

MSS54

Modulbeschreibung Momentenmanagement

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	01.04.20130	Erdl	1.0Mm.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. GE SCHWINDIGKEITSBEGRENZUNG	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

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	01.04.20130	Erdl	1.0Mm.doc

14.3.	BERECHNUNG NORMIERTE ZÜNDHAKEN.....	41
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	01.04.20130	Erdl	1.0Mm.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 hinzugefügt
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 wi 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	01.04.20130	Erdl	1.0Mm.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 Fahrerwunschmodents

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 Fahrerwunschmodent

Ermittlung des absoluten Fahrerwunschmodents 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 Fahrerwunschmodent

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	01.04.20130	Erdl	1.0Mm.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 Füllungspfad

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]

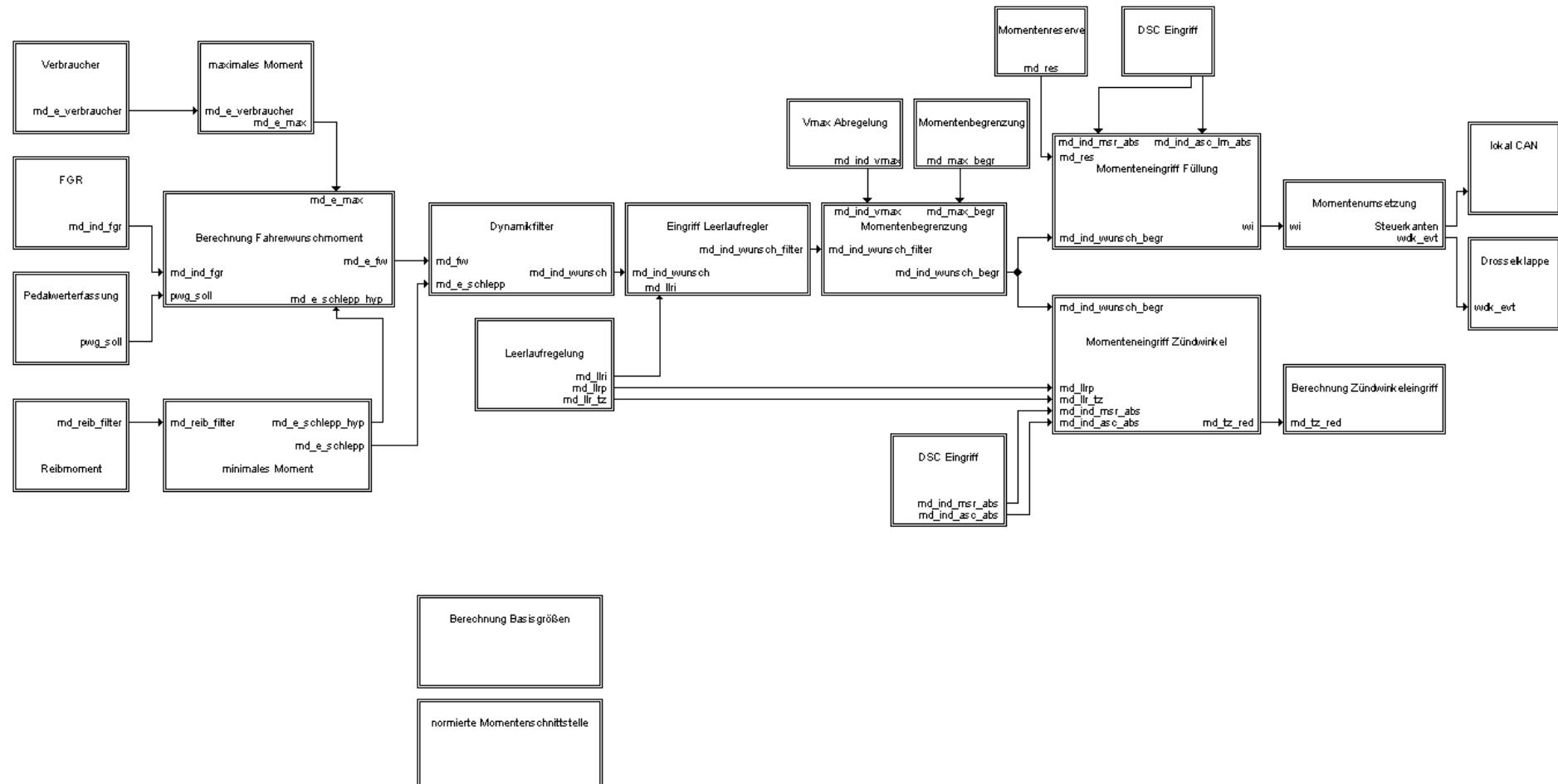
Modul: Berechnung Basisgrößen

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 Klimakompressoreraufschaltung nach CAN-Lastenheft 11H

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	01.04.20130	Erdl	1.0Mm.doc

Bild: Gesamtübersicht Momentenmanager (mm.gif)


	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	01.04.20130	Erdl	1.0Mm.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 Zündwinkeleingriffe des Momentenmanagers abgeben würde. Die Momentenreduktionen, die durch Zündwinkeleingriffe 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.

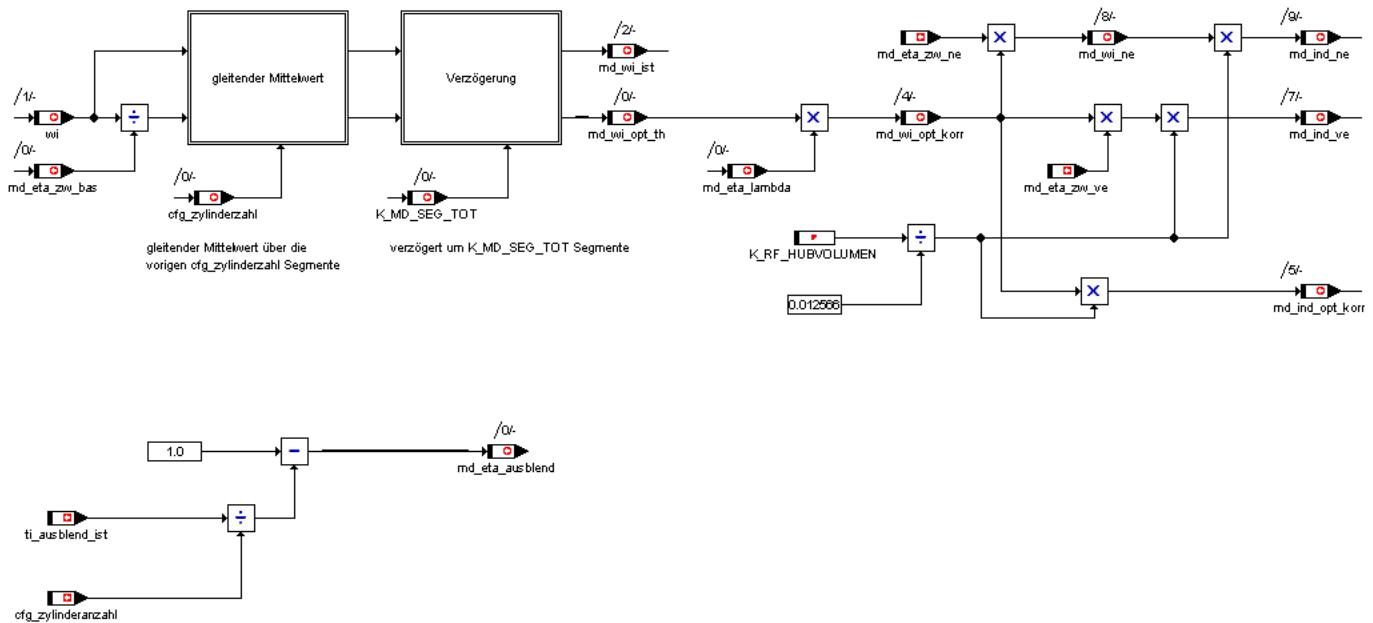
$$md_ind_ve = (md_wi_opt_korr * md_eta_zw_ve) * K_RF_HUBVOLUMEN / 0.012566$$

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	01.04.20130	Erdl	1.0Mm.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 wi verschliffen. Die entstandene Größe „md_wi_ist“ entspricht stationär dem am Prüfstand rausgefahrenen „wi“, 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 wi:

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

Beispiel:

cfg_zylinderzahl = 4, K_MD_SEG_TOT = 5

Soll-Vorgaben :

wi(1) wi(2) wi(3) wi(4) wi(5) wi(6) wi(7) wi(8) wi(9) wi(10)

Istmoment im 10ten Segment: md_wi_ist(10) = (wi3+wi4+wi5+wi6)/4

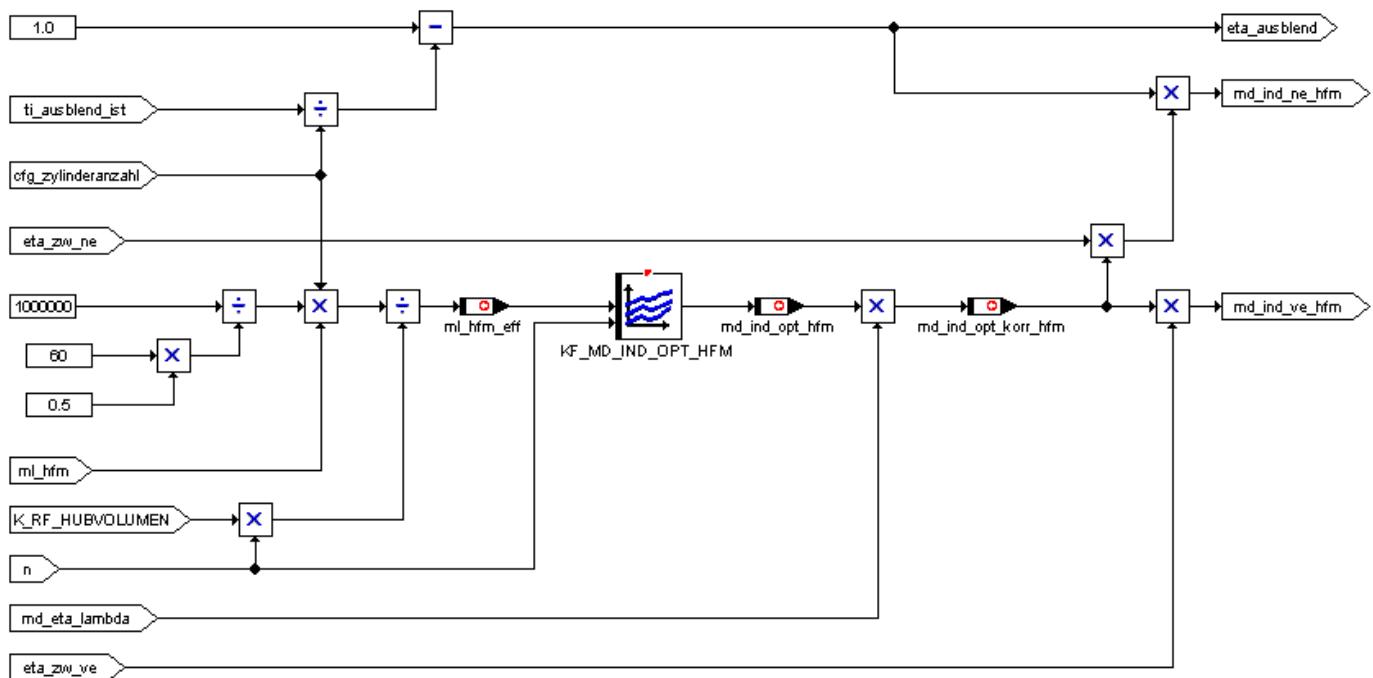
	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	01.04.20130	Erdl	1.0Mm.doc

Istmomentenberechnung aus HFM-Signal

Physikalischer Hintergrund

Um definierte Momenteneingriffe tigen 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	01.04.20130	Erdl	1.0Mm.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 $\text{Lambda} = 1$ erzeugt. Das Istmoment wurde dabei am Prüfstand in Abhängigkeit von Drehzahl und der vom HFM gemessenen Luftmasse, je Arbeitsspalt und Zylinder bezogen auf das Zylinderhubvolumen, ermittelt und in dem Kennfeld `KF_MD_IND_OPT_HFM` abgelegt.

$$(1) \quad \text{md_ind_opt_hfm} = \text{KF_MD_IND_OPT_HFM}(n, ml_{\text{hfm_eff}})$$

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`.

$$(2) \quad \text{md_ind_opt_korr_hfm} = \text{md_ind_opt_hfm} * \text{md_eta_lambda}$$

tatsächliches Istmoment vor Momenteneingriffen aus hfm

Das Moment `md_ind_ve_hfm` stellt das tatsächlich erzeugte Istmoment des Motors dar, welches dieser ohne Zündwinkeleingriffe des Momentenmanagers abgeben würde. Die Momentenreduktionen, die durch Zündwinkeleingriffe 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 Zündwinkeleingriffe“).

$$(3) \quad \text{md_ind_ve_hfm} = \text{md_ind_opt_korr_hfm} * \text{md_eta_zw_ve}$$

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 Zündwinkeleingriff“). Ferner werden auch Einspritzausblendungen einzelner bzw. aller Zylinder in Form eines Ausblendwirkungsgrades `eta_ausblend` mit eingerechnet.

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

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	01.04.20130	Erdl	1.0Mm.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.

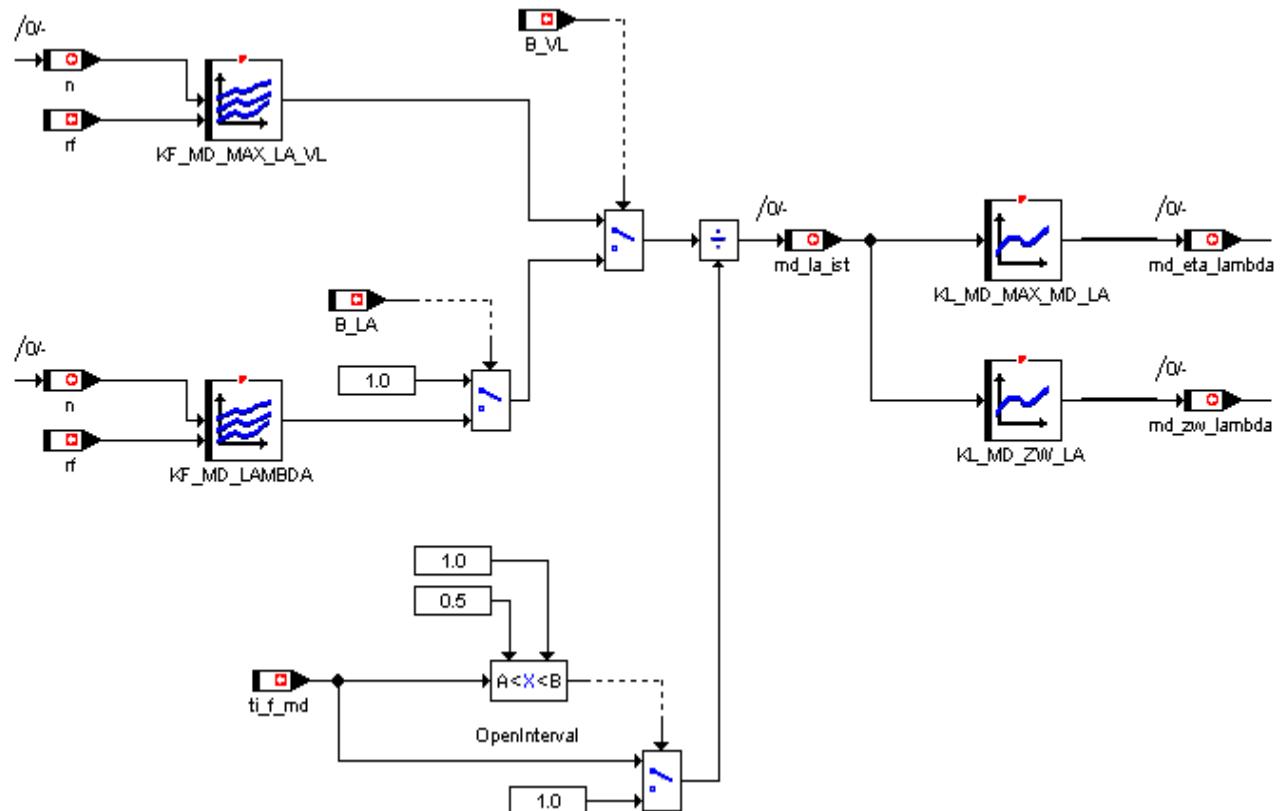
Im lambdageregelten Bereich ist Lambda stets Eins und somit auch der Korrekturfaktor gleich 1,0. Im Vollastbetrieb wird der Lambdawert aus dem Kennfeld „KF_MD_MAX_LA_VL“ entnommen und über die Kennlinie „KL_MD_MAX_MD_LA“ in einen Korrekturfaktor umgesetzt.

Bei inaktiver Lambdaregelung (z.B. während des Warmlaufs) können aufgrund der Gemischvorsteuerung ebenfalls Lambdae Werte 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 (lambda.wirksgrad.gif)



	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	01.04.20130	Erdl	1.0Mm.doc

3. MOMENTENSCHNITTSTELLE (CAN)

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

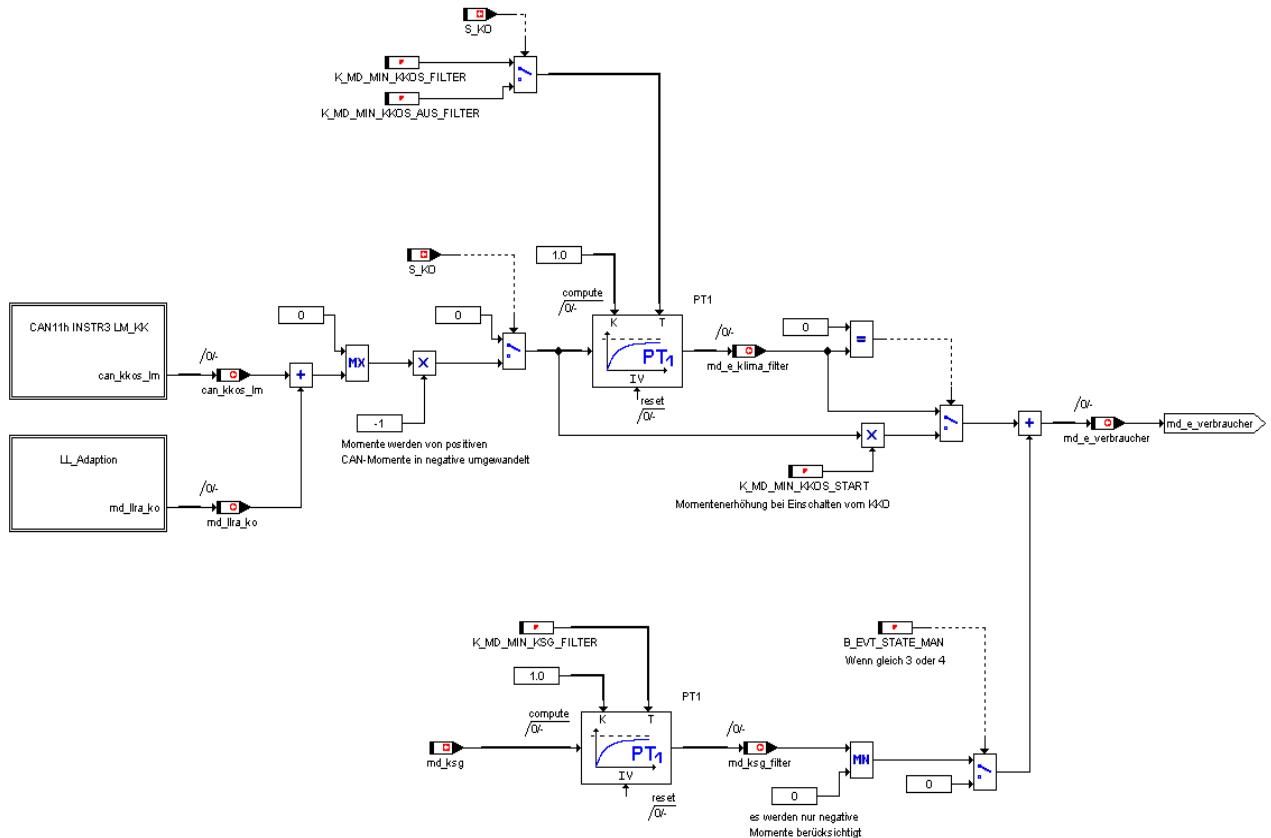
3.1. SCHNITTSTELLE ZUR KLIMASTEUERUNG UND KSG

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 mit 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 abgeregt.

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	01.04.20130	Erdl	1.0Mm.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 Zündwinkelstützverstellung
- md_ind_msr : Momentenerhöhung über eine Vergrößerung der Füllung

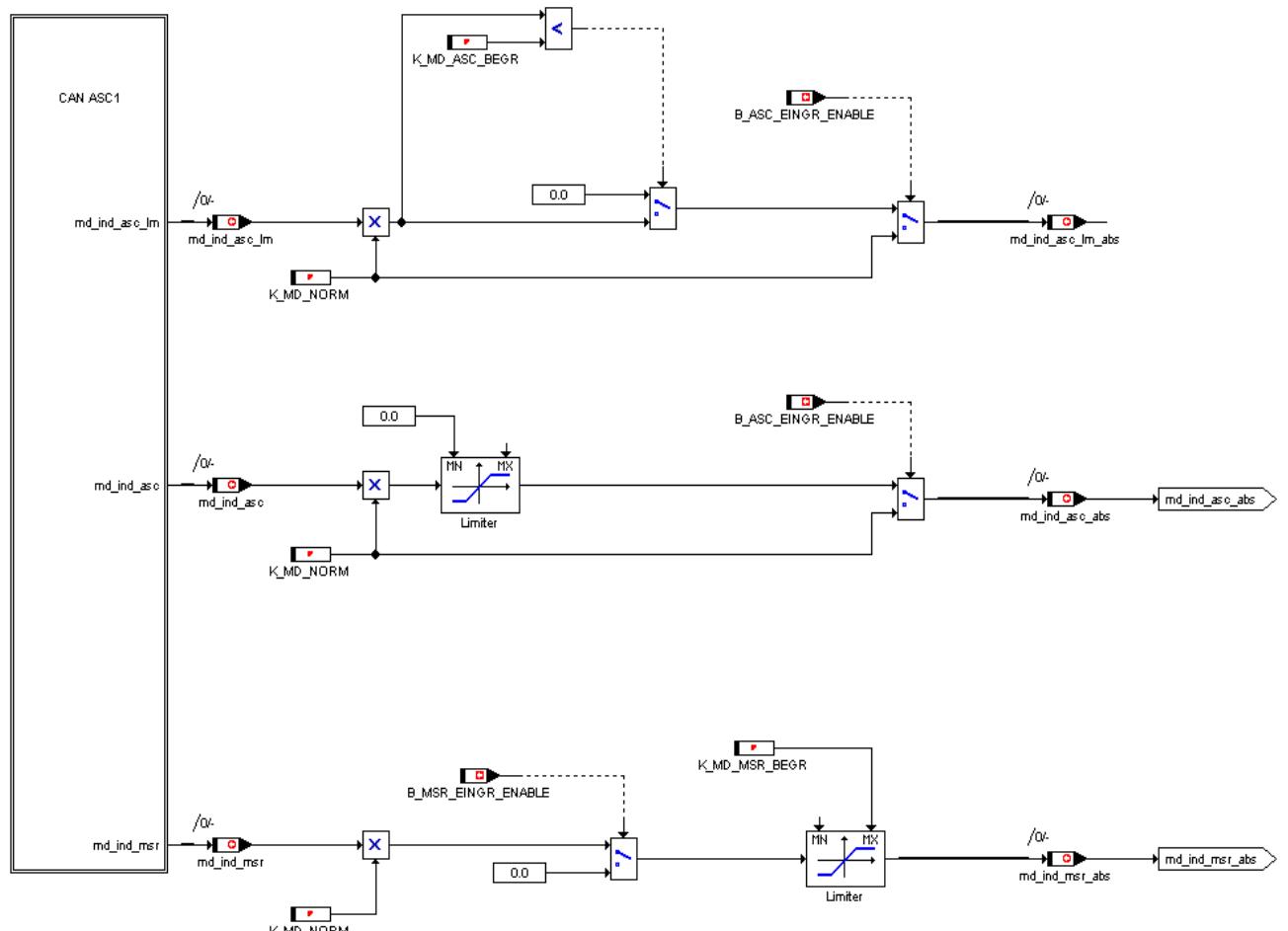
Alle Momentenanforderungen sind auf ein indiziertes Normmoment „K_MD_NORM“ bezogen, der Wertebereich liegt zwischen 0% und 99,6%.

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	01.04.20130	Erdl	1.0Mm.doc

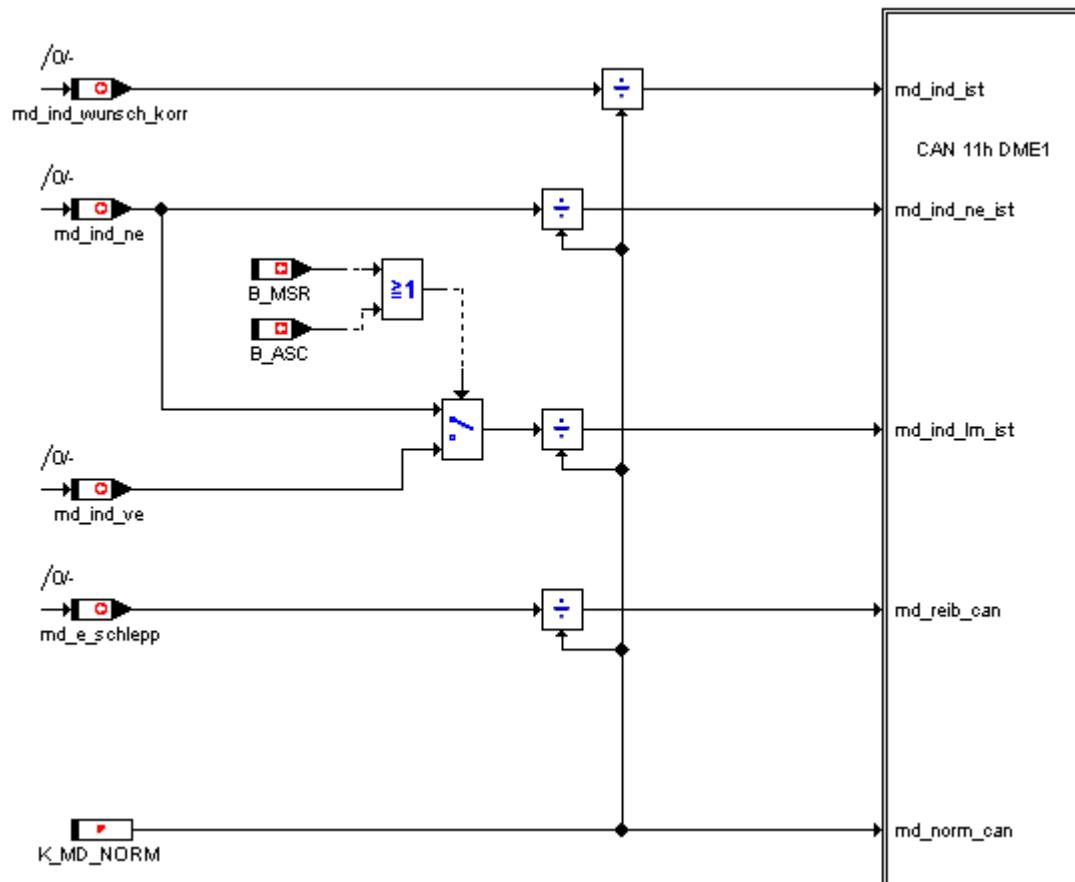
3.3. SCHNITTSTELLE ZUM ASC/DSC - RÜCKMELDUNG MOMENTENEINGRIFF

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 Zündwinkeleingriffe

Da in der MSS60 nicht zwischen internen und externen Zündwinkeleingriffen 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, Klopffregelung, Klopfadaption und Dynamikvorhalt mit beinhaltet.

Bild: Rückmeldung an DSC (rueckmeldungdsc.gif)



	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	01.04.20130	Erdl	1.0Mm.doc

4. REIBMOMENT

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

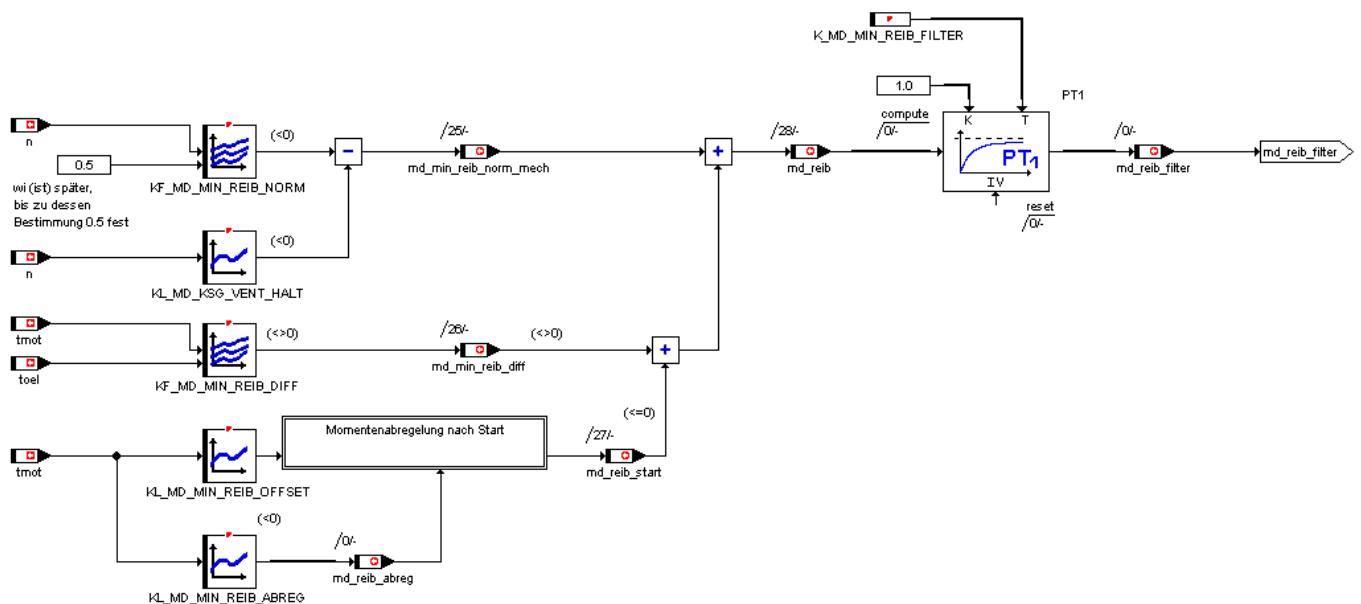
Die Reibkurve wird bei definierten Bedingungen „KF_MD_MIN_REIB_NORM“ rausgefahren. Abweichungen von diesen Normbedingungen werden in „KF_MD_MIN_REIB_DIFF“ berücksichtigt. Mit den Kennlinien „KL_MD_MIN_REIB_OFFSET“ und „KL_MD_MIN_REIB_ABREG“ wird der zusätzliche Momentenbedarf beim Start berücksichtigt,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

Im Kennfeld „KF_MD_MIN_REIB_NORM“ wird die Reibkurve bei „tmot“=80 °C und „toel“=80 °C und geschlossenen Ventilen ermittelt. Das zum Zuhalten der Ventile benötigte Drehmoment wird in der Kennlinie „KL_MD_KSG_VENT_HALT“ abgelegt. „Md_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 erhöhten Momentenbedarf des Motors im Start und in den ersten Sekunden danach gerecht zu werden, wird das Schleppmoment während des Starts um den Offset „md_reib_offset“ (KL_MD_MIN_REIB_OFFSET = f (tmot)) erhöht, welches nach Beendigung des Nachstarts mit der Momentenrampe „KL_MD_MIN_REIB_ABREG“ = f (tmot) auf Null abgeregelt wird.

