

## **Umbau des IHKA-Steuergerätes (E32) wegen Überhitzung** ***Modifiaction of the IHKA control unit (E32) due to overheating***

Das Problem war ein Ausfall des IHKA-Steuergerätes immer nach ca. 1 Stunde Fahrzeit. In kaltem Zustand funktionierte sie tadellos. Die wahrscheinliche Ursache ist eine Überhitzung des gesamten Steuergerätes. Das Gehäuse ist vollständig verschlossen und auf der Platine befinden sich einige Bauteile, die erhebliche Wärme produzieren. Als Abhilfe wurde eine aktive Lüftung eingebaut.

*The IHKA control unit repeatedly failed after about one hour of driving. In "cold condition" (directly after starting) the unit worked perfectly. The possible root cause was overheating of the entire unit. The housing is completely closed and on the PCB there are several components generating considerable heat.*

*As a solution an active cooling was built in.*

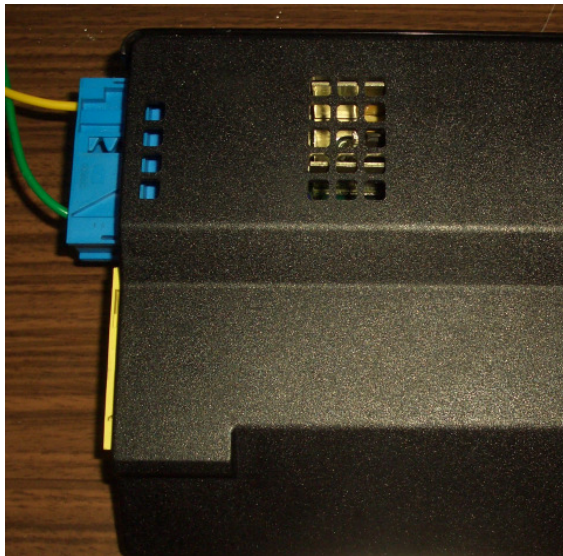


**Oben: modifiziertes IHKA-Steuergerät**  
**Unten: originales IHKA-Steuergerät**

**Top: modified IHKA control unit**  
**Bottom: original IHKA control unit**

Die Ausschnitte befinden sich über den Komponenten mit der größten Hitzeentwicklung. Die zwei Lüfter (30x30x7) wurden in die „Stufe“ des Gehäuses eingebaut, darunter ist ausreichend Abstand zu den elektronischen Bauteilen.

*The cut-outs are located over the components which generated the largest amount of heat. The two fans (30x30x7) were built into the “step” of the housing; there is enough space to the opposing electronic components.*



