

# Projektbericht

im Studiengang BMR09

## Aufbau einer mobilen Roboterplattform

Christian Stachowitz  
1210 Wien, Ostmarkgasse 45/11

Simon Hönegger  
1200 Wien, Hellwagstraße 30/29

Matthias Meusburger  
1050 Wien, Rüdigergasse 18/5

Begutachter: DI Dr. Wilfried Kubinger  
Wien, 27.01.2011



## Kurzfassung

Die vorhandene Plattform wurde erweitert und optimiert. Hierfür musste auf die bereits vorhandene Mikrocontroller-Steuerung zugegriffen werden. Danach wurde ein Programm geschrieben wodurch die Plattform nach einem vorgeschriebenen Algorithmus selbstständig fährt. Zur Navigation wurden Ultraschallsensoren implementiert, um Zusammenstöße zu verhindern.

Weiter wurde der mechanische Aufbau verbessert. Hierfür wurden eine Grundplatte, sowie ein fest verschraubtes Gehäuse für die Steuerung gefertigt. Um die Sicherheit zu verbessern wurde ein Bumper angebracht, falls die Ultraschall Sensoren ausfallen sollten.

Auch die Benutzerfreundlichkeit wurde verbessert. Dazu wurde ein Schlüsselschalter als Ein/Aus Schalter, ein Anschluss um die Batterien zu laden, sowie ein fixer Service Anschluss, um einfacher auf den Mikrocontroller zugreifen zu können, installiert.

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	5
1.1	Ausgangssituation.....	5
1.2	Aufgabenstellung .....	5
2	Konzepterstellung .....	6
2.1	Sicherheitskonzept.....	6
2.2	Benutzerfreundlichkeit.....	6
3	Mechanischer Aufbau .....	7
3.1	Grundplatte .....	7
3.2	Schaltkasten .....	8
3.2.1	Hintere Sensoraufhängung .....	8
3.2.2	Abdeckungen.....	9
3.3	Bumper .....	9
3.3.1	Gemeinsamkeiten des vorderen und hinteren Bumper.....	9
3.3.2	Bumper vorne .....	10
3.3.3	Bumper hinten .....	11
3.3.4	Positionsschalter.....	13
3.4	Sensoradapter .....	13
3.5	Sensorhalterung vorne.....	14
4	Elektrischer Aufbau.....	14
4.1	Allgemein .....	14
4.2	Versorgung .....	14
4.3	Steuerstromkreise.....	16
4.4	RN-Control-Board .....	17
4.5	Sicherheit.....	18
4.5.1	Ultraschallsensoren .....	18
4.5.2	Bumper .....	18
5	Steuerung .....	19
5.1	Programmieren des Atmega32 .....	20
5.2	Einbinden der Ultraschallsensoren.....	21

5.3	Programmgesteuertes Fahren .....	23
5.4	Quellcode.....	24
6	Ergebnisse.....	28
7	Zusammenfassung und Ausblick .....	30
8	Literaturverzeichnis.....	31
	Abbildungsverzeichnis.....	31
	Abkürzungsverzeichnis.....	32
	Anhang A: Autorenverzeichnis .....	32
	Anhang B: Konstruktionszeichnungen und Elektroschaltpläne .....	32

# **1 Einleitung**

Das Projekt wurde mit dem Ziel gestartet, eine Plattform zu bauen, welche selbstständig fahren kann. Dabei soll sie ein Gewicht von 80 kg bewegen können und durch Ultraschallsensoren und Bumper gegen Zusammenstöße abgesichert sein.

Die Hauptaugenmerke lagen dabei auf den Aspekten Sicherheit und Benutzerfreundlichkeit.

## **1.1 Ausgangssituation**

In einem Vor-Projekt wurde bereits ein elektronischer Rollstuhl angeschafft und Standartaufbauten abmontiert. Es wurde eine erste Motoransteuerung realisiert und ein Mikroprozessor-Programm geschrieben. Der Rollstuhl sollte als Grundlage eines mobilen Robotersystems dienen. (Scheikl et al., 2010)

## **1.2 Aufgabenstellung**

Die vorhandene Plattform sollte erweitert und optimiert werden. Ziel war es Ultraschallsensoren in die Steuerung zu implementieren, um Zusammenstöße zu verhindern. Hierfür sollte auf die bereits vorhandene Mikroprozessor-Steuerung zugegriffen werden. Weiter sollte ein Programm geschrieben werden wodurch die Plattform nach einem vorgeschriebenen Algorithmus, unter Einbezug der Sensoren, selbstständig fahren kann. Ebenso sollte der mechanische Aufbau verbessert werden. Hierfür musste eine Grundplatte, sowie eine fest verschraubte Unterbringung für die Steuerung gefertigt werden. Auch sollte dabei die Benutzerfreundlichkeit verbessert werden. Hierfür wurde ein Schlüsselschalter als Ein/Aus Schalter, ein fester Anschluss um die Batterien zu laden, sowie ein fixer Service Anschluss, um auf den Mikroprozessor zugreifen zu können, vorgesehen.

## 2 Konzepterstellung

In einem Vorprojekt wurde bereits ein Rollstuhl angeschafft, bis auf den Antrieb demontiert und eine erste Motoransteuerung realisiert (Scheikl et al., 2010). Auf dieser Grundlage konnte ein Konzept entwickelt werden, welches Ultraschallsensoren und Kontaktschalter einbindet. Durch den bereits vorhandenen Mikrocontroller *Atmega32*, der sich auf dem *RN-Control-Board* befindet, war eine Schnittstelle für den Antrieb der Motoren und das programmgesteuerte Fahren mit den Sensoren gegeben.

Die Hauptarbeiten dieses Projekts liegen sicher bei mechanischen und elektrischen Aufbauten, sowie Programmieraufgaben. Bei der Konzipierung wurden die Schwerpunkte Sicherheit und Benutzerfreundlichkeit festgelegt und versucht in jeder einzelnen Teilaufgabe umzusetzen.

### 2.1 Sicherheitskonzept

Um die Plattform so sicher wie möglich zu machen sollten Ultraschallsensoren und Bumper mit Kontaktschaltern installiert werden. Die Sensoren dienen zur Erkennung von Hindernissen in einem Abstand von 200 - 4000 mm und das Programm schaltet in die situationsabhängige Routine, falls ein Objekt den Weg blockiert. Zur Absicherung bei Zusammenstößen sollen Bumper bei Kontakt die komplette Steuerung abschalten, sodass kein Strom mehr fließen kann.

Zur Absicherung der Elektrik sollten zusätzliche Sicherungen installiert werden.

### 2.2 Benutzerfreundlichkeit

Um den *Atmega32* programmieren zu können, ist ein sogenannter Programmer notwendig, welchen man mit PC und dem *RN-Control-Board* verbindet. Da sich das Board innerhalb des Schaltkastens befinden würde, sollte ein Serviceanschluss an der Seite realisiert werden. Dadurch lässt sich der Programmer leichter mit dem Mikrocontroller verbinden, um sofort zu programmieren.

Des Weiteren sollte ein Schlüsselschalter angebracht werden, um ein einfaches Ein- und Ausschalten der Plattform zu ermöglichen. Auch eine Integration aller Bedienelemente in den Mechanischen Aufbau, sowie ein Batterieladeanschluss wurden als Verbesserungen für die Benutzerfreundlichkeit ausgemacht.

## 3 Mechanischer Aufbau

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit dem gesamten mechanischen Aufbau der mobilen Roboterplattform.

Der ehemalige Rollstuhl bestand bei der Übernahme aus:

- Grundgerüst (tragende Einheit des gesamten Systems, Bleiakkumulatoren darin aufgehängt)
- Elektromotoren mit Getriebe
- Antriebsradbaugruppe
- Aufhängung der Vorderräder (Gussteil, federgedämpft)
- Zur Lagerachse exzentrische und winkelversetzte Vorderradmitnehmer
- Vorderräder
- Feststellbremse

An diesem bestehendem System wurde nichts verändert, da jegliche Eingriffe, insbesondere spanende Bearbeitung, die Stabilität beeinflussen würden.

Vom Vorgängerprojekt übernommen wurden, den mechanischen Aufbau betreffend, lediglich zwei Profile von Robotunits, welche längs ausgerichtet montiert waren. Darauf basieren alle Zubauten, welche im Laufe des Projekts durchgeführt worden waren.

### 3.1 Grundplatte

Damit man später alle möglichen Geräte auf die mobile Plattform montieren kann, wurde die Grundplatte aus Aluminiumprofilen [P\_000\_015] gefertigt. Aus Kompatibilitäts- und Kostengründen wurden lagernde Profile der Firma Robotunits verwendet. Diese Profile stellen, durch eine Mindestzugfestigkeit von  $215 \text{ N/mm}^2$  und eine Streckgrenze von  $160 \text{ N/mm}^2$ , (Robotunits, 2010) sicher dass die geforderte Traglast von 80 Kilogramm erreicht werden kann. Jedes der drei Profile ist mit vier M8 Schrauben am Untergerüst befestigt. Das vorderste Element wird außerdem für die Montage des vorderen Bumper samt Positionstaster und den dafür notwendigen Baugruppen verwendet.

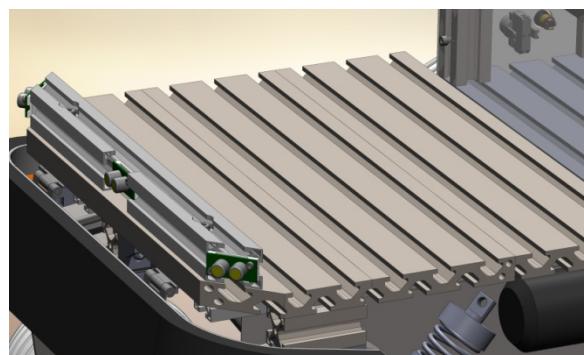


Abbildung 1: Grundplatte

## 3.2 Schaltkasten

Das Gerüst (Frame) des Schaltkastens wurde ebenfalls mit Profilen der Firma Robotunits hergestellt. Die obere und die untere Abdeckung sind aus dem selben Profil [P\_000\_008] wie die Grundplatte. Zeichnerisch ist dies auch angeführt. Leider mussten bei der Herstellung im Labor ähnliche, lagernde Profile verwendet werden. Die Variante aus Aluminiumprofilen wurde gewählt, da durch die äußerst stabile Konstruktion und den Nuten auf der Oberseite auch am Schaltkasten schweres Peripheriegerät montiert werden kann.

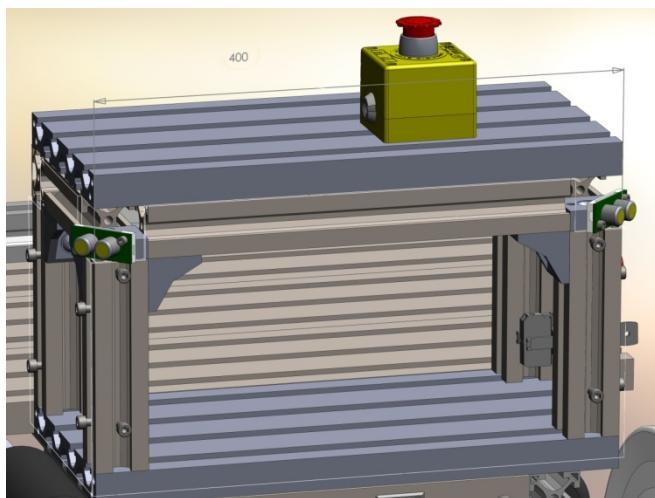


Abbildung 2: Schaltkasten

### 3.2.1 Hintere Sensorsaufhängung

Durch Bearbeiten einiger Robotunits - Komponenten mittels spanabhebender Verfahren konnten zwei Ultraschallsensoren samt Sensorhalterungen [P\_000\_024] in den Schaltkasten integriert werden.

Für die beiden Sensoren an den Ecken (links hinten bzw. rechts hinten ausstrahlend) wurde ein Profilendstück von Robotunits durch fräsen  $45^\circ$  abgeschrägt. Durch diese Lösungen ergeben sich mehrere Vorteile:

- Die Sensoren lassen sich leicht montieren und demontieren.
- Die Sensoren verschwinden Großteils in der Konstruktion und sind dadurch vor mechanischen Einwirkungen geschützt

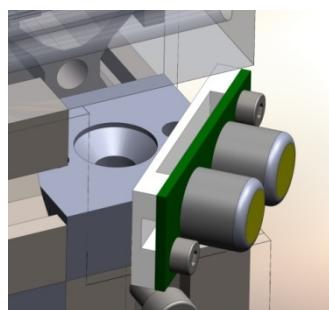


Abbildung 4: Sensorhalterung  
hinten

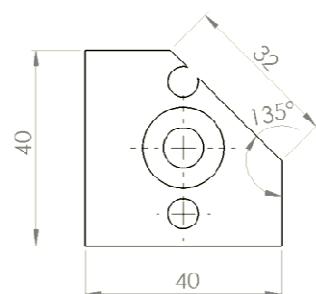


Abbildung 3: Sensorhalterung  
gefräst

### **3.2.2 Abdeckungen**

Die Abdeckungen des Schaltkastens sind aus Polykarbonat-Platten. Da die Projekte des Öfteren besichtigt werden, wurde ein transparentes Material gewählt. Somit haben Besucher auch ohne Demontage die Möglichkeit die Elektronik zu betrachten. Durch die Sprödigkeit von PC wurden die Platten nach dem Zuschnitt mit einem Schlichtfräser nachbearbeitet. Dadurch ergeben sich schönere Oberflächen mit einem ordentlichen Schnittbild. In die rechte Abdeckung [P\_000\_025] wurden alle notwendigen Steuereinheiten eingearbeitet.

Dazu gehören

- Start / Stop Tasten (Grün / Rot)
- Die parallele Schnittstelle zur Programmierung des Prozessors
- Der Programmier – Umschalter
- Der Schlüsselschalter

## **3.3 Bumper**

Laut den Anforderungen des Projektes wurden Stoßstangen (im weiteren Verlauf Bumper genannt) realisiert, welche bei Betätigung jeweils drei Positionstaster der Firma Siemens schalten. Diese sind als Öffner ausgeführt und schalten die Anlage stromlos.

### **3.3.1 Gemeinsamkeiten des vorderen und hinteren Bumper**

Das Stahlblech des Bumper wurde zum Schutz vor Korrosion oberflächenbearbeitet. Zuerst wurde vorhandener Rost mittels Fächerscheibe und Winkelschleifer entfernt, die gesamte Oberfläche der Stahlbleche gereinigt und anschließend mit einer Rostschutz-Grundierung eingefärbt.

Die Zähigkeit der Gummiprofile erlaubt es die beiden Materialien direkt, mit Hilfe von Blechtreibern, miteinander zu verbinden. Der Gummi wurde am Umfang der Bleche ca. alle 10 Zentimeter von Innen festgeschraubt. Zur vereinfachten Darstellung und zur Zeittersparnis wurden diese Schrauben, beziehungsweise Bohrungen, nicht in der visualisierten Plattform dargestellt. Grundsätzlich sind die beiden Bumper an zwei stabilen Scharnieren aufgehängt und stehen in einem Winkel zur Plattform.

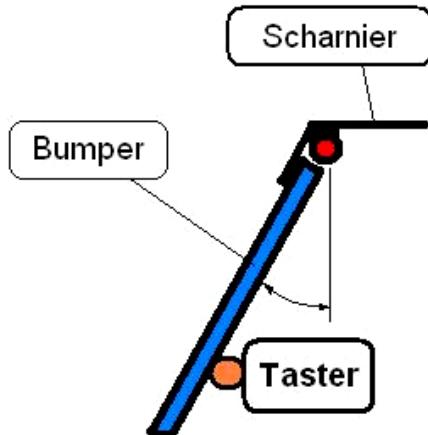


Abbildung 5: Funktionsprinzip Bumper

Das ist eine einfache aber funktionelle Lösung, um auch starke Stöße bei höheren Geschwindigkeiten abzufangen.

Die Bumper sind aus drei Millimeter dickem Stahlblech gefertigt. Außerdem stellte die Firma *Zrunek Gummiwaren GmbH* ein rechteckiges Hartgummiprofil zur Verfügung, welches an den geformten Blechen aufgebracht wurde. Ähnlich dem Gummi eines Autodrom-Fahrzeuges bietet der 20 Millimeter dicke Gummi ausreichend Dämpfung, um die Verletzungsgefahr bei Menschen zu verringern, sowie den Schaden an der Plattform selbst möglichst gering zu halten.

Ansonsten sind die vordere und die hintere Baugruppe eigene und unabhängige Konstruktionen.

### 3.3.2 Bumper vorne

Der seitliche Teil des vorderen Bumper ist über 200mm lang. Durch das Gewicht der seitlichen Fortsätze bringt sich der Bumper durch die Schwerkraft nach Betätigung selbstständig in die Ausgangslage zurück.

Ein weiterer Vorteil dieses Konzepts: In den längeren seitlichen Teil der Bumper wurden Langlöcher eingearbeitet, welche durch eine beidseitig befestigte Schraube ( $M8 \times 30$ ) als Anschlüsse in beide Richtungen fungieren. Dadurch können die Endlagentaster nicht überlastet werden. Für die Befestigung des Anschlagstifts wurden auf Grund der Verfügbarkeit wiederum Komponenten der Firma Robotunits verwendet. Hierfür waren auf beiden Seiten lediglich ein Winkel (*Robotunits GUS 4141*) und ein kurzes Profilstück [*P\_004\_002*] für die Befestigung eines Tasters notwendig.

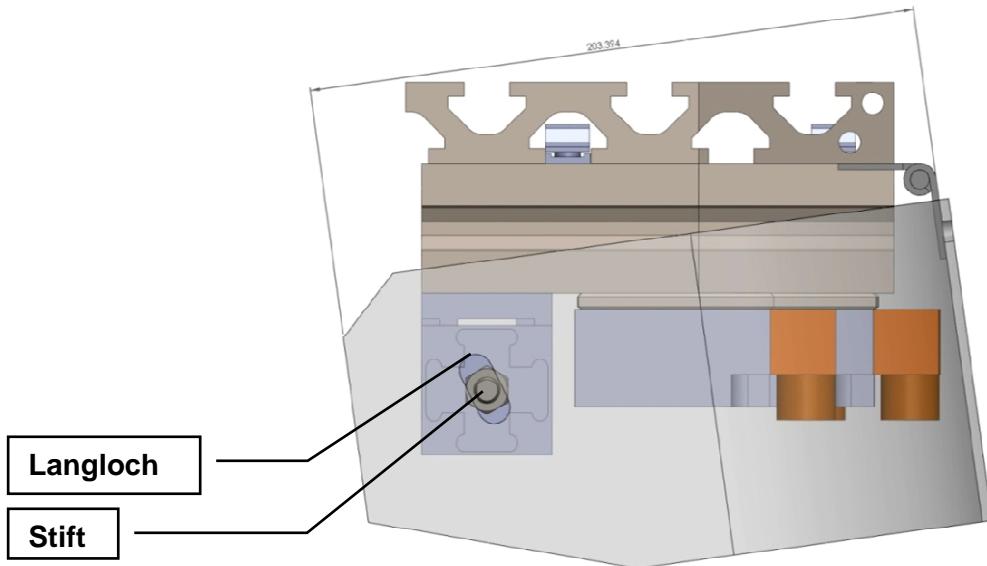


Abbildung 6: Bumper vorne

### 3.3.3 Bumper hinten

Der hintere Bumper weist ein mechanisch komplexeres System auf. Er ist ebenfalls an zwei Scharnieren an der Oberseite aufgehängt und löst ebenso die Taster aus.

Für die Rückstellung nach Betätigung wurde hierfür aber ein Umlenksystem mit zwei manipulierten Stoßdämpfern entwickelt. Die Umlenkung besteht aus einigen gehärteten Stahlstiften, die aus Kostengründen aus alten Druckern entnommen wurden, ein spanend bearbeitetes Kunststoffelement als Umlenkhebel [P\_003\_012] und Robotunits - Aluminiumprofilen als Träger. Weiter wurden, um Kosten zu sparen, jene Stoßdämpfer verwendet, welche im einstigen Rollstuhl als Federung des Sessels eingebaut waren. Die zu starke Druckfeder wurde entfernt und stattdessen am Umkreis der Dämpfer jeweils drei feinere Druckfedern, geführt an Gewindestangen, eingebaut. Die Stoßdämpfer wurden aus Zeitgründen nur schemenhaft in die virtuelle Konstruktion integriert.

Der Druckstab, der die Kraft direkt von den Blechen zum Umlenkhebel überträgt ist auf der Seite des Stahlblechs mit einem M6 Gewinde versehen. Die Verbindung zwischen Druckstab und Stahlblech ist somit durch Kontermuttern auf der Innenseite und der Außenseite des Bleches realisiert. Dies ermöglicht außerdem eine Feinabstimmung des Systems. Geführt ist der Druckstab durch die Steher des Grundgerüsts [P\_003\_004] in welche eine Kupferbuchse [P\_003\_005] eingepresst wurde. Durch die Wahl des Materials der Buchse erübriggt sich eine Schmierung, da der Abrieb des Kupfers bekannter Weise eine schmierende Wirkung hat. Die Buchse ist nicht passgenau, sondern im Radius um einen Millimeter größer als der Stahlstift. Dies ist bewusst so gewählt, da ein gewisses Spiel für die Funktionsweise erforderlich ist.

Durch eine gefräste Tasche des Umlenkhebels wird der Druckstab eingeführt. Diese Bauteile werden durch Bohrungen und einen eingepressten Stift oder einer Verschraubung somit drehbar gelagert. Ferner ist der Drehpunkt des Umlenkhebels, die mittlere Bohrung, ebenfalls durch einen Stahlstift realisiert, welcher durch einen Profilfortsatz des Gerüsts [P\_003\_002] das System stabilisiert. Die letzte Einheit der Umlenkung ist die Verbindung zum bereits beschriebenen Stoßdämpfer, welcher einfach durch Schraubverbindungen am Umlenkhebel drehbar befestigt wird. Der Stoßdämpfer ist seinerseits ebenfalls durch eine Verschraubung und einer Distanzbuhsen am Grundgerüst der Baugruppe befestigt. Auf ein Lager wird in allen Drehpunkten verzichtet, da es für den Zweck zu kostenintensiv und auf Grund der relativ seltenen Beanspruchung überdimensioniert wäre.

Zum genaueren Verständnis des Systems wird auf die Simulation "Video Bumper Hinten" auf der Projekt-CD verwiesen. Die Benennung der Bauteile und dessen Teilenummern sind in der Baugruppenübersicht [A\_000\_003] ersichtlich.

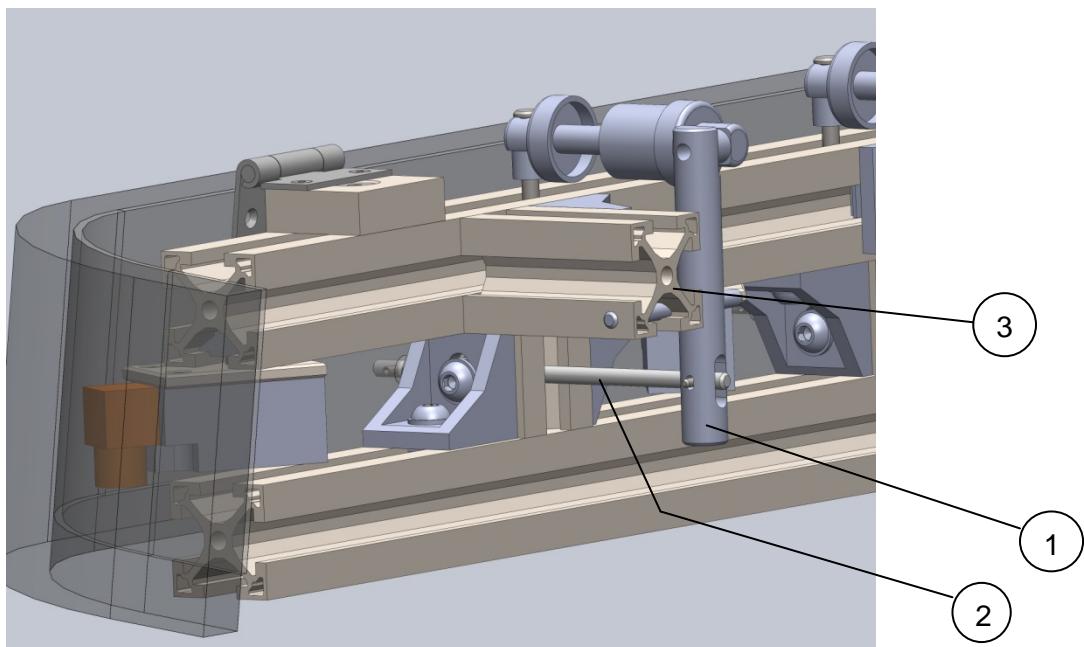


Abbildung 7: Bumper hinten

- 1: Umlenkhebel
- 2: Druckstab
- 3: Distanzstück

### 3.3.4 Positionsschalter

Es wurden Taster mit Umlenkhebel der Firma Siemens eingebaut (*Siemens 3SE22001G*). Die stabilen Taster wurden jeweils in den Ecken und in der Mitte der Bumperinnenseite angeordnet. Befestigt wurden sie durch angefertigte Adapterbleche aus Aluminium [*P\_006\_002*], welche wiederum an die Profilnuten der Robotunits-Profile befestigt werden konnten. Die stabilen Industrietaster werden vor überdrehen geschützt. Am vorderen Bumper geschieht das durch die bereits erwähnten Anschläge der Langlöcher, auf der hinteren Seite durch zwei am Rahmen montierte Gummipuffer.



