

Voith Turbo

VOITH

Voith Hybrid Controller VHC - Type MiS DIWAhybrid

Hardware Manual | 15x.xxxxxxxx | 2011-12-16

Released

Vertrauliches Dokument / Confidential Document



Die Informationen in diesem Dokument sind vertraulich!

Das Dokument und sein Inhalt sind urheberrechtlich geschützt, Voith Turbo GmbH & Co. KG behält sich alle Rechte vor. Vervielfältigung, Weitergabe und Verwertung des Inhaltes, auch auszugsweise, sind ohne vorherige schriftliche Genehmigung der Voith Turbo GmbH & Co. KG untersagt.

© 2011 - Voith Turbo GmbH & Co. KG



The informations inside this document are confidential!

The document and his content are protected by copyright. All right reserved. Reproduction, distribution and utilization, even in extracts, are prohibited, without permission in writing from Voith Turbo GmbH & Co KG.

© 2011 - Voith Turbo GmbH & Co. KG



Zweck

Die vorliegende Dokumentation richtet sich an Entwicklungs- und Applikations-Ingenieure, sowie an Mitarbeiter in den Bereichen Prüffeld, Fahrversuch und Serienbetreuung. Diese Dokumentation dient auch als Referenz für den Erstausrüster (OEM), für die Produktion und für Servicetechniker des Betreibers. Die genannten Zielgruppen finden in der Dokumentation detaillierte Antworten auf technische Fragestellungen zum Gerät.

Der Inhalt des Dokuments wurde sorgfältig geprüft. Dennoch können Abweichungen nicht ausgeschlossen werden. Die angegebenen Daten stellen darüber hinaus keine zugesicherten Eigenschaften dar.

Dieses Dokument unterliegt keinem Änderungsdienst.

In der Steuerung oder der beschriebenen Komponente können weitere, in diesem Dokument nicht beschriebene Funktionen und Merkmale vorhanden sein.



Purpose

The present documentation aims at development and application engineers, as well as personnel operating in the fields of test bay, road test and supervision of vehicle series production. This documentation also serves as reference for the OEM, for production and for service technicians of the operating company. In this documentation the target audience mentioned finds detailed answers to technical questions concerning the device.

The content of this document was tested with the described hard- and/or software. Nevertheless deviations can not be eliminated. Furthermore the data indicated are no guaranteed features.

This document is not subject to an updating service.

Additional functions and features not described here might be available in the electronic control unit.



Haftungsausschluß

Es handelt sich bei dem vorliegenden Dokument um eine gerätetechnische Beschreibung, nicht um eine handlungsorientierte Anleitung.

Die Beschreibung dient ausschließlich engineering-Zwecken. Sie ermächtigt und befähigt nicht zu Handlungen an den beschriebenen Komponenten im Sinne einer Inbetriebnahme, Montage, Handhabung, Wartung oder Reparatur.

Hierzu sind die entsprechenden handlungsorientierten Dokumente mit ihren spezifischen Sicherheitshinweisen heranzuziehen.

Innerhalb des vorliegenden Dokuments finden sich deshalb i.d.R. keine handlungsorientierten oder sonstigen Sicherheitshinweise entsprechend dem Geräte- und Produktsicherheitsgesetz, der Maschinenrichtlinie (2006/42/EG), der Niederspannungsrichtlinie (2006/95/EG), der ANSI Z535 oder ähnlicher normativer Vorgaben.



Disclaimer

This document is a device-related description, not a task-based instruction.

This description has exclusively engineering purposes. It does not authorize and enable actions with the components described in the sense of bringing into service, mounting, operation, maintenance or repairing.

For these operations it is necessary to use the task-based documents with their specific security advices.

For this reason in this document generally you find no task-based or other security advices according to the Equipment and Product Safety Act, the EC machinery directive (2006/42/EG), the low voltage directive (2006/95/EG), the ANSI Z535 or similar normative specifications.

Inhaltsverzeichnis / Table of Contents

1	Überblick / Survey	10
2	Gerätearchitektur VHC / Device Architecture	11
2.1	Übersicht Gehäuse und Anbauteile VHC / Survey of Housing and VHC Structural Attachments	11
2.2	Package and Mounting.....	12
2.3	Labeling	15
3	Komponenten des VHC / Components of the VHC	16
3.1	Kurzschließer / Short-circuiting device	19
3.2	Leistungsmodule (SKiiP-Module) / Power modules (SKiiP-modules)	22
3.2.1	Energiespeicheransteuerung durch Zweiquadrantensteller mit Stromumkehr / Actuation of Energy Storage by two-quadrant chopper with current reversal	25
3.2.2	Wechselrichter / Inverter	33
3.3	Zwischenkreis / Zwischenkreiskondensator / DC link / DC link capacitor	34
3.4	Netzteil / Power Supply Unit.....	36
3.4.1	Verdrahtungs- und Prinzipschaltschema des Netzteils / Wiring Diagram and Simplified Diagram of the Power Supply Unit	37
3.4.2	Primary Power Supply - PPS	40
3.4.3	Secondary Power Supply - SPS.....	40
3.4.4	Vorladenetzteil / Pre-charge Power Supply Unit	41
3.4.5	Zwischenkreisentladung / DC link discharge.....	42
3.5	Kühlsystem / Cooling system	44
3.5.1	Kühlplatte / Cooling plate	46
3.5.2	Heat-Pipes.....	47
3.5.3	Kenngößen des Kühlsystems / Characteristics of the Cooling System	49
3.6	Interne Verdrahtung des VHC / Internal Wiring of the VHC	50
4	Elektrische Daten / Electric Data	53
5	Umgebungsdaten / Ambient Data.....	57
6	Elektrische Installation / Electrical Installation	58

6.1	Kabeldurchführungen am Gehäuse des VHC / Cable Bushings at the VHC Housing	58
6.2	Hinweise zur Abschirmung der Anschlusskabel / Hints for Shielding the Connecting Cables	59
6.3	Potentialausgleichsleiter für Leistungskabel / Potential Equalizers for Power Cables	60
6.4	Leistungsanschlüsse / Power Connections	61
6.4.1	Anschlussleitungen für Elektrische Maschine und Energiespeicher / Connection lines for Electrical Machine and Energy Storage	63
6.5	Signalleitungsschnittstellen / Signal line interfaces	64
7	Fahrzeugschnittstelle X31/X31.1 / Vehicle interface X31/X31.1	66
7.1	Anschluss Private-CAN / Public-CAN / Connection Private-CAN / Public-CAN	70
7.2	Anschluss von externen Leistungsrelais / Connection of External Power Relays	72
7.3	Anschluss Interlock / Connection Interlock	73
8	Interne Frequenzen / Internal Frequencies	75
9	Gefahrenstellen und Sicherheitseinrichtungen des VHC / Hazard Areas and VHC Safety Equipment	76
9.1	Sicherheitseinrichtungen des VHC / VHC Safety Equipment	77
9.1.1	Übersicht Geräteschutzfunktionen / Survey on Device Protective Functions	77
9.1.2	Passive Sicherheit, Personenschutzfunktionen / Passive Security, Operator Protective Functions	78
10	Normen- und Richtlinienverzeichnis / Index of Standards and Directives	79
11	Glossar	81
12	Abbildungsverzeichnis	83
13	Anhang / Appendix	85
13.1	Identifikation des Geräts / Device Identification	85
13.2	Geräteschlüssel / Device Key	86

I. Dokumenten Historie / Document Revision History

Revision N°	Author	Date	Reason for Revision / Content of Revision
1.0	BauMy	2011-12-02	1 st Release
1.1	BauMy	2011-12-16	Chapter “Fahrzeugschnittstelle X31 / Vehicle Interface X31” renamed to “Fahrzeugschnittstelle X31/X31.1 / Vehicle Interface X31/X31.1”

II. Document Release

Contractor / Auftraggeber

Voith Turbo GmbH & Co. KG
Elektronikentwicklung NKW

Alexanderstraße 2

89522 Heidenheim / Germany

Workitem	Name / Department	Date	Signature
Edited / Erstellt	Bauknecht / araee	2011-12-02	
Reviewed / Geprüft	Weber / araee	2011-12-02	
Reviewed / Geprüft	Gloning / araee	2011-12-02	
Reviewed / Geprüft	Schneider / araee	2011-12-02	
Reviewed / Geprüft	Gündel / araee	2011-12-02	
Released / Freigegeben	Ehleiter / araee	2011-12-02	



Bei jeder Revision dieses Dokuments werden folgende Personen zur Prüfung und Kenntnisnahme benachrichtigt:

Dept.	Name	E-Mail
araee	Baier, Holger	Holger.Baier@Voith.com
	Dietzel, Bernd	Bernd.Dietzel@Voith.com
	Eberhard, Thomas	Thomas.Eberhard@Voith.com
	Ehleiter, Joachim	Joachim.Ehleiter@Voith.com
	Gloning, Johannes	Johannes.Gloning@Voith.com
	Groß, Bernd	Bernd.Gross@Voith.com
	Guendel, Uwe	Uwe.Guendel@Voith.com
	Hungerbühler, Jochen	Jochen.Hungerbuehler@Voith.com
	Koll, Stefan	Stefan.Koll@Voith.com
	Kursawsky, Sven	Sven.Kursawsky@Voith.com
	Lauter, Bernd	Bernd.Lauter@Voith.com
	Lindenmaier, Jochen	Jochen.Lindenmaier@Voith.com
	Lupfer, Volker	Volker.Lupfer@Voith.com
	Paul, Alexander	Alexander.Paul@Voith.com
	Rössel, Conrad	Conrad.Roessel@Voith.com
	Roth, Martin	Martin.Roth@Voith.com
	Schacher, Peter	Peter.Schacher@Voith.com
	Schneider, Joachim	Joachim.Schneider@Voith.com
	Stelzner, Ulf	zzUlf.zzStelzner@Voith.com
	Weber, Volker	Volker.Weber@Voith.com
	Weller, Markus	Markus.Weller@Voith.com



With each revision of this document, the following persons are notified for verification and information:

Dept.	Name	E-Mail
araet	Riegert, Peter	Peter.Riegert@Voith.com
araev	Adam, Tobias	Tobias.Adam@Voith.com
	Eckhardt, Thomas	Thomas.Eckhardt@Voith.com
	Geier, Thomas	Thomas.Geier@Voith.com
	Katzer, Tobias	Tobias.Katzer@Voith.com
	Schmitt, Ingo	Ingo.Schmitt@Voith.com
	Seibold, Marcus	Marcus.Seibold@Voith.com
	Werlein, Bernd	Bernd.Werlein@Voith.com
aratts	Stark, Uli	Uli.Stark@Voith.com
arae	Lazarenka, Vitali	Vitali.Lazarenka@Voith.com
aratt	Bruckner, Johannes	Johannes.Bruckner@Voith.com
aratp	Wüst, Bernhard	Bernhard.Wuest@Voith.com
arattk	Zwickel, Markus	Markus.Zwickel@Voith.com
road	Stone, Kevin	Kevin.Stone@Voith.com

II. Übersetzen / Document Marginal Marks



In der Randspalte werden verschiedene Symbole zur Kennzeichnung von Hinweisen verwendet.



Dieses Symbol zeigt an, dass ein Schaden eintreten *wird*, falls die entsprechenden Hinweise nicht beachtet werden.



Dieses Symbol zeigt an, dass ein Schaden eintreten *kann*, falls die entsprechenden Hinweise nicht beachtet werden.



Dieses Symbol erscheint immer dann, wenn ein wichtiger Sachverhalt zu beachten ist.



The marginal column shows different symbols to mark hints.

This icon indicates that a defect *will* happen, if the instructions will not be considered.

This icon indicates that a defect *might* happen, if the corresponding instructions will not be considered.

This symbol always appears when an important issue must be observed.

1 Überblick / Survey

 Der Voith-Hybrid-Controller VHC - Typ MiS - (nachfolgend VHC genannt) ist Bestandteil eines Parallelhybrid-Antriebssystems. Dieses Parallelhybrid-Antriebssystem, bestehend aus VHC, Elektromotor und Energiespeicher (SuperCap), ist für den Einsatz in Stadtbussen konzipiert.

Diese Dokumentation ist Bestandteil einer Gesamtdokumentation und beschreibt den Aufbau, die Funktionsweise und die technischen Details des VHC. Die Steuerplatine M300 wird im Dokument „Technische Dokumentation Steuerplatine M300“ separat beschrieben.

 The Voith-Hybrid-Controller VHC – type MiS – (subsequently called VHC) is an integral part of a parallel hybrid propulsion system. This parallel hybrid propulsion system consisting of VHC, electric motor and energy storage (SuperCap) has been designed for the application in city buses.

This document is part of an overall documentation and describes the structure, functioning and technical details of the VHC. The electronic control unit M300 is described separately in the document “Technical Documentation Electronic Control Unit M300”.

2 Gerätearchitektur VHC / Device Architecture

2.1 Übersicht Gehäuse und Anbauteile VHC / Survey of Housing and VHC Structural Attachments

Die nebenstehenden Abbildungen zeigen das Gehäuse und die direkten Anbauteile des VHC. Alle elektrischen und elektronischen Komponenten des VHC sind in und an diesem Gehäuse verbaut.

The adjacent figures show the housing and the direct structural attachments of the VHC. All electric and electronic components of the VHC are mounted into and onto this housing.

- 1 Gehäusedeckel oben
- 2 Gehäusedeckel vorne
- 3 Anschlüsse Kühlsystem
- 4 Befestigungswinkel
- 5 Kabeldurchführungen
- 6 Kühlschlauch
- 7 Adapterplatte Kühlmittelanschluss

- 1 Housing top lid
- 2 Housing front side lid
- 3 Connections for cooling system
- 4 Mounting brackets
- 5 Cable bushings
- 6 Cooling hose
- 7 Adapter plate for coolant connection

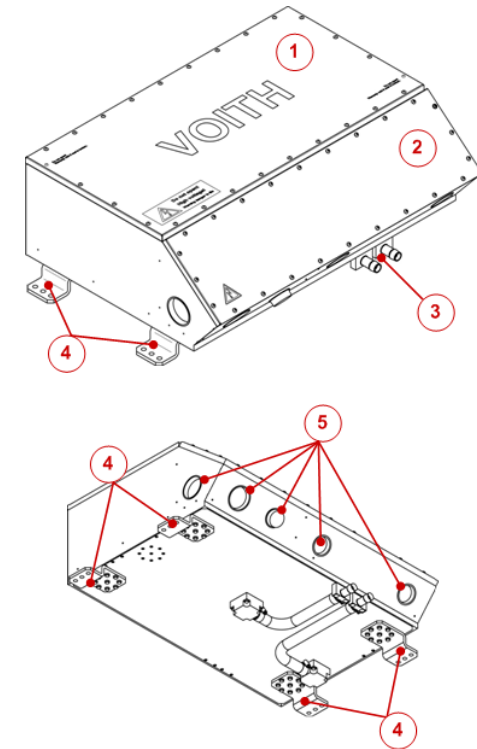


Fig. 1: VHC Gehäuse und Anbauteile / VHC housing and attachments

2.2 Package and Mounting

Alle Maßangaben in der nachfolgenden Abbildung sind in mm und ohne den Platzbedarf für Kabelverschraubung angegeben.

All dimensions in the following figure are indicated in mm and without considering the place requirement for cable fitting.

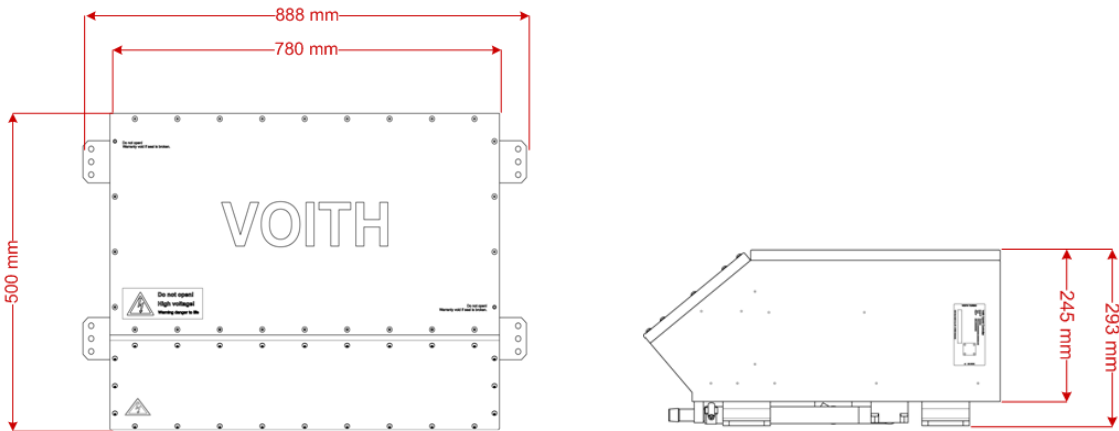


Fig. 2: Abmessungen VHC / Dimensions of VHC

Weights and Measures		Values	Unit
Länge Length	Ohne Befestigungswinkel Without mounting bracket	780	mm
	Mit Befestigungswinkel With mounting bracket	888	mm
Breite Width		500	mm
Höhe Height	Ohne Kühlmittelplatte Without coolant plate	245	mm
	Mit Kühlmittelplatte With coolant plate	293	mm
Gewicht Weight		120	kg

 Für den VHC sind drei mögliche Einbaulagen mit dazugehörigen Abgangsrichtungen der elektrischen Anschlüsse und der Anschlüsse des Kühlkreislaufts definiert. Der Aufbau beim DIWAhybrid erfolgt auf dem Fahrzeugdach (Ausgangslage 1). Andere Einbaulagen und Einbaupositionen sind mit Voith vorher abzustimmen.

Die nachfolgenden Abbildungen stellen die möglichen Einbaulagen dar.

- 1** Ausgangslage.
- 2** Aus der Ausgangslage um 90° gekippt.
Elektrische Anschlüsse nach unten und links abgehend.
- 3** Aus der Ausgangslage um 90° gekippt.
Elektrische Anschlüsse nach unten und rechts abgehend.

 Three possible mounting positions – with corresponding directions for the outgoing lines of the electric connections and the connections of the cooling circuit – are defined for the VHC. In case of DIWAhybrid VHC is mounted onto the vehicle roof (initial position 1). Different mounting positions have to be agreed upon with Voith before.

The following figures illustrate the possible mounting positions.

- 1** Initial position
- 2** Tilted by 90° from the initial position.
Electric connections going out downward and to the left.
- 3** Tilted by 90° from the initial position.
Electric connections going out downward and to the right.

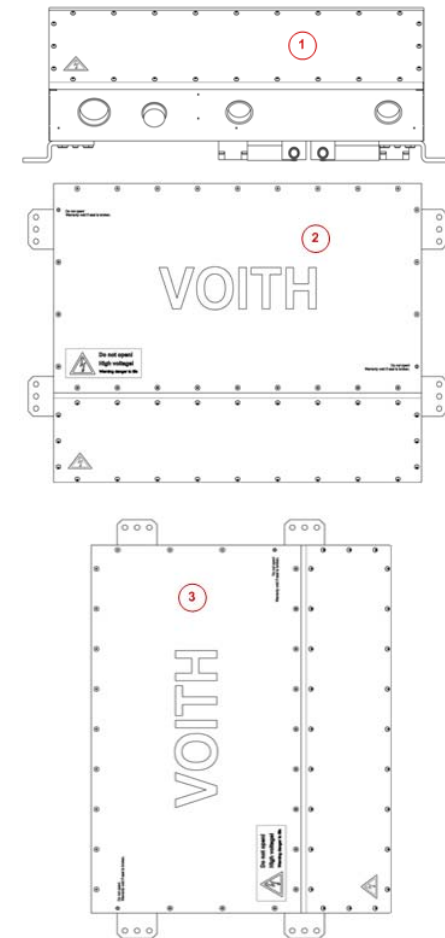


Fig. 3: Einbaulagen VHC / Mounting positions of VHC

 Die Befestigung des VHC am / im Fahrzeug erfolgt mit den vier Befestigungswinkeln an der Unterseite des VHC.

Die Befestigungswinkel sind aus 8mm dickem Chrom-nickelstahl gefertigt und haben jeweils zwei 13mm Löcher zur Befestigung am Fahrzeug. Das Anzugsdrehmoment der Schrauben beträgt 40Nm.

Je Befestigungswinkel ist mittig ein M12-Gewinde zur Anbringung von Ringschrauben zum Anheben des Geräts mit einer Hebevorrichtung vorhanden. Es sind je Befestigungswinkel 2 Schrauben M10 der Festigkeitsklasse 8.8 nach ISO 989/1 zu verwenden.

-  Befestigungswinkel
-  Bohrung 13mm

 The VHC is mounted onto / into the vehicle by the four mounting brackets situated on the VHC bottom side.

The mounting brackets are fabricated of 8mm chrome nickel steel. Each bracket has two 13mm bores for the mounting onto the vehicle. The locking torque of the screws is 40Nm.

Each mounting bracket has in its centre a M12 thread for fixing eye bolts for lifting the device by a lifting gear. For each mounting bracket you need 2 screws M10 of the strength category 8.8 according to ISO 989/1.

-  Mounting bracket
-  Bore hole 13mm

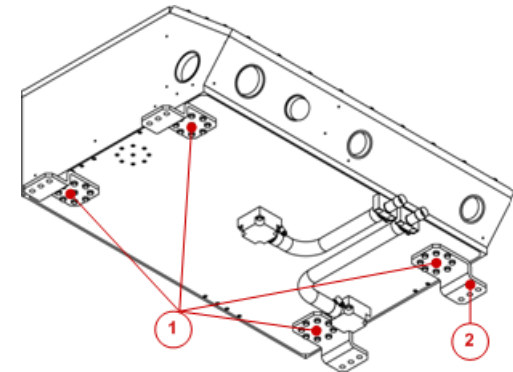


Fig. 4: Befestigungswinkel VHC / VHC mounting bracket

2.3 Labeling

Der VHC ist mit 2 Etiketten versehen. Eines befindet sich auf der Unterseite des Klemmenkastens bei den Kabeldurchführungen, das andere an der rechten Seite des Gehäuses. Gefahrenhinweise auf dem Produkt sind in Kapitel „Gefahrenstellen und Sicherheitseinrichtungen des VHC“ beschrieben.

► e1 Typgenehmigung

e1 03 6206

The VHC is provided with 2 labels. One is situated on the bottom side of the terminal box near the cable bushings, the other one on the right hand side of the housing. Product hazard notes are described in the chapter “Hazard areas and safety equipment of the VHC”.

► e1 Type approval

e1 03 6206

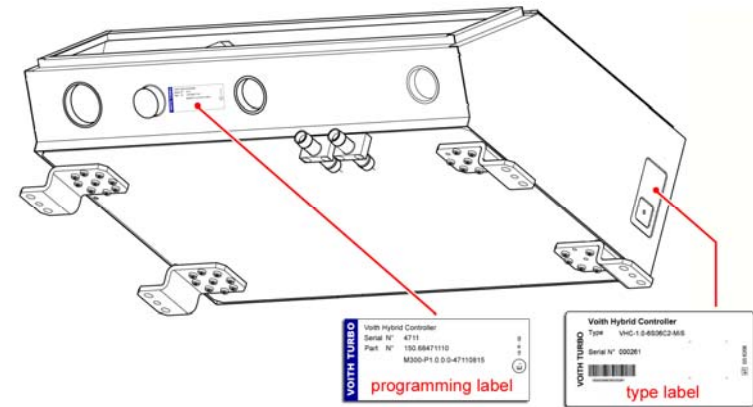


Fig. 5:Etikettierung / Label Position

3 Komponenten des VHC / Components of the VHC



Die nachfolgenden Explosionszeichnungen und das Prinzipschaltbild stellen die einzelnen Komponenten des VHC dar.
Zugang zu den elektrischen und elektronischen Komponenten im VHC-Gehäuse erhält man durch Öffnen des oberen bzw. des vorderen Gerätedeckels.

