



Hochschule für Technik
und Wirtschaft Berlin

University of Applied Sciences



Learning
e-Mobility
Plus

Demonstrator Power-Split-Getriebe Toyota Prius III

-Pflichtenheft-



Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.

This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

Demonstrator

Power-Split-Getriebe

Toyota Prius III

-Pflichtenheft-

Projekt:	Demonstrator/Lernmodell	
Bearbeiter:	Gruppe1:	
	Niklas Stute	542776
	Denis Lockner	542921
	Jonas van den Boom	543159
	Kevin Glatz	543053
	Michael Berthold	538262
	Gruppe2:	
	Tayfun Ulusoy	539183
	Florian Bergt	541391
	Thomas Bandt	538970
	Steven Sabrowsky	542761
	Alexander Risch	541494
	Gruppe3:	
	Kim Marschall	540395
	Syazwan Khairi	540956
	Luis Klopfer	540663
	Toni Kretzschmar	542765
	Nils Gabriel	543160
Überarbeitet:	Prof. Dr.-Ing. Michael Lindemann	
Studiengang:	Fahrzeugtechnik Bachelor	
Modul:	E63 – Sommersemester 2015	
Betreuer:	Prof. Dr.-Ing. Michael Lindemann	
Version:	3.2	
Datum:	29.07.2015	



**Hochschule für Technik
und Wirtschaft Berlin**

University of Applied Sciences



Learning
e-Mobility
Plus

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erklären wir an Eides statt, dass wir die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Zuhilfenahme der ausgewiesenen Hilfsmittel angefertigt haben. Sämtliche Stellen der Arbeit, die im Wortlaut oder dem Sinn nach anderen gedruckten oder im Internet verfügbaren Werken entnommen sind, haben wir durch genaue Quellenangaben kenntlich gemacht.

Niklas Stute	542776	_____
Denis Lockner	542921	_____
Jonas van den Boom	543159	_____
Kevin Glatz	543053	_____
Michael Berthold	538262	_____
Tayfun Ulusoy	539183	_____
Florian Bergt	541391	_____

Thomas Bandt	538970	<hr/>
Steven Sabrowsky	542761	<hr/>
Alexander Risch	541494	<hr/>
Kim Marschall	540395	<hr/>
Syazwan Khairi	540956	<hr/>
Luis Klopper	540663	<hr/>
Toni Kretzschmar	542765	<hr/>
Nils Gabriel	543160	<hr/>

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
Pkw	Personenkraftwagen
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
KFZ	Kraftfahrzeug
WS	Wintersemester
SoSe	Sommersemester
ICE	Internal Combustion Engine
MG _{1,2}	Motor-Generator
PSG	Power-Split-Getriebe
AC/DC	Alternating Current / Direct Current
E-Motor	Elektro-Motor
Max.	Maximal
PWM	Pulsweitenmodulation
St	Stahl
POM	Polyoxymethylen
min	Minuten
SOC	State of Charge
LED	Leuchtdiode
LL	Leerlauf

Inhalt

Eidesstattliche Erklärung	I
Abkürzungsverzeichnis	II
1 Einleitung	1
2 Ausgangssituation	3
3 Zielsetzung	4
4 Übungsversuche	5
5 Versuchsgruppe 1 – Auslegung Motoren (Antrieb)	6
6 Versuchsgruppe 2 – Ansteuerung/Sensorik	18
7 Versuchsgruppe 3 – Anzeige- und Bedieneinheit	33
8 Produktrealisierung	
(Antwort auf Produktanforderungen/Abnahmekriterien)	41
9 Literaturverzeichnis	51
10 Anhang	52
10.1 Bildverzeichnis	52
10.2 Tabellenverzeichnis	53
10.3 Symbolverzeichnis	54
10.4 Block N	55
10.5 Datenblätter	59

1 Einleitung

Dass der Straßenverkehr in unserer mobilen Gesellschaft eine sehr wichtige Rolle spielt und damit die individuelle Mobilität sichergestellt wird, wissen wahrscheinlich die meisten. Gerade auch in der deutschen Gesellschaft spielt die individuelle Mobilität eine sehr wichtige Rolle und trägt somit zum gesellschaftlichen Leben bei. Mit 44 Millionen Pkw sind heute so viele Autos auf Deutschlands Straßen unterwegs wie nie zuvor, was eine starke Belastung der Umwelt mit sich bringt. Dass die damit verbundenen Emissionen die Umwelt sehr stark belasten ist schon länger bekannt und daher wird auch von den zuständigen Behörden stets gefordert diese zu senken. Daher sind Automobilhersteller stets dazu aufgefordert diese Emissionen zu senken und Fahrzeuge zu entwickeln, die entweder sehr geringe Emissionen an die Umwelt abgeben oder erst gar keine entstehen lassen. Daher ist es für die Fahrzeughersteller notwendig, den Übergang von herkömmlichen Antrieben zu Hybrid- und Elektrofahrzeugen nachhaltig voranzutreiben. Die Bundesregierung verfolgt mit ihrem Maßnahmenpaket des „Integrierten Energie- und Klima-Schutzprogramms“ das Ziel, den verkehrsbedingten CO₂-Ausstoß signifikant zu senken. Demnach sollen 2020 etwa 1 Millionen Elektrofahrzeuge in Deutschland fahren. Außerdem wird versucht die internationale Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands im Bereich Elektromobilität zu stärken, um sich so zu einem Leitmarkt für Elektromobilität zu entwickeln. Dennoch ist es kein Geheimnis, dass der rein elektrische Antrieb noch nicht so ausgereift ist, dass er Reichweiten wie ein Verbrennungsmotor erreichen kann. Daher scheint eine Kombination von Verbrennungsmotor und Elektroantrieb die vernünftigste Lösung zu sein. Dadurch hat sich das Hybridfahrzeug zu einem sehr erfolgreichen Konzept entwickelt und schlägt eine wichtige technologische Brücke zum rein elektrischen Antrieb.

Als erfolgreiches Beispiel für ein Hybridfahrzeug präsentiert sich allen voran der, seit vielen Jahren in Großserie gefertigte, Toyota Prius. Dieser kombiniert zwei Elektromotoren und einen Verbrennungsmotor mittels leistungsverzweigter Hybridtechnologie. Der Verbrennungsmotor gibt dabei einen Teil seiner Leistung mechanisch an einen Elektromotor weiter. Mit der übrigen Energie erfolgt der Betrieb eines Generators, der sowohl die Batterie laden, als auch den zweiten Elektromotor antreiben kann. Durch die Leistungsverzweigung kann der Verbrennungsmotor in einem effizienteren Betriebspunkt arbeiten (Lastpunktverschiebung), woraus sich ein geringerer Kraftstoffverbrauch ergibt. Um ein einwandfreies Zusammenspiel der einzelnen Komponenten sicherzustellen, ist ein hoher Steuerungs- und Regelungsaufwand erforderlich. Diese Technologie erzielt einen überdurchschnittlich hohen Gesamtwirkungsgrad und einen daraus resultierenden Verbrauchsvorteil. Der Toyota Prius gilt als das bekannteste leistungsverzweigte Hybridfahrzeug.

2 Ausgangssituation

Die Komplexität von technischen Systemen ist für Laien oder auch für Techniker nicht immer gleich nachvollziehbar. Gerade in der heutigen Zeit, wo sich der Stand der Technik stündlich ändert, sollten technische Systeme an Hand von Beispielen leicht verständlich erklärt werden.

So wurde das „Erasmus – Projekt“ ins Leben gerufen. Dieses Projekt soll in Zusammenarbeit der Hochschule für Technik und Wirtschaft und der KFZ-Innung Berlin einen Demonstrator konstruieren, der genau dieses leisten soll. Das Projekt wird mit Fördergeldern der Europäischen Union gefördert. Der schon erwähnte Toyota Prius ist ein Mischhybrid und ist mit dieser Hybridvariante seit 1997 sehr erfolgreich auf unseren Straßen unterwegs. Er besitzt ein sehr komplexes Antriebssystem, in dessen Zentrum sich das sogenannte „Power-Split-Getriebe“ befindet. Es besteht aus einem Planetenradsatz, welcher zur Leistungsverzweigung der verschiedenen Antriebskomponenten dient. Damit man die doch sehr komplizierte Funktionsweise nachvollziehbar erklären kann, ist es sinnvoll, einen Demonstrator zu konstruieren. Dieser soll in Lehrwerkstätten und an Hochschulen eingesetzt werden, um das Verständnis für solche Antriebe zu verfestigen. Ebenfalls soll auch die Faszination für diese Technik am Leben gehalten werden.

Es soll nun auf Grundlage eines bereits erarbeiteten Lastenhefts ein Pflichtenheft für dieses Projekt erstellt werden. Dieses wird so wie schon beim Lastenheft in Zusammenarbeit der einzelnen Institutionen erstellt. Mit diesem Pflichtenheft soll dann die Aufbauphase des Demonstrators erfolgen.

3 Zielsetzung

Ziel des Verbundprojektes ist es, ein Lernmodell/Demonstrator zu entwickeln, um das Verständnis des leistungsverzweigten Antriebs zu erleichtern. Das Modell soll in der Lage sein, ausgewählte Betriebszustände des Hybridfahrzeugs Toyota Prius III einfach und verständlich zu vermitteln. Zur Erstellung des Pflichtenheftes wurde das Lastenheft aus dem vorherigen Semester genutzt. Dieses Pflichtenheft soll dazu beitragen, dem nächsten Semester das Aufbauen des Demonstrators zu ermöglichen und zu vereinfachen. Das Pflichtenheft stellt die klaren Vorgaben zur Umsetzung des Projektes da.

4 Übungsversuche

Zur Erstellung des Pflichtenheftes wurden drei Gruppen gebildet.

- 1. Auslegung Motoren (Antrieb)
- 2. Ansteuerung/Sensorik
- 3. Anzeige-und Bedieneinheit

1. Die Gruppe „Auslegung“ kümmert sich um die Auslegung der Schnittstellen zwischen elektrischen und mechanischen Bauteilen. Weiterhin wird sich um die benötigte Leistung der Elektromotoren gekümmert. Es wird die komplette Antriebseinheit des Simulators beschrieben und festgelegt. Um ans Ziel zu kommen, wurden verschieden Szenarien durchgerechnet und auf Tauglichkeit geprüft. Hier wird nur die beste Lösung bekannt gegeben.
2. Die Gruppe „Ansteuerung/Sensorik“ stellt die Schnittstelle zwischen der Gruppe „Anzeige- und Bedieneinheit“ und der Gruppe „Auslegung Motoren“ her. Der Umfang beinhaltet u.a. die Umwandlung der digitalen Signale in analoge Signale zur Ansteuerung der Motoren.
Des Weiteren ist diese Gruppe zuständig für die gesamte Formatierung des Pflichtenheftes.
3. Die Aufgabe der Gruppe „Anzeige- und Bedieneinheit“ ist es, Bedien-und Anzeigeelemente zu realisieren. Diese machen die Bedienung und Anschaulichkeit des Demonstrators erst möglich.

5 Versuchsgruppe 1

Versuchsgruppe 1: Auslegung Motoren (Antrieb)

Auftraggeber: Projektteam WS2014/15

Auftragnehmer: Projektteam SoSe 2015

Verantwortliche:

Name	Matrikelnummer
Niklas Stute	542776
Denis Lockner	542921
Jonas van den Boom	543159
Kevin Glatz	543053
Michael Berthold	538262

Revisionen:

Revision	Datum	Bemerkungen
1.0	22.07.2015	Erste Überarbeitung

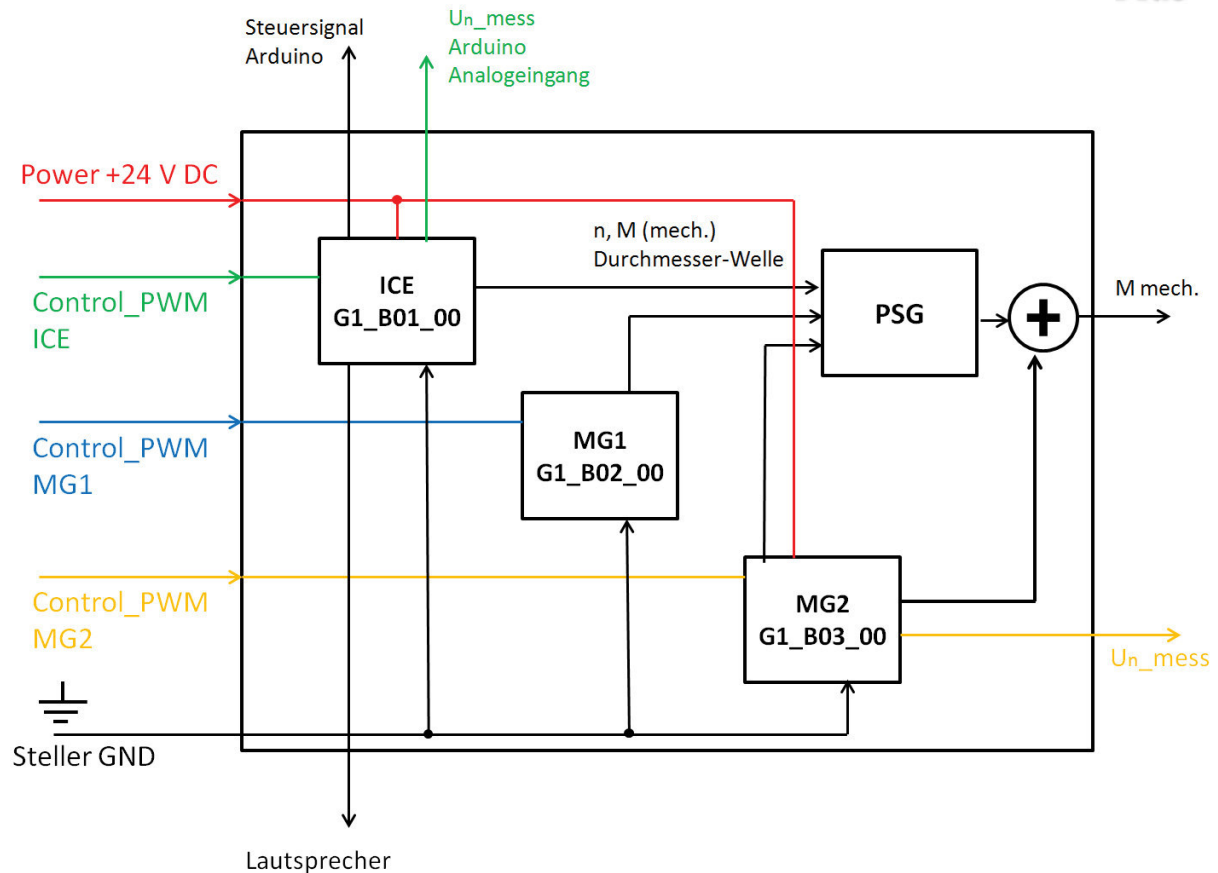


Bild 5.1: Block Antrieb G1_B0

Hierbei handelt es sich um den kompletten Antriebsblock als vollständige Einheit, mit dem der Antrieb bewältigt werden kann. Hierzu ist zu erwähnen, dass jeweils ein PWM-Steuerungssignal (Control) für jeden Elektromotor bereitgestellt werden muss. Zusätzlich ist eine Versorgungsspannung von +24V DC erforderlich. Nachfolgend ist jeder Elektromotorblock noch einmal für sich dargestellt. Die mechanischen Belastungen treffen alle im PSG zusammen und geben dort ein Drehmoment ab, welches abgestützt werden muss. Zudem wird die Drehzahl von der ICE und MG2 erfasst und als U_n_mess ausgegeben und an die Steller der Elektromotoren übermittelt. Damit die ICE blockiert werden kann wird ein Hubmagnet realisiert der ein Steuerungssignal benötigt. Weiterhin ist bei dem Block_ICE zu beachten, dass ein Drehzahl abhängiger Sound erzeugt werden soll.

