**) sollten dann so aussehen:



### 2.3.5 Bestückung der Platinen ① und ②

Nun werden die beiden Hauptplatinen bestückt:

**Hinweis:** Die **Reihenfolge** der Bestückung richtet sich nach der **Höhe der Bauteile**, damit alle Lötstellen gut zugänglich sind. Die folgenden Unterabschnitte sind nach diesem Kriterium sortiert.

#### 2.3.5.1 Widerstände



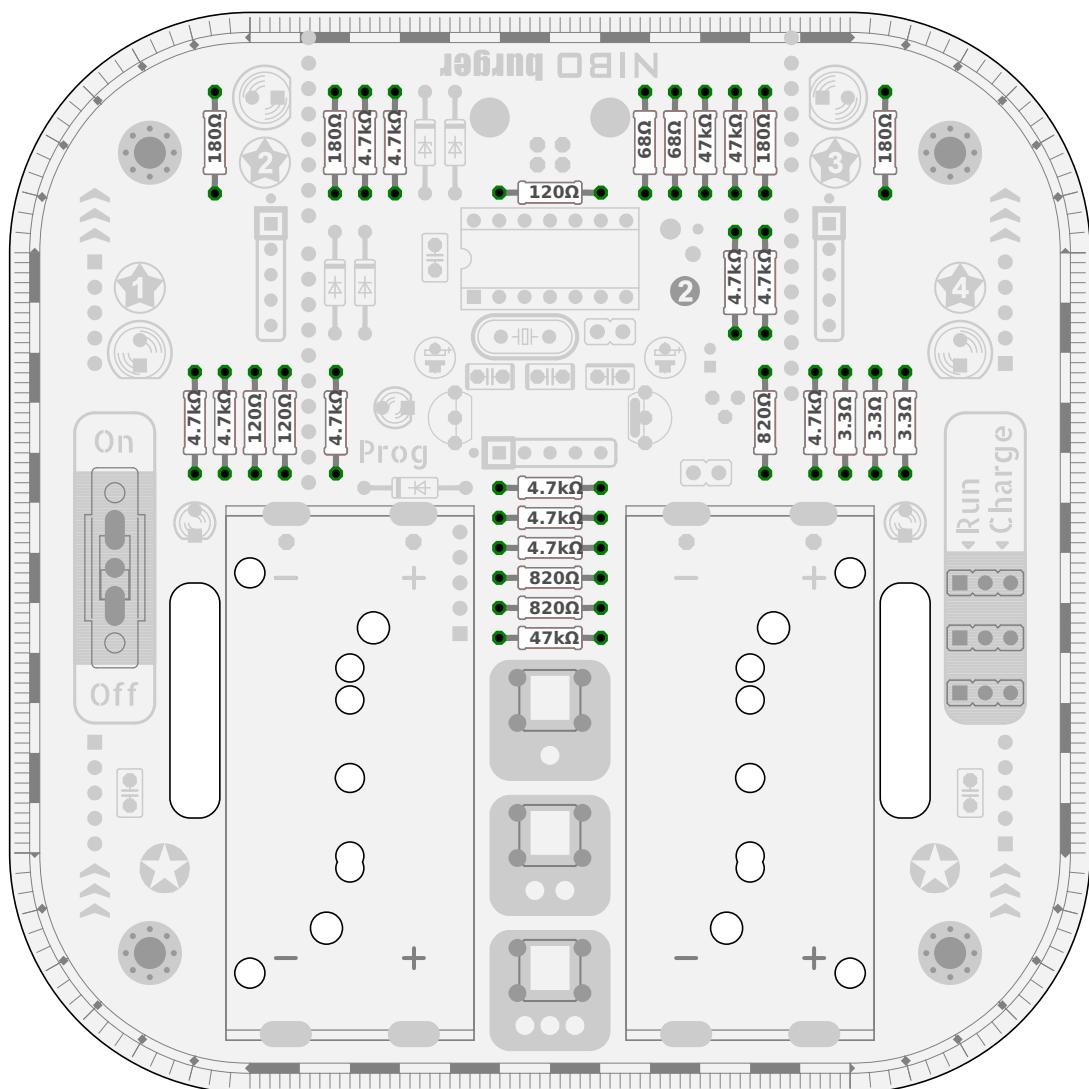
Die Widerstände werden **waagerecht** auf den Platinen eingelötet. Eine Polarität gibt es dabei nicht zu beachten. Die Beinchen werden dazu, wie auf der Abbildung zu sehen ist, an beiden Seiten umgebogen. Der Wert der Widerstände ist in einem Farbcod auf den Widerständen angegeben, der im Anhang erklärt wird.

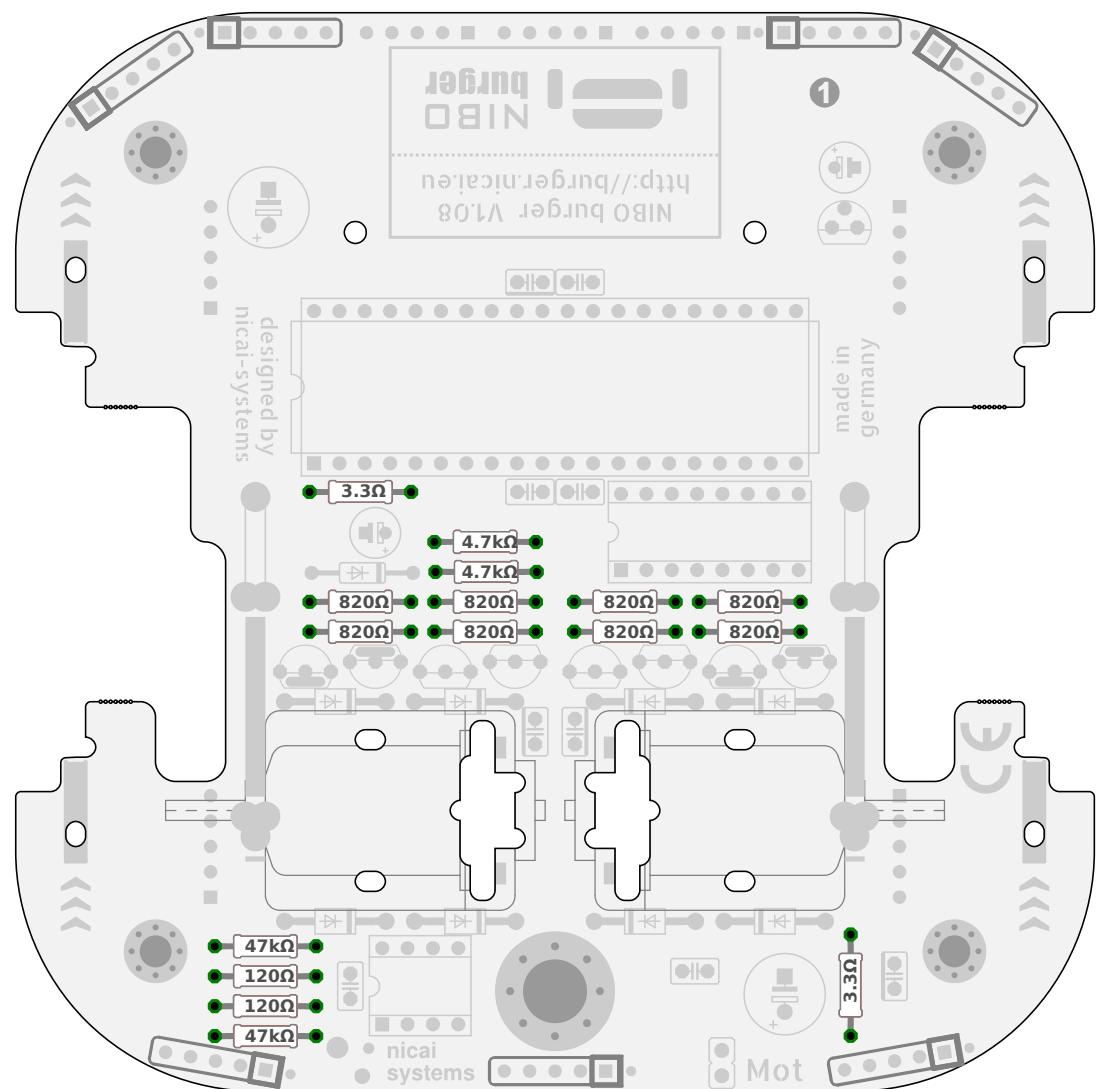
**R1 – R16** sind auf Platine ①, **R20 – R48** sind auf Platine ② zu finden.

Wert	Bauteil	Markierung
3,3 Ω	R1, R16, R40, R41, R42	orange – orange – gold - (gold)
68 Ω	R24, R25	blau – grau – schwarz - (gold)
120 Ω	R13, R14, R30, R35, R36	braun – rot – braun – (gold)
180 Ω	R20, R21, R28, R29	braun – grau – braun – (gold)
820 Ω	R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R38, R46, R47	grau – rot – braun – (gold)
4,7 kΩ	R2, R3, R22, R23, R31, R32, R33, R34, R37, R39, R43, R44, R45	gelb – violett – rot – (gold)
47 kΩ	R12, R15, R26, R27, R48	gelb – violett – orange – (gold)

**Tip:** Auf den nächsten Seiten ist eine **Übersicht** zur Bestückung!

Folgende Übersichtsgrafiken erleichtert das Bestücken der **Hauptplatten** mit den Widerständen:





### 2.3.5.2 Zener-/Schottky-Dioden

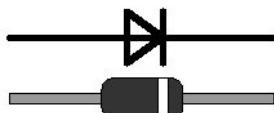


Die Zener-Dioden **D20** und **D21** vom Typ BZX83V003.6 (bzw. 55C3V6) und die Schottky-Dioden **D1**, **D22**, **D23** und **D24** vom Typ BAT85 müssen vor der Bestückung wie die Widerstände zurecht gebogen werden.

Typ	Bauteil
BZX83	D20
V003.6	D21
BAT85	D1
	D22
	D23
	D24

#### Hierbei muss jedoch die Polarität beachtet werden!!

Der weiße Strich bzw. das Schaltsymbol auf dem Bestückungsdruck zeigt an, auf welche Seite der Ring der Diode (Kathode) eingelötet wird.



Die Grafik zeigt das Schaltsymbol einer Diode und darunter die Diode als Bauteil. Beim Einlöten muss darauf geachtet werden, dass der Ring der Diode auf der Seite des senkrechten Strichs des Symbols eingelötet wird.

**Tip:** Die Schottky-Dioden haben die Bezeichnung **BAT85** in kleiner Schrift aufgedruckt und sind **zu viert** auf einem Streifen abgepackt.  
**D1 ist auf Platine ① zu finden, alle anderen befinden sich auf Platine ②**

### 2.3.5.3 Silizium-Dioden



Auch die Silizium-Dioden **D2 - D9** vom Typ 1N4007 müssen vor der Bestückung wie die Widerstände zurecht gebogen werden. **Dabei muss auf die Polarität geachtet werden!!**

Der weiße Strich bzw. das Schaltsymbol auf dem Bestückungsdruck zeigt an, auf welche Seite der Ring der Diode (Kathode) eingelötet wird.

Typ	Bauteil
1N4007	D2
	D3
	D4
	D5
	D6
	D7
	D8
	D9

### 2.3.5.4 Keramik-Vielschicht-Kondensatoren



Die Platinen werden mit insgesamt dreizehn Keramik-Vielschicht-Kondensatoren bestückt.

Dabei haben die Kondensatoren C2, C8, C9, C13 und C25 einen Wert von **10 nF** (Aufdruck: **103**).

Wert	Bauteil
10 nF	C2
	C8
	C9
	C13
	C25

Die übrigen Kondensatoren C3, C6, C7, C10, C11, C20, C26 und C27 haben einen Wert von **100 nF** (Aufdruck: **104**). Es muss beim Einbau keine Polarität beachtet werden.

100 nF	C3
	C6
	C7
	C10
	C11
	C20
	C26
	C27

**Info:** Der Aufdruck 104 bedeutet  $10 \cdot 10^4$  pF, oder allgemein:  
Der Aufdruck xyz steht für eine Kapazität von  $xy \cdot 10^z$  pF.

**C20 - C27 sind auf Platine ②, alle anderen sind auf Platine ① zu finden.**

### 2.3.5.5 Scheibenkondensatoren



Die beiden Scheiben-kondensatoren **C23** und **C24** haben eine Kapazität von 22 pF (Aufdruck: 22), auf eine Polarität muss nicht geachtet werden.

Beide Bauteile werden auf Platine ② bestückt.

Wert	Bauteil
22 pF	C23
	C24

### 2.3.5.6 Quarz

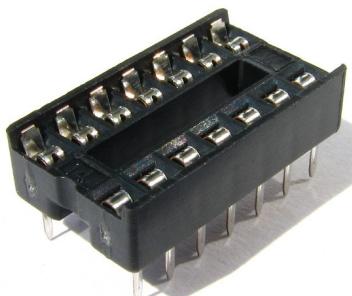


Der Quarz **Q1** hat einen Frequenz von 15,000 MHz und wird auf Platine ② bestückt. Das Gehäuse sollte nach dem Einbau keinen Kontakt zur Platine haben (optimal: 1 mm Abstand zur Platine). Eine Polarität muss beim Einbau nicht beachtet werden.

Wert	Bauteil
15 MHz	Q1

**Tip:** Man kann einen 1 mm dicken Pappstreifen vor dem Einlöten zwischen Platine und Quarz schieben, den Quarz dann anlöten und anschließend den Pappstreifen vorsichtig wieder herausziehen.

### 2.3.5.7 IC-Sockel

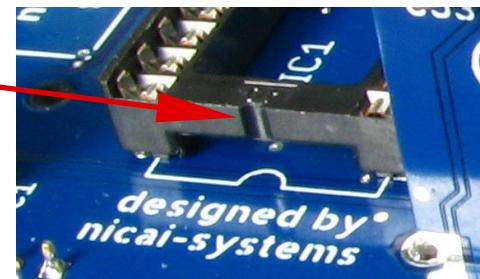


Es werden insgesamt vier IC-Sockel eingelötet. Für den Hauptcontroller ATmega16 wird der 40-polige, für den ATTiny44 wird der **14-polige**, für den Demultiplexer 74HC139 wird der **16-polige** und für den Operationsverstärker LM358 wird der 8-polige Sockel auf der Platine eingelötet.

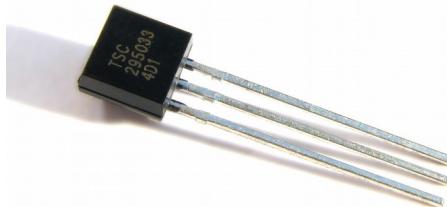
Typ	Bauteil
40-pol	IC1
16-pol	IC2
14-pol	IC5
8-pol	IC4

**Die Einkerbung im Sockel muss in die  
selbe Richtung zeigen, wie die  
Markierung auf der Platine!!**

Die **ICs** werden erst **später** in die Sockel  
gesteckt!



### 2.3.5.8 Spannungsregler IC



Typ	Bauteil
TSC 295033	IC3

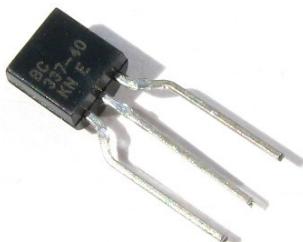
Der 3,3 V Spannungsregler IC wird auf Platine ① in das Lötpad **IC3** gelötet.  
Dabei muss das mittlere Beinchen leicht zurecht gebogen werden.

**Hinweis:** Das Bauteil wird **nicht bündig** in die Platine gesteckt, sondern sollte ca. 2 mm überstehen:

Bei der Bestückung ist darauf zu achten, dass die **abgeflachte Seite** des Bauteils in die gleiche **Orientierung** zeigt, wie auf der Platine angegeben ist.



### 2.3.5.9 NPN-Bipolar-Transistoren

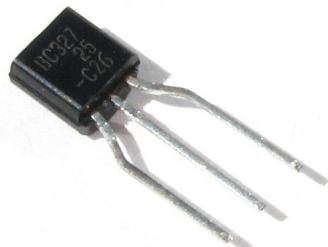


Die fünf NPN-Bipolar-Transistoren **T3, T4, T5, T6** und **T9** sind vom Typ **BC337 !!**. Bei der Bestückung ist darauf zu achten, dass die abgeflachte Seite der Transistoren in die gleiche **Orientierung** zeigt, wie auf der Platine angegeben ist.

Typ	Bauteil
BC337	T3
	T4
	T5
	T6
	T9

**T9 ist auf Platine ② zu finden, T3 - T6 befinden sich auf Platine ①.**

### 2.3.5.10 PNP-Bipolar-Transistoren



Die fünf PNP-Bipolar-Transistoren **T1, T2, T7, T8** und **T10** sind vom Typ **BC327 !!**. Bei der Bestückung ist darauf zu achten, dass die abgeflachte Seite der Transistoren in die gleiche **Orientierung** zeigt, wie auf der Platine angegeben ist.

