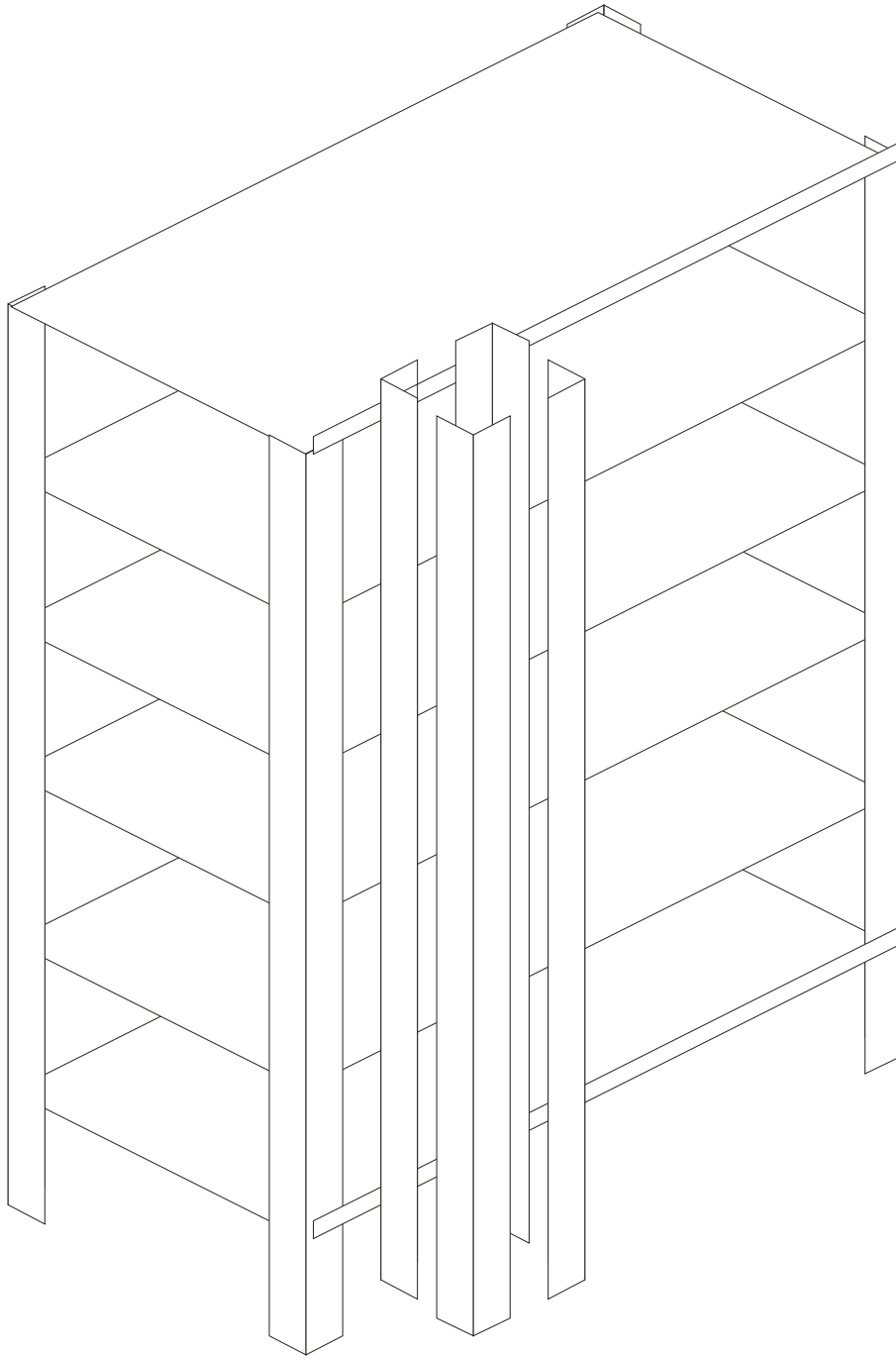


Dokument	Bearbeiter	Stand
061018 Lastenheft.doc	Marc Störzel	22.09.2009



Mini-Hochregallager

Beschreibung und Bauanleitung

Dokument	Bearbeiter	Stand
061018 Lastenheft.doc	Marc Störzel	22.09.2009

Inhalt

.....	1
Mini-Hochregallager.....	1
Beschreibung und Bauanleitung.....	1
1 Zielsetzung.....	3
2 Mechanik.....	3
2.1 Regalkörper.....	3
2.2 Läufer.....	4
2.3 Greifarm.....	4
2.4 Greifer.....	4
2.5 Behälter.....	4
2.6 Übergabeposition.....	5
2.7 Motoren.....	5
3 Elektronik.....	6
3.1 Motorsteuerung.....	6
3.1.1 Treiberbaustein L298.....	6
3.2 Horizontaler Positionsgeber.....	6
3.3 Vertikaler Positionsgeber.....	6
3.4 Steuerung des Greifarms.....	6
3.5 Steuerungseinheit.....	7
3.6 Stromversorgung.....	7
3.7 Kabelbaum.....	8
4 Software.....	8
4.1 Schnittstelle PC zur MCU.....	8

Dokument	Bearbeiter	Stand
061018 Lastenheft.doc	Marc Störzel	22.09.2009

1 Zielsetzung

