



[MEW-(40)]

# Messwagen

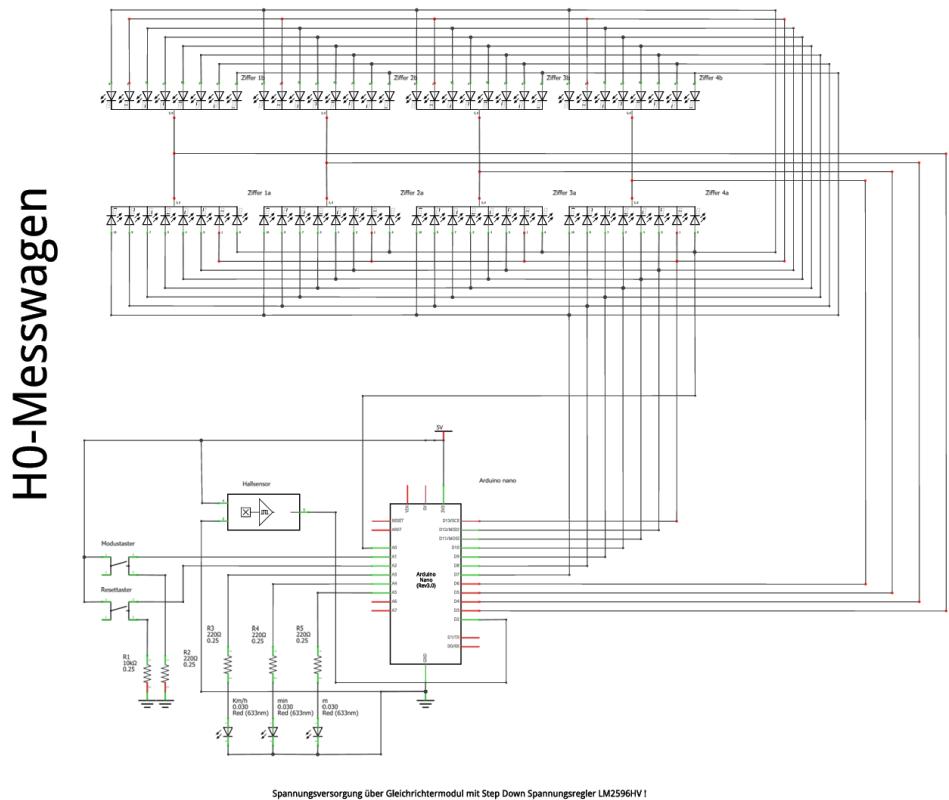
Uwe Bohländer | Erklärbär 25 | 9/2025

Schon seit langem hatte ich die Idee mir einen Messwagen zu bauen. Es ist einfach eine tolle Sache wenn man seine Züge ohne viel Aufwand auf eine maßstabsgerechte Modellgeschwindigkeit einstellen und fahren lassen kann. Außerdem ist so ein Wagen ein absoluter Hingucker auf der eigenen Modellbahn aber vor allem bei Modellbahnausstellungen. Da fährt dann auch ein ICE mit Maßstabsgerechten 300 km/h und nicht mit gefühlt eingestellten 500 km/h. Aber egal, nach ausgiebiger Recherche im Internet boten sich einige Lösungsvarianten diverser Hersteller als Vorlage an. Schlussendlich bin ich dann aber bei der Märklin-Variante (49960) hängen geblieben, welcher Gebraucht immer noch zwischen ambitionierten 100 und 200€ gehandelt wird.