Durch Entfernen des vorderen Gerätedeckels kann der Klemmenkasten geöffnet werden. Der Gerätedeckel ist mit Torx-Schrauben am Gehäuse befestigt. Das Anzugsdrehmoment der Schrauben beträgt 2Nm.



Der vordere Gerätedeckel darf nur von autorisiertem Fachpersonal geöffnet werden.
Der obere Gerätedeckel ist durch Sicherungsschrauben geschützt und darf nicht geöffnet werden.



The following exploded views and the simplified diagram illustrate the single components of the VHC.

You get access to the electric and electronic components in the VHC housing by opening the upper and front device lid respectively.

By removing the front device lid it is possible to open the terminal box. The device lid is attached by Torx screws to the housing. The tightening torque of the screws is 2Nm.

Only authorized qualified personnel is allowed to open the front device lid. The upper device lid is protected by safety screws and must not be opened.

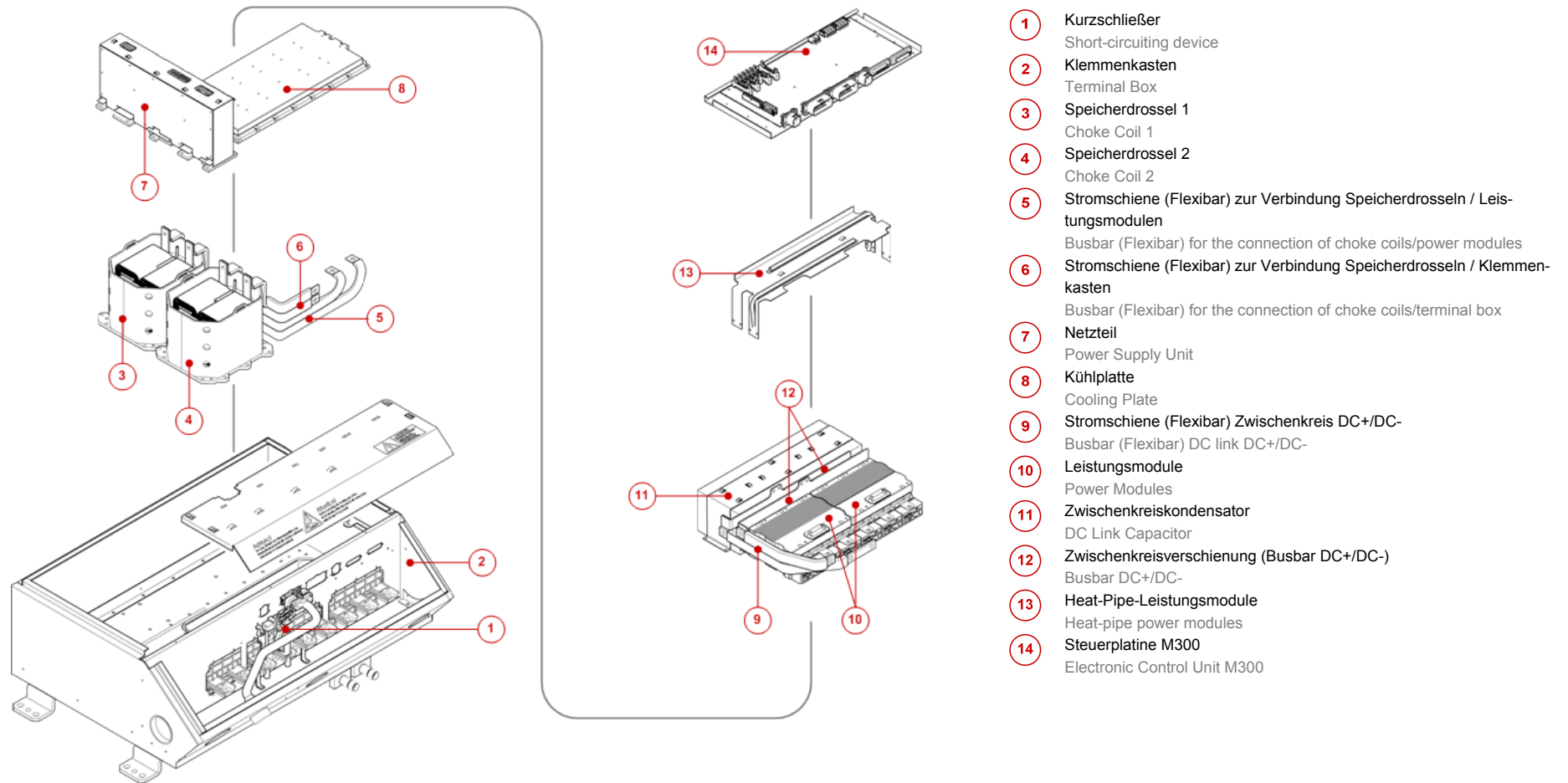


Fig. 6: Explosionszeichnung VHC-Komponenten / Exploded view VHC-components

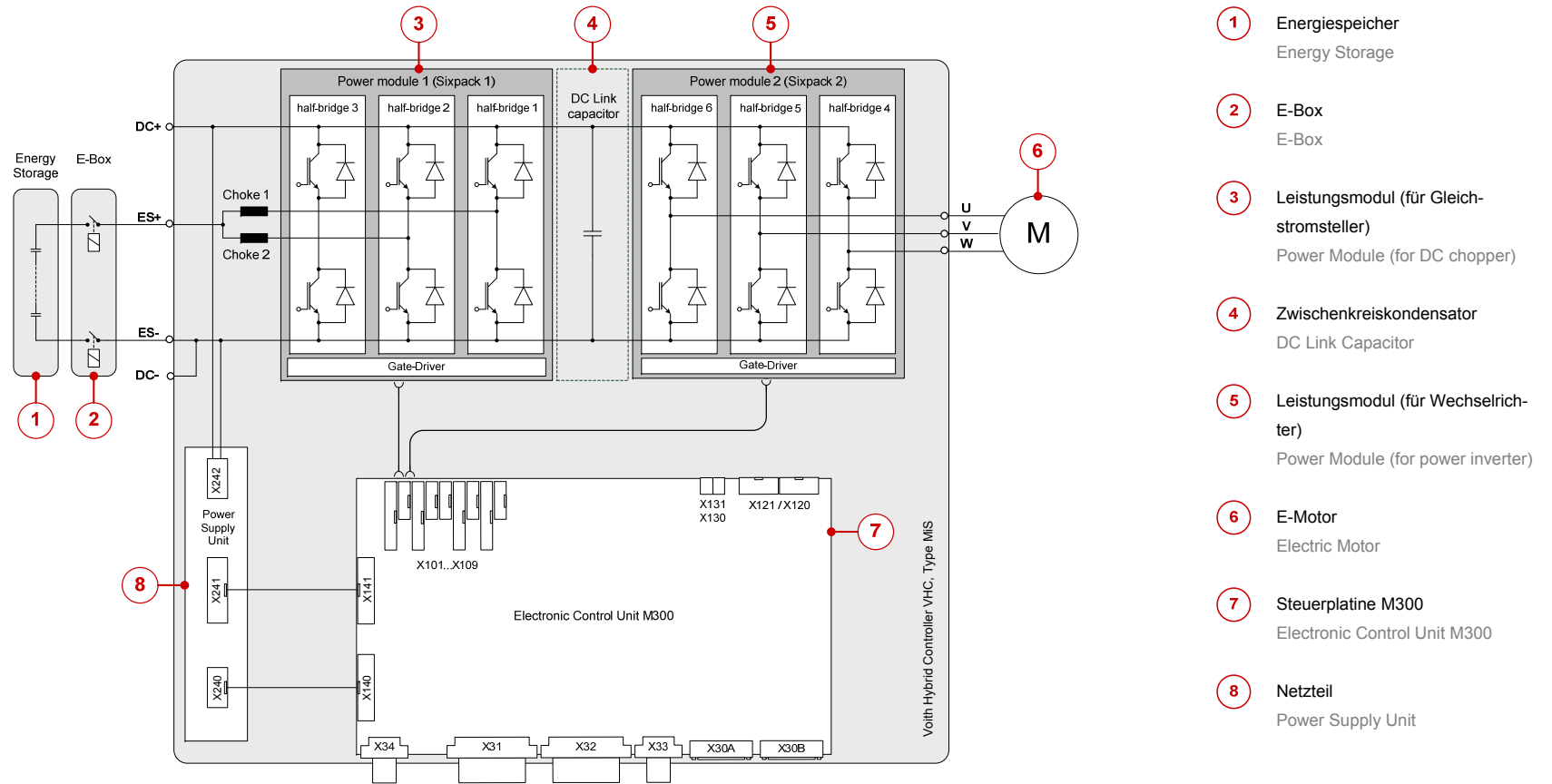


Fig. 7: Prinzipschaltbild VHC-Komponenten / Simplified diagram of the VHC components

3.1 Kurzschließer / Short-circuiting device

 Der Kurzschließer ist eine mechanische Vorrichtung, die beim Auslösen den Pluspol des Energiespeichers (ES+) und des Zwischenkreises (DC+) mit den Minuspolen (ES-/DC-) auf die Fahrzeugmasse kurzschließt.

Er dient zum Schutz des Wartungspersonals vor lebensgefährlichen Spannungen, indem der Zwischendeckel des Klemmkastens erst geöffnet werden kann, nachdem der Kurzschließer ausgelöst wurde.

 Sicherungsstift des Kurzschliessers

 The short-circuiting device is a mechanic device. On triggering this device it short-circuits the positive terminal of the energy storage (ES+) and of the DC link (DC+) with the negative terminals (ES-/DC-) on the vehicle ground.

It is meant to protect the service personnel from voltages dangerous to life by allowing the opening of the intermediate lid of the terminal box only after having triggered the short-circuiting device.

 Safety pin of the short-circuiting device

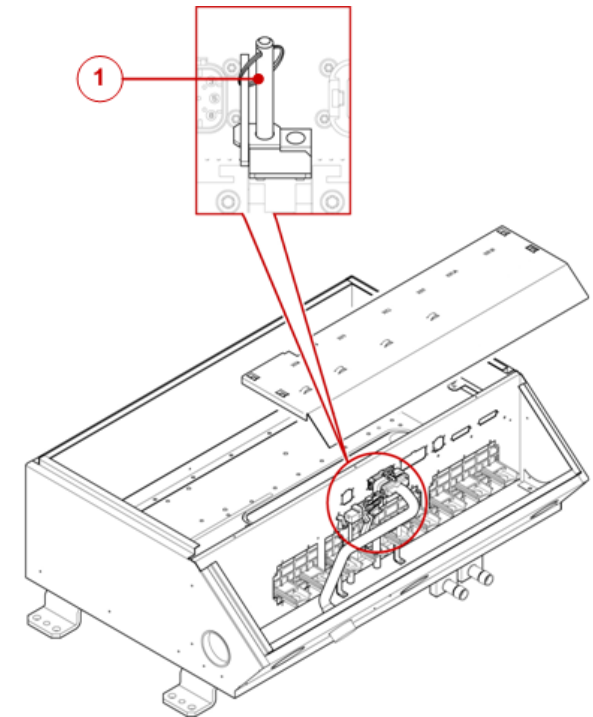


Fig. 8: Kurzschließer und Sicherungsstift / Short-circuiting device and safety pin



Einhaltung der Reihenfolge beim Ziehen des Sicherungsstift:



- Spannungsversorgung des VHC abschalten bzw. Gerätestecker X31 (Fahrzeugschnittstelle) ausstecken.
- Energiespeicher entladen, Wartungstrenner entfernen und gegen Wiedereinschalten sichern (Verwahrung des Wartungstrenners).
- Alle Gerätestecker ausstecken.
- Sicherung des Sicherungsstiftes entfernen.
- Sicherungsstift ziehen.



Please adhere to the following sequence when pulling out the safety pin:

- Switch off voltage supply of VHC and pull the device plug X31 (vehicle interface) respectively.
- Discharge energy storage, remove maintenance disconnecter and protect against switching on again (safekeeping of maintenance disconnecter).
- Pull all device plugs.
- Remove safety of safety pin.
- Pull out safety pin.

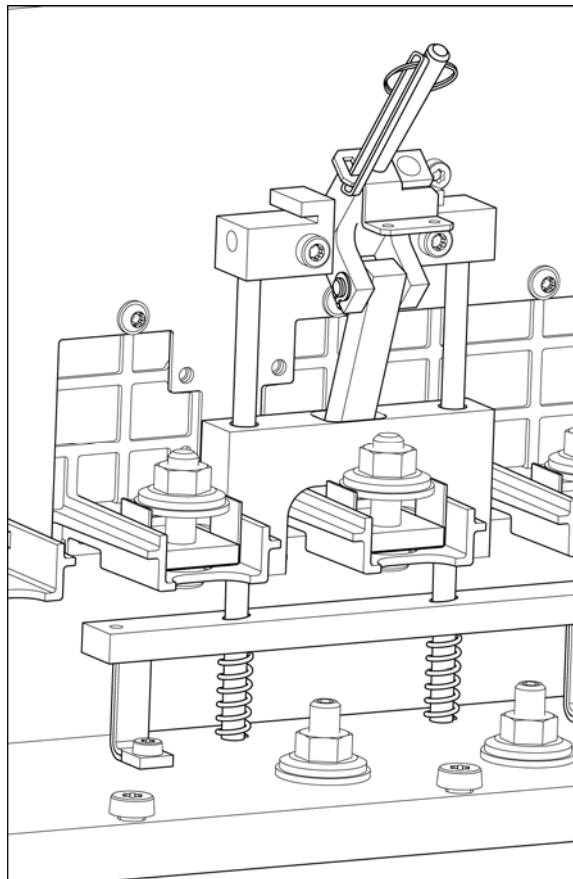


Fig. 9: Kurzschließer nicht ausgelöst mit Sicherungsstift / Short-circuiting device not activated with safety pin

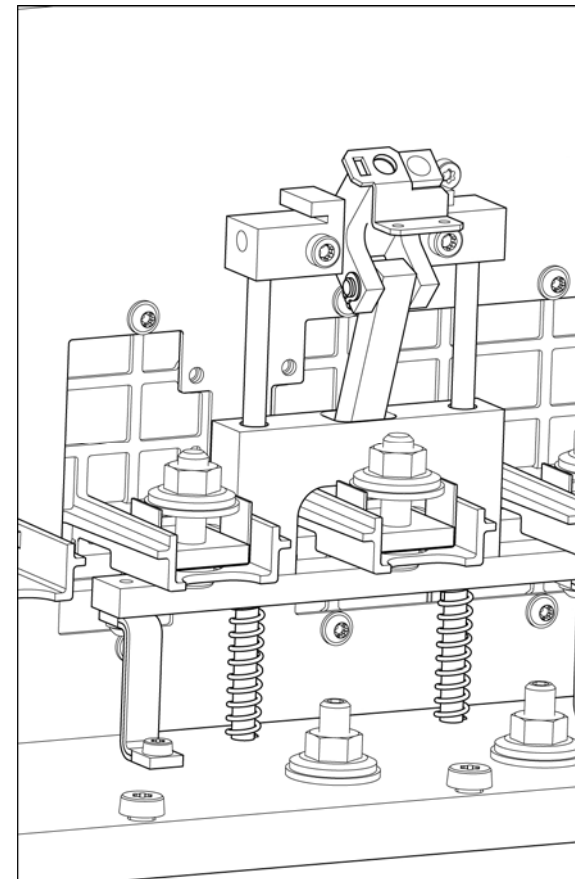


Fig. 10: Kurzschließer ausgelöst, Sicherungsstift gezogen / Short-circuiting device activated with safety pin pulled

3.2 Leistungsmodule (SKiiP-Module) / Power modules (SKiiP-modules)

 Der VHC enthält zwei Leistungsmodule des Typs SKiiP 613GD123-3DW der Firma Semikron. Je ein Leistungsmodul wird verwendet für:

- die Funktion Wechselrichter zur Ansteuerung der elektrischen Maschine.
- die Funktion Gleichstromsteller zur Ansteuerung des Energiespeichers.

Jedes Leistungsmodul besteht aus 3 Halbbrücken.

Eine Halbbrücke setzt sich aus 2 in Reihe geschalteten IGBTs (elektronische Schalter) zusammen. Somit befinden sich insgesamt 6 IGBTs in einem Leistungsmodul.

Jeder IGBT hat eine Freilaufdiode, die den Strom des IGBT in Abhängigkeit der Richtung des Stromflusses und des Schaltzustandes des IGBT übernimmt und beim Abschalten von induktiven Lasten Spannungsspitzen am IGBT vermeidet.

In den Leistungsmodulen sind folgende Funktionen integriert:

- Gateansteuerung (Gatetreiber) der IGBTs
- Temperaturmessung der Chiptemperatur der IGBTs
- Strommessung in den Ausgängen
- Überwachung und Schutz vor Übertemperatur, Überstrom, Unterspannung 24V-Versorgung

Leistungsmodule werden in dieser Dokumentation auch als „Sixpack“ oder „Power Modul“ bezeichnet.

Die nebenstehende Abbildung und das nachfolgende Prinzipschaltbild stellen die beschriebenen Komponenten dar.

 VHC has two power modules of type SKiiP 613GD123-3DW of the company Semikron. The power modules are used for:

- the function “inverter” for actuating the electric machine
- the function “DC chopper” for actuating the energy storage

Each power module consists of 3 half bridges.

One half bridge consists of 2 IGBTs connected in series (electronic switches). Thus a total of 6 IGBTs are in one power module.

Each IGBT has one flyback diode assuming the electric current of the IGBT dependent on the direction of the current flow and the switching status of the IGBT. It also avoids voltage peaks at the IGBT when switching off inductive loads.

The following functions are integrated in the power modules:

- Gate actuation (gate driver unit) of the IGBTs
- Measurement of the chip temperature of the IGBTs
- Current measurement in the outputs
- Control and protection against excess temperature, overcurrent, undervoltage 24V supply

You will also find the expression “Sixpack” for “Power Modules” in this document.

The adjacent figure and the following simplified diagram illustrate the components described.



1 Halbbrücken eines Leistungsmoduls



1 Half bridges of a power module

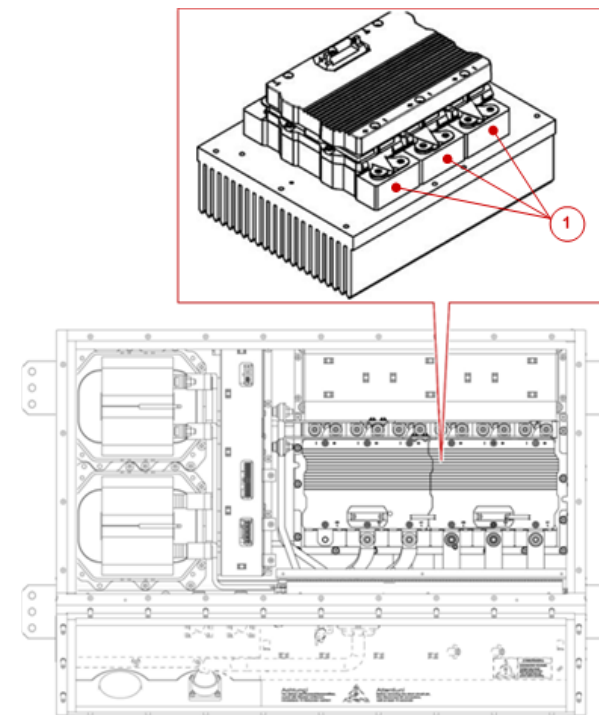


Fig. 11: Leistungsmodul (SKiiP) / Power modules (SKiiP)

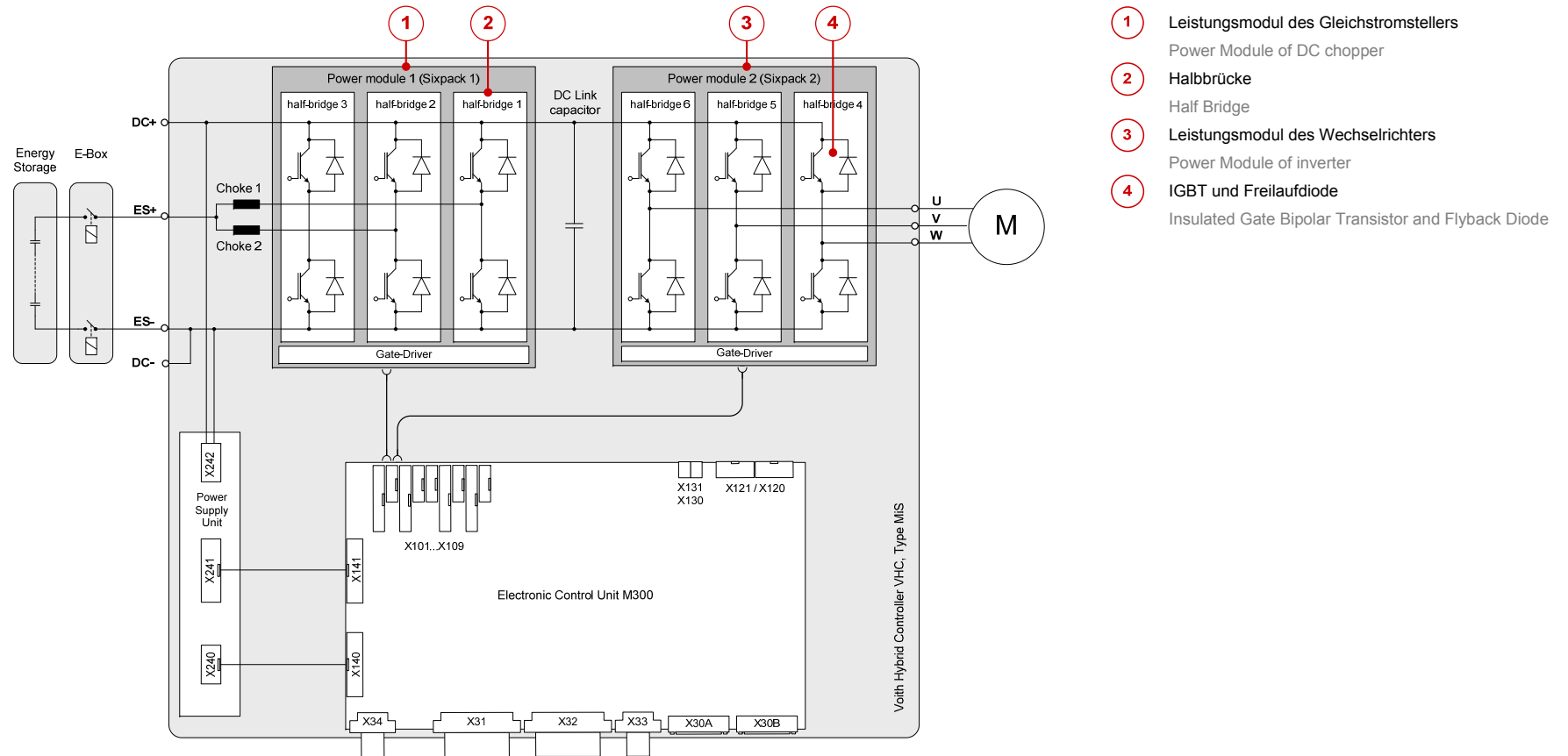


Fig. 12: Prinzipschaltbild Leistungsmodule des VHC / Simplified diagram of the power modules of the VHC

3.2.1 Energiespeicheransteuerung durch Zweiquadrantensteller mit Stromumkehr / Actuation of Energy Storage by two-quadrant chopper with current reversal

 Auf Seiten des Energiespeichers arbeiten zwei Halbbrücken des Leistungsmoduls 1 mit je einer Speicherdrossel als Zweiquadrantensteller mit Stromumkehr. Ein Zweiquadrantensteller mit Stromumkehr ist eine elektronische Schaltung, die zwei verschiedene Gleichstromsteller (Tief- und Hochsetzsteller) kombiniert. Prinzipbedingt kann bei einem Tief- bzw. Hochsetzsteller der Strom nur in eine Richtung fließen, in der anderen Richtung wäre die Diode in Sperrstellung. Kombiniert man einen Tief- und einen Hochsetzsteller, erhält man einen Zweiquadrantensteller mit Stromumkehr. Bei dieser Kombination kann nicht nur Strom vom Energiespeicher zum Zwischenkreis, sondern auch in Gegenrichtung vom Zwischenkreis zum Energiespeicher fließen. Diesen Effekt macht man sich beim DIWAhybrid zu nutze.

