

**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 BETRIEBZUSTAND START	13
1.3.3 BETRIEBZUSTAND MOTOR LÄUFT	14
1.3.4 BEGRENZUNG UND UBATT-KORREKTUR DER EINSPRITZZEIT	15
1.4 FUNKTIONSBILD	15
1.5 APPLIKATIONSHINWEISE	15
1.6 ZYLINDER AUSBLENDUNG UND ZYLINDER EINBLENDUNG	16
1.7 LADEN DER EINSPRITZZEIT IN DIE TIME PROZESSOR UNIT	16
1.8 EINSPRITZENDE	17
2 DATEN DES MODULS	18
3 ERSTBEDATUNG DER FUNKTION	22

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

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: Anzeigevariable ti_eff_out

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

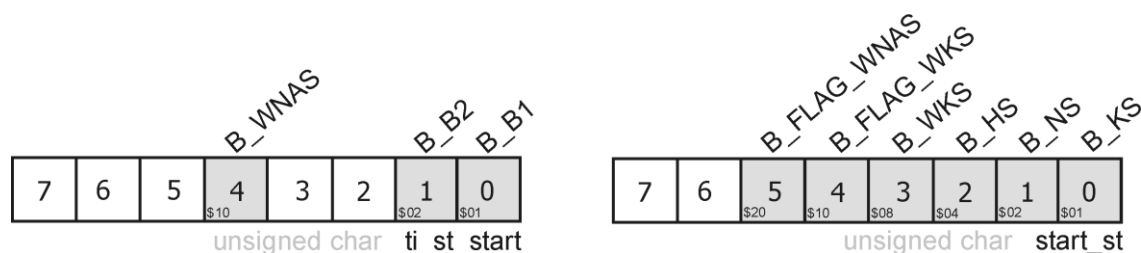
1 FUNKTIONSBESCHREIBUNG

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 Adaptionswerte und Komponentenkorrekturen die Einspritzzeit berechnet.

1.2 BERECHNUNG DER KORREKTURFAKTOREN

Der Betriebszustand wird via Status-Bytes dokumentiert :



[File : st_bytes.gif]

1.2.1 BERECHNUNG DES GRUNDANPASSUNGSFAKTORS

Die Konstante **K_TI_MK_GA** kann über das Applikationssystem als multiplikativer Eingriff auf die Kraftstoffmasse vorgegeben werden. Zu beachten ist, dass diese Konstante für Normalbetrieb neutral zu bedaten ist.

$$(1) \quad ti_mk_f_ga = K_TI_MK_GA$$

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

1.2.2 BERECHNUNG DES STARTFAKTORS

Der Startfaktor wird nur im Betriebszustand START benötigt. Die Berechnung findet ab Motor steht (B_MS) statt, so daß beim Übergang nach Start B_START schon ein gültiger Wert vorhanden ist. Solange man sich im Modus START befindet wird dieser Faktor ermittelt.

- Es gibt Bedingungen, die bei der Berechnung des Faktors ti_mk_f_start berücksichtigt werden müssen:

Heißstart B_HS ($t_{mot} > K_{TI_MK_TMOT_HS}$),
Normalstart B_NS ($K_{TI_MK_TMOT_KS} \leq t_{mot} \leq K_{TI_MK_TMOT_HS}$),
Kaltstart B_KS und
Wiederholkaltstart B_WKS.

Diese Bedingungen werden in der Funktion ti_set_startbereich() überprüft und gesetzt.

- Die Ermittlung der Umschaltbedingungen für den Startbereich von Bereich1 in den Bereich2 im Start sind wie folgt definiert:

B_B1 nach B_B2,
WENN
 $n > KL_{TI_MK_TMOT_B2}$
ODER
 $ti_anz_seg_zaehler > K_{TI_MK_KW}$.

Diese Bedingungen werden im Modul TI beim Eintritt in Start überprüft und gesetzt.

- Ein Wiederholkaltstart ist wie folgt definiert:

B_WKS = 1, wenn
 $t_{mot} < K_{TI_MK_TMOT_KS}$
UND B_FLAG_WKS im vorherigen Motorlauf gesetzt wurde
UND Standzeit $t_{motor_steht} < KL_{TI_MK_WKS_MS_TMOT}$
SONST
B_WKS = 0
B_KS = 1.

