

FRIWO

Motor-Control Experts

Applikationsleitfaden

Motorsteuerung

Emerge 3000/6000

Dipl.-Ing. (BA) Tobias Müller, FRIWO Gerätebau GmbH

1 Inhaltsverzeichnis

1	Inhaltsverzeichnis.....	2
2	Abbildungsverzeichnis	4
3	Tabellenverzeichnis.....	5
4	Abkürzungsverzeichnis	8
5	Copyright	9
6	Sicherheitshinweis, Nutzungshinweis und Haftungsverzicht.....	10
7	Allgemeine Informationen	12
7.1	Verwendungszweck.....	12
7.2	Beschreibung von Parametern und Messwerten.....	13
7.3	Wichtige Hinweise zur Veränderung von Parametern.....	14
8	Vorgehensweise bei Inbetriebnahme eines Motors.....	15
8.1	Erforderliche Grundeinstellungen.....	15
8.2	Anwendungsspezifische Einstellungen.....	16
8.2.1	Fahrmodus	16
8.2.2	Anzeige.....	16
8.2.3	Fine tuning.....	16
9	Grundeinstellungen.....	17
9.1	Werkseinstellung wiederherstellen	17
9.2	Motorspezifische Grundeinstellungen.....	18
10	Automatische Anlernfunktion	19
10.1	Vorbedingungen für automatische Anlernfunktion.....	19
10.2	Anlernfunktion durchführen.....	19
11	Feintuning.....	21
11.1	Grundlagen zum elektrischen Beschleunigen und Bremsen	21
11.1.1	Die Wirkkette vom Eingangssignal bis zur Regelung des Motorstroms	21
11.2	Eingangssignale.....	25
11.2.1	Elektrische Anschlüsse.....	25
11.2.2	Eingangssignal für Gasgriff / Fahrpedal.....	28
11.2.3	Eingangssignal für Bremse.....	29
11.2.4	Eingangssignal für Fahrrichtungswahl	30
11.2.5	Kalibration Analogeingang AIN1	31
11.2.6	Kalibration Analogeingang AIN2	33
11.2.7	Kalibration des PWM-Eingangs (PWMI).....	34
11.2.8	Digitaleingang DIN1.....	35
11.2.9	Digitaleingang DIN2.....	35
11.2.10	CAN-Bus Ansteuerung.....	35
11.2.11	USB-Ansteuerung.....	36
11.3	Fahrerwunschaufbereitung.....	37
11.3.1	Kombinationen von Gas, Bremse und Rückwärtsgang.....	37
11.3.2	Anfahrhilfe am Berg	38
11.3.3	Ausblendfunktion für regenerative Bremsung.....	39
11.3.4	Rückwärtsgang.....	40
11.4	Drehmomentbegrenzung (Derating)	41
11.4.1	Grundfunktion	41
11.4.2	Derating Information.....	41
11.4.3	Reglereinstellung	42
11.4.4	q-Strom-Begrenzung in Abhängigkeit von der Drehzahl.....	44
11.5	Regelung von d-Strom und q-Strom	45
11.5.1	Entkopplungsnetzwerk.....	47
11.6	Fahrmoduseinstellungen (Ride-Modes)	48
11.6.1	Aktuelle Systemgrenzen.....	48
11.6.2	Parameter eines Fahrmodus	49

11.6.3	Standard-Fahrmodus festlegen	50
11.6.4	Fahrmodus umschalten	51
11.6.5	Smartphone Connectivity-Verbindung mit Passwort schützen	51
11.6.6	Boostfunktion	52
11.7	Anzeigefunktionen	55
11.7.1	Fahrzeuggeschwindigkeit	55
11.7.2	Ladezustand / State of Charge (SOC)	55
11.7.3	Restreichweite	57
11.7.4	Messwerte zu Strom, Spannung, Energie, Verbrauch, Zeit	60
11.8	CAN-Bus Kommunikation	61
11.8.1	Allgemeine Einstellungen	61
11.8.2	Empfangene Botschaften	61
11.8.3	Versendete Botschaften	63
11.8.4	Festlegung von CAN-Botschafts-ID	71
11.9	Smartphone-App	74
11.9.1	Smartphone-App installieren	74
11.9.2	Smartphone Connectivity-Verbindung aktivieren	74
11.10	Feldschwächung	75
11.10.1	Automatische Feldschwächungsfunktion	75
11.10.2	Phasenspannungsreserveregler	76
11.10.3	q-Strom und d-Strom Sollwertbildung	77
12	Verhalten beim Start	78
12.1	State-Manager	78
12.1.1	Aktivierungssound	79
12.1.2	Fernsteuerung über CAN-Bus / Smartphone-App	80
12.1.3	Aktivierung der Stromregelung bei drehendem Motor	81
12.1.4	Zweistufige Aktivierung der Stromregelung	82
13	Verhalten im Fehlerfall	86
13.1	Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	86
13.2	Fehlerdiagnosefunktionen	87
13.3	Fehlerspeicher	113
13.4	Aktiver Kurzschluss des Leistungsteils im Fehlerfall	114
14	Versionierung	115

2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Variablenbildung.....	13
Abbildung 2: Anschlussplan Hochstrom-Schraubenklemmen.....	25
Abbildung 3: Funktionsmodell Fahrerwunschaufbereitung (TRQ_DES).....	37
Abbildung 4: Funktionsmodell Gasgriff cut-off in der Fahrerwunschaufbereitung (TRQ_DES).....	39
Abbildung 5: Fahrerbremswunsch.....	40
Abbildung 6: Funktionsmodell der q-Strom-Begrenzung in Abhängigkeit von der Drehzahl.....	44
Abbildung 7: Funktionsmodell des feldorientierten Stromreglers.....	46
Abbildung 8: Funktionsmodell zur Berechnung der Fahrzeuggeschwindigkeit.....	55
Abbildung 9: Zellspannung-SOC-Kennlinie.....	57
Abbildung 10: Funktionsmodell des Phasenspannungsreservereglers mit Vorladung.....	76
Abbildung 11: Funktionsmodell der q-Strom Sollwertlimitierung durch d-Strom Priorität.....	77
Abbildung 12: Funktionsmodell State-Manager.....	79
Abbildung 13: Funktionsmodell für den Beschleunigungssignal -Check.....	83
Abbildung 14: State-Machine-Model für den Beschleunigungssignal -Check.....	83
Abbildung 15: Funktionsmodell für den Bremssignal-Check.....	84
Abbildung 16: State-Machine-Model für den Bremssignal-Check.....	85
Abbildung 17: Funktionsmodell zur Fehlerdiagnose für Überstrom (DC).....	87
Abbildung 18: Funktionsmodell zur Fehlerdiagnose für Überstrom (AC).....	88
Abbildung 19: Funktionsmodell zur Fehlerdiagnose für Überspannung (DC).....	89
Abbildung 20: Funktionsmodell zur Fehlerdiagnose für Unterspannung (DC).....	90
Abbildung 21: Funktionsmodell zur Fehlerdiagnose für Unterspannung (interne Spannungsversorgung).....	91
Abbildung 22: Funktionsmodell zur Fehlerdiagnose für dynamische Unter- & Überspannung.....	92
Abbildung 23: Funktionsmodell zur Fehlerdiagnose der Blockiererkennung.....	93
Abbildung 24: Funktionsmodell zur Fehlerdiagnose der Beschleunigungssignalüberwachung.....	94
Abbildung 25: Funktionsmodell zur Fehlerdiagnose der Bremssignalüberwachung.....	95
Abbildung 26: Funktionsmodell zur Fehlerdiagnose eines CAN-Timeout.....	96
Abbildung 27: Funktionsmodell zur Fehlerdiagnose eines CAN-Botschaftszählerfehlers.....	97
Abbildung 28: Funktionsmodell zur Fehlerdiagnose eines EEPROM-Problems.....	98
Abbildung 29: Funktionsmodell zur Fehlerdiagnose von Überdrehzahl.....	99
Abbildung 30: Funktionsmodell zur Fehlerdiagnose eines Motorsensorfehlers.....	100
Abbildung 31: Funktionsmodell zur Fehlerdiagnose von Übertemperatur (FET).....	101
Abbildung 32: Funktionsmodell zur Fehlerdiagnose von Übertemperatur (Aux).....	102
Abbildung 33: Funktionsmodell zur Fehlerdiagnose von Übertemperatur (Microcontroller).....	103
Abbildung 34: Funktionsmodell zur Fehlerdiagnose von Übertemperatur (Motor).....	104
Abbildung 35: Funktionsmodell zur Fehlerdiagnose von Inkompatibilität von Hard- & Software.....	105
Abbildung 36: Funktionsmodell zur Fehlerdiagnose der Fahrerwunschdrehmomentüberwachung.....	106
Abbildung 37: Funktionsmodell zur Fehlerdiagnose eines Stromsensorfehlers.....	107
Abbildung 38: Funktionsmodell zur Fehlerdiagnose der Flusswinkelüberwachung.....	108
Abbildung 39: Funktionsmodell zur Fehlerdiagnose von Motorphasenverbindung.....	109
Abbildung 40: Funktionsmodell zur Fehlerdiagnose der automatischen Rotoroffsetwinkel-Anlernfunktion.....	110
Abbildung 41: Funktionsmodell zur Fehlerdiagnose der Leistungsendstufe.....	111

3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Werkeinstellungen wiederherstellen.....	17
Tabelle 2: Wichtige Motorparameter.....	18
Tabelle 3: Vorbedingungen der automatischen Anlernfunktion.....	19
Tabelle 4: Anlernfunktion starten.....	19
Tabelle 5: Drehrichtung umkehren.....	20
Tabelle 6: Parameter der Anlernfunktion.....	20
Tabelle 7: Parameter für Auswahl der Eingangssignale.....	22
Tabelle 8: Messwerte zum ausgewählten Eingangssignal.....	22
Tabelle 9: Messwert für relatives Fahrerwunschdrehmoment.....	22
Tabelle 10: Messwert für limitiertes Fahrerwunschdrehmoment.....	23
Tabelle 11: Messwerte zur Berechnung des absoluten Fahrerwunschdrehmoments.....	24
Tabelle 12: Messwert für den Sollwert des Feldschwächstroms.....	24
Tabelle 13: Anschluss Hochstrom-Schraubenklemmen.....	25
Tabelle 14: Installation Signalanschlusskabel bei Standardaufbau mit Hallsensor.....	26
Tabelle 15: Installation Signalanschlusskabel mit erweiterter Resolver- / Encoder-Schnittstelle.....	27
Tabelle 16: Auswahl des Signaleingangs für Beschleunigung.....	28
Tabelle 17: Auswahl des Signaleingangs für Verzögerung (Bremsung).....	29
Tabelle 18: Auswahl des Signaleingangs für die Auswahl der Fahrtrichtung.....	30
Tabelle 19: Vorgehensweise zur Kalibration AIN1.....	31
Tabelle 20: Parameter für die relative Drehmomentanforderung.....	31
Tabelle 21: Parameter für Analogeingang AIN1.....	32
Tabelle 22: Vorgehensweise zur Kalibration AIN2.....	33
Tabelle 23: Parameter für Analogeingang AIN2.....	33
Tabelle 24: Vorgehensweise zur Kalibration des PWM Signaleingangs.....	34
Tabelle 25: Parameter für PWM-Eingang PWMI.....	34
Tabelle 26: Vorgehensweise zur Kalibration DIN1.....	35
Tabelle 27: Vorgehensweise zur Kalibration DIN2.....	35
Tabelle 28: Parameter zur Ansteuerung über USB.....	36
Tabelle 29: Fahrsituationen und Reaktion bei gleichzeitiger Betätigung von Gas- & Bremse.....	38
Tabelle 30: Parameter Anfahrhilfe.....	39
Tabelle 31: Parameter für die Ausblendung der Rekuperation nahe Stillstand.....	40
Tabelle 32: Parameter für den Rückwärtsgang.....	40
Tabelle 33: Übersicht Derating-Bits.....	42
Tabelle 34: Parameter zur Einstellung des Drehzahlreglers.....	42
Tabelle 35: Parameter zur Einstellung des Strombegrenzungsreglers.....	43
Tabelle 36: Parameterliste zur Einstellung eines max. Phasenstroms in Abhängigkeit von der Drehzahl.....	45
Tabelle 37: Parameter zur Festlegung der Drehzahlbereiche.....	45
Tabelle 38: Parameter für die Stromregler.....	46
Tabelle 39: Messwerte für die erzeugten Sollspannungen.....	46
Tabelle 40: Messwerte aktuelle Systemgrenzen.....	48
Tabelle 41: Fahrmodusabhängige Parameter.....	50
Tabelle 42: Parameter für Standard-Fahrmodus.....	50
Tabelle 43: Einstellungen zur Smartphone-Verbindung.....	52
Tabelle 44: Parameter für erweiterte Boostgrenzen.....	52
Tabelle 45: Status der Boostfunktion.....	53
Tabelle 46: Parameter der Boostfunktion zum Laden und Aktivieren.....	54
Tabelle 47: Cooldown-Parameter der Boostfunktion.....	54
Tabelle 48: Manuelle Aktivierung der Boostfunktion.....	54
Tabelle 49: Messwerte zur Überprüfung der Fahrzeuggeschwindigkeitsanzeige.....	55
Tabelle 50: Parameter zur Einstellung der Fahrzeuggeschwindigkeitsanzeige.....	55
Tabelle 51: Messwerte zum Ladezustand (SOC).....	56
Tabelle 52: Parameter zur Schätzung des Ladezustands (SOC).....	56

Tabelle 53: Parameter der Zellspannung-SOC-Kennlinie.....	56
Tabelle 54: Anzeige der berechneten Restreichweite.	57
Tabelle 55: Parameter und Messwerte zum Einstellen der Restreichweitenberechnung.....	59
Tabelle 56: Einstellung der adaptiven Restreichweite über das Mix-Verhältnis des Durchschnittsverbrauchs.	59
Tabelle 57: Messwerte zu Strom, Spannung, Energie, Verbrauch, Zeit	60
Tabelle 58: Einstellungen CAN-Bus.	61
Tabelle 59: Aufbau der Botschaft EXT_Torque_Control_01 (0x111).....	61
Tabelle 60: Aufbau der Botschaft EXT_Immo_Control_01 (0x1B6).....	62
Tabelle 61: Aufbau der Botschaft BMS_Info_02 (0x172).....	62
Tabelle 62: Aufbau der Botschaft BMS_Info_08 (0x178).....	63
Tabelle 63: Aufbau der Botschaft MC_APP_01 (0x1F0).....	63
Tabelle 64: Aufbau der Botschaft MC_APP_02 (0x1F1).....	63
Tabelle 65: Aufbau der Botschaft MC_Boost_01 (0x1F4).....	64
Tabelle 66: Aufbau der Botschaft MC_Current_01 (0x1BA).....	64
Tabelle 67: Aufbau der Botschaft MC_Energy_01 (0x1F2).....	64
Tabelle 68: Aufbau der Botschaft MC_Errorflags_01 (0x1BC).....	68
Tabelle 69: Aufbau der Botschaft MC_Grid_ICS (0x90).....	68
Tabelle 70: Aufbau der Botschaft MC_Prod_Data_01 (0x601).....	69
Tabelle 71: Aufbau der Botschaft MC_Prod_Data_02 (0x602).....	69
Tabelle 72: Aufbau der Botschaft MC_Prod_Data_03 (0x603).....	69
Tabelle 73: Aufbau der Botschaft MC_Prod_Data_04 (0x604).....	69
Tabelle 74: Aufbau der Botschaft MC_State_01 (0x2B9).....	70
Tabelle 75: Aufbau der Botschaft MC_Temperature_01 (0x1BD).....	71
Tabelle 76: Parameter zur Festlegung von CAN-Botschafts-IDs.....	73
Tabelle 77: Smartphone-Verbindung aktivieren und deaktivieren.....	74
Tabelle 78: Parameter zur Einstellung des maximalen Feldschwächestroms.....	75
Tabelle 79: Parameter zur Einstellung von Schutzfunktionen vor Überspannung im Feldschwächebereich.	76
Tabelle 80: Phasenspannungsreserveregler mit Vorladung.....	77
Tabelle 81: Voraussetzungen zur Aktivierung der Stromregelung.....	78
Tabelle 82: Parameter Aktivierungssound.....	80
Tabelle 83: Parameter zur Auswahl der Aktivierung der Drehmomentregelung aus verschiedenen Quellen.	80
Tabelle 84: Wichtige Parameter zur Aktivierung der Stromregelung bei drehendem Motor.....	81
Tabelle 85: Parameter zur Einstellung der zweistufigen Aktivierung für das Beschleunigungssignal.	82
Tabelle 86: Parameter zur Einstellung der zweistufigen Aktivierung am Bremssignal.	84
Tabelle 87: Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_I_Max_DC.....	87
Tabelle 88: Parameter der Diagnosefunktion ERR_E_I_Max_DC.....	87
Tabelle 89: Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_I_Max_AC.....	88
Tabelle 90: Parameter der Diagnosefunktion ERR_E_I_Max_AC.....	88
Tabelle 91: Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_U_HV_Max.....	89
Tabelle 92: Parameter der Diagnosefunktion ERR_E_U_HV_Max.....	89
Tabelle 93: Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_U_HV_Min.....	90
Tabelle 94: Parameter der Diagnosefunktion ERR_E_U_HV_Min.....	90
Tabelle 95: Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_U_LV_Min.....	91
Tabelle 96: Parameter der Diagnosefunktion ERR_E_U_LV_Min.....	91
Tabelle 97: Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_AWD.....	92
Tabelle 98: Parameter der Diagnosefunktion ERR_E_AWD.....	92
Tabelle 99: Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_Block_Det.....	93
Tabelle 100: Parameter der Diagnosefunktion ERR_E_Block_Det.....	93
Tabelle 101: Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_Throttle_Monitoring.....	94
Tabelle 102: Parameter der Diagnosefunktion ERR_E_Throttle_Monitoring.....	94
Tabelle 103: Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_Brake_Monitoring.....	95
Tabelle 104: Parameter der Diagnosefunktion ERR_E_Brake_Monitoring.....	95
Tabelle 105: Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_CAN_Timeout.....	96
Tabelle 106: Parameter der Diagnosefunktion ERR_E_CAN_Timeout.....	96
Tabelle 107: Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_CAN_MC.....	97

Tabelle 108: Parameter der Diagnosefunktion ERR_E_CAN_MC.....	97
Tabelle 109: Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_EEPROM.....	98
Tabelle 110: Parameter der Diagnosefunktion ERR_E_EEPROM.....	98
Tabelle 111: Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_Rotor_Speed_Limit.....	99
Tabelle 112: Parameter der Diagnosefunktion ERR_E_Rotor_Speed_Limit.....	99
Tabelle 113: Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_Motor_Sensor.....	100
Tabelle 114: Parameter der Diagnosefunktion ERR_E_Motor_Sensor.....	100
Tabelle 115: Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_FET_Temp_Max.....	101
Tabelle 116: Parameter der Diagnosefunktion ERR_E_FET_Temp_Max.....	101
Tabelle 117: Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_Temp_Aux_Max.....	102
Tabelle 118: Parameter der Diagnosefunktion ERR_E_Temp_Aux_Max.....	102
Tabelle 119: Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_Temp_MCU_Max.....	103
Tabelle 120: Parameter der Diagnosefunktion ERR_E_Temp_MCU_Max.....	103
Tabelle 121: Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_Temp_Motor_Max.....	104
Tabelle 122: Parameter der Diagnosefunktion ERR_E_Temp_Motor_Max.....	104
Tabelle 123: Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_HW_Var_Code.....	105
Tabelle 124: Parameter der Diagnosefunktion ERR_E_HW_Var_Code.....	105
Tabelle 125: Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_Current_Setpoint_Monitoring.....	106
Tabelle 126: Parameter der Diagnosefunktion ERR_E_Current_Setpoint_Monitoring.....	106
Tabelle 127: Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_Current_Sensor.....	107
Tabelle 128: Parameter der Diagnosefunktion ERR_E_Current_Sensor.....	107
Tabelle 129: Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_Flux_Angle.....	108
Tabelle 130: Parameter der Diagnosefunktion ERR_E_Flux_Angle.....	108
Tabelle 131: Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_Phase_Connection.....	109
Tabelle 132: Parameter der Diagnosefunktion ERR_E_Phase_Connection.....	109
Tabelle 133: Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_Rotor_Offset_Calibration.....	110
Tabelle 134: Parameter der Diagnosefunktion ERR_E_Rotor_Offset_Calibration.....	110
Tabelle 135: Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_Powerstage_Monitoring.....	111
Tabelle 136: Parameter der Diagnosefunktion ERR_E_Powerstage_Monitoring.....	111
Tabelle 137: Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_Immobilizer.....	112
Tabelle 138: Fehlerspeicher / Tracememory.....	113
Tabelle 139: Parameter zur Nutzung des aktiven Kurzschluss.....	114
Tabelle 140: Versionen dieses Dokuments.....	115

4 Abkürzungsverzeichnis

AC	<i>Wechselstrom (alternating current)</i>
AIN	<i>Analoges Signal (analog input)</i>
Bus	<i>System der Datenübertragung</i>
CAN	<i>Controler Area Network</i>
CAN-Bus	<i>Nachrichtenbasiertes Protokoll</i>
DC	<i>Gleichstrom (direct current)</i>
DIN	<i>Digitales Signal (digital input)</i>
ECU	<i>Electronic Control Unit</i>
GND	<i>Masse (Chassis Ground)</i>
MISO	<i>Master input - slave output</i>
MOSI	<i>Master output - slave input</i>
MPC4	<i>Stiftbuchse (Stecker)</i>
ROC	<i>Rotor-Offset-Kalibrierung (rotor offset calibration)</i>
SOC	<i>State of Charge</i>
USB	<i>Universal Serial Bus</i>

5 Copyright

Der Inhalt dieses Dokuments ist geschützt und darf nicht, auch nicht in Teilen, für eigene Publikationen und Implementierungen genutzt werden. Ausnahmen bedürfen der schriftlichen Genehmigung.

6 Sicherheitshinweis, Nutzungshinweis und Haftungsverzicht

Warnung!

Die Verwendung dieses Dokuments in Verbindung mit Motorsteuerungen kann gefährlich sein. Bitte folgen Sie den Anweisungen mit großer Vorsicht. Stoppen Sie Ihre Applikationsarbeiten falls Sie auf unerwartetes Verhalten stoßen.

Nutzungshinweis

Der folgende Text wurde automatisch übersetzt aus der englischen Originalversion.

Die Verwendung der Programms "Enable-Tool", kann sehr gefährlich sein, das heißt, es kann Personen- und Sachschäden verursachen. Verwenden Sie es mit größter Sorgfalt und stellen Sie sicher, dass Sie von qualifiziertem Personal Anweisungen zur Verwendung erhalten haben. Mit dieser Software können Sie ein angeschlossenes elektronisches Steuerungssystem wie Motorsteuerungen, Batteriemanagement-Einheiten oder andere allgemeine elektronische Steuergeräte beeinflussen oder steuern. Ihre Handlungen können zu ernsthaften Personen- oder Sachschäden führen. Sie sollten diese Software daher nur verwenden, wenn Sie die möglichen Folgen der Aktionen mit dieser Software verstehen und wenn Sie speziell für den Umgang mit dieser Software geschult wurden! Diese Software wird ständig weiter entwickelt, die Funktionalität kann daher ohne vorherige Ankündigung oder Absprache geändert werden.

Haftungsverzicht

Dies ist ein Haftungsausschluss (nachfolgend "Verzicht" genannt), der zwischen den Parteien FRIWO Gerätebau GmbH ("Hersteller") Von-Liebig-Strasse 11, 48346 Ostbevern und dem Nutzer von Enable-Tool ("Nutzer") erfolgt. Für die Zwecke dieses Verzichts gelten die Definitionen der Parteien auch für alle Mutter-, Tochter-, Schwester- oder Schwesterunternehmen oder Unternehmen unter gemeinsamer Kontrolle mit allen Unternehmen, die die Parteien bilden, die sich aus Hersteller und Nutzer zusammensetzen.

1. Zweck

Benutzer wünscht Zugriff auf die Online-Netzwerkinfrastruktur des Herstellers, um eine Lizenz zur Nutzung von Enable-Tool zu erhalten. Der Anwender möchte Enable-Tool verwenden, um mit einem oder mehreren Steuergeräten des Herstellers zu arbeiten. Die Parteien erkennen an, dass fortgeschrittene elektronische Steuergeräte komplexe und proprietäre Geräte sind, die spezielle Kenntnisse, Fähigkeiten und Ausrüstungen zur Programmierung und Inbetriebnahme erfordern. Der Benutzer erklärt, dass er über alle notwendigen speziellen Kenntnisse, Fähigkeiten und Ausrüstungen verfügt, um mit solchen Geräten zu arbeiten und sie anzuwenden.

2. Keine Verpflichtung

Keine der Parteien ist aufgrund dieser Verzichtserklärung irgendeiner rechtlichen Verpflichtung irgendeiner Art in Bezug auf die Transaktion unterworfen. Die Durchführung der Ausnahmeregelung schließt nicht aus, dass eine der Vertragsparteien ihre unabhängige, fortlaufende Entwicklung von Technologie, Produkten und anderen unternehmensbezogenen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten fortsetzt.

3. Allgemeines

Dieser Verzicht gilt zugunsten der Parteien und ihrer Nachfolger und Abtretungsempfänger, sofern die empfangende Partei diesen Verzicht nicht ohne vorherige schriftliche Zustimmung der offenlegenden Partei ganz oder teilweise abtreten kann. Wenn eine Bestimmung des Verzichts von einem zuständigen Gericht für ungültig oder nicht durchsetzbar erklärt wird, hat diese Ungültigkeit oder Undurchsetzbarkeit keine Auswirkungen auf die übrigen Bestimmungen des Verzichts, die in Kraft bleiben.

4. Anwendbares Recht

Dieser Verzicht und die Verpflichtungen, Rechte und Rechtsmittel der Parteien unterliegen dem deutschen Recht. Der Gerichtsstand ist Stuttgart, Deutschland.

5. Gesamte Verzichtserklärung

Dieser Verzicht stellt den gesamten Verzicht zwischen den Parteien in Bezug auf den Gegenstand dar und ersetzt alle vorherigen schriftlichen oder mündlichen Verzichte, Vereinbarungen und Absprachen, die damit zusammenhängen. Dieser Verzicht darf nicht geändert oder ergänzt werden, es sei denn, er wird von einem bevollmächtigten Vertreter jeder Vertragspartei schriftlich unterzeichnet. In Anbetracht der hierin enthaltenen gegenseitigen Zusagen haben die Parteien diesen Verzicht durch ihre Bevollmächtigten vollziehen lassen. FRIWO Gerätebau GmbH übernimmt keine Haftung für Datenverlust, Personen- oder Sachschäden, die durch Missbrauch des Programms oder durch unsachgemäße Einstellungen entstehen. Insbesondere weisen wir ausdrücklich darauf hin, dass die FRIWO Gerätebau GmbH unter keinen Umständen die Gewährleistung / Haftung für Datenverlust, Personen- oder Sachschäden übernimmt, die sich aus der direkten Nutzung dieser Software ergeben.

7 Allgemeine Informationen

7.1 Verwendungszweck

Dieses Dokument beschreibt die Funktionen der FRIWO Gerätebau Motor-Control Software und erläutert Parametereinstellungen, um das Verhalten und die Funktion der Motorsteuerung zu beeinflussen.

Um die Motorsteuerungen einzustellen, benötigen Sie eine Motorsteuerung (z.B. Emerge 3000), sowie einen Windows-PC auf welchem das FRIWO Enable-Tool NG (kurz: Enable-Tool) installiert ist.

Über die Software Enable-Tool können Parameter auf der Motorsteuerung im laufenden Betrieb verändert bzw. gemessen werden. Eine Beschreibung des Enable-Tools erhalten Sie separat.

7.2 Beschreibung von Parametern und Messwerten

Dieses Dokument beschreibt Parameter und Messwerte, die das Verhalten der Software zur Laufzeit beeinflussen bzw. messbar machen, und geht davon aus, dass Sie die Parameternamen entsprechen der folgenden Nomenklatur verstehen:

Die Bildung der Variablennamen folgt folgendem Prinzip:

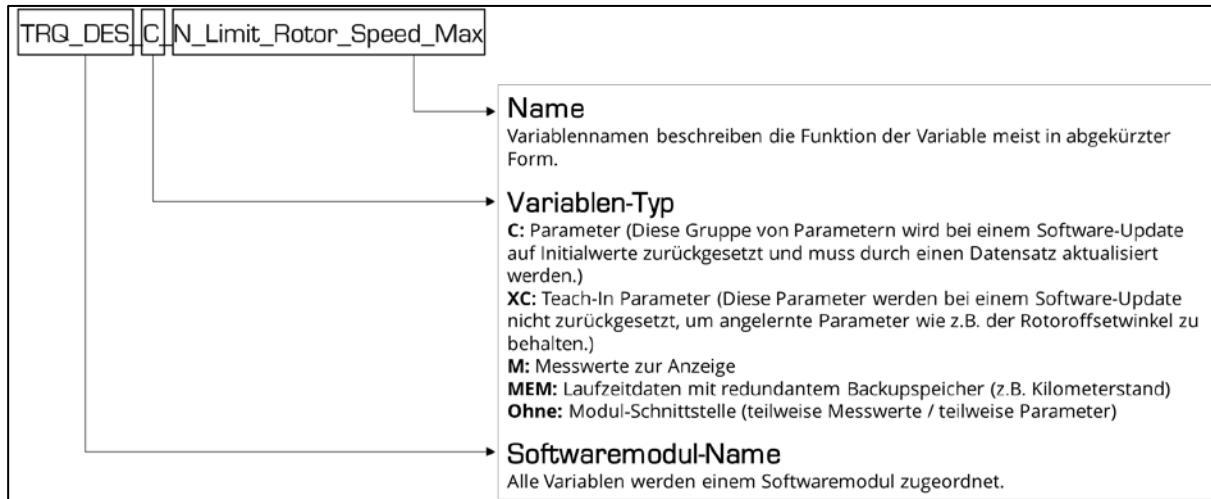


Abbildung 1: Variablenbildung.

Variablen können mit dem FRIWO Enable-Tool verstellt bzw. gemessen werden. Lesen Sie vor Benutzung des Enable-Tools die entsprechende Anleitung. Die Ansicht des Enable-Tools ist kundenspezifisch konfiguriert und kann je nach Anwendungsfall unterschiedlich geprägt sein.

Es ist daher möglich, dass Ihnen nicht alle in diesem Dokument beschriebenen Parameter und Messwerte zur Verfügung stehen.

7.3 Wichtige Hinweise zur Veränderung von Parametern



Die Veränderung von Parametern kann das Verhalten der Steuerung negativ beeinflussen. Bitte beachten Sie folgende Hinweise bei Ihren Einstellarbeiten:

- Beginnen Sie mit Ihrer Applikationsarbeit erst nachdem Sie dieses Dokument vollständig gelesen und die Funktionsweise der Parameter verstanden haben.
- Verändern Sie Parameter in möglichst kleinen Schritten.
- Es wurde bei der Entwicklung der Motor-Control Software großen Wert auf Ihre Sicherheit gelegt. Fehleingaben werden meist abgefangen und Parameteränderungen auf sichere Werte begrenzt.
- Ein Restrisiko kann bei bestimmten Änderungen allerdings nicht ausgeschlossen werden. Daher wird empfohlen, dass Sie Parameter nur während des Motorstillstands verändern. Zusätzlich sollten Sie jederzeit einen USB-Isolator nutzen, um Ihren PC vor eventuellen Überspannungen zu schützen und um Masseschleifen in Ihrem Labor oder Prüfstand zu verhindern.
- Einige kritische Parameter werden durch überlagerte Schutzfunktionen überwacht, sodass während des Motorlaufs nur eingeschränkte Änderungen möglich sind. Beispiel: Der Feldschwächstrom sowie der maximale Motorstrom können während des Motorlaufs im Feldschwächbereich nur angehoben werden. Eine Absenkung ist ausschließlich außerhalb des Feldschwächbereichs möglich.
- Die Eingabe der Parameterwerte durch Enter bestätigen. Parameter durch klicken auf „Store Parameters“ speichern. Bei einem Neustart der Motorsteuerung („Restart ECU“) bleiben die gespeicherten Parameter erhalten. Beim Zurücksetzen der Motorsteuerung auf Werkeinstellung (SET_C_Reset_ECU_Parameters 23) gehen die vorgenommenen Parametereinstellungen, jedoch nicht die Statistikdaten (z.B. Kilometerstand), verloren.

8 Vorgehensweise bei Inbetriebnahme eines Motors

Dieses Kapitel zeigt Ihnen, wie Sie mit der Motorsteuerung Emerge 3000 / 6000 einen Motor in Betrieb nehmen und einstellen. Es ist als Kochrezept zu verstehen: Gehen Sie es Schritt für Schritt durch. Das erste Unterkapitel umfasst die erforderlichen Grundeinstellungen. Nachdem Sie diese vorgenommen haben, ist der Motor angelernt und betriebsbereit. Das zweite Unterkapitel behandelt die wichtigsten anwendungsspezifischen Einstellungen. Mit diesen legen Sie die Fahrweise fest und stellen sicher, dass die wichtigsten Zustandswerte korrekt angezeigt werden. Zuletzt lernen Sie während dem Betrieb Daten aufzuzeichnen, um auf deren Basis Feineinstellungen an der Motorsteuerung vorzunehmen.

8.1 Erforderliche Grundeinstellungen

Die folgenden Schritte sind für eine schnelle, Erstinbetriebnahme eines Motors erforderlich:

- Signal- und Spannungsversorgung: Verbindungen in folgender Reihenfolge und gemäß Anschlussplan herstellen. Anschlussplan Siehe „Elektrische Anschlüsse“.
- Motorphasen: Verbindung zwischen Motor und Motorsteuerung herstellen. Kennzeichnung (L1, L2, L3) auf der Steuerung beachten.
- Spannungsversorgung anschließen. Kennzeichnung (Battery + / Battery -) auf Steuerung beachten.

Achtung: Kein Verpolschutz! Der Logikteil der Steuerung wird durch einen internen DCDC-Wandler mit 12V versorgt. D.h. eine zusätzliche Spannungsversorgung über den Signalstecker ist nicht erforderlich.

- Motor-Sensor: Verbindung mit Hallsensorik oder Resolver (Emerge-Resolver AS5048A) herstellen.
- Steuersignale anschließen: Analogsignale anschließen (z.B. Gasgriffsignal, Bremssignal). Digitalsignale anschließen (z.B. Bremssignal, Rückwärtsgangsignal, CAN-Bus).

Software:

- Verbindung zwischen Computer und Motorsteuerung mit der Software FRIWO Enable-Tool über eine USB-Schnittstelle herstellen. Siehe Dokument: „Enable-Tool Kurzanleitung“, Kapitel „Installationsanleitung Enable Tool“.
- Fehlerfreiheit feststellen bzw. bestehende Fehler beheben: Der Fehlerspeicher kann über das Enable-Tool bzw. den CAN-Bus ausgewertet werden. Siehe „Aufbau Fehlerdiagnosefunktion“.
- Grundeinstellungen vornehmen: Siehe „Grundeinstellungen“.
- Automatisches Anlernen durchführen: Siehe „Automatische Anlernfunktion“.

8.2 Anwendungsspezifische Einstellungen

Mit den folgenden Schritten stellen Sie die Motorsteuerung für den vorgesehenen Verwendungszweck ein. Die Schritte sind teilweise optional, falls Sie nicht alle Funktionen der Motorsteuerung nutzen möchten.

8.2.1 Fahrmodus

Die Motorsteuerung unterstützt vier frei einstellbare Fahrmodi, welche u.A. über die Smartphone-App ausgewählt werden können. Um das Verhalten für die unterschiedlichen Fahrmodi zu definieren, gehen Sie wie folgt vor:

- Fahrmoduseinstellungen vornehmen: Legen Sie beispielsweise Geschwindigkeit, Leistung, Drehzahllimit, Stärke der regenerativen Bremsung fest.
- Standard-Fahrmodus festlegen: Siehe „Standard-Fahrmodus festlegen“.
- Fahrmodus wechseln: Zwischen den Fahrmodi wechseln, können Sie mittels Smartphone-App, Schalter oder CAN-Bus. Siehe „Fahrmodus umschalten“.

8.2.2 Anzeige

Damit die Werte in Anzeige der Smartphone-App korrekt sind, müssen ein paar Parameter gesetzt werden. Gehen Sie dabei wie folgt vor:

- Geschwindigkeit: Zur Berechnung der Fahrzeuggeschwindigkeit muss der Radumfang eingestellt werden. Siehe „Fahrzeuggeschwindigkeit“
- Batterieladezustand: Es werden Informationen zur verwendeten Batterie benötigt und den Ladezustand und die Restreichweite zu berechnen. Siehe „Ladezustand / State of Charge (SOC)“.
- Restreichweite: Um die verbleibende Restreichweite möglichst genau anzuzeigen, muss der typische Verbrauch des Fahrzeugs festgelegt werden. Siehe „Restreichweite“

8.2.3 Fine tuning

Nachdem Sie die Motorsteuerung in Betrieb genommen, den Motor angelernt und die wichtigsten anwendungsspezifischen Einstellungen vorgenommen haben, können Sie zu den Feineinstellungen übergehen. Dieser Applikationsleitfaden zeigt Ihnen dabei die Möglichkeiten auf, die die Motorsteuerung bietet und die Sie je nach Bedarf nutzen können.

9 Grundeinstellungen

9.1 Werkseinstellung wiederherstellen

Vor einer Inbetriebnahme kann es sinnvoll sein, alle Parameter auf Werkseinstellung zurückzusetzen. Dazu muss der Parameter SET_C_Reset_ECU_Parameters auf den Wert 23 gesetzt und mit Enter bestätigt werden. Statistikdaten (z.B. der Kilometerzähler) werden dabei nicht zurückgesetzt.

Werkseinstellungen wiederherstellen		
Parametername	Beschreibung	Wert
SET_C_Reset_ECU_Parameters	Reset aller Parameter auf Auslieferungszustand. Die Steuerung startet nach dem Rücksetzen automatisch neu.	23

Tabelle 1: Werkseinstellungen wiederherstellen.

9.2 Motorspezifische Grundeinstellungen

Die folgenden Parameter müssen vor der Nutzung der automatischen Anlernfunktion eingestellt werden.

Wichtige Motorparameter		
Parameter	Beschreibung	Wertebereich
MO_C_Polepairs	Anzahl der Polpaare	1 .. n
MO_C_Rotor_Position_Sensor_Type	Sensortyp: 0 = Hallsensor 1 = Resolver AS5048A Die Umstellung des Rotorpositionssensors erfolgt erst nach einem Neustart der Steuerung. Nutzen Sie „Store Parameters“ um Ihre Einstellungen zu speichern. Die Steuerung führt nach dem Speichern automatisch einen Neustart aus.	0 .. 1

Tabelle 2: Wichtige Motorparameter.

