-Technologie-

Projektbericht:

# Wiederherstellung der Fahrelektronik

## und Bestandsaufnahme

am Elektroauto

MiniEl/ CityEL Baujahr 1987

Philipp von Wintzingerode und Dominic Eckstein

Heinrich-Emanuel-Merck-Schule

BG 13-4/ Q3

Ergänzender Grundkurs Technologie 3

Abgabetermin: 14.01.2013

#### Inhaltsverzeichnis

#### 1. Das Elektroauto

- 1.1 Das MiniEl der HEMS
- 2. Problemstellung
- 3. Theoretische Grundlagen
  - 3.1 Motorsteuerung
    - 3.1.1 Elektromotor
  - 3.2 Akkuladeregler
  - 3.3 Heizung
  - 3.4 Anzeige
  - 3.5 Verstärker
    - 3.5.1. Der Verstärker in der Elektrotechnik
    - 3.5.2 Verstärken im Niederfrequenz (NF) Bereich
    - 3.5.3. Schaltungsaufbau
    - 3.5.4. Abweichungen des Schaltplans
    - 3.5.5. Schaltungsbeschreibung
    - 3.5.6. Zusammensetzen des Bausatzes

## 4. Aktueller Stand

- 4.1 Stoßdämpfer
  - 4.1.1 Zustand vor dem Umbau
  - 4.1.2 Umbau
  - 4.1.3 Fazit
- 4.2 Gasdruckfedern
  - 4.2.1 Zustand vor dem Umbau
  - 4.2.2 Umbau
  - 4.2.3 Fazit

- 4.3 Verstärker/ Boxen
  - 4.3.1 Einbau
  - 4.3.2 Fazit
- 4.4 Rissverklebung
  - 4.4.1 Zustand vor dem Umbau
  - 4.4.2 Umbau
  - 4.4.3 Fazit
- 4.5 Hall-Sensor
- 4.6 Relaisplatinenanalyse

#### 5. Fazit und mögliche Zukunft des MiniEl

- 5.1 Mögliche Theoretische Umsetzung der neuen Elektronik
  - 5.1.1 Temperatursteuerung und Bedienung der Heizung
  - 5.1.2Bargraph Akku
- 6. Literaturverzeichnis
- 7. Anhang

## 1. Das Elektroauto

Das Elektroauto ist nach amtlicher Definition ein Kraftfahrzeug mit mindestens 4 Rädern, angetrieben von einem Elektromotor, der aus einem Akkumulator gespeist wird. Leichtelektromobile hingegen dürfen bis zu 350kg ohne Batterien wiegen und maximal 45km/h fahren. Dreirädrige Fahrzeuge, wie etwa unser MiniEL werden als (Klein-)Krafträder bezeichnet. Um mit einem solchen Fahrzeug fahren zu dürfen, muss man im Besitz der Führerscheinklasse M und 16 Jahre alt sein <sup>1</sup>

#### 1.1 Das MiniEL der HEMS

#### Maße:

Länge: 2731mm
Breite: 1060 mm
Höhe(ungeöffnet): 1260 mm
Wendekreis: 8550 mm
Leergewicht: 290 kg

<sup>1</sup> Vgl. Hierzu "Elektroauto"; <u>www.wikipedia.de</u>, "Elektroauto", aufgerufen am 5.1.2013

Zulässiges Gesamtgewicht: 400 kg

#### **Technische Daten:**

Akkus: 3
Betriebsspannung: 36 V
Motorleistung: 700 W

Antriebsart: Riemenantrieb
Bremsenart: Trommelbremsen

Distanz: 70 km Max. Geschwindigkeit: 25 km/h

## 2.Problemstellung

Die Aufgabe, das Elektromobil wieder fahrtüchtig zu bekommen, um später einmal legal auf den Straßen fahren zu können, wurde an uns gestellt. Es sind uns von Anfang an viele Punkte an dem MiniEL aufgefallen, die verbessert werden konnten und können. Wichtig sind natürlich dabei die Grundfunktionen, wie etwa das Licht, Blinkanlage, Außenspiegel, Hupe, Scheibenwischer (-spritzanlage) und die Anzeigetafel. Nicht sichtbares wie die Stoßdämpfer und die Gasdruckfedern der Haube wurden auch notiert.

Nach einem Gespräch mit Herr Alfons Schmitt am 31.05.12 gab es auch schon die ersten Anregungen, was man noch mit dem Auto anstellen könnte. Nennenswertes und Umsetzbares wären:

-neue Scheinwerfer aus Hochleistungs-LEDs oder Xenon verbindbar mit Kurvenfahrlicht (Schrittmotor mit aufgebauter Lampe/Spiegelfläche)

- einem Feuchtesensor für den Scheibenwischer
- einem Helligkeitssensor für das Abblendlicht
- eine Glasfrontscheibe wegen der Kratzfestigkeit

Die Idee, die Elektronik des MiniELs über einen Microcontroller der Firma Atmel zu steuern, wurde von ihm unterstützt, sofern die Programmierkünste dafür vorlägen, wurde jedoch schnell verworfen, als Herr Becker, ein Lehrer der Heinrich-Emanuel-Merck-Schule, uns auf die generellen Probleme mit PICs (Programmable Integrated Circuit – Mikrocontroller) bezüglich ihrer Spannungsverträglichkeit aufmerksam machte.

#### 3. Theoretische Grundlagen

#### 3.1 Motorsteuerung

#### 3.1.1. Der Elektromotor

Der Gleichstromelektromotor der Firma Pacific Scientific mit einer Leistung von einem PS wird von einem MOSFET-Steller der Firma Curtis angesteuert. Die abgegebene Leistung wird mit Hilfe von Pulsweitenmodulation (15kHz) bestimmt, welche man über ein Potentiometer (5kOhm), angeschlossen am "Courtis", einstellen kann.

Pulsweitenmodulation beschreibt, dass der (Im-)Puls, also der Zustand in dem Energie zur Verfügung gestellt wird, variiert. Die Länge dieses Impulses nennt man Pulsweite, welche bei unserem Modell 1/15kHz ≈ 67ms beträgt. Der Tastgrad beschreibt, welches Verhältnis zwischen An und Aus innerhalb der 67ms vorliegt und kann somit Werte zwischen 1 (dauerhaft an) und 0 (dauerhaft aus) wechseln

## 3.2. Akkuladeregler

Das Ladegerät ist für Blei-Säure-Akkus entwickelt und hat einen Kurzschluss-, Überlade-, Verpolungsschutz. Seine Ausgangswerte liegen bei max. 36V und max. 18A. Man sollte das Ladegerät laut Anleitung im Monat mindestens zwei Stunden laufen lassen. Es ist von Werk aus für unsere Akkus eingestellt worden.