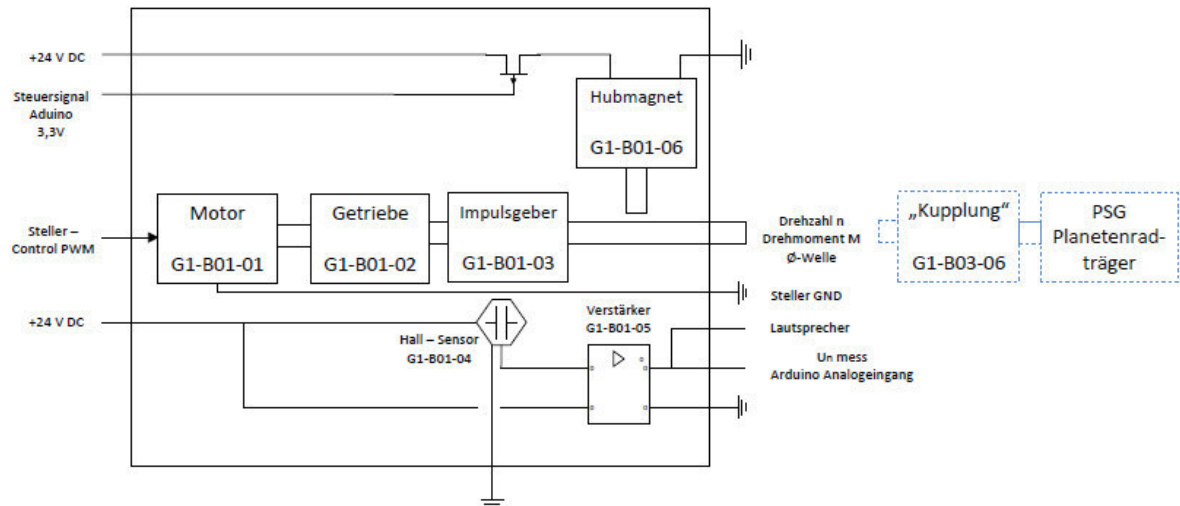


Bild 5.2: Block_ICE → G1_B01_00

Der Block-ICE soll die Verbrennungskraftmaschine simulieren. Hierzu wird über ein Steller/Leistungsverstärker das ankommende Steuersignal an den Elektromotor weitergegeben und somit reguliert, wie schnell er zu drehen hat. Der Verstärker für den Sound erhält vom Hall-Sensor ein Spannungssignal, damit er den Sound drehzahlgerecht und verstärkt ausgibt. Bei dem Impulsgeber G1-B01-03 handelt es sich um ein gradverzahntes Zahnrad. Über einen Lautsprecher wird das Geräusch eines Motors dann simuliert. Das selbe Signal wird erneut abgegriffen, um über das Arduino geleitet zu werden und für den Nomographen zur Verfügung zu stehen. Der Hubmagnet wird über einen Transistor angesteuert, welcher durch ein analoges Signal vom Arduino einfach aktiviert wird und den Hubmagneten schaltet.

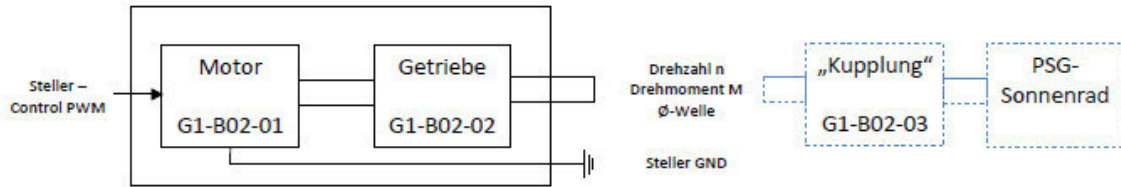


Bild 5.3: Block_MG1 → G1_B02_00

Der Motor G1-B02-01 wird über den Steller angesteuert, welcher mit einer Spannung von 24V arbeitet und das PWM-Signal vom Arduino in Gleichspannung ändert und als neues verstärktes PWM-Signal weiterleitet. Damit das gewünschte Drehmoment zur Überwindung der Massenträgheit des Teilstückes des PSG überwunden werden kann, muss das Getriebe G1-B02-02 aus der Bosch Bohrmaschine verwendet werden. Die Getriebeausgangswelle wird dementsprechend über eine Kupplung G1-B02-03 mit dem PSG-Sonnenrad dann verbunden. Als elektrischer Überlastschutz für die Motoren wird die Absicherung im Steller genutzt. Die Drehzahl des Motors wird im Block-MG1 nicht abgegriffen, da der Nomograph mit zwei Signalen auskommt. Es wurde entschieden, die benötigten Drehzahlen jeweils auf einer Seite des PSG zu nutzen, in diesem Fall über den Block-ICE und den Block-MG2.

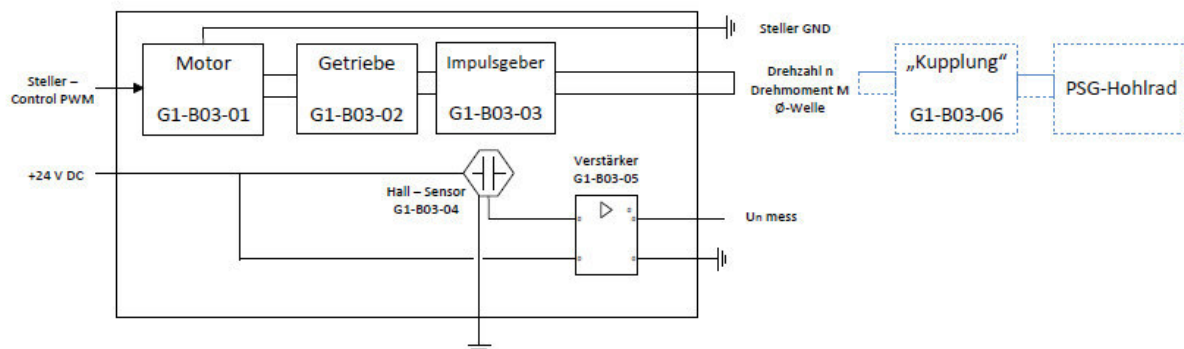


Bild 5.4: Block_MG2 → G1_B03_00

Die Systembeschreibung gleicht der des MG1-Blockes, da hier die gleichen Bauteile verwendet werden. Jedoch besteht die Systembezeichnung aus dem Motor G1-B03-01 und dem Getriebe G1-B03-02. Zusätzlich wird in diesem Modul „Block-MG2“ ein Hallsensor G1-B03-04 mit einem Verstärker G1-B03-05 betrieben, um die benötigte Drehzahl für den Nomographen abgreifen zu können. Diese benötigen eine Versorgungsspannung von 24V DC. Über die Signalausgabe „ $U_{n,mess}$ “ wird gleichzeitig ein Signal für den Verstärker zur Sounderzeugung generiert.

Rechnung:

Tabelle 5.1: Auslegung

Teil	J in kgm ²	Winkelbeschleunigung in 1/s ²	M erforderlich in Nm
Sonnenrad	0,129 * 10 ⁻³	entfällt, siehe Text	entfällt, siehe Text
Planetenträger mit Planeten	2,44 * 10 ⁻³	105	0,4
Hohlrad	3,83 * 10 ⁻³	entfällt, siehe Text	entfällt, siehe Text

Die VKM muss innerhalb von 0,2s auf LL-Drehzahl beschleunigen. Daraus folgt die erforderliche Winkelbeschleunigung für den Planetenträger. Mit den überschlägig berechneten Massenträgheitsmomenten ergibt sich ein erforderliches Mindestmoment von 0,4 Nm. Der Drehmassenzuschlag, hervorgerufen durch Wellen, Handräder und Kupplungen kann aufgrund von nicht festgelegter Bauteilgeometrien nicht exakt bestimmt werden. Als Kompensation hierfür wird das erforderliche Mindestdrehmoment auf 0,5 Nm festgelegt.

Mit Blick auf die ausgewählten Motoren, welche ein Anlaufmoment von 0,51 Nm und eine Nennspannung von 18 V besitzen, kann bei einer Versorgungsspannung von max. 24V von einer ausreichenden Drehmomentreserve ausgegangen werden.

Zur Berechnung der Massenträgheiten wurden folgende Formeln verwendet:

$$J = \frac{1}{2} * m * r^2 \quad (1)$$

$$J = \frac{1}{2} * m * (R^2 + r^2) \quad (2)$$

Hierbei wurde das Sonnenrad als Vollzylinder angenommen während Planetenträger und Hohlrad als Hohlzylinder berechnet wurden.

Die erforderliche Winkelbeschleunigung wurde wie folgt berechnet:

$$\omega_{punkt} = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} \quad (3)$$

Das erforderliche Drehmoment wurde nach folgender Formel berechnet.

$$M = J * \omega_{punkt} \quad (4)$$

PSG-Berechnungen:

Indizes:	Sonnenrad	1
	Hohlrad	2
	Planetenträger	3

kinematische Bedingungen (Willis-Gleichung):

$$i0 = \frac{n1 - n3}{n2 - n3}$$

$$n1 = n2 * i0 + n3 * (1 - i0)$$

$$n2 = \frac{n2 + n3 * (i0 - 1)}{i0}$$

$$n3 = \frac{n1 - i0 * n2}{1 - i0}$$

kinetische Bedingungen (M → Drehmoment):

$$M1 = -\frac{M2}{i0}$$

$$M1 + M2 + M3 = 0$$

Beziehungen:

Tabelle 5.2: Beziehungen

gegeben gesucht	Drehmoment Sonne	Drehmoment Planetenträger	Drehmoment Hohlrad
Drehmoment Sonne	-	$M1 = \frac{M3}{i0 - 1}$	$M1 = -\frac{M2}{i0}$
Drehmoment Planetenträger	$M3 = M1 * (i0 - 1)$	-	$M3 = M2 * (\frac{1}{i0} - 1)$
Drehmoment Hohlrad	$M2 = -i0 * M1$	$M2 = \frac{M3}{\frac{1}{i0} - 1}$	-

Abmaße:

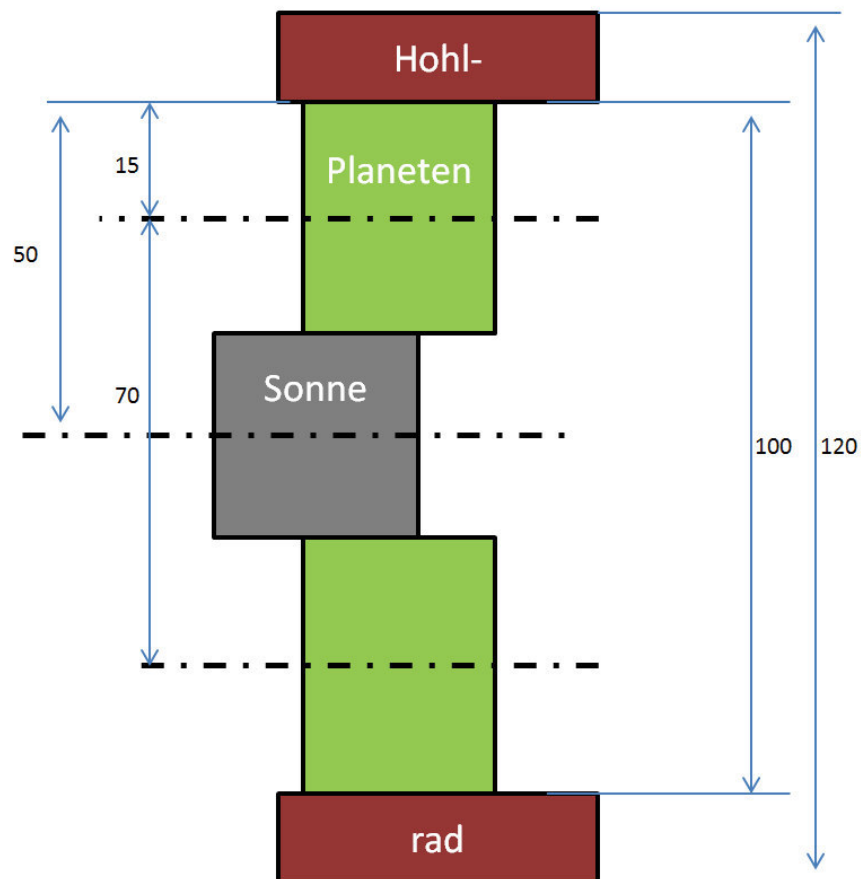


Bild 5.5: Abmaße

Maße Elektromotoren:

Länge:	75	mm
Durchmesser:	50	mm
Wellendurchmesser:	6	mm

Aufbauplan:

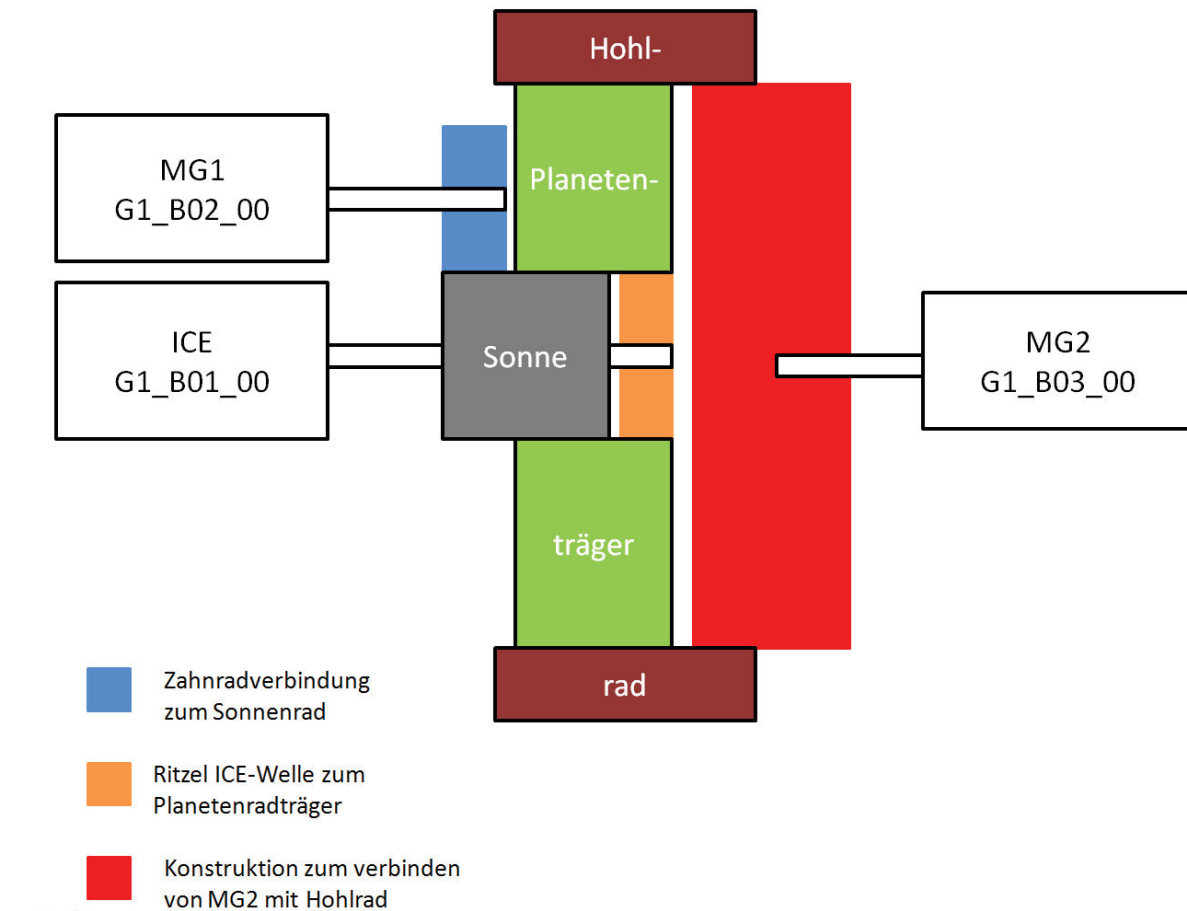


Bild 5.6: Aufbauplan

Die mechanische Ankopplung der Elektromotoren an das PSG wird mittels Wellen-Naben-Verbindungen realisiert. Hierzu wird die Welle die vom ICE auf den Planetenradträger gehen soll von rechts durchgeschoben und schließt mit dem Ritzel bündig am Sonnenrad ab. MG1 wird klassisch über eine Zahnradverbindung auf das Sonnenrad angeschlossen. Die Konstruktion für MG2 wird in das Hohlrad angeschweißt. Mit den Halterungen aus dem Datenblatt: Wellen- bzw. Motorhalter, siehe Anhang, werden die Motoren und Wellen befestigt.

