

Gartenbahn ohne Kontaktprobleme dank Akku und Funkfernsteuerung

Mit dem Umbau einer Ge 2/4 RhB von LGB (Massstab 1:22.5) auf Akkubetrieb wird das Fahren im Aussenbereich wieder zur Freude. Die Schienen müssen nicht endlos geputzt werden. Einspurstrecken mit Kehrschleifen sind problemlos möglich. Die einfache Funksteuerung mit Sender und Lokdecoder von PIKO lösen das Problem preiswert.

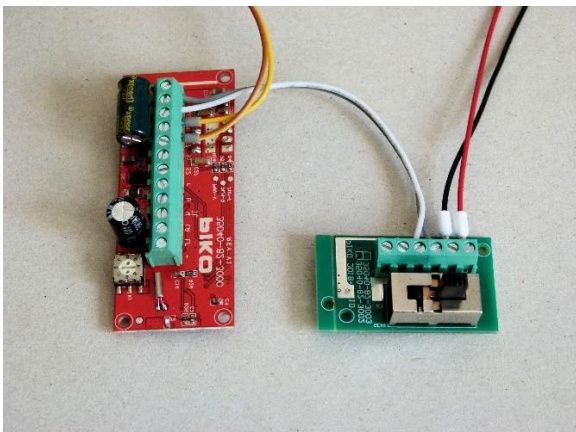


[01a]

Wozu auf Funk- und Akkubetrieb umbauen?

Die Schienen im Aussenbereich korrodieren immer ein wenig und dann wird die Stromaufnahme über die Räder zum Problem. Auch die Schleifer werden durch Gartendreck und Gras schnell verschmutzt.

Die Funkfernsteuerung für grosse Motoren von PIKO 35040



[02] Empfänger/Decoderprint, Akkuschalter



[03] Der Sender zur Fernsteuerung

Das PIKO-Set besteht aus

- Empfängerprint (rot) mit Decoder für 14 Fahrstufen, vor- und rückwärts. Für die Lichtsteuerung der Lok gibt es einen Ausgang für die Lichter vorne und hinten. Den Schweizer Lichtwechsel muss man sich selber dazu bauen. Sender und Empfänger können auf 8 verschiedene Frequenzen eingestellt werden. Somit könnte man max. 8 Loks unabhängig voneinander steuern. Der Decoder hat zwei Ein- und zwei Ausgänge für Soundfunktionen in Verbindung mit Reedkontakten an der Lok. Wie das funktioniert, ist mir aus den widersprüchlichen Angaben in der Gebrauchsanleitung nicht klar geworden.
- Schalterprint (grün) zum Ein- und Ausschalten des Akkus. Eine dritte Schalterstellung zum Umschalten auf Schienenstrom ist für Akkubetrieb irrelevant.
- Sender abgeleitet von einem Türöffner für Autos. Mit den beiden Pfeiltasten kann man die Stufen in Vor- und Rückwärtsrichtung schrittweise erhöhen bzw. verringern. Kommt man bei Fahrstufe 0 an, steht die Lok still und Lichter sind aus. Die Lichtfunktion ist nicht fernsteuerbar. Ab Fahrstufe 1 in Vorwärtsrichtung ist der Lichtausgang am Decoder für Vorderlicht unter Spannung, umgekehrt bei Rückwärtsfahrt. Mit den Tasten I und II konnte ich nichts anfangen.

Reichweite des Funksenders und Antennenausrichtung

Die Reichweite des Senders wird in der Beschreibung mit 30m angegeben. Bei einer Frequenz von 2.4 GHz stört alles, was die möglichst direkte Sichtverbindung hindert. Metallische Gegenstände wie Blei, Motor oder Batterie sollten im Einbau der Lok nicht in nächster Nähe des Empfänger/Decoderprints sein. Den Print habe ich mit Kunststoff Polyamid M2-Schrauben befestigt, um Metallschrauben in direkter Nähe der Antenne zu vermeiden. Die Antenne ist ein ca. 3cm langer Draht auf der Unterseite des Prints.