Bild: Berechnung Reibmoment (md_reib.gif)



	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	01.04.20130	Erdl	1.0Mm.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_llra“ 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 tmot-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 Leerlaufsolldrehzahl und der Faktor „n_hyp“ verrechnet. Für diesen gilt:

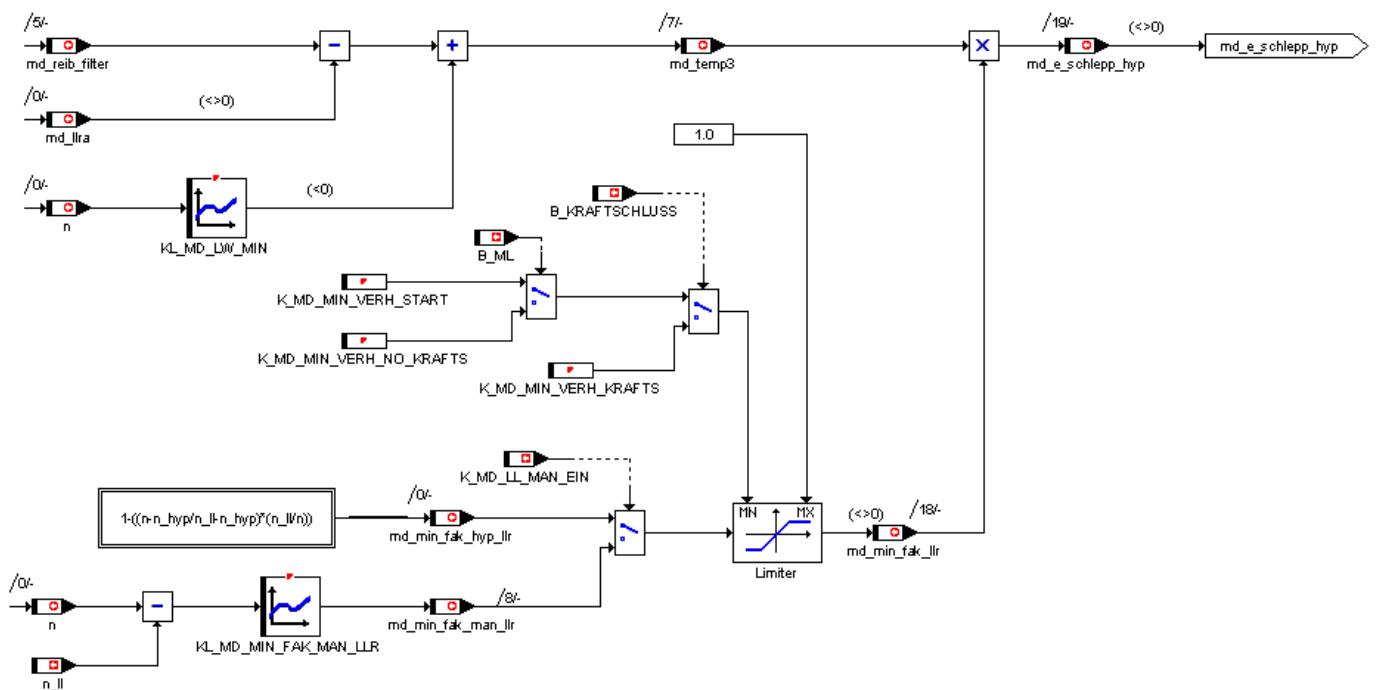
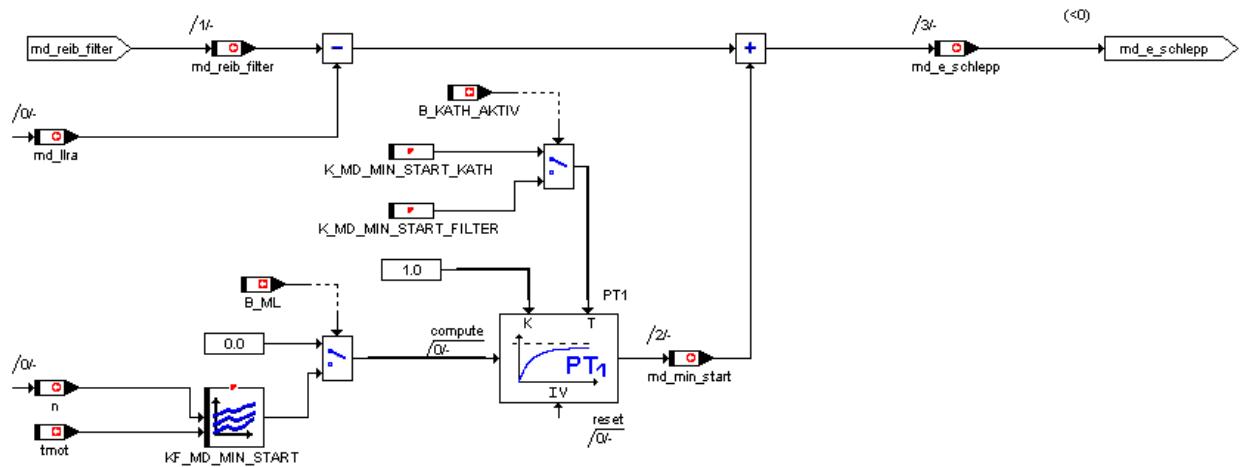
$$n_{hyp} = lfr_nsoll + KL_MD_MIN_DN_HYP(tmot)$$

Der Gewichtungsfaktor wir 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	01.04.20130	Erdl	1.0Mm.doc

Bild: Berechnung Schlepp-Moment (md_schlepp.gif)


	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	01.04.20130	Erdl	1.0Mm.doc

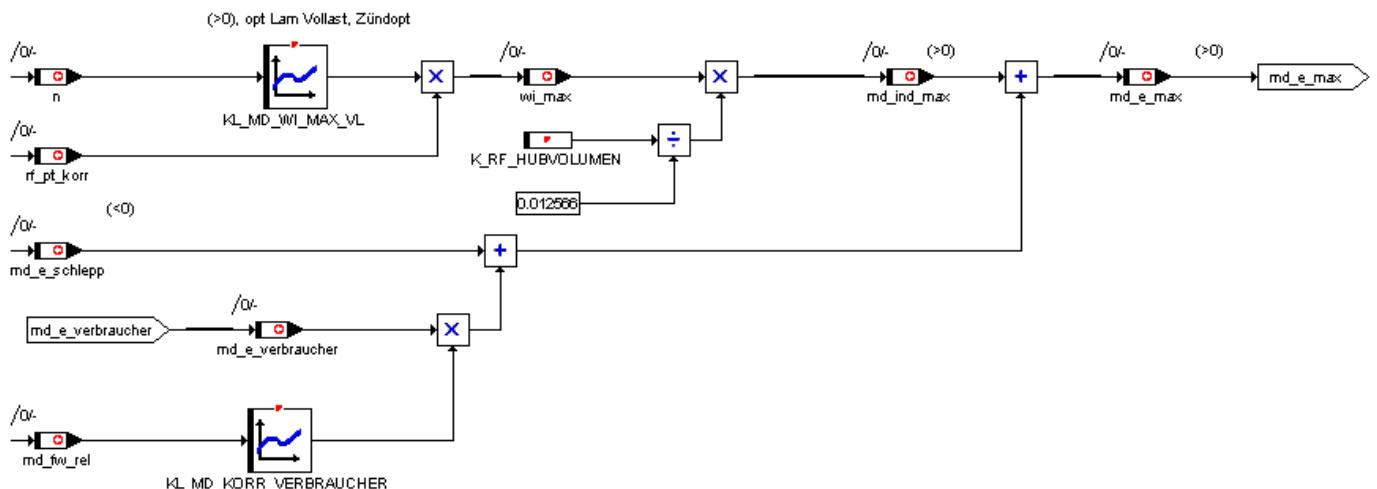
6. MAXIMALES INDIZIERTES MOMENT

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“ = $f(md_{fw_rel})$ 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	01.04.20130	Erdl	1.0Mm.doc

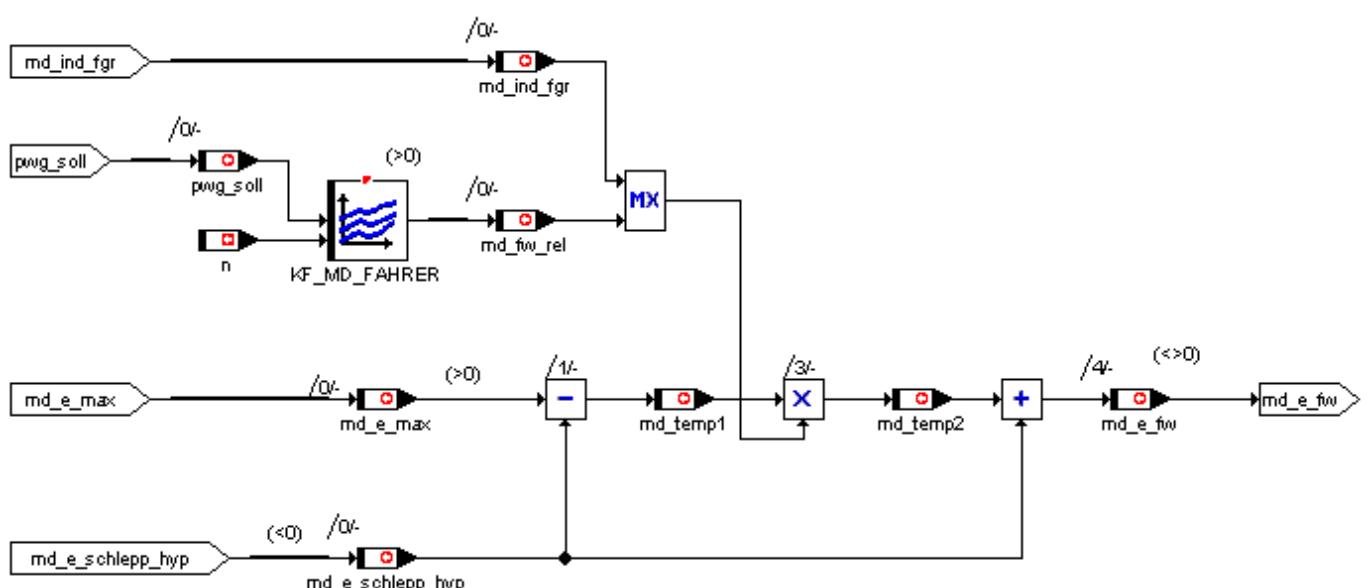
7. BERECHNUNG WUNSCHMOMENT

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-Wunschkommentes (md_fw.gif)



	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	01.04.20130	Erdl	1.0Mm.doc

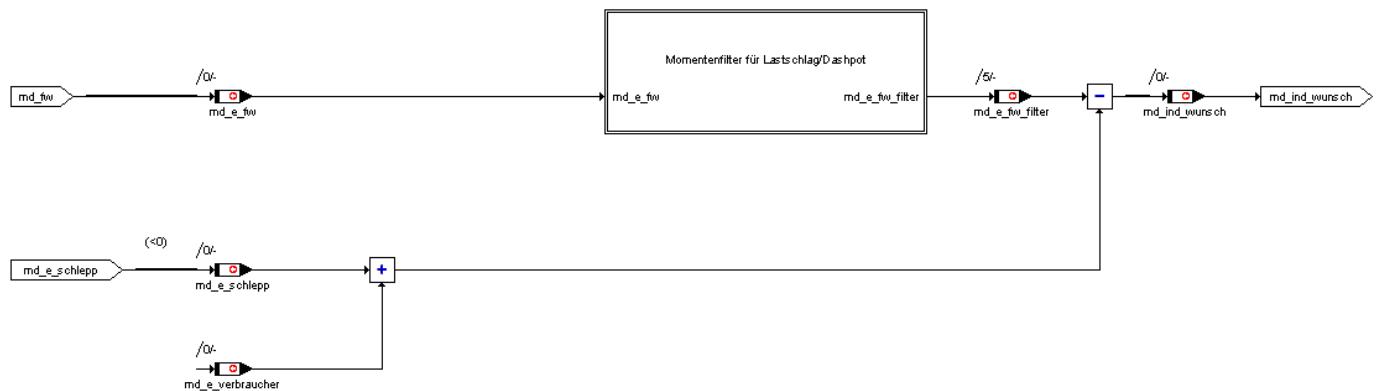
8. MOMENTENFILTER

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 Fahrerwunschkommements „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 Fahrerwunschmoment „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	01.04.20130	Erdl	1.0Mm.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

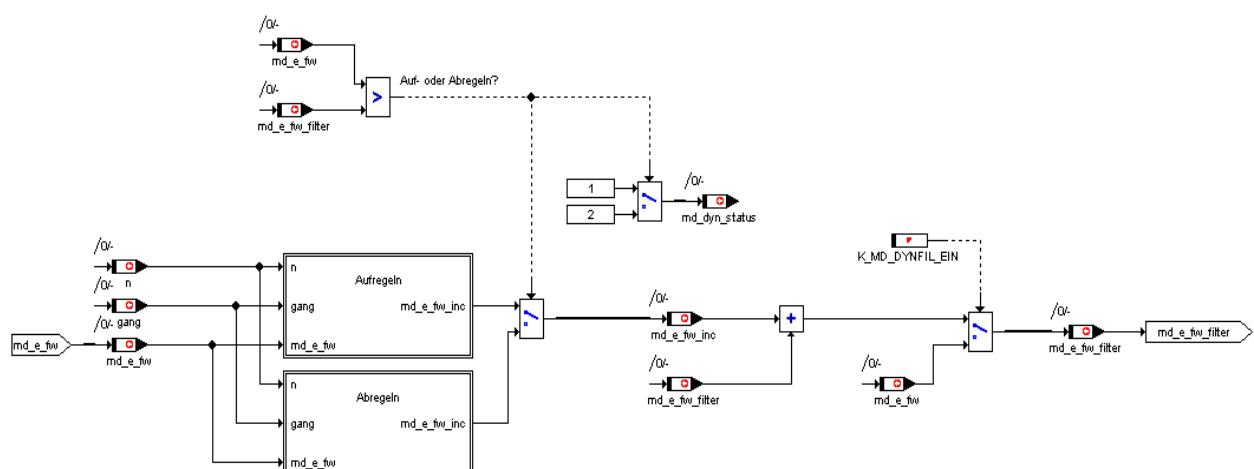
Der Dynamikfilter kann mittels Applikationskonstante „K_MD_DYNFIL_EIN“ ein- und ausgeschaltet werden. Fährt man stationär, so wirkt der Dynamikfilter nicht ($md_dyn_status = 0$).

Für den Fall Aufregelung existiert ein applizierbarer Schwellwert „K_MD_DYNFIL_AUF_12“ für das Drehmoment, bei dem von Bereich 1 auf Bereich 2 umgeschalten 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	01.04.20130	Erdl	1.0Mm.doc

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

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

$$md_e_fw_filter = md_e_fw_filter_alt + md_e_fw_inc$$

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

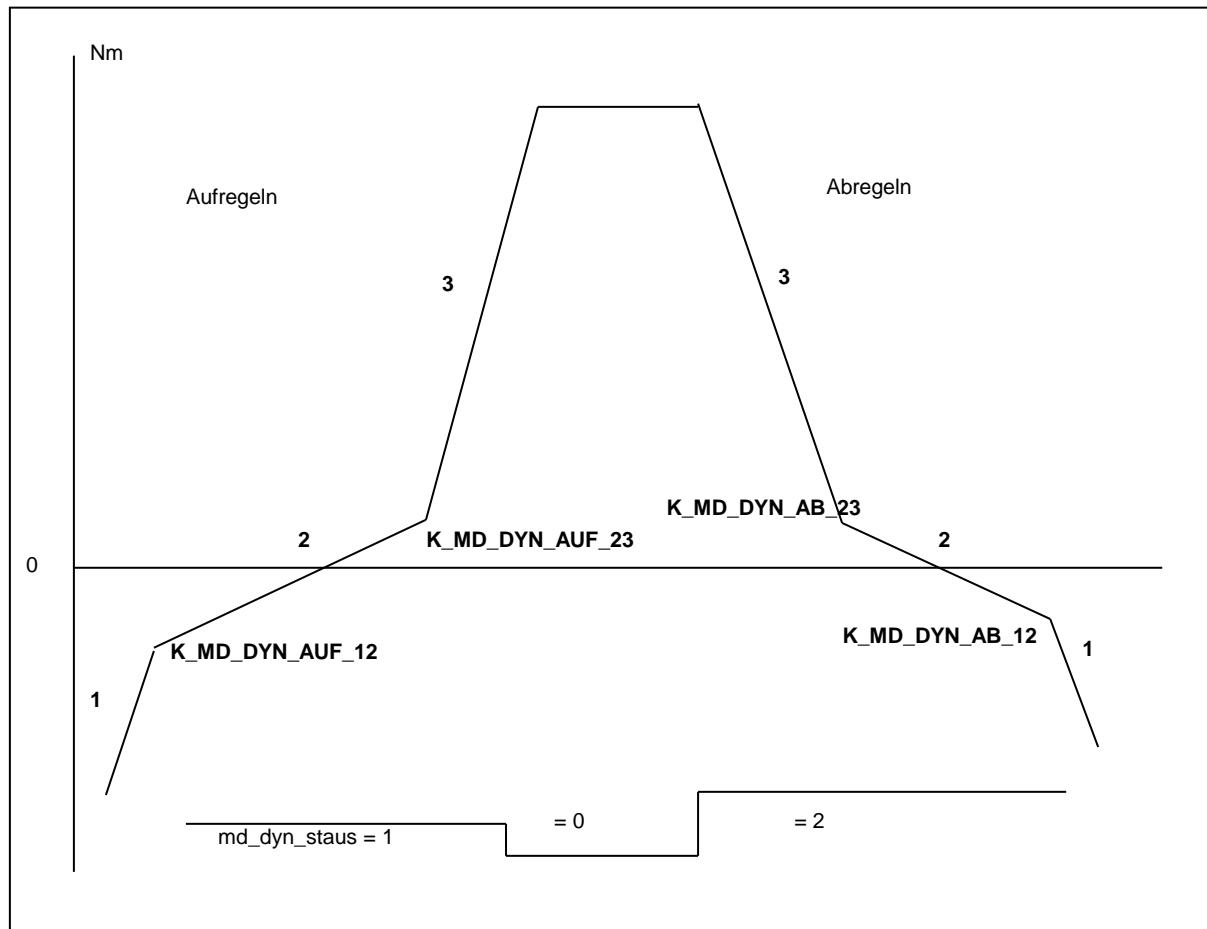
Wenn der gefilterte Ausgangswert „md_e_fw_filter“ den Eingangswert „md_e_fw“ überschreitet, wird der Filter deaktiviert. Der Ausgang wird direkt mit dem Eingang gleichgesetzt („md_e_fw_filter“ = „md_e_fw“) und das Bit „md_dyn_status“ auf den Wert 0 zurückgesetzt.

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	01.04.20130	Erdl	1.0Mm.doc

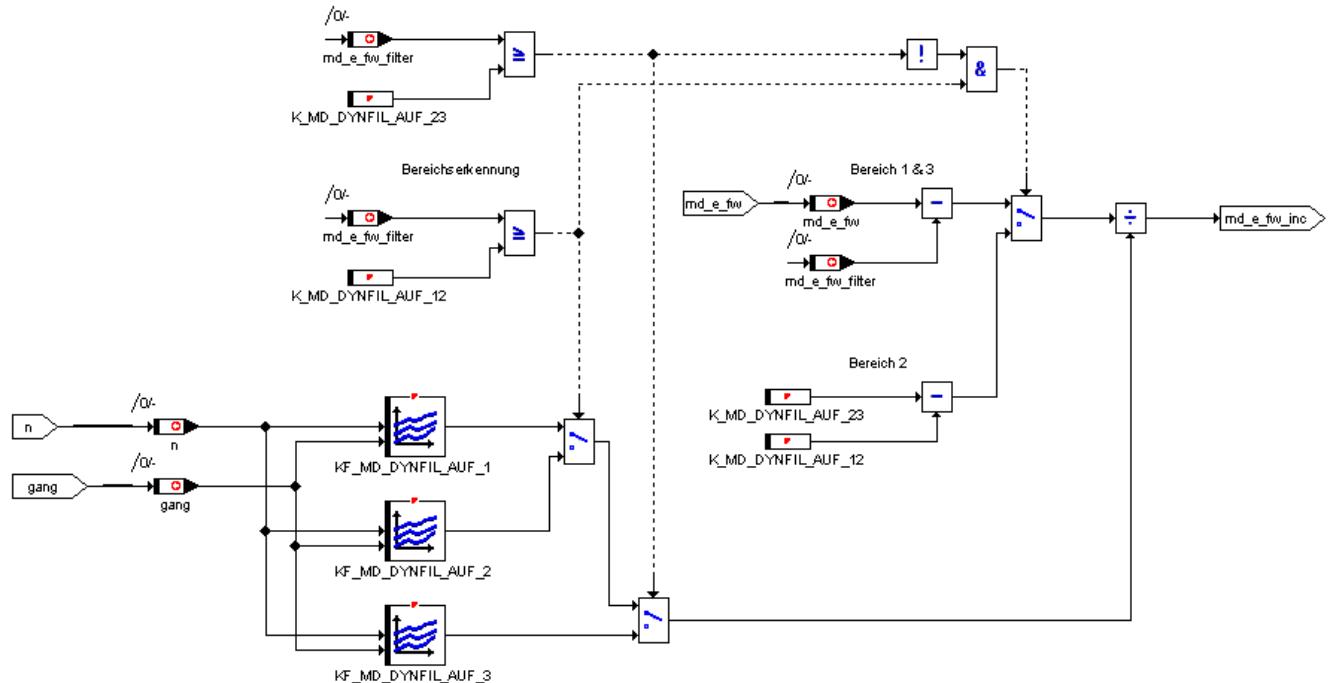
Bild: Einteilung der Dynamikfilter-Bereiche



	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	01.04.20130	Erdl	1.0Mm.doc

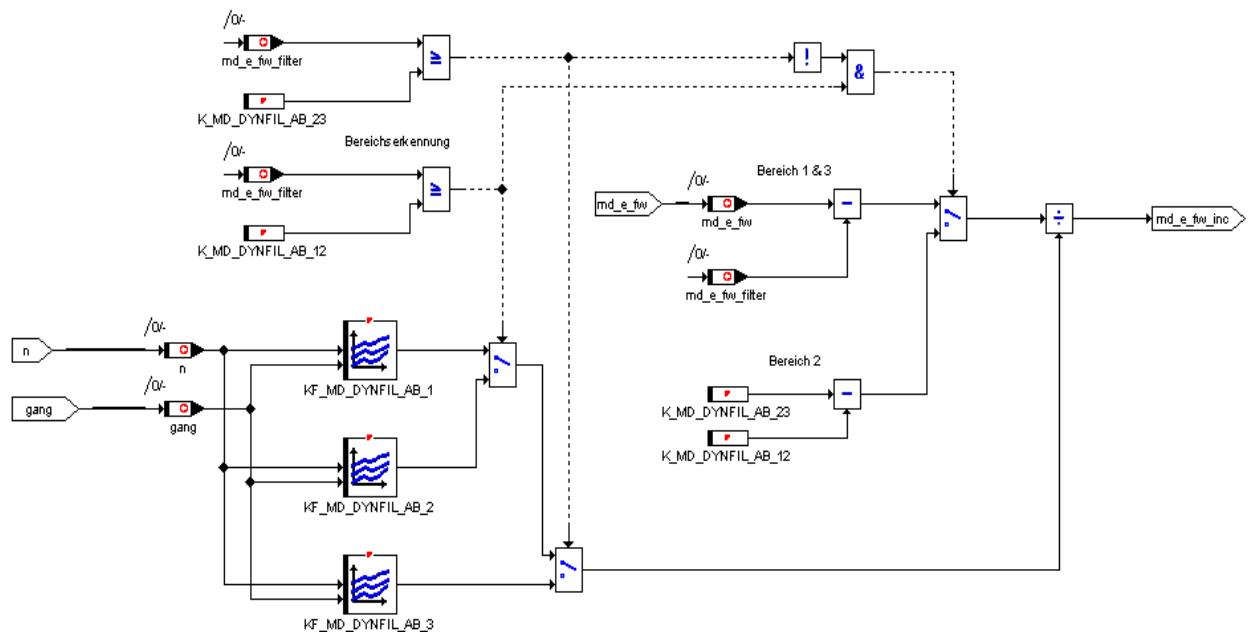
8.1.1. LASTSCHLAGFILTER

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



8.1.2. DASHPOTFILTER

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

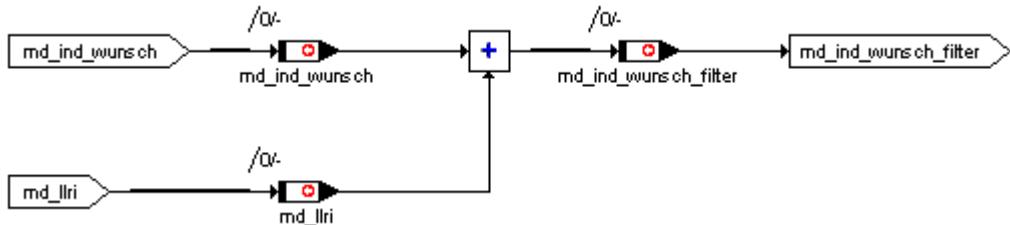


	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	01.04.20130	Erdl	1.0Mm.doc

8.2. EINGRIFF LEERLAUFREGLER

Der Momentenanteil des Leerlaufreglers wird wie folgendes Bild zeigt eingerechnet.

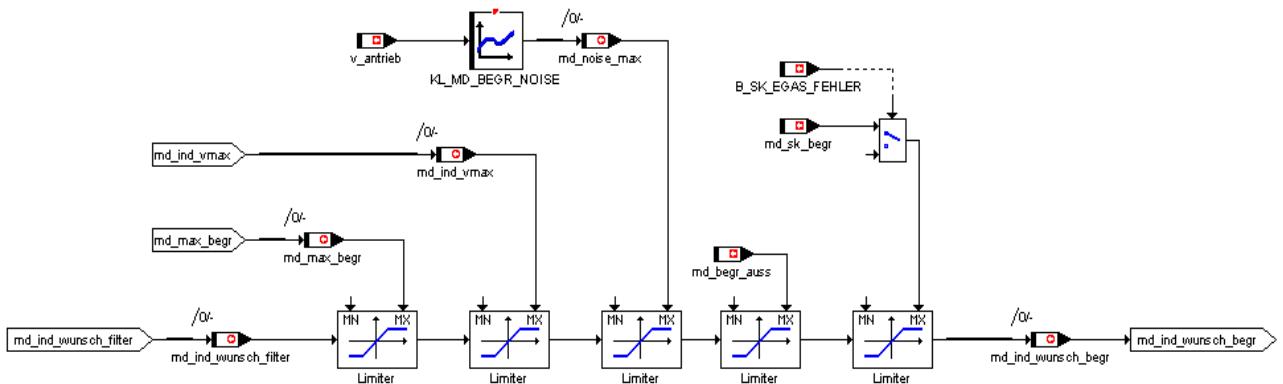
Bild: Einrechnung des Leerlaufregleranteils (md_eingrlfr.gif)



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	01.04.20130	Erdl	1.0Mm.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 Klopffregelung bzw. Klopfadaption wird über den Zündwinkelwirkungsgrad „md_eta_zw_ve“ berücksichtigt.

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

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	01.04.20130	Erdl	1.0Mm.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: $v > \text{vmax_berei}$

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.

$$\text{md_ind_vmax} = (\text{md_ind_wunsch_red_korr} - K_{MD_J_FZ} * d_v) * (K_V_MAX / v)^2$$

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.

$$\text{md_ind_vmax} = \text{md_ind_vmax} + K_{MD_I_VMAX} * (K_V_MAX - v)$$

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	01.04.20130	Erdl	1.0Mm.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 Drehmomentenbegrenzung, 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	01.04.20130	Erdl	1.0Mm.doc

10. MOMENTENRESERVE

Da die aktuellen Zündwinkel in der Regel dem Zündwinkelbestwert entsprechen, sind über Zündwinkeleingriffe nur Momentenreduktionen möglich. In bestimmten Betriebsbereichen wie Leerlaufregelung ist es jedoch wünschenswert über einen Zündwinkeleingriff schnell Moment aufzubauen 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 Zündwinkelstützverstellung 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 benutzt.

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 Zündwinkeleingriff wieder kompensiert wird.

Das Offsetmoment setzt sich wie folgt zusammen:

$$\begin{aligned}
 \text{md_res_kath} &= \text{KF_MD_RES_KATH} & \text{Offsetmoment} &= f(n, wi) \\
 &\quad * \text{KF_MD_RES_KATH_GEW} & \text{Gewichtungsfaktor} &= f(tmot, t_ml) \\
 &\quad * \text{md_res_kath_faktor} & \text{Gewichtungsfaktor Auf-/Abreglung}
 \end{aligned}$$

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	01.04.20130	Erdl	1.0Mm.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 abgeregelt.

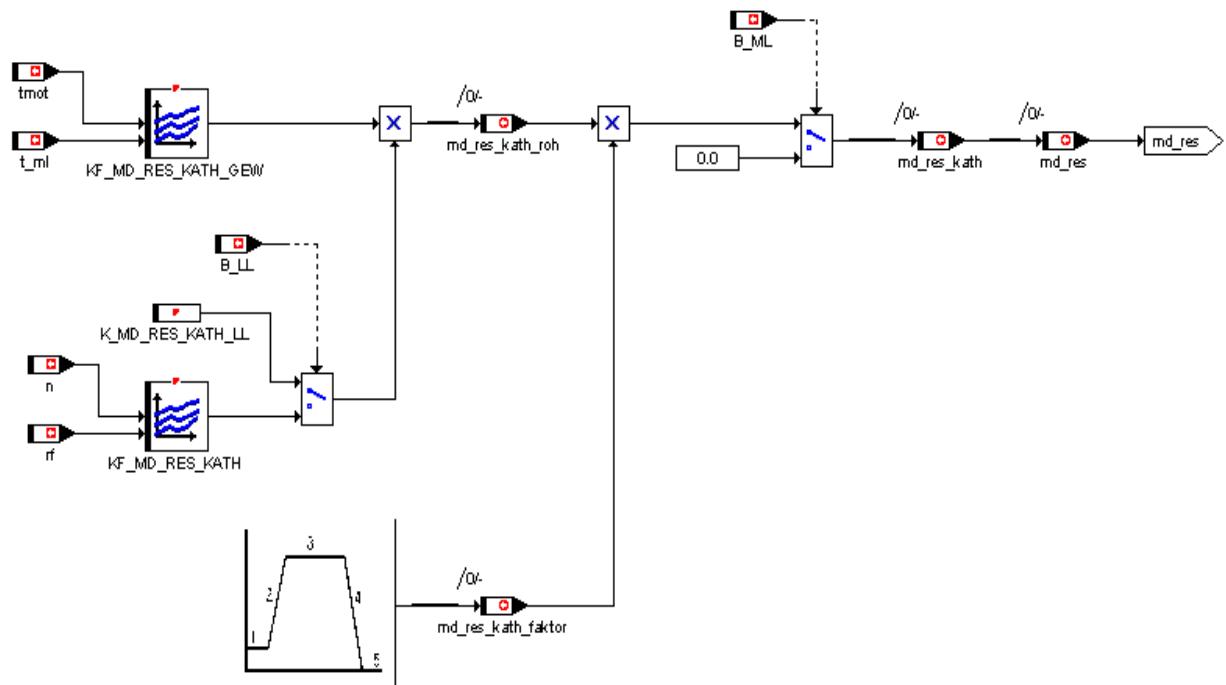
Bereich 5: Momentenreserve für Katheizen inaktiv

Gewichtungsfaktor = 0

Die Aktivierungsbedingung für die Momentenreserve Katheizen ist identisch mit der Aktivierungsbedingung für den Zündwinkeleingriff 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	01.04.20130	Erdl	1.0Mm.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 Leerlaufsolldrehzahl 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 $KL_MD_RES_LRW = f(Irw_abs)$
- 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 Zündwinkeleingriff 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:

$$\text{„md_eta_res“} = 1 / (1 - (\text{md_eta_zw_ve} - \text{md_eta_zw_min}))$$

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	01.04.20130	Erdl	1.0Mm.doc

11. MOMENTENEINGRIFF FÜLLUNGSPFAD

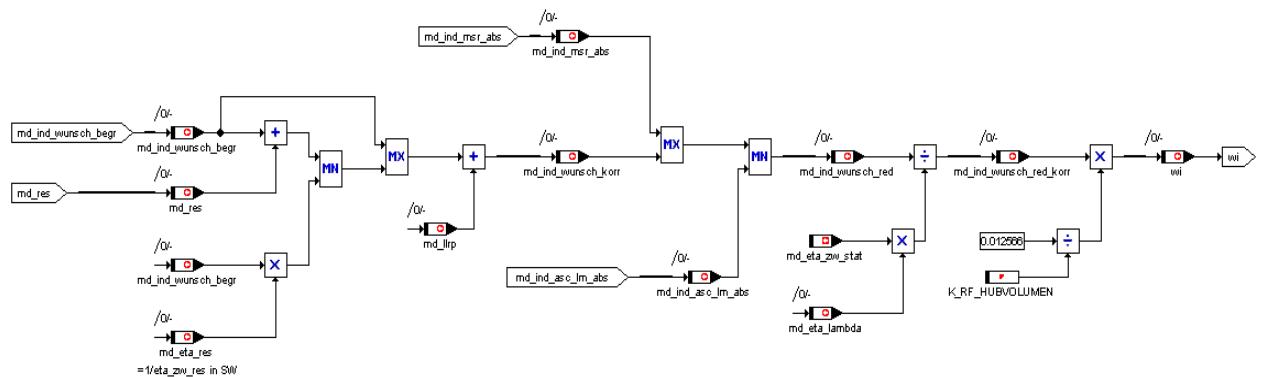
In diesem Modul erfolgt die Momentenkoordination mit dem DSC-System sowie mit den anderen momentenreduzierenden Modulen.