10 Automatische Anlernfunktion

10.1 Vorbedingungen für automatische Anlernfunktion



Zur Inbetriebnahme eines Motors muss die Steuerung betriebsbereit sein (siehe „State-Manager“)

Lesen Sie die Anleitung zuerst vollständig bevor Sie eine Inbetriebnahme durchführen. Achten Sie auf Ihren persönlichen Schutz, und beachten Sie die geltenden Normen und Vorschriften.

Beachten Sie, dass der Motor in diesem Zustand unkontrolliert anlaufen und möglicher Weise nur durch Trennung der Versorgungsspannung gestoppt werden kann.

Vorbedingungen der automatischen Anlernfunktion	
Bedingung	Beschreibung
Motorwelle frei drehbar	Die Motorwelle sollte während des Anlernvorgangs frei drehen können. Eine zusätzliche träge Masse, z.B. Rad oder Getriebe, kann den Anlernvorgang ggf. negativ beeinflussen wenn die Motorwelle stark schwingt.
Versorgungsspannung	Die Spannungsversorgung sollte mindestens 15V betragen und ausreichend Strom liefern können (min. 20A).
Hallsensoren / Resolver angeschlossen	Die Sensorik des Motors muss mit der Steuerung verbunden sein.
Betriebsbereitschaft	Die Steuerung muss betriebsbereit sein. D.h. im Enable-Tool wird der Balken am unteren Bildschirmrand grün und der Text „Connected in App-Mode“ erscheint. Es ertönt ein akustisches Signal, sobald die Steuerung betriebsbereit ist.

Table 3: Vorbedingungen der automatischen Anlernfunktion.

10.2 Anlernfunktion durchführen



Während des Anlernvorgangs wird ein konstanter Phasenstrom im Motor eingepreßt, und der Motor zwangsweise kommutiert. Dabei folgt der Rotor dem eingepreßten Magnetfeld. Der Anlernvorgang dauert nur wenige Sekunden, stellen jedoch trotzdem sicher, dass Ihr Motor durch den eingestellten Phasenstrom (default: 40A) nicht überhitzt. Unterbrechen Sie ggf. die Stromzufuhr, falls der Anlernvorgang unerwartet lange dauert.

Hinweis: Der automatische Anlernvorgang kann ohne vorheriges Rücksetzen der Parameter beliebig oft wiederholt werden.

Anlernfunktion starten		
Schritt	Anweisung	Hinweise
Automatische Anlernfunktion starten	ROC_Start auf 1 setzen.	Der Motor setzt sich in Bewegung und läuft mehrmals ruckartig an. Das Anlernen war erfolgreich sobald ROC_Result „Teach-in successful“ anzeigt. Falls ROC_Result „Teach-in failed“ anzeigt, wurde der Anlernvorgang unterbrochen.

Table 4: Anlernfunktion starten.

Wurde der Anlernvorgang abgebrochen kann dies z.B. an nicht ausreichend leistungsfähiger Versorgungsspannung oder fehlerhaftem Sensorsignal liegen. Die genaue Fehlerursache finden Sie im Fehlerspeicher. Siehe „Aufbau Fehlerdiagnosefunktion“.

Die Drehrichtung beim Anlernen erfolgt in der zukünftigen Vorwärtsrichtung. Falls der Motor in die andere Richtung drehen soll, muss die Drehrichtung zunächst invertiert werden, und der Anlernvorgang danach erneut gestartet werden.

Drehrichtung umkehren		
Schritt	Anweisung	Prüfung / Hinweise
Drehrichtung umkehren	ROC_C_Desired_Direction auf -1 setzen (umgekehrt zur bisherigen Drehrichtung). Danach ROC_Start auf 1 setzen.	ROC_Result = Teach-in successful. Das Anlernen war erfolgreich. Der Motor ist betriebsbereit.

Tabelle 5: Drehrichtung umkehren.

Parameter der Anlernfunktion		
Parameter	Funkton	Wertebereich
ROC_C_Desired_Direction	Mit diesem Parameter kann die bevorzugte Drehrichtung festgelegt werden. Der Anlernvorgang muss nach Veränderung dieses Parameters erneut durchgeführt werden.	1 = vorwärts / natürlich positiv (default) -1 = rückwärts / natürlich negativ Ob bei positiver Drehrichtung der Motor vorwärts oder rückwärts dreht, ist abhängig von der Zuordnung der Phasen zu den Hallsensoren.
ROC_C_Current_Setpoint	Eingeprägter Motorstrom während des Anlernvorgangs. Ein höherer Motorstrom kann sinnvoll sein, wenn die Reibung der Welle sehr hoch ist, bzw. wenn die bewegten Teile eine sehr große Massenträgheit besitzen.	1 .. 500 A 45 (default)
ROC_C_Num_Mech_Revolutions	Anzahl der mechanischen Umdrehungen während des Anlernvorgangs. Je mehr Umdrehungen, desto genauer wird das berechnete Rotorwinkel-Offset.	1 .. 12 1 (default)

Tabelle 6: Parameter der Anlernfunktion.

11 Feintuning

11.1 Grundlagen zum elektrischen Beschleunigen und Bremsen

Die Beschleunigung des Elektromotors sowie die Energierückgewinnung durch regeneratives Bremsen (Rekuperation) des Elektromotors wird durch die Höhe des im Motor fließenden Motorstroms bestimmt. Der Motorstrom teilt sich bei der feld-orientierten Regelung in d-Strom und q-Strom auf, wobei der q-Strom für die Drehmomenterzeugung, der d-Strom für die Stärke des mag. Flusses im Motor zuständig ist.

- q-Strom (I_q): Erzeugt ein Magnetfeld mit einem Winkel von 90° zum Permanentmagnetfeld. Der q-Strom erzeugt das Drehmoment im Motor. Positiver q-Strom Beschleunigt den Motor in die Vorwärtsrichtung. Negativer q-Strom bremst den aus der Vorwärtsrichtung ab, bzw. beschleunigt diesen in der Rückwärtsrichtung.

d-Strom (I_d): Erzeugt ein Magnetfeld von 0° zum Magnetfeld des Permanentmagneten und kann das Magnetfeld des Permanentmagneten daher abschwächen oder stärken. Meist wird der d-Strom verwendet um das Magnetfeld des Permanentmagneten zu schwächen (Feldschwächung). So wird die Induktionsspannung in den Motorspulen herabgesetzt. Dadurch kann der Motor höhere Drehzahlen erreichen, weil durch die verringerte Gegeninduktion mehr q-Strom in den Motor fließen kann. Siehe „Feldschwächung“.

Der q-Strom orientiert sich meist am Fahrerwunsch, der entweder beschleunigen oder bremsen möchte, teilweise wird der Fahrerwunsch jedoch zum Schutz von Motor und Batterie, oder weil es die Fahrsituation erfordert, eingeschränkt.

11.1.1 Die Wirkkette vom Eingangssignal bis zur Regelung des Motorstroms

In diesem Kapitel wird die schrittweise Erzeugung des Fahrerwunschdrehmoments (q-Strom-Sollwert) und des Feldschwächestroms (d-Strom-Sollwert) vom Signaleingang über die Signalaufbereitung bis hin zur Übergabe der Sollwerte an den Stromregler beschrieben.

Kanäle für Eingangssignale festlegen

Die Eingangssignale für Gas, Bremse und Rückwärtsgang werden über ein oder mehrere analoge und/oder digitale Kanäle an die Motorsteuerung übertragen (z.B. mittels Gasgriff, Bremstaster oder CAN-Bus).

Die Kanäle für die Eingangssignale von Gasgriff, Bremse und Rückwärtsgang werden mit folgenden Parametern festgelegt.

Parameter für Auswahl der Eingangssignale		
Parametername	Funktion	Wertebereich
APP_C_Ride_Mode_2_Throttle_Signal_Channel	Auswahl Eingang für „Beschleunigungssignal“ (z.B. Gasgriff / Fahrpedal). 1 = AIN1 2 = AIN2	1 .. 5 5 (default)

	3 = PWM@DIN2 4 = CAN-Bus 5 = USB	
APP_C_Ride_Mode_2_Brake_Signal_Channel	Auswahl Eingang für „Bremsignal“. 1 = AIN1 2 = AIN2 3 = PWM@DIN2 4 = CAN-Bus 5 = USB 6 = DIN1 7 = DIN2	1 .. 7 5 (default)
APP_C_Ride_Mode_2_Reverse_Gear_Signal_Channel	Auswahl Eingang für „Rückwärtsgangsignal“. 1 = DIN1 2 = DIN2 3 = CAN-Bus 4 = USB	1 .. 4 4 (default)

Tabelle 7: Parameter für Auswahl der Eingangssignale.

Eingangssignale aufbereiten

Die Signale werden durch die Motorsteuerung aufbereitet, d.h. in relative Ansteuerwerte zwischen -100% und 100% übersetzt.

Die aufbereiteten Eingangssignale des Fahrers werden in folgenden Messwerten angezeigt.

Messwerte zum ausgewählten Eingangssignal		
Messwert	Beschreibung	Wertebereich
TRQ_DES_Driver_Throttle	Aktueller Wert des Eingangssignals für die Beschleunigung	0 .. 100 %
TRQ_DES_Driver_Brake	Aktueller Wert des Eingangssignals für die Verzögerung	0 .. 100 %
TRQ_DES_Driver_Reverse_Gear	Aktueller Wert des Eingangssignals für die Fahrtrichtungsauswahl	0 = Vorwärtsgang 1 = Rückwärtsgang

Tabelle 8: Messwerte zum ausgewählten Eingangssignal.

Fahrerwunsch aufbereiten

Die aufbereiteten Eingangssignale des Fahrers werden anschließend zu einem relativen Fahrerwunschkrehmoment kombiniert. Ein Wert von 100% beschleunigt den Motor stark in Vorwärtsrichtung, bzw. bremst den Motor stark ab, wenn dieser sich gerade in Rückwärtsrichtung dreht. Ein Wert von -100% bremst den Motor stark ab, wenn dieser sich gerade in Vorwärtsrichtung dreht, oder beschleunigt den Motor stark in Rückwärtsrichtung, falls der Rückwärtsgang angewählt ist. Für mehr Details Siehe „Fahrerwunschaufbereitung“.

Messwert für relatives Fahrerwunschkrehmoment		
Messwert	Beschreibung	Wertebereich
TRQ_DES_Trq_Req_Rel	Relatives Fahrerwunschkrehmoment	-100 .. 100 %

Tabelle 9: Messwert für relatives Fahrerwunschkrehmoment.

Wunschdrehmoment limitieren

Nun erfolgt eine Begrenzung des Fahrerwunsches, um die Systemgrenzen einzuhalten, siehe „Drehmomentbegrenzung (Derating)

“. Dies betrifft alle einstellbaren Systemgrenzen wie zum Beispiel:

- Stromgrenzen und Spannungsgrenzen der Batterie
- Drehzahlgrenze in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung
- Temperaturgrenze des Motors

Darüber hinaus gibt es weitere Systemgrenzen, die nicht durch den Anwender eingestellt werden können, zum Beispiel:

- Temperaturgrenze des Leistungsteils
- Temperaturgrenze des Mikrocontrollers

Das limitierte Wunschdrehmoment kann über folgenden Messwert gemessen werden.

Messwert für limitiertes Fahrerwunschdrehmoment		
Messwert	Beschreibung	Wertebereich
TRQ_LIM_Setpoint_Rel	Limitiertes Fahrerwunschdrehmoment	-100 .. 100 %

Table 10: Messwert für limitiertes Fahrerwunschdrehmoment.

Weitere Angaben zur Wunschdrehmomentlimitierung finden Sie im Kapitel „Drehmomentbegrenzung (Derating)“.

Sollwerte für den Stromregler berechnen: q-Strom-Sollwert

Da der Stromregler mit absoluten Werten arbeitet, muss das limitierte Fahrerwunschdrehmoment von relativen in absolute Werte umgewandelt werden. Dazu wird die folgende Berechnung durchgeführt:

Durch die Multiplikation von TRQ_LIM_Setpoint_Rel mit dem im Ride-Mode definierten maximalen Motorstrom APP_C_Ride_Mode_x_Max_Motor_Current bzw. APP_C_Ride_Mode_0_Max_Regenerative_Motor_Current, entsteht der absolute q-Strom Sollwert in der physikalischen Einheit Ampere. Der q-Strom Sollwert, wird ggf. noch zusätzlich durch eine Drehzahlabhängigkeit begrenzt. Siehe „q-Strom-Begrenzung über Drehzahl“

Der finale q-Strom Sollwert kann über TRQ_STR_Iq_Setpoint gemessen werden.

Ein parallel arbeitender Feldschwächeregler erzeugt automatisch einen zur aktuellen Drehzahl und Drehmomentanforderung passenden d-Strom Sollwert. Siehe „Feldschwächung“.

Der q-Strom Sollwert kann sich durch einen d-Strom Sollwert ggf. reduzieren, wenn dies notwendig ist, um den d-Strom Sollwert zu anfordern zu können, ohne dabei den maximalen Motorstrom in Summe zu überschreiten.

Der d-Strom hat also Priorität über den q-Strom. Siehe „q-Strom und d-Strom Sollwertbildung“.

Der finale d-Strom Sollwert kann über TRQ_STR_Id_Setpoint gemessen werden.

Messwerte zur Berechnung des absoluten Fahrerwunschkrehmoments		
Messwerte	Beschreibung	Wertebereich
TRQ_LIM_Setpoint_Rel	Limitiertes Fahrerwunschkrehmoment = limitierter relativer q-Strom-Sollwert	-100% .. 100 %
APP_Ride_Mode_Max_Motor_Current	Fahrmodusabhängiger maximaler Motorstrom	0 .. 1000 A
APP_Ride_Mode_Max_Regenerative_Motor_Current	Fahrmodusabhängiger maximaler regenerativer Motorstrom	0 .. 1000 A
TRQ_STR_Iq_Setpoint	Finales absolutes Fahrerwunschkrehmoment = finaler absoluter q-Strom-Sollwert	-1000 .. 1000 A

Table 11: Messwerte zur Berechnung des absoluten Fahrerwunschkrehmoments.

Sollwerte für den Stromregler berechnen: d-Strom-Sollwert

Das finale Fahrerwunschkrehmoment kann sich ggf. zu Gunsten der Feldschwächung reduzieren, um den maximalen Motorstrom nicht zu überschreiten. Abhängig von der aktuellen Drehzahl und Drehmomentanforderung erzeugt ein Feldschwächeregler automatisch einen passenden Feldschwächstrom, auch d-Strom genannt. Um diesen d-Strom-Sollwert anfordern zu können, ohne dabei den maximalen Motorstrom zu überschreiten, muss der q-Strom und somit das finale Fahrerwunschkrehmoment reduziert werden. Die d-Strom-Anforderung hat dabei Priorität über den q-Strom. Siehe „q-Strom und d-Strom Sollwertbildung“.

Messwert für den Sollwert des Feldschwächstroms		
Messwerte	Beschreibung	Wertebereich
TRQ_STR_Id_Setpoint	Finaler Feldschwächstrom = finaler d-Strom-Sollwert	0 .. - 1000 A

Table 12: Messwert für den Sollwert des Feldschwächstroms.

Der q-Strom-Sollwert und der d-Strom-Sollwert werden an den Stromregler übergeben.

11.2 Eingangssignale

11.2.1 Elektrische Anschlüsse

Hochstrom-Terminals

Achtung: Die Hochstromkontakte sind aus Messing. Das Anzugsdrehmoment darf daher 2.9Nm nicht überschreiten. Wir empfehlen ein Anzugsdrehmoment von 2Nm. Verwenden Sie zur Montage ausschließlich Unterlagscheiben und Muttern aus Kupfer bzw. Messing.

Anschluss Hochstrom-Schraubklemmen¹

L1	Motor L1	Motor Phase L1
L2	Motor L2	Motor Phase L1
(-)	Batterie -	Batterie-
L3	Motor L3	Motor Phase L1
(+)	Batterie +	Batterie+ (Max. 65V)

Tablle 13: Anschluss Hochstrom-Schraubklemmen.

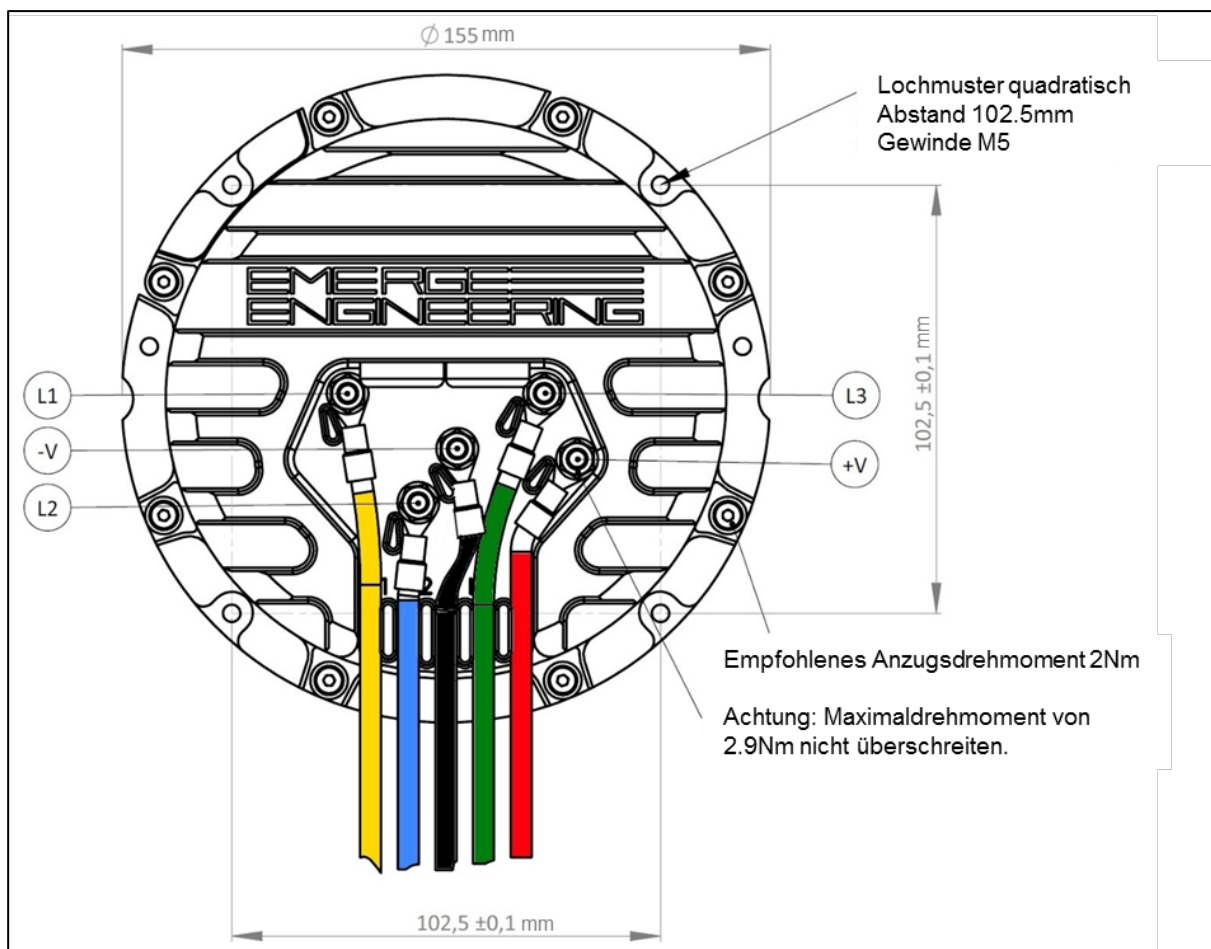


Abbildung 2: Anschlussplan Hochstrom-Schraubklemmen.

¹ Name der Anschlussklemme ist im Gehäuse eingepägt.

Signalstecker mit Hall-Sensoren

Achtung: Verwenden Sie die 5V-Versorgungsspannung nur zu Sensorversorgung. Schließen Sie keine externen Spannungsquellen an die Signalleitungen der Motor-Steuerung an


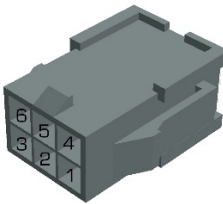
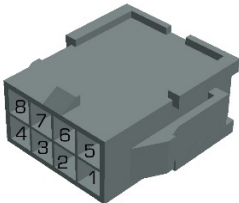
Installation Signalanschlusskabel (grau) ² bei Standardaufbau mit Hallsensor			
Stecker (steuerungsseitig)	Kontakt / Farbe	Funktion	Zusätzliche Information
Analogsignalstecker MPC4 Würth 64900421822 4 Pole männlich 	1	NC	Nicht verwendet
	2 / Pink	5V	Versorgungsspannung (max. 20 mA)
	3 / Violett	AIN1	Analoges Signal 1 (z.B. Gasgriff / Fahrpedal)
	4 / Braun	GND	Masse (nicht isoliert / ohne Potentialtrennung)
Motorsensorstecker MPC4 Würth 64900621822 6 Pole männlich 	1 / Grün	Hall L3	Hallsensor Phase L3
	2 / Grau-Pink	Temp IN	Temperatursensor Motor
	3 / Rot	5V	Versorgungsspannung (max. 20 mA)
	4 / Blau	Hall L2	Hallsensor Phase L2
	5 / Gelb	Hall L1	Hallsensor Phase L1
	6 / Schwarz	GND	Masse (nicht isoliert / ohne Potentialtrennung)
Digital- und Analogsignalstecker MPC4 Würth 64900821822 8 Pole männlich 	1 / Gelb-Braun	DIN2	Digitales Signal 2
	2 / Weiss-Grün	DIN1	Digitales Signal 1
	3 / Rot-Blau	5V	Versorgungsspannung (max. 20 mA)
	4 / Grau	CAN Low	125, 500, 1000 kb/s
	5	NC	
	6 / Weiss-Gelb	AIN2	Analoges Signal 2 (z.B. Bremse)
	7 / Braun-Grün	GND	Masse (nicht isoliert / ohne Potentialtrennung)
	8 / Weiss	CAN High	125, 250, 500, 1000 kb/s

Tabelle 14: Installation Signalanschlusskabel bei Standardaufbau mit Hallsensor.

² Warnung: Falls nicht anders vermerkt, sind alle Ein- und Ausgänge nicht gegen Kurzschluss, Umkehrspannungen oder Spannungen grösser als +5V abgesichert.

Signalstecker mit Resolver

Achtung: Verwenden Sie die 5V-Versorgungsspannung nur zu Sensorversorgung. Schließen Sie keine externen Spannungsquellen an die Signalleitungen der Motor-Steuerung an


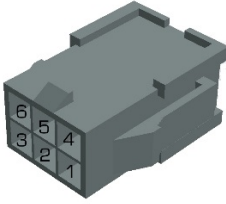
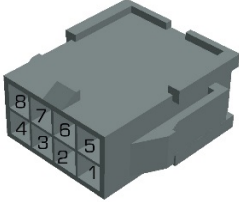
Installation Signalanschlusskabel (grau) ³ mit erweiterter Resolver- / Encoder-Schnittstelle			
Stecker (steuerungsseitig)	Kontakt / Farbe	Funktion	Zusätzliche Information
Analogsignalstecker MPC4 Würth 64900421822 4 Pole männlich 	1	NC	Nicht verwendet
	2 / Pink	5V	Versorgungsspannung (max. 20 mA)
	3 / Violett	AIN1	Analoges Signal 1 (z.B. Gasgriff / Fahrpedal)
	4 / Braun	GND	Masse (nicht isoliert / ohne Potentialrennung)
Motorsensorstecker MPC4 Würth 64900621822 6 Pole männlich 	1 / Grün	Hall L3	Hallsensor Phase L3
	2 / Grau-Pink	Temp IN	Temperatursensor Motor
	3 / Rot	5V	Versorgungsspannung (max. 20 mA)
	4 / Blau	Hall L2	Hallsensor Phase L2
	5 / Gelb	Hall L1	Hallsensor Phase L1
	6 / schwarz	GND	Masse (nicht isoliert / ohne Potentialrennung)
Digital- und Analogsignalstecker MPC4 Würth 64900821822 8 Pole männlich 	1 / Gelb-Braun	CSn	Resolver CS
	2 / Weiss-Grün	MISO	Resolver MISO
	3 / Rot-Blau	5V	Versorgungsspannung (max. 20 mA)
	4 / Grau	CLK	Resolver CLK
	5	NC	
	6 / Weiss-Gelb	AIN2	Analoges Signal 2 (z.B. Bremse)
	7 / Braun-Grün	GND	Masse (nicht isoliert / ohne Potentialrennung)
	8 / Weiss	MOSI	Resolver MOSI

Tabelle 15: Installation Signalanschlusskabel mit erweiterter Resolver- / Encoder-Schnittstelle.

³ Warnung: Falls nicht anders vermerkt, sind alle Ein- und Ausgänge nicht gegen Kurzschluss, Umkehrspannungen oder Spannungen grösser als +5V abgesichert.

Gegenstecker und Kontakte

Dies sind die Bestellnummern für Kontakte und Gehäuse auf der Seite des Fahrzeugkabelstrangs:

- Crimp (weiblich): Würth 64900713722DEC
- Gehäuse 4 Pole (weiblich): Würth 649004113322
- Gehäuse 6 Pole (weiblich): Würth 649006113322
- Gehäuse 8 Pole (weiblich): Würth 649008113322

11.2.2 Eingangssignal für Gasgriff / Fahrpedal

Folgende Liste beschreibt die verschiedenen Möglichkeiten zur Erzeugung einer Beschleunigungsanforderung.

Auswahl des Signaleingangs für Beschleunigung		
Parametername	Funktion	Wertebereich
APP_C_Ride_Mode_x_Throttle_Signal_Channel	Auswahl des Signaleingangs zur Erzeugung einer Beschleunigung. Jeder Fahrmodus kann ein individuelles Signal definieren.	= AIN1 = AIN2 = PWMI = CAN-Bus = USB
Eingang AIN1	Über den Eingang AIN1 kann ein relatives Drehmoment zwischen -100% und 100% angefordert werden. Die Besonderheit am Eingang AIN1 besteht darin, dass zusätzlich zur Beschleunigung auch eine Bremsung erzeugt werden kann, ähnlicher der Motorbremse beim Verbrennungsmotor. Siehe „Throttle-Mapping“	0 .. 100 % (Mapping kann über Throttle-Mapping Tabelle auf -100 % bis 100 % geändert werden)
Eingang AIN2 Eingang PWMI	Über AIN2 und PWMI kann ein relatives Drehmoment zwischen 0% und 100% angefordert werden.	0 .. 100 %
CAN-Bus	Über das Signal CAN_EXT_Torque_Request kann das Drehmoment stufenlos vorgegeben werden.	0 .. 100 %
USB	Über den Parameter TRQ_DES_C_Test_Torque_Request kann das Drehmoment stufenlos vorgegeben werden.	0 .. 100 %

Tabelle 16: Auswahl des Signaleingangs für Beschleunigung

11.2.3 Eingangssignal für Bremse

Folgende Liste beschreibt die Möglichkeiten zur Erzeugung einer Bremsanforderung:

Auswahl des Signaleingangs für Verzögerung (Bremsung)		
Parametername	Funktion	Wertebereich
APP_C_Ride_Mode_x_Brake_Signal_Channel	Auswahl des Signaleingangs zur Erzeugung einer Bremsung. Jeder Fahrmodus kann ein individuelles Signal definieren.	1 = AIN1 2 = AIN2 3 = PWMI 4 = CAN-Bus 5 = USB 6 = DIN1 7 = DIN2
Eingang AIN1 Eingang PWMI	Über den Eingang AIN2 und PWMI kann ein relatives Drehmoment zwischen 0% und 100% angefordert werden.	0 .. 100 %
Eingang DIN1 Eingang DIN2	Digitaleingänge erzeugen eine Drehmomentanforderung von 100%	0 % (nicht betätigt) 100 % (betätigt)
CAN-Bus	Über das Signal CAN_EXT_Torque_Request kann das Drehmoment stufenlos vorgegeben werden.	-100 .. 0 %
USB	Über den Parameter TRQ_DES_C_Test_Torque_Request kann das Drehmoment stufenlos vorgegeben werden.	-100 .. 0 %

Tabelle 17: Auswahl des Signaleingangs für Verzögerung (Bremsung)

11.2.4 Eingangssignal für Fahrrichtungswahl

Folgende Liste beschreibt die verschiedenen Möglichkeiten zur Umschaltung zwischen Vorwärtsgang und Rückwärtsgang

Auswahl des Signaleingangs für die Auswahl der Fahrtrichtung		
Parametername	Funktion	Wertebereich
APP_C_Ride_Mode_x_Reverse_Gear_Signal_Channel	Auswahl des Fahrtrichtungseingangs	1 = DIN1 2 = DIN2 3 = CAN-Bus 4 = USB
Eingang DIN1 Eingang DIN2	Über den Digitaleingang kann der Rückwärtsgang gewählt werden	0 = Vorwärtsgang 1 = Rückwärtsgang
CAN-Bus	Über das Signal CAN_EXT_Reverse_Gear kann der Rückwärtsgang gewählt werden	0 = Vorwärtsgang 1 = Rückwärtsgang
USB	Über den Parameter TRQ_DES_C_Test_Reverse_Gear kann der Rückwärtsgang gewählt werden	0 = Vorwärtsgang 1 = Rückwärtsgang

Tabella 18: Auswahl des Signaleingangs für die Auswahl der Fahrtrichtung.

11.2.5 Kalibration Analogeingang AIN1

Um den Analogeingang zu kalibrieren gehen Sie wie folgt vor:

Vorgehensweise zur Kalibration AIN1		
Schritt	Beschreibung	Prüfung
Gasgriff / Fahrpedal anschließen	Steuersignal mit dem entsprechenden Connector mit der Steuerung verbinden	Siehe „Kalibration Analogeingang AIN1“.
Anlernvorgang starten	AIN1_C_Start_TeachIn auf 1 setzen.	Die bisherigen Min- / Max-Werte AIN1_XC_Max und AIN1_XC_Min werden gelöscht und durch die neuen Anlernwerte ersetzt.
Gasgriff drehen / Fahrpedal betätigen	Gasgriff / Fahrpedal zwei Mal über den gesamten Arbeitsbereich betätigen. Dann für 1-2 Sekunden im oberen und unteren Endanschlag halten.	AIN1_Throttle zeigt bereits ab der zweiten Betätigung den kalibrierten Ansteuerwert zwischen 0% und 100%.
Speichern	Parameter mit Klick auf „Store Parameters“ speichern.	Die Motorsteuerung startet neu und speichert die angelernten Werte für AIN1_XC_Max und AIN1_XC_Min

Tabelle 19: Vorgehensweise zur Kalibration AIN1.

Throttle-Mapping

Über eine Umrechnungstabelle kann dem Rohwert des Beschleunigungssignals eine alternative Drehmomentanforderung zugeordnet werden. Bei nicht betätigtem Fahrpedal kann ein Bremsdrehmoment erzeugt werden. So lässt sich die Funktion der Motorbremse, ähnlich der eines Verbrennungsmotors, nachbilden.

Parameter für die relative Drehmomentanforderung		
Parametername	Funktion	Wertebereich
AIN1_C_Throttle_Mapping_0	Relative Drehmomentanforderung bei nicht betätigtem Fahrpedal	-100 .. 100 % -10 % (default)
AIN1_C_Throttle_Mapping_10 .. AIN1_C_Throttle_Mapping_90	Relative Drehmomentanforderung für Zwischenstellungen des Fahrpedals in 10% Schritten	-100 .. 100 %
AIN1_C_Throttle_Mapping_100	Relative Drehmomentanforderung bei maximal betätigtem Fahrpedal	-100 .. 100 %

Tabelle 20: Parameter für die relative Drehmomentanforderung.

Weitere Einstellungen

Der Signaleingang kann mit folgenden Einstellungen zusätzlich konfiguriert werden

Parameter für Analogeingang AIN1		
Parametername	Funktion	Wertebereich
AIN1_C_Safe_Off_Zone	Fügt einen virtuellen Leerweg am unteren Ende des Signal ein	0.01 .. 0.8
AIN1_C_Enable_Monitoring	Überwachung des Eingangs aktivieren. Bei Überschreitung/Unterschreitung der angelernten Min/Max Werte wird ein Fehler ausgelöst	0 = Überwachung nicht aktiv 1 = Überwachung aktiv
AIN1_C_F_Throttle_Max	Grenze für Überwachungsfunktion	0 .. 1
AIN1_C_F_Throttle_Min	Grenze für Überwachungsfunktion	0 .. 1
AIN1_F_Monitoring	Fehlerbit bei Überschreitung/Unterschreitung der angelernten Min/Max Werts	0 / 1
AIN1_C_Filter	PT1-Filter zur Signalglättung	0.001 = sehr starke Filterung 1 = keine Filterung
AIN1_C_Rate_Limit_Down	Begrenzung der Flankensteilheit beim Signalanstieg	-100000 .. 0 %/100s
AIN1_C_Rate_Limit_Up	Begrenzung der Flankensteilheit beim Signalabfall	0 .. 100000 %/100s
AIN1_C_s_Invert_Raw_Signal	Umkehr der Wirkrichtung des Eingangs. Nach der Umstellung muss eine erneute Kalibrierung durchgeführt werden.	0 = steigende Spannung erhöht den Signalwert 1 = sinkende Spannung erhöht den Signalwert

Tabelle 21: Parameter für Analogeingang AIN1.

11.2.6 Kalibration Analogeingang AIN2

Um den Analogeingang zu kalibrieren gehen Sie wie folgt vor:

Vorgehensweise zur Kalibration AIN2		
Schritt	Beschreibung	Prüfung
Bremspedal / Bremskontaktschalter anschließen	Steuersignal mit dem entsprechenden Connector mit der Steuerung verbinden	
Anlernvorgang starten	AIN2_C_Start_TeachIn auf 1 setzen.	Die bisherigen Min- / Max-Werte AIN2_XC_Max und AIN2_XC_Min werden durch die neuen Anlernwerte ersetzt.
Bremse betätigen	Bremse zwei Mal über den gesamten Arbeitsbereich betätigen. Dann für 1-2 Sekunden im oberen und unteren Endanschlag halten.	AIN2_Throttle zeigt bereits ab der zweiten Betätigung den kalibrierten Ansteuerwert zwischen 0 % und 100 %.
Speichern	Parameter mit Klick auf „Store Parameters“ speichern.	Die Motorsteuerung startet neu und speichert die angelernten Werte für AIN2_XC_Max und AIN2_XC_Min

Tabelle 22: Vorgehensweise zur Kalibration AIN2.

Weitere Einstellungen

Der Signaleingang kann mit folgenden Einstellungen zusätzlich konfiguriert werden:

Parameter für Analogeingang AIN2		
Parametername	Funktion	Wertebereich
AIN2_C_Safe_Off_Zone	Fügt einen virtuellen Leerweg am unteren Ende des Signal ein	0.01 .. 0.8
AIN2_C_Enable_Monitoring	Überwachung des Eingangs aktivieren. Bei Überschreitung/Unterschreitung der angelernten Min/Max Werte wird ein Fehler ausgelöst	0 = Überwachung nicht aktiv 1 = Überwachung aktiv
AIN2_C_F_Throttle_Max	Grenze für Überwachungsfunktion	0 .. 1
AIN2_C_F_Throttle_Min	Grenze für Überwachungsfunktion	0 .. 1
AIN2_F_Monitoring	Fehlerbit bei Überschreitung/Unterschreitung der angelernten Min/Max Werts	0 / 1
AIN2_C_Filter	PT1-Filter zur Signalglättung	0.001 = sehr starke Filterung 1 = keine Filterung
AIN2_C_Rate_Limit_Down	Begrenzung der Flankensteilheit beim Signalanstieg	-100000 .. 0 %/ 100s
AIN2_C_Rate_Limit_Up	Begrenzung der Flankensteilheit beim Signalabfall	0 .. 100000 %/ 100s
AIN2_C_s_Invert_Raw_Signal	Umkehr der Wirkrichtung des Eingangs. Nach der Umstellung muss eine erneute Kalibrierung durchgeführt werden.	0 = steigende Spannung erhöht den Signalwert 1 = sinkende Spannung erhöht den Signalwert

Tabelle 23: Parameter für Analogeingang AIN2

11.2.7 Kalibration des PWM-Eingangs (PWMI)

Um den PWM-Eingang zu kalibrieren gehen Sie wie folgt vor:

Vorgehensweise zur Kalibration des PWM Signaleingangs		
Schritt	Beschreibung	Prüfung
PWM-Signal anschließen	Steuersignal mit dem entsprechenden Connector mit der Steuerung verbinden	
Anlernvorgang starten	PWMI_C_Start_TeachIn auf 1 setzen.	Die bisherigen Min- / Max-Werte PWMI_XC_Max und PWMI_XC_Min werden gelöscht und durch die neuen Anlernwerte ersetzt.
PWM Signal erzeugen	PWM-Signal zwei Mal über den gesamten Arbeitsbereich betätigen. Dann für 1-2 Sekunden im oberen und unteren Endanschlag halten.	PWMI_Throttle zeigt bereits ab der zweiten Betätigung den kalibrierten Ansteuerwert zwischen 0 % und 100 %.
Speichern	Parameter mit Klick auf „Store Parameters“ speichern.	Die Motorsteuerung startet neu und speichert die angelernten Werte für AIN1_XC_Max und AIN1_XC_Min

Tabelle 24: Vorgehensweise zur Kalibration des PWM Signaleingangs.

Weitere Einstellungen

Der Signaleingang kann mit folgenden Einstellungen zusätzlich konfiguriert werden

Parameter für PWM-Eingang PWMI		
Parametername	Funktion	Wertebereich
PWMI_C_Safe_Off_Zone	Fügt einen virtuellen Leerweg am unteren Ende des Signal ein	0.01 .. 0.8
PWMI_C_Enable_Monitoring	Überwachung des Eingangs aktivieren. Bei Überschreitung/Unterschreitung der angelernten Min/Max Werte wird ein Fehler ausgelöst	0 = Überwachung nicht aktiv 1 = Überwachung aktiv
PWMI_C_F_Throttle_Max	Grenze für Überwachungsfunktion	0 .. 1
PWMI_C_F_Throttle_Min	Grenze für Überwachungsfunktion	0 .. 1
PWMI_F_Monitoring	Fehlerbit bei Überschreitung/Unterschreitung der angelernten Min/Max Werts	0 / 1
PWMI_C_Filter	PT1-Filter zur Signalglättung	0.001 = sehr starke Filterung 1 = keine Filterung
PWMI_C_Rate_Limit_Down	Begrenzung der Flankensteilheit beim Signalanstieg	-100000 .. 0 %/ 100s
PWMI_C_Rate_Limit_Up	Begrenzung der Flankensteilheit beim Signalabfall	0 .. 100000 %/ 100s
PWMI_C_s_Invert_Raw_Signal	Umkehr der Wirkrichtung des Eingangs. Nach der Umstellung muss eine erneute Kalibrierung durchgeführt werden.	0 = steigende Spannung erhöht den Signalwert 1 = sinkende Spannung erhöht den Signalwert

Tabelle 25: Parameter für PWM-Eingang PWMI.