Abbildung 8: Siemens 3SE22001G (RS Components GmbH, 2010)

### 3.4 Sensoradapter

Um ein sicheres Befestigen der SRF05 Sensoren zu gewährleisten wurden Adapterplatten aus Polykarbonat hergestellt.

Durch die Adapterplatte aus Kunststoff werden etwaige Kurzschlüsse mit dem Gerüst der Plattform verhindert. Die Konturen der Platte wurden ausgefräst. Den fünf Pins des Sensors wurde durch eine Ausnehmung Platz geschaffen. Der Sensor ist mit zwei Schrauben an den Adapter geschraubt, der Adapter selbst wurde unterschiedlich an der Plattform befestigt, wodurch in der Abbildung keine Bohrung eingezeichnet ist.

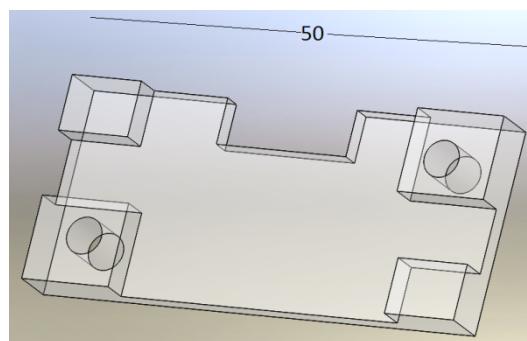


Abbildung 9: Adapterplatte

## 3.5 Sensorhalterung vorne

Vorne sind drei der Ultraschallsensoren platziert. Jeweils in den Ecken um 45 Grad ausstrahlend und einer in der Mitte, nach vorne ausstrahlend. Um zu gewährleisten, dass sich kein Verbindungskabel (Flachbandkabel) im Betrieb verhakt und Schaden anrichtet, wurde darauf geachtet sämtliche Kabel nicht frei zu verlegen. Hierfür wurde ein Bauteil aus einem Profil angepasst [P\_000\_022]. Die Ecken wurden um 45° abgeschrägt und die Sensoren direkt auf diese Flächen montiert. In der Mitte wurde eine Ausnehmung gefräst, in welcher der Sensor montiert werden konnte. Die Kabel verlaufen nun in den Nuten des Profils auf der Unterseite, sind also mit verschraubt, nicht sichtbar und können so nicht beschädigt werden.

## 4 Elektrischer Aufbau

Dieser Abschnitt beschäftigt sich mit dem elektrischen Teil der Plattform. Das heißt von der Versorgung über die zwei Bleiakkumulatoren, bis zu den Antriebsmotoren und dem RN-Control-Board. Das Hauptaugenmerk lag auch hierbei besonders auf Sicherheit und Benutzerfreundlichkeit.

### 4.1 Allgemein

Es wurde in drei Stromkreise unterteilt. Versorgungskreis, für die Akkumulatoren und die Aufteilung in die einzelnen Stränge. Steuerkreis mit den einzelnen Schaltelementen, sowie das *RN-Control-Board*, welches sich mit der Verdrahtung von der Platine zu den Sensoren und der Motorsteuerung beschäftigt.

Auf die Motorsteuerung selbst wird im Weiteren nicht näher eingegangen, da diese vom Vorprojekt übernommen und die Hardware nicht verändert wurde.

### 4.2 Versorgung

Über zwei Bleiakkumulatoren (G1; G2) wird das System mit Spannung versorgt. Zunächst wird in drei Hauptstränge aufgeteilt: Steuerkreis 12V (L12), Steuerkreis 24V (L24) und Antrieb (X+). Mit den 12V wird das *RN-Control-Board*, mit den 24V die Steuerung und mit dem Antriebskreis die Motoren über ein Klemmleiste versorgt.



Abbildung 10: Versorgung

Eine Absicherung der Steuerung war vom Vorgängerprojekt nicht bedacht worden, daher war lediglich eine 60A Schmelzsicherung (F1) für die Akkumulatoren vorhanden, welche noch aus dem Originalaufbau des Rollstuhls stammte. Im Zuge der Neugestaltung der Stromkreise wurden daher KFZ-Sicherungen für die einzelnen Stromkreise eingeplant. KFZ-Sicherungen haben den Vorteil, dass sie gegenüber Glasrohrsicherungen robuster sind und daher für den mobilen Einsatz sehr geeignet sind. Zur Dimensionierung wurde ein worst-case-scenario simuliert und ein Sicherheitsfaktor von 50% festgelegt. Die Plattform wurde dabei mit maximaler Geschwindigkeit betrieben und der Strom gemessen. Als Ergebnis wurde das *RN-Control-Board* mit 1A (F3), die Relaissteuerung mit 2A (F2) und der Antriebskreis primär mit 40A (F4) abgesichert, die vorhandene 60A Schmelzsicherung (F1) dient nun nur noch als Sekundärabsicherung.

Ein zusätzlich eingebauter Stecker (X1) ermöglicht das Trennen der Akkumulatoren vom Antriebsteil und das Laden über ein Ladegerät. Dieses war bereits im Lieferumfang des Rollstuhls enthalten.

## 4.3 Steuerstromkreise

Die übernommene Steuerung hatte einige Schwächen und musste daher von Grund auf überdacht werden.

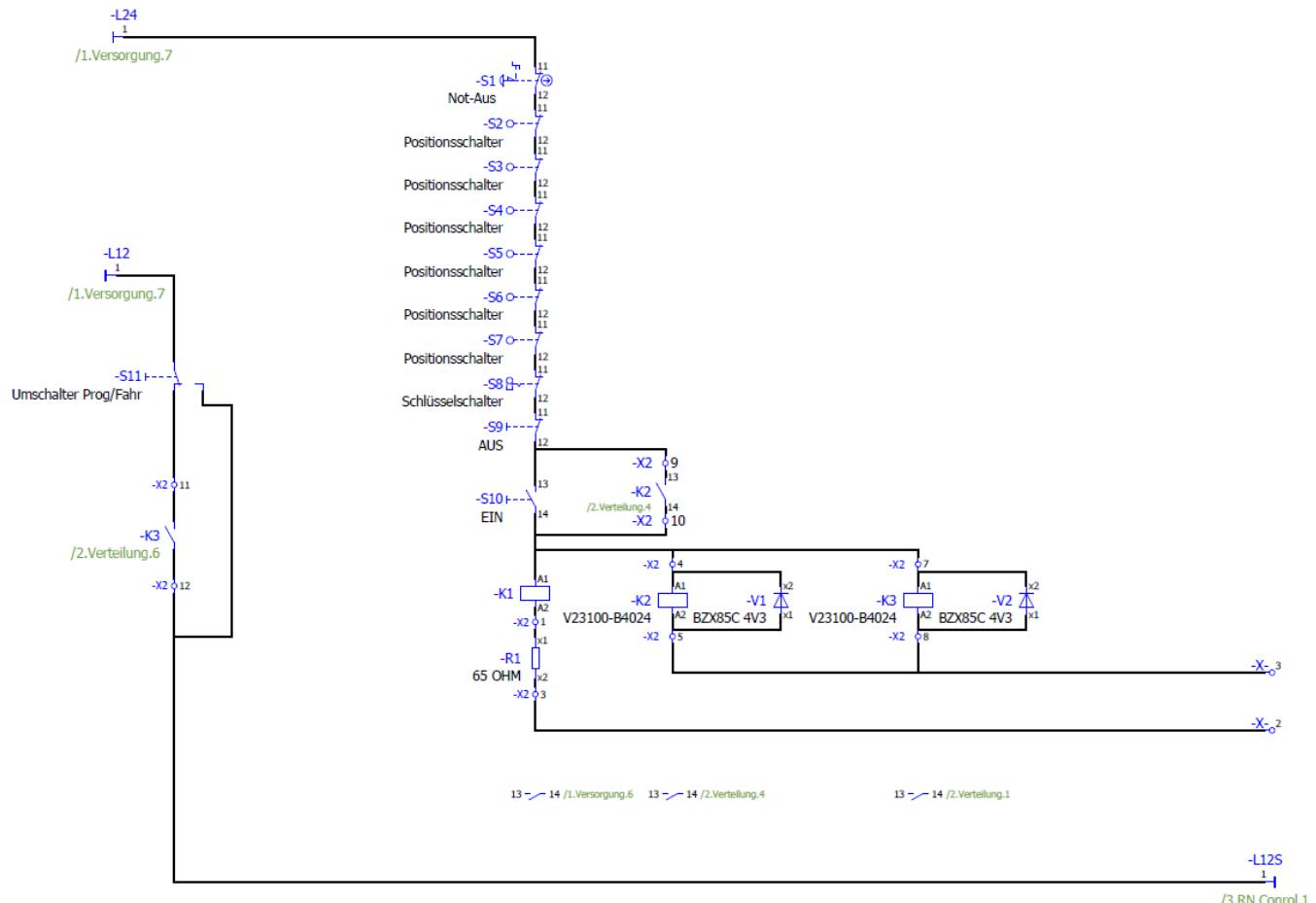


Abbildung 11: Steuerstromkreis

Um maximale Sicherheit zu gewährleisten wurden alle Schaltelemente in Serie geschalten. Ein Not-Aus-Schalter (S1) dient ebenso wie die sechs Positionsschalter (S2-S7) der direkten Sicherheit. Mit Hilfe eines Schlüsselschalters (S9) kann nicht nur der Antrieb stromfrei geschaltet werden, es kann auch gegen Wiedereinschalten gesichert werden.

Auf Grund der Benutzerfreundlichkeit und Optik wurde die vorhandene 230V Taster-Box durch kleinere Niederspannungs-Taster (S9; S10) ersetzt und direkt im mechanischen Aufbau integriert. Die Steuerung musste hierbei um zwei Relais erweitert werden, die es sowohl ermöglichen das *RN-Control-Board* Stromfrei zu machen (K3), als auch die Selbsthaltung für den Ein-Taster (K2) einwandfrei umzusetzen. Um Stromspitzen abzufangen wurden Löschdiode (V1; V2) verbaut.

Mit einem Kippschalter (S11) ist es möglich zwischen Fahren, also Normalbetrieb, und Programmieren umzuschalten. Dadurch wird das Board dauerhaft versorgt, was ein

programmieren ermöglicht, ohne dass der Rest der Steuerung unter Strom gesetzt werden muss.

Das Relais (K1) und dessen Widerstand (R1) des Antriebs wurde Schaltungstechnisch übernommen aber zusammen mit den neuen Elementen auf einer Lochplatine (X2) montiert.

## 4.4 RN-Control-Board

Das *RN-Control-Board* dient als Schnittstelle zwischen Hard- und Software. Es wird mit 12V + (L12S) und – versorgt. Über die Ports B, C, D und ISP werden Ein- und Ausgänge vom, beziehungsweise zum, Mikrocontroller geleitet.

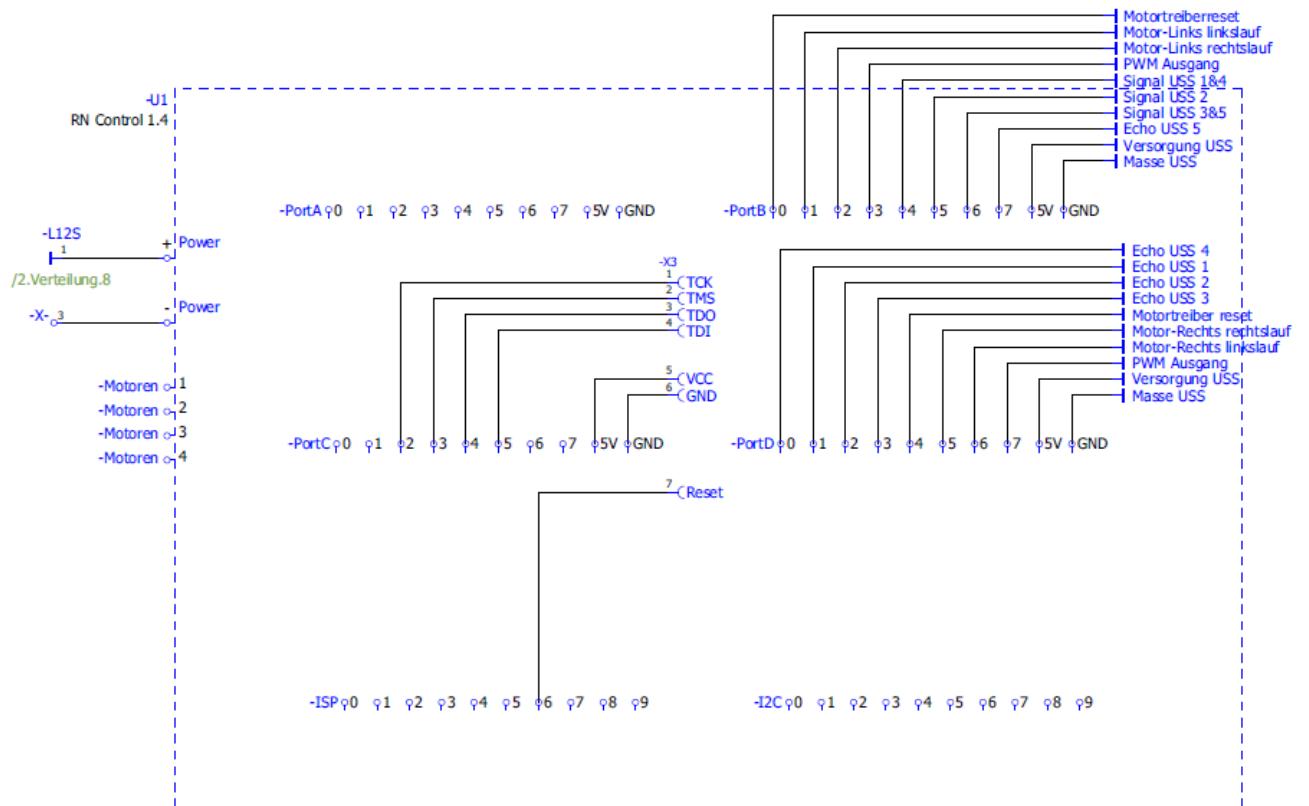


Abbildung 12: RN-Control

Da zum Programmieren bisher immer direkt am Board (Port ISP) angeschlossen werden musste und dies mit dem erweiterten mechanischen Aufbau nicht mehr ohne Demontage möglich ist, wurde ein 25 poliger Programmieranschluss am Steuergehäuse angebracht. Bei der Neugestaltung wurde der Programmieranschluss auf Port C gelegt, denn dort befinden sich die Anschlüsse für die JTAG-Programmierung. Da nur zehn Pins am parallelen Anschluss benötigt werden ist noch Platz für Erweiterungen in nachfolgenden Projekten.

## 4.5 Sicherheit

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit dem elektrischen Teil des Aspektes Sicherheit. Das vorhandene Sicherheitskonzept, welches aus einem Not-Aus Schalter bestand, wurde hierbei erweitert. Es werden hierbei Ultraschallsensoren und Bumper beschrieben.

### 4.5.1 Ultraschallsensoren

Da die Roboterplattform selbständig fahren muss, ohne dabei ihr Umfeld zu gefährden, war es notwendig Sensoren vorzusehen die Hindernisse erkennen und somit die Navigation der Steuerung wesentlich beeinflussen. Hierfür wurden Ultraschallsensoren ausgewählt. Sie haben den Vorteil, dass sie relativ resistent gegen Umwelteinflüsse sind, so sind sie zum Beispiel im Gegensatz zu optischen Sensoren nicht durch Licht beeinflussbar.

Für ein möglichst exaktes Navigieren wurden fünf Sensoren verbaut. Jeweils einer an den vier Ecken, sowie Einer gerade nach vorne. Es wurden hierfür SRF05 Sensoren ausgewählt, da diese kostengünstig und für diese Anwendung völlig ausreichend sind. Sie bieten ein ausreichend großes Schallmuster, womit große Bereiche abgetastet werden können.

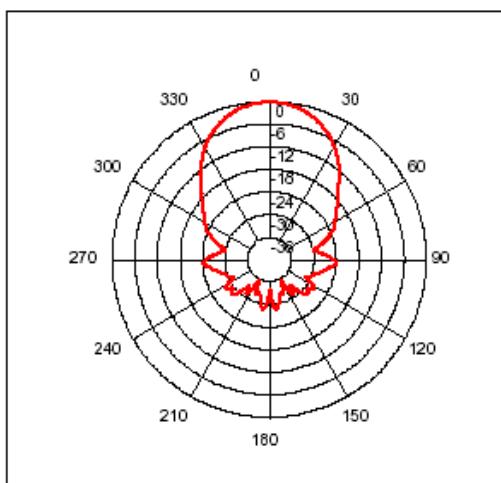


Abbildung 13: Schallmuster eines SRF05 (Brail Software GmbH, 2010)

### 4.5.2 Bumper

Falls auf Grund einer Störung die Ultraschallsensoren, beziehungsweise die Steuerung, nicht ansprechen sollte, so ist es notwendig eine sekundäre Sicherheitsvorrichtung vorzusehen. Daher wurden sogenannte Bumper, also Stoßstangen, gebaut, welche durch Positionsschalter die Plattform abschalten. Da die Plattform im Falle eines Defektes eines einzigen Positionsschalters nicht abschalten soll wurden insgesamt sechs Stück verbaut. Mit jeweils drei Schaltern Vorne und Hinten ist sowohl hohe Betriebssicherheit, als auch Sicherheit für die Umgebung gegeben. Hierbei wurde sich für den Industrietaster Siemens 3SE2 entschieden. Diese Art von Positionsschalter hält, durch seine massive Bauweise, Vibrationen und sonstigen Belastungen die auftreten stand.

## 5 Steuerung

Die Steuerung der mobilen Roboterplattform übernimmt der Mikrocontroller Atmega32. Mit seinen 4 Ports, die jeweils 8 I/O Pins besitzen, ist es möglich an dem Controller 32 zu steuernde Elemente anzuhängen. Er verfügt über 3 Pins, welche ein PWM-Signal ausgeben können. Diese Eigenschaft macht ihn überaus nützlich für die Ansteuerung der 2 Elektromotoren.

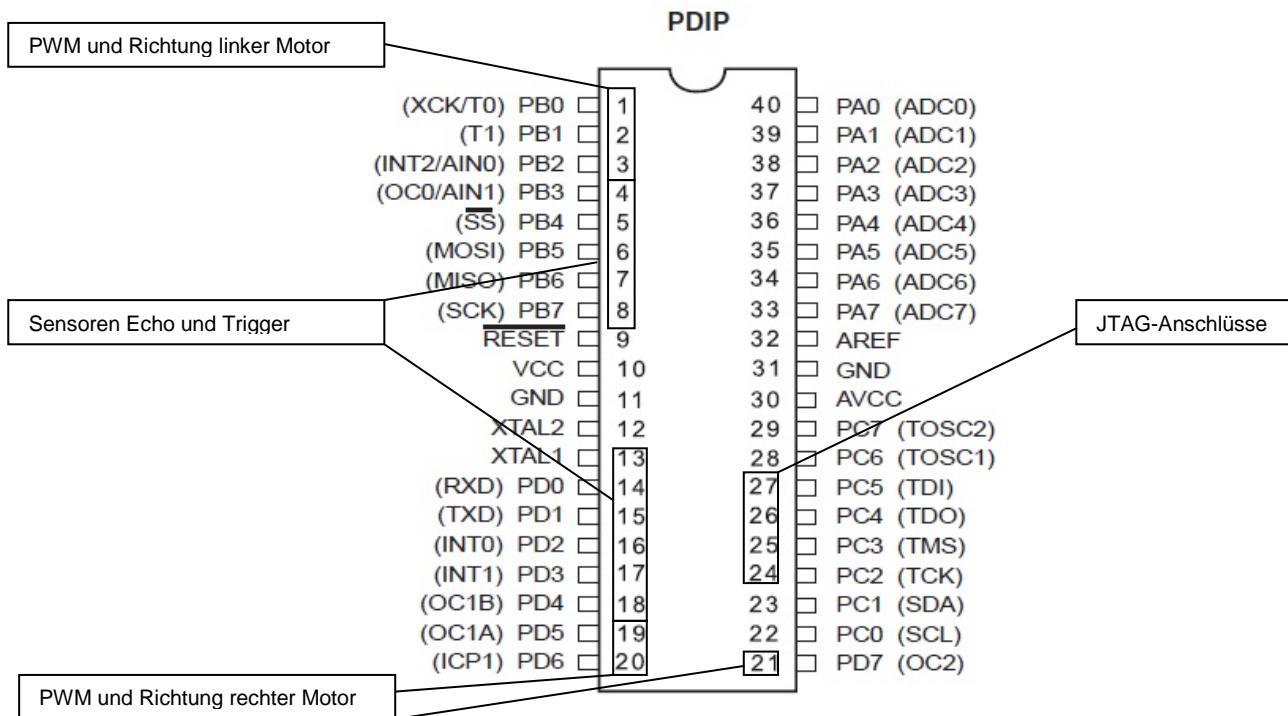


Abbildung 14: Pinbelegung des Atmega32 (ATMEL, 2010)

In erster Linie werden die Ports B und D des Mikrocontroller verwendet. Die Pins B0 - B2 und D4 - D6 dienen zur Steuerung der Motoren. Der Rest dient zur Ansteuerung der Sensoren und Auswertung der eingehenden Signale von den Sensoren. Der Port C wurde genutzt um eine JTAG-Verbindung mit dem Atmega32 herzustellen und ihn darüber programmieren zu können. Dadurch kann ein JTAG-Programmer herangezogen werden und über die installierte Anschlussbuchse am Schaltkasten mit dem Mikrocontroller verbunden werden. Hierfür wurde ein Adapter-Kabel angefertigt.

## 5.1 Programmieren des Atmega32

Zu Beginn des Projektes stand das Problem der Ansteuerung der Motoren im Vordergrund. Es musste eine Lösung für das richtige Programmieren des Controllers gefunden werden, um an die Motoren ein PWM-Signal senden zu können. Dabei musste darauf geachtet werden, wie die Pins des *Atmega32* beschaltet werden sollten. Aufgrund der Motortreiber war darauf zu achten, dass beim Fahren die Pins „PB0“ und „PD7“ als Eingang beschaltet sind. Sonst würde ein zu großer Strom durch die Treiber fließen und sie unbrauchbar machen. Des Weiteren musste aus dem Datenblatt des *Atmega32* entnommen werden, welche Register für ein PWM-Signal benötigt werden und wie ihre einzelnen Komponenten zu setzen sind.

Die Register TCCR0 und TCCR2 wurden ausgewählt, da sie den 8 Bit-Timer des *Atmega32* verwendeten und man mit ihnen somit ein Leistungsstarkes PWM-Signal erzeugen konnte. Innerhalb dieser Register können nun Bits gesetzt werden. Die Bits mit „WGM“ schalten die jeweiligen Modi des PWM-Signals. Für das Projekt wurde die Konfiguration „Fast PWM“ gewählt, da damit ein Signal mit hoher Frequenz erzeugt werden kann.