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 Wunschkmoments „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	01.04.20130	Erdl	1.0Mm.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 Zündwinkelstützverstellung 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 WI

Die spezifische, indizierte Arbeit „wi“ wird aus dem indizierten, korrigierten Wunschmoment „md_ind_wunsch_red_korr“ berechnet. „Wi“ wird für diverse Kennfelder als Eingangsgröße verwendet (z.B. Steuerkanten) und hat den Vorteil, dass 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 $w_i = \frac{1}{10} \cdot p_{mi} \quad (3) \quad w_i[\text{kJ}/\text{dm}^3], p_{mi}[\text{bar}]$

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	01.04.20130	Erdl	1.0Mm.doc

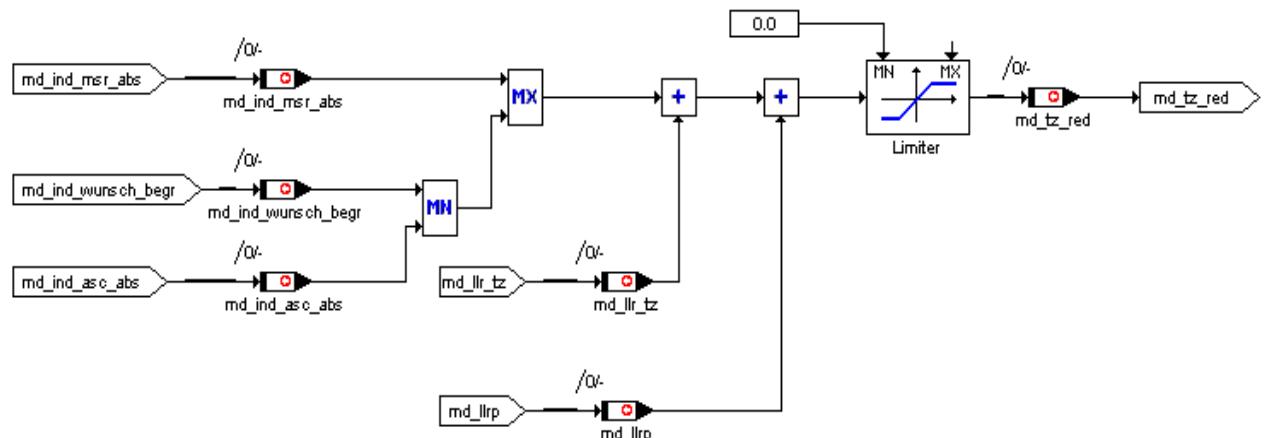
12. BERECHNUNG DER STEUERKANTEN

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

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



	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	01.04.20130	Erdl	1.0Mm.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 Zündwinkeleingriffe 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 Zündwinkeleingriffe 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.

$$(1) \quad zw_{opt} = KF_ZW_OPT_x(n, wi) \quad \text{mit } x = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 7, 11, 12 \text{ (Betriebsmodi bm_evt_state)}$$

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

$$(2) \quad zw_{opt_korr} = zw_{opt} + KF_ZW_TMOT(tmot, wi) + zw_lambda$$

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	01.04.20130	Erdl	1.0Mm.doc

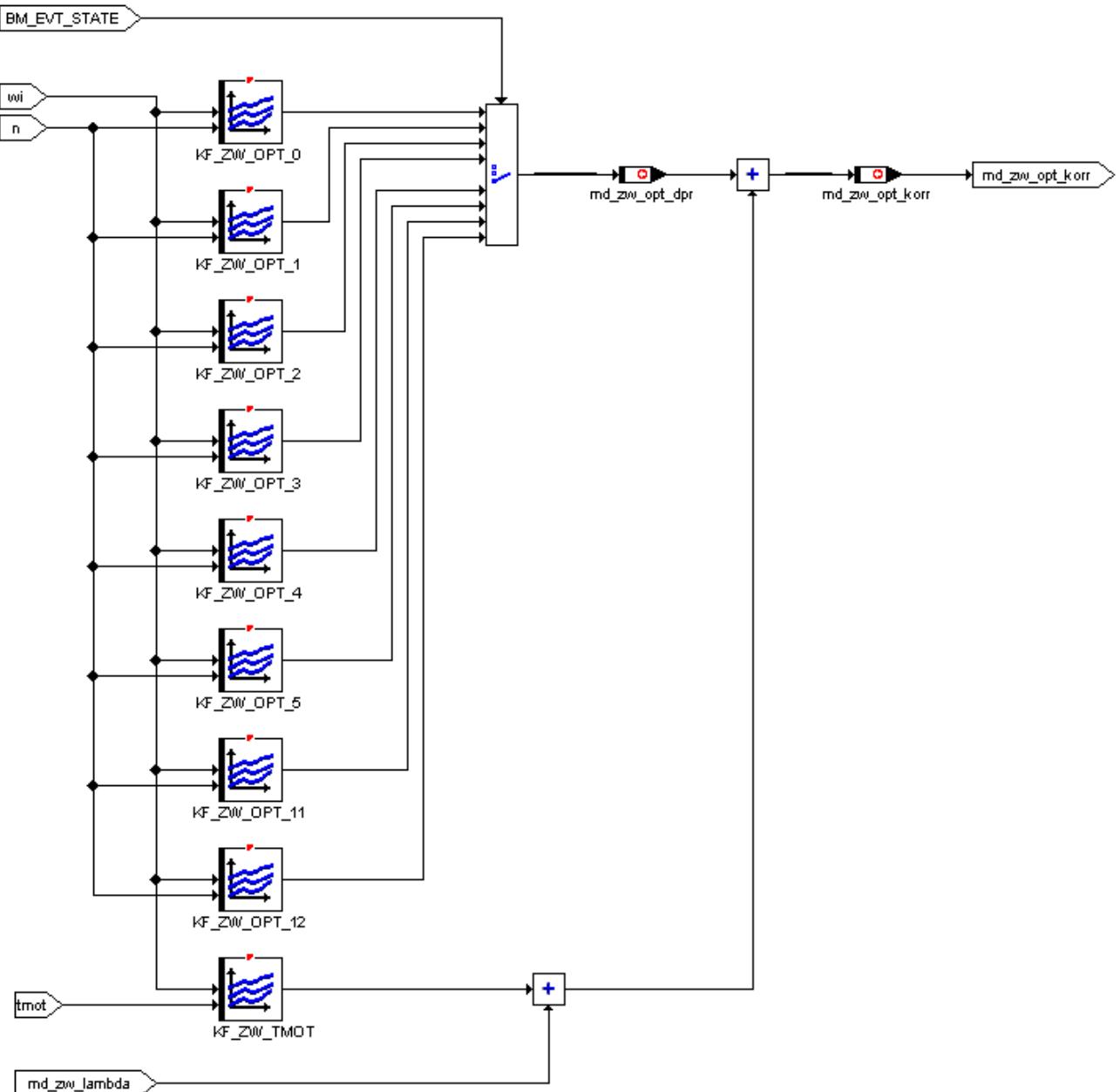


Bild: Berechnung optimaler ZW (ZW_Eingriff2_2.gif)

14.2. BERECHNUNG ZÜNDWINKELWIRKUNGSGRADE

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

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	01.04.20130	Erdl	1.0Mm.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:

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

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.

$$(2) \quad tz_{\text{bas}}_{\text{korr}} = tz_{\text{bas}} + tz_{\text{tkorr}} + md_{\text{zw}}_{\text{lambda}}$$

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.

$$(3) \quad eta_{\text{zw}}_{\text{bas}} = \text{Fkt.}(\text{Zündhaken_Polynom}(tz_{\text{bas}}_{\text{korr}})) - eta_{\text{zw}}_{\text{kath}}_{\text{offset}}$$

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.

$$(4) \quad eta_{\text{zw}}_{\text{ve}[x]} = \text{Fkt.}(\text{Zündhaken_Polynom}(tz_{\text{ve}[x]})) \\ \text{mit } x = 1, \dots, \text{Anzahl Zylinder}$$

$$(5) \quad eta_{\text{zw}}_{\text{ve}} = \text{Mittelwert} (eta_{\text{zw}}_{\text{ve}[x]}) \\ \text{mit } x = 1, \dots, \text{Anzahl Zylinder}$$

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	01.04.20130	Erdl	1.0Mm.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 :

$$(6) \quad \text{eta_zw_ne} = \text{Mittelwert (md_eta_zw_ne[x])} \\ \text{mit } x = 1, \dots, \text{Anzahl Zylinder}$$

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 eta_kath begrenzt.

Die anschließende Begrenzung auf „eta_zw_min“ sorgt dafür, daß die Zündwinkeleingriffe auf den spätest möglichen Zündwinkel begrenzt bleiben.

Mittels der Konstanten „K_ETA_EINGRIFF“ kann ein minimal erforderlicher Wirkungsgrad für den Zündwinkeleingriff 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 Zündwinkeleingriff durch den Momentenmanager aktiv ist.

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

14.2.5. BERECHNUNG EINGRIFFSZÜNDWINKEL

Der berechnete zylinderselektive 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: $y = ax^2 + bx + 1$

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

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
- oder Momentenreserve aktiv

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	01.04.20130	Erdl	1.0Mm.doc

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

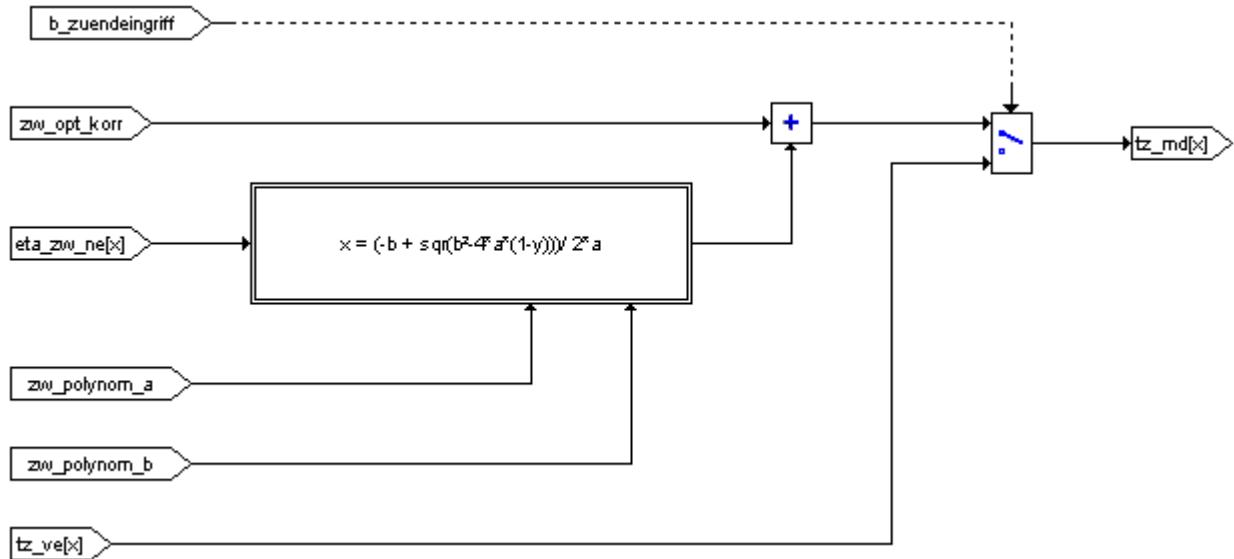


Bild: Berechnung Zündwinkelwirkungsgrad nach Eingriff (ZW_Eingriff_13_1.gif)

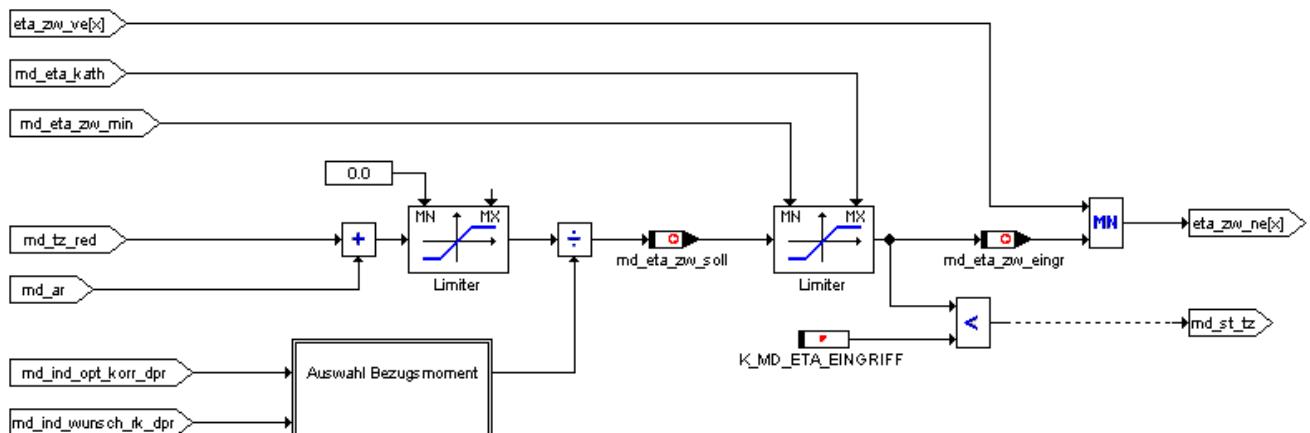


Bild: Berechnung des Eingriffszündwinkels (ZW_Eingriff_13_2.gif)

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	01.04.20130	Erdl	1.0Mm.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

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

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 Zündwinkelausgabe 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:

$$(2) \quad \text{eta_zw_x} = \text{zw_polynom_a} * (\text{dzw_x})^2 + \text{zw_polynom_b} * \text{dzw_x} + 1$$

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	01.04.20130	Erdl	1.0Mm.doc

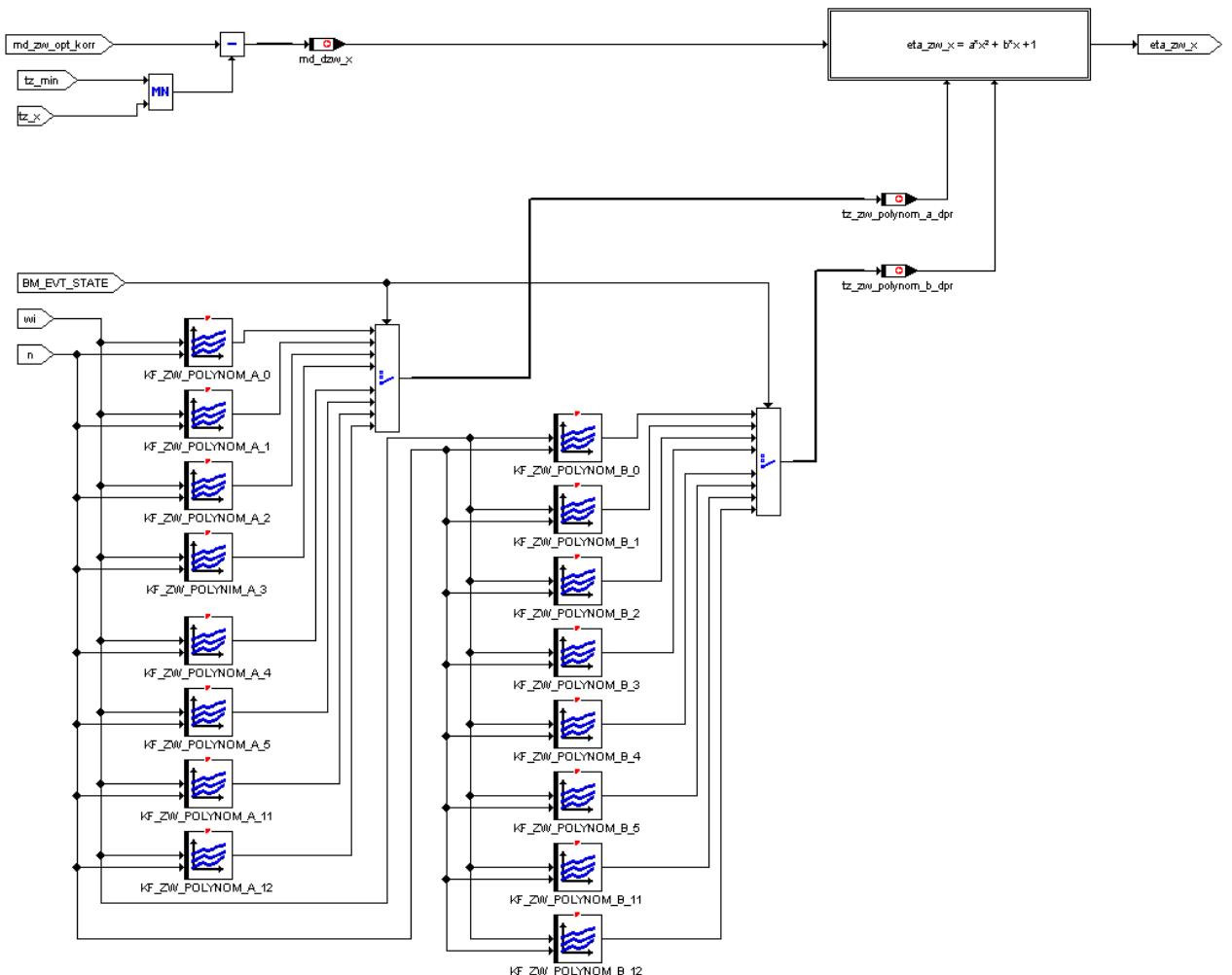


Bild: Berechnung normierte Zündhaken (ZW_Eingriff2_3.gif)

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	01.04.20130	Erdl	1.0Mm.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“
- Verlustmomente 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_LLRL_MAX“
- Eingriff PD-Anteil der Leerlaufregelung „md_llrp“ > Maximaleingriff „K_MD_SK_LLRL_MAX“

15.2. ÜBERWACHUNG SOLLMOMENT ZU ISTMOMENT

Eine Plausibilisierung des Istmomentes des Motors zum Fahrerwunschkennwert 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 Wunschkennwert unter Berücksichtigung aller Momenteneingriffe vergleicht und über weitere 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	01.04.20130	Erdl	1.0Mm.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 Fahrerwunschmodment 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 <= K_MD_SK_PWGMIN
Motordrehzahl > Leerlaufsolldrehzahl + K_MD_SK_NHYS

Übersteigt in diesem Fall das errechnete Fahrerwunschmodment 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	01.04.20130	Erdl	1.0Mm.doc

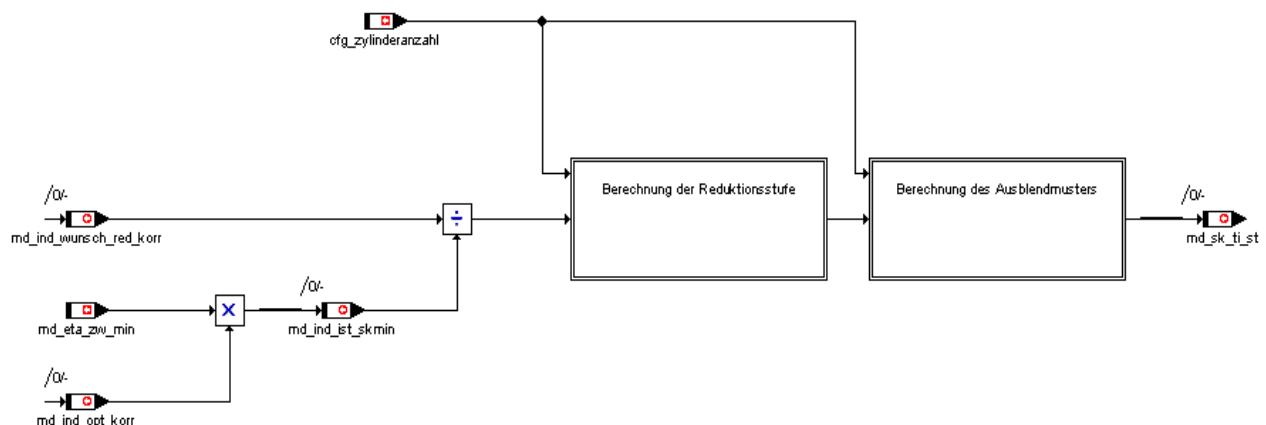
15.3. TEILFEUERUNG BEI OFFEN KLEMMENDEN DROSSELKLAPPEN

Bei offen klemmenden Drosselklappen kann die vom Momentenmanager berechnete Füllungsvorgabe 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 Wunschmodent und dem aktuellen Istmoment des Motors unter Berücksichtigung der in diesem Betriebspunkt möglichen Zündwinkeleingriffe ein Ausblendwirkungsgrad „md_sk_verh“ berechnet. Unterschreitet dieser Wirkungsgrad den Wert Eins, bedeutet dies, daß das gewünschte Motormoment nicht mehr über Zündwinkeleingriffe 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	01.04.20130	Erdl	1.0Mm.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 Zündwinkeleingriff 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
K_MD_SK_ETA_MIN	Minwert für ZW-Wirkungsgrade

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	01.04.20130	Erdl	1.0Mm.doc

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_LL_R_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 Zündwinkeleingriffe 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
KL_MD_LS_W_GANG	Ganggewichtung der Zeitkonstanten für MD-Dynamikfilter
KL_MD_MIN_DN_HYP	Drehzahloffset für MDmin-Hyperbel = f (tmot)

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	01.04.20130	Erdl	1.0Mm.doc

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	01.04.20130	Erdl	1.0Mm.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	Wunschmoment Fahrer/FGR effektiv
md_fw_filter	gefiltertes Wunschmoment Fahrer/FGR
md_fw_rel	relatives Fahrerwunschmoment
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	Wunschmoment aus FGR
md_ind_ist	Fahrerwunschmoment ohne Eingriffe / Korrekturen
md_ind_ist_skmin	minimal erreichbares Istmoment bei tz_min
md_ind_lm_ist	Wunschmoment 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	01.04.20130	Erdl	1.0Mm.doc

md_ind_opt_korr	maximales Istmoment bei den aktuellen Bedingungen
md_e_schlepp	Schleppmoment effektiv des Motors
md_ind_ve	Istmoment ohne Zündwinkeleingriffe 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_ls_kf	Eingangswert für LS-Filter
md_max_begr	maximal erlaubtes indiziertes Motormoment
md_mcs_zyl	Berechnung Zündwinkeleingriff 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	01.04.20130	Erdl	1.0Mm.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 Zuendwinkeleingriff Momentenmanager
md_tz_red	Momentenvorgabe tz-Eingriff
md_wunsch_rel	relatives Wunschkmoment 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	01.04.20130	Erdl	1.0Mm.doc



Projekt: MMSS54

Modul: Antiruckelfunktion

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZE-E-57	05.07.2004	M. Adamczyk	AR.DOC



Inhaltsverzeichnis

Änderungsdokumentation	3
8. Antiruckelfunktion.....	4
8.1 Allgemeines.....	4
8.2 Berechnung Drehzahlgradient für AR	4
8.3 Aktivierungsbedingung der AR.....	4
8.4 Zustände der AR	5
8.5 Zündwinkeleingriff der AR	6
8.6 Daten der AR	6

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZE-E-57	05.07.2004	M. Adamczyk	AR.DOC



Änderungsdokumentation

Version: 1.0 02.11.2004
Ersterstellung

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZE-E-57	05.07.2004	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 MSS54 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 (Zündwinkelstützverstellung) 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:

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

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	tmot ≥ K_AR_TMOT_MIN	; Motortemperatur größer Schwelle
und	K_AR_NMIN ≤ n ≤ K_AR_NMAX	; Drehzahl innerhalb Bereich
und	K_AR_RFMIN ≤ tl ≤ K_AR_RFMAX	; Last innerhalb Bereich
und	(K_AR_VMIN ≤ v ≤ K_AR_VMAX oder B_V_FEHLER)	; Geschwindigkeit innerhalb Bereich ; 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.

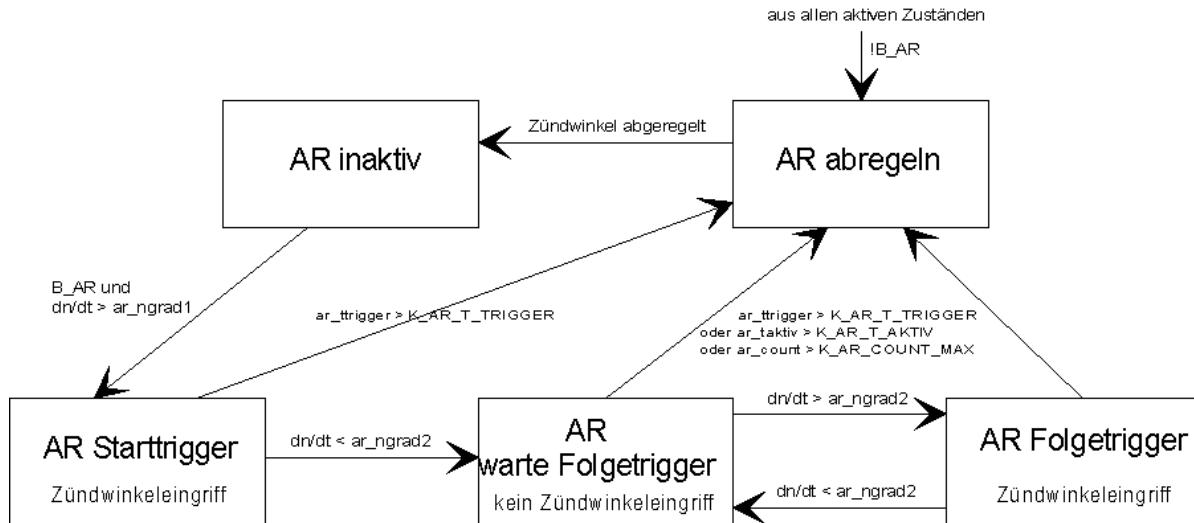
B_AR = 1	:	Bedingung erfüllt
B_AR = 0	:	Bedingung nicht erfüllt

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZE-E-57	05.07.2004	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 gefolgt, 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".

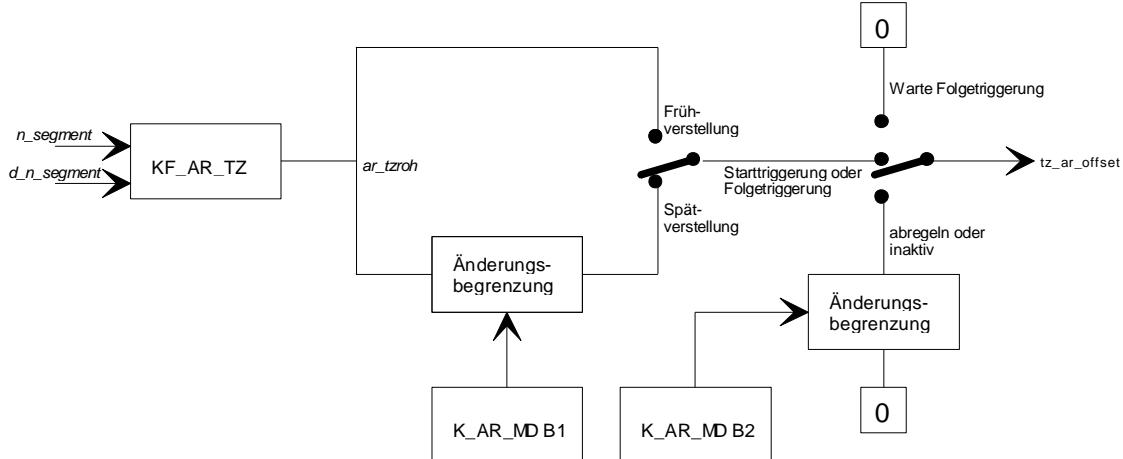
Für alle aktiven Zustände gilt: Sobald die Bedingung B_{AR} nicht mehr erfüllt ist, erfolgt ein Wechsel in den Zustand "abregeln".

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZE-E-57	05.07.2004	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 Dremomentenoffset 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	05.07.2004	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 Füllungsschwelle für AR
K_AR_RFMAX	obere Füllungsschwelle 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 Späverstellungen
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	05.07.2004	M. Adamczyk	AR.DOC



E-POWER

HIGH PERFORMANCE ENGINE ELECTRONICS

MSS54-Modul: Betriebsartenmanager

Seite 1 von 17

PROJEKT: MSS54

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



E-POWER

HIGH PERFORMANCE ENGINE ELECTRONICS

MSS54-Modul: Betriebsartenmanager

Seite 2 von 17

Änderungen:

Version	Datum	Kommentar
S310	2.8.2004	Erste Version
S320	8.11.2004	Betriebsart Minihub hinzugefügt
S330	1.12.2004	Berechnung von wi 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



Inhaltsverzeichnis

ÄNDERUNGEN.....	2
1 FUNKTIONSBesCHREIBUNG	4
1.1 BESCHREIBUNG DER BETRIEBSARTEN	4
1.1.1 Schließzeitpunkt der Einlassventile.....	4
1.1.2 Anzahl der betätigten Ventile	5
1.1.3 Zylinderabschaltung.....	6
1.1.4 12-Takt-Betrieb	6
1.1.5 Minihub für Einlaß	8
1.1.6 Brems-Betrieb 4-Takt.....	8
1.2 ÜBERGÄNGE DER BETRIEBSARTEN.....	10
1.2.1 Unterschiedliche Anzahl an aktiven Auslassventilen	10
1.2.2 Übergang in die Zylinderabschaltung	10
1.2.3 Übergang aus der Zylinderabschaltung.....	10
1.2.4 Übergang von gefeuert in den Bremsbetrieb (4-Takt)	11
1.2.5 Übergang von Bremsen in gefeuert (4-Takt)	11
1.2.6 Übergang von ZAS in 12-Takt	12
1.2.7 Übergang von 12-Takt in ZAS	13
1.2.8 Übergang von 4-Takt in 12-Takt	13
1.2.9 Übergang von 12-Takt in 4-Takt.....	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



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.
Zykluskonsistenz	Mit Zykluskonsistenz wird beschrieben, daß alle Ventilsteuерzeiten EO, AS, ES und AO, sowie Zündung und Einspritzung für jedes Arbeitsspiel bei jedem Zylinder zusammengehalten werden. Die Zykluskonsistenz wirkt sich erst bei dynamischen Vorgängen aus. Die Zykluskonsistenz ist eine wichtige Voraussetzung für ein EVT-Motorsteuergerät, da aufgrund der digitalen Ansteuerung der Ventile von Arbeitsspiel zu Arbeitsspiel jede Ventilsteuерzeit stark verändert werden kann und sichergestellt werden muß, daß alle Parameter eines Arbeitsspiels zueinander passen.
pmi	Indizierter Mitteldruck [bar]. Berechnung: Integral $p \, dV$ über ein Arbeitsspiel geteilt durch Zylindervolumen
wi	Indizierte spezifische Arbeit [kJ/dm^3]. Berechnung: Integral $p \, dV$ über ein Arbeitsspiel geteilt durch Zylindervolumen (entspricht dem Wert von pm * 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



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 $\text{pmi} = \text{ca. } 5 \text{ bar}$. 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)

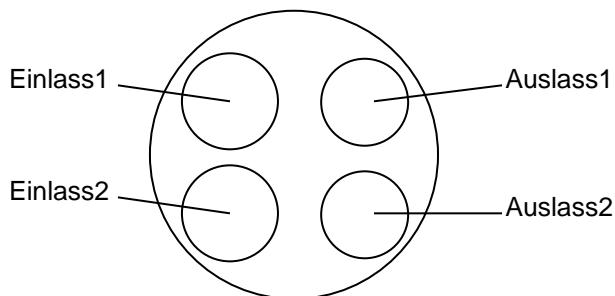
Beim 4V-Betrieb werden 2 Einlassventile und 2 Auslassventile pro Arbeitsspiel betätigt.

