

MSS60

Modulbeschreibung Momentenmanagement

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20210	Erdl	1.0.docMm.doc

ÄNDERUNGSDOKUMENTATION AB R300	4
1. ÜBERSICHT MOMENTENMANAGER	5
2. BERECHNUNG BASISGRÖßEN	8
2.1. MOMENTENBERECHNUNG	8
2.1.1. BERECHNUNG LAMBDAWIRKUNGSGRADE.....	12
3. MOMENTENSCHNITTSTELLE (CAN)	13
3.1. SCHNITTSTELLE ZUR KLIMASTEUERUNG UND KSG	13
3.2. SCHNITTSTELLE ZUM ASC/DSC - ANFORDERUNG MOMENTENEINGRIFF	14
3.3. SCHNITTSTELLE ZUM ASC/DSC - RÜCKMELDUNG MOMENTENEINGRIFF	15
4. REIBMOMENT	16
5. SCHLEPPMOMENT.....	17
6. MAXIMALES INDIZIERTES MOMENT	19
7. BERECHNUNG WUNSCHMOMENT.....	20
8. MOMENTENFILTER.....	21
8.1. DYNAMIKFILTER BEI WUNSCHMOMENTGRADIENTEN	22
8.1.1. LASTSCHLAGFILTER	25
8.1.2. DASHPOTFILTER	25
8.2. EINGRIFF LEERLAUFREGLER	26
9. MOMENTENBEGRENZUNGEN.....	26
9.1. DREHMOMENTENBEGRENZUNG.....	27
9.2. GESCHWINDIGKEITSBEGRENZUNG	28
9.3. DREHMOMENTEN BEI KATSCHÄDIGENDEN AUSSETZERN	29
9.4. DREHMOMENTEN BEI ZUSAMMENBRUCH DES KRAFTSTOFFDRUCKS	29
9.5. MOMENTENBEGRENZUNG FÜR GERÄUSCHREDUKTION	29
10. MOMENTENRESERVE.....	30
10.1. MOMENTENRESERVE FÜR KATHEIZFUNKTION	30
10.2. MOMENTENRESERVE BEI STARKEN LENKEINSCHLÄGEN (NICHT IN EVT IMPLEMENTIERT!).....	32
10.3. BEGRENZUNG DER MOMENTENRESERVE.....	32
11. MOMENTENEINGRIFF FÜLLUNGSPFAD	33
11.1. WIRKUNGSGRAD KORREKTUR	34
11.2. BERECHNUNG VON WI	34
12. BERECHNUNG DER STEUERKANTEN	35
13. MOMENTENEINGRIFF ZÜNDUNGSPFAD	35
14. BERECHNUNG ZÜNDWINKELEINGRIFF	36
14.1. BERECHNUNG OPTIMALER ZÜNDWINKEL	36
14.2. BERECHNUNG ZÜNDWINKELWIRKUNGSGRADE.....	37
14.2.1. MINIMALER ZÜNDWINKELWIRKUNGSGRAD.....	38
14.2.2. BASIS ZÜNDWINKELWIRKUNGSGRAD.....	38
14.2.3. BERECHNUNG ZÜNDWINKELWIRKUNGSGRAD VOR EINGRIFF	38
14.2.4. BERECHNUNG ZÜNDWINKELWIRKUNGSGRAD NACH EINGRIFF	38
14.2.5. BERECHNUNG EINGRIFFSZÜNDWINKEL	39
14.3. BERECHNUNG NORMIERTE ZÜNDHAKEN	41

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20210	Erdl	1.0.docMm.doc

15.	ÜBERWACHUNG MOMENTENBERECHNUNG	43
15.1.	ABSICHERUNG MOMENTENBERECHNUNG	43
15.2.	ÜBERWACHUNG SOLLMOMENT ZU ISTMOMENT	43
15.2.1.	ÜBERWACHUNG SOLL-/ISTMOMENT ÜBER GESAMTEN BETRIEBSBEREICH	44
15.2.2.	ÜBERWACHUNG SOLL-/ISTMOMENT BEI PWG-VORGABE = 0	44
15.3.	TEILFEUERUNG BEI OFFEN KLEMMENDEN DROSSELKLAPPEN.....	45
16.	APPLIZIERBARE DATEN DES MOMENTENMANAGERS	46
17.	VARIABLEN DES MOMENTENMANAGERS.....	49

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20210	Erdl	1.0.docMm.doc

ÄNDERUNGSDOKUMENTATION AB R300

Version	Datum	Kommentar
S300	1.6.2004	Übernahme aus MSS60-Projekt
S310	2.10.2004	Übersichtsbild für EVT Füllungsregelung geändert und Modul Steuerkanten hinzu
S320	16.11.2004	Dokument grob (aus Zeitmangel wegen Softwareanforderungen) überarbeitet Zündwinkelwinkungsgrade in der SW vorübergehend auf 100% gesetzt
S330	1.12.2004	Verbrauchsmoment bei Generatorbetrieb des KSG in die Momentenstruktur eingerechnet
S330	1.12.2004	Berechnung w_i von Betriebsartenmanager in den Momentenmanager verlegt
S350	13.2.2005	Dokument nochmals komplett überarbeitet
S360	10.3.2005	B_EVT entfernt, da nur noch EVT-Motore bedient werden
S370	4.7.2005	Komplette Momentenumstellung des Wunschmomentes auf negativen Bereich
S370	6.7.2005	Komplette Umstellung des LS/Dashpot-Filters und Entfernung des SA/WE-Filters
S370	30.08.2005	rm : Berechnung Zündwinkel Eingriff / Zündhaken
S370	11.9.2005	Istmomentenberechnung geändert
S370	18.9.2005	Momentenberechnung aus HFM-Signal (nach Spek. von F. Mayer)
S380	5.11.2005	Dynamikfilter um zwei Bereiche erweitert
S380	5.11.2005	Verrechnung von Leerlaufregleradaption md_llra wird jetzt subtrahiert statt addiert
S380	16.11.2005	Einrechnung von $md_e_verbraucher$ komplett geändert

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20210	Erdl	1.0.docMm.doc

1. ÜBERSICHT MOMENTENMANAGER

Mit der Umstellung aller Motormomenteneingriffe (ASC/DSC, EGS, IHKA) auf eine normierte Momentenschnittstelle wurde eine zentrale Koordination aller Momentenanforderungen für den Füllungs- und Zündungspfad notwendig. Diese Aufgabe soll der Momentenmanager übernehmen.

Die folgende Aufstellung soll eine Kurzübersicht über die einzelnen Module des Momentenmanagers bzw. sehr eng damit verknüpfter Module geben. Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist die Beschreibung auf einen Kernsatz reduziert und als Ein- bzw. Ausgangsgrößen nur für den Ablauf der Momentenberechnung wichtigsten Größen beschränkt.

Modul: Pedalwerterfassung

Ermittlung des relativen Fahrerwunschs moments
 Eingangsgrößen: pwg1, pwg2, n, S_FDYN
 Ausgangsgrößen: pwg_soll

Modul: minimales Moment

Ermittlung des minimalen indizierten Motormoments
 Eingangsgrößen: n, zustand_motor, md_llra, md_reib_filter, md_e_verbraucher
 Ausgangsgrößen: md_e_schlepp, md_e_schlepp_hyp

Modul: maximales Moment

Ermittlung des maximalen indizierten Motormoments
 Eingangsgrößen: n, md_e_schlepp, rf_pt_korr, md_fw_rel
 Ausgangsgrößen: md_e_max

Modul: Verbraucher

Ermittlung der Verbraucher-Momente
 Eingangsgrößen: can_kkos_lm, md_ksg, S_KO
 Ausgangsgrößen: md_e_verbraucher

Modul: Reibmoment

Ermittlung des Reibmomentes des Motors
 Eingangsgrößen: n, tmot, toel
 Ausgangsgrößen: md_reib_filter

Modul: Berechnung Fahrerwunschs moment

Ermittlung des absoluten Fahrerwunschs moments incl. FGR
 Eingangsgrößen: md_fw_rel, md_ind_fgr, b_fgr_aktiv, md_e_schlepp_hyp
 Ausgangsgrößen: md_e_fw, d_md_wunsch_rel

Modul: Dynamikfilter

Filterung Fahrerwunschs moment
 Eingangsgrößen: md_e_fw, sa_we_st, dyn_st, gang, md_e_schlepp
 Ausgangsgrößen: md_fw_filter, md_sawe_filter, md_ind_wunsch

Modul: Eingriff Leerlaufregelung

Berücksichtigung I-Anteil der Leerlaufregelung
 Eingangsgrößen: md_ind_wunsch, md_llri
 Ausgangsgrößen: md_ind_wunsch_filter (eigentlich ist Name nicht korrekt)

Modul: Vmax-Abregelung

gangabhängige Vmax-Begrenzung
 Eingangsgrößen: v_antrieb, d_v, gang
 Ausgangsgrößen: md_ind_vmax, vmax_st

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20210	Erdl	1.0.docMm.doc

Modul: Drehmomentenbegrenzung

Drehmomentenbegrenzung

Eingangsgrößen: gang, B_Kraftschluss, d_n, md_ind_schlepp, md_eta_zw_ve

Ausgangsgrößen: md_max_begr, md_begr_st

Modul: Momentenbegrenzung

Koordination der Drehmomentenbegrenzungen

Eingangsgrößen: md_ind_vmax, vmax_st, md_max_begr, md_sk_begr, sk_egas_zustand, n, d_n_segment, gang

Ausgangsgrößen: md_ind_wunsch_begr

Modul: Momentenreserve

Aufbau einer Momentenreserve für Katheizen

Eingangsgrößen: kath_zustand, n, wi, tmot, t_ml

Ausgangsgrößen: md_res

Modul: DSC-Eingriff

Momenteneingriffe des DSC-Systems in den Füllungs-pfad

Eingangsgrößen: asc_st, md_ind_asc, md_ind_msr

Ausgangsgrößen: md_ind_asc_abs, md_ind_msr_abs

Modul: Umsetzung in Füllung durch Steuerkanten

Umsetzung der Momentenvorgabe in Steuerkanten, Basis-Drosselklappenwinkel

Eingangsgrößen: wi, n, rf_pt_korr

Ausgangsgrößen: ao_aw, as_aw, eo_aw, es_aw, ml_soll_bas, wdk_soll_evt, ti_ende_evt

Modul: Momenteneingriffe Zündwinkel

Koordination der Momenteneingriffe in den ZW-Pfad

Eingangsgrößen: md_ind_wunsch_begr, md_llr_tz, md_ind_asc_abs, md_ind_msr_abs

Ausgangsgrößen: md_tz_red

Modul: Berechnung ZW-Eingriff

Berechnung eines absoluten Zündwinkels anhand der Momentenvorgabe und des Istmoments des Motors

Eingangsgrößen: md_tz_red, md_ind_opt_korr, md_eta_zw_min, n, wi

Ausgangsgrößen: tz_md[x]

Modul: Berechnung Basisgrößen

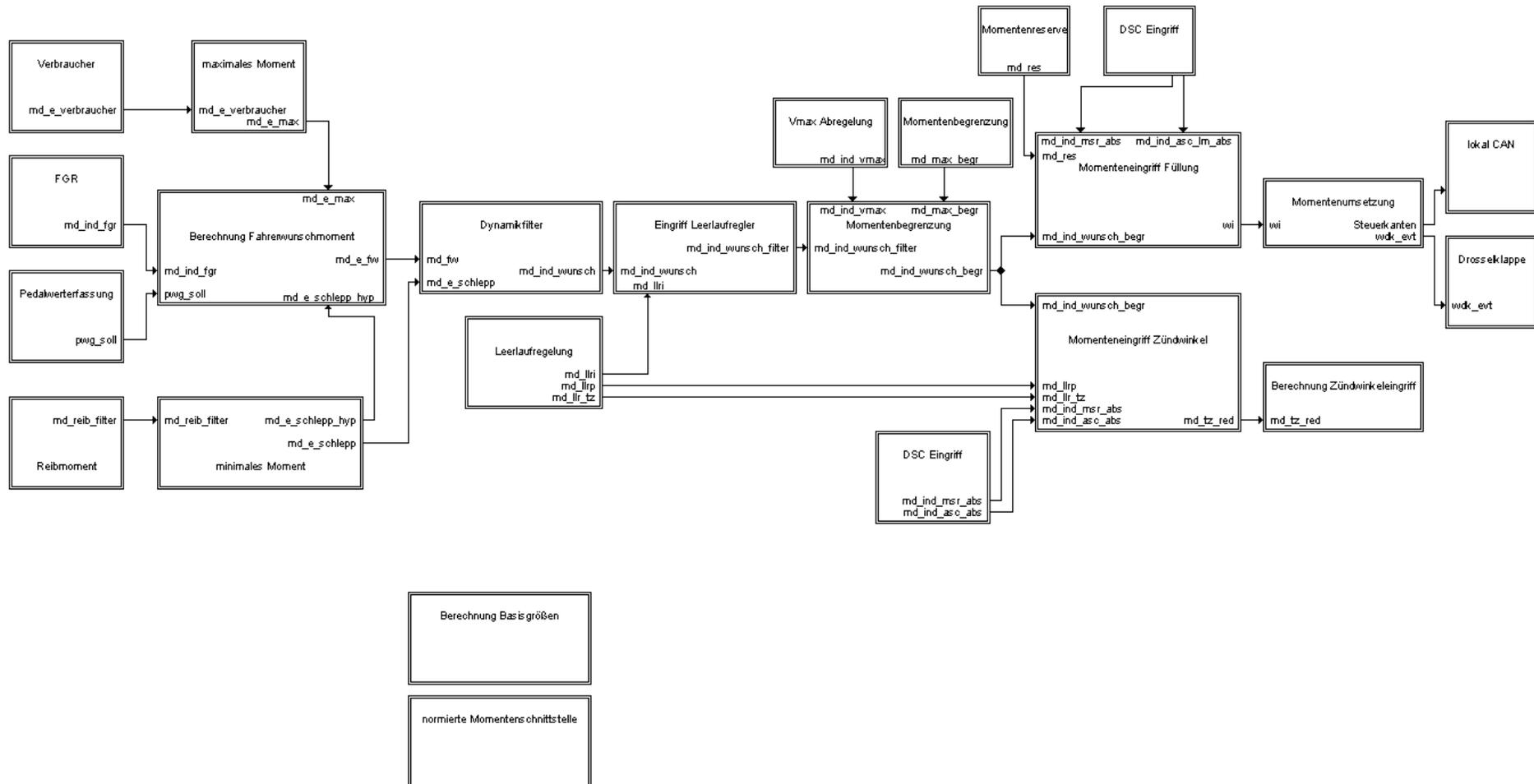
Modul zur Berechnung der unterschiedlichen Istmomente und ZW-Wirkungsgrade, sowie aller Hilfsgrößen für die Momentenberechnung und -koordination

Modul: normierte Momentenschnittstelle

Umsetzung der normierten Momentenschnittstelle sowie der Klimakompressoraufschaltung nach CAN-Lastenheft 11H

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20210	Erdl	1.0.docMm.doc

Bild: Gesamtübersicht Momentenmanager (mm.gif)



Bearbeiter	Abteilung	Datum	Name	Filename
	ZS-M-57	13.01.20210	Erdl	1.0.docMm.doc



2. BERECHNUNG BASISGRÖßEN

Ein Hauptbestandteil des Momentenmanagers ist die Bestimmung der Istmomente vor und nach Momenteneingriffen, des optimalen Zündwinkels, sowie die Berechnung der Wirkungsgrade von Lambda- und Zündwinkelkorrekturen. Die Berechnung der einzelnen Größen ist in dem Modul „Berechnung Basisgrößen“ zusammengefaßt.

Das indizierte Istmoment entspricht dem Moment, das an der Kupplung anliegt und der Reibung. Um das Zu- oder Abschalten von Verbrauchern (oder Störgrößen) momentenneutral zu gestalten, wird zunächst das Istmoment berechnet. Es ist eine verschliffene verzögerte wi-Sollvorgabe, die auf herausgefahrenen Daten beruhen.

2.1. MOMENTENBERECHNUNG

korrigiertes maximales Ist-wi „md_wi_opt_korr“

Das korrigierte maximale indizierte Ist-wi „md_wi_opt_korr“ berücksichtigt den Lambda-Einfluß auf das erzeugte Motormoment. Es entspricht dem Istmoment „md_wi_ind_opt_th“, korrigiert um den momentanen Lambdawirkungsgrad „md_eta_lambda“.

$$md_wi_opt_korr = md_wi_ind_opt_th * md_eta_lambda$$

tatsächliches Istmoment vor Momenteneingriffen „md_ind_ve“

Das Moment „md_ind_ve“ stellt das tatsächlich erzeugte Istmoment des Motors dar, welches dieser ohne Zündwinkleingriffe des Momentenmanagers abgeben würde. Die Momentenreduktionen, die durch Zündwinkleingriffe anderer Module wie Klopfregelung, Katheizen, etc. verursacht werden, sind jedoch berücksichtigt. Dies erfolgt in Form eines Zündwinkelwirkungsgrades „md_eta_zw_ve“, dessen Berechnung ebenfalls in diesem Kapitel noch beschrieben wird.

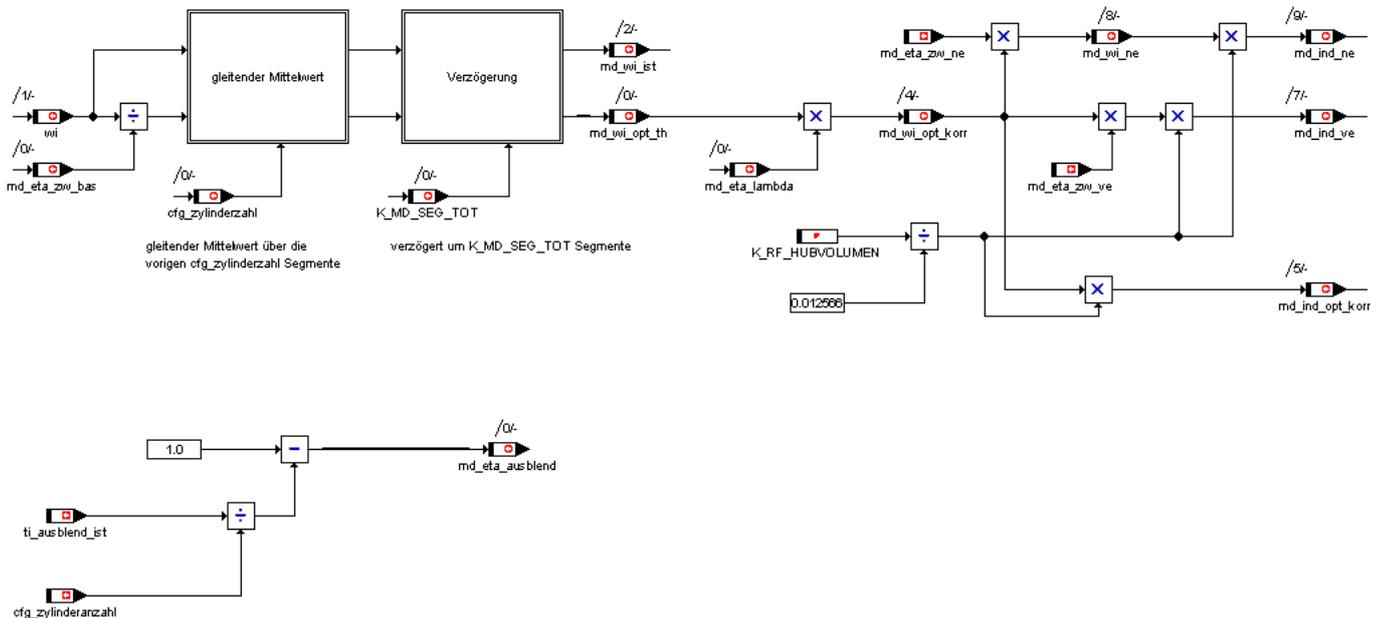
$$md_ind_ve = (md_wi_opt_korr * md_eta_zw_ve) * K_RF_HUBVOLUMEN / 0.012566$$

tatsächliches Istmoment nach Momenteneingriffen „md_ind_ne“

Das Moment „md_ind_ne“ stellt das tatsächlich erzeugte Istmoment des Motors unter Berücksichtigung aller Momenteneingriffe dar. Dazu wird ein Zündwinkelwirkungsgrad „md_eta_zw_ne“ berücksichtigt, welcher auch die Zündungseingriffe des Momentenmanagers mit beinhaltet.

$$md_ind_ne = (md_wi_opt_korr * md_eta_zw_ne) * K_RF_HUBVOLUMEN / 0.012566$$

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20210	Erdl	1.0.docMm.doc

Bild: Berechnung Istmomente (md_ist.gif)


Beschreibung der Istmomentenberechnung

Die Sollvorgabe „wi“ wird um den applizierbaren Segmentzähler $K_MD_SEG_TOT$ verzögert, der der Segmenttotzeit entspricht. Ebenfalls wird diese Größe mit den für die letzten „ $cfg_zylinderzahl$ “ Segmente berechneten w_i verschliffen. Die entstandene Größe „ md_wi_ist “ entspricht stationär dem am Prüfstand rausgefahrenen „ w_i “, das in manchen Punkten Klopfbegrenzt ist oder einen Zündwinkelvorhalt (im Leerlaufbereich) beinhaltet. Der theoretische Bestwert des Zündhakens „ $md_wi_opt_th$ “ wird mit dem Wirkungsgrad „ $md_eta_zw_bas$ “ ermittelt. Der Lambdaeinfluß wird in der Größe „ $md_wi_opt_korr$ “ berücksichtigt. Anschließend wird mit dem Wirkungsgrad „ $md_eta_zw_ne$ “ das momentane „ md_wi_ne “ nach allen Zündwinkeleingriffen und mit Lambdaeinfluß berechnet. $md_eta_ausblend$ wird seit S370 nicht mehr zur Berechnung von „ md_ind_ne “ (md_wi_ne) verwendet, da im Falle der Zylinderabschaltung falsche Werte berechnet würden.

- $md_eta_zw_bas$: Wirkungsgrad Vorsteuer-Zündwinkel (im Kennfeld appliziert) zu theoretischem Bestzündwinkel ohne Klopfbegrenzung und Drehmoment-Vorhalt
- $md_zw_opt_korr$, da der theoretische Bestzündwinkel temperaturabhängig und Lambdaabhängig verändert wird, sollte der Vorsteuer-Zündwinkel mit der physikalisch ähnlichen Mimik verändert werden
- $md_eta_zw_ne$: Wirkungsgrad aktueller Zündwinkel zu theoretischem Bestzündwinkel ohne Klopfbegrenzung
- md_eta_lambda : Wirkungsgrad Einfluß Lambda (Vollast, Bauteilschutz, ...)

verzögertes und verschliffenes w_i :

um $K_MD_SEG_TOT$ Segmente (180 Grad bei 4 Zylinder) verzögertes w_i und gleitender Mittelwert über die vorigen $cfg_zylinderzahl$ Segmente.

Beispiel: $cfg_zylinderzahl = 4, K_MD_SEG_TOT = 5$
 Soll-Vorgaben: $w_i(1) w_i(2) w_i(3) w_i(4) w_i(5) w_i(6) w_i(7) w_i(8) w_i(9) w_i(10)$
 Istmoment im 10ten Segment: $md_wi_ist(10) = (w_i(3)+w_i(4)+w_i(5)+w_i(6))/4$

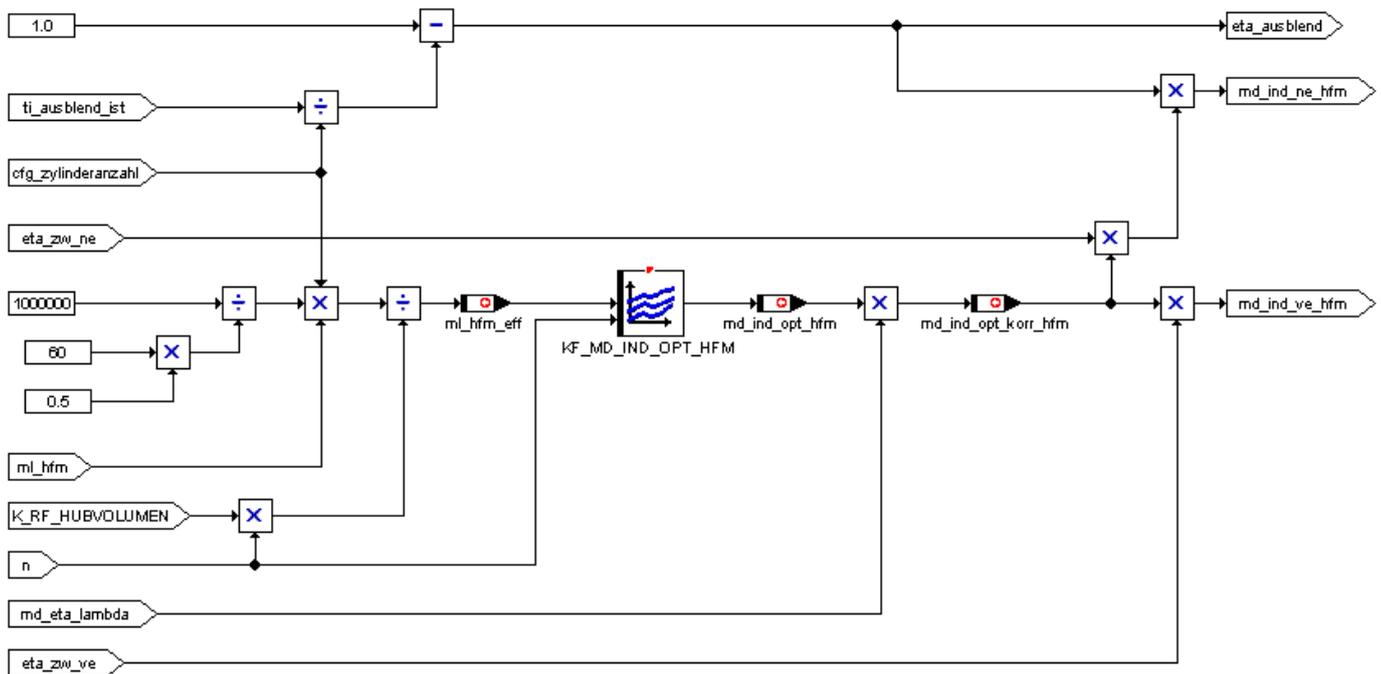
	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20210	Erdl	1.0.docMm.doc

Istmomentenberechnung aus HFM-Signal

Physikalischer Hintergrund

Um definierte Momenteneingriffe tätigen zu können, muß das aktuell eingestellte Motormoment in der Funktionsstruktur zur Verfügung stehen. Die vom Motor angesaugte Luftmasse ist unter den Randbedingungen optimaler Zündwinkel und $\lambda = 1$ direkt proportional zum Motormoment. Unter Berücksichtigung von Wirkungsgradeingriffen kann somit das Motormoment in einem Kennfeld über Drehzahl und Luftmasse abgelegt und der Funktionsstruktur zur Verfügung gestellt werden.

Bild: Berechnung Istmomente (md_ist_hfm.gif)



	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20210	Erdl	1.0.docMm.doc

**Optimales indiziertes Istmoment aus hfm**

Das optimale indizierte Istmoment $md_ind_opt_hfm$ ist das Moment, welches der Motor im Betriebspunkt mit optimalem Zündzeitpunkt und $\lambda = 1$ erzeugt. Das Istmoment wurde dabei am Prüfstand in Abhängigkeit von Drehzahl und der vom HFM gemessenen Luftmasse, je Arbeitsspiel und Zylinder bezogen auf das Zylinderhubvolumen, ermittelt und in dem Kennfeld $KF_MD_IND_OPT_HFM$ abgelegt.

$$(1) \quad md_ind_opt_hfm = KF_MD_IND_OPT_HFM(n, ml_hfm_eff)$$

korrigiertes Optimales indiziertes Istmoment aus hfm

Das korrigierte optimale indizierte Istmoment $md_ind_opt_korr_hfm$ berücksichtigt den Lambda-Einfluß auf das erzeugte Motormoment. Es entspricht dem Istmoment $md_ind_opt_hfm$, korrigiert um den momentanen Lambdawirkungsgrad md_eta_lambda .

$$(2) \quad md_ind_opt_korr_hfm = md_ind_opt_hfm * md_eta_lambda$$

tatsächliches Istmoment vor Momenteneingriffen aus hfm

Das Moment $md_ind_ve_hfm$ stellt das tatsächlich erzeugte Istmoment des Motors dar, welches dieser ohne Zündwinkleingriffe des Momentenmanagers abgeben würde. Die Momentenreduktionen, die durch Zündwinkleingriffe anderer motorischer Module wie Klopfregelung, Katheizen, etc. verursacht werden, sind jedoch berücksichtigt. Dies erfolgt in Form eines Zündwinkelwirkungsgrades eta_zw_ve (siehe Kap. 1.1.2.4 „Berechnung Zündwinkleingriffe“).

$$(3) \quad md_ind_ve_hfm = md_ind_opt_korr_hfm * md_eta_zw_ve$$

tatsächliches Istmoment nach Momenteneingriffen aus hfm

Das Moment $md_ind_ne_hfm$ stellt das tatsächlich erzeugte Istmoment des Motors unter Berücksichtigung aller Momenteneingriffe dar. Dazu wird ein Zündwinkelwirkungsgrad eta_zw_ne berücksichtigt, welcher auch die Zündungseingriffe des Momentenmanagers mit beinhaltet (Kap. „Berechnung Zündwinkleingriff“). Ferner werden auch Einspritzausblendungen einzelner bzw. aller Zylinder in Form eines Ausblendwirkungsgrades $eta_ausblend$ mit eingerechnet.

$$(4) \quad md_ind_ne_hfm = md_ind_opt_korr_hfm * md_eta_zw_ne * md_eta_ausblend$$

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20210	Erdl	1.0.docMm.doc

2.1.1. BERECHNUNG LAMBDAWIRKUNGSGRADE

Neben dem Zündwinkel hat auch das Lambdaverhältnis einen Einfluß auf das indizierte Motormoment. Alle Momentenkennfelder sind dabei für ein Lambda von 1,0 ermittelt worden. Im realen Motorbetrieb muß das tatsächlich vorliegende Lambdaverhältnis bestimmt werden und die entsprechenden Ist- und Sollmomente mit einem Korrekturfaktor berichtigt werden.

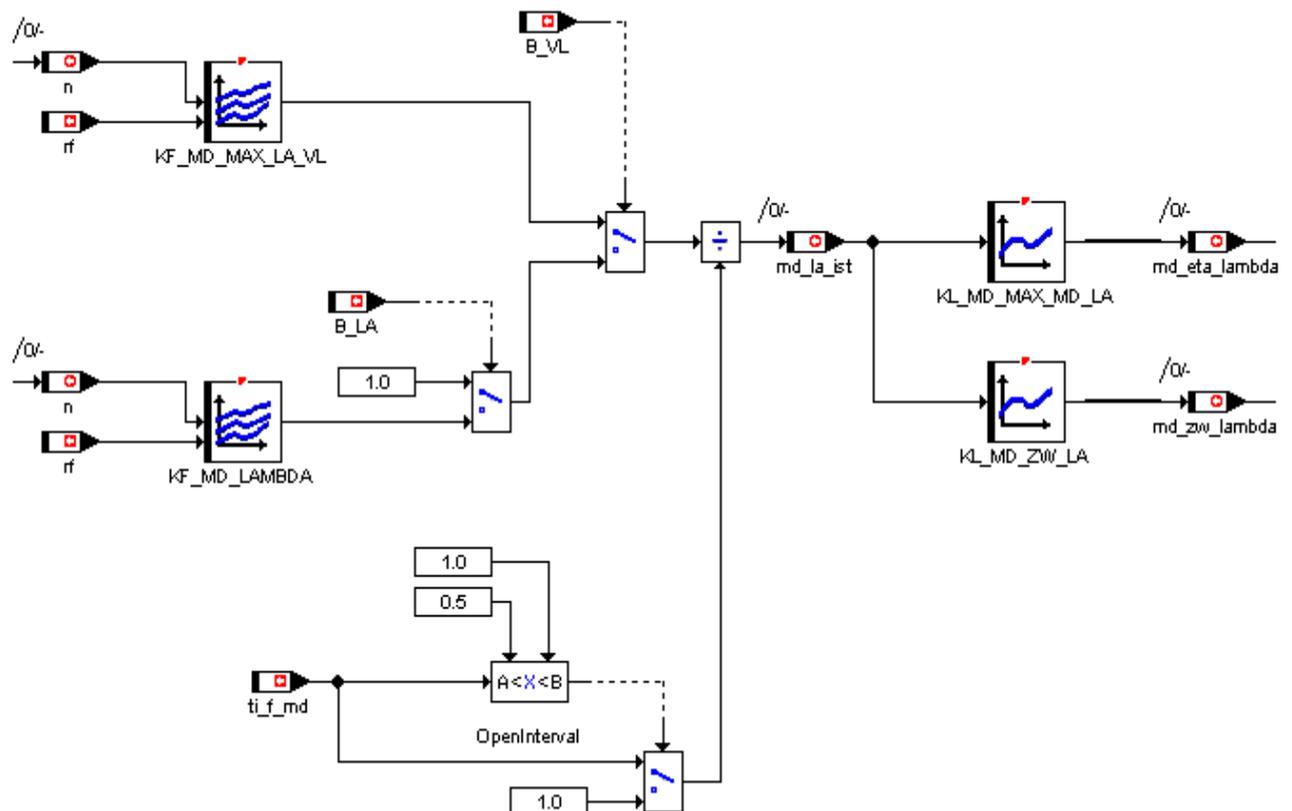
Im lambdageregelten Bereich ist Lambda stets Eins und somit auch der Korrekturfaktor gleich 1,0. Im Vollastbetrieb wird der Lambdawert aus dem Kennfeld „KF_MD_MAX_LA_VL“ entnommen und über die Kennlinie „KL_MD_MAX_MD_LA“ in einen Korrekturfaktor umgesetzt.

Bei inaktiver Lambdaregelung (z.B. während des Warmlaufs) können aufgrund der Gemischvorsteuerung ebenfalls Lambdawerte ungleich Eins existieren, die im Momentenpfad berücksichtigt werden müssen. Dazu muß der für den Betriebspunkt gültige Lambdawert im Kennfeld „KF_MD_LAMBDA“ abgelegt sein.

Gemischabmagerungen während der Warmlaufphase werden berücksichtigt, indem der Lambdawert aus den Kennlinien durch den Abmagerungsfaktor „ti_f_md“ geteilt wird. Gemischanfettungen ($ti_f_md > 1$) || ($ti_f_md < 0.5$) werden nicht korrigiert.

Aus Gründen der Vollständigkeit ist in nachfolgender Grafik auch die Berechnung von „md_eta_lambda“ mit enthalten. Dieser Offsetzündwinkel spiegelt den Einfluß des Lambdawertes auf den optimalen Zündwinkel wieder.

Bild: Berechnung Lambdawirkungsgrad (lambdawirkungsgrad.gif)



	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20210	Erdl	1.0.docMm.doc

3. MOMENTENSCHNITTSTELLE (CAN)

Der Momentenmanager hat zur Zeit drei Schnittstellen über CAN zu anderen Systemen.

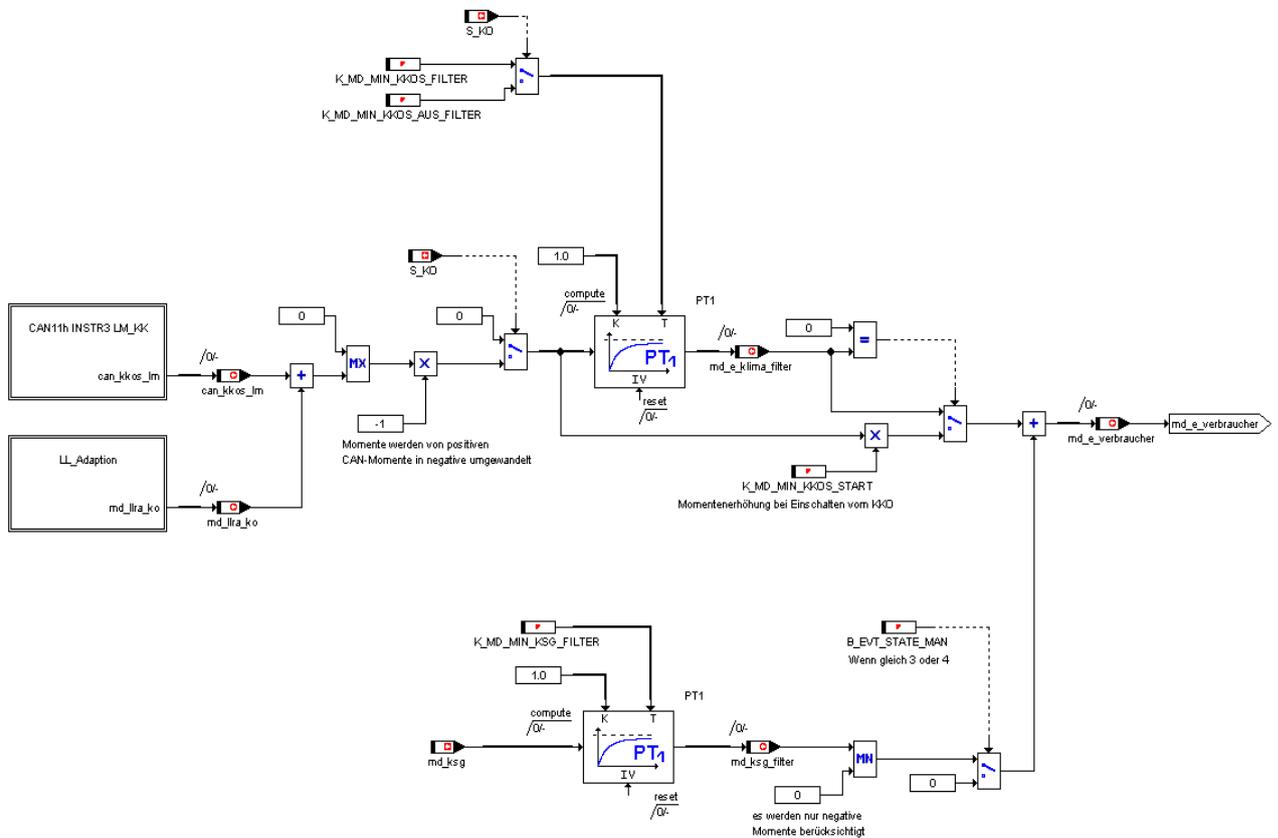
3.1. SCHNITTSTELLE ZUR KLIMASTEUERUNG UND KSG

In dem Signal „can_kkos_lm“ übermittelt die Klimasteuerung die aktuelle Leistungsaufnahme des Klimakompressors. Dieses Verlustmoment muß der Momentenmanager in Form eines Verbrauchermomentes „md_e_verbraucher“ bei der Berechnung des Fahrerwunschmomentes berücksichtigen. Da Momentenanforderung und tatsächlicher Momentenbedarf nicht immer exakt übereinstimmen, wird die Differenz mittels einer Momentenadaption durch die Leerlaufregelung ausgeglichen.

Beim erstmaligen Erkennen einer Momentenanforderung der Klimasteuerung wird das angeforderte Moment (Summe aus Klimaanforderung plus Adaption) mit dem Faktor „K_MD_MIN_KKOS_START“ gewichtet, wobei dieser Faktor auch größer Eins werden kann, was einer Anfangswertüberhöhung gleichkommt. Anschließend wird dieser Anfangswert über einen PT1-Filter mit der Zeitkonstanten „K_MD_MIN_KKOS_FILTER“ auf den angeforderten Wert geführt. Beim Abschalten des Klimakompressors wird das Verlustmoment mit der Filterzeitkonstanten „K_MD_MIN_KKOS_AUS_FILTER“ auf Null abgeregelt.

Zusätzlich wird noch das gefilterte Moment vom KSG „md_ksg_filter“ im Generatorbetrieb und bei Schaltstellung von „B_EVT_STATE_MAN“ (= 3 oder 4) addiert. „Md_ksg“ wird via lokal-CAN an die Motorsteuerung übertragen. Die pt1-Filterung von „md_ksg“ kann mit der Zeitkonstanten „K_MD_MIN_KSG_FILTER“ beeinflusst werden.

Bild: Berechnung Verlustmoment (md_verbraucher.gif)



	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20210	Erdl	1.0.docMm.doc

3.2. SCHNITTSTELLE ZUM ASC/DSC - ANFORDERUNG MOMENTENEINGRIFF

Das ASC bzw. DSC-Steuergerät ist in der Lage, mittels einer normierten Momentenschnittstelle das indizierte Motormoment zu beeinflussen. Als Eingriffsmöglichkeiten sind drei Pfade vorgesehen.

- md_ind_asc_lm : Momentenreduktion über eine Verringerung der Füllung
- md_ind_asc : Momentenreduktion über eine Zündwinkelspätverstellung
- md_ind_msr : Momentenerhöhung über eine Vergrößerung der Füllung

Alle Momentenanforderungen sind auf ein indiziertes Normmoment „K_MD_NORM“ bezogen, der Wertebereich liegt zwischen 0% und 99,6%.

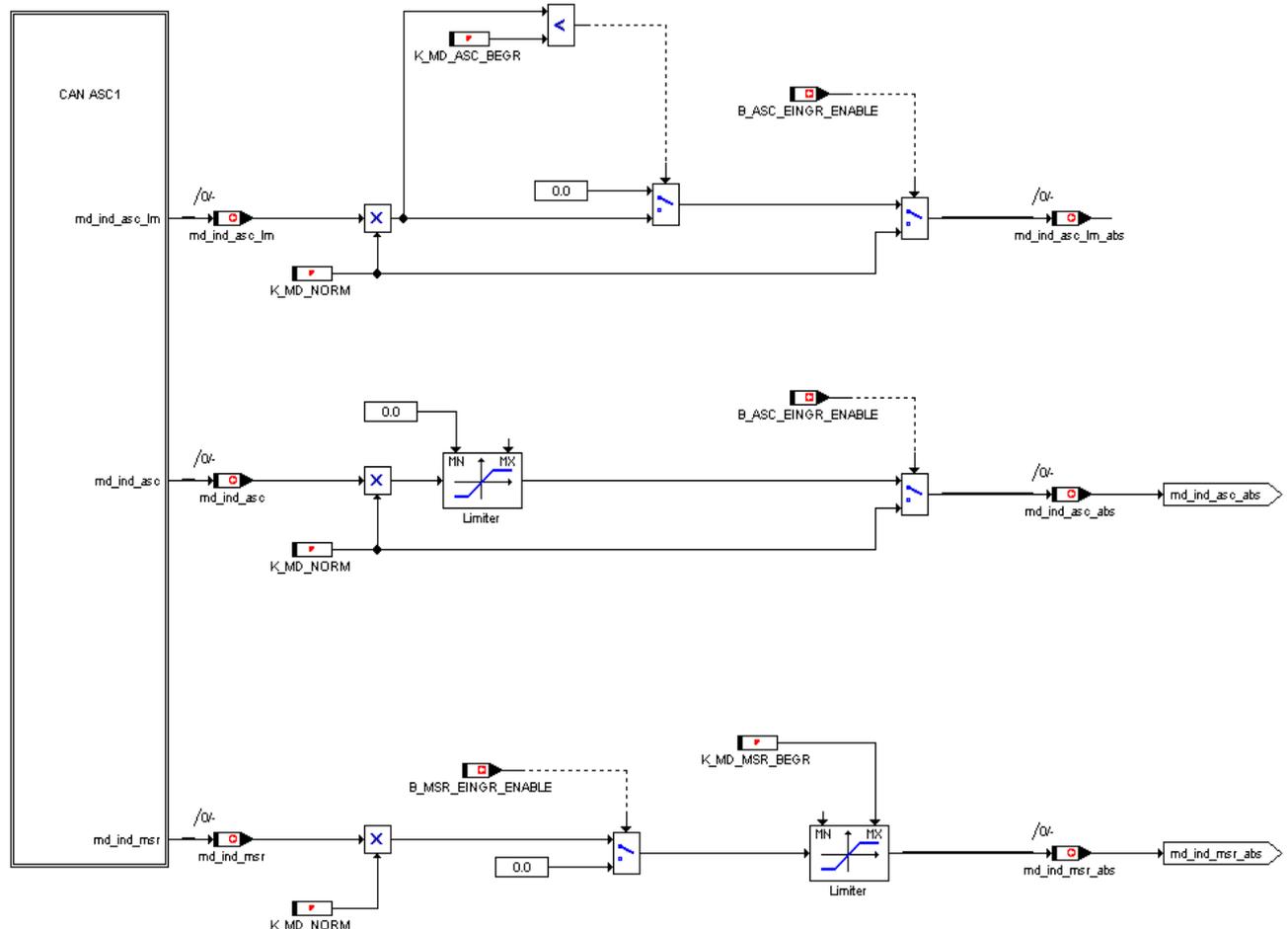
Die Eingriffe des ASC/DSC-Systems können mittels der Applikationskonstante „K_MD_ASC_CONTROL“ gesperrt werden.

Bit 0 = 1 : ASC-Eingriff gesperrt (entspr. B_ASC_EINGR_ENABLE = 0)

Bit 1 = 1 : MSR-Eingriff gesperrt (entspr. B_MSR_EINGR_ENABLE = 0)

Der MSR-Eingriff ist auf das Moment „K_MD_MSR_BEGR“ begrenzt.

Bild: Schnittstelle ASC/DSC (asc_dsc.gif)



	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20210	Erdl	1.0.docMm.doc

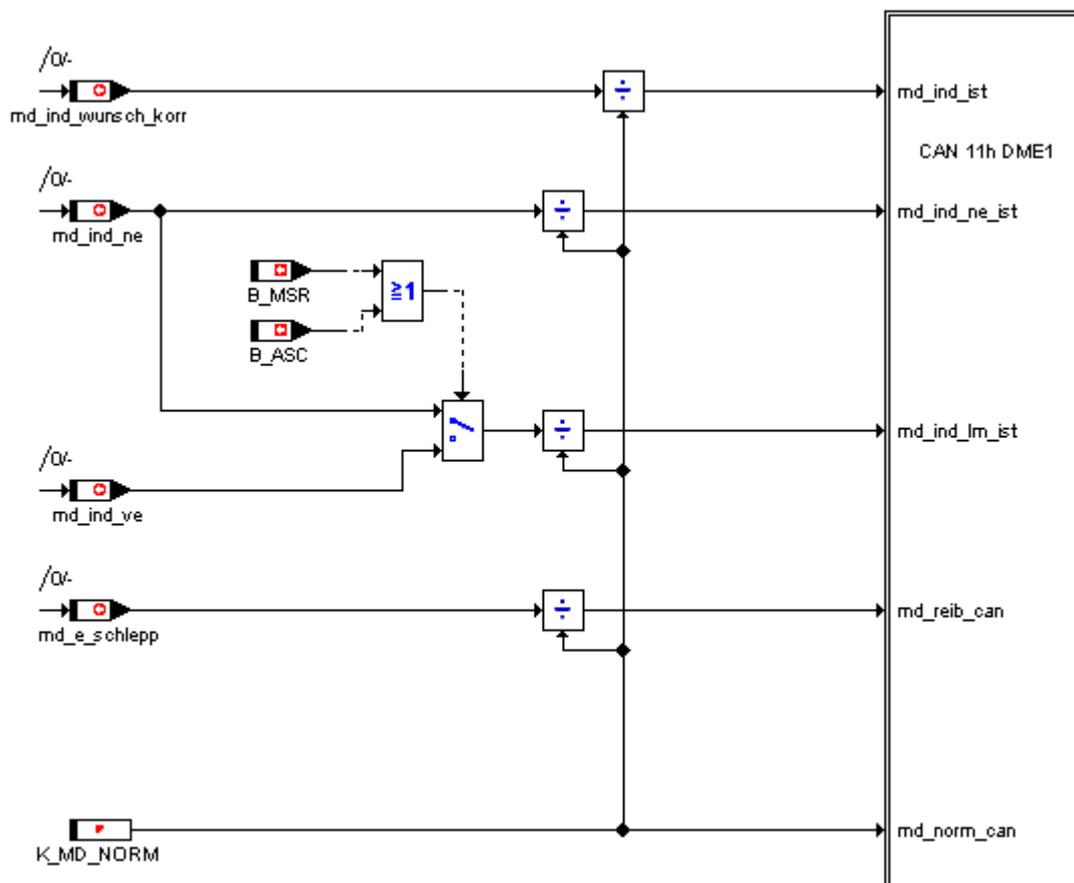
3.3. SCHNITTSTELLE ZUM ASC/DSC - RÜCKMELDUNG MOMENTENEINGRIFF

Die DME übermittelt folgende Momentenangabe an das DSC zurück:

- md_norm_can : Bezugsmoment für alle Momentenangaben
- md_reib_can : Verlustmoment des Motors incl. aller Verbraucher (Lichtmaschine, Ölpumpe, Klimakompressor, ...)
- md_ind_ist : erzeugtes indiziertes Istmoment des Motors ohne Berücksichtigung der DSC-Eingriffe
- md_ind_ne_ist : erzeugtes indiziertes Istmoment des Motors unter Berücksichtigung aller Eingriffe
- md_ind_lm_ist : theoretisches Motormoment, berechnet aus der gemessenen Luftmasse ohne Berücksichtigung der externen Zündwinkleingriffe

Da in der MSS60 nicht zwischen internen und externen Zündwinkleingriffen unterschieden wird, gestaltet sich die Berechnung von „md_ind_lm_ist“ nicht so einfach. Ist kein externer ZW-Eingriff aktiv, so wird als „md_ind_lm“ das Moment „md_ind_ne“ verwendet, welches auch alle internen ZW-Eingriffe mit berücksichtigt. Ist hingegen ein externer ZW-Eingriff (ASC, MSR) aktiv, so wird „md_ind_ve“ verwendet, welche die internen ZW-Einflüsse aus Basiszündwinkel, Klopfregelung, Klopfadaption und Dynamikvorhalt mit beinhaltet.

Bild: Rückmeldung an DSC (rueckmeldungdsc.gif)



	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20210	Erdl	1.0.docMm.doc

4. REIBMOMENT

Das Reibmoment ist das Moment, das benötigt wird, um dem Motor ungefeuert zu drehen.

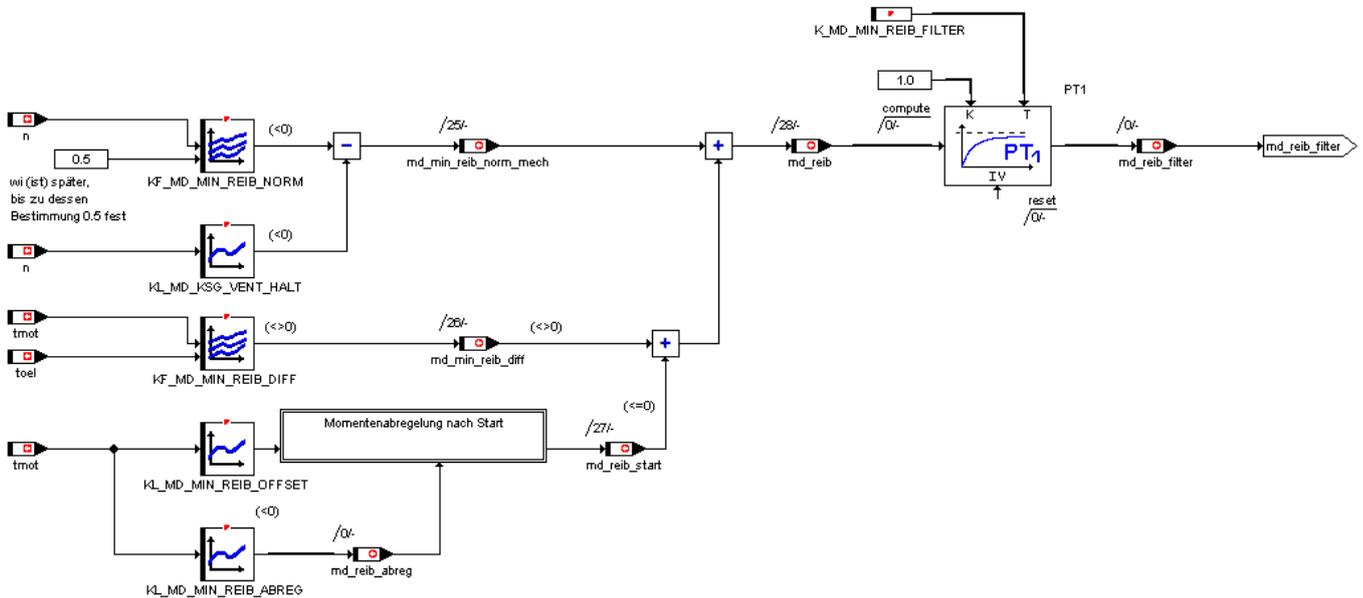
Die Reibkurve wird bei definierten Bedingungen „KF_MD_MIN_REIB_NORM“, rausgefahren. Abweichungen von diesen Normbedingungen werden in „KF_MD_MIN_REIB_DIFF“ berücksichtigt. Mit den Kennlinien „KL_MD_MIN_REIB_OFFSET“ und „KL_MD_MIN_REIB_ABREG“ wird der zusätzliche Momentenbedarf beim Start berücksichtigt, der abgeregelt wird.

Im Kennfeld „KF_MD_MIN_REIB_NORM“ wird die Reibkurve bei „ $t_{mot}=80\text{ °C}$ “ und „ $t_{oel}=80\text{ °C}$ “ und geschlossenen Ventilen ermittelt. Das zum Zuhalten der Ventile benötigte Drehmoment wird in der Kennlinie „KL_MD_KSG_VENT_HALT“ abgelegt. „ $M_{d_min_reib_norm_mech}$ “ ist das Schleppmoment des Motors bei definierten Temperaturen ohne den elektrischen Reibungsanteil des Ventiltriebs.

Abweichungen von den Normtemperaturen werden im Kennfeld „KF_MD_MIN_REIB_DIFF“ berücksichtigt (bei kälteren Temperaturen negative Werte, bei wärmeren Temperaturen positive Werte).

Um einem erhöhtem Momentenbedarf des Motors im Start und in den ersten Sekunden danach gerecht zu werden, wird das Schleppmoment während des Starts um den Offset „ $m_{d_reib_offset}$ “ ($KL_MD_MIN_REIB_OFFSET = f(t_{mot})$) erhöht, welches nach Beendigung des Nachstarts mit der Momentenrampe „ $m_{d_reib_abreg}$ “ ($KL_MD_MIN_REIB_ABREG = f(t_{mot})$) auf Null abgeregelt wird.

Bild: Berechnung Reibmoment (md_reib.gif)



Bearbeiter	Abteilung	Datum	Name	Filename
	ZS-M-57	13.01.20210	Erdl	1.0.docMm.doc

5. SCHLEPPMOMENT

Das Schleppmoment ist das Mindestmoment, das von der Motorsteuerung angefordert werden kann. Es beinhaltet die temperaturabhängige Grundreibung des Motors. Weitere Größen werden darin verrechnet.

Das Schleppmoment auf effektiver Basis wird zweimal berechnet. Gemeinsam wird das Reibmoment „md_reib“ über einen PT1-Filter gefiltert und das Moment aus der Leerlaufregler-Adaption „md_llr“ subtrahiert. Die Unterschiede sind wie folgt:

Bei „md_e_schlepp_hyp“ wird das Moment der maximal möglichen Ladungswechselverlusten „KL_MD_LW_MIN“ addiert. Anschließend wird die Summe mit einer Hyperbelfunktion multipliziert, damit das Schleppmoment bei niedrigen Drehzahlen angehoben wird (bei Leerlaufdrehzahl auf null effektives Moment). Ebenfalls kann das Moment durch die Kennlinie „KL_MD_MIN_FAK_MAN_LL“ manuell verändert werden, um eine Anhebung im Bereich niedriger Drehzahlen zu erreichen.

Bei „md_e_schlepp“ wird das für den Startfall zusätzlich benötigte Drehmoment „md_min_start“ addiert, das Drehzahl und t_{mot}-abhängig ist.

Im Kennfeld „KF_MD_MIN_START“ werden für den Startfall zusätzlich benötigte Drehmomentwerte appliziert, die Drehzahl und Kühlwassertemperaturabhängig sind. Abweichend voneinander werden folgende Größen verrechnet. In der Kennlinie „KL_MD_LW_MIN“ werden die Drehmomentwerte, die mit maximal möglichen Ladungswechselverlusten zusätzlich erreichbar sind, über der Drehzahl abgelegt. Solche starken Verluste werden erzeugt, indem man den Motor das Zylindervolumen komprimieren lässt und anschließend die Ventile öffnet, um keine Expansionsenergie zu nutzen.

Zur Berechnung von „md_e_schlepp_hyp“ wird „md_temp3“ im Bereich niedriger Drehzahlen mit einer Hyperbelfunktion multipliziert („md_min_fak_man_llr“), die das Drehmoment bei Leerlaufdrehzahl auf null effektives Moment anhebt. In der Hyperbelfunktion wird die aktuelle Drehzahl, die Leerlaufdrehzahl und der Faktor „n_hyp“ verrechnet. Für diesen gilt:

$$n_{hyp} = lfr_{nsoll} + KL_MD_MIN_DN_HYP(t_{mot})$$

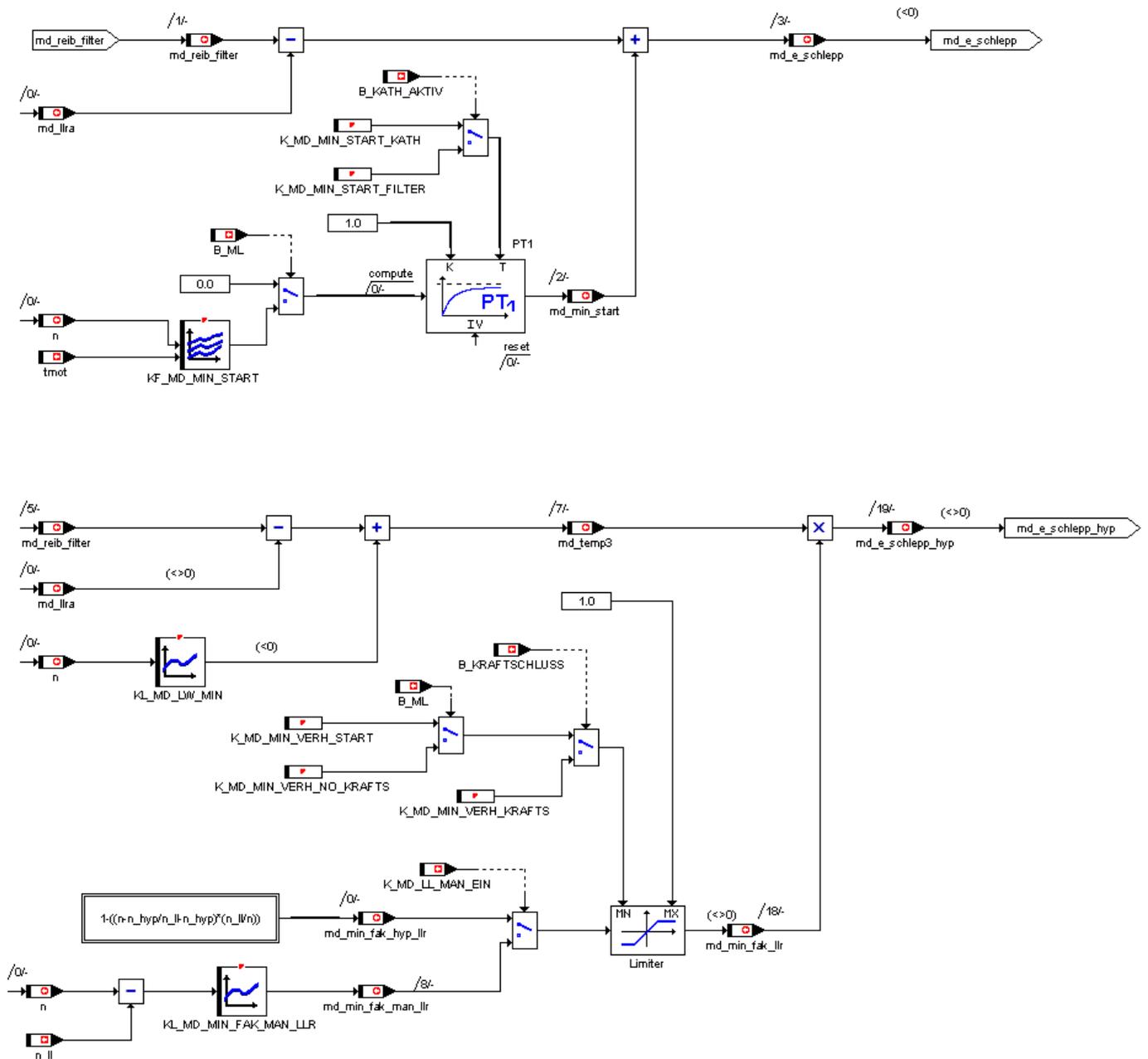
Der Gewichtungsfaktor wird wie folgt berechnet:

$$md_min_fak_hyp_llr = 1 - [(n - n_{hyp}) / (n_{ll} - n_{hyp}) * (n_{ll} / n)]$$

Mit der Kennlinie „KL_MD_MIN_DN_HYP“ lässt sich die Steilheit der Hyperbel beeinflussen. Hohe Werte bedeuten eine flache Hyperbel, niedrige Werte eine steile Hyperbel. Ebenfalls kann das Moment durch die Kennlinie „KL_MD_MIN_FAK_MAN_LL“ manuell verändert werden, um mit großer Flexibilität beispielsweise den Drehmomentgradienten im Bereich der Leerlaufdrehzahl zu beeinflussen.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20210	Erdl	1.0.docMm.doc

Bild: Berechnung Schlepp-Moment (md_schlepp.gif)



Bearbeiter	Abteilung	Datum	Name	Filename
	ZS-M-57	13.01.20210	Erdl	1.0.docMm.doc

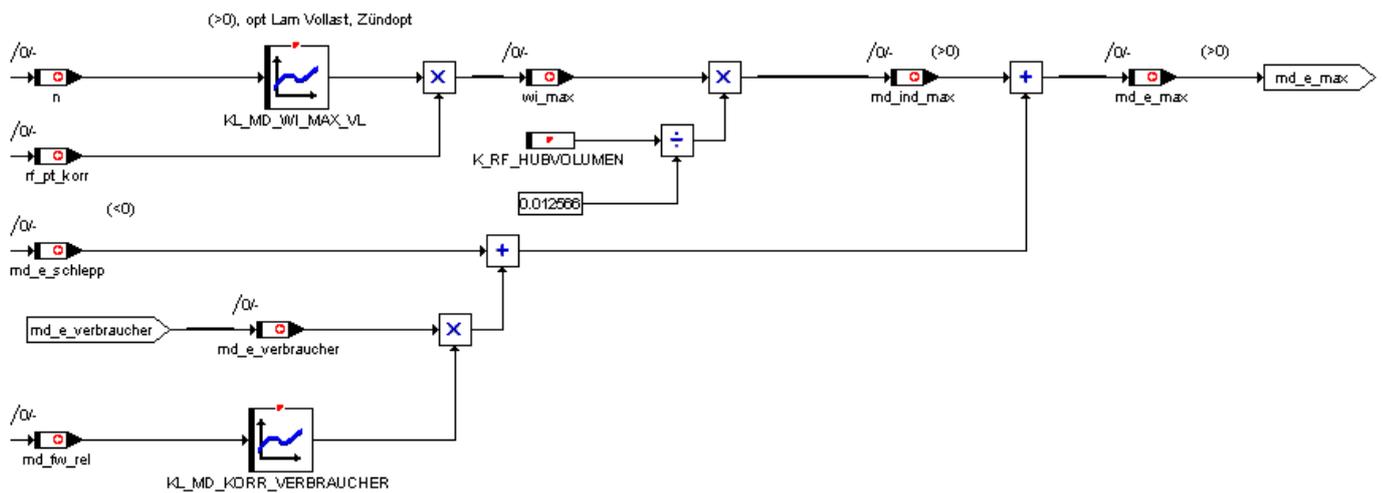
6. MAXIMALES INDIZIERTES MOMENT

In der Kennlinie „KL_MD_WI_MAX_VL“ ist das maximale „wi“ abgelegt, welches der Motor im Vollastbetrieb und unter Normbedingungen, Vollast-Lambda und Zündoptimum bei der jeweiligen Drehzahl erreichen kann. Durch Korrektur auf die realen Umgebungsbedingungen erhält man das momentan mögliche maximale „wi_max“.

Aus der indizierten Arbeit wird das indizierte Moment berechnet. Mit diesem wird das Schleppmoment inklusive Verbraucher „md_e_schlepp“ und „md_e_verbraucher“ addiert, so daß das effektive maximale Drehmoment „md_e_max“ entsteht. Die Addition der Verbrauchsmomente wird über die Kennlinie „KL_MD_KORR_VERBRAUCHER“= $f(\text{md_fw_rel})$ gewichtet. Bei kleinen Fahrpedalstellungen bis ca. 80% werden die Verbraucher nicht eingerechnet. Erst dann wird bis 100% eine vollständige Einrechnung erwirkt. Dadurch wird ein Leerweg im Pedal bei Vollast vermieden.

„Md_e_verbraucher“ ist die Eingangsgröße, die sämtliche Verbraucher sowie das KSG-Moment berücksichtigt, das u.a. den Strom für die Ventilsteuerung liefert.

Bild: Berechnung maximales effektives Moment (md_max.gif)



	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20210	Erdl	1.0.docMm.doc

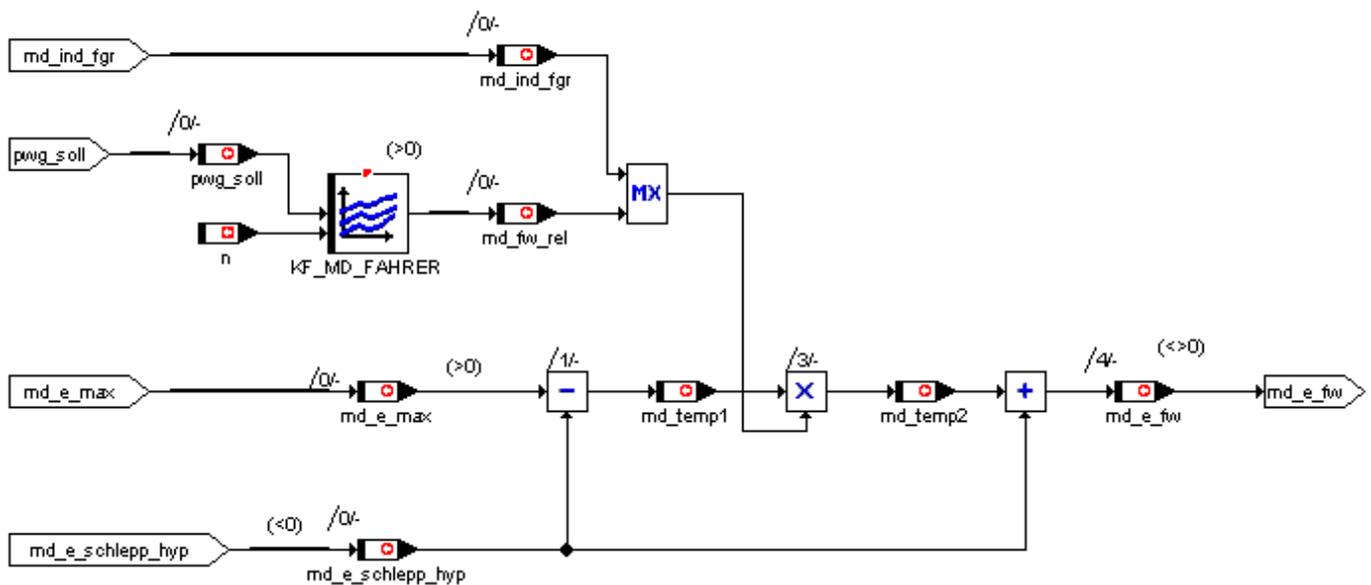
7. BERECHNUNG WUNSCHMOMENT

Der Fahrerwunsch wird vom PWG-Modul in Form einer relativen Pedalposition „pwg_soll“ ermittelt, wobei 0% einem nicht betätigten Gaspedal, 100% dem Vollastanschlag des Pedals entspricht. Diese relative Pedalposition wird über das Kennfeld „KF_MD_FAHRER“ in einen relativen Fahrerwunsch „md_fw_rel“ umgesetzt, der wiederum zwischen 0 und 100% liegt. 100% entspricht dem maximalen effektiven Moment „md_e_max“. 0% entspricht dem Schleppmoment mit Hyperbelanhebung „md_e_schlepp_hyp“ (ohne Verbraucher).

Parallel dazu kann vom Modul Fahrgeschwindigkeitsregler ebenfalls ein relativer Momentenwunsch „md_ind_fgr“ ermittelt werden.

Anschließend wird mit der Addition von „md_e_schlepp_hyp“ das effektive Fahrerwunschmoment „md_e_fw“ ermittelt.

Bild: Berechnung des Fahrer/FGR-Wunschmomentes (md_fw.gif)



	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20210	Erdl	1.0.docMm.doc

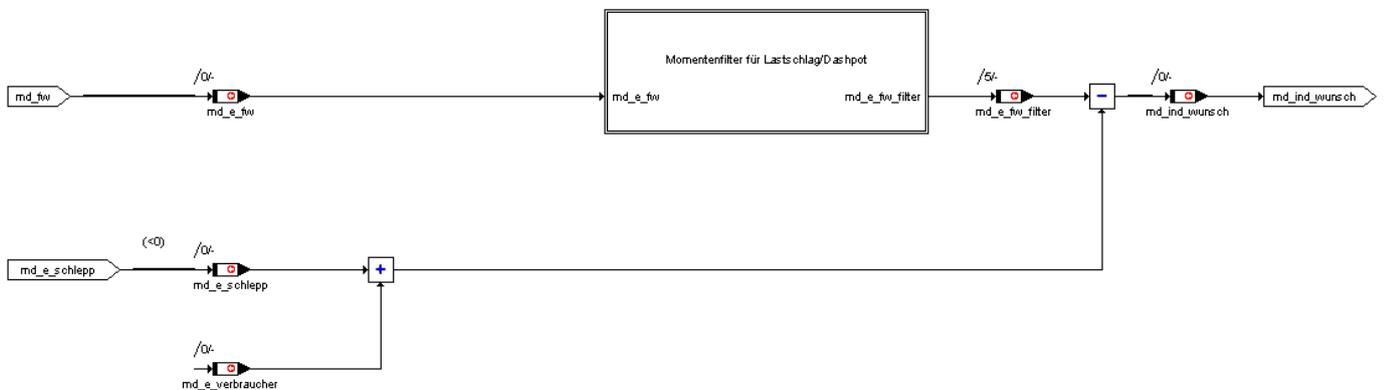
8. MOMENTENFILTER

Der Dynamikfilter hat die Aufgabe, die Momentenanforderungen in bestimmten Zuständen zu filtern und damit die Gradienten zu beschränken.

Der Lastschlag-/Dashpotfilter übernimmt die Filterung des Fahrerwunschs moments „md_e_fw“. Dabei wird betriebspunktabhängig eine maximal erlaubte positive (Lastschlag) bzw. negative (Dashpot) Momentenänderung pro Zeiteinheit berechnet und die Momentenanforderungen von Fahrer bzw. FGR auf diese Gradienten beschränkt.

Das gefilterte Fahrerwunschs moment „md_e_fw_filter“ wird anschließend mit dem Schleppmoment „md_e_schlepp“ und den Verbrauchermomenten „md_e_verbraucher“ subtrahiert und in „md_ind_wunsch“ gespeichert.

Bild: Übersicht Momentenfilter (md_filter.gif)



	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20210	Erdl	1.0.docMm.doc

8.1. DYNAMIKFILTER BEI WUNSCHMOMENTGRADIENTEN

Zur Bedämpfung von großen positiven (Lastschlag) und großen negativen (Dashpot) Drehmomentgradienten wird der Dynamikfilter aktiv.

Lastschlag und Dashpot-Filter sind ähnlich aufgebaut. Sie unterscheiden sich im Prinzip nur durch die Richtung des Momentgradienten:

Lastschlag : positiver Momentgradient
 Dashpot : negativer Momentgradient

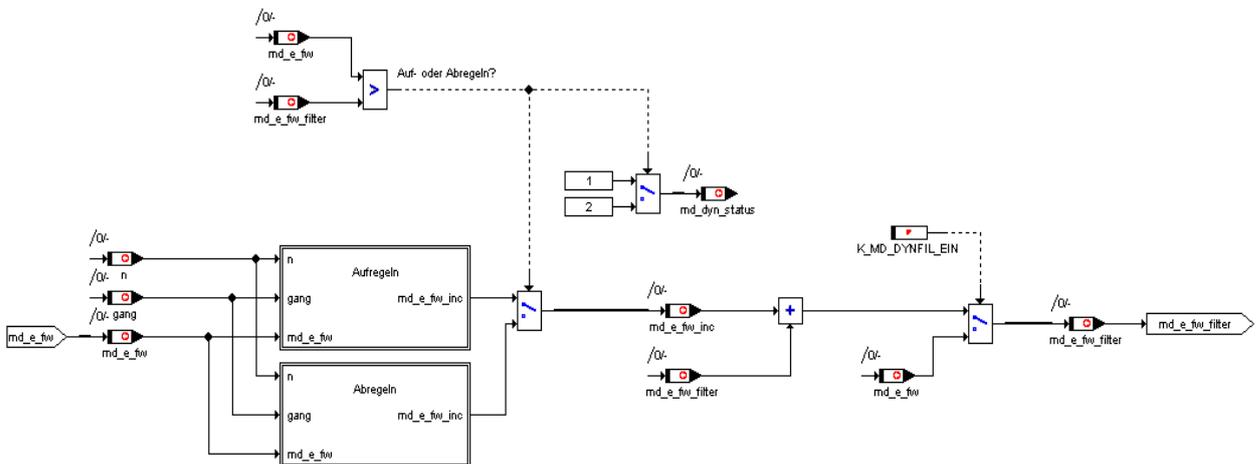
Der Dynamikfilter kann mittels Applikationskonstante „K_MD_DYNFIL_EIN“ ein- und ausgeschaltet werden. Fährt man stationär, so wirkt der Dynamikfilter nicht ($md_dyn_status = 0$).

Für den Fall Aufregelung existiert ein applizierbarer Schwellwert „K_MD_DYNFIL_AUF_12“ für das Drehmoment, bei dem von Bereich 1 auf Bereich 2 umgeschaltet wird. Wird eine weitere Schwelle „K_MD_DYNFIL_AUF_23“ überschritten, so wird in den Bereich 3 umgeschaltet.

Das zeitabhängige Inkrement wird bereichsabhängig aus einem drehzahl- und gangabhängigen Kennfeld entnommen. Wobei zu beachten ist, daß im Bereich 2 flachere Rampen appliziert werden, um ein Kippen des Motors im Bereich des effektiven Momentes=0 zu minimieren. Im Bereich 1 und 3 werden steilere Rampen appliziert.

Für den Fall Abregelung gibt es analog drei Bereiche und zwei Schwellwerte „K_MD_DYNFIL_AB_12“ und „K_MD_DYNFIL_AB_23“.

Bild: Übersicht Dynamikfilter (md_filter_dyn.gif)



	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20210	Erdl	1.0.docMm.doc

Das Momenteninkrement „md_e_fw_inc“, um das der neue gefilterte Fahrerwunsch erhöht wird, wird folgendermaßen berechnet:

$$\text{md_e_fw_inc} = (\text{md_grenz_r} - \text{md_grenz_l}) / (\text{Kennfeldwert aus KF_DYNFIL_AUF/AB})$$

$$\text{md_e_fw_filter} = \text{md_e_fw_filter_alt} + \text{md_e_fw_inc}$$

Die Rampensteigungen können in den einzelnen Bereichen über die Kennfelder „KF_MD_DYNFIL_AUF/AB1..3“ beeinflusst werden. Je höher die applizierten Werte der Kennfelder sind, desto flacher regelt der Filter das Moment auf bzw. ab.

Tabelle : Rampensteigungen

	Bereich	Zielwert md_grenz_r	alter Wert md_grenz_l
Aufregeln	1	md_e_fw	md_e_fw_filter_alt
Aufregeln	2	K_MD_AUF23	K_MD_AUF12
Aufregeln	3	md_e_fw	md_e_fw_filter_alt
Abregeln	3	md_e_fw	md_e_fw_filter_alt
Abregeln	2	K_MD_AB12	K_MD_AB23
Abregeln	1	md_e_fw	md_e_fw_filter_alt

Aktivierung des Filters

Wenn der gefilterte Ausgangswert „md_e_fw_filter“ ungleich dem Eingangswert „md_e_fw“ ist, wird der Filter aktiviert. Ist „md_e_fw“ > „md_e_fw_filter“ so wird auf Aufregelung/Lastschlag erkannt und das Bit „md_dyn_status“ auf den Wert 1 gesetzt. Wenn „md_e_fw“ < „md_e_fw_filter“, wird auf Abregelung/Dashpot erkannt und das Bit „md_dyn_status“ auf den Wert 2 gesetzt.

Deaktivierung vom Aufregeln zum stationären Betrieb

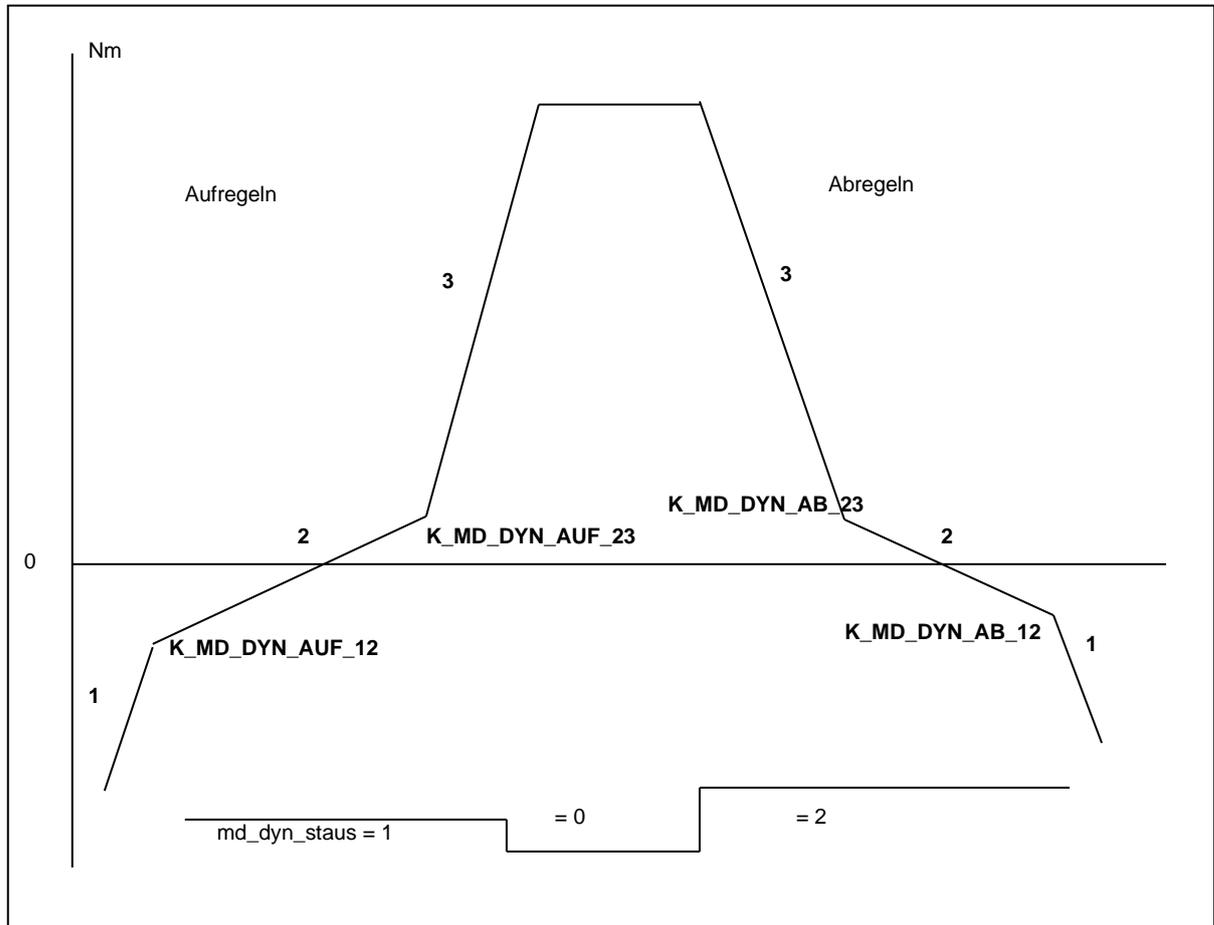
Wenn der gefilterte Ausgangswert „md_e_fw_filter“ den Eingangswert „md_e_fw“ überschreitet, wird der Filter deaktiviert. Der Ausgang wird direkt mit dem Eingang gleichgesetzt („md_e_fw_filter“ = „md_e_fw“) und das Bit „md_dyn_status“ auf den Wert 0 zurückgesetzt.

Deaktivierung vom Abregeln zum stationären Betrieb

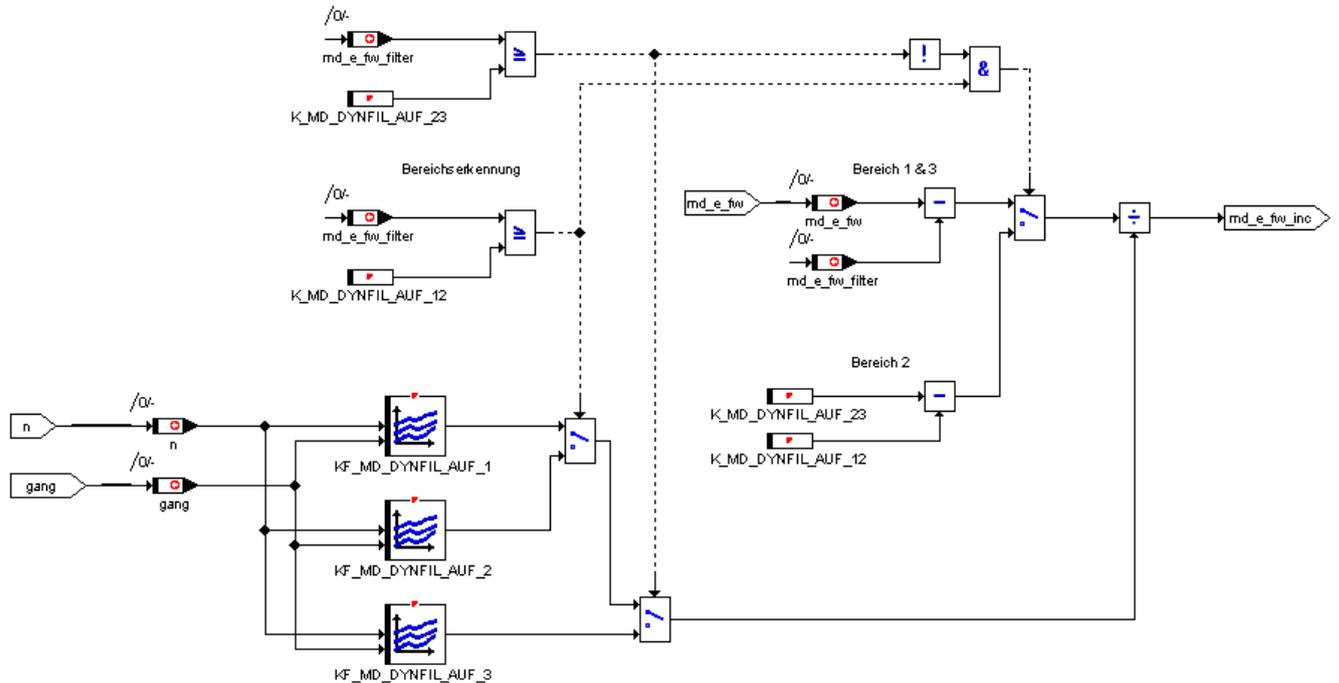
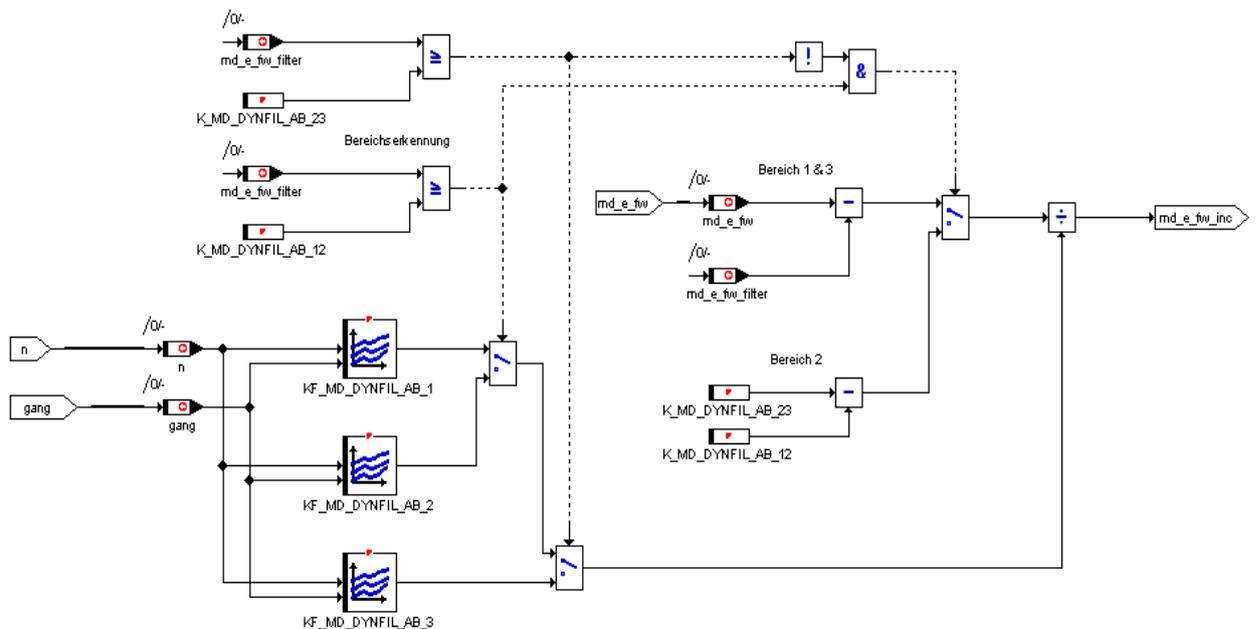
Wenn der gefilterte Ausgangswert „md_e_fw_filter“ den Eingangswert „md_e_fw“ unterschreitet, wird der Filter deaktiviert. Der Ausgang wird direkt mit dem Eingang gleichgesetzt („md_e_fw_filter“ = „md_e_fw“) und das Bit „md_dyn_status“ auf den Wert 0 zurückgesetzt.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20210	Erdl	1.0.docMm.doc

Bild: Einteilung der Dynamikfilter-Bereiche



	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20210	Erdl	1.0.docMm.doc

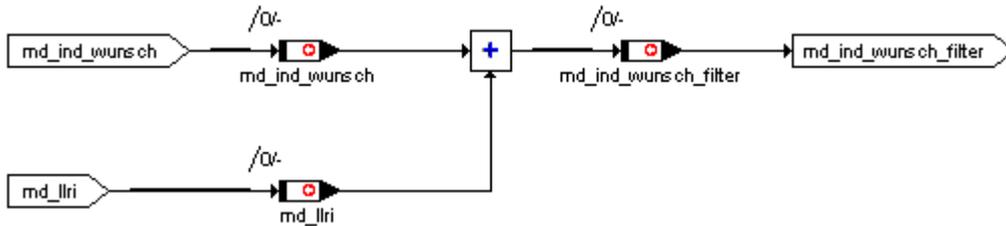
8.1.1. LASTSCHLAGFILTER
Bild: Lastschlag-Betrieb des Dynamikfilters (md_filter_ls.gif)

8.1.2. DASHPOTFILTER
Bild: Dashpot-Betrieb des Dynamikfilters (md_filter_dashpot.gif)


	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20210	Erdl	1.0.docMm.doc

8.2. EINGRIFF LEERLAUFREGLER

Der Momentenanteil des Leerlaufreglers wird wie folgendes Bild zeigt eingerechnet.

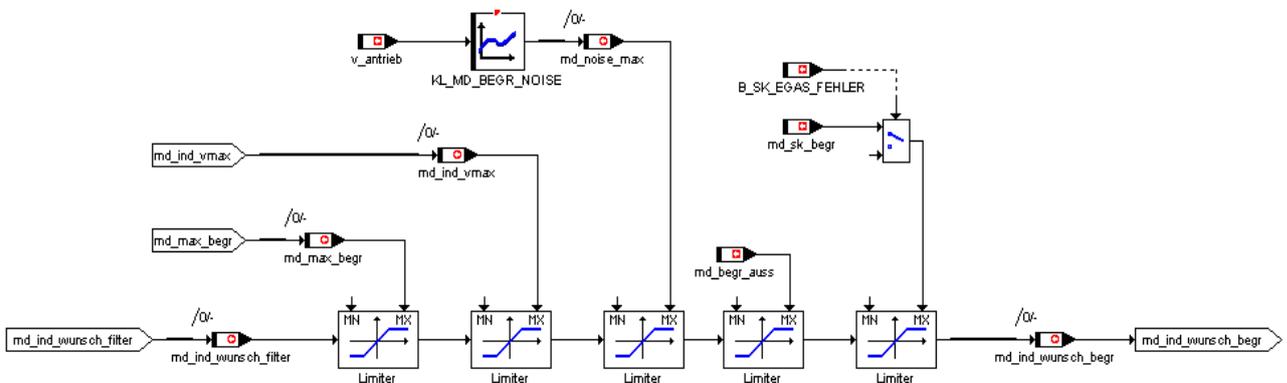
Bild: Einrechnung des Leerlaufregleranteils (md_eingrldr.gif)



9. MOMENTENBEGRENZUNGEN

Eine Übersicht über die momentenbegrenzenden Eingriffe wird im folgenden Bild dargestellt. Die einzelnen Begrenzungen werden in den folgenden Unterkapiteln beschrieben.

Bild: Übersicht Momentenbegrenzung (md_begrenzung.gif)



	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20210	Erdl	1.0.docMm.doc

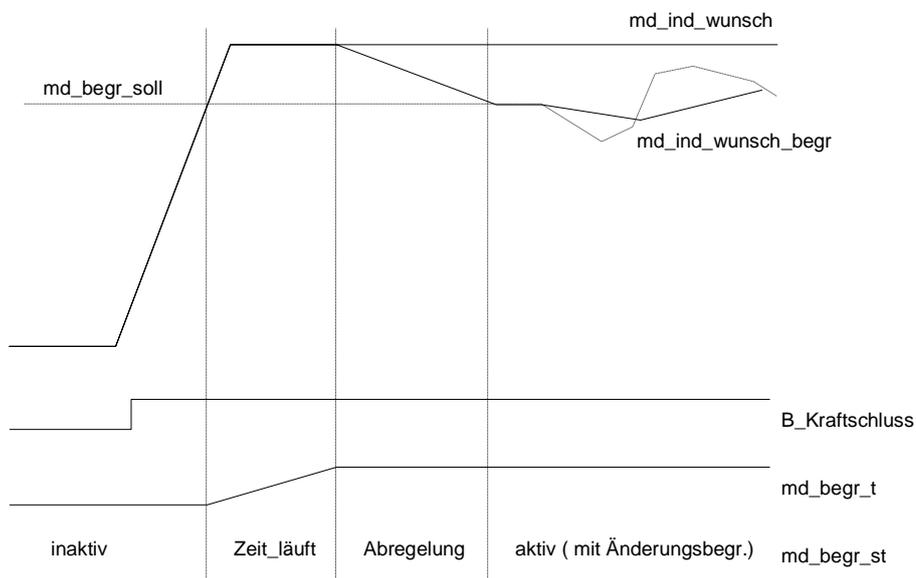
9.1. DREHMOMENTENBEGRENZUNG

Aufgrund einer zu geringen Momentenfestigkeit des Getriebes muß das abgegebene Motormoment (Moment an der Kupplung) begrenzt werden.

Das maximal zulässige indizierte Motormoment berechnet sich aus der Kennlinie „KL_MD_BEGR_GANG“, welche die gangabhängigen Maximalmomente enthält, plus den motorinternen Verlustmomenten „md_ind_schlepp“. Bei positivem Drehzahlgradient erfolgt noch eine weitere Korrektur um das Motorträgheitsmoment. Der Einfluß einer Zündwinkelspätverstellung der Klopfregelung bzw. Klopfadaption wird über den Zündwinkelwirkungsgrad „md_eta_zw_ve“ berücksichtigt.

$$\begin{aligned}
 \text{md_max_begr} = & (\quad \text{KL_MD_BEGR_GANG} (\text{gang}) \\
 & + \quad \text{md_ind_schlepp} \\
 & + \quad \text{K_MD_J_MOTOR} * \text{d_n40} \quad \text{falls } \text{d_n40} > 0 \\
 &) / \text{md_eta_zw_ve}
 \end{aligned}$$

Die Drehmomentenbegrenzung soll nur einen Dauerbetrieb des Motors oberhalb des Maximalmomentes verhindern. Ein kurzfristiges Überschreiten des Drehmomentengrenzwertes, wie zum Beispiel bei Beschleunigungsmessungen wird als unkritisch für das Getriebe erachtet. Die Funktionalität der Drehmomentenbegrenzung ist dem angepaßt. So wird nach jeder Kraftschlussunterbrechung die Drehmomentenbegrenzung für den Zeitraum „K_MD_BEGR_T“ inaktiv, wobei die Zeit erst ab erstmaliger Überschreitung der Maximalschwelle läuft. Anschließend wird, ausgehend vom aktuellen Wunschmoment, die Begrenzungsschwelle über die Rampe „K_MD_BEGR_RAMPE“ auf den Zielwert „md_max_begr“ abgeregelt. Nach Beendigung der Abregelung werden Änderungen von „md_max_begr“, die aufgrund von Drehzahlgradienten und KR/KA-Einflüssen sehr schnell sein können, über die Änderungsbegrenzung „K_MD_BEGR_DELTA“ begrenzt.



	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20210	Erdl	1.0.docMm.doc

**9.2. GESCHWINDIGKEITSBEGRENZUNG**

Die Vmax-Begrenzung wirkt bei der MSS60 direkt über den Momentenmanager auf das EGas-System. Die Regelung der Maximalgeschwindigkeit erfolgt dabei über einen I-Regler in zwei Stufen.

Vmax-Bereitschaft: $v > v_{max_berei}$

Mit dem erstmaligen Überschreiten von „vmax_berei“, die unterhalb der Vmax „K_V_MAX“ liegen muß, wird vorausschauend ein Drehmoment berechnet, welches im Vmax-Punkt ein stationäres Fahren ermöglichen sollte.

Dazu wird das aktuelle indizierte Moment um den Momentenüberschuß korrigiert, welcher aktuell für eine Fz-Beschleunigung sorgt und anschließend mit dem quadratischen Quotient aus Maximalgeschwindigkeit zu Istgeschwindigkeit multipliziert, da auch der Luftwiderstand quadratisch mit der Fz-Geschwindigkeit zunimmt.

$$md_ind_vmax = (md_ind_wunsch_red_korr - K_MD_J_FZ * d_v) * (K_V_MAX / v)^2$$

Vmax-Regelung: $v > K_V_MAX$

Mit dem Überschreiten von K_V_MAX wird ein I-Regler aktiv, welcher das maximal zulässige Moment „md_max_begr“ entsprechend der Reglerabweichung auf bzw. abintegriert.

$$md_ind_vmax = md_ind_vmax + K_MD_I_VMAX * (K_V_MAX - v)$$

Da bedingt durch den I-Regler „md_ind_vmax“ sehr klein bzw. auch überlaufen kann, wird „md_ind_vmax“ auf die Werte K_MD_VMAX_MIN bzw. K_MD_VMAX_MAX begrenzt.

Die Vmax-Regelung wird wieder deaktiviert, sobald die Fzg-Geschwindigkeit unter die Schwelle K_V_MAX - K_V_MAX_HYS gesunken ist.

Die Berücksichtigung von „md_ind_vmax“ im Momentenmanager erfolgt nur bei aktiver Vmax-Begrenzung, nicht bei Vmax-Bereitschaft.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20210	Erdl	1.0.docMm.doc

9.3. DREHMOMENTEN BEI KATSCHÄDIGENDEN AUSSETZERN

Bei katschädigenden Aussetzern wird eine Drehmomentenbegrenzung aktiv, welche in Abhängigkeit von der aktuellen Motordrehzahl die Füllung und somit den Luftdurchsatz durch den Katalysator reduzieren soll.

Aktiviert wird die Drehomentenbegrenzung, sobald ein Zylinder aufgrund katschädigender Aussetzer abgeschaltet werden mußte.

Phase 1: Ablauf der Wartezeit „K_MD_BEGR_AUSS_TIME“, in welcher noch keine Momentenbegrenzungen wirken, um eventuelle kritische Fahrsituationen zu verhindern.

Phase 2: Rampenförmige Abregelung mit „K_MD_BEGR_AUSS_ABREG“, ausgehend vom Fahrerwunsch „md_ind_wunsch“ auf das Begrenzungsmoment.

Phase 3: Drehmomentenbegrenzung aktiv.

Berechnung des Begrenzungsmomentes:

$$md_begr_auss = KL_MD_BEGR_AUSS = f(n)$$

Der aktuelle Zustand der Drehmomentenbegrenzung ist in der Variablen „md_begr_auss_st“ sichtbar.

Die Drehmomentenbegrenzung bleibt **bis zum Abstellen des Motors aktiv**, auch wenn in der Zwischenzeit keine weiteren Aussetzer mehr erkannt wurden.

9.4. DREHMOMENTEN BEI ZUSAMMENBRUCH DES KRAFTSTOFFDRUCKS

Bei Zusammenbruch des Kraftstoffdrucks und gleichzeitigem leerem Tank wird eine Drehmomentenbegrenzung aktiv, welche in Abhängigkeit von der aktuellen Motordrehzahl die Füllung und somit den Luftdurchsatz durch den Katalysator reduzieren soll.

Aktiviert wird die Drehmomentenbegrenzung, sobald die Katschutzfunktion anhand der vier Lambdasondensignale und des Tankfüllstandes die Aktivierungsfreigabe setzt.

Da zu diesem Zeitpunkt der Motor aufgrund des zusammengebrochenen Kraftstoffdrucks nicht mehr läuft, erfolgt die Drehmomentenbegrenzung sofort und ohne Abregelung.

Berechnung des Begrenzungsmomentes:

$$md_begr_auss = KL_MD_BEGR_FST = f(n)$$

Der aktuelle Zustand der Drehmomentenbegrenzung ist ebenfalls in der Variablen „md_begr_auss_st“ sichtbar.

Die Drehmomentenbegrenzung bleibt **bis zum Abstellen des Motors aktiv**.

9.5. MOMENTENBEGRENZUNG FÜR GERÄUSCHREDUKTION

Zur Minimierung des Geräusches ist eine Funktion implementiert, welche nach Setzen der Bedingung Geräuschreduktion (näheres dazu siehe Modulbeschreibung: gang.doc), in Abhängigkeit der aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit das maximale indizierte Moment des Motors beschränkt.

$$md_noise_max = KL_MD_BEGR_NOISE = f(v_antrieb)$$

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20210	Erdl	1.0.docMm.doc

10. MOMENTENRESERVE

Da die aktuellen Zündwinkel in der Regel dem Zündwinkelbestwert entsprechen, sind über Zündwinkleingriffe nur Momentenreduktionen möglich. In bestimmten Betriebsbereichen wie Leerlaufregelung ist es jedoch wünschenswert über einen Zündwinkleingriff schnell Moment aufbauen zu können.

Dazu wird über das Modul Momentenreserve die Momentenvorgabe für den Füllungspfad erhöht, während die Momentenvorgabe für den Zündwinkelpfad unverändert bleibt. Dies führt dazu, daß die Füllung und somit das Istmoment vor Eingriff ansteigt. Somit übersteigt das Istmoment vor Eingriff die Momentenanforderung des Zündwinkelpfades und der Momentenüberschuß wird durch eine Zündwinkelspätverstellung wieder kompensiert. Dieser kompensierte Momentenüberschuß steht nun für eine schnelle Momentenerhöhung mittels einer Frühverstellung der Zündwinkel zur Verfügung.

md_res_kath: Momentenreserve der Katheizfunktion

md_res = md_res_kath

10.1. MOMENTENRESERVE FÜR KATHEIZFUNKTION

Im Falle der Katheizfunktion wird die Momentenreserve für eine Wirkungsgradverschlechterung und somit für eine Erhöhung der Abgastemperaturen benützt.

Dazu wird in Abhängigkeit von Betriebszustand, Drehzahl, Last, Motortemperatur und Zeit seit Start ein Offsetmoment berechnet, welches auf das Wunschmoment für den Füllungspfad aufaddiert und über einen Zündwinkleingriff wieder kompensiert wird.

Das Offsetmoment setzt sich wie folgt zusammen:

$$\begin{aligned}
 \text{md_res_kath} &= \text{KF_MD_RES_KATH} && \text{Offsetmoment} = f(n, w_i) \\
 & * \text{KF_MD_RES_KATH_GEW} && \text{Gewichtungsfaktor} = f(t_{\text{mot}}, t_{\text{ml}}) \\
 & * \text{md_res_kath_faktor} && \text{Gewichtungsfaktor Auf-/Abregelung}
 \end{aligned}$$

Die Bestimmung des Gewichtungsfaktors „md_res_kath_faktor“ selbst läßt sich in fünf Bereiche unterteilen:

Bereich 1: Start oder Nachstart (bis Abregelung Startmoment beendet)
 Gewichtungsfaktor = 0

Bereich 2: Aufregeln des Gewichtungsfaktors
 der Gewichtungsfaktor wird vom Startwert linear mit der Schrittweite
 „K_MD_RES_KATH_T_AUFREG“ auf den Wert 1,0 aufgeregelt

Bereich 3: Momentenreserve für Katheizen voll aktiv
 Gewichtungsfaktors = 1,0

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20210	Erdl	1.0.docMm.doc

Bereich 4: Abregeln des Gewichtungsfaktors

Nach Wegnahme der Bedingung „B_KATH_AKTIV_MDRES“ wird der Gewichtungsfaktor linear mit der Schrittweite „K_MD_RES_KATH_T_ABREG“ auf Null abgeregt.

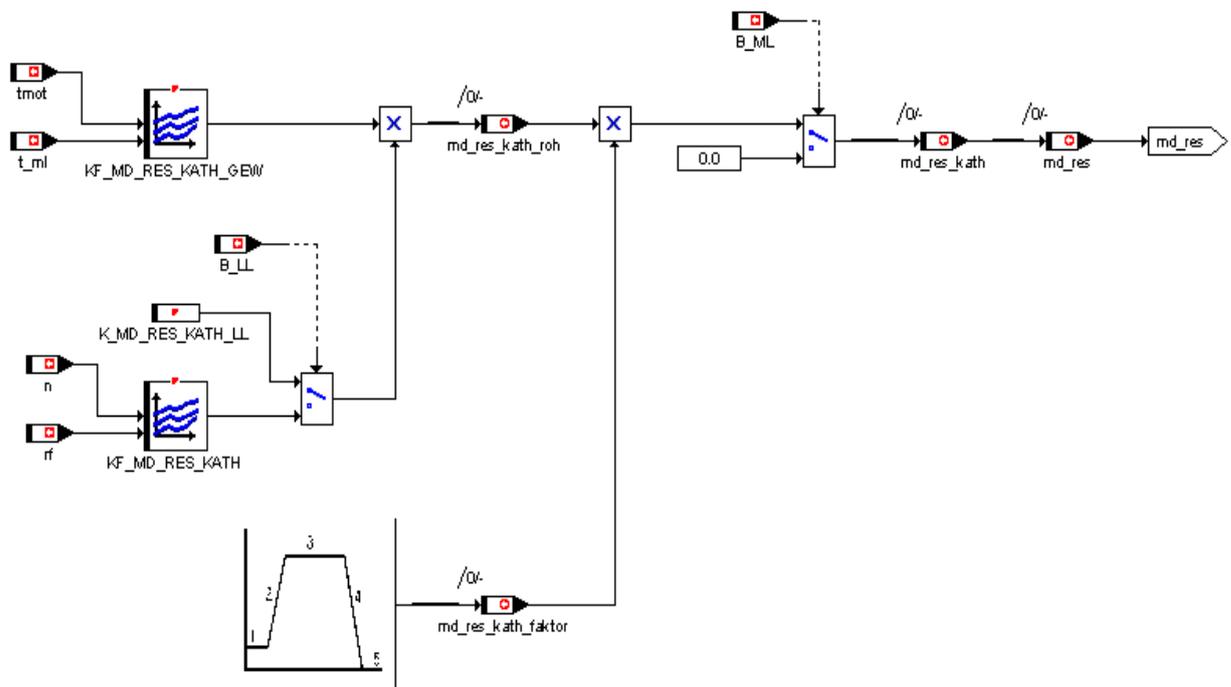
Bereich 5: Momentenreserve für Katheizen inaktiv

Gewichtungsfaktor = 0

Die Aktivierungsbedingung für die Momentenreserve Katheizen ist identisch mit der Aktivierungsbedingung für den Zündwinkleingriff Katheizen.

Der Momenteneingriff für Katheizen kann über die Konstante „K_MD_RES_CONTROL“ gesperrt werden.

Bild: Übersicht Momentenreserve für Katheizen (md_reservekath.gif)



	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20210	Erdl	1.0.docMm.doc

10.2. MOMENTENRESERVE BEI STARKEN LENKEINSCHLÄGEN (NICHT IN EVT IMPLEMENTIERT!)

Bei Erreichen des Endanschlags der Lenkung nimmt die Servopumpe der Lenkkraftunterstützung viel Moment auf, was im Leerlauf zu einem Durchtauchen der Motordrehzahl, unter Umständen sogar zum Absterben des Motors, führen kann. Die Reaktion des Leerlaufreglers über eine Füllungserhöhung ist hierbei aufgrund der Gaslaufzeiten zu langsam. Deshalb soll in Abhängigkeit des Lenkradeinschlags im Vorfeld eine Drehmomentenreserve aufgebaut werden, die dann eine schnelle Momentenerhöhung über eine Zündwinkelfrühverstellung bei Unterschreiten der Leerlauf-solldrehzahl erlaubt.

Aktivierungsbedingung: $v < K_MD_RES_LRW_V$
 Deaktivierung: $v > K_MD_RES_LRW_V + K_MD_RES_LRW_VHYS$

Berechnungsalgorithmus in Stichpunkten:

- Betragsbildung des Lenkwinkels
- Berechnung des Rohwertes der Momentenreserve „md_res_lrw_loc“ über Kennlinie $KL_MD_RES_LRW = f(lrw_abs)$
- Änderungsbegrenzung der Momentenreserve auf „K_MD_RES_LRW_DELTA“ resultierende Momentenreserve: md_res_lrw_roh
- Berücksichtigen einer evtl. bereits vorhandenen ZW-Spätverstellung aus dem Katheizmodul

$$md_res_lrw = md_res_lrw_roh - (md_ind_wunsch_begr * md_eta_kath_offset)$$

Der Term $md_ind_wunsch_begr * md_eta_kath_offset$ ist das Moment in Nm, welches bereits durch die ZW-Spätziehung der Katheizfunktion als Momentenreserve zur Verfügung steht. Eine evtl. parallel dazu anstehende Momentenreserve für Lenkungsunterstützung muß deshalb nur das Delta dazu berücksichtigen.

Der Status der Drehmomentenreserve ist in der Variablen „md_res_lrw_st“ sichtbar:

- Bit 0: Aktivierungsbedingungen erfüllt
- Bit 1: Eingriff aktiv, d.h. Eingriffsmoment ungleich Null

10.3. BEGRENZUNG DER MOMENTENRESERVE

Das Arbeitsprinzip der Momentenreserve setzt voraus, daß die Momentenerhöhung im Füllungspfad durch einen Zündwinkelingriff wieder ausgeglichen werden kann. Dazu muß festgestellt werden, wieviel Spielraum im aktuellen Betriebspunkt noch für eine Momentenreserve zur Verfügung steht.

Der verbleibende Spielraum für eine Zündwinkelspätverstellung ist die Differenz zwischen dem aktuellen („md_eta_zw_ve“) und dem minimal möglichem („md_eta_zw_min“) ZW-Wirkungsgrad.

Der somit noch mögliche Faktor für eine Erhöhung der Füllungsvorgabe berechnet sich wie folgt:

$$„md_eta_res“ = 1 / (1 - (md_eta_zw_ve - md_eta_zw_min))$$

Übersteigt die angeforderte Momentenreserve diesen Spielraum, wird die Momentenanforderung auf den Wert „md_ind_wunsch_begr * md_eta_res“ begrenzt.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20210	Erdl	1.0.docMm.doc

11. MOMENTENEINGRIFF FÜLLUNGSPFAD

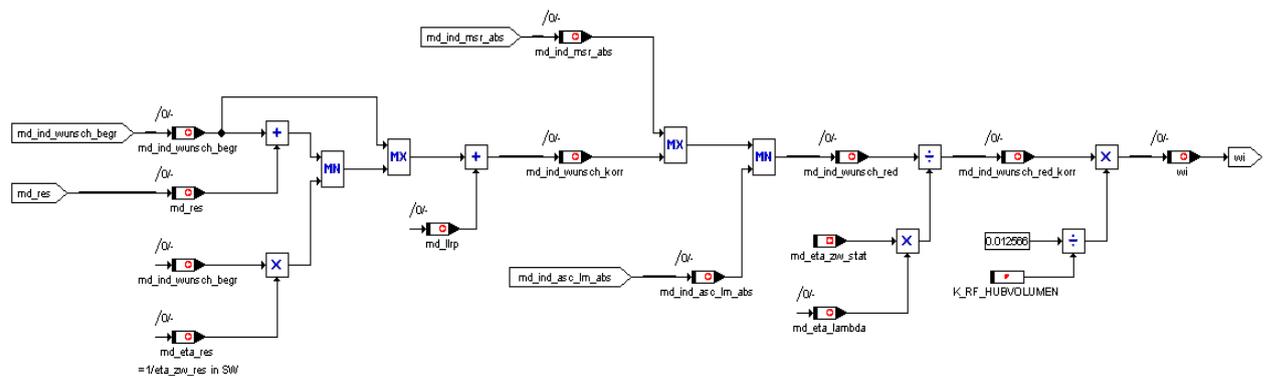
In diesem Modul erfolgt die Momentenkoordination mit dem DSC-System sowie mit den anderen momentenreduzierenden Modulen.

Das System hat zwei unterschiedliche Eingriffsmöglichkeiten. Bei einem MSR-Eingriff (Motor Schleppmoment Regelung) fordert das DSC eine Momentenerhöhung an, welche rein über die Füllung eingestellt wird. Bei einem ASC-Eingriff (automatische Stabilitäts Control) kann das ASC-System getrennt für den Füllungs- und den Zündwinkelpfad Momentenreduktionen anfordern.

Die Plausibilisierung der DSC-Schnittstelle sowie die Umsetzung der Anforderungen in indizierte Momente ist im Kapitel „CAN-Interface“ beschrieben, so daß an dieser Stelle nur noch die beiden Eingriffsmomente „md_ind_asc_lm_abs“ und „md_ind_msr_abs“ betrachtet werden.

Die Berücksichtigung der angeforderten Momenteneingriffe erfolgt über Max- und Min-Auswahlen bezüglich des Wunschmoments „md_ind_wunsch_red“. Die Reihenfolge der Auswahl ist in der folgenden Grafik beschrieben.

Bild: Momenteneingriffe in Füllungspfad (md_fuellung.gif)



Sollte nochmals überprüft werden !!

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20210	Erdl	1.0.docMm.doc

11.1. WIRKUNGSGRAD KORREKTUR

Ein großer Vorteil des Momentenmanager ist, daß über ihn leicht momentenbeeinflussende Aktionen anderer Module wie zum Mager-Warmlauf oder Katheizen ausgeglichen werden können

So wird der Einfluß einer stationären Zündwinkelspätverstellung und eine bewußte Wirkungsgradverschlechterung für die Katheizfunktion im Zündwinkelwirkungsgrad „md_eta_zw_stat“ berechnet und der dadurch verursachte Momentenverlust an dieser Stelle durch eine Füllungskorrektur wieder ausgeglichen.

Ebenso wird der Einfluß des Lambdawertes auf die Momentenabgabe in einem Lambdawirkungsgrad „md_eta_lambda“ festgehalten und durch eine Füllungskorrektur wieder ausgeglichen. Es werden allerdings nur Lambdawirkungsgrad kleiner „K_MD_ETA_LAMBDA_MAX“ berücksichtigt. Wirkungsgrade größer diesem Wert werden auf diesem Wert begrenzt.

Die neue Momentenanforderung setzt sich somit wie folgt zusammen:

$$\begin{aligned}
 \text{md_ind_wunsch_red_korr} &= \text{md_ind_wunsch_red} \\
 &/ \text{md_eta_zw_stat} \\
 &/ \text{md_eta_lambda}
 \end{aligned}$$

Die Wirkungsgrad Korrektur kann für Applikationszwecke über die Konstante „K_MD_ETA_MCS“ auch deaktiviert werden.

- Bit 0 = 1 : Korrektur über Lambda aktiv
- Bit 1 = 1 : Korrektur über Stationärzündwinkel incl. Katheizwirkungsgrad aktiv
- Bit 7 = 1 : Korrektur nur über Katheizwirkungsgrad, nicht aber über Stationärwinkel aktiv

11.2. BERECHNUNG VON W_i

Die spezifische, indizierte Arbeit „w_i“ wird aus dem indizierten, korrigierten Wunschemoment „md_ind_wunsch_red_korr“ berechnet. „W_i“ wird für diverse Kennfelder als Eingangsgröße verwendet (z.B. Steuerkanten) und hat den Vorteil, das sie das Hubvolumen enthält und somit unabhängig von der Hubraumvariante ist.

Die zugehörige Formel lautet:

$$M_d = \frac{V_H \cdot p_{mi}}{4 \cdot \pi} \quad (1)$$

oder Zahlenwertgleichung: $M_d = \frac{V_H \cdot p_{mi}}{0,12566} \quad (2) \quad M_d[\text{Nm}], V_H[\text{dm}^3], p_{mi}[\text{bar}]$

mit $w_i = \frac{1}{10} \cdot p_{mi} \quad (3) \quad w_i[\text{kJ/dm}^3], p_{mi}[\text{bar}]$

folgt:

$$w_i = \text{md_ind_wunsch_red_korr} \cdot \frac{1}{K_RF_HUBVOLUMEN} \cdot 0,012566$$

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20210	Erdl	1.0.docMm.doc

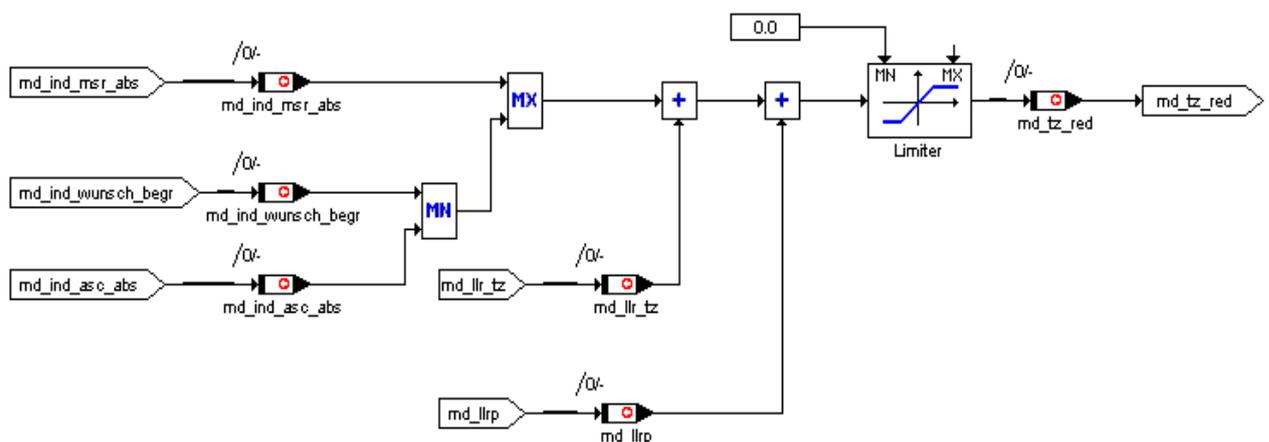
12. BERECHNUNG DER STEUERKANTEN

Beim EVT-Motor wird die Füllung nicht durch den Drosselklappenwinkel, sondern durch die Steuerkanten realisiert. In diesem Modul (Evt_momentenrealisierung.doc und Betriebsartenmanager.doc) werden neben den Steuerkanten auch der Soll-Drosselklappenwinkel für 50 mbar Unterdruck für die Tankentlüftung, der Basis-Zündwinkel, der Soll-Luftmassenstrom und der Vorlagerungswinkel berechnet.

13. MOMENTENEINGRIFF ZÜNDUNGSPFAD

Der DSC-Momenteneingriff im Zündungswinkelverlauf verläuft analog dem Füllungsprozess über eine Maximalwert- (MSR-Funktion) bzw. eine Minimalwertauswahl (ASC-Funktion). Die Leerlaufregelung verfügt ebenfalls über einen Momenteneingriff „md_llr_tz + md_llr“, welcher nur auf den ZW-Pfad des Momentenmanagers wirkt und welcher momentenreduzierende Maßnahmen anderer Module entgegenwirken kann. Die Ausgangsgröße „md_tz_red“ wird auf positive Momente begrenzt.

Bild: DSC- und LLR-Momenteneingriffe in Zündungswinkelverlauf (dsc_llr_mdeingriff_zw.gif)



	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20210	Erdl	1.0.docMm.doc

14. BERECHNUNG ZÜNDWINKELEINGRIFF

In diesem Modul wird das für den Zündwinkelpfad angeforderte Moment unter Berücksichtigung der Istzündwinkel der einzelnen Zylinder in einen Eingriffszündwinkel umgesetzt.

Die Umsetzung erfolgt zylinderselektiv einmal pro Arbeitsspiel etwa 360 Grad vor den Zünd-OT des entsprechenden Zylinders. Dies soll garantieren, daß zum Einen die Zündwinkleingriffe der Klopfregelung bereits vorliegen, zum Anderen aber noch genügend Zeit bleibt, den Zündkanal vor dem Bestromen der Zündspule zu aktualisieren.

14.1. BERECHNUNG OPTIMALER ZÜNDWINKEL

Der optimale Zündwinkel zw_opt ist derjenige Zündwinkel, bei dem der Zündhaken seinen Scheitelpunkt hat, das heißt das indizierte Motormoment/Arbeit unter Normbedingungen seinen Maximalwert erreicht. Dabei kann der theoretisch, optimale Zündwinkel früher liegen, als der im entsprechenden Betriebspunkt fahrbare Zündwinkel. Dieser Zündwinkel ist die Referenz für die Berechnung der Zündwinkleingriffe im Momentenmanager.

Die Berechnung des indizierten Ist- und Soll-wi wird sich auf diesen optimalen Zündwinkel bezogen. Für jeden EVT-Betriebsmodus muß ein Kennfeld für den optimalen Zündwinkel vorhanden sein.

$$(1) \quad zw_opt = \quad KF_ZW_OPT_x(n, wi)$$

mit $x = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 7, 11, 12$ (Betriebsmodi bm_evt_state)

Im korrigierten optimalen Zündwinkel zw_opt_korr ist noch der Einfluß von Motortemperatur und des Lambdawertes berücksichtigt.

$$(2) \quad zw_opt_korr = \quad zw_opt + KF_ZW_TMOT(tmot,wi) + zw_lambda$$

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20210	Erdl	1.0.docMm.doc

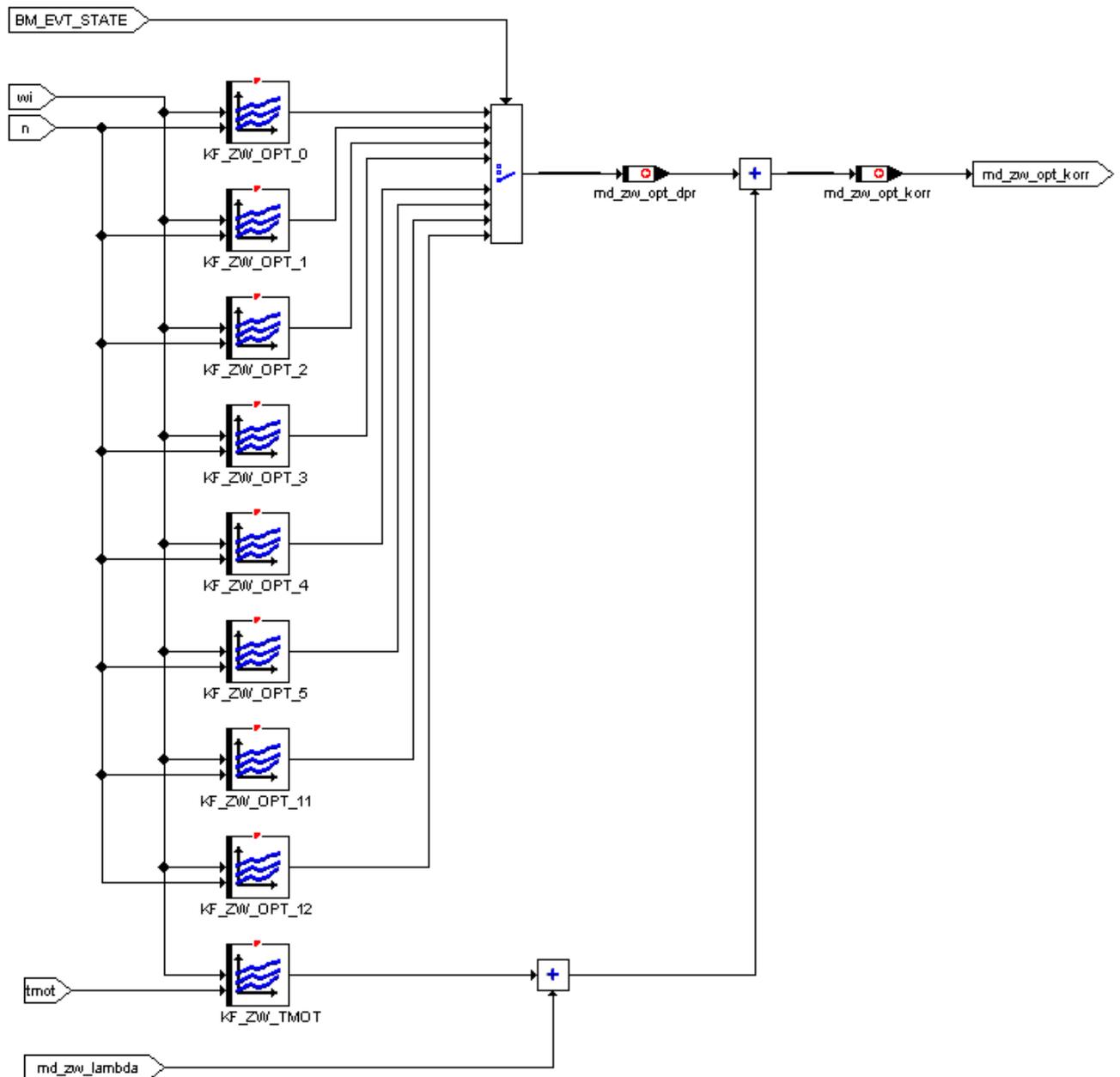


Bild: Berechnung optimaler ZW (ZW_Eingriff2_2.gif)

14.2. BERECHNUNG ZÜNDWINKELWIRKUNGSGRADE

Die Zündwinkelwirkungsgrade werden benötigt, um vorhandene Zündwinkleingriffe bei der Berechnung des Ist-wi zu berücksichtigen. Weiterhin wird über die Zündwinkelwirkungsgrade der vorhandene Stellbereich für Zündwinkleingriffe des Momentenmanagers berechnet.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20210	Erdl	1.0.docMm.doc

14.2.1. MINIMALER ZÜNDWINKELWIRKUNGSGRAD

Die Größe „md_eta_zw_min“ beinhaltet den Wirkungsgrad, der mit dem spätest erlaubten Zündzeitpunkt „tz_min“ erreicht werden kann. Wi-Reduktionen unterhalb dieses Wirkungsgrades sind durch Zündwinkeleingriffe nicht vollständig darstellbar:

$$(1) \quad \text{md_eta_zw_min} = \text{Fkt.}(\text{Zündhaken_Polynom}(\text{tz_min}))$$

14.2.2. BASIS ZÜNDWINKELWIRKUNGSGRAD

Die Größe „eta_zw_bas“ beinhaltet den Wirkungsgrad, welcher mit dem aktuellen, korrigierten Basiszündwinkel „tz_bas_korr“ erreicht wird. Der korrigierte Basiszündwinkel setzt sich dabei aus den Zündwinkel-Grundkennfeldern der Betriebsmodi, einer Korrektur über Motortemperatur und einem Zündwinkel-Offset durch Lambda-Variation zusammen.

$$(2) \quad \text{tz_bas_korr} = \text{tz_bas} + \text{tz_tkorr} + \text{md_zw_lambda}$$

Der Grundzündwinkel tz_bas wird im Modul Momentenrealisierung berechnet.

