

# Metallwerkstatt

- WIG, MMA und MIG/MAG Schweißgeräte
  - Dokumente
  - Abrechnung Verbrauchsmaterialien
  - Grundlagen des Schweißens
- Werkzeugwünsche
  - Magnetische Schalen
- Wabeco CNC Fräse
  - Bestandsaufnahme und Einschätzung
  - Technische Daten Wabeco CNC Fräse
- Maschinendokumentation
  - Bohrmaschine Alzmetall
  - Drehbank Weiler Condor VS2
  - Fräse Hermle
  - Schlagschere
  - Walzenbiegemaschine
  - Schwenkbiegemaschine

# WIG,MMA und MIG/MAG Schweißgeräte

In der zukünftigen Metallwerkstatt befindet sich ein WIG/MMA-Schweißgerät (Leihgabe Miklas). Hiermit können sowohl Stahl, Edelstahl, Aluminium, Kupfer und (wenn Schutzgas angepasst wird) auch Titan geschweißt werden. Ein MIG/MAG Schweißgerät (Leihgabe Charly)(aktuell MAG) und ein MIG/MAG (Leihgabe Schrolli) (aktuell MIG) Benutzung: Die Benutzung ist erst nach einer Grundeinweisung gestattet, um Gefahren für den/die Bediener\*in und Schäden am Gerät zu verhindern. Zudem sind Ergebnisse ohne Grundkenntnis der Technik oft sehr frustrierend. Gebt mir gerne Bescheid, wenn ihr eine Einweisung wollt (+4917645859641 [schweissen@loxzloxs.de](mailto:schweissen@loxzloxs.de)). Vorherige Informationsbeschaffung über das Thema und die Technik auf YouTube etc. sind erwünscht und können die Erfolgsgeschwindigkeit steigern (Verkürzung der Einweisung).Theoretische Einweisungsunterlagen folgen....



WIG VA Puls	1	20	0,5	nach Tabel le			120%	40%	50%	2	3	20	3
WIG Hefte n	0,5	30	0,5	nach Tabel le							1	20	2
Highs peed Puls	0,5	20	0,5	nach Tabel le			120%	50%	50%		2	20	2
WIG Löten CuSi3	1	10	1,5	20-50							1	10	2
Punkt schw eißen	0,2	10	0,2	50- 80% mehr							0,2	10	1
Punkt schw. Alu	0,2	10	0,2	50- 80% mehr	60- 80Hz	40%					0,2	10	1
									Als Schutzgas wird beim WIG-Schweißen Argon 4.6 verwendet. Dabei sollte immer die Angabe auf der Düse +2 in Liter/min verwendet werden.				
Werk stoff	1mm	2mm	3mm	4mm	5mm	6mm	8mm						
Baust ahl & VA	30- 50A	50- 80A	80- 120A	120- 150A	130- 160A	140- 180A	160- 200A						
Alumi nium	40- 60A	60- 90A	90- 130A	140- 170A	150- 180A	160- 200A	180- 200A						
Elektr ode	Pro mm Kerndurchmesser der Elektrode 30-40A												

# Abrechnung

## Verbrauchsmaterialien

Aktuell sind die Verbrauchsmaterialien (Gas, Zusatz, Elektroden) von mir Privat gestellt. Zur Abrechnung der Verbrauchsmaterialien habe ich ein Google Forms Dokument erstellt, bei dem ihr euren Verbrauch eintragen könnt.

Google Form: <https://forms.gle/g6wyRTiExoMK5TG76>

### Gasverbrauch

In den Gasverbrauch ist der Durchschnitts Zusatz Verbrauch eingerechnet.

Der Preis pro verbrauchtes Bar beläuft sich aktuell auf **1,00€** (inkl. Verschleißteile und ca. 1 500mm Schweißstab pro Bar)

*(Falls Zusatz aus Greinerbeständen benutzt wird, bitte mit Julian Hammer absprechen. Gaspreis ohne Zusatz dann **0,50€**)*

### Elektroden für MMA

- 2mm **0,20€/St.**
- 3,2mm **0,50€/St.**
- 4mm **0,80€/St.**

*(Falls Zusatz aus Greinerbeständen benutzt wird, bitte mit Julian Hammer absprechen)*

### MIG/MAG

In den Gasverbrauch ist der Durchschnitts Zusatz Verbrauch eingerechnet.