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



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

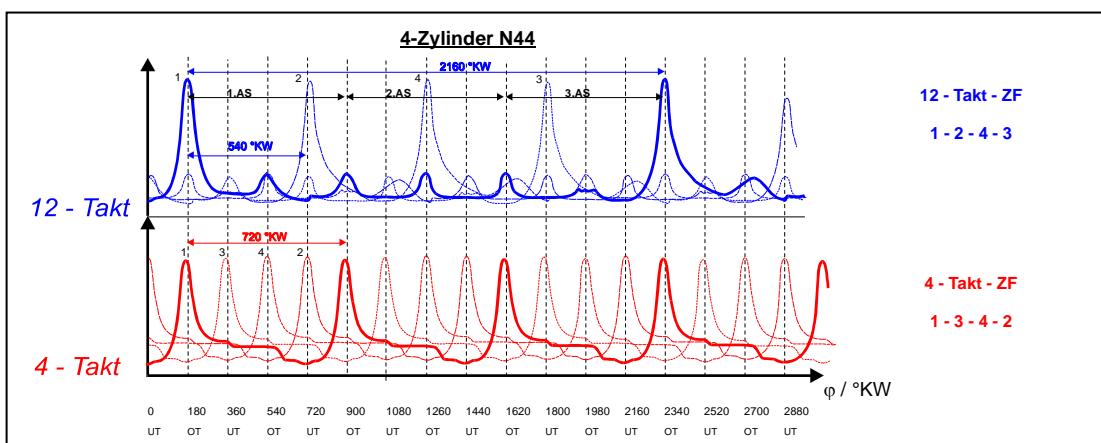


Abbildung 1.1: Druckverläufe beim 12-Taktverfahren (4-Zylinder, Vergleich zum 4-Takt-Betrieb)

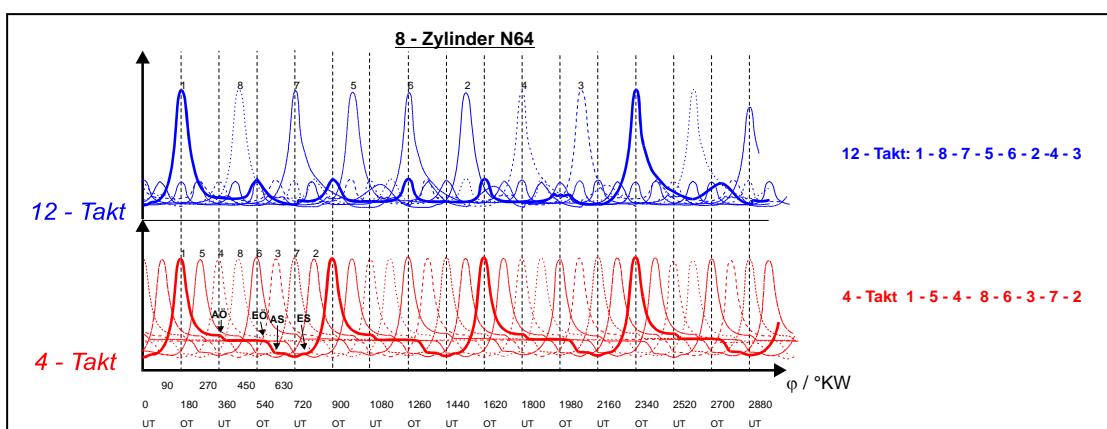


Abbildung 1.2: Druckverläufe beim 12-Taktverfahren (8-Zylinder, Vergleich zum 4-Takt-Betrieb)

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



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 →			EO	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 Ventilsteuzeiten kann der Motor zum Bremsen verwendet werden, wobei das Bremsmoment über die Ventilsteuzeiten 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

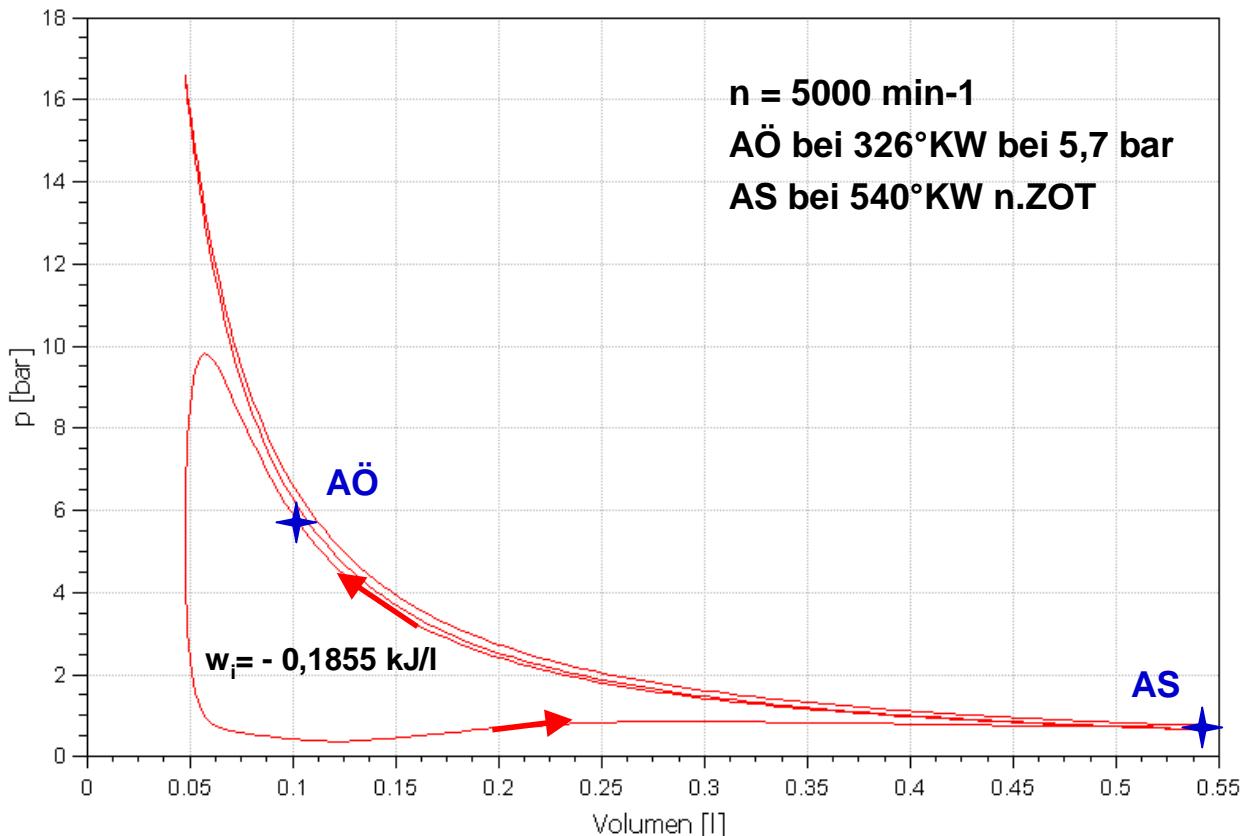


Abbildung 2 4-Takt Bremsen

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°....360°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



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 (AO) 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 AO 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 Ventilsteuерparameter 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



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):

Übergang

gefeuert	Übergang	Bremsen	Bremsen
AÖ FES = 180	AÖ FES = 180	AÖ BB = 320	AÖ BB = 320
AS FES = 360	AS BB = 540	AS BB = 540	
EÖ FES = 360	EÖ BB = --	EÖ BB = --	
ES FES = 440	ES BB = --	ES BB = --	

gefeuert Bremsen

1.2.5 ÜBERGANG VON BREMSEN 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 -> gefeueter Betrieb):

Übergang

Bremsen	Übergang	gefeuert	gefeuert
AÖ BB = 320	AÖ BB = 140 140	AÖ FES = 180	AÖ FES = 180
AS BB = 540	AS FES = 360	AS FES = 360	
EÖ BB = --	EÖ FES = 360	EÖ FES = 360	
ES BB = --	ES FES = 440	ES FES = 440	

Bremsen gefeuert

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



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

Tabelle 3: KW-Differenz für möglichen BA-Wechsel

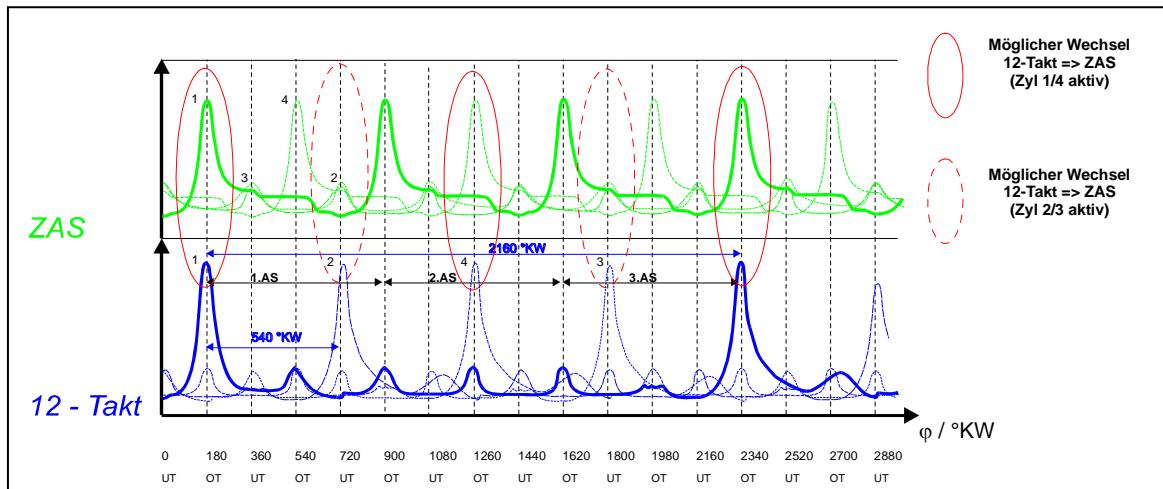


Abbildung 3: Mögliche Übergänge von ZAS in 12-Takt (bei ZAS Zyl 1 und 4 aktiv)

¹ Wechsel in die nächstmögliche Zylindergruppe

² Wechsel stufenweise

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



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.)

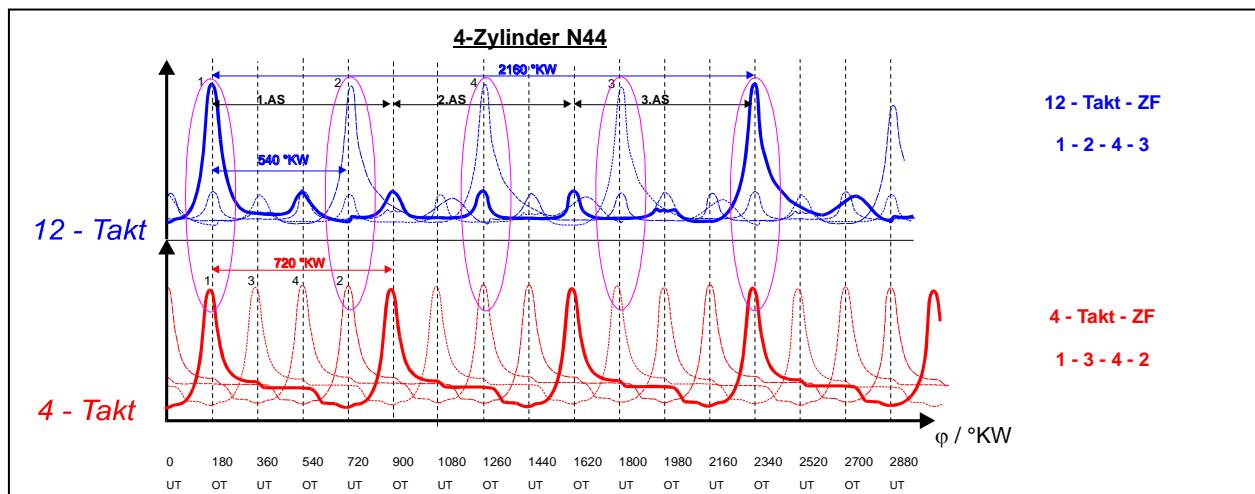


Abbildung 4: Mögliche Übergänge 12-Takt \Rightarrow 4-Takt

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



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



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

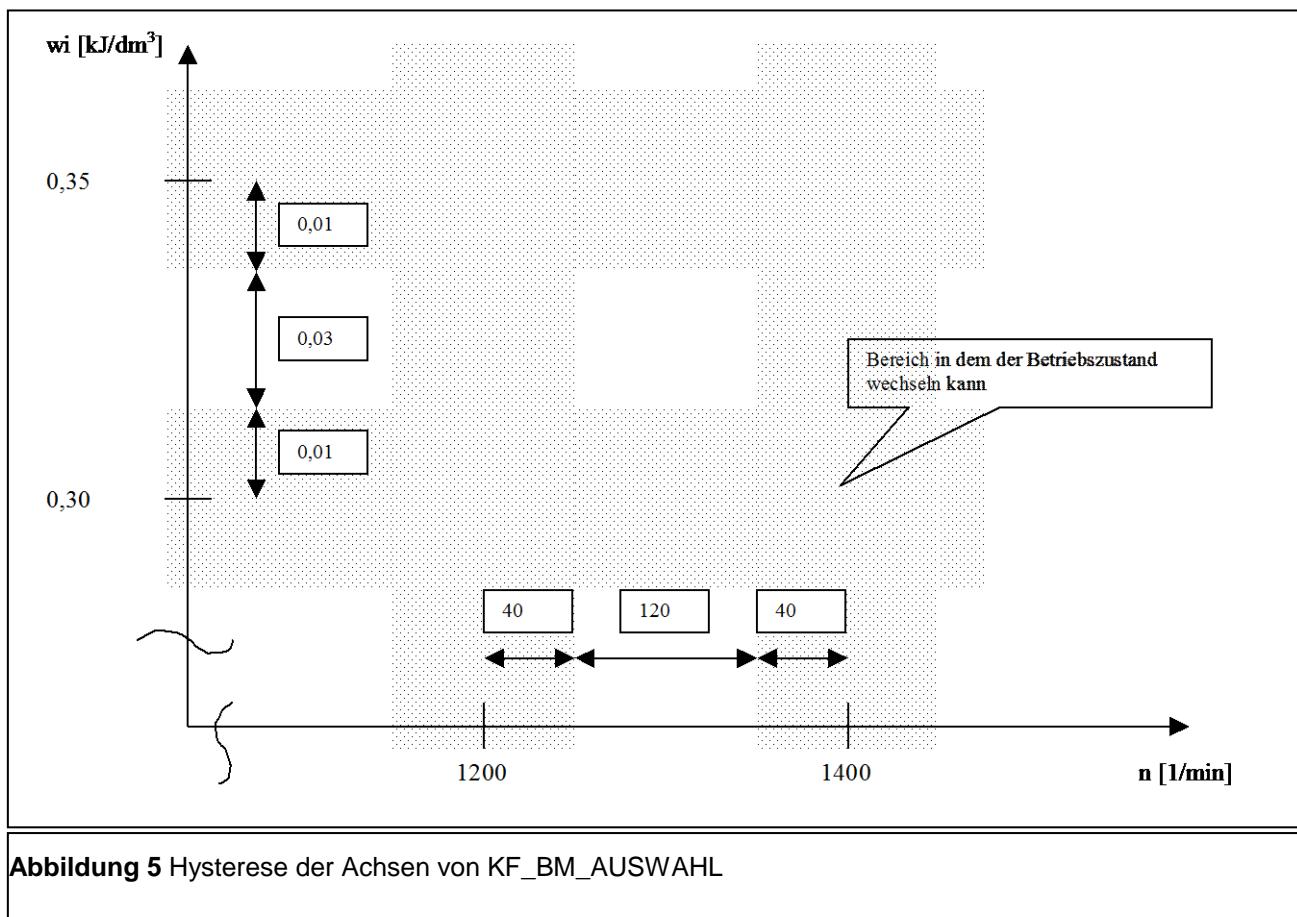


Abbildung 5 Hysterese der Achsen von KF_BM_AUSWAHL

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 w_i -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



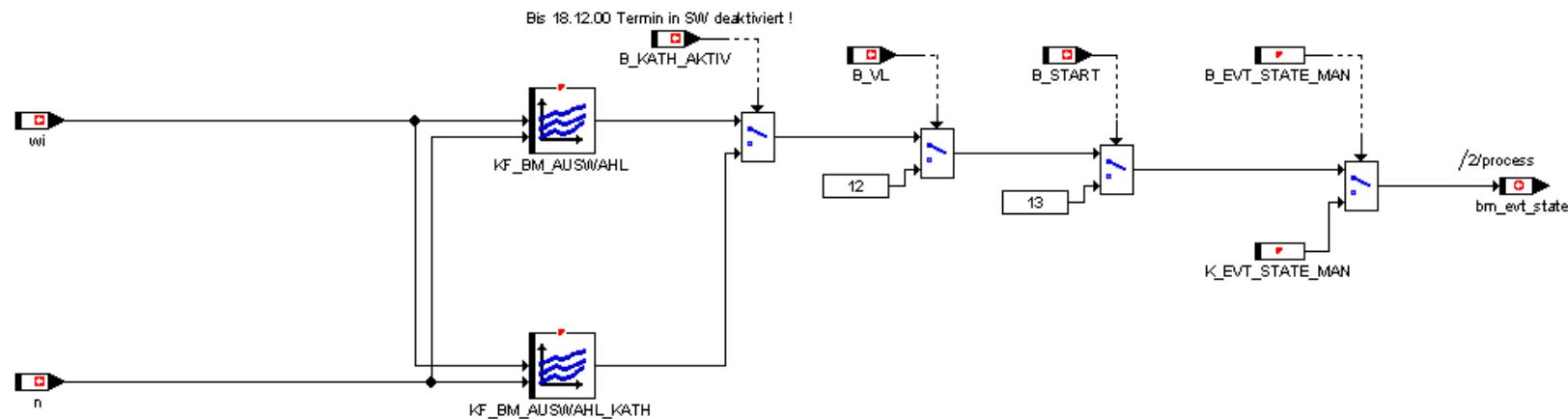
E-POWER

HIGH PERFORMANCE ENGINE ELECTRONICS

MSS54-Modul: Betriebsartenmanager

Seite 16 von 17

1.4 FUNKTIONSSCHALTBLAÐ



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



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



E-POWER

HIGH PERFORMANCE ENGINE ELECTRONICS

MSS54-EVT-Momentenrealisierung

Seite 1 von 14

PROJEKT: MSS54

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



E-POWER

HIGH PERFORMANCE ENGINE ELECTRONICS

MSS54-EVT-Momentenrealisierung

Seite 2 von 14

Änderungen:

Version	Datum	Kommentar
r310	31.08.2004	Erste Version
r320	27.10.2004	Minihub hinzugefügt
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 hinzugefügt
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



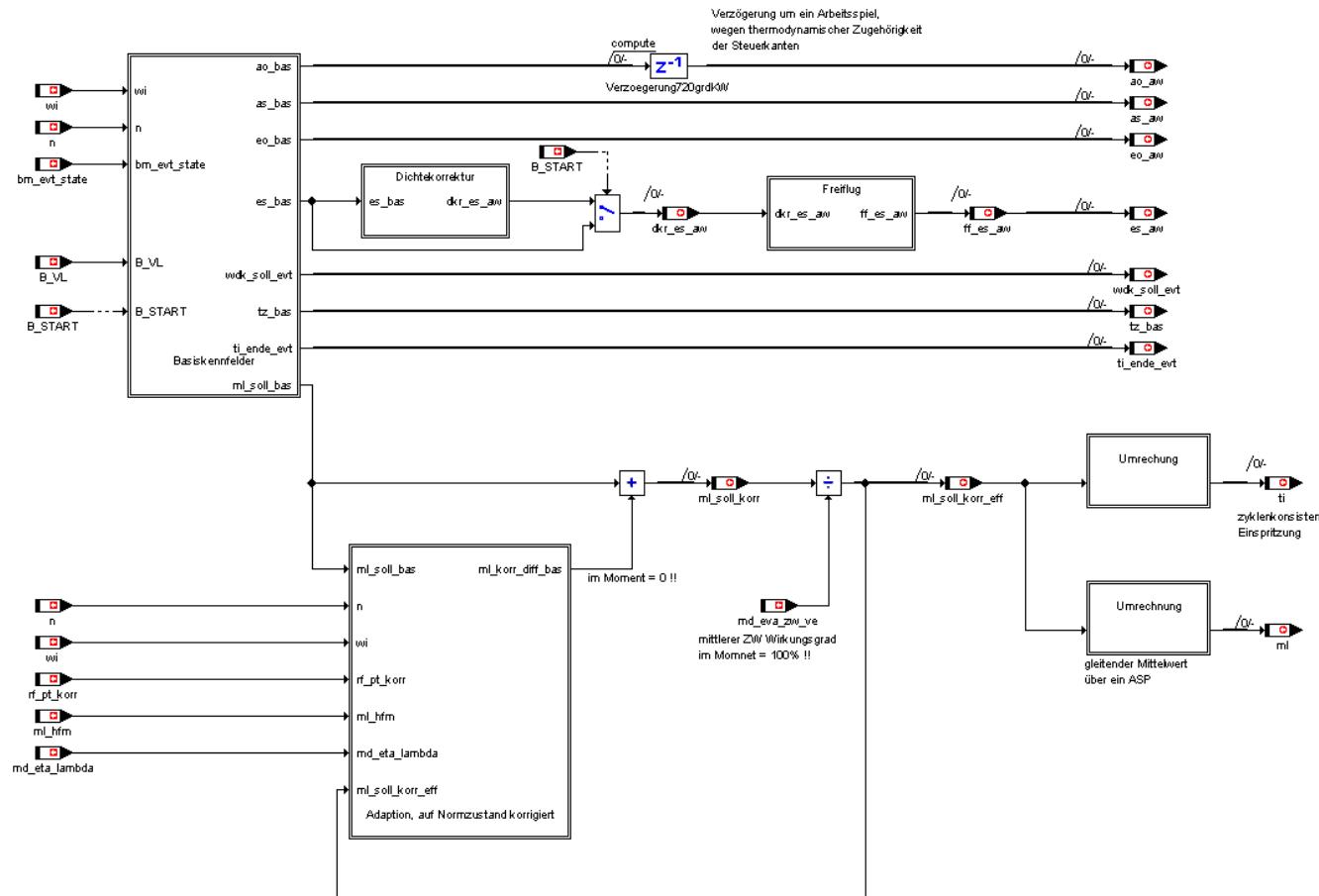
Inhaltsverzeichnis

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

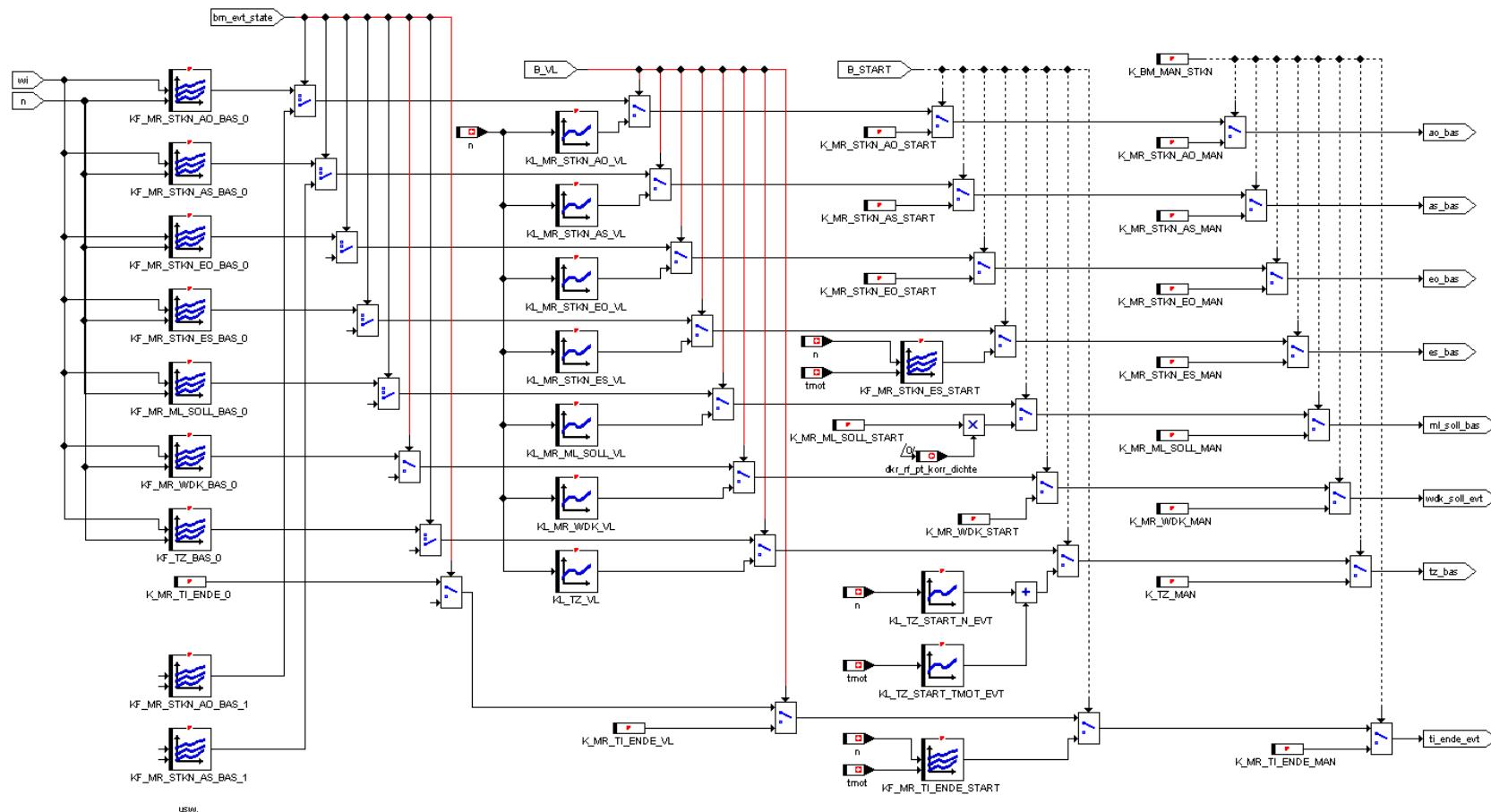
1 FUNKTIONSBeschreibung

1.1 FUNKTIONSSCHALTBIld (ÜBERBLICK)



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

1.2 FUNKTIONSSCHAUBILD BASISSTEUERKANTEN

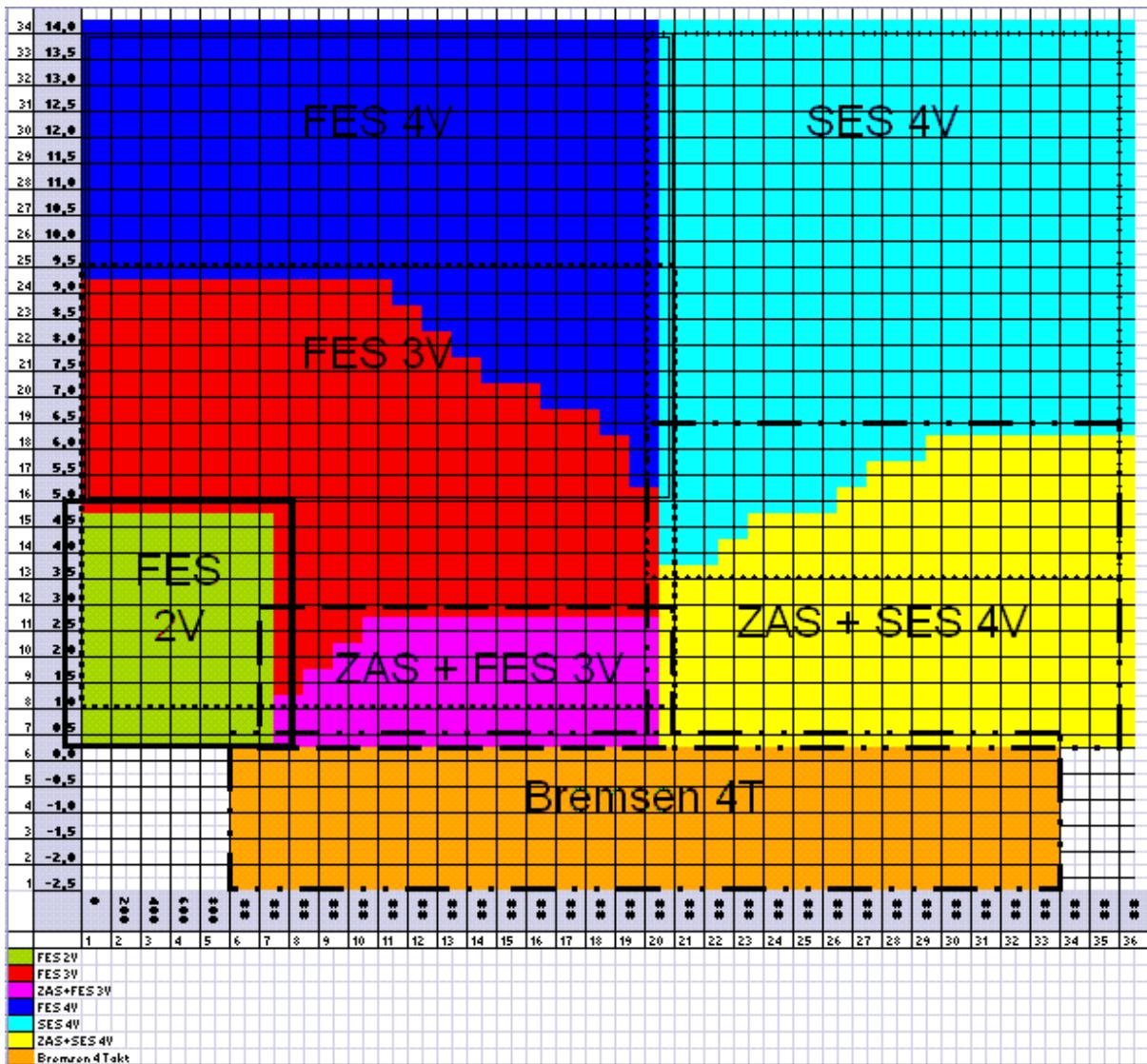


	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	03.04.04	Frank	1.03



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



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 zyklenkonsistent, 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 Ventilsteuering die Steuerkanten in jeder Betriebsart richtig anwendet, wird ein sogenanntes „do not apply bit“ (**bm_msk_stkn**) von der MSS54 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



1.5 ZYLINDERINDIVIDUELLE STEUERKANTENKORREKTUR

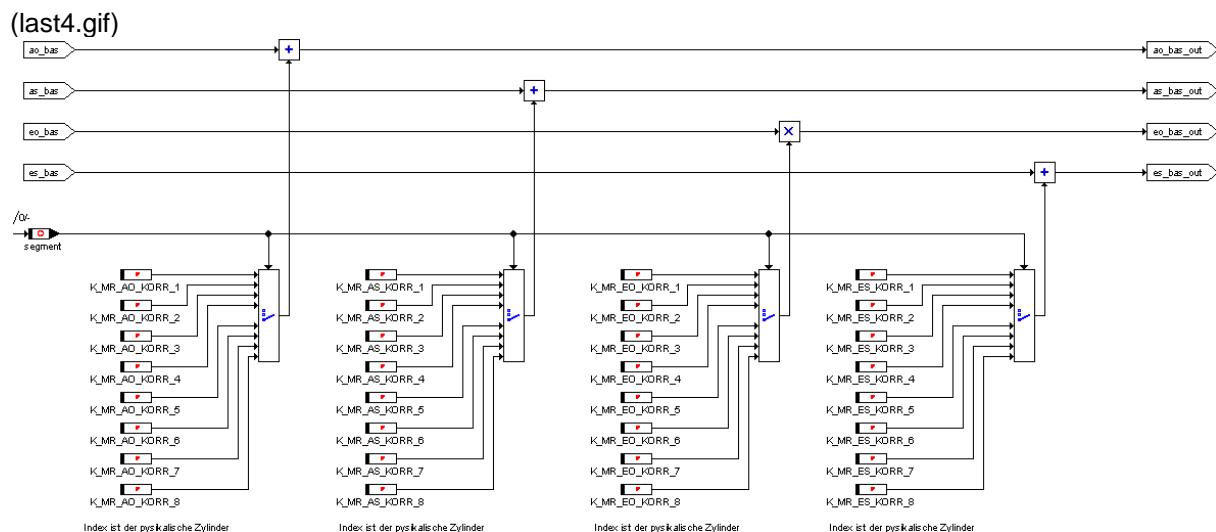
Um die Zylinderfüllung und den Restgasgehalt der Zylinder gleichstellen zu können, sind zylinderindividuelle Steuerkantenkorrekturen erforderlich.

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.