Dieses Dokument beschreibt die Erstellung eines Miniatur-Hochregallagers samt Ansteuerungs-SW. Das Miniatur-Hochregallager (HRL) soll Behälter mit elektronischen Bauteilen aufnehmen können. Am Lager ist ein Greifarm befestigt, der verschiedene Lagerplätze anfahren kann und einen dort befindlichen Bauteilebehälter aufnehmen und zu einem Übergabeplatz transportieren kann, bzw. andersherum einen Behälter am Übergabeplatz aufnehmen und zu einer bestimmten Lagerposition bringen kann. Abbildung xx zeigt eine Prinzipskizze, in der das Regal, ein vor dem Regal verfahrbarer Läufer und der darin befindliche Greifarm dargestellt ist.

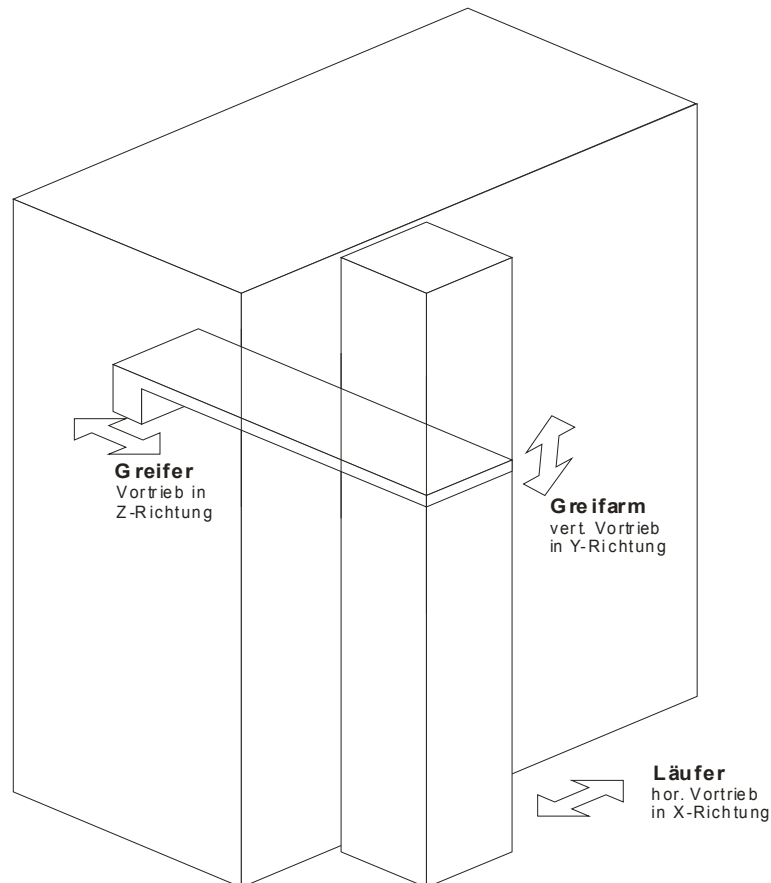


Abbildung 1: Prinzipskizze

Die Steuerung erfolgt durch einen Mikroprozessor (MCU), der die anzufahrende Lagerposition vom PC mitgeteilt bekommt. Daraufhin steuert die MCU über Motortreiberstufen Gleichstrommotoren an, die den Läufer, Greifarm und Greifer in X-, Y- bzw. Z-Richtung verfahren. Der Greifer beinhaltet eine Mechanik zum Festhalten und Loslassen der Behälter. Diese Mechanik wird über einen weiteren Motor ebenfalls von der MCU gesteuert.