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	TCCR0
Read/Write	FOC0 W	WGM00 R/W	COM01 R/W	COM00 R/W	WGM01 R/W	CS02 R/W	CS01 R/W	CS00 R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Abbildung 15: Register TCCR0 des 8-Bit-Timers (ATMEL, 2010)

Die Bits mit „COM“ beschreiben, wie der „Output“-Pin (OC0) des Signals gesetzt wird. Dass heißt, zu welchem Zeitpunkt er auf logisch 0 und zu welchem er auf 1 gesetzt wird. Im Falle der Roboterplattform wurde sowohl „COM00“, als auch „COM01“ auf logisch 1 gesetzt. Damit wird der Output-Pin auf 1 gesetzt, sobald der Timer (TCNTn) den Wert des Compare-Wertes (OCR0) erreicht. Er wird wieder zurückgesetzt, wenn der Counter erneut bei 0 anfängt zu zählen. Durch diese Einstellung wird ein Rechtecksignal erzeugt, welches in seinem Verhalten durch Veränderung des Compare-Wertes und des sogenannten „Prescaler“ (Vorteiler) beeinflusst werden kann. Mit dem Prescaler verändert sich die Anzahl an Zählerüberläufen und damit verändert sich die Frequenz des PWM-Signals. Mit höherem Prescaler steigt somit das Drehmoment des Elektromotors.

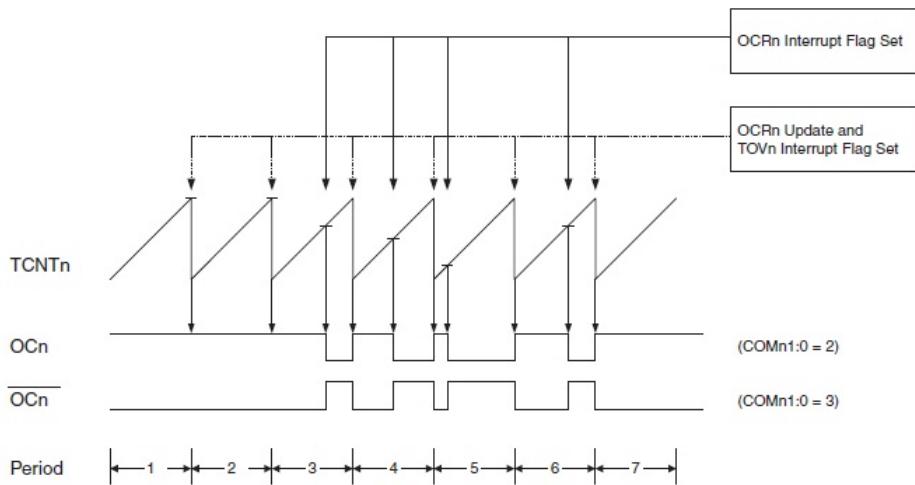


Abbildung 16: Diagramm "Fast-PWM-Mode" (ATMEL, 2010)

Durch Änderung des Compare-Wertes wird die zeitliche Länge des Impulses verändert und somit kommt es zu einer Veränderung der Geschwindigkeit. Da die Plattform derzeit im Labor verwendet wird und der einwandfreie und sichere Betrieb sichergestellt werden sollte wurde eine geringe Geschwindigkeit gewählt. Deshalb wurde der Compare-Wert auf den Wert 40 gesetzt. (ATMEL, 2010)

## 5.2 Einbinden der Ultraschallsensoren

Da die Plattform am Ende selbstständig und programmgesteuert fahren soll, musste eine Möglichkeit für die Erkennung von Hindernissen geschaffen werden. Aus diesem Grund wurden Ultraschallsensoren eingebaut, welche direkt mit dem Mikrocontroller verbunden werden konnten. Der Sensor SRF05 hat sich in dieser Hinsicht als sehr geeignet erwiesen.

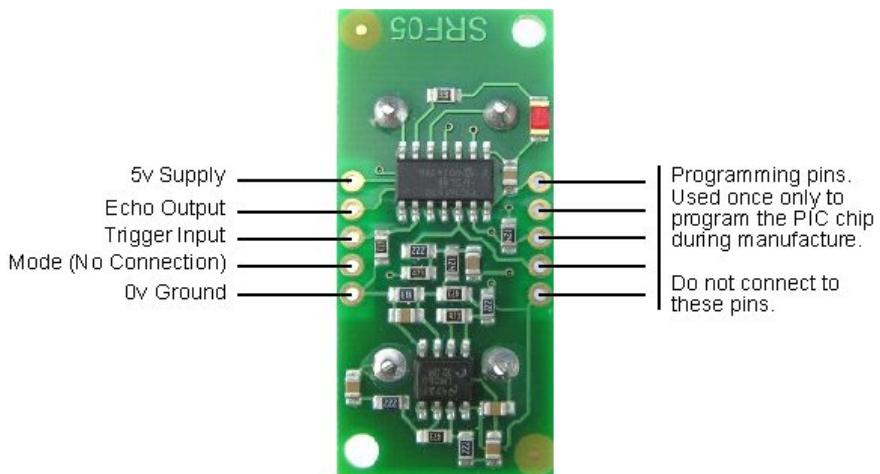


Abbildung 17: Pinbelegung des "SRF05" Sensors (Brall Software GmbH, 2010)

Er benötigt eine Versorgungsspannung von 5V, welche über das *RN-Control-Board* geliefert wird. Über den „Trigger Input“ kann dem Sensor ein Signal gegeben werden einen „Burst“ auszusenden. Danach wird über die sensoreigene Schaltlogik ein Signal über den „Echo Output“ geliefert, welches die Zeit angibt, zwischen Aussenden des „Burst“ und dem Empfangen einer Reflektion. Sollte kein Hindernis vorliegen gibt der Sensor ein Signal von 30ms zurück.

Der Sensor deckt einen Kreisabschnitt von ca. 60 Grad ab. Da auf Grund der geringen Anschlusszahl am Atmega32 nur 5 von diesen Sensoren verbaut werden konnten, wurde darauf geachtet eine möglichst geeignete Flächenabdeckung zu erzielen. (Brall Software GmbH, 2010)

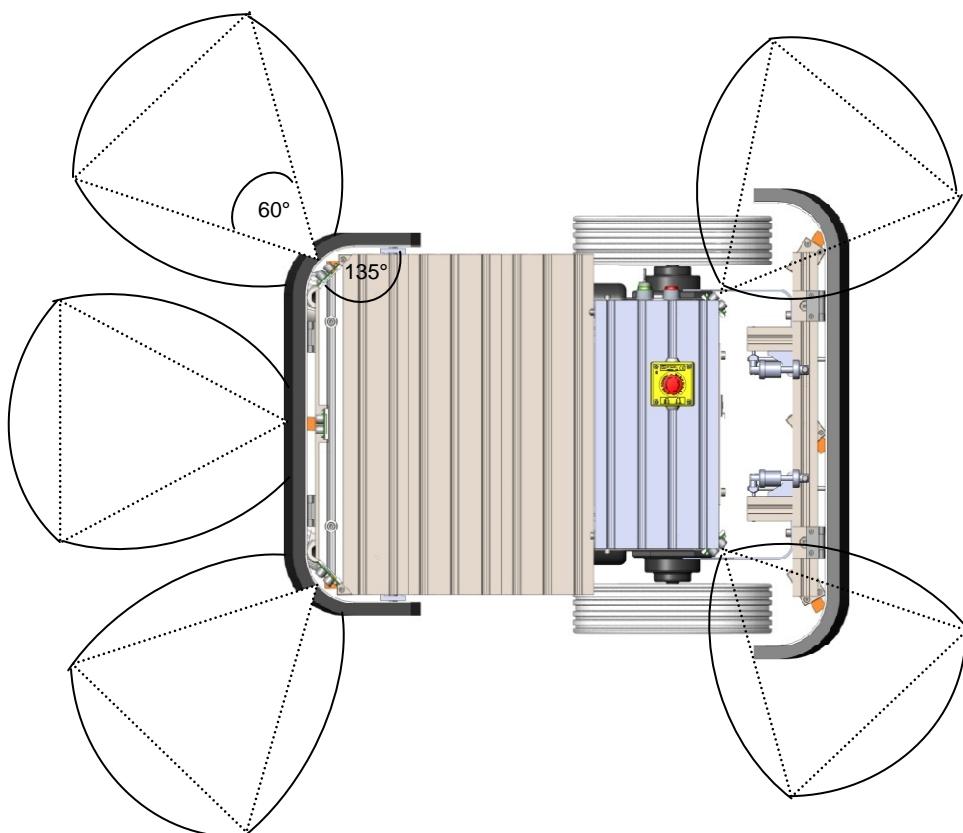


Abbildung 18: Strahlengang der Sensoren

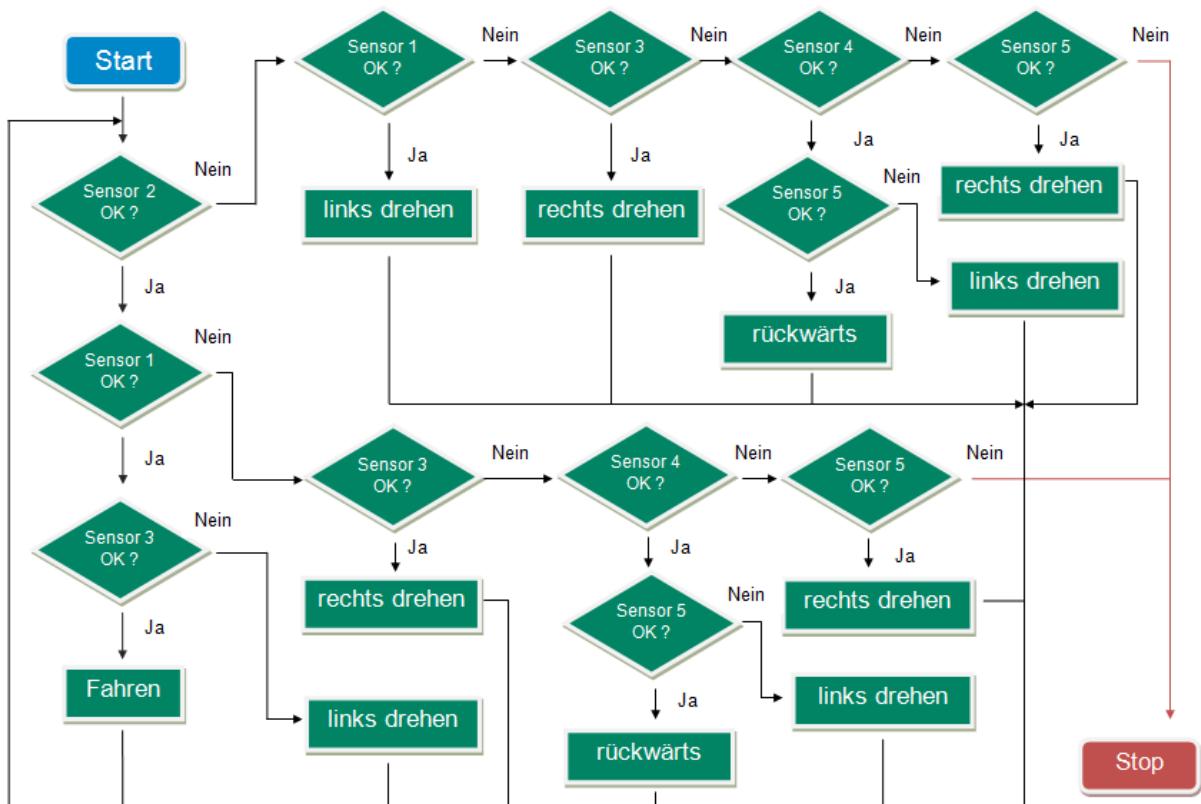
Die seitlichen Sensoren im vorderen und hinteren Teil wurden unter einem Winkel von 45 Grad an die Plattform angebracht. Dadurch ist gewährleistet, dass ein Zusammenstoß mit sich bewegenden Hindernissen, welche die Bahn der mobilen Einheit kreuzen, verhindert wird. Auf Grund der geringen Anzahl von Ultraschallsensoren hat sich bereits in der Entwicklungsphase gezeigt, dass Totpunkte vorliegen. Diese haben in der Testphase nur selten, aber doch zu Kollisionen geführt.

Eine geradlinige Bewegung erwies sich auf Grund der unkontrollierbaren Vorderräder als schwierig. Dabei hat sich gezeigt, dass nur in wenigen Situationen die bisherige Konstellation von Sensoren noch nicht ausreichend ist, um eine vollständige Sicherheit zu gewährleisten.

Der Atmega32 kann durch Ausgabe eines Impulses durch den Sensor eine Schallwelle erzeugen und das Echo dann auswerten. Hierbei ist darauf zu achten, dass das Signal vom Controller mindestens 10 ms andauert. Durch diese Auswertung konnte ein Programmquellcode entwickelt werden, welcher die Plattform auf Hindernisse reagieren lässt. Dabei werden die 5 Sensoren anhand einer entwickelten Logik abgefragt und ausgewertet.

## 5.3 Programmgesteuertes Fahren

Mit Hilfe eines Flussdiagramms wurde versucht einen geeigneten Algorithmus für die Auswertung der Sensoren zu finden.



Bei dieser Logik werden in erster Linie die vorderen Sensoren abgefragt, da sie für das Vorwärtsfahren die wichtigste Rolle spielen. Im Falle, dass alle Sensoren der Plattform ein Hindernis erkennen bleibt diese stehen und kann nur durch manuelles Eingreifen aus diesem Zustand herausgebracht werden. In allen anderen Fällen von Hindernissen werden geeignete Operationen ausgeführt. Diese werden jeweils so lange durchgeführt bis der Sensor, welcher ein Hindernis vor sich hat, wieder frei davon ist. Es wurde auch versucht auf enge Zwischenräume, wie zum Beispiel Türen oder Gänge, zu reagieren. Dabei wird die Entfernung, ab welcher auf Hindernisse reagiert wird, verringert und somit versucht durch Abtasten durch diese engen Passagen zu gelangen. Sollte es zu dem Fall kommen, dass alle 3 vorderen Sensoren anschlagen und eine Drehung nicht möglich ist, so fährt die Plattform solange zurück, bis eine Drehung möglich ist, oder die hinteren Sensoren ein Hindernis aufzeigen.

## 5.4 Quellcode

Die Initialisierung des PWM-Signals erfolgt mit Hilfe der Funktion *pwminit1()*.

```
int pwminit1(){
    TCCR0 |= (1<<CS02);                                //setzen des Prescaler auf den Wert 256
    TCCR0 |= (1<<WGM00);                                //PWM auf Fast-PWM-Mode
    TCCR0 |= (1<<WGM01);
    TCCR0 |= (1<<COM01) | (1<<COM00);                //setzen auf invertierten Modus
    OCR0 = GESCHW;                                       //Setzen des Compare-wertes auf 40
    DDRB |= (1<<PB3);                                    //Aktivierung des output-Pin
    return 0;
}
```

Abbildung 20: Funktion pwminit1()

Dabei werden die bereits erwähnten Bits im Register TCCR0 und auch analog im Register TCCR2 gesetzt. Der Prescaler wurde auf den Wert 256 gesetzt, somit ist ein ausreichendes Drehmoment der Motoren gewährleistet, selbst wenn 80 Kilogramm zugeladen werden. Der gewählte PWM-Modus "Fast-PWM" bietet ein optimales Signal für die Ansteuerung von Motoren. Dabei wurde zusätzlich der invertierte Modus gewählt, damit ein einfacherer Überblick über die Werte ermöglicht wird. Denn in dieser Konfiguration entspricht ein größerer Wert des Compare-Wertes einer größerer Geschwindigkeit. Am Ende der Funktion wird der Output-Pin (OC0) als Ausgang deklariert, welches die Ausgabe des PWM-Signales zur Folge hat.

Die Funktion `sigsens1a4()` veranlasst den Sensor vorne links und den Sensor hinten rechts einen "Burst" auszusenden.

```
int sigsens1a4(){ // signal sensor vorne links und hinten rechts
    PORTB |= (1<<PINB4);                                //Ausgang Pin B4 auf 1 setzen
    _delay_us(12);                                         //12us warten
    PORTB &= ~(1<<PINB4);                                //Ausgang Pin B4 auf 0 setzen
    return 0;
}
```

Abbildung 21: Funktion `sigsens1a4()`

Auf Grund der geringen Anschlussanzahl am *Atmega32* dient der Pin B4 als Signal-Pin für beide Ultraschallsensoren. Für 12 Mikrosekunden wird der Pin auf logisch 1 gesetzt und danach wieder auf 0. Die Sensoren benötigen ein Trigger-Signal von mindestens 10 Mikrosekunden um einen Burst auszugeben. Die Funktionen für die restlichen Sensoren sind gleichfalls implementiert.

Die Funktion `echosens1()` dient zur Auswertung des Signals, welches von den Ultraschallsensoren gesendet wird.

```
int echosens1(){ // Echo von Sensor vorne links
    TCCR1A = 0;                                         //Resetten der Timer-Bits
    TCCR1B = 0;                                         //Resetten der Referenzvariable
    TCNT1 = 0;
    count = 0;

    while(!(PIND & (1<<PD1)));                      //Warten auf signal am Echo-Pin des Sensors
    TCCR1B = (1<<CS11);                                //Starten des 16-Bit-Timers
    while((PIND & (1<<PD1)));                          //Warten bis Ende des Signals des sensors
    TCCR1B = 0;                                         //Stoppen des Timers
    count = TCNT1;                                       //Überschreiben des Timerstandes auf Referenzvariable
    return 0;
}
```

Abbildung 22: Funktion `echosens1()`

Zunächst wird der 16-Bit-Timer des Atmega32 vorbereitet, indem die Bits seines Registers und die Referenzvariable `count` zurückgesetzt werden. Dann wird mit Hilfe einer While-Schleife darauf gewartet, dass am Echo-Pin des Sensor ein Signal anliegt. Sobald ein Signal eingeht wird der Timer gestartet und wieder ausgeschaltet, wenn das Signal beendet ist. Danach wird der Zählerstand in die Referenzvariable übertragen, welche im weiteren Programmverlauf als gemessene Entfernung verwendet wird.

In der Funktion *fahrenvor()* werden beide Motoren in Rechtslauf geschaltet.

```
int fahrenvor(){
    PORTB |= (1<<PB1); //Setzen des Pin B1 auf logisch 1
    PORTD |= (1<<PD6); //Setzen des Pin D6 auf logisch 1
    PORTB &= ~(1<<PB2); //Setzen des Pin B2 auf logisch 0
    PORTD &= ~(1<<PD5); //Setzen des Pin D5 auf logisch 0
    return 0;
}
```

Abbildung 23: Funktion fahrenvor()

Dafür werden die Pins B1 und D6 auf logisch 1 gesetzt, da sie für den Linkslauf zuständig sind und die Ausgänge "low"-aktiv sind. Die Pins B2 und D5 werden dann auf logisch 0 gesetzt und somit ist der Rechtslauf eingestellt.

Die Funktion *fahrenrueck()* dient genau für das Gegenteil der vorherigen Funktion.

```
int fahrenrueck(){
    PORTB |= (1<<PB2); //Setzen des Pin B2 auf logisch 1
    PORTD |= (1<<PD5); //Setzen des Pin D5 auf logisch 1
    PORTB &= ~(1<<PB1); //Setzen des Pin B1 auf logisch 0
    PORTD &= ~(1<<PD6); //Setzen des Pin D6 auf logisch 0
    return 0;
}
```

Abbildung 24: Funktion fahrenrueck()

Hierbei werden die Motoren auf Linkslauf eingestellt, wobei zuvor ein eventueller Rechtslauf zurückgesetzt wird.

In der Funktion *rdrehen()* werden die beiden Motoren gegengesetzt gestellt, um eine Rechtsdrehung zu erzeugen.

```
int rdrehen(){
    PORTB |= (1<<PB2); //Setzen des Pin B2 auf logisch 1
    PORTD |= (1<<PD6); //Setzen des Pin D6 auf logisch 1
    PORTD &= ~(1<<PD5); //Setzen des Pin D5 auf logisch 0
    PORTB &= ~(1<<PB1); //Setzen des Pin B1 auf logisch 0
    return 0;
}
```

Abbildung 25: Funktion rdrehen()

Es wird somit der linke Motor auf rechtsdrehend und der rechte Motor auf linksdrehend eingestellt. Dies geschieht wie bei den bisherigen Funktionen durch setzen der benötigten Pins auf 1 und 0.

Bei der Funktion *Idrehen()* handelt es sich um das Gegenteil der vorherigen Funktion *rdrehen()*.

```
int Idrehen(){
    PORTB |= (1<<PB1); //Setzen des Pin B1 auf logisch 1
    PORTD |= (1<<PD5); //Setzen des Pin D5 auf logisch 1

    PORTB &= ~(1<<PB2); //Setzen des Pin B2 auf logisch 0
    PORTD &= ~(1<<PD6); //Setzen des Pin D6 auf logisch 0

    return 0;
}
```

Abbildung 26: Funktion Idrehen()

Analog zu der vorherigen Funktion werden hier die einzelnen Pins in die entgegengesetzte Konstellation zur Funktion *rdrehen()* gesetzt. Bei beiden Funktionen wird eine eventuelle Drehung in die jeweils andere Richtung zurückgesetzt.

Die Funktion *halt()* dient zum Stoppen der mobilen Roboterplattform.

```
int halt(){
    PORTB |= (1<<PB2); //Setzen des Pin B2 auf logisch 1
    PORTD |= (1<<PD5); //Setzen des Pin D5 auf logisch 1

    PORTB |= (1<<PB1); //Setzen des Pin B1 auf logisch 1
    PORTD |= (1<<PD6); //Setzen des Pin D6 auf logisch 1

    return 0;
}
```

Abbildung 27: Funktion halt()

Dabei werden alle Pins auf logisch 1 gesetzt. Somit wird der Vier-Quadranten-Steller nicht mehr angesteuert und die Plattform bleibt stehen.

## 6 Ergebnisse

Die vorgegebenen Ziele wurden alle erreicht. Es wurde sowohl der mechanische Aufbau, als auch die Elektrik und die Benutzerfreundlichkeit verbessert. Auch ein Programm welches die Ultraschallsensoren mit einbezieht wurde geschrieben und getestet.