Typ	Bauteil
BC327	T1
	T2
	T7
	T8
	T10

**T10 ist auf Platine ② zu finden, die anderen befinden sich auf Platine ①.**

**!! Wichtig !!** Der **NIBO burger** darf nie ohne bestückten IC2 (74HC139) eingeschaltet werden, da sonst die **Transistoren zerstört** werden!

### 2.3.5.11 Weiße LEDs



Die LEDs **LED5 - LED7** haben zwei Beinchen, ein kurzes (Kathode) und ein langes (Anode). Sie werden auf Platine ② eingelötet.

Typ	Bauteil
LED weiß	LED5
	LED6
	LED7

Dabei muss die **Polarität** beachtet werden:

Das **kurze Beinchen** muss in das **rechteckige Lötpad**!

### 2.3.5.12 Rote LEDs



Die LEDs **LED1** und **LED4** haben auch zwei Beinchen, ein kurzes (Kathode) und ein langes (Anode). Sie werden auf Platine ② eingelötet:



Dabei muss die **Polarität** beachtet werden:

Das **kurze Beinchen** muss in das **rechteckige Lötpad!**

Typ	Bauteil
LED rot	LED1
	LED4

### 2.3.5.13 Blaue LEDs



Die LEDs **LED2** und **LED3** haben auch zwei Beinchen, ein kurzes (Kathode) und ein langes (Anode). Die Bauteile sind gut an ihrer abgeflachten Bauform zu erkennen.

Sie werden auf Platine ② eingelötet:



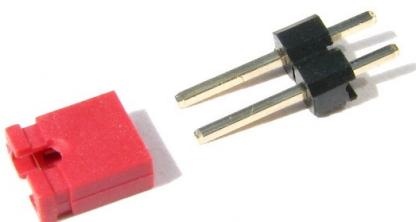
Dabei muss die **Polarität** beachtet werden:

Das **kurze Beinchen** muss in das **rechteckige Lötpad!**

Typ	Bauteil
LED blau	LED2
	LED3



### 2.3.5.14 Jumper 2-polig



Die zweipoligen Jumperstecker **J5** und **J6** lassen sich am besten mit bestücktem Jumper auflöten, da sich dann die Pins nicht verbiegen.

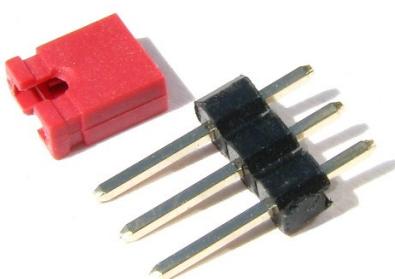
Dabei sollte man aber auf eine kurze Lötzeit achten damit der Kunststoff nicht schmilzt.

Typ	Bauteil
Jumper	J5
	J6

**J6** befindet sich auf der Platine ① und ist der **Motor-Jumper**. Die Motorbrücke ist nur bei gestecktem J6 aktiviert. Daher wird der Jumper nach dem Einlöten wieder **abgezogen**, um die Motorbrücke **vorerst inaktiv** zu lassen.

**J5** befindet sich auf Platine ② und ist der **LED-Jumper**. Bei abgezogenem J5 werden die LEDs LED1-LED4 **deaktiviert** und man hat die Portbits dieser LEDs an X11 und X12 zur freien Verfügung. **Nach dem Einlöten lassen wir den Jumper gesteckt!**

### 2.3.5.15 Jumper 3-polig

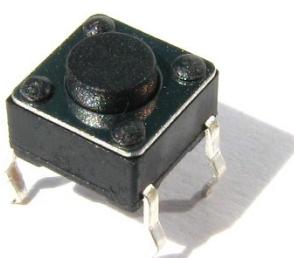


Die dreipoligen Jumperstecker **J1**, **J2**, **J3** werden analog zu den zweipoligen Jumpern gelötet.

Nach dem Einlöten werden die Jumper auf die Stellung **RUN** gesteckt.

Typ	Bauteil
Jumper	J1
	J2
	J3

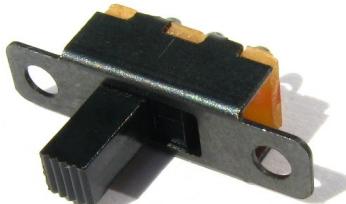
### 2.3.5.16 Taster



Der Einbau der Taster **SW1 - SW3** ist verpolungssicher. Sie müssen mit leichtem Druck bis zum Einrasten bestückt werden. Es muss keine Polarität beachtet werden.

Typ	Bauteil
Taster	SW1
	SW2
	SW3

### 2.3.5.17 Schalter



Der Schiebeschalter **S1** kann in zwei verschiedenen Orientierungen eingesetzt werden, die Funktionalität bleibt die gleiche.

Typ	Bauteil
Schiebeschalter	S1

### 2.3.5.18 Elektrolytkondensatoren



Elektrolytkondensatoren **muss insbesondere auf deren Polarität geachtet werden!**

Das **kurze Beinchen** muss in das **rechteckige Lötpad**!

Bei der Bestückung der Platine mit den **470µF (C1, C12)**, den **100µF (C4, C5)** und den **4,7µF (C21 und C22)**

Wert	Bauteil
470 µF	C1 C12
100 µF	C4 C5
4,7 µF	C21 C22

Die **positiven** Anschlüsse sind auf der Platine durch ein „+“ gekennzeichnet. Am Kondensator erkennt man sie an den **längerem** Beinchen. Die negativen Anschlüsse sind auf der Platine als rechteckige Lötpads ausgeführt, am Kondensator sind es die kürzeren Beinchen. Zusätzlich befindet sich auf dem Gehäuse eine „-“ Markierung.

### 2.3.5.19 Buchse 5-polig – gerade Kontakte



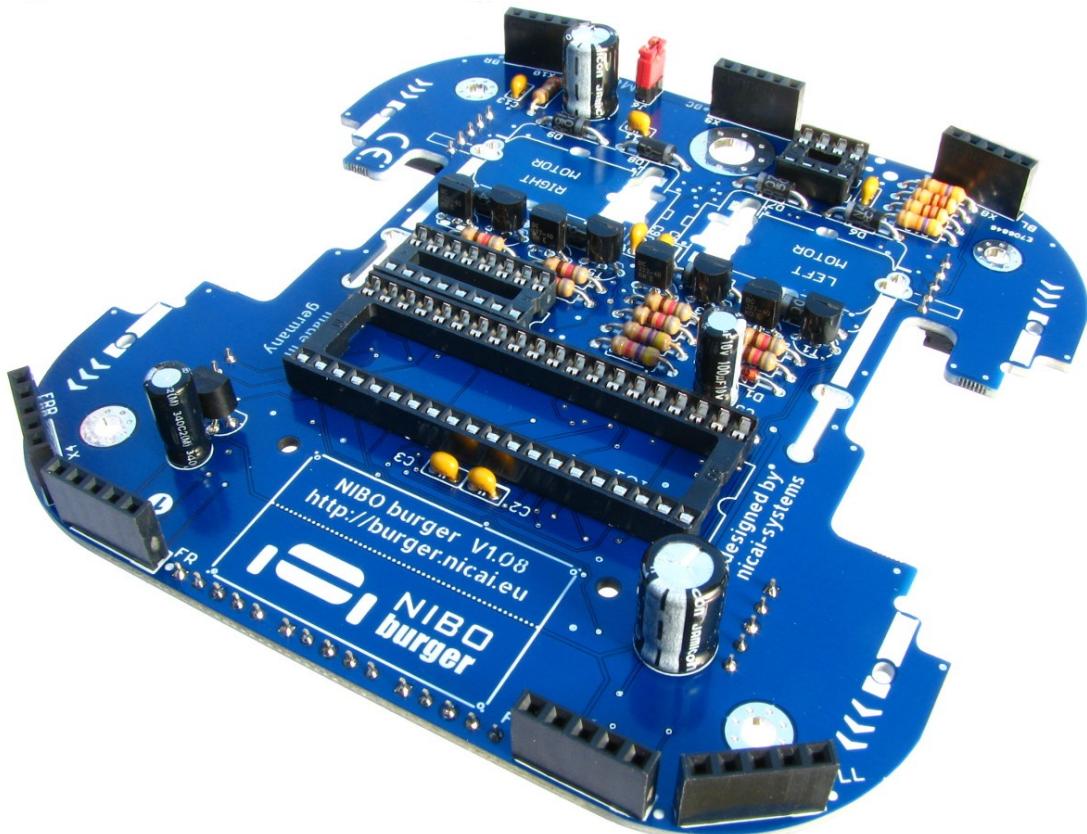
Die **10** 5-poligen Buchsen (mit den geraden Kontakten) werden in die Kontakte **X1-X4, X8-X10** und **X11-X13** eingelötet.

Eine Polarität muss hierbei nicht beachtet werden.

Typ	Bauteil
Buchse	X1
5-polig	X2
gerade	X3
	X4
	X8
	X9
	X10
	X11
	X12
	X13

**X11-X13 sind auf Platine ② zu finden, die anderen befinden sich auf Platine ①**

Die Buchsen sollten möglichst gerade eingelötet werden, da hier (Platine ①) später die Sensor Bricks eingesteckt werden:



### 2.3.5.20 Buchse 5-polig – abgewinkelte Kontakte



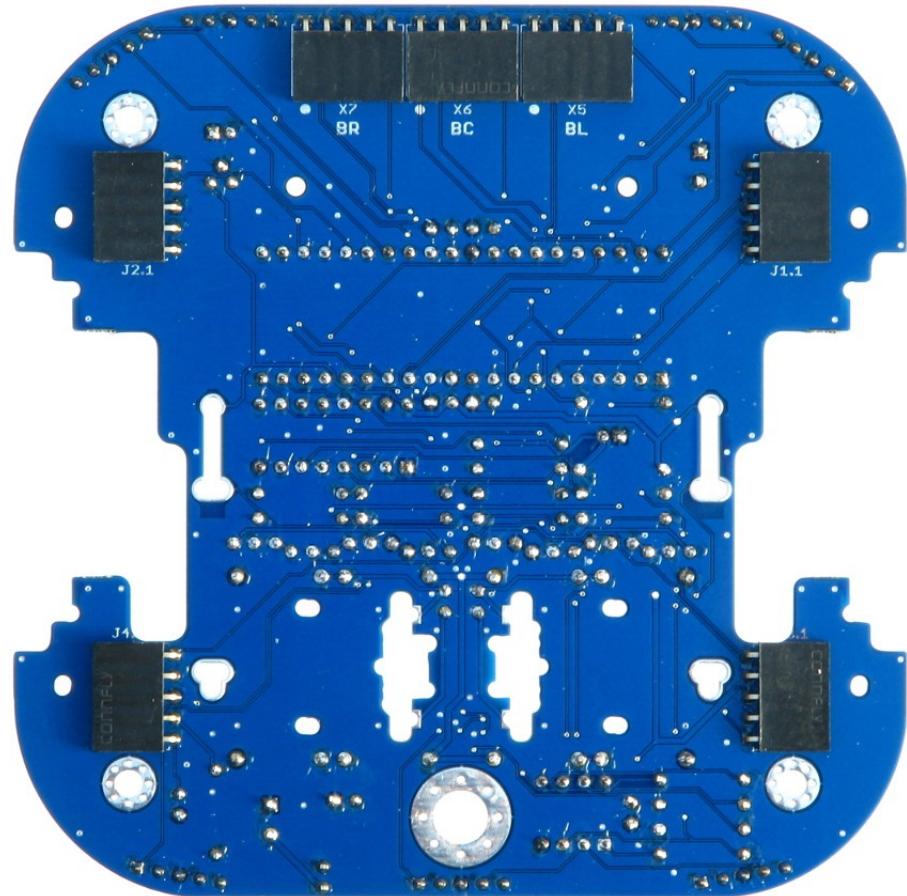
Die **7** 5-poligen Buchsen (mit den abgewinkelten Kontakten) werden in die Kontakte **X5-X7** und **J1.1-J4.1** eingelötet.

Eine Polarität muss hierbei nicht beachtet werden.

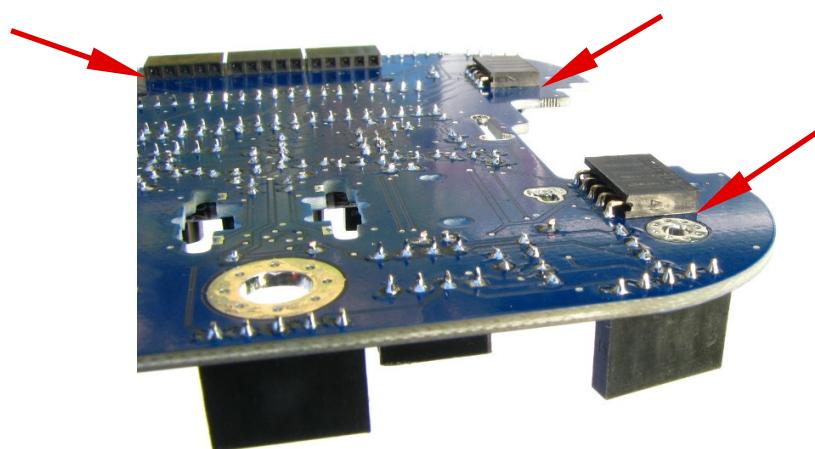
Typ	Bauteil
Buchse	X5
5-polig	X6
abgewin-	X7
kelt	
	J1.1
	J2.1
	J3.1
	J4.1

Alle Buchsen werden auf der Unterseite von Platine ① eingelötet.

Das Ergebnis sollte in etwa so aussehen:



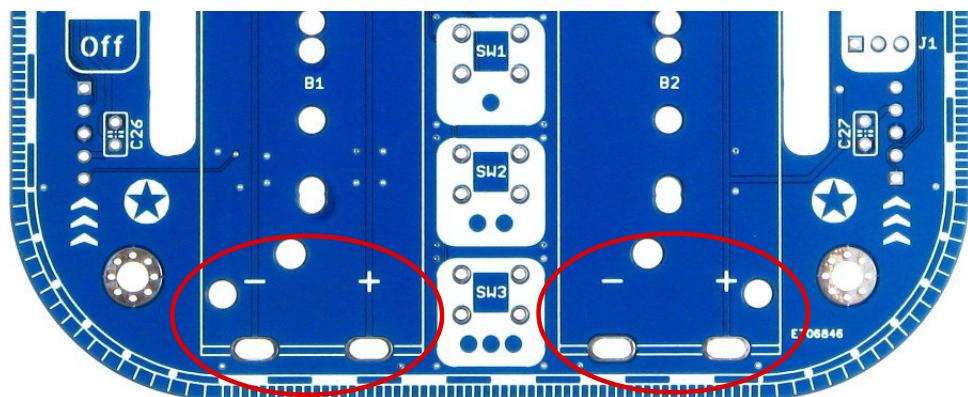
Die Buchsen sollten möglichst flach auf der Platine aufliegen:



### 2.3.5.21 Batteriehalter

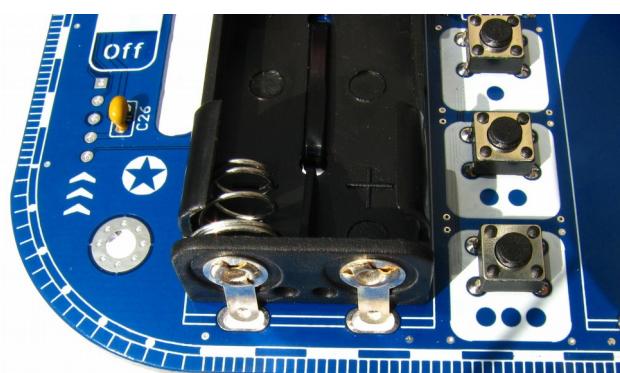
Nun werden die beiden Batteriehalter an der Platine ② befestigt.  
**Vor dem Einlöten werden sie zunächst mit den kleinen Kabelbindern festgebunden.**

Beim Einbau orientiert man sich an den +/- Beschriftungen auf der Hauptplatine und an den +/- Beschriftungen in den Batteriehaltern auf der **Seite der Lötkontakte** (äußere Anschlusslaschen):



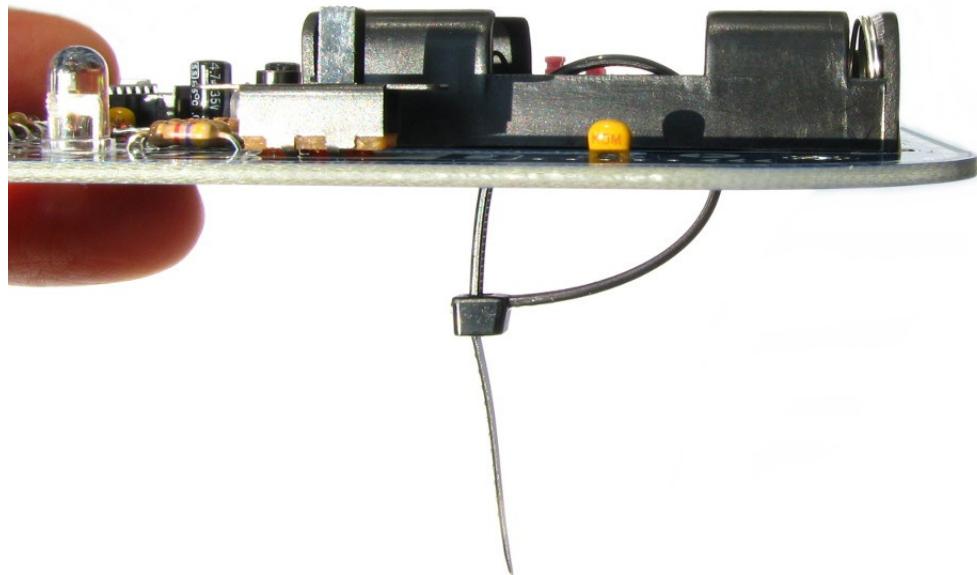
Die + bzw. - Markierung muss **nur an der Seite mit den Lötkontakten** mit den Markierungen auf der Platine übereinstimmen.