Der Preis pro verbrauchtes Bar beläuft sich aktuell auf **1,50€** (inkl. Verschleißteile und ca. 1 500mm Schweißstab pro Bar)

# Grundlagen des Schweißens

## Das Schweißen

Das Schweißen ist eine Fertigungsmethode um vorrangig Metalle miteinander stoffschlüssig zu verbinden.

### 1 Das Material

#### 1.1 Grundmaterial

Die meisten Metalle und Kunststoffe sind schweißbar. Im weiteren wir jedoch Aufgrund der Möglichkeiten die sich im ZAM ergeben nur auf die Werkstoffe Stahl, Aluminium, Titan und Magnesium

##### 1.1.1 Stahl

Es gibt verschiedene Arten von Stahl, diese unterscheiden sich aufgrund ihrer Legierungsbestandteile. Der einfachste Baustahl (auch "Wald und Wiesen Stahl") besteht aus Eisen Fe und Kohlenstoff C. Die Stahlsorten erhalten durch den Kohlenstoff und dessen Anteil ihre spezifischen Eigenschaften.

**Kohlenstoffarmer oder unlegierter Stahl** hat weniger als **0,2 Prozent** Kohlenstoff. Diese Stahlkategorie ist äußerst leicht zu bearbeiten; kohlenstoffarmer Stahl (Baustahl) lässt sich viel leichter schneiden und formen als viele andere Metalle. Viele Gegenstände, z. B. Schrauben, Bolzen, Muttern und Unterlegscheiben, werden aus kohlenstoffarmem Stahl hergestellt.

**Stahl mit mittlerem Kohlenstoffgehalt** hat einen Kohlenstoffgehalt von **0,25 bis 0,55 Prozent** und ist schwieriger zu bearbeiten und zu formen als Stahl mit niedrigem Kohlenstoffgehalt. Man findet Stahl mit mittlerem Kohlenstoffgehalt in einigen der gleichen Produkte, die aus Stahl mit niedrigem Kohlenstoffgehalt hergestellt werden. aber Stahl mit mittlerem Kohlenstoffgehalt ist noch widerstandsfähiger Maschinenteile (Zahnräder, Achsen, Hebel usw.) werden wegen ihrer Festigkeit und Haltbarkeit häufig aus Stahl mit mittlerem Kohlenstoffgehalt hergestellt.

**Stahl mit hohem Kohlenstoffgehalt** ist das wirklich harte Material. Genauer gesagt enthält er von **0,55 bis 2 Prozent** Kohlenstoff. Es ist die härteste und widerstandsfähigste Stahlsorte, aber es kann sehr mühsam sein, sie zu schneiden, zu formen und zu schweißen.

**Edelstahl (rostfrei)** Rostfreier Stahl unterscheidet sich von normalem Stahl (Baustahl), weil er **wenigstens 11 Prozent Chrom** enthält. Chrom wird dem Stahl zulegiert, um die Korrosionsbeständigkeit zu erreichen. Nicht rostender Stahl kann noch einige andere Stoffe enthalten, die seine Leistungsfähigkeit erhöhen; Nickel ist der häufigste. Die nicht rostenden korrosionsbeständigen Stähle werden entsprechend ihrem Gefügezustand in vier Hauptgruppen eingeteilt. Es sind dies die ferritischen, die martensitischen, die austenitisch-ferritischen und die austenitischen Stähle. Die bemerkenswerteste (und wünschenswerteste) Eigenschaft von rostfreier Stahl ist seine Korrosionsbeständigkeit. Durch die Kombination von Stahl und Chrom entsteht eine äußere Oberfläche (Oxidschicht), die hervorragend gegen Korrosion geschützt ist. Diese Oxidschicht verleiht dem Stahl Passivität, das bedeutet, er korrodiert nicht aktiv. Die Oxidschicht wird auch Passivschicht genannt und ist dafür verantwortlich, dass der Stahl korrosionsbeständig ist.

# Werkzeugwünsche

Liste an Werkzeugen (im gröbsten Sinne), die erwünscht sind.



# Magnetische Schalen

Magnetische Schalen für Schrauben etc. die diese dann festhalten.

Beispiel:

(Achtung: Kleinteile werden magnetisiert und "sammeln" dann Eisenspäne...)