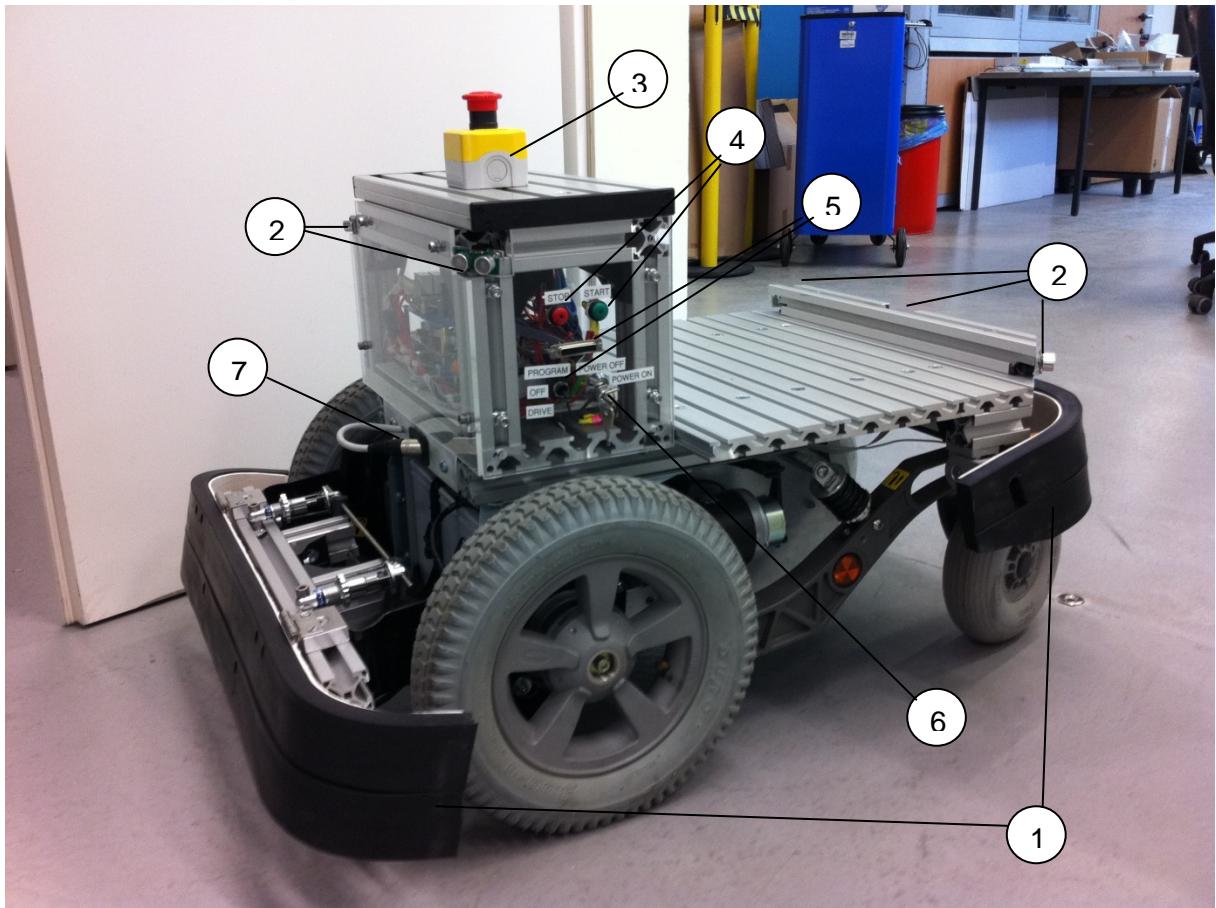


Abbildung 28: Vollständige Roboterplattform

- 1: Bumper Vorne und Hinten mit Gummiverkleidung
- 2: Fünf Ultraschallsensoren zwei Stück hinten, drei Stück vorne
- 3: Not Aus Schalter für die manuelle Abschaltung in Gefahrensituationen
- 4: Start und Stopp Taster um das Programm zu starten
- 5: Programmieranschluss und Programmierschalter für den Zugriff auf den Mikrocontroller
- 6: Schlüsselschalter um abzuschalten und gegen wiedereinschalten zu sichern
- 7: Batterieladeanschluss um die Akkumulatoren über das Ladegerät zu laden

Es ist nun möglich die Plattform sicher und selbständig fahren zu lassen. Durch die Ultraschallsensoren (2) koordiniert ein Programm im Mikrocontroller die Richtung und steuert die Antriebsmotoren dementsprechend an. Sollte jedoch ein unerwartetes Hindernis auftauchen, das von den Sensoren nicht wahrgenommen wird, oder sollten die Sensoren gar ausfallen, sind als sekundäre Sicherheit zwei Bumper (1) verbaut, die das gesamte System stromfrei schaltet. Weiter ist als manuelle Sicherheitsabschaltung ein Not-Aus-Schalter installiert.

Der mechanische Aufbau wurde durch Aluminiumprofile erweitert. So wurde einerseits die eigentliche Plattform oder Grundplatte angebracht, aber auch ein Schaltkasten und die beiden Bumper (1) wurden gefertigt und montiert. Die aus Werkzeugstahl gebogenen Bumper wurden zusätzlich mit Hartgummi verkleidet, um bei einem Zusammenstoß mit einem Menschen die Verletzungsgefahr möglichst klein zu halten.

Aus Gründen der Benutzerfreundlichkeit waren mehrere Erweiterungen notwendig. So wurde ein Batterieladeanschluss (7) und ein Schlüsselschalter (6) realisiert. Sie wurde zusammen mit den Start-Stop-Tastern (4), sowie dem neuen Programmieranschluss und dessen Programmumschalter (5) direkt im mechanischen Aufbau integriert.

## 7 Zusammenfassung und Ausblick

Abschließend kann gesagt werden dass die Plattform durch die ausgeführten Arbeiten um einiges sicherer geworden ist. Die Ultraschallsensoren wurden erfolgreich integriert und navigieren die Plattform mittels der implementierten Logik. Sie fährt selbstständig und es sollten keine Zusammenstöße mehr möglich sein. Falls doch, so schaltet die Plattform durch die Bumper sofort ab.

Durch den erweiterten mechanischen Aufbau ist nun gewährleistet, dass die geforderten 80 Kilogramm befördert werden können, darüber hinaus ist auch noch die Elektronik durch den Schaltkasten geschützt.

Durch zusätzliche Arbeiten, wie etwa dem Installieren eines Batterieladeanschlusses, eines Schlüsselschalters, eines Programmieranschlusses und -schalters, sowie die Integration der Start-Stop-Taster in den mechanischen Aufbau, wurde die Benutzerfreundlichkeit wesentlich verbessert.

Eine Kombination der mobilen Roboterplattform mit einem anderen System wäre der nächste logische Schritt. So wäre sowohl die Einbindung in die Roboterbar, beispielsweise als Kellner, aber auch das Anbringen eines Roboters auf der Plattform vorstellbar. Hierfür müsste allerdings sowohl die Navigation, als auch die Kommunikation mit bestehenden Systemen noch wesentlich verbessert werden.

Sollten bei zukünftigen Projekten mehr Ein- und Ausgänge benötigt werden ist die Steuerung zu Überdenken, da bereits alle vorhandenen I/O Pins des Atmega32 belegt sind. Ob mit einem zusätzlichen oder anderen Mikrocontroller erweitert oder eine andere Steuerung zu benutzen ist, wird von der zukünftigen Verwendung abhängen.

## 8 Literaturverzeichnis

ATMEL, 2010. *ATmega32*. [Data Sheet] San Jose, USA: Atmel Corporations Available at: [http://www.atmel.com/dyn/resources/prod\\_documents/doc2503.pdf](http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2503.pdf) [Accessed November 2010].

Brall Software GmbH, 2010. [www.robotikhardware.de](http://www.robotikhardware.de). [Online] Devantech Ltd Available at: <http://www.robotikhardware.de/download/srf05doku.pdf> [Accessed November 2010].

Robotunits, 2010. <http://www.robotunits.com>. [Online] Robotunits GmbH Available at: <http://www.robotunits.com/ViewItemDetail.php?targetid=90> [Accessed 11 November 2010].

RS Components GmbH, 2010. <http://de.rs-online.com>. [Online] Siemens Available at: <http://de.rs-online.com/web/4112797.html> [Accessed 11 November 2010].

Scheikl, R., Krammer, S. & Radinger, T., 2010. *Mobile Roboterplattform*. Projektarbeit. Wien: FH Technikum Wien.

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Grundplatte.....	7
Abbildung 2: Schaltkasten.....	8
Abbildung 3: Sensorhalterung gefräst.....	8
Abbildung 4: Sensorhalterung hinten.....	8
Abbildung 5: Funktionsprinzip Bumper .....	10
Abbildung 6: Bumper vorne .....	11
Abbildung 7: Bumper hinten .....	12
Abbildung 8: Siemens 3SE22001G (RS Components GmbH, 2010) .....	13
Abbildung 9: Adapterplatte .....	13
Abbildung 10: Versorgung .....	15
Abbildung 11: Steuerstromkreis.....	16
Abbildung 12: RN-Control.....	17
Abbildung 13: Schallmuster eines SRF05 (Brall Software GmbH, 2010) .....	18
Abbildung 14: Pinbelegung des Atmega32 (ATMEL, 2010) .....	19
Abbildung 15: Register TCCR0 des 8-Bit-Timers (ATMEL, 2010).....	20
Abbildung 16: Diagramm "Fast-PWM-Mode" (ATMEL, 2010) .....	21
Abbildung 17: Pinbelegung des "SRF05" Sensors (Brall Software GmbH, 2010) .....	21
Abbildung 18: Strahlengang der Sensoren .....	22
Abbildung 19: Flussdiagramm der Programmlogik .....	23
Abbildung 20: Funktion pwminit1() .....	24
Abbildung 21: Funktion sigsens1a4().....	25

Abbildung 22: Funktion echosens1()	25
Abbildung 23: Funktion fahrenvor()	26
Abbildung 24: Funktion fahrenrueck()	26
Abbildung 25: Funktion rdrehen()	26
Abbildung 26: Funktion ldrehen()	27
Abbildung 27: Funktion halt()	27
Abbildung 28: Vollständige Roboterplattform	28

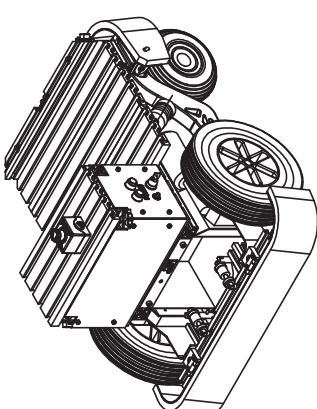
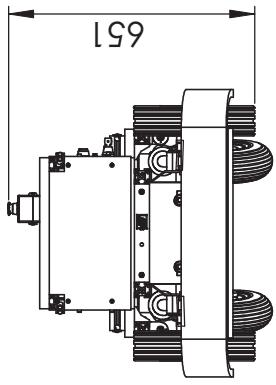
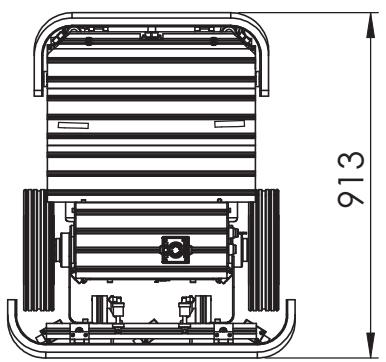
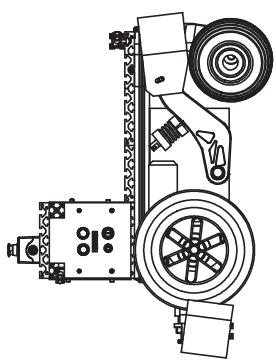
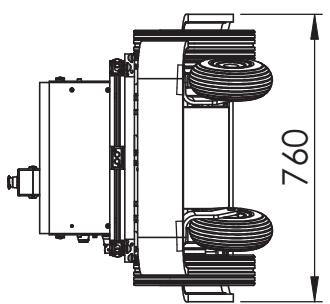
## Abkürzungsverzeichnis

PC	Polykarbonat
PWM	Pulsweitenmodulation
JTAG	Joint Test Action Group

## Anhang A: Autorenverzeichnis

- 1 Einleitung (Meusburger)
- 2 Konzepterstellung (Meusburger)
- 3 Mechanischer Aufbau (Hönegger)
- 4 Elektrischer Aufbau (Meusburger)
- 5 Steuerung (Stachowitz)
- 6 Ergebnisse (Meusburger)
- 7 Zusammenfassung und Ausblick (Hönegger)

## Anhang B: Konstruktionszeichnungen und Elektroschaltpläne



BEGÄLTUNG		DRUCKUNGSNR.	
BEZEICHNUNG		VERSION	
QUANTITY STÜCKZAHL	-	GENEHMIGT	-
SCALE MASZTAB	1:20	MATERIAL	DIN - A4
WEIGHT GEWICHT	kg	SURFACE OBERFLÄCHE	1 / 36 ID
PROPERTY OF EIGENTUM VON	Fachhochschule Technikum Wien - Studiengang: Mechatronik / Robotik	DATE DATUM	24.01.2011 SEM
			BMR09

## Mobile Roboterplattform

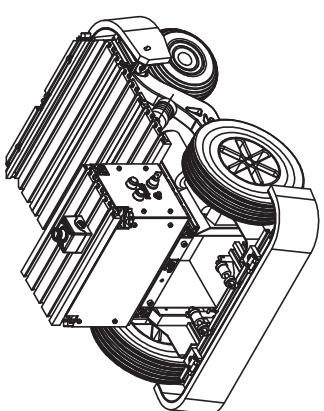
A\_000\_000

Alle Rechte vorbehalten.  
Vervielfältigung ganz oder  
teilweise nur zu eigen mit  
schmäler Lizenzierung  
des Urheberrechtnahres.

DRUCKUNGSNR.  
DIN-A4 Name Simon Hönegger  
SHEETSIZE  
BLATTFORMAT SHEET  
BLATT 1 / 36 ID  
DATE DATUM 24.01.2011 SEM  
BMR09

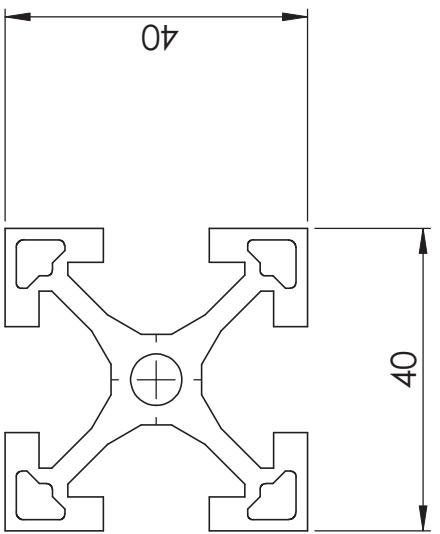
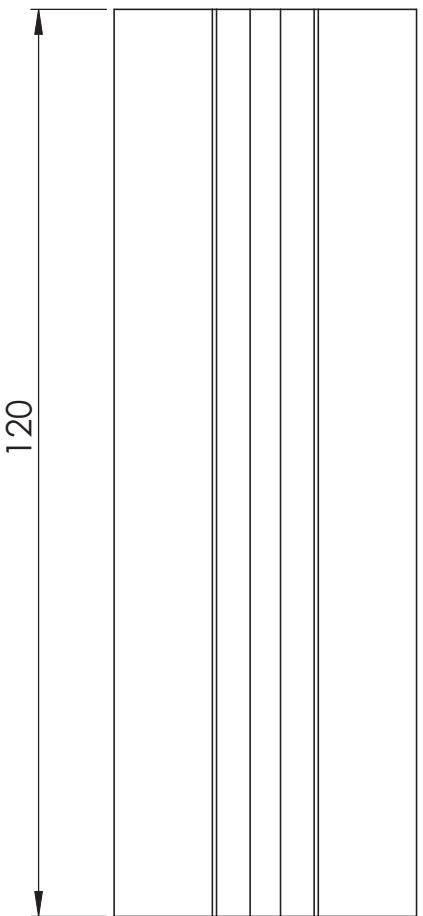
Fachhochschule Technikum Wien - Studiengang: Mechatronik / Robotik

POS-NR.	BENENNUNG	BESCHREIBUNG	MENGE
1	P_000_001	Blechkonstruktion Grundgerüst	1
5	P_000_007	Längsstreben Grundgerüst	2
6	P_000_006	Schallschrank-Strebe	4
7	P_000_011	Schallschrank. Querstrebe	1
8	P_000_005	Schallschrank-Strebe	2
9	P_000_009	Schallschr. Abdeckung Rücks.	1
10	A_000_001	Baugruppe Antriebsrad	2
15	P_000_015	Plattform Profil	2
16	A_000_004	Bumper vorne	1
20	A_000_003	Bumper hinten	1
25	P_000_022	Sensorhalter vorne	1
26	A_000_007	GUS 4501-Winkel 40/50 Set	6
27	P_000_023	Schallschrank Querstrebe	1
28	P_000_024	Sensorhalterung hinten	2
29	A_000_008	Baugruppe Ultraschallsensor	5
30	P_000_025	Seitenplatte mit Ausnehmungen	1
31	P_000_026	Schaltkasten Seitenplatte	1
32	P_000_027	Schaltkasten Abdeckung vorne	1
39	A_000_009	Baugruppe Batterieverbindung	1
40	P_000_008	Schaltkasten Deckel u. Boden	2



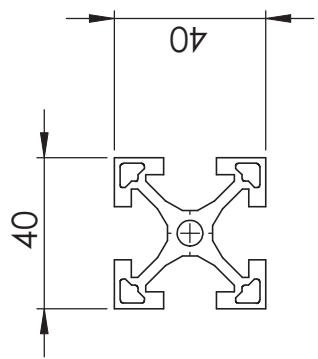
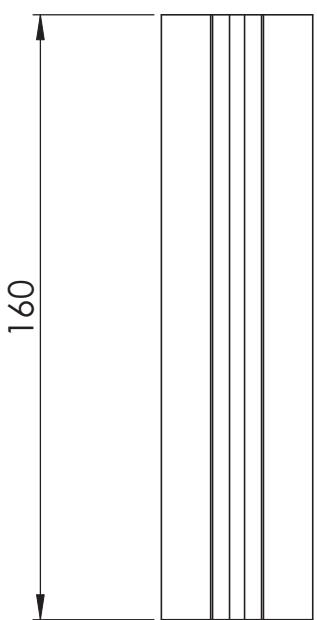
Anmerkung: Um die Stückliste übersichtlich zu halten wurden Norm- und Zukaufteile entfernt.

BEGRIFFSNAHMEN		DRAWORDER	
QUANTITY	GENEHMIGT	VERSION	-
STÜCKZAHL	-	DIN - A4	Simon Hönegger
SCALE	MATERIAL	SIZEFORMAT	0910330023
MASSSTAB	1:20	BLATT	2 / 36
WEIGHT	KG	SHEET	24.01.2011 SEM
GEWICHT	-	BLATT	BMRO9
PROPERTY OF	Fachhochschule Technikum Wien - Studiengang: Mechatronik / Robotik	DATE	
EIGENTUM VON		DATUM	



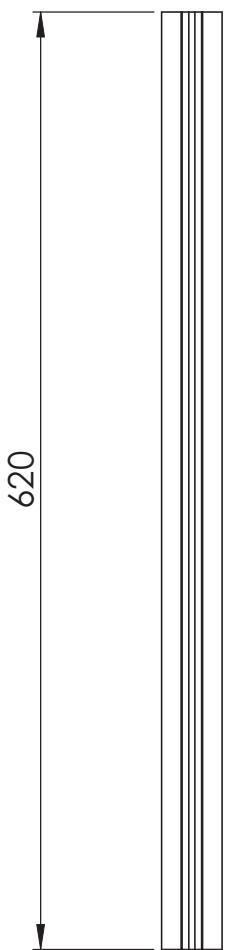
Profil: Robotunits PIL 4040

Schaltschrank-Strebe		P_000_005		
BENENNUNG		DRUCKUNGSNR.		
DESIGNATION		VERSION		
QUANTITY STÜCKZAHL	-	GENEHMIGT		
SCALE MASZTAB	1:1	MATERIAL	DIN - A4	Simon Hönegger
WEIGHT GEWICHT	kg	SURFACE OBERFLÄCHE	3 / 36 ID	0910330023
PROPERTY OF EIGENTUM VON	Fachhochschule Technikum Wien - Studiengang: Mechatronik / Robotik		DATE DATUM	BMR09

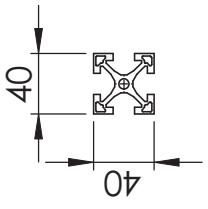


Profil: Robotunits PIL 4040

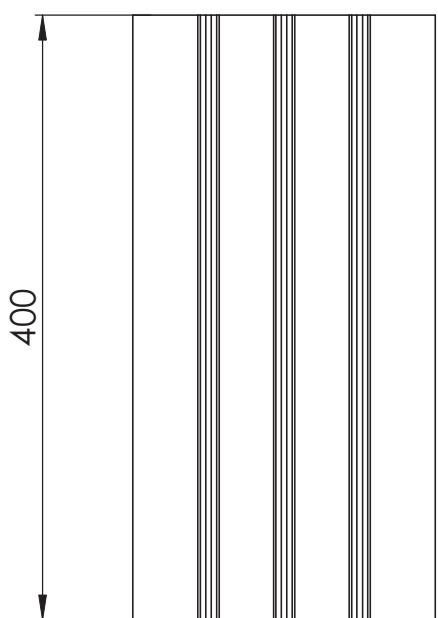
Schaltschrank-Strebe		P_000_006		
BEzeichnung DESIGNATION		DRAWORDING-NR. VERSION		
QUANTITY STÜCKZAHL	-	GENEHMIGT	SHEETSIZE BLATTFORMAT	DIN - A4
SCALE MASZTAB	1:2	MATERIAL	SHEET BLATT	4 / 36
WEIGHT GEWICHT	kg	SURFACE OBERFLÄCHE	DATE DATUM	24.01.2011
PROPERTY OF EIGENTUM VON	Fachhochschule Technikum Wien - Studiengang: Mechatronik / Robotik			
				BMRO9



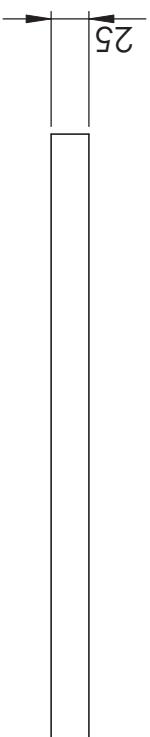
Profil: Robotunits PIL 4040



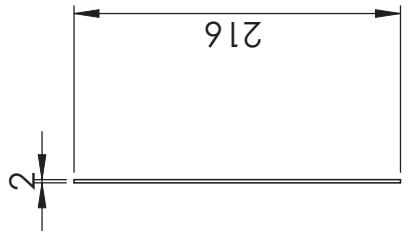
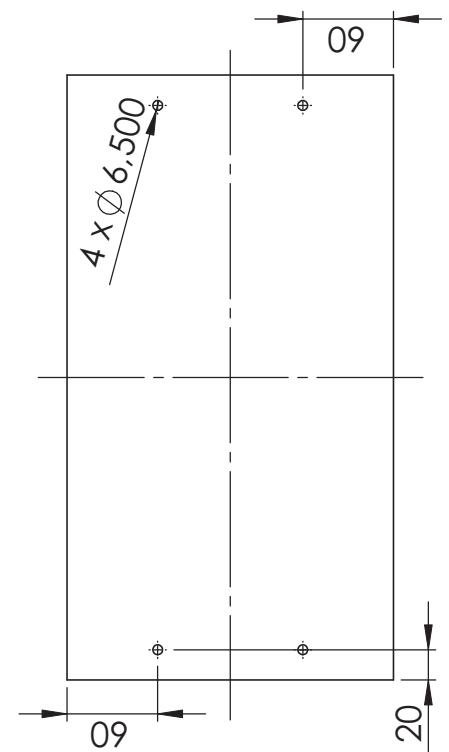
Längsstreben Grundgerüst			P_000_007		
BEIGEBAUTEN		DRAHNTUNGSNR.		VERSION	
QUANTITY STÜCKZAHL	-	GENEHMIGT			-
SCALE MASZSTAB	1:5	MATERIAL	Aluminium	DIN - A4	Name Simon Hönegger
WEIGHT GEWICHT	kg	SURFACE OBERFLÄCHE	-	SHEET BLATT	5 / 36 ID 0910330023
PROPERTY OF EIGENTUM VON	Fachhochschule Technikum Wien - Studiengang: Mechatronik / Robotik			DATE DATUM	24.01.2011 SEM BMRO9



Profil: Robotunits PIL 2520

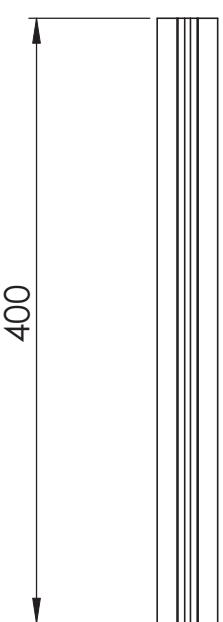


Schaltkasten Deckel u. Boden		P_000_008		
BEIGELEIDUNG		DRAWORDINGNR.		
QUANTITY STÜCKZAHL	-	GENEHMIGT	VERSION	-
SCALE MASZTAB	1:5	MATERIAL	SHEET BLATT	Simon Hönegger 0910330023
WEIGHT GEWICHT	KG	SURFACE OBERFLÄCHE	DATE DATUM	BMR09 24.01.2011 SEM
PROPERTY OF EIGENTUM VON	Fachhochschule Technikum Wien - Studiengang: Mechatronik / Robotik			