Bei aktivem Katheizen wird der Basis-Wirkungsgrad noch um den Betrag „eta_zw_kath_offset“ reduziert.

$$(3) \quad \text{eta_zw_bas} = \text{Fkt.}(\text{Zündhaken_Polynom}(\text{tz_bas_korr})) - \text{eta_zw_kath_offset}$$

14.2.3. BERECHNUNG ZÜNDWINKELWIRKUNGSGRAD VOR EINGRIFF

Die Größen „eta_veX“ basieren auf den berechneten Zündwinkeln vor Eingriff „tz_veX“, in welchen auch Verstellungen aus Klopfregelung, Klopfadaption und Dynamikvorhalt enthalten sind. Da die einzelnen Zündwinkel zylinderselektiv sind, muß auch der Wirkungsgrad zylinderselektiv berechnet werden.

$$(4) \quad \text{eta_zw_ve}[x] = \text{Fkt.}(\text{Zündhaken_Polynom}(\text{tz_ve}[x]))$$

mit x = 1, ..., Anzahl Zylinder

$$(5) \quad \text{eta_zw_ve} = \text{Mittelwert}(\text{md_eta_zw_ve}[x])$$

mit x = 1, ..., Anzahl Zylinder

14.2.4. BERECHNUNG ZÜNDWINKELWIRKUNGSGRAD NACH EINGRIFF

Zuerst wird zum Wunschmoment „md_tz_red“ der segmentsynchrone Momenteneingriff der Antiruckelregelung „md_ar“ addiert. Dieser Eingriffe kann normalerweise nur negativ wirken. Bei aktiver Drehmomentenreserve kann er allerdings auch Moment aufbauen.

Aus dem neuen Sollmoment wird durch Division mit einem Bezugsmoment ein Sollwirkungsgrad „md_eta_zw_soll“ berechnet, welcher das Maß für den Zündwinkeleingriff ist. Bei der Art des Bezugsmoments unterscheidet sich allerdings die Implementierung für Sechs- und Achtzylinder, so daß die Auswahl mittels der Konstanten „K_MD_BEZUG_ZW“ konfigurierbar ist.

K_MD_BEZUG_ZW = Istmoment:

Für alle ZW-Eingriffe wird als Bezugsmoment das aus Drehzahl und relativer Füllung errechnete Istmoment verwendet.

K_MD_BEZUG_ZW = Sollmoment:

Bei aktiven DSC-Eingriffen bzw. bei Egas-Fehlern wird als Bezugsmoment ebenfalls das Istmoment verwendet. Für alle anderen Eingriffe entspricht das Bezugsmoment der Soll-Momentenvorgabe für den Füllungspfad. Dies hat zur Folge, daß unabhängig von der

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20210	Erdl	1.0.docMm.doc

Stellgenauigkeit des Egas-Systems und aller Dynamikeinflüsse, nur die Differenz zwischen Füllungs- und ZW-Vorgabe für den ZW-Eingriff relevant ist.

Der über die Zylinder gemittelte Wert :

$$(6) \quad \eta_{zw_ne} = \text{Mittelwert}(\text{md_}\eta_{zw_ne}[x])$$

mit $x = 1, \dots, \text{Anzahl Zylinder}$

Bei ZW-Eingriffen aufgrund von DSC-Anforderungen oder im Egas-Notprogramm werden im Bezugsmoment noch die Anzahl der aktuell ausgeblendeten Zylinder berücksichtigt.

Besteht die Anforderung eine minimale ZW-Wirkungsgradverschlechterung für die Katheizfunktion in allen Betriebspunkten zu garantieren, so wird der berechnete Sollwirkungsgrad nach oben auf den Katheizwirkungsgrad η_{kath} begrenzt.

Die anschließende Begrenzung auf „ η_{zw_min} “ sorgt dafür, daß die Zündwinkleingriffe auf den spätest möglichen Zündwinkel begrenzt bleiben.

Mittels der Konstanten „ $K_ETA_EINGRIFF$ “ kann ein minimal erforderlicher Wirkungsgrad für den Zündwinkleingriff definiert werden, d.h. ein Eingriff wird nur dann durchgeführt, wenn er diesen Wert unterschreitet. In der Variablen „ st_tz “ repräsentiert dabei jeweils ein Bit eines Zylinders (Bit 0 = Zylinder 1), wobei ein gesetztes Bit bedeutet, daß im Moment für diesen Zylinder ein Zündwinkleingriff durch den Momentenmanager aktiv ist.

Abschließend wird eine Plausibilisierung bezogen auf den Zündwinkelwirkungsgrad vor Eingriff durchgeführt.

14.2.5. BERECHNUNG EINGRIFFSZÜNDWINKEL

Der berechnete zylinderselktive Zündwinkelwirkungsgrad nach Eingriff $\eta_{zw_ne}[x]$ muß nun in einer zweiten Stufe in einen absoluten, auf den Zünd-OT bezogenen Eingriffswinkel umgesetzt werden.

Dies erfolgt über den für diesen Betriebspunkt abgelegten Zündhaken, welcher den Zündwinkelwirkungsgrad in Abhängigkeit von der Winkeldifferenz zum optimalen Zündwinkel angibt. In diesem Fall existiert allerdings ein Wirkungsgrad und es soll ein Zündwinkel errechnet werden, was durch eine Umkehrung des Berechnungsalgorithmus erreicht wird. Aus einer Zündhaken-Parabel wird somit eine Wirkungsgrad-Wurzel.

Parabelgleichung: $y = a x^2 + b x + 1$

Wurzelgleichung: $x = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4a \cdot (1 - y)}}{2a}$

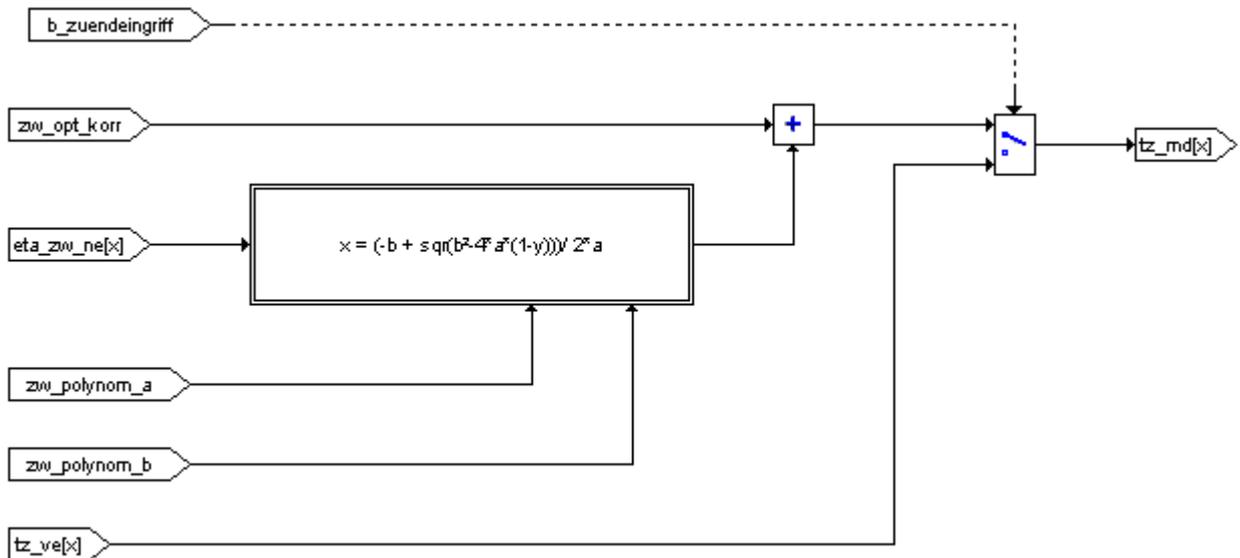
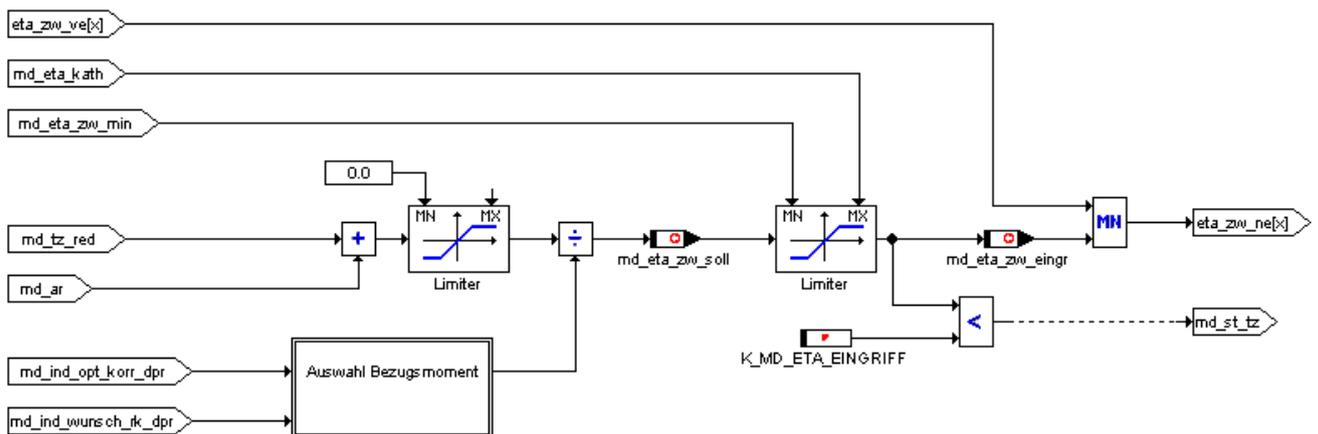
Das Ergebnis der Wurzelgleichung ist ein Offsetzündwinkel zum optimalen Zündwinkel „ zw_opt_korr “, für den der Zündhaken abgelegt ist.

Über den Schalter am Ende der Berechnung kann entschieden werden, wann ein Eingriffswinkel an die Zündwinkelberechnung weitergegeben werden soll. Hinter dem Schalter $B_ZÜNDEINGRIFF$ verbergen sich folgende Eingriffsbedingungen:

- ASC - Eingriff
- oder MSR - Eingriff
- oder (Egas-Notprogramm Stufe 3 oder 4 aktiv ?? Siko EVT??)
- oder Katheizfunktion aktiv
- oder Dynamikfilter wegen SA/WE aktiv
- oder Dynamikfilter wegen Lastschlag / Dashpot aktiv

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20210	Erdl	1.0.docMm.doc

- oder Momentenreserve aktiv
- oder Antiruckelregelung aktiv
- oder Leerlaufstabilisierung über Zündwinkel aktiv
- oder generell über K_MD_TZ_CONTROL aktiviert


Bild: Berechnung Zündwinkelwirkungsgrad nach Eingriff (ZW_Eingriff_13_1.gif)

Bild: Berechnung des Eingriffszündwinkels (ZW_Eingriff_13_2.gif)

Bearbeiter	Abteilung	Datum	Name	Filename
	ZS-M-57	13.01.20210	Erdl	1.0.docMm.doc

14.3. BERECHNUNG NORMIERTE ZÜNDHAKEN

Die Berechnung der Zündwinkelwirkungsgrade sowie der Eingriffszündwinkel des Momentenmanagers basiert auf den normierten Zündhaken. Dazu sind drehzahl- und wi-abhängige Normzündhaken abgelegt.

Die drehzahl- und wi-abhängigen Normzündhaken werden durch die Parameter a und b der Parabelgleichung

$$(1) y = ax^2 + bx + 1$$

beschrieben.

Die Parabel ist stets nach unten geöffnet, so daß der Parameter a immer negativ sein muß. Der Eingangswert x stellt die Differenz zwischen dem optimalen, korrigierten Zündwinkel und dem zu betrachtenden Zündwinkel dar. Da die Zündwinkelabgabe auf den minimal erlaubten Zündwinkel „zw_min“ begrenzt wird, werden auch innerhalb der Zündhakenberechnung die Zündwinkel auf diesen Wert begrenzt.

Der Ausgangswert y stellt den Zündwinkelwirkungsgrad dar, welcher nur bei einem Eingangswert von Null den Wert 1,0 erreichen kann (keine unendlich flachen Zündhaken). Der Ausgangswert liegt somit stets zwischen dem für den „zw_min“ möglichen Wirkungsgrad und 1,0.

Substituiert man die allgemeinen Variablen in Gl.(1) mit den entsprechenden Labels, so folgt:

$$(2) \eta_{zw_x} = zw_polynom_a * (dzw_x)^2 + zw_polynom_b*dzw_x + 1$$

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20210	Erdl	1.0.docMm.doc

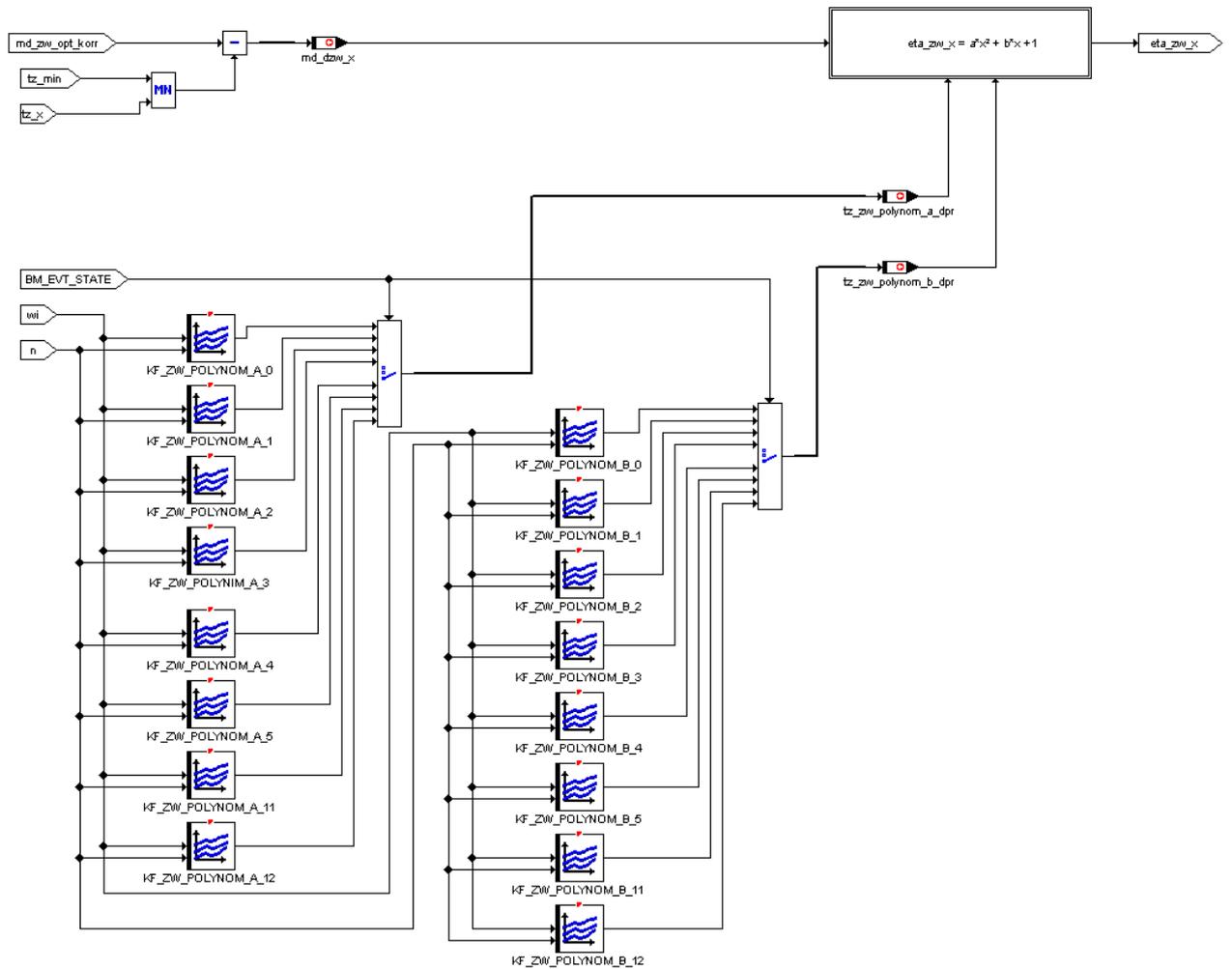


Bild: Berechnung normierte Zündhaken (ZW_Eingriff2_3.gif)

Bearbeiter	Abteilung	Datum	Name	Filename
	ZS-M-57	13.01.20210	Erdl	1.0.docMm.doc

15. ÜBERWACHUNG MOMENTENBERECHNUNG

15.1. ABSICHERUNG MOMENTENBERECHNUNG

Der Hauptpfad der Momentenberechnung und alle auf ihn einwirkenden Offsetmomente anderer Module werden innerhalb des Momentenmanagers auf ihre Plausibilität hin überprüft. Wird ein unplausibler Wert erkannt, wird dieser Wert sofort in einen neutralen Wert umgewandelt und ein Fehlerfilter gestartet. Nach Ablauf der Fehlerfilterung wird die Egas-Überwachungsfunktion benachrichtigt, welche dann das Egas-System in die Notlaufstufe 2 - Notfahren über das Leerlaufstellersystem schaltet.

Bei den Wirkungsgradkorrekturen (Zündwinkel, Lambda) innerhalb des Momentenmanagers erfolgt nur eine Begrenzung des Wirkungsgrades nach unten, jedoch kein Fehlereintrag bzw. Wechsel in ein Notprogramm, da nicht ausgeschlossen werden kann, daß im normalen Betrieb der Grenzwert unterschritten werden kann.

Sicherheitsabfragen (Fehlerbedingungen):

- Motorschleppmoment „md_e_schlepp_hyp“ < maximales effektives Motormoment „md_e_max“
- Verlustmomentes des Motors „md_e_schlepp“ > „K_MD_SK_MAX_MDMIN“ und Drehzahlschwelle „n“ > „K_MD_SK_N_MDMIN“
- Ausgang MD-Dynamikfilter > Maximalmoment „K_MD_SK_MAX“
- resultierendes Wunschmoment „md_ind_wunsch_red_korr“ > „K_MD_SK_MAX“
- Lambda Abmagerungsfaktor > 2 (Überlauf)

Überwachung Momenteneingriffe

- Eingriff I-Anteil der Leerlaufregelung „md_llri“ > Maximaleingriff „K_MD_SK_LLR_MAX“
- Eingriff PD-Anteil der Leerlaufregelung „md_llrp“ > Maximaleingriff „K_MD_SK_LLR_MAX“

15.2. ÜBERWACHUNG SOLLMOMENT ZU ISTMOMENT

Eine Plausibilisierung des Istmomentes des Motors zum Fahrerwunschmoment über den gesamten Betriebsbereich ist nur sehr schwierig möglich, da in diesem Fall sehr viele Eingangsparameter, alle instationären Zustände, sowie alle Momenteneingriffe anderer Module mit berücksichtigt werden müßten. Dies würde erfordern, daß fast der komplette Berechnungspfad redundant nochmals abgelegt ist, was mangels Ressourcen nicht möglich ist, oder die entsprechenden Toleranzgrenzen stark aufgeweitet werden müßten.

In der MSS60 wurden deshalb zwei Momentenüberwachungsfunktionen implementiert. Eine Funktion, welche das Istmoment mit dem Wunschmoment unter Berücksichtigung aller Momenteneingriffe vergleicht und über weiter gesteckte Toleranzgrenzen verfügt. Und über eine Momentenüberwachung, welche sich auf eine Nullmomentenvorgabe des Fahrers (PWG = Null) beschränkt, dort aber entsprechend scharf geschaltet ist. Dies hat den Vorteil, daß in diesem Betriebspunkt die Momentenberechnung wesentlich besser abgeschätzt werden kann, und somit die Toleranzgrenze somit enger gesteckt werden können. Ferner kann davon ausgegangen werden, daß der Fahrer, falls der Motor ein unerwünscht hohes Moment abgibt, automatisch vom Gas gehen wird und somit die Aktivierungsbedingungen für diesen Test erfüllt sind.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20210	Erdl	1.0.docMm.doc

15.2.1. ÜBERWACHUNG SOLL-/ISTMOMENT ÜBER GESAMTEN BETRIEBSBEREICH

 Definition des Istmomentes $md_sk_vergl_ist =$

md_ind_ne tatsächlich erzeugtes indiziertes Istmoment des Motor, ermittelt aus Kennfeld über Drehzahl und Last und ZW-Wirkungsgrad unter Berücksichtigung aller Eingriffe

 Definition des Sollmomentes $md_sk_vergl_soll =$

$md_e_fw_filter$ gefiltertes Fahrerwunschmoment aus PWG-Position oder Fahrgeschwindigkeitsregler

- $md_e_schlepp$ Schleppmoment des Motors incl. aller Verbraucher
- + md_ar Eingriffsmoment der Antiruckelregelung
- + md_llri Eingriffsmoment des I-Reglers der Leerlaufregelung
- + md_llrp Eingriffsmoment des P-Reglers der Leerlaufregelung

Im Falle eines momentenerhöhenden MSR-Eingriffs wird das Maximum aus Anforderungsmoment und „ $md_sk_vergl_soll$ “ als Sollmoment verwendet.

Übersteigt das Istmoment des Motors das Sollmoment für den Zeitraum „ $K_MD_SK_TIMER_MD$ “ um den Betrag $K_MD_SK_OFFSET + (1 - K_MD_SK_GEWICHTUNG) * md_sk_vergl_ist$, wird auf einen Fehler im Egas-System geschlossen und es erfolgt ein Wechsel in das Notprogramm 2 - Fahren über das Leerlaufstellersystem.

Die Überwachung ist im Betriebszustand „Motor läuft“ aktiv.

15.2.2. ÜBERWACHUNG SOLL-/ISTMOMENT BEI PWG-VORGABE = 0

Aktivierungsbedingung für die Überwachung

Betriebszustand Motor läuft

kein FGR-Betrieb

kein MSR Eingriff

Dashpotfunktion des Dynamikfilters abgeregelt

 Pedalwertvorgabe $\leq K_MD_SK_PWGMIN$

 Motordrehzahl $>$ Leerlaufsoldrehzahl $+ K_MD_SK_NHYS$

Übersteigt in diesem Fall das errechnete Fahrerwunschmoment den Wert „ $K_MD_SK_FWMAX$ “ oder die errechnete DK-Sollposition den Wert „ $KL_MD_SK_WDK$ “ für den Zeitraum „ $K_MD_SK_TIMER$ “, wird auf einen Fehler in der Momentenberechnung geschlossen und das Egas-System wechselt ebenfalls in das Notprogramm der Stufe 2.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20210	Erdl	1.0.docMm.doc

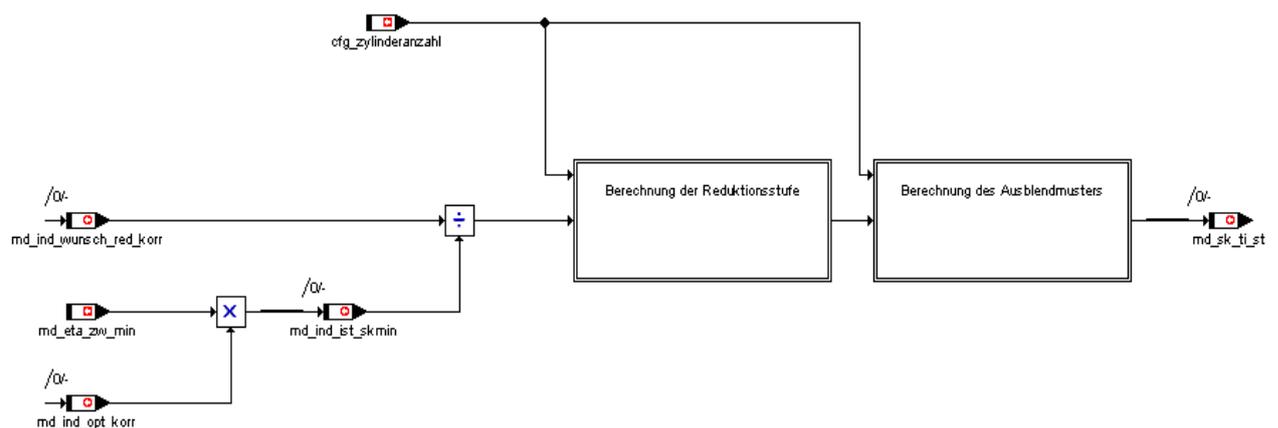
15.3. TEILFEUERUNG BEI OFFEN KLEMMENDEN DROSSELKLAPPEN

Bei offen klemmenden Drosselklappen kann die vom Momentenmanager berechnete Füllvorgabe nicht mehr umgesetzt werden, da das Drosselklappensystem nicht mehr reagiert. Um aber weiterhin die Momentenabgabe des Motors kontrollieren zu können, muß der Momentenmanager eine weitere Eingriffsmöglichkeit in die Momentenerzeugung nutzen - die Einspritzung.

Dazu wird ausgehend vom Wunschemoment und dem aktuellen Istmoment des Motors unter Berücksichtigung der in diesem Betriebspunkt möglichen Zündwinkelingriffe ein Ausblendwirkungsgrad „md_sk_verh“ berechnet. Unterschreitet dieser Wirkungsgrad den Wert Eins, bedeutet dies, daß das gewünschte Motormoment nicht mehr über Zündwinkelingriffe allein reduziert werden kann. Es wird deshalb eine Ausblendstufe „md_sk_tired“ berechnet, die der Anzahl der aktiven Zylinder entspricht und nach einem vordefinierten Ausblendmuster die nicht benötigten Zylinder abschaltet.

Der Eingriff in die Einspritzung erfolgt über die Variable „md_sk_ti_st“, wobei jeder Zylinder durch ein Bit repräsentiert wird. Ist das Bit gesetzt, bedeutet dies, daß der entsprechende Zylinder aktiv sein darf. Ist das Bit gelöscht, muß der Zylinder abgeschaltet werden.

Übersicht: Teilfeuerung (teilfeuerung.gif)



Im Modul Teilfeuerung existieren zwei applizierbare Konstanten, die im Übersichtsbild nicht sichtbar sind. Über die Konstante „K_MD_SK_TIRED_HYS“ läßt sich eine Hysterese für den Wirkungsgrad einstellen, die zwischen Aus- und Einblenden wirkt. In der Konstanten „K_MD_SK_TIRED_MIN“ ist die Anzahl der Zylinder definiert, die mindestens aktiv sein müssen. Ist eine Reduktionsstufe unterhalb dieses Wertes erforderlich, werden alle Zylinder ausgeblendet.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20210	Erdl	1.0.docMm.doc

**16. APPLIZIERBARE DATEN DES MOMENTENMANAGERS**

Name	Bedeutung
K_MD_ASC_BEGR	Minimalmoment für ASC-Eingriff
K_MD_ASC_CONTROL	Steuerbyte zur Aktivierung der ASC-Eingriffe
K_MD_BEGR_AUSS_ABREG	Abregelrampe für Momentenbegrenzung bei katschädigenden Aussetzern
K_MD_BEGR_AUSS_TIME	Wartezeit bis Momentenbegrenzung bei katschädigenden Aussetzern
K_MD_BEGR_DELTA	Änderungsbegrenzung für Momentenbegrenzung
K_MD_BEGR_RAMPE	Abregelrampe für Momentenbegrenzung
K_MD_BEGR_T	Verzögerungszeit für Momentenbegrenzung
K_MD_BEZUG_ZW	Auswahl für Bezugsmoment ZW-Eingriff (Kontrollbyte ZW-Eingriffe)
K_MD_DELTA_SA_HARD	Schrittweite Md-Filter bei harter SA
K_MD_DELTA_SA_SOFT	Schrittweite Md-Filter bei weicher SA
K_MD_ETA_EINGRIFF	ZW-Wirkungsgrad unterhalb dem ein Zündwinkleingriff erst aktiviert wird
K_MD_ETA_LAMBDA_MAX	maximaler Lambdawirkungsgrad für die Füllungskorrektur
K_MD_ETA_MCS	Konfigurationsparameter für Berücksichtigung md_eta_zw_stat
K_MD_ETA_STAT_TAU	Filterzeitkonstante für station. ZW-Wirkungsgrad
K_MD_I_VMAX	Integratorschrittweite für die Vmax-Regelung über Moment
K_MD_J_FZ	Massenträgheit Fahrzeug Nm/s ²
K_MD_J_MOTOR	Massenträgheit Motor Nm/s ²
K_MD_MIN_KKOS_AUS_FILTER	Filterzeitkonstante für Kompressorabschaltung
K_MD_MIN_KKOS_FILTER	Filterzeitkonstante für Kompressoraufschaltung
K_MD_MIN_KKOS_START	Faktor für Filteranfangswert-Überhöhung Kompressoraufschaltung
K_MD_MIN_START_FILTER	Filterzeitkonstante für Startmomentabregelung
K_MD_MIN_VERH_KRAFTS	Begrenzung der MDmin-Hyperbel bei Kraftschluß
K_MD_MIN_VERH_NO_KRAFTS	Begrenzung der MDmin-Hyperbel ohne Kraftschluß
K_MD_MIN_VERH_START	Begrenzung der MDmin-Hyperbel während Start
K_MD_MSR_BEGR	Maximalmoment für MSR-Anforderung
K_MD_NORM	Normmoment für CAN-Schnittstelle
K_MD_POLYNOM_A_LL	A-Polynom für Zündhakenberechnung bei LL
K_MD_POLYNOM_B_LL	B-Polynom für Zündhakenberechnung bei LL
K_MD_RES_CONTROL	Kontrollbyte Momentenreserve
K_MD_RES_KATH_LL	Md-Reserve bei Katheizen im LL
K_MD_RES_KATH_START	Startwert Md-Reserve bei Katheizen
K_MD_RES_KATH_T_ABREG	Abregelrampe für Momentenreserve Katheizen
K_MD_RES_KATH_T_AUFREG	Aufregelrampe für Momentenreserve Katheizen
K_MD_SK_AX_IMIN	Minwert I-Regler für Beschleunigungsbegrenzung im Egas-Notprogramm

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20210	Erdl	1.0.docMm.doc



K_MD_SK_ETA_MIN	Minwert für ZW-Wirkungsgrade
K_MD_SK_FWMAX	max. zulässiges md_fw_rel bei pwg = 0
K_MD_SK_GEWICHTUNG	Gewichtungsfaktor Soll- zu Istmoment für Momentenüberwachung
K_MD_SK_LLR_MAX	max. zulässiges Eingriffsmoment der Leerlaufregelung
K_MD_SK_MAX	max. zulässiges indiziertes Moment innerhalb der Momentenberechnung
K_MD_SK_MAX_MDMIN	max. zulässiges md_ind_min
K_MD_SK_N_MDMIN	Drehzahlschwelle für md_min-Überwachung
K_MD_SK_NHYS	Drehzahloffset auf llr_nsoll für Überwachung Md-Nullvorgabe
K_MD_SK_OFFSET	Offset für Überwachung Soll- zu Istmoment
K_MD_SK_PWGMIN	PWG-Schwelle unterhalb der Md-Nullvorgabe aktiv
K_MD_SK_TIMER	Filterzeit für Überwachung Md-Nullvorgabe
K_MD_SK_TIMER_MD	Filterzeit für Überwachung Soll-/Istmoment
K_MD_SK_TIRED_HYS	Hysterese für Ausblendwirkungsgrad bei Teilfeuerung
K_MD_SK_TIRED_MIN	min. Anzahl der noch aktiven Zylinder bei Teilfeuerung
K_MD_STAT_ASC	Testparameter für Statusrückmeldung DSC-Eingriff
K_MD_TZ_CONTROL	Steuerbyte für die Zündwinkleingriffe des Momentenmanagers
K_MD_TZMIN_HYS	ZW-Hysterese für SA-Auslösung
K_MD_VMAX_MAX	Minimalmoment für I-Regler Vmax-Begrenzung
K_MD_VMAX_MIN	Maximalmoment für I-Regler Vmax-Begrenzung
K_V_MAX	V-Aktivierungsschwelle für Vmax-Begrenzung
K_V_MAX_HYS	V-Hysterese für Vmax-Begrenzung
KF_MD_FAHRER	relatives Sollmoment aus pwg_soll und n
KF_MD_LAMBDA	Lambda-Istwert bei inaktivem Lambdaregler = f (n, wi) z.B. Warmlauf
KF_MD_MAX_MD_IND_OPT	Momentenkennfeld des Motors = f (n, wi) ermittelt unter Normbedingungen
KF_MD_MIN_BRENN	maximaler negativer Abstand zum Schleppmoment des Motors im befeuerten Betrieb = f (n, tmot)
KF_MD_MIN_REIB_DIFF	Reibmomentdifferenz zu Normtemperatur = f (tmot, toel)
KF_MD_MIN_START	zusätzliches Offsetmoment während Start = f (n, tmot)
KF_MD_POLYNOM_A	Parameter f. quadratischen Term der Zündhakenparabel =f(n,wi)
KF_MD_POLYNOM_B	Parameter für linearen Term der Zündhakenhyperbel = f (n, wi)
KF_MD_RES_KATH	Offsetmoment für Momentenreserve Katheizen f (n, wi)
KF_MD_RES_KATH_GEW	Gewichtungsfaktor für Momentenreserve Katheizen f (tmot, t_ml)
KF_MD_WE	Aufregelrampe Moment für Wiedereinsetzen
KF_MD_ZW_OPT	Zündwinkelbestwert = f (n, wi)
KL_MD_BEGR_AUSS	Momentenbegrenzung = f (n) bei katschädigenden Aussetzern
KL_MD_BEGR_FST	Momentenbegrenzung = f (n) bei leerem Tank
KL_MD_BEGR_GANG	gangabh. Maximalmoment = f (gang)
KL_MD_BEGR_NOISE	Momentenbegrenzung = f (v) für Geräuschbegrenzung

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20210	Erdl	1.0.docMm.doc



KL_MD_LS_W_GANG	Ganggewichtung der Zeitkonstanten für MD-Dynamikfilter
KL_MD_MIN_DN_HYP	Drehzahloffset für MDmin-Hyperbel = f (tmot)
KL_MD_MIN_REIB_ABREG	Abregelrampe Reibmomentoffset nach Start = f (tmot)
KL_MD_MIN_REIB_OFFSET	Reibmoment nach Start = f (tmot)
KL_MD_SK_AX	max. zulässige Fz-Beschleunigung im Notprogramm
KL_MD_SK_AX_GANG	Ganggewichtung für Beschleunigungsbegrenzung
KL_MD_SK_AX_INEG	I-Parameter für Beschleunigungsbegrenzung
KL_MD_SK_AX_IPOS	I-Parameter für Beschleunigungsbegrenzung
KL_MD_SK_AX_P	P-Parameter für Beschleunigungsbegrenzung
KL_MD_SK_GRAD	Rampe der Übergangsfunktion bei Md-Begrenzung
KL_MD_SK_MAX	max. Motormoment im Egas-Notprogramm
KL_MD_SK_WDK	max. zulässige DK-Position bei Md-Nullvorgabe f (n)
KL_MD_W_GANG_DASHPOT	Gangabh. Gewichtungsfaktor f. MD-Dynamikfilter DASHPOT
KL_MD_WURZEL	Wurzelkennlinie für Rückwärtsrechnung der Zündhakenparabel
KL_MD_ZW_LA	Einfluß des Lambdawertes auf Zündwinkelbestwert = f (la)
KL_MD_ZW_TMOT	Einfluß der Motortemperatur auf Zündwinkelbestwert = f (tmot)
KL_V_MAX_GANG	gangabhängige Maximalgeschwindigkeit
KL_V_MAX_SK	Maximalgeschwindigkeit für Egas-Notprogrammstufen

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20210	Erdl	1.0.docMm.doc

17. VARIABLEN DES MOMENTENMANAGERS

Name	Bedeutung
can_kkos_lm	Lastmoment Klimakompressor von CAN
eta_nex x = 1 .. 8	zylinderselektive ZW-Wirkungsgrade nach ZW-Eingriffe des MM
eta_vex x = 1 .. 8	zylinderselektive ZW-Wirkungsgrade vor ZW-Eingriffe des MM
md_ar	AR-Eingriff
md_begr_auss	Begrenzungsmoment bei katschädigenden Aussetzern bzw. leerem Tank
md_begr_auss_st	Status der Drehmomentenbegrenzung bei katschädigenden Aussetzern bzw. leerem Tank
md_begr_st	Status der Drehmomentenbegrenzung
md_begr_t	Wartezeit bis Aktivierung Drehmomentenbegrenzung
md_dyn_ausg	Ausgangswert des MD-Dynamikfilters
md_dyn_st	Status des MD-Dynamikfilters
md_eta_ausblend	Ausblendwirkungsgrad
md_eta_kath	Sollwirkungsgrad Katheizen
md_eta_lambda	Lambda-Wirkungsgrad
md_eta_res	Faktor zur Erhöhung der Füllungsvorgabe bei Momentenreserve
md_eta_zw_eingr	ZW-Sollwirkungsgrad vor Eingriff
md_eta_zw_min	ZW-Wirkungsgrad für spätest möglichen Zündwinkel
md_eta_zw_ne	Mittelwert ZW-Wirkungsgrad über alle Zylinder nach Momenteneingriff
md_eta_zw_soll	Sollwirkungsgrad vor Eingriff
md_eta_zw_stat	ZW-Wirkungsgrad für Stationärzündwinkel
md_eta_zw_ve	Mittelwert ZW-Wirkungsgrad über alle Zylinder vor Momenteneingriff
md_e_fw	Wunschmodent Fahrer/FGR effektiv
md_fw_filter	gefiltertes Wunschmodent Fahrer/FGR
md_fw_rel	relatives Fahrerwunschmodent
md_ind_asc	Momenteneingriff ASC
md_ind_asc_abs	indiziertes Moment für ASC-Zündwinkeleingriff
md_ind_asc_lm	Momenteneingriff ASC über Füllung
md_ind_asc_lm_abs	indiziertes Moment für ASC-Füllungseingriff
md_ind_fgr	Wunschmodent aus FGR
md_ind_ist	Fahrerwunschmodent ohne Eingriffe / Korrekturen
md_ind_ist_skmin	minimal erreichbares Istmoment bei tz_min
md_ind_lm_ist	Wunschmodent mit Momentenbegrenzungen
md_ind_max	maximales indiziertes Moment
md_ind_msr	Momenteneingriff MSR
md_ind_msr_abs	indiziertes Moment für MSR-Füllungseingriff
md_ind_ne	Istmoment incl. Zündwinkeleingriffe des Momentenmanagers
md_ind_ne_ist	ermitteltes indiziertes Moment incl. aller Eingriffe
md_ind_opt	maximales Istmoment unter Normbedingungen

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20210	Erdl	1.0.docMm.doc



md_ind_opt_korr	maximales Istmoment bei den aktuellen Bedingungen
md_e_schlepp	Schleppmoment effektiv des Motors
md_ind_ve	Istmoment ohne Zündwinkleingriffe des Momentenmanagers
md_e_verbraucher	Verlustmoment effektiv durch Verbraucher
md_ind_vmax	maximales Moment bei Vmax-Begrenzung
md_ind_wunsch	indiziertes Wunschmoment vom Fahrer / FGR
md_ind_wunsch_begr	begrenztes Wunschmoment
md_ind_wunsch_filter	=md_ind_wunsch + md_llri (gibt's nicht im Gredi aber SW)
md_ind_wunsch_korr	Wunschmoment für Füllungspfad nach 1. Korrekturstufe
md_ind_wunsch_red	Wunschmoment für Füllungspfad nach 2. Korrekturstufe
md_ind_wunsch_red_korr	Wunschmoment für Füllungspfad nach 3. Korrekturstufe
md_kr_dtz_mittel	mittelere ZW-Spätziehung pro Zylinder aus KR/KA
md_ksg	KSG Istmoment
md_ksg_filter	KSG Istmoment gefiltert
md_llr_tz	TZ-Anteil des LFR
md_llra	Adaptionsanteil des LFR
md_llra_ko	Adaptionsanteil des LFR bei B_KO
md_llri	I-Anteil des LFR
md_llrp	P-Anteil des LFR
md_is_kf	Eingangswert für LS-Filter
md_max_begr	maximal erlaubtes indiziertes Motormoment
md_mcs_zyl	Berechnung Zündwinkleingriff für Zylinder x aktiv
md_min_dn_hyp	Drehzahloffset für Berechnung MDmin-Hyperbel
md_min_start	Offsetmoment für Start
md_noise_max	Begrenzung des indizierten Momentes, zur Reduzierung des Geräusches (nicht im Gredi)
md_norm	Bezugsmoment für CAN-Schnittstelle
md_norm_can	Normierungsbezug für Momentenschnittstelle
md_polynom_a	aktueller Parameter für quadr. Term der Zündhakenparabel
md_polynom_b	aktueller Parameter für linearen Term der Zündhakenparabel
md_reib	ermitteltes Reibmoment
md_reib_abreg	Schrittweite Abregelung Reibmoment
md_reib_offset	Offset Reibmoment
md_res	aktuell wirksame Momentenreserve
md_res_kath	Momentenreserve für Katheizen
md_res_kath_faktor	Aus-/Abregelfaktor Momentenreserve Katheizen
md_res_kath_roh	Rohwert Momentenreserve für Katheizen
md_sawe_filter	gefiltertes Wunschmoment SAWE
md_sawe_verh	Startzeitpunktes des Lastschlagfilters
md_sk_begr	Maximalmoment MD-SK
md_sk_ti_st	Freigabemaske für Einspritzkanäle
md_sk_tired	Anzahl freigegebener Einspritzkanäle

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20210	Erdl	1.0.docMm.doc



md_sk_vergl_ist	Istmoment in MD-Überwachung
md_sk_vergl_soll	Sollmoment in MD-Überwachung
md_sk_verh	Verhältnis Sollmoment zu min.Istmoment
md_st	Statusbyte Momentenmanager
md_st_eingriff	Status Momenteneingriff
md_st_tz	Statusbyte Zuendwinkelingriff Momentenmanager
md_tz_red	Momentenvorgabe tz-Eingriff
md_wunsch_rel	relatives Wunschmoment Fahrer/FGR
md_zw_lambda	Lambda Kompensation optimaler Zündwinkel nicht im Gredi
md_zw_opt	Optimaler Zündwinkel
md_zw_opt_korr	Zündwinkelbestwert bei den aktuellen Bedingungen
md_motor	an Kupplung abgegebenes Motormoment incl. aller Eingriffe =md_ind_ne - md_e_schlepp
wi	spezifische indizierte Arbeit [kJ/dm ³]

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20210	Erdl	1.0.docMm.doc



E-Power

Modulbeschreibung

Projekt: **MSS60** Modul: **Antiruckelfunktion**

Seite 1 von 7

Projekt: MSS60

Modul: Antiruckelfunktion

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZE-E-57	05.07.200	M. Adamczyk	AR.DOC



Inhaltsverzeichnis

Änderungsdokumentation3
8. Antiruckelfunktion4
8.1 Allgemeines4
8.2 Berechnung Drehzahlgradient für AR4
8.3 Aktivierungsbedingung der AR4
8.4 Zustände der AR5
8.5 Zündwinkleingriff der AR6
8.6 Daten der AR6

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZE-E-57	05.07.200	M. Adamczyk	AR.DOC



Änderungsdokumentation

Version: 1.0 02.11.2004
Ersterstellung

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZE-E-57	05.07.200	M. Adamczyk	AR.DOC



8. Antiruckelfunktion AR

8.1 Allgemeines

Bei einem schnellen Übergang von Schub bzw. niedriger Teillast in höhere Lastbereiche können im unteren Drehzahlbereich Schwingungen im Antriebsstrang auftreten. Diesen Ruckelschwingungen wirkt die Antiruckelfunktion der MSS52 entgegen, indem die Schwingungen des Antriebsstranges detektiert und durch phasenrichtige Momenteneingriffe gedämpft werden.

Während eines positiven Drehzahlgradienten (steigende Motordrehzahl) wird das abgegebene Motormoment mittels eines Momenteneingriffs (Zündwinkelspätverstellung) reduziert.

8.2 Berechnung Drehzahlgradienten für AR

Die Berechnung des Drehzahlgradienten "d_n_segment" basiert auf der Segmentdrehzahl "n_segment" und erfolgt alle 120°KW neu. Die Segmentdrehzahl wird aus der Dauer eines Segments (60°KW vor OT bis 60°KW nach OT) berechnet.

Berechnungsformel:

$$d_{n_segment}(t) = ((n_segment(t) - n_segment(t-120^\circ)) / t_segment(t) + d_{n_segment}(t-120^\circ)) / 2$$

Drehzahlgradient = Mittelwert aus der Drehzahldifferenz zweier Segmente, normiert auf Upm/sec und dem vorhergehenden Gradienten

8.3 Aktivierungsbedingung der AR

Um die Antiruckelfunktion zu aktivieren, müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

B_AR = B_TL ; Betriebszustand Teillast
und t_{mot} ≥ K_AR_TMOT_MIN ; Motortemperatur größer Schwelle
und K_AR_NMIN ≤ n ≤ K_AR_NMAX ; Drehzahl innerhalb Bereich
und K_AR_RFMIN ≤ t_l ≤ K_AR_RFMAX ; Last innerhalb Bereich
und (K_AR_VMIN ≤ v ≤ K_AR_VMAX ; Geschwindigkeit innerhalb Bereich
oder B_V_FEHLER) ; solange V-Erfassung fehlerfrei
und S_GANG ; Kraftschluß vorhanden
; (im Mooment noch nicht aktiv)

Die Aktivierungsbedingung ist für die nachfolgende Dokumentation zu der Bedingung B_AR zusammengefaßt.

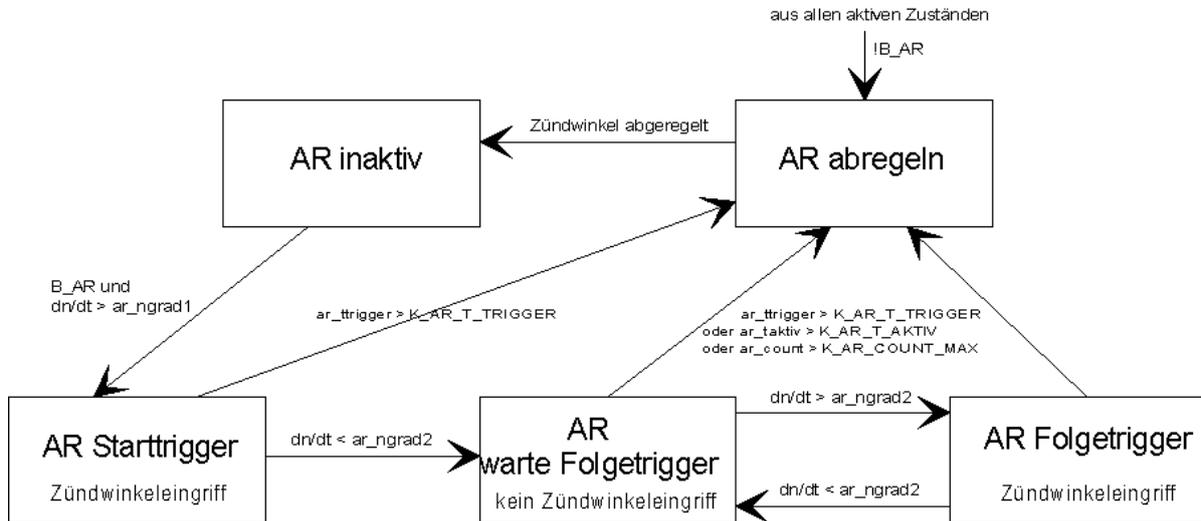
B_AR = 1 : Bedingung erfüllt
B_AR = 0 : Bedingung nicht erfüllt

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZE-E-57	05.07.200	M. Adamczyk	AR.DOC



8.4 Zustände der AR

Bild 8.1: Zustandsautomat der Antiruckelfunktion



Solange die Bedingung B_{AR} nicht erfüllt ist und die Zündwinkeleingriffe vorausgegangener AR-Regelungen abgeregelt sind, ist die AR im Zustand "inaktiv".

Ist die Bedingung B_{AR} erfüllt, wechselt die AR in den Zustand "Starttrigger", sobald ein Drehzahlgradient größer der Auslöseschwelle ar_ngrad1 (aus Kennfeld $KF_{AR_NGRAD1} = f(n, tl)$) erkannt wird.

Fällt der Drehzahlgradient wieder unter den Wert ar_ngrad2 (aus Kennfeld $KF_{AR_NGRAD2} = f(nt, tl)$), wechselt die AR in den Zustand "Warte auf Folgetrigger". Wird diese Gradientenschwelle innerhalb der Zeit $K_{AR_T_TRIGGER}$ nach dem Erkennen der Starttriggerung nicht unterschritten, wird daraus gefolgert, daß keine Ruckelschwingung vorliegt und die AR wechselt in den Zustand "abregeln".

Im Zustand "Warte auf Folgetriggerung" ist kein AR-Zündwinkeleingriff aktiv. Sobald der Drehzahlgradient die Schwelle ar_ngrad2 wieder übersteigt, wechselt die AR in den Zustand "Folgetriggerung". Ist diese Schwelle noch nicht erreicht, geht die AR in den Zustand "abregeln" über, sobald eine der folgenden Bedingungen erkannt ist.

- Zeit seit letztem Zustandsübergang $> K_{AR_T_TRIGGER}$
- Gesamtzeit von AR aktiv $> K_{AR_T_AKTIV}$
- Anzahl der Triggerungen $> K_{AR_COUNT_MAX}$

Im Zustand "Folgetriggerung" ist wiederum ein Zündwinkeleingriff aktiv. Ein Wechsel in den Zustand "Warte auf Folgetriggerung" erfolgt, wenn der Drehzahlgradient wieder kleiner ar_ngrad2 wird und die Bedingungen für die Beendigung der AR noch nicht erfüllt sind.

Im Zustand "abregeln" soll die AR beendet werden. Eventuell bestehende Zündwinkeleingriffe werden abgeregelt. Anschließend erfolgt ein Wechsel in den Zustand "inaktiv".

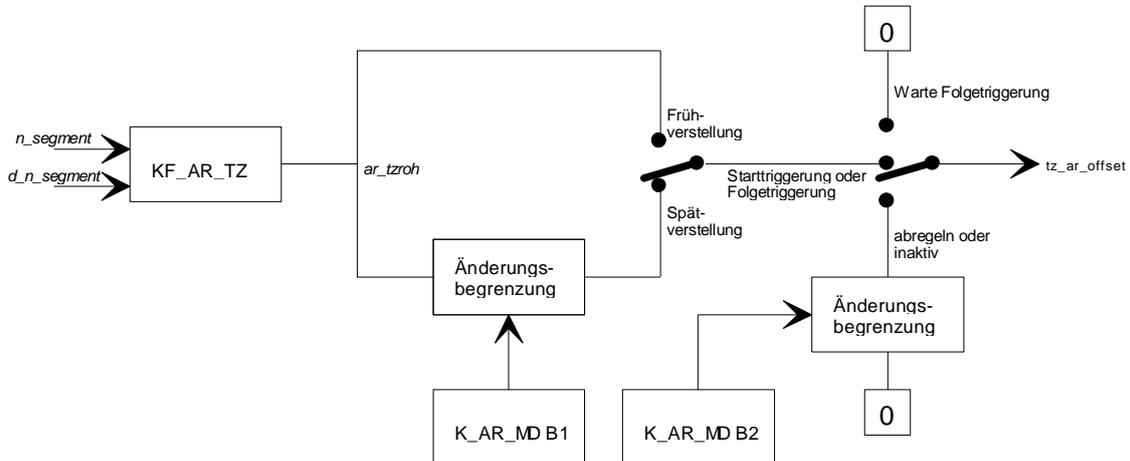
Für alle aktiven Zustände gilt: Sobald die Bedingung B_{AR} nicht mehr erfüllt ist, erfolgt ein Wechsel in den Zustand "abregeln".

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZE-E-57	05.07.200	M. Adamczyk	AR.DOC



8.5 Zündwinkeleingriff der AR

Bild 8.2: Berechnung des Zündwinkeloffsets



8.6 Daten der AR

Variable der AR:

Name	Bedeutung	Typ	Auflösung
ar_mdroh	ungefilterter Drehmomentenoffset der AR	sw	1/10 °KW
ar_grad1	Gradientenschwelle für AR Auslösung	sw	1 Upm/s
ar_grad2	Gradientenschwelle für AR Folgetriggerung	sw	1 Upm/s
ar_taktiv	Systemzeit, bei der zuletzt die AR aktiviert worden ist	uw	1 ms
ar_ttrigger	Systemzeit bei der letzten AR-Triggerung	uw	1 ms
ar_count	Anzahl der Triggerungen	uc	1
ar_zustand	Zustandsvariable der AR (nur jeweils 1 Bit gesetzt) Bit 0: AR inaktiv 1: Starttriggerung erkannt 2: warte auf Folgetriggerung 3: Folgetriggerung erkannt 4: AR-Eingriffe abregeln	uc	
ar_md_offset	Zündwinkeloffset der AR	sw	1/10 °KW

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZE-E-57	05.07.200	M. Adamczyk	AR.DOC



Applikationsdaten der AR:

Name	Bedeutung
K_AR_TMOT_MIN	untere Temperaturschwelle für AR
K_AR_NMIN	untere Drehzahlschwelle für AR
K_AR_NMAX	obere Drehzahlschwelle für AR
K_AR_RFMIN	untere Füllungschwelle für AR
K_AR_RFMAX	obere Füllungschwelle für AR
K_AR_VMIN	untere Geschwindigkeitsschwelle für AR
K_AR_VMAX	obere Geschwindigkeitsschwelle für AR
K_AR_T_TRIGGER	max. Zeitraum für die nächste Triggerung
K_AR_T_AKTIV	max. Aktivzeit der AR
K_AR_ANZ_TRIGGER	max. Anzahl von Triggerungen
K_AR_MDB1	Zündwinkeländerungsbegrenzung für AR Spätverstellungen
K_AR_MDB2	Zündwinkeländerungsbegrenzung für AR Abregelung (früh)
KF_AR_NGRAD1	Gradintenschwelle für Starttriggerung = $f(n,rf)$
KF_AR_NGRAD2	Gradintenschwelle für Folgetriggerung = $f(n,rf)$
KF_AR_MD	Zündwinkeloffset der AR = $f(n,dn/dt)$

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZE-E-57	05.07.200	M. Adamczyk	AR.DOC



PROJEKT: MSS60
MODUL: BETRIEBSARTENMANAGER

AUTORISATION

AUTOR (ZS-M-57) _____

DATUM

GENEHMIGT (ZS-M-57) _____

DATUM _____

GENEHMIGT (EA-E-2) _____

DATUM _____

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Frank	1.02.doc

**Änderungen:**

Version	Datum	Kommentar
S310	2.8.2004	Erste Version
S320	8.11.2004	Betriebsart Minihub hinzu
S330	1.12.2004	Berechnung von w_i in den Momentenmanager verlegt
S330	1.12.2004	Umbenennung von evt_state in bm_evt_state
S330	4.12.2004	Minihub von 4V auf 3V geändert
S340	8.12.2004	Manueller Modus keine eigene Betriebsart mehr (bm_evt_state)
S360	20.2.2005	Bild der Hysterese von KF_BM_AUSWAHL geändert, war mißverständlich
S360	30.5.2005	Betriebsartenübergänge jetzt implementiert
S370	1.7.2005	Bremsbetrieb 4-Takt hinzugefügt
S380	18.10.2005	12-Takt Betriebsart neu hinzugefügt
S380	18.10.2005	Betriebsartenübergänge in Doku überarbeitet
S380	2.11.2005	Bei Übergang aus Bremsbetrieb AÖ=140KW vorher AÖ=180KW
S380	2.11.2005	Übergang aus ZAS geändert: AÖ jetzt über KL realisiert

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Frank	1.02.doc



Inhaltsverzeichnis

ÄNDERUNGEN	2
1 FUNKTIONSBESCHREIBUNG	4
1.1 BESCHREIBUNG DER BETRIEBSARTEN	4
1.1.1 <i>Schließzeitpunkt der Einlassventile</i>	4
1.1.2 <i>Anzahl der betätigten Ventile</i>	5
1.1.3 <i>Zylinderabschaltung</i>	6
1.1.4 <i>12-Takt-Betrieb</i>	6
1.1.5 <i>Minihub für Einlaß</i>	8
1.1.6 <i>Brems-Betrieb 4-Takt</i>	8
1.2 ÜBERGÄNGE DER BETRIEBSARTEN	10
1.2.1 <i>Unterschiedliche Anzahl an aktiven Auslassventilen</i>	10
1.2.2 <i>Übergang in die Zylinderabschaltung</i>	10
1.2.3 <i>Übergang aus der Zylinderabschaltung</i>	10
1.2.4 <i>Übergang von gefeuert in den Bremsbetrieb (4-Takt)</i>	11
1.2.5 <i>Übergang von Bremsen in gefeuert (4-Takt)</i>	11
1.2.6 <i>Übergang von ZAS in 12-Takt</i>	12
1.2.7 <i>Übergang von 12-Takt in ZAS</i>	13
1.2.8 <i>Übergang von 4-Takt in 12-Takt</i>	13
1.2.9 <i>Übergang von 12-Takt in 4-Takt</i>	13
1.3 BERECHNUNG DER BETRIEBSART	14
1.4 FUNKTIONSSCHALTBILD	16
2 DATEN DES BETRIEBSARTENMANAGERS	17

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Frank	1.02.doc



1 FUNKTIONSBESCHREIBUNG

Um einen optimalen drosselfreien Betrieb des EVT-Motors im gesamten Betriebsbereich zu ermöglichen, müssen verschiedene Betriebsarten des Ventiltriebs eingestellt werden. Hierzu wird in dieser Funktion eine geeignete Betriebsart abhängig von Last und Drehzahl ausgewählt. Die derzeit verwendeten Betriebsarten werden im folgenden kurz beschrieben:

1.1 BESCHREIBUNG DER BETRIEBSARTEN

Für die nachfolgende Beschreibung werden folgende Bezeichnungen verwendet:

Bezeichnung	Beschreibung
UTH	Unterer Totpunkt vor der Hochdruckphase (Verbrennung)
AO	Auslass Öffnet
AS	Auslass Schließt
EO	Einlass Öffnet
ES	Einlass Schließt
Zyklus, Arbeitsspiel	Mit Zyklus oder Arbeitsspiel wird hier der gesamte motorische Prozess bezeichnet der mit dem Ladungswechsel bei geöffneten Auslassventil beginnt. Die ersten Ventilaktivitäten sind somit EO und AS. Anschließend wird durch ES der Ladungswechsel beendet. Nun erfolgt die Kompression und Verbrennung mit Expansion. Als letzte Aktion eines Arbeitsspiels erfolgt AO.
Zyklusconsistenz	Mit Zyklusconsistenz wird beschrieben, daß alle Ventilsteuerzeiten EO, AS, ES und AO, sowie Zündung und Einspritzung für jedes Arbeitsspiel bei jedem Zylinder zusammengehalten werden. Die Zyklusconsistenz wirkt sich erst bei dynamischen Vorgängen aus. Die Zyklusconsistenz ist eine wichtige Voraussetzung für ein EVT-Motorsteuergerät, da aufgrund der digitalen Ansteuerung der Ventile von Arbeitsspiel zu Arbeitsspiel jede Ventilsteuerzeit stark verändert werden kann und sichergestellt werden muß, daß alle Parameter eines Arbeitsspieles zueinander passen.
pmi	Indizierter Mitteldruck [bar]. Berechnung: $\int p \, dV$ über ein Arbeitsspiel geteilt durch Zylindervolumen
wi	Indizierte spezifische Arbeit [kJ/dm ³]. Berechnung: $\int p \, dV$ über ein Arbeitsspiel geteilt durch Zylindervolumen (entspricht dem Wert von pmi * 0.1)

1.1.1 SCHLIEßZEITPUNKT DER EINLASSVENTILE

Diese Verfahren zur Laststeuerung unterscheiden sich durch die Lage des Schließzeitpunktes des Einlassventils. Sowohl FES als auch SES können mit allen anderen Verfahren, z.B. der Zylinderabschaltung, dem Minihub oder dem 12-Takt-Verfahren kombiniert werden.

1.1.1.1 FES (Frühes Einlass Schließt)

Bei der Betriebsart FES wird das Einlassventil zum Einstellen eines gewünschten Drehmomentes vor dem UTH geschlossen. Nach dem Schließen des Einlassventils erfolgt eine Expansion bis zum UTH. Da die anschließende Kompression im p-V-Diagramm nahezu auf dieser Expansionslinie liegt, entstehen hierdurch keine Verluste.

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Frank	1.02.doc

1.1.1.2 Spätes Einlass Schließt (SES)

Obwohl die Betriebsart SES gegenüber FES Nachteile bezüglich Verbrauch und Dynamik hat, wird sie bei höheren Motordrehzahlen (oberhalb 4000 1/min) verwendet, da bei hohen Drehzahlen die Stellgeschwindigkeit der Aktuatoren nicht ausreicht, um die Betriebsart FES zu realisieren. Bei der Betriebsart SES wird das Einlassventil zum Einstellen eines gewünschten Drehmomentes nach dem UTH geschlossen. Bei niedrigen Drehmomenten würde der Zeitpunkt des Schließens der Einlassventile so spät liegen, daß eine unzulässige Erwärmung des Saugrohres erfolgen würde und der Zeitpunkt des Schließens der Einlassventile in die Nähe des Zündzeitpunktes käme. Daher ist der Lastbereich für SES nach unten begrenzt auf eine Last von $p_{mi} = \text{ca. } 5 \text{ bar}$. Zum Einstellen von tieferen Motorlasten muß das Verfahren SES kombiniert werden mit einer Zylinderabschaltung oder einem i-Takt-Verfahren (z.B. 12-Taktverfahren). Durch diese Kombination wird die Last pro gefeuertem Zylinder wieder angehoben.

1.1.2 ANZAHL DER BETÄTIGTEN VENTILE

Diese Betriebsarten unterscheiden sich durch die Anzahl der betätigten Ventile pro Arbeitsspiel. Sie können mit allen anderen Verfahren, z.B. der Zylinderabschaltung oder dem i-Takt-Verfahren kombiniert werden.

1.1.2.1 4 Ventilbetrieb (4V)

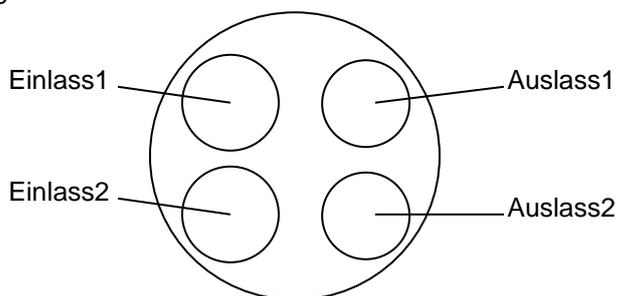
Beim 4V-Betrieb werden 2 Einlassventile und 2 Auslassventile pro Arbeitsspiel betätigt.

1.1.2.2 3 Ventilbetrieb (3V)

Beim 3V-Betrieb werden 2 Einlassventile und 1 Auslassventil pro Arbeitsspiel betätigt. Um eine gleichmäßige Belastung beider Auslassventile zu erreichen wird pro Arbeitsspiel abwechselnd das jeweils andere Auslassventil betätigt.

1.1.2.3 2 Ventilbetrieb (2-V)

Beim 2V-Betrieb werden 1 Einlassventil und 1 Auslassventil pro Arbeitsspiel betätigt. Da pro Zylinder nur eine Einspritzdüse verwendet wird, die den Kraftstoff in beide Einlasskanäle spritzt, werden beide Einlassventile von Arbeitsspiel zu Arbeitsspiel abwechselnd betätigt. Dabei wird in jedem Arbeitsspiel das jeweils diagonal angeordnete Auslassventil betätigt. D.h. also, daß z.B. in einem Arbeitsspiel Einlass1 und Auslass2 betätigt werden und im folgenden Arbeitsspiel Einlass2 und Auslass1 (siehe Bild). Durch die symmetrische Anordnung der Kanäle wird somit ein reproduzierbarer Ladungswechsel erreicht.



	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Frank	1.02.doc

**1.1.3 ZYLINDERABSCHALTUNG**

Bei der Zylinderabschaltung werden die Zylinder 2 und 3 abgeschaltet, d.h. nur Zylinder 1 und 4 werden gefeuert betrieben. Die Ventile der abgeschalteten Zylinder werden im geschlossenen Zustand gehalten.

1.1.4 12-TAKT-BETRIEB

Das 12-Takt-Verfahren entspricht einem 4-Taktverfahren bei dem 8 Leertakte eingefügt werden. Ein Takt entspricht 180 Grad Kurbelwinkel bei einem 4-Zylinder, also einer kompletten Aufwärtsbewegung bzw. einer kompletten Abwärtsbewegung des Kolbens. Somit dauert ein Arbeitsspiel eines 12-Taktverfahrens also 6 Kurbelwellenumdrehungen.

In der Betriebsart 12-Takt-Verfahren (bm_evt_state = 7) werden alle Zylinder in der Zeit, in der der erste Zylinder 3 Arbeitsspiele macht, einmal gezündet. Es ändert sich dadurch der Abstand der Hochdruck-Prozesse (siehe Tabelle 1).

		4 – Takt	12 – Takt
N44 / 4 – Zylinder	ZA	180 °KW	540 °KW
N64 / 8 - Zylinder	ZA	90 °KW	270 °KW

Tabelle 1: Abstand der HD-Prozesse N44 / N64

Durch die Erhöhung der Taktzahl wird die Betriebspunktverlagerung und auch der Betriebsbereich mit dem Laststeuerverfahren SES weiter ausgedehnt. Man kann dabei von einer gesteigerten Form der Zylinderabschaltung sprechen. Das 12-Takt-Verfahren findet im 4V-Betrieb statt.

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Frank	1.02.doc

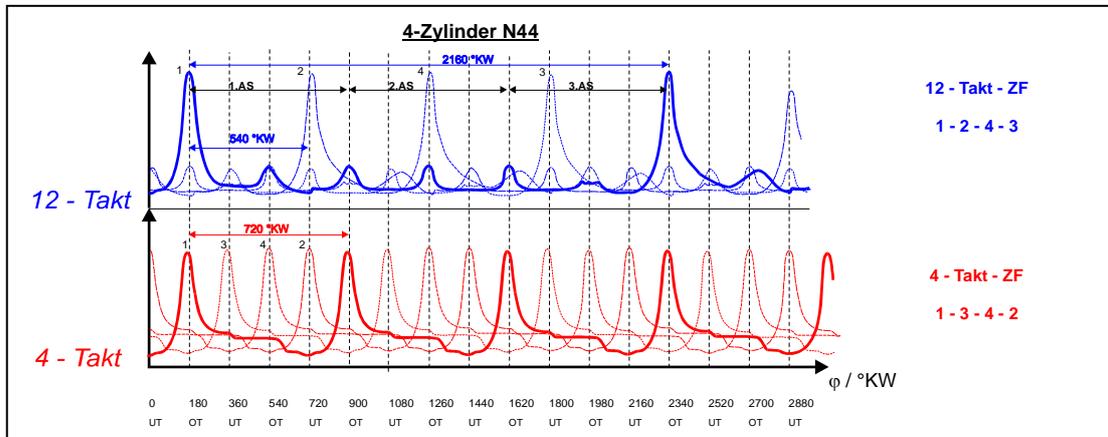


Abbildung 1.1: Druckverläufe beim 12-Taktverfahren (4-Zylinder, Vergleich zum 4-Takt-Betrieb)

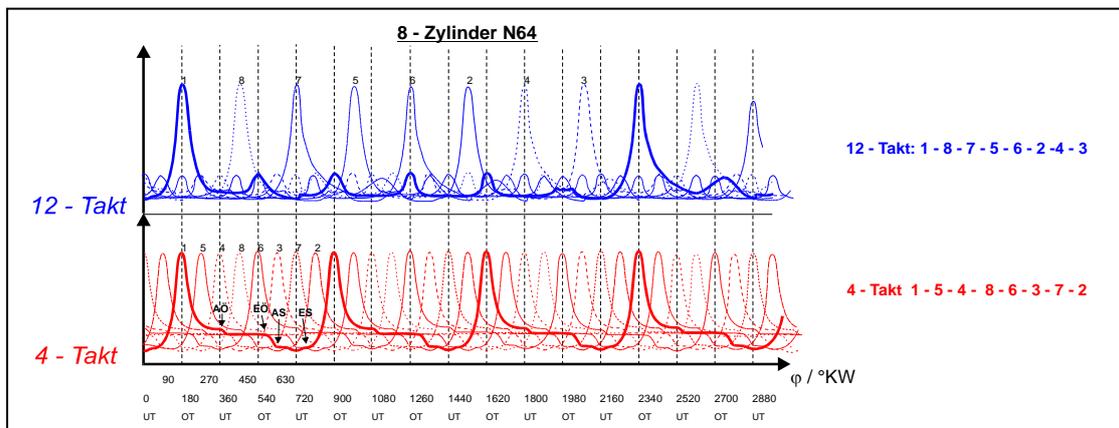


Abbildung 1.2: Druckverläufe beim 12-Taktverfahren (8-Zylinder, Vergleich zum 4-Takt-Betrieb)

Vorteile 12-Takt-Betrieb:

- Wandfilmeffekte im Instationärbetrieb werden aufgrund gleicher Zündabstände für alle Zylinder reduziert
- Die Auskühlung der Zylinder wird durch das wechselnde „Abschalten“ der Zylinder vermieden
- Verbrauchsreduzierung durch Betriebspunktverlagerung
- Reduzierung der Ventiltriebsleistung
- Leertakte nahezu ohne Ladungswechselverluste darstellbar

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Frank	1.02.doc



Die Steuerkanten für EÖ und ES werden beim 12-Takt-Verfahren im 3. ASP angesteuert, die Steuerkanten für AÖ und AS im 1. ASP des jeweiligen Zylinders. Dadurch ergibt sich ein Hochdruck-Prozess in jedem 3. ASP.

Takt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Vorgang Zylinder	Expansion	Ausschieben							Ansaugen			Kompression
Vorgang Ventile	AÖ		AS	← Ventile geschlossen →						EÖ	ES	
	↺			Ein-Spritzung					Ein-Spritzung			

Tabelle 2: Ablauf der Takte im 12-Takt-Betrieb (keine zeitliche Darstellung)

1.1.5 MINIHUB FÜR EINLAß

Beim Minihub-Verfahren werden im Gegensatz zum normalen Vollhubverfahren die Ventile bei einem kleinen Ventilhub (Minihub) gehalten. Dies wird über einen geregelten Aktuatorbetrieb möglich, bei dem ein Aktuatorhub-Sensor verwendet wird. Durch den Minihub werden die Saugrohrdruckwellen reduziert, weil die Ventile nicht so schlagartig geschlossen werden. Die Ventilaufsetzgeschwindigkeit kann leichter minimiert werden, weil nur mit geringen Hüben und Geschwindigkeiten gearbeitet wird. Zusätzlich wird für niedrige Drehzahlen und Motorlasten eine Möglichkeit zur Erzeugung von Turbulenzen und Gemischaufbereitung geboten, wodurch der Motorwirkungsgrad verbessert werden kann. Der Minihub kann als Parameter ebenfalls verändert werden. Somit steht zum Einstellen einer Motorlast die Größe des Minihubs als zusätzlicher Parameter zur Verfügung. Bei der Betriebsart Minihub wird nur der Einlaß mit kleiner Amplitude betrieben, der Auslaß mit vollem Hub. Es werden zwei Einlaß-Ventile und nur ein Auslaß-Ventil (3V) getoggelt betrieben.

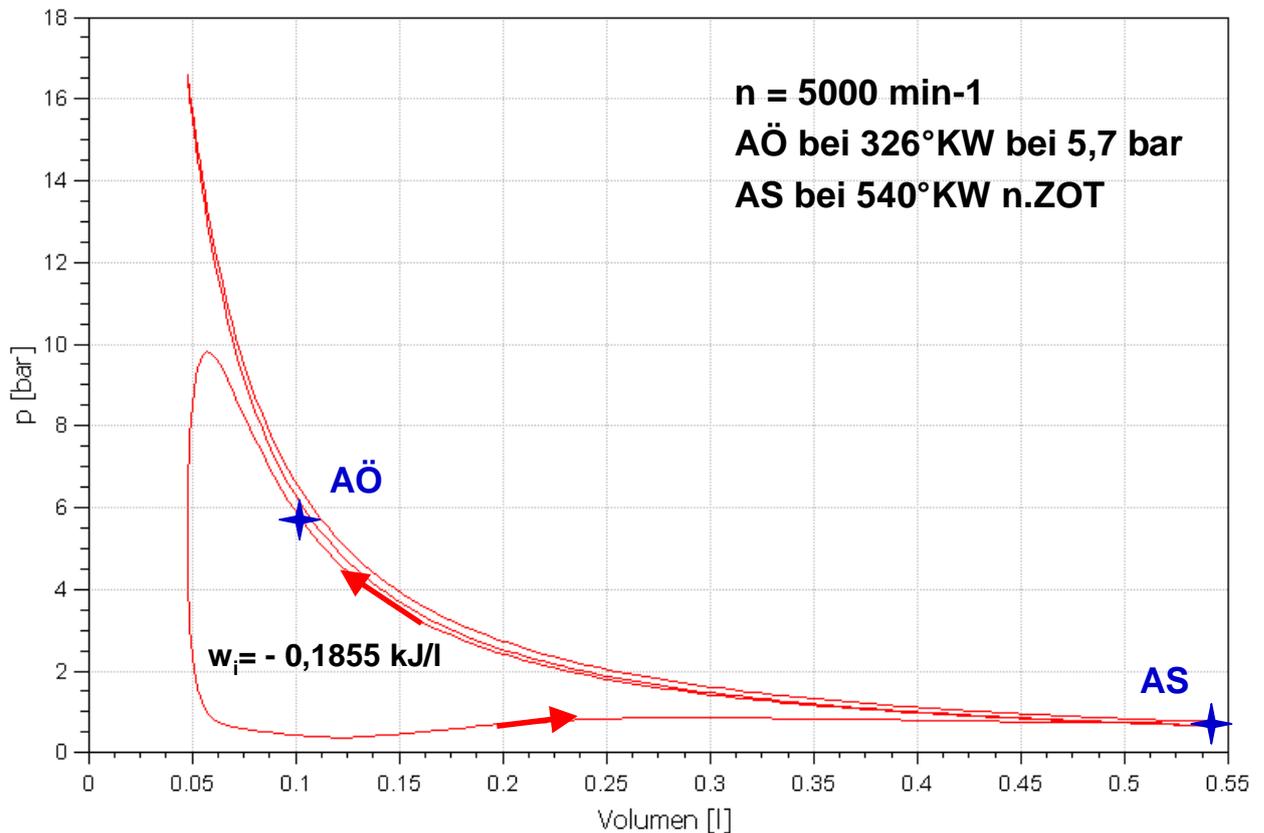
1.1.6 BREMS-BETRIEB 4-TAKT

Durch spezielle Ventilsteuerzeiten kann der Motor zum Bremsen verwendet werden, wobei das Bremsmoment über die Ventilsteuerzeiten stufenlos eingestellt werden kann. Dabei werden nur die Auslassventile verwendet, um ein Durchspülen des Frischgemischs zu vermeiden. Im Bereich des unteren Totpunktes werden die Auslassventile geschlossen. Anschließend erfolgt eine Verdichtung bis zum Erreichen eines gewünschten Drucks, bei dem das Auslassventil geöffnet wird. Das verdichtete Gas strömt nun aus dem Zylinder ins Abgassystem. Bei der Bewegung des Kolbens nach unten wird wiederum Gas aus dem Abgassystem in den Zylinder gesaugt. Um eine maximale Bremswirkung zu erzielen, sollte das beschriebene Verfahren bei jeder Kurbelwellenumdrehung wiederholt werden. Dies entspricht einem 2-Takt-Verfahren.

Bremsbetrieb soll erst ab einer Drehzahl von der doppelten Leerlaufdrehzahl (derzeit $n=1400 \text{ min}^{-1}$) möglich sein. Beim Bremsbetrieb wird absichtlich ein hohes negatives p_{mi} erzeugt, um das Fahrzeug ohne die mechanischen Bremsen zu verzögern.

Beim Bremsbetrieb wird kein Kraftstoff eingespritzt und die Ladungswechselverluste werden nur über die Auslassventile realisiert. Das negative Moment wird erreicht, indem das Auslassventil um den unteren Totpunkt herum schließt und bei einem bestimmten Zylinderdruck geöffnet wird, und somit Kompressionsverluste erzeugt. Die Einlässe bleiben geschlossen.

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Frank	1.02.doc


Abbildung 2 4-Takt Bremsen

Beim Viertaktbremsen wird das Auslassventil um den unteren Totpunkt (540°KW n. ZOT) geschlossen. Die Lage von AS bestimmt somit die jeweilige Füllung. AÖ liegt je nach gewünschtem Bremsmoment zwischen UT und OT ($180^\circ \dots 360^\circ\text{KW}$ n. ZOT). Je später der Öffnungszeitpunkt liegt, desto höher sind die Kompressionsverluste und somit die zu erzielenden Bremsleistungen.

Das maximal mögliche Bremsmoment ist durch den Zylinderdruck beim Zeitpunkt AÖ begrenzt. Ist der Zylinderdruck bei AÖ zu hoch, so kann das Ventil gegen die Gaskraft nicht Öffnen und wird erst zu einem unbestimmten Zeitpunkt nach OT geöffnet, wodurch die Bremsleistung nicht klar definierbar ist. Hierdurch würde auch das Bremsmoment geringer ausfallen, da das Ventil in der Dekompressionsphase öffnet.

Der Bremsbetrieb wird nur über die Auslassventile realisiert, um ein Durchschieben von Luft zu vermeiden. Ebenfalls problematisch wären neben der Akustik auch die hohen Druckamplituden bei einer saugseitigen Realisierung des Bremsbetriebs.

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Frank	1.02.doc



1.2 ÜBERGÄNGE DER BETRIEBSARTEN

Im Gegensatz zu den Übergangsfunktionen bei konventionellen Motoren wird bei diesen Übergängen nur der Übergang von einem Arbeitsspiel auf das nächste betrachtet und zwar individuell für jeden Zylinder. Zunächst sollen nur die ventiltriebsspezifischen Übergänge implementiert werden. Die Übergänge für den Kraftstoff-Pfad werden zu einem späteren Zeitpunkt implementiert. In der folgenden Beschreibung wird das erste Arbeitsspiel mit Arbeitsspiel_1 und das darauffolgende eines Zylinders mit Arbeitsspiel_2 bezeichnet.

1.2.1 UNTERSCHIEDLICHE ANZAHL AN AKTIVEN AUSLASSVENTILEN

Da das Öffnen der Auslassventile (AÖ) immer die letzte Aktion eines Arbeitsspiels ist, stimmt bei Übergängen vom 4V-Betrieb zum 3V- oder 2V-Betrieb die Anzahl der geöffneten Auslassventile nicht mit der Anzahl der zu schließenden Ventile überein. In diesem Fall gehört AÖ zu Arbeitsspiel_1 und AS zu Arbeitsspiel_2, d.h. 2 Auslassventile werden geöffnet, aber nur ein Auslassventil geschlossen. In diesem Fall muß eine Sonderbehandlung erfolgen, die das 2. Auslassventil zum gleichen Zeitpunkt schließt wie das erste Auslassventil. Beim umgekehrten Übergang vom 3V- oder 2V-Betrieb zum 4V-Betrieb wird nur ein Auslassventil geöffnet, aber beide Auslassventile sollen geschlossen werden. In diesem Fall muß das Schließen des 2. Auslassventils unterdrückt werden.

1.2.2 ÜBERGANG IN DIE ZYLINDERABSCHALTUNG

Der Übergang von einem Arbeitsspiel, in dem ein Zylinder betrieben wird, in ein Arbeitsspiel, in dem der Zylinder abgeschaltet wird, soll folgendermaßen erfolgen:

1. normales Auslass Öffnen als letzte Aktion des gefeuerten Arbeitsspiels
2. Auslass Schließen im Ladungswechsel-OT

Nun sind alle Ventile geschlossen und solange die Zylinderabschaltung aktiv ist, sollen keine Ventile betätigt werden.

1.2.3 ÜBERGANG AUS DER ZYLINDERABSCHALTUNG

Beim PV-Diagramm eines abgeschalteten Zylinders liegen die Kompressions- und Expansionslinien nahezu deckungsgleich übereinander. Im unteren Totpunkt wird dabei ein starker Unterdruck erreicht. Würde man das Auslassventil zu diesem Zeitpunkt öffnen, so würde aus dem Abgassystem das Abgas mit Schallgeschwindigkeit in den Zylinder strömen und dabei Öl aufwirbeln. Dieses Öl würde bei der anschließenden Kompression unverbrannt ins Abgassystem gelangen. Zur Vermeidung dieser Problematik soll das Auslassventil möglichst spät geöffnet werden.

Der Übergang von einem Arbeitsspiel, in dem ein Zylinder abgeschaltet ist, in ein gefeuertes Arbeitsspiel soll folgendermaßen erfolgen:

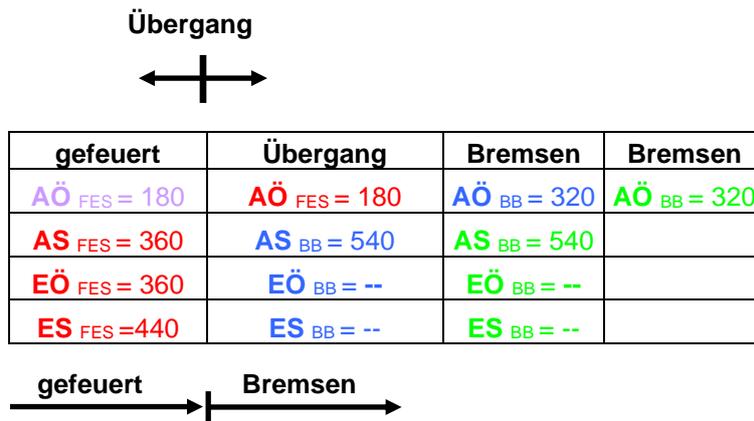
1. Auslass Öffnen wird durch den Wert aus der Kennlinie **KL_BART_AO_ZAS** ersetzt.
2. Nun können alle Ventilsteuerparameter des gefeuerten Arbeitsspiels verwendet werden. (Nicht vergessen, daß alle geöffneten Auslassventile geschlossen werden müssen!)

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Frank	1.02.doc

1.2.4 ÜBERGANG VON GEFEUERT IN DEN BREMSBETRIEB (4-TAKT)

Beim Übergang vom gefeuerten Betrieb in den Bremsbetrieb wird beim ersten ASP noch die AÖ-Steuerkante vom gefeuerten Betrieb verwendet und die AS-Steuerkante bereits vom Bremsen. Die Einlasssteuerkanten werden unterdrückt.

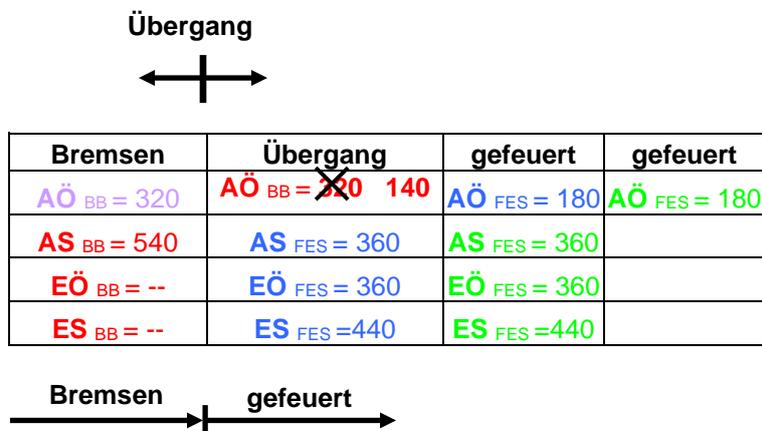
Beispiel (gefeuerter Betrieb -> Bremsen):



1.2.5 ÜBERGANG VON BREMSSEN IN GEFEUERT (4-TAKT)

Beim Übergang vom Bremsen in den gefeuerten Betrieb muß die schon berechnete Steuerkante für AÖ (durch den Wert AÖ=140°KW n. ZOT) überschrieben werden.

Beispiel (Bremsen -> gefeuerter Betrieb):



	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Frank	1.02.doc

1.2.6 ÜBERGANG VON ZAS IN 12-TAKT

Beim Übergang vom Betrieb mit ZAS werden im ersten ASP die Steuerkanten für AÖ und AS angesteuert, die Steuerkanten EÖ und ES werden nicht angesteuert. Die Steuerkanten AÖ und AS werden erst 3 ASP später wieder aktiviert, die Steuerkanten für EÖ und ES werden wieder nach 8 Leertakten wieder aktiviert.

Die Einspritzung für alle Zylinder muss aktiviert werden und muss, wie in Tabelle 2 dargestellt, mit 8 Leertakten gesteuert werden.

Es muss darauf geachtet werden, dass der Übergang zwischen den beiden Betriebsarten erst zu dem Zeitpunkt möglich ist, wenn es eine Überschneidung im Hochdruckprozess der aktiven Zylinder beider Betriebsarten gibt. (⇒ siehe Tabelle 3 und Bild 1.4.: Ein Wechsel von ZAS in 12-Takt ist hier nur in den rot markierten Bereichen möglich.)

	ZAS ⇒ 12 T	12 T ⇒ ZAS	4 T ⇒ 12 T	12 T ⇒ 4 T
N44	1080	540 ¹	180 ²	540
N64	540	270 ¹	90 ²	270

Tabelle 3: KW-Differenz für möglichen BA-Wechsel

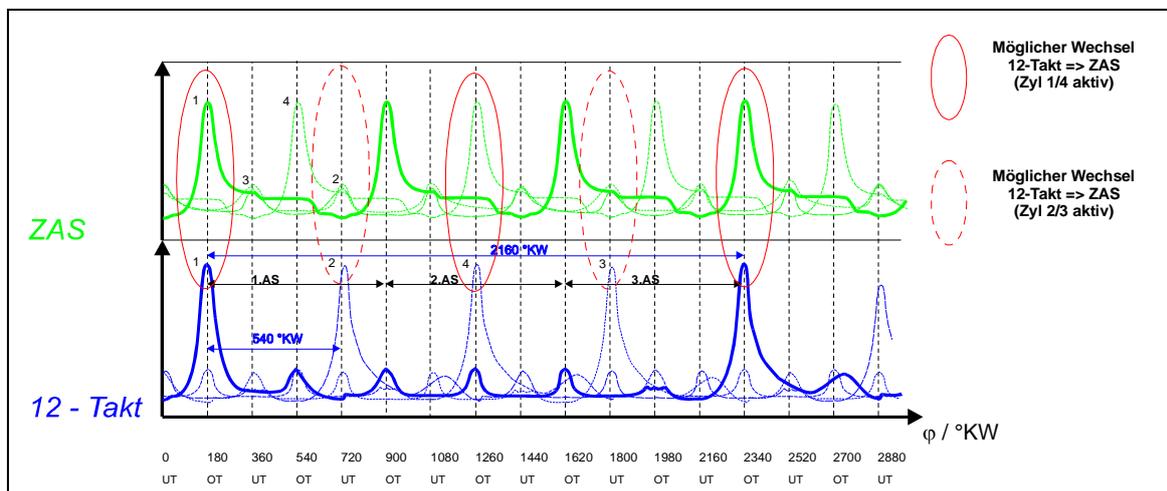


Abbildung 3: Mögliche Übergänge von ZAS in 12-Takt (bei ZAS Zyl 1 und 4 aktiv)

¹ Wechsel in die nächstmögliche Zylindergruppe

² Wechsel stufenweise

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Frank	1.02.doc

1.2.7 ÜBERGANG VON 12-TAKT IN ZAS

Beim Wechsel vom 12-Takt-Betrieb in den ZAS-Betrieb müssen die Steuerkanten für die Einlassventile wieder im 1. ASP angesteuert werden.

Die Ansteuerung der Zylinder erfolgt nach der Zündfolge 1-3-4-2 (4-Zyl), die Zylinder 2 und 3 (bzw. 1 und 4) werden nicht angesteuert (\Rightarrow ZAS-Betrieb).

Ein Wechsel von 12-Takt in ZAS ist alle 540 °KW [270 °KW] möglich. Je nachdem, welcher Zylinder zum Wechselzeitpunkt gerade Überschneidung im HD-Prozess hat, wird entschieden, welche Gruppe in den ZAS-Betrieb wechselt.

Der Übergang 12-Takt \rightarrow ZAS muss nicht zu den Zeitpunkten erfolgen, in den es eine Überschneidung im HD-Prozess gibt.

1.2.8 ÜBERGANG VON 4-TAKT IN 12-TAKT

Der Wechsel vom 4-Takt in den 12-Takt-Betrieb kann alle 180 °KW [90°KW] erfolgen (\Rightarrow Tabelle 3). Der Wechsel erfolgt „stufenweise“, d.h. dass jeder Zylinder, der den HD-Prozess im 4-Takt beendet hat, in den 12-Takt-Betrieb wechselt und dann mit neuer Zündfolge und Zündabstand betrieben wird.

1.2.9 ÜBERGANG VON 12-TAKT IN 4-TAKT

Der Wechsel vom 12-Takt in die anderen Betriebsarten findet analog zum Übergang 12-Takt \Rightarrow ZAS statt. Allerdings werden alle Zylinder nach der „normalen“ Zündfolge angesteuert.

Der Übergang vom 12-Takt-Betrieb in den 4-Takt-Betrieb kann beim 4-Zylinder alle 540 °KW stattfinden, generell aber immer zu dem Zeitpunkt, zu dem es eine Überdeckung der HD-Prozesse gibt. (\Rightarrow siehe Abbildung 4 Ein Wechsel von 12-Takt in 4-Takt ist hier nur in den magenta-markierten Bereichen möglich.)

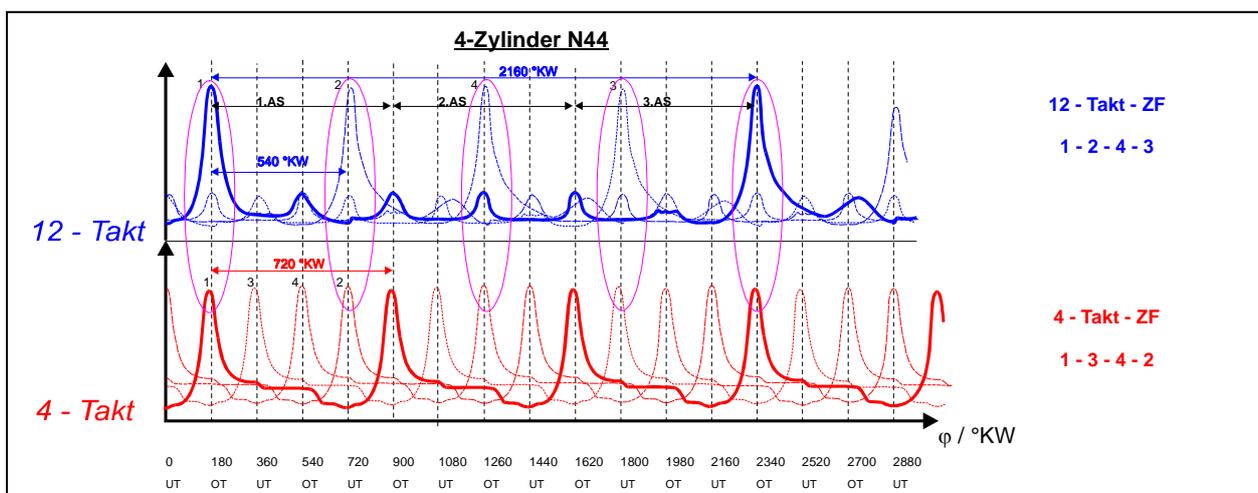


Abbildung 4: Mögliche Übergänge 12-Takt \Rightarrow 4-Takt

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Frank	1.02.doc



1.3 BERECHNUNG DER BETRIEBSART

Den Hauptteil der Funktion bilden die Look-Up-Table **KF_BM_AUSWAHL** und **KF_BM_AUSWAHL_KATH** für Katheizen (erst in nächster SW-Version!!!). Diese Look-Up-Table berechnen, ohne Interpolation der z-Werte, über die Eingänge **wi** und **n** die Betriebsart **bm_evt_state**. Die Tabelle 4 zeigt die Definition von **bm_evt_state**:

bm_evt_state	Betriebsart
0	Zylinderabschaltung + SES + 4 Ventile
1	Zylinderabschaltung + FES + 3 Ventile
2	FES / 2V
3	FES / 3V
4	FES / 4V
5	SES / 4V
6	Bremsen 4 Takt
7	12 Takt / 4V
8	Katheizen / 3V
9	Katheizen / Minihub
10	Katheizen / Zylinderabschaltung
11	Minihub / 3V
12	Vollast / 4V
13	Start

Tabelle 4 Betriebsarten

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Frank	1.02.doc

Um ein Hin- und Herspringen in einem Lastzustand zwischen den Zuständen zu verhindern, sind die Eingänge über eine Hysterese geschaltet.

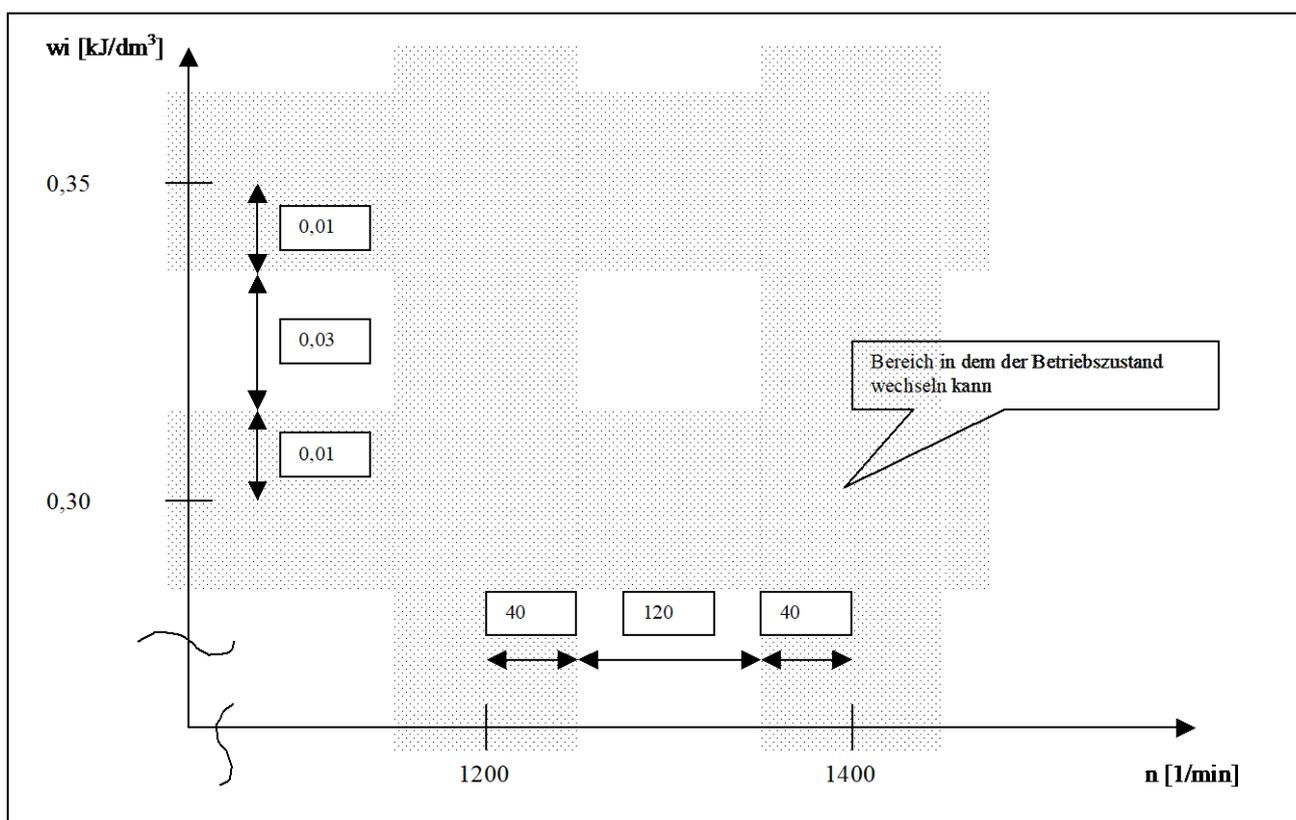


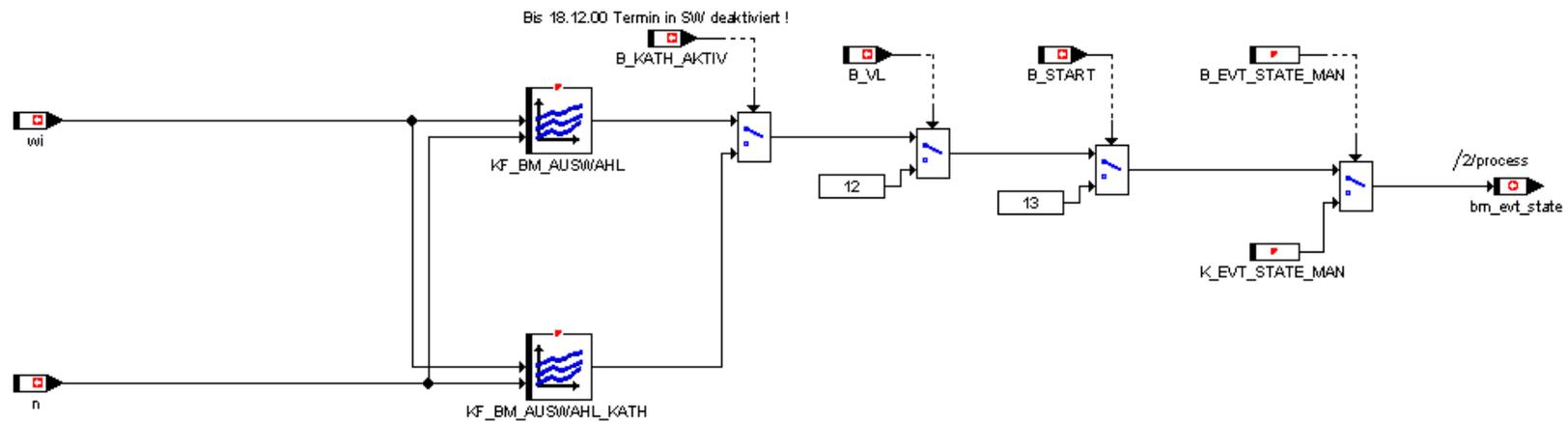
Abbildung 5 Hysterese der Achsen von KF_BM_AUSWAHL

Nur beim Eintreten der Eingangsgröße in die schraffierten Flächen kann der Zustand wechseln. Die Zwischenräume bleiben undefiniert und **bm_evt_state** behält den letzten Wert. Der Abstand der Stützstellen der Drehzahlachse darf 200 1/min nicht unterschreiten. Ebenso bei der wi-Achse, auch hier darf der Abstand nicht 0,05 unterschreiten!

Wichtig bei der Festlegung der Stützstellen für die verschiedenen Betriebsarten in **KF_BM_AUSWAHL** und **KF_BM_AUSWAHL_KATH** ist die Übereinstimmung mit den Grenz-Stützstellen des zugehörigen Basis-Datensatzes – Steuerkanten, Zündwinkel, Luftmasse, Drosselklappenwinkel und Vorlagerungswinkel (siehe evt_momentenrealisierung.doc)!

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Frank	1.02.doc

1.4 FUNKTIONSSCHALTBILD



Autor	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Frank	ZS-M-57	02.08.04	Frank	1.02.doc



2 DATEN DES BETRIEBSARTENMANAGERS

Die Berechnung der Funktion erfolgt in der winkelsynchronen Task im Master.

Beschreibung der Variablen:

bm_evt_state	Betriebszustand evt	ub

Beschreibung der Applikationsdaten:

KF_BM_AUSWAHL	Kennfeld Betriebszustand evt	uw/uw/ub
KF_BM_AUSWAHL_KATH	Kennfeld Betriebszustand evt bei Katheizen	uw/uw/ub
B_EVT_STATE_MAN	Umschaltung auf manuelle Vorgabe von bm_evt_state	ub
K_EVT_STATE_MAN	manuelle bm_evt_state Vorgabe	ub
KL_BART_AO_ZAS	Steuerkante AO bei Übergang aus ZAS	uw/uw

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Frank	1.02.doc



PROJEKT: MSS60
MODUL: EVT-MOMENTENREALISIERUNG

AUTORISATION

AUTOR (ZS-M-57) _____ **DATUM** _____

GENEHMIGT (ZS-M-57) _____ **DATUM** _____

GENEHMIGT (EA-E-2) _____ **DATUM** _____

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	03.04.04	Frank	1.03.doc

**Änderungen:**

Version	Datum	Kommentar
r310	31.08.2004	Erste Version
r320	27.10.2004	Minihub hinzu
r320	06.11.2004	Umstellung der Luftmasse auf [mg/l*ASP]
r320	06.11.2004	Vorlagerungswinkel bezieht sich auf ES
r330	04.12.2004	Minihub von 4V auf 3V geändert
r370	27.03.2005	Bremsbetrieb 4Takt hinzu
r390	25.04.2005	ti_ende und es-Steuerkanten bei Start von K->KF erweitert Einrechnung der Dichtekorrektur im Start geändert

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	03.04.04	Frank	1.03.doc



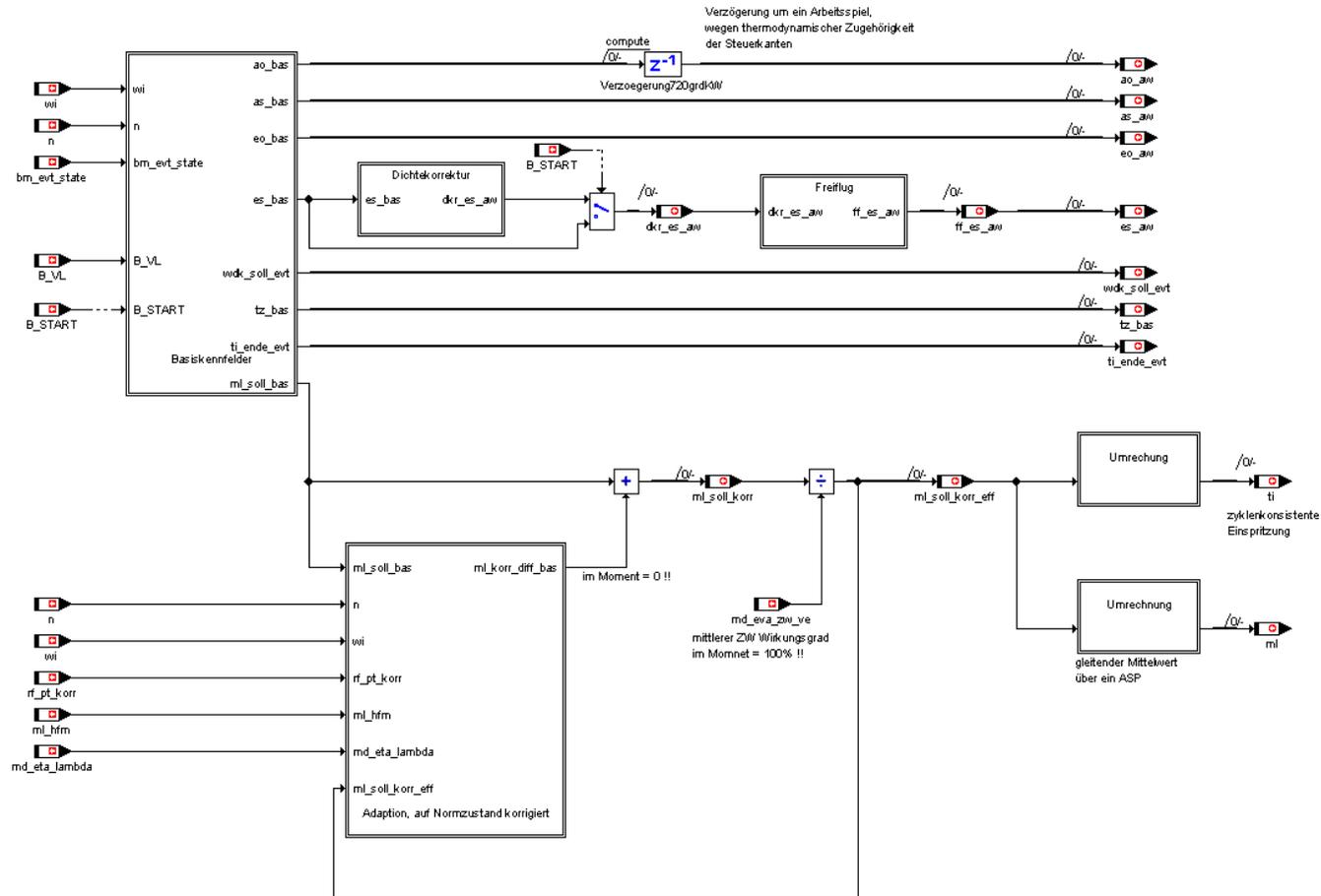
Inhaltsverzeichnis

ÄNDERUNGEN.....	2
1 FUNKTIONSBESCHREIBUNG	4
1.1 FUNKTIONSSCHALTBILD (ÜBERBLICK)	4
1.2 FUNKTIONSSCHAUBILD BASISSTEUERKANTEN	5
1.3 BESCHREIBUNG.....	6
1.4 DO NOT APPLY BIT.....	7
1.5 ZYLINDERINDIVIDUELLE STEUERKANTENKORREKTUR.....	8
1.6 EINLASS-SCHLIEßT-KORREKTUREN	9
1.6.1 <i>Dichtekorrektur wurde durch DKR ersetzt!</i>	9
1.6.2 <i>ZW-Wirkungsgrad-Korrektur (noch nicht implementiert!)</i>	9
1.7 AUSLASS-ÖFFNET VERZÖGERUNG	9
1.8 MINIHUB.....	10
1.9 LUFTMASSENADAPTION (NOCH NICHT IMPLEMENTIERT!).....	10
1.10 UMRECHNUNG VON ML_SOLL_KORR_EFF IN EINSPRITZZEIT	11
1.11 UMRECHNUNG VON ML_SOLL_KORR_EFF IN DEN LUFTMASSENSTROM.....	11
1.12 UMRECHNUNG DES LUFTMASSENSTROMS IN RELATIVE FÜLLUNG.....	11
1.13 FUNKTIONSSCHALTBILD LUFTMASSENADAPTION	12
2 DATEN DER MOMENTENREALISIERUNG	13

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	03.04.04	Frank	1.03.doc

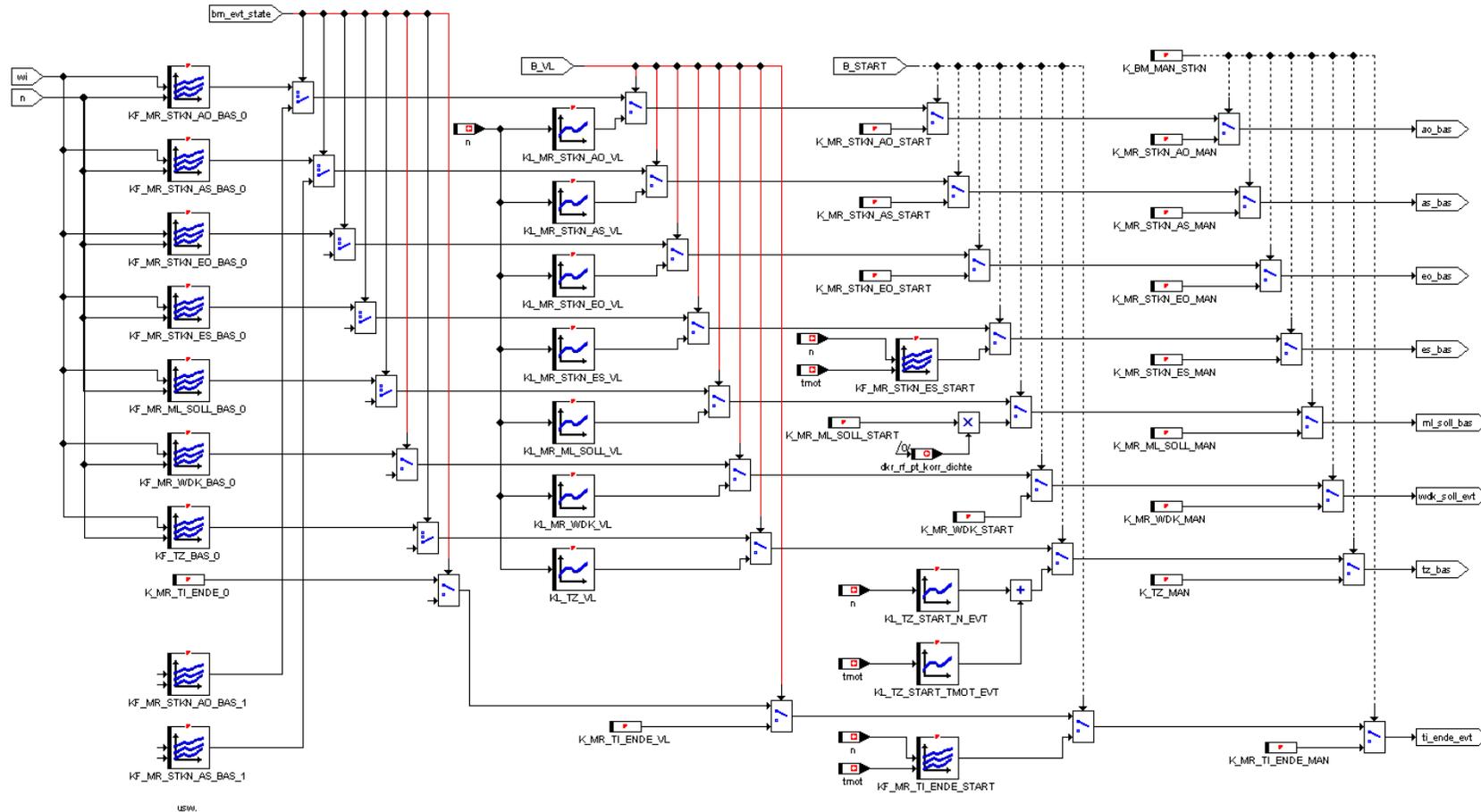
1 FUNKTIONSBESCHREIBUNG

1.1 FUNKTIONSSCHALTBILD (ÜBERBLICK)



Autor	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
	ZS-M-57	03.04.04	Frank	1.03.doc

1.2 FUNKTIONSSCHAUBILD BASISSTEUERKANTEN

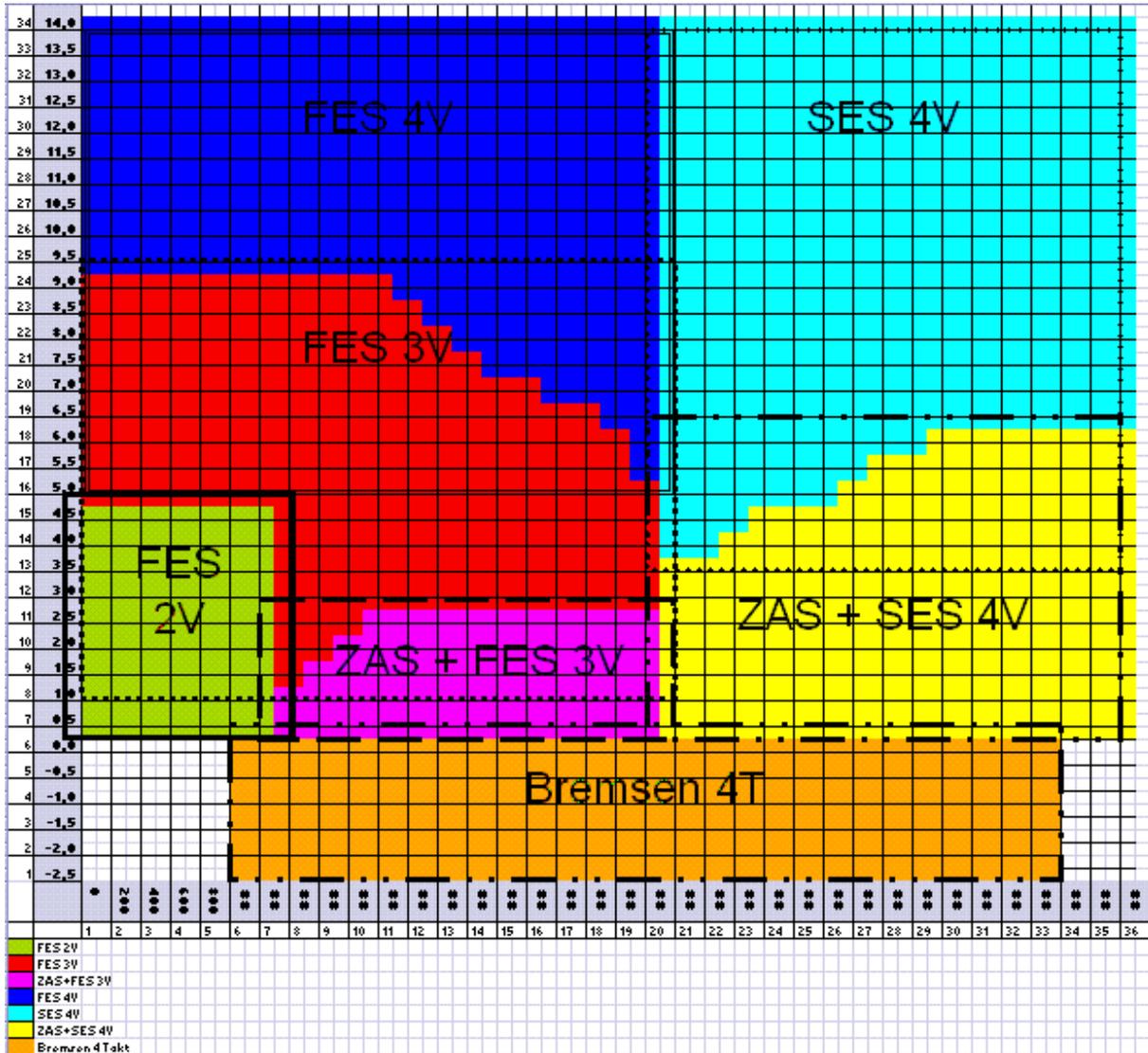


Autor	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
	ZS-M-57	03.04.04	Frank	1.03.doc



1.3 BESCHREIBUNG

Entsprechend der geltenden Betriebsart **bm_evt_state** (siehe Betriebsartenmanager) wählt die Momentenrealisierung die Basiskennfelder dieser Betriebsart aus:



Bei Vollast (**B_VL = 1**) wird ein Basiskennliniensatz ausgewählt. Für den Start (**B_START = 1**) wird ein eigener Datensatz gewählt. Zusätzlich kann über den Parameter **B_MAN_STKN** ein manuell eingebbarer Satz von Steuerparametern angewählt werden.

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	03.04.04	Frank	1.03.doc



Der Basissteuerparametersatz besteht aus:

- **eo_bas** (Einlass-Öffnet-Steuerkante in °KW nach ZündOT)
- **as_bas** (Auslass-Schließt-Steuerkante in °KW nach ZündOT)
- **es_bas** (Einlass-Schließt-Steuerkante in °KW nach ZündOT)
- **ao_bas** (Auslass-Öffnet-Steuerkante in °KW nach ZündOT)
- **wdk_soll_evt** (Basisdrosselklappenstellung in %)
- **tz_bas** (Basiszündwinkel in °KW vor ZündOT)
- **ti_ende_evt** (Einspritzende in °KW vor Einlass Schließt)
- **ml_soll_bas** (Basisluftmasse in mg/l*ASP)

Die DISA wird in allen Betriebsarten außer Vollast in der Leistungsstellung gehalten. An der Vollast entscheidet eine Drehzahlabfrage $NMIN_DISA < n < NMAX_DISA$, ob in Momentenstellung umgeschaltet wird (siehe Disa.doc).

Die Steuerparameter (Basisparameter + Korrekturen) sind bis auf die DISA-Stellung und die Drosselklappenstellung zyklunkonsistent, d.h. zusammengehörig für ein Arbeitsspiel eines Zylinders (siehe Betriebsartenmanager).

DISA und Drosselklappe werden durch drehzahlabhängige Ansteuerzeitoffsets möglichst gut mit den übrigen zyklussynchronen Stellparametern synchronisiert.

Die Basisparameter gelten stationär bei 960mbar und 20°C.

Die Kennfelder sind über **wi** und **n** aufgetragen.

1.4 DO NOT APPLY BIT

Damit die Ventilsteuerung die Steuerkanten in jeder Betriebsart richtig anwendet, wird ein sogenanntes „do not apply bit“ (**bm_msk_stkn**) von der MSS60 gesetzt und via CAN übertragen. In diesem Bit ist kodiert welche Steuerkanten zum Einsatz kommen und welche nicht angewendet werden.

Das Bit ist folgendermaßen kodiert:

as2	ao2	as1	ao1	es2	eo2	es1	eo1
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Bei Zylinderabschaltung beispielsweise dürfen die berechneten Steuerkanten für Zylinder 2 und 3 nicht ausgeführt werden; in diesem Bit steht dann der Wert 00000000 (00h) für diese Zylinder.

Zustand	Zylinder 1	Zylinder 2	Zylinder 3	Zylinder 4
0	FFh	00h	00h	FFh
1	3Fh / CFh (180°)	00h	00h	3Fh / CFh (180°)
2	3Ch / C3h (720°)			
3	3Fh / CFh (720°)			
4, 5, 13	FFh	FFh	FFh	FFh
6	F0h	F0h	F0h	F0h

Zusätzlich können über den Parameter **K_MR_VENTZU_EIN** im Bremsbetrieb 4V die Ventile komplett geschlossen werden (**bm_msk_stkn=0**).

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	03.04.04	Frank	1.03.doc

1.5 ZYLINDERINDIVIDUELLE STEUERKANTENKORREKTUR

Um die Zylinderfüllung und den Restgasgehalt der Zylinder gleichstellen zu können, sind zylinderindividuelle Steuerkantenkorrekturen erforderlich.

Daher können die 4 Steuerkanten (ao_bas, as_bas, eo_bas, es_bas) mit einem Offset verändert werden. Diese Offsets, je ein Array für ao/eo/es kann über das Applikationssystem als manuelle Korrektur eingestellt werden.

Die Bezeichnung der Arrays lautet:

K_MR_AO_KORR[1..8]

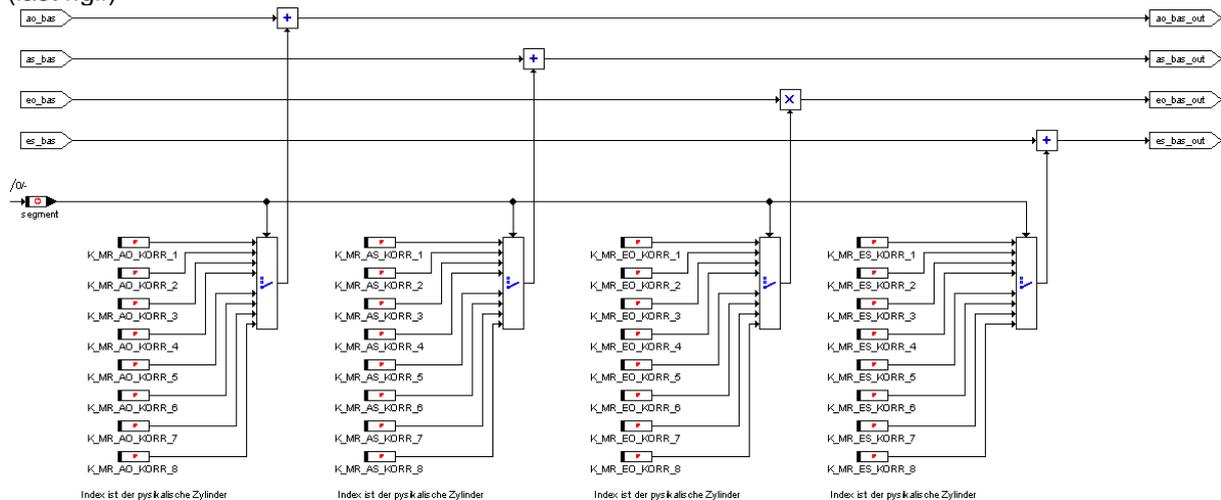
K_MR_AS_KORR[1..8]

K_MR_EO_KORR[1..8]

K_MR_ES_KORR[1..8]

Der Index der Arrays bezieht sich auf den physikalischen Zylinder. Also: Index=1 ist für Zylinder 1 Index 8 für Zylinder 8 usw.

(last4.gif)



	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	03.04.04	Frank	1.03.doc



1.6 EINLASS-SCHLIEßT-KORREKTUREN

1.6.1 DICTEKORREKTUR WURDE DURCH DKR ERSETZT!

Der vom Normzustand abweichende Umgebungsdruck sowie Umgebungstemperatur werden im Faktor **rf_pt_korr** zusammengefasst und in einer Einlass-Schließt-Korrektur ausgeglichen.

Dabei wird bei gleichbleibendem **wi** und gleichbleibenden AÖ-, AS- und EÖ-Steuerkanten das Einlass-Schließt über eine Volumenkennlinie **KL_ES_VOLUM** in ein Ist-Volumen umgerechnet. Anschließend führt das Dichteverhältnis Ist-/Solldichte zu einem neuen gewünschtem Luftvolumen. Dieses wird über die inverse Kennlinie **KL_ES_VOLUM_inv** wieder in eine Einlass-Schließt-Steuerkante umgerechnet.

Diese Vorgehensweise hält bei abweichenden Umgebungsbedingungen den Lastpunkt konstant und verändert insbesondere nicht die thermodynamisch relevanten Einflussgrößen (Restgas, etc).

An der Vollast und in der obersten Teillast wird die Einlass-Schließt-Korrektur begrenzt.

1.6.2 ZW-WIRKUNGSGRAD-KORREKTUR (NOCH NICHT IMPLEMENTIERT!)

Analog wird bei ZW-Spätstellungen, welche durch Klopfregelung und andere Funktionen hervorgerufen werden, die Luftmasse über die Einlass-Schließt-Kante vergrößert, um den Momentenabfall auszugleichen.

Diese Korrektur wird nur bei ZW-Spätstellung angewandt, welche unerwünscht das Motormoment verkleinern.

Die Korrektur erfolgt über die gleichen Kennlinien. Dabei wird das als Zündwinkelwirkungsgrad definierte Momentenverhältnis Ist-Moment/Max-Moment ermittelt. Der Momentenabfall wird durch eine Luftmassenerhöhung (Kehrwert des Momentenverhältnisses Ist-Moment/Max-Moment) kompensiert.

Die resultierenden Steuerparametersätze halten das Moment **wi** konstant. Die Einlass-Schließt-Korrektur verringert durch die konstant gehaltenen restlichen Steuerkanten den Restgasgehalt bei Zündwinkelspätstellungen (Klopfneigung wird verringert).

Die Einlass-Schließt-Korrektur infolge Spätzündwinkel führt zu einer höheren Luftmasse. Diese wird im Luftmassenpfad über **md_eva_ve** aufgeschlagen.

1.7 AUSLASS-ÖFFNET VERZÖGERUNG

Das verbrannte Kraftstoff-Luft-Gemisch, das sich im Zylinder befindet, muß auch mit der AÖ-Steuerkante wieder ausgeschoben werden, die zu den Steuerkanten paßt mit der die Frischluft angesaugt wurde. Die Steuerkante Auslass Öffnet gehört also thermodynamisch zum vorherigen Arbeitsspiel.

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	03.04.04	Frank	1.03.doc



Da die Berechnung der Steuerkanten aber immer im selben Segment erfolgt, muß AÖ um genau ein Arbeitsspiel (720 grdKW) verzögert werden um anschließend über CAN an das Ventilsteuergerät übertragen zu werden.

1.8 **MINIHUB**

Der Betriebszustand Minihub wird im unteren Lastbereich bei niedrigen Drehzahlen eingesetzt und ermöglicht einen leisen Betrieb des Motors.

Die Amplitude der Steuerventile wird von der MSS60 vorgegeben, über CAN an die dSpace Systeme übergeben und dort eingeregelt. Der Minihub ist im Moment nur für die Einlass Ventile vorgesehen, die Auslass Ventile werden mit vollem Hub im alternierenden Modus (3V) betrieben (**mr_minilift_ex = 0**).

Mit Hilfe der Applikationskonstanten **K_MR_MINILIFT_INT** kann die Amplitude eingestellt werden.

In der Variablen **mr_minilift_int** wird der Wert der eingestellten Ventilhubhöhe angezeigt, der an den CAN übergeben wird. Wegen programmtechnischen Gründen der dSpace-Systeme muß **mr_minilift_int** um ein Segment (180grdKW) verzögert an den CAN gesendet werden.

1.9 **LUFTMASSENADAPTION (NOCH NICHT IMPLEMENTIERT!)**

Die Luftmassenadaption hat zum Ziel, Luftmassenfehler in der vorgesteuerten Luftmassenberechnung auszugleichen. Dabei wird ein Vergleich von der gemessenen Luftmasse **ml_ist_aw** zur vorgesteuerten Luftmasse **ml_soll_bas** durchgeführt. Die Differenz wird über einen PT1-Filter einem Adaptionenskennfeld zugeführt.

Die Ist-Luftmassenbestimmung erfolgt über HFM (ml) und über die Lambdasondenadaption (**f_ti_a*ml_soll_bas**). Die Ist-Luftmassenbestimmung kann zwischen HFM und Lambdasondenadaption über die Kennlinie **KF_FAK_ML_HFM_LAM** gewichtet werden.

Adaptionsbedingungen:

- Lambdaregelung läuft
- wi unter Schwelle
- B_TL
- Motor betriebswarm

ml_korr_diff_bas < Schwelle; sonst Fehlererkennung

ml_korr_diff_bas = 0 !!!

Die Luftmassenadaption ist im Moment noch nicht implementiert!!! Muß noch genauer spezifiziert werden. Für jede Betriebsart müßte ein eigenes Adaptionenskennfeld abgelegt werden.