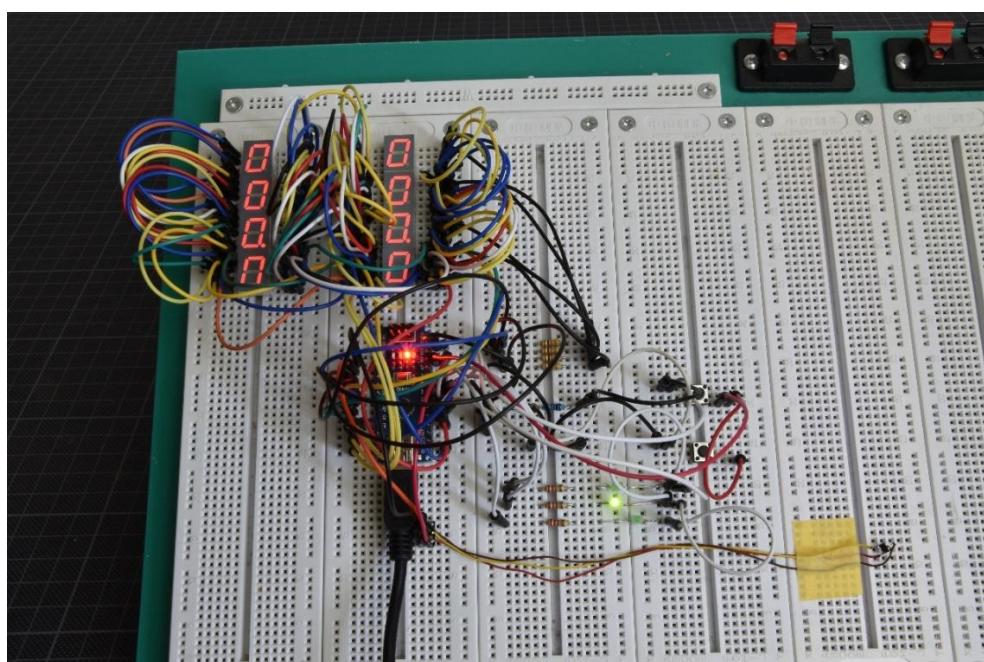
So ergab sich dann folgendes Lastenheft:

- Waggonbasis D-Zugwagen
- 4-Stellige Siebensegmentanzeige auf beiden Waggonseiten
- Anzeige der aktuellen Messeinheit (km/h oder min oder m)
- Messmodi: Geschw. in km/h umgerechnet in 1:87, Fahrzeit in min/sec, Fahrstrecke in m
- Geschwindigkeitsanzeige 3 Stellig mit 1 Nachkommastelle
- Fahrzeitanzeige mit 2-Stelliger Minuten und 2-Stelliger Sekundenanzeige
- Fahrstreckenanzeige mit 3-Stelliger m-Anzeige und 1-Stelliger dm-Anzeige
- Alle Anzeigen immer mit führenden Nullen
- Einstellung des jeweiligen Messmodus und Reset der Anzeige über Taster am Messwagen
- Stromversorgung über Gleisspannung mittels Gleichrichter und power-down-Modul
- Mikrocontroller Arduino Nano
- Impulserzeugung über Hallsensor

Mit diesen Vorgaben ging es dann an die Realisierung. Mit dem Softwaretool „Fritzing“ wurde zunächst ein Schaltplan erstellt, welcher dann anschließend auf einem Breadboard zusammengesteckt und getestet wurde.



[o2-Messwagen\_Schaltplan.pdf]



[MEW-(10)]

Die Software habe ich mit Chat-GPT erstellt. Das benötigt zwar seine Zeit und erfordert exakte Programmspezifikationen aber damit bin ich immer noch um einiges schneller zum Endergebnis gekommen wie wenn ich es klassisch programmiert hätte. Der Schaltplan wie auch der Programmcode liegen auf der Homepage des MEC-Marburg (MEC-Marburg.de) zum Download ab. In der Software ist derzeit ein Laufflächendurchmesser von 11mm einprogrammiert. Je nach Radsatz kann hier eine Anpassung des Programms erforderlich werden.

```
25
26  const float radDurchmesser = 0.011; // in Metern
27  const float umfang = radDurchmesser * 3.1416;
```

[Programmanpassung-Arduino]

Hierzu muss lediglich in Zeile 26 des Sourcecodes der entsprechende Laufflächendurchmesser in Metern angepasst werden. Diese Anpassung dürfte auch derjenige hinbekommen der sich mit der Programmierung nicht auskennt.