Die gegenseitige Ausrichtung der Antennendrähte in Sender und Empfänger haben einen Einfluss auf das Empfangssignal und damit auf die Reichweite. Beim Empfängerprint liegt der Antennendraht in Längsrichtung des Prints. Beim Sender ist der Draht ebenfalls in Längsrichtung des Gehäuses verlötet. Stehen Sender und Empfänger nebeneinander und ist der Draht des Empfängers genau senkrecht zur Drahrichtung des Senders ausgerichtet, dann ist der Empfang minimal. Sind die Antennendrähte von Sender und Empfänger genau parallel zueinander, dann ist der Empfang optimal.

Bei RC-Empfängern von Flugmodellen werden zur Sicherheit 2 Antennen mit 90° unterschiedlicher Ausrichtung im Modell eingebaut. Dann steht immer eine Antenne in günstigem Winkel zum Sender. Der PIKO-Empfänger ist diesbezüglich einfacher gestaltet und daher weniger verlässlich. Ein Tipp: Wenn sie z.B. die Gartenbahnlok auf ihrer Fahrt seitlich begleiten, dann ist ein Einbau des Empfängerprints mit seiner Längsachse parallel zur Längsachse der Lok zu empfehlen. In diesem Fall kann es aber sein, dass die Lok in der Anlage nicht reagiert, wenn sie diese genau von vorne oder hinten sehen.

Evaluation des Akkus

Um den Akku auswählen zu können, muss man sich zuerst über die Motordaten des Modelles schlau machen. In der Gebrauchsanleitung zur LGB-Lok wird der Motor als Ersatzteil aufgeführt. Schaut man beim Ersatzteil nach, kann man die Betriebsdaten nachlesen.

- 12V DC Nennspannung (max. 24V)
- Stromaufnahme im Leerlauf max. Drehzahl 6'200 U/min bei 0.22 A
- Stromaufnahme unter Last mit 5'100 U/min bei 0.7 A

Aus diesen Angaben folgt, dass ich einen 12V-Akku benötige. Ich muss nun aber noch festlegen, wie gross der Akku sein soll, d.h. was für eine Kapazität ich brauche. In einer worst case Abschätzung habe ich den Wert der Stromaufnahme unter Last, nämlich 0.7 A genommen. Will ich eine Autonomie von sagen wir 3 Stunden im Dauerbetrieb, dann rechnet sich die Kapazität wie folgt:

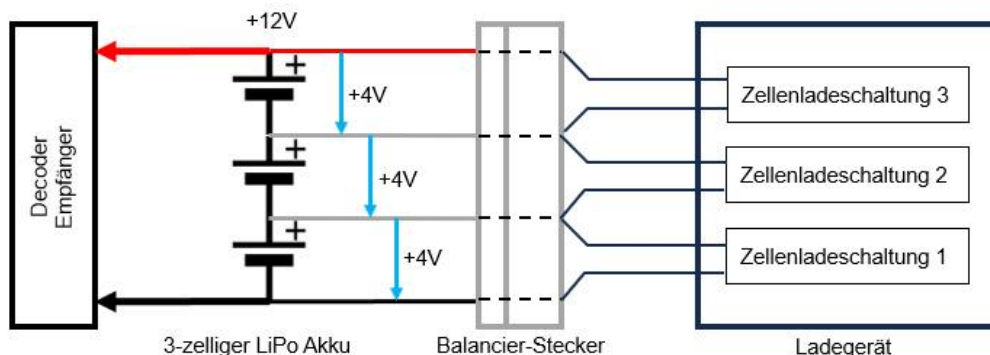
$$3 \text{ h} * 0.7 \text{ A} = 2.1 \text{ Ah}$$

In meinem Fall habe ich einen Akku mit 2.2 Ah bzw. 2200 mAh beschafft.