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



1.6 EINLASS-SCHLIEßT-KORREKTUREN

1.6.1 DICHTEKORREKTUR 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 gewünschten 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 Klopffregelung 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 verkleinert.

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 (Klopfnigung 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



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 MSS54 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 Adaptionskennfeld 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 Adaptionskennfeld abgelegt werden.

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



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:

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

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

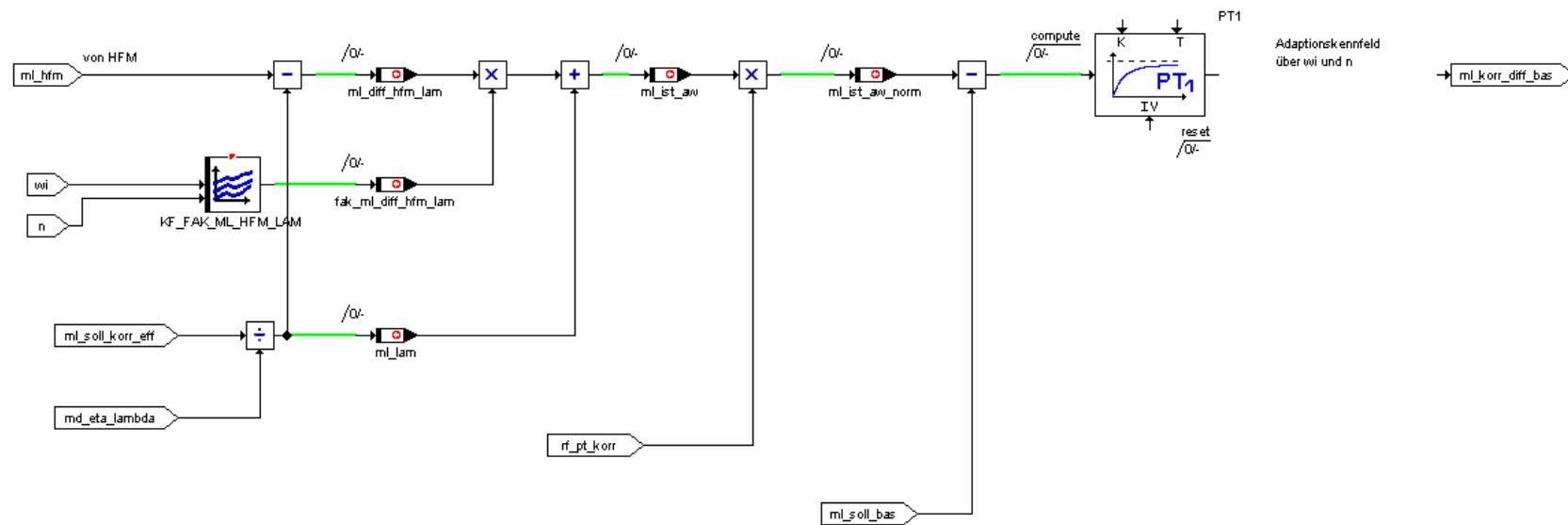
Für die Umrechnung in **rf** wird nach folgender Formel berechnet:

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

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

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

1.13 FUNKTIONSSCHALTBILD LUFTMASSENADAPTION



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



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 Basisluftmassenkennfeldern	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



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



E-POWER

HIGH PERFORMANCE ENGINE ELECTRONICS

MSS54-Fout! Verwijzingsbron niet

Seite 1 von 13

PROJEKT: MSS54

KAPITEL: 1.05

MODUL: DICHTEKORREKTUR IN
EVT-MOMENTENREALISIERUNG

FUNKTION: DICHTEKORREKTUR

AUTORISATION

AUTOR (EA-E-2) SCHLÜTER **DATUM** 03.05.2004
BEARBEITER (MSS54) SCHMEIER **DATUM** 21.12.2004

GENEHMIGT (MSS54) _____ **DATUM** _____

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

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

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 Miniteam
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 KENNLIINIEN	11
2.4 KENNFELDER	11
3 ANFANGSBEDATUNG.....	12
3.1 PARAMETER.....	12
3.2 KENNFELDER	12
3.3 KENNLIINIEN	13

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

1 FUNKTIONSBeschreibung

Das Steuerungsmodul Dichtekorrektur 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 Aussströmvorgang 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:

$$V_{ES,korr} = rf_pt_korr_dichte \cdot V_{ES,ref} = \frac{\left(\frac{p}{T}\right)^{ref}}{\left(\frac{p}{T}\right)} V_{ES,ref}$$

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

Diese Korrektur entspricht der Korrekturfunktion bis Steuergerätestand 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

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 Signalfluß überführt das Modul Dichtekorrektur die im Modul EVT-Momentenrealisierung aus den Basiskennfelder bzw. dem Applikationseingriff gebildete Einlass Schliesset 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.

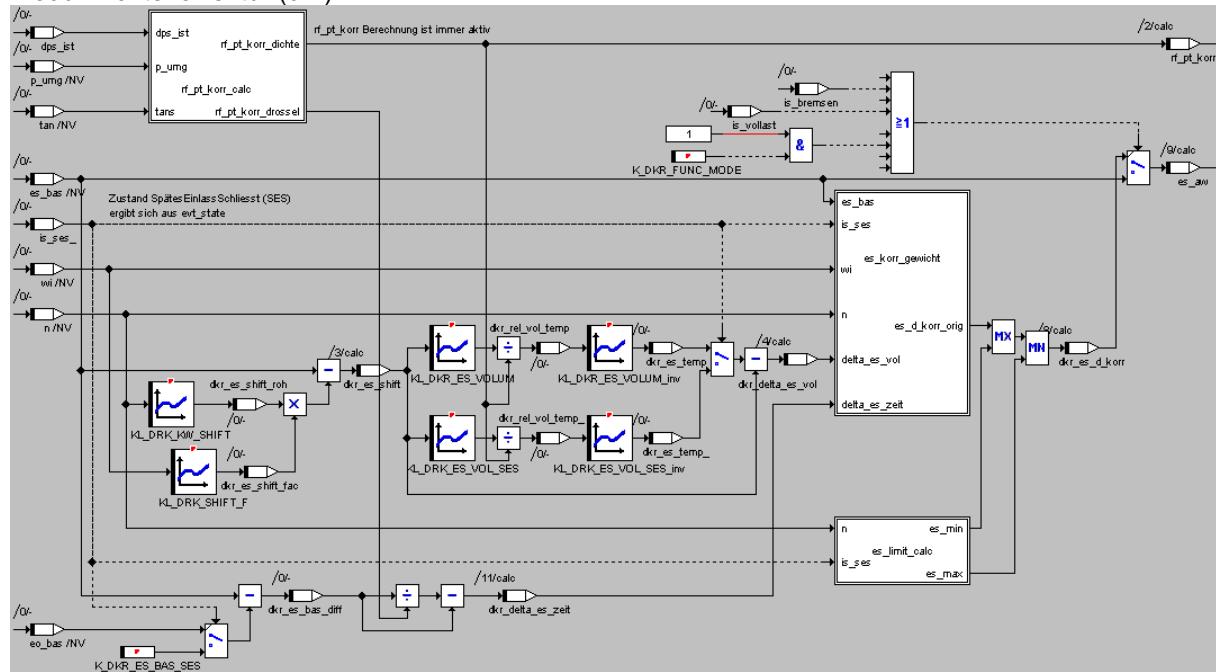
Anmerkung zur Realisierung:

Die Funktion ist sehr laufzeitintensiv, da große Teile davon (mit etlichen Interpolationen) im Segmentraster gerechnet werden. Wird die MSS54 an einem 8-Zylinder-Motor betrieben, ist es ratsam die Dichtekorrektur 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.

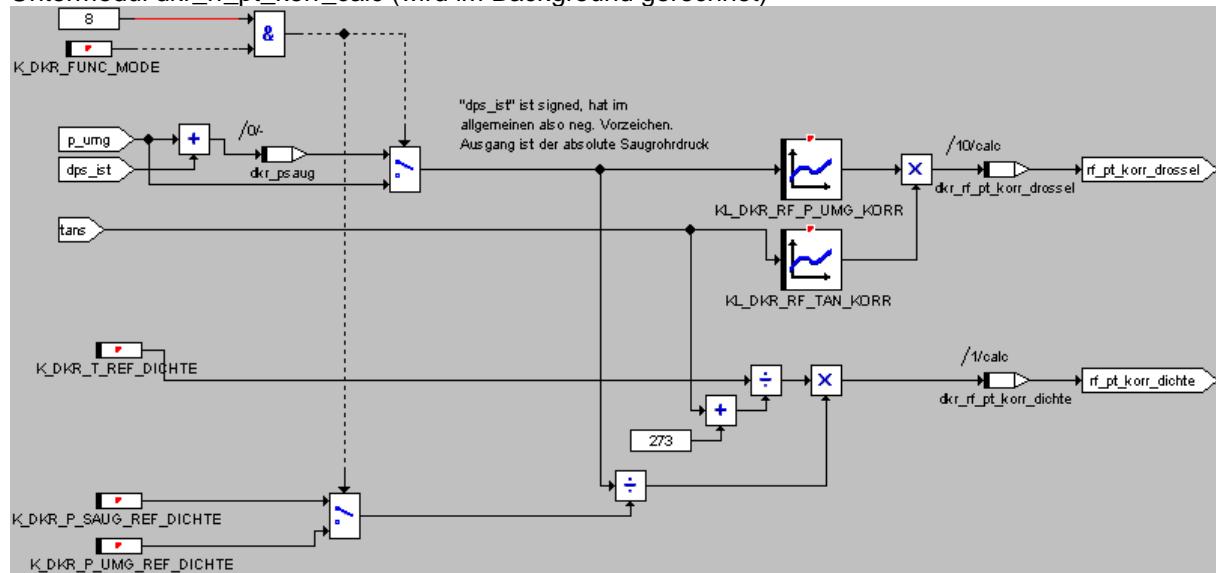
	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	03.05.04	W. Schlüter	1.04

1.3 FUNKTIONSSCHALTBILD

Modul Dichtekorrektur (dkr)



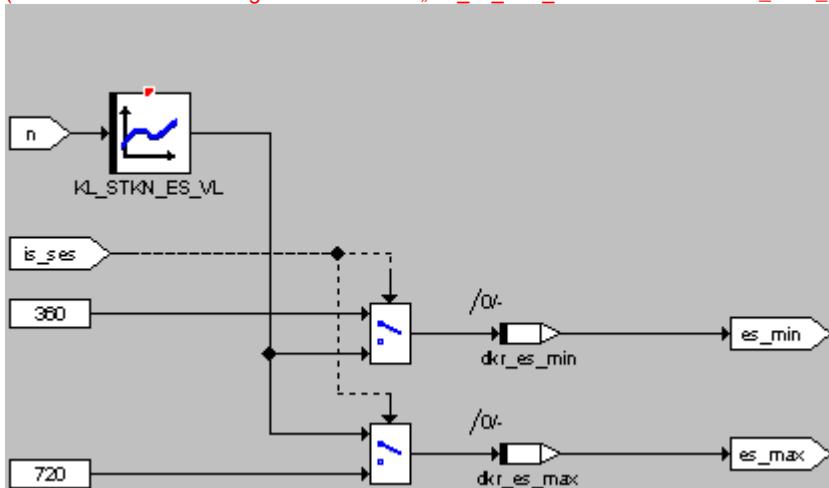
Untermodul dkr_rf_pt_korr_calc (wird im Background gerechnet)



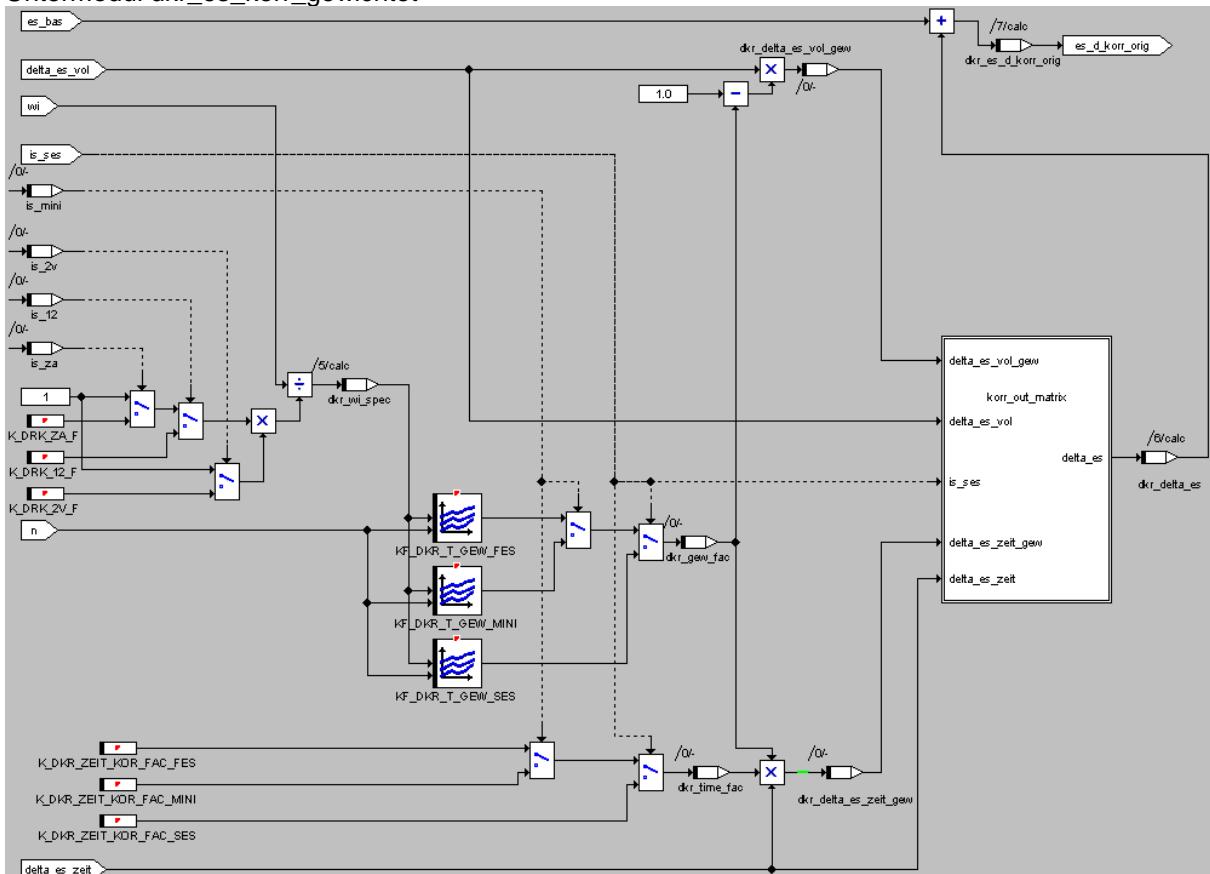
	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	03.05.04	W. Schlieter	1.04

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.)

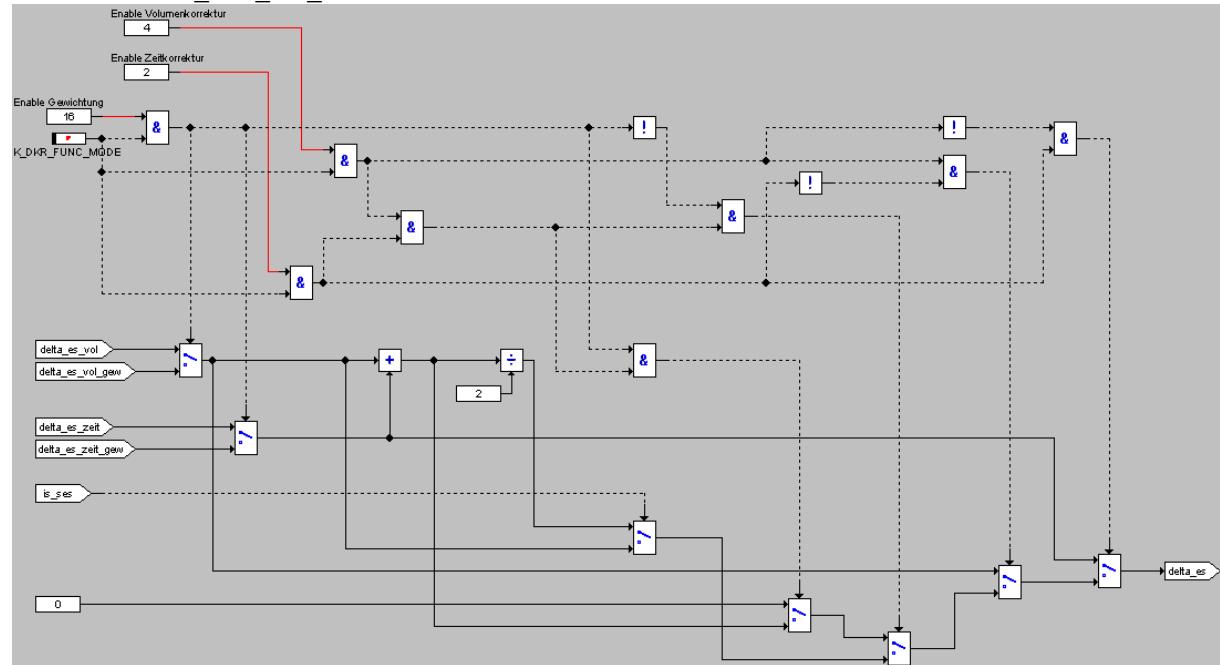


Untermodul dkr_es_korr_gewichtet



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

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. Schlieter	1.04

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 Dichtekorrektur 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 Dichtekorrektur 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 Dichtekorrektur 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 Dichtekorrektur ohne Min/Max-Begrenzung					
dkr_es_d_korr	°	0 - 720	0,1	word		
	Kurbelwinkel Einlass Schliesst in Dichtekorrektur 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

Variable [Input]	Quelle	Einheit	Bereich (physikal.)	Quant.	Impl.	Seite
eo_bas	EVT-Momentenreal. Steuerkante Einlass Öffnet	Deg				
es_bas	EVT-Momentenreal. Basis Steuerkante Einlass Schliesst	Deg				
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	Standard-wert	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	
Kurbelwinkel: Ausströmbeginn bei SES						
K_DKR_ES_MIN	400	°	500 - 755	1	byte	
Limitwert in „dkr_es_limit_calc“ (abehend vom Struktogramm)						
K_DKR_ES_MAX	660	°	500 - 755	1	byte	
Limitwert in „dkr_es_limit_calc“ (abehend vom Struktogramm)						
K_DKR_P_REF_DICHTE	910	mbar	850 - 1105	1	byte	
Referenzsaugrohrdruck für Luftzustand						
K_DKR_ZEIT_KOR_FAC_FES	1	-	0 - 12,7	0,05	byte	
Zusatzgewichtungsfaktor: Öffnungszeit-bezogene Einlass Schliesst Korrektur für FES						
K_DKR_ZEIT_KOR_FAC_Mini	1	-	0 - 12,7	0,05	byte	
Zusatzgewichtungsfaktor: Öffnungszeit-bezogene Einlass Schliesst Korrektur für Minihub						
K_DKR_ZEIT_KOR_FAC_SES	1	-	0 - 12,7	0,05	byte	
Zusatzgewichtungsfaktor: Öffnungszeit-bezogene Einlass Schliesst Korrektur für SES						

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



E-POWER

HIGH PERFORMANCE ENGINE ELECTRONICS

MSS54-Fout! Verwijzingsbron niet

Seite 10 von 13

K_DKR_T_REF_DICHTE	293	K	270 - 525	1	byte	
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. Schlieter	1.04

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

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. Schlieter	1.04

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

Bedatung 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

Bedatung 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. Schlieter	1.04



Projekt: MSS54

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 korrigiert	uw	1/10000
fr_rf_gradient	Änderung der rel. Füllung	uw	1/10000 / 10 ms
md_rf_soll	p/t korrig. rel. Füllung soll	uw	1/10000
lls_eml_rf_rel_korr	p/t korrig. 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_reglar			
fr_rf_prae			
fr_rf_roh_pre			

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				

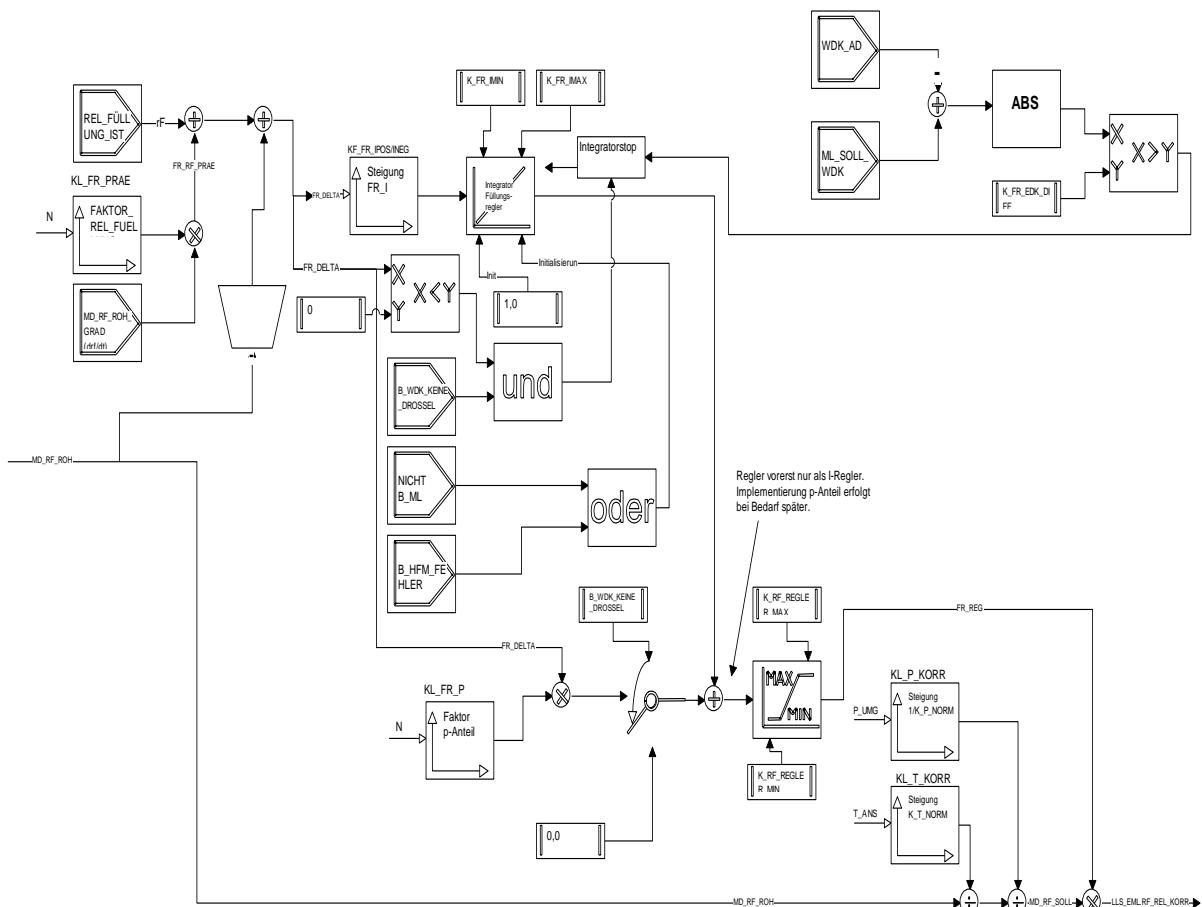
	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	ZS-M-57	05.07.2005	.Frank	FR.DOC



1.5 Schaltbild des Füllungsregler

Füllungsregler/Dichthekorrektur

Scherer ZS-E-51



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



Projekt: MSS54

Modul: Adaption Füllungsregler

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	01.04.20135	Frank	FRA.DOC



1 ADAPTION FÜLLUNGSREGLER

3

1.1 Adoptionsbedingungen	4
1.2 Zustände der FR-Adaption	4
1.3 Daten der FR-Adaption	5
1.4 Nichtflüchtiges Abspeichern	6

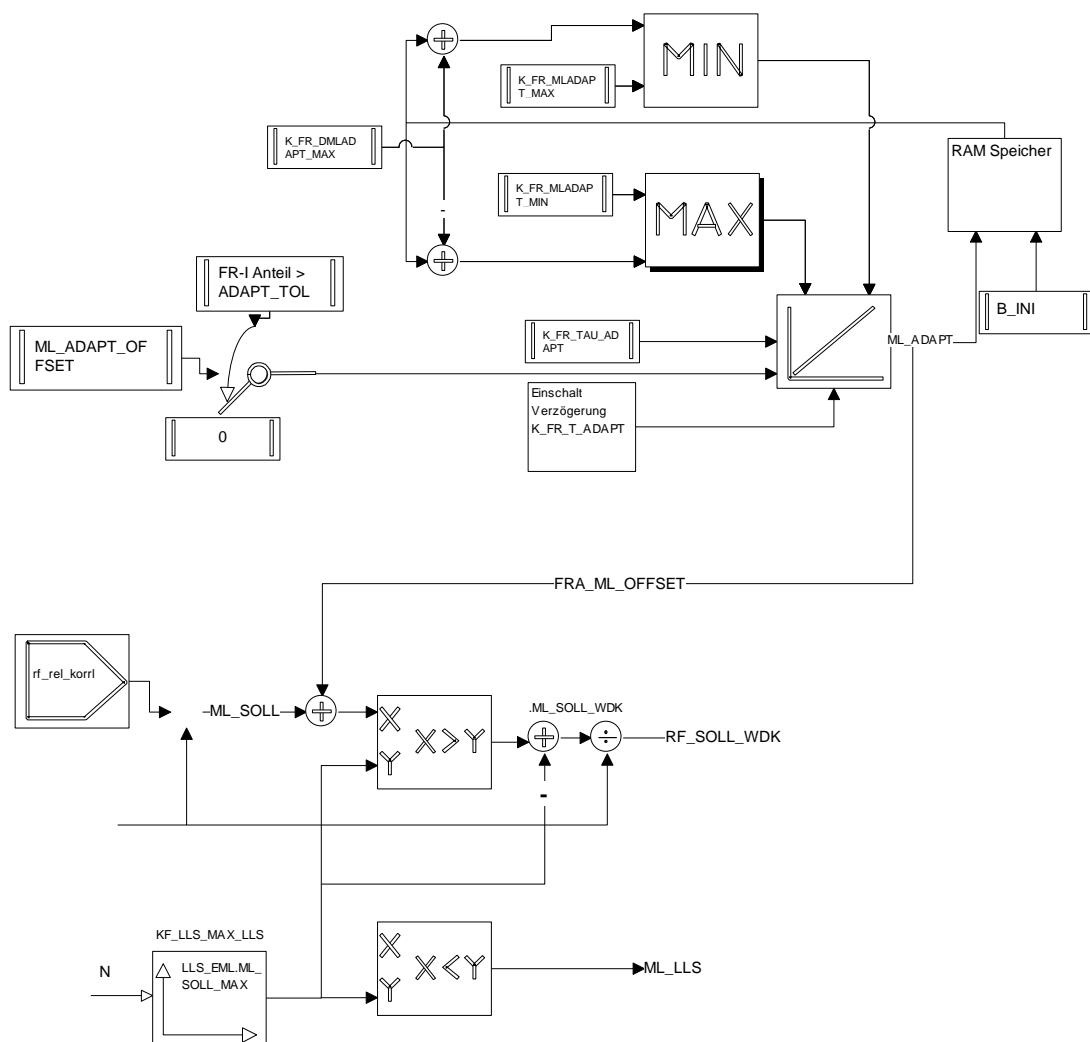
	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	01.04.20135	Frank	FRA.DOC



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	01.04.20135	Frank	FRA.DOC



1.1 Adoptionsbedingungen

Für die Aktivierung der Adaption müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

B_FRA =	B_LLRL	; Zustand Leerlaufregelung aktiv (siehe Zustandsautomat der LLR)
und	tmot > K_FR_TMOT_ADAPT	; Motortemperatur größer Schweller
und	!B_TMOT_FEHLER	; fehlerfreie tmot-Erfassung
und	!B_HFM_FEHLER	; fehlerfreie ml-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 Adoptionswerte 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)

Adoptionswerte: 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)

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

Adaption läuft

Bedingung: B_FRA
und fra_timer == 0 (Sperrzeit abgelaufen)
und |fra_mladapt - fra_mlstart| ≤ K_FRA_DMLADAPT_MAX
(Adoptionsweg nicht begrenzt)

Kennzeichen: fra_flags = 3 (adaptiert)

Adoptionswerte: 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	01.04.20135	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: $\text{fra_mladapt}(t) = \text{fra_mlstart} \pm K_{\text{FR_DMLADAPT_MAX}}$

Anmerkung: Wird die Differenz zwischen berechnetem Adoptionswert und dem Startwert zu Beginn der Adaptionsphase wieder kleiner dem maximalen Adoptionsweg, 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 Adoptionsintegrators	sw	Def_rf * 320
fra.mlstart	Wert des Adoptionsintegrators zu Beginn einer neuen Adoptionsphase	sw	Def_rf * 320
fra.flags	Flags für Adaption Wert 0: Adaption inaktiv Wert 1: Sperrzeit läuft Wert 3: adaptiert Wert 7: Adoptionsweg 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. Adoptionsweg pro Adoptionsphase
K_FR_T_ADAPT	FW	Adaptionssperrzeit
K_FR_MLADAPT_MIN	FW	untere Adoptionswertbegrenzung
K_FR_MLADAPT_MAX	FW	obere Adoptionswertbegrenzung
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 Abregelung d. Offsets ab b. rf

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	01.04.2013	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	01.04.20135	Frank	FRA.DOC



E-POWER

HIGH PERFORMANCE ENGINE ELECTRONICS

MSS54-Modul: DISA

Seite 1 von 9

PROJEKT: MSS54

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 Leistungstellung: `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.

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.

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



E-POWER

HIGH PERFORMANCE ENGINE ELECTRONICS

MSS54-Modul: DISA

Seite 6 von 9

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.

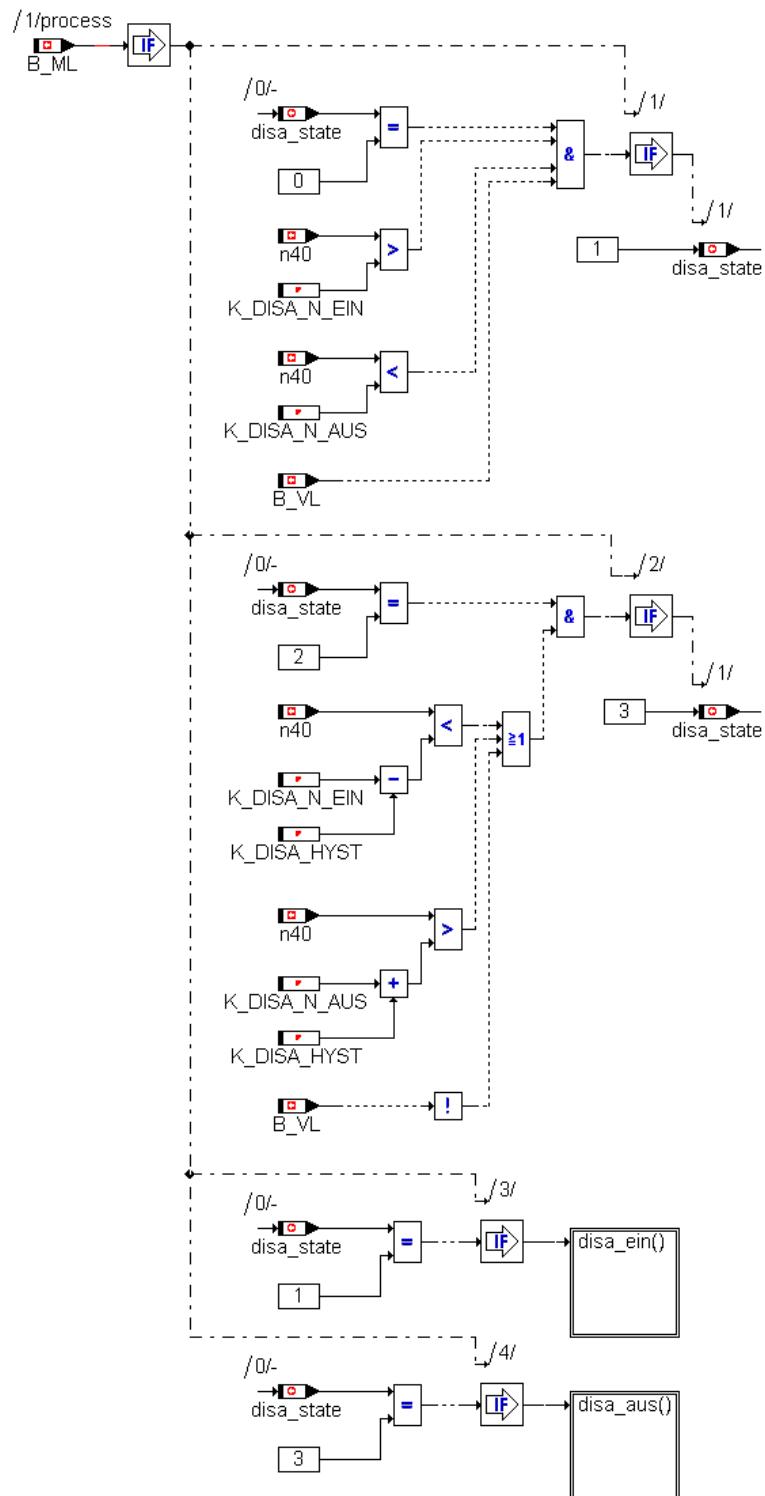
1.4 RICHTUNGSUMKEHR

Mit der Konstanten K_DISA_DIR kann die Umschaltrichtung der DISA umgekehrt werden.

