-Technologie-

Projektbericht:

Wiederherstellung der Fahrzeugelektronik und der mechanischen Bauteile am neuen Elektromobil MiniEl/ CityEl Baujahr 1997

Jan Erik Albrecht und Maximilian Bahr

Heinrich-Emanuel-Merk-Schule

BG 13/ Q3

Ergänzender Grundkurs Technologie 3

Abgabetermin: 25.12.2015

Inhaltsverzeichnis

1 Das Elektromobil.....3
1.1 Technische Daten.....3
1.2 Unterschied zum alten Elektromobil.....3
2 Problemstellung und Aufgabe.....4
3 Theoretischen Grundlagen.....5
3.1 Motorsteuerung.....5
3.1.1 Warum eine PWM beim Elektromotor?.....6
3.1.2 Andere Anwendungen einer Pulsweitenmodulation.....6
3.1.3 Vorteile der Pulsweitenmodulation.....6
3.1.4 Nachteile der Pulsweitenmodulation.....7
3.2 Akkuladeregler.....7
3.3 Spannungswandler.....8
3.3.1 Funktionsweise.....9
3.3.2 Vorteile.....9
3.4 Anzeigen.....9
3.5 Compoundmotor.....11
4 Aktueller Stand.....13
4.1 Bremssystem.....13
4.1.1 Zustand vor Wartung.....13
4.1.2 Wartung.....13
4.2 Multikeilriemen.....15
4.2.1 Zustand vor Wartung 15
4.2.2 Wartung 15
4.2.3 Fazit.....15
4.3 Motorsteuerung.....16
4.3.1 Zustand vor Wartung 16
4.3.2 Wartung 16
4.3.3 Zusammenbau der Motorsteuerung.....17
4.3.4 Test der Funktionsfähigkeit.....21
4.3.5 Einbau.....23
4.3.6 Fazit.....23
5 Projekte und Vorschläge für kommende Jahrgänge.....24
6 Quellen.....26

1 Das Elektromobil

1.1 Technische Daten

Maße:

Länge:	2741 mm
Breite:	1060 mm
Höhe (ungeöffnet):	1260 mm
Leergewicht:	210 kg

Technische Daten:

Akkumulatoren:	3
Betriebsspannung:	36V
Antriebsart:	Riemen
Bremsart:	Trommelbremsen
Reichweite:	k.a.
Max. Geschwindigkeit:	ca. 25 km/h
Motor:	Elektromotor
Leistung:	2.5 kW

1.2 Unterschied zum alten Elektromobil

- Neueres Modell
- Stärkerer Motor
- Glasscheiben
- Verrostet

2 Problemstellung und Aufgabe

Die Aufgabe unseres Projektes war es, das neue Elektromobil wieder in stand zu setzen. Hierbei lag unser Hauptbereich bei der Elektronik des Autos sowie der Brems- und Antriebssysteme.

Bei der Elektronik sollten wir herausfinden, welche Teile beschädigt sind und deshalb ausgetauscht werden müssen. Hierbei erkannten wir bereits einige Probleme bei der Anlieferung des Elektromobils. Zum einen ist die Elektronik des Autos zum größten Teil sehr schwer zu erreichen, zum anderen erkannten wir, dass bereits Veränderungen am Auto vorgenommen wurden. Des weiteren war die Motorsteuerung defekt und wir sollten herausfinden, wieso und ob wir es reparieren können.

Bei den Brems- und Antriebssystemen stellten wir gravierende Mängel fest. Durch die Tatsache, dass das Elektromobil von drei Trommelbremsen gebremst wird, hatten wir bereits bei der Anlieferung den Verdacht, dass etwas mit der Bremse nicht mehr funktionsfähig ist, da die Bremskraft annähernd null glich.

Beim Auseinanderbauen stellten wir fest, dass sich Wasser in den Trommel abgesetzt hatte und dadurch sowohl die Trommel als auch die Bremsbacken anfingen zu Rosten. Des weiteren war die vordere Bremseinheit defekt, weshalb Bremsflüssigkeit austrat.

Aufgrund dieser Mängel mussten neue Bremsbacken sowie neue Bremsflüssigkeit bestellt werden.

Ein weiteres Teil das wir neu bestellen und einbauen mussten, war der Keilriemen. Dieser war spröde und hatte einige Risse, weshalb man ihn nicht weiter benutzen konnte.

Ein weiteres Problem war, dass ein weiterer Schüler in das Projekt involviert war. Seine Aufgabe war es die Bleche von Rost zu befreien und neu zu lackieren. Dazu nahm er ohne unser Wissen und Beisein das Elektromobil auseinander und beschädigte dabei einige Teile. Dadurch, dass wir nicht wussten, wo er was ausgebaut hatte und wo welche Schraube hingehörte, erschwerte sich für uns der Zusammenbau erheblich.

3 Theoretischen Grundlagen

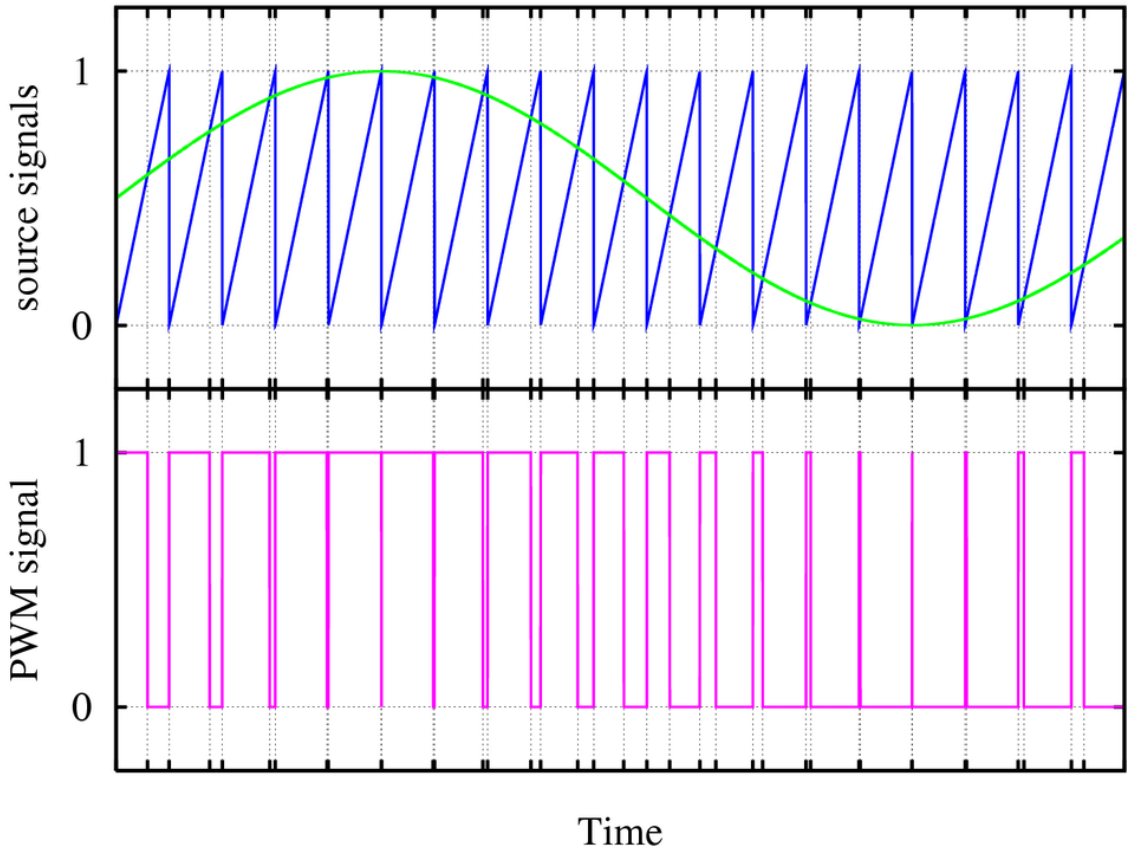
Damit die Wartung und Reparatur des Elektromobil ohne größere Komplikationen von statten ging, mussten wir uns zuvor und während der Reparaturen einige Grundlagen erarbeiten.

Dabei handelte es sich sowohl um Dinge im Bereich der Elektrotechnik, als auch Dinge im Bereich der Wartung der mechanischen Teile.

3.1 Motorsteuerung

Die Motorsteuerung ist eine komplexe Einheit des Herstellers Curtis. Sie arbeitet mit der so genannten Pulsweitenmodulation, kurz PWM, welche auch Pulsbreiten-(PBM) oder Pulsdauerrmodulation(PDM) genannt wird.

Die Pulsweitenmodulation ist eine Modulationsart, bei der eine elektrische Spannung zwischen zwei Werten, im Folgendem Beispiel 0 und 1, wechselt. Das heißt, der Tastgrad eines Rechteckimpuls wird bei konstanter Frequenz verändert, also verbreitert oder verschmälert.



3.1.1 Warum eine PWM beim Elektromotor?

Bei der Übertragung von Digitaltechnik auf Analogtechnik besteht das Problem, dass die Digitaltechnik nur die Zustände 0 und 1 kennt, also an und aus. Dieses Verhalten ist für eine Motoransteuerung leider ungeeignet, da der Motor dann nur zwischen 0 und 1, also zwischen Stillstand und Vollgas unterscheiden würde. Um dieses Manko zu beheben, bedient man sich der Pulsweitenmodulation.