Als 12V-Akku hat mir der Händler einen LiPo Akku empfohlen (Lithium-Polymer Akku). Diese Akkus sind zum Betrieb von Modellen sehr geeignet. Die Selbstentladung ist gering und beträgt nur 1% pro Monat.

Randbedingungen für lange Lebensdauer des LiPo-Akkus

Für LiPo Akkus gilt, dass keine Zelle über 4.2 V geladen werden darf, sonst beschädigt man sie. Die Schaltung für die Ladung des Akkus muss daher jede Zelle unabhängig laden können. In einem Ladegerät für 3-zellige Akkus braucht es daher auch 3 unabhängige Zellenladeschaltungen. Das ist der Grund, weshalb es neben dem Hauptanschluss der Batterie noch einen kleineren 4poligen Stecker für das Ladegerät gibt, den sogenannten Balancier-Anschluss. Das Ladegerät kann damit die 3 Zellen bis zum Ende der Ladung auf gleiche Spannung ausbalancieren. Für den Schutz des Akkus vor Überladung ist das Ladegerät verantwortlich.



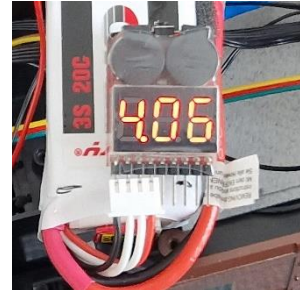
[04] Akkuschema und Schaltung des Ladegerätes

Das Ladegerät muss für einen 3zelligen Akku über einen 4poligen Balancieranschluss verfügen. Dann stellt sich die Frage nach dem Ladestrom. Ich persönlich bevorzuge tiefe Ladeströme. Mit Schnellladegeräten bzw. hohem Ladestrom werden Akkus gerne heiss. Wir wissen von Elektroauto-Batterien, dass Schnellladungen die Lebenszeit verkürzen. Das gilt auch für LiPo-Akkus. Ich habe von ORION den advantage EZ Li-Po Charger gekauft. Das Gerät hat Ausgänge für 800 mA und damit dauert die Vollladung eines leeren Akkus 3-4 Stunden. Grob gerechnet kann man die Ladezeit mit Kapazität durch Ladestrom rechnen, d.h. in unserem Beispiel $2200 \text{ mAh} / 800 \text{ mA} = 2 \text{ Stunden und } 45 \text{ Minuten}$. Am Anfang wird mit konstantem Strom geladen und wenn die Zellenspannungen sich dem Abschaltpunkt von 4.2 V nähern, werden sie mit immer kleinerem Strom geladen, bis die Endspannung erreicht ist. Dann wird die Ladung der Zellen individuell ausgeschaltet.

Weiter gilt im Betrieb, dass keine Zelle zu stark entladen werden darf. Unterhalb von 3.3 V kann eine Zelle eines LiPo-Akkus bereits Schaden nehmen. Das geht nur sicher, wenn man

im Betrieb die Zellenspannungen individuell misst und alarmiert, wenn eine der Zellen den Schwellwert unterschreitet.

Dazu gibt es geeignete sehr kleine und günstige Geräte im Handel. Ich habe mich für den LiPo-Checker bzw. LiPo-Buzzer von Reely entschieden. LiPo-Checker steht für die Funktion, dass alle 3 Zellenspannungen einzeln und die Gesamtspannung zyklisch hintereinander angezeigt werden. LiPo-Buzzer (Summer, Schnarrer) steht dafür, dass das Gerät bei Unterschreitung einer einstellbaren Minimalspannung mit dem Schnarrer alarmiert, wenn auch nur eine der 3 Zellen diese Minimalspannung unterschreitet. In meinem Fall habe ich als Schwellwert 3.6 V eingestellt und bin dabei dem empfohlenen Wert aus der Anleitung des LiPo-Buzzers gefolgt. Der Buzzer muss im Fahrbetrieb am Balancierstecker wie auf dem Bild eingesteckt sein. Der schwarze Draht zum Akku ist der Minuspol und muss mit dem Minusstift des Buzzers zusammenpassen.