2 Magnetschalen rund, d=100 mm, Kaufhof 9,73 €

1 Magnetschale rechteckig, 240x140mm, Norma (gibt es immer wieder für kleines Geld)

1 Magnetschale rund, d=147 mm, AZE 6,43 €

# Wabeco CNC Fräse

Das ZAM hat im August 2024 von der FOS/BS Erlangen eine Wabeco CNC Fräse für die Metallwerkstatt bekommen - allerdings mit dem Hinweis, dass "ggf. die Steuerung defekt" ist. Der nahezu neuwertige Zustand der inzwischen über 20 Jahre alten Maschine und entsprechende Korrespondenz im mitgelieferten Aktenordner lassen vermuten, dass die Fräse wegen der fehlerhaften Steuerung bisher praktisch nicht genutzt wurde. In diesem Kapitel soll der Stand der Dinge bzw. der Fortschritt bei der Instandsetzung oder auch einer sinnvollen Modernisierung protokolliert werden.

**Aktueller Status: Nicht betriebsbereit (fehlender Steuer-PC)**

# Bestandsaufnahme und Einschätzung

<b>Motivation / Grundidee</b> Was ist der Auslöser (Problem, Wunsch), was ist der Zweck des Projektes. Was genau wird gemacht / hergestellt?	Die Wabeco CNC Fräse in der Metallwerkstatt (von FOS/BS Erlangen übernommen) soll in einen benutzbaren Zustand gebracht werden.
<b>Ab wann / wie lange</b> Ab wann soll es los gehen? Wie lange wirst du voraussichtlich brauchen?	Maschine wurde am 21.08.2024 zum ZAM gebracht. Zeitrahmen für die Instandsetzung noch schlecht abzuschätzen.
<b>Kontakt</b> Name, Email oder Telefonnummer?	<u>Metallwerkstatt Orga</u> / <u>Oliver</u>

## Projekt-Metadaten

Bild der Maschine (mit Umhausung, Unterschrank und Bedien-Panel)



Aktueller Status

siehe übergeordnetes Kapitel Wabeco CNC Fräse.

## Technische Daten

siehe Seite Technische Daten Wabeco CNC Fräse

# Einschätzung

## Highlights:

Einige Teile der Maschine sind in perfektem, teilweise neuwertigem Zustand:

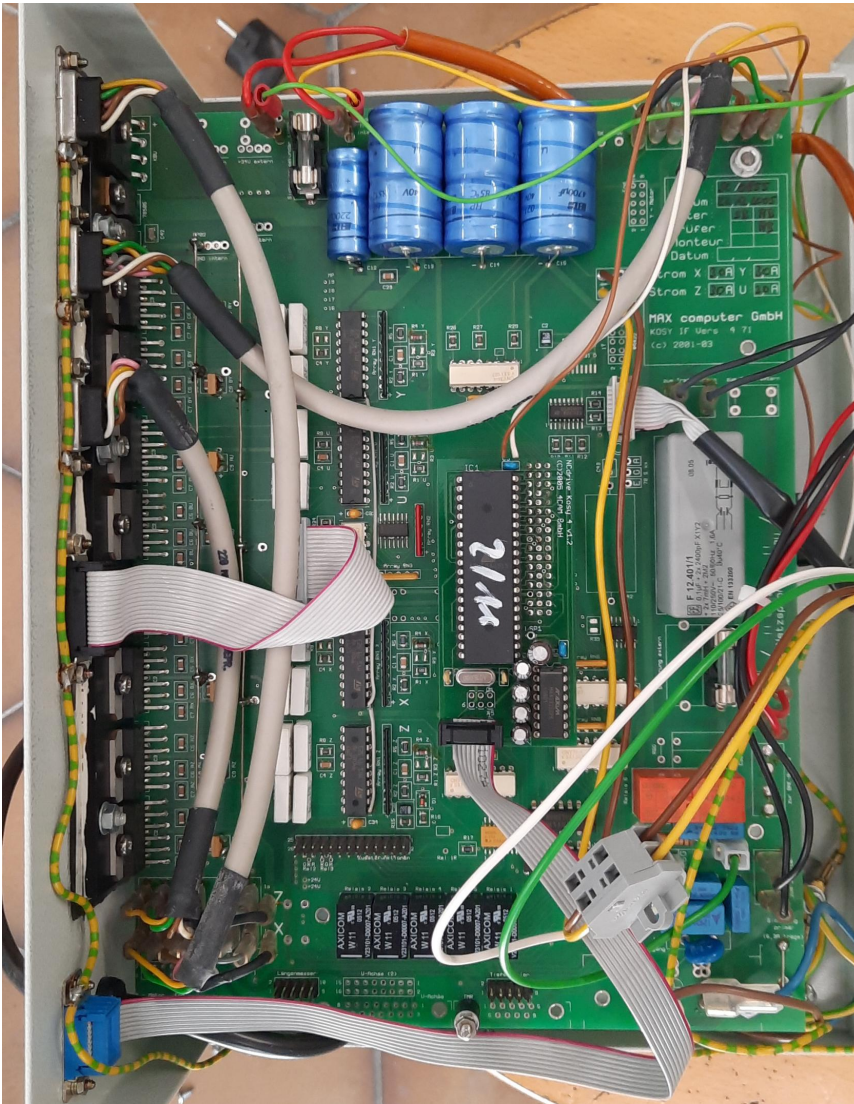
1. Hochwertige X-, Y- und Z-Mechanik
2. Leistungsfähige Frässpindel
3. Passender Unterschrank und Umhausung
4. Vollständiger Spannzangensatz