Um die analogen Signale über eine digitale Strecke zu übertragen, nutzt man die glättende Tiefpasswirkung einer Induktivität, zum Beispiel des Motors, um diesen mit Hilfe der digitalen Impulse zu Steuern. So lassen sich mit digitalen Bausteinen, zum Beispiel Mikrocontroller, die nur digitale Signale verarbeiten können, analoge Geräte wie unser Motor ansteuern.

Denn bei der Pulsweitenmodulation wird die Dauer verändert, in der der Verbraucher, in diesem Fall der Motor, mit einem Spannungsimpuls versorgt wird. Wenn breitere Signale durchkommen, dann dreht der Motor länger und wird schneller, als wenn nur kurze Signale durchkommen, da sich für den Motor nur der Effektivwert der Spannung verändert.

Wichtig ist, dass nicht die Grundfrequenz, sondern nur die Pulsdauer pro Periode verändert wird. Außerdem sollte die Grundfrequenz hoch genug sein, um ein Schwingen des Motors zu verhindern. Diese sollte zwischen 500Hz und 20000Hz liegen.

3.1.2 Andere Anwendungen einer Pulsweitenmodulation

Ein weiteres Anwendungsbeispiel ist die Ansteuerung von Lüftern, wie beispielsweise ein CPU Lüfter, die Hintergrundbeleuchtung von alten Handys oder auch für die Cockpit-Anzeigen und Bremsleuchten in neueren Kraftfahrzeugen.

3.1.3 Vorteile der Pulsweitenmodulation

Der Vorteil besteht darin, dass das PWM-Signal aus zwei Spannungsebenen besteht, aus High (1) und Low (2). Die Mittelwerte können mittels PWM stufenlos proportional zum Tastgrad eingestellt werden. Bei dieser Schaltungstechnik können mittels MOS-Transistoren und Bipolaren-Transistoren mit veränderlicher Spannung arbeiten, ohne große Verluste zu haben, da sie außer im Umschaltmoment nur in zwei Zuständen betrieben werden.

Die beiden Spannungsebenen des Rechtecksignals entsprechen zwei Logikpegeln, die aber keine Zahlen von einem Binärcode darstellen. Die Infos kommen viel mehr aus dem analogen Pulsbreitenverhältnis. Die Signalverstärkung von PWM-Frequenzen langt vom unteren Kiloherzbereich und kann bis in die oberen Kilowattbereiche gehen. In der Elektronik fallen solche Verstärker unter die Klasse-D-Verstärker, die meistens verwendet werden, wenn sowohl die Vorteile

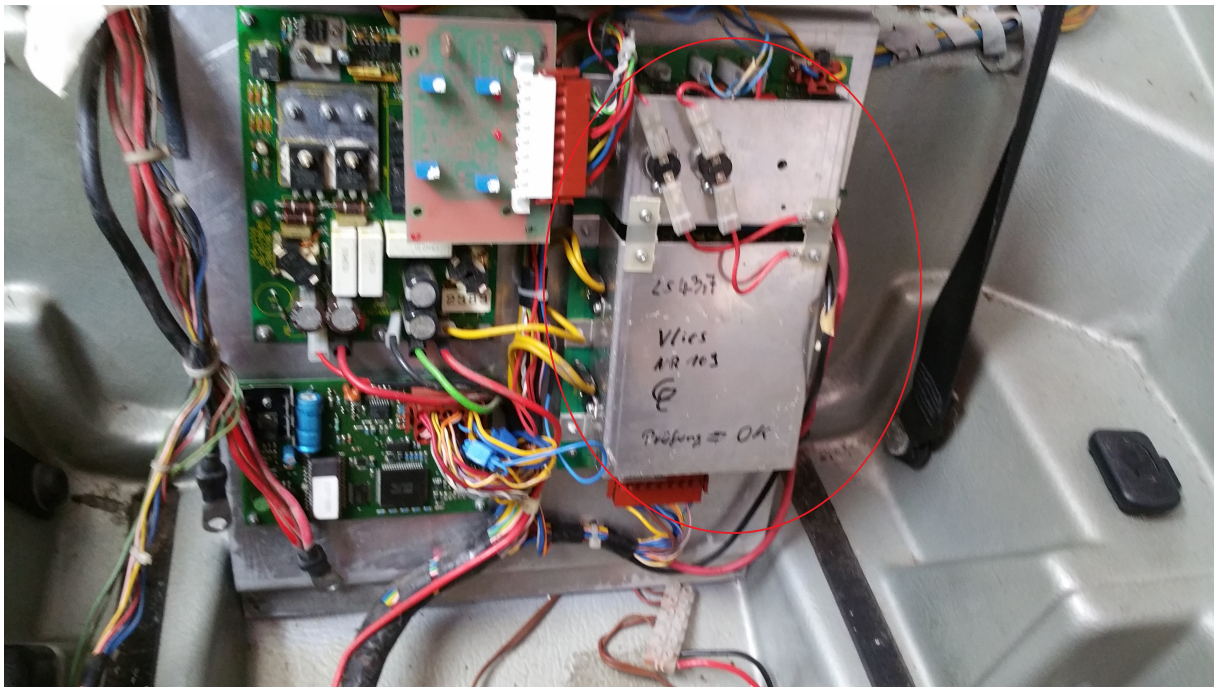
von digitalen Signalen (Konstanz, einfache, effiziente Verstärkung) als auch die der analogen Signale (hohe Auflösung, einfache, robuste und störungssichere Technik) benötigt werden.

3.1.4 Nachteile der Pulsweitenmodulation

Ein großes Praxisproblem der PWM ist das Entstehen von Oberschwingungen. Diese können in den vom PWM angesteuerten Bausteinen, in unserem Fall der Motor des CityEl, unerwünschte Nebeneffekte auslösen, beispielsweise die Erwärmung oder auch Probleme mit elektromagnetischer Verträglichkeit. Dies kann allerdings durch Zuschalten eines Kondensators oder der Veränderung der Frequenz vermieden werden.

3.2 Akkuladeregler

Der Akkuladeregler hat die Aufgabe, das Ladeverfahren der Akkus technisch umzusetzen. Beim CityEL ist der Laderegler, wie im Bild zu sehen, unter dem Fahrersitz angebracht.



Da verschiedene Akkutypen unterschiedliche Abläufe der Ladevorgänge benötigen, sollte der Laderegler auf den Akku abgestimmt werden. Im CityEl wird dies über eine Leistungselektronik erreicht. Dabei soll vor allem das Überladen der Akkus verhindert werden, was bei Blei-Akkus und Lithium-Ionen-Akkus über das Begrenzen der Ladespannung funktioniert.

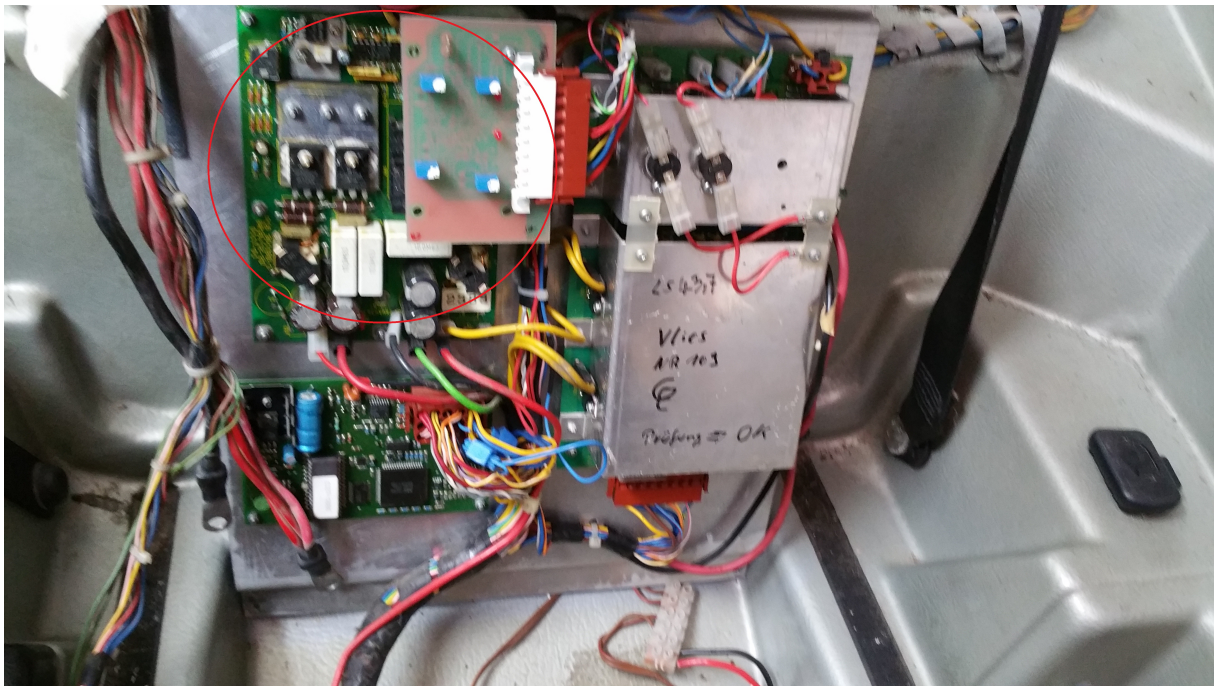
Außerdem wird beim Laden von Lithium-Ionen-Akkus eine Kombination aus zwei Konzepten benötigt und es muss berücksichtigt werden das diese vielleicht einen