**Ausschnitte Beifahrer-Seite**  
*Cut-out's passenger side*

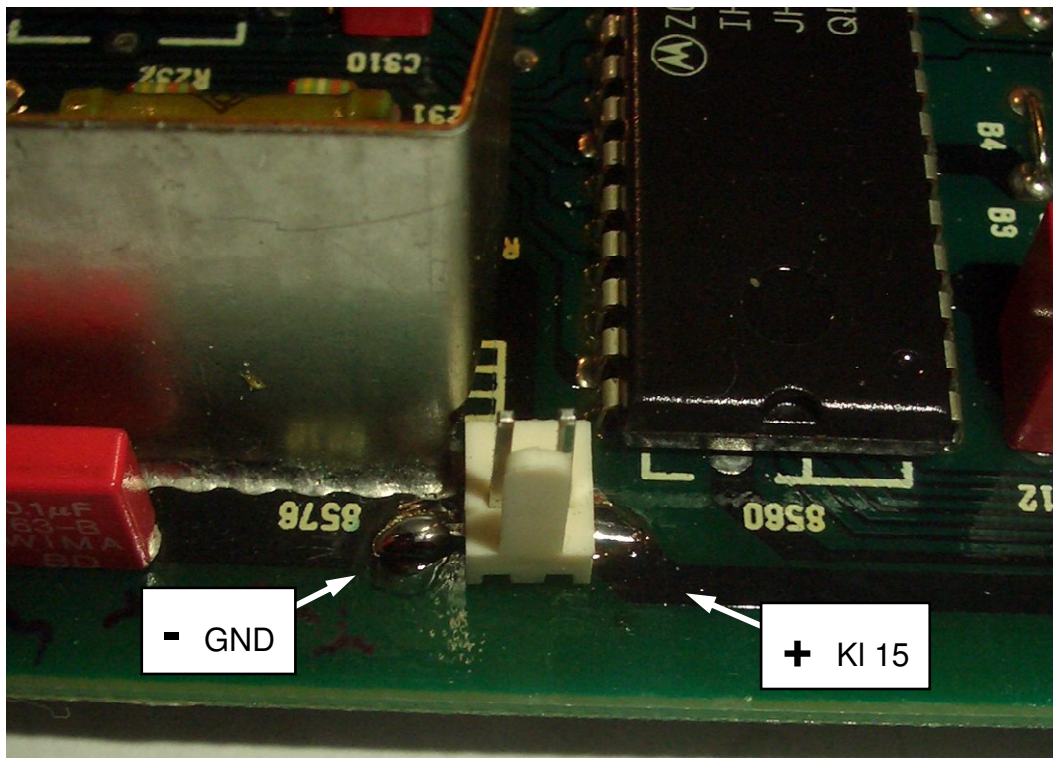


**Ausschnitte und Lüfter Fahrer-Seite**  
*Cut-out's and fans driver side*

## **Der elektische Anschluss** ***Electrical connection***

Am oberen Ende der Platine findet man die +12V (KL 15) und Masse auf zwei dicht beieinander liegenden dickeren Leiterbahnen. Hier wurde ein Stecker aufgelötet (vorher natürlich die Leiterbahn vom Schutzlack befreien bis blankes Kupfer zu sehen ist...).

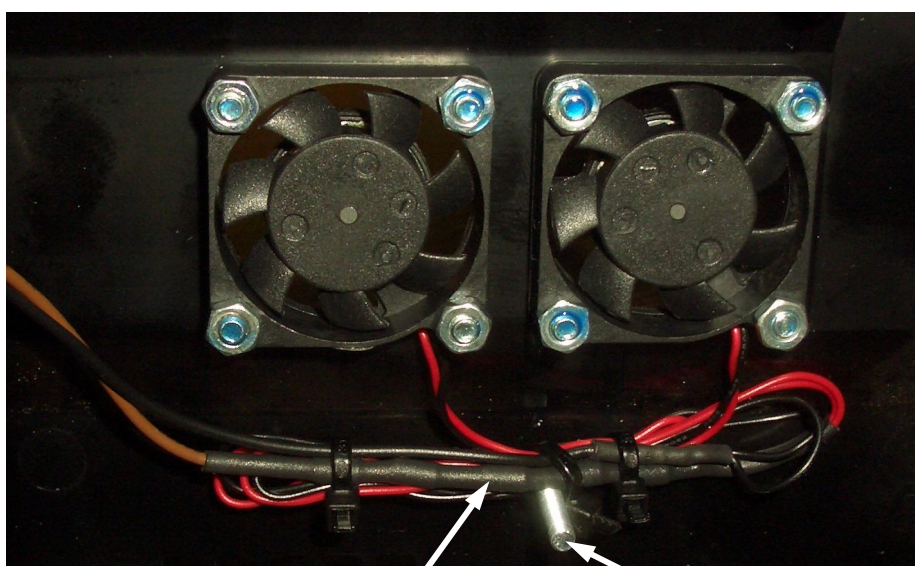
*At the upper end of the PCB both +12V (KL 15) and ground can be found. There are two massive tracks adjacent to each other. Here a connector was soldered on (after removal of the protection coating, of course. Grind it until you see shiny copper...).*