Aufgrund des guten Zustands der Mechanik und der Frässpindel erscheint es sehr sinnvoll, die Maschine instandzusetzen. Wenn diese Maschine (wieder) funktioniert ist sie auf jeden Fall eine Bereicherung für die Metallwerkstatt des ZAM.

## Reparatur- bzw. Ersatzbedürftig

1. **Veraltete Steuer-Elektronik und Motor-Treiber Technik:** Ein Teil der "ggf. fehlerhaften Steuerung" ist die externe Box mit der Steuer-Elektronik und den Schrittmotor-Treibern für X,Y,Z und eine vierte Achse, hier "U" Achse genannt (normalerweise "A") für eine Rotationseinheit. Ganz unabhängig davon, ob die Treiber funktionieren, sind diese sicher nicht auf dem heutigen Stand der Technik (Thema Microstepping, Digitale Signal-Aufbereitung, Fehlerfall-Signalisierung...).



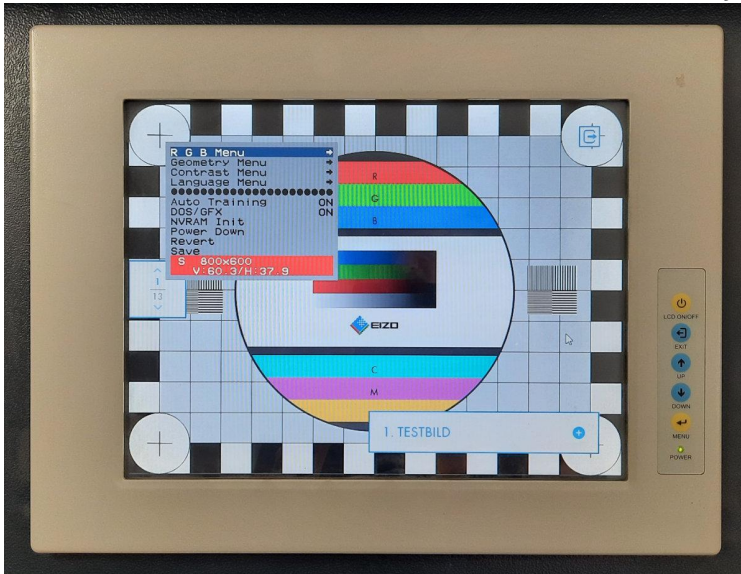


2. **Veraltete Steuersoftware:** Die Windows-Software zur Benutzung der Steuer-Elektronik ist auf dem nicht mitgelieferten PC installiert. Anhand der Unterlagen ist diese aus dem Jahr 2005.

Die Punkte 1. und 2. gehören funktionell zusammen, und müssen zusammen erneuert werden. Hier gibt es eine Reihe verschiedener Möglichkeiten, die finanziell und funktional sehr weiter auseinander gehen. Jede Lösung hat Vor- und Nachteile, so dass hier Diskussionsbedarf besteht, welche Lösung für den Einsatz im ZAM am sinnvollsten ist.