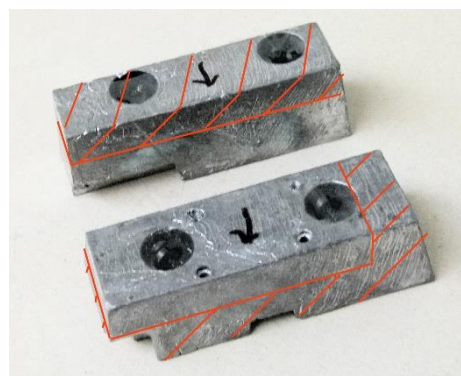
[05] LiPo-Buzzer bzw. LiPo-Checker

Demontage und Umbau

Die Lok hatte einen Sounddecoder mit vielen Funktionen. Diesen habe ich ausgebaut mitsamt dem Lautsprecher. Doch der Reihe nach. Zuerst musste ich das Dach abnehmen. Die 6 Schrauben befanden sich unter den 2 gesteckten Längsleisten auf dem Dach versteckt. Die Schrauben zu jedem Teil habe ich in einem Setzkasten mit einem Zettel beschriftet versorgt. Nun habe ich Fotos der Verdrahtung im Innenraum gemacht, bevor ich Lautsprecher und Decoder ausbaute und alle Steckverbindungen trennte.

Da ich die Glühbirnchen durch LEDs ersetzen wollte, musste ich die Lampenfassungen demontieren. Die schwarzen Schrauben waren aussen unter der grossen Rundung der Lampenschirme zu finden. Um zu den Schrauben der Gehäusebefestigung auf dem Chassis zuzukommen, musste ich zuerst einen mit einer Klemmhalterung befestigten Behälter seitlich unter dem Chassis Boden entfernen. Mit einer Trennscheibe habe ich auch die kraftverschleissenden Schleifer und die Radkontakte an der vorderen Laufachse entfernt.

Was tun mit den Bleigewichten? In der Lok sind original zwei Bleigewichte mit zusammen 1.4 kg Gewicht eingebaut. Die ganze Lok wiegt 3.15 kg. Das ist recht schwer. Mit dem Akku kommen noch 160 g dazu. Ohne die Gewichte zieht die Lok 2 Wagen bequem. Bei Testfahrten auf einer Aussenanlage mit 2 Personenwagen und einem Niederbordwagen konnte die Lok die maximale Steigung von 6% allerdings nicht ohne zusätzlichen Ballast bewältigen. Mit 700 g Ballast war das Problem gelöst. Ich habe daher das eine Bleigewicht wie rot eingezeichnet auf dem Bild zersägt und in der Länge verkürzt, sodass es in den Hohlraum unter dem Lautsprecher passt. Das andere Bleigewicht habe ich in der Höhe ebenso halbiert und am alten Ort wieder angeschraubt. Die Lok wiegt nach dem Umbau 2.6 kg.