Das Wiederholkaltstartflag B_FLAG_WKS (BIT4 in start_st) wird gesetzt, wenn

der Motor abgestellt wird (B_KLA)
UND der Motor im Startbereich B_B2 abgestellt wurde
ODER die gesamte Motorlaufzeit kleiner
 $KL_{TI_MK_WKS_ML_TMOT}$ war,
SONST
wird B_FLAG_WKS gelöscht.

Anschließend erfolgt die Abspeicherung im NVRAM.

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

1.2.2.1 Heißstart und Bereich2 (B_HS und B_B2)

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

1.2.2.2 Heißstart und !Bereich2 (B_HS und !B_B2)

$$(3) \quad ti_mk_f_start = ti_mk_f_tan_hs(KL_TI_MK_TAN_HS)$$

1.2.2.3 !Heißstart und Bereich2 und !Wiederhol Kaltstart (!B_HS und B_B2 und !B_WKS)

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

1.2.2.4 !Heißstart und Bereich2 und Wiederhol Kaltstart (!B_HS und B_B2 und B_WKS)

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

1.2.2.5 !Heißstart und !Bereich2 und !Wiederhol Kaltstart (!B_HS und !B_B2 und !B_WKS)

$$(6) \quad ti_mk_f_start = ti_mk_f_tmot_ks(KL_TI_MK_TMOT_KS)$$

1.2.2.6 !Heißstart und !Bereich2 und Wiederhol Kaltstart (!B_HS und !B_B2 und B_WKS)

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

1.2.3 BERECHNUNG DES FAKTORS IM STATIONÄRBETRIEB

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

1.2.3.1 Vollast

$$(8) \quad ti_mk_f_stat = KF_TI_MK_N_WI_VL$$

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

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.

$$ti_mk_tz_offset_kats = \begin{cases} \text{WENN VL} \\ \quad KL_TI_MK_KATS_VL_N \\ \text{SONST} \\ \quad KF_TI_MK_KATS_N_WI. \end{cases}$$

Hieraus ergibt sich:

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

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

mit $j = 1, 2$ (Bank-j)

Ist die Differenz aus der Summe der Rückziehwinkel und des Offsetwerts positiv, Gl.(11), so wird der Vorsteuerfaktor $ti_mk_f_kats_steuer[j] = 1,0$ gesetzt, sonst erfolgt die Multiplikation mit minus Eins und die Einrechnung in Gl.(12).

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

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 Einschaltsschwelle ($K_TI_MK_KATS_TABG_EIN$) überschreitet, wird der Reglerwert folgendermassen errechnet:

$$(13) \quad ti_mk_f_kats_regler(k) = ti_mk_f_kats_regler(k-1) + KL_TI_MK_KATS_DELTA_ML$$

In den nächsten Zustand gelangt man, wenn die Abgastemperatur eine nächst höhere Schwelle überschreitet.

$$TABG \geq K_TI_MK_KATS_TABG_SCHNELL$$

Als Ergebnis wird der Zustand KATS_SCHNELL gesetzt.

In den Zustand der Abregelung gelangt man, wenn die Abregelschwelle unterschritten wird.

$$TABG \leq K_TI_MK_KATS_TABG_AUS$$

Als Ergebnis wird der Zustand KATS_ABREGELN gesetzt.

Liegt man allerdings mit der Abgastemperatur zwischen der Aufregelschwelle und der Abregelschwelle, so wird der Regler angehalten um einen Überlauf zu verhindern (Integratorstop).

Zustand KATS_SCHNELL:

In diesem Zustand wird mit Hilfe eines Faktors eine Übersteuerung erzeugt.

$$(14) \quad ti_mk_f_kats_regler(k) = ti_mk_f_kats_regler(k-1)$$

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

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

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 Abgastemperschwelle allerdings während diesem Vorgang über die Aufregelschwelle, so wird wieder in den Zustand KATS_AKTIV gewechselt.

1.2.4.3 Gesamter Anreicherungsfaktor

Folgender Faktor wird in die Einspritzmassengleichung (Kap.4.2, Gl.(7)) eingerechnet,

$$(16) \quad ti_mk_f_kats[j] = ti_mk_f_kats_steuer[j] + ti_mk_f_kats_regler$$

und mit $j = 1, 2$ der bankselektive Einfluß berücksichtigt. Eine Begrenzung des Gesamtanreicherungs-faktors auf $K_TI_MK_F_KATS_MAX$ wird vor der Einrechnung durchgeführt.