**Anschluss der Lüfter an die interne „Klemme-15-Leitung“  
Supply for the fans at the internal „terminal-15-line“**

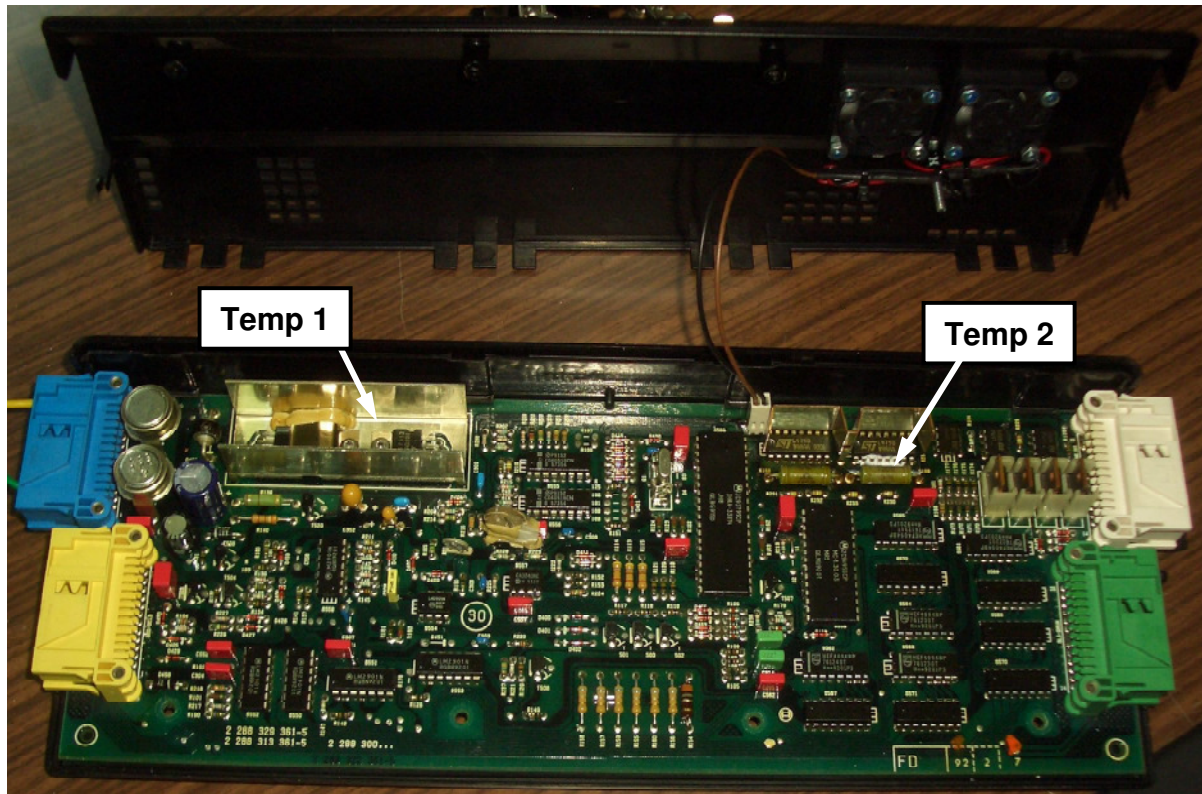
Die Lüfter werden über 5 in Serie geschaltete Dioden (1N4001 o.ä.) von +12V versorgt. Im Betrieb sind das dann ca. 10V ( $13,8V - 5 \times 0,7V$ ), damit laufen sie deutlich leiser als mit den vollen 14V.