11.2.8 Digitaleingang DIN1

Um den Digitaleingang zu nutzen gehen Sie wie folgt vor:

Vorgehensweise zur Kalibration DIN1		
Schritt	Beschreibung	Prüfung
Digital-Signal, z.B. Taster anschließen	Steuersignal mit dem entsprechenden Connector mit der Steuerung verbinden	
Öffnerkontakt / Schließkontakt bzw. Wirkrichtung festlegen	Für einen Öffnerkontakt muss DIN_C_DIN1_Logic_Level auf 1 gesetzt werden. Bei Schließkontakten bleibt der Wert auf 0	
Signal prüfen	Der Messwert DIN_DIN1_Signal zeigt den aktuellen Zustand des Signals	Bei Betätigung des Tasters muss der Messwert DIN_DIN1_Signal von 0 auf 1 wechseln
Speichern	Parameter mit Klick auf „Store Parameters“ speichern.	Die Motorsteuerung startet neu und speichert die eingestellten Werte

Tabelle 26: Vorgehensweise zur Kalibration DIN1.

11.2.9 Digitaleingang DIN2

Um den Digitaleingang zu nutzen gehen Sie wie folgt vor:

Vorgehensweise zur Kalibration DIN2		
Schritt	Beschreibung	Prüfung
Digital-Signal, z.B. Taster anschließen	Steuersignal mit dem entsprechenden Connector mit der Steuerung verbinden	
Öffnerkontakt / Schließkontakt bzw. Wirkrichtung festlegen	Für einen Öffnerkontakt muss DIN_C_DIN2_Logic_Level auf 1 gesetzt werden. Bei Schließkontakten bleibt der Wert auf 0	
Signal prüfen	Der Messwert DIN_DIN2_Signal zeigt den aktuellen Zustand des Signals	Bei Betätigung des Tasters muss der Messwert DIN_DIN2_Signal von 0 auf 1 wechseln
Speichern	Parameter mit Klick auf „Store Parameters“ speichern.	Die Motorsteuerung startet neu und speichert die eingestellten Werte

Tabelle 27: Vorgehensweise zur Kalibration DIN2.

11.2.10 CAN-Bus Ansteuerung

Informationen zur Ansteuerung über CAN-Bus finden Sie unter "CAN-Bus Kommunikation".

11.2.11 USB-Ansteuerung

Die Ansteuerung über die Enable-Tool Schnittstelle erfolgt über folgende Parameter:

Parameter zur Ansteuerung über USB		
Parametername	Funktion	Wertebereich
TRQ_DES_C_Test_Torque_Request	Drehmomentanforderung	-100 .. 100 %
TRQ_DES_C_Test_Reverse_Gear	Auswahl Rückwärtsgang	0 = Vorwärtsgang 1 = Rückwärtsgang

Tabelle 28: Parameter zur Ansteuerung über USB.

11.3 Fahrerwunschaufbereitung

11.3.1 Kombinationen von Gas, Bremse und Rückwärtsgang

Die Eingangssignale des Fahrers werden in der Fahrerwunschaufbereitung zu einem relativen Fahrerwunschdrehmoment kombiniert, messbar über TRQ_DES_Trq_Req_Rel.

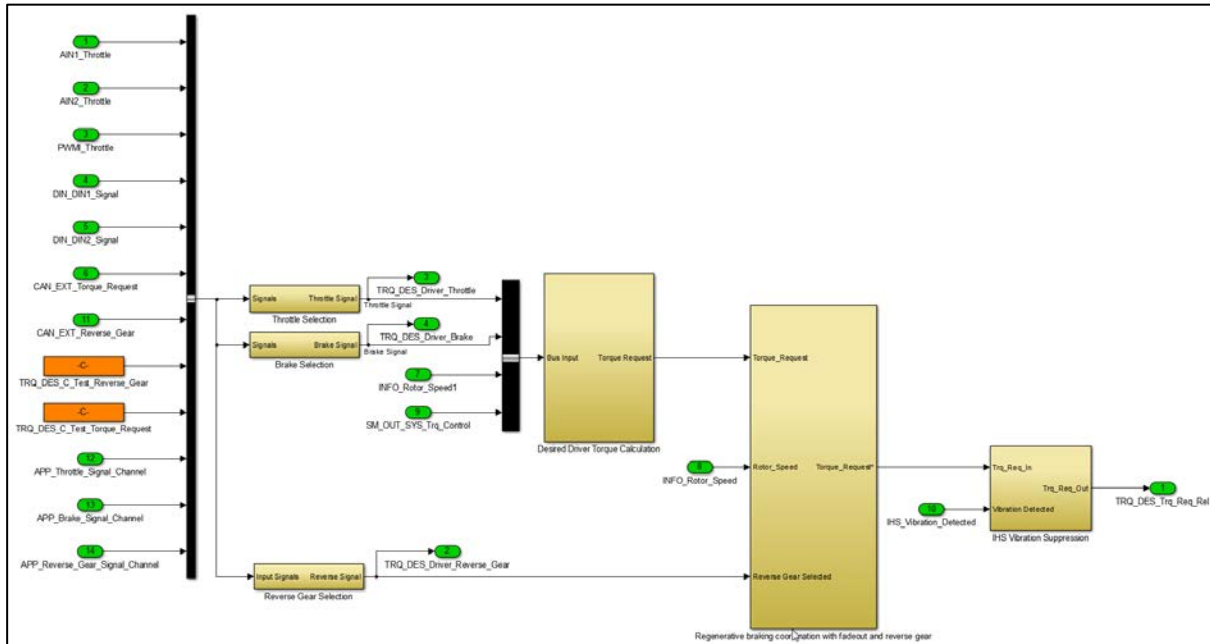


Abbildung 3: Funktionsmodell Fahrerwunschaufbereitung (TRQ_DES)

Ein Wert von 100% beschleunigt den Motor stark in Vorwärtsrichtung, bzw. bremst den Motor stark ab, wenn dieser sich gerade in Rückwärtsrichtung dreht. Ein Wert von -100% bremst den Motor stark ab, wenn dieser sich gerade in Vorwärtsrichtung dreht, oder beschleunigt den Motor stark in Rückwärtsrichtung, falls der Rückwärtsgang angewählt ist.

Bei der Kombination von Gas, Bremse und Rückwärtsgang gibt es nicht nur eine Vielzahl von Eingabekombinationen und unterschiedliche Reihenfolgen durch den Fahrer, sondern auch eine Reihe von Situationen in denen sich das Fahrzeug gerade befinden kann.

Die folgende Tabelle gibt Aufschluss über das Verhalten der Motorsteuerung im Betrieb

Fahrsituationen und Reaktion bei gleichzeitiger Betätigung von Gas- & Bremse						
Der Fahrer betätigt...			Das Fahrzeug...			Resultierendes Fahrverhalten
Bremse	Gas	Rückw. Gang	Bewegt sich vw.	Steht	Bewegt sich rw.	
Betätigt	-	egal	-	ja	-	Im Stillstand erzeugt das Bremssignal kein Drehmoment. Relative Drehmomentanforderung im Bereich: 0 %
Zuerst betätigt	Danach betätigt	egal	-	ja	-	Die Bremse wurde zuerst betätigt, danach das Gas. Das Fahrzeug fährt gegen die Bremse an (Anfahrhilfe am Berg). Relative Drehmomentanforderung: 0 % .. 100 %

Danach betätigt	Zuerst betätigt	egal	-	ja	-	Das Gas wurde zuerst betätigt, danach die Bremse. Die Bremse überstimmt das Gas und reduziert das Drehmoment auf 0 %. Relative Drehmomentanforderung: 0 %
betätigt	egal	egal	ja	-	ja	Bei Betätigung der Bremse erfolgt eine regenerative Bremsung, die zum Stillstand hin ausgeblendet wird. Sollte das Fahrzeug bis zum Stillstand abbremsen, muss zum erneuten Anfahren zunächst das Gas reduziert werden. Relative Drehmomentanforderung: 0 %
-	betätigt	-	-	ja	-	Das Fahrzeug beschleunigt aus dem Stillstand in Vorwärtsrichtung Relative Drehmomentanforderung: 0 .. 100 %
-	betätigt	betätigt	-	ja	-	Das Fahrzeug beschleunigt aus dem Stillstand in Rückwärtsrichtung. Relative Drehmomentanforderung: -100 .. 0 %
betätigt	-	-	-	-	ja	Das Fahrzeug bewegt sich gerade rückwärts, gleichzeitig wird der Vorwärtsgang angewählt. Die ist zum Beispiel typisch für das Anfahren am Berg. Die Bremse bremst das Fahrzeug ab. Relative Drehmomentanforderung: 0 .. 100 %
-	betätigt	-	-	-	ja	Das Fahrzeug bewegt sich gerade rückwärts, gleichzeitig wird der Vorwärtsgang angewählt. Die ist zum Beispiel typisch für das Anfahren am Berg. Die Wirkrichtung des Gassignals ist bereits auf die Vorwärtsrichtung eingestellt, d.h. das Fahrzeug bremst die Rückwärtsfahrt umso stärker ab, je mehr der Fahrer Gas gibt. Bei Erreichen des Stillstands beschleunigt das Fahrzeug vorwärts. Relative Drehmomentanforderung: 0 .. 100 %
betätigt	-	betätigt	ja	-	-	Das Fahrzeug bewegt sich gerade vorwärts während der Rückwärtsgang angewählt wird. Das Fahrzeug kann über die Bremse abgebremst werden. Relative Drehmomentanforderung: -100 .. 0 %
-	betätigt	betätigt	ja	-	-	Das Fahrzeug bewegt sich gerade vorwärts während der Rückwärtsgang angewählt wird. Die Wirkrichtung des Gassignals dreht sich um, d.h. das Fahrzeug bremst umso stärker ab, je mehr der Fahrer Gas gibt. Bei Erreichen des Stillstands beschleunigt das Fahrzeug in die neue Wunschrichtung rückwärts. Relative Drehmomentanforderung: -100 .. 0 %

Tabelle 29: Fahrsituationen und Reaktion bei gleichzeitiger Betätigung von Gas- & Bremse.

11.3.2 Anfahrhilfe am Berg

Die Motorsteuerung besitzt eine Anfahrhilfe zur Unterstützung des Anfahrvorgangs am Berg. An Gefällen besteht häufig die Problematik, dass eine Abfahrt in Vorwärtsrichtung erwünscht ist, dass jedoch bei Betätigung der mechanischen Bremse gleichzeitig auch der Bremskontakt betätigt wird, wodurch das

Beschleunigungssignal gekappt wird.

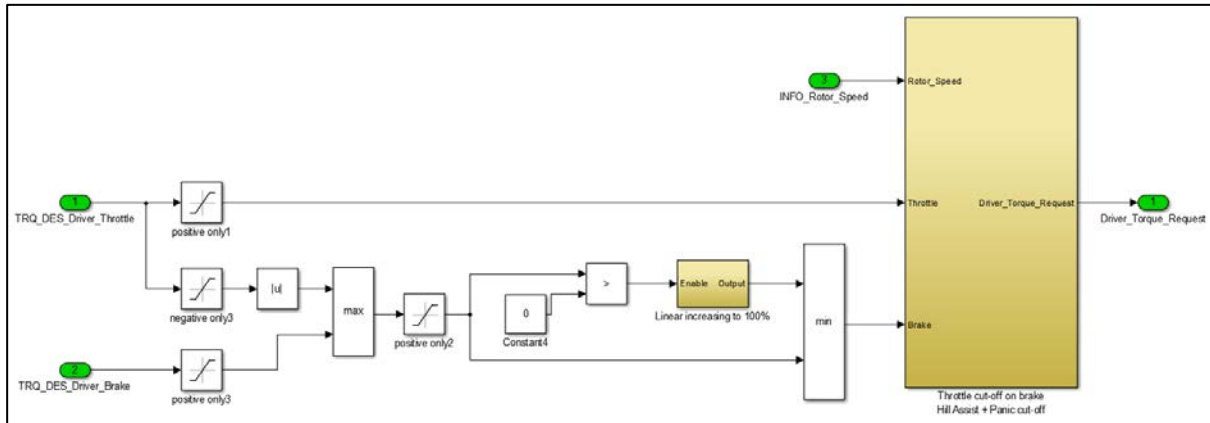


Abbildung 4: Funktionsmodell Gasgriff cut-off in der Fahrerwunschaufbereitung (TRQ_DES)

Mit der Anfahrhilfe wird im niedrigen Geschwindigkeitsbereich die gleichzeitige Nutzung von Gas und Bremse ermöglicht. Das Zurückrollen des Fahrzeugs kann gleichzeitig über die mechanische Bremse verhindert werden, während ein Drehmoment über den Motor erzeugt wird um das Fahrzeug in Vorwärtsrichtung zu bewegen. Beim Lösen der Bremse setzt sich das Fahrzeug in Bewegung ohne zurück zu rollen.

Diese Funktion wird bis zu einer einstellbaren Maximalgeschwindigkeit aufrecht erhalten, spätestens bei Erreichen der Geschwindigkeitsgrenze sollte die mechanische Bremse vollständig gelöst werden, ansonsten erfolgt eine elektrische Bremsung, notfalls bis zum Stillstand (Panikerkennung).

Weiterhin kann die maximale Zeit für die gleichzeitige Nutzung von Gas und Bremse eingeschränkt werden, um übermäßigen Verschleiß zu verhindern.

Parameter Anfahrhilfe		
Parametername	Funktion	Wertebereich
TRQ_DES_C_ThrottleBrakeComb_Cut_Time	Maximale Zeit in Millisekunden für die gleichzeitige Nutzung von Gas und Bremse	0 .. 100000
TRQ_DES_C_ThrottleBrakeComb_Max_Speed	Drehzahlgrenze für die gleichzeitige Nutzung von Gas und Bremse.	0 .. 2000 /s

Tabelle 30: Parameter Anfahrhilfe.

11.3.3 Ausblendfunktion für regenerative Bremsung

Mit der Ausblendfunktion wird das Bremsdrehmoment um den Stillstand herum reduziert. Mit der Drehzahl TRQ_DES_C_Brake_Torque_Fade_Out_Speed wird ein Geschwindigkeitsbereich um den Stillstand herum definiert, in dem das maximale Bremsdrehmoment auf 0 reduziert wird. Außerhalb dieses Bereich steigt das maximale Bremsdrehmoment dann über der Drehzahl an. Die Steilheit des Anstiegs kann mit TRQ_DES_C_Brake_Torque_Fade_Out_Gain festgelegt werden.

Parameter für die Ausblendung der Rekuperation nahe Stillstand		
Parametername	Funktion	Wertebereich
TRQ_DES_C_Reverse_Gear_Max_Torque	Drehmomentbegrenzung im Rückwärtsgang	0 .. 100 %

TRQ_DES_C_Brake_Torque_Fade_Out_Speed	Geschwindigkeitsbereich um den Stillstand herum, in dem das Bremsdrehmoment in beiden Fahrrichtungen auf null reduziert wird.	0 .. 2000 /s
TRQ_DES_C_Brake_Torque_Fade_Out_Gain	Festlegung der Steilheit mit der das maximale Bremsdrehmoment über der Drehzahl ansteigt.	0 .. 2000 /s

Tabelle 31: Parameter für die Ausblendung der Rekuperation nahe Stillstand.

Folgende Grafik zeigt die Beschränkung des maximalen relativen Bremsdrehmoments in Vorwärtsrichtung mit folgenden Einstellungen:

- TRQ_DES_C_Brake_Torque_Fade_Out_Gain = 50 %/s
- TRQ_DES_C_Brake_Torque_Fade_Out_Speed = 0.5/s

Der Fahrerbremswunsch wird auf den in der Grafik gezeigten Wert begrenzt.

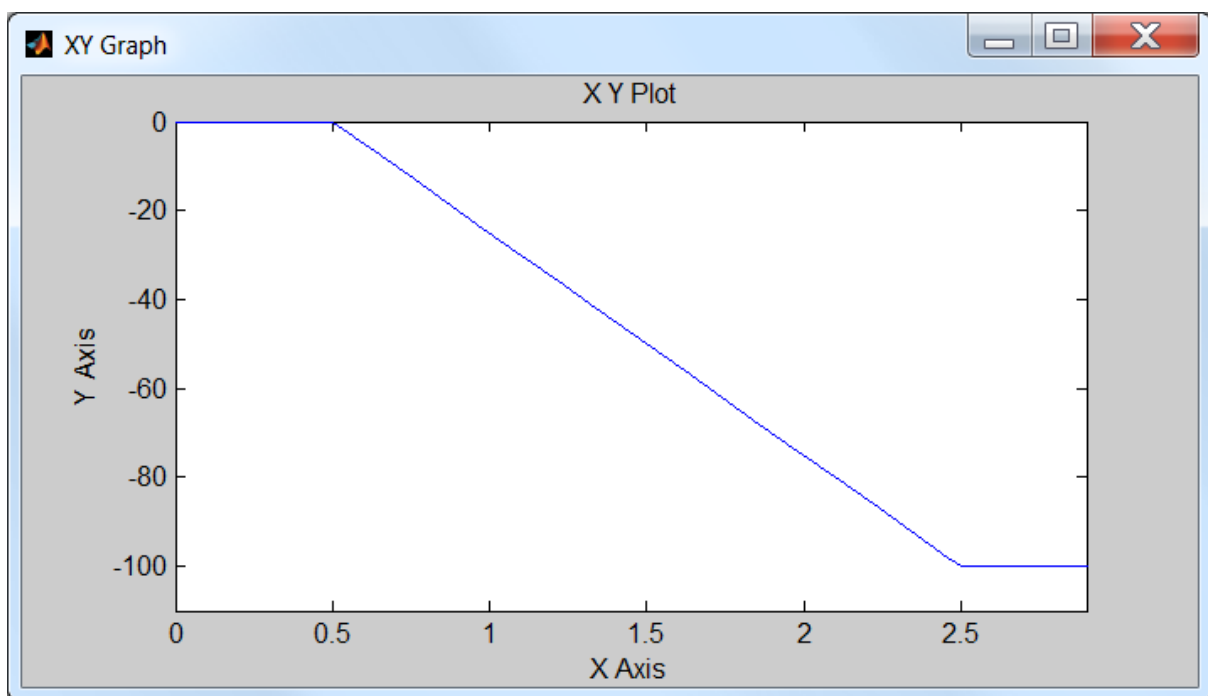


Abbildung 5: Fahrerbremswunsch.

11.3.4 Rückwärtsgang

Das Drehmoment im Rückwärtsgang kann mit folgenden Parametern angepasst werden:

Parameter für den Rückwärtsgang		
Parametername	Funktion	Wertebereich
TRQ_DES_C_Reverse_Gear_Max_Torque	Drehmomentbegrenzung im Rückwärtsgang	0 .. 100 %

Tabelle 32: Parameter für den Rückwärtsgang.

11.4 Drehmomentbegrenzung (Derating)

11.4.1 Grundfunktion

Im laufenden Betrieb ist es eher die Regel als die Ausnahme, dass die vom Fahrer angeforderten Beschleunigungswerte ständig durch die Drehmomentbegrenzung eingeschränkt werden.

Die Drehmomentbegrenzung ist ein Regler, der das relative Wunschdrehmoment herunterregelt (Derating), sobald eine Betriebsgrenze überschritten wird, oder im Begriff ist überschritten zu werden. Die im Fahrmodus eingestellten Betriebsgrenzen dienen dabei als Sollwert für die Drehmomentbegrenzung.

11.4.2 Derating Information

Die Motorsteuerung weißt den Anwender über die USB-Schnittstelle und den CAN-Bus über Derating-Bits darauf hin, dass das aktuelle Motordrehmoment auf Grund einer Betriebsgrenze reduziert wird. In folgender Tabelle finden Sie Informationen zu den Derating-Bits.

Übersicht Derating-Bits		
Derating-Bit	Beschreibung	Wertebereich
TRQ_LIM_Derating_Active	Allgemeine Info: Das Drehmoment wird aktuell eingeschränkt	0 / 1
TRQ_LIM_Derating_Max_Positive_Current	Einschränkung der Beschleunigungsleistung auf Grund des aktuellen AC- oder DC-Stromlimits. Einfluss auf dieses Bit haben folgende Parameter: APP_C_Ride_Mode_x_Max_DC_Current APP_C_Ride_Mode_xMax_Motor_Current CAN_BMS_Max_Discharge	0 / 1
TRQ_LIM_Derating_Max_Negative_Current	Einschränkung der Bremsleistung auf Grund des Batterieladestroms. Einfluss auf dieses Bit haben folgende Parameter: APP_C_Ride_Mode_x_Max_Regenerative_DC_Current APP_C_Ride_Mode_x_Max_Regenerative_Motor_Current CAN_BMS_Max_Charge	0 / 1
TRQ_LIM_Derating_DC_Link_Voltage_Min	Einschränkung der Beschleunigungsleistung auf Grund der unteren Batteriespannungsgrenze. Einfluss auf dieses Bit haben folgende Parameter: APP_C_Ride_Mode_x_Voltage_Limit_Low CAN_BMS_Min_Voltage CAN_BMS_Min_Voltage	0 / 1
TRQ_LIM_Derating_DC_Link_Voltage_Max	Einschränkung der Bremsleistung auf Grund der oberen Batteriespannungsgrenze. Einfluss auf dieses Bit haben folgende Parameter: APP_C_Ride_Mode_x_Max_Regenerative_DC_Current APP_C_Ride_Mode_x_Max_Regenerative_Motor_Current CAN_BMS_Max_Charge	0 / 1
TRQ_LIM_Derating_Rotor_Speed	Einschränkung der Beschleunigungsleistung durch das Drehzahllimit. Einfluss auf dieses Bit haben folgende Parameter: APP_C_Ride_Mode_x_Speed_Limit APP_C_Ride_Mode_x_Speed_Limit_Reverse	0 / 1

TRQ_LIM_Derating_Temp_FET	Einschränkung von Beschleunigungsleistung oder Bremsleistung durch hohe Leistungsteiltemperatur.	0 / 1
TRQ_LIM_Derating_Temp_MCU	Einschränkung von Beschleunigungsleistung oder Bremsleistung durch hohe Microcontrollertemperatur.	0 / 1
TRQ_LIM_Derating_Temp_Motor	Einschränkung von Beschleunigungsleistung oder Bremsleistung durch hohe Motortemperatur. Einfluss auf dieses Bit haben folgende Parameter: TRQ_LIM_C_Temp_MO_Max TRQ_LIM_C_Temp_MO_Min	0 / 1

Tabelle 33: Übersicht Derating-Bits.

11.4.3 Reglereinstellung

Drehzahlregelung

Mit folgenden Parametern kann der Drehzahlregler angepasst werden. Die Einstellung des Reglers erfordert Grundkenntnisse in Regelungstechnik. Zur Regelung der maximalen Drehzahl kann die Motorsteuerung wahlweise auch regenerativ bremsen.

Parameter zur Einstellung des Drehzahlreglers		
Parametername	Funktion	Wertebereich
TRQ_LIM_C_Rotor_Speed_Limit_Controller_P_Gain	P-Anteil	0..1000 %/s
TRQ_LIM_C_Rotor_Speed_Limit_Controller_I_Gain	I-Anteil	0..1000 %/s ²
TRQ_LIM_C_Rotor_Speed_Limit_Controller_D_Gain	D-Anteil	0..1000 %
TRQ_LIM_C_Rotor_Speed_Limit_Allow_Regenerative_Braking	Aktivierung der Gegenbremsung. Der Regler bekommt die Freigabe für negative Drehmomentanforderungen, kann also aktiv elektrisch bremsen	0 = Das Wunschkrehmoment wird nur bis auf 0 herunter geregelt. 1 = Das Wunschkrehmoment kann auch negativ werden.

Tabelle 34: Parameter zur Einstellung des Drehzahlreglers.

Hinweis: Eine Alternative zur aktiven Regelung des Drehzahllimits, ist die Reduktion des maximalen Motorstroms über der Drehzahl, sodass dem Fahrzeug bei Erreichen der gewünschten Endgeschwindigkeit der Motorstrom entzogen wird. Die Abregelung ist dadurch in der Regel sehr harmonisch verfügt jedoch nicht über die Fähigkeit zum Gegenbremsen. Siehe „q-Strom-Begrenzung in Abhängigkeit von der Drehzahl“.

Strombegrenzungsregler

Mit folgenden Parametern kann der Strombegrenzungsregler angepasst werden. Die Einstellung des Reglers erfordert Grundkenntnisse in Regelungstechnik.

Parameter zur Einstellung des Strombegrenzungsreglers		
Parametername	Funktion	Wertebereich
TRQ_LIM_C_Curr_Lim_Pos_Controller_P_Gain	P-Anteil des Strombegrenzungsregler für den positiven Strom (aus der Batterie)	0.. 1
TRQ_LIM_C_Curr_Lim_Pos_Controller_I_Gain	I-Anteil des Strombegrenzungsregler für den positiven Strom (aus der Batterie)	0.. 1
TRQ_LIM_C_Curr_Lim_Pos_Controller_D_Gain	D-Anteil des Strombegrenzungsregler für den positiven Strom (aus der Batterie)	0.. 1
TRQ_LIM_C_Curr_Lim_Neg_Controller_P_Gain	P-Anteil des Strombegrenzungsregler für den regenerativen Strom	0.. 1
TRQ_LIM_C_Curr_Lim_Neg_Controller_I_Gain	I-Anteil des Strombegrenzungsregler für den regenerativen Strom	0.. 1
TRQ_LIM_C_Curr_Lim_Neg_Controller_D_Gain	D-Anteil des Strombegrenzungsregler für den regenerativen Strom	0.. 1

Tabelle 35: Parameter zur Einstellung des Strombegrenzungsreglers.

11.4.4 q-Strom-Begrenzung in Abhängigkeit von der Drehzahl

Das relative Fahrerwunschmoment kann über die Iq-Max-Kennlinie auf einen drehzahlabhängigen q-Strom-Maximalwert begrenzt werden. Für jeden Fahrmodus steht eine separate Kennlinie mit je 10 Stützstellen zur Verfügung. Die Stützstellen auf der Achse der Tabelle können verändert werden, um den für den Antrieb relevanten Drehzahlbereich abzudecken. Achten Sie beim Ändern der Stützstellen darauf, dass die Werte der Achse streng monoton wachsend sind.

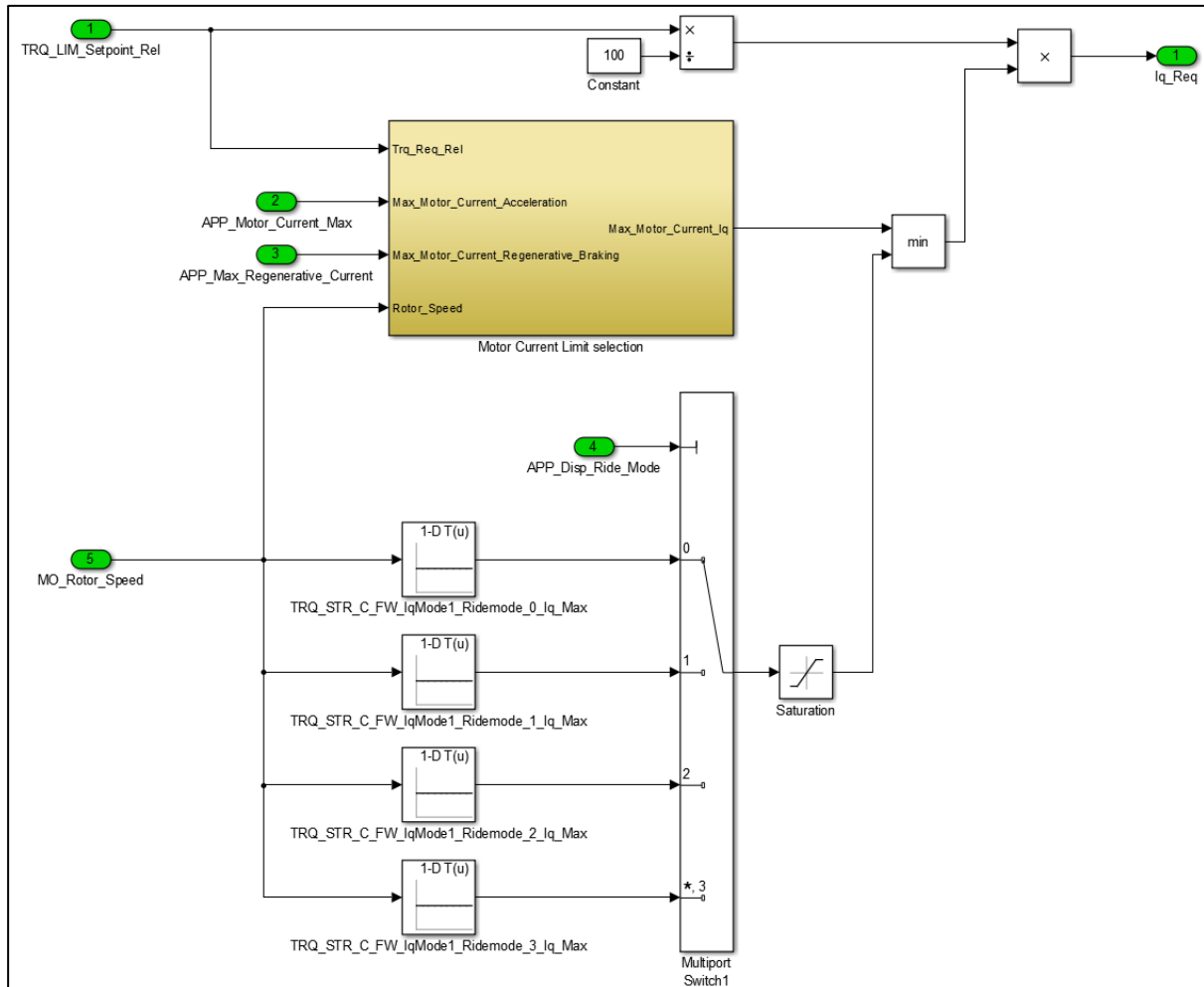


Abbildung 6: Funktionsmodell der q-Strom-Begrenzung in Abhängigkeit von der Drehzahl.

Parameterliste zur Einstellung eines max. Phasenstroms in Abhängigkeit von der Drehzahl		
Parametername	Beschreibung	Wertebereich
TRQ_STR_C_FW_IqMode1_Ridemode_0_Iq_Max_axis_PO.. P9	Achse für die mechanische Drehzahl (1/s). Die Achse ist für alle Tabellen gleich. Die Stützstellen müssen streng monoton steigend eingestellt werden. Falls die Stützstellen nicht korrekt festgelegt wurden, wird ein EEPROM-Fehler ausgelöst.	-2000 .. 2000 1/s
LUT_TRQ_STR_C_FW_IqMode1_Ridemode_0_Iq_Max_table_PO.. P9	q-Strom Maximalwerte für Ride-Mode 0	0 .. 1000 A
LUT_TRQ_STR_C_FW_IqMode1_Ridemode_1_Iq_Max_table_PO.. P9	q-Strom Maximalwerte für Ride-Mode 1	0 .. 1000 A

LUT_TRQ_STR_C_FW_IqMode1_Ridemode_2_Iq_Max_table_PO.. P9	q-Strom Maximalwerte für Ride-Mode 2	0 .. 1000 A
LUT_TRQ_STR_C_FW_IqMode1_Ridemode_3_Iq_Max_table_PO.. P9	q-Strom Maximalwerte für Ride-Mode 3	0 .. 1000 A

Tabelle 36: Parameterliste zur Einstellung eines max. Phasenstroms in Abhängigkeit von der Drehzahl.

In Abhängigkeit der Fahrtrichtung und des relativen Fahrerwunschs wird der über die Tabelle geforderte q-Strom Sollwert auf den im Fahrmodus eingestellten maximalen positiven Motorstrom bzw. den maximalen regenerativ bremsenden Motorstrom begrenzt.

Drehzahlbegrenzung

Über die Reduktion des maximalen Motorstroms in Anhängigkeit von der Drehzahl, kann bei Erreichen der gewünschten Endgeschwindigkeit der Motorstrom auf null reduziert werden. Die Abregelung ist dadurch sehr harmonisch verfügt jedoch nicht über die Fähigkeit zum Gegenbremsen. Siehe auch Kapitel „Drehzahlregelung“.

11.5 Regelung von d-Strom und q-Strom

Der feld-orientierte PI-Stromregler für d-Strom und q-Strom kann über u.s. Parameter eingestellt werden. Die Einstellung dieser Parameter setzt Kenntnisse in Regelungstechnik und Funktionsweise der feldorientierten Stromregelung voraus.

P-Anteil und I-Anteil können jeweils in drei definierbaren Drehzahlbereichen eingestellt werden. In den Werkseinstellungen sind beide Drehzahlschwellen Null, sodass immer die Parameter für hohe Drehzahl maßgeblich sind.

Parameter zur Festlegung der Drehzahlbereiche		
Parametername	Beschreibung	Wertebereich
	Für elektrische Drehzahlen kleiner als FOC_C_Id_Curr_Control_Speed_Thresh_Mid gelten die „Slow-Parameter“	
FOC_C_Id_Curr_Control_Speed_Thresh_Mid	Für elektrische Drehzahlen größer oder gleich FOC_C_Id_Curr_Control_Speed_Thresh_Mid gelten die „Mid-Parameter“	0 .. 2400 /s
FOC_C_Id_Curr_Control_Speed_Thresh_High	Für elektrische Drehzahlen größer oder gleich FOC_C_Id_Curr_Control_Speed_Thresh_High gelten die „High-Parameter“	0 .. 2400 /s

Tabelle 37: Parameter zur Festlegung der Drehzahlbereiche.

Parameter für die Stromregler		
Parametername	Beschreibung	Wertebereich
FOC_C_Id_Curr_Control_I	I-Anteil für Id-Regler bei hoher Drehzahl	0 .. 1 V/65µs
FOC_C_Id_Curr_Control_I_Mid	I-Anteil für Id-Regler bei mittlerer Drehzahl	0 .. 1 V/65µs

FOC_C_Id_Curr_Control_I_Slow	I-Anteil für Id-Regler bei niedriger Drehzahl	0 .. 1 V/65µs
FOC_C_Id_Curr_Control_P	P-Anteil für Id-Regler bei hoher Drehzahl	0 .. 1 V/65µs
FOC_C_Id_Curr_Control_P_Mid	P-Anteil für Id-Regler bei mittlerer Drehzahl	0 .. 1 V/65µs
FOC_C_Id_Curr_Control_P_Slow	P-Anteil für Id-Regler bei niedriger Drehzahl	0 .. 1 V/65µs
FOC_C_Iq_Curr_Control_I	I-Anteil für Iq-Regler bei hoher Drehzahl	0 .. 1 V/65µs
FOC_C_Iq_Curr_Control_I_Mid	I-Anteil für Iq-Regler bei mittlerer Drehzahl	0 .. 1 V/65µs
FOC_C_Iq_Curr_Control_I_Slow	I-Anteil für Iq-Regler bei niedriger Drehzahl	0 .. 1 V/65µs
FOC_C_Iq_Curr_Control_P	P-Anteil für Iq-Regler bei hoher Drehzahl	0 .. 1 V/65µs
FOC_C_Iq_Curr_Control_P_Mid	P-Anteil für Iq-Regler bei mittlerer Drehzahl	0 .. 1 V/65µs
FOC_C_Iq_Curr_Control_P_Slow	P-Anteil für Iq-Regler bei niedriger Drehzahl	0 .. 1 V/65µs

Tabelle 38: Parameter für die Stromregler.

Messwerte für die erzeugten Sollspannungen		
Parametername	Beschreibung	Wertebereich
FOC_OUT_Vsd	Sollspannung in d-Achse	-500 .. 500 V
FOC_OUT_Vsq	Sollspannung in q-Achse	-500 .. 500 V
FOC_OUT_Magnitude_Induction	Gesamtaussteuergrad als Vektoraddition	-1000 .. 1000 V

Tabelle 39: Messwerte für die erzeugten Sollspannungen.

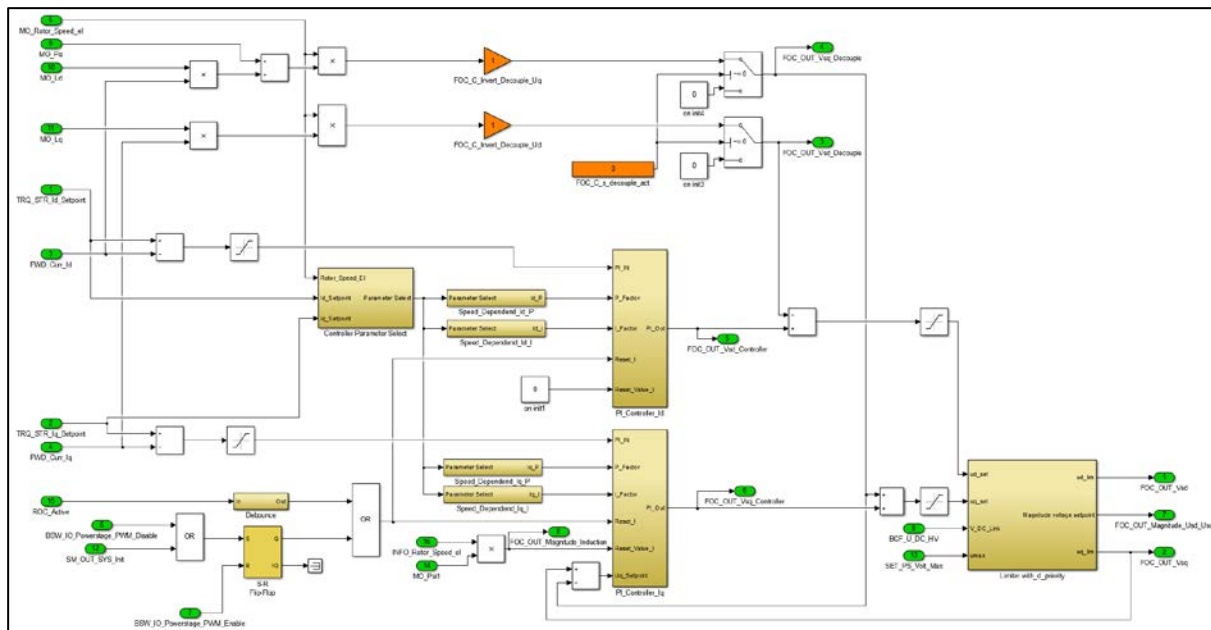


Abbildung 7: Funktionsmodell des feldorientierten Stromreglers

11.5.1 Entkopplungsnetzwerk

Zur Steigerung der Regelungsdynamik kann das Entkopplungsnetzwerk aktiviert werden. Achten Sie darauf, dass die Motorparameter vor der Aktivierung vollständig eingestellt sein müssen.

Parameter		
Parametername	Funktion	Wertebereich
FOC_C_s_decouple_act	Aktivierung des Entkopplungsnetzwerks	0..1

11.6 Fahrmoduseinstellungen (Ride-Modes)

Die Motorsteuerung bietet vier einstellbare Fahrmodi (Ride-Modes) welche auch während der Fahrt über die Smartphone-App, einen Taster oder CAN-Bus umgeschaltet werden können. Über die Fahrmodi wird das Fahrverhalten des Fahrzeugs geprägt und auf Ihre Anwendung angepasst indem die Systemgrenzen (Strom, Spannung, Drehzahl, Eingangssignale) festgelegt werden.