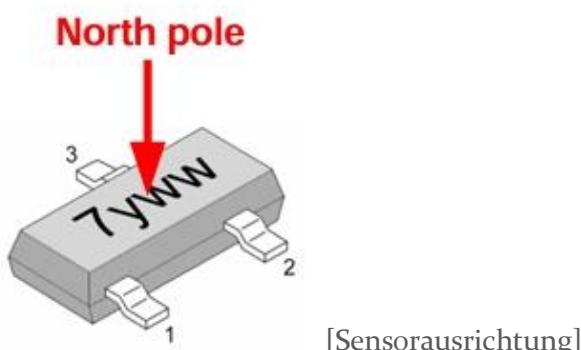
Nachdem das Programm soweit funktionierte konnte es an die Modifikation des Waggons und den Einbau der Elektronik in den selbigen gehen. In meinem Bestand hatte ich noch einen, nicht mehr ganz vollständigen, ROCO Mitteleinstiegswagen (44680) den ich mal für 10€ erstanden habe. Dieser war das Ideale Opfer für mein Vorhaben. Zunächst wurde der Wagen erst mal vollständig zerlegt.



[MEW-(8)]

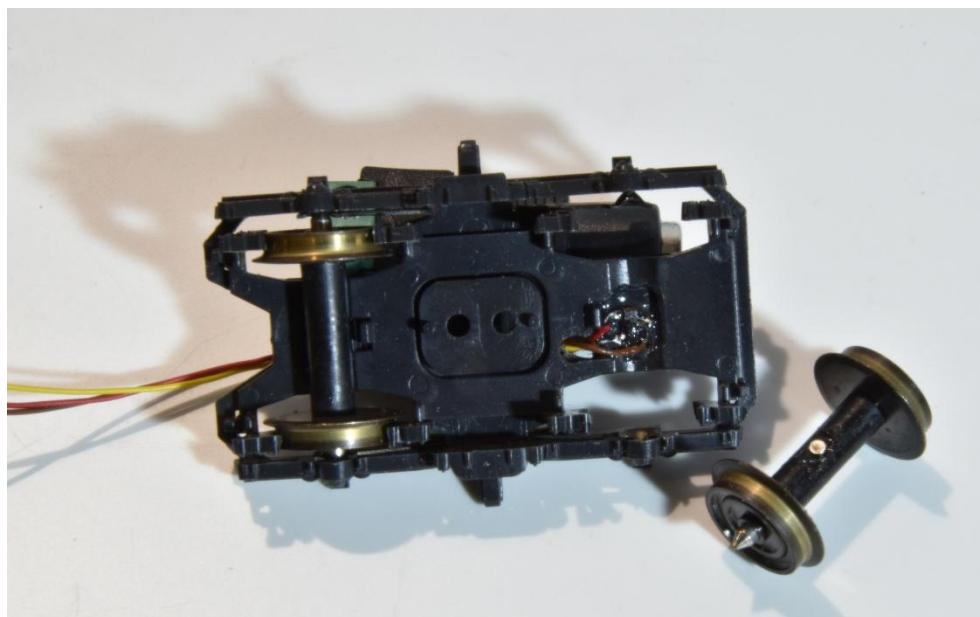
Zwar ist für die Inneneinrichtung später kein Platz mehr vorhanden, jedoch wird diese noch in Teilen für die Abdeckung der Kurzkupplungskinematik benötigt. Hierzu wird jeweils zwischen dem WC-Bereich und dem darauffolgenden Sitz die Bodenplatte abgetrennt und die Wände des WC entfernt. Die so erhaltenen „Bodenplatten“ verkleben wir dann mit dem Fahrgestell an ihrer ursprünglichen Einbauort. Hierdurch werden dann die entsprechenden Kupplungsmechaniken in ihrer Position gehalten.

Anschließend wurde ein Drehgestell für den Einbau eines Hallsensors vom Typ US5781 vorbereitet. Dieser wurde nach Datenblatt entsprechend verdrahtet und in eine Ausfrässung unter einer Radachse eingeklebt. Hierbei ist unbedingt darauf zu achten das die „Nordpolseite“ des Sensors in Richtung Radachse zeigt und der Sensor möglichst Mittig im Drehgestell positioniert wird.



Anschließend erhielt die entsprechende Achse noch vier kleine, jeweils um 90° versetzte, Ausfräzung / Abflachungen zur Aufnahme von vier Magneten mit einem Durchmesser von 1,5mm und einer Dicke von 0,5 mm (Bezugsquelle: Maqna.de). Auch diese wurden mit ein wenig Sekundenkleber mittig befestigt. Ganz wichtig ist hierbei die Polarität der Magnete. Stimmt diese nicht mit der Polarität des Sensors überein kann kein Signal erzeugt werden. Zur Ermittlung der richtigen Polarität wurde der Sensor mit Spannung versorgt und an einen Durchgangsprüfer angeschlossen.