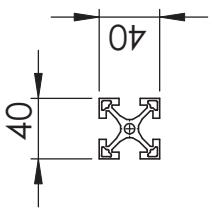


## Schaltschr. Abdeckung Rücks.

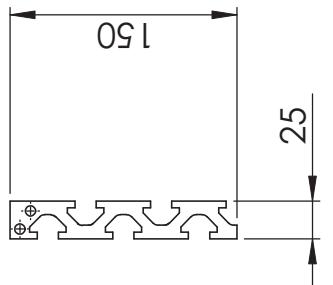
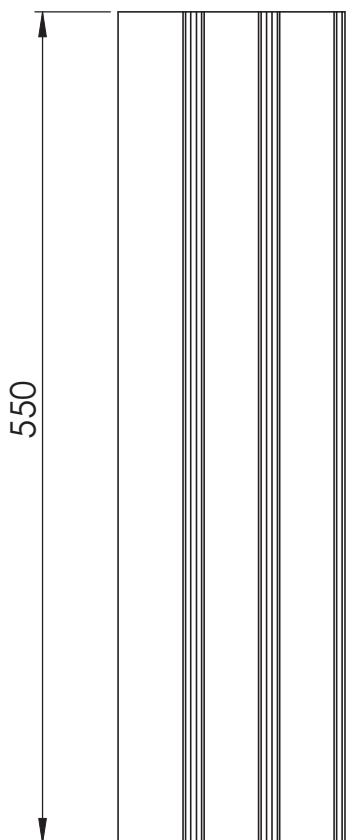
BEGNENNUNG		DRAHUNGSNR.	
QUANTITY STÜCKZAHL	-	GENEHMIGT	-
SCALE MASZTAB	1:5	MATERIAL	PC
WEIGHT GEWICHT	kg	SURFACE OBERFLÄCHE	-
PROPERTY OF EIGENTUM VON	Fachhochschule Technikum Wien - Studiengang: Mechatronik / Robotik	VERSION	
		SIZEFORMAT	DIN - A4
		SHEET BLATT	7 / 36
		DATE DATUM	24.01.2011
			SEM
			BMR09



Profil: Robotunits PIL 4040

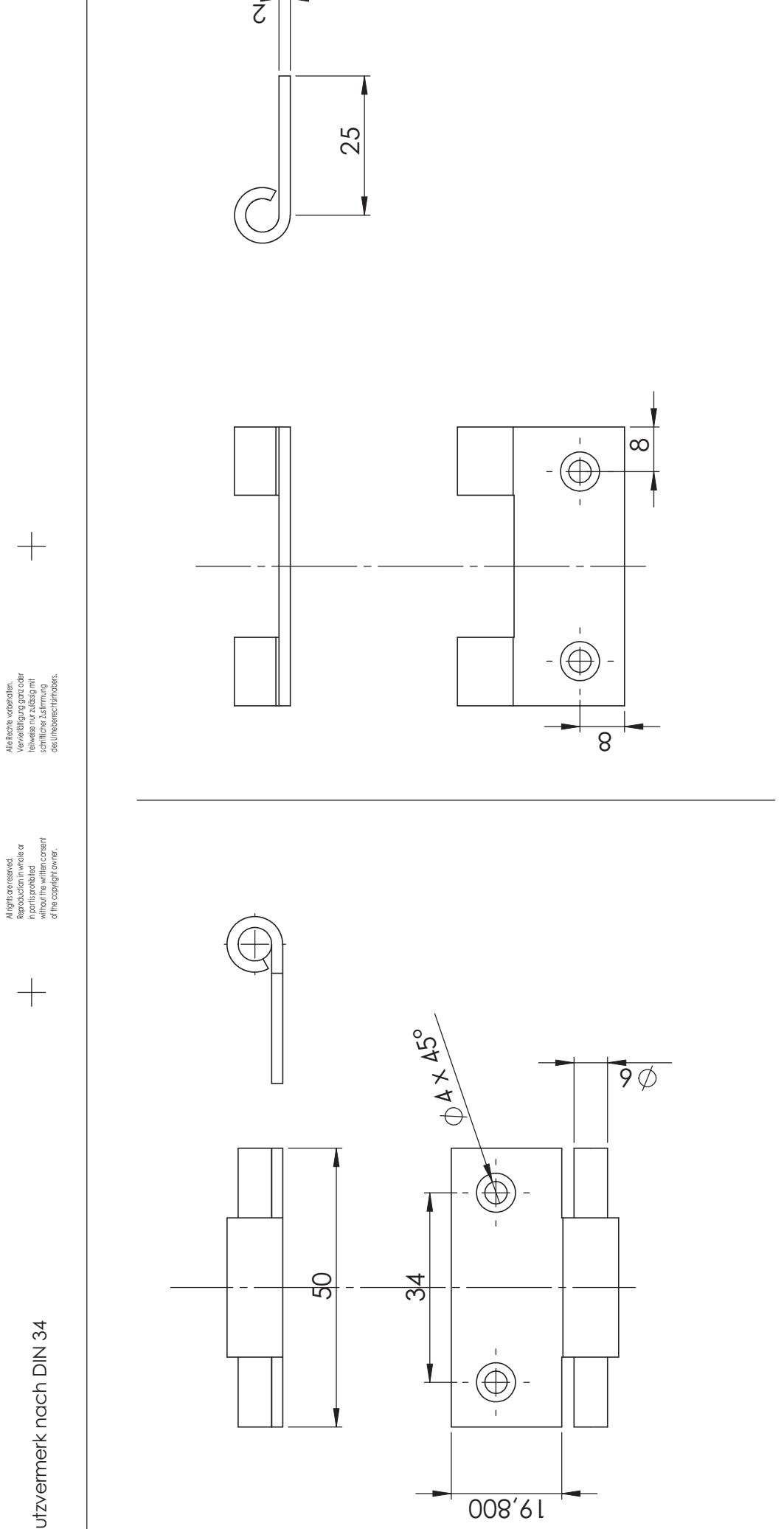


Schaltschrank. Querstrebe			P_000_011		
BEGNENNUNG		ZEICHUNGSNR.		DRAWORDNR.	
QUANTITY STÜCKZAHL	-	GENEHMIGT		VERSION	
SCALE MASZTAB	1:5	MATERIAL		SHEET BLATT	8 / 36
WEIGHT GEWICHT	KG	SURFACE OBERFLÄCHE	-	DATE DATUM	24.01.2011
PROPERTY OF EIGENTUM VON	Fachhochschule Technikum Wien - Studiengang: Mechatronik / Robotik				
					BMR09



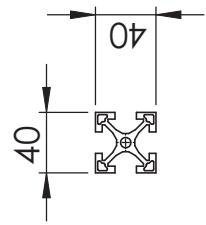
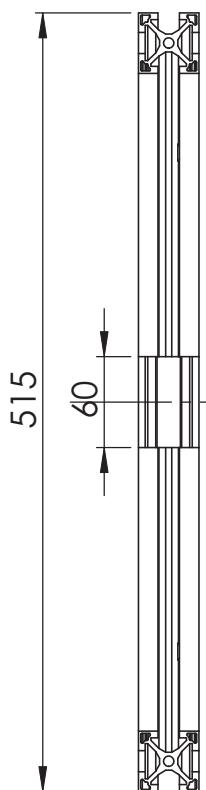
Profile: Robotunits PIL 2520  
Breite gekürzt

Plattform Profil		P_000_015		
BEIGELEIDUNG		DRAWORDINGNR.		
QUANTITY STÜCKZAHL	-	GENEHMIGT	VERSION	-
SCALE MASZTAB	1:5	MATERIAL	SHEETSIZE BLATTFORMAT	DIN - A4
WEIGHT GEWICHT	kg	SURFACE OBERFLÄCHE	SHEET BLATT	9 / 36 ID
PROPERTY OF EIGENTUM VON	Fachhochschule Technikum Wien - Studiengang: Mechatronik / Robotik	DATE DATUM	24.01.2011 SEM	0910330023 BMRO9

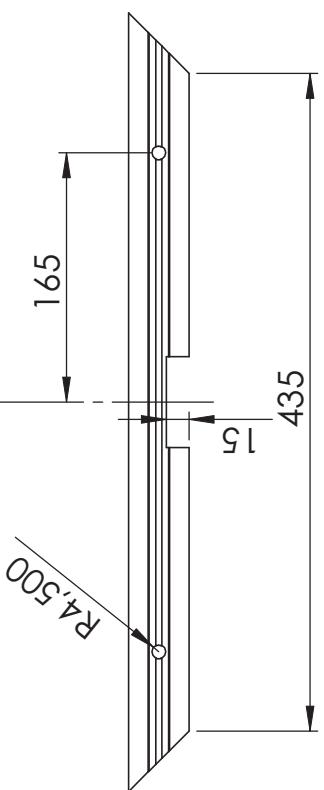


Scharnier lt. Maße, Edelstahl, Hersteller Dirak oder Pinet

BEGRIFFSLISTUNG		ZEICHNUNGSNR.		DRAWINGNR.	
QUANTITY STÜCKZAHL	-	GENEHMIGT		VERSION	-
SCALE MASZTAB	2:1	MATERIAL		SHEETSIZE BLATTFORMAT	DIN - A4
WEIGHT GEWICHT	kg	SURFACE OBERFLÄCHE	-	SHEET BLATT	10 / 36
PROPERTY OF EIGENTUM VON	Fachhochschule Technikum Wien - Studiengang: Mechatronik / Robotik	DATE DATUM	24.01.2011	ID	0910330023
					BMRO9



Pfli: Robotunits PIL 4040



P\_000\_022

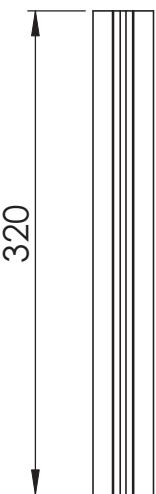
BENENNUNG		ZEICHNUNGSNR.	
DESIGNATION	VERSION	DIN - A4	Name
QUANTITY STÜCKZAHL	-	GENEHMIGT	Simon Hönegger
SCALE MASZTAB	1:20	MATERIAL	0910330023
WEIGHT GEWICHT	kg	SURFACE OBERFLÄCHE	BMR09
PROPERTY OF EIGENTUM VON	Fachhochschule Technikum Wien - Studiengang: Mechatronik / Robotik		

+

+

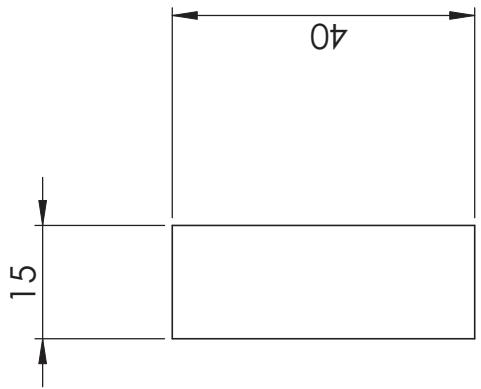
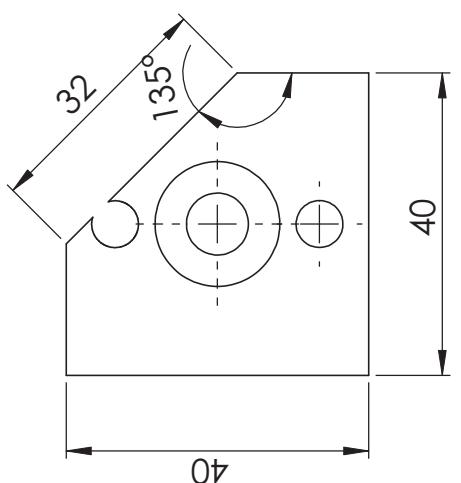
Vervielfältigung ganz oder teilweise nur zuläßig mit schriftlicher Zustimmung des Urheberberechtigten.

Schutzvermerk nach DIN 34



Profil: Robotunits PIL 4040

Schaltschrank Querstrebbe		P_000_023	
DESIGNUNG		DRUCKUNGSPR.	
QUANTITY STÜCKZAHL	-	GENEHMIGT	VERSION
SCALE MASSSTAB	1:5	MATERIAL	SHEETSIZE BLATTFORMAT
WEIGHT GEWICHT	Kg	SURFACE OBERFLÄCHE	SHEET BLATT
PROPERTY OF EIGENTUM VON		-	DATE DATUM
			24.01.2011
			SEM
			BMAR09
			0910330023
			Simon Hönegger
			-

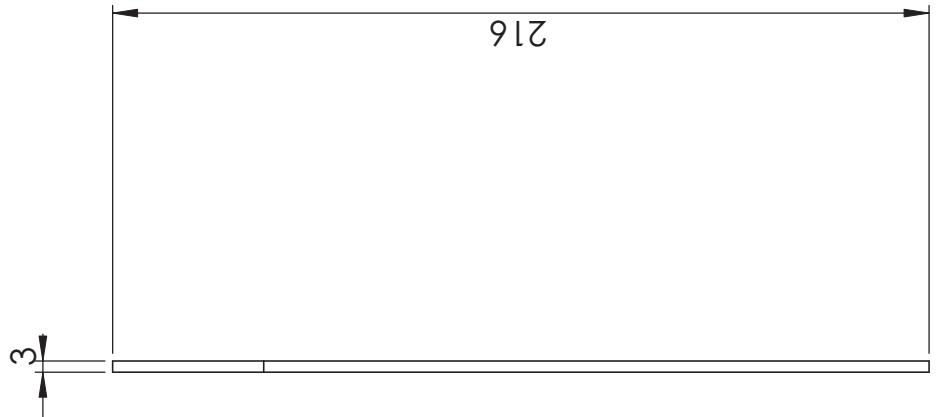
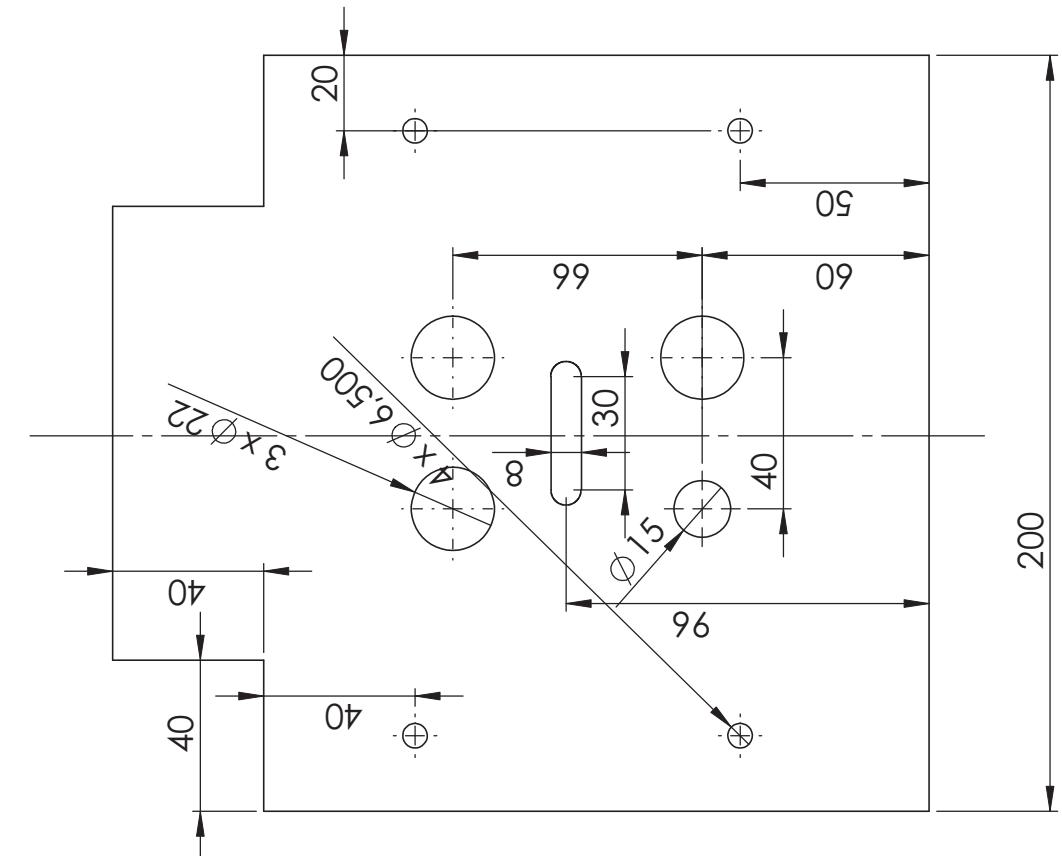


Verbindungsstück: Robotunits FAS 4049

## Sensorhalterung hinten

BEGRIFFSNAHME		DRAHNTUNGSNR.	
BEIGANGLICHTUNG	GENEHMIGT	VERSION	
QUANTITY STÜCKZAHL	-	DIN - A4	Name
SCALE MASZTAB	1:1	MATERIAL	Simon Hönegger
WEIGHT GEWICHT	kg	SHEET BLATT	0910330023
PROPERTY OF EIGENTUM VON	Fachhochschule Technikum Wien - Studiengang: Mechatronik / Robotik	DATE DATUM	BMR09

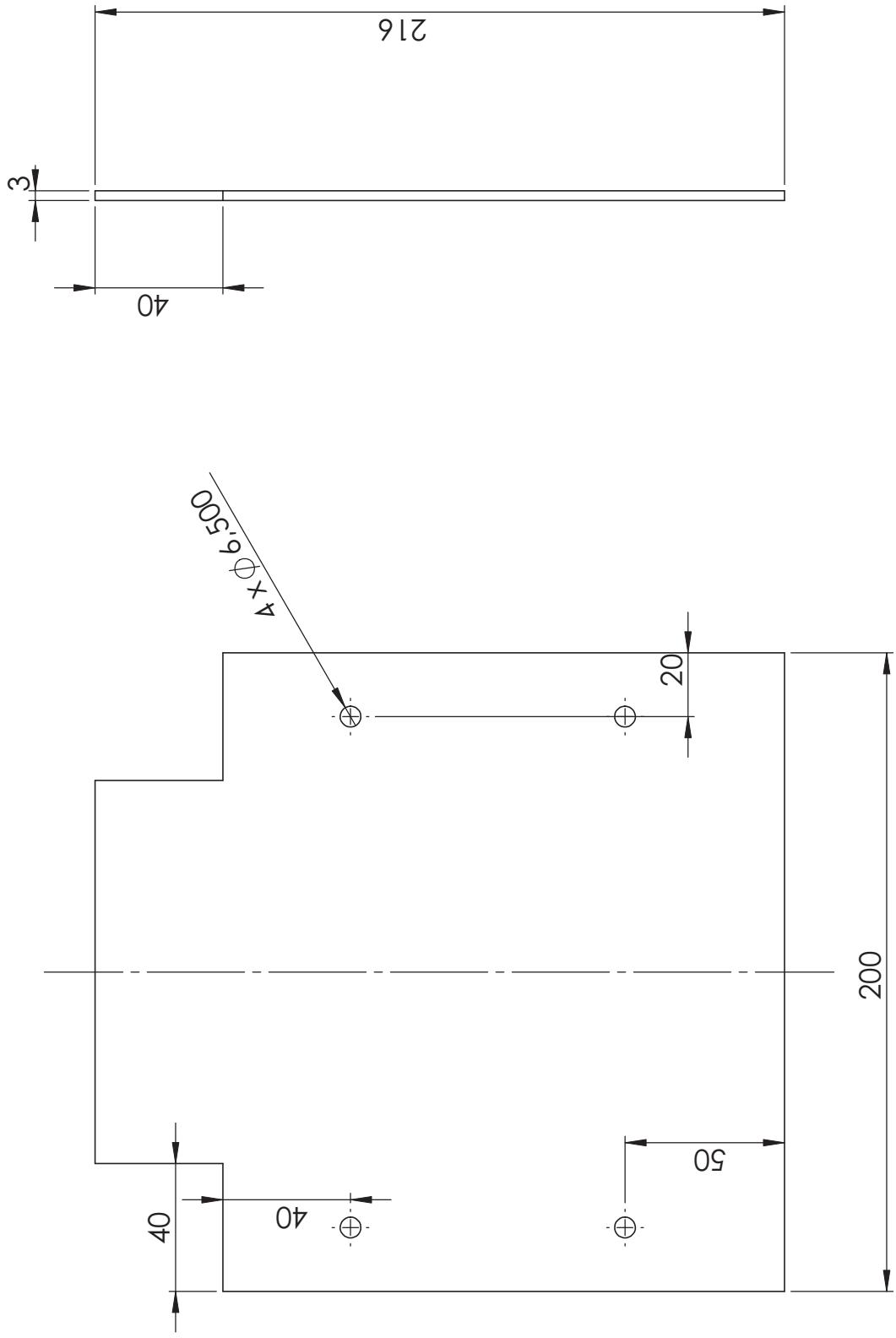
P\_000\_024



### Seitenplatte mit Ausnehmungen

P\_000\_025

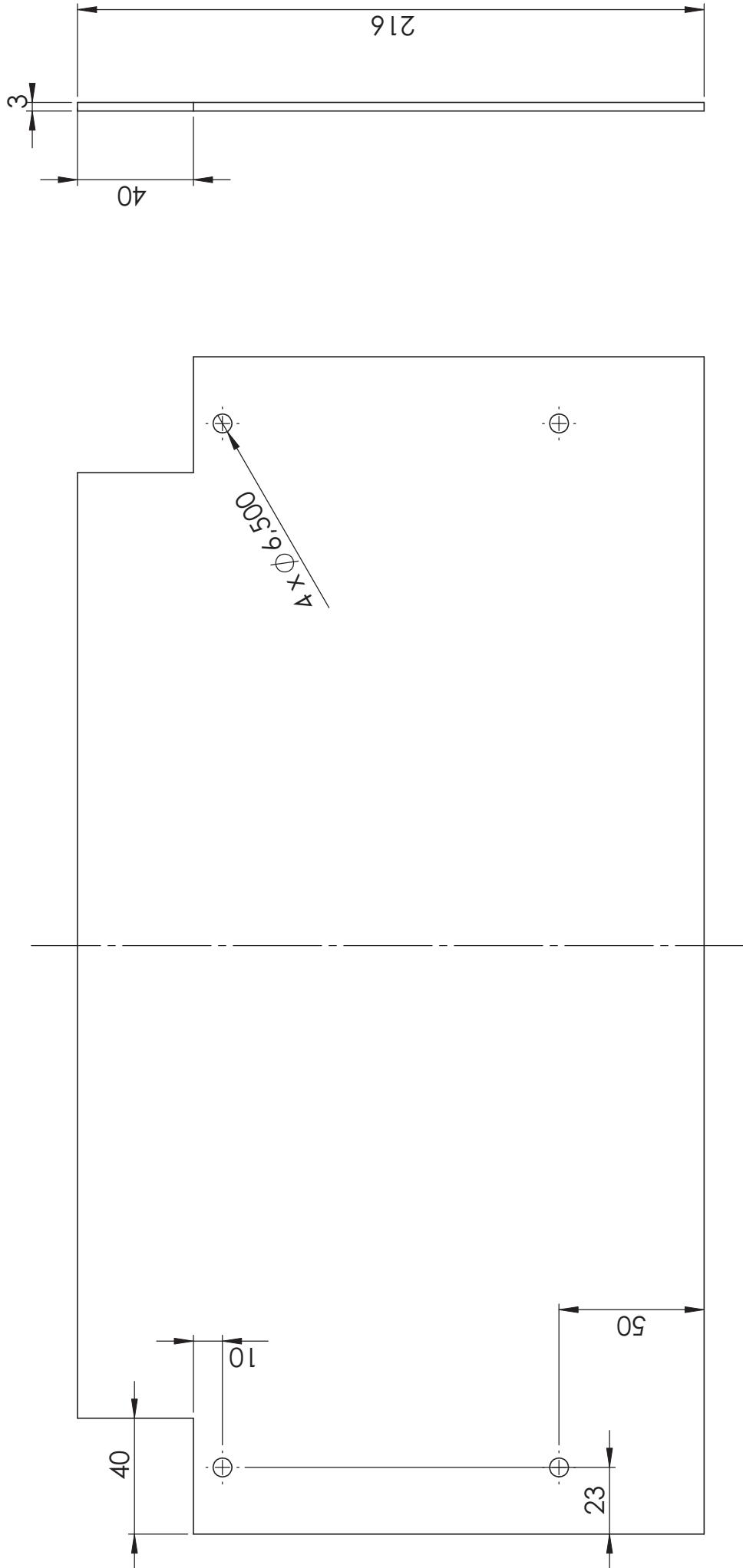
BEGRIFFSZEICHNUNG		DRAHUNGSNR.	
VERSION		DIN - A4	Name
SHEETSIZE	PC	14 / 36	Simon Hönegger
BLATT		ID	0910330023
DATE	24.01.2011	SEM	BMR09
PROPERTY OF	Fachhochschule Technikum Wien - Studiengang: Mechatronik / Robotik		
EIGENTUM VON			