Nennwerte: Elektromotoren

Motor:

Blockiermoment:	0,51 Nm	mit $i_{ges} \rightarrow 18,36$ Nm
Leerlaufdrehzahl	25 000 1/min $\pm 10\%$	mit $i_{ges} \rightarrow 694,4$ 1/min
Max. Abgabeleistung:	320 W	

Getriebe:

Übersetzung:	$i_{ges} = 1:36$
--------------	------------------

Benötigte Teile:

- 802
- 802/1
- 54 (2x)
- 45

➔ Vergleiche **Bild 5.7** und siehe folgende **Tabellen 5.3 & 5.4**

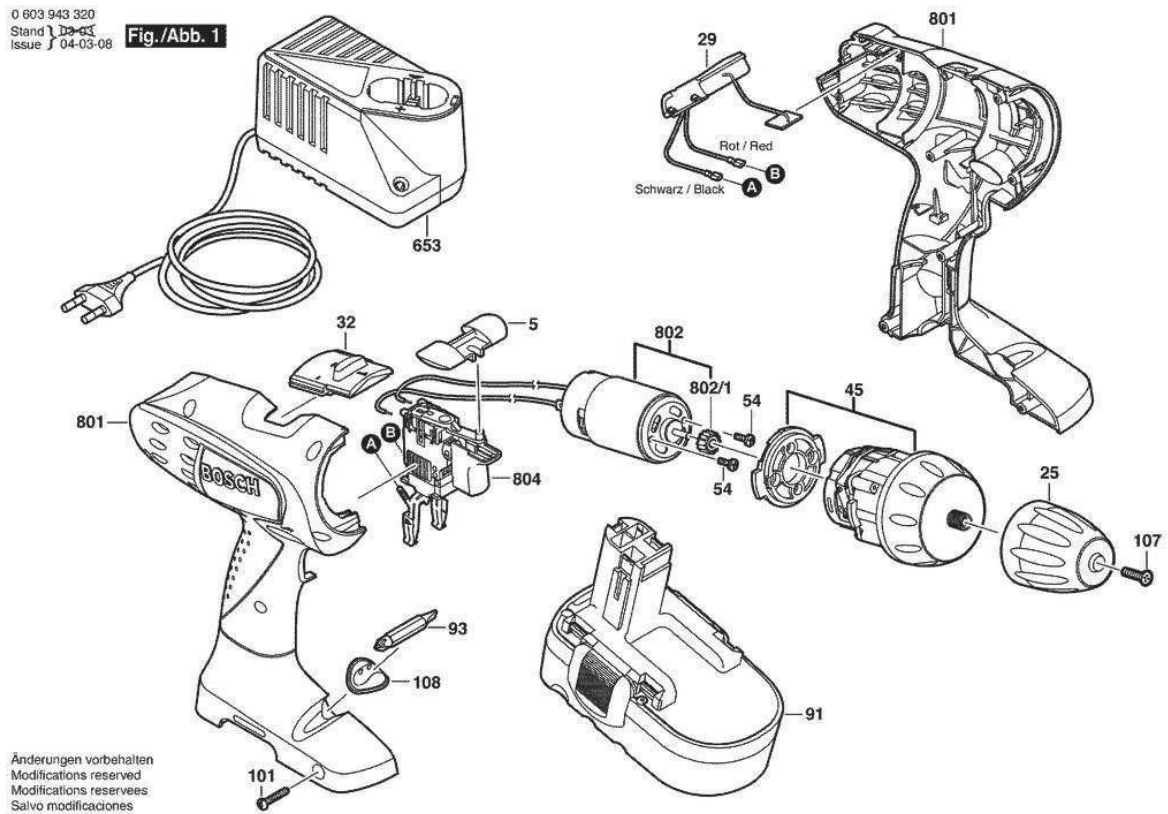


Bild 5.7: Teile-Elektromotor

Tabelle 5.3: Teileliste Motoren

Teileliste Motoren							
Pos.Nr.	Anzahl	Artikel	Bezugsort	Art-Nr.	Einzel- preis	Gesamt- preis	Bemerkungen
1	3	Lagerbock Motor Wellenhalter/T-Form	MISUMI Europa GmbH	SHA 50	22,33	66,99	€ unklar ob inkl/exkl. MwSt. Größe noch von Motorgeometrie abhän- gig
2	6	Lagerbock Wellen Wellenhalter/T-Form	MISUMI Europa GmbH	SHA 10	7,65	45,90	€ unklar ob inkl/exkl. MwSt. Größe noch von Motorgeometrie abhän- gig
3	3	Gleichstrommotoren Bosch PSR 18 VE2	Hans Sauer GmbH	802	34,11	102,33	€ Artikelnr. Gerät: 0603943330(202425)
4	3	Ritzel	Hans Sauer GmbH	802-1	-	-	€ Artikelnr. Gerät: 0603943330(202425)
5	3	Getriebe	Hans Sauer GmbH	45	37,58	112,74	€ Artikelnr. Gerät: 0603943330(202425)
6	6	Torx Zylinderschraube	Hans Sauer GmbH	54	0,99	5,94	€ Artikelnr. Gerät: 0603943330(202425)
7	1	Drehzahlsensor	Conrad Elektronik	276106 - 62	23,68	23,68	€
8	1	Verstärker	Conrad Elektronik	333492 62	7,89	7,89	€
9	1	Zahnrad	Mädler GmbH	20502000	14,94	14,94	€
Gesamtsumme						380,41	€

Tabelle 5.4: Teileliste Spannungsversorgung

Teileliste Spannungsversorgung							
Pos.Nr.	Anzahl	Artikel	Bezugsort	Art-Nr.	Einzelpreis	Gesamt- preis	
1	2	Netzteil SNT 24/500W M PFC	segor electronics		142,50	285,00	€
2	1	Netzteil SNT3,3/5/12/- 12/100WMPFC	segor electronics		88,00	88,00	€
Gesamtsumme						373,00	€

Stromaufnahme:

Aus Nennwerten:

$$P = U * I \quad R = \frac{U}{I} \quad I_{max} = \frac{U}{R}$$

Nennstrom:

$$I = \frac{P}{U} = \frac{320 \text{ W}}{18 \text{ V}} = 17,7 \text{ A}$$

Widerstand-Motor:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{18 \text{ V}}{17,7 \text{ A}} = 1,0112 \Omega$$

Maximaler Strom bei 24V:

$$I_{max} = \frac{U}{R} = \frac{24 \text{ V}}{1,0112 \Omega} = 23,73 \text{ A}$$

Die obige Rechnung ist nur überschlägig, da die induktiven und ohmschen Widerstände aus den gegebenen Daten nicht getrennt behandelt werden können. Aus den Nennwerten wird ein Ersatzwiderstand abgeschätzt um damit eine Aussage über die Größenordnung der maximalen Stromaufnahme treffen zu können. Da die Motoren voraussichtlich nicht mit voller Leistung betrieben werden müssen, kann davon ausgegangen werden, dass die beiden vorgesehenen Netzteile, welche jeweils 21 A abgeben, ausreichend sind.

6 Versuchsgruppe 2

Versuchsgruppe 2: Ansteuerung/Sensorik

Auftraggeber: Projektteam WS2014/15

Auftragnehmer: Projektteam SoSe 2015

Verantwortliche:

Name	Matrikelnummer
Tayfun Ulusoy	539183
Florian Bergt	541391
Thomas Bandt	538970
Steven Sabrowsky	542761
Alexander Risch	541494

Revisionen:

Revision	Datum	Bemerkungen
1.0	22.07.2015	Erste Überarbeitung

Gesamtschaubild:

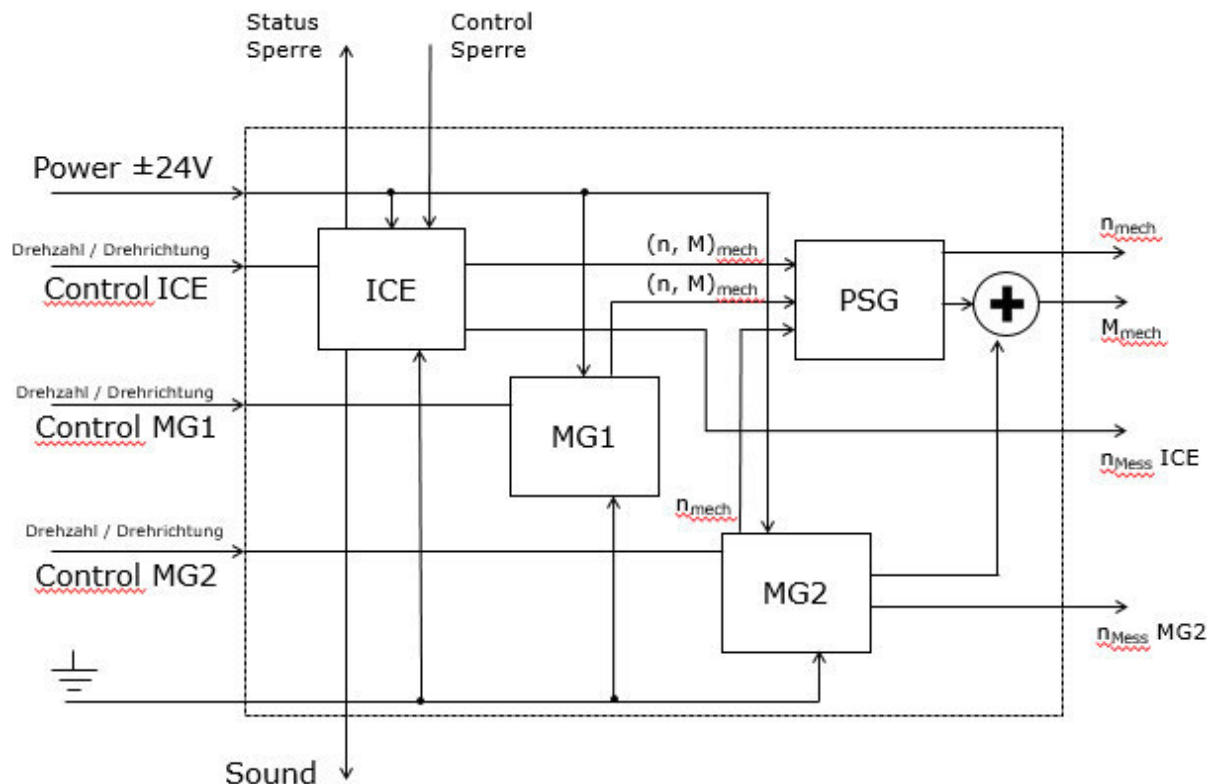


Bild 6.1: Gesamtschaubild

Für alle Elemente der Anzeige, wie zum Beispiel die LED-Leisten, die über einen sehr geringen Strombedarf verfügen, reicht ein einfacher Klingeldraht mit einem Leiterquerschnitt von 0,6 mm² aus. Alle übrigen Leiter, mit einer Stromaufnahme von 100 mA bis 300 mA, benötigen einen Leiterquerschnitt von 0,75 mm². Die Leiter, die die Elektromotoren und deren Ansteuerung versorgen, sollten zur Sicherheit mit einem Leiterquerschnitt von 1,5 mm² ausgelegt werden.

Im Allgemeinen werden die Leiterquerschnitte der Kaufteile übernommen, im Zweifelsfall bezieht man sich auf die DIN VDE 0100-520:2013-06 - Errichten von Niederspannungsanlagen.

Ebenfalls wird die farbliche Kennzeichnung der Leiter gegebenenfalls von den Farben der Leiter der Kaufteile übernommen. So wird eine zusätzliche Verwirrung vermieden. Im Allgemeinen werden alle spannungsführenden Leiter rot gekennzeichnet, beziehungsweise werden Leiter mit roter Ummantelung gewählt. Alle Leiter die auf Masse gehen oder mit GND bezeichnet werden, erhalten eine braune Kennzeichnung.

Es sollte darauf geachtet werden, dass Signalleitungen zur Vermeidung von Anschlussfehlern farblich nicht doppelt ausgeführt sind. Die Leitungen werden zusammengefasst in Kabelkanälen verlegt. Diese sind auf der Unterseite des Bedienpultes beziehungsweise der Anzeige befestigt, damit das Gesamtbild ein aufgeräumtes Äußeres aufweist und der Bediener sich rein auf die mechanischen Vorgänge konzentrieren kann. Beim Verlegen der Leitungen sollte eine gewisse Zugentlastung gewahrt sein und in Bereichen, wo Leitungen abknicken, werden zum Schutz vor Leitungsbruch die Leitungen im Knickbereich mit einer Rundung verlegt.

Drehzahl-Regelung:

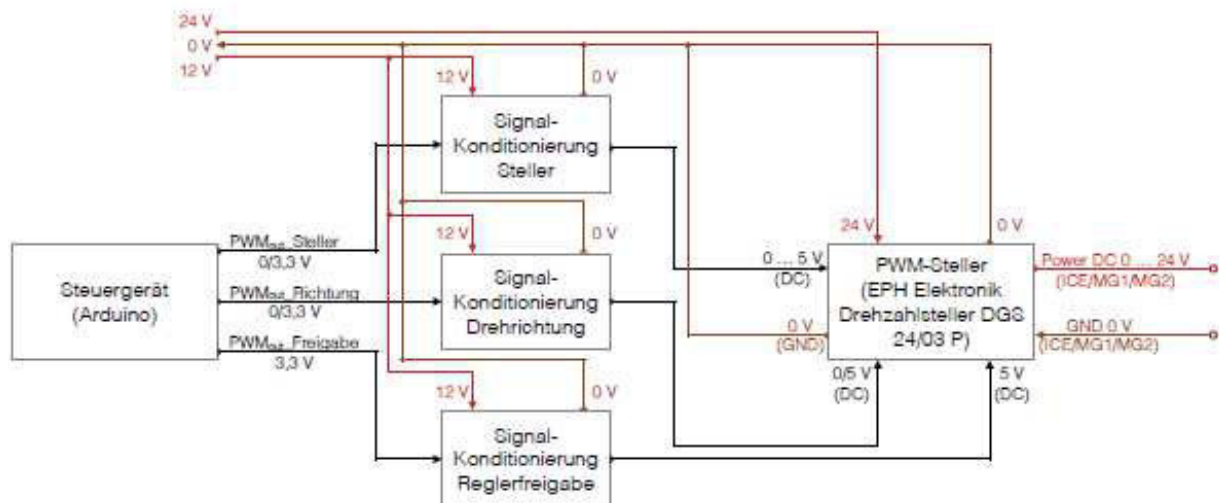


Bild 6.2: Drehzahl-Regelung

Da die E-Motoren nicht konstant mit derselben Geschwindigkeit drehen, muss eine Regelung der Drehzahlen erfolgen. Grundlage hierfür ist die Programmierung des Steuergerätes (Arduino). Wichtig hierbei ist, dass man aus dem Steuergerät eine digitale Rechteckspannung in Form eines PWM-Signales (PWM_{out}) in Höhe von max. 3,3 V erhält. Diese Spannung wird mittels eines Konditionierers auf bis zu 5 V erhöht und in eine Gleichspannung umgeformt.

Die Konditionierer für die Drehrichtung und Reglerfreigabe arbeiten auf der gleichen Grundlage, nur wird die Spannung für die Drehrichtung nur auf genau 5 V Gleichspannung erhöht, da hier keine Variation in der Höhe der benötigten Spannung erfolgt und für die Reglerfreigabe sollen dauerhaft 5 V anliegen, da dieser Eingang konstant unter Spannung stehen soll.