*There are 5 diodes (1N4001 or equiv.) between +12V and the fans. The fans are running more silently at 10V ( $13.8V - 5 \times 0.7V$ ).*



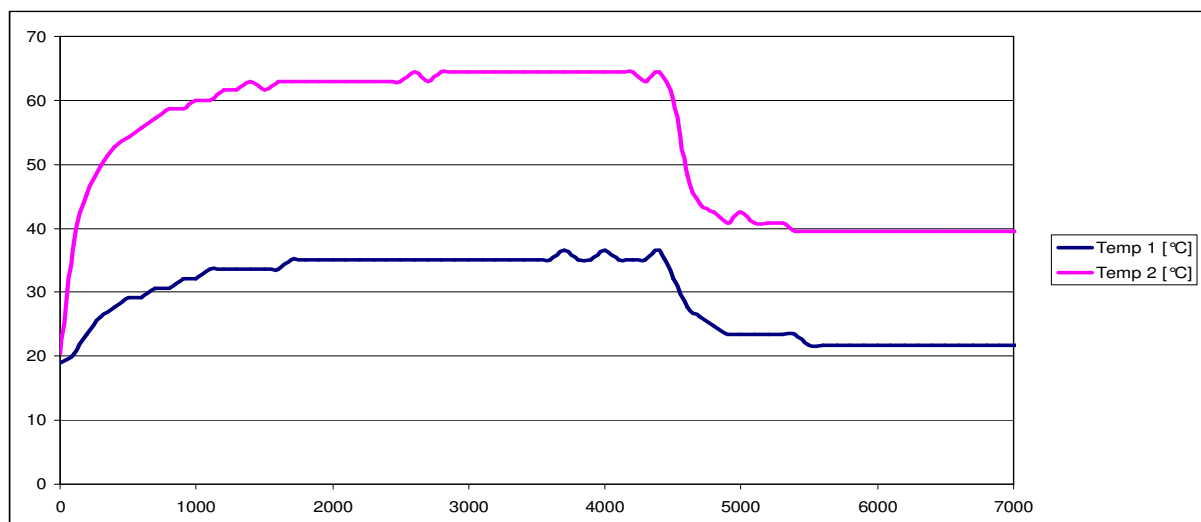
**5 Dioden im Schrumpfschlauch  
5 diodes in heat shrink tube**

**Schraube zur Kabelbefestigung  
Screw for fixing the harness**



Zum Test wurden die Temperaturen an zwei Stellen (Kühlblech links – Temp 1; Widerstand rechts – Temp 2) gemessen. Bis ca. 4400 Sek. (1 ¼ h) lief das Steuergerät im Leerlauf – nur 13,8V angelegt, kein Schalten, keine Stepper, nichts – aber 65°C am Widerstand! Dann wurden die Lüfter eingeschaltet...

*For testing this modification the temperatures at two components (heat sink left – Temp 1, resistor right – Temp 2) were measured. Until about 4400 sec. (1 ¼ h) the control unit was idling – just supplied with 13.8V, no switching, no stepper driving, nothing – but 65°C at the resistor! Then the fans were switched on...*



## **Zusatz-Infos über das IHKA-Steuergerät** ***Additional information about the IHKA control unit***

Während ich mich mit den möglichen Ursachen des Fehlers rumschlug, versuchte ich, mehr über den Aufbau der IHKA herauszubringen. Leider sind wesentliche Bauteile (Mikrocontroller, Treiber,...) kodierte beschriftet – hier war leider nichts mit absoluter Sicherheit heraus zu bringen. Daher: alle folgenden Infos basieren auf meinen eigenen verworrenen Gedanken, wie das Steuergerät wohl aufgebaut sein mag... (Bild und Übersicht am Ende des Dokuments)

*During messing around with the IHKA control unit to determine the cause of the malfunction I tried to find out more about how the IHKA was built up. Unfortunately the main components (microcontroller, driver IC's,...) are marked with a special code – sorry, no proven information about these items.*

*Thus: all following information is based on my own fuzzy thoughts about how this unit may work...*

*(Picture and overview at the end of this document)*

Das IHKA-Steuergerät ist diagnosefähig, d.h. (fast) alle Ströme / Spannungen werden gemessen und überwacht. Hierfür sind die Leistungswiderstände zusammen mit den LM2901 zuständig, welche analoge Werte (Soll / Ist) vergleichen und ein entsprechendes digitales Signal an den Hauptcontroller geben. Dies kann auch zum Problem werden, da jeder Wert, der nicht in den festgelegten Grenzen liegt, eine Fehlermeldung auslöst. Und wenn im Laufe der Jahre ein paar Werte weglaufen, kann es zu Fehlern kommen, die gar keine sind...