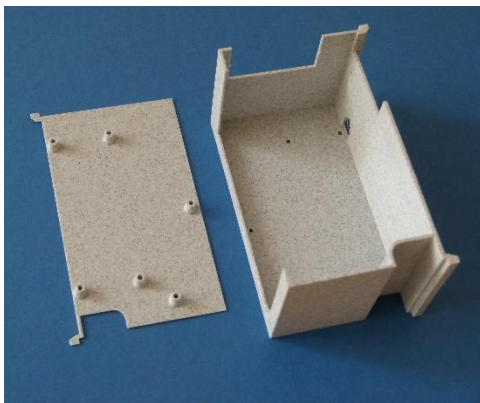
[06] Bleigewichte



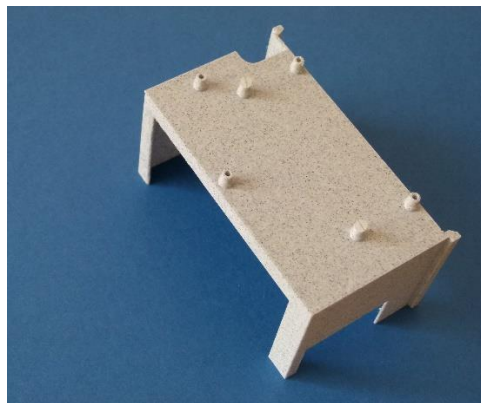
[07] Fahrversuche auf einer Aussenanlage mit unterschiedlichen Steigungen

Einbau der neuen Steuerung

Über dem vorderen Bleigewicht hatte es Raum für den Decoder. Er ist erhöht montiert, um die Antenne auf der Unterseite Decoders vom Bleigewicht genügend zu distanzieren. Metallische Teile in direkter Nähe der Antenne können den Empfang stören. Für die angehobene Montage habe ich einen Support in 3D-Druck nach dem FDM-Verfahren hergestellt. Da ich Zapfen nach oben und Stützen nach unten brauchte, habe ich das Teil im Slicer mitten in der Platte getrennt und die beiden Teile zusammengeschaubt.

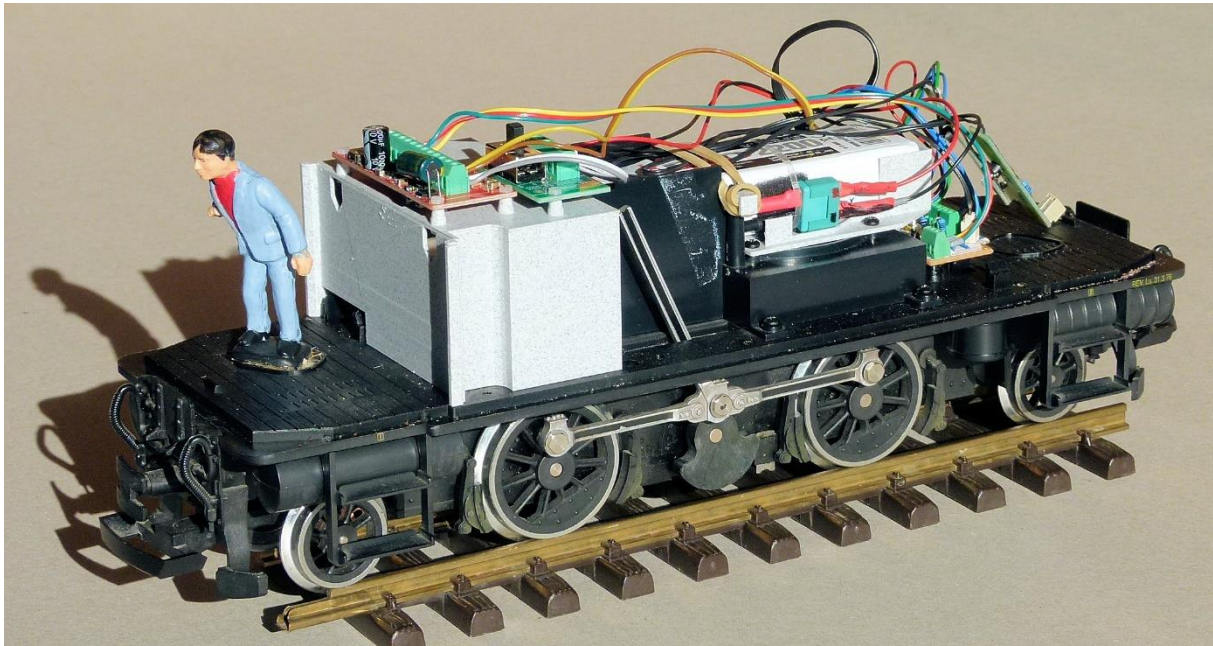


[08] Die 2 Teile aus dem 3D-Druck.