- als Steuergerät wird ein Arduino verwendet

- Ausgangssignal: $PWM_{out} = 0/3,3\text{ V}$



- $PWM_{out_Steller}$: 0/3,3 V; Modulation abhängig von gewünschter Drehzahl der Motoren
- $PWM_{out_Richtung}$: 0/3,3 V; 3,3V Ausgabe nur bei Änderung der Drehrichtung
- $PWM_{out_Freigabe} = 3,3\text{ V}$; da die Reglerfreigabe dauerhaft aktiv sein soll

Bild 6.3: Steuergerät

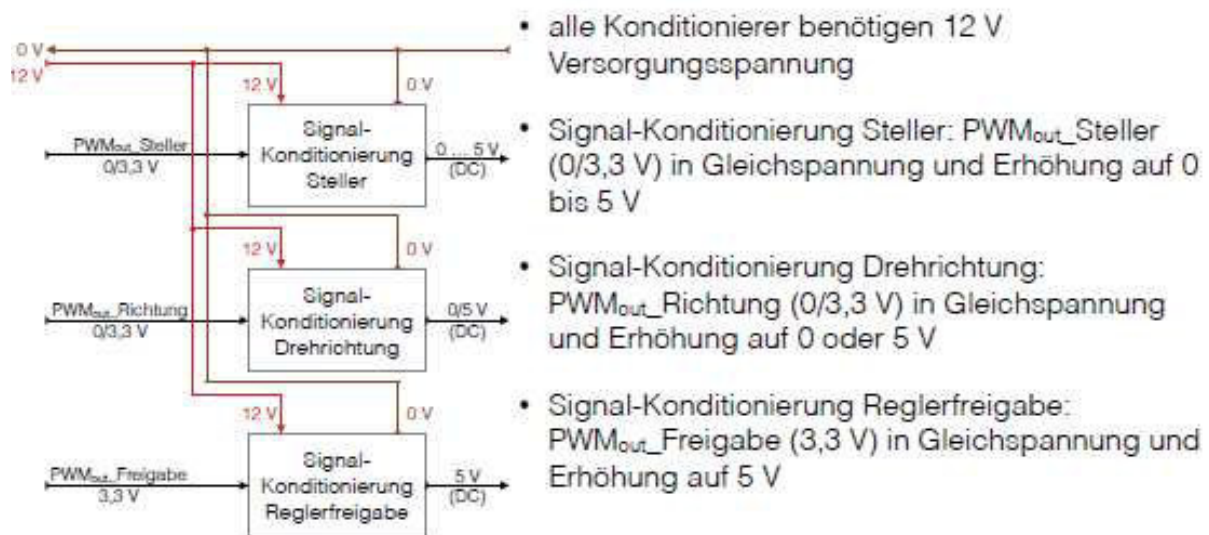
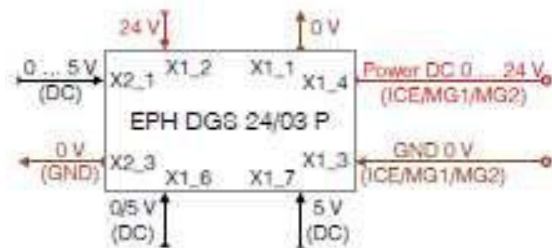


Bild 6.4: Konditionierer

Im PWM-Steller, der Firma EPH Elektronik vom Typ DGS 24/03 P, wird die Signalspannung im Bereich von 0 bis 5 V auf die Versorgungsspannung des E-Motors im Bereich von 0 bis 24 V eingestellt. Hierzu wird über Klemme X2_1 die „Control“-Spannung eingespeist. An der Klemme X2_3 liegt das Minus der „Control“-Spannung an, in diesem Fall geht dieser Anschluss direkt an die Masse. Über die Klemmen X1_1 und X1_2 erfolgt die Spannungsversorgung des Stellers in Höhe der benötigten Spannung des E-Motors (24 V).

Der E-Motor wird über die Klemmen X1_3 und X1_4 angeschlossen und somit letztendlich angesteuert. Über die Klemme X1_6 wird durch Anlegen einer Gleichspannung von 5 V die Drehrichtung des Motors geändert. An Klemme X1_7 sollen dauerhaft 5 V Gleichspannung anliegen, damit die interne Reglerfreigabe aktiv ist. Im PWM-Steller DGS 24/03 P ist ein Schutz vor Stromüberlastung integriert.



- EPH Elektronik Drehzahlsteller DGS 24/03 P
 - X2_1: Control-Spannung (0 bis 5 V DC)
 - X2_3: Minus Control-Spannung (0 V GND)
 - X1_1: Minus Versorgung (0 V)
 - X1_2: Plus Versorgung (24 V)
 - X1_3: Minus Motor (GND 0 V)
 - X1_4: Plus Motor (Power DC 0 bis 24 V)
 - X1_6: Vorgabe Drehrichtung (0/5 V DC)
 - X1_7: Reglerfreigabe (5 V DC)

Bild 6.5: PWM-Steller

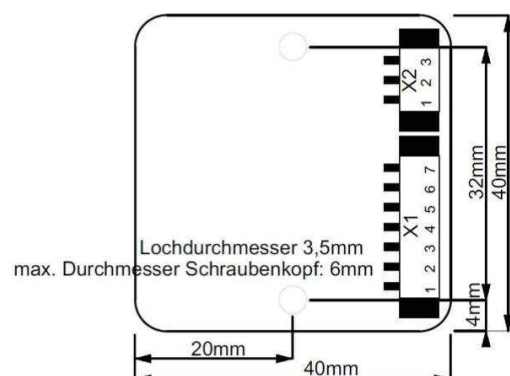


Bild 6.6: Drehzahlsteller

Sounderzeugung:

Herleitung der benötigten Frequenz zur Sounderzeugung:

Motordrehzahl vom Toyota Prius 0-4800 U/min, da die Drehzahl am Versuchsstand um 1/10 verringert werden soll, beträgt die Drehzahl am ICE/ Demonstrator 0-480 U/min.

Berechnung:

$$n_{ICE,Demo} = 0 - 480 \frac{1}{min}$$

$$n_{ICE,Demo} = 0 - 8 \frac{1}{s}$$

Der Motor am Toyota Prius ist ein 4 Zylinder, 4 Takte, somit ergeben sich Massenkräfte der zweiten Ordnung.

Berechnung:

$$2 \times n_{ICE,Demo} = 0 - 16 \text{ Hz}$$

Somit ergibt sich eine Frequenz von 0-16 Hz. (bei 2 Impulsen/ Umdrehung)

Das Ziel soll es sein eine Frequenz von 0-160 Hz zu erzeugen, das ist Möglich mit 20 Markierungen/ Umdrehung.

Berechnung:

$$20 \times n_{ICE,Demo} = 0 - 160 \text{ Hz}$$

Somit ergibt sich eine Frequenz von 0-160 Hz.

Schaubild zur Sounderzeugung:

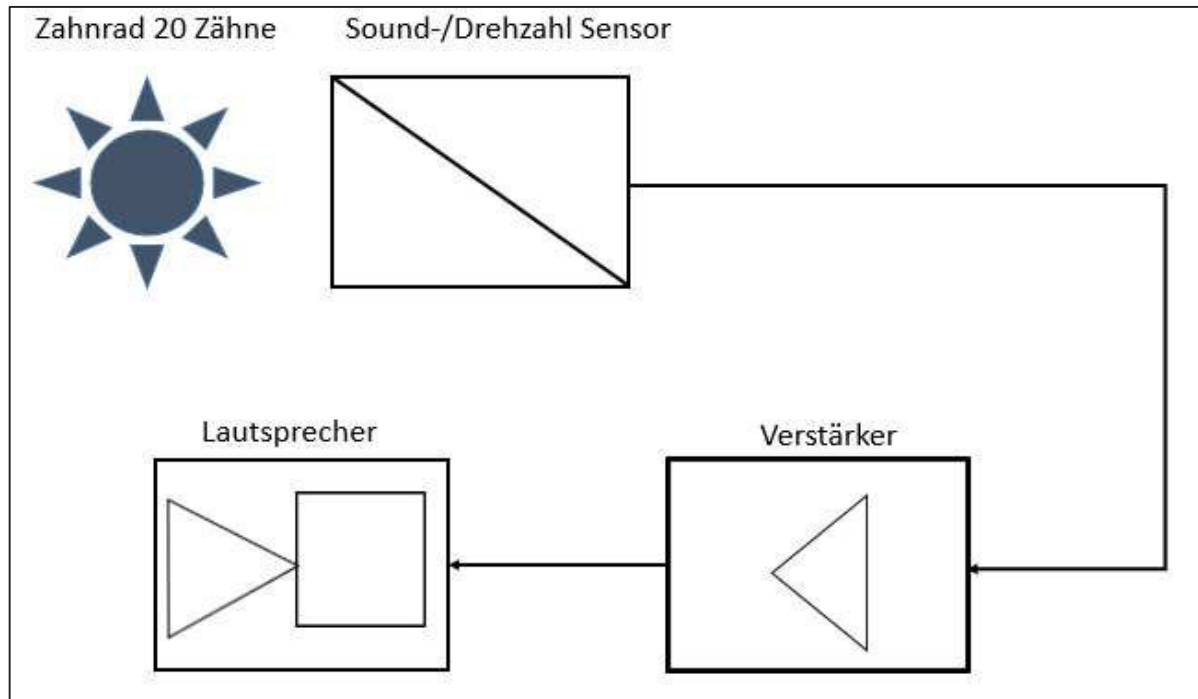


Bild 6.7: Beispiel für den Aufbau der Sounderzeugung

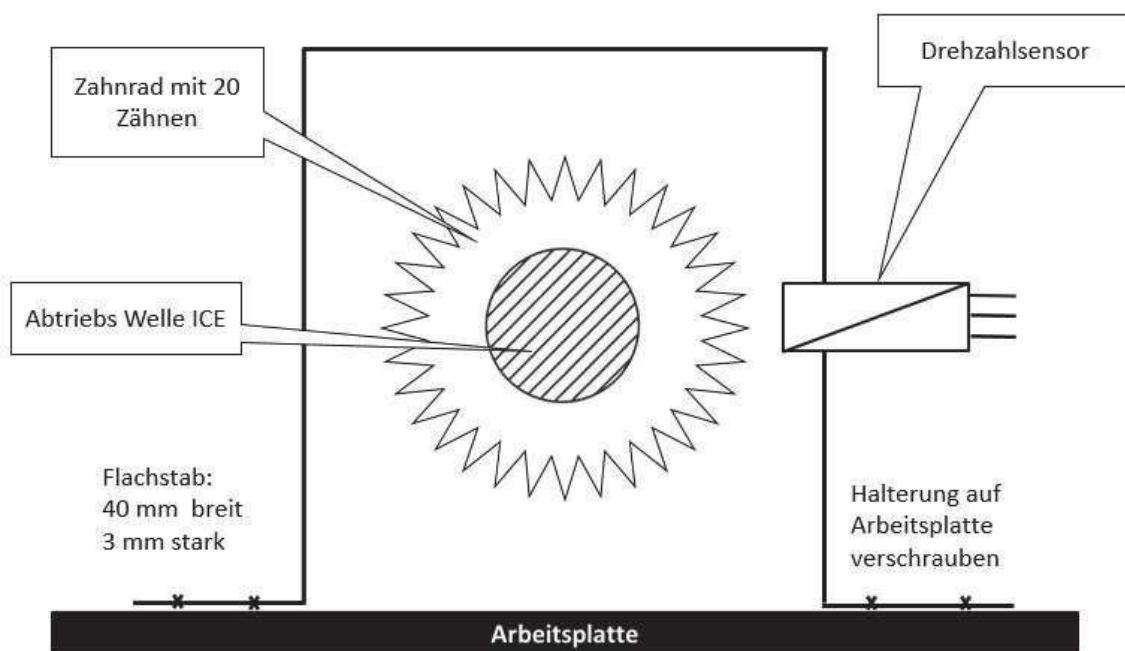
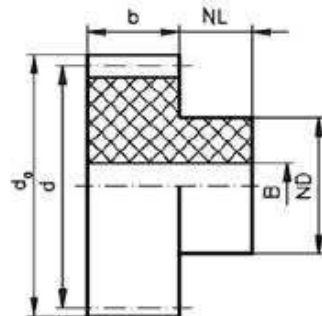


Bild 6.8: Beispiel für die Halterung des Sensors zur Sounderzeugung

Zahnrad mit 20 Zähnen



Stellring DIN 705 A

**Bild 6.9:** Zahnrad für die Sounderzeugung¹

Das Zahnrad wird auf der Abtriebs Welle vom ICE befestigt. Da das Zahnrad keine eigene Klemmvorrichtung besitzt, wird dies durch zwei Stellringe erreicht. Es wird je ein Stellring vor und ein Stellring hinter dem Zahnrad montiert. Der Bohrungsdurchmesser B des Zahnrades, muss nach den geometrischen Gegebenheiten gewählt werden, ebenso die Größe der Stellringe. Im gezeigten Beispiel beträgt der Bohrungsdurchmesser B bei diesem Zahnrad mit 20 Zähnen 8mm und der Bohrungsdurchmesser der Stellringe beträgt ebenfalls 8 mm.

¹ Quelle: http://smarthost.maedler.de/datenblaetter/K41_248.pdf

Anschluss des Sensors:



Zahnrad-/Drehzahl-Sensor

Beschreibung

Drehzahlensensor auf Hall-Effekt Basis im Aluminiumgehäuse. Erfasst Bewegungen metallischer Zahnräder. Auch für extrem langsame Bewegungen einsetzbar. Immunität gegen Rundlauffehler. Einsetzbar bei unregelmäßiger Versorgungsspannung. Verpolschutz bis 24 V/DC. Eloxiertes Aluminiumgehäuse. 10-bit genaue Schaltschwelleneinstellung für: Automatische Adaption an die Magnetfeldstärke, automatische Anpassung an Zahnradgeometrie, Kompensation von Unwuchten im Zahnrad.

Anwendung: Trainingsgeräte, Maschinen in der Lebensmittelindustrie, Geschwindigkeitsmesser.

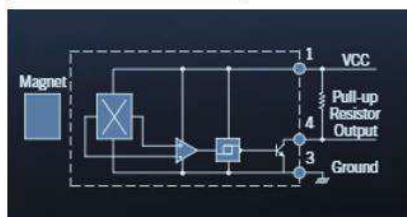
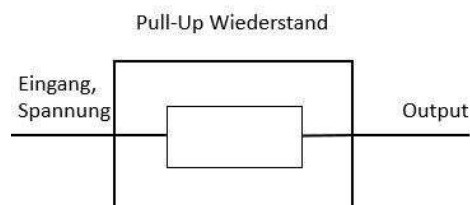
Der Sensor benötigt zwischen Ausgang (schwarz) und Vcc (braun) einen externen Pull-up Widerstand, dessen Widerstandswert von der Versorgungsspannung abhängt.

Technische Daten

Typ	GS100701
Ausführung	Open Collector Ausgang
Gehäuse	Gewinde 11,906 mm (15/32")
Betriebsspannung	5 - 24 V/DC
Betriebsstrom	Max. 6 mA
Temperaturbereich	-40 - +125 °C
Länge	65.532 mm
Durchmesser	11.906 mm
Ausgangsspannung	Max. 400 mV

Bild 6.10: Beispiel für Drehzahlsensor²

Pull-Up-Widerstand:



		Kontakterfassung				
Sensor Serie	Steckervariante	Vcc	Ausgang	Masse	Drehrichtung	Drehzahl
GS	12 mm rund	1	4	3	N/A	N/A
	Litze	Braun	Schwarz	Blau	N/A	N/A
	Delphi	A	B	C	N/A	N/A
Empfohlene Werte für Pull-up Widerstände:						
Volt DC	5	9	12	15	24	
Ohm	1 k	1,8 k	2,4 k	3 k	3 k	

Bild 6.11: Beispiel für benötigten Pull-Up Widerstand³

² Quelle: <http://www.conrad.de/ce/de/product/276106/Zahnrad-Drehzahl-Sensor-Cherry-Switches-GS100701-5-24-VDC-Gewinde-11906-mm-1532?ref=searchDetail>, gesehen am: 15.07.2015, 13:40 Uhr

³ Quelle: Cherry.de, gesehen am 15.07.2015, um 14:30 Uhr

Anschluss des Verstärkers:

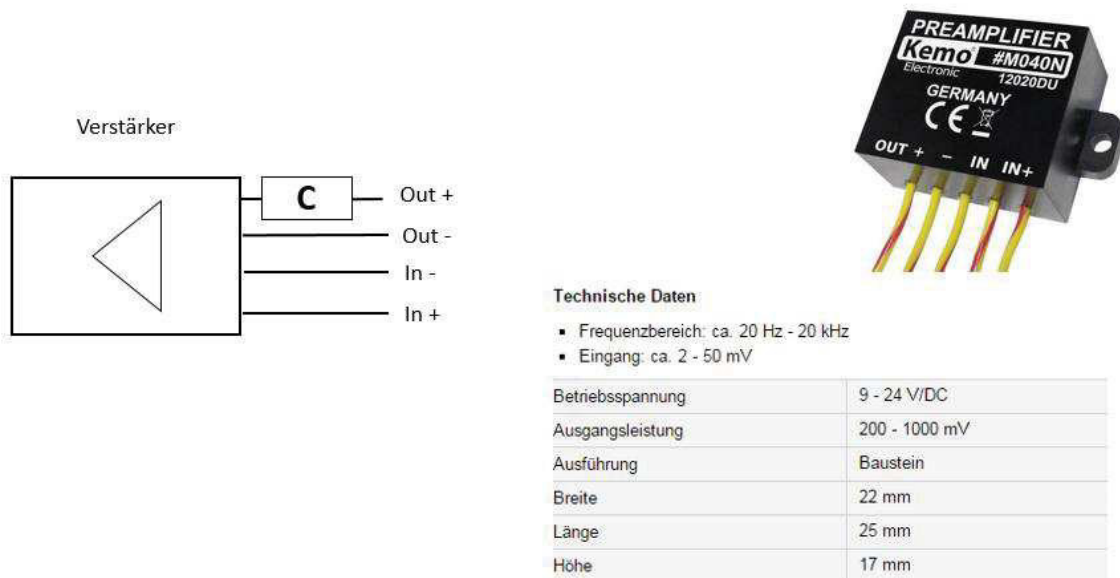


Bild 6.12: Beispiel für Verstärker⁴

Bemerkung:

Die Dimensionierung des Kondensators erfolgt durch Prof. Dr. Lindemann.