3. **Fehlernder Steuer-PC:** Die Maschine wurde ohne den PC geliefert, auf dem die Steuersoftware läuft. Dieser wird aber ebenfalls veraltet sein, und sollte gegen einen neuen ersetzt werden.

4. **VGA Monitor.** Im Bedien-Panel ist ein VGA Monitor verbaut (Hersteller ICP, Modell DM-121W-AL-R30). Es handelt sich dabei um einen 12 Zoll Monitor mit einer Auflösung von 800x600 Pixeln. Das eigentliche Display funktioniert zwar fehlerfrei und ohne Pixelfehler, aber der Monitor verliert nach dem Ausschalten die Einstellungen zur Bildgeometrie (Lage und Größe des Bildes). Ein Austausch ist daher auf jeden Fall nötig.



## Wünschenswerte Erweiterungen:

1. **Beleuchtung.** Es scheint in der Fräse keine Beleuchtung des Arbeitsraumes zu geben. Es ist jedoch wichtig zu sehen, was gerade passiert. Beleuchtung lässt sich mit vergleichsweise geringem Aufwand nachrüsten.
2. **Pendant ("Handbediengerät").** Im Lieferumfang war kein Handbediengerät enthalten, und auch in den schriftlichen Unterlagen wird keines erwähnt. Es wäre wünschenswert, die Maschine damit auszustatten. Das ist - je nach Steuerung - problemlos und jederzeit auch nachträglich möglich. Kosten liegen zwischen ca. 50 und 500 Euro.
3. **Werkzeuglängensensor (Z-Probe).** In der Maschine ist aktuell keine Möglichkeit ersichtlich, die Werkzeuglänge zu prüfen und an die Steuerung zu schicken. Das sollte nach der Modernisierung jedoch möglich sein.
4. **Messtaster (X/Y Probe).** Zur Bestimmung von Referenzen (Lage, Größe, Kanten, Lochmittelpunkt...) an einem Werkstück wäre die Anschaffung eines Messtasters sinnvoll. Die neue Steuer-Elektronik und Steuersoftware sollten dafür vorbereitet sein.



5. **Frässpindel Drehzahl Einstellung (und ggf. Richtung) per Software.** Aktuell wird die Drehzahl unabhängig von der Steuer-Software durch einen Drehregler (Poti) eingestellt, und die Drehrichtung per Schalter umgestellt. Beides ließe sich mit vergleichsweise geringem Aufwand auf Software-Einstellung und Umschaltung umrüsten.



6. **Relais-Schaltung für die Kühlmittelpumpe.** Aktuell wird die am Gerät verbaute Kühlmittelpumpe per Schalter am Bedien-Panel ein und ausgeschaltet. Eine Umrüstung auf Software-Unterstützung ist relativ einfach machbar.



7. **3 Phasen Schrittmotoren.** Eine eher einfache mögliche Verbesserung der Schrittmotoren im Hinblick auf "verlorene Schritte" wäre der Ersatz der aktuellen 2 Phasen Motoren durch moderne 3 Phasen Schrittmotoren. Dies müsste jedoch vor Anschaffung der Schrittmotor-Treiber entschieden werden, da die Motoren andere Treiber benötigen.
8. **Rotations-Encoder (für Closed-Loop).** Aktuell werden die 3 Achsen über einfache Schrittmotoren verfahren. Schrittverluste bleiben daher unbemerkt und können zu fehlerhaften Teilen und sonstigen Problem führen. Ein Nachrüsten von Rotations-Encodern wurde häufiger diskutiert, ist aber leider mit nicht unerheblichem Aufwand verbunden, da die Motorgehäuse für die zusätzliche Länge (ca. 22mm) der Motoren inklusive Encoder nicht vorgesehen ist, und daher entsprechend ersetzt werden müssten.
9. **Vierte Achse (Rotations-Achse).** Die aktuelle Steuerung unterstützt den Einsatz einer Rotations-Achse. Laut der Aufzeichnungen in den Aktenordnern gehörte wahrscheinlich eine solche Einheit mit zum Original-Lieferumfang. Es wäre wünschenswert, diese noch zu bekommen, da sich hierdurch weitere Möglichkeiten der Bearbeitung ergeben. Aktuell wird geklärt, ob die Einheit noch vorhanden ist, und ob wir diese ggf. noch bekommen können. Die neue Steuersoftware und Hardware sollten eine vierte Achse nach Möglichkeit unterstützen. Eine spätere Anschaffung einer Rotationseinheit ist jederzeit möglich - allerdings müsste die neue Steuer-Software und -Hardware darauf vorbereitet sein.