Eine Maßgabe bei der Konstruktion ist, auf möglichst einfache bzw. preiswerte Bauteile zurückzugreifen. So handelt es sich bei dem Regal beispielsweise um ein Standard-Kellerregal, welches für wenige Euro in jedem Baumarkt erhältlich ist.

2 Mechanik

2.1 Regalkörper

Beim Regal-Grundgerüst handelt es sich um ein Standard-Kellerregal, wie es für wenige Euro in jedem Baumarkt erhältlich ist. Ein solches Regal ist zerlegt als Bausatz erhältlich. Ein Bausatz besteht aus vier Eckprofilen, ca. 4 – 6 Böden, mehreren Schrauben und ggf. Versteifungen oder Winkel um die Konstruktion stabiler zu machen. Das Regal soll elektronische Kleinteile (Widerstände,

Dokument	Bearbeiter	Stand
061018 Lastenheft.doc	Marc Störzel	22.09.2009

Kondensatoren, Dioden etc.) aufnehmen können, so dass die Behälter auch entsprechend klein ausfallen können. Dann ist es aber sinnvoll mehr Regalböden einzuziehen, um die Anzahl möglicher Lagerplätze zu erhöhen. Zwischen je zwei Regalböden muss jedoch so viel Abstand herrschen wie die doppelte Höhe der Behälter (plus Reserve), so dass der mit einem Behälter beladene Greifarm über die anderen Behälter hinweg fahren kann.

Wir brauchen also mehr Regalböden, und da wir für den Läufer ebenfalls Eckprofile in Höhe des Regals brauchen nehmen wir zwei identische Regale. Die zusätzlichen Böden bauen wir in das Grundregal ein, während die Eckprofile den Läufer bilden. So erhalten wir ein Grundregal mit acht Regalböden. Die obere Führungsschiene muss über die Regalbreite an mehreren Stellen gestützt werden, damit sie nicht durchhängt. An der Vorderkante des oberen Regalbodens Winkelprofile, welche die Führungsschiene stützen. Somit kann der Greifarm nicht über den obersten Regalboden verfahren werden, aber das macht nichts, da wir diesen Boden dazu nutzen werden die Elektronik anschaulich zu präsentieren.

Grundregal (aus zwei Kellerregalen): 8 Böden à 100cm x 30cm, 150cm hoch

2.2 Läufer

Der Läufer besteht aus vier Eckprofilen die den Läuferkäfig bilden, der Aufhängung und den Umlenkrollen und Befestigungen des Greifarms. Innerhalb des Läuferkäfigs verfährt die Greiferplattform rauf und runter. Die Plattform besteht aus einer rechteckigen Platte, die rechts und links von Stahlseilen geführt wird. Jeweils ein Ende eines Stahlseils ist an der Plattform verschraubt. Die Stahlseile werden am oberen und unteren Ende des Läuferkäfigs über Umlenkrollen geführt. Durch drehen an der unteren Umlenkrolle kann die Plattform innerhalb des Käfigs nach oben bzw. unten bewegt werden.

Die Greiferplattform trägt die Lagerung und den Motor zum Verfahren des Greifarms.

2.3 Greifarm

Der Greifarm besteht aus zwei beweglichen Teilen. Am Ende des eigentlichen Greifarms ist der Greifer befestigt. Von der Greiferplattform aus bewegt sich der Greifer über die Regalböden in Z-Richtung. Dabei verlagert sich der Schwerpunkt, weshalb ein Kontergewicht in entgegengesetzte Richtung ausgefahren werden muss. Der Greifer ist an einer Gewindestange befestigt. Diese ist starr am Greifer befestigt. Parallel zur Gewindestange verlaufen Führungsschienen. Das Ritzel des Greiferarm-Motors greift direkt in das Gewinde der Gewindestange und bewegt dadurch die Stange vor bzw. zurück.