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	03.04.04	Frank	1.03.doc



1.10 UMRECHNUNG VON ML_SOLL_KORR_EFF IN EINSPRITZZEIT

Die Lastgröße **tl** und daraus auch die Einspritzzeit **ti** wird zyklenkonsistent aus **ml_soll_korr_eff** berechnet.
Die Einspritzzeit **ti** wird für jeden Zylinder und jedes Arbeitsspiel zykluskonsistent berechnet werden.

1.11 UMRECHNUNG VON ML_SOLL_KORR_EFF IN DEN LUFTMASSENSTROM

Der Soll-Luftmassenstrom wird für die Basis-Applikation nicht benötigt. Für Abgastemperaturmodelle oder Adaption mit dem HFM kann der Soll-Luftmassenstrom über den gleitenden Mittelwert über ein Arbeitsspiel (4 Segmente bei 4 Zylinder) berechnet werden:

$$ml[\text{kg/h}] = \sum_{i=\text{Segmentnr}-(\text{Zylinderzahl}-1)}^{\text{Segmentnr}} (\text{ml_soll_korr_eff}_i[\text{mg/l} * \text{ASP}] * n[\text{U/min}] * \frac{K_RF_HUBVOLUMEN[\text{dm}^3]}{cfg_zylinderanzahl} * 0.5 * 60 / 10^6)$$

Der Luftmassenstrom ergibt sich aus der gleitenden Mittelwertbildung aller Zylinder. Bei einem abgeschalteten Zylinder wird für **ml_soll_korr_eff_i** der Wert 0 eingesetzt. Der Luftmassenstrom **ml** wird in [kg/h] ausgegeben.

1.12 UMRECHNUNG DES LUFTMASSENSTROMS IN RELATIVE FÜLLUNG

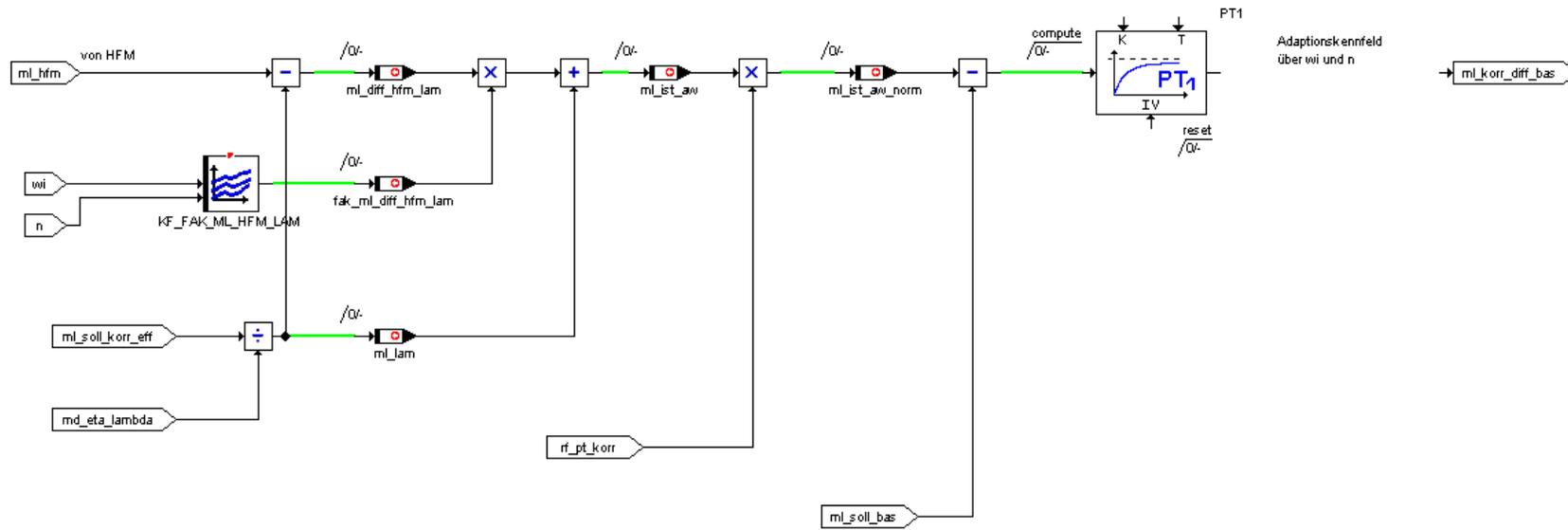
Für die Umrechnung in **rf** wird nach folgender Formel berechnet:

$$rf = \frac{ml}{K_RF_HUBVOLUMEN * K_RF_LUFTDICHT * 0.5 * n}$$

Die relative Füllung **rf** hat die Einheit [%].

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	03.04.04	Frank	1.03.doc

1.13 FUNKTIONSSCHALTBILD LUFTMASSENADAPTION



Autor	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
	ZS-M-57	03.04.04	Frank	1.03.doc



2 DATEN DER MOMENTENREALISIERUNG

Die Berechnung der Funktion erfolgt in der winkelsynchronen Task.

Beschreibung der berechneten Variablen:

ao_aw	Auslass Öffnet, aktueller Wert, um 720 grdKW verzögert	uw
as_aw	Auslass Schließt, aktueller Wert	uw
eo_aw	Einlass Öffnet, aktueller Wert	uw
es_bas	Einlass, Schließt, basis	uw
es_aw	Einlass Schließt, aktueller Wert (dichtekorrigiert)	uw
ml_soll_bas	Soll Luftmasse, basis [mg/l*ASP]	uw
ml_soll_korr	Soll-Luftmasse, mit Adaption korrigiert	uw
ml_soll_korr_eff	Soll-Luftmasse, mit Adaption und ZW korrigiert	uw
ml_hfm	Luftmasse von HFM [kg/h]	uw
ml	Luftmasse [kg/h] berechnet auf Basisluftmassenkennferldern	uw
ml_korr_diff_bas	Adaptierte Delta-Soll-Luftmasse----- = 0!!!	uw
ml_diff_hfm_lam	-----	
wdk_soll_evt	Soll-Drosselklappenwinkel in %	uw
tz_bas	Basis Zündwinkel	sw
ti_ende_evt	Vorlagerungswinkel evt bezogen auf ZündOT	uw
bm_msk_stkn	do not apply bit	ub
mr_minilift_int	Amplitude Minihub Einlass	ub
mr_minilift_ex	Amplitude Minihub Auslass = 0	ub

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	03.04.04	Frank	1.03.doc



Beschreibung der Applikationsdaten:

K_TI_ENDE_x	Vorlagerungswinkel bei bm_evt_state=x	uw
K_TI_ENDE_VL	Vorlagerungswinkel für Vollastbetrieb	uw
KF_TI_ENDE_START	Vorlagerungswinkel für Start	uw/uw/uw
K_TI_ENDE_MAN	Vorlagerungswinkel für manuellen Modus	uw
B_MAN_STKN	Umschaltung auf manuellen Modus	ub
K_MR_VENTZU_EIN	manuelles Zuhalten der Ventile nur bei Bremsen	ub
K_STKN_AO_MAN	Auslass Öffnet für manuellen Modus	uw
K_STKN_AS_MAN	Auslass Schließt für manuellen Modus	uw
K_STKN_EO_MAN	Einlass Öffnet für manuellen Modus	uw
K_STKN_ES_MAN	Einlass Schließt für manuellen Modus	uw
K_ML_SOLL_MAN	Soll Luftmasse für manuellen Modus	uw
K_WDK_MAN	Drosselklappenwinkel für manuellen Modus	uw
K_TZ_MAN	Zündwinkel für manuellen Modus	sw
K_STKN_AO_START	Auslass Öffnet für Start	uw
K_STKN_AS_START	Auslass Schließt für Start	uw
K_STKN_EO_START	Einlass Öffnet für Start	uw
KF_STKN_ES_START	Einlass Schließt für Start	uw/uw/uw
K_MR_MINILIFT_INT	Amplitude Minihub für Einlass	ub
K_ML_SOLL_START	Soll Luftmasse für Start	uw
K_WDK_START	Drosselklappenwinkel für Start	uw
KL_TZ_START_N_EVT	Zündwinkel bei Start f(n)	uw/sw
KL_TZ_START_TMOT_EVT	Zündwinkel bei Start f(tmot)	ub/sw
KL_STKN_AO_VL	Auslass Öffnet für Vollastbetrieb	uw/uw
KL_STKN_AS_VL	Auslass Schließt für Vollastbetrieb	uw/uw
KL_STKN_EO_VL	Einlass Öffnet für Vollastbetrieb	uw/uw
KL_STKN_ES_VL	Einlass Schließt für Vollastbetrieb	uw/uw
KL_ML_SOLL_VL	Soll Luftmasse für Vollastbetrieb	uw/uw
KL_WDK_VL	Drosselklappenwinkel für Vollastbetrieb	uw/uw
KL_TZ_VL	Zündwinkel für Vollastbetrieb	uw/sw
KL_ES_VOLUM	Umrechnung Einlass Schließt -> Volumen	uw/uw
KL_ES_VOLUM_inv	inverse Kennlinie von KL_ES_VOLUM nicht applbar!	uw/uw
KF_STKN_AO_BAS_x	Auslass Öffnet bei bm_evt_state=x	uw/uw/uw
KF_STKN_AS_BAS_x	Auslass Schließt bei bm_evt_state=x	uw/uw/uw
KF_STKN_EO_BAS_x	Einlass Öffnet bei bm_evt_state=x	uw/uw/uw
KF_STKN_ES_BAS_x	Einlass Schließt bei bm_evt_state=x	uw/uw/uw
KF_ML_SOLL_BAS_x	Soll Luftmasse bei bm_evt_state=x	uw/uw/uw
KF_WDK_BAS_x	Drosselklappenwinkel bei bm_evt_state=x	uw/uw/uw
KL_WDK_BAS_6	Drosselklappenwinkel bei bm_evt_state=6 (Bremsen 4T)	uw/uw
KF_TZ_BAS_x	Basis Zündwinkel bei bm_evt_state=x	uw/uw/sw

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	03.04.04	Frank	1.03.doc

PROJEKT: MSS60

KAPITEL: 1.05
MODUL: DICHTEKORREKTUR IN
EVT-MOMENTENREALISIERUNG
FUNKTION: DICHTEKORREKTUR

AUTORISATION

AUTOR (EA-E-2) SCHLÜTER **DATUM** 03.05.2004

BEARBEITER (MSS60) SCHMEIER **DATUM** 21.12.2004

GENEHMIGT (MSS60) _____ **DATUM** _____

GENEHMIGT (EA-E-2) _____ **DATUM** _____

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	03.05.04	W. Schlüter	1.04.doc

Änderungen: S380

Version	Datum	Kommentar
S370	30.4.2004	1. Version als eigenes Modul; Ersatz bestehender Umfänge im Modul EVT-Momentenrealisierung
S370	11.05.2004	Abgabestand Offene Punkte: - Listen für Betriebsarten
S370	04.07.2004	Abgabestand Minitteam
S380	21.12.2004	ks: Dokumentation der Implementierung

Inhaltsverzeichnis

1	FUNKTIONSBESCHREIBUNG	3
1.1	PHYSIKALISCHER HINTERGRUND	3
1.2	IMPLEMENTIERUNG	4
1.3	FUNKTIONSSCHALTBILD	5
1.4	APPLIKATIONSHINWEISE.....	7
2	DATEN DES MODULS	8
2.1	VARIABLEN.....	8
2.2	PARAMETER	9
2.3	KENNLINIEN	11
2.4	KENNFELDER	11
3	ANFANGSBEDATUNG	12
3.1	PARAMETER	12
3.2	KENNFELDER	12
3.3	KENNLINIEN	13

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	03.05.04	W. Schlüter	1.04.doc

1 FUNKTIONSBESCHREIBUNG

Das Steuerungsmodul Dichtekorrekturen DKR beinhaltet Steuerfunktionen, die den Einfluß eines geänderten Ansaugluftzustands kompensieren. Ansaugdruck und -temperatur gehen jedoch unterschiedlich in die Berechnung ein. Die Kompensation verhindert, daß ein geänderter Ansaugluftzustand zu einer Änderung von Frischluftfüllung, Restgasgehalt, Ladungsbewegung und in Folge zu einer Änderung der indizierten Arbeit im entsprechenden Betriebspunkt führt.

Einsatzhöhen zwischen -300 und +3000 m ü.NN. entsprechen Druckänderungen zwischen +10 % und -30 % gegenüber einem Referenzdruck von 960 mbar. Für eine Referenztemperatur von 293 K ergeben sich im relevanten Betriebsbereich Temperaturänderungen von ca. +/-10 %.

Das für die Frischluftfüllung besonders entscheidende Einströmverhalten wird primär durch den Luftzustand im Saugrohr bestimmt. Daher wird als Eingangsgröße für die Berechnung von Kompensationsmaßnahmen der gemittelte Saugrohrdruck verwendet.

Das hier realisierte Verfahren ist eine reine Korrektur der Einlass Schliesst Steuerkante mit dem Ziel, die Frischluftfüllung an den applizierten Wert bei Referenzbedingungen anzupassen. Die Erwärmung des Gases vor dem Wiederauschieben bei Spätem Einlass Schliesst wird nicht explizit berücksichtigt. Unter der Annahme, daß der Ausströmvorgang primär durch die Verbrennung, das heißt die indizierte Arbeit, und weniger durch den Umgebungszustand beeinflusst wird, wird die Restgasmasse im Zylinder nicht nachkorrigiert. Der Einfluß der Ladungsbewegung wird vernachlässigt.

Die beiden Berechnungsverfahren für die Einlass Schliesst Korrektur — basierend auf dem Zylindervolumen bei Einlass Schliesst bzw. der Öffnungszeit des Einlassventils — sowie die anschließende Limitierung der korrigierten Einlass Schliesst Steuerkante werden im folgenden näher beschrieben.

1.1 PHYSIKALISCHER HINTERGRUND

Die Einlass Schliesst Korrektur verwendet zwei parallele Berechnungsverfahren: Mit dem Fokus auf Teillastbetrieb mit Vollhub der Ventile, das heißt für Betriebspunkte in denen die Frischluftfüllung durch das Zylindervolumen limitiert ist, wird das Zylindervolumen bei Einlass Schliesst ausgewertet. Unter der Annahme, daß die Gasdichte im Zylinder zu diesem Zeitpunkt dem Umgebungszustand proportional ist, wird die Einlass Schliesst Steuerkante so verschoben, daß das Produkt aus Dichte und Zylindervolumen bei Einlass Schliesst gleich dem applizierten Referenzzustand ist. Mit dem Zylindervolumen V_{ES} als geometrische Funktion des Einlass Schliesst Kurbelwinkels und der relativen Luftdichte im Saugrohr $rf_{pt_korr_dichte}$ gilt:

$$V_{ES,korr} = rf_{pt_korr_dichte} V_{ES,ref} = \frac{\left(\frac{p}{T}\right)_{ref}}{\frac{p}{T}} V_{ES,ref}$$

Bei Frühem Einlass Schliesst führt eine reduzierte Dichte zu einem größeren Zylindervolumen, das heißt zu späterem Einlass Schliesst.

Diese Korrektur entspricht der Korrekturfunktion bis Steuergerätstand R 360.

Bei Spätem Einlass Schliesst und reduzierter Dichte wird das notwendige größere Zylindervolumen durch ein früheres Einlass Schliesst realisiert. Das Zylindervolumen als Funktion des Kurbelwinkels ist symmetrisch zum unteren Totpunkt bei 540°. Zur Erweiterung der Applikationsmöglichkeiten werden jedoch die Einlass Schliesst Steuerkanten zu Spätem Einlass Schliesst nicht [mit ES := 1080 - ES] in den Bereich des Frühen Einlass Schliesst transformiert. Die Zylindervolumenfunktion ist statt dessen für diesen Bereich separat abgelegt.

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	03.05.04	W. Schlüter	1.04.doc

Mit dem Fokus auf Minihub, das heißt für Betriebspunkte in denen die Frischluftfüllung durch das Einströmverhalten der Einlassventile bestimmt ist, wird die Öffnungszeit des Einlassventils ausgewertet. Für Betriebsarten mit frühem Einlass Schliesst ist dieses der Abstand zwischen Einlass Öffnet und Einlass Schliesst. Für Betriebsarten mit spätem Einlass Öffnet ist statt Einlass Öffnet der Beginn der Wiederausschiebephase relevant; dieser Zeitpunkt entspricht ungefähr dem unteren Totpunkt. Mit dem relativen Einlassmassenstrom $rf_pt_korr_drossel$ folgt für die Öffnungszeit des Einlassventils:

$$ES_{korr} - EO = (ES_{ref} - EO) rf_pt_korr_drossel$$

Die Drosselcharakteristik oder ein laminar-turbulenter Ansatz für den Einlassmassenstrom können in zwei Kennlinien für die Abhängigkeit von Druck und Temperatur hinterlegt werden:

$$rf_pt_korr_drossel = \frac{\dot{m}}{\dot{m}_{ref}} = f_1(p) f_2(T)$$

Für Betriebspunkte mit hohen Drehzahlen oder Lasten wird ein gewichtetes Mittel beider Korrekturmodelle verwendet. Zur Gewichtung der Öffnungszeit-basierten Korrektur wird dabei die spezifische Last pro Zylinder und Einlassventil als Kennfeldeingang verwendet.

Vor der Berechnung der volumenbezogenen Einlass Schliesst Korrektur kann die Einlass Schliesst Steuerkante gegenüber der Berechnung des Zylindervolumen verschoben werden. Damit können Dynamikeffekte (Druckwellen, Resonanzen) berücksichtigt werden. Alternativ zur anteiligen Gewichtung der Öffnungszeit-basierten Korrektur können mit diesem Eingriff auch die Einströmdruckverluste bei hohen Lasten und Drehzahlen berücksichtigt werden.

Nach Berechnung der korrigierten Einlass Schliesst Steuerkante wird diese auf den physikalisch sinnvollen Bereich limitiert: In Abhängigkeit von der Betriebsart Frühes oder Spätes Einlass Schliesst sind die Grenzen hier die Totpunkte der Kolbenbewegung bzw. die Vollaststeuerzeiten.

1.2 IMPLEMENTIERUNG

Im Signalfuß überführt das Modul Dichtekorrekturen die im Modul EVT-Momentenrealisierung aus den Basiskennfelder bzw. dem Applikationseingriff gebildete Einlass Schliesst Steuerkante es_bas in eine korrigierte Einlass Schliesst Steuerkante drk_es_aw (bisheriger Name: es_aw).

Für externe Berechnungen wird zudem die relative Dichte rf_pt_korr zur Verfügung gestellt. Diese wird gleich gesetzt zur relativen Dichte für die volumenbezogenen Einlass Schliesst Korrektur $drk_rf_pt_korr_dichte$. Für externe Berechnungen wird zudem die relative Dichte rf_pt_korr zur Verfügung gestellt. Der relative Durchfluß $drk_rf_pt_korr_drossel$ wird ebenfalls extern verwendet. Alle anderen, in diesem Modul berechneten Variablen sind intern.

Mit Ausnahme der Kennlinie $KL_STKN_ES_VL$ sind alle Parameter im Modul intern.

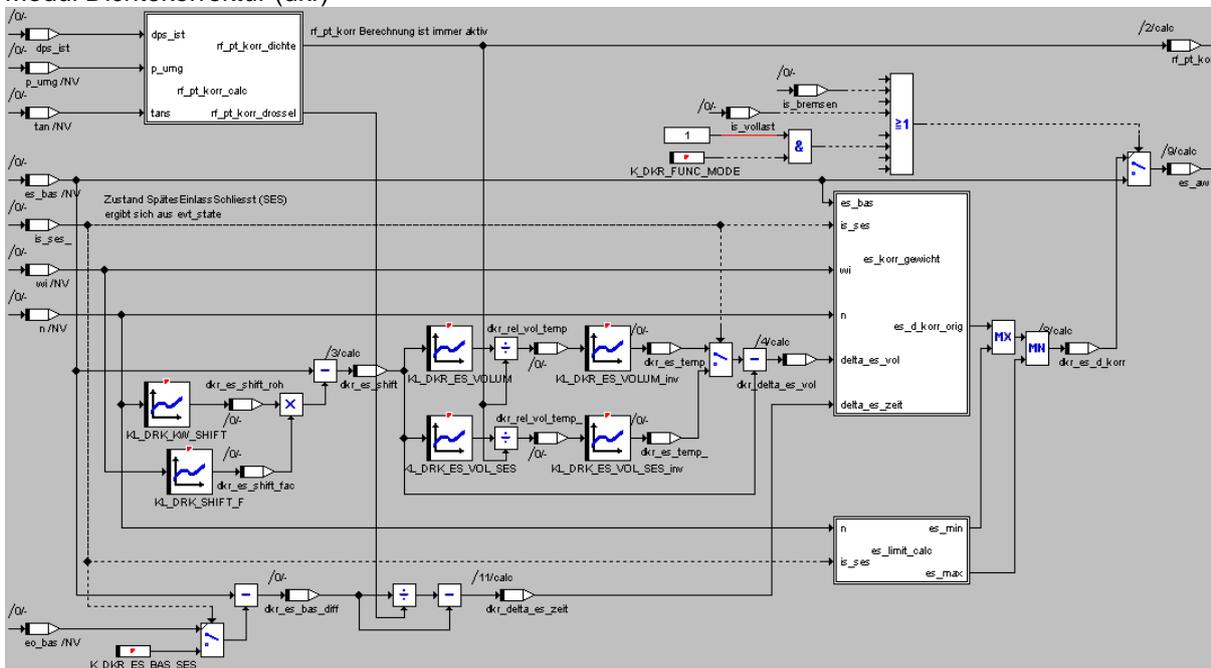
Anmerkung zur Realisierung:

Die Funktion ist sehr laufzeitintensiv, da große Teile davon (mit etlichen Interpolationen) im Segmentrastrer gerechnet werden. Wird die MSS60 an einem 8-Zylinder-Motor betrieben, ist es ratsam die Dichtekorrekturen auszuschalten ($K_DKR_FUNC_MODE = DKRoff$), da ansonsten die Performance für höhere Drehzahlen nicht ausreicht. Möglicherweise muss man für die Zukunft das Design der Funktion noch einmal überdenken, um mit weniger Rechenzeit oder Rechenhäufigkeit auszukommen.

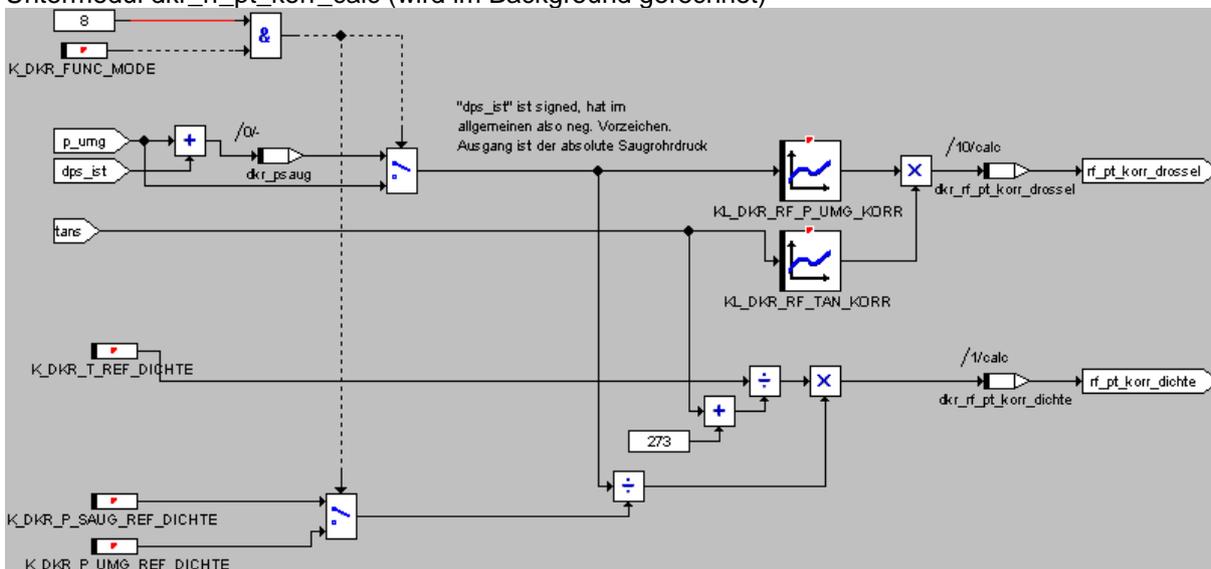
	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	03.05.04	W. Schlüter	1.04.doc

1.3 FUNKTIONSSCHALTBILD

Modul Dichtekorrektur (dkr)



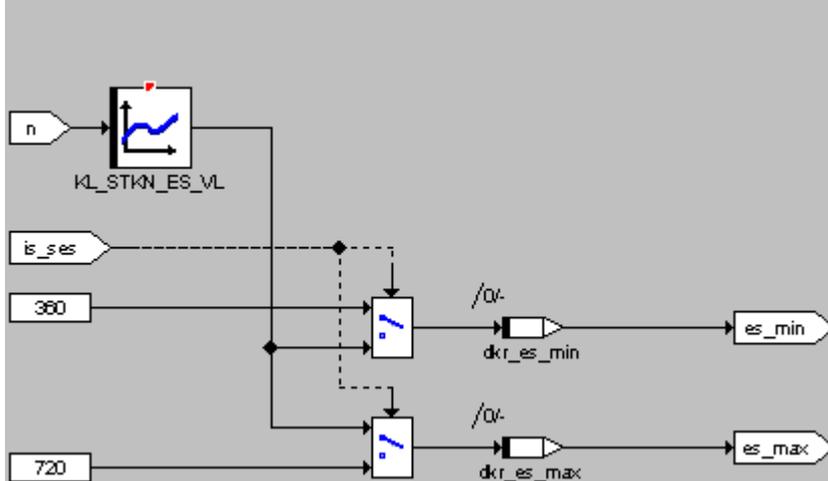
Untermodul dkr_rf_pt_korr_calc (wird im Background gerechnet)



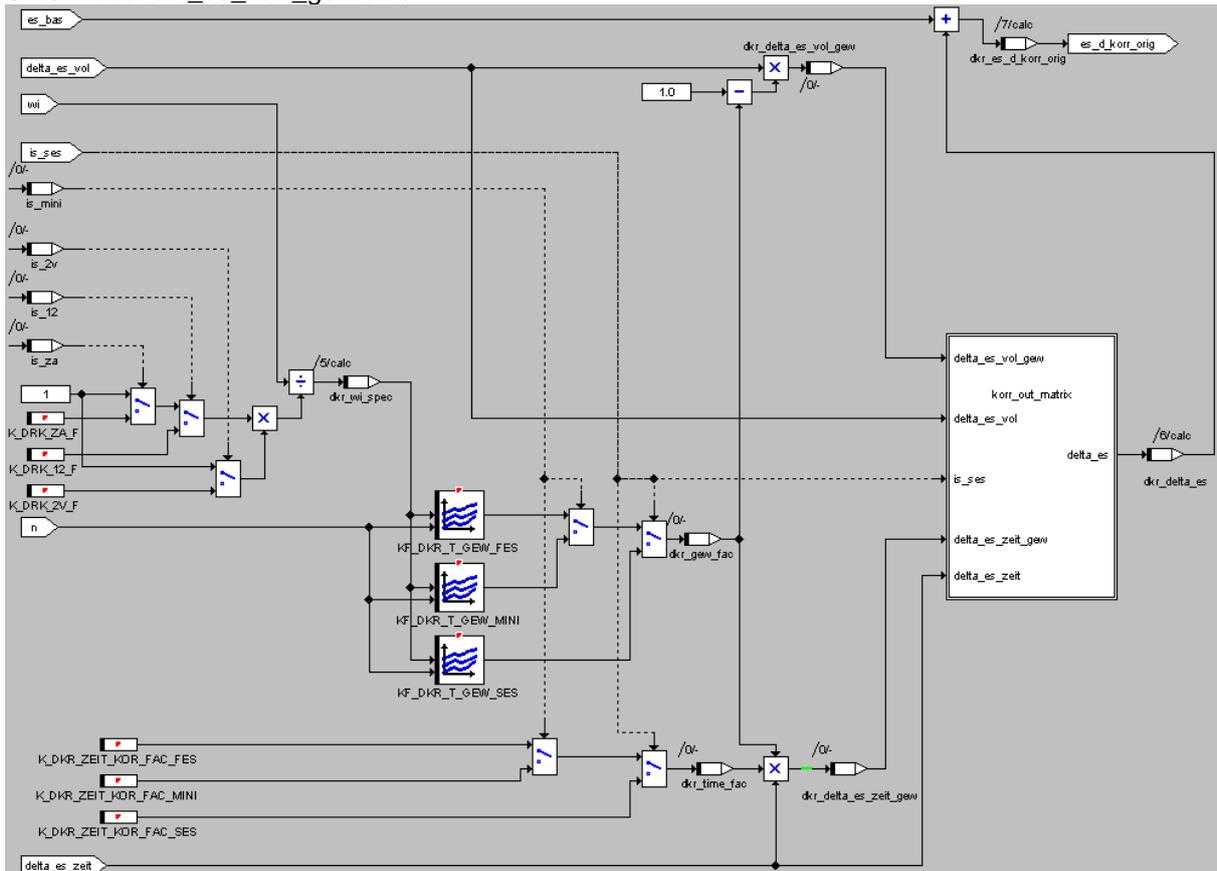
Autor	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
	ZS-M-57	03.05.04	W. Schlüter	1.04.doc

Untermodul dkr_es_limit_calc

(Abweichend vom Struktogramm werden in „dkr_es_limit_calc“ die Limitwerte K_DKR_ES_MIN / K_DKR_ES_MAX benutzt.)

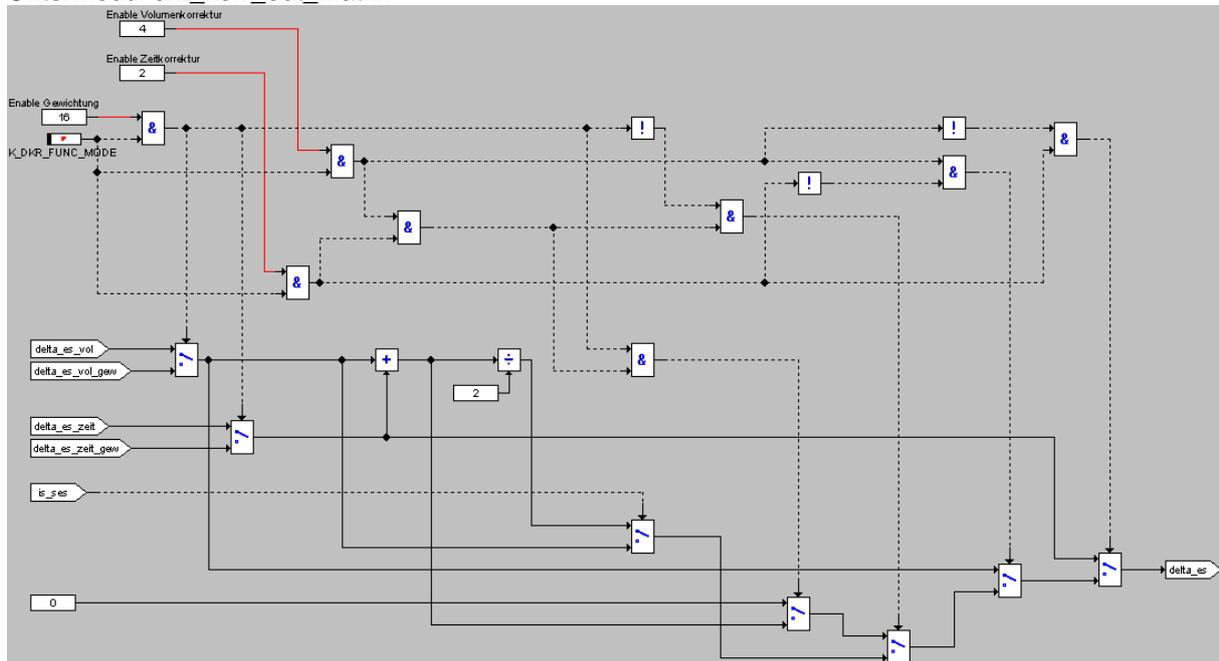


Untermodul dkr_es_korr_gewichtet



	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	03.05.04	W. Schlüter	1.04.doc

Untermodul dkr_korr_out_matrix



1.4 APPLIKATIONSHINWEISE

Der Referenz-Umgebungszustand ist 960 mbar mit 20°C. Mit einem Saugrohrunterdruck von 50 mbar in den meisten Betriebspunkten hat der Referenz-Saugrohrzustand einen Luftdruck von 910 mbar.

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	03.05.04	W. Schlüter	1.04.doc

2 DATEN DES MODULS

Die Berechnung der Funktion erfolgt segmentsynchron im Slave.

rf_pt_korr Berechnungen erfolgt im Background

	Winkel	background	1ms	10ms	20ms	100ms	1s
Task	dkr	dkr_rf_pt_korr_calc					

2.1 VARIABLEN

Das Modul enthält keine Static-Variablen, alle Größen sind global.

Variable [Output]	Initialisierung	Einheit	Bereich (physikal.)	Quant.	Impl.	Seite
dkr_es_aw		°	0 - 720	0,1	word	
	Kurbelwinkel Einlass Schliesst Ausgang Dichtekorrekturen global zur Verfügung gestellte Ausgangsgrösse					
rf_pt_korr	1	-	0 - 2,5	x/128	byte	
	rf_pt_korr an externe Funktionen gesetzt als rf_pt_korr_dichte Berechnet aus: p_umg, dps_ist, tan					
dkr_rf_pt_korr_drossel	1	-	0 - 2,5	x/128	byte	
	rf_pt_korr (relativer Massenstrom) für Dichtekorrekturen über Öffnungszeit Einlassventil Berechnet aus: p_umg, dps_ist, tan					

Variable [Lokal]	Initialisierung	Einheit	Bereich (physikal.)	Quant.	Impl.	Seite
dkr_rf_pt_korr_dichte	1	-	0 - 2,5	x/128	byte	
	rf_pt_korr (relative Dichte) für Dichtekorrekturen über Zylindervolumen					
dkr_delta_es_vol	0	°	-180 - 180	0,1	word	
	Einlass Schliesst Kurbelwinkel Korrektur aus Zylindervolumen					
dkr_delta_es_zeit	0	°	-180 - 180	0,1	word	
	Einlass Schliesst Kurbelwinkel Korrektur aus Öffnungszeit Einlassventil					
dkr_delta_es	0	°	-180 - 180	0,1	word	
	Einlass Schliesst Kurbelwinkel Korrektur					
dkr_es_d_korr_orig		°	0 - 720	0,1	word	
	Kurbelwinkel Einlass Schliesst nach Dichtekorrekturen ohne Min/Max-Begrenzung					
dkr_es_d_korr		°	0 - 720	0,1	word	
	Kurbelwinkel Einlass Schliesst in Dichtekorrekturen berechnet (Return-Wert von "dkr()")					
dkr_es_min		°	0 - 720	0,1	word	
	Minimalwertbegrenzung					
dkr_es_max		°	0 - 720	0,1	word	
	Maximalwertbegrenzung					
dkr_es_shift		°	0 - 720	0,1	word	
	Arbeits-Wert in "dkr()"					
dkr_wi_spec		kJ/l	wie "wi"		word	
	Arbeits-Wert in "dkr_es_korr_gewichtet()"					
dkr_gew_fac			0 - 1	0,05	byte	
	Arbeits-Wert in "dkr_es_korr_gewichtet()"					
dkr_time_fac			0 - 12,7	0,05	byte	
	Arbeits-Wert in "dkr_es_korr_gewichtet()"					
dkr_delta_es_zeit_gew	0	°	-180 - 180	0,1	word	
	Arbeits-Wert in "dkr_es_korr_gewichtet()"					
dkr_delta_es_vol_gew	0	°	-180 - 180	0,1	word	
	Arbeits-Wert in "dkr_es_korr_gewichtet()"					

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	03.05.04	W. Schlüter	1.04.doc

Variable [Input]	Quelle	Einheit	Bereich (physikal.)	Quant.	Impl.	Seite
eo_bas	EVT-Momentenreal.	Deg				
	Steuerkante Einlass Öffnet					
es_bas	EVT-Momentenreal.	Deg				
	Basis Steuerkante Einlass Schliesst					
evt_state	EVT-Momentenreal.	-				
	Betriebsart					
tan		°C				
	Ansauglufttemperatur					
p_umg		mbar				
	Umgebungsdruck					
wi		kJ/l				
	indizierte Arbeit					
n		U/min				
	Drehzahl					
dps_ist		mbar				
	Saugrohrunterdruck (gemittelt)					

2.2 PARAMETER

Applikationsgröße	Standardwert	Einheit	Bereich (physikal.)	Quant.	Impl.	Seite
K_DKR_FUNC_MODE	DKR OFF	-	0x00: DKR=0 (wirkungslos) 0x07: DKR[t/V/ups/Gew]=1 0x13: V/Gew=0 0x15: t/Gew=0 0x17: Gew=0 0x03: V=0 0x05: t=0 0x0F: ups=0 0x1B: V/ups/Gew=0 0x1D: t/ups/Gew=0 0x1F: ups/Gew=0 0x0B: V/ups=0 0x0D: t/ups=0 0x80: DKR OFF (deaktiviert)	-	byte	
			Schalter: Einlass Schliesst Eingriff der Dichtekorrektur deaktivieren/umschalten			
K_DKR_ES_BAS_SES	540	°	500 - 755	1	byte	
K_DKR_ES_MIN	400	°	500 - 755	1	byte	
K_DKR_ES_MAX	660	°	500 - 755	1	byte	
K_DKR_P_REF_DICHTE	910	mbar	850 - 1105	1	byte	
K_DKR_ZEIT_KOR_FAC_FES	1	-	0 - 12,7	0,05	byte	
K_DKR_ZEIT_KOR_FAC_Mini	1	-	0 - 12,7	0,05	byte	
K_DKR_ZEIT_KOR_FAC_SES	1	-	0 - 12,7	0,05	byte	
K_DKR_T_REF_DICHTE	293	K	270 - 525	1	byte	

Autor	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
	ZS-M-57	03.05.04	W. Schlüter	1.04.doc

	Referenztemperatur für Luftzustand					
K_DRK_ZA_F	2	-	0 - 5	0,02	byte	
	Multiplikationsfaktor für Zylinderlast bei Zylinderabschaltung					
K_DRK_2V_F	2	-	0 - 5	0,02	byte	
	Multiplikationsfaktor für Zylinderlast bei 2V Betrieb					
K_DRK_12_F	3	-	0 - 5	0,02	byte	
	Multiplikationsfaktor für Zylinderlast bei 12-Takt Betrieb					

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	03.05.04	W. Schlüter	1.04.doc

2.3 KENNLINIEN

Applikationsgröße	Stützstellen	Einheit	Bereich	Quant.	Impl.	Seite
KL_DKR_ES_VOLUM	8 x KW	°	465 - 720	1	16 * byte	
		-	0 - 2 (3)		16 * byte	
	Zylindervolumen = f(Kurbelwinkel); Kennlinie muß invertierbar sein					
KL_DKR_ES_VOL_SES	8 x KW	°	465 - 720	1	16 * byte	
		-	0 - 1		16 * byte	
	Zylindervolumen = f(Kurbelwinkel) für SES; Kennlinie muß invertierbar sein					
KL_DKR_RF_P_UMG_KORR	8 x p	mbar	600 - 1110	2	8 * byte	
		-	0 - 2,5	x/128	8 * byte	
	KL_DKR_ES_VOLUM invers abgelegt					
KL_DKR_RF_TAN_KORR	8 x t	°C	-40 - 85	1	8 * byte	
		-	0 - 2,5	x/128	8 * byte	
	KL_DKR_ES_VOLUM invers abgelegt					
KL_DKR_KW_SHIFT	32 x KW	U/min	0 - 7500	50	32 * byte	
		deg	-30 - 120	x/128	32 * byte	
	Kurbelwinkelverschiebung Einlass Schliesst zu Zylindervolumenberechnung					
KL_DKR_KW_SHIFT_F	8 x wi	kJ/l	0 - 1,5	0,01	8 * byte	
		-	0 - 2,5	0,01	8 * byte	
	Last abhängige Gewichtung der Kurbelwinkelverschiebung					
KL_STKN_ES_VL		U/min				
		deg				
	Basis Steuerkante Einlass Schliesst Vollast (aus dem Last-Modul inkludiert)					

2.4 KENNFELDER

Applikationsgröße	Stützstellen	Einheit	Bereich	Quant.	Impl.	Seite
KF_DKR_T_GEW_FES		U/min	0 - 6500		8 * byte	
		kJ/l	0 - 1,5		8 * byte	
		-	0 - 1	0,05	8*8 * byte	
	Gewichtungsfaktor für Öffnungszeit-basierte Dichtekorrektur für FES					
KF_DKR_T_GEW_MINI		U/min	0 - 6500		8 * byte	
		kJ/l	0 - 1,5		8 * byte	
		-	0 - 1	0,05	8*8 * byte	
	Gewichtungsfaktor für Öffnungszeit-basierte Dichtekorrektur für Minihub					
KF_DKR_T_GEW_SES		U/min	0 - 6500		8 * byte	
		kJ/l	0 - 1,5		8 * byte	
		-	0 - 1	0,05	8*8 * byte	
	Gewichtungsfaktor für Öffnungszeit-basierte Dichtekorrektur für SES					

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	03.05.04	W. Schlüter	1.04.doc

3 ANFANGSBEDATUNG

In folgenden ist eine Anfangsbedatung für alle Applikationswerte angegeben. Für einige Parameter sind zusätzlich Werte angegeben um den Funktionalität der alten Dichtekorrektur (R360) zu realisieren: In diesem Fall sind die Öffnungszeit-basierten Korrektur sowie die Verschiebung zwischen Einlass Schliesst Kurbelwinkel und Zylindervolumenberechnung neutralisiert.

3.1 PARAMETER

K_DKR_B_DRK_OFF	0	
K_DKR_ES_BAS_SES	540 °	
K_DKR_ES_MIN	400 °	
K_DKR_ES_MAX	660 °	
K_DKR_P_REF_DICHTE	910 mbar (= 960 - 50)	
K_DKR_T_REF_DICHTE	293 K	
K_DKR_ZEIT_KOR_FAC_FES	1	für Stand R360: 0
K_DKR_ZEIT_KOR_FAC_Mini	1	für Stand R360: 0
K_DKR_ZEIT_KOR_FAC_SES	1	für Stand R360: 0
K_DKR_ZA_F	2	
K_DKR_2V_F	2	
K_DKR_12_F	3	

3.2 KENNFELDER

KF_DRK_T_GEW_FES:	konstant 0
KF_DRK_T_GEW_SES:	konstant 0
KF_DRK_T_GEW_MINI:	konstant 1

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	03.05.04	W. Schlüter	1.04.doc

3.3 KENNLINIEN

KL_DKR_ES_VOLUM

Kennlinie muß invertierbar sein

Von 540 bis 543 zwei Stützstellen mit Steigung 1! Daten analog aktuellem Stand, linear extrapoliert

KW	360	370	390	420	460	500	540	720
Ausgang []	0,088	0,097	0,168	0,372	0,696	0,925	1	3

Bedutung aus altem Softwarestand ohne DKR übernommen.

KL_DKR_ES_VOL_SES

Kennlinie muß invertierbar sein; Daten analog aktuellem Stand, gespiegelt an 540°, linear extrapoliert

KW	540	550	570	600	630	660	690	720
Ausgang []	1	0,991	0,920	0,761	0,469	0,260	0,130	0,088

Bedutung aus altem Softwarestand ohne DKR übernommen.

KL_DKR_RF_P_UMG_KORR

P_UMG	599	749	800	851	899	959	1040	1100
Ausgang [-]	0,62	0,78	0,83	0,88	0,94	1	1,08	1,14

KL_DKR_RF_TAN_KORR

TAN	-40	-20	0	20	40	60	80	100
Ausgang [Nm]	1,26	1,16	1,07	1	0,94	0,88	0,82	0,73

KL_DRK_KW_SHIFT

Berechnet als Vollast Einlass Schliesst - 540° mit Limitierung nicht negativ.

Wenn Vollast mit anderer DISA Stellung gefahren wird, Werte noch modifizieren.

N	400	800	1200	1600	2000	2400	2800
Ausgang []	0	0	0	12	7	13	20

3200	3600	4000	4400	4800	5200	5600	6000	6400
26	34	44	46	51	60	74	93	120

Um Stand R360 zu realisieren muß diese oder die Kennlinie KL_DRK_KW_SHIFT_F konstant 0 gesetzt werden. **Musste auf 16 Stützstellen reduziert werden !**

KL_DRK_KW_SHIFT_F

wi	0	0,2	0,4	0,6	0,8	0,9	1	1,4
Ausgang []	0	0,2	0,4	0,6	0,8	0,9	1	1

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	03.05.04	W. Schlüter	1.04.doc



E-Power

Modulbeschreibung

Projekt: **MSS60**

Modul: **Füllungsregelung**

Seite 1 von 5

Projekt: MSS60

Modul:Füllungsregler

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	05.07.2005	.Frank	FR.DOC



Inhaltsverzeichnis:

1 FÜLLUNGSREGLER	3
1.1 Berechnung der Regeldifferenz	3
1.2 Prädiktor	3
1.3 PI -- Regler	3
1.4 Daten des Füllungsreglers	3
1.5 Schaltbild des Füllungsregler	5

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	05.07.2005	.Frank	FR.DOC



1 Füllungsregler

Der Füllungsregler sorgt für den stationären Abgleich der Istfüllung auf die Sollfüllung. Der Füllungsregler ist ein PI-Regler, wobei der I-Anteil abgeschaltet wird (aktueller Wert wird eingefroren), wenn die Drosselklappe soweit offen ist, daß der Motor nicht mehr gedrosselt wird, oder wenn die Abweichung der aktuellen Drosselklappenposition von der Sollwertvorgabe für den Lageregler grösser ist als eine applizierbare Konstante. Der P-Anteil wird zu Null gesetzt, wenn die Bedingung B_WDK_KEINE_DROSSEL aktiv ist.

Der Regler beeinflusst die Stellgröße md_rf_soll multiplikativ.

Der Regler wird durch eine Prädiktion der im nächsten Schritt zu erwartenden Füllung unterstützt.

1.1 Berechnung der Regeldifferenz

Die Reglerabweichung wird folgend berechnet:

$$fr_rf_delta = 10 * rf - md_rf_roh$$

Der Faktor 10 resultiert aus unterschiedlicher Normierung.

1.2 Prädiktor

Der Prädiktorkoeffizient wird wie folgt berechnet:

$$fr_rf_prae = kls_wint(\&KL_FR_PRAE, n) * (md_rf_roh - md_rf_roh_{-1})$$

Der Reglersollwert wird mit dem Prädiktorkoeffizienten beeinflusst.

$$fr_rf_delta = fr_rf_delta + fr_rf_prae$$

1.3 PI -- Regler

Der Füllungsregler ist ein PI-Regler, wobei der P-Anteil zu Null gesetzt wird, wenn der Motor nicht mehr gedrosselt wird. Der I-Anteil wird zu Null gesetzt, wenn B_ML nicht gesetzt ist oder beim B_HFM_FEHLER .

Der I-Anteil wird eingefroren, wenn der Motor nicht mehr gedrosselt wird und die Ist-Füllung kleiner ist als die Soll-Füllung. Zusätzlich wird der I-Anteil eingefroren, wenn die Abweichung der aktuellen Drosselklappenposition von der Sollwertvorgabe für den Lageregler grösser ist als eine applizierbare Konstante.

1.4 Daten des Füllungsreglers

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	05.07.2005	.Frank	FR.DOC



Beschreibung der Variablen:

Name	Beschreibung	Typ	Auflösung
fr_rf_delta	Reglerabweichung	sw	1/10 000
rf	relative Füllung ist	uw	1/1000
md_rf_roh	relative Füllung soll, nicht p/t korr.	uw	1/10000
fr_rf_gradient	Änderung der rel. Füllung	uw	1/10000 / 10 ms
md_rf_soll	p/t korr. rel. Füllung soll	uw	1/10000
lls_emi.rf_rel_korr	p/t korr. rel. Füllung Ausgang	uw	1/10000
fr_reg_i	I-Anteil des Füllungsreglers	sw	1/32768
fr_ant_i	P-Anteil des Füllungsreglers	sw	1/32768
fr_reg_p			
fr_regler			
fr_rf_prae			
fr_rf_roh_prae			

Beschreibung der Applikationsdaten:

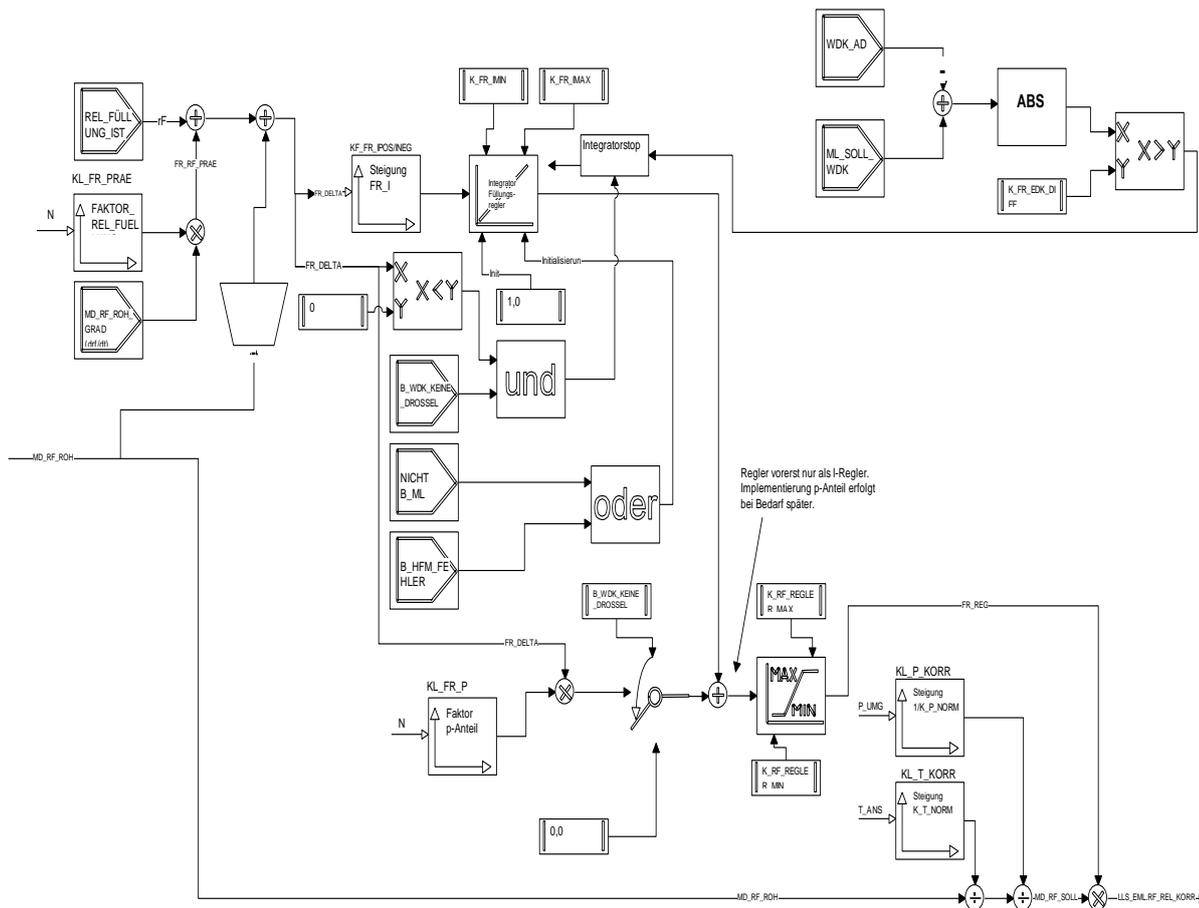
Name	Typ	Dim.	x-Achse	y-Achse
KL_FR_IPOS	KL	8 x 6	rf Reglerabweichung	n_mot
KL_FR_INEG	KL	8 x 6	rf Reglerabweichung	n_mot
KL_FR_IPOS	KL	8 x 6	rf Reglerabweichung	n_mot
KL_FR_P	KL			
KL_FR_PRAE	KL			
K_FR_ADAPT_TOL				
K_FR_DI_ENTDR				
K_FR_DMLADAPT_MAX				
K_FR_EDK_DIFF				
K_FR_IMAX				
K_FR_IMIN				
K_FR_MLADAPT_MAX				
K_FR_MLADAPT_MIN				
K_FR_MLADAPT_OFFSET				
K_FR_TAU_ADAPT				
K_FR_TMOT_ADAPT				
K_FR_T_ADAPT				

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	05.07.2005	.Frank	FR.DOC



1.5 Schaltbild des Füllungsregler

Füllungsregler/Dichtekorrektur Scherer ZS-E-51



Bearbeiter	Abteilung	Datum	Name	Filename
	ZS-M-57	05.07.2005	.Frank	FR.DOC



E-Power

Modulbeschreibung

Projekt: **MSS60**

Modul: **Adapt. Füll.Regler**

Seite 1 von 6

Projekt: MSS60

Modul: Adaption Füllungsregler

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	13.01.20215	Frank	FRA.DOC



1 ADAPTION FÜLLUNGSREGLER	3
1.1 Adaptionsbedingungen	4
1.2 Zustände der FR-Adaption	4
1.3 Daten der FR-Adaption	5
1.4 Nichtflüchtiges Abspeichern	6

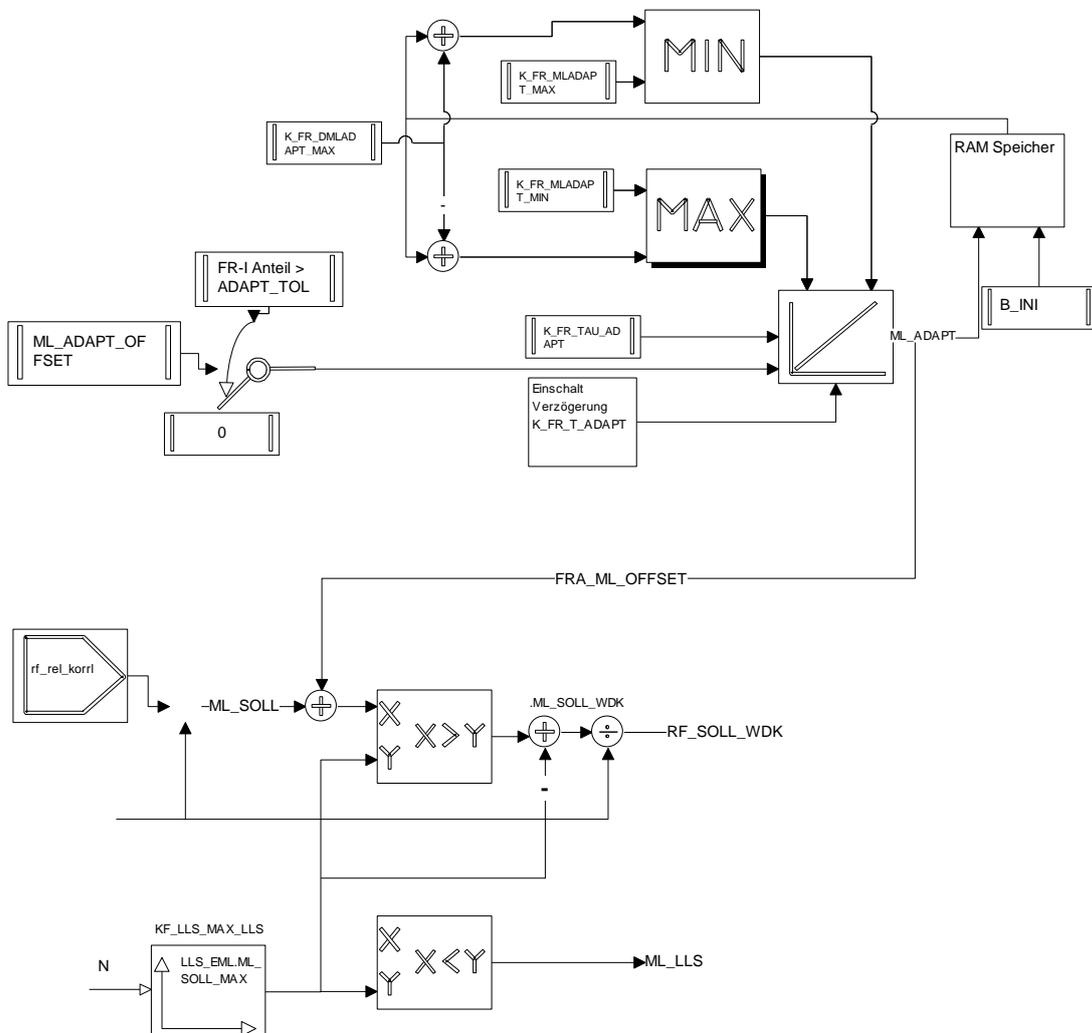
	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	13.01.20215	Frank	FRA.DOC



1 Adaption Füllungsregler

Aufgabe der Füllungsregleradaption ist es die durch Montage- und Fertigungsschwankungen der Drosselklappen (untersch. Leckluft bei versch. Fahrzeugen) bedingten **stationären** Unterschiede zwischen errechneten Sollführung und der mittels HFM gemessenen Istfüllung auszugleichen. Diese Abweichung soll durch die FR-Adaption festgestellt und über **Korrektur des berechneten ml_soll** behoben werden .

Bild : Füllungsregleradaption



	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	13.01.20215	Frank	FRA.DOC



1.1 Adaptionsbedingungen

Für die Aktivierung der Adaption müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

B_FRA = B_LLR ; Zustand Leerlaufregelung aktiv
 (siehe Zustandsautomat der LLR)
 und $t_{mot} > K_{FR_TMOT_ADAPT}$; Motortemperatur größer Schweller
 und !B_TMOT_FEHLER ; fehlerfreie t_{mot} -Erfassung
 und !B_HFM_FEHLER ; fehlerfreie m_l -Erfassung
 und !B_KATH_AKTIV ; Kat-Heizen nicht aktiv
 und kein Fehler im EGAS-System

Während der Entwicklungs- und Testphase kann die komplette FR-Adaption das Kontrollbyte K_FRA_CONTROL abgeschaltet werden. Alle Adaptionswerte sind dann gleich Null.

1.2 Zustände der FR-Adaption

Die Steuerung der FR-Adaption lässt sich als Zustandsautomat beschreiben.

Adaption inaktiv

Bedingung: B_FRA nicht erfüllt

Kennzeichen: fra_flags = 0 (inaktiv)

Adaptionswerte: fra_mladapt (t) = fra_mladapt (t - 20 ms)

Sperrzeitüberwachung für FRA aktiv

Bedingung: B_FRA erfüllt
und fra_timer != 0
(Sperrzeit noch nicht abgelaufen)

Kennzeichen: fra_flags = 1 (Sperrzeit)

Adaptionswerte: fra_mladapt (t) = fra_mladapt (t - 20 ms)

Adaption läuft

Bedingung: B_FRA
und fra_timer == 0 (Sperrzeit abgelaufen)
und $|fra_mladapt - fra_mlstart| \leq K_{FR_DMLADAPT_MAX}$
(Adaptionsweg nicht begrenzt)

Kennzeichen: fra_flags = 3 (adaptiert)

Adaptionswerte: fra_mladapt (t) = fra_mladapt (t - 20 ms) +
 $K_{FR_MLADAPT_OFFSET} * K_{FR_TAU_ADAPT}$
(ohne Berücksichtigung einer Begrenzung)

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	13.01.20215	Frank	FRA.DOC



Adaptionswert begrenzt

Bedingung: B_FRA
 und fra_timer == 0
 und | fra_mladapt - fra_mlstart | > K_FR_DMLADAPT_MAX
 (Adaptionsweg begrenzt)

Kennzeichen: fra_flags = 7 (begrenzt)

Adaptionswerte: fra_mladapt (t) = fra_mlstart ± K_FR_DMLADAPT_MAX

Anmerkung: Wird die Differenz zwischen berechnetem Adaptionswert und dem Startwert zu Beginn der Adaptionsphase wieder kleiner dem maximalen Adaptionsweg, wechselt man wieder in den Zustand "Adaption läuft".

1.3 Daten der FR-Adaption

Beschreibung der Variablen:

Name	Beschreibung	Typ	Auflösung
fra_timer	verbleibende Adaptionssperrzeit	uw	0,02 sec.
fra.mladapt	Wert des Adaptionsintegrators	sw	Def_rf * 320
fra.mlstart	Wert des Adaptionsintegrators zu Beginn einer neuen Adaptionsphase	sw	Def_rf * 320
fra.flags	Flags für Adaption Wert 0: Adaption inaktiv Wert 1: Sperrzeit läuft Wert 3: adaptiert Wert 7: Adaptionsweg begrenzt	uc	--
fra_ml_offset	Ausganggrösse der FR-Adaption		Def_rf
fra_sperren			

Beschreibung der Applikationsdaten:

Name	Typ	Bedeutung
K_FR_MLADAPT_OFFSET	FW	Adaptionsoffset
K_FR_ADAPT_TOL	FW	Toleranzband des Füllungsregler, unterhalb keine Adaption d.h. OFFSET = 0
K_FR_TAU_ADAPT	FW	Zeitkonstante für Adaption
K_FR_DMLADAPT_MAX	FW	max. Adaptionsweg pro Adaptionsphase
K_FR_T_ADAPT	FW	Adaptionssperrzeit
K_FR_MLADAPT_MIN	FW	untere Adaptionswertbegrenzung
K_FR_MLADAPT_MAX	FW	obere Adaptionswertbegrenzung
K_FRA_CONTROL	FW	Controlgrösse (Ein- Ausschalten der Adapt)
K_FRA_RF_ABREG	FW	rf-Schelle zur Abregelung d. Offsets
K_FRA_RF_FAKTOR	FW	Faktor zur Abregelunf d. Offsets ab b. rf

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	13.01.20215	Frank	FRA.DOC



1.4 Nichtflüchtiges Abspeichern

In der Nachlaufphase des Steuergerätes wird der aktuelle Wert

fra_mladapt

der FR-Adaption nichtflüchtig im E²PROM des Steuergerätes abgespeichert

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	13.01.20215	Frank	FRA.DOC

PROJEKT: MSS60
MODUL: DIFFERENTIELLE SAUGANLAGE

AUTORISATION

AUTOR (EE-221) _____ **DATUM** _____

GENEHMIGT (ZS-M-57) _____ **DATUM** _____

GENEHMIGT (EA-E2) _____ **DATUM** _____

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	20.09.03	Frank	Disa.doc



Änderungen:

Version	Datum	Kommentar
1.0	20.09.2003	Erste Version

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	20.09.03	Frank	Disa.doc

Inhaltsverzeichnis

ÄNDERUNGEN	2
1 FUNKTIONSBESCHREIBUNG	4
1.1 ZUSTÄNDE DER DISA	4
1.2 INITIALISIERUNG	4
1.3 SCHALTEN DER DISA	5
1.3.1 <i>Einschalten</i>	5
1.3.2 <i>Ausschalten</i>	5
1.4 RICHTUNGSUMKEHR	6
1.5 FUNKTIONSSCHALTBILDER	7
2 DATEN DER DISA	9

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	20.09.03	Frank	Disa.doc

1 FUNKTIONSBESCHREIBUNG

Die DISA bewirkt eine Umschaltung zwischen langem (Drehmomentstellung, DISA ein) und kurzem (Leistungsstellung, DISA aus) Ansaugweg.

Bei der bei EVT verwendeten Schalt-DISA wird der Umschaltpunkt durch eine untere Drehzahlgrenze $K_DISA_N_EIN$, eine obere Drehzahlgrenze $K_DISA_N_AUS$ und durch die Bedingung Vollast B_VL bestimmt.

Die DISA befindet sich im Zustand ein, wenn die Bedingung Vollast gültig ist und die Drehzahl sich im Bereich $K_DISA_N_EIN < n < K_DISA_N_AUS$ befindet, ansonsten ist die DISA aus.

Die Verstellung der DISA erfolgt über einen Elektromotor, der mittels eines PWM angesteuert wird.

1.1 ZUSTÄNDE DER DISA

Die DISA hat vier verschiedene Zustände:

disa_state	Zustand
0	DISA aus (Leistungsstellung)
1	DISA verstellen von Aus nach Ein
2	DISA ein (Drehmomentstellung)
3	DISA verstellen von Ein nach Aus

In den Ruhezuständen 0 und 2 erfolgt eine Ansteuerung der DISA über ein 20%-PWM-Signal der entsprechenden Polarität, um eine selbständige Verstellung der DISA durch Vibrationen zu verhindern.

Während der Umschaltvorgänge (disa_state 1 und 3) erfolgt eine von einer Kennlinie (KL_DISA_TV) abhängige Ansteuerung mit einem PWM-Signal zw. 100% und 20%.

1.2 INITIALISIERUNG

Die Initialisierung erfolgt in der Funktion `disa_init`.

Nach der Initialisierung wird die DISA mit einem 20%-PWM-Signal Richtung aus angesteuert, `disa_state` wird auf Null gesetzt.

Die DISA befindet sich dann im Zustand Aus.

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	20.09.03	Frank	Disa.doc

1.3 SCHALTEN DER DISA

Die Umschaltung der DISA erfolgt in der Funktion `disa_10ms`.

Eine Umschaltung der DISA erfolgt nur, solange die Bedingung Motor läuft (`B_ML`) wahr ist.

1.3.1 EINSCHALTEN

Nach der Initialisierung befindet sich die DISA in Leistungsstellung, d.h. `disa_state = 0`.

Eine Umschaltung erfolgt, wenn folgende Bedingungen zutreffen:

- DISA in Leistungsstellung: `disa_state = 0`
- Drehzahl grösser `K_DISA_N_EIN`: `n > K_DISA_N_EIN`
- Drehzahl kleiner `K_DISA_N_AUS`: `n < K_DISA_N_AUS`
- Motor in Vollast: `B_VL = 1`

Sind alle vier Bedingungen wahr, wird `disa_state = 1` gesetzt.

Solange `disa_state = 1` ist, wird die Funktion `disa_ein()` aufgerufen (10ms-Takt).

Die Funktion `disa_ein()` gibt das entsprechende Direction Bit für die richtige Polarität und ein PWM-Signal aus.

Das PWM-Tastverhältnis wird bestimmt durch die applizierbare Kennlinie `KL_DISA_TV`, Eingangsvariable der Kennlinie ist die Zählervariable `disa_cnt`.

`disa_cnt` wird bei jedem Aufruf von `disa_ein()` inkrementiert, somit wird die Kennlinie durchfahren.

Zunächst wird ein 100% Tastverhältnis ausgegeben, welches anschliessend bis auf 20% reduziert wird, um ein Verklemmen am Anschlag der Stellung Ein zu vermeiden.

Das zuletzt ausgegebene Tastverhältnis von 20% und die Richtung bleiben bis zum nächsten Umschaltvorgang gesetzt.

Überschreitet `disa_cnt` den Wert `K_DISA_CNT_ENDE`, ist der Umschaltvorgang abgeschlossen, `disa_cnt` wird = 0 gesetzt, `disa_state = 2`, die DISA befindet sich nun in Drehmomentstellung.

1.3.2 AUSSCHALTEN

Die DISA wird ausgeschaltet, wenn folgende Bedingungen zutreffen:

- DISA in Momentenstellung: `disa_state = 2`
- eine der drei folgenden Bedingungen:
 - `n > K_DISA_N_AUS + K_DISA_HYST`
 - `n < K_DISA_N_EIN + K_DISA_HYST`
 - Bedingung Vollast `B_VL` ist unwahr

Zu den Drehzahlgrenzen wird eine applizierbare Hysterese `K_DISA_HYST` addiert, um ein dauerndes Umschalten an den Drehzahlgrenzen zu vermeiden.

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	20.09.03	Frank	Disa.doc



Trifft die erste und eine der drei folgenden Bedingungen zu, wird `disa_state` auf 3 gesetzt. Solange `disa_state = 3` ist, wird die Funktion `disa_aus()` aufgerufen.

Das Direction Bit wird in die entgegengesetzte Richtung gesetzt, das Tastverhältnis berechnet sich wieder aus der Kennlinie `KL_DISA_TV`.

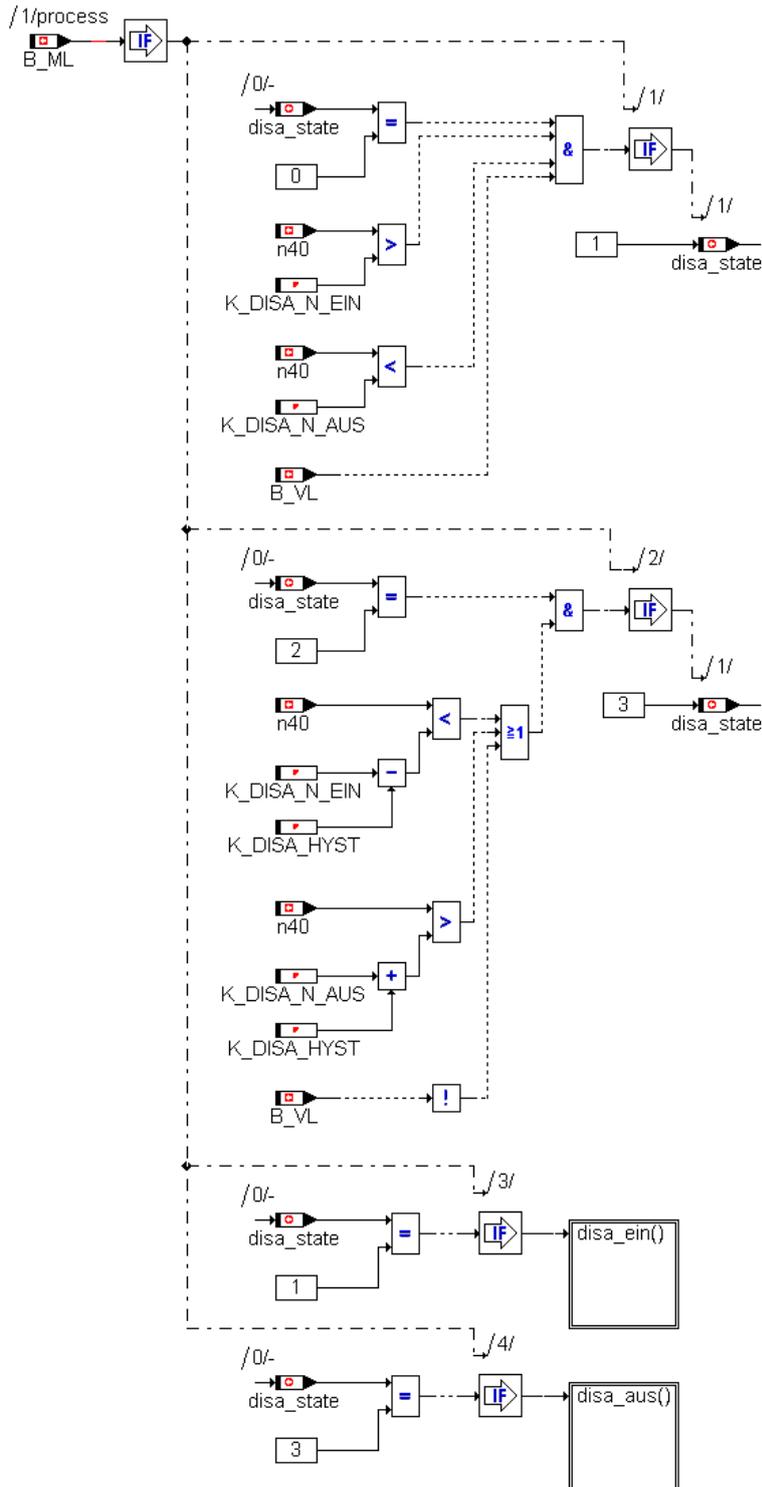
Sobald `disa_cnt` den Wert `K_DISA_CNT_ENDE` überschritten hat und die Kennlinie durchfahren wurde, wird `disa_cnt` und `disa_state` auf Null gesetzt, d.h. die DISA befindet sich jetzt in Leistungsstellung, der Umschaltvorgang ist abgeschlossen.

1.4 RICHTUNGSUMKEHR

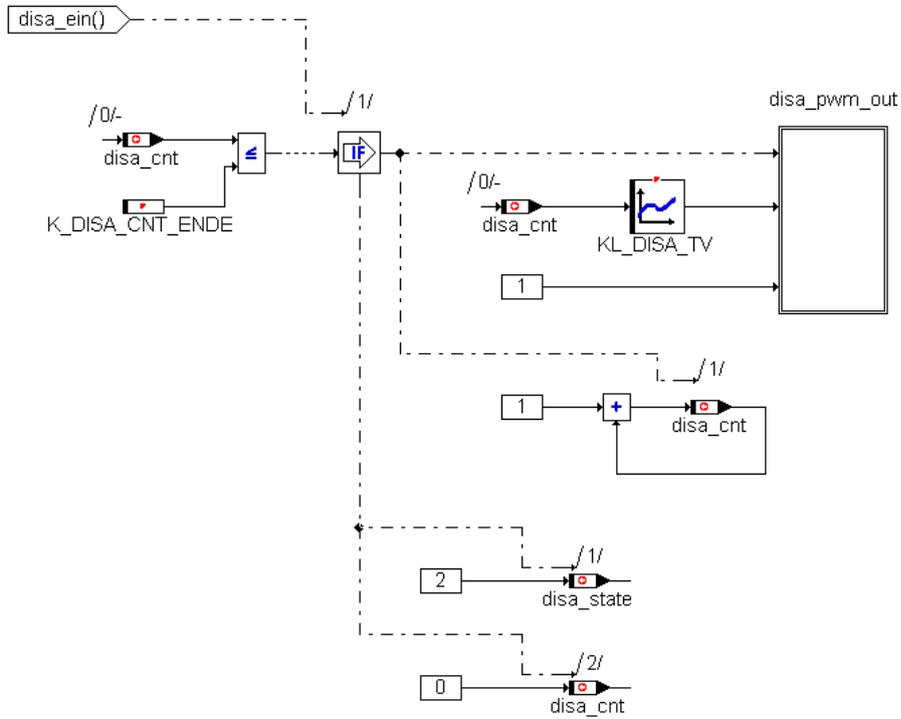
Mit der Konstanten `K_DISA_DIR` kann die Umschaltrichtung der DISA umgekehrt werden. Da das Direction Bit des Hardwaretreibers nur bei einem Umschaltvorgang gesetzt wird, muss nach Änderung der Konstanten `K_DISA_DIR` ein Umschaltvorgang ausgelöst werden, um die Änderung wirksam werden zu lassen.

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	20.09.03	Frank	Disa.doc

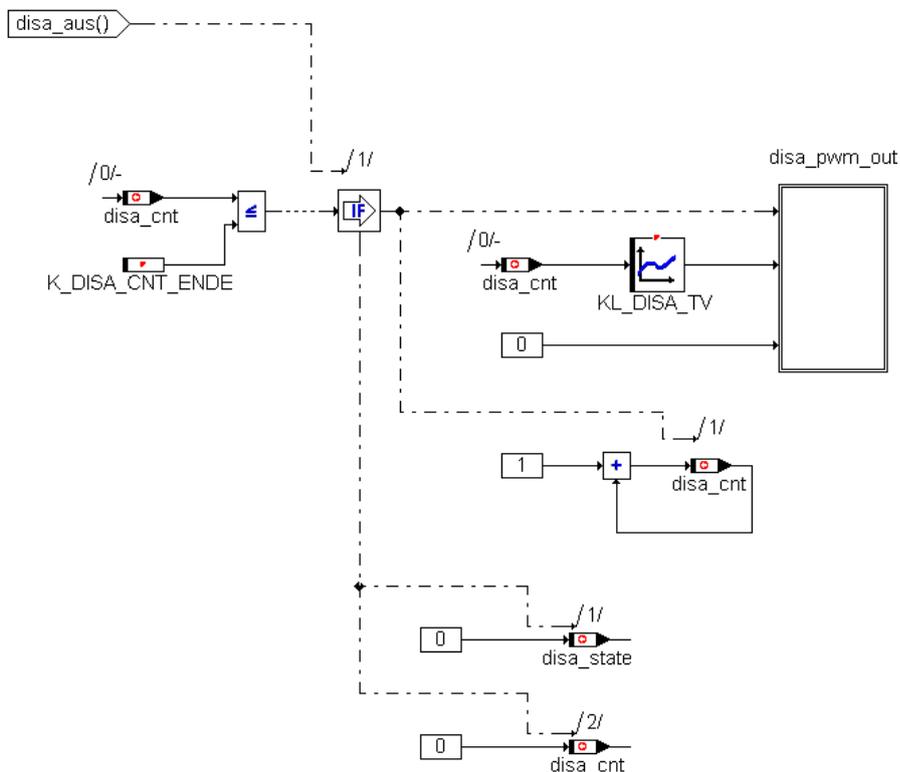
1.5 FUNKTIONSSCHALTBILDER



Autor	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
	ZS-M-57	20.09.03	Frank	Disa.doc



	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	20.09.03	Frank	Disa.doc



2 DATEN DER DISA

Die Berechnung der Funktion erfolgt in der 10ms-Task.

Beschreibung der Variablen:

disa_state	Betriebszustand DISA	ub
------------	----------------------	----

Beschreibung der Applikationsdaten:

K_DISA_DIR	Richtungsumkehr DISA	ub
K_DISA_N_EIN	untere Drehzahlgrenze	ub
K_DISA_N_AUS	obere Drehzahlgrenze	ub
K_DISA_HYST	Hysteresewert Drehzahl	ub
KL_DISA_TV	Kennlinie für Tastverhältnis	ub / ub

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	20.09.03	Frank	Disa.doc



E-Power

Modulbeschreibung

Projekt: **MSS60** Modul: **EGAS**

Seite 1 von 5

MSS60 Modulbeschreibung EGAS

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	04.12.200		3.01.DOC



Inhaltsverzeichnis: (automatisch aus Kapitelüberschriften)

- 1. EGAS 3
- 2. Sollwertermittlung 3
 - 2.1. Sollwert im Normalbetrieb..... 3
 - 2.2. Sollwert über Diagnose..... 3
 - 2.3. Sollwert während Adaption im Nachlauf 3
 - 2.4. Sollwert während des Pre Drive Check 3
- 3. Konstanten, Kennlinien und Variablen 5
 - 3.1. Konstanten 5
 - 3.2. Kennlinien 5
 - 3.3. Variablen 5

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	04.12.200		3.01.DOC



1. EGAS

Im Modul EGAS wird der Sollwert für den Lageregler der EDK bestimmt.

2. SOLLWERTERMITTLUNG

Die Ermittlung des Sollwert findet in der 10ms Task statt. Zuerst wird in **egas_soll_bestimm()** ermittelt, aus welcher Größe der Sollwert berechnet wird. Über **egas_soll_status** wird mitgeteilt, aus welcher Größe der Sollwert berechnet werden soll. In **egas_soll_berech()** findet die endgültige Berechnung von **egas_soll** statt.

Da der Sollwert alle 10 ms aktualisiert wird, der Istwert aber mit jedem Reglerzyklus erfaßt wird, ergibt sich ein sägezahnförmiger Verlauf, und dadurch wechselnde Gradienten der Regelabweichung. Durch stufenweises Erhöhen des Sollwert bis zur nächsten Aktualisierung über **edk_soll_inc** ergibt sich ein homogenerer Verlauf der Regelabweichung (siehe Modulbeschreibung edk).

2.1. SOLLWERT IM NORMALBETRIEB

egas_soll_stat = 1 oder 2. Über die Bit Konstante **CFG_M.EGAS** kann ausgewählt werden, ob der Sollwert für den Lageregler aus dem berechneten Sollmoment des Motors oder aus dem Fahrerwunsch vom PWG abgeleitet wird.

CFG_M.EGAS = 0 => Sollwert aus PWG (**egas_soll** = **md_fw_rel**)

CFG_M.EGAS = 1 => Sollwert aus MM (**egas_soll** = **wdk_soll**).

Nach Zündung aus und **n** = 0 wird der Sollwert aus den Vorgaben zur Adaption des oberen Anschlag entnommen.

Um Bei nicht aktiver Adaption und stehendem Motor (**B_MS**) ein Bewegen der DK zu ermöglichen (z.B.: Diagnose) wird dann nach **md_fw_rel** umgeschaltet.

Falls über das Sicherheitskonzept die Bedingung **B_SKM_EDK_AUS** erfüllt ist, wird ein Sollwert von 0 vorgegeben.

2.2. SOLLWERT ÜBER DIAGNOSE

egas_soll_stat = 3. Über Diagnose (DS2 Protokoll) kann die Routine **edk_write(Parameter1, Parameter2)** aufgerufen werden. Hat Parameter1 der Wert 0, wird Parameter2 als Sollwert in % DK-Stellung interpretiert, bei Parameter1 = 1, wird über Parameter2 ein Tastverhältnis zwischen 0% und 100 % übergeben. Der gewünschte Wert wird nur bei stehendem Motor (**B_MS**) und Diagnosemodus (**B_DIAG**) eingestellt. In der Background Task wird laufend überprüft, ob diese Bedingungen noch erfüllt sind (**edk_write_undo**) und gegebenenfalls die Ansteuerung über Diagnose abgeschaltet.

2.3. SOLLWERT WÄHREND ADAPTION IM NACHLAUF

egas_soll_stat = 4. Während der 100% Adaption im Nachlauf wird **edk_soll_adapt** als Sollwert genommen.

2.4. SOLLWERT WÄHREND DES PRE DRIVE CHECK

egas_soll_stat = 5. Während des Pre Drive Check nach KL15 ein wird **K_PDR_SOLL_EDK** als Sollwert genommen.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	04.12.200		3.01.DOC



E-Power

Modulbeschreibung

Projekt: **MSS60** Modul: **EGAS**

Seite 4 von 5

Fehler! Keine gültige Verknüpfung.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	04.12.200		3.01.DOC



3. KONSTANTEN, KENNLINIEN UND VARIABLEN

3.1. KONSTANTEN

K_EGAS_UBMIN Schwelle für Freigabe der 100% Adaption
K_EGAS_WDK_TAU -

3.2. KENNLINIEN

KF_EGAS_WDK Umsetzung rf_soll auf wdk
KF_EGAS_WDK_KH Umsetzung rf_soll auf wdk bei Katheizen
KF_EGAS_WDK_ENTDROSSELT -

3.3. VARIABLEN

egas_soll_status Status Sollwertvorgabe
 1: wdk_soll
 2: md_fw_rel
 3: edk_soll_diag
 4: edk_soll_adapt
 5: K_PDR_SOLL_EDK
 6: 0 (für PDR)

egas_soll Sollwert EGAS
egas_ist Istwert EGAS
egas_ipk Kommunikation Master - Slave für EGAS
 Bit 1: Anforderung Master an Slave, H-Brücke abschalten
 Bit 2: Bestätigung Slave an Master, H-Brücke abgeschaltet
 Bit 3 bis 7: frei

wdk_soll Sollwertvorgabe EGAS

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	04.12.200		3.01.DOC



E-Power

Modulbeschreibung

Seite 1 von 11

Projekt: **MSS60** Modul: **EDK**

MSS60 Modulbeschreibung EDK

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	04.12.2003		3.02.DOC



Inhaltsverzeichnis: (automatisch aus Kapitelüberschriften)

- 1. ÜBERSICHT 3**
- 2. SOLLWERTERMITTLUNG 3**
- 3. ERFASSUNG DER STELLMOTORRÜCKFÜHRUNG 4**
 - 3.1. ADAPTION 4
 - 3.1.1. Nullpunktadaption..... 4
 - 3.1.2. Volllast Adaption..... 4
- 4. DIE ANSTEUERUNG DES STELLMOTOR 4**
 - 4.1. VORSTEUERUNG 4
 - 4.2. LAGEREGLER 5
 - 4.2.1. Reglerabschaltung..... 6
 - 4.3. PWM AUSGABE..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**
 - 4.4. BEGRENZUNG DES TASTVERHÄLTNIS..... 6
- 5. EIGENDIAGNOSE 7**
 - 5.1. TREIBERDIAGNOSE MC33186 7
 - 5.2. SICHERHEITSKONZEPT 7
- 6. DIAGNOSE ÜBER DS2 7**
 - 6.1. ANSTEUERUNG DER DK ÜBER DS2 7
 - 6.2. AUSGABE VON SYSTEMGRÖßEN ÜBER DS2 8
- 7. KONSTANTEN, KENNLINIEN UND VARIABLEN..... 9**
 - 7.1. KONSTANTEN 9
 - 7.2. KENNLINIEN..... 10
 - 7.3. VARIABLEN..... 10

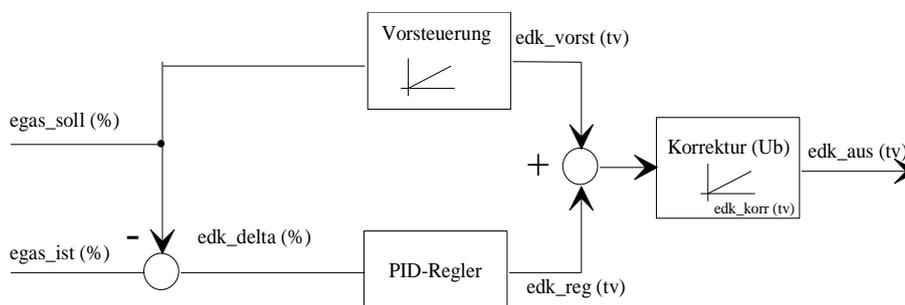
	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	04.12.2003		3.02.DOC



1. ÜBERSICHT

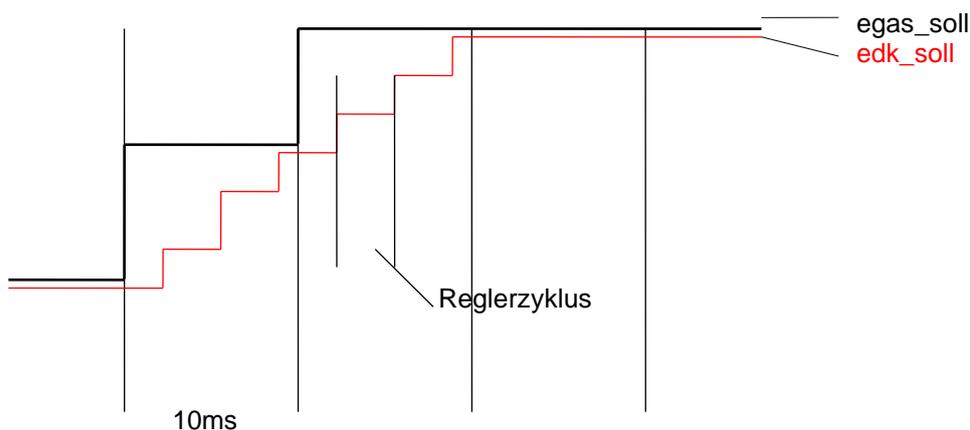
Die Regelung der Drosselklappe besteht aus folgenden Teilen:

- Berechnung des Vorsteuerwertes
- Lageregler
- Korrektur des Ausgabewertes über Ubatt
- Diagnose



2. SOLLWERTERMITTLUNG

Der Sollwert **egas_soll** wird im Modul EGAS alle 10ms ermittelt. Intern wird ein weiterer Sollwert (**edk_soll**) geführt, der bei einer Veränderung von **egas_soll** in mehreren Schritten abhängig vom Reglerzyklus an den neuen Sollwert herangeführt wird.



Durch diesen intern geführten Sollwert vermeidet man Sprünge in der Regelabweichung (**edk_delta**), die sonst mit jeder Aktualisierung des Sollwert auftreten würden.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	04.12.2003		3.02.DOC



3. ERFASSUNG DER STELMOTORRÜCKFÜHRUNG

Als Istwert (**egas_ist**) wird das jeweils aktuelle DK-Poti verwendet (siehe Modul WDK).

3.1. ADAPTION

3.1.1. NULLPUNKTADAPTION

Die Nullpunktadaption der Drosselklappe erfolgt während des PredriveCheck (siehe Module PDR und WDK).

3.1.2. VOLLAST ADAPTION

Die Volllastadaption der DK Anlage erfolgt im Nachlauf, wenn eine der folgenden Bedingungen erfüllt ist:

- Jungfräuliches Steuergerät
- Verlust der Adaptiondaten
- Aufruf über DIS
- Fehlermeldung über das Sicherheitskonzept

Ablauf:

Nach Zündung aus und $n = 0$ wird folgende Sequenz einmal durchfahren:

- Anfahren des Sollwertes auf **K_EDK_A100_B1** (ca 85%) über Rampe **K_EDK_A100_INC**
- Wartezeit **K_EDK_A100_WAIT1**, damit Sollwert sicher eingeregelt werden kann.
- Weiteres rampenförmiges Erhöhen des Sollwerts um **K_EDK_A100_INC2**, bis der Istwert nicht mehr folgen kann → bleibende Reglerabweichung **K_EDK_A100_DELTA**
- Wartezeit **K_EDK_A100_WAIT2** mit Überprüfung, ob der Anschlagwert stabil bleibt (bei Bedarf weiter erhöhen).
- Aufruf der Routine **wdk_a100_adapt()** zur Adaption der DK
- EDK über Rampe auf Null fahren (Sollwert mit jedem Zyklus um **K_EDK_A100_DEC** verringern).
- Ansteuerung Beenden

4. DIE ANSTEUERUNG DES STELMOTOR

4.1. VORSTEUERUNG

Der Stellmotor muß die gewünschte Drosselklappenstellung gegen die Rückholfedern der Drosselklappen halten. Aus diesem Grund wird ein Tastverhältnis als Vorsteuerung zur

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	04.12.2003		3.02.DOC



Kompensation der Federkraft ausgegeben. Dieser Ausgabewert wird in der 10ms Task aus der Kennlinie **KL_EDK_VORST** berechnet.

$$\text{edk_vorst} = \text{KL_EDK_VORST} = f(\text{egas_soll})$$

4.2. LAGEREGLER

Die Lageregelung läuft als PID-Regler nach der Formel

$$y = xp + xi + xd.$$

wobei der P-Anteil	$xp = e \cdot Kp$,
der I-Anteil	$xi = e \cdot Ki + xi_{t-1}$,
der D-Anteil	$xd = (e_t - e_{t-2}) \cdot Kd$	ist.

Die Regelabweichung **e** berechnet sich aus der Differenz des Sollwertes (**egas_soll**) zum Istwert des Stellmotors **egas_ist** (bzw. **edk_soll** zu **egas_ist**).

Der P-Anteil wird für positive und negative Regelabweichung getrennt aus den Kennlinien **KL_EDK_PPOS** und **KL_EDK_PNEG** ermittelt.

Der I-Anteil wird für positive und negative Regelabweichung getrennt aus den Kennlinien **KL_EDK_IPOS** und **KL_EDK_INEG** ermittelt.

Der I-Anteil wird durch **K_EDK_IBEGR** begrenzt.

Bei einer Regelabweichung größer $\pm K_EDK_IDELTA$ (z.B. bei einem Sprung) wird der I-Anteil gelöscht.

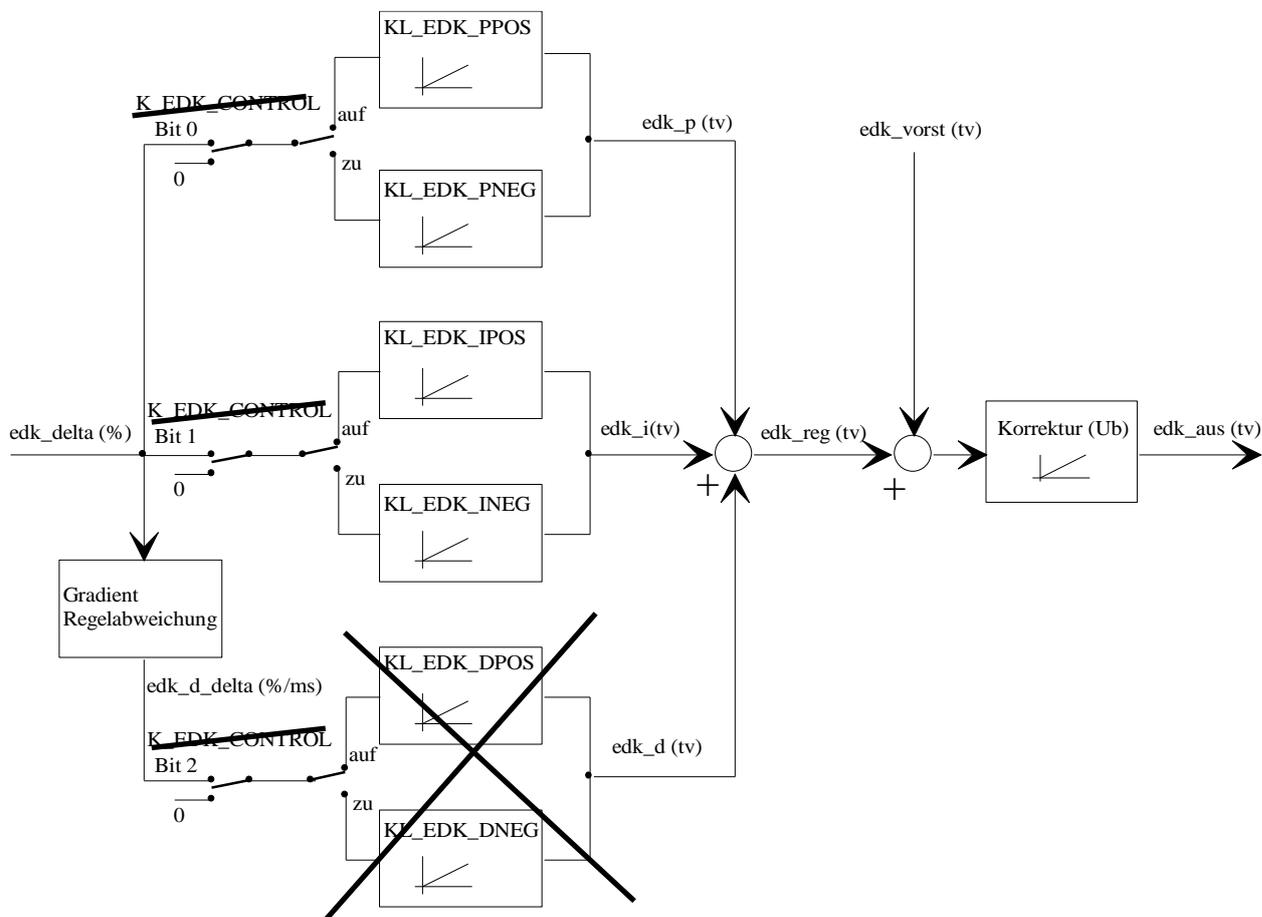
Der D-Anteil wird für positiven und negativen Gradienten der Regelabweichung (**edk_d_grad**) getrennt aus den Konstanten **K_EDK_DPOS** und **K_EDK_DNEG** ermittelt.

Falls der Betrag der Regelabweichung größer als $\pm K_EDK_D_EIN_POS$ ist, wird der D-Anteil abgeschaltet.

Im Bereich um den Nullpunkt der Regelabweichung zwischen $\pm K_EDK_D_NULL$ wird der D-Anteil abgeschaltet. Ist der Sollwert **egas_soll** größer als **K_EDK_D_ANSCHL**, wird das Abschalten um den Nullpunkt der Regelabweichung aufgehoben, um ein Übersteuern der DK in den mechanischen Anschlag zu verhindern.

Der Beitrag des D-Reglers wird auf $\pm K_EDK_D_MAX$ begrenzt.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	04.12.2003		3.02.DOC



Der so ermittelte Ausgabewert aus **edk_reg** und **edk_vorst** wird mittels der Kennlinie **KL_EDK_KORR_U** über **Ub** korrigiert (**edk_korr**).

Das resultierende Ansteuertastverhältnis ergibt sich wie folgt.

$$\text{Edk_aus} = \left(\begin{array}{l} \text{edk_vorst} \\ + \text{edk_reg} \end{array} \right) * \text{edk_korr}$$

Vorsteuerwert
Reglerwert
Spannungskorrektur

4.2.1. REGLERABSCHALTUNG

Bei einem stehenden Motor, einem Sollwert von 0 und einer WDK-Stellung \leq **K_EDK_GESCHLOSSEN** wird der Stellmotor abgeschaltet. Bei laufendem Motor wird der Vorsteuerwert ausgegeben um die Kinematik in Zugrichtung leicht vorzuspannen und damit das Spiel im Nullpunkt zu verringern.

4.3. BEGRENZUNG DES TASTVERHÄLTNIS

Die Highzeit des auszugebenden Tastverhältnis **edk_auss** wird über die Variable **edk_ht_max** nach oben begrenzt.

Der maximal erreichbare Wert wird über **K_EDK_MAX** eingestellt.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	04.12.2003		3.02.DOC



In der Background Task wird **edk_ht_max** berechnet:

- Im Falle eines Fehlers im EGAS System wird auf **K_EDK_SK_HT_MAX** begrenzt.
- Während der 100% Adaption begrenzt auf **K_EDK_A100_HT_MAX**

5. EIGENDIAGNOSE

5.1. TREIBERDIAGNOSE MC33186

Über Port E Bit 4 kann über den Diagnoseausgang der H-Brücke festgestellt werden, ob die Brücke wegen Überlastung abgeschaltet hat. Dies geschieht zu Beginn jedes Reglerzyklus. Am Ende des Reglerzyklus wird bei Bedarf versucht, die Brücke wieder einzuschalten. In der Variablen **edk_tr_diag_stat** wird der HW-Diagnose Routine (**edk_tr_diag()**) mitgeteilt, daß die Schutzschaltung der Brücke angesprochen hat.

Bei Abschaltung der Brücke wird Bit 0 in **ed_edk_tr_stat** gesetzt.

Bei Disablen der Brücke wird Bit 1 in **ed_edk_tr_stat** gesetzt.

Wenn sich Die Brücke selbst abschaltet wird ein Fehler in **edk_hw_ed** (Overtemp) Bit 3 abgelegt.

Fehler	Auswirkung	Maßnahme
Überlastung der Brücke	Keine Ansteuerung des Stellmotor	- Fehler ablegen - Brücke wieder einschalten

5.2. SICHERHEITSKONZEPT

Siehe Modulbeschreibung EGAS Sicherheitskonzept.

6. DIAGNOSE ÜBER DS2

6.1. ANSTEUERUNG DER DK ÜBER DS2

Durch den Aufruf von **edk_write(edk_switch,edk_vorgabe)** können die DK über DS2 angesteuert werden.

Eine Ansteuerung der DK erfolgt nur bei stehendem Motor (**B_MS**) und im Diagnosebetrieb (**B_DIAG**). Ist eine der beiden Bedingungen nicht erfüllt, erfolgt keine Ansteuerung und die Antwort 4 (Bedingung nicht erfüllt) wird zurückgegeben.

Mit dem Parameter **edk_switch** wird unterschieden, ob dem Regler ein Sollwert (0) vorgegeben wird, oder der Steller mit einem Tastverhältnis (1) angesteuert wird. Falls ein anderer Wert übergeben wird, erfolgt keine Ansteuerung, die Routine gibt das Ergebnis 2 (falscher Parameter) zurück.

Über den Parameter **edk_vorgabe** wird ein Wert von 0 bis 200 übergeben. Aus diesem Wert wird der Sollwert des Lagereglers (0 bis 100 %) ermittelt, so daß sich eine Auflösung von ½ % ergibt. Auch hier erfolgt bei Übergabe eines anderen Wertes keine Ansteuerung und die Rückmeldung 2 (falscher Parameter).

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	04.12.2003		3.02.DOC



Stimmen alle Parameter und sind alle Bedingungen erfüllt, erfolgt die Antwort 0 (ok) und die DK werden angesteuert.

Wenn der Betrag der Regelabweichung kleiner als $\pm K_EDK_DS2_D_{MAX}$ ist, gilt der vorgegebene Sollwert als eingeregelt.

6.2. AUSGABE VON SYSTEMGRÖßEN ÜBER DS2

Über DS2 können folgende Systemparameter ausgegeben werden:

Verstellzeit	edk_ds2_t_stell	Mißt die Zeit bis zum Erreichen des über DS2 vorgegebenen Sollwert.
Schließzeit	edk_ds2_tschliess	Zeit, vom Ausschalten des Stellers bis DK geschlossen beim PDR.
maximale Regelabweichung	edk_ds2_abw_umax edk_ds2_abw_omax	Jeweils maximale aufgetretene Regelabweichung nach dem Erreichen des über DS2 eingestellten Sollwert.
mittlere Regelabweichung	edk_ds2_abw_mw	Mittelwert des Betrages der Regelabweichung nach dem Erreichen des über DS2 eingestellten Sollwert.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	04.12.2003		3.02.DOC



7. KONSTANTEN, KENNLINIEN UND VARIABLEN

7.1. KONSTANTEN

K_EDK_CONTROL Bit 5	ehem. Zuschalten der einzelnen Reglerkomponenten Ausgabe Vorsteuerwert bei abgeschalteten Regler im LL (nur S54)
K_EDK_UBMIN	UB Schwelle für Adaption
K_EDK_CYCL	Reglerzyklus in ms
K_EDK_D_NULL	Einschaltgrenze D-Regler
K_EDK_D_MAX	maximal erlaubter D-Wert
K_EDK_DPOS	K-Faktor D-Regler positiv
K_EDK_DNEG	K-Faktor D-Regler negativ
K_EDK_D_EIN_POS	Obere Einschaltgrenze D-Regler positiv
K_EDK_D_EIN_NEG	Obere Einschaltgrenze D-Regler negativ
K_EDK_D_ANSCHL	Abschaltung der Nullbegrenzung des D-Regler
K_EDK_I_NULL	Einfriergrenze des I-Regler
K_EDK_IBEGR	Begrenzung des I Anteil
K_EDK_IDELTA	Regelabweichung überhalb derer der I-Anteil gelöscht wird
K_EDK_A100_DELTA	Regelabweichung, ab der bei der 100% Adaption der vorgegebene Sollwert als erreicht gilt
K_EDK_A100_WAIT1	Wartezeit für 100% Adaption nach Bereich 1
K_EDK_A100_WAIT2	Wartezeit für 100% Adaption nach Bereich 2
K_EDK_A100_INC1	Schrittweite bei Aufwärtsadaption (0 bis B1)
K_EDK_A100_INC2	Schrittweite bei Aufwärtsadaption (ab B1)
K_EDK_A100_DEC3	Schrittweite bei Klappe zufahren nach Aufwärtsadaption
K_EDK_A100_B1	Sollwertvorgabe für ersten Adaptionsschritt oberer Anschlag
K_EDK_A100_VL_ANSCHL	Differenz vom mechanischen oberen Anschlag zu 100% EDK Stellung
K_EDK_T_SPERR	Mindestzeit ohne Änderung nach der der Regler im LL abschaltet
K_EDK_GESCHLOSSEN	Schwelle unterhalb der der Regler abgeschaltet wird
K_EDK_HT_MAX	Maximale erlaubtes TV
K_EDK_A100_HT_MAX	Maximales TV während Adaption
K_EDK_SK_HT_MAX	Maximales TV bei Notprogramm
K_EDK_AUS_HT_MAX	Maximales TV nach Wiedereinschalten der Brücke
K_EDK_HT_MIN	Kleinst möglicher TV Wert
K_EDK_HT_INC	Schrittweite bei Erhöhung des TV im Fehlerfall
K_EDK_HT_TMOT	Grenztemperatur unterhalb der TV begrenzt wird

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	04.12.2003		3.02.DOC



K_EDK_HT_AUSZEIT	Zeit für Begrenzung des TV nach Fehler
K_EDK_DS2_DMAX	Schwelle, Sollwert von DS2 erreicht
K_EDK_DS2_TSPERR	Wartezeit, nach Verstellzeit messen
K_EDK_DS2_TAU	Filterkonstante für Mittelwert Regelabweichung

7.2. KENNLINIEN

KL_EDK_VORST	Vorsteuerwert aus DK-Sollwert
KL_EDK_PPOS	P-Faktor des Lagereglers Regelabweichung größer 0
KL_EDK_PNEG	P-Faktor des Lagereglers Regelabweichung kleiner 0
KL_EDK_IPOS	I-Faktor des Lagereglers Regelabweichung größer 0
KL_EDK_INEG	I-Faktor des Lagereglers Regelabweichung kleiner 0
KL_EDK_KORR_U	Korrektur des Tastverhältnisses über Ubatt

7.3. VARIABLEN

edk_soll	Sollwert Vorgabe von Momentenmanager oder PWG
edk_soll_adapt	Sollwert Vorgabe Adaptionroutine
edk_delta	Regelabweichung in % 16 Bit Wert
edk_hw_ed	Statusbyte Hardware H-Brücke
Bit 0:	Fehler Maximalwert überschritten
Bit 1:	Fehler Minimalwert unterschritten
Bit 2...7:	frei
edk_status	Statusbyte EDK
Bit 0:	1: Regeln nach PWG 0: Regeln nach MM
Bit 1:	1: Reglerabschaltung angefordert
Bit 2:	1: Reglerabschaltung ist aktiv
Bit 3:	frei
Bit 4:	Adaptionswert a0 aus EEPROM verloren
Bit 5:	Adaptionswert a100 aus EEPROM verloren
Bit 6:	1: Adaption aktiv
Bit 7:	1: EDK-Adaption hat stattgefunden
edk_tr_diag_stat	Statusbyte Treiberdiagnose H-Brücke
Bit 0:	1: SF Fehler von Lageregler erkannt, Bruecke disabled
Bit 1:	1: Bruecke darf nicht enabled werden
Bit 2...7:	frei
edk_lr_i	Schrittweite des I-Reglers aus Kennlinie über Regelabweichung
edk_p	P-Anteil des Ausgabewertes
edk_i	I-Anteil des Ausgabewertes

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	04.12.2003		3.02.DOC



edk_d	D-Anteil des Ausgabewertes
edk_reg	Reglerwert der PWM-Hightime
edk_vorst	Vorsteuerwert der PWM Hightime
edk_aus	Ausgabewert der PWM-Hightime
edk_korr_fak	Korrekturfaktor aus Kennlinie über Ub
edk_korr	Über Ubatt korrigierter Vorsteuerwert
edk_master_reset	Auslösen eines Reset am Master durch Beschreiben dieser Variablen
edk_d_grad	Gradient der Regelabweichung
edk_soll_diag	Sollwervorgabe über Diagnose
edk_soll_inc	Erhöhung von edk_soll bis egas_soll (Sollwertanpassung an Zykluszeit)
edk_delta2	Regelabweichung edk_soll - edk_ist (Sollwertanpassung an Zykluszeit)
edk_d_grad2	Gradient der Regelabweichung (Sollwertanpassung an Zykluszeit)
edk_ht_max	Begrenzung des Tastverhältnis
edk_ds2_tstell	Verstellzeit nach Sollwert über DS2
edk_ds2_tschliess	Schlieszeit über Feder nach Steller abschalten
edk_ds2_abw_umax	Maximale Regelabweichung unten bei Ansteuerung von DS2
edk_ds2_abw_omax	Maximale Regelabweichung oben bei Ansteuerung von DS2
edk_ds2_abw_mw	Mittelwert Regelabweichung unten bei Ansteuerung von DS2
edk_ds2_sollw_alt	letzter Sollwert über DS2
edk_ds2_status	Statusbyte Ansteuerung über DS2
edk_ds2_adapt_stat	Statusbyte Ansteuerung Adaption über DS2

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	04.12.2003		3.02.DOC



E-Power

Modulbeschreibung

Projekt: **MSS60** Modul: **PDR**

Seite 1 von 8

**MSS60
Modulbeschreibung
PDR**

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	04.12.2003		3.03.DOC



Inhaltsverzeichnis: (automatisch aus Kapitelüberschriften)

- 1. Pre Drive Check..... 3
 - 1.1. Nullpunktadaption der DK (Phase 1) 4
 - 1.2. Überprüfen des Lagereglers (Phase 2) 4
 - 1.3. Überprüfen der Sicherheitsabschaltung vom Slave (Phase 3)..... 5
 - 1.4. Weitere Tests..... 5
 - 1.5. Ansteuerung über Diagnose 6
- 2. Konstanten, Kennlinien und Variablen 7
 - 2.1. Konstanten 7
 - 2.2. Kennlinien 7
 - 2.3. Variablen 8

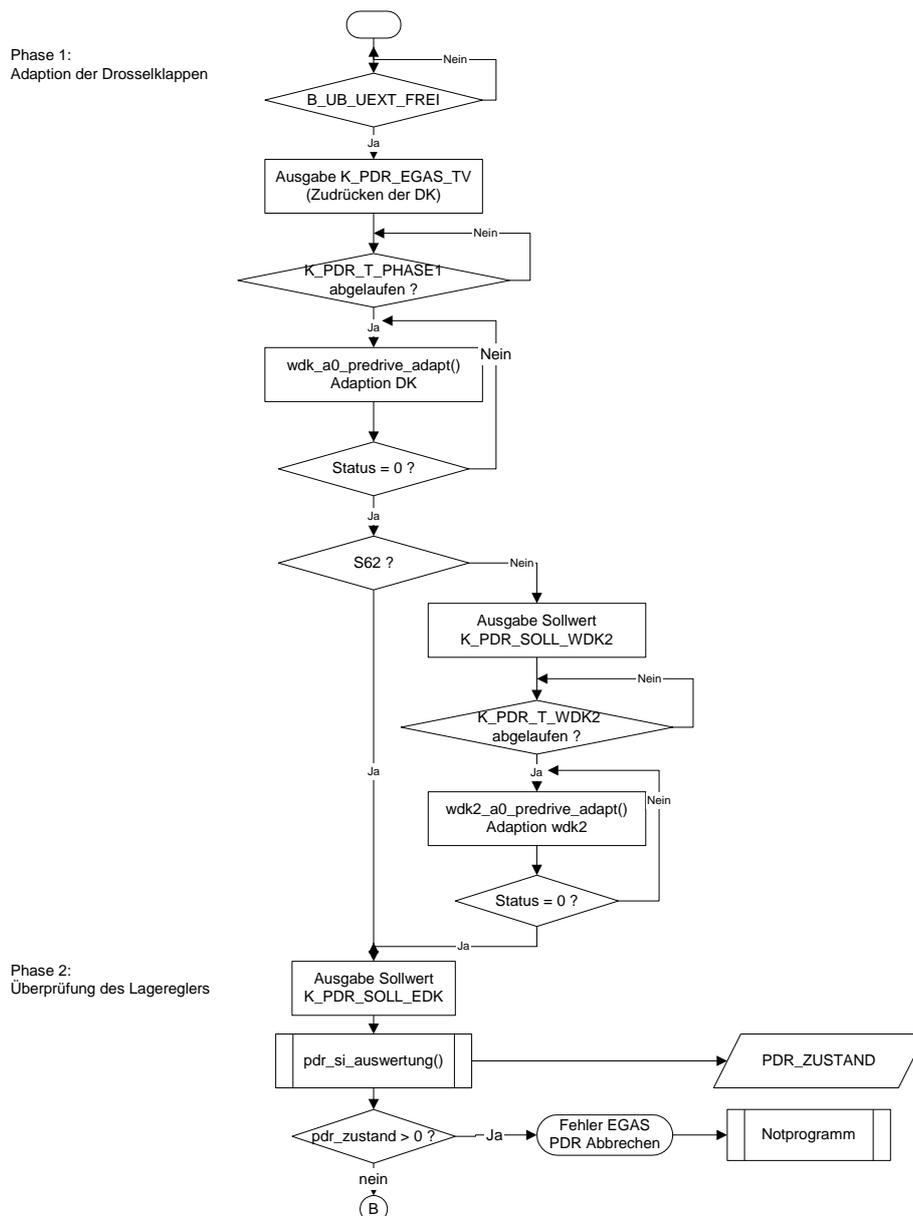
	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	04.12.2003		3.03.DOC



1. PRE DRIVE CHECK

Nach KI15 ein läuft auf dem Master ein Predrive Check ab.

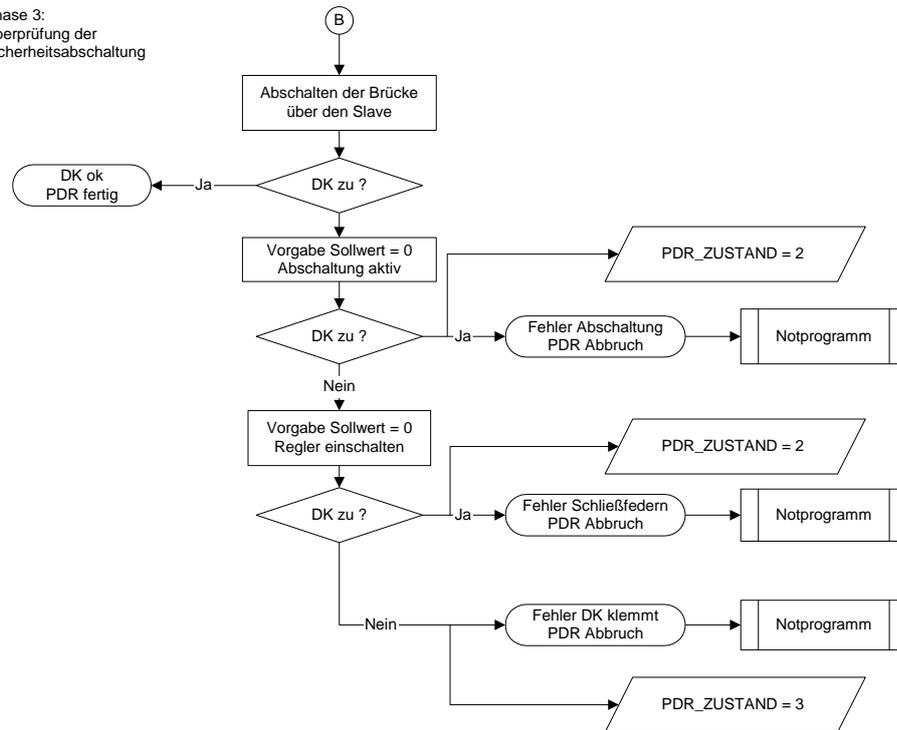
pdr_m wird einmalig nach KI15 ein bei stehendem Motor von **task_pdr_m** aufgerufen. Während des Predrive Check wird der Nullpunkt der Drosselklappen adaptiert (**pdr_phase = 1**), die Funktion des Lagereglers überprüft (**pdr_phase = 2**) und danach die Sicherheitsabschaltung vom Slave getestet (**pdr_phase = 3**). Phase 1 wird nach jedem Start durchlaufen und kann nicht unterbrochen werden, Phase 2 und Phase 3 werden bei Motordrehzahl abgebrochen. Während Phase 1 sind Zündung und Einspritzung gesperrt.



	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	04.12.2003		3.03.DOC



Phase 3:
Überprüfung der
Sicherheitsabschaltung



1.1. NULLPUNKTADAPTION DER DK (PHASE 1)

Für die Motortypen S62 (V-8, 2 DK-Potis) und S54 (R-6 ein DK-Poti und ein im Steller integriertes Poti) unterscheidet sich die Nullpunktadaption.

- Zudrücken der EDK mit Tastverhältnis **K_PDR_EGAS_TV** bei ausgeschalteten Lageregler für **K_PDR_T_START** Durchläufe.
- Verharren mit zugeodrückter DK für **K_PDR_T_PHASE1** Durchläufe.

B_CFG_S62 erfüllt (S62):

- Aufruf von **wdk_a0_predrive_adapt** zum Adaptieren der DK (wdk1 und wdk2 beim S62).

B_CFG_S62 nicht erfüllt (S54):

- Aufruf von **wdk_a0_predrive_adapt** zum Adaptieren von wdk1 über **wdk_a0_predrive_adapt**
- Einstellen des Sollwert **K_PDR_SOLL_WDK2**
- Verharren mit eingestelltem Sollwert für **K_PDR_T_WDK2** Durchläufe.
- Adaption der wdk2 durch Aufruf von **wdk2_a0_predrive_adapt**

1.2. ÜBERPRÜFEN DES LAGEREGLERS (PHASE 2)

- Einschalten des Lagereglers, Sollwert ist **K_PDR_SOLL_EDK**.
- Verharren mit eingeregelmtem Sollwert für **K_PDR_T_PHASE1** Durchläufe.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	04.12.2003		3.03.DOC



- Aufruf von **edksi_abfrage()** um das Ergebnis der Überprüfung auszuwerten.

Die Regelabweichung des Lagereglers wird über den Soll- Istwertvergleich überprüft. Das Ergebnis wird in **pdr_zustand** niedergelegt.

1.3. ÜBERPRÜFEN DER SICHERHEITSABSCHALTUNG VOM SLAVE (PHASE 3)

- Bei eingeregelter Sollwert Auffordern des Slave über Bit0 in **egas_ipk**, die Brücke abzuschalten.
- Warten, bis **dkm_word** kleiner **K_PDR_DKM0** oder Timeout (Zähler von **K_PDR_T_PHASE3** ist abgelaufen).
 - Falls DK nicht zu, Lageregler Sollwert 0 vorgeben.
 - Falls DK jetzt zu, funktioniert die Sicherheitsabschaltung vom Slave nicht. => Fehler
 - Falls DK noch offen, Abschaltung vom Slave beenden.
 - Falls Dk jetzt zu, funktioniert das mechanische Zuziehen der DK über die Federpackete nicht. => Fehler
 - Falls DK noch offen, klemmt die DK. => Fehler.
- Ende der EGAS Überprüfung, Einschalten der Brücke vom Slave, Lageregler ein, Sollwert aus Normalbetrieb.

Nach Beendigung des PDR wird Bit7 in **pdr_status** gesetzt.

Falls die DK bei abgeschalteten Regler nicht innerhalb der Zählzeit (**K_PDR_T_PHASE3**) zufällt, wird Bit3 in **pdr_status** gesetzt.

Erkannte Fehler werden über **pdr_ed** in den Fehlerspeicher eingetragen.
Über **pdr_zustand** wird bei Bedarf in verschiedene Notprogramme verzweigt.

Fehler	Auswirkung	Maßnahme
Timeout DK 0% Adaption		Notprogramm 1
Timeout Lageregler	EGAS Anlage kann nicht zuverlässig bedient werden	Notprogramm 1,2 oder 4 (je nach Ergebnis von edksi_abfrage)
Reglerabschaltung Slave funktioniert nicht.	Sicherheitskonzept verliert Eingriffmöglichkeit	Notprogramm 2
Schließfedern defekt	Nach Sicherheitsabschaltung fallen die Klappen nicht zu.	DK-Fehler ablegen, Notprogramm 2
Klappen klemmen		DK abschalten, Notprogramm 4

1.4. WEITERE TESTS

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	04.12.2003		3.03.DOC



Bei Bedarf können weitere Tests nach State 13 angehängt werden.

1.5. ANSTEUERUNG ÜBER DIAGNOSE

Über die DS2 Schnittstelle kann bei stehendem Motor durch den Aufruf von **pdr_write()** der Predrive Check angestoßen werden.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	04.12.2003		3.03.DOC



2. KONSTANTEN, KENNLINIEN UND VARIABLEN

2.1. KONSTANTEN

K_PDR_T_START	Ablaufzeit DK zudrücken
K_PDR_T_PHASE1	Ablaufzeit DK zudrücken und Adaption wdk
K_PDR_T_PHASE2	Ablaufzeit DK einregeln
K_PDR_T_PHASE3	Ablaufzeit DK zufallen
K_PDR_A0_TIMEOUT	Timeout DK Nullpunktadaption
K_PDR_SOLL_EDK	Sollwertvorgabe Lageregler
K_PDR_EGAS_TV	Sollwertvorgabe Tastverhältnis
K_PDR_EDK_DMAX	erlaubte Abweichung für Lageregler
K_PDR_DKM0	erlaubte Abweichung für Lageregler aus
K_PDR_T_WDK2	Ablaufzeit DK einregeln zur Adaption von wdk2 (nur S54)
K_PDR_SOLL_WDK2	Sollwertvorgabe Lageregler zur Adaption von wdk2 (nur S54)

2.2. KENNLINIEN

KL_PDR_???	Bisher noch keine
------------	-------------------

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	04.12.2003		3.03.DOC



2.3. VARIABLEN

pdr_status	Statusvariable
Bit 0:	PDR aktiv
Bit 1:	Sollwertvorgabe von PDR
Bit 2:	Lageregler erreicht Sollwert nicht
Bit 3:	DK fällt nicht zu (Time out Abschalten vom Slave)
Bit 4:	Time out Adaption DK
Bit 5:	Fehler Abschalten Slave -> Sollwertvorgabe = 0
Bit 6:	frei
Bit 7:	PDR durchlaufen und beendet
pdr_ed	Diagnosestatus PreDRive Check
Bit 0:	Klappen Klemmen
Bit 1:	timeout Abschalten durch den Slave
Bit 2:	timeout EGAS Lageregler
Bit 3:	Schliessfedern defekt
Bit 4:	-
Bit 5:	Fehlerzähler größer 0
Bit 6:	Fehler im Fehlerspeicher eingetragen
Bit 7:	-
pdr_phase	Fortschrittanzeige PDR
0:	Warten auf Uext ok
1:	Adaption DK
2:	Test Lageregler
3:	Test Notabschaltung Slave
4:	PDR fertig
pdr_m_zustand	Statusvariable PDR
0:	PDR ok
1:	Adaption DK fehlgeschlagen
2:	DK unplausibel
3:	- (gibt es nicht)
4:	Istwert zu gross
5:	PDR unplausibel
pdr_abl_count	Statezähler

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	04.12.2003		3.03.DOC



MSS60

Modulbeschreibung

Elektrische Drosselklappe Soll/Ist-Vergleich

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	04.10.03		3.04.DOC



1 Soll/Ist-Vergleich EGAS-Position

Der Vergleich der Sollposition der Drosselklappen mit deren Istposition ist einer der wichtigsten Überwachungsfunktionen im Egas-Sicherheitskonzept. Anhand dessen lassen sich folgende Fehler erkennen:

- Prozessormodule
 - CTM-Modul (Prozessor): Unkontrolliertes Tastverhältnis für Stellmotor
 - Prozessor Port C: Falsche Drehrichtung des Stellmotors
 - Prozessor Port C: Fehlende Freigabe Stellmotor Funktionsrechner
 - Prozessor Port C: Fehlende Freigabe Stellmotor Sicherheitsrechner
- H-Brücke Stellmotor
 - H-Brücken-Defekt
 - Übertemperaturabschaltung
 - Strombegrenzung H-Brücke
 - Überstromabschaltung H-Brücke
- Verkabelung Stellmotor
 - Leitungsunterbrechung
 - Kurzschluß nach Masse, Ub, bzw. der Leitungen untereinander
- Stellmotor
 - Elektrischer Defekt
 - Mechanischschaden
 - Getriebeschaden
- DK-Kinematik
 - Mechanischschaden
 - Fremdkörper-Eingriffe
- Drosselklappen
 - festklemmende Klappen
 - Drosselklappen Adaption
 - Verschiebung des Nullpunktes
 - Verschiebung des Anschlagpunktes

Der Soll/Ist-Vergleich unterbleibt in folgenden Betriebszuständen:

- Wenn die Positionserfassung bereits Fehler sicher erkannt hat (B_WDK_POTIUNPLAUSIBEL), da bereits hierüber Maßnahmen ergriffen werden
- oder bei KL15 aus und n = 0
- oder wenn Motor nicht läuft und
 - gerade Nachlauf-Adaption 100%-Position läuft (B_EDK_ADAPT)
 - oder im Predrive noch nichts adaptiert wurde (pdr_phase == 0)
 - oder im Predrive gerade Nullpunktadaption läuft (pdr_phase == 1)
 - oder im Predrive gerade Abschaltpfade getestet werden (pdr_phase == 3)

1.1 Fall 1: Die Drosselklappen sollen über eine Schwelle geöffnet werden, die Klappen bleiben aber geschlossen:

Gründe:

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	04.10.03		3.04.DOC



- Prozessormodul defekt
- H-Brücke defekt oder kurzfristig abgeschaltet
- Sicherheitsabschaltung aktiviert
- Stellmotor Verkabelung
- Stellmotor defekt
- DK-Kinematik defekt

Fehlererkennung:

Die Istposition ist nahe „0“, obwohl die Sollposition bereits eine Schwelle überschritten hat:

egas_soll > K_EDKSI_POS_ZU + K_EDKSI_HYS_ZU

und

egas_ist < K_EDKSI_POS_ZU

für länger als **K_EDKSI_T_BL_ZU**

Reaktion:

- Wechsel in Egas-Notprogramm Stufe 2 - Fahren über Leerlaufsteller
- Fehlerspeichereintrag

Beurteilung:

Die Drosselklappen bleiben geschlossen bzw. werden über die Federpakete selbständig geschlossen, ohne daß das Steuergerät darauf Einfluß nehmen kann. Ebenso wenig kann der Momentenabbau beim Schließen der Klappen beeinflusst werden (kritischer Zustand für Fall 1). Sind die Klappen geschlossen, ist eine Weiterfahrt im Notprogramm problemlos möglich, wenn sichergestellt wird, daß die Klappen sich nicht mehr öffnen können.