## 3.3. Heizung

Im CityEL ist über dem Vorderrad im Innenraum eine Heizung eingebaut. Diese besteht aus zwei unterschiedlichen Wicklungen, die bei 36V eine Verlust-/Wärmeleistung von 400W und 800W haben. Es gibt somit 3 mögliche Heizstufen. Die Heizung ist unserer Meinung nach überflüssig, da man nach 10 Minuten in dem Auto ohne Belüftung anfängt zu schwitzen, erstrecht, wenn die Leistung die des Motors überschreitet: 735W.

#### 3.4 Anzeige

Die alte Anzeige des eMobils ist, wie die restliche alte Elektronik, defekt und muss ersetzt werden. Sowohl der Akkustand, als auch die Geschwindigkeit des eMobils werden in der Zukunft auf einer Skala/ einem Bargraphen angezeigt. Die Erfassung des Akkustands erfolgt über einen Vergleichswert, eingestellt über die Spannungsreferenzquelle TL431, abgefragt und ausgegeben durch den Displaytreiber LM3914. Schaltplan und Layout für die Akkuanzeige ist erstellt worden und vorhanden.

#### 3.5 Verstärker

#### 3.5.1. Der Verstärker in der Elektrotechnik

Als Verstärker wird eine Baugruppe oder ein einzelnes Gerät definiert, welche/s eingehende Signale so verarbeitet, dass deren Ausgangssignale größer sind als die Eingangsgrößen. Bei diesen Signalen handelt es sich meist um Strom (I), Spannung (U) oder Leistung (P). Diese Verstärker existieren sowohl im Gleichspannungsbereich (DC) als auch in der Wechselspannung (AC).<sup>2</sup>

## 3.5.2 Verstärken im Niederfrequenz - (NF) Bereich

Beim Verstärken im Niederfrequenzbereich wird eine von einem NF - Input (Handy, MP3 Player...) gelieferte Spannung, welche sich im Millivoltbereich (mV) befindet, auf einige Volt angehoben. Hierfür wird die benötigte Energie von einer Batterie geliefert. Um jetzt einen Lautsprecher zu betreiben, wird ein Großsignalverstärker benötigt, der in der Lage ist, einen ausreichend großen Strom zu liefern, sowie die Tonfrequenzspannung auf den benötigten Bereich zu verstärken.<sup>3</sup>

## 3.5.3. Schaltungsaufbau

<sup>2</sup> Siehe auch Verstärker (Elektrotechnik); <a href="www.wikipedia.de">www.wikipedia.de</a> "Verstärker (Elektrotechnik)", aufgerufen am 27.10.2012

<sup>3</sup> Vergleich Verstärker (Elektrotechnik); <u>www.wikipedia.de</u> "Verstärker (Elektrotechnik)", aufgerufen am 27.10.2012

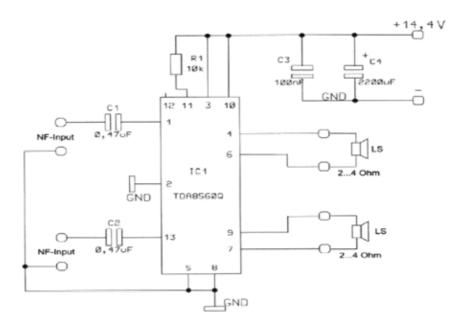


Abbildung 1: Schaltplan TDA 8560 Q4

## 3.5.4. Abweichungen des Schaltplans

Der Schaltplan zeigt eine Versorgungsspannung von 14,4 V. Das System des MiniEL läuft jedoch über ein 12 V-Netz. Anhand des beigefügten Datenblattes ("TDA 8560 Q") lässt sich ermitteln, das die Versorgungsspannung für den Bereich von 6-18 V ausgelegt ist, und dies somit kein Problem darstellt.

## 3.5.5. Schaltungsbeschreibung

Aufgrund einer direkten Abhängigkeit der Ausgangsleistung gegenüber der Versorgungsspannung lässt sie sich nicht beliebig verändern, da die Leistungssteigerung quadratisch erfolgt. Eine 1,4 fache Erhöhung der Spannung hat dem nach den 2-fachen Wert der Leistung zufolge. Durch eine Verringerung des Lastwiderstandes R<sub>LS</sub> wird eine Leistungserhöhung ebenfalls möglich, jedoch nehmen hier auch die Ströme zu.

Das in der Schaltung verwendete IC TDA 8560 Q ermöglicht eine Lösung der oben beschriebenen Problemstellung. Durch interne Spannungsverdoppler lässt sich ein benötigter Spannungsschub leicht erzielen. Hierbei wird die Versorgungsspannung verdoppelt und die Ausgangsleistung auf etwa 40 W bei 10% Klirrfaktor erhöht. Der Lastwiderstand kann weiterhin 8  $\Omega$  betragen, so das die Verwendung normaler Lautsprecher weiterhin gegeben ist.

Ein Nachteil dieser verwendeten Schalttechnik ergibt sich bei einer Sinus-Ansteuerung. Im Normalfall wird der IC mit Musiksignalen angesteuert, so dass hohe Ausgangsleistungen nur zu einem geringen Prozentsatz auftreten. Die Sinus-Ansteuerung sorgt durch eine gleichmäßige Amplitudenverteilung jedoch für eine Schnelle Überhitzung des IC. Eine interne Übertemperatur-Schutzschaltung soll hier eine Zerstörung des Bauteils verhindern.

Auch im Falle eines Kurzschlusses sorgt die interne Schalttechnik für eine Verhinderung von Schäden am Bauteil. Durch Abschaltung der Leistungsverstärker wird eine Überlastung verhindert.

<sup>4</sup> TDA 8560 Q; www.conrad.de ,,TDA 8560 Q", aufgerufen am 27.10.2012

#### 3.5.6. Zusammensetzen des Bausatzes

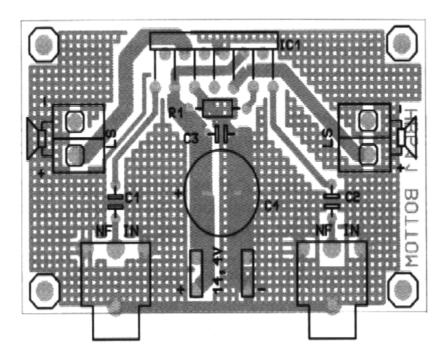


Abbildung 2: Bestückungsplan des Bausatzes<sup>5</sup>

Zunächst sollten die Widerstände eingelötet werden. Beim Einlöten der Kondensatoren muss zum einen die Polung beachtet werden. Zum anderen treten unter Umständen extreme Temperaturen auf, was zur Zerstörung von niederwertigen Kondensatoren führen kann. Die Kondensatoren sollten über eine Temperaturgang verfügen, der keinen Ausfall zur Folge hat

Aufgrund der Übertemperatur-Schutzschaltung sollte ein Kühlkörper am IC angebracht werden, da dieser sonst nicht in den aktiven Betrieb wechselt.