*The IHKA control unit is diagnosis capable, i.e. (almost) all of the currents / voltages are measured and supervised. This is done by the power resistors together with the LM2901's which compare analog values (set/actual) and deliver a corresponding digital signal to the main controller. This may evolve to a real PITA as each signal which is not exactly inside the defined limits will trigger an error message. If some values drift over the years there may be error messages where no errors are...*

Die Schrittmotoren werden mit 4 Phasen gegen Masse geschaltet (ULN2003's). Das entsprechende Bitmuster wird vom Schrittmotor-Controller in den Schieberegistern (HEF4094) gespeichert, die genau damit die ULN2003's ansteuern.

Für die Wasserventile etc. sind zwei Treiber-IC's eingebaut (leider codiert: L475D). Und hier liegt eines der großen Rätsel: neben diesen Treibern befinden sich zwei 120-Ohm-Leistungswiderstände. Diese liegen aber nicht zwecks Strommessung o.ä. in einem Massepfad, sondern werden einfach nur bestromt – eine Heizung! Warum und wieso: keine Ahnung... Ich kenne nur einen Grund, warum man so etwas macht: durch eine solche „sinnlose“ Last zieht das Steuergerät auch im Ruhezustand einen definierten Strom und kann somit vom Bordnetz erkannt werden.

Nur: genau diese Widerstände werden ordentlich heiß! Auf allen Bildern im Netz sieht man, dass die Platinen in diesem Bereich schön braun gebrutzelt sind... Deshalb habe ich genau hier die Öffnungen ins Gehäuse gefräst.

*The stepper motor's four windings are switched low side (ground) by the ULN2003's. The bit pattern is stored by the stepper controller into the shift registers (HEF4094) which pass the signals on to the ULN2003's.*

*There are two driver-IC's for switching the heating valves etc. (unfortunately these IC's are coded: L475D). And exactly here is one of the big puzzles of the circuit: adjacent to these drivers there are two 120 Ohm power resistors. But those are not in a ground path due to current measurement or similar, they are just powered – a heating! Why? No clue... I only know one reason for providing such a "senseless" load: even in idle mode the control unit draws a defined amount of current and may be detected by other components of the entire car system. But: exactly those resistors generate a considerable amount of heat! All pictures I found in the web show a nicely tanned area on the PCB around these resistors... thus I milled the openings in the housing directly above them.*

Ein weiterer Hitze-Kandidat ist der PTC des Innenfühler-Lüfterchens. Ein PTC wirkt wie eine Sicherung. Normal hat er einen geringen Widerstand und lässt Strom fließen. Fließt zuviel Strom (z.B.: Kurzschluss), wird er heiß und hochohmig – es fließt kaum noch Strom. Das Problem: wenn er durch das heiße Gehäuse „von außen“ beheizt wird, wird er auch hochohmig und der Controller bekommt den Fehler gemeldet: „Kurzschluss im Lüfterkreis“. Das könnte das wesentliche Problem bei dem Steuergerät sein...

*The next heater is the PTC of the fan of the interior temperature sensor. A PTC acts like a fuse. In normal operation it has a low resistance and*

*passes current through. If there is too much current (e.g. a short), it gets hot and changes to a high resistance. The problem: if it gets heated from the "outside" (the overheated housing) it will change to a high resistance and the main controller gets the error message: "short in the fan". This may be the main problem of the IHKA control unit...*

Dann ist da noch der Haupt-Schalt-Transistor. Er sitzt auf dem gleichen Kühlblech wie der 5V-Spannungsregler für die digitale Elektronik. Der Transistor schaltet innerhalb des Steuergerätes die KL30-Versorgung (Dauerplus) auf die interne KL15 (geschaltetes Plus). Damit kann die Steuerung die oft zitierten 2 Minuten nachlaufen und wird erst dann ausgeschaltet. Hier wieder ein Problem: der Haupt-Transistor selbst wird über Hilfs-Transistoren eingeschaltet. Letztere sind besagte BC337. Wenn diese mal durchbrennen, bekommt der Haupt-Transistor immer Strom und schaltet damit das Steuergerät nie aus – und die Batterie ist schnell leer (...sie muss ja dauernd die 120-Ohm-Heizung betreiben...).