1.2 Fall 2: Die Drosselklappen sollen geschlossen werden, bleiben aber einen Spalt offen:

Gründe:

- Drosselklappe klemmt bzw. extrem schwergängig
- geringfügiges Verdrehen des Führungspotis der Drosselklappenanlage
- falsche Nullpunktadaption

Fehlererkennung:

Bei Sollwertvorgabe „0“ steht die Klappe etwas offen, jedoch noch unter einer kritischen Schwelle:

egas_soll = 0

und

K_EDKSI_POS_ZU < egas_ist <= K_EDKSI_HYS_BL_AUF

für länger als **K_EDKSI_T_SPALT**

Reaktion:

- kein Egas-Notprogramm, Beibehaltung der aktuellen Betriebsstufe
- Fehlerspeichereintrag

Beurteilung:

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	04.10.03		3.04.DOC



Da die Drosselklappen trotz Zudrücken über den Stellmotor einen Spalt offen bleiben, deutet dies auf ein Problem in der DK-Anlage hin, welches einen Fehlerspeichereintrag rechtfertigt. Die Grenze **K_EDKSI_HYS_BL_AUF** ist allerdings so bemessen, daß sie für den Fahrbetrieb gerade noch nicht als sicherheitskritisch angesehen wird und somit noch kein Wechsel in ein Egas-Notprogramm erfolgen muß.

1.3 Fall 3: Die Drosselklappen sollen geöffnet werden, die Klappen reagieren, erreichen den Sollwert allerdings nicht:

Gründe:

- H-Brücke kurzfristig abgeschaltet
- schwergängiges DK-System
- Drosselklappe klemmt unterhalb der Sollposition
- Unterspannung
- Motor zu schwach
- Getriebeschaden

Fehlererkennung:

Die Regeldifferenz überschreitet eine Grenze, die Istposition ist etwas offen, jedoch noch nicht nahe 100%:

ub > K_ED_UBMIN

und

egas_soll - egas_ist > K_EDKSI_HYS_U_SOLL

und

K_EDKSI_POS_ZU < egas_ist <= K_EDKSI_POS_N_GANZ

für länger als **K_EDKSI_T_U_SOLL**

Reaktion:

- Wechsel in Egas-Notprogramm Stufe 2 - Fahren über Leerlaufsteller
- Fehlerspeichereintrag

Beurteilung:

Da die Zuverlässigkeit des Egas-Systems nicht mehr gewährleistet ist, werden die Klappen gezielt geschlossen und anschließend die Ansteuerung deaktiviert. Bei klemmenden Klappen ist ein Wechsel in die Stufe 5 möglich, sobald sich der Sollwert unterhalb dem Istwert befindet.

1.4 Fall 4: Bei Vollast gehen die Drosselklappen nicht vollständig auf:

Gründe:

- Klappen am Vollast-Anschlag => falsche Adaption
- Mechanikdefekt oder Fremdkörper begrenzt Verstellweg
- Motor zu schwach
- Klappen schwergängig (extreme Kälte)
- Unterspannung

Fehlererkennung:

Die Regeldifferenz überschreitet eine Grenze und die Istposition ist nahe 100%:

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	04.10.03		3.04.DOC



ub > K_EDKSI_UB_N_GANZ
 und
tmot > K_EDKSI_TMOT_N_GANZ
 und
egas_soll - egas_ist > K_EDKSI_HYS_N_GANZ
 und
egas_ist > K_EDKSI_POS_N_GANZ

 für länger als **K_EDKSI_T_N_GANZ**

Reaktion:

- kein Egas-Notprogramm, Beibehaltung der aktuellen Betriebsstufe
- Begrenzung des Egas-Sollwertes auf erreichbare Istposition (Stellmotorschutz)
- Start einer neuen VL-Adaption im Nachlauf
- Fehlerspeichereintrag

Beurteilung:

Dieser Fall hat nur eine Leistungseinbuße im Vollastbereich zur Folge und ist somit nicht sicherheitskritisch. Es müssen allerdings Maßnahmen zum Schutz des Stellmotors ergriffen werden.

1.5 Fall 5: Die Drosselklappen klemmen im geöffneten Zustand:

Gründe:

- Defekt Prozessormodul - 100%-Ansteuerung , falsche Drehrichtung
- H-Brücke durchlegiert
- Kurzschluß in Stellmotorverkabelung
- schwergängiges DK-System
- Drosselklappe klemmt oberhalb der Sollposition

Fehlererkennung:

Die Istposition ist deutlich größer als die Sollposition:

egas_ist - egas_soll > K_EDKSI_HYS_BL_AUF

a) für länger als **K_EDKSI_T_BL_AUF_R**

b) für länger als **K_EDKSI_T_BL_AUF_F**

Reaktion:

a)

- Momentenbegrenzung über Zündwinkel und Einspritzausblendungen ab (Setzen der Bedingung **B_EDKSI_MD_RED**)

zusätzlich ab

b)

- Wechsel in Egas-Notprogramm Stufe 4 - Fahren mit offenen Drosselklappen
- Fehlerspeichereintrag

Beurteilung:

In diesem Fall erzeugt der Motor mehr Leistung als der Fahrer wünscht und es kann zu ungewollten Fahrzeugbeschleunigungen kommen. Dadurch ist eine schnelle Reaktion auf diesen Zustand erforderlich. Das Steuergerät hat aber die

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	04.10.03		3.04.DOC



Möglichkeiten über Zündwinkeleingriffe und Zylinderausblendungen die Motorleistung auf einen Bereich zu drosseln, den der Fahrer wünscht.

2 Status/Fehlerspeicher-Einträge:

Bei erkannten Soll/Ist-Vergleichsfehler wird die Fehlerart nach folgender Priorität in **edksi_zustand** eingetragen und im Fehlerspeicher mit folgender Fehlerart gekennzeichnet:

Priorität	edksi_zustand	Fehlerart
1.	BLEIBEN_AUF	SH_TO_UB
2.	BLEIBEN_ZU	SH_TO_GND
3.	UNTER_SOLL	UNPLAUSIBEL
4.	NICHT_GANZ_AUF	UNPLAUSIBEL
5.	SPALT_OFFEN	OPENLOAD

3 Applizierbare Größen und Prozeßvariablen

In diesem Abschnitt werden alle applizierbaren Konstanten Kennlinien und Kennfelder in tabellarischer Form angegeben. Außerdem werden die über das MCS beobachtbaren Prozessvariablen angegeben.

3.1 Prozeßvariablen

Name	Beschreibung
edksi_zustand	Zustand Soll-Ist-Vergleich
edksi_md_red	DPR: vorzeitige Momentenreduzierung, ohne Fehlerspeicher und Notprogramm
edksi_ed	ED-Fehlervariable
edksi_t_bl_zu	Timer Klappen bleiben zu
edksi_t_spalt	Timer Klappen bleiben Spalt offen
edksi_t_u_soll	Timer Klappen bleiben unter Soll
edksi_t_n_ganz	Timer Klappen gehen nicht ganz auf
edksi_t_bl_auf	Timer Klappen bleiben auf

3.2 Konstanten

Konstante	Bedeutung	Minimalwert	Maximalwert
K_EDKSI_T_BL_ZU	Fehlerzeit für nicht öffnende Klappe	WorstCase Ansprechzeit	Kein Überraschungseffekt für den Fahrer, falls die Klappen doch verzögert Öffnen sollten
K_EDKSI_T_SPALT	Fehlerzeit für nicht ganz schließende Klappe	WorstCase Schließzeit	Fehlererkennung innerhalb akzeptabler Zeit.
K_EDKSI_T_U_SOLL	Fehlerzeit für Zurückbleiben unter Sollwert	WorstCase Regelzeit für die Regelabweichung K_EDKSI_HYS_U_SOLL	Fehlererkennung innerhalb akzeptabler Zeit.
K_EDKSI_T_N_GANZ	Fehlerzeit für nicht-erreichen der Vollaststellung	WorstCase Regelzeit für die Öffnung 0=>100%	Zeit soll so bemessen sein, daß der Fehler auch bei kürzeren Vollastphasen erkannt werden kann, aber mindestens so lange wie K_EDKSI_T_U_SOLL .
K_EDKSI_T_BL_AUF_R	Fehlerzeit für Reduktion mit Momentenreduktion auf zu weit offene Klappen	WorstCase Regelzeit für die Regelabweichung K_EDKSI_HYS_BL_AUF	Kritische Zeit, bei der bei hängenden Klappen ohne Momentenreduzierung gerade noch keine Gefahr entsteht.
K_EDKSI_T_BL_AUF_F	Fehlerzeit für Übergang ins Notprogramm bei zu	WorstCase Regelzeit für die Regelabweichung	Zeit ab der von einem Defekt im System ausgegangen werden muß

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	04.10.03		3.04.DOC



Konstante	Bedeutung	Minimalwert	Maximalwert
K_EDKSI_T_PDR	weit offenen Klappen Zeit für Regelabweichungen, die bei Abfrage durch Predrive, ab der als Fehler gemeldet werden	K_EDKSI_HYS_BL_AUF WorstCase Regelzeit	muß kürzer sein als die Wartezeit K_PDR_T_PHASE2 im Predrive-Check
K_EDKSI_POS_ZU	Position, unterhalb die Klappe als Geschlossen angesehen wird	Nullpunkt-Schwankungsbreite Nullpunkt-Adaptionsfehler.??	Ein Sprung von 0 auf diesen Wert darf noch keine kritische Situation hervorrufen
K_EDKSI_HYS_ZU	minimale Sollwertüberhöhung für Fehlererkennung „Klappen bleiben zu“	WorstCase Regelabweichung innerhalb K_EDKSI_T_BL_ZU	K_EDKSI_HYS_ZU + K_EDKSI_POS_ZU müssen groß genug sein, ab der die Klappe genügend Regelabweichung hat für sicheres Ansprechen.
K_EDKSI_HYS_U_SOLL	Max. zulässiges Nacheilen der Klappen hinter dem Sollwert	max. mögliche Regelabweichung unter WorstCase- Bedingungen innerhalb von K_EDKSI_T_U_SOLL	Fehlererkennung noch möglich
K_EDKSI_HYS_N_GANZ	Minimale Sollwertüberhöhung für Fehlererkennung „Klappen nicht ganz auf“	max. mögliche Regelabweichung unter WorstCase- Bedingungen innerhalb von K_EDKSI_T_N_GANZ	Sicheres Erkennen von Anschlag in Öffnungsrichtung
K_EDKSI_POS_N_GANZ	Istposition der Klappe zur Unterscheidung „Unter Soll“ und „Nicht ganz auf“	Position, die ein fehlerhafter Antrieb nicht mehr erreicht.	muß einen Bereich repräsentieren, ab dem ein mechanischer Anschlag vermutet wird
K_EDKSI_HYS_BL_AUF	Minimale Istwertüberhöhung für Fehlererkennung „Klappen bleiben auf“	Maximale Regelabweichung unter Worst Case-Bedingungen innerhalb K_EDKSI_T_BL_AUF_R	Noch unkritischer Momentenüberschuss durch diese Regelabweichung, besonders wenn Sollwert nahe 0 (Bei Soll=0 soll Momentenüberwachung zuschlagen)
K_EDKSI_UB_N_GANZ	Minimale Spannung für Diagnose „Nicht ganz auf“	Spannung, ab der der Stellmotor die 100% erreicht	Minimale Spannung bei laufenden Motor
K_EDKSI_TMOT_N_GANZ	Minimale tmot für Diagnose „Nicht ganz auf“	Motortemperatur, ab der der Stellmotor die 100% erreicht	Deutlich unter Betriebstemperatur des Motors

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	04.10.03		3.04.DOC



MSS60 Modulbeschreibung

Arbeitsversion Egas Sicherheitskonzept (vorläufig)

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	5.12.03		3.05.DOC



1. ALLGEMEINES	4
2. SICHERHEITSKONZEPT HARDWARE	4
3. SICHERHEITSKONZEPT SOFTWARE	4
4. PWG-NOTLAUFPROGRAMME	6
4.1. STUFE A - PWG-NOTFAHREN MIT EINEM PWG-SENSOR	6
4.2. STUFE B - PWG-NOTFAHREN OHNE PWG-SENSOR	6
5. EGAS-NOTLAUFPROGRAMME	7
5.1. STUFE 1 - DK-NOTFAHREN MIT EINEM DK-SENSOR	7
5.2. STUFE 2 - NOTFAHREN ÜBER LEERLAUFSTELLER SYSTEM.....	7
5.3. STUFE 3 - NOTFAHREN ÜBER LEERLAUFSTELLERSYSTEM MIT OFFENEN DROSSELKLAPPEN.....	8
5.4. STUFE 4 - NOTFAHREN ÜBER LEERLAUFSTELLERSYSTEM AUFGRUND EINES STEUERGERÄTE INTERNEN FEHLERS.....	9
6. ÜBERGÄNGE IN DIE NOTLAUFPROGRAMME	10
6.1. ÜBERGANG NACH STUFE A - PWG NOTFAHREN MIT EINEM PWG-SENSOR.....	10
6.2. ÜBERGANG NACH STUFE B - PWG NOTFAHREN OHNE PWG-SENSOR.....	10
6.3. ÜBERGANG NACH STUFE 1 - DK NOTFAHREN MIT EINEM DK-SENSOR.....	10
6.4. ÜBERGANG NACH STUFE 2 - NOTFAHREN ÜBER LEERLAUFSTELLER SYSTEM	10
6.5. ÜBERGANG NACH STUFE 3 - NOTFAHREN MIT OFFENEN DROSSELKLAPPEN	11
6.6. ÜBERGANG NACH STUFE 4 - NOTFAHREN MIT SG-INTERNEM FEHLER.....	11
7. REALISIERUNG NOTLAUFPROGRAMME	12
7.1. BEGRENZUNG INDIZIERTES MOTORMOMENT	12
7.2. MOMENTENREDUKTION ÜBER ZÜNDWINKELEINGRIFF.....	12
7.3. MOMENTENREDUKTION ÜBER EINSPRITZAUSBLENDUNGEN.....	12
7.4. BEGRENZUNG DER FAHRZEUGGESCHWINDIGKEIT.....	12
7.5. BEGRENZUNG DER FAHRZEUGBESCHLEUNIGUNG	12
7.6. BEGRENZUNG DER MOTORDREHZAHL	13
7.7. BEGRENZUNG DER EGAS STELLMOTORDYNAMIK	13
7.8. ABSCHALTEN DES EGAS STELLMOTORS.....	13
8. ÜBERWACHUNG SENSORIK / EINGÄNGE	14
8.1. ANALOGE SIGNALE.....	14
8.1.1. Bordnetzspannung Klemme 87 (Hauptrelais).....	14
8.1.2. Sensorversorgung.....	14
8.1.3. Pedalwertgeber	15
8.1.4. HFM-Signal	16
8.1.5. Drosselklappen Potentiometer	17
8.1.6. Kühlwassertemperatur (Motortemperatur).....	19
8.1.7. Öltemperatur.....	19
8.1.8. Ansauglufttemperatur.....	19
8.1.9. Umgebungsdruck.....	20
8.2. DIGITALE SIGNALE	20
8.2.1. Schalter Bremslicht	20
8.2.2. Schalter Kraftschluß.....	20
8.3. SERIELLE SCHNITTSTELLEN	21
8.3.1. CAN.....	21
8.3.2. MFL.....	23

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	5.12.03		3.05.DOC



9. ÜBERWACHUNG AKTUATORIK / AUSGÄNGE.....	24
9.1. STELLEINHEIT (H-BRÜCKE, STELLMOTOR, DK-MEACHNIK).....	24
9.1.1. Elektrische Treiberdiagnose	24
9.1.2. Soll-/Istvergleich Egas-Position.....	24
9.2. LEERLAUFSTELLER	28
10. ÜBERWACHUNG STEUERGERÄTE HARDWARE	29
10.1. PRE DRIVE CHECK STEUERGERÄT	29
10.1.1. Speichertests.....	29
10.1.2. Prozessor Synchronisation.....	29
10.1.3. Pre Drive Check Egas-Stelleinheit.....	30
10.2. ÜBERWACHUNG STEUERGERÄT IM LAUFENDEN BETRIEB	32
10.2.1. Speichertests.....	32
10.2.2. Überwachung HW-Initialisierung.....	32
10.2.3. Prozessor Kommunikation	33
10.2.4. Programmablaufkontrolle.....	33
10.2.5. Reset Überwachung	34
10.3. ÜBERWACHUNG STEUERGERÄT IN DER NACHLAUFPHASE	34
10.3.1. Speichertests.....	34
11. LOGISCHE ÜBERWACHUNGEN FUNKTIONSRECHNER.....	35
11.1. ABSICHERUNG MOMENTENBERECHNUNG	35
11.2. ÜBERWACHUNG SOLLMOMENT ZU ISTMOMENT.....	35
11.2.1. Überwachung Soll-/Istmoment über gesamten Betriebsbereich.....	36
11.2.2. Überwachung Soll-/Istmoment bei PWG-Vorgabe = 0.....	36
12. LOGISCHE ÜBERWACHUNGEN SICHERHEITSRECHNER.....	37
12.1. ÜBERWACHUNG ADC FUNKTIONSRECHNER.....	37
12.2. ÜBERWACHUNG RECHNERKERN	37
12.3. ÜBERWACHUNG FGR-ABSCHALTUNG	38

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	5.12.03		3.05.DOC



1. ALLGEMEINES

2. SICHERHEITSKONZEPT HARDWARE

Das Design der Steuergeräte Hardware wurde speziell auf die Belange eines sicherheitskritischen Egas-Systems hin ausgerichtet. Es weist eine Reihe von Merkmalen auf, die eine lückenlose Überwachung und einen sicheren Fail Save des Egas-Systems gewährleisten.

Kurzübersicht der Designmerkmale

Zwei Prozessor System mit zwei gleichwertigen, leistungsfähigen 32-Bit Prozessoren

mit Ausnahme der Spannungsversorgung, vollkommen unabhängige Prozessoren mit eigener Taktversorgung und Programm-/Datenspeichern

Einsatz eines Spannungsreglers mit Resetauslösung bei Unterspannung

Aufteilung der Funktionalität unter der Prämisse, daß jeder Prozessor eine autarke Eingriffsmöglichkeit in die Momentenabgabe des Motor hat.

Funktionsrechner: Egas-System, Leerlaufstellersystem, Zündung

Sicherheitsrechner: Einspritzung incl. Drehzahlbegrenzung

Einsatz einer H-Brücke zur Ansteuerung des Egas-Stellmotors mit zwei Abschaltpfaden, wobei je ein Abschaltpfad von einem Prozessor kontrolliert wird.

Redundante Aufteilung des Bremslichtschalters an beide Prozessoren

Redundante Aufteilung der beiden Analogsignale Pedalwertgeber 1 und Drosselklappengeber 1 an beide Prozessoren

Verwendung eines Pedalwertgebers mit zwei Potentiometern PWG1 und PWG2 mit unabhängiger Spannungsversorgung und unterschiedlicher Kennlinie.

Verbau zweier Drosselklappengeber mit unabhängiger Spannungsversorgung und gekreuzter Kennlinie.

Zweifache 5V-Sensorversorgung. Rücklesen der Versorgungsspannung innerhalb der DME

Anschluß der Resetleitung eines Prozessors an einen Portpin des anderen Prozessors. Portpin wahlweise als Interrupteingang oder Ausgang konfigurierbar

3. SICHERHEITSKONZEPT SOFTWARE

Um einen sicheren Egas-Betrieb gewährleisten zu können, sind in der MSS60 eine Reihe von Softwaremodulen implementiert, die alle möglichen SG-externen (Sensorik, Aktorik, Kabelbaum) als auch SG-internen (Prozessor, Speicher, Treiber, Spannungsversorgung) Fehler erkennen und das System in einen Fail Save Zustand überführen sollen.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	5.12.03		3.05.DOC



Die Überwachungsmodule lassen sich dabei in drei Ebenen aufteilen:

- Ebene 1: Überwachung der SG-Peripherie (Sensorik bzw. Aktorik)
- Ebene 2: Überwachung der Regelkreise, Sollwertvorgaben
Plausibilisierung zueinander redundanter Informationen
- Ebene 3: Überwachung der Steuergeräte-Hardware und des ordnungsgemäßen Programmablaufs

Die Überwachungsmodule der Ebene 3 sind auf beiden Prozessoren implementiert und laufen unabhängig voneinander, sodaß ein Ausfall einer Rechereinheit kein Risiko darstellt, da das parallel laufende Überwachungsmodul noch einwandfrei arbeitet.

Kurzübersicht der Überwachungsmodule:

- Sensorik:
- Sensorversorgung Uext : Bereichsüberwachung
 - Pedalwerterfassung pwg : Bereichsüberwachung, Kanalvergleich
 - Drosselklappenposition wdk : Bereichsüberwachung, Kanalvergleich
 - HFM-Lastsignal ml : Bereichsüberwachung
 - Bremslichtschaltersystem : Kanalvergleich

- Aktorik:
- Leerlaufsteller : elektrische Treiberdiagnose
 - Egas-Stellmotor : elektrische Treiberdiagnose

- Vergleichstests:
- Soll-/Istvergleich der Drosselklappenposition
 - Plausibilisierung Fahrerwunschmoment zu Motor-Istmoment
 - Plausibilisierung Lastsignal zu Drosselklappenposition (nur bei Ausfall eines DK-Potis)

Bereichsüberwachungen:

- Plausibilisierung der Momentenberechnung inclusive momentenerhöhender Eingriffe
- Überwachung DK-Postion bei Nullmomentenvorgabe
- Überwachung FGR-Abschaltung bei betätigter Bremse

Schnittstellenüberwachungen:

- CAN-Schnittstelle - Bus Fehler, Telegramm Timeout
- DSC-Eingriffe - Überprüfung der Signalredundanz
- MFL-Schnittstelle - Timeout, Telegrammformat, Tastencodierung

Überwachungen SG-Hardware:

- QADC : Ergebnisvergleich Funktions- und Sicherungsrechner
- Speichertests
- Testaufgaben für CPU-Überwachung

Testabläufe / Systemtests

- Pre Drive Check Egas-System
- Programmablaufkontrolle
- Resetüberwachung
- Kommunikationsüberwachung Funktions- / Sicherungsrechner

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	5.12.03		3.05.DOC



4. PWG-NOTLAUFPROGRAMME

4.1. STUFE A - PWG-NOTFAHREN MIT EINEM PWG-SENSOR

Kennzeichnung des Notlaufprogramms:

Zweifelsfrei detektierter Ausfall eines Pedalwertgebers und somit Verlust der Redundanz.

Voraussetzung für PWG-Betrieb in Stufe A:

Verbleibender Pedalwertgeber ist plausibel.

Bremsschalersystem ist fehlerfrei

keine steuergeräte-internen Fehler

Notlaufprogramm:

- Umschaltung der Pedalwert-Progressionskennlinien auf eine Notlauf-Progressionskennlinie wird.
- Begrenzung der positiven PWG-Dynamik durch Notlauffilterung der Sollwertes - langsame Aufwärtsfilterung + schnelle Abwärtsfilterung
- Sicherheitsabschaltung über Bremslichtschalter
sobald die Bremse betätigt wird, wird ein Pedalwert von Null ausgegeben. Ein erneuter Pedalwert ungleich Null wird erst dann wieder akzeptiert, wenn der verbleibende Pedalwertgeber zwischenzeitlich auf den Wert Null zurückgegangen ist.

Anmerkungen:

- Der Tempomatbetrieb ist weiterhin uneingeschränkt möglich.

4.2. STUFE B - PWG-NOTFAHREN OHNE PWG-SENSOR

Kennzeichnung des Notlaufprogramms:

Ausfall beider Pedalwertgeber - ein Fahrerwunsch ist somit nicht mehr erfaßbar.

Voraussetzung für PWG-Betrieb in Stufe A:

keine sg-internen Fehler

Notlaufprogramm:

- Fahrerwunsch stets gleich Null
- Fahren mit Leerlaufdrehzahl

Anmerkungen:

- Der Tempomatbetrieb ist weiterhin uneingeschränkt möglich, falls die Mindestgeschwindigkeit für den FGR-Betrieb erreicht werden kann.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	5.12.03		3.05.DOC



5. EGAS-NOTLAUFPROGRAMME

5.1. STUFE 1 - DK-NOTFAHREN MIT EINEM DK-SENSOR

Kennzeichnung des Notlaufprogramms:

Zweifelsfrei detektierter Ausfall eines Drosselklappengebers und somit Verlust der Redundanz, bzw. zueinander unplausible DK-Werte der beiden Geber ohne den defekten Geber erkannt zu haben. In diesem Fall verwendet die Egas-Lageregelung den größeren und damit unkritischeren Wert als Istposition der Drosselklappe, bis über die HFM Plausibilisierung der fehlerhafte Geber detektiert werden kann.

Voraussetzung für DK-Betrieb in Stufe 1:

Verbleibender Drosselklappegeber ist plausibel.

HFM arbeitet fehlerfrei.

Plausibilisierung verbleibender DK-Wert zu HFM-Lastsignal in Ordnung

keine steuergeräte-internen Fehler

Notlaufprogramm:

- Begrenzung des Tastverhältnisses für Egas-Stellmotor - Begrenzung der Motordynamik
- Begrenzung des maximalen Motormoments
- Plausibilisierung verbleibendes Poti über HFM-Lastsignal
- Sperren der interenen füllungserhöhenden Eingriffe wie Katheizen, Momentenreserve
- Begrenzen der Fahrzeugbeschleunigung
- Begrenzen der Maximalgeschwindigkeit

Anmerkungen:

5.2. STUFE 2 - NOTFAHREN ÜBER LEERLAUFSTELLER SYSTEM

Kennzeichnung des Notlaufprogramms:

Die Sollposition der Drosselklappe kann nicht mehr zuverlässig eingeregelt werden, weil

- die Istposition aufgrund eines Doppelfehlers (DK1, DK2, HFM) bzw. Ausfall der Sensorversorgung nicht mehr erfaßbar ist
- das Stellglied (Treiber, Leitung, Stellmotor, DK-Mechanik) ausgefallen ist
- ein Problem in der Drosselklappenkinematik vorliegt

Voraussetzung für Notbetrieb in Stufe 2:

mindestens noch ein Lastsignal verfügbar (HFM oder eine verlässliche Drosselklappenposition)

keine steuergeräte-internen Fehler

Notlaufprogramm:

- Abschalten der Stellmotoransteuerung und Überwachung, ob Drosselklappen geschlossen sind.
- Begrenzung des maximalen Motormoments
- Sperren der interenen füllungserhöhenden Eingriffe wie Katheizen, Momentenreserve
- Herabsetzen der Drehzahlbegrenzung
- Begrenzen der Fahrzeugbeschleunigung
- Begrenzen der Maximalgeschwindigkeit

Anmerkungen:

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	5.12.03		3.05.DOC



5.3. STUFE 3 - NOTFAHREN ÜBER LEERLAUFSTELLERSYSTEM MIT OFFENEN DROSSELKLAPPEN

Kennzeichnung des Notlaufprogramms:

Die Luftzufuhr des Motors kann nicht mehr direkt kontrolliert werden, da zum Beispiel die Drosselklappen in einem geöffneten Zustand festklemmen. Das Fahrerwunschkmoment, bzw. die Motordrehzahl muß somit über Zündung und Einspritzung auf ein gewünschtes Maß reduziert werden.

In der Regel kann in diesem Betrieb davon ausgegangen werden, daß ein Defekt in der Ansteuerung der Drosselklappen vorliegt, die Istpositionen aber noch erfaßbar sind.

Voraussetzung für Notbetrieb in Stufe 3:

kein SG-interner Fehler

Notlaufprogramm:

- Abschalten der Stellmotoransteuerung.
- Begrenzung des maximalen Motormoments
- Freischalten der Zündwinkleingriffe Momentenmanager (Eingriff wird aktiv, wenn Motor-Istmoment überhalb Wunschkmoment liegt).
- Freischalten der Einspritzausblendungen Momentenmanager (Eingriff wird aktiv, wenn Motor-Istmoment überhalb Fahrerwunschkmoment + max. erlaubtes Delta liegt)
- Sperren der interenen füllungserhöhenden Eingriffe wie Katheizen, Momentenreserve
- Herabsetzen der Drehzahlbegrenzung
- Begrenzen der Fahrzeugbeschleunigung
- Begrenzen der Maximalgeschwindigkeit

Anmerkungen:

Dieses Notprogramm stellt den Worst-Case“ im Egas-Betrieb dar. Der Motor erzeugt mehr Moment als es der Fahrer wünscht und das Fahrzeug könnte ungewollt beschleunigen. Da allerdings auch ein Abstellen des Motors als äußerst sicherheitskritisch erachtet wird, soll über dieses Notprogramm noch ein stark eingeschränkter, aber dennoch beherrschbarer Motorbetrieb aufrecht erhalten werden.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	5.12.03		3.05.DOC



5.4. STUFE 4 - NOTFAHREN ÜBER LEERLAUFSTELLERSYSTEM AUFGRUND EINES STEUERGERÄTE INTERNEN FEHLERS

Kennzeichnung des Notlaufprogramms:

Eine der Überwachungsfunktionen des Steuergerätes hat einen Fehler innerhalb der DME detektiert, durch den eine ordnungsgemäße Abarbeitung der Programm nicht mehr sicher garantiert werden kann. Da in diesem Fall die Auswirkungen des Fehlers nicht vorhersehbar sind, werden eine Reihe von parallelen und voneinander unabhängigen Maßnahmen ergriffen, die gewährleisten, daß durch diesen Fehler das Fahrzeug nicht ungewollt stark beschleunigen kann.

Voraussetzung für Notbetrieb in Stufe 4:

Notlaufprogramm:

- Abschalten der Stellmotoransteuerung.
- Begrenzung des maximalen Motormoments
- Freischalten der Zündwinkleingriffe Momentenmanager
- Freischalten der Einspritzausblendungen Momentenmanager
- Sperren der interenen füllungserhöhenden Eingriffe wie Katheizen, Momentenreserve
- Herabsetzen der Drehzahlbegrenzung
- Begrenzen der Fahrzeugbeschleunigung
- Begrenzen der Maximalgeschwindigkeit

Anmerkungen:

Durch den Aufbau der DME als Zweiprozessorsystem und der Aufteilung von Luftzufuhr und Kraftstoffzufuhr auf jeweils einen Prozessor, ist die DME in der Lage, auch bei einem gravierenden internen Problem noch einen sicheren Notlaufbetrieb zu gewährleisten. Jeder Prozessor ist dabei in der Lage, unabhängig von der Funktionsfähigkeit des anderen Prozessors, das erzeugte Motormoment zu kontrollieren.

Die Fahrbarkeit des Notprogramms hängt allerdings sehr stark davon ab, in wie weit die für den Motorbetrieb benötigten Funktionen wie Lasterfassung, Zündung, Einspritzung, etc noch fehlerfrei ablaufen können.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	5.12.03		3.05.DOC



6. ÜBERGÄNGE IN DIE NOTLAUFPROGRAMME

Im Rahmen des Egas-Sicherheitskonzepts liegt ein besonderer Schwerpunkt in den Übergängen in die entsprechenden Notlaufprogramme. Denn während ein Notlaufprogramm durch geeignete Gegenmaßnahmen beherrschbar erscheint, ist dies bei den Übergängen immer von der gerade aktuellen Fahrsituation abhängig. Diese ist aber der Steuerung meist nicht bekannt.

Als besonders kritisch wird hierbei das Abschalten des Motors bzw. eine plötzliche Leistungsreduktion des Motors erachtet, da dies eventuell erst einen sicherheitskritischen Fahrzustand provoziert. Stichpunkte dazu sind: Überholen bei Gegenverkehr, Fahren im Grenzbereich mit abrupten Lastwechselreaktionen, Verlust der Lenk- und Bremskraftunterstützung.

Deshalb wird im Rahmen des Sicherheitskonzepts versucht, in bestmöglichem Umfang den Fahrzustand sowie die Fahrerreaktionen zu beurteilen und damit einen langsameren, vom Fahrer noch beherrschbaren Übergang in das Notlaufprogramm zu erreichen.

Dies ist allerdings nur soweit möglich, wie es die Technik erlaubt.

6.1. ÜBERGANG NACH STUFE A - PWG NOTFAHREN MIT EINEM PWG-SENSOR

Mit dem Übergang in die Stufe A wird auf eine PWG-Notlaufprogressionskennlinie umgeschaltet, welche einen Sprung auf eine kleinere PWG-Sollwertvorgabe und somit einen Lastsprung zur Folge haben kann.

Dieser negative Pedalwertsprung wird deshalb nicht direkt zum Momentenmanager weitergeleitet, sondern das Delta (aktueller Wert - Zielwert) rampenförmig abgeregelt. Änderungen des Fahres werden sofort und ungefiltert weitergegeben. Betätigt während der Abregelzeit der Fahrer die Bremse oder die Kupplung, wird sofort der Pedalwert Null ausgegeben.

6.2. ÜBERGANG NACH STUFE B - PWG NOTFAHREN OHNE PWG-SENSOR

Der Übergang in die Stufe B erfolgt analog dem Übergang in die Stufe A.

6.3. ÜBERGANG NACH STUFE 1 - DK NOTFAHREN MIT EINEM DK-SENSOR

Das Notprogramm Stufe 1 beinhaltet eine Drehmomentenbegrenzung und eine Begrenzung des Egas-Sollwertes. Auch hier soll es nicht zu plötzlichen Drehmomentensprüngen des Motor kommen, sondern das Motormoment in einem für den Fahrer beherrschbaren und einschätzbaren Gradienten auf die neuen Sollwerte reduziert werden.

Dazu wird, ähnlich wie bei Stufe A, das Maximalmoment, ausgehend vom aktuellen Motormoment rampenförmig auf das Maximalmoment der Notlaufstufe reduziert.

6.4. ÜBERGANG NACH STUFE 2 - NOTFAHREN ÜBER LEERLAUFSTELLER SYSTEM

Der Übergang in das Notprogramm Stufe 2 ist sehr stark von der Art des Fehlers abhängig. Liegt zum Beispiel ein Defekt in der Stellmotoransteuerung vor, so werden die Drosselklappen automatisch über Federn geschlossen ohne daß die DME darauf einen Einfluß hätte.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	5.12.03		3.05.DOC



Bei zueinander unplausiblen Signalen der DK-Geber 1 und 2, bei welchen aber nicht zweifelsfrei der fehlerhafte Sensor bestimmt werden kann, ist unter Umständen ebenfalls ein sofortiges Abschalten des Stellmotors erforderlich.

In den Fällen, in denen man noch über eine Rückmeldung der Istposition verfügt und die Sollposition noch einregeln kann, erfolgt das Schließen der Drosselklappen nicht abrupt, sondern wiederum über eine rampenförmige Abregelung (sofern es der Fahrer nicht anders wünscht). Dazu wird ausgehend von dem Istmoment des Motors das Sollmoment solange reduziert, bis die Sollpositionsvorgabe für die Drosselklappen den Wert Null erreicht. Anschließend wird der Stellmotor abgeschaltet und die Drehzahl- und Geschwindigkeitsbegrenzung aktiviert.

6.5. ÜBERGANG NACH STUFE 3 - NOTFAHREN MIT OFFENEN DROSSELKLAPPEN

Das Notlaufprogramm der Stufe 3 wird aktiv, wenn die DK-Istposition für einen definierten Zeitraum die DK-Sollposition übersteigt und die Drosselklappen trotz Bestromen des Stellmotors in Richtung Schließen nicht geschlossen werden konnten.

Da dieser Fall zu einer ungewollten Fz-Beschleunigung führen kann, ist die Reaktionszeit der DME auf diesen Fehler relativ kurz. So werden nach Ablauf einer Filterzeit von `K_EDKSI_T_BL_AUF_R` die Momenteneingriffe über Zündung und Einspritzung zur Reduktion des überschüssigen Motormoments freigegeben. Ist der Fehlerzustand auch nach Ablauf der Filterzeit `K_EDKSI_T_BL_AUF_F` noch immer vorhanden, wechselt das Egas-System in die Notprogrammstufe 3.

In dieser Stufe wird analog zu den anderen Übergängen trotzdem versucht, das Motormoment rampenförmig abzuregulieren und anschließend die Egas-Stellbrücke abgeschaltet. Das aus dem Lastsignal abgeleitete Motoristmoment wird mittels Teilfeuerung und ZW-Spätverstellung auf das Fahrerwunschmoment grob eingeregelt.

Ein Fahrbetrieb - insbesondere bei Nullmomentenvorgabe des Fahrers und bei aufgetrenntem Kraftschluss - hängt stark von der Istposition der Drosselklappen ab und kann nicht gewährleistet werden.

6.6. ÜBERGANG NACH STUFE 4 - NOTFAHREN MIT SG-INTERNEM FEHLER

Das Notlaufprogramm der Stufe 4 wird immer dann aktiv, wenn ein steuergereäte-interner Fehler erkannt wurde. Da in diesen Fällen das Fehlverhalten des Egas-Systems nicht exakt vorhersehbar ist, wird die Motorleistung über redundante Maßnahmen auf ein sicheres Minimum reduziert.

So wird der Treiber des Stellmotors von beiden Prozessoren über voneinander unabhängige Enable-Leitungen hardwaremäßig abgeschaltet. Der Funktionsrechner (Masterprozessor) verfügt mit der Zündung und der Füllungsregelung über zwei Eingriffsmöglichkeit in die Momentenabgabe des Motors. Dem Überwachungsprozessor steht mit der Einspritzung (Teilfeuerung bzw. Komplettabschaltung) ebenfalls eine wirkungsvolle Eingriffsmöglichkeit zur Verfügung.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	5.12.03		3.05.DOC



7. REALISIERUNG NOTLAUFPROGRAMME

7.1. BEGRENZUNG INDIZIERTES MOTORMOMENT

In den Notlaufprogrammen der Stufe 1 - 4 wird das Fahrerwunschloment auf den Wert `KL_MD_MAX_SK` (x-Achse = Nr. des Notlaufprogramms) beschränkt. Eine Übergangsfunktion sorgt dafür, daß die Begrenzung nicht schlagartig wirkt, was ebenfalls einen sicherheitskritischen Fahrzustand hervorrufen kann, sondern ausgehend vom aktuellen Fahrerwunsch, dieser auf den neuen Zielwert mit der Rampe `KL_MD_GRAD_SK` abgeregelt wird. Die Abregelung ist beendet, bzw. wird abgebrochen, wenn der Zielwert erreicht ist, der Fahrer bremst oder das DSC eingreift. Sinkt dagegen der Fahrerwunsch unter den Begrenzungswert, wird diese nicht abgebrochen, sondern läuft im Hintergrund weiter, um den Fahrer ein kurzes Lupfen bzw. Schalten zu erlauben.

7.2. MOMENTENREDUKTION ÜBER ZÜNDWINKLEINGRIFF

Mit dem Auftreten eines Egas-Notprogramms der Stufen 3 oder 4 wird der Zündwinkelingriffspfad des Momentenmanagers freigegeben. Dieser errechnet sich aus der vom HFM gemessenen relativen Füllung und der aktuellen Motordrehzahl das momentane indizierte Moment, welches der Motor am aktuellen Betriebspunkt mit seinen Grundzündwinkeln abgibt. Unterschreitet das Fahrerwunschloment das aktuelle Motormoment, wird der Momentenüberschuß durch eine Spätziehen der Zündwinkel kompensiert. Maximal ist ein Spätziehung bis zu den definierten Minimalzündwinkeln `tz_min` möglich, womit sich eine Momentenreduktion von bis zu 40% ergeben kann.

7.3. MOMENTENREDUKTION ÜBER EINSPRITZAUSBLENDUNGEN

In den Notprogrammstufen 3 und 4 wird parallel zu dem Zündwinkelingriff auch ein Momenteneingriff über die Einspritzung freigegeben. Aufgabe dieses Eingriffs ist es, einen Momentenüberschuß, welcher durch die ZW-Spätziehung nicht komplett ausgeglichen werden kann, über eine Teilfeuererung der Zylinder zu kompensieren.

Dazu wird das mittels ZW-Spätverstellung darstellbare minimale Istmoment des Motors, berechnet aus einem Drehzahl-Last-Kennfeld und dem minimalen ZW-Wirkungsgrad, in Verhältnis mit dem Fahrerwunschloment nach Berücksichtigung aller Momenteneingriffe gesetzt. Unterschreitet das Verhältnis den Wert Eins (md_sk_soll / md_sk_ist), werden über die Einspritzung einzelne Zylinder abgeschaltet und somit die Momentenabgabe des Motors in Schritten von 1/Zylinderanzahl reduziert. Das noch verbleibende Überschußmoment kann dann wieder mittels des ZW-Eingriffs reduziert werden.

Die Berechnung und die Ausführung der Teilfeuererung obliegt dem Slaveprozessor und ist bis auf die Berechnung des Istmoments unabhängig vom Funktionsrechner.

7.4. BEGRENZUNG DER FAHRZEUGGESCHWINDIGKEIT

implementiert, aber noch nicht dokumentiert

7.5. BEGRENZUNG DER FAHRZEUGBESCHLEUNIGUNG

Befindet sich das Egas-System in einem Notprogramm der Stufen 1- 4, wird die maximale Längsbeschleunigung des Fahrzeuges auf einen für diese Stufe definierten Wert begrenzt. Die aktuelle Längsbeschleunigung wird dabei vom DSC berechnet und der Motorsteuerung über CAN übermittelt.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	5.12.03		3.05.DOC



Die Beschleunigungsbegrenzung ist als PI-Regler aufgebaut. Der P-Anteil berechnet sich aus der Kennlinie $KL_MD_SK_AX_P = f(\text{delta_ax})$ und wird noch über die gangabhängige Kennlinie $KL_MD_SK_AX_GANG$ gewichtet. Die Schrittweite des I-Reglers berechnet sich aus der Kennlinie $KL_MD_SK_AX_IPOS = f(\text{delta_ax})$. Unterschreitet die Fz-Beschleunigung wieder den zulässigen Maximalwert, wird der I-Anteil über die Kennlinie $KL_MD_SK_AX_INEG$ auf Null abgeregelt.

7.6. BEGRENZUNG DER MOTORDREHZAHL

Eine weitere Sicherungsmaßnahme besteht in einem Herabsetzen der Drehzahlbegrenzung. Dazu ist in der Kennlinie $KL_N_MAX_SK$ für jede Notprogrammstufe eine Maximaldrehzahl definiert. Überschreitet die Motordrehzahl diesen Grenzwert, werden über die Einspritzung sofort alle Zylinder abgeschaltet.

Dieser Sicherungsmechanismus läuft ebenfalls auf dem Slaveprozessor und ist komplett unabhängig vom Funktionsrechner, da der Prozessor auch über eine eigene Drehzahlerfassung verfügt.

7.7. BEGRENZUNG DER EGAS STELLMOTORDYNAMIK

Diese Maßnahme wirkt eigentlich nur in dem Notprogramm 1, da in allen anderen Notprogrammen die Ansteuerung des Stellmotors abgeschaltet ist. Sie soll über eine Reduzierung des maximalen Ansteuer-Tastverhältnisses die Dynamik des Stellmotors begrenzen und damit eine einfachere Plausibilisierung des DK-Potis über das HFM-Lastsignal ermöglichen.

7.8. ABSCHALTEN DES EGAS STELLMOTORS

Die Abschaltung des Egas Stellmotors erfolgt parallel über drei Abschaltpfade.

- feste Sollwertvorgabe = Null für Egas-Lageregler
- Deaktivieren der Enable-Leitung des Funktionsrechners für die H-Brücke
- Deaktivieren der Enable-Leitung der Überwachungsrechners für die H-Brücke

Die Wirksamkeit der Abschaltung wird über das HFM-Lastsignal überwacht, in dem die gemessenen Luftmasse einen Grenzwert, welcher oberhalb der über das Leerlaufstellersystem erreichbaren Wert liegt, nicht übersteigen darf.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	5.12.03		3.05.DOC



8. ÜBERWACHUNG SENSORIK / EINGÄNGE

8.1. ANALOGE SIGNALE

8.1.1. BORDNETZSPANNUNG KLEMME 87 (HAUPTRELAIS)

Die über Klemme 87 geschaltete Bordnetzspannung versorgt einen Großteil der Aktuatoren und die SG-internen Spannungsregler. Die Bordnetzspannung wird analog erfaßt und auf Min-/Max-Werte überprüft. Während des Startvorgangs, wo Spannungseinbrüche auftreten können, wird die untere Diagnoseschwelle auf 5V gesetzt, da bei diesem Wert der Spannungsreglerreset aktiv sein muß und die Prozessoren nicht mehr laufen können.

Mit Verlassen des gültigen Bereichs wird ein Fehlerfilter gestartet und die Versorgungsspannung sofort auf einen Ersatzwert gesetzt (Schutz der Zündendstufen).

Da die Sensorversorgung von der Kl87-Bordnetzspannung abgeleitet wird, besteht bei einem zeitverzögert anziehenden Hauptrelais die Gefahr, daß die Überwachungsmodule der Sensoren schon aktiv sind, und somit auf Fehler Versorgungsspannung bzw. Fehler Sensor erkennen, was einen Wechsel in das Egas-Notprogramm zur Folge hätte. Deshalb werden die betroffenen Module erst freigegeben, wenn die Versorgungsspannungen als vorhanden erkannt wurden. Liegt die Versorgungsspannung nach einer definierten Zeitspanne immer noch nicht an, wird auf Fehler Hauptrelais erkannt.

8.1.2. SENSORVERSORGUNG

Die MSS60 verfügt über zwei getrennte 5V-Versorgungsspannungen Uext1 und Uext2 für die PWG- und DKG-Potis und HFM's. Die Sensorversorgung wird im Steuergerät zurückgelesen und überwacht und bei der Berechnung der PWG- und DK-Positionen mit berücksichtigt. Verläßt eine Versorgungsspannung den zulässigen Bereich, wird ein Fehlerfilter gestartet. Bis zum Ablauf des Fehlerfilters wird der Uext-Wert auf den Min- bzw. Maxwert begrenzt. Nach Ablauf des Fehlerfilters wird der Uext-Wert auf den Ersatzwert gesetzt und alle an dieser Versorgungsspannung angeschlossenen Sensoren als fehlerhaft betrachtet.

Bei Ausfall der Sensorversorgung Uext 1 fallen somit ebenfalls die Sensoren PWG1, DKG1 und der HFM aus, so daß das Egas-System in die Notlaufstufe A - Notfahren über einen Pedalwertgeber und in die Notlaufstufe 2 - Fahren über Leerlaufsteller (Redundanz über HFM nicht mehr gegeben), wechselt.

Bei Ausfall der Sensorversorgung Uext2 fallen die Sensoren PWG2 und DK2 aus. Das Egas-System wechselt in die Notlaufstufe A und in die Notlaufstufe 1 - Notfahren mit einem DK-Geber (Redundanz über HFM gegeben).

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	5.12.03		3.05.DOC



8.1.3. PEDALWERTGEBER

Aus Sicherheitsgründen ist die Erfassung des Gaspedalstellung redundant ausgeführt. Der Pedalwertgeber besteht aus zwei getrennten Potentiometern mit unterschiedlicher Kennlinie und voneinander unabhängigen Masse- und Spannungsversorgungen.

Die Überwachung der Pedalwertgeber ist in zwei Bereiche unterteilt - die Überwachung eines jeden Sensorkanals und in den Vergleich der beiden Pedalwerte.

Min/Max-Überwachung Pedalwertgeber pwg1 oder pwg2

Die Überwachung ist aktiv, sobald die Sensoren versorgt sind. Unterschreitet die Sensorspannung eine festgelegte Minimalschwelle, bzw übersteigt sie eine Maximalschwelle, wird der Meßwert verworfen und die Fehlerfilterung gestartet. Nach Ablauf der Fehlerfilterung wird der Sensor als fehlerhaft gekennzeichnet.

Kanalvergleich pwg1 zu pwg2

Der Kanalvergleich hat die Aufgabe, die beiden pwg-Signale auf ihre Plausibilität zueinander zu überwachen. Übersteigt die Differenz der Pedalpositionen einen Grenzwert, wird auf Fehler PWG-Kanalvergleich erkannt und die Fehlerfilterung gestartet. Die erlaubte Differenz ist abhängig von dem Wert der kleineren pwg-Position, um leerlaufnahe Differenzen anders als Differenzen im Vollastbereich behandeln zu können.

Entscheidungsmatrix PWG-Überwachung

Alle Diagnoseinformationen, die für die Erfassung der Pedalwertgeber relevant sind, werden mittels einer Entscheidungsmatrix miteinander verknüpft und daraus ein PWG-Betriebsmode und ein Führungsgeber bestimmt. Die Verwendung einer Matrix hat den Vorteil, daß die vollständig und leicht überschaubar ist und die entsprechende Software relativ einfach und somit auch testbar bleibt.

In der Matrix sind folgende Diagnoseinformation als Eingangssignal berücksichtigt:

- Fehler in Sensorversorgung pwg1
- Fehler in Sensorversorgung pwg2
- Bereichsfehler pwg1 bestätigt
- Bereichsfehler pwg2 bestätigt
- Fehler Kanalvergleich im Filter
- Fehler Kanalvergleich bestätigt

Das Ergebnis der Entscheidungsmatrix ist einer von drei möglichen PWG-Betriebsmodes:

- Mode 0 : PWG-Modul fehlerfrei
- Mode 1 : Ausfall eines PWG
Wechsel in Notlaufprogramm Stufe A
- Mode 2 : Ausfall beider PWG
Wechsel in Notlaufprogramm Stufe B

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	5.12.03		3.05.DOC

Sonderfall: Hochohmigkeit eines Potis im unteren Umkehrpunkt

Durch Ablagerungen oder durch Abreiben der Schleiferbahn können im unteren Umkehrpunkt Hochohmigkeiten entstehen, die dazu führen, daß das Sensorsignal kleiner wird. Dies hat zur Folge, daß die Nullpunktadaption für diesen Geber nach unten gezogen wird und unter Umständen das Sensorsignal sogar unter den Minimalwert wandert. Da dieser Effekt nur auf den unteren Umkehrpunkt beschränkt ist, der Geber im Restbereich aber ordnungsgemäß arbeitet, soll in diesem Fall kein Notprogramm aktiviert werden, sondern nur ein Fehlerspeichereintrag für die Werkstatt erfolgen.

Die PWG-Erfassung bzw. Überwachung verhält sich bei einer Hochohmigkeit im Umkehrpunkt folgendermaßen: Die Nullpunktadaption folgt dem kleiner werdenden Sensorsignal nur bis zu einer unteren Adaptionsgrenze und verharrt anschließend an dieser. Parallel dazu wird der Fehler PWG-Hochohmigkeit eingetragen. Die Überwachung auf die Minimalwert wird solange deaktiviert, wie das zweite Gebersignal noch im Leerlaufbereich liegt. Bei Verlassen des Leerlaufbereichs muß auch der andere Geber den hochohmigen Bereich verlassen. Ansonsten wird entweder auf Fehler Min-/Max-Überwachung oder auf Fehler Kanalvergleich erkannt.

genaue Beschreibung PWG-Erfassung und Überwachung: siehe **Modulbeschreibung PWG**

8.1.4. HFM-SIGNAL

Die Überwachung des Heißfilm-Luftmassenmessers erfolgt über Min-/Max-Schwellen, innerhalb der das gemessene ML-Signal liegen muß.

Eine Plausibilisierung HFM-Signal zu DK-Position im laufenden Betrieb wird dagegen nicht durchgeführt, da die Einflüsse aus Luftdruck, Lufttemperatur und Vanos (Katheizen, Vanosfehler) eine zu große Aufweitung der Toleranzgrenzen erfordern würden.

Bei Ausfall eines DK-Gebers, wird das verbleibende DK-Poti mittels des HFM-Signals überwacht. Dies ist in diesem Fall leichter möglich, da sich das System dann in einem Notprogramm befindet und die Motordynamik begrenzt und die Katheizfunktion gesperrt sind. Ein parallel auftretender Vanosfehler könnte allerdings weiterhin dazu führen, daß das Toleranzband verlassen wird, was aber nur noch einen Wechsel in ein noch schärferes Notprogramm - Notfahren über das Leerlaufstellersystem - zur Folge hätte.

Min-/Maxwertüberwachung:

Jeder berechnete ML-Wert des HFM (beim 8-Zylinder : Einzelwerte der beiden HFM's) wird auf die definierten Min-/Maxgrenzen überprüft. Liegt der Meßwert außerhalb der Grenzen, wird er verworfen und statt dessen der ml-Ersatzwert verwendet. Außerdem erfolgt nach Ablauf der Fehlerfilterung ein Fehlerspeichereintrag.

Vergleich HFM-Signal mit Ersatzwert

Voraussetzung: fehlerfreier HFM , Fehler in DK-System (Ausfall eines Gebers, bzw. Fehler Kanalvergleich)

Bei bestätigtem Ausfall eines DK-Gebers wird das HFM-Signal zur Überwachung des verbleibenden Potis verwendet. Bei Fehler DK-Kanalvergleich wird versucht, über das HFM-Signal das fehlerhafte Poti zu lokalisieren.

Dazu wird unter Berücksichtigung des Tastverhältnis Leerlaufsteller, der Ansauglufttemperatur und des Umgebungsdruckes für jeden DK-Geber ein RF-Ersatzwert berechnet. Dieser Ersatzwert wird mit dem vom HFM gemessenen RF-Signal verglichen. Liegt der gemessene und der berechnete Wert innerhalb eines Toleranzbandes, gilt der DK-Wert als plausibel und es wird ein Flag in einem 16 Einträge fassenden Ringpuffer gesetzt. Unterschreitet die Anzahl der IO-Flags im Ringpuffer für einen definierten Zeitraum eine

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	5.12.03		3.05.DOC



vorgegebenen Schwelle, gilt der DK-Wert als unplausibel und es erfolgt ein Wechsel in das Notprogramm 2 - Notfahren über das Leerlaufstellersystem.

Gleiches gilt, wenn die Überwachung wegen eines bereits erkannten HFM-Fehlers nicht möglich ist.

8.1.5. DROSSELKLAPPEN POTENTIOMETER

Aus Sicherheitsgründen ist die Erfassung der Drosselklappenposition redundant ausgeführt. Es sind zwei getrennte DK-Geber mit zueinander inverser Kennlinie und voneinander unabhängigen Masse- und Spannungsversorgungen verbaut.

Da die Drosselklappenposition die Istgröße für den Egas-Lageregler darstellt und dieser sofort auf eventuell fehlerhafte Sensorgrößen reagiert, muß der DK-Überwachung besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Die Überwachung der Drosselklappengeber ist in zwei Bereiche unterteilt - in die Überwachung eines jeden Sensorkanals und in den Vergleich der beiden DK-Werte.

Min/Max-Überwachung DK-Geber dk1 oder dk2

Die Überwachung ist aktiv, sobald die Sensoren versorgt sind. Unterschreitet die Sensorspannung eine festgelegte Minimalschwelle, bzw übersteigt sie eine Maximalschwelle, wird sofort auf den zweiten Meßwert umgeschaltet und die Fehlerfilterung gestartet. Nach Ablauf der Fehlerfilterung wird der Sensor als fehlerhaft gekennzeichnet und in das Notprogramm Stufe 1 gewechselt.

Kanalvergleich dk1 zu dk2

Der Kanalvergleich hat die Aufgabe, die beiden DK-Signale auf ihre Plausibilität zueinander zu überwachen. Übersteigt die Differenz der DK-Positionen einen Grenzwert, wird auf Fehler DK-Kanalvergleich erkannt und die Fehlerfilterung gestartet. Die erlaubte Differenz ist abhängig von dem Wert der kleineren DK-Position, um leerlaufnahe Differenzen anders als Differenzen im Vollastbereich behandeln zu können.

Als äußerst problematisch erweist sich hierbei der Fall, wenn beide DK-Signale für sich betrachtet plausibel sind, zueinander aber eine zu große Differenz aufweisen. Die Vorgehensweise des PWG-Kanalvergleichs - Verwendung des unkritischeren (kleineren) Wertes - ist hier nicht so einfach. Aus Sicherheitsgründen muß beim DK-Kanalvergleich der größere Wert für die Istposition verwendet werden. Ist dies aber der fehlerbehaftete Wert, führt das zu einem sofortigen Schließen der Drosselklappen und somit zu einem spontanen Leistungsverlust des Motors.

Deshalb wird versucht, daß fehlerhafte Sensorsignal durch eine Plausibilisierung mit dem HFM-Signal zu lokalisieren. Ist eine Lokalisierung des fehlerhaften Gebers nicht möglich, wird weiterhin der größere Wert als Istwert verwendet.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	5.12.03		3.05.DOC



Entscheidungsmatrix DK-Überwachung

Alle Diagnoseinformationen, die für die Erfassung der Drosselklappengeber relevant sind, werden analog der PWG-Überwachung mittels einer Entscheidungsmatrix miteinander verknüpft und daraus ein DK-Betriebsmode und ein Führungsgeber bestimmt.

In der Matrix sind folgende Diagnoseinformation als Eingangssignal berücksichtigt:

- Fehler in Sensorversorgung dk1
- Fehler in Sensorversorgung dk2
- Bereichsfehler dk1 bestätigt
- Bereichsfehler dk2 bestätigt
- Fehler Kanalvergleich im Filter
- Fehler Kanalvergleich bestätigt

Das Ergebnis der Entscheidungsmatrix ist einer von vier möglichen DK-Betriebsmodes:

- Mode 0 : DK-Modul fehlerfrei
- Mode 1 : Fehler Kanalvergleich - Plausibilisierung mit HFM-Signal noch nicht erfolgreich
Wechsel in Notlaufprogramm Stufe 1
- Mode 1 : bestätigter Ausfall eines DK-Gebers
Wechsel in Notlaufprogramm Stufe 1
- Mode 2 : Ausfall beider DK-Geber
Wechsel in Notlaufprogramm Stufe 2

Sonderfall: Hochohmigkeit eines Potis im unteren Umkehrpunkt

Die Problematik mit der Poti-Hochohmigkeiten im unteren Umkehrpunkt ist bei den Drosselklappen noch komplizierter als bei den Pedalwertgebern. Um im Falle eines Leitungsabrisses nicht einen kritischen Zustand zu erzeugen, müssen die Signale SG-intern mit Pull Up bzw. Pull Down Widerständen so beschaltet werden, daß als DK-Wert ein größerer Wert erkannt wird.

Für hochohmige Umkehrpunkte bedeutet dies, daß hier ebenfalls zu große DK-Positionen erkannt werden. Der Kanalvergleich würde eine zu große Abweichung detektieren und der Vergleich mit dem HFM-Signal den DK-Geber mit der Hochohmigkeit als fehlerhaft ermitteln. Aus Sicherheitsgründen sollte man nicht versuchen, diese Fälle von tatsächlich falschen Sensorsignalen zu unterscheiden, sondern den Sensor abschalten und in das Notprogramm Stufe 1 wechseln.

genaue Beschreibung DK-Erfassung und Überwachung: siehe **Modulbeschreibung DK**

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	5.12.03		3.05.DOC



8.1.6. KÜHLWASSEITEMPERATUR (MOTORTEMPERATUR)

Die Motortemperatur (Temperatur Kühlwasser Motoraustritt) wird innerhalb des Momentenmanagers für die Berechnung des Schleppmoments verwendet. Da dieses sehr stark von der Motortemperatur abhängig ist, ist dessen Einfluß auf das Egas-System nicht zu unterschätzen.

Die Überwachung der Motortemperatur erfolgt zweistufig:

- Min-/Maxgrenzwerte
- Mindestmotortemperatur in Abhängigkeit von Starttemperatur und Motorlaufzeit

Eine weitere Sicherheit gegen kurzzeitige Störungen bildet eine langsame Zeitkonstante des Tiefpaßfilters.

Im Fehlerfall wird oberhalb einer Öltemperaturschwelle die Öltemperatur als Ersatzwert verwendet. Unterhalb der Schwelle oder bei gleichzeitigem Ausfall des TOG wird die Ansauglufttemperatur als Ausgangswert für einen Ersatzwert verwendet, welcher anschließend über eine Zeitrampe erhöht wird.

8.1.7. ÖLTEMPERATUR

Der Einfluß der Öltemperatur ist ähnlich dem der Motortemperatur. Gemessen wird die Ölsumpftemperatur, interessant für die Bestimmung der Reibmomente ist allerdings die Motoreingangs-temperatur. Da die M-Motoren über Öl/Wasser (8 Zylinder) bzw. Öl/Luft-Wärmetauscher (6 Zylinder) verfügen, differieren beide Temperaturen stark voneinander. Deshalb sind für die Berechnung der Öltemperatur Modelle notwendig, die den Einfluß von Motortemperatur, Fz-Geschwindigkeit und Lufttemperatur mit berücksichtigen.

Die Ölsumpftemperatur wird über den Thermischen Ölniveau Geber TOG erfaßt. Dieser Sensor liefert ein PWM-Signal, in dessen Frequenz das Ölniveau und in dessen Pulsdauer die Öltemperatur übertragen wird. Natugemäß ist diese Schnittstelle relativ unempfindlich gegenüber Störungen.

Als Überwachungen sind folgende Mechanismen aktiv:

- Timeout-Überwachung
- minimale bzw. maximale Pulsdauer
- Min-/Maxwerte der Öltemperatur

Im Fehlerfall wird die Motortemperatur als Ersatzwert verwendet (auch bei Ausfall des Motortemperatur-sensors)

8.1.8. ANSAUGLUFTTEMPERATUR

Die Kennfelder für die Bestimmung der Ist- und der Maximalmomente des Motors werden auf Normbedingungen (Lufttempertur 20°C, Luftdruck 960mbar) bezogen. Bei der Berechnung der Momente wird die aktuelle Lufttemperatur in Form eines Korrekturfaktors mit berücksichtigt.

Gemessen wird die Ansaugluft über einen in den HFM integrierten NTC-Sensor. Die Überwachung erfolgt über eine Min-/Maxwertplausibilisierung. Im Fehlerfall wird ein fester Ersatzwert verwendet und der Korrekturfaktor für die Momentenberechnung auf den Wert 1,0 gesetzt.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	5.12.03		3.05.DOC



8.1.9. UMGEBUNGSDRUCK

Der Einfluß des Umgebungsdruckes auf die Momentenberechnung ist analog dem der Lufttemperatur.

Der Luftdruck wird durch einen in die MSS60 integrierten Drucksensor gemessen und über Min-/Maxschwellen überwacht. Im Fehlerfall wird ebenfalls ein fester Ersatzwert verwendet und der Korrekturfaktor für die Momentenberechnung auf den Wert 1,0 gesetzt.

8.2. DIGITALE SIGNALE

8.2.1. SCHALTER BREMSLICHT

Der Bremslichtschalter hat auf das Egas-System folgende Einflüsse:

- Abschaltbedingung für den Fahrgeschwindigkeitsregler
- Sicherheitsfunktion für PWG-Notfahren
- Sicherheitsfunktion im Egas-Notlaufprogramm

Ferner übernimmt die Motorsteuerung für das DSC-System die Plausibilisierung des Bremslichtschalters und übermittelt das Ergebnis über CAN an das DSC.

Die Information „Bremse betätigt“ liegt in der MSS60 mehrfach redundant vor:

- Bremslichtschalter Funktionsrechner, digital eingelesen
- Bremslichtschalter Sicherheitsrechner, digital eingelesen
- Bremstestschalter Funktionsrechner, digital eingelesen
- Bremslichtschalter DSC, über CAN eingelesen (kann optional ausgewertet werden)

Sobald einer der drei bzw. vier Schalter den Zustand „Bremse betätigt“ signalisiert, gilt diese als betätigt (Veroderung - keine Mehrheitsentscheidung). Unterscheiden sich die Informationen für mehr als einen definierten Zeitraum, gilt das Bremsschaltersystem als defekt. Die Bremse wird für den Rest des Fahrzyklus als permanent betätigt betrachtet und der Fehler Bremsschaltersystem eingetragen.

8.2.2. SCHALTER KRAFTSCHLUß

Der Schalter Kraftschluß besteht im Prinzip aus zwei in Reihe geschalteten Schaltern - einem Kupplungsschalter und einen Schalter im Getriebe, welcher die Leergasse detektiert. Aufgabe des Schalters ist es, einen durchgeschalteten bzw. offenen Antriebsstrang zu detektieren.

Der Einfluß des Schalters ist vielfältig. Die Bedingung „kein Kraftschluß“ wird verwendet, als

- Abschaltbedingung für den Fahrgeschwindigkeitsregler
- Freigabebedingung für die Leerlaufregelung
- Überbrückung des Momentenfilters
- Sperrbedingung für die Gangerkennung (kein Gang eingelegt)

Die Überwachung des Schalters erfolgt getrennt für die Zustände geschlossen oder offen. Bei Fahrzeugstillstand muß bei laufendem Motor der Schalter keinen Kraftschluß erkennen. Im Schubbetrieb hingegen muß der Schalter Kraftschluß erkennen, wenn die Motordrehzahl oberhalb einer Schwelle verharrt.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	5.12.03		3.05.DOC



8.3. SERIELLE SCHNITTSTELLEN

8.3.1. CAN

Überwachung CAN-Busleitung

Die Überwachung der CAN-Busleitungen übernimmt direkt der CAN Controller. Dazu liest er jedes seiner gesendeten Telegramme zurück und vergleicht diese. Ferner werden die empfangenen Telegramme auf ihr Telegrammformat und auf die Check Sum überwacht. Kommt es hierbei zu Fehlererkennungen, wird ein internes Fehlerregister inkrementiert. Nach Überschreiten einer Fehlerschwelle koppelt sich der Controller selbständig vom CAN ab und signalisiert dies der CPU über ein Statusbit. Dieses Statusbit wird von der CPU zyklisch alle 100ms ausgelesen. Im Fehlerfall erfolgt ein Fehlerspeichereintrag und der CAN Controller wird neu initialisiert.

Den Fail Save für die Empfangsbotschaften übernimmt eine Timeout-Überwachung, falls der CAN innerhalb der Timeoutzeit nicht wieder funktioniert.

Timeout-Überwachung der Empfangstelegramme

Die Timeout-Überwachung kontrolliert den zyklischen Empfang der CAN-Telegramme. Unterbleibt dieser für einen telegrammspezifischen Zeitraum, erfolgt ein Fehlerspeichereintrag und die CAN-Variablen dieses Telegramms werden auf neutrale Werte gesetzt.

Die Timeoutüberwachung ist aktiv, sobald

- Klemme 15 ein
- und Bordnetzspannung > K_CAN_UBMIN
- und Zeit seit letzter Unterspannung > K_CAN_ED_TSPERR
- und Zeit seit letzter SG-Initialisierung > K_CAN_ED_TSPERR

Überwacht werden zur Zeit folgende CAN-Telegramme

Telegramm	Sender	Timeoutwert
ASC1	DSC	300ms
ASC2	DSC	300ms
ASC3	DSC	300ms
LWS1	Lenkwinkelsensor	300ms
INSTR2	Kombiinstrument	1000ms
INSTR3	Kombiinstrument	1000ms

Um die Anzahl der Fehlerorte nicht ausufern zu lassen, führen nur das Ausbleiben der CAN-Telegramme ASC1, LWS1 bzw. INSTR2 zu Fehlerspeichereinträgen, da davon ausgegangen wird, daß bei Ausfall eines Senders alle Telegramme dieses Senders ausbleiben.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	5.12.03		3.05.DOC



Plausibilisierung der DSC Momenteneingriffe

Da das DSC über die Momentenschnittstelle die Motorleistung erhöhen als auch stark reduzieren kann, müssen die DSC-Eingriffe plausibilisiert werden. Dies erfolgt mittels redundant übertragenen Informationen, die zueinander plausibel sein müssen. Anderenfalls wird ein Fehlerfilter gestartet, nach dessen Ablauf ein Fehlerspeichereintrag erfolgt und ein eventuell noch aktiver DSC-Eingriff abgebrochen.

Die Art der Plausibilisierung entspricht dem im CAN-Lastenheft 11H, Rev 1.4 geforderten Umfang. Die Filterzeit für unplausible Eingriffe beträgt 300ms. Der Alive-Zähler zur besseren Überwachung der MSR-Eingriffe wird seitens der DME unterstützt. (Konfigurationsparameter K_ASC_ALIVE), kann allerdings zur Zeit noch nicht verwendet werden, da das DSC3 von Bosch ihn nicht liefern kann.

Abbruch eines DSC Momenteneingriffs

Bei Ausfall des CAN, Timeout der ASC-Botschaft bzw. unplausiblen Eingriffen wird nach Ablauf der Fehlerfilterung ein eventuell noch aktiver DSC-Momenteneingriff beendet. Dabei werden MSR-Eingriffe (momentenerhöhend) sofort abgebrochen. ASC-Eingriffe (momentenreduzierend) hingegen über eine Rampe auf das Fahrerwunschmoment aufgeregelt.

Sicherung gegen zu hohe Interruptlast

Die MSS60 arbeitet auf der Empfangsseite interrupt gesteuert. Das heißt, daß jedes empfangene Telegramm sofort eine CPU-Aktion zur Folge hat. Dies birgt die Gefahr, daß durch einen fehlerhaften CAN-Teilnehmer, welcher permanent sendet, der Programmablauf in der Motorsteuerung stark beeinträchtigt werden kann. Um sich dagegen zu schützen, wurde eine maximale Interruptlast pro Empfangskanal definiert, bei dessen Überschreiten der Empfangskanal für den Rest des Motorlaufes abgeschaltet wird.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	5.12.03		3.05.DOC



8.3.2. MFL

Die MSS60 verfügt über einen integrierten Fahrgeschwindigkeitsregler FGR, welcher vom Fahrer über ein Multi-Funktions-Lenkrad MFL bedient wird. Das MFL selbst beinhaltet vier Taster für die Bedienung des FGR:

- Ein-/Aus
- Setzen/Beschleunigen
- Verzögern
- Wiederaufnahmen

Die Kommunikation zwischen DME und MFL erfolgt über eine unidirektionale, serielle Ein-Draht Schnittstelle. Zur Absicherung der Kommunikation und der übertragenen Daten werden die vier Tasterinformationen in eine redundante 7-Bit Information umgesetzt und um weitere 24 Bit, deren Wertigkeit fest vordefiniert ist, erweitert. Um auch die zyklische Erneuerung der Information überwachen zu können, wird noch ein weiteres Bit, das sogenannte Toggle-Bit, welches sich in einem definierten Zeitraster ändern muß, ergänzt. In der Summe ergibt sich somit ein 32-Bit Datenstrom, welcher zyklisch ca. alle 20ms vom MFL an die DME gesendet wird.

Die MFL-Überwachung innerhalb der DME ist somit in der Lage, die Schnittstelle auf folgende Fehler hin zu überwachen:

- Timeout des Telegramms
- Fehler Toggle-Bit (keine Änderung im definierten Zeitraster)
- Formatfehler der fest vorgegebenen 24 Bits
- ungültige Kombination der 7-Bit Tasterinformation

Detektiert die DME einen dieser Fehlerzustände, werden Fehlerfilter gestartet. Nach deren Ablauf erfolgt ein Fehlerspeichereintrag und ein eventuell aktiver FGR-Betrieb wird abgebrochen.

Nähere Information zum FGR-Modul: siehe Modulbeschreibung fgr.doc

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	5.12.03		3.05.DOC



9. ÜBERWACHUNG AKTUATORIK / AUSGÄNGE

9.1. STELLEINHEIT (H-BRÜCKE, STELLMOTOR, DK-MEACHNIK)

9.1.1. ELEKTRISCHE TREIBERDIAGNOSE

Die Motorola H-Brücke, welche den Egas-Stellmotor ansteuert, verfügt über einen Statusausgang, welcher vom Funktionsrechner mit jedem Reglerzyklus ausgewertet wird. Über den Statusausgang meldet die H-Brücke folgende Zustände:

- Unterspannung der Brückenversorgung
- Übertemperatur
- Überstrom
- Abschaltpfad Funktionsrechner aktiv
- Abschaltpfad Sicherheitsrechner aktiv
- Unterbrechung Abschaltpfad Funktionsrechner
- Unterbrechung Abschaltpfad Sicherheitsrechner

In all diesen Fällen schaltet sich die H-Brücke automatisch ab (die Ausgänge werden hochohmig) und muß vom Funktions- oder Sicherheitsrechner wieder aktiviert werden.

Da unter extremen Betriebsbedingungen die Zustände Unterspannung, Übertemperatur bzw. Überstrom nicht ausgeschlossen werden können, wird ein Aktivieren des Statusausganges nur im Fehlerspeicher abgelegt. Er hat aber keine Auswirkungen auf den Betriebsmode des Egas-Systems, da der Soll-/Istvergleich der Egas-Position all diese Fälle mit abdeckt.

9.1.2. SOLL-/ISTVERGLEICH EGAS-POSITION

Der Vergleich der Sollposition der Drosselklappen mit deren Istposition ist einer der wichtigsten Überwachungsfunktionen im Egas-Sicherheitskonzept. Anhand ihm lassen sich folgende Fehler erkennen:

- Prozessormodule
 - CTM-Modul (Prozessor): generiert Ansteuertastverhältnis für Stellmotor generiert
 - Prozessor Port C: Drehrichtung des Stellmotors
 - Prozessor Port C: Freigabe Stellmotor Funktionsrechner
 - Prozessor Port C: Freigabe Stellmotor Sicherheitsrechner
- H-Brücke Stellmotor
 - H-Brücken Defekt
 - Übertemperaturabschaltung
 - Strombegrenzung H-Brücke
 - Überstromabschaltung H-Brücke
- Verkabelung Stellmotor
 - Leitungsunterbrechung
 - Kurzschluß nach Masse, Ub, bzw. der Leitungen untereinander
- Stellmotor
 - Wicklungsdefekt
 - Mechanikschaden
 - Getriebeschaden

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	5.12.03		3.05.DOC



- DK-Kinematik
 - Mechanikschaden
- Drosselklappen
 - festklemmende Klappen
- Drosselklappen Adaption
 - Verschiebung des Nullpunktes
 - Verschiebung des Anschlagpunktes

Fall1: Die Drosselklappen sollen über eine Schwelle geöffnet werden, die Klappen bleiben aber geschlossen.

Gründe: Prozessormodul defekt
 H-Brücke defekt oder kurzfristig abgeschaltet
 Sicherheitsabschaltung aktiviert
 Stellmotorverkabelung
 Stellmotor defekt
 DK-Kinematik defekt

Fehlererkennung:
 $Egas\text{-Sollposition} > K_EDKSI_POS_ZU + K_EDKSI_HYS_ZU$
 und $Egas\text{-Istposition} < K_EDKSI_POS_ZU$
 für $Zeit > K_EDKSI_T_ZU$

Reaktion: Wechsel in Egas-Notprogramm Stufe 2 - Fahren über Leerlaufsteller

Beurteilung: Die Drosselklappen bleiben geschlossen bzw. werden über die Federpakete selbständig geschlossen, ohne daß das Steuergerät darauf Einfluß nehmen kann. Ebenso wenig kann der Momentenabbau bei Schließen der Klappen beeinflußt werden (kritischer Zustand für Fall 1). Sind die Klappen geschlossen, ist eine Weiterfahrt im Notprogramm problemlos möglich, wenn sichergestellt wird, daß die Klappen sich nicht mehr öffnen können.

Fall2: Die Drosselklappen sollen geschlossen werden, bleiben aber einen Spalt offen.

Gründe: Drosselklappe klemmt bzw extrem schwergängig
 geringfügiges Verdrehen des Führungspotis der Drosselklappenanlage
 falsche Nullpunktadaption

Fehlererkennung:
 $Egas\text{-Sollposition} = 0$
 und $K_EDKSI_POS_ZU < Egas\text{-Istposition} < K_EDKSI_HYS_BL_AUF$
 für $Zeit > K_EDKSI_T_SPALT$

Reaktion: kein Egas-Notprogramm - Beibehaltung der aktuellen Betriebsstufe
 Fehlerspeichereintrag

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	5.12.03		3.05.DOC



Beurteilung: Da die Drosselklappen trotz Zudücken über den Stellmotor einen Spalt offen bleiben, deutet auf ein größeres Problem in der DK-Anlage hin, welches einen Fehlerspeichereintrag rechtfertigt. Die Grenze K_EDKSI_HYS_BL_AUF ist allerdings so bemessen, daß sie im Leerlauf eine erhöhte Leerlaufdrehzahl zur Folge hätte, für den Fahrbetrieb aber nicht als sicherheitskritisch angesehen wird und somit kein Wechsel in ein Egas-Notprogramm erfolgen muß.

Anmerkung: Durch Beobachten der Drehzahl im Leerlauf könnte zwischen Mechanikproblem und Adaptionproblem unterschieden werden:
 LL-Drehzahl kann eingeregelt werden : Adaptionproblem
 LL-Drehzahl zu hoch : Klappenproblem

Fall3: Die Drosselklappen sollen geöffnet werden, die Klappen reagieren, erreichen den Sollwert allerdings nicht.

Gründe: H-Brücke kurzfristig abgeschaltet
 schwergängiges DK-System
 Drosselklappe klemmt unterhalb Sollposition
 Unterspannung

Fehlererkennung:
 $Egas\text{-Sollposition} - Egas\text{-Istposition} > K_EDKSI_HYS_U_SOLL$
 und $K_EDKSI_POS_ZU < Egas\text{-Istposition} \leq K_EDKSI_POS_N_GANZ$
 und $ub > K_ED_UBMIN$
 für $Zeit > K_EDKSI_T_U_SOLL$

Reaktion: Wechsel in Egas-Notprogramm Stufe 2 - Fahren über Leerlaufsteller

Beurteilung: Da die Zuverlässigkeit des Egas-Systems nicht mehr gewährleistet ist, werden die Klappen gezielt geschlossen und anschließend die Ansteuerung deaktiviert. Bei klemmenden Klappen ist eine Wechsel in den Fall 2 bzw. 5 möglich, sobald sich der Sollwert unterhalb dem Istwert befindet, bzw je nach Istposition auch der Fall 4 (gehen nicht ganz auf).

Fall4: Bei Vollast gehen die Drosselklappen nicht vollständig auf

Gründe: Klappen an VL-Anschlag - falsche Adaption
 Unterspannung

Fehlererkennung:
 $Egas\text{-Sollposition} - Egas\text{-Istposition} > K_EDKSI_HYS_N_GANZ$
 und $Egas\text{-Istposition} > K_EDKSI_POS_N_GANZ$
 und $ub > K_ED_UBMIN$
 für $Zeit > K_EGAS_T_N_GANZ$

Reaktion: kein Egas-Notprogramm
 Umschaltung der Steigung der DK-Potikennlinie auf definierte Maximalsteigung (Stellmotorschutz)
 Start einer neuen VL-Adaption im Nachlauf
 Fehlerspeichereintrag

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	5.12.03		3.05.DOC



Beurteilung: Dieser Fall hat nur eine Leistungseinbuße im Vollastbereich zur Folge und ist somit nicht sicherheitskritisch. Es müssen allerdings Maßnahmen zum Schutz des Stellmotors ergriffen werden.

Fall5: Die Drosselklappen klemmen im geöffneten Zustand

Gründe: Defekt Prozessormodul - 100% Ansteuerung, falsche Drehrichtung
H-Brücke durchlegiert
Kurzschluß in Stellmotorverkabelung
schwergängiges DK-System
Drosselklappe klemmt oberhalb Sollposition

Fehlererkennung:

Egas-Istposition - Egas-Sollposition > K_EDKSI_HYS_BL_AUF
für Zeit > K_EDKSI_T_BL_AUF_R (Erkennungs- und Reaktionszeit)
bzw. Zeit > K_EDKSI_T_BL_AUF_F (Fehlerfilterzeit)

Reaktion: Nach Ablauf der Erkennungszeit werden aufgrund der möglichen Auswirkungen des Fehlers sofort momentenbegrenzende Maßnahmen über Zündwinkeleingriffe und Einspritzausblendungen ergriffen.

Nach Ablauf der Fehlerfilterzeit erfolgt ein Wechsel in das Egas-Notprogramm der Stufe 3 - Fahren mit offenen Drosselklappen

Beurteilung: In diesem Fall erzeugt der Motor mehr Leistung als der Fahrer wünscht und es kann zu ungewollten Fahrzeugbeschleunigungen kommen. Dadurch ist eine schnelle Reaktion auf diesen Zustand erforderlich. Das Steuergerät hat aber Möglichkeiten, über Zündwinkeleingriffe und Zylinderausblendungen die Motorleistung auf einen Bereich zu drosseln, den der Fahrer vorgibt.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	5.12.03		3.05.DOC



9.2. LEERLAUFSTELLER

Die Motoren der M GmbH verfügen mit dem Leerlaufstellersystem noch über ein zweites, von der Egas-Anlage unabhängiges Luftliefersystem. Der maximale Luftdurchsatz durch den Leerlaufsteller beträgt ca. 100 kg/h im Vergleich zu den 1200 kg/h durch die Drosselklappen. Die damit erreichbare Maximaldrehzahl beträgt bei betriebswarmen Motor und offenem Antriebsstrang ca. 3000 Upm, die Maximalgeschwindigkeit im 6. Gang, ebener Fahrstrecke und langem Anlaufweg ca. 80 km/h.

Die damit erreichbaren Fahrleitstungen werden als vom Fahrer beherrschbar eingestuft, so daß bei allen Fehlern - auch bei SG-internen - ein Notfahren über das Leerlaufstellersystem weiterhin erlaubt wird.

Das Leerlaufstellersystem selbst besteht aus einem Zwei-Wicklungs-Drehsteller ZWD mit einer Öffner- und einer Schließwicklung, welche über eine gemeinsame Versorgungsleitung mit der Klemme 87 verbunden ist. Sind beide Wicklungen stromlos, wird über eine interne Feder ein Notluftquerschnitt eingestellt, welcher einem ungefähren Ansteuertastverhältnis von 30% entspricht.

Die Ansteuerung seitens der DME erfolgt über zwei PWM-Signale, wobei die Schließwicklung mit dem inversen Signal der Öffnerwicklung betrieben wird. Die für die Ansteuerung eingesetzten Treiber sind diagnosefähig und überwachen die Ansteuerleitung in Bezug auf

- Leitungsunterbrechung
- Kurzschluß nach Masse
- Kurzschluß nach Ub

Nach Detektion eines elektrischen Fehlers erfolgt sofort eine Reaktion in der Ansteuerung des ZWD. Die Ablage eines Fehlers im Fehlerspeicher der DME erfolgt nach Ablauf eines Fehlerfilters.

Die Reaktionen auf alle mögliche Fehlerkombinationen sollen, soweit dies möglich ist, die Auswirkungen auf den Motorbetrieb dämpfen und sind in einer 4x4-Matrix abgelegt. So wird bei Kurzschluß einer Ansteuerleitung nach Masse die verbleibende Wicklung ebenfalls voll bestromt, so daß sich ein effektives Ansteuerverhältnis von ca. 50% ergibt. Bei Ausfall einer Leitung (Unterbrechung oder Kurzschluß nach Ub) wird die verbleibende Wicklung mit einem minimalen Tastverhältnis betrieben und es stellt sich ein Öffnungsquerschnitt im Bereich des Notluftquerschnittes ein.

Die Aufteilung der Sollfüllung auf Leerlaufsteller und Drosselklappe, sowie die Berechnung der ml-Ersatzwerte berücksichtigt die Notlaufmaßnahmen in der Leerlaufstelleransteuerung.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	5.12.03		3.05.DOC



10. ÜBERWACHUNG STEUERGERÄTE HARDWARE

10.1. PRE DRIVE CHECK STEUERGERÄT

10.1.1. SPEICHERTESTS

In der Initialisierungsphase des Steuergerätes werden die beiden internen RAM-Speicher eines jeden Prozessors einem vollständigen Schreib-/Lesetest unterzogen. Wird dabei ein RAM-Fehler festgestellt, wird sofort auf SG-internen Fehler erkannt und das System startet im Notprogramm der Stufe 4.

Eine Checksum-Überprüfung der Programm und Datenspeicher erfolgt in der Regel nicht in der Initialisierungsphase des Steuergerätes, da diese Tests den Motorstart unakzeptabel verzögern würde. Wurde allerdings in dem davorliegenden Betriebszyklus des Steuergerätes ein entsprechender Fehler vermerkt, werden auch diese Test in der Initialisierungsphase nochmals vollständig durchgeführt. Wird der Fehler hierdurch bestätigt, erfolgt ebenfalls ein Wechsel in das Notprogramm 4.

Näheres zu den Speichertests siehe Modulbeschreibung : sk_check.doc

10.1.2. PROZESSOR SYNCHRONISATION

Die MSS60 ist ein Zweiprozessorsystem, wobei beide Prozessoren etwa 50 Prozent der Funktionalität der Motorsteuerung übernehmen. Die Kommunikation zwischen den beiden Prozessoren erfolgt über ein Dual Ported RAM (DPR). Weiterhin sind die beiden Prozessoren über eine hochpriore Interruptleitung gekoppelt, die jedem Prozessor ermöglicht, dem Partner einen „Non Maskable Interrupt“ auszulösen.

Eine weitere Sicherungsstufe besteht darin, daß die Reseteingänge der Prozessoren und Ports des Partners geführt sind, so daß bei Bedarf ein Prozessor den anderen zurücksetzen kann.

Prozessorsynchronisation bei der SG-Initialisierung

Bei der Intialisierung des Steuergerätes besteht das Problem, daß die Prozessoren über ein Dual Ported RAM kommunizieren. Da bei der Initialisierung der einzelnen Softwaremodule aber bereits auf Größen vom anderen Prozessor zugegriffen wird, muß sichergestellt sein, daß die entsprechenden Variablen im Dual Ported RAM bereits mit sinnvollen Werten vorinitialisiert sind. Das DPR kann hingegen nicht von einer Seite aus initialisiert werden, da dies bei einem unverhofften Reset eines Prozessors bedeutet, daß er auch die Variablen des anderen Prozessors mit neu initialisieren würde.

Deshalb wurde in die Initialisierungsphase der einzelnen Prozessoren eine Synchronisationsebene eingeführt, die sicherstellen soll, daß die Prozessoren beim Hochlauf erst mit der Initialisierung der Funktionsmodule beginnen, wenn beide Seiten ihre DPR-Variablen initialisiert haben.

Realisiert wird die Synchronisation über das Modul Inter-Prozessor-Kommuniaktion (IPK) des Betriebssystems OSKAR. Die IPK ist ein über Handshake-Mechanismen, Checksum und Timeout-Überwachung abgesicherter Kommunikationskanal, welcher dem Partnerprozessor Befehle und Daten übermitteln kann und von diesem einen Ausführungsstatus rückgemeldet bekommt.

Bei der Initialisierung sendet jeder Prozessor eine Synchronisationsaufforderung über die IPK an den Partner. Hat dieser zu diesem Zeitpunkt bereits seine DPR-Größen initialisiert, wird ein OK-Status zurückgemeldet. Ist die Initialisierung noch nicht erfolgt, unterbleibt eine Antwort. Der Sender der Synchronisationsaufforderung wartet nun auf den OK-Status. Wird dieser innerhalb der Timeoutzeit der IPK von zur Zeit 32ms nicht erkannt, wiederholt er noch bis zu vier Mal den Synchronisationsversuch. Bleiben auch diese unbeantwortet, initialisiert der Prozessor auf die DPR-Größen des Partners mit

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	5.12.03		3.05.DOC



neutralen Werten und setzt den weiteren Programmablauf fort. Der Motorbetrieb bleibt solange gesperrt, bis die Kommunikation zwischen den beiden Prozessoren aufgebaut werden konnte.

Wird ein Prozessor im laufenden Betrieb zurückgesetzt, muß er sich in der Initialisierung ebenfalls wieder mit dem normal weiterlaufenden Prozessor synchronisieren.

10.1.3. PRE DRIVE CHECK EGAS-STELLEINHEIT

Der Pre Drive Check der Egas-Stelleinheit hat folgende Aufgaben.

- Phase 1 : Nullpunktadaption der Drosselklappen Potentiometer
- Phase 2 : Prüfen der Freigängigkeit der Klappen und des Egas-Regelkreises
- Phase 3 : Prüfen der Sicherheitsabschaltung Egas des Überwachungsrechners und Prüfen der Rückziehfedern der Klappen

Der Pre Drive Check wird nach jedem Power On des Steuergerätes durchgeführt, sobald die Versorgungsspannung der Treiber und der Sensoren vorliegt.

Die Phase 1 wird immer durchgeführt. in Phase 2 und 3 wird der Pre Drive Check abgebrochen, sobald die Klemme 50 aktiv wird, die Motordrehzahl ungleich Null ist oder das Fahrzeug sich bewegt.

Phase 1: Nullpunktadaption der Drosselklappen Potentiometer

Nach jedem Power On des Steuergerätes wird zwingend ein Adaptionslauf für die Bestimmung der Nullpunktlage der Drosselklappenpotis durchgeführt. Dies ist notwendig, da das DK-Gebersignal den Istwert für den Egas-Regelkreis darstellt und bei einer falschen Nullpunktadaption die Drosselklappen nicht mehr korrekt geschlossen werden könnten, bzw es zu Fehldiagnosen der DK-Überwachung kommt.

Die Adaption erfolgt, indem der Stellmotor die Drosselklappen mit einer definierten Kraft zudrückt. Anschließend wird die Potispannung mehrmals erfaßt, und falls alle Meßwerte plausibel sind, daraus über eine Mittelwertbildung die neue Nullpunktlage für jedes Drosselklappenpoti bestimmt.

Einzelheiten zum Adaptionsvorgang sind der Modulbeschreibung Drosselklappen zu entnehmen.

Phase 2: Prüfen der Freigängigkeit der Klappen und des Egas-Regelkreises

In der Phase 2 wird die Freigängigkeit der Drosselklappen und das Einregelverhalten des Egas-Regelkreises überprüft.

Dazu wird der Sollwert `egas_soll` auf den Wert `K_PDR_EDK_SOLL` gesetzt. Parallel dazu wird der Soll-/Istvergleich des Egassystems und die Diagnose der Drosselklappenpotis inclusive dem Kanalvergleich aktiviert. Nach Ablauf der Wartezeit `K_PWD_T_PHASE2` werden die Informationen der entsprechenden Überwachungsmodule ausgewertet. Arbeitet das Egas-System fehlerfrei, müßte die Sollposition eingeregelt sein und alle Diagnosen einen i.O-Zustand melden.

Im Detail werden für den Pre Drive Check - Phase 2 folgende Diagnosen ausgewertet:

- Soll-/Istvergleich der Drosselklappenposition

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	5.12.03		3.05.DOC



- Sensordiagnose DK1-Geber
- Überwachung Sensorversorgung DK1
- Sensordiagnose DK2-Geber
- Überwachung Sensorversorgung DK2
- Kanalvergleich DK1/DK2-Wert

Tabelle: Auswertung Diagnoseinformation Pre Drive Check

Soll-/Ist Vergleich	Kanalvergleich	Diagnose DK1	Diagnose DK2	Bewertung	Verzweigung in Notlaufprogramm
0	0	0	0	System in Ordnung	---
0	x	0	1	Ausfall DK2	Stufe 1
0	x	1	0	Ausfall DK1	Stufe 1
0	1	0	0	DK1 zu DK2 unplausibel	Stufe 2
0	x	1	1	Kombination unmöglich	Stufe 4
1	0	0	0	Istposition wird nicht erreicht Istposition zu klein Istposition zu groß	Stufe 2 Stufe 3
1	1	0	0	Istposition wird nicht erreicht DK1 zu DK1 unplausibel	Stufe2
1	x	0	1	Istposition wird nicht erreicht Ausfall DK1	Stufe2
1	x	1	0	Istposition wird nicht erreicht Ausfall DK2	Stufe2
1	x	1	1	Ausfall beider Geber	Stufe 2

0 := in Ordnung
 1 := fehlerhaft
 x := nicht relevant

Die Phase 2 wird bei einem Startversuch (Klemme 50 aktiv oder Motordrehzahl ungleich Null oder Fz-Geschwindigkeit ungleich Null) sofort abgebrochen.

offene Punkte: Wartezeit evtl abhängig von der Motortemperatur

Phase 3: Prüfen der Sicherheitsabschaltung und der Schließfedern

Aufgabe der Phase 3 ist es, den Abschaltpfad des Sicherheitsrechners für die H-Brücke, sowie die Schließfedern der Drosselklappen zu überprüfen.

Dazu wird vom Funktionsrechner weiterhin für die Drosselklappen der Sollwert K_PDR_EDK_SOLL vorgegeben. Parallel dazu wird der Sicherheitsrechner aufgefordert, seinen Abschaltpfad für die H-Brücke zu aktivieren. Im fehlerfreien Zustand müssten nun die Drosselklappen durch die Federpakete zugezogen werden. Unterschreitet die Istposition innerhalb der Zeit K_PDR_T_PHASE3 eine vorgegebene Schwelle nicht, wird der Sollwert auf Null gesetzt, die H-Brücke bleibt abgeschaltet.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	5.12.03		3.05.DOC



Lassen sich die Drosselklappen nun schließen, funktioniert der Abschaltpfad nicht. Es wird ein SG-interner Fehler eingetragen und in das Egas-Notlaufprogramm der Stufe 2 verzweigt. Bleiben die Klappen weiterhin offen, wird anschließend die Sicherheitsabschaltung wieder deaktiviert. Lassen sich die Klappen nun schließen, sind die Schließfedern defekt. Es wird der entsprechende Fehler eingetragen und ebenfalls in das Notlaufprogramm Stufe 2 verzweigt. Bleiben die Klappen weiterhin offen wird das Notlaufprogramm Stufe 3 aktiviert.

Die Phase 3 wird bei einem Startversuch (Klemme 50 aktiv oder Motordrehzahl ungleich Null oder Fz-Geschwindigkeit ungleich Null) sofort abgebrochen.

10.2. ÜBERWACHUNG STEUERGERÄT IM LAUFENDEN BETRIEB

10.2.1. SPEICHERTESTS

Im laufenden Betrieb werden die Programm-, Daten- und Variablenspeicher der DME einem permanenten, zyklischen Test unterzogen. Die RAM-Speicher werden dabei mittels eines Schreib-/Lesetests überprüft, während die ROM-Speicher (Programm und Daten) über CRC16-Checksums überwacht werden. Wird hierbei ein Fehler detektiert und bestätigt, wechselt das System in das Notprogramm 4 - SG-interner Fehler.

Eine Sonderstellung beim Speichertest weist das DPR auf. Da auf diesen Speicher asynchron von zwei Seiten zugegriffen wird, verbietet sich hier ein Schreib-/Lesetest. Eine Detektion fehlerhafter Speicherzellen ist deshalb nicht möglich. Seitens dem Sicherheitskonzept wird hierdurch begegnet, indem das DPR von sicherheitskritischen Variablen freigehalten wird. Das heißt, daß alle für die Füllung des Motors und somit für die Momentenabgabe relevanten Variablen in einem internen Speicher des Prozessors liegen, welcher dem RAM-Test unterliegt, und das DPR nur Kopien dieser Werte besitzt, wobei die Kopien nur für unkritische Programmteile verwendet werden.

In Fällen, wo auch ein sicherheitskritischer Austausch von Werten über das DPR notwendig ist, erfolgt dies nicht direkt durch Ablage dieser Werte im DPR, sondern über den Checksum-geschützten Transportmechanismus der Inter Prozessor Kommunikation.

10.2.2. ÜBERWACHUNG HW-INITIALISIERUNG

implementiert, aber noch nicht dokumentiert

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	5.12.03		3.05.DOC



10.2.3. PROZESSOR KOMMUNIKATION

Die Überwachung der Prozessor Kommunikation bzw. auf deren Betriebsbereitschaft erfolgt über zwei Kontrollfunktionen.

Eine sehr einfache, aber dennoch sehr effektive Überwachungsfunktion besteht in der Kontrolle der beiden Systemtimer auf deren Gleichlauf. Dazu legt jeder Prozessor eine Kopie seines Systemtimers im DPR ab. Erkennt ein Prozessor über einen Zeitraum von `K_PCNTL_TIMEOUT` keine Veränderung der Timers des Partnerprozessors, so wird daraus auf ein Problem in dessen Programmabarbeitung geschlossen, und das System mittels eines Resets zurückgesetzt und neu initialisiert.

Ein zweiter, etwas aufwendiger Kontrollmechanismus überwacht den Austausch der sicherheitskritischen Variablen über die IPK. Wie bereits erwähnt, arbeitet dieser Austauschmechanismus mit abgesicherten Telegrammen, deren Sicherungsmechanismen folgendes beinhalten:

- Überprüfung der Telegrammkennung
- Überprüfung der Telegrammchecksum
- Bestätigung des einwandfreien Empfangs des Telegramms
- Rückgabewert der Auswertefunktion des Telegramms an Sender
- Timeoutüberwachung auf Senderseite bezüglich Empfangsquittung

Kommt für einen Zeitraum von `K_SK_IPK_TIMEOUT` keine einwandfreie Kommunikation zwischen den beiden Prozessoren zustande, wird das System ebenfalls mittels Reset neu initialisiert.

10.2.4. PROGRAMMABLAUFKONTROLLE

Jeder Prozessor der MSS60 verfügt über einen prozessorinternen Hardware-Watchdog. Dieser muß innerhalb der Watchdogzeit von einer Sekunde mindestens einmal aus der Background-Task(langsamste Task) und der 10ms-Task (wichtigste Task für Egas-System) bedient werden.

Um zusätzlich den Ablauf aller für das Egas-System relevanten Programmteile gewährleisten zu können, wurde parallel zum Hardware-Watchdog, eine Programmablaufkontrolle implementiert. Diese wird zyklisch von der watchdogüberwachten 10ms-Task aufgerufen, und kontrolliert, ob innerhalb eines applizierbaren Zeitraum alle für das Egas-System relevanten Funktionen mindestens einmal ausgeführt wurden.

Realisiert ist dies mittels einer Flagvariablen, in der für jede Funktion ein Bit reserviert ist, und welches bei der Ausführung der Funktion gesetzt wird. Erkennt die Programmablaufkontrolle, daß eines dieses Bits nicht gesetzt ist erfolgt ein Fehlerspeichereintrag und der Prozessor wird zurückgesetzt. Tritt dieser Zustand mehrmals während eines Motorbetriebs auf, geht das Egas-System in das Notlaufprogramm der Stufe 2 - Notfahren über Leerlaufsteller.

Überwacht werden zur Zeit folgende Module:

Masterprozessor :

- Erfassung Pedalwertgeber
- Überwachung Pedalwertgeber
- Erfassung Drosselklappenpoti
- Überwachung Drosselklappenpoti

- Soll/Istvergleich Egas-Position
- Hauptfunktion Sicherheitskonzept

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	5.12.03		3.05.DOC



10.2.5. RESET ÜBERWACHUNG

In der MSS60 sind eine Reihe von Überwachungsmechanismen implementiert, die zu einem Auslösen eines Resets und damit zum Neustart des System führen. Beispiele für solche Überwachungsfunktionen sind:

- interner Watchdog
- auftreten eines nicht initialisierten Interrupts
- Fehler in der Programmabarbeitung (Zero Devide, Bus Error, Illegal Opcode,)
- Timeout in der Prozessorkommunikation
- Fehler in den Testrechnungen
- Timeout in der Programmablaufkontrolle

Im regulären laufenden Betrieb soll das System jedoch resetfrei laufen. Übersteigt aber während einer Betriebsphase die Resethäufigkeit des Systems eine definierten Grenzwert, deutet dies auf ein schwerwiegendes Problem innerhalb der DME hin. Da der Grund für das Problem und dessen Auswirkungen allerdings nicht vorhersehbar sind, erfolgt aus Sicherheitsgründen ein Wechsel in das Egas-Notprogramm 4 - SG interner Fehler.

Für die Resetüberwachung sind die Resetleitung eines jeden Prozessors ist an einen Interrupteingang des Partners geführt. So ist dieser in der Lage, jeden Reset des Partners sofort zu erkennen, ihn zu dokumentieren und entsprechende Schutzmaßnahme bis zur erneuten Betriebsbereitschaft des Systems zu ergreifen.

10.3. ÜBERWACHUNG STEUERGERÄT IN DER NACHLAUFPHASE

10.3.1. SPEICHERTESTS

In jeder Nachlaufphase des Steuergerätes wird ein vollständiger Checksum-Test der Programm- und Datenspeicher durchgeführt. Wird hierbei ein Fehler festgestellt, wird dies vermerkt und der komplette Test in der nächsten Initialisierungsphase des Steuergerätes wiederholt.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	5.12.03		3.05.DOC



11. LOGISCHE ÜBERWACHUNGEN FUNKTIONSRECHNER

11.1. ABSICHERUNG MOMENTENBERECHNUNG

Der Hauptpfad der Momentenberechnung und alle auf ihn einwirkenden Offsetmomente anderer Module werden innerhalb des Momentenmanagers auf ihre Plausibilität hin überprüft. Wird ein unplausibler Wert erkannt, wird dieser Wert sofort in einen neutralen Wert umgewandelt und ein Fehlerfilter gestartet. Nach Ablauf der Fehlerfilterung wird die Egas-Überwachungsfunktion benachrichtigt, welche dann das Egas-System in die Notlaufstufe 2 - Notfahren über das Leerlaufstellersystem schaltet.

Bei den Wirkungsgradkorrekturen (Zündwinkel, Lambda) innerhalb des Momentenmanagers erfolgt nur eine Begrenzung des Wirkungsgrades nach unten, jedoch kein Fehlereintrag bzw. Wechsel in ein Notprogramm, da nicht ausgeschlossen werden kann, daß im normalen Betrieb der Grenzwert unterschritten werden kann.

Sicherheitsabfragen (Fehlerbedingungen):

- indiziertes Motorschleppmoment „md_ind_schlepp“ < 0
- minimales indiziertes Motormoment „md_ind_min“ > maximales indiziertes Motormoment „md_ind_max“
- Verlustmomentes des Motors > K_MD_SK_MAX_MDMIN oberhalb der Drehzahlschwelle K_MD_SK_N_MDMIN
- indiziertes Wunschmoment „md_ind_wunsch“ > Maximalmoment „K_MD_SK_MAX“
- Ausgang MD-Dynamikfilter > Maximalmoment „K_MD_SK_MAX“
- resultierendes Wunschmoment „md_ind_wunsch_red_korr“ > K_MD_SK_MAX
- Wunschmoment für Zündwinkelpfad „md_ind_wunsch_tz_red“ > K_MD_SK_MAX
- Sollfüllung „md_rf_soll“ > Maximalfüllung „K_MD_RFMAX“
- Lambda Abmagerungsfaktor > 2 (Überlauf)

Überwachung Momenteneingriffe

- Eingriff I-Anteil der Leerlaufregelung „md_llri“ > Maximaleingriff „K_MD_SK_LLR_MAX“
- Eingriff PD-Anteil der Leerlaufregelung „md_llrp“ > Maximaleingriff „K_MD_SK_LLR_MAX“

11.2. ÜBERWACHUNG SOLLMOMENT ZU ISTMOMENT

Eine Plausibilisierung des Istmomentes des Motors zum Fahrerwunschmoment über den gesamten Betriebsbereich ist nur sehr schwierig möglich, da in diesem Fall sehr viele Eingangsparameter, alle instationären Zustände, sowie alle Momenteneingriffe anderer Module mit berücksichtigt werden müßten. Dies würde erfordern, daß fast der komplette Berechnungspfad redundant nochmals abgelegt ist, was mangels Ressourcen nicht möglich ist, oder die entsprechenden Toleranzgrenzen stark aufgeweitet werden müßten.

In der MSS60 wurden deshalb zwei Momentenüberwachungsfunktionen implementiert. Eine Funktion, welche das Istmoment mit dem Wunschmoment unter Berücksichtigung aller Momenteneingriffen vergleicht und über weiter gesteckte Toleranzgrenzen verfügt. Und über eine Momentenüberwachung, welche sich auf eine Nullmomentenvorgabe des Fahrers (PWG = Null) beschränkt, dort aber entsprechend scharf geschaltet ist. Dies hat den Vorteil, daß in diesem Betriebspunkt die Momentenberechnung wesentlich besser abgeschätzt werden kann, und somit die Tolernazgrenze somit enger gesteckt werden können. Ferner kann davon ausgegangen werden, daß der Fahrer, falls der Motor ein unerwünscht hohes Moment abgibt, automatisch vom Gas gehen wird und somit die Aktivierungsbedingungen für diesen Test erfüllt sind.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	5.12.03		3.05.DOC



11.2.1. ÜBERWACHUNG SOLL-/ISTMOMENT ÜBER GESAMTEN BETRIEBSBEREICH

Definition des Istmomentes $md_sk_vergl_ist =$

md_ind_ne tatsächlich erzeugtes indiziertes Istmoment des Motor, ermittelt aus Kennfeld über Drehzahl und Last (n, rf) und ZW-Wirkungsgrad unter Berücksichtigung aller Eingriffe

Definition des Sollmomentes $md_sk_vergl_soll =$

md_fw_filter gefiltertes Fahrerwunschmoment aus PWG-Position oder Fahrgeschwindigkeitsregler

- + $md_ind_min_ges$ Verlustmomente des Motors incl. aller Verbraucher
- + md_ar Eingriffsmoment der Antiruckelregelung
- + md_llri Eingriffsmoment des I-Reglers der Leerlaufregelung
- + md_llrp Eingriffsmoment des P-Reglers der Leerlaufregelung

Im Falle eines momentenerhöhenden MSR-Eingriffs wird das Maximum aus Anforderungsmoment und $md_sk_vergl_soll$ als Sollmoment verwendet.

Übersteigt das Istmoment des Motors das Sollmoment für den Zeitraum $K_MD_SK_TIMER_MD$ um den Betrag $K_MD_SK_OFFSET + (1 - K_MD_SK_GEWICHTUNG) * md_sk_vergl_ist$, wird auf einen Fehler im Egas-System geschlossen und es erfolgt ein Wechsel in das Notprogramm 2 - Fahren über das Leerlaufstellersystem.

11.2.2. ÜBERWACHUNG SOLL-/ISTMOMENT BEI PWG-VORGABE = 0

Aktivierungsbedingung für die Überwachung
 Betriebszustand Motor läuft
 kein FGR-Betrieb
 kein MSR Eingriff
 Dashpotfunktion des Dynamikfilters abgeregelt
 Pedalwertvorgabe $\leq K_MD_SK_PWGMAX$

Übersteigt in diesem Fall das errechnete Fahrerwunschmoment den Wert $K_MD_SK_FWMAX$ oder die errechnete DK-Sollposition den Wert $K_MD_SK_WDK_MDMIN$ für den Zeitraum $K_MD_SK_TIMER$, wird auf einen Fehler in der Momentenberechnung geschlossen und das Egas-System wechselt ebenfalls in das Notprogramm der Stufe 2.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	5.12.03		3.05.DOC



12. LOGISCHE ÜBERWACHUNGEN SICHERHEITSRECHNER

Bei der Definition des Sicherheitskonzeptes wurde folgende Philosophie vertreten:

Alle Fehler in der Sensorik, Aktorik bzw. Momentenberechnung sollen vom Funktionsrechner selbst erkannt und durch entsprechende Maßnahmen ein unkritischer Zustand erreicht werden.

Die Aufgabe des Sicherheitsrechners besteht darin, den Funktionsrechner auf seine Betriebsfähigkeit zu überwachen, sofern seine eigenen Mechanismen dies nicht erkennen. Zu diesen Überwachungsfunktionen des Sicherheitsrechners gehören neben den bereits erklärten Kommunikationstests und der Resetüberwachung noch die Überwachung der Analog-/Digital-Wandler und des Rechnerkerns beider Prozessoren.

12.1. ÜBERWACHUNG ADC FUNKTIONSRECHNER

Dieser Test soll den Analog/Digital Wandler ADC eines jeden Prozessors auf seine Funktionalität hin überwachen. Dazu sind zwei Analogsignale - PWG1 und DKG1 - parallel an die ADC der beiden Prozessoren geführt, und werden von diesen zyklisch eingelesen. Die Wandler der beiden Prozessoren müßten somit das gleiche Ergebnis liefern.

Überschreitet die Differenz der beiden Ergebnisse einen Grenzwert für einen definierten Zeitraum, wird dies als Problem eines der AD-Wandler gedeutet, ein SG-interner Fehler abgelegt und in das entsprechende Notprogramm gewechselt.

Um die Laufzeitunterschiede zwischen den beiden Prozessoren zu berücksichtigen, wird der Test ausgeblendet, wenn beide AD-Wandler eine zu große Dynamik des Analogwertes erkennen.

Anmerkung: zur Zeit wird nur ein Analogsignal - PWG1 - für die Überwachung verwendet

12.2. ÜBERWACHUNG RECHNERKERN

Die Überwachung beider Rechnerkerne erfolgt mittels Testrechnungen, die parallel in beiden Prozessoren ausgeführt werden und deren Ergebnis vom Sicherheitsrechner auf Übereinstimmung kontrolliert werden.

Dazu sind zur Zeit 14 Testaufgaben mit folgenden Schwerpunkten definiert:

- | | | |
|-------------|-----|--|
| Testaufgabe | 1: | Kennfeldinterpolation vom Typ unsigned short |
| | 2: | Kennlinieninterpolation vom Typ signed short |
| | 3: | Kennfeldinterpolation vom Typ signed char |
| | 4: | Kennlinieninterpolation vom Typ unsigned char |
| | 5: | Fehlerfilterung |
| | 6: | Fehlereintrag |
| | 7: | Fehlerheilung |
| | 8: | Fehleraustrag |
| | 9: | CPU-Test: Schwerpunkt arithmetische und logische Operationen |
| | 10: | CPU-Test: Schwerpunkt Bit-Operationen und Sprungbefehle |
| | 11: | CPU-Test: Schwerpunkt Adressarithmetik |
| | 12: | CPU-Test: unbenutzt |
| | 13: | Tiefpaßfilter |
| | 14: | unbenutzt |

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	5.12.03		3.05.DOC



Diese 14 Testaufgaben werden zyklisch mit 11 unterschiedlichen Parametersätzen durchgerechnet, so daß sich in Summe 154 unterschiedliche Aufgaben ergeben.

Der Ablauf des Rechnerkerntest läuft prinzipiell nach folgendem Schema ab:

- der Sicherheitsrechner wählt eine Testaufgabe und einen Parametersatz aus
- der Sicherheitsrechner rechnet die Testaufgabe durch und speichert das Ergebnis ab
- die ausgewählte Aufgabe wird in Form einer Aufgabennummer und einer Parametersatznummer mittels IPK dem Funktionsrechner zur Bearbeitung übergeben
- der Funktionsrechner berechnet das Ergebnis der Testaufgabe und schickt dieses mit der Empfangsquittung der IPK an den Sicherheitsrechner zurück
- der Sicherheitsrechner vergleicht die beiden Ergebnisse

Eine Testrechnung gilt als fehlerhaft, wenn die Ergebnisse nicht übereinstimmen. In diesem Fall wird die Testaufgabe mit dem gleichen Parametersatz noch bis zu K_SK_TR_MAX-mal wiederholt. Sollten die Ergebnisse noch immer differieren, wird ein Fehler abgelegt und das System mittels eines Resets neu initialisiert.

Da durch diesen Mechanismus nur der Funktionsrechner durch den Sicherheitsrechner kontrolliert wird, wurde in diesen Test ein weiteres Feature implementiert, durch den der Funktionsrechner die Möglichkeit hat, auch die korrekte Abarbeitung der Überwachungsfunktion am Sicherheitsrechner zu gewährleisten. Dazu gibt der Funktionsrechner bewußt bei jeder K_SK_TR_MANIPULATION-ten Testrechnung ein falsches Rechenergebnis an den Sicherheitsrechner zurück. Dieser muß das falsche Ergebnis erkennen und die Testaufgabe mit dem gleichen Parametersatz wiederholen. Ist dies nicht der Fall, wird ebenfalls auf einen Fehler in der Programmabarbeitung geschlossen und das System mittels Reset zurückgesetzt.

Fehler in der Übermittlung der Testrechnung werden als Kommunikationsfehler behandelt.

12.3. ÜBERWACHUNG FGR-ABSCHALTUNG

Im FGR-Betrieb ist keine Plausibilisierung zwischen Fahrerwunsch (Gaspedalposition) und Istmoment des Motors möglich, da die Sollmomentenvorgabe vom Fahrgeschwindigkeitregler bestimmt wird und zwischen 0 und 100% der möglichen Motorleistung liegen kann. Um diesen Betriebszustand aber nicht von der Momentenüberwachung komplett ausschließen zu müssen, ist am Sicherheitsrechner eine Überwachungsfunktion implementiert, welche die Abschaltung des FGR bei betätigter Bremse kontrolliert.

Grundlage für die Überwachung ist die Annahme, daß der Fahrer auf ein ungewolltes Beschleunigen des Fahrzeugs im FGR-Betrieb mit dem Betätigen der Bremse reagieren wird. In diesem Fall muß der FGR-Betrieb sofort abgebrochen werden und die implementierten Vergleiche von Fahrerwunsch zu Istmoment werden wieder aktiv.

Diese Abschaltbedingung über die Bremsbetätigung wird vom Sicherheitsrechner überwacht. Erkennt dieser, daß trotz betätigter Bremse der FGR-Betrieb nicht abgebrochen wird, schließt dieser daraus, daß die FGR-Funktion am Funktionsrechner nicht mehr ordnungsgemäß läuft. Er legt somit einen Fehler im Fehlerspeicher ab und wechselt in das Notprogramm 4 - SG interner Fehler.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	5.12.03		3.05.DOC

**PROJEKT: MSS60**

KAPITEL: 4.02
MODUL: EINSPRITZUNG
FUNKTION: BERECHNUNG DER EINSPRITZZEIT
TEILFUNKTION: SEQUENTIELLE EINSPRITZMASSE UND EINSPRITZZEIT

AUTORISATION

AUTOR (ZS-M-57) _____ DATUM _____

GENEHMIGT (ZS-M-57) _____ DATUM _____

GENEHMIGT (EA-E-2) _____ DATUM _____

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Erdl	4.01.doc



Inhaltsverzeichnis

ÄNDERUNGSDOKUMENTATION AB R360	3
1 FUNKTIONSBESCHREIBUNG	4
1.1 PHYSIKALISCHER HINTERGRUND	4
1.2 BERECHNUNG DER KORREKTURFAKTOREN	4
1.2.1 BERECHNUNG DES GRUNDANPASSUNGSFAKTORS	4
1.2.2 BERECHNUNG DES STARTFAKTORS	5
1.2.3 BERECHNUNG DES FAKTORS IM STATIONÄRBETRIEB	6
1.2.4 BERECHNUNG DES KATSCHUTZFAKTORS	7
1.2.5 BERECHNUNG DES NACHSTARTFAKTORS	9
1.2.6 BERECHNUNG DES WARMLAUFFAKTORS	11
1.2.7 BERECHNUNG DER ZYLINDERINDIVIDUELLEN KORREKTURFAKTOREN	12
1.2.8 BERECHNUNG DES LEERLAUFSYNCHRONISATIONSOFFSETS	12
1.2.9 BERECHNUNG DES MOMENTENFAKTORS	12
1.3 SEQUENTIELLE EINSPRITZZEIT	12
1.3.1 BERECHNUNG DER KRAFTSTOFFMASSE UND EINSPRITZZEIT	12
1.3.2 BETRIEBZUSTAND START	13
1.3.3 BETRIEBZUSTAND MOTOR LÄUFT	14
1.3.4 BEGRENZUNG UND UBATT-KORREKTUR DER EINSPRITZZEIT	15
1.4 FUNKTIONSBILD	15
1.5 APPLIKATIONSHINWEISE	15
1.6 ZYLINDER AUSBLENDUNG UND ZYLINDER EINBLENDUNG	16
1.7 LADEN DER EINSPRITZZEIT IN DIE TIME PROZESSOR UNIT	16
1.8 EINSPRITZENDE	17
2 DATEN DES MODULS	18
3 ERSTBEDATUNG DER FUNKTION	22

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Erdl	4.01.doc



ÄNDERUNGSDOKUMENTATION AB R360

Version	Datum	Kommentar
r360	1.6.2001	Spezifik. v. F.H. Mayer und Doku aus MSS60-Projekt zusammengeführt
R380	29.10.2001	rm : Änderung der Nomenklatur der Einspritz-Korrekturfaktoren v. F.H. Mayer
R380	13.11.2001	ke: Anzeigevariable ti_eff_out

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Erdl	4.01.doc



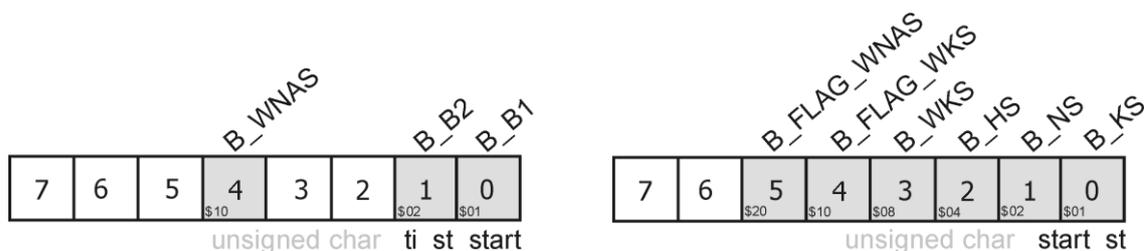
1 FUNKTIONSBESCHREIBUNG

1.1 PHYSIKALISCHER HINTERGRUND

Im Modul Einspritzung wird basierend auf einer für das Arbeitsspiel zyklenkonsistent vorgegebenen Luftmasse die zugehörige Kraftstoffmasse bestimmt. Die Grundeinspritzmasse wird unter Berücksichtigung von Korrekturparametern zu einer Soll-Gesamtkraftstoffmasse berechnet. Diese Größe wird dann zur Kraftstoffbilanzierung im Modul Einspritzung-Betriebsartenübergänge verwendet. Anschließend wird nach Einrechnung der Adaptionswerte und Komponentenkorrekturen die Einspritzzeit berechnet.

1.2 BERECHNUNG DER KORREKTURFAKTOREN

Der Betriebszustand wird via Status-Bytes dokumentiert :



[File : st_bytes.gif]

1.2.1 BERECHNUNG DES GRUNDANPASSUNGSFAKTORS

Die Konstante K_TI_MK_GA kann über das Applikationssystem als multiplikativer Eingriff auf die Kraftstoffmasse vorgegeben werden. Zu beachten ist, dass diese Konstante für Normalbetrieb neutral zu bedaten ist.

$$(1) \quad ti_mk_f_ga = K_TI_MK_GA$$

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Erdl	4.01.doc



1.2.2 BERECHNUNG DES STARTFAKTORS

Der Startfaktor wird nur im Betriebszustand START benötigt. Die Berechnung findet ab Motor steht (B_MS) statt, so daß beim Übergang nach Start B_START schon ein gültiger Wert vorhanden ist. Solange man sich im Modus START befindet wird dieser Faktor ermittelt.

- Es gibt Bedingungen, die bei der Berechnung des Faktors ti_mk_f_start berücksichtigt werden müssen:

Heißstart B_HS ($t_{mot} > K_{TI_MK_TMOT_HS}$),
Normalstart B_NS ($K_{TI_MK_TMOT_KS} \leq t_{mot} \leq K_{TI_MK_TMOT_HS}$),
Kaltstart B_KS und
Wiederholkaltstart B_WKS.

Diese Bedingungen werden in der Funktion ti_set_startbereich() überprüft und gesetzt.

- Die Ermittlung der Umschaltbedingungen für den Startbereich von Bereich1 in den Bereich2 im Start sind wie folgt definiert:

B_B1 nach B_B2,
WENN
n > KL_TI_MK_TMOT_B2
ODER
ti_anz_seg_zaeher > K_TI_MK_KW.

Diese Bedingungen werden im Modul TI beim Eintritt in Start überprüft und gesetzt.

- Ein Wiederholkaltstart ist wie folgt definiert:

B_WKS = 1, wenn
t_{mot} < K_TI_MK_TMOT_KS
UND B_FLAG_WKS im vorherigen Motorlauf gesetzt wurde
UND Standzeit t_{motor_steht} <
KL_TI_MK_WKS_MS_TMOT
SONST
B_WKS = 0
B_KS = 1.

Das Wiederholkaltstartflag B_FLAG_WKS (BIT4 in start_st) wird gesetzt, wenn

der Motor abgestellt wird (B_KLA)
UND der Motor im Startbereich B_B2 abgestellt wurde
ODER die gesammte Motorlaufzeit kleiner
KL_TI_MK_WKS_ML_TMOT war,
SONST
wird B_FLAG_WKS gelöscht.

Anschließend erfolgt die Abspeicherung im NVRAM.

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Erdl	4.01.doc

**1.2.2.1 Heißstart und Bereich2 (B_HS und B_B2)**

$$(2) \quad ti_mk_f_start = ti_mk_f_n_ks(KL_TI_MK_N_KS) \\ * ti_mk_f_tan_hs(KL_TI_MK_TAN_HS)$$

1.2.2.2 Heißstart und !Bereich2 (B_HS und !B_B2)

$$(3) \quad ti_mk_f_start = ti_mk_f_tan_hs(KL_TI_MK_TAN_HS)$$

1.2.2.3 !Heißstart und Bereich2 und !Wiederhol Kaltstart (!B_HS und B_B2 und !B_WKS)

$$(4) \quad ti_mk_f_start = ti_mk_f_n_ks(KL_TI_MK_N_KS) \\ * ti_mk_f_tmot_ks(KL_TI_MK_TMOT_KS) \\ * ti_mk_f_kw_zaehler(KL_TI_MK_KW)$$

1.2.2.4 !Heißstart und Bereich2 und Wiederhol Kaltstart (!B_HS und B_B2 und B_WKS)

$$(5) \quad ti_mk_f_start = ti_mk_f_n_ks(KL_TI_MK_N_KS) \\ * ti_mk_f_tmot_ks(KL_TI_MK_TMOT_KS) \\ * ti_mk_f_kw_zaehler(KL_TI_MK_KW) \\ * K_TI_MK_WKS_B2$$

1.2.2.5 !Heißstart und !Bereich2 und !Wiederhol Kaltstart (!B_HS und !B_B2 und !B_WKS)

$$(6) \quad ti_mk_f_start = ti_mk_f_tmot_ks(KL_TI_MK_TMOT_KS)$$

1.2.2.6 !Heißstart und !Bereich2 und Wiederhol Kaltstart (!B_HS und !B_B2 und B_WKS)

$$(7) \quad ti_mk_f_start = ti_mk_f_tmot_ks(KL_TI_MK_TMOT_KS) \\ * K_TI_MK_WKS_B1$$

1.2.3 BERECHNUNG DES FAKTORS IM STATIONÄRBETRIEB

Der Faktor $ti_mk_f_stat$ wird als stationärer Lambdakorrekturwert auf die Kraftstoffmasse multipliziert.

1.2.3.1 Vollast

$$(8) \quad ti_mk_f_stat = KF_TI_MK_N_WI_VL$$

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Erdl	4.01.doc



1.2.3.2 Alle weiteren Betriebszustände

$$(9) \quad ti_mk_f_stat = KF_TI_MK_N_WI$$

1.2.4 BERECHNUNG DES KATSCHUTZFAKTORS

Bei Aktivierung ist der Katschutzfaktor immer $\geq 1,0$ und ist von der Zündwinkelrücknahme abhängig.

Der Katschutz wird über eine Vorsteuerung und einem I-Regler realisiert. Sobald der Katschutzfaktor > 1.0 ist, d.h. hiermit der KAT gekühlt wird, wird die Lambdaregelung deaktiviert.

1.2.4.1 Vorsteuerung

Die Eintrittsbedingung zur Berechnung eines Vorsteuerwertes ungleich eins ist erfüllt, wenn die Rückziehzündwinkel aus der Klopfregelung und der Klopfadaption negative Werte annehmen. Erst dann wird die Vorsteuerung bankselektiv ermittelt:

$$(10) \quad dtz_sum[j] = kr_dtz_sum[j] + ka_dtz_sum[j]$$

mit $j = 1, 2$ (Bank-j)

Hierbei ist $dtz_sum[j]$ die Summe aller Rückziehwinkel bezogen auf eine Bank und hat immer einen Zahlenwert kleiner Null.

Der Zündwinkel-Offset $ti_mk_tz_offset_kats$ wird als Schwellwert für die Berechnung des Vorsteuerwertes appliziert.

```
ti_mk_tz_offset_kats =
    WENN VL
        KL_TI_MK_KATS_VL_N
    SONST
        KF_TI_MK_KATS_N_WI.
```

Hieraus ergibt sich:

$$(11) \quad temp[j] = (-1) * (dtz_sum[j] + ti_tz_offset_kats)$$

$$(12) \quad ti_mk_f_kats_steuer[j] = 1 + (temp[j] * K_TI_MK_KATS)$$

mit $j = 1, 2$ (Bank-j)

Ist die Differenz aus der Summe der Rückziehwinkel und des Offsetwerts positiv, Gl.(11), so wird der Vorsteuerfaktor $ti_mk_f_kats_steuer[j] = 1,0$ gesetzt, sonst erfolgt die Multiplikation mit minus Eins und die Einrechnung in Gl.(12).

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Erdl	4.01.doc



1.2.4.2 I-Regler

Um den I-Regler zu aktivieren, muß eine w_i -Schwelle überschritten werden. Hiermit soll eine unnötig lange Anfettung vermieden werden.

Die Freigabebedingung ist erfüllt, wenn:

$$w_i > KL_TI_MK_KATS_WI_SCHW_N$$

Ist diese Freigabebedingung nicht erfüllt, so wird $ti_mk_f_kats_regler = 0$ gesetzt.

Der I-Regler wird über einen Zustandsautomaten realisiert, dessen Zustandsgröße die Abgastemperatur TABG ist. Die Abgastemperatur muß eine Schwelle überschreiten, damit der Regler aktiviert wird:

$$TABG \geq K_TI_MK_KATS_TABG_EIN$$

Als Ergebnis wird der Zustand KATS_AKTIV gesetzt.

Zustand KATS_AKTIV:

Solange die Abgastemperatur die Einschaltsschwelle ($K_TI_MK_KATS_TABG_EIN$) überschreitet, wird der Reglerwert folgendermassen errechnet:

$$(13) \quad ti_mk_f_kats_regler(k) = ti_mk_f_kats_regler(k-1) + KL_TI_MK_KATS_DELTA_ML$$

In den nächsten Zustand gelangt man, wenn die Abgastemperatur eine nächst höhere Schwelle überschreitet.

$$TABG \geq K_TI_MK_KATS_TABG_SCHNELL$$

Als Ergebnis wird der Zustand KATS_SCHNELL gesetzt.