11.6.1 Aktuelle Systemgrenzen

Die im Betrieb geltenden Systemgrenzen setzen sich aus den Fahrmodus-abhängigen Einstellungen sowie den Boost-Einstellungen zusammen (Siehe „Boostfunktion“). Um zu überprüfen, welche Systemgrenzen gerade gelten, können Sie die Messwerte aus u.s. Tabelle einsehen.

Hinweis: Nach dem Rücksetzen auf Werkeinstellungen, startet die Motorsteuerung automatisch im Fahrmodus 2. Sie sollten mit der Einstellung der Parameter des Fahrmodus 2 beginnen um die Auswirkungen Ihrer Einstellungen auf die unten stehenden Messwerte zu sehen.

Messwerte aktuelle Systemgrenzen		
Parametername	Funktion	Wertebereich
APP_Displ_Ride_Mode	Aktuell ausgewählter Ride-Mode	0 .. 3
APP_Throttle_Signal_Channel	Ausgewähltes Steuersignal zum Beschleunigen	1 .. 5
APP_Brake_Signal_Channel	Ausgewähltes Steuersignal zum Bremsen	1 .. 7
APP_Reverse_Gear_Signal_Channel	Ausgewähltes Steuersignal zur Auswahl des Rückwärtsgangs	1 .. 4
APP_DC_Current_Max	Aktuelle Grenze für den Entladestrom (aus der Batterie)	0 .. 500 A
APP_Regenerative_DC_Current_Max	Aktuelle Grenze für den Ladestrom (in die Batterie)	-500 .. 0 A
APP_Motor_Current_Max	Aktuelle Grenze für den Motorstrom (d-Strom + q-Strom)	0 .. 500 A
APP_Max_Regenerative_Motor_Current	Aktuelle Grenze für den Motorstrom beim Rekuperieren (d-Strom + q-Strom)	0 .. 500 A
APP_Flux_Weakening_Current_Max	Aktuelle Grenze für den d-Strom (Feldschwächung)	-100 .. 0 A
APP_DC_Voltage_Limit_High	Aktuelle Grenze für Ladeschlussspannung	0 .. 500 V
APP_DC_Voltage_Limit_Low	Aktuelle Grenze für Entladeschlussspannung	0 .. 500 V
APP_P_EL_Max	Aktuelle Grenze für die elektrische Leistung	0 .. 100000 W
APP_Speed_Limit	Aktuelle Grenze für die Motordrehzahl in Vorwärtsrichtung	0 .. 2400 /s
APP_Reverse_Gear_Speed_Limit	Aktuelle Grenze für die Motordrehzahl in Rückwärtsrichtung	0 .. 2400 /s

Tabelle 40: Messwerte aktuelle Systemgrenzen.

11.6.2 Parameter eines Fahrmodus

Folgende Einstellungen können für jeden Fahrmodus separat vorgenommen werden. Die Parameter sind für jeden Fahrmodus separat vorhanden, stellvertretend werden hier die Parameter für den Fahrmodus 2 beschrieben, da dieser nach Reset auf Werkereinstellungen automatisch angewählt wird.

Fahrmodusabhängige Parameter		
Parametername	Funktion	Wertebereich
APP_C_Ride_Mode_2_Throttle_Signal_Channel	Auswahl Eingang für „Beschleunigungssignal“ (z.B. Gasgriff / Fahrpedal). 1 = AIN1 2 = AIN2 3 = PWM@DIN2 4 = CAN-Bus 5 = USB	1 .. 5 5 (default)
APP_C_Ride_Mode_2_Brake_Signal_Channel	Auswahl Eingang für „Bremssignal“. 1 = AIN1 2 = AIN2 3 = PWM@DIN2 4 = CAN-Bus 5 = USB 6 = DIN1 7 = DIN2	1 .. 7 5 (default)
APP_C_Ride_Mode_2_Reverse_Gear_Signal_Channel	Auswahl Eingang für „Rückwärtsgangsignal“. 1 = DIN1 2 = DIN2 3 = CAN-Bus 4 = USB	1 .. 4 4 (default)
APP_C_Ride_Mode_2_Max_DC_Current	Begrenzung des maximalen Batteriestroms (DC) und damit der elektrischen Beschleunigungsleistung.	0 .. 500 A 10 A (default)
APP_C_Ride_Mode_2_Max_Regenerative_DC_Current	Begrenzung des maximalen Rekuperationsstroms (DC) und damit der elektrischen Bremsleistung bzw. Ladeleistung.	-500 .. 0 A -10 A (default)
APP_C_Ride_Mode_2_Max_Motor_Current	Begrenzung des maximalen Motorstroms (Phasenstrom) (AC) und damit des Drehmoments beim Beschleunigen.	0 .. 500 A 25 A (default)
APP_C_Ride_Mode_2_Max_Regenerative_Motor_Current	Begrenzung des maximalen Motorstroms (Phasenstrom) (AC) beim Rekuperationsbremsen und damit des Drehmoments beim Bremsen.	0 .. 500 A 25 A (default)
APP_C_Ride_Mode_2_Max_Flux_Weakening_Current	Begrenzung des maximalen feldschwächenden Stroms (AC) und damit der möglichen Überdrehzahl.	-150 .. 0 A -5 A (default)
APP_C_Ride_Mode_2_Max_Power_EI	Begrenzung der maximalen elektrischen Leistung (Produkt aus U* <i>I</i>).	0 .. 10000 W 10000 W (default)

APP_C_Ride_Mode_2_Speed_Limit	Begrenzung der maximalen Motordrehzahl und damit der Fahrzeuggeschwindigkeit in Vorwärtsrichtung.	0 .. 2000 /s 2000 /s (default)
APP_C_Ride_Mode_2_Speed_Limit_Reverse	Begrenzung der maximalen Motordrehzahl und damit der Fahrzeuggeschwindigkeit in Rückwärtsrichtung.	0 .. 2000 /s 2000 /s (default)
APP_C_Ride_Mode_2_Voltage_Limit_High	Obere Ladespannungsgrenze zur Begrenzung des Rekuperationsstroms bei voller Batterie.	14 .. 500 V 60 V (default)
APP_C_Ride_Mode_2_Voltage_Limit_Low	Untere Entladespannungsgrenze zur Begrenzung der Beschleunigungsleistung bei leerer Batterie.	10 .. 500 V 12 V (default)

Tabelle 4 1: Fahrmodusabhängige Parameter.

11.6.3 Standard-Fahrmodus festlegen

Der Standard-Fahrmodus legt fest, welcher Fahrmodus nach dem Start der Motorsteuerung oder nach einem Reset ausgewählt ist.

Parameter für Standard-Fahrmodus		
Parametername	Funktion	Wertebereich
APP_C_Default_Ride_Mode	Standard-Fahrmodus. Der Standard-Fahrmodus kann wie folgt festgelegt werden: 0 = Ride-Mode 0 1 = Ride-Mode 1 2 = Ride-Mode 2 (default) 3 = Ride-Mode 3	0 .. 3 2 (default)
APP_C_Ride_Mode_Restore_Mode	Fahrmodus beim Aufstarten. Beim Aufstarten der Motorsteuerung oder nach einem Reset (z.B. Zündung an) befindet sich die Steuerung im Standard-Fahrmodus oder kann automatisch in einen anderen Fahrmodus wechseln, je nach Einstellung: 0 = Start im Standard-Fahrmodus (APP_C_Default_Ride_Mode) 1 = Der zuletzt verwendete Ride-Mode wird ausgewählt 2 = Start im Standard-Fahrmodus. Jedoch bei Aktivierung der Smartphone Connectivity-Verbindung wird in den zuletzt gewählten Ride-Mode gewechselt. Dies funktioniert allerdings nur, solange kein Secure_Access_Mode eingestellt ist oder sobald das Passwort korrekt eingegeben wurde. Siehe „Smartphone Connectivity-Verbindung mit Passwort schützen“.	0 .. 2 0 (default)

Tabelle 4 2: Parameter für Standard-Fahrmodus.

11.6.4 Fahrmodus umschalten

Die Fahrmodi können entweder über die Smartphone-App (Smartphone Connectivity), über Schalter (DIN1/DIN2) oder über den CAN-Bus umgestellt werden. Die Umschaltung kann jederzeit vorgenommen werden, auch während der Motor dreht. Bestimmte Parameter werden möglicherweise verzögert umgestellt, wenn dies für den sicheren Betrieb des Antriebs notwendig ist.

Via Smartphone-App

Falls Sie den Fahrmodus über die Smartphone-App umstellen wollen, müssen Sie zuerst die App installieren. Siehe „Smartphone-App“. Danach sind alle Fahrmodi in die App unter Settings / Drive Mode Settings auswählbar.

Via Taster oder Schalter

Stellen Sie gemäß Anschlussplan die Verbindung zwischen dem Taster oder Schalter und der Motorsteuerung her. Verwenden Sie dazu die Steuersignaleingänge DIN1 oder DIN2. Anschlussplan Siehe „Eingangssignale“.

Via CAN-Bus

Die Spezifikation des entsprechenden CAN-Bus Signals "MC_Ride_Mode" finden Sie im Kapitel "Empfangene Botschaften".

11.6.5 Smartphone Connectivity-Verbindung mit Passwort schützen

Sie haben die Möglichkeit die Smartphone Connectivity-Verbindung und die Umschaltung des Fahrmodus durch ein Passwort schützen. Falls aktiviert, wird die Smartphone-App zunächst zur Eingabe eines Passworts auffordern, bevor der Fahrmodus umgeschaltet werden kann. Das Passwort wird nur einmal pro Zündungszyklus angefordert, d.h. nach einem kurzen Verlust der Verbindung muss das Passwort nicht erneut eingegeben werden.

Einstellungen zur Smartphone-Verbindung		
Parametername	Funktion	Wertebereich
BLE_C_Secure_Access_Mode	Der Zugriff auf die Fahrmodusumschaltung in der Smartphone-App kann durch ein Passwort gesperrt werden. Dazu gibt es drei Modi: 0 = kein Passwort (default) 1 = Standard-Passwort (wird erstellt aus den letzten 4 Ziffern der Seriennummer der Motorsteuerung +1) 2 = persönliches Passwort (Zahl mit max. 9 Ziffern)	0 .. 2 0 (default)
BLE_Default_Secure_Access_Passcode	Dieser Messwert zeigt Ihnen das Standard-Passwort.	6-stellige Zahl (die letzten 6 Ziffern der Seriennummer der Motorsteuerung +1)

BLE_C_Personalized_Secure_Access_Passcode	Hier können Sie das persönliche Passwort festlegen.	Zahl mit max. 9 Ziffern 911 (default)
---	---	--

Tabelle 43: Einstellungen zur Smartphone-Verbindung.

11.6.6 Boostfunktion

Über die Boostfunktion können DC-Strom (Leistung), Drehmoment, Feldschwächung und die Endgeschwindigkeit zeitlich begrenzt erhöht werden. Die Boostfunktion erhöht die Systemgrenzen des jeweiligen Fahrmodus um einen zusätzlichen, einstellbaren Betrag. Die erweiterten Systemgrenzen gelten nur, wenn die Boostfunktion über einen externen Eingang (oder dauerhaft) angefordert wird und wenn der Boostspeicher ausreichend gefüllt ist.

Erweiterte Systemgrenzen

Die Parameter für die Boostfunktion erweitern die aktuellen Systemgrenzen. Jeder Fahrmodus bietet die folgenden Boost-Parameter zur Erweiterung der aktuellen Systemgrenzen. Beispielhaft werden hier die Boost-Parameter für den Ride-Mode 2 beschrieben.

Parameter für erweiterte Boostgrenzen		
Parametername	Funktion	Wertebereich
APP_C_Ride_Mode_2_Boost_DC_Current	Erhöhung des Batteriestroms für höhere elektrische Leistung	0 .. 1000 A
APP_C_Ride_Mode_2_Boost_Flux_Weakening_Current	Erhöhung des feldschwächenden Stroms zur Erreichung höherer Drehzahlen bzw. mehr Leistung im hohen Drehzahlbereich(AC)	-100 .. 0 A
APP_C_Ride_Mode_2_Boost_Motor_Current	Erhöhung des Motorphasenstroms beim Beschleunigen für mehr Drehmoment.	0 .. 1000 A
APP_C_Ride_Mode_2_Boost_Speed_Limit	Erhöhung der Motordrehzahl und damit der Fahrzeuggeschwindigkeit	0 .. 2400 /s

Tabelle 44: Parameter für erweiterte Boostgrenzen.

Die aktiven Systemgrenzen ergeben sich also aus der Summe der Fahrmodus-abhängigen Systemgrenzen und den erweiterten Boostgrenzen. Siehe „Aktuelle Systemgrenzen“.

Boostspeicher

Die erweiterten Boostgrenzen werden nur aktiv sofern der Boostspeicher ausreichend geladen ist, d.h. der Boostspeicher muss eine bestimmte Menge an Ladung enthalten welche bei der nächsten Vollastbeschleunigung wieder entladen werden kann. Die Einheit des Boostspeichers ist Ampere-Sekunden (As).

Status der Boostfunktion		
Parametername	Funktion	Wert
APP_Disp_Boost_Avail_As	Boostspeicher	Ampere-Sekunden

APP_Disp_Boost_Avail_Rel	Boostspeicher relativ zur Obergrenze	0 .. 100 %
APP_Disp_Boost_Info	Zeigt des Status der Boostfunktion	1 = Boost function available 2 = Boost charge ready to use 4 = Boost fully charged 8 = Extended boost limits activated 16 = Boost charge was canceled 32 = Cool down after boost 64 = Collecting boost charge 128 = Depleting boost charge 256 = Boost depleted

Tabelle 45: Status der Boostfunktion.

Aufladung des Boostspeichers

Bei der Aktivierung der Stromregelung kann der Boostspeicher mit einem Startwert aufgeladen werden, sodass von Anfang an die erweiterten Systemgrenzen genutzt werden können. Die Im laufenden Betrieb erfolgt die Aufladung des Boostspeichers wahlweise durch Ansammlung von Rekuperationsenergie oder kontinuierlich über die Zeit hinweg.

Ein negativer DC-Strom (Ladestrom) wird mit der Laderate (APP_C_Boost_Regen_Charge_Ratio) multipliziert und aufsummiert.

- Beispiel 1 – Laderate 1:
Ein Fahrer bremst für 4 Sekunden und erzeugt einen Ladestrom von -15 A. Der Boostspeicher wird bei dieser Bremsung auf 60As geladen.
- Beispiel 2 – Laderate 100:
Ein Fahrer bremst für 4 Sekunden und erzeugt einen Ladestrom von -15 A. Der Boostspeicher wird bei dieser Bremsung auf 6000 As geladen. Die Aufladung erfolgt relativ stark. Mit dieser Einstellung kann der Boostspeicher selbst bei kürzesten Bremsungen stark aufgeladen werden.
- Beispiel 3 – Laderate 0.25:
Ein Fahrer bremst für 4 Sekunden und erzeugt einen Ladestrom von -15 A. Der Boostspeicher wird bei dieser Bremsung auf 15 As geladen. Die Aufladung erfolgt relativ schwach. Mit dieser Einstellung kann erreicht werden, dass der Boost z.B. nur bei jeder dritten Bremsung aus 45 km/h ausreichend geladen wird.

Eine konstante Laderate für den Boost kann über APP_C_Boost_Charge_Over_Time eingestellt werden.

Parameter der Boostfunktion zum Laden und Aktivieren		
Parametername	Funktion	Wertebereich
APP_C_Boost_Max_Charge	Maximale Obergrenze für die Aufladung des Boostspeichers	0 .. 4000000000 As
APP_C_Boost_Initial_Boost	Startwert für den Boostspeicher nach Zündungsein (Nach dem Start der Software durch Spannungsversorgung)	0 .. 4000000000 As
APP_C_Boost_Regen_Charge_Curr_Min	Mindest-Rekuperationsstrom zum Aufladen des Boostspeichers	-1000 .. 0 A
APP_C_Boost_Regen_Charge_Ratio	Laderate	0 .. 1000000 A

APP_C_Boost_Entry_Motor_Current	Ein Motorstrom oberhalb dieses Grenzwerts entlädt den Boostspeicher	0 .. 500 A
APP_C_Boost_Activation_Min_Available_Rel	Relative Mindestmenge an Boost im Boostspeicher um die erweiterten Boostgrenzen freizuschalten	0 .. 100 %

Tabelle 46: Parameter der Boostfunktion zum Laden und Aktivieren.

Cooldown-Funktion

Die Boostfunktion kann nach einer vollständigen Entleerung des Boostspeichers für eine bestimmte Zeit gesperrt werden. Das kann helfen, um den Motor vor Überhitzung zu schützen.

Cooldown-Parameter der Boostfunktion		
Parametername	Funktion	Wertebereich
APP_C_Boost_Cool_Down_Threshold	Cooldown-phase nachdem der Boost vollständig aufgebraucht wurde	1000 .. 4000000000 ms

Tabelle 47: Cooldown-Parameter der Boostfunktion.

Achtung: Die Schutzfunktion bietet keinen garantierten Schutz vor Überhitzung. Beispielsweise kann ein bereits heiß gefahrener Motor durch einen Zündungswechsel erneut mit Boost belastet werden, sofern ein Startwert für den Boostspeicher definiert wurde. Weiterhin kann die Cooldown-Phase durch den Fahrer „vermieden“ werden, wenn der Fahrer den Boost nicht vollständig leert.

Manueller Boost

Die erweiterten Systemgrenzen werden in den Werkseinstellungen automatisch aktiviert, jedoch können die erweiterten Systemgrenzen auch manuell aktiviert werden.

Manuelle Aktivierung der Boostfunktion		
Parametername	Funktion	Wertebereich
APP_C_Boost_Input_Select	Die Aktivierung der erweiterten Boostgrenzen kann durch verschiedene Eingänge angesteuert werden	0 = Boostgrenzen via Trq_Req_Raw (Drehmomentanforderung) 1 = via SP1 2 = via SP2 3 = via CAN

Tabelle 48: Manuelle Aktivierung der Boostfunktion.

11.7 Anzeigefunktionen

Im folgenden Abschnitt werden Einstellungen beschrieben, die für die Anzeige in der Smartphone-App und für den Versand von Signalen auf dem CAN-Bus benötigt werden.

11.7.1 Fahrzeuggeschwindigkeit

Zur Berechnung der Fahrzeuggeschwindigkeit wird die mechanische Motordrehzahl mit dem eingestellten Radumfang multipliziert.

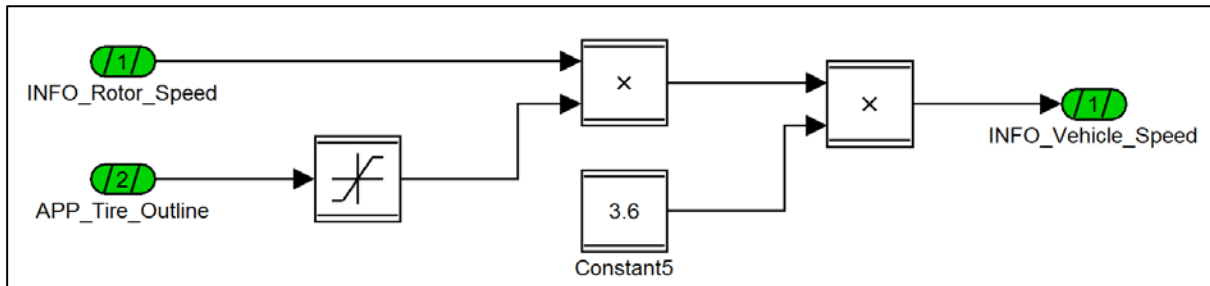


Abbildung 8: Funktionsmodell zur Berechnung der Fahrzeuggeschwindigkeit.

Messwerte der Fahrzeuggeschwindigkeitsanzeige		
Messwert	Beschreibung	Wert
INFO_Rotor_Speed	Mechanische Drehzahl	In Umdrehungen pro Sekunde
APP_Tire_Outline	Reifenumfang, bzw. zurückgelegte Fahrstrecke pro mechanischer Umdrehung	In Metern
INFO_Vehicle_Speed	Messwert zur Anzeige der Geschwindigkeit	In Kilometern pro Stunde

Tabelle 49: Messwerte zur Überprüfung der Fahrzeuggeschwindigkeitsanzeige.

Für die korrekte Berechnung der Fahrzeuggeschwindigkeit muss der Radumfang mittels folgendem Parameter angegeben werden.

Parameter der Fahrzeuggeschwindigkeitsanzeige		
Parameter	Beschreibung	Wert
APP_C_Tire_Outline	Einstellung des Radumfangs	In Metern

Tabelle 50: Parameter zur Einstellung der Fahrzeuggeschwindigkeitsanzeige.

11.7.2 Ladezustand / State of Charge (SOC)

Die Motorsteuerung benötigt zur Berechnung der Restreichweite und für die Anzeige in der Smartphone-App die Information über den aktuellen SOC der Batterie. Typischer Weise empfängt die Motorsteuerung diese Informationen über den CAN-Bus. Falls Sie eine Batterie ohne CAN-Bus verwenden, kann die Motorsteuerung den SOC über gemessene Batteriespannung schätzen.

Die Umschaltung zwischen CAN-Bus und interner Schätzung erfolgt automatisch. Sofern der SOC nicht über den CAN-Bus empfangen wird, findet automatisch die interne Schätzung statt.

Messwerte zum Ladezustand (SOC)		
Messwert	Beschreibung	Wert
SOC_State_of_Charge	Aktueller SOC-Schätzwert	In Prozent
SOC_Remaining_Wh	Verbleibende Energie	In Wattstunden
SOC_Remaining_Capacity	Verbleibende Kapazität	In Milliamperestunden

Tabelle 51: Messwerte zum Ladezustand (SOC).

Folgende Parameter dienen zur Einstellung der SOC-Schätzung:

Parameter zur Schätzung des Ladezustands (SOC)		
Parameter	Beschreibung	Wertebereich
SOC_C_Battery_Num_Serial_Cells	Anzahl der seriellen Zellen im Zellverbund der Batterie.	1 .. 120 14 (default)
SOC_C_Battery_Capacity_Ah	Nominale Kapazität des gesamten Batteriepacks.	0 .. 100000 Ah 10 Ah (default)

Tabelle 52: Parameter zur Schätzung des Ladezustands (SOC).

Zellspannung-SOC-Kennlinie

Die Schätzung des SOC basiert auf einer Zellspannung-SOC-Kennlinie. Sie können die werkseitig implementierte Kennlinie (Samsung INR 18650 29E) bei Bedarf auf die verwendete Zellchemie anpassen, um die Genauigkeit der Schätzung zu erhöhen.

Parameter der Zellspannung-SOC-Kennlinie		
Parameter	Beschreibung	Wertebereich
LUT_SOC_C_Cellvoltage_to_SOC_Lut_axis_P0 LUT_SOC_C_Cellvoltage_to_SOC_Lut_axis_P20	Achse der Lookup-Tabelle von minimaler Zellspannung bis maximale Zellerspannung	0 .. 5 V
LUT_SOC_C_Cellvoltage_to_SOC_Lut_table_P0 LUT_SOC_C_Cellvoltage_to_SOC_Lut_table_P20	Werte der Lookup-Tabelle von 0% SOC bis 100% SOC.	0 .. 100 %

Tabelle 53: Parameter der Zellspannung-SOC-Kennlinie.

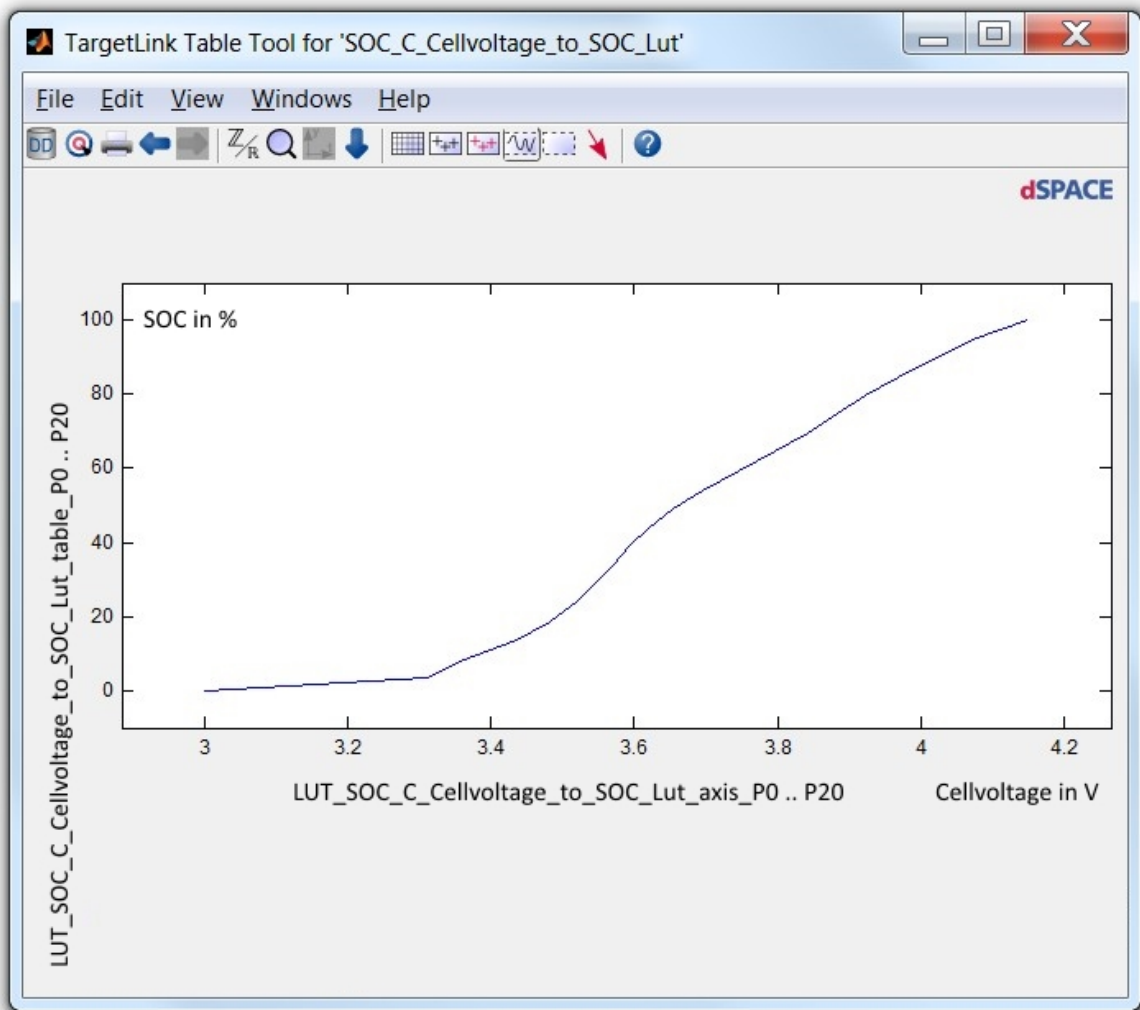


Abbildung 9: Zellspannung-SOC-Kennlinie.

Achtung: Die Werte der Achse müssen streng monoton wachsend sein. Nutzen Sie alle Stützstellen auf der Achse und verteilen Sie die Zellspannung nur im Bereich von 0% SOC bis 100% SOC. Wenn Sie nicht genügend Messwerte haben, rechnen Sie selbst Zwischenwerte aus. Bei fehlerhaften Einstellungen gibt die Steuerung einen EEPROM-Fehler im Errorhandler aus. Setzen Sie die Steuerung auf die Werkseinstellungen zurück, um ein Beispiel für eine korrekte Einstellung der Tabelle zu erhalten.

11.7.3 Restreichweite

Die Motorsteuerung verfügt über eine Funktion zur Berechnung der Restreichweite eines Fahrzeugs auf Basis des vergangenen und des momentanen Energieverbrauchs. Als Berechnungsgrundlage dient die aktuell zur Verfügung stehende Energie im Speicher.

Anzeige der berechneten Restreichweite		
Messwert	Beschreibung	Wert
INFO_Remaining_Distance	Restreichweite. Wird über CAN-Bus zur Anzeige im Display und über Smartphone Connectivity zur Anzeige in der Smartphone-App verwendet.	In Kilometern

Tabelle 54: Anzeige der berechneten Restreichweite.

Die Einstellungen der Restreichweitenberechnung erfolgt nachdem Sie alle anderen Einstellungen Ihres Fahrzeugs bereits fertig eingestellt haben, da jede Änderung an Leistung, Drehmoment und Rekuperation den Verbrauch des Fahrzeugs beeinflusst.

Die Einstellungen sollen in folgender Reihenfolge stattfinden:

- Setzen Sie den Energiezähler für die Verbrauchsmessung zurück
- Fahren Sie in jedem Fahrmodus möglichst viele repräsentative Kilometer. D.h. Ihre Teststrecke sollte für die spätere Kundennahe Nutzung repräsentativ sein.
- Vorschlag: Suchen Sie sich eine Normrunde mit 50% Stadtfahrt, 30% über Land, 10% bergauf, 10% bergab. Fahren Sie diese Runde wiederholt in jedem Fahrmodus, für mindestens eine vollständige Akkuladung pro Fahrmodus. So erhalten Sie aussagekräftige Verbrauchswerte.
- Tragen Sie den gemessenen Durchschnittsverbrauch als Standardverbrauch je Fahrmodus fest.
- Die Restreichweite wird nun auf Basis Ihres ermittelten typischen Durchschnittsverbrauchs sowie dem gemessenen Verbrauch berechnet.

Parameter und Messwerte zum Einstellen der Restreichweitenberechnung		
Parameter	Beschreibung	Wertebereich
INFO_C_Reset_Consumption	Mit diesem Parameter kann die Rücksetzung des Energiezählers angefordert werden. Der Energiezähler kann außerdem über das Smartphone zurückgesetzt werden. Dazu muss man für ca. 5 Sekunden immer wieder auf den Button „Reset“ tippen (10x tippen innerhalb von 5 Sek.)	0 / 1
INFO_M_Meas_Consumption_Ride_Mode_0	Dieser Messwert zeigt den tatsächlich gemessenen Verbrauch in Wattstunden pro Kilometer (Wh/km) im Fahrmodus 0 an	In Wattstunden pro Kilometer
INFO_M_Meas_Consumption_Ride_Mode_1	Dieser Messwert zeigt den tatsächlich gemessenen Verbrauch in Wattstunden pro Kilometer (Wh/km) im Fahrmodus 1 an	In Wattstunden pro Kilometer
INFO_M_Meas_Consumption_Ride_Mode_2	Dieser Messwert zeigt den tatsächlich gemessenen Verbrauch in Wattstunden pro Kilometer (Wh/km) im Fahrmodus 2 an	In Wattstunden pro Kilometer
INFO_M_Meas_Consumption_Ride_Mode_3	Dieser Messwert zeigt den tatsächlich gemessenen Verbrauch in Wattstunden pro Kilometer (Wh/km) im Fahrmodus 3 an	In Wattstunden pro Kilometer
INFO_M_Meas_Consumption_Average	Dieser Messwert zeigt den den gemessenen Verbrauch in Wattstunden pro Kilometer (Wh/km) als Mittelwert aus allen Fahrmodi an, wobei die gefahrene Strecke in jedem Fahrmodus Einfluss auf die prozentuale Zusammensetzung des Verbrauchswert hat.	In Wattstunden pro Kilometer
INFO_C_Typical_Consumption_Ride_Mode_0	Mit diesem Parameter wird der typische Verbrauch des Fahrzeug im Fahrmodus 0 festgelegt.	0.. 10000 Wh/km
INFO_C_Typical_Consumption_Ride_Mode_1	Mit diesem Parameter wird der typische Verbrauch des Fahrzeug im Fahrmodus 1 festgelegt.	0.. 10000 Wh/km
INFO_C_Typical_Consumption_Ride_Mode_2	Mit diesem Parameter wird der typische Verbrauch des	0.. 10000 Wh/km

	Fahrzeug im Fahrmodus 2 festgelegt.	
INFO_C_Typical_Consumption_Ride_Mode_3	Mit diesem Parameter wird der typische Verbrauch des Fahrzeug im Fahrmodus 3 festgelegt.	0 .. 10000 Wh/km
INFO_C_Remaining_Distance_Reserve	Festlegung einer Reserve, die vom berechneten Restreichweitewert abgezogen wird	0 .. 10000 km
INFO_C_Remaining_Distance_Max	Festlegung einer sinnvollen Obergrenze für die angezeigte Reichweite. Falls der berechnete Restreichweitewert darüber hinaus steigt, wird "---" angezeigt.	0 .. 10000 km

Tabelle 55: Parameter und Messwerte zum Einstellen der Restreichweitenberechnung.

Adaptive Restreichweite

Die Berechnung der Restreichweite ist adaptiv in Bezug auf den SOC der Batterie.

Bei einer vollständig geladenen Batterie, wird zur Berechnung der Restreichweite ausschließlich der typische Verbrauch im jeweiligen Fahrmodus verwendet. Das hat folgende Vorteile:

- Die Restreichweitenanzeige kann durch den Fahrzeughersteller genau eingestellt werden.
- Abweichungen in einer Flotte von Fahrzeugen werden minimiert.
- Anzeige einer typischen Reichweite unabhängig vom vorherigen Fahrer des Fahrzeugs.

Bei einer zur Hälfte entladenen Batterie werden der typische Verbrauch und der tatsächliche Verbrauch aus dem jeweiligen Fahrmodus zu jeweils 50% in die Restreichweitenberechnung einbezogen. Bei einer weitgehend entladenen Batterie unterhalb von 10% SOC wird nur der tatsächlich gemessene Verbrauch im jeweiligen Fahrmodus in die Restreichweitenberechnung einbezogen.

Über ein Mix-Verhältnis kann darüber hinaus der Durchschnittsverbrauch aus allen Modi mit dem Durchschnittsverbrauch aus allen Modi kombiniert werden.

Einstellung der adaptiven Restreichweite über das Mix-Verhältniss des Durchschnittsverbrauchs		
Parameter	Beschreibung	Wertebereich
SYS_INFO_C_Typical_Consumption_Mix_Ratio	<p>Festlegung einer Mixtur aus dem gemessenen Verbrauch pro Fahrmodus und dem durchschnittlichen Verbrauch aus allen Fahrmodi.</p> <p>Beispiel:</p> <p>0 = Es wird zu 100% der gemessene Verbrauch eines bestimmten Fahrmodus zur Restreichweiteberechnung verwendet. Die Anzeige kann zwischen den Modi stark unterschiedlich sein, besonders bei leerer Batterie, wenn der gemessene Verbrauch besonders relevant wird.</p> <p>1 = Es wird zu 100% der gemittelte Verbrauch aus allen Modi verwendet. Die Anzeige schwank bei Umschaltung des Fahrmodus nur wenig, ist allerdings auch weniger adaptiv.</p> <p>Werkseitig ist die Mixtur auf 0.5 eingestellt.</p>	0 .. 1 0.5 (default)
SYS_INFO_Consumption_Mixed	Messwert zum gemixten Verbrauch. Je leerer die Batterie ist, desto größer wird der Anteil dieses Verbrauchswerts im Vergleich zum typischen Verbrauch.	

Tabelle 56: Einstellung der adaptiven Restreichweite über das Mix-Verhältnis des Durchschnittsverbrauchs.

11.7.4 Messwerte zu Strom, Spannung, Energie, Verbrauch, Zeit

Folgende Messwerte sind hilfreich bei der Feinapplikation:

Messwerte zu Strom, Spannung, Energie, Verbrauch, Zeit		
Parametername	Funktion	Wert
INFO_Remaining_Distance	Berechnete Restreichweite	In Kilometern
INFO_Consumption_Mixed	Mittlerer Verbrauch	In Wattstunden pro Kilometer
INFO_Consumption_Act	Aktueller Verbrauch	In Wattstunden pro Kilometer
INFO_Consumption_Ave_Trip	Verbrauch seit letztem Trip-Reset	In Wattstunden pro Kilometer
INFO_Rotor_Speed	Motordrehzahl (mechanisch)	In Umdrehungen pro Sekunde
INFO_Rotor_Speed_el	Motordrehzahl (elektrisch)	In Umdrehungen pro Sekunde
INFO_Vehicle_Speed	Fahrzeuggeschwindigkeit	In Kilometern pro Stunde
INFO_Vehicle_Speed_Average	Durchschnittsgeschwindigkeit	In Volt
INFO_Voltage_DC_Link	Zwischenkreisspannung	In Volt
INFO_DC_Current	Batteriestrom	In Ampere
INFO_Motor_Current	Motorstrom	In Ampere
INFO_Motor_Current_Id	d-Strom	In Ampere
INFO_Motor_Current_Iq	q-Strom	In Ampere
INFO_Power_El	Elektrische Leistung	In Watt
INFO_Temp_BMS	Temperatur des BMS-Leistungsteils	In Grad Celcius
INFO_Temp_Cells	Temperatur der Batteriezellen	In Grad Celcius
INFO_Average_Power_Trip	Durchschnittsleistung seit dem Trip-Reset	In Watt
INFO_Phase_Voltage_Rel	Relative Phasenspannung bezogen auf die aktuelle Zwischenkreisspannung	0.. 1
INFO_Flux_Angle	Flusswinkel als Verhältnis aus d-Spannung und q-Spannung	In Grad
INFO_Time_Driving_Since_Reset	Fahrzeit in diesem Zündungszyklus	In Sekunden
INFO_Time_Driving_Trip	Fahrzeit seit dem letzten Trip-Reset	In Sekunden
INFO_Time_Driving_Total	Fahrzeit über Lebensdauer	In Sekunden
INFO_Time_PowerOn_Since_Reset	Zeit in diesem Zündungszyklus	In Sekunden
INFO_Time_PowerOn_Total	Zeit über Lebensdauer	In Sekunden
INFO_ODO_Trip_Kilometers	Kilometerstand seit letztem Trip-Reset	In Kilometern
INFO_ODO_Total_Kilometers	Kilometerstand über Lebensdauer	In Kilometern
INFO_Ah_Neg	Stromzähler für rückgewonnenen Strom	In Ampere-Stunden
INFO_Ah_Pos	Stromzähler für verbrauchten Strom	In Ampere-Stunden

Table 57: Messwerte zu Strom, Spannung, Energie, Verbrauch, Zeit.

11.8 CAN-Bus Kommunikation

11.8.1 Allgemeine Einstellungen

Einstellungen CAN-Bus		
Parameter	Beschreibung	Wertebereich
CAN_C_Baudrate_Select	Baudrate	1 = 125kb/s 2 = 500kb/s 3 = 1000kb/s

Tabelle 58: Einstellungen CAN-Bus.

11.8.2 Empfangene Botschaften

EXT_Torque_Control_01(0x111)

Über die Botschaft EXT_Torque_Control_01 mit ID 0x111 kann die Motorsteuerung ferngesteuert werden. Das Steuergerät prüft den Empfang der Botschaft im Abstand von 1 ms. Es gibt keine feste Zykluszeit in der die Botschaft erwartet wird. Typische Zykluszeiten sind 1 ms – 100 ms. Ein Empfangs-Timeout wird, falls nichts anders eingestellt, nach 250 ms erkannt. Die Byteanordnung entspricht dem Intel-Format.