Anschließend wurde mit dem Magnet über den Sensor gefahren. Sobald die Polarität stimmt zeigt der Durchgangsprüfer eine entsprechende Reaktion. Hier noch ein kleiner Hinweis zum Verkleben: Da die Radachse hinterher absolut leichtläufig sein muss, sollte man mit der Menge des Klebstoffes zum Verkleben der Magnete und des Sensors sehr sparsam umgehen. Die geringste Störung im Freilauf der Achse verfälscht das Messergebnis massiv.

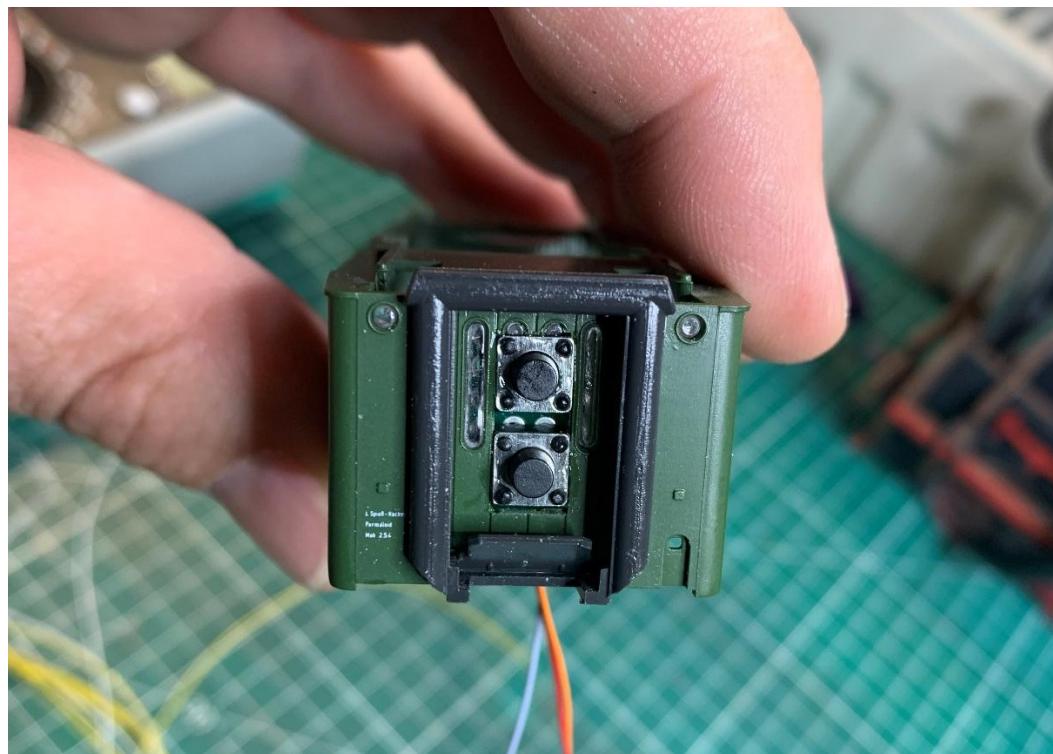


[MEW-(10)]

Hier im Bild kann man sehen das ich anfangs nur einen Magneten verbaut habe. Im Laufe der späteren Testfahrten hat sich herausgestellt das dadurch die Messauflösung viel zu gering war und so die Messwertanzeige in zu großen Sprüngen reagierte. Dies wurde vor allem im Bereich von Langsamfahrten sehr deutlich. Alles was unter Maßstabsgerechten 20 km/h lag wurde als 0 angezeigt, da durch die zu geringe Messauflösung zu wenige Impulse pro Radumdrehung für eine Berechnung zur Verfügung standen. Final wurden dann vier Magnete verwendet und so die Pulsdichte entsprechend erhöht.