Da das Direction Bit des Hardwaredreivers 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 FUNKTIONSSCHALTBIHLDER



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

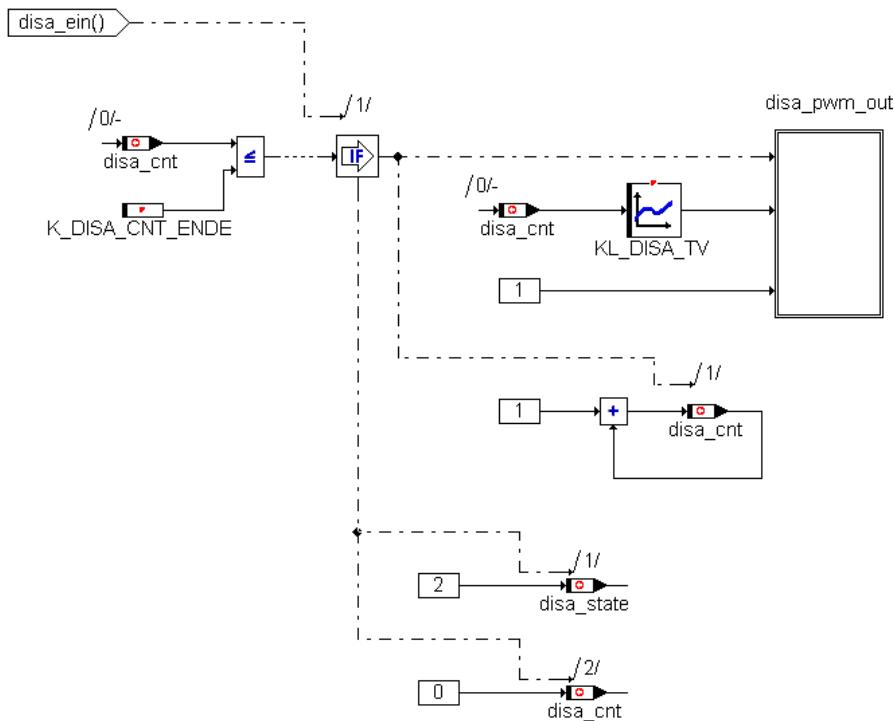


E-POWER

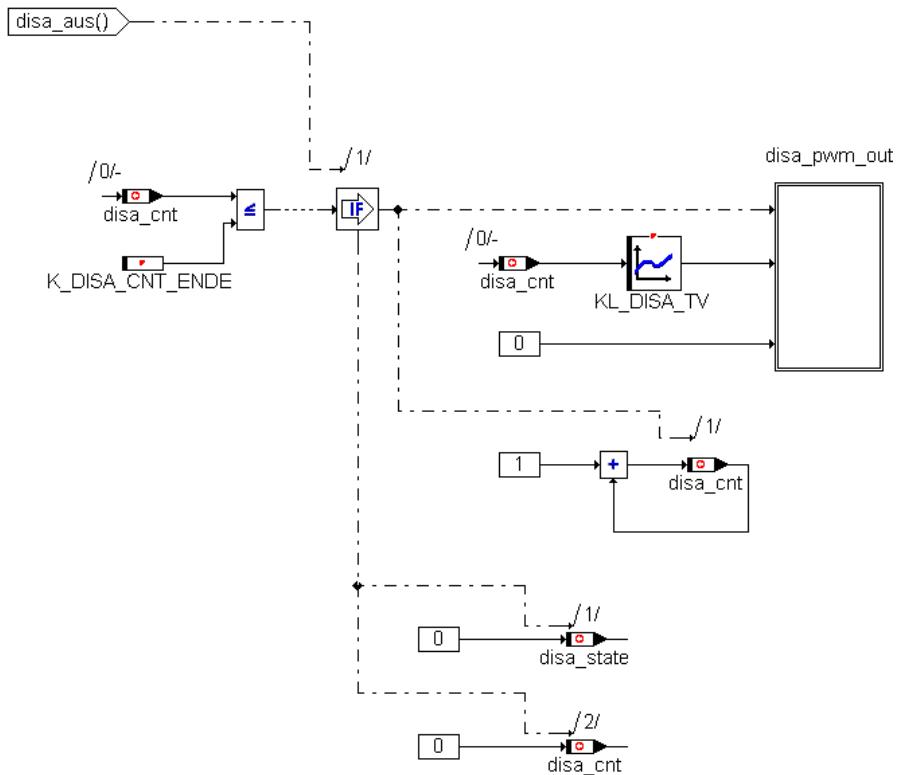
HIGH PERFORMANCE ENGINE ELECTRONICS

MSS54-Modul: DISA

Seite 8 von 9



	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:

<code>disa_state</code>	Betriebszustand DISA	ub

Beschreibung der Applikationsdaten:

<code>K_Disadir</code>	Richtungsumkehr DISA	ub
<code>K_DisanEin</code>	untere Drehzahlgrenze	ub
<code>K_DisanAus</code>	obere Drehzahlgrenze	ub
<code>K_Disahyst</code>	Hysteresewert Drehzahl	ub
<code>KL_Disatv</code>	Kennlinie für Tastverhältnis	ub / ub

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



MSS54

Modulbeschreibung

EGAS

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	04.12.2003		3.01

**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	04.12.2003		3.01



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 wird **K_PDR_SOLL_EDK** als Sollwert genommen.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	04.12.2003		3.01



Fehler! Keine gültige Verknüpfung.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	04.12.2003		3.01



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	04.12.2003		3.01



E-Power

Modulbeschreibung

Projekt: **MSS54** Modul: **EDK**

Seite 1 von 11

MSS54

Modulbeschreibung

EDK

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	04.12.2003		3.02

**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.....	FOUT! BLADWIJZER NIET GEDEFINIEERD.
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, KENNLIINIEN UND VARIABLEN	9
7.1. KONSTANTEN.....	9
7.2. KENNLIINIEN	10
7.3. VARIABLEN	10

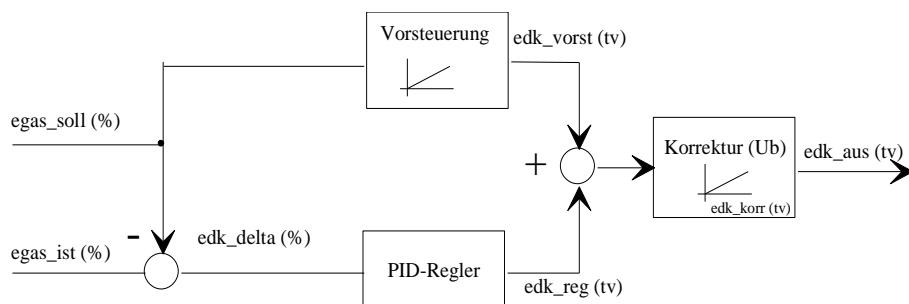
	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	04.12.2003		3.02



1. ÜBERSICHT

Die Regelung der Drosselklappe besteht aus folgenden Teilen:

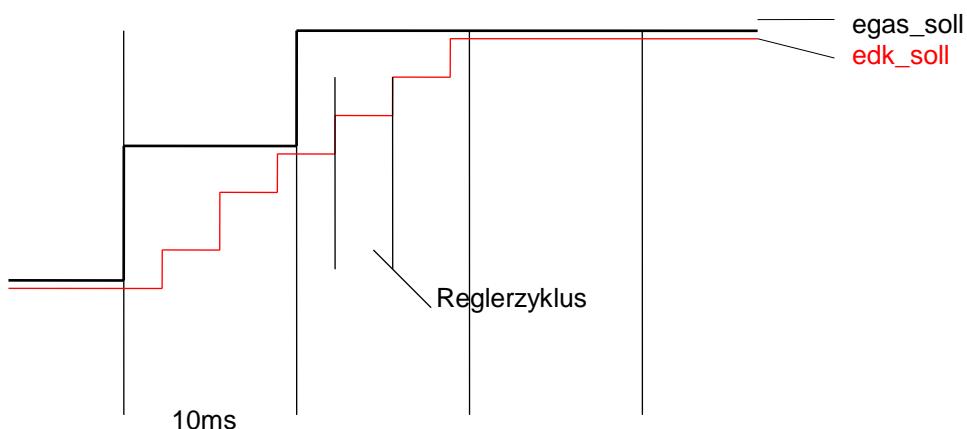
- Berechnung des Vorsteuerwertes
- Lageregler
- Korrektur des Ausgabewertes über Ubatt
- Diagnose



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



3. ERFASSUNG DER STELLMOTORRÜCKFÜHRUNG

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. VOLLLAST ADAPTION

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

- Jungfräuliches Steuergerät
- Verlust der Adoptionsdaten
- 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 STELLMOTOR

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



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 $xp = e * K_p$,
der I-Anteil $xi = e * K_i + xi_{t-1}$,
der D-Anteil $xd = (e_t - e_{t-2}) * K_d$ 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.

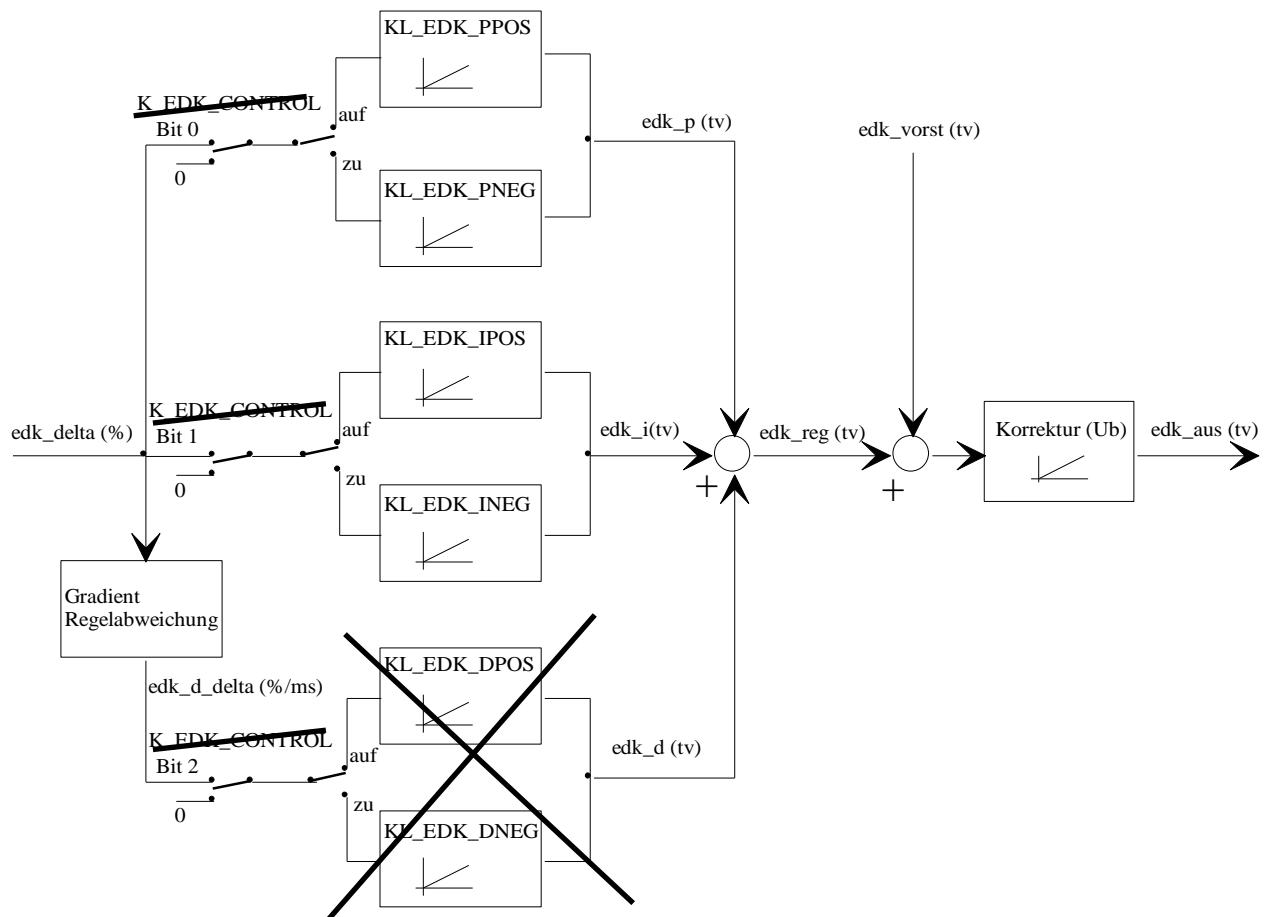
Der D-Anteil wird für positiven und negativen Gradienten der Regelabweichung (**edk_d_grad**) getrennt aus den Konstanten **K_EDK_DPOS** und **K_EDK_DNEG** ermittelt.

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



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.

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

Vorsteuerwert
Reglerwert
Spannungskorrektur

4.2.1. REGLERABSCHALTUNG

Bei einem stehenden Motor, einem Sollwert von 0 und einer WDK-Stellung <= **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



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 Disables 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 $\frac{1}{2}$ % 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



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 $\pm K_{EDK_DS2_DMAX}$ 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



7. KONSTANTEN, KENNLINIEN UND VARIABLEN

7.1. KONSTANTEN

K_EDK_CONTROL	ehem. Zuschalten der einzelnen Reglerkomponenten
Bit 5	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



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 Adaptroutine
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:	<i>Adaptionswert a0 aus EEPROM verloren</i>
Bit 5:	<i>Adaptionswert a100 aus EEPROM verloren</i>
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, Brücke disabled
Bit 1:	1: Brücke 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



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	Schlieeszeit 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



MSS54

Modulbeschreibung

PDR

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	04.12.2003		3.03

**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

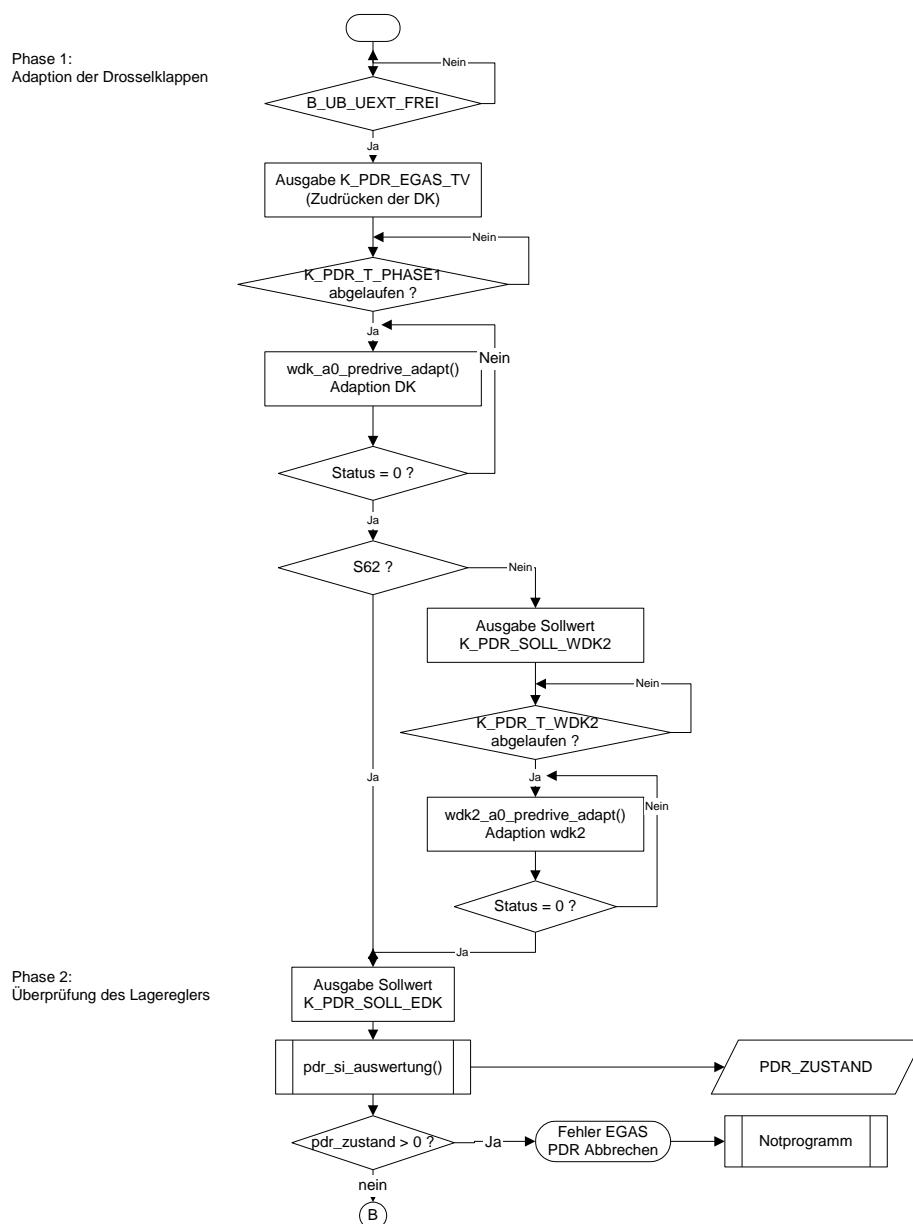
	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	04.12.2003		3.03



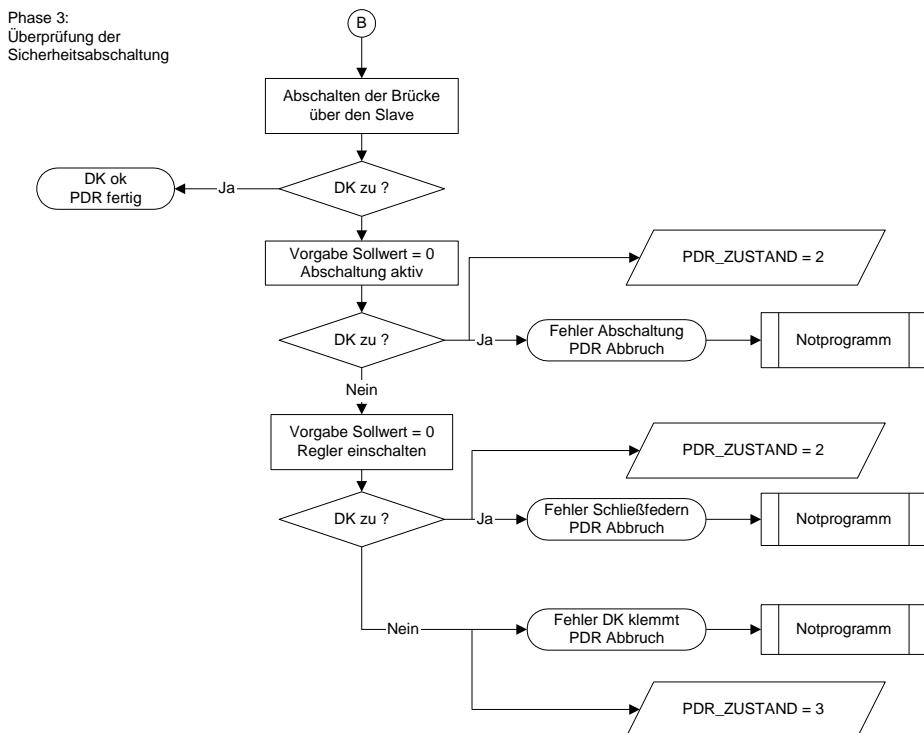
1. PRE DRIVE CHECK

Nach Kl15 ein läuft auf dem Master ein Predrive Check ab.

pdr_m wird einmalig nach Kl15 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



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 zgedrückter 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 eingeregeltem Sollwert für **K_PDR_T_PHASE1** Durchläufe.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	04.12.2003		3.03



- 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 eingeregeltem 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 Federpakete 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 Eingriffsmöglichkeit	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



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



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



2.3. VARIABLEN

pdr_status

- | | |
|--------|---|
| 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

**MSS54****Modulbeschreibung****Elektrische Drosselklappe
Soll/Ist-Vergleich**

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	04.10.03		3.04



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
 - Mechanikschaden
 - Getriebeschaden
- DK-Kinematik
 - Mechanikschaden
 - 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



- 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 selbstständig geschlossen, ohne daß das Steuergerät darauf Einfluß nehmen kann. Ebensowenig 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



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



ub > K_EDKSI_UB_N_GANZ
 und
tmot > K_EKDSI_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



Möglichkeiten über Zündwinkeleingriffe und Zylinderlausblendungen 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 Regelabweichung	Regelzeit für die Sollwert	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	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



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 von 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. Fehlererkennung noch möglich
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	
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 Momenten-überwachung 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



MSS54

Modulbeschreibung

**Arbeitsversion
Egas Sicherheitskonzept
(vorläufig)**

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	5.12.03		3.05



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 MOTORDREHZAH.....	13
7.7. BEGRENZUNG DER EGAS STELLMOTORDYNAMIK.....	13
7.8. ABSCHALTEN DES EGAS STELLMOTORS	13
8. ÜBERWACHUNG SENSORIK / EINGÄNGE	14
8.1. ANALOGE SIGNAL.....	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 SIGNAL	20
8.2.1. Schalter Bremslicht	20
8.2.2. Schalter Kraftschluß	20
8.3. SERIELLE SCHNITTSTELLEN.....	21
8.3.1. CAN.....	21

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	5.12.03		3.05



8.3.2. MEL.....	23
9. ÜBERWACHUNG AKTUATORIK / AUSGÄNGE	24
9.1. STELLEINHEIT (H-BRÜCKE, STELMOTOR, 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 NACHLAUPPHASE.....	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



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 Safe 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 Abschaltweg 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 Interrupeingang oder Ausgang konfigurierbar

3. SICHERHEITSKONZEPT SOFTWARE

Um einen sicheren Egas-Betrieb gewährleisten zu können, sind in der MSS54 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 Safe Zustand überführen sollen.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	5.12.03		3.05



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 Rechnereinheit kein Risiko darstellt, da das parallel laufende Überwachungsmodul noch einwandfrei arbeitet.

Kurzübersicht der Überwachungsmodule:

- | | |
|------------------------------|---|
| Sensorik: | <ul style="list-style-type: none"> • Sensorversorgung Uext : Bereichsüberwachung • Pedalwerterfassung pwg : Bereichsüberwachung, Kanalvergleich • Drosselklappenposition wdk : Bereichsüberwachung, Kanalvergleich • HFM-Lastsignal ml : Bereichsüberwachung • Bremslichtschaltersystem : Kanalvergleich |
| Aktorik: | <ul style="list-style-type: none"> • Leerlaufsteller : elektrische Treiberdiagnose • Egas-Stellmotor : elektrische Treiberdiagnose |
| Vergleichstests: | <ul style="list-style-type: none"> • Soll-/Istvergleich der Drosselklappenposition • Plausibilisierung Fahrerwunschkennmoment zu Motor-Istmoment • Plausibilisierung Lastsignal zu Drosselklappenposition (nur bei Ausfall eines DK-Potis) |
| Bereichsüberwachungen: | <ul style="list-style-type: none"> • Plausibilisierung der Momentenberechnung inclusive momentenerhöhender Eingriffe • Überwachung DK-Position bei Nullmomentenvorgabe • Überwachung FGR-Abschaltung bei betätigter Bremse |
| Schnittstellenüberwachungen: | <ul style="list-style-type: none"> • CAN-Schnittstelle - Bus Fehler, Telegramm Timeout • DSC-Eingriffe - Überprüfung der Signalredundanz • MFL-Schnittstelle - Timeout, Telegrammformat, Tastencodierung |
| Überwachungen SG-Hardware: | <ul style="list-style-type: none"> • QADC : Ergebnisvergleich Funktions- und Sicherungsrechner • Speichertests • Testaufgaben für CPU-Überwachung |
| Testabläufe / Systemtests | <ul style="list-style-type: none"> • Pre Drive Check Egas-System • Programmablaufkontrolle • Resetüberwachung • Kommunikationsüberwachung Funktions- / Sicherungsrechner |

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	5.12.03		3.05



4. PWG-NOTLAUFPARAMETER

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

Kennzeichnung des Notlaufprogramms:

Zweifelsfrei detekterter Ausfall eines Pedalwertgebers und somit Verlust der Redundanz.

Voraussetzung für PWG-Betrieb in Stufe A:

Verbleibender Pedalwertgeber ist plausibel.

Bremsschaltersystem 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



5. EGAS-NOTLAUFPARAMETRE

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

Kennzeichnung des Notlaufprogramms:

Zweifelsfrei detekterter 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



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 Zündwinkeleingriffe 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



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 Zündwinkeleingriffe 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



6. ÜBERGÄNGE IN DIE NOTLAUFPARAMMRE

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 Lenkkraft- 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 Fahrens 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



Bei zueinander unplaublichen 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 Sollpositions vorgabe 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 abzuregeln und anschließend die Egas-Stellbrücke abgeschaltet. Das aus dem Lastsignal abgeleitete Motoristmoment wird mittels Teilfeuerung und ZW-Spätverstellung auf das Fahrerwunschmoment grob eingeregt.

Ein Fahrbetrieb - insbesonders 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 steuergeräte-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



7. REALISIERUNG NOTLAUFPGRAMME

7.1. BEGRENZUNG INDIZIERTES MOTORMOMENT

In den Notlaufprogrammen der Stufe 1 - 4 wird das Fahrerwunschmoment 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 ZÜNDWINKELEINGRIFF

Mit dem Auftreten eines Egas-Notprogramms der Stufen 3 oder 4 wird der Zündwinkeleingriffspfad 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 Fahrerwunschmoment das aktuelle Motormoment, wird der Momentenüberschuß durch eine Spätziehung der Zündwinkel kompensiert. Maximal ist eine Spätziehung bis zu den definierten Minimalzündwinkeln tz_min möglich, womit sich eine Momentenreduktion von bis zu 40% ergeben kann.

7.3. MOMENTENREDUKTION ÜBER EINSPIRTZAUSBLENDUNGEN

In den Notprogrammstufen 3 und 4 wird parallel zu dem Zündwinkeleingriff 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 Teilfeuerung 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 Fahrerwunschmoment 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 Teilfeuerung 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



Die Beschleunigungsbegrenzung ist als PI-Regler aufgebaut. Der P-Anteil berechnet sich aus der Kennlinie $KL_MD_SK_AX_P = f(\delta_{ax})$ und wird noch über die gangabhängige Kennlinie $KL_MD_SK_AX_GANG$ gewichtet. Die Schrittweite des I-Reglers berechnet sich aus der Kennlinie $KL_MD_SK_AX_IPOS = f(\delta_{ax})$. Unterschreitet die Fz-Beschleunigung wieder den zulässigen Maximalwert, wird der I-Anteil über die Kennlinie $KL_MD_SK_AX_INEG$ auf Null abgeregt.

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



8. ÜBERWACHUNG SENSORIK / EINGÄNGE

8.1. ANALOGE SIGNALE

8.1.1. BORDNETZSPANNUNG KLEMME 87 (HAUPTRELAISS)

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 MSS54 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



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-Betriebsmodus 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 Diagnoseinformationen 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-Betriebsmodi:

- 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



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



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



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-Betriebsmodien:

- 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-Gebbers
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 Drossel-klappen noch komplizierter als bei den Pedalwertgebern. Um im Falle eines Leitungsabisses 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



8.1.6. KÜHLWASSERTEMPERATUR (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 Zeitramppe erhöht wird.

8.1.7. ÖLTEMPERATUR

Der Einfluß der Öltemperatur ist ähnlich dem der Motortemperatur. Gemessen wird die Ölsumpf-temperatur, 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 Ölneuau Geber TOG erfaßt. Dieser Sensor liefert ein PWM-Signal, in dessen Frequenz das Ölneuau und in dessen Pulsdauer die Öltemperatur übertragen wird. Natgemäß 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 Motortemperatursensors)

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



8.1.9. UMGEBUNGSDRUCK

Der Einfluß des Umgebungsdruckes auf die Momentenberechnung ist analog dem der Lufttemperatur.

Der Luftdruck wird durch einen in die MSS54 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 MSS54 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



8.3. SERIELLE SCHNITTSTELLEN

8.3.1. CAN

Überwachung CAN-Busleitung

Die Überwachung der CAN-Busleitungen übernimmt direkt der CAN Controller. Dazu ließt 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



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. Andernfalls 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 MSS54 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



8.3.2. MFL

Die MSS54 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



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
- Abschaltweg Funktionsrechner aktiv
- Abschaltweg Sicherheitsrechner aktiv
- Unterbrechung Abschaltweg Funktionsrechner
- Unterbrechung Abschaltweg 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 Statusausgangs nur im Fehlerspeicher abgelegt. Er hat aber keine Auswirkungen auf den Betriebsmodus 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
- DK-Kinematik

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	5.12.03		3.05



- 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-Sollposition > K_EDKSI_POS_ZU + K_EDKSI_HYS_ZU
und Egas-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 selbstständig geschlossen, ohne daß das Steuergerät darauf Einfluß nehmen kann. Ebensowenig kann der Momentenabbau bei Schließen der Klappen beeinflußt werden (kritischster 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-Sollposition = 0
und K_EDKSI_POS_ZU < Egas-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



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 Adoptionsproblem unterschieden werden:
LL-Drehzahl kann eingeregelt werden : Adoptionsproblem
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-Sollposition - Egas-Istposition > K_EDKSI_HYS_U_SOLL
und K_EDKSI_POS_ZU < Egas-Istposition <= 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-Sollposition - Egas-Istposition > K_EDKSI_HYS_N_GANZ
und Egas-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-Potikenlinie auf definierte Maximalsteigung
(Stellmotorschutz)
Start einer neuen VL-Adaption im Nachlauf
Fehlerspeichereintrag

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	5.12.03		3.05



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 Zylinderlausblendungen die Motorleistung auf einen Bereich zu drosseln, den der Fahrer vorgibt.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	5.12.03		3.05



9.2. LEERLAUFSTELLER

Die Motoren der M GmbH verfügen mit dem Leerlaufstellersystem noch über ein zweiten, 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 erreichbar Maximaldrehzahl beträgt bei betriebswarmen Motor und offenen Antriebsstrang ca. 3000 Upm, die Maximalgeschwindigkeit im 6.Gang, ebener Fahrstrecke und langem Anlaufweg ca. 80 km/h.

Die damit erreichbaren Fahrleistungen 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 Schließerwicklung, 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 Schließerwicklung 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 Fehler speicher 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



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 MSS54 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-Kommunikation (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 neutralen

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	5.12.03		3.05



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 Adoptionslauf 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 Potispansnung mehrmals erfaßt, und falls alle Meßwerte plausibel sind, daraus über eine Mittelwertbildung die neue Nullpunktage für jedes Drosselklappenpoti bestimmt.