In den Zustand der Abregelung gelangt man, wenn die Abregelschwelle unterschritten wird.

$$TABG \leq K_TI_MK_KATS_TABG_AUS$$

Als Ergebnis wird der Zustand KATS_ABREGELN gesetzt.

Liegt man allerdings mit der Abgastemperatur zwischen der Aufregelschwelle und der Abregelschwelle, so wird der Regler angehalten um einen Überlauf zu verhindern (Integratorstop).

Zustand KATS_SCHNELL:

In diesem Zustand wird mit Hilfe eines Faktors eine Übersteuerung erzeugt.

$$(14) \quad ti_mk_f_kats_regler(k) = ti_mk_f_kats_regler(k-1)$$

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Erdl	4.01.doc



$$+ (KL_TI_MK_KATS_DELTA_ML \\ *K_TI_MK_KATS_FAK_SCHNELL)$$

In den langsamen Aufregelbereich gelangt man wieder, wenn die Abgastemperatur die Schwelle

$$TABG < K_TI_MK_KATS_TABG_SCHNELL$$

unterschreitet. Dies entspricht wieder dem Zustand KATS_AKTIV.

Zustand KATS_ABREGELN:

Im folgenden Zustand wird der Regler wieder auf Null abgeregelt, da die Abgastemperatur die applizierbare Ausschaltsschwelle unterschritten hat.

$$(15) \quad ti_mk_f_kats_regler(k) = ti_mk_f_kats_regler(k-1) \\ - KL_TI_MK_KATS_DELTA_ML$$

Steigt die Abgastemperschwelle allerdings während diesem Vorgang über die Aufregelschwelle, so wird wieder in den Zustand KATS_AKTIV gewechselt.

1.2.4.3 Gesamter Anreicherungsfaktor

Folgender Faktor wird in die Einspritzmassengleichung (Kap.4.2, Gl.(7)) eingerechnet,

$$(16) \quad ti_mk_f_kats[j] = ti_mk_f_kats_steuer[j] + ti_mk_f_kats_regler$$

und mit j = 1, 2 der bankselektive Einfluß berücksichtigt. Eine Begrenzung des Gesamtanreicherungs-faktors auf K_TI_MK_F_KATS_MAX wird vor der Einrechnung durchgeführt.

1.2.5 BERECHNUNG DES NACHSTARTFAKTORS

Die Berechnung wird in der 10 msec Task durchgeführt. Der Nachstartfaktor wird über eine Exponentialfunktion abgeregelt. Der Startwert für die Exponentialfunktion wird beim Übergang vom Betriebszustand START in MOTOR LÄUFT ermittelt.

Wenn der Nachstartfaktor kleiner als die Schwelle K_TI_MK_SCH_NAS ist, wird die Zeitkonstante ti_mk_tau_nas wie folgt berechnet:

$$(17) \quad ti_mk_tau_nas = KF_TI_MK_TAN_TMOT_NAS \\ *K_TI_MK_TAU_NAS$$

Ist der Nachstartfaktor größer als oder gleich der Schwelle K_TI_MK_SCH_NAS, wird die Zeitkonstante ti_mk_tau_nas wie folgt berechnet:

$$(18) \quad ti_mk_tau_nas = KF_TI_MK_TAN_TMOT_NAS$$

Die Bedingung für einen Wiederholnachstart ist wie folgt definiert:

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Erdl	4.01.doc



B_WNAS = 1,
 WENN
 der letzte Start ein Kaltstart oder ein Wiederhol Kaltstart war
 (tmot < K_TI_MK_TMOT_KS)
 UND die Standzeit t_motor_steht < KL_TI_MK_WKS_MS_TMOT
 UND B_FLAG_WNAS gesetzt war
 SONST
 B_WNAS = 0.

Das Wiederholnachstartflag B_FLAG_WNAS (BIT5 in start_st) wird gesetzt,

WENN
 der Motor abgestellt wird (B_KLA)
 UND die Motorlaufzeit sich beim Abstellen innerhalb der Grenzen
 $K_TI_MK_TMIN_WNAS < t_ml < K_TI_MK_TMAX_WNAS$ bewegt,
 SONST
 wird B_FLAG_WNAS geloescht.

Anschließend erfolgt die Abspeicherung im NVRAM.

Der Nachstartfaktor ti_mk_f_nas wird nur im Betriebszustand MOTOR LÄUFT berechnet:

$$(19) \quad ti_mk_f_nas_word(k) = ti_mk_f_nas_word(k-1) - (ti_mk_f_nas_word(k-1) * ti_mk_tau_nas(k))$$

$$(20) \quad ti_mk_f_nas(k) = 1 + ti_mk_f_nas_word(k)$$

Der Faktor ti_mk_f_nas_word wird nur im Betriebszustand START berechnet und dann als Startwert für die Exponentialfunktion verwendet.

1.2.5.1 Bei Heißstart

$$(21) \quad ti_mk_f_nas_word = KL_TI_MK_TAN_NAS$$

1.2.5.2 Kein Heißstart und kein Wiederholkaltnachstart

$$(22) \quad ti_mk_f_nas_word = KL_TI_MK_TMOT_NAS$$

1.2.5.3 Kein Heißstart und Wiederholkaltnachstart

$$(23) \quad ti_mk_f_nas_word = KL_TI_MK_TMOT_NAS * K_TI_MK_WNAS$$

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Erdl	4.01.doc



1.2.6 BERECHNUNG DES WARMLAUFFAKTORS

Die Berechnung des Warmlauffaktors $ti_mk_f_wl$ wird in der 10 msec Task durchgeführt.

Der Warmlauffaktor wird ab B_START und bei B_ML berechnet und wenn kein teilbefuehrter Betrieb aktiv ist ($!B_SKS_TIEINGRIFF$; zum Schutz des Katalysators).

Sobald die Lambdaregelung aktiv ist, wird dieser Faktor über eine Rampe mit der Steigung $K_TI_D_WL$ (für MSN64 : $K_TI_MK_D_WL$) auf 1,0 ab- bzw. aufgeregelt. Nur über den Zustand B_START kann eine erneute Triggerung erfolgen.

Betriebszustand KATHEIZEN:

1.2.6.1 Sekundärluftpumpe an

$$(24) \quad ti_mk_f_wl = \begin{aligned} &KF_TI_MK_TMOT_TML_SLP_F \\ &* KF_TI_MK_N_WI_SLP_F \\ &+(KF_TI_MK_TMOT_TML_SLP_M \\ &* KF_TI_MK_N_WI_SLP_M) \end{aligned}$$

1.2.6.2 Sekundärluftpumpe aus

$$(25) \quad ti_mk_f_wl = \begin{aligned} &KF_TI_MK_TMOT_TML_KAT_F \\ &* KF_TI_MK_N_WI_KAT_F \\ &+(KF_TI_MK_TMOT_TML_KAT_M \\ &* KF_TI_MK_N_WI_KAT_M) \end{aligned}$$

Betriebszustand KEIN KATHEIZEN:

1.2.6.3 Sekundärluftpumpe aus und kein Katheizen

$$(26) \quad ti_mk_f_wl_long = \begin{aligned} &KF_TI_MK_TMOT_TML_WL \\ &* KF_TI_MK_N_WI_WL \end{aligned}$$

Während KATHEIZEN wird auf den errechneten Faktor $ti_mk_f_wl$ noch ein Korrekturfaktor aus der Kennlinie $KL_TI_MK_TMOT_TAN_DIF$, der abhängig von der Temperaturdifferenz $TMOT-TAN$ ist, aufgerechnet.

$$(27) \quad ti_mk_f_wl = 1+(ti_mk_f_wl_long+KL_TI_MK_TMOT_TAN_DIF)$$

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Erdl	4.01.doc



1.2.7 BERECHNUNG DER ZYLINDERINDIVIDUELLEN KORREKTURFAKTOREN

Der Korrekturfaktor wirkt auf die Einspritzzeit und wird aus einer individuellen Kennlinie über Drehzahl ermittelt.

$$(28) \quad ti_f_zyl[i] = KL_TI_N_ZYL[i]$$

mit $i = 1, 2, \dots, n$; $n = \text{Zylinderzahl}$

1.2.8 BERECHNUNG DES LEERLAUFSYNCHRONISATIONSOFFSETS

Es gibt für jeden Zylinder eine individuelle Offset, der bei kleiner Drehzahl die unterschiedliche Füllung der einzelnen Zylinder bei geschlossener Drosselklappe über die Einspritzzeit kompensiert.

$$(29) \quad ti_sync[i] = (K_N_LL_SYNC / n40) * ti_ll_z[i]$$

mit $i = 1, 2, \dots, n$; $n = \text{Zylinderzahl}$

Die Variablen $ti_ll_z[i]$ sind sowohl über das Applikationssystem als auch über die Diagnoseschnittstelle veränderbar und im NVRAM abspeicherbar.

1.2.9 BERECHNUNG DES MOMENTENFAKTORS

Einspritzmassenfaktoren, die das Motormoment beeinflussen werden in einem Faktor zusammengefasst und an den Momentenmanager, Kapitel "Berechnung Lambdawirkungsgrade", weitergegeben. Es werden nur Gemischabmagerungen während der Warmlaufphase berücksichtigt, Faktoren zur Gemischanreicherungen ($ti_mk_f_md > 1$) werden nicht eingerechnet.

$$(30) \quad ti_mk_f_md = ti_mk_f_wl * ti_mk_f_nas * ((ti_mk_f_kats1 + ti_mk_f_kats2) / 2)$$

1.3 SEQUENTIELLE EINSPRITZZEIT

1.3.1 BERECHNUNG DER KRAFTSTOFFMASSE UND EINSPRITZZEIT

Die Luftmasse pro Zylinder und Arbeitsspiel ml_zyl berechnet sich aus dem Produkt von $ml_soll_korr_eff[i]$ und dem Zylinderhubvolumen. $ml_soll_korr_eff[i]$ ist die korrigierte Luftmasse je Arbeitsspiel und Zylinder bezogen auf das Zylinderhubvolumen. $ml_soll_korr_eff[i]$ wird in $[mg/l*ASP]$ angegeben. Da ml_zyl nur als Zwischengröße dient und über das Zylinderhubvolumen direkt $ml_soll_korr_eff[i]$ proportional ist, wird die Größe zwar segmentsynchron berech-

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Erdl	4.01.doc



net und ist auch über ein Applikationssystem anschaubar, wird aber nicht zylinderindividuell abgespeichert.

Die zylinderselektive Einspritzmasse wird aus dem Quotient der Luftmasse und dem stöchiometrischen Luft-Kraftstoffverhältnis gebildet.

Der Zusammenhang zwischen eingespritzter Kraftstoffmasse und Einspritzzeit lautet wie folgt:

$$(1) \text{mk_zyl}[i] = K_TI_EV_QSTAT * \text{ti}[i]$$

mit:

mk_zyl[i]: zylinderselektive Kraftstoffmasse [mg]
 ti[i]: effektive, zylinderselektive Einspritzzeit [ms]
 K_TI_EV_QSTAT: Faktor aus Einspritzventilkennlinie [mg/ms](druckabh.)

Aus Gl. (1) folgt:

$$(2) \text{ti}[i] = \text{mk_zyl}[i] / K_TI_EV_QSTAT$$

1.3.2 BETRIEBZUSTAND START

1.3.2.1 Kraftstoffmasse im START

Wenn START-Bedingung erfüllt, ergibt sich die zylinderselektive Einspritzmasse zu:

$$(3) \text{ml_zyl} = \text{ml_soll_korr_eff}[i] * K_RF_HUBVOLUMEN / \text{cfg_zylinderanzahl}$$

$$(4) \text{mk_zyl}[i] = (\text{ml_zyl} / K_TI_L_STOECH) * \text{ti_mk_f_ga} * \text{ti_mk_f_start} * \text{ti_mk_start_f_p_umg}$$

Starteinspritzmasse (zyl.selektiv)
 Grundanpassungsfaktor
 Starteinspritzfaktor
 umgeb.druckabh.Faktor

Eine Kraftstoffbilanzierung im Modul Einspritzung-Betriebsartenübergänge findet im Betriebsmodus START nicht statt.

1.3.2.2 Einspritzzeit im START

Prinzipiell wird nach der Berechnung von mk_zyl das Modul tieeb zur Bilanzierung der Kraftstoffmassen aufgerufen, das aber in dem Betriebszustand Start keinen Beitrag liefert, sodass sich unter Verwendung der Gl. (2) die korrigierte, zylinderselektive Einspritzzeit im Start ergibt zu:

$$(5) \text{ti_}[i] = ((\text{mk_zyl}[i] / K_TI_EV_QSTAT * \text{ti_f_adapt}[j]) + \text{ti_offset_adapt}[j] + \text{ti_sync}[i])$$

Adaptionsfaktor (bankselektiv)
 Adaptionsoffset (bankselektiv)
 Leerlaufsynchrisationsoffsets
 (zylinderindividuell)

Hinweis für Softwareentwickler: In der Software wird für die Betriebsarten

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Erdl	4.01.doc



Start und Motor läuft die gleiche Formel verwendet. Der Faktor ti_f_zyl beträgt aber beim Start stets 1.0, weil er nur in dem Betriebszustand Vollast, der nicht gleichzeitig

mit dem Betriebszustand Start auftreten kann, aus Kennlinien interpoliert wird.

1.3.3 BETRIEBZUSTAND MOTOR LÄUFT

1.3.3.1 Kraftstoffmasse bei MOTOR LÄUFT

Wenn der Betriebsmodus MOTOR LÄUFT aktiv ist, berechnet sich die zylinderselektive Einspritzmasse zu:

$$(6) \quad ml_zyl = ml_soll_korr_eff[i] * K_RF_HUBVOLUMEN / cfg_zylinderanzahl$$

$$(7) \quad mk_zyl[i] = (ml_zyl/K_TI_L_STOECH) * ti_mk_f_ga * ti_mk_f_stat * ti_mk_f_nas * ti_f_mk_wl * ba_f_ti * ti_mk_f_we * ti_mk_f_sks * ti_mk_f_kats[j]$$

Grundeinspritzmasse (zyl.selektiv)
 Grundanpassungsfaktor
 Stationärfaktor
 Nachstartfaktor
 Warmlauffaktor
 Beschleunigungsanreicherung
 Wiedereinsetzfaktor
 Faktor bzg. Sicherheitskonzept (K_TI_MK_SKS)
 KAT-Schutzfaktor (bankselektiv)

Die hier berechnete Kraftstoffmasse wird nun zur Kraftstoffbilanzierung im Modul Einspritzung-Betriebsartenübergänge herangezogen. Im SES-Betrieb wird zusätzlich zur aktuell geforderten Kraftstoffmasse noch die VL-Kraftstoffmasse zur Bilanzierung benötigt. Die VL-Kraftstoffmasse wird wie folgt bestimmt:

Wird ein Betriebsartenübergang von FES auf SES erkannt, folgt mit der korrigierten, maximalen indizierten Arbeit wi_max (Modul Momentenmanager) aus dem Kennfeld KF_ML_SOLL_BAS_5 (Sollluftmasse SES+4V) die VL-Sollluftmasse bei aktueller Motordrehzahl. Die resultierende VL-Sollluftmasse ist noch auf die aktuellen Umgebungsbedingungen zu beziehen.

Anschließend berechnet sich die VL-Kraftstoffmasse analog zu Gl. (6) und (7):

$$(8) \quad ml_vl_zyl = ml_soll_vl_korr_eff[i] * K_RF_HUBVOLUMEN/cfg_zylinderanzahl$$

$$(9) \quad mk_vl_zyl[i] = (ml_vl_zyl/K_TI_L_STOECH) * ti_mk_f_ga * ti_mk_f_stat * ti_mk_f_nas * ti_mk_f_wl * ba_f_ti * ti_mk_f_we * ti_mk_f_sks * ti_mk_f_kats[j]$$

VL-Einspritzmasse (zyl.selektiv)
 Grundanpassungsfaktor
 Stationärfaktor
 Nachstartfaktor
 Warmlauffaktor
 Beschleunigungsanreicherung
 Wiedereinsetzfaktor
 Faktor bzg. Sicherheitskonzept (K_TI_MK_SKS)
 KAT-Schutzfaktor (bankselektiv)

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Erdl	4.01.doc



Hinweis: Die VL-Kraftstoffmasse ist nur im Betriebsmodus SES zu berechnen.
MI_vl_zyl ist nur eine Hilfsvariable, die nicht im Applikationssystem sichtbar ist.

1.3.3.2 Einspritzzeit bei MOTOR LÄUFT

Nach der Berechnung von mk_zyl[i] wird das Modul tiueb zur Kraftstoffbilanzierung aufgerufen. Die übergebenen Parameter sind mk_zyl[i] und mk_vl_zyl[i]. Das Modul tiueb liefert eine korrigierte Kraftstoffmasse mk_korr, die wiederum Eingangsgröße für die Einspritzzeitberechnung ist.

Unter Verwendung der Gl. (2) und nach der Kraftstoffmassenbilanzierung ergibt sich die korrigierte, zylinderselektive Einspritzzeit im Betriebsmodus MOTOR LÄUFT zu:

$$(10) \quad ti[i] = (((mk_korr / K_TI_EV_QSTAT$$

* ti_f_adapt[j])	Adaptionsfaktor (bankselektiv)
+ ti_offset_adapt[j])	Adaptionsoffset (bankselektiv)
* ti_f_zyl[i])	zylinderindividueller Faktor
+ ti_sync[i]	Leerlaufsynchrisationsoffsets (zylinderindividuell)

mk_korr bezeichnet die sich im aktuellen Segment ergebende Kraftstoffmasse aus der Bilanzrechnung.

1.3.4 BEGRENZUNG UND UBATT-KORREKTUR DER EINSPRITZZEIT

Allgemein gilt:

Die Einspritzzeit wird nach unten auf K_TI_MIN und nach oben auf K_TI_MAX begrenzt.

Anschließend wird der Bordnetzspannungskorrekturoffset ti_ub aus der Kennlinie KL_TI_UB eingerechnet und die TPU-Werte für Gesamt-Einspritzzeit bestimmt:

$$(11) \quad ti_eff[i] = ti[i] + ti_ub$$

Als Hilfsmittel zur Applikation werden die Variablen ti_eff_out[i] im 10ms Raster berechnet, die bei Einspritzausblendungen auf Null gesetzt werden, ansonsten aber mit ti_eff[i] übereinstimmen.

1.4 FUNKTIONSBILD

(to be defined !)

1.5 APPLIKATIONSHINWEISE

(to be defined !)

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Erdl	4.01.doc



1.6 ZYLINDERAUSBLENDUNG UND ZYLINDEREINBLENDUNG

1.6.1 Ausblendung bei Schubabschaltung

Wenn die Bedingung Schubabschaltung B_SA erfuellt ist, werden alle Zylinder ausgeblendet. Dazu werden die begonnen Einspritzimpulse fertig eingespritzt und auch noch gezuendet; danach erst werden alle weiteren Einspritzimpulse unterdrueckt, d.h. alle 90 °KW bzw. 120 °KW (bei Einspritzende) wird dieser Zylinder gesperrt.

1.6.2. Einblenden nach Schubabschalten

Nachdem alle Zylinder ausgeblendet waren, trocknet das Saugrohr aus. Um beim Wiedereinsetzen den abgedampften Saugrohrwandfilm wieder aufzubauen, muss man mehr Kraftstoff zufuehren als normal.

Der Wiedereinsetzfaktor ti_mk_f_we kompensiert diesen Mehrbedarf an Kraftstoff.

Er berechnet sich wie folgt:

$$ti_mk_f_we = 1 + (ti_f_we_off * ti_f_we_ign)$$

Der Faktor ti_f_we_off haengt von der Zeit ab, wie lange die Schubabschaltung aktiv war. Er wird aus zwei Kennlinien ueber Zeit in SA berechnet, wobei eine Kennlinie fuer hartes und eine fuer weiches Wiedereinsetzen gilt (KL_TI_WE_OFF_S bzw. KL_TI_WE_OFF_H).

Der Faktor ti_f_we_ign haengt von der Anzahl der Zuendungen seit Wiedereinsetzen ab. Dieser Faktor wird ueber die Anzahl der Zuendungen auf 1,0 abgeregelt. Er wird aus zwei Kennlinien ueber Anzahl der Zuendungen berechnet, wobei eine Kennlinie fuer hartes und eine fuer weiches Wiedereinsetzen gilt (KL_TI_WE_IGN_S bzw. KL_TI_WE_IGN_H).

Der Zündungszähler ti_we_ign zählt die Anzahl der Zündungen seit Wiedereinsetzen, unabhängig davon, ob es sich um hartes oder weiches Wiedereinsetzen handelt.

Alle 90 °KW bzw. 120 °KW (bei fiktivem Einspritzende) wird ein Zylinder wieder freigegeben.

1.7 LADEN DER EINSPRITZZEIT IN DIE TIME PROZESSOR UNIT

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Erdl	4.01.doc



Wenn die Bedingung für einen Vorabspritzer B_VSP erfüllt ist, wird dieser ausgegeben.

Wenn die Bedingung für die sequentielle Einspritzung B_SSP erfüllt ist, werden die TPU Parameter für die Einspritzzeiten in der 90 ° bzw. 120°KW Task aktualisiert und die TPU Parameter für die Einspritzenden werden alle 720 °KW aktualisiert.

1.8 EINSPRITZENDE

Das Einspritzende wird relativ zu Einlaßventil schließt berechnet, d. h. 200 °KW heißt Einspritzende ist 200 °KW vor Einlaßventil schließt.

Für den Einspritzendewert gibt es für die unterschiedlichen Betriebszustände jeweils eine Konstante. Momentan gibt es:

K_TI_ENDE_MAN, K_TI_ENDE_START, K_TI_ENDE_VL,
KL_TI_ENDE_0(bis 5), K_TI_ENDE_11.

Der in der MSSxx implementierte Filterungsmechanismus wurde entfernt.

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Erdl	4.01.doc



2 DATEN DES MODULS

Die Berechnung der Funktion erfolgt **segmentsynchron** im Master.

	Winkel	background	1ms	10ms	20ms	100ms	1s
Task	x						

Variablen

Variable	Initialisierung	Einheit	Bereich	Quant.	Impl.	Seite
ml_zyl	0p	mg/Asp	0p-1638p	1/40p	uw	
	Luftmasse pro Zylinder und Arbeitsspiel					
mk_zyl[i]	0p	mg/Asp	0p-131p	0.002p	uw	
	Zylinderselektive Kraftstoffmasse für Bilanzierung					
mk_vl_zyl[i]	0p	mg/Asp	0p-131p	0.002	uw	
	Zylinderselektive VL-Kraftstoffmasse für Bilanzierung					
ti_ub	0p	ms	0p-65.53p	0.001p	uw	
	Bordnetzspannungskorrekturoffset für die Einspritzzeit					
ti[i]	0p	ms	0p-65.53p	0.001p	uw	
	zylinderselektive Einspritzzeit, ohne Batteriespannungskorrektur					
ti_eff[i]	0p	ms	0p-65.53p	0.001p	uw	
	Effektive, zylinderselektiver Gesamteinspritzzeit					
ti_mk_f_ga			0p-2p	1/128	ub	
	Grundanpassungsfaktor					
ti_mk_start_f_p_umg	0p	-	0p-2p	1/128p	uw	
	Umgebungsdruckabhängiger Korrekturfaktor für Betriebsmodus Start					
ti_mk_f_start						
	Starteinspritzfaktor					
ti_mk_f_stat			0p-2p	1/128p	ub	
	Stationärfaktor					
ti_mk_f_nas			0p-4p	1/1024p	uw	
	Nachstartfaktor					
ti_mk_f_wl			0p-4p	1/1024p	uw	
	Warmlauffaktor					
ba_f_ti			0p-2p	1/1024p	uw	
ti_mk_f_we		Wiedereinsatzfaktor	0p-2p	1/128p	ub	
ti_mk_f_sks			0p-2p	1/128p	ub	
	Faktor bzgl. Sicherheitskonzept					
ti_mk_f_kats1,2			0p-4p	1/1024p	uw	
	Katschutzfaktor Bank1/2					
ti_ausblend_soll						
	Anzahl der auszublendenden Zylinder					
ti_ausblend_ist						
	Anzahl der tatsächlich ausgeblendeten Zylinder					
ti_st_soll						
	Status des Sollzustandes der Einspritzung (1 = Kanal aktiv)					
ti_st_psp						
	Status des Istzustandes der Einspritzung (! = Kanal aktiv)					
ti_dkba1			0p-65.53p	1/1000	uw	
	Nachspritzer					
ti_isr_count						

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Erdl	4.01.doc



	Interruptzähler der PSP-Interrupts				
ti_st_start					
	Statuswort der Einspritzung im Betriebszustand START				
ti_off_time			0p-268Miop	1/16	ul
	Zeitdauer der Ausblendung				
ti_zyl_off					
start_st					
	Statuswort des Betriebszustandes START				
ti_f_n_ks			0p-2p	1/128	ub
	Kaltstartfaktor über der Drehzahl				
ti_f_tan_hs			0p-64p	1/1024	uw
	Heißstartfaktor über Ansauglufttemperatur				
ti_f_tmot_ks			0p-64p	1/1024	uw
	Kaltstartfaktor über der Motortemperatur				
ti_f_no_zaeher					
	Abgelfaktor über die Anzahl der Nockenwellenumdrehungen im Start				
ti_tz_offset_kats		°KW			ub
	Zündwinkeloffset für Summe der Rückziehwinkel für Einspritzkorrekturfaktor bei KAT-Schutz				
ti_kats_st					
	Status für Katschutz				
ti_f_kats_steuer1/2			0p-64p	1/1024	uw
	Vorsteuerwert des Katschutz Bank1/2				
ti_f_kats_regler				1/8192	uw
	Reglerwert des Katschutz für Bank1/2				
ti_mk_f_f_nas_word				1/32768	uw
	Startwert und interner, genauerer Rechenwert für den Nachstartfaktor				
ti_mk_nas				1/1024	uw
	Nachstartfaktor				
ti_tau_nas				$655/(x+1)$	uw
	Abregelzeitkonstante für den Nachstart				

Parameter

Applgröße	Stützstellen	Einheit	Bereich	Quant.	Impl.	Seite
K_TI_EV_QSTAT		mg/ms	0p-10p	0.01p	uw	
	Steigungsfaktor aus der Einspritzventilkennlinie					
K_TI_MIN		ms	0p-4p	0.001p	uw	
	Minimale Einspritzzeit					
K_TI_MAX		ms	0p-65.53p	0.001	uw	
	Maximale Einspritzzeit					
K_TI_L_STOECH		-	0p-25p	0.1	ub	
	Stöchiometrisches Luft-Kraftstoff-Verhältnis					
K_TI_MK_SKS		-	0p-2p	0.01	ub	
	Abmagerungsfaktor bei teilbefeuertem Betrieb					
K_TI_START		ms	0p-65.35p	0.001	uw	
	Startgrundmenge					
K_TI_MK_NAS		-	0p-2p	0.01	ub	
	Umschaltsschwelle für die Zeitkonstante bei NAS					

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Erdl	4.01.doc



K_TI_D_WL		%/s	0p-0.63p	10/6553 6	uw	
	Warmlaufabregelgradient bei aktiver Lambdaregelung					
K_TI_MK_GA		-	0p-2p	1/128	ub	
	Grundanpassungsfaktor					
K_TI_KATS		1/°KW	0p-0.01p	10/2621 4	ub	
	KAT-Schutzfaktor					
K_TI_KATS_TABG_EIN		-	0p-2p	0.01	ub	
	Einschaltsschwelle TABG für Regler KAT-Schutz					
K_TI_KATS_TABG_SCHNE LL		-	0p-2p	1/16	ub	
	Schwelle TABG für Regler KAT-Schutz verstärkt					
K_TI_KATS_TABG_AUS		-	0p-2p	0.01	ub	
	Ausschaltsschwelle TABG für Regler KAT-Schutz					
K_TI_KATS_FAK_SCHNEL L		-	0p-16p	1/16	ub	
	Faktor für Übersteuerung Regler KAT-Schutz					
K_TI_MK_F_KATS_MAX		-	0p-4p	1/1024	uw	
	Max. Kat.schutzfaktor					
K_TI_TAU_NAS		-	0p-4p	1/64	ub	
	Wichtungsfaktor für Tau bei NAS					
K_TI_TMIN_WNAS		s	0p-255p	1	ub	
	Minimale Zeit für WNAS					
K_TI_TMAX_WNAS		s	0p-255p	1	ub	
	Maximale Zeit für WNAS					
K_TI_TMOT_HS		°C	-48p-207p	1	ub	
	Tmot-Schwelle für Heißstart					
K_TI_TMOT_KS		°C	-48p-207p	1	ub	
	Tmot-Schwelle für Kaltstart					
K_TI_WKS_B1		-	0p-2p	1/128	ub	
	Wiederholkaltstartfaktor im Betriebsbereich B1					
K_TI_WKS_B2		-	0p-2p	1/128	ub	
	Wiederholkaltstartfaktor im Betriebsbereich B2					
K_TI_WNAS		-	0p-1p	1/256	ub	
	Wiederholkaltnachstartfaktor					
K_TIENDE_START		°KW	0p-6553p	0.1	ub	
	Einspritzende bei Start					
K_TIENDE_TMOT		°C	-48p-207p	1	ub	
	Tmot-Schwelle für Tiende					
K_TIENDE_TMOT_HYS		°C	-48p-207p	1	ub	
	Tmot-Hysterese für Tiende					
K_TIENDE_TAU		ms	0p-5100p	20	ub	
	Zeitkonstante Tau für Tiende					
K_TIENDE_TAU1		ms	0p-5100p	20	ub	
	Zeitkonstante Tau1 für Tiende					
K_TIENDE_N_TAU		1/min	0p-10200p	40	ub	
	n-Schwelle für Tiende Tau					
K_TIENDE_TAU2		s	0p-25p	0.1	ub	
	Tau für Tiende					
K_T_EKP_ON		ms	0p-65535p	1	uw	
	Minimale Einzeit der EKP					
K_TI_MIN		ms	0p-4p	0.0001	uw	
	Minimale Einspritzzeit					
K_TI_MAX		ms	0p-65p	0.0001	uw	
	Maximale Einspritzzeit					
K_TI_NO		1/NW-Umdreh	0p-65535p	1	uw	
	Abmagerungsfaktor bei teilbefeuertem Betrieb					
K_TI_PT_KORR_MAX		1/min	0p-10000p	1	uw	
	Max. N-Schwelle für PT_KORR Faktor					
K_TI_AUSS_COUNT		2U	0p-255p	1	ub	
	Anzahl Ausblendungen innerhalb K_TI_AUSS_BEREICH					

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Erdl	4.01.doc



K_TI_AUSS_ZYL	-	0p-255p	1	ub	
	Maske für auszublenkende Zylinder				
K_N_MAX_VFEHLER	1/min	0p-10200p	1	uw	
	Nmax Wert bei V-Fehler				
K_N_LL_SYNC	1/min	0p-10200p	40	ub	
	n-Schwelle für LL-Synchro				

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Erdl	4.01.doc

**Kennlinien**

Applgröße	Stützstellen	Einheit	Bereich	Quant.	Impl.	Seite
KL_TI_UB	In: 6xub	V	0p-20p	0.1p	uw	
	Out: 6xti_ub	ms	0p-65.53p	0.001p	uw	
Einspritzzeitkorrektur über UB						
KL_TI_MK_START_F_P_UMG	In: 4xp_umg	mbar	500p-1150p	3p	ub	
	Out: 4xti_mk_start_f_p_umg	-	0p-2p	0.01p	ub	
KL für den umgebungsdruckabhängigen Korrekturfaktor						

3 ERSTBEDATUNG DER FUNKTION**Parameter:**

K_TI_EV_QSTAT	2.50
K_TI_MIN	0.90
K_TI_MAX	64.00
K_TI_L_STOECH	14.7
K_TI_MK_SKS	0.90

Kennlinien:

KL_TI_UB

UB [V]	6	8	10	12	14	16
TI_UB [ms]	3.88	2.06	1.38	1.00	0.76	0.60

KL_TI_MK_START_F_P_UMG

P_UMG [mbar]	701	800	974	1013
TI_MK_START_F_P_UMG [-]	1.00	1.00	1.00	1.00

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Erdl	4.01.doc



E-Power

Einspritzung-Diagnose

Projekt: **MSS60**

Modul: **TI**

Seite 1 von 5

Projekt: MSS60

Modul: Einspritzung-Diagnose

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.20215	E. Steger	4.02.DOC



x. I/O Status vorgeben und Stellgliedansteuerung

x.1. Einspritzventile ansteuern

Die Einspritzventilansteuerung erfolgt über die Funktion **ti_write** (unsigned char zylindernummer, unsigned char period, unsigned char tastverhältnis). Diese Funktion wird von der DS2-Software aufgerufen und läuft auf **DS2-Tasklevel**.

Wertebereiche:

Zylindernummer:	1 .. 8 (cfg_zylinderzahl)	
Periodendauer:	10 .. 100 [msec]	Auflösung: 10msec/bit.
Tastverhältnis:	0 .. 100 [%]	Auflösung: 1%/bit.

Diese Funktionen laufen auf dem Slave.

Diese Funktion wird nicht bei **B_ML** ausgeführt. Bei **B_ML** darf das Tastverhältnis nur 0% betragen. Dies kommt einem Abschalten des Ventiles gleich.

Die Funktion setzt in **ti_ev_ds2** das Bit_(ZYLINDER-1) (= **B_EVx_DS2**) für den jeweiligen Zylinder. Hiermit wird das Laden der TPU-Parameter durch die Funktionssoftware verhindert, der TPU-Kanal als LPWM im continuous mode konfiguriert, die Periodendauer und die Highzeit in das TPU-RAM geschrieben.

Wenn der Diagnosemode (!**B_DIAG**) verlassen wird und **B_EVx_DS2** aktiv ist, wird die Funktion **ti_write_undo** aufgerufen. Diese Funktion

- löscht die **B_EVx_DS2**
- konfiguriert die TPU-Kanäle bei **B_SSP** als PSP-Kanal (winkelsynchroner Einspritzimpuls) und bei **B_VSP** als PWM-Kanal (Vorabeinspritzimpuls)

Als Returnvalue wird folgendes zurückgegeben:

- 00: Stellglied wird ordnungsgemäß angesteuert
- 01: Ansteuerung für diesen Zylinder nicht vorgesehen
- 02: Stellglied nicht ansteuerbar, da Tastverhältnis nicht gültig ist
- 03: Stellglied nicht ansteuerbar, da Periodendauer nicht gültig ist
- 04: Stellglied nicht ansteuerbar, da Ansteuerbedingung nicht erfüllt ist

x.2 Einspritzzeit lesen

Es wird von der Diagnosesoftware für „Einspritzzeit lesen“ die Variablen **ti1** bis **ti8** ausgelesen (enthält noch nicht die UBATT-Korrektur).

Die Einspritzzeit hat einen Wertebereich von 0 bis 65.535 msec (unsigned short) mit einer Auflösung von 1 usec/bit.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.20215	E. Steger	4.02.DOC



x.3 Einspritzventiltreiber Diagnose

Der Einspritzventiltreiber **HIP82** von Harris diagnostiziert folgende Fehler:

- open load = Unterbrechung
- Kurzschluß nach UB
- Kurzschluß nach Masse
- Übertemperatur

Der Treiberstatus wird winkelsynchron (alle 720 °KW) ausgelesen und in der Backgroundtask auf Fehler überprüft und entsprechend verarbeitet.

Der Treiberstatus darf nur ausgewertet werden, wenn ein Wechsel im Ansteuersignal erfolgte. Dies ist immer dann der Fall, wenn auch eine neue Treiberstatusinformation vorliegt und der Kanal nicht ausgeblendet ist.

Der Treiberstatus in der Backgroundtask wird ausgewertet, wenn

- B_START oder B_ML und
- B_SSP (sequ. Einspritzung aktiv ist) und
- S_KL_15_ROH (KL15 sicher vorhanden) und
- ub > K_TI_UB und
- der Einspritzkanal nicht ausgeblendet ist und
- der Einspritzkanal nicht über DS2 angesteuert wird und
- ein neue Treiberstatusinformation vorliegt

Der Treiberstatus steht in den Variablen **ti_ed_ev1** bis **ti_ed_ev8**.

Die Routine trägt nach einer bestimmten Fehlerhäufigkeit einen Fehler in den Fehlerspeicher ein.

Folgende Übergabeparameter an den **ed_report** sind nun in Summe möglich:

- 0x00: kein Fehler
- 0x01: short to battery
- 0x02: short to ground
- 0x04: open load
- 0x08: unplausibler Zustand

Es wird weiterhin eine globale Diagnosestatusvariable für die Einspritzventiltreiber gebildet => **ti_ed_ev_summe** (das gesetztes Bit stellt einen Fehler für entsprechenden (Zylinder+1) dar)

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.20215	E. Steger	4.02.DOC



Ein Abschalten wegen **Übertemperatur** wird ebenfalls vom HIP82-Baustein erkannt und in den Variablen **ti_ed_tr1/2** dargestellt.

Diese Fehlerauswertung findet man ebenfalls im winkelsynchron aktualisierten Treiberstatus wieder. Die Auswertung erfolgt in der Backgroundtask, wenn

- B_START oder B_ML und
- ub > K_TI_UB und
- ein neue Treiberstatusinformation vorliegt

Fehler	Auswirkung	Maßnahme
open load	mageres Abgas unruhiger Motorlauf verfälschtes Lambdasondensignal	1. Lambdaregler sperren in der Bank in der der Fehler aufgetreten ist ⇒ LA-Adaption gesperrt; TE gesperrt; TE-Adaption gesperrt 2. Fehlerspeichereintrag
short circuit +	mageres Abgas unruhiger Motorlauf verfälschtes Lambdasondensignal Treiber schaltet selbständig ab	1. Lambdaregler sperren in der Bank in der der Fehler aufgetreten ist ⇒ LA-Adaption gesperrt; TE gesperrt; TE-Adaption gesperrt 2. Fehlerspeichereintrag
short circuit -	fettes Abgas unruhiger Motorlauf verfälschtes Lambdasondensignal Einspritzventil kann ständig angesteuert sein ==> Zylinder kann sich mit Kraftstoff füllen	1. Lambdaregler sperren in der Bank in der der Fehler aufgetreten ist ⇒ LA-Adaption gesperrt; TE gesperrt; TE-Adaption gesperrt 2. Fehlerspeichereintrag
overtemperatur	mageres Abgas unruhiger Motorlauf verfälschtes Lambdasondensignal Treiber schaltet selbständig ab	1. Lambdaregler sperren in der Bank in der der Fehler aufgetreten ist ⇒ LA-Adaption gesperrt; TE gesperrt; TE-Adaption gesperrt 2. Fehlerspeichereintrag

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.20215	E. Steger	4.02.DOC



x. 4 Leerlaufsynchrisationswerte vorgeben und lesen

Über die DS2 kann durch den Aufruf der Funkrion **ti_ll_vorg**(unsigned char zylinder, signed short wert) der Leerlaufsynchrisationsoffset **ti_ll_zx** vorgegeben werden. Der übergebene Wert wird seine Grenzen (**K_TI_LL_MIN** und **K_TI_LL_MAX**) in dieser Funktion überprüft.

Die Funktion **ti_ll_read**(unsigned char zylinder) liefert als reurnvalue den Leerlaufsynchrisationswert **ti_ll_zx** zurück.

ti_ll_zx ist ein signed short Wert mit einer Auflösung von 1 usec/Bit.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.20215	E. Steger	4.02.DOC



PROJEKT: MSS60
MODUL: EINSPRITZUNG
EINSPRITZ - ÜBERGÄNGE

AUTORISATION

AUTOR (ZS-M-57) _____ **DATUM** _____

GENEHMIGT (ZS-M-57) _____ **DATUM** _____

GENEHMIGT (EA-E-2) _____ **DATUM** _____

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Riksén	4.03.doc



x	Neudefinition		Funktionsänderung		Funktionsfehler
Beschreibung:					
1. Bilanzierung der eingespritzten und verbrannten Kraftstoffmassen bei Betriebsartenübergängen					
Begründung:					
1. In einigen Betriebsarten wird Kraftstoff im Saugrohr gespeichert und erst beim nächsten Arbeitsspiel angesaugt					
Aktuelle Dokumentation: Kap 4.03					
Bisherige Änderungen					
Version	Datum	Beschreibung			
	2.8.2003	Erste Version			
S360	10.09.04	Variabelliste überarbeitet/ B.Riksén			

	NAME	ABTEILUNG	DATUM
AUTOR	E. OTTO /P. SCHMID	EA-E-2	06.03.04
BEARBEITER	B. RIKSEN	ZS-M-57	

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Riksén	4.03.doc



Inhaltsverzeichnis

1	FUNKTIONSBESCHREIBUNG	4
1.1	PHYSIKALISCHER HINTERGRUND	4
1.2	FES (FRÜHES EINLASS SCHLIEßT) UND SES (SPÄTES EINLASS SCHLIEßT)	4
1.2.1	<i>Betrieb mit FES</i>	4
1.2.2	<i>Übergang von FES auf SES</i>	4
1.2.3	<i>Betrieb mit SES (inkl. Zylinderabschaltung mit SES)</i>	5
1.2.4	<i>Übergang von SES auf FES</i>	5
1.3	2V-BETRIEB	5
1.4	SCHUBABSCHALTUNG (SA) UND ZYLINDERABSCHALTUNG (ZAS)	6
1.5	KRAFTSTOFFBILANZ	6
1.6	APPLIKATIONSHINWEISE	7
2	DATEN DES MODULS	7

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Riksén	4.03.doc



1 FUNKTIONSBESCHREIBUNG

1.1 PHYSIKALISCHER HINTERGRUND

Dieses Modul dient zur Bilanzierung der eingespritzten und verbrannten Kraftstoffmassen. Dies ist bei Betriebsartenübergängen notwendig, da in einigen Betriebsarten Kraftstoff im Saugrohr gespeichert und erst beim nächsten Arbeitsspiel angesaugt wird.

Der Wandfilm wird bei diesem Modul nicht berücksichtigt.

Die Berechnung muss für jedes Segment, bzw. für jeden Zylinder individuell sein.

1.2 FES (FRÜHES EINLASS SCHLIEBT) UND SES (SPÄTES EINLASS SCHLIEBT)

In der Betriebsart FES wird die Menge des benötigten Luft-Kraftstoffgemisches durch die Ventilöffnungszeiten bestimmt.

Bei hohen Drehzahlen ist die Betriebsart FES aufgrund der minimalen Ventilöffnungszeiten nicht mehr möglich und es erfolgt ein Wechsel in die Betriebsart SES.

In der Betriebsart SES wird zunächst die Volllastmenge angesaugt, nach UT wird die nicht benötigte Menge wieder in das Saugrohr zurückgeschoben und dann erst das Einlass-Ventil geschlossen. Die in das Ansaugrohr zurückgeschobene Menge steht dann für das nächste Arbeitsspiel wieder zur Verfügung. Im stationären Fall wird beim zweiten Arbeitsspiel die stationär abgestimmte Kraftstoffmasse eingespritzt, im instationären Fall, d.h., bei Betriebsartenwechsel und Lastwechsel, ändern sich die Verhältnisse, so dass eine Bilanzierung der verbrannten und der vorgelagerten Kraftstoffmasse erfolgen muss.

1.2.1 BETRIEB MIT FES

In der Betriebsart FES wird kein Gemisch in den Zylinder zurückgeschoben, so dass auch keine Bilanzierung der Kraftstoffmenge erforderlich ist.

1.2.2 ÜBERGANG VON FES AUF SES

Bei frühem Einlass schließt (FES) wird kein Gemisch in den Saugkanal zurückgeschoben, d.h., das im Saugrohr befindliche Gemisch ist Null. (Der Wandfilm wird nicht betrachtet.) Beim Betrieb mit SES wird der Zylinder komplett mit Gemisch gefüllt, im Zylinder homogenisiert und ein Teil der Ladung ins Saugrohr zurückgeschoben. Um ein stöchiometrisches Gemisch zu erreichen, muss im ersten Arbeitsspiel die Kraftstoffmenge für Volllast bei $\lambda = 1$ eingespritzt werden und über den Korrekturfaktor auf das gewünschte Luftverhältnis angereichert werden. In den folgenden Arbeitsspielen muss sichergestellt sein, dass das Gemisch im Zylinder und der zurückgeschobene Anteil homogen das applizierte λ besitzen.

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Riksén	4.03.doc



1.2.3 BETRIEB MIT SES (INKL. ZYLINDERABSCHALTUNG MIT SES)

Beim Betrieb mit SES ist die aktuell benötigte Vollastmenge für $\lambda = 1$ und die im vorhergehenden AS rückgeströmte Kraftstoffmenge maßgeblich für die Einspritzung. Die aktuell benötigte stationäre Kraftstoffmenge wird bei der Einspritzung nicht berücksichtigt. Diese geht anschließend in die zurückgeströmte Kraftstoffmenge des aktuellen AS ein und wird somit erst im folgenden AS berücksichtigt.

Für jedes Segment, bzw. jeden Zylinder gibt es eine individuelle, gespeicherte Menge.

$mk_korr = mk_vollast - mk_gespeichert [tpu_segm_index]$ korrigierte Einspritzmenge

$mk_gespeichert [tpu_segm_index] = mk_vollast - mk_stat$ im Saugrohr gesp. Menge

1.2.4 ÜBERGANG VON SES AUF FES

Beim Übergang von SES auf FES befindet sich im Ansaugrohr die im vorherigen AS gespeicherte Kraftstoffmenge. Ist diese Menge größer als die für das AS benötigte, wird die korrigierte Einspritzmenge auf Null begrenzt und die gespeicherte Kraftstoffmenge auf Null gesetzt. Die durchgeführte Korrektur ist einmalig. Ist nach diesem AS immer noch Kraftstoff im Ansaugrohr gespeichert, wird die nächste Verbrennung zu fett sein.

(Dieser Fall tritt ein, wenn ein Übergang von SES auf FES erfolgt und die Last kleiner als 0.7 ist, d.h., kleiner als die halbe Vollast.)

$mk_korr = mk_stat - mk_gespeichert [tpu_segm_index]$

If ($mk_stat \leq mk_gespeichert [tpu_segm_index]$) $mk_korr = 0$

1.3 2V-BETRIEB

Beim 2V-Betrieb wird alternierend nur eines von beiden Einlassventilen geöffnet. Die eingespritzte Kraftstoffmasse wird aus Symmetriegründen jedoch immer gleichmäßig auf beide Einlassventile verteilt, so dass nur ein Teil der eingespritzten Menge in den Zylinder gesaugt werden kann.

Beim alternierenden 2V-Betrieb wird wechselweise vor das geschlossen gehaltene Einlassventil Kraftstoff vorgelagert und im nächsten Arbeitsspiel angesaugt. Es muss eine Bilanz aus dem letzten und dem aktuellen AS gebildet werden.

Beim Übergang in den 2V-Betrieb muss eine Mehrmenge (vorgelagerte Kraftstoffmenge) eingespritzt werden. Die Mehrmenge darf nicht das Doppelte von der benötigten Menge betragen, da sonst beim folgenden AS nicht eingespritzt werden müsste. In den folgenden n Arbeitsspielen wird die Mehrmenge jeweils neu berechnet. Um das Motorverhalten zu definieren, wird ein Kraftstofffanggrad definiert, der das Verhältnis von der angesaugten zur eingespritzten Kraftstoffmasse definiert. Bei einem Fanggrad größer 0.5 und kleiner 1 ergibt sich ein abregelndes Verhalten der Mehrmenge.

Wird die Betriebsart 2V verlassen, wird die aktuelle Einspritzmenge um die Mehrmenge vermindert und die Mehrmenge im folgenden auf Null gesetzt. Der Fanggrad nimmt den Wert 1 an, wodurch die vorgelagerte Kraftstoffmasse im nächsten AS ebenfalls zu Null wird.

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Riksén	4.03.doc



$mk_gespeichert [tpu_segm_index] = mk_korr * (1 - kr_fang)$ vor geschlossenem Ventil

$mk_Zyl = mk_korr * kr_fang + mk_gespeichert [tpu_segm_index]$ im Zylinder

$mk_korr = mk_stat - mk_Übergang$ eingespr. Kraftstoffmasse

Daraus folgt durch Einsetzen von Gl. 3 in Gl. 2 und mit der Bedingung: $mk_Zyl = mk_stat$

$mk_Übergang = (mk_stat - mk_gespeichert [tpu_segm_index]) / kr_fang - mk_stat$

$mk_korr = (mk_stat - mk_gespeichert [tpu_segm_index]) / kr_fang$

$mk_gespeichert [tpu_segm_index] = mk_korr * (1 - kr_fang)$

kr_fang = Variable aus dem Kennfeld über Last und Drehzahl mit der Dimension [5,5]

1.4 SCHUBABSCHALTUNG (SA) UND ZYLINDERABSCHALTUNG (ZAS)

In den Betriebsarten SA und ZAS werden die Einlassventile geschlossen gehalten. Wurde im vorhergehenden AS Kraftstoff vorgelagert, bleibt dieser im Saugrohr gespeichert und steht im nächsten aktiven AS wieder zur Verfügung.

Die letzte vorgelagerte Kraftstoffmenge muss rechnerintern gespeichert bleiben und wird beim nächsten aktiven AS wieder berücksichtigt.

1.5 KRAFTSTOFFBILANZ

Zusammengefasst ergibt sich die Kraftstoffmassenbilanz folgendermaßen:

if (SES)

$mk_korr = ((mk_vollast - mk_gespeichert [tpu_segm_index]) / kr_fang)$

$mk_gespeichert [tpu_segm_index] = mk_vollast - mk_stat + (mk_korr * (1.0 - kr_fang))$

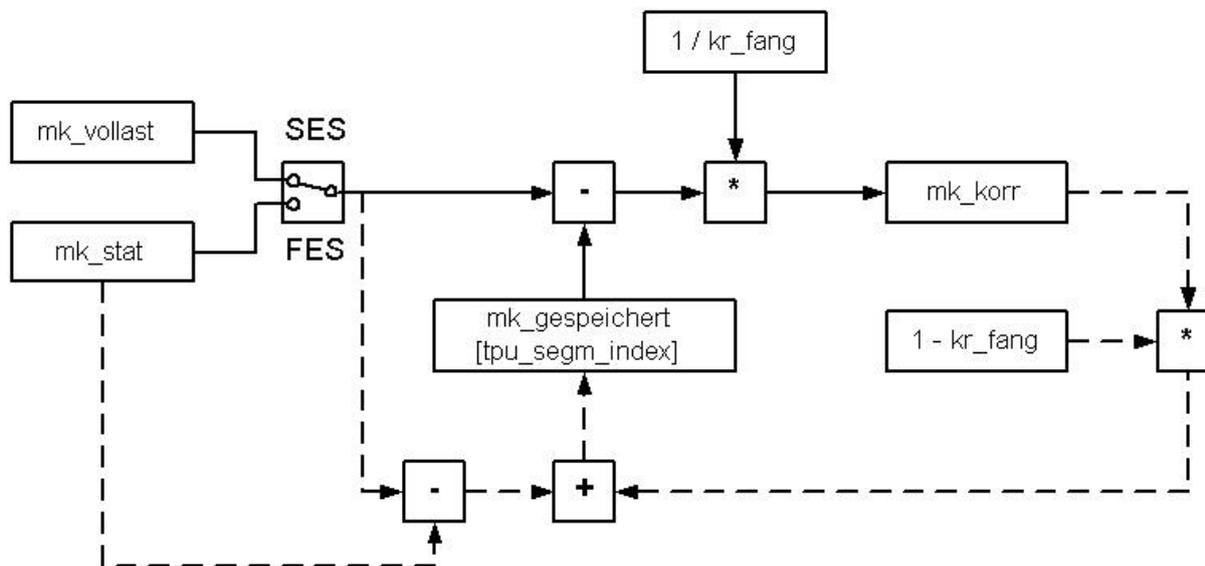
else if (FES)

if ($mk_stat \leq mk_gespeichert [tpu_segm_index]$) $mk_korr = 0$

else $mk_korr = ((mk_stat - mk_gespeichert [tpu_segm_index]) / kr_fang)$

$mk_gespeichert [tpu_segm_index] = (mk_korr * (1 - kr_fang))$

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Riksen	4.03.doc



1.6 APPLIKATIONSHINWEISE

- Applikation von kr_fang zwischen 0.51 und 1; für 4V- und 3V-Betrieb muss $kr_fang = 1$ sein

2 DATEN DES MODULS

Die Berechnung der Funktion erfolgt im Slave.

	Winkel	background	1ms	10ms	20ms	100ms	1s
Task	x						

Variablen

Variable	Initialisierung	Einheit	Bereich	Quant.	Impl.	Seite
mk_stat	0	mg / Asp	0 - 131.07	0.01	uword	
mk_vollast	0	mg / Asp	0 - 131.07	0.01	uword	
mk_gespeichert [tpu_seg_to_datagrave]	0	mg / Asp	0 - 131.07	0.01	uword	
mk_korr	0	mg / Asp	0 - 131.07	0.01	uword	
kr_fang	0			0.001	uword	

Autor	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
	ZS-M-57	02.08.04	Riksen	4.03.doc



Parameter

Applgröße	Stützstellen	Einheit	Bereich	Quant.	Impl.	Seite
B_TIUEB			0-1	1	ubyte	
	0: Tiueb inaktiv / 1: Tiueb aktiv					

Kennlinien

Applgröße	Stützstellen	Einheit	Bereich	Quant.	Impl.	Seite

Kennfelder

Applgröße	Stützstellen	Einheit	Bereich	Quant.	Impl.	Seite
kf_ti_kr_fang	5xn, 5xwi	-	0.51p bis 1p		uword	4

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Riksén	4.03.doc



E-Power

Modulbeschreibung

Projekt: **MSS60**

Modul: **BA**

Seite 1 von 8

Projekt: MSS60

Modul: Beschleunigungsanreicherung

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021	E. Steger	BA.DOC



1. FREIGABEBEDINGUNGEN FÜR BESCHLEUNIGUNGSANREICHERUNG	3
1.1 Allgemeine Freigabebedingungen	3
1.2 Freigabe einer negativen / positiven Beschleunigungsanreicherung	3
1.2.1 positive Beschleunigungsanreicherung	3
1.2.2 negative Beschleunigungsanreicherung	4
2. BERECHNUNG DES FAKTOR 'BA_F_TI'	4
3. RETRIGGERUNG UND START DER REGELUNG	5
4. AUFREGEL- BZW. ABREGELFKUNKTION DES BA-FAKTORS	5
4. BA - ABBRUCH IM LEERLAUF	6
5. ABSCHALTEN DES LAMBDA REGLERS	7
6. VARIABLEN UND KONSTANTEN	7

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021	E. Steger	BA.DOC



1. Freigabebedingungen für Beschleunigungsanreicherung

1.1 Allgemeine Freigabebedingungen

- Bedingung Motor läuft muß gegeben sein (**B_ML**)
Die Beschleunigungsanreicherung kann in allen Motorzuständen ausgelöst werden
- der Momentenabbau nach START muß beendet sein (**!B_MD_NACHSTART**)
- die Drehzahlschwelle **K_BA_AKTIV_SCHWELLE** darf nicht überschritten werden
- kein teilbefueerter Betrieb vorhanden (**!B_SKS_TIEINGRIFF**) - zum Schutz des Kathalysators

1.2 Freigabe einer negativen / positiven Beschleunigungsanreicherung

Ob eine positive oder negative Beschleunigungsanreicherung ausgelöst werden muß, wird über das Maß „delta air mas - dam“ festgestellt.

Unter „dam“ versteht man die Änderung des Luftmassenstroms, bezogen auf einen Zylinder.

Dieser Wert wird zusätzlich über die Drehzahl normiert. Die Berechnung erfolgt in der Segement-Task.

$$dam_{ROH} = d_ml_720 / ml_720_min$$

$$d_ml_720 = ml_x - ml_{(x-720^{KW})}$$

$$ml_720_min = \max[ml, K_HFM_ML_SEG_MIN]$$

$$dam = dam_{ROH} * n_{NORM}$$

$$dam = [-3 .. 3] \quad (n_{NORM} \text{ normiert auf } 1024 \text{ U/min})$$

negatives *dam* ergibt sich beim Schließen der Klappe
positives *dam* ergibt sich beim Öffnen der Klappe

1.2.1 positive Beschleunigungsanreicherung

- ein positives *dam* ist aufgetreten
- die Änderung des Luftmassenstroms *dam* überschreitet die applizierbare Schwelle **KF_BA_POS_TMOT_N**(*t*_{mot},*n*)
- der relative Öffnungsquerschnitt **aq_rel_delta** ändert sich um mehr als dem Wert **KL_BA_AQ_DELTA_POS**(*aq_rel*)

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021	E. Steger	BA.DOC



Sind all diese Triggerbedingungen erfüllt, so wird der Rohwert des BA-Faktors ermittelt. Hierfür wird die **Differenz dam_delta** aus dem tatsächlichen dam-Wert und der Schwelle **KF_BA_POS_TMOT_N** ermittelt. Diese Differenz ist der **Eingangswert** in die Kennlinie **KL_BA_DAM_POS**(dam_delta), aus welchem der **Rohfaktor ba_fak_roh_signed** ermittelt wird.

1.2.2 negative Beschleunigungsanreicherung

- ein negatives *dam* ist aufgetreten
- die Änderung des Luftmassenstroms (Betrag) *dam* überschreitet die applizierbare Schwelle **KF_BA_NEG_TMOT_N**(tmot,n)
- der relative Öffnungsquerschnitt **aq_rel_delta** (Vorzeichen ist bei einer neg. BA negativ) ändert sich um mehr als dem Wert **KL_BA_AQ_DELTA_NEG**(aq_rel)
- Schubabschalten ist nicht aktiv (**!B_SA**).

Sind all diese Triggerbedingungen erfüllt, so wird der Rohwert des BA-Faktors ermittelt. Hierfür wird der Absolutwert der **Differenz dam_delta** aus dem tatsächlichen dam-Wert und der Schwelle **KF_BA_NEG_TMOT_N** ermittelt. Dieser Wert ist der **Eingangswert** in die Kennlinie **KL_BA_DAM_NEG**(dam_delta), aus welchem der **Rohfaktor ba_fak_roh_signed** ermittelt wird.

2. Berechnung des Faktor 'ba_f_ti'

Bei erkanntem Trigger wird segmentsynchron ein Faktor errechnet.

Der ermittelte Rohfaktor **ba_fak_roh_signed** wird korrigiert mit

- einem TMOT/TAN abhängigen Faktor (**KF_BA_FAKT_TMOT_TAN**(tmot,tan))
- einem Drehzahl / RF - Faktor, abhängig davon, ob es sich um eine positive oder negative BA handelt.:
neg. BA: **KF_BA_FAKT_RF_N_NEG**(rf,n)
pos. BA: **KF_BA_FAKT_RF_N**(rf,n)
- einem Wiedereinsetzfaktor, mit dem der Wandfilmabbau während SA kompensiert werden soll. Die Eingangsgröße in die Kennlinie **KL_BA_FAKT_ZEIT** ist die Verweildauer in Schubabschalten. Dieser Faktor kommt nur für eine Zeit **K_BA_ZEIT_WIEDEREINSETZEN** nach Wiedereinsetzen zum Tragen.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021	E. Steger	BA.DOC

Der auf diese Weise ermittelte Offsetwert wird zum Neutralwert „1“ addiert. Dieser neue Faktor wird auf ein Minimum **K_BA_FAKT_MIN** und ein Maximum **K_BA_FAKT_MAX** begrenzt.

3. Retriggerung und Start der Regelung

Ausgangszustand: BA-Regelung ist inaktiv und

- Trigger positiv BA => Start der Regelung POS-BA und Übernahme des gerade ermittelten Faktors in **ba_bereich**
- Trigger negativ BA => Start der Regelung NEG-BA und Übernahme des gerade ermittelten Faktors in **ba_bereich**

Ausgangszustand: Regelung POS-BA ist aktiv und

- Trigger positiv BA => ist der neu ermittelte Faktor größer, so wird der Wert in **ba_bereich** übernommen
- Trigger negativ BA => Umschaltung auf Regelung NEG-BA und Übernahme des neuen Faktors in **ba_bereich**

Ausgangszustand: Regelung NEG-BA ist aktiv und

- Trigger negativ BA => ist der neu ermittelte Faktor kleiner, so wird der Wert in **ba_bereich** übernommen
- Trigger positiv BA => Umschaltung auf Regelung POS-BA und Übernahme des neuen Faktors in **ba_bereich**

Jedesmal, wenn der neue Faktor in **ba_bereich** übernommen wird, wird die Aufregel- bzw. Abregelfunktion des BA-Faktors initialisiert.

4. Aufregel- bzw. Abregelfunktion des BA-Faktors

Die Aufregel- bzw. Abregelung erfolgt über 3 Stufen - außerdem wird auf pos. bzw. neg. BA unterschieden:

1. Ausgabe des errechneten Faktors **ba_bereich** in **ba_f_ti** für die Zeit **KL_BA_IGN_POS/NEG_TMOT** (für eine bestimmte Anzahl von Zündungen)

$$\mathbf{ba_f_ti = ba_bereich}$$

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021	E. Steger	BA.DOC



2. Ausgabe eines reduzierten BA-Faktors in ba_f_ti für die Zeit **KL_BA_IGN_RED_POS/NEG_TMOT** (für eine bestimmte Anzahl von Zündungen)

$$ba_f_ti = (ba_berech - 1) * KL_BA_FAKT_RED_TMOT(tmot) + 1$$

3. Abregelung des BA-Faktors ba_f_ti über eine Treppe mit einer Treppenbreite **K_BA_IGN_DECAY_POS/NEG** (für eine bestimmte Anzahl von Zündungen)

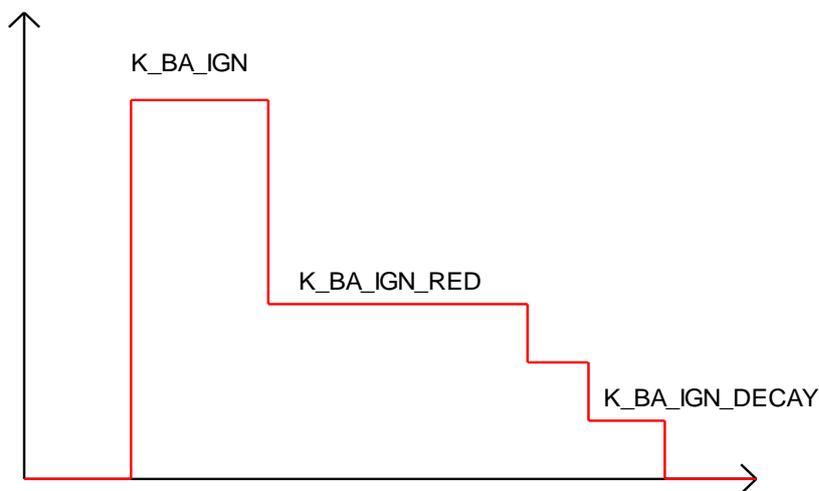
pos. Regelung - Abregelung auf $ba_f_ti = 1$:

$$ba_f_ti_{NEU} = ba_f_ti_{ALT} - KF_BA_FAKT_RED_POS_TMOT_N(tmot,n)$$

neg. Regelung - Aufregelung auf $ba_f_ti = 1$:

$$ba_f_ti_{NEU} = ba_f_ti_{ALT} + KF_BA_FAKT_RED_NEG_TMOT_N(tmot,n)$$

BA-Faktor



Anzahl Zündungen

4. BA - Abbruch im Leerlauf

Generell wird eine Beschleunigungsanreicherung in allen Motorbetriebszuständen ausgelöst. Probleme können jedoch im Leerlauf auftreten (zu fettes Gemisch). Deshalb wird beim Betreten des Leerlaufs eine aktive positive BA abgebrochen.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021	E. Steger	BA.DOC



5. Abschalten des Lambdareglers

Wenn die errechnete Beschleunigungsanreicherung ein bestimmtes Fenster verläßt, dann wird die Lambdaregelung abgeschaltet.

Wenn $ba_f_ti > K_LA_BA_OFF_POS$

oder $ba_f_ti < K_LA_BA_OFF_NEG$

=> **Abschalten des Lambdareglers** (la_st_aus - BIT7)

6. Variablen und Konstanten

Name	Typ	Bedeutung
ba_regel_count	-	Zähler für 1. Regelstufe
ba_regel_count_red	-	Zähler für 2. Regelstufe
ba_regel_count_decay	-	Zähler für 3. Regelstufe
ba_berech	-	Zwischenwert des BA-Faktors
ba_tmot	-	TMOT-Korrekturfaktor
ba_fakt_time	-	Korrekturfaktor nach SA
ba_red_tmot	-	Reduktionsfaktor für Auf-/Abregelung
ba_dam_neg_schwelle	-	DAM-Schwelle für neg. BA
ba_dam_pos_schwelle	-	DAM-Schwelle für pos. BA
ba_aq_delta_neg	%/segment	AQ-REL-Schwelle für neg. BA
ba_aq_delta_pos	%/segment	AQ-REL-Schwelle für pos. BA
ba_st	-	Statusvariable
ba_f_ti	-	BA-Faktor
K_BA_ZEIT_WIEDEREINSETZEN	K	Zeit für Kennfeldumschaltung
K_BA_AKTIV_SCHWELLE	K	Drehzahlschwelle über der BA abgeschaltet wird
KL_BA_IGN_POS/_NEG_TMOT	K	Anzahl Zündungen für f_ti_ba
KL_BA_IGN_RED_POS/_NEG_TMOT	K	Anzahl Zündungen für f_ti_ba reduziert
K_BA_IGN_DECAY_POS/_NEG	K	Anzahl Zündungen für f_ti_ba im Abregelvorgang
K_BA_FAKT_MIN	K	minimaler f_ti_ba Faktor (immer Positiv)
K_BA_FAKT_MAX	K	maximaler f_ti_ba Faktor
K_LA_BA_OFF_POS	K	Bei Pos BA wird ab einem bestimmten Faktor der LA-Regler abgeschaltet
K_LA_BA_OFF_NEG	K	Bei NEG BA wird ab einem bestimmten Faktor der LA-Regler abgeschaltet
KL_BA_AQ_DELTA_NEG	KL=f(aq_rel)	AQ_REL - Schwelle für neg. BA
KL_BA_AQ_DELTA_POS	KL=f(aq_rel)	AQ_REL - Schwelle für pos. BA
KL_BA_DAM_POS	KL=f(dam_delta)	Rohfaktor für pos. BA abh. von dam_delta
KL_BA_DAM_NEG	KL=f(dam_delta)	Rohfaktor für neg. BA abh. von dam_delta
KL_BA_FAKT_ZEIT	KL=f(time)	Zeit seit Wiedereinsetzen
KL_BA_FAKT_RED_TMOT	KL=f(tmot)	Faktor als f(tmot) für reduzierten Faktor
KF_BA_FAKT_TMOT_TAN	KF=f(tmot,tan)	Faktor als f(tmot,tan)
KF_BA_POS_TMOT_N	KF=f(tmot,n)	DAM-Schwelle für pos. BA

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021	E. Steger	BA.DOC



KF_BA_NEG_TMOT_N	$KF=f(tmot,n)$	DAM-Schwelle für neg. BA
KF_BA_FAKT_RF_N_NEG	$KF=f(rf,n)$	Gewichtungsfaktor als $f(tmot,n)$ für neg. BA
KF_BA_FAKT_RF_N	$KF=f(rf,n)$	Gewichtungsfaktor als $f(Last,n)$ für pos. BA
KF_BA_FAKT_RED_NEG_TMOT_N	$KF=f(tmot,n)$	Red Faktor als $f(tmot,n)$ für neg. BA
KF_BA_FKAT_RED_POS_TMOT_N	$KF=f(tmot,n)$	Red. Faktor als $f(tmot,n)$ für pos. BA

Statusvariable:

ba_st Statusbyte für BA
Bit 0: Triggerung auf pos. BA
Bit 1: Triggerung auf neg. BA
Bit 2: Regelung pos. BA
Bit 3: Regelung neg. BA
Bit 4: ---
Bit 5: ---
Bit 6: ---
Bit 7: ---

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021	E. Steger	BA.DOC



MSS60

Nachspritzer

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021	E. Steger	4.05.DOC



1. AUSLÖSEBEDINGUNGEN FÜR DEN NACHSPRITZER	3
2. NACHSPRITZERBERECHNUNG	3
2.1. Nachspritzerberechnung bei B_DYN_SOFT	3
2.2. Nachspritzerberechnung bei B_DYN_HARD	4
3. VARIABLEN UND KONSTANTEN	4

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021	E. Steger	4.05.DOC



1. AUSLÖSEBEDINGUNGEN FÜR DEN NACHSPRITZER

Die Ermittlung eines Nachspritzers findet segmentsynchron statt.

Folgende Bedingungen müssen erfüllt sein, damit ein Nachspritzer ausgelöst werden darf:

- Vollast oder Teillast
- max. Drehzahlschwelle darf nicht ueberschritten werden
($n_{40} < K_{DKBA_NMAX}$)
- min. Änderung des relativen Öffnungsquerschnittes muß gegeben sein
($aq_rel_delta > KL_{DKBA_AQ_REL}$)
- kein teilbefeuerteter Betrieb ($IB_SKS_TIEINGRIFF$)

Aus dem Ersatzkennfeld **KF_RF_N_AQ_REL** über Drehzahl und relativem Öffnungsquerschnitt wird eine relative Füllungsänderung über ein Segment berechnet:

$$rf_delta = KF_RF_N_AQ_REL(n, aq_rel) - KF_RF_N_AQ_REL(n, aq_rel_old)$$

Diese relative Füllungsänderung ist eine weitere Schwelle, die überschritten werden muß, damit ein Nachspritzer ausgelöst wird

$$\Rightarrow rf_delta > KL_{DKBA_TRIGGER}(n)$$

2. NACHSPRITZERBERECHNUNG

Sind alle Auslösebedingungen erfüllt, wird **rf_delta** in ein **dkba_ti_roh** umgerechnet:

$$\Rightarrow dkba_ti_roh = rf_delta * rf_ti_const$$

$$rf_ti_const = K_RF_HUBVOLUMEN * K_RF_LUFTDICHTe * K_HFM_TI_RATE * 60$$

2.1. NACHSPRITZERBERECHNUNG BEI B_DYN_SOFT

Nun wird unterschieden, ob es sich beim momentanen Zustand um ein weiches Wiedereinsetzen handelt.

Der auszugebende Nachspritzeroffset wird dann wie folgt berechnet:

$$dkba_ti = dkba_ti_roh * dkba_tmot * KF_DKBA_SOFT_RF_N(rf_roh, n)$$

dkba_tmot wird aus **KL_DKBA_TMOT**(tmot) berechnet.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021	E. Steger	4.05.DOC



2.2. NACHSPRITZERBERECHNUNG BEI B_DYN_HARD

Der auszugebende Nachspritzeroffset wird bei einem harten Wiedereinsetzen wie folgt berechnet:

$$dkba_ti = dkba_ti_roh * dkba_tmot * KF_DKBA_HARD_RF_N(rf_roh,n)$$

dkba_tmot wird aus **KL_DKBA_TMOT**(tmot) berechnet.

Ein alter Wert wird nur überschrieben, wenn der neue Nachspritzerwert größer ist. Gelöscht wird dkba_ti, nachdem der Nachspritzer in der Ausgabefunktion ausgelöst wurde.

3. VARIABLEN UND KONSTANTEN

rf_delta	-	relative Füllungsänderung
dkba_tmot	-	TMOT-Faktor
aq_rel_delta	-	AQ_REL-Schwelle
ti_dkba1	ms	Zwischenspritzer - MCS-Darstellung
dkba_ti	ms/segment	auszugebender Zwischenspritzer
dkba_ti_roh	ms/segment	Rohwert d. Zwischenspritzers
K_DKBA_NMAX	K	Drehzahlschwelle für Nachspritzer
KL_DKBA_TRIGGER	KL=f(n)	Lastschwelle für Auslösung
KL_DKBA_TMOT	KL=f(tmot)	Faktor als f(Motortemperatur)
KL_DKBA_AQ_REL	KL=f(aq_rel)	Änderung des rel. Öffnungsquerschnittes
KF_RF_N_AQ_REL	KF=f(n,aq_rel)	relativer Füllungsgradient
KF_DKBA_SOFT_RF_N	KF=f(rf,n)	Kennfeld für weichen Zwischenspritzer
KF_DKBA_HARD_RF_N	KF=f(rf,n)	Kennfeld für harten Zwischenspritzer

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021	E. Steger	4.05.DOC



Projekt: MSS60

Modul: Lambdaregelung

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.20214	B.Riksén	5.01.doc



x.2 Lambdaregelbereitschaft

x.2.1 Lambdasondenbereitschaft

Es werden beide Lambdasonden getrennt auf ihre Regelbereitschaft hin überprüft.

Es gibt vier Sondenzustände:

- Sonde aus (kalt oder defekt)
- Sondeneinschaltüberwachung
- Sonde ein (betriebsbereit)
- Sondenausschaltüberwachung

In den Zustand **Sonde aus** kommt man nach dem Reset und von dem Zustand Sondenausschaltüberwachung, wenn man für die Zeit K_LA_T_AUS in dem Zustand Sondenausschaltüberwachung war.

In den Zustand **Sondeneinschaltüberwachung** kommt man, wenn die Sondenspannung größer als K_LA_USF oder kleiner als K_LA_USM ist.

In den Zustand **Sonde ein** kommt man, wenn man für die Zeit K_LA_T_EIN in dem Zustand Sondeneinschaltüberwachung war.

In den Zustand **Sondenausschaltüberwachung** kommt man, wenn die Sondenpannung innerhalb der Grenzen K_LA_USM und K_LA_USF ist.

x.2.2 Einschaltbedingungen

x.2.2.1 Motortemperaturbedingung

Die Motortemperaturbedingung ist erfüllt wenn gilt:

Im Leerlauf: $t_{mot} > K_{LA_TMOT_LL}$

Kein Leerlauf: $t_{mot} > K_{LA_TMOT}$

mit Hysterese K_LA_TMOT_HYS

x.2.2.2 Sondenbereitschaft

Die Sondenbereitschaft ist erfüllt, wenn die Sonde in dem Zustand Sonde ein oder Sondenausschaltüberwachung ist.

x.2.2.3 Applikationsfreigabe und DS2-Abschaltung

Durch die Konstante K_LA_FREIGABE (Bit1 für Regler 1 und Bit2 für Regler 2) wird der Regler freigegeben.

Über die DS2-Schnittstelle kann der Lambdaregler abgeschaltet werden (siehe Diagnose).

x.2.3 Ausschaltbedingungen

x.2.3.1 Ausblendung

Der Lambdaregler wird abgeschaltet, wenn ein oder mehrere Zylinder abgeschaltet sind. Dabei wird zwischen den beiden Abgassträngen differenziert, d. h. es wird nur der Regelkreis abgeschaltet bei dem Zylinder ausgeblendet wurden. Eine Ausblendung kann erfolgen bei: Drehzahlbegrenzung, harter Geschwindigkeitsbegrenzung, ASC-Eingriff, ASG-Eingriff, Schubabschaltung, defektem Zündkanal u.s.w.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.20214	B.Riksén	5.01.doc



- x.2.3.2 Lastschwelle
Der Lambdaregler wird abgeschaltet, wenn die Last länger als $K_{LA_T_TL}$ über einer Schwelle ist.
Diese Lastschwelle wird aus der Kennlinie KL_{LA_N} über Drehzahl entnommen.
- x.2.3.3 Betriebszustand !MOTOR LÄUFT oder B_VMAX_WEICH
Wenn man nicht in dem Betriebszustand MOTOR LÄUFT ist oder wenn die weiche VMAX-Begrenzung wirkt, wird der Lambdaregler abgeschaltet.
- x.2.3.4 Bei Klopfschutzanfettung
Der Lambdaregler wird abgeschaltet, wenn der Klopfschutzfaktor ti_f_klops größer als 1,0 ist.
- x.2.3.5 Vollast und Drehzahlschwelle oder bei zu kleiner Einspritzzeit
Der Lambdaregler wird abgeschaltet, wenn die Drehzahl größer als $K_{LA_N_VL}$ ist und der Betriebszustand VOLLAST herrscht.
Im Schubbetrieb aber noch nicht bei B_SA kann die Einspritzzeit so klein werden, daß die Einspritzventile nicht mehr richtig öffnen. Der Regler würde dann versuchen anzufetten und in die Begrenzung laufen. Um das zu verhindern wird der Regler abgeschaltet, wenn ein $tix < K_{LA_TI_MIN}$ ist
- x.2.3.6 Sekundärluftpumpe
Wenn die Sekundärluftpumpe aktiv ist oder die SLP über die DS-Schnittstelle angesteuert ist, wird der Lambdaregler abgeschaltet.
- x.2.3.7 Leerlaufsteller defekt
Bei defektem Leerlaufsteller wird im Betriebszustand "Leerlauf" der Lambdaregler ebenfalls abgeschaltet.
- x.2.3.8 Bei BA oder Momenteneingriff
Bei Beschleunigungsanreicherung oder bei einem Momenteneingriff wird der Lambdaregler abgeschaltet, wenn
- der Faktor $ba_f_ti > K_{LA_BA_OFF_POS}$
 - der Faktor $ba_f_ti < K_{LA_BA_OFF_NEG}$
 - der Faktor $ti_f_smg_x > 1,0$
 - der Faktor $ti_f_asc_x > 1,0$
- x.2.3.9 Sondenfehler
Der Lambdaregler 1 bzw. 2 wird ausgeschaltet, wenn ein Sondenfehler der jeweiligen Bank vorliegt.
- x.2.3.10 Aktive Diagnose des Sekundärluftsystems
Der Lambdaregler 1 bzw. 2 wird ausgeschaltet, wenn das Sekundärluftsystem aktiv diagnostiziert wird.
- x.2.3.11 Frischluftezufuhr im Abgasstrang
Wenn der Abgasstrang Frischluft bekommt wird der Lambdaregler abgeschaltet.
Dies kann passieren, wenn
- die SLP-Endstufe einen Fehler hat
 - das SLP-System einen Fehler aufweist
 - die SLP-Ventil-Endstufe einen Fehler hat
 - das TE-System einen Fehler aufweist
 - die TE-Endstufe einen Fehler hat

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.20214	B.Riksén	5.01.doc



x.2.3.12 Nachkathsonde Kurzschluß nach UB

Wenn die Nachkathsonde einen Kurzschluß nach UB hat, wird der Lambdaregler abgeschaltet.

x.2.3.13 EVT, ZAS und Bremsen

Beim Betriebsart ZAS wird der Regelkreis abgeschaltet für den Fall daß sämtliche Zylinder des Regelkreises ausgeblendet sind, sonst nicht. Beim Betriebsart Bremsen werden beide Regelkreise abgeschaltet.

x.3 **Lambdasondenspannungsaufbereitung**

Die Lambdasondenspannung wird dem Sensoramplifier LMxxxx um den Faktor 4,5 verstärkt und von dem A/D Wandler gewandelt Die Sondenspannung berechnet sich damit wie folgt:

$$us = \frac{\text{digit} * 5000\text{mV}}{4,5 * 1024} = \text{digit} * 1,08507$$

Die Formel im Prozessor lautet:

$$us = (K_LA_US_M * \text{digit}) / 1024) - K_LA_US_NP$$

K_LA_US_M Steigung in mv/1024digit

K_LA_US_NP Nullpunktoffsetverschiebung in mV

Beide Werte sind applizierbar.

x.4 **Lambdasondenheizung**

Das Lambdasondenheizrelais wird immer ausgeschaltet, wenn man nicht in dem Betriebszustand MOTOR LÄUFT ist.

In dem Betriebszustand MOTOR LÄUFT wird das Lambdasondenheizrelais verzögert nach Startende eingeschalten. Die Verzögerungszeit wird aus der Kennlinie KL_LAH_T_EIN über Motortemperatur beim verlassen des Betriebszustandes START errechnet.

In dem Betriebszustand MOTOR LÄUFT wird das Lambdasondenheizrelais ausgeschaltet, wenn die Last größer als eine Schwelle ist. Diese Schwelle wird aus der Kennlinie KL_LAH_N_AUS über die Drehzahl ermittelt. Wenn die Last wieder unter diese Schwelle mit der Hysterese K_LAH_HYS_AUS fällt, wird die Heizung wieder eingeschaltet.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.20214	B.Riksén	5.01.doc



x.5 Lambdaregler

Es gibt je eine Lambdasonde für 3 Zylinder und damit auch je einen Lambdaregler für 3 Zylinder.

Zylinder 1,2 und 3 werden von Lambdaregler1 geregelt. Zylinder 4,5 und 6 werden von dem Lambdaregler 2 geregelt.

Bei dem Lambdaregler handelt es sich um einen Zweipunktregler des Typs PITV, dies ist ein PI-Regler mit einer einseitigen Verzögerungszeit. Eine "positive" Verzögerungszeit bewirkt eine Fettverschiebung und eine "negative" Verzögerungszeit bewirkt eine Magerverschiebung. Alle drei Reglerparameter(KP, KI, TV) sind in Kennfeldern über Last und Drehzahl abgelegt.

Das Zweipunktverhalten kommt von der Lambdasonde, die eine Sprungsonde ist und deshalb nur das Vorzeichen der Regeldifferenz ausgewertet werden kann.

Deshalb entsteht auch eine Schwingung der Stellgröße f_{la_regler} mit einer Amplitude die von dem Proportionalanteil la_kp , der Integratorsteigung la_ki und der Regelstreckentzeit bestimmt werden.

Da die Totzeit last- und drehzahlabhängig ist (Einspritzen, Ansaugen, Verbrennen, Ausstoßen, Gaslaufzeit zur Sonde, Ansprechzeit der Sonde) müssen auch die Reglerparameter gas - und drehzahlabhängig sein.

Damit bei verschiedenen Betriebspunkten eine einseitige Lambdaverschiebung realisiert werden kann, wird die Umschaltung des Reglers um die Zeit t_v verzögert. Der Vorteil dieser Methode gegenüber einem unsymmetrischen P-Sprung ist, daß man größer Lambdaverschiebung bei gleicher Regleramplitude erreichen kann.

Die Reglerformel lautet:

$$f_{lax} = 1,0 + f_{la_kp} + f_{la_ki}$$

mit: $f_{la_kp} = sgn * la_kp$

$$f_{la_ki} = f_{la_ki} + (sgn * la_ki)$$

la_kp ist der Ausgangswert des Kennfeldes KF_LA_KP

la_ki ist der Ausgangswert des Kennfeldes KF_LA_KI

$sgn = -1$, wenn die Sondenspannung $us \geq K_LA_UREF$ d. h. die Abgase sind fett.

$sgn = +1$, wenn die Sondenspannung $us < K_LA_UREF$ d. h. die Abgase sind mager.

Bei Fettverschiebung:

Wenn ein Sprung der Sondenspannung von mager nach fett auftritt, wird der Integrator für die Zeit t_v gestoppt. Sollte die Sondenspannung wieder nach mager springen und die Zeit t_v ist noch nicht abgelaufen, so wird der Integrator wieder gestartet und weiter aufintegriert, bis die Sondenspannung wieder nach fett springt. Nun läuft die Zeit t_v weiter.

Nach Ablauf dieser Zeit erfolgt ein Sprung der Stellgröße f_{lax} um den Wert $f_{la_kp} = (-1) * la_kp$ und der Integrator integriert ab $f_{la_ki} = f_{la_ki} + (-1) * la_ki$.

Wenn nun die Sondenspannung von mager nach fett springt, erfolgt wieder ein Sprung der Stellgröße um den Wert $f_{la_kp} = (+1) * la_kp$ und der Integrator integriert auf $f_{la_ki} = f_{la_ki} + (+1) * la_ki$.

Die Magerverschiebung läuft analog wie die Fettverschiebung ab.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.20214	B.Riksén	5.01.doc



x.6 Lambdaadaption

x.6.1 Prinzip

Die Einspritzmenge wird durch die Adaption multiplikativ und additiv so beeinflusst, daß die Lambdareglerkorrekturen minimal werden. Dadurch stellt sich auch bei abgeschaltetem Lambdaregler das gewünschte Lambda ein.

Durch die Adaption werden Alterungserscheinungen und Exemplarsteuerung kompensiert.

Der multiplikative Faktor wirkt bei hohem Luftdurchsatz und bei hoher Last.

Der additive Wert wirkt bei kleinem Luftdurchsatz und kleiner Drehzahl. Er kompensiert die Leckluft.

Da es sich um ein zweigeteiltes Abgassystem mit zwei Lambdasonden handelt, wird auch die Lambdaadaption für die beiden Abgasstränge getrennt berechnet.

Die Adaption wird in der 100msec Task gerechnet.

x.6.2 Adaptionsfreigabe

Die Adaption wird freigegeben, wenn

- die Lambdaregelung aktiv ist und
- die Motortemperatur die Schwelle K_LAA_TMOT überschritten hat und
- die Ansauglufttemperatur kleiner als K_LAA_TAN ist und
- die Last kleiner als eine Schwelle aus der Kennlinie KL_LAA_N ist
- keine Adaptionssperre durch die Diagnose vorliegt und
- die Zeit seit dem letzten Sondensprung kleiner als $K_LAA_T_US$ ist und
- das Tankentlüftungsventil geschlossen ist..

x.6.3 Adaptionsfaktor: f_ti_a1 und f_ti_a2

Der Adaptionsfaktor wird adaptiert, wenn

- die Luftmasse größer als $K_LAA_ML_SU2$ und
- die Last größer als $K_LAA_TL_SU2$ ist.

Der Adaptionsfaktor berechnet sich nach folgender Formel:

$$f_laax = ((f_lax - 1) / K_LAA_TAU2) + f_laax(alt)$$

Der Adaptionsfaktor f_laax wird auf $K_LAA_FAK_MAX$ und $K_LAA_FAK_MIN$ begrenzt.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.20214	B.Riksén	5.01.doc



x.6.4 Adaptionsoffset: ti_{a1} und ti_{a2}

Der Adaptionsoffset wird adaptiert, wenn

- die Luftmasse kleiner $K_{LAA_ML_SO1}$ und
- die Drehzahl kleiner $K_{LAA_N_SO1}$ ist.

Der Adaptionsoffset berechnet sich wie folgt:

laa_regx = tiefpaß gefilterter Lambdaregelfaktor (f_{lax}) mit der Zeitkonstante K_{LAA_TAU} .

Zuerst wird die mittlere Regelfaktorabweichung von 1,0 in eine Einspritzzeit umgerechnet.
 $help = (laa_regx - 1) * ti * 2$

Dann wird die daraus ermittelte Einspritzzeit aufintegriert (adaptiert).

$$laa_offx = (help / K_{LAA_TAU1}) + laa_offx$$

Der Integratorausgang wird minimal und maximal begrenzt.

laa_offx wird auf $K_{LAA_OFFSET_MAX}$ und $K_{LAA_OFFSET_MIN}$ begrenzt.

Der adaptierte Wert $laa_offsetx$ wird dann noch über die Drehzahl gewichtet (normiert). Wobei hier die Drehzahl $n40$ minimal auf $K_{LAA_N_NORM_MIN}$ begrenzt wird, da bei einer zu geringen Drehzahl der Wert ti_offset_adaptx zu groß werden könnte, z. B. bei einem "durchtauchen der Drehzahl" beim anfahren.

Der Offset, der in den Einspritzpfad eingerechnet wird lautet:

$$ti_{ax} = laa_offx * (K_{LAA_N_NORM} / n40)$$

x.7 Diagnose

Die Lambdareglerdiagnose findet nur statt, wenn

- der Lambdaregler aktiv ist (kein gemischbeeinflussender Fehler vorliegt)
- keine Einspritzventil über DS2 angesteuert ist
- kein Sondenfehler vorliegt

Es wird der obere und untere Regleranschlag überprüft. Die beiden Lambdaregler für die beiden Bänke werden getrennt überprüft.

Wenn der Lambdaregler aufgrund eines vermuteten Kurzschluß nach Masse der Sonde einen erweiterten Regelfaktor erhält, wirkt die Lambdareglerdiagnose nicht.

Ein Fehler (Kurzschluß nach Plus) wird abgelegt, wenn der Lambdaregelfaktor länger als $K_{LA_T_FMAX}$ auf den Anschlag K_{LA_FMAX} begrenzt wird. In ed_{lax} wird Bit 2 gesetzt.

Ein Fehler (Kurzschluß nach Masse) wird abgelegt, wenn der Lambdaregelfaktor länger als $K_{LA_T_FMIN}$ auf den Anschlag K_{LA_FMIN} begrenzt wird. In ed_{lax} wird Bit 1 gesetzt.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.20214	B.Riksén	5.01.doc



x.8 Konstanten, Kennlinien, Kennfelder, Variablen

x.8.1 Konstanten

K_LA_FREIGABE	Freigabekonstante zum ein- und ausschalten der Lambdaregler und Lambdaadaption Bit 0: frei Bit 1: Regler 1 freigegeben Bit 2: Regler 2 freigegeben Bit 3: frei Bit 4: frei Bit 5: Adaptionfaktor freigegeben Bit 6: Adaptionoffset freigegeben Bit 7: frei
K_LA_TMOT	Motortemperaturschwelle fuer Lambdaeinschaltung
K_LA_TMOT_LL	Motortemperaturschwelle fuer Lambdaeinschaltung im Leerlauf
K_LA_TMOT_HYS	Motortemperaturschwellenhysterese
K_LA_T_TL	Verzögerungszeit fuer Lambdaabschaltung bei Last überschreitung
K_LA_N_VL	Drehzahlschwelle fuer Lambdaabschaltung bei Vollast
K_LA_UF	Sondenspannung für Fettschwelle bei Bereitschaftserkennung
K_LA_UM	Sondenspannung für Magerschwelle bei Bereitschaftserkennung
K_LA_T_EIN	Einschaltüberwachungszeit für die Sondenbereitschaftserkennung
K_LA_T_AUS	Ausschaltüberwachungszeit für die Sondenbereitschaftserkennung
K_LA_US_MAX	maximale Sondenspannung
K_LA_US_MIN	minimale Sondenspannung
K_LA_US_TAU	Filterzeitkonstante für Sondenspannung
K_LA_US_NP	Offset für Sondenspannungsaufbereitung
K_LA_US_M	Steigung der Sondenspannungsaufbereitung
K_LA_FMAX	maximaler Lambdakorrekturfaktor
K_LA_FMIN	minimaler Lambdafaktor
K_LA_T_FMIN	Zeitschwelle für unteren Regleranschlag
K_LA_T_FMAX	Zeitschwelle für oberen Regleranschlag
K_LA_US_REF	Sondenspannung bei Lambda 1,0
K_LAH_HYS_AUS	Lasthysterese für Lambdaheizungabschaltung
K_LAA_TAN	Einschaltschwelle der Ansauglufttemperatur
K_LAA_TMOT	Einschaltschwelle der Motortemperatur
K_LAA_TAU	Zeitkonstante fuer den Tiefpass zur Glättung des Lambdafaktors
K_LAA_FAK_MAX	Maximalwert des Adaptionfaktors
K_LAA_FAK_MIN	Minimalwert des Adaptionfaktors
K_LAA_ML_SO1	obere Luftmassenschwelle fuer den Adaptionoffset
K_LAA_ML_SU2	untere Luftmassenschwelle fuer den Adaptionfaktor
K_LAA_N_SO1	obere Drehzahlschwelle fuer den Adaptionoffset
K_LAA_TL_SU2	untere Lastschwelle fuer den Adaptionfaktor
K_LAA_TAU1	Zeitkonstante fuer den Adaptionoffset
K_LAA_TAU2	Zeitkonstante fuer den Adaptionfaktor
K_LAA_T_US	Zeitschwelle seit dem letzten Sondensprung

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.20214	B.Riksén	5.01.doc



K_LAA_OFFSET MAX obere Begrenzung des Adaptionsoffsets

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.20214	B.Riksén	5.01.doc



K_LAA_OFFSET_MIN untere Begrenzung des Adaptionsoffsets
 K_LAA_N_NORM normierte Drehzahl fuer Gewichtung des Adaptionsoffsets
 K_LAA_N_NORM_MIN minimale Drehzahl fuer Gewichtung des Adaptionsoffsets

x.8.2 Kennlinien

KL__LA_N KL für Lastschwelle zur Lambdaabschaltung über Drehzahl
 KL_LAA_N KL für Lastschwelle zur Lambdaadaption über Drehzahl

x.8.3 Kennfelder

KF_LA_KP KF für proportional Anteil des Lambdareglers
 KF_LA_KI KF für integral Anteil des Lambdareglers
 KF_LA_TV KF für Verzögerungszeit des Lambdareglers

x.8.4 Variablen

st_la globales Statusbyte für Lambda
 Bit 4: Sonde 1 ist defekt
 Bit 5: Sonde 2 ist defekt

st_la_e1 Statusbyte für Einschaltbedingungen des Lambdareglers 1
 Bit 0: Lambdaregler 1 aktiv
 Bit 1: Einbedingung für Sonde 1
 Bit 2: Motortemperaturbedingung
 Bit 3: Reglerfreigabe durch K_LA_FREIGABE Bit 1
 Bit 4: Lambdasonde 1 aus
 Bit 5: Lambdasondeneinschaltüberwachung1
 Bit 6: Lambdasonde1 ein(betriebsbereit)
 Bit 7: Lambdasondenausschaltüberwachung 1

st_la_e2 Statusbyte für Einschaltbedingungen des Lambdareglers 2
 Bit 0: Lambdaregler 2 aktiv
 Bit 1: Einbedingung für Sonde 2
 Bit 2: Motortemperaturbedingung
 Bit 3: Reglerfreigabe durch K_LA_FREIGABE Bit2
 Bit 4: Lambdasonde 2 aus
 Bit 5: Lambdasondeneinschaltüberwachung2
 Bit 6: Lambdasonde2 ein(betriebsbereit)
 Bit 7: Lambdasondenausschaltüberwachung 2

st_la_aus Statusbyte für Ausschaltbedingungen beider Lambda regler
 Bit 0: Zylinder 1,2 und/oder 3 sind ausgeblendet
 Bit 1: Zylinder 4,5 und/oder 6 sind ausgeblendet
 Bit 2: Lastschwelle überschritten
 Bit 3: START oder weich VMAX-Begrenzung

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.20214	B.Riksén	5.01.doc



(B_VMAX_WEICH
 Bit 4: Klopfschutzfaktor oder Wiedereinsetzfaktor wirken
 Bit 5: Vollast und $n > K_{LA_N_VL}$
 Bit 6: Bei Sekundärlufteinblasung
 Bit 7: frei

st_laa Statusbyte der Lambdaadaption
 Bit 1: Lambdaadaption für Regler 1 freigegeben
 Bit 2: Lambdaadaption für Regler 2 freigegeben
 Bit 5: Adaptionfaktor freigegeben
 Bit 6: Adaptionoffset freigegeben
 Bit 7: Adaption gesperrt wegen Dioagnosefehler

la_time1 Zeitpunkt zu dem die Lastschwelle für die Lambdaab
 schaltung
 überschritten wurde

la_time2 Eintittszeitpunkt in die Lambdasondenzustände
 EIN- bzw. AUSSCHALTÜBERWACHUNG für die
 Sonde 1

la_time3 Eintittszeitpunkt in die Lambdasondenzustände
 EIN- bzw. AUSSCHALTÜBERWACHUNG für die
 Sonde 2

us1 Lambdasondenspannung 1
 us2 Lambdasondenspannung 2

la_kp Proportionalanteil aus dem Kennfeld
 la_ki Integralanteil aus dem Kennfeld
 la_tv Verzögerungszeit aus dem Kennfeld
 tv1 bzw. tv2 momtene Zählerstände der laufenden Verzögerungs
 zeiten für Lambdaregler 1 bzw. 2

st_la_reg1 bzw. 2 Statuswort der Lambdaregler 1 bzw. 2
 f_la1 bzw. 2 Lambdareglerfaktor(Stellgröße) des Lambdaregler 1
 bzw. 2

f_la_kp1 bzw. 2 Proportionalanteil des Lambdareglerfaktors für Lambda
 regler 1 bzw. 2

f_la_ki1 bzw. 2 Integralanteil des Lambdareglerfaktors für Lambdaregler
 1 bzw. 2

usx_wechsel_time Zeitpunkt des letzten Sondensprunges

f_ti_adapt1 bzw. 2 Gesamtadaptionsfaktor fuer den Einspritzpfad
 f_laa1 bzw. 2 Adaptionfaktor 1 bzw. 2
 laa_off1 bzw. 2 Adaptionoffset 1 bzw. 2 ohne Drehzahlgewichtung mit
 32 bit Aufloesung

ti_a1 bzw.2 Adaptionoffset 1 bzw. 2 mit Drehzahlgewichtung fuer
 den Einspritzpfad

ed_lax Statusvariable für Lambdaregler:
 Bit 1: untere Regleranschlag
 Bit 2: oberer Regleranschlag
 Bit 5: Fehler in Fehlerfilterung
 Bit 6: Fehler im Fehlerspeicher eingetragen

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.20214	B.Riksén	5.01.doc



Projekt: MSS60

Modul: Lambdasonden- Alterungsüberwachung

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.02.DOC



1. ALLGEMEINES	4
1.1. Übersicht der Lambdasonden-Alterungsüberwachung	4
1.2. Ausschaltbedingungen der Lambdasonden-Alterungsüberwachung	5
2. TV-ÜBERWACHUNG DES VKAT-REGLERS (NUR FÜR 6-ZYLINDER)	6
2.1. Ein- und Ausschaltbedingungen für die Alterungsüberwachung der VKAT-Sonde	6
2.2. Funktionsdefinition der Alterungsüberwachung der VKAT-Sonde	7
2.3. Graphische Darstellung der Alterungsüberwachung der VKAT-Sonde	8
3. PERIODENDAUERÜBERWACHUNG DES VKAT-SONDEN-SIGNALS	8
3.1. Einschaltbedingungen für die Periodendauerüberwachung	8
3.2. Periodendauermessung	9
3.2.1. Ermittlung einer gültige Periodendauer	10
3.2.2. Graphische Darstellung einer Messung	11
3.3. Graphische Darstellung der Periodendauermessung	12
4. HUBÜBERWACHUNG DES SONDENSIGNALS VKAT	13
4.1. Einschaltbedingungen für die Hubüberwachung	13
4.2. Ermittlung der Mittelwerte	13
4.3. Hubdiagnose	15
5. SPRUNGZEITÜBERWACHUNG DES SONDENSIGNALS VKAT	16
5.1. Einschaltbedingungen für die Überwachung	16
5.2. Ermittlung der Referenzschwellen	17
5.3. Überwachung auf Umkehrpunkte	17
5.4. Ermittlung der Schaltzeiten	18
5.4.1. Ermittlung der Schaltzeit von FETT nach MAGER	18
5.4.2. Ermittlung der Schaltzeit von MAGER nach FETT	19
5.4.3. Mittelung der Schaltzeiten	20
5.5. Sprungzeitdiagnose	20

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.02.DOC



6. PRÜFUNG DER SONDE HINTER KAT	21
6.1. Ermittlung der Sondenposition	21
6.2. Bedingungen für das Diagnosefenster	22
6.3. Definierter Ausgangszustand für die Prüfung	23
6.4. Prüfung im Schub	23
6.5. Prüfung bei Wiedereinsetzen	24
6.6. Graphische Darstellung	25
7. VARIABLEN UND KONSTANTEN	26

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.02.DOC



1. Allgemeines

Diese Funktion „Lambdasondenalterungsüberwachung“ dient dazu, Alterungseffekte der Sonde vor Kat (VKAT) bzw. eine defekte Sonde nach Kat (NKAT) zu erkennen und somit eine unzulässige Überschreitung der Emissionsgrenzwerte zu verhindern.

Eine gealterte Sonde kann sowohl statisch (durch Verschiebung der Kennlinie) als auch dynamisch („langsame“ Sonde) zur Erhöhung der Abgaswerte führen.

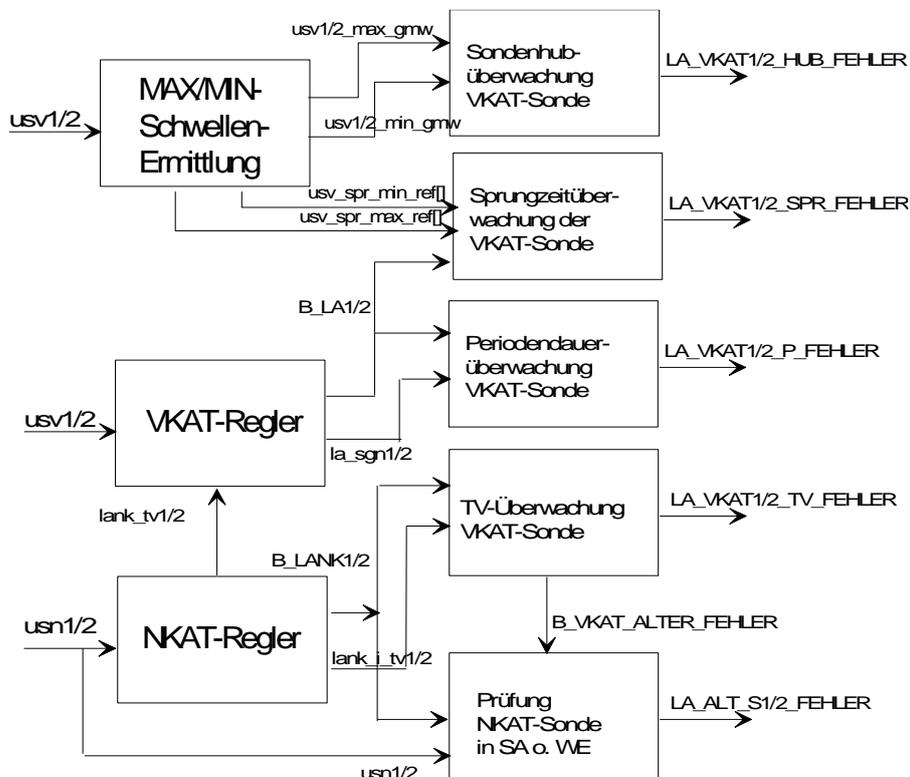
Zur Erkennung und Korrektur einer verschobenen Kennlinie wird die Stellgröße der NKAT-Reglers (TV-Verschiebung) verwendet. Für die Überwachung werden folgende Diagnosen verwendet:

- TV-Überwachung
- Prüfung der Sonde hinter Kat im Schub oder beim Wiedereinsetzen

Zur Detektion einer zu langsamen Lambdasonde vor Kat wird die

- Hubüberwachung
- Periodendauerüberwachung
- Sprungzeitüberwachung des SONDENSIGNALS verwendet.

1.1. Übersicht der Lambdasonden-Alterungsüberwachung



	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.02.DOC



1.2. Ausschaltbedingungen der Lambdasonden-Alterungsüberwachung

Die Funktionen werden gestoppt, sobald eine der nachfolgenden Bedingungen vorliegt:

- **Aussetzereckennungsfehler**
=> B_AUSS_FEHLER
- **Drosselklappenpoti-Fehler**
=> IB_WDK_FEHLERFREI_DPR
- **Sondenheizungsfehler VKAT oder NKAT**
=> B_LSHV1/2_FEHLER
=> B_LSHN1/2_FEHLER
- **NW - Fehler**
=> B_TPU_360MODE
- **Fehler im Tankentlüftungssystem oder in der Diagnose**
=> B_TEV_FEHLER
- **UBATT - Schwelle** unterschritten wurde
=> ub <= K_ED_UBMIN
=> B_UB_FEHLERZ
- **Fehler für die VKAT- bzw. NKAT-Sonden bezüglich überschrittener Adaptionseffektschwellen**
=> LAA1/2_SCHW
- **Sekundärlufteinblasung bei SL-Diagnose aktiv oder Sekundärluftfehler vorhanden ist**
=> B_SLP_ON (ist auch hier gesetzt; wird aber in der Diag. nicht abgefragt - wird ueber LA-Bedingungen abgefangen.)
=> B_SLS_KLEMM_FEHLER
=> B_SLV_SH_TO_GND
- **Functional Ckeck TEV im Leerlauf aktiv ist**
=> B_TEFC_LL_CHECK
- **Kraftstoffsystemdiagnose einen Fehler erkennt**
=> B_KSD1/2_FEHLER
- **Hubüberwachung eine zu kleine Amplitude detektiert**
=> B_LA_VKAT1/2_HUB_FEHLER
- **KAT-Schutz bei leerem Tank aktiv ist**
=> B_KATS_MD_RED

All diese allgemeinen Ausschaltbedingungen werden zusammengefaßt zu einer Bedingung **B_LA_ALTER_AUS** (BIT0/1 in la_alter_st), welche für alle Lambdasonden-Alterungsüberwachungs-Funktionen verwendet werden.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.02.DOC



2. TV-Überwachung des VKAT-Reglers (nur für 6-Zylinder)

Im 2-Sonden-System wird die Verschiebung der VKAT-Sondenkennlinie aufgrund der Alterung mit der TV-Verschiebung des NKAT-Reglers überlagert. Verläßt der Wert der TV-Verschiebung allerdings ein erlaubtes Band, so liegt ein Sondenfehler der VKAT-Sonde vor.

Diese Diagnose findet im 1s Raster statt.

2.1. Ein- und Ausschaltbedingungen für die Alterungsüberwachung der VKAT-Sonde

Einschaltbedingung:

- * Um überhaupt diese Diagnose starten zu können, muß gegeben sein, daß die Ermittlung des I-Anteils des NKAT-Regler aktiv ist.
=> **B_LANK1/2_I**
- * Weiterhin muß sichergestellt sein, daß das SONDENSIGNAL innerhalb des Filterbandes eingeschungen ist
=> **B_LANK_TAU1/2_OK**
- * um die Funktion zu aktivieren, muß in der Applikationskonstante **K_LA_OBD_FREIGABE** das **BIT0** gesetzt sein. (LA_ALT_TV_FREIGABE)

Ausschaltbedingungen:

Die Funktion wird gestoppt, sobald ein

- **KAT-Konvertierungsfehler** vorliegt
Ein alter bzw. defekter Katalysator bewirkt eine TV-Verschiebung, die dazu führen kann, daß eine VKAT-Sonde fälschlicher Weise als defekt erkannt wird. Eine defekte VKAT-Sonde wiederum sperrt die KAT-Konvertierung, so daß ein defekter Katalysator gar nicht erkannt werden kann.
=> steckt schon in der Bedingung !B_LANK1/2_I
- **eine allgemeine Ausschaltbedingung** vorhanden ist
=>B_LA_ALTER_AUS
- ein **anderer VKAT-Sondenfehler** gemeldet wurde
=> B_LA_ALTER_P_FEHLER
=> B_LA_ALTER_SPR_FEHLER

Sind alle Einschaltbedingungen gegeben und keine Ausschaltbedingung aktiv, so wird die Diagnose freigeschalten => BIT6 / BIT7 in la_alter_st

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.02.DOC



2.2. Funktionsdefinition der Alterungsüberwachung der VKAT-Sonde

Diese Diagnose läuft kontinuierlich im 1s-Raster ab. Sobald die zu überwachende TV-Verschiebung die Diagnoseschwellen über- bzw. unterschreitet, wird der Diagnosezähler entsprechend behandelt.

Überwacht wird der gemittelte I-Anteil der Trimmregelung => `lank_i_tv_gem[]`

Überschreitet diese gemittelte TV-Verschiebung die **max. Schwelle `K_LA_ALT_TV_MAX`**, so wird der Diagnosezähler `la_alt_tv_max[]` um `K_LA_ALT_TV_INC` inkrementiert.

Unterschreitet die TV-Verschiebung `lank_i_tv_gem` die **min. Schwelle `K_LA_ALT_TV_MIN`**, so wird der Diagnosezähler `la_alt_tv_min[]` um `K_LA_ALT_TV_INC` inkrementiert.

Werden **keine Schwelle über- bzw. unterschritten**, so wird der entsprechende Diagnosezähler um `K_LA_ALT_TV_DEC` dekrementiert.

Generell werden die Diagnosezähler `la_alt_tv_min/max` auf NULL und max. 255 begrenzt.

Man spricht von einer defekten VKAT-Sonde, sobald

`la_alt_tv_max[] > K_LA_ALT_TV_MAX_COUNT`

oder

`la_alt_tv_min[] > K_LA_ALT_TV_MIN_COUNT`

ist; in diesem Fall wird der Zustand `B_LA_ALTER_TV_FEHLER1/2` (`LA_VKAT1/2_TV_FEHLER`) gesetzt.

Sobald dieser Fehler erkannt wurde, werden folgende Diagnosen gesperrt:

- Periodendauermessung
- Sprungzeitmessung
- Überwachung der NKAT-Sonde (SA-/WE-Überprüfung)
- KAT-Konvertierung

Wenn die min. oder max. Diagnosezählerschwelle überschritten ist, wird mit der Diagnosefunktion `ed_report` entweder der Fehler der Art „**Überschreitung der TV-Schwelle**“ (`SH_TO_UB`) oder „**Unterschreitung der TV-Schwelle**“ (`SH_TO_GND`) in den Fehlerspeicher eingetragen (der Eintrag erscheint sofort im Fehlerspeicher - Entprellzähler ect. = 1 - da der Entprellalgorithmus in der Dekrementierung des Diagnosezählers steckt).

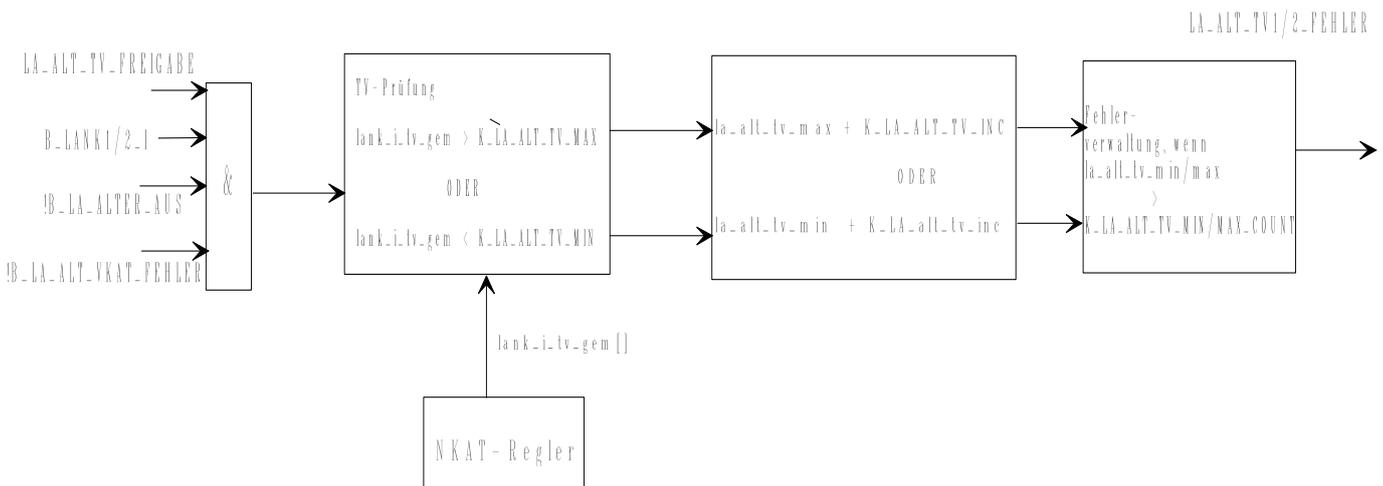
Die Fehlerart „**kein Fehler vorhanden**“ (`NO_FEHLER`) wird dann aufgerufen, wenn es die Readyness-Bildung erfordert oder wenn der Diagnosezähler bei einem eingetragenen Fehler auf NULL steht. Um bei einem neuen Motorlauf eine Turboheilung zu verhindern, wird bei einem vorhandenen Fehler der Diagnosezähler nichtflüchtig abgespeichert.

Die MIL-Lampe wird angesteuert, wenn die Diagnose auf zwei aufeinanderfolgenden Driving-Cycles (DrCy) eine Grenzwertüberschreitung erkennt.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.02.DOC



2.3. Graphische Darstellung der Alterungsüberwachung der VKAT-Sonde



3. Periodendauerüberwachung des VKAT-Sonden-Signals

Mit Hilfe dieser Funktion wird eine Dynamikverschlechterung der VKAT-Lambdasonde erkannt, welche zu eine Verschlechterung der Abgaswerte führt.

Diese Periodendauermessung erfolgt alle 10ms; dirket nach den VKAT- und NKAT-Funktionalitäten. Die Diagnose selber findet im 100ms-Raster statt.

3.1. Einschaltbedingungen für die Periodendauerüberwachung

Die Freigabe der Funktion erfolgt dann, wenn

- **keine allgemeine Ausschaltbedingung** vorhanden ist
=> !B_LA_ALTER_AUS

* in der Applikationskonstante **K_LA_OBD_FREIGABE** das **BIT1** gesetzt ist
=> LA_ALT_P_FREIGABE

- **kein Luftmassenfehler** vorhanden ist
=> !B_HFM_FEHLER
- **Lambdaregelung VKAT** aktiv ist

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.02.DOC



=> B_LA1/2

- sich die **Drehzahl in einem bestimmten Fenster** befindet und **keine N-Dynamik** vorliegt
=> **K_LA_ALT_P_N_MIN < n < K_LA_ALT_P_N_MAX**
=> **!B_N_DYNAMIK**
- sich die **Last in einem bestimmten Fenster** befindet und **keine RF-Dynamik** vorliegt
=> **K_LA_ALT_P_RF_MIN < rf < K_LA_ALT_P_RF_MAX**
=> **!B_RF_DYNAMIK_LA**
- sich die **Abgastemperatur über einem Schwellwert** befindet
=> **tabg > K_LA_ALT_P_TEMP**
- das **Tankentlüftungsventil zu** ist (**!B_TE_SPUEL**) bzw. nach einem Öffnen des Ventils die Zeit **K_LA_ALT_P_TE_T** abgelaufen ist.
- keine Vertrimmung durch **KAT-Ausräumen** vorhanden ist
=> **!B_LA_KA**
- keine Vertrimmung durch **NKAT-Diagnose** vorhanden ist
=> **la_alter_s_tv == 0**
- kein **OBD-VKAT-Sondenfehler** vorliegt
=> **!B_LA_ALTER_TV_FEHLER**
=> **!B_LA_ALTER_SPR_FEHLER**

Diese Bedingungen sind zusammengefaßt in **B_LA_ALTER_P1/2** (BIT0/1 in la_alt_p_st).

3.2. Periodendauermessung

Die Messung der Periodendauer erfolgt zwischen **zwei FETT-MAGER-Sprüngen** des SONDENSIGNALS (Übergang von la_sgn: -1 => +1; +Sperrzeit).

Zunächst muß sichergestellt sein, daß man sich in einem **stationären Lambdabereich** befindet (Regelabweichung <= 5%, B_LA1/2_DYNAMIK). Da nach einem Sprung Störungen auftreten können, wird die Periodendauermessung erst nach Ablauf der Sperrzeit **K_LA_ALT_P_VERZ_T** durchgeführt. Steht das SONDENSIGNAL beim Ende der Messung auf dem Pegel „mageres“ Gemisch, so wird die Periodendauermessung als gültig bewertet. Diese Sperrzeit wird nach jedem FETT-MAGER-Sprung abgearbeitet. Diese ermittelte Periodendauer wird um die **aktuelle TV-Verschiebung** la_p_tv1/2 (= la_sum_tv1/2) **korrigiert** und anschließend, vor der eigentlichen Auswertung noch, mit einem Wichtungsfaktor aus dem Kennfeld **KF_LA_ALT_P_FAK_N_RF gewichtet** => diesen Wert findet man in **la_alt_p_mess_of[]**

Über ein PT1-Filter (K_LA_ALT_P_TAU) wird aus diesen Werten der Mittelwert **la_alt_p_mess1/2** gebildet.

Um die Periodendauerüberwachung störungssicherer zu machen, kann eine definierte Anzahl **K_LA_ALT_P_ANZ_SPR** von gültig gemessenen Perioden **ab** Funktionsbeginn ausgeblendet

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.02.DOC



werden; d.h. daß der Periodenzähler *la_alt_p_anz_spr* immer zurückgesetzt wird, wenn die Einschaltbedingungen nicht mehr erfüllt sind.

Wenn die Summe aller gültig gemessenen Perioden die Anzahl **K_LA_ALT_P_ANZ_DIAG** (*la_alt_p_anz_diag*) überschreitet, wird die gemittelte Periodendauer **la_alt_p_mess1/2** mit einem oberen Grenzwert **K_LA_ALT_P_MAX** und einem unteren Wert **K_LA_ALT_P_MIN** verglichen. Liegt allerdings ein KAT-Konvertierungsfehler (**B_LA_KONV_FEHLER**) vor, werden schärfere Schwellen verwendet - **K_KAT_P_MAX_KONV** und **K_KAT_P_MIN_KONV**.

Nach Ablauf der Diagnosezeit wird mit der Funktion **ed_report** entweder der Fehler der Art „**Überschreitung der Periodendauer-Schwelle**“ (SH_TO_UB) oder „**Unterschreitung der Periodendauer-Schwelle**“ (SH_TO_GND) oder „**kein Fehler vorhanden**“ (NO_FEHLER) in den Fehlerspeicher eingetragen - **LA_VKAT1/2_P_FEHLER**.

Dieser Fehlereintrag findet ebenfalls nur einmalig innerhalb eines Motorlaufes statt (Entprellzähler ect. =1). Die MIL-Lampe wird angesteuert, wenn die Diagnose auf zwei aufeinanderfolgenden Driving-Cycles (DrCy) eine Schwellenüberschreitung erkennt.

Beim Löschen der Adaptiondaten oder bei einem fehlerhaften Auslesen aus dem FLASH wird die Periodendauer **la_kat_p_mess1/2** auf den INIT-Wert ($(K_{LA_ALT_P_MAX} + K_{AL_ALT_P_MIN})/2$) zurückgesetzt. Ansonsten wird bei jedem Neustart **la_kat_p_mess1/2** mit dem **zuletzt im FLASH** abgespeicherten Wert initialisiert.

3.2.1. Ermittlung einer gültigen Periodendauer

Für die Ermittlung einer gültigen Periodendauer wurde eine Hilfsvariable *la_p_mess_st* eingeführt.

Ab erster Messung nach Erfüllung der Einschaltbedingungen:

Hilfsvariable auf Ausgangspunkt setzen $la_p_mess_st = 0xFF$

1. Aufziehen der Verzögerungszeit bei einem FETT->MAGER-Sprung

$la_p_mess_st = la_p_mess_st + 0x80 = 0x7F$ (= ungültige Messung)

2. Prüfung nach Verzögerungszeit in welchem Bereich man nun steht

auf MAGER: Startzeit für nachfolgende Periodendauermessung wegspeichern;

$la_p_mess_st = 0x80$

auf FETT: dies ist ein ungültiger Bereich; eine Messung kann von hier aus nicht gestartet werden;

$la_p_mess_st = 0xFF$

3. Aufziehen der Verzögerungszeit beim nächsten FETT->MAGER-Sprung;

$la_p_mess_st = la_p_mess_st + 0x80$

4. Prüfung nach Verzögerungszeit in welchem Bereich man nun steht:

auf MAGER & $la_p_mess_st == 0$: gültige Messung erfolgt; Startzeit für nachfolgende Periodendauermessung wegspeichern;

$la_p_mess_st = 0x80$

auf MAGER & ($la_p_mess_st == 0x7F$ || $la_p_mess_st == 0xFF$):

vorherige Messung ist nicht gestartet worden, da man

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.02.DOC



in einem ungültigen Bereich war;
Startzeit für Messung kann nun weggespeichert werden,
da man nun in einem gültigen Bereich ist;
la_p_mess_st = 0x80

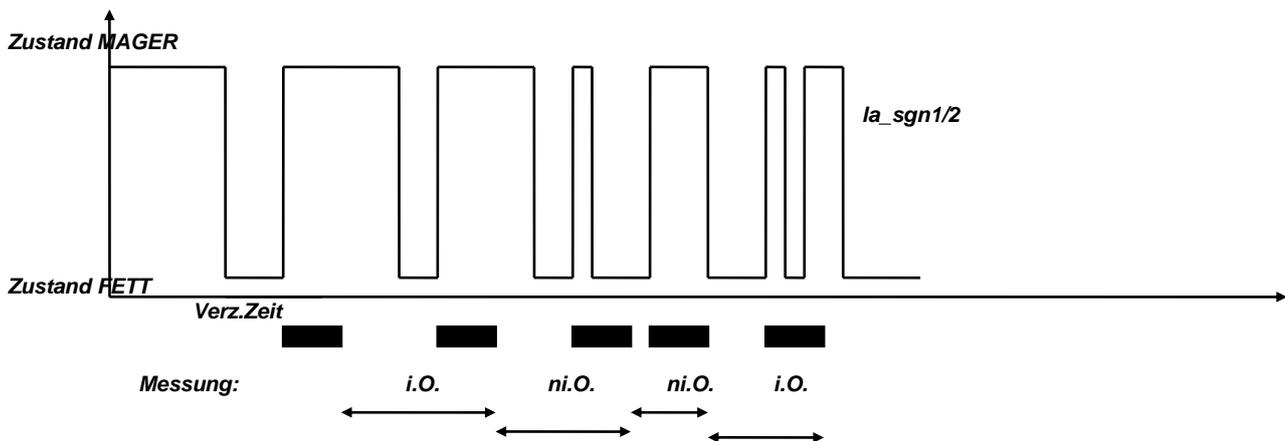
auf FETT: dies ist ein ungültiger Bereich; eine Messung kann von hier aus nicht gestartet werden

wenn man aus einem gültigen Bereich kam (la_p_mess_st == 0), so ist nun eine Störung aufgetreten; Messung wird abgebrochen => la_p_mess_st = 0xFF

kam man schon aus einem ungültigen Bereich (la_p_mess_st == 0x7F), so wird die Hilfsvariable nicht geändert (aufeinanderfolgende fehlerhafte Perioden sind somit leicht zu erkennen)

Sprung wieder zum Punkt 4

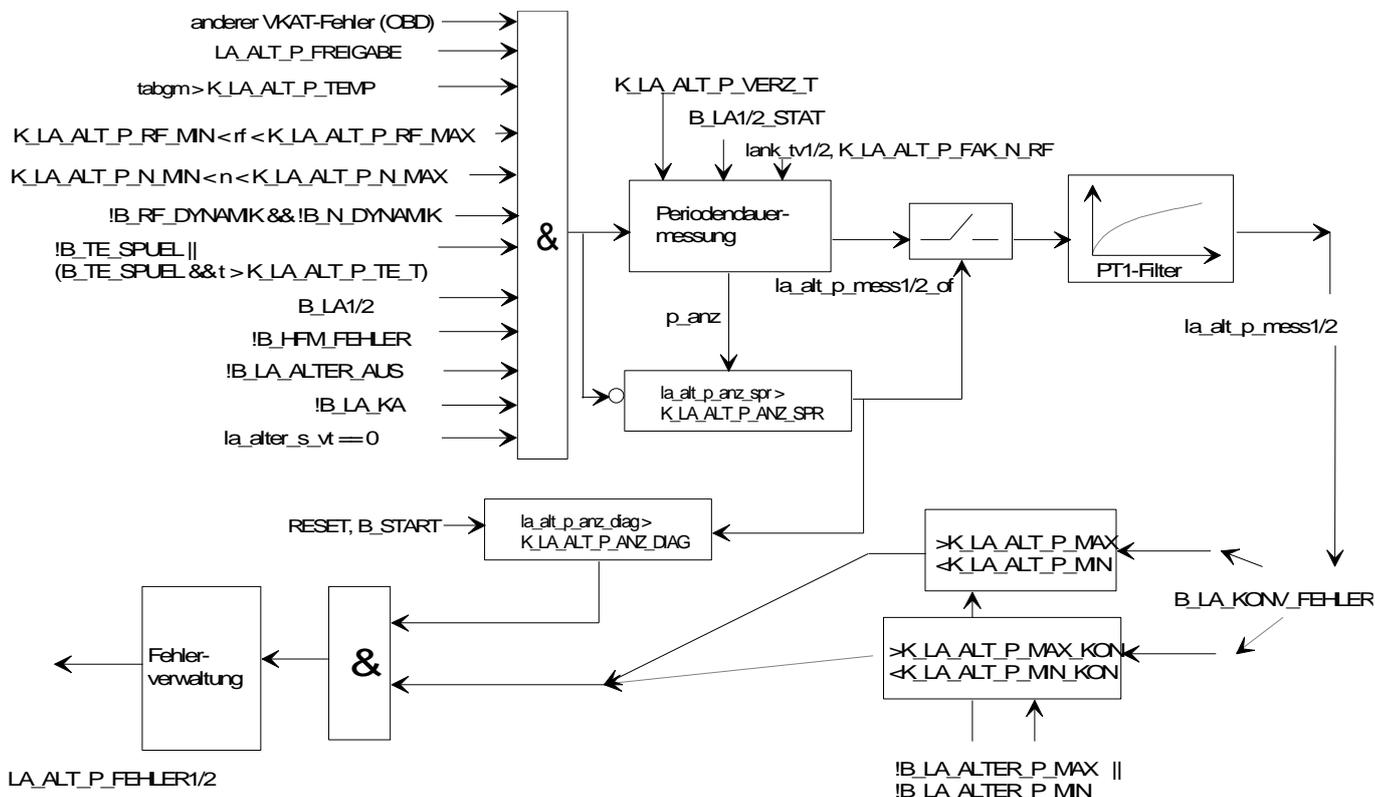
3.2.2. Graphische Darstellung einer Messung



	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.02.DOC



3.3. Graphische Darstellung der Periodendauermessung



Bearbeiter	Abteilung	Datum	Name	Filename
	EE-32	13.01.2021		5.02.DOC



4. Hubüberwachung des Sondensignals VKAT

Eine Diagnose der VKAT-Sonde ist die Überwachung des Sondenhubes.