[09] Zusammengesetzter Support.

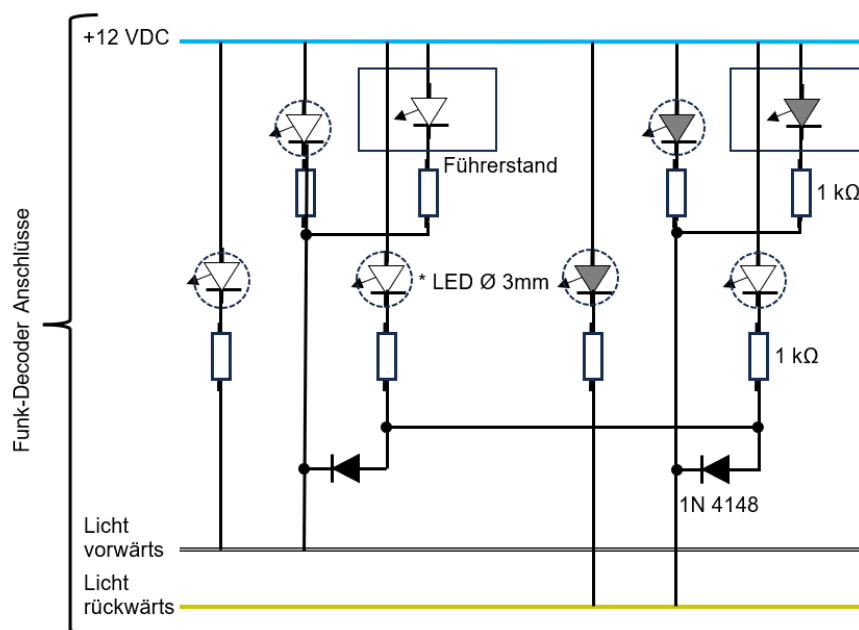
Für die Batterie habe ich eine Wanne konstruiert. Sie liegt auf den Zapfen des Lautsprechers auf und ist mit den Lautsprecherschrauben festgemacht.



[10] Chassis-Aufbauten: Links Funk-Decoder und Betriebsschalter, darunter nicht sichtbar das vordere Bleigewicht, Mitte: Akku, darunter nicht sichtbar das hintere Bleigewicht, rechts: die Lichtverteilung mit analogem Schweizer Lichtwechsel, ganz rechts schräg die kleinen Stirnlampenprints..

Lichter und Schweizer Lichtwechsel

Der Decoder hat einen Ausgang für Licht vorwärts und Licht rückwärts. Die Lok hatte 3 Vorder- und 3 Rücklampen sowie je ein Birnchen für die Führerstandbeleuchtung. Diese waren je mit der oberen Stirnlampe parallelgeschaltet. Mangels Sonderfunktionen am Decoder habe ich die Schaltung so übernommen. Der Schweizer Lichtwechsel für die 6 Lampen wird nach folgendem Schema analog realisiert.

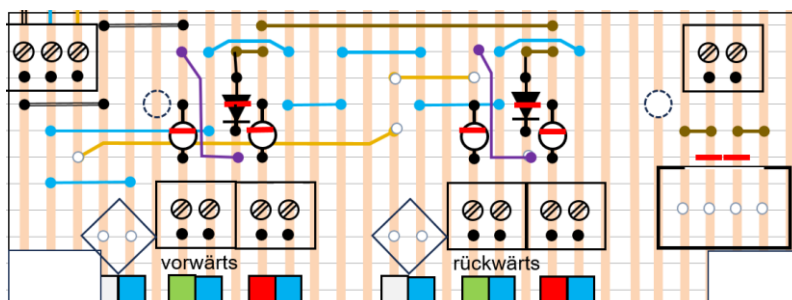


* LED: z.B. Yoldal YZ-WS3D60N LED bedrahtet, Sunny White, rund 3 mm, 4500 mcd, 60 °, 20 mA