tiefen Endladezustand beim Einschalten des Ladegeräts besitzen und beim Anschalten nicht den vollen Ladestrom verkraften. Deshalb messen viele Ladeschaltungen zu Beginn die Leerlaufspannung. Im Elektroauto ist auch ein Balancer eingebaut, der für ein einheitliches Spannungsniveau zwischen den einzelnen, in Reihe zusammen geschlossen, Akkus schaffen soll. Moderne Laderegler überwachen zudem den Spannungsverlauf beim Akku während des Ladevorgangs, denn mit zunehmenden Aufladezustand sinkt der differentielle Widerstand des Akkus. Wenn die maximale Akkuladung erreicht ist und die Energie nicht weiter chemisch gespeichert werden kann, erhitzt sich der Akku damit verringert sich jedoch wieder der differentielle Widerstand wodurch die Ladespannung abfällt. Die meisten Laderegler schalten den Ladevorgang ab, wenn die Ladespannung abfällt.

3.3 Spannungswandler

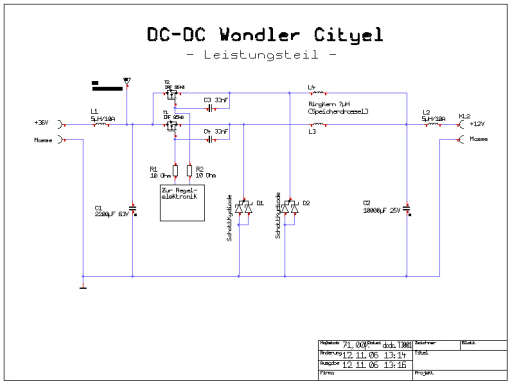
Ein Spannungswandler, auch DC-DC Wandler genannt, wird gebraucht, um die 36V Spannung von den Akkus auf die 12V Bordspannung für die Anzeigen und Lichter, wie beispielsweise die Blinker und Scheinwerfer, runter zu wandeln.

Man könnte natürlich auch 12V direkt von einer der Batterien abzweigen. Da diese aber dann immer noch in Reihe mit den anderen beiden ist, um dem Motor genügend Leistung zu bieten, würde dies eine zusätzliche Belastung bedeuten, wodurch sie sich schneller entladen würden. Da eines der Akkus des CityEl der HEMS defekt ist, ist davon sowieso abzuraten.



3.3.1 Funktionsweise

Die Spannungswandlung erfolgt mithilfe periodisch arbeitenden elektronischen Schaltern und einem oder mehreren Energiespeichern. Um die zu speichernde Energie zu speichern, werden häufig Induktivitäten, also Spulen, benutzt. Es können allerdings auch Kondensatoren genutzt werden, wenn zum Beispiel, wie in integrierten Schaltungen, keine Induktivitäten vorhanden sind oder keine große Ausgangsleistung benötigt wird. Die etwas teureren Spulen werden dadurch nicht benötigt.



3.3.2 Vorteile

Die beiden großen Vorteile sind erstens ein besserer Wirkungsgrad, als wenn man eine extra Spannungsquelle verwenden würde und es gibt eine geringere Wärmeentwicklung, als wenn man ein Schaltnetzteil verwenden würde. Außerdem wird, wie oben erwähnt, die Lebensdauer der Akkus erhöht, wenn nicht einer mehr belastet wird als die anderen beiden. Ein getakteter Spannungswandler sorgt auch dafür, dass negative Einflüsse auf das Spannungsnetz verhindert werden.

3.4 Anzeigen

Das CityEl der Heinrich-Emanuel-Merk-Schule besitzt, wie ein richtiges Auto, auch Lampen und Anzeigen, die dem Fahrer anzeigen, wie schnell man beispielsweise fährt oder ob Lampen wie die Blinker oder der Scheinwerfer an sind. Anhand des unten abgebildeten Instrumentenbrett aus dem CityEl aus den Jahren 1990 bis 1998 werden die Funktionen der jeweiligen Anzeigen erklärt.

1. Der Tacho:

   Der Sensor für diesen befindet sich an der Hinterachse in einem kleinen schwarzen Zylinder. Im Riemenrad sind vier kleine Dauermagneten verbaut, die einer Hallsonde die Impulse liefert. Ein häufiger Fehler ist, dass der Abstand zwischen Hallsonde und Magneten nicht stimmt und dadurch ein falsches Ergebnis angezeigt wird. Der Abstand sollte 1,5cm betragen.

2. Batterie:

   Diese Leuchte zeigt an, ob eine Spannung angeschlossen ist. Hierbei muss es sich nicht zwingend um die Akkus handeln. Man kann zum Test auch ein Netzgerät anschließen.

3. Feststellbremse:

   Bevor man Losfahren will, sollte man überprüfen, ob dieses Symbol erloschen ist. Wenn nicht, ist die Handbremse noch angezogen, was das Losfahren erschwert.

4. Fernlicht:

   Vor allem bei Fahrten bei Dunkelheit nützlich, da man einen größeren Lichtkegel hat und mehr sieht. Wenn diese Leuchte leuchtet, ist das Fernlicht eingeschaltet.

5. Kilometerzähler:

   Zählt die Kilometer, welche das Elektromobil zurückgelegt hat. Ein häufiges Problem besteht darin, dass er nicht weiter zählt. Meistens benötigen dann die mechanischen Bauteile nur ein wenig Öl oder die Zugfeder muss verstärkt oder ausgetauscht werden.

6. Lüftung:

   Zeigt an, ob der Lüfter an ist. Wenn eines von beiden geht und das andere nicht sollte in der Reparaturanleitung die Fehlersuche ausgeführt werden.

7. Füllanzeige des Scheibenwischers:

   Wenn kein oder wenig Scheibenputzwasser mehr vorhanden ist, sollte diese Leuchte an gehen. In diesem Fall sollte man den Wasserbehälter im Heck des Elektromobils wieder befüllen. Dieser befindet sich hinter der Trennwand zwischen Motor und Laderaum. Beim Befüllen sollte darauf geachtet werden, kein Wasser auf die elektrischen Bauteile zu kippen.

8. Bremsen:

   Da im Bremsflüssigkeitsbehälter ein Sensor ist, sollte, sobald die Leuchte angeht, überprüft werden, ob sich noch genug Bremsflüssigkeit im Bremsflüssigkeitsbehälter befindet. Wenn ja, sollten die Trommelbremsen überprüft werden. Wichtig hierbei ist, sich strikt an die Anweisungen der Reparaturanleitung zu halten, da sonst ein Bremsversagen die Folge sein könnte.

9. Blinker:

   Diese beiden Lampen zeigen an, ob der rechte oder der linke Blinker aktiv ist. Der Fahrer sollte nur in die Richtung blinken, in die er fahren möchte und dies auch früh genug tun, da sonst der nachfolgende Verkehr verwirrt werden könnte. Falls die Blinker mal nicht oder zu schnell blinken, sollte das Blinkerrelais mit Hilfe des Reparaturanleitung überprüft werden.

10 Warnblinker:

Sollte zum Schutz bei einer Panne benutzt werden, da andere Verkehrsteilnehmer dadurch über eine Gefahr gewarnt werden. Sollte dieser nicht funktionieren sollte die selbe Überprüfung ausgeführt werden wie bei den Blinker.

3.5 Compoundmotor

Der Doppelschlussmotor oder auch Compound-Motor verbindet zwei Elektro-Motortypen des Reihenschlussmotor und des Nebenschlussmotor.

Der Reihenschlussmotor zeichnet sich vor allem durch sein großes Drehmoment im niedrigen Drehzahlbereich aus. Mit zunehmender Drehzahl steigt jedoch auch die Gegeninduktionsspannung der Ankerwicklung. Dadurch sinkt der Strom und das Drehmoment des Reihenschlussmotor. Ihr Einsatzgebiet zieht sich von Haushaltsgeräten bis zu Anlassern von großen Dieselmotoren.

Anders als bei Reihenschlussmotor sind beim Nebenschlussmotor Erregerwicklung und Ankerwicklung parallel zu einander. Somit wird der Strom durch den Errergerwiderstand begrenzt, also die Erregerwicklung mit vielen Wicklungen und einer hohen Induktivität begrenzt. Die Drehzahl großer Nebenschlussmaschinen ist nahezu unabhängig vom Drehmoment, weshalb sie sich besonders für Anwendungen eignen, bei denen das Lastmoment schwankt, die Drehzahl aber möglichst konstant sein soll. Dadurch finden sie vor allem Anwendungen bei Förderbändern.