Aufbau der Botschaft EXT_Torque_Control_01 (0x111)						
Signalname	Funktion	Startbit	Länge	Wertetyp	Faktor	Wertebereich
MC_Alive_Counter	Botschaftszähler	0	4	Unsigned	1	0.. 15
MC_State_Request	Modusanforderung	8	1	Unsigned	1	0.. 1
MC_Ride_Mode	Fahrmodusauswahl	16	2	Unsigned	1	0.. 3
MC_ROC_Start	Automatischen Motoranlernvorgang starten	18	1	Unsigned	1	0.. 1
MC_Boost_Enable	Erweiterte Systemgrenzen aktivieren	19	1	Unsigned	1	0.. 1
MC_Reverse_Gear	Rückwärtsgangauswahl	20	1	Unsigned	1	0.. 1
MC_Torque_Setpoint	Drehmomentanforderung	32	16	Signed	0.00390625	-100.. 100 %
MC_Rotor_Speed_Max	Drehzahllimit für Vorwärts und Rückwärtsrichtung	48	16	Signed	0.03125	0.. 1000 /s

Tabelle 59: Aufbau der Botschaft EXT_Torque_Control_01 (0x111)

EXT_Immo_Control_01 (0x1B6)

Über die Botschaft EXT_Immo_Control_01 mit ID 0x1B6 kann die Motorsteuerung ferngesteuert werden. Die Botschaft wird mit einer Zykluszeit von 1000 ms bis 100 ms erwartet. Die Byteanordnung entspricht dem Intel-Format.

Aufbau der Botschaft EXT_Immo_Control_01 (0x1B6)						
Signalname	Funktion	Startbit	Länge	Wertetyp	Faktor	Wertebereich
Immo_Unlock_Request	Freischaltcode Wegfahrsperre	0	32	Unsigned	1	0.. 4294967295

Tabelle 60: Aufbau der Botschaft EXT_Immo_Control_01 (0x1B6).

BMS_Info_02 (0x172)

Über die Botschaft BMS_Info_02 mit ID 0x172 kann die Motorsteuerung Informationen zum Ladezustand der Batterie empfangen. Die Botschaft wird mit einer Zykluszeit von 1000 ms erwartet. Die Byteanordnung entspricht dem Intel-Format.

Aufbau der Botschaft BMS_Info_02 (0x172)						
Signalname	Funktion	Startbit	Länge	Werttyp	Faktor	Wertebereich
BMS_State	BMS Status	0	16	Unsigned	1	0.. 65535
BMS_SOC	Ladezustand	16	8	Unsigned	1	0.. 100 %
BMS_State_of_Health	Alterungszustand (SOH)	24	8	Unsigned	1	0.. 100%
BMS_Remaining_Capacity	Verbleibende Kapazität	32	16	Unsigned	1	0.. 65535 mAh
BMS_Fullcharge_Capacity	Kapazität bei 100% SOC	19	1	Unsigned	1	0.. 65535 mAh

Tabelle 61: Aufbau der Botschaft BMS_Info_02 (0x172).

BMS_Info_08 (0x178)

Über die Botschaft BMS_Info_08 mit ID 0x178 kann die Motorsteuerung Informationen zu den Systemgrenzen der Batterie empfangen. Die Botschaft wird mit einer Zykluszeit von 10 ms erwartet. Die Byteanordnung entspricht dem Intel-Format.

Aufbau der Botschaft BMS_Info_08 (0x178)						
Signalname	Funktion	Startbit	Länge	Werttyp	Faktor	Wertebereich
BMS_08_BZ	Botschaftszähler	0	4	Unsigned	1	0.. 15
BMS_Max_Charge	Maximal zulässiger Ladestrom	8	16	Signed	0.015625	-500.. 500 A
BMS_Max_Discharge	Maximal zulässiger Entladestrom	24	16	Signed	0.015625	-500.. 500 A
BMS_Max_Voltage	Ladeschlussspannung	40	8	Unsigned	1	0.. 255 V
BMS_Min_Voltage	Entladeschlussspannung	48	8	Unsigned	1	0.. 255 V
BMS_Pending_HV_Shutdown	Ankündigung 48V abschaltung in 2 Sek.	57	1	Unsigned	1	0 / 1
BMS_Pending_Bordnet_Shutdown	Ankündigung 12V abschaltung in 2 Sek.	58	1	Unsigned	1	0 / 1
CAN_BMS_PushButton_ShortPress_Detected	Kurzer Tastendruck erkannt	59	1	Unsigned	1	0 / 1
CAN_BMS_PushButton_LongPress_Detected	Langer Tastendruck erkannt	60	1	Unsigned	1	0 / 1
CAN_BMS_PushButton_SuperLongPress_Detected	Sehr langer Tastendruck erkannt	61	1	Unsigned	1	0 / 1

CAN_BMS_PushButton_SuperLongPress_Ongoing	Dauerhaftes drücken der Taste erkannt	62	1	Unsigned	1	0 / 1
---	---------------------------------------	----	---	----------	---	-------

Tabelle 62: Aufbau der Botschaft BMS_Info_08 (0x178).

11.8.3 Versendete Botschaften

MC_APP_01 (0x1F0)

Die Botschaft wird mit einer Zykluszeit von 100 ms versendet. Die Byteanordnung entspricht dem Intel-Format.

Aufbau der Botschaft MC_APP_01 (0x1F0)						
Signalname	Funktion	Startbit	Länge	Wertetyp	Faktor	Wertebereich
APP_V_Ref	Fahrzeuggeschwindigkeit	0	16	Signed	0.01	-327.68 .. 327.67 km/h
Ride_Mode	Fahrmodus	16	2	Unsigned	1	0 .. 3

Tabelle 63: Aufbau der Botschaft MC_APP_01 (0x1F0).

MC_APP_02 (0x1F1)

Die Botschaft wird mit einer Zykluszeit von 100 ms versendet. Die Byteanordnung entspricht dem Intel-Format.

Aufbau der Botschaft MC_APP_02 (0x1F1)						
Signalname	Funktion	Startbit	Länge	Wertetyp	Faktor	Wertebereich
APP_Remaining_Distance	Restreichweite	0	16	Unsigned	1	0 .. 65535 km
APP_SOC	Ladezustand	16	8	Unsigned	1	0 .. 100 %
APP_Total_Distance	Kilometerstand	24	24	Unsigned	1	0 .. 16777216 km
APP_Trip_Distance	Trip-Kilometerstand	48	16	Unsigned	1	0 .. 65535 km

Tabelle 64: Aufbau der Botschaft MC_APP_02 (0x1F1).

MC_Boost_01 (0x1F4)

Die Botschaft wird mit einer Zykluszeit von 100 ms versendet. Die Byteanordnung entspricht dem Intel-Format.

Aufbau der Botschaft MC_Boost_01 (0x1F4)						
Signalname	Funktion	Startbit	Länge	Wertetyp	Faktor	Wertebereich
Boost_Info	Bit 0 = Boost verfügbar Bit 1 = Boost nutzbar Bit 2 = Boost voll aufgeladen Bit 3 = Erweiterte Systemgrenzen aktiv Bit 4 = Boost abgebrochen Bit 5 = Boost kurzfristig nicht verf. Bit 6 = Boost wird aufgeladen	0	8	Unsigned	1	0 .. 255

	Bit 7 = Boost wird entladen					
Boost_Available_Rel	Relativer Ladezustand Boostspeicher	8	8	Unsigned	1	0 .. 100 %
Boost_Available_Abs_As	Absoluter Ladezustand Boostspeicher	16	16	Unsigned	1	0 .. 65535 As

Tabelle 65: Aufbau der Botschaft MC_Boost_01 (0x1F4).

MC_Current_01 (0x1BA)

Die Botschaft wird mit einer Zykluszeit von 10 ms versendet. Die Byteanordnung entspricht dem Intel-Format.

Aufbau der Botschaft MC_Current_01 (0x1BA)						
Signalname	Funktion	Startbit	Länge	Werttyp	Faktor	Wertebereich
Iq_Current	q-Strom	0	16	Signed	0.01	-327.68 .. 327.67 A
Id_Current	d-Strom	16	16	Signed	0.01	-327.68 .. 327.67 A
DC_Current	DC-Strom	32	16	Signed	0.01	-327.68 .. 327.67 A
DC_Voltage	DC-Spannung	48	16	Unsigned	0.01	0 .. 655.35 V

Tabelle 66: Aufbau der Botschaft MC_Current_01 (0x1BA).

MC_Energy_01 (0x1F2)

Die Botschaft wird mit einer Zykluszeit von 100 ms versendet. Die Byteanordnung entspricht dem Intel-Format.

Aufbau der Botschaft MC_Energy_01 (0x1F2)						
Signalname	Funktion	Startbit	Länge	Werttyp	Faktor	Wertebereich
Consumption_Average	Durchschnittsverbrauch	0	16	Unsigned	0.01	0 .. 65535 Wh/km
Total_Ah_Used	Verbauchte Energiemenge	16	24	Unsigned	0.1	0 .. 1677721 Ah
Total_Ah_Regen	Rekuperierte Energiemenge	40	24	Unsigned	0.1	0 .. 1677721 Ah

Tabelle 67: Aufbau der Botschaft MC_Energy_01 (0x1F2).

MC_Errorflags_01 (0x1BC)

Die Botschaft wird mit einer Zykluszeit von 100 ms versendet. Die Byteanordnung entspricht dem Intel-Format.

Aufbau der Botschaft MC_Errorflags_01 (0x1BC)						
Signalname	Funktion	Startbit	Länge	Werttyp	Faktor	Wertebereich
ERR_E_Hardware_Init	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	0	1	Unsigned	1	0 / 1

ERR_E_Powerstage_Monitoring	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	1	1	Unsigned	1	0 / 1
ERR_E_I_Max_DC	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	2	1	Unsigned	1	0 / 1
ERR_E_U_HV_Min	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	3	1	Unsigned	1	0 / 1
ERR_E_U_HV_Max	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	4	1	Unsigned	1	0 / 1
ERR_E_FET_Temp_Max	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	5	1	Unsigned	1	0 / 1
ERR_E_Throttle_Monitoring	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	6	1	Unsigned	1	0 / 1
ERR_E_Block_Det	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	7	1	Unsigned	1	0 / 1
ERR_E_AWD	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	8	1	Unsigned	1	0 / 1
ERR_E_Motor_Sensor	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	9	1	Unsigned	1	0 / 1
ERR_E_Current_Sensor	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	10	1	Unsigned	1	0 / 1
ERR_E_Rotor_Speed_Limit	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	11	1	Unsigned	1	0 / 1
ERR_E_Current_Setpoint_Mon	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	12	1	Unsigned	1	0 / 1
ERR_E_Rotor_Offset_Calibration	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	13	1	Unsigned	1	0 / 1
ERR_E_EEPROM	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	14	1	Unsigned	1	0 / 1
ERR_E_CAN_Timeout	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	15	1	Unsigned	1	0 / 1
ERR_E_BMS_Trig_HV_Off	Siehe Kapitel Aufbau	16	1	Unsigned	1	0 / 1

	Fehlerdiagnosefunktion					
ERR_E_I_Max_AC	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	17	1	Unsigned	1	0 / 1
ERR_E_HW_Var_Code	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	18	1	Unsigned	1	0 / 1
ERR_E_Flux_Angle	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	19	1	Unsigned	1	0 / 1
ERR_E_Temp_MCU_Max	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	20	1	Unsigned	1	0 / 1
ERR_E_CAN_MC	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	21	1	Unsigned	1	0 / 1
ERR_E_Brake_Monitoring	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	22	1	Unsigned	1	0 / 1
ERR_E_Phase_Connection	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	23	1	Unsigned	1	0 / 1
ERR_E_U_LV_Min	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	24	1	Unsigned	1	0 / 1
ERR_E_Temp_Motor_Max	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	25	1	Unsigned	1	0 / 1
ERR_E_Temp_Aux_Max	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	26	1	Unsigned	1	0 / 1
Previous_Hardware_Init	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	32	1	Unsigned	1	0 / 1
Previous_Powerstage_Monitoring	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	33	1	Unsigned	1	0 / 1
Previous_I_Max_DC	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	34	1	Unsigned	1	0 / 1
Previous_U_HV_Min	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	35	1	Unsigned	1	0 / 1
Previous_U_HV_Max	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	36	1	Unsigned	1	0 / 1

Previous_FET_Temp_Max	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	37	1	Unsigned	1	0 / 1
Previous_Throttle_Monitoring	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	38	1	Unsigned	1	0 / 1
Previous_Block_Det	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	39	1	Unsigned	1	0 / 1
Previous_AWD	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	40	1	Unsigned	1	0 / 1
Previous_Motor_Sensor	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	41	1	Unsigned	1	0 / 1
Previous_Current_Sensor	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	42	1	Unsigned	1	0 / 1
Previous_Rotor_Speed_Limit	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	43	1	Unsigned	1	0 / 1
Previous_Current_Setpoint_Mon	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	44	1	Unsigned	1	0 / 1
Previous_Rotor_Offset_Calib	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	45	1	Unsigned	1	0 / 1
Previous_EEPROM	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	46	1	Unsigned	1	0 / 1
Previous_CAN_Timeout	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	47	1	Unsigned	1	0 / 1
Previous_BMS_Trig_HV_Off	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	48	1	Unsigned	1	0 / 1
Previous_I_Max_AC	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	49	1	Unsigned	1	0 / 1
Previous_HW_Var_Code	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	50	1	Unsigned	1	0 / 1
Previous_Flux_Angle	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	51	1	Unsigned	1	0 / 1
Previous_Temp_MCU_Max	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	52	1	Unsigned	1	0 / 1

Previous_CAN_MC	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	53	1	Unsigned	1	0 / 1
Previous_Brake_Monitoring	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	54	1	Unsigned	1	0 / 1
Previous_Phase_Connection	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	55	1	Unsigned	1	0 / 1
Previous_U_LV_Min	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	56	1	Unsigned	1	0 / 1
Previous_Temp_Motor_Max	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	57	1	Unsigned	1	0 / 1
Previous_Temp_Aux_Max	Siehe Kapitel Aufbau Fehlerdiagnosefunktion	58	1	Unsigned	1	0 / 1

Tabelle 68: Aufbau der Botschaft MC_Errorflags_01 (0x1BC).

MC_Grid_ICS (0x90)

Die Botschaft wird mit einer Zykluszeit von 10 ms versendet. Die Byteanordnung entspricht dem Intel-Format.

Aufbau der Botschaft MC_Grid_ICS (0x90)						
Signalname	Funktion	Startbit	Länge	Wertetyp	Faktor	Wertebereich
ICS_BZ	Botschaftszähler	0	8	Unsigned	1	0 .. 255
ICS_Grid_Current	Gemessener Strom im Verbraucher	8	16	Signed	0.03125	-1000 .. 1000 A
ICS_Grid_Voltage	Gemessen Spannung am Verbraucher	23	14	Unsigned	0.015625	0 .. 128 V
ICS_Charge_Plug_Detection	Nicht implementiert	38	2	Unsigned	1	0 .. 3
ICS_Sensor_State	Nicht implementiert	40	4	Signed	1	0 .. 3
ICS_Sensor_Type	Nicht implementiert	44	4	Signed	1	0 .. 15
ICS_TEMP_Sensor	Nicht implementiert	48	8	Unsigned	1 Offset - 30	-30 .. 200 °C
ICS_TEMP_Charge_Plug	Nicht implementiert	56	8	Unsigned	1 Offset - 30	-30 .. 200 °C

Tabelle 69: Aufbau der Botschaft MC_Grid_ICS (0x90).

MC_Prod_Data_01 (0x601)

Die Botschaft wird mit einer Zykluszeit von 1000 ms versendet. Die Byteanordnung entspricht dem Intel-Format.

Aufbau der Botschaft MC_Prod_Data_01 (0x601)

Signalname	Funktion	Startbit	Länge	Wertetyp	Faktor	Wertebereich
Prod_SW_Version	Software Version	0	32	Unsigned	1	0 .. 4294967295
Prod_SW_Revision	Software Revision	32	32	Unsigned	1	0 .. 4294967295

Tabelle 70: Aufbau der Botschaft MC_Prod_Data_01 (0x601).

MC_Prod_Data_02 (0x602)

Die Botschaft wird mit einer Zykluszeit von 1000 ms versendet. Die Byteanordnung entspricht dem Intel-Format.

Aufbau der Botschaft MC_Prod_Data_02 (0x602)

Signalname	Funktion	Startbit	Länge	Wertetyp	Faktor	Wertebereich
Prod_Dataset_UserID	Datensatzersteller User ID	0	16	Unsigned	1	0 .. 65535
Prod_Dataset_yyMMddHHmm	Datensatzersteller Datecode	16	32	Unsigned	1	0 .. 4294967295
Prod_Dataset_ssff	Datensatzersteller Datecode	48	16	Unsigned	1	0 .. 65535

Tabelle 71: Aufbau der Botschaft MC_Prod_Data_02 (0x602).

MC_Prod_Data_03 (0x603)

Die Botschaft wird mit einer Zykluszeit von 1000 ms versendet. Die Byteanordnung entspricht dem Intel-Format.

Aufbau der Botschaft MC_Prod_Data_03 (0x603)

Signalname	Funktion	Startbit	Länge	Wertetyp	Faktor	Wertebereich
Prod_Info_1	Produktionscode	0	32	Unsigned	1	0 .. 4294967295

Tabelle 72: Aufbau der Botschaft MC_Prod_Data_03 (0x603).

MC_Prod_Data_04 (0x604)

Die Botschaft wird mit einer Zykluszeit von 1000 ms versendet. Die Byteanordnung entspricht dem Intel-Format.

Aufbau der Botschaft MC_Prod_Data_04 (0x604)

Signalname	Funktion	Startbit	Länge	Wertetyp	Faktor	Wertebereich
Prod_HW_ID1	Hardware-ID	0	32	Unsigned	1	0 .. 4294967295
Prod_HW_ID2	Hardware-ID	32	32	Unsigned	1	0 .. 4294967295

Tabelle 73: Aufbau der Botschaft MC_Prod_Data_04 (0x604).

MC_State_01 (0x2B9)

Die Botschaft wird mit einer Zykluszeit von 10 ms versendet. Die Byteanordnung entspricht dem Intel-Format.

Aufbau der Botschaft MC_State_01 (0x2B9)						
Signalname	Funktion	Startbit	Länge	Wertetyp	Faktor	Wertebereich
Rotor_Speed	Motordrehzahl	0	16	Signed	0.025	-819.2 .. 819.175 1/s
Motor_Current	Motorstrom	16	16	Signed	0.01	-327.68 .. 327.67 A
State_Active	Zustand der Stromregelung	32	1	Unsigned	1	0 / 1
Error_Active	Fehler liegt vor	33	1	Unsigned	1	0 / 1
Derating_Active	Strombegrenzung aktiv	34	1	Unsigned	1	0 / 1
ROC_Ongoing	Motor Anlernen läuft	35	1	Unsigned	1	0 / 1
ROC_Successful	Motor erfolgreich angelernt	36	1	Unsigned	1	0 / 1
Internal_State_Request	Software-interne Anforderung zur Aktivierung der Stromregelung	37	1	Unsigned	1	0 / 1
Ride_Mode	Fahrmodus	38	2	Unsigned	1	0.. 3
Derating_Temp_MCU	Siehe Kapitel Derating Information	48	1	Unsigned	1	0 / 1
Derating_Curr_DC_Pos	Siehe Kapitel Derating Information	49	1	Unsigned	1	0 / 1
Derating_Curr_DC_Neg	Siehe Kapitel Derating Information	50	1	Unsigned	1	0 / 1
Derating_DC_Link_Voltage_Max	Siehe Kapitel Derating Information	51	1	Unsigned	1	0 / 1
Derating_DC_Link_Voltage_Min	Siehe Kapitel Derating Information	52	1	Unsigned	1	0 / 1
Derating_Temp_Motor	Siehe Kapitel Derating Information	53	1	Unsigned	1	0 / 1
Derating_Temp_Powerstage	Siehe Kapitel Derating Information	54	1	Unsigned	1	0 / 1
Derating_Rotor_Speed	Siehe Kapitel Derating Information	55	1	Unsigned	1	0 / 1

Tabelle 74: Aufbau der Botschaft MC_State_01 (0x2B9).

MC_Temperature_01 (0x1BD)

Die Botschaft wird mit einer Zykluszeit von 500 ms versendet. Die Byteanordnung entspricht dem Intel-Format.

Aufbau der Botschaft MC_Temperature_01 (0x1BD)						
Signalname	Funktion	Startbit	Länge	Wertetyp	Faktor	Wertebereich
Temp_Powerstage_Max	Leistungsteiltemperatur	0	16	Signed	1	-32768 .. 32767 °C
Temp_Motor	Motortemperatur	16	16	Signed	1	-50 .. 250 °C
Temp_MCU	Microcontrollertemperatur	32	16	Signed	1	-50 .. 250 °C

Tabelle 75: Aufbau der Botschaft MC_Temperature_01 (0x1BD).

11.8.4 Festlegung von CAN-Botschafts-ID

Über folgende Parameter können die Identifier der beschriebenen CAN-Botschaften festgelegt werden. Zur Reduktion der Busauslastung kann der Versand einer Botschaft deaktiviert werden.

Parameter zur Festlegung von CAN-Botschafts-IDs		
Parametername	Funktion	Wertebereich
CAN_C_ID_90	Identifiziert für diese Botschaft als Dezimalwert	0: Deaktiviert den Versand der Botschaft 1.. 2047: Legt die ID der Botschaft fest
CAN_C_ID_111	Identifiziert für diese Botschaft als Dezimalwert	1.. 2047: Legt die ID der Botschaft fest
CAN_C_ID_160	Identifiziert für diese Botschaft als Dezimalwert	0: Deaktiviert den Versand der Botschaft 1.. 2047: Legt die ID der Botschaft fest
CAN_C_ID_171	Identifiziert für diese Botschaft als Dezimalwert	1.. 2047: Legt die ID der Botschaft fest
CAN_C_ID_172	Identifiziert für diese Botschaft als Dezimalwert	1.. 2047: Legt die ID der Botschaft fest
CAN_C_ID_176	Identifiziert für diese Botschaft als Dezimalwert	1.. 2047: Legt die ID der Botschaft fest
CAN_C_ID_178	Identifiziert für diese Botschaft als Dezimalwert	1.. 2047: Legt die ID der Botschaft fest
CAN_C_ID_1B6_RX	Identifiziert für diese Botschaft als Dezimalwert	1.. 2047: Legt die ID der Botschaft fest
CAN_C_ID_1B6_TX	Identifiziert für diese Botschaft als Dezimalwert	0: Deaktiviert den Versand der Botschaft 1.. 2047: Legt die ID der Botschaft fest
CAN_C_ID_1BA	Identifiziert für diese Botschaft als Dezimalwert	0: Deaktiviert den Versand der Botschaft 1.. 2047: Legt die ID der Botschaft fest
CAN_C_ID_1BC	Identifiziert für diese Botschaft als Dezimalwert	0: Deaktiviert den Versand der Botschaft 1.. 2047: Legt die ID der Botschaft fest
CAN_C_ID_1BD	Identifiziert für diese Botschaft als Dezimalwert	0: Deaktiviert den Versand der Botschaft 1.. 2047: Legt die ID der Botschaft fest
CAN_C_ID_1F0	Identifiziert für diese Botschaft als Dezimalwert	0: Deaktiviert den Versand der Botschaft 1.. 2047: Legt die ID der Botschaft fest
CAN_C_ID_1F1	Identifiziert für diese Botschaft als Dezimalwert	0: Deaktiviert den Versand der Botschaft 1.. 2047: Legt die ID der Botschaft fest
CAN_C_ID_1F2	Identifiziert für diese Botschaft als Dezimalwert	0: Deaktiviert den Versand der Botschaft 1.. 2047: Legt die ID der Botschaft fest
CAN_C_ID_1F4	Identifiziert für diese Botschaft als Dezimalwert	0: Deaktiviert den Versand der Botschaft 1.. 2047: Legt die ID der Botschaft fest
CAN_C_ID_206	Identifiziert für diese Botschaft als Dezimalwert	0: Deaktiviert den Versand der Botschaft 1.. 2047: Legt die ID der Botschaft fest
CAN_C_ID_207	Identifiziert für diese Botschaft als Dezimalwert	0: Deaktiviert den Versand der Botschaft 1.. 2047: Legt die ID der Botschaft fest
CAN_C_ID_209	Identifiziert für diese Botschaft als Dezimalwert	0: Deaktiviert den Versand der Botschaft 1.. 2047: Legt die ID der Botschaft fest
CAN_C_ID_2B9	Identifiziert für diese Botschaft als Dezimalwert	0: Deaktiviert den Versand der Botschaft 1.. 2047: Legt die ID der Botschaft fest
CAN_C_ID_305	Identifiziert für diese Botschaft als Dezimalwert	0: Deaktiviert den Versand der Botschaft 1.. 2047: Legt die ID der Botschaft fest
CAN_C_ID_306	Identifiziert für diese Botschaft als Dezimalwert	0: Deaktiviert den Versand der Botschaft 1.. 2047: Legt die ID der Botschaft fest
CAN_C_ID_310	Identifiziert für diese Botschaft als Dezimalwert	0: Deaktiviert den Versand der Botschaft

		1 .. 2047: Legt die ID der Botschaft fest
CAN_C_ID_521	Identifizier für diese Botschaft als Dezimalwert	0: Deaktiviert den Versand der Botschaft 1 .. 2047: Legt die ID der Botschaft fest
CAN_C_ID_601	Identifizier für diese Botschaft als Dezimalwert	0: Deaktiviert den Versand der Botschaft 1 .. 2047: Legt die ID der Botschaft fest
CAN_C_ID_602	Identifizier für diese Botschaft als Dezimalwert	0: Deaktiviert den Versand der Botschaft 1 .. 2047: Legt die ID der Botschaft fest
CAN_C_ID_603	Identifizier für diese Botschaft als Dezimalwert	0: Deaktiviert den Versand der Botschaft 1 .. 2047: Legt die ID der Botschaft fest
CAN_C_ID_604	Identifizier für diese Botschaft als Dezimalwert	0: Deaktiviert den Versand der Botschaft 1 .. 2047: Legt die ID der Botschaft fest

Tabelle 76: Parameter zur Festlegung von CAN-Botschafts-IDs.

11.9 Smartphone-App

Die Anzeige der Smartphone-App ist vergleichbar mit dem Kombiinstrument eines Fahrzeugs. Sie zeigt alle fahrrelevanten Daten an. Sie besitzt darüber hinaus jedoch weitere Funktionen. Zum Beispiel können Sie via die Smartphone-App den Fahrmodus umschalten oder Ihre Fahrdaten in einer Logdatei speichern.

11.9.1 Smartphone-App installieren

So finden Sie die Smartphone-App:

- Apple / App-Store: „eBike App“, Entwickler FRIWO Gerätebau GmbH.
- Android / Play-Store: “Emerge EV App (eBike App)“, Entwickler FRIWO Gerätebau GmbH.

Alternativ finden Sie einen Link auf unserer Webseite: [www.FRIWO Gerätebau.de](http://www.FRIWO.Gerätebau.de)

11.9.2 Smartphone Connectivity-Verbindung aktivieren

Über folgenden Parameter kann die Smartphone Connectivity-Verbindung manuell deaktiviert werden, oder in Abhängigkeit von der Betriebsbereitschaft aktiviert werden.

Smartphone-Verbindung aktivieren und deaktivieren		
Parametername	Funktion	Wertebereich
BLE_C_s_Enable_BLE	Die Smartphone Connectivity kann aktiviert/deaktiviert werden. 0 = Smartphone Connectivity ist deaktiviert 1 = Smartphone Connectivity ist aktiviert (default) 2 = Smartphone Connectivity ist nur aktiviert, wenn die Motorsteuerung betriebsbereit ist, bzw. über CAN-Bus freigeschaltet wurde.	0.. 2 1 (default)

Tabelle 77: Smartphone-Verbindung aktivieren und deaktivieren.

11.10

11.11 Feldschwächung

Feldschwächung ist ein besonderer Betriebsbereich, in dem der Motor in einen Drehzahlbereich gebracht werden kann, der über der natürlichen Leerlaufdrehzahl liegt.

Feldschwächung wird allgemein eingesetzt um:

- Die Leistung im hohen Drehzahlbereich zu steigern.
- Die natürliche Leerlaufdrehzahl des Motors zu erhöhen.
- Die Effizienz von Hybrid-Synchronmotoren im Grunddrehzahlbereich zu steigern. Z.B. durch die Maximum-Torque-Per-Ampere (MTPA) Strategie. Diese wird in diesem Dokument nicht beschrieben.

Folgende Probleme können durch die Nutzung der Feldschwächung auftreten:

- Durch die Überdrehzahl kann der Motor bersten, Reifen platzen, oder andere mechanische Beschädigungen am Antrieb auftreten.
- Bei der Deaktivierung der Stromregelung im Überdrehzahlbereich kommt es zu plötzlicher Überspannung, da der Motor ein Vielfaches seiner natürlichen Induktionsspannung an den Motorphasen erzeugen kann. Siehe „Aktiver Kurzschluss des Leistungsteils im Fehlerfall“
- Der Motor kann überhitzen und entmagnetisieren

Informieren Sie sich über die zulässige oder empfohlene Stärke der Feldschwächung beim Motorhersteller.

11.11.1 Automatische Feldschwächungsfunktion

Die Motorsteuerung bietet die Möglichkeit, die Drehzahlgrenze und die Leistung im hohen Drehzahlbereich zu steigern. Der Anwender muss dafür eine Obergrenze für den d-Strom für jeden Fahrmodus vorgeben.

Parameter zur Einstellung des maximalen Feldschwächestroms		
Parametername	Funktion	Wertebereich
APP_C_Ride_Mode_x_Max_Flux_Weakening_Current	Maximaler Feldschwächestrom. Orientiert sich an der thermischen Leistungsfähigkeit des Motors und der maximal zulässigen Drehzahl des Antriebs.	-150 .. 0 A -5 A (default)

Tabelle 78: Parameter zur Einstellung des maximalen Feldschwächestroms.

Nutzen Sie folgende Einstellungen um Ihren Antrieb vor elektrischen und mechanischen Beschädigungen zu schützen:

Parameter zur Einstellung von Schutzfunktionen vor Überspannung im Feldschwächebereich		
Parametername	Funktion	Wertebereich
ERR_C_Rotor_Speed_Limit	Legen Sie eine Drehzahlgrenze fest. Bei unerwarteter Überschreitung wird der Leistungsteils deaktiviert	0 .. 2000 1/s 2000 1/s (default)
SET_C_PS_Error_Reaction	Aktivieren sie den aktiven Kurzschluss zum Schutz des Leistungsteils vor Überspannung	0 / 1

Tabella 79: Parameter zur Einstellung von Schutzfunktionen vor Überspannung im Feldschwächebereich.

11.11.2 Phasenspannungsreserveregler

Der d-Strom Sollwert für den feld-orientierten Stromregler wird durch einen Überlagerten Phasenspannungsreserveregler bestimmt. Dieser regelt die benötigte Menge an d-Strom, sodass die relative Phasenspannung einen einstellbaren Grenzwert nicht überschreitet. Somit wird kann stets q-Strom nachfließen. Falls kein q-Strom angefordert wird, reduziert sich der d-Strom automatisch. Die Rücknahme des d-Stroms wird zusätzlich durch einen Ratelimiter verzögert, sodass es zu keinen plötzlichen Spannungssprüngen am Leistungsteil kommt.

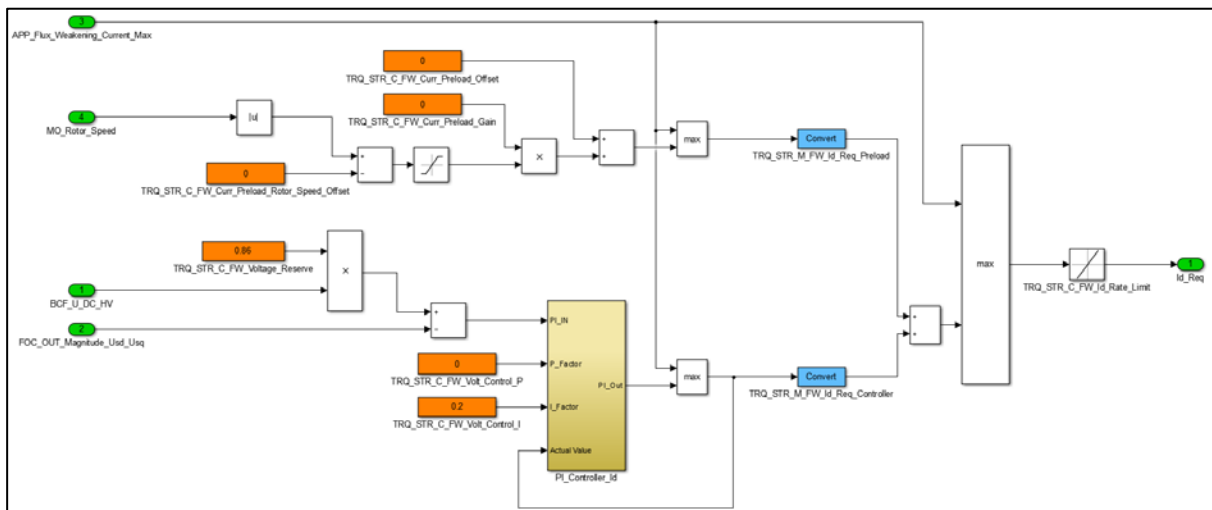


Abbildung 10: Funktionsmodell des Phasenspannungsreservereglers mit Vorladung.

Phasenspannungsreserveregler mit Vorladung		
Parameter	Beschreibung	Wertebereich
TRQ_STR_C_FW_Voltage_Reserve	Sollwert für die relative Phasenspannungsreserve	0 .. 1 1/V
TRQ_STR_C_FW_Volt_Control_I	I-Anteil des Phasenspannungsreservereglers	0 .. 1
TRQ_STR_C_FW_Volt_Control_P	P-Anteil des Phasenspannungsreservereglers	0 .. 100
TRQ_STR_M_FW_Id_Req_Controller	Messwert für den erzeugten d-Strom Sollwert aus dem Phasenspannungsreserveregler	In Ampere
TRQ_STR_C_FW_Curr_Preload_Gain	Verstärkungsfaktor der Vorladefunktion	-100 .. 0 1/s
TRQ_STR_C_FW_Curr_Preload_Offset	Offset der Vorladefunktion	-10 .. 0 1/s
TRQ_STR_C_FW_Curr_Preload_Rotor_Speed_Offset	Offset für die Motordrehzahl um die	0 .. 2000 1/s

	Preloadkennlinie in x-Richtung auf höhere Drehzahlen zu verschieben	
TRQ_STR_M_FW_Id_Req_Preload	Messwert des erzeugten d-Strom Sollwerts aus der Vorsteuerung	In Ampere
TRQ_STR_C_FW_Id_Rate_Limit_Down	Ratelimit für den Eintritt in die Feldschwächung (Erhöhung der Feldschwächung)	-100000 .. 1 A/s
TRQ_STR_C_FW_Id_Rate_Limit_Up	Ratelimit für den Austritt in die Feldschwächung (Absenkung der Feldschwächung)	1 .. 100000 A/s
TRQ_STR_Id_Setpoint	q-Strom Sollwert zur Übergabe an den Stromregler	-1000 .. 1000 A

Tabelle 80: Phasenspannungsreserveregler mit Vorladung.

11.11.3 q-Strom und d-Strom Sollwertbildung

Der d-Strom Sollwert, welcher durch den Phasenspannungsreserveregler berechnet wurde, wird in der Regel durch den feldorientierten Stromregler eingeregelt. Jedoch kann es vorkommen, dass der q-Strom-Sollwert reduziert werden muss, um den Gesamtmotorstrom nicht zu überschreiten. Der d-Strom genießt Priorität gegenüber der q-Strom-Anforderung. Die Reduktion des q-Stromsollwerts erfolgt symmetrisch, und orientiert sich dabei am maximal zulässigen Motorstrom.

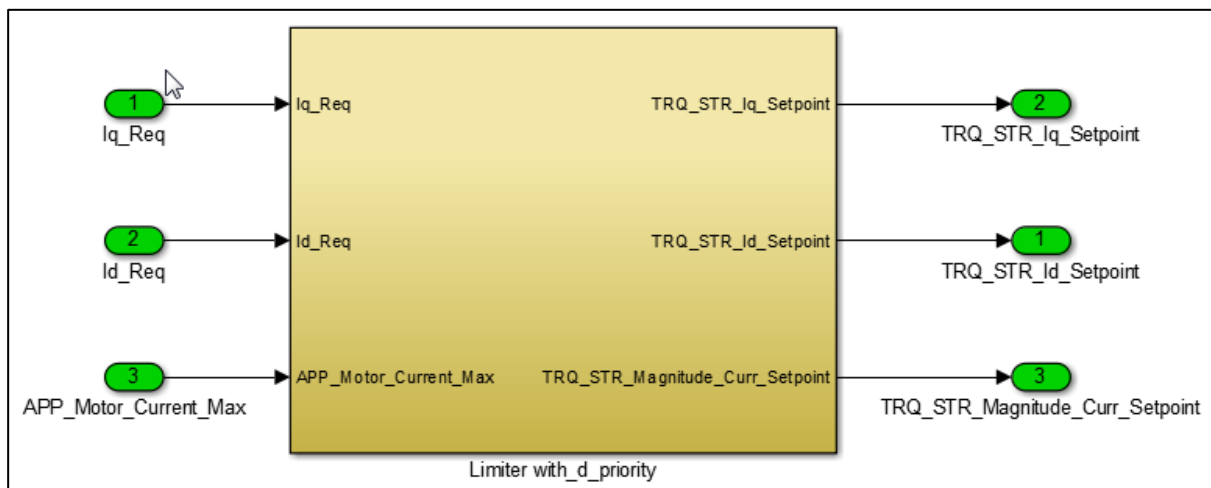


Abbildung 11: Funktionsmodell der q-Strom Sollwertlimitierung durch d-Strom Priorität

12 Verhalten beim Start

Sobald die Versorgungsspannung aktiviert wird, beginnt die Software der Motorsteuerung mit der Überprüfung des Speicherinhalts im Flashspeicher. Alle gespeicherten Einstellungen sind mit einer Checksumme vor möglichen Fehlern und Veränderungen geschützt.

Die Kommunikation über CAN-Bus und die Smartphone-App ist innerhalb von ca. 250 ms nach dem Start funktionsbereit. Der Leistungsteil ist jedoch zunächst inaktiv, d.h. die Stromregelung ist nicht aktiviert. Der Übergang in die aktive Stromregelung wird durch einen Zustandsautomaten gesteuert.

12.1 State-Manager

Der State-Manager überwacht den Übergang aus dem inaktiven Zustand in den aktiven Zustand der Steuerung mit aktiver Stromregelung. Ein akustisches Signal ähnlich dem Klang einer Glocke signalisiert die Aktivierung der Stromregelung (zur Lautstärkeregelung des Aktivierungssounds Siehe „Aktivierungssound“).