Bild 6.13: Beispiel für Einbaulautsprecher⁵

⁴ Quelle: <http://www.conrad.de/ce/de/product/114987/Kemo-Universal-Vorverstaerker-Modul-im-Gehaeuse-M040N-Baustein-9-24-VDC-Ausgangsleistung-200-1000-mV/?ref=detview1&rt=detview1&rb=1>, gesehen am 23.07.2015, um 13:15 Uhr

⁵ Quelle: <http://www.conrad.de/ce/de/product/333492/Visaton-W-170-S-Tieftoener-4-?ref=searchDetail>, gesehen am 23.07.2015, um 13:40 Uhr

Aufbau der Bremseinrichtung:

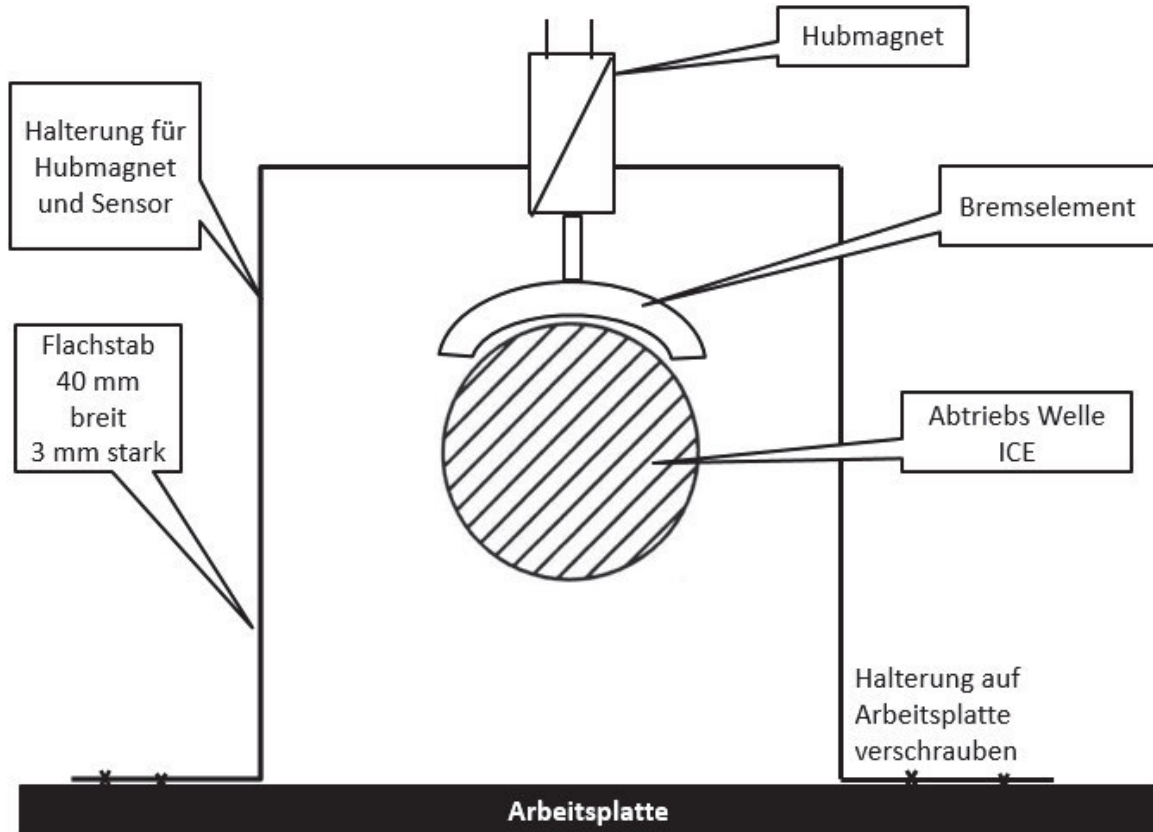


Bild 6.14: Aufbau der Bremseinrichtung

Hubmagnet:

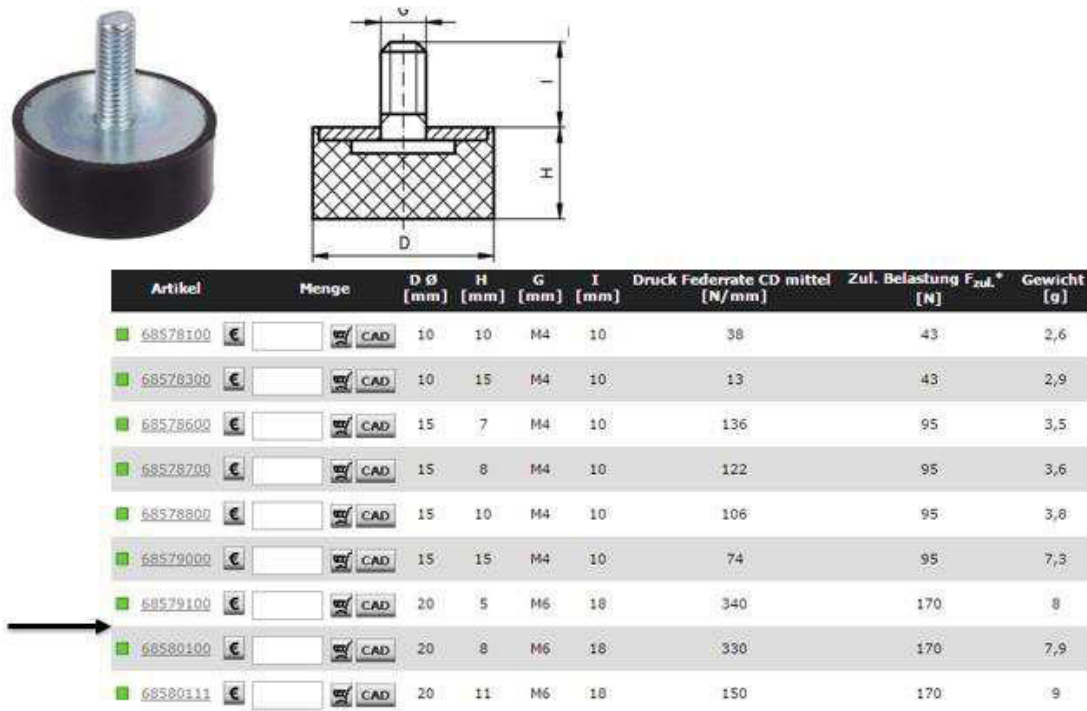


The image shows a cylindrical push-pull solenoid (Hubmagnet) with a label indicating it is a 'meccetto' model. Below the physical component is a schematic diagram of the solenoid's electrical connection, showing a rectangular coil with a diagonal line and two terminals labeled 'Anschluss +' and 'Anschluss -'.

Anwendung	Push-Pull
Durchmesser	30 mm
Einschaltdauer	100%
Gewicht	1.1kg
Hub max.	15mm
Leistungsaufnahme bei Ansteuerung	23W
Länge	36mm
Magnetische Kraft	18 → 80N
Schaltspannung	24 Vdc

Bild 6.15: Beispiel für Hubmagnet⁶

Bremselement:



The image shows a cylindrical brake element (Bremselement) with a threaded rod. To its right is a technical cross-section drawing showing the internal structure with dimensions: D (outer diameter), H (height), G (thread), I (inner diameter), and a central rod with diameter d. Below the drawing is a table listing various models and their specifications.

Artikel	Menge	D Ø [mm]	H [mm]	G [mm]	I [mm]	Druck Federrate CD mittel [N/mm]	Zul. Belastung F _{zul.} * [N]	Gewicht [g]
68578100	10	10	10	M4	10	38	43	2,6
68578300	10	15	15	M4	10	13	43	2,9
68578600	15	7	7	M4	10	136	95	3,5
68578700	15	8	8	M4	10	122	95	3,6
68578800	15	10	10	M4	10	106	95	3,8
68579000	15	15	15	M4	10	74	95	7,3
68579100	20	5	5	M6	18	340	170	8
68580100	20	8	8	M6	18	330	170	7,9
68580111	20	11	11	M6	18	150	170	9

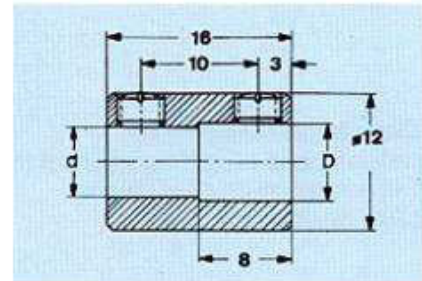
Bild 6.16: Beispiel für Bremsen⁷

⁶ Quelle: <http://de.rs-online.com/web/p/hubmagnete-zylinderformig/1719597/>

⁷ Quelle: <http://www.maedler.de/product/1643/1626/2183/gummi-metall-anschlagpuffer-mgs-mit-gewindestueck>, gesehen am 23.07.2015, um 15:00 Uhr

Verbindung von Bremsselement und Hubmagnet:

Die Betätigungswelle des Hubmagneten und das Gewinde des Bremsselementes, werden mit dieser Achskupplung verbunden. Anschluss Gewinde am Bremsselement M6, Anschluss Durchmesser am Hubmagnet 4mm.



$\varnothing D$	$\varnothing d$	Gewicht Weight	Art.-Nr.
6	6	10 gr.	720.6
4	4	12 gr.	720.4
6	4	11 gr.	720.64

Bild 6.17: Verbindung Magnet-Bremse⁸

⁸ Quelle: <http://www.conrad.de/ce/de/product/183745/?insert=62&insertNoDeeplink&productname=Achskupplung-Mentor-72064-1-St>, gesehen am 23.07.2015, um 15:00 Uhr

Stückliste-Sound & Hubmagnet:

Tabelle 6. 1: Stückliste Sounderzeugung und Hubmagnet

Artikel/ Artikelbezeichnung	Bezugsort	Hersteller	Artikelnummer/ Bestellnummer	Anzahl	Einzelpreis in €	Gesamtpreis in €
Drehzahlsensor	Conrad Elektronik	Cherry Switches	276106 - 62	1 St	23,68	23,68
Lautsprecher Tieftöner	Conrad Elektronik	Visaton	333492 62	1 St	28,50	28,50
Verstärker	Conrad Elektronik	Kemo	114987 - 62	1 St	7,89	7,89
Widerstand	Reichelt Elektronik	_____	1/4W 3,0K	1 St	0,10	0,10
Zahnrad	Niederlassung Mädler GmbH	_____	20502000	1 St	14,94	14,94
Stellring DIN 705 A	Niederlassung Mädler GmbH	_____	62300800	2 St	0,65	1,30
Hubmagnet	RS Components GmbH	Macalectro	171-9597	2 St	57,09	114,18
Bremselement	Niederlassung Mädler GmbH	_____	68579100	2 St	1,79	3,58
Achskupplung	Conrad Elektronik	Mentor	183745 62	2 St	1,74	3,48
Flachstahl	Carl Spaeter GmbH	_____	_____	1,5m	Nur Anfrage, Tagesaktuell ca. 5.50€/ lfm	8,25
Fachstecker 6,3	Conrad Elektronik	Vogt Verbindungstechnik	736974-62	1 VE/10 ST	2,90	2,90
Print-Schraub- klemmenblock	Conrad Elektronik	Phoenix Contact	743545-62	1 VE/10 ST	10,30	10,30

Stückliste-Drehzahlregelung:

Tabelle 6. 2: Stückliste Drehzahlregelung

Artikel/Artikelbezeichnung	Bezugsort	Hersteller	Artikelnummer/ Bestellnummer	Anzahl	Einzelpreis in €	Gesamtpreis in €
EPH DGS 24/03 P	Conrad Electronic	EPH Elektronik	430034 - 62	3	52,99	158,97
Konditionierer	Prof. Lindemann	/	/	3	/	/
Klingelleitung weiß YR 2x0,8mm 100m Ring	Elektrohandel Wandelt GmbH	diverse	08919	1	28,59	28,59
Aderleitung flexibel H05V-K 0,75mm ² schwarz 100m	Elektrohandel Wandelt GmbH	diverse	04286	1	9,61	9,61
Aderleitung flexibel H07V-K 1,5mm ² rot 100m	Elektrohandel Wandelt GmbH	diverse	00230	1	15,95	15,95
Aderleitung flexibel H07V-K 1,5mm ² braun 100m	Elektrohandel Wandelt GmbH	diverse	00225	1	15,95	15,95
Kontaktschalter	Conrad Electronic	_____	842016-02	1	10,99	10,99
Nockenschalter	Conrad Electronic	Sälzer	641626-62	1	22,46	22,46
Notausschalter	Conrad Electronic	IDEC	706817-62	1	29,84	29,84

7 Versuchsgruppe 3

Versuchsgruppe 3: Anzeige- und Bedieneinheit

Auftraggeber: Projektteam WS2014/15

Auftragnehmer: Projektteam SoSe 2015

Verantwortliche:

Name	Matrikelnummer
Kim Marschall	540395
Syazwan Khairi	540956
Luis Klopfer	540663
Toni Kretzschmar	542765
Nils Gabriel	543160

Revisionen:

Revision	Datum	Bemerkungen
1.0	22.07.2015	Erste Überarbeitung

7 Versuchsgruppe 3

Versuchsgruppe 3: Anzeige- und Bedieneinheit

Auftraggeber: Projektteam WS2014/15

Auftragnehmer: Projektteam SoSe 2015

Verantwortliche:

Name	Matrikelnummer
Kim Marschall	540395
Syazwan Khairi	540956
Luis Kloppe	540663
Toni Kretzschmar	542765
Nils Gabriel	543160

Revisionen:

Revision	Datum	Bemerkungen
1.0	22.07.2015	Erste Überarbeitung

Aufbau und Versorgung:

Wie in LD0107 gefordert, sind die Anzeige und Bedienelemente unter dem Aspekt *natürliches Mapping* angeordnet. Sie sind gut zu erreichen und logisch angeordnet wie in Bild 7.1 zu sehen. Für eine detaillierte Übersicht befinden sich sämtliche Zeichnungen, die für den Aufbau erforderlich sind, im Maßstab 1:1 mit entsprechender Bemaßung im Anhang. Es ist zu bemerken, dass die Anordnung der oberen und unteren Bedienreihen bezüglich des Vorentwurfs aus dem Lastenheft aus ergonomischen Gründen und zu Gunsten der Benutzerfreundlichkeit getauscht wurde. Der Last-, Park-, Ready- und SOC-Schalter befinden sich demnach auf der oberen Hälfte, wohingegen die Fader für das Brems- und Fahrpedal, sowie der Wahlhebel unten angeordnet sind.