2.4 Greifer

...

2.5 Behälter

Die Behälter sollen elektronische Bauteile aufnehmen, z. B. Widerstände, Dioden, Transistoren etc. Auf einem Regalboden stehen in 10 Reihen nebeneinander und in drei Reihen hintereinander. Die Behälter dürfen daher ca. 60mm breit und 90mm lang sein. Die Regalböden liegen ca. 180mm auseinander. Die Behälter sollten dabei nur ca. 60mm hoch sein, so dass Behälter aus den hinteren Reihen über die vorderen hinweg bewegt werden können.

Da wir von den Behältern 210 Stück gebraucht werden kommt eigentlich nur der Selbstbau in Frage. Aus Vierkanthölzern und Pappe bauen wir Behälter wie in Abbildung xx dargestellt. Der einfache Schnitt der einzelnen Bauteile sollte das Nachbauen auch in größeren Stückzahlen ermöglichen. Die zwei Vierkanteleisten am rechten und linken äußeren Rand dienen als Rasten für den Greifer.

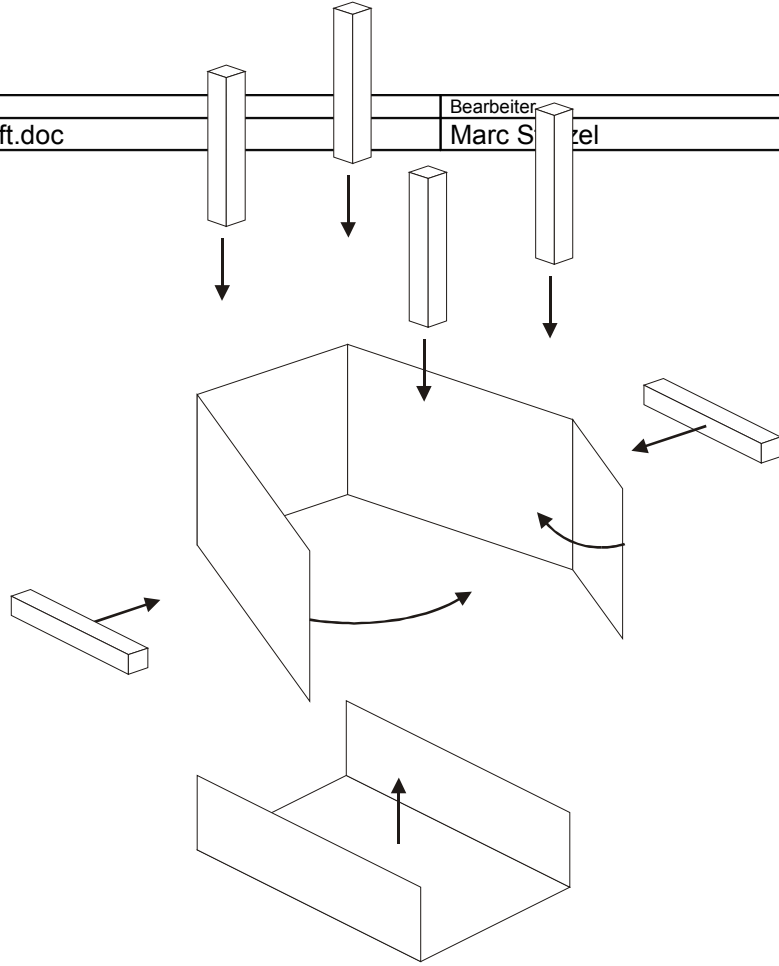


Abbildung 2: Zusammenbau der Behälter

- 6 x Vierkantholz (8mm x 8mm) 60mm lang
- 1 x Pappe 60mm x (90 + 60 + 90 + 60)mm
- 1 x Pappe 90mm x (30 + 60 + 30)mm

2.6 Übergabeposition

Die Übergabeposition markiert eine Position, an der das HRL ausgelagerte Behälter bereitstellt, bzw. einzulagernde Behälter entgegen nimmt. Konstruktionsbedingt kann der Greifer keine Position außerhalb des Regalkörpers anfahren, so dass ein Lagerplatz als Übergabeposition verwendet werden muss. Um die Behälter für den Benutzer besser zugänglich zu machen kann optional ein Transportband installiert werden. Das Transportband wird nicht von der MCU gesteuert, sondern hat eine eigene Steuerung. Es verfügt über je eine Lichtschranke am Anfang und Ende, so dass wartende bzw. bereitstehende Behälter erfasst werden können.