Voraussetzungen zur Aktivierung der Stromregelung

Bevor die Stromregelung aktiviert wird, müssen folgende Bedingungen erfüllt sein.

Voraussetzungen zur Aktivierung der Stromregelung		
Parametername	Funktion	Wert
SM_PE_Mode_Req_Int	Dieser Messwert zeigt die Software-interne Anforderung zur Aktivierung des Leistungsteils. Der Messwert muss 1 anzeigen, ansonsten fehlt entweder die manuelle Anforderung zur Aktivierung der Stromregelung (SET_C_PS_Mode_Request) oder die Freischaltung über die Wegfahrsperrung (siehe APP_C_Activation_Mode). Nach dem Reset der Werkeinstellungen wird die Stromregelung automatisch aktiviert, sobald die anderen Randbedingungen erfüllt sind.	1
MO_Rotor_Speed < SM_C_RPM_Enable_Threshold	Die aktuelle Motordrehzahl muss unterhalb der Aktivierungsschwelle liegen.	-
TRQ_DES_Trq_Req_Raw < SM_C_TRQ_Enable_Threshold	Das vom Nutzer angeforderte Drehmoment muss unterhalb der Aktivierungsschwelle liegen.	-
SM_Throttle_Signal_Check_Okay	Gasgriffsignalcheck abgeschlossen (falls Funktion aktiviert)	1
SM_Brake_Signal_Check_Okay	Bremssignalcheck abgeschlossen (falls Funktion aktiviert)	1
ERR_Errorcode	Es dürfen keine aktiven Fehler im System vorliegen.	-

Tabelle 81: Voraussetzungen zur Aktivierung der Stromregelung.

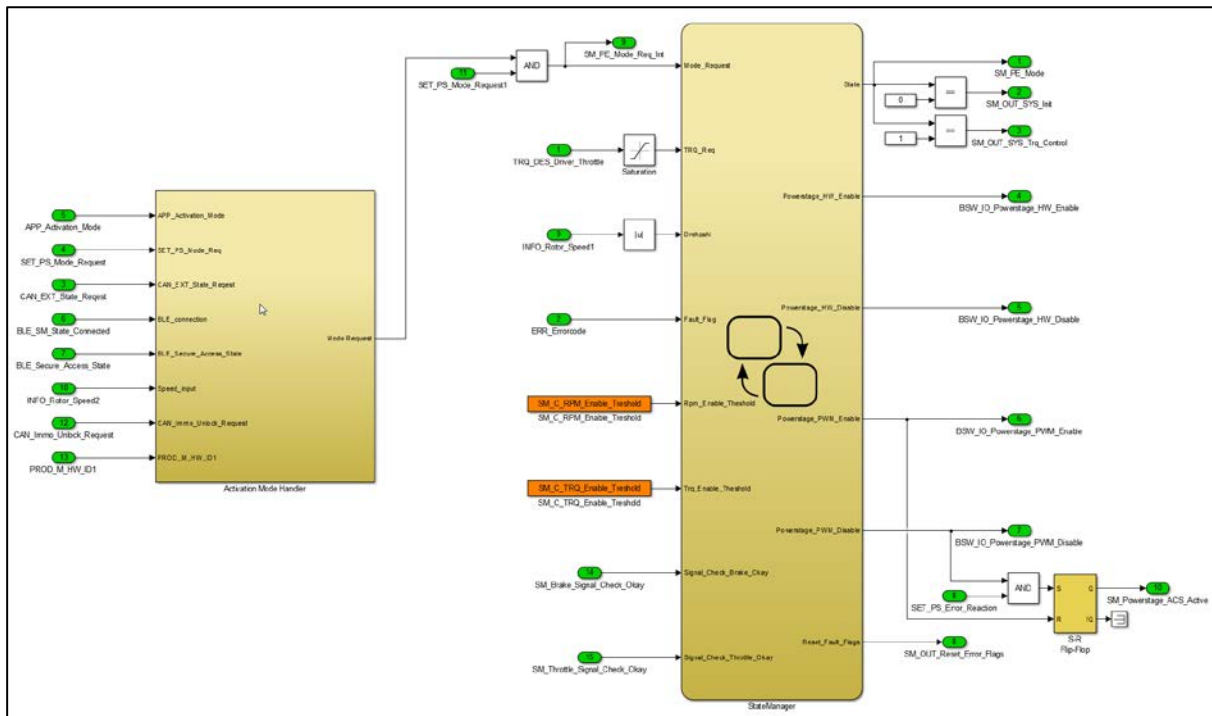


Abbildung 12: Funktionsmodell State-Manager

Falls während eines Fahrzyklus ein Fehler erkannt wird, oder falls die Stromregelung über SET_C_PS_Mode_Request deaktiviert wird, deaktiviert der State-Manager die Stromregelung und der Errorhandler erzeugt beim Vorliegen eines Fehlers einen Eintrag im Fehlerspeicher.

Bei der Deaktivierung der Stromregelung können zwei Varianten gewählt werden:

- Alle MOSFET des Leistungsteils werden hochohmig. Dadurch sind die Motorphasen „free floating“, d.h. der Motor kann ohne Widerstand gedreht werden. Dabei kann der Motor eine gefährliche Überspannung erzeugen, falls er mit einer Drehzahl oberhalb der Leerlaufdrehzahl angetrieben wird (z.B. durch die Fahrt im Feldschwäcbereich).
- Alle Lowside-MOSFET sind niederohmig. Dadurch werden die Motorphasen kurzgeschlossen. Die Motorwelle wird durch den Kurzschlussstrom gebremst. Die entstehende Induktionsspannung wird kurzgeschlossen. Diese Einstellung ist bei Verwendung der Feldschwächung empfehlenswert, wenn eine Überdrehzahl nicht ausgeschlossen werden kann.

Weitere Details Siehe „Aktiver Kurzschluss des Leistungsteils im Fehlerfall“.

12.1.1 Aktivierungssound

Sobald die Stromregelung aktiv und der Motor betriebsbereit ist, ertönt ein akustisches Signal. Die Lautstärke dieses Geräuschs können Sie wie folgt einstellen.

Parameter Aktivierungssound		
Parameter	Beschreibung	Wertebereich
APP_C_Startup_Sound_Volume	Lautstärke des Aktivierungssounds (akustisches Signal bei Fahrbereitschaft).	0 .. 100 % 50 % (default)
APP_C_Startup_Sound_Replay_Speed	Abspielgeschwindigkeit des Sounds.	0.01.. 10

	Verändert die Tonhöhe des Sounds.	1 (default)
--	-----------------------------------	-------------

Tabelle 82: Parameter Aktivierungssound.

12.1.2 Fernsteuerung über CAN-Bus / Smartphone-App

Um die Stromregelung über den CAN-Bus oder die Smartphone-App zu aktivieren/deaktivieren stehen verschiedene Varianten zur Verfügung. Die Spezifikation des entsprechenden CAN-Bus Signals „MC_State_Request“, „Immo_Unlock_Request“ oder „BMS_Info_08“ finden Sie im Kapitel „Empfangene Botschaften“.

Parameter zur Auswahl der Aktivierung der Drehmomentregelung aus verschiedenen Quellen		
Parametername	Funktion	Wertebereich
APP_C_Activation_Mode	0 = Manuelle Steuerung über SET_C_PS_Mode_Request, meist über USB 1 = Steuerung über Botschaft 0x111 2 = Steuerung über Botschaft 0x1B6 3 = Steuerung über die Smartphone-App (nach erfolgreicher Passwort eingabe) 4 = Steuerung über Botschaft 0x1B6 in kombination mit Botschaft 0x111 5 = Steuerung über Botschaft 0x178 von der Batterie (CAN_BMS_PushButton_SuperLongPress_Ongoing)	0 .. 5 0 (default)

Tabelle 83: Parameter zur Auswahl der Aktivierung der Drehmomentregelung aus verschiedenen Quellen.

Getrennte Steuerung von Fahrbereitschaft und Stromquelle

Die Fahrbereitschaft für den Motorcontroller lässt sich getrennt von der Stromquelle über den CAN-Bus steuern. Es ist also möglich ausschließlich die Stromquelle zu aktivieren aber die Fahrbereitschaft deaktiviert zu lassen.

Hierfür sind zwei CAN-Bus Botschaften (0x111 und 0x1B6) notwendig um eine Fahrbereitschaft zu erzeugen. Botschaft 0x1B6 steuert in diesem Modus die Stromquelle und Botschaft 0x111 die Fahrbereitschaft.

Für diese Variante muss der Parameter „APP_C_Activation_Mode“ auf den Wert „4“ eingestellt werden. Darüber hinaus muss mit den Parameter „SM_C_BMS_Control_Mode“ die Aktivierungsmethode der Stromquelle geändert werden. Hierfür muss dieser Parameter auf den Wert „3“ eingestellt werden damit Stromquelle von der Fahrbereitschaft getrennt werden kann.

Parameter zur Auswahl der Aktivierung der Stromquelle aus verschiedenen Quellen		
Parametername	Funktion	Wertebereich
SM_BMS_Control_Mode	0 = Manuelle Aktivierung der Stromquelle 1 = Stromquelle immer aktivieren 2 = Stromquelle zusammen mit Fahrbereitschaft aktivieren 3 = Steuerung über Botschaft 0x1B6	0 .. 3 0 (default)

12.1.3 Aktivierung der Stromregelung bei drehendem Motor

In einigen Anwendungen ist es erforderlich, die Stromregelung bei drehendem Motor zu aktivieren, um maximale Verfügbarkeit des Antriebs sicher zu stellen.

Um Stromschwankung während der Zuschaltung des Leistungsteils so gering wie möglich zu halten werden die Integral-Anteile des d-Stromreglers und des q-Stromreglers mit einer zur Motordrehzahl passenden Spannung vorgeladen, sodass der Leistungsteil genau im Arbeitspunkt des Stromreglers aktiviert wird.

Bevor Sie diese Funktion nutzen, stellen Sie folgendes sicher:

- Starten Sie zur Überprüfung der Aktivierung bei drehendem Motor schrittweise, zunächst mit niedrigen Drehzahlen. Testen Sie die Aktivierung des Leistungsteils zunächst bei niedrigen Drehzahlen.
- Überprüfen Sie die Stromschwankung beim Aktivieren der Regelung zunächst bei niedrigen Drehzahlen und ohne aktive Drehmomentanforderung, d.h. der Motor sollte möglichst frei von Lastschwankungen in die aktive Stromregelung übergehen.
- Nutzen Sie die im Folgenden beschriebene automatische Schätzung der Flussverkettung.
- Passen Sie den automatischen Schätzwert manuell an, sodass die Stromschwankung beim Aktivieren möglichst gering ist.

Automatische Schätzung der Flussverkettung

Die Motorsteuerung bietet eine Funktion zur Schätzung der Flussverkettung. Lassen Sie den Motor dazu einige Sekunden im Leerlauf, d.h. ohne Last und bei maximaler Drehzahl drehen, und reduzieren die dann die Drehmomentanforderung auf 0%, sodass der Motor lastfrei austrudeln kann. Die Feldschwächung muss für diesen Versuch deaktiviert sein, d.h. der maximal zulässige Feldschwächestrom sollte 0 A betragen.

Der Messwert für die Flussverkettung kann über INFO_Motor_Psi_Estim abgelesen werden. Dieser Wert kann anschließend als Wert für MO_C_Psi übernommen werden.

Wichtige Parameter zur Aktivierung der Stromregelung bei drehendem Motor		
Parametername	Funktion	Wert
SM_C_RPM_Enable_Threshold	Maximale Motordrehzahl (1/s) bei Übergang in die Regelung. Starten Sie mit niedrigen Werten!	0 .. 2000 1/s 1 1/s (default)
SM_C_TRQ_Enable_Threshold	Maximale Drehmomentanforderung des Fahrers bei Übergang in die Regelung. Erhöhen Sie den Wert, falls die Stromregelung auch unter Last aktiviert werden können soll.	0 .. 100 % 0 % (default)
INFO_Motor_Psi_Estim	Messwert zur geschätzten Flussverkettung	0.00001 .. 0.999 Vs
MO_C_Psi	Flussverkettung des Motors. Berechnung: $MO_Psi = \text{Induktionsspannung} / \text{elektrische Drehzahl}$	0.00001 .. 0.999 Vs 0.1 Vs (default)

Tabelle 84: Wichtige Parameter zur Aktivierung der Stromregelung bei drehendem Motor.

12.1.4 Zweistufige Aktivierung der Stromregelung

Vor dem Übergang in die aktive Stromregelung können Gasgriffsignal & Bremssignal geprüft werden.

Diese Funktion dient der Umsetzung der ab 2018 geltenden L1E Zulassungsvorschrift innerhalb der EU. Demnach benötigt ein L1E Fahrzeug eine zweistufige Freischaltung zur Aktivierung der Fahrbereitschaft.

- Zuerst Zündung anschalten
- Danach Bremse antippen

Mit folgenden Parametern kann der Signalcheck parametrierbar werden:

Parameter zur Einstellung der zweistufigen Aktivierung für das Beschleunigungssignal		
Parametername	Funktion	Wertebereich
SM_C_Check_Throttle_Enable	Schaltet die Beschleunigung-Signal-Prüfung an / aus.	0 / 1 1 (default)
SM_C_Check_Throttle_Upper_Range_Enable	Schaltet die erweiterte Beschleunigung -Signal-Prüfung an / aus. Bei Aktivierung wird zusätzlich überprüft, ob das Beschleunigung -Signal auch oberhalb von SM_C_Check_Throttle_Threshold_High liegen kann. D.h. der Fahrer muss zuerst für 200ms das Fahrpedal betätigen, dann für 200ms das Fahrpedal loslassen, um die Regelung zu aktivieren.	0 / 1 0 (default)
SM_C_Check_Throttle_Threshold_Low	Unterer Schwellwert. Das Beschleunigungssignal muss zur Aktivierung 200ms lang unterhalb dieser Schwelle liegen.	0 .. 100 % 0 % (default)
SM_C_Check_Throttle_Threshold_High	Oberer Schwellwert. Das Beschleunigungssignal muss zur Aktivierung zuerst 200ms lang oberhalb dieser Schwelle liegen und dann 200ms lang unterhalb der Schwelle SM_C_Check_Throttle_Threshold_Low Nur relevant wenn SM_C_Check_Throttle_Upper_Range_Enable aktiviert ist.	0 .. 100 % 5 % (default)

Tabelle 85: Parameter zur Einstellung der zweistufigen Aktivierung für das Beschleunigungssignal.

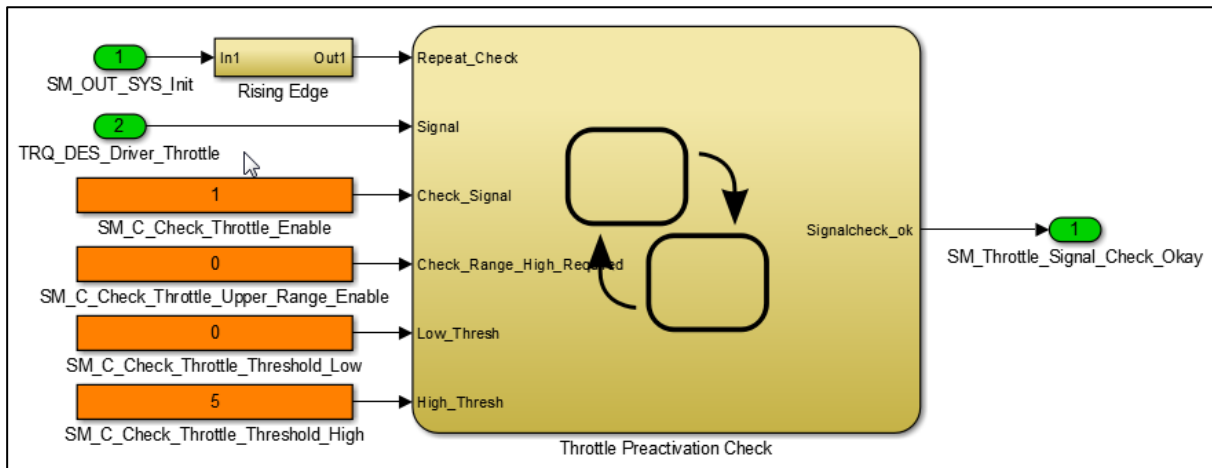


Abbildung 13: Funktionsmodell für den Beschleunigungssignal -Check

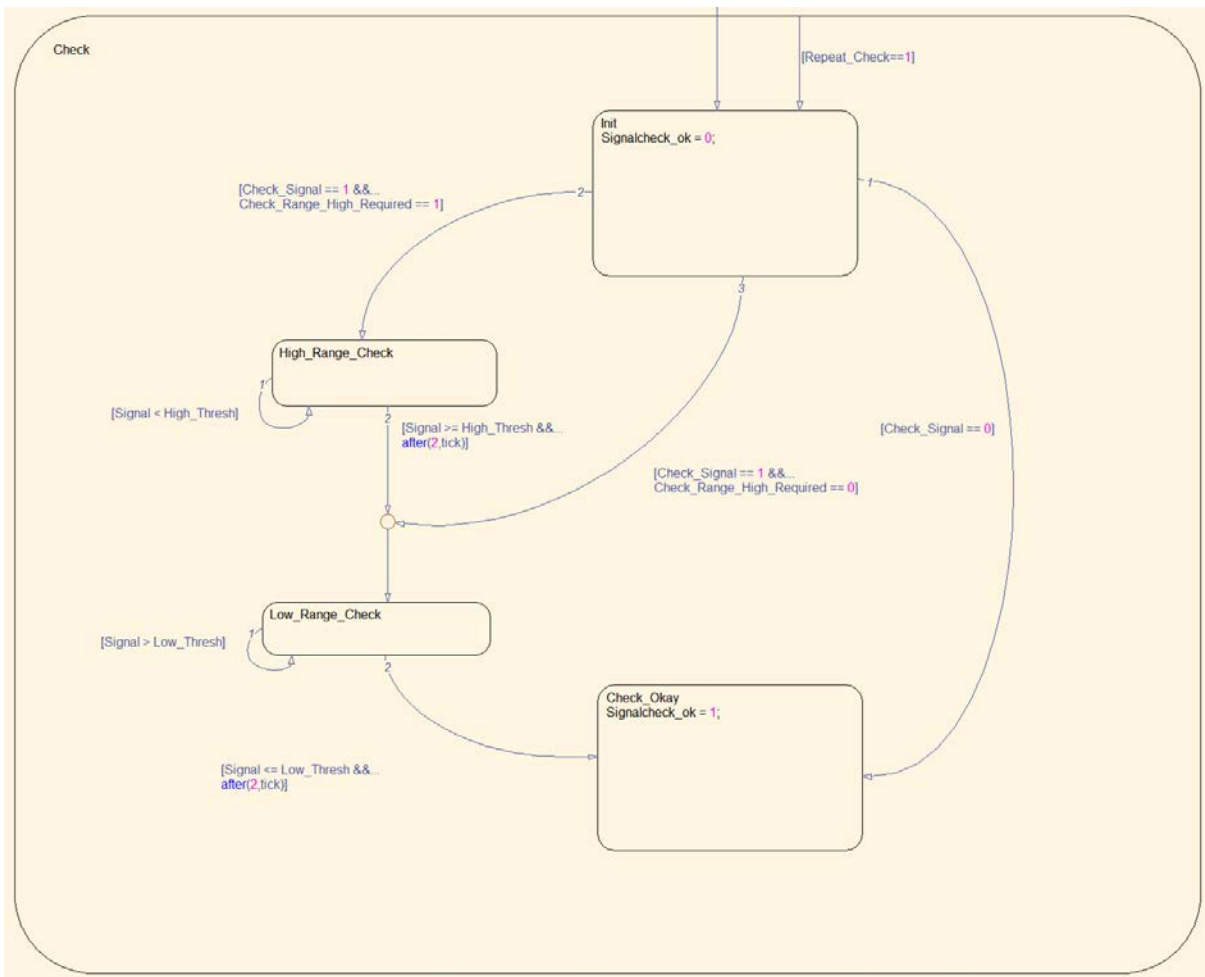


Abbildung 14: State-Machine-Model für den Beschleunigungssignal -Check.

Parameter zur Einstellung der zweistufigen Aktivierung am Bremsignal

Parametername	Funktion	Wert
SM_C_Check_Brake_Enable	Schaltet die Brems-Signal-Prüfung an / aus	0 / 1 1 (default)
SM_C_Check_Brake_Lower_Range_Enable	Schaltet die erweiterte Brems -Signal-Prüfung an	0 / 1

	/ aus. Bei Aktivierung wird zusätzlich überprüft, ob das Bremssignal auch unterhalb von SM_C_Check_Brems _Threshold_Low liegen kann. D.h. der Fahrer muss die Bremse zuerst für 200ms nicht betätigen, dann für 200ms bestätigen. um die Regelung zu aktivieren	1 (default)
SM_C_Check_Brake _Threshold_Low	Unterer Schwellwert. Das Bremssignal muss zur Aktivierung 200ms lang unterhalb dieser Schwelle liegen.	0 .. 100 % 5 % (default)
SM_C_Check_Brake _Threshold_High	Oberer Schwellwert. Das Bremssignal muss zur Aktivierung zuerst 200ms lang überhalb dieser Schwelle liegen und dann 200ms lang unterhalb der Schwelle SM_C_Check_Brake _Threshold_Low. Nur relevant, wenn SM_C_Check_Brake _Lower_Range_Enable aktiviert ist.	0 .. 100 % 10 % (default)

Tabelle 86: Parameter zur Einstellung der zweistufigen Aktivierung am Bremssignal.

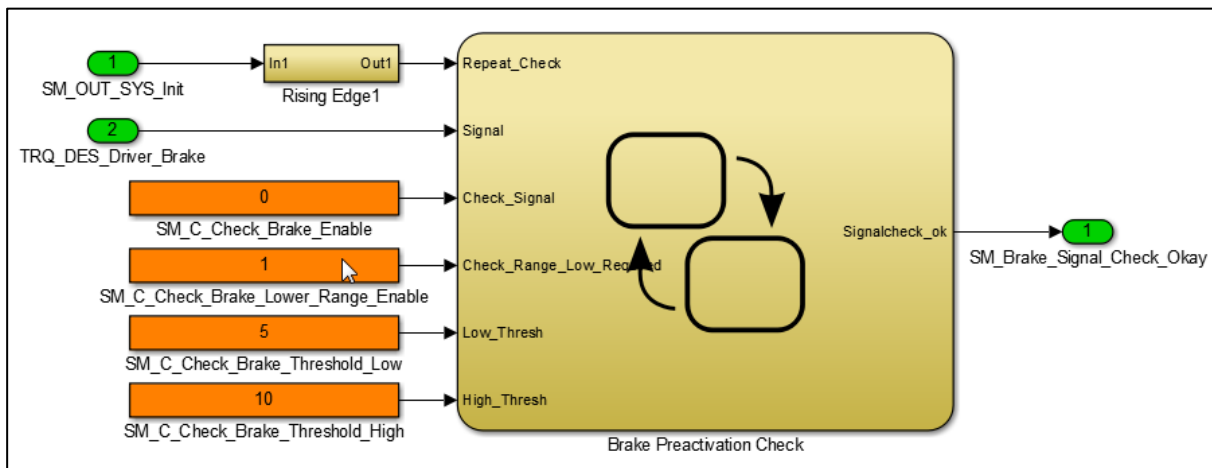


Abbildung 15: Funktionsmodel für den Bremssignal-Check

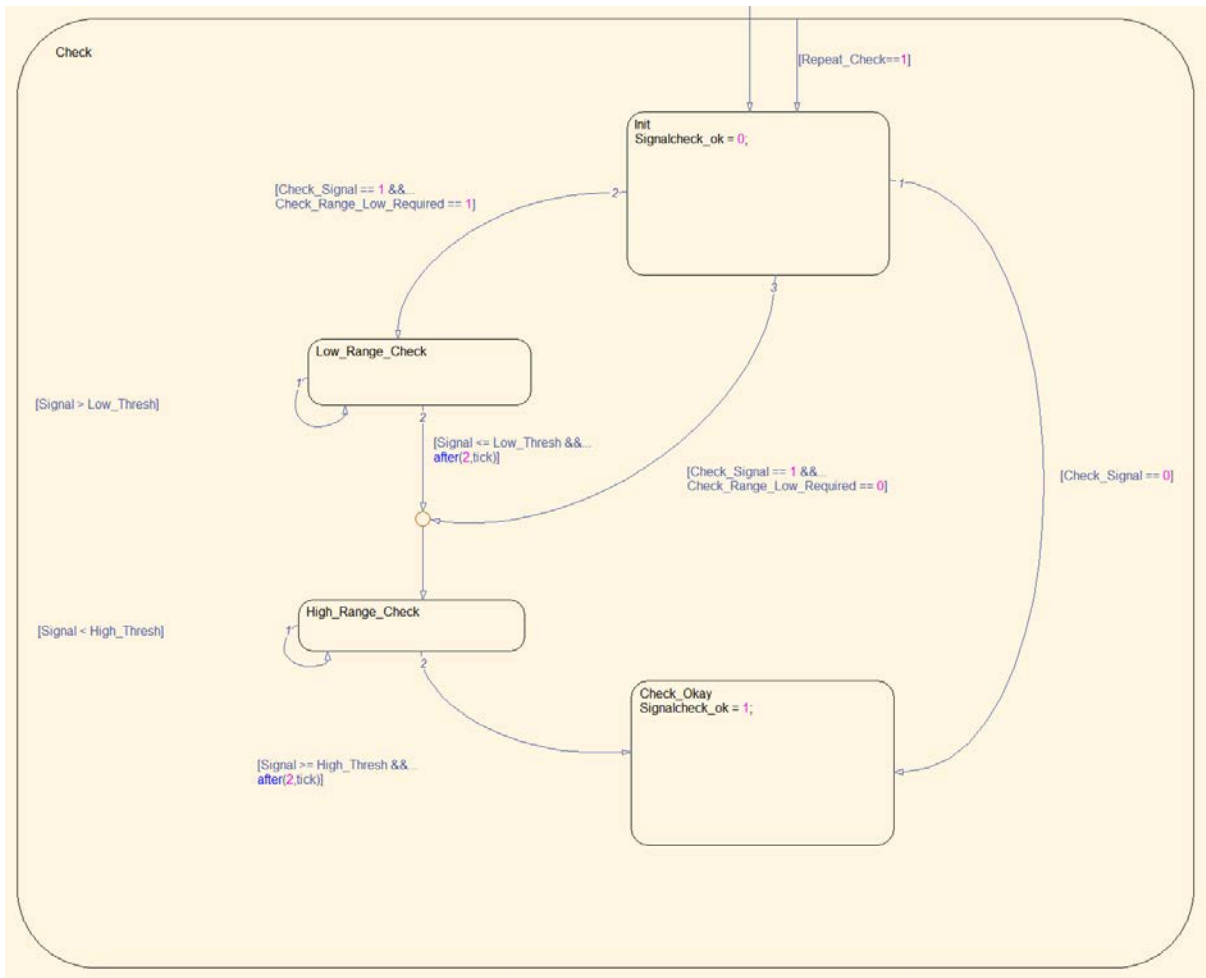


Abbildung 16: State-Machine-Model für den Bremssignal-Check.

13 Verhalten im Fehlerfall

13.1 Aufbau Fehlerdiagnosefunktion

Aufbau Fehlerdiagnosefunktion

Die Software der Motorsteuerung überwacht das Gesamtsystem aus Motor, Motorsteuerung und Batterie im laufenden Betrieb um Fehler an Hardware und Software zu erkennen. Die Fehlerüberwachung ist modular aus einzelnen Fehlerdiagnosefunktionen aufgebaut. Jede Fehlerdiagnosefunktion besitzt mindestens folgende Parameter:

- Enable-Bit: Zur Aktivierung / Deaktivierung der Fehlerdiagnose
- Level 1 Entprellung zur Verzögerung des Warning-Bits
- Level 2 Entprellung zur Verzögerung des Fehler-Bits

Jedes Fehlerdiagnosemodul besitzt folgende Ausgangssignale:

- Warning-Bit: Führt nicht direkt zur Deaktivierung des Leistungsteils. Einige Funktionen reagieren auf das Warning-Bit und ignorieren Signalwerte zu denen es ein Warning-Bit gibt. Bspw. wird bei einer Überschreitung des Signalbereichs für das Beschleunigungssignals kurzfristig die Drehmomentanforderung auf null reduziert, eine elektrische Bremsung ist jedoch weiterhin möglich.
- Fehler-Bit: Ein Fehlerbit führt zur Deaktivierung der Stromregelung und zu einem Eintrag im Fehlerspeicher
- Fehlerzähler: Zählt die Anzahl der aufgetretenen Fehler.

Sobald ein Fehlerbit gesetzt wird, wird die Stromregelung durch den State-Manager deaktiviert und der Leistungsteil in vorkonfigurierten Zustand gebracht – „Free Floating“ oder „Aktiver Kurzschluss“. Siehe „Aktiver Kurzschluss des Leistungsteils im Fehlerfall“.

Hinweis zur Verwendung der Werkseinstellungen

In den Werkseinstellungen ist die Fehlerüberwachung sehr tolerant eingestellt, sodass Sie zu Beginn Ihrer Einstellarbeiten möglichst selten durch Sicherheitsabschaltungen unterbrochen werden. Sollte ein Fehlerfall erkannt werden, wird der State-Manager den Leistungsteil mit einer Sicherheitsabschaltung deaktivieren. Siehe „State-Manager“.

Tolerante Einstellungen beim Fehlerhandling können dazu führen, dass die Motorsteuerung, der Motor oder die Batterie nicht ausreichend vor Überlastung oder Überspannung geschützt sind, daher sollten die im folgenden beschriebenen Einstellmöglichkeiten der Fehlerdiagnosefunktionen nutzen, um das Gesamtsystem bestmöglich zu schützen.

13.2 Fehlerdiagnosefunktionen

Im Folgenden Abschnitt werden die einzelnen Fehlerdiagnosen beschrieben und Einstellmöglichkeiten erläutert.

ERR_E_I_Max_DC

Beschreibung der Diagnosefunktion	
Zweck der Diagnosefunktion	Überwachung der Einhaltung des maximal zulässigen Batteriestroms.
Wie wird der Fehler diagnostiziert (technische Beschreibung)	Durch Überwachung des aktuellen Messwerts des Batteriestroms.
Mögliche Ursachen	Die Fahrmoduseinstellungen für den maximalen Batteriestrom überschreiten den Grenzwert zur Fehlererkennung. Schlecht eingestellter Stromregler.
Reaktion bei erkanntem Fehler	Deaktivierung des Leistungsteils
Kritischer Fehler (Übergang in den Stromregelung erfordert Zündungsreset)	Ja (Zündungsreset erforderlich)

Tabelle 87: Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_I_Max_DC.

Parameter der Diagnosefunktion		
Parametername	Funktion	Wertebereich
ERR_C_I_Max_DC	Maximaler Batteriestrom	0 .. 1000 A
ERR_C_I_Max_DC_Debounce_L1	Verzögerung des Warning-Bits	0 .. 10000 ms
ERR_C_I_Max_DC_Debounce_L2	Verzögerung des Error-Bits	0 .. 10000 ms

Tabelle 88: Parameter der Diagnosefunktion ERR_E_I_Max_DC.

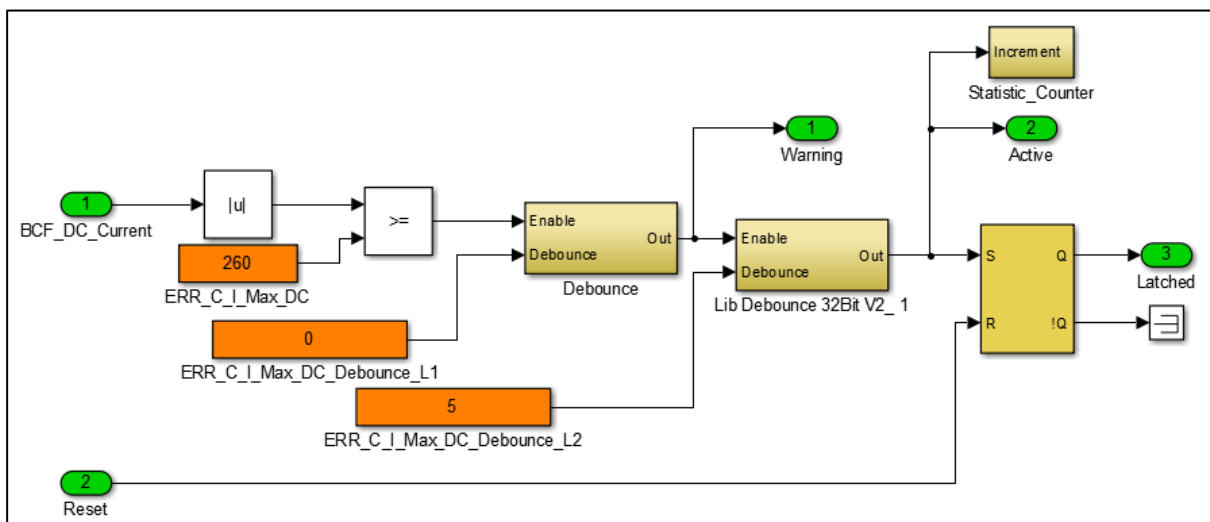


Abbildung 17: Funktionsmodell zur Fehlerdiagnose für Überstrom (DC)

ERR_E_I_Max_AC

Beschreibung der Diagnosefunktion	
Zweck der Diagnosefunktion	Überwachung der Einhaltung des maximal zulässigen Motorstroms.
Wie wird der Fehler diagnostiziert (technische Beschreibung)	Durch Überwachung des aktuellen Messwerts Motorstroms.
Mögliche Ursachen	Ihre Fahrmoduseinstellungen für den maximalen Motorstrom überschreiten den Grenzwert zur Fehlererkennung. Schlecht eingestellter Stromregler.
Reaktion bei erkanntem Fehler	Deaktivierung des Leistungsteils
Kritischer Fehler (Übergang in den Stromregelung erfordert Zündungsreset)	Nein

Tabelle 89: Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_I_Max_AC.

Parameter der Diagnosefunktion		
Parametername	Funktion	Wertebereich
ERR_C_I_Max_AC_V1	Maximaler Motorstrom auf Emerge 3000	0 .. 225 A
ERR_C_I_Max_AC_V2	Maximaler Motorstrom auf Emerge 6000	0 .. 380 A
ERR_C_I_Max_AC_Debounce_L1	Verzögerung des Warning-Bits	0 .. 10000 ms
ERR_C_I_Max_AC_Debounce_L2	Verzögerung des Error-Bits	0 .. 10000 ms

Tabelle 90: Parameter der Diagnosefunktion ERR_E_I_Max_AC.

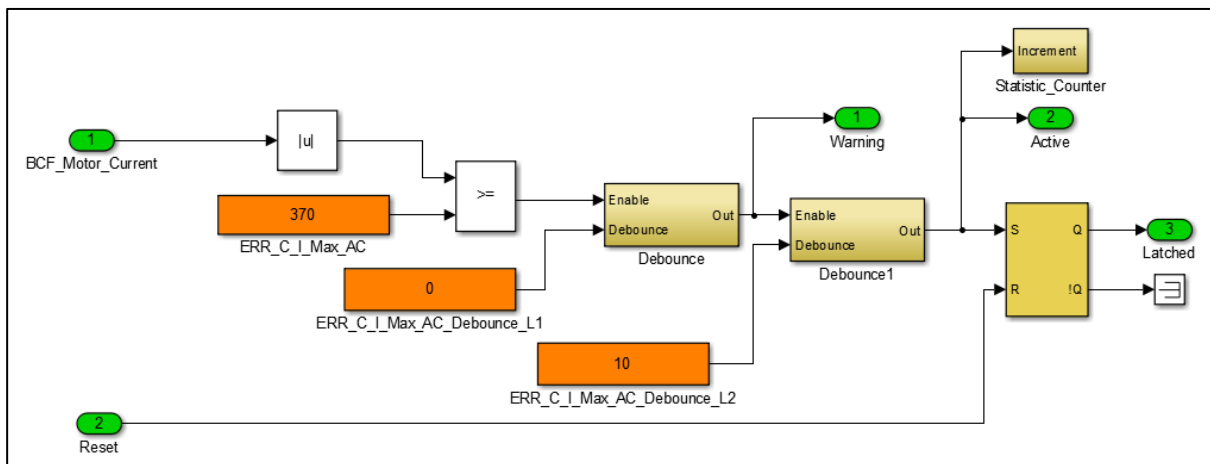


Abbildung 18: Funktionsmodell zur Fehlerdiagnose für Überstrom (AC)

ERR_E_U_HV_Max (Überspannung)

Beschreibung der Diagnosefunktion	
Zweck der Diagnosefunktion	Erkennung von Überspannung am Zwischenkreis der Motorsteuerung.
Wie wird der Fehler diagnostiziert (technische Beschreibung)	Die Spannung wird an den Zwischenkreiskondensatoren gemessen und mit dem eingestellten Maximalwert verglichen.
Mögliche Ursachen	Die Versorgungsspannung ist zu hoch. Die Spannung im Zwischenkreis ist auf Grund von Energierückgewinnung angestiegen, jedoch konnte der erzeugte Strom nicht abfließen. Die Verbindung zur Batterie ist unterbrochen, oder eine Diode sperrt den Stromrückfluss.
Reaktion bei erkanntem Fehler	Deaktivierung des Leistungsteils.
Kritischer Fehler (Übergang in den Stromregelung erfordert Zündungsreset)	Nein

Tabelle 91: Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_U_HV_Max.

Parameter der Diagnosefunktion		
Parametername	Funktion	Wertebereich
ERR_C_U_HV_Max	Maximal zulässige Spannung	0 .. 65 V
ERR_C_U_HV_Max_Debounce_L1	Verzögerung des Warning-Bits	0 .. 10000 ms
ERR_C_U_HV_Max_Debounce_L2	Verzögerung des Error-Bits	0 .. 10000 ms

Tabelle 92: Parameter der Diagnosefunktion ERR_E_U_HV_Max.