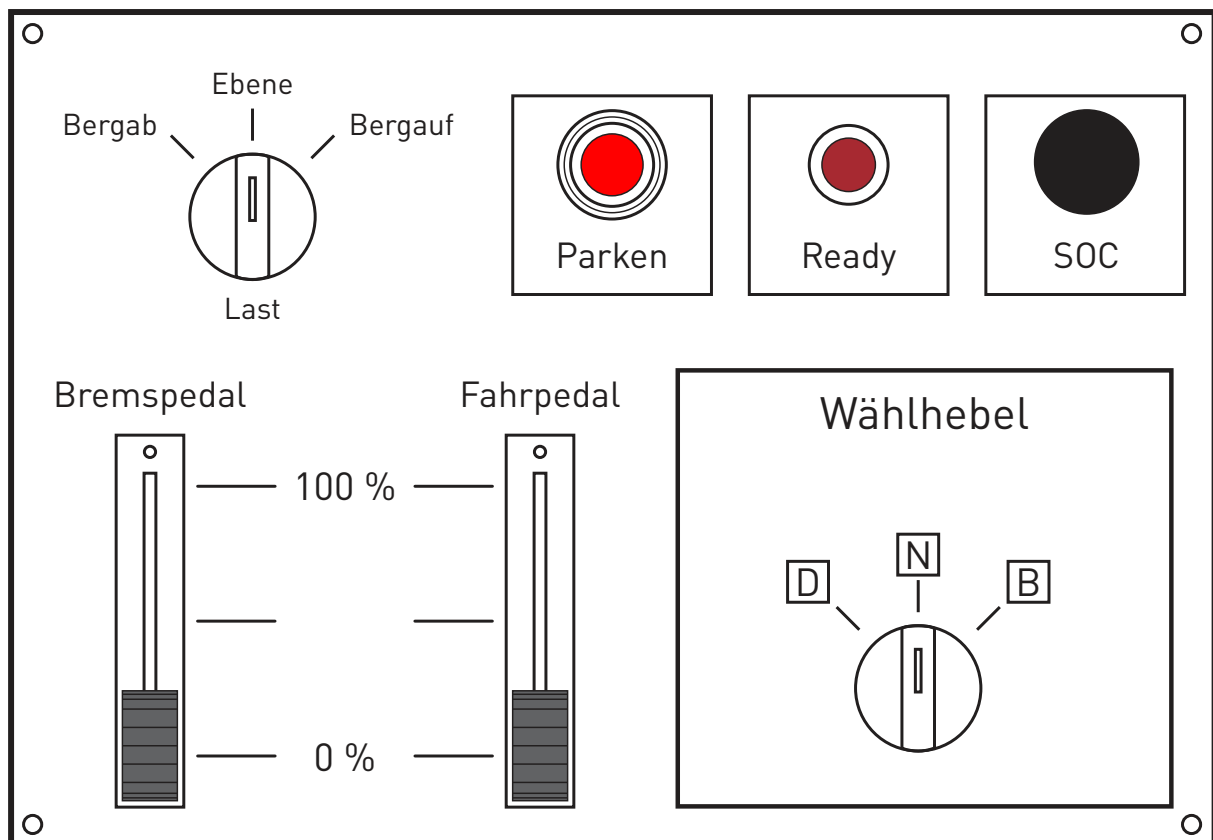


Bild 7.1: Bedienelement

Die maximale Stromaufnahme für die Anzeige- und Bedienelemente beträgt etwa 235 mA. Der gesamt Strom ergibt sich aus den Teilströmen, die sich aus den einzelnen Bauelementen ergeben. Für die Berechnung wird angenommen, dass die Bauelemente parallel geschaltet werden und sich die Ströme addieren. Die Ströme der zwei Linearpotenziometer (Max. 10 kOhm) errechnen sich über das Ohm'sche Gesetz. Versorgungsspannung der Potenziometer 3,3V $\rightarrow I=U/R$.

So ergibt sich ein Strom für die zwei Potenziometer von 0,66 mA. Die Ströme für die Bauelemente Encoder, Dekadenzähler, Drucktastern (Beleuchtet) und dem LCD Display wurden aus den jeweiligen Datenblättern entnommen.

Für die Anzeige des Batterieladestatus' werden 3 LED-Bargraphen verwendet, von denen jeder einzelne eine maximal Stromabnahme von 10 mA hat. Das heißt, bei der Anzeige eines vollen Batterieladezustands (30 leuchtende LED), beläuft sich die Stromabnahme auf 30 mA.

Das Lauflicht der LED-Bargraphen, die die Kraft- und Stromflüsse visualisieren, werde nacheinander angesteuert und jeweils durch nur eine fortlaufende LED dargestellt. So ergibt sich ein Strom von etwa 1 mA.

Batterie:

Basierend auf der in LD0700 geforderten Umsetzung für die Batterie, wird mit Hilfe des PD0700 beschriebenen Angular Encoders und dem dazugehörigen Steuergerät der Ladezustand manuell realisiert und simuliert. Je nach gewünschter Empfindlichkeit des Schalters muss für die Programmierung des Steuergerätes die Anzahl der Impulse (20 Schaltstufen bzw. Impulse auf 360°, eine Umdrehung) für einen gewisse Erhöhung oder Verringerung des Ladezustands auf der LED-Anzeige und dem Display (Bild 7.2) sorgen. Auf dem Angular Encoder befindet sich, für die einwandfreie Bedienung des Drehschalters, ein Drehknopf von Cliff im Durchmesser von 25,2 mm.

Eingabeelemente:

Der Wählhebel mit den Stufen N, D und B wird durch einen Drehschalter, wie in PD0807 beschrieben, realisiert. Aus Kostengründen kann die Anforderung LD0808, also die Realisierung nach Möglichkeit durch ein Originalteil aus dem Toyota Prius, im ersten Modell nicht erfüllt werden. Eine Beschriftung der Schaltstufen befindet sich oberhalb des Schalters an den jeweiligen Schaltpositionen.

Der Fahrpedalgeber wird auf dem Bedienelement wie in LD0810 und LD0811 als ein Linear-Schiebepotentiometer von ALPS realisiert, wie in PD0810 beschrieben.

Der Bremspedalgeber wird auf dem Bedienelement wie in LD0812 und LD0813 als ein Linear-Schiebepotentiometer von ALPS realisiert, wie in PD0812 beschrieben.

Zur Einstellung des SOC-Werts der Batterie (LD0814) wird mit Hilfe eine Ladezustand einstellbare über Encoder 5V, wie im PD0700 realisiert. Der SOC-Geber ist ein so genannter Angular Encoder und ist als inkrementeller Endlosgeber ausgeführt (LD0815). Dieses wird wie in PD0700 beschrieben realisiert.

Zur Einstellung der Last am Fahrzeugabtrieb (LD0816) wird mit Hilfe eine Drehschalter realisiert. Der Lastschalter verfügt über drei Schaltstufen (LD0817) und wird durch das in PD0816 beschriebene Teil realisiert.

Die Beschriftung der Schaltstufen findet auf der Bedientafel statt (LD0818).

Der Ready-Knopf wird wie in PD0819 beschrieben als Drucktaster realisiert.

Wie in LD0821 gefördert, sind alle Stellungen der Bedienelemente durch die Beschriftungen leicht erkennbar.

Der Parkknopf aus LD0804 wird als Drucktaster mit integrierter Beleuchtung realisiert, wie in PD0804 beschrieben.

Sämtliche Bauteile können z. B. auf einer 3 mm starken Aluminiumblechplatte montiert werden.

Anzeigeelemente:

Auf der Anzeigetafel sind die Komponenten MG1 mit Inverter, MG2 mit Inverter, ICE, Planetenradsatz (PSD) und Last (LD0900) wie in Bild 7.2 zusehen schemenhaft dargestellt.

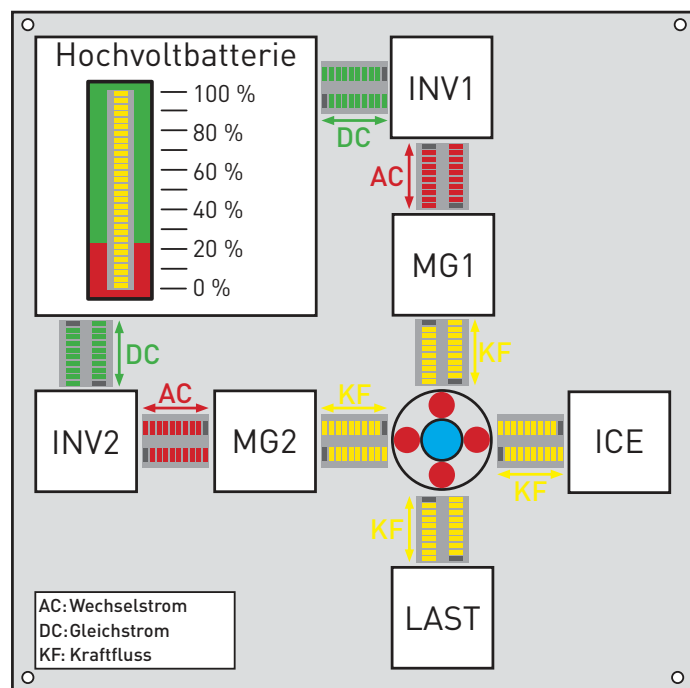
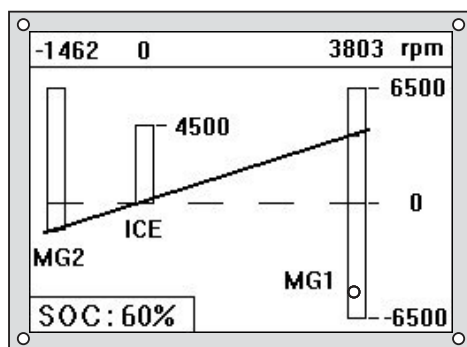
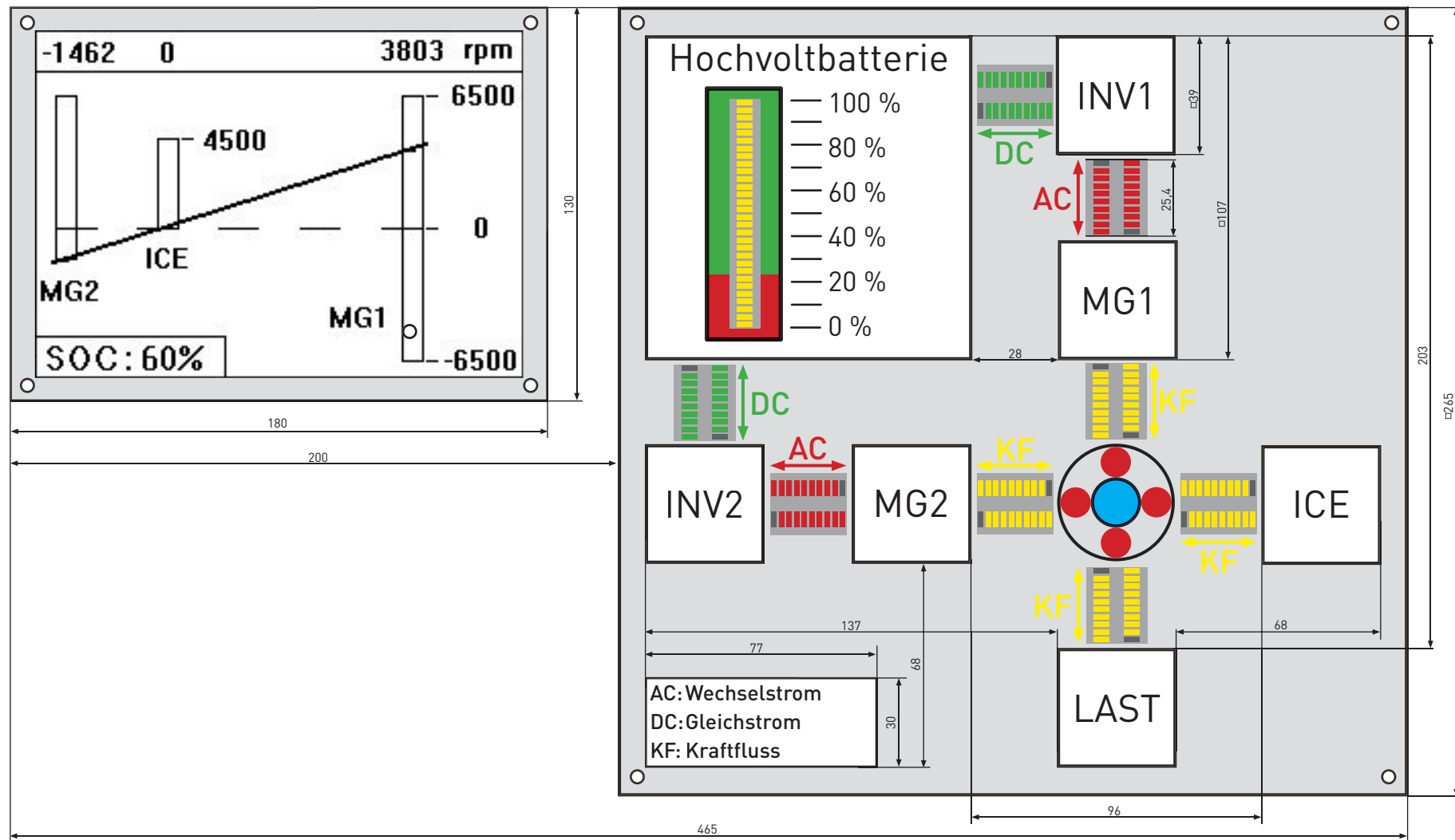


Bild 7.2: Anzeigeelemente

Der elektrische Stromfluss (AC) zwischen MG1 und Inverter 1 (LD0901) wird mit Hilfe von zwei parallel angeordneten roten LED-Lauflichtern realisiert, die jeweils in entgegengesetzte Richtungen laufen (PD0901). Die Nutzung eines LED-Lauflichts ist schaltungsbedingt nur in eine Richtung gegeben, die dazugehörige Schaltung ist in Bild 7.3 zu sehen.

Der elektrische Stromfluss (AC) zwischen MG2 und Inverter 2 (LD0902) wird mit Hilfe von zwei parallel angeordneten roten LED-Lauflichtern realisiert, die jeweils in entgegengesetzte Richtungen laufen (PD0902). Die Nutzung eines LED-



Detaillierte Bemäßung zu Bild 7.2: Anzeigeelemente

Die hier angegebenen Maße dienen als Orientierung für die tatsächliche Umsetzung der Baugruppe „Anzeigeelemente“.

Die Lauflichter sind als gesamte Baugruppe mit den dazugehörigen Schaltungen in Bild 7.4 dargestellt und werden vom Steuergerät angesteuert.

Der Taktgeber in der Schaltung zur Ansteuerung (Bild 7.3) der LED-Bargraphen wird nur ein mal benötigt, weil jede LED einzeln nacheinander angesteuert wird.

Blockschaltbild

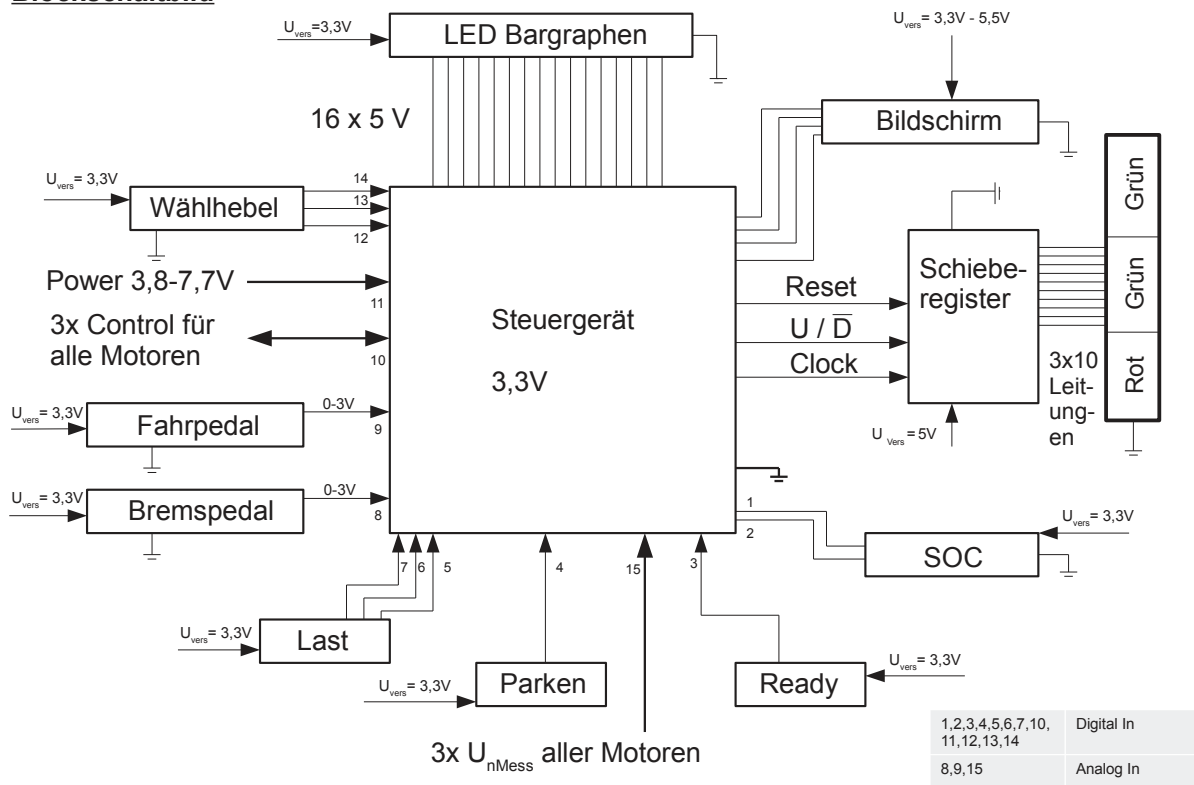


Bild 7.4: Blockschaltbild

Das Anzeigemodul verfügt über ein 7,5 Zoll LCD-Display mit einer Auflösung von 320 x 240, wie in PD0908 beschrieben.