Der Compoundmotor wiederum verbindet diese beiden Motorentypen. Er besitzt sowohl eine Nebenschlusswicklung wie der gleichnamige Nebenschlussmotor, aber er besitzt auch eine Reihenschlusswicklung. Die beiden Erregerwicklungen sind dabei auf dem gleichen Haupt Pol gelegt. Neben- und Reihenschlusswicklung werden so geschaltet das ihre Magnetfelder in die gleiche Richtung zeigen. Somit wird das Magnetfeld des Compoundmotors verstärkt, wodurch die elektrische Spannung bei Belastung größer ist als bei einem gleichen Nebenschlussmotor.

Wenn die Spannung des Motors fast unabhängig von der Belastung ist, so nennt man diesen compoundiert. Wird der Motor übercompoundiert, so wird die Spannung bei einer Belastung steigen. Bei der Gegencompoundierung wird die Reihenschlusswicklung so geschaltet, dass bei Belastung der Magnetismus im Ständer abnimmt und somit auch die Spannung stark abfällt.

4 Aktueller Stand

4.1 Bremssystem

4.1.1 Zustand vor Wartung

Der Zustand des Bremssystems vor der Wartung war miserabel. Bereits bei der Entgegennahme des Elektromobils stellten wir fest, dass etwas mit den Bremsen nicht stimmte. Zwar befand sich noch etwas Bremsflüssigkeit im System und im Vorratsbehälter, weshalb zumindest eine geringe Bremswirkung hätte auftreten müssen, dennoch gab es keine Reaktion der Bremsen beim Treten des Bremspedals. Nur die Handbremse, welche unabhängig vom Bremshydrauliksystem funktioniert, konnte eine geringe Reaktion der Bremsen hervorrufen.

Unsere erste Vermutung war, dass sich in den Bremstrommeln durch die lange Standzeit des Elektromobils Feuchtigkeit gesammelt hatte. Diese konnte durch diese lange Standzeit nicht entweichen und griff sowohl die Bremstrommel als auch die Bremsbacken an.

Des weiteren vermuteten wir anhand des niedrigen Bremsflüssigkeitsstandes und der Farbe der Bremsflüssigkeit, dass Luft und Dreck in das System gelangt sind. Zudem vermuteten wir auch, dass die Bremsflüssigkeit zu viel Wasser aufgenommen hatte.

Lediglich das Bremslicht und seine Bauteile an der Bremsarmatur waren noch intakt und voll funktionsfähig.

4.1.2 Wartung

Zu erst nahmen wir uns das Vorderrad vor. Wir stellten das Elektromobil auf Paletten, die uns freundlicherweise vom Hausmeister zur Verfügung gestellt wurden, und platzierten es so darauf, dass das Vorderrad in der Luft hing.

Bereits beim Lösen des Rades kamen uns Mengen an Rost und Dreck entgegen, was leider nicht nur von der Vorderachse kam, sondern auch aus dem Inneren der Bremstrommel.

Hier fanden wir unsere Befürchtungen bestätigt vor, jedoch mit einem Unterschied. Es befand sich nicht nur Feuchtigkeit in der Bremstrommel und an den Bremsbacken, sondern auch Bremsflüssigkeit.

Zu erst nahmen wir uns die Bremstrommel vor, welche fest integriert in das Rad ist. Um es als Bremstrommel erkennen zu können, hat es einiges an Bremsenreiniger benötigt, da sich auf der Bremstrommel einiges an Dreck abgesetzt hatte.

Nachdem wir dies getan hatten stellten wir fest, dass die Bremstrommel von innen angefangen hatte zu rosten. Um diesen zu entfernen, benutzten wir sehr feines Schmirgelpapier, um die Trommel nicht zu beschädigen und unbrauchbar zu machen.

Nachdem wir den Rost entfernt hatten, nahmen wir uns die Wartungsanleitung und ein Schiebemesser zur Hand um nach zu sehen, ob der Durchmesser der Trommel noch im akzeptablem Bereich liegt. Dies tat er dann auch, woraufhin wir uns die Bremsbacken vornahmen.

Hierbei kam uns ein weiteres Problem entgegen. Um die Bremsbacken vom Bremssattel zu

bekommen musste der Spannring entfernt werden. Dieser saß jedoch zum einen aufgrund des Rostes sehr fest, zum andern weil er am Vorderrad sehr schwer erreichbar ist.

Um ihn dann runter zu bekommen, musste einer von uns das Auto festhalten und der andere mit voller Kraft den Spannring auseinander drücken und dann runter ziehen. Nach einiger Zeit Plackerei hatten wir diesen dann in der Hand und unterzogen ihn der selben Prozedur wie mit der Bremstrommel.

Danach kamen die Bremsbacken dran. Diese gingen nun leicht runter, da sie nun nichts mehr fest auf ihrer Position hielt bis auf zwei kleine Ringe. Die Bremsbeläge auf den Bremsbacken waren vollkommen vergammelt und hatten sich mit Bremsflüssigkeit vollgesogen.

Da nun alles draußen war, nahmen wir uns den Bremssattel vor. Hier entfernten wir mit Bremsenreiniger und Lappen den Dreck und die Bremsflüssigkeit. Danach setzten wir die neuen Bremsbacken, den Spannring und die kleinen Ringe wieder ein und setzten das Rad wieder auf.

Als nächstes entlüfteten wir die vorderen Teil des Bremshydrauliksystems, indem wir neue Bremsflüssigkeit in den Vorratsbehälter gaben, die Entlüftung öffneten und so lange mit dem Bremspedal pumpten, bis nur noch neue Bremsflüssigkeit und keine Luft oder Dreck kamen.

Da es vorne bei dem Elektromobil kein weiteres Rad gibt, positionierten wir es um, sodass nun die beiden Hinterräder in der Luft hingen.

Hier fingen wir mit dem linken Bremssystem an, welches sich in einem ähnlichen Zustand befand, wie das vordere. Der größte Unterschied war, dass wir nun durch den Aufbau des Elektromobils wesentlich besser an alles heran kamen.

Daraufhin nahmen wir uns das rechte Bremssystem vor. Hier gab es zum ersten mal etwas anderes. Das Rad ging selbst mit geeinter Kraft nicht ab und wir mussten mit Herr Herbert nach einem Dreibeinabzieher in der Schule suchen. Bei diesem setzt man einen Stab mit Gewinde auf die Achse und befestigt drei Haken, welche man mit dem Gewinde vor und zurück schrauben kann, symmetrisch am Rad. Danach dreht man mit einem Schraubenschlüssel am hinteren Teil des Gewindes. Dadurch bleibt das Gewinde auf der selben Position und die drei Beine werden in Richtung des hinteren Teils des Gewindes gezogen.

Nachdem wir nun das Rad ab hatten stellten wir fest, das es nicht wie das andere Hinterrad mit angetrieben wird, sondern auf zwei Kugellagern gelagert ist und man sich somit die kosten für ein Differential gespart hatte. Das Bremssystem selbst fanden wir im selben Zustand wie die anderen beiden vor und unterzogen es der selben Prozedur.

4.2 Multikeilriemen

4.2.1 Zustand vor Wartung

Bereits bevor wir die Verkleidung um den Keilriemen ab hatten, konnten wir sehen, dass es um ihn nicht sehr gut stand. Also entfernten wir die Verkleidung und sahen ihn uns einmal genauer an.

Dadurch, dass der Multikeilriemen ziemlich alt war, befanden sich keinerlei Weichmacher mehr in ihm, weshalb er anfing, auseinander zu fallen.

4.2.2 Wartung

Zu erst nahmen wir uns wieder das Handbuch zur Hand, um nach zu sehen, wie wir den Multikeilriemen runter kriegen, ohne das uns alles um die Ohren fliegt. Die beste Möglichkeit dafür war, als erstes den Spanner des Multikeilriemens zu entfernen, damit sich der Keilriemen entspannt.

Als nächsten Schritt nahmen wir erneut das linke Hinterrad ab. Dieses mal jedoch entfernten wir auch die Querstrebe des Rahmens und lösten den Bremsanker vom Rahmen, damit wir den entspannten Mulikeilriemen drüber ziehen konnten.

Den neue Multikeilriemen fädelten wir nun wieder über den Bremsanker und auf die beiden Laufrollen für den Multikeilriemen. Mithilfe eines Spanngurtes brachten wir den Spanner wieder in seine Position zurück und befestigten ihn.

4.2.3 Fazit

Das Aufziehen des neuen Keilriemens ging schwerer als erwartet, da es nur eine Position gab, in der man den Spanner festmachen konnte. Des weiteren mussten wir ihn immer wieder neu spannen, da er nicht gerade auf den Laufrollen saß und deshalb immer wieder runter rutschte.

4.3 Motorsteuerung

4.3.1 Zustand vor Wartung

Bereits vor der Annahme des Elektromobils wussten wir, dass seine Motorsteuerung defekt ist, da ein Transistor in ihm defekt sein soll. Als wir das Elektromobil entgegennahmen, erklärte uns Herr Schippers, warum er zu dieser Schlussfolgerung gekommen ist.

Nach seiner Meinung hörte es sich an, als hätte sich einer der Transistoren mit der Zeit gelöst und wurden nun lose in der Steuerung rumliegen. Um diesen Defekt zu beheben, sollten wir die Motorsteuerung aufschneiden und einen neuen Transistor anstelle des alten einlöten.