Der nun eingebaute NF-Signal-Verstärker von Conrad hat eine Ausgangsleistung von 2x40W und einen Frequenzgang von 20Hz bis 20kHz. Seine Versorgungsspannung beträgt 6V bis 18V. Die Ausgangsimpedanz sollte nicht kleiner als 2 Ohm sein. Mithilfe von Blechen haben wir sowohl die gefundenen Lautsprecher, als auch die Platine an den Überrollbügel des eMobils geschraubt (siehe Kapitel 4.3). Der verwendete IC auf der Platine ist der TDA 8560 Q und wird mit einem zurechtgesägten Kühlkörper einer CPU passiv gekühlt.

Ein Niederfrequenz-Signal-Verstärker wird im hörbaren Bereich dafür eingesetzt, um die geringe Spannung und somit Leistung des Ausgangssignals eines Mediums (Discman/mp3-Player/etc) auf eine höhere zu bringen. Da eine höhere Spannung bei gleichbleibender Last auch einen höheren Strom fordert, passiert das quadratisch: Eine Spannungsverstärkung um den Faktor 2 ergibt die vierfache Ausgangsleistung.

Die Geschwindigkeitsanzeige funktionierte über einen inzwischen defekten Hallsensor an der Hinterachse, der an einem Frequenz/Spannungswandler angeschlossen war. Mithilfe diese Spannung konnte dann auf einem Display die Geschwindigkeit angezeigt werden.

Die Schaltung für den Blinker könnte in Zukunft mit Hilfe vom U6043B, einem Blinker IC, und einer externen Beschaltung funktionieren. Auch hierfür sind der Schaltplan und das Layout erstellt und vorhanden.

#### 4. Aktueller Stand

Aufgrund eines technisches Defektes wurde die Hauptplatine des MiniEl irreparabel beschädigt und

<sup>5</sup> Datenblätter; www.produktinfo.conrad.com, "Stereo Endstufe Bausatz" aufgerufen am 28.10.2012

musste entfernt werden. Eine Ansteuerung der Beleuchtung sowie der Grundfunktionen wie Scheibenwischer und Hupe ist intern nicht mehr möglich. Durch Anschluss einer externen Spannungsquelle ließ sich jedoch die Funktionalität aller nach dem Kurzschluss der Platine betroffenen Elemente bestätigen. Da es sich bei dem besagten Modell um ein CityEl des Baujahres 1987 handelt, welches zu dieser Zeit noch unter dänischer Produktion stand, war es nicht möglich eine Ersatzplatine zu erwerben. Allerdings existieren hier Schaltpläne, welche sich aufgrund der mangelhaften Dokumentation sowie der Monolingualität jedoch nur schwer interpretieren lassen. Ein weiteres Problem stellen die zur Zeit der Produktion noch nicht vorhanden gewesenen Normen einzelner elektrischer Elemente und ihrer Darstellung in den oben genannten Schaltplänen dar.

Auch die Mechanik des CityEl weist aufgrund von Vernachlässigung in mehreren Bereichen eingeschränkte Funktionalität auf.

## 4.1 Stoßdämpfer

Der Stoßdämpfer soll zum schnellen Abklingen von Schwingungen bei gefederten Massen dienen. Dies geschieht über Umwandlung der Schwingungsenergie in Wärme.<sup>6</sup>

#### 4.1.1 Zustand vor dem Umbau



Abbildung 1: Alter Stoßdämpfer (links), neuer Stoßdämpfer (rechts)

Aufgrund von Korrosion und der somit verbundenen eingeschränkten Funktion des Dämpfers kam es schon bei geringen Geschwindigkeiten zur Kollision des Motorkastens und der Batterie. Dies hätte auf einen längeren Zeitraum zur Zerstörung der beteiligten Teile führen können. Auch der Fahrer hätte bei kontinuierlicher Benutzung Langzeitschäden im Bereich der Wirbelsäule davon tragen können.

#### 4.1.2 Umbau

**Schritt 1**: Zunächst muss das Rad mit Hilfe eines Sechskants und einer Hebebühne entfernt werden. Jetzt kann der Stoßdämpfer nach Lößen der Schrauben ebenfalls entnommen werden.

<sup>6</sup> Vgl. Stoßdämpfer; www.wikipedia.de "Stoßdämpfer", aufgerufen am 5.01.2013



Abbildung 2: Radkasten nach Entfernen des Rades und des Stoßdämpfers



Abbildung 3: Position des Stoßdämpfers (rot)

## Schritt 2: Einsetzen des neuen Stoßdämpfers

Nun wird der neue Stoßdämpfer an den für ihn vorgesehenen Stellen (siehe Abbildung 3) angebracht und mit den bereits vorhandenen Schrauben fixiert.



Abbildung 4: Fixierung des neuen Stoßdämpfers

## **Schritt 3:** Anbringen des Rads

Im dritten Schritt wird das Rad wieder aufgesetzt und festgeschraubt und das Fahrzeug wird von der Hebebühne gelassen.

Hinweis: Schritt 1-3 sind für beide Seiten des Fahrzeuges gleich.

#### **4.1.3 Fazit**

Mit Hilfe des sehr kundenfreundlichen Emobil-Shops <u>www.emobilshop.de</u> waren bei kurzer Beratung neue Stoßdämpfer schnell gefunden. Nach Einbau dieser erfolgt selbst bei höheren Geschwindigkeiten keine Kollision des Motors und der Batterie mehr. Auch das Fahrkomfort hat sich nach dem Umbau erheblich verbessert.

#### 4.2. Gasdruckfedern

Eine Gasdruckfeder wird auch pneumatische Feder genannt, da sie unter hohem Druck stehendes Gas als Federkraft bereitstellt. Sie dienen zur Gewichtsausgleichung und werden vor allem in der KFZ-Technik verwendet, finden aber auch Gebrauch in Bürostühlen und Türen.<sup>7</sup>

#### 4.2.1. Zustand vor dem Umbau

Eine selbstständige Öffnung der Haube mit Hilfe der Federkraft war nicht mehr möglich, da das Gas zum größten Teil entwichen war. Auch nach Anheben der Haube hat hier die Federkraft nicht mehr ausgereicht.

#### 4.2.2. Umbau

Zunächst muss die Haube in komplett geöffneter Position mit Hilfe einer Stange am hinteren Ende fixiert werden, um einen Wechsel zu ermöglichen.

Hinweis: An diesem Umbau sollten mindestens zwei Leute zusammen arbeiten, da durch das Gewicht der Haube eine hohe Verletzungsgefahr gegeben ist.