[11] Analogschaltung für den Schweizer Lichtwechsel

Bei 12V-Betrieb habe ich den recht hellen warmweissen LEDs einen 1 k Ω Widerstand vorgeschaltet. Damit werden die Leuchtdioden mit 10 mA angesteuert und das gibt sehr gutes Licht. Die Diode im Schema hat einen breiten Lichtkegel mit 60° und 4500 mcd als Lichtstärke. Die 1 k Ω Vorschaltwiderstände müssen mindestens ¼ Watt Verlustleistung verkraften.

Layout des Lichtwechsel-Prints mit einer kleinen Veroboard-Platte: Aus Platzgründen stehen die Widerstände. Rote Striche bedeuten Bahnunterbrechungen auf der Rückseite. Oben sind die Anschlussklemmen der Verbindungen zum Decoder. Das Layout habe ich mit Word-Zeichenelementen im 0.5 cm Raster erstellt und einen Ausdruck mit einem Fotobearbeitungsprogramm auf exakt die Druckgrösse des Prints eingestellt.



[12] Layout Lampenanschlüsse und rechts der Motorstecker

Die LEDs habe ich in die vorhandenen Steckfassungen der Glühbirnchen gesteckt. Die Beinchen der LEDs werden auf die Länge der Glühbirnchen verkürzt. Zuvor habe ich die Anode der LED mit einem Punkt am LED-Gehäuse markiert, denn man muss die LED polungsrichtig einstecken. Verpolung macht nichts kaputt, aber die LED leuchtet einfach nicht. Die LED-Anschlüsse musste ich mit einem Schleifwerkzeug zuspitzen, damit sie sich gut in die Fassungen einstecken liessen. Die Vorschaltwiderstände der Stirnlampen und der Führerstandsbeleuchtungen habe ich mit einer Bastelei auf die im oberen Gehäuseteil eingelegten Prints aufgelötet.



[13] Glühbirnchen und LED-Ersatz im Vergleich.

Betrieb

- Vor der Fahrt evt. mit dem LiPo-Checker die Zellenspannungen messen, um festzustellen, ob der Akku geladen werden muss. Liegen die Spannungen eher bei 3.6 V als bei 4 V, dann ist eine Aufladung nötig.
- Wenn aufgeladen wird, muss der Akkuschalter ausgeschaltet sein. Das Anschlusskabel der Batterie zum Decoder soll so lang sein, dass der Akku bequem ausserhalb des Lok-Gehäuses über den Balancierstecker mit dem Ladegerät verbunden werden kann.
- LiPo-Checker einstecken und Batterie in die Lok legen, Akkuschalter einschalten – Fahren.
- Bei Unebenheiten der Gleise im Freien wie z.B. bei Beginn oder Ende von Steigungen haben sich die Wagen leicht einmal von der Lok entkuppelt. Die Lösung ist, die Wagen je mit zwei Kupplungshaken auszurüsten. Das Entkuppeln ist dann etwas schwieriger, aber mit einem entwerteten Seilbahnticket in Kreditkartengrösse lassen sich die Haken zwischen den Puffern leicht nach unten drücken und die Wagen auseinanderschieben.
- Das Lokmodell erreicht auf Fahrstufe 14 und mit 12 V-Akku eine massstäblich umgerechnete Geschwindigkeit von 50 km/h. In den Werksangaben zur RhB Lok Nr. 205 finden wir 45 km/h als Maximalgeschwindigkeit.
- Wenn im Betrieb der LiPo Buzzer anspricht, dann soll man die Lok im nächsten Bahnhof anhalten und den Akku neu laden. Nach jedem Fahrbetrieb muss man den LiPo-Checker ausstecken.



[14] Neugieriger Zuschauer