Auf dem Display wird der Drehzahl-Nomograph (Bild 7.5, maßstabsgetreu 1:1) von MG1, MG2 und ICE quantitativ in Abhängigkeit von den über das Bedienelement (Bild 7.1) eingestellten Werten visualisiert (LD0909). Zusätzlich wird im unteren linken Bildrand der eingestellte SOC-Wert angezeigt.

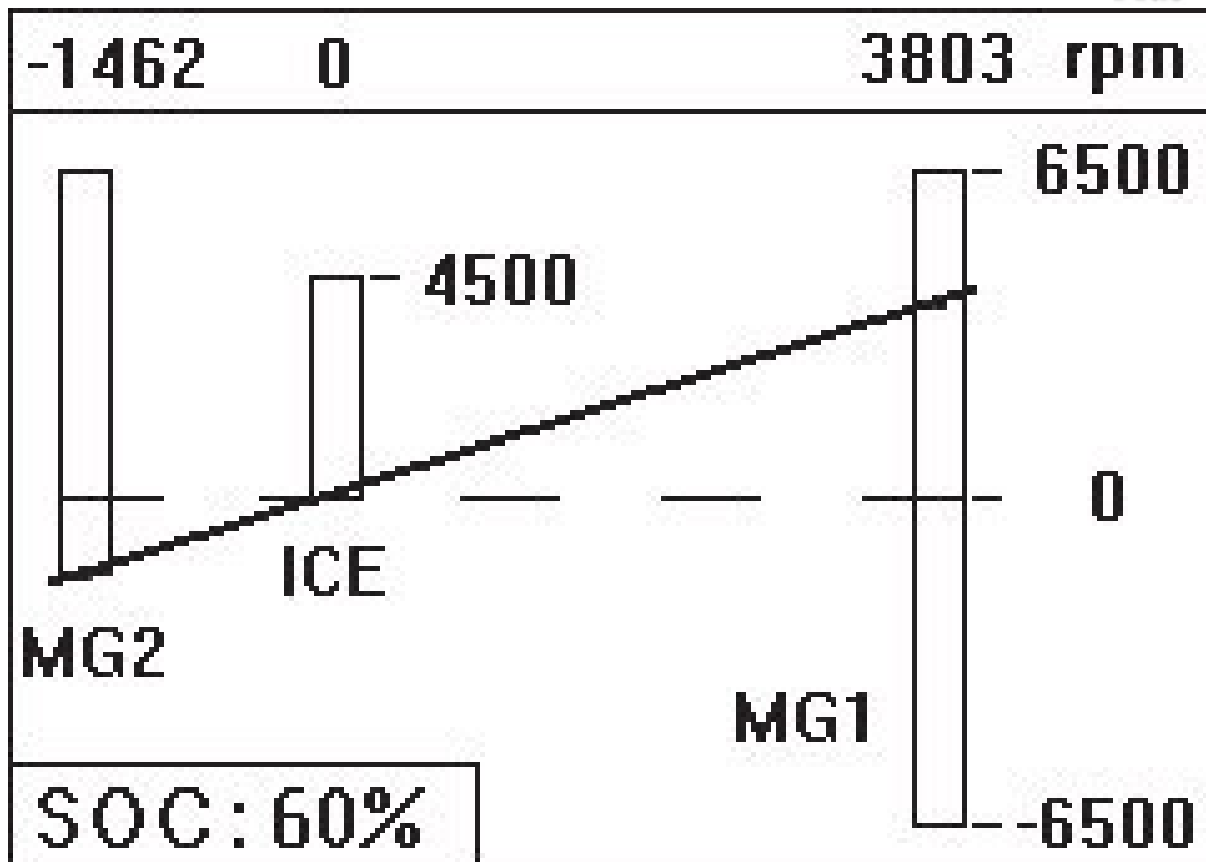


Bild 7.5: Drehzahl-Nomograph maßstabsgetreu auf 7,5 Zoll Display

Zur Darstellung des Ladezustands der Batterie (SOC) (LD0911) werden drei gelbe LED-Sektionen mit je zehn LEDs (PD0911) verwendet. Die Ansteuerung der LEDs wird durch eine Schieberegisterschaltung realisiert. Zur Steuerung des Schieberegisters bedient das Steuergerät die Eingänge *clock*, *reset* und *U & /D*.

Zur Darstellung des Ladezustands über 20% (LD0912) und der letzten 20% (LD0913) wurde sich entgegen der Forderung von farbigen LEDs für eine farbliche Unterlegung eines einfarbigen Lauflichtes entschieden, wie in Bild 7.2 zu sehen.

Die Verbindungen der Bauteile zu den Schaltungen erfolgt durch die in der Stückliste unter Pos. Nr. 15 bis 19 aufgelisteten Bauteile.

Hauptfunktionen

Sämtliche Hauptfunktionen wie die Aktivierung des Parkmodus' (LD0320), die Fahr- und Bremspedalwerteeinstellung (LF0500 und LF0600), der Lastzustand (LF0700) und der eingestellte Batteriezustand (SOC) (LF0710) werden im Steuergerät verarbeitet.

Stückliste

Tabelle 7.1: Stückliste Anzeige- und Bedienelement

Pos.-Nr	Menge	Artikel	Händler	Bestellnummer	Preis	Preis Menge	Bemerkung
1	2	Dreifachschalter	Conrad	704706-62	7,49 €	14,98 €	LB-Lastbetätigung
2	2	10kohm Linariopotentiometer	Conrad	442162-62	6,10 €	12,20 €	Bremspedal/Fahrpedal
3	2	Schiebeschalter	Conrad	441857 - 62	0,81 €	1,62 €	
4	1	Endlospotentiometer	Conrad	453377-62	1,87	1,87 €	Encoder 5
5	1	Druckschalter	Conrad	700735-62	5,19 €	5,19 €	Parken
6	1	Cliff Drehknopf K12	Conrad	705018 - 62	0,94 €	0,94 €	
7	16	Dekadenzähler	Conrad	1015442-62	0,54 €	8,64 €	74hct logik-jc
8	1	ne555p-Präzisionstimer	Conrad	152184-62	0,23 €	0,23 €	
9	1	Vorwiderstand xohm	Conrad			0,00 €	abhängig von Schnelligkeit der Lauflichter
10	1	Kondensator 0,1 µf	Conrad	445670-62	0,06 €	0,06 €	
11	16	Elektrolythkondensator 100µf	Conrad	1279202	0,98 €	15,68 €	
12	4	LED BARGRAPHEN	Conrad	160137 - 62	1,39 €	5,56 €	ROT
13	11	LED BARGRAPHEN	Conrad	160142 - 62	0,73 €	8,03 €	GELB
14	4	LED BARGRAPHEN	Conrad	160140 - 62	1,25 €	5,00 €	GRÜN
15	16	IC Fassung	Conrad	189472-62	0,11 €	1,76 €	6 Pins
16	16	IC Fassung	Conrad	1304153-62	0,19 €	3,04 €	16 Pins
17	5	Wannenstiftleiste	Conrad	739630 - 62	0,31 €	1,55 €	
18	2	Leiterplatten	Conrad	529618-62	3,79 €	7,58 €	160x100x1,5
19	5	Doppelreihige Stiftleiste	Conrad	393505 - 62	0,37 €	1,85 €	
20	1	Baustein Schieberegister				0,00 €	
21	1	Bildschirm	Rs-Compnents	698-0435	188,28 €	188,28 €	320X240Pixel LCD
					220,63 €	284,06 €	

8 Produktrealisierung

Tabelle 8.1: Gruppe 1-Auslegung Motoren

LD0102	Zur Stromversorgung des Demonstratorstands muss ein 230 V AC 16 A Hausanschluss ausreichen.
PD0102	Spannungsversorgung der E-Motoren durch Schaltnetzteil SNT 24/500W M PFC (segor); Spannungsversorgung Elektronik SNT 5/12/ 65W M (segor)
LD0110	Die Komponenten ICE, MG1 und MG2 sollen farblich unterschieden werden. Die Verknüpfung der Antriebskomponenten mit den Komponenten des Planetenradsatzes soll durch gleichfarbige Markierungen sichtbar gemacht werden.
PD0110	siehe LD0203 Konflikt
LD0111	Die Komponenten MG1, MG2, ICE und Planetenradsatz müssen eine für den Bediener erkennbare Beschriftung haben.
PD0111	auf Gehäuse den Namen des Elektromotors (ICE, EM1, EM2)
LD0112	Es muss eine durchsichtige Schutzabdeckung der rotierenden Komponenten geben
PD0112	transparenter Wellenschutz aus Kunststoff
LD0200	Die Komponente Verbrennungsmotor (ICE) muss als Elektromotor ausgeführt sein.
PD0200	Motor aus Bosch Akkuschrauber PSR 18 VE-2
LD0203	Der E-Motor des ICE soll optisch wie ein Verbrennungsmotor aussehen.
PD0203	Gehäuse farbig in Silber mit Aufdruck / Zeichnung eines Motors
LD0300	Die Komponente Motorgenerator 1 (MG1) muss als Elektromotor ausgeführt sein.
PD0300	Motor aus Bosch Akkuschrauber PSR 18 VE-2
LD0400	Die Komponente Motorgenerator 2 (MG2) muss als Elektromotor ausgeführt sein.
PD0400	Motor aus Bosch Akkuschrauber PSR 18 VE-2

LD0500	Der Fahrwiderstand muss mit einem Elektromotor ausgeführt werden.
PD0500	entfällt, da System drehzahl geregelt wird
LD0602	Die Drehzahlen von ICE, MG1 und MG2 sind auf dem Demonstrator um den Faktor 10 kleiner als in real.
PD0602	ja, max. Drehzahl der angegebenen Motoren = 700 1/min
LD0603	Eine gleichzeitige Drehzahlerfassung der Hauptkomponenten MG1, MG2, ICE und Rad muss vorhanden sein.
PD0603	Durch Hallaufnehmer Hamlin Typ 55100-3H-02-A 3,8-24V und Nd-Fe-B Magnet auf Welle bzw. Zahnrad
LD0604	Die Vorwärtsrichtungen aller Motoren sind am Demonstrator mit Pfeilen gekennzeichnet.
PD0604	Aufgeklebte Pfeilmarkierung mit Schriftzug "Vorwärts" in Vorwärtsrichtung der Motoren an der Verkleidung nahe des Wellenausgangs
LF1000	Lastmomente an den elektrischen Maschinen werden im Generatorbetrieb durch elektrische Lasten simuliert
PF1000	siehe PD0500
LF1010	Leistungsangebote an den elektrischen Maschinen werden im Motorbetrieb durch elektrische Leistung vorgegeben
PF1010	Die Elektromotoren werden spannungsgeregelt angesteuert

Tabelle 8.2: Gruppe 2-Ansteuerung/Sensorik

Aufbau und Versorgung		
LD0113	Ein Betrieb des Demonstrators ist erst bei geschlossener Abdeckung möglich	
	siehe PD0114	
LD0114	Die Anlage muss ein unbeabsichtigtes Berühren rotierender Teile im Normalbetrieb unmöglich machen.	
PD0114	→Abdeckung: Ausführung in Plexiglas, Rechteckform, Unterseite offen, Abmaße geometrisch vorgegeben →Kontaktschalter: Schiebetür-Kontaktschalter 12 V Bestell-Nr. Conrad-Elektronik: 842016-62 Anschlüsse: 2-polig, 6,3 mm Flachstecker-Anschluss	LD0113 LD0502
LD0115	Die Anlage muss ein unbeabsichtigtes Berühren spannungsführender Teile im Normalbetrieb unmöglich machen.	
PD0115	Gehäuse und Abdeckungen müssen IP 44 entsprechen	
LD0116	Die maximale Spannung an den, für die Lehre bestimmten Messpunkten, soll der Niederspannungsrichtlinie 2006/95/EG entsprechen.	
PD0116	Farbliche Kennzeichnung der Steckbuchsen, Richtlinie beachten	
LD0117	Der Demonstrator muss gefahrlos für Mensch und Umgebung in geschlossen Räumen betreibbar sein.	
PD0117	→ Klemmstellen und Anschlüsse nach VDI-Norm → Potenzialausgleich des Rahmens/Gehäuses	
ICE		
LD0201	Der Motor ICE muss über eine elektrisch ansteuerbare Trennkupp- lung verfügen	
PD0201	Änderung: Der Motor ICE muss über eine elektromagnetische Sperre verfügen. → Umsetzung als elektromagnetische Sperre, → Mit Hubmagnet, Bestell-NR: RS Components GmbH 171-9597 → 2-Polig, 24VDC → angeraute Oberfläche an der Welle → Bremsselement aus Gummi	
LD0202	Wenn der ICE läuft sollen Verbrennungsgeräusche über einen Lautsprecher drehzahlabhängig wiedergegeben werden. Die Verbrennungsgeräusche müssen abstellbar sein.	
PD0202	siehe Versuchsgruppe 2: Sounderzeugung	
Last		
LD0502	An der Lastmaschine gibt es eine elektromechanische Sperre → siehe LD0201	
	Analog zu PD0201	

Eingabeelemente		
LD0800	Der Demonstrator verfügt über einen On/Off-Schalter	
PD0800	Hauptschalter Abschließbar Ausführung: Nockenschalter 20 A, 1x90°, Gelb Rot, Firma: Sälzer Conrad-Elektronik Bestell-Nr.: 641626-62	LD0801 LF0100 LF0110
LD0801	Der On/Off-Schalter ist ein Schlüsselschalter	
PD0801	siehe PD0800	
LD0802	Die Anlage verfügt über einen Notausschalter	
	siehe PD0803	
LD0803	Der Notausschalter ist ein roter Pilzknopf auf gelbem Grund	
PD0803	Ausführung als Not-Aus-Schalter 250V/AC 3 A Conrad-Elektronik Bestell-Nr.: 706817-62	LD0802
Hauptfunktionen		
Ein/Aus		
LF0100	Schalterzustand Aus soll die gesamte Anlage stromlos schalten	
	siehe PD0800	
LF0110	Schalterzustand Ein soll die Stromversorgung der Anlage Einschalten	
	siehe PD0800	
Notausschalter		
LF0200	Der Notausschalter ist nach Betätigung verriegelt	
PD0200	➔ als Notausschalter mit Rastung ausführen ➔ Entsperrung durch Drehen	
LF0210	Der Notausschalter trennt den Versuchsstand von der Stromversorgung	
PD0210	in Reihe mit Hauptschalter und Wandler AC/DC anschließen	
Wie schnell, umfassend, genau,...		
LA0001	Von dem Demonstrator darf keine Gefahr für Leib und Leben ausgehen.	
PD0001	Niederspannungsrichtlinie 2006/95/EG einhalten	
LA0002	Bewegliche Teile müssen, sofern von der Bewegung eine Gefahr ausgeht, gekapselt werden.	
PD0002	Siehe PD0114	
LA0003	Spannungsführende Leitungen/Komponenten müssen gekapselt oder mit Schutzschaltungen versehen werden, sofern die Stromstärke eine Gefahr darstellt.	
PD0003	Niederspannungsrichtlinie 2006/95/EG einhalten	
LA0004	Der Demonstrator muss mit allen gesetzlich erforderlichen Schutzmechanismen, wie zum Beispiel einem Not-Aus-Schalter, ausgestattet werden.	
PD0004	Siehe PD0800, PD0803, PD0114	