2.7 Motoren

Für die unterschiedlichen Aufgaben kommen verschiedene Motoren zum Einsatz. Der Greifarm soll schnell in X- und Y-Richtung verfahren werden. Deshalb kommen hier leistungsstärkere Gleichstrommotoren zum Einsatz. Da kein selbst arretierendes Getriebe verwendet wird müssen die Motoren durch eine entsprechende Motorsteuerung elektronisch arretiert werden können. ##An die Positionierung des Greifers in Z-Richtungen werden weniger hohe Ansprüche gestellt. ...## Der Greifer wird schließlich über einen Schrittmotor betrieben. Tabelle xx fasst die Motoren mit Ihren Eigenschaften noch einmal zusammen.

M1	Hochleistungs-Gleichstrommotor	1.8A, 12V	horizontaler Vortrieb
M2	Hochleistungs-Gleichstrommotor	1.8A, 12V	vertikaler Vortrieb
M3	##4-Strang-Gleichstrmmotor##	##???	Vortrieb des Greifarms
M4	Schrittmotor	##?##	Öffnen / Schließen des Greifers

Tabelle 1: Übersicht Motoren

Dokument	Bearbeiter	Stand
061018 Lastenheft.doc	Marc Störzel	22.09.2009

3 Elektronik

Die Elektronik umfasst alle Schaltungen die erforderlich sind um das System zu betreiben. Die Elektronik gliedert sich dabei in die Aktuatorik, hierzu gehören die Motoren, aber auch Motortreiberstufen, in die Sensorik und die Kontrolllogik.

3.1 Motorsteuerung

Insgesamt müssen vier Motoren angesteuert werden, drei Gleichstrommotoren und ein Schrittmotor. Jeder Motor muss sich vor und zurück bewegen, so dass man um eine Halbbrückensteuerung nicht herum kommt. Für diese Aufgabe gibt es integrierte Bausteine, welche die erforderlichen Transistoren und eine Logik beinhalten, die dafür sorgt, dass die Halbbrücken niemals kurzgeschlossen werden können, was zur Zerstörung der Bauteile führen würde. Der Baustein L298 enthält zwei Vollbrücken und kann daher zwei Gleichstrommotoren mit bis zu 2A treiben, oder einen Schrittmotor.

3.1.1 Treiberbaustein L298

Der Treiberbaustein L298 enthält zwei Vollbrücken. Mit je einer Vollbrücke kann ein Gleichstrommotor angetrieben werden. Zur Steuerung eines Motors erwartet das IC drei Signale: In1, In2 und Enable. Nur wenn Enable High Pegel führt wird der Motor angesteuert. Die Kombination von In1 und In2 bestimmt dann die Drehrichtung des Motors wie in Tabelle xx dargestellt. Die Drehzahl des Motors kann gesteuert werden, in dem an den Eingang Enable ein Signal angelegt wird, welches periodisch zwischen High- und Low-Pegel wechselt. Durch unterschiedlich lange High- bzw. Low-Anteile,

Ena	In1	In2	Effekt
H	H	L	vorwärts
	L	H	rückwärts
	L	L	schnelles Anhalten
	H	H	
L	x	x	langsames Anhalten

während einer Periode fester Dauer, wird der mehr oder weniger lange bestromt (sog. Pulsweiten-Modulation PWM). Die Trägheit des Motor setzt dies in eine schnelle bzw. langsame Drehgeschwindigkeit um.