4.3.2 Wartung

Zu erst sahen wir uns die Motorsteuerung genauer an, um zu sehen, wo wir sie am besten aufschneiden können, ohne die inneren Bauteile zu gefährden. Wir stellten fest, dass der größte Teil der Ummantelung zwar aus Metall war, jedoch vorne, wo die Anschlüsse sitzen, und hinten sich nur weiches Vergussmaterial befand.

Somit beschlossen wir, zuerst dieses Vergussmaterial vorsichtig zu entfernen. Hierfür nahmen wir einen kleinen Drehmel, um möglichst wenig zu beschädigen und um so präzise wie möglich zu Arbeiten.

Nachdem wir das Vergussmaterial entfernt hatten, stellten wir fest, dass sich sämtliche Bauteile auf insgesamt drei Platinen befanden, welche wiederum an einer Metallschiene in der Mitte befestigt war. Somit konnten wir versuchen, den äußeren Metallmantel weg zu flexen, um an alle Bauteile zu kommen.

Nach dem Entfernen des Gehäuses stellten wir fest, dass alle drei Platinen untereinander verlötet waren und einige Bauteile auch an der Schiene befestigt waren. Um nichts zu beschädigen, baten wir Herr Bersch zur Hilfe.

Mit ihm zusammen löteten wir die Platinen auseinander und lösten sie von den Bauteilen an der Schiene und aus ihren Halterungen in der Schiene. Bei genauerer Betrachtung stellten wir fest, dass nicht nur ein Transistor defekt war, sondern beinahe alle und auch einige der Dioden ihren Geist aufgegeben hatten.

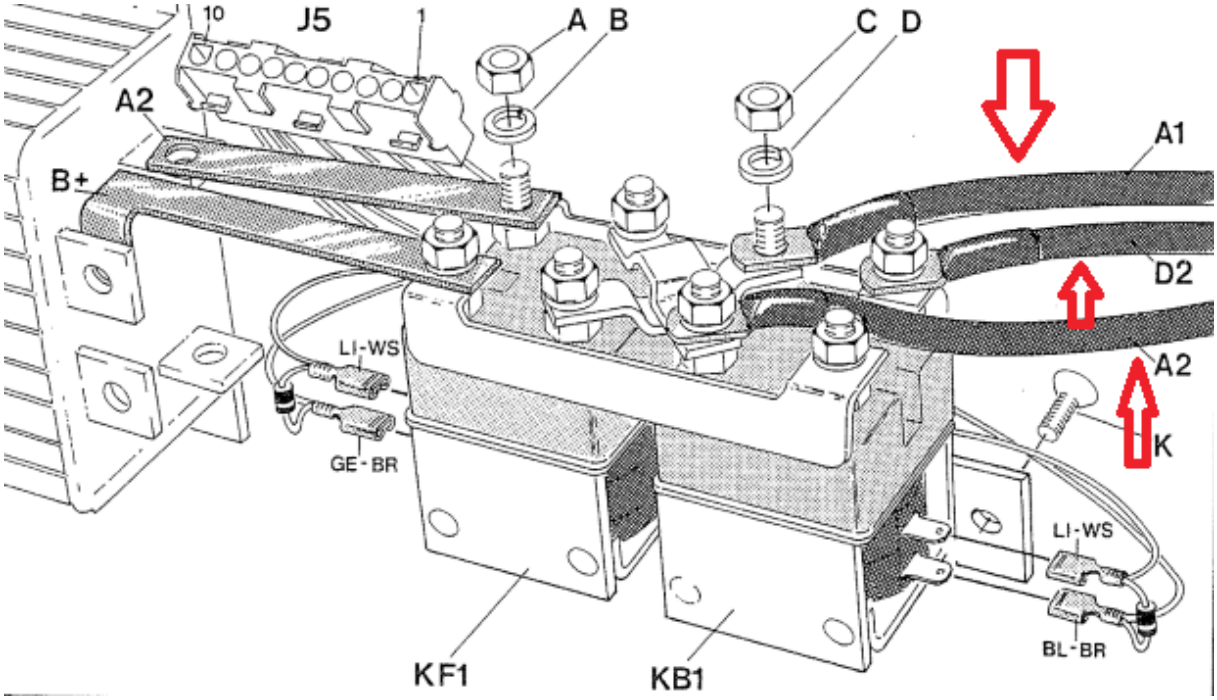
Aufgrund der industriellen Verarbeitung der Steuerung entschieden sich Herr Bersch und wir, gegen die Reparatur der alten Motorsteuerung, da diese viel zu fein gelötet war und wir mit unseren Mitteln mehr an ihr kaputt machen würden, als sie zu reparieren. Somit entschieden wir uns für den Kauf einer neuen Motorsteuerung.

4.3.3 Zusammenbau der Motorsteuerung

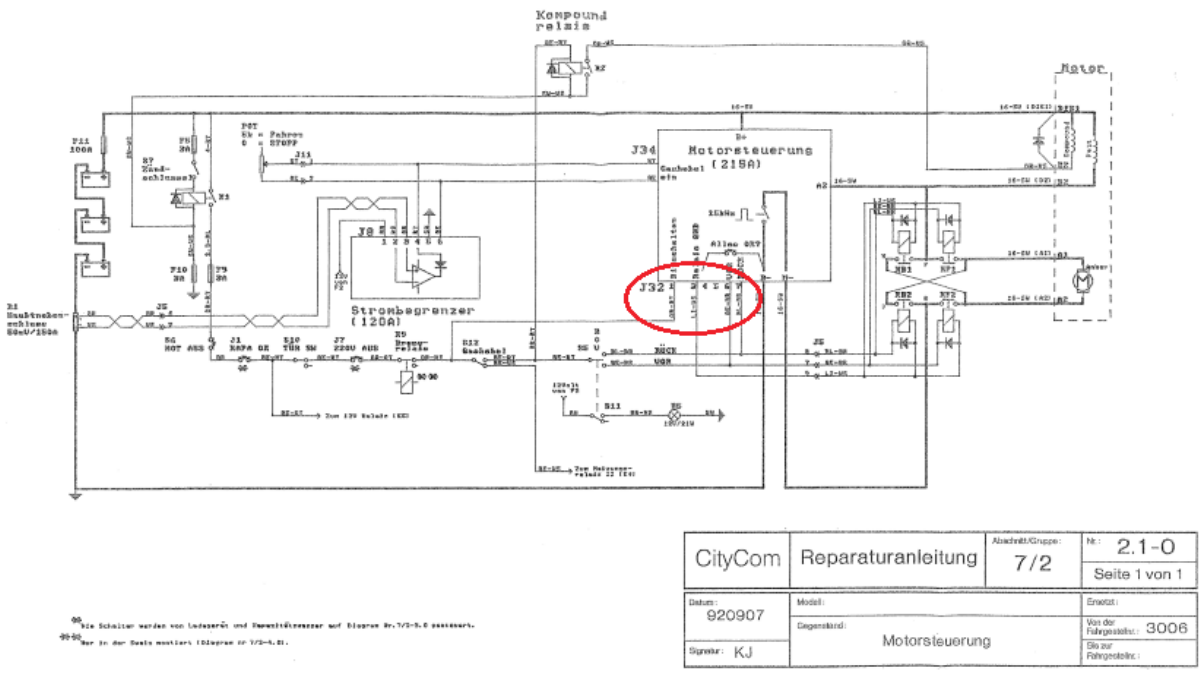
Zum Einbau der Motorsteuerung nahmen wir uns die Reparaturanleitung zur Hand. Beim Zusammenbau der einzelnen Komponenten stellten wir fest, dass die Kunststoffplatte, auf

der die Sicherungen und der Fahrstromshunt montiert werden, an einigen Stellen verschmort war und dadurch sich verformt hatten. Aus diesem Grund mussten wir eine neue Platte bei Herr Schippers bestellen.