#### Schritt 1: Entnahme der Federn

Nach dem die Haube fixiert ist, können jetzt beide Federn entnommen werden. Hier ist darauf zu achten, das die Federn <u>vollständig entlastet</u> sind, da diese sich sonst nicht lösen lassen. Die Gasdruckfedern sind mit jeweils zwei Schrauben befestigt.

<sup>7</sup> Siehe auch Gasdruckfeder; www.wikipedia.de "Gasdruckfeder", aufgerufen am 5.01.2013



Abbildung 5: obere Schraube der Feder (rot)



Abbildung 6: untere Schraube der Feder (rot)

Schritt 2: Einsetzen der neuen Gasdruckfedern

Auch hier muss immer noch eine vollständige Entlastung gegeben sein, da mit sich die neue Feder in der richtigen Position festschrauben lässt.

Aufgrund des frühen Baujahres ist es nicht mehr möglich die bereits verwendeten Gasdruckfedern im Handel zu erwerben. Hier wurden die alten Federn (600N) mit einer weit höheren Kraft (900N) ersetzt. Da sich diese Federn sowohl in der Kraft als auch in der Länge unterscheiden, mussten hier für neue Bohrungen getätigt werden.



Abbildung 7: alte Bohrung (rot), neue Bohrung (grün)

Abbildung 7 zeigt die hierfür vorgenommenen Bohrung. Diese ist identisch zur Bohrung der anderen Seite. Mit einem roten Farbstift wurde zusätzlich der Rotationskreis mit der Länge der neuen Feder als Radius markiert. Den Mittelpunkt bildete das bereits vorhandene zweite Loch unterhalb der Fahrerkonsole (Abbildung 6).



Abbildung 8: Fixierung der neuen Feder in der vorgesehenen Bohrung

## 4.2.3. Fazit

Aufgrund des Längenunterschiedes der Federn lässt sich die Haube jetzt nicht mehr ganz soweit öffnen, der automatische Mechanismus sorgt jedoch für die Entlastung des Fahrers und erleichtert Umbauarbeiten im Inneren des Fahrzeuges. Da der Hersteller der Gasdruckfedern diese immer noch produziert war es auch hier kein Problem ein nahezu identisches Modell zu erwerben. Auch die erhöhte Federkraft sorgt für mehr Komfort beim Aus - und Einsteigen.

#### 4.3 Verstärker und Boxen

#### **4.3.1** Einbau

Für die Definition sowie die technischen Details des Verstärkers siehe 3.6. Da das CityEl über keine vorinstallierte Befestigung der Boxen sowie des Verstärkers verfügt, musste diese zunächst

angebracht werden. Hierfür hat sich der Rahmen des Fahrersitzes angeboten, da dieser über einen stabilen Metallrahmen verfügt und darüber hinaus genügend Platz bietet.

Zunächst musste eine Halterung für die Boxen entworfen werden. Das Materiallager der Schule verfügte hier über Aluminiumplatten, welche sich mit Hilfe einer Presse zuschneiden und in Form bringen ließen.

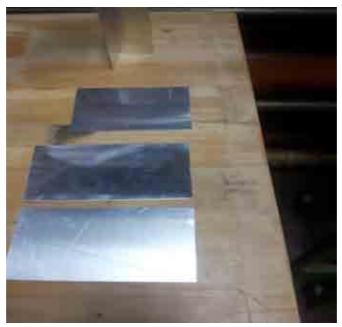


Abbildung 8: Aluminiumplatten vor der Bearbeitung

Abbildung 8 zeigt das Rohmaterial für die Halterung der Boxen. Diese wurden zunächst auf einen Winkel von 90° zurecht gebogen.

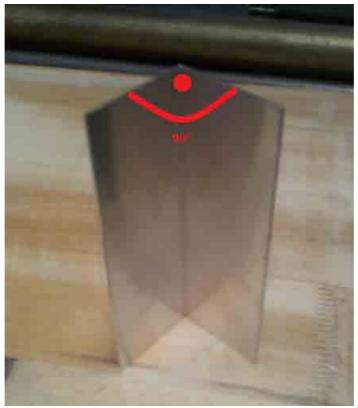


Abbildung 9: Aluminiumplatte nach der Bearbeitung mit der Biegemaschine

Dieser Vorgang wurde mit insgesamt vier Aluminiumplatten wiederholt. Da die Boxen bereits über ein Gewinde verfügen, mussten in den Platten nur noch die Position der Löcher bestimmt und mit Hilfe eines Metallbohrers gebohrt werden.

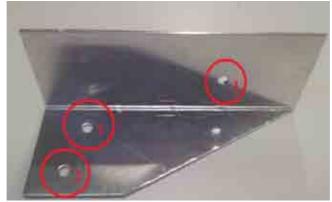


Abbildung 10: Aluminiumplatte mit Bohrungen

Abbildung 10 zeigt Bohrungen 1-3. bei Bohrung 1 und 2 handelt es sich um die Fixierung am Metallrahmen des Fahrersitzes. Diese befinden sich diagonal zueinander, um eine möglichst stabile Lage zu garantieren. Bohrung 3 führt die Schraube des Lautsprechers. Zusätzlich wurde aufgrund der Verletzungsgefahr überstehendes Aluminium mit Hilfe einer Presse entfernt.

Im nächsten Schritt wurde mit Hilfe eines Körners sowie der Bohrungen 1-2 die benötigten Stellen für die Bohrungen am Rahmen selbst bestimmt.



Abbildung 11: Bohrungsmarkierungen am Fahrerrahmen



Abbildung 12: Bohrungen am Fahrerrahmen

Auch diese Löcher wurden ausgebohrt (Abbildung 12). Mit Hilfe von Kontermuttern wurden die Aluminiumhalterungen dann an der hinteren Seite des Rahmens befestigt.

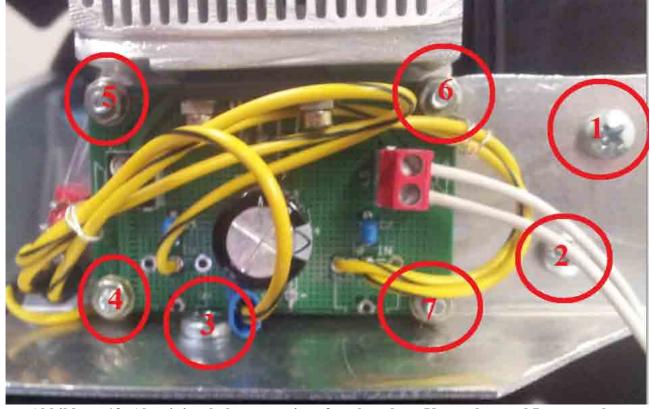


Abbildung 13: Aluminiumhalterung mit aufgeschraubten Verstärker und Lautsprecher

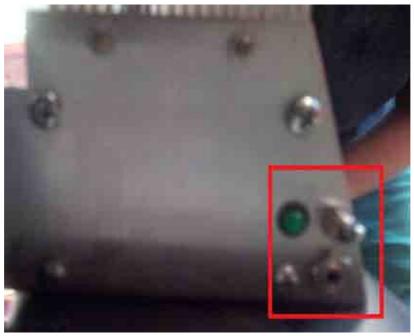


Abbildung 14: Rückseite der Aluminiumhalterung

Abbildung 13 zeigt erneut die bereits in Abbildung 10 entstandenen Bohrungen 1-3, in denen jetzt die Vorgesehene Bauteile fixiert worden sind. Durch zusätzliche Bohrungen 4-7 ließ sich der Verstärker ebenfalls auf der Aluminiumhalterung befestigen.