Die Batteriehalter werden dementsprechend so auf die Platine gelegt, dass die Anschlusslaschen (äußere Kontakte) zum **Platinenrand** zeigen:

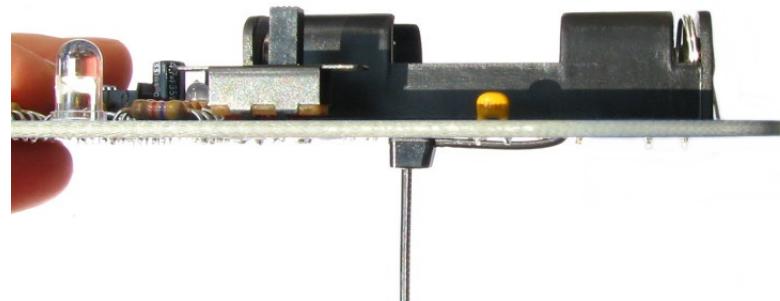


**Vor** dem Einlöten werden die Batteriehalter mittels der kleinen Kabelbinder an der Platine befestigt.

Durch die zwei Bohrlöcher wird der Kabelbinder wie folgt gezogen:



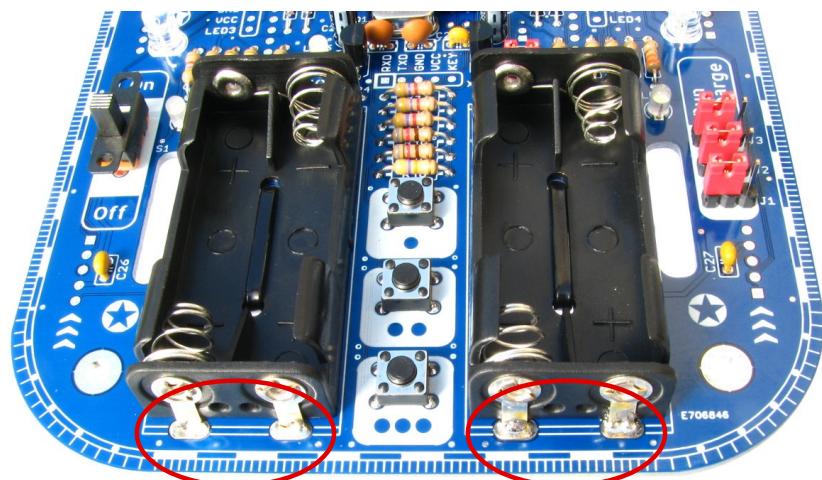
Dann wird der Kabelbinder festgezogen (dies geht gut mit der Kombizange):



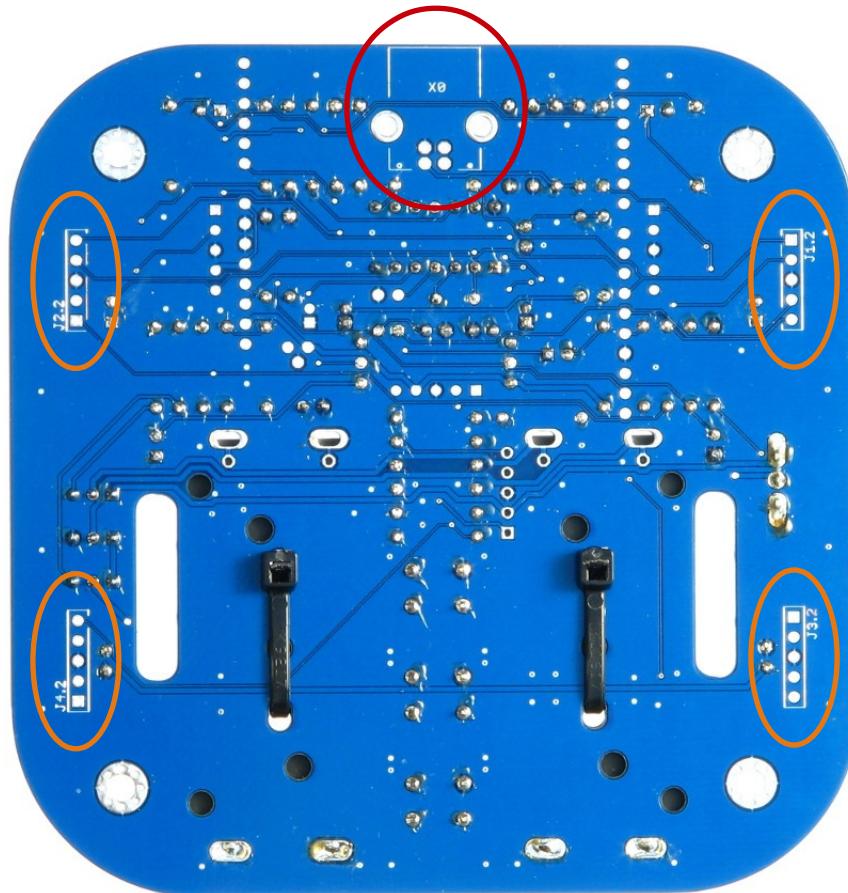


Nun wird der Kabelbinder bündig mit einem Seitenschneider **abgeschnitten**.  
Der andere Batteriehalter wird analog befestigt.

Abschließend werden beide Batteriehalter (jeweils an 2 Kontakten) von der **Oberseite** an der Platine fest gelötet:

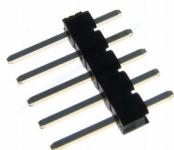


Nun wird die Platine **umgedreht**:



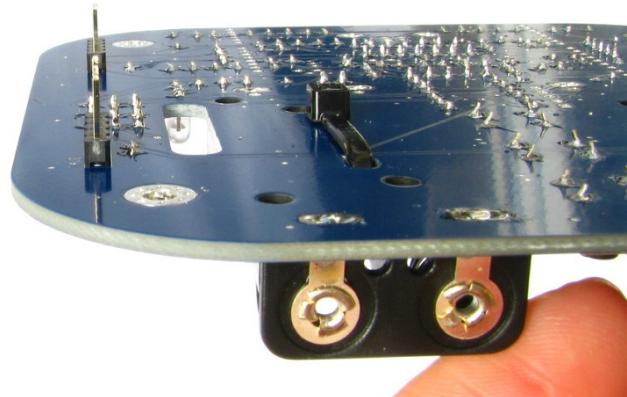
Die 5-poligen Stecker **J1.2, J2.2, J3.2, J4.2** und die USB-Buchse **X0** werden von dieser Seite bestückt!

### 2.3.5.22 Steckleisten 5-polig



Beim Einlöten der 5-poligen Steckleisten **J1.2, J2.2, J3.2** und **J4.2** sollte auf eine **möglichst senkrechte Ausrichtung** geachtet werden, da diese später mit den Seitenteilen kontaktiert werden.

Typ	Bauteil
Steckleiste 5-polig	J1.2
	J2.2
	J3.2
	J4.2



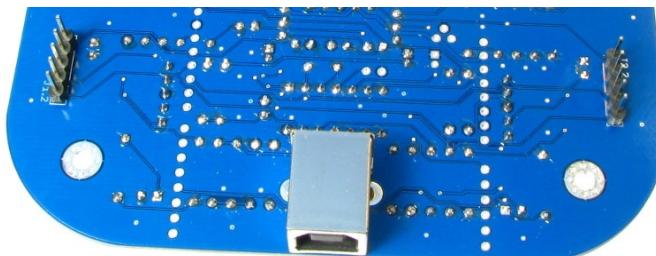
### 2.3.5.23 USB-Buchse



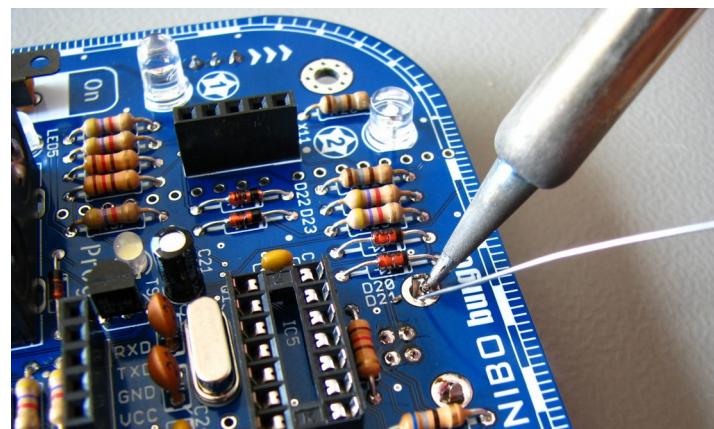
Beim Einbau der USB-Buchse **X0** sollte darauf geachtet werden, dass die kleineren Pinne nicht verbogen sind. Das Bauteil ist verpolungssicher. Die Buchse wird an insgesamt **6 Stellen** angelötet.

Typ	Bauteil
USB-Buchse	x0

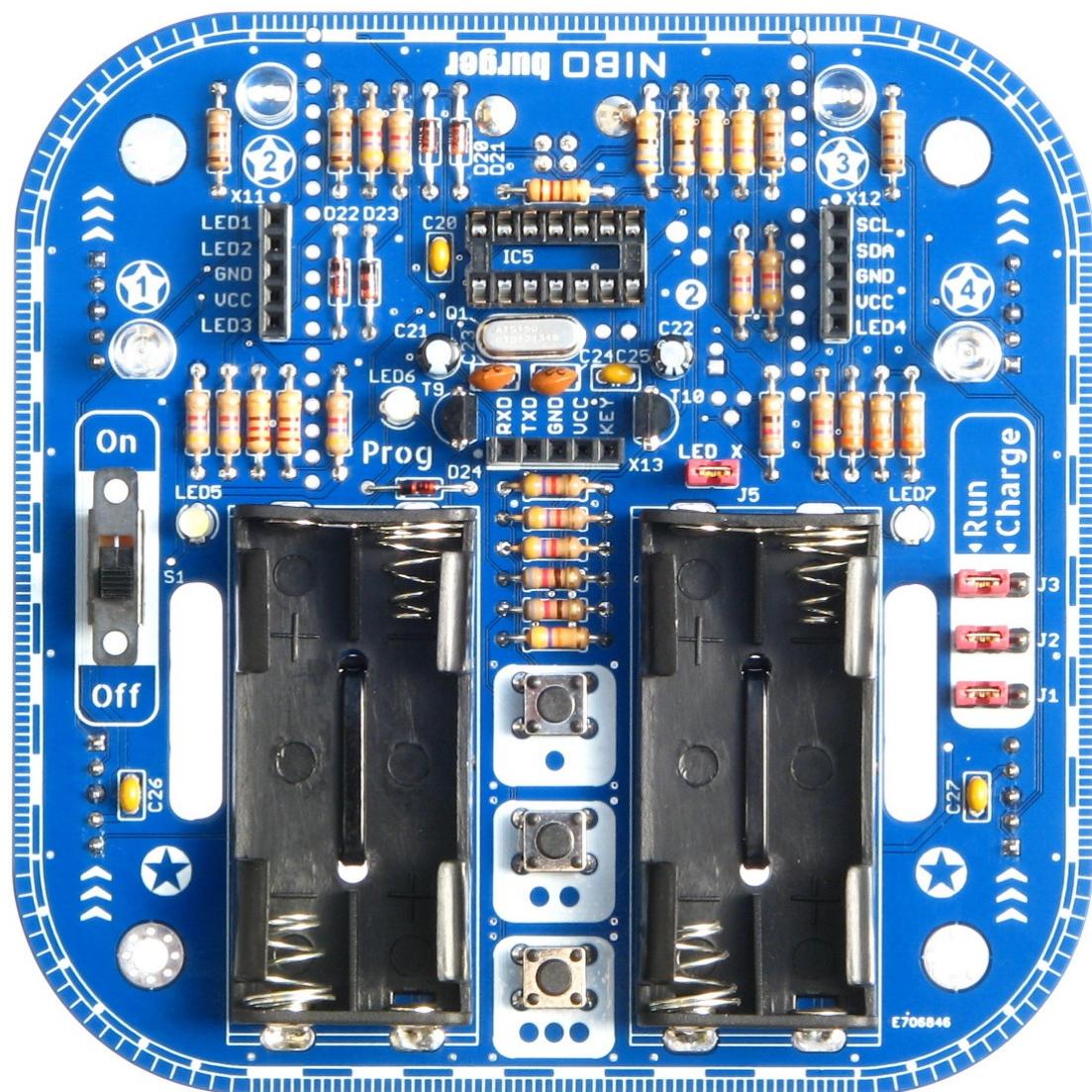
Die USB-Buchse von der Platinen-**Unterseite** einstecken...



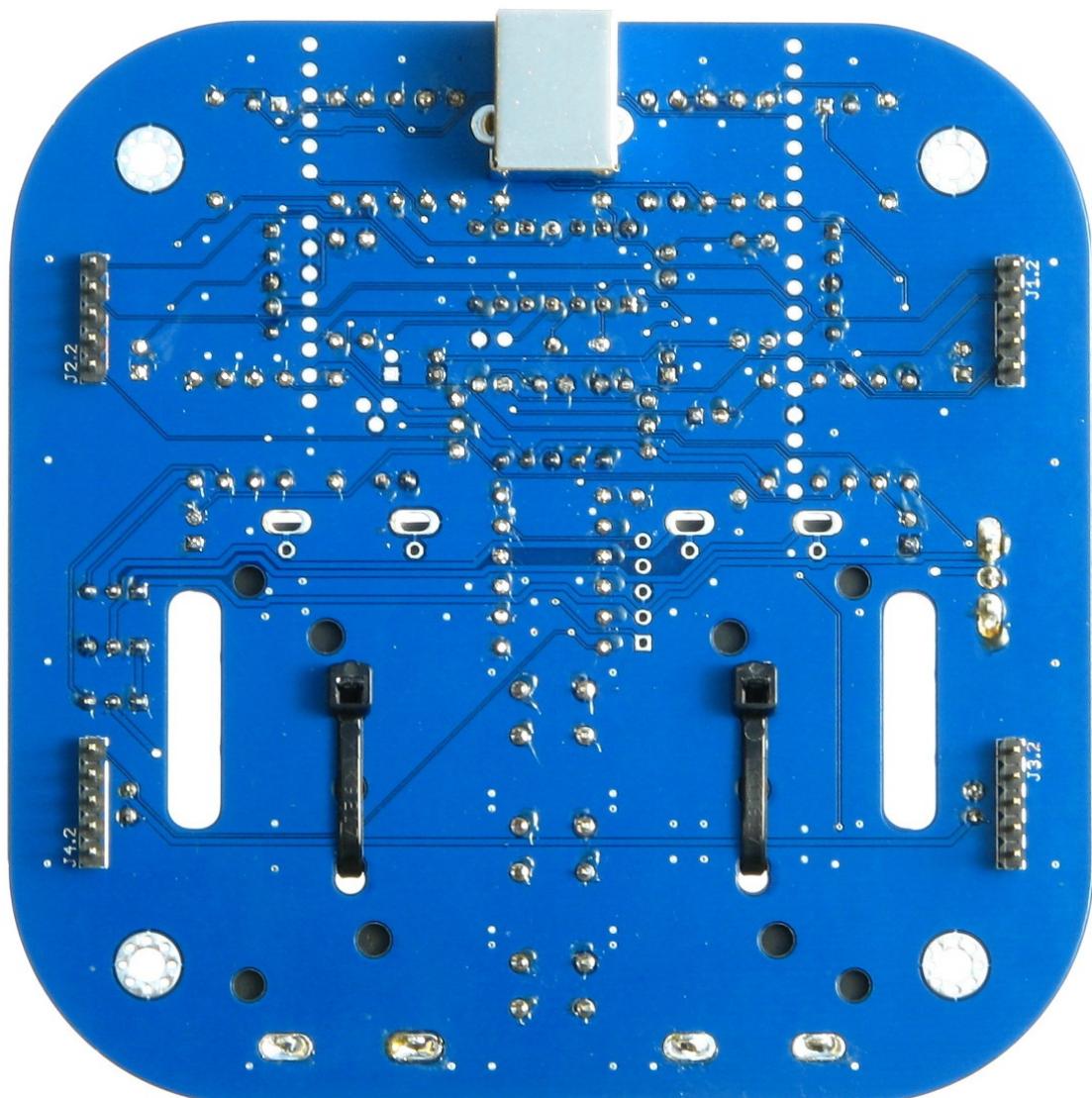
...und von der Platinen-**Oberseite** an **6 Lötstellen** anlöten, die beiden Gehäusehalterungen dabei vollständig mit Lötzinn füllen:



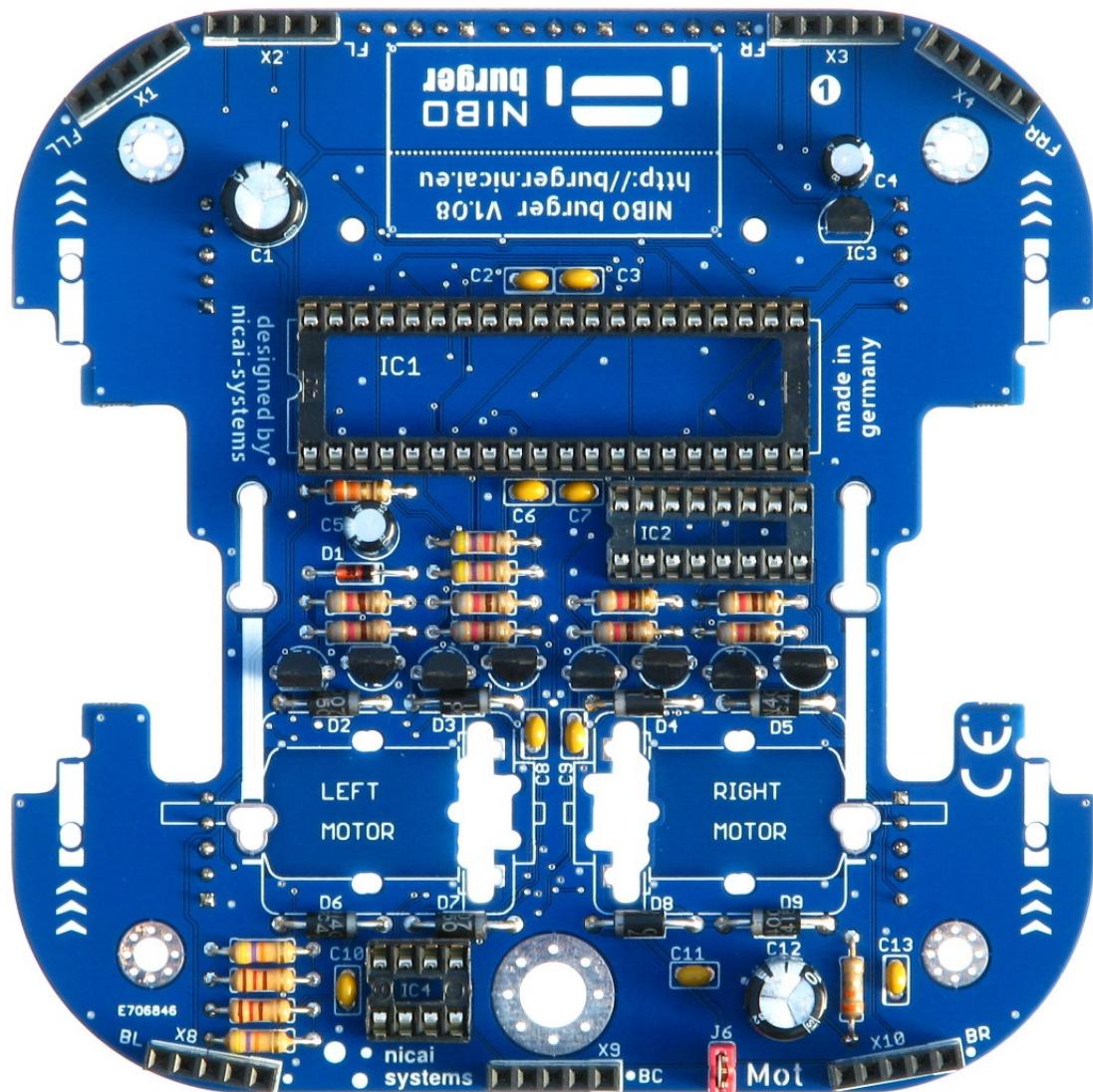
Fertig bestückte Platine ② Oberseite:



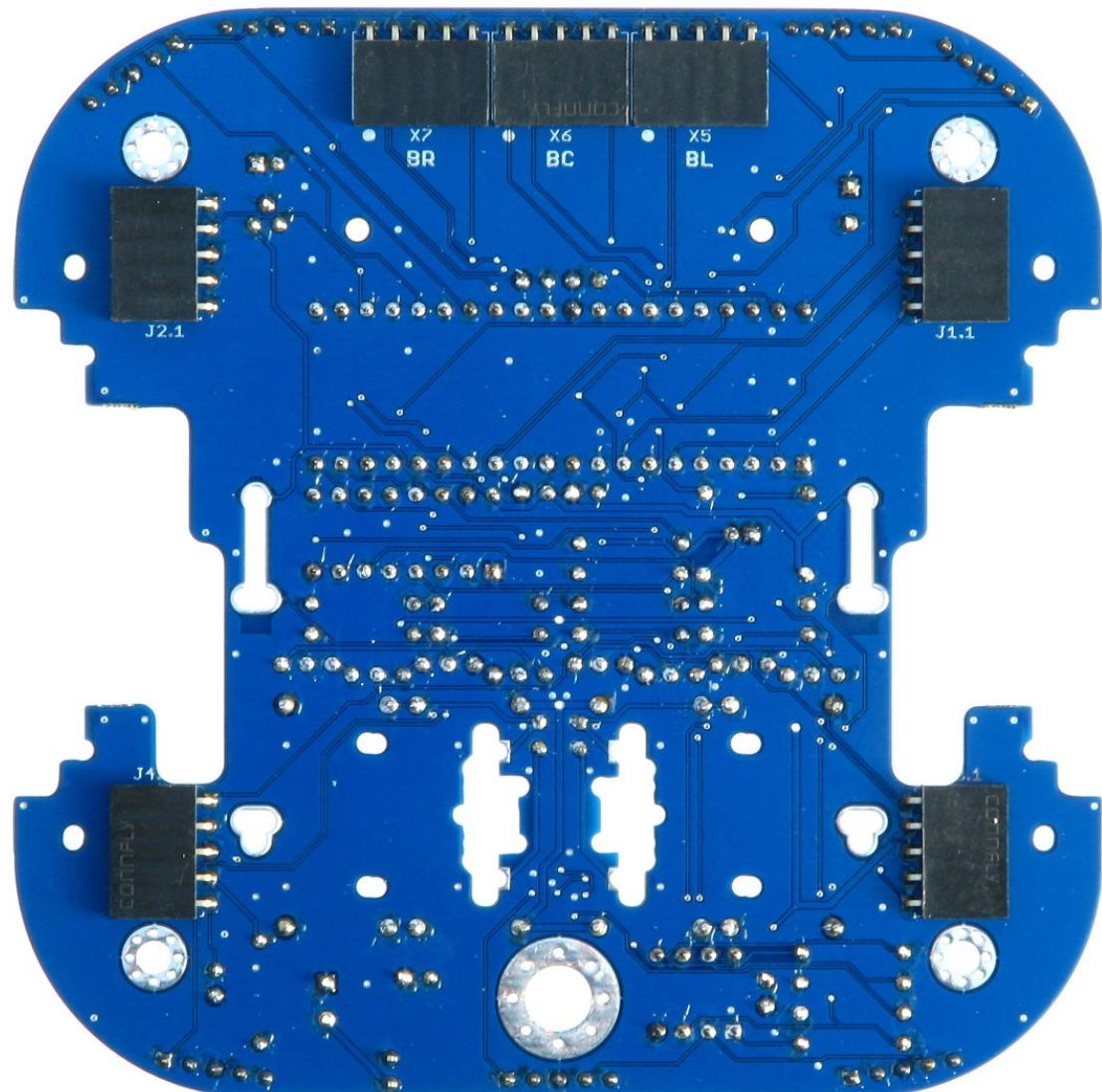
Fertig bestückte Platine ② Unterseite:



Fertig bestückte Platine ① Oberseite:



Fertig bestückte Platine ① Unterseite:



## 2.4 Optische Überprüfung der Platine

Bevor die Platine erstmals an eine Stromversorgung angeschlossen wird, müssen sämtliche Bauteile auf die richtige Bestückung überprüft werden. Dazu müssen zunächst sämtliche Bauteilwerte überprüft werden.

Anschließend müssen der korrekte Einbau und insbesondere die richtige Orientierung, beziehungsweise Polung, überprüft werden.

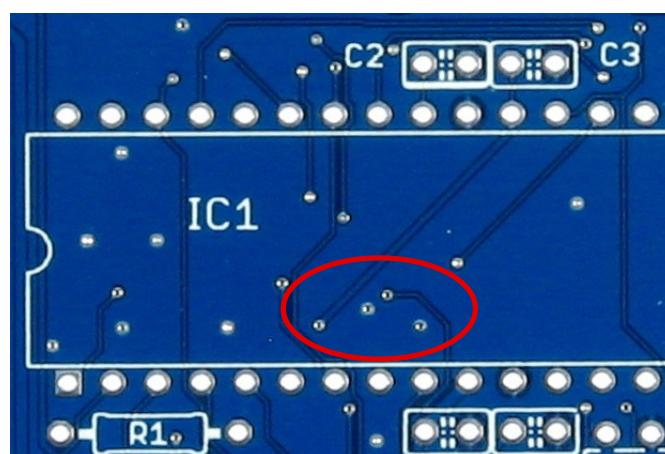
Danach sollte man alle Lötstellen auf Kurzschlüsse prüfen und sich vergewissern, dass weder auf der Ober- noch auf der Unterseite der Platine Lötzinn- oder Drahtreste vorhanden sind.

### !! Wichtig !!

Der Roboter darf auf keinen Fall **ohne bestückten IC2 (74HC139) eingeschaltet** werden, da sonst die Transistoren der Motorbrücke durchbrennen!

### Hinweis:

Insbesondere dürfen auch die Via's (*Vertical interconnect access*, also senkrechte Durchkontaktierungen zwischen den Schichten der Leiterplatte), auf dem Foto sind beispielhaft vier Via's markiert, nicht durch eventuelle Lötzinnspritzer miteinander oder mit anderen Lötpads verbunden sein!



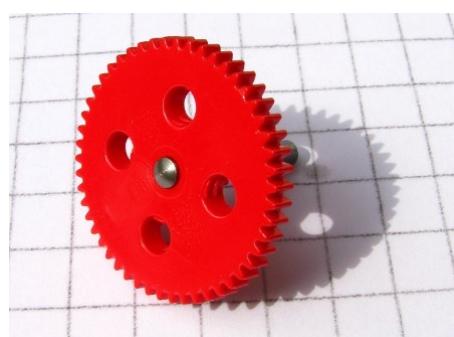
## 2.5 Montage

### 2.5.1 Vorbereitende Arbeiten

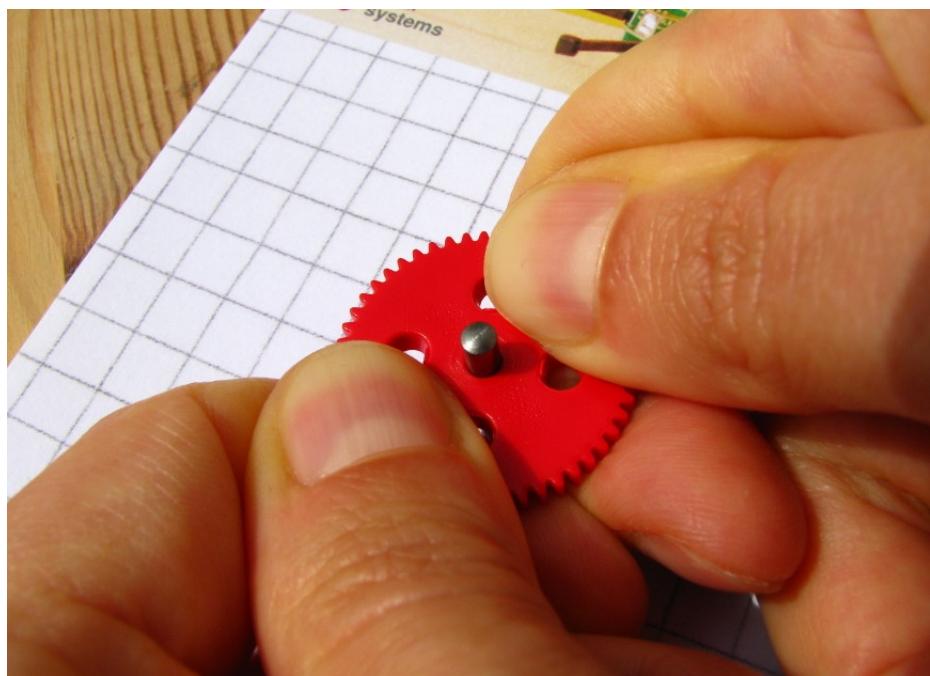
Die beiden **roten** Doppelzahnräder werden auf die **kurzen** Stahlachsen (3 x 24 mm) aufgepresst. Dazu wird die Achse zunächst mit Hilfe eines Hammers in die Seite mit dem **kleinen** Ritzel gesteckt (am besten verwendet man dazu eine Unterlage, um nichts zu beschädigen):



Die Achse wird dann mit dem Hammer in etwa so weit eingetrieben:



Danach wird die Achse **vorsichtig** per Hand durch die Bohrung gedrückt. Dabei sollten die **Daumennägel** weit genug **von der Achse entfernt** sein, um sich nicht zu verletzen:



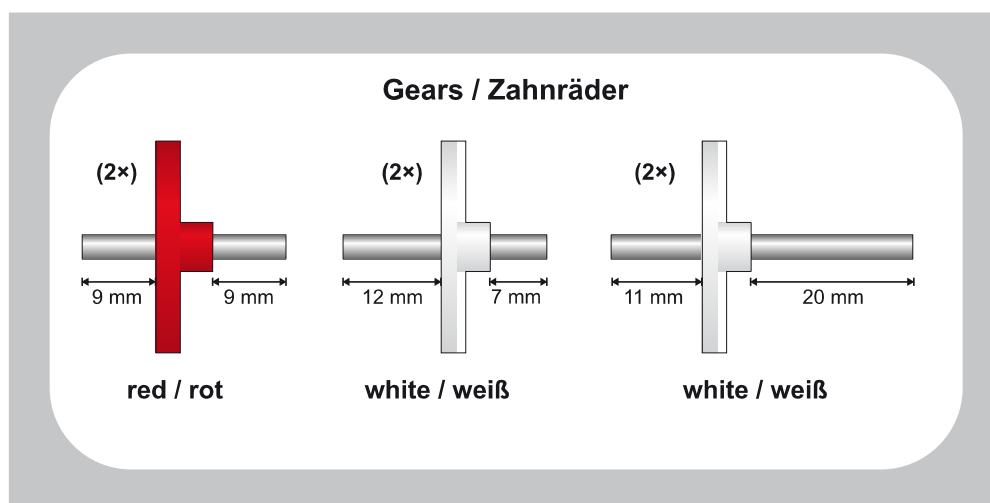
Das Zahnrad sollte sich anschließend in der **Mitte** der Achse befinden:



Nun werden zwei **weiße** Zahnräder nach demselben Prinzip auf zwei **kurze** Stahlachsen (3 x 24 mm) aufgepresst. Verfahren Sie hierbei wie bei den roten Zahnrädern. Beachten Sie die jeweiligen Abstände (siehe Bild / Schablone).