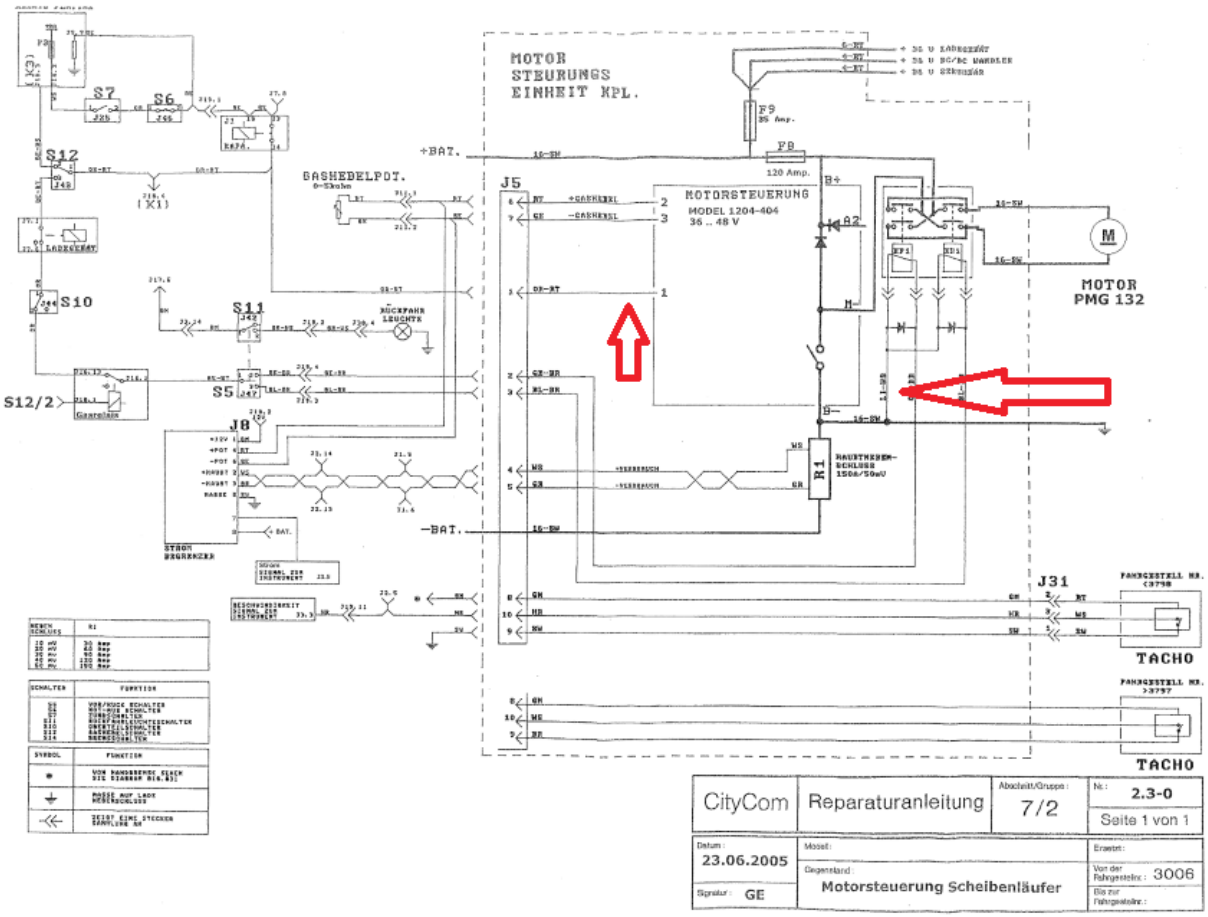
Bei dem Zusammenbau mussten wir erst die Relais mit der Motorsteuerung verbinden. Als nächstes befestigten wir die Leitungen A1 und A2, welche zu den Ankerwicklungen des Motors führen, mit den Relais sowie die Leitung D2, welches zu dem Anschluss D2 an den Motorspulen führt.



Da wir ein neueres Modell der Motorsteuerung gekauft hatten, mussten wir einige Leitungen um Löten und an anderer Stelle neu verlöten. So zum Beispiel die Leitungen des Steckers J32. Die Leitung 1 des Steckers mussten wir mit einem Flachstecker versehen und an dem Anschluss 1 der Motorsteuerung stecken. Die anderen drei Leitungen wurden auf Masse, also auf den -Pol der Batterie gelegt.

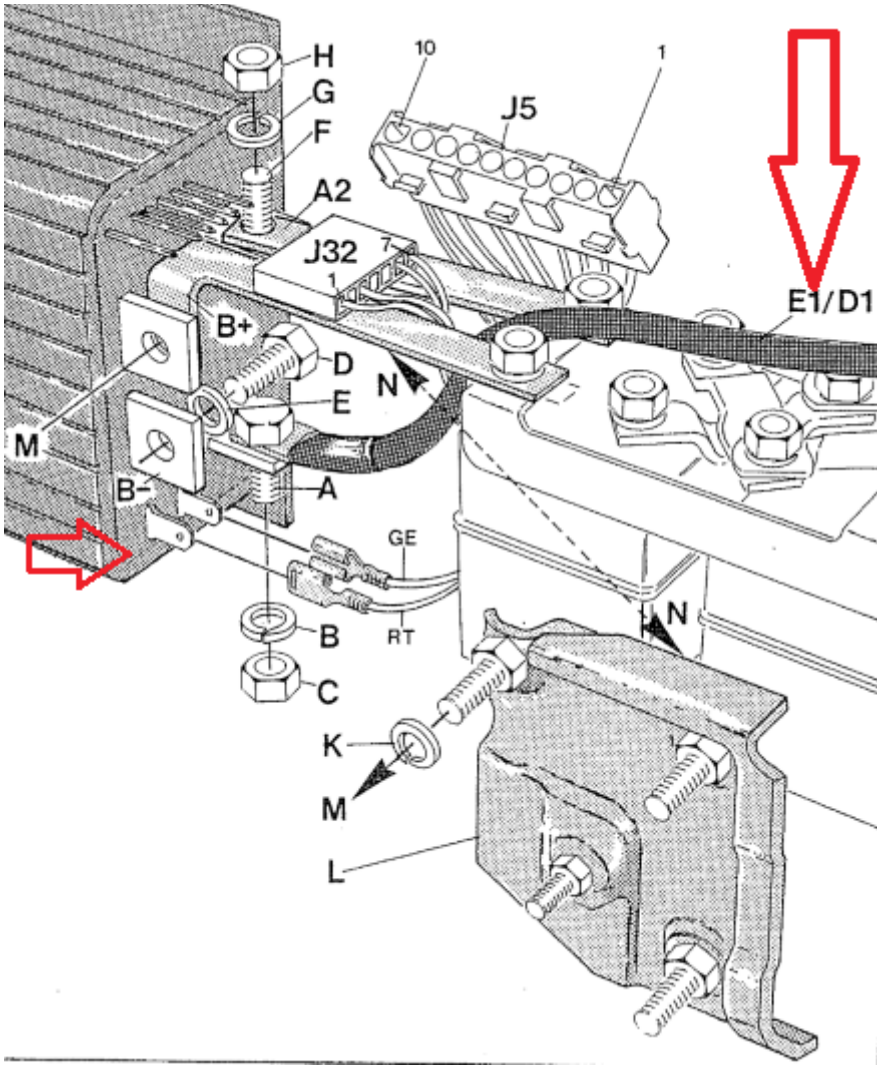


Dies ist der Leitungsverlauf bevor wir die Leitungen des Steckers J32 um gelötet haben. Im nachfolgenden Bild sieht man den Verlauf der Leitungen nach dem Umlöten.

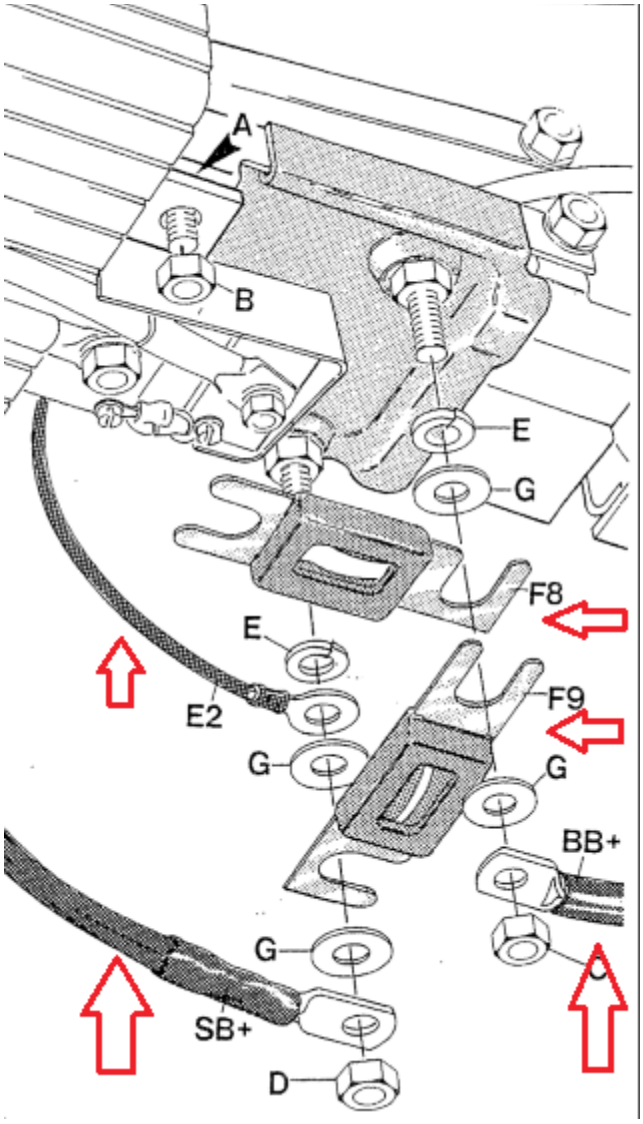


Nachdem dies getan war, befestigten wir den Flachstecker 1 am Anschluss 1 der Motorsteuerung und die beiden Flachstecker GE und RT, welchen zum

Fahrpedalpotentiometer führen, an den Anschlüssen 2 und 3. Des weiteren befestigten wir die Leitung E1/D1, welche zum Anschluss D1 am Motor führt, am Anschluss A1 der Motorsteuerung. Als letztes befestigten wir die Montierplatte L an der Motorsteuerung