Während des Bremsvorgangs wirkt die elektrische Maschine als Generator. Die gewonnene Energie wird über den Zwischenkreis in den Energiespeicher übertragen.

Die Unterscheidung, ob die Schaltung als Tief- oder Hochsetzsteller arbeitet, wird durch das Tastverhältnis der Gateansteuerung der Halbbrücke (Frequenz von 4kHz) und durch die Reihenfolge, welcher der beiden IGBTs einer Halbbrücke zuerst eingeschaltet wird, bestimmt. Systembedingt werden die Schalter (IGBTs) S1 und S2 einer Halbbrücke immer im Wechsel geschaltet, d.h.

- S1 ist geschlossen, S2 ist offen oder
- S1 ist offen, S2 ist geschlossen.

Der Fall, dass beide Schalter geschlossen sind ist ungültig, da die Spannungsquelle damit kurzgeschlossen wäre.

 On the part of the energy storage there are two half bridges of the power module 1 working with one choke coil each as a two-quadrant chopper with current reversal. A two-quadrant chopper with current reversal is an electronic circuit combining two different DC choppers (buck and boost converter). Inherent to its functional principle, the flow of current is possible only in one direction with a buck and boost converter. In the opposite direction the diode would be in the locked position. Combining buck and boost converter you get a two-quadrant chopper with current reversal. With this combination current flow is possible not only from the energy storage to the DC link, but also in the opposite direction from the DC link to the energy storage. This effect is utilized in DIWAhybrid.

During brake application the electric machine acts as generator. The energy produced is transferred via the intermediate circuit into the energy storage.

The differentiation whether the circuit acts as buck or boost converter is determined by the pulse duty factor of the gate driver of the half bridge (frequency 4kHz) or by the sequence of which of the two IGBTs of a half bridge is inserted first. Due to the characteristics of the system the switches (IGBTs) S1 and S2 of a half bridge are always connected alternately, i.e.

- S1 is closed, S2 is open or
- S1 is open, S2 is closed.

The case of two switches closed is invalid, as the voltage source would be short-circuited therewith.

The following functional principle is illustrated simply as single-phase system!

NOTICE

Das nachfolgend Funktionsprinzip ist vereinfacht als einphasiges System dargestellt!

► Bremsmodus - Wirkung als Tiefsetzsteller (Buck Converter)

Im Tiefsetzstellerbetrieb wird Energie aus dem Zwischenkreis in den Energiespeicher übertragen, d.h. der Zwischenkreis wird entladen, der Energiespeicher geladen.

Im Tiefsetzstellerbetrieb würde es ausreichen, wenn S1 geschaltet wird. Systembedingt werden aber die Schalter S1 und S2 immer im Wechsel geschaltet.

Die Energiespeicherspannung U_{ES} ist stets kleiner als die Zwischenkreisspannung U_{DC} .

Im Bremsmodus spielen nur der Schalter S1 und die untere Diode eine Rolle.

Case	S1	S2	Description
1	Closed	Open	Der Strom in der Speicherdrossel steigt an, wenn $U_{DC} > U_{ES}$ The current in the choke coil rises if $U_{DC} > U_{ES}$.
2	Open	Closed	Die Energie in der Speicherdrossel baut sich ab. The energy in the choke coil exhausts.

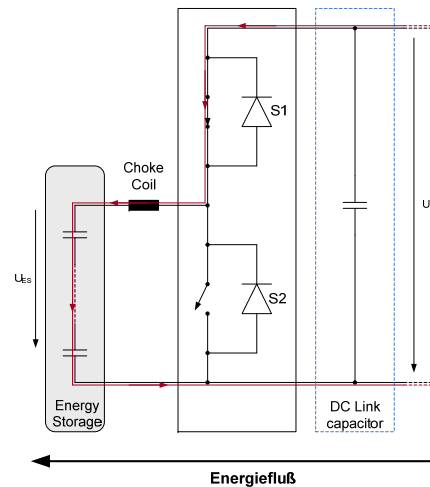


Fig. 13: Fall 1 - Bremsmodus / Case 1 - brake mode

► Brake mode – effect as buck converter

In bust converter operation energy is transmitted from the DC link into the energy storage, i.e. the DC link is discharged, the energy storage is charged.

In bust converter operation it would be sufficient to switch S1. Due to the characteristics of the system, however, the switches S1 and S2 are always switched alternately.

The energy storage voltage U_{ES} is always lower than the DC link voltage U_{DC} .

In brake mode only switch S1 and the lower diode are of importance.

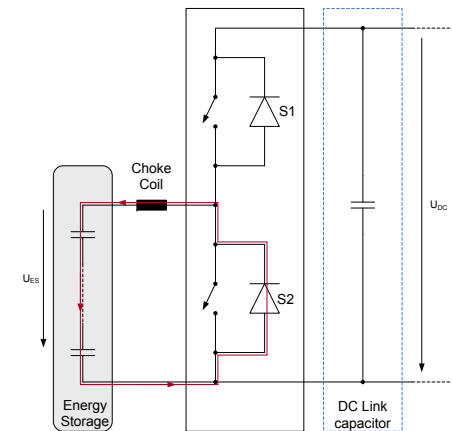


Fig. 14: Fall 2 - Bremsmodus / Case 2 - brake mode

 ► Fahrmodus - Wirkung als Hochsetzsteller (Boost Converter)

Im Hochsetzstellerbetrieb wird Energie aus dem Energiespeicher in den Zwischenkreis übertragen, d.h. der Zwischenkreis wird geladen, der Energiespeicher entladen.
Im Hochsetzstellerbetrieb würde es ausreichen, wenn S2 geschaltet wird. Systembedingt werden aber die Schalter S1 und S2 immer im Wechsel geschaltet.
Die Zwischenkreisspannung U_{DC} ist stets größer als die Energiespeicherspannung U_{ES} .

Case	S1	S2	Description
1	Open	Closed	Der Strom fließt über den Schalter S2 und steigt in der Speicherdrossel an. The current flows via the switch S2 and rises in the choke coil.
2	Closed	Open	Die in der Speicherdrossel gespeicherte Energie treibt einen Strom in den Zwischenkreis. The energy stored in the choke coil drives a current into the DC link.

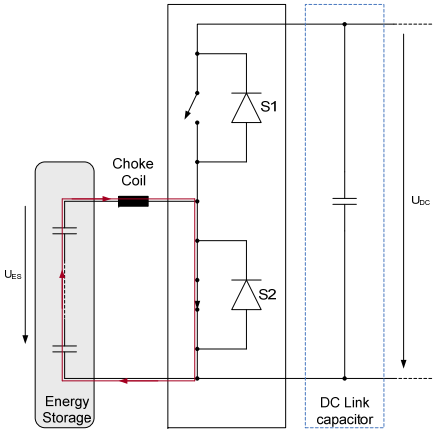


Fig. 15: Fall 1 - Fahrmodus / Case 1 - driving mode

 ► Driving mode – effect as boost converter

In boost converter operation energy is transmitted from the energy storage into the DC link, i.e. the DC link is charged, the energy storage is discharged.
In boost converter operation it would be sufficient to switch S2. Due to the characteristics of the system, however, the switches S1 and S2 are always switched alternately.
The DC link voltage U_{DC} is always higher than the energy storage voltage U_{ES} .

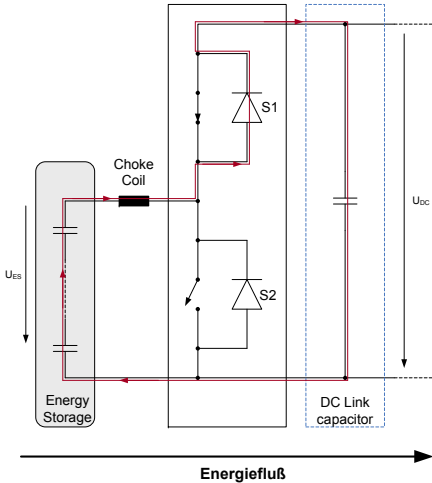


Fig. 16: Fall 2 und 3 - Fahrmodus / Case 2 and 3 - driving mode

**► Stromwelligkeit**

Der Ausgangsstrom des Gleichstromstellers wird durch eine Stromwelligkeit überlagert, die durch die schaltende Arbeitsweise erzeugt wird. Sie soll so klein wie möglich sein, da sie zu Verlusten im Energiespeicher führt. Der Gleichstromsteller ist deshalb im vorliegenden System zweiphasig ausgeführt. Die beiden Phasen des Gleichstromstellers bestehen aus je einer Halbbrücke und einer Speicherdrossel. Der Energiefluss teilt sich auf beide Phasen auf. Die beiden Phasen werden phasenverschoben zueinander getaktet.

Daraus ergibt sich eine Reduktion der Stromwelligkeit des Energiespeicherstroms (ggü. einem einphasigen System) und damit eine Reduktion der durch diese Stromwelligkeit erzeugten Verluste im Energiespeicher.

Die Höhe der Stromwelligkeit ΔI ist auf die für einen vorliegenden Betriebspunkt U_{ES}/U_{DC} maximale Stromwelligkeit normiert. Fig. 16 stellt dies in der normierten Form dar.

Die maximale Stromwelligkeit ΔI_{max} ist wiederum nur abhängig von der aktuell vorliegenden Zwischenkreisspannung U_{DC} . Siehe nachfolgende Abbildung.

**► Current ripple factor**

The output current of the DC chopper is superimposed by a current ripple factor produced by the switching mode of operation. The current ripple factor should be as small as possible as it provokes losses in the energy storage. Thus we have a two-phase DC chopper in the present system. The two phases of the DC chopper consist each of a half bridge and a choke coil. The energy flow is divided into both phases. The two phases are clocked in dephased way of each other.

This results in a reduction of the current ripple factor of the energy store current (compared to a single-phase system) and thus a reduction of the losses in the energy storage caused by this current ripple factor.

The rate of the current ripple factor ΔI is normalized to the maximum current ripple factor for a present operating point U_{ES}/U_{DC} . Fig. 16 represents this situation in normalized version.

The maximum current ripple factor ΔI_{max} in turn is only dependent of the currently available DC link voltage U_{DC} . See the following figure.

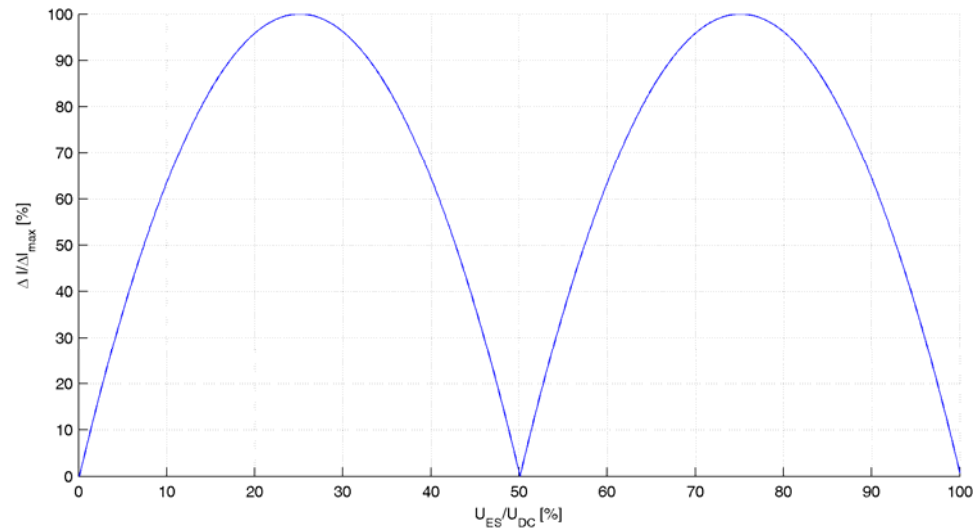


Fig. 17: Stromwelligkeit in Abhängigkeit des Spannungsverhältnisses / Current ripple factor against the voltage ratio

 Berechnen lassen sich die realen Werte für die Stromwelligkeit (Maximalwert und Effektivwert) anhand folgender Formeln:

Für die maximale Amplitude der Stromwelligkeit gilt:

For the maximum amplitude of the current ripple factor applies:

Für den maximalen Effektivwert der Stromwelligkeit gilt:

For the maximum effective value of the current ripple factor applies:

 The real values of the current ripple factor (maximum value and effective value) can be calculated with the help of the following formula:

$$\Delta I_{\max} = \frac{U_{ZK}}{8 \cdot L \cdot f_s}$$

$$\Delta I_{RMS} = \frac{\Delta I_{\max}}{2\sqrt{3}}$$

Die Formeln zeigen, dass die Höhe der Induktivität und die Schaltfrequenz einen wesentlichen Einfluss auf die Stromwelligkeit besitzen. Die Induktivität jeder Phase des Gleichstromstellers beträgt 290 μH , die Schaltfrequenz 4kHz. Mit diesen Parametern ergeben sich die Werte in der nachfolgenden Abbildung.

The formula show that inductance and switching frequency have an essential influence on the current ripple factor. The inductance of each phase of the DC chopper is 290 μH , the switching frequency is 4kHz. With these parameters you get the values in the following chart.

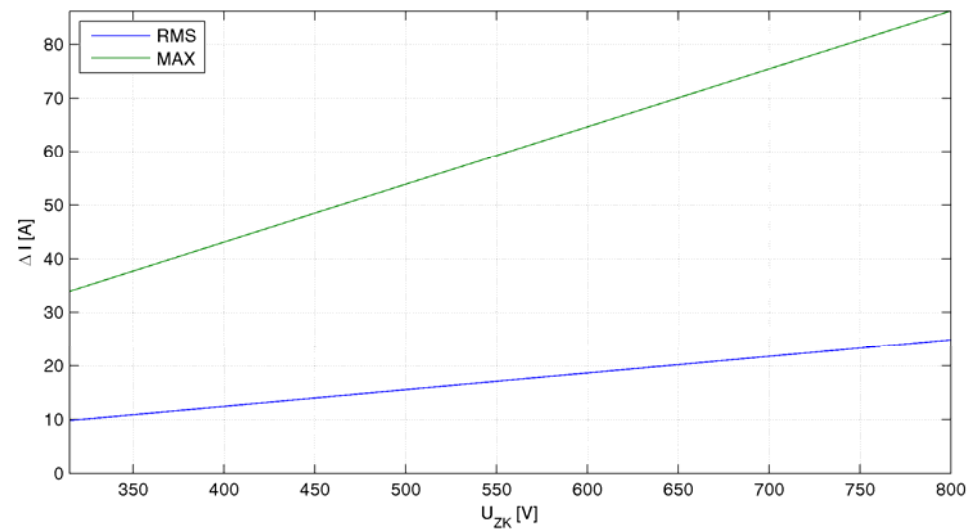


Fig. 18: Maximale Stromwelligkeit in Abhängigkeit der Zwischenkreisspannung / Maximum current ripple factor against DC link voltage



Beispiel zur Bestimmung der Stromwelligkeit (graphisch):

Betriebspunkt:

- $U_{DC} = 780 \text{ V}$
- $U_{ES} = 500 \text{ V}$

Für eine Zwischenkreisspannung von $U_{DC} = 780 \text{ V}$ kann aus der nachfolgenden Abbildung der Wert der maximalen Stromwelligkeit abgelesen werden:



Example for the determination of the current ripple factor (graphical):

Operating point:

- $U_{DC} = 780 \text{ V}$
- $U_{ES} = 500 \text{ V}$

For a DC link voltage of $U_{DC} = 780 \text{ V}$ it is possible to read the maximum current ripple factor out of the following figure.

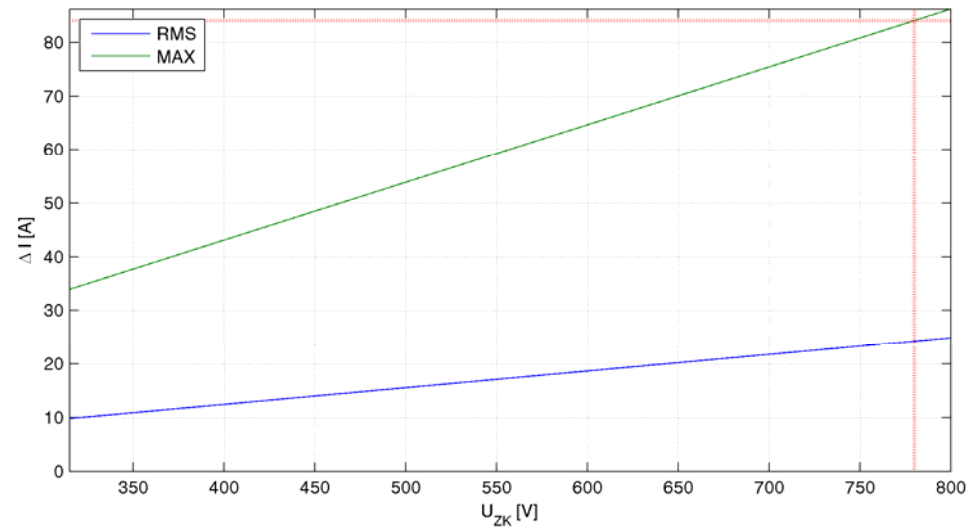


Fig. 19: Beispiel zur Bestimmung der Stromwelligkeit / Example for the determination of the current ripple factor

Es ergibt sich eine maximale Stromwelligkeit von $\Delta I_{\max} = 84 \text{ A}$. Bei einer angenommenen Speicherspannung von $U_{\text{ES}} = 500 \text{ V}$ ergibt sich ein Betriebspunkt von $U_{\text{ES}}/U_{\text{DC}} = 0,64$. Damit kann dann die aktuell vorliegende Stromwelligkeit aus nachfolgender Abbildung abgelesen werden:

The outcome of this is a maximum current ripple factor of $\Delta I_{\max} = 84 \text{ A}$. With a supposed storage voltage of $U_{\text{ES}} = 500 \text{ V}$ an operating point of $U_{\text{ES}}/U_{\text{DC}} = 0,64$ results. Thus the currently available current ripple factor can be read out of the following figure:

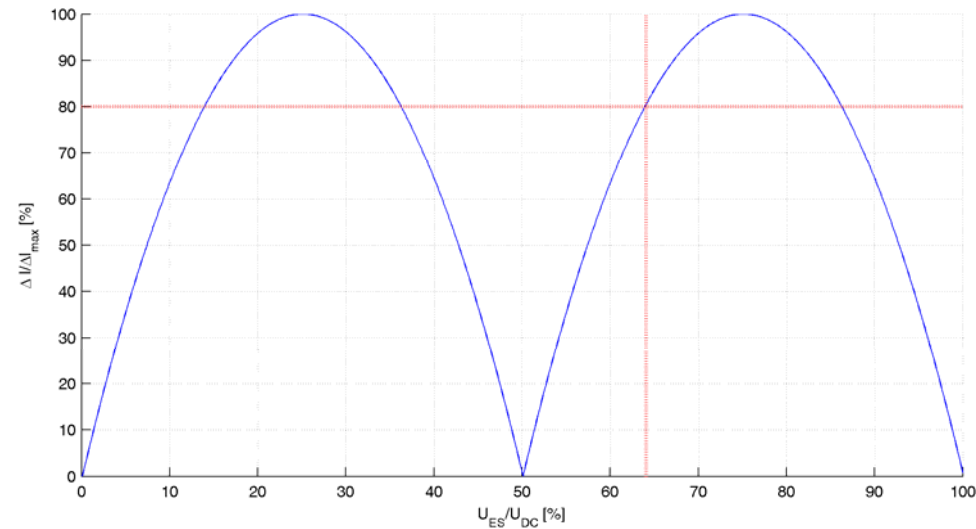


Fig. 20: Beispiel zur Bestimmung der Stromwelligkeit 2 / Example for the determination of the current ripple factor 2

Dies ergibt sich dann zu:
The result is:

$$\Delta I = 84 * 0,8 \text{ A} = 67,2 \text{ A}$$

3.2.2 Wechselrichter / Inverter

 Der Wechselrichter dient zum Antrieb der elektrischen Maschine. Die elektrische Maschine kann als Generator oder als Motor betrieben werden. Der Wechselrichter wandelt die Gleichspannung des Zwischenkreises in eine Wechselspannung um. Die erzeugte Wechselspannung (Drehfeldspannung) ist in Frequenz und Spannung veränderbar. Über diese beiden Parameter können Drehzahl und Drehmoment der elektrischen Maschine geregelt werden. Die Umformung der Gleichspannung aus dem Zwischenkreis erfolgt mittels eines pulsweitenmodulierten Ansteuersignals für die IGBTs des Wechselrichters. Das erzeugte Pulsmuster entspricht im Mittel einer sinusförmigen Spannung mit einstellbarer Amplitude und Frequenz. Mit diesem Pulsmuster wird die elektrische Maschine gespeist.

 The inverter acts as drive system for the electric machine. The electric machine can be operated as generator or as motor. The inverter transforms the direct voltage of the DC link into an alternating voltage. It is possible to change frequency and voltage of the alternating voltage (rotating field voltage).produced. Via these two parameters it is possible to control speed and torque of the electric machine. The transformation of the direct voltage from the DC link is effected via a pulse-width modulated control pulse for the IGBTs of the inverter. The pulse pattern produced corresponds to a sinusoidal voltage with adjustable amplitude and frequency. The electric machine is fed with this pulse pattern.