Es werden hierfür die mittleren maximalen (usv1/2_max_gmw) und die mittleren minimalen (usv1/2_min_gmw) Sondenspannungen ermittelt.

Diese Messung erfolgt alle 10ms - die Diagnose wird kontinuierlich abgearbeitet

4.1. Einschaltbedingungen für die Hubüberwachung

Die Freigabe der Funktion erfolgt

- innerhalb eines RF-Bandes

$$K_LA_USV_GMW_RF_MIN < rf < K_LA_USV_GMW_RF_MAX$$

Grund dafür ist, daß bei einem sehr kleinen rf, das Sondensignal äußerst gering wird und somit den minimalen Mittelwert verzieht. Das Gleiche, in der Gegenrichtung passiert, bei sehr hohen rf - hier wird der oberer Mittelwert verzogen.

- der **Lambdaregler muss aktiv** sein (B_LA1/2)

4.2. Ermittlung der Mittelwerte

Zur Ermittlung der Mittelwerte werden Spannungssignale genutzt, die oberhalb bzw. unterhalb von Grenzspannungen liegen.

Die **Grenzspannungen** werden wie folgt ermittelt und müssen folgenden Bedingungen genügen:

falls

$$(usv1/2_max_gmw - usv1/2_min_gmw) <= (2 * K_LA_USV_GMW_HYS)$$

$$\Rightarrow usv1/2_grenz_ob = usv1/2_grenz_unt = (usv1/2_max_gmw + usv1/2_min_gmw) / 2$$

sobald

$$usv1/2_grenz_ob >= usv1/2_grenz_unt$$

$$\Rightarrow usv1/2_grenz_ob = usv1/2_max_gmw + K_LA_USV_GMW_HYS$$

$$usv1/2_grenz_unt = usv1/2_min_gmw - K_LA_USV_GMW_HYS$$

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.02.DOC



Die **Mittelwerte** werden über eine **PT1-Mittelung** gebildet, wobei die **Filterkonstante** **K_LA_USV_GMW_TAU** ist.

In die Mittelwertbildung gehen die Spannungen ein, die ober- bzw. unterhalb der Grenzspannungen liegen.

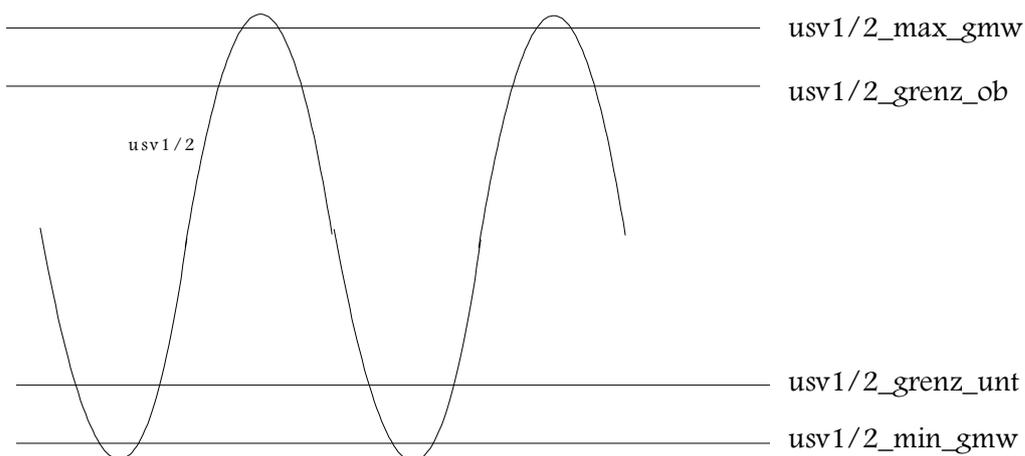
Bedingung:

- $usv1/2 > usv1/2_grenz_ob$
=> $usv1/2_max_gmw = pt1(usv1/2, usv1/2_max_gmw, K_LA_USV_GMW_TAU)$
- $usv1/2 < usv1/2_grenz_unt$
=> $usv1/2_min_gmw = pt1(usv1/2, usv1/2_min_gmw, K_LA_USV_GMW_TAU)$

INITIALISIERUNG:

Die Werte werden wie folgt bei einem RESET, einem neuen Driving Cycle oder nach dem Löschen des Fehlerspeichers neu initialisiert.

$usv1/2_min_gmw = K_LA_USV_GMW_MIN_INI$
 $usv1/2_max_gmw = K_LA_USV_GMW_MAX_INI$
 $usv1/2_grenz_ob = K_LA_GRENZ_INI$
 $usv1/2_grenz_unt = K_LA_GRENZ_INI$



	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.02.DOC



4.3. Hubdiagnose

Diese Diganose findet all 100ms statt, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind.

- der **Lambdaregler muss aktiv** sein (B_LA1/2)
- eine bestimmt Anzahl von P-Spüngen müssen erfolgt sein (wird zurückgesetzt, wenn LA inaktiv wird)

$$la_p_spr_count1/2 > K_LA_USV_HUB_P_SPR$$

Sondenhub:

$$la_vkat1/2_hub = usv1/2_max_gmw - usv1/2_min_gmw$$

Ein **Sondenhubfehler** tritt dann auf, wenn der Hub eine bestimmt Schwelle unterschreitet

$$la_vkat1/2_hub < K_LA_USV_HUB_DIAG$$

=> LA_VKAT1/2_HUB_FEHLER

Maßnahmen:

Bei einem Hubfehler wird

- die Lambdaregelung der betroffenen Bank gestoppt dadurch, daß die Betriebsbereitschaft zurückgenommen
- die Adaption gesperrt und zurückgesetzt
- die VKAT- und NKAT-Sondendiagnose gesperrt
- die KSD-Diagnose gesperrt
- die KAT-Konvertierungsdiagnose gesperrt

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.02.DOC



5. Sprungzeitüberwachung des Sondensignals VKAT

Beide Sonden vor KAT werden getrennt voneinander auf Fett- und Magerschaltzeiten überwacht.

Hierüber kann eine Dynamikverschlechterung der VKAT-Lambdasonde erkannt werden, welche zu eine Verschlechterung der Abgaswerte führt.

Diese Messung erfolgt alle 10ms - solange, bis die Diagnosezeit abgelaufen ist.

5.1. Einschaltbedingungen für die Überwachung

Die Freigabe der Funktion erfolgt dann, wenn

- **keine allgemeine Ausschaltbedingung** vorhanden ist
=> IB_LA_ALTER_AUS

* in der Applikationskonstante **K_LA_OBD_FREIGABE** das **BIT 7** gesetzt ist
=> LA_ALT_SPR_FREIGABE

- **kein Luftmassenfehler** vorhanden ist
=> IB_HFM_FEHLER
- **Lambdaregelung VKAT** aktiv ist und **keine LA-Dynamik** vorliegt
=> B_LA1/2
=> IB_LA1/2_DYNAMIK
- sich die **Drehzahl in einem bestimmten Fenster** befindet und **keine N-Dynamik** vorliegt
=> $K_LA_ALT_SPR_N_MIN < n < K_LA_ALT_SPR_N_MAX$
=> IB_N_DYNAMIK
- sich die **Last in einem bestimmten Fenster** befindet und **keine RF-Dynamik** vorliegt
=> $K_LA_ALT_SPR_RF_MIN < rf < K_LA_ALT_SPR_RF_MAX$
=> IB_RF_DYNAMIK_LA
- die **Referenzschwellen, ab der die Sprungzeit bestimmt wird** berechnet sind
=> B_LA_ALTER_SPR_REF1/2
- sich die **Abgastemperatur über einem Schwellwert** befindet
=> $tabg > K_LA_ALT_SPR_TEMP$
- keine Vertrimmung durch **KAT-Ausräumen** vorhanden ist **und genügend Luft durch den KAT** geströmt ist
=> $!B_LA_KA \ \&\& \ !(la_kat_ausr_st \ \& \ BIT_KA_LANK_ML_SCHW)$
- keine Vertrimmung durch **NKAT-Diagnose** vorhanden ist
=> $la_alter_s_tv == 0$
- kein **OBD-VKAT-Sondenfehler** vorliegt

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.02.DOC



=> !B_LA_ALTER_TV_FEHLER
 => !B_LA_ALTER_P_FEHLER

Diese Bedingungen sind zusammengefaßt in **B_LA_ALTER_SPR1/2** (BIT0/1 in la_alt_spr_st).

5.2. Ermittlung der Referenzschwellen

Zur Ermittlung der Schaltzeiten der Sonde (fett -> mager und mager -> fett) werden Relativschwellen verwendet. Diese Relativschwellen sind 10% bzw. 90% des Signalhubs.

Der Signalhub setzt sich zusammen aus dem oberen Signalwert usv1/2_max_gmw und dem unteren Signalwert usv1/2_min_gmw (Ermittlung siehe Hubüberwachung).

Alle 1s werden die Referenzschwellen neu ermittelt.

Voraussetzung: eine bestimmte Anzahl von **P-Sprüngen** nach LA-Aktiv müssen abgelaufen sein:

$$la_p_spr_count1/2 > K_LA_USV_SPR_P_SPR$$

Ermittlung:

- $$usv_spr_min_ref [] = usv1/2_min_gmw + ((usv1/2_max_gmw - usv1/2_min_gmw) * 0,1)$$

=> 10% vom Signalhub, bezogen auf den unteren Signalwert
 => setzen von **BIT2** in **la_alt_spr_st**
- $$usv_spr_max_ref [] = usv1/2_min_gmw + ((usv1/2_max_gmw - usv1/2_min_gmw) * 0,9)$$

=> 90% vom Signalhub, bezogen auf den unteren Signalwert
 => setzen von **BIT3** in **la_alt_spr_st**

5.3. Überwachung auf Umkehrpunkte

Um ein unsauberes Schalten der Sonde zu erkennen, wird während der Messung der Schaltzeiten die SONDENSIGNALE auf Umkehrpunkte (FETT- / MAGER-Spitze) überwacht. Wird ein Umkehrpunkt erkannt, so wird dieser Signalwechsel nicht zur Diagnose verwendet

FETT-Spitze (fett -> mager - Sprung):

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.02.DOC



$$\text{usv1/2}(n) > \text{usv1/2}(n-1) + K_LA_ALT_SPR_HYS$$

Signal steigt während eines Signalwechsels nach MAGER wieder um mehr als K_LA_ALT_SPR_HYS an.

MAGER-Spitze (mager -> fett - Sprung):

$$\text{usv1/2}(n) < \text{usv1/2}(n-1) - K_LA_ALT_SPR_HYS$$

Signal sinkt während eines Signalwechsels nach FETT wieder um mehr als K_LA_ALT_SPR_HYS.

5.4. Ermittlung der Schaltzeiten

5.4.1. Ermittlung der Schaltzeit von FETT nach MAGER

Die Lambdasondensignale werden im 10ms Raster abgetastet. Solange das Sondensignal größer als die obere Referenzschwelle ist, wird der Sprungzeitähler auf Null gesetzt. Sobald die Schwelle unterschritten wird, wird der Zähler bei jedem Abtastvorgang erhöht, bis das Signal die untere Schwelle unterschreitet.

Für

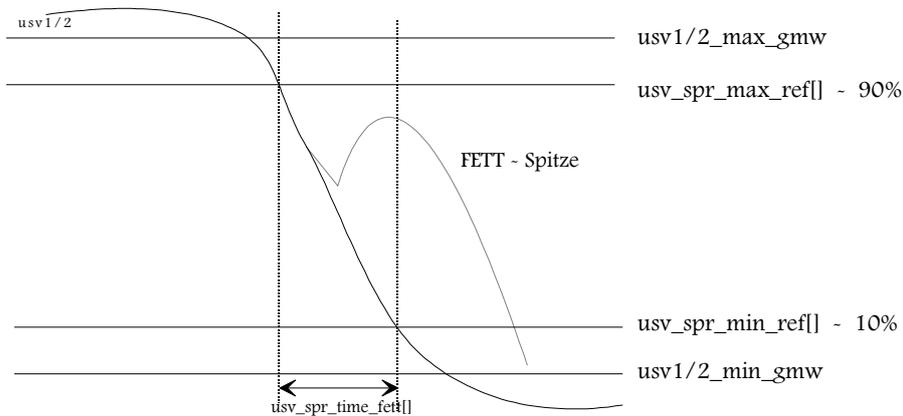
$$\text{usv_spr_max_ref} [] > \text{usv1/2} > \text{usv_spr_min_ref} []$$

$$\Rightarrow \text{usv_spr_time_fett}(n) = \text{usv_spr_time_fett}(n-1) + 1$$

Generell wird **BIT4 / Bank1** bzw. **BIT5 / Bank2** im Statusbyte **la_alt_spr_st** gesetzt, sobald die SONDENSPIGUNG die obere Referenzspannung **usv_spr_max_ref überschreitet** und erst beim Unterschreiten der unteren Referenzspannung **usv_spr_min_ref zurückgenommen**.

Tritt während der Ermittlung eine Fettspitze auf, so wird die Bestimmung der Schaltzeit abgebrochen und die jeweilige Schaltzeit nicht weiter verarbeitet. In diesem Fall wird BIT4 / Bank1 bzw. BIT5 / Bank2 wieder zurückgenommen.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.02.DOC



5.4.2. Ermittlung der Schaltzeit von MAGER nach FETT

Die Lambdasondensignale werden im 10ms Raster abgetastet. Solange das Sondensignal kleiner als die untere Referenzschwelle ist, wird der Sprungzeitähler auf Null gesetzt. Sobald die Schwelle überschritten wird, wird der Zähler bei jedem Abtastvorgang erhöht, bis das Signal die obere Schwelle überschreitet.

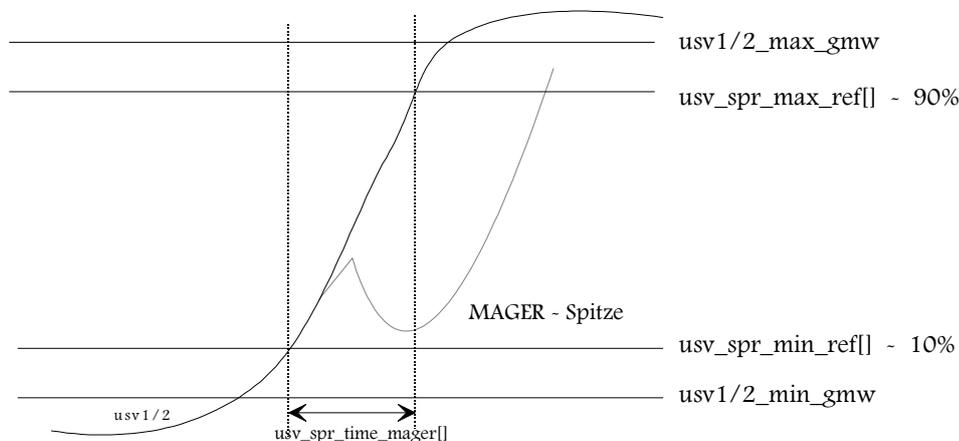
Für

$$\text{usv_spr_min_ref} [] < \text{usv1/2} < \text{usv_spr_max_ref} []$$

$$\Rightarrow \text{usv_spr_time_mager}(n) = \text{usv_spr_time_mager}(n-1) + 1$$

Generell wird **BIT6 / Bank1** bzw. **BIT7 / Bank2** im Statusbyte **la_alt_spr_st** gesetzt, sobald die Sondenspannung die untere Referenzspannung **usv_spr_min_ref** unterschreitet und erst beim Überschreiten der oberen Referenzspannung **usv_spr_max_ref** zurückgenommen.

Tritt während der Ermittlung eine Magerspitze auf, so wird die Bestimmung der Schaltzeit abgebrochen und die jeweilige Schaltzeit nicht weiter verarbeitet. In diesem Fall wird BIT6 / Bank1 bzw. BIT7 / Bank2 wieder zurückgenommen.



	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.02.DOC



5.4.3. Mittelung der Schaltzeiten

Da die Schaltzeiten der Sonden stark streuen, wird ständig eine Mittelung über die gesamte Diagnoszeit (K_LA_ALT_SPR_ANZ_FETT / K_LA_ALT_SPR_ANZ_MAGER - Messungen) durchgeführt.

Theoretische Sprungzeit - abhängig vom Betriebspunkt:

$$la_alt_spr_m/f_grenz[] = KF_LA_ALT_SPR_MAGER/FETT_GRENZ(n,rf)$$

Ermittlung Quotient - Einrechnung der thoeretischen Spungzeit:

$$usv_spr_m/f_quot[] = usv_spr_time_mager/fett[] / la_alt_spr_m/f_grenz[]$$

Aufsummierung der Quotienten:

$$usv_spr_m/f_quot_sum(n)[] = usv_spr_m/f_quot_sum(n-1)[] + usv_spr_m/f_quot[]$$

gemittelte „Sprungzeit“:

$$usv_spr_mager/fett_gem[] = usv_spr_m/f_quot_sum[] / la_alt_spr_anz_m/f[]$$

=> das Ergebnis ist ein **Gütemerkmal** und keine Zeit in msec. Die tatsächliche Sprungzeit, die auch über das Scan-Tool ausgegeben wird, würde sich folgendermaßen ergeben:

$$\text{tatsächliche Sprungzeit} = \text{Gütefaktor} * \text{theoretische Sprungzeit}$$

5.5. Sprungzeitdiagnose

Die eigentliche Diagnose erfolgt über das Gütemerkmal usv_spr_mager/fett_gem:

Wenn auf beiden Bänken die komplette Diagnose abgelaufen ist, d.h.

$$\begin{aligned} la_alt_spr_anz_m &= K_LA_ALT_SPR_ANZ_MAGER \\ \text{UND } la_alt_spr_anz_f &= K_LA_ALT_SPR_ANZ_FETT \end{aligned}$$

wird auf eine Überschreitung der Grenzwerte geprüft:

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.02.DOC



Wenn

`usv_spr_mager_gem[] > K_LA_ALT_SPR_M_QUOT`

ODER

`usv_spr_fett_gem[] > K_LA_ALT_SPR_F_QUOT`

wird mit der Funktion **ed_report** entweder der Fehler der Art „**Sprungzeit MAGER zu lang**“ (SH_TO_UB) oder „**Sprungzeit FETT zu lang**“ (SH_TO_GND) in den Fehlerspeicher eingetragen - LA_VKAT1/2_SPR_FEHLER.

Dieser Fehlereintrag findet ebenfalls nur einmalig innerhalb eines Motorlaufes statt (Entprellzähler ect. =1). Die MIL-Lampe wird angesteuert, wenn die Diagnose auf zwei aufeinanderfolgenden Driving-Cycles (DrCy) eine Schwellenüberschreitung erkennt.

6. Prüfung der Sonde hinter KAT

Diese Überprüfung wird im Schub oder während Wiedereinsetzen durchgeführt. Die SONDENSPIGUNG muß in diesem Fall eine definierte Spannungsschwelle unterschreiten bzw. überschreiten.

Diese Diagnose muß einmal pro Motorlauf komplett durchlaufen werden (entweder die Prüfung nach SA oder WE).

Die Diagnose wird bei einem RESET immer neu aufgezoogen; wird nur über Start gegangen, werden alle Zeiten und Luftmassenmengen ect. zurückgesetzt. Eine schon abgelaufene Diagnose wird allerdings nicht erneut gestartet.

6.1. Ermittlung der Sondenposition

Da diese Überprüfung im Schub bzw. während Wiedereinsetzen WE stattfindet, muß vor der Diagnose die Ausgangsposition der NKAT-Sonde überprüft werden.

Die Überprüfung findet statt, wenn

- der Motor läuft (B_ML)
- &&
- man sich nicht in SA (!B_SA) befindet
- &&
- nicht gerade eine NKAT-Diagnose läuft (!B_LA_ALTER_DIAG)

Es wird die SONDENSPIGUNG usn1/2 überprüft, ob sie die Schwelle K_LA_ALTER_US_FETT überschreitet und die max. Schwelle K_LA_ALTER_US_FETT unterschreitet.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.02.DOC



Wenn **direkt vor SA**

usn1/2 > K_LA_ALTER_US_FETT (la_alt_mess_st, BIT2/3)

UND

usn1/2 < K_LA_ALTER_US_FETT_MAX (la_alt_mess_st, BIT6/7)

hat man es mit einem **fetten Gemisch** zu tun und somit kann eine Überwachung des Signals **bei SA** stattfinden. Liegt das Signal zu diesem **Zeitpunkt unterhalb der Schwelle K_LA_ALTER_US_FETT**, kann das Signal **bei Wiedereinsetzen** überprüft werden.

6.2. Bedingungen für das Diagnosefenster

Die Überprüfung wird durchgeführt, wenn man sich im definierten *Diagnosefenster* während der *gesamten Diagnosedauer* befindet:

- die Funktion muß über die Applikationskonstante **K_LA_OBD_FREIGABE, BIT2** aktiviert sein
- ein bestimmter Drehzahlbereich muß eingehalten werden
K_LA_ALTER_S_NMIN < n < K_LA_ALTER_S_NMAX
- der Motor (Zeit nach START) muß schon **länger als K_LA_ALTER_S_TML** laufen
- die KAT-Temperatur **tkatm** muß eine bestimmte Schwelle **K_LANK_TKAT_SCHW** **überschritten** haben (lank_st_ein1/2, BIT_LANK_TKAT_SCHW)
- **kein KAT-Schutz bei leerem Tank** vorliegen
⇒ IB_KATS_MD_RED
- **keine Aussetzer** vorliegen
⇒ IB_AUSS_FEHLER
- **keine Sekundärluftfehler** vorliegen
⇒ IB_SLS_KLEMM_FEHLER
⇒ IB_SLV_SH_TO_GND
- **kein anderer VKAT-Sondenfehler** vorliegt
⇒ IB_LA_VKAT1/2_P/SPR_FEHLER
⇒ IB_LA_VKAT1/2_HUB_FEHLER
⇒ IB_LA_VKAT1/2_TV_FEHLER
- **kein KSD-Fehler** vorliegt
⇒ IB_KSD1/2_FEHLER

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.02.DOC



6.3. Definierter Ausgangszustand für die Prüfung

Für die Prüfung, sowohl bei SA, als auch bei Wiedereinsetzen muß

- man sich im Zustand **Schub länger** als eine **Zeit K_LA_ALTER_S_SA_T** befinden
- eine applizierbare **Luftmenge K_LA_ALTER_S_ML** durch den KAT geströmt sein

=> somit hat man einen definierten Zustand für die Diagnose beschrieben.

Es gibt allerdings bei der **Prüfung im Schub eine Ausnahme** - wenn hier **vor dem Erreichen des definierten Ausgangszustandes die Prüfung positiv verlaufen ist** (wie unten beschrieben), so **wird die Diagnose nicht abgebrochen, sondern als durchgeführt anerkannt**. Ziel ist, möglichst schnell eine positive Diagnose im Schub durchzuführen, da eine Diagnose in WE relativ kritisch ist.

6.4. Prüfung im Schub

Sind alle Prüfbedingungen erfüllt, d.h.

- man befindet sich im Diagnosefenster
- die Sondenlage befand sich vor SA im Fettes
- ein definiertes SA ist abgelaufen (bis auf Ausnahme)
- die NKAT-Sondenbereitschaft ist gegeben (B_LANK_SONDE_BEREIT)
- kein elektrischer Sondenfehler und Heizungsfehler ist vorhanden (IB_LASV/N_FEHLER, !B_LSHV/N_FEHLER)

dann wird die SONDENSCHWELLE $usn1/2$ mit einer Schwelle $K_LA_ALTER_S_SA_US$ verglichen, die bei SA unterschritten werden muß.

Wenn

$$usn1/2 > K_LA_ALTER_S_SA_US$$

dann kann man davon ausgehen, daß die Lambdasonde NKAT so stark gealtert ist, daß sie entweder zu lange braucht, um diese Schwelle zu unterschreiten (d.h. Sonde zu langsam) oder sie kann dem Gemisch nicht mehr folgen (bleibt hängen).

Wird die Sonde als in Ordnung erkannt, d.h. das SONDENSIGNAL sinkt unter die Schwelle - auch schon während der definierten SA ($usn1/2 < K_LA_ALTER_S_SA_US$), so wird die Diagnose für diesen driving cycle beendet und der Fehlerzähler $la_alter_s_count1/2$ zurückgesetzt.

Um Fehlerkennungen zu vermeiden, wird ein Fehler mit der Funktion **ed_report** erst dann eingetragen, wenn der Fehlerzähler $la_alter_s_count1/2$ größer als **K_LA_ALTER_S_COUNT** ist (der Fehlerzähler wird immer dann hochgezählt, wenn ein Check, egal ob SA oder WE nicht als gültig erkannt wird). In diesem Fall wird im Fehlerort **LA_NKAT1/2_S_FEHLER** der Fehler der Art „**Spannung zu fett in SA**“ (OPENLOAD) eingetragen.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.02.DOC



6.5. Prüfung bei Wiedereinsetzen

Sind alle Prüfbedingungen erfüllt, d.h.

- man befindet sich im Diagnosefenster
- die Sondenlage befand sich vor SA im Mageren
- erst nach der definiertem SA kommt man in WE
- die NKAT-Sondenbereitschaft ist gegeben (B_LANK_SONDE_BEREIT)
- kein el. Sondenfehler und Heizungsfehler ist vorhanden

dann wird die Sondenspannung usn1/2 mit einer Schwelle K_LA_ALTER_US_FETT verglichen, die beim WE überschritten werden muß.

Sobald die Spannung während dieser WE-Diagnose

$$\text{usn1/2} > \text{K_LA_ALTER_US_FETT}$$

wird, dann geht man davon aus, daß die Sonde in Ordnung ist. Die Diagnose wird für diesen driving cycle beendet, die Fehlerzähler la_alter_s_count1/2 zurückgesetzt und auch die Anfettungsmaßnahmen bezüglich der Diagnose zurückgenommen (Erläuterung folgt).

Wenn während der Wartezeit **K_LA_ALTER_S_WE_T** (wird beim Übergang nach WE aufgezogen) die Sondenspannung die Diagnoseschwelle nicht überschritten hat, wird nicht sofort ein Fehler eingetragen, sondern eine zusätzliche Anfettung **la_alter_s_tv1/2** (wird zu la_sum_tv1/2 addiert) aus der Kennlinie **KL_LA_ALTER_S_TV** (abhängig von der Luftmasse) ermittelt. Diese Anfettung wirkt für eine Zeit **K_LA_ALTER_S_TV_T**; falls KAT - Ausräumen aktiv ist, wird dieses abgebrochen.

Damit eine eindeutige Diagnose innerhalb der Anfettungsphase möglich ist, wird zusätzlich noch der Luftdurchsatz überprüft. Erst wenn ausreichend Abgas durch den KAT geströmt ist (**la_alt_s_we_ml > K_LA_ALTER_S_WE_ML**) und die Sonde immer noch nicht die Diagnoseschwelle überschritten hat (trotz zusätzlicher Anfettung), wird sie als defekt erkannt. Ansonsten wird die Diagnose nach Ablauf der Zeiten abgebrochen.

Unterbrechung der WE-Diagnose:

Generell wird eine WE-Diagnose durch ein SA-Phase abgebrochen. Nun gibt es allerdings einen Sonderzustand: **Bei Schaltvorgängen** (je nachdem wie SA appliziert ist) **kann SA erkannt werden**.

Dieses Erkennen von SA bei Schaltvorgängen unterbricht die WE-Diagnose. Dies kann dazu führen, daß eine defekte Sonde in einem Diagnosezyklus nicht erkannt wird, da der WE-Teil nie zu Ende durchgeführt wird. Um diesem entgegen zu wirken, wird die WE-Diagnose bei SA-Phasen kleiner einer best. Zeit nur angehalten und nicht unterbrochen.

Anhalten der WE-Diagnose (alle Werte werden eingefroren) wenn:

$$\text{la_alt_s_sa_we} < \text{K_LA_ALTER_S_SA_WE_T}$$

ansonsten wird die WE-Diagnose abgebrochen und der SA-Pfad der Diagnose durchlaufen.

la_alt_s_sa_we: Zeit ab Erkennen des Zustands SA

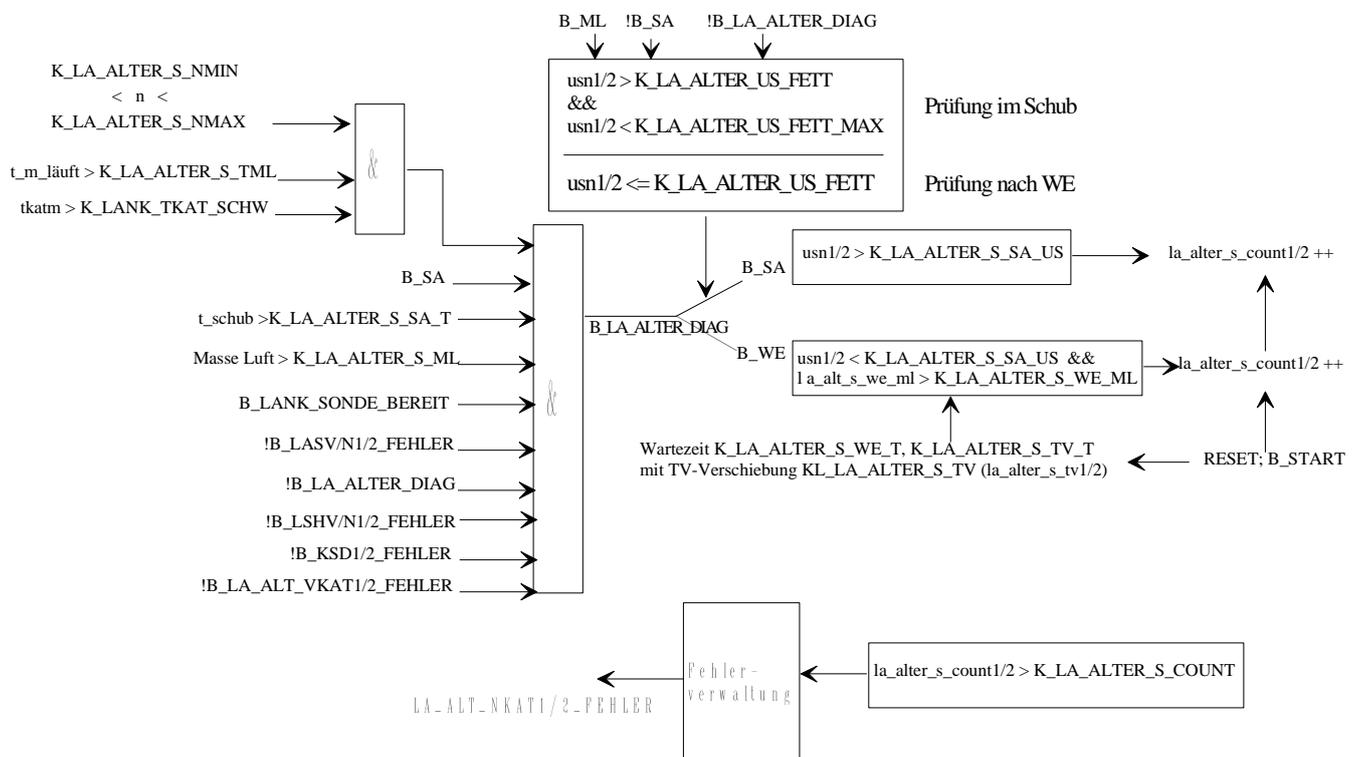
	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.02.DOC



Um Fehlerkennungen zu vermeiden, wird ein Fehler mit der Funktion **ed_report** erst dann eingetragen, wenn der Fehlerzähler **la_alter_s_count1/2** größer als **K_LA_ALTER_S_COUNT** wird (der Fehlerzähler wird immer dann hochgezählt, wenn ein Check, egal ob SA oder WE nicht als gültig erkannt wird). In diesem Fall im Fehlerort **LA_NKAT1/2_S_FEHLER** der Fehler der Art „**Spannung zu mager nach WE**“ (UNPLAUSIBEL) Fehlerspeicher eingetragen.

Dieser Fehlereintrag findet nur einmalig innerhalb eines Motorlaufes statt (Entprellzähler ect. =1). Die MIL-Lampe wird angesteuert, wenn die Diagnose auf zwei aufeinanderfolgenden Driving-Cycles (DrCy) eine Schwellenüberschreitung erkennt.

6.6. Graphische Darstellung



	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.02.DOC



7. Variablen und Konstanten

TV-Überwachung des VKAT-Reglers: la_alter_st:

Bit-Stelle	la_alter_st
Bit0	B_LA_ALTER_AUS1- allgem. Ausschaltbedingung Bank1
Bit1	B_LA_ALTER_AUS2- allgem. Ausschaltbedingung Bank2
Bit2	B_LA_ALT_TV_MAX1 - max. Schwelle überschritten
Bit3	B_LA_ALT_TV_MAX2 - max. Schwelle überschritten
Bit4	B_LA_ALT_TV_MIN1 - min. Schwelle unterschritten
Bit5	B_LA_ALT_TV_MIN2 - min. Schwelle unterschritten
Bit6	B_LA_ALT_TV_AKTIV1 - TV-Diagnose VKAT1 läuft
Bit7	B_LA_ALT_TV_AKTIV2 - TV-Diagnose VKAT2 läuft

Periodendauerüberwachung des VKAT-Sonden-Signals: la_alt_p_st:

Bit-Stelle	la_alt_p_st
Bit0	B_LA_ALTER_P1 - Diagnosebedingungen erfüllt - VKAT1
Bit1	B_LA_ALTER_P2 - Diagnosebedingungen erfüllt - VKAT2
Bit2	Sperrzeit nach FETT-MAGER-Spr. für VKAT1 ist abgelaufen
Bit3	Sperrzeit nach FETT-MAGER-Spr. für VKAT2 ist abgelaufen
Bit4	B_LA_ALTER_P_MAX1 - Period.dauer zu groß - VKAT1
Bit5	B_LA_ALTER_P_MAX2 - Period.dauer zu groß - VKAT2
Bit6	B_LA_ALTER_P_MIN1 - Period.dauer zu klein - VKAT1
Bit7	B_LA_ALTER_P_MIN2 - Period.dauer zu klein - VKAT2

Sprungzeitüberwachung des VKAT-Sonden-Signals: la_alt_spr_st:

Bit-Stelle	la_alt_spr_st
Bit0	B_LA_ALTER_SPR1 - Diagnosebedingungen erfüllt - VKAT1
Bit1	B_LA_ALTER_SPR2 - Diagnosebedingungen erfüllt - VKAT2
Bit2	Referenzschwellen für VKAT1 werden ermittelt
Bit3	Referenzschwellen für VKAT2 werden ermittelt
Bit4	Sprungzeitermittlung FETT->MAGER findet statt - VKAT1
Bit5	Sprungzeitermittlung FETT->MAGER findet statt - VKAT2
Bit6	Sprungzeitermittlung MAGER->FETT findet statt - VKAT1
Bit7	Sprungzeitermittlung MAGER->FETT findet statt - VKAT2

Prüfung der NKAT-Sonde : la_alt_nkat_st:

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.02.DOC



Bit-Stelle	la_alt_nkat_st
Bit0	B_LA_ALTER_S_SA_BED1- Diag. Bank1 ist durchgeführt
Bit1	B_LA_ALTER_S_SA_BED2- Diag. Bank2 ist durchgeführt
Bit2	B_LA_ALTER_SA_DIAG1- Diag. Nach SA aktiv - Bank1
Bit3	B_LA_ALTER_SA_DIAG2- Diag. Nach SA aktiv - Bank2
Bit4	B_LA_ALTER_SA_PHASE - def. SA-Phase ist erreicht
Bit5	B_LA_ALTER_WE_DIAG - Diagnose bei WE aktiv
Bit6	B_LA_ALTER_WE_TIME - Wartezeit ohne weitere Anfettung ist abgelaufen
Bit7	B_LA_ALTER_WE_TV_TIME - Wartezeit mit zusätzlicher Anfettung ist abgelaufen

Prüfung der NKAT-Sonde : la_alt_mess_st

Bit-Stelle	la_alt_nkat_st
Bit0	FETT-MAGER-Sprung - Periodendauermessung
Bit1	FETT-MAGER-Sprung - Periodendauermessung
Bit2	B_LA_ALTER_US1_FETT - Sondensp. NKAT1 liegt im Fetten vor SA
Bit3	B_LA_ALTER_US2_FETT - Sondensp. NKAT2 liegt im Fetten vor SA
Bit4	B_LA_ALTER_DIAG1 - allgem. Diagnose/Bank1 ist aktiv
Bit5	B_LA_ALTER_DIAG2 - allgem. Diagnose/Bank2 ist aktiv
Bit6	B_LA_ALTER_SA_OK1 - Sondensp- NKAT1 liegt zwar im Fetten, aber nicht über MAX-Fett-Schwelle
Bit7	B_LA_ALTER_SA_OK2 - Sondensp- NKAT2 liegt zwar im Fetten, aber nicht über MAX-Fett-Schwelle

Variablen:

Name	Bedeutung	Typ	Auflösung
la_alter_st	Statusvariable für TV-Überwachung	uc	--
la_vk1/2_tv_ed; la_vk1/2_p_ed; la_vk1/3_spr_ed;	Daignosevariable für VKAT-Überwachung TV-Verschiebung Periodendauerüberwachung Srungzeitüberwachung, Hubüberwachung	uc	--
tkatm	Temperatur des Kathalysators	uw	°C
la_alt_p_st	Statusvariabel für Period.dauer Überwachung	uc	--
la_alt_p_mess_st	zusätzliche Statusvariable für Period.dauer-Messung	uc	--
la_alt_p_mess_of	Period.dauer ohne Filterung	uw	ms
la_alt_p_mess	Period.dauer mit Filterung	uw	ms
lank_i_tv_gem	gemittelte, integrierte TV-Verschiebung NKAT1/2	sw	ms
la_alt_p_anz_spr	Anzahl d. Period.dauermessungen zur Störunterdrück.	uc	--
la_alt_p_anz_diag	Anzahl d. Period.dauermessungen für Diagnose	uc	--
la_p_tv1/2	TV-Verschiebung, welche wirkt, wird aus der eigentlichen Periodendauer herausgerechnet	sw	ms

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.02.DOC



la_alt_spr_st	Status fuer Sprungzeitdiagnose	uc	--
usv_spr_time_fett[]	Sprungzeit von FETT -> MAGER	uc	ms
usv_spr_time_mager[]	Sprungzeit von MAGER -> FETT	uc	ms
usv_spr_max_ref[]	Referenzschwelle max = 90% vom Signalhub	uw	mV
usv_spr_min_ref[]	Referenzschwelle min = 10% vom Signalhub	uw	mV
la_alt_spr_anz_m/f[]	Anzahl der Sprungzeitmessungen	uc	--
la_alt_spr_m/f_grenz[]	theoretische Sondensprungzeit fett / mager	uc	ms
usv_spr_m/f_quot[]	Gütermaß tatsächliche Zeit / theoretischen Zeit	uw	--
usv_spr_m/f_quot_sum	ausummiertes Gütermaß	ul	--
usv_spr_mager/fett_gem	gemittelttes Gütermaß	uw	--
la_alt_nkat_st	Status für die NKAT-Sondendiagnose	uc	--
la_alt_s_ml	aufintegrierte ML durch KAT bei SA	uw	kg
la_alter_s_count1/2	Fehlerzähler für NKAT-Diagnose	uc	--
la_alter_s_tv1/2	zusätzliche TV-Verschiebung für NKAT-Diagnose	uc	ms
la_alt_s_we_ml	aufintegrierte ML durch KAT bei WE	uw	kg
la_nkat1/2_s_ed	Diagnosevariable für NKAT-Überwachung	uc	--

Applikationsdaten:

Name	Typ	Bedeutung
K_LA_OBD_FREIGABE	Konstante	hierüber werden die einzelnen Diagnosen freigegeben BIT0: TV-Überwachung BIT1: Periodendauerüberwachung BIT2: NKAT-Sondendiagnose BIT3: Trimmregelung Bank1 BIT4: Trimmregelung Bank2 BIT5: --- BIT6: KAT-Konvertierung BIT7: Sprungzeitüberwachung
K_LA_ALT_TV_MAX_COUNT	Konstante	MAX-Schwelle für Diagnosezähler - Fehlereintrags-schwelle
K_LA_ALT_TV_MIN_COUNT	Konstante	MIN-Schwelle für Diagnosezähler - Fehlereintrags-schwelle
K_LA_ALT_TV_INC	Konstante	Inkrement für Diagnosezähler TV-Überwachung
K_LA_ALT_TV_DEC	Konstante	Dekrement für Diagnosezähler TV-Überwachung
K_LA_ALT_TV_MAX	Konstante	MAX-Diag.schw. für TV-Verschiebung
K_LA_ALT_TV_MIN	Konstante	MIN-Diag.schw. für TV-Verschiebung
K_LA_ALT_P_TEMP	Konstante	Abgastemperaturschwelle
K_LA_ALT_P_TAU	Konstante	Filterungskonstante Period.dauer-Überwachung
K_LA_ALT_P_VERZ_T	Konstante	Verzögerungszeit " " "
K_LA_ALT_P_N_MIN	Konstante	untere N-Schwelle " " "
K_LA_ALT_P_N_MAX	Konstante	obere N-Schwelle " " "
K_LA_ALT_P_RF_MIN	Konstante	untere RF-Schwelle " " "
K_LA_ALT_P_RF_MAX	Konstante	obere RF -Schwelle " " "
K_LA_ALT_P_ANZ_SPUR	Konstante	Anzahl zur Unterdrückung der Störungen
K_LA_ALT_P_ANZ_DIAG	Konstante	Anzahl für Diagnosedauer
K_LA_ALT_P_MAX	Konstante	obere Diag.schw. für Period.dauer-Überwachung
K_LA_ALT_P_MIN	Konstante	untere Diag.schw. für Period.dauer-Überwachung
K_LA_ALT_P_MAX_KONV	Konstante	obere Diag.schw. für Period.dauer-Überwachung - bei KAT-KONV-FEHLER
K_LA_ALT_P_MIN_KONV	Konstante	untere Diag.schw. für Period.dauer-Überwachung bei KAT-KONV_FEHLER
KF_LA_ALT_P_FAK_NRF	Kennfeld	Wichtungskennfeld für Period.dauer-Überwachung
K_LA_ALT_P_TE_SPU	Konstante	min. Spülzeit für TE bevor Diagnose startet

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.02.DOC



K_LA_ALT_SPR_ANZ_MAGER/FETT	Konstante	Anzahl der Sprungzeitmessungen FETT bzw. MAGER
K_LA_ALT_SPR_M/F_QUOT	Konstante	Güteschwelle für die Sprungzeiten - Fehlerschwellen
K_LA_USV_SPR_P_SPR	Konstante	Anzahl von P-Sprüngen, bevor Diagnose aktiv wird
K_LA_ALT_SPR_HYS	Konstante	Hysterese, damit FETT-/MAGER-Spitzen erkannt werden
K_LA_ALT_SPR_TEMP	Konstante	TABG-Schwelle für Diagnosefreigabe
K_LA_ALT_SPR_N_MIN	Konstante	Nmin-Schwelle für Diagnosefenster
K_LA_ALT_SPR_N_MAX	Konstante	Nmax-Schwelle für Diagnosefenster
K_LA_ALT_SPR_RF_MIN	Konstante	RFmin-Schwelle für Diagnosefenster
K_LA_ALT_SPR_RF_MAX	Konstante	RFmax-Schwelle für Diagnosefenster
KF_LA_ALT_SPR_MAGER_GRENZ	Konstante	theoretische Sprungzeit - MAGER
KF_LA_ALT_SPR_FETT_GRENZ	Konstante	theoretische Sprungzeit - FETT
K_LA_ALTER_US_FETT_MAX	Konstante	max. Schwelle für FETT-Position d. NKAT-Sondensignals
K_LA_ALTER_US_FETT	Konstante	max. Schwelle für Sondenposition
K_LA_ALTER_S_NMIN	Konstante	untere N-Schwelle für Diag.fenster
K_LA_ALTER_S_NMAX	Konstante	obere N-Schwelle für Diag.fenster
K_LA_ALTER_S_TML	Konstante	min. Motorlaufzeit für Diag.fenster
K_LANK_TKAT_SCHW	Konstante	mindest KAT-Temperatur für Diag.fenster
K_LA_ALTER_S_SA_T	Konstante	Minstdauer für definiertes SA und Prüfung
K_LA_ALTER_S_WE_ML	Konstante	Luftmengenschwelle fuer Prüfung nach WE
K_LA_ALTER_S_ML	Konstante	Luftmengenschwelle für Prüfung im Schub
K_LA_ALTER_S_SA_US	Konstante	Sondenspannungsschwelle für Prüfung im Schub oder WE
KL_LA_ALTER_S_TV	Kennlinie	zusätzliche Anfettung bei WE-Prüfung, abh. von ml
K_LS_ALTER_S_WE_T	Konstante	Wartezeit ohne TV-Verschiebung für WE-Prüfung
K_LS_ALTER_S_TV_T	Konstante	Wartezeit mit TV-Verschiebung für WE-Prüfung
K_LA_ALTER_S_COUNT	Konstante	Schwelle für Fehlerzähler bis Fehlereintrag NKAT-Sonde
K_LA_ALT_S_TKATM	Konstante	KAT-Temp.-Schwelle für Schwingungsprüfung

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.02.DOC



E-Power

KAT-Ausräumen

Projekt: **MSS60**

Modul: **LA_NK**

Seite 1 von 7

Projekt: MSS60

**Modul: KAT-Ausräumen von
Sauerstoff**

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.04.DOC



1. ALLGEMEINES	3
2. REALISIERUNG DER FUNKTION KAT-AUSRÄUMEN ÜBER EINEN AUTOMATEN	3
2.1. Beschreibung der einzelnen Zustände	3
2.1.1. Zustand NORMAL	3
2.1.2. Zustand SCHUBDAUER	4
2.1.3. Zustand WARTEN	4
2.1.4. Zustand AUSRÄUMEN	4
2.2. Graphische Beschreibung des Zustandsautomaten	5
3. AUSRÄUMEN ÜBER TV-VERSCHIEBUNG IM LAMBDA REGLER	5
3.1. Ermittlung der TV-Verschiebung	5
3.2. Graphische Darstellung des kompletten Lambdareglers	6
4. EINFLUß AUF DEN NKAT-REGLER UND DIAGNOSEN	6
5. VARIABLEN UND KONSTANTEN	6

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.04.DOC



1. Allgemeines

Die Funktion „Katalysator-Ausräumen“ hat die Aufgabe, nach einer Schubphase möglichst schnell den Sauerstoff aus dem Katalysator zu entfernen. Ist dies geschehen, so ist der normale Betriebszustand des Katalysators bezüglich der Führungsregelung NKAT wieder erreicht.

Hierfür wird der Lambdaregler durch eine luftmassenabhängige TV-Verschiebung in Richtung „FETT“ verschoben. Diese zusätzliche Anfettung bleibt solange aktiv, bis die SONDENSPIGUNG am NKAT einen bestimmten Wert überschreitet.

Diese Funktion wird alle 100ms durchgeführt.

2. Realisierung der Funktion KAT-Ausräumen über einen Automaten

2.1. Beschreibung der einzelnen Zustände

Die „KAT-Ausräumen“-Funktion wird softwaremäßig über einen Zustandsautomaten realisiert.

Den momentanen Zustand, in dem man sich während des KAT-Ausräumens befindet, erkennt man an der Statusvariablen **la_kat_ausr_st**.

Es werden hier ebenfalls, falls 2 Abgasstränge vorhanden sind, diese getrennt betrachtet.

Folgende Zustände treten auf:

- Zustand **NORMAL**
- Zustand **SCHUBDAUER**
- Zustand **WARTEN**
- Zustand **AUSRÄUMEN**

2.1.1. Zustand NORMAL

Hier befindet man sich nach einem RESET, nach START und im Normalbetrieb. In die Lambdareglerfunktion wird keine zusätzliche TV-Verschiebung mit eingerechnet.

=> BIT0 in Variable la_kat_ausr_st ist gesetzt

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.04.DOC



2.1.2. Zustand SCHUBDAUER

Sobald der Betriebszustand Schubabschalten **B_SA** erkannt wird, wechselt man in diesen Zustand und verweilt für die Zeit **K_LA_KA_SA_T** darin. Danach wechselt man in den Zustand WARTEN.

=> BIT1 in Variable la_kat_ausr_st ist gesetzt

Verläßt man allerdings den Betriebszustand B_SA vorzeitig, so gelangt man wieder in den Zustand NORMAL.

2.1.3. Zustand WARTEN

Sobald man in diesen Zustand kommt, wird die Anfettung aktiviert; d.h. die luftmassenabhängige TV-Verschiebung wird in die Lambdaregelung mit eingerechnet, sobald diese aktiv ist.

In diesem Zustand bleibt man solange, bis eine gewisse Luftmenge **K_LA_KA_ML_MIN** durch den Katalysator geströmt ist und man davon ausgehen kann, daß die NKAT-Sonde ebenfalls ein mageres Abgas sieht. Um jedoch in den nächsten Zustand AUSRÄUMEN zu gelangen, muß außer der abgelaufenen Wartezeit auf mageres Abgas auch der VKAT-Regler wieder aktiv (**B_LA1/2**) sein.

=> BIT2 in Variable la_kat_ausr_st ist gesetzt

2.1.4. Zustand AUSRÄUMEN

Die Anfettung wirkt solange, bis die NKAT-Spannung einen gewissen Spannungswert **K_LANK_KA_US** überschritten hat. Weiterhin wird die Ausräumphase auf eine Maximaldauer, bis zum Erreichen der Luftmassenintegralschwelle **K_LA_KA_ML_MAX** begrenzt.

Gelangt man innerhalb dieses Zustandes wieder in den Betriebszustand B_SA, so wechselt man wieder in den Zustand WARTEN, wobei auch diesmal wieder die Wartezeit ablaufen muß bevor man wieder einen Zustandswechsel erreichen kann.

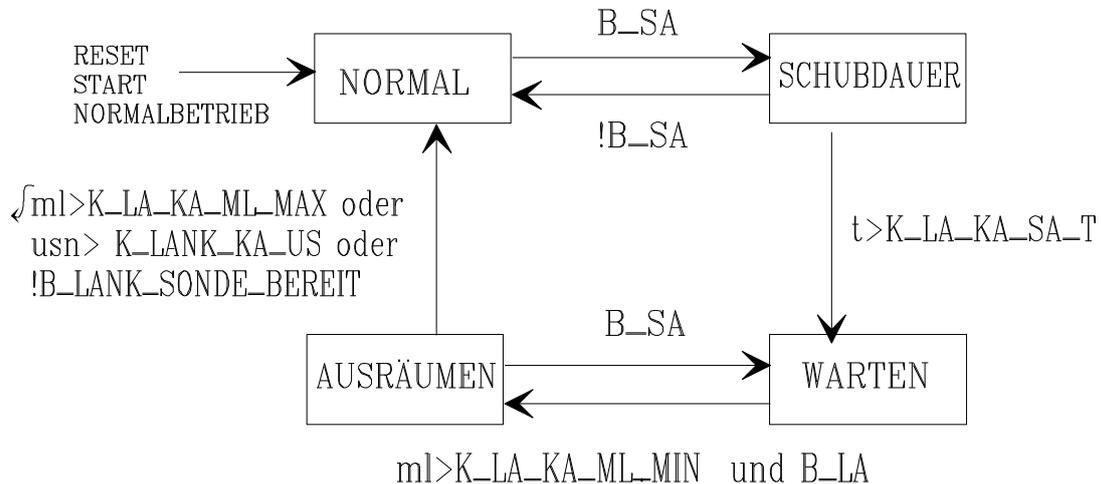
Ein Ausräumen wird außerdem nur dann erlaubt, wenn die NKAT-Sonde betriebsbereit ist. Ist dies im Zustand AUSRÄUMEN nicht der Fall, so wird sofort wieder in den Zustand NORMAL übergegangen und keine zusätzliche TV-Zeit eingerechnet.

=> BIT3 in Variable la_kat_ausr_st ist gesetzt

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.04.DOC



2.2. Graphische Beschreibung des Zustandsautomaten



3. Ausräumen über TV-Verschiebung im Lambdaregler

3.1. Ermittlung der TV-Verschiebung

Sobald man sich im Zustand *Warten* oder *Ausräumen* (**B_LA_KA1/2**) befindet, wird die TV-Verschiebung aus der Kennlinie $KL_LA_KA_TV_ML$, welche luftmassenabhängig ist, ermittelt.

TV-Verschiebung:

$$la_ka_tv = \text{Interpolation}(KL_LA_KA_TV_ML)$$

Diese zusätzliche TV-Verschiebung über die „KAT-Ausräumen“-Funktion wird nun in die Lambdaregelung der VKat-Sonde mit eingerechnet. Die TV-Verschiebung $VKAT1/2$ ($la_sum_tv1/2$) wird um den Wert $la_ka_tv1/2$ verändert.

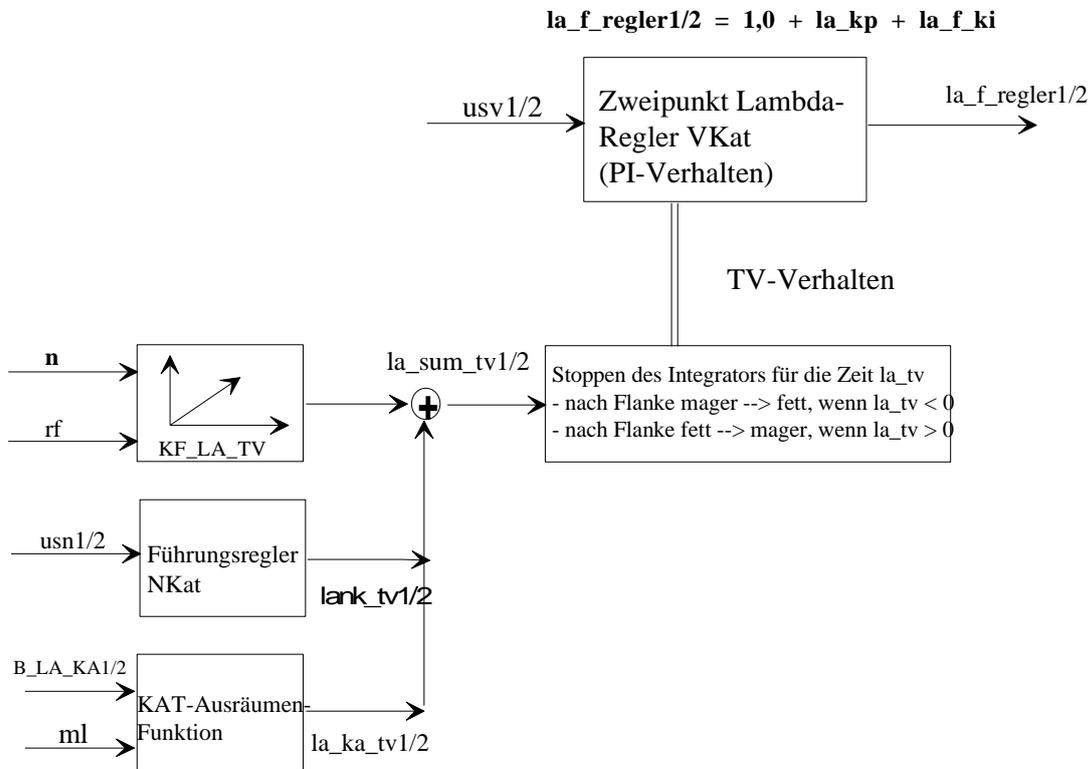
$$\begin{aligned} \Rightarrow la_sum_tv1/2 = & KF_LA_TV && \text{(Wert aus Kennfeld(n,rf))} \\ & + la_ka_tv1/2 && \text{(Wert aus KAT-Ausräumen)} \\ & + la_tv_offset && \text{(Wert aus der Offsetkt.)} \\ & + la_alter_s_tv1/2 && \text{(Wert aus der Fkt. Nachkatsondenalterung)} \\ & + lank_tv1/2 && \text{(Wert aus der NKAT-Regelung)} \end{aligned}$$

Die Ermittlung und Einrechnung in die Lambdaregelung erfolgt alle 10ms.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.04.DOC



3.2. Graphische Darstellung des kompletten Lambdareglers



4. Einfluß auf den NKAT-Regler und Diagnosen

Da nach Schubabschalten der KAT sauerstoffgesättigt ist, hängt die NKAT-Sondenspannung im „mageren“ Bereich. Deshalb wird die NKAT-Regelung während der künstlichen Anfettung zum KAT-Ausräumen abgeschaltet. Nach Ende der KAT-Ausräumen-Funktion schwingt die NKAT-Sonde typischerweise einige Sekunden über dem Schwellwert von ca. 600mV. Damit z.B. keine Abmagerung durch den NKAT-Regler erfolgt, wird abgewartet bis eine gewisse Luftmenge **K_LANK_ML_SCHW** durch den KAT geflossen ist, bevor die Regelung wieder aktiviert wird.

Die Messung dieser Luftmenge geschieht direkt nach einem **RESET, START** bzw. nach einem Übergang vom Zustand **AUSRÄUMEN** zum Zustand **NORMAL**.

Beim Eintritt in die Messung ist
 => das **BIT4** in **la_kat_aur_st** gesetzt;

sobald die Luftmenge durchgeflossen ist, wird dieses Bit wieder zurückgesetzt und die **NKAT-Regelung**, die **elektrische Diagnose** für die **NKAT-Sonden** und die **KAT-Konvertierung** können freigegeben werden.

5. Variablen und Konstanten

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.04.DOC

**Statusvariable : la_kat_ausr_st:**

Bit-Stelle	la_kat_ausr_st
Bit0	Zustand NORMAL
Bit1	Zustand SCHUB
Bit2	Zustand WARTEN
Bit3	Zustand AUSRÄUMEN aktiv
Bit4	best. ML muß durch KAT fließen
Bit5	xxx
Bit6	xxx
Bit7	xxx

Variablen:

Name	Bedeutung	Typ	Auflösung
la_kat_ausr_st	Statusvariable für TV-Überwachung	uc	--
la_ausr_ml_kat	best. ML, die durch KAT fließen muß	uw	kg/h
la_ka_tv1/2	TV-Verschiebung aus KAT-Ausräumen	uc	ms

Applikationsdaten:

Name	Typ	Bedeutung
K_LA_KA_SA_T	Konstante	Zeit, die man in SCHUB verbringen muß
K_LA_KA_ML_MIN	Konstante	min. ML-Schwelle
K_LA_KA_ML_MAX	Konstante	max. ML-Schwelle
KL_LA_KA_TV_ML	Kennlinie	zusätzliche TV-Verschiebung
K_LANK_KA_US	Konstante	best. Sonderspannung NKAT zum Abruch d. Fkt.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.04.DOC



Projekt: MSS60

Modul: KAT-Konvertierung

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.05.DOC



1. ALLGEMEINES	3
2. DIAGNOSEBEDINGUNGEN	3
2.1. Beschreibung der Einschaltbedingungen	3
2.2. Beschreibung der STOP-Kriterien	4
3. GRAPHISCHE DARSTELLUNG DER KAT-KONVERTIERUNG	6
4. AUSWERTEBESCHREIBUNG - GÜTEMAß DER ALTERUNG	6
4.1. Ermittlung des Amplitudenverhältnisses	6
4.2. Grenzwertfilterung	7
4.3. Graphische Darstellung - Amplitudenverhältnis und Grenzwertfilterung	8
5. DIAGNOSE KAT-KONVERTIERUNG	8
5.1. Adaption des Differenzwertes ((IST - SOLL)-Quotient)	8
5.2. Diagnoseauswertung	8
5.3. Graphische Darstellung der Diagnoseauswertung	9
6. APPLIKATIONSHINWEISE	10
7. VARIABLEN UND KONSTANTEN	10

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.05.DOC



1. Allgemeines

Mit dieser Funktion wird die Sauerstoffspeicherfähigkeit des Katalysators geprüft. Ist diese Speicherfähigkeit aufgrund Alterung des Katalysators stark verkleinert, so ist auch die Konvertierung des Katalysators verringert.

Als Gütemaß für die Speicherfähigkeit wird das Lambdasondenamplitudenverhältnis der NKAT- und VKAT-Sonden verwendet. Nennenswerte Lambdasondenamplituden des NKAT-Signals treten bei Alterung des KAT's, aber auch bei momentanen Belastungen innerhalb bestimmter Last- und Drehzahl-Bereichen auf - daher muß eine last- und drehzahlabhängige Auswertung durchgeführt werden.

Die Ermittlung des Gütemaßes und die damit verbundenen Filterungen ect. werden im 100ms-Raster durchgeführt.

2. Diagnosebedingungen

2.1. Beschreibung der Einschaltbedingungen

Die Freigabe der Funktion erfolgt dann, wenn

- in der Applikationskonstante **K_LA_OBD_FREIGABE** das **BIT6** gesetzt ist
- die **Lambdaregelung VKAT** aktiv und kein Dynamikverhalten vorhanden ist
=> B_LA1/2
=> !B_LA1/2_DYNAMIK
- die **Lambdaregelung NKAT betriebsbereit** ist
=> B_LANK1/2_SONDE_BEREIT
- die **n-/rf-Bereichserkennung innerhalb des Auswertebereichs** liegt und kein Dynamikverhalten vorliegt
=> !B_N_DYNAMIK
=> !B_RF_DYNAMIK_KAT
- **keine allgemeine Ausschaltbedingung** vorhanden u. die Wartezeit abgelaufen ist.
=> B_LA_KONV_AKTIV_T1/2
- die Wartezeit **K_LA_KONV_AKTIV_T** abgelaufen ist

Sind alle diese Einschaltbedingungen erfüllt, so wird die Bedingung **B_LA_KONV_AMPL1/2** gesetzt und die Berechnung der Amplitudenverhältnisse und der Grenzwertfilterung wird freigegeben.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.05.DOC



2.2. Beschreibung der STOP-Kriterien

Die Funktion wird gestoppt, wenn

- die **Drehzahl größer** einer Schwelle wird
=> $n > K_LA_KONV_N_MAX$
- die **KAT-Temperatur unter einer bestimmte Schwelle** liegt
=> $t_{katm} < K_LA_KONV_TKAT$
- die **Temperatur der Ansaugluft unter einem Schwellwert** liegt
=> $t_{an} < K_LA_KONV_T_UMG$
- der **Motor noch nicht eine bestimmte Zeit** läuft
=> $(t_start_exit < K_LA_KONV_T_MOT) \ \&\& \ B_ML$
- die Funktion **KAT - Ausräumen aktiv** ist
=> $B_LA_KA1/2$
- **nach KAT-Ausräumen** eine bestimmte **Luftmenge** durch den **KAT geströmt** ist
=> $l_{a_aur_ml_kat} > K_LANK_ML_SCHW \Rightarrow l_{a_ka_aur_st}, BIT4$
- eine **Tankentlüftung mit hoher Beladung vorliegt**
=> $tea1/2_f < K_LA_KONV_TEA_SCHW$
- ein **Drosselklappenpoti-Fehler**
=> $!B_WDK_FEHLERFREI_DPR$
- ein **Sondenheizungsfehler VKAT oder NKAT**
=> $B_LSHV1/2_FEHLER$
=> $B_LSHN1/2_FEHLER$
- ein **Aussetzereckennungsfehler**
=> B_AUSS_FEHLER
- ein **Fehler im Tankentlüftungssystem oder in der Diagnose**
=> B_TEV_FEHLER
=> B_TE_FEHLER (noch nicht realisiert)
- ein **UBATT - Fehler**
=> B_UB_FEHLER
- ein **Luftmassen-Fehler**
=> B_HFM_FEHLER
- ein **Fehler bei der Ansauglufttemperatur**
=> B_TAN_FEHLER
- ein **Fehler bei der Motortemperatur**
=> B_TMOT_FEHLER
- ein **Fehler im Kraftstoffsystem**

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.05.DOC



=> B_KSD1/2_FEHLER

- die **KAT-Schutzfunktion bei leerem** Tank aktiv ist
=> B_KATS_MD_RED
- ein **Fehler für die VKAT- bzw. NKAT-Sonden bezüglich überschrittener Adaptionsschwel­len**
=> LAA1/2_SCHW
- ein **Fehler aufgrund der Lambda-Alterungsüberwachung für die VKAT- bzw. NKAT-Sonden**
=> B_LA_ALT1/2_FEHLER
=> B_LA_VKAT1/2_HUB_FEHLER

vorliegt.

All diese allgemeinen Ausschaltbedingungen werden zusammengefaßt zu einer Bedingung **B_LA_KONV_AUS1/2** (BIT0/1 in la_konv_st).

Sobald ein STOP-Kriterium für diese Funktion vorliegt, werden alle wichtigen Arbeitsgrößen (nachfolgend beschrieben) eingefroren. Untypische Signalwechsel an den Lambdasonden wirken sich somit nicht auf das Gütemaß aus.

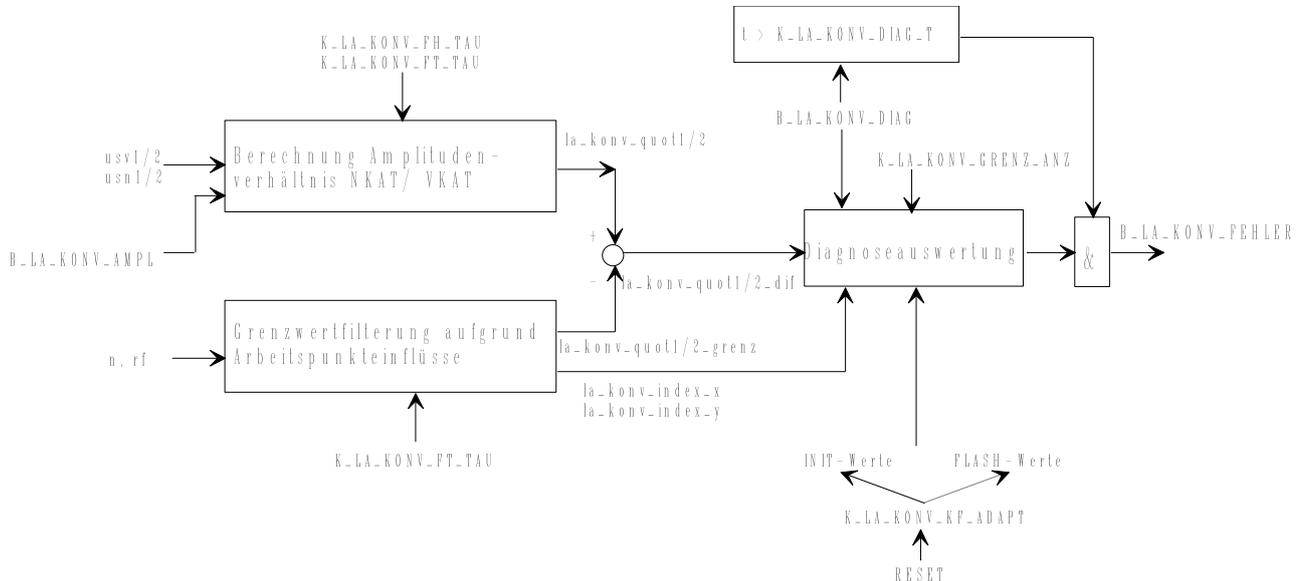
Die eigentliche Diagnose wird allerdings erst dann **aktiv**, wenn außer der **abgelaufenen Wartezeit** auch noch der gemittelte Amplitudenwert der VKAT-Sonde **usv1/2_wb_ft** eine bestimmte Schwelle **K_LA_KONV_WB_VKAT** überschritten hat => **B_LA_KONV_DIAG**.

Sobald sich der Zustand B_LA_KONV_DIAG eingestellt hat, läuft auch die **Diagnosezeit** (la_konv_diag_time) **K_LA_KONV_DIAG_T** ab.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.05.DOC



3. Graphische Darstellung der KAT-Konvertierung



4. Auswertebeschreibung - Gütemaß der Alterung

4.1. Ermittlung des Amplitudenverhältnisses

Hier wird zunächst der Quotient der gleichgerichteten Mittelwerte der Wechselspannungsanteile der VKAT- und NKAT-Sonden gebildet.

Die Abtrennung des Wechselspannungsanteils eines SONDENSIGNALS wird mit einem Hochpaßfilter (1 - PT1-Filter) realisiert; anschließend erfolgt eine Betragsbildung und Filterung des Signals. Auf diese Weise erhält man einen gleichgerichteten Mittelwert der Wechselspannungsanteile. Diese Funktionsweise läßt man sowohl auf das VKAT- als auch auf das NKAT-Signal wirken und bildet danach das Amplitudenverhältnis NKAT / VKAT. Dieser Quotient ist nun ein Maß für die Alterung des Katalysators.

Funktion:

- VKAT-Spannungen

Mit Hilfe eines Hochpaßfilters (Zeitkonstante $K_{LA_KONV_FH_TAU}$) wird von der SONDENSIGNALUNG $usv1/2$ der Gleichspannungsanteil abgetrennt. Von diesem Wechselspannungsanteil $usv1/2_w$ wird nun der Betrag $usv1/2_wb$ gebildet. Nach der Mittelung mit einem Tiefpaßfilter (Zeitkonstante $K_{LA_KONV_FT_TAU}$) erhält man den Wert $usv1/2_wb_ft$.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.05.DOC



- NKAT-Spannungen

Mit Hilfe eines Hochpaßfilters (Zeitkonstante **K_LA_KONV_FH_TAU**) wird von der Sonden-
spannung **usn1/2** der Gleichspannungsanteil abgetrennt. Von diesem Wechselfeldspannungsanteil
usn1/2_w wird nun der Betrag **usn1/2_wb** gebildet. Nach der Mittelung mit einem Tiefpaßfilter
(Zeitkonstante **K_LA_KONV_FT_TAU**) erhält man den Wert **usn1/2_wb_ft**.

- Gütemaß der KAT-Konvertierung (wenn Bedingung **B_LA_KONV_AMPL1/2** gilt)

$$la_konv_quot1/2 = usn1/2_wb_ft / usv1/2_wb_ft$$

4.2. Grenzwertfilterung

Für eine gültige Diagnose müssen Arbeitspunkteinflüsse beachtet werden, da bei großer Belastung
auch der KAT-Konvertierungsquotient zunimmt.

Um diese Belastung bei verschiedenen Lastbereichen zu berücksichtigen, wird das Gütemaß
la_konv_quot1/2 mit einem Grenzwert aus einem last- und drehzahlabhängigen Kennfeld
KF_LA_KONV_QUOT_GRENZ verglichen.

Um den Einfluß von Arbeitspunktwechsel zu berücksichtigen, wird vor der Differenzbildung der Grenzwert
KF_LA_KONV_QUOT_GRENZ mit der gleichen Zeitkonstante **K_LA_KONV_FT_TAU** wie die
Amplitudenwerte gefiltert.

$$la_konv_quot1/2_dif = la_konv_quot1/2 - la_konv_quot_grenz$$

Dieses Kennfeld **KF_LA_KONV_QUOT_GRENZ** ist ein 3 x 3-Kennfeld, welches Belastungseinflüsse
innerhalb eines bestimmten rf/n-Bereiches beschreibt. Der gesamte Diagnosebereich wird über
Konstanten aufgespannt. Diese MIN- und MAX-Werte müssen so appliziert werden, daß sie das
Kennfeld **KF_LA_KONV_QOUT_GRENZ** umschließen.

Der gesamte Diagnosebereich spannt sich auf über (fließt ein in **B_LA_KONV_AMPL**):

$$K_LA_KONV_GR_N_MIN \leq n \leq K_LA_KONV_GR_N_MAX$$

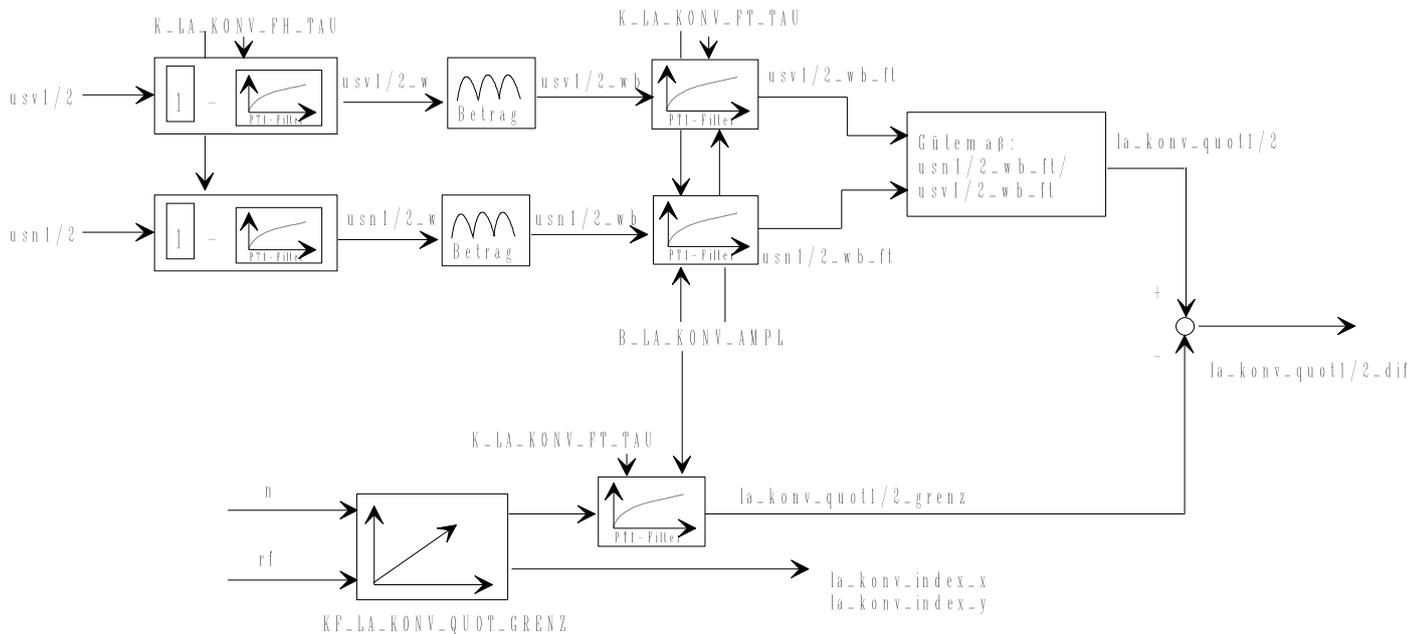
$$K_LA_KONV_GR_RF_MIN \leq rf \leq K_LA_KONV_GR_RF_MAX$$

Für die nachfolgende Diagnose wird der jeweils aktuelle Kennfeldbereich benötigt. Deshalb werden
über eine Tabellen-Interpolation die Stützstellen nach außen gegeben => **la_konv_index_x**,
la_konv_index_y.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.05.DOC



4.3. Graphische Darstellung - Amplitudenverhältnis und Grenzwertfilterung



5. Diagnose KAT-Konvertierung

5.1. Adaption des Differenzwertes ((IST - SOLL)-Quotient)

Die Diagnose erfolgt ebenfalls nach Last- und Drehzahl-Bereichen. Hierfür wird die Differenz **la_konv_quot1/2_dif** über die vorher ermittelten Stützstellen (la_konv_index_x/y) in **9 Bereich getrennt** gefiltert (3 x 3 - Matrix).

Mit der Zeitkonstante **K_LA_KONV_APPL_TAU** dieser Filter wird eine Mittelung über eine längere Aufenthaltszeit innerhalb eines Bereiches erreicht => es ergibt sich somit eine Adaptionsmatrix **la_konv1/2_ad[3][3]**.

5.2. Diagnoseauswertung

Um eine Fehldiagnose zu vermeiden, muß eine Grenzwertüberschreitung innerhalb eines Driving-Cycles gleichzeitig in mehreren Arbeitsbereichen vorliegen.

Nach Ablauf der Diagnosezeit (es muß auch KAT-Heilung berücksichtigt werden) schließt sich eine Überprüfung der Adaptionsmatrix auf Grenzwertüberschreitung an. Alle **positiven** Bereiche der Matrix **la_konv1/2_ad** werden gezählt => **la_konv_anz_grenz1/2**.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.05.DOC



Ist die Bedingung

$$la_konv_anz_grenz1/2 > K_LA_KONV_GRENZ_ANZ$$

erfüllt, so wird der Katalysator als **defekt detektiert**.

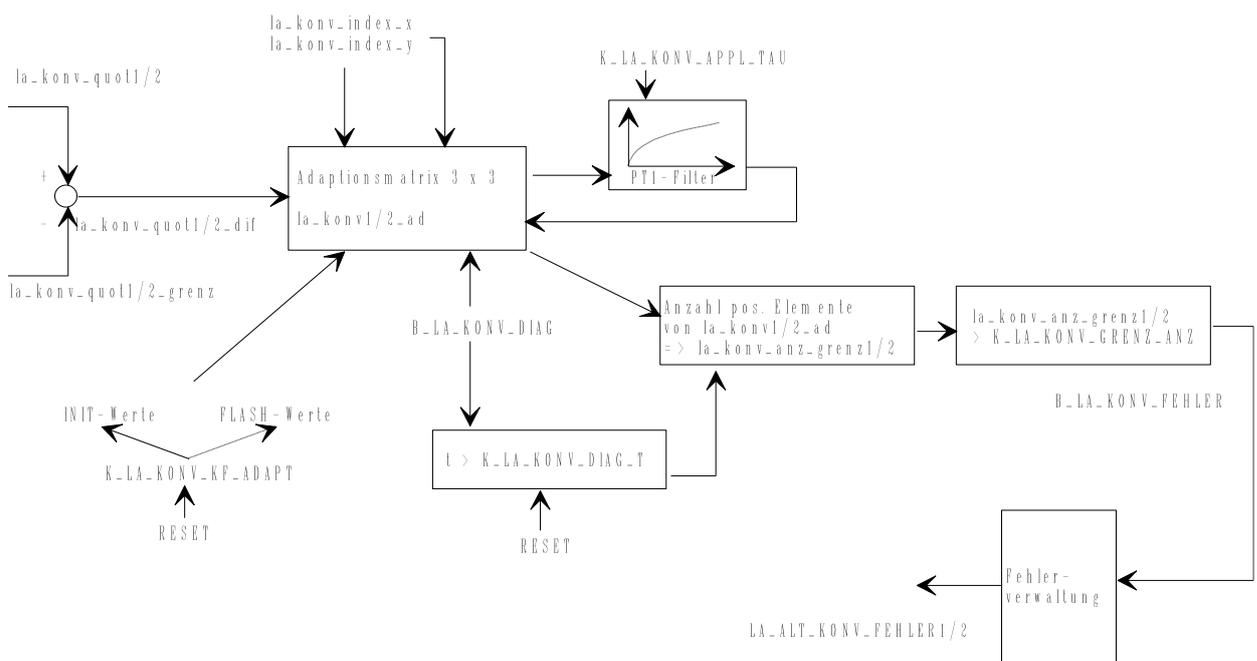
Weiterhin wird nach Ablauf dieser Mindestdiagnosezeit mit der Funktion **ed_report** entweder der Fehler der Art „**Grenzwertüberschreitung durch Alterung**“ (SH_TO_UB) oder „**kein Fehler vorhanden**“ (NO_FEHLER) in den Fehlerspeicher eingetragen.

Dieser Fehlereintrag findet nur einmalig innerhalb eines Motorlaufes statt (Entprellzähler ect. =1). Die MIL-Lampe wird angesteuert, wenn die Diagnose auf zwei aufeinanderfolgenden Driving-Cycles (DrCy) eine Grenzwertüberschreitung erkennt.

Bei der **Initialisierung** werden alle Filter/Bereiche der Adaptionsmatrix $la_konv1/2_ad$ auf solch einen **Initialisierungswert** gesetzt, der einem **guten Katalysator** entspricht. In jedem Fahrzyklus wird somit der Katalysator unbeeinflusst von seiner Vorgeschichte auf Alterung geprüft.

Es besteht allerdings die Möglichkeit über die Konstante **K_LA_KONV_KF_ADAPT** diese Initialisierung auszuschalten und dafür die nichtflüchtig abgespeicherten Werte **aus dem FLASH** auszulesen.

5.3. Graphische Darstellung der Diagnoseauswertung



	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.05.DOC



6. Applikationshinweise

Die Applikation der „KAT-Konvertierungs“-Funktion ist erst dann sinnvoll, wenn die Applikation der Lambdaregler VKAT / NKAT abgeschlossen ist und die FTP-Ergebnisse des Fahrzeuges nahe am Zielwert liegen; erst dann ist die Auswahl eines Grenz-Katalysators, der als schlecht erkannt werden muß, möglich. Bei der Applikation sollte zunächst eine Nenn-Regelsonde verwendet werden.

Applikation des Kennfeldes KF_LA_KONV_QUOT_GRENZ

Die n-/rf-Grenzen müssen so gewählt werden, daß während eines FTP72 die aufsummierte Aufenthaltsdauer in mehreren Bereichen jeweils mindesten 50-60s beträgt. Es müssen auf jeden Fall LL- bzw. LL-nahe Bereiche und Lastspitzen bei den Anfahrvorgängen ausgeschlossen werden.

Achtung: Wird die untere Grenze der Auswertung auf einen häufig auftretenden Wert gelegt, so kann die Auswertzeit erheblich verlängert werden, da bei jedem Unterschreiten der Auswertgrenze eine Wartezeit ablaufen muß.

Der Initialisierungswert darf nicht zu weit im Negativen (zu guter KAT) liegen, da sonst die zur Verfügung stehende Auswertzeit zum Einschwingen der Filter nicht genügt.

7. Variablen und Konstanten

Bit-Stelle	la_konv_st
Bit0	Ausschaltbedingung Bank1 ist vorhanden
Bit1	Ausschaltbedingung Bank2 ist vorhanden
Bit2	Diagnosezeit Bank1 ist abgelaufen
Bit3	Diagnosezeit Bank2 ist abgelaufen
Bit4	Diagnosebedingungen sind erfüllt (Bank1)
Bit5	Diagnosebedingungen sind erfüllt (Bank2)
Bit6	n-/rf-Bereichserkennung Bank1 ist aktiv
Bit7	n-/rf-Bereichserkennung Bank2 ist aktiv

Variablen:

Name	Bedeutung	Typ	Auflösung
la_konv_st	Statusvariable für KAT-Konvertierung	uc	--
la_konv_quot_grenz_of	Grenzwert für das Gütemaß, ungefiltert	uc	--
la_konv_quot_grenz	Grenzwert für das Gütemaß, gefiltert	uw	--
usv/n_w[2]	Wechselspannungsanteil d. Sondenspannung	sw	mV
usv/n_wb_ft[2]	gefilterter Betragswert d. Wechselspannungsanteils	uw	mV
la_kon_quot[2]	Gütemaß d. KAT-Konvertierung	uw	--

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.05.DOC



la_konv_quot_diff[2]	Differenz zwischen tat. Gütemaß u. theor. Güteßmaß	sw	--
la_konv_diag_time[2]	laufende Diagnosezeit	uw	s
la_konv_index_x/y	Indizes der Matrix bzw. KF_LA_KONV_DIAG_TIME		
la_konv_anz_grenz[2]	Anzahl d. fehlerhaften Bereiche in d. Adaptionmatrix	uc	--
la_konv1/2_ed	Fehlerstatusvariable	uc	--

Applikationsdaten:

Name	Typ	Bedeutung
K_LA_KONV_T_MOT	Konstante	momentane Motorlaufzeit
K_LA_KONV_AKTIV_T	Konstante	Wartezeit nach STOP-Bedingung
K_LA_KONV_N_MAX	Konstante	Drehzahlschwelle für STOP-Kriterium
K_LA_KONV_TKAT	Konstante	KAT-Temperatur für STOP-Kriterium
K_LA_KONV_DIAG_T	Konstante	Diagnosezeit der KAT-Konvertierung
K_LA_KONV_FH_TAU	Konstante	Filterkonstante Hochpassfilter
K_LA_KONV_FT_TAU	Konstante	Filerkonstante Tiefpassfilter
K_LA_KONV_WB_VKA	Konstante	Schwelle VKAT für Diagnosefreigabe
K_LA_KONV_GR_N_MIN	Konstante	untere N-Schwelle fuer Freigabe
K_LA_KONV_GR_N_MAX	Konstante	obere N-Schwelle fuer Freigabe
K_LA_KONV_GR_RF_MIN	Konstante	untere RF-Schwelle fuer Freigabe
K_LA_KONV_GR_RF_MAX	Konstante	obere RF-Schwelle fuer Freigabe
K_LA_KONV_T_UMG	Konstante	Schwelle, abh. von d. Umgebungstemperatur
K_LA_KONV_ANZ_GRENZ	Konstante	Schwelle für Fehlereintrag
K_LA_KONV_KF_ADAPT	Konstante	Konstante zum Umschalten zwischen INIT- bzw. Flash-Werten d. Applikationsmatrix
K_LA_KONV_APPL_TAU	Konstante	Filterkonstante für Matrix
KF_LA_KONV_QUOT_GRENZ	Kennfeld	Grenzwert für Diagnose guter/schlechter KAT
K_LA_KONV_KF_INIT	Konstante	Init-Wert für Adaptionmatrix

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.05.DOC



E-Power

Kraftstoffsystemdiagnose

Projekt: **MSS60**

Modul: **LAA_DIAG**

Seite 1 von 9

Projekt: MSS60

Modul: Kraftstoffsystemdiagnose

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.1.214		5.07.doc



1. ALLGEMEINES	3
2. ÜBERWACHUNG AUF ÖLVERDÜNNUNG	3
2.1. Sperren der KSD	3
2.1.1. Inkrementieren von ksd_oel_sperr	3
2.1.2. Dekrementieren von ksd_oel_sperr	4
3. KRAFTSTOFFSYSTEMDIAGNOSE	4
3.1. Ausschaltbedingungen	4
3.2. Eintrittsbedingungen	5
3.3. Diagnoseablauf	5
3.3.1. Ermittlung der Eintrittsadaption	5
3.3.2. Ermittlung der Lambdaabweichung	5
3.3.3. Diagnoseverlauf	6
4. KONSTANTEN, KENNLINIEN, KENNFELDER, VARIABLEN	8
4.1. Konstanten	8
4.2. Variablen	8

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.1.214		5.07.doc



1. Allgemeines

Für OBDII muß ein Fehler im Kraftstoffversorgungssystem erkannt werden, so daß verhindert werden kann, daß es zu einer Abweichung der Gemischvorsteuerung kommt und somit der Mittelwert des Regelfaktors von EINS abweicht.

Die Gemischadaption wird zunächst versuchen einen solchen Fehler zu lernen, um auch im dynamischen Betrieb den Fehler korrigieren zu können. Allerdings können diese additiven und multiplikativen Adaptionen nur in bestimmten Grenzen (etwa +/- 25%) Abweichungen kompensieren.

2. Überwachung auf Ölverdünnung

Bei ausgasendem Kraftstoff im Motoröl kann es bei einer Erwärmung nach Motorstart, zu einer Lambdaabweichung bis an die Magergrenze kommen. Um eine Fehldiagnose zu vermeiden, wird die KSD so lange gesperrt, bis der Kraftstoffanteil im Öl wieder unter die „kritische“ Grenze gesunken ist.

2.1. Sperren der KSD

Um die Diagnose zu sperren, wird der Zähler **ksd_oel_sperr** betrachtet.

Überschreitet dieser Zähler eine Schwelle, so wird auf Ölverdünnung erkannt:

$$\text{ksd_oel_sperr} > \text{K_KSD_OEL_SPERR_MAX}$$

⇒ BIT 7 in **ksd_st** wird gesetzt

Solange diese Bedingung gesetzt ist, wird die Kraftstoffsystemdiagnose gesperrt.

2.1.1. Inkrementieren von ksd_oel_sperr

Beim Eintritt in den Betriebszustand **START** (um auch Startabbrüche zu berücksichtigen) wird der Zähler **ksd_oel_sperr**, der **nichtflüchtig** abgespeichert wurde, abhängig von der Starttemperatur des Motors **inkrementiert** und anschließend auf die **Ölverdünnungsschwelle** **verglichen**.

$$\text{ksd_oel_sperr}(\text{neu}) = \text{ksd_oel_sperr}(\text{alt}) + \text{KL_KSD_OEL_INC}(\text{tmot_start})$$

(Begrenzung von ksd_oel_sperr auf 255)

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.1.214		5.07.doc



2.1.2. Dekrementieren von **ksd_oel_sperr**

In jedem Motorlauf wird der Maximalwert der Öltemperatur **toel_max** ermittelt.

Je nach der Max-Öl-Temperatur wird der Zähler **ksd_oel_sperr** beim Übergang zu **KL15_AUS** dekrementiert und anschließend nichtflüchtig abgespeichert.

$$\text{ksd_oel_sperr(adapt)} = \text{ksd_oel_sperr(akt)} - \text{KL_KSD_OEL_DEC(toel_max)}$$

3. Kraftstoffsystemdiagnose

Für diese Diagnose wird der **Lambdaeregler** inklusive der **Lambdaadaptionen** betrachtet und auf Überschreitungen hin überprüft. Die Funktion läuft im 100ms-Raster ab.

3.1. Ausschaltbedingungen

- der Motor läuft noch keine bestimmte Zeit **KL_KSD_T_MOT**
 - ein **Diagnosefehler** liegt vor:
 - IB_WDK_FEHLERFREI_DPR
 - B_TPU_360MODE
 - B_HFM_FEHLER
 - B_TEV_FEHLER
 - B_TEFC_FEHLER
 - B_SLS_KLEMM_FEHLER
 - B_SLV_SH_TO_GND
 - B_LA_VKAT1/2_HUB_FEHLER
 - B_LASV1/2_FEHLER
 - B_LSHV1/2_FEHLER
 - Ölverdünnung wurde erkannt (**B_KSD_OEL_SPERR**)
 - die Motortemperatur liegt noch unter der MIN-Schwelle **K_KSD_TMOT_MIN** oder schon über der MAX-Schwelle **K_KSD_TMOT_MAX**
 - die Ansauglufttemperatur größer einer Schwelle **K_KSD_TAN** ist
 - eine Wartezeit aufgrund der Betätigung der Bremse aufgezogen wurde (**B_S_BLS_TIME_LA**)
- ⇒ sobald eine dieser Ausschaltbedingungen erfüllt ist, wird in **ksd_st** das **BIT0 /BIT1** gesetzt

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.1.214		5.07.doc

3.2. Eintrittsbedingungen

Um die Diagnose freizugeben, müssen folgenden Bedingungen erfüllt sein (bankselektiv):

- der Lambdaregler muß seit einer bestimmten Zeit (Anzahl von P-Sprüngen) aktiv sein

B_LA1/2 & (la_p_spr_count1/2 > K_KSD_P_SPR)

- keine Tankentlüftungsadaption findet statt und das TE-Ventil ist zu

B_TE_LERN & tetv <= 0

- keine Ausschaltbedingung ist vorhanden

BIT0 / BIT1 in ksd_st

3.3. Diagnoseablauf

Diese Diagnose läuft kontinuierlich innerhalb des Driving Cycle ab, d.h. sobald die Diagnosezeit **K_KSD_DIAG_T abgelaufen** ist und die Fehlerbehandlung stattgefunden hat, wird der **gesamte Ablauf erneut aufgezogen**.

Sind die Einschaltbedingungen erfüllt, werden die Eintrittsadaptionen (Faktor / Offset) festgehalten, um eine definierte Abweichung zu erhalten. Es werden allerdings keine Adaptionen weggespeichert, wenn in diesem Diagnosepart ein Fehler erkannt oder einer der Fehlerzähler angezählt wurde. Grund dafür ist, daß die Adaptionenabweichungen auf die Adaptionen bezogen werden sollen, bei denen der Fehler aufgetreten ist (sonst kann ein Fehler gelernt werden).

3.3.1. Ermittlung der Eintrittsadaption

Folgende Werte werden bei jedem neues KSD - Durchlauf weggespeichert:

ksd_iaa_f1/2 = laa_f1/2

ksd_iaa_offset1/2 = laa_offset1/2

Diese Eintrittsadaptionen werden nichtflüchtig abgespeichert, so daß auch für den nächsten Driving Cycle, bei einem Fehlerfall vom richtigen Adaptionswert ausgegangen wird.

3.3.2. Ermittlung der Lambdaabweichung

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.1.214		5.07.doc



Die gesamte Lambdaabweichung setzt ich aus dem Delta der Adaptionenabweichungen, bezogen auf die Eintrittsadaptionen und dem Lambdaregler (gemittelt) zusammen:

$$\begin{aligned} \text{ksd_lam1/2} &= \text{laa_regler1/2} + \text{ksd_f1/2_delta} + \text{ksd_offset1/2_delta} \\ &= \text{laa_regler1/2} + (\text{laa_f1/2} - \text{ksd_laa_f1/2}) + \text{ksd_offset1/2_delta} \end{aligned}$$

(betriebspunktunabh. Abweichung)
““ ““

$$\text{ksd_offset1/2_delta} = ((\text{ksd_offset1/2_delta_ms} * \text{K_LAA_N_NORM}) / \text{n40}) / \text{ti_vorst}$$

$$\text{ksd_offset1/2_delta_ms} = (\text{laa_offset1/2} - \text{ksd_laa_offset1/2})$$

3.3.3. Diagnoseverlauf

Bei der Diagnose wird generell unterschieden, ob man sich im Leerlauf oder in der Teillast bewegt:

Leerlauf (eingeregelt - B_LFR_EINGEREGLT)
&&
(v < K_KSD_V):

Sobald die Lambdaabweichung **ksd_lam1/2** die MIN- bzw. MAX-Schwellen überschreitet, wird der Zeitzähler **ksd_II_max_t1/2** bzw. **ksd_II_min_t1/2** inkrementiert:

$$\text{ksd_lam1/2} > \text{K_KSD_LL_LAM_MAX} \quad \Rightarrow \quad \text{ksd_II_max_t1/2}$$

$$\text{ksd_lam1/2} < \text{K_KSD_LL_LAM_MIN} \quad \Rightarrow \quad \text{ksd_II_min_t1/2}$$

Teillast:

Hierfür gelten folgende Randbedingungen:

- Drehzahlbereich: $\text{K_KSD_N_MIN} < n < \text{K_KSD_N_MAX}$
- RF-Bereich: $\text{K_KSD_RF_MIN} < rf < \text{K_KSD_RF_MAX}$

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.1.214		5.07.doc



Sobald die Lambdaabweichung **ksd_lam1/2** die MIN- bzw. MAX-Schwellen überschreitet, wird der Zeitzähler **ksd_tl_max_t1/2** bzw. **ksd_tl_min_t1/2** inkrementiert:

ksd_lam1/2 > K_KSD_TL_LAM_MAX => ksd_tl_max_t1/2

ksd_lam1/2 < K_KSD_TL_LAM_MIN => ksd_tl_min_t1/2

Generell werden die Zähler wieder gestoppt, sobald die Schwellen wieder unterschritten / überschritten werden. Somit werden über die gesamte Diagnosezeit die Zeiten aufaddiert, in denen die Diagnoseschwellen überschritten werden.

Fehlerbehandlung:

Ist die Diagnosezeit **K_KSD_DIAG_T** abgelaufen, werden die Zeitzähler, welche die Grenzwertüberschreitungen darstellen, auf zeitliche Diagnoseschwellen überprüft. Überschreitet eine dieser Zeitzähler eine Schwelle, so wird ein Fehler eingetragen:

Wenn:

- **ksd_ll_max1/2 > K_KSD_LL_MAX_T**

⇒ **ksd1/2_ed : KSD1/2_FEHLER SH_TO_UB**

- **ksd_ll_min1/2 > K_KSD_LL_MIN_T**

⇒ **kds1/2_ed: KSD1/2_FEHLER SH_TO_GND**

- **ksd_tl_max1/2 > K_KSD_TL_MAX_T**

⇒ **ksd1/2_ed: KSD1/2_FEHLER OPENLOAD**

- **ksd_tl_min1/2 > K_KSD_TL_MIN_T**

⇒ **ksd1/2_ed: KSD1/2_FEHLER UNPLAUSIBEL**

Um kurzzeitige Abweichung zu erkennen, welche zwar noch zu keinem Fehlereintrag geführt haben, werden Info-Variablen gesetzt - d.h. dies sind Zähler (**ksd_ll_max_trig1/2**, **ksd_ll_min_trig1/2**, **ksd_tl_min_trig1/2** und **ksd_tl_max_trig1/2**), die hochgezählt werden, sobald Über-/Unterschreitungen erkannt wurden (**ksd_ll/tl_min/max_t1/2 != 0**). Diese Info-Variablen findet man auch im DS2-Tool - keine nichtflüchtige Speicherung, da das Ganze immer auf einen Motorlauf bezogen sein soll - die Aussagekraft sinkt, wenn es auf das gesamte Motorleben bezogen werden würde!!!.

Wird keine der Schwellen überschritten, so wird ein eingetragener Fehler geheilt.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.1.214		5.07.doc



4. Konstanten, Kennlinien, Kennfelder, Variablen

4.1. Konstanten

K_KSD_N_MAX	Max. Drehzahlschwelle für TL-Diagnose
K_KSD_N_MIN	Min. Drehzahlschwelle für TL-Diagnose
K_KSD_RF_MAX	Max. RF-Schwelle für TL-Diagnose
K_KSD_RF_MIN	Min. RF-Schwelle für TL-Diagnose
K_KSD_TMOT_MIN/MAX	Ein-/Ausschaltbedingung: TMOT-Schwellen
K_KSD_TAN	Einschaltbedingung: TAN-Schwelle
K_KSD_P_SPR	Einschaltbedingung: Anzahl P-Sprüngen d. Lambdareglers
K_KSD_V	Geschwindigkeitsschwelle für LL-Diagnose, da sonst Fehlerkennungen möglich
K_KSD_LL_LAM_MAX	obere Schwelle im LL für Lambdaabweichung -> ab hier wird der Zeitähler für die Überschreitung erhöht
K_KSD_LL_LAM_MIN	untere Schwelle im LL für Lambdaabweichung -> ab hier wird der Zeitähler für die Unterschreitung erhöht
K_KSD_TL_LAM_MAX	obere Schwelle in TL für Lambdaabweichung -> ab hier wird der Zeitähler für die Überschreitung erhöht
K_KSD_TL_LAM_MIN	untere Schwelle im LL für Lambdaabweichung -> ab hier wird der Zeitähler für die Unterschreitung erhöht
K_KSD_LL_MAX_T	Diag.Schwelle/LL für den Zeitähler d. Überschreitungen
K_KSD_LL_MIN_T	Diag.Schwelle/LL für den Zeitähler d. Unterschreitungen
K_KSD_TL_MAX_T	Diag.Schwelle/TL für den Zeitähler d. Überschreitungen
K_KSD_TL_MIN_T	Diag.Schwelle/TL für den Zeitähler d. Unterschreitungen
K_KSD_DIAG_T	Diagnosezeit fuer KSD
K_KSD_OEL_SPERR_MAX	Schwelle für die Erkennung Sprit im Öl
KL_KSD_T_MOT	Zeit, die der Motor gelaufen sein muß, bevor die Diagnose beginnen darf
KL_KSD_OEL_INC	Erkennung auf Ölverdünnung - Inkrement, abh. von tmot_start beim START
KL_KSD_OEL_DEC	Erkennung auf Ölverdünnung - Dekrement, abh. von toel_max bei KL15_AUS

4.2. Variablen

laa_schw_st1/2	Statusbyte der Adaptionsschwellschwellen Bit 0: obere Adaptionsoffsetschwelle überschritten Bit 1: untere Adaptionsoffsetschwelle unterschritten Bit 2: obere Adaptionfaktorschwelle überschritten Bit 3: untere Adaptionfaktorschwelle unterschritten Bit 4: Begrenzung des Adaptionsoffsets ist aktiv Bit 5: Begrenzung des Adaptionfaktors ist aktiv
----------------	---

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.1.214		5.07.doc



Bit 6:

Bit 7:

laa_f1/2	Adaptionfaktor 1 bzw. 2
laa_offset1/2	Adaptionoffset 1 bzw. 2 ohne Drehzahlgewichtung mit 32 bit Auflösung
ksd1/2_ed	Fehlervariable fuer KSD
ksd_st	Statusbyte für KSD-Diagnose Bit 0: Abbruchbedingung Bank1 ist vorhanden Bit 1: Abbruchbedingung Bank2 ist vorhanden Bit 2: Startadaptionen Bank1 wurden weggespeichert Bit 3: Diagnosezeit Bank1 ist abgelaufen Bit 4: Startadaptionen Bank2 wurden weggespeichert Bit 5: Diagnosezeit Bank2 ist abgelaufen Bit 6: ----- Bit 7: Ölverdünnung wurde erkannt
ksd_laa_f1/2	Adaptionsfaktor1/2 beim Start der KSD
ksd_laa_offset1/2	Adaptionoffset1/2 beim Start der KSD (laa_offset1/2)
ksd_f1/2_delta	Delta zwischen Adaptionsfaktor beim Start d. KSD u. aktuellem Adaptionsfaktor
ksd_offset1/2_delta_ms	Delta zwischen Adaptionoffset beim Start d. KSD u. aktuellem Adaptionoffset in ms
ksd_offset1/2_delta	Betriebspunktunabhängiger Adaptionoffset in %
ksd_lam1/2	gesamte Lambdaabweichung (gemittelter Lambdawert + Delta Faktor[%] + Delta Offset[%])
ksd_ll_max_t1/2	Zeit, in der die gesamte Lambdaabweichung die max. Schwelle im LL überschritten hat
ksd_tl_max_t1/2	Zeit, in der die gesamte Lambdaabweichung die max. Schwelle in d. TL überschritten hat
ksd_ll_min_t1/2	Zeit, in der die gesamte Lambdaabweichung die min. Schwelle im LL unterschritten hat
ksd_tl_min_t1/2	Zeit, in der die gesamte Lambdaabweichung die min. Schwelle in d. TL unterschritten hat
ksd_diag_time1/2	Diagnosezeit der KSD
ksd_oel_sperr	Zähler für die Erkennung auf Ölverdünnung
ksd_tl/ll_min/max_t1/2	Info-Variablen, um Über-/Unterschreitungen, auch ohne Fehlereinträge zu erkennen

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.1.214		5.07.doc



Projekt: MSS60

Modul: Diagnose der Lambdasondenheizung

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.10.doc



1. ALLGEMEINES	3
2. EINSCHALTBEDINGUNG FÜR DIE DIAGNOSE	3
3. HEIZLEISTUNGSDIAGNOSE ANHAND EINER WIDERSTANDSPRÜFUNG	4
3.1. Prüfkriterien	4
3.2. Fehlerprüfung	4
4. ERMITTLUNG DES HEIZERWIDERSTANDS	5
4.1. Strommessung über den Treiberbaustein	5
4.2. Widerstandsermittlung des Heizers	6
5. LSH-TREIBERDIAGNOSE	6
6. KONSTANTEN UND VARIABLEN	7
6.1. Konstanten	7
6.2. Variablen	8

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.10.doc



1. Allgemeines

Die Lambdasondenheizung wird mit zwei Diagnosefunktionen überprüft:

- elektrische Diagnose
- Diagnose der Heizleistung

Die elektrische Diagnose wird über eine Treiberdiagnose durchgeführt. Der Treiber liefert die Informationen, ob es sich um einen Kurzschluß nach Masse, nach UBATT oder ob es sich um eine Unterbrechung handelt.

Zur Diagnose der Heizleistung wird für jeden Abgasstrang der Heizerstrom der VKAT- bzw. NKAT-Sondenheizung verwendet. Der Strom läßt sich über den für die Sondenheizung verwendeten Treiber messen. Die Ermittlung des Heizerstroms erfolgt alle 10ms, die Diagnose selber im Background Task.

2. Einschaltbedingung für die Diagnose

Beide Diagnosefunktionen besitzen gemeinsame Einschaltbedingungen.

Da der Heizerwiderstand bei einer kalten Sonde zuerst niederohmig ist, wird hier noch keine Diagnose angestoßen. Die Sondenheizung wird zunächst solange maximal geheizt, bis die Betriebsbereitschaft der Sonde erreicht wird. Dann wird mit verminderter Heizleistung geheizt bis der Taupunkt überschritten wird. Um sicher zu gehen, daß der Heizerstrom auf seinen stationären Wert gefallen ist, wird nach der Bedingung des Taupunktüberschreitung noch eine gewisse Zeit gewartet, bis mit der Diagnose begonnen wird.

Bedingungen:

- alle Einschaltbedingungen für die Lambdasondenheizung sind erfüllt
 - => B_LSHV1/2_EIN für die VKAT-Sonden
 - B_LSHN1/2_EIN für die NKAT-Sonden
- der Taupunkt für die einzelnen Sonden ist überschritten
 - => !B_LSHV1/2_TAUP für die VKAT-Sonden
 - !B_LSHN1/2_TAUP für die NKAT-Sonden
- die Taupunktbedingung ist für die Zeit K_LSHV/N_TAUP_T erfüllt (die Zeit wird erst dann aufgezogen, wenn die Heizung eingeschalten wird)
- die Batteriespannung ubatt > K_ED_UBMIN ist
- die LS-Heizung nicht über DS2 angesteuert wird (!B_LSHxx_DS2)
- Überprüfung, ob es sich um einen einflutig bzw. zweiflutigen Abgasstrang handelt. (B_CFG_S50 || B_CFG_S62)

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.10.doc



3. Heizleistungsdiagnose anhand einer Widerstandsprüfung

3.1. Prüfkriterien

Als Diagnosekriterium wird der Heizerwiderstand der Sonden verwendet.

Für die VKAT und die NKAT-Sonden werden unterschiedliche Widerstandsschwellen verwendet

VKAT: K_LSHV1/2_DIAG_RO	obere Diagnoseschwelle	(ca. 18,6 Ohm)
K_LSHV1/2_DIAG_RU	untere Diagnoseschwelle	(ca. 4,5 Ohm)
NKAT: K_LSHN1/2_DIAG_RO	obere Diagnoseschwelle	(ca. 18,6 Ohm)
K_LSHN1/2_DIAG_RU	untere Diagnoseschwelle	(ca. 4,5 Ohm)

3.2. Fehlerprüfung

Fehler - Heizleistung zu gering:

Ergibt die Widerstandsprüfung, daß der Heizerwiderstand

für die VKAT-Sonde:

$$\text{lshv_diag_r1 bzw. lshv_diag_r2} > \text{K_LSHV1/2_DIAG_RO}$$

für die NKAT-Sonde:

$$\text{lshn_diag_r1 bzw. lshn_diag_r2} > \text{K_LSHN1/2_DIAG_RO}$$

so ist die Heizleistung der Sondenheizung zu gering und es wird ein Fehler erkannt.

Fehler - Heizleistung zu hoch/ keine Heizleistung:

Ergibt die Widerstandsprüfung, daß der Heizerwiderstand

für die VKAT-Sonde:

$$\text{lshv_diag_r1 bzw. lshv_diag_r2} < \text{K_LSHV1/2_DIAG_RU}$$

für die NKAT-Sonde:

$$\text{lshn_diag_r1 bzw. lshn_diag_r2} < \text{K_LSHN1/2_DIAG_RU}$$

so ist die Heizleistung der Sondenheizung zu hoch oder es ist keine Heizleistung vorhanden; somit wird ein Fehler erkannt.

Mit Hilfe der Diagnosefunktion **ed_report**, wird sobald einer dieser Fehler festgestellt wird, die Fehlerart „**UNPLAUSIBEL**“ in den Fehlerspeicher eingetragen.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.10.doc



kein Fehler - Widerstandswert liegt innerhalb der Schwellen:

Liegt man mit dem ermittelten Widerstand des Heizers innerhalb der oberen und unteren Schwelle, so ist kein Fehler zu erkennen; d.h. die Lambdasondenheizung arbeitet ordnungsgemäß. Falls im Fehlerspeicher ein Fehler der Art „UNPLAUSIBEL“ eingetragen ist, wird nun die Funktion **ed_report** mit der Fehlerart „Kein Fehler“ aufgerufen, um diesen zu heilen.

4. Ermittlung des Heizerwiderstands

4.1. Strommessung über den Treiberbaustein

Der für die Lambdasondenheizung verwendete *Treiber ATM38* wird dazu verwendet, den Heizerstrom zu messen.

Die Erfassung der Treiberspannung geschieht am Slave an den Ports PQA4 - PQA7 (LHV1, LHV2, LHN1 und LHN2).

Diese Spannungswerte werden vom A/D-Wander in einen 10Bit-Wert umgewandelt (0V = 0; 5V = 1024) und in den Variablen AD_KANAL_LSHV1/2 und AD_KANAL_LSHN1/2 abgespeichert.

Es muß jedoch darauf geachtet werden, daß die Spannung bei keiner LSH-Ansteuerung 5V beträgt und bei einer Ansteuerung entsprechend sinkt. Das Signal ist somit invertiert, was softwaremäßig ausgeglichen wird.

Spannungsaufbereitung:

Laut Datenblatt:

$$i_{Ish} = u_{Ish} * 650 / 681 \text{ Ohm}$$

$$u_{Ish} = 5V - AD_KANAL\text{-Wert}$$

Im Prozessor:

$$Ishx_{iy_ad} = 1024 - AD_KANAL_LSHxy$$

Umrechnung in Stromwert: HEX / 215 für die Anzeige

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.10.doc



4.2. Widerstandsermittlung des Heizers

Da die Batteriespannung eine bekannte Systemgröße ist, kann man mit Hilfe des ermittelten Stroms auf den tatsächlichen Heizerwiderstand schließen.

$$Ishx_diag_ry = ub * LSH_OHM_FAK / Ishx_iy$$

Ishx_diag_ry: Widerstand des Heizers der VKAT- bzw. NKAT-Sonden
 Ishx_iy: Heizerstrom der VKAT- bzw. NKAT-Sonden
 ub: gemessene Batteriespannung
 LSH_OHM_FAK: Umrechnungsfaktor vom AD-Wert zum Stromwert (215dez)

Diese Widerstandsermittlung wird alle 10ms durchgeführt.

Da die Sondenheizung pulsweitenmoduliert angesteuert wird mit einer Periodendauer von 200msec, führt man, um den tatsächlichen Widerstandswert zu erhalten, eine Mittelung des Stroms durch. Hierfür wird über 2 Perioden alle 10ms ein Meßwert (AD-Wert) abgespeichert und aufsummiert. Auf diese Weise kann man nun über 40 Meßwerte einen Mittelwert errechnen. Dieser gemittelte Strom ist allerdings noch nicht der tatsächliche Stromwert, da die Mittelung auch über LOW-Zeiten des PWM-Signals geht. Es muß deshalb das verwendete Tastverhältnis mit eingerechnet werden.

Stromwertermittlung:

$$Ishx_iy = Ishx_iy_sum * (100/LSH_I_SUM_FAK) / Ishxy_ta$$

Ishxy_ta: Tastverhältnis für LSH- VKAT bzw. NKAT
 Ishx_iy_sum: aufsummierte Stromwerte
 LSH_I_SUM_FAK: 40 Meßwerte

5. LSH-Treiberdiagnose

Der LSH -Treiber **ATM38** diagnostiziert weiterhin folgende elektrische Fehler:

- openload = Unterbrechung
- Kurzschluß nach UB
- Kurzschluß nach Masse

Bei der Treiberbausteineauswertung muß jedoch beachtet werden, daß das Auslesen des Treibers winkelsynchron erfolgt. Um „turbo-Effekte“ zu vermeiden, darf die Treiberdiagnose nicht mehrmals innerhalb der LSH-Periodendauer stattfinden (treiberspezifisch). Da die

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.10.doc



Heizleistungsdiagnose nach jeder zweiten Periodendauer stattfindet, wird diese Diagnose ebenfalls in diesem Raster durchgeführt.

Die Treiberdiagnose ist priorer als die Heizleistungsdiagnose, was bedeutet, daß ein von der elektr. Diagnose eingetragener Fehler durchkommt und die Heizleistungsdiagnose übergangen wird.

Mit Hilfe der Diagnosefunktion **ed_report**, wird sobald ein Fehler festgestellt wird, die entsprechende Fehlerart in den Fehlerspeicher eingetragen.

Liegt kein elektr. Fehler vor und ist im Fehlerspeicher ein Fehler der Art „SH_TO_UB, SH_TO_GND oder OPENLOAD“ eingetragen, wird die Funktion **ed_report** mit der Fehlerart „Kein Fehler“ aufgerufen, um diesen zu heilen.

Folgende Übergabeparameter an den **ed_report** sind nun in Summe möglich:

- 0x00: kein Fehler (NO_FEHLER)
- 0x01: short to battery (SH_TO_UB)
- 0x02: short to ground (SH_TO_GND)
- 0x04: openload
- 0x08: unplausibel (Heizleistung)

Sobald ein Fehler in den Fehlerspeicher eingetragen wird, wird der Zustand B_LSHV1/2_FEHLER für die VKAT- bzw. B_LSHN1/2_FEHLER für die NKAT-Sonde gesetzt.

Ein Diagnosefehler der Sondenheizung hat Einfluß auf:

- die Freigabe des NKAT-Reglers (laaktiv.c)
- die Sondendiagnose des VKAT's und NKAT's (ladiag.c)
- Katalysatorkonvertierung (la_obd.c)
- Lambdasondenalterungüberwachung (la_obd.c)

6. Konstanten und Variablen

6.1. Konstanten

K_LSH_TAUP_T	Zeit, die abgelaufen sein muß nach dem Überschreiten des Taupunktes
K_LSHV1_DIAG_RU	untere Widerstandsschwelle für die Diagnose VKAT1
K_LSHV2_DIAG_RU	untere Widerstandsschwelle für die Diagnose VKAT2
K_LSHN1_DIAG_RU	untere Widerstandsschwelle für die Diagnose NKAT1
K_LSHN2_DIAG_RU	untere Widerstandsschwelle für die Diagnose NKAT2

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.10.doc



K_LSHV1_DIAG_RO	obere Widerstandsschwelle für die Diagnose VKAT1
K_LSHV2_DIAG_RO	obere Widerstandsschwelle für die Diagnose VKAT2
K_LSHN1_DIAG_RO	obere Widerstandsschwelle für die Diagnose NKAT1
K_LSHN2_DIAG_RO	obere Widerstandsschwelle für die Diagnose NKAT2

6.2. Variablen

Ishv_i1/2	Stromwert VKAT1/2
Ishn_i1/2	Stromwert NKAT1/2
Ishv_i1_ad	„invertierter“ AD-Wert VKAT2 (Strom)
Ishn_i2_ad	„invertierter“ AD-Wert NKAT2 (Strom)
Ishv_i1/2_counter	Zähler, um die Stromwerte VKAT1/2 aufzusummieren
Ishn_i1/2_counter	Zähler, um die Stromwerte NKAT1/2 aufzusummieren
Ishv_i1/2_sum	aufsummierte AD-Werte VKAT1/2
Ishn_i1/2_sum	aufsummierte AD-Werte NKAT1/2
Ishv_diag_r1	tatsächlicher Widerstandswert VKAT1
Ishv_diag_r2	tatsächlicher Widerstandswert VKAT2
Ishn_diag_r1	tatsächlicher Widerstandswert NKAT1
Ishn_diag_r2	tatsächlicher Widerstandswert NKAT2
Ishv1/2_ed	Fehlerstatusvariable für VKAT1/2
Ishn1/2_ed	Fehlerstatusvariable für NKAT1/2
Ishv1/2_tr_ed	Treiberstatusvariable für VKAT1/2
Ishn1/2_tr_ed	Treiberstatusvariable für NKAT1/2

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	13.01.2021		5.10.doc



Projekt: **MSS60**

**Modul: Treiber Diagnose Relais
Lambdasondenheizung**

Version: 1.0

Datum: 13.03.2005

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-6	13.01.20215	J. Weber	5.11.doc



x. Allgemeines

Die Treiber Diagnose des Lambdasonden-Heizungs Relais läuft auf dem Master.

x.1 I/O Status vorgeben

Das Ansteuern des LSH-Relais erfolgt über die Funktion **Ish_write** (unsigned char dummy, unsigned char period, unsigned char tastverhältnis). Diese Funktion wird von der DS2-Software aufgerufen und läuft auf DS2-Tasklevel.

Da der Ausgang nicht als PWM konfiguriert werden kann, wird die Periodendauer nicht berücksichtigt.

Das Tastverhältnis hat einen Wertebereich von 0% oder 100%, wobei 0% "aus" und 100% "ein" bedeutet.

Folgende Returnvalues können zurückgegeben werden:

- 00: Stellglied wird ordnungsgemäß angesteuert
- 01: Ansteuerung nicht vorgesehen
- 02: Stellglied nicht ansteuerbar

Diese Funktion wird nicht bei **B_NL** und nicht bei **B_KLA** ausgeführt.

Durch Setzen von Bit 7 in **ed_Ish** wird das Ansteuern des LSH-Relais durch die Funktionssoftware verhindert.

Die Funktion **Ish_write_undo** überprüft, ob die DS2 Ansteuerung beendet werden soll. Ist **B_DIAG** nicht mehr erfüllt, dann wird die Ansteuerung beendet. **Ish_write_undo** wird in der Backgroundtask aufgerufen.

x.2 ELU-Treiber Diagnose

Der SLP-Treiber HIP81 von Harris kann folgende Fehler Diagnostizieren:

- open load = Unterbrechung
- Kurzschluss nach UB
- Kurzschluss nach Masse
- Übertemperatur

Der Treiberstatus wird winkelsynchron (alle 720 °KW) ausgelesen und über 100 msec "gemittelt". In der Backgroundtask wird der Treiberstatus auf Fehler überprüft und die Fehlerauswerteroutine aufgerufen.

Diese Routine heißt **ed_report**(unsigned char fehler, unsigned char fehlerart).

Die Routine trägt nach einer bestimmten Fehlerhäufigkeit den Fehler in den Fehlerspeicher ein.

Der Übergabeparameter für den Fehler ist:

- 129: **LSH_FEHLER** LSH-Relais Treiberfehler

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-6	13.01.20215	J. Weber	5.11.doc



Die Übergabeparameter für die Fehlerart an **ed_report** sind folgende Werte:

0x00:	kein Fehler
0x01:	short to battery
0x02:	short to ground
0x04:	open load
0x08:	Übertemperatur

Bei der Auswertung des Treiberstatus wird unterschieden, ob das LSH-Relais angesteuert, oder ob es ausgeschaltet ist.

Bei ausgeschaltetem LSH-Relais können die Fehlerarten "short to ground", "open load" und "overtemperatur" ausgewertet werden.

Bei angesteuertem LSH-Relais können die Fehlerarten "short to battery" und "overtemperatur" ausgewertet werden.

Der Treiberstatus wird nur ausgewertet, wenn

- **B_ML** oder **B_MS** und
- (**ub** > **K_ED_UBMIN**) und
- der E-Lüfter nicht über DS2 angesteuert wird und
- eine neue Treiberstatusinformation vorliegt

Der Treiberstatus steht in der Variablen **ed_Ish**.

Fehler	Auswirkung	Maßnahme
open load	LSH-Relais kann nicht angesteuert werden	Fehlerspeichereintrag
short circuit +	LSH-Relais kann nicht angesteuert werden	Fehlerspeichereintrag
short circuit -	LSH-Relais ist ständig angesteuert und kann nicht ausgeschaltet werden	Fehlerspeichereintrag
overtemperatur	Treiber schaltet selbstständig ab und kann weder ein noch ausgeschaltet werden	Fehlerspeichereintrag

x.3 Variablen

ed_Ish

Statusbyte Diagnose LSH-Relais

- Bit 0: open load
- Bit 1: short to ground
- Bit 2: short to battery
- Bit 3: (unplausibler Wert)
- Bit 4: -
- Bit 5: Fehlerzähler größer 0
- Bit 6: Fehler im Fehlerspeicher eingetragen (**B_LSH_FEHLER**)
- Bit 7: Ansteuerung durch DS2

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-6	13.01.20215	J. Weber	5.11.doc



E-Power

Relativer Öffnungsquerschnitt

Projekt: **MSS60** Modul:

Seite 1 von 7

MSS60

Tankentlüftung

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		05.12.04		6.doc



Inhaltsverzeichnis: (automatisch aus Kapitelüberschriften)

1. Relativer Öffnungsquerschnitt.....	3
1.1. Absolute Öffnungsquerschnitt.....	3
1.2. Minimaler Öffnungsquerschnitt.....	3
1.3. Maximale Öffnungsquerschnitt.....	3
1.4. Relative Öffnungsquerschnitt.....	3

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		05.12.04		6.doc



1. ALLGEMEINES

Die Tankentlüftung geschieht über das Tankentlüftungsventil das pulweitenmoduliert angesteuert wird.

Die Periodendauer des Ventiles beträgt 105 msec, die Auflösung 3,21 usec.

Es gibt eine **Spülphase** in der der AKF gespült wird und es gibt **eine Lern- oder Grundadaptionphase** in der die Lambdaadaption aktiv ist und das TEV geschlossen ist.

1.1. EINSCHALTBEDINGUNGEN

Das aller erste Mal kommt man in die Spülphase, wenn $t_{mot} > K_{TE_TMOT}$ und
Lambdaregler aktiv (B_{LAX}) oder $t_l > KL_{TE_N_TL}$ und
Lambdareglerfaktor $la_f_reglerx > K_{TE_LA_MIN}$ ist.

1.2. SPUELPHASE

Aus der Spülphase kommt man nach Ablauf der Spuelzeit in die Grundadationsphase.

$te_t_spuel > K_{TE_T_SPUEL_MIN} + K_{TE_T_SPULE}$

oder

(B_{HFM_FEHLER} und $t_l < KL_{TE_N_TL}$)

oder

$te_t_spuel > K_{TE_SPUEL_MIN}$ und $teax_f > K_{TEA_FMAX}$

In der Spülphase gibt es 4 weitere Zustände zwischen denen je nach Situation gewechselt wird.

Das Öffnen und Schließen des Ventils geschieht über den Ventiltfaktor te_f_ventil , der über verschieden Rampen rauf und runter gefahren wird.

Wichtig: Die Ventilöffnungsdauer wird bei einem positivem Sprung über einen Tiefpaß mit der Zeitkonstante $K_{TE_TVTE_TAU}$ gefiltert.

Das Ventil startet bei der minimalen Öffnungsdauer von $K_{TE_TV_MIN}$ und wird unterhalb dieser sofort auf 0 gesetzt.

1.2.1 ADAPTION

Während der Spülphase wird die Lambdaadaption ausgeschaltet und die Tankentlüftungsadaption übernimmt dessen Funktion und sorgt dafür das der Lambdaregler wieder um 1,0 regelt. Die Tankentlüftungsadaption läuft nur bei aktiver Lambdaregelung.

Der Adaptionfaktor wird abregelt mit der RAMPE $K_{TEA_AB_SA}$ wenn,
 B_{SA} oder

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		05.12.04		6.doc



B_HFM_FEHLER oder
 B_TE_DS2 oder
 B_SLP_DS2

Der Adaptionfaktor wird abgeregelt mit der RAMPE K_TEA_AB_TL_SCH wenn,
 $tl > KL_TE_N_TL$

Der Adaptionfaktor wird abgeregelt mit der RAMPE K_TEA_AB_TLLA wenn,
 $tl < KL_TE_N_TL$ und $!B_LA$

Der Adaptionfaktor wird abgeregelt mit der RAMPE K_TEA_AB_LERN wenn,
 man die Spülphase verläßt.

Der Adaptionfaktor wird wie folgt berechnet:

$$teax_f = teax_f + (1,0 - la_f_reglrx) / K_TEA_TAU2$$

Der Adaptionfaktor wird begrenzt auf K_TEA_FMIN und K_TEA_FMAX.

1.2.2 ZUSTAND: B_TE_NORM

Dieser Zustand ist der normale Zustand der Tankentlüftung.

Ventilsteuerung:

In diesem Zustand wird das Tastverhältnis für die Ventilansteuerung aus dem
 $KF_TE_N_TL_TVTE$ errechnet oder bei B_LL aus der Konstante $K_TE_TVTE_LL$.

Das Ventil wird bis zu diesem Wert über den Faktor te_f_ventil mit der Rampe K_TE_AUF
 aufgeregelt.

Dannach wird dieser Faktor te_f_ventil mit der RAMPE K_TE_AUF1 aufgeregelt, jedoch nur bis
 entweder der Tankentlüftungsadaptionfaktor den Wert K_TEA_FMIN1 unterschreitet oder der
 Faktor te_f_ventil den Endwert von $K_TE_F_VENTIL_MAX$ erreicht hat.

Austrittsbedingungen:

Aus dem Zustand B_TE_NORM tritt man aus in den Zustand

- a.) B_TE_SA bei Schubabschalten B_SA
- b.) B_TE_LIMIT , wenn $tmot < K_TE_TMOT$
 $tl < KL_TE_N_TL$ und $!B_LA$
 $la_f_reglrx < K_TE_LA_MIN$

1.2.3 ZUSTAND: B_TE_SA

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		05.12.04		6.doc



Dieser Zustand wird bei Schubanschlüssen angenommen.

Ventilsteuerung:

In diesem Zustand wird das Ventil sofort geschlossen in dem der Faktor te_f_ventil auf 0 gesetzt wird.

Austrittsbedingungen:

Aus dem Zustand B_TE_SA tritt man aus in den Zustand

- a.) B_TE_NACH_SA wenn !B_SA

1.2.4 ZUSTAND: B_TE_NACH_SA

Dieser Zustand wird nach einer Schubphase angenommen.

Ventilsteuerung:

In diesem Zustand wird das Tastverhältnis für die Ventilansteuerung aus dem $KF_TE_N_TL_TVTE$ errechnet oder bei B_LL aus der Konstante $K_TE_TVTE_LL$.

Das Ventil wird bis zu diesem Wert über den Faktor te_f_ventil mit der Rampe K_TE_AUF aufgeregelt.

Dannach wird dieser Faktor te_f_ventil mit der RAMPE K_TE_AUF1 aufgeregelt, jedoch nur bis entweder der Tankentlüftungsadaptionfaktor den Wert K_TEA_FMIN1 unterschreitet oder der Faktor te_f_ventil den Endwert von $K_TE_F_VENTIL_MAX$ erreicht hat.