LA0006	Die Anordnung der Komponenten sollte möglichst übersichtlich sein, Komponenten von denen Gefahr ausgeht, müssen besonders gekennzeichnet sein.
PD0006	<ul style="list-style-type: none"> → UVV → Sicherheitskennzeichen nach DIN 4844, BGV A8 → Bedienung nur durch unterwiesene Personen
LA0007	Ein Dokument zur Unterrichtung der Sicherheitshinweise ist beigelegt.
PD0007	Siehe Ausführung WS 2015/16
LA0008	Überprüfung aller Schutzmechanismen unmittelbar vor Übergabe.
PD0008	Siehe Ausführung WS2015/16
LA0009	Anfertigen eines Prüf-/Abnahmeprotokolls zur Entlastung der Verantwortlichen.
PD0009	Siehe Ausführung WS2015/16

Tabelle 8.3: Gruppe 3-Anzeige-Bedieneinheit

Aufbau und Versorgung	
LD0107	Die Bedienelemente sollten unter dem Aspekt "natürliches Mapping" angeordnet sein. Ort und Richtung der Bedienelemente sollen mit dem Handlungseffekt übereinstimmen.
PD0107	Anordnung der Bedienelemente wie auf Abbildung 5-2 des Lastenhefts
Batterie	
LD0700	Es soll keine reelle Batterie vorhanden sein. Der Ladezustand der Batterie soll manuell eingestellt werden können.
PD0700	TT Electronics AB 1EN 11-VSM1BQ15 Conrad Bestell-Nr. 453377 - 62 <ul style="list-style-type: none"> → Ladezustand einstellbar über Encoder 5 V/DC 0,01 A → 20 Schaltpositionen auf 360 ° (ermöglicht Einstellung des Ladezustands in 5 % Schritten) Cliff CL172877B Drehknopf Achse geriffelt schwarz Conrad Bestell-Nr. 705018 - 62
Eingabebelemente	
LD0804	Die Anlage verfügt auf der Bedientafel über einen Parkknopf
PD0804	Druckschalter, tastend, beleuchtet. SCI Parts R13-527D2B Conrad Bestell-Nr. 700735 - 62
LD0805	Der Parkknopf ist ein Drucktaster
PD0805	siehe PD0804
LD0806	Der Parkknopf verfügt über eine interne Beleuchtung
PD0806	siehe PD0804

LD0807	Die Anlage verfügt auf der Bedientafel über einen Wählhebel
PD0807	Conrad LAS0-ASY-20X/33 IP40 Conrad Bestell-Nr. 704706 - 62 → Drehschalter 250 V/AC 5A 3 Schaltpositionen 2 x 45 °
LD0808	Der Wählhebel hat drei Schaltstufen und hat zur Bedienung einen handgroßen Knauf
PD0808	siehe PD0807
LD0809	Die Stufen des Wählhebels heißen N, D und B
PD0809	siehe PD0807
LD0810	Die Anlage verfügt auf der Bedientafel über ein Fahrpedalgeber
PD0810	ALPS 401776 Conrad Bestell-Nr. 442162 - 62 → Geschwindigkeit einstellbar über Linear-Schiebepotentiometer 10 kΩ Stereo 0,2 W → 0 V = 0 %; 1,5 V = 50 %; 3 V = 100% Geschwindigkeit ALPS 76501 Schieberegler-Knopf gerippt, schwarz Conrad Bestell-Nr. 441857 - 62
LD0811	Das Fahrpedal ist ein Schiebepotentiometer
PD0811	siehe PD0810
LD0812	Die Anlage verfügt auf der Bedientafel über ein Bremspedalgeber
PD0812	ALPS 401776 Conrad Bestell-Nr. 442162 - 62 → Geschwindigkeit einstellbar über Linear-Schiebepotentiometer 10 kΩ Stereo 0,2 W 0 V = 0 %; 1,5 V = 50 %; 3 V = 100% Geschwindigkeit ALPS 76501 Schieberegler-Knopf gerippt, schwarz Conrad Bestell-Nr. 441857 - 62
LD0813	Das Bremspedal ist ein Schiebepotentiometer
PD0813	siehe PD0812
LD0814	Die Anlage verfügt auf der Bedientafel über einen Knopf zur Einstellung des SOC-Wertes der Batterie
PD0814	siehe PD0700
LD0815	Der SOC-Geber ist ein so genannter Angular Encoder und ist als inkrementaler Endlosgeber ausgeführt
PD0815	siehe PD0700
LD0816	Die Anlage verfügt auf der Bedientafel über einen Lastknopf zur Einstellung der Last am Fahrzeugabtrieb
PD0816	Conrad LAS0-ASY-20X/33 IP40 Conrad Bestell-Nr. 704706 - 62 → Drehschalter 250 V/AC 5A → 3 Schaltpositionen 2 x 45 °
LD0817	Der Lastschalter verfügt über drei Schaltstufen
PD0817	siehe PD0816
LD0818	Die Stufen des Lastschalters heißen Bergab, Ebene und Bergauf

PD0818	Beschriftung über Drehschalter auf Bedientafel
LD0819	Die Anlage verfügt auf der Bedientafel über einen Ready-Knopf
PD0819	Druckschalter, tastend SCI Parts R13-507A-05RT Conrad Bestell-Nr. 701103 - 62
LD0820	Der Ready-Knopf ist ein Drucktaster
PD0820	siehe PD0819
LD0821	Die aktuelle Stellung der Bedienelemente muss leicht erkennbar sein
PD0821	Positionen werden beschriftet
Anzeigeelemente	
LD0900	Auf der Anzeigetafel sind die Komponenten MG1 mit Inverter, MG2 mit Inverter, ICE, Planetenradsatz (PSD) und Last als Schema dargestellt
PD0900	siehe Bild 7.1
LD0901	Der elektrische Stromfluss zwischen MG1 und Inverter1 wird mit einem LED-Lauflicht richtungsgetreu dargestellt
PD0901	AC Stromfluss lauffrichtungsgetreu dargestellt durch LEDs in roter Farbe Ansteuerung durch Schaltung siehe Bild.... mittels folgender Teile Kingbright DC-10CGKWA Conrad Bestell-Nr. 1050628 - 62 ➔ LED-Bargraph 10fach ROT ➔ (B x H x T) 25,4 x 10,16 x 8 mm Dekadenzähler NXP 74HCT4017 Conrad Bestell-Nr. 151521 - 62 Präzisions-Timer Texas Instruments NE 555 P Conrad Bestell-Nr. 152184 - 62 Kondensator 100 Mikro Farad Hitano Enterprise Bestell-Nr. 453358 - 62 Kondensator 0,1 Mikro Farad Jianghai ECR1VPT101MFF250611 Bestell-Nr. 446162 - 62 Vorwiderstand RoyalOhm MF0W4FF2000A50 Bestell-Nr. 1089786 - 62 Leiterplatte Conrad SU 527769 Conrad Bestell-Nr. 530753 - 62

	<p>IC-Fassung 7,62 mm Polzahl: 6 Conrad Bestell-Nr. 189472 – 62</p> <p>IC-Fassung 7,62 mm Polzahl: 16 econ connector ICF 16 Conrad Bestell-Nr. 1304153 – 62</p> <p>Wannenstiftleiste RM 2,54 Rastermaß: 2,54 mm Pole: 2 x 10 137-20-1-00-2 W & P Products Conrad Bestell-Nr. 739630 – 62</p> <p>WR Rademacher Lötstreifenrasterplatine WR-Typ 790-5 (L x B x H) 160 x 100 x 1,5 mm Rastermaß 2,54 mm HP mit Cu. Auflage Conrad Bestell-Nr. 529618 – 62</p> <p>Doppelreihige Stiftleiste RM 2,54, gerade Pole: 2 x 10 10120545 BKL Electronic Conrad Bestell-Nr. 393505 - 62</p>
LD0902	Der elektrische Stromfluss zwischen MG2 und Inverter2 wird mit einem LED-Lauflicht richtungsgetreu dargestellt
PD0902	siehe PD0901
LD0903	Der elektrische Stromfluss zwischen Inverter1 und Inverter2 und der Batterie wird mit einem LED-Lauflicht richtungsgetreu dargestellt
PD0903	<p>wie in PD0901 nur mit grünem LED Lauflicht</p> <p>Kingbright DC-10CGKWA Conrad Bestell-Nr. 1050630 - 62 → LED-Bargraph 10fach GRÜN (B x H x T) 25,4 x 10,16 x 8 mm</p>
LD0904	Gleich- und Wechselströme sollen im Lauflicht unterscheidbar sein
PD0904	<p>→ zwischen MG1 bzw. MG2 und Inverter1 bzw. Inverter2 wird der Stromfluss auf der Tafel durch AC gekennzeichnet</p> <p>→ zwischen Inverter1 bzw. Inverter2 und der Batterie wird der Stromfluss auf der Tafel durch DC gekennzeichnet</p>
LD0905	Der Kraftfluss zwischen ICE und MG1 über das PSD wird mit einem LED-Lauflicht richtungsgetreu dargestellt
PD0905	<p>Kraftschluss laufrichtungsgetreu dargestellt in gelber Farbe durch LEDs</p> <p>Ansteuerung durch Schaltung siehe Bild.... mittels folgender Teile</p> <p>Kingbright DC-10SYKWA Conrad Bestell-Nr. 1050629 - 62 → LED-Bargraph 10fach GELB → (B x H x T) 25,4 x 10,16 x 8 mm</p> <p>Dekadenzähler NXP 74HCT4017 Conrad Bestell-Nr. 151521 - 62</p>

	<p>Präzisions-Timer Texas Instruments NE 555 P Conrad Bestell-Nr. 152184 - 62</p> <p>Kondensator 100 Mikro Farad Hitano Enterprise Bestell-Nr. 453358 - 62</p> <p>Kondensator 0,1 Mikro Farad Jianghai ECR1VPT101MFF250611 Bestell-Nr. 446162 - 62</p> <p>Vorwiderstand RoyalOhm MF0W4FF2000A50 Bestell-Nr. 1089786 - 62</p> <p>Leiterplatte Conrad SU 527769 Conrad Bestell-Nr. 530753 - 62</p> <p>IC-Fassung 7,62 mm Polzahl: 6 Conrad Bestell-Nr. 189472 - 62</p> <p>IC-Fassung 7,62 mm Polzahl: 16 econ connector ICF 16 Conrad Bestell-Nr. 1304153 - 62</p> <p>Wannenstiftleiste RM 2,54 Rastermaß: 2,54 mm Pole: 2 x 10 137-20-1-00-2 W & P Products Conrad Bestell-Nr. 739630 - 62</p> <p>WR Rademacher Lötstreifenrasterplatine WR-Typ 790-5 (L x B x H) 160 x 100 x 1,5 mm Rastermaß 2,54 mm HP mit Cu. Auflage Conrad Bestell-Nr. 529618 - 62</p> <p>Doppelreihige Stiftleiste RM 2,54, gerade Pole: 2 x 10 10120545 BKL Electronic Conrad Bestell-Nr. 393505 - 62</p>
LD0906	Der Kraftfluss zwischen ICE und Rad über das PSD wird mit einem LED-Lauflicht richtungsgetreu dargestellt
PD0906	siehe PD0905
LD0907	Der Kraftfluss zwischen MG2 und Rad über das PSD wird mit einem LED-Lauflicht richtungsgetreu dargestellt
PD0907	siehe PD0905
LD0908	Das Anzeigemodul verfügt über ein Display
PD0908	<p>LCD Display 7-Zoll Bolymin BEGV643A3 Bestell-Nr. 698-0435 (RS-Components)</p>

LD0909	Auf dem Display soll der Drehzahlmograph von MG1, MG2 und ICE quantitativ visualisiert werden
PD0909	siehe Beispiel für Visualisierung maßstabsgetreu in Abbildung 1
LD0911	Zur Darstellung des Ladezustands der Batterie (SOC) dient eine LED-Sektion mit wenigstens 10 LEDs
PD0911	LED-Lauflicht Kingbright DC-10SYKWA Conrad Bestell-Nr. 1050629 - 62 → LED-Bargraph 10fach GELB (B x H x T) 25,4 x 10,16 x 8 mm Baustein <i>Schieberegister</i>
LD0912	Für die Ladezustände über 20 % werden grüne LEDs verwendet
PD0912	Ab 2/3 der maximalen Ladung werden grüne LEDs verwendet
LD0913	Die letzten umgerechnet 20 % Batterieladung werden mit roten LEDs signalisiert
PD0913	Bis 1/3 der maximalen Ladung werden roten LED verwendet
Hauptfunktionen	
Parktaster	
LF0320	Die Aktivierung des Parkmodus wird durch das im Schalter integrierte Leuchtmittel angezeigt werden
PD0320	→ Realisierung siehe PD 0804
Fahrpedal	
LF0500	Der Fahrpedalwert liegt zwischen 0 und 100 %
PD0500	→ Realisierung durch Steuergerät
Bremspedal	
LF0600	Der Bremspedalwert liegt zwischen 0 und 100 %
PD0600	→ Realisierung durch Steuergerät
SOC-Geber	
LF0700	Wird der SOC-Geber im Uhrzeigersinn bewegt, erhöht sich der im Display eingestellte Batterieladezustand bis max. 100 %
PD0700	→ Realisierung durch Steuergerät
LF0710	Wird der SOC-Geber gegen den Uhrzeigersinn bewegt, verringert sich der im Display eingestellte Batterieladezustand bis min. 0 %.
PD0710	→ Realisierung durch Steuergerät

9 Literaturverzeichnis

<http://pdf.conrad.de/pdf/E7/download/StarkeMarken2015.zip>

gesehen am: 20.07.2015 14:20 Uhr

Konrad, R. Kraftfahrzeug-Hybridantriebe.

Wiesbaden: Springer Vieweg, 2012, S.42-57

Lindemann, M. Kfz-Elektrik-Elektronik. HTW Berlin, Berlin: 10/2014

10 Anhang

10.1 Bildverzeichnis

Bild 5.1: Block Antrieb G1_B0	7
Bild 5.2: Block_ICE → G1_B01_00	8
Bild 5.3: Block_MG1 → G1_B02_00	9
Bild 5.4: Block_MG2 → G1_B03_00	9
Bild 5.5: Abmaße	12
Bild 5.6: Aufbauplan	13
Bild 5.7: Teile-Elektromotor	15
Bild 6.1: Gesamtschaubild	19
Bild 6.2: Drehzahl-Regelung	20
Bild 6.3: Steuergerät	21
Bild 6.4: Konditionierer	21
Bild 6.5: PWM-Steller	22
Bild 6.6: Drehzahlsteller	22
Bild 6.7: Beispiel für den Aufbau der Sounderzeugung	24
Bild 6.8: Beispiel für die Halterung des Sensors zur Sounderzeugung	24
Bild 6.9: Zahnrad für die Sounderzeugung	25
Bild 6.10: Beispiel für Drehzahlsensor	26
Bild 6.11: Beispiel für benötigten Pull-Up Widerstand	26
Bild 6.12: Beispiel für Verstärker	27
Bild 6.13: Beispiel für Einbaulautsprecher	27
Bild 6.14: Aufbau der Bremseinrichtung	28
Bild 6.15: Beispiel für Hubmagnet	29
Bild 6.16: Beispiel für Bremseselement	29
Bild 6.17: Verbindung Magnet-Bremse	30

Bild 7.1: Bedienelement	34
Bild 7.2: Anzeigeelement	36
Bild 7.3: LED Lauflicht Schaltplan.....	37
Bild 7.4: Blockschaltbild.....	38
Bild 7.5: Drehzahl-Nnomograph maßstabsgetreu auf 7,5" Display	39

10.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 5.1: Auslegung	10
Tabelle 5.2: Beziehungen.....	11
Tabelle 5.3: Teileliste Motoren	16
Tabelle 5.4: Teileliste Spannungsversorgung	16
Tabelle 6. 1: Stückliste Sounderzeugung und Hubmagnet.....	31
Tabelle 6. 2: Stückliste Drehzahlregelung.....	32
Tabelle 7.1: Stückliste Anzeige- und Bedieneinheit	40
Tabelle 8.1: <i>Gruppe 1-Auslegung Motoren</i>	41
Tabelle 8.2: <i>Gruppe 2-Ansteuerung/Sensorik</i>	43
Tabelle 8.3: <i>Gruppe 3-Anzeige-Bedieneinheit</i>	45