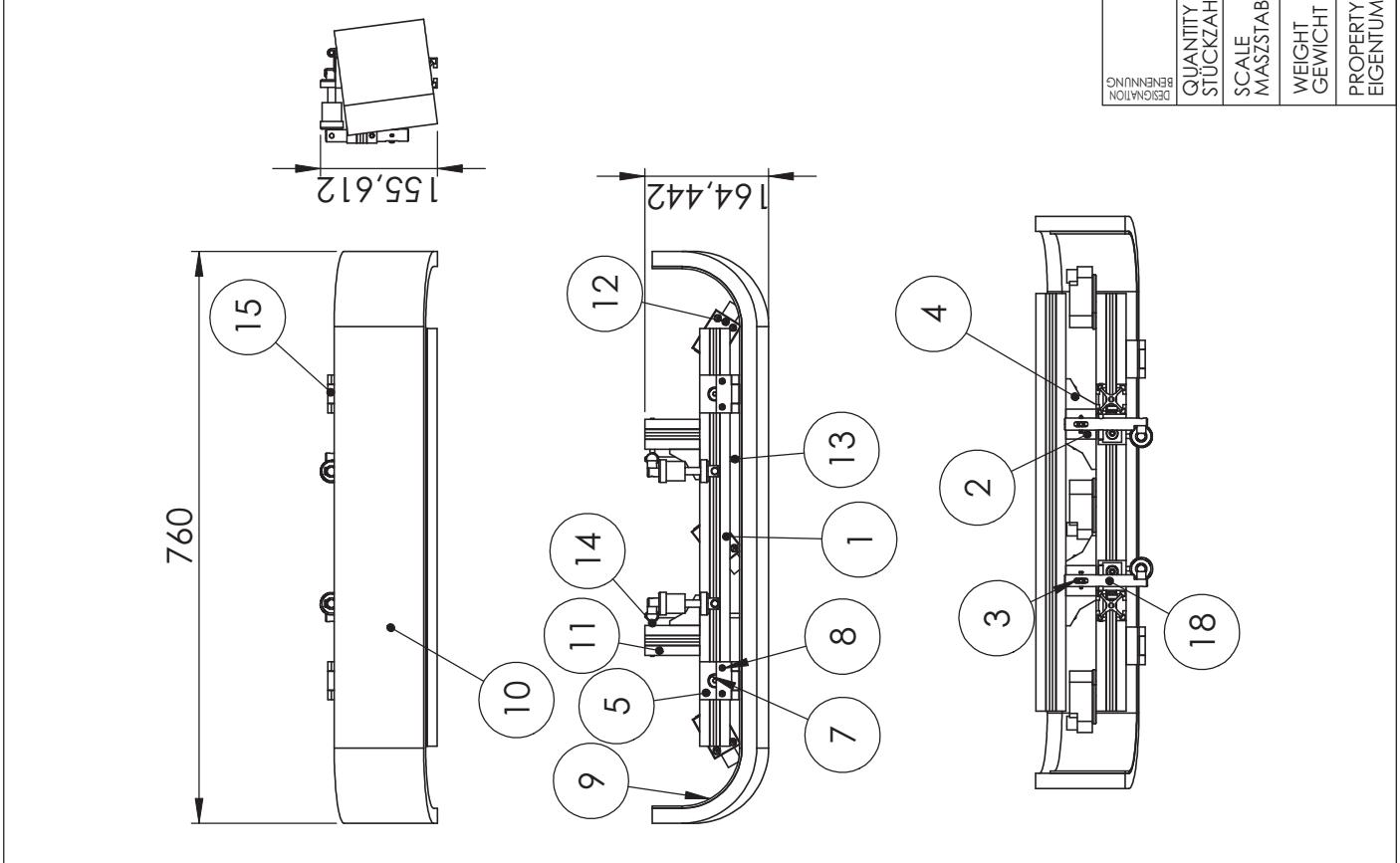
## Schaltkasten Seitenplatte

BEGRIFFSZEICHEN		DRAWORDER		ZEICHNUNGSNR.	
QUANTITY STÜCKZAHL	-	GENEHMIGT	VERSION		
SCALE MASZTAB	1:2	MATERIAL	DIN - A4	Name	Simon Hönegger
WEIGHT GEWICHT	kg	SURFACE OBERFLÄCHE	15 / 36	ID	0910330023
PROPERTY OF EIGENTUM VON	Fachhochschule Technikum Wien - Studiengang: Mechatronik / Robotik		DATE	24.01.2011	SEM
			BLATT		BMR09

P\_000\_026

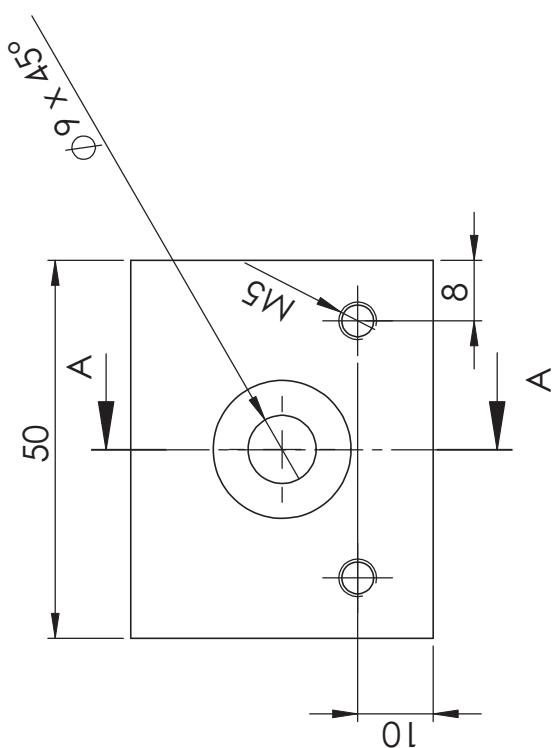


Schaltkasten Abdeckung vorne		P_000_027	
BEGRIFFSNAHME		DRAWORDINGNR.	
QUANTITY STÜCKZAHL	-	GENEHMIGT	-
SCALE MASZTAB	1:5	MATERIAL	PC
WEIGHT GEWICHT	KG	SURFACE OBERFLÄCHE	-
PROPERTY OF EIGENTUM VON	Fachhochschule Technikum Wien - Studiengang: Mechatronik / Robotik	VERSION	
		SHEETSIZE BLATTFORMAT	DIN - A4
		SHEET BLATT	16 / 36
		DATE DATUM	24.01.2011
		ID	SEM
		NAME	Simon Hönegger
		NUMBER	0910330023
		COMMENT	BMR09

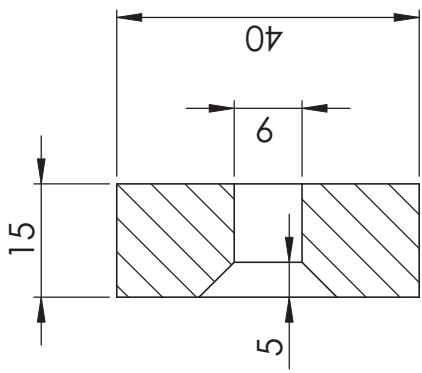


POS-NR.	BENENNUNG	BESCHREIBUNG	MENGE
1	P_003_003	Querträger Bumper hinten	2
2	P_003_004	Stehrer Gerüst Bumper hinten	2
3	P_003_005	Führungsbuchse	2
4	A_000_007	GUS 4501-Winkel 40/50 Set	6
5	P_003_001	Scharnierträger	2
6	P_000_013	TIN 450_Einschwenkmutter	7
7	DIN 7991 - M8 x 25 -- -16.8N		2
8	DIN 7991 - M4 x 16 -- -11.6N		4
9	P_003_007	Blech Bumper hinten	1
10	P_003_008	Hartgummi Bumper hinten	1
11	P_003_002	Distanzstück Umlenkensystem	2
12	A_000_006	Baugruppe Endlagentaster	3
13	P_003_009	Druckstab	2
14	P_003_010	Stift Drehpunkt	2
15	P_000_019	Scharnier	2
16	P_000_020	Scharnier Pinet	2
17	Hexagon Nut ISO 4034 - M6 - N		2
18	P_003_012	Umlenkhebel	2
19	Clevis Pin ISO 2341 - B - 3 X 22X 8 - St		2
20	Clevis Pin ISO 2341 - B - 6 X 45X 1,6 - St		2
21	DIN EN ISO 8748- 3x16-St		2

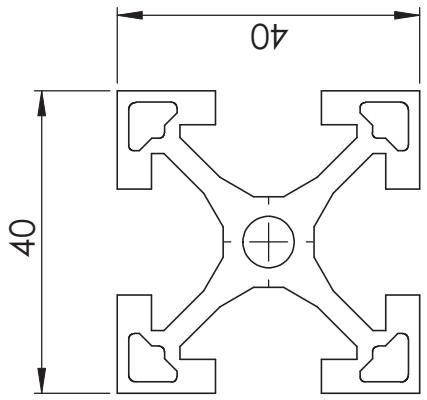
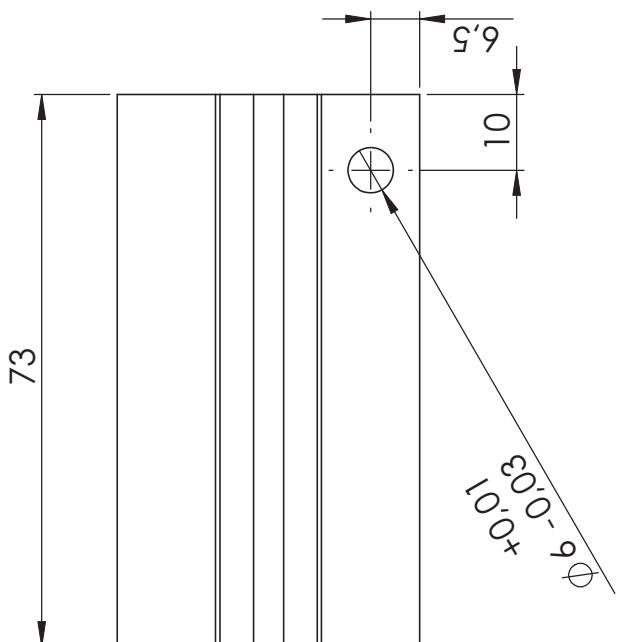
BESCHREIBUNG		ZEICHNUNGSNR.	
DESIGNATION	DESCRIPTION	VERSION	DRAWORDER
QUANTITY STÜCKZAHL	-	GENEHMIGT	-
SCALE MASZTAB	1:10	MATERIAL	Simon Hönegger
WEIGHT GEWICHT	kg	SURFACE OBERFLÄCHE	0910330023
PROPERTY OF EIGENTUM VON		DATE DATUM	BMRO9
		A_000_003	



SCHNITT A-A

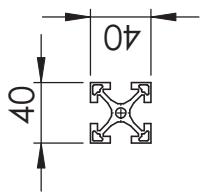
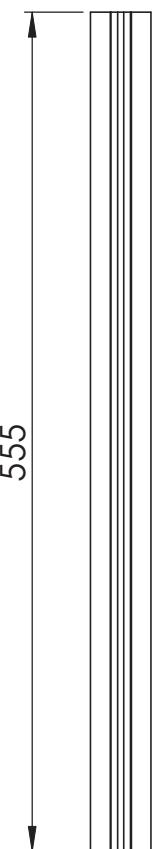


Scharnierträger		P_003_001		
BEzeichnung DESIGNATION		DRAWORDING-NR. IZRECHNUNG-NR.		
QUANTITY STÜCKZAHL	GENEHMIT APPROVAL	VERSION		
SCALE MASSSTAB	1:1	MATERIAL	Aluminium	DIN - A4 Name Simon Hönegger
WEIGHT GEWICHT	KG	SURFACE OBERFLÄCHE	-	18 / 36 ID 0910330023
PROPERTY OF EIGENTUM VON				DATE 24.01.2011 SEM BMRO9
<b>Fachhochschule Technikum Wien - Studiengang: Mechatronik / Robotik</b>				



Profil: Robotunits PIL 4040

Distanzstück Umlenksystem		P_003_002		
BEIGELEIDUNG		DRAHNTUNGSNR.		
QUANTITY STÜCKZAHL	GENEHMIGT	VERSION		
SCALE MASZTAB	1:1	MATERIAL	Aluminium	DIN - A4
WEIGHT GEWICHT	KG	SURFACE OBERFLÄCHE	-	19 / 36 ID
PROPERTY OF EIGENTUM VON			DATE DATUM	24.01.2011 SEM
				BMRO9
				Simon Hönegger
				0910330023
				BMR09
Fachhochschule Technikum Wien - Studiengang: Mechatronik / Robotik				



Profil: Robotunits PIL 4040

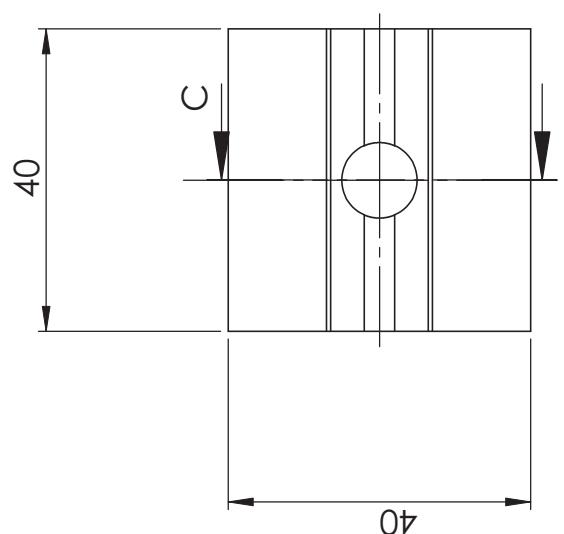
BEGRIFFSZEICHEN		DRAHNTYPE		DRUCKZEICHENNR.	
BENENNUNG		VERSION		DRUCKZEICHENNR.	
QUANTITY STÜCKZAHL	-	GENEHMIGT			-
SCALE MASZSTAB	1:5	MATERIAL			Simon Hönegger
WEIGHT GEWICHT	kg	SURFACE OBERFLÄCHE	-		0910330023
PROPERTY OF EIGENTUM VON	Fachhochschule Technikum Wien - Studiengang: Mechatronik / Robotik				BMR09



+ +



+ +



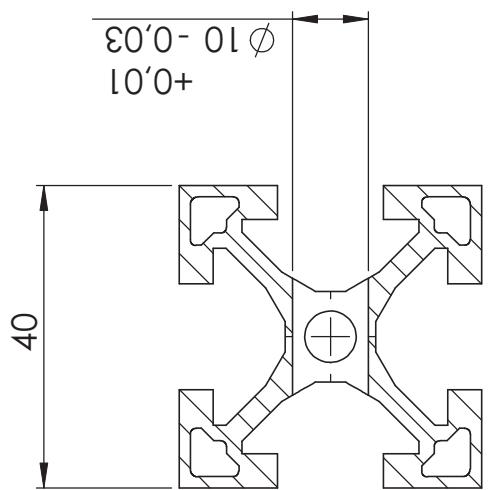
40

$\phi 10 -0,03$   
+0,01

SCHNITT C-C

C

Profil: Robotunits PIL 4040

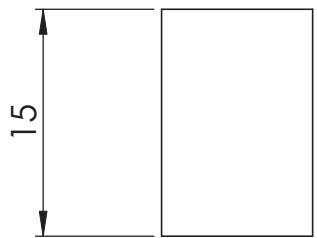
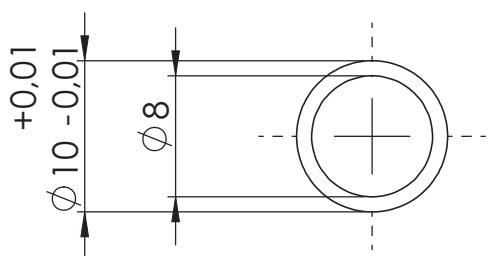


40

SCHNITT C-C

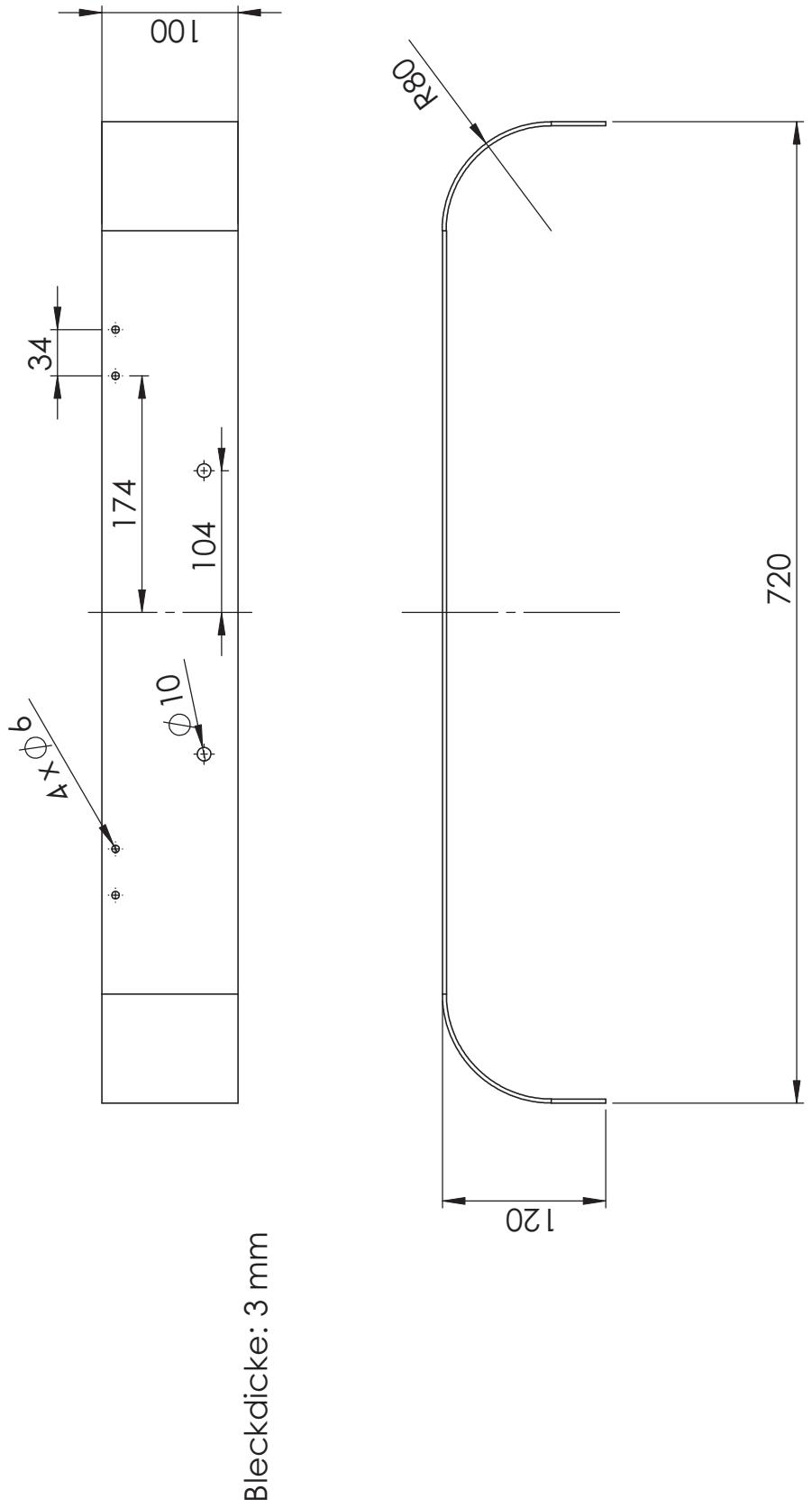
$\phi 10 -0,03$   
+0,01

DREIECKSNUMMER / DRAWINGNR.		P_003_004	
BEIGELEIDUNG		VERSION	
QUANTITY STÜCKZAHL	-	GENEHMIGT	
SCALE MASZTAB	1:1	MATERIAL	
WEIGHT GEWICHT	KG	SURFACE OBERFLÄCHE	-
PROPERTY OF EIGENTUM VON	Fachhochschule Technikum Wien - Studiengang: Mechatronik / Robotik	DIN - A4	Name Simon Hönegger
		SHEETFORMAT	ID 0910330023
		BLATT	DATE 24.01.2011 SEM
			BMRO9



P\_003\_005

BEGRIFFSNAHME		DRAWORDNR.	
BENENNUNG		VERSION	
QUANTITY STÜCKZAHL	-	GENEHMIGT	-
SCALE MASZTAB	2:1	MATERIAL	Kupfer
WEIGHT GEWICHT	kg	SURFACE OBERFLÄCHE	-
PROPERTY OF EIGENTUM VON	Fachhochschule Technikum Wien - Studiengang: Mechatronik / Robotik	SHEETSIZE BLATTFORMAT	DIN - A4
		SHEET BLATT	22 / 36 ID
		DATE DATUM	24.01.2011 SEM
			BMR09

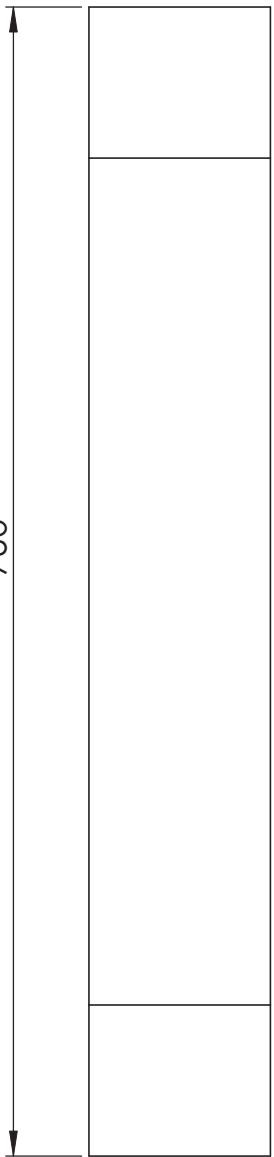


P\_003\_007

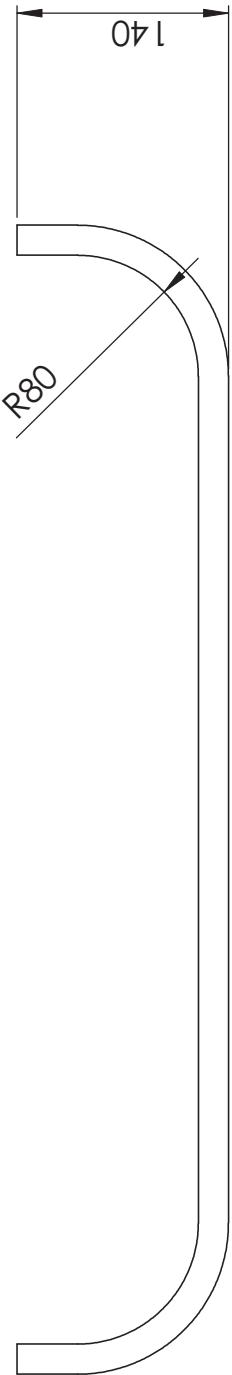
BENENNUNG		ZEICHNUNGSNR.	
DESIGNATION	VERSION	DESIGNATION	VERSION
QUANTITY STÜCKZAHL	-	GENEHMIGT	-
SCALE MASSSTAB	1:20	MATERIAL	St 37
WEIGHT GEWICHT	kg	SURFACE OBERFLÄCHE	-
PROPERTY OF EIGENTUM VON	Fachhochschule Technikum Wien - Studiengang: Mechatronik / Robotik	DIN - A4	Simon Hönegger
		Sheet	23 / 36
		Blatt	ID
		Date	24.01.2011
		Datum	SEM
			BMRO9