Nun werden die beiden übrigen **weißen** Zahnräder auf die beiden **langen** Stahlachsen (3 x 37 mm) aufgepresst. Verfahren Sie hierbei wie bei den roten Zahnrädern. Beachten Sie die jeweiligen Abstände (siehe Bild / Schablone).

Mit der beiliegenden Schablone können die **Abstände** genau überprüft werden:



## 2.5.2 Einbau der Motoren / Getriebeeinheit

Jetzt werden die beiden **Motoren** und die Platinen **Platine ③** und **Platine ④** an der Platine **①** befestigt. Stecken Sie zunächst die beiden Motoren so in die Platinen, wie in der Abbildung zu sehen ist.

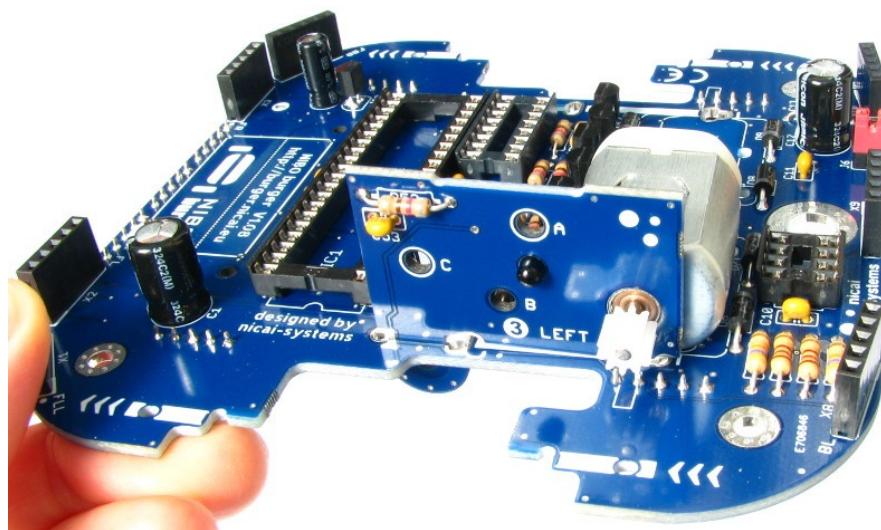
**Die Anschlusslaschen der Motoren zeigen dabei nach unten!!**

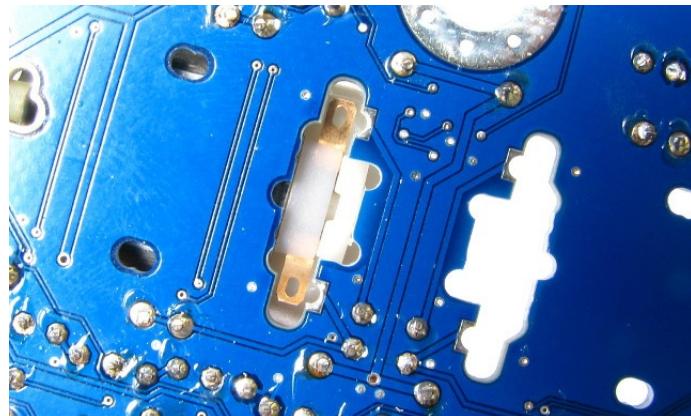
Sollte ein Motor sich nicht bis zum Anschlag in die Bohrung der Platine stecken lassen, kann die Bohrung vorsichtig mit einem 6mm Bohrer aufgeweitet werden.



Wir beginnen mit der **linken Seite** (in Fahrtrichtung):

Stecken Sie die Platine **③** nun so durch die passenden Schlitze der Platine **①**, dass der Motor flach auf dem Bereich „**MOTOR LEFT**“ zu liegen kommt. Dabei ist zu beachten, dass der Anschlussbereich des Motors genau in die Aussparung der Platine **①** passt.





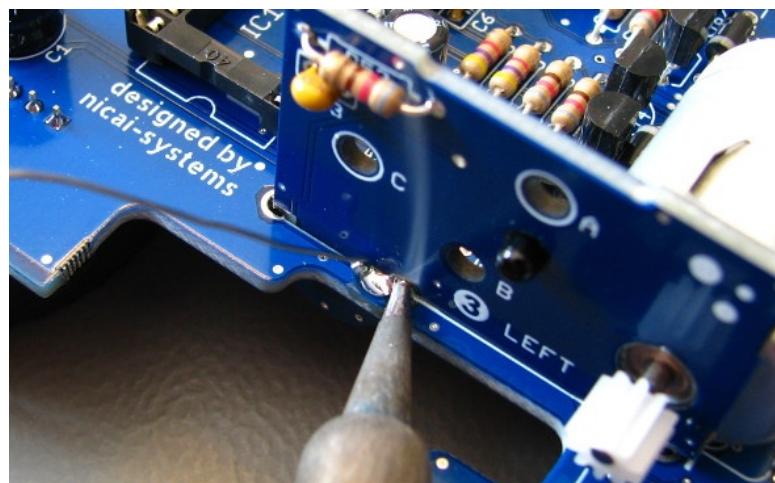
Eventuell muss man die Motorkontakte leicht nach oben biegen, damit sie später besser an der Platine ① festgelötet werden können.

Nachdem der Motor richtig sitzt, wird die Platine ③ zunächst an der mittleren Lötstelle an der Platine ① festgelötet (siehe Foto).

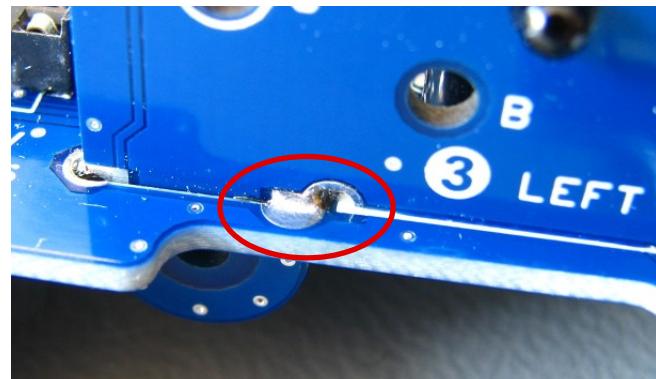
Diese Verlötungen funktionieren durch **Kapillarwirkung** und stellen eine elektrische und eine mechanische Verbindung her: Man verzinnnt die jeweilige Stelle mit **relativ wenig Lötzinn**, erhitzt die Stelle danach jedoch noch ca.

**10 Sekunden** mit dem Lötkolben, damit das Lötzinn durch die Kapillarwirkung nach innen gezogen wird und die Platinenteile fest miteinander verbunden werden.

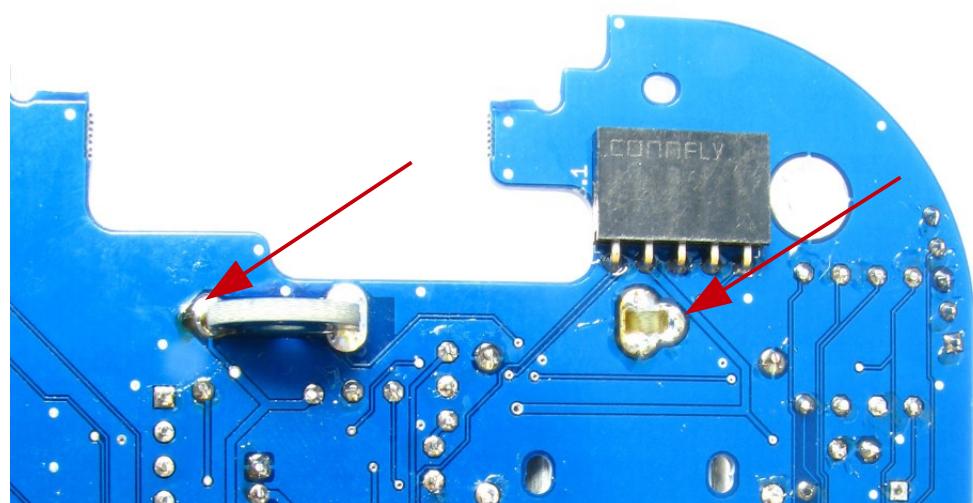
**Tip:** Beim Zusammenlöten der Platinen sollte auf eine **rechtwinklige** Ausrichtung geachtet werden, da ein späteres Auseinandernehmen nicht einfach ist.



Das Ergebnis sollte in etwa so aussehen:



Nun werden die übrigen zwei Verbindungen (rote Pfeile) von der **Unterseite** her gelötet.

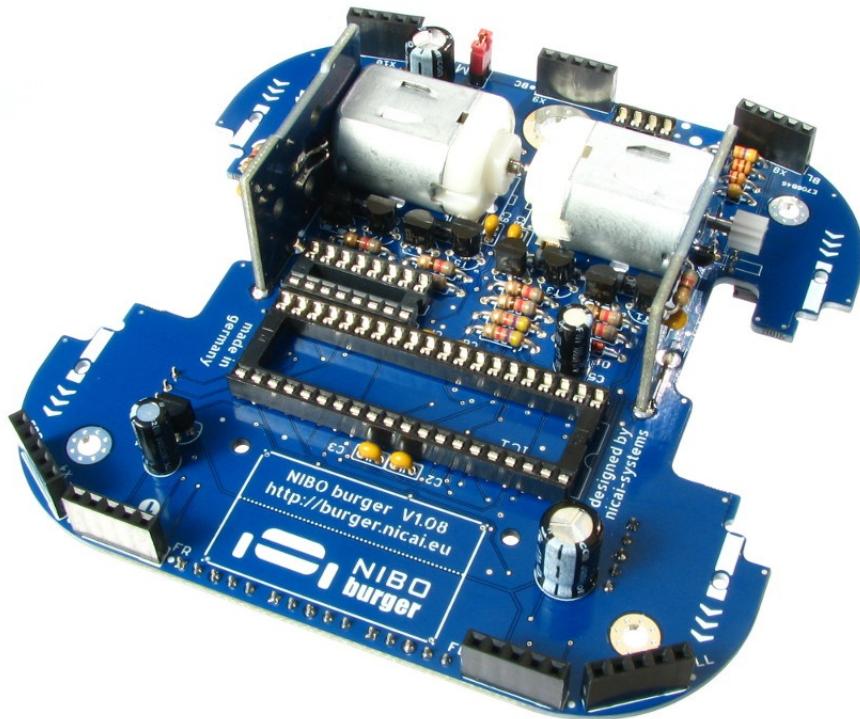


Weiterhin werden die Kontakte des Motors an der Platine fest gelötet:



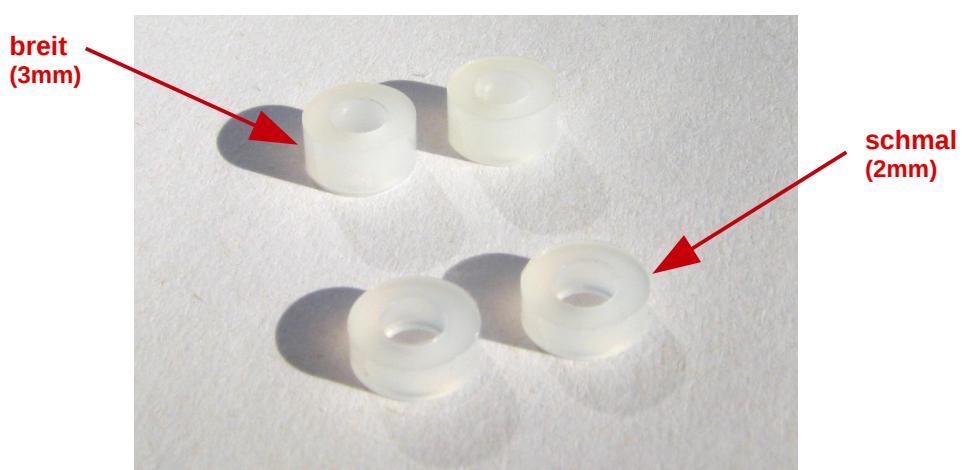
Jetzt wird analog die **rechte Seite** gelötet.

Das Ergebnis sollte in etwa so aussehen:



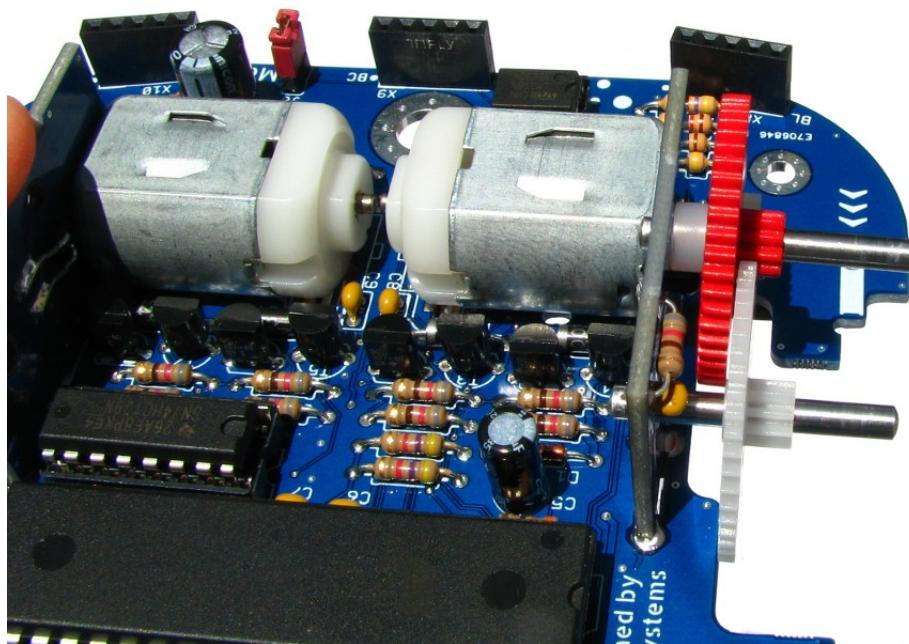
Jetzt wird das **linke Getriebe** (Übersetzung 125:1) montiert:

Die beiliegenden Kunststoffdistanzringe gibt es in zwei verschiedenen Stärken:

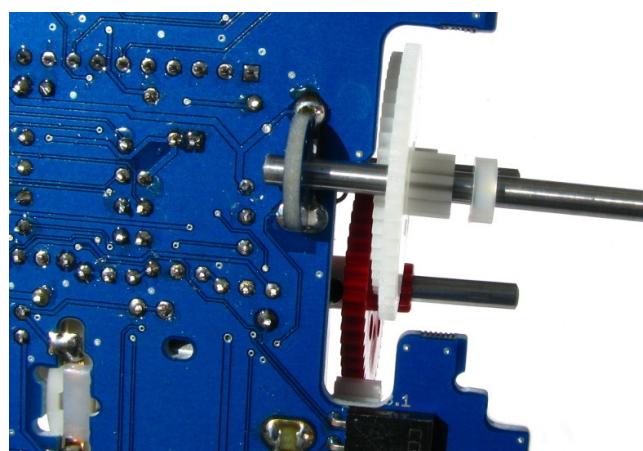


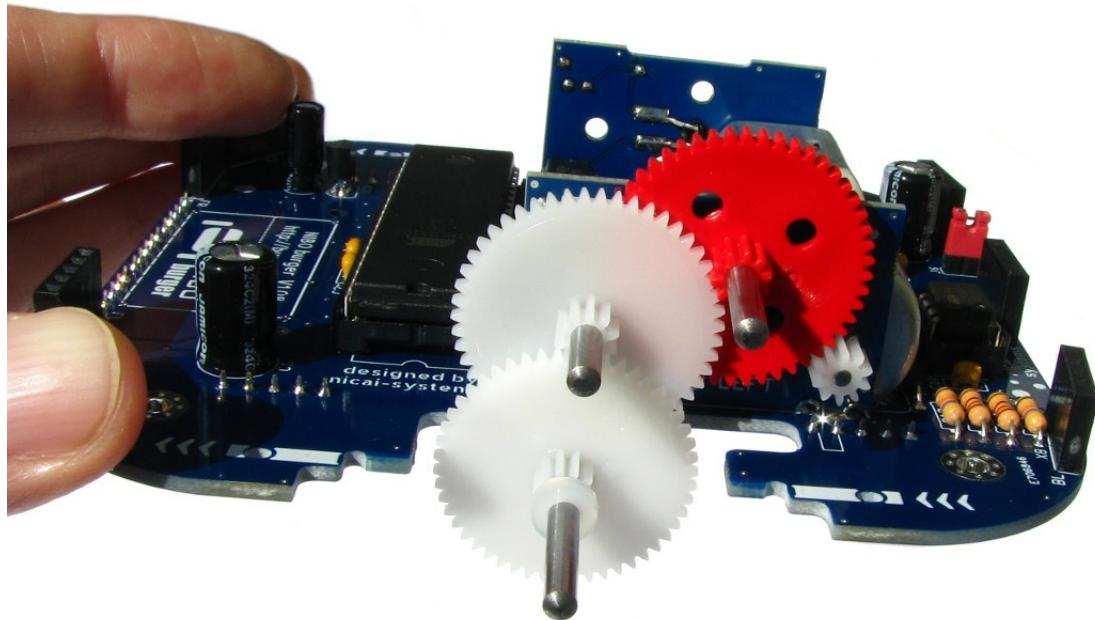
Stecken Sie den weißen **breiten** Kunststoffdistanzring auf die kurze Achse mit dem **roten Zahnrad** (auf die dem kleinen Zahnrad gegenüberliegende Seite). Dann wird diese Achse mit dem Distanzring voran in die **Bohrung A** gesteckt.