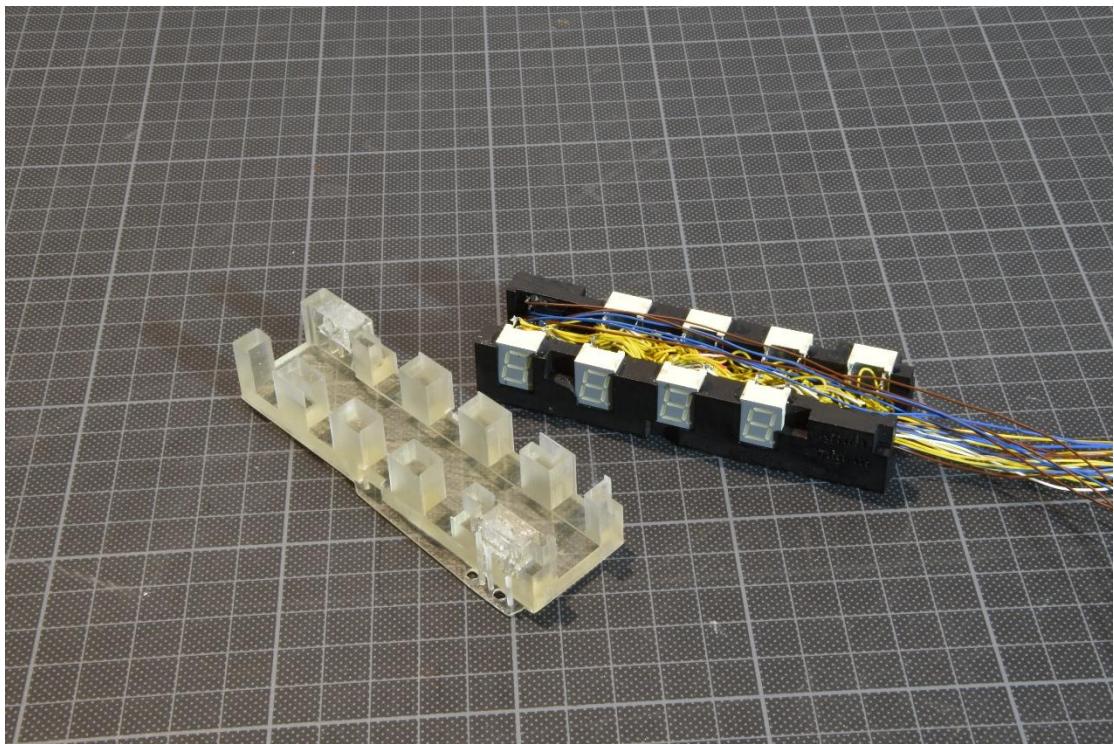
Nachdem das Fahrgestell soweit vorbereitet war konnte mit der Unterbringung und Positionierung der Elektronik begonnen werden.

Hierzu wurden der Modus- und der Resetschalter auf ein Stückchen Lochrasterplatine verlötet und anschließend in eine Ausfrässung auf der Waggonstirnseite eingeklebt.