760



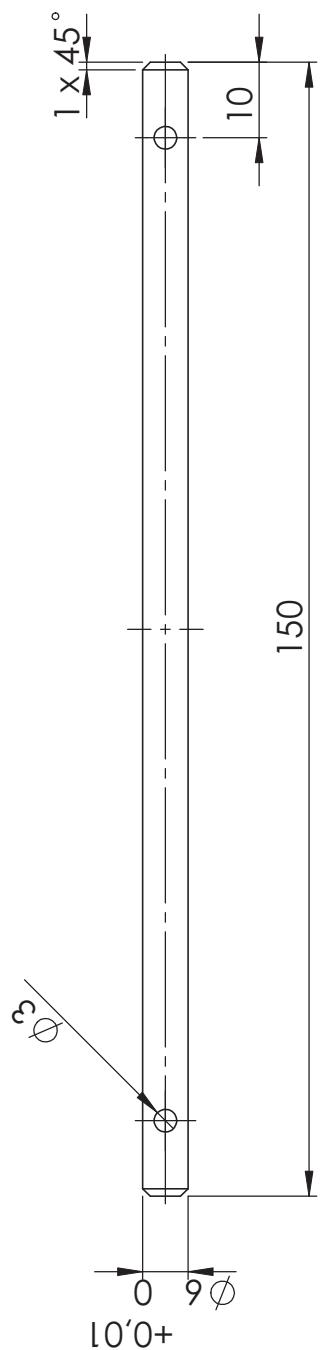
Gummidicke: 20 mm



### Hartgummi Bumper hinten

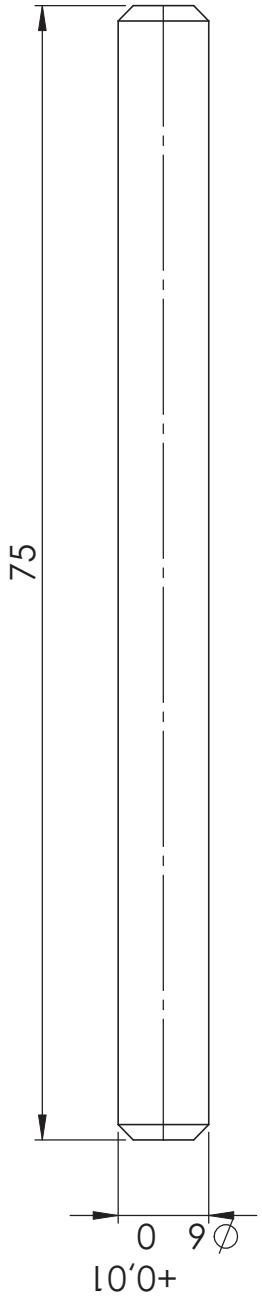
BEGRIFFSANGABEN		DRAWORDER	
QUANTITY STÜCKZAHL	-	GENEHMIGT	-
SCALE MASZTAB	1:20	MATERIAL	Gummi
WEIGHT GEWICHT	kg	SURFACE OBERFLÄCHE	-
PROPERTY OF EIGENTUM VON	Fachhochschule Technikum Wien - Studiengang: Mechatronik / Robotik	VERSION	
		SHETSIZE BLATTFORMAT	DIN - A4
		SHEET BLATT	24 / 36 ID
		DATE DATUM	24.01.2011 SEM
			BMR09

P\_003\_008



P\_003\_009

DRUCKSTAB		DRAWORDINGNR.	
BENENNUNG		VERSION	
QUANTITY STÜCKZAHL	-	GENEHMIGT	
SCALE MASZTAB	1:20	MATERIAL	NiRo
WEIGHT GEWICHT	kg	SURFACE OBERFLÄCHE	-
PROPERTY OF EIGENTUM VON	Fachhochschule Technikum Wien - Studiengang: Mechatronik / Robotik	SHEETSIZE BLATTFORMAT	DIN - A4
		SHEET BLATT	25 / 36
		DATE DATUM	24.01.2011
		ID	SEM
			BMR09



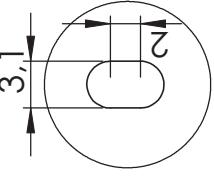
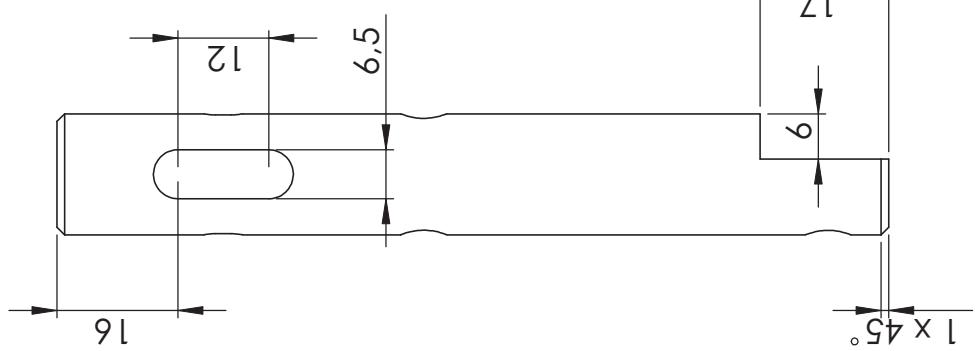
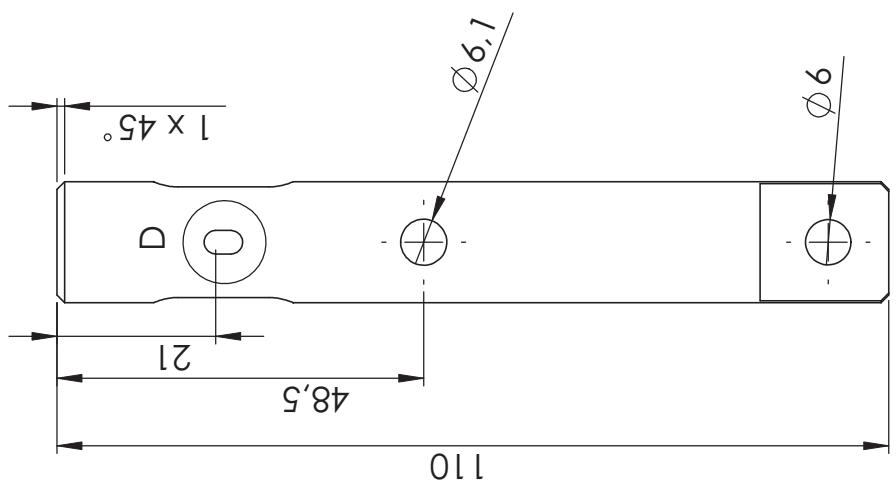
## Stift Drehpunkt

BEGNENNUNG		DRAHUNGSNR.		
QUANTITY STÜCKZÄHL	-	GENEHMIGT	VERSION	-
SCALE MASZTAB	1:1	MATERIAL	NiRo	SHEETSIZE BLATTFORMAT
WEIGHT GEWICHT	kg	SURFACE OBERFLÄCHE	-	SHEET BLATT
PROPERTY OF EIGENTUM VON	Fachhochschule Technikum Wien - Studiengang: Mechatronik / Robotik	DATE DATUM	26 / 36 ID	0910330023 BMRO9
			24.01.2011 SEM	

P\_003\_010

All rights reserved.  
Vervielfältigung ganz oder  
teilweise, nur zössig mi-  
schriftlicher Zustimmung  
des Urheber-Nachrobers.

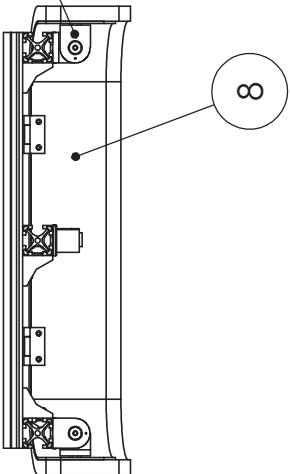
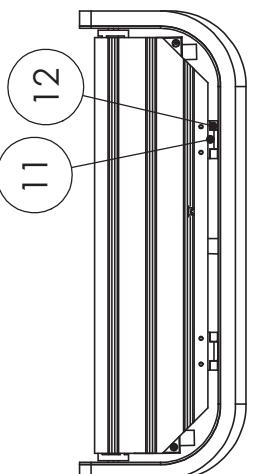
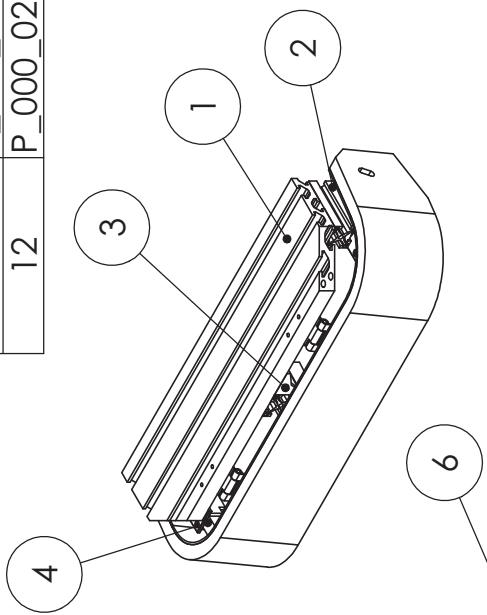
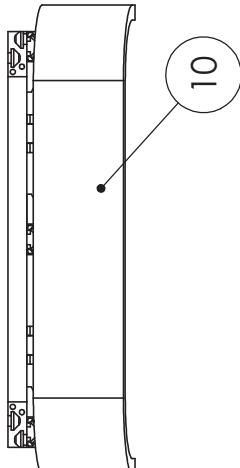
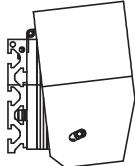
Schutzvermerk nach DIN 34



DETAILED  
MAßSTAB 2 : 1

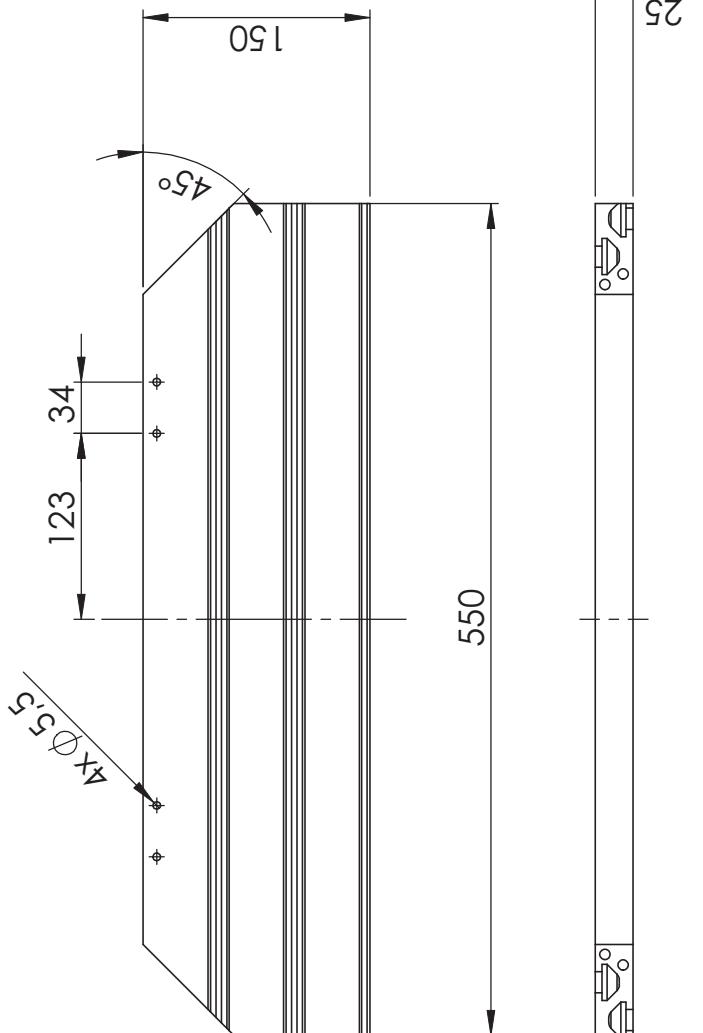
Umlenkhebel				P_003_012			
DEIGEKLÄRUNG				DRUCKDATUM			
- - - -				- - - -			
QUANTITY STÜCKZAHL	-	GENEHMIGT		VERSION			
SCALE MASSSTAB	1:20	MATERIAL	Kunststoff (PMMA)	Sheetsize BLATTFORMAT	DIN - A4	Name	Simon Hönegger
WEIGHT GEWICHT	kg	SURFACE OBERFLÄCHE	-	Sheet BLATT	27 / 36	ID	0910330023
				Date DATUM	24.01.2011	SEM	BMR09
PROPERTY OF EIGENTUM VON				Fachhochschule Technikum Wien - Studienqang: Mechatronik / Robotik			

POS-NR.	BENENNUNG	BESCHREIBUNG	MENGE
1	P_004_001	Frontträger	1
2	P_004_002	Sensorträger vorne	3
3	A_000_007	GUS 4501-Winkel 40/50 Set	3
4	A_000_006	Baugruppe Endlagentaster	3
5	P_000_013	TIN 450 -Einschwenkmutter	3
6	A_000_005	GUS 4_41-Gelenk Set mit Klemmhebel	2
7	DIN 912 M8 x 20 --- 20N		2
8	P_004_003	Bumper vorne	1
9	Hexagon Nut ISO 4034 - M8 - N		2
10	P_004_004	Hartgummi Bumper vorne	1
11	P_000_019	Scharnier	2
12	P_000_020	Scharnier Pinet	2



BENENNUNG		DRAWORDINGNR.		
DEIGNATION	zeichnungsnr.	VERSION	NAME	NAME
QUANTITY STÜCKZÄHL	-	GENEHMIGT		
SCALE MASZTAB	1:10	MATERIAL	DIN - A4	Simon Hönegger
WEIGHT GEWICHT	KG	SURFACE OBERFLÄCHE	28 / 36 ID	0910330023 BMRO9
PROPERTY OF EIGENTUM VON			DATE DATUM	24.01.2011 SEM

A\_000\_004



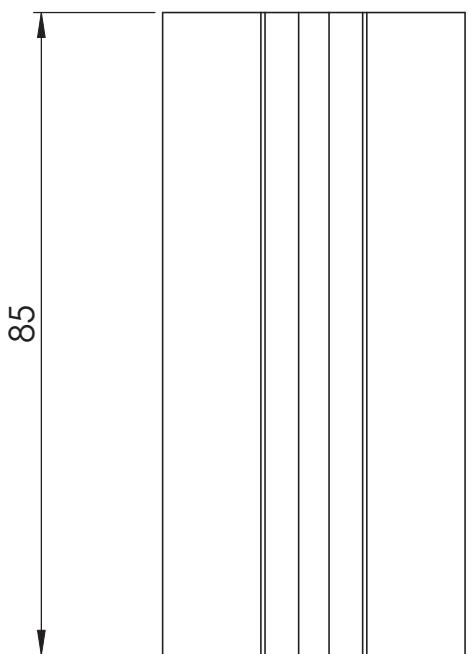
Profil: Robotunits PIL 2520  
Breite gekürzt

BENENNUNG DESIGNATION		DREHUNGSNR. DRAWING NR.			VERSION	
QUANTITY STÜCKZAHL	-	GENEHMIGT	FORMAT	DIN - A4	NAME	Simon Hönegger
SCALE MASZTAB	1:5	MATERIAL				-
WEIGHT GEWICHT	KG	SURFACE OBERFLÄCHE	-	SHEET BLATT	29 / 36	0910330023
PROPERTY OF EIGENTUM VON	Fachhochschule Technikum Wien - Studiengang: Mechatronik / Robotik			DATE DATUM	24.01.2011	BMR09

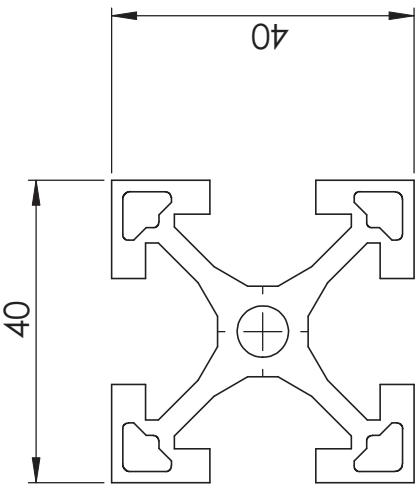
Schutzvermerk nach DIN 34

Reproduction in whole or  
in parts prohibited  
without the written consent  
of the copyright owner.

+



Profil: Robotunits PIL 4040



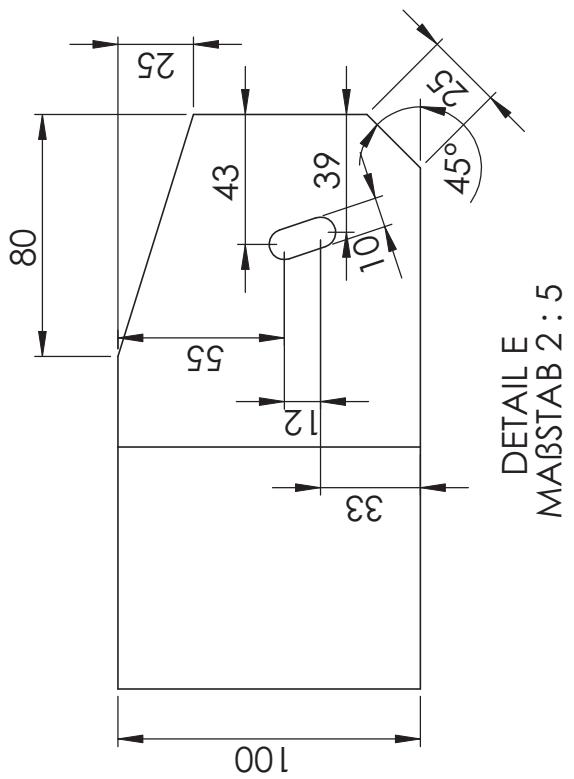
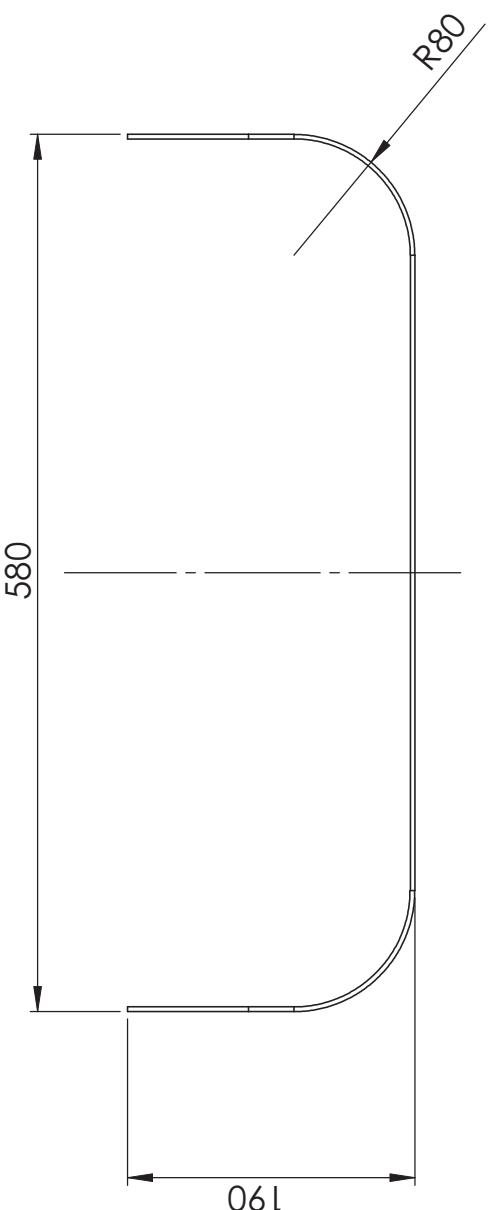
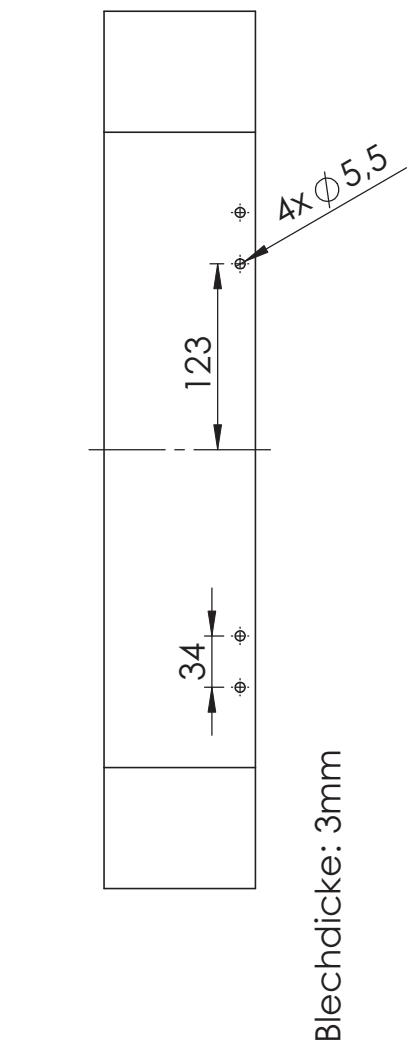
Sensorträger vorne		P_004_002			
DECKBLATT		DRAWORDING			
BEGELEIHNUNG		ZEICHNUNGSNR.			
QUANTITY STÜCKZAHL	-	GENEHMIGT	VERSION		-
SCALE MASSSTAB	1:1	MATERIAL	SHEETSIZE BLATTFORMAT	DIN - A4	Name
WEIGHT GEWICHT	kg	SURFACE OBERFLÄCHE	SCHEET BLATT	30 / 36	ID
		-	DATE DATUM	24.01.2011	SEM
PROPERTY OF EIGENTUM VON		BMVRO9			
Simon Hönegger		0910330023			
Fachhochschule Technikum Wien - Studiengang: Mechatronik / Robotik					

All rights reserved.  
Reproduction in whole or  
in part is prohibited  
without the written consent  
of the copyright owner.