Durch die hohen Ströme, die der Treiberbaustein schaltet, ist ein Kühlkörper erforderlich. Der IC ist samt Kühlkörper und der erforderlichen Schutzdioden in einem Gehäuse montiert. Die Signale für die beiden Vollbrücken A und B sind über eine 9polige Sub-D Steckerleiste nach außen geführt. Die Belegung der Steckerleiste und der anderen Buchsen ist in Tabelle x zusammengefasst.

X200	Signal
1	GND
2	In1A
3	In2A
4	Ena1
5	N. C.

6	In2A
7	In2B
8	Ena2
9	+ 5V

X201	+12 V
X202	GND

X203	Mot1A
X204	Mot1B
X205	Mot2A
X206	Mot2B

Tabelle 2: Motor-Treiberstufe

3.2 Horizontaler Positionsgeber

Der Läuferkäfig wird entlang des Regals in X-Richtung verfahren. Die Position des Läufers wird dabei von der MCU geregelt, d. h. die MCU muss über eine Sensorik die Position des Läufers feststellen können. Die Position muss jedoch nicht über den gesamten Verfahrweg ermittelt werden sondern immer nur an den Positionen, an denen sich die Behälter befinden. Daher reicht es aus an diesen Positionen Markierungen anzubringen. Über eine Reflexlichtschranke können Hell/Dunkelgrenzen berührungslos erfasst werden. Am unteren Ende des Läufers befestigen wir eine Gabellichtschranke und richten sie auf die untere Führungsschiene aus. Auf der Führungsschiene markieren wir mit schwarzem Isolierband die Positionen, an denen der Läufer stoppen soll, so dass der Greifarm einen Behälter erfassen kann.