In Abbildung 14 lässt sich auf der Rückseite der Aluminiumhalterung eine zusätzliche Beschaltung erkennen (rot). Diese führt eine Kontroll-LED zur Überprüfung der Spannungsversorgung, sowie einen Schalter für den Ein – und Ausschaltvorgang. Der Klinkenstecker stellt den Eingang zu einem Verstärker da, welcher ein Signal von einem Musikmedium (MP3 Player, Smartphote, o.ä.) bekommt.

Der Vorgang ist für die linke sowohl wie für die rechte Seite des Rahmens identisch.

#### 4.3.2. Fazit

Das Fahrzeug verfügt nun über ein Audio-System mit zwei 40W Lautsprechern. Nun muss der Fahrer nicht mehr länger auf seine Lieblingstitel während der Fahrt verzichten. Aufgrund des relativ hohen Stroms (>3A) ist jedoch auf den Ladestand der Akkus zu achten. Auch die Verstärkerleistung ist sehr, hoch, diese könnte noch über einen logarithmisches Potentiometer geregelt werden.

#### 4.4.1. Zustand vor dem Umbau

Die Haube des CityEl wies sehr starke Beschädigung des Plexiglases im Bereich des Daches auf. Eine Befestigung war nicht mehr möglich, da durch die Risse die benötigte Stabilität nicht mehr gegeben war und ist. Auch hier herrschte, aufgrund von plötzlichem herauslösen des Daches aus dem Rahmen, erhöhte Verletzungsgefahr.

#### 4.4.2. Umbau

Mit Hilfe von Acrylglaskleber AGOVIT 1900 wurden die betroffenen Stellen zunächst temperiert, und dann mit der Kleberlösung aufgefüllt.

#### 4.4.3. Fazit

Aufgrund der ungünstigen Position der Risse, herrschte dort eine sehr hohe Spannung, welche zum

direkten Neuaufriss der bearbeiteten Stellen nach Einsetzen des Daches führte. Auch nach erneutem Kleben der Bruchstellen, rissen diese sofort wieder auf.

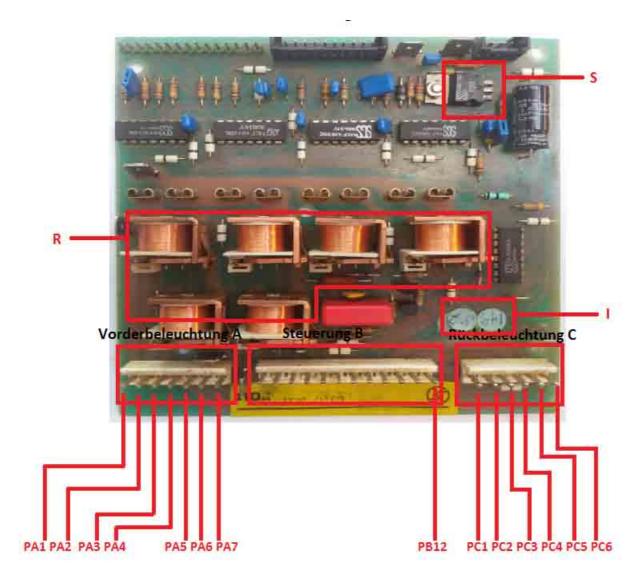
#### 4.5 Hall-Sensor

Selbst nach mehreren Messungen mit Hilfe des Oszilloskopes ließ sich auf den Oszillographen keine Ausgangsspannungen an den für den Hall-Sensor vorgesehenen Ausgängen feststellen. Da sich der Hall-Sensor innerhalb des Motorkastens befindet, wird hier eine Hebebühne benötigt um weitere Kontrollen durchzuführen. Dieser Vorgang erweist sich jedoch als sehr arbeitsaufwendig, da bei alten Modellen die Hinterachse entfernt werden muss, um an den Motor zu gelangen.

## 4.6 Relaisplatinenanalyse

Die Relaisplatine führt in ihrer Schaltung alle zu steuernden Befehle wie die Beleuchtung einzelner Elemente zusammen. Sie ist nach dem Kurzschluss die einzige erhaltene Platine und befindet sich direkt unter der "Fahrtregelung".





## Vorderbeleuchtung A Steuerung B Rückbeleuchtung C

PA1: Mittellicht
PA2: Fernlicht
PA3: Tagfahrlicht
PA4: Blinker rechts
PA5: Blinker links
PA6: Masse
PC1: Linkes Standlicht/Nummernschild
PC2: Rechtes Standlicht
PC3: Rechter Blinker
PC4: Linker Blinker
PC5: Bremslicht
PC6: Masse
PA7:

R: Steuerrelais S: Spannungsstabilisierung I: Baujahr und Platinennummer

Die Beschreibungen der Pins basieren auf Messungen mit Hilfe einer externen Spannungsquelle.

## 5. Fazit und mögliche Zukunft des MiniEl

Zunächst einmal lässt sich sagen, das aufgrund der veralteten Technik sowie der dänischen Sprache ein Überblick über die Elektronik des CityEl nicht möglich ist. Fehlende Normen einzelner elektronischer Elemente so wie die Monolingualität der erhaltenen Dokumente erschweren die Arbeit mit dem Fahrzeug zusätzlich. Auch im Internet ist es kaum möglich Informationen zu erhalten, da das Baujahr des CityEl zu alt ist, die dänische Herstellerfirma zeigt sich ebenfalls nicht

kooperativ. Hinzu kommt die erschwerte Arbeitsumgebung nach dem die Werkstatt der TU Darmstadt nicht mehr länger zugänglich ist. Als Zukunft des CityEl sehen wir hier nur die Möglichkeit der kompletten Neugestaltung der Elektronik, was den Zeitrahmen eines Projektes jedoch überschreiten würde. Als Vorschlag wäre hier die besondere Lernleistung zu erwähnen. Des Weiteren erfordert die Bearbeitung dieses Projektes ein erhebliches Wissen an praktischer sowie theoretischer Erfahrung im Umgang mit Kraftfahrzeugen. Trotz der vielen negative Aspekte bietet das Projekt eine gute Möglichkeit um sich elekrische so wie mechanische Grundlagen anzueignen und komplexere Vorgänge in der Elektrotechnik verstehen zu können. Da sich Herr Schmidt, welcher sich bereits vor einem Jahr als "Hobbybastler" bereit erklärte hatte, mit den Schülern der HEMS zu kooperieren, nun erneut angeboten hat, wäre hier bereits viel praktische Erfahrung vorhanden, und auch die Homepage der CityEl- "Hobbybastler" <a href="http://elweb.info">http://elweb.info</a> bietet hier ein großes Spektrum an bereits vorhandenem Wissen im Bereich des CityEl.