Schutzzvermerk nach DIN 34

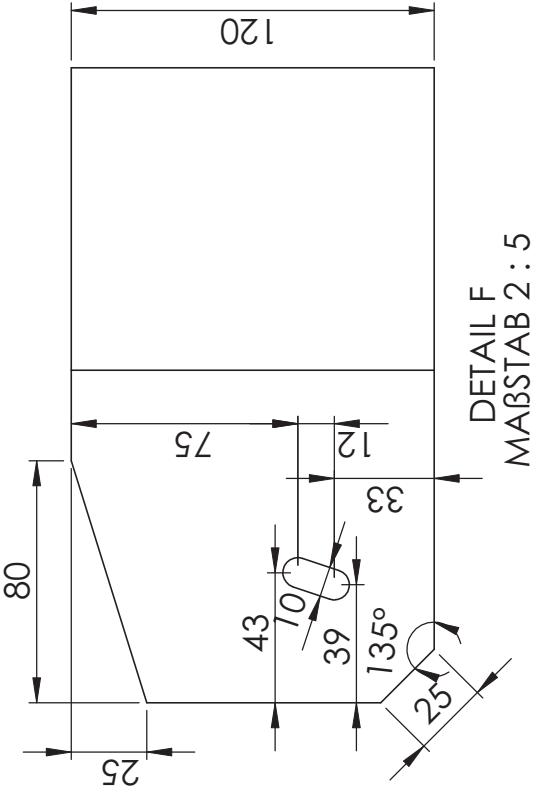
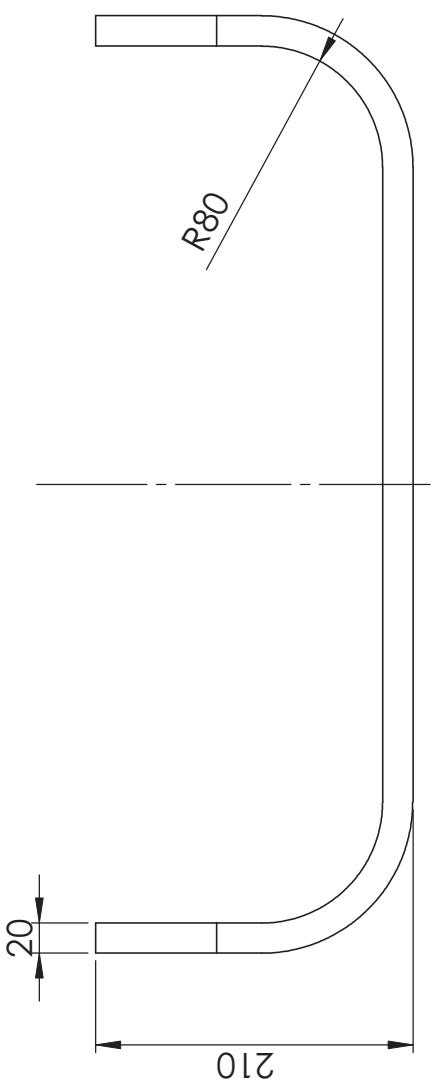
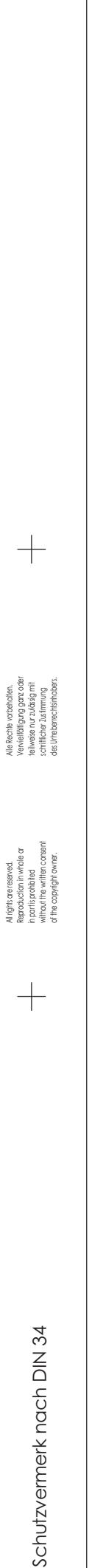
+

+

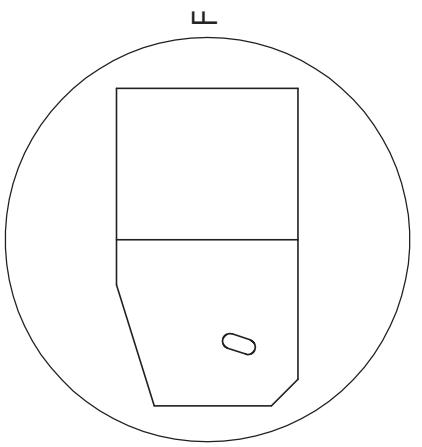


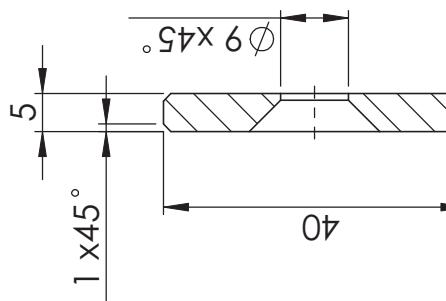
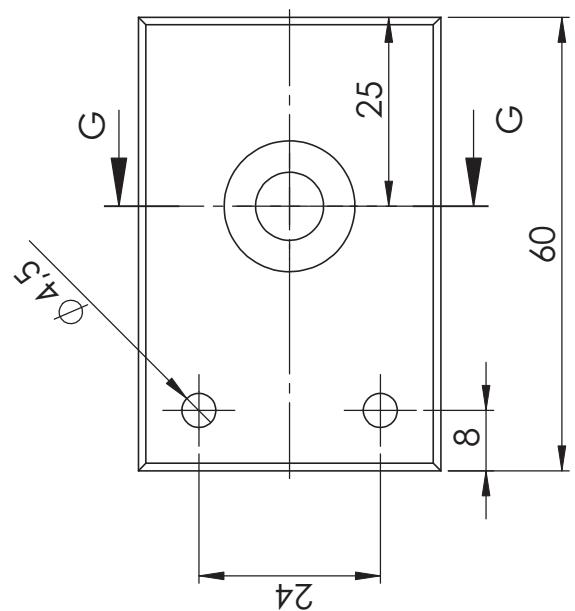
Bumper vorne		P_004_003		
BEzeichnung		DRAWORDING NR.		
DESIGNATION	ZEICHNUNGSNR.	VERSION	DIN - A4	NAME
QUANTITY STÜCKZAHL	-	GENEHMIGT		
SCALE MASSSTAB	1:5	MATERIAL	St37	Simon Hönegger
WEIGHT GEWICHT	KG	SURFACE OBERFLÄCHE	31 / 36 BLATT	0910330023
PROPERTY OF EIGENTUM VON		-	DATE DATUM	24.01.2011 SEM
				BMR09

Fachhochschule Technikum Wien - Studiengang: Mechatronik / Robotik



DETAIL F		MAßSTAB 2 : 5		P_004_004	
ZEICHNUNGSNR.		DRUCKNUMMER		VERSION	
BRIGGENTATION	BRIGGENTATION	Gummi	DIN - A4	Name	Simon Hönegger
QUANTITY STÜCKZAHL	-	GENEHMIGT	BLATTFORMAT	ID	0910330023
SCALE MASZTAB	1:10	MATERIAL	SHEET BLATT	DATE	24.01.2011 SEM
WEIGHT GEWICHT	kg	SURFACE OBERFLÄCHE	-	DATA	BMR09
PROPERTY OF EIGENTUM VON	Fachhochschule Technikum Wien - Studiengang: Mechatronik / Robotik				

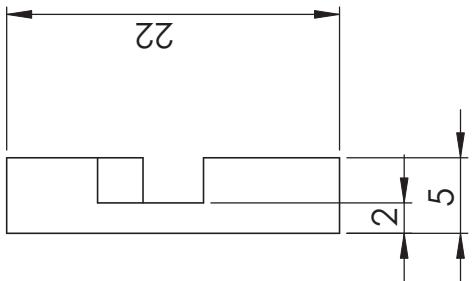
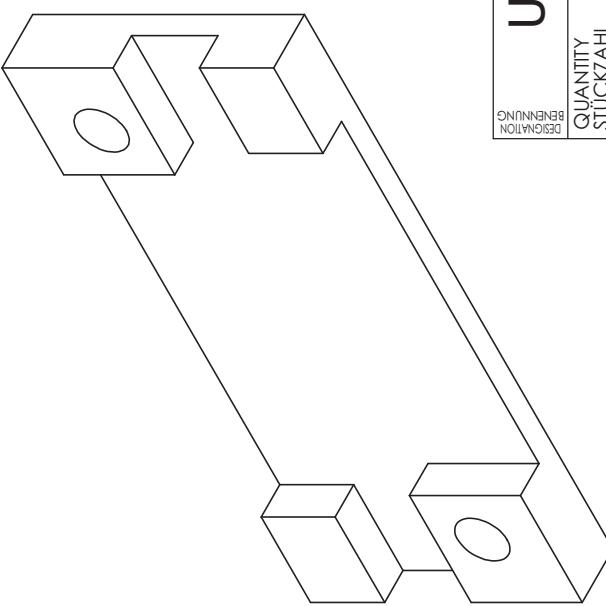
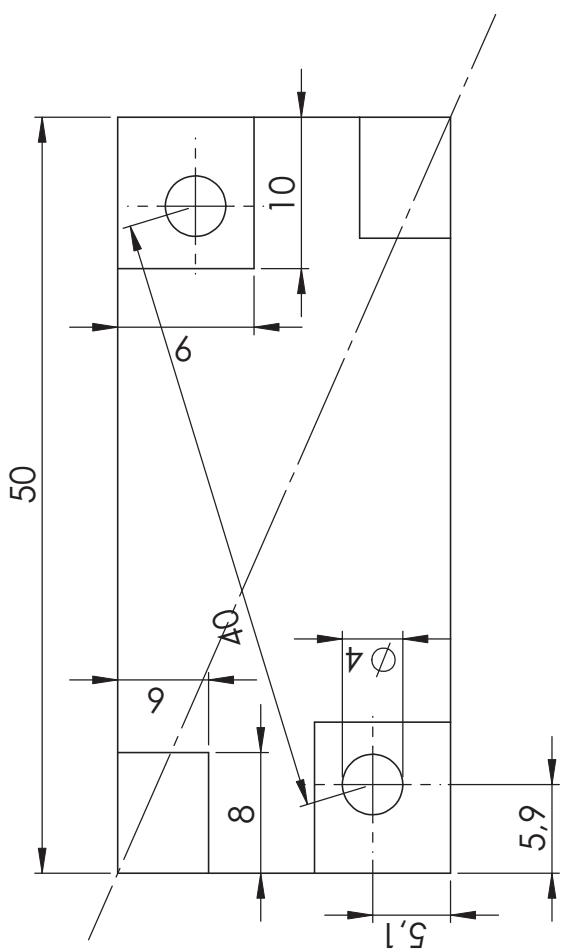




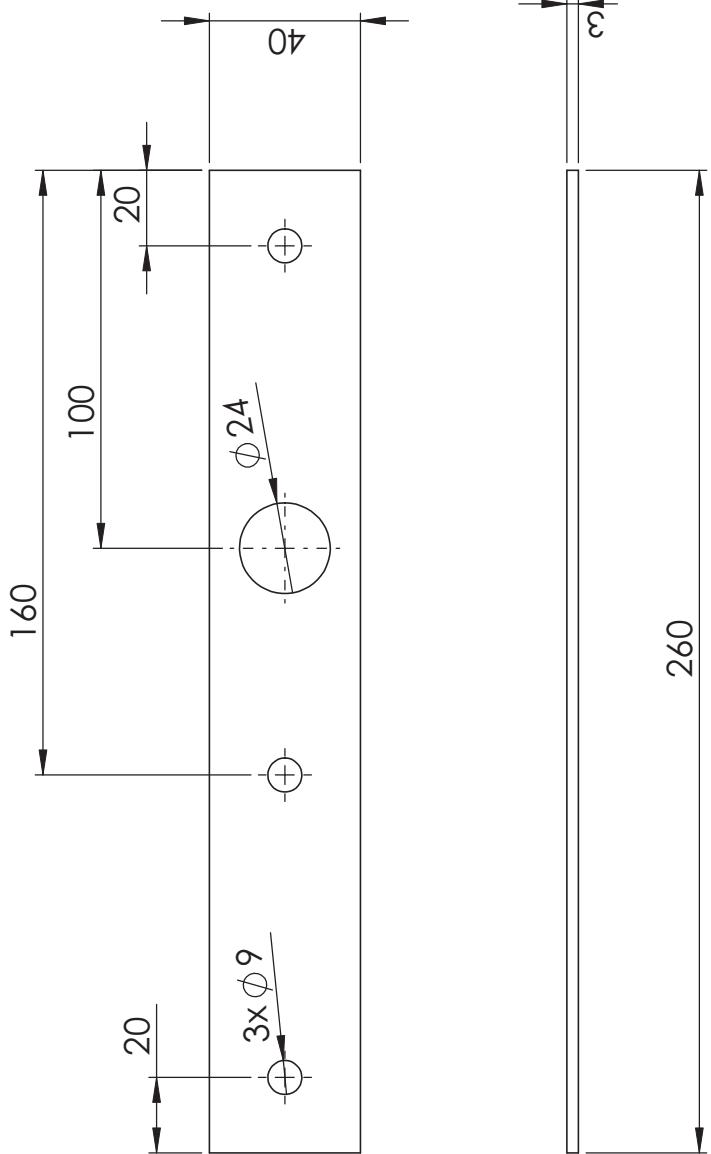
SCHNITT G-G

P\_006\_002

BEGRIFFSZEICHEN		DRAWORDERNR.	
BENENNUNG		VERSION	
QUANTITY STÜCKZAHL	-	GENEHMIGT	
SCALE MASZTAB	1:1	MATERIAL	Aluminium
WEIGHT GEWICHT	kg	SURFACE OBERFLÄCHE	-
PROPERTY OF EIGENTUM VON	Fachhochschule Technikum Wien - Studiengang: Mechatronik / Robotik	DIN - A4	Simon Hönegger
		SHEET BLATT	33 / 36
		DATE DATUM	24.01.2011
		ID	SEM
			BMR09



DRUCKZEICHNUNG		P_008_001	
BEIGELEIDUNG	VERSION	DIN - A4	Simon Hönegger
QUANTITY	PC	BLATTFORMAT	0910330023
STÜCKZAHL	-	BLATT	BMR09
SCALE	2:1	MATERIAL	
MASSSTAB			
WEIGHT	KG	SURFACE	
GEWICHT		OBERFLÄCHE	
PROPERTY OF			
EIGENTUM VON			Fachhochschule Technikum Wien - Studiengang: Mechatronik / Robotik

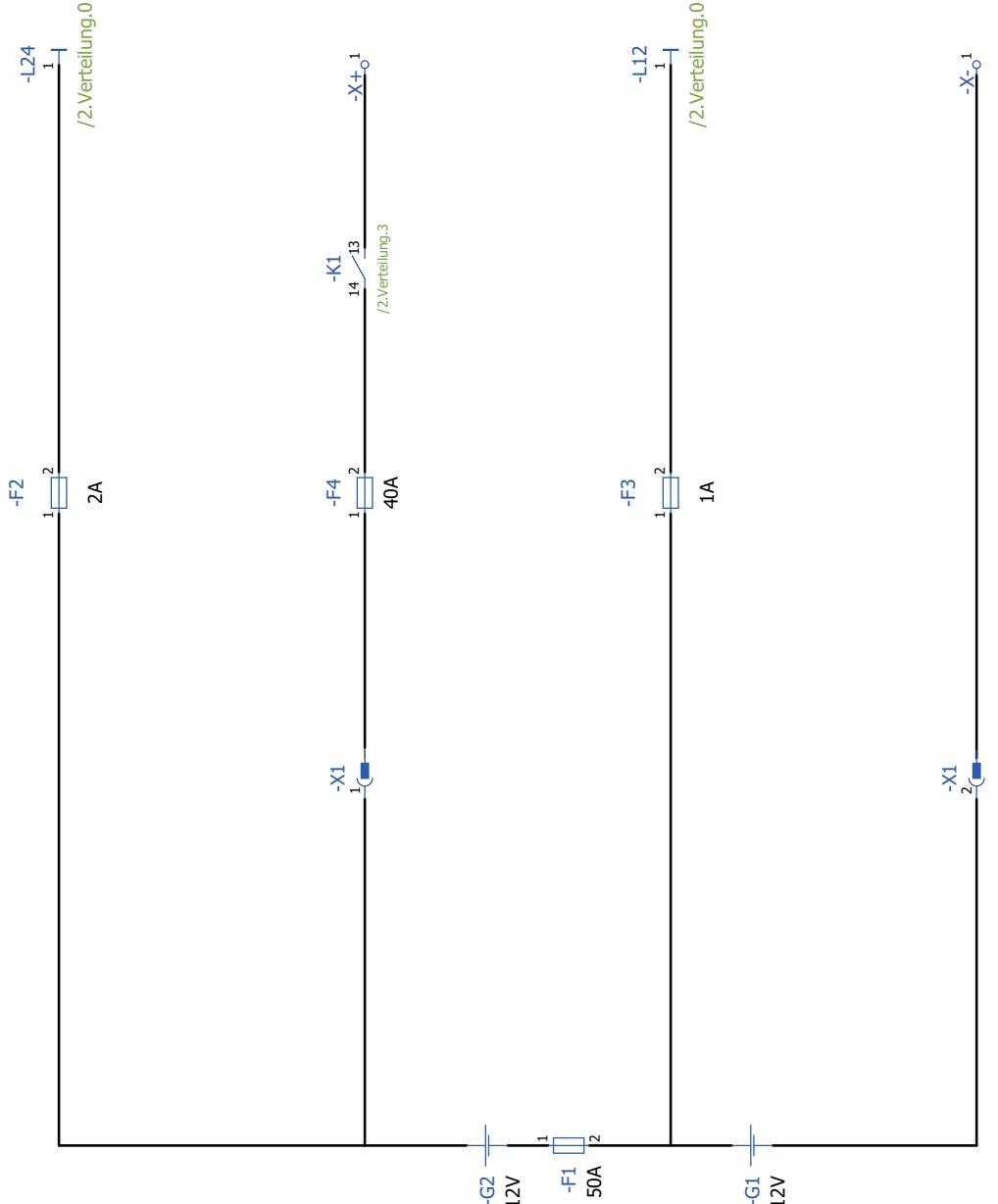


BATTERIEANSCHLUSS-BLENDE		P_009_001		
BEzeichnung DESIGNATION		DRAHUNGSNR. DRWING NR.		
QUANTITY STÜCKZAHL	GENEHMIGT APPROVED	VERSION	SIZE BLATTFORMAT	NAME ID
SCALE MASZTAB	1:2	MATERIAL	Aluminium	Simon Hönegger 0910330023
WEIGHT GEWICHT	KG	SURFACE OBERFLÄCHE	-	DATE DATUM 24.01.2011 SEM BMRO9
PROPERTY OF EIGENTUM VON	Fachhochschule Technikum Wien - Studiengang: Mechatronik / Robotik			



Alle Rechte vorbehalten.  
Vervielfältigung ganz oder  
teilweise nur zulässig mit  
schriftlicher Zustimmung  
des Urheberrechteinhabers.

DRUCKUNGSNR.				A_000_000		
BENENNUNG				VERSION		
QUANTITY STÜCKZAHL	-	GENEHMIGT		SIZE BLATTFORMAT	DIN - A4	Name Simon Hönegger
SCALE MASZTAB	1:20	MATERIAL		Sheet BLATT	36 / 36	ID 0910330023
WEIGHT GEWICHT	kg	SURFACE OBERFLÄCHE	-	DATE DATUM	24.01.2011	SEM BMRO9
PROPERTY OF EIGENTUM VON	Fachhochschule Technikum Wien - Studiengang: Mechatronik / Robotik					



Aufbau einer mobilen Roboterplattform				FH Technikum Wien		z. Veröffentlichung	
Aenderung	Datum	Name	Bearb.	Datum	Name	Ersatz von	
Änderung	03.01.2011	MATTHIAS	Gepr.	03.01.2011	MATTHIAS		=
		Urspr.					+

-L24

H<sub>1</sub>

/1.Versorgung.7

-L12

H<sub>1</sub>

/1.Versorgung.7

-S1 (+)

-S1 (-)

Not-Aus

-S2 (+)

-S2 (-)

Positionsschalter

-S3 (+)

-S3 (-)

Positionsschalter

-S4 (+)

-S4 (-)

Positionsschalter

-S5 (+)

-S5 (-)

Positionsschalter

-S6 (+)

-S6 (-)

Positionsschalter

-S7 (+)

-S7 (-)

Positionsschalter

-S8 (+)

-S8 (-)

Schlüsselschalter

-S9 (+)

-S9 (-)

AUS

-S10 (+)

-S10 (-)

EIN

-X2 11

-X2 12

/2.Verteilung.6

H<sub>1</sub>

/2.Verteilung.7

H<sub>1</sub>

-K3 (+)

-K3 (-)

Umschalter Prog/Fahr

-X2 11

-X2 12

/2.Verteilung.6

H<sub>1</sub>

-K3 (+)

-K3 (-)

Umschalter Prog/Fahr

-X2 11

-X2 12

-K1 (+)

-K1 (-)

V23100-B4024

-X2 1

-X2 2

-K2 (+)

-K2 (-)

V23100-B4024

-X2 1

-X2 2

-V1 (+)

-V1 (-)

V23100-B4024

-X2 1

-X2 2

-K3 (+)

-K3 (-)

V23100-B4024

-X2 1

-X2 2

-A1 (+)

-A1 (-)

A1

-X2 7

-X2 8

-A2 (+)

-A2 (-)

A2

-X2 5

-X2 6

-R1 (+)

-R1 (-)

65 OHM

-X2 3

-X2 4

-X-<sup>3</sup><sub>o</sub>

-X-<sup>2</sup><sub>o</sub>

-X-<sup>1</sup><sub>o</sub>

-X-<sup>2</sup><sub>o</sub>

-X-<sup>1</sup><sub>o</sub>

-X-<sup>0</sup><sub>o</sub>

13 - 14 /1.Versorgung.6

13 - 14 /2.Verteilung.4

13 - 14 /2.Verteilung.1

-L12S

H<sub>1</sub>

/3.RN Control.1

1.Versorgung

FH Technikum Wien

3.RN Control

Aufbau einer mobilen Roboterplattform

Ersatz von

Ersetzt durch

=

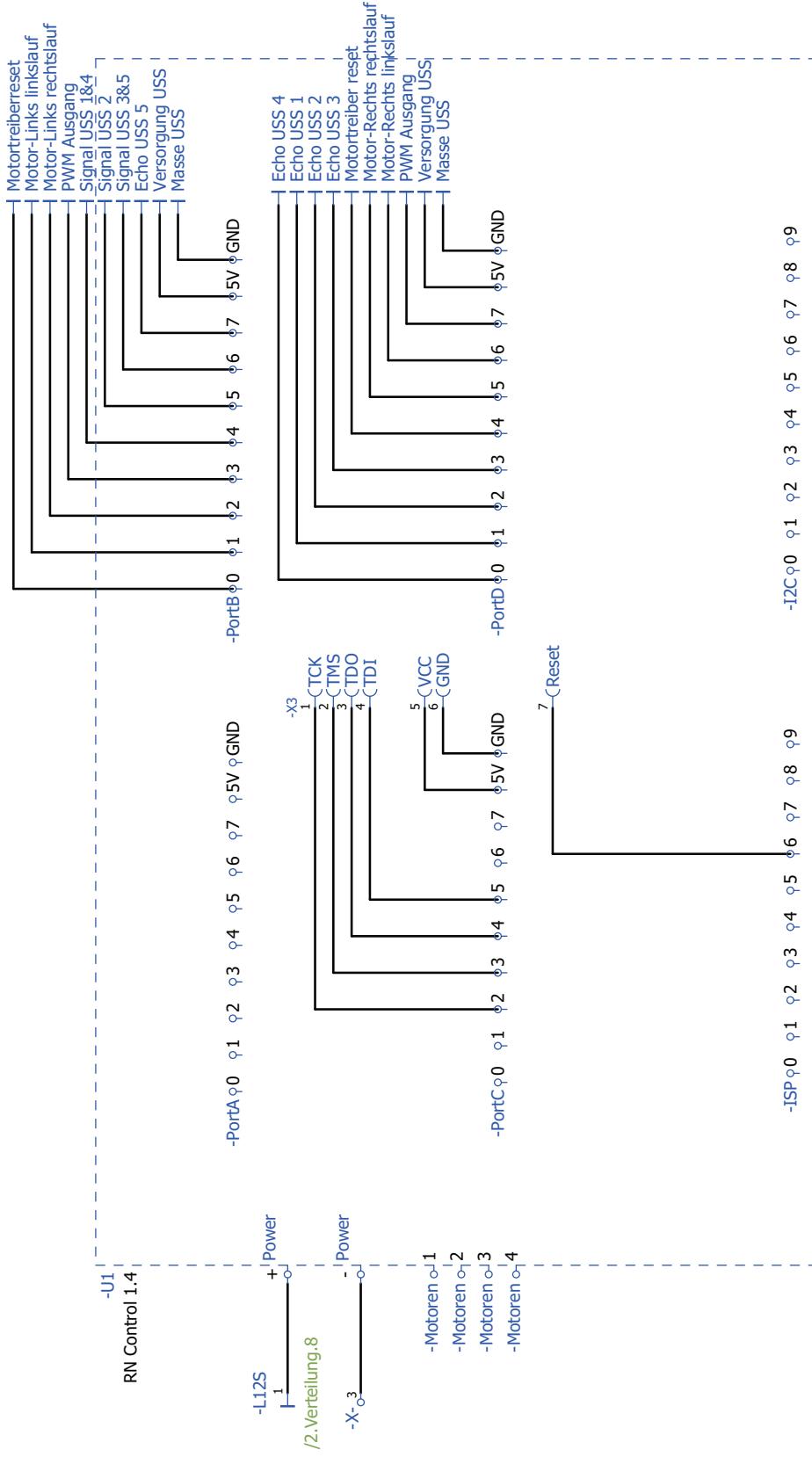
+

Bla@Verteilung

Blatt

3

3



FH Technikum Wien				FH Technikum Wien	
Aufbau einer mobilen Roboterplattform				=	
Ersatz durch		Ersetzt von		Bla&RN Control	
Blatt	3	Blatt	3	Bla&RN Control	
Blatt	3	Blatt	3	Bla&RN Control	