*Last not least there is the main switch transistor. It is located on the same heat sink as the 5V voltage regulator for the digital circuitry. The transistor switches the KL30 supply (always hot) onto the internal KL15 (hot on ignition). Thus the control unit is powered during the often cited two minutes after engine stop and is switched off after this time. Again a problem: the main transistor itself is switched by secondary switching transistors. Latter ones are the said BC337's. If they burn out the main transistor is permanently powered and it will never shut down the control unit – the battery will be empty soon enough (...it needs to power the fancy 120 Ohm heating...).*

Der Haupt-Controller ist aller Wahrscheinlichkeit nach aus der Motorola 6805-Familie. Einige der Pins sind auf der Platine mit Sicherheit zu bestimmen (Versorgung, Quarz, etc.). Interessant war hier der Reset-Eingang – dieser führt zu einem der LM2901. Dieser Schaltungsteil war im Originalzustand dermaßen heikel, dass die Schaltung nicht aus dem Reset herauskam, wenn ich einen der Eingänge des LM2901 mit der Oszilloskopspitze berührte (!). Nach dem Tausch der „umliegenden“ Kondensatoren war dieses Phänomen verschwunden...

*The main controller is very likely one of the Motorola MC6805 family. Some of the pins can be determined with a high probability (supply, Xtal,...). The reset pin was very interesting – the trace leads to one of the LM2901. In the original condition this part of the PCB was very sensitive, as the circuit remained in reset state if I touched one of the inputs of the*

*LM2901 with the scope probe (!). After having changed the “surrounding” capacitors, this phenomenon has disappeared...*

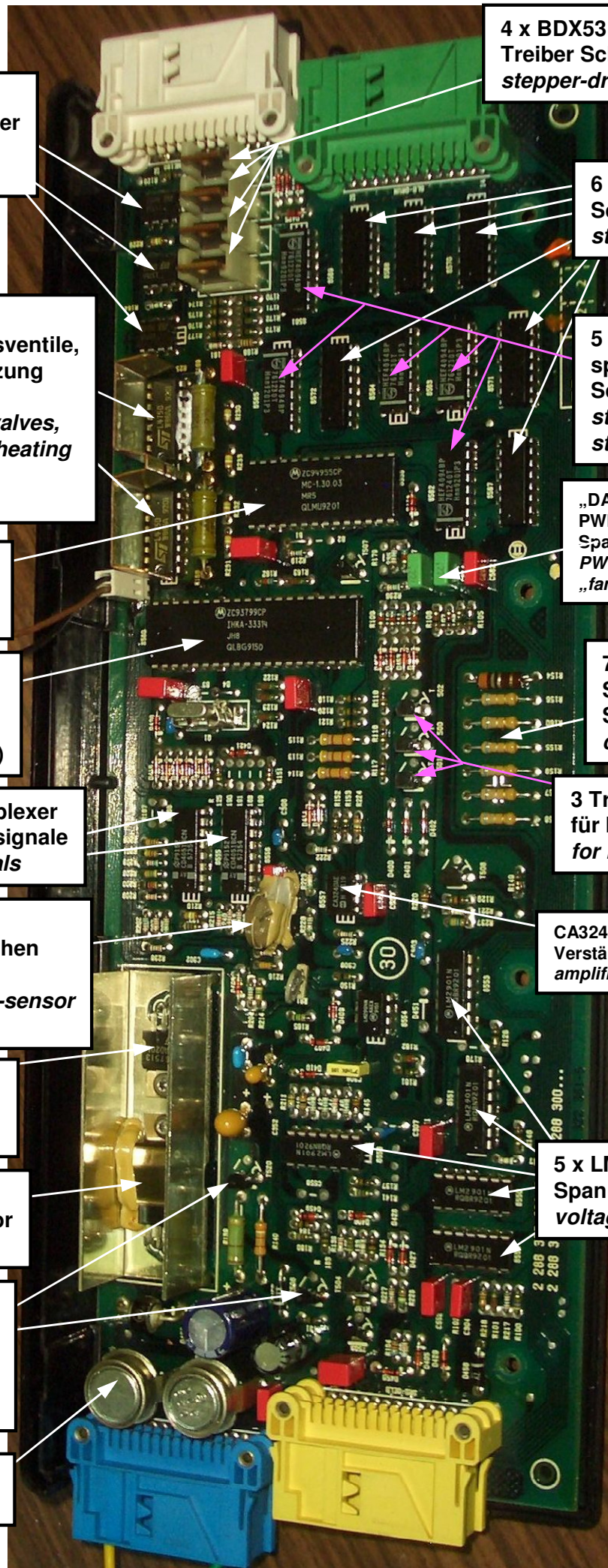
Wenn das IHKA-Steuergerät schon offen ist und ein Lötkolben bereit steht, dann würde ich die BC337's tauschen und die Kondensatoren, die sich rund ums das Kühlblech befinden (2 x Elko, 2 x Tantal).