1.2.5 BERECHNUNG DES NACHSTARTFAKTORS

Die Berechnung wird in der 10 msec Task durchgeführt. Der Nachstartfaktor wird über eine Exponentialfunktion abgeregelt. Der Startwert für die Exponentialfunktion wird beim Übergang vom Betriebszustand START in MOTOR LÄUFT ermittelt.

Wenn der Nachstartfaktor kleiner als die Schwelle $K_TI_MK_SCH_NAS$ ist, wird die Zeitkonstante $ti_mk_tau_nas$ wie folgt berechnet:

$$(17) \quad ti_mk_tau_nas = KF_TI_MK_TAN_TMOT_NAS \\ *K_TI_MK_TAU_NAS$$

Ist der Nachstartfaktor größer als oder gleich der Schwelle $K_TI_MK_SCH_NAS$, wird die Zeitkonstante $ti_mk_tau_nas$ wie folgt berechnet:

$$(18) \quad ti_mk_tau_nas = KF_TI_MK_TAN_TMOT_NAS$$

Die Bedingung für einen Wiederholnachstart ist wie folgt definiert:

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

$B_WNAS = 1,$
 WENN
 der letzte Start ein Kaltstart oder ein Wiederhol Kaltstart war
 $(t_{mot} < K_TI_MK_TMOT_KS)$
 UND die Standzeit $t_motor_steht < KL_TI_MK_WKS_MS_TMOT$
 UND B_FLAG_WNAS gesetzt war
 SONST
 $B_WNAS = 0.$

Das Wiederholnachstartflag B_FLAG_WNAS (BIT5 in $start_st$) wird gesetzt,

WENN
 der Motor abgestellt wird (B_KLA)
 UND die Motorlaufzeit sich beim Abstellen innerhalb der Grenzen
 $K_TI_MK_TMIN_WNAS < t_ml < K_TI_MK_TMAX_WNAS$ bewegt,
 SONST
 wird B_FLAG_WNAS gelöscht.

Anschließend erfolgt die Abspeicherung im NVRAM.

Der Nachstartfaktor $ti_mk_f_nas$ wird nur im Betriebszustand MOTOR LÄUFT berechnet:

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

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

Der Faktor $ti_mk_f_nas_word$ wird nur im Betriebszustand START berechnet und dann als Startwert für die Exponentialfunktion verwendet.

1.2.5.1 Bei Heißstart

$$(21) \quad ti_mk_f_nas_word = KL_TI_MK_TAN_NAS$$

1.2.5.2 Kein Heißstart und kein Wiederholkaltnachstart

$$(22) \quad ti_mk_f_nas_word = KL_TI_MK_TMOT_NAS$$

1.2.5.3 Kein Heißstart und Wiederholkaltnachstart

$$(23) \quad ti_mk_f_nas_word = KL_TI_MK_TMOT_NAS * K_TI_MK_WNAS$$

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

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 teilbefeuerteter 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.

$$(28) \quad ti_f_zyl[i] = KL_TI_N_ZYL[i]$$

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

1.2.8 BERECHNUNG DES LEERLAUFSYNCHRONISATIONSOFFSETS

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

$$(29) \quad ti_sync[i] = (K_N_LL_SYNC / n40) * ti_ll_z[i]$$

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

Die Variablen $ti_ll_z[i]$ sind sowohl über das Applikationssystem als auch über die Diagnoseschnittstelle veränderbar und im NVRAM abspeicherbar.

1.2.9 BERECHNUNG DES MOMENTENFAKTORS

Einspritzmassenfaktoren, die das Motormoment beeinflussen werden in einem Faktor zusammengefasst und an den Momentenmanager, Kapitel "Berechnung Lambdawirkungsgrade", weitergegeben. Es werden nur Gemischabmagerungen während der Warmlaufphase berücksichtigt, Faktoren zur Gemischanfettungen ($ti_mk_f_md > 1$) werden nicht eingerechnet.

$$(30) \quad ti_mk_f_md = ti_mk_f_wl * ti_mk_f_nas * ((ti_mk_f_kats1 + ti_mk_f_kats2) / 2)$$

1.3 SEQUENTIELLE EINSPRITZZEIT

1.3.1 BERECHNUNG DER KRAFTSTOFFMASSE UND EINSPRITZZEIT

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

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

net und ist auch über ein Applikationssystem anschauar, wird aber nicht zylinder-individuell 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:

$$(1) \text{mk_zyl}[i] = K_TI_EV_QSTAT * ti[i]$$

mit:

mk_zyl[i]: zylinderselektive Kraftstoffmasse [mg]
ti[i]: effektive, zylinderselektive Einspritzzeit [ms]
K_TI_EV_QSTAT: Faktor aus Einspritzventilkennlinie [mg/ms](druckabh.)