## Bekannte Defekte

1. **Wahrscheinlich defektes Bohrfutter.** Bei dem derzeit verbauten Bohrfutter ist eine Überwurfmutter wohl gewaltsam schief aufgedreht worden. Diese lässt sich nicht ohne weiteres abschrauben. Für Reparaturversuche müsste das Bohrfutter auf jeden Fall ausgebaut werden. Das ist aber ohne großen Aufwand möglich.



Leider scheint das Bohrfutter aber auch unrund zu laufen: In einer ersten Messung (per Hand gedreht) ca. 1/10 mm gesamt (bzw. -0.05 bis +0.05mm). Oben an der Aufnahme an der Spindel scheint es keine nennenswerte Unwucht zu geben (die Messung dort war +/- 0.00 mm).



Im "Lieferumfang" der CNC Fräse ist aber ohnehin ein Spannzangenfutter mit entsprechenden Spannzangen-Einsätzen vorhanden, die man beim Fräsen benutzt. Ein defektes Bohrfutter ist daher eigentlich nur schade, aber kein Problem.

2. **Knickschutz am Rundstecker defekt.** Die Verbindung vom Kontroll-Panel zur Steuerelektronik-Box erfolgt über ein vieradriges Kabel mit einem Rundstecker (Typ



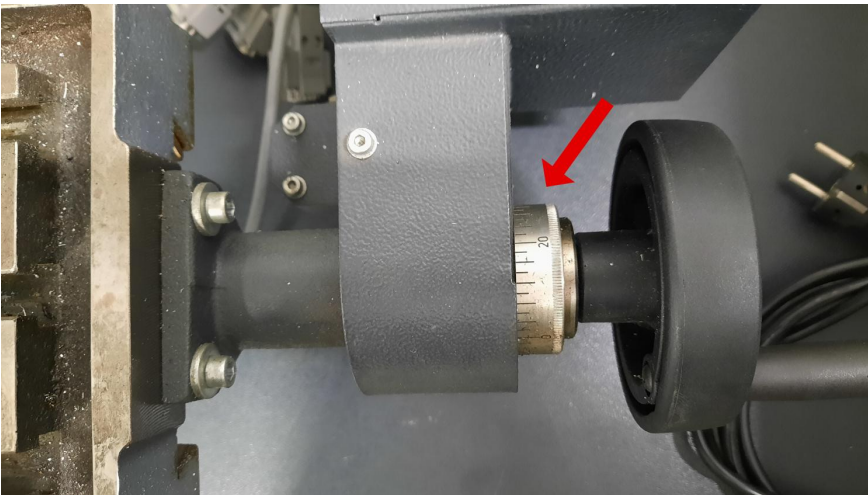
Lumberg SV60). An diesem Stecker ist leider der Knickschutz defekt. Die Stecker sind heute noch zu bekommen - ein Austausch wäre daher simpel machbar. Allerdings ist der Stecker nur nötig, wenn die vorhandene Steuerelektronik weiterhin zum Einsatz kommt.



3. **Kühlmittelschlauch.** Die im Gerät eingebaute Pumpe für Kühlmittel scheint zu funktionieren. Allerdings ist der rote Segmentschlauch (Loc-Line) wohl überaltert, und die Segmente fallen teilweise beim Bewegen auseinander. Ersatz ist einfach und günstig möglich.



4. **Skalenring an der X-Achse:** Der an der x-Achse angebrachte Skalenring, der im manuellen Betrieb mittels Handrad benötigt wird, scheint nicht korrekt zu sein. Es müsste eine 5 mm Skala sein, wie auf der Y-Achse. Verbaut ist aber eine 2.5 mm Skala, wie bei der Z-Achse (dort ist es korrekt). Im CNC Betrieb wird die Skala nicht benutzt - eine falsche Skala ist dabei irrelevant. Trotzdem wäre ein Tausch gegen eine korrekte Skala sinnvoll, um dadurch verursachte Missverständnisse zu vermeiden.