*If the IHKA control unit is already opened and the soldering iron is ready I would change the two BC337 and the capacitors which are populated nearby the heat sink (2 x electrolytic caps, 2 x tantal caps).*

Soweit, viel Spaß damit!

That's it, have fun!





4 x BDX53 (NPN)  
Treiber Schr.-Mot. Frischluftklappe  
stepper-driver fresh air flap

6 x ULN2003  
Schrittmotor-Treiber  
stepper-drivers (low side)

5 x HEF4094 (8-bit shifter)  
speichern Bitmuster für  
Schrittmotor-Treiber  
store bit pattern for  
stepper-drivers

„DA-Wandler“ / „DA-converter“  
PWM > Kondensator >  
Spannung für „Gebälse-Schwert“  
PWM > capacitor > voltage for  
„fan-sword“

7 Widerstände / resistors  
Stromüberwachung  
Schrittmotoren  
current stepper drives

3 Transistoren BC547 (NPN)  
für MPX-Taster  
for MPX switches

CA3240 (Op-Amp)  
Verstärker für „Schwert-Spannung“  
amplifier for „sword voltage“

5 x LM2901 (Comparators)  
Spannungskomparatoren  
voltage comparators

? (coded)  
wahrscheinlich Optokoppler  
possibly opto couplers  
(X610: 18, 19, 20)

? (coded)  
Treiberstufen für Heizungsventile,  
Zus.-WaPu, Frontsch.-Heizung  
(siehe Kommentar!)  
driver stages for heating valves,  
aux water pump, windsh.-heating  
(see comment!)  
(X610: 21, 22, 23, 24)

? (coded)  
Schrittmotor-Controller  
stepper controller

? (coded)  
Haupt-Controller  
main controller  
Motorola MC6805 (?)

2 x CD4051 Analog-Multiplexer  
für verschiedene Sensorsignale  
for different sensor signals

PTC  
Innenfühler Lüftermotörchen  
(Kommentar!)  
small fan for inside temp-sensor  
(see comment!)

? coded – but for sure:  
5V-Spannungsregler  
5V voltage regulator

? unreadable:  
Haupt-Schalt-Transistor  
main switch transistor

2 x BC337 (NPN)  
Hilfs-Schalt-Transistor  
(siehe Kommentar!)  
aux. switch transistor  
(see comment!)

Schutz-Dioden  
protection diodes