Anschließend stecken Sie die **kurze Achse** mit dem **weißen Zahnrad** (mit dem kleinen Zahnrad nach außen) in die **Bohrung C**:

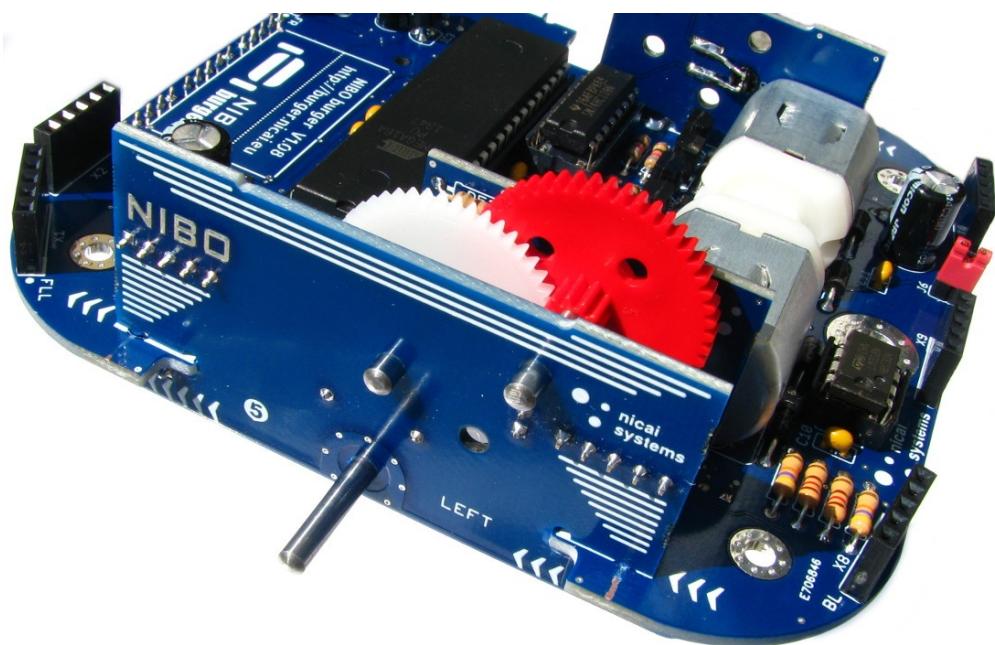


Dann wird die **lange Achse** mit dem **weißen Zahnrad** (mit dem kleinen Zahnrad nach außen) in die **unterste Bohrung** gesteckt. Auf diese Achse wird dann noch ein **schmaler** Distanzring aufgesteckt:

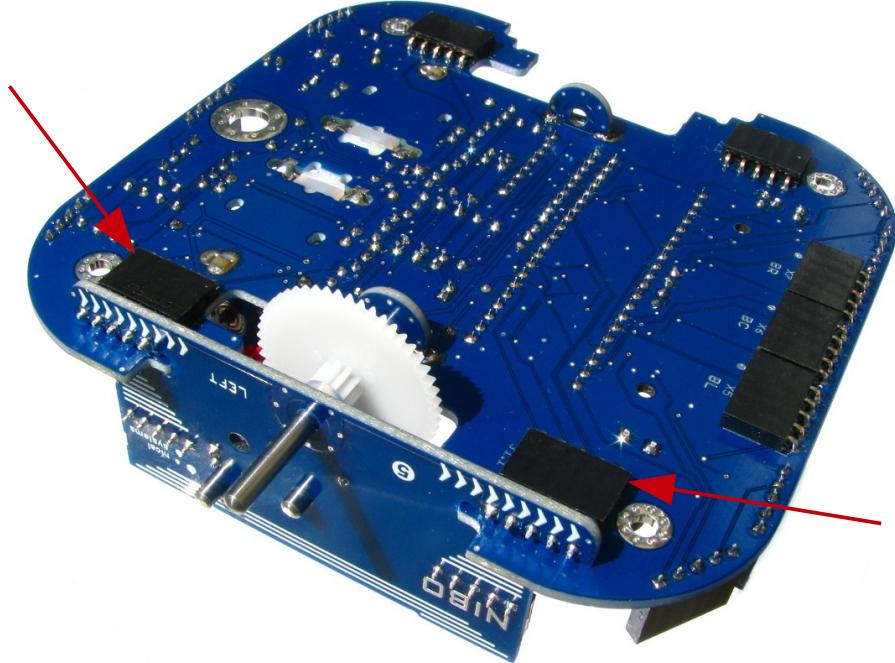




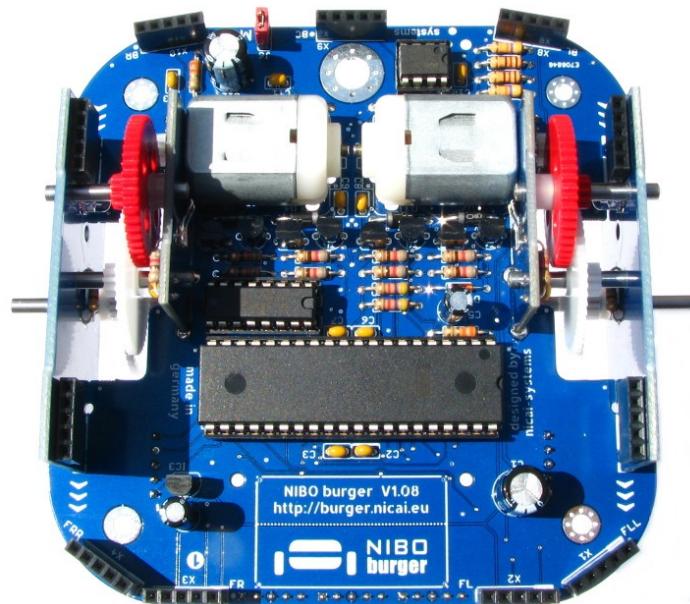
Das Getriebe wird mit der Platine ⑤ fixiert (die Bauteile der Platine ⑤ zeigen dabei nach innen):



Beim Aufstecken muss darauf geachtet werden, dass die 5-poligen Stecker in die Buchsen der Platine ① gesteckt werden:



Damit ist die linke Getriebeeinheit komplett fertig. Die **rechte Getriebeeinheit** wird nach dem selben Schema gebaut:



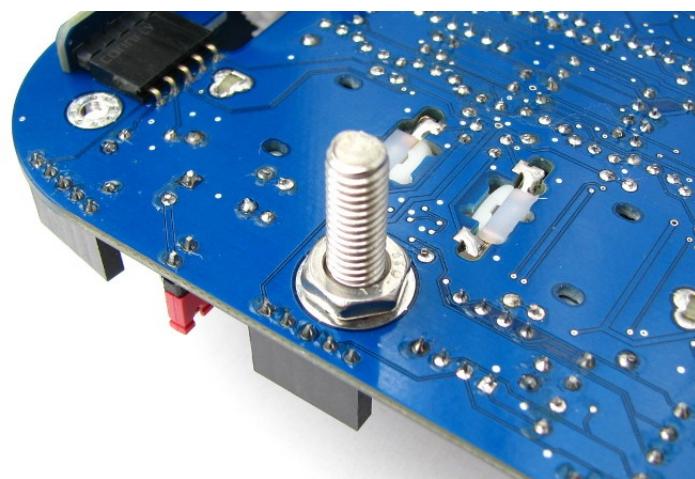
**Tip:** Durch leichtes Einfetten des Getriebes lassen sich leise Laufgeräusche erreichen (siehe auch Seite 82).

### 2.5.3 Montage des Polyamid-Pins

Zunächst wird die dicke Schraube von oben durch die Platine ① gesteckt:



Dann wird die Schraube von der Unterseite mit der Sechskantmutter festgeschraubt:

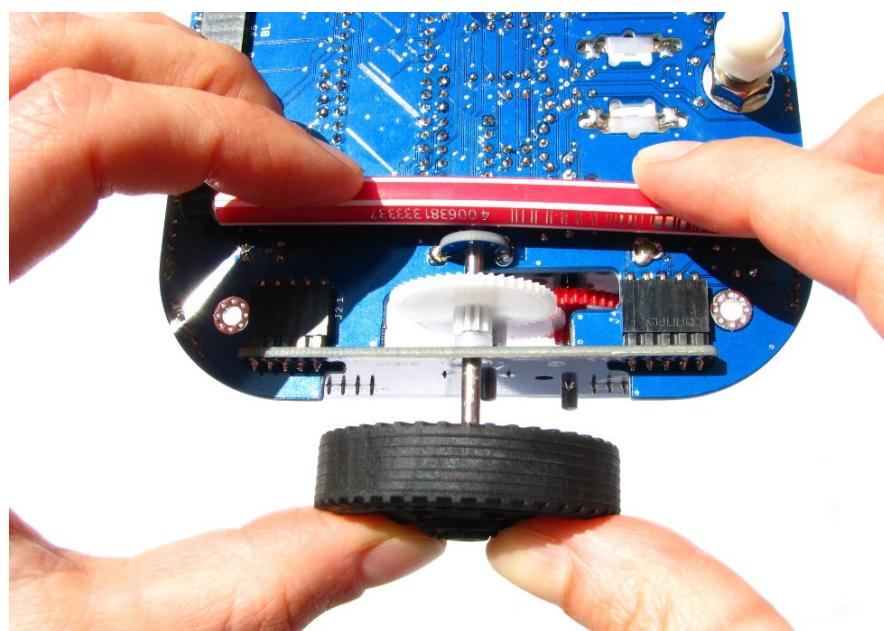


Abschließend wird der weiße Polyamid-Pin aufgeschraubt:



#### 2.5.4 Montage der Räder

Die beiden Räder werden soweit auf die Antriebsachsen aufgesteckt, dass sie sich noch gut drehen lassen. Um das Getriebe nicht zu beschädigen, drückt man dabei am besten (z.B. mit einem kantigen Stift) gegen das andere Achsende:



## 2.5.5 Einsetzen der ICs



**Die ICs sind elektrostatisch empfindliche Bauteile!**

Elektrostatisch empfindlich bedeutet, dass diese Bauteile durch bloßes Anfassen einer elektrisch geladenen Person zerstört werden können. Die elektrische Aufladung kann sehr schnell, beispielsweise durch das Tragen von Kleidung aus Fleece-Stoff, oder durch das Laufen über einen Teppich erfolgen. Durch das Berühren von geerdetem Metall kann man sich einfach wieder entladen.

Der Roboter darf auf keinen Fall **ohne bestückten IC2 (74HC139) eingeschaltet** werden, da sonst die Transistoren der Motorbrücke durchbrennen!

Die vier ICs müssen nun vorsichtig mit leichtem Druck in der **richtigen Orientierung!** in den jeweils passenden Sockel gesteckt werden.

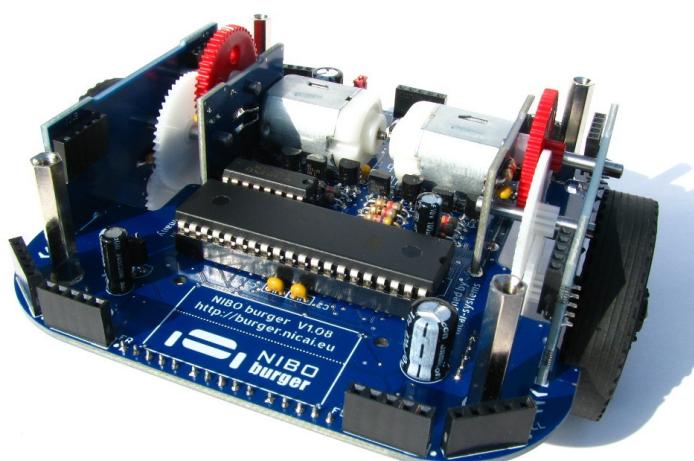
**Die Einkerbungen auf den ICs müssen auf jeden Fall mit der Kennzeichnung auf den Platinen übereinstimmen!!**

**IC1:** ATmega16

**IC2:** 74HC139

**IC4:** LM358

**IC5:** ATtiny44

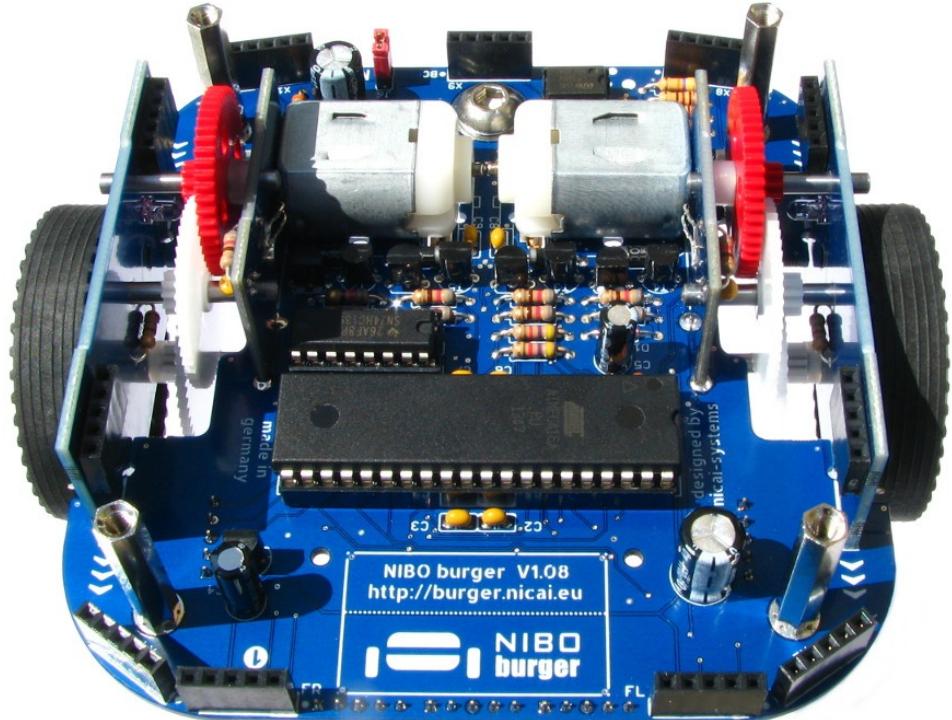
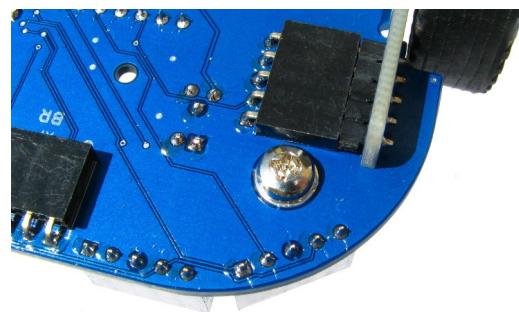


## 2.5.6 Montage der zweiten Ebene

Jetzt wird die zweite Ebene montiert:



Zunächst werden die vier Bolzen mit den vier Linsenkopfschrauben an Platine ① angeschraubt:



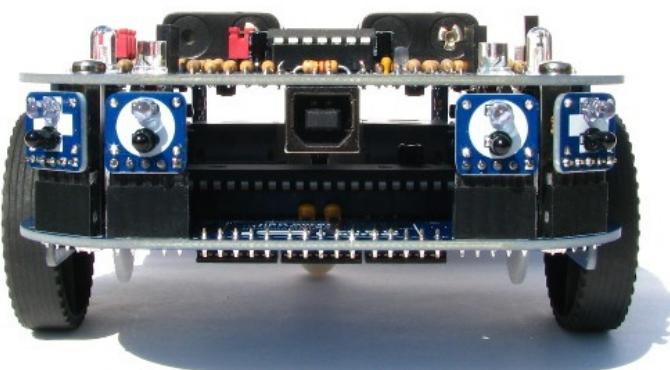
Jetzt kann Platine ② in der **richtigen Orientierung!!** aufgesteckt und festgeschraubt werden.

Zusätzlich ist darauf zu achten, dass **alle** Steckkontakte eingesteckt werden!