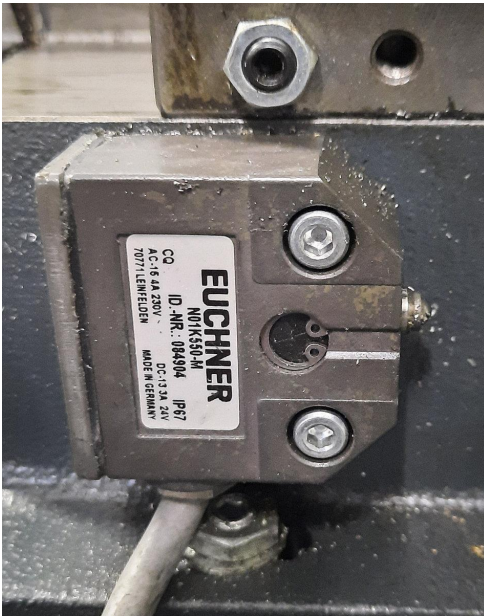


## Sonstige Erkenntnisse

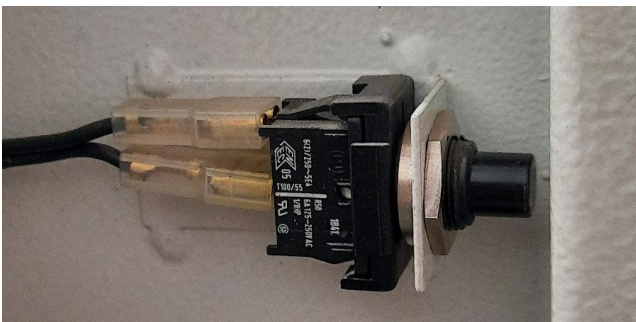
1. **End-Stop Schalter.** Die Fräse hat leider keine Hardware-Endschalter, die ein Verfahren über die Achsen-Limits verhindern könnten. Allerdings sind pro Achse an einem der beiden Enden mechanische "Home-" Taster installiert (siehe unten). Zusammen mit der

bekannten Länge der jeweiligen Achse lassen sich damit zumindest Software-Limits einrichten. Das Nachrüsten von Hardware-Endschaltern ist daher nicht zwingend nötig.

2. **Home-Taster** - Pro Achse ist an der Maschine ein Homing-Taster verbaut (Hersteller Euchner, [www.euchner.de](http://www.euchner.de), "Präzisions-Einzelgrenztaster mit Kugelstößel", Typ N01K550-M). Dieser ist als Schließer angeschlossen. Der Kontakt liegt pro Achse auf dem entsprechenden Sub-D Stecker, zusammen mit den 4 Leitungen für den Schrittmotor der Achse. Alle drei Schalter funktionieren einwandfrei.



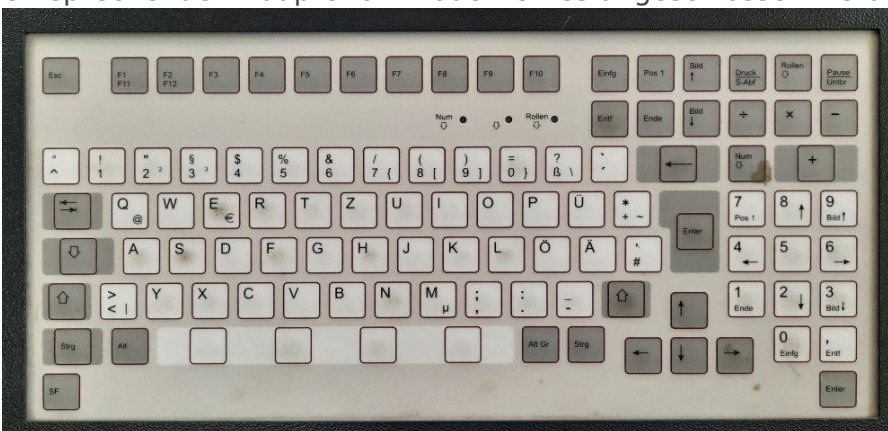
3. **Kabinentaster** - an der Kabinentür ist ein Metallstift befestigt, der beim Schließen der Tür einen Taster betätigt. Der Kontakt geht über ein Kabel in das Kontroll-Panel, und wird von dort weitergeleitet (Rundstecker) zur Steuerplatine. Die Frässpindel läuft unabhängig vom Schaltzustand des Kabinentasters - um eine manuelle Nutzung der Maschine zu ermöglichen.