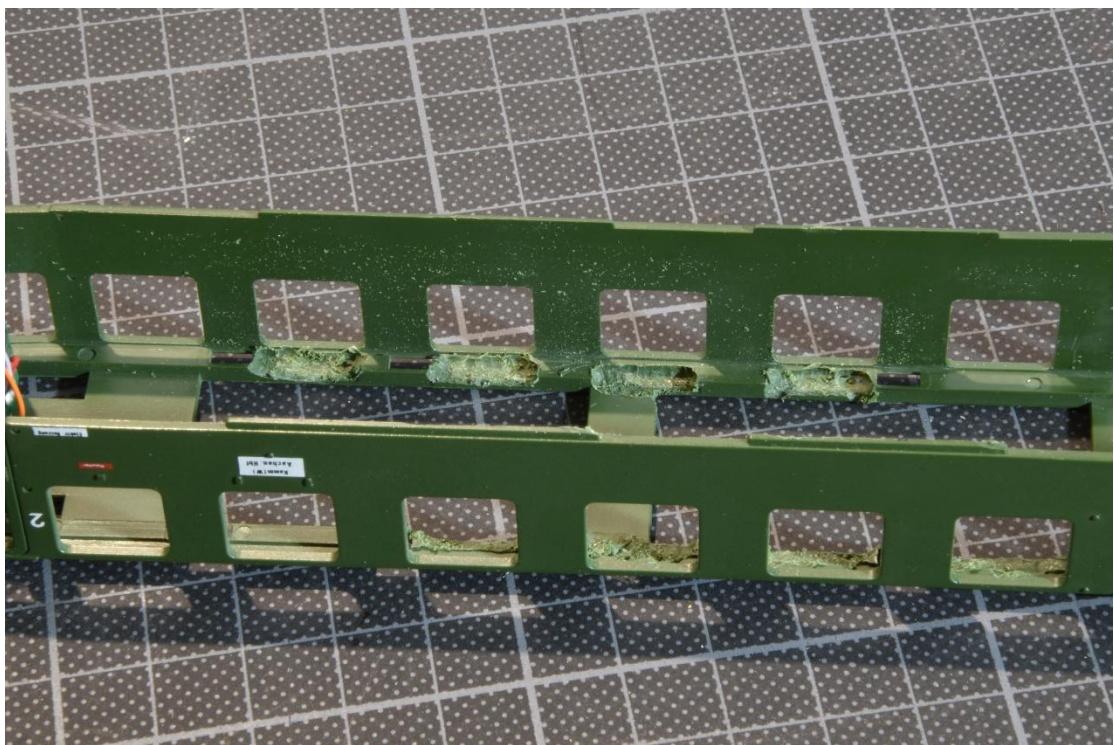
[MEW-(6)mob]

Für die Positionierung der vier 7-Segmentanzeigen (Bezugsquelle: Reichelt Elektronik SC39-11SURKWA 10mm mit gemeinsamer Kathode) in den Fensteröffnungen auf beiden Waggonseiten war ein wenig Mehraufwand erforderlich. Um deren genaue Höhe und auch die passenden Abstände zueinander zu gewährleisten wurde mit Hilfe eines CAD-Programms eine spezielle Aufnahme entwickelt, die neben der Aufnahme aller 7-Segmentanzeigen auch alle erforderlichen Aussparungen für das Verclipsen der Waggonteile sowie eine Dreiteilige LED-Aufnahme für die Anzeige der Messeinheiten enthält. Die entsprechende Step-Datei für den 3D-Druck kann auf den Seiten des MEC-Marburg heruntergeladen werden. (MEC-Marburg.de) Anschließend wurde die Aufnahme im 3D-Druck erstellt, komplett Bestückt und verdrahtet.



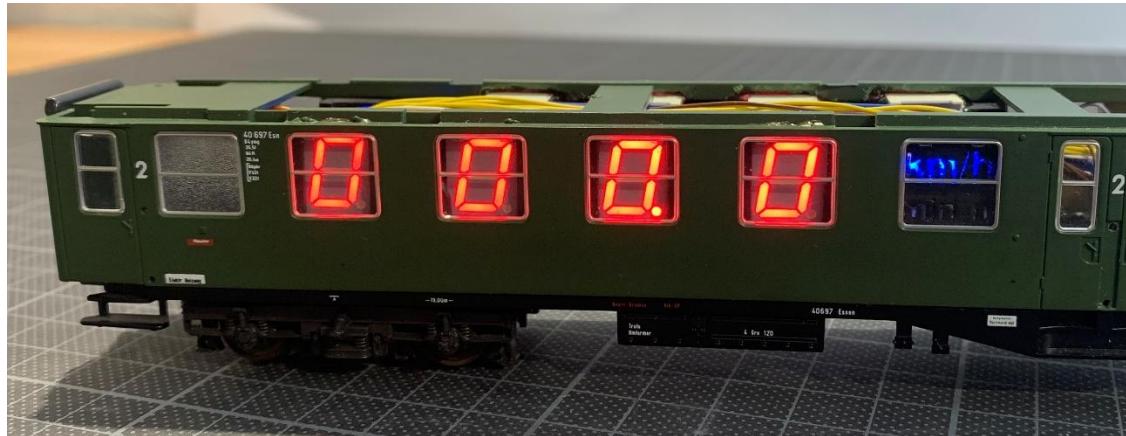
[MEW-(23)]

Um eine exakte Position der 7-Segmentanzeigen in den Waggonfenstern zu erreichen war es erforderlich noch ein wenig Fräsarbeiten im Waggonaufbau durchzuführen. Hierzu wurde in den Fensterbereichen, wo später die Segmentanzeigen sitzen, mit dem Dremel ein wenig Luft geschaffen.