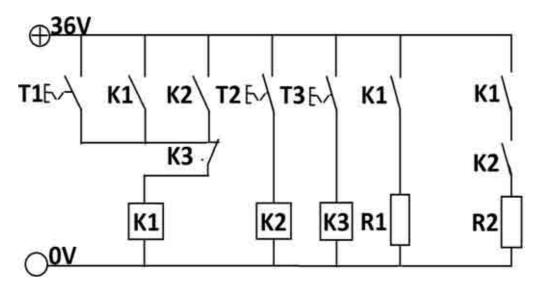
## Der Arbeitsaufwand der durchgeführten Arbeiten betrug ca. 100 Stunden.

## 5.1. Theoretische Vorüberlegung zur Umsetzung der neuen Elektronik

## 5.1.1. Temperatursteuerung und Bedienung der Heizung

#### **5.1.1.1.** Temperatursteuerung

Die Temperatursteuerung des MiniEL erfolgt über eine Relaisschaltung und ermöglicht drei Zustände: Stufe 1, Stufe 2 und aus.



**Abbildung 1: Temperatursteuerung mit Relais** 

## **5.1.1.2.** Schaltungsbeschreibung

Die Schaltung besteht aus 3 Relais-Elementen  $K_1$ ,  $K_2$  und  $K_3$  denn steuernden Elementen, sowie aus den zwei zu steuernden Elementen Heizspirale  $R_1$  und Heizspirale  $R_2$ .

Stufe 1: Betätigt man nun den Taster  $T_1$  wird das Relais  $K_1$  angesteuert, welches einen Selbsterhalt über sich selbst schaltet. Gleichzeitig wird der Stromkreis an Heizspirale  $R_1$  geschlossen und ermöglicht so eine Erhöhung der Innentemperatur auf Stufe 1 (400W)

Stufe2: Durch Betätigen des Tasters T<sub>2</sub> wird das Relais K<sub>2</sub> aktiviert und schließt somit gleichzeitig

den Stromkreis über der Heizspirale  $R_2$ . Nun ist Stufe 2 der Heizung aktiviert. Aufgrund einer erhöhten Leistung von  $P_1 + P_2 = 1200W$  wird eine Abfallverzögerung (siehe "3. Abfallverzögerung") an Relais  $K_2$  benötigt um einen frühzeitigen Ausfall des Motors zu verhindern.

Stufe 3: Nach Betätigung des Tasters  $T_3$  aktiviert sich das Relais  $K_3$  und öffnet somit den Schließer an  $K_3$ . Der Selbsterhaltungsmechanismus wird hier bei deaktiviert. Die Heizung befindet sich im Ausgangszustand.

## 5.1.1.3. Abfallverzögerung

Aufgrund der erhöhten Leistung nach Aktivierung der Stufe 2 wird eine Abfallverzögerung empfohlen, welche sich nach einer Zeit von t = 300s selbst abschaltet.

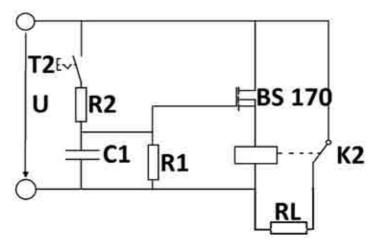


Abbildung 2: Abfallverzögerungs-Schaltung mit Relais

Werte der Schaltung:

U = 12V

 $R_1 = 2M\Omega$ 

 $R_2 = 100\Omega$ 

 $C_1 = 30 \mu F$ 

#### 5.1.1.3.1 Schaltungsbeschreibung

Nach Betätigen des Tasters  $T_2$  lädt sich der Kondensator  $C_1$  auf  $U_C = 12V$ .  $T_2$  öffnet sich wieder und der Kondensator entlädt sich über  $R_1$ . Laut Kirchhoffscher Regel ergeben alle Spannungen einer Masche in der Summe  $U_1 + U_2 + ... U_n = 0$ . Umgeformt heißt das für die Schaltung das die Spannung  $U_{R1} = U_{C1} = U_{K2} + U_{gs}$ .

Somit ergibt sich für U<sub>K2</sub>:

$$UK2 = URI - UGS = 12V - 0.7V = 11.3V$$

Das Relais zieht an und schließt den Stromkreis über R<sub>L</sub>. Mit der Zeit entlädt sich der Kondensator und verliert dabei Spannung. Bei Unterschreitung eines gewissen Potenzials verliert das Relais seine Wirkung und öffnet den Stromkreis über R<sub>L</sub> erneut. Diese Zeit nennt sich Abfallverzögerung.

#### 5.1.1.3.2 Berechnung der Abfallverzögerung

Je nach der Zeit t in der das Relais aktiv sein soll, sind die Bauteile richtig zu dimensionieren. Für eine Zeit t = 5min ergeben sich die unter 3.("Abfallverzögerung") gegeben Werte. Nun ist die Entladekonstante  $\tau$  des Kondensators zu ermitteln:

$$\tau = RI \cdot CI = 2M \Omega \cdot 30 \mu F = \underline{60s}$$

Nach  $t = 5\tau = 300s$  beträgt der Spannungswert an Kondensator  $C_1$  nur noch ca. 0,1% der Ausgangsspannung. Diese Spannung reicht nicht mehr aus um das Relais weiterhin ausreichend zu versorgen.

### 5.1.2. Bargraph Akku

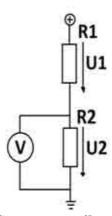
#### 5.1.2.1. Messbereichsverkleinerung

Zunächst wird die Differenzspannung der im Auto anliegenden Batterien ermittelt. Das  $\Delta U$  ergibt sich hier aus der Differenz der aufgeladenen Batterie  $U_2$  und der entladenen Batterie  $U_1$ :

$$\Delta U = 3 * (U2 - U1) = 3 * (13.8 V - 12V) = 5.4 V$$

Hieraus ergibt sich  $U_2 = 41,4V = U_1 + \Delta U$  und  $U_1 = 36V$ .