**Hinweis:** Die Pfeilsymbole auf den Platinen zeigen in Fahrtrichtung:



Jetzt ist der **NIBO burger** startklar!



### 3 Inbetriebnahme

Nach Abschluss der vorbereitenden Arbeiten kann der **NIBO burger** nun erstmals Schritt für Schritt in Betrieb genommen werden.

#### !! Wichtig !!

Der Roboter darf auf keinen Fall **ohne bestückten IC2 (74HC139) eingeschaltet** werden, da sonst die Transistoren der Motorbrücke durchbrennen!

1. Der Roboter wird **ausgeschaltet**
2. Alle **Sensor-Bricks** werden **entfernt**
3. Motor-Jumper **J6** wird **entfernt**
4. Es werden 4 x Micro AAA 1,2V Akkus eingelegt

Jetzt wird der **NIBO burger** eingeschaltet, daraufhin **muss** die weiße **LED5** neben dem Einschalter leuchten.

#### 3.1 Teil I – Coding-LEDs & Taster

Etwa 5 Sekunden nach dem Einschalten sollten die **LEDs 1 bis 4** nacheinander kurz aufleuchten.

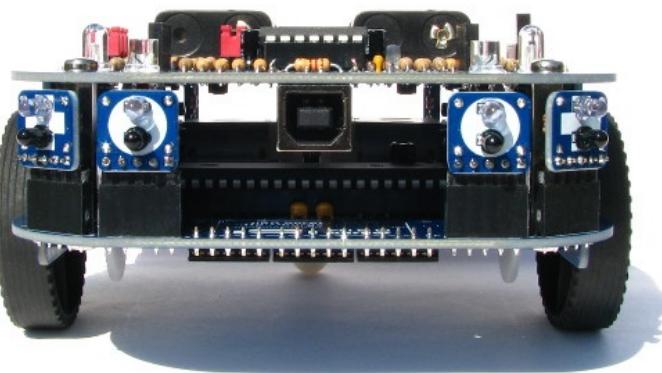
Wenn nun der **Taster 1** gedrückt wird, muss **LED 1** leuchten.  
Wird der **Taster 2** gedrückt, muss **LED 2** leuchten und bei gedrücktem **Taster 3** sollte die **LED 3** leuchten.

Damit sind die Coding-LEDs und die Taster überprüft und der **NIBO burger** wird wieder **ausgeschaltet**.

### 3.2 Teil II – Sensor-Bricks

Zum Testen der Sensor-Bricks wird folgendes Setup aufgebaut:

Die **IR-Sensor-Bricks** werden in die vorderen Slots (**FLL – FRR**) gesteckt:



Die **Farb-Sensor-Bricks** werden in folgender Reihenfolge in die unteren Slots (BR - rot, BC - grün, BL - blau) gesteckt:



Nun wird der **Taster 1 gedrückt gehalten** und der Roboter wird wieder **eingeschaltet**.

Jetzt sollte die LED 1 leuchten. Lässt man nun den Taster los, blinkt die LED 1 kurz und das Testprogramm ist gestartet.

Wir beginnen mit dem Testen der **IR-Sensor-Bricks**:

Hält man nun z.B. einen Finger in circa 3 cm Abstand vor einen Sensor, dann sollte die jeweilige LED (z.B. LED 1 beim Sensor FLL) leuchten.

Dies probiert man mit allen IR-Sensor-Bricks aus.

**Hinweis:** Falls die LEDs **immer leuchten**, wurde eventuell das Einschrumpfen der

Phototransistoren vergessen (siehe Seite 34)!

Durch Drücken des **Tasters 1** wird zum Programm „Testen der **Bodensensoren / Farb-Sensor-Bricks**“ umgeschaltet:

Der Roboter wird etwas in die Luft gehalten und die Sensoren werden nach demselben Schema getestet.

Dabei sollten für den **blauen** Sensor die **LED 1** leuchten, für den **grünen** Sensor sollten **LED 2** und **LED 3** leuchten und für den **roten** Sensor sollte die **LED 4** leuchten.

Jetzt wird der Roboter wieder **ausgeschaltet**.

### 3.3 Teil III – Motoren & Odometriesensoren

Nun wird der **Taster 2 gedrückt gehalten** und der Roboter wird wieder **eingeschaltet**.

Jetzt sollte die LED 2 leuchten. Lässt man nun den Taster los, blinkt die LED 2 kurz und das Testprogramm ist gestartet.

Wir beginnen mit dem Testen der **Odometrie-Lichtschranken**. Es soll sich zeigen, ob die Phototransistoren die **Drehung der Räder detektieren** können.

Dazu wird von oben vorsichtig das **linke rote Zahnrad gedreht**. Dann sollten **abwechselnd LED 1 und LED 2** aufleuchten. Wird die Lichtschranke durch das Zahnrad blockiert, dann leuchtet die rote LED, ansonsten leuchtet die blaue LED.

Die rechte Seite testet man analog.

**Zum Umschalten auf das Motoren-Testprogramm drückt man jetzt 1x den Taster 2:**

Nun wird noch der Jumper **J6 gesteckt**. Ab jetzt kann der Roboter fahren!

- Taster 1 drücken → Roboter fährt vorwärts
- Taster 2 drücken → Roboter hält an
- Taster 3 drücken → Roboter fährt rückwärts

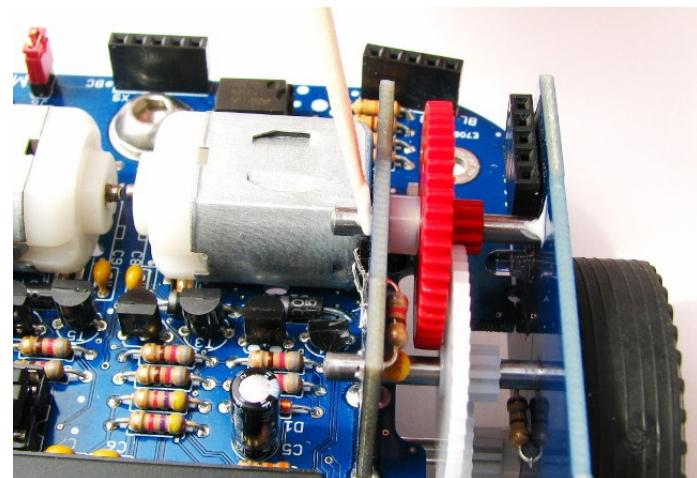
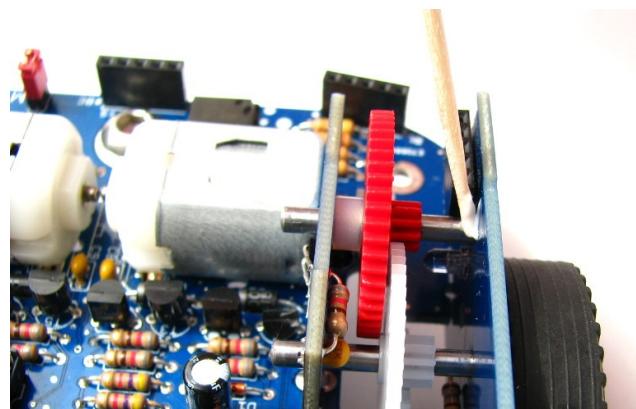
Es kann sein, dass der **NIBO burger** hierbei nicht ganz geradeaus fährt. Das

schadet jedoch nichts, da dies eine ungeregelte Fahrt ist!

Jetzt wird der Roboter wieder **ausgeschaltet**.

**Tip:** Durch **Einfetten des Getriebes** (z.B. mit einer fettigen Salbe und einem Zahnstocher) können angenehm leise Laufgeräusche erzielt werden.

Man fettet am besten beide Seiten der Achsen an den Kontaktstellen mit den Platinen:



Nach dem gleichen Prinzip können noch die Achsen der übrigen Zahnräder gefettet werden.

### 3.4 Teil IV – Kalibrierung der Sensoren

Für die Kalibrierung der Sensoren werden die im Karton enthaltenen Karten „**Kalibrierung**“ und „**Farbkarte**“ benötigt.

Nun wird der **Taster 3 gedrückt gehalten** und der Roboter wird wieder **eingeschaltet**.

Der Roboter wird auf **Position 1** der Karte „**Kalibrierung**“ gestellt (die 3 Farbsensoren befinden sich über dem schwarzen Feld).

Nun wird der Taster 1 gedrückt, dann sollte die LED 1 blinken.

Dann wird der Roboter wird auf **Position 2** der Karte „**Kalibrierung**“ gestellt (die 3 Farbsensoren befinden sich über dem weißen Feld).

Nun wird der Taster 2 gedrückt, dann sollte die LED 2 blinken.

Die Kalibrierung ist jetzt automatisch beendet und abgespeichert!

Mit der **Farbkarte** können wir nun prüfen, ob die Sensoren die Farben richtig detektieren:

Die 3 Farbsensoren müssen hierzu über einer der farbigen Flächen positioniert werden:

- **blaue** Fläche → LED 2 und LED 3 leuchten
- **rote** Fläche → LED 1 und LED 4 leuchten
- **grüne** Fläche → LED 1 und LED 2 leuchten
- **gelbe** Fläche → LED 3 und LED 4 leuchten

Wenn das alles soweit geklappt hat, kann jetzt mit der Programmierung losgelegt werden!

### 3.5 Installation der NiboRoboLib

Nun wird noch die NiboRoboLib installiert. Die **neueste** Version und eine **Installationsanleitung** als .pdf-Datei finden sich unter:



Alternativ befindet sich die Dateien auch auf der beiliegenden CD.

Die **NiboRoboLib** enthält:

- + Alle benötigten Treiber für den **NIBO 2**
- + Alle benötigten Treiber für den **NIBO bee**
- + Alle benötigten Treiber für den **NIBO burger**
- + **RoboDude** (Übertragungsprogramm für .hex- und .xhex-Dateien)
- + C-Bibliothek und Testprogramme für den **NIBO 2**
- + C-Bibliothek und Testprogramme für den **NIBO bee**
- + C-Bibliothek und Testprogramme für den **NIBO burger**
- + Kalibrierprogramme für die Sensoren
- + **ARDUINO**-Bibliothek für den **NIBO 2**
- + **ARDUINO**-Bibliothek für den **NIBO bee**
- + **ARDUINO**-Bibliothek für den **NIBO burger**

Während des Installationsvorgangs kann man wählen, ob man alle Pakete installieren möchte, oder nur eine Auswahl.

Nach der Installation kann der **NIBO burger** nun in Betrieb genommen werden!

## 3.6 Programmierung

Es gibt verschiedene Möglichkeiten / Programmierumgebungen für den **NIBO burger**:

### 3.6.1 NIBO burger Coding Tutorial

#### Möglichkeit 1:

Das interaktive *NIBO burger Coding Tutorial* bietet auf motivierende Art die Möglichkeit, die Funktionen des **NIBO burger** Schritt für Schritt kennen zu lernen und gleichzeitig programmieren zu lernen:

The screenshot shows a coding tutorial interface for the NIBO burger. At the top, it says "Coding-Tutorial > NIBO burger > Teil 4 - LEDs 2". Below that, it says "Wir machen noch ein kleines Experiment mit den LEDs:". On the right, there's a small illustration of two circular eyes with pupils. A code editor window contains the following C++ code:

```
1 #include <niboburger/robomain.h>
2
3 void setup() {
4     led_init();
5 }
6
7 void loop() {
8     led_set(1, 1);
9     delay(500);
10    led_set(1, 0);
11    delay(500);
12 }
13
14
```

Below the code editor are two buttons: "Compile code!" and a download icon labeled "burger\_teil4.xhex". To the right of the code editor is a dashed box containing a quiz section titled "\_\_quiz\_\_". It asks: "1: Was macht die Anweisung \"delay(1000);\"?". Three options are listed: "Der Controller arbeitet 1000 Millisekunden schneller", "Der Controller wartet 2000 Millisekunden", and "Der Controller wartet 1000 Millisekunden". The third option is selected with a blue circle. A red button labeled "Quiz auswerten!" is visible. A message "Prima, das ist richtig!" with a smiley face is displayed. At the bottom of the interface, there are navigation arrows and a link "nächster Teil".

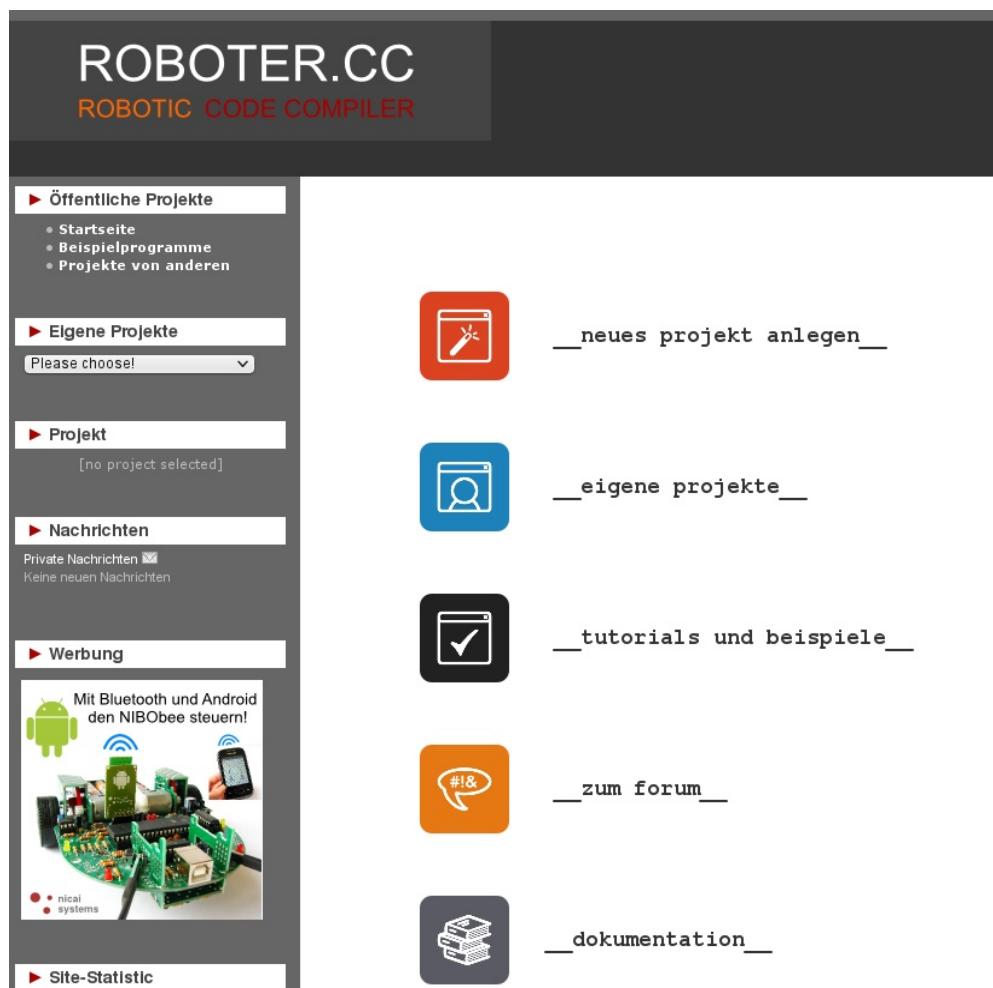


<http://www.roboter.cc/codingTutorial/niboburger>

### 3.6.2 Online-Compiler – Roboter.CC

#### Möglichkeit 2:

Man hat zusätzlich die Möglichkeit, den **NIBO burger** online auf der Roboter.CC Plattform zu programmieren:



**Roboter.CC** ist eine Open-Source Plattform, auf der eigene Roboter-Projekte **verwaltet** und **compiliert** werden können.

Auch **fertige Programme** können einfach ausprobiert werden. Alle Projekte werden online auf **Roboter.CC** compiliert – die Installation einer lokalen

Entwicklungsumgebung ist nicht notwendig - die Verlinkung der Bibliotheken erfolgt automatisch.

### **Einfach:**

1. Roboter-Typ und gewünschte Programmiersprache auswählen
2. Programmcode schreiben
3. Erzeugte XHEX-Datei mit RoboDude auf den Roboter übertragen

### **Oder:**

1. Gewünschte fertige XHEX-Datei auswählen
2. XHEX-Datei mit RoboDude auf den Roboter übertragen

The screenshot shows the ROBOTER.CC website interface. On the left, there's a sidebar with navigation links for 'Öffentliche Projekte', 'Eigene Projekte' (which has a dropdown menu with 'Create new project...'), 'Projekt' (listing 'NIBObee BKit-XS Demo', 'main.c', and 'Configuration'), 'Nachrichten' (listing 'Private Nachrichten' and 'Keine neuen Nachrichten'), and 'Werbung' (listing 'Mit Bluetooth und Android den NIBObee steuern!' with an image of a smartphone connected to a circuit board).