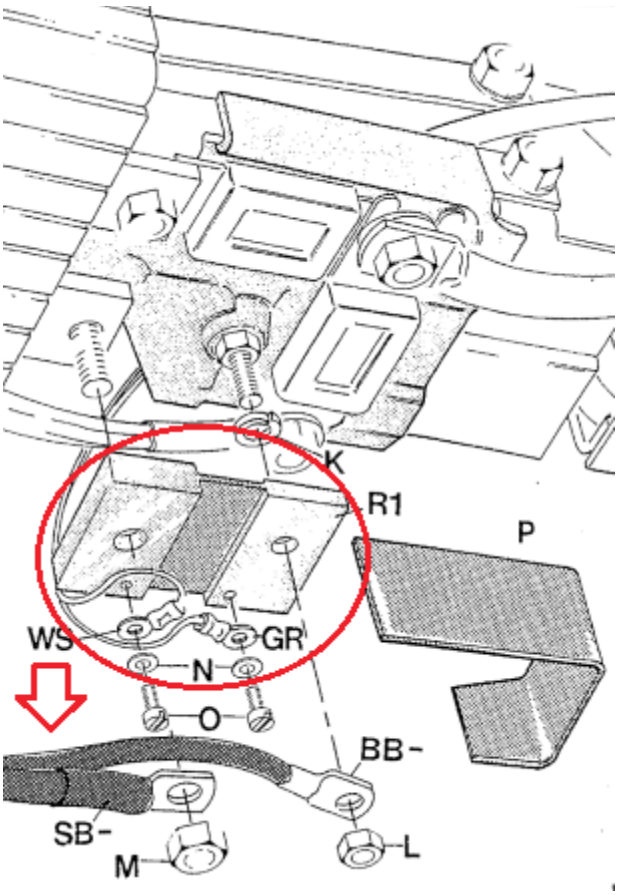


Als nächstes befestigten wir die Hauptsicherungen F8 und F9, sowie die Leitungen E2, BB+ und SB+ an der Montageplatte. Die Leitung BB+ führt zum +Pol der Batterie. Die Leitung E2 führt zum Compoundanschluss E2 des Motors.



Im nächsten Arbeitsschritt befestigten wir den Fahrstromshunt auf der Montageplatte. Auf diesen wurden die Kabel BB-,SB- WS und GR befestigt. Der Fahrstromshunt wird vom Strombegrenzerkreislauf und vom Kapazitätsmesser zum Messen des Batteriestromes des Fahrzeugs verwendet. Der Strombegrenzerkreislauf ist im Sitzraum angebracht und sorgt dafür, dass der Batteriestrom 120A nicht übersteigt. Die Verbindung zwischen dem Fahrstromshunt und dem Strombegrenzerkreislauf bilden die beiden Leitungen GR und WS. Die Leitung BB- führt direkt zum -Pol der Batterie.

Bei der Leitung SB- wurde von der Reparaturanleitung nicht gesagt, wohin diese führt. Dadurch wussten wir nicht welches Kabel gemeint ist. Durch das betrachten der Schaltpläne stellten wir fest, dass es sich um die -Pol Leitung des Ladegeräts handelt.



4.3.4 Test der Funktionsfähigkeit

Nach dem Zusammenbau der Motorsteuerung mussten wir sie testen, um festzustellen, ob wir alles richtig zusammengebaut hatten und ob auch alles das machte, was es soll.

Hierbei kam uns der Herr Alfons Schmitt zur Hilfe. Da er früher in der Praxisausbildung der Elektrotechnik Studenten der technischen Universität Darmstadt tätig war und selber auch ein älteres Modell des City EL besessen hat, hatte er wesentlich mehr Erfahrung mit dem City EL als irgendein Lehrer an unserer Schule.

Um die Funktionalität sicher prüfen zu können, ohne das wir dabei etwas kaputt machen, hatte er ein Netzgerät mitgebracht. Dieses war wesentlich stärker als die Netzgeräte der Schule, da diese nur bis maximal 3,5A kamen. Das mitgebrachte Netzgerät jedoch schaffte bis zu 60A.

Als erstes verbanden wir unsere neu erstellte Leitung, den -Pol Anschluss der Motorsteuerung und den -Pol Anschluss mit einer Schraube, damit wir daran die Klemme des Messgeräts befestigen konnten. Selbiges taten wir mit dem +Pol des Hauptsystems und dem +Pol der Motorsteuerung.

Währenddessen überprüfte einer von uns noch einmal die Schalter, die wir benötigten, um die Relais und die Motorsteuerung einzuschalten. Hierbei stellten wir fest, dass der Vorwärts-Rückwärts Schalter auf der Armatur defekt war. Somit mussten wir diesen ausbauen und eigenhändig bedienen.

Um nicht versehentlich etwas zu beschädigen stellten wir das Netzgerät auf ein Maximum

von 20A ein. Nach Herr Schmitts Erfahrung sollte das bereits reichen,um den Motor drehen zu lassen.

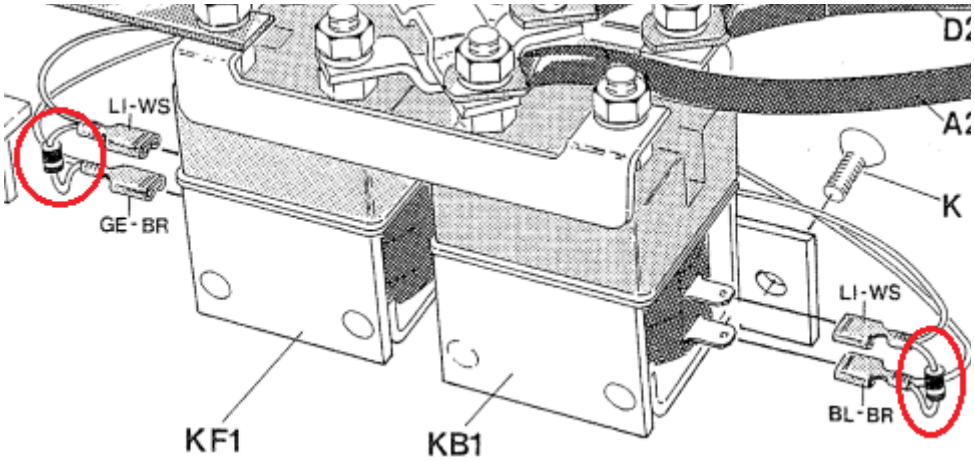
Bei unserem ersten Testlauf ließen sich nur die Sekundärsysteme wie Licht, Hupe und Scheibenwischer bedienen. Der Fehler hierfür war schnell gefunden. Um die Motorsteuerung ansteuern zu können, mussten wir das Verdeck schließen, da sich daran ein Schalter befindet, der erst die Ansteuerung zu lässt, wenn er gedrückt wird.

Bei unserem zweiten Testlauf saß nun also einer im Auto, um alles zu bedienen, einer am Netzgerät, um es im Notfall direkt ausschalten zu können und einer behielt das Auto von außen im Auge, um eventuelle Fehler feststellen zu können. Erneut gingen sämtliche Sekundärsysteme nur die Motorsteuerung nicht. Bei der Fehlersuche stellten wir fest, dass eine der Sicherungen defekt war und setzten eine neue ein. Da wir nicht genau feststellen konnten, was es für eine Sicherung war, setzten wir eine 5A Sicherung ein.

Es folgte Testlauf Nummer drei. Erneut bezog jeder seine Stellung und beobachtete. Dieses mal geschah etwas, als wir die Motorsteuerung ansteuern wollten. Eine der Verbindungen in der vorderen Platine, in der auch die Sicherungen stecken, fing an zu schmoren und wir mussten Zwangsausschalten. Wir schlussfolgerten, dass die Sicherung, die wir eingesetzt hatten, zu groß war und wir eine 3A Sicherung einsetzen mussten und dass wir bei der Motorsteuerung etwas falsch gemacht hatten.

Mit einem schwächeren Netzgerät testeten wir die einzelnen Bauteile der Motorsteuerung noch einmal, konnten aber keinen Defekt feststellen. Daraufhin nahmen wir uns ein Messgerät und testeten unsere Verbindungen und Leitungen auf Kurzschlüsse.

Als wir die Leitungen der Relais prüften, stellten wir dort einen Kurzschluss fest. Nach einigen weiteren Messversuchen hielten wir die Dioden zischen den plus und minus Pol Leitungen für die Übeltäter und setzten neue ein.



Da dies aber nicht half und wir dort immer noch einen Kurzschluss hatten und uns nicht erklären konnten, wo dieser sein mochte, nahmen wir uns noch einmal die Schaltpläne zur Hand und die Schaltpläne und Anweisungen, die Herr Schippers uns zugesandt hat.

Herr Schmitt musste aus Zeitgründen leider wieder gehen, ließ uns aber das Netzgerät da, damit wir weiter testen konnten, falls wir den Fehler fanden. Also saßen wir beide nur vor den Plänen darüber, was wir falsch gemacht hatten.

Nach einiger Zeit fiel uns bei den Anweisungen von Herr Schippers ein Fehler auf. In ihnen stand, dass wir alle Leitungen, bis auf die erste des alten J32 Steckers, zusammen auf den -Pol der Batterie legen sollten, was wir auch taten. In seinen Schaltplänen jedoch war nur eine der drei Leitungen verlegt worden. Die anderen beiden fehlten einfach. Also trennten wir diese Beiden Leitungen von unserem neuen Strang und testeten erneut auf Kurzschlüsse. Konnten aber keine mehr finden. Dadurch das wir alle drei Leitungen zusammen gelegt

hatten, hatten wir die Ein- und Ausgänge der Relais kurzgeschlossen.