Einzelheiten zum Adoptionsvorgang 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
- Sensordiagnose DK1-Geber

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-221	5.12.03		3.05



- Überwachung Sensorversorgung DK1
- Sensordiagnose DK2-Geber
- Überwachung Sensorversorgung DK2
- Kanalvergleich DK1/DK2-Wert

Tabelle: Auswertung Diagnoseinformation Pre Drive Check

Soll-/Ist Vergleich	Kanal-vergleich	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	Stufe 2
1	x	0	1	Istposition wird nicht erreicht Ausfall DK1	Stufe 2
1	x	1	0	Istposition wird nicht erreicht Ausfall DK2	Stufe 2
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



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 Variablerspeicher 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



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_PCNTRL_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 Telegramekennung
- Überprüfung der Telegramecksum
- 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 MSS54 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



10.2.5. RESET ÜBERWACHUNG

In der MSS54 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 NACHLAUPPHASE

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



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“
- Verlustmomente 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_LLRL_MAX“
- Eingriff PD-Anteil der Leerlaufregelung „md_llrp“ > Maximaleingriff „K_MD_SK_LLRL_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 MSS54 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 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	EE-221	5.12.03		3.05



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 Fahrerwunschkennmoment 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 <= K_MD_SK_PWGMAX

Übersteigt in diesem Fall das errechnete Fahrerwunschkennmoment 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



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 singed 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



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 ausgewählten 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



E-POWER

HIGH PERFORMANCE ENGINE ELECTRONICS

MSS54-Modul: Einspritzung

Seite 1 von 22

PROJEKT: MSS54

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



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 BETRIEBSZUSTAND START	13
1.3.3 BETRIEBSZUSTAND MOTOR LÄUFT	14
1.3.4 BEGRENZUNG UND UBATT-KORREKTUR DER EINSPRITZZEIT	15
1.4 FUNKTIONSBIld.....	15
1.5 APPLIKATIONSHINWEISE	15
1.6 ZYLINDERAUSBLENDUNG UND ZYLINDEREINBLENDUNG	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



E-POWER

HIGH PERFORMANCE ENGINE ELECTRONICS

MSS54-Modul: Einspritzung

Seite 3 von 22

ÄNDERUNGSDOKUMENTATION AB R360

Version	Datum	Kommentar
r360	1.6.2001	Spezifik. v. F.H. Mayer und Doku aus MSS54-Projekt zusammengeführt
R380	29.10.2001	rm : Änderung der Nomenklatur der Einspritz-Korrekturfaktoren v. F.H. Mayer
R380	13.11.2001	ke: Anzeigeveriable ti_eff_out

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Erdl	4.01



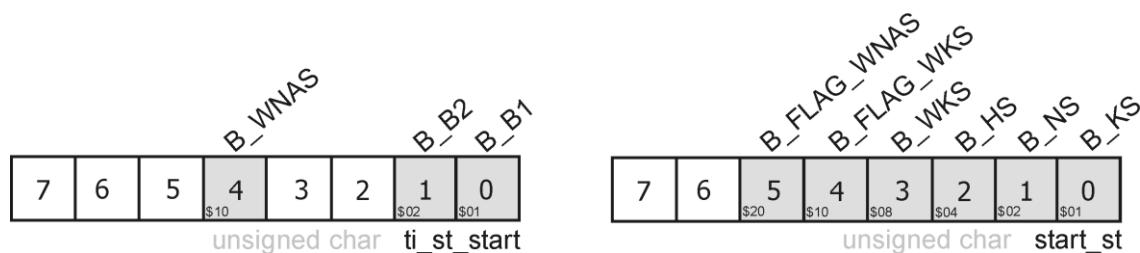
1 FUNKTIONSBeschreibung

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 Adoptionswerte 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 bedeuten ist.

$$(1) \quad \text{ti_mk_f_ga} = \text{K_TI_MK_GA}$$

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Erdl	4.01



1.2.2 BERECHNUNG DES STARTFAKTORES

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 ($tmot > K_TI_MK_TMOT_HS$),
 Normalstart B_NS ($K_TI_MK_TMOT_KS \leq tmot \leq K_TI_MK_TMOT_HS$),
 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_zaeehler > 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
tmot < K_TI_MK_TMOT_KS
UND B_FLAG_WKS im vorherigen Motorlauf gesetzt wurde
UND Standzeit t_motor_stehrt <
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 gesamte Motorlaufzeit kleiner
KL_TI_MK_WKS_ML_TMOT war,
SONST
wird B_FLAG_WKS geloescht.
```

Anschließend erfolgt die Abspeicherung im NVRAM.

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Erdl	4.01



1.2.2.1 Heißstart und Bereich2 (B_HS und B_B2)

(2) $ti_mk_f_start = ti_mk_f_n_ks(KL_TI_MK_N_KS)$
 * $ti_mk_f_tan_hs(KL_TI_MK_TAN_HS)$

1.2.2.2 Heißstart und !Bereich2 (B_HS und !B_B2)

(3) $ti_mk_f_start = ti_mk_f_tan_hs(KL_TI_MK_TAN_HS)$

1.2.2.3 !Heißstart und Bereich2 und !Wiederholkaltstart (!B_HS und B_B2 uns !B_WKS)

(4) $ti_mk_f_start = ti_mk_f_n_ks(KL_TI_MK_N_KS)$
 * $ti_mk_f_tmot_ks(KL_TI_MK_TMOT_KS)$
 * $ti_mk_f_kw_zaehler(KL_TI_MK_KW)$

1.2.2.4 !Heißstart und Bereich2 und Wiederholkaltstart (!B_HS und B_B2 und B_WKS)

(5) $ti_mk_f_start = ti_mk_f_n_ks(KL_TI_MK_N_KS)$
 * $ti_mk_f_tmot_ks(KL_TI_MK_TMOT_KS)$
 * $ti_mk_f_kw_zaehler(KL_TI_MK_KW)$
 * $K_TI_MK_WKS_B2$

1.2.2.5 !Heißstart und !Bereich2 und !Wiederholkaltstart (!B_HS und !B_B2 und !B_WKS)

(6) $ti_mk_f_start = ti_mk_f_tmot_ks(KL_TI_MK_TMOT_KS)$

1.2.2.6 !Heißstart und !Bereich2 und Wiederholkaltstart (!B_HS und !B_B2 und B_WKS)

(7) $ti_mk_f_start = ti_mk_f_tmot_ks(KL_TI_MK_TMOT_KS)$
 * $K_TI_MK_WKS_B1$

1.2.3 BERECHNUNG DES FAKTORES IM STATIONÄRBETRIEB

Der Faktor $ti_mk_f_stat$ wird als stationärer Lambdakorrekturwert auf die Kraftstoffmasse multipliziert.

1.2.3.1 Vollast

(8) $ti_mk_f_stat = KF_TI_MK_N_WI_VL$

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Erdl	4.01



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:

$$(11) \quad temp[j] = (-1) * (dtz_sum[j] + ti_tz_offset_kats)$$

$$(12) \quad ti_mk_f_kats_steu[j] = 1 + (temp[j] * K_TI_MK_KATS)$$

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



1.2.4.2 I-Regler

Um den I-Regler zu aktivieren, muß eine wi-Schwelle überschritten werden. Hiermit soll eine unnötig lange Anfettung vermieden werden.

Die Freigabebedingung ist erfüllt, wenn:

$$wi > KL_TI_MK_KATS_WI_SCHW_N$$

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 Einschaltschwelle ($K_TI_MK_KATS_TABG_EIN$) 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



$$+ (KL_TI_MK_KATS_DELTA_ML \\ *K_TI_MK_KATS_FAK_SCHNELL)$$

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 Ausschaltschwelle 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 Abgastemperaturschwelle 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 Gesamtanreicherungsfaktors 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



```
B_WNAS = 1,
WENN
der letzte Start ein Kaltstart oder ein Wiederholkaltstart war
(tmot < K_TI_MK_TMOT_KS )
UND die Standzeit t_motor_stehet < 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:

$$(19) \quad \text{ti_mk_f_nas_word}(k) = \text{ti_mk_f_nas_word}(k-1) \\
 - (\text{ti_mk_f_nas_word}(k-1) \\
 * \text{ti_mk_tau_nas}(k))$$

$$(20) \quad \text{ti_mk_f_nas}(k) = 1 + \text{ti_mk_f_nas_word}(k)$$

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

$$(21) \quad \text{ti_mk_f_nas_word} = \text{KL_TI_MK_TAN_NAS}$$

1.2.5.2 Kein Heißstart und kein Wiederholkaltstart

$$(22) \quad \text{ti_mk_f_nas_word} = \text{KL_TI_MK_TMOT_NAS}$$

1.2.5.3 Kein Heißstart und Wiederholkaltstart

$$(23) \quad \text{ti_mk_f_nas_word} = \text{KL_TI_MK_TMOT_NAS} \\
 * \text{K_TI_MK_WNAS}$$

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Erdl	4.01



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 teilbefeueter 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

$$(24) \quad ti_mk_f_wl = KF_TI_MK_TMOT_TML_SLP_F \\ * KF_TI_MK_N_WI_SLP_F \\ + (KF_TI_MK_TMOT_TML_SLP_M \\ * KF_TI_MK_N_WI_SLP_M)$$

1.2.6.2 Sekundärluftpumpe aus

$$(25) \quad ti_mk_f_wl = KF_TI_MK_TMOT_TML_KAT_F \\ * KF_TI_MK_N_WI_KAT_F \\ + (KF_TI_MK_TMOT_TML_KAT_M \\ * KF_TI_MK_N_WI_KAT_M)$$

Betriebszustand KEIN KATHEIZEN:

1.2.6.3 Sekundärluftpumpe aus und kein Katheizen

$$(26) \quad ti_mk_f_wl_long = KF_TI_MK_TMOT_TML_WL \\ * KF_TI_MK_N_WI_WL$$

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



1.2.7 BERECHNUNG DER ZYLINDERINDIVIDUELLEN KORREKTURFAKTOREN

Der Korrekturfaktor wirkt auf die Einspritzzeit und wird aus einer individuellen Kennlinie über Drehzahl ermittelt.

$$(28) \quad t_{i_f_zyl}[i] = K_{L_TI_N_ZYL}[i]$$

mit $i = 1, 2, \dots, n$; $n = \text{Zylinderzahl}$

1.2.8 BERECHNUNG DES LEERLAUFSYNCHRONISATIONSOFFSETS

Es gibt für jeden Zylindern einen individuelle Offset, der bei kleiner Drehzahl die unterschiedliche Füllung der einzelnen Zylinder bei geschlossener Drosselklappe über die Einspritzzeit kompensiert.

$$(29) \quad t_{i_sync}[i] = (K_{N_LL_SYNC} / n40) * t_{i_ll_z}[i]$$

mit $i = 1, 2, \dots, n$; $n = \text{Zylinderzahl}$

Die Variablen $t_{i_ll_z}[i]$ 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 Gemischanfettungen ($t_{i_mk_f_md} > 1$) werden nicht eingerechnet.

$$(30) \quad t_{i_mk_f_md} = \frac{t_{i_mk_f_wl} * t_{i_mk_f_nas}}{(t_{i_mk_f_kats1} + t_{i_mk_f_kats2}) / 2}$$

1.3 SEQUENTIELLE EINSPRITZZEIT

1.3.1 BERECHNUNG DER KRAFTSTOFFMASSE UND EINSPRITZZEIT

Die Luftmasse pro Zylinder und Arbeitsspiel m_{l_zyl} berechnet sich aus dem Produkt von $m_{l_soll_korr_eff}[i]$ und dem Zylinderhubvolumen. $m_{l_soll_korr_eff}[i]$ ist die korrigierte Luftmasse je Arbeitsspiel und Zylinder bezogen auf das Zylinderhubvolumen. $m_{l_soll_korr_eff}[i]$ wird in [mg/l*ASP] angegeben. Da m_{l_zyl} nur als Zwischengröße dient und über das Zylinderhubvolumen direkt $m_{l_soll_korr_eff}[i]$ proportional ist, wird die Größe zwar segmentsynchron berech-

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Erdl	4.01



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:

$$(1) \text{mk_zyl}[i] = K_{TI_EV_QSTAT} * t_i[i]$$

mit:

mk_zyl[i]: zylinderselektive Kraftstoffmasse [mg]

t_i[i]: effektive, zylinderselektive Einspritzzeit [ms]

K_TI_EV_QSTAT: Faktor aus Einspritzventilkennlinie [mg/ms](druckabh.)

Aus Gl. (1) folgt:

$$(2) t_i[i] = \frac{\text{mk_zyl}[i]}{K_{TI_EV_QSTAT}}$$

1.3.2 BETRIEBSZUSTAND START

1.3.2.1 Kraftstoffmasse im START

Wenn START-Bedingung erfüllt, ergibt sich die zylinderselektive Einspritzmasse zu:

$$(3) m_l_zyl = m_l_soll_korr_eff[i] * K_{RF_HUBVOLUMEN} / \text{cfg_zylinderanzahl}$$

$$(4) \text{mk_zyl}[i] = (m_l_zyl / K_{TI_L_STOECH}) * t_i_{mk_f_ga} * t_i_{mk_f_start} * t_i_{mk_start_f_p_umg}$$

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 tiueb 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:

$$(5) t_i[i] = ((\text{mk_zyl}[i] / K_{TI_EV_QSTAT}) * t_i_{f_adapt[j]} + t_i_{offset_adapt[j]} + t_i_{sync[i]})$$

Adaptionsfaktor (bankselektiv)
Adaptionoffset (bankselektiv)
Leerlaufsynchrosionsoffsets (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



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 BETRIEBSZUSTAND MOTOR LÄUFT

1.3.3.1 Kraftstoffmasse bei MOTOR LÄUFT

Wenn der Betriebsmodus MOTOR LÄUFT aktiv ist, berechnet sich die zylinderselektive Einspritzmasse zu:

$$(6) \quad ml_zyl = ml_soll_korr_eff[i] * K_RF_HUBVOLUMEN / cfg_zylinderanzahl$$

$$(7) \quad mk_zyl[i] = (ml_zyl / K_TI_L_STOECH) \begin{aligned} &\cdot ti_mk_f_ga && \text{Grundeinspritzmasse (zyl.selektiv)} \\ &\cdot ti_mk_f_stat && \text{Grundanpassungsfaktor} \\ &\cdot ti_mk_f_nas && \text{Stationärfaktor} \\ &\cdot ti_mk_f_wl && \text{Nachstartfaktor} \\ &\cdot ba_f_ti && \text{Warmlauffaktor} \\ &\cdot ti_mk_f_we && \text{Beschleunigungsanreicherung} \\ &\cdot ti_mk_f_sks && \text{Wiedereinsetzfaktor} \\ &\cdot ti_mk_f_kats[j] && \text{Faktor bzg. Sicherheitskonzept} \\ &&& (K_TI_MK_SKS) \\ &&& \cdot ti_mk_f_kats[j] && \text{KAT-Schutzwert (bankselektiv)} \end{aligned}$$

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):

$$(8) \quad ml_vl_zyl = ml_soll_vl_korr_eff[i] * K_RF_HUBVOLUMEN / cfg_zylinderanzahl$$

$$(9) \quad mk_vl_zyl[i] = (ml_vl_zyl / K_TI_L_STOECH) \begin{aligned} &\cdot ti_mk_f_ga && \text{Grundanpassungsfaktor} \\ &\cdot ti_mk_f_stat && \text{Stationärfaktor} \\ &\cdot ti_mk_f_nas && \text{Nachstartfaktor} \\ &\cdot ti_mk_f_wl && \text{Warmlauffaktor} \\ &\cdot ba_f_ti && \text{Beschleunigungsanreicherung} \\ &\cdot ti_mk_f_we && \text{Wiedereinsetzfaktor} \\ &\cdot ti_mk_f_sks && \text{Faktor bzg. Sicherheitskonzept} \\ &\cdot ti_mk_f_kats[j] && \text{KAT-Schutzwert (bankselektiv)} \end{aligned}$$

Hinweis: Die VL-Kraftstoffmasse ist nur im Betriebsmodus SES zu berechnen.

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Erdl	4.01



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 tueb zur Kraftstoffbilanzierung aufgerufen. Die übergebenen Parameter sind mk_zyl[i] und mk_vl_zyl[i]. Das Modul tueb 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:

$$(10) \quad ti[i] = (((mk_korr / K_TI_EV_QSTAT * ti_f_adapt[j]) + ti_offset_adapt[j]) * ti_f_zyl[i]) + ti_sync[i]$$

Adoptionsfaktor (bankselektiv)
 Adaptionoffset (bankselektiv)
 zylinderindividueller Faktor
 Leerlaufsynchronisationoffsets
 (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



1.6 ZYLINDERAUSBLENDUNG UND ZYLINDEREINBLENDUNG

1.6.1 Ausblendung bei Schubabschaltung

Wenn die Bedingung Schubabschaltung B_SA erfüllt ist, werden alle Zylinder ausgeblendet. Dazu werden die begonnen Einspritzimpulse fertig eingespritzt und auch noch gezuendet; danach erst werden alle weiteren Einspritzimpulse unterdrückt, 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 zuführen 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 $ti_f_we_off$ hängt von der Zeit ab, wie lange die Schubabschaltung aktiv war. Er wird aus zwei Kennlinien über Zeit in SA berechnet, wobei eine Kennlinie für hartes und eine für weiches Wiedereinsetzen gilt (KL_TI_WE_OFF_S bzw. KL_TI_WE_OFF_H).

Der Faktor $ti_f_we_ign$ hängt von der Anzahl der Zündungen seit Wiedereinsetzen ab. Dieser Faktor wird über die Anzahl der Zündungen auf 1,0 abgeregelt. Er wird aus zwei Kennlinien über Anzahl der Zündungen berechnet, wobei eine Kennlinie für hartes und eine für 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

Wenn die Bedingung für einen Vorabspritzer B_VSP erfüllt ist, wird dieser ausgegeben.

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Erdl	4.01



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



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 Arbeitsspil					
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 Gesamtein Einspritzzeit					
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	Wiedereinsetzfaktor		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 auszublendenen 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					

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Erdl	4.01



ti_isr_count						
	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	

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Erdl	4.01



E-POWER

HIGH PERFORMANCE ENGINE ELECTRONICS

MSS54-Modul: Einspritzung

Seite 20 von 22

Umschaltschwelle für die Zeitkonstante bei NAS					
K_TI_D_WL		%/s	0p-0.63p 6	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 4	10/2621 4	ub
KAT-Schutzfaktor					
K_TI_KATS_TABG_EIN	-		0p-2p	0.01	ub
Einschaltschwelle TABG für Regler KAT-Schutz					
K_TI_KATS_TABG_SCHNELL	-		0p-2p	1/16	ub
Schwelle TABG für Regler KAT-Schutz verstärkt					
K_TI_KATS_TABG_AUS	-		0p-2p	0.01	ub
Ausschaltschwelle TABG für Regler KAT-Schutz					
K_TI_KATS_FAK_SCHNELL	-		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
Wichtungsfaktot 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					

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Erdl	4.01

**E-POWER**

HIGH PERFORMANCE ENGINE ELECTRONICS

MSS54-Modul: Einspritzung

Seite 21 von 22

K_TI_AUSS_COUNT	2U	0p-255p	1	ub	
Anzahl Ausblendungen innerhalb K_TI_AUSS_BEREICH					
K_TI_AUSS_ZYL	-	0p-255p	1	ub	
Maske für auszublendende 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

Kennlinien

Applgröße	Stützstellen	Einheit	Bereich	Quant.	Impl.	Seite
KL_TI_UB	In: 6xub Out: 6xti_ub	V ms	0p-20p 0p-65.53p	0.1p 0.001p	uw uw	
Einspritzzeitkorrektur über UB						
KL_TI_MK_START_F_P_UMG	In: 4xp_umg Out: 4xti_mk_start_f_p_u mg	mbar -	500p- 1150p 0p-2p	3p 0.01p	ub ub	
KL für den umgebungsdruckabhängigen Korrekturfaktor						

3 ERSTBEDIETUNG 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



Projekt: MSS54

Modul: Einspritzung-Diagnose

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	01.04.20135	E. Steger	4.02



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**.

Wertebreiche:

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	01.04.20135	E. Steger	4.02



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	01.04.20135	E. Steger	4.02



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
 - ub > K_TI_UB
 - ein neue Treiberstatusinformation vorliegt
- und
und

Fehler	Auswirkung	Maßnahme
open load	mageres Abgas unruhiger Motorlauf verfälschtes Lambdasondensignal	<ol style="list-style-type: none"> 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	<ol style="list-style-type: none"> 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	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lambdaregler sperren in der Bank in der der Fehler aufgetreten ist ⇒ LA-Adaption gesperrt; TE gesperrt; TE-Adaption gesperrt 2. Fehlerspeichereintrag
overtemparatur	mageres Abgas unruhiger Motorlauf verfälschtes Lambdasondensignal Treiber schaltet selbständig ab	<ol style="list-style-type: none"> 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	01.04.20135	E. Steger	4.02



x. 4 Leerlauf synchronisationswerte vorgeben und lesen

Über die DS2 kann durch den Aufruf der Funktion **ti_ll_vorg**(unsigned char zylinder, signed short wert) der Leerlauf synchronisationsoffset 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 returnvalue den Leerlauf synchronisationswert 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	01.04.20135	E. Steger	4.02



E-POWER
HIGH PERFORMANCE ENGINE ELECTRONICS

**MSS54: Einspritzung
Einspritz-Übergänge**

Seite 1 von 8

PROJEKT: MSS54
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



E-POWER
HIGH PERFORMANCE ENGINE ELECTRONICS

**MSS54: Einspritzung
Einspritz-Übergänge**

Seite 2 von 8

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

**Inhaltsverzeichnis**

1 FUNKTIONSBeschreibung	4
1.1 PHYSIKALISCHER HINTERGRUND	4
1.2 FES (FRÜHES EINLASS SCHLIEßT) UND SES (SPÄTES EINLASS SCHLIEßT)	4
1.2.1 Betrieb mit FES	4
1.2.2 Übergang von FES auf SES	4
1.2.3 Betrieb mit SES (inkl. Zylinderabschaltung mit SES)	5
1.2.4 Übergang von SES auf FES	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



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 SCHLIEßT) UND SES (SPÄTES EINLASS SCHLIEßT)

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 Vollast 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



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 durchgeföhrte 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 ($mk_{stat} <= mk_{gespeichert} [tpu_segm_index]$) $mk_{korr} = 0$

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



$mk_gespeichert [tpu_segm_index] = mk_korr * (1 - kr_fang)$ 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)

$mk_korr = ((mk_vollast - mk_gespeichert [tpu_segm_index]) / kr_fang)$

$mk_gespeichert [tpu_segm_index] = mk_vollast - mk_stat + (mk_korr * (1.0 - kr_fang))$

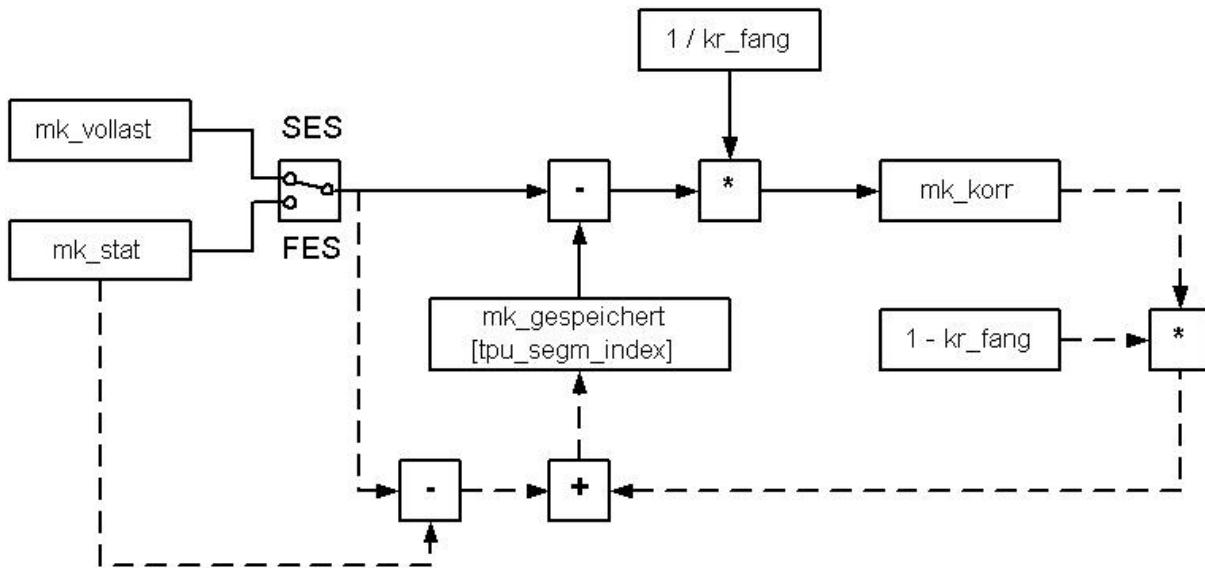
else if (FES)

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	Riksén	4.03



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	

	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	02.08.04	Riksén	4.03



E-POWER
HIGH PERFORMANCE ENGINE ELECTRONICS

**MSS54: Einspritzung
Einspritz-Übergänge**

Seite 8 von 8

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



Projekt: MSS54

Modul: Beschleunigungsanreicherung

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	01.04.2013	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. ABREGELFUNKTION DES BA-FAKTORS	5
4. BA - ABBRUCH IM LEERLAUF	6
5. ABSCHALTEN DES LAMBDAEGLERS	7
6. VARIABLEN UND KONSTANTEN	7

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	01.04.2013	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 teilbefeueter 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.

$$dam_{ROH} = d_ml_{720} / ml_{720_min}$$

$$d_ml_{720} = ml_x - ml_{(x-720^{\circ}KW)}$$

$$ml_{720_min} = \max[ml, K_HFM_ML_SEG_MIN]$$

$$dam = dam_{ROH} * nnorm$$

$$dam = [-3 .. 3] \quad (nnorm \text{ normiert auf } 1024 \text{ U/min})$$

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**(tmot,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	01.04.2013	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	01.04.2013	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_berech
- Trigger negativ BA => Start der Regelung NEG-BA und Übernahme des gerade ermittelten Faktors in ba_berech

Ausgangszustand: Regelung POS-BA ist aktiv und

- Trigger positiv BA => ist der neu ermittelte Faktor größer, so wird der Wert in ba_berech übernommen
- Trigger negativ BA => Umschaltung auf Regelung NEG-BA und Übernahme des neuen Faktors in ba_berech

Ausgangszustand: Regelung NEG-BA ist aktiv und

- Trigger negativ BA => ist der neu ermittelte Faktor kleiner, so wird der Wert in ba_berech übernommen
- Trigger positiv BA => Umschaltung auf Regelung POS-BA und Übernahme des neuen Faktors in ba_berech

Jedesmal, wenn der neue Faktor in ba_berech 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_berech in ba_f_ti für die Zeit **KL_BA_IGN_POS/_NEG_TMOT** (für eine bestimmte Anzahl von Zündungen)

ba_f_ti = ba_berech

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	01.04.2013	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)

$$\text{ba_f_ti} = (\text{ba_berech} - 1) * \text{KL_BA_FAKT_RED_TMOT}(\text{tmot}) + 1$$

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)

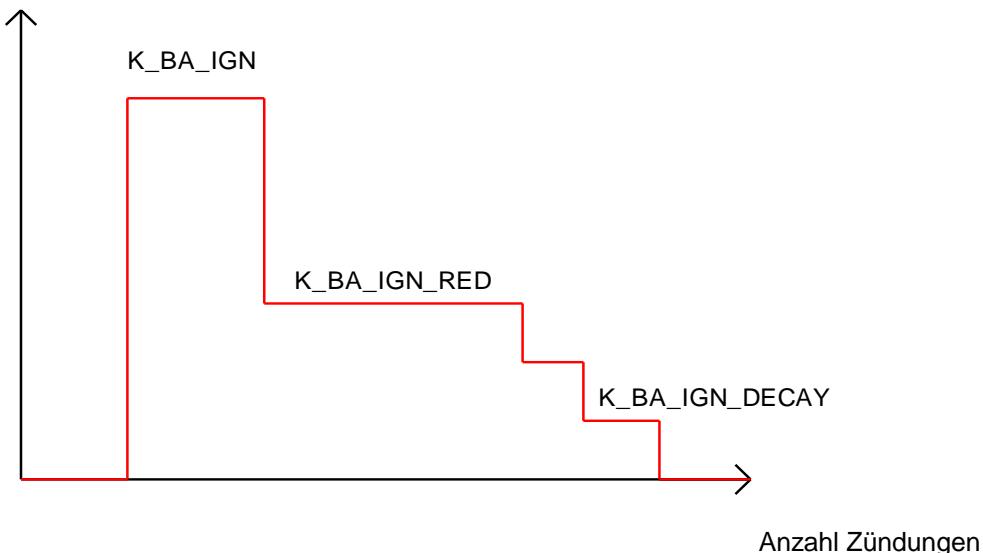
pos. Regelung - Abregelung auf ba_f_ti = 1:

$$\text{ba_f_ti}_{\text{NEU}} = \text{ba_f_ti}_{\text{ALT}} - \text{KF_BA_FAKT_RED_POS_TMOT_N}(\text{tmot}, n)$$

neg. Regelung - Aufregelung auf ba_f_ti = 1:

$$\text{ba_f_ti}_{\text{NEU}} = \text{ba_f_ti}_{\text{ALT}} + \text{KF_BA_FAKT_RED_NEG_TMOT_N}(\text{tmot}, n)$$

BA-Faktor



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	01.04.2013	E. Steger	BA.DOC



5. Abschalten des Lambdareglers

Wenn die errechnete Beschleunigungsanreicherung ein bestimmtes Fenster verläßt, dann wird die Lambdaregelung abgeschalten.

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_FAFT_MIN	K	minimaler f_ti_ba Faktor (immer Positiv)
K_BA_FAFT_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_FAFT_ZEIT	KL=f(time)	Zeit seit Wiedereinsetzen
KL_BA_FAFT_RED_TMOT	KL=f(tmot)	Faktor als f(tmot) für reduzierten Faktor
KF_BA_FAFT_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	01.04.2013	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	01.04.2013	E. Steger	BA.DOC



MSS54

Nachspritzer

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	01.04.2013	E. Steger	4.05



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	01.04.2013	E. Steger	4.05



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
(n40 < **K_DKBA_NMAX**)
- min. Änderung des relativen Öffnungsquerschnittes muß gegeben sein
(aq_rel_delta > **KL_DKBA_AQ_REL**)
- kein teilbefeueter Betrieb (!B_SKS_TIEINGRIFF)

Aus dem Ersatzkennfeld **KF_RF_N_AQ_REL** über Drehzahl und relativem Öffnungsquerschnitt wird einen relative Füllungsänderung über ein Segment berechnet:

$$\text{rf_delta} = \text{KF_RF_N_AQ_REL}(n, \text{aq_rel}) - \text{KF_RF_N_AQ_REL}(n, \text{aq_rel_old})$$

Diese relative Füllungsänderung ist eine weitere Schwelle, die überschritten werden muß, damit ein Nachspritzer ausgelöst wird

$$\Rightarrow \text{rf_delta} > \text{KL_DKBA_TRIGGER}(n)$$

2. NACHSPRITZERBERECHNUNG

Sind alle Auslösebedingungen erfüllt, wird **rf_delta** in ein **dkba_ti_roh** umgerechnet:

$$\Rightarrow \text{dkba_ti_roh} = \text{rf_delta} * \text{rf_ti_const}$$

$$\text{rf_ti_const} = \text{K_RF_HUBVOLUMEN} * \text{K_RF_LUFTDICHTE} * \text{K_HFM_TI_RATE} * 60$$

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:

$$\text{dkba_ti} = \text{dkba_ti_roh} * \text{dkba_tmot} * \text{KF_DKBA_SOFT_RF_N}(\text{rf_roh}, n)$$

dkba_tmot wird aus **KL_DKBA_TMOT(tmot)** berechnet.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	01.04.2013	E. Steger	4.05



2.2. NACHSPRITZERBERECHNUNG BEI B_DYN_HARD

Der auszugebende Nachspritzeroffset wird bei einem harten Wiedereinsetzen wie folgt berechnet:

$$\text{dkba_ti} = \text{dkba_ti_roh} * \text{dkba_tmot} * \text{KF_DKBA_HARD_RF_N}(rf_roh, n)$$

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	01.04.2013	E. Steger	4.05



Projekt: MSS54

Modul: Lambdaregelung

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	01.04.20134	B.Riksén	5.01



x.2 Lambdaregelbereitschaft

x.2.1 Lambdasondenebereitschaft

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 Sonden-ausschaltüberwachung, wenn man für die Zeit K_LA_T_AUS in dem Zustand Sonden-ausschaltüberwachung 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 Sondenspannung 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: tmot > K_LA_TMOT_LL

Kein Leerlauf: tmot > 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 abgeschalten sind. Dabei wird zwischen den beiden Abgassträngen differenziert, d. h. es wird nur der Regelkreis abgeschaltet bei dem Zylinder ausbeleuchtet 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	01.04.20134	B.Riksén	5.01

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 weicher VMAX-Begrenzung wirkt, wird der Lambdaregler abgeschaltet.

x.2.3.4 Bei Klopforschutzanzettung

Der Lambdaregler wird abgeschaltet, wenn der Klopforschutzfaktor 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 **ti < 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 Frischluftzufuhr 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	01.04.20134	B.Riksén	5.01



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 Nullpunktverschiebung 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	01.04.20134	B.Riksén	5.01



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 Regelstreckentotzeit 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 tv 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: $f_{la_kp} = \text{sgn} * la_kp$

$$f_{la_ki} = f_{la_ki} + (\text{sgn} * la_ki)$$

la_kp ist der Ausgangswert des Kennfeldes KF_LA_KP

la_ki ist der Ausgangswert des Kennfeldes KF_LA_KI

$\text{sgn} = -1$, wenn die Sondenspannung $us \geq K_LA_UREF$ d. h. die Abgase sind fett.