3.3 Vertikaler Positionsgeber

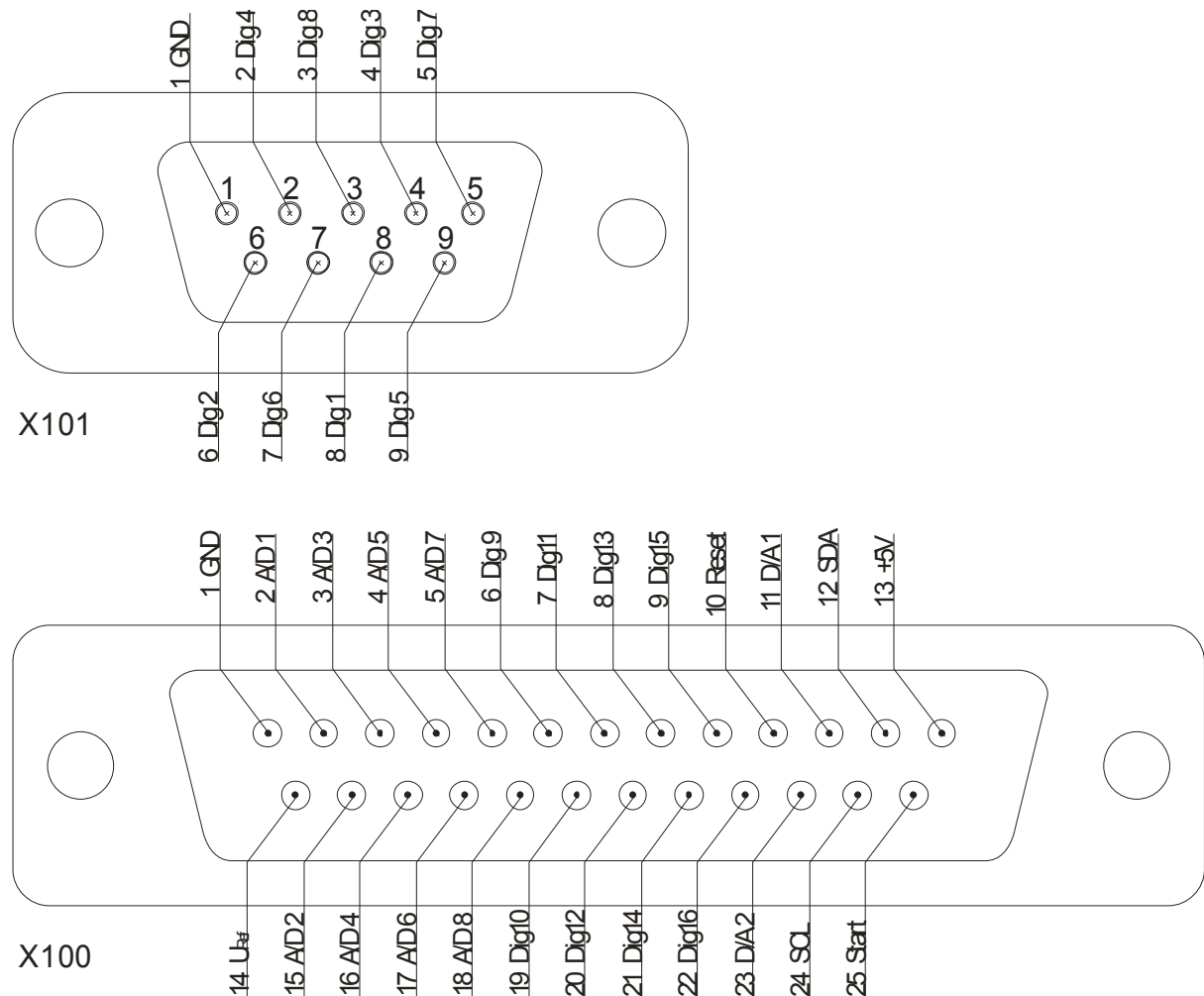
3.4 Steuerung des Greifarms

Während die Motore zur horizontalen und vertikalen Positionierung auf eine bestimmte Stellung geregelt werden, so wird die Tiefenposition des Greifarms gesteuert, d. h. die Position des Greifers wird nicht zurück gelesen während der Greifer verfahren wird. Eine exakte Positionierung des Greifers

ist aber auch nicht erforderlich, denn schließlich muss der Greifer den Behälter lediglich halbwegs mittig greifen.

3.5 Steuerungseinheit

Die Steuerungseinheit besteht aus der MCU, einem zweizeiligen alphanumerischen Display und einer 10er Tastatur. Kern der Steuerungseinheit ist die MCU. In ihr läuft die Software zur Kommunikation mit dem PC und dem Display, Einlesen und Verarbeiten der Sensoren und Steuern der Motoren ab. Bei der hier verwendeten Steuereinheit handelt es sich um die C-Control Unit Plus (auf Basis Motorola 68HC05 MCU). Die Ports der Control-Unit sind, wie in Abb. xx dargestellt, über eine 25-polige und eine 9-polige Sub-D-Buchse herausgeführt.



Pin	Signal	Signal	Pin
10	+ 5V	P5	9
8	P1	P6	7
6	P2	P7	5
4	P3	P8	3
2	P4	GND	1

Tabelle 3: Draufsicht Steckerleiste J101

3.6 Stromversorgung

Das gesamte System soll vom Netz gespeist werden, d. h. wir brauchen einen Transformator, der das System galvanisch vom Netz entkoppelt und die 230V auf die Betriebsspannung der Motoren, hier 12V, heruntertransformiert. Der Trafo muss dabei leistungsstark genug sein bis zu drei Motoren gleichzeitig zu treiben. Eine preiswerte Alternative sind 12V Halogenlampentrafos. Ein ausgedienter Halogenlampentrafo mit 100VA Leistung treibt immerhin 5A – das sollte auch für drei Motoren und Kontrolllogik reichen.

Dokument	Bearbeiter	Stand
061018 Lastenheft.doc	Marc Störzel	22.09.2009

Die Sekundärspannung des Trafos ist eine 12V-Wechselspannung, d. h. sie muss noch durch einen Gleichrichter in eine Gleichspannung gewandelt werden. Bei den zu erwartenden Strömen ist hierfür schon ein Hochstrom-Brückengleichrichter erforderlich: KBU6J mit einem Nennstrom bis 6A.