3.3 Zwischenkreis / Zwischenkreiskondensator / DC link / DC link capacitor

 Der Zwischenkreis besteht aus einem Zwischenkreiskondensator, dessen Verbindung mit den Leistungsmodulen über Stromschienen erfolgt. Der Zwischenkreiskondensator dient als Pufferspeicher für den Energieaustausch zwischen externem Energiespeicher und Motor.

Der Zwischenkreiskondensator besteht aus mehreren parallel geschalteten Folienkondensatoren, die über interne Stromschienen verbunden und in einem Gehäuse vergossen sind.

Über Anschlusslaschen wird der Zwischenkreiskondensator direkt mit den Leistungsmodulen und der Zwischenkreisstromschiene (Busbar) mit DC+ und DC- verbunden. Die Busbar hat Anschlüsse für die Stromschiene (Flexibar), die die Verbindung zu den Zwischenkreis-Anschlussklemmen (DC+ und DC-) im Klemmenkasten herstellt.

 The DC link consists of a DC link capacitor. Its connection with the power modules is effected via bus-bars. The DC link capacitor serves as buffer storage for the energy exchange between external energy storage and motor.

The DC link capacitor consists of several film capacitors connected in parallel. They are connected via an internal busbar and cast into a housing.

Via the terminal link the DC link capacitor is directly connected with the power modules and the DC link bar bar (busbar) with DC+ and DC-. The busbar has connections for the current bar (flexibar), which establishes the connection to the DC link terminals (DC+ and DC-) in the terminal box.

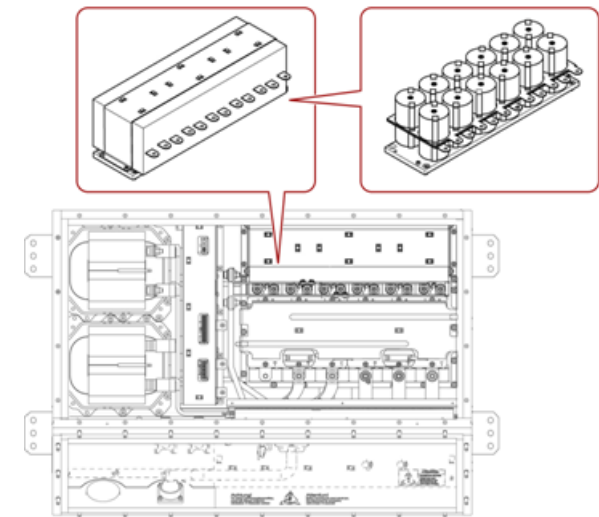


Fig. 21: Explosionszeichnung Zwischenkreis / Zwischenkreiskondensatoren / Exploded view of the DC Link / DC Link capacitor

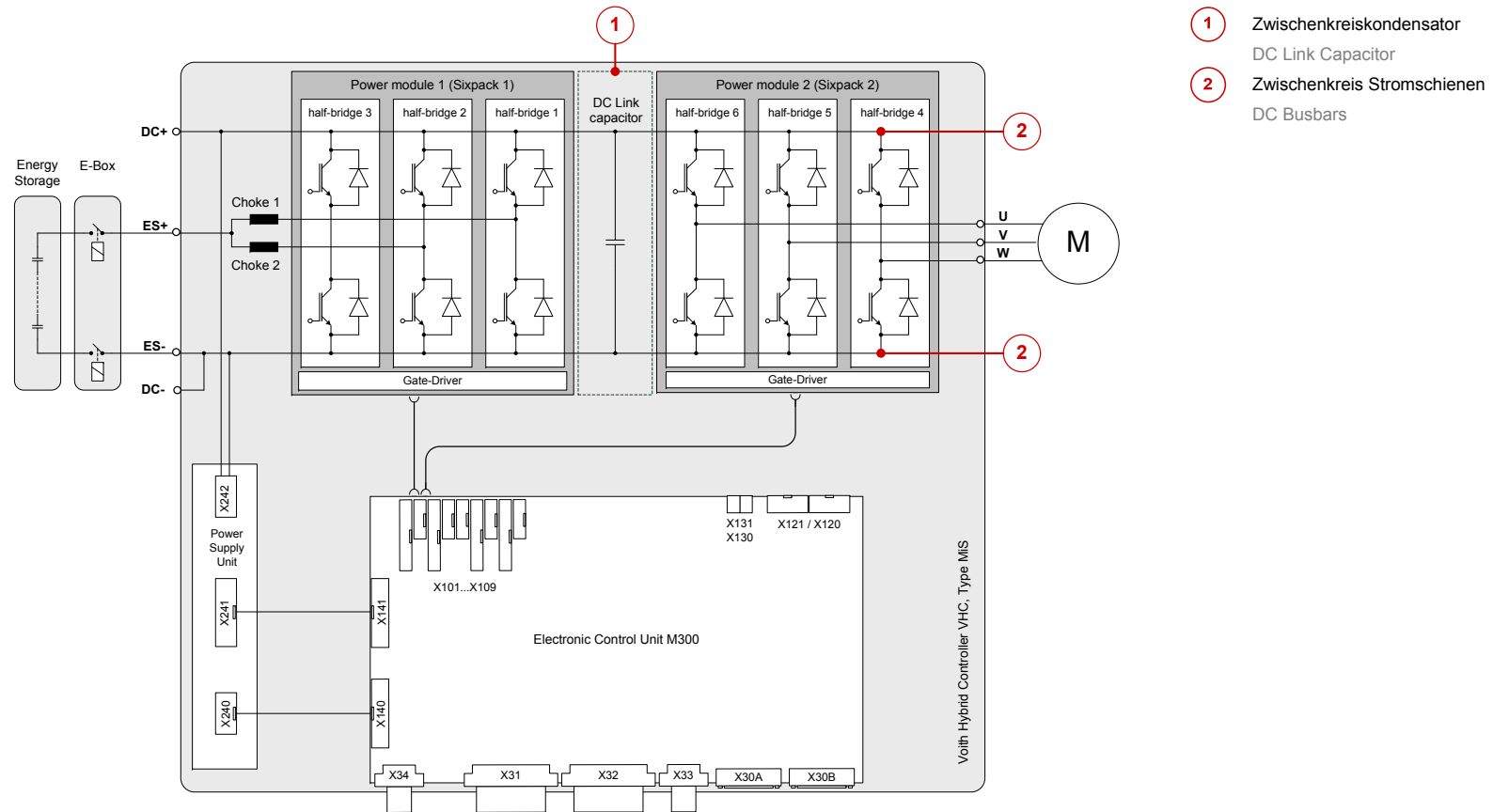


Fig. 22: Prinzipschaltbild Zwischenkreis des VHC / Simplified diagram of the DC link of the VHC

3.4 Netzteil / Power Supply Unit

 Im Netzteil werden u.a. die Spannungen für die Steuerplatine M300 erzeugt. Die Versorgung der Steuerplatine M300 ist redundant ausgelegt. Sie kann entweder aus dem 24V-Bordnetz (KL30 und KL31) oder aus dem Zwischenkreis erfolgen. Die Spannungswandlung erfolgt jeweils mit potentialtrennenden Schaltnetzteilen.

-  Stecker X242
-  Stecker X241
-  Stecker X240

 Amongst other things, the voltages for the electronic control unit M300 are produced in the power supply unit. The feed-in of the electronic control unit M300 is redundant. It can be effected from the 24V vehicle power supply (KL30 and KL31) or from the DC link. Voltage transformation is effected with potential-separating switching power supply units.

-  Plug X242
-  Plug X241
-  Plug X240

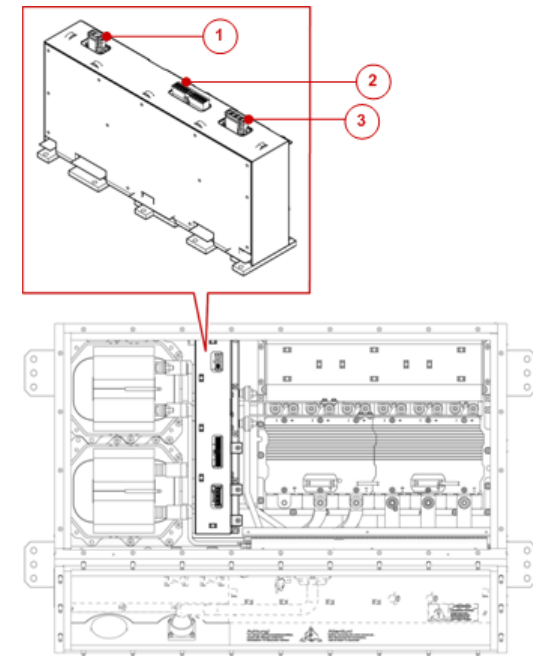


Fig. 23: Explosionszeichnung Netzteil / Exploded view of power supply unit

3.4.1 Verdrahtungs- und Prinzipschaltschema des Netzteils / Wiring Diagram and Simplified Diagram of the Power Supply Unit



In diesem Kapitel werden die Funktionen und Bestandteile des VHC-Netzteils beschrieben.

Beim Aufstarten des VHC erfolgt die Energieversorgung aus dem 24V-Bordnetz mittels eines 24V/24V-Netzteils (Secondary Power Supply SPS). Während des Betriebs erfolgt die primäre Energieversorgung aus dem Zwischenkreis mit einem 800V/24V-Netzteil (Primary Power Supply PPS).

Diese beiden 24V-Versorgungsspannungen (24V_PPS, 24V_SPS) werden über 2 Dioden zusammengeführt und bilden die +24V_MC Speisung. Zudem werden in den beiden Netzteilen die potentialgetrennten Spannungen für das CAN-Potential (CAN_PPS, CAN_SPS) und das Feedback-Potential (FB_PPS, FB_SPS) erzeugt. Die Spannungen werden ebenfalls über Dioden zusammengeführt. Durch diese Parallelschaltung führt der Ausfall eines der beiden Netzteile nicht zum Ausfall des VHC.

Aus den zusammengeführten, redundanten Speisungen werden die internen Versorgungsspannungen (+5V_MC, +15V_FB, +5V_CAN) für die Steuerplatine M300 erzeugt und über den Stecker X241 vom Netzteil mit dem Stecker X141 der Steuerplatine verbunden.

Nachfolgend sind das Prinzipschaltbild des Netzteils, dessen Schnittstellen und die Verdrahtung mit der Steuerplatine M300 dargestellt.



In this chapter functions and components of the VHC power supply unit are described.

When starting VHC, energy supply is provided from the 24V vehicle power supply via a 24V/24V power supply unit (Secondary Power Supply SPS). During operation the primary energy supply is effected from the DC link with a 800V/24V power supply unit (Primary Power Supply PPS).

These two 24V supply voltages (24V_PPS, 24V_SPS) are combined via 2 diodes and represent the +24V_MC power supply. In addition the potential-separated voltages for the CAN-potential (CAN_PPS, CAN_SPS) and the feedback potential (FB_PPS, FB_SPS) are produced in the two power supply units. The voltages are combined by diodes, too. Because of this parallel connection the breakdown of one of the two power supply units does not result in a breakdown of the VHC.

The internal supply voltages (+5V_MC, +15V_FB, +5V_CAN) for the electronic control unit M300 are produced from the combined redundant power supplies and combined to the plug X141 of the electronic control unit via the plug X241 of the power supply unit.

Subsequently you find the simplified diagram of the power supply unit, its interface and the wiring with the electronic control unit M300.

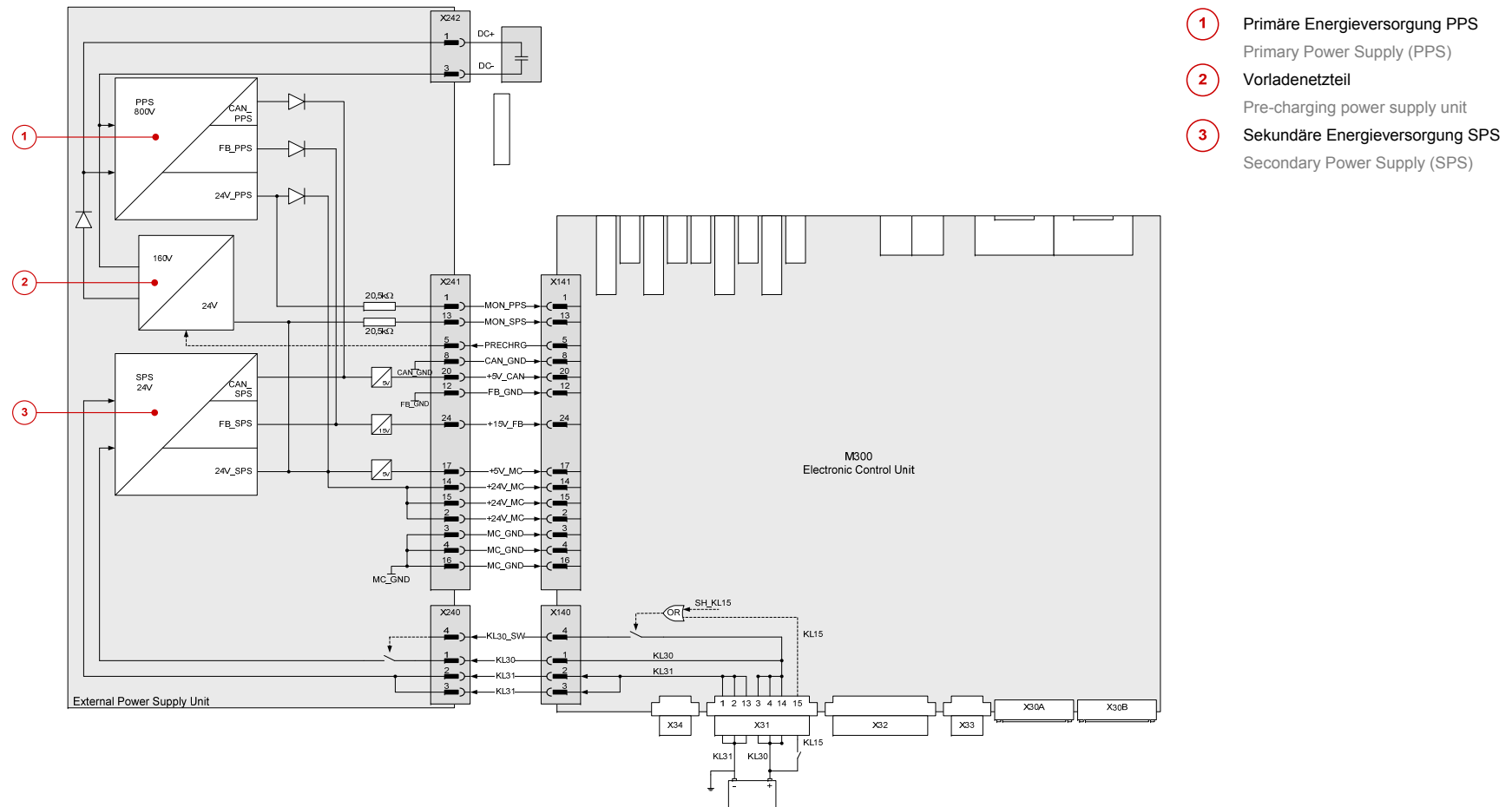


Fig. 24: Prinzipschaltbild Leistungsmodule des VHC / Simplified diagram of the VHC power modules

Name	Min. (V)	Typ (V)	Max. (V)	Potential	Description
MON_PPS	23.1		24	MC	Die Spannung 24V_PPS wird über einen Vorwiderstand zu Überwachungszwecken auf die Steuerplatine geführt. The voltage 24V_PPS is conducted via a series resistor for monitoring reasons to the electronic control unit.
MON_SPS	22.7		23.6	MC	Die Spannung 24V_SPS wird über einen Vorwiderstand zu Überwachungszwecken auf die Steuerplatine geführt. The voltage 24V_SPS is conducted via a series resistor for monitoring reasons to the electronic control unit.
+24V_MC	22		24	MC	Versorgung für MC Supply for MC
+5V_MC	4.75	5	5.25	MC	Versorgung für MC Supply for MC
+5V_CAN	4.75	5	5.25	CAN	Versorgung für CAN Supply for CAN
+15V_FB	13.6	14.3	15	FB	Versorgung für Motorschnittstelle Supply for motor interface

Tab. 1: Erzeugte Spannungen des Netzteils / Produced voltages of the power supply unit

3.4.2 Primary Power Supply - PPS

 Das Primary Power Supply (PPS) ist während des Betriebs und bei geladenem Zwischenkreis das primäre Versorgungsnetzteil. Es schaltet automatisch ab einer Zwischenkreisspannung von 400V ein. Solange eine Zwischenkreisspannung von über 250V vorhanden ist, bleibt das PPS eingeschaltet. Erst wenn die Zwischenkreisspannung unter 250V absinkt wird das PPS ausgeschaltet. Das Secondary Power Supply (SPS) übernimmt dann die Versorgung der Steuerplatine M300.

 The Primary Power Supply (PPS) is the primary power supply unit during operation and with charged DC link. When achieving a DC link voltage of 400V it automatically switches off. The PPS remains inserted, as long as the DC link voltage ranges above 250V. Only when the DC link voltage starts to sink below 250V, the PPS is switched off. Then the Secondary Power Supply (SPS) overtakes the supply of the electronic control unit M300.

3.4.3 Secondary Power Supply - SPS

 Das Secondary Power Supply (SPS) dient als Backup-Netzteil falls das PPS während des Betriebs ausfallen sollte. Zudem dient es als Aufstart- und Ausschalt-Netzteil wenn der Zwischenkreis entladen ist. Nachfolgend werden diese zwei Vorgänge beschrieben. Die beschriebenen Signale sind im vorhergehenden Prinzipschaltbild ersichtlich. Mit Betätigung des Zündschlosses (KL15) wird die Batteriespannung (KL30) eingeschaltet. Auf eine Flanke der geschalteten KL30 (KL30_SW) schaltet das SPS ein. Damit ist die Steuerplatine M300 versorgt, der VHC betriebsbereit und das Selbsthaltesignal für die KL30 (SH_KL15) wird gesetzt. Die Selbsthaltefunktion ist notwendig, damit das Gerät softwaregesteuert abschalten kann, wenn KL15 abfällt. Die Selbsthaltefunktion bewirkt, dass das Netzteil für eine kurze Nachlaufzeit eingeschaltet bleibt, somit kann die Steuerung des VHC ohne Datenverlust herunterfahren. Danach wird das Selbsthaltesignal SH_KL15 zurückgesetzt, das SPS schaltet aus.

 The Secondary Power Supply (SPS) acts as back-up power supply unit, in case the PPS should break down during operation. In addition it acts as start and switch-off power supply unit if the DC link is discharged. Subsequently these two operations are described. The described signals are evident in the preceding simplified circuit diagram. Operating the ignition lock (Terminal 15) the battery voltage (Terminal 30) is switched on. On one side of the switched Terminal 30 (KL30_SW) the SPS switches on. Thus the electronic control unit M300 is supplied, the VHC is ready for operation and the self halt signal for the Terminal 30 (SH_KL15) is set. The self halt function is necessary in order to enable the device to switch off by software control in case of a decline of Terminal 15. The self halt function provokes the power supply unit to remain inserted for a short follow-up time. Thus the VHC control is able to shut down the VHC without loss of data. Afterwards the self halt signal SH_KL15 is set back, the SPS switches off.

3.4.4 Vorladenetzteil / Pre-charge Power Supply Unit

Im Netzteil ist ein Vorladenetzteil integriert. Damit kann der Zwischenkreis mit der 24V-Bordnetzspannung innerhalb von 1.2s auf 160V vorgeladen werden. Das Vorladenetzteil liefert eine konstante Leistung und lädt den Zwischenkreis. Mit dieser Energie kann das Traktionssystem auch bei leerem Speicher oder bei komplett entmagnetisierter Asynchron-Maschine (ASM) hochgefahren werden. Die Aktivierung der Vorladung wird von der Steuerplatine M300 über das Signal PRECHRG (Stecker X241, Pin 5) gesteuert. Ist die Last am Zwischenkreis zu hoch, kann das Netzteil den Zwischenkreis nicht bis auf 160V laden. Weitere Ladeversuche sowie die Fehlerbehandlung werden durch die Software der Steuerplatine M300 gesteuert. Die nachfolgende Abbildung zeigt den Verlauf von Spannung und Strom während der Vorladung. Die maximale Leistungsaufnahme des Vorladenetzteils während dem Ladevorgang beträgt 28W.

A pre-charge power supply unit is integrated in the power supply unit. With its help it is possible to pre-charge the 24V-vehicle electrical system voltage within 1.2s to 160V. The pre-charge power supply unit supplies a constant power and charges the DC link. With this energy it is possible to run up the traction system even with empty storage or with completely demagnetized Asynchron-machine (ASM). The activation of pre-charging is controlled by the electronic control unit M300 via the signal PRECHRG (plug X241, pin 5). If the load at the DC link is too high, the power charge unit cannot charge the DC link up to 160V. Further charging attempts and fault treatment are controlled by the software of the electronic control unit M300. The following figure shows the progression of voltage and current during pre-charging. The maximum power input of the pre-charge power supply unit during the charging process is 28W.

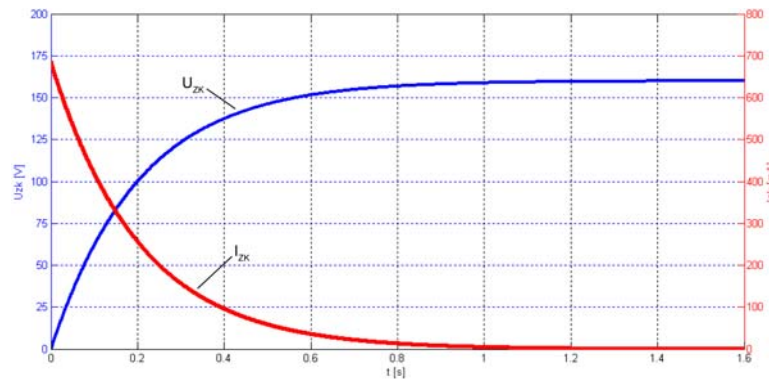


Fig. 25: Spannungs- und Stromverlauf des Zwischenkreises während der Ladezeit / Voltage and current progression of the DC link during charging time

3.4.5 Zwischenkreisentladung / DC link discharge

 Nach Abschaltung des VHC beinhaltet der Zwischenkreiskondensator eine Restladung und ist somit weiterhin spannungsführend. Es erfolgt keine softwaregesteuerte aktive Entladung des Zwischenkreises. Der Zwischenkreiskondensator entlädt sich somit nur passiv über das Primary Power Supply (PPS). Das PPS entlädt den Zwischenkreiskondensator bis zu seiner Abschaltspannung (minimal 200V) mit einer konstanten Leistung von 25W. Nach dessen Abschaltung erfolgt die Entladung nur noch über die internen Widerstände des Netzteils.



Die maximale Entladedauer bis zu einer Restspannung von unter 60V beträgt 14 Minuten. Diese Entladezeit ist bei Arbeiten am Hybridsystem zu beachten.

 After switching off the VHC, the DC link capacitor contains a residual charge and thus continues to be live. No software-controlled active discharge of the DC link is effected. The DC link capacitor thus discharges only passively via the Primary Power Supply (PPS). The PPS discharges the DC link capacitor down to its interrupting voltage (minimum 200V) with a constant performance of 25W. After its switching-off the discharge is only effected via the internal resistors of the power supply unit.