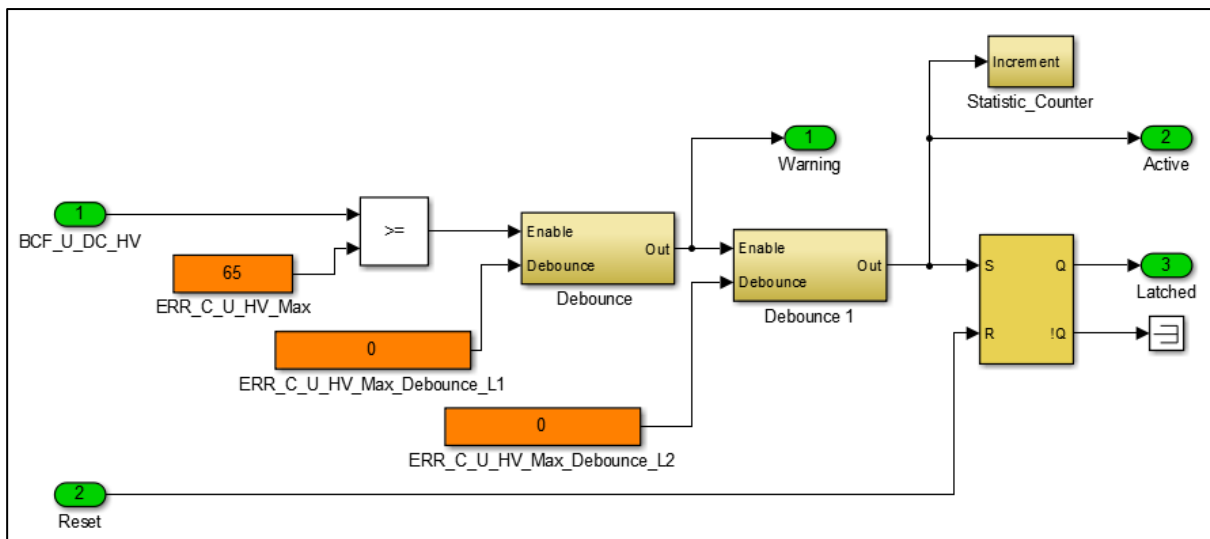


Abbildung 19: Funktionsmodell zur Fehlerdiagnose für Überspannung (DC)

ERR_E_U_HV_Min (Unterspannung)

Beschreibung der Diagnosefunktion	
Zweck der Diagnosefunktion	Erkennung von Unterspannung am Zwischenkreis der Motorsteuerung
Wie wird der Fehler diagnostiziert (technische Beschreibung)	Die Spannung wird an den Zwischenkreiskondensatoren gemessen und mit dem eingestellten Minimalwert verglichen.
Mögliche Ursachen	Die Versorgungsspannung ist zu niedrig. Die Verbindung zur Batterie ist unterbrochen.
Reaktion bei erkanntem Fehler	Deaktivierung des Leistungsteils
Kritischer Fehler (Übergang in den Stromregelung erfordert Zündungsreset)	Nein

Tabelle 93: Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_U_HV_Min.

Parameter der Diagnosefunktion		
Parametername	Funktion	Wertebereich
ERR_C_U_HV_Min	Minimal zulässige Spannung	12 .. 65 V
ERR_C_U_HV_Min_Debounce_L1	Verzögerung des Warning-Bits	0 .. 10000 ms
ERR_C_U_HV_Min_Debounce_L2	Verzögerung des Error-Bits	0 .. 10000 ms

Tabelle 94: Parameter der Diagnosefunktion ERR_E_U_HV_Min.

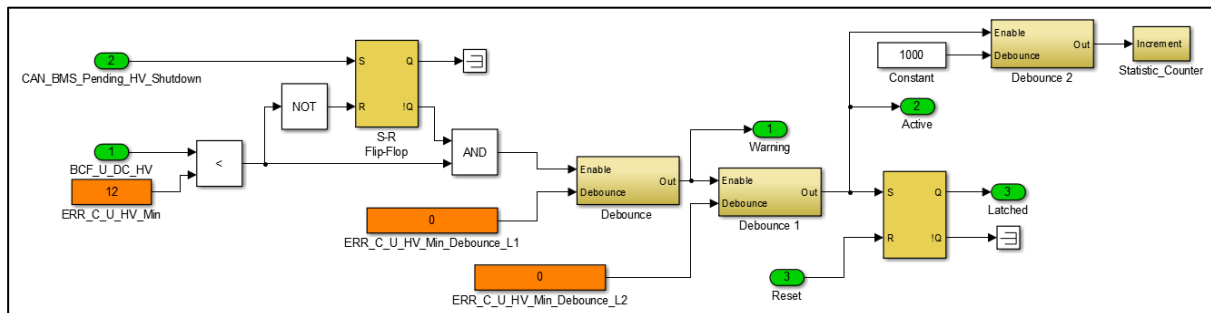


Abbildung 20: Funktionsmodell zur Fehlerdiagnose für Unterspannung (DC)

ERR_E_U_LV_Min (Unterspannung interne 12V Versorgung)

Beschreibung der Diagnosefunktion	
Zweck der Diagnosefunktion	Erkennung von Unterspannung für die interne Spannungsversorgung
Wie wird der Fehler diagnostiziert (technische Beschreibung)	Die Spannung wird nach dem internen 12V-DCDC-Wandler gemessen und mit einem Minimalwert verglichen.
Mögliche Ursachen	Die 5V-Sensor-Versorgung wird übermäßig belastet. Der interne 12V-DCDC-Wandler ist beschädigt (das Steuergerät ist defekt).
Reaktion bei erkanntem Fehler	Deaktivierung des Leistungsteils
Kritischer Fehler (Übergang in den Stromregelung erfordert Zündungsreset)	Nein

Tabelle 95: Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_U_LV_Min.

Parameter der Diagnosefunktion		
Parametername	Funktion	Wertebereich
ERR_C_U_LV_Min	Untere Grenze für die interne Versorgungsspannung	0 .. 12 V
ERR_C_U_LV_Min_U_HV_Thresh	Untere Grenze der Batteriespannung zur Vermeidung von mehrfach Fehlern.	0 .. 15 V
ERR_C_U_LV_Min_Debounce_L1	Verzögerung des Warning-Bits	0 .. 10000 ms
ERR_C_U_LV_Min_Debounce_L2	Verzögerung des Error-Bits	0 .. 10000 ms

Tabelle 96: Parameter der Diagnosefunktion ERR_E_U_LV_Min.

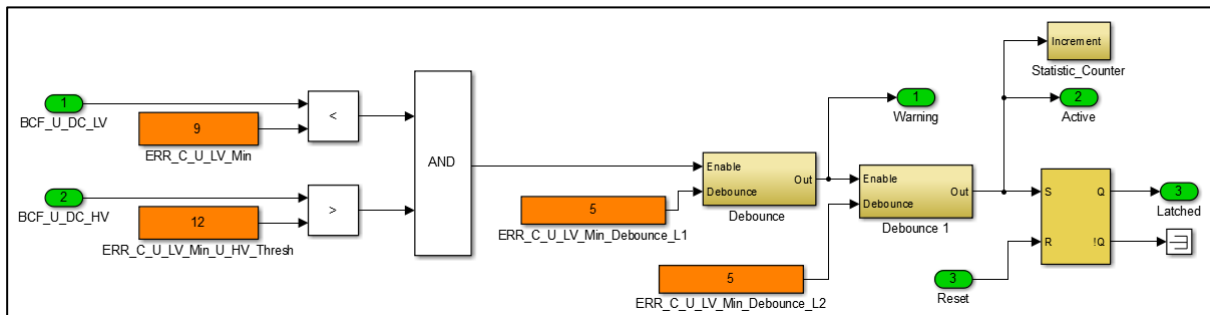


Abbildung 21: Funktionsmodell zur Fehlerdiagnose für Unterspannung (interne Spannungsversorgung)

ERR_E_AWD (kurzfristige Über- & Unterspannung)

Beschreibung der Diagnosefunktion	
Zweck der Diagnosefunktion	Schutz der Leistungselektronik bei sehr dynamischen Überspannungen und Unterspannungen. Bei Unterspannung wird die Speicherung von aktuellen Fahrdaten und Fehlerspeicher im Flashspeicher ausgelöst.
Wie wird der Fehler diagnostiziert (technische Beschreibung)	Ein hardware-seitiger Interrupt mit sehr hoher Priorität kann den Leistungsteil ohne Zutun der Steuerungssoftware deaktivieren um Schäden an der Hardware zu vermeiden.
Mögliche Ursachen	Unterspannung oder Überspannung am Zwischenkreis der Motorsteuerung. Dieser Fehler tritt bei Überschreitung der zulässigen Betriebsspannungsgrenzen auf.
Reaktion bei erkanntem Fehler	Deaktivierung des Leistungsteils
Kritischer Fehler (Übergang in den Stromregelung erfordert Zündungsreset)	Nein

Tabelle 97: Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_AWD.

Parameter der Diagnosefunktion		
Parametername	Funktion	Wertebereich
BSW_C_AWD_High_Threshold_Voltage	Überspannungslimit. 70V (default) Der Parameter steht möglicher Weise nicht zur Veränderung zur Verfügung	0 .. 160 V 70 V (default)
BSW_C_AWD_Low_Threshold_Voltage	Unterspannungslimit. 20V (default) Der Parameter steht möglicher Weise nicht zur Veränderung zur Verfügung	7 .. 160 V 20 V (default)

Tabelle 98: Parameter der Diagnosefunktion ERR_E_AWD.

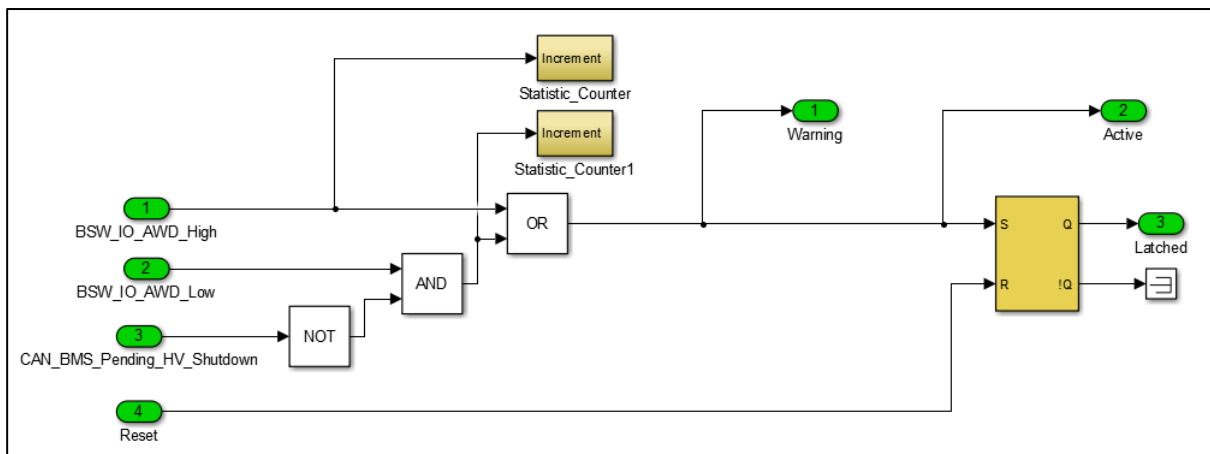


Abbildung 22: Funktionsmodell zur Fehlerdiagnose für dynamische Unter- & Überspannung

ERR_E_Block_Det (Blockierung)

Beschreibung der Diagnosefunktion	
Zweck der Diagnosefunktion	Schutz des Antriebs vor Überhitzung durch Blockierung des Motors bei gleichzeitig hohem Motorstrom.
Wie wird der Fehler diagnostiziert (technische Beschreibung)	Es findet eine zweistufige Erkennung der Blockierung über den Motorstrom statt. Die erste Stufe erkennt mäßig hohen Strom bei gleichzeitig niedriger Drehzahl des Motors und verzögert das Auslösen des Fehlers relativ lange. Die zweite Stufe dient zur Erkennung von sehr hohen Strömen und verzögert die Auslösung des Fehler nur für kurze Zeit.
Mögliche Ursachen	Der Fahrer blockiert den Antrieb Das Fahrzeug ist zu schwer um schnell genug zu beschleunigen
Reaktion bei erkanntem Fehler	Deaktivierung des Leistungsteils
Kritischer Fehler (Übergang in den Stromregelung erfordert Zündungsreset)	Nein

Tabelle 99: Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_Block_Det.

Parameter der Diagnosefunktion		
Parametername	Funktion	Wertebereich
ERR_C_Block_Det_Current	Motorstromgrenze für erste Überwachungsstufe	0 .. 1000 A
ERR_C_Block_Det_Current_L2	Motorstromgrenze für zweite Überwachungsstufe	0 .. 1000 A
ERR_C_Block_Det_Debounce_L1	Verzögerung der Fehlerauslösung für erste Überwachungsstufe	0 .. 10000 ms
ERR_C_Block_Det_Debounce_L2	Verzögerung der Fehlerauslösung für zweite Überwachungsstufe	0 .. 10000 ms
ERR_C_Block_Det_Speed	Drehzahlgrenze für beide Stufen. Eine Blockierung des Antriebs wird unterhalb der eingestellten Drehzahl erkannt	0 .. 2000 1/s

Tabelle 100: Parameter der Diagnosefunktion ERR_E_Block_Det

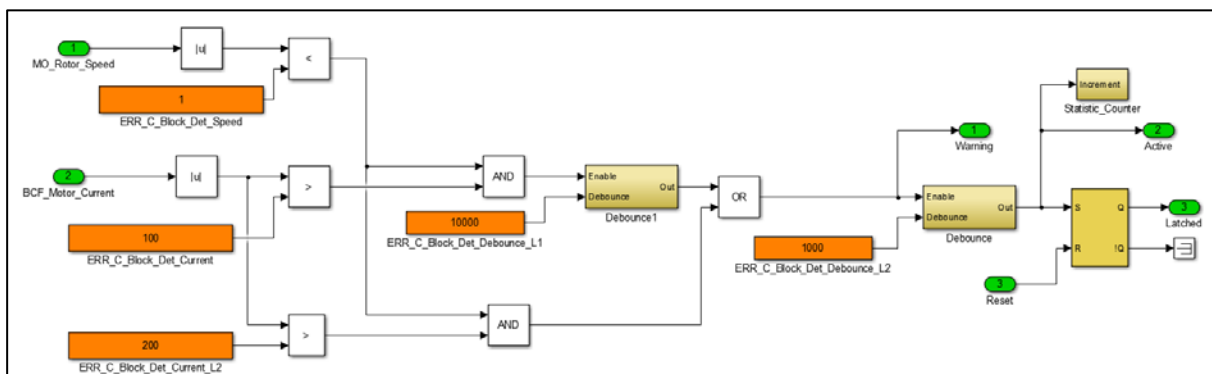


Abbildung 23: Funktionsmodell zur Fehlerdiagnose der Blockiererkennung

ERR_E_Throttle_Monitoring (Beschleunigungssignalfehler)

Beschreibung der Diagnosefunktion	
Zweck der Diagnosefunktion	Erkennung einer Überschreitung des Signalbereichs des Beschleunigungssignals. Erkennung von Wackelkontakt oder Kurzschluss des Eingangssignals gegen Masse oder Versorgungsspannung.
Wie wird der Fehler diagnostiziert (technische Beschreibung)	Bei den Eingangssignalen AIN1, AIN2 und PWM1 wird der Signal-Rohwert überwacht. Der Wertebereich ist relativ zum kalibrierten Signalbereich im Bereich von 0 bis 100 %. Bei Ansteuerung über CAN-Bus wird eine Überschreitung von 100 % Drehmomentanforderung überwacht.
Mögliche Ursachen	Schlechte Kalibrierung. Kalibrierwerte liegen zu nah an der Fehlerschwelle. Wackelkontakt auf dem Signaleingang. Kurzschluss gegen Masse oder Versorgungsspannung. Starke elektrische Störungen auf dem Signalpfad (z.B. EMV). Ansteuerwert auf dem CAN-Bus von über 100 %.
Reaktion bei erkanntem Fehler	Beim Auslösen des Warning-Bits wird das vom Eingang erzeugte relative Drehmoment auf Null gesetzt. Bei Auslösen des Fehler-Bits erfolgt die Deaktivierung des Leistungsteils.
Kritischer Fehler (Übergang in den Stromregelung erfordert Zündungsreset)	Ja (Zündungsreset erforderlich)

Tabelle 101: Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_Throttle_Monitoring.

Parameter der Diagnosefunktion		
Parametername	Funktion	Wertebereich
ERR_C_Throttle_Monitoring_Enable	Aktivierung der Fehlerdiagnosefunktion	0 / 1
ERR_C_Throttle_Monitoring_Min_Raw_Value	Untere Schwelle für den Rohwert der Drehmomentanforderung	0 .. 100 %
ERR_C_Throttle_Monitoring_Max_Raw_Value	Obere Schwelle für den Rohwert der Drehmomentanforderung	0 .. 100 %
ERR_C_Throttle_Monitoring_Debounce_L1	Verzögerung des Warning-Bits	0 .. 10000 ms
ERR_C_Throttle_Monitoring_Debounce_L2	Verzögerung des Error-Bits	0 .. 10000 ms

Tabelle 102: Parameter der Diagnosefunktion ERR_E_Throttle_Monitoring.

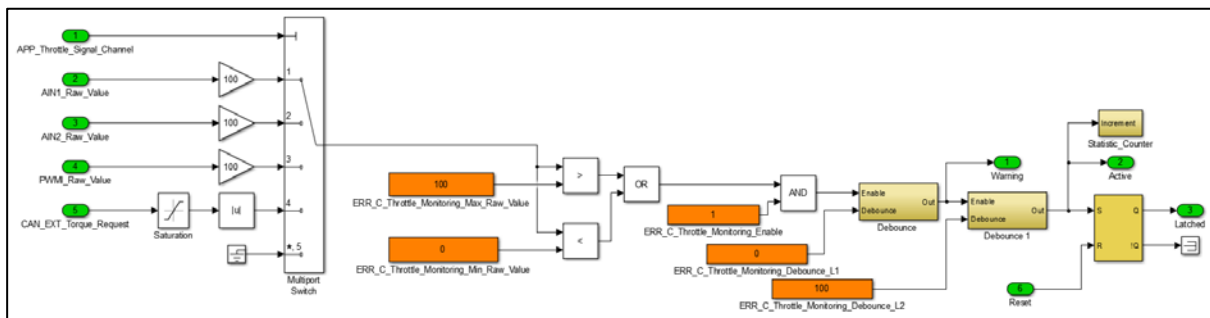


Abbildung 24: Funktionsmodell zur Fehlerdiagnose der Beschleunigungssignallüberwachung

ERR_E_Brake_Monitoring (Bremssignalfehler)

Beschreibung der Diagnosefunktion	
Zweck der Diagnosefunktion	Erkennung einer Überschreitung des Signalbereichs des Bremssignals Erkennung von Wackelkontakt oder Kurzschluss des Eingangssignals gegen Masse oder Versorgungsspannung.
Wie wird der Fehler diagnostiziert (technische Beschreibung)	Bei den Eingangssignalen AIN1, AIN2 und PWM1 wird der Signal-Rohwert überwacht. Der Wertebereich ist relativ zum kalibrierten Signalbereich im Bereich von 0 bis 100 %. Bei Ansteuerung über CAN-Bus wird eine Unterschreitung von -100 % Drehmoment überwacht.
Mögliche Ursachen	Schlechte Kalibrierung. Kalibrierwerte liegen zu nah an der Fehlerschwelle. Wackelkontakt auf dem Signaleingang. Kurzschluss gegen Masse oder Versorgungsspannung. Starke elektrische Störungen auf dem Signalpfad (z.B. EMV). Ansteuerwert über CAN-Bus liegt unterhalb von -100 %.
Reaktion bei erkanntem Fehler	Beim Auslösen des Warning-Bits wird das vom Eingang erzeugte relative Drehmoment auf Null gesetzt Bei Auslösen des Fehler-Bits erfolgt die Deaktivierung des Leistungsteils
Kritischer Fehler (Übergang in den Stromregelung erfordert Zündungsreset)	Ja (Zündungsreset erforderlich)

Tabelle 103: Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_Brake_Monitoring.

Parameter der Diagnosefunktion		
Parametername	Funktion	Wertebereich
ERR_C_Brake_Monitoring_Enable	Aktivierung der Fehlerdiagnosefunktion	0 / 1
ERR_C_Brake_Monitoring_Min_Raw_Value	Untere Schwelle für den Rohwert der Drehmomentanforderung	0 .. 100 %
ERR_C_Brake_Monitoring_Max_Raw_Value	Obere Schwelle für den Rohwert der Drehmomentanforderung	0 .. 100 %
ERR_C_Brake_Monitoring_Debounce_L1	Verzögerung des Warning-Bits	0 .. 10000 ms
ERR_C_Brake_Monitoring_Debounce_L2	Verzögerung des Error-Bits	0 .. 10000 ms

Tabelle 104: Parameter der Diagnosefunktion ERR_E_Brake_Monitoring.

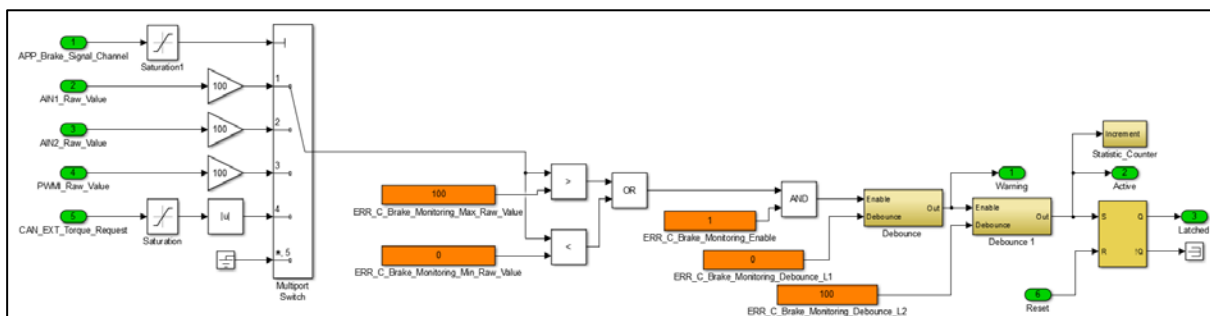


Abbildung 25: Funktionsmodell zur Fehlerdiagnose der Bremssignüberwachung

ERR_E_CAN_Timeout (CAN Timeout)

Beschreibung der Diagnosefunktion	
Zweck der Diagnosefunktion	Timeout-Erkennung für die Botschaft EXT_Torque_Control_01.
Wie wird der Fehler diagnostiziert (technische Beschreibung)	Der zeitliche Abstand zwischen dem Empfang von CAN-Nachrichten wird überwacht.
Mögliche Ursachen	Der CAN-Bus ist nicht richtig angeschlossen. Die Baudrate ist falsch eingestellt. Der Sender sendet die Botschaft nicht. Die Botschaft wird nicht häufig genug empfangen. Die Botschaft hat einen ungültigen DLC.
Reaktion bei erkanntem Fehler	Deaktivierung des Leistungsteils.
Kritischer Fehler (Übergang in den Stromregelung erfordert Zündungsreset)	Nein

Tabelle 105: Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_CAN_Timeout.

Parameter der Diagnosefunktion		
Parametername	Funktion	Wertebereich
ERR_C_CAN_Timeout_Enable	Aktivierung der Fehlerüberwachung	0 / 1

Tabelle 106: Parameter der Diagnosefunktion ERR_E_CAN_Timeout.

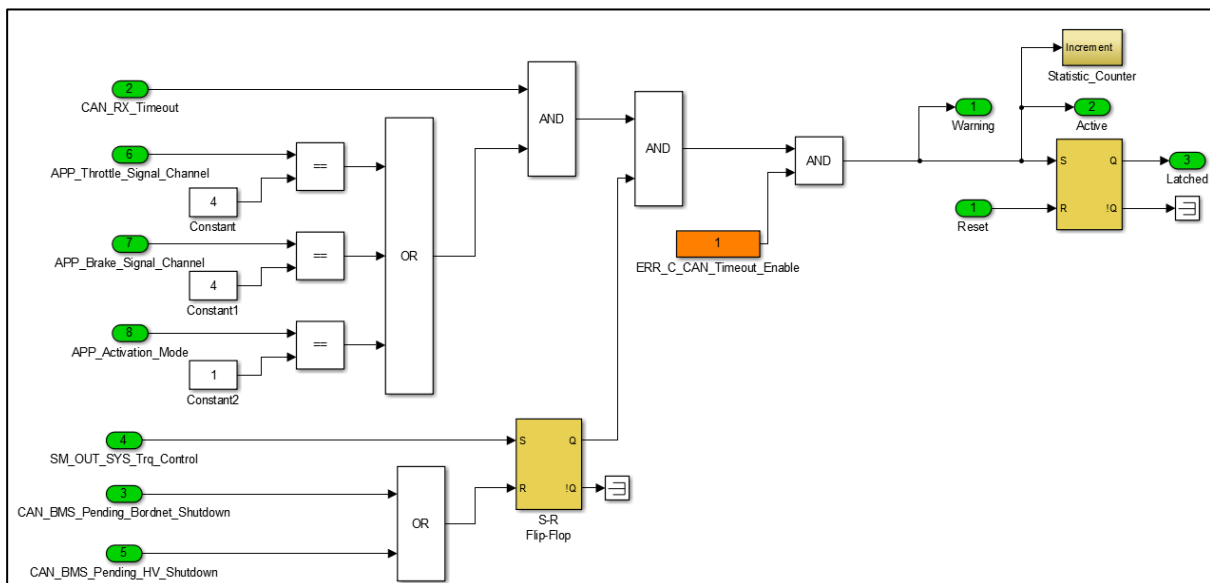


Abbildung 26: Funktionsmodell zur Fehlerdiagnose eines CAN-Timeout

ERR_E_CAN_MC (CAN Botschaftsüberwachung)

Beschreibung der Diagnosefunktion	
Zweck der Diagnosefunktion	Überwachung der CAN-Botschaft EXT_Torque_Control_01. Erkennung von lückenhaftem Empfang. Erkennung von statischen / eingefrorenen Werten.
Wie wird der Fehler diagnostiziert (technische Beschreibung)	Das CAN-Signal CAN_EXT_Alive_Counter wird mit jeder empfangenen CAN-Botschaft ausgewertet und der Abstand zwischen den beiden letzten empfangenen Werten verglichen. Bei Überschreitung bzw. Unterschreiten eines Abstands in der Botschaftszählerdistanz wird ein Fehler ausgelöst.
Mögliche Ursachen	CAN_EXT_Alive_Counter liefert nur statische Werte Die Botschaft EXT_Torque_Control_01 wird lückenhaft empfangen
Reaktion bei erkanntem Fehler	Deaktivierung des Leistungsteils
Kritischer Fehler (Übergang in den Stromregelung erfordert Zündungsreset)	Nein

Tabelle 107: Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_CAN_MC.

Parameter der Diagnosefunktion		
Parametername	Funktion	Wertebereich
ERR_C_CAN_MC_Enable	Aktivierung der Fehlerüberwachung	0 / 1
ERR_C_CAN_MC_Threshold	Obergrenze für den Abstand zwischen zwei Alive-Counter-Werten	1 .. 15

Tabelle 108: Parameter der Diagnosefunktion ERR_E_CAN_MC

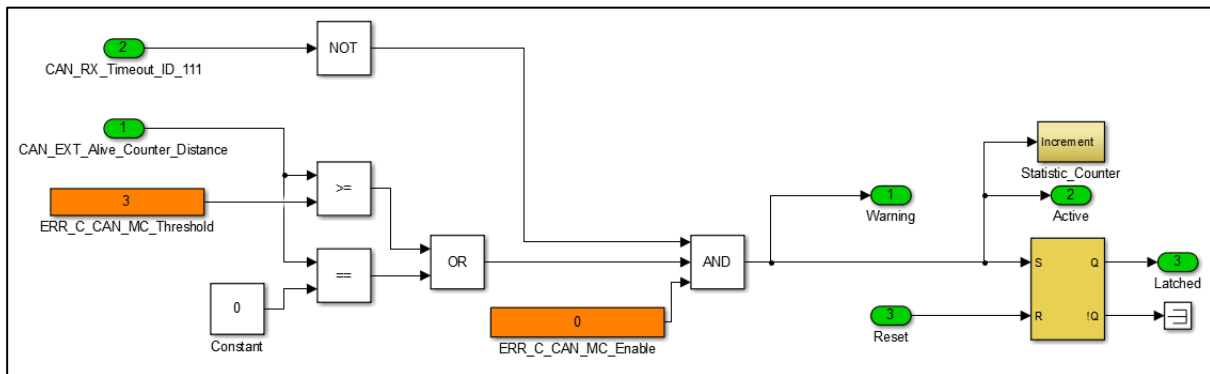


Abbildung 27: Funktionsmodell zur Fehlerdiagnose eines CAN-Botschaftszählerfehlers

ERR_E_EEPROM (Speicherproblem)

Beschreibung der Diagnosefunktion	
Zweck der Diagnosefunktion	Erkennung einer nicht parametrisierten Steuerung. Erkennung von ungültigem Datensatz. Erkennung von Fehlern im Flashspeicher. Erkennung von Fehlern im Arbeitsspeicher.
Wie wird der Fehler diagnostiziert (technische Beschreibung)	direkt nach einem Software-Update, solange noch kein Datensatz geschrieben wurde. bei ungültigem Datensatz oder fehlerhafter Checksumme. bei falsch eingestellten Achsen von Tabellen.
Mögliche Ursachen	Es wurde noch kein Snapshot auf die Steuerung übertragen. Da aktuellen Datenstand wurde nicht gespeichert d.h. „Store Parameters“ wurde noch nicht durchgeführt.
Reaktion bei erkanntem Fehler	Deaktivierung des Leistungsteils
Kritischer Fehler (Übergang in den Stromregelung erfordert Zündungsreset)	Nein

Tabelle 109: Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_EEPROM.

Parameter der Diagnosefunktion		
Parametername	Funktion	Wertebereich
Es gibt keinen Parameter für diese Funktion		

Tabelle 110: Parameter der Diagnosefunktion ERR_E_EEPROM.

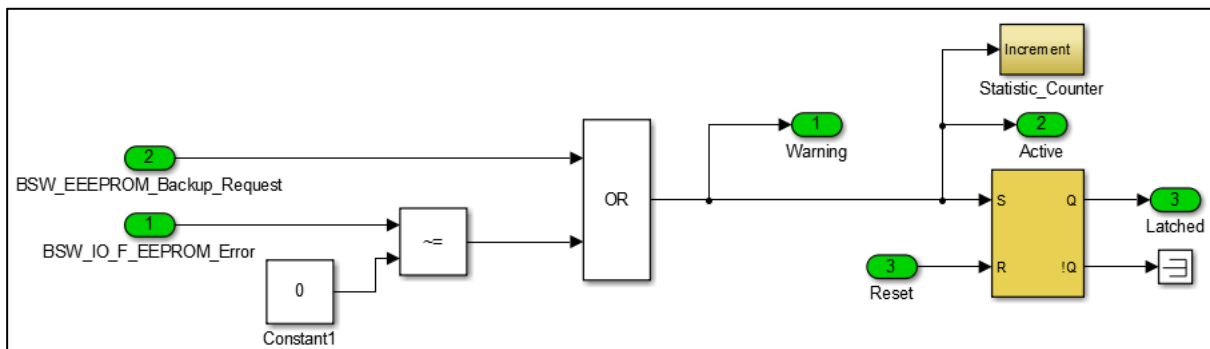


Abbildung 28: Funktionsmodell zur Fehlerdiagnose eines EEPROM-Problems

ERR_E_Rotor_Speed_Limit

Beschreibung der Diagnosefunktion	
Zweck der Diagnosefunktion	Erkennung von Überdrehzahl.
Wie wird der Fehler diagnostiziert (technische Beschreibung)	Durch Überwachung der mechanischen sowie elektrischen Motordrehzahl. Der Fehler löst aus, sobald eine der beiden Grenzen überschritten wird.
Mögliche Ursachen	Die Motordrehzahl übersteigt den eingestellten Maximalwert.
Reaktion bei erkanntem Fehler	Deaktivierung des Leistungsteils.
Kritischer Fehler (Übergang in den Stromregelung erfordert Zündungsreset)	Nein

Tabelle 111: Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_Rotor_Speed_Limit.

Parameter der Diagnosefunktion		
Parametername	Funktion	Wertebereich
ERR_C_Rotor_Speed_Limit	Maximalwert als mechanisches Drehzahllimit	0 .. 2400 1/s
ERR_C_Rotor_Speed_Limit_el	Maximalwert als elektrisches Drehzahllimit	0 .. 2400 1/s
ERR_C_Rotor_Speed_Limit_Debounce_L1	Verzögerung des Warning-Bits	0 .. 10000 ms
ERR_C_Rotor_Speed_Limit_Debounce_L2	Verzögerung des Error-Bits	0 .. 10000 ms

Tabelle 112: Parameter der Diagnosefunktion ERR_E_Rotor_Speed_Limit.

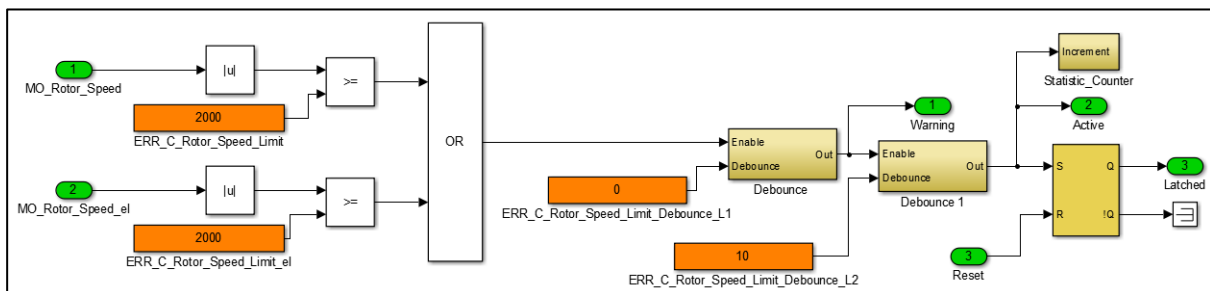


Abbildung 29: Funktionsmodell zur Fehlerdiagnose von Überdrehzahl

ERR_E_Motor_Sensor

Beschreibung der Diagnosefunktion	
Zweck der Diagnosefunktion	Erkennung von Fehlern am Motorsensorsignal.
Wie wird der Fehler diagnostiziert (technische Beschreibung)	Bei Hallsensoren: Durch Überwachung der Signalpegel an den Eingängen für Hall-Sensor 1 bis 3. Durch Überwachung des Pulsmusters. Bei Resolver: Durch Überwachung des Signalausfalls. Durch Überwachung des Abstands zwischen zwei Messwerten des Resolvers
Mögliche Ursachen	Fehlerhafte Verkabelung. Mechanisches Problem am Sensor. Starke elektrische Störungen auf dem Sensorsignal (EMV). Ungenügende Versorgungsspannung des Sensors.
Reaktion bei erkanntem Fehler	Deaktivierung des Leistungsteils.
Kritischer Fehler (Übergang in den Stromregelung erfordert Zündungsreset)	Nein

Tabelle 113: Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_Motor_Sensor.

Parameter der Diagnosefunktion		
Parametername	Funktion	Wertebereich
ERR_C_Motor_Sensor_Enable	Aktivierung der Fehlerüberwachung	0 / 1
ERR_C_Motor_Sensor_Debounce_L1	Verzögerung des Warning-Bits	0 .. 10000 ms
ERR_C_Motor_Sensor_Debounce_L2	Verzögerung des Error-Bits	0 .. 10000 ms

Tabelle 114: Parameter der Diagnosefunktion ERR_E_Motor_Sensor.

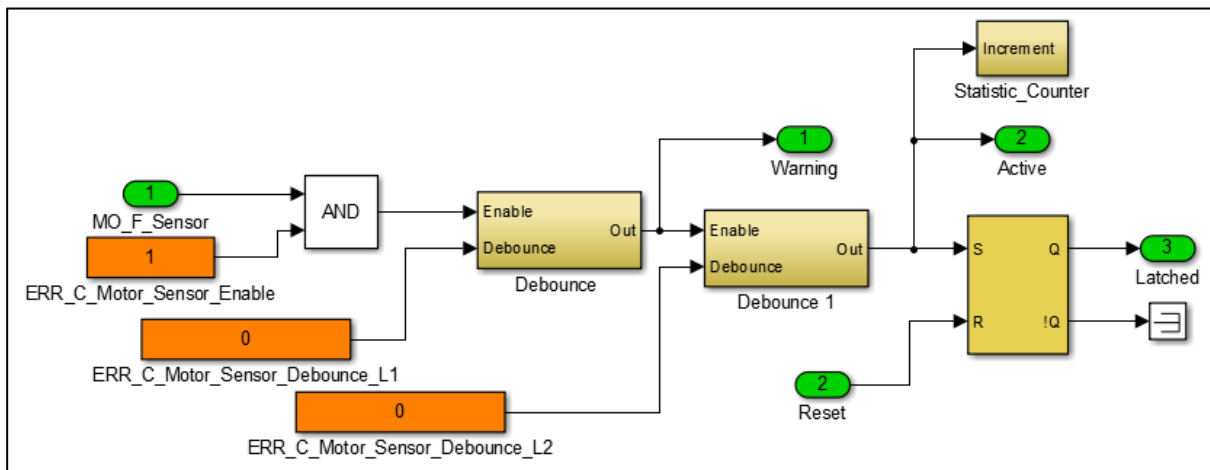


Abbildung 30: Funktionsmodell zur Fehlerdiagnose eines Motorsensorfehlers

ERR_E_FET_Temp_Max (Temperatur Leistungsteil)

Beschreibung der Diagnosefunktion	
Zweck der Diagnosefunktion	Erkennung von Übertemperatur am Leistungsteil. Erkennung von hohen Temperaturgradienten.
Wie wird der Fehler diagnostiziert (technische Beschreibung)	Durch Überwachung des Temperaturwerts TEMP_FET_Max. Durch Überwachung des Temperaturgradienten TEMP_FET_Gradient.
Mögliche Ursachen	Starke Überlastung des Leistungsteils. Ungenügende Kühlung eines oder mehrerer Bereiche des Leistungsteils.
Reaktion bei erkanntem Fehler	Deaktivierung des Leistungsteils.
Kritischer Fehler (Übergang in den Stromregelung erfordert Zündungsreset)	Nein

Tabelle 115: Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_FET_Temp_Max.

Parameter der Diagnosefunktion		
Parametername	Funktion	Wertebereich
ERR_C_Temp_FET_Max	Maximale MOSFET Temperatur	-50 .. 200 °C
ERR_C_Temp_FET_Gradient_Max	Maximaler Temperaturgradient	0.1 .. 50 °C
ERR_C_Temp_FET_Max_Debounce_L1	Verzögerung des Warning-Bits	0 .. 10000 ms
ERR_C_Temp_FET_Max_Debounce_L2	Verzögerung des Error-Bits	0 .. 10000 ms

Tabelle 116: Parameter der Diagnosefunktion ERR_E_FET_Temp_Max.