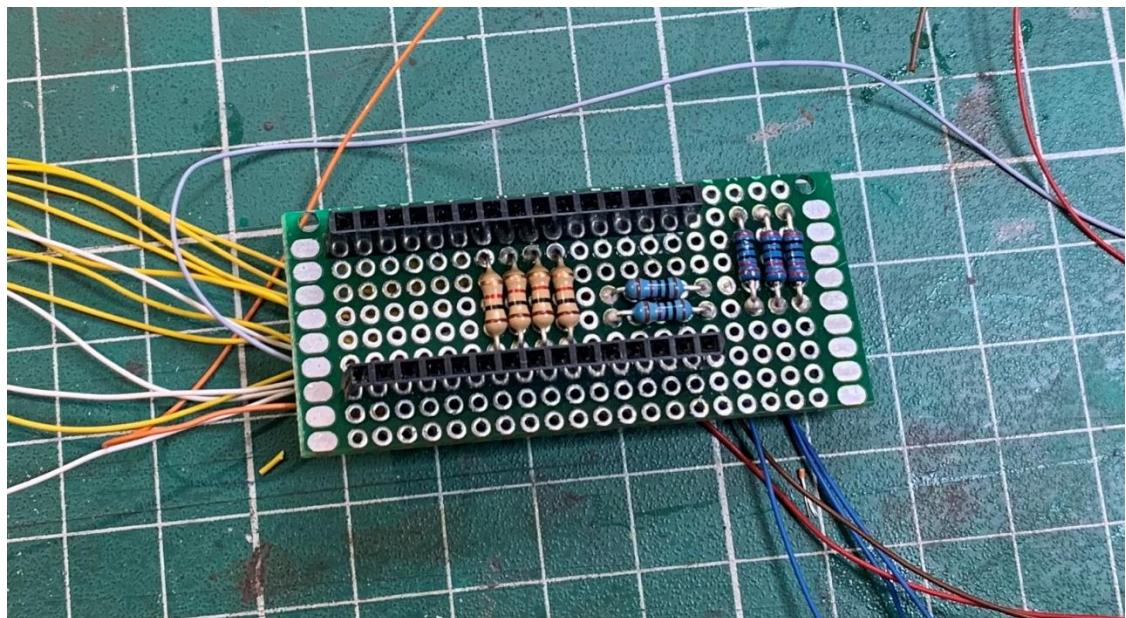
[MEW-(27)] So angepasst sitzen später dann auch die Anzeigen da, wo sie hingehören.

Die Anzeigen sitzen da, wo sie hingehören. Hier kann man auch schön die Einheitenanzeige erkennen die, je nach gewähltem Modus, aufleuchten.



[MEW-(15)mob]

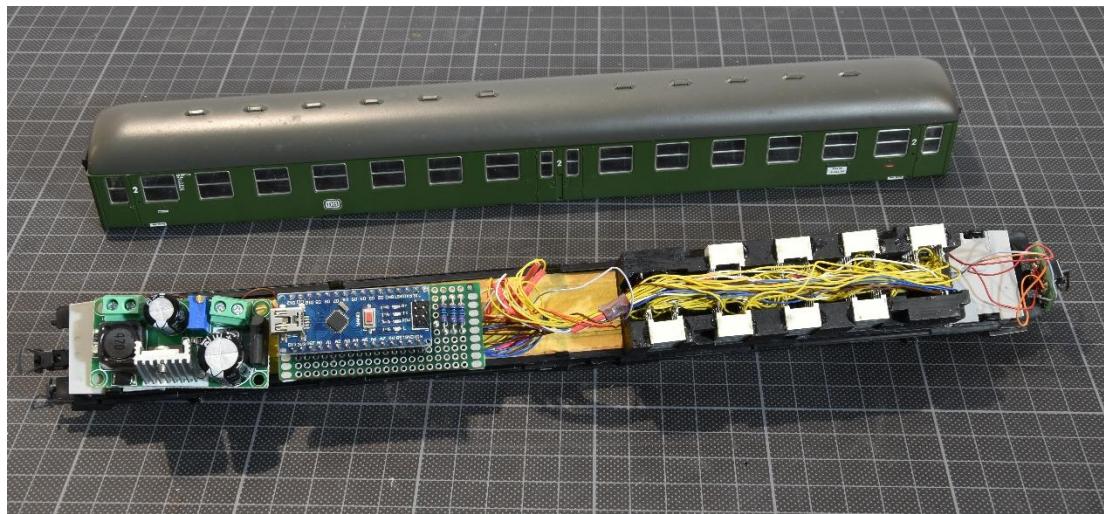
Für die Aufnahme des Mikrocontrollers habe ich auf einer Lochrasterplatine entsprechende Buchsenleisten verlötet und auf der Unterseite mit den erforderlichen Verbindungskabel zu den Segmentanzeigen und zur Spannungsversorgung versehen. Zusätzlich fanden hier auch die erforderliche Vorwiederstände ihren Platz.