The maximum discharge time down to a residual voltage of below 60V is 14 minutes. It is important to observe this discharge time during technical operations at the hybrid system.

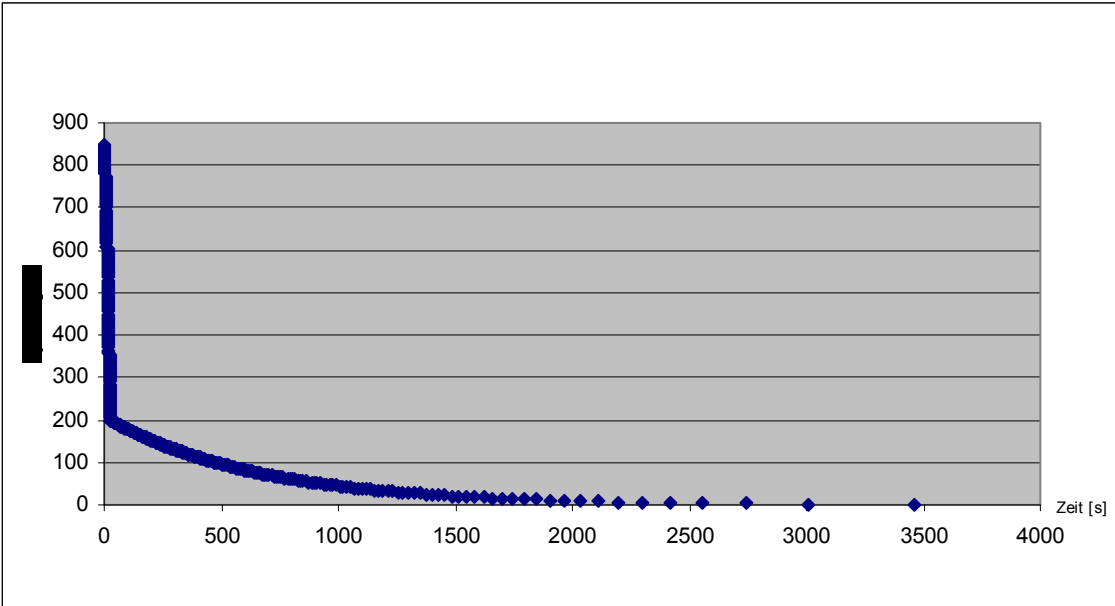


Fig. 26: Entladekurve Zwischenkreis / Discharge curve of DC link

3.5 Kühlsystem / Cooling system

Die Leistungsmodule und die Speicherdrosseln werden durch ein Kühlsystem gekühlt. Das Kühlsystem besteht aus einer Kühlplatte und mehreren Heat-Pipes. In der nebenstehenden und folgenden Explosionszeichnung sind alle relevanten Komponenten des Kühlsystems dargestellt.

- 1 Kühlmiteleinlass
- 2 Kühlmittelauslass
- 3 Grundplatte
- 4 Kühlschlauch mit Schlauchschelle
- 5 Adapterplatte Kühlmittelanschluss mit Dichtung und Schrauben

The power modules and the choke coils are cooled by a cooling system. The cooling system consists of a cooling plate and several heat pipes. In the adjacent and following exploded drawing all relevant components of the cooling system are illustrated.

- 1 Coolant intake
- 2 Coolant outlet
- 3 Base plate
- 4 Cooling hose with hose clamp
- 5 Adapter plate cooling hose with gasket and screws

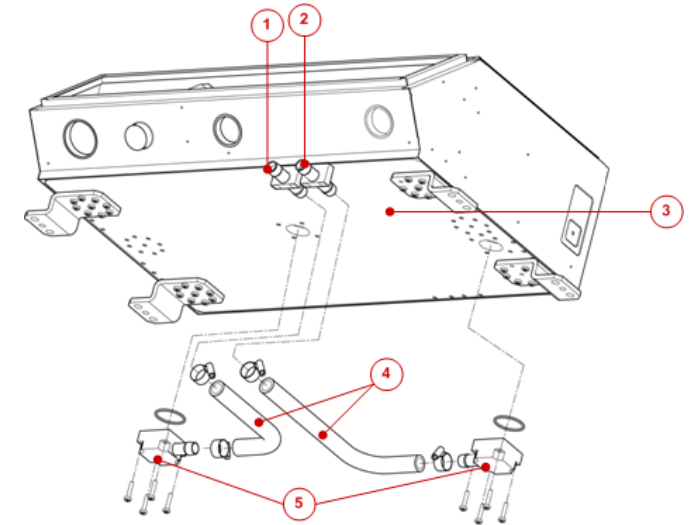


Fig. 27: Explosionszeichnung Kühlsystem / Exploded view cooling system



- ① Heat-Pipes über den Leistungsmodulen
- ② Kupferblech (unter den Heat-Pipes)
- ③ Kühlplatte
- ④ Heat-Pipes in Grundplatte
- ⑤ NBR-Dichtschnur zu Kühlplatte



- ① Heat pipes over the power modules
- ② Copper sheet (under the heat pipes)
- ③ Cooling plate
- ④ Heat pipes in base plate
- ⑤ NBR rope seal to cooling plate

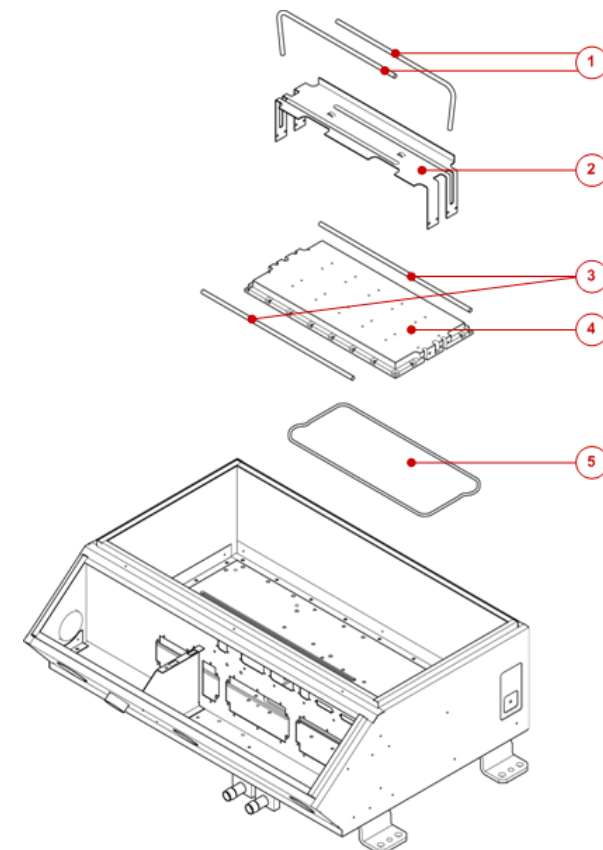


Fig. 28: Explosionszeichnung Kühlsystem Komponenten / Exploded view of the components of the cooling system

3.5.1 Kühlplatte / Cooling plate

Die Kühlplatte ist fest mit der Grundplatte des VHC-Gehäuses verschraubt. Zwischen der Grundplatte und der Kühlplatte ist eine NBR-Dichtschnur eingesetzt. Direkt auf der Kühlplatte sind die Leistungsmodule montiert. Die Wärme der Leistungsmodule und des Innenraums des VHC wird größtenteils über die Kühlplatte abgeführt. Die folgende Abbildung zeigt die Unterseite der Kühlplatte mit den Kühlkanälen.

- 1 Kühlmiteleinlass
- 2 Kühlmittelauslass
- 3 Kühlkanal
- 4 Flussrichtung des Kühlmittels

The cooling plate is tightly screwed to the base plate of the VHC housing. There is a NBR rope seal set between the base plate and the cooling plate. The power modules are mounted directly onto the cooling plate. The heat of the power modules and the interior space of the VHC is mainly dissipated via the cooling plate. The following figure shows the bottom side of the cooling plate with cooling channels.

- 1 Coolant intake
- 2 Coolant outlet
- 3 Cooling channel
- 4 Coolant flow direction

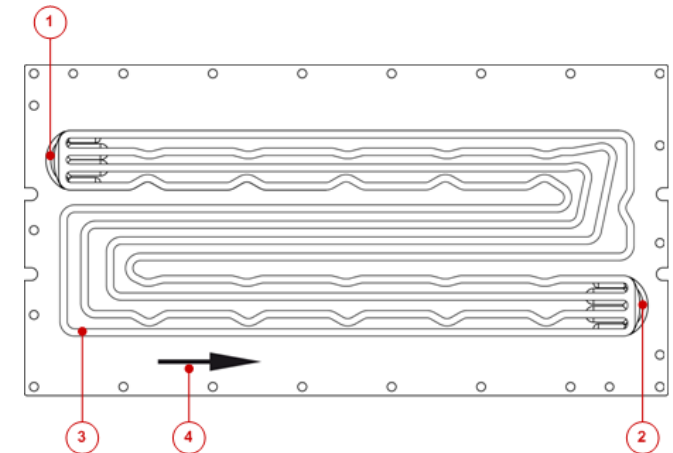


Fig. 29: Kühlplatte von unten / Cooling plate bottom side

3.5.2 Heat-Pipes

Die Heat-Pipes bestehen aus einem Kapillarrohr, in dem eine Substanz mit niedrigen Siedepunkt enthalten ist. Diese Substanz leitet die Wärme von der heißen zur kühlen Stelle. Die aufgenommene Wärme der Heat-Pipes wird auf die Kühlplatte übertragen.

Wärmeableitungsfunktionen und Einteilung der Heat-Pipes:

- Zusätzliche Wärmeabführung von den Leistungsmodulen (Treiberschaltung der IGBTs) zur Kühlplatte mit Heat-Pipes die über den Leistungsmodulen liegen.
- Abführung der Verlustwärme der Speicherdrosseln und des Netzteils aus dem Innenraum des VHC mit Heat-Pipes in der Grundplatte.

Die nebenstehende Abbildung zeigt die Heat-Pipes der Leistungsmodule in der Draufsicht.

- 1 Kupferblech (verlötet mit den Heat-Pipes)
- 2 Heat-Pipes zur Wärmeabfuhr von den Gate-Treibern der Leistungsmodule
- 3 Leistungsmodule (SKiiP)

The heat pipes consist of a capillary tube containing a substance with low boiling point. This substance conducts the heat from the hot to the cold place. The heat assimilated by the heat pipes is transferred to the cooling plate.

Heat dissipation functions and classification of the heat pipes:

- Additional heat dissipation from the power modules (driver circuit of the IGBTs) to the cooling plate by heat pipes situated above the power modules.
- Dissipation of the thermal losses of the choke coils and the power supply unit out of the interior space of the VHC with heat pipes in the base plate.
- The adjacent figure shows the heat pipes of the power modules in top view.

- 1 Copper sheet (soldered with the heat pipes)
- 2 Heat pipes for heat dissipation from the gate drivers of the power modules
- 3 Power modules (SKiiP)

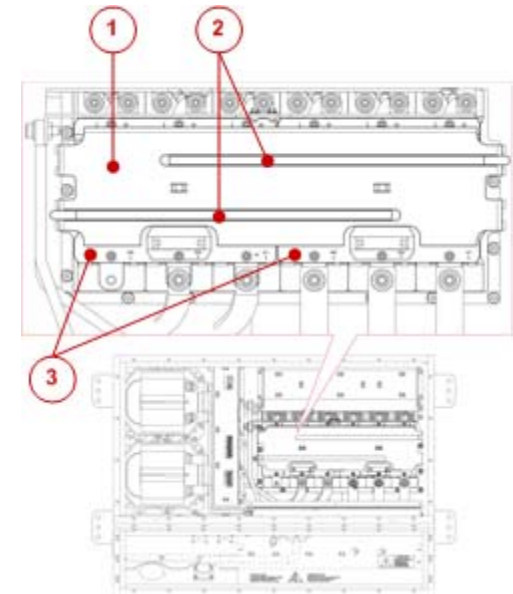


Fig. 30: Heat-Pipes zur Wärmeabfuhr in der Draufsicht / Heat pipes for heat dissipation in top view

Die Heat-Pipes sorgen für eine zusätzliche Wärmeabfuhr von den Leistungsmodulen zur Kühlplatte. Um eine optimale Wärmeübertragung von den Leistungsmodulen auf die Heat-Pipes zu gewährleisten, ist ein 2mm dickes Kupferblech zwischen den Leistungsmodulen und den Heat-Pipes montiert, die Heat-Pipes sind mit dem Blech verlötet.

Zusätzlich zu den vorher beschriebenen Heat-Pipes sind in die Grundplatte eingelassene Heat-Pipes vorhanden. Diese Heat-Pipes sorgen für eine Abführung der Verlustwärme von den Speicherdrosseln und dem Netzteil aus dem Innenraum des VHC. Für jede der beiden Speicherdrosseln ist eine Heat-Pipe zur Verbindung mit der Kühlplatte vorhanden, wie in nebenstehender Abbildung dargestellt.

- 1 Speicherdrosseln (schematisch)
- 2 Heat-Pipes zur Wärmeabfuhr von Speicherdrosseln und Netzteil
- 3 Netzteil (schematisch)
- 4 Kühlmiteleinlass für Kühlplatte
- 5 NBR-Dichtschnur für Kühlplatte
- 6 Grundplatte
- 7 Kühlmittelauslass

The heat pipes provide for an additional heat dissipation from the power modules to the cooling plate. In order to guarantee an optimum heat transfer from the power modules to the heat pipes, a 2mm copper sheet is mounted between the power modules and the heat pipes. The heat pipes are soldered to the sheet.

In addition to the heat pipes described above, there are heat pipes embedded into the base plate. These heat pipes provide for a dissipation of the heat losses from the choke coils and the power supply unit from the interior space of the VHC. There is a heat pipe combining each of the two choke coils with the cooling plate (see adjacent figure).

- 1 Choke coils (schematic)
- 2 Heat pipes for heat dissipation from choke coils and power supply unit
- 3 Power supply unit (schematic)
- 4 Coolant intake for cooling plate
- 5 NBR rope seal for cooling plate
- 6 Base plate
- 7 Coolant outlet

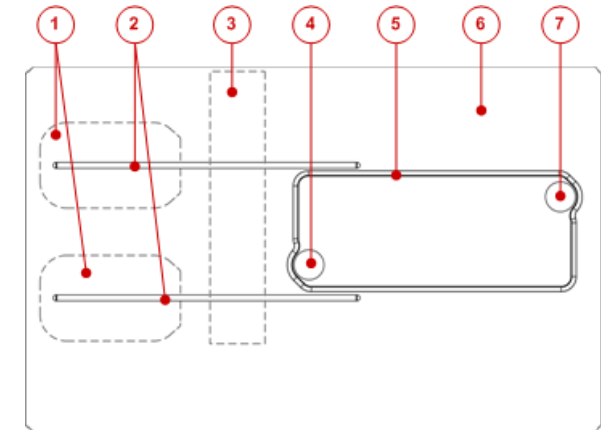


Fig. 31: Heat-Pipes zur Wärmeabfuhr von Speicherdrosseln und Netzteil / heat pipes for heat dissipation from choke coils and power supply unit

3.5.3 Kenngrößen des Kühlsystems / Characteristics of the Cooling System



 Die Kühlmittleitungen werden vor dem Anschluss der elektrischen Leitungen an das Leitungssystem des Fahrzeugs angeschlossen.



The coolant tubes are connected to the vehicle line system prior to the connection of the electric lines.

Characteristics	Values	Standards
Anschlussdurchmesser Kühlmittelversorgung / Connection diameter coolant supply	DN20 (20mm)	ISO 6708
Empfehlung für den Schlauch / Recommendation for the tube	Unispiral Kühlerschlauch, Fa. Maagtechnik	
Empfehlung für die Befestigung des Schlauchs / Recommendation for the tube fixing	Toro Schlauchschelle HT40, Fa. Maagtechnik	
Anzugsmoment Schlauchschelle / Tightening torque of hose clamp	15Nm	
Betriebsüberdruck / Working overpressure	0.2bar bis 2.5bar / 0.2bar up to 2.5bar	
Prüfdruck / Test pressure	5bar	
Durchflussmenge / Flow rate	25l/min	
Maximale Druckdifferenz Einlass zu Auslass / Maximum pressure difference between intake and outlet	200mbar bei 20°C und 25l/min / 200mbar at 20°C up to 25l/min	
Kühlwassermischung: Anteil Kühlmittel / Cooling water mixture: coolant percentage	10% bis 50% / 10% up to 50%	
Kühlwassertemperatur am Einlass / Cooling water temperature at intake	< 60°C	
Zulässige Kühlmittel / Coolants allowed	Fleetgard Typ ES Compleat, Fa. Fleetguard/Cumminsfiltration	

Tab. 2: Angaben zum Anschluss der Kühlmittleitungen an das Gerät / Indications concerning the connection of coolant tubes to the device.



Andere als die genannten Produkte müssen auf ihre Eignung geprüft werden!

Different products not enlisted here have to be checked concerning their applicability!

3.6 Interne Verdrahtung des VHC / Internal Wiring of the VHC

Die nebenstehende Abbildung zeigt die Verkabelung der Steuerplatine M300 mit den Komponenten im Gehäuse des VHC. In der nachfolgenden Tabelle werden die einzelnen Komponenten, die Steckverbindungen und Signalverläufe beschrieben.

The adjacent figure shows the wiring of the electronic control unit M300 with the components in the VHC housing. The single components, the plug connections and signal sequences are described in the following table.

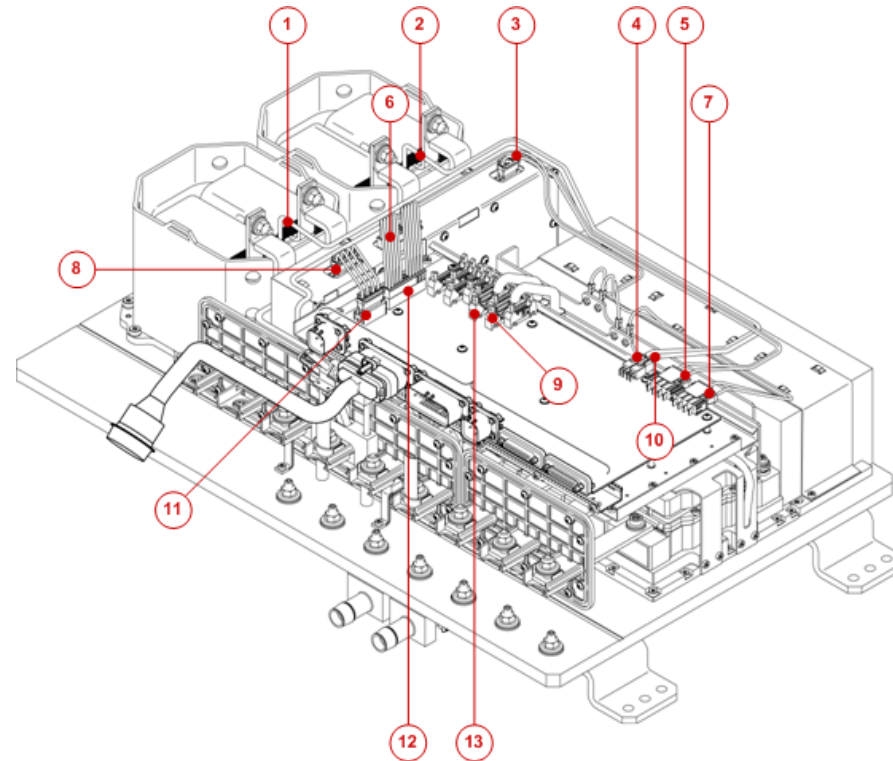


Fig. 32: Verkabelung Steuerplatine M300 / Wiring of electronic control unit M300

Pos.	Name	Signal	From	To
1	Temperatursensor im Drosselkern der Speicherdrossel 2 Temperature sensor in the core of choke coil 2	Temperaturfühler Temperature sensor	Speicherdrossel 2 Choke Coil 2	Steuerplatine M300 - Stecker X131 Electronic Control Unit M300 - Plug X131
2	Temperatursensor im Drosselkern der Speicherdrossel 1 Temperature sensor in the core of choke coil 1	Temperaturfühler Temperature sensor	Speicherdrossel 1 Choke Coil 1	Steuerplatine M300 - Stecker X131 Electronic Control Unit M300 - Plug X131
3	Stecker X242 Plug X242	Versorgung Zwischenkreis-Netzteil aus DC+ und DC- Supply DC link Power Supply Unit from DC+ and DC-	Netzteil Power supply unit	Zwischenkreis-Busbar DC+/DC- DC link busbar DC+ / DC-
4	Stecker X130 Plug X130	Temperaturfühler Speicherdrossel 1 Temperature sensor choke coil 1	Speicherdrossel 1 Choke Coil 1	Steuerplatine M300 Electronic Control Unit M300
5	Stecker X120 Plug X120	Spannungsmessung DC+, DC- Voltage metering DC+, DC-	Zwischenkreis-Busbar DC+/DC- DC link busbar DC+/DC-	Steuerplatine M300 Electronic control unit M300
6	Stecker X241 Plug X241	Spannungsversorgung Steuerplatine M300 Power supply electronic control unit M300	Netzteil Power supply unit	Steuerplatine M300 - Stecker X141 Electronic control unit M300 - Plug X141
7	Stecker X121 Plug X121	Spannungsmessung vom Energiespeicher ES+ und ES- Voltage metering of the energy storage ES+ and ES-	Anschlussklemmen ES+/ES- Terminal ES+/ES-	Steuerplatine M300 Electronic control unit M300
8	Stecker X240 Plug X240	24V-Bordnetzversorgung für Netzteil (KL30) 24V supply voltage for power supply unit (Terminal 30)	Steuerplatine M300 Electronic control unit M300	Netzteil Power supply unit
9	Stecker X106 Plug X106	Gatesteuersignale / Strommessung / Temperaturmes- sung Leistungsmodul Gatedriver / Current measurement / Temperature meas- urement power module	Steuerplatine M300 Electronic control unit M300	Leistungsmodul für Wechselrichter (in Abb. nicht sich- bar, unterhalb der M300) - Stecker X306 Power module for inverter (not visible in Fig., below M300) - Plug X306
10	Stecker X131 Plug X131	Temperaturfühler Speicherdrossel 2 Temperature sensor choke coil 2	Speicherdrossel 2 Choke coil 2	Steuerplatine M300 Electronic control unit M300
11	Stecker X140 Plug X140	24V-Bordnetz für Netzteil (KL30) 24V supply voltage for power supply unit (Terminal 30)	Steuerplatine M300 Electronic control unit M300	Netzteil - Stecker X240 Power supply unit - Plug X240
12	Stecker X141 Plug X141	Spannungsversorgungen vom Netzteil Power supply of the power supply unit	Steuerplatine M300 Electronic control unit M300	Netzteil - Stecker X241 Power supply unit - Plug X241
13	Stecker X107 Plug X107	Gatesteuersignale / Strommessung / Temperaturmes- sung Leistungsmodul Gatedriver / Current measurement / Temperature meas-	Steuerplatine M300 Electronic control unit M300	X307 Leistungsmodul für Gleichstromsteller (in Abb. nicht sichtbar, unterhalb der M300) - Stecker X307 Power module for DC chopper (not visible in Fig., below

Pos.	Name	Signal	From	To
		urement power module		M300) - Plug X309

Tab. 3: Komponenten, Steckerverbindungen und Signaleverläufe des VHC / Components, plug connections and signal sequences of the VHC

4

Elektrische Daten / Electric Data

Kenngrößen Zwischenkreis / Characteristics of DC link	Min. Value	Typ. Value	Max. Value	Description
Eingangsspannung / Input voltage	160V _{DC}	750V _{DC}	850V _{DC}	900V nur kurzzeitig im Fehlerfall / 900V only short-time in case of an error
Zwischenkreis-Kapazität / DC link capacity	1.62mF	1.8mF	1.98mF	-10% / +10%

Tab. 4: Kenngrößen Zwischenkreis / Characteristics of DC link

Kenngrößen des Wechselrichters zur Ansteuerung des E-Motors Characteristics of the inverter for actuating the E-Motor	Min. Value	Typ. Value	Max. Value	Description
Ausgangsspannung bei Modulation Output voltage at modulation	0V _{eff}	460V _{eff}	520V _{eff}	Verkettete Spannungen / Mesh voltage Typ für U _{ZK} = 750V _{dc} Max. für U _{ZK} = 850V _{dc}
Ausgangsstrom bei f _s = 4kHz bei 60° Vorlauftemperatur Output current at f _s = 4kHz at 60° flow temperature	---	240A _{eff}	---	Dauernd / Constantly Für 60s / for 60s
Ausgangsfrequenz Output frequency	0Hz	---	300Hz	ASM mit 2 Polpaaren bei 9000U/min ASM with two pole pairs at 9000U/min
Gatetreiber Ansteuerfrequenz PWM Gatedriver control frequency PWM	---	4kHz	---	

Tab. 5: Kenngrößen des Wechselrichters zur Ansteuerung des E-Motors / Characteristics of the inverter for acuating the E-motor

Kenngrößen des Zweiquadrantenstellers	Min. Value	Typ. Value	Max. Value	Description
Characteristics of the two-quadrant chopper				
Ausgangsspannung Output voltage	0V _{DC}	730V _{DC}	830V _{DC}	Typ für U _{ZK} = 750V _{dc} Max für U _{ZK} = 850V _{dc}
Ausgangsstrom Output current	---	200A _{eff}	480A _{eff}	Begrenzt durch die verbauten Speicherdrosseln Limited by the obstructed choke coils
Rippelstrom ¹⁾ Ripple current ¹⁾	---	81A _{spitze spitze} / 23.3A _{eff}	---	Für U _{ZK} = 750V _{dc} For U _{ZK} = 750V _{dc}
Gatetreiber Ansteuerfrequenz PWM Gatedriver control frequency PWM	---	4kHz	---	Am Ausgang effektiv 8kHz aufgrund der versetzten Taktung der beiden Phasen des Gleichstromstellers At the exit effective 8kHz due to the moved timing of the two phases of the DC chopper

Tab. 6: Kenngrößen des Zweiquadrantenstellers mit Stromumkehr zur Ansteuerung des Energiespeichers / Characteristics of the two-quadrant chopper with current reversal for actuating the energy store



 ¹⁾ Nähere Informationen finden Sie im Kapitel „Energiespeicheransteuerung durch Zweiquadrantensteller mit Stromumkehr“.