Aus Gl. (1) folgt:

$$(2) ti[i] = \text{mk_zyl}[i] / K_TI_EV_QSTAT$$

1.3.2 BETRIEBSZUSTAND START

1.3.2.1 Kraftstoffmasse im START

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

$$(3) \text{ml_zyl} = \text{ml_soll_korr_eff}[i] * K_RF_HUBVOLUMEN / \text{cfg_zylinderanzahl}$$

$$(4) \text{mk_zyl}[i] = (\text{ml_zyl} / K_TI_L_STOECH) * ti_mk_f_ga * ti_mk_f_start * ti_mk_start_f_p_umg$$

Starteinspritzmasse (zyl.selektiv)
Grundanpassungsfaktor
Starteinspritzfaktor
umgeb.druckabh.Faktor

Eine Kraftstoffbilanzierung im Modul Einspritzung-Betriebsartenübergänge findet im Betriebsmodus START nicht statt.

1.3.2.2 Einspritzzeit im START

Prinzipiell wird nach der Berechnung von mk_zyl das Modul tieb 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:

$$(5) ti_i] = ((\text{mk_zyl}[i] / K_TI_EV_QSTAT * ti_f_adapt[j]) + ti_offset_adapt[j]) + ti_sync[i]$$

Adaptionsfaktor (bankselektiv)
Adaptionoffset (bankselektiv)
Leerlaufsynchrisationsoffsets
(zylinderindividuell)

Hinweis für Softwareentwickler: In der Software wird für die Betriebsarten

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

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:

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

$$(7) \quad mk_zyl[i] = (ml_zyl / K_TI_L_STOECH) * ti_mk_f_ga * ti_mk_f_stat * ti_mk_f_nas * ti_f_mk_wl * ba_f_ti * ti_mk_f_we * ti_mk_f_sks * ti_mk_f_kats[j]$$

Grundeinspritzmasse (zyl.selektiv)
 Grundanpassungsfaktor
 Stationärfaktor
 Nachstartfaktor
 Warmlauffaktor
 Beschleunigungsanreicherung
 Wiedereinsetzfaktor
 Faktor bzg. Sicherheitskonzept (K_TI_MK_SKS)
 KAT-Schutzfaktor (bankselektiv)

Die hier berechnete Kraftstoffmasse wird nun zur Kraftstoffbilanzierung im Modul Einspritzung-Betriebsartenübergänge herangezogen. Im SES-Betrieb wird zusätzlich zur aktuell geforderten Kraftstoffmasse noch die VL-Kraftstoffmasse zur Bilanzierung benötigt. Die VL-Kraftstoffmasse wird wie folgt bestimmt:

Wird ein Betriebsartenübergang von FES auf SES erkannt, folgt mit der korrigierten, maximalen indizierten Arbeit wi_max (Modul Momentenmanager) aus dem Kennfeld KF_ML_SOLL_BAS_5 (Sollluftmasse SES+4V) die VL-Sollluftmasse bei aktueller Motordrehzahl. Die resultierende VL-Sollluftmasse ist noch auf die aktuellen Umgebungsbedingungen zu beziehen.

Anschließend berechnet sich die VL-Kraftstoffmasse analog zu Gl. (6) und (7):

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

$$(9) \quad mk_vl_zyl[i] = (ml_vl_zyl / K_TI_L_STOECH) * ti_mk_f_ga * ti_mk_f_stat * ti_mk_f_nas * ti_mk_f_wl * ba_f_ti * ti_mk_f_we * ti_mk_f_sks * ti_mk_f_kats[j]$$

VL-Einspritzmasse (zyl.selektiv)
 Grundanpassungsfaktor
 Stationärfaktor
 Nachstartfaktor
 Warmlauffaktor
 Beschleunigungsanreicherung
 Wiedereinsetzfaktor
 Faktor bzg. Sicherheitskonzept (K_TI_MK_SKS)
 KAT-Schutzfaktor (bankselektiv)

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 tiueb zur Kraftstoffbilanzierung aufgerufen. Die übergebenen Parameter sind $mk_zyl[i]$ und $mk_vl_zyl[i]$. Das Modul tiueb liefert eine korrigierte Kraftstoffmasse mk_korr , die wiederum Eingangsgröße für die Einspritzzeitberechnung ist.