[MEW-(5)mob]

Auf dem vorhergehenden Bild der Lochrasterplatine zur Aufnahme des Mikrocontrollers und der Vorwiederstände kann man noch vier Vorwiederstände für die Kathode der 7-Segmentanzeigen erkennen, die sich bei den nachfolgenden Tests als überflüssig rausstellten. Dadurch das die 7-Segmentanzeigen durch Multiplexing immer nur sehr kurz Aufleuchten, können sie bei Verwendung eines Vorwiederstandes nicht ihre volle Leuchtkraft entfalten.

Im Prinzip wirkt das Multiplexing auf die LED der 7-Segmentanzeigen wie eine PWM-Ansteuerung. So gesehen werden die Anzeigen nie mit der erforderlichen Maximalspannung angesprochen und die Vorwiederstände sind somit obsolet. Anschließend wurde alles außerhalb des Waggons fertig verdrahtet und mit einem fertig erhältlichen Gleichrichtermodul incl. Step-Down-Spannungsversorgung (Bezugsquelle: e-bay LM2596HV) versehen. Ein wenig vorsortiert erfolgte dann die Unterbringung im Waggon.



[MEW-(30)]



[MEW-(33)]

Bevor nun alles mit dem Dach verschlossen wurde erfolgten einige Funktionstests und eine ausgiebige Test und Kalibrierungsphase auf der Anlage.

Hierbei stellte sich heraus, das die Anzeige sehr unruhig und damit unleserlich reagierte. Somit wurden einige Softwareanpassungen erforderlich, um schlussendlich in allen Geschwindigkeitsbereichen eine saubere und leserliche Anzeige zu erhalten. Hierzu wurde die Geschwindigkeitsberechnung in zwei Bereiche aufgeteilt. Im unteren Geschwindigkeitsbereich bis 10 km/h arbeitet die Software mit einem gleitenden Mittelwert, der alle Impulse des Hallsensors über ein Zeitfenster von jeweils einer Sekunde erfasst und über fünf dieser Werte einen Mittelwert bildet. So können auch niedrige Geschwindigkeiten sauber angezeigt werden.

Ab 10 Km/h ermittelt die Software die Geschwindigkeit mittels Puls zu Puls Messung und mittels Glättung über einen exponentiellen Mittelwert. Durch diese Glättung ist auch eine ruhige Anzeige in den schnelleren Geschwindigkeitsbereichen gewährleistet. Um bei einem plötzlichen Stop ein nachschleppen der Anzeige weitgehend zu unterbinden ist noch eine Timeout Funktion implementiert worden. Diese ist so eingestellt, das beim ausbleiben der Impulse des Hallsensors von 0,3 sec., die Geschwindigkeitsanzeige sofort auf 0 springt.

Fazit: Mit einem vertretbaren Entwicklungsaufwand von ca. 60 Arbeitsstunden und moderaten Kosten von ca. 40€ incl. Waggon ist das Ganze eigentlich ein sehr günstige Lösung. Zudem ist eine Anpassung auf beliebige Fahrzeuge jederzeit möglich. Vor allem jedoch ist es ein Hingucker auf jeder Anlage.

Viel Spaß beim Nachbasteln.

Der, 