$\text{sgn} = +1$, 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 tv gestoppt. Sollte die Sondenspannung wieder nach mager springen und die Zeit tv ist noch nicht abgelaufen, so wird der Integrator wieder gestartet und weiter auf integriert, bis die Sondenspannung wieder nach fett springt. Nun läuft die Zeit tv 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	01.04.20134	B.Riksén	5.01



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 additiver 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 Adoptionsfreigabe

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 Adoptionsfaktor: f_ti_a1 und f_ti_a2

Der Adoptionsfaktor wird adaptiert, wenn

- die Luftmasse größer als K_LAA_ML_SU2 und
- die Last größer als K_LAA_TL_SU2 ist.

Der Adoptionsfaktor berechnet sich nach folgender Formel:

$$f_{laax} = ((f_{lax} - 1) / K_{LAA_TAU2}) + f_{laax(alt)}$$

Der Adoptionsfaktor f_laax wird auf K_LAA_FAK_MAX und K_LAA_FAK_MIN begrenzt.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	01.04.20134	B.Riksén	5.01



x.6.4 Adaptionoffset: ti_a1 und ti_a2

Der Adaptionoffset wird adaptiert, wenn
 - die Luftmasse kleiner K_LAA_ML_SO1 und
 - die Drehzahl kleiner K_LAA_N_SO1 ist.

Der Adaptionoffset berechnet sich wie folgt:

$laa_regx = \text{tiefpaß gefilterter Lambdaregelfaktor (} f_{lax} \text{) mit der Zeitkonstante } K_{LAA_TAU}.$

Zuerst wird die mittler Regelfaktorabweichnung von 1,0 in eine Einspritzzeit umgerechnet.
 $\text{help} = (laa_regx - 1) * tl * 2$

Dann wird die daraus ermittelte Einspritzzeit aufintegriert (adaptiert).

$$laa_offx = (\text{help} / K_{LAA_TAU1}) + laa_offx$$

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 minaimal 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 Reglerfaktor 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	01.04.20134	B.Riksén	5.01



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: Adoptionsfaktor 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 Lastüberschreitung
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_LA_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 Adoptionsfaktors
K_LAA_FAK_MIN	Minimalwert des Adoptionsfaktors
K_LAA_ML_SO1	obere Luftmassenschwelle fuer den Adaptionoffset
K_LAA_ML_SU2	untere Luftmassenschwelle fuer den Adoptionsfaktor
K_LAA_N_SO1	obere Drehzahlschwelle fuer den Adaptionoffset
K_LAA_TL_SU2	untere Lastschwelle fuer den Adoptionsfaktor
K_LAA_TAU1	Zeitkonstante fuer den Adaptionoffset
K_LAA_TAU2	Zeitkonstante fuer den Adoptionsfaktor
K_LAA_T_US	Zeitschwelle seit dem letzten Sondensprung

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	01.04.20134	B.Riksén	5.01



K_LAA_OFFSET MAX obere Begrenzung des Adaptionsoffsets

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	01.04.20134	B.Riksén	5.01



K_LAA_OFFSET_MIN untere Begrenzung des Adaptionsoffsets
K_LAA_N_NORM normierte Drehzahl fuer Gewichtung des Adoptions-offsets
K_LAA_N_NORM_MIN minimale Drehzahl fuer Gewichtung des Adoptions-offsets

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 (B_VMAX_WEICH)

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	01.04.20134	B.Riksén	5.01



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 Diagnosefehler
la_time1	Zeitpunkt zu dem die Lastschwelle für die Lambdaabschaltung 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	momente Zählerstände der laufenden Verzögerungszeiten für Lambda Regler 1 bzw. 2
st_la_reg1 bzw. 2	Statuswort der Lambda Regler 1 bzw. 2
f_la1 bzw. 2	Lambda Reglerfaktor (Stellgröße) des Lambda Regler 1 bzw. 2
f_la_kw1 bzw. 2	Proportionalanteil des Lambda Reglerfaktors für Lambda Regler 1 bzw. 2
f_la_ki1 bzw. 2	Integralanteil des Lambda Reglerfaktors für Lambda Regler 1 bzw. 2
usx_wechsel_time	Zeitpunkt des letzten Sondensprungs
f_ti_adapt1 bzw. 2	Gesamtadoptionsfaktor fuer den Einspritzpfad
f_laa1 bzw. 2	Adaptionfaktor 1 bzw. 2
laa_off1 bzw. 2	Adaptionoffset 1 bzw. 2 ohne Drehzahlgewichtung mit 32 bit Auflösung
ti_a1 bzw. 2	Adaptionoffset 1 bzw. 2 mit Drehzahlgewichtung fuer den Einspritzpfad
ed_lax	Statusvariable für Lambda Regler: 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	01.04.20134	B.Riksén	5.01



Projekt: MSS54

**Modul: Lambdasonden-
Alterungsüberwachung**

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	01.04.2013		5.02



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. SPRUNGSZEITÜBERWACHUNG 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

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	01.04.2013		5.02



5.5. Sprungzeitdiagnose	20
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	01.04.2013		5.02



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.

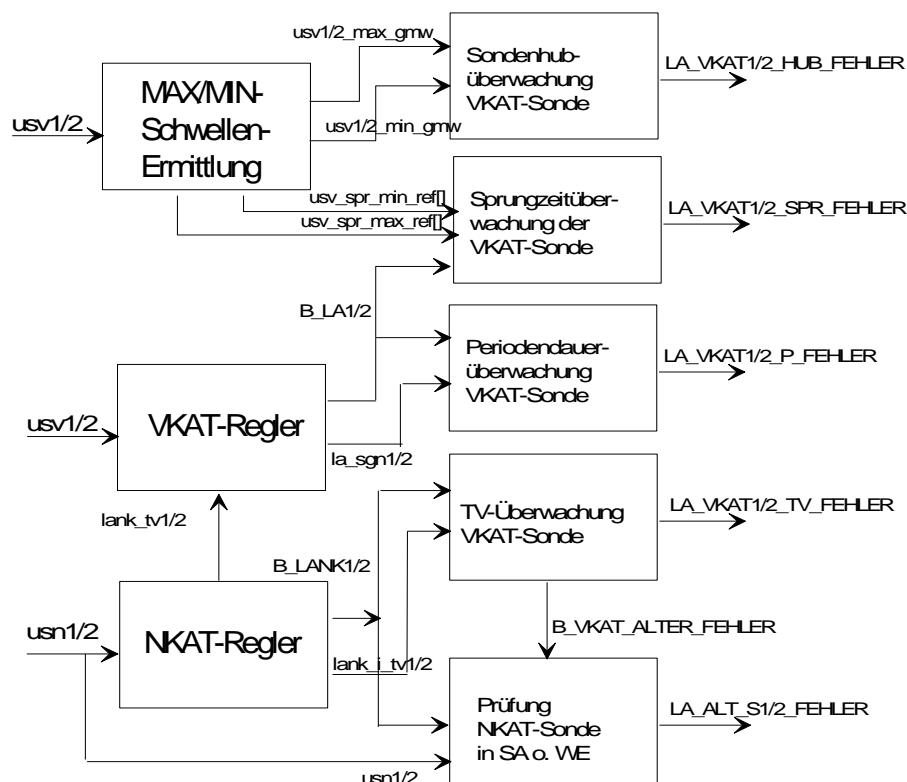
Zur Erkennung und Korrektur einer verschobenen Kennlinie wird die Stellgröße der NKAT-Reglers (TV-Verschiebung) verwendet. Für die Überwachung werden folgende Diagnosen verwendet:

- 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	01.04.2013		5.02



1.2. Ausschaltbedingungen der Lambdasonden-Alterungsüberwachung

Die Funktionen werden gestoppt, sobald eine der nachfolgenden Bedingungen vorliegt:

- **Aussetzerekennungsfehler**
=> B_AUSS_FEHLER
- **Drosselklappenpoti-Fehler**
=> !B_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 Adoptionsfehlerschwellen**
=> 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-Alterungs-überwachungs-Funktionen verwendet werden.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	01.04.2013		5.02



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 eingeschwungen 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	01.04.2013		5.02



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).

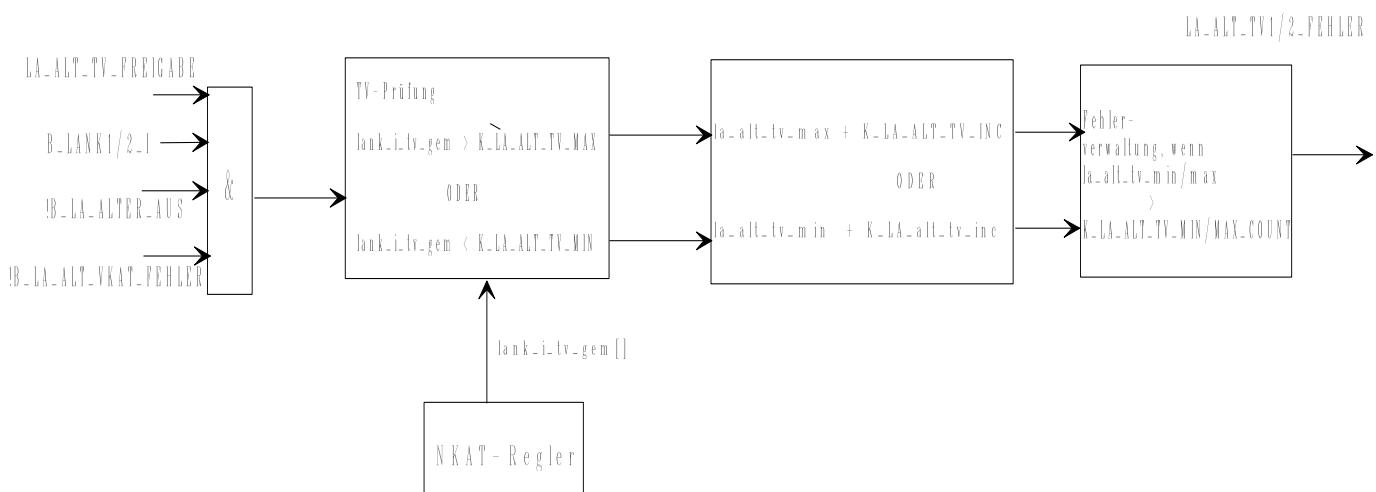
Die Fehlerart „**kein Fehler vorhanden**“ (NO_FEHLER) wird dann aufgerufen, wenn es die Readyness-Bildung erfordert oder wenn der Diagnosezähler bei einem eingetragenen Fehler auf NULL steht. Um bei einem neuen Motorlauf eine Turboheilung zu verhindern, wird bei einem vorhandenen Fehler der Diagnosezähler 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	01.04.2013		5.02



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 einer Verschlechterung der Abgaswerte führt.

Diese Periodendauermessung erfolgt alle 10ms; direkt 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	01.04.2013		5.02



=> 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 $\leq 5\%$, 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 Perioden-dauermessung 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	01.04.2013		5.02



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 Adoptionsdaten 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 `la_kat_p_mess1/2` bei jedem Neustart `la_kat_p_mess1/2` mit dem **zuletzt im FLASH abgespeicherten Wert initialisiert**.

3.2.1. Ermittlung einer gültige 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	01.04.2013		5.02



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`

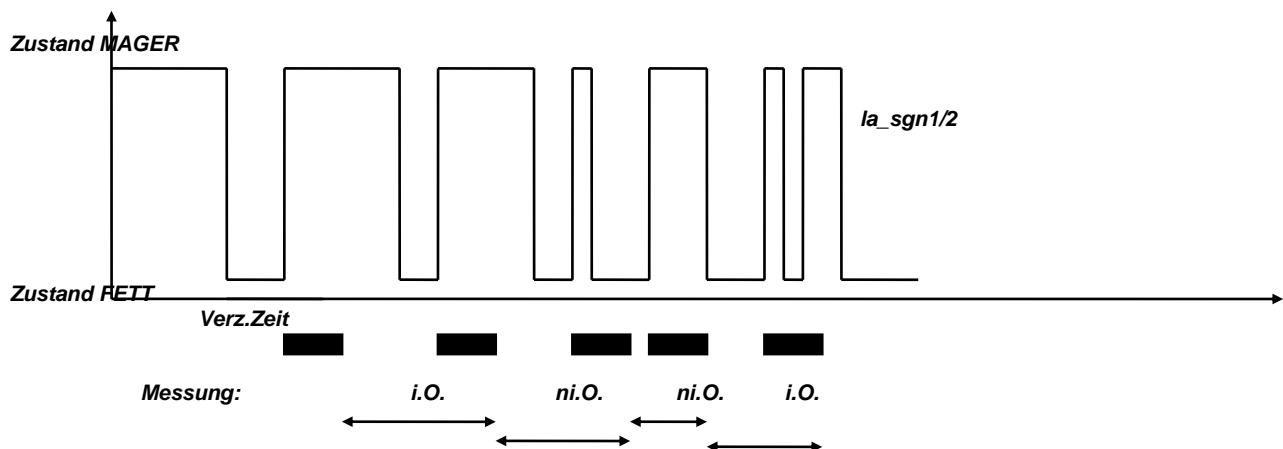
auf FETT: dies ist ein ungültiger Bereich; eine Messung kann von hier aus nicht gestartet werden

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

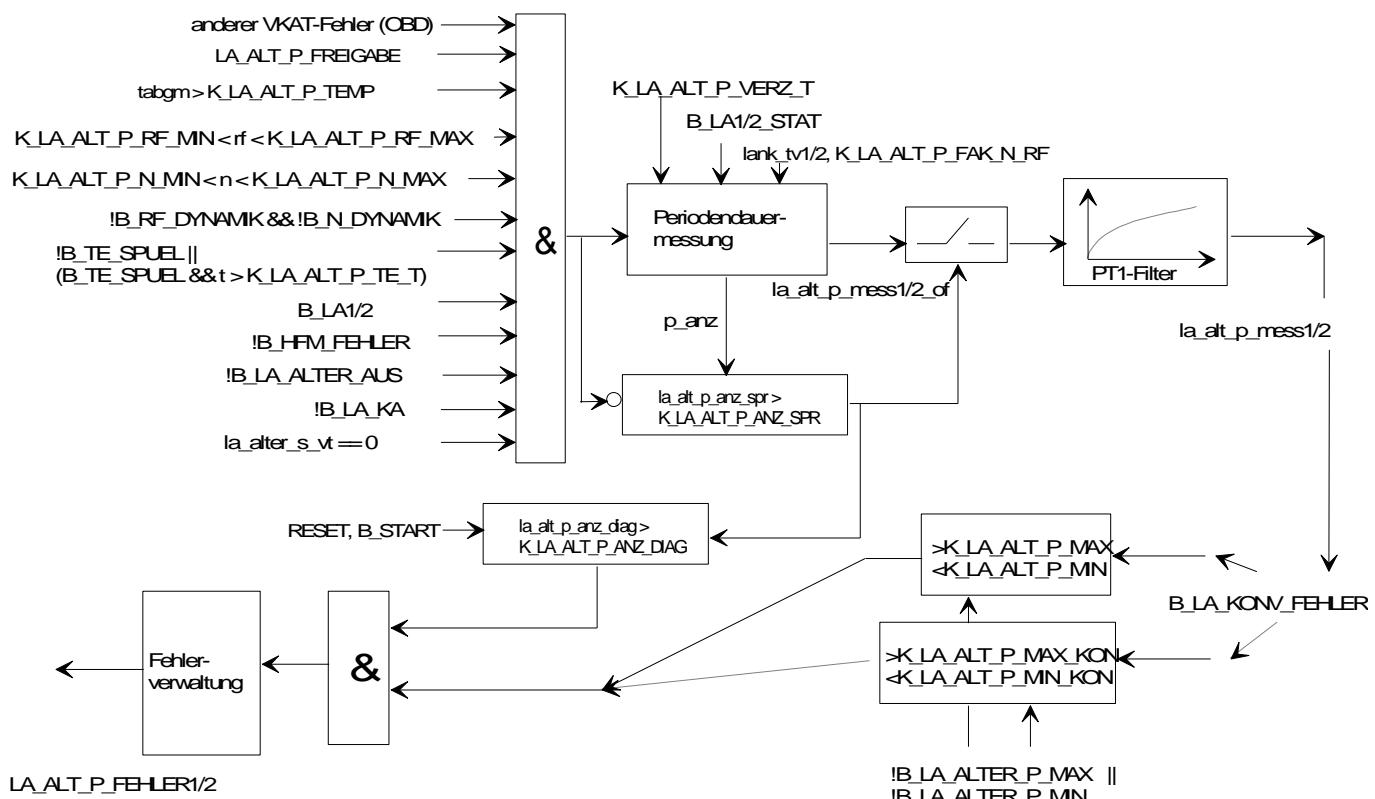
3.2.2. Graphische Darstellung einer Messung



	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	01.04.2013		5.02



3.3. Graphische Darstellung der Periodendauermessung



	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	01.04.2013		5.02



4. Hubüberwachung des Sondensignals VKAT

Eine Diagnose der VKAT-Sonde ist die Überwachung des Sondenhubs.

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

$$\text{K_LA_USV_GMW_RF_MIN} < \text{rf} < \text{K_LA_USV_GMW_RF_MAX}$$

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

$$\begin{aligned} (\text{usv1/2_max_gmw} - \text{usv1/2_min_gmw}) &\leq (2 * \text{K_LA_USV_GMW_HYS}) \\ \Rightarrow \text{usv1/2_grenz_ob} &= \text{usv1/2_grenz_unt} = \\ &(\text{usv1/2_max_gmw} + \text{usv1/2_min_gmw}) / 2 \end{aligned}$$

sobald

$$\begin{aligned} \text{usv1/2_grenz_ob} &\geq \text{usv1/2_grenz_unt} \\ \Rightarrow \text{usv1/2_grenz_ob} &= \text{usv1/2_max_gmw} + \text{K_LA_USV_GMW_HYS} \\ \text{usv1/2_grenz_unt} &= \text{usv1/2_min_gmw} - \text{K_LA_USV_GMW_HYS} \end{aligned}$$

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	01.04.2013		5.02



Die **Mittelwerte** werden über eine **PT1-Mittelung** gebildet, wobei die **Filterkonstante K_LA_USV_GMW_TAU** ist.

In die Mittelwertsbildung gehen die Spannungen ein, die ober- bzw. unterhalb der Grenzspannungen liegen.

Bedingung:

- usv1/2 > usv1/2_grenz_ob

$$\Rightarrow \text{usv1/2_max_gmw} = \text{pt1(usv1/2, usv1/2_max_gmw, K_LA_USV_GMW_TAU)}$$

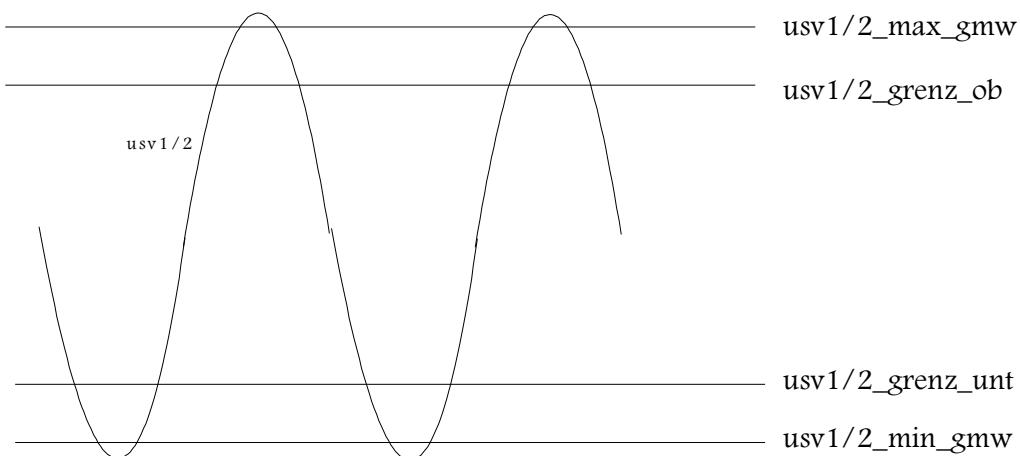
- usv1/2 < usv1/2_grenz_unt

$$\Rightarrow \text{usv1/2_min_gmw} = \text{pt1(usv1/2, usv1/2_min_gmw, K_LA_USV_GMW_TAU)}$$

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	01.04.2013		5.02



4.3. Hubdiagnose

Diese Diagnose findet alle 100ms statt, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind.

- der **Lambdaregler muss aktiv** sein (B_LA1/2)
- eine bestimmte Anzahl von P-Sprüngen 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 bestimmte 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	01.04.2013		5.02



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 einer 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
=> !B_LA_ALTER_AUS
- * in der Applikationskonstante **K_LA_OBD_FREIGABE** das **BIT 7** gesetzt ist
=> LA_ALT_SPR_FREIGABE
- **kein Luftmassenfehler** vorhanden ist
=> !B_HFM_FEHLER
- **Lambdaregelung VKAT** aktiv ist und **keine LA-Dynamik** vorliegt
=> B_LA1/2
=> !B_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
=> !B_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
=> !B_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	01.04.2013		5.02



=> !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	01.04.2013		5.02



usv1/2(n) > 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):

usv1/2(n) < 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 Sprungzeitzähler auf Null gesetzt. Sobald die Schwelle unterschritten wird, wird der Zähler bei jedem Abtastvorgang erhöht, bis das Signal die untere Schwelle unterschreitet.

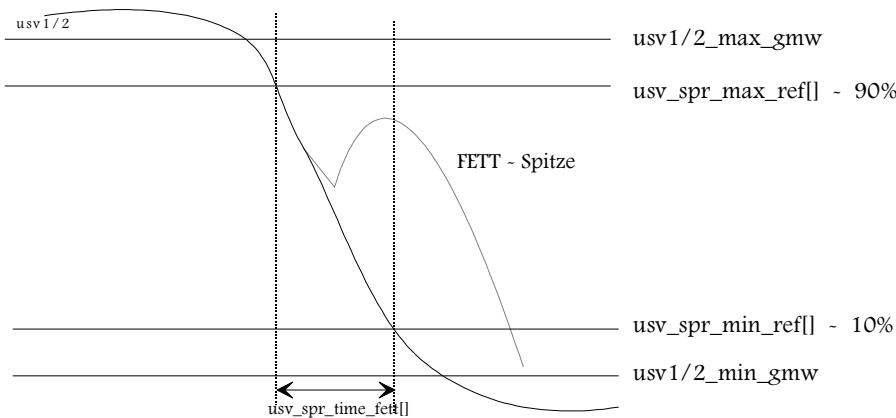
Für

usv_spr_max_ref [] > usv1/2 > usv_spr_min_ref []
=> usv_spr_time_fett(n) = usv_spr_time_fett(n-1) + 1

Generell wird **BIT4 / Bank1** bzw. **BIT5 / Bank2** im Statusbyte **la_alt_spr_st** gesetzt, sobald die Sondenspannung 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	01.04.2013		5.02



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 Sprungzeitzähler auf Null gesetzt. Sobald die Schwelle überschritten wird, wird der Zähler bei jedem Abtastvorgang erhöht, bis das Signal die obere Schwelle überschreitet.

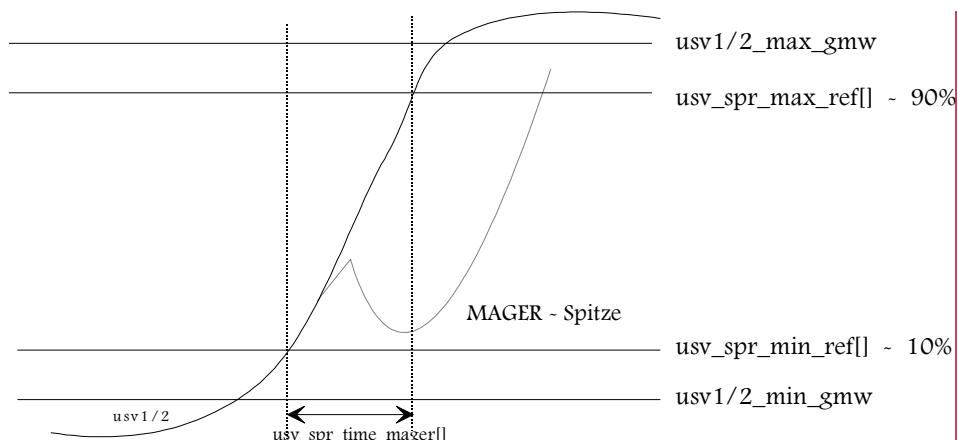
Für

$$\text{usv_spr_min_ref[]} < \text{usv1/2} < \text{usv_spr_max_ref}[]$$

$$\Rightarrow \text{usv_spr_time_mager}(n) = \text{usv_spr_time_mager}(n-1) + 1$$

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	01.04.2013		5.02



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:

$$\text{la_alt_spr_m/f_grenz[]} = \text{KF_LA_ALT_SPR_MAGER/FETT_GRENZ}(n,rf)$$

Ermittlung Quotient - Einrechnung der theoretischen Sprungzeit:

$$\text{usv_spr_m/f_quot[]} = \text{usv_spr_time_mager/fett[]} / \text{la_alt_spr_m/f_grenz[]}$$

Aufsummierung der Quotienten:

$$\text{usv_spr_m/f_quot_sum}(n)[] = \text{usv_spr_m/f_quot_sum}(n-1)[] + \text{usv_spr_m/f_quot}[]$$

gemittelte „Sprungzeit“:

$$\text{usv_spr_mager/fett_gem[]} = \text{usv_spr_m/f_quot_sum[]} / \text{la_alt_spr_anz_m/f[]}$$

=> 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:

$$\text{tatsächliche Sprungzeit} = \text{Gütfaktor} * \text{theoretische Sprungzeit}$$

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.

$$\begin{aligned} \text{la_alt_spr_anz_m} &= \text{K_LA_ALT_SPR_ANZ_MAGER} \\ \text{UND } \text{la_alt_spr_anz_f} &= \text{K_LA_ALT_SPR_ANZ_FETT} \end{aligned}$$

wird auf eine Überschreitung der Grenzwerte geprüft:

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	01.04.2013		5.02



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 Sondenspannung 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 aufgezogen; 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 Sondenspannung 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	01.04.2013		5.02



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
⇒ !B_KATS_MD_RED
- **keine Aussetzer** vorliegen
⇒ !B_AUSS_FEHLER
- **keine Sekundärluftfehler** vorliegen
⇒ !B_SLS_KLEMM_FEHLER
⇒ !B_SLV_SH_TO_GND
- **kein anderer VKAT-Sondenfehler** vorliegt
⇒ !B_LA_VKAT1/2_P/SPR_FEHLER
⇒ !B_LA_VKAT1/2_HUB_FEHLER
⇒ !B_LA_VKAT1/2_TV_FEHLER
- **kein KSD-Fehler** vorliegt
⇒ !B_KSD1/2_FEHLER

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	01.04.2013		5.02



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 Fetten
- ein definiertes SA ist abgelaufen (bis auf Ausnahme)
- die NKAT-Sondenbereitschaft ist gegeben (B_LANK SONDE_BEREIT)
- kein elektrischer Sondenfehler und Heizungsfehler ist vorhanden
(!B_LASV/N_FEHLER, !B_LSHV/N_FEHLER)

dann wird die Sondenspannung 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	01.04.2013		5.02



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

usn1/2 > 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:

la_alt_s_sa_we < 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

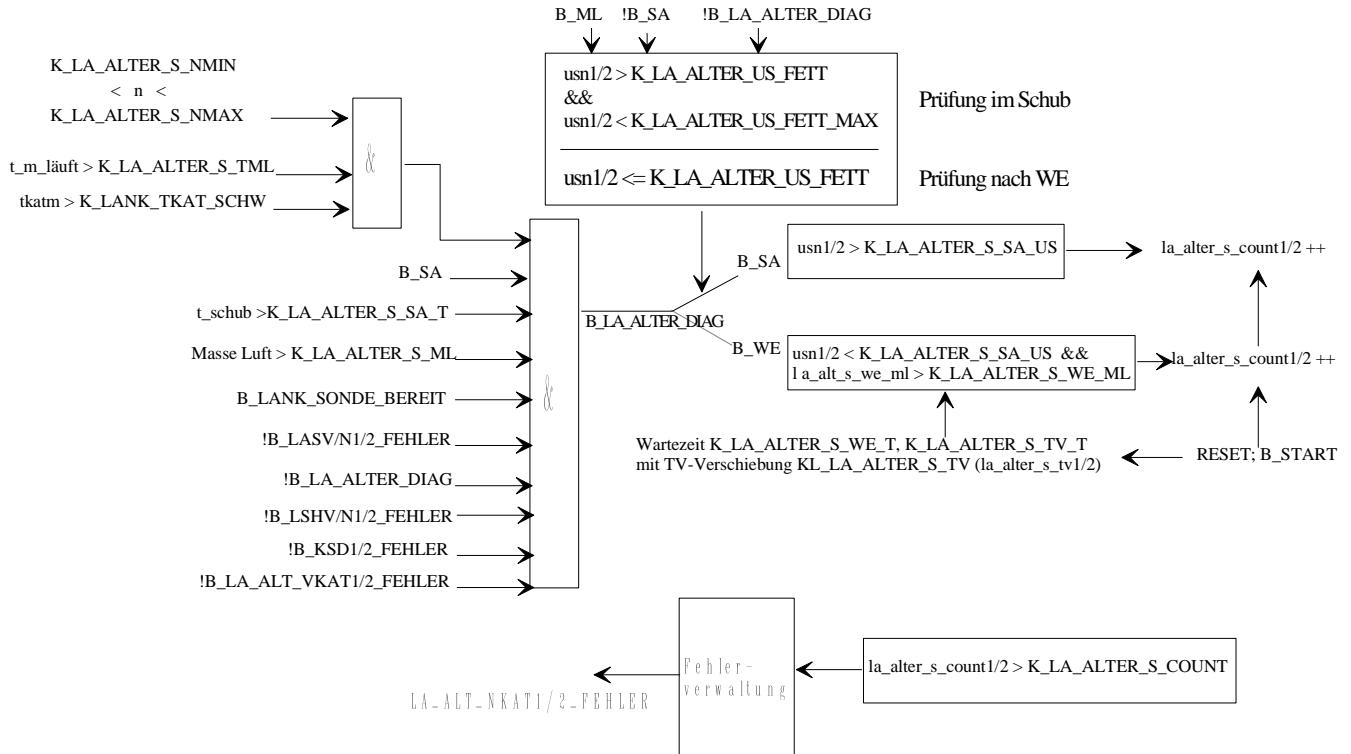
	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter	EE-32	01.04.2013		5.02



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 (Entrprellzähler 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	01.04.2013		5.02



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	01.04.2013		5.02



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_vkat1/2_tv_ed;	Daignosevariable für VKAT-Überwachung	uc	--
la_vkat1/2_p_ed;	TV-Verschiebung		
la_vkat1/3_spr_ed;	Periodendauerüberwachung		
	Sprungzeitüberwachung, Hubüberwachung		
tkatm	Temperatur des Kathalsators	uw	°C
la_alt_p_st	Statusvariabel für Period.dauer Überwachung	uc	--
la_alt_p_mess_st	zustätzliche 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	01.04.2013		5.02



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 Gütemaß	ul	--
usv_spr_mager/fett_ge_m	gemitteltes Gütemaß	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 - Fehlerreintrags-schwelle
K_LA_ALT_TV_MIN_COUNT	Konstante	MIN-Schwelle für Diagnosezähler - Fehlerreintrags-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_MA_X	Konstante	obere RF -Schwelle "
K_LA_ALT_P_ANZ_SP_R	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_ONV	Konstante	obere Diag.schw. für Period.dauer-Überwachung - bei KAT-KONV_FEHLER
K_LA_ALT_P_MIN_KONV_NV	Konstante	untere Diag.schw. für Period.dauer-Überwachung bei KAT-KONV_FEHLER
KF_LA_ALT_P_FAK_N_RF	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	01.04.2013		5.02



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_TEM_P	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_MAKER_GRENZ	Konstante	theoretische Sprungzeit - MAGER
KF_LA_ALT_SPR_FET_GRENZ	Konstante	theoretische Sprungzeit - FETT
K_LA_ALTER_US_FE_TT_MAX	Konstante	max. Schwelle für FETT-Position d. NKAT-Sondensignals
K_LA_ALTER_US_FE_T	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	Mindestdauer für definiertes SA und Prüfung
K_LA_ALTER_S_WE_ML	Konstante	Luftmengenschwelle für 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_COU_NT	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	01.04.2013		5.02