You find further information in chapter „Energy Store Actuation by Two-Quadrant Chopper with Current Reversal“.

Kenngrößen Steuerteil / Characteristics of Control Unit	Min. Value	Typ. Value	Max. Value	Description
Spannungsversorgung aus Bordnetzspannung 24V (KL30) Power supply out of the 24V supply voltage (Terminal 30)	16V _{DC}	24V _{DC}	32V _{DC}	Absicherung max. 16A Protection max. 16A
Spannungsversorgung aus Zwischenkreis / Power supply out of the DC link	160V _{DC}	750V _{DC}	850V _{DC}	
8 digitale Eingänge / 8 digital inputs Eingangsspannung für „High“ / Input voltage for „High“ Eingangsspannung für „Low“ / Input voltage for „Low“	16V 0V	--- ---	32V 3V	Eingangsimpedanz / Input impedance 33kΩ
10 digitale Ausgänge / 10 digital outputs Ausgangsspannung für „High“ / Output voltage for „High“ Ausgangsspannung für „Low“ / Output voltage for „Low“	12V 0V	--- ---	30V 3V	
Davon 6 digitale Ausgänge Lowside / Thereof 6 digital outputs Lowside Spannungsabfall bei „Low“ / Voltage drop at „Low“	--- ---	--- 0.2V	1V ---	Lowside Treiber / Lowside driver Max. Ausgangsstrom 1A / max. output current 1A
Und 4 digitale Ausgänge Highside / And 4 digital outputs Highside Spannungsabfall bei „High“ / Voltage drop at „High“	--- ---	--- 0.2V	1V ---	Highside Treiber / Highside driver Max. Ausgangsstrom 1A / max. output current 1A
1 Drehgeber Trägerfrequenz und Amplitude der Trägerfrequenz 1 Rotary position transducer and amplitude of the carrier frequency	---	8kHz		Resolver
2 Temperaturfühler für den E-Motor / 2 Temperature sensors for E-Motor Messstrom / Measuring current	---	Ca. 2mA	---	Mögliche Fühlertypen: / Possible sensors: PT1000 / PT100
1 Interlock-Schleife für den E-Motor / 1 Interlock loop for E-Motor Trägerfrequenz / Carrier frequency Signalamplitude / Signal amplitude Signalstrom / Signal current	--- --- 8.2mA	10Hz 15V _{pp} 8.3mA	--- --- 8.5mA	
1 Interlock-Schleife für den Energiespeicher / 1 Interlock loop for energy storage Trägerfrequenz / Carrier frequency Signalamplitude / Signal amplitude Signalstrom / Signal current	--- --- 8.2mA	10Hz 24V _{pp} 8.3mA	--- --- 8.5mA	
1 Temperaturfühler für Energiespeicher / 1 Temperature sensor for energy storage Messstrom / Measuring current	---	Ca. 2mA	---	Mögliche Fühlertypen: / Possible sensors: PT1000 / PT100
Sicherheitseingang Freigabestrom / Safety input release current	45mA	---	57mA	

Tab. 7: Kenngrößen Steuerteil / Characteristics of Control Unit



Details sind im Dokument „Technische Dokumentation Steuerplatine M300“ enthalten.



You find details in the document „Technical Documentation Control Unit M300“,

5

Umgebungsdaten / Ambient Data

Kenngrößen / Characteristics	Min. Value	Typ. Value	Max. Value	Description
Temperatur für Lagerung und Transport Temperature for storage and transportation	-25°C -40°C	---	70°C 90°C	Kurzzeitig / short-time
Temperatur für Normalbetrieb Temperature for normal operation	-25°C	---	70°C	---
Temperatur für reduzierten Betrieb Temperature for reduced operation	-40°C	---	80°C	---
Luftfeuchtigkeit bei Lagerung und Transport Humidity at storage and transportation	---	---	95%	Mit seetauglicher Verpackung With seaworthy packing
Luftfeuchtigkeit bei Verwendung Humidity by usage	---	---	95%	---
Umweltbelastungen Prevention of pollution	---	---	---	Angelehnt an ISO 16750 Based on ISO 16750
Einsatzhöhe Altitude	---	---	2,500 m	Über N.N. Above sea level
Beschleunigung (RMS) Acceleration (RMS)	---	21.3m/s²	---	Geräteeinbaulage horizontal Position of installation horizontal

Tab. 8: Kenngrößen Steuerteil / Characteristics of Control Unit

6 Elektrische Installation / Electrical Installation

6.1 Kabeldurchführungen am Gehäuse des VHC / Cable Bushings at the VHC Housing

Die Einführung der Kabel in das Gehäuse kann mit Kabelverschraubungen oder mit Verschraubungen für Kabelschuttschlauchsysteme erfolgen. Für diese Verschraubungen sind im Gehäuse Bohrungen mit den entsprechenden Durchmessern vorgesehen. Für die Fahrzeugschnittstelle ist eine Steckdose im Gehäuse eingelassen. Die nachfolgende Abbildung zeigt die Zuordnung der Kabel zu den Durchführungen und der Fahrzeugschnittstelle X31.

- 1 Anschluss E-Box
- 2 Bohrung ø 63mm für Durchführung Singalkabelstecker
- 3 Bohrung ø 63mm für Durchführung Signalkabelstecker
- 4 Fahrzeugstecker (Fahrzeugsignale)
- 5 Bohrung ø 50mm für Durchführung Leistungskabel
- 6 Bohrung ø 50mm für Durchführung Leistungskabel
- 7 Anschluss ASM

The introduction of the cable into the housing can be effected by cable screw connections or screw connections for cable protection tube systems. There are bore holes in the housing with the corresponding diameters for these screw connections. A socket for the vehicle interface is embedded into the housing. The following figure shows the assignment of the cables to the bushings and the vehicle interface X31.

- 1 Connection E-Box
- 2 Bore hole ø 63mm for signal cable plug bushing
- 3 Bore hole ø 63mm for signal cable plug bushing
- 4 Vehicle plug (vehicle signals)
- 5 Bore hole ø 50mm for power cable bushing
- 6 Bore hole ø 50mm for power cable bushing
- 7 Connection ASM

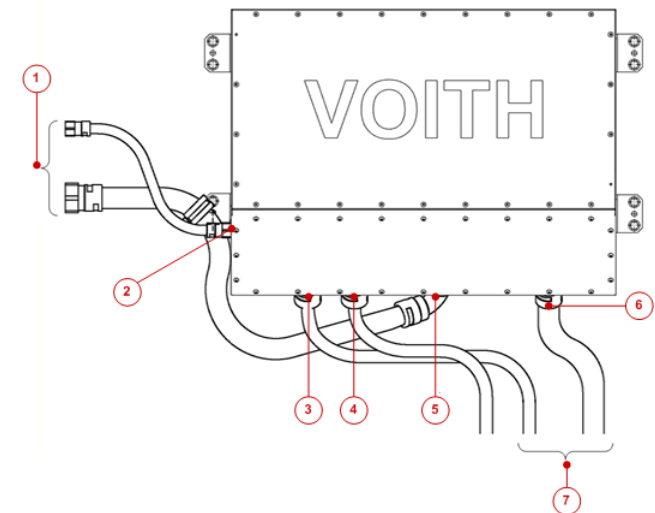


Fig. 33: Kabeldurchführungen am Gehäuse / Cable bushings at housing

6.2 Hinweise zur Abschirmung der Anschlusskabel / Hints for Shielding the Connecting Cables



 Die nachfolgende Auflistung enthält zwingende Vorgaben zur Verkabelung des VHC, um die Störaussendung und -anfälligkeit des Geräts zu verringern.

- Ausführung der Leistungskabel als Systemkabel mit integriertem Potentialausgleichsleiter und Summenschirm.
- Großflächige Auflage des Summenschirms der Leistungskabel auf das Gehäuse über EMV-Verschraubung.
- Signalleitungen sind mit Ausnahme der Versorgungsleitungen (24V) und den digitalen I/O-Leitungen mit Summenschirm auszuführen. Die Schirmauflage hat im Klemmenkasten, in der Kabelverschraubung der Signalstecker oder im Kabelschutzschlauchsystem zu erfolgen.
- Zweiteiliger Klemmenkasten für die Abschirmung der leistungsführenden von den signalführenden Leitungen.



The following list contains coercive specifications for the VHC wiring, in order to reduce emitted interference and interference liability of the device.

- Execution of the power cable as system cable with integrated potential equalizer and shield.
- Large-scale application of the shield of the power cable onto the housing via EMV-screw connection.
- Signal lines – except the supply lines (24V) and the digital I/O-lines – must be executed with shield. Application of the shield must be effected in the terminal box, in the cable screw connection of the signal plugs or in the cable protection tube system.
- Two-part terminal box for shielding the power-conducting lines from the signal-conducting lines.

6.3 Potentialausgleichsleiter für Leistungskabel / Potential Equalizers for Power Cables

Das Antriebsnetz ist als IT-Netz (Isolé-Terre) aufgebaut. Um im Fall von mehreren Isolationsdefekten gefährliche Körperströme vermeiden zu können, sind alle elektrisch leitenden Gehäuseteile durch Potentialausgleichsleiter miteinander verbunden. Ein einzelner Isolationsdefekt führt noch zu keiner Gefährdung. Diese Ausgleichsleiter liegen in der Regel parallel zu leitenden Fahrzeugteilen (Chassis) und zum Summenschirm des Systemkabels und bilden ein Potentialausgleichssystem. Der Potentialausgleichsleiter dient zusätzlich als niederimpedante Parallelschaltung zum Summenschirm des Systemkabels, so dass die Strombelastung des Summenschirms möglichst klein gehalten werden kann. Die Anschlüsse für die Potentialausgleichsleiter sind im Klemmenkasten mit der Abkürzung PE beschriftet. Das nachfolgende Prinzipschaltbild zeigt den Anschluss der Potentialausgleichsleiter für die Leistungskabel des VHC.

The drive net is designed as IT-net (Isolè-Terre). In order to be able to avoid dangerous shock currents in case of several isolation defects, all electrically conductive housing parts are connected to each other by potential equalizers. One single isolation defect does not yet provoke any hazard. Generally these equalizers lie parallel to conductive vehicle parts (chassis) and to the shield of the system cable and make up a potential equalizing system. In addition the potential equalizer acts as low-impedance parallel line to the shield of the system cable, in order to keep the current load of the shield possibly low. The connections for the potential equalizers are labelled with the abbreviation PE in the terminal box. The following simplified diagram shows the connection of the potential equalizer for the VHC power cables.

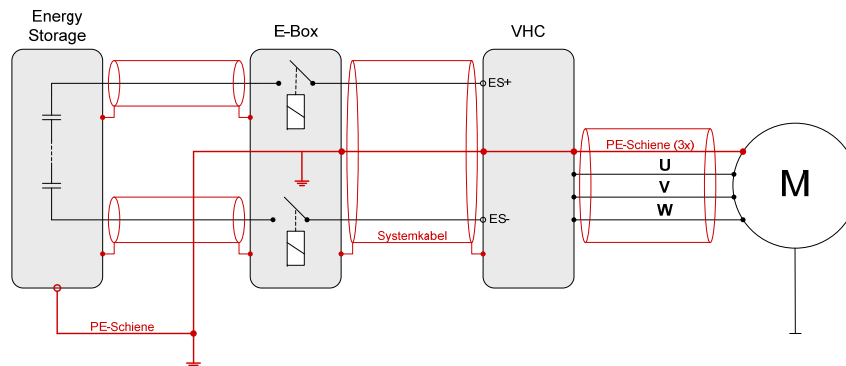


Fig. 34: Anschluss Potentialausgleichsleiter für Leistungskabel / Connection potential equalizer for power cable

6.4 Leistungsanschlüsse / Power Connections



Die Leistungskabel werden im Klemmenkasten des VHC angeschlossen. Bevor man die Leistungsanschlüsse erreichen kann, muss der Gehäusedeckel und zusätzlich der Zwischendeckel entfernt werden. Bevor der Zwischendeckel geöffnet werden kann, muss der Kurzschließer ausgelöst werden, um die Spannungsfreiheit des VHC zu gewährleisten.



Das Anzugsdrehmoment für alle angeschlossenen und nicht angeschlossenen Klemmstellen beträgt 13Nm.

Der Schirm der Systemkabel wird über EMV-Verschraubung an das Gehäuse angebunden.



The power cables are connected in the terminal box of the VHC. Before reaching the power connection, the housing lid and additionally the intermediate lid have to be removed. Before being able to open the intermediate lid, the short-circuiting device must be actuated, in order to guarantee the zero-potential of the VHC .

The tightening torque for all connected and not connected clamping units is 115lbs.

The shield of the system cable is fixed via EMV-screw connections to the housing.

 In der Abbildung sind die Klemmstellen und die Klemmstellenbezeichnung für die Leiter des Motor-Systemkabels und des Energiespeicher-Systemkabels dargestellt.

- 1** Reserveklemme (nicht bestückt)
- 2** Reserveklemme (nicht bestückt)
- 3** Leistungsanschluss Energiespeicher ES+
- 4** Leistungsanschluss Fahrzeugbatterie DC+
- 5** Leistungsanschluss Energiespeicher ES-
- 6** Leistungsanschluss Energiespeicher DC-
- 7** Leistungsanschluss Motorphase U
- 8** Leistungsanschluss Motorphase V
- 9** Leistungsanschluss Motorphase W
- 10** 7 Anschlüsse Potentialausgleichsleiter zur Kontaktierung auf Fahrzeugchassis
- 11** Etikett zu den Leistungsanschlüssen (zu finden an der Innenseite des Gehäuses im Klemmenkasten)

 In the adjacent drawing you find the clamp units and the clamp unit denominations for the conductors of the motor system cables and the energy storage system cables.

- 1** Reserve clamp (not populated)
- 2** Reserve clamp (not populated)
- 3** Power connection energy storage ES+
- 4** Power connection vehicle battery DC+
- 5** Power connection energy storage ES-
- 6** Power connection energy storage DC-
- 7** Power connection motor phase U
- 8** Power connection motor phase V
- 9** Power connection motor phase W
- 10** 7 connections potential equalizer for contacting on vehicle chassis
- 11** Label to the power connections (situated on the inner side of the housing in the terminal box)

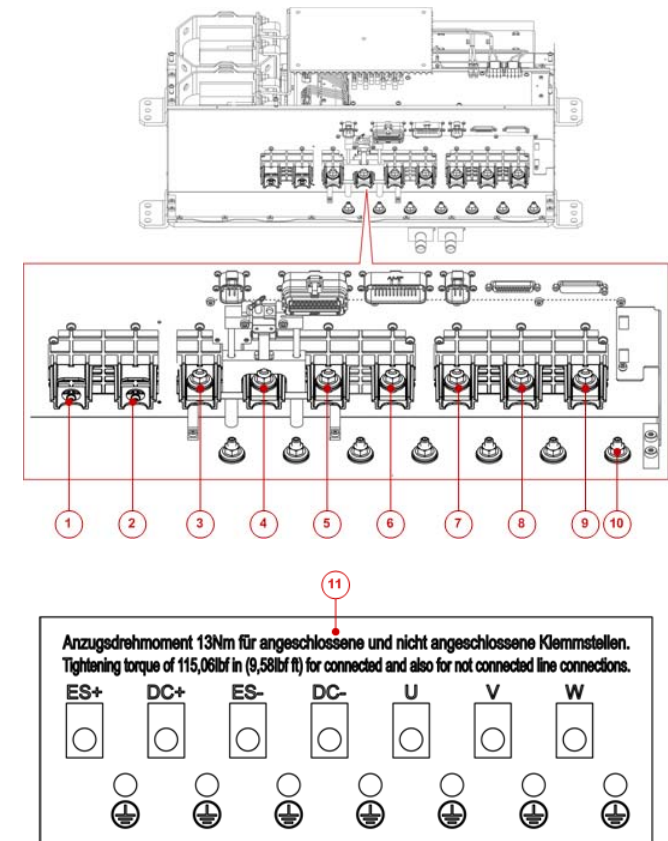


Fig. 35: Leistungsanschlüsse und Bezeichnungen im Klemmenkasten / Power connection and denominations in the terminal box

6.4.1 Anschlussleitungen für Elektrische Maschine und Energiespeicher / Connection lines for Electrical Machine and Energy Storage

Abmessungen Anschlussleitungen für die Elektrische Maschine Dimensions of connection lines for E-Motor	Max. ø due to Cable shoe	Hole diameter Cable shoe
Anschluss Motorphase U / Connection motor phase U	70mm ²	8mm
Anschluss Motorphase V / Connection motor phase V	70mm ²	8mm
Anschluss Motorphase W / Connection motor phase W	70mm ²	8mm
Potentialausgleichsleiter / Potential equalizer	70mm ²	8mm

Tab. 9: Abmessungen Anschlussleitungen für E-Motor / Dimensions of connection lines for E-Motor

Abmessungen Anschlussleitungen für den Energiespeicher Dimensions of connection lines for energy storage	Max. ø due to Cable shoe	Hole diameter Cable shoe
Positiver Anschluss Energiespeicher ES+ / Positive connection energy storage ES+	70mm ²	8mm
Negativer Anschluss Energiespeicher ES- / Negative connection energy storage ES-	70mm ²	8mm
Potentialausgleichsleiter / Potential equalizer	70mm ²	8mm

Tab. 10: Abmessungen Anschlussleitungen für Energiespeicher / Dimensions of connection lines for energy storage

6.5 Signalleitungsschnittstellen / Signal line interfaces

Über Stecker im Anschlussraum werden alle Signalleitungen an der Steuerplatine M300 angeschlossen. Die Stecker sind im eingesteckten Zustand für die Schutzart IP54 ausgelegt. Einzig die Fahrzeugschnittstelle X31 kann am Gehäuse über die ITT-Cannon-Steckdose kontaktiert werden. Details zu den Typenbezeichnungen der Stecker sind im Dokument „Technische Dokumentation Steuerplatine M300“ enthalten. Die nebenstehende Abbildung zeigt die externen Schnittstellen der Steuerplatine M300.

- 1 Signalleitungsschnittstellen Steuerplatine M300
- 2 ITT-Cannon-Steckdose zur Fahrzeugschnittstelle

All signal lines are connected to the electronic control unit M300 via plugs in the connection room. The plugs are configured in plugged-in status for the protection type IP54. Only the vehicle interface X31 can be contacted at the housing via the ITT Cannon socket. Details concerning the type designations of the plugs are contained in the document “Technical Documentation Electronic Control Unit M300”. The adjacent figure shows the external interfaces of the electronic control unit M300.

- 1 Signal line interfaces electronic control unit M300
- 2 ITT Cannon socket to vehicle interface

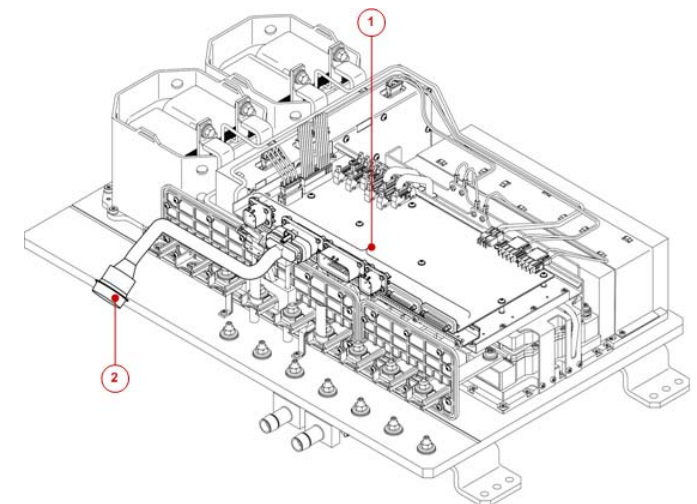


Fig. 36: Signalleitungsschnittstellen der Steuerplatine M300 und ITT-Cannon Steckdose / Signal line interfaces of the electronic control unit M300 and ITT Cannon socket

Die Abbildung zeigt die Peripherie-Schnittstellen der Steuerplatine M300 im Detail.