Austrittsbedingungen:

Aus dem Zustand B_TE_NACH_SA tritt man aus in den Zustand

- a.) B_TE_LIMIT wenn $tl < KL_TE_N_TL$ und $(la_f_reglrx < K_TE_LA_MIN$ oder !B_LA)
- b.) B_TE_SA bei Schubabschlüssen (= B_SA)

1.2.5 ZUSTAND: B_TE_LIMIT

Dieser Zustand ist die Grenzwertregelung, d. h. der AKF ist so voll, daß der Lambdaregler den Grenzwert $K_TE_LA_MIN$ unterschreiten würde.

Ventilsteuerung:

In diesem Zustand wird das Ventil über den Faktor te_f_ventil mit der Rampe K_TE_LIMIT abgeregelt.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		05.12.04		6.doc

**Austrittsbedingungen:**

Aus dem Zustand B_TE_LIMIT tritt man aus in den Zustand

a.) B_TE_NORM wenn
 $t_{mot} > K_{TE_TMOT}$ und
 $(t_l > K_{L_TE_N_TL} \text{ oder } B_LA)$ und
 $la_f_reglerx > K_{TE_LA_MIN}$

b.) B_TE_SA bei Schubabschalten (= B_SA)

1.3. LERN- ODER GRUNDADAPTIONSPHASE

Nach Ablauf der Spuelzeit gelangt man in die Grundadaptionphase. Es wird die Lambdadaption wieder freigegeben, wenn das Ventil ganz geschlossen ist und die allgemeinen Lambdadaptionsbedingungen gültig sind (siehe Lambdadaption).

Ventilsteuerung:

In diesem Zustand wird das Ventil über den Faktor te_f_ventil mit der Rampe $K_{TE_ZU_LERN}$ abgeregelt.

Austrittsbedingungen:

Aus dem Zustand B_TE_LERN tritt man aus in den Zustand

a.) B_TE_SPUEL wenn $te_t_lern > K_{TE_T_LERN}$

2. VIRTUELLES VERGESSEN DER ADAPTION UND DER VENTILÖFFNUNGSDAUER

Jedesmal, wenn der Adaptionsfaktor vergessen werden soll, wird auch virtueller Vergessenfaktor $tea_f_virtuell$ über eine langsame Rampe $K_{TEA_AB_VIRTUELL}$ abgeregelt.

Nachdem die Bedingungen für Vergessen nicht mehr erfüllt sind, wird für den Adaptionswert ein Startwert wie folgt berechnet:

$$teax_f = 1,0 + (teax_f_start - 1,0) * tea_f_virtuell$$

wobei $teax_f_start$ der Wert vor der Vergessenphase war.

Nachdem die Bedingungen für Vergessen nicht mehr erfüllt sind, wird für den Ventilmfaktor te_f_ventil ein Startwert wie folgt berechnet:

$$te_f_ventil = te_f_ventil_start * tea_f_virtuell$$

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		05.12.04		6.doc



wobei te_f_ventil_start der Wert vor der Vergessenphase war.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		05.12.04		6.doc



MSS60

Modulbeschreibung

Tankentlüftung „Funktional Check“ TEFC (V416)

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		20.09.200		62.DOC



1 Allgemeines

Die Diagnose hat die Aufgabe, die Funktion der Tankentlüftung anhand der Motorreaktion zu überprüfen

1.1 Methode

Zweistufiges Verfahren:

1. TEA-Messung:

Adaptionsfaktor $tea_f_{1/2}$ unterhalb einer Schwelle (Beladungsgrad)

Falls n.i.O, dann:

2. LL-Messung:

Aktives Öffnen und Schließen des TEV und beobachten der Reaktion des Leerlaufreglers (Soll-Luftmasse) und der Leerlauf-Drehzahl

Parallel wird weiterhin die TEA-Messung durchgeführt.

Sobald ein Kriterium erfüllt ist, wird der Funktional Check als i.O. gewertet.

2 Funktionsbeschreibung

Die Funktion läuft im 200ms-Raster.

Generelle Vorbedingungen für TEA und LL-Messung:

- elektrische Diagnose TEV i.O (B_TEV_FEHLER)
- Kein Fehler Leerlaufsteller (B_ZWD_FEHLER)
- Kein Fehler EDK (SK_EGAS_ZUSTAND < 2)
- Kein HFM-Fehler (B_HFM_FEHLER)
- Kein Vanos-Fehler (B_VAN_FEHLER)
- Keine Sekundärlufteinblasung (B_SLP_ON)
- Kein Katheizen
- Nach Motor Start muss die Zeit **K_TEFC_DELAY** abgelaufen sein
- TEV muß in B_TE_NORM sein
Damit muß der Lamda-Regler aktiv und all seine Bedingungen erfüllt sein.

2.1 Überprüfung Tankentlüftungs-Adaptionsfaktor TEA (TEA-Messung)

Zusätzliche Bedingungen für TEA-Messung:

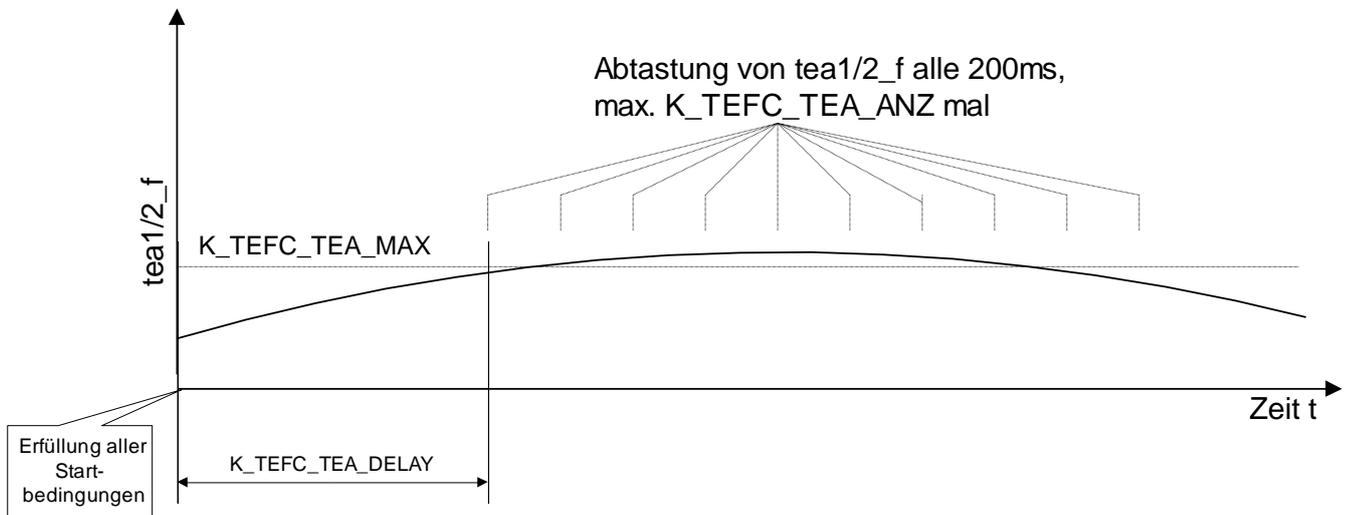
- Betriebsbereich innerhalb eines Fensters (**K_TEFC_N_MIN, K_TEFC_N_MAX, K_TEFC_RF_MIN, K_TEFC_RF_MAX**)
- keine zu große Dynamik n, rf (B_N_DYNAMIK, B_RF_DYNAMIK), kann mit **K_TEFC_CFG** ausgenommen werden

Ab Eintreten der Vorbedingungen wird die Zeit **K_TEFC_TEA_DELAY** abgewartet.

Mit jedem Abtasten (alle 200ms) wird der Zähler **tefc_tea_ok** um eins erhöht, wenn die Werte von **tea1_f** oder **tea2_f** kleiner oder gleich **K_TEFC_TEA_MAX** sind. Erreicht der Wert von **tefc_tea_ok** die Schwelle **K_TEFC_TEA_OK**, wird die Diagnose als i.O. gewertet und beendet. Erreicht die Anzahl der Abtastungen jedoch den Wert von **K_TEFC_TEA_ANZ**, ohne daß **K_TEFC_TEA_OK** erreicht wird, wird die LL-Messung gestartet. Parallel wird die TEA-Messung ohne Wartezeit wieder neu begonnen.

Durch Verletzen der Bedingungen wird die Diagnose abgebrochen. Nach Erfüllen aller Bedingungen und nach erneutem Ablaufen der Wartezeit **K_TEFC_TEA_DELAY** wird die Diagnose mit den eingefrorenen Werten von **tefc_tea_cnt** und **tefc_tea_ok** fortgesetzt.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		20.09.200		62.DOC



2.2 Reaktion von Leerlaufdrehzahl / Leerlaufsteller LL (LL-Messung)

Zusätzliche Bedingungen für die LL-Messung:

- TEA-Messung erster Durchlauf nicht erfolgreich
- Bedingung Leerlauf (PWG = 0, Leerlaufdrehzahl eingeregelt +/- **K_LFR_DN_EINGEREGLT**, kein Kraftschluß)
- Kein Regleranschlag des Leerlaufreglers an rf_min oder tetv_min
- geringe Lenkwinkeländerung (**K_TEFC_LRW_DELTA**)
- Keine Klima-Kompressor-Schaltung
- Kein Zündwinkelingriff
- Geschwindigkeit = 0

Die Stufe 2 greift aktiv in die Tankentlüftung ein:

Die LL-Messung durchläuft folgende Schritte:

1. Die Zeit **K_TEFC_LL_DELAY** ab Erfüllen aller Startbedingungen wird gewartet.
2. Das TEV wird mit der **K_TEFC_RAMPE** geschlossen und der Lambda-Regler abgeschaltet
3. Nach der Zeit **K_TEFC_LL_DAUER** werden die Größen ml_soll und n in tefc_ll_ml_alt bzw. tefc_ll_n_alt gemerkt.
4. Das TEV wird mit der Rampe **K_TEFC_RAMPE** auf den Wert **K_TEFC_TETV_MAX** aufgeregelt.
Ist die Motorreaktion $|tefc_ll_delta| \geq K_TEFC_LL_DELTA$, wird tefc_ll_ok um eins erhöht und die Größen ml_soll und n werden in tefc_ll_ml_alt bzw. tefc_ll_n_alt gemerkt. Ist außerdem $tefc_ll_ok \geq K_TEFC_LL_OK$, ist die LL-Messung und somit das TEV o.k. und die TEA-Messung wird abgebrochen, ansonsten wird zu Punkt 6 gesprungen.
5. Nach der Zeit **K_TEFC_LL_DAUER** werden die Größen tefc_ll_ml und n mit den Werten tefc_ll_ml_alt bzw. tefc_ll_n_alt verglichen:
Ist $|tefc_ll_delta| \geq K_TEFC_LL_DELTA$, wird tefc_ll_ok um eins erhöht und die Größen ml_soll und n werden in tefc_ll_ml_alt bzw. tefc_ll_n_alt gemerkt.
Ist $tefc_ll_ok \geq K_TEFC_LL_OK$, ist die LL-Messung und somit das TEV o.k. und die TEA-Messung wird abgebrochen.
6. Das TEV wird mit der Rampe **K_TEFC_RAMPE** geschlossen.

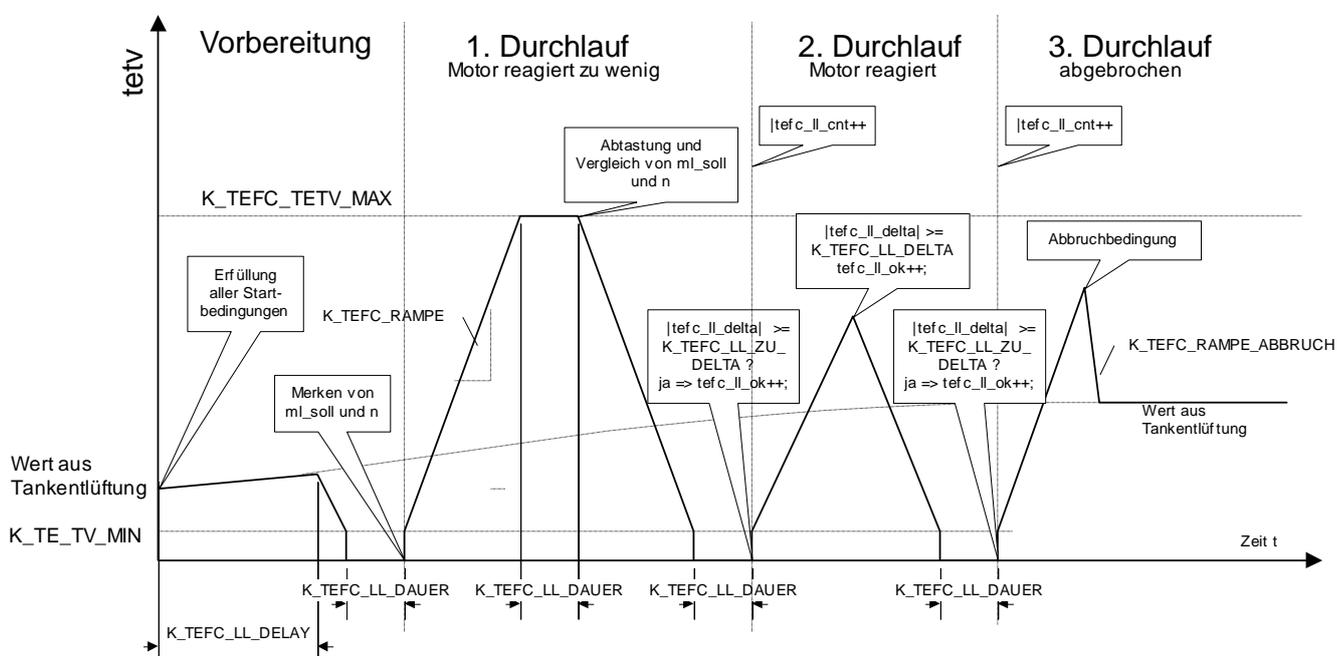
	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		20.09.200		62.DOC



- Nach der Zeit **K_TEFC_LL_DAUER** wird der Zähler `tefc_ll_cnt` um eins erhöht und die Größen `ml_soll` und `n` mit den Werten `tefc_ll_ml_alt` bzw. `tefc_ll_n_alt` verglichen.
Ist $|tefc_ll_delta| \geq K_TEFC_LL_ZU_DELTA$, wird `tefc_ll_ok` um eins erhöht.
Die Größen `ml_soll` und `n` werden in `tefc_ll_ml_alt` bzw. `tefc_ll_n_alt` gemerkt.
Ist `tefc_ll_ok` $\geq K_TEFC_LL_OK$, ist die LL-Messung und somit das TEV o.k. und die TEA-Messung wird abgebrochen.
Erreicht der Zähler `tefc_ll_cnt` den Wert **K_TEFC_LL_ANZ**, wird die TEA-Messung abgebrochen und die LL-Messung mit DEFEKT beendet, ansonsten wird ein neuer Durchlauf ab Punkt 4 wieder gestartet.
- Mit dem Ende der LL-Messung wird die Funktion wieder der TE übergeben und der Lambda-Regler nimmt die Regelung wieder auf.

2.2.1 Zeitlicher Ablauf der Diagnose:

(Beispiel)



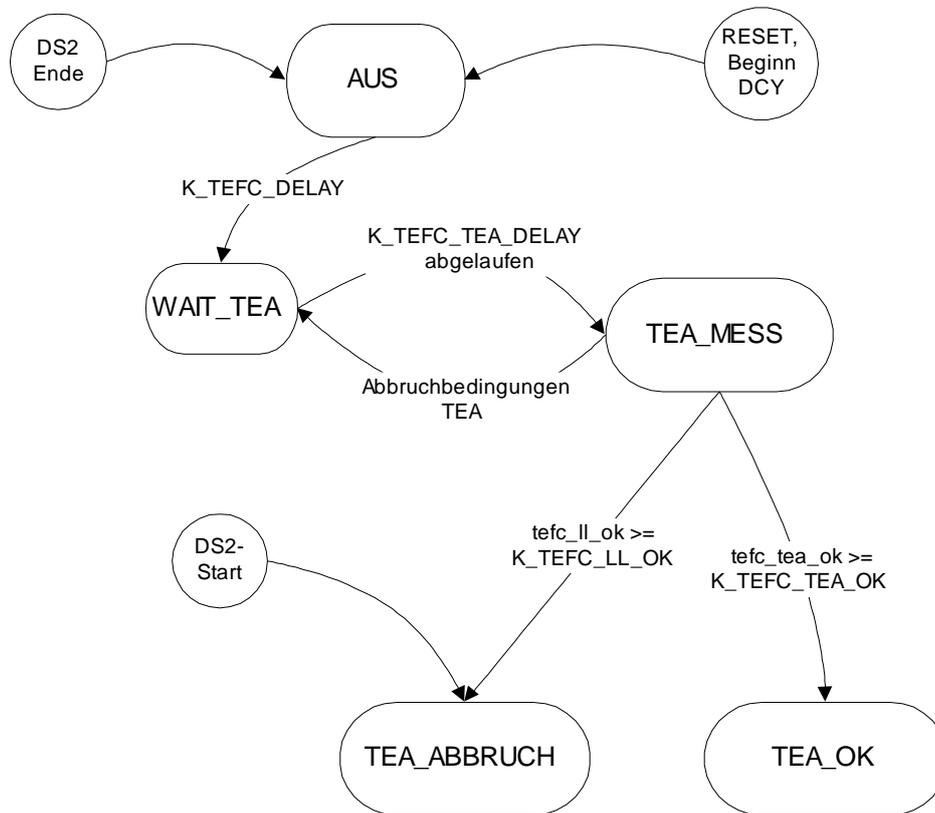
2.2.2 Berechnung der Motorreaktion:

$$tefc_ll_delta = \frac{tefc_ll_ml_alt}{ml_soll} - \frac{tefc_ll_n_alt}{n}$$

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		20.09.200		62.DOC



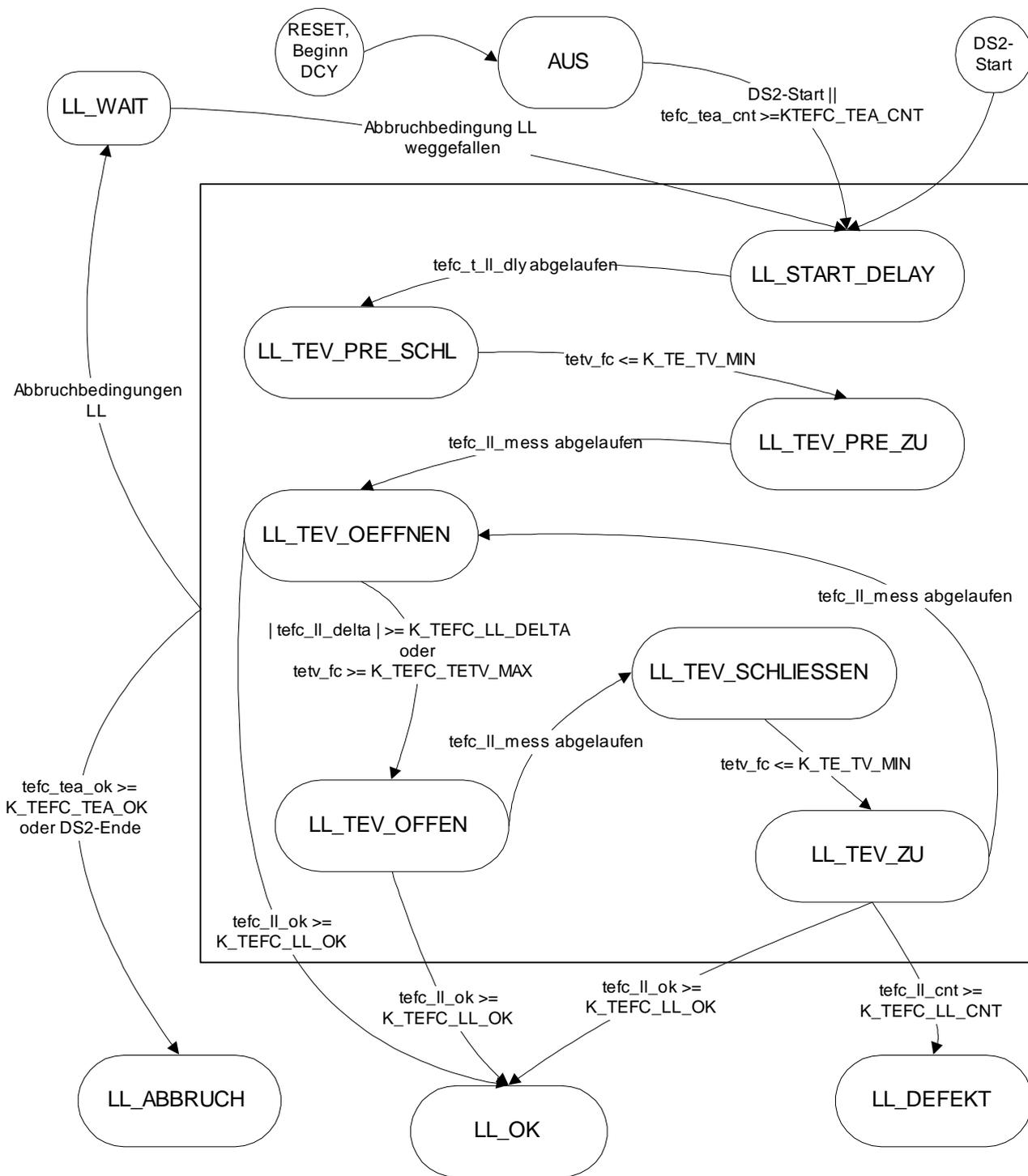
2.2.3 Zustandsdiagramm TEA-Messung:



	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		20.09.200		62.DOC



2.2.4 Zustandsdiagramm LL-Messung:



	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		20.09.200		62.DOC



Während der Dauer der Stufe 2 muß gesperrt werden:

- Leerlauf-Adaption
- Leerlauf-Synchronisation
- I-Anteil des LLR einfrieren
- Zündwinkelingriff des Leerlaufreglers

3 Beschreibung der Bezeichner

3.1 Applikationsgrößen:

Name	Bedeutung:
K_TEFC_CFG	Konfiguration, ob TEA-Messung bei n/rf-DYNAMIK abgebrochen werden soll
K_TEFC_DELAY	Verzögerung nach Motor Start bis Freigabe des Functional Check
K_TEFC_N_MIN	Minimale Drehzahl für die TEA-Messung
K_TEFC_N_MAX	Maximale Drehzahl für die TEA-Messung
K_TEFC_RF_MIN	Minimale Füllung für die TEA-Messung
K_TEFC_RF_MAX	Maximale Füllung für die TEA-Messung
K_TEFC_TEA_DELAY	Verzögerung der TEA-Messung nach Erfüllung aller Freigabebedingungen
K_TEFC_TEA_MAX	Schwelle, ab der eine tea1/2_f- Abtastungen als O.K gezählt wird
K_TEFC_TEA_OK	Anzahl der tea1/2_f- Abtastungen <= K_TEFC_TEA_MAX, ab der der FC als O.K abgeschlossen wird
K_TEFC_TEA_ANZ	Maximale Anzahl der tea1/2_f- Abtastungen eines Durchlaufs
K_TEFC_LL_DELAY	Verzögerung der LL-Messung nach Erfüllung aller Freigabebedingungen
K_TEFC_LRW_DELTA	Maximal zulässige Lenkwinkeländerung während der LL-Messung
K_TEFC_RAMPE	Rampe, mit der das TEV durch den FC auf- und zugesteuert wird
K_TEFC_RAMPE_ABBRUCH	Rampe, mit der bei Abbruch des FC von tetv_fc auf tetv_func = Wert aus TE umgeschaltet wird
K_TEFC_TETV_MAX	Maximalwert, auf den das TEV geöffnet wird
K_TEFC_LL_DAUER	Beruhigungsdauer nach Erreichen von „0“ bzw. K_TEFC_TETV_MAX, bis die Abtastung von n und ml_soll erfolgt
K_TEFC_LL_DELTA	Minimale Änderung von tefc_ll_delta, ab der tefc_ll_ok inkrementiert wird
K_TEFC_LL_ZU_DELTA	Minimale Änderung von n, ab der tefc_ll_ok inkrementiert wird
K_TEFC_LL_ANZ	Maximale Anzahl der durchgeführten LL-Messdurchläufe
K_TEFC_LL_OK	Wert von tefc_ll_ok, ab dem der FC als O.K. abgeschlossen wird

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		20.09.200		62.DOC



3.2 Prozessvariablen:

Name	Bedeutung:
tefc_tea_st	Zustand der tea1/2_f -Messung
tefc_ll_st	Zustand der Leerlauf -Messung
tefc_flags	Interne Steuerflags
tefc_t_tea_dly	Startverzögerung der TEA-Messung nach Erfüllung aller Freigabebedingungen
tefc_t_ll_dly	Startverzögerung der LL-Messung nach Erfüllung aller Freigabebedingungen
tefc_ll_mess	Einschwingdauer der LL-Messung in den Zuständen OFFEN bzw. ZU
tefc_tea_ok	Zähler der Abtastungen mit tea1/2_f <= K_TEFC_TEA_MAX
tefc_tea_cnt	Zähler der durchgeführten Abtastungen von tea1/2_f
tetv_fc	Tastverhältnis TEV, wenn LL-Messung aktiv ist
tefc_ll_cnt	Anzahl der durchgeführten LL-Mess-Durchläufe
tefc_ll_ok	Zähler der „Gut“- Reaktion von n un lls_tv_aq der LL-Messungen
tefc_lws_lrw_start	Lenkwinkel zu Beginn der LL-Messung
tefc_ll_n_alt	Merker der abgetasteten Drehzahl
tefc_ll_ml_alt	Merker für ml_soll
tefc_ll_delta	Motorreaktion auf TEV-Veränderung: = tefc_ll_ml_alt / ml_soll - tefc_ll_n_alt / n
tefc_ed	Fehlerspeichervariable

3.3 Bedeutung der Steuerflags:

B_TEFC_START_DS2	tefc_flags, BIT0	= TEV-Check über DS2 angestoßen
B_100MS_VORBEI	tefc_flags, BIT1	= Warteflag, toggelt alle 100ms
B_TEFC_LL_ABBRUCH	tefc_flags, BIT2	= LL-Abbruch, Umschaltung auf tetv_func!
B_KKOS_CAN_OLD	tefc_flags, BIT3	= Merker Zustand Klimakompressor
B_S_KO_OLD	tefc_flags, BIT4	= Merker Anforderung Klimakompressor
	tefc_flags, BIT5	= frei
	tefc_flags, BIT6	= frei
	tefc_flags, BIT7	= frei

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		20.09.200		62.DOC



4 Applikationshinweise:

Bevor der Funktional Check appliziert ist, sollten alle tea1/2_f beeinflussenden Faktoren sowie der Leerlaufregler weitgehend appliziert sein.

4.1 TEA-Messung

Es sollte, wenn möglich, bereits die TEA-Messung zum OK-Ergebnis kommen, denn dann muss nicht aktiv in die TEV-Funktion eingegriffen werden.

Die Bereiche n /rf für die TEA-Messung sollten dort liegen, wo **tea1/2_f** möglichst aussagekräftig ist.

Die **K_TEFC_TEA_DELAY** sollte mindestens so lange sein, wie die Faktoren **tea1/2_f** nach Eintritt in die Spülphase zur Reaktion brauchen.

K_TEFC_TEA_MAX sollte so gewählt werden, daß bei defektem TEV und aktiver TEA-Messung die Faktoren **tea1_f** und **tea2_f** diese Schwelle gerade noch nicht erreichen.

Falls dynamische Einflüsse die Faktoren **tea1/2** im relevanten n/rf-Bereich stören, können diese mit **K_TEFC_CFG** zur Abbruch der Auswertung führen. Dynamik wird dabei für die Dauer von **K_RF_DYN_T_TEFC** erkannt bei Überschreitung der Schwellen **K_RF_DYN_DELTA_TEFC** oder **K_N_DELTA_DYN**.

4.2 LL-Messung:

K_TEFC_LL_DELAY beschreibt die Einschwingdauer von n und ml_soll für den stabilen Leerlauf ab der Bedingung vom Leerlaufregler „Leerlauf eingeregelt mit **K_LFR_DN_EINGEREGLT**“

K_TEFC_LL_DELTA sollte min. so groß sein, wie die typische Motorreaktion auf nicht abbrechende Störeinflüsse, wie z.b. Schalten der Heckscheibenheizung.

Falls **K_TEFC_LL_DELTA** kleiner gewählt wird, sollte die Anzahl der nötigen o.K-Messungen **K_TEFC_LL_OK** sowie die Anzahl der zulässigen Durchläufe **K_TEFC_LL_ANZ** so gewählt werden, daß die Wahrscheinlichkeit einer OK-Erkennung eines defekten TEV gering bleibt.

K_TEFC_LL_ZU_DELTA beschreibt die Motorreaktion auf das Schließen des TEV, und sollte sinnvollerweise kleiner gewählt werden als **K_TEFC_LL_DELTA**. Die Reaktion beim Schließen ist dabei nicht so konstant wie beim Öffnen, da sich hier die unterschiedliche Öffnung vor dem Schließen und die normalen Leerlaufschwankungen überlagern.

K_TEFC_TETV_MAX muß so groß gewählt werden, daß unter allen Umständen ein funktionierendes TEV (bei verschiedenen Umweltbedingungen wie AKF-Beladungen, Luftdrücken, Leerlauf-Luftbedarf) auch erkannt wird. Die Gefahr, daß dabei der Motorleerlauf bei vollem AKF deutlich gestört wird, ist gering, da auch negative Reaktion (d.h. Drehzahlrückgang) sofort das Schließen des TEV einleiten.

Abbruchbedingungen:

Grundsätzlich kann die Beobachtung der Leerlaufstabilität am besten über die gerechnete Größe **tefc_II_delta** erfolgen. Die Größe wird allerdings nur während aktiver Leerlaufmessung gerechnet. Durch Ändern der **K_TEFC_LL_RAMPE** auf 0 und Starten der LL-Messung (Überschreiben von **tefc_tea_st** auf „AUS“) kann, solange der **te_st** in NORM sich befindet, die Größe **tefc_II_delta** beobachtet werden.

K_TEFC_LRW_DELTA sollte die Lenkwinkeländerung darstellen, ab der eine Störung des Leerlaufs, sichtbar in **tefc_II_delta** auftritt.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		20.09.200		62.DOC



MSS60

Modulbeschreibung

Tankleckpumpenheizung LDPH (Bosch DMTL) ab V4.17

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.21		63.doc



1 Allgemeines

Da der Pumpenstrom durch Kondensation von Luftfeuchtigkeit in der Pumpe (DMTL) beeinflusst wird, wurde eine Beheizung des Pumpenkörpers eingeführt. Die Heizung muß immer dann eingeschalten werden, wenn demnächst eine Diagnose möglich ist, um die Pumpe vorzuwärmen.

1.1 Ein/Ausschaltbedingungen

Die Heizung wird auf alle Fälle ausgeschalten, wenn:

- Der Motor nicht läuft
- oder (t_{mot_start} < K_LDP_TEMP_START_MIN) ist
- oder der Füllstand can_fst plausibel und kleiner K_LDP_FST_MIN ist
- oder LDP_CFG ohne Fehlerheilen gestellt ist und die MIL wegen Tankleck angesteuert wird

Ansonsten wird die Heizung unter einen der folgenden Bedingungen eingeschalten:

- Tankdeckelmeldung ist freigeschalten (K_ED_FIL_CTL[179] und vorangegangene Messung wegen Betankung oder Tankdeckelmessung abgebrochen oder der Füllstand ist gestiegen (Mögliche Deckeldiagnose)
- oder der Zähler ldp_anz_fahrten >= K_LDP_ANZ_FAHRTEN ist
- oder der Zähler ldp_anz_fahrten ist gleich (K_LDP_ANZ_FAHRTEN-1) ist und die Fahrzeug-Standzeit (5h-Bedingung) bereits erfüllt ist
- oder vorangegangene Messung wurde wegen Feuchte abgebrochen und die Fahrzeug-Standzeit ist bereits erfüllt oder der Zähler ldp_anz_fahrten ist größer 0

Falls LDPH_CFG auf „immer ein“ steht, wird unabhängig von obigen Bedingungen bei laufenden Motor geheizt.

1.2 Verbauerkennung

Da noch nicht klar ist, ob nicht auch ein Nachrüsten der Heizung (z.b. bei Problemfahrzeugen) erforderlich sein wird, ist eine automatische Verbauerkennung der Heizung implementiert.

Wird zehn mal hintereinander keine „OpenLoad“ an dem SG-Ausgang dedektiert, wird der erkannte Verbau in ldp_verbaut == 10 nichtflüchtig abgespeichert. Ab diesem Zeitpunkt ist dann die OpenLoad-Diagnose aktiv, wenn LDP_CFG auf „Nachrüsten“ steht. Dies kann nur über DS2 (oder Gredi) wieder rückgesetzt werden.

2 Beschreibung der Bezeichner

2.1 Applikationsgrößen:

Name	Bedeutung:
K_LDPH_CFG	Konfiguration der LDPH: Ohne LDPH: keine Ansteuerung, keine Diagnose Mit LDP ab Werk verbaut LDPH als Nachrüstlösung (Openload-Diagnose erst, wenn Verbau erkannt) LDPH immer ein, wenn Motor läuft (Testzwecke)

2.2 Prozessvariablen:

Name	Bedeutung:
ldph_st	LDPH-Status

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.21		63.doc



E-Power

Tankleckpumpenheizung LDPH

Projekt: **MSS60**

Modul: **LDPH**

Seite 3 von 4

Name	Bedeutung:
ldph_ed	Fehlerspeicher-Variable
ldph_verbaut	Verbauerkennung der Heizung (Verbau erkannt, wenn == 10)

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.21		63.doc



2.3 Bedeutung der Steuerflags:

***** Defines für ldph_st, im DPR: *****

Info von Treiberdiagnose	ldph_st, BIT0	= SH_TO_UB
Info von Treiberdiagnose	ldph_st, BIT1	= SH_TO_GND
Info von Treiberdiagnose	ldph_st, BIT2	= OPENLOAD
Info von Treiberdiagnose	ldph_st, BIT3	= immer = 0
Info von Treiberdiagnose	ldph_st, BIT4	= Treiberinfo aktuell
B_LDPH_GETOGGELT	ldph_st, BIT5	= Treiberdiagnose wurde bereits 1x gelesen
B_LDPH_ON	ldph_st, BIT6	= LDPH ist eingeschalten
B_LDPH_DS2	ldph_st, BIT7	= LDPH wird ueber DS2 angesteuert

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.21		63.doc



Projekt: MSS60

Modul: Leerlaufregelung ohne Momentenstruktur

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		13.01.20215		LLR.DOC



Inhaltsverzeichnis

Änderungsdokumentation.....	3
3. Leerlaufregelung.....	4
3.1 Übersicht Leerlaufregelung	4
3.2 Vorsteuerung	6
3.2.1 Vorsteuerung bei "Motor_steht" oder "Start" oder "Nachlauf"	6
3.2.2 Vorsteuerung bei ("Motor_läuft" oder "KI.15_aus") und "S_Gang = kein Kraftschluß und inaktive Katheizung"	6
3.2.3 Vorsteuerung bei ("Motor_läuft" oder "KI.15_aus") und "S_Gang = Kraftschluß und inaktive Katheizung"	6
3.2.4 Vorsteuerung bei ("Motor_läuft" oder "KI.15_aus") und "S_Gang = kein Kraftschluß und aktive Katheizung"	6
3.2.5 Vorsteuerung bei ("Motor_läuft" oder "KI.15_aus") und "S_Gang = Kraftschluß und aktive Katheizung"	6
3.2.6 Filterung des Vorsteuerwertes:.....	8
3.2.7 Getriebeeingriff in LLR_Vorsteuerung	8
3.2.8 Daten der Vorsteuerung	8
3.3 Störgrößenaufschaltung Klimaanlage.....	9
3.3.1 Filterung der Störgrößenaufschaltung	10
3.3.2 Daten der Störgrößenaufschaltung.....	10
3.4 Dashpot-Funktion	11
3.5 Sollzahlberechnung.....	12
3.6 Leerlaufregler	14
3.6.1 P-Anteil des Leerlaufreglers	15
3.6.2 I-Anteil des Leerlaufreglers.....	15
3.6.3 Zündwinkelingriff des Leerlaufreglers	19
3.7 Bedarfsadaption	19
3.7.1 Adaptionbedingungen.....	19
3.7.2 Zustände der Bedarfsadaption	21
3.7.3 Berechnungsschritte der Bedarfsadaption.....	24
3.7.4 Daten der Bedarfsadaption.....	26
3.7.5 Nichtflüchtiges Abspeichern	26
3.8 Sollwert Leerlaufregelung.....	27
3.9 ZWD-Ansteuerung.....	28
3.10 Ersatzwert für Schalter S_GANG	29
3.11 Mögliche Modifikationen der Leerlaufregelung	29

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		13.01.20215		LLR.DOC



3. Leerlaufregelung

In diesem Kapitel ist die Berechnung des Soll-Luftmassen-Durchsatzes für die Leerlaufregelung und die Umsetzung der Q_{soll} -Vorgabe in ein Tastverhältnis zur Leerlauf-Steller-Ansteuerung beschrieben.

Zum Einsatz kommt ein Zweiwicklungsdrehsteller ZWD. Öffnende und schließende Spule werden mit einem inversen Tastverhältnis mit der festen Frequenz von 100 Hz angesteuert. Die Berechnung des Tastverhältnisses der ZWD-Ansteuerung bezieht sich auf die zu öffnende Spule.

3.1 Übersicht Leerlaufregelung

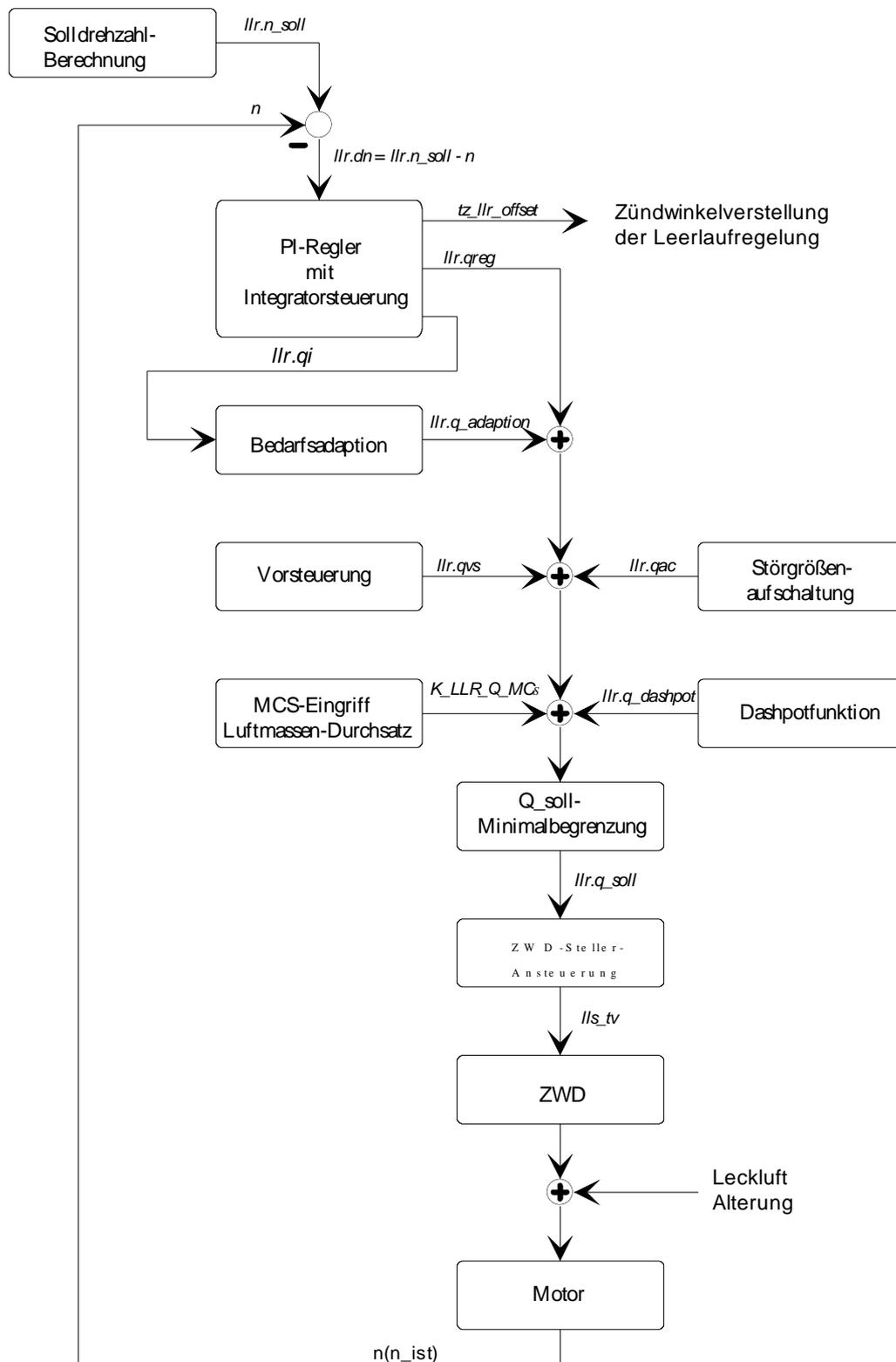
Die gesamte Leerlaufregelung ist schematisch im Bild 3.1 - Übersicht Leerlaufregelung - dargestellt.

Sie besteht aus den Untermodulen

- Vorsteuerung
- Störgrößenaufschaltung
- Dashpot-Funktion
- Solldrehzahlberechnung
- Leerlaufregler
- Bedarfsadaption
- Q_{soll} -Berechnung
- ZWD-Ansteuerung

Die Leerlaufregelung ist, soweit dies nicht explizit in der Beschreibung der Untermodule angegeben ist, in allen Betriebszuständen der MSS50 aktiv. Die Interpolation der Kennlinien/Kennfelder mit sich langsam ändernden Eingangsgrößen erfolgt im Hintergrund. Ansonsten wird die Leerlaufregelung zeitsynchron im 20ms-Raster gerechnet.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		13.01.20215		LLR.DOC

**Bild 3.1: Übersicht Leerlaufregelung**

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		13.01.20215		LLR.DOC



3.2 Vorsteuerung

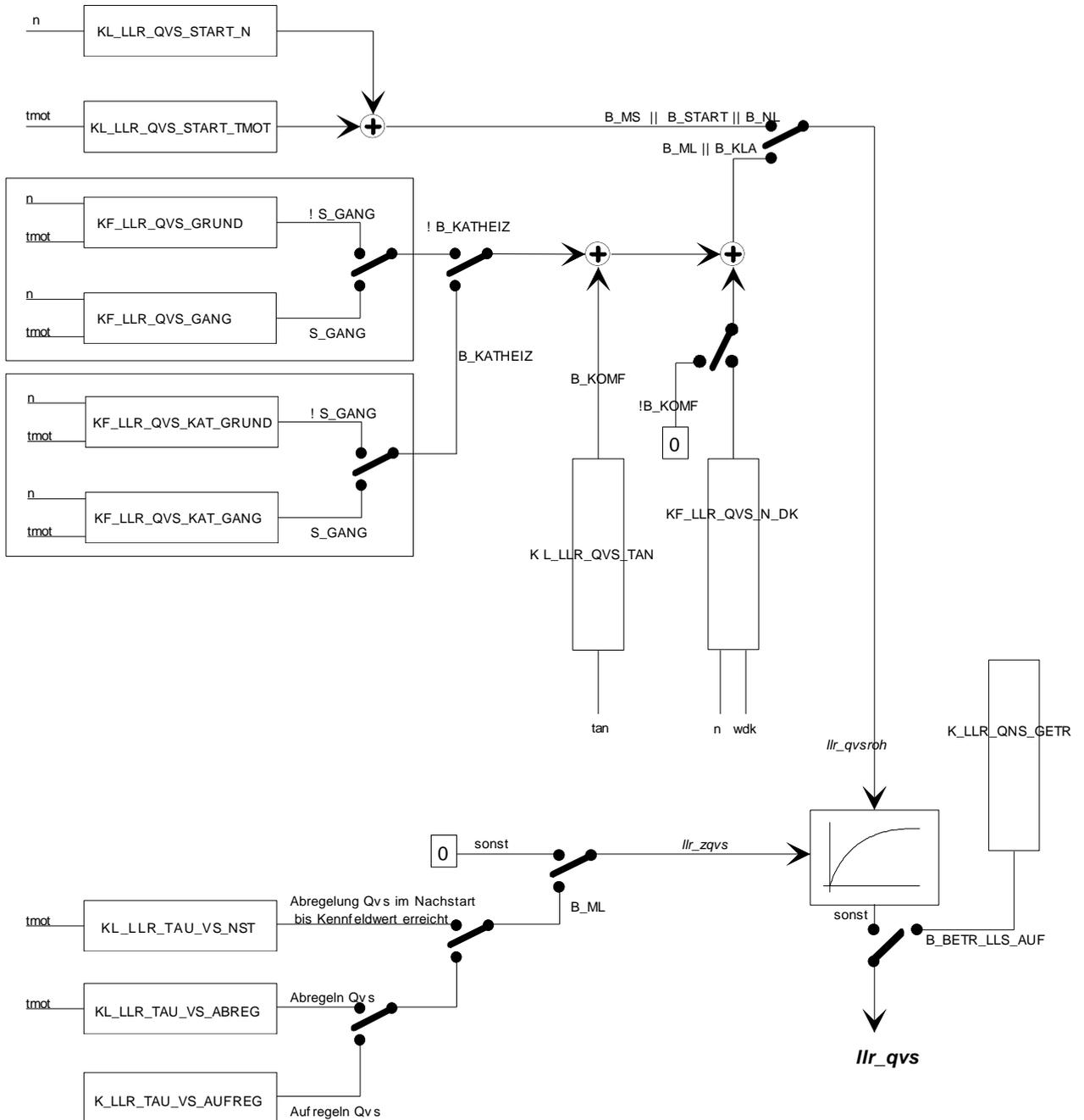
Die Vorsteuerung ist in jedem Betriebszustand der MSS50 aktiv und berechnet einen Basiswert für den Luftmassendurchsatz der Leerlaufregelung.

Die Zusammensetzung des Basiswertes "llr_qvsroh" unterscheidet sich in Abhängigkeit der Betriebszustände und der Bedingungen B_KRAFTS (Kraftschluß) und B_KATH_AKTIV (Katheizfunktion aktiv)

3.2.1 Vorsteuerung bei "Motor_steht" oder "Start" oder "Nachlauf"

3.2.2 Vorsteuerung bei "Motor_läuft" oder "KI.15_aus"

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		13.01.20215		LLR.DOC

**Bild 3.4: Vorsteuerung der Leerlaufregelung**

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		13.01.20215		LLR.DOC



3.2.3 Filterung des Vorsteuerwertes:

Der anschließende Filter für den Vorsteuerwert hat ein pt1-ähnliches Verhalten. Die Filterzeitkonstante llr_zqvs ist applizierbar und unterscheidet sich für vier Bereiche:

während Motor_{steht} oder Start: $llr_zqvs = 0$ (ungefiltert)

im Nachstart, bis Kennfeldwert erreicht ist: $llr_zqvs = KL_LLR_TAU_VS_NS = f(t_{mot})$

danach:

wenn Qvs abgeregelt werden soll: $llr_zqvs = KL_LLR_TAU_VS_ABR = f(t_{mot})$

wenn Qvs aufgeregelt werden soll: $llr_zqvs = K_LLR_TAU_VS_AUFREG$

Die Filterzeitkonstante ist so normiert, daß nach einem tau bei einem Sprung des Eingangswertes, ausgehend vom Wert Null, ca. 65 %, nach fünf tau ca. 99 % des Eingangswertes erreicht wurden.

3.2.7 Getriebeeingriff in LLR_Vorsteuerung

Bei erfüllter Bedingung $B_GETR_LLS_AUF$ (ASG-Rückschaltungen im Schubetrieb) wird der Vorsteuerwert der Leerlaufregelung auf den Wert $K_LLR_QVS_GETR$ umgeschaltet. Der Vorsteuerfilter wird hierbei überbrückt.

3.2.8 Daten der Vorsteuerung

Beschreibung der Variablen der Vorsteuerung:

Name	Beschreibung	Typ	Auflösung
llr_zqvs	aktuelle Zeitkonstante für Qvs -Filter	uc	5.12 sec / x
llr_qvsroh	ungefilterter Wert der VS	uw	1/256 kg/h
llr_qvs	gefilterter Wert der VS	uw	1/256 kg/h

Beschreibung der Applikationsdaten:

Name	Typ	Dim.	x-Achse	y-Achse
$KL_LLR_QVS_START_N$	KL	3 x 1	n - Drehzahl	--
$KL_LLR_QVS_START_TMO$	KL	4 x 1	t_{mot}	-
$KL_LLR_QVS_START_T$			Kühlwassertemp.	--
$KF_LLR_QVS_KAT_GRUND$	KF	6 x 4	n - Drehzahl	t_{mot} Kühlwassertemp. -
$KF_LLR_QVS_KAT_GANG$	KF	6 x 4	n - Drehzahl	t_{mot} Kühlwassertemp. -
$KL_LLR_QVS_TAN$	KL	4 x 1	tan - Ansauglufttemp.	--
$KF_LLR_QVS_N_DK$	KF	10 x 8	n - Drehzahl	wdk_adapt - auf LL bezogener DK-Winkel
$KL_LLR_TAU_VS_NST$	KL	3 x 1	t_{mot}	-
$KL_LLR_TAU_VS_AUFREG$	KL	3 x 1	Kühlwassertemp.	--
			t_{mot}	-
			Kühlwassertemp.	--

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		13.01.20215		LLR.DOC



K_LLR_TAU_VS_ABREG	K	1	--	--
K_LLR_QVS_GETR	K	1	--	--

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		13.01.20215		LLR.DOC



3.3 Störgrößenaufschaltung Klimaanlage

Die Störgrößenaufschaltung Klimaanlage hat die Aufgabe, die durch die Aufschaltung des Klimakompressors verursachten Lastwechselreaktionen mittels einer erhöhten Luftzufuhr zu kompensieren.

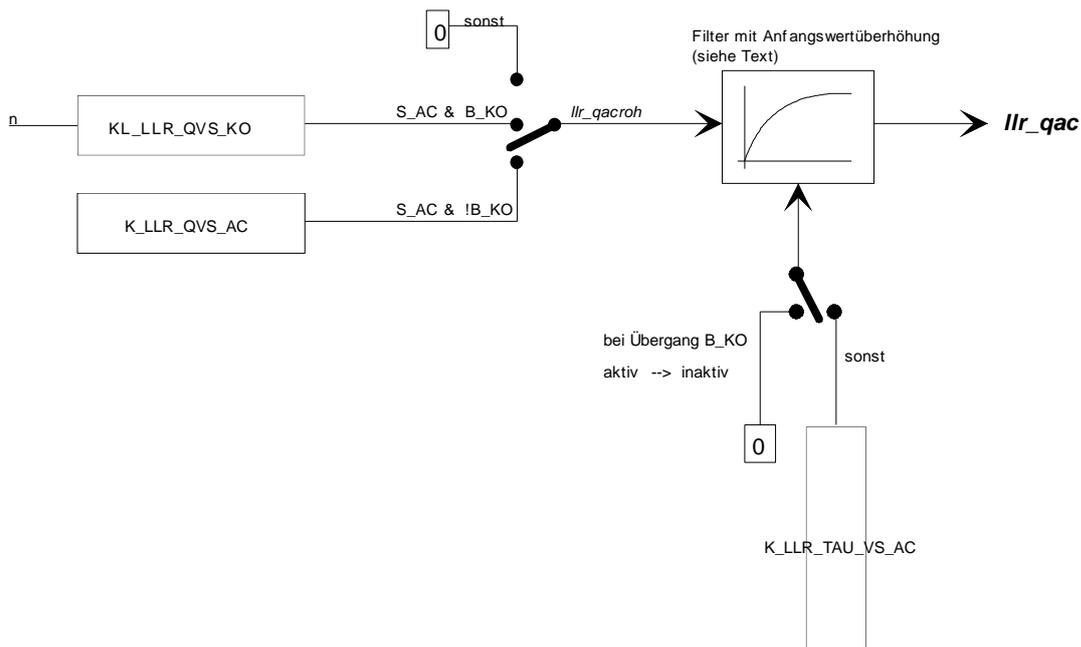
Der zusätzliche Luftmassen-Durchsatz der Störgrößenaufschaltung setzt sich wie folgt zusammen:

$llr_qacroh = K_LLR_QVS_AC$; Vorsteuerwert bei Klimabereitschaft (S_AC = aktiv)

$llr_qacroh = KL_LLR_QVS_KO$; Korrekturoffset bei Kompressoraufrufschaltung (B_KO = aktiv) = f(n)

$llr_qacroh = 0$; sonst ist keine Störgrößenaufschaltung aktiv

Bild 3.3: Störgrößenaufschaltung Klimaanlage



	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		13.01.20215		LLR.DOC



3.3.1 Filterung der Störgrößenaufschaltung

Das Ergebnis der Störgrößenaufschaltung wird, analog zur Vorsteuerung, mittels eines pt1-ähnlichen Filtergliedes gefiltert. Die Filterzeitkonstante ist $K_LLR_TAU_QAC$.

Wird innerhalb der Zeitspanne $K_LLR_T_AC$ nach Erkennung der Klimabereitschaft (S_AC : inaktiv \rightarrow aktiv) der Klimakompressor aufgeschaltet, wirkt eine Filteranfangsüberhöhung. Das heißt, daß der Filterausgangswert sofort auf den Wert K_LLR_DQKO gesetzt wird. Eine Klimakompressoraufrufschaltung außerhalb dieser Zeitspanne hat keine Filteranfangsüberhöhung zur Folge. Die noch verbleibende Aktivzeit für die Anfangswertüberhöhung ist in der Variablen "llr_tdqko" abgeleitet.

Bei einem Übergang von aktiver zu inaktiver Klimakompressoraufrufschaltung wird der neue Filtereingangswert ungefiltert übernommen.

3.3.2 Daten der Störgrößenaufschaltung

Beschreibung der Variablen:

Name	Beschreibung	Typ	Auflösung
llr_tdqko	Timer für Zeitüberwachung der Filteranfangswertüberhöhung	uc	0,02 sec
llr_qacroh	ungefilterter Wert der Klimaaufschaltung	uw	1/256 kg/h
llr_qvs	gefilterter Wert der Klimaaufschaltung	uw	1/256 kg/h

Beschreibung der Applikationsdaten:

Name	Typ	Dim.	x-Achse	y-Achse
KL_LLQVSKO	KL	4 x 1	n - Drehzahl	--
K_LLQVSA	K	1	--	--
K_LLTAU_VSA	K	1	--	--
K_LLQVSKO	K	1	--	--
K_LLTAU_VSA	K	1	--	--

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		13.01.20215		LLR.DOC

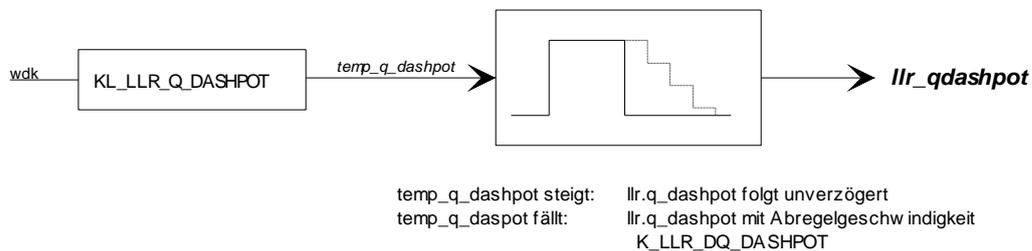


3.4 Dashpot-Funktion

Die Dashpot-Funktion hat die Aufgabe, für einen langsameren Drehmomentabbau beim Schließen der Drosselklappe zu sorgen.

Dazu wird von der Dashpot-Funktion ein Offset für die Sollvorgabe der Füllungsregelung berechnet, welcher von der Drosselklappenstellung abhängig ist (Kennlinie KL_LLQ_DASHPOT). Erhöhungen dieses Dashpot-Offsets werden unverzüglich weitergegeben. Bei Verringerung des Offsetwertes wird dagegen eine Änderungsbegrenzung mit der applizierbaren Änderungsgeschwindigkeit K_LLQ_DQ_DASHPOT wirksam.

Bild 3.4: Dashpot-Funktion der Leerlaufregelung



Daten der Dashpot-Funktion

Beschreibung der Variablen:

Name	Beschreibung	Typ	Auflösung
llr_qdashpot	Q-Offset der Dashpot-Funktion	uw	1/256 kg/h

Beschreibung der Applikationsdaten:

Name	Typ	Dim.	x-Achse	y-Achse
KL_LLQ_DASHPOT	KL	6 x 1	wdk_adapt - auf LL bezogene DK-Stellung	--
K_LLQ_DQ_DASHPOT	K	1	--	--

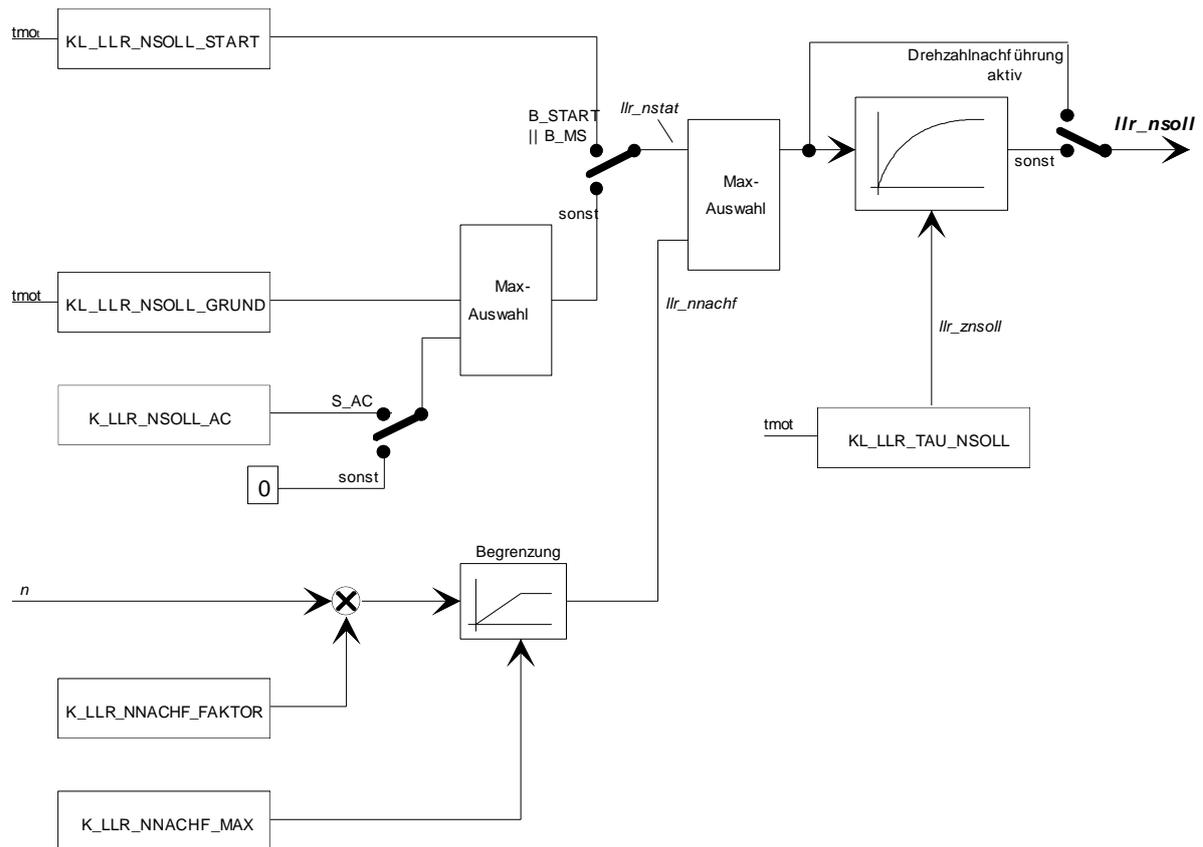
	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		13.01.20215		LLR.DOC



3.5 Solldrehzahlberechnung

Die Solldrehzahl ist die Führungsgröße für den PI-Regler der Leerlaufregelung. Bild 3.5 gibt einen Überblick über die Solldrehzahlberechnung.

Bild 3.5: Berechnung der Solldrehzahl



Die Solldrehzahl ist das Maximum aus der stationären Solldrehzahl "llr_nstat" und der nachgeführten Solldrehzahl "llr_nnachf".

Die stationäre Solldrehzahl wiederum wird wie folgt berechnet:

Im Betriebszustand "Motor steht" oder "Start"

$$llr_nstat = KL_LLR_NSOLL_START \quad ; \text{Solldrehzahl während Start} = f(tmot)$$

In allen anderen Betriebszuständen

$$llr_nstat = \text{Maximum aus} \\ KL_LLR_NSOLL_GRUND \quad ; \text{Grundkennlinie Solldrehzahl} = f(tmot) \\ K_LLR_NSOLL_AC \quad ; \text{Solldrehzahl bei Klimabereitschaft}$$

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		13.01.20215		LLR.DOC



Die nachgeführte Solldrehzahl entspricht der mit dem Faktor $K_{LLR_NNACHF_FAKTOR}$ gewichteten aktuellen Motordrehzahl, wobei der Faktor zwischen 0 und 0,997 liegen kann. Die nachgeführte Solldrehzahl ist auf den Wert $K_{LLR_NNACHF_MAX}$ begrenzt.

Ist die stationäre Drehzahl größer der nachgeführten, wird diese über ein pt1-Filter mit der Filterzeitkonstante llr_znsoll , welche aus der Kennlinie $KL_LLR_TAU_NSOLL$ berechnet wird, gefiltert. Wird als Solldrehzahl die nachgeführte Drehzahl verwendet, ist dieser Filter überbrückt.

Daten der Solldrehzahlberechnung

Beschreibung der Variablen:

Name	Beschreibung	Typ	Auflösung
llr_nstat	stationäre Solldrehzahl	uw	1 Upm
llr_nnachf	nachgeführte Solldrehzahl	uw	1 Upm
llr_nsoll	resultierende, gefilterte Solldrehzahl	uw	1 Upm
llr_znsoll	Zeitkonstante für Solldrehzahlfilter	uw	1 Upm

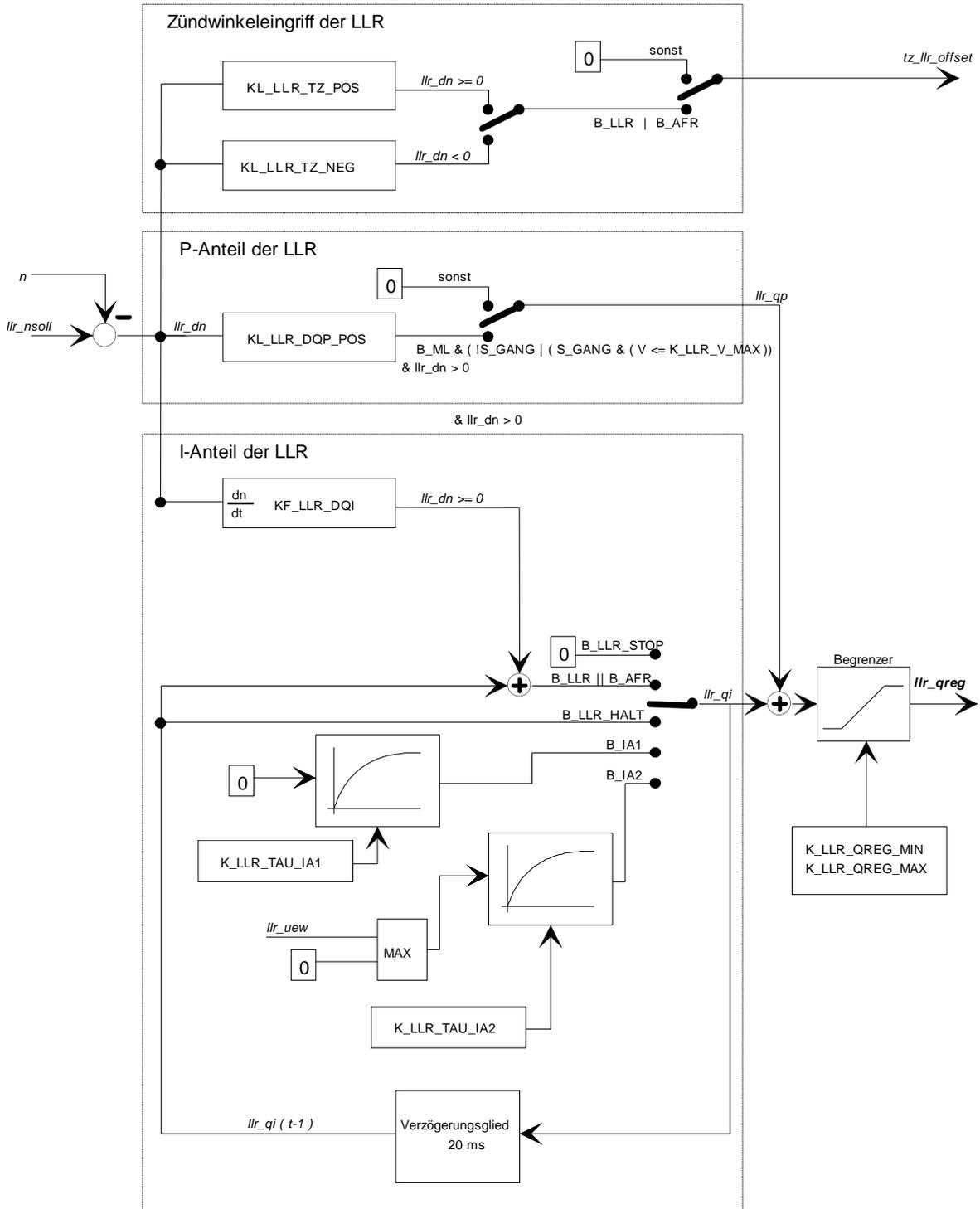
Beschreibung der Applikationsdaten:

Name	Typ	Dim.	x-Achse	y-Achse
KL_LL_R_NSOLL_START	KL	3 x 1	tmot Kühlwassertemp.	- --
KL_LL_R_NSOLL_GRUND	KL	4 x 1	tmot Kühlwassertemp.	- --
K_LL_R_NSOLL_AC	K	1	--	--
K_LL_R>NNACHF_FAKTOR	K	1	--	--
K_LL_R>NNACHF_MAX	K	1	--	--
KL_LL_R_TAU_NSOLL	KL	4 x 1	tmot Kühlwassertemp.	- --

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		13.01.20215		LLR.DOC



3.6 Leerlaufregler

Bild 3.6: Übersicht des Leerlaufreglers

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		13.01.20215		LLR.DOC



Der stationären Qsoll-Berechnung wird ein Leerlaufregler überlagert, der Abweichungen von der vorgegebenen Leerlaufdrehzahl ausregeln soll.

Der Leerlaufregler der Leerlaufregelung ist als PI-Regler aufgebaut. Die Eingangsgröße des Reglers ist die Abweichung der Ist-Drehzahl von der Soll-Drehzahl.

$$\begin{aligned} \text{Drehzahldifferenz} &= \text{Solldrehzahl} - \text{Istdrehzahl} \\ llr_dn &= llr_nsoll - n \end{aligned}$$

Eine positive Drehzahldifferenz bedeutet dabei, daß die Motordrehzahl in Bezug auf die Soll-Drehzahl zu niedrig ist. Bei einer negativen Drehzahldifferenz ist die Motordrehzahl zu hoch.

Zur Unterstützung der Regelung der Leerlaufdrehzahl über die Luftzufuhr greift der LLR auch mittels des Korrekturoffsets "tz_llr_offset" in die Zündwinkelberechnung ein.

3.6.1 P-Anteil des Leerlaufreglers

Der P-Anteil berechnet sich aus der Kennlinie KL_LLQ_DQP_POS und ist abhängig von dem Betrag der Drehzahldifferenz zwischen Soll- und Ist-Drehzahl. Er wird zeitsynchron im 20 ms berechnet.

Der P-Anteil des Leerlaufreglers ist unter folgenden Bedingungen aktiv:

- BIT_P_REGLER_ON (BIT 0) in K_LLQ_CONTROL gesetzt
- und Betriebszustand = Motor_läuft (B_ML)
- und (S_GANG = kein Kraftschluß
- oder S_GANG = Kraftschluß und $v \leq K_LLQ_V_MAX$)
- und Drehzahl zu niedrig (llr_dn > 0)

Über das BIT_P_REGLER_ON (Bit 0) in der Konstanten K_LLQ_CONTROL kann der P-Anteil für Test- bzw. Applikationszwecke zu Null gesetzt werden.

3.6.2 I-Anteil des Leerlaufreglers

Bei der Berechnung des I-Anteils muß zwischen verschiedenen Betriebszuständen des I-Reglers unterschieden werden. Dies sind im Einzelnen die Zustände:

- I-Regler-Stop: B_LLQ_STOP
Der I-Anteil wird zu Null gesetzt.
- Leerlaufregelung:
Anfahrregelung: B_LLQ oder B_AFR
Der I-Regler ist aktiv
 $llr_qi_t = llr_qi_{t-1} + dqi$
- Integrator absteuern Bereich1: B_IA1
Der I-Anteil wird über ein pt1-Filter mit der Zeitkonstanten K_LLQ_TAU_IA1 auf den Wert Null geführt.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		13.01.20215		LLR.DOC



- Integrator absteuern Bereich2: **B_IA2**
Der I-Anteil wird über ein pt1-Filter mit der Zeitkonstanten $K_{LLR_TAU_IA2}$ auf das Maximum aus llr_uew und Null geführt. Die Variable $llr_reg.uew$ ist der I-Anteil zum Zeitpunkt des Zustandsüberganges von Leerlaufregelung in Anfahrregelung.

Innerhalb der Zustände **B_LLRLR** und **B_AFR** existieren noch vier Sonderfälle:

Wird die Leerlaufdrehzahl um den Wert $K_{LLR_NDIFF_RESET}$ unterschritten und ist zu diesem Zeitpunkt der I-Anteil negativ, wird dieser sofort auf Null gesetzt (**B_LLRLR_RESET**).

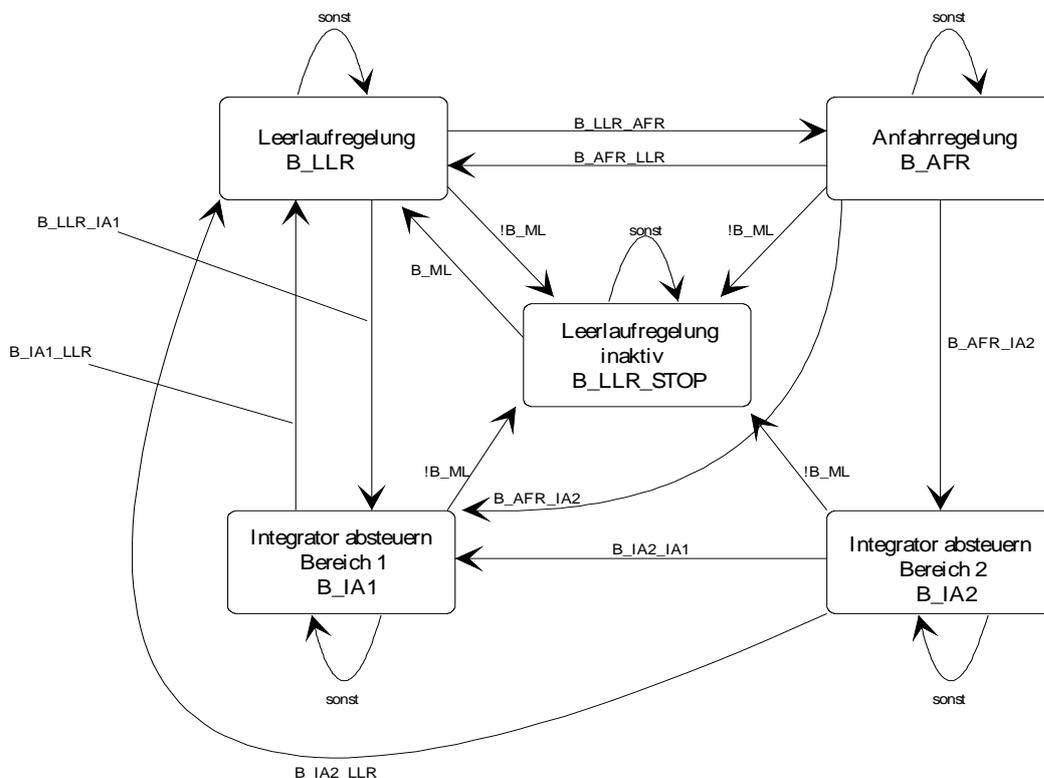
Unterschreitet die Last tl die minimale Lastschwelle $llr_reg.tl_min$, berechnet aus $K_{LLR_TL_MIN} = f(tmot)$, so wird eine weitere Verringerung des I-Anteils gesperrt (**B_LLRLR_NEGSTOP**).

Liegt die Summe aus P- und I-Anteil außerhalb der mit $K_{LLR_QREG_MIN}$ und $K_{LLR_QREG_MAX}$ definierten Reglergrenzen, wird der I-Anteil eingefroren (**B_LLRLR_HALT**).

Die Anfahrregelung kann den I-Anteil nur vergrößern, nicht aber verringern.

Bild 3.6 zeigt das Zustandsdiagramm und die Übergangsbedingungen für den Leerlaufregler.

Bild 3.6: Zustandsdiagramm Leerlaufregler



	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		13.01.20215		LLR.DOC

Zustandsübergänge des Leerlaufreglers:

Übergang Leerlaufregelung → Anfahrregelung

$$B_LLR_AFR = (B_TL \\ \text{oder } B_VL \\ \text{oder } (B_LL \text{ und } S_GANG)) \\ \text{und } IB_SA$$

Übergang Anfahrregelung → Leerlaufregelung

$$B_AFR_LLR = B_LL \\ \text{und } IS_GANG \\ \text{und } IB_SA$$

Übergang Anfahrregelung → Integrator absteuern Bereich 1

$$B_AFR_IA1 = B_ML \\ \text{und } B_SA$$

Übergang Anfahrregelung → Integrator absteuern Bereich 2

$$B_AFR_IA2 = B_ML \\ \text{und } !(B_LLR \text{ und } IS_GANG) \\ \text{und } IB_SA \\ \text{und } \text{Zeit } K_LLR_TFBR \text{ abgelaufen}$$

Übergang Integrator absteuern Bereich 2 → Bereich 1

$$B_IA2_IA1 = B_ML \\ \text{und } B_SA$$

Übergang Integrator absteuern Bereich 2 → Leerlaufregelung

$$B_IA2_LLR = B_LL \\ \text{und } IS_GANG \\ \text{und } IB_SA$$

Übergang Integrator absteuern Bereich 1 → Leerlaufregelung

$$B_IA1_LLR = B_LL \\ \text{und } IS_GANG \\ \text{und } IB_SA$$

Übergang Leerlaufregelung → Integrator absteuern Bereich 1

$$B_LLR_IA1 = B_SA$$

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		13.01.20215		LLR.DOC



Über das BIT_I_REGLER_ON (Bit 1) in der Konstanten K_LLRCONTROL kann der I-Anteil für Test- bzw. Applikationszwecke zu Null gesetzt werden.

Daten des Leerlaufreglers

Beschreibung der Variablen:

Name	Beschreibung	Typ	Auflösung
llr_dn	Drehzahldifferenz	sw	1 Upm
llr_qp	P-Anteil	sw	1/256 kg/h
llr_qi	I-Anteil	sw	1/256 kg/h
llr_qreg	begrenzter Reglerbeitrag	sw	1/256 kg/h
llr_zustand	Zustandsinformation LLR Bit 0: B_LLRCSTOP 1: B_LLRC 2: B_AFR 3: B_IA1 4: B_IA2	uc	--
llr_flags	interne Flags der LLR Bit 0: Flag für Startluftmasse (Qvs) 1: Zeitüberwachung B_KO aktiv 2: B_KO war zuletzt aktiv 4: B_LLRCNEGSTOP 5: B_LLRCHALT	uc	--
llr_uew	I-Anteil am Ende der Leerlaufregelung	sw	1/256 kg/h
llr_tlmin	Minimallast für Negativstop	uw	1 µs/Umdr.
llr_tfbr	Timer für Unterbremsfreigabe bei AFR	uc	0,02 sec
llr_tz_offset	Zündwinkeloffset des Leerlaufreglers	sw	0,1 °KW

Beschreibung der Applikationsdaten:

Name	Typ	Dim.	x-Achse	y-Achse
KL_LLRCDQP_POS	KL	16 x 1	llr_dn Drehzahlabweich.	- --
KF_LLRCDQI	KF	15 x 8	llr_dn Drehzahlabweich.	- d_n40 Drehzahlgradient
K_LLRCQREG_MIN	K	1	--	--
K_LLRCQREG_MAX	K	1	--	--
KL_LLRC_TL_MIN	KL	4 x 1	tmot Kühlwassertemp.	- --
K_LLRC_NDIFF_RESET	K	1	--	--
K_LLRC_T_FBR	K	1	--	--
K_LLRC_TAU_IA1	K	1	--	--
K_LLRC_TAU_IA2	K	1	--	--
K_LLRC_V_MAX	K	1	--	--
KL_LLRC_TZ_NEG	KL	12	llr_dn Drehzahlabweichung	- --
KL_LLRC_TZ_POS	KL	12	llr_dn Drehzahlabweichung	- --

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		13.01.20215		LLR.DOC



3.6.3 Zündwinkleingriff des Leerlaufreglers

Zur Unterstützung der Leerlaufregelung über die Luftzufuhr greift der Regler auch über die globale Variable "tz_llr_offset" additiv in die Zündwinkelberechnung ein. Die Variable "tz_llr_offset" wird wie folgt berechnet:

Bedingung

B_LLRL oder B_AFR	;	Zustand der LLR: LLR oder AFR aktiv
& ll_dn ≥ 0	;	Drehzahl zu niedrig
tz_llr_offset = KL_LLRL_TZ_POS	;	Zündwinkeloffset = f(llr.dn)

Bedingung

B_LLRL oder B_AFR	;	Zustand der LLR: LLR oder AFR aktiv
& llr_dn < 0	;	Drehzahl zu hoch
tz_llr_offset = KL_LLRL_TZ_NEG	;	Zündwinkeloffset = f(-llr.dn)

sonst

tz_llr_offset = 0	;	keine Zündwinkelmaßnahmen
-------------------	---	---------------------------

Der TZ-Eingriff der LLR wird segmentsynchron in den Zündwinkelpfad eingerechnet und unterliegt nicht der Zündwinkeländerungsbegrenzung.

3.7 Bedarfsadaption

Aufgabe der Bedarfsadaption ist es, eine Abweichung der Vorsteuerung der Leerlaufuftmenge, bedingt durch Fertigungsstreuungen, Leckluft und Alterserscheinungen, in Bezug auf die tatsächlich im Leerlauf benötigte Luftmasse zu korrigieren. Diese Abweichung soll durch die Bedarfsadaption festgestellt und die Vorsteuerwerte um diesen Offset parallel verschoben werden. Dabei wird zwischen zwei Adaptionbereichen unterschieden.

- Adaptionwert bei inaktiver Klimakompressoraufrschaltung
- Zusätzlicher Adaptionoffset bei aktiver Klimakompressoraufrschaltung

3.7.1 Adaptionbedingungen

Für die Aktivierung der Bedarfsadaption müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

B_LLRA	=	B_LLRL	;	Zustand Leerlaufregelung aktiv (siehe Zustandsautomat der LLR)
	und	tmot > K_LLRL_TMOT_ADAPT	;	Motortemperatur größer Schweller
	und	!B_TMOT_FEHLER	;	fehlerfreie tmot-Erfassung
	und	!B_LLRL_IBEGR	;	Integrator befindet sich nicht in einer Begrenzung

In den nachfolgenden Dokumentationen sind diese Bedingungen zu der Bedingung B_LLRA (LLR-Bedarfsadaption) zusammengefaßt.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		13.01.20215		LLR.DOC



Während der Entwicklungs- und Testphase kann die komplette Bedarfsadaption (B_LLRA_ENABLED) über das Bit 2 im Kontrollbyte K_LL_R_CONTROL abgeschaltet werden. Alle Adaptionswerte sind dann gleich Null.

B_LLRA_ENABLE = 1
B_LLRA_ENABLE = 0

Bedarfsadaption freigegeben
Bedarfsadaption abgeschaltet

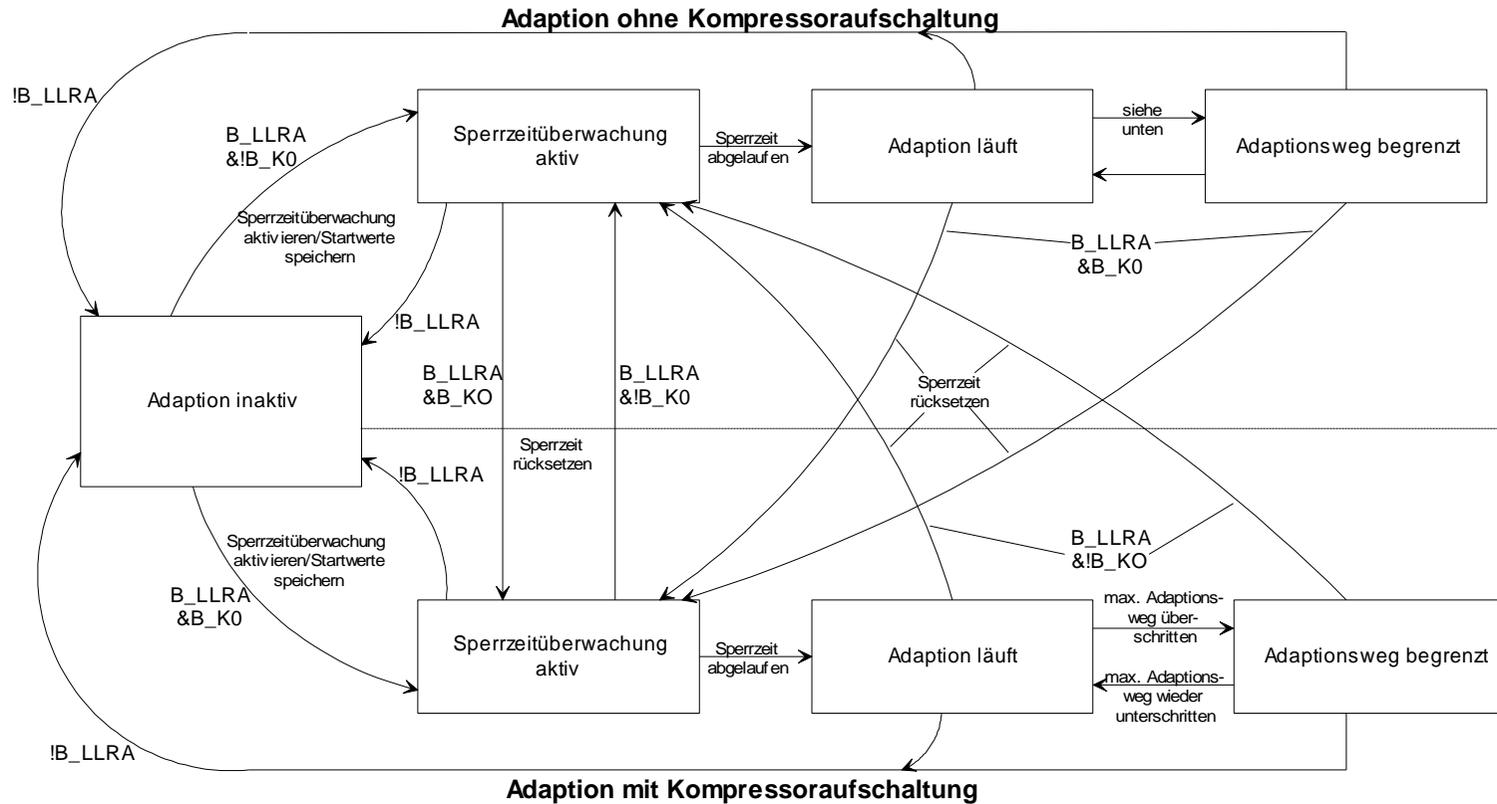
	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		13.01.20215		LLR.DOC



3.7.2 Zustände der Bedarfsadaption

Die Steuerung der Bedarfsadaption lässt sich als Zustandsautomat mit sieben Zuständen beschreiben.

Bild 3.7.2: Zustandsautomat der Bedarfsadaption



Bearbeiter	Abteilung	Datum	Name	Filename
		25.03.2005		LLR.DOC



Adaption inaktiv

Bedingung: B_LLRA nicht erfüllt

Kennzeichen: lla_flags = 0 (inaktiv)
lla_kflags = 0 (inaktiv)

Adaptionswerte: lla_qadapt (t) = lla_qadapt (t - 20 ms)
lla_kqadapt (t) = lla_kqadapt (t - 20 ms)

Sperrzeitüberwachung für LLRA ohne K0 aktiv

Bedingung: B_LLRA erfüllt
und !B_KO
und lla_timer !=0
(Sperrzeit noch nicht abgelaufen)

Kennzeichen: lla_flags = 1 (Sperrzeit)
lla_ko_flags = 0 (inaktiv)

Adaptionswerte: lla_qadapt (t) = lla_qadapt (t - 20 ms)
lla_kqadapt (t) = lla_kqadapt (t - 20 ms)

Adaption läuft (ohne K0)

Bedingung: B_LLRA
und !B_KO
und lla_timer == 0 (Sperrzeit abgelaufen)
und | lla_qadapt - lla_qstart | ≤ K_LLQ_DQADAPT_MAX
(Adaptionsweg nicht begrenzt)

Kennzeichen: lla_flags = 3 (adaptiert)
lla_kflags = 0 (inaktiv)

Adaptionswerte: lla_qadapt (t) = lla_qadapt (t - 20 ms) + (llr_qi(t - 20 ms) +
K_LLQ_QADAPT_OFFSET) * K_LLQ_TAU_ADAPT
(ohne Berücksichtigung einer Begrenzung)
lla_kqadapt (t) = lla_kqadapt (t - 20 ms)

Adaptionswert (ohne K0) begrenzt

Bedingung: B_LLRA
und !B_KO
und lla_timer == 0
und | lla_qadapt - lla_qstart | > K_LLQ_DQADAPT_MAX
(Adaptionsweg begrenzt)

Kennzeichen: lla_flags = 7 (begrenzt)
lla_kflags = 0 (inaktiv)

Adaptionswerte: lla_qadapt (t) = lla_qstart ± K_LLQ_DQADAPT_MAX
lla_kqadapt (t) = lla_kqadapt (t - 20 ms)

Anmerkung: Wird die Differenz zwischen berechnetem Adaptionswert und dem Startwert zu Beginn der Adaptionsphase wieder kleiner dem maximalen Adaptionsweg, wechselt man wieder in den Zustand "Adaption läuft".

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		13.01.202		LLR.DOC



Sperrzeitüberwachung für LLRA mit K0 aktiv

Bedingung: B_LLRA erfüllt
 und !B_KO
 und Ila_timer !=0
 (Sperrzeit noch nicht abgelaufen)

Kennzeichen: Ila_flags = 1 (Sperrzeit)
 Ila_kflags = 0 (inaktiv)

Adaptionswerte: Ila_qadapt (t) = Ila_qadapt (t - 20 ms)
 Ila_kqadapt (t) = Ila_kqadapt (t - 20 ms)

Adaption läuft (mit K0)

Bedingung: B_LLRA
 und !B_KO
 und Ila_timer == 0 (Sperrzeit abgelaufen)
 und |Ila_qadapt - Ila_qstart| ≤ K_LLQ_DQADAPT_MAX
 (Adaptionsweg nicht begrenzt)

Kennzeichen: Ila_flags = 3 (adaptiert)
 Ila_kflags = 0 (inaktiv)

Adaptionswerte: Ila_ko_qadapt (t) = Ila_kqadapt (t - 20 ms) +
 K_LLQ_QADAPT_OFFSET * K_LLQ_TAU_ADAPT
 (ohne Berücksichtigung einer Begrenzung)
 Ila_qadapt (t) = Ila_qadapt (t - 20 ms) + (Ilr.qi(t - 20 ms))

Adaptionswert (mit K0) begrenzt

Bedingung: B_LLRA
 und !B_KO
 und Ila_timer == 0
 und |Ila_qadapt - Ila_qstart| > K_LLQ_DQADAPT_MAX
 (Adaptionsweg begrenzt)

Kennzeichen: Ila_flags = 7 (begrenzt)
 Ila_kflags = 0 (inaktiv)

Adaptionswerte: Ila_kqadapt (t) = Ila_kqadapt (t - 20 ms)
 Ila_qadapt (t) = Ila_qstart ± K_LLQ_DQADAPT_MAX

Für alle Zustände gilt

Ausgangswert der Bedarfsadaption:

Ilr_qadaptation (t) = Ila_qadapt (t), wenn !B_KO
 = Ila_qadapt (t)
 + Ila_kqadapt (t) , wenn B_KO

Korrektur des Integratoranteils Ilr.qi der Leerlaufregelung

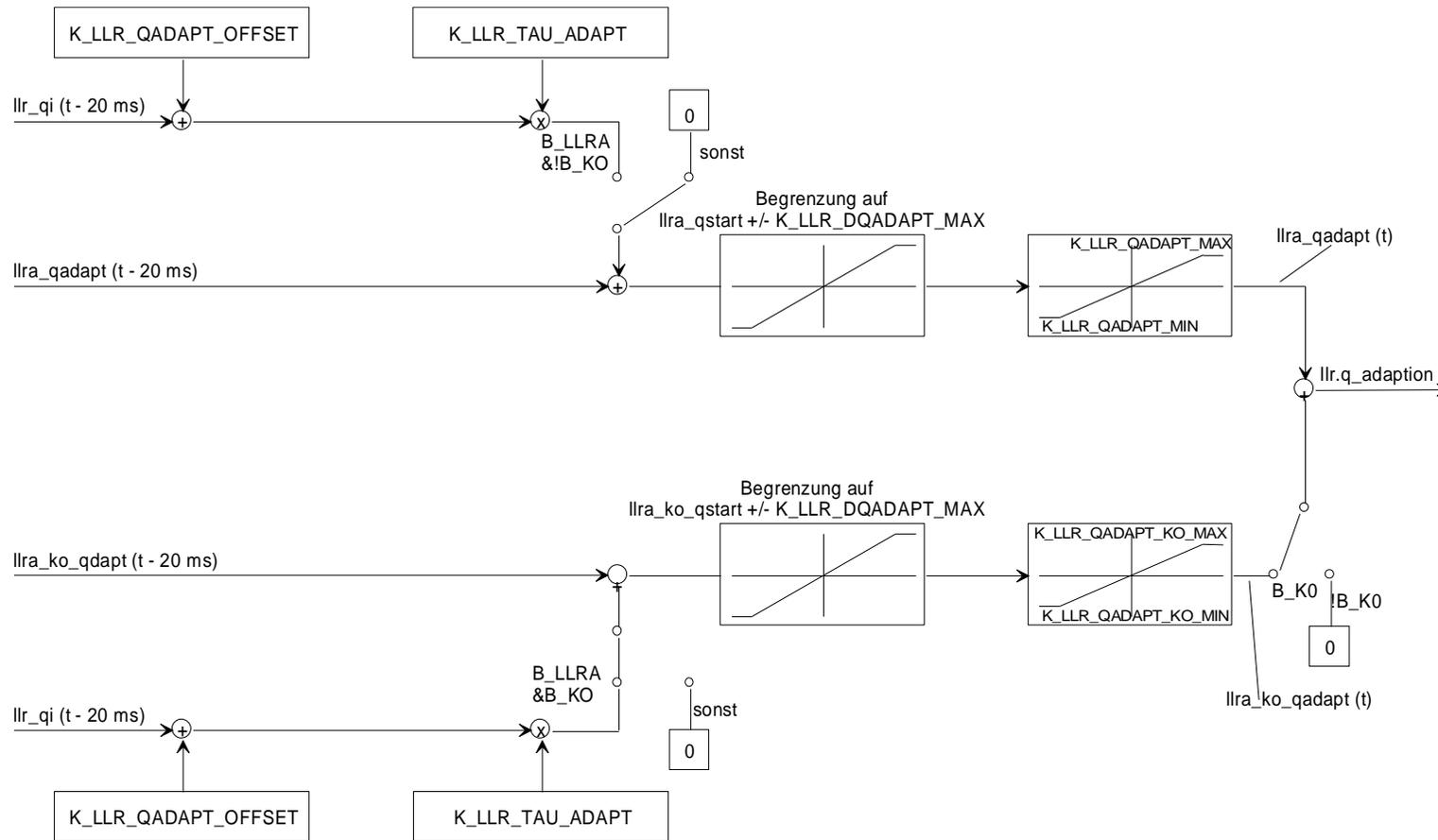
wenn Kompressoraufschaltung inaktiv
 Ilr_qi (t) = Ilr_qi (t)
 - (Ila_qadapt (t) - Ila_qadapt (t - 20 ms))

wenn Kompressoraufschaltung aktiv
 Ilr_qi (t) = Ilr_qi (t)
 - (Ila_kqadapt (t) - Ila_kqadapt (t - 20 ms))

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		13.01.202		LLR.DOC



3.7.3 Berechnungsschritte der Bedarfsadaption

Bild 3.7.3: Blockschaubild der LLR-Adaption

Bearbeiter	Abteilung	Datum	Name	Filename
		13.01.2021		LLR.DOC



Integrator

Ist die Aktivbedingung für den Adaptionintegrator erfüllt (B_LLRA erfüllt und Sperrzeit abgelaufen) wird zeitsynchron alle 20 ms ein neuer Integrationsschnitt für den aktuellen Adaptionsmode (B_K0 oder !B_K0) berechnet:

$$\begin{aligned}
 l_{qadapt}(t) &= q_{adapt}(t-20\text{ ms}) \\
 &+ (l_{r_qi}(t-20\text{ ms}) + K_{LLR_QADAPT_OFFSET}) \\
 &\quad * K_{LLR_TAU_ADAPT}
 \end{aligned}$$

Begrenzung des Adaptionsweges

Pro Adaptionsphase ist ein maximaler Adaptionsweg von $\pm K_{LLR_DQADAPT_MAX}$ möglich. Eine Adaptionsphase beginnt dabei mit dem Erkennen der Bedingung B_LLRA = erfüllt und endet, sobald diese Bedingung nicht mehr erfüllt ist. Ein Wechsel der Bedingung B_K0 bzw. ein Retriggern der Sperrzeit führt dagegen zu keiner neuen Adaptionsphase.

Zu Beginn der Adaptionsphase werden die beiden Adaptionswerte l_{ra_qadapt} und $l_{la_kqadapt}$ in die Variablen l_{la_qstart} und $l_{la_kqstart}$ umgespeichert. Während der Adaptionphase wird dann der aktuelle Adaptionswert auf den Wert $..._{qstart} \pm K_{LLR_DQADAPT_MAX}$ begrenzt.

Begrenzung der Adaptionswerte

Der resultierende Adaptionswert für inaktive Kompressorumschaltung wird auf $-K_{LLR_DQADAPT_MAX}$, $K_{LLR_DQADAPT_MIN}$ der für aktive Kompressorumschaltung auf die Werte $K_{LLR_QADAPT_K0_MAX}$ und $K_{LLR_QADAPT_K0_MIN}$ begrenzt.

Ausgangswert der Bedarfsadaption

Der Ausgangswert der Adaption $l_{r_qadaption}$, welcher zu dem Vorsteuerwert der Leerlaufregelung addiert wird, wird stets berechnet - unabhängig von der Bedingung B_LLRA und setzt sich wie folgt zusammen:

$$\begin{aligned}
 &\text{wenn } B_{K0} \text{ inaktiv} \\
 &\quad l_{r_qadaption}(t) = l_{la_qadapt}(t) \\
 &\text{wenn } B_{K0} \text{ aktiv} \\
 &\quad l_{r_qadaption}(t) = l_{la_qadapt}(t) + l_{la_kqadapt}(t)
 \end{aligned}$$

Korrektur des Integrationsanteiles des Leerlaufreglers

Die LLR-Bedarfsadaption darf die Luftvorgabe der Leerlaufregelung l_{r_qsoll} nicht verändern, sondern nur einen Korrekturoffset von dem I-Anteil des Leerlaufreglers l_{r_qi} auf den Adaptionswert $l_{r_qadaption}$ übertragen. D. h., daß mit jeder Änderung des Adaptionswertes der I-Anteil l_{r_qi} um diesen Betrag korrigiert werden muß.

$$\begin{aligned}
 &\text{wenn } B_{K0} \text{ inaktiv} \\
 &\quad l_{r_qi}(t) = l_{r_qi}(t) \\
 &\quad \quad \quad - (l_{la_qadapt}(t) - l_{la_qadapt}(t-20\text{ ms})) \\
 &\text{wenn } B_{k0} \text{ aktiv} \\
 &\quad l_{r_qi}(t) = l_{r_qi}(t) \\
 &\quad \quad \quad - (l_{la_kadapt}(t) - l_{la_kqadapt}(t-20\text{ ms}))
 \end{aligned}$$

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter				LLR.DOC



3.7.4 Daten der Bedarfsadaption

Beschreibung der Variablen:

Name	Beschreibung	Typ	Auflösung
lla_timer	verbleibende Adaptionssperrzeit	uw	0,02 sec.
lla.qadapt	Wert des Adaptionintegrators ohne Kompressoraufrufschaltung	sw	1/256 kg/h
lla.qstart	Wert des Adaptionintegrators zu Beginn einer neuen Adaptionphase (ohne K0)	sw	1/256 kg/h
lla.flags	Flags für Adaption ohne Kompressoraufrufschaltung Wert 0: Adaption inaktiv Wert 1: Sperrzeit läuft Wert 3: adaptiert Wert 7: Adaptionsweg begrenzt	uc	--
lla.kadapt	Wert des Adaptionintegrators mit Kompressoraufrufschaltung	sw	1/256 kg/h
lla.kqstart	Wert des Adaptionintegrators zu Beginn einer neuen Adaptionphase (mit K0)	sw	1/256 kg/h
lla.kflags	Flags für Adaption mit Kompressoraufrufschaltung Wert 0: Adaption inaktiv Wert 1: Sperrzeit läuft Wert 3: adaptiert Wert 7: Adaptionsweg begrenzt	uc	--

Beschreibung der Applikationsdaten:

Name	Typ	Bedeutung
K_LLR_QADAPT_OFFSET	FW	Adaptionsoffset für Integratoranteil
K_LLR_TAU_ADAPT	FW	Zeitkonstante für Bedarfsadaption
K_LLR_DQADAPT_MAX	FW	max. Adaptionsweg pro Adaptionphase
K_LLR_T_ADAPT	FW	Adaptionssperrzeit
K_LLR_QADAPT_MIN	FW	untere Adaptionwertbegrenzung (ohne K0)
K_LLR_QADAPT_MAX	FW	obere Adaptionwertbegrenzung (ohne K0)
K_LLR_QADAPT_KO_MIN	FW	untere Adaptionwertbegrenzung (mit K0)
K_LLR_QADAPT_KO_MAX	FW	obere Adaptionwertbegrenzung (mit K0)
K_LLR_TMOT_ADAPT	FW	Temperaturschwelle für die Bedarfsadaption

3.7.5 Nichtflüchtiges Abspeichern

In der Nachlaufphase des Steuergerätes werden die aktuellen Werte

lla_qadapt
und lla_kadapt

der Bedarfsadaption nichtflüchtig im E²PROM des Steuergerätes abgespeichert

In der Initialisierungsphase werden die aktuellen Adaptionswerte mit den abgespeicherten Werten vorbelegt. Bei einem Datenverlust des E²PROM werden die Adaptionswerte mit dem Wert Null vorbelegt.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter				LLR.DOC



3.8 Sollwert Leerlaufregelung

Der Sollwert für den Luftmassendurchsatz der Leerlaufregelung setzt sich additiv aus den Einzelergebnissen der beschriebenen Untermodule zusammen.

$$\begin{aligned}
llr_qsoll &= llr_qvs && ; \text{Grundwert der Vorsteuerung} \\
&+ llr_qac && ; \text{Korrektur der Störgrößenaufschaltung Klima} \\
&+ llr_qdashpot && ; \text{Korrektur der Dashpot-Funktion} \\
&+ llr_qadaption && ; \text{Korrektur der Bedarfsadaption} \\
&+ llr_qreg && ; \text{Korrektur des Leerlaufreglers} \\
&+ K_LLR_Q_MCS && ; \text{Q-Eingriff des Applikationssystems}
\end{aligned}$$

Die Konstante K_LLQ_MCS bietet dem Applikateur die Möglichkeit, mittels des MCS-Systems die Luftvorgabe auf einfache Weise zu beeinflussen.

Der minimale Sollwert llr_qsoll ist auf den Wert K_LLQ_QSOLL_MIN begrenzt.

Daten des Q-Sollwertberechnung

Beschreibung der Variablen:

Name	Beschreibung	Typ	Auflösung
llr_qsoll	resultierende Ausgangsgröße der Leerlaufregelung	uw	1/256 kg/h

Beschreibung der Applikationsdaten:

Name	Typ	Dim.	x-Achse	y-Achse
K_LLQ_MCS	K	1	--	--
KL_LLQ_QSOLL_MIN	K	1	--	--

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter				LLR.DOC

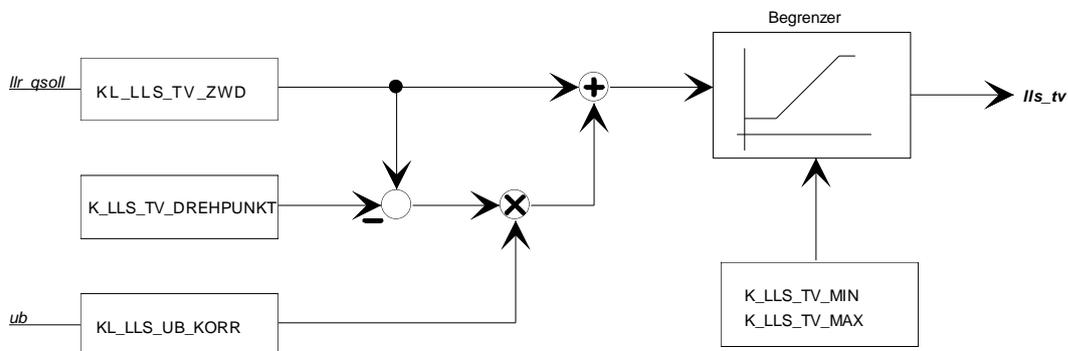


3.9 ZWD-Ansteuerung

Als Leerlaufsteller kommt bei dem Motor S50 ein Zweiwicklungsdrehsteller ZWD mit einer öffnenden und einer schließenden Wicklung zum Einsatz. Die Wicklungen werden mit einem getakteten pulswidenmodulierten Signal angesteuert. Die PWM-Frequenz beträgt 100Hz. Das PWM-Signal für die schließende Wicklung entspricht dem invertierten Signal der öffnenden Wicklung.

Die Luftdurchsatzvorgabe llr_qsoll wird über die ZWD-Stellerkennlinie in ein Tastverhältnis für das Ansteuersignal des Leerlaufstellers umgerechnet, in Abhängigkeit der Bordnetzspannung korrigiert und auf die Werte $K_LLS_TV_MIN$ bzw. $K_LLS_TV_MAX$ begrenzt.

Bild 3.9: Berechnung des Tastverhältnisses für die geöffnete ZWD-Wicklung



Das Tastverhältnis ist als Highzeit in der Variablen lls_tv abgelegt. Die Auflösung beträgt $2\mu s$.

$$lls_tv = tv(f(llr_qsoll)) + (tv(f(llr_qsoll)) - K_LLS_TV_DREHPUNKT) * ub_korr(f(ub))$$

Zur Verbesserung der Ladebillanz werden die Endstufen für die ZWD-Ansteuerung nur in den Betriebszuständen "Start" und "Motor_läuft" oder bei aktiver Klemme50 (Anlasser) durchgeschaltet. In den Betriebszuständen "Motor_steht", "Klemme15_aus" oder "Nachlauf" sind die Endstufen abgeschaltet und der Leerlaufsteller gibt nur den Notlaufquerschnitt frei.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter				LLR.DOC



Daten des Stelleransteuerung

Beschreibung der Variablen:

Name	Beschreibung	Typ	Auflösung
lls_tv	Highzeit des Ansteuersignals	uw	2 µs
status_lls	Statusinformation des LLS Bit 0: Fehler in Ansteuerung 7: Endstufen abgeschaltet	uc	--

Beschreibung der Applikationsdaten:

Name	Typ	Dim.	x-Achse	y-Achse
KL_LLS_TV_ZWD	KL	28 x 1	llr.qsoll - Luftvorgabe	--
KL_LLS_UB_KORR	KL	5 x 1	ub - Bordnetzspannung	--
K_LLS_TV_DREHPUNKT	K	1	--	--
K_LLS_TV_MIN	K	1	--	--
K_LLS_TV_MAX	K	1	--	--

3.10 Ersatzwert für Schalter S_GANG

Da der Schalter S_GANG für die Erkennung eines durchgeschalteten Antriebsstranges noch nicht 100%-ig erprobt und auch noch nicht in allen Fahrzeugen verbaut ist, besteht die Möglichkeit, mittels der Konstanten K_LLR_SGANG auf einen Ersatzwert für S_GANG umzuschalten, welcher aus der Fahrzeuggeschwindigkeit v abgeleitet wird.

K_LLR_SGANG = 0:

S_GANG = 0 wenn $v \leq K_LLR_V_MAX$

S_GANG = 1 wenn $v > K_LLR_V_MAX$

K_LLR_SGANG != 0 (erfordert, daß Schalter verbaut ist)

S_GANG = 0 wenn Antriebsstrang nicht durchgeschaltet

S_GANG = 1 wenn Antriebsstrang durchgeschaltet

3.11 Mögliche Modifikationen der Leerlaufregelung

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter				LLR.DOC

Projekt: MSS60

**Modul: Leerlaufregelung
in Momentenstruktur**

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20215		LFR.DOC

Änderungen:

Version	Datum	Kommentar
r300	1.6.04	Übernahme von MSS60 Projekt
r360	23.1.05	Dokument überarbeitet
r360	21.08.05	rm: P-Anteil des LL-Reglers auf 4-Quadrantenbetrieb umgestellt

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20215		LFR.DOC

Inhaltsverzeichnis

1	ÜBERSICHT LEERLAUFREGELUNG.....	4
2	SOLLDREHZAHL BERECHNUNG	6
3	LEERLAUFREGLER.....	8
3.1	PD-ANTEIL DES LEERLAUFREGLERS.....	8
3.2	I-ANTEIL DES LEERLAUFREGLERS.....	11
3.3	ZÜNDWINKELSTABILISIERUNG DES LEERLAUFREGLERS	15
4	ADAPTION VERLUSTMOMENT.....	18
4.1	Adaptionsbedingungen	18
4.2	Zustände der Bedarfsadaption	19
4.3	Berechnungsschritte der Bedarfsadaption	24
4.4	Daten der Bedarfsadaption	26
4.5	Nichtflüchtiges Abspeichern	27

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20215		LFR.DOC

FUNKTIONSUMFANG

In dem hier beschriebenen Modul werden alle Funktionen, die im Zusammenhang mit der Leerlaufregelung über Momentenmanager stehen, beschrieben.

1 ÜBERSICHT LEERLAUFREGELUNG

Die gesamte Leerlaufregelung ist schematisch im Bild 1 - Übersicht Leerlaufregelung - dargestellt.

Sie besteht aus den Untermodulen

- Solldrehzahlberechnung
- Leerlaufregler
- Adaption Verlustmoment
- ZWD-Ansteuerung

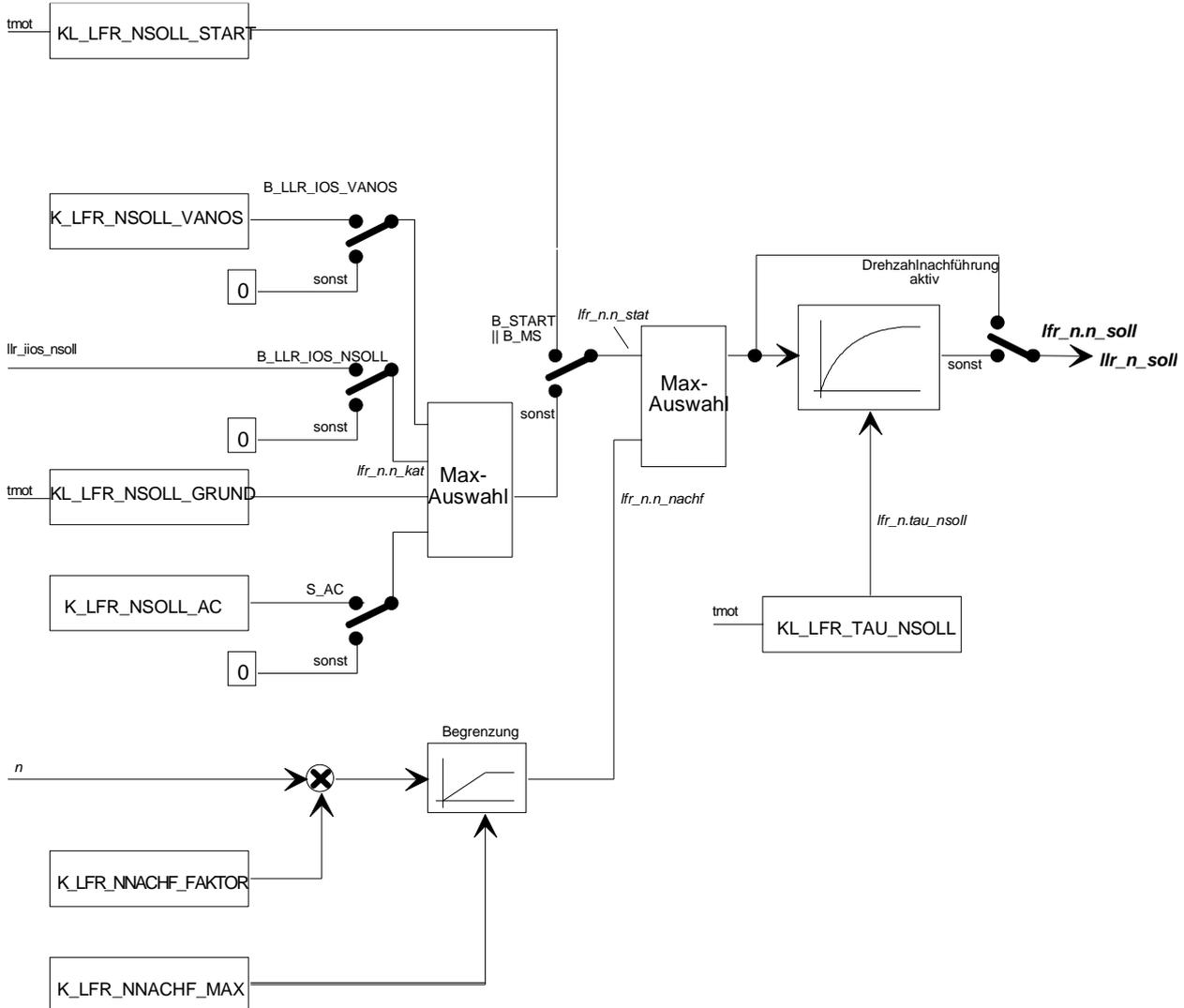
Die Leerlaufregelung ist, soweit dies nicht explizit in der Beschreibung der Untermodule angegeben ist, in allen Betriebszuständen der MSS60 aktiv. Die Interpolation der Kennlinien/Kennfelder mit sich langsam ändernden Eingangsgrößen erfolgt im Hintergrund. Ansonsten wird die Leerlaufregelung zeitsynchron im 20ms-Raster gerechnet.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20215		LFR.DOC

2 SOLLDREHZAHL BERECHNUNG

Die Solldrehzahl ist die Führungsgröße für den PID-Regler der Leerlaufregelung. Bild 2 gibt einen Überblick über die Solldrehzahlberechnung.

Bild 2: Berechnung der Solldrehzahl



	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20215		LFR.DOC

Die Solldrehzahl ist das Maximum aus der stationären Solldrehzahl "lfr_nstat" und der nachgeführten Solldrehzahl "lfr_nnachf".

Die stationäre Solldrehzahl wiederum wird wie folgt berechnet:

Im Betriebszustand "Motor_steht" oder "Start"

$$lfr_nstat = KL_LFR_NSOLL_START ; \text{Solldrehzahl während Start} = f(tmot)$$

In allen anderen Betriebszuständen

$$lfr_nstat = \text{Maximum aus}$$

$$KL_LFR_NSOLL_GRUND ; \text{Grundkennlinie Solldrehzahl} = f(tmot)$$

$$K_LFR_NSOLL_AC ; \text{Solldrehzahl bei Klimabereitschaft}$$

Die nachgeführte Solldrehzahl entspricht der mit dem Faktor $K_LFR_NNACHF_FAKTOR$ gewichteten aktuellen Motordrehzahl, wobei der Faktor zwischen 0 und 0,997 liegen kann. Die nachgeführte Solldrehzahl ist auf den Wert $K_LFR_NNACHF_MAX$ begrenzt.

Ist die stationäre Drehzahl größer der nachgeführten, wird diese über ein pt1-Filter mit der Filterzeitkonstante lfr_znsoll , welche aus der Kennlinie $KL_LFR_TAU_NSOLL$ berechnet wird, gefiltert. Wird als Solldrehzahl die nachgeführte Drehzahl verwendet, ist dieser Filter überbrückt.

Katheizen

Aus der Kenlinie $KL_LFR_N_OFFSET$ über die Motortemperatur bei Start, wird der Leerlaufdrehzahloffset nach dem Start ermittelt. Der Offset bleibt für $K_T_SEIT_START$ konstant, nach dieser Zeit wird er rampenförmig auf Null abgeregelt.

Daten der Solldrehzahlberechnung

Beschreibung der Variablen:

Name	Beschreibung	Typ	Auflösung
lfr_n.n_stat	stationäre Solldrehzahl	uw	1 Upm
lfr_ios_nsoll	Solldrehzahl über DS2	uw	1 Upm
lfr_n.n_soll	resultierende, gefilterte Solldrehzahl	uw	1 Upm
lfr_n.tau_nsoll	Zeitkonstante für Solldrehzahlfilter	ub	1 Upm

Beschreibung der Applikationsdaten:

Name	Typ	Dim.	x-Achse	y-Achse
KL_LFR_NSOLL_START	KL	3 x 1	tmot - Kühlwassertemp.	--
KL_LFR_NSOLL_GRUND	KL	4 x 1	tmot - Kühlwassertemp.	--
K_LFR_NSOLL_AC	K	1	--	--
K_LFR_NSOLL_VANOS	K	1	--	--
K_LFR>NNACHF_FAKTOR	K	1	--	--
K_LFR>NNACHF_MAX	K	1	--	--
KL_LFR_TAU_NSOLL	KL	4 x 1	tmot - Kühlwassertemp.	--

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20215		LFR.DOC

3 LEERLAUFREGLER

Die Leerlaufregelung erfolgt über Drehmomenteingriffe, d.h. der Ausgang des Reglers ist eine Drehmomentanforderung und nicht mehr eine Füllungsanforderung.

Der Leerlaufregler ist ein PID-Regler (proportional, integral, differential Regler), wobei der PD-Anteil im neuen 4-Quadranten Kennfeld KF_LFR_PD enthalten ist.

Der I-Regler bleibt von der Struktur her wie MSS50, hinzu kommt bei fallender Drehzahl und $n < \text{lfr_nsoll} + K_LFR_DN_EINGEREGET$ ein I-Anteil-Vorhalt, der einmalig den I-Anteil des Reglers um $\text{lfr_i_auf} = f(\text{dn})$ erhöhen kann. Die Eingangsgröße des Reglers ist die Abweichung der Ist-Drehzahl von der Soll-Drehzahl.

$$\begin{aligned} \text{Drehzahldifferenz} &= \text{Solldrehzahl} - \text{Istdrehzahl} \\ \text{lfr_dn} &= \text{lfr_nsoll} - n \end{aligned}$$

Eine positive Drehzahldifferenz bedeutet dabei, daß die Motordrehzahl in Bezug auf die Soll-Drehzahl zu niedrig ist. Bei einer negativen Drehzahldifferenz ist die Motordrehzahl zu hoch.

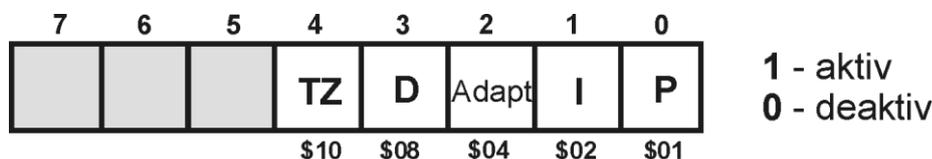
Zur Unterstützung der Regelung der Leerlaufdrehzahl über die Luftzufuhr greift der LFR auch mittels des PD-Anteils in den Zündwinkelpfad ein. Zusätzlich kann eine Zündwinkelstabilisierung aus der Leerlaufregelung berücksichtigt werden.

3.1 PD-ANTEIL DES LEERLAUFREGLERS

Der PD-Anteil berechnet sich aus dem Kennfeld KF_LFR_PD und ist abhängig von der Drehzahldifferenz zwischen Soll- und Ist-Drehzahl sowie des Drehzahlgradienten „d_n“ (1.Ableitung). Er wird zeitsynchron im 20 ms Raster berechnet.

Der bisherige D-Regler sowie die dazugehörige Kennlinie KL_LFR_I_AUF und der alte P-Anteil über die Kennlinie KL_LFR_DQP_POS entfallen !

Über die applizierbare Konstante K_LFR_CONTROL können die verschiedenen Regler Anteile aktiviert oder deaktiviert werden :



symbolische Konstanten :

- PID-aktiv
- PD-aktiv
- PID+Adapt.aktiv
- PID+Adapt.+TZ
- I-aktiv
- I+Adapt.aktiv
- I+Adapt.+TZ aktiv

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20215		LFR.DOC

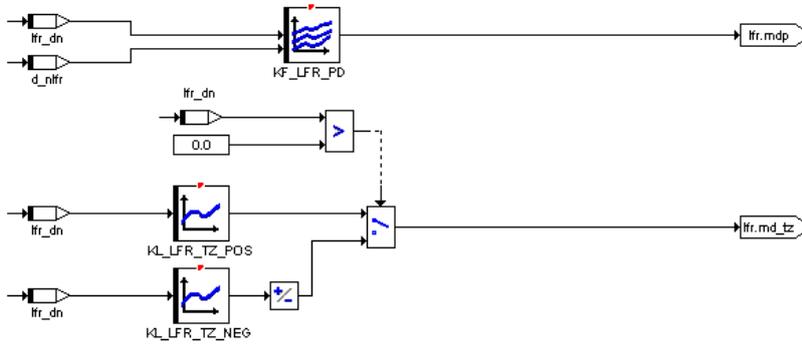
Applikationshinweis P(D)-Regler :

Der Bedatung des P-Anteil wird nach der Bedatung des I-Anteils durchgeführt. Bei Drehzahlen kleiner der Leerlauf-Solldrehzahl (lfr.dn>0) wird das Drehmoment erhöht (ist LFR_MDPD>0), bei Drehzahlen größer der Leerlauf-Solldrehzahl wird das Drehmoment abgesenkt.

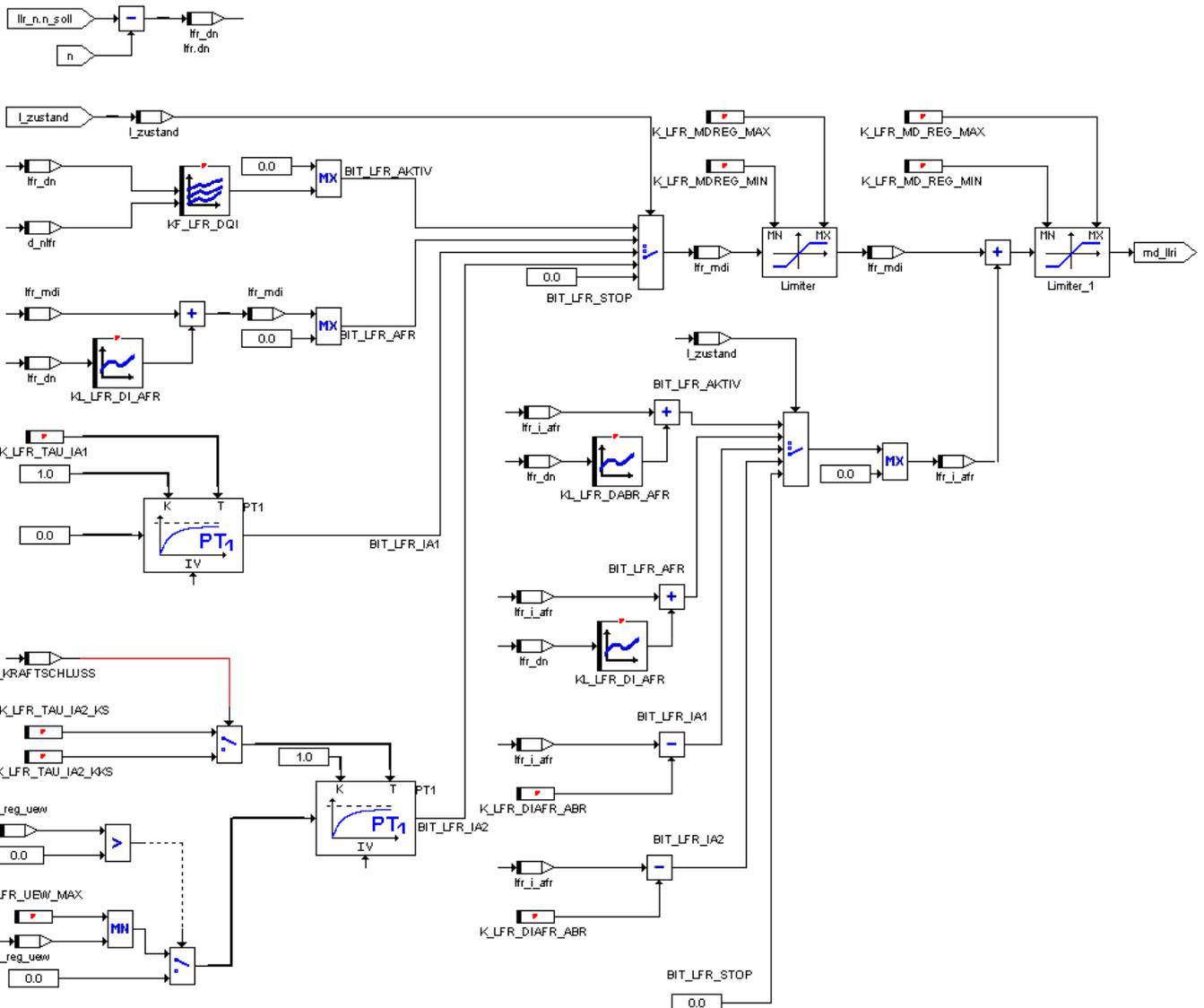
Bild 3: Übersicht Leerlaufregler

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20215		LFR.DOC

P-Regler #
#####



I-Regler #
#####



	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20215		LFR.DOC

3.2 I-ANTEIL DES LEERLAUFREGLERS

Bei der Berechnung des I-Anteils muß zwischen verschiedenen Betriebszuständen des I-Reglers unterschieden werden. Dies sind im Einzelnen die Zustände:

- I-Regler-Stop: **B_LFR_STOP**
Der I-Anteil wird zu Null gesetzt.

- Leerlaufregelung: **B_LFR**
Der I-Regler ist aktiv
 $lfr_mdi_t = lfr_mdi_{t-1} + dmdi$
zusätzlich wird $lfr_i_afr = lfr_i_afr - KL_DABR_AFR$
auf Null abgeregelt

- Anfahrregelung: **B_AFR**
Der Anteil aus der Anfahrregelung:
 $lfr_i_afr = lfr_i_afr + KL_LFR_DI_AFR (d_nlfr)$

Der I-Regler Anteil wird für
 $n < lfr_nsoll$ eingefroren
sonst abgeregelt
 $lfr_mdi = lfr_mdi - f(dn)$

- Integrator absteuern Bereich1: **B_IA1**
Der I-Anteil wird über ein pt1-Filter mit der Zeitkonstanten $K_LFR_TAU_IA1$ auf den Wert Null geführt.
Der Anteil aus der Anfahrregelung wird abgeregelt:
 $lfr_i_afr = lfr_i_afr - K_LFR_DIAFR_ABR$

- Integrator absteuern Bereich2: **B_IA2**
Der I-Anteil wird über ein pt1-Filter mit der Zeitkonstanten $K_LFR_TAU_IA2$ auf das Maximum aus lfr_uew und Null geführt. Die Variable $lfr_reg.uew$ ist der I-Anteil zum Zeitpunkt des Zustandsüberganges von Leerlaufregelung in Anfahrregelung.