Unter Verwendung der Gl. (2) und nach der Kraftstoffmassenbilanzierung ergibt sich die korrigierte, zylinderselektive Einspritzzeit im Betriebsmodus MOTOR LÄUFT zu:

$$(10) \quad ti[i] = (((mk_korr / K_TI_EV_QSTAT$$

* $ti_f_adapt[j]$)	Adaptionsfaktor (bankselektiv)
+ $ti_offset_adapt[j]$)	Adaptionsoffset (bankselektiv)
* $ti_f_zyl[i]$)	zylinderindividueller Faktor
+ $ti_sync[i]$)	Leerlaufsynchronisationsoffsets (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 erfuellt ist, werden alle Zylinder ausgeblendet. Dazu werden die begonnen Einspritzimpulse fertig eingespritzt und auch noch gezuendet; danach erst werden alle weiteren Einspritzimpulse unterdrueckt, d.h. alle 90 °KW bzw. 120 °KW (bei Einspritzende) wird dieser Zylinder gesperrt.

1.6.2 Einblenden nach Schubabschalten

Nachdem alle Zylinder ausgeblendet waren, trocknet das Saugrohr aus. Um beim Wiedereinsetzen den abgedampften Saugrohrwandfilm wieder aufzubauen, muss man mehr Kraftstoff zufuehren als normal.

Der Wiedereinsetzfaktor ti_mk_f_we kompensiert diesen Mehrbedarf an Kraftstoff.

Er berechnet sich wie folgt:

$$ti_mk_f_we = 1 + (ti_f_we_off * ti_f_we_ign)$$

Der Faktor ti_f_we_off haengt von der Zeit ab, wie lange die Schubabschaltung aktiv war. Er wird aus zwei Kennlinien ueber Zeit in SA berechnet, wobei eine Kennlinie fuer hartes und eine fuer weiches Wiedereinsetzen gilt (KL_TI_WE_OFF_S bzw. KL_TI_WE_OFF_H).

Der Faktor ti_f_we_ign haengt von der Anzahl der Zuendungen seit Wiedereinsetzen ab. Dieser Faktor wird ueber die Anzahl der Zuendungen auf 1,0 abgeregelt. Er wird aus zwei Kennlinien ueber Anzahl der Zuendungen berechnet, wobei eine Kennlinie fuer hartes und eine fuer weiches Wiedereinsetzen gilt (KL_TI_WE_IGN_S bzw. KL_TI_WE_IGN_H).

Der Zündungszähler ti_we_ign zählt die Anzahl der Zündungen seit Wiedereinsetzen, unabhängig davon, ob es sich um hartes oder weiches Wiedereinsetzen handelt.

Alle 90 °KW bzw. 120 °KW (bei fiktivem Einspritzende) wird ein Zylinder wieder freigegeben.

1.7 LADEN DER EINSPRITZZEIT IN DIE TIME PROZESSOR UNIT

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 Arbeitsspiel					
mk_zyl[i]	0p	mg/Asp	0p-131p	0.002p	uw	
	Zylinderselektive Kraftstoffmasse für Bilanzierung					
mk_vl_zyl[i]	0p	mg/Asp	0p-131p	0.002	uw	
	Zylinderselektive VL-Kraftstoffmasse für Bilanzierung					
ti_ub	0p	ms	0p-65.53p	0.001p	uw	
	Bordnetzspannungskorrekturoffset für die Einspritzzeit					
ti[i]	0p	ms	0p-65.53p	0.001p	uw	
	zylinderselektive Einspritzzeit, ohne Batteriespannungskorrektur					
ti_eff[i]	0p	ms	0p-65.53p	0.001p	uw	
	Effektive, zylinderselektiver Gesamteinspritzzeit					
ti_mk_f_ga			0p-2p	1/128	ub	
	Grundanpassungsfaktor					
ti_mk_start_f_p_umg	0p	-	0p-2p	1/128p	uw	
	Umgebungsdruckabhängiger Korrekturfaktor für Betriebsmodus Start					
ti_mk_f_start						
	Starteinspritzfaktor					
ti_mk_f_stat			0p-2p	1/128p	ub	
	Stationärfaktor					
ti_mk_f_nas			0p-4p	1/1024p	uw	
	Nachstartfaktor					
ti_mk_f_wl			0p-4p	1/1024p	uw	
	Warmlaufaktor					
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 auszublendenden Zylinder					
ti_ausblend_ist						
	Anzahl der tatsächlich ausgeblendeten Zylinder					
ti_st_soll						
	Status des Sollzustandes der Einspritzung (1 = Kanal aktiv)					
ti_st_psp						
	Status des Istzustandes der Einspritzung (! = Kanal aktiv)					
ti_dkba1			0p-65.53p	1/1000	uw	
	Nachspritzer					