Pos.	Plug	Interface for...	Function
1	X34	Kühlmittelpumpe Coolant pump	Im VHC-MiS nicht verwendet Not used in the VHC-MiS
2	X31	Fahrzeug Vehicle	Fahrzeugschnittstelle Vehicle interface
3	X32	Energiespeicher Energy storage	Energiespeicherschnittstelle Energy storage interface
4	X33	Bremswiderstand Brake resistor	Im VHC-MiS nicht verwendet Not used in the VHC-MiS
5	X30A	Motor A Motor A	Motor- / Generatorschnittstelle Motor interface / Generator interface
6	X30B	Motor B Motor B	Im VHC-MiS nicht verwendet Not used in the VHC-MiS

The figure shows the peripheral interfaces of the electronic control unit M300 in detail.

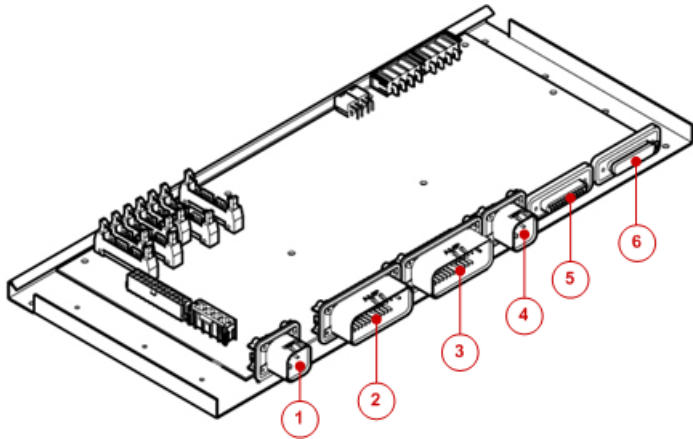


Fig. 37: Signalleitungsschnittstellen der Steuerplatine M300 / Signal line interfaces of the electronic control unit M300

7 Fahrzeugschnittstelle X31/X31.1 / Vehicle interface X31/X31.1

 Zur Kontaktierung der Fahrzeugschnittstelle X31 ist eine ITT-Cannon-Steckdose (X31.1) am Gehäuse des VHC vorhanden. Über diese kann X31 ohne Öffnen des vorderen Gehäusedeckels angeschlossen werden. Die Steckdose ist über einen Kabelbaum im Klemmenkasten mit der eigentlichen Fahrzeugschnittstelle X31 der Steuerplatine M300 verbunden. Als Gegenstecker zu X31.1 ist am anderen Ende des Kabelbaums ein AMP-Ampseal-Stecker vorhanden. Beide Stecker sind in der nebenstehenden Abbildung dargestellt.

Weitere Informationen sind in der „Technischen Dokumentation Steuerplatine M300“ enthalten.

-  AMP-Ampseal-Gegenstecker zu X31
-  ITT-Cannon-Steckdose zur Fahrzeugschnittstelle X31.1

 For contacting the vehicle interface X31 there is an ITT Cannon socket (X31.1) at the VHC housing. Via this socket it is possible to connect X31 without opening the front housing lid. The socket is connected via a wiring loom in the terminal box with the proper vehicle interface X31 of the electronic control unit M300. On the opposite side of the wiring loom there is an AMP Ampseal plug as counterpart of X31.1. Both plugs are depicted in the adjacent drawing. For further information please consult the “Technical Documentation Electronic Control Unit M300”.

-  AMP Ampseal mating plug to X31
-  ITT Cannon socket to vehicle interface X31.1

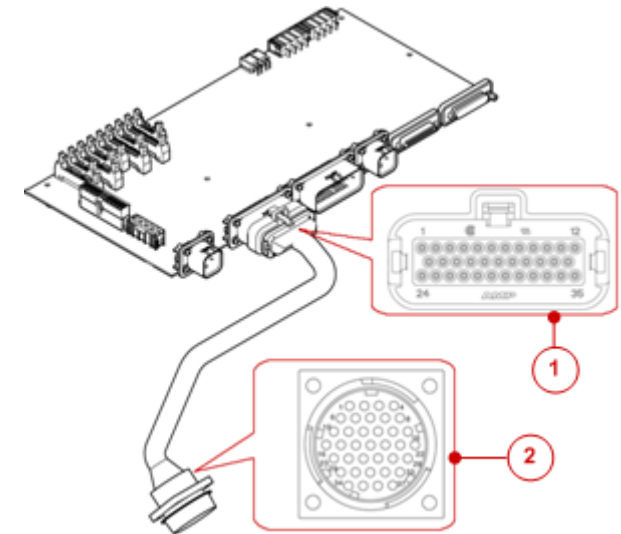


Fig. 38: AMP-Ampseal-Gegenstecker zu X31 und ITT-Cannon-Steckdose X31.1 (im VHC-Gehäuse) / AMP Ampseal mating plug to X31 and ITT Cannon socket X31.1 (in VHC housing)

Signal	Pin AMP- Ampseal X31	Pin ITT- Cannon X31.1
KL31	1	10
KL31	2	11
KL30	3	16
KL30	4	17
FLEXO3_H	5	31
FDLO_H	6	32
PUBLIC_CAN_H	7	2
CAN_GND	8	6
PUBLIC_CAN_L	9	7
PRIVAT_CAN_R	10	4
PRIVAT_CAN_H	11	3
SAFETY_H	12	36
KL31	13	12
KL30	14	18
KL15	15	13
FLEXO1_L	16	25
FLEXO2_L	17	26
K_LINE	18	19
PUBLIC_CAN_H	19	1

Signal	Pin AMP- Ampseal X31	Pin ITT- Cannon X31.1
PUBLIC_CAN_R	20	5
PRIVAT_CAN_L	21	14
CAN_GND	22	9
PRIVAT_CAN_H	23	8
FLEXI1	24	23
FLEXI2	25	23
FLEXI3	26	29
FLEXI4	27	30
FLEXO3_L	28	27
FLEXO4_L	29	28
FLEXI5	30	34
FLEXI6	31	35
FDLI1	32	20
FDLI2	33	21
FDLI3	34	22
SAFETY_L	35	37
Unassigned	Unassigned	15
Unassigned	Unassigned	33

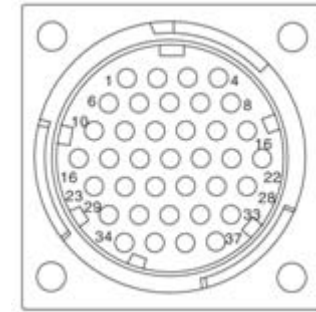


Fig. 39: ITT-Cannon-Steckdose / ITT-Cannon-Socket X31.1

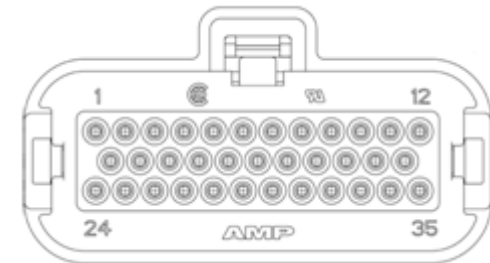


Fig. 40: AMP-Ampseal-Gegenstecker zu Fahrzeugschnittstelle X31 / AMP Ampseal mating plug to vehicle interface X31

 Über die Fahrzeugschnittstelle X31 / X31.1 erfolgt die 24V-Bordnetzspannung (KL30/31) des VHC. Diese Zuleitung ist durch eine externe Sicherung vor Überbelastung oder Kurzschluss geschützt. Die empfohlene Sicherung ist folgendermaßen spezifiziert:

Schmelzsicherung, 15A, flink

Der Leitungsquerschnitt aller Leitungen außerhalb des VHC ist mit AWG16 / 1mm² auszuführen. Beide Zuleitungen KL30 und KL31 werden dreifach verlegt. Dafür sind je drei Kontakte für KL30 und KL31 auf dem Stecker X31 vorgesehen.



Ein Leitungsquerschnitt von 1mm² ist notwendig um in Verbindung mit der Einzeladerabdichtung einen zuverlässigen Steckerkontakt zu erreichen.

 The 24V vehicle voltage (Terminal 30/31) is effected via the vehicle interface X31 / X31.1. This supply line is protected against overload or short circuit by an external fuse. The fuse recommended is specified as follows:

Lead fuse, 15A, speedy

The cable cross-section of all cables outside the VHC has to be executed with AWG16 /1mm². Both supply lines Terminal 30 and Terminal 31 are installed threefold. For this purpose each plug has three contacts per Terminal 30 and Terminal 31.

The cable cross-section of 1mm² is necessary in order to achieve a reliable plug contact in connection with the single conductor clogging.

 Für die ITT-Cannon-Steckdose in der Gehäusedurchführung ist der in nachfolgender Abbildung gezeigte Gegenstecker vorgesehen. Die Pin-Belegung des Gegensteckers entspricht jener der ITT-Cannon-Steckdose in der vorgängigen Tabelle.

Plug	Manufacturer	Description	Ordernumber
AMP 35Pin	AMP	AMP-Ampseal	776163-1
ITT-Cannon Steckdose / Socket	ITT-Cannon	APD-1AP37-R	249-8619-017
Gegenstecker	ITT-Cannon	APD-1BS37	121583-0058

 The mating plug depicted in the following figure is stipulated for the ITT Cannon socket. The pin assignment of the mating plate corresponds to the pin assignment of the ITT Cannon socket in the table above.

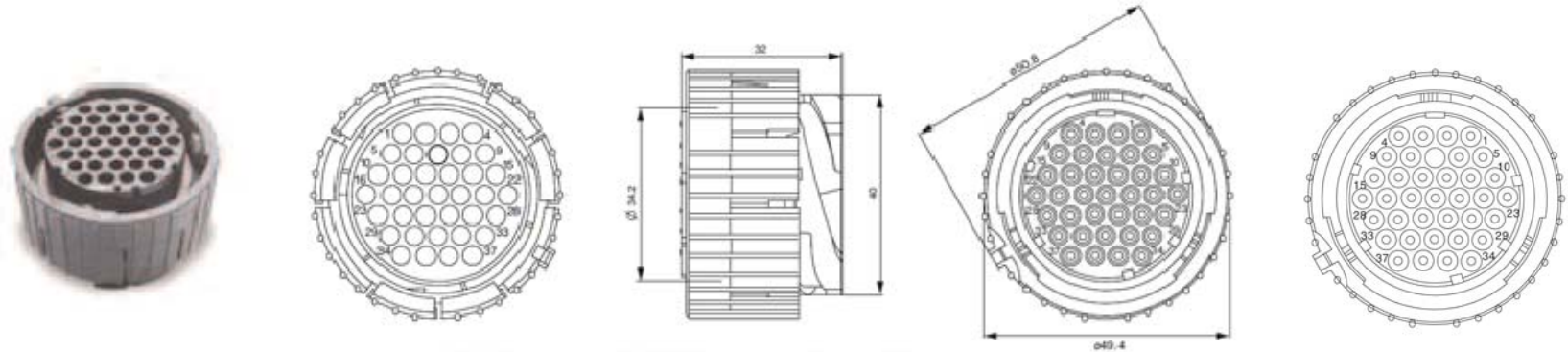


Fig. 41: Rück- und Frontansicht ITT-Cannon / Rear and Front View ITT-Cannon

7.1 Anschluss Private-CAN / Public-CAN / Connection Private-CAN / Public-CAN

 Der VHC verfügt über zwei CAN-Schnittstellen nach ISO 11898-24V Standard 2.0B. Beide CAN-Transceiver sind vom Typ MAX13053ESA. Public-CAN wird für die Kommunikation mit dem DriveLine-CAN verwendet, während Private-CAN für die Kommunikation des APPC mit dem MC, SC, Energiespeicher und der E330 verwendet wird.

Maßnahmen zur Störungsvermeidung auf dem CAN-Bus:

- Je nach Netzwerktopologie muss ein 120Ω Abschlusswiderstand beschaltet werden.
- Immer CAN-High / CAN-Low und CAN-GND anschließen. Verdrillte Leitungen verwenden.
- Leitungen schirmen.
- Maximale Leitungslänge 40m (im Fahrzeug).

 The VHC has two CAN interfaces according to ISO 11898-224V Standard 2.0B. Both CAN-transceivers are of type MAX13053ESA. Public-CAN is used for the communication with the DriveLine-CAN, while Private-CAN is used for the communication with the MC, SC, energy storage and E330.

Measures to avoid failures on the CAN-Bus:

- Depending on the network topology a 120Ω terminating resistor must be connected.
- Always connect CAN-High / CAN-Low and CAN-GND. Use twisted wires.
- Shield wires.
- Maximum wire length of 40m (in the vehicle).

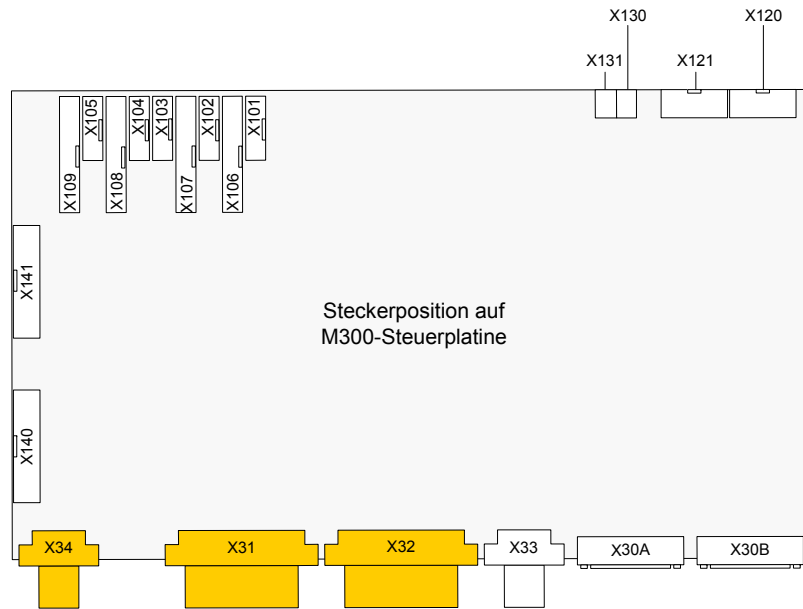


Fig. 42: Steckerposition für CAN-Anschlüsse auf der Steuerplatine M300 / Plug position for CAN-connections on the electronic control unit M300

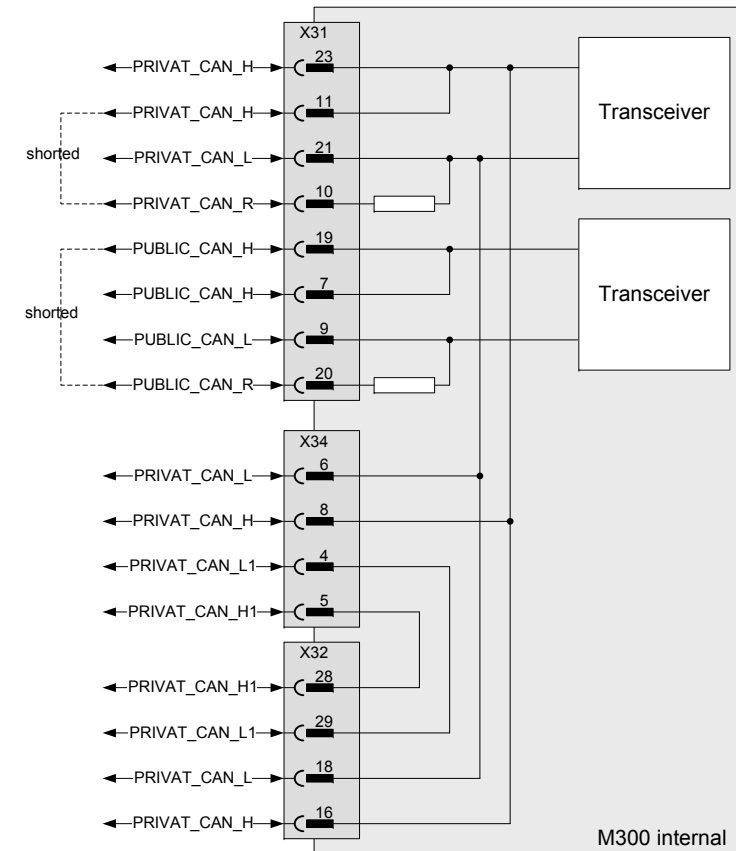


Fig. 43: Prinzipschaltbild Public-CAN und Private-CAN Termination / Simplified diagram of the Public and Private-CAN termination

7.2 Anschluss von externen Leistungsrelais / Connection of External Power Relays

 Der Energiespeicher kann über zwei Leistungsrelais vom VHC entkoppelt werden. Die Leistungsrelais befinden sich in einer separaten, sogenannten E-Box, die außerhalb des VHC verbaut ist. Für die Ansteuerung und Überwachung der Leistungsrelais sind drei digitale I/Os vorgesehen:

- 2 digitale High-Side Ausgänge (ES1_H / ES2_H) für die Ansteuerung der beiden Leistungsrelais-Schaltkontakte.
- 1 digitaler Eingang (DIGITAL_IN) für die Überwachung der in Reihe geschalteten Hilfskontakte der beiden Leistungsrelais.

Die Schnittstellen für diese Anschlüsse befinden sich auf dem Stecker X32.

Das Prinzipschaltbild zeigt den Anschluss der externen Leistungsrelais in der E-Box.

The energy storage can be decoupled from VHC via two power relays. The power relays are in a separate so-called E-Box installed outside the VHC. Three digital I/Os are provided for actuating and monitoring the power relay:

- 2 digital High-Side exits (ES1_H / ES2_H) for actuating the two power relay switch contacts.
- 1 digital input (DIGITAL_IN) for monitoring the series-connected auxiliary contacts of the two power relays.

The interfaces for these connections are situated on plug X32.

The simplified diagram shows the connections of the external power relays in the E-Box.

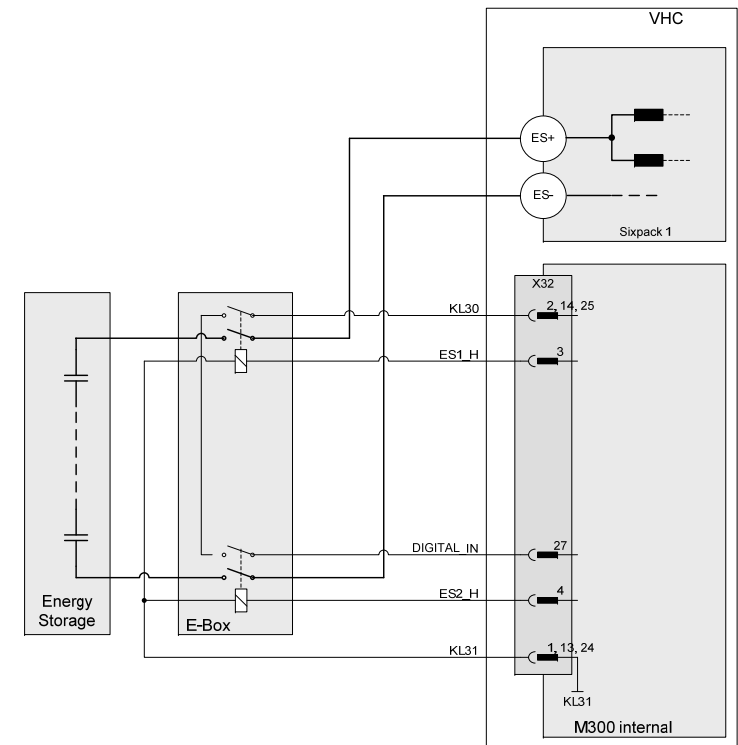


Fig. 44: Externe Leistungsrelais in der E-Box / External power relays in the E-Box

7.3 Anschluss Interlock / Connection Interlock

 Die Interlockfunktion dient zum Schutz von Personen vor gefährlichen Spannungen. Die Interlockfunktion überwacht, ob ein Stromkreis, der das getaktete Interlocksignal führt, unterbrochen wird. Die Unterbrechung erfolgt einerseits an dafür vorgesehenen Kontakten, die beim Öffnen eines Klemmenkastens oder Gehäusedeckels geöffnet werden, andererseits durch Abziehen von (Interlock-)signalführenden Steckverbindungen.

Die Interlock-Funktion wird ausgelöst wenn:

- Stecker (X30A / X32) abgezogen.
- Kabel an Stecker X30A / X32 durchtrennt.
- Deckel der E-Box geöffnet (Eingebauter Schließer-Kontakt nicht geöffnet).
- Deckel des Motor-Anschlusskastens geöffnet (Eingebauter Schließer-Kontakt nicht geöffnet).
- Kurzschluss der Interlock-Leitung zur Fahrzeugmasse oder Batteriespannung.
- Verlust der Spannung an Klemme 30.



Vor dem Öffnen des Klemmenkastens der Peripherie muss das System spannungsfrei sein.

Die beiden Anschlussdrähte der Interlock-Schleife können beliebig am elektrischen Schaltkontakt angeschlossen werden. Es besteht keine Verpolungsgefahr. Das nachfolgende Prinzipschaltbild zeigt die Interlockschleifen des Energiespeichers und des E-Motors. Weiterführende Informationen sind im Dokument „Technische Dokumentation Steuerplatine M300“ enthalten.

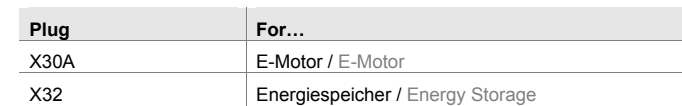
 The interlock function acts as protection of persons against dangerous voltages. The interlock function checks whether an electric circuit – conducting the clocked interlock signal – is interrupted. On one hand the interruption happens at contacts provided for this purpose. These contacts are opened when opening a terminal box or housing lid. On the other hand interruption happens by unplugging (Interlock)signal conducting plug connections.

The Interlock function is actuated in the following situations:

- Plug (X30A / X32) unplugged.
- Cable at plug X30A / X32 cut through.
- Lid of E-Box opened (mounted make contact not opened)
- Lid of the motor connection box opened (mounted make contact not opened).
- Short-circuit of Interlock wire to vehicle ground or battery voltage.
- Loss of the voltage at terminal 30.

The system must be zero-potential before opening the terminal box of the peripherals.

Both connection wires of the Interlock loop can be connected arbitrarily to the electric switching contact. There is no danger of reverse polarity. The following wiring diagram shows the Interlock loops of the energy store and the E-motor. For further information please consult the document "Technical Documentation Electronic Control Unit M300".