4. **Steckdose** - aus dem Bedienpanel hängt an einem Kabel eine herausgeführte Steckdose. Diese ist nicht über Relais geschaltet, wird aber durch den Notausschalter ausgeschaltet. Der Steuer-Elektronik und Schrittmotor-Treiber angeschlossen sein, kann das Notaus stromlos geschaltet werden.



5. **Tastatur am Bedienpanel.** Die Tastatur am Bedien-Panel hat zwar ein paar Gebrauchsspuren und einen heute nicht mehr gebräuchlichen PS/2 Anschluss. Aber die Qualität ist hochwertig und Funktion ist einwandfrei. Die Tastatur kann mit einem entsprechenden Adapter an moderne PCs angeschlossen werden.





6. **Spannzangensatz:** Es wurde ein Satz Spannzangen (3 - 16 mm) mit Spannzangenfutter (Morsekegel MK2 und Anzugsgewinde M10) mitgeliefert. Leider fehlt der Schlüssel zum Spannzangenfutter. Falls nicht schon anderweitig vorhanden müsste dieser nachgekauft werden (etwa 10 Euro).



# Technische Daten Wabeco CNC Fräse

In diesem Kapitel sind die technischen Daten wichtiger Komponenten der Wabeco CNC Fräse zu finden. **Die Angaben sind teilweise ungeprüft aus der Dokumentation entnommen und können Fehler enthalten.**

Das Dokument ist Work-In-Progress und soll/kann/darf korrigiert und ergänzt werden.

## Maschine

Hersteller	Wabeco
Typ	CC-F1210E High Speed
Baujahr	2005

## Fräs-Spindel

Nennspannung	230V, 50 Hz
Nennaufnahme	8,6 A
Nennleistung	2,0 kW
Drehzahl	100-7500 1/min

## Steuerung

Interface Platine	KOSY IF Vers. 4.71 (c) 2001-2003 MAX Computer GmbH
MCU / Firmware	NCdrive Kosy 4 v1.2 (c) 2005 4CAM GmbH
Achsen	X,Y,Z und U (Rotation) - laut Aufschrift je 3.0 A

## Schrittmotoren (Typnummer laut Dokumentation)

Hersteller	Saehan Electronics
------------	--------------------

Typnummer	4S56Q-02154S
Art	Unipolar (6 Adern), aber bipolar angesteuert (4 Adern)
Schrittwinkel	1.8 Grad
Größe	NEMA 23 (56 mm Flansch)
Tiefe	ca. 54 mm
Haltekraft	0.79 Nm
Strom	3 A

Schrittmotoren (tatsächlich verbaut)

Hersteller	Sanyo Denki
Typnummer	103-807-6241
Art	Unipolar (6 Adern), aber bipolar angesteuert (4 Adern)
Schrittwinkel	1.8 Grad
Größe	3.4 " (maximal 85.85 mm Flansch)
Tiefe	ca. 61 mm
Haltekraft	1.7 Nm
Strom	2.7 A

Monitor

Hersteller	ICP Electronics INC.
Modell	DM-121W-AL-R30
Auflösung	800x600 Pixel
Größe	12 Zoll
Abmessungen	340 x 260 x 52.7 mm

# Maschinendokumentation

Auflistung und Informationen über die feststehenden Maschinen



# Bohrmaschine Alzmetall

Hersteller	Hersteller: <a href="#">Alzmetall</a> ( <a href="#">Wikipedia</a> )
Typ	AB3/ESV
Seriennummer	17195
Baujahr	1980

# Drehbank Weiler Condor VS2

Hersteller	<a href="#">Weiler</a> ( <a href="#">Wikipedia</a> )
Typ	Condor VS 2
Seriennummer	9511
Baujahr	

# Fräse Hermle

Hersteller	<a href="#">Hermle</a> ( <a href="#">Wikipedia</a> )
Typ	FU710
Seriennummer	3009
Baujahr	

# Schlagschere

# Walzenbiegemaschine

# Schwenkbiegemaschine