The main content area is titled 'NIBObee BKit-XS Demo' and contains the following information:

- Beispielprogramm für die BKit-XS Erweiterung:** Das Programm misst das reflektierte Infrarotlicht. Die roten und gelben LEDs der NIBObee dienen zur Anzeige der gemessenen Werte.
- Video bei YouTube:** A thumbnail image of a video showing the robot's infrared sensor setup.
- Project Details:**
  - Author: nibobee
  - Project started: 2012-02-04 17:00:46
  - Last build: 2012-02-04 17:06:25
  - :hex file: [nibobee\\_bkit\\_xs\\_demo.hex](#) (recommended programming tool: RoboDude)
  - .hex file: [nibobee\\_bkit\\_xs\\_demo.hex](#)
  - .zip source: [nibobee\\_bkit\\_xs\\_demo.zip](#)
- Files:** main.c [Download](#)

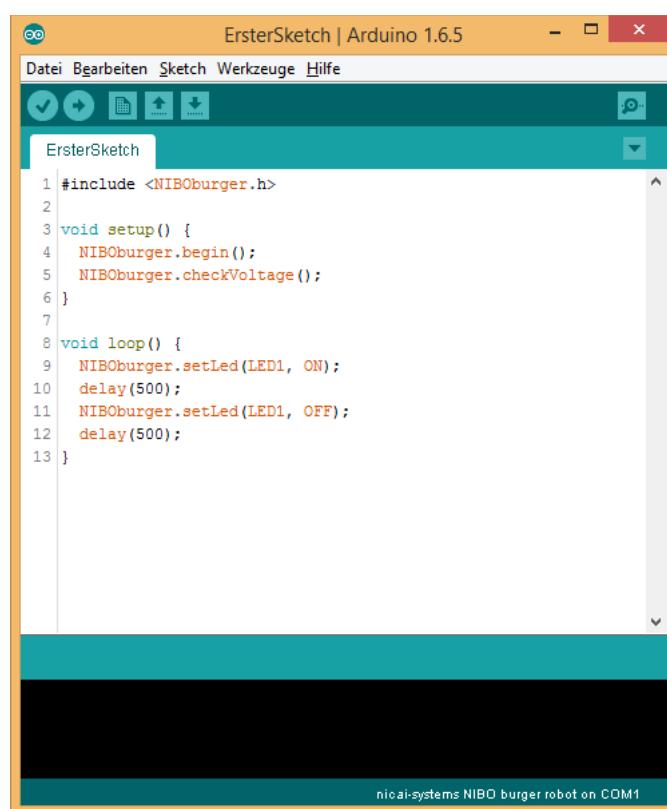
Zusätzlich gibt es hier ein **Forum** mit vielen nützlichen Informationen, tollen Ideen und Fragen & Antworten!

<http://www.roboter.cc>

### 3.6.3 NIBO burger ARDUINO Tutorial

#### Möglichkeit 3:

Es ist auch möglich, den **NIBO burger** komplett in **ARDUINO** zu programmieren:



```
#include <NIBOburger.h>
void setup() {
  NIBOburger.begin();
  NIBOburger.checkVoltage();
}
void loop() {
  NIBOburger.setLed(LED1, ON);
  delay(500);
  NIBOburger.setLed(LED1, OFF);
  delay(500);
}
```

nicai-systems NIBO burger robot on COM1

Ein **Tutorial** inklusive **Installationsanleitung** mit vielen Beispielen und Erklärungen ist hier zu finden:

<http://www.nicai-systems.com/de/nibo-burger-programmierung>

### 3.7 Ladefunktion der Akkus über USB

Die Akkus des **NIBO burger** können aufgeladen werden, indem der Roboter **ausgeschaltet** über USB mit einem Rechner verbunden wird und die Jumper J1, J2 und J3 auf **CHARGE** (siehe Fotos) umgesteckt werden:

Normaler Betrieb (**RUN**):



Ladebetrieb (**CHARGE**):



Die auf den Fotos zu sehende **weiße LED 7** zeigt den **Ladezustand** an:

<b>LED 7</b>	<b>Bedeutung</b>
aus	Kein Ladevorgang
an, mit kurzen Unterbrechungen	Ladevorgang aktiv
blitzt alle 2 Sekunden	Ladevorgang abgeschlossen
blitzt doppelt jede Sekunde	Fehler
½ Sekunde an ½ Sekunde aus	Keine Akkus / Jumper nicht korrekt

Der Ladevorgang ist zeitgesteuert und wird automatisch nach 7 Stunden beendet.

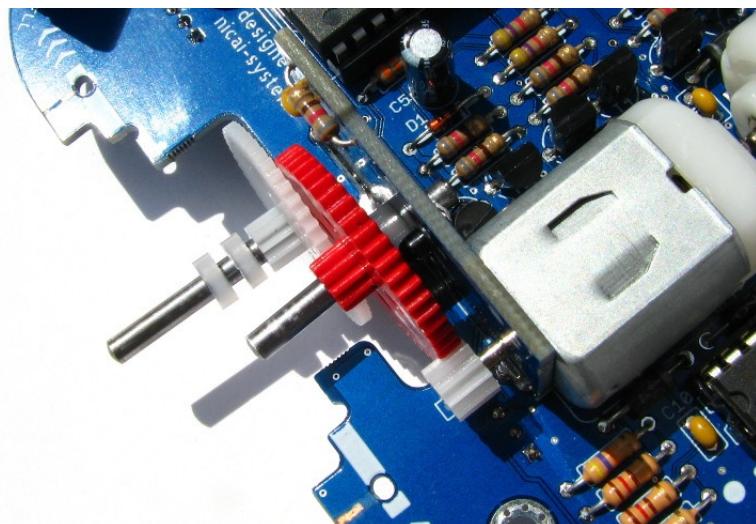
### 3.8 Getriebeaufbau mit 25:1 Übersetzung

Das Getriebe des **NIBO burger** kann in zwei verschiedenen Varianten aufgebaut werden: Der **bisher beschriebene Aufbau** ermöglicht ein präzises Fahren mit einer **125:1** Übersetzung. Der alternative Aufbau mit einer **25:1** Übersetzung ermöglicht eine höhere Geschwindigkeit des Roboters.

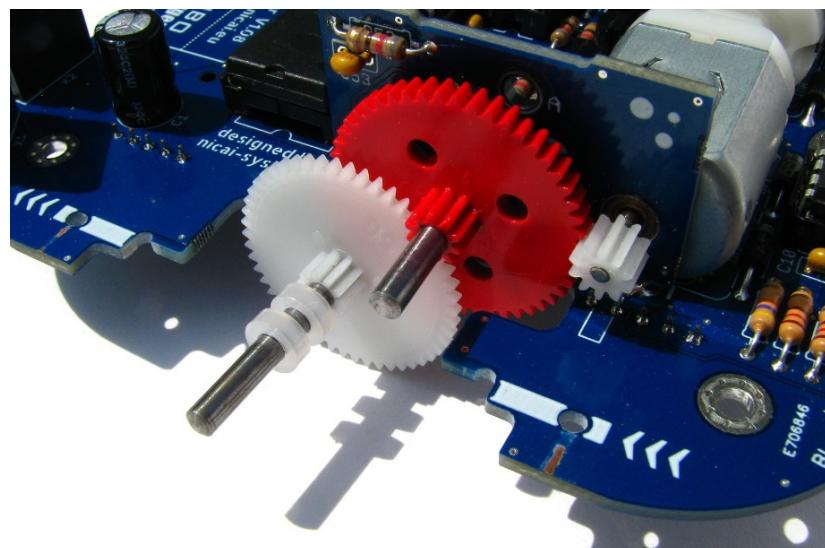
Für den Umbau auf die **25:1** Übersetzung wird der Roboter zunächst auseinander geschraubt, die beiden Räder werden abgezogen und die beiden Seitenplatten **⑤** und **⑥** werden entfernt. Anschließend werden noch die Achsen entfernt (die Zahnräder bleiben alle an denselben Stellen auf der jeweiligen Achse!).

#### Nun wird das Getriebe neu zusammengesetzt:

Das **rote Zahnrad** behält den breiten Distanzring und wird in die **Bohrung B** gesteckt. Die lange Achse mit dem weißen Zahnrad wird wieder in die unterste Bohrung gesteckt und bekommt einen **zweiten** schmalen Distanzring (die kurze Achse mit dem weißen Zahnrad wird hierbei **nicht** verwendet):



**Hinweis:** Bei dieser Getriebe-Variante müssen auf beiden Seiten die Transistoren in der Nähe der kurzen Achsen leicht zurecht gebogen werden:



Jetzt können die Seitenplatinen und die Räder wieder aufgesteckt werden. Dann werden die beiden Etagen verschraubt und der **NIBO burger** ist wieder einsatzbereit!

**VORSICHT!** Vorwärts und rückwärts sind jetzt vertauscht!

## 3.9 Weitere Informationen

Das NIBO-Wiki liefert zusätzliche Informationen wie **FAQ's**, **Ersatzteilquellen**, technische Detailinformationen, Erklärungen und vieles mehr:

The screenshot shows the homepage of the NIBO-Roboter Wiki. At the top, there is a navigation bar with links for 'seite', 'diskussion', 'bearbeiten', 'versionen/autoren', 'verschieben', and 'beobachten'. Below the navigation bar, a banner says 'Willkommen im NIBO-Roboter Wiki'.

- NIBO 2**: Shows an image of the NIBO 2 robot and its internal components. It lists the following specifications:
  - Atmel ATmega128 + ATmega88
  - 5 Distanz-, 4 Bodensensoren
  - 2 Motoren mit 16:1 Getriebe
  - IR-Empfänger
  - sechspoliger ISP Anschluss
- NIBObee**: Shows an image of the NIBObee robot. It lists the following specifications:
  - Atmel ATmega16 + ATtiny44
  - 4 Tastsensoren mit Fühlern
  - 3 Bodensensoren
  - integrierten USB-Programmer mit zusätzlicher Ladefunktion
  - 2 Motoren mit Odometriesensor
- NDS3**: Shows an image of the NDS3 distance scanner add-on. It lists the following specifications:
  - Atmel ATtiny84
  - Sharp Distanzsensor 10-100 cm
  - Modellbauservo
  - ISP-Schnittstelle
  - Lochrasterfeld zum Experimentieren
- UCOM-IR2**: Shows an image of the UCOM-IR2 programming adapter. It lists the following specifications:
  - Atmel AT90USB162
  - USB-Anschluss
  - mehrfarbige Status-LED
  - 2 IR-Sende-LEDs
  - 6-polige AVR-ISP-Schnittstelle

<http://www.nibo-roboter.de>

## 4 Anhang

### 4.1 Widerstandsfarbcodes

Die Werte von Kohleschichtwiderständen werden mit 4 Farbringern anhand nachfolgender Tabelle codiert:

Farbe	Ring 1	Ring 2	Ring 3 (Faktor)	Ring 4 (Toleranz)
silber	—	—	$1 \cdot 10^{-2} = 10 \text{ m}\Omega$	$\pm 10 \%$
gold	—	—	$1 \cdot 10^{-1} = 100 \text{ m}\Omega$	$\pm 5 \%$
schwarz	—	0	$1 \cdot 10^0 = 1 \Omega$	—
braun	1	1	$1 \cdot 10^1 = 10 \Omega$	$\pm 1 \%$
rot	2	2	$1 \cdot 10^2 = 100 \Omega$	$\pm 2 \%$
orange	3	3	$1 \cdot 10^3 = 1 \text{ k}\Omega$	—
gelb	4	4	$1 \cdot 10^4 = 10 \text{ k}\Omega$	—
grün	5	5	$1 \cdot 10^5 = 100 \text{ k}\Omega$	$\pm 0,5 \%$
blau	6	6	$1 \cdot 10^6 = 1 \text{ M}\Omega$	$\pm 0,25 \%$
violett	7	7	$1 \cdot 10^7 = 10 \text{ M}\Omega$	$\pm 0,1 \%$
grau	8	8	$1 \cdot 10^8 = 100 \text{ M}\Omega$	—
weiß	9	9	$1 \cdot 10^9 = 1 \text{ G}\Omega$	—

## 4.2 THT - Bauteilliste

Menge	Wert	Device	Bauteile
2		BATTERYHOLDER	B1, B2
2	470 µF	CPOL-EUE3.5-8	C1, C12
7	10 nF	C-EU025-025X050	C2, C8, C9, C13, C25, C53, C54
2	4.7 µF	CPOL-EUE1.8-4	C21, C22
2	22 pF	C-EU025-025X050	C23, C24
8	100 nF	C-EU025-025X050	C3, C6, C7, C10, C11, C20, C26, C27
2	100 µF	CPOL-EUE2-5	C4, C5
4	BAT85	BAT85	D1, D22, D23, D24
8	1N4007	1N4007	D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9
2		BZX83V003.6	D20, D21
1		ATMEGA16A-PU	IC1
1		74HC139N	IC2
1		TS2950CT33	IC3
1		LM358N	IC4
1		ATTINY44A-PU	IC5
2	IR	LED3MM	IR55, IR56, IR1X, IR2X, IR3X, IR4X
3		STL3G	J1, J2, J3
8		BL5W	J1.1, J2.1, J3.1, J4.1, J1.B, J2.B, J3.B, J4.B
8		STL5G	J1.2, J2.2, J3.2, J4.2, J1.A, J2.A, J3.A, J4.A
7		STL5W	J1X, J2X, J3X, J4X, J5X, J6X, J7X
2		STL2G	J5, J6
2	red	LED5MM	LED1, LED4
2	blue	LED5MM	LED2, LED3
3	white	LED3MM	LED5, LED6, LED7
1	red	LED3MM	LED5X
1	green	LED3MM	LED6X
1	blue	LED3MM	LED7X
6	IR	PT-3mm	PT53, PT54, PT1X, PT2X, PT3X, PT4X
3	VIS	PT-3mm	PT5X, PT6X, PT7X
1	15 MHz	CRYSTALHC49S	Q1
5	3.3 Ω	R-EU_0207/10	R1, R16, R40, R41, R42
5	47 kΩ	R-EU_0207/10	R12, R15, R26, R27, R48
5	120 Ω	R-EU_0207/10	R13, R14, R30, R35, R36
13	4.7 kΩ	R-EU_0207/10	R2, R3, R22, R23, R31, R32, R33,

6	180 $\Omega$	R-EU_0207/10	R34, R37, R39, R43, R44, R45 R20, R21, R28, R29, R55, R56
2	68 $\Omega$	R-EU_0207/10	R24, R25
13	820 $\Omega$	R-EU_0207/10	R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R38, R46, R47, R53, R54
7	120 $\Omega$	R-EU_0204/7	RA1X, RA2X, RA3X, RA4X, RA5X, RA6X, RA7X
7	2.2 k $\Omega$	R-EU_0204/7	RB1X, RB2X, RB3X, RB4X, RB5X, RB6X, RB7X
1		M9040P	S1
3		10-XX	SW1, SW2, SW3
5	BC327-40	BC327	T1, T2, T7, T8, T10
5	BC337-40	BC337	T3, T4, T5, T6, T9
1		CON_USB_B	X0
10		BL5G	X1, X2, X3, X4, X8, X9, X10, X11, X12, X13

## 5 Links zu weiterführenden Internetseiten

In diesem Unterkapitel ist eine ausgewählte Linkssammlung zu themenähnlichen Internetseiten aufgeführt.

### Entwicklungsumgebungen:



#### Atmel: <http://www.atmel.com>

Webseite vom Hersteller der Mikrocontroller. Dort gibt es Datenblätter, Applikationsbeispiele und die Entwicklungsumgebung AVRStudio.



#### WinAVR: <http://winavr.sourceforge.net/>

AVR-GCC Compiler für Windows mit vielen Extras und „Add-on“ für das AVRStudio.

#### AVRDude

#### AVRDude: <http://savannah.nongnu.org/projects/avrdude/>

Freie Programmiersoftware (Downloader, für die NIBO Roboter geeignet!).



#### Roboter.CC: <http://www.roboter.cc>

Online Code Compiler speziell für Robotik-Projekte mit vielen Beispielen und Forum.

### Weitere Informationen:

- **Nibo Hauptseite:** <http://nibo.nicai-systems.de>  
Die Homepage des Nibo Herstellers. Liefert technische Informationen, die Bauanleitung und weitere Links.
- **Nibo Wiki:** <http://www.nibo-roboter.de>  
Wiki des Nibo. Liefert alle Informationen rund um die NIBO Roboter und ihre Erweiterungen.
- **Mikrocontroller:** <http://www.mikrocontroller.net>  
Informationen über Mikrocontroller und deren Programmierung.
- **AVRFreaks:** <http://www.avrfreaks.net>  
Informationen rund um den AVR.