Copyright: © Voith Turbo / Electronic Development Commercial Vehicles
Document N°: 15x.xxxxxxx
Document Title: Hardware Manual
Filename: VHC_MiS_Hardware_Manual.doc
Revision / Date: 1.1 / 2011-12-16

8 Interne Frequenzen / Internal Frequencies

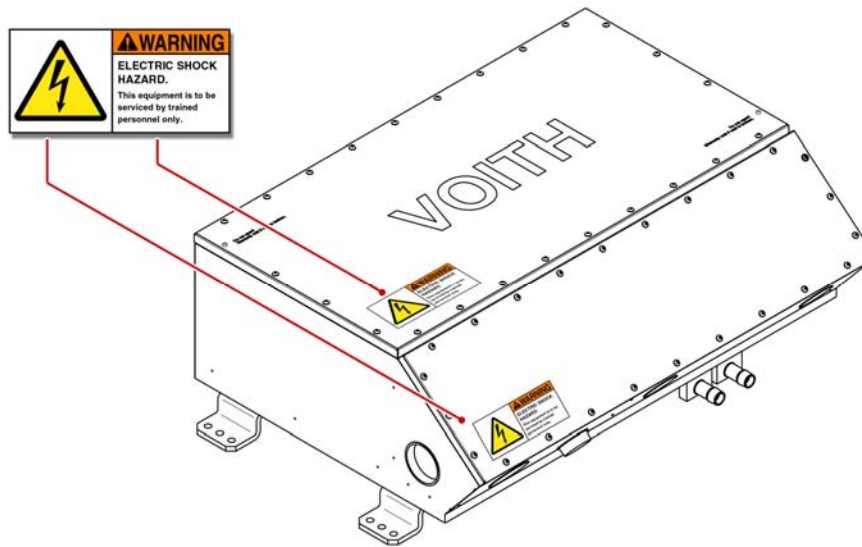
Source	Description	Operating Frequency
Wechselrichter / Inverter	Gateansteuersignale der Leistungsmodule / Gate driver signals of the power module	2kHz, 4kHz
Gleichstromsteller / DC chopper	Gateansteuersignale der Leistungsmodule / Gate driver signals for the power module	4 kHz
Leistungsmodul / Power module	Netzteil der Leistungsmodule / Power supply unit of the power module	1MHz
PRG_PS	Vorladenetzteil / Precharge Power Supply	52 kHz bis 81 kHz
PPS	Primäre Energieversorgung / Primary Power Supply	60 kHz bis 80 kHz
SPS	Sekundäre Energieversorgung / Secondary Power Supply	120 kHz bis 148 kHz
FB_PS	Schaltnetzteil für die 15V_FB Spannung / Feedback Power Supply	400 kHz bis 600 kHz
MC_PS	Schaltnetzteile für die 5V_MC-Spannung / MC Power Supply	330 kHz
CAN_PS	Schaltnetzteile für die 5V_CAN-Spannung / CAN Power Supply	225 kHz bis 275 kHz
SPI	SPI-Kommunikationsschnittstelle auf der Steuerplatine M300 / SPI communication interface on electronic control unit M300	1MHz
IOC_APPC	Remote A/D-Wandler ¹⁾	Ca. 1 / 8 / 12 / 16 MHz
CAN	CAN-Bus	250 kHz bis 1MHz
IOC_MC	Remote A/D-Wandler ¹⁾	Ca. 1 / 8 / 12 / 16 MHz
APPC	Application-Controller (ST10) ¹⁾	36MHz
MC	Motor-Controller (DSP) ¹⁾	75MHz / 150 MHz / 300 MHz
SC	Safety-Controller (DSP) ¹⁾	75 MHz / 150 MHz / 300 MHz
CPLD	Complex Programmable Logic Device ^{1) 2)}	75 MHz
Resolver		8kHz

¹⁾ Weitere Informationen sind im Dokument „Technischen Dokumentation Steuerplatine M300“ enthalten. / Further information are contained in the document „Technical Documentation Eletronic Control Unit M300“.

²⁾ Weitere Informationen sind im Dokument „Technischen Dokumentation CPLD“ enthalten. / Further information are contained in the document „Technical Documentation CPLD“.

9 Gefahrenstellen und Sicherheitseinrichtungen des VHC / Hazard Areas and VHC Safety Equipment

Die Gefahrenbereiche des VHCs werden erst durch Entfernen der Geräte- und des Zwischendeckel zugänglich.
Zur Kennzeichnung der Gefahrenbereiche sind entsprechende Warnschilder an den Gerätedeckeln und dem Zwischendeckel angebracht.



The VHC hazard areas are only accessible by removing the device lids and the intermediate lid.
Corresponding warning labels are attached to the device lids and the intermediate lid for marking the hazard areas.

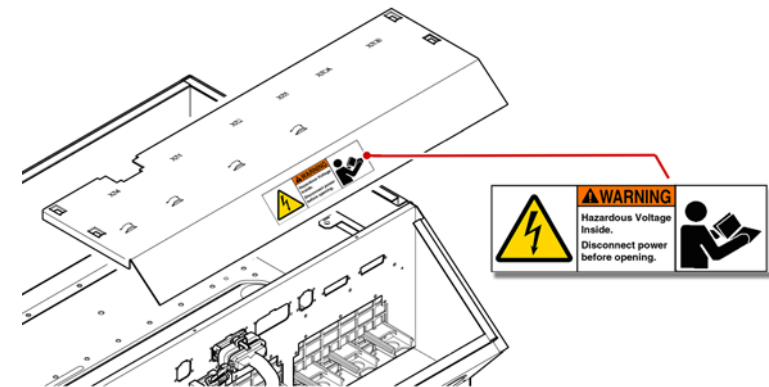


Fig. 46: Gefahrenstellen, Warnschilder / Hazard areas and warning labels

9.1 Sicherheitseinrichtungen des VHC / VHC Safety Equipment

 Das Gerät verfügt über Geräteschutzfunktionen und über Personenschutzfunktionen. Die folgenden Abschnitte enthalten Übersichten und Detailbeschreibungen zu diesen Funktionen.

 The device possesses device protective functions and operator protective functions. The following paragraphs contain surveys and detailed descriptions concerning these functions.

9.1.1 Übersicht Geräteschutzfunktionen / Survey on Device Protective Functions

Das Gerät verfügt über die in nachfolgender Tabelle aufgelisteten Geräteschutzfunktionen.

The device possesses the device protective functions listed in the following table.

Protective Function	Description	Comment
Überstromabschaltung / Phasenkurzschlussabschaltung	Selbständige Abschaltung der Leistungsmodule bei Überschreiten des maximalen Ausgangsstromes / im Falle eines Phasenkurzschlusses der Leistungshalbleiter (Wechselrichter und Gleichstromsteller.	Hardware-Schutz der Leistungshalbleiter
Übertemperaturabschaltung	Selbständige Abschaltung der Leistungsmodule bei Überschreiten der maximalen Temperatur der Leistungshalbleiter	Hardware-Schutz der Leistungshalbleiter
Übertemperatur Leistungshalbleiter	In Abhängigkeit der Temperatur der Leistungshalbleiter erfolgt eine Begrenzung der Ströme bis hin zur Abschaltung des VHC	Software-Funktion
Übertemperatur Speicherdrosseln	In Abhängigkeit der Temperatur der Speicherdrosseln erfolgt eine Begrenzung der Ströme bis hin zur Abschaltung des VHC.	Software-Funktion
Überspannung	Abschaltung des VHC bei Überschreiten der maximalen Zwischenkreisspannung.	Software-Funktion
Schutz vor falschem Anschließen der Leistungskabel	Die Anschlüsse sind eindeutig gekennzeichnet	

9.1.2 Passive Sicherheit, Personenschutzfunktionen / Passive Security, Operator Protective Functions

 Das Gerät entspricht den nachfolgende angeführten Nomen, insbesondere der Norm ECE R100 und verfügt über folgende Funktionen zum Schutz von Personen während des Betriebs:

 The device corresponds to the standards listed below, especially the standard ECE R100, In addition it possesses the following functions for the protection of persons during operation.

Protective Function	Description	Comment
Schutz vor direktem Berühren von unter gefährlicher elektrischer Spannung stehenden Bauteilen	Das direkte Berühren von unter gefährlicher elektrischer Spannung stehenden Bauteilen ist im eingebauten und angeschlossenen Zustand nicht möglich.	ECE R100 VDE 0140
Schutz vor indirektem Berühren von unter gefährlicher elektrischer Spannung bestehenden Bauteilen	Gehäuse des VHC mit Fahrzeugmasse verbunden. Leistungsteil gegen Fahrzeugmasse und Signalelektronik galvanisch isoliert.	Schutzklasse I nach ISO6469-3
Erdschluss	Erkennung eines Erdschlusses durch die Isolationsüberwachung und Abschaltung des DIWAhybrid.	

10 Normen- und Richtlinienverzeichnis / Index of Standards and Directives

Title	Description	State
DIN 40050 (IEC529)	Straßenfahrzeug IP-Schutzarten	1993-05
DIN EN 60068-2	Umweltprüfungen Teil 2: Schocken Teil 11: Salznebel Teil 52: Salznebel zyklisch Teil 60: Korrosionsprüfung mit strömendem Mischgas Teil 64: Schwingen Breitbandrauschen	1995 2000 1996-10 1996-09 1995-08
DIN EN 60529	Schutzarten durch Gehäuse	2009-09
DIN ISO 11452	Straßenfahrzeuge - elektrische Störungen durch schmalbandig gestrahlte elektromagnetische Energie-Prüfverfahren für Komponenten. Teil 1: Allgemeines und Definition Teil 2: Absorberraum Teil 3: Stromeinspeisung (BCI)	2002-12 2000-03 2003-01
ECE R100	Uniform provision concerning the approval of battery electric vehicles with regard to specific requirements for the constructions and functional safety	23.08.1996 12.02.1997
EG-Richtlinie 72/245/EWG	Richtlinie über von Fahrzeugen verursachte Funktionsstörungen (EMV)	2004/104/EG
EN61800-5-1	Adjustable speed electrical power drive systems. Safety requirements. Electricl, thermal and energy	2003
EN 60664-1:2003	Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen	2003-11
EN55025 (CISPR25)	Funk-Entstörung zum Schutz von Empfängern in Fahrzeugen, Booten und Geräten - Grenzwerte und Messverfahren	2008-08
ISO 16750	Road vehicles - Environmental conditions and testing for electrical equipment Part 2: Environmental Tests Part 3: Mechanical loads Part 4: Electrical loads	2006-08 2008-07 2007-08
ISO 6469-3:2001	Electric road vehicles - Safety specifications Part 3: Protection of persons against electric hazards	2001-11-15

Title	Description	State
ISO 6708	Rohrleitungsteile - Definition und Auswahl von DN (Nennweite)	1995-09
ISO10605	Road Vehicles - Test Methods for Electrical Disturbances from Electrostatic Discharge	2007-01
ISO7637 Part 2, 3	Road vehicles - Electrical disturbances from conduction and coupling	2001-12 1999
	Part 2: Electrical transient conduction along supply lines only	
	Part 3: Vehicles with nominal 12V or 24V supply voltage - Electrical transient transmission by capacitive and inductive coupling via line other than supply lines	
VDE0122	Elektrische Ausrüstung von Elektro-Straßenfahrzeugen	1986-08
DIN EN 61140 (VDE0140)	Schutz gegen elektrischen Schlag	2007

Abbreviation	Description
APPC	Applikationssteuerung / Application Controller
ASM	Asynchronmaschine / Asynchronous Machine
CAN	Controller Area Network
CAN_GND	Controller Area Network Ground
CAN_PS	5V-Netzteil für das CAN-Potential / 5V Power Supply Unit for CAN potential
CPLD	Complex Programmable Logic Device
DC- / DC+	Gleichstrom negativer / positiver Anschluss / Direct Current minus / plus
DSP	Digitaler Signalprozessor / Digital Singal Processor
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit / Electromagnetic Compliance
ES- / ES+	Energiespeicher minus / plus (Energiespeicher negativer / positiver Anschluss) / Energy Storage
FB	Feedback
FB_PS	Feedback-Power-Supply (+15V_FB)
FB_GND	Feedback Ground
GND	Erde / Ground
IGBT	Insulated-Gate Bipolar Transistor (Bipolartransistor mit isolierter Gate-Elektrode)
IOC_APPC	Ein- / Ausgabe Steuerung verbunden mit dem APPC / Input Output Controller connected with APPC
IOC_MC	Ein- / Ausgabe Steuerung verbunden mit dem MC / Input Output Controller connected with MC
KL15	Klemme 15 / Terminal 15
KL30	Klemme 30 / Terminal 30
KL31	Klemme 31 / Terminal 31
MC	Motor Steuerung / Motor Controller
MC_PS	Motor Controller Power Supply (+5V_MC)
MC_GND	Motorcontroller Ground
MiS	Motor induction storage
NBR	Nitril-Butadien-Kautschuk / Nitrile Butadien Rubber
PE	Fahrzeug Chassis, Potential Erde / Protection Earth

Abbreviation	Description
PMA-System	Pressverbindungssystem für Leitungsanschlüsse / Pressurized Mating Adapter
PPS	Primäre Energieversorgung / Primary Power Supply
PRG_PS	Vorladenetzteil / Precharge Power Supply
PWM	Pulsweiten-Modulation / Pulse width modulation
SC	Sicherheits Steuerung / Safety Controller
SKiiP	SEMIKRON Intelligent Integrated Power
SPS	Sekundäre Energieversorgung / Secondary Power Supply
VHC	Voith Hybrid Steuerung / Voith Hybrid Controller
ZK	Zwischenkreis / DC Link

12 Abbildungsverzeichnis

Fig. 1: VHC Gehäuse und Anbauteile / VHC housing and attachments	11
Fig. 2: Abmessungen VHC / Dimensions of VHC	12
Fig. 3: Einbaulagen VHC / Mounting positions of VHC	13
Fig. 4: Befestigungswinkel VHC / VHC mounting bracket	14
Fig. 5: Etikettierung / Label Position	15
Fig. 6: Explosionszeichnung VHC-Komponenten / Exploded view VHC-components	17
Fig. 7: Prinzipschaltbild VHC-Komponenten / Simplified diagram of the VHC components	18
Fig. 8: Kurzschließer und Sicherungsstift / Short-circuiting device and safety pin	19
Fig. 9: Kurzschließer nicht ausgelöst mit Sicherungsstift / Short-circuiting device not activated with safety pin	21
Fig. 10: Kurzschließer ausgelöst, Sicherungsstift gezogen / Short-circuiting device activated with safety pin pulled	21
Fig. 11: Leistungsmodule (SKiiP) / Power modules (SKiiP)	23
Fig. 12: Prinzipschaltbild Leistungsmodule des VHC / Simplified diagram of the power modules of the VHC	24
Fig. 13: Fall 1 - Bremsmodus / Case 1 - brake mode	26
Fig. 14: Fall 2 - Bremsmodus / Case 2 - brake mode	26
Fig. 15: Fall 1 - Fahrmodus / Case 1 - driving mode	27
Fig. 16: Fall 2 und 3 - Fahrmodus / Case 2 and 3 - driving mode	27
Fig. 17: Stromwelligkeit in Abhängigkeit des Spannungsverhältnisses / Current ripple factor against the voltage ratio	29
Fig. 18: Maximale Stromwelligkeit in Abhängigkeit der Zwischenkreisspannung / Maximum current ripple factor against DC link voltage	30
Fig. 19: Beispiel zur Bestimmung der Stromwelligkeit / Example for the determination of the current ripple factor	31
Fig. 20: Beispiel zur Bestimmung der Stromwelligkeit 2 / Example for the determination of the current ripple factor 2	32
Fig. 21: Explosionszeichnung Zwischenkreis / Zwischenkreiskondensatoren / Exploded view of the DC Link / DC Link capacitor	34
Fig. 22: Prinzipschaltbild Zwischenkreis des VHC / Simplified diagram of the DC link of the VHC	35
Fig. 23: Explosionszeichnung Netzteil / Exploded view of power supply unit	36
Fig. 24: Prinzipschaltbild Leistungsmodule des VHC / Simplified diagram of the VHC power modules	38
Fig. 25: Spannungs- und Stromverlauf des Zwischenkreises während der Ladezeit / Voltage and current progression of the DC link during charging time	41
Fig. 26: Entladekurve Zwischenkreis / Discharge curve of DC link	43
Fig. 27: Explosionszeichnung Kühlsystem / Exploded view cooling system	44
Fig. 28: Explosionszeichnung Kühlsystem Komponenten / Exploded view of the components of the cooling system	45

Fig. 29: Kühlplatte von unten / Cooling plate bottom side	46
Fig. 30: Heat-Pipes zur Wärmeabfuhr in der Draufsicht / Heat pipes for heat dissipation in top view	47
Fig. 31: Heat-Pipes zur Wärmeabfuhr von Speicherdrosseln und Netzteil / heat pipes for heat dissipation from choke coils and power supply unit	48
Fig. 32: Verkabelung Steuerplatine M300 / Wiring of electronic control unit M300.....	50
Fig. 33: Kabeldurchführungen am Gehäuse / Cable bushings at housing.....	58
Fig. 34: Anschluss Potentialausgleichsleiter für Leistungskabel / Connection potential equalizer for power cable.....	60
Fig. 35: Leistungsanschlüsse und Bezeichnungen im Klemmenkasten / Power connection and denominations in the terminal box.....	62
Fig. 36: Signalleitungsschnittstellen der Steuerplatine M300 und ITT-Cannon Steckdose / Signal line interfaces of the electronic control unit M300 and ITT Cannon socket.....	64
Fig. 37: Signalleitungsschnittstellen der Steuerplatine M300 / Signal line interfaces of the electronic control unit M300	65
Fig. 38: AMP-Ampseal-Gegenstecker zu X31 und ITT-Cannon-Steckdose X31.1 (im VHC-Gehäuse) / AMP Ampseal mating plug to X31 and ITT Cannon socket X31.1 (in VHC housing).....	66
Fig. 39: ITT-Cannon-Steckdose / ITT-Cannon-Socket X31.1	67
Fig. 40: AMP-Ampseal-Gegenstecker zu Fahrzeugschnittstelle X31 / AMP Ampseal mating plug to vehicle interface X31.....	67
Fig. 41: Rück- und Frontansicht ITT-Cannon / Rear and Front View ITT-Cannon.....	69
Fig. 42: Steckerposition für CAN-Anschlüsse auf der Steuerplatine M300 / Plug position for CAN-connections on the electronic control unit M300	71
Fig. 43: Prinzipschaltbild Public-CAN und Private-CAN Termination / Simplified diagram of the Public and Private-CAN termination	71
Fig. 44: Externe Leistungsrelais in der E-Box / External power relays in the E-Box.....	72
Fig. 45: Interlockschleifen des Energiespeichers / Interlock loops of the energy store.....	74
Fig. 46: Gefahrenstellen, Warnschilder / Hazard areas and warning labels	76
Fig. 47: Position Typenschild VHC / Position of VHC type plate.....	85
Fig. 48: Typenschild VHC / VHC type plate	85
Fig. 49: Geräteschlüssel / Device key	86
Fig. 50: Gerätegeneration / Device generation	86
Fig. 51: Leistungshalbleiter- bzw. Gerätekonfiguration / Power semiconductor and device configuration respectively	87
Fig. 52: Angeschlossene Komponenten / Connected components	88

13 Anhang / Appendix

13.1 Identifikation des Geräts / Device Identification

 Das Gerät ist anhand des Typenschildes eindeutig zu identifizieren.

- 1 Gerätename
- 2 Geräteschlüssel
- 3 e1-Freigabenummer
- 4 Seriennummer (6-stellig)
- 5 Voith SAP-Nummer und Seriennummer als Barcode (17-stellig)

 The device can be explicitly identified by the type plate.

- 1 Device name
- 2 Device key
- 3 Release number e1
- 4 Serial number (6 digits)
- 5 Voith SAP number and serial number as barcode (17 digits)

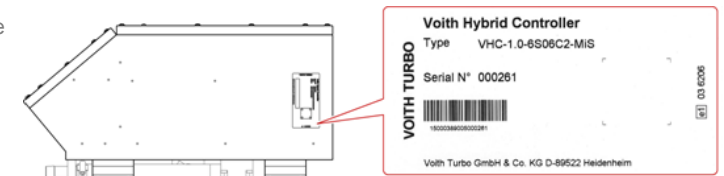


Fig. 47: Position Typenschild VHC / Position of VHC type plate

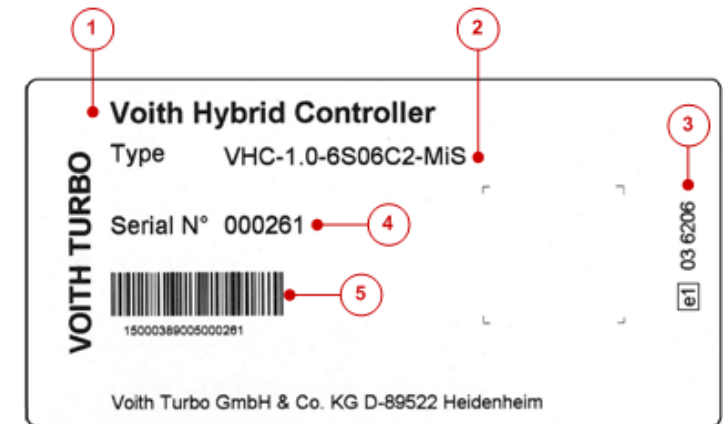


Fig. 48: Typenschild VHC / VHC type plate

13.2 Geräteschlüssel / Device Key

 Das Gerät ist anhand des Typenschilds eindeutig zu identifizieren.

- ① Gerätebezeichnung
- ② Gerätegeneration
- ③ Leistungshalbleiter- bzw. Gerätekonfiguration
- ④ Angeschlossene Komponenten

- ① Gerätegeneration
- ② Überarbeitete Gerätegeneration

 The device can be explicitly identified by the type plate.

- ① Device denomination
- ② Device generation
- ③ Power semiconductor and device configuration respectively
- ④ Connected components

- ① Device generation
- ② Reengineered device generation

Type

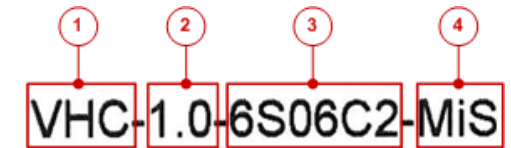


Fig. 49: Geräteschlüssel / Device key



Fig. 50: Gerätegeneration / Device generation



- ① Anzahl der Halbbrücken
- ② S = Single Half-Bridge
D = Dual Parallel Half-Bridge
T = Triple Parallel Half-Bridge
Q = Quadrupel Parallel Half-Bridge
- ③ Stromtragfähigkeit in 100A
- ④ C1 = Integrated Single Phase Choke
C2 = Integrated Two Phase Choke



- ① Number of half bridges
- ② S = Single Half-Bridge
D = Dual Parallel Half-Bridge
T = Triple Parallel Half-Bridge
Q = Quadrupel Parallel Half-Bridge
- ③ Ampacity in 100A
- ④ C1 = Integrated Single Phase Choke
C2 = Integrated Two Phase Choke

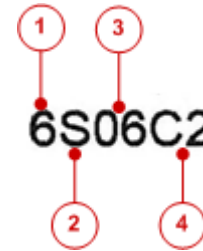


Fig. 51: Leistungshalbleiter- bzw. Gerätekonfiguration / Power semiconductor and device configuration respectively

 Befinden sich noch Ziffern bei den Buchstaben, so geben diese die Anzahl der Komponente an. Keine Ziffer bedeutet, dass nur ein Stück der Komponente verbaut ist.

- 1** G = Generator
M = Motor
R = Resistor
S = Storage
- 2** t = Transversalfussmaschine
i = Induktionsmaschine
- 3** G = Generator
M = Motor
R = Resistor
S = Storage

 If digits are added to the characters, they indicate the quantity of components. No digit means that only one piece of the corresponding component is installed.

- 1** G = Generator
M = Motor
R = Resistor
S = Storage
- 2** t = transversal flux machine
i = induction machine
- 3** G = Generator
M = Motor
R = Resistor
S = Storage



Fig. 52: Angeschlossene Komponenten / Connected components