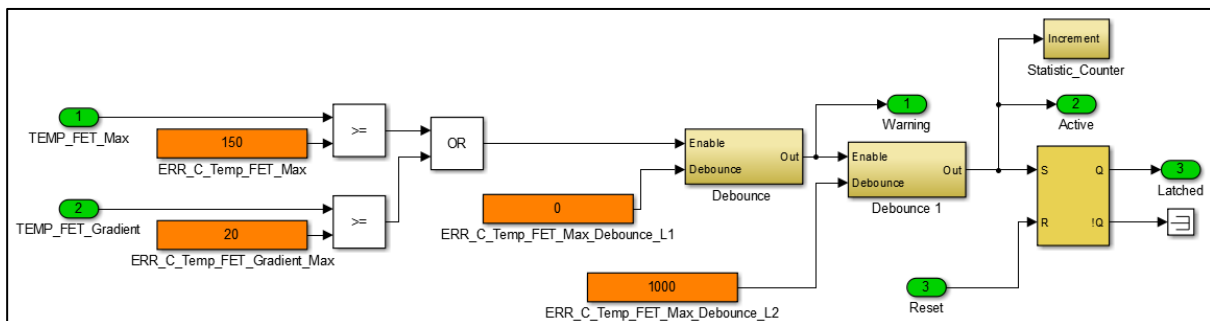


Abbildung 31: Funktionsmodell zur Fehlerdiagnose von Übertemperatur (FET)

ERR_E_Temp_Aux_Max (Temperatur-Aux-Eingang)

Beschreibung der Diagnosefunktion	
Zweck der Diagnosefunktion	Erkennung von Übertemperatur am Aux-Eingang.
Wie wird der Fehler diagnostiziert (technische Beschreibung)	Durch Überwachung des Temperaturwerts TEMP_Aux.
Mögliche Ursachen	Signalfehler am Eingang. Tatsächlich hohe Temperatur. Falsch eingestellter Sensortyp.
Reaktion bei erkanntem Fehler	Deaktivierung des Leistungsteils.
Kritischer Fehler (Übergang in den Stromregelung erfordert Zündungsreset)	Nein

Tabelle 117: Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_Temp_Aux_Max.

Parameter der Diagnosefunktion		
Parametername	Funktion	Wertebereich
ERR_C_Temp_Aux_Max	Aktivierung der Fehlerüberwachung	-50 .. 500 °C
ERR_C_Temp_Aux_Max_Debounce_L1	Verzögerung des Warning-Bits	0 .. 10000 ms
ERR_C_Temp_Aux_Max_Debounce_L2	Verzögerung des Error-Bits	0 .. 10000 ms

Tabelle 118: Parameter der Diagnosefunktion ERR_E_Temp_Aux_Max.

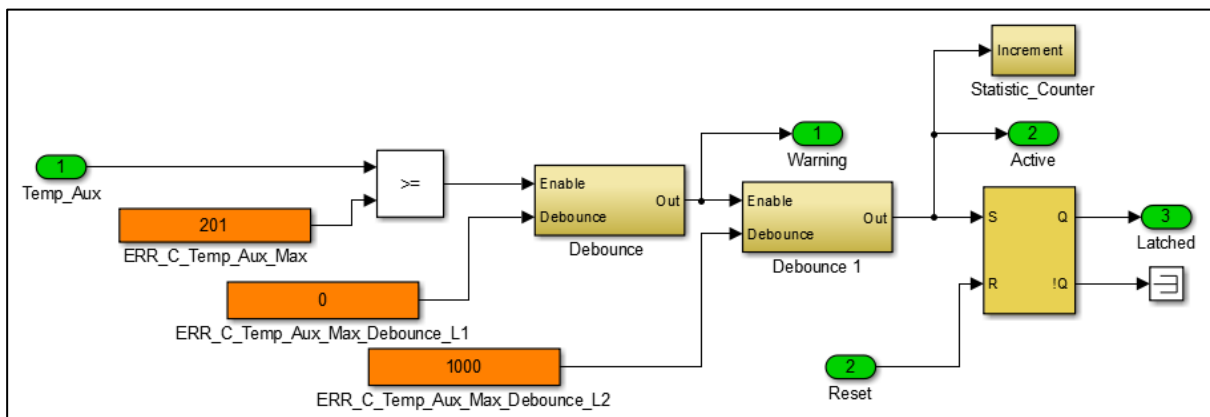


Abbildung 32: Funktionsmodell zur Fehlerdiagnose von Übertemperatur (Aux)

ERR_E_Temp_MCU_Max (Temperatur Mikrocontroller)

Beschreibung der Diagnosefunktion	
Zweck der Diagnosefunktion	Erkennung von Übertemperatur am Mikrocontroller.
Wie wird der Fehler diagnostiziert (technische Beschreibung)	Durch Überwachung des Temperaturwerts TEMP_MCU.
Mögliche Ursachen	Hohe Temperatur am Leistungsteil bzw. im Gehäuse der Motorsteuerung.
Reaktion bei erkanntem Fehler	Deaktivierung des Leistungsteils.
Kritischer Fehler (Übergang in den Stromregelung erfordert Zündungsreset)	Nein

Tabelle 119: Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_Temp_MCU_Max.

Parameter der Diagnosefunktion		
Parametername	Funktion	Wertebereich
ERR_C_Temp_MCU_Max_V1	Maximaltemperatur Emerge 3000	0 .. 100 °C
ERR_C_Temp_MCU_Max_V2	Maximaltemperatur Emerge 6000	0 .. 125 °C
ERR_C_Temp_MCU_Max_Debounce_L1	Verzögerung des Warning-Bits	0 .. 10000 ms
ERR_C_Temp_MCU_Max_Debounce_L2	Verzögerung des Error-Bits	0 .. 10000 ms

Tabelle 120: Parameter der Diagnosefunktion ERR_E_Temp_MCU_Max.

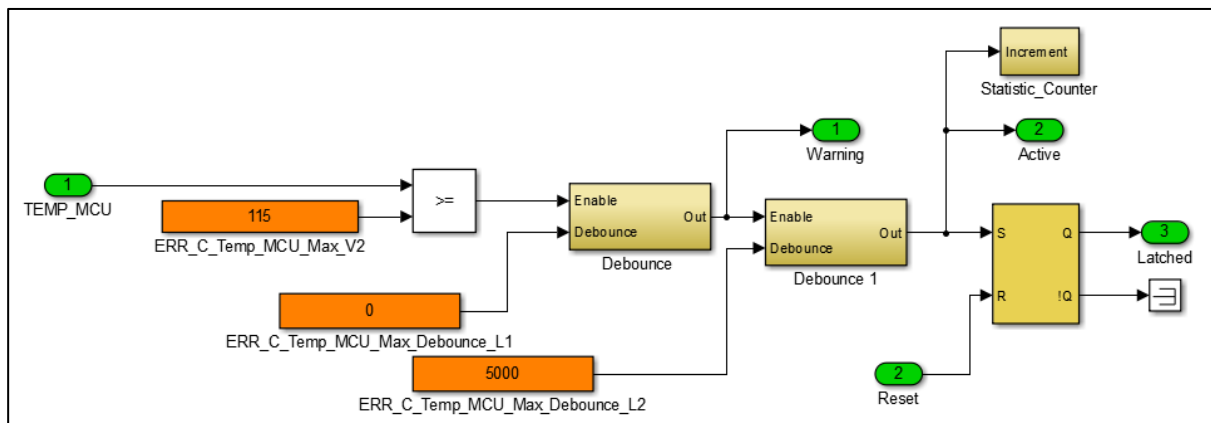


Abbildung 33: Funktionsmodell zur Fehlerdiagnose von Übertemperatur (Microcontroller)

ERR_E_Temp_Motor_Max (Temperatur Motor)

Beschreibung der Diagnosefunktion	
Zweck der Diagnosefunktion	Erkennung von Übertemperatur am Motor-Temperatur-Eingang.
Wie wird der Fehler diagnostiziert (technische Beschreibung)	Durch Überwachung des Temperaturwerts TEMP_Motor.
Mögliche Ursachen	Signalfehler am Eingang. Tatsächlich hohe Temperatur. Falsch eingestellter Sensortyp.
Reaktion bei erkanntem Fehler	Deaktivierung des Leistungsteils.
Kritischer Fehler (Übergang in den Stromregelung erfordert Zündungsreset)	Nein

Tabelle 121: Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_Temp_Motor_Max.

Parameter der Diagnosefunktion		
Parametername	Funktion	Wertebereich
ERR_C_Temp_Motor_Max	Aktivierung der Fehlerüberwachung	-50 .. 500 °C
ERR_C_Temp_Motor_Max_Debounce_L1	Verzögerung des Warning-Bits	0 .. 10000 ms
ERR_C_Temp_Motor_Max_Debounce_L2	Verzögerung des Error-Bits	0 .. 10000 ms

Tabelle 122: Parameter der Diagnosefunktion ERR_E_Temp_Motor_Max.

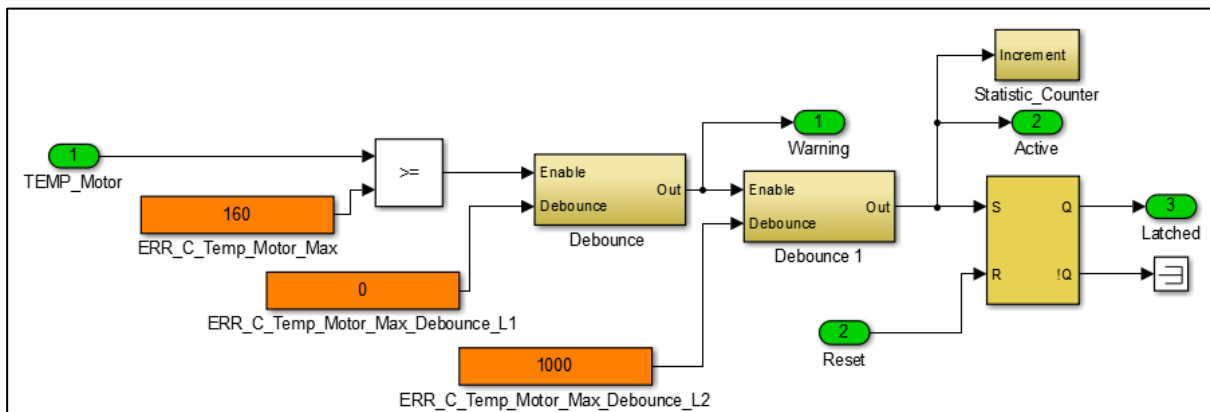


Abbildung 34: Funktionsmodell zur Fehlerdiagnose von Übertemperatur (Motor)

ERR_E_HW_Var_Code

Beschreibung der Diagnosefunktion	
Zweck der Diagnosefunktion	Überprüfung der Kompatibilität von Software und Hardware.
Wie wird der Fehler diagnostiziert (technische Beschreibung)	Eine Kodierung der Hardware informiert die Software über den Baumusterstand der Hardware. Falls die Software nicht kompatibel mit der Hardware ist wird ein Fehler ausgelöst.
Mögliche Ursachen	Die Software ist auf der verwendeten Hardware nicht lauffähig. Die Software bzw der Datensatz passt nicht zu Ihrer Hardware. Es wurde die falsche Software auf die Steuerung geflasht.
Reaktion bei erkanntem Fehler	Deaktivierung des Leistungsteils.
Kritischer Fehler (Übergang in den Stromregelung erfordert Zündungsreset)	Nein

Tabelle 123: Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_HW_Var_Code.

Parameter der Diagnosefunktion		
Parametername	Funktion	Wertebereich
Es gibt keinen Parameter für diese Funktion		

Tabelle 124: Parameter der Diagnosefunktion ERR_E_HW_Var_Code.

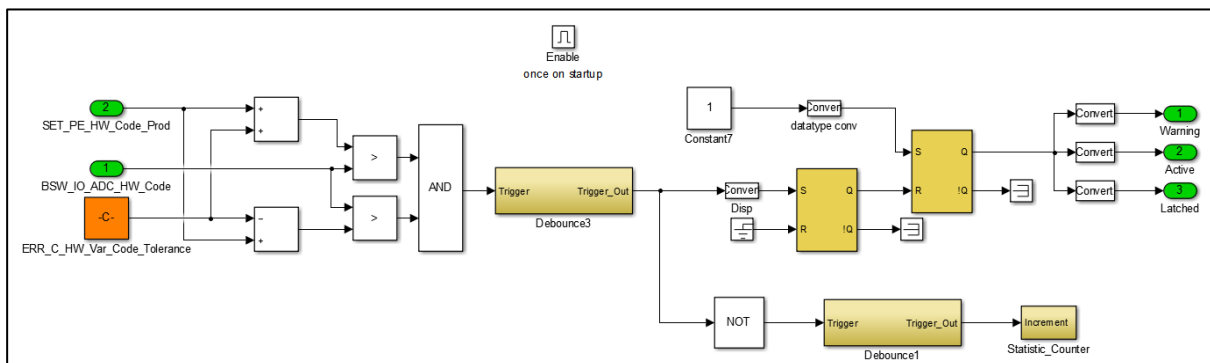


Abbildung 35: Funktionsmodell zur Fehlerdiagnose von Inkompatibilität von Hard- & Software

ERR_E_Current_Setpoint_Monitoring (Drehmoment Überwachung)

Beschreibung der Diagnosefunktion	
Zweck der Diagnosefunktion	Erkennung von abweichendem Motorstrom im Vergleich zum Fahrerwunsch
Wie wird der Fehler diagnostiziert (technische Beschreibung)	Der Motorstrom INFO_Motor_Current_Iq wird mit dem Fahrerwunsch TRQ_STR_Iq_Setpoint verglichen. Bei einer Abweichung oberhalb einer Toleranzgrenze wird den Fehler ausgelöst.
Mögliche Ursachen	Falsch eingestellter Stromregler. Defekt an Motor oder Leistungsteil.
Reaktion bei erkanntem Fehler	Deaktivierung des Leistungsteils.
Kritischer Fehler (Übergang in den Stromregelung erfordert Zündungsreset)	Ja (Zündungsreset erforderlich).

Tabelle 125: Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_Current_Setpoint_Monitoring.

Parameter der Diagnosefunktion		
Parametername	Funktion	Wertebereich
ERR_C_Current_Setpoint_Monitoring_Enable	Aktivierung der Fehlerüberwachung	0 / 1
ERR_C_Current_Setpoint_Monitoring_Thresh	Toleranzgrenze der Motorstromabweichung vom Fahrerwunsch	0 .. 100 A
ERR_C_Current_Setpoint_Monitoring_Debounce_L1	Verzögerung des Warning-Bits	0 .. 10000 ms
ERR_C_Current_Setpoint_Monitoring_Debounce_L2	Verzögerung des Error-Bits	0 .. 10000 ms

Tabelle 126: Parameter der Diagnosefunktion ERR_E_Current_Setpoint_Monitoring.

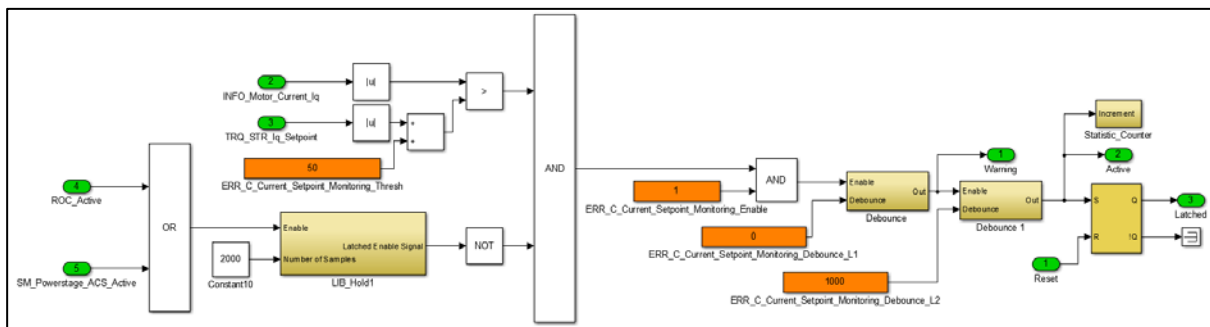


Abbildung 36: Funktionsmodell zur Fehlerdiagnose der Fahrerwunschdrehmomentüberwachung

ERR_E_Current_Sensor (Stromsensor)

Beschreibung der Diagnosefunktion	
Zweck der Diagnosefunktion	Erkennung eines fehlerhaften Stromsensors.
Wie wird der Fehler diagnostiziert (technische Beschreibung)	Vor jeden Übergang in die Stromregelung wird der Mittelwert der Sensorsignale ermittelt. Dieser muss in einem gültigen Bereich liegen.
Mögliche Ursachen	Beim Ausrollen im aktiven Kurzschluss wurde die Aktivierung der Stromregelung angefordert. Die Spannungsversorgung ist zu niedrig. Sensordefekt / Leistungsteildefekt.
Reaktion bei erkanntem Fehler	Deaktivierung des Leistungsteils.
Kritischer Fehler (Übergang in den Stromregelung erfordert Zündungsreset)	Nein

Tabelle 127: Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_Current_Sensor.

Parameter der Diagnosefunktion		
Parametername	Funktion	Wertebereich
ERR_C_Current_Sensor_Enable	Aktivierung der Fehlerüberwachung	0 / 1
ERR_C_Current_Sensor_Debounce_L1	Verzögerung des Warning-Bits	0 .. 10000 ms
ERR_C_Current_Sensor_Debounce_L2	Verzögerung des Error-Bits	0 .. 10000 ms

Tabelle 128: Parameter der Diagnosefunktion ERR_E_Current_Sensor.

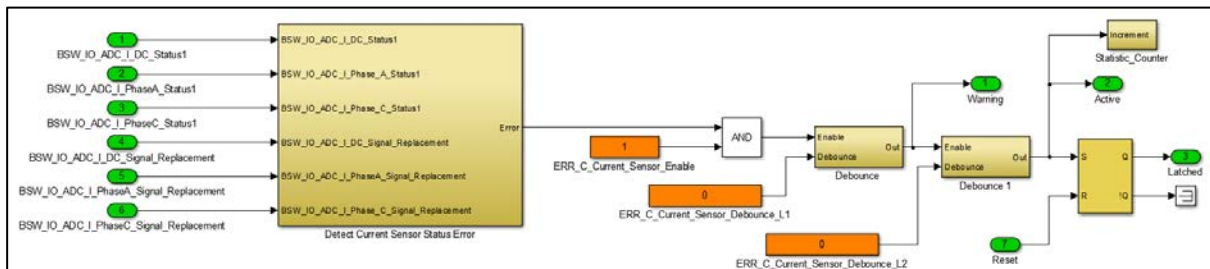


Abbildung 37: Funktionsmodell zur Fehlerdiagnose eines Stromsensorfehlers

ERR_E_Flux_Angle

Beschreibung der Diagnosefunktion	
Zweck der Diagnosefunktion	Überwachung des magnetischen Flusswinkels
Wie wird der Fehler diagnostiziert (technische Beschreibung)	<p>Durch Berechnung des Winkels INFO_Flux_Angle zwischen den beiden Ansteuerwerten für die Phasenspannungen FOC_OUT_Vsq und FOC_OUT_Vsd. Der Winkel darf nur um einen einstellbaren Wert von 90° (Optimum) abweichen.</p> <p>Die Diagnose ist nur aktiv bei:</p> <p>Motor-Drehzahl > 10 1/s (elektrische Drehzahl).</p> <p>INFO_Phase_Voltage_Rel > 80 % (Hohe Phasenspannung).</p> <p>TRQ_STR_Id_Setpoint == 0 (nicht im Feldschwächbereich).</p>
Mögliche Ursachen	<p>Falsch eingestelltes Rotorwinkel-Offset.</p> <p>Motor wurde nicht korrekt angelernt.</p> <p>Die magnetischen Eigenschaften des Motor sind besonders.</p>
Reaktion bei erkanntem Fehler	Deaktivierung des Leistungsteils
Kritischer Fehler (Übergang in den Stromregelung erfordert Zündungsreset)	Nein

Tabelle 129. Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_Flux_Angle.

Parameter der Diagnosefunktion		
Parametername	Funktion	Wertebereich
ERR_C_Flux_Angle_Enable	Aktivierung der Fehlerüberwachung	0 / 1
ERR_C_Flux_Angle_Diff_Max	Maximale Abweichung vom 90° Optimum	0 .. 90°
ERR_C_Flux_Angle_Debounce_L1	Verzögerung des Warning-Bits	1 .. 10000 ms
ERR_C_Flux_Angle_Debounce_L2	Verzögerung des Error-Bits	1 .. 10000 ms

Tabelle 130: Parameter der Diagnosefunktion ERR_E_Flux_Angle.

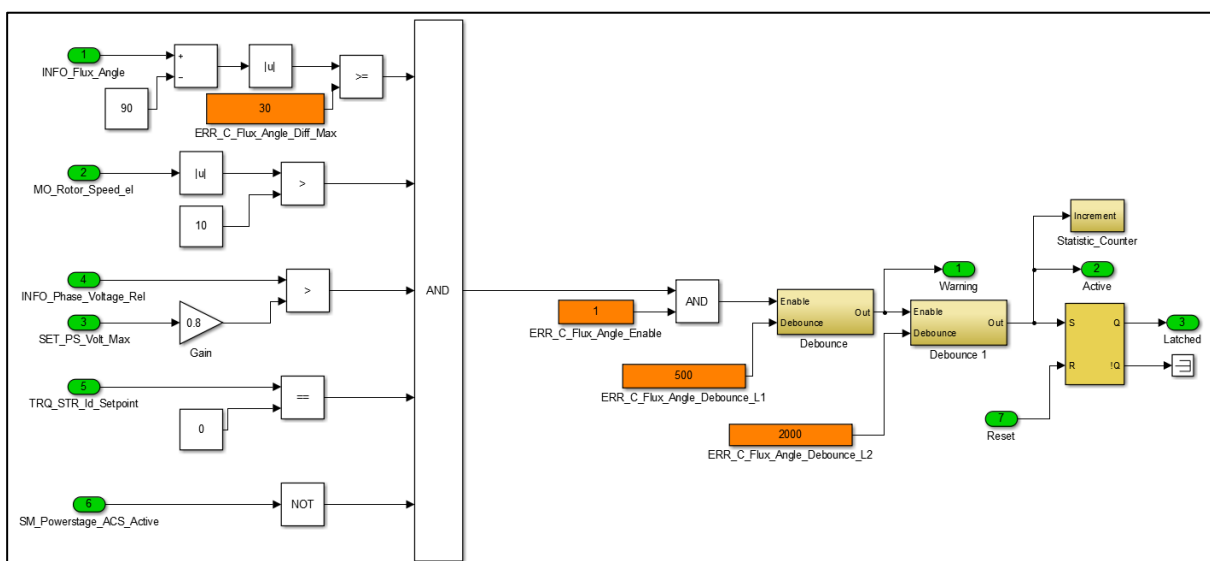


Abbildung 38: Funktionsmodell zur Fehlerdiagnose der Flusswinkelüberwachung

ERR_E_Phase_Connection

Beschreibung der Diagnosefunktion	
Zweck der Diagnosefunktion	Erkennung von nicht angeschlossenen Motorphasenleitungen. Erkennung von Fehlern im Leistungsteil.
Wie wird der Fehler diagnostiziert (technische Beschreibung)	Die Ausgangsspannung des Leistungsteils wird gegen den Stromfluss auf den Motorphasen plausibilisiert.
Mögliche Ursachen	Fehlende elektrische Verbindung der Motorphasen. Fehlerhafte Diagnose (Softwarefehler) bei falschen Einstellungen oder sehr speziellen Anwendungen . Defekt am Leistungsteil.
Reaktion bei erkanntem Fehler	Deaktivierung des Leistungsteils.
Kritischer Fehler (Übergang in den Stromregelung erfordert Zündungsreset)	Nein

Table 131: Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_Phase_Connection.

Parameter der Diagnosefunktion		
Parametername	Funktion	Wertebereich
ERR_C_Phase_Connection_Enable	Aktivierung der Fehlerüberwachung	0 / 1
ERR_C_Phase_Connection_Act_Debounce	Verzögerung der Überwachung nach Übergang in die Stromregelung	0 .. 60000 ms
ERR_C_Phase_Connection_Debounce_L1	Verzögerung des Warning-Bits	0 .. 10000 ms
ERR_C_Phase_Connection_Debounce_L2	Verzögerung des Error-Bits	0 .. 10000 ms

Table 132: Parameter der Diagnosefunktion ERR_E_Phase_Connection.

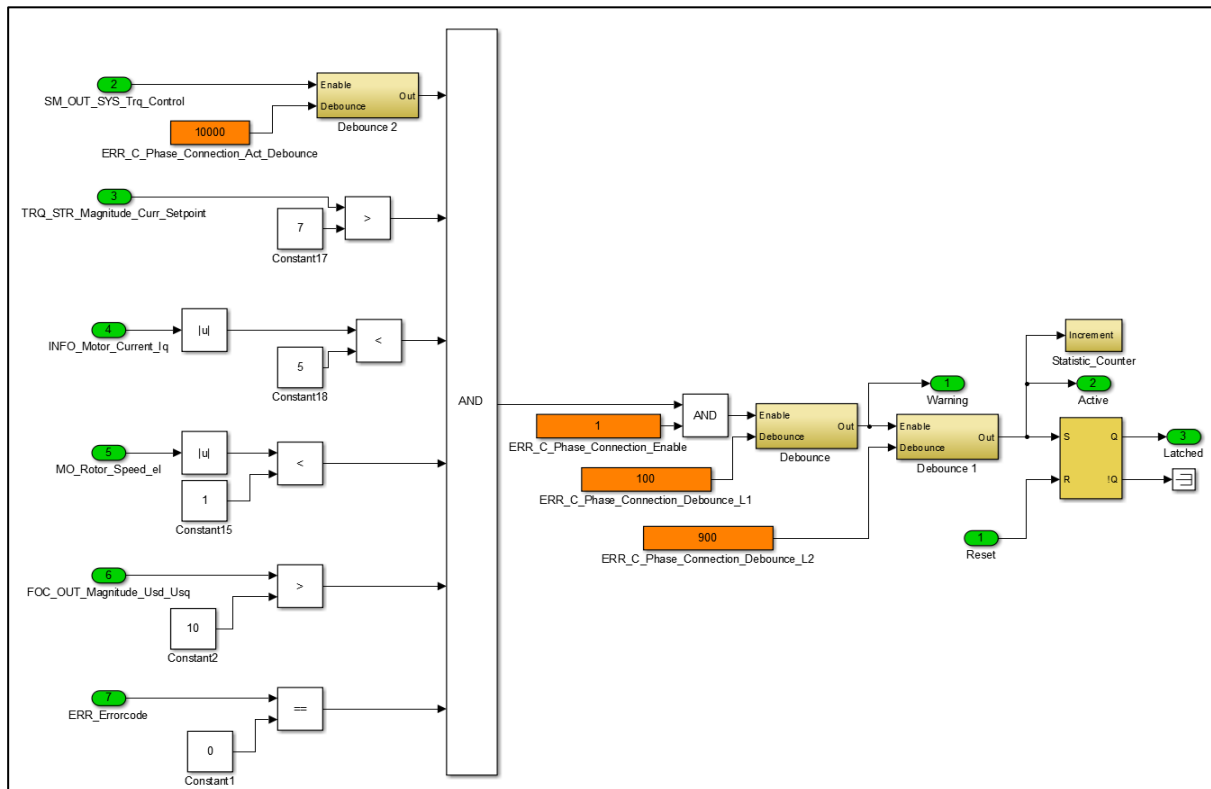


Abbildung 39: Funktionsmodell zur Fehlerdiagnose von Motorphasenverbindung

ERR_E_Rotor_Offset_Calibration

Beschreibung der Diagnosefunktion	
Zweck der Diagnosefunktion	Deaktivierung der Stromregelung falls der Motor nicht korrekt angelernt wurde
Wie wird der Fehler diagnostiziert (technische Beschreibung)	Durch Auswertung des Fehlersignals der automatischen Anlernfunktion (ROC)
Mögliche Ursachen	Der automatische Anlernvorgang wurde nicht erfolgreich beendet oder vom Nutzer abgebrochen
Reaktion bei erkanntem Fehler	Deaktivierung des Leistungsteils
Kritischer Fehler (Übergang in den Stromregelung erfordert Zündungsreset)	Nein

Tabelle 133: Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_Rotor_Offset_Calibration.

Parameter der Diagnosefunktion		
Parametername	Funktion	Wertebereich
ERR_C_Rotor_Offset_Calibration_Enable	Aktivierung der Fehlerüberwachung	0 / 1
ERR_C_Rotor_Offset_Calibration_Debounce_L1	Verzögerung des Warning-Bits	0 .. 10000 ms
ERR_C_Rotor_Offset_Calibration_Debounce_L2	Verzögerung des Error-Bits	0 .. 10000 ms

Tabelle 134: Parameter der Diagnosefunktion ERR_E_Rotor_Offset_Calibration.

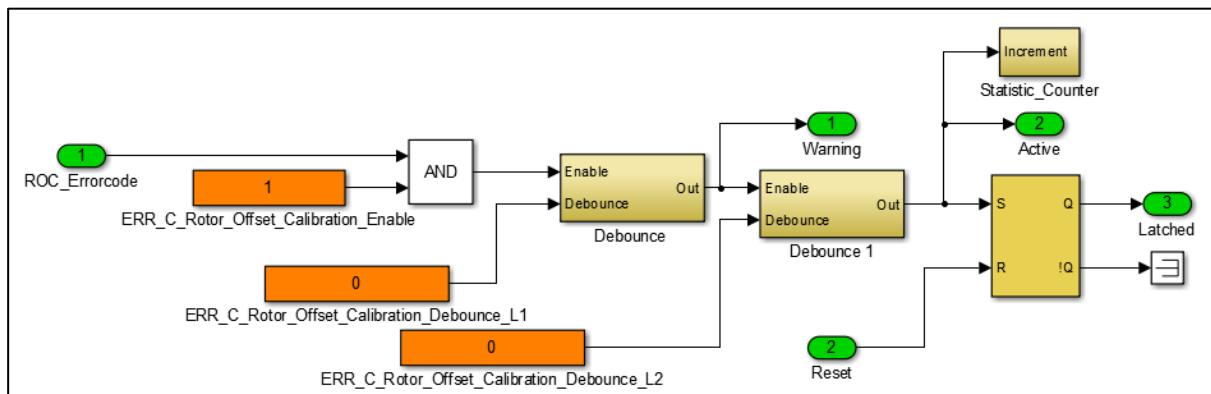


Abbildung 40: Funktionsmodell zur Fehlerdiagnose der automatischen Rotoroffsetwinkel-Anlernfunktion

ERR_E_Powerstage_Monitoring

Beschreibung der Diagnosefunktion	
Zweck der Diagnosefunktion	Auswertung des Fehlerbits der Leistungsendstufen.
Wie wird der Fehler diagnostiziert (technische Beschreibung)	Durch Auswertung des Fehlerbits der Leistungsendstufen.
Mögliche Ursachen	Das Fehlerbit am Treiberbaustein der Leistungsendstufen wurde gesetzt.
Reaktion bei erkanntem Fehler	Deaktivierung des Leistungsteils.
Kritischer Fehler (Übergang in den Stromregelung erfordert Zündungsreset)	Ja (Zündungsreset erforderlich).

Tabelle 135: Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_Powerstage_Monitoring.

Parameter der Diagnosefunktion		
Parametername	Funktion	Wertebereich
ERR_C_Powerstage_Monitoring_Enable	Aktivierung der Fehlerüberwachung	0 / 1
ERR_C_Powerstage_Monitoring_Debounce_L1	Verzögerung des Warning-Bits	0 .. 10000 ms
ERR_C_Powerstage_Monitoring_Debounce_L2	Verzögerung des Error-Bits	0 .. 10000 ms

Tabelle 136: Parameter der Diagnosefunktion ERR_E_Powerstage_Monitoring.

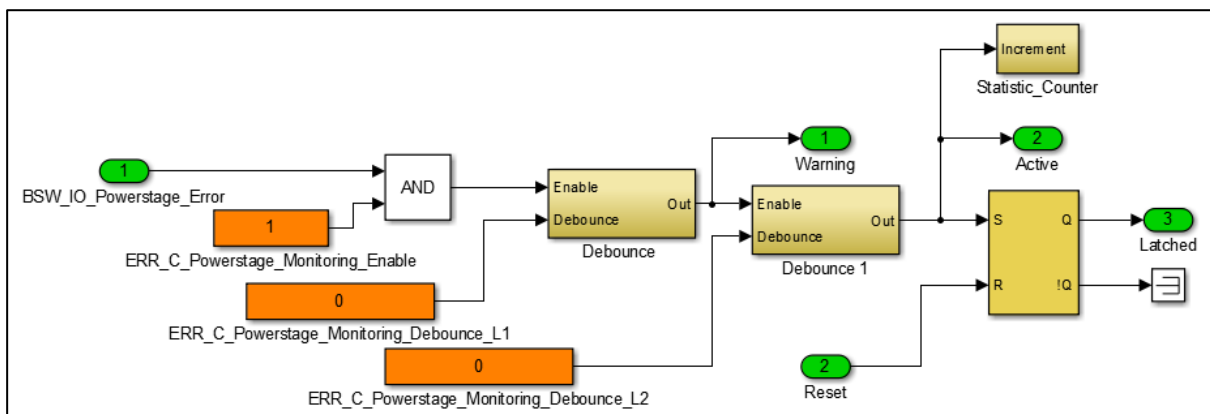


Abbildung 41: Funktionsmodell zur Fehlerdiagnose der Leistungsendstufe

ERR_E_Immobilizer (Wegfahrsperre)

Beschreibung der Diagnosefunktion	
Zweck der Diagnosefunktion	Freischaltung der Fahrbereitschaft bzw deaktivierung der Fahrbereitschaft durch die Wegfahrsperrenfunktion.
Wie wird der Fehler diagnostiziert (technische Beschreibung)	Die Details zur Funktion der Wegfahrsperre sind nicht öffentlich.
Mögliche Ursachen	Die Details zur Funktion der Wegfahrsperre sind nicht öffentlich.
Reaktion bei erkanntem Fehler	Deaktivierung des Leistungsteils.
Kritischer Fehler (Übergang in den Stromregelung erfordert Zündungsreset)	Nein

Tabelle 137: Beschreibung der Diagnosefunktion ERR_E_Immobilizer.

13.3 Fehlerspeicher

Der Fehlerspeicher zeichnet die letzten neun Fehlercodes sowie den zugehörigen Kilometerstand auf.

Fehlerspeicher / Tracememory	
ERR_MEM_Trace_0_Errorcode	Neuester Fehlercode im Fehlerspeicher
ERR_MEM_Trace_0_ODO	Kilometerstand beim letzten Auftreten des Fehlers
ERR_MEM_Trace_1_Errorcode	...
ERR_MEM_Trace_1_ODO	...
ERR_MEM_Trace_2_Errorcode	...
ERR_MEM_Trace_2_ODO	...
ERR_MEM_Trace_3_Errorcode	...
ERR_MEM_Trace_3_ODO	...
ERR_MEM_Trace_4_Errorcode	...
ERR_MEM_Trace_4_ODO	...
ERR_MEM_Trace_5_Errorcode	...
ERR_MEM_Trace_5_ODO	...
ERR_MEM_Trace_6_Errorcode	...
ERR_MEM_Trace_6_ODO	...
ERR_MEM_Trace_7_Errorcode	...
ERR_MEM_Trace_7_ODO	...
ERR_MEM_Trace_8_Errorcode	Ältester Fehlercode im Fehlerspeicher
ERR_MEM_Trace_8_ODO	Kilometerstand bei ältestem Fehler

Tabelle 138: Fehlerspeicher / Tracememory.

Achtung: Fehler, welche innerhalb einer sehr kurzen Zeit gemeinsam auftreten, werden durch Komma getrennt aufgelistet. Die Reihenfolge bei Mehrfachfehlern entspricht nicht der Ereignisreihenfolge!

13.4 Aktiver Kurzschluss des Leistungsteils im Fehlerfall

Bei der Deaktivierung der Stromregelung im Fehlerfall kann der Leistungsteil zwei Zustände annehmen.

- Alle MOSFET Transistoren des Leistungsteils werden hochohmig: Dadurch sind die Motorphasen „free floating“, d.h. die Motorwelle kann ohne Widerstand bewegt werden, jedoch kann der Motor eine Überspannung erzeugen, falls er extern angetrieben wird.
- Alle Lowside-MOSFET sind niederohmig: Dadurch werden die Motorphasen mit Hilfe der Low-Side MOSFET Transistoren kurzgeschlossen. Die Motorwelle wird durch den Kurzschlussstrom gebremst. Die entstehende Induktionsspannung wird kurzgeschlossen. Es kann keine Überspannung entstehen, jedoch ergibt sich ein Bremsdrehmoment, welches je nach Fahrzustand zu einer Instabilität des Fahrzeugs führen kann.

Parameter zur Nutzung des aktiven Kurzschluss		
Parameter	Beschreibung	Wertebereich
SET_C_PS_Error_Reaction	0 = Motorphasen floating bei Fehler oder Sollmodus 0 1 = Motorphasen im Kurzschluss (Alle Low-Side FET sind leitfähig)	0 / 1

Tabelle 139: Parameter zur Nutzung des aktiven Kurzschluss.

Achtung: Bitte beachten Sie folgende Warnhinweise:

- Der aktive Kurzschluss kann ein starkes Bremsdrehmoment am Motor erzeugen und damit zur Instabilität des Fahrzeugs beitragen.
- Der aktive Kurzschluss ist nicht zur Verwendung als Bremse geeignet.
- Der auftretende Kurzschlussstrom kann den Leistungsteil überhitzen oder zerstören, wenn der Motor trotz aktivem Kurzschluss längerfristig angetrieben wird.
- Der aktive Kurzschluss kann nur mit aktiver Versorgungsspannung (>12V) aufrecht erhalten werden.
- Beim Betrieb im Feldschwäcbereich können gefährliche Überspannungen entstehen, falls Hardware- oder Software den Leistungsteil deaktivieren oder falls es zu einer Beschädigung der Hardware kommt.
- Bei einem Defekt am Leistungsteil kann die Funktion des aktiven Kurzschlusses eingeschränkt oder sogar schädlich sein.
- Beachten Sie die maximale Spannungsfestigkeit jeder Komponente, welche ggf. durch Überspannung beschädigt werden könnte (BMS, Motorsteuerung DCDC-Wandler, etc.).

14 Versionierung

Versionen dieses Dokuments		
Version	Datum	Änderung
V2.5	20180628	Review und Freigabe ab Software V100021001 (No Legacy Version)
V2.4	20180406	Überarbeitung für Software V100021001 (No Legacy Version)
V2.3	20180406	Neuaufbau des Dokuments zur Anpassung an Software ab V1000630
V2.2	20180110	Details zu Software V1000625
V2.1	20170824	Änderungen ab Software V1000612: Boostfunktion.
V2.0	20170610	Neue Funktionen ab Software V1000568: Zweistufigen Aktivierung der Regelung. Throttle Cut-off.
V1.9	20170601	Ergänzende Erklärungen zum Ride-Mode-Manager
V1.8	20170523	Update für Software ab Version Software V1000567 mit Beschreibung zu neuen Funktionen Rückwärtsgang und Ride-Mode-Manager
V1.7	20160906	Update TRQ_SRC_10 ab Software V1000539
V1.6	20160817	Freigabe für Software ab Software V1000536
V1.51	20160816	Review zu V1000512
V1.5	20160812	Weitere Funktionen ergänzt (Speedlimiter, App-Schnittstelle, Feldschwächung)
V1.4	20160726	Neue Funktionsbeschreibung für TRQ_DES und Feinapplikation Smartphone-App
V1.3	20160111	Anmerkungen ROC
V1.2	20150520	Grafik Modulübersicht
V1.1	20140807	Ergänzungen zu ROC Funktion
V1.0	20140806	Freigabe nach Review

Tabelle 140: Versionen dieses Dokuments.