Bei unserem nächsten Test lief nun endlich alles, wie es sollte.

4.3.5 Einbau

Beim Einbau der Motorsteuerung und allem anderen waren uns Herr Dornauf und Herr Velasco behilflich. Den Anfang machte die Motorsteuerung. Während einer von uns die Kabel richtete und einer unter das Auto kroch, um von dort aus die Motorsteuerung an ihre Position zu bringen, schraubten wir anderen beiden die Motorsteuerung und die Hupe fest.

Danach verlegten wir sämtliche Kabel im Hinterteil ordentlich und befestigten sie mit Kabelbindern an den dafür vorgesehenen Stellen.

Als nächster Arbeitsschritt kamen die Akkus dran. Da diese pro Stück etwa 35 bis 40 Kg wiegen, mussten wir diese immer zu zweit nehmen und langsam in den Motorraum ablassen, während ein anderer lenkte, wohin wir sie ablassen und darauf achtete, dass wir keine Kabel dabei abreißen. Nachdem das getan war, verbanden wir die Batterien untereinander, sodass nur noch ein plus und ein minus Pol frei war.

Da wir keine passenden Batteriepolschuhe hatten, mussten wir uns aus denen, die im Labor verfügbar waren, passende zurechtmachen.

Nachdem wir alles angeschlossen hatten, machten noch einen weiteren Testlauf um zu sehen, ob auch alles nach dem Zusammenbau noch funktioniert. Da alles lief wie es sollte, drehten wir eine kleine Runden in den Gängen und dann zurück in unsere Werkstatt.

4.3.6 Fazit

Der Einbau der Motorsteuerung gestaltete sich als der schwierigste Teil unseres Projektes, da es außer dem Herr Alfons Schmitt niemanden gab, der sich mit dem Zusammenbau auskannte. Auch war die Reparaturanleitung und die Anweisungen von Herr Schippers nicht immer eindeutig, weshalb wir immer wieder improvisieren mussten.

5 Projekte und Vorschläge für kommende Jahrgänge

Unser Projekt war es, die Fahrtauglichkeit des Elektromobils wiederherzustellen, weshalb wir uns um Dinge wie den Rahmen oder das Aussehen keine Gedanken gemacht haben. Jedoch ist uns aufgefallen, dass man noch einige Sachen machen muss beziehungsweise machen kann, damit das Elektromobil wieder da steht wie neu.

Den ersten Vorschlag, den wir hier hätten, bezieht sich auf den Rahmen und den Kabelbaum. Beides hat unter der langen Standzeit stark gelitten und sollte mal genauer betrachtet werden.

Den Rahmen sollte man einmal komplett vom Rost lösen, Sandstrahlen oder Schleifen und danach mit Rostschutz lackieren, da dies vom Hersteller nicht richtig gemacht wurde und deshalb auch im Motorraum überall Rost war. Wenn nötig, sollten an einigen Stellen neue Bleche eingeschweißt werden. Ein weiterer Vorschlag wäre hier auch noch, eine Bodenplatte für den Motorraum anzufertigen, damit der vor Schmutz und Nässe geschützt ist.

Bei den Leitungen des Kabelbaumes sind die Isolierungen durch ihr Alter zum Teil brüchig geworden. Des weiteren sind uns bei unseren Reparaturen immer wieder Kabel aufgefallen, deren Sinn und Zweck sich uns nicht erschlossen hat, da sie zum Teil zu nichts führten oder Anschlüsse da waren, die kein Gegenstück haben. Man sollte deshalb den gesamten Kabelbaum einmal Austauschen oder Restaurieren und geeignete Kanäle für ihn anlegen, damit die Kabel nicht überall rumhängen.

Zudem könnte diese Gruppe sich auch nach neuen Akkus für das Elektromobil umsehen, falls das Budget der Schule dafür reichen sollte.

Unser zweiter Vorschlag wäre, dass sich eine Gruppe mal mit Dingen wie dem Scheibenwischer, der Karosserie und dem Innenraum auseinander setzen.

Da der Scheibenwischer nicht zur Fahrtauglichkeit gehört, haben wir ihn bei unseren Reparaturen außer acht gelassen. Der Wischermotor funktioniert ohne Einschränkung, nur das an dem Gestänge nichts dran ist, was wischen könnte. Auch kommt kein Wischwasser vorne an, da der kleine Motor am Vorratsbehälter kaputt ist. Außerdem sollte man den Vorratsbehälter aus dem Motorraum rausholen, da man ihn dort nur schlecht wieder auffüllen kann und sich Wasser mit den Batterien auch nicht wirklich gut verträgt. Der Vorschlag hier wäre, den Vorratsbehälter weiter nach vorne zu verlegen, damit das Wasser nicht mehr vom Heck des Fahrzeugs zur vorderen Scheibe gepumpt werden muss.

Die Karosserie könnte mal eine kleine Sonderbehandlung bekommen, damit die matten Stellen weggehen und sie bräuchte neue Dichtungen, zum Teil zu kurz oder kaputt sind.

Der Innenraum könnte einige Aufhübschungen vertragen und die Sitze neu bezogen werden. Die Innenwanne des Elektromobils müsste einmal komplett gereinigt werden und der Überrollbügel neu lackiert. Bei den Sitzen wäre die Wahl eines anderen Bezugsmaterials empfehlenswert. Am besten hierfür wäre etwas, dass sich leicht reinigen lässt und keine Feuchtigkeit zum Futter lässt.

Der dritte und letzte Vorschlag umfasst eher viele kleinere Dinge. Hierzu gehört, dass man bei dem Elektromobil eine Akkukapazitätsanzeige einfügen könnte, damit am weiß, wie weit man etwa noch kommt. Dazu noch eine funktionierende Spannungsanzeige, da die vorhandene defekt ist.

Zudem könnte man ein weiteres unabhängiges Sekundärsystem einrichten, mit dem man dann Dinge wie beispielsweise ein Radio betreiben könnte, ohne das darunter die Reichweite leidet.

Außerdem braucht das Elektromobil neue Reifen, da die alten Reifen bereits porös und abgefahren sind.

Bei jedem dieser Projekte würden wir empfehlen, zwei Schüler darauf anzusetzen, außer bei dem ersten Vorschlag. Dieser wurde mit drei wesentlich besser gehen.

Auch könnte man theoretisch alle Projekte zur selben Zeit laufen lassen. Hierfür sollten man mindestens fünf und nicht mehr als sieben Schüler für das Projekt zuteilen. Innerhalb des Projekts teilen sie sich dann noch einmal in die jeweiligen Untergruppen aufteilen. Jeder dieser Untergruppen müsste dann einen eigenen Projektbericht machen. Diese einzelnen Projektberichte ließen sich dann zu einem großen zusammenfassen und man müsste am Ende noch ein Fazit der gesamten Gruppe machen.

Die Herausforderung hier ist die Zusammenarbeit und das Timing der einzelnen Gruppen, damit ein reibungsloser Ablauf entsteht und sich nicht alle gegenseitig auf die Füße treten.

6 Quellen

Reparaturhandbuch CityEl von Schippers

http://elweb.info/dokuwiki/lib/exe/fetch.php?w=400&tok=57bc9c&media=cityel:teile:tacho_1990.jpg Zugriffsdatum: 23.12.2015 um 13:04 Uhr

http://wohnen.pege.org/2006-energiesparmesse/cityel-armaturenbrett_print.jpg Zugriffsdatum: 23.12.2015 um 13:02 Uhr

https://de.wikipedia.org/wiki/Pulsweitenmodulation#/media/File:Pwm.png Zugriffsdatum: 23.12.2015 um 13:12 Uhr

http://elweb.info/dokuwiki/lib/exe/fetch.php?w=700&tok=eca2ac&media=cityel:dcdc:dcdc_bestue.jpg Zugriffsdatum: 23.12.2015 um 13:07 Uhr

http://elweb.info/dokuwiki/lib/exe/fetch.php?media=cityel:dcdc:g_dcdc_elwik1.jpg Zugriffsdatum: 23.12.2015 um 13:15 Uhr

https://de.wikipedia.org/wiki/Pulsweitenmodulation Zugriffsdatum:28.11.2015 um 18:24 Uhr

http://www.electrical4u.com/compound-wound-dc-motor-or-dc-compound-motor/ Zugriffsdatum: 28.11.2015 um 18:24 Uhr

https://de.wikipedia.org/wiki/Gleichstrommaschine#Verbundmaschine Zugriffsdatum: 28.11.2015 um 18:32 Uhr

https://de.wikipedia.org/wiki/Laderegler
http://www.industrial-electronics.com/elecy4_3.html Zugriffsdatum: 12.11.2015 um 19:52 Uhr

https://de.wikipedia.org/wiki/Gleichspannungswandler Zugriffsdatum: 12.11.2015 um 19:02 Uhr

https://de.wikipedia.org/wiki/Laderegler#Regelung_des_induzierten_Stroms Zugriffsdatum: 14.11.2015 um 11:47 Uhr