Die Zeitkonstante ist abhängig von S_KS :

bei S_KS gesetzt (Kraftschluß)
 $K_LFR_TAU_IA2 = K_LFR_TAU_IA2_KS$

bei S_KS nicht gesetzt (kein Kraftschluß)
 $K_LFR_TAU_IA2 = K_LFR_TAU_IA2_KKS$

Der Anteil aus der Anfahrregelung wird abgeregelt:
 $lfr_i_afr = lfr_i_afr - K_LFR_DIAFR_ABR$

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20215		LFR.DOC

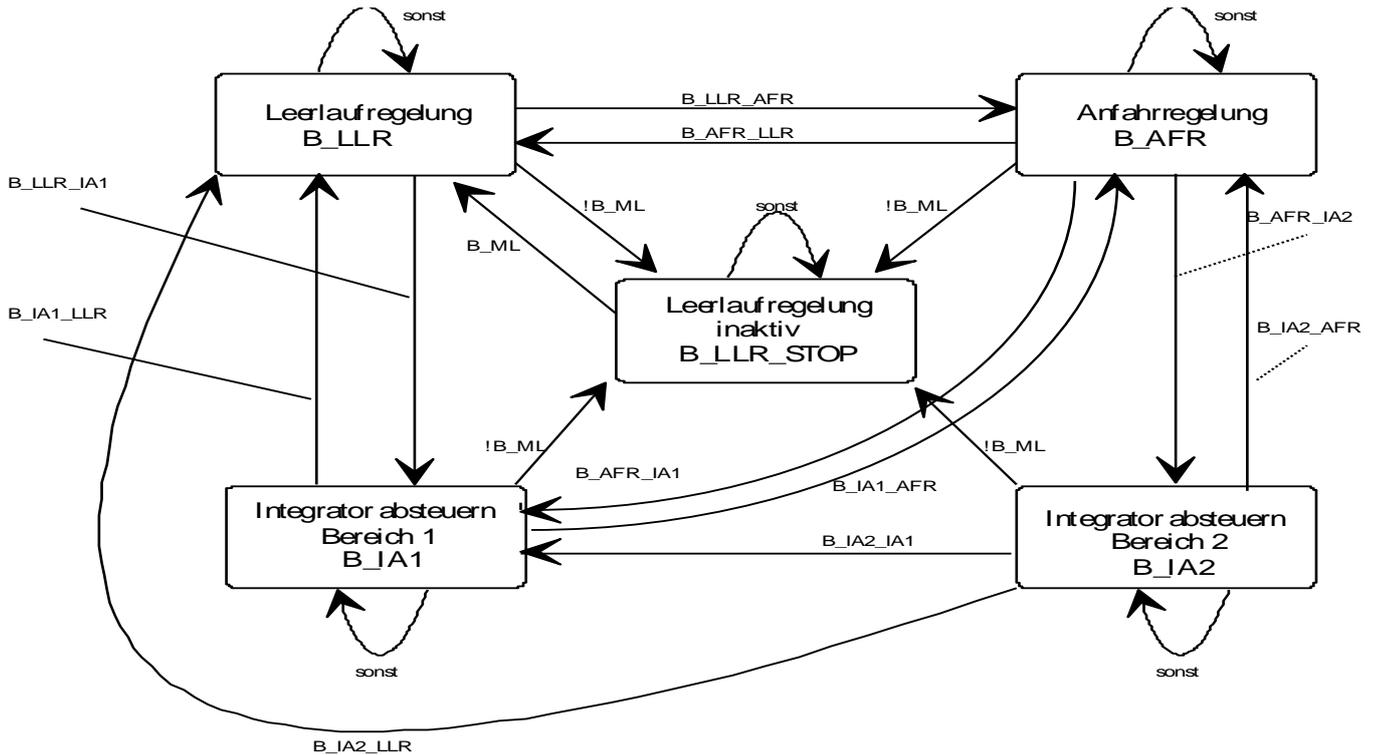
Innerhalb des Zustandes B_LFR existieren noch Sonderfälle:

- wird die Leerlaufdrehzahl um den Wert $K_LFR_NDIFF_RESET$ unterschritten und ist zu diesem Zeitpunkt der I-Anteil negativ, wird dieser sofort auf Null gesetzt (B_LFR_RESET).
- unterschreitet die Füllung r_f die minimale Füllungsschwelle $lfr_reg.rf_min$, berechnet aus $KL_LFR_RF_MIN = f(t_{mot})$, so wird eine weitere Verringerung des I-Anteils gesperrt (B_LFR_NEGSTOP).
- um das Durchtauchen der Drehzahl nach dem Motorstart zu verhindern, B_MD_NACHSTART gesetzt, wird ebenfalls eine Verringerung des I-Anteils gesperrt.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20215		LFR.DOC

Bild 4 zeigt das Zustandsdiagramm und die Übergangsbedingungen für den Leerlaufregler.

Bild 4: Zustandsdiagramm Leerlaufregler



	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20215		LFR.DOC

Zustandsübergänge des Leerlaufreglers:

Übergang Leerlaufregelung → Anfahrregelung

$$B_LFR_AFR = (B_TL \text{ oder } B_VL \text{ oder } (B_LL \text{ und } S_GANG)) \text{ und } !B_SA$$

Übergang Anfahrregelung → Leerlaufregelung

$$B_AFR_LFR = B_LL \text{ und } !S_GANG \text{ und } !B_SA$$

Übergang Anfahrregelung → Integrator absteuern Bereich 1

$$B_AFR_IA1 = !B_ML \text{ und } n > lfr.n_soll + K_LFR_DN_HYS$$

Übergang Anfahrregelung → Integrator absteuern Bereich 2

$$B_AFR_IA2 = !B_ML \text{ und } n > lfr.n_soll + K_LFR_DN_HYS$$

Übergang Integrator absteuern Bereich 1 → Anfahrregelung

$$B_IA1_AFR = B_ML \text{ und } n < lfr.n_soll + K_LFR_DN_HYS$$

Übergang Integrator absteuern Bereich 2 → Anfahrregelung

$$B_IA2_AFR = B_ML \text{ und } n < lfr.n_soll + K_LFR_DN_HYS$$

Übergang Integrator absteuern Bereich 2 → Bereich 1

$$B_IA2_IA1 = B_ML \text{ und } B_SA$$

Übergang Integrator absteuern Bereich 2 → Leerlaufregelung

$$B_IA2_LFR = B_LL \text{ und } !S_GANG \text{ und } !B_SA$$

Übergang Integrator absteuern Bereich 1 → Leerlaufregelung

$$B_IA1_LFR = B_LL \text{ und } !S_GANG \text{ und } !B_SA$$

Übergang Leerlaufregelung → Integrator absteuern Bereich 1

$$B_LFR_IA1 = B_SA$$

Über das BIT_I_REGLER_ON (Bit 1) in der Konstanten K_LFR_CONTROL kann der I-Anteil für Test- bzw. Applikationszwecke zu Null gesetzt werden.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20215		LFR.DOC

3.3 ZÜNDWINKELSTABILISIERUNG DES LEERLAUFREGLERS

Der TZ-Anteil berechnet sich aus der Kennlinie KL_LFR_TZ_POS/NEG und ist abhängig von dem Betrag der Drehzahldifferenz zwischen Soll- und Ist-Drehzahl. Er wird zeitsynchron im 20 ms berechnet. Er liefert eine Drehmomentkorrektur lfr.md_tz, proportional zum erfaßten Drehzahlgradient.

Der TZ-Anteil des Leerlaufreglers ist unter folgenden Bedingungen aktiv:

BIT_TZ_REGLER_ON (BIT 4) in K_LFR_CONTROL gesetzt

und Betriebszustand = Motor_läuft (B_ML)

und (S_GANG = kein Kraftschluß

oder S_GANG = Kraftschluß und $v \leq K_LFR_V_MAX$)

Bei der Berechnung des TZ-Anteils sind zwei Fälle zu unterscheiden:

- Drehzahl zu niedrig (lfr_dn > 0)

$lfr.md_tz = f(KL_LFR_TZ_POS)$

- Drehzahl zu hoch (lfr_dn < 0)

Motorzustand Leerlauf:

$lfr.md_tz = f(KL_LFR_TZ_NEG)$

sonst $lfr.md_tz = 0$

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20215		LFR.DOC

Daten des Leerlaufreglers

Beschreibung der Variablen:

Name	Beschreibung	Typ	Auflösung
lfr_dn	Drehzahldifferenz	sw	1 Upm
lfr_mdp	P-Anteil	sw	[1/10*8] Nm
lfr_mdi	I-Anteil	sw	[1/10*16] Nm
lfr_i_afr	Anteil aus der AFR-Regelung	sw	[1/10*16] Nm
lfr_i_auf	I-Anteil-Vorhalt bei schnell fallender n	sw	[1/10*16] Nm
md_lfri	I-Anteil d. LL-Reglers für Momentenm.	sw	[1/10] Nm
md_lfrp	PD-Anteil d. LL-Reglers für Momentenm.	sw	[1/10] Nm
md_lfr_tz	ZW--Anteild.LL-Reglers für Momentenm.	sw	[1/10] Nm
lfr_zustand	Zustandsinformation LFR Bit 0: B_LFR_STOP 1: B_LFR 2: B_ALFR 3: B_IA1 4: B_IA2	uc	--
lfr_flags	interne Flags der LFR Bit 0: Flag für Startluftmasse (Qvs) 1: Zeitüberwachung B_KO aktiv 2: B_KO war zuletzt aktiv 4: B_LFR_NEGSTOP 5: B_LFR_HALT	uc	--
lfr_uew	I-Anteil am Ende der Leerlaufregelung	sw	1/256 kg/h
lfr_tlmin	Minimallast für Negativstop	uw	1 µs/Umdr.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20215		LFR.DOC

Beschreibung der Applikationsdaten:

Name	Typ	Dim.	x-Achse	y-Achse
KL_LFR_DMDP_POS	KL	16 x 1	lfr.dn - Drehzahlabweich.	--
KL_LFR_DI_AFR	KL	16 x 1	lfr.dn - Drehzahlabweich.	--
KL_LFR_TZ_POS	KL	16 x 1	lfr.dn - Drehzahlabweich.	--
KL_LFR_DABR_AFR	KL	16 x 1	lfr.dn - Drehzahlabweich.	--
KF_LFR_PD	KF	15 x 8	PD-Anteil	--
KL_LFR_TZ_NEG	KL	16 x 1	lfr.dn - Drehzahlabweich.	--
KF_LFR_DMDI	KF	15 x 8	lfr.dn - Drehzahlabweich.	d_n40 Drehzahlgradient
K_LFR_MDREG_MIN	K	1	Min.Begr. LFR-I Anteil	--
K_LFR_MDREG_MAX	K	1	Max.Begr. LFR-I Anteil	--
K_LFR_MD_REG_MIN	K	1	Min.Begr. LFR-I +AFR-Anteil	
K_LFR_MD_REG_MAX	K	1	Max.Begr. LFR-I +AFR-Anteil	--
K_LFR_MDAFR_MAX	K	1	Max.Begr. AFR-Anteil	--
KL_LFR_RF_MIN	KL	4 x 1	tmot - Kühlwassertemp.	--
K_LFR_NDIFF_RESET	K	1	--	--
K_LFR_DIAFR_ABR	K	1	--	--
K_LFR_DN_EINGEREGLT	K	1	--	--
K_LFR_UEW_MIN	K	1	--	--
K_LFR_TAU_IA1	K	1	--	--
K_LFR_TAU_IA2_KS	K	1	--	--
K_LFR_TAU_IA2_KKS	K	1	--	--
K_LFR_V_MAX	K	1	--	--
KL_LFR_TZ_NEG	KL	16x1	lfr.dn - Drehzahlabweichung	--
KL_LFR_TZ_POS	KL	16x1	lfr.dn - Drehzahlabweichung	--

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20215		LFR.DOC

4 Adaption Verlustmoment

Die Bedarfsadaption lernt den unterschiedlichen Reibungsverlust des Systems Motor+ Nebenaggregate. Zu den Nebenaggregate zählen für die Adaption nur der Kompressor der Klimaanlage. Da der Motor teilweise ohne eingeschalteten Klimakompressor betrieben wird, muß die Adaption die unterschiedlichen Lastzustände berücksichtigen.

Im Leerlauf ohne Klimakompressor wird eine Adaption durchgeführt, die alleine die Änderung des Lastmomentes des Motors lernt (Grundlaständerung des Motors entspricht einer Änderung der inneren Reibung des Motors durch z. B. Verschleiß oder unterschiedliche Ölviskosität).

Wird der Klimakompressor zugeschaltet bleibt die Grundlaständerung erhalten, neue Laständerungen werden hauptsächlich durch den Klimakompressor verursacht. Daher wird nun additiv zur Grundlaständerung ein weiterer Faktor adaptiert.

Diese Adaption wird in der Regel deutlich schneller sein als die Grundlastadaption, da die Kompressorlast bei geregelten Kompressoren (je nach Güte der Lastrückmeldung des Kompressors) doch schneller sich ändert als die Motorgrundlast (gegeben durch mechanische Reibung und Ölviskosität).

4.1 Adaptionsbedingungen

Für die Aktivierung der Bedarfsadaption müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

B_LFRA	=	B_LFR	; Zustand Leerlaufregelung aktiv (siehe Zustandsautomat der LFR)
	und	t _{mot} > K_LFR_TMOT_ADAPT	; Motortemperatur größer Schwellenwert
	und	IB_TMOT_FEHLER	; fehlerfreie t _{mot} -Erfassung
	und	IB_LFR_IBEGR	; Integrator befindet sich nicht in einer Begrenzung

In den nachfolgenden Dokumentationen sind diese Bedingungen zu der Bedingung B_LFRA (LFR-Bedarfsadaption) zusammengefaßt.

Während der Entwicklungs- und Testphase kann die komplette Bedarfsadaption (B_LFRA_ENABLED) über das Bit 2 im Kontrollbyte K_LFR_CONTROL abgeschaltet werden. Alle Adaptionswerte sind dann gleich Null.

B_LFRA_ENABLE = 1	Bedarfsadaption freigegeben
B_LFRA_ENABLE = 0	Bedarfsadaption abgeschaltet

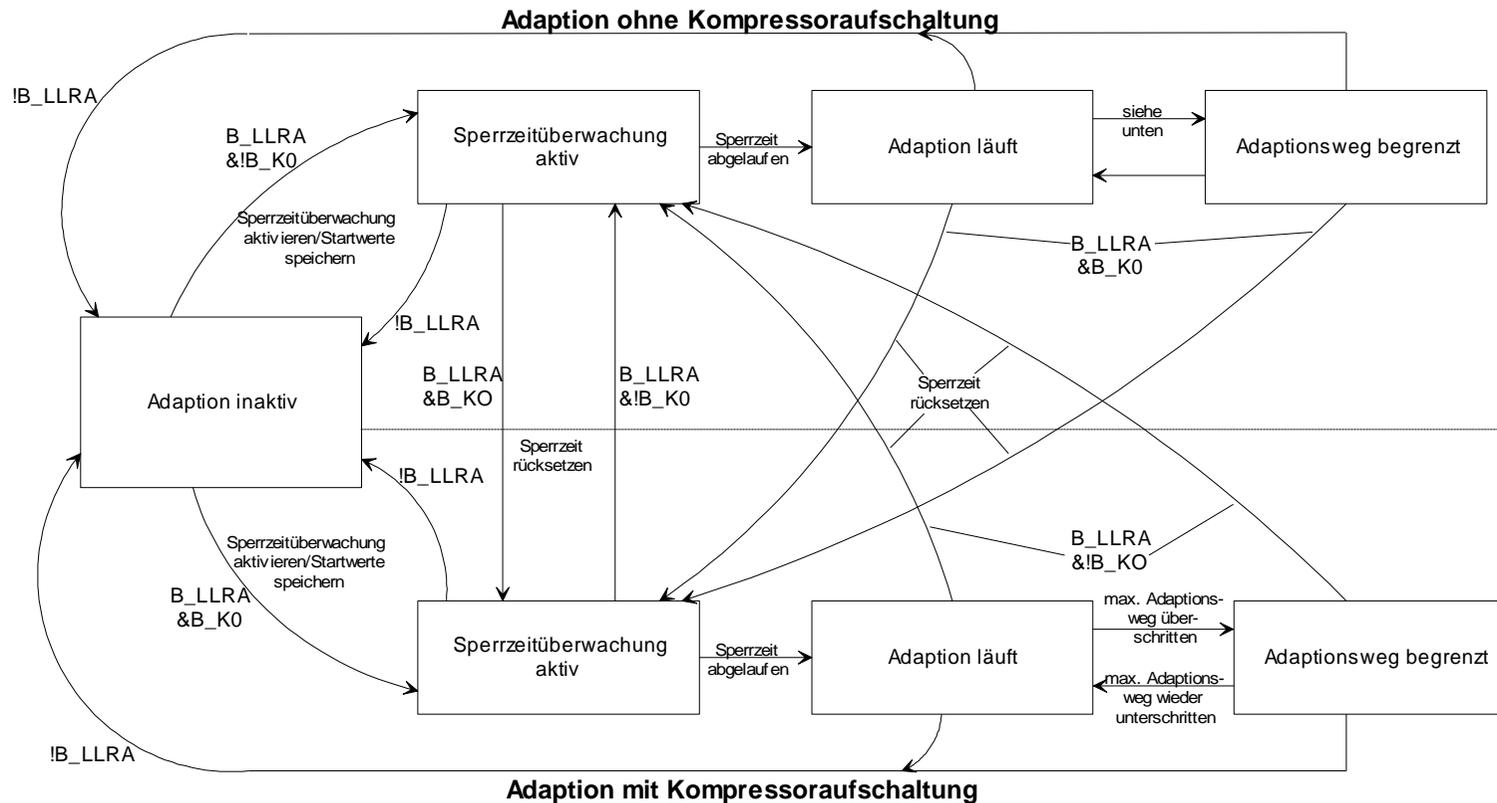
	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.20215		LFR.DOC



4.2 Zustände der Bedarfsadaption

Die Steuerung der Bedarfsadaption lässt sich als Zustandsautomat mit sieben Zuständen beschreiben.

Bild 5: Zustandsautomat der Bedarfsadaption



Bearbeiter	Abteilung	Datum	Name	Filename
	EE-26	13.01.2021	Frank	LFR.DOC



Adaption inaktiv

Bedingung: B_LFRA nicht erfüllt

Kennzeichen: lla_flags = 0 (inaktiv)
lla_kflags = 0 (inaktiv)

Adaptionswerte: lla_mdadapt (t) = lla_mdadapt (t - 20 ms)
lla_kmdadapt (t) = lla_kmdadapt (t - 20 ms)

Sperrzeitüberwachung für LFRA ohne K0 aktiv

Bedingung: B_LFRA erfüllt
und !B_KO
und lla_timer !=0
(Sperrzeit noch nicht abgelaufen)

Kennzeichen: lla_flags = 1 (Sperrzeit)
lla_ko_flags = 0 (inaktiv)

Adaptionswerte: lfra_mdadapt (t) = lla_mdadapt (t - 20 ms)
lla_kmdadapt (t) = lla_kmdadapt (t - 20 ms)

Adaption läuft (ohne K0)

Bedingung: B_LFRA
und !B_KO
und lla_timer == 0 (Sperrzeit abgelaufen)
und | lla_mdadapt - lla_mdstart | ≤ K_LFR_DMDADAPT_MAX
(Adaptionsweg nicht begrenzt)

Kennzeichen: lla_flags = 3 (adaptiert)
lla_kflags = 0 (inaktiv)

Adaptionswerte: lla_mdadapt (t) = lla_mdadapt (t - 20 ms) + (lfr_mdi(t - 20 ms) +
K_LFR_MDADAPT_OFFSET) * K_LFR_TAU_ADAPT
(ohne Berücksichtigung einer Begrenzung)
lla_kmdadapt (t) = lla_kmdadapt (t - 20 ms)

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-26	13.01.2021	Frank	LFR.DOC



Adaptionswert (ohne K0) begrenzt

Bedingung: B_LFRA
 und !B_KO
 und lla_timer == 0
 und | lla_mdadapt - lla_mdstart | > K_LFR_DMDADAPT_MAX
 (Adaptionsweg begrenzt)

Kennzeichen: lla_flags = 7 (begrenzt)
 lla_kflags = 0 (inaktiv)

Adaptionswerte: lla_mdadapt (t) = lla_mdstart ± K_LFR_DMDADAPT_MAX
 lla_kmdadapt (t) = lla_kmdadapt (t - 20 ms)

Anmerkung: Wird die Differenz zwischen berechnetem Adaptionswert und dem Startwert zu Beginn der Adaptionsphase wieder kleiner dem maximalen Adaptionsweg, wechselt man wieder in den Zustand "Adaption läuft".

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-26	13.01.2021	Frank	LFR.DOC



Sperrzeitüberwachung für LFRA mit K0 aktiv

Bedingung: B_LFRA erfüllt
 und !B_KO
 und lla_timer !=0
 (Sperrzeit noch nicht abgelaufen)

Kennzeichen: lla_flags = 1 (Sperrzeit)
 lla_kflags = 0 (inaktiv)

Adaptionswerte: lla_mdadapt (t) = lla_mdadapt (t - 20 ms)
 lla_kmdadapt (t) = lla_kmdadapt (t - 20 ms)

Adaption läuft (mit K0)

Bedingung: B_LFRA
 und !B_KO
 und lla_timer == 0 (Sperrzeit abgelaufen)
 und | lla_mdadapt - lla_mdstart | ≤ K_LFR_DMDADAPT_MAX
 (Adaptionsweg nicht begrenzt)

Kennzeichen: lla_flags = 3 (adaptiert)
 lla_kflags = 0 (inaktiv)

Adaptionswerte: lla_ko_mdadapt (t) = lla_kmdadapt (t - 20 ms) +
 K_LFR_MDADAPT_OFFSET * K_LFR_TAU_ADAPT
 (ohne Berücksichtigung einer Begrenzung)
 lla_mdadapt (t) = lla_mdadapt (t - 20 ms) + (lfr.mdi(t - 20 ms))

Adaptionswert (mit K0) begrenzt

Bedingung: B_LFRA
 und !B_KO
 und lla_timer == 0
 und | lla_mdadapt - lla_mdstart | > K_LFR_DMDADAPT_MAX
 (Adaptionsweg begrenzt)

Kennzeichen: lla_flags = 7 (begrenzt)
 lla_kflags = 0 (inaktiv)

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-26	13.01.2021	Frank	LFR.DOC



Adaptionswerte: $lla_kmdadapt(t) = lla_kmdadapt(t - 20\text{ ms})$
 $lla_mdadapt(t) = lla_mdstart \pm K_LFR_DMDADAPT_MAX$

Für alle Zustände gilt

Ausgangswert der Bedarfsadaption:

$lfr_mdadaptation(t) = lfra_mdadapt(t)$, wenn !B_KO
 $= lla_mdadapt(t)$
 $+ lla_kmdadapt(t)$, wenn B_KO

Korrektur des Integratoranteils lfr.mdi der Leerlaufregelung

wenn Kompressoraufschaltung inaktiv

$lfr_mdi(t) = lfr_mdi(t)$
 $- (lla_mdadapt(t) - lla_mdadapt(t - 20\text{ ms}))$

wenn Kompressoraufschaltung aktiv

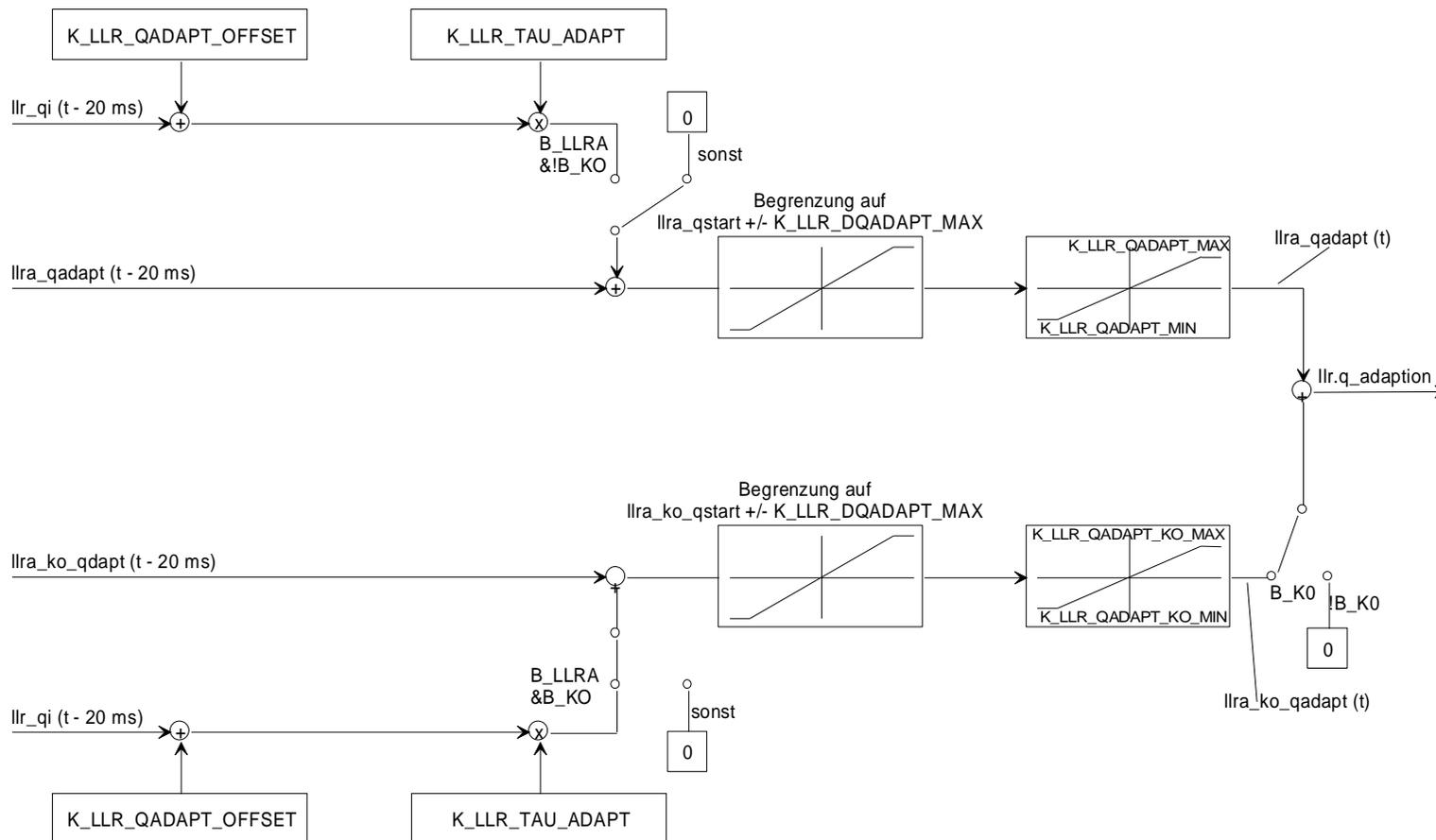
$lfr_mdi(t) = lfr_mdi(t)$
 $- (lla_kmdadapt(t) - lla_kmdadapt(t - 20\text{ ms}))$

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-26	13.01.2021	Frank	LFR.DOC



4.3 Berechnungsschritte der Bedarfsadaption

Bild 6: Blockschaltbild der LFR-Adaption



Bearbeiter	Abteilung	Datum	Name	Filename
	EE-26	13.01.2021	Frank	LFR.DOC



Integrator

Ist die Aktivbedingung für den Adaptionintegrator erfüllt (B_LFRA erfüllt und Sperrzeit abgelaufen) wird zeitsynchron alle 20 ms ein neuer Integrationsschnitt für den aktuellen Adaptionsmode (B_K0 oder !B_K0) berechnet:

$$\begin{aligned} \text{Imdadapt (t)} &= \text{mdadapt (t-20 ms)} \\ &+ (\text{lfr_mdi (t - 20 ms)} + \text{K_LFR_MDADAPT_OFFSET}) \\ &\quad * \text{K_LFR_TAU_ADAPT} \end{aligned}$$

Begrenzung des Adaptionweges

Pro Adaptionsphase ist ein maximaler Adaptionsweg von $\pm \text{K_LFR_DMDADAPT_MAX}$ möglich. Eine Adaptionsphase beginnt dabei mit dem Erkennen der Bedingung B_LFRA = erfüllt und endet, sobald diese Bedingung nicht mehr erfüllt ist. Ein Wechsel der Bedingung B_K0 bzw. ein Retriggern der Sperrzeit führt dagegen zu keiner neuen Adaptionsphase.

Zu Beginn der Adaptionsphase werden die beiden Adaptionswerte lfra_mdadapt und lla_kmdadapt in die Variablen lla_mdstart und lla_kmdstart umgespeichert. Während der Adaptionsphase wird dann der aktuelle Adaptionswert auf den Wert ..._mdstart $\pm \text{K_LFR_DMDADAPT_MAX}$ begrenzt.

Begrenzung der Adaptionswerte

Der resultierende Adaptionswert für inaktive Kompressoraufrichtung wird auf $-\text{K_LFR_DMDADAPT_MAX}$, $\text{K_LFR_DMDADAPT_MIN}$ der für aktive Kompressoraufrichtung auf die Werte $\text{K_LFR_MDADAPT_K0_MAX}$ und $\text{K_LFR_MDADAPT_K0_MIN}$ begrenzt.

Ausgangswert der Bedarfsadaption

Der Ausgangswert der Adaption lfr_mdadaptation, welcher zu dem Vorsteuerwert der Leerlaufregelung addiert wird, wird stets berechnet - unabhängig von der Bedingung B_LFRA und setzt sich wie folgt zusammen:

$$\begin{aligned} \text{wenn B_K0 inaktiv} \\ \text{lfr_mdadaptation (t)} &= \text{lla_mdadapt (t)} \\ \text{wenn B_K0 aktiv} \\ \text{lfr_mdadaptation (t)} &= \text{lla_mdadapt (t)} + \text{lla_kmdadapt (t)} \end{aligned}$$

Korrektur des Integrationsanteiles des Leerlaufreglers

Die LFR-Bedarfsadaption darf die Luftvorgabe der Leerlaufregelung lfr_mdsoll nicht verändern, sondern nur einen Korrekturoffset von dem I-Anteil des Leerlaufreglers lfr_mdi auf den Adaptionswert lfr_mdadaptation übertragen. D. h., daß mit jeder Änderung des Adaptionswertes der I-Anteil lfr_mdi um diesen Betrag korrigiert werden muß.

$$\begin{aligned} \text{wenn B_K0 inaktiv} \\ \text{lfr_mdi (t)} &= \text{lfr_mdi (t)} \\ &\quad - (\text{lla_mdadapt (t)} - \text{lla_mdadapt (t - 20 ms)}) \\ \text{wenn B_K0 aktiv} \\ \text{lfr_mdi (t)} &= \text{lfr_mdi (t)} \\ &\quad - (\text{lla_kadapt (t)} - \text{lla_kadapt (t - 20 ms)}) \end{aligned}$$

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-26	13.01.2002	.Frank	LFR.DOC



4.4 Daten der Bedarfsadaption

Beschreibung der Variablen:

Name	Beschreibung	Typ	Auflösung
lla_timer	verbleibende Adaptionssperrzeit	uw	0,02 sec.
lla.mdadapt	Wert des Adaptionsintegrators ohne Kompressoraufschaltung	sw	1/256 kg/h
lla.mdstart	Wert des Adaptionsintegrators zu Beginn einer neuen Adaptionsphase (ohne K0)	sw	1/256 kg/h
lla.flags	Flags für Adaption ohne Kompressoraufschaltung Wert 0: Adaption inaktiv Wert 1: Sperrzeit läuft Wert 3: adaptiert Wert 7: Adaptionsweg begrenzt	uc	--
lla.kmdadapt	Wert des Adaptionsintegrators mit Kompressoraufschaltung	sw	1/256 kg/h
lla.kmdstart	Wert des Adaptionsintegrators zu Beginn einer neuen Adaptionsphase (mit K0)	sw	1/256 kg/h
lla.kflags	Flags für Adaption mit Kompressoraufschaltung Wert 0: Adaption inaktiv Wert 1: Sperrzeit läuft Wert 3: adaptiert Wert 7: Adaptionsweg begrenzt	uc	--

Beschreibung der Applikationsdaten:

Name	Typ	Bedeutung
K_LFR_MDADAPT_OFFSET	FW	Adaptionsoffset für Integratoranteil
K_LFR_TAU_ADAPT	FW	Zeitkonstante für Bedarfsadaption
K_LFR_DMDADAPT_MAX	FW	max. Adaptionsweg pro Adaptionsphase
K_LFR_T_ADAPT	FW	Adaptionssperrzeit
K_LFR_MDADAPT_MIN	FW	untere Adaptionswertbegrenzung (ohne K0)
K_LFR_MDADAPT_MAX	FW	obere Adaptionswertbegrenzung (ohne K0)
K_LFR_MDADAPT_KO_MIN	FW	untere Adaptionswertbegrenzung (mit K0)
K_LFR_MDADAPT_KO_MAX	FW	obere Adaptionswertbegrenzung (mit K0)
K_LFR_TMOT_ADAPT	FW	Temperaturschwelle für die Bedarfsadaption

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-26	13.01.2002	.Frank	LFR.DOC



4.5 Nichtflüchtiges Abspeichern

In der Nachlaufphase des Steuergerätes werden die aktuellen Werte

lla_mdadapt
und lla_kmdadapt

der Bedarfsadaption nichtflüchtig im E²PROM des Steuergerätes abgespeichert

In der Initialisierungsphase werden die aktuellen Adaptionswerte mit den abgespeicherten Werten vorbelegt. Bei einem Datenverlust des E²PROM werden die Adaptionswerte mit dem Wert Null vorbelegt.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-26	13.01.202	.Frank	LFR.DOC



Projekt: MSS60

**Modul: DIAGNOSE LLS
ERKENNUNG BLOCKIERTER STELLER**

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter				ED_LLS.DOC



1 Eigendiagnose: Leerlaufsteller - Ansteuerung

1.1 Fehlererkennung:

Erkannt werden jeweils getrennt für die Öffner- und die Schließerwicklung des ZWD-
Leerlaufstellers:

- Open Load
- Kurzschluß nach Masse
- Kurzschluß nach Ubat
- Übertemperatur des Treibers

Die Fehlererkennung wird alle 100ms unter der Bedingung:

- B_START oder B_ML
 - und Ub > K_ED_UBMIN
- durchgeführt.

1.2 Fehlerfilterung:

K_ED_LLS_O_SIN	Öffnerwicklung - Schwelle für Fehlereintrag
K_ES_LLS_O_SOUT	Öffnerwicklung - Schwelle für Fehleraustrag
K_ED_LLS_O_IN_INC	Öffnerwicklung - Zählerincrement bei Fehlereintrag
K_ED_LLS_O_IN_DECR	Öffnerwicklung - Zählerdecrement bei Fehlereintrag
K_ED_LLS_O_OUT_INC	Öffnerwicklung - Zählerincrement bei Fehleraustrag
K_ED_LLS_O_OUT_DECR	Öffnerwicklung - Zählerdecrement bei Fehleraustrag
K_ED_LLS_S_SIN	Schließerwicklung - Schwelle für Fehlereintrag
K_ES_LLS_S_SOUT	Schließerwicklung - Schwelle für Fehleraustrag
K_ED_LLS_S_IN_INC	Schließerwicklung - Zählerincrement b. Fehlereintrag
K_ED_LLS_S_IN_DECR	Schließerwicklung - Zählerdecrement b. Fehlereintrag
K_ED_LLS_S_OUT_INC	Schließerwicklung - Zählerincrement b. Fehleraustrag
K_ED_LLS_S_OUT_DECR	Schließerwicklung - Zählerdecrement b. Fehleraustr.

1.3 Ersatzmaßnahmen:

Aufgrund der fünf möglichen Zustände von Öffner- und Schließerwicklung ergibt sich folgende Matrix für die Ersatzmaßnahmen.

ZWDO/ZWDS	kein Fehler	Open Load	KS n. Masse	KS n. Ubat	Übertemperatur
kein Fehler	Regelung	ZWD aus	ZWDO max	ZWD aus	ZWD aus
Open Load	ZWD aus	ZWD aus	ZWDO max	ZWD aus	ZWD aus
KS n. Masse	ZWDS max	ZWDS max	ZWD aus	ZWD aus	ZWD aus
KS n. Ubat	ZWD aus	ZWD aus	ZWD aus	ZWD aus	ZWD aus
Übertemperatur	ZWD aus	ZWD aus	ZWD aus	ZWD aus	ZWD aus

Regelung: beide Wicklungen werden mit dem berechneten Tastverhältnis angesteuert

ZWD aus: beide Wicklungen werden stromlos geschaltet - der ZWD gibt den

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter				ED_LLS.DOC



ZWDO max: Notlaufqueerschnitt frei
Die Öffnerwicklung wird mit dem maximalem Tastverhältnis K_LLS_TV_MAX , die Schließerwicklung mit dem inversen Wert angesteuert.

ZWDS max: Die Öffnerwicklung wird mit dem minimalem Tastverhältnis K_LLS_TV_MIN, die Schließerwicklung mit dem inversen Wert angesteuert.

Alle Ersatzmaßnahmen werden sofort mit dem Auftreten des Fehlers ergriffen und bleiben auch nur solange wirksam, wie der Fehler aktuell anliegt.

Um auch bei abgeschaltetem ZWD eine Fehlerheilung zu ermöglichen, wird alle K_LLS_ED_TFH Sekunden der Leerlaufsteller mit dem Tastverhältnis K_LLS_TV_NOTLAUF angesteuert und die Treiberdiagnose für die beiden Wicklungen erneut ausgewertet.

1.4 zusätzliche Maßnahmen:

- Sperren der Leerlaufregelung
- Sperren der LLR-Bedarfsadaption
- Sperren der Lambdaregelung

1.5 Fehlerort:

Fehlernummer:	ZWD Öffner:	11
	ZWD Schließer:	10
Pinnummer:	ZWD Öffner:	29
	ZWD Schließer:	2

1.6 Fehlerart:

kein Fehler	0x00
Kurzschluß nach Ubat:	0x01
Kurzschluß nach Masse:	0x02
Unterbrechung:	0x04
Übertemperatur:	0x08

abgespeicherte Umweltgrößen:

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter				ED_LLS.DOC



2 Eigendiagnose: Leerlaufsteller - Mechanik

2.1 Fehlererkennung:

Erkannt werden die Fehler

Leerlaufsteller klemmt offen bzw. Drosselklappen schließen nicht korrekt

Leerlaufsteller klemmt zu

Leckluft

Die Fehlererkennung wird mit jedem LLR-Zustandsübergang von Leerlaufregelung nach Anfahrregelung durchgeführt.

Leerlaufsteller klemmt offen, wenn

mindestens ein Adaptionwert auf Minimalanschlag

und der I-Regler der LLR auf Minimalanschlag

Leerlaufsteller klemmt zu, wenn

mindestens ein Adaptionwert auf Maximalanschlag

und der I-Regler der LLR auf Maximalanschlag

Motor bekommt Leckluft, wenn

mindestens ein Adaptionwert auf Minimalanschlag

und der I-Regler sich in der TL-Minimalbegrenzung befindet

2.2 Fehleraustrag:

sobald sich alle Adaptionswerte der LLR-Bedarfsadaption innerhalb der definierten Grenzen bewegen.

2.3 Fehlerfilterung:

Eine Fehlerfilterung findet bereits indirekt durch die Bedarfsadaption statt.

K_ED_LL_R_SIN	Schwelle für Fehlereintrag
K_ES_LL_R_SOUT	Schwelle für Fehleraustrag
K_ED_LL_R_IN_INC	Zählerincrement bei Fehlereintrag
K_ED_LL_R_IN_DECR	Zählerdecrement bei Fehlereintrag
K_ED_LL_R_OUT_INC	Zählerincrement bei Fehleraustrag
K_ED_LL_R_OUT_DECR	Zählerdecrement bei Fehleraustrag

Ersatzmaßnahmen:

keine

zusätzliche Maßnahmen:

keine

Fehlerort:

Fehlernummer: 23

Pinnummer: 136

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter				ED_LLS.DOC



2.4 Fehlerart:

kein Fehler:	0x00
Steller klemmt offen:	0x01
Steller klemmt zu:	0x02
Motor bekommt Leckluft:	0x04

abgespeicherte Umweltgrößen:

3 Eigendiagnose: Erkennung blockierter Steller

3.1 Betriebsbedingungen der Leerlaufregelungsdiagnose

Die freigabe dieser Funktion erfolgt, wenn das B_LLDIA_ERLAUBT gesetzt ist.
Dies ist der Fall, wenn

- kein Fehler im EGAS-System B_SK_EGAS_FEHLER = 0
- fehlerfreie Geschwindigkeitserfassung
- stehendes Fahrzeug $v = 0$
- der Motor befindet sich in einem definierten Zustand B_LL, keine B_KATH_AKTIV, kein B_TEV_FEHLER, kein B_EV_FEHLER, kein B_TZ_FEHLER, t_{mot} im zul. Fenst. kein B_VAN_FEHLER, kein B_ZWD_FEHLER, kein B_HFM_FEHLER, keine B_DIAG.

3.2 Funktionsbeschreibung

Diese Funktion überwacht das Verhalten des Leerlaufregler-Integrators lfr.mdi im Zusammenspiel mit der Motordrehzahl. Ist die Drehzahldifferenz grösser als K_LFROBD_DNO und ist dabei der Integrator grösser als die Schwelle K_LFROBD_DMO wird nach der Entprellzeit K_LFROBD_MN_FILTER der Unterdrehzahlfehler BIT_MNLLR gesetzt.

Ist die Drehzahldifferenz kleiner als K_LFROBD_DNU und ist dabei der Integrator kleiner als K_LFR_OBD_DMU wird nach der Entprellzeit K_LFROBD_MX_FILTER der Überdrehzahlfehler BIT_MXLLR gesetzt.

Falls die Drosselklappe zu weit offen steht, kann es vorkommen, daß der Motor ein permanentes sägen mit SA und WE durchführt. Dies Verhindert, daß der LL-Integrator an einen Anschlag laufen kann. Um diesen Zustand zu erkennen überwacht die Diagnose die Anzahl der positiven Flanken von B_SA während einer Diagnose-Phase (Bit B_LLRDIA ununterbrochen gesetzt). Wird diese Anzahl von SA grösser als die Schwelle K_LFROBD_DASA wird der Fehler BIT_MXLLR gesetzt.

Falls die Diagnose abgelaufen ist und kein Fehler entdeckt wurde, wird die LLR als ohne Fehler gemeldet.

3.3 Daten der Leerlaufregelungsdiagnose

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter				ED_LLS.DOC



Beschreibung der Variablen:

Name	Beschreibung	Typ	Auflösung
lfrobd_st	Statusvariable	ub	-
lfrobd_mn_cnt	Zähler bis Fehlereintrag LLS-geschl.	uw	1 ms
lfrobd_mx_cnt	Zähler bis Fehlereintrag LLS-offen	uw	1 ms
lfrobd_sa_cnt	Zähler SA-Phasen	uw	-
lfrobd_ed	Statusbyte Diagnose	ub	-

Beschreibung der Applikationsdaten:

Name	Typ	Dim.	x-Achse	
K_LFROBD_MN_FILTER	K	1	Wartezeit bis Fehlereintrag LLS-geschl.	--
K_LFROBD_MX_FILTER	K	1	Wartezeit bis Fehlereintrag LLS-offen	--
K_LFROBD_DMO	K	1	Max. Integratorabweichung Unterdrehzahl	--
K_LFROBD_DMU	K	1	Max. Integratorabweichung Überdrehzahl	--
K_LFROBD_DNO	K	1	Max. Drehzahlabweichung Unterdrehzahl	--
K_LFROBD_DNU	K	1	Max. Drehzahlabweichung Überdrehzahl	--
K_LFROBD_RF	K	1	Füllungsschwelle für LLR-Diagnose	--
K_LFROBD_DASA	K	1	Anzahl der SA/WE Phasen zur Fehlererkennung	--

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter				ED_LLS.DOC



E-Power

Modulbeschreibung

Projekt: **MSS60**

Modul: **Leerlaufsteller-Dia**

Seite 7 von 7

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter				ED_LLS.DOC



E-Power

Modulbeschreibung

Projekt: **MSS60** Modul: **LLSync**

Seite 1 von 7

MSS60

Leerlaufsynchronisation

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-52	10.11.2005		7.04.DOC



Block 2: Sperren LLSync, wenn Lambdaregelung inaktiv
 Bedingungen nicht erfüllt: Bit1 in llsync_st gesetzt
 Bedingungen don't care: Bit1 in K_LL_AKTIV_CONTROL gelöscht

Aktivierungsbedingung:
 Lambdaregelung muß aktiv sein

Block 3: Berücksichtigen des Einflusses der Tankentlüftung
 Bedingungen nicht erfüllt: Bit2 in llsync_st gesetzt
 Bedingungen don't care: Bit2 in K_LL_AKTIV_CONTROL gelöscht

Aktivierungsbedingung:
 tea1_f ≥ K_LL_TEA_MIN keine zu starke Spülrate der TE
 und tea2_f ≥ K_LL_TEA_MIN
 und ! B_TEV_FEHLER kein Fehler TE

Block 4: Berücksichtigen der Eigendiagnose wichtiger Komponenten
 Bedingungen nicht erfüllt: Bit3 in llsync_st gesetzt
 Bedingungen don't care: Bit3 in K_LL_AKTIV_CONTROL gelöscht

Aktivierungsbedingung:
 kein HFM-Fehler
 und kein ZWD-Fehler
 und kein TMOT-Fehler
 und kein TAN-Fehler
 und kein Einspritzventilfehler
 und kein Zündkanalfehler
 und kein Vanosfehler

Block 5: Sperren LLSync, wenn Katheizen aktiv
 Bedingungen nicht erfüllt: Bit4 in llsync_st gesetzt
 Bedingungen don't care: Bit4 in K_LL_AKTIV_CONTROL gelöscht

Aktivierungsbedingung:
 Katheizfunktion muß inaktiv sein

Block 6: Sperren LLSync, bei ZW-Eingriffen KR/KA
 Bedingungen nicht erfüllt: Bit5 in llsync_st gesetzt
 Bedingungen don't care: Bit5 in K_LL_AKTIV_CONTROL gelöscht

Aktivierungsbedingung:
 keine ZW-Spätverstellung aus Klopfregelung und Klopfadaption

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-52	10.11.2005		7.04.DOC



Block 7: Sperren LLSync bei Klimakompressoraufrufschaltung
 Bedingungen nicht erfüllt: Bit6 in llsync_st gesetzt
 Bedingungen don't care: Bit6 in K_LL_AKTIV_CONTROL gelöscht

Aktivierungsbedingung:
 Klimakompressor inaktiv

Block 8: Sperren LLSync, bei Fehler im Egas-System
 Bedingungen nicht erfüllt: Bit7 in llsync_st gesetzt
 Bedingungen don't care: Bit7 in K_LL_AKTIV_CONTROL gelöscht

Aktivierungsbedingung:
 keine Egas-Notprogramm aktiv

In einer Serienabstimmung sollten die Bedingungsblöcke 1, 2, 4, und 8 auf alle Fälle ausgewertet werden, d.h die entsprechenden Bits in K_LL_AKTIV_CONTROL sollten gesetzt sein.

Sind alle freigeschalteten Aktivierungsbedingungen erfüllt, startet eine Wartezeit von K_LL_SYNC_SPERRZEIT, nach deren Ablauf ein neuer Synchronisationsvorgang gestartet wird. Ist innerhalb eines Synchronisationsschritts eine der Bedingungen nicht mehr erfüllt, wird der Vorgang sofort abgebrochen und alle Meßwerte des Synchronisationsschrittes verworfen.

1.2 MESSUNG:

Unter der Voraussetzung, daß die Laufunruhemessung aktiv ist, werden die Segmentlaufzeiten der Einzelzylinder über K_LL_N_ANZ Arbeitsspiele aufaddiert.

$$ll_t_z[lu_zyl] = \left[\begin{array}{c} \sum lu_ts \\ ll_nzyl_anz \end{array} \right]$$

Da die Summationsvariablen nur ein Zwischenergebnis darstellen, sind sie über das MCS nicht sichtbar.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-52	10.11.2005		7.04.DOC



1.3 BERECHNUNG:

Wenn die Summation der Einzelsegmentlaufzeiten abgeschlossen ist, werden die Summen der Einzelsegmentlaufzeiten durch $K_{LL_N_ANZ}$ geteilt (einfache Mittelwertbildung) und somit eine mittlere Segmentlaufzeit pro Zylinder bestimmt:

$$ll_t_z[x] = ll_t_z[x] / K_{LL_N_ANZ}$$

Anschließend wird eine mittlere Banksegmentlaufzeit je Zylinderbank bestimmt:

$$ll_t_bank1 = \left[\sum_{i=0}^{ll_bank-1} ll_t_z[i] \right] / (ll_bank) \quad 6\text{-Zyl.: } ll_bank = 3$$

$$ll_t_bank2 = \left[\sum_{i=ll_bank}^{cfg_zylinderanzahl-1} ll_t_z[i] \right] / (ll_bank) \quad 4\text{-, } 8\text{-Zyl.: } ll_bank = 4$$

Die Segmentlaufzeiten eines jeden Zylinders werden nun in ein Verhältnis zu der mittleren Segmentlaufzeit der Zylinderbank gesetzt und in Form einer prozentualen Abweichung davon in der Variablen $ll_abw[Zylnr - 1]$ abgelegt. Ein positiver Wert bedeutet hierbei, daß die Segmentlaufzeit größer dem Mittelwert ist und damit der Zylinder langsamer, d.h daß erzeugte Zylindermoment zu gering ist.

1.4 AUSWERTUNG:

Eine Einspritzzeitkorrektur wird nur durchgeführt, wenn die prozentualen Abweichungen aller Segmentlaufzeiten einer Zylinderbank innerhalb eines Toleranzbandes $K_{LL_ABW_MAX}$ liegen.

Die Korrektur der Einspritzzeit erfolgt mittels eines zylinderselektiven Offsetwertes ti_ll_z1 bis ti_ll_z8 , welcher bei jedem Synchronisationsvorgang incrementell vergrößert bzw. verkleinert wird. Diese Werte werden als Adaptiondatum abgespeichert und gehen somit auch im Nachlauf nicht verloren. Die Werte können über DS2 ausgelesen, gelöscht, bzw auf beliebige (zulässige) Werte initialisiert werden.

Der Synchronisationsvorgang läuft im Prinzip in folgenden Einzelschritten ab.

- Suchen des langsamsten Zylinders einer Bank
- Berechnen eines Abmagerungsoffsets ll_ti_dec für die Einspritzzeit für alle anderen, schnelleren Zylinder aus der Kennlinie $KL_{LL_TI_T}$ in Abhängigkeit von ll_abw des langsamsten Zylinders.
- Berechnen eines Anfettungsoffsets ll_ti_inc für den langsamsten Zylinder
 $ti_ll_inc = (Zylinder\ pro\ Bank - 1) * ll_ti_dec$
 Damit ist sichergestellt, daß es zu keinen Rundungseffekten bei der Berechnung kommt, und daß die Summeneinspritzzeit einer Zylinderbank durch die LLSync nicht verändert wird.
- Überprüfung, ob der Synchronisationsschritt dazu führt, daß die Korrekturwerte ti_ll_zx den gültigen Wertebereich $K_{TI_LL_MIN} \leq ti_ll_zx \leq K_{TI_LL_MAX}$ verlassen. Ist dies der Fall, wird der Vorgang abgebrochen und die Änderungen nicht übernommen.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-52	10.11.2005		7.04.DOC



- Übernahme der Einspritzzeitänderungen ll_ti_dec bzw. ll_ti_inc in die Korrekturwerte ti_ll_zx

Durch die Werte der Kennlinie $KL_LL_TI_T$ für die Berechnung der Korrekturoffsets muß sichergestellt werden, daß die LLSync bei einem ausreichend synchronisierten Motor keinen Einfluß mehr auf die Einspritzung nimmt. Dazu muß unterhalb einer Grenzabweichung (idealerweise die 1. Stützstelle im Kennfeld) ein Einspritzzeitoffset von $0\mu s$ stehen. Dies führt dazu, daß sowohl ll_ti_dec als auch ll_ti_inc Null sind.

1.5 SONSTIGES:

Das komplette Modul Leerlaufsynchrisation kann über den Kontrollparameter $K_LL_SYNC_CONTROL$ deaktiviert werden.

Die Korrekturwerte ti_ll_zx für die Einspritzung werden nach jedem Rücksetzen der Adaption, bzw bei einem neuen Steuergerät mit den Werte aus $K_LL_TI_FAC[x]$ vorinitialisiert. Damit können mittels Daten konstruktionsbedingte, motorunabhängige Unterschiede bereits ab Werk korrigiert werden.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-52	10.11.2005		7.04.DOC

**1.6 DATEN DER LLSYNC:****Beschreibung der Variablen:**

Variable	Bedeutung
ll_bank	Anzahl der Zylinder einer Bank
ll_ada_anz	Anzahl der bisher durchgeführten Synchronisationsvorgänge
ll_case	Ablaufzustand der LLSync Initialisierung - Messung - Auswertung - Inaktiv
llsync_st	Status LLSync aktiv - inaktiv
llsync_st_m	Status Aktivierungsbedingungen = 0 : alle Bedingungen erfüllt != 0 : je nach gesetzten Bits ist die entsprechende Bedingung nicht erfüllt
ll_t_bank1/2	mittlere Segmentlaufzeit Bank1 bzw. Bank2
ll_n_anz	Anzahl der aktuell erfassten Segmente innerhalb eines Sync.vorgangs
ll_nzyl_anz	Anzahl der Segmente pro Sync.vorgangs
ll_abw_bank	prozentuale Abweichung Bank1 zu Bank2
ll_abw[x]	prozentuale Abweichung des Zylinders vom Bankmittelwert

Beschreibung der Applikationsdaten:

Konstante	Bedeutung
K_LL_TI_FAC[x]	Werksvorgabe der Einspritzzeitkorrektur
K_LL_ABW_MAX	max. zulässige Abweichung eines Zylinders vom Bankmittelwert
K_LL_SYNC_CONTROL	Kontrollparameter für die LLSync
K_LL_AKTIV_CONTROL	Konfigurationsparameter für Aktivierungsbedingungen
K_LL_TAN_MIN	min. Ansauglufttemperatur
K_LL_TAN_MAX	max. Ansauglufttemperatur
K_LL_TMOT_MIN	min. Motortemperatur
K_LL_TMOT_MAX	max. Motortemperatur
K_LL_V_MAX	max. Fahrzeuggeschwindigkeit
K_LL_N_ANZ	Anzahl der Arbeitsspiele pro Synchronisationsvorgang
K_LL_DN_MAX	max. Drehzahlabweichung von der Leerlauf-Solldrehzahl
K_LL_TEA_MIN	min. Korrekturfaktor der Tankentlüftungsadaption
K_LL_SYNC_SPERRZEIT	Wartezeit bis Start LLSync
KL_LL_TI_T	Korrekturkennlinie Einspritzzeit in Abh. der Abweichung des langsamsten Zyl.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-52	10.11.2005		7.04.DOC



MSS60

Modulbeschreibung Schubabschalten / Wiedereinsetzen

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.2021	Bayerl	7.05.doc



1. SCHUBABSCHALTEN

Der Ablauf von der Erkennung der Aktivierungsbedingung für Schubabschneiden bis zur Ausblendung der Einspritzung erfolgt in drei Stufen:

Stufe 1: SA-Triggerung

Erkennen der Triggerbedingung für Schubabschalten
Start der Zeitmessung für SA-Verzögerungszeit

Stufe 2: SA-Bereitschaft

Verzögerungszeit abgelaufen
Reduktion des Motormoments über Füllung und Zündung

Stufe 3: SA-Aktiveringung

Motormoment ist reduziert
Einspritzausblendung

1.1. SA-TRIGGERUNG

Bedingung für Erkennung auf SA-Triggerung:

	B_LL	Betriebszustand = Leerlauf
und	n > sa_n40	Motordrehzahl > Abschaltdrehzahl
und	tkat > K_SA_TKAT	Kattemperatur > Schwelle
und	md_fw_filter < K_SA_MD_HYS	Fahrerwunschmodent < Schwelle
und	! B_MSR	kein MSR-Eingriff
und	sa_msr_sperrzeit == 0	Sperrzeit nach MSR-Eingriff abgelaufen
und	! B_FGR_SA_SPERRE	keine FGR-Sperre
und	! B_SMG_SA_SPERRE	keine SMG-Sperre

Aktionen bei SA-Triggerung:

Mit dem erstmaligen Erkennen eines SA-Triggers wird ein Timer gestartet, über den eine Wartezeit für das Auslösen der SA-Bereitschaft realisiert wird.

Signalisierung :

Bit 0 in sa_we_st gesetzt.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.2021	Bayerl	7.05.doc



1.2. SA-BEREITSCHAFT

Bedingung für Erkennung auf SA-Bereitschaft:

seit Triggerung der SA ist die Zeit `sa_trigger_delay` - aus `KF_SA_TIME_TMOT_N40 = f(tmot, n40)` abgelaufen.

Aktionen bei SA-Bereitschaft:

Über den Dynamikfilters des Momentenmanagers wird das Sollmoment für den Zündwinkelpfad rampenförmig auf Null abgeregelt. Die Steilheit der Rampe ist abhängig von der Art der SA-Dynamik - hart oder weich - und dem aktuellen Gang. Dies führt dazu, daß zuerst die Füllung bis auf ein erlaubtes Minimum reduziert wird. Anschließend kann das Füllungsmoment der Momentenvorgabe nicht weiter folgen, so daß nun ein Zündwinkleingriff zur weiteren Momentenreduktion erfolgen muß.

Für die Realisierung der Zündwinkleingriffs gibt es zwei Mechanismen. Zum Einen kann die ZW-Spätverstellung über den Momentenmanager erfolgen. Zum Anderen besteht die Möglichkeit, den ZW-Eingriff über einen Offsetzündwinkel direkt im ZW-Pfad mit einzurechnen. Die exakte Beschreibung beider Möglichkeiten ist den entsprechenden Modulbeschreibungen „Momentenmanager bzw. „Zündung“ zu entnehmen.

Signalisierung :

Bit 1 in `sa_we_st` gesetzt.

1.3. SA-AKTIV

Bedingung für Erkennung auf SA-Aktiv:

	! B_MSR	kein MSR-Eingriff
und	(Istmoment < Schwelle
	md_ind_ne < K_SA_MD_NE_MIN	
	oder	tz_md_mittel < tz_min + K_SA_TZ_MIN_HYS
		mittlerer Eingriffswinkel später als
		Minimalzündwinkel + Hysterese
	oder	tz_sa_flag
)	direkter TZ-Eingriff auf Minimum

Aktionen bei SA-Triggerung:

Abschaltung der Einspritzung

Signalisierung :

Bit 3 in `sa_we_st` gesetzt.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.2021	Bayerl	7.05.doc



1.7. BERECHNEN DER DREHZAHLSCHWELLEN

Bild: Berechnung der Wiedereinsetzdrehzahl sa_n40_we:

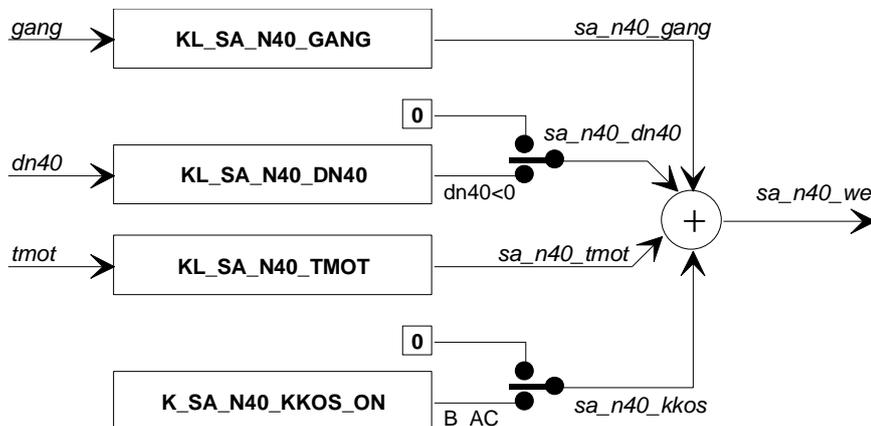
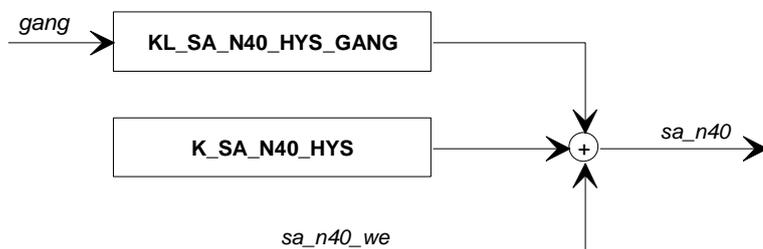


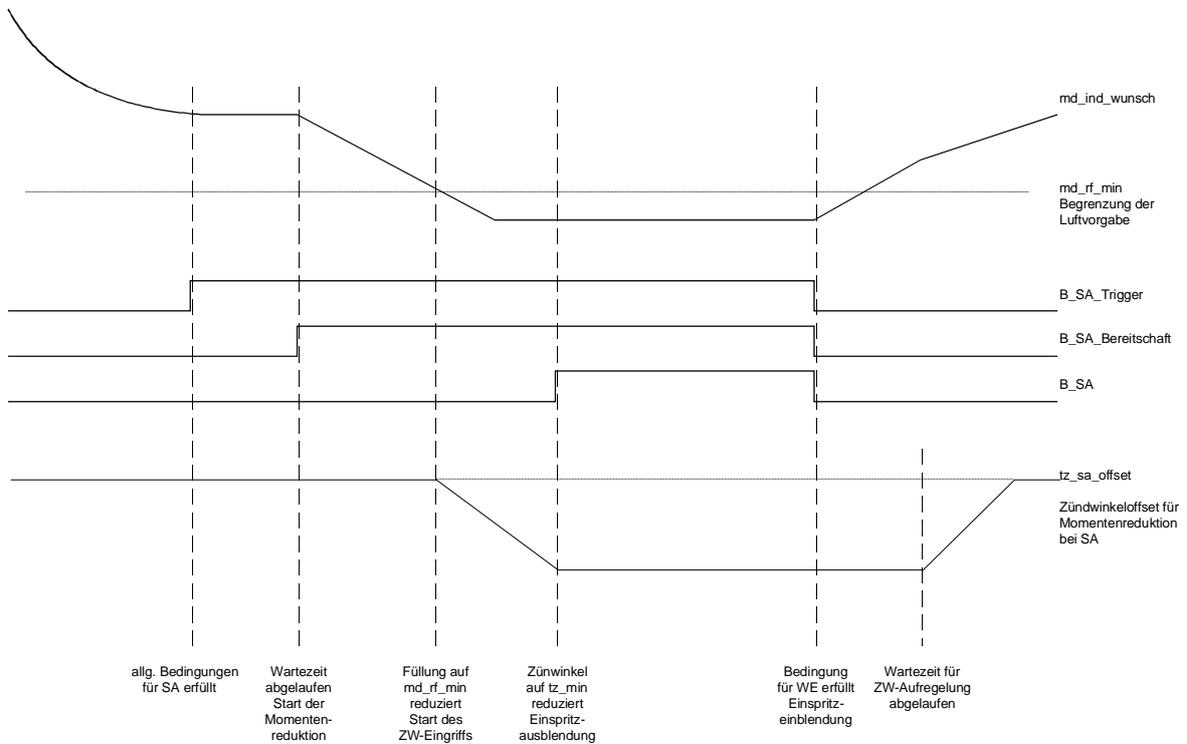
Bild: Berechnung der Drehzahlschwelle für Schubabschneiden sa_n40:



	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.2021	Bayerl	7.05.doc



1.8. ÜBERSICHT: ABLAUF SCHUBABSCHALTEN/WIEDEREINSETZEN



	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.2021	Bayerl	7.05.doc



1.9. DATEN DES MODULS SA/WE

Konstante	Bedeutung
K_SA_MD_HYS	Momentenschwelle für Erkennung auf SA-Aktivierung
K_SA_MSR_SPERRZEIT	Sperrzeit für erneute SA-Auslösung nach MSR-Eingriff
K_SA_N40_KKOS	Offset für Wiedereinsetzdrehzahl bei Klimabereitschaft
K_SA_TKAT	Kat-Temperaturschwelle für Erkennung auf SA-Triggerung
K_SA_TZ_MIN_HYS	Zündwinkelhysterese für Erkennen auf SA-Aktivierung
K_SA_WDK	WDK-Schwelle für Sofortauslösung
K_WE_DN40_HARD	Drehzahlgradient für hartes passives Wiedereinsetzen
K_WE_MD_HYS	Momentenschwelle für Erkennen auf WE
KF_SA_TIME_TMOT_N40	Verzögerungszeit für die SA-Bereitschaft
KL_SA_DWDK_N40	Drosselklappengradient, unterhalb dem sofort auf Schubabschalten erkannt wird - Vorsicht : Gradient ist negativ
KL_SA_N40_DN40	N-Gradientenabhängiger Offset für die Wiedereinsetzdrehzahl
KL_SA_N40_GANG	Gangabhängige Hysteresen für die Wiedereinsetzdrehzahl
KL_SA_N40_HYS_GANG	zusätzliche gangabh. Hysterese für die Abschaltdrehzahl
KL_SA_N40_HYS	Abstand zwischen WE- und SA-Drehzahl
KL_SA_N40_TMOT	Tmot-abhängige Drehzahlschwelle für SA und WE

Die gangabhängigen Konstanten sind als Kennlinie abgelegt. Der Position innerhalb der Kennlinie entspricht der aktuellen Ganginformation. Dabei bedeutet:

- gang = 0: kein Kraftschluß oder kein gültiger Gang erkannt
- 1: 1. Gang
- 6: 6. Gang
- 7: Rückwärtsgang

Variable	Bedeutung
sa_we_st	Status SA/WE Bit 0 : SA-Triggerung 1 : SA-Bereitschaft 2 : sequentielle SA-Aktivierung (im Moment noch offen) 3 : SA-Aktivierung 4 : sequentielles WE (im Moment noch offen) 5 : Wiedereinsetzen (in der Regel nicht sichtbar, da nur kurz gesetzt)
sa_dwdk	Schwelle Drehzahlgradient für direkte Auslösung der SA = KL_SA_N40_DWDK
sa_n40_we	Wiedereinsetzdrehzahl
sa_n40_tmot	Basiswert Wiedereinsetzdrehzahl
sa_n40_hyst_gang	Drehzahloffset aus KL_SA_N40_HYST_GANG
sa_n40_gang	Drehzahloffset aus KL_SA_N40_GANG
sa_n40	Schubabschaltdrehzahl
sa_trigger_delay	Verzögerungszeit SA aus KF_SA_TIME_TMOT_N40

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	13.01.2021	Bayerl	7.05.doc



E-Power

Modulbeschreibung

Projekt: **MSS60**

Modul: **Zündung**

Seite 1 von 16

MSS60

Modulbeschreibung Zündung

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter				TZ.DOC



Inhaltsverzeichnis

<i>Änderungsdokumentation ab V3.18 (Serienstand E91/M3 ECE)</i>	3
1. Zündung	4
1.1. Übersicht Zündwinkelberechnung	5
1.2. Temperaturkorrektur der Stationärzündwinkel	7
1.3. Geräuschreduktion	8
1.4. Zündwinkeländerungsbegrenzung ZWB	8
1.5. ZW-Eingriff für Schubabschalten	9
1.6. Zündwinkeleingriffe für Dynamikvorhalt	10
1.6.1. KR Dynamik	11
1.6.2. Druckbegrenzung bei Dynamik	11
1.7. Eingriff Applikationssystem	11
1.8. Eingriff Klopfregelung / Klopfschutz	12
1.9. Eingriff Momentenmanager	12
1.10. Zündwinkelbegrenzung	13
1.11. Phasenkorrektur	13
1.12. Schließzeitberechnung	13
1.13. Zündkreisüberwachung	14
1.14. Zündspulenansteuerung über DS2	15
1.15. Aussetzgenerator	15

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter				TZ.DOC



ÄNDERUNGSDOKUMENTATION AB V3.18 (SERIENSTAND E91/M3 ECE)

V:4.02 Umwandlung der Kennlinie $KL_TZ_LL = f(n)$ in ein Kennfeld $KF_TZ_LL = f(n, rf)$

V:4.03 Einführung eines dritten Bereichs in der Zündwinkeländerungsbegrenzung

Bereich 1: $n > \text{Schwelle}$ und $rf < \text{Schwelle}$

Bereich 2: $n > \text{Schwelle}$ und $rf > \text{Schwelle}$

Bereich 3: $n < \text{Schwelle}$

V:5.02 Abschaltung der Zündung mit Klemme 15 aus

Die Zündspulen werden ab jetzt nicht direkt mit Kl.15 aus abgeschaltet, sondern bleiben für insgesamt $K_TZ_KL15_NACHLAUF$ Segmente aktiv (unter der Voraussetzung, dass die Abschaltdrehzahl der Zündspulen noch nicht erreicht ist)

Aussetzgenerator für die Zündung

Auf vielseitigem Wunsch wurde jetzt auch für die Zündung ein Aussetzgenerator analog der Einspritzung implementiert.

V:5.06 Erweiterung des Zündaussetzgenerators um die Betriebsart „sporadisch“

evt 301 Grundzündwinkel nun aus Basis-Kennfeldern, abhängig von Betriebsart

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter				TZ.DOC



1. ZÜNDUNG

In diesem Kapitel ist die Berechnung des Zündwinkels und der Schließzeit sowie die Zündsignalerzeugung beschrieben.

Die Zündungssoftware basiert auf einer ruhenden Zündverteilung mit sechs/acht voneinander unabhängigen Einzelzündspulen.

Die Zündwinkelberechnung erfolgt mit einer Berechnungsbreite von 16Bit. Die Auflösung beträgt 0,1°KW. Alle Zündwinkelangaben sind relativ auf den Zünd-OT des jeweiligen Zylinders, wobei ein positiver Wert einen Zündzeitpunkt vor OT bedeutet, ein negativer Wert einen nach OT.

Die Zündwinkelberechnung erfolgt in jedem Betriebszustand der MSS60. Die Zündendstufen werden allerdings erst aktiviert, wenn folgende Bedingung erfüllt ist:

- Klemme 15 aktiv
- und TPU synchronisiert
- und (n > K_TZ_NMIN_KL50 ON bei S_KL50 aktiv
- oder n > K_TZ_NMIN_KL50 OFF bei S_KL50 inaktiv)

Ab Programmstand 5.02 wird die Zündung nicht sofort mit KL15 aus abgeschaltet, sondern bleibt, unter der Voraussetzung, dass die anderen Bedingungen noch erfüllt sind, noch für K_TZ_KL15_NACHLAUF Segmente aktiv.

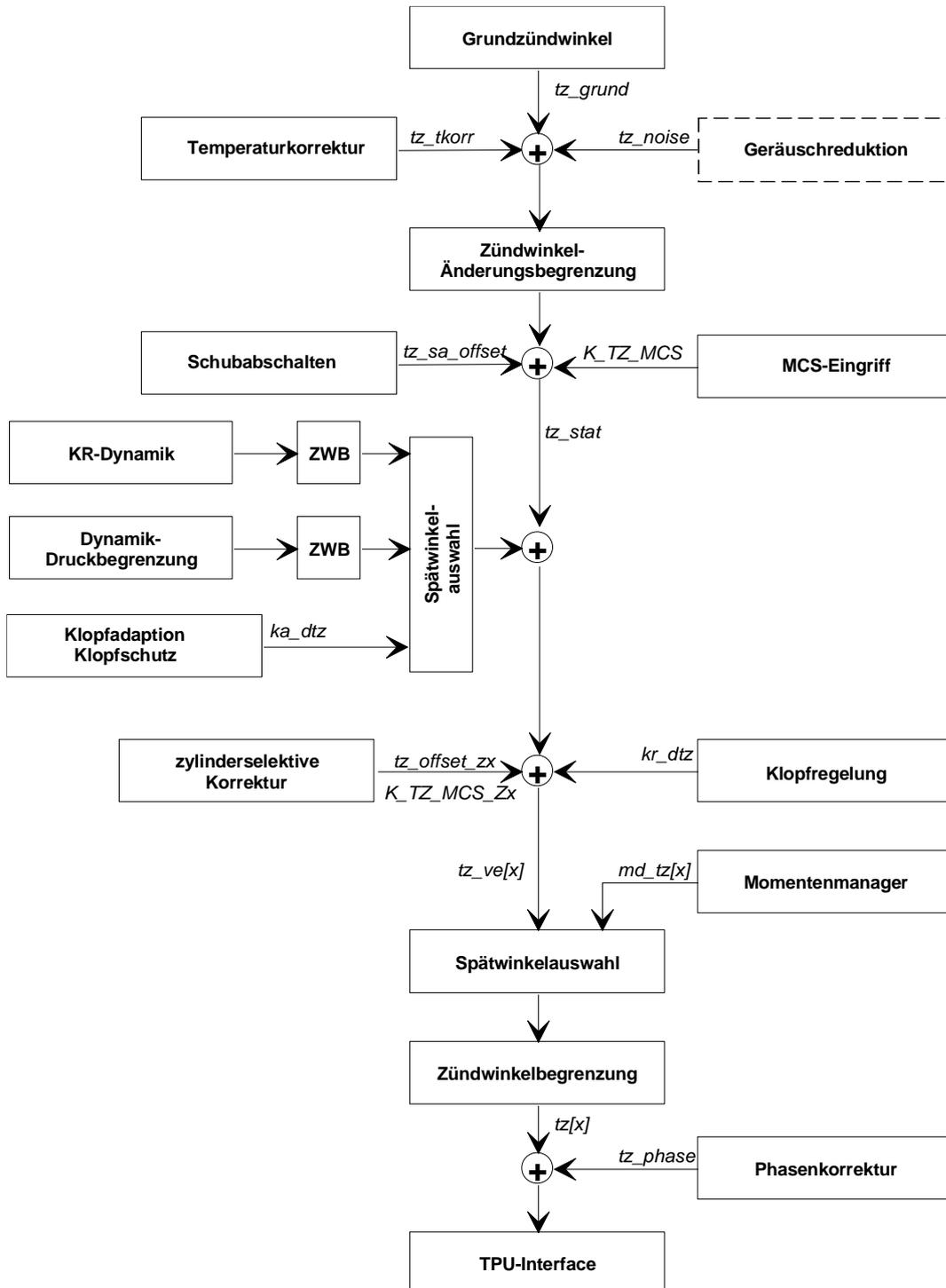
Für das Abschalten der Zündungsendstufen gelten die gleichen Drehzahlschwellen (ohne Hysterese).

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter				TZ.DOC



1.1. ÜBERSICHT ZÜNDWINKELBERECHNUNG

Bild : Übersicht der Zündwinkelberechnung

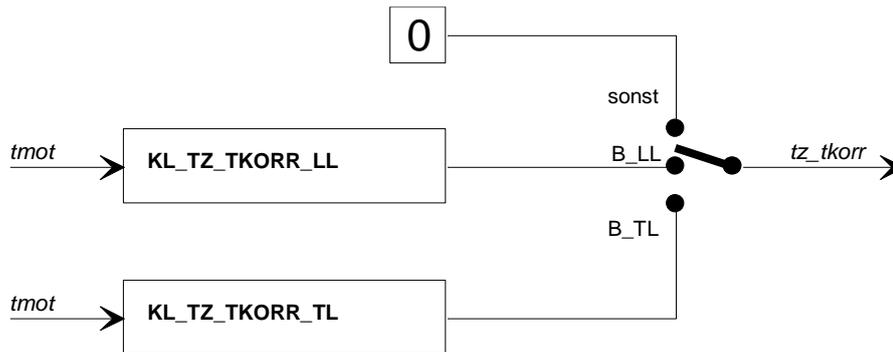


	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter				TZ.DOC



1.2. TEMPERATURKORREKTUR DER STATIONÄRZÜNDWINKEL

Additiver Korrekturoffset in Abhängigkeit von Motortemperatur und Betriebszustand.



	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter				TZ.DOC



1.3. GERÄUSCHREDUKTION

im Moment noch nicht implementiert.

1.4. ZÜNDWINKELÄNDERUNGSBEGRENZUNG ZWB

Über den Grundzündwinkel, der Temperaturkorrektur, der Geräuschreduktion, sowie dem zylinderglobalen Eingriff der Katheizfunktion erfolgt eine Zündwinkeländerungsbegrenzung, welche pro Segment nur eine fest definierte Änderung des ZWB-Ausgangswinkels zulässt. Die Angabe der Zündwinkelinkremente erfolgt in °KW/Segment.

Die ZWB unterteilt sich intern in drei Bereiche.

Definition der drei ZWB-Bereiche:

B_ZWB1 : $n > llr.nsoll + K_TZ_DNSOLL_ZWB$
; Solldrehzahl der LLR + Offset
und $rf < K_TZ_RF_ZWB$; Lastschwelle für ZWB-Übergang

B_ZWB2 : $n > llr.nsoll + K_TZ_DNSOLL_ZWB$
und $rf > K_TZ_RF_ZWB$

B_ZWB3 : $n < llr.nsoll + K_TZ_DNSOLL_ZWB$

Im Betriebszustand "Start" wird die ZWB überbrückt, in den Betriebszuständen "Motor_steht" und "Nachlauf" wird die ZWB nicht mehr aktiviert, da sie einen sich drehenden Motor voraussetzt (Änderung pro Winkelsegment Kurbelwelle).

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter				TZ.DOC

1.5. ZW-EINGRIFF FÜR SCHUBABSCHALTEN

Parallel zur Momentenabregelung für den Übergang in bzw. aus dem Schubabschneiden im Momentenmanager wurde im Zündungsmodul ein zweiter Mechanismus implementiert, der über eine gesteuerte Zündwinkelspätverstellung den Momentenabbau für die Schubabschaltung, bzw den Momentenaufbau für das Wiedereinsetzen realisieren soll.

Der Vorteil des gesteuerten ZW-Eingriffs liegt in seiner Einfachheit und Reproduzierbarkeit. Anders als der Zündwinkelingriff des Momentenmanagers ist arbeitet er betriebspunktunabhängig und ohne Quereinflüsse aus anderen Modulen und ist somit leichter abzustimmen. Der Nachteil besteht darin, daß er in Wirklichkeit nur einen ZW-Eingriff und keinen gesteuerten Momenteneingriff durchführt und die eben die betriebspunktabhängigen Einflüsse oder Eingriffe anderer Module in die Momentenerzeugung nicht berücksichtigt.

Die Wahl zwischen den beiden Arten des ZW-Eingriffs für SA/WE erfolgt über die Konfigurationsparameter
K_TZ_SA_CONTROL (SA/WE direkt freigeg.)
und K_MD_TZ_CONTROL (MD_TZ SA-2stufig).

Übergang in SA:

Voraussetzung: Bedingung SA-Bereitschaft erfüllt (Bit0 in sa_we_st gesetzt)
 Füllung auf Minimum reduziert

Ausgehende vom Wert = 0 wird der ZW-Offset tz_sa_offset solange rampenförmig reduziert, bis der resultierende ZW-Winkel tz_grund + tz_tkorr + tz_sa_offset den Minimalwert tz_min erreicht. Die Steilheit der Abregelrampe ist drehzahlabhängig und in der Kennlinie KL_TZ_ZWB_SA abgelegt.

Übergang aus SA:

Voraussetzung: Bedingung SA nicht mehr erfüllt

Nach Wegnahme der Bedingung Schubabschneiden bleibt der ZW-Offset noch für K_TZ_WE_SEGM KW-Segmenten aus seinem letzten Wert. Anschließend wird der Offset wieder rampenförmig auf den neutralen Wert Null aufgeregelt. Die Aufregelrampe unterscheidet sich für hartes und weiches Wiedereinsetzen. Bei hartem WE wird ein konstanter Wert K_TZ_ZWB_WE_HARD verwendet; bei weichem WE eine drehzahlabhängige Kennlinie KL_TZ_ZWB_WE_SOFT.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter				TZ.DOC



1.6. ZÜNDWINKLEINGRIFFE FÜR DYNAMIKVORHALT

Abhängig vom Lastsprung und dem aktuellen Betriebspunkt existieren zwei unterschiedliche Instationäreingriffe in die Zündung.

- Klopfschutz Dynamikvorhalt
- Dynamikvorhalt für Zylinder Druckbegrenzung

Basis für die Auslösung eines Dynamikvorhalts ist das Erkennen eines Lastsprunges innerhalb der letzten 20ms. Die Berechnung des Lastsprunges erfolgt über ein Δ_{rf} , welches für das Dynamikmodul in ein Δ_{tl} umgerechnet wird.

Berechnung des Lastsprunges:

$$\begin{aligned} \Delta_{rf} &= KF_{RF_N_DK}(wdk_t, n_t) - KF_{RF_N_DK}(wdk_{t-20ms}, n_t) \\ \Delta_{trigger} &= Umrechnung_{rf_tl}(\Delta_{rf}, n) \end{aligned}$$

Bei erfüllter Auslösebedingung zieht der Dynamikvorhalt den Zündwinkel um einen definierten Offset in Richtung spät. Dies erfolgt direkt und ohne Änderungsbegrenzung. Dieser Offset verharrt dann für eine applizierbare Anzahl von Winkelsegmenten auf diesen Betrag. Anschließend wird der Zündwinkelingriff winkelsynchron über eine Änderungsbegrenzung ZWB abgeregelt.

Sind mehrere Dynamikeingriffe gleichzeitig aktiv, werden alle Maßnahmen einschließlich ihrer Änderungsbegrenzung berechnet und der am weitesten in Richtung spät verstellende Eingriff in den Zündwinkelpfad eingerechnet.

Ein Retriggern eines Dynamikvorhalts wird nur dann berücksichtigt, wenn der daraus resultierende Zündwinkeloffset weiter in Richtung spät verstellt als der momentane Wert der ZWB.

Das Erkennen der KR-Dynamik und der Druckbegrenzung sind in der Modulbeschreibung Dynamikvorhalt detailliert dokumentiert.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter				TZ.DOC



1.6.1. KR DYNAMIK

Auslösebedingung:

```

    B_TL oder B_VL
  und  d_wdk > K_DYN_DWDK_MIN           // minimaler positiver DK Gradient
  und  dyn_trigger > KL_DYN_TRIGGER_KR( n ) // Lastsprung größer Triggerschwelle

```

Berechnung des Zündwinkeloffsets:

dyn_comf_tz = KL_DYN_TZ_KR(tan)

Eingriffsdauer: K_TZ_SEGM_DYN_KR

Aufregelrampe: K_TZ_ZWB_DYN_KR

1.6.2. DRUCKBEGRENZUNG BEI DYNAMIK

Auslösebedingung:

```

    B_TL oder B_VL
  und  d_wdk > K_DYN_DWDK_MIN           // minimaler positiver DK Gradient
  und  dyn_trigger > K_DYN_TRIGGER_DBGR // Lastsprung größer Triggerschwelle

  und  n > K_DYN_DBGR_N_MIN             // Drehzahlschwelle
  und  wdk > K_DYN_DBGR_WDK_MIN         // DK-Schwelle
  und  tmot > K_DYN_DBGR_TMOT_MIN       // Motortemperaturschwelle

```

Berechnung des Zündwinkeloffsets:

dyn_dbgr = KL_DYN_TZ_DBGR(n)

Eingriffsdauer: K_TZ_SEGM_DYN_DBGR

Aufregelrampe: K_TZ_ZWB_DYN_DBGR

1.7. EINGRIFF APPLIKATIONSSYSTEM

Mittels des Applikationssystems kann entweder der Zündwinkel für alle Zylinder oder zylinderselektiv additiv mit einem Korrekturoffset beaufschlagt werden.

```

K_TZ_MCS      : Korrekturoffset, der auf alle Zylinder wirkt
K_TZ_MCS_Z[x] : Korrekturoffset, der zylinderselektiv wirkt
                x steht für die Zylindernummer

```

Die Auflösung des Korrekturoffsets beträgt 0,1 °KW. Der Verstellbereich ist im MCS-System definiert.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter				TZ.DOC

1.8. EINGRIFF KLOPFREGELUNG / KLOPFSCHUTZ

Der Eingriff der Klopfregelung erfolgt über je zwei zylinderindividuelle globale Variable, welche von dem Modul Klopfregelung/Klopfadaption bereitgestellt werden.

kr_dtz[x] : Zündwinkeloffset der Klopfregelung
ka_dtz[x] : Zündwinkeloffset der Klopfadaption (incl. Klopfschutz)

Die Einrechnung in des Zündwinkeloffsets der Klopfadaption in den ZW-Pfad erfolgt mittels einer Spätwinkelauswahl mit dem Offset des Dynamikvorhalts tz_dyn_offset. Die Einrechnung des Zündwinkeloffsets der Klopfregelung erfolgt additiv in jedem Segment und ist an keine weiteren Bedingungen geknüpft. Die Berechnung der Zündwinkeloffsets ist im Modul Klopfregelung ausführlich beschrieben.

1.9. EINGRIFF MOMENTENMANAGER

Der Zündwinkleingriff des Momentenmangers erfolgt zylinderselektiv über je eine zylinderindividuelle globale Variable md_tz[x]. Diese Variable enthält einen auf den jeweiligen Zünd-OT bezogenen Absolutwinkel.

Die Berechnung des Zündwinkels erfolgt im Momentenmanagers einmal pro 720° KW circa 360°KW vor dem Zünd-OT des betroffenen Zylinders. Liegt keine Eingriffsanforderung im Momentenmanager vor, liefert dieser den vom Zündungsmodul berechneten Zündwinkel vor Eingriff „tz_ve[x]“ wieder zurück. Bei aktiver Eingriffsanforderung wird anhand dem Zündwinkel vor Eingriff, der Momentenanforderung für den Zündwinkelpfad und dem aktuellen indizierten Motormoment über die betriebspunktabhängigen Zündhaken und dem optimalen Zündwinkel ein Absolutwinkel berechnet. (genaue Dokumentation in der Modulbeschreibung Momentenmanager)

Die Einrechnung in den Zündwinkelpfad erfolgt über eine Spätwinkelauswahl mit dem Zündwinkel vor Eingriff, so daß sichergestellt ist, daß der Momentenmanager nur in Richtung spät verstellen kann.

Der Momenteneingriff in die Zündung kann über die Konstante K_TZ_MD_CONTROL gesperrt werden.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter				TZ.DOC

1.10. ZÜNDWINKELBEGRENZUNG

Die resultierenden, zylinderselektive Zündwinkel $tz[x]$ werden zunächst durch die Zündwinkelbegrenzung auf den Wertebereich

$$tz_min \leq tz_x \leq K_TZ_MAX$$

begrenzt.

Anschließend erfolgt eine zusätzliche Begrenzung auf

$$tz_x \leq tz_max$$

Der spätest mögliche Zündzeitpunkt wird in der 10ms-Task berechnet und setzt sich aus einem Drehzahl/Last abhängigem Kennfeld KF_TZ_MIN und einer Offsetkennlinie $KL_TZ_MIN_TMOT = f(tmot)$ zusammen. Der aktuelle Wert ist in der Variablen "tz_min" sichtbar.

Die zusätzliche Begrenzung tz_max gewährleistet, dass keine Zündung vor Einlass Schliesst erfolgt.

Zusätzlich wird eine Differenz von K_ZWD addiert, d.h. der frühest mögliche Zündzeitpunkt tz_max berechnet sich aus der Steuerkante Einlass Schließt es_aw plus der Zündwinkeldifferenz K_ZWD .

1.11. PHASENKORREKTUR

Sämtliche Zündwinkel werden wegen des Phasenversatzes des induktiven Kurbelwinkelgebers über einen drehzahlabhängigen Phasenwinkel, welcher in der Kennlinie KL_TZ_PHASE abgelegt ist, korrigiert. Der Phasenwinkel wird in der Background-Task berechnet und in der Variablen "tz.phase" gespeichert. Die Phasenkorrektur wird erst nach der Berechnung des Zündwinkels $tz[x]$ in den Zündwinkelpfad eingerechnet und ist somit in diesen Variablen nicht sichtbar.

1.12. SCHLIEßZEITBERECHNUNG

Die Schließzeit der Zündkanäle ist bei der MSS60 in dem Kennfeld "KF_TZ_SZ" über Motordrehzahl und Bordnetzspannung abgelegt.



Die Schließzeitberechnung erfolgt in der Background-Task. Die aktuelle Schließzeit ist in der Variablen "tz_sz" abgelegt, die Auflösung beträgt 3,21µs.

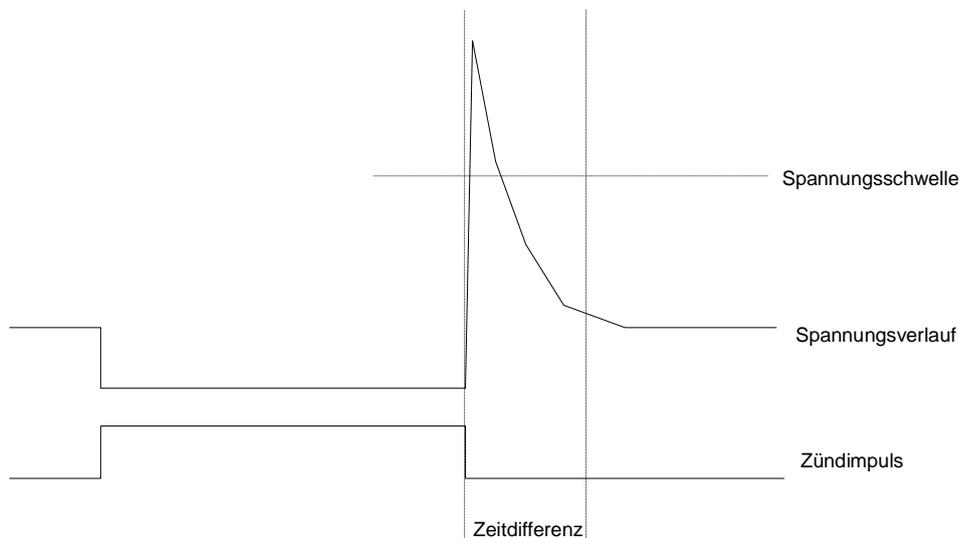
	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter				TZ.DOC



1.13. ZÜNDKREISÜBERWACHUNG

Die Überwachung des Zündkreises (Zündendstufe, Leitung, Zündspule, Zündkerze) erfolgt über eine Auswertung der Flyback Spannung der Zündspule.

Bild: prinzipieller Verlauf der Flyback Spannung



Nach dem Zündimpuls muß die Flyback-Spannung einen definierten, per Hardwarebeschaltung festgelegten, Schwellwert übersteigen. Ist dies nicht der Fall, wird daraus gefolgert, daß die Zündspule nicht ausreichend aufgeladen werden konnte und deshalb auf einen Fehler Primärkreis erkannt. Wurde die Schwelle überschritten, muß innerhalb einer definierten Zeit (ebenfalls über Widerstandswerte eingestellt) an der Kerze ein Zündfunke fliegen, welcher zu einem Zusammenbrechen der Flyback-Spannung führt. Ist die Spannung auch noch nach Ablauf der Zeit überhalb der Spannungsschwelle, ist kein Funke geflogen und es wird auf Fehler Sekundärkreis erkannt.

Die Sekundärkreisüberwachung kann jedoch nur feststellen, ob ein Funke aufgetreten ist, aber nicht, ob das an der Zündkerze, im Stecker an der Zündspule erfolgt ist.

Die Zündkreisüberwachung arbeitet arbeitsspielsynchron in dem Betriebszuständen Start und Motor läuft. Bei Einspritzausblendungen bzw. für K_TZ_ZKUE_SPERR Arbeitsspiele danach, wird sie inaktiv. Über den Parameter K_TZ_ZKUE_CONTROL können die Primär- bzw. Sekundärkreisüberwachung einzeln aktiviert/deaktiviert werden.

Wird ein Fehler in einem Zündkreis erkannt, wird ein Fehlerfilter gestartet. Nach dessen Ablauf erfolgt ein Fehlerspeichereintrag und es wird die Einspritzung des betroffenen Zylinders abgeschaltet. Treten gleichzeitig mehr als K_TZ_ZKUE_MAXERROR Zündkreisfehler auf, wird von einem Problem des Überwachungsbausteins ausgegangen und die Einspritzung aller Zylinder wieder freigegeben. (Vorsicht : eine durchgebrannte Sicherung in der Zündkreisversorgung kann zum Ausfall aller Zündkanäle führen)

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter				TZ.DOC

**Variablen der ZKUE:**

tz_ed_status	Status ZKUE nach Fehlerfilterung, 1Bit pro Zylinder, Bit gesetzt → Fehler
tz_zkue_diag	aktueller Status ZKUE vor Fehlerfilterung, 1 Bit pro Zylinder Bit gesetzt → letztes Arbeitsspiel nicht in Ordnung
tz_edx	Diagnosestatus der Zündkanäle, 1 Variable pro Zylinder
tz_zkue_sperr	ZKUE noch x Arbeitsspiele inaktiv
tz_zkue_info	Rohinformation der Treiberdiagnose
tz_zkue_error	Endloszähler, der während des Motorlaufes erkannten Zündkreisfehler

1.14. ZÜNDSPULENANSTEUERUNG ÜBER DS2

Für Testzwecke und zur Fehlersuche in der Werkstatt kann ein einzelner Zündkanal auch über die Diagnoseschnittstelle angesteuert werden. Voraussetzung dafür ist, daß die Klemme 15 aktiv ist und der Motor steht.

Ansteuerfrequenz:	10 Hz
Schließzeit:	wie berechnet (tz_sz)

Es kann nur jeweils ein Zylinder gleichzeitig getaktet werden. Bei einem Startversuch des Motors wird die Ansteuerung sofort abgebrochen und die Zündkanäle wieder auf den normalen Betriebsmode umkonfiguriert.

1.15. AUSSETZGENERATOR

Zur Unterstützung der Aussetzererkennung ist ab der Version 5.02 ein Aussetzgenerator für die Zündkanäle implementiert, welcher entweder feste oder auch sequentiell alle Zylinder ausblenden kann. Zur Version 5.06 wurde der Zündaussetzgenerator noch um die Betriebsart „sporadisch“ erweitert, in der die Zylinder mit einer bedingt einstellbaren Häufigkeit, mit einem zufälligen Aussetzmuster ausgeblendet werden.

Die Implementierung des Aussetzgenerators wurde dabei analog dem Ausblendgenerator der Einspritzung realisiert.

Für die Konfiguration stehen folgende Parameter zur Verfügung:

K_TZ_AUSS_CFG	Konfiguration
	inaktiv
	statisch - festes Ausblendmuster einzelner Zylinder
	sequentiell - rollierendes, sequentielles Ausblendmuster
	sporadisch – zufälliges Ausblendmuster

K_TZ_AUSS_ZYL	Ausblendmuster
	Bit x == Zylinder x+1 (z.B. Bit1 == Zylinder 2)
	Bit gesetzt: Zylinder im Normalbetrieb
	Bit gelöscht: Zylinder im Aussetzerbetrieb
	bei sequentiellm Aussetzbetrieb: don't care

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter				TZ.DOC



K_TZ_AUSS_BEREICH: Anzahl der Arbeitsspiele für einen Ausblendzyklus
In der Betriebsart sporadisch bestimmt dieser Wert die statische Häufigkeit der Zylinderausblendungen, welche sich näherungsweise aus $K_TZ_AUSS_BEREICH / \text{Zylinderanzahl}$ ergibt

K_TZ_AUSS_ANZ: Anzahl der unmittelbar aufeinanderfolgenden Zylinderausblendungen pro Ausblendzyklus.
Für die Betriebsart „sporadisch“ muss aus Gründen der Ablaufsteuerung der Parameter auf den gleichen Wert wie der Parameter **K_TZ_AUSS_BEREICH** gesetzt werden

Beispiel:

K_TZ_AUSS_CFG = statisch
K_TZ_AUSS_ZYL = 0xF6
K_TZ_AUSS_BEREICH = 100
K_TZ_AUSS_ANZ = 2

Mit dieser Einstellung würden alle 100 Arbeitsspiele die Zylinder 1 und 4 für 2 Arbeitsspiele ausgeblendet werden.

Voraussetzung für den Betrieb des Aussetzgenerators ist, dass die Kurbelwellen- und die Nockenwellensynchronisation erfolgreich waren.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter				TZ.DOC



E-Power

Modulbeschreibung

Projekt: **MSS60** Modul: **Dynamikvorhalt**

Seite 1 von 5

MSS60
Modulbeschreibung
Dynamikvorhalt

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		18.06.1996	Name	8.02.doc



Änderungsdokumentation:

V:5.00 Erweiterung K_DYN_TRIGGER_DBGR zu KL_DYN_TRIGGER_DBGR = f(n)

Inhaltsverzeichnis:

1. Dynamikvorhalt 3

 1.1. Klopfschutz Dynamikvorhalt 3

 1.2. Dynamikvorhalt für Zylinder Druckbegrenzung 4

 1.3. Prinzip Zündwinkleingriff 4

 1.4. Daten Dynamikvorhalt..... 5

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		18.06.1996	Name	8.02.doc



1. DYNAMIKVORHALT

Abhängig vom Lastsprung und dem aktuellen Betriebspunkt existieren drei unterschiedliche Instationäreingriffe in die Zündung.

- Klopfschutz Dynamikvorhalt
- Dynmikvorhalt für Zylinder Druckbegrenzung

Basis für die Auslösung eines Dynamikvorhalts ist das Erkennen eines Lastsprunges innerhalb des letzten Winkelsegments(6Zyl: 120°; 8Zyl: 90°). Die Berechnung des Lastsprunges erfolgt über ein Delta_rf, welches für das Dynamikmodul in ein Delta_tl umgerechnet wird.

Berechnung des Lastsprunges:

$$\begin{aligned} \text{delta_rf} &= \text{KF_RF_N_DK}(\text{wdk}_t , n_t) - \text{KF_RF_N_DK}(\text{wdk}_{t-20\text{ms}} , n_t) \\ \text{dyn_trigger} &= \text{Umrechnung_rf_tl}(\text{delta_rf} , n) \end{aligned}$$

Bei erfüllter Auslösebedingung zieht der Dynamikvorhalt den Zündwinkel um einen definierten Offset in Richtung spät. Dies erfolgt direkt und ohne Änderungsbegrenzung. Dieser Offset verharrt dann für eine applizierbare Anzahl von Winkelsegmenten auf diesen Betrag. Anschließend wird der Zündwinkelingriff winkelsynchron über eine Änderungsbegrenzung ZWB abgeregelt.

Sind mehrere gleichzeitige Dynamikvorhalte aktiv, werden alle Maßnahmen einschließlich ihrer Änderungsbegrenzung berechnet und der am weitesten in Richtung spät verstellende Eingriff in den Zündwinkelpfad eingerechnet.

Ein Retriggern eines Dynamikvorhalts wird nur dann berücksichtigt, wenn der daraus resultierende Zündwinkeloffset weiter in Richtung spät verstellt als der momentane Wert der ZWB.

1.1. KLOPFSCHUTZ DYNAMIKVORHALT

Auslösebedingung:

$$\begin{aligned} & \text{B_TL oder B_VL} \\ \text{und} \quad & \text{d_wdk} > \text{K_DYN_DWDK_MIN} \quad // \text{ minimaler positiver DK Gradient} \\ \text{und} \quad & \text{dyn_trigger} > \text{KL_DYN_TRIGGER_KR}(n) \\ & \quad \quad \quad // \text{ Lastsprung größer Triggerschwelle} \end{aligned}$$

Berechnung des Zündwinkeloffsets:

$$\text{dyn_comf_tz} = \text{KL_DYN_TZ_KR}(\tan)$$

Eingriffsdauer: K_TZ_SEGM_DYN_KR

Aufregelrampe: K_TZ_ZWB_DYN_KR

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		18.06.1996	Name	8.02.doc



1.2. DYNAMIKVORHALT FÜR ZYLINDER DRUCKBEGRENZUNG

Auslösebedingung:

- B_TL oder B_VL
- und d_wdk > K_DYN_DWDK_MIN // minimaler positiver DK Gradient
- und dyn_trigger > KL_DYN_TRIGGER_DBGR // Lastsprung größer Triggerschwelle
- und n > K_DYN_DBGR_N_MIN // Drehzahlschwelle
- und wdk > K_DYN_DBGR_WDK_MIN // DK-Schwelle
- und tmot > K_DYN_DBGR_TMOT_MIN // Motortemperaturschwelle

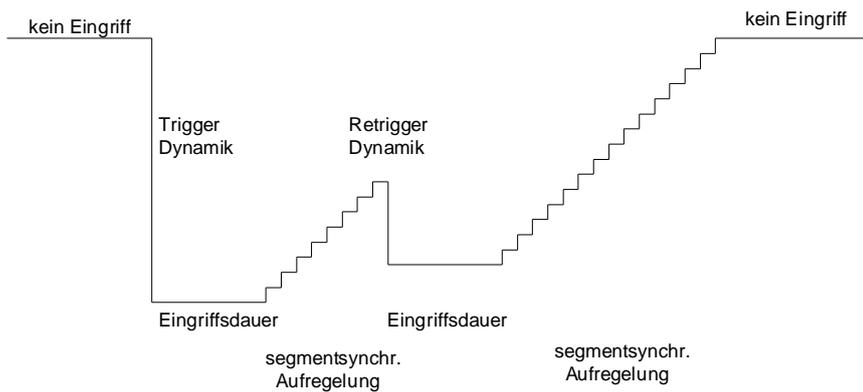
Berechnung des Zündwinkeloffsets:

$$\text{dyn_dbgr} = \text{KL_DYN_TZ_DBGR}(n)$$

Eingriffsdauer: K_TZ_SEGM_DYN_DBGR

Aufregelrampe: K_TZ_ZWB_DYN_DBGR

1.3. PRINZIP ZÜNDWINKELEINGRIFF



	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		18.06.1996	Name	8.02.doc



1.4. DATEN DYNAMIKVORHALT

Variable

Name	Bedeutung
dyn_trigger	Lastsprung des letzten Segments
dyn_trigger_dbgr	Triggerschwelle Druckbegrenzung
dyn_trigger_kr	Triggerschwelle KR Dynamik
dyn_kr_tz	Zündwinkleingriff KR Dynamik
dyn_dbgr_tz	Zündwinkleingriff Dynamik Druckbegrenzung
dyn_kr_st	Status KR Dynamik
dyn_dbgr_st	Status Dynamik Druckbegrenzung

Konstante

Name	Bedeutung
K_DYN_DWDK_MIN	minimaler DK-Gradient für alle Dynmikvorhalte
K_DYN_DBGR_N_MIN	Drehzahlschwelle für Druckbegrenzung
K_DYN_DBGR_WDK_MIN	DK-Schwelle für Druckbegrenzung
K_DYN_DBGR_TMOT_MIN	Tmot-Schwelle für Druckbegrenzung
KL_DYN_TRIGGER_DBGR	Triggerschwelle für Druckbegrenzung = f(n)
KL_DYN_TRIGGER_KR	Triggerschwelle für KR Dynamik
KL_DYN_TZ_KR	Zündwinkeloffset bei KR = f(tan
KL_DYN_TZ_DBGR	Zündwinkeloffset bei Druckbegrenzung = f(n)
K_TZ_DYN_KR_SEGM	Eingriffsdauer der KR-Dynamik
K_TZ_DYN_DBGR_SEGM	Eingriffsdauer der Dynamik Druckbegrenzung

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		18.06.1996	Name	8.02.doc



E-Power

Modulbeschreibung

Projekt: **MSS60** Modul: **Katheizen**

Seite 1 von 4

MSS60

Modulbeschreibung Katheizen

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	26.03.1997		8.03.doc



1. KATHEIZFUNKTION

Um die Ansprechzeit des Katalysators nach einem Kaltstart zu verkürzen, bzw im laufenden Betrieb des Motor eine minimale Katkonverierungstemperatur zu gewährleisten, sind in der MSS60 Katheiz-Funktionen vorsehen. Diese Katheizfunktionen sollen über Zündwinkelspätverstellung, Gemisch Abmagerung bzw. Anfettung, Vanosverstellung und zusätzlich eingeblasener Sekundärluft dafür sorgen, daß zusätzliche Energie in den Katalysator gelangt und diesen aufheizt.

Das Modul Katheizen ist das zentrale Steuermodul für die Aktivierung und Steuerung des Zündwinkleingriffs. Die Steuerung und die Berechnung der anderen Katheizeingriffe von Einspritzung, Vanos und Sekundärluft sowie deren Auf- und Abregelungen sind den entsprechenden Funktionsmodulen zugeordnet und auch dort beschrieben.

1.1. ZUSTANDSAUTOMAT DER KATHEIZFUNKTION ZÜNDUNG

Triggerbedingung für Katheizen:

Aktivzeit aus $KL_KATH_T_AKTIV = f(t_{motStart}) \neq 0$

Die Aktivierungsbedingung für Katheizen wird einmalig zu Beginn eines Startvorgangs überprüft. Wird ein Start abgebrochen bzw der Motor abgestellt, während Katheizen noch aktiv ist und der Motor innerhalb der Nachlaufzeit des Steuergerätes wieder gestartet, wird die Katheizfunktion mit der noch verbleibenden Aktivzeit fortgesetzt.

Abbruchkriterium für Katheizen:

Eine aktive Katheizfunktion wird abgebrochen, wenn eine der folgenden Bedingungen erfüllt ist.

- Fehler im Einspritzsystem
- Fehler im Zündsystem
- Fehler im EGas-System
- Fehler im Leerlaufstellersystem
- Fehler Tmot-Sensor
- Fehler HFM

- n > K_KATH_NMAX
- rf > K_KATH_RFMAX
- v > K_KATH_VMAX
- pwg > K_KATH_PWGMAX
- t_umg < K_KATH_TUMG_MIN (neu ab V:5.06)

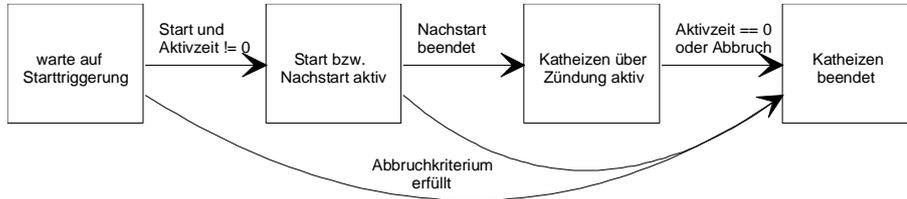
Katheizfunktion über K_KATH_CONTROL gesperrt

Mit erkannter Abbruchbedingungen werden die Aktivflags für Einspritzung, Zündung, Vanos und SLP gelöscht. Die Abregelung eventuell vorhandener Eingriffe ist Aufgabe der Funktionsmodule.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	26.03.1997		8.03.doc



Bild 1.1 Zustandsautomat Katheizen Zündung



1.2. AKTIVIERUNG DER KATHEIZFUNKTION DER FUNKTIONSMODULE

Zündung: in den Zuständen "Start bzw. Nachstart aktiv" und "Katheizen aktiv"

Einspritzung: im Zustand "Katheizen aktiv"

Vanos: im Zustand "Katheizen aktiv"

SLP: im Zustand "Katheizen aktiv", sobald Druckfreigabe für Vanosystem erteilt ist

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	26.03.1997		8.03.doc



1.3. DATEN DER KATHEIZFUNKTION

Beschreibung der Variablen:

Variable	Bedeutung
kath_zustand	Zustandsautomat der Katheizfunktion == 0 (kein Bit gesetzt): Katheizen inaktiv 1 (Bit 0 gesetzt): warte auf Starttriggerung 2 (Bit 1 gesetzt): Start bzw. Nachstartphase 4 (Bit 2 gesetzt): Katheizen aktiv
kath_st	Aktivierungsflags für Katheizen der Funktionsmodule Bit 0 : Katheizen über Gemisch aktiv 1 : Katheizen über Zündung aktiv 2 : Katheizen über Vanos aktiv 3 : Katheizen über Sekundärluft aktiv
kath_aktivzeit	verbleibende Aktivzeit der Katheizfunktion
kath_endezeit	Systemzeit, ab der Katheizfunktion beendet wird

Beschreibung der Applikationsdaten:

Konstante	Bedeutung
K_KATH_CONTROL	Kontrollbyte der Katheizfunktion
K_KATH_NMAX	Drehzahlschwelle für Abbruchkriterium
K_KATH_RFMAX	Füllungsschwelle für Abbruchkriterium
K_KATH_VMAX	Geschwindigkeitsschwelle für Abbruchkriterium
K_KATH_PWGMAX	Pedalwertschwelle für Abbruchkriterium
K_KATH_TUMG_MIN	Min. Umgebungstemperatur für Katheizen
KL_KATH_T_AKTIV	Aktivzeit der Katheizfunktion in Abh. der Motortemperatur beim Start

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	26.03.1997		8.03.doc



MSS60

Katheizen über Zündwinkelwirkungsgrad

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter			Name	8.04.doc



1. ZÜNDWINKLEINGRIFF KATHEIZFUNKTION

Der Zündwinkelingriff für Katheizen wird vom Katheizmodul über die Bedingung B_KATH_AKTIV_TZ (Bit 1 = 1 in der Variablen kath_st) gesteuert.

Die Zündwinkelspätziehung erfolgt über die Vorgabe einer Wirkungsgradverschlechterung, welche betriebspunktabhängig über den Momentenmanager in eine ZW-Spätziehung umgesetzt wird. Gleichzeitig wird die Momenteneinbuße durch die Spätziehung über eine Erhöhung der Füllung kompensiert, so daß das abgegebene Motormoment weiterhin der Fahrervorgabe entspricht.

Die Wirkungsgradverschlechterung setzt sich wie folgt zusammen:

$$\begin{aligned}
 \text{tz_kath_eta_offset} &= \text{KF_TZ_KATH_ETA} && \text{TL/VL Wirkungsgradverschlechterung} \\
 &\quad \text{KL_TZ_KATH_ETA_LL} && \text{bzw. LL Wirkungsgradverschlechterung} \\
 & * \text{KF_TZ_KATH_FAKTOR} && \text{VL/TL Gewichtungsfaktor = f(tmot, t_ml)} \\
 &\quad \text{KF_TZ_KATH_LLFAKTOR} && \text{LL Gewichtungsfaktor = f(tmot, t_ml)} \\
 & * \text{tz_kath_faktor} && \text{Gewichtungsfaktor Auf-/Abreglung}
 \end{aligned}$$

Die Bestimmung des Gewichtungsfaktors tz_kath_faktor selbst läßt sich in fünf Bereiche unterteilen:

Bereich 1: Start oder Nachstart (bis Abregelung Startmoment beendet)
Gewichtungsfaktor = K_TZ_KATH_START

Bereich 2: Aufregeln des Gewichtungsfaktors
der Gewichtungsfaktor wird vom Startwert linear mit der Schrittweite K_TZ_KATH_T_AUFREG auf den Wert 1,0 aufgeregelt

Bereich 3: Zündwinkelingriff voll aktiv
Gewichtungsfaktors = 1,0

Bereich 4: Abregeln des Gewichtungsfaktors
Nach Wegnahme der Bdingung B_KATH_AKTIV_TZ wird der Gewichtungsfaktor linear mit der Schrittweite K_TZ_KATH_T_ABREG auf Null abgeregelt.

Bereich 5: Zündwinkelingriff inaktiv
Gewichtungsfaktors = 0

Der Zündwinkelingriff für Katheizen kann über die Konstante K_TZ_KATH_CONTROL gesperrt werden.
gleich Null: gesperrt
ungleich Null: freigegeben

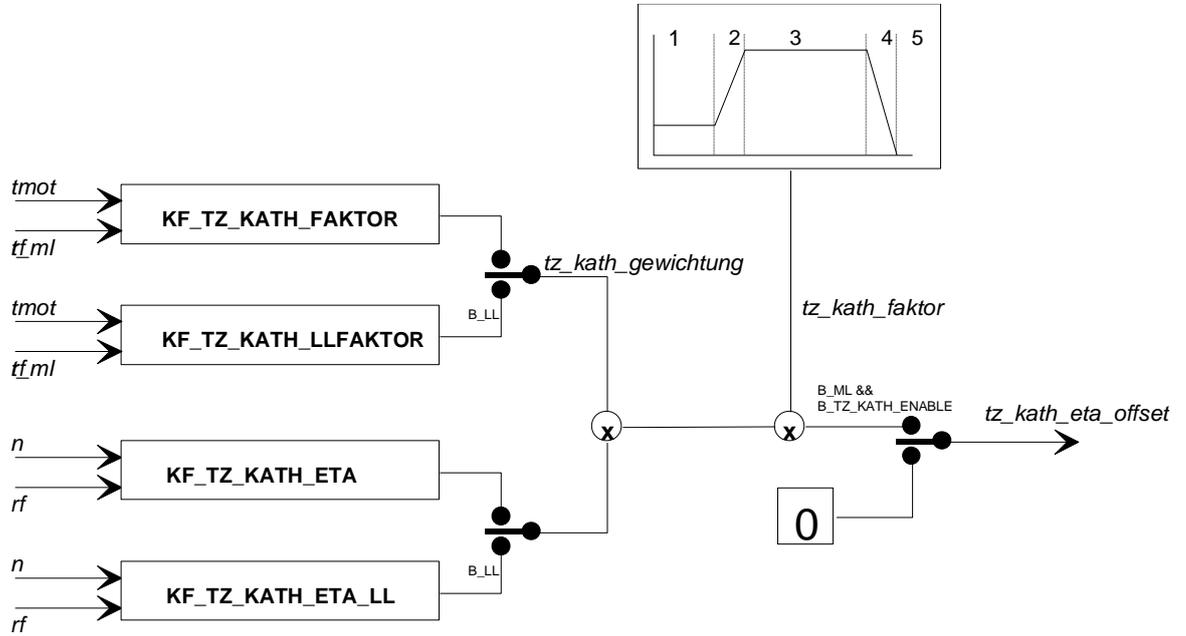
Über den Kontrollparameter K_TZ_KATH_RF_CONTROL kann eingestellt werden, ob die Kennfelder mit der HFM-Meßgröße oder mit dem rf-Ersatzwert berechnet werden.

gleich Null: rf-Eingangswert = rf gemessen
ungleich Null: rf-Eingangswert = rf_ersatz

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter			Name	8.04.doc



Bild: Übersicht globaler Zündwinkeleingriff bei Katheizen



	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter			Name	8.04.doc



E-Power

Modulbeschreibung

Projekt: **MSS60**

Modul: **Abgastemperatur**

Seite 1 von 4

Projekt: MSS60

Modul: Abgastemperatur

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	23.03.04		TABG.DOC



x. Abgastemperatur

x.1 Erfassung der Abgastemperatur

Die Messung der Abgastemperatur erfolgt alle 100ms mittels eines Pt200-Sensors. Die Messspannung wird von einem 10-Bit AD-Wandler erfaßt. Das Meßergebnis wird über ein 'PT1-Glied' (K_TABG_TAU) gefiltert und mittels Kennlinieninterpolation (KL_TABG_PT200) in einen Temperaturwert gewandelt.

x.2 Berechnung der Abgastemperatur

Die Analogspannung liegt mit 10-Bit Auflösung vor. Durch das geringe dR/dT des Pt200-Sensors ist bei der Beschaltung mit einem $1k\Omega$ -Widerstand nur eine Auflösung von ca. $3,5^\circ C$ möglich. Der gefilterte Wert wird mit einer scheinbaren Genauigkeit von $1^\circ C$ ausgegeben.

Auflösung: 1°
 Wertebereich: $-55^\circ \dots 1250^\circ$ [0xFFC9 ... 0x04E2]

x.3 Ersatzwertberechnung

Für die Diagnose wird ständig ein Ersatzwert (tabg_ersatz), in Abhängigkeit vom Betriebszustand des Motors, errechnet.

Falls der Motor steht, wird die Ansaugluft t_{an} als stationärer Ersatzwert verwendet.

Als stationärer Ersatzwert bei Schubabschalten wird die Ansauglufttemperatur t_{an} + die Motortemperatur t_{mot} + den Offset $K_TABG_ERSATZ_TMOT_OFFSET$ verwendet.

Wenn der Motor läuft, kommt der stationäre Ersatzwert aus dem Kennfeld KF_TABG_ERSATZ das als Eingangsgröße relative Füllung r_f und Drehzahl n besitzt.

Dieser wird solange, die Motorlaufzeit kleiner $K_TABG_ERSATZ_START$ ist, mit dem Faktor $(t_ml_seit_start/K_TABG_ERSATZ_START)$ multipliziert, um den Warmlauf nachzubilden. Bei späten Zündwinkeln bzw. Anfettung wird der Wert aus KF_TABG_ERSATZ in die eine bzw. andere Richtung korrigiert. Die Korrekturfaktoren stammen aus den Kennlinien $KL_TABG_ERSATZ_TZ$ (Eingangsgröße: $md_eta_zw_ne$) bzw. $KL_TABG_ERSATZ_TI$ (Eingangsgröße: md_la_ist). Ferner wird die Anfettung durch den Katschutz mit dem Faktor $(1/ti_f_kats2)$ berücksichtigt.

Als Abschluß wird die Ansauglufttemperatur t_{an} zum stationären Ersatzwert addiert.

Um dynamische Einflüsse einigermaßen zu berücksichtigen, wird der stationäre Ersatzwert mit der Filterzeitkonstante aus $KL_TABG_ERSATZ_TAU$ gefiltert.

x.4 Plausibilitätsprüfung

$tabg > K_TABG_DIAG_MAX \Rightarrow$ Kurzschluß nach U_b
 oder

$tabg < K_TABG_DIAG_MIN \Rightarrow$ Kurzschluß nach Masse

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	23.03.04		TABG.DOC



Falls kein Kurzschluß vorliegt, wird das Signal einmalig pro Motorlauf mit dem errechneten Ersatzwert plausibilisiert.

Während der gesamten Diagnose muß der Motor laufen und der errechnete Ersatzwert muß über der Schwelle K_TABG_DIAG_SCHWELLE liegen. Ist dies nicht der Fall, so wird die Diagnose mit der kompletten Diagnosezeit K_TABG_DIAG_TIME neu aufgesetzt.

Falls der erfaßte Wert, in der Diagnosezeit, maximal um K_TABG_DIAG_UNTERHALB kleiner ist und maximal um K_TABG_DIAG_OBERHALB größer ist als der errechnete Wert, so ist die Diagnose für diesen Motorlauf als i.O. beendet. Ist dies nicht der Fall, so ist der Sensor bis zur nächsten Diagnose im nächsten Motorlauf unplausibel und es wird der errechnete Ersatzwert als tabg herangezogen.

Eintrag im Fehlerspeicher unter der Fehlernummer 24.

x.5 Variablen

tabg	Abgastemperatur
tabg_ed	Eigendiagnose Abgastempersensor
tabg_st	Status der Plausibilitätsdiagnose
tabg_diag_time	Maximale zulässige Diagnosezeit
tabg_ersatz	Berechneter Ersatzwert
tabg_roh	Erfasster Rohwert

x.6 Applizierbare Größen der TABG-Erfassung

Konstanten:

K_TABG_TAU	Filterzeitkonstante (PT1_Glied) der Messwerterfassung
K_TABG_DIAG_MAX	Maxwert für Plausibilitätsüberprüfung
K_TABG_DIAG_MIN	Minwert für Plausibilitätsüberprüfung
K_TABG_ERSATZ_OFFSET_TMOT	Offset + t _{mot} + t _{an} = Stationärer Ersatzwert bei B_SA
K_TABG_ERSATZ_START	Warmlaufdauer Ersatztemperatur
K_TABG_DIAG_SCHWELLE	Plausibilität-Check nur falls Ersatzwert größer Schwelle
K_TABG_DIAG_UNTERHALB	Maximale Abweichung des Meßwertes nach unten
K_TABG_DIAG_OBERHALB	Maximale Abweichung des Meßwertes nach oben
K_TABG_DIAG_TIME	Maximale Zeitspanne in der die maximale Abweichung einmalig eingehalten werden muß

Kennlinien:

KL_TABG_PT200	Umrechnung AD_Wert in physikalische Größe
KL_TABG_ERSATZ_TZ	Korrekturfaktor (durch späte Zündung) der stationären Ersatztemperatur
KL_TABG_ERSATZ_TI	Korrekturfaktor (durch Lambda) der stationären Ersatztemperatur
KL_TABG_ERSATZ_TAU	Filterzeitkonstante der Ersatzwertberechnung

Kennfeld:

KF_TABG_ERSATZ	Stationärer Ersatzwert falls der Motor läuft und sich nicht im Schub befindet
----------------	---

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	23.03.04		TABG.DOC

**Berechnungsgrundlagen:**

1. Möglichkeit: Gewünschte Temperatur definieren und daraus AD_Wert berechnen
 a) Bei entsprechender Temperatur den Widerstandswert des NTC (R_{nom}) aus dessen Datenblatt entnehmen.

b) Berechnen:
$$AD_Wert_{(10)} = \frac{1023}{\frac{1k\Omega}{R_{nom}} + 1}$$

c) $AD_Wert_{(10)}$ und Temperatur im MCS zuordnen.

2. Möglichkeit: Gewünschten AD_Wert definieren und daraus die Temperatur berechnen

a) Berechnen:
$$R_{nom} = \frac{1k\Omega}{\frac{1023}{AD_WERT_{(10)}} - 1}$$

b) Mit R_{nom} die zugehörige Temperatur aus dem Datenblatt ermitteln.

c) Eintrag von $AD_Wert_{(10)}$ und Temperatur im MCS.

Ermittlung des Widerstandes R_{nom} :

Falls die R_{nom} -Werte aus dem Datenblatt nicht bekannt sind, können sie berechnet werden.

$$R_{nom} = R_i + R_0 * (1 + 3,8285 * 10^{-3} * \Delta\vartheta - 5,85 * 10^{-7} * \Delta\vartheta^2)$$

$$R_i = 0,77\Omega$$

$$R_0 = 200\Omega$$

$$\Delta\vartheta = \text{Gewählte Temperatur}_{(in^\circ C)} - 0^\circ C$$

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	23.03.04		TABG.DOC



E-Power

Modulbeschreibung

Projekt: **MSS60**

Modul: **Kattemperaturmodell**

Seite 1 von 3

Projekt: MSS60

Modul: Kattemperaturmodell

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	03.03.05		TKATM.DOC



x. Kattemperaturmodell

x.1 Berechnung der Kattemperatur

Die Berechnung der Kattemperatur erfolgt alle 100ms in Abhängigkeit von der gemessenen Abgastemperatur und der Luftmasse ml.

Bei der Berechnung werden die Fälle Motor läuft und Motor steht unterschieden:

a) Motor läuft

wenn die Abgastemperatur größer ist als die des Kattemperaturmodells, dann wird der Kat aufgeheizt dies erfolgt indem der Temperaturunterschied (tabg zu tkatm_oex) mit dem Wert der Kennlinie KL_TKATM_AUFHEIZ (abhängig von ml) multipliziert wird

wenn die Abgastemperatur kleiner ist als die des Kattemperaturmodells, dann wird der Kat abgekühlt dies erfolgt indem der Temperaturunterschied (tabg zu tkatm_oex) mit dem Wert der Kennlinie KL_TKATM_ABKUEHL (abhängig von ml) multipliziert wird

wenn die Modelltemperatur ohne exothermen Anteil (tkatm_oex) größer ist als die Konstante K_TKATM_ANSPRING ist der Kat angesprungen. Über eine Rampe K_TKATM_EXO_DELT_AUF wird der exotherme Anteil (tkatm_ex) bis K_TKATM_EXOTHERM_MAX aufgeregelt.

Abgeregelt wird der exotherme Anteil, wenn $tkatm_oex < (K_TKATM_ANSPRING - K_TKATM_AUS_HYS)$. Die Rampe heißt dabei K_TKATM_EXO_DELT_AB.

b) Motor steht

eine Berechnung kann nur erfolgen falls das Kombi die Relativzeit t_relativ liefert, sonst bleibt das Kattemperaturmodell eingefroren

bei bekannter Standzeit, erfolgt eine Angleichung auf die Ansauglufttemperatur $tkatm_oex_int = tkatm_off * tkatm_oex_faktor + tan$

der Faktor folgt aus der Kennlinie KL_TKATM_STAND abhängig von t_motor_steht;

tkatm_off ist der Wert des Kattemperaturmodells beim Abstellen des Motors

x.2 Initialisierung der Abgastemperatur

Die Initialisierung teilt sich in zwei Stufen auf.

Bei der ersten Initialisierung liegt die Echtzeit vom Kombi noch nicht vor. Deshalb wird das Kattemperaturmodell mit der Abgastemperatur vorinitialisiert.

Erfolgt eine zweite Initialisierung (ca. nach 140ms) durch den CAN, so wird die Modelltemperatur einmalig, wie bei Motor steht berechnet.

x.3 Variablen

tkatm	Temperatur des Katmodells
tkatm_oex	Temperatur des Katmodells ohne exothermen Anteil
tkatm_ex	Temperatur exothermer Anteil

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	03.03.05		TKATM.DOC



x.4 applizierbare Konstanten

K_TKATM_ANSPRING	Anspringtemperatur des Kats
K_TKATM_AUS_HYS	Hysteres der Anspringtemperatur
K_TKATM_EXOTHERM_MAX	Maximaler exothermer Anteil
K_TKATM_EXO_DELT_AUF	Aufreglerampe exothermer Anteil
K_TKATM_EXO_DELT_AB	Abregelrampe exothermer Anteil

x.5 applizierbare Kennlinien

KL_TKATM_AUFHEIZ	Aufheizfaktor des Kats in Abhängigkeit von der Luftmasse ml (multipliziert mit der Diff. tabg-tkatm_oex ergibt die Erwärmung pro Minute)
KL_TKATM_ABKUEHL	Abkuehlungsfaktor des Kats in Abhängigkeit von der Luftmasse ml (multipliziert mit der Diff. tabg-tkatm_oex ergibt die Abkuehlung pro Minute)
KL_TKATM_STAND	Angleichungsfaktor der Temperaturdifferenz zwischen tabg und tkatm in Abhängigkeit der Standzeit des Motors

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	03.03.05		TKATM.DOC