Im nächsten Schritt sollen die Messspannungen (Referenzspannung  $U_{\text{ref}}$ ) mit Hilfe eines Spannungsteilers ermittelt werden:



**Abbildung 1: Spannungsteiler mit Voltmeter** 

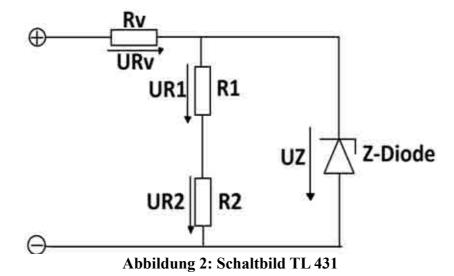
Die Widerstände  $R_1$  und  $R_2$  lassen sich beliebig wählen. Im Folgenden Beispiel werden sie mit  $R_1 = 47k\Omega$  und  $R_2 = 10k\Omega$  bestimmt. Als nächstes werden mit Hilfe der oben errechneten Spannungen und der Widerstände die maximale Messspannung  $U_{Refl.ow}$  berechnet:

$$URefHigh = Umax * R2/(R1 + R2) = 41,4 V * 10k \Omega/(47k \Omega + 10k \Omega) = 7,26 V$$
  
 $URefLow = Umin * R2/(R1 + R2) = 36V * 10k \Omega/(47k \Omega + 10k \Omega) = 6,32 V$ 

#### 5.1.2.2. TL 431

TL 431 ist eine einstellbare Referenzspannungsquelle im Bereich von  $U_{ref} = 2.5 - 36V$ .

#### **5.1.2.2.1** Schaltbild



#### **5.1.2.2.2 Berechnung**

Mit Hilfe der in Schritt 1("Messbereichsverkleinerung")berechneten Größen lassen sich nun die restlichen Elemente der Schaltung berechnen.

Zur Vereinfachung der Berechnung nehmen wir die kleinstmögliche Spannung  $U_{R2} = U_{ref} = 2,5V$  an. Der Strom  $I_{ref}$  ist frei wählbar und kann in der verwendeten Schaltung sehr klein sein. Somit ergibt sich für  $I_{ref} = 0,2$  mA.  $R_2$  kann sich nun mit Anwendung des Ohmschen Gesetzes bestimmen lassen:

$$R2 = \frac{URef}{IRef} = \frac{2.5 V}{0.2 mA} = \underline{12.5 k \Omega}$$

Laut angefügtem Datenblatt ergibt sich die Formel:

$$U0 = UZ = \left(1 + \frac{RI}{R2}\right) * URef$$

Nach Umstellung der Formel nach Widerstand  $R_1$  und Einsetzen von  $U_Z = U_{refLow}$  (siehe 1. Messbereichsverkleinerung) lässt sich dieser ermitteln:

$$RI = \frac{R2 \cdot UZ}{URef} - R2 = \frac{12.5 k \Omega \cdot 6.32 V}{2.5 V} - 12.5 k \Omega = \underline{19.1 k \Omega}$$

Nun lässt sich auch  $R_v$  ermitteln. Dieser ergibt sich aus dem Verhältnis der Abfallenden Spannung  $U_{Rv}$  und dem Betriebsstrom  $I_{ges}$ . Durch Anwenden des 1. und 2. Kirchhoffschen Gesetzes ergibt sich für  $U_{Rv}$ :

$$\Delta U = URv = UBetrieb - URefLow = 12V - 6.32V = 5.68V$$

und für Iges:

$$IBetrieb = IRef + IZ = 0.2 \, mA + 2mA = 2.2 \, mA$$

Nach Einsetzen der oben bestimmten Werte ergibt sich für R<sub>V</sub>:

$$RV = \frac{URv}{Iges} = \frac{5,68 V}{2,2 mA} = \frac{2581,59 \Omega}{1}$$

Nach Betrachten der Widerstandswerte fällt auf, das diese mit diesen Werten nicht im Handel erhältlich sind. Somit muss eine Umrechnung anhand der E-Reihe erfolgen, welche ergibt:

$$R_2 = R_{ref} = 12,5k\Omega \longrightarrow 12k\Omega$$

$$R_1 = 19,1k\Omega \longrightarrow 22k\Omega$$

$$R_V = 2581\Omega$$
  $\rightarrow 2.2k\Omega$ 

Es erfolgt eine zweite Berechnung mit  $U_z = 7,26V$  und 2.2 wird wiederholt. Für die Widerstände ergibt sich:

$$R_2 \rightarrow 12k\Omega$$

$$R_1 \qquad \to 18 k\Omega$$

$$R_V \qquad \rightarrow 2{,}7k\Omega$$

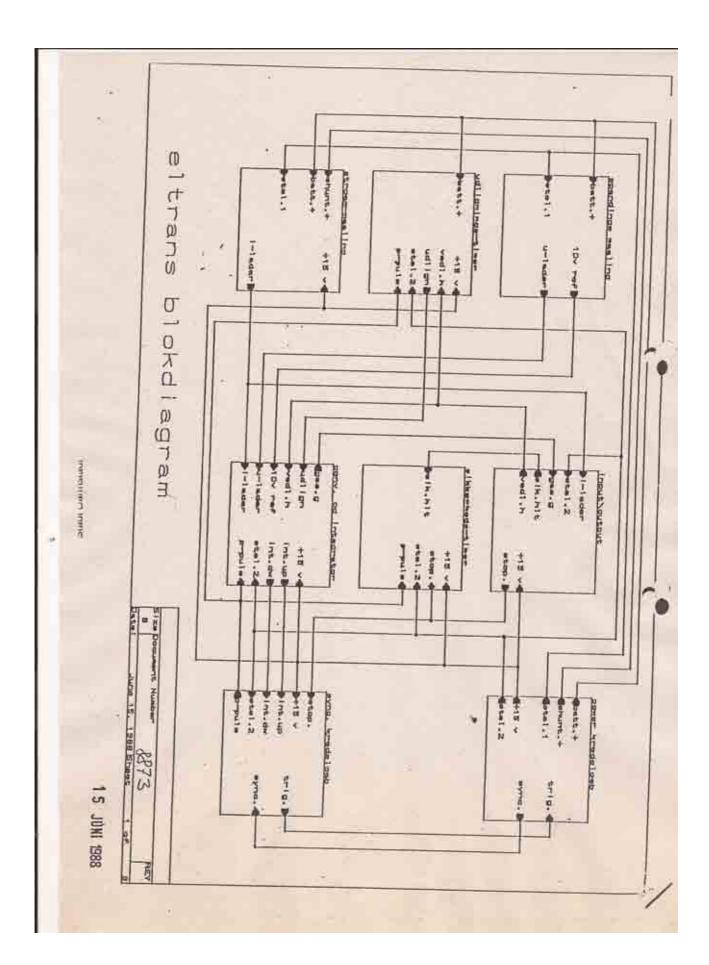
#### 6. Literaturverzeichnis

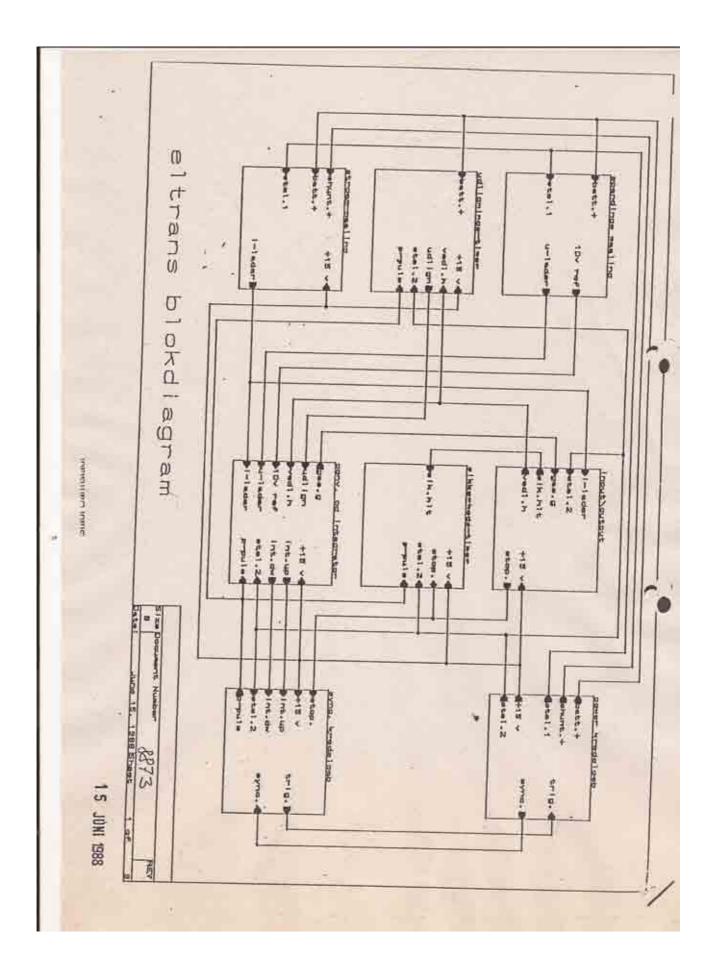
Internet:

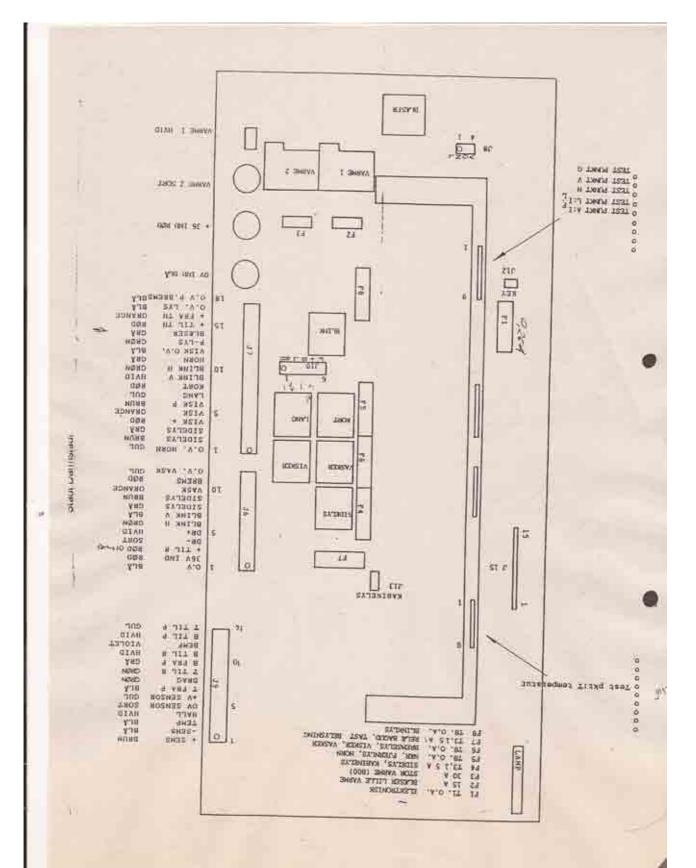
- CityEL; www.wikipedia.de, "CityEL", aufgerufen am 5.1.2013
- CityEL Technik; www.elweb.info, "CityEL Technik", aufgerufen am 5.1.2013
- Datenblätter; www.produktinfo.conrad.com, "Stereo Endstufe Bausatz", aufgerufen am 4.12.2013

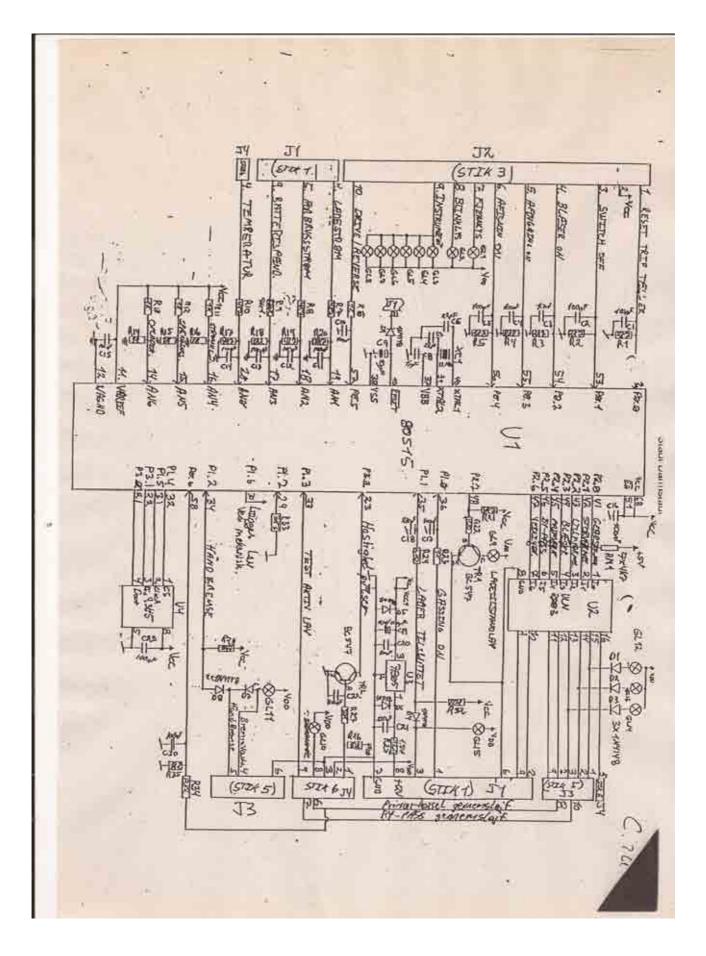
## 7. Anhang

Beigefügt die Schaltpläne des CityEl.









State, Derrigation