3.7 Kabelbaum

Innerhalb der Steuerungseinheit ist die MCU mit dem Display und der Tastatur über Flachbandkabel verbunden. Die Kabel dürfen dabei eine Länge von ca. 30cm nicht überschreiten um Störungen u vermeiden. Display, Tastatur und damit auch MCU sollen in der Nähe des PCs platziert werden, so dass ein mehradriger Kabelbaum zur Übertragung der Steuersignale zwischen MCU und HRL erforderlich ist. Die beiden Schnittstellen X100 und X101 sind dabei wie folgt zugeordnet:

MCU	Buchse		Stecker		IC 1	Erläuterung
GND	X101	1	X200, X300	1	GND	Masse für digitale und analoge Signale
P1	X101	8	X200	2	In1A	hor. Vortrieb vorwärts
P2	X101	6	X200	3	In1B	hor. Vortrieb rückwärts
D/A 1	X100	xx	X200	4	Ena1	Drehzahl hor. Vortrieb
P3	X101	4	X200	6	In2A	vert. Vortrieb vorwärts
P4	X101	2	X200	7	In2B	vert. Vortrieb rückwärts
D/A 1	X100	xx	X200	8	Ena2	Drehzahl vert. Vortrieb
P5	X100	9	X300		Dir1	Richtung Greifarm vor
P6	X100	7	X300		Dir2	Richtung Greifarm zurück
P7	X100	5	X400		CW/CCW	öffnen / schließen Greifer
P8	X100	3			Ena	ein / aus Greifer-Motor

##PROBLEM: nur zwei D/A-Ports vorhanden, aber drei erforderlich (hor., vert. und Z-Vortrieb).
Digitale IO-Ports statt D/A ebenfalls nicht möglich, da nicht genug DIOs vorhanden.

Erforderlich:

- hor. Vortrieb = 1 D/A, da auf jeden Fall geschwindigkeitsgesteuert, 2 DIOs
- vert. Vortrieb = 1 D/A, da auf jeden Fall geschwindigkeitsgesteuert, 2 DIOs
- Greifarm = 2 DIOs, unter der Annahme, dass der Greifarm-Motor 4adrig angeschlossen wird, wobei zwei Adern permanent Ubat führen und zwei Adern über Leistungstransistoren alternierend gegen Masse geschaltet werden
- Greifer = 2 DIOs, 1 x Richtung, 1 x Enable, alle anderen Signale (z. B. des L297) werden fest gegen Masse bzw. +5V angeschlossen

##

4 Software

Die Software hat die Aufgabe die Eingangssignale der Sensoren zu verarbeiten und die Aktuatorik so zu steuern, dass die Aufgabe des Gesamtsystems erfüllt wird. Die Schnittstelle zwischen MCU und PC wird hierbei ebenfalls als Schnittstelle betrachtet. Die Aufgabe des Gesamtsystems besteht darin, die Behälter, welche Bauteile einer Stückliste enthalten, in der richtigen Reihenfolge am Übergabepunkt bereit zu stellen und die zurückgestellten Behälter wieder zurück zu ihrem Lagerplatz zu bringen.

4.1 Schnittstelle PC zur MCU

Der PC ist über eine serielle Schnittstelle (9poliger COM-Port) mit der MCU verbunden. Über diese Schnittstelle teilt der PC dem Hochregallager eine erweiterte Stückliste mit. Die erweiterte Stückliste enthält zu jedem Bauteil den entsprechenden Lagerplatz und hat insgesamt folgenden Aufbau:

<Anzahl>x<X-Pos.><Y.-Pos><Z-Pos.> <Name><CR> dabei bezeichnet

<Anzahl> die Anzahl gleichartiger Bauteile

<X-Pos.> die horizontale Position, welche von links nach rechts durch Großbuchstaben gezählt wird (A, B, C, ...)

<Y-Pos.> die vertikale Position, welche von oben nach unten durch Ziffern gezählt wird

Dokument	Bearbeiter	Stand
061018 Lastenheft.doc	Marc Störzel	22.09.2009

<Z-Pos.> die Position in Z-Richtung, welche durch Kleinbuchstaben gezählt wird (a, b, c, ...)

<Name> Name ist ein beschreibender Name des Bauteils, der auf dem Display der Kontrolllogik angezeigt wird

<CR> Zum Namen zählen ab dem Leerzeichen alle Zeichen bis zum Zeilenumbruch (<CR>). Somit steht in jeder Zeile der erweiterten Stückliste eine Bauteilbeschreibung.

Beispiel: 10xC4b Widerstand 3k3 0,25W<CR>.