	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



	Umschaltsschwelle für die Zeitkonstante bei NAS					
K_TI_D_WL		%/s	0p-0.63p	10/65536	uw	
	Warmlaufabregelgradient bei aktiver Lambdaregelung					
K_TI_MK_GA		-	0p-2p	1/128	ub	
	Grundanpassungsfaktor					
K_TI_KATS		1/°KW	0p-0.01p	10/26214	ub	
	KAT-Schutzfaktor					
K_TI_KATS_TABG_EIN		-	0p-2p	0.01	ub	
	Einschaltsschwelle TABG für Regler KAT-Schutz					
K_TI_KATS_TABG_SCHNELLE		-	0p-2p	1/16	ub	
	Schwelle TABG für Regler KAT-Schutz verstärkt					
K_TI_KATS_TABG_AUS		-	0p-2p	0.01	ub	
	Ausschaltsschwelle TABG für Regler KAT-Schutz					
K_TI_KATS_FAK_SCHNELLE		-	0p-16p	1/16	ub	
	Faktor für Übersteuerung Regler KAT-Schutz					
K_TI_MK_F_KATS_MAX		-	0p-4p	1/1024	uw	
	Max. Kat.schutzfaktor					
K_TI_TAU_NAS		-	0p-4p	1/64	ub	
	Wichtungsfaktor für Tau bei NAS					
K_TI_TMIN_WNAS		s	0p-255p	1	ub	
	Minimale Zeit für WNAS					
K_TI_TMAX_WNAS		s	0p-255p	1	ub	
	Maximale Zeit für WNAS					
K_TI_TMOT_HS		°C	-48p-207p	1	ub	
	Tmot-Schwelle für Heißstart					
K_TI_TMOT_KS		°C	-48p-207p	1	ub	
	Tmot-Schwelle für Kaltstart					
K_TI_WKS_B1		-	0p-2p	1/128	ub	
	Wiederholkaltstartfaktor im Betriebsbereich B1					
K_TI_WKS_B2		-	0p-2p	1/128	ub	
	Wiederholkaltstartfaktor im Betriebsbereich B2					
K_TI_WNAS		-	0p-1p	1/256	ub	
	Wiederholkaltnachstartfaktor					
K_TIENDE_START		°KW	0p-6553p	0.1	ub	
	Einspritzende bei Start					
K_TIENDE_TMOT		°C	-48p-207p	1	ub	
	Tmot-Schwelle für Tiende					
K_TIENDE_TMOT_HYS		°C	-48p-207p	1	ub	
	Tmot-Hysteresese 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

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	V	0p-20p	0.1p	uw	
	Out: 6xti_ub	ms	0p-65.53p	0.001p	uw	
	Einspritzzeitkorrektur über UB					
KL_TI_MK_START_F_P_U MG	In: 4xp_umg	mbar	500p-1150p	3p	ub	
	Out: 4xti_mk_start_f_p_u mg	-	0p-2p	0.01p	ub	
	KL für den umgebungsdruckabhängigen Korrekturfaktor					

3 ERSTBEDATUNG DER FUNKTION

Parameter:

K_TI_EV_QSTAT	2.50
K_TI_MIN	0.90
K_TI_MAX	64.00
K_TI_L_STOECH	14.7
K_TI_MK_SKS	0.90

Kennlinien:

KL_TI_UB

UB [V]	6	8	10	12	14	16
TI_UB [ms]	3.88	2.06	1.38	1.00	0.76	0.60

KL_TI_MK_START_F_P_UMG

P_UMG [mbar]	701	800	974	1013
TI_MK_START_F_P_UMG [-]	1.00	1.00	1.00	1.00

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